

# 化學戰爭通論

R. HANSLIAN 著

國立北京大學化學系主任

曾昭掄

國立北平大學教授

吳屏

合譯

國立編譯館



3 0646 9659 8

余謹將此書奉獻於爲德國而死的

第二十二預備軍團之英雄

韓斯聯

595.8  
226  
3.

## 弁 言

化學戰爭在歐洲大戰時，既肆其淫威，戰後遂成爲軍事家國防上鈞心鬪角之中心，今日歐美各國莫不設有機關主持研究，檢討結果，除祕而不宣者外，其啓發常識之著作，時有刊行，雖處平時，若臨大敵，其注重國防有如是者。

二十一年夏，教育部召開化學討論會，特設國防化學一組，意在廣徵衆見，共籌良策，以樹國防化學之基礎。與會諸公乃有請教育部設立國防化學講座及請國立編譯館編譯國防化學書籍等案之決議。本館亦鑒於國防情形之迫切，暨軍事教育方面之需要，爰約國內對此問題夙有特殊研究之專家擔任編譯，並就近今允稱標準著作之外籍中，選得 Hanslian: *Der chemische Krieg* 及 Dr. Hugo Stoltzenberg: *Darstellungsvorschriften für Ubragifte* 二種，先行譯述；前者由北京大學教授曾昭掄先生及北平大學教授吳屏先生譯出，後者由軍政部兵工研究委員會專任委員張郁嵐先生譯出；另有實驗法二種，一爲復旦大學化學系教授韓組康先生所著之“煙幕發火劑及爆炸實驗”，一爲曾昭掄先生所著之“炸藥製備實驗法”，炸藥製造一項，雖不屬於化學戰



A 212208

爭之範圍，然在學校作實驗時，頗有連類研習之便利，因并刊之，以期於國防教材方面得有適當之中文刊物，並副討論會諸公之雅望。

陳可忠

二十三年二月

## 譯者序

韓斯聯(Hanslian)所著化學戰爭 (*Der chemische Krieg*) 爲西文書籍中關於此方面最有價值者之一。其討論化學戰爭之歷史,所用化合物,及其使用方法,至爲詳盡;而尤偏重於氣體戰爭及烟霧在軍事上之價值,殊爲他書所不及。二十一年冬,我國受東鄰之侵略,已逾一週,國人乃深知非自強無以圖存。斯時國立編譯館成立未久,因鑒於目前急切之需要,乃勵志多譯關於軍事科學之專門書籍,爰以此書之翻譯屬之於譯者二人。譯者承此,深以爲幸!惟受命後不久,榆關事發。繼而熱河失陷,灤東不守,平津垂危。譯者身處北平,無日不在危險之中。加以課務繁重,餘暇不多,以致遷延至二十二年五月底始得完成一半。正在繼續進行之中,而日軍已迫北平城下,平市學校,暫時無形停頓。乃南走首都,費時三月而後成之。

本書譯文,力求真實。在不過於生硬難讀之條件下,力求按照原文按字直譯。惟因中西文字結構之根本不同,不得不犧牲直譯以求通暢之處,亦常有之耳。

我國各種專門名詞,多不統一,故譯書者倍感困難。爲免誤會起見,在本書中不憚煩瑣,常在譯名後註以原文以參對照。所

註之原文，如係軍事上名詞，多即用原書中之德文字。如係化學上名詞，則多改註英文字，以目前國內讀化學者，對於英文名詞，較對德文名詞熟習也。以同理，固有名詞之在英文參考書中常見者，亦不按德文而按英文之音譯音。此外如原書內之名詞，非係自德文而係自他國文（英，法等）之參考書中取出者，亦注其所引原著之文字。書中所用關於化合物之譯名，均係遵照教育部最近所頒布之化學命名原則。其軍事上名詞之譯名，則大部份係根據日本栗本進著之獨和兵語新辭典（東京太陽堂書店出版）。惟其中不甚適當之處，則亦不憚將其改正，如“Gas”不譯“瓦斯”而改譯“氣體”是也。

原書所取材料，雖據原著者云，曾經將其與其所引之參考材料對照查考，以求真實；但差池之處，仍所不免。譯者以時間及參考材料之兩皆缺乏，未能對此將其一一徵實；但亦曾作一部份之此項工作，而至少在一處（參觀第 409 頁）發現小有錯誤之處而訂正之。因此聯想在本書譯文中，錯誤之處，或由譯者之疏忽，或因手民之誤排，均在所不免。尙望海內專家，加以指正，則幸甚焉！

本書翻譯之進行，屢次幾瀕於中斷，幸以國立編譯館陳可忠先生之鼓勵，乃得歲事；關於譯文之修飾，承北平大學醫學院徐益甫教授多所指正；書末索引，復承國立編譯館代勞編纂；在作初稿時，馬湖江先生尤多襄助；均誌此以鳴謝焉！

民國二十二年九月一日，序於南京

曾昭掄，吳屏

## 原文第二版序

本書第一版在本國（指德國而言）及他國所受之歡迎，使其在數月內售罄。因此在一年以前，新版之編印，已似屬有其要求。有此項意義之請求及暗示，雖送達余處者殊多，但余終不能立即決定將其重版。豐富之新出現的參考材料及極多篇數以前在他國發表之氣體技術方面的論文，現時余始得見之者，皆需徹底的研究其來源及將其加以鄭重的考慮。據余所見，新版之任務，並非在將新舊兩版間之時期內各國在化學戰爭方面之進步，作個別的紀述，以將書之內容增多；而乃在於將整個迄今已發表之參考材料，作一幾於完全的考慮，而對在各國逐漸成熟，往往彼此間殊有區別之關於氣體兵器的軍事上評價之見解，特別加以注意。

此項任務之完成，需要殊多之時間。僅將原來之來源查考而將其內容在本書內採用之，並不能總視為已足。為使此書成爲一種對於讀者認識氣體兵器之前途及其對於將來作戰之預料的影響之指導書，往往並需參以主觀之見解。此外自邏輯上之關係言之，並需超出軍事範圍之外，而同時對平民氣體防護之

重要問題，及大戰後工業用防毒面具之真正猛烈的發展，加以討論。在此各方面之一切工作負擔，對余此次更覺其重，因余寫第一版時之友人及共同工作者柏根朵夫司朵克霍姆夫人 (Fr. Bergendorff-Stockholm)，為他種任務所羈，致余不得不放棄其可靠的幫助也。

在本版中，一切討論均以真實為貴，與第一版相同；其所言者，皆以事實居先。此項客觀的陳述，在初版時即已常受他國批評家之稱道及承認，惟法國作家 (參考 187, 201) \* 中，則有保留其反對之論調者。彼等是項表示之不合宜，已有他方面 (參考 242) 指出，故在此處僅將其簡短的提及，即已足矣。

書中所引之事實，曾經復行極端慎重的搜查參考材料以徵實之，並曾追究其來源而載明之，用此法首可對第一次說出相關之思想，及首先將其材料公之於大眾者，予以相當之應得的名譽 (Ehrenpflicht)，但同時亦可使追蹤或有之錯誤，有其可能性。在氣體技術方面之參考材料中，有一極屬令人煩惱之事，即錯誤之言論，亦往往似冰塊式之崩頹 (lawinenartig) 而傳布，致在各處均發現之。此項錯誤，常可歸於原來論文印刷上之錯誤；但更常遇之錯誤，係由翻譯上之錯誤而來。例如本書中所引之俄文論著，以其譯文有多處錯誤之處，致失其原意是也。

最後余需特別對送余參考材料及贈余圖樣之多位先生，及

---

\* 凡本書行文中所寫的參考某某數，均係指書末 589 - 305 頁上所列之參考材料表冊內各數目字後所載之論著。

---

將本書予以卓越的裝潢之密特勒父子出版公司 (Verlag E. S. Mittler & Sohn), 在此處表示予之最誠意的感謝。

柏林, 1927 年春。

韓斯聯

## 韓斯聯(Rudolf Hanslian)之事略

韓斯聯於 1884 年三月七日生於德國之 Johrensdorf, 父爲一啤酒廠之主人, 他在 Bernburg 之 Herzoglich Anhaltisch Karls-Realgymnasium (中學) 畢業後, 入 Erlangen 大學習化學, 後轉入 Leipzig 大學, 在此校之應用化學實驗室內, 在 Prof. Ernst Beckmann 指導之下, 進行博士研究工作, 同時並擔任助教職, 1907 年考中藥劑師國試, 1910 年考得博士學位, 1911 年考中養料化學家國試, 1912 年在 Halle 大學生理學院任 Prof. Emil Abderhalden 之助教, 歐戰時初任近衛軍團藥劑官, 後任藥劑監, 及第廿二預備軍團之毒瓦斯專員, 1919 年任政府藥劑師及軍醫訓練所附設之化學檢驗室主任, 自德國國防部成立後, 任國防軍軍團衛生材料第一廠化學檢驗室主任, 歐戰後不久, 任德國氣體技術代表, 並被選爲 Commission internationale d'expert pour la protection des populations civiles contre la guerre chimique 之會員, 在比京及義京之國際會議上, 任德國政府代表, 他爲紅十字會民衆氣體防護國際專門委員會之顧問, 他對於軍隊的及民衆的氣體防護之著作, 極爲豐富, 且爲

世界上最有名之化學戰專家，其最著名之著作，即“化學戰”一書，此書係根據其豐富的戰場經驗而成，為世界上化學戰的標準書。

韓斯聯為氣體防護與防空 (Gas-und Luftschutz) 之主筆，並為火藥及爆炸物雜誌之氣體防護部專門顧問，1932年德國紅十字會會長特給韓斯聯以該會之名譽獎章，以酬謝其為紅十字會組織及建設氣體衛生與氣體防護之功績。

在防空運動方面，韓斯聯極力勸告民衆注意化學戰之危險，但同時警告民衆對於化學戰毋庸作誇大之宣傳。

5058  
227

## 目 錄

譯者序.....	iii
原文第二版序.....	v
韓斯聯 (Rudolf Hanslian) 之事略.....	viii
目錄.....	xi

---

### 第一章 世界大戰前之化學兵器

第一節 氣體攻擊.....	1
1. 氣體攻擊之起源及其發展.....	1
2. 軍用化學物質.....	40
A. 軍用化學物質之種類及性質.....	51
a 催淚氣類.....	51
溴丙酮.....	53
溴丁酮.....	54
一溴二甲苯與二溴二甲苯之混和物 (T-物質).....	54
氯溴甲苯.....	55
苯氯乙酮.....	57
b 傷肺氣類.....	59
氯氣.....	59
光氣.....	61
氯甲酸一氯甲酯.....	65
氯甲酸三氯甲酯(即“過物質,”或“綠十字氣”).....	66

硝基三氯甲烷	67
c 氢氰酸類	73
氢氰酸	73
d 芥子氣類	74
二氯二乙硫(即“黃十字氣”,“芥子氣”或“伊迫禮特”)	75
e 砷化合物類	87
(a)芳香族砷	88
氯化二苯砷(“藍十字氣”)	88
氯化二苯砷及二氯化苯砷(“藍十字氣第一號”)	90
氯化二苯砷圍(“亞當毒劑”)	91
(β)脂肪族砷	94
二氯化乙砷及二溴化乙砷(“黃十字氣第一號”)	94
二氯化甲砷	95
二氯化β氯乙烯砷(“路易毒劑”)	95
f 爆炸及燃燒所生之氣體	99
一氧化碳	100
氮之氧化物	104
大戰時各國所用之氣體兵器	106
a 德國所用之氣體兵器	106
(1)德國式之氣體榴彈	107
(2)德國式之氣體迫擊砲彈及氣體投射砲彈	108
(3)德國式之氣體手榴彈	109
(4)大戰時軍用氣體物質在德國製造之數量	109
b 奧匈帝國所用之氣體兵器	110
(1)奧匈式之氣體榴彈	110
(2)奧匈式之氣體迫擊砲彈,氣體投射砲彈,及氣體手榴彈	110
c 法國所用之氣體兵器	111
(1)法國式之氣體榴彈	111
(2)法國式之氣體迫擊砲彈	112
(3)法國式之氣體手榴彈	112
(4)法國式之氣體槍榴彈	112
(5)法國式之氣體飛機炸彈	112
(6)法國式之吹放氣筒	112
(7)大戰時軍用氣體物質在法國製造之數量	113

(8) 法國在 1918 年各月中所製“伊迫禮特”之數量	113
(9) 法國對於協約國在氣體技術上之援助	114
d 英國所用之氣體兵器	114
(1) 英國式之氣體榴彈	114
(2) 英國式之氣體迫擊砲彈及氣體投射砲彈	115
(3) 英國式之氣體手榴彈	115
(4) 英國式之吹放氣筒	116
e 俄國所用之氣體兵器	116
(1) 俄國之氣體榴彈	116
(2) 俄國式之吹放氣筒	117
f 意大利所用之氣體兵器	117
意大利式之氣體榴彈	117
g 美國所用之氣體兵器	117
(1) 美國式之氣體榴彈，在世界大戰時已來不及射擊者	117
(2) 他種美國式之氣體兵器	118
(3) 大戰時軍用氣體物質在美國製造之數量	119
3. 氣體攻擊之技術	119
a 吹放攻擊法	119
b 砲隊氣體射擊法	158
c 氣體迫擊砲彈射擊法及氣體投射法	204
第二節 氣體防護	231
1. 個人防護法(保護兵士個人的氣體防護工具)	234
A. 防護面具或過濾式氣體防護器具	238
a 德國	243
b 法國	259
c 英國	266
d 俄國	273
e 美國	275
f 其他交戰國之防毒面具	281
B. 輕便的氧氣防護器具	282
C. 整個身體表面的氣體防護設備	290
2. 一般的氣體防護處置(集團或集合防護法)	294

3. 氣體軍紀 ..... 315
4. 禽獸之氣體防護法 ..... 320

## 第二章 大戰後之化學兵器

### 第一節 化學兵器自道德上及國際公法上的立場之理論的評

- 價 ..... 331

### 第二節 大戰後化學兵器實際上的進展 ..... 352

#### 1. 各國關於氣體技術方面之準備 ..... 352

- 美國 ..... 353
- 日本 ..... 356
- 法國 ..... 357
- 波蘭及捷克 ..... 359
- 英國 ..... 359
- 俄國 ..... 361
- 意大利 ..... 363
- 西班牙 ..... 363
- 其他各國 ..... 363

#### 2. 大戰後之軍用化學物質 ..... 364

#### 3. 新時代氣體攻擊法之種類 ..... 369

- A. 現行氣體攻擊法之評價及其發展 ..... 369
- a 吹放攻擊法 ..... 369
- b 砲隊氣體射擊法 ..... 372
- c 氣體迫擊砲彈, 氣體投射砲彈及氣體近接戰器具 ..... 375
- B. 空中化學攻擊法 ..... 378

#### 4. 大戰後氣體防護之發展 ..... 391

- A. 戰術處置的氣體防護法 ..... 392
- B. 軍隊中之個人氣體防護法 ..... 395
- a 過濾式的氣體防護器具 ..... 395

b	輕便的氧氣防護器具.....	421
c	整個身體表面的氣體防護法.....	434
C.	軍隊之集團或集合防護法.....	440
D.	平民防護法.....	443
E.	馬匹防護法.....	460
第三節	化學兵器在將來戰爭中之預料的地位 .....	466
<b>第三章 烟及霧之產生</b>		
1.	烟及霧的產生之起源及其發展 .....	489
2.	產生烟及霧之物質 .....	499
a	理論上及一般的討論.....	499
b	專論.....	511
3.	技術上的輔助工具 .....	515
a	產烟及產霧之器具.....	515
b	產烟及產霧之彈藥.....	521
c	烟及霧自戰車, 船隻, 或飛機用特殊方法之產生.....	527
4.	烟及霧之採用 .....	532
A.	戰術上之考慮.....	532
a	基本的觀點.....	532
b	一般的應用.....	535
c	在攻擊時之應用.....	536
d	在防守及退卻時之應用.....	540
e	烟幕之缺點及其除去法.....	542
B.	產生烟幕之技術.....	547
a	一般的條件.....	547
b	發霧榴彈之射擊.....	551
c	發霧迫擊砲彈之射擊.....	554
d	槍手榴彈之採用.....	557
e	發烟燭之採用.....	558
C.	烟幕在各種部隊中之採用.....	561

---

a	步兵	561
b	砲兵	565
c	追擊砲隊	567
d	戰車	568
e	空軍	576
D.	烟及霧在後方地域之採用	580
a	在前線後面之採用	580
b	在防守海岸時之採用	581
c	在後方之採用	581

---

附錄一	面積單位一覽表	585
附錄二	德國及英美度量單位對照一覽表	586
附錄三	最重要的軍用氣體物質之計算的有 效時間一覽表	587

---

參考材料表冊	589
附圖	607
索引	657

# 化學戰爭通論

## 第一章

### 世界大戰前之化學兵器

#### 第一節

#### 氣體攻擊

##### 1. 氣體攻擊之起源及其發展

古代——氣體攻擊之起端，遠在數千年前，而應在最早之古代中求之。最古之獵俗，藉未乾的木材及濕草之燃燒，以將野獸自其逃匿處逐出；是項手續，或係與進攻之攻圍軍(Belagerer)以最初之暗示，使其利用火及煙以對付隱於堅固的壘壁之後而以擲射彈丸(Wurfgeschoss)擊退進擊者之防守軍(參考 110)。在最初作此項用途之材料，雖祇限於可以燃燒而能發生本身無

害但係甚強的濃烟之附加物，如柏油(Pech)，煤膏(Teer)，動物脂肪，及樹脂(Harze)等；但不久即改用化學物質，如硫磺及砷(Arsenic)等，以產生一有刺激性(甚至有毒)之烟。此類手續，斯巴達人(Spartans)在西歷紀元前431—404年時，在拍洛頗勒戰爭(Peloponnesischer Krieg)中，已曾用之。

在羅馬歷史中，吾人亦發現內有氣體戰爭之思想，曾以各種方式，實現出來：

在卜魯他及(Plutarch)所著之羅馬大將塞拖禮烏斯(Quintus Sertorius)傳記第十七章中，吾人讀及一處，塞氏在西班牙戰役中，曾命其兵士對卡拉奇達人(Charakitaner)用輕鬆的灰質土建築一堤。是項工作，係在夜間進行。次日清晨，北風即將極細之灰粒，吹向暴露於風中之敵人宿舍。為自堤土得更佳之功效起見，塞氏令人將其擱起，並藉疾奔之馬，轉起濃密之塵土。此項塵土之雲，行達卡拉奇達人，將其目矇蔽，使其發生窒息的激烈咳嗽(Keuchhusten)，而迫其不到兩日即行投降(參考67,238)。

婆利比阿斯(Polybios)在其第二十四冊書第十一章中及李威烏斯(Livius)在其第三十五冊書第七章中，均描寫在西歷紀元前187年羅馬人包圍安不拉齊亞(Ambracia)時，羅馬人曾掘正式的地道以進攻，防守者則對掘地道以對付之。雙方在地下坑道內僅用長槍及盾牌交戰，不分勝敗後，安不拉齊亞人方面有人提出一種建議；是項建議，按照婆利比阿斯之原文逐字譯出，係屬如下——“安不拉齊亞人應取一隻與地道等寬之桶，將其底鑽穿，內插一與桶等長之鐵管，而將此管內用羽毛填滿。如此安排後，將一塊燒紅之炭，直接的置於桶口，然後將桶口用一有孔之鐵蓋蓋住；裝好後，將桶口轉向敵人，而將此桶搬入地道之內。俟達到敵人附近時，乃將桶之四週各處均行塞緊，僅在每邊各留兩口，以便能以從之投出長槍以防敵人行近此桶。在彼時應將一打鐵用之風箱安在鐵管之上，而用一切氣力向炭(此項炭即置於桶內羽毛之前者)吹風；同時將鐵管抽出抽進，以令羽毛完全燃燒”。婆氏結論云——“一切如此泡製後，乃產一巨大之濃烟；此項烟以其自羽毛產生之故，且有強烈之刺激性(stark reizend)，是項濃烟，深達敵人之地道內；因此羅馬人異常的大受其害，而不能將其自地道中逐出，或本身在其內停留”(參考136)。

在西歷紀元後第七世紀中，敘利亞(Syria)人卡利里哥斯

(Kallinikos)氏,藉一種在古代已知的希臘火(Greek Fire)之改良的製備法,拯救東羅馬帝國,使其繼續存在,而未受回教人之統轄。卡氏所製造者,爲一種主要的係自石油,柏油(Pech),樹脂及硫磺所組成之易於燃燒的液體;此項液體,用以浸漬蕪絮(Werg),或即裝於金屬製之桶內而投出之,或用管子噴射之(參考 105),在四百年後,撒拉層人(Sarazenen)尙在埃及用此法以對付聖路易(der heilige Ludwig)之兵士。

中古時期——在中古時期中,吾人亦屢次發現關於化學兵器的製造及使用之報告。例如在十六世紀之末,法國皇太子妃(Dauphine)的異教徒審問官(Inquisitor),曾用窒息之烟,以對付優更諾教徒(Hugenotte)之窟洞(參考 110)。

在1600年左右著名的醫生與自然科學家菲阿拉橫梯(Leonard Fioravanti von Bonnonia)所著之祕方節略(*Kompendium der Sekrete*)中,載有一種油,自硫磺,松節油,阿魏(Asa Foetida),人糞,人血,等等,蒸餾而得者;此油之臭味如此之烈,若將其投入一堡壘內,無人能在其中存留(參考 70)。

當土耳其人之危險威脅歐洲時,著名的化學家郭勞伯(Joh. Rudolf Glauber, 1604—1668)氏提議製造一種榴彈,以作布霧及燻燒(Ausräuchern)之用。郭氏之第二種提議,爲自松節油及硝酸製造自動燃燒的砲彈填充物。郭氏之建議,以當時化學技術之不能勝其任,以致未能成功。

自於 1920 年在各種雜誌上發表之威尼斯的檔案 (Vene-

zianische Akte)觀之,可知下列之事實:

在1654年一月,米蘭人(Mailänder)達梯羅(Franzesko Dattilo),將其一種新發明呈獻於在尼泊耳(Neapel)之威尼斯駐外使臣(Resident)羅索(Andrea Rosso)氏。據達氏稱,此項發明,爲一種火藥(Pulver),若將其投入敵人之城市等等內,而在該處點燃後,即散布如此可憎的烟及爲害的惡臭,使遇之者不能戰鬪,甚至死去。羅索接此後,即於二月十日,送一報告至威尼斯。該城之元老院(Senate),對此項暗示善意的接受,而以之詢威尼斯之三位砲術領袖(Provreditor für das Geschützwesen)之意見;該三位領袖,復將此事轉詢技術專家,即威尼斯之砲兵長(Artilleriechef)及工兵大佐尼麥氏(Ingenieur-Oberst Nimes)。此項專家,說明達氏之發明係屬有用的;並且指出,相似之毒烟雲,曾經某一法國工程師,在對克內他(Kreta)之戰爭中,當作地道戰時,利用手榴彈以使用之,而得殊好之成功。此外在四十年以前,當威尼斯對阿蘇勒(Ossune)公爵作戰時,對此方面亦曾集有經驗。此項專家,對此類發明在露天下之應用,僅見有一種困難,即在此處其功效不能如其所預期之大也。然而彼等仍主張將其作一次試驗。達氏對此項判斷之回答,措詞極爲紛亂,以致實際上的試驗,未能舉行。

近代——在法國大革命時,阿乘(Agen)地方之委員(Depu-  
tierten),曾試驗有毒氣體對於其犧牲者之功效。

當1816年二月二十五日去世之比羅(Bülow)將軍,在堡村(Bautzen)之戰後,於1813年五月二十至二十一日,在強行軍(Gewaltmärschen)及戰鬪之狀況下,對拿破崙(Napoleon)防守柏林城時,柏林市府委員(Stadtväter)在市政廳開會,而對比氏進如何方能擊退敵人之良好的勸告,以資“襄助”。就中有一知名之市政委員(此人同時爲一藥劑師),舉薦一種方法,據彼見解係屬戰術上之實際的新改良者;因按照拿破崙之原則,在戰爭中凡將完全新奇之法引用者,成功必傾向彼方也。以此之故,此君建議,比氏可將毛刷(Pinsel)替代刺刀,插於槍上;在攻擊時,將此項毛刷浸入氫氰酸內,而持此在敵人鼻下,沿敵線行走,以

令一切敵人倒於地上。雖然，比羅對於一切此類之“毛刷法”(Pinseleien)，均謝而卻之(參觀 1926 年二月二十八日之 *Berliner Lokalanzeiger*)。

據藥物學歷史學會雜誌 (*Journal de la Société d'Histoire de la Pharmacie*) 上所載之報告，在 1830 年，塞胡(Sèvres) 地方之藥劑師勒華梯耳 (Lefortier) 氏，曾將一種有窒息性及引火性之砲彈 (Obus asphixiant et incendiaire; 此實係第一次述及之氣體及燃燒榴彈)，呈獻於法國軍事官衙 (Militärbehörde)，請求試驗及或加採用。此項軍事官衙中，有一處對彼證實，此項榴彈在爆炸時發出大量之無味的 (geschmacklos) 烟，是項烟引起劇烈的咳嗽刺激；且砲彈之侵徹力 (Durchschlagkraft) 亦屬殊佳，厚木板不能止住之。另一服務所 (Dienststelle) 着重的聲明，此項榴彈無疑的可予敵人以極重的傷害；若將其稍加改良，則此項砲彈，尤其對於海軍，極有價值。反之其他各處之意見，則不若上述者之有利。在 1831 年，缺少識別力之砲兵委員會 (Comité d'Artillerie)，且斷此藥劑師之發明為無價值(參考 105)。

在現今搜集之 1845 年議會事程中，有在法國議院傳喚伯里希(Pélissier)將軍之一事，其所以傳喚之故，係因伯氏曾發命令，對烏勒里(Ouled-Ria)區域之卡比人 (Kabylen) 用自未乾的木料所產生之烟，以致卡比人之整個的一族，被窒息而死。對於伯氏之報紙宣傳，要求將其召回法國(參考 110)。

在 1854 年，有人將一氣體炸彈呈獻於英國陸軍部之前。該彈所含之化學填充物，為極可怕及臭味極惡之有機砷化合物，即雙二甲胂(cacodyl)及氧化雙二甲胂(cacodyl oxide)。該彈炸後流出之液體，即自行發火，將其四週之物燒著，同時並產生有毒之砷氣(arsengase)。按據各種報告，均謂英國海軍提督敦多納耳 (Dundonald) 爵士，曾於 1855 年提議用此項榴彈以奪取色巴斯拖波 (Sebastopol)。然弗禮司及魏斯特 (Fries and West)，曾將敦氏與拍麥史登 (Palmerton) 及潘苗 (Panmure) 三人間交換之信件，照原文一字未改而公布之 (參考 82)，證明此項報告不合於事實。敦氏之意，係擬用二氧化硫以對付色巴斯拖波；但其建議被拒絕。

當 1870—1871 年德法戰爭時，某一德國藥劑師曾提議用一種僅對鼻部有劇烈的刺激功效之物質“凡納春”(Veratrine)，一種生物鹼名)以作榴彈之填充物，而擔保其可使一大隊之兵士，以鼻部之刺激，失去其戰鬥力至三十分鐘之久。此項建議，未曾實行 (參考 67)。

1887 年，重要的有機化學家及人造藍靛(indigo)之發明者拜耳 (Adolf von Baeyer) 氏，據云在明興 (München) 講學時，曾指出催淚氣體在軍事上之重要性 (參考 122)。

在 1904—1905 年之日俄戰爭中，氣體榴彈之使用，曾有人屢次確言之 (參考 96, 129)，但關於此方面，並無無可反對的材料 (參考 110)。在馬梯雍 (Matignon) 所著之日俄戰爭之醫藥

教訓(*Enseignements médicaux de la guerre russo-japonaise*)一書中,亦缺少任何指出軍用氣體物質的使用之處。

反之吾人今知,1910—1917年之英國駐聖彼得堡(St. Petersburg)之公使布克南爵士(Sir George William Buchanan),曾報告下列之事件〔參觀布氏所著余在俄國之任務(*My Mission in Russia*)第八十二頁,1926年文化政治出版公司出版(Verlag für Kulturpolitik)〕。

“當余於1910年九月之末來到俄國時,一種政治的不安定,主要的係在大學及其他高等學校之學生中見之。在多處是項學校中,罷課之事件發生,講演歸於停頓。在此事故中,曾有人試用有毒的氣體及他種可怕的工具,以防止仍欲繼續求學之學生出現”。

至該項學生在此處所用化學物質之種類及功效,則布氏未曾指出。

大戰前——自上列討論中,吾人可見,氣體戰爭之理想,由來極久;而歷代富有發明性之頭腦,亦常屢次致力於此。雖然,此項戰法之有決定勝負的軍事上重要之可能性,則在大戰以前,並無任何作戰國認識之。一般人當然普遍的算及,科學及技術,在戰爭之輔助工具(Hilfsmittel)的準備及改善中,將占一主要的地位;但無猜及其將產出一種有根本的重要之完全新的兵器(Kampfmittel)者。在最近數十年自然科學的研究及技術之迅速的發展之下,吾人不能了解,備戰之國家,何以在其龐大的軍備中,竟忘卻將此項獲得之良法(Errungenschaft),予以及時之軍事上的利用,而將其列入其計算範圍之內。至自國際公

法立場反對採用此項軍備，則其理由並非十分健全。

海牙會議——1907年十月十八日，海牙協定之規定出現〔參觀法國沙本(Sorbonne)大學教授庇葉(Pillet)著之海牙會議(*La Convention de la Haye*)一書，1918年在巴黎出版〕。其中關於禁止使用有毒兵器之一條，為第 23 a 條；其文係自 1899 年七月二十八日所定之陸戰規則取出，一字未改。此條之言曰：“毒物及有毒兵器之使用 (d'employer du Poison ou des armes empoisonnes)，均應禁止”。按此語之意，所欲禁止者，不過指日常生活上所謂之加毒，如井水及食品內之撒毒，及有毒兵器(例如野蠻民族所用者)之使用等。此外並無他種意義之目的；若有之，則其在語句中之表顯，必較頃述者為更明顯也。

海牙公約之第 23 c 條，禁用合於引起不必需的傷害之兵器，砲彈，或物質；其文云：“凡合於引起不必需的傷害之兵器，砲彈，或物質 (D'employer des armes, des projectiles ou des matieres propres a causer des maux superflux)，均應禁止”。設吾人先一察“不必需的傷害”之意念。若在大戰時始行發展之任何兵器，有可不受指摘為“無益”(Nutzlosigkeit)者，當推氣體兵器。關於此點之證明，當在下文述氣體戰爭在世界大戰中成立之原由時論及之。因此在上語中僅餘“傷害”一字之限制；此字或可係指一種特別的傷害而言。但自一種客觀的證據觀之，此種異議亦不能維持；此項證據，即關於氣體致病 (Gaserkrankung) 的結果之統計是也。據德國方面所搜集之統計，在 1918 年一

月一日至九月三十日之期間，按精確的計算，在約計 58,000 因氣體致病者中，僅有 1,755 人死去，故其氣體死亡率 (Gastote) 爲百分之三。 據法國方面之報告，即克雷蒙梭 (Clemenceau) 氏在 1918 年八月末之祕密命令，在 1918 年八月之最初十日中，法國人因氣體致病者有 14,578 人，內中僅有 424 人死去，故其氣體死亡率爲百分之 2.9。(參觀第 196 頁上所載英國方面之報告)。 且除極少數之例外外，氣體致病者 (Gaskranken) 之療愈，均係完全的及永久的；殘廢之現象，完全無之。 反之因彈子及炸藥所致之死亡百分數，則常達百分之二十五(參觀第 336—337 頁上所載美國方面之報告)。 因此此項海牙公約第 23 e 條，在此處亦不成爲問題。

在海牙公約中所申明之惟一限制點，係在禁止在空中戰爭中使用氣體兵器〔此項使用，因顧及無保護之平民，除極少次之例外，如 1916 年俄國方面對於東方前線之赫卜斯特 (Herbst) 地方，及約於同時法國方面以氫氰酸炸彈之方式對梅茲 (Metz) 地方外，在大戰時從未有用之者。〕及使用一類砲彈，其惟一之目的在於散布窒息或有毒之氣體者之一條。 後一項之禁止，爲一種於 1899 年曾在海牙有詳細的討論之問題。 在該次會議中，有人指陳，有毒氣體 (一氧化碳，氮之氧化物，氫氰酸，等) 之出現，尤其在大口徑之爆裂榴彈爆炸之時，絕不能避免；因此不能將其禁止，否則非將爆炸砲彈之射擊不可。 最後會衆乃同意成立下列之諒解：“彈丸之破片功效 (Splitterwirkung)，總需超過其致

毒功效(Giftwirkung)”。雖然，此條卒未得英，美二國簽字。美國馬亨 (Mahan) 提督宣言云：“自人道的立場而言，將有毒的氣體將敵人窒死，並不較用魚雷使其在水中溺斃為更殘酷；每一種新奇的兵器，初用時人皆目之為野蠻，但最後則普遍的採用之”。在1907年時，美國常堅持此項基本的立場，而一言為定的拒絕簽字於此項條例之上；反之英國則讓步而簽字(參考37)。此外在一切參加會議的軍事專家中，其盛行之見解，均以為此類氣體砲彈之使用，在將來戰爭中將無若何大的重要。

此項簽字的公約，德國迄 1916 年五月引用綠十字榴彈之時，實係嚴格的遵守。其在此時以前所用之氣體榴彈及氣體迫擊砲彈(Gasminen)，均除裝多量之爆裂藥外，僅含有刺激物質。其引用放射攻擊法 (Blasangriffe)，亦不過歷史上之燻燒手續的革新(Erneuerung)。以此之故；此二事均不能視之為正式的違反國際公法。反之法國人當其在 1916 年二月引用光氣(Phosgene) 榴彈時，實為最初對此公約作有效的離開者；因在此處含有極毒及有窒息(erstickend)功效的氣體之榴彈，並無任何爆裂功效者，係在世界大戰中第一次採用也。

德國人並無氣體技術上(gastechnisch)的準備——在大戰前德方並未作任何對於氣體戰爭之準備，已經無可反對的證明。〔對於薩不爵士(Sir Edward Thorpe) 於1921年十一月十日之英國自然界 (Nature) 雜誌所發表之反對論調，哈柏 (Haber) 教授於同一雜誌之 1922 年一月十二日號上，作下列之

答覆：“在大戰時之最初三個月中，德國無人思及氣體者，吾人在 1914 年九月十七日之拔如莫如雜誌 (*Pall Mall Magazine*) 中，第一次讀到敵人之氣體準備。在大戰開始三個月後，吾人始從事於氣體之工作”。又據弗禮司 (Amos A. Fries) 在美國化學會演講時所代表之美國觀點，亦謂德國人之氣體準備，係在麻因 (Marne) 之戰後，立即開始；因此係在 1914 年九月也。〕德國曾將信賴火器 (Feuerwaffe) 之不能超過的功效之觀念，完全灌注於其軍隊的思想之內；戰爭之決勝，按此首係自兵士在運動戰 (Bewegungskrieg) 中之能率 (Leistung) 而獲得之。此項基本的見解，自德國之軍事科學方面的偉大教師克勞色魏茲 (Clausewitz)，莫如特克 (Moltke)，及斯里芬 (Schlieffen) 等所傳下者，德國軍隊，堅守不移。彼等對於在陣地戰 (Stellungskrieg) 中所用之特別兵器，在某種程度下當然亦備有之；就中關於在堡壘四週之戰爭，吾人首應想及。〔關於此點，請參觀 1925 年德國軍事週刊 (*Militär-Wochenblatt*) 第三十一號，第 924—926 欄 (Spalte) 上所載之舊時德國陸軍對於陣地戰之準備 (Die Vorbereitung der alten deutschen Armee für den Stellungskrieg) 一文。〕因此在大戰開始時，德國之工兵勤務隊 (Pionierdienst)，即備有發烟劑 (Rauchkörper) 及燃燒管 (Brandrohre)；且在少數情形下，甚至備有火焰投射機 (Flammenwerfer)。〔參觀妥因大尉 (Hauptmann Theune) 所著之火焰投射機及突擊隊 (*Flammenwerfer und Sturmtruppen*) 一書，柏林陸地印刷公

司(Landesverlag)出版。) 反之在1925年在法國某處所作之申明(參考201), 謂一種德國大戰前的服務規程(Dienstvorschrift), 即1914年草成(1915年翻版)的在堡壘四週作戰之工兵勤務(*Pionierdienst im Kampf um Festungen*, 簡稱 *Pi. K. u. F.*), 其中已規定有害的氣體之使用, 則實屬不確。此項規程之內容指明, 是項指摘, 完全係憑空虛構。

大戰前法國之氣體兵器(Gaswaffen)——在大戰前數年, 巴黎之警察廳(Polizei-präfektur), 已曾用有窒息性之炸彈以對付危險之囚犯(參考201), 使作惡者不能抵抗。在1912年巴黎市之市立試驗所(Laboratoire Municipale), 提議採用一種特別有效的化學物質, 即溴乙酸乙酯(bromoacetic ester)。是項物質, 係於同年內在蕭息內羅哀(Choisy-le-Roy)附近之園亭中捕獲卜羅盜匪(Bonnotsche Apachenbande)時, 第一次採用之而得成功。在警察服務上再作四次至五次之實際的試驗後, 證明此物之顯著的效力; 此事大約即為在法國陸軍中引用是項第一種化學兵器之緣由。最初在軍事上採用此物時, 係取裝填十九立方厘米(c.c.)溴乙酸乙酯的二十六毫米(mm.)氣體槍榴彈(Gasgewehrgranate)之方式。

法國在前線上之採用氣體槍榴彈及氣體手榴彈——上述之氣體槍榴彈, 法國工兵勤務隊, 曾於1914年八月, 運三萬枝至戰場而射出之。據猜測, 含有同一化學填充物之氣體手榴彈(Gashandgranate), 亦曾同時帶去(參考144)。據

哈柏(Haber)氏之見解(參考 144),美國化學戰爭事務課(Chemical Warfare Service)陸軍少佐魏斯特(Major West)在 1919 年五月二日於美國科學(Science)雜誌上所發表之文章,實為上述氣體槍榴彈之採用之不能爭辯的證據。該文中與此事有關之一段,其言如下:

“在大戰前,曾經射擊過有窒息性之二十六毛米氣體槍榴彈。此項槍榴彈,內中係裝溴乙酸乙酯;此物為一種有微弱的窒息性之無毒的催淚劑(Tränenerreger)。此項彈係作攻擊永久的防禦工事(Befestigung)之側面工程,窰室(Kasematten),及通路(Gänge)之用;在作此項任務時,將其自射擊孔(Schiesscharte)之窄隙中射入。在此項側面構築物內之機關槍及大砲的操作人員(Bedienungsmannschaft),為溴乙酸乙酯之蒸氣所擾害,而攻擊者即利用其紊亂,以越過防禦工事之障礙。此項不致死的輔助工具之使用,並非海牙會議所反對者。在大戰前之企圖,曾利用此項兵器者,惟有一次值得提及,即在蕭息內羅哀對於卜羅盜匪之攻擊是也”(參觀第 12 頁)。

“在散兵壕(Schützengraben)中作戰時,此項有窒息性之氣體槍榴彈,亦曾施用,但吾人對此必需認為失敗;因是項槍榴彈所含之少量的液體(即約十九立方厘米左右),在空曠的戰場上,不能發生功效也”。

此項榴彈之重新製造,據云係在 1914 年十一月起始;因溴素之缺乏,乃選用功效極相似之軍用物質氯丙酮(chloro-acetone)以代之(參考 144)。在 1915 年一月七日,霞飛(Joffre)大將要求將此種兵器運至前線;而在 1915 年二月二十一日,是項氣體榴彈之使用及處理規則,似即已印就,並分發於各部隊矣。此項規則之內容如下(參考 244):

### 關於含有令人眩暈(betäubend)的氣體 之彈丸之注意點

“所謂之含有令人眩暈的氣體之彈丸(Geschosse),在我方中央工廠所製造者,

內含一種液體，在爆炸後流出一種蒸氣，刺人之眼，鼻，喉等部”。

“含此項物質之手榴彈，係作蛋形，其中部之直徑達六厘米(6 cm.)，高十二厘米，其重量為四百克(400 g.)。此彈係在近距離用之，其上安有一用手投擲之設備，並附有一含有指點用法之說明書。在此用法說明書上，黏有一小量之摩擦物質；用時利用此項物質，將手榴彈點燃，點着後立即需將彈向前擲出。點着後七秒鐘此彈即自行爆炸。一個小黃銅蓋及一枚旋緊之塞子，保全點火藥(Zündmasse)對外面之安全。此項手榴彈之目的，為使其爆炸週圍之地方，不能容人存留。其效力在有風時，殊受影響”。

“含有此項物質之榴彈(Patronen, 德文亦稱 Gewehrgranaten)，作圓筒形，其直徑為二十六毫米(mm.)，高一厘米，其重量為二百克。此項榴彈，係在較用手榴彈所能達之距離為遠之距離下用之。在25°之射角(Abgangswinkel)下，此項彈可射二百三十米遠之遠。此彈之點火處，係在中央，而係用射擊照明彈之槍(Leuchtkugelgewehr)射出之。射擊時火藥先將彈內之小量點火藥燃着，藉此榴彈在離開槍身後五秒鐘即自行點燃。此項榴彈之目的，與上述之手榴彈相同；但因其所含液體量殊小，故用時必需將其同時作大批的射擊”。

### 在攻擊擲有此類含窒息性氣體的彈丸

#### 之散兵壕時應用的豫防法

“含有窒息性氣體的彈丸所散佈之蒸氣，至少在少量時，不至致人於死(!)，而其功效僅屬頃刻的。其功效之期間，視空氣之情形為轉移。因此吾人舉薦，凡已經投入此類手榴彈之散兵壕(Schützengraben)而敵人尚不顧此而未撤退者，應在其蒸氣消散以前，舉行攻擊。作此攻擊之突擊隊，需戴上防護眼鏡；此外並需曾對此受有教訓，知鼻部及喉部所得的不舒適之感覺，並不危險，且其結果不致發生長期的擾害”。

據德國之陸軍報告，此項新製之氣體兵器，自1915年三月，曾察覺其在較大之範圍內應用。例如該項報告稱：——

1915年三月一日：法國人又在吾人前線之一處使用一種在數月前(!)已曾使用之砲彈，在爆炸時發生臭味殊惡及有窒息性的氣體者。

1915年三月十四日：現在法國人在阿根倫(Argonnen)

地方，亦使用新的一種手榴彈，其爆炸據云使空氣染毒者。

1915年四月九日：法國人在阿根倫地方施行一次步兵攻擊，但未成功；在此次攻擊中，法國人復用有令人眩暈的氣體功效之炸彈。

1915年四月十三日：在綏卜(Suippes)地方之北，敵人又對吾軍使用發生令人眩暈的氣體之彈丸。

1915年四月十六日：法國方面使用發生有窒息功效的氣體之事，日益增多。

1915年四月十七日：昨日英國人亦在伊迫(Ypern)之東，使用發生有窒息功效的氣體之榴彈及炸彈。

1915年四月二十一日：法國人在阿根倫地方，投擲引起嘔吐的功效之炸彈。

法國之“土邦里特”(Turpinite) 砲彈——英，法，意各國之新聞紙報告，載明在1914年時，已有對德國戰壕舉行正式的砲隊氣體射擊之事。例如倫敦之每日郵報(Daily Mail)，在其1914年十月號中，曾有報告，謂在德國戰壕中，發現許多中氣體毒的德國兵士。關於此方面，法國炸藥化學家土邦(Turpin)之名，尤常被提及，因協約國方面對土氏之發明，希望甚大也。本書末附圖1上之照片，係由1915年一月六日雪德列郵報(Sidney Mail)上取出重印。據泰晤士報(Times)通訊員之見解，是圖以係之表顯“土邦里特”(Turpinite)榴彈之功效。在此圖下所注之註解，譯出後其文如下：

## 土邦里特之功效——一排無傷而死之

## 德國人

“此幅奇異的照片，在比國攝取者，表示法國人施用新炸藥土邦里特之特殊的影響。泰晤士報某一通訊員對此曾作下列之紀載：對於土邦里特砲彈之影響（此項影響曾有如許多之奇怪的故事，與之相混者），余曾得有可靠的報告，告余者係自直接的經驗發言；彼曾目擊此項彈藥在比國最初使用時之某一次。據彼云，此物之影響，實係如其宣傳者之致命；整排之敵人，曾經發現死在戰壕內而無一傷。此人並反對此項烟霧對於砲手同等的致命之言論”。

〔編者按此項附有照片的泰晤士報通訊員之報告，迄今並未能在英國雜誌中發現，為一極奇怪之事。其緣由或係因在英國被禁止，但以不慎而傳至澳洲。無論如何，此圖為迄今所知之惟一的關於“土邦里特”砲彈的致毒功效之證據。以其如此，此項證據不能使人信服。設吾人首先屏除其為一幅故意誤導及虛偽的照片（此項照片，頗予人以一種影像，疑其係利用睡着的德國兵士攝影而得之照相的描寫）之懷疑，則按照中毒者之位置及外貌言之，似係因一氧化碳或氫氰酸而中毒。因在1914年時，氫氰酸砲彈尚未存在，故能成問題者僅有一氧化碳一物；但此物則惟在關閉之房間，掩蔽部（Unterstände）等等內，方屬有效。雖然，此項報告，在兩處着重的言明，整排之死的德國兵士，在戰壕內於無生命的狀態下發現。因此泰晤士報通訊員之此項報告及照片，似非屬於一起，而對於“土邦里特”砲彈之毒性，並非何等之證據”。〕

德國之刺激性榴彈（Reizgranaten）——在1914年，德國方面，因缺乏任何氣體技術上之準備，其製作與法國的溴乙酸酸乙酯相當之可用的氣體兵器之嘗試，始終未能成功。德國之十厘米五 Ni 榴霰彈（10.5 cm. Ni-Schrapnel），內中除裝炸藥及彈子外，並含有一種聯「甲氧基苯」鹽（Dianisidine Salt），作一刺激眼鼻之細粉狀者，曾於1914年之晚秋製造，而於是年十月二十七日，在勒勿狹白（Neuve-Chapelle）地方試射三千發。此項微粉砲彈（Staubgeschoss）之刺激功效，雖力微而有效期間

亦短，但竟能使德方得以佔領勒勿狹白。然此彈並未用過第二次。

1915 年初，德國始得執行一種可用的氣體砲彈之構造；此項砲彈所取之形式，爲十五厘米 12T 榴彈 (15 cm.-Granate 12T)，其中除裝炸藥外，並有一種化學填充物。是項填充物，最初爲一溴二甲苯 (xylyl bromide) 及二溴二甲苯 (xylylene bromide) 之混和物；以後則爲溴丙酮 (bromoacetone) 或溴丁酮 (bromomethyl-ethyl-ketone) 所代。此項化學填充物，實係刺激物質；按其對於活人身體上之功效言之，與法國所用之填充物，屬於同一類之物質。此類 T 榴彈，在東方前線第一次係於 1915 年一月三十一日在波利莫夫 (Bolimow) 地方使用；在西方前線，則係於 1915 年三月，在紐樸 (Nieuport) 之附近第一次使用之 (參考 144)。

密集的採用氣體 (Gas-Masseneinsatz) 之軍事上的需要——自德國之前進，爲麻因 (Marne) 之戰所止住後，前線滯成陣地戰 (Stellungskrieg)；雙方乃均掘壕堅守。於是爆裂彈藥失其效用之驚人事實，乃忽顯出。用當時所備有之兵器，殊難將敵人自其泥土構築物 (Erdbauten) 內逐出，或在其內殲滅，爲一種事實，其承認日益抬頭者。在大戰前之數十年間，爆裂彈藥之改善工作，有異常大的成功。爆裂榴彈之發射速度，彈道伸長 (Rasanz) 及侵徹力 (Durchschlagkraft)，均增到最高之效率，故已達其效力之最大限度。雖然，飛散之鐵塊，惟在空曠的戰場

上方有效力；反之一遇泥土所製之牆，即易爲所止住。因此防守者對於攻擊者根本有技術上之優勢，因攻擊者必需將其無保護之身體，在鐵片之旋渦中，冒險向防守之陣地前進也（參考 144）。因此攻擊者必需擇一新奇的兵器，對之牆壁及砂袋構築物均無阻止之功效者。對此化學兵器似爲最適宜之攻擊工具，因氣體可以無阻礙的透過土築的防禦工事，而如此的掠去防守者之土築防護也。雖然，迄此時止所有之氣體兵器(Gaskampfmittel)，均不合於是項任務，其原因在其缺少密集的功效(Massenwirkung)。德國大砲及迫擊砲(Minenwerfer)之數目，均係有限；除裝炸藥外，砲彈對於化學填充物之收容力(Fassungsvermögen)太小；而其所應散佈氣體之地域，又屬過大。彼時德國對一仟米寬之正面戰線，僅備有一個野戰重榴彈砲中隊(eine schwere Feldhaubitzenbatterie)(參考 65)。

德國之引用吹放攻擊法(Blasverfahren)——此項困難之任務，德方以驚人之方法解決之。爲將化學物質由自方陣地送至敵方起見，德國人即擇風力以傳送之；至其所用之化學物質，則採取氯氣。後者(即氯氣)之選擇，其決定係因當時德國存有鉅量之作液體化狀的氯氣可以應用；且以其有甚大的揮發性，故有軍事上的重要，即其所經過之地帶，不致遺留較長時間之事後功效(Nachwirkung)，以此步兵似能在吹放氣雲(Blaswolke)之後作隨後之突擊(Nachstoss)也。實際上的預先試驗(Vorversuche)，表明在殊大的濃度下之氯氣，能與一定的風向混和，

而不致因此使氣流之樣式，有重大的改變。至在國際公法立場上的懷疑，則並不存在，因氯氣之毒性，並不及彼時法國人已經引用之物質，如溴乙酸乙酯，及氯丙酮等也(參考 65)。

德國人之初次吹放攻擊——經熟加考慮後，德國陸軍統帥部，乃於 1915 年四月之初，決定採用一次此類之攻擊。爲作此用起見，六千只之氯氣筒 (Chlorgasflaschen)，悉被徵發(此數約爲德國工業上存貨之半)；另外並新製二萬四千枚之氣筒，其長度較原有者約短去一半(參考 65)。藉在 1915 年四月備齊之氣筒數，德國得以執行伊迫(Ypern)附近之正面地區 (Frontabschnitt) 之佔領 (參觀第 133—137 頁)。此次吹放攻擊，係在 1915 年四月二十二日之下午舉行。當時沿德國散兵壕發生黃白色，不透明的雲牆 (Wolkenwand)，寬約六千米，隨每秒鐘行二至三千米的風吹向敵方；其雲初約一人之高，以後則較高。此項氣雲，遇着在畢克斯休特 (Bixschoote) 與郎耳馬克 (Langemarck) 兩處間之正面地區 (此項地區，據猜測大致係爲法國殖民師團所守備者)，而令法國隊伍中發生恐怖與紊亂，使其因氣體而中毒者共達一萬五千人，內中五千人竟因之而死。法方陣線之正面，被撕開有五至八千米之寬。雖然當時德方因未曾備有其所需之預備隊，故此種特殊之效果，並未能得軍事上之充分利用(參考 58)。在此項第一次吹放攻擊後，於短時間內，在西方前線上隨即跟有數次同類之企圖；例如於 1915 年五月對於羅斯 (Loos) 附近英國陣地之攻擊是也(參觀第 140—141

頁)。同時德國人在東方前線，亦開始施行氣體戰爭 (Gas-kampf)；在此處第一次係於 1915 年五月二日，對波利莫夫 (Bolimow) 附近之俄國陣地施行吹放攻擊。此次所得巨大之技術上的成功，亦以誤會之故，致未得戰術上之利用(參觀第150—152 頁)。

協約國之第一次吹放攻擊——氣體吹放攻擊作為有效的兵器之重要，立即為協約國正確的認出。於是英、法兩國乃用其全力以籌辦其自己的吹放攻擊。英國增加其氯氣出產，並開始配置四個特種中隊 (Sonderkompanien) 以任氣體攻擊(參考 94)。第一次之英國氣體吹放攻擊，係於 1915 年九月二十五日在羅斯 (Loos) 附近舉行；此次攻擊，將寬十二仟米之德國正面陣線衝破(參考 102)。法國於 1915 年七月，決定引用氯氣及發煙氯化物之混和物以供吹放攻擊之用(參考 68)。因製造液體氣體的電化學工廠之缺乏，協約國乃轉向意大利之取給來源 (Bezugsquelle)，尤其仰給於在上意大利 (Oberitalien) 之布列齊亞 (Brescia) 地方德國人代建之電化學工廠。結果引起奧匈帝國對於布列齊亞之飛機攻擊。因其有此項情形，故第一次之法國吹放攻擊，在 1916 年二月，始得舉行。

法國之刺激榴彈及燃燒榴彈 (Brandgranaten)——在此期間，法國人仍在進行其氣體榴彈之製造。德國方面，1915 年七月二十日，在阿根倫 (Argonnen) 地方之格魯耳禮 (Gruerie) 樹林內，用二千發之刺激榴彈(參觀第 163 頁)而獲得一次成功

的射擊。1915年六月十八日，德國氣體迫擊砲第一大隊，用二十六厘米之迫擊砲彈，內中除爆裂藥外並裝有溴丙酮（Bromoacetone）或氯甲酸一氯甲酯（Monochloromethyl Chloroformate）者，在勒菲聖法斯（Neuville-Saint-Vaast）附近，作一極屬有效的氣體奇襲（Gasüberfall）。此外德國在前線其他各處，亦舉行氣體奇襲而獲得成功。此項事實，迫令法國加速工作。當時惟一之化學物質，其性質據法國觀之似屬可用，而其足量之製造，在彼時立屬可能者，即為四氯硫化碳（Tetrachlorschwefelkohlenstoff，即 $\text{Cl}_3\text{C-S-Cl}$ ）。1915年九月在香檳（Champagne）地方舉行攻擊時，法國之氣體榴彈，內裝四氯硫化碳者，第一次始行使用，但其所得之成功，並不如其所期望者。因此是項榴彈之製造，即行停止。繼此開始製造及引用者，為另一類之化學榴彈，即一種內裝置於中和性液體中的白磷之發煙及燃燒榴彈及一種內含白磷之二硫化碳溶液之模範的燃燒榴彈（typische Brandgranate）；此二者在爆炸時均散出小塊磷片，遇之可將衣服燒穿，並使皮膚上成難於治療之灼傷。同時法國人將在1914年已在手榴彈內應用軍用物質，即氯丙酮及溴乙酸乙酯，在大砲之砲彈內試用之；並以最大的速度，進行製造內裝有毒物質（Giftstoff）之氣體榴彈，是項有毒物質，一方面為氫氰酸（Hydrocyanic acid），他方面則係光氣（Phosgene）。

法國之有毒榴彈（Giftgranaten）——1916年氣體戰爭之活動，完全為氣體大砲砲彈（Gas-Artilleriegeschoss）之發展

所控制。在是年一月，法國首先射擊內裝丙烯醛 (acrolein) 之榴彈，但無特殊之功效。

吾人現知(參考 223)，1915 年之末，在法國前線，已存有頗大量之內裝劇毒性物質之氣體榴彈，即裝氫氰酸之第四號特種榴彈及裝光氣之第五號特種榴彈是也。雖然，因其毒性極大而破片功效 (Splitterwirkung) 則屬缺乏，法國政府在最後之瞬息，對於其採用加以躊躇，而因此對軍隊發出命令，將其使用推至將來。然而法國總司令官，對於就此點提出抗辯，毫不放棄，以致有毒榴彈之採用，最後得有許可，准予施行。在德國凡爾登 (Verdun) 附近時的壓力之下，該總司令官最後乃得成功，迫政府允許其採用第五號榴彈；反之關於使用第四號榴彈之許可，則彼仍未能得之。因此在 1916 年二月二十一日，法國之光氣有毒砲彈，自七厘米五野砲射出而出現於凡爾登。此項砲彈，代表一種新樣式的砲彈。在此處法國人跳出以前之成見，謂屬於砲彈者乃係一種爆炸功效；其所以能如此者，蓋因其考慮，爆炸功效之缺少，可使彈內軍用物質之含量增加，因而奇襲之力量亦行加大，且炸藥之裝置，可將其所欲得之氣雲撕滅之也。為裂開彈殼起見，僅用百分之二十(20.0%)之苦味酸 (Picric acid)，即屬已足；砲彈之運動 (Geschossbewegung)，則可任將氣體填充物 (Gasfüllung) 撒布之責。此項法國所用之氣體填充物，如上所云，為劇毒性之光氣。德方之死亡數指明，即小量之劇毒性物質，若用適當的射擊法，已足致死。迄該時僅為敵方化

學兵器所騷擾之德國軍隊，至此乃漸漸信服氣體砲彈之價值。雖然，此種認識，經過一定期間後，始得遍及整個前線；因法國對於其光氣之使用，在最初即知以極巧妙之方法掩蔽之也。例如彼等最初僅在夜間施行此項射擊，以致微弱的爆聲，成爲惟一的洩漏氣體榴彈之認識信號。此種微弱的聲音，法國人尙以同時施用的爆裂彈所發之聲音蓋住之。此外彼等並在同一段的正面陣地，將刺激榴彈換入射擊，以欺騙其敵人，使其忽視光氣彈之危險性；因吾等極易明瞭；一名呼吸刺激氣體而未受傷害之兵士，殊難令其放棄其以爲一切氣體榴彈均屬完全無危險之成見也(參考 64)。

由此觀之，在當時法國人之氣體砲兵技術，實較德國人爲優。因其毒性之微弱，德國之 K 砲彈 (K-Geschoss)，與光氣榴彈相較，實不能謂其爲有同等之價值。據自法國方面得來之資料(參考 223)，德國怠姆林將軍 (General V. Deimling，在大戰時之德國第十五軍團司令官，戰後因加入和平主義而成爲氣體兵器之劇烈反對者)，曾在其某一次對德國氣體事務課 (Gasdienst) 主任關於此點之報告，以下列語句表示其憂慮：“對於法國人的危險的氣體砲彈之回答，余僅有內裝‘香水’ (Eau de Cologne) 之榴彈”。

德國之綠十字榴彈 (Grünkreuzgranaten)——雖然，德國人對於法國光氣榴彈之回答，並未令人久候。在 1916 年五月十九日，“德國之綠十字彈藥” (Grünkreuzmunition)，內含

一種作特殊方式之光氣者，第一次於麻斯 (Maas) 河之西岸，對夏唐古 (Chattancourt) 附近之鏈鎖塹壕 (Kettengraben) 射出。此項所謂特殊方式之光氣，實係甲酸三氯甲酯 (Trichloromethyl Formate)，自化學上言之，為過氯化之甲酸氯甲酯 (perchlorierte Ameisensäurechloromethylester)，故亦稱過物質 (Perstoff)；因其所含各種元素，各為光氣分子中所含者之雙倍，故亦稱為“雙光氣”(Diphosgene)。在六月二十二日之夜，德國人復於麻斯河之東岸，對布拉 (Bras) 與他汾要塞 (Fort Tavanne) 二處間之弗勒禮 (Fleury) 地方，施行第二次的氣體散佈 (Vergasung)；此次散佈，係有大規模的計劃，計在八小時內，用四十個野戰輕榴彈砲中隊 (leichte Feldhaubitzen-Batterie) 及十六個野砲中隊 (Feldkanonen-Batterie)，共射出砲彈十一萬發之多(參考 119)。此次企圖所收之效果，計法國人因中氣體毒而受傷者有一千六百人，內中有九十人死去(最初德方之估計，當然較此為高，但係過高之估計)。此項成功，使德國人在此時以全力進行砲隊氣體射擊法 (Gas-Artillerieschiessen) 之發展，而將吹放攻擊法置於次要之地位。各種大小口徑之氣體榴彈，均進行製造。特種的砲兵本部 (Artilleriestab) 及作是項用之特種砲隊，均行配置。關於氣體射擊的戰術及技術之基本的規程，亦行草定。第二次大規模之綠十字彈射擊，係於七月十一日在凡爾登 (Verdun) 前之同一地區舉行之。

法國之“凡山里特”(Vincennite) 榴彈——1916年夏，

法國之第二種有毒榴彈，最後亦在前線出現。1916年七月一日，法國人蘇姆(Somme)地方，射出其第四號特種榴彈，內含本身係屬劇毒之氫氰酸及各種之附加物(Zusatz)者(參觀第74頁)。此項所謂之“凡山里特”(Vincennite)混和物，法國人以為在突然的作氣體奇襲時，尤其對於氣體軍紀(Gasdisziplin)欠佳之軍隊，殊屬有效；因彼等假定，因此項軍用物質揮發性殊大而立即產生之氣雲，以其有劇烈的毒性，可將無氣體防護之兵士，立地致死也。彼等此項見解，因其掠得注明1916年十月的日期之德國第九軍團總司令官的通報而更加增強；此項通報，據法國方面之報告(參考223)，其內容係屬如下：“敵人使用有迅速的致死功效之氣體榴彈，將面具作夠快的戴上，幾屬不可能之事”。(編者按此項通報之語句，其原文不能徵實者，似屬殊不足信，抑或係指光氣榴彈。)雖然，自事實上言之，此項榴彈之功效，在法方實係作重大的過分估計；迄今在德國方面，並不知大戰中有一次因中“凡山里特”之毒而致死之事例也。且在“凡山里特”混和物中之氫氰酸，有過大之揮發性，故與空氣混和極速；而在其濃度稍變稀薄時，失去其劇毒性(參觀第50頁)。

吹放攻擊法之發展——在1916年七、八兩月間，當蘇姆(Somme)之戰正在進行中，英國人之氣體戰爭活動，達一值得注意的發展。以在羅斯(Loos)地方所集之經驗為根據，彼等對於德方陣地採用吹放攻擊，不下一百一十次之多；其所用作吹放之物質，主要的為氯氣及光氣之混和物。據英國方面之見解

(此項見解,係以俘虜之口供及掠獲之命令與德國兵士之信件為基礎),其所行之攻擊得有成功。該國出版之論文(參考 129),着重的宣稱,此項成功,不僅在於作戰規模之宏大,而實首係在其有一種經鄭重的發展而得來之氣雲戰術(GaswolKentaktik),使其關於氣體濃度方面得有最高之效率,並在於奇襲因素之運用。在此項作戰中,內裝催淚氣(Tränengas)之氣體迫擊砲彈,亦係第一次自四吋司托克臼砲(Stoke's Mortar,德文稱Stokeswerfer)射出。接下在是年九月中,據云在鐵卜伐(Thiepval)及婆蒙哈默(Beaumont-Hamel)附近,亦曾將一種新的氣體戰爭法,即“氣體投射砲”(Gaswerfer),作小規模的試行採用(參考 132);但此處所指者,或仍即係司托克臼砲。至氣體投射砲法本身,則將在下文論 1917 年之事件中討論之。

在 1916 年德國於西方前線所行之吹放攻擊中,下列各次,應特別提出:一 1916 年二月二十一日在蘇姆(Somme)河上之攻擊(參觀第 142 頁)及 1916 年五月二十一日在香檳(Champagne)地方之攻擊(參觀第 142 頁)。在東方前線,對於俄國人亦曾使用數次吹放攻擊而獲得重大之成功(參觀第 150—151 頁),俄國人自己,在十月之末,即二十四至二十五日及二十五至二十六日之時,在巴倫諾魏取(Baranowitschi)之附近,分成數次吹放氣體,每次吹放所放氣浪計達八次之多。同時彼等在該處亦射擊其最初之光氣榴彈(7.6 厘米)。

吹放攻擊之施行,在此時愈來愈烈。所用之氣體,為景日

增；氣雲之濃度，以氣筒之增多及吹放時間之縮短而增高。攻擊時不祇吹放一次氣浪(Welle)，而乃用數次。在協約國方面，甚至改而在可能範圍內，採用多次之氣浪(參考 119)，以使敵人不斷的在不安之狀態中，並藉此使敵人之氣體防護，漸漸用竭。反之在德方則正確的認定實際情形，對在可能範圍內採用最集中的及不意的奇襲，予以更大的價值，在每一企圖範圍之內，甚少吹放三次以上之氣浪者；因此其所得之成功，遠較協約國為大。至所用之軍用物質，則不僅限於氯氣，而多半係用氯氣與光氣之混和物，往後尚有用一種氯氣與硝基三氯甲烷之混和物者。

英國人之引用氣體投射砲法(Gaswerfer verfahren)——1917 年中之氣體戰爭的發展，其特點在於兩種新的發明：此二者一為英國的氣體投射砲之引用，其他則係德國人之發明兩類對於砲隊射擊為極屬有效的軍用物質。

英國的氣體投射砲(參觀第 219 頁)，即作射擊體積殊大的砲彈之用之簡單的投射設備，其目的在於對敵人傾注多量之氣體軍用物質者。藉此項投射砲在一段有限的正面地區之密集的採用，可以達到一種如此高之濃度，使戰壕實在的為氣體軍用物質所充滿而至於溢出，甚至且使防守者之防毒面具，因外間空氣之幾於為氣體完全飽和，有時歸於無用(參觀第 237 頁)。第一次之此類大規模的攻擊，為英國人於 1917 年四月四日對在阿拉斯(Arras)附近之德國戰壕，用所謂之“利文式投射砲”(Li-

vens Projectors)執行之(參考 94)。此次之成功,如此完全,使德國人立即將此法取而用之。德國之第一次採用是法,不在西方前線而在意大利前線,於 1917 年十月二十四日在弗利奇盆地 (Flitschbecken) 之伊松佐 (Isonzo) 地方對意大利前線之突破戰(Durchbruchsschlacht)中用之(參觀第 224 頁)。

在西方戰場上,最初之德國氣體投射砲奇襲,係在 1917 年十二月中舉行;此項奇襲,即於是月五日之夜對勒希戈 (Réchicourt) 附近之法國陣地(參觀第 227 頁),及於十日之夜對康卜雷吉黃希 (Cambrai—Givenchy) 地區之英國陣線所施行者(參考 94)。在德國方面,氣體投射砲法,予吹放攻擊法以致命傷。後者(即吹放法),雖迄此時起,以其巨大之氣體數量及其可達二十仟米縱深功效 (Tiefenwirkung),對於不動的陣線及在適當之地形時,估計之為一種殊屬有效及威力極大的兵器;但在此時,以其為似更有效之氣體投射砲所替代,遂致屏而不用。最後一次之德國吹放攻擊,係於 1917 年一月三十一日在香檳地區之卜羅森 (Prosnes) 河上,用一種氯氣與硝基三氯甲烷之混和物行之。此次攻擊,法國人稱為整個大戰中之最強及最可怕的放攻射擊(參觀第 147 頁)。

氣體砲隊射擊法(Gasartillerieschiessen)之發展——在此期間,氣體砲兵戰(Gas-Artilleriekampf),仍在東西南各方面前線之各部份,繼續的狂行。英國於 1917 年四月六日,在司卡拍 (Scarpe) 地方,以四千砲之砲擊,開始其 1917 年之野戰

(參考 91);此項砲擊,打破迄該時所有之紀錄。在是年四月九日,英國人舉行攻擊之前一日,於傍晚及夜間之時,英國人對德國散兵壕及砲位施行密集的氣體射擊,以致德方之彈藥補充,因而中輟(參考 119)。在狂暴的爆裂彈射擊中不斷的插入氣體奇襲,異常的妨害德方砲隊之反對功效(Gegenwirkung)。在攻擊之日,德國人不復能決勝的參加戰鬥。對於步兵,氣體之士氣上的功效(moralische Wirkung),亦屬巨大(參考 119)。

在 1917 年之法國氣體砲隊射擊中,有於十月十五日在蘇松(Soissons)東北拉福愛克(Loffaux-Ecke)之愛列地方(Ailette-Grund)散布氣體一事,特別值得注意。因其有異常有利的天氣情形,法國砲隊得以用光氣砲彈布成一段氣體阻絕(Gas-sperre);此項阻絕,以慢慢的隨後射擊(Nachfeuer)補充之,致維持至七日七夜之久,而將整個攻擊區域(Angriffsfeld),完全封鎖。同時彼等將最前線之德國戰鬥陣地(Kampfgraben),以小口徑砲施行氣體奇襲,使防守者之防毒面具,幾於一星期之久,日夜均不能脫離其面部。因此十月二十二日之法國進擊(Ansturm),得以成功。德軍一師團(Division),因受極強烈的氣體射擊之影響,竟被擊敗,不得已而退讓;結果自達姆路(Chemin des Dames)之山背撤退(參考 43)。

在此期中之有效的軍用氣體物質,在協約國方面為光氣,在德方則係効力與此相等之氯甲酸三氯甲酯。就其致死的毒性功效而言,在整個大戰中,無一其他化學軍用物質,能超過此二

物者(參考 83,100)。然而德國人之“過物質”(Perstoff,即氯甲酸三氯甲酯),對於有氣體防護之敵人,實尙自一種刺激物質,得有幫助;此項刺激物質,係在一種極細的煙粒(Rauchteilchen)狀態下工作,能以透過各種防毒面具吸收罐(Gasschutzmaskeneinsatz),引起噴嚏與咳嗽,而因此迫人取下其面具。是項刺激物質,即係“藍十字氣”(Blaukreuz)。此物實非一種氣體或擬將其噴散之液體,而係一種固體,在化學上名爲氯化二苯砷(Diphenylchloroarsine)者。據德國方面發表之論文及英國人之猜想,此物第一次係於1917年十日之夜在弗蘭德(Flanders)之紐樸(Nieuport)地方射出。在四星期後,英國人始獲得未炸之彈(Blindgänger);自其研究之結果,乃認識此項新的軍用氣體物質之特性(參考 132)。對於法國陣線,據云係於1917年九月二日,在枯息(Cuissy)附近之愛森(Aisne)河上,第一次採用“藍十字氣”(參考 56)。

德國之“雜色十字彈”(Buntkreuz)——在實際上德國人進行之方法,係將藍十字刺激物質與綠十字有毒物質,共置於同一砲彈內用之;或亦使藍十字榴彈與綠十字榴彈,在其目標處會合,此類之佈有氣體的地區,彼等稱之爲“雜色區域”(Bunte Räume)。在作一切攻擊企圖時,德國人均造此項“雜色區域”;故“雜色十字氣”乃係攻擊時之氣體彈藥(Gasmunition)。

德國之“藍十字爆裂彈”(Blaukreuzbrisanz)——雖然,藍十字氣不僅與綠十字氣合用,即其本身亦單獨的得有廣範

圍的應用。所謂之“藍十字砲彈”(Blaukreuzgeschoss),實則並非一種純粹的氣體砲彈(Gasgeschoss),而乃係一種氣體爆裂彈(Gasbrisanzgeschoss)。由此名稱,即可得一結論,知其有雙方面的功效,即氣體與爆裂藥之功效是也。在事實上亦係如此;即兩種功效實均有之。在此彈內僅犧牲一部分之破片功效,其所成之爆炸氣雲(Sprengwolke),即得有一種氣體功效,而因此得有一種特殊的戰鬥力。此類氣體爆裂彈,係用以作欺騙敵人之計算者。因其飛行時之聲音,爆炸響聲,及其爆炸氣體之外表,均與尋常之爆裂彈無大區別,故惟在吸入有害的分量後,方能察覺其為氣體砲彈。

德國之“黃十字彈”(Gelbkreuz)——將藍十字榴彈與綠十字榴彈聯合,德國人之製造一種異常有效之攻擊的氣體彈藥,得以成功。雖然,同時一種防禦的氣體彈藥之需要,彼等對之日益有迫切的感覺。在尋覓一種難於揮發的軍用氣體物質,似合於作一地域之持久的布毒者時,彼等發現有一種於1886年為德國化學家買耶(Victor Meyer)所詳細描寫者之化學物質,即二氯二乙硫(Dichlorodiethyl Sulfide),對此或可成為問題。買耶氏在德國化學會報告(*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*)第十九卷(1886年)第3259頁上報告,謂此項油狀,微呈辣根(Meerrettich)臭(但在純淨狀態下則無臭味)之液體,使對之工作之人員,發生一種不可解釋之皮膚傷害;是項傷害,係取發炎之方式,在數小時或數日後始行發出;因其如此,彼

乃不得不中止其關於此項物質之工作。至此時乃顯出，在此項化合物，吾人發現一類新奇及極屬有效的化學兵器，其作用不僅在於內部之器官，而亦且及於整個身體之表面者。德國人因此立即進行此項觀察之實際上的利用而將其配置於榴彈之內；是項榴彈，得有“黃十字榴彈”(Gelbkreuzgranate)之名稱。上述之在工業產品中存在之少量的雜質，予此項物質以微弱的辣根或芥子油(Senföl)的臭味；因此英國人稱黃十字物質為“芥子氣”(Mustard Gas, 德文譯名為 Senfgas)。以其第一次在伊迫(Ypern)附近為德國人所使用，故法國人稱之為“伊迫禮特”(Yperite)。用黃十字氣散佈氣體之地域，德國人名之為防禦時所用的“黃色區域”(Gelbe Räume)，以與攻擊時所用的“雜色區域”相對。在不通風之地域內，黃十字軍用物質，可存留數星期，甚至數月之久；而因其有不能忍受之性質(參觀第 80—81 頁)，使其區域在此期間內無人能以進入。

此項黃十字彈藥，第一次係於 1917 年七月十二日之夜，在伊迫(Ypern)附近弗蘭德(Flanders)之戰採用之(參觀第 180 頁)；此即係僅在施用藍十字彈後二十四小時。惟藉此兩類新奇的軍用氣體物質之引用(就中尤以黃十字砲彈之引用為首要)，協約國在此經月苦戰中之突破，乃告失敗，為一確然之事(參考 65)。由黃十字氣所致之死亡數，雖屬比較的頗小，但兵士因之受傷害而減少之數目，則屬異常之高，故令人極感不安。作戰部隊，因此熔成一起(即人數大形減少)，而為填充其產生之裂口

起見，大量之士兵補充，成爲必要。據協約國方面之估計，在最初十日中，曾射出一百萬發以上之黃十字榴彈，其所含軍用氣體物質，達二千五百噸。

接下在是年之八九二月中，德國人在麻斯(Maas)河之兩岸，在大範圍內採用黃十字榴彈，以對法國第二軍之突進作防禦。在伊迫(Ypern)附近所得關於中毒者高的減損數(Abgangsziffer)之經驗，在此處更形尖銳；其損失總數共達二萬人，而法國人之企圖乃不得不中止(參考 57)。有人推測，協約國之軍隊，因黃十字氣所致之損失數，較之因其他氣體而損失者之總數，高出八倍。

協約國立時在各方面從事於製造二氯二乙硫之準備。因受此項事故(指德國之使用黃十字彈而言)之壓力，協約國方面之聯席氣體技術會議，乃第一次於巴黎集會；是項會議之結果，即係迫切的請求美國之幫助，大規模製造芥子氣之前產品(Vorprodukt)，即 2-氯乙醇(Ethylene Chlorohydrin)(參觀第 39 頁)。協約國方面自己製造黃十字榴彈，在 1917 年尙未能成功。雖然，英國人於 1917 年十一月二十日，在康卜雷(Cambrai)施行突擊時，以出其不意密集的採用坦克車，而獲得大批的黃十字榴彈；此項榴彈，彼等立即將其對德國陣線射擊之。因此德國自其本國所製之榴彈，感覺黃十字軍用物質之功效(參考 65)。

美國之氣體戰爭部隊(Gaskampftruppen)——在 1918 年，因美國人在前線出現，大戰之勝負乃得決定。協約國

之氣體部隊 (Gastruppen)，因美國人之加入，得一非不重要之幫助(雖此項幫助，首係在於數量方面)。<sup>4</sup> 美國指派其三十一聯隊為氣體聯隊(Gasregiment)。此聯隊之最初二中隊 (Kompanien)，為 A 及 B 兩中隊，各為極適宜的志願兵二百五十人所組成；此項人員中，有化學家，工程師，機器匠，等。此二中隊，於 1917 年十二月二十六日，向戰場輸送；到達後彼等初與英國皇家工程師隊 [The Royal Engineers；此隊實係一種氣體旅團 (Gasbrigade)，參觀第 156 頁]，編在一起，同受訓練。此外另有 C 及 D 兩美國中隊，於 1918 年二月二十七日到達。此四中隊之訓練，於五月中告畢，故在六月初即有一千名之美國氣體兵 (Gassoldaten) 可以差用。此項氣體兵，不僅加入英國之皇家工程隊內參用，而亦且在美國方面自己的氣體作戰中用之。1918 年七月，最後兩中隊(即 E 及 F 中隊)，亦到達前方。協約國方面之氣體中隊總數，自最初原有之六中隊增至五十四隊，即有一萬八千名氣體兵及一千五百至二千名之特種軍官 (Spezialoffiziere) (參考 47)。

氣體投射砲法之發展——氣體特種中隊 (Gas-Sonderkompanien) 之任務，首在執行上文已經描寫之氣體投射砲攻擊法。在大戰進程中，每一次使其同時爆炸之氣體投射砲彈 (Gaswurfminen)，為數日加，投射砲之射程 (Reichweite) 亦益增大；同時內含石油之投射砲彈及含磷與二硫化碳之投射砲彈，亦插入射擊，此二種填充物，尤其後者(即磷與二硫化碳)，經爆炸而

散出後，可將防毒面具燒穿而因此奪去敵人之氣體防護。此項氣體奇襲，時常亦伴之以大礮及迫擊礮之爆裂彈，代表一種在世界大戰中乃得成熟之對付有限的目標平面 (Zielfläche) 之最有效的兵器。英國之氣體特種中隊，執行氣體投射礮攻擊，不下三百次之多。就中最大之此類攻擊，係於 1918 年三月在郎斯 (Lens) 附近行之；此次攻擊，有美國之 A 及 B 氣體中隊相助。

吹放攻擊法，在一種改良之形式下，在 1918 年尙曾再用。英國利用小火車 (Eisenbahntrucks) 將氣筒運至前線，立即施行放射，而復退回。據云對於德國陣地施行此類攻擊，不下九次之多(參考 94)。

德國氣體射擊之最高點——大規模的氣體砲兵戰，係在德方施行攻擊時自陣地戰而滋生。在彼時德國人射擊巨量之氣體彈藥以作其攻擊之引導。氣體礮彈之銷耗，增至大礮彈藥銷耗全部之百分之三十。在準備企圖時，所採用之氣體砲彈，主要的爲黃十字彈；當前進之時或在此前之短時間內，則用雜色十字彈。關於詳情請參觀 183 至 188 頁。

德國之“藍十字氣第一號”(Blaukreuz 1)及“黃十字氣第一號”(Gelbkreuz 1)——在 1918 年時，德國之氣體彈藥，尙經過各種小的變更與擴大。例如將黃十字軍用物質內加入一部份易於揮發之溶劑(參觀第 79 頁)。此外因其化學填充物之變動，新製成“藍十字第一號砲彈”(參觀第 91 頁)及“黃十字第一號砲彈”(參觀第 94 頁)。

德國之黃十字爆裂彈(Gelbkreuz-Brisanz)及綠十字爆裂彈(Grünkreuz-Brisanz)——迄此時起,德國人爲隱蔽其採用黃十字彈藥起見,雖曾試行同時射出爆裂彈;此時彼等乃改用黃十字氣及高炸藥共裝於一彈內以期達此目的;同時在爆炸時得到軍用物質之較細的飛散。因此有效的“隔層砲彈”(Zwischenbodengeschoss)式黃十字爆裂彈(參觀第86—87頁),乃於1918年三月引用。此種樣式之砲彈,最後亦推用及於綠十字填充物(Grünkreuzfüllung)而成爲“綠十字爆裂彈”(參考65)。

法國之“伊迫禮特”(Yperite)砲彈——在協約國方面,法國人最初製成與德國黃十字氣相當之軍用氣體物質,名之爲伊迫禮特(Yperite)。以此物所製就之榴彈,協約國(美,意,比,希臘等國),均置備之(參考68);故在大戰之最後數月中,協約國本身乃在一種情形下,可以在西方前線執行自己的伊迫禮特射擊。是項榴彈之第一次採用,係於1918年六月之初,在麻因(Marne)河上行之。自其功效上言之,據云伊迫禮特砲彈並不在德國之黃十字彈之下,而其對於德方軍隊所致之損失,亦屬殊大。例如當1918年六,七兩月中,在蘇松(Soissons),狹多提爾禮(Château Thiery),陀曼(Dormans)一帶之區域,伊迫禮特之射擊,曾使德國第七軍範圍內之部隊,其戰鬥力減弱殊多。此一帶之區域,因已經數年久之砲擊,不易行走,致補給之困難(Nachschubschwierigkeiten),異常之大;故受砲擊的部隊所需之氣體防禦工具,如漂白粉,不透氣的防毒衣,作預備用的靴

鞋(Reserveschuhzeug)及替換用之衣服(Ersatzkleidungsstücke), 煮沸中毒的衣服之設備等等,均不能作夠速的補充;因此伊迫禮特射擊之功效,乃愈顯其大(參考 147)。

據法國之官方統計(參考 110),該國人在 1918 年四月至九月之間,共曾裝好二百五十萬枚之伊迫禮特榴彈(參觀第 114 頁)。在 1915 年七月一日至十一月十一日之期間,各種法國氣體榴彈之銷耗總量,達一千七百萬枚以上,內中四百萬枚為重砲彈,其口徑為 10.5 厘米至 15.5 厘米者。英國之芥子氣砲彈,在法國者後三個月,始在前線出現。

德國氣體彈藥之開始缺少——在 1918 年德國人之氣體砲隊彈藥(Gas-Artilleriemunition)之巨量銷耗,漸漸的導至一種情況,德國以其原料情形之困難及工人之缺少,不復能充分的供給其必要範圍內之需要。藍十字氣之製造,需要德國所能取得之砷(Arsenic)之全部(參考 65);黃十字軍用物質之銷耗如此之大,致惟有全部產量之數倍始能滿足之(參考 65)。例如在 1918 年七月三十一日之夜,德方尚能在納飛里(Nevilly)與麻斯(Maas)河左岸間長十九千米之正面地區;用三十四萬枚之黃十字榴彈散布氣體,以作防禦之用(參考 139);但 1918 年九月中,在聖米希如(St. Mihiel)附近及在阿根倫(Argonnen)之戰,則黃十字彈藥之缺乏;在德方已有尖銳之感覺矣(參考 36)。德國退卻後,美國人在遺下之彈藥庫中,發現其所藏之氣體榴彈之成分,少於其榴彈總量之百分之一(參考 82);而據英

國方面的消息(參考 122)，在七月中是項彈藥尙約占總數之百分之五十，以後亦尙占約百分之三十至四十也。協約國所製軍用氣體物質之總量，超過德國所製者遠甚(參考 144)。

大戰中之美國氣體榴彈——在世界大戰中，美國人在前線並未射出一發之其本國出產之氣體榴彈(參考 52)。當然在停戰前，彼等已用輪船運出四十五萬枚製成之 7.5 厘米氣體砲彈(參觀第 118 頁)，但此項砲彈來不及採用(參考 82)。因此當其作戰時，彼等不得不仰求於法國之供給；其所接受者，爲有限數量(此點美國人特別着重的言之)之光氣，伊迫禮特，及凡山里特榴彈，內中最後一種，彼等認爲效力殊小，故棄而不用(參考 36)。

美國在氣體戰爭上之活動——雖然，美國人藉其所接受之氣體彈藥之助，對於其協約軍(Verbündeten)之氣體戰爭，實作非不重要之參加，而因此卽在此方面，亦對於最後之成功有所貢獻。例如在 1918 年八月八日至九月十五日之間，爲協約國舉行反攻起見，美國軍團(共有九師團)在凡爾登(Verdun)地區集中，所有之六個美國氣體中隊(此項數目，彼等認爲不夠用)，亦在該處集合而參加攻略聖米希如(St. Mihiel)之活動。在此次戰鬥中，美國人第一次將化學兵器在大規模作戰內作有系統的使用。在此役中，砲兵與氣體部隊(Gastruppen)使用氣體，煙，及霧之計劃，皆係預先製定，並使其與他種兵器(Waffengattungen)協調合作。各種氣體之性質，均自軍事上觀點評價，

而一種氣體戰術 (Gastaktik)，亦行開始；此項戰術，據弗禮司 (Fries) 氏云，實屬尙不完全，但可稱爲滿意(參考 82)。最後第一次大規模之作戰，即 1918 年十月至十一月阿根倫(Argonnen) 之戰，美國人亦復參加；對於此次作戰，美國人以其在聖米希如 (St. Mihiel) 附近所得之經驗爲根據，預先作成使用氣體之確切的計劃。就中於十月三日，在阿卜納蒙 (Apremont) 西之狹特塞爾禮 (Chatel Cehery) 地方，曾施行一次有計劃的氣體射擊。此次射擊，係於夜間二時舉行，計於五分鐘之內，美國砲兵中隊 (外有兩個法國砲兵中隊助之)，共射出一千八百發之法國製的光生彈，以散佈氣體(參考 41)。

大戰將終時美國之軍用氣體物質製造——設大戰再行繼續的延長，協約國方面軍用氣體物質之數量，因其製造之在美國擔任，必將無限的增加。尤其在芥子氣之大規模造製上，美國人得有重大的成功，以其採用一種新法，直接自二氯化二硫 (Sulfur Monochloride,  $S_2Cl_2$ ) 及乙烯 (Ethylene) 製造也。(此項製法，德國工業，因其在敵人飛機所能達到之範圍，極不樂於採用之；參考 65)。因此在停戰時美國之每日的芥子氣製造量，已達三十噸(參觀第 119 頁)；按此項程度增加，三月後其產量應可約達德國產量 (Produktions möglichkeit) 之二十倍(參考 50, 109)。

化學兵器之功效——據美國之統計，在世界大戰中美國共損失 258,338 人，內中由氣體所致者計有 75,752 人，即占美

國總損失數(海軍在外)之百分之 29.3(參考 143)。英國因化學兵器而損失者有 180,981 人,內中僅因德國砲隊氣體射擊所致者為 169,776 人。德國之氣體損失數 (Gasverlaste), 據云達 78,663 人;法國之此項損失則達 190,000 人。由此觀之,美,德,英,法四國人因氣體而損失者之總數,為 535,396 人。據估計在大戰中各國之氣體損失總數,約計 880,000 人。根據此此損失數目,並顧及一種事實,即上述四國之氣體戰爭部隊 (Gaskampftruppen) 共僅有 15,000(?)人〔編者按,此係一過低之估計。僅就協約國之氣體戰爭部隊而言,已約有 20,000 人。此外尚需加德國人之八個中隊。〕而就整個大戰期間言之,氣體砲彈僅佔射出砲彈總數百分之五,美國人乃得一種結論,謂化學兵器為世界大戰時各種兵器中之最有效力者。

## 2. 軍用化學物質 (Die chemischen Kampfstoffe)

在世界大戰中曾經在戰場上用過的一切化學物質,具有獨立的戰鬥力 (Kampfkraft), 即當其與空氣混和或在地面上存留時,可使有生命之物 (lebender Organismus) 致生任何種類之擾亂現象 (Störung) 者,皆稱之為“軍用化學物質” (chemische Kampfstoffe) 此類物質亦有人用“軍用氣體”(Kampfgase), 或簡單的以“氣體”(Gase) 之名詞表示之。用此類物質以作攻擊之行動 (Handlung), 稱之為“氣體攻擊”(Gasangriff); 對於此

項攻擊之防禦，則稱之爲“氣體防禦”(Gasabwehr)或“氣體防護”(Gasschutz)。

何謂“氣體”耶？氣體非一固定的化合物，而係物質所在之一種狀態〔即所謂之“聚合狀態”(Aggregatzustand)〕的名稱。吾人現將三種聚合狀態，加以區別；此三種即係固體，液體，與氣體狀態。一種物質，並不必永久的固守一種聚合狀態，每種氣體，可因其外面環境的特性之變遷，即壓力之增高及溫度之降低，變成液體。此項天然的定律，吾人可自吹放攻擊及實用的氣體砲彈（此項砲彈，內含凝成液體狀之氣體）認識之。雖然，在世界大戰中，榴彈及投射砲彈中所含之物質，並非壓縮之氣體，亦非爆炸時變成氣體之物質者，仍簡單的以“氣體”稱之。此類所謂之“氣體”，乃係液體之物，在其相關之砲彈爆炸時，成爲極細之小滴(Tröpfchen)，作一細霧狀飛散(Zerstäubt)，而在此種極細的噴散狀態下，發生功效。最後尚有一種榴彈，所含並非氣體或液體，而係固體之物，在爆炸時變爲細的煙粒(Rauchteilchen)者。雖然，此類液體及固體之軍用物質，在其作氣體技術上之應用時，均係在撒布(versprüht)或飛散之狀態下與空氣相混和，而在此種樣式下發展其功效，故自軍事實用上之觀點言之，可在此處視作“氣體”看待之也。

在大戰時所用之軍用化學物質中，吾等發現有各種成分不同之化合物；其功效之種類及程度，彼此間亦大有區別。除少數之例外（內中最主要者爲氯氣），此類物質實均係有機化合物，

卽碳之衍生物(Abkömmlinge)是也。

此項化合物中，有多數僅作過渡的應用，爲一易於明瞭之事；過一較短或較長之時間後，因技術手續之進展及所得之經驗，是項物質，卽爲他種更屬有效的物質所代。尤其在法國方面，曾將一殊大數目之化合物，在氣體戰爭中加以試驗而復廢棄之（參觀第 111—2 頁）。據美國人之搜集（參考 208），在世界大戰中共曾採用五十四種不同之軍用氣體物質；但是項數目在大戰將終時縮小至十二種。據美國方面之見解，世界大戰，一共曾使八種實在可用的軍用物質成熟；此八種大致係指氯氣，硝基三氯甲烷，光氣，氯甲酸三氯甲酯，芥子氣，一種芳香族之膾（Aromatisches Arsin），一種脂肪族之膾，及一種催淚氣。

與真正的氣體軍用物質有區別者，有氣體砲彈中所加之“附加物質”（Zusatzstoff），其本身亦有藥物學上之功效，但係僅因技術上之理由，將其加入砲彈填充物者（參考 79）。

一種軍用物質在地面上的效力，與三種因素有關。此三因素，一係每種軍用物質所有之特殊的毒性或傷害程度（參觀下文第48,49頁間之表），二爲其與空氣混和之分量比例（卽其濃度），三爲其有效期間（Wirkungsdauer）。“有效期間”亦稱“持久性”（Persistenz）或“存留性”（Sesshaftigkeit）；其意係指將軍用物質，在一處以戰術上之理由，將其放出後，在其處存留而發施其功效之期間。此項有效期間，首係與其相關的軍用物質之揮發性有關；揮發性愈小者，其有效期間亦愈長，反之則愈短。因此

吾人可將有效期間視作將揮發性之數價倒轉過來之倒數 (rizziproker Wert); 但進一步言之, 吾人亦可自己知之代表揮發性的數目字(即其蒸氣壓力之數價), 用一定之方程式, 計算其在選定之空氣溫度下之有效期間。此類計算, 萊特勒(Leitner)氏(參考 231)曾執行之(參觀書末第 578 頁之附錄三)。至最重要的軍用物質之揮發性數價, 則在第 48, 49 頁間之表中列之。

按照其對於活人及畜類身體之生理上效力, 大戰中所用之軍用化學物質, 可以分成數類。此項分類法, 在各國所用者彼此間係有區別。德國之分類法, 實僅以其生理上功效之強度為依歸; 法國之分類法及以後英, 美二國所用者, 則係根據其生理上功效之種類。

以此之故, 在德國方面, 係首將三類之軍用物質, 加以區別; 其類名及其說明如下:

(1) 刺激物質(Die Reizstoffe)——此類物質, 僅使活人之身體, 發生暫時的傷害。藉其對於目部及呼吸器官之刺激功效, 是項物質, 迫令敵人戴上其防毒面具, 以致其作戰之活動(Kampftätigkeit)多少受妨礙。此項刺激之現象, 可因含有刺激物質的口涎之吞下, 或因上部呼吸道(Atemweg)之咳嗽刺激(Hustenreiz)而引起之反射的嘔吐(reflektorisches Erbrechen), 以致延長及於胃部; 但此項結果, 亦不過屬於暫時之性質。因此刺激物質之用處, 僅在制壓敵人, 例如驅逐氣體軍紀不良之部隊是也。雖然, 此項功效, 如上所云, 其時效殊短, 故比較的不

甚危險。德國所用之刺激物質，有 B 物質 (B-Stoff), Bn 物質 (Bn-Stoff), 綠色及黑色 T 榴彈 (T-Granate) 內之 T 物質 (T-Stoff), 及以後所用之藍十字氣 (Blaukreuz) 等。

(2) 軍用物質 (Die Kampfstoffe)——此類物質，使活人之身體，發生持久的 (nachhaltig) 傷害。其立刻的功效，亦遠較刺激物質為不能忍受。(此僅指其與第一時期所用之催淚性刺激物質相較而言，但非指其與藍十字氣之比較。) 是類物質，在氣體戰爭發展過程中，僅屬一過渡之現象，不久即為下述之有毒物質所頂代 (verdrängt); 例如榴彈中之 K 物質 (K-Stoff) 及迫擊砲彈中之 C 物質 (C-Stoff) 是也。

(3) 有毒物質 (Die Giftstoffe)——此類物質之任務，據云應不僅在壓制 (Niederhaltung) 敵人及使其暫時的失卻戰鬥力，而在將其消滅，或至少予以長久的傷害。此項意圖 (Absicht), 係以過分的估計氣體在此方面之功效為根據。以後關於氣體之死亡統計，指明藉此類有毒物質以消滅敵人，僅能在極稀少之情形下得之。採用是類物質在實際上所得之結果，亦實不過壓制敵人及使其失卻戰鬥力。屬於此類物質者，有氫氰酸，光氣，德國之“過物質” (Perstoff, 即氯甲酸三氯甲酯)，硝基三氯甲烷等等。為測量其毒性大小之程度起見，吾人取所謂之“中毒數” (Vergiftungszahl) 以代表之。

所謂“中毒數”者，即指將每立方米 (cubic meter) 空氣內所含軍用物質之毫克 (milligrams) 數 (即其濃度，以 c 表示之)，

以一隻試驗動物 (Versuchstier) 在此項空氣內呼吸而受致死的傷害所需之時間 (t) 相乘而得之數目。此積 (Produkt) 愈小者，其軍用物質之毒性當然愈大。雖然，如此而得之中毒數；僅係一大概的數價 (Näherungswert)，故祇應如此看待之。按其所用之試驗動物的種類及其滋養情形 (Ernährungszustand) 等等之不同，所得之中毒數，已有殊大之差異。例如對於氯氣及光氣，狗較貓遠為不易感覺。以此之故，此項中毒數，不能以嚴格的數學方法，彼此相較，而祇可將其在彼此間作一大概的比較 (Vergleich der Grössenordnung)。〔參觀第 70—73 頁上所述美國所定的中毒數之差異的結果。〕

哈柏 (Haber) 氏 (參考 144) 報告下列之中毒數；是項中毒數，係經弗魯禮 (Flury) 氏等等，用貓作試驗動物，在與德國在大戰時之情形相當之滋養不足的情況下試驗而得者：

軍用物質	中毒數
溴乙酸乙酯 (Bromoacetic Ester)	3000 或更小之數
氯丙酮 (Chloroacetone)	3000
一溴二甲苯 (Xylyl Bromide)	6000
氯氣 (Chlorine)	7500
氯化三氯甲硫 (Perchloromethyl-mercaptan, $\text{Cl}_3\text{C-S-Cl}$ )	3000 或更小之數
氫氰酸 (Hydrocyanic Acid)	1000 (在濃度為二 千分之一時；若濃

度較此爲小，則此數亦係較高)。

光氣(Phosgene) 450

綠十字氣(Grünkreuz oder Perstoff) 500

此處之中毒數表指明，“刺激物質”與“有毒物質”之致死劑量(tödliche Dosis)，其間並無若何重大之區別存在。雖然，吾人不能對一種在實用上爲德國分類法作辯護之理由，加以否認。以後吾人將見，減成兩大類（即刺激物質及有毒或戰鬥物質）後之分類法，在世界大戰時及大戰後氣體戰爭之繼續的發展中，仍然維持；且其他一切國家，均將此點以完全相同或意義相同之方式採取之。此項毒性(Giftigkeit)與致毒功效(Giftwirkung)間之顯然的矛盾，可如下解釋之：一種氣體之毒性，與其在氣體戰爭中之致毒功效，並無直接的關係；中毒的可能性(Vergiftungsmöglichkeit)，寧屬與其氣體在敵人方面所產生之騷擾程度(Belästigungsgrad)有關。軍用氣體物質之能爲敵人不注意的吸入者，其使人受致死的傷害之或有性，當然較物質之因其對於目部及呼吸器官黏液膜(Schleimhäute)之刺激功效的騷擾及警告而令人立刻注意者爲大。對於後者（即有刺激性之物質），敵人在吸入大量以前，必將逃走或戴上其防毒面具以避免之。關於此點，一種顯著之例，即係在氣體戰爭中致毒功效極大之光氣，與比較的無害，在戰場實際情形下幾無致死的功效之德國的刺激物藍十字氣(Blaukreuz)之比較。此二物之中，據美國

方面之研究，藍十字氣為毒性較大之物。雖然，藍十字氣之為物，即在一千萬分之一之濃度下，已足發生刺激功效；而光氣一物，則在為量殊小，難於察覺之時，將其吸入至一分鐘之久，即可致人於死。因此藍十字氣為氣體戰爭中之一種模範的刺激物質，而光氣則係一種模範的有毒物質。一氧化碳，雖其毒性遠不及光氣，但其作用更屬祕密，以其即在較大之濃度，亦能吸入而不致察覺也。

以此項考慮為起點，刺激物質一類物，可以下列適宜的方式，明晰的定其範圍：

自軍事上之意義言之，刺激物質為一類軍用化學物質，其使用時不致使持久的傷害（尤其不致使致死的傷害）發現之原因，不過係因其有立刻或不久即行發生之刺激功效，以致迫令敵人避開者也。若敵人對此未曾防備（nicht in der Lage）時，則是類物質亦可致死。

法國人（參考 90）將軍用物質分成八類如下：

(1) 劇毒性物質 (Les grands toxiques)——法國僅將氫氰酸一物，屬於此類。

(2) 窒息性物質 (Les Suffocants)——屬於此類者，氯氣，光氣，“拔立特” (Palite, 即德國之 K 物質)，“超拔立特” (Surpalite, 即德國之綠十字氣)，硝基三氯甲烷，及二氯化苯肼 (Phenylcarbylamine Chloride) 等。

(3) 催淚性物質 (Les lacrimogènes) ——此類物質，大致約與德國人之刺激物質相當。屬於是類者，有各種溴化合物，碘乙酸乙酯，及氯丙酮等。

(4) 起皰性物質或糜爛性物質 (Les vésicants ou les Caustiques) ——屬於此類者，有芥子氣及硫酸二甲酯 (Dimethyl Sulfate)；此外尚有二溴化乙肼 (Ethyl Dibromoarsine) 及二氯化乙肼 (Ethyl Dichloroarsine) 二物，其功效誠與芥子氣有某種程度之相似處，但究應屬於第五類。在大戰後有“路易毒劑” (Lewisite)；

一物，屬於此類。

(5) 催噴嚏性物質 (Les sternutatoires)——此類物質，包括各種葎十字氣式之芳香族砷化合物。

(6) 傷耳性物質 (Les labyrinthiques) —— 屬於此類者有二氯二甲醚 (Dichloro-Methyl Ether)。

(7) 產烟性物質 (Les fumigènes)——此類物質，包括在本書第三章(章名爲烟及霧之產生)中所論之一切化學物質。

(8) 一氧化碳 (Carbon Monoxide)

英國人(參考 97) 以軍事上之觀點爲根據，最初將其分爲四大類，即視爲已足；此四類即係：

(1) 無持久功效(Dauerwirkung)的軍用氣體物質。在取攻勢時用之。屬於此類者，有氯氣，光氣，氯甲酸三氯甲烷等。

(2) 有持久功效的軍用氣體物質。在取守勢時用之。屬於此類者有芥子氣。

(3) 不致死的氣體軍用物質(即刺激物質)。

(4) 致死的軍用氣體物質(即有毒物質)。

至彼等以後所用之分類法，則與美國之分類法相同。

美國人所選用之分類法(參考 178)，係採取法國人之法，將其改良以令其適合。其法共分六類如下：

(1) 刺肺性物質 (Lung Irritants)；氯氣，光氣，“拔立特”(Palite)，“超拔立特”(Surpalite)，硝基三氯甲烷等屬之。

(2) 催噴嚏性物質 (Sternutators)；氯化二苯砷 (Diphenylchloroarsine) 屬之。

(3) 催淚性物質 (Lachrymators)；溴甲苯 (Benzyl Bromide) 溴丙酮 (Bromoacetone)，等屬之。

(4) 起蝕性物質 (Vesicants)；芥子氣及“路易毒劑”屬之。

(5) 直接毒神經系統之物質 (Direct Poisons of the nervous System)，氰 (Cyanogen) 屬之。

(6) 妨礙血的呼吸性質之氣體 (Gases interfering with the respiratory properties of the blood)；一氧化碳屬之。

下列之表，將最重要之軍用化學物質，總集在一起。在德方所用之各種，幾於完全載出；此項物質，爲數並不多，僅限於幾種效力卓著者。反之在協約國方面(尤其在法國方面)，則如前

世界大戰中所用之最重要的化學軍用物質一覽表

化學名稱	結構式	軍用名稱或譯名 (附譯名)		就其在生理上之功效而分類		在 15°C 下之物理 狀態	蒸氣對空 氣之比重	沸點 (°C.)	揮發性 (每立方英尺之立 方呎米或毫克 (mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> 或 mg/m <sup>3</sup> )	如德國報告對人 類不能忍受之濃度 (即一小時內，在該 下不能忍受一分鐘 以上者)	據英國報告對人 類在數小時內不能忍 受之濃度	據美國報告對人 類在數小時內不能忍 受之濃度	據俄國報告對人 類在數小時內不能忍 受之濃度	於水之 溶解性	用以填充之彈類	初次採用之 年份	採用之 年月	
		德國名	法國名	德國分類法	法國分類法													
溴乙酸乙酯 (Bromoacetic Ester)	CH <sub>2</sub> -COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	5.8	+189°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
氯丙酮 (Chloroacetone)	Cl-CH <sub>2</sub> -COCH <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	3.7	+119°	—	>100 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	—	—	—	穩定	—	—	—	
溴丙酮 (Benzyl Bromide)	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>2</sub> Br	—	Cyelite (雷克立特)	—	—	—	6.0	+201°	2400 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	35-40 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	—	—	—	劇毒極強， 分秒必爭	—	—	1915年三月， 在 Verdun	
二溴乙烷 (Xylyl Bromide)	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>2</sub> )CH <sub>2</sub> Br	B-Stoff (B 物質)	—	—	—	—	8.5	+210°至220°	—	15 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	1915年一月， 在 Bolingbroke 1915年五月， 在 Nieuport	
氯氣 (Chlorine)	Cl <sub>2</sub>	—	Bertolite (伯特立特)	—	—	—	2.5	-33.5°	—	>150 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1:10000	>1:10000	—	產生酸霧	—	—	1915年九月 二十五日(英 國人)； 1915年二月 德軍人	1915年七月 二十二日， 在 Kemmel 1915年九月 十六日，在 Langemarck
氯磺酸 (Methyl Sulphuryl Chloride)	Cl-SO <sub>2</sub> -OCH <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	4.5	+132°	—	80-40 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	—	—	—	易於分解	—	—	1915年五月 十六日，在 Neuville- St-Vaast	
氯甲酰氯 (Chloroformyl Chloride)	Cl-COCH <sub>2</sub> Cl	德國名 B-Stoff (B 物質)； 法國名 C-Stoff (C 物質)	Palite (派立特)	—	—	—	4.5	+109°	—	75 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1:10000	1:10000	—	—	—	—	—	1915年六月 十六日，在 Neuville- St-Vaast
溴丙酮 (Bromoacetyl Chloride)	Br-CH <sub>2</sub> -CO-CH <sub>3</sub>	B-Stoff (B 物質)	Mertolite(4) (馬多立特)	—	—	—	4.7	+138.5°	—	30 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1:200000	1:10000	—	—	—	—	—	1916年之末 1915年七月
二氯丙酮 (Bromoacetyl Methyl Ketone)	CH <sub>3</sub> -CO-CH(Cl)-CH <sub>3</sub>	Bu-Stoff (布物)	Homomatolite (高馬多立特)	—	—	—	5.2	+133° +145°	—	—	1:530000	1:5000	—	—	—	—	—	1915年七月， 在 Argonne
二氯二硫酸 (Dimethyl Sulphate)	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	D-Stoff (D 物質)	Ratiolite(5) (拉利立特)	—	—	—	4.4	+168°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1918年九月 1915年六月
四氯砷化碳 (Tetrachloro Carbon)	Cl <sub>4</sub> -C-As-Cl	—	—	—	—	—	6.5	+149°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1915年九月， 在 Cham- pagne
丙醛 (Acrolein)	CH <sub>2</sub> =CH-CHO	—	Fapite (法皮特)	—	—	—	1.9	+62.4°	—	70 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	—	1916年一月
光氣 (Phosgene) 亦稱二氯化碳 (Carbonyl Chloride)	COCl <sub>2</sub>	"Zusatz" (附加物) 以後在德軍中 亦稱 B-Stoff (B 物質)	Colonsite(6) (哥倫斯立特)	—	—	—	3.5	+8.2°	—	—	1:100000	1:50000	—	—	—	—	—	1915年二月 十九日， 在 Verdun； 1916年一 月二十八日， 在 Verdun， 於 Verdun 內， 在 Chilly- Mancourt
氯甲酰三氯甲酯 (Trichloroacetyl Chloroformate)	Cl-COOCCL <sub>3</sub>	Grünkreuz(7) (綠十字) "Parsol" (帕索爾) Diplo-azene (德光氣)	Surpalite (蘇派立特)	—	—	—	6.0	+127°	43000 mg/m <sup>3</sup>	—	1:30000	1:50000	—	—	—	—	—	1916年五月 十九日，在 Verdun
氫氰酸 (Hydrocyanic Acid)	HCN	—	Vincenite(8) (文森立特) Nagmitol(9) (納基米特)	—	—	—	0.98	+26.5°	—	—	1:2000 (立時致死)	—	—	—	—	—	—	1916年七月 一日，在 Somme
硝基三氯甲酯 (Chloropicrin)	Cl <sub>3</sub> C-NO <sub>2</sub>	Klop(11) (克羅卜) Grünkreuz(12) 1 (綠十字)	Aquinite (阿金立特)	—	—	—	5.64	+113°	175000 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	60 mg/m <sup>3</sup>	1:20000	1:50000	—	—	—	—	—	1917年一月 三十一日， 在 Champagne

化學式 (Chemical Formula)	Br	Homomorphite (高馬多里特)	其他	物理性質	沸點	凝固點	蒸氣壓	溶解度	其他	用途	發現日期	發現地點
二氯二乙硫 (Diethyl Sulfate) $(C_2H_5)_2SO_4$	—	D-Stoff (D物質)	Ratiolite(e) (拉第阿立特)	普通物質	液體	5.2 +133° +145°	—	—	—	—	—	—
四氯砷化亞 (Tetrachloro-Arsen Sulfide) $Cl_3C-S-Cl$	—	—	—	普通物質	液體	4.4 +188°	—	—	—	—	—	—
丙炔醇 (Acetylene) $CH_2=CH-C\equiv CH$	—	—	Fapite (拔拔特)	普通物質	液體	6.5 +149°	—	—	—	—	—	—
光氣 (Phosgene) 亦稱二氯化碳 (Carbonyl Chloride) $COCl_2$	—	"Zonata" (附加物質) 以後在道爾德中 亦稱 D-Stoff (D物質)	Coljon- ite(e) (哥倫奇特)	普通物質	氣體	3.5 +8.2°	—	—	—	—	—	—
氯甲三氯甲酯 (Trichloromethyl Chloroformate) $Cl-COOC_2H_5$	—	Grünkrenz(7) (第十字號) "Perstol" (亞特) Dihalo-arsin (雙氯砷)	Surpalite (超級立特)	普通物質	液體	6.9 +127°	43000 mg/m <sup>3</sup>	—	—	—	—	—
氫氰酸 (Hydrocyanic Acid) $HCN$	—	—	Vincenit(e) (九山亞特) Manganit(e) (曼子里特)	普通物質	液體	0.93 +26.5°	—	—	—	—	—	—
硝基二氯甲酯 (Nitrochloroform) $CH_2Cl-NO_2$	—	Klop(1) (亞特) Grünkrenz(12) 1 (第十字號 第一號)	Aquinite (阿基亞特)	普通物質	液體	5.64 +113°	175000mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	60 mg/m <sup>3</sup>	—	—	—	—
二氯化亞砷 (Phenylarsylamine Chloride) $O-N=C_2H_5$	—	—	—	普通物質	液體	6.0 +208°	2100 mg/m <sup>3</sup>	—	—	—	—	—
二氯二乙硫 (Diethyl-dithyl Sulfide) $ClCH_2CH_2-S-CH_2CH_2Cl$	—	Gelbkrenz(11) (第十字號) 1st (亞特)	Yperite(10) (伊迫亞特)	普通物質	液體	5.5 +218.5°	500 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	—	—	—	—	—
氯化二砷 (Diphenyl Chloro-arsine) $(O)_2As-Cl$	—	Blankrenz (第十字號) Grünkrenz(12) (克羅亞亞特) 1 (第十字號 第一號)	Sternite (司德亞特)	普通物質	固體	9.0 +333°	0.25 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1-2 mg/m <sup>3</sup>	>1:1000000	—	—	—
二氯化砷 (Phenyl-dibromo-arsine) $O-AsCl_2$	—	zu Blankrenz (第十字號)	—	普通物質	固體	7.75 +251.5°	—	10 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	—	—	—	—
二氯化砷 (Ethyl-Dichloroarsine) $C_2H_5AsCl_2$	—	Gelbkrenz(11) (第十字號) Grünkrenz 2, Diek (第十字號 第二號)	—	普通物質	固體	6.2 +156°	21900 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	5-10 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1:600000	—	—	—
氯化二砷 (Diphenyl-Cyanoarsine) $(O)_2As-CN$	—	Blankrenz 1 (第 十字號第一號) Clark 2 (克羅克 亞特) zu Blankrenz (第十字號)	—	普通物質	固體	8.8 +346°	0.12 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.25 mg/m <sup>3</sup>	<1:1000000	—	—	—
N-乙基吡唑 (N-Ethyl Carbazole) $C_8H_8N_2$	—	—	—	普通物質	固體	7.0 +190°	—	—	—	—	—	—

表中附註:

- (1)與此物相當之亞乙基乙酯 (isobutyric ester), 在德國標準中常用之。
- (2)與此物相當之亞乙基乙酯 (iodoacetone), 在法國標準中常用之。
- (3)與此物相當之亞乙基乙酯 (Benzyl Iodide), 在法國及德國標準中常用之。
- (4)內加 20% 與此相當之氯化物。
- (5)與此物相當之亞乙基乙酯。

(6)與四氯化錫之混和物。

- (7)與高砷酸同類, 成爲"綠十字標裂彈"(Grünkrenz brisanz)此類彈在 1918 年四月始引用之, 其名亦稱"綠色洛特十字彈"(Grünes Lothringer Kreuz)。
- (8)與四氯化錫之混和物(僅有四氯化錫一物時, 則稱"阿拍爾特"(Opacite))。
- (9)與三氯化砷之混和物(僅有三氯化砷一物時, 則稱"馬爾特"(Marsite))。
- (10)與砷之化合物, 作爲化劑 (Cyanogen Bromide) 之形式。
- (11)與氫氣之混和物, 在吹放或擊時用之。

(12)與氫甲酯三氯甲酯之混和物, 在標準中用之。

- (13)作 NC 混和物狀, 即等於 80% 硝基三氯甲酯加 20% 四氯化錫。
- (14)與高砷酸同類, 成爲"黃十字標裂彈"(Gelbkrenz brisanz)此類彈在 1918 年三月始引用之, 其名亦稱"黃色洛特十字彈"(Gelbes Lothringer Kreuz)。
- (15)英國人稱之爲"芥子氣" (Mustard Gas)。
- (16)與此物相當之亞乙基乙酯, 即二氯化乙基 (Ethyl Dibromo-Arsine), 亦稱爲"毒用之"。

文所言及，其在前線曾經射擊之軍用化學物質，為數頗大，共計約達三十種左右之不同之物，然而此中在軍事上有效的物質，據德國及美國方面之報告，實亦僅有光氣與二氯二乙硫二物。

在下列各段中，吾人將最重要的軍用氣體物質之化學上及生理上之性質，分別提出討論之。關於其藥物學上之功效 (pharmakologische Wirkung)，即軍用氣體之致病性 (Kampfgaserkrankung)，吾人在此處可以預先言明，幾於一切在大戰中所利用之軍用氣體，其是項功效均係相等；惟氫氰酸及芥子氣二物，則係例外，故關於此二物之是項功效，以後將特別報告之，關於一氧化碳亦然。至其他一切軍用物質，則其效力均係一方面在於對眼，鼻，喉，嚔 (Kehlkopf)，及氣管各部份之相關的黏液膜之刺激功效，他方面同時使肺部組織 (Lungengewebe) 起特別的變化；且有毒或軍用物質對於肺部之傷害，總係較其對上部呼吸道 (Atemweg) 之傷害為常見及劇烈。此類肺部傷害，往往為一種肺部水腫 (Lungenödem)，亦即為因中氣體毒而致死之原由。與此相對，對於上部呼吸道之刺激功效，則其目的斷然的係在使受之者迅速的失卻其戰鬥力也。

“局外者” (Aussenseiter) 之一氧化碳 (參觀第 103 頁) 及有毒物質中之氫氰酸二物，與其他軍用氣體物質之間，有一根本的區別點，即後者關於致毒功效 (Giftwirkung) 方面，其中毒數 (Vergiftungszahl) 係屬固定的；此即謂氣體在一立方米空氣內之毛克 (mg.) 數，以吸入之時間乘之，其所得之數，均約相等，此

項毫克數，係自一稀薄氣體內於十分鐘內吸入，或係自十倍此濃度之氣體於一分鐘內吸入，並無大關係。因此在此處自其傷害功效言之，其毒量係一分鐘一分鐘的加上，而最後有決定之影響者，僅在其吸入有毒物質之總數。反之對於一氧化碳及氫氰酸二物，則此類功效之總加，在一定數量以下，竟毫無之；此項數量，對一氧化碳為千分之 0.2—0.5 之容量比例。在低濃度下，此二物即經過長期間之吸入，亦不產生致死的結果。此種情形，為在大戰時何以缺少有計劃的使用一氧化碳以作軍用氣體物質（雖此物有某項優點與之相聯；參觀第 103 頁）之大部份理由，亦為內裝氫氰酸的法國“凡山里特”(Vincennite)榴彈何以無效之主要原由。

為在下文討論個別的軍用氣體物質時得一較佳之察看 (Übersicht) 起見，在此處亦將其集成類而論之，似屬合宜。此類之嘗試，均有某種程度的困難；因在一切情形下，將軍事實際上，化學上，及生理上之觀點（按此數方面之分類，均不免有介乎二類之間之事例），使其彼此協調，為一不可能之事也。且軍用物質的功效，亦與其濃度有極大的關係（參觀第 42 頁）。因此一切此類分類法，均有缺點，而惟有自實用上觀點，乃可將其辯護。在此處最後所選之分類法，係緊緊的傾向美國分類法；此法無論如何，有在實際上可以應用的優點。其法即將軍用氣體物質分類如下：

(a) 催淚氣 (tränenirregende Gase) 類；

- (b) 傷肺氣(lungenschädigende Gase)類;
- (c) 氫氰酸類;
- (d) 芥子氣類;
- (e) 肺類(Arsingruppe);
- (f) 爆炸及燃燒所生之氣體(die Spreng-und Brandgase)。

## A. 軍用化學物質之種類及性質

### (a) 催淚氣類

屬於此類之氣體，其功效最要者在於侵害目部，其結果產生多量的流淚及一種暫時的失明之現象。至眼球及目部神經，則多半並不受傷害；惟在極高之濃度下，乃可察覺眼角膜糊塗(Hornhauttrübung)。

除此項主要功效外，催淚氣自一定之濃度起，有已可感覺的窒息性而可使各種發炎作用(Entzündungsprozess)發生。在較高之濃度下，不僅呼吸器官及肺部之外面黏液膜(Schleimhäute)受侵害，即胃部之黏液膜亦受侵害，而常引起嘔吐之現象(參觀第43頁)。

自氣體技術上(gastechnisch)言之，催淚氣之特點，在其銷耗係屬異常的儉省。最強的催淚氣，如氫溴甲苯(Bromobenzyl-

Cyanide)及苯氯乙酮 (Chloroacetophenone) 等,用時祇需一升 (Liter) 空氣內積有萬分之三毛克,即足迫令敵人戴上其防毒面具。設吾人僅欲迫令敵人戴上防毒面具,或且藉持久經日之氣體功效,使其在此項情形下精疲力竭,則催淚氣之採用,實較任何其他軍用氣體物質為優。自實用上言之,在其用以得刺激功效之濃度下,並無任何催淚氣有致死之功效者;但此類氣體中有數種,當其濃度殊高時,係屬如此之毒,以致可有致死之作用。此類氣體內之多種代表物〔尤其芳香族之鹵化物(Haloide),但有數種脂肪族之鹵化物亦然〕,對於配入砲彈,有一種極不如意的性質,即其與鋼或鐵接觸時,分解而發出氣體是也。因此是項物質之直接的裝入砲彈內,為事實上所不許;而在大戰時,乃有將此項物質裝於特別容器 (Gefässe) 內而將是項容器埋於砲彈內之必要。此類容器,係為銲接 (autogengeschweisst) 之鉛製容器,或係玻璃或磁製者。例如在德國方面,T 砲彈(T-Geschoss)之製法,係將一鉛盒(內裝刺激物質)用石蠟或氧化鎂黏劑 (Magnesiakitt) 固定於砲彈之圓筒狀部份之內,而將彈頭部份用三硝基甲苯(T.N.T.)炸藥填滿。似此之裝配法(Laborierung),殊屬複雜,僅能在嚴格的節制下應用,而即在裝好後,仍不容許砲身安全 (Rohrsicherheit) 之要求 (Anspruch),因此項鉛盒,在砲彈射出時,往往壓扁成為口琴形 (harmonikaartig) 也。

下列表中所搜集者,包括最重要的催淚氣及其產生流淚所

需之最低濃度\*，以最近英，美二國之報告為根據而得來者：

刺激物質	引起流淚之最低濃度(以每升空氣內之毫克數計之)
苯氯丙酮(Chloroacetophenone)	0.0063
氫溴甲苯(Bromobenzyl Cyanide)	0.0003
碘乙酸乙酯(Iodoacetic Ester)	0.0014
“馬多里特”(Martonite)**	0.0014
溴丙酮(Bromoacetone)	0.0015
一溴二甲苯(Xylyl Bromide)	0.0018
溴甲苯(Benzyl Bromide)	0.00349
溴丁酮(Bromo-methyl-ethyl Ketone)	0.0126
“高馬多里特”(Homomartonite)***	0.0126
氯丙酮(Chloroacetone)	0.0180
二溴丁酮(Dibromo-methyl-ethyl Ketone)	0.0188
硝基三氯甲烷(Chloropicrin)	0.0190

溴丙酮(Bromoacetone)——此物之隱名(Deckname)為 B 物質(B-Stoff)，在純淨及新近蒸餾後，為一種似水之無色透明流動液體，其沸點為 136.5°。工業上之產品，最初雖屬幾於無色，但因漸漸的分解之故，其色轉深，且液體亦變稠 (zähflüssig)。在德國方面，用此物以填充 B 迫擊砲彈(B-Minen) 及綠色之 T 榴彈(grüne T-Granate)；此外並在一種刺激彈藥筒 (Reizpatronen) 之形式下，用以造成氣體室 (Gasraum) 以試驗防毒面具

\* 編者按，催淚氣之最低濃度 (Minimal konzentration)，係指每升 (Liter) 空氣內所含此項物質之毫克 (mg.) 數，正夠在眼部引起流淚之刺激者而言。至其不能忍受之限度 (Unerträglichkeitsgrenze)：即流淚及焦燒刺激 (Brennreiz) 使人不受忍受時之最低濃度，則在多數催淚氣需要較大的數量。此點自此處所列數目與第 48, 49 頁間之表上所列者相比較，即可瞭然。

\*\* 即 80% 溴丙酮及 20% 氯丙酮之混和物。

\*\*\* 即 80% 溴丁酮及 20% 氯丁酮之混和物。

是否合用(參觀第 244 頁)。法國人以技術上之理由,選用一種含百分之八十的溴丙酮及百分之二十的氯丙酮之混和物,以“馬多里特”(Martonite)之隱名(Deckname)稱之;此項混和物之催淚功效,約與溴丙酮相等。

溴丁酮 (Bromo-methyl-ethyl Ketone) ——此物隱名為 Bn 物質 (Bn-Stoff) 是項液體物質,有兩種工業產品,得有應用;此二者一種之沸點為 133°, 其他一種之沸點則為 145°。兩種產品,均係顏色殊深之稠性 (zähflüssig) 液體。此項化合物,為上述的 B 物質 (即溴丙酮) 之一種替代物,其價值幾於完全相等。法國所用之與此物價值相等之產品 (即百分之八十之溴丁酮與約百分之二十之與此相當之氯化物之混和物), 在軍事上得有“高馬多里特”(Homomartonite) 之名稱。Bn 物質在軍事上之使用,完全與 B 物質之使用相同;此物 (指 Bn 物質) 亦用以填充刺激器 (Reizkörper) 以作試驗防毒面具是否合用之用 (參觀第 244 頁)。

一溴二甲苯 (Xylyl Bromide) 與二溴二甲苯 (Xylylene Bromide) 之混和物 ——此物隱名為 T 物質 (T-Stoff)。一溴二甲苯為一種淺黃色的稠度殊小之液體, 二溴二甲苯則為一種固體。此二者之混和物,用以填充德國之 T 榴彈 (T-Granate)。

德國之 T 榴彈 (分黑色及綠色者二種) ——在可以看見的爆炸雲逃走後,遺留一種噴散殊細之難於揮發的霧;此項霧在其落着處 (Aufschlagsstelle)

及隨爆炸雲進行時(im Zuge der Sprengwolke),均不能看見。此項刺激物質在樹林區域內,其有效期間可達二十四小時;在掩蔽部(Unterstände)內則可達四十八小時之久。1915年初在俄國黑色T榴彈之使用,指明此項沸點為 216°的刺激物質,其揮發性在嚴寒之冬日係屬太小。將等量之 T 物質及 B 物質混和,德國人得有一種對於冬月揮發性極強之刺激物質;此項刺激榴彈,彼等名之為綠色 T 榴彈(T-grün-Granate)。在零度(0°C.)以下,此彈之功效與黑色T榴彈(即僅含T物質者)之功效相等;在零度以上,其功效較強,故較難忍受,但其在地面上之持久的事後功效(Nachwirkung)則係較少。

上述各種催淚氣,僅尚有歷史上之興趣,但不復有實際上的重要。各物中惟溴丙酮一物,在大戰後美國之“化學戰爭事務課”(Chemical Warfare Service),尚保持之;但其用途亦似乎不過在用以試驗防毒面具是否合用。對於將來戰場上之應用,下列兩種極屬有效的催淚氣,首將成為問題。

氰溴甲苯(Bromobenzyl Cyanide)——此物在美國省稱為“GA”;據英國(參考 132)及俄國(參考139)方面之報告,在大戰之最後期間中,法國曾將此物,在“卡米特”(Camite)之隱名下,射出之。大戰後美國方面之研究,證明此項化合物為現今所有催淚氣中最強者之一種,並為持久性最大之軍用物質之一;其催淚之最低濃度為每升空氣中含萬分之三毛克。

氰溴甲苯,係在1881年發現;但至1914年,始能第一次將其在完全純淨狀態下製成。純淨之此項化合物(其結構式為

$$\begin{array}{c} \text{O}-\text{CH}-\text{CN} \\ | \\ \text{Br} \end{array}$$

lisieren)而得者,為一種微帶黃色之白色結晶體,其熔點為 29°。

至爲戰場上應用之工業產品，則據回德(Vedder)氏云(參考 202)，爲一淡棕色之油狀液體，然據弗禮司(Fries)氏(參考 82)，則爲固體產物，其熔點在  $16^{\circ}$  至  $22^{\circ}$  之間。純淨的氰溴甲苯之比重，在零度( $0^{\circ}$  C.)下爲 1.539；其蒸氣壓力尙未能確定，其毒性據云與氯氣之毒性相當。

對於化學上之作用，氰溴甲苯係屬異常的有抵抗力 (Widerstandfähig)。遇水此物僅能漸漸極慢的分解；空氣中之濕氣，對此物實際上幾無作用。氫氧化鈉之水溶液，在冷時對於此項化合物之作用僅屬極慢，反之將其煮沸，則作用殊速；氫氧化鈉之酒精溶液，即在冷時，亦令此物立時分解。劇性氧化劑，如過錳酸鹽 (permanganate)，過氧化物 (peroxide)，及氯酸鹽 (chlorate) 等，惟經較時間之作用，方能將氰溴甲苯毀滅。

自上列之性質，可見此項化合物穩定性之高 (參觀書末第 587 頁上之附錄三)回德(Vedder)氏(參考 202) 謂在地面上噴散之氰溴甲苯，在有利的天氣情形下，自其對於目部刺激及催淚有效之關係言之，可存留至三十日以上。雖然，自戰術上觀點言之，氰溴甲苯之應用可能性殊屬有限。其所以如此者，係因氰溴甲苯對於爆炸功效之抵抗力殊小也。以此之故，此物祇能裝於僅有小的爆炸功效之榴彈內而射出；反之對於填充高炸藥砲彈 (hochexplosible Geschosse)，則不能用，因其爲爆炸所分解也。

此外是物尙有一種缺點，即其與金屬物，如鋼及鐵等，起異

常猛烈的作用而以此失其效力；因此此物必需裝於埋於砲彈中之鉛製，玻璃，或磁製的特別容具之內也(參觀第 52 頁)。

美國之氣體事務課 (Gasdienst)，在大戰後主張採用 C A 榴彈 (CA-Granaten) 以隱蔽地面上之芥子氣(參觀第 78 頁)，此外並將其與磷發煙砲彈 (Phosphorrauchgeschosse) 並用，以對付觀測所及砲臺；最後並主張在海戰 (Seeschlacht) 中將 C A 飛機炸彈投擲於軍艦上(參觀第 367 頁)。

物品之灑有氰溴甲苯者，必需立即將其用一塊以四氯化碳飽和之布片滌去之。其最後之微量，最好以百分之二十的酒精氫氧化鈉溶液 (20% alcoholic sodium hydroxide solution) 除去之。最小數量之慎重的除去，在此有絕對的需要；因自此小量，尤其在較高之溫度下，可於數分鐘內在空氣中造成不能忍受之濃度也。

苯氯乙酮 (Chloroacetophenone) (參考 202)——此物在美國省稱為 “CN”。在大戰時，此項物質，來不及採用，因其為在戰場上應用之出類的催淚性質，在大戰後始行確定也(此項發現，似乎首由美國人得到之)。是項化合物，在 1870 年即曾有人製備；但據美國方面之見解，迄發現其氣體技術上的性質之時為止，是物並無若何重要。

苯氯乙酮之結構式為  $C_6H_5 \cdot COCH_2Cl$ 。自其酒精溶液用再晶法 (Umkristallisieren) 提淨後所得之純淨的苯氯乙酮為一白色結晶體狀的固體物，其熔點為  $58^\circ$ 。此物之沸點，在  $245^\circ$  至

247° 之間,其在零度(0°C.)下之比重等於 1.334; 其蒸氣壓力異常之低,在零度下等於 0.0028 毛米,在二十度下則為 0.013 毛米。 苯氯乙酮在沸騰時並不分解;此物可以蒸餾而不分解,並可將其在熔化狀況下直接的灌入榴彈及其他容器內,因其與氰溴甲苯及其他溴化合物相反,並不與金屬物起作用也。 在固體狀態下,此項物質之比重,稍較壓緊之三硝基甲苯 (T.N.T.) 炸藥為小,並可將其直接與三硝基甲苯相混和。 此物不為任何高炸藥所侵害,其效力亦不受是類物(指高炸藥)之影響;因此此物之應用可能性,遠較氰溴甲苯為大。

苯氯乙酮在水中之溶度殊小; 空氣中之溼氣,亦不使其分解。 反之此物在有機溶劑(如酒精,乙醚,苯等等)內,則能溶解。

苯氯乙酮之氣體技術上的功效,在其出類的催淚功效。 此物產生眼部刺激之最低濃度為每升空氣內含萬分之三毛克,故關於此點,毫不在氰溴甲苯之下。 此外是物尚有一種性質,即對於未蓋住及無保護之身體表面,有極其猛烈之刺激作用。 在猛烈的燒炙(Brennen)下,首先發現者為皮膚之變成深紅色,然後極速的轉為深棕色。 此項結果所得之現象,最初殊不舒服,但在次日即已不見,且據云甚為一種舒適的感覺〔與一種由強烈的日光曬黑(Sonnenverbrennung)所致者相似〕所代。

苯氯乙酮在戰場上應用時之功效,與外間空氣有極大之關係。 在較冷的季候下(確切之報告,迄今尚屬缺乏),其效力多少受影響。 雖有此項限制,苯氯乙酮一物,以其催淚功效之高,裝

配(Laborierung)於彈內之易,及其製造代價之低廉,在現時實應視為在將來戰爭中最有希望之催淚劑。美國之氣體事務課,曾經考慮用此物以作填充發煙燭(Rauchkerzer),槍手榴彈(Hand-und Gewehrgranaten),大砲砲彈,及飛機炸彈之用。為在發煙燭中應用起見,應將苯基氯乙酮與發烟混和物相混和。在此種形式下,應可在地面上得一種殊屬有效的濃度;惟關於此方面迄今有一缺點,即此類混和物,在存儲時漸行分解是也。最近據云將氧化鎂加入混和物內,可使其得有一種較大的穩定性(參考 246)。氧化鎂之加入,或者同時亦令混和物之產煙功效增加。

### b 傷肺氣類

氯氣(Chlorine)——氯在尋常溫度及氣壓下,為一種極易揮發之黃綠色的不能燃燒之氣體,有特殊的窒息臭味及強烈的侵蝕(ätzend)性質與毒性者。一升之氯氣,其重量為3.22克,一升之空氣則重1.293克;故若令空氣之比重等於一,則按此計算,氯氣之比重為2.49,換言之,即氯氣約較空氣重二倍半。在稀薄的氯氣與空氣之混和物內,如在戰場上使用時將液體化之氯用吹放法(Abblasen)所得者,此項氯氣之較高的比重,並非其所造成的氣雲沈重之惟一理由。

在攝氏表十五度之溫度下,用四至五氣壓(4-5 atmospheres)之壓力,已可使氯氣凝縮成爲一種黃綠色的液體。此類液化

氯，一升重 1.47 仟克(公斤)。將外面之壓力揭去，則是項液立即復又變成氣體；自一升之液體氯氣，在攝氏表二十五度下實成四百三十四升之氯氣。因此一具內含二十仟克液體氯氣之氣筒，可以產生六千升左右之氯氣。此項自液體變回為氣體，自其週圍之大氣內取去大量之熱；因此其所成之氣雲，較其週圍之空氣為冷，故亦較重，且當是項空氣內含溼氣之量夠多時，即有霧自此空氣析出。

氯為一種異常的易於起作用之物，幾於一切金屬物均能與之化合。雖然，完全無水之液化氯，不與鋼及鐵起作用，故可毫不遲疑的將其於鐵製氣筒內保存之。若有水時，則即令僅屬微量，氯即在極稀薄的濃度下，亦對鐵及鋼有猛烈之作用。在此處之經過，係鐵與水立即起作用而成氫氧化鐵(即鐵銹)，而是物對於氯之作用，則有促進或“接觸”之任務。

氯氣在水中易於溶解。一份之水，在完全飽和時，於攝氏十五度(15°C.)下需用 2.2 份之氯氣。此項收容性(Aufnahmefähigkeit)，使軍事上對於汗溼的制服及換洗衣服(Wäsche-stücke)之注意，有其必要，因氯水有刺激皮膚之功效也。

自其致毒功效言之，氯氣殊不及以下所論之屬於此類的劇毒性(hochgiftig)軍用物質。雖然，氯氣在十萬分之一(即 0.001%)之濃度下，若吸入之時間較長，已不僅對呼吸器官有刺激之功效，而且可引起有持久性之衛生上的擾亂。據英國方面之報告，此物對於人之不能忍受的限度(Unerträglichkeit)，在

數秒鐘內見效者爲一萬分之一(1:10,000)的濃度或 0.01% ;據同一觀察,在較此稍高的濃度下,呼吸一分至兩分鐘之久,已足使呼吸器官及肺部有確定傷害。 據最近美國方面發表之論著(參考 202),在呼吸三十分鐘之久時,致死的濃度,爲每升空氣中含有三毛克之氯氣,此即等於 0.0003%。 因此項報告與德國方面所得之數目(參觀第 45—46 頁)相差不少,故特於下文第 71 頁上,將美國試驗之結果,重行錄出。

在氣體戰爭中,氯氣爲吹放攻擊之真正的實行者 (eigentlicher Träger); 其作填充迫擊砲彈及投射砲彈之用,則殊屬次要。 氯氣作爲軍用物質用時之重大的優點,在下文“吹放攻擊法,”一節中將論及之者,及其代價之異常的低廉,有一缺點與之相對;是項缺點,即其強烈的易於反應之性質,因此易於設法將其消滅(neutralisieren)是也。 因此在戰場上,即用一種急造之呼吸保護器 (Atemschützer),已足對不太濃的氯氣氣雲作防護。 將光氣加入氯氣內後,則此項可能性即被屏除,同時其致毒功效亦行增高。 氯氣之大的揮發性,可以硝基三氯甲烷之加入而減低;一次吹放攻擊在地面上之事後功效(Nachwirkung),乃因此而延長。

光氣 (Phosgene) ——光氣亦名一氧二氯化碳 (Kohlenoxychlorid)或二氯化碳醯(Carbonyl Chloride, 德文爲 Chlorkohlenoxyd),有數法可以製之。 例如一法即係將氯氣與一氧化碳之混和物暴露於日光之下。 英國化學家兌飛(Davy)氏,

在 1812 年用此法發現是項化合物，因予之以“光氣”(Phosgene) 之名，意即謂在光中所產生之物也。在大戰之前，德國之染料工業，已曾對光氣多所工作，但始終並無任何人提及其異常大的毒性者。

在尋常溫度下，光氣為一種無色氣體，但在  $+8^{\circ}$  下時，此物即凝縮成爲一似水之透明液體；在液體狀態下，此物在商業上用鐵製容器裝盛而出售。在此項溫度（即  $+8^{\circ}$ ）以上，此物立即自行蒸發而復變成氣體狀態；但是項變動之速度，則遠較氯氣爲慢。一升之光氣重 4.4 克，一升之空氣則重 1.293 克；因此光氣係較空氣重三倍半。以其沸點之低及其蒸氣壓力之比較的高（約爲氯氣的蒸氣壓力之四分之一），光氣爲一揮發性頗大之物。

光氣之特點，在其有一種特殊及極其穿透(durchdringend) 的令人感不快(unangehm)之窒息臭味；在氣霧(Gasschwaden) 內，此臭令人憶及腐爛的水菓 (Obst) 或陳腐乾草(musty hay) 之臭味。爲在戰場上認明光氣起見，亦可利用一種觀察，即人之僅曾吸入微量光氣者，在吸食煙草 (Tabakrauchen) 時，感覺無味〔此種試驗，稱爲“煙草反應”(tobacco reaction)；其所得之是項現象，不僅限於光氣，多種其他氣體，如氫氰酸，硫化氫，氧化硫，及各種醴氯化物 (Acid Chlorides) 等，亦均有之〕。而在呼出時，光氣之特別臭味，即行發出(參考 90)。

光氣爲一種殊屬穩定的化合物，即強劑炸藥之爆炸亦不使

其分解者。自化學上言之，此物雖遠較氯不易起作用，但是物易於與所謂之“胺”(Amines)，如苯胺 (Aniline)，六次甲四胺 (Hexamethylenetetramine)，吡啶 (Pyridine) 等等化合；此外與酚 (phenols) 及鹼 (Alkalies)，亦易化合。對於水，尤其在較高之溫度下，光氣係屬異常的易起變化 (empfindlich)；例如空氣中之濕氣，已足使其起變化。此物採取水之分子而水解，結果分解成爲鹽酸及二氧化碳；因此在下雨之天氣，其戰鬥功效 (Kampfwirkung) 殊受影響。水解之光氣，因其成氫氯酸 (即鹽酸)，並與兵器之鐵的部份起作用而生銹。

光氣之毒性，較之氯大 8.3 倍。在較強之濃度下，吸入一次，已可在數小時後致人於死。在十萬分之一 (1:100,000；即每升空氣中含有 0.04 毫克之光氣) 之濃度下，呼吸器官及眼部，立即發生嚴重的刺激現象。即在極小之量下，實際上難以知覺者，光氣之吸入，亦可導至嚴重的 (往往以致於死的) 中毒。中毒者當時祇感覺暫時的虛弱襲擊 (Schwächenanfall)，此外仍如常人，且有良好的食慾 (Appetit)；但過後忽然的一種轉壞的現象 (Verschlimmerung) 發現，至死亡則往往係在數日之後，方始到臨。患病者之行動，使光氣對於組織 (Organismus) 上的傷害功效，更形增高。肺部中之尚未爲毒所侵的部份，在不動時足以供呼吸之用者，在行動不復夠擔任此項任務。在彼時 (即行動時) 除致毒功效外，並於組織中加增過量之二氧化碳 (Kohlensäureüberladung)。一切此項現象，均爲各種傷肺性

軍用氣體物質之共同特點。就中此點尤其對於下文所論之德國的“過物質”(Perstoff)或“綠十字氣”(此物自其生理上功效及毒性觀之,其性質均係幾於完全與光氣相同)。尤屬有效。

自大戰中所得之光氣中毒的數條模範事例,應在此處舉之以作例:

意大利之重要化學家佛拉羅立(Fenaroli)教授,在作光氣之研究時,中其毒;但過十五分至二十分鐘後,幾於完全復原。佛氏乃回家,與其家屬談話,至夜間始覺真正不舒服。在次日內佛氏即行死去(參考 139)。

光氣之此項異常之毒的及陰險的(heimtückisch)功效,亦可以下述之事例,自編者本身之戰場經驗取出者,徵實之:

在於 1917 年十月二十七日在阿取耳基(Ozierki)附近(參觀第 213 頁)施行氣體迫擊砲射擊時,德國之迫擊砲,必需在掩蔽下安置。為防膛炸之危險起見,服務人員均戴上其防毒面具而作射擊。此項計劃之實行,完全成功;德國本身,亦毫無損失。企圖終結後四小時,有兵士二人、得有不戴面具之明顯的命令後,進入一處迫擊砲掩蔽部。彼等呼吸一兩次後,已感覺有一極弱之氣體的臭味,因此迅速的將其面具戴上。約六小時後,此二人均因氣體而得病。當時立即將此二人運走而避免使病人有任何動作,並予之以醫藥上之幫助;但不顧此種種;一人仍死去,其他一人,則經過數月之病後,始得獲救。研究之結果,證明因一次膛炸而遺在迫擊砲身內之光氣,其尚未完全逃走之微量,為致此不幸事件之原由。

光氣為一種在大戰時協約國方面最常使用的軍用物質;在德國則用與此物效力相等的氯甲酸三氯甲酯以代之。據法國方面的見解(參考 223),德國人之所以如此替代者,係因其用並無可靠的緊塞(Abdichtung)之尖彈(Spitzgeschosse),故不得不懼易於揮發的光氣之逃去,因而被迫出此。氯甲酸三氯甲酯一物,沸點較高,揮發性較小,故自法國人觀之,在軍事上似不

若光氣之有效；因其缺乏立時造成的高濃度光氣氣雲之電速的 (blitzartig) 致死功效也。此外法國人首先亦非在一種情形下，可以在工業上大量製造氯甲酸三氯甲酯。

光氣一物，單獨的或與他種軍用物質相混和，用以填充榴彈，迫擊砲彈，投射砲彈 (Werferflaschen)，及放射氣筒 (Blaszylinder)。因其揮發性殊大，光氣屬於一類攻擊用的氣體 (Angriffsgas)，在一地域射出後，不久即將有軍隊突進者。

法國之光氣榴彈——其填充物為光氣及四氯化錫所組成；後者(即四氯化錫)藉以使人認識彈之落着處 (Aufschlagsstelle)，以其在該處成白霧也。四氯化錫一物，據云能產生透過面具吸收罐之功效，且使光氣之揮發性稍為減低。

在德國方面，光氣最初係在“附加物質”(Zusatz) 之隱名下，與氣相混和，在行吹放攻擊法時用之。據英國方面發表之論著(參考 132)，德國之 D 式迫擊砲彈 (D-Minen)，內裝光氣者，第一次係於 1916 年十一月察覺 (參觀第 48, 49 頁間之表上)；裝光氣的投射砲彈，則第一次係於 1917 年春察覺之。

氯甲酸一氯甲酯 (Monochloromethyl Chloroformate) 或未完全氯化之氯甲酸甲酯——此物在德國之隱名為“K 物質”(K-Stoff) 或“C 物質”(C-Stoff)，在法國則名為“拔立特”(Palite)。自物理上性質言之，是物為一種似水之無色透明液體，其沸點為 109°，比重為 1.48。工業上之產品，非一單純之物質，而係一種混和物，內中約含百分之 8.6 之氯甲酸二氯甲酯 (Dichloromethyl Chloroformate，即下述之氯甲酸三氯甲酯之前一步產物) 者。此項氯化之氯甲酸甲酯 (chlorinated

Methyl Chloroformate),其窒息性質,與氯原子之代入而俱增,反之其催淚功效則視此而遞減。以此之故,K物質之毒性,較之下段所論之“過物質”(Perstoff)為小,但其催淚功效則較大。

氯甲酸三氯甲酯(Trichloromethyl Chloroformate)或過氯化之甲酸甲酯(perchlorinated Methyl Formate)——此物在德國之隱名為“過物質”(Perstoff;此名係因其為過氯化之甲酸甲酯而來),綠十字軍用物質(Grünkreuzkampfstoff),或“雙光氣”(Diphosgene),在法國則稱為“超拔立特”(Surpalite,英文譯為 Superpalite,意指毒性超過“拔立特”(Palite)之物)。在氣體戰爭中,此物為德國人偏祖的(bevorzugt)用以代光氣之替代品。

氯甲酸三氯甲酯為一種在 127° 沸騰之液體,在尋常處理時並不危險。因此德國綠十字彈藥之填充,即在前線之後,自可以移動的大桶(tank)放出而行之(參觀書末附圖 6),在行此項手續時,祇需戴上面具,而不需另作其他預防處置。惟藉砲彈之爆炸將其變為氣霧(Gasschwaden)後,此物之劇毒性,乃始出現。

據法國人之觀測,光氣及氯甲酸三氯甲酯二物之生理上功效,並未徵實其間有重大的區別。法國化學家,確然的以光氣為較優(參考 57)。據德國人之研究,氯甲酸三氯甲酯之中毒數(Vergiftungszahl)為 500,光氣則為 450;此二數彼此約相

符合。且最近英國及美國方面發表之論著，亦對此項符合加以徵實。對呼吸器官及目部之刺激現象，在氯甲酸三氯甲酯於二十萬分之一(1:200,000)之空氣中濃度時，即已出現；反之在光氣，則需有較高之濃度，即十萬分之一(1:100,000)，方始出現。至其遷延的 (verzögert) 致毒功效，則此物與光氣相同。弗禮司(Fries) 氏曾對一件之此類事例，報告如下(參考 82)：

“三百名美國人突擊一處村落，置有德國的光氣榴彈(共計三噸之 7.5 厘米及 15.5厘米\* 口徑之是項榴彈)，並一部份在燃燒者。在當時並未察覺光氣之臭味，惟有數人以有苛烈 (beissend) 之煙，乃戴上其防毒面具。此項部隊，旋即退後六仟米(公里)。約六小時後，其中有二百三十六人，發現中毒，內中六人首先死去”。

德國之綠十字榴彈，除一小量之炸藥裝置外，僅含有氯甲酸三氯甲酯。在其殊弱之可以看見的爆炸雲逃完後，遺有特殊的氣霧(Gasschwaden)，在潮溼天氣下易於看見，在乾燥天氣則幾不能看見。此項氣霧跟隨空氣之行動；而在較大的氣體累積時及在有利的天氣下，至目標面積後數仟米之遠，尙可有強烈之功效。其在遇着點(Treffpunkt)之功效，約持三十分鐘之久。在蒸氣引去(Abzug)後，若係空曠之地域，在夏季一小時之後(在冬季則需二小時之後)，無氣體防護者，方可進入此項地域。

由此觀之，綠十字榴彈之持久的功效，實較光氣砲彈為大。為確定氣霧(Schwaden)之引去(Abzug)起見，在此處缺少之四氯化錫，可於射擊終了時同時射出發霧砲彈(Nebelgeschoss)以代之；蒸氣之消散，約與霧之隱沒同時。

硝基三氯甲烷——硝基三氯甲烷 (Trichloronitromethane)，俗稱“氯化苦劑”(Chloropicrin)，以其係從“苦酸”(Picric Acid)之氯化(例如用漂白粉處理)而得來，故得斯名；以其分子

---

\* 編者按，因此是項榴彈實非光氣榴彈而係“過物質”榴彈(即綠十字榴彈)。

與“哥羅仿”(Chloroform)之不同，僅在以一硝基代一氫原子，故亦有稱之爲“硝基哥羅仿”(Nitrochloroform)者(譯者按，在西文書籍中，尋常多稱此物爲 Chloropicrin，但在本書譯文中，則即用硝基三氯甲烷一名，取其一目而知其結構也)。此物爲一種易於流動之無色液體，有一種鋒刺的(stechend)臭味者；其凝結點爲  $-69.2^{\circ}$ ，沸點爲  $113^{\circ}$ 。此項液體之比重，在攝氏表零度 ( $0^{\circ}\text{C.}$ )下爲 1.69，在十五度下爲 1.66，在三十度下爲 1.64。在尋常溫度下，硝基三氯甲烷已以顯著的速度蒸發，而發生有特殊臭味之猛烈刺激性蒸氣。硝基三氯甲烷之蒸氣壓力頗高；例如在攝氏表十五度下，此項壓力爲 14.1 毫米(mm.)之水銀柱，由此計算，在飽和時，每升空氣內含有 136 毫克之此物。所成之蒸氣，約較空氣重 5.7 倍；此項數目，僅屬一種大約的數目，因硝基三氯甲烷並非一種真正的氣體，故不依從氣體定律也。硝基三氯甲烷不爲水所分解；且此物自一般言之，不顯其有氧化之性質 (oxydierende Eigenschaften)，在化學上殊屬不易起作用 (träge)，與酸及鹼均不起化合作用。以此之故，在防毒面具之過濾器中，此物僅能以活性木炭擒住之。此物在水中之溶度亦殊小；一百立方厘米(c.c.)之水，僅能溶解約 0.14 克之硝基三氯甲烷，一百立方厘米之硝基三氯甲烷則溶解一立方厘米之水。

經有力的加熱，硝基三氯甲烷即自行爆炸。因此其在裝有炸藥的砲彈內之應用，似乎極成問題。雖然，實際上的研究指出，將所用之炸藥量限制在一定數量以下，則可將硝基三氯甲烷

完全變成蒸氣，而仍保持其藥物學上之性質。

硝基三氯甲烷對於人之生理上功效，亦可如上述之軍用物質，分爲刺激功效及致毒功效兩方面。人類目部之角膜(Hornhaut, 卽眼球之透明部份)，最易感受硝基三氯甲烷之刺激功效。據德國方面之報告，此物之能以忍受的限度，爲每升空氣中含有六十毛克；據美國方面之報告，則在二十萬分之一 (1:200,000；卽合每升空氣中含有二十六毛克之此物)之濃度下，已達此種限度。此物之致毒功效，係屬殊大；在每升空氣內含有 0.8 毛克之濃度下，據云在三十分鐘之後，已足致死。此卽謂硝基三氯甲烷較氯氣毒四倍；但其毒性較之光氣的毒性，則約小一半。此物之功效，包括黏液膜及肺部組織(Lungengewebe)之傷害，與對於胃部及腸道之直接的作用，結果引起嘔吐，肚腸痛(Kolikschmerzen)，及腹瀉(Durchfall)等。因此英，美二國人稱此物爲“嘔吐氣”(Vomiting Gas)。因此項情形，在治療學上難於對付，且往往維持至數星期之久，故卽較輕的中毒，亦可引兵士之相當的減少。此外在比較小的劑量時，因硝基三氯甲烷而中毒之現象，幾於完全與因同等數量的光氣之中毒，完全相符合。〔參觀德國醫藥試驗雜誌(*Zeitschrift für exp Medizin*)第十三卷上吉如德買斯特及霍不勒(Gildemeister und Heubner)所著之硝基三氯甲烷中毒之研究(*Die chlorpikrin vergiftung*)一文；1921年於柏林出版。〕

據俄國方面之報告(參考 139)，硝基三氯甲烷作爲軍用氣

體物質之應用，第一次係於 1916 年在伊松佐 (Isonzo) 前線之意大利榴彈內行之。雖然，自事實上言之，在 1916 年夏，俄國人已對東方前線之德國戰壕，射擊內含硝基三氯甲烷與硫酰氯 (Sulfuryl Chloride) 的混和物之榴彈。隨後硝基三氯甲烷單獨的或在其與他種軍用物質之混和物內，即在彼時為協約國(尤其英國) 將其在大砲砲彈及迫擊砲彈內，作最大範圍的採用。在德國方面，此物在行吹放攻擊時加入氯內，得有成功的應用；此項加入，其目的在將其散佈氣體之地域，作較能持久的氣體散佈。在尋常溫度下，硝基三氯甲烷在一空曠地面上之事後功效 (Nachwirkung)，為五小時至六小時。德國在 1917 年四月引用之“綠十字第一號榴彈” (Grünkreuz 1-Granate)，其填充物亦為一種氯甲酸三氯甲酯與硝基三氯甲烷之混和物 (關於此項混和物之比例，請參觀下文 107 頁)。此外硝基三氯甲烷又為所謂之“NC 混和物” (NC-Mischung) 的主要組份；是項混和物，為百分之八十的硝基三氯甲烷及百分之二十的四氯化錫或四氯化矽所組成，在協約國方面用之以替其所缺少之藍十字軍用物質，而在發煙器 (Rauchentwickler)，榴彈，利文式投射砲彈 (Livensbomben)，及槍手榴彈內，用以產生有毒之煙。

按照美國人測定 (參考 75) 此類軍用物質之三種主要代表物(即氯,光氣,及基硝三氯甲烷)的毒性及致死量比較一覽 (參考 75)

關於傷肺性軍用氣體物質之毒性，德，美二國報告之結果，其間有不小之差異；

尤其氯一物，相差更大。因此在此處將美國方面所得之數值抄出，似有其必要。

美國人所用之試驗動物(Versuchstier)為犬。在用此三種軍用物質作試驗時，各將其所試驗之動物，在相同的試驗布置(Versuchsarrordnungen)下，暴露於致毒功效下三十分鐘之久。含氣體的空氣之氣流速度，為每分鐘二百五十升。

氯氣在三十分鐘內之功效

1升空氣內所含 氯氣之毫克數	0.16—0.80	1.27—1.56	1.98—1.99	1.90—2.22	2.22—2.85	2.53—2.85	2.66—6.34
與一百萬份空氣相 比之氯氣之份數 (以體積比例計算)	50—250	400—500	500—600	600—700	700—800	800—900	900—2000
試驗動物死 去之百分數	第一日	—	—	13	17	62	71
	第二日	—	6	10	24	26	21
	第三日	—	—	10	—	11	—
急性死亡百分數	—	6	37	43	60	67	92
慢性死亡百分數	11	24	24	24	11	4	—
試驗動物之復原百分數	80	70	60	53	59	9	7
經過急性時期而 活下來之百分數	100	84	60	57	50	13	7
試驗用之動物數	9	17	10	21	18	23	14

在此項試驗中，共用112隻動物。自此表中所列之數目字，應得結論如下：  
濃度在每升 2.53 毫克氯氣以上者，必需視為致死之濃度；濃度在每升 1.90 毫克以下者，鮮有致死；濃度在每升 0.80 毫克以下者，未有一次使動物急性的死亡。下列之死亡種類的分別，似屬有用。

(a)急性死亡(Akute Todesfälle)：凡動物之因氯氣之直接的致死功效，以肺部水腫(Lungenödem)而死去者，皆稱為急性死亡。急性死亡者之動物，大部份係於二十四小時內死亡，一小部份則係於兩三日內死去。

(b)慢性死亡(Verzögerte Todesfälle)：凡動物之在受氣體之毒後活至三日以上，但終不能復原而竟死去者，稱為慢性死亡。此項死亡之緣由，在於氯氣之附帶的功效(Sekundärwirkung)，內中主要的係因肺炎(Lungenentzündung)之故。

光氣在三十分鐘內之功效

1升空氣內所含 光氣之毫克數	0.17—0.21	0.22—0.26	0.26—30	0.31—0.35	0.35—0.39	0.39—0.43	0.44—0.48	0.48—0.55
與一百萬份空氣相 比之光氣之份數 (以體積比例計算)	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100	101—110	111—125
試驗動物死 去之百分數	第一日	8	26	23	36	54	60	70
	第二日	20	18	21	19	14	11	9
	第三日	4	8	4	9	2	—	6
急性死亡之百分數	32	47	48	64	70	61	85	100
慢性死亡之百分數	16	10	10	8	9	8	8	—
試驗動物之復原百分數	52	44	42	28	21	36	12	—
經過急性時期而 活下來之百分數	68	54	52	36	30	39	15	0
試驗用之動物數	25	39	29	53	66	56	33	6

在此項試驗中，共用 327 隻動物。在此處急性死亡之限度，亦取在三日以內死去者為標準。光氣之濃度愈高，急性致死功效之進行愈速。凡動物之能經三日之久而不死者，似均有復原之希望。自此項結果觀之，光氣之最低的致死濃度，應在每升 0.31 毫克至 0.35 毫克之間。

硝基三氯甲烷在三十分鐘內之功效

1 升空氣內所含硝基三氯甲烷之毫克數	0.36—0.50	0.51—0.65	0.66—0.80	0.81—0.95	0.96—1.10	1.11—1.25	
與一百萬份空氣相比之硝基三氯甲烷之份數... (以體積比例計算)	49—69	70—89	91—110	111—131	132—151	153—172	
試驗動物死去之百分數	第一日.....	8	9	15	30	55	52
	第二日.....	—	6	9	17	8	29
	第三日.....	—	—	4	6	2	3
急性死亡之百分數.....	8	15	28	53	65	84	
慢性死亡之百分數.....	—	3	—	4	2	6	
試驗動物之復原百分數...	92	82	72	43	33	10	
經過急性時期尚活著者之百分數.....	92	85	72	47	35	16	
試驗用之動物數.....	12	34	45	47	49	31	

在此項試驗中，共用 219 隻試驗動物。最初之致死濃度，在此處可假定其為每升 0.81 毫克至 0.95 毫克之間；在有是項成分時，試驗動物有百分之四十三未死。對於硝基三氯甲烷一物，慢性死亡之比例殊小；對於光氣，是項比例已較大，對於氯氣則係極高。

最近美國方面發表之論著(參考 202)，給出下項並列的數值惟此項數目字，是否尚以另外的實際上研究為根據，則在是書中未曾言明：

在用三十分鐘之試驗期間，對於各物之致死濃度，得到下列之數目字：

物	質	氯	氣	光	氣	硝基三氯甲烷
致死濃度 (每升空氣中所含毫克數)			8.0		0.36	0.8

按此故硝基三氯甲烷較氯氣約毒四倍；光氣則較氯氣毒 8.3 倍。反之按照德國方面所決定之中毒數，則光氣較氯氣毒十七

倍。換言之，即在德國方面之估計，氯氣之毒性，僅及美國方面估計之半；因此取光氣之中毒數為 450，而依此比例計算，則氯氣之德國的中毒數，依據美國方面之測定，不應為 7500 而應作 3750。

### c 氫氰酸類

在此類中，吾人僅有一種化合物；此種化合物，即氫氰酸是也。

氫氰酸(Hydrocyanic Acid; 德文稱 Zyanwasserstoff-säure 或 Blausäure)——氫氰酸為一種極毒的液體，在  $26.5^{\circ}$  下即行沸騰，在  $-15^{\circ}$  下凝結成爲固體。在氣體狀態下，此物係屬無色，可以燃燒，而有似苦杏仁之臭味。在濃度夠高時，以此物之有使中央神經系統〔就中尤其呼吸中央(Atmungszentrum)〕癱瘓之作用，致死之功效立即出現。此項氣體中毒之經過，多少似一種迅速進行的窒息，與一氧化碳中毒相似。雖然，此項窒息之進行(Erstickungs Vorgang)，不應當作尋常之意義（即因氧氣缺乏所致之結果）了解之；其要點乃在身體內部之氧化作用，不顯氧氣量之足用而忽然停止；因此自邏輯上言之，吾人應稱此爲一種所謂之“內部的窒息”(innere Erstickung)。

以其沸點之低，氫氰酸之揮發性係屬殊大。以此之故，在空曠之處，此物僅能達到弱的濃度。且氫氰酸之毒性，在濃度減少時，降低異常之速。因此在彼時，此物之致毒功效，完全停

止；或係如此之小，故中毒者可以迅速的痊愈。

在大戰時法國人曾將氫氰酸榴彈，作擴大的使用；並曾將供給其協約軍(Bundesgenosse)之砲隊。因此將一種在藥物學意義上早經認識之極毒的物質，引作軍用化學物質之用，應歸功於法國人。是項事實，並不因此種毒物(即氫氰酸)作為軍用氣體物質時在多數情形下之鮮有效力而變更。法國人取此步驟時，係完全的確信其重要；此點可自其軍用氣體物質分類法見之；在是項分類中，彼等將劇毒性物質(les grands toxiques)一類，內中僅有氫氰酸一物為單獨代表物者，特別提出而置之於各類之首(參觀第 47 頁)。在德國方面，氫氰酸一物，不論其在純淨狀態下或在混和物內，均未曾應用。在德國的氰化二苯砷(Diphenyl-cyano-arsine)及奧國的溴化氰(Cyanogen Bromide)二種含氰基之化合物中，氫氰酸之致毒功效，均不存在。

純淨之氫氰酸，不能在純淨之狀態下保存之，而經過頗速的分解，失去其效力。為得能以保存氫氰酸起見，需將其與有酸性反應之物質(如三氯化砷或四氯化錫等)混和之。

法國之“凡山里特”(Vincennite)榴彈，內含氫氰酸混和物；其得此項軍事上之隱名，係其關於此方面之研究，最初係在凡山(Vincennes)地方進行。此項榴彈之填充物，為等量之氫氰酸及三氯化砷，另外並加有四氯化錫及三氯甲烷(Chloroform)；不用四氯化錫時，則用“芒千里特”(Manganite)之隱名〔參觀第 48, 49 頁間之表上〕。無論如何，在此兩種混和物內，氫氰酸之揮發亦屬異常之速，故在空曠地面上，其效力殊小。

#### d 芥子氣類

在此類中，吾人亦如上類之僅有一種代表物；此項代表物，

即係二氯二乙硫。

二氯二乙硫 (Dichlorodiethyl Sulfide)——此物在德國之隱名為“黃十字軍用物質”(Gelbkreuzkampfstoff)或“羅斯特”(Lost)；法國人名之為“伊迫禮特”(Yperite)，英國人則稱之為“芥子氣”(Mustard Gas，德文譯為 Senfgas)。是項化合物，為德國黃十字彈藥之有效的組份。關於其用作軍用氣體之發現，已見前文(參觀第 31—32 頁)。此項化合物之第一次製備，當歸功於德斯卜悅茲 (Despretz) 氏〔參觀化學物理雜誌 (*Ann. Chim. Phys*) 1822 II, 21,428)；德氏自乙烯(Ethylene)在二氯化二硫(Sulfur Monochloride)上之作用，得出一種稠性的(zähe)液體，有令人不適之臭味者；此物實係已是不純淨的二氯二乙硫。據弗禮司(Fries)氏云(參考 82)，此物以後在 1854 年，為黎奇(Richie)所製成，而在 1860 年鼓特禮(Guthrie)氏將其描寫之〔參觀德國化學及藥物學雜誌 (*Annalen der Chemie und Pharmacie*) 第 113 卷，第 266 頁(1860 年)上所載鼓特禮(F. Guthrie)氏著之有  $C_nH_n$  式之烴的數種衍生物(*Über einige Derivate der Kohlenwasserstoff  $C_nH_n$* )一文〕。在同年，尼曼(A. Niemann)亦用同樣方法，即自乙烯與二氯化二硫之作用，在不純淨之狀態下製成此項化合物，並將其功效作適當的描寫〔參觀德國化學及藥物學雜誌 (*Annalen der Chemie und Pharmacie*) 第 113 卷，第 288 頁(1860 年)]。與買耶(Victor Meyer)在 1886 年之工作(參觀第 31 頁)同時，據現今俄國方面

所發表者〔參觀鄧金莫斯科(E. F. Dengin-Moskau)教授爲費希曼(J. Fischmann)氏所著之氣體戰爭(*Gasowaja Woina*, 1924年出版)一書所作之序],吾人知尚有俄國人塞令斯基(H. D. Selinski)者,在買耳(W. Meier)之試驗室內所作之同類研究。在1891年,雷伯(Th. Leber)氏曾作二氯二乙硫對於目部的影響之研究〔參觀雷伯(Th. Leber)氏著之發炎之由來及引起發炎的傷害之功效(*Die Entstehung der Entzündung und die Wirkung der entzündungserregenden Schädlichkeiten*)一書,1921年在萊不齊(Leipzig)出版)。據弗禮司(Fries)氏(參考 82)及哈如鄧(Haldane)氏(參考 181),均謂英國人在1916年夏(即在德國採用此物之前一年),已將二氯二乙硫之藥物學上的性質,是否合於氣體戰爭之用,加以試驗;但因其結果不甚滿意,復任此項思想作罷。據勒非標(Lefebure)氏之論著(參考 122),在同年法國三等軍醫佐(Oberstabsart)薛華立(Chevalier)氏,所提出與此相同之一建議,亦未成功。在同時德國方面之哈柏(Haber),弗魯禮(Flury),及其共同工作者,則正確的認識此項物質之軍事上的價值。

在完全純淨狀態下,二氯二乙硫爲一種在  $219.5^{\circ}$  下沸騰,在  $13.9^{\circ}$  下凝結,之油狀,無色,及幾於無臭的液體。此項物質,在固體狀態下,其比重在攝氏表零度( $0^{\circ} \text{C.}$ )下爲 1.362,在二十度下爲 1.262。是物之蒸氣壓力,比較的小,而與溫度極有關係。溫度愈高時,其蒸氣壓力愈高,故芥子氣在大氣內之收容

性(Aufnahmefähigkeit)亦愈大。

關於此點，回德(Vedder)氏(參考 202)給有下列之指向數目字(Richtzahlen):

溫度 (°C.)	蒸氣壓力 (水銀柱之毫米數)	在一升空氣內之最高濃度 (毫克數)
40	0.45	3.66
13.9	0.07	0.62
0	0.031	0.28
-17.8	0.0045	0.045

在對於尋常溫度成爲問題之範圍內，以下表中所列數價(參考 202)爲較準確(參觀書末第 587 上之附錄三):

溫度 (°C.)	蒸氣壓力 (水銀柱之毫米數)	在飽和狀況下一升空氣內 所含之毫克數
15	0.0417	0.401
16	0.0457	0.439
17	0.0499	0.480
18	0.0546	0.525
19	0.0596	0.573
20	0.0650	0.625
21	0.0709	0.682
22	0.0773	0.743
23	0.0842	0.810
24	0.0916	0.881
25	0.0996	0.958
30	0.1500	1.443
35	0.222	2.135

對於戰場之應用，所用之二氯二乙硫，爲不純淨之黑棕色工業產品；其其效的二氯二乙硫之含量，在百分之八十七至百分之九十間徘徊，其凝結點亦隨之而有相當之低降。美國出產之芥

子氣，在大戰時來不及應用者，含有百分之十七至十八之溶解的硫磺。

工業上之產品，含有硫化乙烯 (Schwefeläthylen) 作雜質；其所以有似芥子 (Senf)，辣根 (Meerrettich)，大蒜 (Knoblauch)，或葱 (Zwiebel) 之臭味，即在於此。視此項軍用物質純淨程度之不同，不僅其臭味之強度變動，即其種類亦有改變。以此之故，在何種限度下，此項臭味可用以徵實芥子氣在地域內之存在，為一個問題，尚未得一種無可反對的解決者。例如曾有人發表，謂用臭味以證實芥子氣之方法，在一千萬分之一 (即 1:10,000,000) 之濃度時，尚能應用。但戰場上之經驗，曾經指明，在一地域內作較長之勾留時，微量的芥子氣，在當時不能察覺其有任何臭味者，亦可產生傷害；按此必係其存在之數量較上述者為小，或則為量雖較此為大，但為強臭的加入混和物 (Beimischung) 或催淚物質 (如大戰後美國人所舉薦之氰溴甲苯，參觀第 57 頁) 所隱蔽。對於此項臭味試驗 (Geruchsprobe)，另有一事使人更感困難者，即據觀測，對於芥子氣之臭味感覺，甚速的變鈍。因此極明晰之辨識工具，使人能以化學反應，在地域內迅速的而無可反對的證明微量芥子氣之存在者，實有其需要。關於此點，在下文論氣體防護 (參觀第 309—310 頁) 時，將有詳細之報告。

二氯二乙硫，為劇性氧化劑 (如漂白粉，硝酸，過氧化物，高錳酸鹽，等) 所完全分解，而因此變為無效。以此之故，氧化劑

應稱為對付芥子氣之對抗劑(Gegenmittel)。各種氧化劑中,尤以漂白粉一物,在大戰時曾用之作地域去毒(Geländeentgiftung)之用;並在塗膏狀配合劑(galenische Präparat)之形式下,用以處理遇着芥子氣飛沫(Senfgasspritzer)之皮膚。漂白粉與二氯二乙硫之反應,進行如此之激烈,致在將兩物均用較大之數量時,可看見發火之現象。以此之故,在處理皮膚時,非用純淨的漂白粉而係將其與滑石粉(Talkum)之混和物當作漂白粉用(參考 79,202)。

為填充榴彈起見,在德國方面,係將工業產品(即不純淨之二氯二乙硫)加入百分之十至百分之二十五的易於揮發之溶劑,如四氯化碳,氯苯(Chlorobenzene),或硝基苯(Nitrobenzene),等,將其沖淡。此項最初係屬淺棕色之溶液,當其在砲彈內保存時,漸漸的得有深棕至藍黑之顏色。此類溶劑之加入,除他種優點外,可令二氯二乙硫之凝結點降低殊多,而使其即在冬季之低溫度下,其揮發性尚屬夠大。弗禮司(Fries)氏(參考 82)謂他種附加物質(Zusatzstoff),如硝基三氯甲烷,氫氰酸,及溴丙酮等,亦曾試用,但未得有顯著之成功。下列之一覽表,為弗禮司氏所排出者(參考 82),指明二氯二乙硫的凝結點因各種物質的加入而減低之結果:

加入物之百分數	加 入 物		
	硝基三氯甲烷	氯 苯	四 氯 化 碳
0	13.4°*	13.4°*	13.4°*
10	9.8°	8.4°	9.8°
20	6.3°	6.4°	6.6°
30	2.6°	-1.0°	3.1°

\* 據最近測定,應為 13.9° (參觀第 76 頁)。

法國製造工業產品，“伊迫禮特”(Yperite)，亦係按照德國的標準，用易於揮發的溶劑將其沖淡。在四氯化碳溶液內之“伊迫禮特”，稱之為“Yt”；在氯苯內者；稱之為“Yc”（T及C各為西文四氯化碳及氯苯二名之第一字母）。

按照其所選用之溶劑的種類及其因裝入炸藥的多少而得來之爆炸強度，此項二氯二乙硫的溶液，或分散成為氣霧(Gasschwaden)，即一種分為極細的顆粒，沉在地面上，而對濕氣殊屬穩定之霧；或僅分成一種黏在一起成為滴狀之所謂“芥子氣飛沫”(Senfgasspritze)。

芥子氣氣霧(Senfgasschwaden)，在乾燥天氣下完全不能看見；在潮濕之天氣下，亦祇能隱約的看見。除其不能看見之優點外，此物尚有一優點，即其最初不刺激眼部或呼吸器官，而祇對管理聞臭(Geruch)及嘗味(Geschmack)之神經微有作用，故幾於不能察覺。因爆炸而成之氣霧，其在遇着點(Treffpunkt)之有效期間，若係在空曠地域，約達六小時之久；在空氣流通時，此項時間相當的減少；在避風之處，則相當的延長。

芥子氣飛沫(Senfgasspritzer)，按照其爆炸之砲彈的大小及其當時流行之風力，射出一圈，大約十米或十米以上。此項飛沫，作細露(feiner Tau)狀而在地面，青草，穀類植物的莖(Getreidehalm)，及矮樹(Sträucher)之上存留〔此項現象，稱為“地面布毒”(Geländevergiftung)〕；在溫度較高或有日光照射時，即行發生氣霧(Gasschwaden)。是項飛沫，係屬異常穩

定；空氣中之濕氣或小雨之降下，均不使其消滅。惟大雨及降雪，乃能使其歸於無效，關於其有效期間，給有下列之數目字：  
在極熱的乾燥天氣下，達二十四小時；在微熱（warm）的乾燥天氣下，二日至三日；在潮濕的寒冷天氣下，七日至十日；在潮溼的寒冷天氣下，但同時有頗大的雨者，二日至三日；在避風處及寒冷的天氣下，一月或一月以上；在閉塞之處（如掩蔽，地窖，等），則一年內尚有之。

芥子氣飛沫，有一種性質，即凡物品之與之相接觸者，異常迅速的為其所浸透（durchdringen），與石油浸透物件之方式相似。就中最易遇着者，當推兵士所著的靴鞋（Stiefel）之皮革部份，及其制服與衣服諸品（Bekleidungsstücke）及裝具（Ausrüstungsstücke）等。因此是項軍用物質，易於傳至他處（verschleppt），而於彼時在該處（尤其若係較熱之處）發生氣霧。例如整個英國第七十七師團司令部（Divisionsstab）之直屬者（Angehörige），曾因利用來自一處二十四小時前曾受德國黃十字榴彈射擊之村落的被單（Bettwäsche）而致病（參考 121）是也。

雖然，不僅飛沫之機械式的接觸及液體的軍用物質之傳布，使芥子氣自射擊地（Beschussfeld）散開；在布毒地域上掠過之空氣（此項空氣，按照其速度及溫度，多少為上昇之氣霧所飽和），亦將芥子氣引開至他處。據大戰後美國人發表之論文（參考 208），在較大的布毒夠強之地面上，掠過（abstreichend）之空氣氣流，可將芥子氣在氣霧狀態下帶走至一仟米（一千碼）以

上之遙；且此項氣霧，不顯其濃度之減低，即在是項距離，對於無保護者，在吸入時間較長時，仍能有致死的功效。據云，自實際上試驗，曾經證明，當風力不太強時，在距按照規定布毒的地域，約五百米(五百碼)遠之處，其空氣中所含芥子氣之濃度，據測定尚能在三十分鐘內致死；此即謂空氣中之芥子氣含量為百分之七毛克(0.07 mg)時，仍有致死的功效。

以此之故，吾人在作每次芥子氣射擊時，均應計及下列各種功效可能性(Wirkungsmöglichkeit)：

(1) 直接功效：

(a) 在射擊時氣體狀氣霧 (gasförmiger Schwaden) 的功效；

(b) 在射擊時液體狀飛沫的功效；

(2) 飛沫之持久功效(Dauer Wirkung)：

(a) 因軍用物質在射擊處(Beschussstelle)蒸發而產生的功效，其有效距離，在對風方面(Windseite)達五百米，在大的平面散布氣體(Flächenvergiftung)，則達一公里之遠者；

(b) 因與在射擊處之飛沫接觸而發生的功效；

(c) 因傳布的(verschleppt)飛沫在他處蒸發而發生的功效；

(d) 因在他處與傳布的飛沫接觸而產生的功效。

芥子氣氣霧之在人身上的生理上功效，如上所云，殊鮮立即

出現；即高濃度在最初亦易忍受，而無刺激之現象。平均言之，其功效之開始，可以四小時至八小時後計算；甚少在一日或數日後，方始起首者。人身各部份中，最易感覺此項氣霧者，當推眼部；此項器官，據云即在一千四百萬分之一(1:14,000,000)之極弱的濃度時，已可於不注意中受其侵害。至其對於內部器官之影響，則與其他軍用氣體物質之影響有別；因在此處上部呼吸道(oberer Atemweg)所受之損害，較之肺部為深也。按照其起作用的期間之長短，此物之致死劑量為每升空氣內千分之六毛克至十分之二毛克(0.006—0.2 mg.)；自一般言之，每升空氣含百分之七毛克(0.07 mg.)之濃度，在吸入時間為三十分鐘之久時，可視作致死的情況(參考 202)按此二氯二乙硫係較光氣毒五倍；由此可見此項軍用物質，揮發性雖小，但其效力仍屬殊大。吾等已見，自理論上言之，在極熱之天，一升空氣可含芥子氣 3.66 毛克之多(參觀第 77 頁)，此即係五十倍其致死之劑量；在冷天約可達此項劑量之十倍，在嚴寒時則約可達其五倍。當軍用物質在自由的大氣(freie Atmosphäre)中蒸發時，若欲造成此項最高之濃度，當然需具有必需的條件，方能達到；此項條件，即同一份之空氣，需與液體的軍用物質接觸有一定時間之久，而當時並無風或上昇之空氣氣流(Luftströmung)流行是也。然而在空曠之處(Freie)，從無完全無空氣流動之事；故自一般言之，吾人不能期望在戰場上情形下，事實上達到此項濃度。雖然，吾人可假定，在風的流動殊屬微弱而撒布氣體的面積殊大時，其所

得之飽和數目字 (Sättigungszahlen), 近於上列之理論上的數價。易於揮發的溶劑之加入, 更使此項或有性增高。以此之故, 芥子氣氣霧, 因細分的液體二氯二乙硫在戰場上情形下之自動的蒸發而成者, 對於無保護的有機體 (Organismus), 應視為足以致死。雖然, 新時代的防毒面具, 對此成就無條件的安全保障。戰場上之經驗指明, 二氯二乙硫對目部及呼吸器官所產生之傷害, 大半係屬暫時的性質; 惟當在兵士之無保護的面部有極長時間及強烈的作用時, 乃可察得盲目 (Erblindung) 及死亡之事例。

除上述之對於目部及內部器官之功效外, 同時整個身體之表面, 亦為二氯二乙硫所侵害。此種功效, 自軍事上觀點言之, 實較上述之功效為更重要。強濃度的氣霧及芥子氣飛沫 (尤其後者), 對於人類之皮膚, 有侵蝕 (ätzend) 的作用; 且可透過衣服而引起發斑 (Hautausschlag), 痛苦的起皰, 黑色的燒炙處 (Brandstelle), 及在睪丸 (Hode) 與肛門 (After) 等處特別易於感受的皮膚之腫大, 等現象。在出汗 (例如因身體上之用力而出汗) 之後, 溼的皮膚, 更易受侵害, 且其為害亦更烈。各人之皮膚, 其對於芥子氣之感受性 (Empfindlichkeit) 不同; 同一人身上各處皮膚之感受性, 亦有不同。例如手上之皮膚, 尤其在手掌上者, 不若肩上市膚之易於感受; 臂上 (Arm), 胸上, 及背上之皮膚, 則係同樣的易於感受。各種人類種族之間其感受性亦有重大之區別。例如馬設如 (Marshall) 氏, 曾將二氯二乙硫對

於一千三百五十人(內中黑人八十四人)之皮膚的功效加以試驗(參考 143);其試驗之方法,爲使一滴芥子氣溶液在皮膚起作用十分鐘之久。凡過二十四小時後成有一疽(Erythem)者,其結果即視爲正的(positiv)。所用之芥子氣溶液,爲萬分之一(0.01%)及百分之一(1%)二種。在第一種濃度(即 0.01%)下,所得正的結果百分數爲百分之 3.3,在第二種濃度下則爲百分之 58.6;與此相較,在此兩種情形下對於黑人所得之正的結果,爲百分之零(0%)及百分之十七。根據此項結果及他種大戰後之研究結果(據該項研究,居住於熱帶之人種,對於芥子氣,經證明有顯著的難於感受性),某一英國學者(參考 181),曾以十分熱心得出一種結論,法國人之黑人補助部隊(Hilfstruppen)及英國人之印度聯隊,爲對付偉大的德國化學工業之一種有效的平重錘(Gegengewicht),而此類民族,僅將防毒面具作防護,即可在進攻的坦克車之後,衝入用芥子氣布毒的地域。

二氯二乙硫爲一細胞毒。此物對於一切細胞,與之直接的和接觸者,均起作用,而引起一種不能免去的(nicht zu behebend)細胞死去。瓦新(Warthin)及慰勒(Weller)二氏,在其所著的書中(參考 46)之芥子氣的病理學(*Pathology of Mustard Gas*)一章內,將此物之侵蝕功效比之於鹽酸的侵蝕功效,惟其強度遠較鹽酸爲大耳。弗魯禮(Flury)及斐蘭(Wieland)二氏(參考 80),着重的聲明一種驚人的事實,即芥子氣對人身之皮膚刺激,在其暫時的發展(Ausbildung)及其現象之形式,殊令

人憶及因較高溫度的作用及某種光線 (Strahlengattung) 所引起之傷害。 其在目部之現象,其外表亦與在用紫外光 (Ultra-violet Light),新鈾 (Mesothorium),或倫琴光 (Röntgen Ray, 即 X光) 照射後所得之現象相同; 其在皮膚上之表顯,則似在冰地日光燒炙 (Gletscherbrand) 熱氣燒盪 (Hitzverbrennung), 或倫琴 (即 X光) 傷害時所起之變化。 因此在此處有一驚人之現象,即一種在化學上確知的毒物,在極小之數量時,在活的細胞上發生與物理上能力 (Kräfte) 所引起者相同之功效。

德國黃十字砲彈之裝置,起初係在前線後之簡單的填充所 (Füllstelle) 行之,與綠十字彈藥之裝置相同。 雖然,以工作人員中皮膚傷害之出現,此項手續,不久即需改在後方之填充站 (Abfullstation) 行之(參考 65)。

德國所製黃十字彈藥,共分下列二種:

(1) 德國黃十字砲彈之僅裝少量炸藥者——此項黃十字彈,為其最初採用之形式。 在較小口徑之砲彈中,此項砲彈以後為更有效之黃十字爆裂彈所代。 對於大口徑之徒步砲兵 (Fussartillerie),除用黃十字爆裂彈外,同時仍保留僅裝少量炸藥之黃十字砲彈;在此項砲彈中置有一依軸直立 (axial),達於彈底之管。 是項砲彈,係在其飛沫功效 (Spritzwirkung) 上計算,其浸透可能性 (Durchdringungsfähigkeit) 及皮膚刺激,係屬特別的大;反之當其射擊時之直接的氣霧功效,則在此類砲彈對之較少考慮。 僅裝少量炸藥之黃十字砲彈,其用途主要的係在將地域撒布芥子氣以成“黃色區域” (Gelbe Räume),故為防禦戰中之模範的彈藥。

(2) 德國之黃十字爆裂彈 (Gelbkreuzbrisanzgeschoss)——此項砲彈,第一次於 1918 年三月在戰場上出現者,聯合氣體及爆裂兩種功效,與藍十字爆裂彈相同。 軍用氣體物質及炸藥在此項砲彈內之收容,係在兩個彼此隔絕之窩穴 (Kammer) 內。 前面之窩穴,係裝溶化之炸藥。 砲彈內之隔開,係用所謂之隔層

(Zwischenboden); 是項隔層, 爲一厚鐵片所作之帽 (Kappe), 其形爲拋物線體 (paraboloid) 狀。此類砲彈, 稱之爲“隔層砲彈”(Zwischenbodengeschosse, 簡稱 Z. B.); 以後綠十字爆裂彈之填充, 亦用此法(參考 65)。因其所裝炸藥量之大, 黃十字爆裂彈, 在其爆炸時, 其所含之難於揮發的液體狀軍用物質, 幾於完全變成氣霧。因此黃十字隔層砲彈 (Gelbkreuz-Z-B-Geschosse), 係在其氣霧功效上作較多的計算; 其所引起者爲上述之對於眼部及呼吸器官之致毒功效, 但附帶的亦引起全身表面上之皮膚刺激也。

### e. 砷化合物類

無機砷化合物, 在氣體戰爭中僅占有次要之地位; 其用途(例如三氯化砷)僅在作他種軍用化學物質之溶劑, 真正的屬於此類之軍用氣體物質, 爲脂肪族或芳香族之有機砷化合物。

以此之物, 吾人在此處所論者, 爲兩類不同之物, 卽芳香族砷 (aromatische Arsine) 及脂肪族砷 (aliphatische Arsine) 是也。此二類之砷, 自其化學上之性質, 氣體技術之行爲 (Verhalten), 及其生理上之功效言之, 彼此之間, 均有分別。

芳香族砷, 爲產生“毒煙”(或稱之爲“刺激煙”, 更爲正確) 之物, 因此可於本書後文第三章中討論防護用的煙及霧之產生時論之。雖然, 因其在產生“雜色區域”(Bunte Räume) 時, 此類物實有極大的氣體技術上之重要, 故在此處卽已應將其加以考慮。是類物有一特性, 卽其能以透過防毒面具之尋常的過濾器。

脂肪族之砷, 遠較芳香族砷爲毒; 而對於呼吸器官及整個的身體表面, 作用殊大。屬於此類物者有“路易毒劑”(Lewisite),

是類物無芳香族砷之極能透過面具吸收罐之功效。

### (a) 脂肪族砷

**氯化二苯砷(Diphenyl-chloroarsine)**——此物在德國隱名爲“藍十字軍用物質”(Blaukreuzkampfstoff)或“克拉克氣第一號”(Clark 1);爲德國藍十字榴彈中之化學組份。此項化合物,在1880年,已由拉可斯特(W. La Coste)及米希里斯(A. Michaelis)二氏,在不甚純淨之狀態下,作一油狀液體而製成之〔參觀德國“化學及藥物學雜誌”(Annalen der Chemie und Pharmacie)第201卷,第198及200頁(1880年)]。工業上之氯化二苯砷在氣體戰爭上應用者,爲一無色結晶狀的固體物,其熔點爲 $38^{\circ}$ ,沸點爲 $233^{\circ}$ ,遇水即極速的分解而成鹽酸及有毒性的氧化二苯砷(Diphenyl-arsine oxide)者。氯化二苯砷之一種特性,爲其極易以加熱使其蒸發。由此而生之小粒(Teilchen),係屬異常之小,其直徑爲 $10^{-4}$ 至 $10^{-5}$ 厘米。且氯化二苯砷一物,在固體狀態下及溶液內,均有侵害人之皮膚,使其發腫及起皰之能力,與芥子氣相似;即在蒸氣狀態下,亦有是項性質,但其程度較屬有限。雖然,在戰場上,是類皮膚刺激,惟在特殊情形下(例如在不嚴密之彈藥等等),乃始有之;反之因藍十字氣射擊而引起此項現象,則從未有人察悉之。

氯化二苯砷之蒸氣,在分成極細之狀態下,尙對鼻部,喉部,及較深之呼吸道(tieferer Weg),有極強的刺激功效。吸入百

分之三毫克 (0.03 mg.)，即足投一成人於一種極端的苦楚與虛弱之狀態下。在半分鐘至一分鐘內，呼吸器官，即已受不能忍受的刺激。此項刺激之現象，在作一次短時間的呼吸後或當立即離開含藍十字氣之大氣時，即行出現；其最高點則約在六分至十五分後方始達到，而其功效使人在半小時至二小時之內，失其戰鬥力，但以後並不留有事後功效(Nachwirkung)。最遲在次日內，受害者仍復完全恢復其作戰之能率(參考 144)。在吸入較大量時，功效較大，亦較持久，且殊有定期的 (mit grosser Regelmässigkeit) 嘔吐，亦行出現；但對於人類之持久的致毒功效，則尚未測得之。以此之故，氯化二苯胂實係一種模範的刺激物質。

美國人 (參考 82) 又曾證明，氯化二苯胂一物，在一千萬分之一 (1:10,000,000) 的濃度時，即足引起噴嚏刺激 (Niesreiz)，而在十萬分之一 (1:100,000) 時，即已有嘔吐刺激 (Brechreiz) 之作用。據彼等之研究，在強濃度下，此物為極毒之物，其毒性甚至較等量之光氣為大。

在前文第 30 頁上已經提及，氯化二苯胂一物，有透過各種防毒面具吸收罐，引起咳嗽刺激，而迫人取下面具之性質。雖然，對於此項吸收罐之透過，應予考慮者，惟有物質小粒之直徑在一萬分之一毫米 ( $1/10000$  mm.) 以下者 (參考 65)。為產生此類細煙起見，在德方曾試用兩法；第一法係將一種在易於揮發的溶劑內溶解之物質撒布 (Versprühen)，第二法則係將固體的物質

加熱而隨後將所成之熱蒸氣灑於冷空氣中。在需要迅速造成 (Beschaffung) 的壓迫下，德國人最初係取第一種方法；以其為較易之法也。此項壓迫，引起德國“綠十字彈第二號” (Grünkreuz 2) 之採用。

德國之“綠十字彈第二號”——此項砲彈，為十五厘米及二十一厘米之砲彈，內含百分之二十之氯化二苯胂溶液而以光氣為溶劑者（參考 65）。彈中置有一依軸直立 (axial) 之管，內裝炸藥；在爆炸時，此處之炸藥，將溶液作廣範圍的噴散。

德國之“藍十字爆裂彈” (Blaukreuzhrisanz) ——此項砲彈，表示上述第二種造成細煙之方法的實現；因在此處，氯化二苯胂之蒸發，係將此物在固體狀態下埋入適當分量之高炸藥內，而藉炸藥爆炸時所發生短時期之強熱以達到之也。因巨量熱之發生，一部份置入之刺激物質變成氣體；該項氣體，在空氣內迅速的冷卻而作細分之煙粒狀析出。此煙在分量比例及形式有適當之配置時，極為濃厚，其濃度計達每立方米二十毫克或二十毫克以上（參考 65）。上述方法，為德國藍十字砲彈之基礎，在德國一切口徑之大砲中，均引用之。

關於此項刺激物質在砲彈內之砲身安全 (rohrsicher) 的配置，應考慮其 $38^{\circ}$ 之低熔點。在炎熱之夏月中，此物殊有變成液體之危險。因此吾人將此物裝入玻璃瓶內而將此瓶之四周用炸藥灌滿。此項熱的配置法 (Heisslaborierung, 即將熔化的炸藥灌於玻璃瓶之四周)，對於十五厘米之榴彈，尚屬不足；在此處應將含刺激物質之玻璃瓶，以氧化鎂黏劑 (Magnesiakitt) 膠住於炸藥內（即用冷的配置法）。至在二十一厘米之臼砲彈藥 (Mörsermunition) 內，則用鉛製之盒以代玻璃瓶（參考 65）。

藍十字爆裂彈，聯合爆裂及氣體兩種功效；其所裝者，約三分之二為炸藥，三分之一為化學填充物。是項砲彈之用途，首在與綠十字氣同時使用（以後亦有與“黃十字氣第一號”並用者）以造成在作攻擊企圖時所謂之“雜色區域” (Bunte Räume)。

氰化二苯胂 (Diphenyl-cyano-arsine) 及二氯化苯胂 (Phenyl-dichloro-arsine) ——此二物之混和物，在德國隱

名爲“藍十字軍用物質第一號”(Blaukreuz-1-Kampfstoff) 或“克拉克氣第二號”(Clark 2)。是項混和物，單獨的或與藍十字氣相混和，以後在藍十字爆裂彈中，用之以代氯化二苯胂而射出之。此項混和物中之二物，均係與氯化二苯胂屬於同一類之砷化合物；氰化二苯胂爲一種熔點在  $31^{\circ}$  之固體，二氯化苯胂則係一種液體。二氯化苯胂一物，同時可作氯化二苯胂的溶劑之用(參考 65)。此二物與氯化二苯胂之生理上功效。其間並無基本的分別存在，然在德國方面，則謂氰化二苯胂爲更有效力之物。即在一立方米空氣內含有百分之一毛克(即一升內含一萬萬分之一克)之濃度下，氰化二苯胂一物，據云已有令人不適的刺激功效與之相聯；在濃度較此減半時，即可察覺一種清楚的(deutlich)臭味。且氰化二苯胂之事後功效(Nachwirkung)，亦遠較氯化二苯胂爲烈(intensiv)，而能保持至一較長之時間。

N-乙基咪唑(N-Ethyl Carbazole)，在大戰終結前不久，取以作藍十字砲彈之填充物。此物不屬於砷化合物內。其物理上性質爲熔點  $68^{\circ}$ ，沸點約  $190^{\circ}$  左右。據英國方面之報告(參考 132)，是物之刺激功效，遠較藍十字氣爲小；自事實上言之，此物並非一種刺激物質，其用途不過在作胂類化合物(Arsine)之溶劑而已。

氯化二苯胺胂圍 (Diphenyl-amino-chloro-arsine)  
——此物在美國之隱名爲“亞當毒劑”(Adamsite)，亦省稱“D. M.”按俄國方面發表之論文(參考 219)，尙在大戰之末期，意大

利方面，已曾採用此項化合物。據美國方面之報告(參考202)，此物係於1918年幾於同時在英國及美國發現。“亞當毒劑”(Adamsite)之名稱，係自美國發明者亞當斯(Adams)博士之名得來。在德國方面，當大戰時斐蘭(Wieland)氏已將此物製造並試驗之；但在戰場上，則尚未將其採用。是物之分子式為 $(C_6H_5)_2 \cdot NH \cdot AsCl_2$ ；此項分子式，指示在此處所有者，為二苯胺(Diphenylamine)與三氯化砷之化合物。自製造上言之，製造一噸之“亞當毒劑”，需用六百四十二仟克之二苯胺及七百三十仟克之三氯化砷。其工業上之製造方法，為意大利化學家康他地(Kontardi)及佛拉羅立(Fenaroli)二氏所完成及使其簡單化。在一切腫類之軍用氣體物質中，今推氯化二苯胺腫圍為最易製造者。

在化學上純淨之氯化二苯胺腫圍(Diphenylamino-chloroarsine)，為帶黃色之結晶固體；其熔點在 $195^\circ$ 左右，沸點在 $410^\circ$ 左右。將其在尋常氣壓下經過較長時間之煮沸後，即漸行分解。氯化二苯胺腫圍在尋常有機溶劑內之溶度，遠較他種同類物(例如“藍十字軍用物質”)為小；在光氣內此物幾於不能溶解。因此是物亦不合於與他種軍用物質混和而作氣體技術上有效的混和物之用。此外是物尚有與鐵，銅，黃銅，及青銅(Bronze)起作用之缺點。

備戰場用之工業產品，為一黃綠色至深綠色或棕色之結晶固體。在加熱時，此項工業產品，在 $160^\circ$ ，已有一小部份自行液

體化；但其主要部份，則至  $190^{\circ}$ ，始行熔化。

氯化二苯胺腫圓之功效，較之“藍十字軍用物質”為能持久。此物刺激鼻部及喉之黏液膜而引起強烈的噴嚏及咳嗽，與後者（即“藍十字氣”）相同；其對於目部及呼吸道之刺激，在最初之瞬息係屬殊弱，但在一分鐘內即增至不能忍受之程度，而在含軍用物質的大氣（Kampfstoffatmosphäre）之外，其功效尚能保持至三十分鐘左右之久。

在英國施行之實際上的試驗，指明此物在純淨狀態下，0.012 毛克之物，在一間三十立方米之房內蒸發（此即謂其濃度為三千萬分之一時），已屬不能忍受，而可於短時間內，將試驗動物殺死（參考 139）。

，在尋常溫度下，氯化二苯胺腫圓為一極其穩定的化合物，不與空氣中之溼氣及雨雪（Niederschläge）起作用者。因此一處用“亞當毒劑”射擊散佈氣體之地域，在頗長之時間內，可視為富有效力，對於爆炸此物亦屬穩定。雖然，實用上之經驗指出，惟在欲達到其最高效率時，乃有將“亞當毒劑”在熔化狀態下噴散之必要。為達到此項目的起見，英國人發明用特別之溫度節制器（Thermoregulator）；是項節制器，在榴彈或手榴彈裂開前數分鐘，使其所含化學填充物液體化。此項在熔化狀態下噴散之“亞當毒劑”，在空氣中作細煙狀出現，而有迅速的透過防毒面具吸收罐之性質及最強的刺激功效。

## (β) 脂肪族砷

二氯化乙砷(Ethyl-dichloro-arsine)及二溴化乙砷(Ethyl-dibromo-arsine)——此二物與亦有毒性之二氯二甲醚(Dichloro-methyl Ether)之混和物,在德國隱名為“黃十字軍用物質第一號,”(Gelbkreuz-1-Kampfstoff)或“濃綠十字軍用物質第三號”(Grünkreuz-3-Kampfstoff Dick),為德國“黃十字第一號砲彈”(Gelbkreuz-1-Geschosse)或“綠十字第三號砲彈”(Grünkreuz-3-Geschosse)之填充物(參考 132)。二氯化乙砷為一種無色液體,其微弱之芳香臭味,令人憶及水菓 (Obst) 者。此物之刺激功效,超過其與之相當之溴化合物;因此在作填充砲彈之用時,人多偏袒此項氯化物(參考 79)。

此項“黃十字第一號彈藥”,非若“黃十字彈藥”之為一種防禦時所用的彈藥,而係一種攻擊時所用的彈藥 (Angriffsmunition),與“綠十字彈藥”相同。以此之故,是項彈藥,以後亦得“有綠十字氣第三號”(Grünkreuz-3)之適當的名稱;其用途則大半係在將其替代綠十字氣而與藍十字氣一同射出以達到攻擊所用的“雜色區域”。

二氯化乙砷氣霧(Schwaden)對於身體表面之影響,實際上無關重要。液體狀的此項軍用物質,直接的與皮膚相接觸時,惟當一平方厘米 (Square Centimeter) 上有一至二毛克之此物時,乃能產生約計二十四小時之輕的轉紅及燒灸(Brennen)。雖然,手指甲一部份,則極易感受此物。在此處指尖變為藍白

色，而指甲之根(Nagelbett)，發生異常痛苦的發炙。是項痛苦，可以幾於毫不停止及減輕的繼續數日(甚至數星期)之久(參考79)。

德國之“黃十字第一號砲彈”或“綠十字第三號砲彈”——此項砲彈所含之軍用氣體物質，吸入時多半並不感覺，與綠十字氣相同。自其在戰場上之應用言之，此物與黃十字氣有二點極重要的區別；第一點爲此物之缺少對於皮膚的影響，第二點即其氣霧對於鼻，喉，胸各部的功效，在數分鐘之內即已出現，不必候數小時之久。在吸入一小量(在每立方米內約含五立方厘米之濃度下，呼吸一分鐘之久)時，因呼吸困難(Atemnot)及胸部拘攣(Brustkrampf)之故，使人失其戰鬥力達二十四小時之久；若吸入較大之量，則可致死。設在戴上防毒面具時已吸入小量之此物，則以有刺激功效，保持面具(不將其取下)，乃屬不可能之事。雖然，“黃十字氣第一號”在地域內之事後功效(Nachwirkung)，遠較黃十字氣爲短；因此是物爲一種彈藥，亦合於將一處隨後準備衝入的地域散布氣體之用。實言之，夏天在氣霧引去(Abzug)後一小時，即可進入此項地域；在冬天則需二小時之後。由此觀之，在氣體技術上，“黃十字氣第一號”幾於在各方面均與“綠十字氣”相似而與“黃十字氣”不同。

二氯化甲胂(Methyl-dichloro-arsine) ——此類胂之第三種代表物，二氯化甲胂爲一種無色液體，沸點 $132^{\circ}$ 。弗魯禮(Flury)氏將此物歸之於在大戰時曾經應用之軍用氣體物質之內，但關於其氣體技術上之應用，則迄今並無任何報告發表。美國人在大戰終了前不久，曾將此物製造及試驗。弗禮司(Fries)着重的聲明此物之劇毒性及其同時引起發炮之功效(參考82)。

二氯化 $\beta$ 氯乙烯胂( $\beta$ -Chlorovinyl-dichloro-arsine) ——此物美國人稱之爲“路易毒劑”(Lewisite)，省稱爲“M”在大戰時已來不及採用；其“路易毒劑”一名，係自其美國發明人

路易 (M. Lee Lewis) 之名得來〔參觀路易及潘金斯 (Lewis and Perkins) 所著氯化β氯乙烯砷之研究 (*The Beta-Chlorovinyl Chloroarsines*) 一文, 載美國工業化學雜誌 (*Industrial and Engineering*) 第十五卷第 290—295 頁 (1923 年)]。自德國化學家斐蘭 (H. Wieland) 發表的論文觀之〔參觀斐蘭及布柳默 (Wieland und Blömer) 所著之有機砷化合物綜成之研究 (Über die Synthese der Organischen Arsenderivate) 一文, 載德國李必虛氏化學雜誌 (*Liebig's Annalen der Chemie*), 第四百三十卷, 第三十頁〕。在大戰時之 1917 及 1918 二年中, 美國人發現此類以前, 在德國方面, 已曾製成氯化乙烯砷 (Chlorovinylarsines); 是項製備, 係用德國本國之方法, 對於路易氏之綜成係屬獨立的。

美國人對於此項新奇的軍用氣體物質, 予以異常大的希望。因彼等欲將此物, 採用一雨下設備 (Abregenvorrichtung), 將其自飛機上灑下, 故名之為“死亡之露” (The Dew of the Death)。為無條件的保存其製造法及性質之祕密起見, 在 1918 年, 於克利扶蘭 (Cleveland) 之郭外市 (Vorstadt) 魏羅斯皮 (Wilougsby) 地方, 曾有八百人自願的被困, 以迄大戰之終 (參考 111, 129)。雖然, 以英國之不慎, 其製造方法乃於 1921 年四月, 為格林 (Green) 及卜乃斯 (Price) 二氏在英國化學會雜誌 (*Journal of the Chemical Society*) 上發表之。

按照英國及德國之製備方法, 將乙炔 (Acetylene) 與無水之

三氯化砷，在有無水氯化鋁作接觸劑時起作用，即得三種氯化乙烯砷 (Chlorovinyl-arsines) 之混和物。此數種氯化乙烯砷均係無色至帶黃色之液體，其沸點彼此有區別，而其臭則似葵類 (Geranium) 者。此三種砷化合物，即係：

- (1) “路易毒劑 A” (Lewisite A)，即二氯化  $\beta$  氯乙烯砷 ( $\beta$ -Chlorovinyl-dichloro-arsine)，結構式為  $(\text{Cl}-\text{CH}=\text{CH})\text{AsCl}_2$ ；
- (2) “路易毒劑 B” (Lewisite B)，即氯化二  $\beta$  氯乙烯砷 ( $\beta\beta$ , Dichlorodiviny-arsine)，結構式為  $(\text{Cl}-\text{CH}=\text{CH})_2\text{As}-\text{Cl}$ ；
- (3) “路易毒劑 C” (Lewisite C)，即三  $\beta$  氯乙烯砷 ( $\beta\beta\beta$ , Trichloro-triviny-arsine)，結構式為  $(\text{Cl}-\text{CH}=\text{CH})_3\text{As}$ 。

在此三物中，“路易毒劑 A”為對於皮膚功效最強之化合物；“路易毒劑 B”之皮膚功效較弱，但其對於呼吸器官之影響則較強；“路易毒劑 C”一物，有極尖銳 (scharf) 及令人不適之臭味，其在雙方面均無效力。“路易毒劑 B”及“路易毒劑 C”二物，可將其加三氯化砷，在  $200^\circ$  至  $220^\circ$  之溫度下熱之，而變成真正的“路易毒劑 A”。

二氯化  $\beta$  氯乙烯砷，為一種重的油狀無色液體；在將其作較長時間之保存時，其色即行轉深。此物之凝結點為  $-13^\circ$  左右，沸點為  $19^\circ$  左右；其比重在零度 ( $0^\circ\text{C}$ .) 下為 1.920，在二十度下

爲 1.8855;其蒸氣壓力,在零度下爲 0.087 毛米,在二十度下爲 0.395 毛米。一升之空氣,在四十度下用“路易毒劑”飽和時,內含 15.6 毛克之此物;在凝結點之溫度下,則僅約含一毛克。

“路易毒劑”可在苯(Benzene)及其他有機溶劑內溶解;反之在水及稀酸內,則不能溶解。與水或空氣中之溼氣相接觸,此物即自行異常迅速的分解而因此變爲無效;此項分解之進行,在更高之溫度下或當有鹼性物(Alkalies)存在時,更爲迅速。

“路易毒劑”對於活人身上之功效,與芥子氣之功效極屬相似。此物侵害目部,內部及外部之呼吸器官,及整個身體表面。據回德(Vedder)氏云(參考 202),每升內含 0.048 毛克之此物,爲致死的劑量(此數大約係指在其內呼吸三十分鐘之久而言);每升含 3.44 毛克之此物,則爲引起發砲(blasenziehend)之濃度。按此“路易毒劑”一物,可爲一種異常有效的軍用氣體物質,在任何方面均不在芥子氣以下者。雖然,自事實上言之,此物在作呼吸毒(Atemgift)及皮膚毒(Hautgift)時之性質,均不若芥子氣之有效。因“路易毒劑”所受之傷,其痊癒遠較芥子氣傷爲迅速及痛快(glatt);且芥子氣的軍事上價值所在之延遲的傳染(Infektion)及附帶傳染(Sekundärinfektion),使受氣體傷者需要長期的處理者,在此處則係缺如。與芥子氣相反“路易毒劑”一物,以其對於目部及呼吸器官的刺激現象之立時開始,及其飛沫在遇着皮膚之處之立行引起一種發癢(Jucken),易於察

覺。在空氣中，小量之“路易毒劑”可自其一種銳利的 (stechend) 似葵類植物 (Geranium) 之臭味認識之。

“路易毒劑”作為軍用物質之重要性，在各國之氣體技術參考材料中，曾經大大的過分誇張；在報紙中，尤屬宣傳過甚。實則美國人本身 (參考 202)，現今亦着重的表示其懷疑，在戰場上之情形下，“路易毒劑”是否真正特別的有效。因此哈柏 (Haber) 氏之斷語 (參考 144)，謂美國之“路易毒劑”研究，已經放棄，似屬合宜。在大戰終了後美國所存之“路易毒劑”，計約達一百五十噸之數量者，據云在大戰後已將其載至海上，於離開海岸八十千米之處，將其沉於九千米深之處矣 (參考 160)。

#### f 爆炸及燃燒所生之氣體

##### (Die Spreng-und Brandgase)

近代炸藥之忽然的爆炸，產生有致毒功效的氣體；此項氣體，尤其對閉塞之處，如掩蔽部 (Unterstände)，迫擊砲陣地 (Minenstelle)，船艦及坦克車內 (Schiff und Tankräume) 等，實可立即引起致死的中毒此項爆炸所生之氣體 (Sprenggase)，其主要組份為一氧化碳 (Carbon Monoxide)；在此類散布氣體之大氣中，曾有人察得此物之成分達百分之六十。此物亦即係引起中毒之物質。至此外在爆炸時亦行產生之其他有毒氣體，如甲烷乙炔，氫氰酸，等，則自一般言之，均不能達到一種濃度，致其致毒功效有實際上的重要。散佈於空氣中之小量未分解的

炸藥，如三硝基甲苯 (Trinitrotoluene)，“硝化甘油”，亦更不致引起中毒也。

一氧化碳(Carbon Monoxide)——一氧化碳，爲一種無色，無臭，及無味之氣體；在稍溼的狀態下，可在空氣中着火，作一種帶藍色之火焰燃燒，而變成二氧化碳(即碳酸酐)者。將空氣之比重作爲一時，此物之比重爲 0.976；因此一氧化碳係較空氣爲輕。是物之液化，極難達到；需用 35,5 氣壓之壓力，方能得之；若在尋常之大氣壓力下，則需將溫度降至  $-190^{\circ}$ ，此物方變液體。此項氣體之致毒功效，係在其擠出血中之氧；而是項擠出，則係因其與血球紅色質(hemoglobin) 化合成爲一種化合物，即一氧化碳化血球紅色質(Carbon Monoxide Hemoglobin)。此外是物之中毒性，與真正的軍用氣體物質相較，係屬比較的小。關於此點，畢克 (Pick) 氏 (參考 153) 曾經搜集下列之數目字材料 (Zahlenmaterial)；在此處並將美國人羅齊特 (Frank S. Rositter) 之較新的工作 (參觀第 433 頁上所列之特別參考 25)，加入以補充之：

一氧化碳對於人之傷害限度(Schädlichkeitsgrenze)，按照羅齊特爲體積中含千分之 0.2 至 0.5 (0.2—0.5 Volumpromille)，按照魯不列 (Rubner) 氏爲體積中含千分之 0.5，按照層茲 (Zuntz) 氏爲體積中含千分之一。據哈如鄧 (Haldane) 氏，在體積中含千分之 2.1 的濃度下呼吸一小時後，可有生命之危險；反之按照羅齊特氏，則需四至五小時，方有是項危險。在

體積中含千分之 4.0 時，據羅氏在一小時內即有生命之危險；據德雷塞 (Dreser) 氏，在體積中含千分之 4.5 的濃度下呼吸二十至三十分鐘之久，顯然致死。在體積中含千分之 20.0 至 50.0 時，據羅氏，吸入數次後，即行致死。

據格雷安里 (Gréhani) 用犬試驗之結果，得有下列之中毒數目字：

在一氧化碳之濃度為體積中含千分之 10.0 時，呼吸二十分鐘後即死；在體積中含千分之 5.4 時，呼吸五十二分鐘乃死，在體積中含千分之 2.0 時，可以忍受三十分鐘。

據羅威 (Löwy) 氏之研究，血中危險的氧氣缺乏，在下列之一氧化碳濃度下出現：肺部氣穴內空氣 (Alveolarluft) 所含氧氣成分為百分之八時，體積中千分之 0.75 之一氧化碳，使危險的氧氣缺乏出現；肺部氣穴內空氣所含氧氣為百分之十六時，需有體積中千分之 1.5 之一氧化碳，肺部氣穴內空氣所含氧氣為百分之九十二時，則需體積中含千分之 8.5 之一氧化碳，方有此項現象。

自此項搜集，首先可見一氧化碳之比較小的毒性。從第一段中之報告，可得一結論，即此物之致毒限度，約在體積中含千分之 0.5 (此即與每一立方米含六毛克相當) 左右。羅威 (Löwy) 氏所得之結果，指明當空氣中之氧氣含量小於大氣中之尋常成分時，一氧化碳之致毒功效增加；當此項氧氣含量較大氣中之尋常成分為高時，則一氧化碳之致毒功效減低。在細微的肺部小

胞(Lungenbläschen)中之氧氣含量爲百分之十六,約與在尋常大氣中之呼吸相當;在此種情形下,一氧化碳之濃度爲體積中千分之1.5〔譯者按,原文在此處爲百分之1.5顯係錯誤,故特爲改正。〕,已屬危險。與此相對,在肺部氣穴內空氣所含氧氣成分爲百分之九十時,則此項危險帶(Gefahrzone),乃在爲體積中千分之8.5之一氧化碳含量。

一氧化碳在化學及物理方面均有某種程度的惰性(即不易起作用),爲值得注意之事;此項惰性,使將其化合以致變爲無害之努力,歸於無效。以此之故,一切作戰國之防毒面具吸收罐,對一氧化碳,亦均不給予任何防護。而吾人乃被迫於過濾器具之外,引用輕便的氧氣器具。在大戰中一氧化碳生成之主要機會,在上文已經言及,除地雷爆發外,即爲大口徑榴彈之落入閉塞之處。弗禮司(Fries)氏對此曾報告在世界大戰中之一次特別龐大的事例,據云當一次海戰中,在一英國軍艦內遭遇之者(參考82),一枚不緊(undicht)之德國爆裂榴彈,侵入此艦之內部而在該處發出如此大量之一氧化碳及氧化氮(Stickoxyd 參觀第104頁),以致數百(!)名之船員死去。一種重要之事,吾人應知之者,即自閉塞之處〔如混凝土製之支撐點(Stützpunkt),坦克車,軍艦之砲塔(Geschütztürme),等等〕作長時間的大砲及機關槍射擊時,因風之不利及空氣流通之缺少,比較大量的一氧化碳,可以出現。

自上列之討論觀之,在世界大戰中,從未故意使一氧化碳生

成；在此處所論者，乃係一種在化學戰爭中完全獨立，傷害殊小之局外者。與此相近的思想，即將一氧化碳作為一種氣體兵器而作有計劃的採用，在世界大戰中未曾實現。雖然，一種是類軍用氣體之優點，不必再加討論，即可明瞭；此項優點，尤在其不能察覺。人類之感覺器官（嗅官，味官，視官），均不受其暗示；而因其致毒功效，係屬漸漸的及不驚人的起始，故敵人可以不注意的吸入大量之此物，以致一氧化碳之較小的毒性，在某種限度內得有補救。另一主要的優點，為其透過防毒面具吸收罐。除損失之人數外，敵人之作戰能力，異常的大受妨礙；此點即僅自其帶入整個氣體防護中之不確定性（Unsicherheit）言之已然。敵人以不斷的受一氧化碳應用可能性之威脅，感覺不安，故必將其氣體防護兵器（Gasabwehrwaffen），改為加裝一種對付一氧化碳之設備也。

雖然，對於引用一氧化碳作為氣體兵器，有重要的反對理由存在。第一點，此物之比重係較空氣稍小；以此之故，一氧化碳在地域內揮發相當之速，並不鑽入低地（Vertiefung），塹壕（Graben），及掩蔽部，而因此不甚生效。此外將壓縮之一氧化碳裝入榴彈，迫擊砲彈，及氣筒內，均有某種技術上的困難與之相聯。因一氧化碳在一種極低之溫度下始行液化，在尋常氣壓下，則此物有一殊高的壓力，而因此對於彈殼行使一殊強的內部壓力。雖然，放棄用此物之主要理由，係如前文第 50 頁上已經言及者，在其當濃度微弱時之無效力，在是項濃度下，即受長時

間的影響時，亦不能達到任何有效之中毒現象。

將技術上的困難除去，以令一氧化碳成可以為軍用氣體物質，並非一種超出一切可能範圍以外之事。例如弗禮司(Fries)氏曾經着重的聲明（參考 140），在美國軍用面具中一般的採用一氧化碳防護劑，即“霍布加乃特”(Hopcalite，參觀第 400—401 頁)之問題，需俟假定一氧化碳在戰爭中於明顯的形式下之應用有其或有性之時，始應臨近之(nähertreten)。雖然，因在大戰後發現用過濾器具防禦一氧化碳之可能性(參觀第 414 頁)，現今使用一氧化碳以作有計劃的氣體兵器，其或有性變成異常之小，乃一毫無疑問之事。

雖其毒性比較的小，一氧化碳乃係在日常工業生活及工廠事業(Fabrikbetrieb)中殺人最多之毒物。〔參觀愛格里盧斯特(Egli-Rüst)著之化學工作中之意外事件(*Unfälle beim chemischen Arbeiten*), 1925 年出版。〕勒芬(Lewin)氏云〔參觀勒氏著之一氧化碳中毒(Lewin, L.—*Die Kohlenoxydvergiftung*), 1920 年出版〕，“一氧化碳每年對於健康及生命所要求之犧牲者，較任何其他毒物或多種其他毒物一起為多”。此項氣體之危險性首在其不能察覺。

氮之氧化物(Nitrose Gase)——在特殊情形下，例如當炸藥慢慢的燃燒時〔此即謂在彈藥的所謂之爆發(Verpaffen)或突燃(Auskochen oder Deflagration)時〕，除一氧化碳外，可造成為量不小之極毒的氮之氧化物（就中尤以二氧化一氮為最

多)。此類因突燒而發生氣體之現象，尤其在海軍中可以察得之。此外在大戰時火藥庫(Pulvermagazin)之燃燒，亦予人以機會，對發射藥(Treibpulver)燃燒時所生之氣體，在化學及藥物學方面，作詳細的研究。此類氣體在遇着者所引起之中毒現象，在四至六小時之後始行出現；而其患病之結果（即重的肺部傷害），其與軍用氣體中毒之相似，遠過其與一氧化碳中毒之相似；此兩點當時認為驚人之事實，因而引起一種猜想，謂在此處一氧化碳必係僅有次要之任務。自事實上言之，在此處引起傷害者，經指明乃係氮之氧化物。〔關於此點，請參觀雷曼及哈薩蓋瓦(Lehmann und Hasegawa)二氏所著之氮之氧化物 (*Die nitrosen Gase*)一文，載在德國衛生案卷(*Archiv für Hygiene*)雜誌 77, 1913；此外並可參觀希如特曼(Hiltmann)著之因氮之氧化物中毒之研究 (*Über Vergiftungen durch nitrose Gase*)一文，載在 1915 年之法律醫學四年刊 (*Vierjahresschrift für gerichtliche Medizin*)，第 60—72 頁。〕據畢克(Pick)氏對於燃燒的管狀藥(Röhrepulver)所生氣霧(Schwaden)之研究(參考 153)，此項氣體，幾於一半為一氧化碳，而僅有五分之一為氮之氧化物所組成；其分析所得之結果如下：

二氧化碳	18% (以體積比例計算)
一氧化碳	40% (以體積比例計算)
一氧化一氮	22% (以體積比例計算)

氫氣	9% (以體積比例計算)
氮氣	9% (以體積比例計算)
共	<u>98%</u>

除此各氣外，在此項烟霧(Rauchschwaden)中，尙證明其含有一列之芳香族硝基化合物。上列之成分表，僅有理論上的意義，以其惟在無空氣或氧氣時，方屬有效也。在實際上，燃燒所生之氣體，總以新鮮空氣沖淡；當時存在之氧氣及水蒸氣，並將一氧化一氮比較迅速的變成二氧化一氮，亞硝酸，及硝酸，但此各化合物，亦係有毒。

氮之氧化物的特點，爲其黃紅之顏色，催淚及引起咳嗽之刺激作用，及其在極稀薄時之甜味。此項氣體在軍艦上“大的氣體危險”(Grosse Gasgefahr)中，占重要之地位(參考 127)；是項氣體危險，其造成之可能性，係憑本艦所帶彈藥之燃燒，而此項燃燒，則多半以敵人砲彈之落中而起。以其同時造成一氧化碳，且因艦內大量的氧氣，爲變成氧化氮之手續所銷耗，故此項危險愈形其大也。

## B. 大戰時各國所用之氣體兵器

### a. 德國所用之氣體兵器

(1) 德國式之氣體榴彈 (Gasgranaten)

(據協約國在 1918 年五月一日所知者;參考 90,102)。

大砲種類及口徑	外觀標識(及譯名)	總重 (仔克數)	所裝炸藥 (苦味酸) 之重量 (克數)	化學填充 物之體積 或重量	化學填充物之種類
7.7 厘米野砲 (7.7cm.-Feldkanone)	一個綠色十字架 ("綠十字架榴彈")	7.10	23	0.585 升	氯甲三氯甲胺 (即"毒物質")
7.7 厘米野砲 (7.7cm.-Feldkanone)	一個綠色十字架("綠 十字架第一號榴彈" (Grünkreuz I))	7.29	23	0.610 升	"毒物質" 30-70%; 硝基三氯甲胺 70-30%
7.7 厘米野砲 (7.7cm.-Feldkanone)	一個藍色十字架 ("藍十字架榴彈")	7.39	23	0.124 仔克	不純淨之氯化二苯胺, 溶於 0.651 仔克之三硝基甲胺炸藥內。
7.7 厘米野砲 (7.7cm.-Feldkanone)	一個黃色十字架 ("黃十字架榴彈")	7.14	20	0.610 升	二氯二乙硫 81-90%; 溶於 20-10% 之四氯化碳或氯苯內。
10.5 厘米野砲輕榴彈砲 (10.5cm. leichte Feldhaubitze)	一個綠色十字架 ("綠十字架第一號榴彈")	16.20	56	1.340 升	"毒物質" 30-70%; 硝基三氯甲胺 70-30%
10.5 厘米野砲輕榴彈砲 (10.5cm. leichte Feldhaubitze)	一個藍色十字架 ("藍十字架榴彈")	16.60	58	0.410 仔克	氯化二苯胺, 溶於 1.3 仔克之 三硝基甲胺炸藥內。
10.5 厘米野砲輕榴彈砲 (10.5cm. leichte Feldhaubitze)	一個藍色十字架 ("藍科藍十字架榴彈" (Blaukreuz-Variation))	—	—	—	氯化二苯胺 55%; N 乙基吡啶 41%
10.5 厘米野砲輕榴彈砲 (10.5cm. leichte Feldhaubitze)	一個黃色十字架 ("黃十字架榴彈")	14.80	21	1.2 升	二氯二乙硫 80-90%; 四氯化碳或氯苯 20-10%。
10.5 厘米野砲輕榴彈砲 (10.5cm. leichte Feldhaubitze)	一個黃色十字架 ("變形黃十字架榴彈")	14.80	21	1.2 升	二氯二乙硫, 二氯二甲硫 溶於四氯化碳內。
10.5 厘米野砲輕榴彈砲 (10.5cm. leichte Feldhaubitze)	一個黃色十字架 ("變形黃十字架榴彈")	14.80	21	1.2 升	二氯二乙硫 77.5%; 硝基苯 11.5%; 氯苯 9%。
10.5 厘米野砲輕榴彈砲 (10.5cm. leichte Feldhaubitze)	兩個黃色十字架 ("黃十字架第一號榴彈")	—	—	1.2 升	二氯化乙硫 2%, 35%, 47%, 4%, 與此 相當, 有二氯二甲硫 98%, 65%, 53%, 96%
10.5 厘米野砲輕榴彈砲 (10.5cm. leichte Feldhaubitze)	一個綠色十字架(後期之"綠 十字架榴彈", 與"藍十字架榴彈" 同用以造成"綠色區域"者)	—	—	1.2 升	二氯化乙硫 37%; 二氯化乙硫 45%; 二氯二甲硫 18%。
10.5 厘米野砲輕榴彈砲 (10.5cm. leichte Feldhaubitze)	無標識	—	—	—	溶於純淨之二氯化苯胺。 (Phenylcarbylamine Chloride)
10. 厘米加農砲 (10cm. Kanone)	一個綠色十字架 ("綠十字架第一號榴彈")	17.50	60.0	1.33 升	"毒物質" 30-70%; 硝基三氯甲胺 70-30%
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個綠色十字架 ("綠十字架榴彈")	41.36	60.0	3.9 升	"毒物質"
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個綠色十字架 ("變形綠十字架榴彈")	41.36	60.0	3.9 升	"毒物質" 加溴丁酮。
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個綠色十字架 ("變形綠十字架榴彈")	40.60	60.0	3.91 升	溴丁酮。
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個綠色十字架 ("變形綠十字架榴彈")	39.88	60.0	3.91 升	二氯化苯胺 (Phenylcarbylamine Chloride)
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個綠色十字架 ("綠十字架第一號榴彈")	41.36	60.0	—	"毒物質" 70-30%; 硝基三氯甲胺 30-70%。
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個藍色十字架 ("藍十字架榴彈")	41.70	18.0	3.2 升	光氣 60%; "毒物質" 25%; 氯化二苯 胺 15%; 外加 0.187 仔克之三硝基甲 胺炸藥。
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個藍色十字架 ("藍十字架榴彈")	41.20	60.0	1.35 仔克	氯化二苯胺, 溶於 3.47 仔克之三硝基 甲胺炸藥內。
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個或兩個藍色十字架 ("藍十字架第二號榴彈")	—	—	—	氯化二苯胺
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個黃色十字架 ("黃十字架榴彈")	40.23	62.0	2.83 升	二氯二乙硫 80%; 氯苯 20%; 外加 0.7 仔克之三硝基甲胺炸藥。
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個黃色十字架, 砲彈上 印有假標("False Haube")	—	—	—	二氯二乙硫 72%; 硝基苯 28%。
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個黃色十字架 ("變形黃十字架榴彈")	—	—	—	二氯二乙硫 80%; 二氯二甲硫 20%。
15 厘米野砲重榴彈砲 (15cm. Schwere Feldhaubitze)	一個黃色圓符標式十字架 (Lothinger Kreuz) ("黃十字架榴彈")	—	—	—	二氯二乙硫及三硝基甲胺炸藥, 以隱匿 而用之。
15 厘米加農砲 (15cm. Kanone)	一個黃色十字架 ("黃十字架榴彈")	50.00	43.0	3.06 升	二氯二乙硫 80%; 氯苯 20%; 外加 0.7 仔克之三硝基甲胺。
21 厘米臼砲 (21cm. Mörser)	一個綠色十字架 ("綠十字架榴彈")	116.50	18.0	8.0 升	"毒物質" 65%; 硝基三氯甲胺 5%。
21 厘米臼砲 (21cm. Mörser)	兩個綠色十字架 ("綠十字架第二號榴彈")	116.50	18.0	8.0 升	光氣 60%; "毒物質" 23%; 氯化二苯胺 12%; 外加 0.876 仔克之三 硝基甲胺。
21 厘米臼砲 (21cm. Mörser)	一個綠色十字架 ("綠十字架榴彈")	—	—	—	二氯化乙硫 37%; 二氯化乙硫 45%; 二氯二甲硫 18%。
21 厘米臼砲 (21cm. Mörser)	一個黃色十字架 ("黃十字架榴彈")	116.50	18.0	8.0	二氯二乙硫 73%; 氯苯 15%; 二氯二甲 硫, 5%; 二氯二甲硫(Trioxymethylene) 5%。
21 厘米臼砲 (21cm. Mörser)	一個或兩個黃色十字架 ("黃十字架第一號榴彈")	—	—	—	二氯化乙硫 2% 或 63%; 二氯二甲硫 98% 或 47%。

## (2) 德國式之氣體迫擊砲彈(Gasminen)及氣體投射砲彈(Gaswerferflaschen)(參考 102)

最初時期之德國式氣體迫擊砲彈(半重氣體迫擊砲彈),口徑 26 厘米,含量約二十仟克者。

B 式迫擊砲彈(B-Minen),標識為彈頭上有一黃色之圈,化學填充物為溴丙酮;  
C 式迫擊砲彈(C-Minen),標識為兩個黃色圈,化學填充物為氯甲酸一氧甲酯;  
無標識之迫擊砲彈,化學填充物為溴丁酮。

口徑 76 厘米之德國式氣體迫擊砲彈(輕迫擊砲彈),含量約為 0.8 仟克者。

B 式迫擊砲彈(B-Minen),標識為一個黃色圈,化學填充物為 540 立方厘米(即 750 克)之二溴二甲苯,及二溴二甲苯;  
C 式迫擊砲彈(C-Minen),標識為兩個黃色圈,化學填充物為 540 立方厘米之氯甲酸一氯甲酯;  
D 式迫擊砲彈(D-Minen),標識為三個黃色圈,化學填充物為 700 立方厘米之“過物質”或光氣。

口徑 17 厘米之德國式氣體迫擊砲彈(中等迫擊砲彈),含量約為十仟克者。

B 式迫擊砲彈(B-Minen),標識為一個白色圈,化學填充物為 11,500 克之溴丁酮;  
C 式迫擊砲彈(C-Minen),標識為兩個白色圈,化學填充物為氯甲酸一氯甲酯或氯磺酸甲酯(Methyl-Sulfuryl Chloride);  
D 式迫擊砲彈(D-Minen),標識為三個白色圈,化學填充物為 8,500 立方厘米之“過物質”或光氣;  
黃十字迫擊砲彈(Gelbkreuz-Minen),標識為兩個黃色十字架,化學填充物為 83%之二氯二乙硫,12%之氯苯,及產烟之物質(紅磷,石蠟,及砷化合物等)等,其化學填充物之總重為 10,700 克;  
G 式迫擊砲彈(G-Minen),1918 年七月始採用,標識為白色之 G 字,化學填充

物為 57.5% 之光氣或 41.5% 之“過物質”，另加硝基三氯甲烷以湊足 100%，其化學填充物之總量為 12,500 克。

口徑 18 厘米之德國式氣體投射砲彈。

標識為藍色十字者，化學填充物為 48% 之氯化二苯肼及 51% 之六硝基二苯胺(Hexanitrodiphenylamine)，其化學填充物之總重為 5,240 克。

無標識者，化學填充物為 100% 之光氣，或 62% 之光氣，34% 之“過物質”，及 2% 之氯甲酸二氯甲酯(Dichloromethyl Chloroformate)。

口徑 16 厘米之德國式氣體投射砲彈。

無標識，化學填充物為光氣及發烟筒(Rauchzylinder)。

### (3) 德國式之氣體手榴彈(Gashandgranaten)

(參考 132)

種	類	外面標識	化學填充物
球形手榴彈(Kugelhandgranate)		紅色之“B”字	溴丁酮
球形手榴彈		紅色之“C”字	氯磺酸甲酯及 5% 之碳酸二甲酯
桿形手榴彈(Stockhandgranate)		藍色之“C”字	氯化二苯肼及等量之炸藥

除此表中所列者外，在最初時期，亦曾用內裝溴丙酮之氣體手榴彈；且其最初所取之形式，為玻璃製之手投惡臭球(Handstinkkugel)，以後乃為球形手榴彈。此外並曾用內裝氯磺酸的球形手榴彈以作產生烟幕之用。

### (A) 大戰時軍用氣體物質在德國製造之數量

在大戰時德國所製軍用氣體物質數量之數目字，曾經美國方面(參考 44)發表。雖然，據編者本人之判斷，此項數目字，並非取無可懷疑的事實為根據，故非絕對的可靠，因此在此處不將其重述。

b. 奧,匈帝國所用之氣體兵器(參考132)(1) 奧,匈式之氣體榴彈

大砲之種類及口徑	外面標識	化學填充物重量	化學填充物之種類
8 厘米加農砲 (8cm. Kanone)	Ce	0.4 仟克	溴化氰(Cyanogen Bromide)
15 厘米榴彈砲 (15cm. Haubitze)	Ce	—	溴化氰(Cyanogen Bromide)
15 厘米白砲 (15cm Mörser)	Ce	—	溴化氰(Cyanogen Bromide)
8 厘米加農砲	Be	0.4 仟克	溴丙酮
15 厘米榴彈砲	Be	—	溴丙酮
15 厘米白砲	Be	—	溴丙酮

在最初時期中,此表中所列兩種化學填充物,係在同一砲彈內聯合而用之(是項榴彈為 Ce—Be 榴彈);其數量之比例為 25% 之溴化氰,25% 之溴丙酮及 50% 之苯(Benzene)。此項含兩種化學填充物之榴彈,第一次係在意大利前線康披耳樂(Campiello)附近採用之;故此項軍用氣體物質之混和物,意大利人名之為“康披耳立特”(Campiellite)。以後因此項混和物之保存性殊壞,且其致毒功效經儲藏後即行減少,故改將 Ce 及 Be 填充物分開裝於不同之砲彈內;但在彼時仍將此兩種砲彈聯合射擊,與德國之雜色十字彈(Bunkreuz)射擊法相同,然所用二類彈之比例則為六與一之比(即每六枚 Ce 砲彈配一枚 Be 砲彈)。

此外各種口徑之刺激榴彈,內裝溴化二甲苯(Xylyl Bromides)〔即T榴彈〕或溴丁酮者,亦均曾射出。

在大戰末期中,匈牙利之砲隊,又曾在德國之西方前線,射擊內含二氯二乙硫填充物之榴彈(參考 132)。

(2) 奧,匈式之氣體迫擊砲彈,氣體投射砲彈,  
及氣體手榴彈

奧,匈式之氣體迫擊砲彈及氣體投射砲彈,其所用之口徑有 9 厘米,14 厘米,22.5 厘米,及 26.5 厘米等;其所含之化學填充物則為溴丁酮(有此項填充物者稱

爲 B<sub>3</sub> 式迫擊砲彈或投射砲彈 (Be-Minen) 或氯甲酸一氯甲酯 (有此項填充物者稱爲 K 式迫擊砲彈或投射砲彈 (K-Minen))。22.5 厘米之氣體投射砲彈，內含 15 升之光氣。

奧，匈之氣體手榴彈，內裝 T 物質 (T-Stoff) 或光氣與硝基三氯甲烷之混合物。

### c. 法國所用之氣體兵器

#### (1) 法國式之氣體榴彈

(按照 1918 年初之情形，參考 56,90)。

大砲之口徑	彈殼重量 (Leergewicht) [仟克數]	化學填充 物之重量 (仟克數)	化學填充物之種類
7.5 厘米	4.5	0.75	光氣 50—60%；四氯化錫或三氯化砷 50—40%。
7.5 厘米	4.5	0.45	氫氰酸 50%；三氯化砷 50%。
7.5 厘米	4.3	0.95	碘丙酮 50%；三氯化砷 50%。
7.5 厘米	4.85	0.33 (0.075)	苯基碘甲烷 60%；苯，甲苯或二甲苯 40%。 (四氯化錫，置於一特別之管內)。
12 厘米	15.5	—	光氣及三氯化砷。
12 厘米	17.0	1.8	光氣 60%；四氯化錫 40%。
12 厘米	17.2	1.1	氫氰酸 46%；三氯化砷 54%。
15.5 厘米	39.5	4.4	光氣 50%；三氯化砷 50%； 或光氣 60%，四氯化錫 40%。
15.5 厘米	39.5	2.6	氫氰酸 50%；三氯化砷 50%。
15.5 厘米	32.2	10.3	光氣 50%；三氯化砷 50%。

在法國氣體榴彈中曾經用過之軍用氣體物質，約計共有三十種左右不同之物，內中除在上文第 48, 49 頁間之表中所列者外，尚有下列各種值得注意：

氫溴甲苯 (Bromobenzyl Cyanide)，隱名爲“卡米特”(Camite)；

丁硫醇 (Butyl Mercaptan)；

氯化氫 (Cyanogen Chloride)，隱名爲“莫糾里特”(Mauguinite)；

氯化氫與三氯化砷之混和物，隱名為“飛屈特”(Vitrite)；

二氯化砷  $\left(\text{Thiophosgene, S}=\text{C}\begin{matrix} \text{Cl} \\ \text{Cl} \end{matrix}\right)$  隱名為“拉克禮米特”(Lakrimite)。

### (2) 法國式之氣體迫擊砲彈

在法國氣體迫擊砲彈內所用之化學填充物，有下列數種：

氯磺酸乙酯 (Ethyl-Sulfuryl Chloride)，

光氣溶解於四氯化錫內，

氫氰酸及三氯化砷。

### (3) 法國式之氣體手榴彈

在法國氣體手榴彈內所用之化學填充物，有下列數種：

氯丙酮，

氯丙酮及溴乙酸乙酯，

氯丙酮及丙烯醛 (Acrolein)，

二氯二乙硫 (在 1918 年之未用之)。

### (4) 法國式之氣體槍榴彈

在法國氣體槍榴彈 (Gasgewehrgranaten) 內所用之化學填充物，有下列二種：

溴乙酸乙酯，

氯丙酮。

### (5) 法國式之氣體飛機炸彈

在法國氣體飛機炸彈 (Gasfliegerbomben) 中曾經用過之化學填充物，有氫氰酸一物，曾在“凡山里特”(Vincennite) 混和物之狀態下用之。

### (6) 法國式之吹放氣筒

在法國吹放氣筒 (Blaszylinder) 中曾經用過之化學填充物，有下列三種混和

物：

氯氣(Chlorine)與四氯化錫之混和物，

氯氣與三氯化砷之混和物，

氯氣與光氣之混和物。

至各種混和物中所含組份數量之比例，則無一定(schwankend)。

(7) 大戰時軍用氣體物質在法國

製造之數量(參考 110)

軍用氣體物質之種類	在戰場探用之日期	總量
碘丙酮(Iodoacetone) .....	1915年之末	36噸
硝基氯甲苯(Nitrobenzyl Chloride).....	1915年之末	8噸
碘甲苯(Benzyl Iodide) .....	1915年之末	90噸
丙烯醛(Acrolein).....	1916年一月	183噸
氯(Chlorine).....	1916年二月	24,000噸
光氣(Phosgene) .....	1916年二月	15,800噸
“凡山里特”(Vincennite) .....	1916年七月	4,160噸
硝基三氯甲烷(Chloropicrin).....	1916年之末	493噸
溴丙酮(Bromoacetone) .....	1916年之末	481噸
氯磺酸乙酯(Ethyl-Sulfuryl Chloride).....	1916年之末	71噸
二氯二乙硫(Dichlorodiethyl Sulfide).....	1918年六月	1,967噸
硫酸二甲酯(Dimethyl Sulfate)及 氯磺酸(Chlorosulfonic Acid) .....	1918年九月	40噸

(8) 法國在1918年各月中所製“伊迫禮特”

(Yperite)之數量(參考 110)

月	份	數量	月	份	數量
三	月	240仟克	八	月	280噸
四	月	17噸	九	月	340噸
五	月	150噸	十	月	510噸
六	月	200噸	十一	月(一日至十一日)	200噸
七	月	270噸			
		共計	1,967 噸		

用此項數量之“伊迫禮特”，法國自 1918 年四月一日起，至 1918 年十一月十一日止，共裝填榴彈之數目如下：

7.5 厘米榴彈	2,160,000 枚
10.5 厘米榴彈	91,000 枚
15.5 厘米榴彈	155,000 枚
共計	2,406,000 枚

### (9) 法國對於協約國在氣體技術上之

援助(參考 110)

在大戰時法國曾對其協約各國，供給各種口徑及種類之氣體榴彈；其數量按國別支配如下：

比利時	190,000 枚氣體榴彈
希臘	12,000 枚氣體榴彈
意大利	90,000 枚氣體榴彈
葡萄牙	45,000 枚氣體榴彈
羅馬尼亞(Roumania)	50,000 枚氣體榴彈
俄國	12,000 枚氣體榴彈
美國	940,000 枚氣體榴彈
共計	1,139,000 枚氣體榴彈

英國共自法國接受七千噸之窒息氣體（內中六千二百噸為光氣），美國接受一百五十噸是項氣體，意大利接受八百五十噸。

#### d. 英國所用之氣體兵器

##### (1) 英國式之氣體榴彈(參考 90)

大砲之口徑	彈殼重量 (Leergewicht) 〔仟克數〕	化學填充 物之重量 (仟克數)	化學填充物之種類
11.4 厘米	14.65	0.870	碘乙酸乙酯(Iodoacetic Ester)。
11.4 厘米	14.65	0.850	碘乙酸乙酯 70%；酒精及乙酸乙酯 30%。

11.4厘 米	14.65	1.00	硝基三氯甲烷
11.4厘 米	13.50	1.50	硝基三氯甲烷 80%；碘乙酸乙酯 15%。
11.4厘 米	13.59	—	碘乙酸乙酯 80%；酒精及乙酸乙酯 20%。
11.4厘 米	13.20	0.89	氫氰酸 55%；三氯化砷 45%。
11.4厘 米	13.56	1.64	硝基三氯甲烷 78%；四氯化錫 22%；(NC 混和物)。
11.4厘 米	12.70	1.52	碘乙酸乙酯 75%；酒精及乙酸乙酯 25%。
11.4厘 米	13.06	1.85	硝基三氯甲烷 90%；碘乙酸乙酯 10%。
11.4厘 米	13.10	1.85	硝基三氯甲烷 76%；四氯化錫 24%；(NC 混和物)。
11.4厘 米	12.70	1.60	光氣 50%；三氯化砷 50%。
11.9厘 米	16.80	1.40	硝基三氯甲烷。
12.7厘 米	24.00	—	碘乙酸乙酯。
12.7厘 米	24.00	2.00	硝基三氯甲烷。
12.7厘 米	23.40	2.00	碘乙酸乙酯 70%；酒精及乙酸乙酯 30%。
12.7厘 米	23.50	2.40	光氣 53%；三氯化砷 47%。

除此表中所列者外，在 1918 年之末，並曾用含二氯二乙硫之氣體榴彈。

### (2) 英國式之氣體迫擊砲彈及氣體投射砲彈

在英國氣體迫擊砲彈及氣體投射砲彈內所用之化學填充物，計有下列各種：

- 碘乙酸乙酯，
- 硝基三氯甲烷，
- 光氣(純淨的)，
- 百分之八十的硝基三氯甲烷與百分之二十的四氯化錫之混和物(NC 混和物)，
- 氮氣與光氣之混和物。

### (3) 英國式之氣體手榴彈

在英國氣體手榴彈內所用之化學填充物，計有下列各種：

百分之七十五的碘乙酸乙酯與百分之二十五的酒精之混和物，  
 碘乙酸乙酯(純淨的)，  
 百分之八十的硝基三氯甲烷與百分之二十的四氯化錫之混和物(NG混和物)，  
 二氯二乙硫(在 1918 年之未始用之)。

#### (4) 英國式之吹放氣筒

在英國吹放氣筒中曾經用過之化學填充物，計有下列各種：

氯氣，  
 氯氣與光氣之混和物，  
 氯氣與硝基三氯甲烷之混和物。

至上列兩種混和物中所含組份數量之比例，則無一定。

#### e. 俄國所用之氣體兵器

##### (1) 俄國之氣體榴彈(參考 90)

大砲之口徑	彈殼之重量 (Leergewicht) (仟克數)	化學填充 物之重量 (仟克數)	化學填充物之種類
7.6 厘 米	5.50	—	氯丙酮(Chloroacetone)。
7.6 厘 米	5.50	—	氯化三氯甲烷(Perchloromethyl Mercaptan) 及二氯化二硫(Sulfur Monochloride)
7.6 厘 米	5.50	0.71	硝基三氯甲烷 56%; 氯化硫醯(Sulfuryl Chloride)44%。
7.6 厘 米	5.50	0.75	硝基三氯甲烷 45%; 氯化硫醯35%; 四氯化錫 20%。
7.6 厘 米	5.50	0.72	光氣及四氯化錫。
7.6 厘 米	5.50	0.50	氫氰酸 50%; 三氯化砷 50%。
15.2 厘 米	36.55	3.75	光氣 60%; 四氯化錫 40%。
15.2 厘 米	36.30	3.60	光氣 60%; 硝基三氯甲烷 5%; 四氯化錫 35%。

(2) 俄國式之吹放氣筒

在俄國吹放氣筒中曾經用過之化學填充物，計有下列各種：

- 氯氣，
- 氯氣與光氣之混和物，
- 氯氣與硝基三氯甲烷之混和物。

f. 意大利所用之氣體兵器

意大利式之氣體榴彈

大砲之口徑	彈殼重量 (Leergewicht) 〔仟克數〕	化學填充 物之重量	化學填充物之種類
7.5 厘 米	5.45	0.465	硝基三氯甲烷。
7.5 厘 米	5.44	0.32	碘甲苯基 70%；苯 30%。
10.5 厘 米	15.30	0.80	光氣 91%；二硫化碳 5%；三氯甲烷 4%。
14.5 厘 米	30.00	5.55	光氣。
14.5 厘 米	29.2	2.30	硝基三氯甲烷。

除此表中所列者外，意國並曾於 1918 年之末，射擊法國所供給之二氯二乙硫。

g. 美國所用之氣體兵器

(1) 美國式之氣體榴彈，在世界大戰時

已來不及射擊者(參考 82)

大砲之口徑	用光氣作填充 物時之磅數*	用 NC 混和物作 填充物時之磅數	用芥子氣作填充 物時之磅數
7.5 厘 米	1.32	1.75	1.35
12 厘 米	4.27	6.20	4.20
15.2 厘 米	11.00	15.40	10.35
15.5 厘 米	22.00	30.30	21.60

\* 一磅等於 454 克。

因技術上之困難，美國人在大戰時僅曾裝填7.5厘米之榴彈；其所裝填充物及其彈數各如下：裝光氣者 2,009 枚，裝硝基三氯甲烷（在 NC 混和物之形式下）者 427,771 枚，裝芥子氣者 155,025 枚。在此項裝好之氣體榴彈中，有 300,000 枚裝 NC 混和物者及 150,000 枚裝芥子氣者，曾用船向歐洲輸送。

## (2) 他種美國式之氣體兵器

美國式之氣體利文式投射砲彈 (Livens-Bomben)，內含三十磅之光氣；氣體手榴彈，含 0.446 磅之四氯化錫，發烟手榴彈 (Rauchhandgranaten) 則含 0.67 之白磷。

在大戰時裝好之彈數，有 25,689 枚之利文式投射砲彈，363,776 枚之氣體手榴彈，及 440,153 枚之發烟手榴彈；內中有下列數目曾經用船運往歐洲：利文氏投射砲彈 18,600 枚，氣體手榴彈 175,080 枚，發烟手榴彈 224,984 枚。

自下列之由法羅 (Farrow) 氏 (參考 59) 搜集而成之表觀之，可見此各種彈裝填之數目按月如何支配：

年 月	7.5 厘米 榴 彈			手 榴 彈		利文式 光氣投 射砲彈	飛 機 炸 彈	
	NC 混 和 物	光氣	芥子氣	白 磷	四 氯 化 錫		第一種 (Mark I)	第二種
1918年七 月	62,866	—	—	8,696	1,639	—	—	—
1918年八 月	125,951	—	—	170,160	56,763	1,738	350	—
1918年九 月	110,358	1,988	75,529	51,421	127,319	6,355	—	1,998
1918年十 月	109,704	12	79,272	110,298	147,669	12,026	184	100
1918年十一 月	15,892	9	224	98,948	30,386	5,570	8	6
共 計	424,771	2,009	155,025	440,153	363,776	25,689	542	2,104

至裝填工場 (Abfüllsanlage) 按月之裝填能率，則在 1918 年十一月時，為下列數目 (參考 59)：

7.5 厘米氣體榴彈	2,400,000 枚
12.0 厘米氣體榴彈	450,000 枚
15.2 厘米氣體榴彈	180,000 枚
15.5 厘米氣體榴彈	540,000 枚
氣體手榴彈	750,000 枚
氣體利文式投射砲彈	30,000 枚
發烟手榴彈	460,000 枚

(3) 大戰時軍用氣體物質在美國製造  
之數量(參考 212)

當大戰時愛奇塢兵工廠(Edgewood Arsenal)之總出產量如下:

軍用化學物質之種類	製成之磅數	內中用船運往歐洲之磅數
氯,液體的 .....	5,450,000	2,976,000
氯,氣體的 .....	2,208,000	—
硝基三氯甲烷.....	5,552,000	3,806,000
光氣.....	3,234,000	840,000
芥子氣.....	1,422,000	380,000
氰溴甲苯.....	10,000	—
白磷.....	2,012,000	342,000
四氯化錫.....	2,012,000	212,000
四氯化鈦(Titanium Tetrachloride)...	362,000	—
芥子氣.....	1,422	—

在 1918 年十一月一日,愛奇塢兵工廠之每日出產量,為下列數目字(參考212):

- 硝基三氯甲烷.....100,000 磅
- 氰溴甲苯.....6,000 磅
- 光氣..... 70,000 磅
- 芥子氣..... 30 噸\*

在 1918 年十二月中,美國之芥子氣製造能力,已增至每日一百五十五噸;內中八十噸係在愛奇塢製造,二十五噸在赫德森 (Hudson)河旁之赫斯丁 (Hastings)地方之附近製造,五十噸在把法羅 (Buffalo)地方製造。至氯氣一物則在 1918 年八月時,已能每日製一百噸矣。

3. 氣體攻擊之技術(Technik des Gasangriffs)

a. 吹放攻擊法(Blasverfahren)

在討論氣體攻擊法之技術部份時,吾人取吹放攻擊法為起

\* 一噸等於 1,016.048 仟克;參觀書末第 586 頁之附錄二。

點，因第一次軍事上使用氣體之大的成功，係以採用此種方式而得之也。

在前文討論化學部份已經言及之氯之性質，即其在尋常溫度下之氣體狀態，其在六氣壓(6 atmospheres)壓力下之易於凝成液體，其比重之較空氣重二倍半，及其能以低廉價格迅速的製成其所需的數量之可能性，使此物合於作放射攻擊法之真正實行者(eigentlicher Träger)之用。在此項用途上，氯以後仍然保留；光氣，“過物質”(Perstoff)，發烟之氯化物，硝基三氯甲烷，及氫氰酸等，雖有時在個別之情形下(例如在有時用光氣時)其成分可增至百分之六十，但終不過附加物質(Zusätze)而已。

器具(Gerät)——在第 60 頁上已經言及，液化之氯，並不與鐵起作用，故可毫不遲疑的將其在鐵製之氣筒內保存之。為更求安全起見，德國之氯氣筒(Chlorflaschen)，在其裏面掛有一層之鉛。一枝上昇管(Steigrohr)，上安氣門(Ventil)者，插入氣筒內，幾達其底(參觀書末附圖 3)。將氣門開放時，在氣筒內部液體水平(Flüssigkeitsniveau)上之小量之氣體狀的氯，對此一柱液體(Flüssigkeitssäule)加以壓力而因此使液體之氯氣流出，至空氣中立即變為氣體。第一次在伊迫(Ypern)附近施行此項攻擊時，所用者有一千六百隻工業上所用之尋常長形的大號氣筒；同時並製成及採用四千隻較小的氣筒，其長度較工業上所用者約短一半，但其寬度則係較大者。此項較小的氣筒之形式，以後仍視為較佳，以其較為方便(handlicher)，且不需埋入

如此之深也。是項氣筒，每隻重三十八仟克，其所含之物則重二十仟克。最初裝填此項氣筒，係在後方行之。以後則每一氣體聯隊接受四十輛油槽車 (Tank wagen)，內裝自後方送來之液體氯，而將此項氯在前線之後裝入鋼製氣筒內。

協約國方面(參考 139)，共備有三種之氣筒如下：

氣筒種類	總重 (仟克數)	含量 (升數)	直徑 (厘米數)	高度 (厘米數)
重氣筒	70	33	30	120
中號氣筒	50	22	25	90
輕氣筒	25	10	20	70

輕氣筒內，往往僅裝光氣。

操作人員 (Bedienungspersonal) —— 此項器具之使用，係以所謂之氣體聯隊行之；是項聯隊，即係特種之部隊，自工兵編制部隊 (Pionierformation) 中組織而成者。為使其更合於此項特別任務起見，在協約國及同盟國 (Mittelmächte，即指德，奧等國) 雙方，均將民間化學師 (Zivil-chemiker) 分派於軍官及兵士之地位。德國人將其第三十五及三十六工兵聯隊 (每聯隊內各有三大隊者)，改為氣體聯隊，而在施行攻擊時，按照其攻擊之大小，將此項聯隊全部採用，或僅用其一部份。奧，匈帝國之軍隊，選出其 k. 及 k. 對壕兵第六十二大隊 (k. und k. Sappeur-bataillon Nr. 62)，內有四中隊者，而按照德國之模樣，將其加上一個器具管理部 (Gerätverwaltungsabteilung)，一個野戰測候局 (Feldwetter-Station)，及一個電報管理部 (Telegraphen-

verwaltung)。此項大隊，有埋設四仟米正面之材料。法國備有第三十一，三十二，及三十三氣體大隊；每大隊內各有三組 (Rotte)。英國在 1915 年七月，已配置三個特種氣體中隊；至九月間更加三個中隊，故在九月二十五日於羅斯 (Loos) 附近施行攻擊時(參觀第 155 頁)，其氣體大隊已屬完全。俄國人稱其氣體聯隊為“在化學派遣之氣體縱隊”(Gaskolonne beim chemischen Kommando)；每一軍中備有此類部隊一聯隊。關於美國之氣體部隊，已於第 33—34 頁上論及之。

埋設法 (Einbau) —— 氣筒埋設之方法，在德國方面採取之方式，多半係將每二十隻氣筒聯合成爲一個所謂之氣筒列 (Flaschenbatterie)。在每一仟米寬之正面陣線上，平均計算，所用之氣筒數，爲五十列(即一千隻氣筒或二萬仟克之氣體)。此項氣筒列，將其埋入戰壕之底，靠對敵人之壕壁 (Grabenwand) 而埋之，迄其筒頸爲止(參觀圖 1)；最初且將露出之筒頭，亦用土蓋住。如此埋好的氣筒，即衝入之敵人斥候隊，亦不致驚異。在西方前線甚至屢次有已爲敵人占領之戰壕，兩日後復又奪回者，仍顯出有未受損害的氣筒列(參觀第 153 頁)。氣筒埋設之手續，本身需時頗多。一個氣體聯隊，全部出動時，埋設一萬二千隻氣筒，所需之時間爲三晚至五晚，視其當時之外間情形而異。

在協約國方面，亦將氣筒聯爲氣筒列，惟其所聯合之氣筒數目，則較德國方面爲少；在用重氣筒時，多半僅將四隻至五隻之

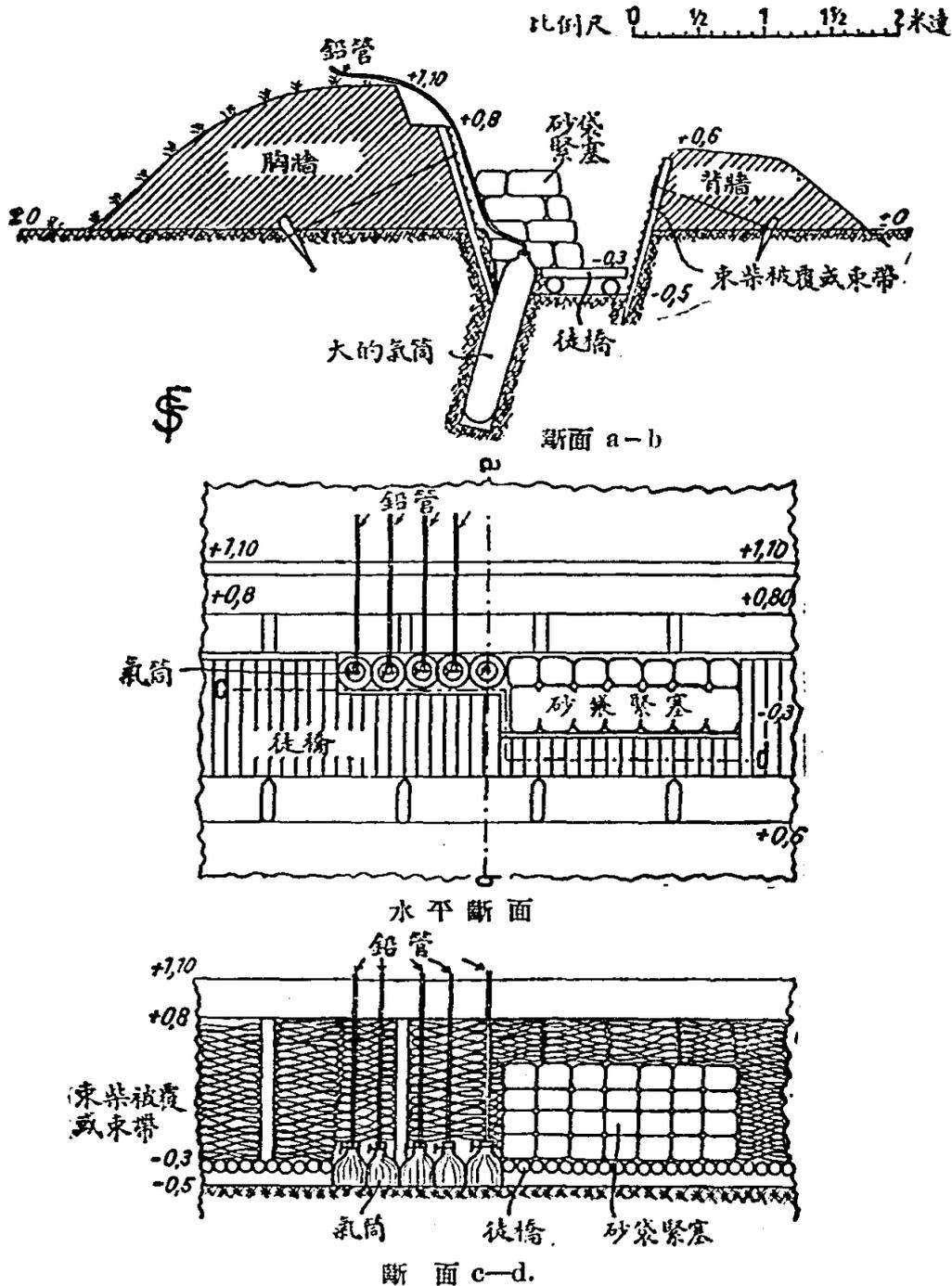


圖 1 氣筒之埋設

1915 年伊迫 (Ypern) 附近德國前綫一段戰壕之水平斷面 (Grundriss), 縱斷面 (Langsschnitt), 及橫斷面 (Querschnitt) 圖。〔自柴塞堡 (Friedrich Seesselberg) 著之 1914 至 1918 之陣地戰 (Der Stellungskrieg 1914—18) 第 413 頁取出; 此書係由德國 E. S. Mittler & Sohn, Berlin W 68, 出版〕。

氣筒聯合，即視爲已足。爲使氣筒內之氣體較速的洩出起見，彼等將此項鋼筒接上高壓空氣（其壓力在一百至一百二十氣壓者）；是項高壓空氣，在約計二分鐘內，將氣筒內所含之軍用物質壓出。

爲令氣筒埋設避去敵人之注意起見，需採取特別預防法。氣筒之運送及其埋設工作，祇在夜間行之，以免爲敵人（尤其飛機）所見。在卸下氣筒及作關緊螺旋之工作時，務需將氣筒及器械（Instrumente）用蓋蓋住或用稻草包住，以免金屬部份，彼此相擊，輾轉作響。不緊之氣筒，可藉其所發之臭味而指示敵人內爲何物者，應於運送之前，即將其揀出勿用。在其相關的正面陣線上，任何種類之軍事處置上的變動，例如斥候（Patrouillengang）之增多或減少，砲火之停止，在戰壕內運動（Bewegung）之增加，新的信號之使用等，均應嚴格的避免之。

天氣（Witterung）——吹放攻擊法施行之可能性，爲兩種因素所決定；此兩種因素，即係天氣及地形。其對於風之相關，尤屬異常之大；此點對於使用吹放攻擊有非常大的限制，對此吾人並應首先加一聲明，即吹放攻擊一法，已漸爲他種氣體戰爭之方法，其爲天氣之決定性不若此法之甚者，所淘汰也。在執行吹放攻擊時，其假定應有之風，爲無條件的吹向敵人之不變（stetig）的風其力不太強亦不太弱者。關於此方面有效的要點爲：氣體之行爲，與其與之混和的風，確切的相同。最有利的風力（Windstärke），在每秒鐘行一米半至三米之間；但迄風力

達每秒鐘五米時，尙能執行有效的吹放攻擊。氣雲愈慢的行過敵人陣地之上時，所得之功效當然愈大。雖然，若風力過弱，則殊有風向轉變而致氣雲吹回本國陣地之險。〔此項情形，尤其在氣體戰爭最初時期，未有足用 (unzureichend) 氣體防護工具之時，常致引起重大的損失。〕或有無風之出現可能性，以致氣雲站着不動。風力若係過大，則氣雲向前進行過速，或至裂開而使一部份之敵人陣地不受氣體。忽然而起之疾風，亦易將氣雲彼此撕開，並將其在敵人陣地之上旋轉。至風向 (Windrichtung) 對於施行吹放攻擊之決定力，則較風力更大。自一般言之，惟當風係直接吹向敵人或對之作一斜角(但是頂角需不超過 45°) 時，乃能容許吹放之施行。德國人在西方前線之吹放攻擊，殊受在彼處盛行的自西徂東之風向的影響；據英國 (參考 132) 及美國 (參考 103) 方面所發表者云，此項風向之流行，占整個大戰期間的四分之三之久，惟在春季數星期中，乃有對於德國人能以利用的風流行。此外較強的日光及大雨，亦為具有擾亂性之天氣影響。前者(即日光)因其使地面轉溫，致生空氣氣流之向上運動 (Aufwärtsbewegung)；大雨則將氣體打下。反之輕微的雨雪，則一般言之，不致發生擾亂；霧之為物，因其免去日光熱之影響而掩蔽氣雲，甚至有益。夜間及清晨，稱為施行吹放攻擊之有利的時間，因在此段時間內，風多不變，而日光亦係缺少也。

地形(Gelände)——在行吹放攻擊時所應散佈氣體之地域，

其形勢需經鄭重的考驗。能予以考慮者，祇有平坦之地形，其上植物之繁生殊少愈好，且或對敵方斜下，例如德國人在香檳 (Champagne) 地方時所有者。雖然，一種向上徐徐傾斜的地形，其斜度最高不超過百分之三十者，對於有利的非屬過弱之風，並無阻礙。因此法國方面發表的論文(參考 60)，着重的聲明，若將地形作正確的估價 (Auswertung)，則即令其頗不平坦，吹放攻擊仍可成功。例如德國在林美發盎阿 (Limey-Fay en Hay) 區攻擊時所吹放之氣雲，得以達到林美 (Limey) 村 (雖此村似可藉在其前一串之小山，對此項攻擊作防護。)是也。1917年六月三十日在勒希戈 (Réchicourt) 附近之事實，亦屬同樣的驚人；德國之氣雲，平滑的 (glatt) 經過山背 (Höhenrücken) 之上，深深的衝入其後方之地域。平地突起之高地，四週為氣體所圍繞，而成為無氣體或僅灑有濃度稀薄而因此效力殊低的氣體中之孤島。此類之島〔大半為敵人之支撐點 (Stützpunkt)〕，若隨後應將其加以突擊時，需用氣體或爆裂彈藥，使其變為無害，方能進行。

塹壕甚多的地形，極不合於施行吹放攻擊，故在是情形下，不可用之。若敵人兩處陣地之間，有一谷或一凹地，則應注意此項凹地，係使風轉向敵方。作一鈍角而碰着此谷之風，將氣體壓下於谷內，而同時將其作一銳角而吸上；在此項情形下，自方陣地之受危險，殊屬可能。

低矮植物繁生之地域(例如廣袤之玉蜀黍田)，當風力微弱

時，往往將氣體把住，不令前進。在此項情形下，氣雲之下面部份，懸於是項地域上不動；其上部則因其重而下沉，故愈進則愈益沉入此類之田內，而為其所謂的吸收。在田上吹過之風，僅能極慢的及在極稀薄之濃度下，將氣體自田中洗出，故其結果等於無效。

在施行吹放處附近之樹林，應予以特別注意。例如設有一座此項的樹林，在自方陣地之後，則吹放為不可能；因凡遇一樹林，從不能計算有規則之風自其吹出也。在自方陣地與樹林之中，其間至少需有二百至三百米之空地。若其所欲散佈氣體之敵方陣地，係在一座樹林之邊，則在風向係屬垂直的吹向樹林之邊時，吹放攻擊係屬可能。在此處吾人所測得氣雲之路徑係屬如下：氣雲慢慢的進入樹林而在該處存留甚久，同時一部份之氣雲，沿樹林之邊進行，而因此對敵方的陣地在大範圍內散佈氣體；有時氣雲或亦昇至樹林之上，在其上行過，而後降下，致在樹林之後許多千米，尚屬有效。

頗大的水面，多半並不把住氣雲；反之廣大的水面，則可將氯氣氣雲完全吸收。俄國人警告其本國部隊，勿將其本國陣地之縱深，置於較大的水面之附近，因此項水面將氣雲引來也。寬闊之河流，亦將氣體引下。德國人曾試在多納 (Düna) 河上試用吹放攻擊，但以氯氣氣雲不能渡過該河，致歸失敗。

攻擊手續——當有利的天氣到臨時，用一隱語(Deckwort)發出戰鬥準備(Gefechtsbereitschaft)之命令。在戰略上許可

之範圍內，將步兵撤至第二線最前之戰壕，除氣體部隊外，僅置機關槍手以守備之；一切對壕(Sappen)及聽察哨(Horch posten)，亦均將其撤退。在每一氣筒之出氣門(Ausströmungsventil)上，旋上一段約長三米之鉛管，而將是項鉛管引過前面壕壁之上，並將其用積土(Erdaufschüttung)，石子，或砂袋壓好，使其固定不動(參考書末附圖 4 及附圖 5)。此項工作，必需極其鄭重的行之；在某一次德國的(參觀第 151 頁)及某一次奧國的(參觀第 154 頁)吹放攻擊時，均曾有鉛管因液體流出速度所引起之摩擦而致彎回，致令氣體流入本國戰壕之事。一切安好後，在放出一種預先同意的信號時〔此項信號，最好即以一個基幹氣筒列(Stammatterie)之吹放充之。〕，指定作為放出一次氣浪用之氣筒，即均同時開放。一次吹放所用之氣浪次數，可為一次或數次。尤其在最後所行之吹放攻擊中，此項氣浪次數有異常大的增加。俄國人於 1916 年十月在巴倫諾魏取(Baranowitschi)附近，已經接連的相間不久，吹放八次至十次氣浪之多(參觀第 26 頁)。在西方前線，協約國之吹放攻擊，最後竟延長至數小時，甚至數日之久。一次氣浪跟一次氣浪，繼續的吹放，欲令德國人之防毒面具吸收罐用竭也(參觀第 27 頁)。在夏季中，因氣筒中氣體本身壓力之高，一隻氣筒內所含物質之流出，約需三分鐘之久；在冬季溫度較低，故此項壓力亦係較低，而其所需之時間乃為十分鐘左右。氣雲之縱深，以放射期間之長短及風速之大小為依歸。其行過敵人陣地上之期間，即與其吹放所占之時

間相等，吹放時間愈短，風速愈慢，及一次吹放所用之氣筒數殊多時，氣雲的濃度愈大。風速 (Windgeschwindigkeit) 增加時，氣雲的濃度當然減少；距離增加時，是項濃度亦行減低。平均言之，達到敵人之濃度，可作千分之五 (體積比例數) 估計 (參考 139)。此項極屬有效的濃度，可保持至三仟米或三仟米以上。但其能達到之距離，則在有利的天氣與地形情形下，往往可伸至二十仟米以上，而在此種距離外，尚能引起氣體中毒。在前線後十五仟米，曾經發現有致死之事例；而氣雲達到前線後三十仟米時，尚曾有因其臭而被察覺者。在某一次特別情形下 (參觀第 149 頁)，所得之數目字且較上列者更大。

吹放攻擊所用之軍用化學物質——吹放攻擊之軍用化學物質，最初係不加他物之氯；但不久在同盟國 (指德，奧等國)及協約國方面，均採用氯與光氣之混和物以代之，在個別的事例中，此項混和物所含光氣之成分，且有增至百分之六十者。是類混和物之能否容許，與一年之季候大有關係。在冬季時，加入較高成分之光氣，不能應用，因在嚴寒中，即有氯與之混和，光氣之變為氣體仍屬極慢也。氯之沸點為  $-39^{\circ}$ ，光氣之沸點則在  $+8^{\circ}$ ，故在  $-10^{\circ}$  以下，氯與光氣之混和物，即不復能用。即在  $-10^{\circ}$  時，變成氣體的進行，已有重大的減慢，因此其功效亦屬較小。此項缺點，據云德國人曾試用一種方法以免除之 (以後法國人及英國人亦採此法)；是項方法，即在彼等所行企圖之數次中，曾同時用一種低沸點的氣體將光氣自特別氣筒內

趕出，以致氯氣及光氣之氣雲，在空氣內始行混和(參考 132)。此外將一氧化碳加入氯內以提高其在寒冷天氣下之揮發性，據云亦會常用之(參考 139)。

法國人偏於採用之四氯化錫，據云似可透過德國之防毒面具吸收罐；故此項物質之功效，頗似以後德國所用之藍十字氣，但當然其此項功效之程度殊弱。法國人又將氫氰酸加入以增加其氯氣氣雲之毒性。

據英國(參考 132)及美國(參考 202)方面之報告，英國人曾在兩次企圖中試行加入硫化氫；然此項試驗，未能令人滿意，因硫化氫之毒性過小，且易為同時進行之榴彈爆炸所點着。是項關於在吹放攻擊法內使用硫化氫之報告，似乎係由錯誤的傳說而來，因其在此項形式下之應用，在化學上及技術上之立足點言之，均屬不可想像也。

吹放攻擊之戰術——吹放攻擊之戰術上的重要，究在何點？在德國方面，最初係相信，在吹放攻擊法上，吾人發現一種合於突入敵人正面陣線的兵器。因此吾人在第 18 頁上，已曾云，決定選用氯氣之條件，係在因其有甚大的揮發性，故有軍事上的重要，即其所經過之地帶，不致遺留較長期間之事後功效，以此似能在氣雲之後採用步兵也。吾人現應着重聲明，此項期望，實曾滿足，但其在戰術上的利用以得決定勝負之實行上(Operativ)的結果，則從未得之。德國第一次在西方前線於伊迫(Ypern)地方附近所行之吹放攻擊及其第一次在東方前線於

波利莫夫(Bolimow)附近所行者,其軍事上之利用,均因誤會而未得實現;在此兩次事例中,以敵人之驚異,若隨後採用一種步兵集團(Infanteriemasse)的猛烈突擊,其得到重大的戰略上之成功,自在意料之中。雖然,在敵人已經認識此種新的兵器之後,則以後企圖中之步兵隨後突擊,未得成功。步兵追隨若係過早,即碰着自方之氣體功效或尚未為氣雲所擒住之敵人砲隊的砲火。因此吾人產生無毒之烟雲以將氣雲加寬,並用之以偽裝氣雲。用此法一方面吾人使敵人必需將其防禦砲火分散於較大之區域內,而因此迫其作較大的彈藥銷耗;另一方面在後追隨的自方步兵,在烟雲之內或其後受其掩蔽,可以向前突進。為對敵人之側面砲隊射擊在旁邊將步兵隱蔽起見,此項烟帳(Rauchvorhang)有絕對的需要。雖然,不但敵人砲隊之砲火,對隨後突擊予以妨礙;即敵人之步兵射擊,亦有是項影響。在氯氣內作附加物質之光氣,在第 63 頁上已經指明,其功效多半在數小時後始行出現。以此之故,在受毒後,總遺有一羣已經受毒但屬英勇之人,可以作防守之活動,而能用機關槍抵禦進擊。設若吾人等候光氣功效之到臨,而在二小時後始行突進,則敵人得有時間以重新組織其防守工作。在該項情形下,對於備有近代式的氣體防護器具而又有良好的氣體軍紀(Gasdisziplin)之敵人,吹放攻擊法最後毫不能使其受損失;例如俄國在東方前線所施行之大規模吹放攻擊(參觀第 157 頁),即係如此也。不戰而衝入氣雲蔓延之戰場,因此其可能性日益趨稀少,故利用在吹

放後隨以步兵攻擊之戰術以獲得較大的地域，不久在任何處均不復能達到矣。交戰國對此，乃按照邏輯上應得之結果，改將吹放法僅作一種擾亂及傷害敵人之工具，而不在其後隨以本國部隊之進攻；其放射攻擊之計劃，亦改爲按此目標進行。但卽在此處，彼等最初亦曾犯一錯誤，卽在行吹放之後，遣斥候 (Patrouillen) 至前面以確定敵人損失之大小係屬至何程度是也。此項斥候，以上述各種理由，多被擊斃。卽令此項斥候真正的得對敵人之戰壕有一瞥之緣，其所見者亦不過一兩個因氣體而致死或致病者；至其在縱深之主要功效，則從不能認識之。此項功效，多半需在數星期之後，自敵人之命令或俘虜之口供中，始得知之。以此之故，是項極無目的之斥候的隨後突進，不久亦行取消。雖然，不顧此一切事實，在不動之前線及有合宜之地形時，吹放攻擊法，因其發出氣體數量之巨大及其縱深功效 (Tiefenwirkung)，仍爲一種威力殊大之極其有效的兵器。尤其得有成功者，爲使用氯氣與硝基三氯甲烷之混和物；此項混和物，以其揮發性之較氯氣與光氣混和物爲小，故可使地域受毒之期間，較用該項混和物所得者爲長，而因此在停止隨後施行步兵及斥候突進之戰術後，方能採用之。敵人因此項混和物之使用所受之損失，殊屬重大(參觀第 148—149 頁)。

與埋好的吹放攻擊相連之缺點，主要的係屬如下：爲天氣情形所決定之預備好的攻擊，往往展期至數星期之久始用之者，對於指揮官及部隊之神經，有強烈的要求；尤其在作大的企圖，

同時需作砲隊準備及氣體吹放時，此項要求更甚(參考 98,200)。往往吾人遇到一種情形，使慎重的準備之吹放攻擊，必需完全放棄，或者其最後之執行，推後殊久，且在彼時亦祇能於指定之範圍內實現之(參觀第153—154頁)。如此長之等候時間，其本身內即藏有一種危險；此項危險，即敵人可以無意的得以將埋好的氣筒之一部份，用砲火破壞，而由此預先得到關於攻擊計劃之認識。因此埋好之氣筒列，對於在其直接的附近停留之部隊，不斷的為使其不安之來源。此項情況，當敵人注意到此項埋設或發現之之時，更為危急。在彼時敵人必將其砲火聯合，集中於埋設地處，而將其作有計劃的破壞。德國備好的吹放攻擊之一次為法國砲隊所破毀而致有此類的失敗，將於下文第 150 頁描寫之(參觀第 155 頁)。

德國方面在 1915 年四月至 1917 年九月之期間內，在各處前線共約執行五十次之自方的吹放攻擊。此項攻擊所銷耗之軍用化學物質，在 1916 年秋為每月四十萬至五十萬仟克；至 1917 年秋時，則僅為三十萬仟克，各次吹放攻擊中，最重要的企圖為下述數次：

#### 德國在西方前線的吹放攻擊

1915 年四月二十二日在弗蘭德(Flander) 地方畢克斯休特(Bixschoote)與郎耳馬克(Langemark) 兩處間之正面地區對法國陣地施行之德國吹放攻擊

關於此事，在德國方面首有柴塞堡(Friedrich Seesselberg)

氏之詳細的報告(參考 23S);此項報告,係以戰爭文書 (Kriegsakte) 及所用的氣體聯隊之司令官的詳細陳述為基礎,故稱為確鑿可信。柴氏在其所著之 1914 至 1918 年之陣地戰 (*Der Stellungskrieg 1914—18*)一書之第 407 至 411 頁上,對此事述之如下:

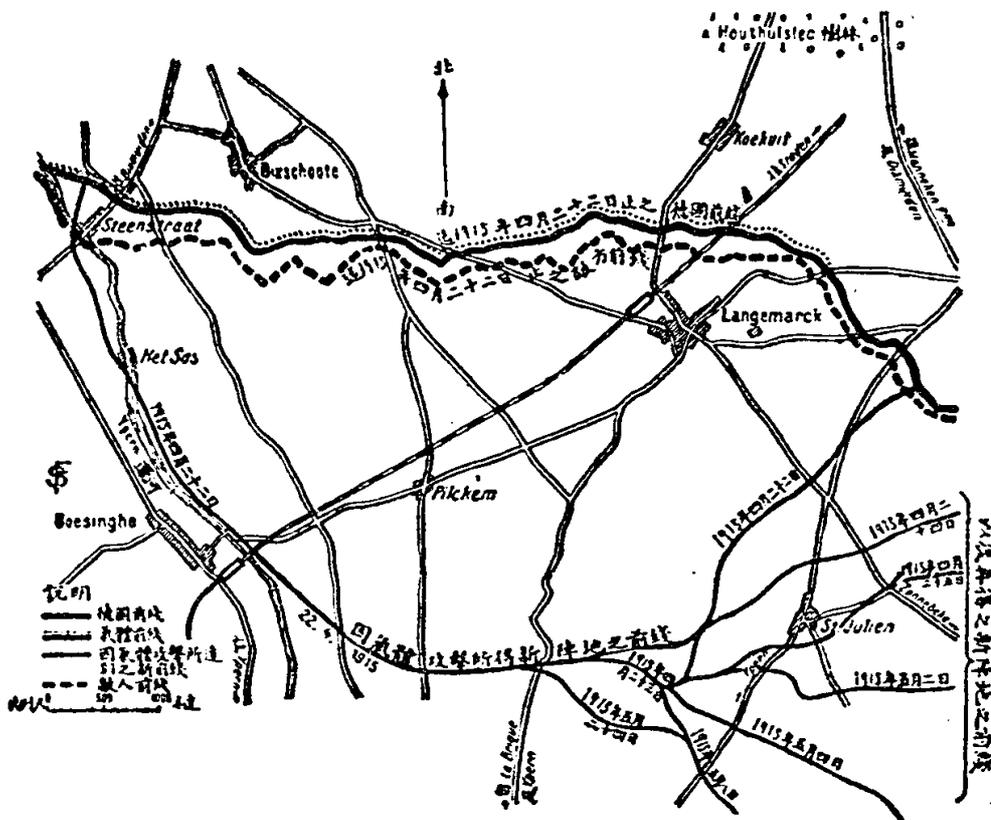


圖 2. 德國於 1915 年四月二十二日在畢克斯休特(Bixschoote)與耶耳馬克(Langemarck)兩處間之氣體攻擊之形勢及其擴充之正面陣地(Erweiterungsfront)。

[自柴塞堡(Friedrich Seesselberg)著之“1914 至 1918 年之陣地戰”(Der Stellungskrieg 1914—18)取出]。

“第一次按照吹放法之氣體攻擊,其執行係委託新近編成之工兵第三十五聯隊;此項聯隊,為兩個大隊(每個內有三個中隊),一個彈藥廠中隊 (Parkkompanie),一個戰地測候局(Feldwetterstation),及一個電報管理部所組成。此聯隊自其指

揮官之人名，得有‘倍特孫氣體聯隊’(Gasregiment Peterson)之名稱。前列之一覽圖(即圖 2)，指明在四月二十二號以前之德國及敵方陣地，及氣筒所在之正面地區的形勢。圖 3(見下頁)所示之氣筒埋設圖，表明如何以氣體工兵軍官之確切的局地偵察為根據，將氣筒配置於兩處右翼地區(rechte Flügelabschnitte)內。圖 1(見第 123 頁)則示氣筒隊埋設之詳細情形”。

“彈藥廠中隊之主要倉庫及填充站(Füllstation)，設在卡特馬克(Cortemarck)。自該處用本線鐵道(Vollbahn)，小鐵道(Kleinbahn)，及搬運用鐵道(Förderbahn)，將裝好的氣筒運至在前綫後之卸下處。但自此處(即前綫後之卸下處)，起，則整個器具，需用步兵搬運部隊，將其運至陣地。因有修成完備之鐵道網，此項運輸殊為便利，未有重大的困難(nennenswerte Reibung)而即行達到目的”。

“反之在當地埋設氣筒之工作，則非屬簡單。地水位置(Grundwasserstand)之高，往往僅容許扁平之散兵壕，以致其掩護物(Deckung)需裝置於沼澤式的(sumpfig)地面上而其斜面需用束柴(Strauchwerk)被覆之。濕的壕底，上多置有徒橋(Laufsteg)。在多處之掩蔽物，極為單薄；胸牆(Brustwerk)往往不能抵禦一次步兵之射擊；至足以抵抗砲火之掩蔽物，則在任何處均不存在。因此為使氣筒對於砲火稍有防護起見，需將其深埋於壕底之下；此項工作，對於大的氣筒，尤為特別困難。氣筒列安好後，然後乃將其用砂袋週密的蓋上”。

“運送及埋設之工作，均祇能於夜間行之。後項工作(即氣筒之埋設)，係由兩個氣體工兵中隊於七夜內(即四月五日至十一日之夜)行之。採用之氣筒，一共有一千六百隻大號的及四千一百三十個小號的。在最前綫上惟有一處(即在畢克斯休特之南)，不能埋設幾個氣筒列。因在此處之掩蔽物每日為砲火所毀壞也。在此處之氣筒列，其氣筒係藏於在陣地後約八十仟米的一廢址後之一個對射擊安全的倉庫內，而在施行攻擊前之最後一晚，始將其埋好。為令埋好的氣筒列之操作成為可能起見，工兵第三十五聯隊之兩中隊，需將步兵中之迅速訓練的補助兵卒(Hilfsmannschaft)加入為援。工兵第三十五聯隊之其餘部份，帶有約計一半所備氣筒者，存留於伊迫(Ypern)前之南方陣綫(此綫最初期望其為氣體攻擊之前綫不動，故不受北方陣綫之處分”。

“一種壞的情形，在當時察覺之者，即在整個前綫並無一處後方陣地(rückwärtige Stellung)。尤其在氣體地區(Gasabschnitt)後面之完全無隱蔽上，無一合宜之場地以配置預備隊。以此之故，突擊部隊祇能於晚間引退至緊貼戰壕背牆後之處。雖然，因其在攻擊之日的準備，需在日間行之，故在是日預先將戰壕用步兵填滿。此點使命令自一氣筒列傳至另一氣筒列及氣筒列本身之工作，倍形困難。在前驅的對壕(Sappe)內之兵卒與聽察哨，當作此項準備時，均行撤回；斥候亦行撤退。

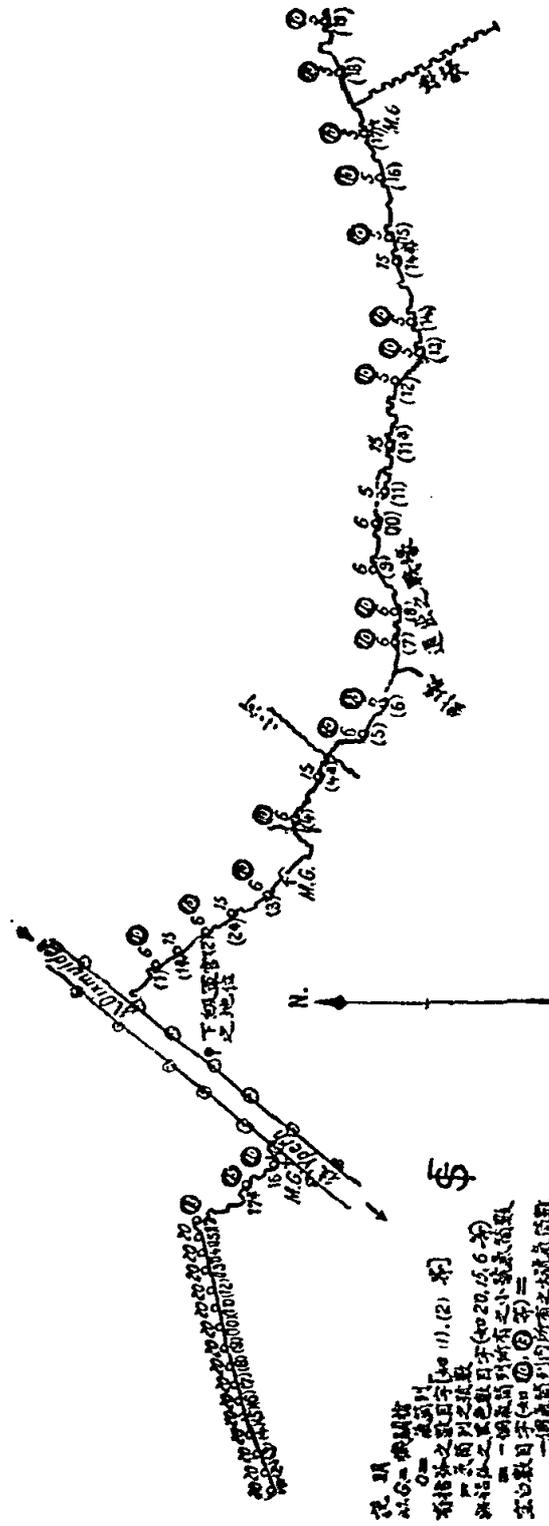


圖 3. 在伊迫(Ypern)附近氣筒埋設圖之一部份。  
 [按原柴塞堡(Friedrich Seesselberg)氏所著之“1914至1918年之陣地戰”(Der Stellungskrieg 1914-18)]。

“吹放之命令的傳遞，係在下午五點二十分鐘時，用電話行之。在命令中指定吹放之時間為下午六點鐘。在分段(Unterabschnitt)內，則用傳令兵以傳布此項命令。用大號及小號氣筒混和埋設而成之氣筒列其吹放之期間，以大號氣筒之吹放時間為定；此項時間，為六分至十分鐘之久。小號氣筒，因其吹放時間遠較大號者為短，特將其徐徐的旋開，以使其與大號氣筒之吹放時間相同”。

“因當埋設氣筒列時，在吹放時之確切的風向，尚不能固定，故為在各種風向置本國各部份之陣地於危險之外起見，指定取消 (Ausfall) 的氣筒列，均於事前有計劃的制定。關於此點，編有一表，由各分段之工兵軍官 (Pionieroffizier) 隨身攜帶之。下列之撮要表，對於氣體前綫之兩處右翼地區應用者，示此項計劃之例。各段之指揮官，均經指明，在吹放前不久，任其段內之前面觀測者對之報告當時之確切的流行風向，而按此根據上表命令其段內成為問題的氣筒列之取消應用 (Ausfall)”。

在固定風向下氣筒隊之出擊表

地區號數	氣筒隊總數	必需取消勿用(Ausfall)之氣筒隊			
		有東北風時	有北東北風時	有北風時	有北西北風時
I	18(1 至17a)	無	無	17,17a	16,17,17a
II	35(1 至29)	1,1a,2,9,14, 14a,15,17,18, 21,24,25	21	2a,22a	1,1a,2a,3

“在下午六點零五分鐘時，消息傳來，謂氣筒已經旋開，而氣雲良好的及濃厚的向前進行。向前綫傳來之進一步消息為：”下午六點二十分占領耶耳馬克(Langemarck)，下午六點四十九分達到闢如肯(Pilckem)之高地’。因此自吹放終了時算起，我方步兵，在三十五分鐘之內，占領陣地約四仟米，在數處竟不發一彈。

從德國他方面所得之報告(參考 144)；則謂在此次同時尚曾在側面採用十五厘米之 T 榴彈以增加攻擊之化學功效。

據協約國方面發表之報告，謂此次預先準備好的攻擊，在其執行的數日之前，曾有一德國降兵(Überlaufer)，將其洩漏。雖然，此項報告，在當時無人相信，以此類攻擊之可能性，人皆視為在技術上不能執行也。無論如何此項陳述，卻曾輕輕的着以

滑稽之色彩而在日日命令(Tagesbefehl)中告知兵士。英國之第一戰壕，復將其此項知識告於德國人知之；且其轉告之經過，爲一上寫“余能等候一長時間，以迄適合之風吹過”之標語的忽然出現。當氣雲上昇而不能停止的向戰壕急進時，可怕的恐慌，立即發生。大部份的守備軍隊，退出戰壕而試行逃過戰場。氣浪遇着一處，英國與法國戰線相接合之地區；其遇着最多者，爲一法國師團，主要的由條耳民族人(Turkos)及着阿拉伯人(Zuaven)所組成者。彼時之倫敦圖畫新聞(Illustrated London News)中，含有關於此次事件之最好圖畫描寫(參考 65)，(參觀書末附圖 2)。

四月二十三日之晨，此項可怕的消息，在英國軍司令部菲勒曼中將(Generalleutnant Wieleman)之勤務電報(Diensttelegramm)的形式下出現；該司令部即爲管轄此處之地區者弗倫及大將(Feldmarschall French)，立即將此次事件，以下列之方式報告之：

“接着重的轟擊後，敵人在下午約五點鐘左右起，對余部下之法國師團施行攻擊；在是項攻擊中，彼等第一次使用令人窒息的氣體。空中偵察隊(Luftaufklärung)報告云，彼等約在下午五點鐘時，看見濃厚的黃色烟雲，在耶耳馬克(Langermarck)與畢克斯休特(Bixschoote)之間，自德國戰壕發出。至以後之事，則幾可嘲笑任何描寫方法。此項毒氣之功效，其殲滅力係屬如此之大，致上述法國師團所守之整個戰綫變爲完全不能發展任何活動。每個人首先均不能想像，所遇者真的究爲何事。烟及霧隱蔽一切視線，而千數之人，在似睡或死亡之情況下，倒於地上。在一小時內此處陣地，包括五十尊大砲，被迫放棄。對於此項法國師團，余管重的駁斥任何因此項不幸事件而生之或有的譴責思想”。

英國氣體軍官勒非標(Lefebure)氏，用下列細節，將此項報

告加以擴充(參考 122):

“敵人並未將其巨大的技術上之成功,充分的作軍事上之利用。在此項氣體攻擊中,有數種存在之因素,即在吾人第一次施行坦克車攻擊亦屬缺少。軍隊及幕僚(Stab)對於此種新的兵器之不信任,在我方造成一種無前例之混亂。兵士將其口及鼻埋於輕鬆之土地內,以試行自作防護。在當地之化學師,腦筋尙未混亂,故作顛狂的努力,以求任何防護工具。協約國之整個前綫,爲一種強烈的不安所搖動;此項不安之狀態,在保障其對付方法(Wiedervergeltung)及足用的防護處置後,始克除去。敵人祇需將此次攻擊,充分的作軍事上之利用,即可突進至英倫海峽(Kanal),但彼等竟失去此項機會”。

最後吾人可述及在 1926 年始行揭露之一位法國軍官的意見(參考 223),其發表係以對於氣體問題甚爲內行之凡勒(Vinet)將軍的報告爲基礎者。在彼處云:

“吾人不能中心無所動的夢想一種敵人可以達到之結果,若當時彼等不作嘗試,而逕行首先聯合夠多的工具,以備進行大規模之攻勢。吾等敵人之錯誤,與吾等協約軍英國人所犯者,種類相同;英國人所犯之錯誤,爲在其採用坦克車之樣本時,先期暴露此項兵器之祕密,而未改爲等候準備夠多數目以作一決勝之成功時,始行採用之”。

彼時在場之協約國方面的化學師及技術人員,最初表示意見,謂吹放出來之氣雲,爲光氣及烟所組成。最初所察悉之吹放氣雲的白色組份,彼等以爲係烟或硫化合物;此項解釋亦殊爲有趣(參考 65)。自事實上言之,是項白色組份,乃係水蒸氣,因巨量液體氯氣的蒸發所引起之空氣的忽然冷卻而作濃厚之白色霧珠析出者。兩日之後,哈如鄧(Haldane)教授,自受氣體傷害者之病狀及掠得之德國的呼吸防護器(Atemschützer),得到結論,謂所遇者爲氣或溴之中毒。四月二十五日軍司令部之一道布告,將此事對軍隊以下列方式解釋之:

“關於德國之窒息氣體的使用，自補充的淘汰(Aufschlüsse)所得之結果，證明在此處所遇者，為發出之氯氣，或溴或溴素與鹽酸之混和物。用棉紗布或麻布所製成之防護小囊，自俘虜取下者，已經分析，且吾人現知德國人所用以對該項氣體作防護之物質。一個用稀布或綑帶布(Verbandsstoff)製成之簡單的墊褥(Tampon)，在液體內浸漬後，保持之在鼻孔與口部之前，已屬一種對於氣體有效的防護工具。一硫代硫酸鈉(Sodium thiosulfate)與氫氧化鉀或氫氧化鈉之溶液，為一種有特效的對付劑”(參考 122)。

在協約國方面因此次攻擊所受之損失總數，達一萬五千名之中氣體毒者，內中有五千人死去，故其死亡率為遇着者之百分之三十五。在德國方面之戰利品，據工兵第三十五聯隊之戰爭日記上的報告，為五千名俘虜及六十尊大砲(參考 238)。至其所奪得之地域，則可自第 134 頁上之圖 2 中見之。

在四月二十四及二十五兩日，在同一地區內，隨即又對加拿大軍隊施行兩次吹放攻擊。在此二次中所用之旋開氣瓶的信號，為照明彈(Leuchtkugel)自繫留氣球(Fesselballon)之投下；是項氣球，在各處地區均能看見之者(參考 238)。據英國方面之報告(參考 132)，此項攻擊遇着加拿大部隊，但彼等雖無任何氣體防護，仍然視死如歸的保持其位置，並且甚至向前進行反攻。

1915 年五月一日，六日，十日，及二十四日在羅斯(Loss)附近墨南路(Menin-Strasse)南一百六十號崗阜德國對英國陣地施行之第一起之吹放攻擊

英國參謀部之報告，將此一系列在 1915 年五月施行之德國吹

放攻擊，歸於一起；取其吹放時之情形，執行，及功效，彼此均係極其相似。此項攻擊，同時爲 T 榴彈所陪伴者，對於英國人所致之損失，均屬極大；因後者（即英國人）最初係無任何氣體防護而暴露於氣體功效之下，在最後兩次企圖中，亦不過備有不夠抵禦的氣體防護（即呼吸防護器）也。

英國報告云，由氣體所致之損失，僅能大約的估計，因當吹放攻擊進行時，同時並有其他規模較大的戰鬥行爲，亦在進行也。據彼等之假定，因吹放攻擊而犧牲者，約有七千人中氣體之毒，三百五十人因氣體而致死。

在此時（即 1915 年五月）後，有七個月之安靜的休息；在該時期內，德國未曾對英國的戰壕作吹放攻擊的企圖。

1915 年十月十九及二十日在邦貝堡 (Fort Pompelle) 附近萊門 (Reims) 東之香檳 (Champagne) 地方德國對於法國陣地之吹放攻擊(參考 57)

在此次之氣體前線，寬十七千米；所用之軍用氣體物質爲氯氣與光氣之混和物；風向東北；風速每秒鐘三米。

第一次氣浪係於十月十九日晨七時放出，爲期十五至二十分鐘之久；第二次氣浪，係於同樣情形下，在十月二十日晨四時放出。

法國方面所受之損失——第四軍，中氣體毒者 1515 人，

內中 253 人死去；第五軍，中氣體毒者 3581 人，內中 562 人死去；總共中氣體毒者 5096 人，內有 815 人死，而此中在當地死去者有 183 人。

1916 年二月二十一日在福希戈 (Fougues-Court) 北之蘇姆 (Somme) 河上德國對法國陣地之放射攻擊(參考 57)

在此次之氣體前線寬六千米；執行時係在一極冷之完全晴朗(Klar)的夜間，當時風力極弱。

在是日晨五時，放出第一次氣浪，期間二十分鐘；晨五時十五分，放出第二次氣浪，期間三十分鐘；晨五時三十分，放出第三次氣浪，期間二十分鐘。

氣浪之臭味，迄前線後三十千米之阿米恩 (Amiens) 地方，尙被察覺。

法國方面之損失——第六軍中氣體毒者 1289 人，內有 283 人死去，而此中在當地死去者有 155 人。

1916年五月二十一日在蘇姆披(Somme-Py) 附近之香檳(Champagne)地方德國對法國陣地之吹放攻擊

關於此次攻擊，在德國方面有下列一段目擊者之報告(參考 193)：

在自夜間十一時起作簡短之砲兵準備後，預先久已埋好的氣筒之放射，即行舉行。“在法國照明彈之亮光下，吾人自第一百五十一號高地，看見一種灰色氣雲，如何慢慢的但屬有恆的(stetig)自我方戰壕沿地面向敵人之陣地滾進。此項灰色毒烟，迂緩的行動。再看——在此後更隨有一第二次之氣雲”。在氣雲後前進之斥候，僅在一處遇有抵抗；在其他各處，則不受阻礙的向前突進，結果不發一彈而在數處竟能越過法國第二道陣綫之外。

為補充起見，在此處可引法國方面之報告(參考 57)：

在此次攻擊之氣體前線，寬四仟米半；風向為東北，風速為每秒鐘五米。

第一次氣浪繼續之期間為十五分鐘在此次後三十分鐘，隨有第二次氣浪，其期間為二十分鐘。

縱深功效(Tiefenwirkung)——致死之事例，迄四仟米半之遠仍有之；重的氣體中毒，迄六仟米；輕的氣體中毒，迄十二仟米；達到之距離(Reichweite)，迄前線後十二仟米。

法國方面所受之損失——中氣體毒者 600 人(即遇着的部隊總數之 8.8%)，內有 155 人死去，而此中在當地死去者有 73 人。

因錯認事實(此項事實，惟有德方隨後突進的斥候之搜索，乃得將其查出)，法國五月二十一日之軍報告，關於此次攻擊通報如下：

“在香檳(Champagne)地方，德國對聖蘇卜列之聖伊呂街(Strasse St. Hilaire—St. Souplet)與蘇姆拔之蘇安街(Strasse Souain—Somme-Py)間之我方前綫，作一次強烈的氣體攻擊之企圖。為吾人立時指向該處之阻止射擊所止，敵人未得執行其預備好的攻擊”。

德國之目擊者，以明白的方式，對此作進一步之報告如下

(參考 193):

“在此後之第一夜,放空的及一部份尙屬半滿的氣筒自德方陣地之取出及向後輸送,卽行開始。在此時或因一隻不緊的氣筒之臭味之吹來,或因一隻氣筒之不鄭重的大聲的處理(lautes Hantieren)而在恬靜的夜間發出一聲類似巨大的音叉(Stimmgabel)之響亮的金屬聲響,法國人對此項氣筒之取出加以注意;而在其照明彈之亮光下,對填滿兵士之德國戰壕,將爆裂榴彈及含磷與二硫化碳之榴彈,向其傾注,後者所含之液體物,在榴彈爆炸後,卽在空氣自行着火,而在發烟及發出惡臭之狀況下,流入德國戰壕內。以此之故,氣筒之取出,於次夜始得以較少數之部隊重復行之。氣體聯隊之工兵,將氣筒掘出。步兵第一百八十四聯隊之下級軍官及兵卒,將氣筒及其附件攜回。最難攜帶者,爲半滿之氣筒;是項氣筒之八十五(?)磅之重量(編者按,全滿之氣筒,亦不過重七十六磅)。在肩上(以排於其下之一棍爲助,一隻氣筒,係在兩肩上同時擔負)。來回軒輊(Schaukeln),因能以流動之液體,在筒中此時向前流,彼時向後流也”。

1915年十二月十九日及1916年四月二十七,二十九,三十,六月十七,及八月八日等日  
在弗蘭德(Flanders)附近德國對於英國陣地之第二起吹放攻擊

此列吹放英國參謀部報告(參考 132),亦將其歸於一起,因其有許多特點相同也。此各次攻擊,均係於夜間或清晨行之。其所用之軍用化學物質,則爲氯與光氣之混和物。在此時之德國人,其對象的敵人爲備有氣體防護者,故必需將其攻擊的主要價值置於奇襲之上,而試行將氣雲在可能的不令人注意及最速的方式下,於敵人得以戴上其防毒面具之前,送到敵方。

在此一起內所作攻擊企圖,計有下列各次:

日期	正面地區	散佈氣體之前綫的寬度(碼數)*	風向	風速(每小時之英里數)	攻擊之時間	氣雲達到前綫後的距離
1915年十二月十九日	魏特葉 (Wieltje)	4400	—	—	晨五時十五分	8800 碼, 迄扶拉墨丁格 (Vlamertinghe)
1916年四月二十七日	胡魯希 (Hulluch)	3500	東	3—4	晨五時一次無毒之雲, 六時三十分氣雲。	—
1916年四月二十九日	胡魯希 (Hulluch)	3500; 側面與四月二十七日相同	東北	5—6	晨四時	—
1916年四月三十日	伍如菲根 (Wulverghem)	3500	東北東	9—12	夜一時	11,000碼, 迄培葉 (Bailleul)
1916年六月十七日	伍如菲根 (Wulverghem)	3100	—	—	夜十二時三十五分	—
1916年八月八日	魏特葉 (Wieltje)	1000	東	3—5	夜十時	13,000 碼, 迄補塞彭 (Busseboom)
		700	東	3—5	夜十時三十分	15000 碼, 迄坡伯林格 (Poperinghe)

在此各次英國所受之損失如下:

日期	因氣體而傷亡者之總數	死亡及死在法國者	按此計算每 100 中氣體毒者之死亡數
1915年十二月十九日.....	1069	120	11.2
1916年四月二十七日 } ...	1260	338	26.8
1916年四月二十九日 } ...			
1916年四月三十日.....	512	89	17.4
1916年六月十七日.....	562	95	17.0
1916年八月八日.....	804	371	46.2
共計.....	4207	1013	24.0

一碼等於 0.9 米。

關於 1915 年十二月十九日之第一次攻擊(在該次氯與光氣之混和物,係第一次在西方前線吹放),英國第二軍司令部內之化學顧問,有一極屬有趣的報告。此項報告之言如下:

“在 1915 年十一月,法國人捉住一名德國俘虜;此人係曾經訪問德國工業之一處學校者。此人所書之口供指明,一種新的氣體,將對英國陣地使用。是項氣體,德國人期望能致千數之人於死;且在此次將避免以前在伊迫(Ypern)附近所犯之錯誤,而其隨後所行之攻擊,將穩當的導引至英倫海峽海港(Kanalhäfen)之占領。我方聆此,立即開始作有計劃的努力,以求獲得關於在對英國前綫的地區內之或有的德國氣體準備之消息。用此種方式,在十二月十六日之晨,俘獲一德國曹長(Feldwebel);此項曹長,乃洩漏德國氣體埋設之日期及其在前綫之處所。在當時約有三萬五千名之英國軍隊,直接的在德國氣體綫之內;但幸因得此尙屬及時的警告及先期準備之防護,我方所受之損失,比較的小。德國人在此次係備好一次強烈的攻擊,並在此次企圖中使用一種新式的氣體榴彈;但因此項錯誤的氣體攻擊之破產,其密集之部隊,必曾蒙受重大之損失”。

關於兩次在巴塞(Bassée)河之南非墨如(Vermelles)附近之胡魯希(Hulluch)地方的放射攻擊,英國海格(Haig)總司令報告之如下(參考 180):

“氣體之放射,係以催淚氣及尋常榴彈之射擊陪伴之。在第一次事例中,兩次小的步兵攻擊,達到我方戰壕內但立被逐退。在第二次事例中,一次微弱的攻擊,亦被擊退。似屬故意的較大規模之攻勢突進,在當時為不可能;以一部份之氣體,向後吹回,而因此在集中作攻擊之軍隊,引起可以看見的紊亂也”。

在此兩次攻擊中之第一次,其因氣體而死者之數目之所以大,係因一種實有良好的氣體防護之軍隊的氣體軍紀之不夠程度;是項軍隊,因在前之無毒的烟幕攻擊之結果,變為不在意,故在第二次氣雲到臨時,未能及時戴上其防毒面具(參考 132)。

關於四月三十日在伍如菲根(Wulverghem)附近之攻擊,

海格(Haig)氏亦有較詳細之報告(參考 180)海氏云：

“在四月二十九至三十日之夜間，敵人對英國第三及第二十四師團所守之三千五百碼寬的前綫，施行一次規模頗大的氣體攻擊。此項動作，以猛烈的步槍及機關槍之射擊開始；在此項掩蔽下，氣體即行吹放而出。緊跟此事之後，敵人即用一幕猛烈的砲火，將我方陣地內之三處地區蓋住，而在其掩護之下，向前推進步兵攻擊至八次之多，但此中僅有兩次得以達到我方戰壕。此兩次攻擊，均直接的爲我方所擊退；在第二次事例中，衝入之敵人，在約四十分鐘後，方爲我方一次反攻將其重復逐出”。

至最後一次於八月八日在魏特葉(Wieltje)附近施行之攻擊，其死亡數目之驚人的大，英國參謀部報告，將其歸於一隊適纔開到的補充新兵之失敗(Versagen)；是項新兵，正係於氣雲行近之際出現，以替換在裝滿氣體的戰壕內之守備兵者也。

此外德國方面對於英國陣地，並未作其他放射攻擊之企圖。

1917年一月三十一日在香檳(Champagne)

地方卜魯森(Prosnes)河上之德國的吹放

攻擊(參考 57, 223)

下列圖 4(見下頁)，爲法國方面所製成者，指明德、法兩國之前綫，係在羅馬街(Römerstrasse)之北，且與之平行。兩國陣地間之距離，爲四百至五百米。在德國陣綫之北，有一串之小山(Hügelkette)，名爲香檳山(Les monts de Champagne)，其西界爲菲斯(Vesle)河之谷，東界則爲綏卜(Suippes)河之谷。此二河之谷，均係自東南徂西北；菲斯河之一支流，即卜魯森(Prosnes)河，自之得此次攻擊之名者，則在羅馬街之南，自東往西流。

菲斯及綏卜二河之谷，幾於垂直的與前綫相交叉而深深的伸入後方者，對於雙方視其風向如何，均予以可想像的最有利之放射攻擊的希望(Aussicht)，因其可當作有殊大之縱深功效計算也。在此項低地上，當然需假定其自方部隊備有適當的氣體防護，以風向即無忽然的轉變，氣體亦有對兩方面散佈之可能也。

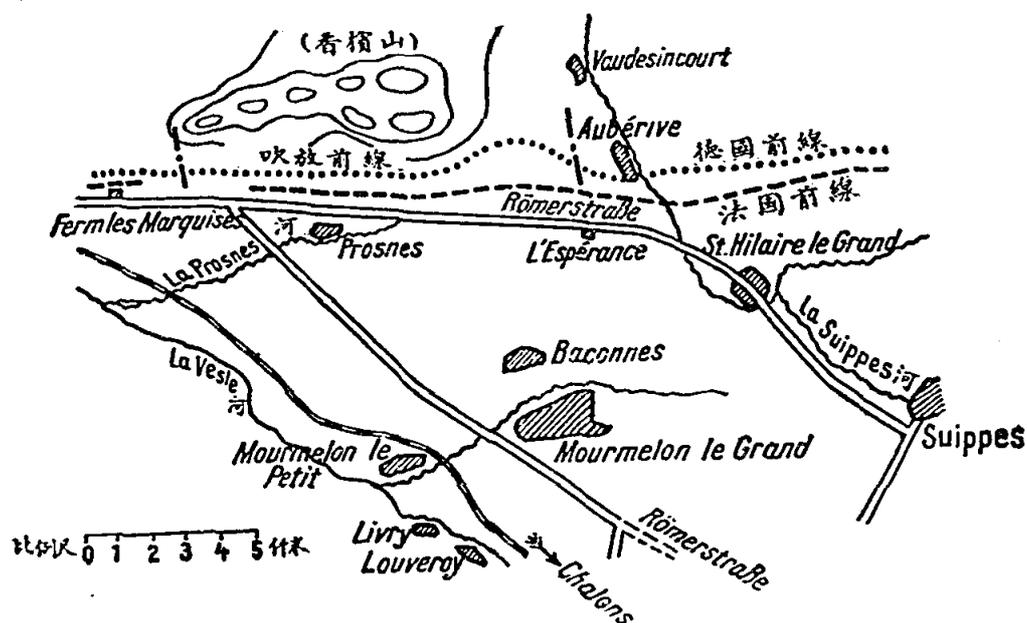


圖 4. 按照法國人之描寫 1917 年一月三十一日在香檳 (Champagne) 地方卜魯森 (Prosnes) 河上之德國的吹放攻擊。  
〔據蒲陸希 (Paul Bloch) 氏〕

德國氣筒之埋設，係在馬奇斯農場 (Ferme les Marquises) 與阿培禮伏 (Aubérive) 兩處之間；共用一萬八千五百隻氣筒，分埋於十一仟米半長之前線上。其所用氣筒填充物，為氯與硝基三氯甲烷之混和物 (參考 57)；但據其他法國方面之報告 (參考 223)，則謂光氣及烟 (Rauch)，亦曾在此次吹放。

在一月三十一日下午之黃昏時刻，天氣極乾，且屬殊冷。在下午四時，溫度之紀錄為  $-5^{\circ}$ ；以後之紀錄，為七時三十分  $-10^{\circ}$ ，半夜  $-18^{\circ}$ 。在西北方向之風向及每秒鐘二至三米之風速下，德國吹放兩次氣浪如下：

下午四時三十分： 第一次氣浪，期間四十分鐘；

下午七時：第二次氣浪，期間四十分鐘。

據法國方面之報告(參考 57)，此次德方對法國陣地所施行之放射攻擊，爲在伊迫 (Ypern) 之役以後整個大戰中最有效之一次。因當時風向之頗斜及陣地之突出，比鄰地區 (Nachbarabschnitt)法國第二道戰線，爲氣雲所擒住。此次損失數目之大，可歸之於當時流行之寒冷天氣；此項寒冷，使兵士之手指凍硬，故不能夠迅速的將其面具戴上。此外甚多遠在前線之後之人，亦受氣雲之奇襲。菲斯 (Vesle) 及綏卜 (Suippes) 二河之谷，當風確切的自西北徂東南吹過時，對於氣體若作一運河，而將其殊高的濃度下導入後方；在該處此項氣體於軍人及平民中，均索取犧牲者。此次之縱深功效，超過一切以前所測得者。在放射處之後十五仟米之綏卜 (Suippes)，尙有死者。至重的氣體中毒，則在二十仟米以上之距離，尙察有之。在前線後三十仟米之阿悅 (Aure) 及克羅瓦恩香檳 (Croix en Champagne) 地方之人，被迫戴上面具；在四十仟米之距離時，氣氣之臭，尙得清爽的察覺。

法國在此次之損失總數，爲中氣體毒者 2062 人 (卽軍隊遇着氣體總數之 20.6%)，內有 531 人因氣體而死去，此中有 250 人係在當地死去。

1917 年八月在香檳 (Champagne) 地區活德  
新沽 (Vaudesincourt) 與羅弗禮 (Rouvry) 兩

處間德國準備對法國施行的吹放攻擊

(參考 60,223)

據法國方面發表之論文(參考 60),在納伐林農場(Ferme Navarin)與布特門綏(Butle du Mensil)兩處之間,德方對法國第四軍,準備一次有趣的及新式的吹放攻擊。此次放射,原意應作兩次彼此相隨,相間不久之氣浪行之;其首次所欲放出者,為氯化二苯砷, (即藍十字氣) 之烟雲,自一加熱器具(即發烟燭)發出,其內同時含有鐵屑 (Eisenfeilspänen) 及硫黃以產生溫度;此項烟雲之目的,係在透過法國之防毒面具。在此後乃應隨以一種氯與光氣之氣雲以作真正的致效因素(Wirkungsfactor); 由此觀之,用此項吹放法所應產生之功效,實與“雜色區域”相等。

此項企圖,隱名為“蘇默悅恩特”(Sommerernte)者,未能實行。其準備未能瞞過法國人;彼等認明之後,即將原來指定在馬梅孫(Malmaison)之多尊大砲,移至受威脅地區附近之通過行道(Durchmarsch)。司令部當時發出許可,準其立即採用。此項砲隊,以不驚人及迅速的方式進入陣地,而毀壞德國之氣筒埋設。

1917年九月二十六日在胡魯希(Hulluch)附近對伯土恩(Bethune)礦山之德國的吹

放攻擊(參考 132)。

此次攻擊,係對德國前線後八百米之礦山坑道(Stollen)施行;其目的在於使敵人之開礦工作不能進行。此項坑道散佈氣體之執行,係用八千仟克之氯與硝基三氯甲烷之混和物。英國的通風機(Ventilator),將氣體吸入坑道之內;其所達之氣體濃度,據云竟有達百分之二十五之處。法國之礦工及一隊英國的斥候,均被殺死。在此處之開礦工作,斷然的停止。

德國在東方前線之吹放攻擊1915年五月二日在波利莫夫(Bolimow)附近德國對俄國陣地之吹放攻擊(參考 43)。

因自東方吹來之不利的風向繼續不變,在長十二仟米的前

線上第九軍埋好的氣筒列，祇得任其遺置不動至三星期之久。以此之故，奇襲的重要性 (Moment)，在此次極成問題，因俄國人在此項中間經過的時間，已對此事得到認識也。據俄國方面之傳說，亦云如此。雖然，不顧其氣體防護之不夠，俄國軍隊仍得到命令，無條件的固守。至五月二日，風向最後始得變為有利的，但德國部隊之指導 (Anweisung)，未為正當 (參考 43)。在晨二時至三時之間，氣體按照原意放出；但部隊以為俄國人不復能再動。雖然，當局地 (Stellenweise) 之已經因氣體而受傷，但係勇敢的部隊，尚能再作一度之振作而射擊時，應即跟隨氣雲之德國師團，相信氣體未曾發展其功效，而因此未曾作夠猛烈的進攻。自事實上言之，雖地形極屬不利，此次氣體功效，尤其在縱深上，係屬異常之大。西比利亞第五十三及五十四聯隊，完全殲滅；進入之預備隊，失去其兵額之三分之二。損失之總數，達九千一百人，內中有六千人死去 (參考 72)。

五月三十一日，在此同一地處，復在第九軍之範圍內，有一第二次之吹放攻擊。在此次氣體轉變其方向而在德國戰壕內引起重大之損失 (參考 43)。

### 在東方前線德國對俄國陣地之其他吹放 攻擊

與此相對，在 1916 年德國對於俄國人之吹放攻擊，則係異常有效。關於此點，俄國北方前線總司令侍從武官長愛渥特

(General-Adjutant Ewert) 氏所發之命令,予吾人以一明白的描寫: 1916 年九月二日,愛氏責備兩個因德國吹放攻擊而受重大損失之軍團的無腦筋及其氣體防護準備之不足; 九月二十日,復隨有另一新的命令,因在前線之另一處又有百數之人失去也。〔此次損失,似乎係因九月七日夜在巴倫諾魏取 (Baranowitschi) 正面地區之德國吹放攻擊之結果〕。此次攻擊,雖為俄國人所預期者,但在此處之損失,仍屬極大。單單一個俄國聯隊,即因氣體中毒而損失六百名軍官及兵卒(參考 151)。在 1916 年十月十一日,據云在魏拖里茲 (Witoniz) 附近有四千名之甯斯伯卡如哥薩克兵 (Transbaikalkosaken) 及其馬匹,均被殲滅(參考 49); 但此項陳述,據新近的徵實,稱為過分的誇張。1916 年十月十八日,俄國人在奇色林 (Kieselin) 附近,損失一千五百人。在 1916 年十二月,德國在禮加 (Riga) 與明斯克 (Minsk) 兩處間之吹放攻擊,其功效達於二十仟米之縱深(參考 64)。在 1917 年一次攻擊中,俄國人在十二仟米長之前線上,因氣體致死而損失十二名軍官及 1089 名兵士,因氣體中毒而損失五十三名軍官及 7738 名兵士(參考 103)。

### 奧,匈帝國之吹放攻擊

在世界大戰中,奧,匈帝國之軍隊,僅曾有單獨的一次,用其對壕兵特種大隊 (Sappeur spezial bataillon), 以前稱為對壕兵第六十二大隊者,執行較大的吹放攻擊。此次攻擊,係在意大

利前線上施行；關於此事，在奧國方面，有一極詳細及富有教訓性的報告（參考 235）：

1916 年一月二十九日在多伯杜 (Doberdo)

高地面 (Hochfläche) 之奧，匈帝國吹放攻擊

關於此事，倫杜立克 (Rendulic) 氏之報告（參考 235），大約如下：在聖米歇如山 (Mont St. Michele) 之危險情形，使第七軍團司令部，使用一種迄此時尚未在意大利戰場上試驗的兵器，即氣體是也。我方對於成功的企圖之希望，為藉之將敵人自聖米歇如山及可特第一百九十七號高地 (Hohenrücker Kote 197) 逐出及將本國前綫推進至一較有利之地區，可以較少之兵力守住之者。為埋設氣筒列起見，所選定之地區，為匈牙利後備兵 (Honved) 第二十師團及步兵第十七師團所守之聖米歇如山上及山馬丁諾 (San Martino) 之西及西南的區域，及梅里又 (Mainizza) 附近山戰第五旅團 (5. Gebirgsbrigade) 地區之南面部份”。

“偵察之結果，指明對於在整個六仟米長的前綫上之無間隙的氣筒埋設，毫不能有問題。惟在聖米歇如山上及山馬丁諾附近之陣地中，敵人之迫近及岩石狀的地，不容構築其掩蔽物之必要的高度；因此在此處必需將氣筒配置於木箱及鐵絲網內而用砂袋將其作簡陋的防護。在步兵第十七師團之範圍內，兩處地區之陣地，離敵人僅有八步至十步，在其他地區亦有敵人過近之擾亂；故在是項地區內，祇得在最後之片刻運入氣筒，或僅採用效力殊小之手榴彈”。

“氣筒之運送及埋設，係在六月十八日至二十五日之期間內行之。向前運送各物之總數，為六千隻內裝氯光氣混和物之氣筒（每一氣筒之總重為五十仟克），六千五百根鉛管，一千七百一十隻鹽蓋 (Salzdecke)，及一萬一千二百隻砂袋，共裝五十二輛車 (Waggon)。若在有利的天氣情形下，氣體攻擊之執行，在六月二十六日時，已屬可能；因其無此項天氣，故必需等候”。

“在六月二十八日，意大利人對於整個多伯杜高地面發展其一種增高的砲隊活動。在下午六時三十分鐘左右，第七軍團前綫之一大部份，係在猛烈砲火之下；是項砲火，在聖希歇如山及山馬丁諾之地區內，增高成爲一種連續速射 (Trommelfeuer)。在此後不久，意大利步兵，暫時的侵入匈牙利後備兵第二十師團及步兵第十七師團之附近，但未發現埋好的氣筒。數處氣筒隊，為重砲完全的命中，故其埋設受傷害而致溢出 (Verschüttet)，使其重行安設之工作，必需犧牲對壕兵及步兵，始得行之。雖然，集合而論，則氣筒並未受損”。

“六月二十九日之晨，放射攻擊乃得進行。因在梅里又 (Mainizza) 附近北方區域內，完全無風的情況之忽然的到臨，三千隻（即一半）之氣筒，變為無效。在其他地區內，亦無啣接 (geschlossen) 的氣體功效；因其在各處之吹放，以電話線 (Fernsprechleitung) 之中斷及放出的火箭信號 (Raketsignal) 之不易辨識（以開始天亮及有微霧之故），並非同時舉行，而係在五時十五分至五時三十分之間行之也。氣體之功效，已因在吹放前綫上間隙之存在而極受影響者，以此而更受損失。此外並發現在約計七十隻氣筒上之鎖口螺旋 (Verschluss-schrauben)，為敵人砲火所損壞，而因此不能將其旋開。一部份氣筒上所連之鉛管，安放太陡 (Steil)，以致氣體衝過敵人最前綫之上而不與之接觸。最後有數根鉛管，雖曾按照規定搭載砂袋，仍藉流出氣體之壓力而伸直及向後轉，以致氣體流入本國戰壕”。

“因敵人之迫近及放射前綫之有間隙，氣體多半在敵人最前綫之前，始行結合成為聯成一起之氣雲；是項氣雲，慢慢的漫過敵人陣地之上，並且向前突進，越過伊松佐 (Isonzo) 之上。完全受奇襲及無準備的意大利人，在氣體之壓入下，整隊的棄其兵器而與氣體一同往後速奔。雖然，許多之島，為氣體所繞過，而自此各處，猛烈之機關槍射擊，對前進之攻擊者應戰”。

“在此役意大利人所受之損失，為傷亡者五千人（內中大半係因氣體而死亡者），被俘者一千人（內中大部份在被俘後，因受氣體傷過重而死去），僅就意大利步兵第十聯隊而言，即有一千三百人因氣體而致死。至奧，匈帝國方面因氣體而受之損失，則因氣體而致死者不過軍官三人及兵士三十三人，因氣體而受傷者不過軍官四人及兵士一百八十九人而已。地域之獲得及前綫之改善，未能以此次放射攻擊而得達到目的；但在此處前綫已經成為不能忍受之意大利人的壓力，因此而得打破，以致在此處迄 1916 年八月初止，得以平靜無事”。

1917 年春，奧，匈帝國之對壕兵特種大隊，又曾在東方前綫，如波格達諾夫 (Bogdanow)，司木哥夫勒希稱雅達 (Smorgow-Leschtschenjata)，及波司塔肥 (Postawy) 等處之附近，對俄國陣地施行一系列較小的吹放攻擊企圖；但其成功如何，迄今尚未得知之。

### 法國之吹放攻擊(參考 68)

在 1915 年七月間，法國人即將氯與發烟氯化物之混和物作

初試驗，結果似屬可用。雖然，法國第一次之在前線上採此項混和物以作吹放攻擊，係在 1916 年二月始行之。自 1917 年初起，乃改用氯與光氣之混和物。

法國方面，共曾執行吹放攻擊至二十次之多，但均鮮有效（參考 117）。在此各次中，有數次其氣體前線伸至五千米之寬。一次攻擊所採用之氣筒數，平均為六千隻。至其縱深功效，則伸出至十至十五千米之遠。

#### 英國之吹放攻擊（參考 94, 132, 164）

英國人為第一國之人，在一種情形下，可對德國於伊迫（Ypern）附近所施之吹放攻擊予以報答者。彼等第一次企圖，係於 1915 年九月二十五及二十七日，在羅斯（Loos）附近，以氯及無毒之烟行之。其第二次之氣體攻擊，係於同年十月十三日在同一地處施行。在此兩次企圖中，英國本國部隊因氣體而中毒之紀錄，不在 2911 人以下；內中約有 550 人之中毒，可歸功於德國之刺激榴彈，至其他則均歸之於其本國的氣體。此項本國蒙受損失之理由，彼等舉出下列各種：氣體部隊之未受訓練，氣筒之不緊，設備（Armatur）之壞，英國步兵在本國氣霧內突進之過早，及氣筒之為德國大砲爆裂彈射擊所毀壞。據以後所指出，此次之氣體中毒，一般言之，均屬較輕者；因氣體而致死者，據證實不過十人，重的氣體中毒之事例，亦不過五十五人而已。因此在此次所遇者，似乎屬於部隊之心理上影響為多；是項部

份，自信其為氣體所毒。

其他英國吹放攻擊，在 1915 至 1916 之冬季有之。1916 年春，氯與光氣之混和物，為英國人所引用。英國氣體部隊內的四個特種中隊（參觀第 122 頁），在 1916 年間，已長成爲一特種旅團（Spezialbrigade），名爲皇家工程師隊（The Royal Engineers），其下共設二十四個中隊。是項中隊，分爲十六個作吹放攻擊之所謂的氣筒中隊，四個氣體迫擊砲中隊（每中隊有四十八尊司托克式迫擊砲（Stokes-Minenwerfer）），及四個用火焰發射器（Flammenwerfer）之特種中隊，每中隊備有二十四架笨重的火焰發射器及四十八輕便的火焰發射器者；但最後一種（即使用火焰發射器者），其應用係屬比較的少（參考 94）。

與德國人相反，英國人將吹放攻擊法，應用之迄於大戰之末。例如海格（Haig）氏報告云（參考 183）：“在 1918 年中，自三月起至十一月止，英國的二十個氣體中隊及美國的兩個中隊，尚曾吹放氣體 2250 噸以上。在 1918 年三月十一至十月七日之期間內，曾於一百十九個夜間，吹放氣體。各不相連的動作，得以成功的執行者，不在三百零一次以下；此外尚有多次準備好的企圖，因戰術上情形之改變而祇得放棄之者”。

英國氣體作戰（Gasoperation）之總次數，在整個大戰中，共計爲七百六十八次。在此各次中，共曾銷耗 89,968 隻氣筒，196,940 枚氣體投射砲彈（Gaswerferbomben）及 177,048 枚之氣體，發烟，及燃燒的司托克式迫擊砲彈。爲此用所需之軍用化學物質，共計五千七百噸。至關於近代化的英國式吹放法，則請參觀第 85 及 370 頁。

### 俄國之吹放攻擊（參考 83）

以其所備有的軍用化學物質數量之小，俄國人之最初的吹

放攻擊，僅在大規模作戰（Grosskampfhandlung）之範圍內用之；其用途係在與烟帳聯合以援助本國步兵之密集的攻擊（Massenangriff）；是項攻擊，係在氣雲之後或其旁進行。至1916年十月時，彼等始改爲亦用純粹的氣體企圖，僅賴氣體之功效，而與斥候企圖相聯者。此類吹放攻擊，最初兩次，均係在巴倫諾魏取（Baranowitschi）附近行之；內中第一次係於1916年十月二十四日之夜對德國國防軍第四師團（4. Landwehr-division）施行，第二次則係於1916年十月二十五日之夜對德國步兵第二百零一師團施行。此兩次攻擊，不顧其所放氣浪次數之多（一次攻擊計達八次氣浪之多），並未使德國人因氣體而致死。

在彼時俄國人一次利用四千至五千隻之鑄鐵製的蛋形氣筒。是項氣筒之埋設，需時兩晚至三晚之久。其流出之時間爲四分至五分鐘。所用之軍用物質爲氯，但在某一次所用者爲氯與光氣之混和物；氯與硝基三氯甲烷之混和物，據推測亦曾使用。至在1917年中最重要的俄國吹放攻擊，則有下列各次：

1917年一月二十六日在禮加米韜大道  
（Strasse Riga-Mitau）上阿（Aa）河旁俄國對  
德國陣地之吹放攻擊

不顧當時之寒冷及暴雪，在微弱之風力下，俄國人於晚間七時左右，相間不久的吹放兩次氣雲；此二次中，第一次之氣雲殊爲濃厚，第二次則相較殊爲稀薄。同時有二千發之俄國光氣榴彈，由大砲射出。接此後所行之斥候突進，歸於失敗。此次氣體攻擊，毫無功效；德國人中並未有因氣體而致死者。

1917年三月二十七日在柯威（Kowel）附近

### 俄國對於奧、匈帝國的好耳(Hauer)騎兵軍團之吹放攻擊

在1917年三月二十七日之晨，首先有一次利用氣體榴彈之奇襲。在此後有數次氯氣之氣浪，自東南方向放出。此項氣雲，似乎射回至俄國戰壕之內，以致僅有一小量得以達到奧國陣地。奧、匈帝國方面在此次所受之損失，不過三個輕的氣體中毒之人而已。

### 1917年四月十五日在柯威(Kowel)之東、南苦查禮(Kuchary)附近俄國對德國步兵第一零七師團之吹放攻擊

風向東至東、南(O—OSO)；風速起初每秒鐘四米，以後每秒鐘七米。

在下午九時四十分時，吹放第一次氣浪(所用者為氯與光氣之混和物)；總共在四小時內，吹放五次氣浪之多。同時並射出一萬發之榴彈，內中約有百分之七十內含硝基三氯甲烷與氯化硫磺之混和物，百分之三十為爆裂彈(中有一部份為大口徑砲彈)；是項爆裂彈，對於氣體之功效，影響殊大。

縱深功效，八至九仟米，能達到之距離，十六仟米。在吹放後不久，敵人採用一次微弱的步兵突進。

德國方面在此次所受之損失，不過五個輕的氣體中毒之人而已。

#### b. 砲隊氣體射擊法(Gasschiessen der Artillerie)

因其所用器具之笨重及不易搬運，埋好的吹放攻擊之使用，其先決條件為與後方有良好的聯絡。以此之故，在會戰之焦點，從不能將氣體攻擊在此項採用之方式下執行之。惟用砲隊氣體射擊法，方能於大規模作戰之當中，放出氣體。

與放射法相較，氣體射擊法之另一優點，為氣體與其容器，係一同投到其目標。以此之故，攻擊處(Angriffsort)與攻擊目

標之道路，爲氣體之所不能自由的經過者，在此處毫無意義。

此外再有一有利之事，即不僅真正的氣體可以應用，即液體亦可用之（假定其對砲彈殼所施之內部壓力不致過大），甚至固體亦似可應用；祇需其化學結構，而因此其藥物學上之性質，不爲爆炸所破壞，即足矣。

與爆裂彈之射擊相較，氣體射擊之優點，首在其不復需將敵人直接的命中；祇需令砲彈在敵人之附近爆裂，即屬已足。此外在使用難於揮發的軍用物質時，忽然及短時間的爆裂功效，爲一持久的軍用氣體之功效所代，亦係其一優點。

氣體射擊之缺點，爲其對於天氣及地形之依賴性。雖然，自此兩種關係言之，其限制均不若在放射攻擊時之狹窄；尤其對於後者（即放射法）有決定力之風向，在此處幾無意義，最後吾人需注意一種觀點，即吾人所應計及者，乃係在攻擊目標之氣象情形而非在攻擊處之是項情形。

天氣——對於使用易於揮發的氣體時有效之要語爲：“空氣愈靜，日光愈少，及地面愈冷時，是項物質之功效愈強，且愈能持久”。此三種條件，在夜間最易達到；因此夜間爲對於氣體射擊最有利的時間。橫平的空氣運動（即風力）之許可限度（Zulässigkeitsgrenze），視射擊種類（Schiess-Arten）之不同而異；此點吾人將在討論各種氣體射擊法時見之。雖然，在此處吾人已應言及，在德國方面，對於“氣霧射擊”（Schwadenschiessen）之最高風力限度爲每秒鐘 1.5 米半之風速；對於“氣體奇襲”

(Gasüberfall) 爲每秒鐘 3 米，對於“布毒射擊”(Vergiftungsschiessen) 爲每秒鐘五米。此項限度之超過，即將採用之氣體彈藥作重大的增加，亦不能抵補。反之在必要時將氣體彈藥插入爆裂彈藥之內，則在任何天氣下，均可容許。大雨將任何氣體打下，使其變爲無效；同一之現象，在對水面射擊時，亦行出現(例如在對氾濫之草地射擊時，已有是項現象)。

地形——避風之處，如凹地，深谷，村落，樹林及其他植物繁生之地域，對於氣體攻擊，總較空曠之地域爲合宜，因在第一種情形下，橫平的空氣運動較小也。例如在一較密之樹林內，風速降低至每秒鐘 2 米左右；與此相當，其對於各種擊法之許可限度，則升高至每秒鐘二米左右。當地形不平時，對於在高處之地點，需用較強之射擊；因即不計及氣體下流對於藉砲隊氣體射擊所達到的濃度之影響，氣體亦隨夜間下降的空氣運動而行至低處也。

敵人的氣體防護——最後應言及者，即砲隊氣體射擊之功效，與敵人氣體防護器具的優美及其氣體軍紀之程度，極有關係。

戰術上之觀點——上述各種依賴性 (Abhängigkeit) 之觀點，漸漸的導至氣體射擊的戰術之造成；是項戰術，無疑的在德國人方面，其發展之程度，係屬比較的高。實際上的執行，是否總與戰術上之規定相符，在此處不應決定之。德國方面，在化學作戰之最初時期中，曾在使用氣體犯有錯誤，亦屬毫無疑問

之事。協約國方面所發表之文章，屢次的指出，德國人總不知道，將其氣體兵器之技術上的優勢，在軍事上作正當的利用，且往往將是項兵器作愚笨的採用（參考 50,90,94）。德國方面，亦對協約國，亦作相似的責備，而云：“在協約國方面，砲隊氣體射擊法，從未得到與其在德國方面所占的地位相似之重要，雖氣體砲彈，在協約國方面出現極早而且曾經大量的使用。關於此點之理由，固在於其對於軍用物質之技術上的落後及德國的氣體防護之優越，但據推測，亦由於一種劃一的氣體戰術之缺少。雖然，敵人之氣體，仍不能否認其得有重大的成功，例如在 1917 年十月達姆路 (Damenweg) 之役是也”（參考 63）。彼等言論之證明，編者祇得放棄；但無論如何，謂在整個大戰中，德國人在氣體戰爭方面，自技術上及戰術上言之，均係大大的占先，且有殊大的優勢，而協約國之漸漸的開始得到氣體成功，除少數例外（如英國人之使用氣體投射砲及法國人之使用光氣榴彈等）外，其起源均來自德國人的經驗，且係完全根據達到協約國手中之德國方法 (Vorschrift)，實屬一句無條件的合宜之語。對此弗禮司 (Fries) 氏亦予以承認；弗氏云（參考 100）：“吾等 1918 年初在菲斯 (Vesle) 河上所受之損失，如此的大，以致吾人違心所願的對敵人所用之氣體射擊技術，予以嘆服”。在另一處弗氏又云，“德國人為第一國之人，認明氣體可在戰略上大規模的採用者，為一何等平常之事”。德國之優勢，尤其在技術的數量 (technisch-quantitativ) 方面，若大戰仍然繼續的進行，是否能

以保持，自美國的援助及德國之原料困難情形考慮之，必需予以否認(參觀第 37 及 39 頁)。

### 1. 德國人之戰術

德國人之採用 T 榴彈——在大戰時，氣體戰術 (Gas-taktik) 之起端，係在德國方面。最初用十五厘米 T 榴彈試驗之。此項榴彈，除其催淚功效外，尚有令人滿意之破片功效 (Splitterwirkung)，其破片數為六百 (以代尋常砲彈之八百)；是項功效，可插入百分之十的爆裂彈藥以得相當的增高。在風力較強時，甚至將爆裂彈之加入繼續的增加，以致昇到百分之九十，(即僅用百分之十的氣體彈藥)，亦屬可以容許，在該項情形下，氣體彈藥不過插入射擊而已。因此在彼時德國已認識催淚氣功效之可能性，即是類氣體在數量極小時，已可強迫敵人戴上其妨礙動作之氣體防護器具，而藉此傷損其作戰活動。例如俄國之砲兵，在其面具下，完全不能射擊，或祇能作極不準確的射擊，而因此據經驗所指明，往往為簡單的 T 榴彈搜射所除卻。

T 榴彈之氣霧，難於揮發，在樹林中約存留二十四小時之久，在掩蔽部內則約存留四十八小時之久。其散佈氣體手續本身，必需作奇襲式的採用。為在一公頃 (即一萬平方米) 之面積上作有效的氣體散佈起見，應以五十發砲彈計算 (此係一極高的數目字)；藉慢慢的隨後射擊，可將其濃度維持一較長的時間。

T 榴彈之軍事上的重要，在多數情形下為德國本國部隊作

過低的評價；其採取及使用，在此項了解不足之情形下，有長期的忍受。軍隊並不要求此項榴彈；因此其製造總不過中樣的範圍內行之，而其產量平均為每月二千四百發（參考 65）。實則 T 榴彈一物，若在適當的天氣及地形情形下作正當的採用，乃係一種有利的兵器；尤其對於制壓敵人的砲臺，其效特大。在敵人之氣體防護係屬缺少或不充分時，可用是項兵器以獲得重大的成功。例如在其第一次於 1915 年一月三十一日在波利莫夫 (Bolimow) 附近之拿卡 (Rawka) 河上對俄國人採用時（在此次德國第九軍，備有之此項榴彈，為數不下一萬八千發），雖以冬天之嚴寒，軍用物質未能完全得其功效，但已得到殊大的成功。在西方前線上，1915 年六月二十日在阿根倫 (Argonnen) 地方格魯耳禮 (Gruerie) 附近的狹拿德 (Chalade) 樹林內所用之 T 榴彈，雖祇於六小時內射擊二千發，已使德國人得以略取殊大的法國塹壕地帶及俘獲二千四百名之法國人；是項俘虜，幾於均未受傷，但以其目部之流淚，祇得束手待斃，而為備有防護眼鏡 (Schutzbrille) 之德國人所擒（參考 181, 223）。此外在 1916 年春（即在綠十字彈藥引用前不久），德國人尚會使用 T 榴彈以在凡而登 (Verdun) 附近麻斯 (Maas) 河西岸對布魯 (Bourrus) 樹林散佈氣體而獲得特殊的成功；因其將德國步兵自法國之砲火作竟日之有力的救助也。即在 1917 年時，德國人尚常在東方前線上射擊 T 榴彈以對俄國砲臺散佈氣體。

1915年六月德國在西方前線羅斯 (Loos)

## 附近之氣體射擊

關於此事，英國氣體軍官勒非標 (Lefebure) 氏，以其個人經驗為根據，作下列之報告(參考 122)：

“在耶斯(Lens)附近高地脈 (Höhenzug) 下之陣地中的置於空曠地域上之英國砲臺，為自羅多農場 (Rutoire-ferme) 吹來之風所吹過。德國榴彈之催淚氣，為此風所帶來者，繼續的包圍我方砲臺；但是項砲臺仍然繼續的活動。因此是項榴彈，確然未能滿足其德國人所期望之任務，但並非無效。局部破壞的村落，在此荒涼環境內為軍隊之惟一住宿處者，在不到一點鐘之集中的催淚氣射擊下，已變為不能居住。在自戰壕走出，進入此類之氣體巢(Gasnest)時，立即為一種可怕的及忽然的對於眼部之打擊所止住。上述之不便及其對於軍隊，宿營，給養，及補給(Nachschub)之反應，尤其在施行一次攻擊之後，為一種不應估價太低的因素”。

德國人之採用 K 榴彈——K 榴彈之化學填充物，即氯甲酸一氯甲酯，在 1915 年六月十八日，已曾在勒非聖法斯 (Neuville-St.Vaast) 附近，作為德國 C 式迫擊砲彈 (C-Minen) 之填充劑而作第一次之試驗。至 K 榴彈之第一次採用，則亦在 1915 年之夏季。關於對英國前線之第一次射擊，哈特列將軍 (General Hartley) 以下列方式報告之：

“1916 年，在包德蒙(Baudemont)附近之前綫，阿拉斯 (Arras) 之門，我軍為 K 物質所奇襲；幸而我方損失，僅屬超過一百人之數不多。此項榴彈，不然係屬極端有效；但以其在戰術上應用之不夠，其功效大受影響”。

K 榴彈所裝之軍用物質，較之 T 榴彈內物，有一較高的揮發性；因此其在地域上之有效期間，有相當的縮短。反之此物對於外部及內部呼吸器官之刺激功效，則殊較 T 物質為強烈及不能忍受。在 K 及 T 兩種榴彈中，吾人已有使用兩種相反的氣

體砲彈樣式 (Gasgeschosstyp) 以作攻勢及守勢的用途之傾向,此項傾向,以後在“雜色十字彈藥及黃十字彈藥”中,達其在世界大戰時之最高的發展程度。K榴彈一物,在氣體戰爭中不過一種過渡的現象,其改善即成爲“過物質”榴彈。因此K榴彈可稱之爲綠十字彈藥之先驅。

氣體戰術 (Gastaktik) 之發展——藉 T榴彈及 K榴彈之應用,吾人漸得認識,氣體射擊與爆裂彈射擊相較,其間實有重大的區別;是項區別,即在氣體射擊之有較大的空間功效 (Raumwirkung) 及持久功效 (Dauerwirkung) 是也。因此在作氣體射擊時,不復需命中個別的目標,方屬有效,而祇需將一平面,作若干長時間的布毒,以令敵人在一定區域的存留或通過,成爲不可能,或至少感受殊大之困難,即屬已足。“氣體阻絕” (Gassperre) 及“氣體沼澤” (Gassumpf) 之意念,由此而出現。吾人學得計算“氣體需要” (Gasbedarf),即對於一處固定大小的平面布毒所需之一切 (如砲數,砲彈數,及時間等),並對氣體射擊對於天氣及地形之依賴性,得新的觀點。第一次用實例試驗,此項以迄此時止所搜集的經驗爲基礎所成之氣體戰術,是否合宜,即係下段所描寫之企圖:

1916 年六月二十二日之夜在 凡而登

(Verdun) 附近 麻斯 (Maas) 河東岸 德國

利用綠十字彈藥的大規模氣體射擊

據法國方面之描寫(參考 57),是項企圖,係以下列方式進行:

此次氣體射擊，係自六月二十二日晚十時起始，繼續至六月二十三日晨六時乃止。自四十個野戰輕榴彈中砲隊及十六個野砲中隊，前後共射出綠十字榴彈十一萬發之多；同時並在連續之正面地區上，以刺激榴彈陪伴之。氣體之散佈，在布拉 (Bras)與他汾要塞(Fort Tavanne)之間伸開一仟米寬之前綫；其縱深則在蘇非 (Souville)與凡而登 (Verdun)附近之要塞間，伸長約五仟米。氣體之堆積，首在谷中及低地出現；至高地則並無氣體。對於在高地上之觀測者，聚集之氣霧，在谷中頗似九月間的霧之景象。是項氣霧，維持至下午六時，始為新來的風所吹散。在卡把悅農場 (Cabaret-ferme) 南之砲兵陣地及向前進行之預備隊，遇着氣體功效最多；後者之死傷，竟達其總數之百分之三十。法國方面在此次所受之損失，為中氣體毒者一千六百人，內中有九十人死去。

七月十一日，在同一地區內及同一情形下，從新有一次氣體射擊。法國方面之損失，為中氣體毒者一千一百人，內中有九十五人死去。

此項有效的企圖指明，按照迄該時止所得之觀點而行之砲隊氣體射擊法，係屬絕對的可用；而在此時，惟自是項兵器之技術上及戰術上的完成之合乎邏輯的發展，乃能造成近代戰爭之一種最重要的兵器。

最初一般人假定，戰術上的發展，將導至一種特別兵器，即氣體砲隊 (Gasartillerie) 是也。以此之故，彼等配置特種氣體砲兵中隊 (Gasbatterie)，並設立特別的氣體司令部 (Gasstäbe) 以作較大的砲兵團隊 (Artillerieverbände) 之指揮者。將是項編制作夠多的增加，彼等相信其可以對付一切要求。雖然，不久即自顯出，此項所述之方法，尚屬不足，而氣體射擊法，必需成為整個砲兵的共同所有物。在 1917 年初之左右，關於採用氣體彈藥之戰術上的規程 (Vorschrift) 第一次出現。

光氣及“過物質”之發展，造成一種氣體彈藥，其任務不復如以前所用的刺激物質及軍用物質之僅在壓制敵人，而乃在使

敵人受持久的傷害。對是項彈藥有對付的作用者，為敵人之氣體防護器具及氣體軍紀。考慮之結果導至一種結論，即在敵人有良好的氣體防護器具及高等的氣體軍紀時，氣體射擊之此類功效，在下列情形下，仍可期望得之：

(1) 當敵人出乎不意的為一濃度夠高的氣體所奇襲之時，因此其防毒面具經遲延後始得戴上者(參觀下文“氣體奇襲”一段)；

(2) 當敵人因整天的各種氣體彈藥之持續射擊 (Dauer-schiessen)，被迫不斷的在其防毒面具之下之時，以致最後此項面具之戴上成為不能忍受者 (參觀下文論“持續射擊”處)；

(3) 當敵人並未注意氣體的採用或存在之時 (參觀下文論“氣體爆裂彈射擊”及“布毒射擊”等段)；

(4) 當對敵人採用一種新奇的兵器之時，其氣體防護在彼等尚無之者(參觀下文討論藍十字氣問題及“布毒射擊”處)。

以此項考慮為基礎，在德國將氣體射擊，分類如下：<sup>\*</sup>

- (a) 氣體奇襲；
- (b) 氣霧射擊；
- (c) 氣體爆裂彈射擊；
- (d) 布毒射擊。

---

\* 德國關於氣體射擊之規程(Vorschrift)，第一次係在1919年之美國工業化學雜誌(*Journal of Industrial and Engineering Chemistry*)第830頁上，在德國砲隊氣體戰術撮要(*Summary of German Artillery Gas Tactics*)之題目下發表之。

以上四類，前三類係在進攻時用之；最後一類，則在防守時用之。

在下列各段中，特將每類氣體射擊，分開的加以討論，並引大戰時之實例以將其說明。

### (a) 氣體奇襲(Gasüberfall)

進攻時所用的整個氣體射擊技術之中心點，在其突然的(schlagartig)採用及以最速的砲射方法，在一處有能償(lohnend)的活目標之點，達到最大可能之氣體濃度。突然的採用，應使敵人出乎意料之外；當彼等戴上其防毒面具時，應已在一種為氣體所飽和的大氣內；至達到最大可能的氣體濃度之方式，為至少射出下列發數之砲彈：

野砲彈一百發，

或野戰輕榴彈砲彈五十發，

或野戰重榴彈砲彈二十五發，

或將上述各種混和而用之，例如五十發之野砲彈及二十五發之野戰輕榴彈砲彈等。

是項發數之砲彈，且需自可能的多尊砲身，以最高的射擊速度，即在最短時間內(約一分鐘左右)，射到一處固定的目標點上，其上據確定或推測係有活的目標者。氣體之數量愈大，其功效亦愈大；惟一之限制，在突然聯合射擊之困難。

一切其他各類的進攻時所用之氣體射擊，均係以此項氣體奇襲為基礎而建築。至所用之軍用化學物質，則在德國方面為

綠十字氣，以後亦用黃十字氣第一號；協約國則用光氣或氫氰酸榴彈。德國人若猜測敵人已戴上其防毒面具，則改用“雜色十字榴彈”；其所取之手續，為首先射出一陣五十發之藍十字爆裂彈，隨後立刻的或隔數分鐘後，即在同一地點執行氣體奇襲；在作是項奇襲時，彼等在一分或數分鐘之久，以最高的射擊速度，對同一目標上射出至少五十發之大口徑野砲(Kaliber Feldkanone)的綠十字榴彈（若砲之口徑更大時，砲彈之發數即相當的減少）。此類同時的利用藍十字氣及綠十字氣布毒之地帶，彼等名之為攻擊時所用的“雜色區域”(Bunte Räume)。

極其準確，在可能範圍內不驚人的射擊(Einschiessen)，對於爆裂彈為所必需。在1917年夏季時，德國的布毒，已令敵人砲臺，整個放棄其在縱長(nach der Länge)的射擊(參考98)。氣體奇襲之執行，其處理在晝間較在夜間為可靠。晝間光線，使人對於目標能得共同的正確觀念，並使砲擊可以同時起始，砲彈之彈着(Einschlag)亦得觀測。此數優點，自砲兵之觀念(Auffassung)言之，可以抵過夜間之多半較屬有利的天氣情形。至其所容許之風速，其在空曠地面上的最高限度為每秒鐘三米。

1917年十月二十三至二十四日在拖曼羣

(Gruppe Tolmein)附近德國在意大利前線

### 上之氣體奇襲

集中攻擊(Krn-Massir)的結果(Ausläufer)，將奇非打如(Cividale)之大路阻斷，以致該處地域似屬不合在大的平面上施行連續不斷的氣體攻效。真正的目標地，係在尖似刀背之一片山背上；平面布毒，能使氣體在峭陡的谷中及裂罅中存留過久而使前進之本國部隊感受危險。最後伊松佐(Isonzo)谷內之風，亦需予以考慮。(關於此點，參觀第225頁)；此風易將氣體趕回至本國戰線及預備陣地。以此之故，德國人僅以“雜色十字彈”，施行氣體奇襲；其所期望得到之主要功效，係對藏在穹窖中(Kaverniert)之砲臺在砲門遇着(Schartentreffer)。此項整個

計劃，無論其是否在攻擊前之一日，爲一逃兵所洩漏，並未改變其設計(Anlage)。  
意大利人雖戴上面具，仍被制壓；敵人之砲臺，凡受有氣體者，均變爲寂然無聲。

### (b) 氣霧射擊(Schwadenschiessen)

氣霧射擊，係完全的建築在氣體奇襲之上。其惟一的區別，在乎氣體奇襲，總係僅指對一目標點(Zielpunkt)之射擊而言，反之氣霧射擊，則總係指對一處目標平面(Zielfläche)之射擊而言。對於氣體奇襲惟一有效的兩種因素，即氣體數量及時間，在此處加有第三種因素，即目標之大小或平面之大小(Flächeninhalt)是也。此三種因素，在行氣霧射擊時，務需使其彼此調和。

對於較小的平面(即在五平方仟米以下者)，氣霧射擊，不過爲彼此相接的氣體奇襲所組成。所應射擊之目標平面，上有能償的活目標者，將其分作若干公頃(Hektare；每一公頃爲一百米之平方，等於一萬平方米)，而後簡單的對每一公頃之中心，按照上段論氣體奇襲時所給之說明，施行一次氣體奇襲。若對目標之位置，有確切的認識，則可如此的選擇公頃之區分，令目標正在此項公頃之當中。對此類重要的局部場地(Teilstück)，在將整個的平面作徹底的射擊時，應屢次的施行氣體奇襲，而以犧牲重要性較次的公頃爲代價。在將平面之一切部份作徹底的射擊時(是項射擊，必需於可能的最短時間終止，最多不得超過兩分鐘)，應對風向加以注意。在起始時，吾人首應對向風部

份的平面，加以射擊，以令走開的氣霧，同時對尚未射擊之平面部份，散佈氣體。至所用之軍用氣體物質，則與在行氣體奇襲時所用者相同，即用綠十字氣或黃十字氣第一號，有時在其前加以藍十字氣之射擊。所需氣體總量，以其所應散佈氣體之公頃數為依歸；每一公頃，平均需要一百發野砲綠十字彈，有時亦用五十發藍十字爆裂彈及五十發綠十字彈；用口徑較大的榴彈，其數目即可相當的減少。在施行氣霧射擊時，需假定 (Voraussetzung) 有合宜的天氣情形；其所容許的風速之最高限度，為在空曠地域內每秒鐘一米半，在樹林內或避風處則為每秒鐘三米半。最有利的時刻為夜間。

對較大的平面（即五平方千米以上）作射擊時，在應行散佈氣體之全部平面內，應將真正的目標平面（即經確定或可確實的假定，其上有能償的目標之場地）及其他平面，加以區別。前者（即真正的目標平面）將其分作若干公頃而以充分的氣體奇襲將其飽和。此項平面的徹底的射擊，所占之時間，較對較少的平面施行射擊時稍長。至其他平面，則在此期間內所受之氣體彈藥，僅及對於真正的目標場地所銷耗者之一半，故對之所施之射擊亦係較慢。此類散佈氣體較少的地域，名之為“氣體沼澤” (Gassumpf)。在執行散佈氣體後之圖形，為強烈的散佈氣體之目標場地，為散佈氣體較弱的氣體沼澤所圍住。因此氣體沼澤，不過擬以其作為補助 (Unterstützung)，真正有效的散佈氣體，在此處亦在乎氣體奇襲。

最後的德國關於氣體射擊之規程，不復將目標平面分成若干公頃，而改將其分作若干部份之平面，其大小與射擊的砲隊之散飛界(Streuung) 相等者；散飛界愈小，其平面之部份亦愈小。以此之故，對於曲射 (Steilfeuer) 之平面部份，應較對於平射 (Flachfeuer) 之平面部份，作較小之計算。例如野戰重榴彈砲及臼砲 (Mörser)，祇要約計一公頃之平面；反之，野砲則要六公頃左右。在將某一個別的平面部份用氣體蓋住時，其所需之氣體彈藥的數量，為將在氣體奇襲時每公頃所需之數(即野砲彈一百發)，用該部份平面所含公頃數相乘，即得之。按此，一處大六公頃之部份平面 (Teilfläche)，需要三百發之綠十字彈或黃十字第一號彈(在此二種情形下，均係於其前先行射出三百發之藍十字彈)。此項氣體總量，的係突然的置放於其平面中部之正中的命中點 (Treffpunkt)。

由此觀之，吾人可見，即最後德國關於氣霧射擊之規程，亦未將氣體射擊之基礎，即氣體奇襲，加以任何改變。在此規程中，所守之原則，仍然相同，僅將砲隊之散飛界極端的加以考慮而已。在大戰之末期，氣霧射擊之執行，總係利用“雜色十字彈”，即先射出一陣藍十字彈。對於大平面散佈氣體之天氣情形的影響，與對小平面射擊時相同。

在罕有之有利的地形及天氣情形下，氣霧射擊，可改進成爲“持續射擊”(Dauerschiesen)；其所需之持續期間，至少爲一整日，藉此可令敵人對於戴上之防毒面具，不能忍受。以此之故，

在作是項射擊時，吾人需將突然的產生之氣體，於晝間各小時中，以平靜的方式，不斷的射出氣體以給養之；是項給養射擊每小時所採用之氣體數量，為在行氣霧射擊時每小時所需者之五分之一或十分之一。

一段利用易於揮發的氣體攻擊彈藥所造成之氣體阻絕(Gas-sperre)，其目的在使敵人通過一定的區域在一頗長時間內為不可能者，在較大之平面上(尤其在空曠地域內)，祇在極少之事例中，可得到之。一次此類之例外，即係法國人於 1917 年十月十五至十六日在達姆路(Chemin des Dames)上所行之成功的氣體阻絕(參觀第 29 頁)；此次成功，不過係因其有特別有利的及穩定的天氣情形而得達到。自一般言之，用兩小時氣霧射擊(如可能時，在同一夜再來一次)所造成之短期的氣體阻絕，可視為夠用；用此法，在有利的天氣，風力，及地形情形下，可得比較好的成功。黃十字彈藥被引用後，易於揮發的軍用氣體物質對於此類氣體阻絕之應用，不復成為問題。

1917 年九月一日在東方前線上禹克斯許

如(Üxhüll)地方附近德國藉“雜色十字彈藥”以圖渡過多納(Düna)河之企圖

整個應散佈氣體的平面，為八平方千米，即四十塊二十萬平方米(400×500米)之目標平面，對每一份是項平面，共用兩個砲兵中隊；按此每十萬平方米配有一個砲兵中隊，此面積之十分之一(即等於一萬平方米或一公頃)，其所需之氣體彈藥即等於一次氣體奇襲所需者。

關於此次氣體射擊，柴塞堡(Seesselberg)氏，以官家的參考材料(Unterlage)

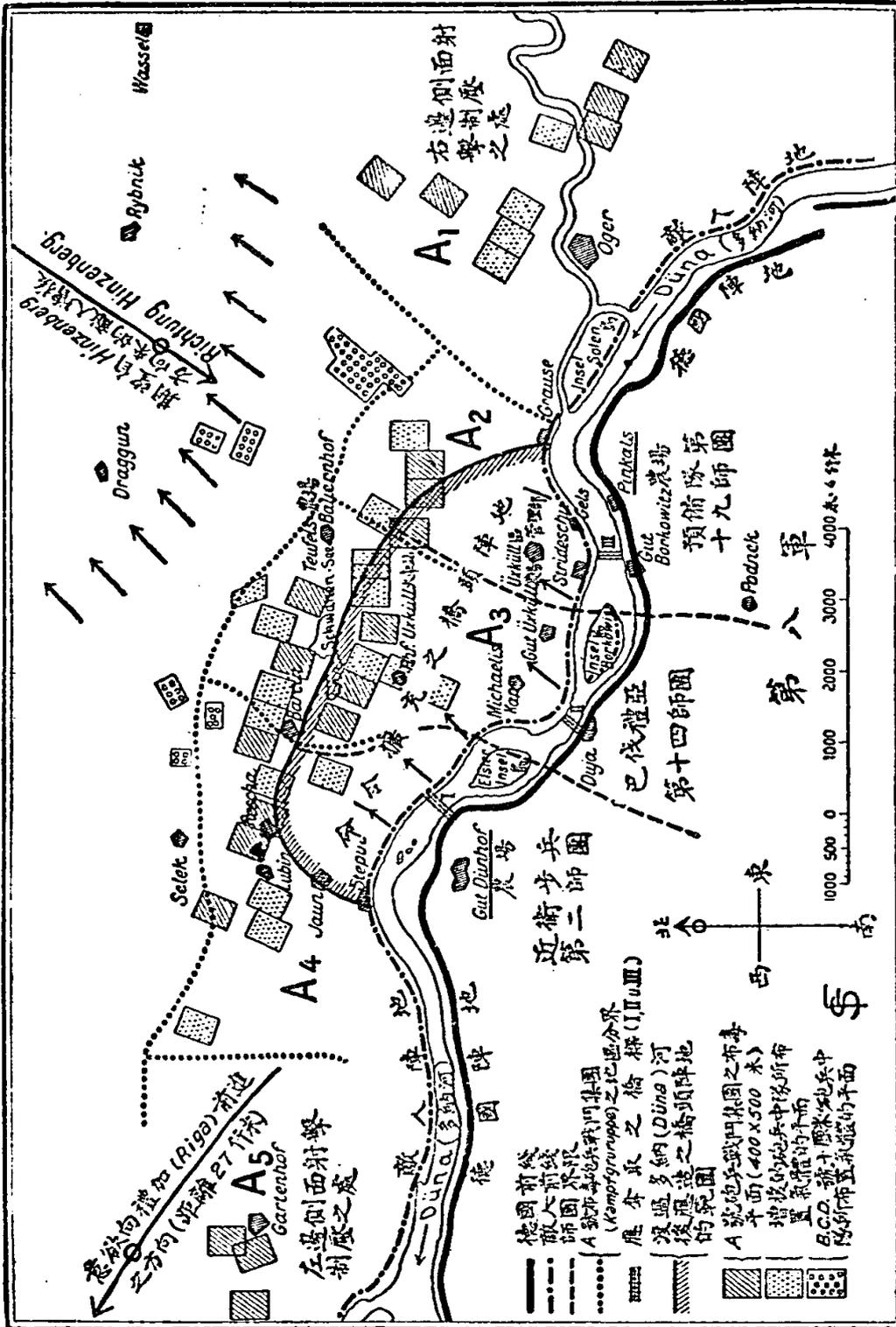


圖 5. 1917 年九月一日在東方前綫上馬克斯許如 (Üxhüll) 地方附近德軍為渡過多納 (Düna) 河使用“雜色十字彈藥”以作氣霧射擊之形勢。

[自萊塞堡者之“陣地戰”(Friedrich Seesselberg—Der Stellungskrieg) 第 431 頁上取出]。

為根據，作約似下列方式之報告(參考 238)：

“吾人得到命令，對俄國人之砲臺施行二小時的氣體射擊以作攻擊之預備；在接此後所行之三小時的效力射擊 (Wirkungsschiessen) 中，亦復將敵人砲臺全部，維持其在氣體之下。多納(Düna)河之渡過，預定以三個師團行之。為對敵方陣地施行突擊準備射擊 (Sturmreifschiessen) 起見，每個師團各備有一個砲兵集團 (Artilleriegruppe)。至對於敵方砲兵散佈氣體及利用氣體以將其繼續的制壓，則為真正的氣體砲兵戰鬥集團 A 號者 (Gasartilleriekampfgruppe A) 之任務；是項砲兵戰鬥集團，當其作兩小時之準備射時，有其他集團中之砲兵中隊，稱為 B1, C1, D1 者，以作援助。集團 B, C, D 內之十厘米砲兵中隊，係指定作對距離較遠的目標散佈氣體之用。此項任務指定之分開，可自圖 5 (見上頁) 見之”。

“目標平面之區分，已在起初時說明。個別的公頃之徹底射擊的連續施行 (Reihenfolge)，係對每一砲兵中隊分別規定；此項砲兵中隊，需將其任務在兩小時內解決，故中間各隔十二分鐘之氣體奇襲 (此項十二分鐘之時間，係指自一次氣體奇襲起首時至第二次起首時其中所經過之期間而言)，一次隨一次的進行”。

“此次所施之氣體功效，其組織係在產生‘雜色區域’。散佈氣體之 A 號集團 (Vergasungsgruppe A) 與增援的砲兵中隊 (Verstärkungsbatterien) 及十厘米砲兵中隊 (10 cm.-Batterien)，其所備之氣體彈藥，均係各種口徑之綠十字彈，綠十字第一號彈，綠十字第二號彈，及藍十字爆裂彈等；故每尊砲，除野戰重榴彈砲外，均能射擊綠十字彈及藍十字彈”。

九月一日晨之有利的天氣情形 (在是日晨四時之風速為每秒鐘三分之一米至一米)，容許氣體射擊之有計劃的及有效的執行。在此役共耗去彈藥總量如下：

砲之種類	綠十字彈或綠十字第一號彈 及綠十字第二號彈之銷耗	藍十字爆裂 彈之銷耗
野砲	46,459	30,560
野戰輕榴彈砲	9,739	8,427
十厘米加農砲 (Kanone)	4,236	5,708
野戰重榴彈砲	11,846	—

所欲得的功效，在此次係完全達到。受氣體之敵方砲臺，僅射出一短時期之不規則的砲火，而後即寂然無聲。僅在兩翼有數處俄國之砲臺，事先未知其存在，故未將其包括在氣體地帶以內者，乃繼續射擊，迄其被制壓乃止。受氣體的砲臺之檢查，證明其砲手 (Bedienung) 係將其棄之而逃。其第二道戰線之守備步兵，似亦自之逃走求拯救。以此之故，俄國人因此次氣體射擊所受之損失，為數極小。惟有一處掩蔽部內，發現有二十個因氣體而致死之人；是項死人中之一部份，其面尚係戴上的。

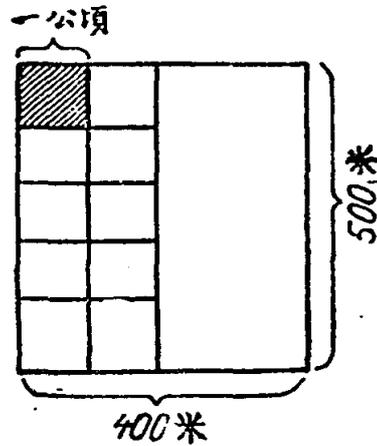


圖 6. 在禹克斯許如(Üxhüll) 附近及雅各斯打(Jakobstadt) 附近射擊“雜色十字榴彈”時之長方形射擊單位平面 (einzelnes Beschussviereck)

1917 年九月二十一日在東方前線上雅各斯打(Jakobstadt) 地方附近德國利用“雜色十字彈藥”所施行之氣霧射擊

在此次整個應行散佈氣體之平面，為 5.6 平方千米即等於二十八塊二十萬平方米(400×500 米) 之目標平面；是項一塊目標平面上，每個配有兩個砲兵中隊，故每一砲兵中隊管轄十萬平方米，而此數之十分之一(即等於一萬平方米或一公頃)，其所需之氣體彈藥即等於一次氣體奇襲所需者。

### (c) 氣體爆裂彈射擊(Gasbrisanzschiessen)

氣體爆裂彈(藍十字爆裂彈，黃十字爆裂彈，及綠十字爆裂彈等)，為特屬德國的砲彈，而在世界大戰時，僅由德方射擊之

者。是類砲彈，在前文已經指出，係在雙方面有效：一方面其破片功效為尋常爆裂彈的四分之三（爆裂彈改成氣體爆裂彈後，其破片功效僅有不重大的減小），第二方面則有氣體砲彈的功效。雖然，是項砲彈，即僅用小量時，其對於敵人戰鬥力的傷損如此之大，以致每次爆裂彈之射擊，其本身的功效，均因此而增高。以此之故，是項榴彈，自其引用時起，德國人即將其於每次使用爆裂彈時，在原則上插入（Einlagen）射擊至一定之百分數：至所用之是類爆裂彈，則多半為藍十字爆裂彈，但以後亦用綠十字爆裂彈及黃十字爆裂彈。在實用上進行此項射擊之方法，為將突然的氣體奇襲之插入射擊，以最高之射擊速度對一點行之；其每次所用之彈藥數量，為尋常行氣體奇襲時所用者之六分之一至二分之一。此項插入，德國人將其排於射擊開始之時，而在繼續的作爆裂彈射擊時，復將其再來一次或數次。因此在所謂之“砲兵移動彈幕射擊”（Artillerief Feuerwalze）中（在是項射擊之後，德國步兵曾於 1918 年西方前線之大進攻時，直接的向前推進者），亦將氣體爆裂彈插入。據蒲魯赫苗勒（Bruchmüller）氏之論著（參考 98），在作是項用途時，最好選用雙倍的移動彈幕射擊（Doppelwalze）；內中一種移動彈幕射擊，係僅用破片彈藥（Splittermunition）直接的在步兵之前進行，其他一種，則以氣體彈藥執行，而在步兵之前游蕩如此之遠，以令部隊的向前突進不致為自方的氣體功效所妨礙。

雖然，此項氣體爆裂彈，德國人不僅稱之為插入射擊，而且

亦當作普通爆裂彈之價值相等的替代品視之；在有活的目標時，並且將其視作較普通爆裂彈為優的(überlegenen)替代品。例如彼等之主張，謂野戰砲兵(Feldartillerie)之藍十字榴彈，對於亟欲迅速的使其失效若干時間之敵方正在射擊的砲隊，及對於機關槍巢，均係殊屬有效。

與此相對，協約國最初將藍十字氣的功效，視為無足輕重。據美國方面的報告(參考 41)，此項榴彈，不甚令人懼怕，且其所致之傷害，亦不重大，因其所用之氯化二苯肅，其細分係屬不夠程度也。從此項理由言之，該項作者謂，在造成雜色區域時，其所欲得之在前的透過面具的功效，往往不過理論而已。此項言論之證明，編者必需將其放過。無論如何，協約國方面之利用一切工具迅速的引用一種藍十字氣保護物，實係與此論調相反。且弗禮司(Fries)氏，亦曾云(參考 82)，藍十字氣透過自英國人借來之過濾箱(Filterbox)。弗氏又着重的聲明，謂幸而藍十字彈藥之應用，係屬有限，且此項樣式的砲彈，將來有異常大的發展可能性。

反之一切在協約國方面發表之文章，均同聲的謂黃十字爆裂彈係屬特別有效，因此是物令人懼怕。關於此點，彼等報告云：

“難於揮發的軍用物質，被比較大的高炸藥裝量，作異常細分的撒布；高的濃度得以達到，而我方因氣體所受之損失愈來愈大。藉此類榴彈以將射擊開始而後另外射出尋常之黃十字榴彈，德國人同時達到最強的致毒功效及最大的持久功效(Dauerwirkung)”。

按照德國之規程，氣體爆裂彈之使用，如必要時，可在任何天氣下行之。

#### (d) 布毒射擊 (Vergiftungsschiessen)

布毒射擊，與上論各種氣體射擊法相反，其基礎不在氣體奇襲。是項射擊，為對於應使敵人撤退或令其不能進入之地域，用僅裝小量炸藥的“黃十字砲彈”(參觀第 86 頁)，作恬靜的(ruhig)描準射擊。黃十字軍用物質之功效，其對於進入者之傷害，展開達於其整個身體之表面；若目標平面當行氣體射擊時為敵人所守備，則另外加有射擊時之直接的氣霧功效（參觀第 82 頁）。

砲隊布毒所採之方式，係對每一公頃上，將一次氣體奇襲所用之氣體數量（即一百發野砲彈，口徑較大時，彈數相當的減少），在一小時之內射出，是項射擊，執行數小時之久，而在次日復以同樣之方式再來一次。如此散佈氣體的地帶，德國人稱之為防守時所用的黃色區域 (Gelbe Räume)。

當 1918 年德國人在西方前線作最後之大進攻時，亦曾造成黃色區域以作攻擊之目的，該項區域在此次之用途，為遮斷向前進行的部隊之側面或抵消敵人之堅強點；自方部隊不能進入此項區域，但該處係被圍住 (abgezäunt)，敵人亦不得入。在行布毒射擊時，天氣上的限制，不若在行氣霧射擊時之窄狹。在空曠地域內，速度達每五秒鐘五米之風，尚可容許。下雨及大雨，撤去 (aufheben) 黃十字軍用物質之地面功效 (Boden-

wirkung)。避風之地域，如植物叢生之處，谷中，凹地，村落等，對於布毒，當然遠較空曠之處為適宜。

1917 年七月十二日之夜在伊迫 (Ypern)

附近之第一次的德國布毒射擊(參考 132)

第一次之德國黃十字彈射擊，主要的係對英國戰壕施行，至法國戰線，則碰到不多。在此次用 7.7 厘米及 10.5 厘米黃十字榴彈之砲隊氣體射擊，係在晚間十時十分起始，在十時三十分中斷；然後在十二時三十分至五十分及一時五十五分至二時十分之間，又來兩次。

據英國及美國方面之來源(Quellen)，英國人在此次大為驚訝。當氣體射擊起始時，英國兵士相信為德國人之一種詭計，因彼等既不看見軍用氣體物質，又不嗅覺之或嘗到其味，且亦不感覺任何立時的功效也。以此之故，彼等放棄其防毒面具之戴上。當過數小時後，此物的功效在部隊之目部及呼吸器官出現時，軍官及醫生之驚異，以此愈形其大。已經計劃的攻擊企圖，因此而推後兩星期之久，始得進行。自找着不發彈 (Blindgänger) 之詳細的研究 (是項不發彈，在當時需步行的拖回五十英里之遠)，英國人試行對是項新奇的軍用氣體物質之種類及功效，求得明瞭。弗禮司 (Fries) 氏着重的聲明 (參考 82)，謂幸而德國之芥子氣貯藏量，總係有限，否則德國人將藉此項新發明而一下的得到大戰的勝利。

在此次協約國方面所受損失之總數，爲：英國，中氣體毒者 2143 人，內中 86 人死去，法國，中氣體毒者 347 人，內中一人死去。

1917 年七月十四日至八月四日在弗蘭德 (Flanders) 地方紐樸(Nieuport)與阿門提耳 (Armentières) 兩處間德國對付英國攻擊所行之布毒射擊(參考 132)

接上在伊迫 (Ypern) 附近之第一次的黃十字彈射擊之後，德國復對弗蘭德 (Flanders) 地方之英國前線，幾於每晚的予以黃十字榴彈，以迄七月之末。在此三星期（一直到八月四日，並包括該日）之中，英國人之損失總數，爲受氣體傷者 14,726 人，內中 500 人死去。此項損失，其主要部份係在英國第五軍，較小一部份(受氣體傷者 286 人，內有 14 人死去)則屬於其第三軍。

在此多次的氣體射擊中，以下列各次爲特別的有效及引起損失：

阿門提耳 (Armentières) 一地，係於七月二十日之夜，在其正面地區之南方部份，第一次受氣體。 在此次英國人之損失，爲受氣體傷者 2821 人，內有 77 人死去。

在七月 \* 二十一日之夜，從紐樸 (Nieuport) 地方有一次強烈的黃十字射擊，此次射擊復使第五軍蒙受重大損失。 在此次

---

\* 譯者按原文在此處之字爲“Juni” (六月)，想係筆誤。

之奇襲功效，與在伊迫 (Ypern)附近相同，因警戒 (Warnung) 及訓條 (Verhaltensmassregeln)，尙未深入軍隊之心也。

在七月二十八日之夜，紐樸及阿門提耳之兩處側面，又復同時受黃十字彈之氣體；在此次英國人因氣體所受之損失，爲 3019 人；內中 53 人死去。同時阿門提耳地方之平民，迄彼時起在堅守該城者，亦受重大的打擊。彼等之損失，據云爲受氣體傷者 675 人，內中死去者，迄八月十八日止爲 86 人。此項死亡數如此之高，係因其所遇者一大部份爲殊老而又虛弱之人，且又係拒絕離其家宅（雖在此時其撤退已成爲必要）者也。

#### 1917 年八月及九月在凡而登 (Verdun) 附近之德國布毒射擊（參考 57）

法國人在麻斯 (Maas) 河兩岸的攻擊，爲德國人用黃十字彈所拒止。敵人因黃色區域所致之部隊減少，係屬如此之大，以致其最後不得不放棄其攻擊運動 (Angriffsbewegung)。此回攻擊，係在下列期間內行之：八月十三至十五日，八月十七至二十日，九月一日至二十四日。法國人因黃十字彈所受之損失，爲：在八月二十日，中氣體毒者 4430 人；在九月一日，1350 人；在九月二十四日，4134 人；總共在此回整個的攻擊作戰中，中氣體毒者 13,158 人，因氣體而死者 143 人。

在此時之法國統計，將中“伊迫禮特” (Yperite) 毒者之數變成比例數計算如下：

回到部隊中者之數目：

在三十日內.....	0%
在四十五日內.....	13%
在六十日內.....	35%
在七十日內.....	17%
共計.....	65%

### 軍隊對於自方的軍用氣體物質之防護

自一般言之，謂在作氣體射擊，其目標與自方戰線間之距離，至少應為三百米，為一有效的要語。在德國製造幾足防禦藍十字氣的器具成功後（參觀第 255 頁），對於在用“雜色十字榴彈”時所守之距離，不復予以過大的重要。在風向不利時，即指點軍隊用其氣體防護兵器（Gasabwehrwaffen）。例如吾人已於前文見到，彼等在移動彈幕射擊（Feuerwalze）之後，直接的隨以藍十字爆裂彈之插入。反之黃十字彈，則無條件的需要一種目標距離。在平地上，此項距離應係如下：

(1) 在風向係不變的正對(gerade)或斜行吹向敵方時，對於一切氣體彈藥的各種樣式之氣體射擊，其目標距離均為三百米。

(2) 在無風或風向係正對或斜行的吹向本國戰線，或當吹向敵人之風係無一定時，其目標距離為：用綠十字彈及綠十字第一號彈對數公頃之平面射擊，三百米；用雜色十字彈，黃十字彈，及其他氣體彈藥對數公頃之平面射擊，一公里；用綠十字彈，及綠十字第一號彈對較大的平面射擊，一公里；用混色十字彈，黃十字彈，及其他氣體彈藥對較大的平面射擊，二公里。

### 1918 年中德國砲隊氣體戰術(Gasartillerietaktik)之發展

為取 1918 年春之大攻勢 (Offensive) 起見，在德國方面遇著極屬基本的準備問題；是項準備，係根據迄該時止所得之經驗，關於用最合宜的一種之砲隊氣體使用法 (Gasartillerieverwendung) 以作步兵攻擊之準備工具者。強濃度的黃十字氣，整天的射入準備突進的地域。在計劃的企圖施行前兩三日，是項射

擊乃行停止；在此時，其所產生之黃色區域，對於真正的攻擊之作用，似一種推前的 (vorgeschoben) 堅固要塞，但對於突進愈屬有利者，因其多半係在攻擊運動之側面也。此類“黃色區域”之偏袒的 (bevorzugt) 目標場地，為十字路口，村落，砲兵陣地 (Batteriestellung)，及植物繁生之地域等(參考 41)。

此項美國人之言論，在德國方面有報告以擴充之(參考 117)；該項報告謂在 1918 年所採之一共五次之大的攻勢(即在三月二十日，四月九日，四月二十七日，六月九日，及七月十五日)中，每次之砲隊氣體準備均相同。該項報告云：“最重要的任務，為將敵人之砲臺屏除，此項問題，在最初四次解決得均好。惟在七月十五日，未能得到成功，因德國攻擊計劃之一切詳細情形，均於事先為敵人所知也。用氣體損害(Lähmung)步兵及機關槍巢，其所得之成功不若在壓制砲隊之完全。此點之理由，一方面係因步兵目標，以其確定及射擊較易因其掩蔽及流動性而得避開，故較為不易捉住；且步兵的氣體軍紀，自一般言之，亦係較佳，而其作戰動作 (Kampftätigkeit)，亦多半較砲兵為簡單；最後因氣體的堆積，以自方戰線迫近之故，尤其在風向不定之時，實係畫有界限者也”。

在某種程度內與此項言論處反對之地位者，有弗禮司(Fries)氏之言論(參考 82)。弗氏謂在 1918 年六月中，因德國氣體所致之損失，據觀察百分之九十六係在步兵及機關槍單位(Maschinengewehreinheit)中。是項損失，係少數次數之嚴烈(intensiv)

及長時間的氣體射擊所致。此兩種彼此背馳的見解之解釋，係屬如下：德國著作家在上段所指者，大致僅限於攻擊時間所用的雜色區域之功效，反之弗禮司氏之議論則或係以“雜色及黃色區域”並論為根據也。

1918年三月二十一日在克羅瓦塞(Croiselles)

及拉飛爾(La Fère)二處間之陣地戰中之第

一次德國的大攻勢

(i) 準備(參考 82,100)

作準備用的氣體散佈，僅建築在黃十字砲彈的功效之上者，其時間自三月九日起一直延長至十九日止。

對此弗禮司氏報告(參考 82)，謂在德國突進之前十日，大塊的地域受芥子氣之散佈。在舉行突擊之前，英國人之物質上及士氣上的力量，已為德國之氣體射擊所破壞至於不能支持(zermürbt)。其實在的因氣體所受之損失，以千數計。“因此德國人打開一路，幾達於海”。

據另外的美國方面之報告，為準備此次攻擊起見，德方僅對英國第三軍一軍，即射出二十五萬發之黃十字榴彈；此軍之損失總數為四千八百人，內有五百名軍官。此外因戴上面具(即箱形呼吸器，參觀第 272 頁)八小時至十小時，極大百分數之兵士，均告力竭，以致不能作戰)。

彩圖 1 (見下頁)指明此次作準備用的氣體散佈之主要地

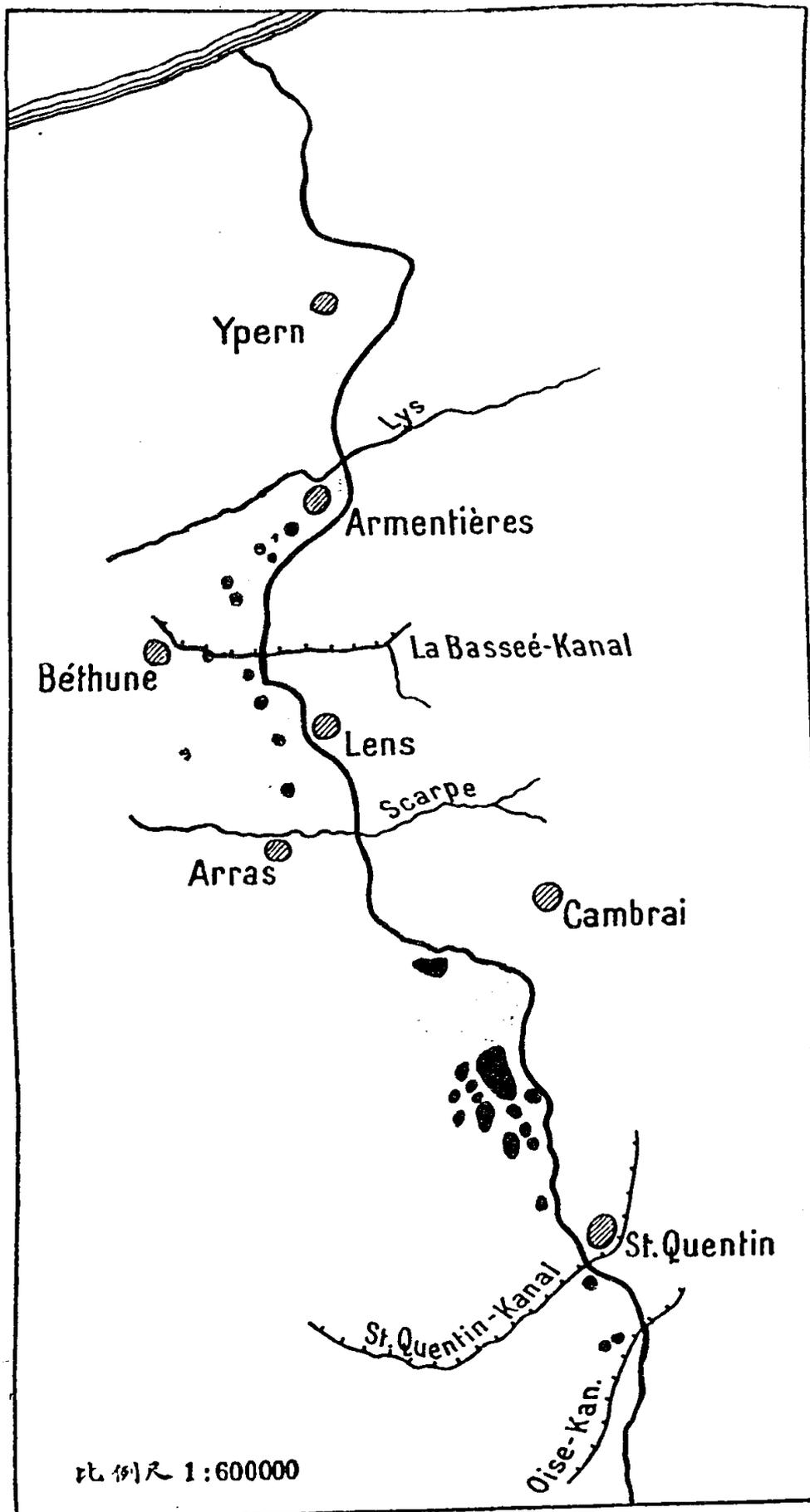
處。在圖上聖更丁 (St. Quentin) 之南，尚缺少一處猛烈的側面布毒。

在二十一日之攻擊之前兩日內，德國人射擊大量的綠十字彈或黃十字第一號彈；而在突擊前不久，藉對第三道戰線之強烈的射擊，彼等將前地 (Vorgelände) 遮斷。在執行攻擊時，尚復採用芥子氣，以抵制似乎不合於突擊之地點。

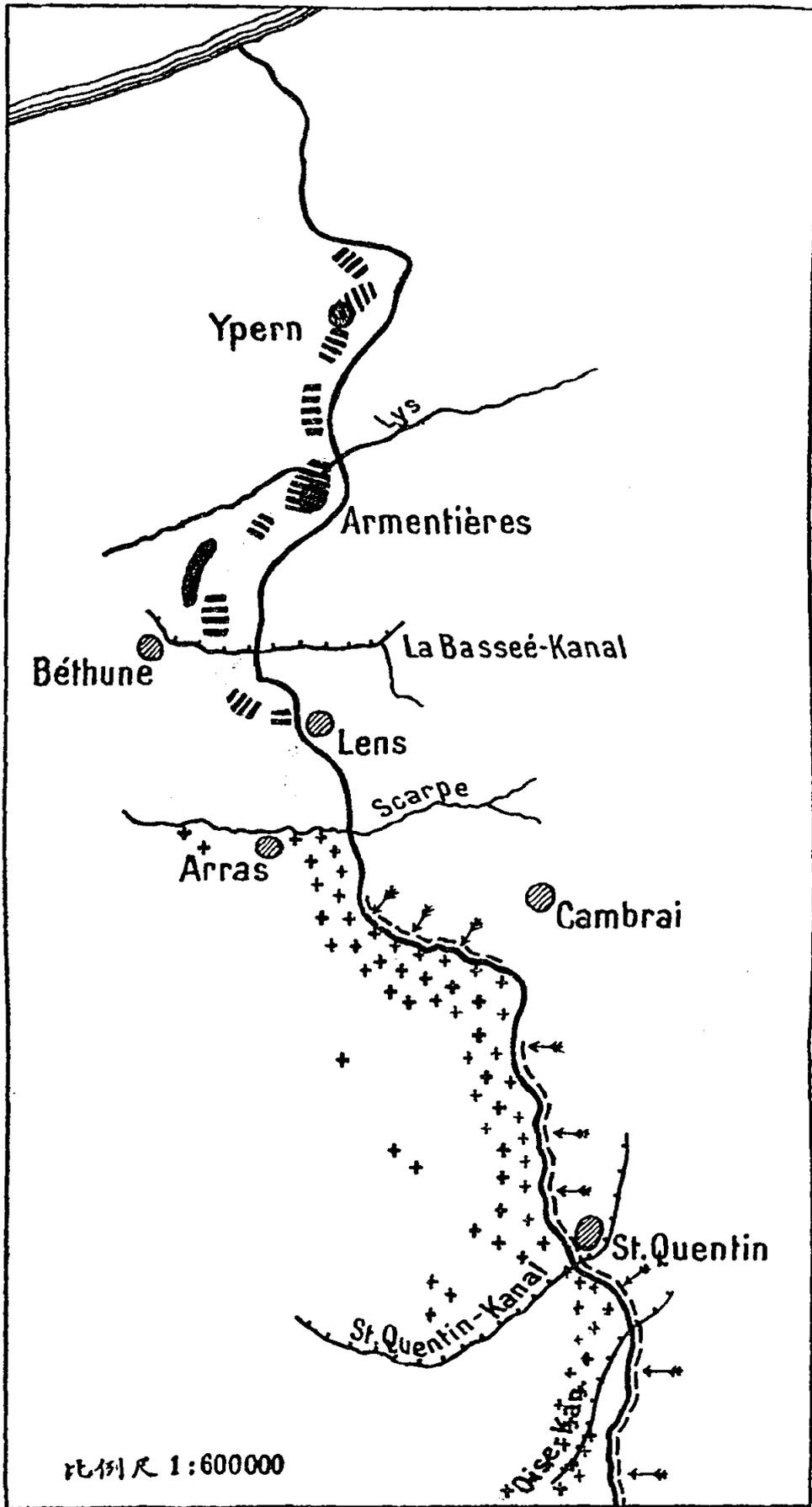
(ii) 執行 (參考 43,135)

爲執行攻擊起見，德國陸軍統帥部集合一起巨量的砲隊。每一千米之攻擊前線上，備有不下二十至三十個砲兵中隊 (即一百尊左右之大砲)。總共備用之砲隊，計有九百五十個之野戰砲兵中隊 (Feldbatterien)，七百個重砲中隊 (Schwere Batterien) 及五十五個最重砲中隊 (Schwerste Batterien)；此外尚有多數之中等及重的迫擊砲，亦在砲兵司令官指揮之下。砲隊之功效，係建築在氣體之上。在一種迄該時止尚屬從未有過之範圍下散佈氣體，計劃在三月二十一日執行。風力及風向，迄三月二十日之晨，均非極其有利；但在二十日午十二時，最高陸軍統帥部，仍然對軍集團 (Heeresgruppe) 發出命令，令其按照計劃施行攻擊。

二十一日晨四時，在寬七十千米之前線上，砲兵戰以偉大的疾風射 (Feuerschlag) 開始。在約兩小時內，整個的德國砲隊，對敵人之砲臺施行射擊，然後一大部份之大砲，改作制壓 (Bekämpfung) 敵方戰壕之用，對是項戰壕，迫擊砲及氣體投射砲，亦



彩圖1 1918年三月九日至十八日德國氣體射擊之形勢  
 [按照英國人著之大戰之歷史一書中所代表者]



彩圖2 1918年三月二十一日之德國氣體射擊  
 [按照英國人著之大戰之歷史一書中所代表者]

行施展其功效。對敵人最前線之散佈氣體，其最大部份係以“雜色十字彈”行之。

一位德國的目擊者，雍耳 (Jünger) 少尉，將前線上德國氣體射擊之影象及功效，描寫之如下(參考 185)；

“吾等之所未敢希望者，今竟遭逢之。敵方之砲隊，寂然無聲；該項砲隊，係為巨大的打擊所衝碎。吾人不復再在坑道(Stollen)中固守。站在掩護物(Deckung)之上，吾等對在英國戰壕上發火焰的火壁(Feuerwand)，殊為驚訝；此項火壁，在波動的藍紅色氣雲之後，作一幕狀”。

“吾等之歡欣，為目部流淚及黏液膜之燒炙所擾亂；是項現象，係因為風帶回之我方氣體榴彈的霧(Dünste)所致。藍十字氣之令人不適的功效，因其引起窒息(Würge-)及咳嗽刺激，迫令許多人扯下其面具。余對此極為憂慮，但余堅信我方司令部，斷不致作毀滅吾等之計算。不顧一切的余喚起全力，將一次咳嗽壓回，以免促進是項刺激。在一小時之後，吾等可將面具取下”。

彩圖 2 指明當此次攻擊進行時氣體散佈之變遷。

1918 年四月九日在里斯 (Lys) 河上之陣地

戰中之第二次德國的大攻勢 (參考 132)

關於里斯之戰 (Lysschlacht) 的開始，英國總司令海格 (Haig) 大將，對最高軍事會議，報告如下(參考 180)：“四月七日之夜，在郎斯 (Lens) 與阿門提耳 (Armentières) 間之整個前綫上，開始有一次異常猛烈及持久的氣體砲彈之轟擊。四月九日晨四時，在攻擊重新進行時，氣體砲彈及爆裂彈之射擊，復又以最猛烈之方式開始”。至更為確切之報告，則載在皇家砲兵雜誌 (Journal of the Royal Artillery) 之 1920 年二月號上哈特列 (Hartley) 將軍所發表之論文中哈氏在此文中云：“在四月七日至九日之中，巴塞 (Bassée) 河與阿門提耳間，並無氣體射擊；反之直接的在巴塞運河 (La Bassée-Kanal) 之南，則有極重的黃十字氣之散佈。同時對於阿門提耳城，係用此類之氣體散佈法，以致整河之芥子氣，在溝渠內沿街而流。由此得一結論，即德國似乎將對葡萄牙人所守的部份之前綫突進，因該段前綫，係在兩處黃十字氣的側面攻擊 (Gelbkreuzflankierung) 之間，即巴塞河與阿門提耳，之間是也”。

阿門提耳之氣體散佈，係屬如此的有效，以致全城之人祇得走空，而該城未經

斬擊(Schwertstreich),落於德國人之手”。

在攻擊前綫本身上,德國人於四月九日射擊“雜色十字彈”;在此處,德國野戰砲兵,並射出大量之黃十字爆裂彈。

### 1918年四月二十五日在堪默如 (Kemmel) 與伊迫 (Ypern) 間之陣地戰中之德國攻 擊 (參考 132)。

此次之氣體準備 (Gasvorbereitung), 係於四月二十日在伊迫附近墨特倫 (Meterem) 之南以黃十字彈之側面防禦(Flankenschutz)開始。接着此後,德國砲彈射成一段不能通過的黃十字氣阻絕,自雪本堡 (Scherpenberg)起達於克魯意司達學克 (Kruistraatshoek)止;該項形勢,可於彩圖 3(見下頁)中見之。四月二十五日晨四時,彼等將自堪默如 (Kemmel)起以迄活墨則如 (Vormezele)止之攻擊前綫,首先用藍十字彈(中間加以綠十字彈),散佈氣體。此項軍用物質之揮發性,容許部隊於晨八時即能不戴面具而施行突擊。英國機關槍手及砲兵其所戴之箱形呼吸器(Box-Respirator),為大量之藍十字氣所透過者,顯然的被壓制(niederkämpfen);以此之故,突擊者所受之損失,比較的小。

### 1918年五月二十七日在愛森 (Aisne) 河上 之陣地戰中之第二次德國的大攻勢

據英國方面所發表之論著(參考 122),在五月二十七日應在英國第七軍範圍內作砲兵準備(Artillerievorbereitung)用之氣體榴彈百分數,因由一名俘虜得到注明 1918年五月八日的日期之命令之故,為英國人所知。按照該項命令,其規定如下:

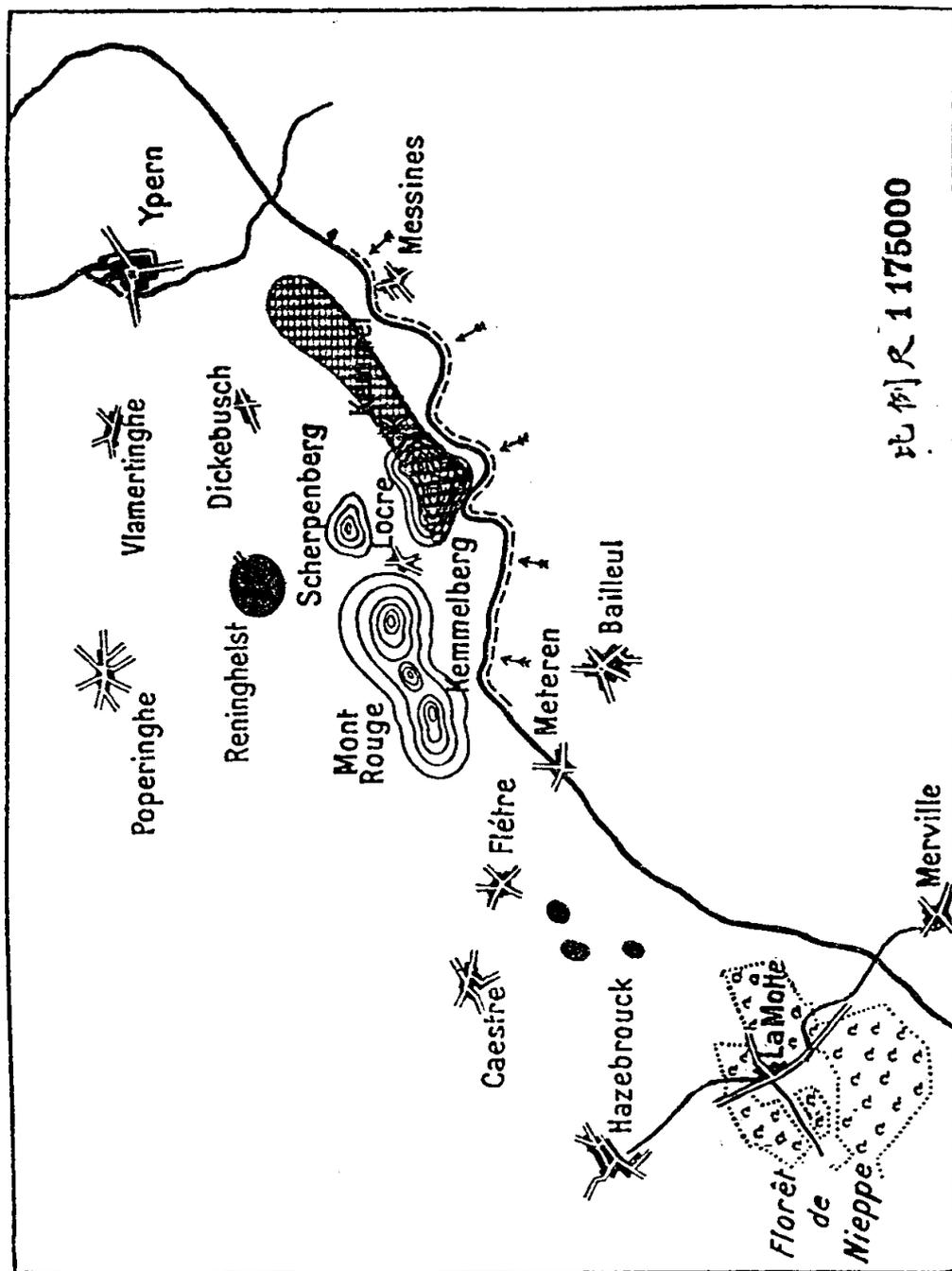
(a) 防禦砲兵中隊及長砲身火砲(Langrohrgeschütz)。

對於 7.7 厘米野砲,10.5 厘米及 15 厘米野戰榴彈砲,及 10 厘米加農砲,用 70% 之藍十字彈,10% 之綠十字彈,及 20% 之爆裂彈;對於長的 15 厘米加農砲,則僅射擊爆裂彈。

(β) 步兵陣地之射擊。

(I) 移動彈幕射擊(Creeping barrage, 德文為 Feuerwalze)

7.7 厘米野砲,10.5 厘米及 15 厘米野戰榴彈砲,用 30% 之藍十字彈,10% 之綠十字彈,及 60% 之爆裂彈;21 厘米榴彈砲,僅射擊爆裂彈。



彩圖 3 1918年四月二十至二十五日之德國氣體射擊  
 [按照英國人著之大戰之歷史一書中所代表者]

## (II) 阻絕射擊(box barrage, 德文爲 Sperrfeuer)

7.7 厘米野砲, 10.5 厘米野戰榴彈砲, 及 10 厘米加農砲, 用 60% 之藍十字彈; 10% 之綠十字彈, 及 30% 之爆裂彈。

在法國方面(參考 223), 將此項數目字, 與下列結論相連: “黃十字彈之少用, 首先頗屬驚人。雖然, 此實係極合於邏輯, 因黃十字彈係僅作側面防禦及對於德國人不疑進入之處布毒之用也。另外一值得注意之點, 即不願綠十字氣之比較的穩定性, 仍將其置於直接的援助射擊(即移動彈幕射擊)之內(當然在此處僅占一小的百分數); 而按照蒲魯赫苗勒 (Bruchmüller) 氏(參考 98), 則謂對於第二種之移動彈幕射擊(即送達真正的移動彈幕射擊之前六百米者), 僅備有藍十字彈也”(參觀第 177 頁)。

1918 年八月至十月之德國退卻戰中之黃色區域

據英國方面之報告(參考 122), 德國人黃十字彈藥之戰術上的應用, 當彼等因協約國之反攻被迫後退時, 有一完全的轉變。在該時彼等屢次的將整個平面用芥子氣確然的充溢, 以令防禦地帶得以造成。

關於此事哈特列 (Hartley) 將軍, 作下列之言論(參考 122):

“黃十字榴彈, 係在極遠之距離上採用, 且往往極早的用之。我方最前之前哨線(Postierung), 常被射擊; 甚至有令人驚異之氣體集合處布出。在不止一次的時機中, 德國人曾試行在其本身與我方前線之間, 布一不能通過之地帶。尤其在正當的可以猜到攻擊之前方地處(Frontstellen), 在該處彼等相信攻擊可使密集之部隊大受損失者, 有此類射擊出現。一種觀測時極饒興趣之事, 爲德國陸軍統帥部對於其第一軍所守之地區開始感覺手足失措 (nervös) 時, 德國貯藏之黃十字彈藥, 如何的於八月

之末忽然的自其第三軍搬至第一軍之處”。

“在黃十字彈藥上，德國人執有一種極其有效的防守兵器，但是項兵器，彼等並未總將其使用以得到其最大的好處。例如彼等忽略將其對道路及前進路採用；以此之故，其所予我方的聯絡及補給之困累，不若其事實上可以做到者之大。當我方之攻勢向前推進時，德國之氣體使用，已遠不若以前之有組織\*；且在此時吾人很明白的認識，一次單獨的大規模氣體射擊，與較多次數之小規模射擊相較，其價值實係較高。實言之，即在後一種情形下（即用較多次數之小規模氣體射擊時），敵人尋常能以自布毒的地區撤出而進入（*einnehmen*）豫備陣地（*wechselständige Stellung*）；反之在一較大的平面布毒，例如在康卜雷齊不飛（*Cambrai-Zipfel*）地區中所行者，則是類變換陣地之困難，遠屬較大，因此其所受之損失亦行增加。今經一般的指明，當我方作攻勢運動時，吾等因氣體所受之損失，較在陣地戰中為大，因吾等不能如在後種情形（即運動戰）下之使用同等的預防及防護處置也”。

對於最後一句，下表內所載英國軍隊因黃十字氣所受之損失數目，為一證明。

### 英國軍隊因德國氣體射擊所受之損失

英國參謀部報告（參考 132），曾發表關於世界大戰中英國陸軍因氣體所受的

---

\* 編者按，此點之理由，係在氣體彈藥之缺少（參考第 37 頁）。

損失之下列各種一覽表：

(1) 自 1916 年七月十四至十五日(即綠十字彈第一次對於英國前綫採用之時)起迄 1917 年七月十二至十三日(即引用黃十字彈及藍十字彈之時)止之時間內英國因德國使用黃十字彈藥之氣體射擊所受之氣體損失數，自負傷者集合處及野戰病院內死傷之調查而確定者。

時 間	損失總數	死亡數	按此每百人內之死亡數	企 圖
1916 年				
七月二十一至八月十二日……	1465	104	7.1	蘇姆(Somme)之役, 1916年七月一日。
八月十九至九月九日……	1049	35	3.3	
九月十六至十月七日……	345	25	7.3	
十月十四至十一月四日……	225	33	14.7	
十一月十一至十二月二日……	343	26	7.6	
十二月九日至十二月三十一日……	133	7	5.3	
1917 年				
一月七日至二十八日……	159	14	8.8	阿拉斯(Arras)之役, 1917年四月九日。
二月三日至二十四日……	351	36	10.3	
三月三日至二十四日……	407	25	6.1	
三月三十一日至四月二十一日……	348	34	9.8	
四月二十八日至五月十九日……	1169	43	3.7	墨新(Messines)之役, 1917年六月七日。
五月二十六日至六月十六日……	1616	57	3.5	
六月二十三日至七月十三日……	1196	95	7.8	
總計……	8806	532	6	

(2) 自 1917 年七月十二至十三日德國引用黃十字彈起至大戰之終英國因德國使用各種氣體彈藥之氣體射擊所致之氣體傷亡數，自負傷者集合處及野戰病院內死傷之調查而確定者。

週末(Wochenende)	損失總數	死亡數	企 圖
1917 年			
七月二十一日……	2934	101	
七月二十八日……	6476	146	

週	未損失總數	死亡數	企
八月四日·····	4866	35	1917年七月三十一日在伊迫(Ypern)附近之英國攻擊
八月十一日·····	1583	27	
八月十八日·····	1890	36	
八月二十五日·····	1263	22	
九月一日·····	431	2	
九月八日·····	1614	17	
九月十五日·····	2037	62	
九月二十二日·····	894	24	
九月二十九日·····	1612	31	
十月六日·····	1756	54	
十月十三日·····	512	12	
十月二十日·····	3249	54	
十月二十七日·····	1933	26	
十一月三日·····	3845	45	
十一月十日·····	2675	49	
十一月十七日·····	1653	31	
十一月二十四日·····	1106	26	1917年十一月二十日康卜雷(Cambrai)之攻擊。
十二月一日·····	1763	14	1917年十一月三十日布龍(Bourlon)樹林之氣體散佈
十二月八日·····	1479	30	
十二月十五日·····	768	9	
十二月二十二日·····	288	4	
十二月二十九日·····	579	9	
1918 年			
一月五日·····	653	9	
一月十二日·····	189	1	
一月十九日·····	198	5	
一月二十六日·····	356	2	
二月二日·····	903	7	
二月九日·····	411	6	
二月十六日·····	408	3	
二月二十三日·····	904	16	

週	未損失總數	死亡數	企圖
三月二日.....	428	3	
三月九日.....	904	28	
三月十六日.....	6195	39	1918年三月十一至十四日對康卜雷 (Cambrai) 之猛烈射擊
三月二十三日.....	6874*	36	1918年三月二十一日之大規模德國攻擊。
三月三十日.....	2686*	30	
四月六日.....	1302	10	
四月十三日.....	6940	20	1918年四月九日在里斯(Lys) 河上之德國攻擊。
四月二十日.....	3926	13	1918年四月十七日飛勒布列登勒 (Villers-Bretonneux) 之被射擊。
四月二十七日.....	4544	30	1918年四月二十五日德國人占領堪默如(Kemmel)。
五月四日.....	2461	31	
五月十一日.....	1721	14	
五月十八日.....	4421	40	1918年五月十一至十二日豐格飛 (Fonquevillers) 之被射擊。
五月二十五日.....	3918	32	1918年五月二十七日在愛森 (Aisne) 河上之德國大攻擊。
六月一日.....	3495	48	
六月八日.....	1485	23	
六月十五日.....	1135	24	
六月二十二日.....	525	22	
六月二十九日.....	707	44	
七月六日.....	781	11	
七月十三日.....	478	9	1918年七月十七日在愛森狹多提爾禮 (Aisne-Château-Thierry) 一帶之法國攻擊-
七月二十日.....	605	5	
七月二十七日.....	1968	19	1918年七月二十二日飛勒布列登勒 (Villers-Bretonneux) 之被射擊。
八月三日.....	2268	23	
八月十日.....	1762	20	1918年八月八日在蘇姆 (Somme) 河上之英國攻擊。

• 不完全。

週	未損失總數	死亡數	企	圖
八月十七日.....	3720	23		
八月二十四日.....	5367	25	1918年八月二十一日在司卡拍蘇姆(Scarpe-Somme)之英國攻擊。	
八月三十一日.....	6265	54		
九月七日.....	6134	36	1918年九月三日至四日經過耶斯(Lens)前進。	
九月十四日.....	2590	36		
九月二十一日.....	4172	32		
九月二十八日.....	2578	12	1918年九月二十七日之康卜雷(Cambrai)攻擊,及1918年九月二十八日之伊迫(Ypern)前進。	
十月五日.....	4315	24		
十月十二日.....	2206	25	1918年十月八日之康卜雷聖更丁(Cambrai St. Quentin)攻擊。	
十月十九日.....	4407	31		
十月二十六日.....	2568	27	1918年十月二十三日之勒加多(Le Cateau)攻擊。	
十一月二日.....	2162	23	1918年十一月一日之發耶西恩(Valenciennes)攻擊。	
十一月九日.....	1561	12		
十一月十六日.....	367	9		
十一月二十三日.....	27	1		
總計.....	160952	1859		

此項損失數之極大部份,係由黃十字彈藥而來,關於此點,下表給有進一步之說明。

(3) 在與上文第二表相同之期間內英國因德國使用黃十字彈藥之氣體射擊所致之氣體傷亡數,自病院內死傷之調查而確定者。(表中死亡數一項,係指在損失總數項下之人之死去者)。

週	未損失總數	死亡數	週	未損失總數	死亡數
1917年			八月十四日.....	1664	16
七月.....	110911*	188	八月二十一日.....	1913	9
八月七日.....	2887	67	八月二十八日.....	848	2

- \* 在七月內因氣體致傷之人員總數,內中最大部份係因黃十字彈而失其戰鬥力者。

週	未	損失總數	死亡數	週	未	損失總數	死亡數
九月四日.....		312	1	四月三十日.....		4414	96
九月十一日.....		1413	3	五月七日.....		2127	45
九月十八日.....		1760	15	五月十四日.....		2389	59
九月二十五日.....		876	5	五月二十一日.....		2621	219
十月二日.....		1389	13	五月二十八日.....		3103	131
十月九日.....		1507	16	六月四日.....		2393	51
十月十六日.....		1124	18	六月十一日.....		1503	24
十月二十三日.....		2653	40	六月十八日.....		849	16
十月三十日.....		1328	19	六月二十五日.....		559	18
十一月六日.....		3003	28	七月二日.....		519	29
十一月十三日.....		1614	16	七月九日.....		480	30
十一月二十日.....		1187	8	七月十六日.....		276	8
十一月二十七日.....		744	14	七月二十三日.....		262	2
十二月四日.....		1550	35	七月二十七日.....		798	21
十二月十一日.....		804	92	八月三日.....		1835	28
十二月十八日.....		414	15	八月十日.....		1668	19
十二月二十五日.....		278	6	八月十七日.....		2384	29
1918 年				八月二十四日.....		3588	75
一月一日.....		387	2	八月三十一日.....		5243	50
一月八日.....		441	1	九月七日.....		3751	41
一月十五日.....		176	—	九月十四日.....		2914	71
一月二十二日.....		146	—	九月二十一日.....		3114	60
一月二十九日.....		189	—	九月二十八日.....		1858	47
二月五日.....		536	1	十月五日.....		2409	41
二月十二日.....		234	1	十月十二日.....		1170	35
二月十九日.....		307	1	十月十九日.....		2002	25
二月二十六日.....		486	—	十月二十六日.....		1666	72
三月五日.....		306	1	十一月二日.....		1157	53
三月十二日.....		601	1	十一月九日.....		1060	43
三月十九日.....		4783	17	十一月十六日.....		403	28
三月二十六日.....		4401	40	十一月二十三日.....		117	12
四月二日.....		2031	18	十一月三十日.....		32	5
四月九日.....		1851	5	十二月七日.....		30	—
四月十六日.....		5456	56				
四月二十三日.....		3498	55	總計.....		124702	2308

此表一方面指明英國人因德國的黃十字彈所致的減損數 (Abgänge) 之高,但在另一面則述出此項軍用氣體物質的致死功效之小。因氣體射擊所致之死亡率,自引用黃十字榴彈後,由百分之六降至百分之 2.2;此點可自下列一覽表見之。

(4) 英國人因德國使用各種氣體彈藥之氣體射擊而致受氣體傷者之死亡率。  
〔按照各期之氣體射擊時期(Gasbeschiessungsperiod)排列及校正〕。

時 期	損失數	死亡數	死亡率(%)
1918年九月十五至二十一日……	4172	95	2.3
1918年九月二十二至二十八日……	2578	24	0.9
1918年九月二十九至十月五日……	4315	80	1.9
1918年十月六日至十二日……	2206	62	2.8
1918年十月十三日至十九日……	4407	106	2.4
1918年十月二十日至二十六日……	2568	66	2.6
1918年十月二十七日至十一月二日	2162	69	3.2
1918年十一月三日至十一月九日…	1561	34	2.2
1918年十一月十日至十二月七日…	394	4	1.0
總 計……	24363	540	2.2

此表中之數目字,證明在第 9 頁所載德國及法國方面所給之中氣體毒者的死亡率,係屬正確;對於一種比利時方面所發之言論(參考 106),則予以駁斥,因按照該項言論,在大戰中受尋常之傷而致死者為百分之十五,反之受氣體傷而致死者,則為百分之四十至六十五也。

### 戰術上之觀點

在世界大戰中,砲兵指揮部之任務,為如何將大的砲兵集團 (Artilleriemassen) 作適當的集合,以對固定的地處,施行單位

性(einheitlich) 的功效。此項對於任何砲兵估價均屬有效之語句，對於大規模的氣體射擊之計劃及施行，尤屬特別相合。是項射擊，在其所用之氣體彈藥之適宜的選擇及其所需之巨量的此項彈藥之安全存置 (Sicherstellung) 上，均需有慎重的準備。惟有指揮得法的密集射擊，乃能期望得到成功。一次制定後之徹底射擊的計劃，不應無迫切的理由而不將其執行。單獨的砲兵中隊之偏差 (abweichen)，可使整個的結果成問題。因天氣當散佈氣體時有變換之可能性，在近接戰地帶內之大砲，若不能備有氣體爆裂彈藥，必需於氣體榴彈外同時分配有數量夠多的爆裂彈，以使其在有其必要時可以立刻掉換。此項計劃，並需預先確切的制定。因此在殊早之時期，已有一種觀點，謂氣體及破片功效，不應彼此分開；而氣體射擊一項，不宜稱為一種的作戰法，而應將其適當的稱為砲兵戰 (Artillerie bekämpfung) 中之一部份。以此之故，當心將固定 (gegeben) 之關於使用氣體的情形，在戰術上作正確的利用，實為砲兵指揮部之任務。此點係假定有精深的專門知識及迅速決斷力在可能的範圍內，指揮部 (Führung) 內需時常的備有化學及氣象學方面之顧問。氣體射擊成功之基本條件，在過去及現在均能為將砲兵戰術對於總在變動之戰爭形式，作夠速的適合；作此項適合時，需將所用各種化學兵器之特別的性質與天氣及地形之情形，加以考慮。

在預備大規模的氣體射擊時，將其所需之砲兵中隊，前送至

預先偵察好的陣地；是項陣地，往往緊跟在最前線之後。首先成爲問題者，爲在後方陣地之所謂的第二次氣浪之砲兵中隊，主要的爲野戰重榴彈砲及十厘米加農砲所組成者；其所以成爲問題，係因遠在敵方前線之後散佈氣體，需歸之於遠達 (weittragend) 的大砲。〔是項砲隊，稱爲遠戰集團(Fernkampfgruppe)〕(參考 71)，至前面區域之氣體散佈，則在迫擊砲及氣體投射砲的射程範圍之內。此外亦用野砲及野戰輕榴彈砲。野砲之砲彈，每枚僅含 0.6 仟克左右之軍用氣體物質，故自其重量上之利用(Gewichtsverwertung) 言之，其有利之程度，僅及野戰輕榴彈砲彈之約含 1.2 仟克者之半。因此將破片及侵徹功效除開不計外，在此處之死重(Totgewicht)，係屬最大的。以此之故，在最初施行規模較小之氣體作戰時，人多偏向用大口徑之砲彈。雖然，在作與氣體射擊相連之大規模的攻擊企圖時，則野砲大部份爲一種死的資本(譯者按，此即謂野砲使用殊多之意)。在作突擊準備射擊(Sturmreifschessen)，不徵發(heranziehen)野砲；反之此類砲較之野戰輕榴彈砲，多射一仟米，而其在砲隊中存在之數目，亦較野戰輕榴彈砲多兩倍至三倍。以此之故，在因極其有效的氣體彈藥之採用而使其合於此項資格後，野砲成爲一種對遠戰集團的氣體作戰之適當的執行者(Träger)，而因此在此項用途上利用之；同時用較大口徑之砲以作援助，亦屬有利。

在大規模氣體射擊中，爲指揮許多的砲兵中隊之射擊起見，需將是項砲兵中隊分爲若干集團(Gruppe)。據經驗上之指

示，一個集團指揮官(Gruppenführer)，祇能完美的及安然的指揮四個(最多六個)砲兵中隊。以此之故，按此而分成若干小集團(Untergruppe)，殊屬需要。

在大規模作戰中之大規模氣體射擊的缺點，在其因迅速射擊所引起材料及人員兩方面上之過分的竭力(Uberanstrengung)。且此事擾亂爆裂彈之按常的補給，以致是項彈藥(即爆裂彈)有在迫切的瞬息竟告缺乏之險。此項缺點之除去，祇能以勤務員(Bedienung)之增加，特別彈藥運送之配屬(Zuteilung)，及預備材料(Materialreserve)之準備達到之。最後可以談到的缺點，為氣體彈藥之應用，使大砲的散飛界(Streuung)加大而其射程減短。此項現象之由來，係因繞其本身之軸而旋轉的榴彈，其所含之液體不以同樣之速度隨之旋轉也。因此而起之內部摩擦，已使砲彈不能行至與其相當的爆裂彈所能行者之遠；此外氣體砲彈總係較爆裂彈為輕，且其重量之多少亦不甚一致。

## 2. 協約國之戰術

協約國的砲隊氣體戰術，係建築在德國的砲隊氣體戰術之研究上。因法，英，美的氣體事務課(Gasdienst)在法國之合作，此各國以德國的計劃(Angabe)為基礎，造成一種共同的關於氣體射擊之規程。\*

---

\* 此段係自美國工業化學雜誌(*Journal of Industrial and Engineering Chemistry*)1919年九月號第829頁上所載美國第一軍團總氣體官戈斯(B. C. Goss)中校著之砲隊氣體射擊(*An Artillery Gasattack*)一文中按字譯出。

協約國將其所用之砲隊氣體砲彈，分爲下列各類。

(1) 刺激砲彈或有抵制功效 (neutralisierend) 的砲彈。

此類砲彈，僅作制壓 (Niederhalten) 敵人之用；其在砲兵中之使用，與德國之 T 榴彈相當。其所含之物質，曾經着重的聲明，在較低濃度下之有效程度，正與在較強濃度下相等。是類砲彈之模範的代表物，爲英國人之碘乙酸乙酯榴彈，法國人之“馬多里特” (Martonite) 榴彈，及以後法國人及美國人之氰溴甲苯榴彈等。

(2) 有毒砲彈。此項砲彈，爲對活的目標作集中的氣體奇襲所用之彈藥；其模範的代表物爲光氣。

(3) 持久性砲彈。芥子氣砲彈屬於此類。

至可作氣體射擊之目標者，則有下列各類：

(1) 有人占住之地處，如宿營，前哨綫，交通壕等；此類地處，應對之作氣體速射，以使敵人不能戰鬥。

(2) 機關槍巢，白砲陣地，迫擊砲陣地，砲壘等，對是類目標施行氣體射擊之目的，係在影響其準確的射擊。

(3) 聯絡綫 (Verbindungslinien)；對此項綫施行氣體射擊之目的，係在妨害換防 (Ablösung)，運輸，及彈藥與糧食之補給等。

(4) 樹林，谷中，凹地，村落等地域；對是類地域之散佈氣體，其目的係在使其守備者撤退或受妨害。

(5) 工兵作業 (Pionierarbeiten)。

(6) 進攻之步兵。

對於第 (2) 至第 (6) 種目標，寧取持久性砲彈；因用該項砲彈，可達與用有毒砲彈時相同之結果，而其彈藥之銷耗，則爲有毒砲彈的銷耗之五分之一至十分之一也。

天氣 關於天氣之影響，德國規程所規定者，在此處仍屬有效。最有利之風速，迄每小時 3 英里 (即每秒鐘 1.5 米) 爲止；除避風之處 (如樹林或村落) 外，從不

超過每小時 7 英里(即每秒鐘 3 米)。刺激氣體及持久性氣體,如必要時,可在每小時 12 英里(即每秒鐘 5 米)之風力下射擊之。有霧時係屬有利。

### 氣體射擊之種類

#### (a) 有毒榴彈

氣體奇襲,係如德國人所用之方法,對於小的活目標,在最短時間內,自可能的多桿砲身內射擊以行之。各種軍用氣體物質之替換的射擊,視為合宜。各種口徑之砲,可以混合用之。

##### (i) 法國(參考 102)。

在每一百米前綫上應備有之砲彈數以供兩分至三分鐘內之彈藥銷耗者,為:

7.5 厘米榴彈……………二百至四百發(按照距離而定);  
或 15.5 厘米榴彈……………五十至一百發(按照距離而定)。

##### (ii) 英國(參考 102)。

在每寬四十碼之前綫上(每碼等於 0.9 米),於向風的方面(Windseite),最多在兩分鐘內,作相當的布出(Vorlage)其所需之彈數如下:

11.4 厘米榴彈……………三十發;  
或 12.7 厘米榴彈……………三十發;  
或 15.2 厘米榴彈……………十五發。

##### (iii) 美國(參考 41)。

對一公頃(Hektar)上,最多在兩分鐘內應射出之彈數,為:

7.5 厘米榴彈……………一百發;  
或 11.4 厘米榴彈……………五十發;  
或 15.5 厘米榴彈……………二十五發。

#### (b) 刺激榴彈及持久性榴彈

##### (i) 法國

##### (1) 刺激榴彈

在作一次射擊以制壓敵人時,其所需之時間至少為四小時。在此項期間內,對於每一百米之前綫,當風力為每秒鐘三米時。其所需採用之彈數的最低限度如下:

7.5 厘米榴彈……………五百發;

或 10.5 厘米榴彈……………三百發；  
或 15.5 厘米榴彈……………二百發。

## (2) 持久性榴彈(伊迫禮特)。

在對任何較小之目標平面用“伊迫禮特”以作制壓之功用,下列之數目字,係屬有效:

砲 彈 口 徑	距 離(米 數)	砲 彈 發 數
7.5 厘米榴彈……………	{ 4000	500—1200
	{ 7000	1000—2400
或 10.5 厘米榴彈……………	{ 7000	400—900
	{ 10000	800—1800
或 15.5 厘米榴彈……………	{ 9000	100—225
	{ 13000	200—450

在此表中“砲彈發數”項內之較高的數目字,係指當敵人在界限點(Grenzpunkt)之間運動(in Bewegung)之時而言。

在目標平面較大(即作地域布毒射擊)時,第一次射擊之百分數的(prozentual)彈藥銷耗,係按照每一榴彈所能散佈氣體的平面之大小而配定;是項平面之數價;即:

每一枚 7.5 厘米榴彈能布毒的範圍……………二十平方米;  
每一枚 10.5 厘米榴彈能布毒的範圍……………五十平方米;  
每一枚 15.5 厘米榴彈能布毒的範圍……………二百平方米。

爲繼續的維持氣體濃度起見,在乾燥天氣下,每日需銷耗第一次射擊所用氣體彈藥量之八分之一;在下雨之天氣,則每日需銷耗第一次所用數量之三分之一至二分之一。因其彈藥銷耗之大,此類射擊,僅對敵人之重要觀測所(Beobachtungsstelle)施行之。

## (ii) 英國

爲藉刺激砲彈及持久性砲彈,其規定採用彈數之最低限度如下:

砲 彈 口 徑	在 四 十 碼 寬 之 前 綫 上	在 一 塊 1000×1000 碼 之 平 面 上
8.0 厘米榴彈……………	六十發	一萬發
或 11.4 厘米榴彈……………	三十發	五千發
或 12.7 厘米榴彈……………	三十發	五千發
或 15.5 厘米榴彈……………	十八發	三千發

(iii) 美國

在尋常的天氣情形下，對於一塊三千平方碼之平面，應備有之彈數如下：

砲 彈 口 徑	在最初半小時內 應用之彈數	以後每半小時內 應用之彈數
7.5 厘米榴彈.....	七十發	三十五發
或 11.4 厘米榴彈.....	四十發	二十發
或 15.5 厘米榴彈.....	二十發	十發

爆裂彈藥之撒入 (Einstreuen)，在用刺激榴彈及有毒榴彈，均在所容許；是項撒入之目的，在增高敵人之紊亂及影響其氣體防護。惟在用有毒榴彈以作氣體奇襲時，在最初兩分鐘內，是類插入，乃屬不能容許。

對於本國的氣體之防護處置 在平地上本國戰綫離開目標之距離，應以下表所列者為有效：

	當風吹向敵人時	當風吹向本國戰綫時
使用不持久的氣體時：		
較小數量(迄一百發止)之7.5 厘米榴彈或相當之其他榴彈.....	200 碼	500 碼
較大之數量.....	200 碼	2000 碼
使用持久性氣體時：		
較小數量.....	300 碼	500 碼
較大數量.....	1000 碼	3000 碼

散佈氣體的地域之進入可能性(Betretbarkeit)： 在有<sup>1</sup>/<sub>4</sub>小時三英里之風速時，下列各種散佈氣體的區域，在表中所列時間後，本國部隊可以進入：

所 射 擊 之 軍 用 物 質	射擊後需經過之時間方能進入	
	在空曠地域內	在 樹 林 中
氫氰酸(凡山里特)	八 分 鐘 後	三 十 分 鐘 後
光氣	二 十 分 鐘 後	三 小 時 後
硝基三氯甲烷	一 小 時 後	二 十 小 時 後
碘乙酸乙酯	六 小 時 後	三 十 六 小 時 後
芥子氣	二 十 四 小 時 後	八 日 至 十 日 後

1917年六月十六日在西方前線上英國對  
德國砲臺之氣體射擊(參考41)。

目標：五個德國砲臺之當中的一個；此項砲臺，係屬極其滋擾者。

風力：每秒鐘二米。

時間：上午十二時。

本國之大砲：三個砲兵中隊，共有十八尊之 11.4 厘米大砲。

施行射擊：十一時至十一時零二分。在此時間內，自各砲同時以最高之射擊速度，對德國之當中的砲臺射出內裝光氣與三氯化砷之榴彈，以作兩分鐘久之集中的氣體奇襲，而使敵人在戴上其防毒面具之前，出乎不意的遇着氣體。

十一時零二分至下午四時零二分。於四小時之久，用碘乙酸乙酯榴彈作漸漸變慢的射擊，以制壓敵人之砲臺及用竭敵人之氣體防護。

四時零二分至四時十二分。在此十分鐘之久，用光氣三氯化砷榴彈及硝基三氯甲烷榴彈施行集中的氣體奇襲，以引起咳嗽刺激及隨後致死。

結果：敵人之各處砲臺，雖得保持其陣地，但一直迄下列之時間點 (Zeitpunkt) 止，成爲寂然無聲：

第一砲臺——在六月十九日上午八時三十分，始復開始射擊；

第二砲臺——在六月十九日上午九時十五分，始復開始射擊；

第三砲臺——在六月十九日上午十一時二十分，始復開始射擊；

第四砲臺——在六月十九日上午十一時四十分，始復開始射擊；

第五砲臺(即當中的)——在六月二十四日上午十一時二十九分，始復開始射擊。

### c. 氣體迫擊砲彈射擊法(Gasminenschossen)

#### 及氣體投射法(Gaswerfen)

在近接戰地帶內，氣體攻擊之工具，爲氣體手榴彈 (Gas-handgranaten)，氣體迫擊砲 (Minenwerfer)，及氣體投射砲 (Gaswerfer)。

#### (1) 氣體手榴彈之投擲

因其所含化學填充物之少，氣體手榴彈在世界大戰中，僅得

有一種中等的(bescheiden)重要。對於在空曠之處的應用,此物以其所含軍用物質之少殊不甚合宜;反之在近接戰中,對於在閉塞處之敵人,則據云曾經證明其為可用。在德國方面,氣體手榴彈之應用,比較的少;反之英國人則較常採用之。在氣體手榴彈內所用之化學填充物,已在前文第 109 至 118 頁上列舉之。在大戰之末期,據弗禮司氏云(參考 82),內裝芥子氣的手榴彈,曾經使用而獲得成功。至關於發烟手榴彈及發烟槍用榴彈(Rauchgewehrgranaten),則將在本書第三章中討論之。

## (2) 利用迫擊砲之氣體射擊

迫擊砲(Minenwerfer)之起源,可歸之於 1904 至 1905 年日,俄戰爭時在旅順口附近作戰所得的戰爭經驗。自在該處所作的觀測而作正確的結論,德國在 1910 年引用重迫擊砲,1913 年引用中(mittler)迫擊砲。此項新的兵器,德國人對之極端的保守秘密;故在大戰開始時,德國得在一種情形下,可以四十四尊重迫擊砲及一百一十六中迫擊砲,突襲敵人,而敵人並不能以一種價值相等之兵器對付之也(參考 168)。

德國之氣體迫擊砲(Gas-Minenwerfer)第一大隊,係於 1915 年五月編成;而第一次於 1915 年六月,在勒菲聖法斯(Neuville-St.-Vaast)附近採用之。此項大隊,帶有二十四尊之備有來復線的(gezogen)重迫擊砲;而除爆烈彈藥外,並射擊內裝溴丙酮之 B 式迫擊砲彈(B-Minen)及裝氯甲酸一氯甲酯之

C式迫擊砲彈。在氣體迫擊砲彈內之較大量的炸藥裝置，使其同時有爆裂功效；但此點往往對於氣雲不利，因其以此向上旋轉而撕開也。在勒菲聖法斯附近之氣體奇襲，極屬有效；此項奇襲，使一次準備好的法國攻擊，歸於無效。此大隊之最有成功的企圖中之一次，為於1915年八月四日在羅姆察 (Lomza) 與阿斯突倫斯卡 (Ostrolenska) 之俄國陣地的突破；此項結果係以兩次氣體奇襲(每次用兩千發氣體迫擊砲彈)得之。因其無任何氣體防護(僅有裝於瓶內之氨水存在)，俄國人在此次所受之損失極大。

以放射攻擊法之發展，氣體迫擊砲彈射擊法，遂被忽視。此項氣體攻擊法進展至簡單的投射設備之所呈的途徑，能以容許密集的採用者，在此時竟無人行之。至1917年，以對於砲隊氣體射擊法的重要性之認識日益增加，乃將在該方面所得之戰術上及技術上的經驗，帶過來應用之於輕迫擊砲及中迫擊砲之上；而用是項迫擊砲，按照砲隊氣體射擊法之方式，執行忽然的及集中的同時並無爆裂功效之氣體奇襲。同時英國人所引用之簡單的氣體投射砲〔即地中臼砲 (Erdmörser)〕，則採取之以代重迫擊砲。

在使用爆裂彈藥時，迫擊砲產生及替代大砲之功效，而其用途尤在制壓最前線大砲所不能及之死的區域 (tote Räume)。以此之故，砲隊之作戰規程 (Gefechtsvorschrift)，有多點對於迫擊砲亦屬有效。對於氣體彈藥之使用，即屬完全如此。關於

此點，在討論砲隊氣體射擊法時吾人已經聽到者，對於氣體投射砲彈之射擊，仍屬有效。與氣體奇襲相當者，在此處有氣體投射砲彈奇襲(Gasminenüberfall)而建築在此上者，則有用氣體投射砲彈之平面射擊，與砲隊中之氣霧射擊的建築在氣體奇襲上之方式相似。

德國迫擊砲所用之氣體彈藥，應區別之如下：

氣體輕迫擊砲彈，含量約 0.8 仟克，為輕迫擊砲（射程可達一千三百米）所用者；

氣體中迫擊砲彈，含量約十仟克，為中迫擊砲（射程可達一公里）所用者；

氣體半重迫擊砲彈(halbschwere Gasminen)，含量約十二仟克，為重迫擊砲（射程可達八千四百米）所用者。此種迫擊砲彈，因其彈道學上性質之壞，僅用至 1917 年為止。

迫擊砲彈之化學填充物，與榴彈相同，最初為刺激物質或軍用物質（溴二甲苯，溴丙酮，溴丁酮，氯磺酸甲酯，氯甲酸一氯甲酯等）所組成；以後則用有毒物質（過物質，光氣，等）。在大戰之末期中，氣體中迫擊砲彈，亦有含光氣與硝基三氯甲烷之混和物及黃十字軍用物質者。黃十字彈藥，據云已成熟成爲一種最有效的地域布毒之方式。藉曳火信管(Brennzünder)之相當的裝入，此項迫擊砲彈，可令其在尚在空中飛行，離地面上十米至一百米之時，即行著火；液體的黃十字氣，在彼時作細雨狀而對廣闊之地面撒下（參考 65）。

作氣體投射砲彈射擊時，其發射之速度，對於輕迫擊砲需達每分鐘二十發；對於中迫擊砲及重迫擊砲，則需為每分鐘一發。

氣體迫擊砲彈，並無炸藥之裝置，而祇有信管之裝置(Zündladung)，故其迫擊砲彈功效(Minenwirkung)及破片功效，均等於零。其液體的含量，在迫擊砲彈爆炸時，為所裝之信管細分的噴散而變成氣霧。是項氣體，若其濃度夠大〔即夠大量在一點聯合；參觀下文論“集中射擊”(Konzentrationschiessen)一段〕時，即在彈着處(Einschlagsstellen)之直接的附近，流下至較低之處，如谷中，深谷(Schlucht)，凹地，塹壕，掩蔽部，等。在起初氣體密度較小時及在離彈着點頗遠之處，此項自動的下流，即行停止。在是項情形下，氣體與空氣相混和，而後跟隨空氣運動(Luftbewegung)而行。聯成一起的氣雲，遠在後方，尚能起作用。至其功效之依賴性(Abhängigkeit)，則與在砲隊氣體射擊時相同，為三種因素所決定；此三種因素，即係天氣，地形，及敵人之氣體防護。在彼處所說者，在此處亦均合宜。橫過的空氣運動之最高限度，在空曠地域內作氣體迫擊砲彈奇襲時，為每秒鐘三米之風力；在用氣體迫擊砲彈於空曠地域內作平面射擊(Flächenbeschiessung)時，則為每秒鐘一米半。

氣體迫擊砲彈射擊之種類，區別之如下：

(a) 氣體迫擊砲彈奇襲或小規模的氣體迫擊砲彈射擊；

(b) 氣體迫擊砲彈平面射擊，或

(i) 中等規模的氣體迫擊砲彈射擊（所用之軍用物質，迄

一千仟克爲止)，

(ii) 大規模的氣體迫擊砲彈射擊（所用之軍用物質爲一千仟克以上者）。

(c) 集中的氣體迫擊砲彈射擊。

(a) 氣體迫擊砲彈奇襲

氣體迫擊砲彈奇襲(Gasminenüberfall)或小規模的氣體迫擊砲彈射擊 (das kleine Gasminenschiesen)，與砲隊之氣體奇襲完全相當。 以此之故，氣體迫擊砲彈奇襲，即係自可能多數的迫擊砲，以最大的射擊速度，於最短時間內（約一分鐘左右），對一有活目標的目標點。突然的以奇襲方式，採用一羣的射擊。

以最少數之迫擊砲爲根據，吾人關於此點，可取下例以示之：

迫擊砲彈之種類	一枚迫擊砲彈所含之軍用物質(仟克數)	迫擊砲之射程(米數)	所用迫擊砲數	所採用之迫擊砲彈及氣體之數量	射擊之時間(幾分鐘)
氣體輕迫擊砲彈	0.8	50—1300 (平射); 300—1300 (曲射)	4—5尊輕迫擊砲	80—100 枚迫擊砲彈，即64—80仟克氣體	1
氣體中迫擊砲彈	1.0	108—1040 (僅用曲射)	6—8尊中迫擊砲	6—8枚迫擊砲彈，即60—80仟克氣體	1
氣體輕迫擊砲彈及氣體中迫擊砲彈聯合用之	1.0	(迄約 1000)	2 尊輕迫擊砲，2 尊中迫擊砲	40枚輕迫擊砲彈 (=32仟克氣體)，及2枚中迫擊砲彈 (=20 仟克氣體)；總共52仟克氣體	

在不規則的時間距離，對前線各處不同之點，屢次作氣體迫擊砲彈奇襲，極屬有效。有時據云直接的在作是項奇襲以前，應射出數枚中迫擊砲或重迫擊砲之爆裂彈 (Sprengminen)，以破壞敵方掩蔽部之窗及通路 (Zugänge)：因迫擊砲爆裂彈之爆炸，對氣體功效有影響也。至能償的 (lohnend) 目標，則有敵方之迫擊砲陣地 (Minenwerferstand)，機關槍巢，掩蔽部，對壕 (Annäherungsgraben)，及十字路口 (Kreuzungspunkt) 之正有換防兵 (Ablösung) 經過者。一種不驚人而殊準確的利用爆裂彈藥之試射 (Einschiessen)，在事前係有其需要，與行砲隊氣體射擊時相同。發霧迫擊砲彈 (Nebelminen)，在此處為不適宜，因其引起敵人之注意也。在有風時，應將目標點在向風方面 (Windseite) 置於其目標之前。

1917 年七月二十八日晨五時至六時德國  
對阿取耳基 (Ozierki) 附近的俄國陣地之  
“氣體迫擊砲彈奇襲”

地形：樹林，

天氣：風向為西南西，風速為每秒鐘一米半，但在樹林地域中為無風至每秒鐘半米。

迫擊砲：共用八尊輕迫擊砲，分成兩隊，每隊四尊。

彈藥：每尊迫擊砲備有四百發之 D 式迫擊砲彈 (內含光氣) 及二十四發之輕迫擊砲爆裂彈。

目標：俄國主要陣地中之主要對壕 (Hauptannäherungsgräben) 的接連處 (Einmündungsstellen)。

執行：在五時二十五分時，對兩個目標點，同時各施行兩次氣體迫擊砲彈奇襲；

每處每次奇襲，各用四尊迫擊砲(每尊射出八十發之D式氣體迫擊砲彈)，在四十秒鐘內行之。

在五時四十二分時，再作兩次與上相同之同時的氣體迫擊砲彈奇襲，並在其前另外兩個間點上，先行射出 10% 之爆裂彈。

在五時五十分時，施行與上相同之第五次(即最後一次)的氣體迫擊砲彈奇襲，並以同樣之方式先行射出 10% 之爆裂彈。

德國之觀測飛機報告云，在右翼有一濃厚的白色氣雲升起；此雲不久即向北方散開，而按照風之方向，於頗屬連續之狀態下，行向敵方。

### (b) 氣體迫擊砲彈平面射擊

氣體迫擊砲彈平面射擊(Gasminen-Flächenbeschiessung)，與砲隊之氣霧射擊相似。係由氣體迫擊砲彈奇襲彼此併列(Nebeneinanderstellung)而成。在此處，如在彼處，係將射擊場地(Beschussfeld)分作若干塊之一公頃大的局部場地(Teilfeld)；而在此處對每一公頃上射擊一次或數次之氣體迫擊砲奇襲。重要的目標場地(Zielfeld)，至少需要一百五十仟克的軍用氣體物質；按此即係需要兩次之氣體迫擊砲彈奇襲，每次用八十仟克之氣體者。

各種氣體迫擊砲彈射擊，其所採用之軍用氣體物質超過一千仟克以上者，均稱之為“大規模的氣體迫擊砲彈射擊”(Grosses Gasminenschiessen)；即下文所述之集中的射擊〔參觀下文(c)段下〕，亦屬此類。是項射擊，需要殊大數目之迫擊砲砲身(Minenwerferrohren)；因此其執行，保留之為迫擊砲大隊之特種任務。在步兵充分的備有輕迫擊砲後，此類企圖，亦可藉部

隊所有的迫擊砲之較大數目的集合，以迫擊砲中隊之中迫擊砲為援助，而執行之。集合及試射 (Einschiessen) 的手續，必需異常慎重的行之，以求保存其奇襲之因素。且其準備工作，多半亦需時殊多。為將移至敵方戰線附近的迫擊砲之操作人員 (Bedienungsmannschaft) 對敵人之砲火功效作防護起見，此項迫擊砲必需埋設 (eingebaut)。為顧及膛炸之危險起見，此點復要求兵卒作射擊時，需戴上其防毒面具 (參觀第 64 頁)。雖然，輕迫擊砲之射擊速度 (每分鐘二十發)，不應受氣體防護之影響；故吾人需預先令兵卒對整個企圖，加以演習。

在計劃一次“大規模的氣體迫擊砲彈射擊”時，在上文討論對於大的目標平面之砲隊的氣霧射擊時所給之觀點，其大意 (sinngemäss) 仍屬有效。重要的局部場地 (Teilfelder)，較常受射擊；無目標的場地，遺出不射，惟“氣體沼澤”(Gassumpf) 之布置，則多半放棄不用。

一次“大規模的氣體迫擊砲彈射擊”之執行，惟當氣體不致退回至自方陣地時〔此即指無風，或風在  $20^{\circ}$ — $30^{\circ}$  之防護角 (Schutzwinkel) 下守住 (abstehend) 時〕，方能容許。若敵人係在一高地之後或在有避開的 (abgewandt) 的出路之谷中，則風向不在考慮之中。與此相對，中等規模或小規模的氣體迫擊砲彈射擊，若本國部隊備有良好的氣體防護而對此方面有相當之訓練，且其目標非係太近時，則即有吹向自方陣地之風，仍可容許。

1917年十月二十七日德國對於阿取耳基  
(Ozierki)附近的俄國陣地之“大規模的氣  
體迫擊砲彈射擊”

地形：樹林。

天氣：西風，風速每秒鐘 1.5 米至 2 米，但在樹林地域中則為 0.5 米。

迫擊砲：八尊中迫擊砲及八尊輕迫擊砲。

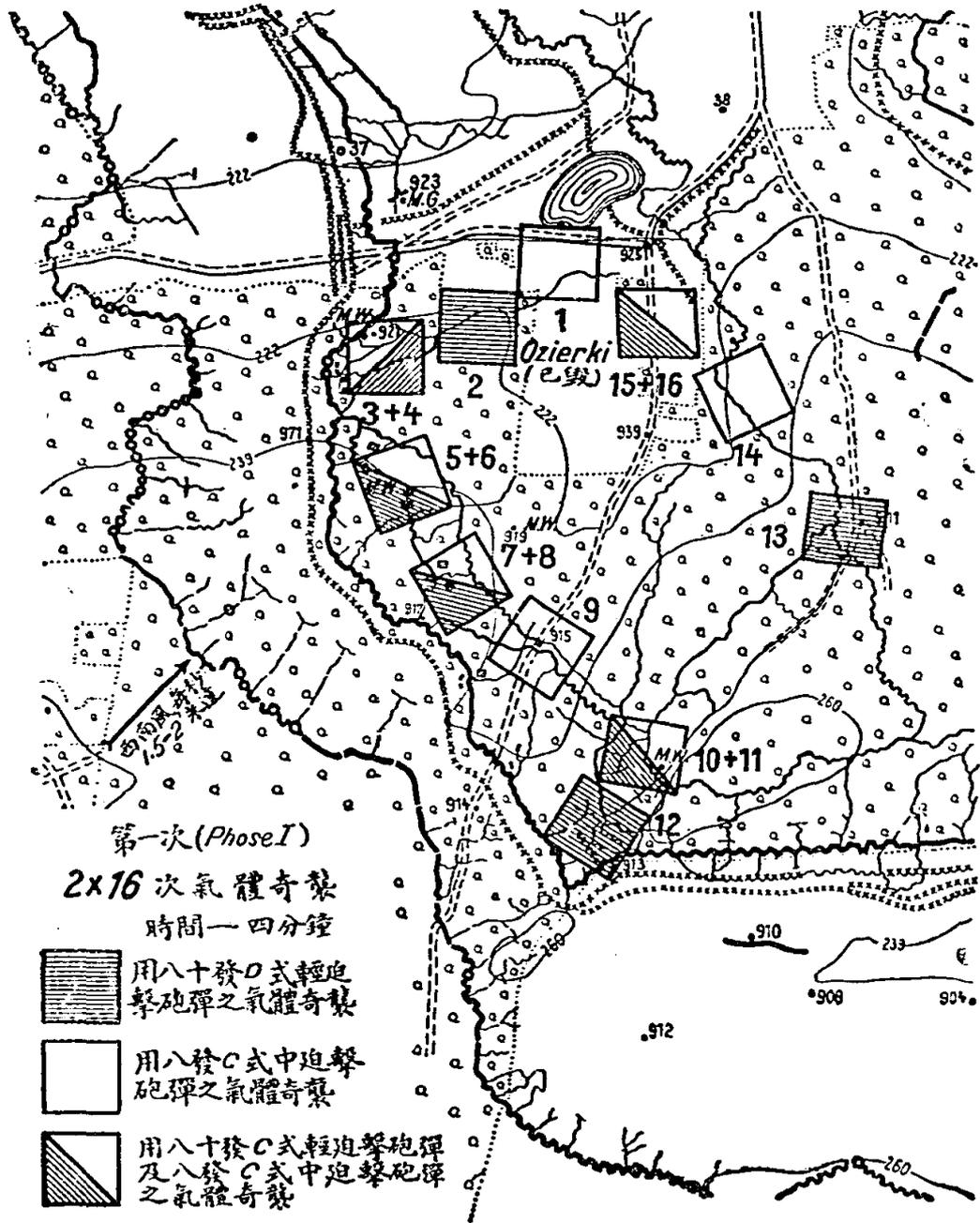
彈藥：四百一十發 C 式中迫擊砲彈（內裝氯甲酸一氯甲酯），九十發 B 式中迫擊砲彈（內裝溴丁酮），八百五十發 D 式輕迫擊砲彈（內裝光氣），及五十發 B 式輕迫擊砲彈（內裝一溴二甲苯）；總計有五千七百二十仟克之軍用氣體物質。

應散佈氣體之平面，其面積共為三十六公頃，每公頃上應用一百六十仟克之軍用氣體物質；在每一公頃上應施行兩次氣體迫擊砲彈奇襲，其間約隔三十分鐘，按此共需七十二次之氣體奇襲（參觀 214 及 215 頁之圖 7 及圖 8）。自其所有之迫擊砲的口徑及其效力不同的氣體彈藥之考慮，乃將第一次（Phase），即奇襲 1 至 20，分成兩隊（Gruppe）執行，每隊用四尊中迫擊砲及四尊輕迫擊砲；而在第二次（即 21 至 72）內，則將八尊中迫擊砲集成一隊。此次射擊，計在夜間十二時三十分開始而在六十分鐘左右完畢。兩個俄國中隊，因此而受重大的損失。

(c) 集中的氣體迫擊砲彈射擊

(Konzentrations-Gasminenschiessen)

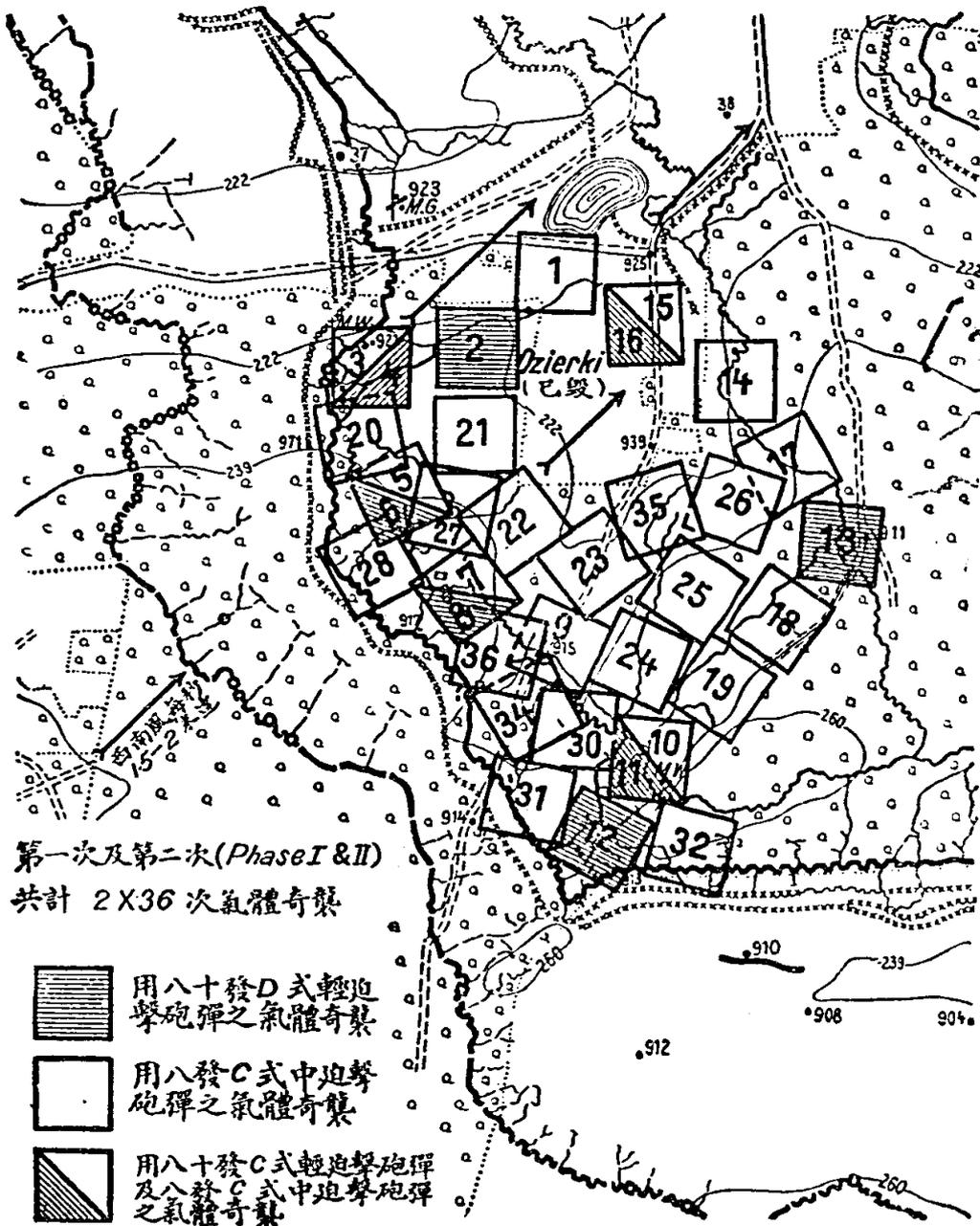
在特殊情形下，對於守備者甚多之目標及有利的地形，一塊目標平面上所用之軍用氣體物質之數量，可大增加以至尋常所用者之二十倍；此即謂將尋常所用之一百六十仟克（兩次奇襲，每次八十仟克），增至三千仟克。此項射擊，尤其當其射擊之平面係在高處，而因此可期望此項濃厚之極濃的氣雲流下至敵方戰壕之內時，將其採用。在彼時，是項氣雲，沿敵方塹壕系統之內而行，正如行於一運河中；且在該處存留而極屬有效，因其在



M. G. = 機關槍。

M. W. = 迫擊砲。

圖 7. 1917 年十月二十七日在阿取耳基(Ozierki)附近德國之  
“大規模的氣體迫擊砲彈射擊”  
(對俄國陣地之第一次散佈氣體的形勢)。



M. G. = 機關槍。

M. W. = 迫擊砲。

圖 8. 1917 年十月二十七日在阿取耳基(Ozierki)附近德國之  
“大規模的氣體迫擊砲射擊”  
(對俄國陣地之最後的(endgültig)氣體散佈之形勢)。

避風之塹壕內，其失去其密度之傾向殊少也。此類利用迫擊砲之集中的射擊。為惟一之事例，其對於天氣及地形之依賴性極小者。此項射擊，對於一塊小的平面，需要一極大數目之迫擊砲，以令氣體迫擊砲彈（尤其氣體中迫擊砲彈，對此更為適用）同時的及在可能範圍內密密的在彼此之旁，遇着其目標。此項射擊法，可視之為接下所論的氣體投射砲法之前驅。

在氣體迫擊砲射擊內爆裂彈之插入——同時的作迫擊砲爆裂彈(Sprengminen)及氣體迫擊砲彈之射擊，不能容許，因如此所成之氣體必被撕開而向上旋轉也。反之單獨迫擊砲爆裂彈之插入，尤其在所射擊之目標場地較大時，並不擾亂其氣體功效。據英國第六軍之經驗，德國的氣體迫擊砲彈奇襲，其中加入有迫擊砲爆裂彈者，特別令人不快而引起損失，因其使人不得不動，而因此令英國人之氣體防護受危險也。

散佈氣體的地域之隨後突擊——與吹放攻擊相反，氣體迫擊砲彈射擊之功效，往往予攻擊者以機會，使其得藉步兵（即突擊隊）之隨後突擊，得到局部地域之奪獲，俘虜之捉住，及搜索(Aufklärung)之成功。按照規定，作綠十字氣射擊後，空曠之地域，無風時一小時後可以進入，風吹向敵方時，立刻可以進入；在樹林及山地，則在四小時後，方可不戴防毒面具而進入。塹壕，掩蔽部，及低下之地域(Gelindevertiefung)，則據云惟有戴上面具，始能進入。以氣體防護之進展，尤其以對外部傷害〔因荆棘之刺(Dornengestrüpp)，有刺鐵絲(Stacheldraht)，等

等所致)有抵抗力的德國式革製面具在 1917 年之引用,對於或係存在之氣體,乃不復予以考慮。戴上其革製防毒面具之突擊隊,可以突進自方的氣霧,而面具對面具的作戰。

司托克臼砲 (Stokes Mortar) —— 與德國之輕迫擊砲 (leichter Minenwerfer)相當者,在協約國有可以搬動的 (beweglich)三吋司托克臼砲(參觀書末附圖 13)。此砲之氣體迫擊砲彈,每枚共重五仟克,而其所含之物則為 1.1 仟克之軍用氣體物質或白磷,至不能搬動之四吋司托克臼砲,大約與德國的中迫擊砲相當,但不能達後者之命中精度 (Treffgenauigkeit)者 (參考 126),則有約重十一仟克之氣體迫擊砲彈,內裝 3.2 仟克之軍用氣體物質填充物或白磷。引用司托克臼砲以前,在 1916 年七月蘇姆 (Somme) 之戰,英國式的跳射迫擊砲彈 (Schleuderminen)及法國式的有翼迫擊砲彈 (Flugeminen),曾經屢次射擊,但未能以之而達到有效的氣體濃度。

司托克臼砲,原來為一種英國人的所發明,但不久即為法國人所採取,以後美國人亦採取之。原來的模型之進展,在其搬運可能性及其射程之增加方面,係在各國同時着重的推進。據弗禮司氏(參考 82)云,此項砲在速射時射出發數之最高數目字,為每分鐘十五發。因每一迫擊砲彈內含 3.2 仟克(即七磅)之軍用氣體物質,故為作一次有效的氣體迫擊砲彈奇襲起見,需要兩分至五分鐘之久之速射。四吋司托克臼砲,係以特別的特種氣體迫擊砲中隊操作之;而每一是項中隊,備有四十八尊之此項迫擊砲。三吋司托克臼砲,則配屬於步兵,並以之陪伴前進之部隊,以對敵方目標之有拒支 (aushalten) 攻擊的威脅者,施其功效。按照其目標之種類及其所欲得之功效,此項迫擊砲,除氣體迫擊砲彈及插入之爆裂彈外,並可射擊發烟迫擊砲彈 (Rauchminen) 及燃燒迫擊砲彈 (Brandminen)。據美國方面發表之論文 (參考 47),對於各種不同之用途,其所用迫擊砲彈之種類,應如下選擇之:

對付活的目標(敵人之機關槍巢及支撐點等),用氣體迫擊砲彈;

爲將敵人之支撐點布霧起見,用發烟迫擊砲彈,內裝置於中和性液體內之燐者;

爲得敗壞士氣(demoralisierend)之功效起見,可用燃燒迫擊砲彈,內裝“塞買特”\*(Thermite)或白磷在二硫化碳之溶液者。

協約國的迫擊砲規程,着重的聲明,在一切此類企圖中,奇襲永爲成功之基礎。以此之故,是項企圖所需要者,爲利用有致死功效的氣體,作奇襲式之簡短的集中氣體迫擊砲彈射擊。至所用氣體本身之種類,則應於可能範圍內加以變換。在英國方面(參考 94),有人云,集中的氣體迫擊砲彈奇襲,最初係以司托克白砲中隊行之;以後此項戰法,乃爲德國人取而用之。

一次使用含“塞買特”及白磷的燃燒迫擊砲彈以作奇襲之例,爲 1918 年七月十八日美國第一氣體中隊在麻因(Marne)河上對德國機關槍巢所施行者(參考 82)。美國人屢次的聲明此類燃燒迫擊砲彈奇襲之災禍極大的(katastrophal)功效。

### (3) 氣體投射砲法(Gaswerferverfahren)

氣體投射砲法,可視之爲迫擊砲的集中射擊之有力化(Potenzierung)。在此法中統轄的(herrschend)思想,即用適宜的簡單設備,將裝於空處殊大的砲彈內之軍用氣體物質,向前送出,以將敵人用氣體傾注(überschütten)者,在德國方面,於 1915 年時,已曾考慮及之(參考 65)。雖然,其實際上之利用,則有俟於英國人。第一次規模較大的此類攻擊,係於 1917 年四月四日,對阿拉斯(Arras)附近的德國陣地行之。此項氣體作戰方法之原則,係將一數目殊大之極簡單的內徑 20 厘米之鐵管,後身(即管之下端)有半球形之鐵帽以閉住之而管內置有氣體投射砲彈(Gaswurfllaschen)者,用通電法將其同時一次點燃而射

\* 此物即係鋁粉與氧化鐵之混和物,可以鎂帶及發出氧素之化合物(如氯酸鉀或過氧化鉀)點燃而因此項反應放出之熱使其溫度升至攝氏表三千度者。

出砲彈。用此法所得之排砲(Salve)，一次達數百發之多，以後且竟有達二千發之氣體投射砲彈(Gasminen)者；此項投射砲彈，突然的在一固定的地區上落下，在該處爆炸，而將戰壕用氣體充溢。在個別的情形下，氣體之堆集如此之強，以致防毒面具，在遇着此類最高濃度的氣體之瞬息；即歸無效。此外尚有一點，即因其氣體散佈之係突然而來，其對於軍隊之奇襲功效，極為重大；惟有發展至極高程度之氣體軍紀，方能對之予以防護也。燃燒投射砲彈(內裝白磷及二硫化碳或裝石油者)之插入，在爆炸時噴射燃燒劑而將防毒面具燒穿成洞者，與大砲及迫擊砲的爆裂彈之同時採用，將此類奇襲之影象(Eindruck)及功效，更行增高。

英國式之氣體投射砲，即利文式投射砲 (Livens Projector)(參考 55)。——英國式之氣體投射砲，為一根光滑，內外均做好(bearbeitet)的直徑二十厘米之射擊管(Schiessrohr)所組成；其底係與射擊管本身自一件材料壓成。其所用之投射砲彈，亦係自無縫之管製成；其兩端係經鍛鍊(eingeschmiedet)成爲球形，留一小孔。經過此孔插入一根內裝炸藥之管於彈內，而用螺絲旋緊，使其不透氣。一個簡單的撞擊信管(Schlagzünder)，與一導火線(Zündschnur)，聯合工作，以使投射砲彈點燃導火線之長度，係爲最長之飛翔時間量定(bemessen)，故當飛翔時間較短時，可得投射砲彈落地後在地上過若干時後方能爆炸之現象。彈中發射藥裝置，係置在一個鐵片製之不透

空氣及水的盒子內，而爲數份之分離裝藥(Teilladung)所組成，以應各種距離之用。發射藥之點燃，係以通電行之；其電線則係與一電池或一點火機(Zündapparat)相連。投射砲彈在砲筒內時，彈與砲身之間，尙有如此多之遊隙(Spielraum)，可以任電線通過。此項遊隙，用一鐵塞鑲(Treibspiegel)將其抵補；在射擊時，是項塞鑲，位於(lag)投射砲彈之後。爲避免砲身後退入地起見，砲身之底，係頂住一塊所謂之駐鋤板(Spornplatte)而置之。至將投射砲放高放低(Erhöhung)之法，則係將其與其駐鋤板，在一定之角度下，放入地中。

英國人所用之此項器具，計有兩種模型，卽一種輕的及一種重的模型。輕的模型，砲身重三十仟克，最大射程達一千一百米；重的模型，砲身重六十仟克，最大射程爲一千八百米，至其投射砲彈之重量，則約各爲三十仟克(輕的模型)及六十仟克(重的模型)。

英國投射砲彈(Wurfminen)之化學填充物，多半爲純粹的光氣(十三仟克半或二十七仟克)。此外所用之填充物，尙有硝基三氯甲烷，硝基三氯甲烷與四氯化錫之混和物(卽NC混和物)，氯與光氣之混和物，及碘乙酸乙酯等。

英國人在行其奇襲時，偏向利用夜間之時刻，而謂每秒鐘一米半的吹向敵人之風，爲特別有利。雖然，卽在更大之風力(迄每秒鐘五米爲止)及有大雨時，投射砲攻擊仍然執行。一次放出的氣體量之頃刻間的功效，並不因此類之天氣情形而受重大

的影響，惟吾人不能計及行開的(abziehend)氣霧之有效期間及縱深功效耳。在造成後不久，大風即將氣雲撕開，因此在是項情形下，即風係吹向本國戰線時，亦不擾亂其執行之可靠性(Zuverlässigkeit)。

投射砲之埋設(參觀書末附圖 12)，多半非如在行放射攻擊法時之置於第一道戰線，而係置於中間地域(Zwischengelände)內，約在第二道戰壕的高地(Höhe)之處。收容砲射之地洞，係作三角形計劃(angelegt)。埋入之砲身，以砂袋，帆布頂(Segeltuchdecken)，或鐵刺網(Drahtgestrüpp)及樹葉(Laub)或爛布(Tuchfetzen)掩蔽之。

此項射擊之結束(Abschluss)，與一強烈之爆裂(Sprengung)相似，最初有強烈的火光及多處砲口焰(Mündungsfeuer)之同時的閃發(Aufblitzen)，然後有強烈的帶黑色之煙雲，在照明彈之亮光下可以很好的看見者。在此後接有一次猛烈的爆炸聲(Knall)，在空氣中怒吼及啞唔(Surren)；最後迄測得火光後二十五秒鐘，乃有投射砲彈之裂開(Niederklatschen)，是項裂開，與一批手榴彈(Handgranatenstapel)之裂開相似，並非完全的同時在一次爆炸也。

因其所裝炸藥之少，此項投射砲彈之破片功效異常之小，其侵徹力(Durchschlagskraft)竟等於零。英國式之投射砲，其散飛界(Streuung)殊大；其危險地帶伸至離英國最前戰壕三仟米之處；在有利的風下，其氣體功效，迄其彈着處之後十仟米之

遙，尚能察覺之。此項攻擊，雖經一次發射後需完全從新作器具之埋設，但仍往往於同一夜內對同一處施行數次之多。

英國人所施行之氣體投射砲奇襲，總計不在三百次以下。就中最顯著者，爲下列一次：

### 1918 年三月三十日英國對郎斯 (Lens) 附

#### 近的德國陣地之氣體投射砲攻擊

此次投射砲奇襲，爲世界大戰中之最大者。此次奇襲，爲英國特種氣體迫擊砲中隊所執行，並得美國氣體聯隊之第一及第二(即 A 及 B) 兩中隊的襄助。埋好的利文式投射砲，計共有 3728 尊；此外並有 920 尊之司托克白砲與之合作。協約國方面所發表之論文(參考 47)，着重的聲明運送及埋設之可怕的緊張。是項氣體奇襲，係於半夜執行。其投射砲彈內所用之填充物，爲光氣。關於此次德國人所受之損失，迄今無確鑿的數目字材料。

德國式之 18 厘米氣體投射砲(參考 55)——當英國之氣體投射砲攻擊使德國軍隊蒙受重大損失之時，德國陸軍統帥部，即決定極其着重的按照英國模型，引用與之相當的氣體投射砲。雖然，此項投射砲之從新構造，需要較長之時間，而在當時之德國工業中，已有尖銳的鋼鐵缺乏之感覺流行，故德國人乃不得不於可能範圍內，先行利用已有之器具。以此之故，已經在前線棄而不用之重迫擊砲彈 (Wurfmine)，尚存有大批存貨者，乃利用之以作投射砲之砲彈。

爲使用此項迫擊砲彈起見，乃製其所需之簡單的光滑之砲身，其直徑爲 18 厘米。此砲之藥室 (Ladungsraum) 部份，係特別當心的製作，以求得到一種可能的均勻射程。最大之射程，

最初爲一千六百米。在砲身與砲彈之間，非如英國式氣體投射砲之有較大的游隙，而其存在之小游隙，則係以一緊塞(lidernd)的塞鑲減少至最低限度。投射砲彈之點燃，係以一顆旋入砲身底之電氣點火螺釘(Glühzündschraube)行之；其發射係自一處發出，自該處同時可使一千左右或一千以上之投射砲活動(參觀書末附圖 8 至 11)。準備可以發射之砲身，在晝間對飛機視察係屬揭露(abgedeckt)者，往往在其陣地置數日之久，以俟發射之有利的瞬息到臨(參考 74)。

德國 18 厘米投射砲之投射砲彈，主要的爲光氣或綠十字氣所組成，其量爲十二至十五升；在最後期間中，亦有用“雜色十字氣”(Buntkreuz)者。

德國式之 16 厘米氣體投射砲彈(參考 60)。——1918 年八月二十一日，在活格山(Vosegen) 德國初次採用一種新的 16 厘米模型之氣體投射砲，其砲身係備有來復線(gezogen)者。用此種投射砲，彼等得以將投射砲彈之飛翔，迄該時止在光滑的砲身中遠近無一定(sich überschlug)者，成爲毫無問題(einwandfrei)；且同時將其射程增高至三千五百米，如其於 1918 年十月十二日對阿如特客希(Altkirch)使用時所指明者(參考 60)。據協約國方面之研究，在此處射出之投射砲彈，其化學填充物爲六仟克(十三磅)光氣及二仟克半(五磅半)(?)浮石(Bimsstein)所組成。一種此類填充物之適宜，予彼等以懷疑之理由。最後彼等集合其意見，謂此項填充物之使用，係因浮石之體積，當

然使氣體之起初濃度較小，但光氣之變成氣霧，並不因浮石之加入而受影響；反之浮石之加入，因其妨礙光氣小粒之上射（Emporschleudern），使光氣得一較好的支配及較儉省的銷耗（參考 82）。

據俄國方面之見解（參考 139），加入浮石之理由，係在故意的使光氣之蒸發較慢。11.4 仟克之浮石，能吸收 14.8 仟克之光氣。在空氣置放之用光氣飽和的浮石塊，祇能極慢的（即於一小時至一小時半之內）將其所含之光氣，重復發出。因此此項填充物，對於地域之不擬於氣體投射砲奇襲之後立即隨後突擊者，殊屬合宜。

為操作氣體投射砲器具起見，德國人將其最初為放射攻擊而設之工兵第三十五及三十六聯隊拆開（aufgeteilt），而在除去聯隊之結合下，增加八個大隊，改組之成為氣體投射砲大隊（Gaswerferbataillon）；此項大隊，每隊最初即係有計劃的各備有一千尊之投射砲（參考 55）。第一次之德國氣體投射攻擊，非在西方前線而係在意大利前線行之。

1917 年十月二十四日在伊松佐（Isonzo）之

戰中德國對弗利奇（Flitsch）附近之意大

利陣地的 18 厘米氣體投射砲攻擊

柴塞堡（Seesselberg）氏關於此次企圖，以官方的參考材料及參加者之報告為根據，以下列方式報告之（參考 238）：

“委託執行此項採用之工兵第三十五大隊，屬於 k. u. k. 之第二十二散兵師

團 (Schützendivision) 者，其戰鬥任務為：在將近之攻擊中，將弗利奇 (Flitsch) 之南及緊在伊松佐 (Isonzo) 河之北的深谷，用大砲不能將其包括者，應如此將其散佈氣體，以令自彼處可以不復期望遇到重大的抵抗”。

“為達到此項目的起見，應在小的突角堡 (Ravelnik) 東南之高地，埋好一千尊之氣體投射砲”。

“1917 年十月十七日上午，器具及彈藥之輸送，在塔菲斯 (Tarvis) 地方進行；惟三百一十根之投射砲砲身 (Werferrohr)，在輸送隊離開時尚未在手中者，則係除外其餘之投射砲砲身，則係於十月十六日之夜及十月十七日用載重汽車 (Lastkraftwagen)，自塔菲斯 運至雷卜 (Raibl)，而自該處用地底鐵道 (Stollenbahn) 運至蒲悅特 (Breth) 整個的彈藥 (共計兩千發投射砲彈，內中氣體彈及爆裂彈各一千發) 及器具，係於十月十六日至十八日之夜間，用載重汽車，自塔菲斯 經過卜雷地 山路 (Predilpass)，運向普斯丁拉 倉庫 (Lager Pustina)。所缺之三百一十根投射砲砲身內，有二百二十二根於十月十八日之晨達到塔菲斯，並於同日向蒲悅特 輸送。在彼時所有之九百一十二根投射砲砲身，將其支配於中隊及屬於大隊之輕迫擊砲隊 (Minenwerferabteilung)。自普斯丁拉 或蒲悅特 向柯禮特里卡橋 (Koritnica-brücke) 之向前輸送，殊屬困難，因自蒲悅特 導向陣地之要求殊大的 (stark beansprucht) 小路，不容許其所備有之載重汽車之充分的利用也。以此之故，整個器具的向前輸送，前後共需四夜之久，即十月十九至二十三日之夜是也”。

“為將器具自柯禮特里卡橋 向中隊埋設處直接的附近之儲藏處 (Stapelplatz) 起見，特於三天晚上每晚備有一千二百名之搬運夫 (Träger)，另一晚則備有八百名。氣體投射砲之埋設及目標之支配，係按照附後之射擊計劃 (參觀下頁圖 9) 進行。埋設之工作，在十月二十三日破曉之時起始，一直延至晚間十時半方止。在此時左右，以天氣情形為根據，有命令發去，令將氣體彈藥裝上。此項裝置，係於直接在埋設處後急促的建築之掩蔽部內行”。

“十月二十四日上午二時，投射砲按照命令，準備射擊；上午二時零五分，即行射擊；上午二時四十分，在第一中隊尚有若干投射砲，因點火線 (Zündleitung) 之毛病，在第一次射擊時未得射出者，隨之發射。第一中隊及迫擊砲隊，又復將一種第二次之爆裂彈排射 (共用二百六十九尊投射砲) 準備成功，而於上午六時三十分及八時五十分左右，將其射出。至其他中隊，則因受過早破裂彈 (Frühkrepieren) 所發的氣體及自伊松佐 谷流回的氣體之困累，不復作第二次之爆裂彈 (Springsalve)”。

“為判斷天氣情形起見，在陣地內橫過弗利奇 盆地，設置四處野戰測候局 (Feldwetterstation)。因氣體排砲 (Gassalve)，應導至按照日期及時刻制定之攻擊企圖，氣象測候之任務，此次不在選定一有利的時間點以行氣體排射，而寧在得到基

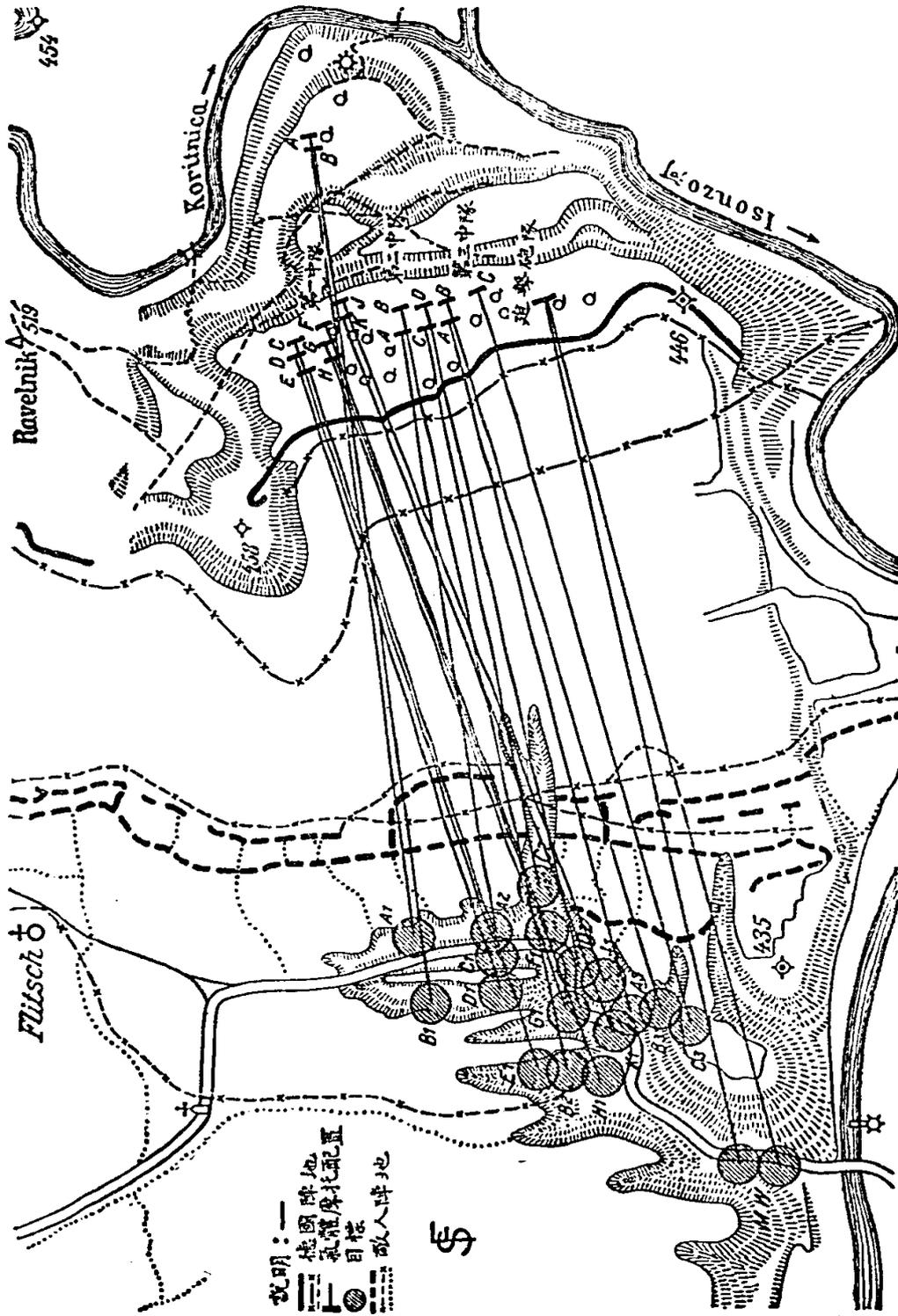


圖 9. 1917 年十月二十四日伊松佐 (Isonzo) 之戰中對弗利奇 (Flitsch) 附近的意大利陣地之第一次德國的氣體投射砲攻擊。  
 [自柴塞堡著之 1914 至 1918 年之陣地戰中取出]。

礎 (Unterlagen), 以決定何種彈藥(氣體或爆彈藥)應予宣告使用之問題。自大隊在攻擊地域內存在所作之觀測, 述明其應可期望之事實, 即在為高出一千米之山所圍繞之谷地 (Talkessel) 中, 多半僅有極弱之風出現; 就中在晝間盛行之風向, 為西風或西南風; 在夜間則其傾向為完全無風。在發射前不久之風的測量, 指明在三處完全無風, 在盆地中之主要之一處, 則有微弱的東北向之氣流。因此在此時之天氣情形, 不予人以任何理由, 不行已經命令之氣體排射”。

“為陪伴步兵起見, 工兵大隊放出三個氣體安全保障斥候隊 (Gassicherungs patrouillen) 對散佈氣體的深谷之前進, 特為工兵第三五大隊保留; 此項大隊, 為應付是項戰鬥任務, 已編成兩個突擊隊, 一個有八十人, 一個有六十人者。在前進時, 此項突擊隊, 並未遇到若何抵抗, 惟在伊松佐河對岸之左邊的側面, 曾為微弱的機關槍射擊所困累”。

“達到深谷時, 該處已完全無氣體。氣體之功效業已完成。僅有單獨的因氣體而致重病之意大利人, 自最前陣地運回。在深谷本身中, 整個的守備兵, 約計五百至六百人者, 發現已經死去。此中僅有少數係戴上其面具; 死者之情形, 令人得結論, 謂其係突然的因氣體而致死者。

### 德國對於法國陣地之氣體投射砲攻擊

在西方前綫上, 德國人於1917年十二月, 即在英國人施行是項攻擊之後八個月, 始行第一次採用其氣體投射砲; 是項採用, 第一次係對法國戰綫行之。

### 1917年十二月五日之夜德國對勒希戈 (Réchicourt) 附近的法國第五十六師團 之氣體投射砲攻擊(參考 223)

法國師團, 從俘虜之口供, 知道將近的攻擊。雖然, 不願其提高的注意, 包括極活動的空中偵察及一切可以想到的預防及防禦處置, 午夜時德國投射砲所予之奇襲, 係屬完全的。約有一百名兵士, 在睡眠中因氣體而受犧牲。

1918年四月十七日德國對蒙多飛 (Montauville)附近在卜內特樹林 (Bois-le Prêtre)之法國陣地的氣體投射砲攻擊(參考 223)。

自法國陣地,有一凹道(Hohlweg),在蒙多飛(Montauville)之方向,通於後方。在是項低地內,於半分鐘之內,有七百五十發之德國投射砲彈落下。所成之氣雲,爲一種微風,在二十分鐘之內,帶到蒙多飛(此處離陣地之仟米數,法國報告未曾註明),而在彼處引起人及禽獸之嚴重的中毒。至在凹道內之守備者,則約有四十人受氣體之影響,內中二十三人死去。

### 德國對於英國陣地之氣體投射砲攻擊

據英國方面之見解(參考 132),德國人對於氣體投射砲攻擊之使用,較之協約國,次數爲少,且其使用之範圍實亦係較小。英國自其由俘虜口供及掠獲的命令內取出之德國損失數的比較,得到一種觀點,謂英國之投射砲攻擊爲較屬有效者。至關於此事之理由,彼等舉出下列各點: 利文式投射砲彈(Livens-Bombe)所含化學填充物質(Füllstoff),較之德國式的投射砲彈,幾多一倍;此外在此處,如在吹放攻擊(參觀第 125 頁),風向多半對於協約國較爲有利;最後在高的氣體濃度下,英國式氣體防護器具(即箱形呼吸器,參觀第 268 頁)之較大的吸收罐所予之防護,較之德國式防毒面具的小吸收罐爲多。例如有一次在一有限的一段英國戰壕內,在同一瞬息中有五發之德國投射砲彈爆炸,然未使在其旁之戴上防毒面具的兵卒受傷。且英國以常用此種氣體作戰法,對於認識德國投射砲攻擊的準備及發射,殊有訓練,因此能以及時作對付之處置。

自下列一表觀之，迄 1918 年五月底止德國對於英國前線所施之投射砲攻擊及其所引起之損失，可以一目了然。

日	期地	點	損失總數	死 亡 數	注 意
1917年十二月十一日	康卜玲(Cambrin)		78	21	
1917年十二月三十一日	吉黃希(Givenchy)		34	2	
1918年一月二十六日	耶斯(Lens)		2	—	
1918年一月三十一日	耶斯(Lens)		19	3	
1918年二月十四日	補勒戈(Bullecourt)		66	4	
1918年二月十六日	耶斯(Lens)		10	—	
1918年二月十六日	耶斯(Lens)		9	—	
1918年三月六日	阿飛翁(Avion)		70	13	
1918年三月七日	公納柳(Gonnellieu)		40	6	
1918年三月七日	公納柳(Gonnellieu)		17	7	
1918年三月二十一日	蒙希(Monchy)		—	—	
1918年四月十四日	耶斯(Lens)		—	—	
1918年四月二十二日	耶斯(Lens)		—	—	
1918年五月一日	第七十號小山		7	—	
1918年五月十九日	聖愛理(St. Elie)		75	20	用奪獲之英國投射砲
1918年五月三十一日	第七十號小山		17	5	
共計	—		444	81 (= 損失數之18.2%)	

一次殊屬有效的德國氣體投射砲攻擊，據云為 1918 年八月，在麻因(Marne)河上陀曼(Dormans)地方，用約計一千尊投射砲所行，以導入最後一次之德國大攻勢者。關於此次之確切的詳細情形，迄今尚未知之；但據目擊者之陳述，其功效係屬殊大。

奧匈帝國式之氣體投射砲——奧匈帝國式之氣體投射砲，其砲身直徑為 22.5 厘米，長度為 110 厘米，重量為七十

五仟克。 投射砲彈，重三十五至三十七仟克，內容十五升之光氣或光氣與硝基三氯甲烷之混和物。 爆裂投射砲彈及“塞買特”(Thermite) 投射砲彈，亦復有之。 一個特種投射砲隊(Spezialwerferabteilung)曾經編成，但已來不及採用之。

意大利式之氣體投射砲——意大利式之氣體投射砲，在意文中稱“proiettori”(此名譯意即為“投射砲”)。與英國之投射砲相當，其射程為一千一百米。 是項投射砲對奧，匈帝國軍隊之採用，據云有一次使其受損失殊大。

美國式之投射砲——在大戰之末期，美國氣體戰爭部隊，亦曾施行其本國的氣體投射砲攻擊。 例如：

1918年八月十八日美國對巴卡拉(Baccarat)

地方附近之墨羅葉(Meroiller)附近的德國

陣地之氣體投射砲攻擊

此次攻擊之執行，係指定美國氣體第三聯隊負責。 在此次企圖中運送及埋設，亦屬困難；此點曾有人着重的聲明之（參考47）。 埋設之利文式投射砲，一共有八百尊。 各部份之總重量如下： 投射砲四十噸，駐鋤(Sporen)及底板(Platten)十二噸，投射砲彈二十四噸(內中十二噸為化學填充物)，裝藥(Ladung)及器械(Instrumente)四噸，按此總重為八十噸。 發射在半夜進行。 所用之填充物為光氣及硝基三氯甲烷，至德國人所受之損失，則不知之。

## 第二節 氣體防護

每種新的兵器，在其產出之時，已藏有其防禦法之芽(Keim)，爲一種經驗上之事實，自一切民族及一切時期的戰爭史所得出者。此項萌芽，往往藏匿甚深，經過頗長之時間，方始得以發現；且往往其發達以致得到易見的成功，進行殊慢；但此各點並不改變其事實本身，是項事實，即相當之防禦工具，最後終得找到。

化學兵器，因其引起蹂躪式(verheerend)的損失，若非氣體防護工具之發現及軍隊對於是項工具之合理的使用之訓練，得以立即成功，無疑的必使世界大戰停止。在伊迫(Ypern)附近爲德國氣雲所擒住之法國人及英國人，有百分之三十五因受氣體而致當地死去；氣體防護之引用，最初即將遇着者之死亡數減低至百分之二十四。氣體防護之改善及氣體軍紀之增高，最後將協約國方面的致死事例(Todesfälle)減少如此之多，以致德國雜色十字彈的砲隊射擊，其所致之氣體死亡率，祇有百分之

六，因黃十字彈所致者，則僅有百分之2.5矣。此項數目字，充分的證明氣體防護兵器 (Gasabwehrwaffen) 之異常的重要。此項數目字，並證明氣體兵器，在世界大戰中為一種合乎人道的兵器；但彼等同時並指明，是項兵器之得有“合乎人道”之稱，其根據僅在此項科學化的戰法，有一特性，即其所能致之傷害，可預先以有效的氣體防護之正當的使用防禦之也。

自理論上言之，氣體防護之可能性，立即可以說出。實際上可用的物理上及化學上之基本定理，可以成為問題者。早已存在；氣體或噴散的液體之化合，吸收 (Absorption)，吸着 (Adsorption)，及中和 (Neutralisation)，已屬熟知之事。因此所遇之問題，不過為尋找一種能在戰場上應用之防禦方式，不僅能將兵士對軍用氣體作防護，而且同時可以容許其在可能範圍內不受妨礙的運動 (bewegen) 及作戰者。

在大戰突發時，交戰之國家，並無任何一國，備有任何種類之氣體防護設備。因此在此方面之一切發現，引用，及發展，均係在大戰中因化學兵器之壓迫而生出者。以前所有之防護工具，惟有輕便的氧氣防護器具 (freitragbare Sauerstoffschutzgeräte)；是項器具，在大戰以前，已在同盟國(指德，奧等國)及英，法二國，在開礦的用途上利用之。在協約國報紙中，屢次有人說出一種見解，謂德國的氣體防護器具，其技術上的構造係屬如此的完美，令人不得不由此得一結論，謂其在平時早已有長時間之氣體戰爭的準備。此項猜測，不合於事實；1915年四月二

十二日在伊迫(Ypern)附近德國軍隊所用之原始式的氣體防護器具,在下文稱為呼吸防護器 (Atemschützer) 而寫描之者,即足對此點予以證明。自此日起,氣體防護之問題,始在雙方面交戰國,得有實在的興趣 (Interesse);而因其有迫切之需要,然在此方面當時並無何經驗及準備,最初祇得以臨時湊合之器具對付之。對於第一次德國的放射攻擊毫無準備之協約國軍隊,為需要所迫,將任何物件,對彼等呈有幾分防護的希望者,取而用之。彼等將其頭用斗蓬(Bluse)及襯衫(Hemde)包住;將其口,鼻,及眼睛,用預先以水,茶,或咖啡打濕之手巾,襪子,或布片(Lappen)蓋住。在伊迫附近攻擊之後,哈如鄧(Haldane)教授立即對兵士舉薦,用其本人之尿以作有效的飽和劑 (Tränkungsmittel)。此類應急的 (behelfsmässig) 防護工具之應用,據云使千數之人,得以保全其性命 (參考 143)。然而在伊迫附近之德國軍隊,亦不過執有一種用硫代硫酸鈉 (Sodium Thio-sulfate, 亦稱抗氯劑 (Antichlor)) 飽和之墊褥 (Bausch),即一種所謂之“呼吸防護器”(Atemschützer),以作氣體防護工具;是項防護器,對於濃的氯氣氣雲,並無效力。此項呼吸防護器之製造,在協約國亦行採用 (in die Wege geleitetet);而在伊迫之役後,奇陳納爵士(Lord Kitchener)對法國女界發出呼籲,使前線得於三倍二十四小時內,備有此類之呼吸防護器 (參觀第 259 頁)。同時協約國方面,又利用另外一種的應急器具 (Behelfsgerät)。據彼等之觀測,即當氣體濃度殊高時,猶在

其中暴露一頗長之時間，亦不感受氣體功效；其原因係在猪之立即用其鼻將地上之濕土掘起而埋入其內。此項觀測，導至瓶式呼吸器 (Bottle-respirator) 之引用；是項呼吸器，即僅為一隻去底的酒瓶所組成，內中用濕土填滿者。在有氣體危險，兵士將瓶頸之口含於嘴內，將鼻孔捏住 (zuhalten)，而令呼吸經過濕土 (參考 143)。

一個有基本的重要之問題，為化學兵器，是否可以在地域中之一般的防護處置 (即集團或集合防護法)，使其成為無害，以致個別的人，不致受任何困累 (Belästigung)；抑或每一生命之物 (人或獸) 必需各備有一套其本身之氣體防護器具 (此項防護法，稱之為個別或個人防護法)。吾人現已得到堅信 (Überzeugung)，知妥當的防護，祇有用個人的防護設備，方能保障之。

此項個人的氣體防護之發展，首應予以討論。

## 1. 個人防護法

### (保護兵士個人的氣體防護工具)

對於兵士個人的氣體防護，有兩路可行。吾人可選用一種過濾或吸收器具，其用法係將兵士與外間空氣 (Aussenluft) 之間，置一過濾之隔層 (Zwischenschaltung) 以使其相連，藉此可將空氣內混和之軍用化學物質止住；或者吾人可在一種特別構造之便於攜帶的器具內，利用壓縮之氧氣或發出氧氣之藥劑，產生一

種與外間空氣隔絕的氧氣呼吸，同時設法將呼出之二氧化碳用化合法將其去之。此二路均曾有人行之；第一路導至過濾器具 (Filtergeräte) 或防毒面具 (Gasschutzmaske)，第二路則導至輕便的氧氣防護器具 (freitragbare Sauerstoffschutzgeräte) 或隔離器具 (Isoliergeräte)。

在未討論此兩種樣式的器具之不同點及其優劣以前，首應將呼吸的生理上基礎之爲了解氣體防護所必需的部份，加以簡短的討論。

對於成人，在作恬靜的呼吸時，其呼吸之次數爲每分鐘十六至二十次（即每次呼吸，約與四次脈跳之時間相等）。身體較大之人，脈跳較慢，故其呼吸之次數，較之身體小者爲少。呼吸次數，視人之恬靜或運動而異。所作之工作愈費力，則其呼吸次數亦愈高。此外呼吸次數，亦因精神上之衝動，身體溫度之增高，及外間溫度之增高（最後一點，其影響僅屬殊小），而致增多。

每次呼吸所吸入之空氣量，在一成人作恬靜的呼吸時，約爲五百立方厘米 (c. c.)；因此每分鐘十六次呼吸，即約等於八升 (liter)。雖然，是項吸入空氣之數目字，在身體完全恬靜時；小去殊多。例如一人在恬靜的深睡中，每次僅吸入約二百立方厘米；因此每分鐘呼吸十五次至二十次，亦不過合三升至四升之空氣。

即在作最有力之呼出時，在肺中仍然遺留一大量之空氣（約計一千立方厘米左右）；此項空氣，稱爲“殘餘空氣” (Residual-

luft)。一次加強(verstärkt),活潑(aktiv)的呼出,發出約一千六百立方厘米之“預備空氣”(Reserveluft)一次加強,活潑的吸入,銷耗約一千六百立方厘米充補空氣(Komplementärluft)。

一種生物所絕對必需之氧氣量,首先與其個體 (Individuum)的大小相依。按此馬之氧氣需要量,較人爲大,反之犬之氧氣需要量則較人爲小。一個成人,在二十四小時內,至少取入七百五十克之氧氣而排出九百克之二氧化碳。

此外氣體掉換 (Gaswechsel) 之大小,亦與肌肉工作 (Muskelarbeit),消化,及一般的健康情形,等等相依。尤其每次肌肉工作,對之均有強烈之影響。在站起時,脈跳及呼吸次數,已均表顯肌肉用力之影響;而氧氣之銷耗及二氧化碳之排出,均較恬靜時之數值,增加百分之二十之多。直正的肌肉工作,將此項數目抬高殊多,以致在最走極端的事例中,作極重的肌肉工作時,氣體掉換竟可增至其恬靜時數值之八倍或八倍以上。消化器官之活動,亦對呼吸有加強之影響;反之在睡眠 (即整個身體之最大可能的恬靜狀態)時,則呼吸退至其最低的限度。此項言論,雖似與睡眠者之深呼吸現象相反;但實則睡眠者之呼吸,僅止於深,然係殊爲稀少。

最後氣體掉換之大小,尙因年齡,性別,及體質 (Konstitution) 之不同而異。較爲強壯之人,其呼吸較之虛弱者爲活潑 (lebhaft);因其肌肉內之物質掉換 (Stoffwechsel),即在所謂之恬靜狀態中,亦影響及於呼吸也。以此之故,自平均言之,雖女

人之脈跳次數，一般的較男人為多，但男人之氣體掉換，較之女人為大。

防毒面具或氣體防護用之過濾器具，與氧氣防護器具相對，有數優點；是項優點，即其代價較低，使用及攜帶較便，及在作戰時重量較輕而妨礙較少。其缺點則在其防護能力(Schutzleistung)，非係多方面的(polyvalent)而係特殊的(spezifisch)，因此不足以同時對付一切軍用化學物質。對於一氧化碳，過濾器具不能作任何防護；氫氰酸及硝基三氯甲烷需要特別的吸收罐；藍十字氣則能透過之。此外當外間空氣為軍用氣體物質所飽和至如此程度以其所餘之氧氣不足供呼吸手續之用（即降至百分之十二以下）時，此項器具亦告失敗。過濾器具，惟當外間空氣經將其所含之不能呼吸及有毒的部份縛住(Bindung)後所餘之量尚足供充滿肺部之用〔即有八至六十升乘分鐘數(8 bis 60 Minutenliter)，參觀上文〕而此外尚含呼吸所需之氧氣量(0.2至2升乘分鐘數)時，始能使其戴上者得以毫無問題的(einwandfrei)呼吸。在此處所給之較大的數目，係以劇烈的作業(Arbeitsleistung)為根據而計算（其數目約為恬靜時的數值之八倍）。在氣體戰爭中，自一般言之，在空曠地域內，外間空氣之氣體濃度，不必計其達如此之高；惟在用氣體投射砲時，大氣之飽和程度，乃勉向此項數目進行，而且真可達到之。

與此相對，輕便的氧氣防護器具，以其性質係為隔離器具，故對於一切氣體(包括一氧化碳在外)，在各種濃度下，均能予人

以防護。雖然，不顧此點，是項器具用作整個軍隊的武裝，不能成爲問題。除代價問題不計外，此項器具之不能勝過的缺點，爲其重量及其所需地方(Raumbeanspruchung)之較大，戴上時之費時，及其攜帶之不便(Unhandlichkeit)。其較爲複雜之構造，使此項器具之易於損壞性增高；而因此使其需要專門人員之特別的招扶。器具之防護功效的期間，在其所含呼吸供給劑(即氧氣)銷耗至盡時，即行終止；且其預備的呼吸儲藏(Reserve-Atmungsvorrat)之補充(Nachschaffen)，在作戰地帶內太屬麻煩(umständlich)，用完的氧氣筒及輪罐(Kalipatrone)之掉換，在散佈氣體之地帶內太屬困難。

將此各種事實加以估計後，各交戰國均決定將此兩種樣式之氣體防護器具，加以引用及發展；但其採用之方式，則爲將整個的軍隊，備有過濾器具(即面具)，而此外對工兵，對壕兵，坑道兵(Mineur)，氣體部隊，一部份之機關槍手，衛生服務隊(Sanitätsdienst)之急救部隊(Rettungstrupp)，等等，則並予之以輕便的氧氣防護器具也。

### A. 防護面具或過濾式氣體防護器具

上文已經提及之“呼吸防護器”(Atemschützer)或“口部呼吸器”(Mundschützer)，可視作防毒面具之最初的及最簡單的防毒面具。自木棉(Putzwolle)製成之墊褥(Bausch)，用硫代硫酸鈉(Sodium Thiosulfate)飽和以對氯氣作防護，而在棉紗

布袋 (Mullkissen) 內縫起者，必需用手將其在口鼻之前把住 (gehalten)；此事本身，已屬極其令人煩惱，因其因此而兵士之一手被占住，不能使用兵器也。一切之“改良”，在德，英，俄，各國，而尤其在法國(參觀259—260頁)方面所試用(vornehmen)，以求得到一種機械式的縛在面部上之小包，即所謂之“鼻部呼吸器”(Nasenschützer)者，結果變為更壞，因墊褥在鼻角(Nasenwinkel)處之適合，總係極不完美也(參考 69)。以此之故，在各交戰國，均有一種在技術上根本改造的過濾器具之需要；是項器具，應將口，鼻均對軍用化學物質作防護，且如可能時，應將眼部亦對之作防護。是項器具之形式，有多種之可能性；決定其應為何種者，為實際的軍事上之條件。對於此點之及早的明白認識，使德國人起初對於協約國在氣體防護得以占先，並使彼省去關於是項器具之根本的改變，如英國人及法國人所需數次嘗試者(參考 65)。

主要的有效之條件，為此項器具應在可能範圍內，對於一切已曾在氣體戰爭中出現之氣體及或可期望出現者，均能作防護。此外在將氣體的奇襲因素予以考慮下，所用之面具，務需於最短之時間內（即在僅約數秒鐘之內），為每個人所能戴上者。面具之不透氣的緊閉 (Schluss)，在其戴上之後，立刻應係完全的；在戴上一較長之時間時，亦應仍係如此。為步兵之利益着想，其重量應低，其置放(Unterbringung)應易。最後在軍事特別重要者，即兵士之作戰活動，其因防護設備而受之影響，應僅屬

微小。最後一點，即係規定，在可能範圍內，兵士應有自由的視界(Sicht)及容易的呼吸，並應廢棄利用雙手之合作以作面具之攜帶(參考 69)。

過濾吸收罐 (Filtereinsatz)之選擇，需要特別的注意。協約國方面，最初係引用濕的過濾器；德國人則立即採用乾的過濾器。為對此類過濾器之功效可能性得理論上之了解起見，吾人似宜在心中第一次先將最簡單的過濾手續，予以想像。一種此項手續，即為小粒之灰塵自空氣中之擒住。對此吾人即用在大戰前業已對於職業衛生上(gewerbehygienische)及工業上的目的使用之簡單的呼吸防護器；是項防護器，為棉花(Watte)或其他紡織品所製成之過濾器，其小孔之大小(Porengrösse)，尤其在線(Faser)彼此相疊之處，較其擒住之灰塵小粒(Staubteilchen)的大小(此項灰塵小粒之直徑，約為萬分之一厘米即  $10^{-4}$  厘米)為更小。在此處之擒住，因此僅屬一種純粹機械式的手續；灰塵小粒，於此項手續中，在小孔之牆間擠住而致把住不得下。在此項情形下，是項灰塵之化學上性質究係如何，當然毫無關係；過濾之功效，僅視其小粒之大小而定。

雖然，在氣體戰爭中所遇着者，非係此類比較大的灰塵小粒，而係遠較此為小之氣體小粒，其大小之等第(Grössenordnung)為一千萬分之一(即  $10^{-7}$ ) 厘米者。在此處吾人不能用上述之擒捉原則，因用此法時，需構造有一萬萬分之一(即  $10^{-8}$ ) 厘米大的小孔之過濾器，方能達到目的；而此項小孔大小，乃即係一

塊尋常的金屬物件所有之固體之小孔 (feste Porenöffnungen) 的大小也。自實用上言之，此類的設備，當然不能用，因其對於呼吸豎起一種不能勝過之抵抗力也。

因此在此處吾人被迫不得不回頭捉住氣體小粒之其他一種天然的性質，以設法將其把住 (Festhalten)。此項性質，在氣體小粒之本身運動 (Eigenbewegung) 上找着之；是項運動使吾人能以一種過濾器，其小孔甚至較一灰塵過濾器之小孔為大者，達到其所欲得之目標。氣體分子之因其內部存在的熱力而行動之距離，為一非屬不大之數；例如對有  $10^{-8}$  厘米之大小等第的氣體小粒，其所行之距離，每秒鐘總為百分之一（即  $10^{-2}$ ）厘米。以此之故，其在過濾吸收罐之簡短的停留時間，已足使其與小孔之牆相接觸。軍用氣體物質，尤其有高沸點者，今知其有在某種平面上黏住，而在該處凝縮及堆積 (anzureichern) 之特性。因此吾人必需研究，如何藉小孔的牆 (Porenwände) 之相當的造形 (Gestaltung)，以圖在可能範圍內遇着此項所謂之“表面愛力” (Oberflächenaffinität)。以此之故，吾人利用所謂之“吸着劑” (Adsorptionsmittel)；是類物藉其表面之特殊性質，將氣體小粒，作海綿式的 (schwammartig) 吸住。此類物之最合宜的代表物，為活性木炭；其吸住氣體之手續為“物理上的縛住” (physikalische Bindung)。為擒住極易起反應之物起見，吾人在過濾牆壁 (Filterwandung) 內埋入相當之化學藥品；此項藥品，與來到之氣體分子起作用而以此項手續將其縛住，是項手

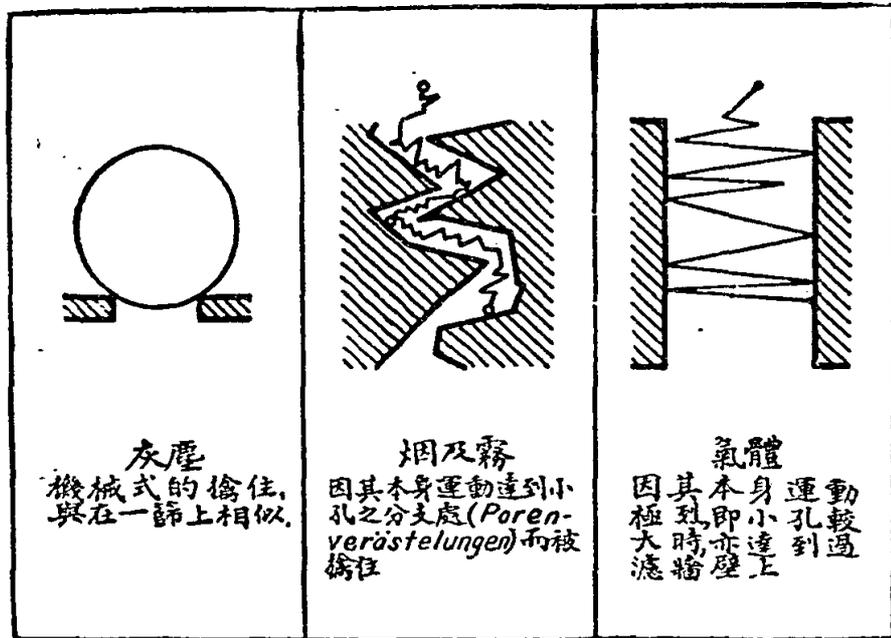


圖 10. 呼吸過濾器之機能(Wirkungsweise)。

續稱之爲“化學上的縛住”(chemische Bindung)或化合。例如吾人用鹼(Alkalies)以對付一切酸性氣體，用一硫代硫酸鈉(Sodium thiosulfate)以對付氯，“優洛脫賓”(Urotropine)以對付光氣，鹼性醋酸鎳以對付氫氰酸，等等。

在  $10^{-4}$  厘米大小等第之灰塵小粒與  $10^{-7}$  厘米大的氣體小粒之間，有烟及霧之小粒，其大小爲  $10^{-3}$  至  $10^{-7}$  厘米不等，平均約  $10^{-6}$  厘米。關於此類物之特殊性質及其縛住所需之方法，將於後文第 507 至 511 頁上討論烟及霧之產生時詳細報告之。雖然，爲了解本節中以後之討論起見，吾人必需預先言明，烟的小粒，較之氣體小粒，動作殊屬遲慢(träge)；例如一種烟的小粒，其大小爲  $10^{-6}$  厘米者，其本身運動(Eigenbewegung)每秒鐘僅約  $2 \times 10^{-8}$  厘米。因此其在過濾吸收罐內之簡短的停留

時間，不足以使其與吸着劑之多孔的 (porös) 牆壁相接觸。故對於烟類軍用物質 (首先對於德國的藍十字氣) 之防護，使特別的烟之過濾器 (Rauchfilter)，有其需要。是項過濾器之效力，首在其將烟用置在前面 (vorgeschaltet) 的數層之紙，棉花，或氈 (Filz) 將其濾去〔在此項手續中，烟之小粒，在小孔之分支 (Porenverästelungen) 中被擒住；參觀上頁圖 10〕；但此外亦在其利用一種用氣門呼吸 (Ventilatmung) 之較大的吸收罐，以使空氣氣流在過濾器內有簡短之時間停留不動，而未曾濾去之烟在過濾器內之停留時間，因之加長，以致亦被縛住 (參考 173)。

在下列各段中，吾人特將防毒面具在各交戰國中之發展，分別討論之。

#### a. 德國

在防毒面具最初為德國陸軍之各處衛生服務處 (Sanitätsdienststelle) 所製成而一部份亦支出 (verausgibt) 於軍隊後，1915 年秋，德國式的軍用防毒面具 (Heeresgasschutzmaske)，即被一般的引用。此項面具，係由普魯士陸軍部化學課 (Abteilung)，與柏林之威廉大帝物理化學及電化學研究所 (Kaiser Wilhelm-Forschungsinstitut für physikalische und Elektrochemie) 及與其有關的工業，共同的發展及製造之。是項面具，極力求其適合於上文所述之軍事上的條件。以後一切改良，均不涉及此項原則；其改良之目的不過在對已述之原則，作

更嚴格的遵守而已。

1915 年之德國式防毒面具——此項德國式的防毒面具，亦稱“襯邊面具”(Linienmaske)；其樣式係一種半截面具(Halbmaske)，同時將口，鼻，眼各部蓋住者。為求緊密起見，在額，鬢角(Schläfe)，及頰之上與下頷(Kinn)之下，沿邊襯有一層裏子。在製作此項密合線(Dichtungslinie)的指導(Führung)中，無疑的有某種程度的冒險(Wagnis)；因在面部上指出之處，使其得到不透氣的緊閉，似為一困難之事，尤其因應予考慮之各種面部(Gesichtspartien)，其長短及形式，均富有個別的上下不一，故更倍形困難也(參考 68)。此項情形，使所謂之“適合手續”(Verpassungsverfahren)成為必需，每名兵士，需將其本人所用之防毒面具戴上，在所謂之“氣體室”(Gasraum)內試驗其適合與否；此項氣體室，即係充滿 B 物質（以後改用 Bn 物質）之房間。其所需之刺激物大氣(Reizstoffatmosphäre)，係自一枚“刺激彈藥筒”(Reizpatrone)之發射，或自閉於一隻小瓶狀的“刺激器”(Reizkörper)內之催淚物質利用爆炸物的噴射而得之。若在戴上面具時感覺一種眼部或喉部刺激，則必需另換一隻面具而試驗之。自一般言之，結果德國人所用者，為三種大小不同之面具，以後改為四種。

惟對於兵士之有較常人為異的頭顱(Schädel)形式者，乃需特別按照其大小製成面具(參考 62)。對於腮部(Kiefer)或頭顱受傷之傷兵，復原後應在前途或其附近聽用者，亦需如此。

在此處應言及，德國人所選之密合線，與協約國所用者相較，一見立即可正確的認識之。此項密合線，在以後一切的德國模型中，均保留之，以後法國人之面具〔M2 式，梯索 (Tissot) 式，A. R. S. 式，等〕，亦將其採用；而英國人及美國人之箱形器具 (Boxgerät)，亦表顯一種相同或極其相似的密合線(參觀圖 11)。

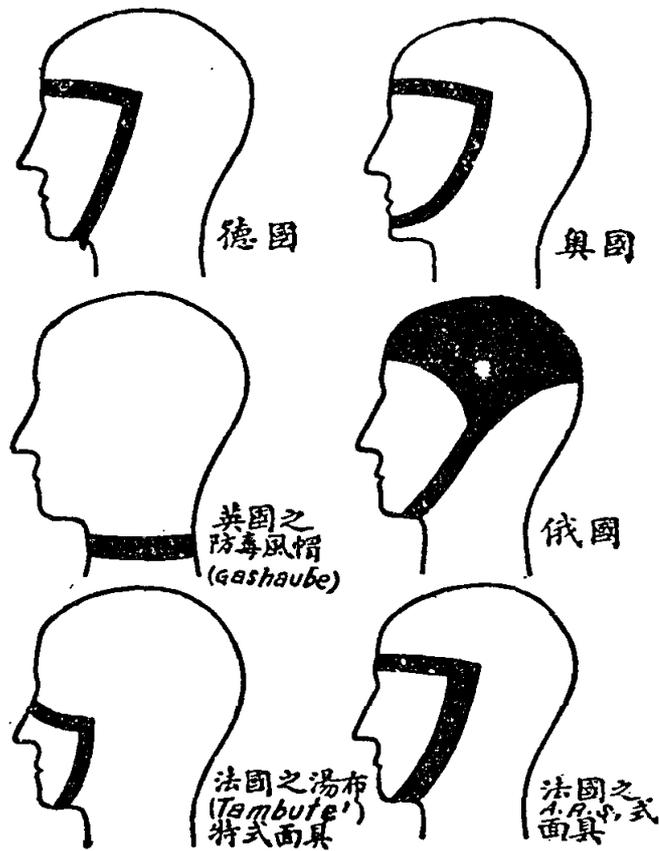


圖 11. 在世界大戰中各國所用防毒面具之密合綫

德國式防毒面具，分爲布製部份 (Stoffteil) 及用螺絲旋上之過濾器 (Filter) (參觀書末附圖 15)。布製部份，亦稱面具之“面部” (Körperteil)；旋上之過濾器，亦稱“吸收罐”

(einsatz)。

1915 年之德國式防毒面具的面部——係以橡皮塗於不透氣的綿紗布之一面上而製成。其眼鏡(Augenglass)係嵌入面具布質上之兩個圓形洞中，而為不能打破及不燃燒之透明性膠片(Zellon)所組成。在眼鏡之兩旁，有兩個大的袋狀(tütenartig)的布摺(Stoffalten)，即所謂之“擦摺”(Wischfalten)；此項布摺，使用之者得以將其一手或雙手之食指，自之插入面具之內，以拭清遇着水蒸氣之眼鏡。透明膠片(Zellon)所製之眼鏡，壓入適合的金屬框(Metallfassung)內，而此框與面具本部之布質，則以蔴布製之綑帶，將其作不透氣的聯合。旋上吸收罐之金屬製的口圈(Mundring)，亦係以同樣方法將其安於面具布質之內。在鬚角上安有橡皮布(Gummistoff)製之鬆緊帶；此項鬆緊帶，導過後腦之上，以令面具有固定的地位。此帶將其分支，即成一種分成數部之“頭絡”(Kopfgestell)；以後復加安此項之帶於額上，以使面具地位之固定，更形進步。一根背帶(Trageband)，套於頸上者，使在準備(Bereitschaft)時可將面具懸於胸前。一切針縫之處，結果可使面具對於氣體不嚴密者，均用假漆(Lack)將其塗封以使其嚴密。面具本部之邊線(Randlinien)，需與面部皮膚作不透氣的接合者，最初祇加襯以布以將其加強。此項第一次之防毒面具的模型，名之為“襯邊面具”(Linienmaske)，以與下文所述之“加框面具”(Rahmenmaske)相對。

1915年德國式防毒面具之吸收罐(即21/8式模型之一層的吸收罐)——德國人在選擇其化學過濾劑(即吸收劑)之置放(Unterbringung)時,起初即自一種立足點出發,謂適宜之法,為將過濾器單獨建造,安於面具本部長,而令其可以取下及易於掉換。在此項考慮中之決定的因素,首為一種欲望,在可能範圍內避免面具本身之掉換,而祇將裝化學藥品部份之吸收罐換之,以使面具得有一種個人的裝具(Ausrüstungsstück)之性質,而對其完整,戴之者為其利益起見,不得不負責(參考69)。因此德國人造成稍作圓錐形或作純粹的圓筒形之鐵皮容器(Blechbehältnis),上有螺絲(Schraubgewinde),可以不透氣的旋入面具本部之金屬口圈內。在此項鐵皮容器或呼吸吸收罐(Atemeinsatz)內,於加硬的(versteift)鐵絲網之間,按照相當之次序,置有吸收劑,旋上及旋下之呼吸吸收罐,可以常常任意的掉換,而不需掉換面具之本部。在陣地隨身帶一個預備的吸收罐或一堆的吸收罐時,軍隊可以安心的深信,在受過一次較大的氣體攻擊後,彼等立刻重新備有再作防護之工具。此外吸收罐之原則,使氣體防護實在的易於與氣體戰爭之進展相適合。

吸收罐之化學填充物,為作二毛米(mm.)至三毛米大小的顆粒之一種多孔及富有吸收力的石質材料〔即人造浮石(Diatomite)或浮石(Bimskies)〕,用碳酸鉀溶液(Pottaschelösung)飽和者,所組成;其目的首在對氯氣作防護。為使此項吸收罐

同時對於有機刺激物質(溴丙酮,溴乙酸乙酯,等)及正將抬頭之光氣亦有微弱的防護能力起見,在此項濕的顆粒之上,撒以吸着性木炭(Adsorptionskohle)之細粉。此項吸收劑,因其填充物之一致(einheitlich),得有“一層的吸收罐”(Einschichteneinsatz)之名;(參觀書末附圖 17);此名係與以後所引用之“數層的吸收罐”(Mehrschichteneinsatz)相對而言。

用此項器具時,經過吸收罐而吸入之空氣,復經過同一之路而排去;此項呼吸法,稱之為“擺動式呼吸”(Pendelatmung)。在此項手續中,呼吸的空氣之於呼出後遺留在吸收罐內及面具本部與口部間的空處內之部份,漸漸的二氧化碳之增多而變壞。因此德國人考慮一種特別的出氣門(Ausatmungsventil)之加裝(Anbringung);加上此項出氣門後,其呼吸法稱之為“氣門呼吸”(Ventilatmung)。雖然,在考慮此類易於損壞的器具在戰場上保全之困難後,此項計劃終歸放棄,且以後亦不再提及之。所採之自助方式,僅在將面具本部與口部間之有害的空處〔即“死空間”(Totraum)〕,藉下懸的吸收罐之連住(Einbinden),減至最小可能的限度;迄製革製面具時,此項死空間乃因面具形式之改變而更減小(參觀第 253 頁)。

1915 至 1916 年之德國式加框面具(Rahmenmaske)——最初發出之僅有簡單的沿邊密合(Randdichtung)之德國式襯邊面具,其適合總不甚易,尤其有瘦小面部或深的鬚角之兵卒,對此予以困難。此種缺點,在 1915 至 1916 年之冬,已

藉“加框面具”之從新的製造而得除去。襪邊面具之密合的沿邊加強，在此處爲一層約計二厘米寬及數毫米厚之特別的厚布框 (Stoffrahmen) 所代，此項布框係縫於面具布質之裏面邊上。因此是項布框，拿過來使接觸處緊密之任務。因此框於吸入及呼出時，並不參加面具布質之運動，用此項面具所得之緊密程度，遠較在用襪邊面具時爲優。

1916 年之三層的吸收罐——在 1915 年轉爲 1916 年時之左右，德國陸軍統帥部，已改而引用一種對光氣較爲有力的防護法，因其計及協約國之將使用此項有毒物質也。彼等此項以兆徵 (Anzeichen) 爲根據而作之猜想，其正確性爲 1916 年二月在凡爾登 (Verdun) 附近之法國光氣榴彈所證明。德國軍隊，在此時已徹底的備有新的光氣防護器具。此項器具，爲一種新式的吸收罐，名爲 11/11 式模型者；其中置有三層的填充物，故即係所謂之“三層的吸收罐” (Dreischichteneinsatz) (參觀書末附圖 18)。此吸收罐之填充處 (Fullraum) 的前半，容量爲一百零五立方厘米者，含有六十六克之與在一層的吸收罐內所用者相同之化學填充物。與此相接之中間的一層，其容量爲八十五立方厘米者，爲三十六克之作顆粒狀，自松杉類之木 (Koniferenholz) 按照一種特別手續製成 (參觀第 279 頁) 的吸着性木炭 (Adsorptionskohle) 所組成；此項木炭，對於有機刺激物質及光氣，有極大的收容性。與戴面具者之口部最近的一層，稱爲“口層” (Mundschicht)，容量爲四十五立方厘米，內中

復含十五克之人造浮石 (Diatomite) 或浮石 (Bimskies), 但係用“優洛脫賓”(Urotropine; [即六次甲四胺 (Hexamethylene-tetramine), 亦稱 U 物質 (U-Stoff) 者] 將其飽和者。光氣為吸收罐所縛住之方式, 第一步係最大部份之光氣在中間一層內有物理上的吸收, 然後其最後所餘者, 乃在“口層”中因化學作用而被縛住。

三層的吸收罐, 對於光氣予以完全夠多的防護。法國光氣砲彈之引用, 其最初之所以引起較大的損失, 其原因係在德國的氣體軍紀之不夠程度, 法國射擊之極其巧妙的掩蔽 (參觀第 23 頁), 而尤其在一種使人能以迅速戴上防毒面具的攜帶裝置 (Tragevorrichtung) 或準備裝置 (Bereitschaftsbüchse) 之缺少。

容易呼吸器 (Leichtatmer) —— 一層的呼吸罐及三層的呼吸罐之呼吸阻力 (Atemwiderstand), 均係比較的高, 約為八毛米 (mm.) 之阻力。在 1916 年五月時, 西方前線之兵士, 例如重砲隊中者, 已顯出如在此處之處理 (Hantieren) 大口徑砲彈一類的重的勞力工作, 不能在面具下 (此項面具, 以光氣之常常射擊, 幾需永遠的戴上) 忍受一較長之時間, 而不致投於心緒不安的呼吸困難 (Atemnöten) 狀態之下。此項觀測, 導至所謂的“容易呼吸器吸收罐” (Leichtatmereinsätze) 之引用。是項器具之製造, 在 1916 年六月間開始。其呼吸阻力為四毛米半至六毛米。

準備箱 (Bereitschaftsbüchse) —— 在同一時間點, 軍用防

毒面具之攜帶方式，亦有改變。其變更之點，為所謂的“準備箱”之引用(參觀圖 12)。此項準備箱，即係一種簡單的圓形鐵皮製之容器，備有可以搭住(aufklappbar)的蓋者。與以前之攜帶方式相較，此箱容許兵士將面具及其旋上之吸收罐，永遠的帶於身旁，而可於數秒鐘內將其帶上。此項準備箱，係以一帶圍於頸上而攜帶之。

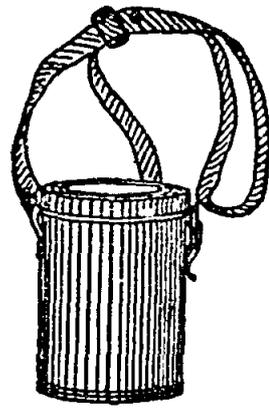


圖 12. 德國式之準備箱

防毒面具之附件(Zubehörteile)——透明膠片(Zellon)製的面具眼窗之慢慢的變為不明(Beschlagen),可用肥皂塗拭以在可能範圍內試行除去之;或用特別的肥皂硬棍(Seifenhartstift)更佳(參考 64)。同時對於戴眼鏡者(Brillenträger),並需將其面具下所戴之射擊眼鏡(Schiessbrille)中的玻璃,用同樣方法將其塗拭。以後並引用一種按照特別藥方製就之眼鏡玻璃保明膏(Brillenglassalbe)。射擊眼鏡本身,其與尋常的眼鏡構造有異之點,係在其用帶製之索(Bandschlingen,即可以掉換之棉紗帶)以代尋常眼鏡中之金屬的脚(Metallbügel)。此類射擊眼鏡得有 M 式面具眼鏡(M-Masken-Brillen)之名,簡稱 M 式眼鏡(M-Brillen)。

為測量吸收罐對於呼吸豎立之阻力起見，特發出一種簡單的合於戰場上應用之器具，即 A. W. 式戰場檢驗器(A.W. Feldprüfer);此項器具，容許難於呼過的(durchatembare)吸收罐之

迅速的認識及挑出。

用過的防毒面具之去毒(Entkeimung)——並無其他可反對點之防毒面具,但係曾經戴過者,爲使其復合於用起見,應先將其消毒。此項去毒(Entkeimung)工作進行之方式,係利用濕的甲醛(Formaldehyde)蒸氣;而是項甲醛蒸氣,則係自多聚甲醛(Paraformaldehyde),碳酸鈉,及高錳酸鉀之混和物,按照多聚甲醛高錳酸鉀法〔Paraform-Kaliumpermanganat-Verfahren〕,不加熱而產生之。

德國式之革製防毒面具——在1917年中,德國式之防毒面具,經過一種重大的改良;此項改良,即在面具本部,改用浸漬(imprägniert)至不透氣的皮革(Leder)製造之。決定作此改良者,有兩種理由。第一種理由,爲因德國原料情形之壞,致有缺乏橡皮之情況出現,故作浸漬面具布質之用者,祇有價值較差之改新的橡皮(Regenerat-aufstriche)可以備用〔最後製成的此項面具之布質部份,僅尙含有百分之五之純淨的巴拉橡皮(Parakautschuk)〕。第二種理由,在於塗橡皮之棉紗布,經證明之結果,其機械式的抵抗力係屬太小。此兩種缺點,一下的而均被解決。雖然,革製面具(Ledermaske, 參觀書末附圖16)之引用,尙帶有其他的改良。面具眼鏡之極慢的變爲不明(Anlaufen),以改將透明片(Klarscheibe)嵌入(Einlegen)而除去;是項透明片,即係賽璐珞(Zelluloid)製之薄圓片,在其向面具之裏面塗上一薄層之膠(Gelatine)者(參考69)。此

項透明片，即在面具戴上四小時後，仍不變為不明，因其吸收 (aufnahmen) 呼出空氣中之濕氣也。在空氣中任其自行乾燥時，其所吸收之濕氣，復又放出，而可從新應用。將其不復需要之擦摺 (Wischofalten) 省去後，面具得有一種較為緊密之袋式 (tütenartig) 的形式，其死空間約縮小一半，而藉此得以容許呼吸之較易。此點係屬特別重要，因戴上面具而運動之作戰活動，日益出現愈多也。

製造此類面具之材料，為鉻鞣 (chromgegerbt) 之羊皮，在真空爐內用礦物油浸漬之者 (參觀書末附圖 21)。在選擇革製面具本部 (Körperteil) 之浸漬劑時，必需特別當心。為將其作不透氣的浸漬起見，所需的材料，一方面即在夏天之高溫度 (攝氏表  $40^{\circ}$  至  $50^{\circ}$ ) 下，需仍能保障皮革之不透氣；另一方面，即在冬天之低溫度 (例如攝氏表  $-20^{\circ}$  左右) 下，其軟韌性 (Schmiegsamkeit) 及摺疊性 (Knitterfähigkeit) 亦需不受影響。最初的革製面具，含有異常高的百分數 (約計百分之九十) 之浸漬油，因此染污戴面具之面部，此項油之含量，漸漸的減低至百分之二十。

德國之 11-C-11 式吸收罐 (11-C-11 Einsatz) 及“星期日式吸收罐” (Sonntagseinsatz)——在三層的吸收罐內之一種特別及極其有效的木炭層之引用，為一種極重要之事。此項木炭層，即對確屬中和性之軍用化學物質，如硝基三氯甲烷等，亦能吸收之。然而氣體戰爭，在其進展中，日益轉向此類物質，而酸性物質如氯等，則漸漸退後。以此之故，三層的吸收罐，

經過各種的變動。例如在 1917 年，當硝基三氯甲烷之使用範圍增加時，吸收罐內之外層受犧牲而其木炭層則加厚，成爲所謂之“11-C-11 式吸收罐”。在 1918 年三月，吸收罐內之外層，完全取消，而其整個的一百八十五立方厘米之空出的填充處，以五十八克之吸着性木炭填滿之；此項吸收罐，名之爲“星期日式吸收罐”\*（參觀圖 13）。與此相聯之光氣縛住性的增

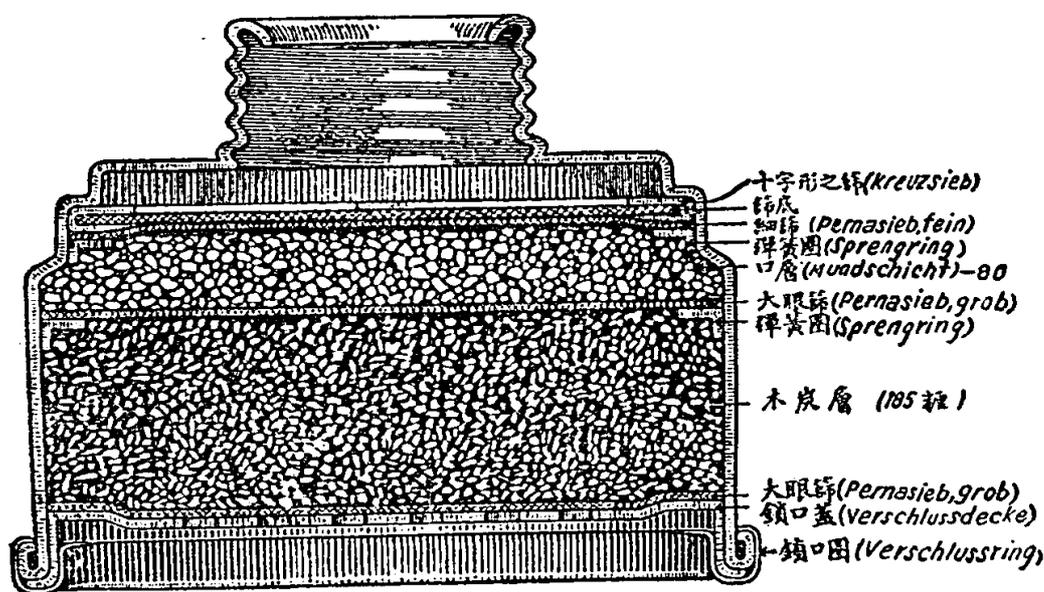


圖 13. 德國“星期日式吸收罐”之橫斷面(Querschnitt)  
(兩層的吸收罐) 1918 年

高，自氣體投射砲攻擊之關係觀之，極受歡迎，同時吸收罐對於氫氰酸之縛住性，亦以特別防護物質在口層內之加入而增高（參考 69）。

- 關於此點，浮格(Vautrin)氏云(參考 107)：“德國之較輕的呼吸吸收罐，其最初之日期可以確定者，爲 1918 年三月十七日。一切此種樣式之面具，在三，四，五，各月中者，其所刻之日期均係與星期日相當，未有例外，反之六月至七月中之同樣的吸收罐，其所刻之日期則係工作日（即非星期日）”。

藍十字氣的防護——當作毒烟式的軍用化學物質之引用到臨時，迄該時止所用之防毒面具吸收罐，歸於無效；此類軍用物質，在德國方面所用者為藍十字氣，在協約國方面則為三氯化砷，四氯化錫，或 N.C. 混和物。此項難於吸收之烟的小粒，需要特別的過濾器。因協約國方面之使用藍十字氣，最初並不期望有之，故對於德國軍隊之藍十字氣防護，惟在本國採用此項軍用物質時，方始成為問題。此項任務，迄某程度為止，係以下列方式解決之。在吸收罐之前端，置放一層自棉紗線按照一種特別手續製成之薄的吸墨紙片 (Fließkartonscheibe)，以一隻有發條的彈性蓋 (Schnappdeckel) 將其在罐之前邊上頂住 (參考 69)。此類過濾器，對於四氯化錫及三氯化砷所予之防護，已屬夠多；反之透過性較強之藍十字氣的烟，則祇在中等的 (mässig) 程度下被擒住。彈性蓋與過濾片 (Filterscheibe) 之缺點，在其整個的吸收罐之呼吸阻力，因之增高殊多。

A. m. E. 式器具 (A. m. E.-Geräte)，——其形狀見圖 14；A. m. E. 三字之德文全寫為 Atemschlauch mit Einsatz，其意即指“連有吸收罐之連結管 (Atemschlauch，此字亦有譯



圖 14. 德國之 A. m. E. 式器具

爲呼吸管者)。此項器具，係指定作需有自由的視界之腳踏車兵 (Radfahrer)，自動二輪車兵 (Kraftfahrer)，航空部隊，及其他相似的部隊之用。其構造僅爲一隻連有連結管之口塊 (Mundstück)，一隻按照自救器 (Selbstretter) 方式製成之鼻挾 (Nasenklemmer)，及作連接尋常的呼吸吸收罐之用的螺旋帽 (Schraubmutter) 所組成。在有夠多的刺激目部之物質存在時，此項器具，需加一幅氣體防護眼鏡 (Gasschutzbrille) 以補足之(參考 69)。

Z 式口塊 (Z-Mundstück) —— Z 式口塊係在 1917 年，因英國施行氣體投射砲攻擊之故，乃引用之。是項口塊係以一隻螺旋帽直接的聯住呼吸吸收罐；且備有帶製之頭絡 (Kopfbandgestell)，而容許兵士，即在睡眠中，亦可永遠的將吸收罐戴於口前。Z 式口塊，僅發出有限之數目，且其使用亦祇係過渡的性質(參考 69)。

傷頭者之面具 —— 傷頭者之面具，係指定爲醫生部隊 (Sanitätsformation) 之用；其用途僅在保護受傷者之因傷害而不容許其戴上尋常的防毒面具者，例如當其經過有氣體危險的地域之輸送是也。

海軍用之特種吸收罐 (Sondereinsatz) —— 防毒面具，在上文已經着重的聲明，不能對一氧化碳作防護。在大戰將終時，實曾得一種特別的吸收罐，可對炸藥之爆炸及突燃 (Deflagration) 所發生之氣體作防護者；然此項器具，以種種理由，

殊難考慮將其用作陸軍之設備。在司卡格拉克 (Skagerrak) 之戰中，德國艦隊曾用 11/11 式之三層的吸收罐，而其對於氮之氧化物(nitrose Gase)及有機硝基化合物 (Nitrokörper) 有功效之故，得有良好的成功(參考 69)。

平民之防護——為顧及放射擊及砲隊的遠戰集團(Fernkampfgruppe) 之氣體射擊所能達的距離之大起見，對於在作戰地域內一部份平民之氣體防護，成為必要。在德國因其原料情形之不利，防毒面具之設備，顯然不能施行；因此對於此項目的，特製一種特別的口部防護器 (Mundschützer)。為節省紗織品起見，此項器具，係用一種固定之草線 (Turffaser)，按照固定之方法製成者，作為製造之材料(參考 62)。

德國防毒面具之評判——德國式防毒面具，尤其革製面具，無疑的為一種極其巧妙的器具。在其完美上言之，當大戰之時，其他各國之面具模型，未有達此程度者。此項面具的可靠，一方面固由於其良好的技術上之建造；但在後方之一種廣大的檢驗及挑去試驗 (Abnahmeprüfung) 之系統，最初僅對製成產品施行，然以後則並推及其原料，附件，及半製品 (Halbfabrikate) 者，其功亦不為小(參考 69)。對於面具首應提出之條件，即一種無條件的防護能力，德國面具，不顧其過濾吸收罐之小，仍然幾於總能滿足之。器具失效之個別的事例，不應將其普遍化。此項失敗，在極少之事例中；係因敵人使用新的採用法(例如英國人之採用氣體投射砲)之結果，在該項情形下，過

濾器所予之防護，在原則上係屬不夠；反之較此遠常遇之之事，爲軍隊之缺乏氣體軍紀。

雖然，前線兵士之任務，對於其所用之氣體防護器具，尚有一第二種之重要性較次的條件；此項條件，即此項氣體防護器具，同時需容許其戴上之者仍可作戰活動。此項條件，在世界大戰中，亦幾於總在充分 (ausreichend) 的方式下滿足之。吾人雖應承認，在戴上防毒面具之情況下作防禦戰(而尤其在此種情況下進攻)，對於軍隊爲一種殊屬異常大的負擔(參考 199；關於此點，並請參觀第 319 頁之討論)，且面具之戴上，使動作變慢，並令兵器之使用及在地域內之辨識方向 (Orientierung)，感受困難；但與此相對，吾人亦需重復提出，戴上面具後，在採用氣體之情形下進攻，對於進攻者幾於總得成功，而不受重大損失，且在他種方式下及用他種工具所萬不能達到之結果，在此處亦得成熟。一種顯然之事，爲上級司令所 (Befehlsstelle)，對於被迫戴上面具之部隊，其所引作根據之時間計算及其他佈置 (Dispositionen)，需較對於不戴面具者，大有區別；以同樣的方式，被迫戴上面具對於補給縱隊 (即彈藥縱隊及糧食縱隊) 之擾亂的影響，亦爲一種不應估計太低的因素。

## 協約國

關於協約國之面具防護，不能稱爲有某種程度之雜合 (Bunt-scheckigkeit)；在氣體防護上一種有組織的交換經驗，彼等似乎

未曾備有之。第一次之聯合的氣體防護會議，有美，比，英，法，意各國之代表參加者，係於 1917 年九月十六日，方始在巴黎集會。此次會議所討論之問題，最重要者為對芥子氣之防護及因氣體而致病者之處理。迄此時間點止，每國係各自進行。以此之故，在協約國方面，並無統一的面具製造法；而吾人不得不將下列各種樣式之法，英，俄，美等國之面具，加以區別。據美國方面之見解(參考82)，在整個大戰中，英國之氣體防護，遠勝於法國。

#### b. 法國(參考 130)

金氏(King)式之墊褥(Tampon)——金氏式之墊褥，為法國呼吸防護器之最初的樣式，在 1915 年四月二十六日(即伊道之攻擊後三日)，已可向前送至軍隊。法國式之此項模型，係仿照德國之呼吸防護器，而僅為數層縫作一起之棉紗布條，內置棉花者(此項布層，係曾用一種硫代硫酸鈉，碳酸鈉，及甘油之溶液將其飽和者)所組成。此項防護器，置於一隻用不透水的布製成之袋中保存之。過數日後，此項設備，加有一副有橡皮框的防護眼鏡；此項橡皮框，有伸縮性，故能彎曲以適合於眼睛之邊，其目的則指定在對催淚氣作防護。

勒波(Lebeau)式之 P 號墊褥(Tampon P)(參考 56)——勒波式之 P 號墊褥與上述之墊褥的區別，僅在其加入一層用蓖麻子油(Rizinusöl)及“蓖麻酸鈉”(Natriumrizinat)飽和之棉紗布；是項棉紗布層，係於 1915 年七月十九日引用以對催淚氣作防護。

益禮(Henry)式之 P1 號墊褥(Tampon P1)(參考 56)——在 1915 年八月十六日，復又另外加上一層玫瑰色之棉紗布層，名為“玫瑰色褥”(Comprese rosa)者；此層係以一種對位氨基苯磺酸鈉(Sodium Sulfanilate)之溶液作對光氣之防護物質以將其飽和者。

以上各種墊褥之按日製造量，平均為每日三萬枚。總共據云共曾製造四百五十萬枚之此項防護器。

卜蘭特福(Plantefol)式之 P2 號墊褥(Tampon P2)——卜蘭特福式之 P2 號墊褥，係於 1915 年八月三十一日引用。較其以前各種樣式之墊褥，其外面之區別，首在其有一片一厘米寬之柔軟的(biegsam)金屬條(Schiene)，縫入防護器之上的邊；此項金屬條之任務，係在於頰上及鼻樑上，造成一綫之緊密綫，並保護

鼻部本身，而尤其防止氣體之進入面頰與鼻旁(Nasenflügel)之間。防護器本身，係裁作長方形，而在一用石蠟飽和的布袋內保存之。其中之過濾層，又加有一層綠色之棉紗布層(Mullage)名爲“綠色禱”(Comprese-vert)者；此項綠色禱，係用一種鹼性醋酸線之溶液飽和以對氫氰酸作防護者。故 P2 號墊禱，實爲三種顏色不同之棉紗布層所組成；此各層即係：

- (1) 白色禱，含有蓖麻子油蓖麻酸鈉以對催淚氣作防護；
- (2) 玫瑰色禱，含有對位氨基苯磺酸鈉以對光氣作防護；
- (3) 綠色禱，含有鹼性醋酸線以對氫氰酸作防護。

P2 號墊禱，不能認爲滿意；其戴上太屬困難，其對於面部形式之適合手續，係屬太慢及太不完全。總共祇有五萬枚之此項墊禱，曾經向軍隊發出。

防毒口套(Baillons)——自 P2 號墊禱發展，成爲法國人之第一種似面具形式之模型，即所謂之“口套式面具”(Maulkorb-oder Knebel-masken)，在法文中稱爲 Baillons (即“口套”之意)者。此項器具，爲三角形之蓋住口及鼻之防護設備，自透空氣之紡織品，以化學藥品徹底的飽和，而製成者；其第一次之樣式，得有“湯布特式面具”(Masque Tambuté)之名稱。

湯布特式面具——“湯布特式面具”(Masque Tambuté)，省稱“T 式面具”，係在 1915 年十月中採用；其中含有上述 P2 號墊禱之各種顏色的棉紗布層。此項面具之紅色的外層，爲三十六層棉紗布所組成，計重三十六克；其綠色的棉紗布層，係僅由八層布組成，重三十二克；其白色棉紗布層，則有十五層，而其重量則爲三十六克。此項樣式之面具，共曾製一百萬具。

新湯布特式面具——“新湯布特式面具”(Masque Tambuté nouveau)，省稱“T. N. 式面具”，係在 1915 年十一月中出現，而迄 1916 年四月止，曾發出六百八十萬具。此項面具，爲十九層之棉紗布所組成，內分白色及綠色的兩大層，其所含之物如下表(參考 86)：

	白色外層，內分 九層棉紗布者	綠色外層，內分 十層棉紗布者
重量.....	82克	109克
棉紗布.....	43.3%	43.8%
蓖麻子油.....	33.0%	1.6%
甘油.....	6.2%	15.5%
肥皂.....	10.0%	9.0%
碳酸鈉.....	0.1%	0.4%
硫酸鈉.....	0.2%	8.3%
氧化鎳.....	—	5.5%
六次甲四胺(“優洛脫資”).....	1.2%	7.6%
水.....	6.0%	8.3%

此兩種面具，使一種用眼鏡之特別的目部防護，成爲必要。

赫欽生(Hutchinson)式面具——赫欽生式面具，省稱“T. N. H. 式面具”，爲第一次將呼吸防護及目部防護聯合在一件器具之內之嘗試，但是項嘗試，實不足勝其任。其玻璃在面具布質內之固定及塞緊，均係不夠，以致在某一次法國施行放射攻擊時，有某種數目之人員受毒。

防毒風帽(Cagoule)——此項風帽 (Kopfhaube)之採用，係在 1916 年一月，隨英國人之暗示而來。用口部及鼻部防護器與口套式面具之不快的經驗，使法國人在此時將其密合綫置於頸上，以致將整個的頭包住。爲得更佳之緊閉起見，特將衣領 (Rockkragen)扣住。是項風帽，爲一種透過空氣之紡織品，先用一種碳酸鈉，苯酚 (Phenol)，及甘油之溶液將其飽和者所組成。因其有不能忍受的苯酚之嗅 (此項嗅味，刺激目部及喉部之黏液膜)，不久即改爲選用一種肥皂，蓖麻子油，甘油，及對位氨基苯磺酸鈉之溶液，最後並採六次甲四胺 (Hexamethylene tetramine)以代對位氨基苯磺酸鈉。呼出及吸入，均係經過風帽之布質；爲觀察起見，在風帽內嵌入透明性膠片 (Zellon)製之大的四方形眼窗。此項殊屬臨時湊合 (behelfsmässig)而不足勝任的防毒面具，僅曾發出一萬枚。

M2 式面具——(M2 式面具，亦稱“L. T. N 式面具”，與德國式之面具模型相合(參觀書末附圖 26)。在此項面具中，首先將德國式之密合綫拿過來而用之；呼吸防護及目部防護，係在一件器具內聯合；最後是項面具，係以三種大小製造，此三種大小稱之爲大號 (taille grande, 省寫爲“tg”)，尋常大小 (taille ordinaire, 省寫爲“to”)，及小號 (taille petite, 省寫爲“tp”)。雖然，透過空氣之棉紗布質及新湯布特式面具中之白色及綠色的棉紗布層，則仍然保留，在外面備有一塊油布，以防棉紗布之爲雨所洗濯。用雲母 (Glimmer)閉住之眼窗，僅予人以一殊小的視界。眼圈 (Augenring)係以一層橡皮之加入，將其固定。此項面具，尋常係將其在一有淺灰色條紋之鐵片的盒內保存之；對於特殊的準備事例 (Bereitschaftsfälle)，則將其置於一棕灰色之麻布準備袋內。在自 1916 年二月一日起迄 1918 年十一月十一日止之期間內，共曾製造二千九百三十萬具之 M2 式面具，內中七十萬具爲小號的，三十萬具爲大號的(參考 107)。迄 1918 年二月止，此項模型，保留爲作戰部隊之用；迄大戰之終爲止，在警報地域 (Alarmgebiete) 內之平民，亦係備有是項面具。

法國的 M2 式面具及新湯布特式面具之評列 (Beurteilung)——法國式的 M2 式面具及新湯布特式面具之優點，在其有殊大的過濾平面，因此其對於呼吸之阻力極小。雖然，潮濕的膠黏性 (Klebrig) 布塊在面上之放着，殊屬令人煩擾。1916 年春，當法國預備隊在凡爾登 (Verdun)附近戴上 M2 式面具而步行過活克斯 (Vaux)深谷時，彼等對在此面具下之煩擾的積熱 (Hitzestauung)，

發出殊屬猛烈之怨言。且自六次甲四般與光氣化合而成之甲醛 (Formaldehyde), 其所引起之刺激現象, 據云在此處亦曾觀測得之; 因此而兵卒致於扯下其面具。據德國人之估計, M2 式面具之防護能力, 約為德國式面具之六分之一。據法國方面發表之論文(參考 130), M2 式面具對於各種軍用氣體之防護能力如下:

- 對於二千分之一的氯氣, 能作四至五小時之防護;
- 對於五百分之一的氯氣, 能作五十至六十分鐘之防護;
- 對於五千分之一的光氣, 能作五至六小時之防護;
- 對於一千分之一的氯甲酸二氯甲酯, 能作十至十二小時之防護;
- 對於一千分之一的氯甲酸一氯甲酯(K 物質), 能作四小時之防護;
- 對於一千分之一的氯甲酸三氯甲酯(綠十字氣), 能作三小時之防護。

據法國方面之見解, M2 式面具之此項多能性(Polyvalenz)及其頗大的安全保障, 使德國人不得不變更其氣體戰術。

大模型(Grande Modèle, 簡寫為“G. M.”)的梯索式箱形呼吸器(Büchsenatmer Tissot)——同時在 1916 年之光氣時期內, 有一種殊屬笨大的器具, 名為“梯索(Tissot)教授之箱形呼吸器”者, 曾被採用(參觀書末附圖 27)。此項器之防護能率(Leistungsfähigkeit), 據云可達二百小時; 在較強的氣體濃度下, 則達一百小時。是項器具, 首係指定為襲擊(Charge)及重要的步哨(Posten)之用; 例如對於觀測者(Beobachter), 砲手, 機關槍手, 氣體部隊, 醫生, 及衛生人員等, 均可用之。在此項器具中, 吸收劑係按照德國模型, 置於一隻特別的箱內。因其大(此箱之大小, 為 35 厘米高, 18 厘米寬, 11.8 厘米深)而且重(其重量為 4.21 斤克), 此項白色鐵皮(Weissblech)製成之箱, 係按照背囊(Tornister)之方式, 負在背上。外間空氣, 自箱底之一孔進入, 經過吸收劑, 而經由一根用橡皮塗蓋(überzogen)之金屬管, 達於面具。在此處此管分成兩洞, 而祇許經過鼻孔呼吸。為呼出起見, 戴面具者之口中, 永遠的含有一根十八毫米直徑之金屬管; 此處自面具導至外間, 在該處作一直角向上彎曲, 而為一個遮蓋氣門(Deckventil)所閉住。

面具本身, 為有伸縮性的橡皮所製成; 其斷面與德國式之面具相似, 其緊密縫亦係相同。

梯索式器具之箱, 內含兩層。底下一層, 重七百二十克, 而為五百二十克之碎鋼片(Stahlspäne)及二百克之苛性鈉塊所組成; 上層則為五百二十克之用蓖麻子油, 肥皂, 及甘油浸漬之棉花(Holzwolle)所組成。在一種以後所用的模型中, 碎鋼片之量, 增至一千四百克。

小模型(Petite Modèle, 簡寫為“P. M.”)的梯索式箱式呼吸器——

小模型的梯索式箱式呼吸器，爲與上述梯索式器具同類之較小的器具，於 1917 年四月引用之。此項器具之總重爲 1.98 仟克；其能率據估計爲四十分鐘。

梯索式箱式呼吸器，僅自其純粹的鼻孔呼吸一點言之，對於一大數目之人，其鼻形(Nasenzuschnitt)係屬太窄者，已不應使用之。此外其他缺點，爲其攜帶之方式，需要兵士之背。反之其面具之面部，則構造極爲合宜。此項面具，予大戰後美國面具製造以暗示（參觀第 397 頁），故該項面具，亦得有“梯索式面具”(Tissot Mask)之名。

大模型及小模型之梯索式器具，一共曾製造七十萬具。

A. R. S. 式面具——“A.R.S. 式面具”(Masque A.R.S.)，在法文中之全名爲“l'appareil respiratoire spécial”。（即“特別呼吸器”之意），爲法國面具之最後的模型；此項面具（參觀書末附圖 28），在一切細節，均與德國式面具相同。是項面具，係自特別橡皮製成，而以用亞麻子油浸漬的紡織品 (Leinölfirnisgewebe) 配裏。其眼鏡爲雲母(Glimmer)所組成；其吸收罐則係按照德國模型，以螺絲旋入口圈之內。在此處有其惟一與德國模型有異之處。即其口圈對於吸入及呼出各有一孔。呼出之空氣，不復經過吸收罐，而徑自經過一隻特別的孔，出至外間。吸入之空氣，行過吸收罐後，因一個雲母製的氣門之關閉及一個橡皮製的特別空氣袋 (Lufttasche) 之活動，被迫入面具之內而行過眼鏡之上，以防止眼鏡之漸變不明。雖然，此項目的，並未完全達到；且尚有一種危險，即空氣之氣流，隨帶有過濾吸收罐中之小的炭灰，而是項炭灰可以達到戴面具之眼睛。

此項面具，係作三種大小製成：計百分之二十五爲大號的 (grand taille, 省寫爲“G. T.”)，爲六十至六十二厘米之大頭用；

百之六十八爲尋常大小的 (taille ordinaire, 省寫爲“T. O.”), 爲五十七至五十九厘米之中號頭用; 百分之七爲小號的 (petite taille, 省寫爲“P. T.”), 爲五十五至五十六厘米之小頭用。

旋上之吸收罐, 內含三層: 外層(Aussenschicht)“Z”, 爲二毛米至三毛米大的之自鹼石灰(Natronkalk), 炭, 及氧化鋅製成之顆粒, 用甘油飽和者; 中層“N”, 爲用碳酸鈉溶液(Natronlauge) 及高錳酸鉀溶液飽和之活性木炭; 最後之口層(Mundschicht), 爲作白色填絮(Watte)形式之棉花過濾劑(Baumwollfilter) 以對煙作防護, 其中並加有六次甲四胺。此項過濾吸收罐之使用期間(Gebrauchsdauer), 據估計, 對於五千分之一(1:5000)之光氣濃度, 爲十五小時; 此即爲 M2 式面具的能率之二倍(參考 223)。

A. R. S. 式面具之引用, 係在 1917 年十一月二十六日命令執行。其最初一批之得以發出, 係在 1917 年十一月。其製造迄 1918 年四月止, 陸續不斷的增加。在此月(即 1918 年四月)中, 製成之此項面具爲六十三萬六千具, 即約合每日二萬五千具。用在此項製造上之人員, 超過一萬人。在自 1917 年十一月起迄 1918 年十一月止, 共曾製 5,271,740 具之 A. R. S. 式面具。

在大戰將終時, 關於此項面具對於其戴之者在確定情形下之影響, 曾有極饒興趣的研究; 其所決定者, 即爲戴上此項過濾器具而不致感覺嚴重的力竭之最長的時間(Höchstzeit)。對

於備此項研究用之自願報效者，爲增高其服務之熱心起見，特按照其在記錄簿(Protokollbuch)記下之服務期間及能率，予以特別的權利。爲屏除任何欺騙之可能性起見，作試驗用之大氣，內中放有如此濃之催淚氣，以致即將面具掀開作簡短的換氣，亦完全在所不許。在整個的試驗期間內，任何飲食，當然均需停止。參加是項研究者，計有一比較大的數目之受試驗人 (Versuchsperson)。在試驗場地上，爲力竭者備有報告器具(Meldegeräte)。

此項確切的研究之結果如下：受試驗人之在面具下同時指定其作緊張的勞力工作者，有百分之六十，在二十八小時內宣告力竭；第二類之人，即在恬靜狀態下或僅限於輕鬆的活動者，有百分之四十五，在三十六小時力竭。在此瞬息之時，服務上之命令，宣告試驗停止(參考 223)。

D. Z. 式器具(Appareil D. Z.)(參考 130)——D. Z. 式器具，爲一對一氧化碳作防護之特種過濾器具。其呼吸吸收罐，內含分層排列之小浮石塊，曾用一種五氧化二碘或碘酸酐(Anhydride iodique)在發烟硫酸內之溶液飽和者。五氧化二碘使一氧化碳氧化成爲無毒之二氧化碳，而後者則以氫氧化鈉與其化合。此項器具，對於百分之一的一氧化碳濃度，能予二小時十五分鐘久之防護；對於百分之三的濃度，則能予以四十五分鐘之防護。(譯者按，此處原文爲 1/300，似屬錯誤，蓋濃度愈小，其能防禦之時間必愈長也。)是項器具正擬採用時，乃遇有停戰(Waffenstillstand)之事。

A. R. F. 式面具(Masque A. R. F.)——A. R. F. 式面具，在法文中之全名爲 Appareil Respiratoire Fernex(即“菲納式呼吸器具”之意)。此項廣大的過濾器具，與上述之梯索式箱形呼吸器極其相似者，似乎係於大戰閉幕以後，始在法國製造；無論如何，在德國知有此項器具，尙屬不久。雖然，是項器具，並不能提出得一種新時代過濾器具的名稱之任何要求。

此項器具，包括其在後腦上之支住帶(Haltebänder)在內，均為灰色的巴拉椽皮(Paragummi)所組成。為備視察起見，其中備有兩個直徑約五厘米之圓形眼鏡。一根四十厘米長之可摺的軟管(Faltenschlauch)，自金屬口塊(Mundstück)；此項口塊即係一根彎作直角狀之金屬管，與在梯索式器具上所用者相同)導過攜帶者之左肩以達吸收罐；此項吸收罐，則係用兩根革條以負於背上。一個銃劍式的關閉器(Bajonettverschluss)，容許一隻新的吸收罐之迅速的接上。

吸收罐(Kanister)本身，寬二十二厘米，高二十五厘米，深八厘米；其總重為3.585 仟克。其外殼為塗黑之白色鐵皮(Weissblech)所組成，在其上挖三個圓形之孔者；此三孔一為在其外邊之一較大的孔，為裝入填充物之用者，其他兩個較小之孔，則在上下兩面各占其一，而係為空氣氣流通過之用。三孔均附有可以旋下之黃銅鎖口(Messingverschlüsse)。

吸收罐所含之物，為一千二百克之大顆木炭；是項木炭，係簡單的搖入(hineingeschüttet)者。在空氣氣流孔(Luftstromöffnung)之前，置有鐵絲網；此外在上面之孔的附近，並備有炭灰過濾網(Kohlenstaubfilter)。

為將吸收罐接上面具起見，先將上面及下面二孔上之黃銅鎖口旋下，而將上面之孔接於可摺的軟管上。空氣氣流，經過下面之孔進入，通過吸收罐及可摺軟管，而自兩根安到眼鏡之下並係對住眼鏡之鐵皮噴嘴(Blechtille)出至面具之內。呼出之空氣，經過一個椽皮製之摺合氣門(Gummi klappenventil)而達到外間，此項原始式器具之呼吸阻力，係屬殊小。

### c. 英國(參考 82,132)

黑色幕蓋呼吸器(The Black Veilung Respirator)——最初之英國的氣體防護器具，為一種鼻部及口部防護器(Mund-und Nasenschützer)，名為“黑色幕蓋呼吸器”者。此項器具，為一塊用黑幕蓋住之棉紗布層所組成；是項棉紗布，係曾用一種硫代碳酸鈉，碳酸鈉，及甘油之溶液將其飽和者。其幕(Schleier)可以翻上以蓋住眼睛。英國人用此項器具以對 1915 年五月十日及二十四日在羅斯(Loos)附近之德國放射攻擊(參觀第 147—148 頁)作防護。雖然，是項器具，祇能對極稀薄之氯氣作防護。

小管式盔(Tubet Helmet)，“海波”盔(Hypo Helmet)，P 式盔(P-Helmet)，及 P. H 式盔(P. H. Helmet)——此各種盔(Helmet，德文譯為“Haube”)或防毒風帽(Gasschutzhaube)，其成因可歸之於一位加拿大軍曹(Sergeant)關於德國鼻部防護之頗屬幻異的宣言；其構造與法國之布質防毒風帽(Cagoule)相同，將整個之頭包住，迄頸為止，而在該處用制服之領將其扣住以

令其緊閉。吸入之空氣，係經過防毒風帽之布質，而是頂布質則係曾用一種化學藥品的溶液將其飽和之者；反之呼出之手續，則係經過一個作管形之唇含氣門 (Lippenventil) 名爲本生式氣門 (Bunsenventil) 者，因此是項器具得有“小管式盔”(Tubet Helmet)，之名。

爲備視察起見，在風帽內嵌入兩個玻璃(以後改用雲母)製之眼窗。爲對催淚氣作更好的防護起見，乃發出特別的防護眼鏡；是項眼鏡，在面具之內戴上之。戴面具者因其必經過眼鏡之賽路路 (Zelluloid) 鏡及風帽之玻璃窗而作視察，其視力大受妨礙，尤其在作射擊及槍砲標準時更甚。

爲飽和面具的布質起見，最初所用之溶液，係與在製“黑色幕蓋呼吸器”時所用者相同。因此項溶液所含之硫代硫酸鈉 (Sodium thiosulfate)，俗稱“海波”(Hypo，即“Sodium Hyposulfite”之省寫)，故此項面具稱之爲“海波盔”(Hypo Helmet)。在 1915 年之夏天中，有一種新的飽和劑被引用；是項飽和劑爲一種苯酚鈉 (Sodium Phenolate)，碳酸鈉，甘油，及肥皂之水溶液所組成。一次是項防護風帽物質之化學的研究，得出下列數目字(參考 86)：

物	質	成	分(%)
苯	酚		1.5
碳	酸	鈉	7.1
肥		皂	0.8
甘		油	20.6
硫	酸	鈉	4.6
碳	酸	鎂	2.7
紗	織	品	54.0
水			8.7

以其含有苯酚，此項面具，名之爲“P 式盔”(P-Helmet)。

自 1916 年一月起，P 式盔內加有 3.5—4.5% 之“優洛脫賓”(即六次甲四胺)以對光氣作防護，因之而得“P. H. 式盔”(P. H. Helmet; H 一字自 Hexamethylenetetramine(六次甲四胺)之第一字母而來)之名。一種非係無興趣之事，爲在大戰之後，俄國方面，實即莫斯科高等工業學校(參考 177)，聲稱其對發現用“優洛脫賓”以作光氣之防護，有居先權 (Priorität)；在彼時俄國之發現，立即傳達於其在西方前綫上之協約國。<sup>1</sup>

英國式之防毒風帽，顯出與法國式防毒風帽(Cagoule)相同之缺點，此項缺點，即其戴上需要太多之時間，而戴之者在面具之下感受強烈的積熱之煩擾 (Hitzebelästigung)。且在此處，濕而黏之有強烈的苯酚臭味之布質部份的貼在面上，

亦殊令人煩惱。此外當在 P 式盔下遇着氯氣攻擊時，六次甲四肢易於與氯氣化合成氯胺(Chloramin)，而是項物質對眼部及鼻部之黏液膜作猛烈之刺激，使戴面具者極受困累。P. H. 式盔，遇着在德國綠十字氣第一號榴彈(此項榴彈，內含“過物質”與硝基三氯甲烷之混和物；參觀第 70 頁)所發出之氣體內的形式之硝基三氯甲烷，即毫無阻礙的被透過(參考 132)。

英國式之防毒風帽，其最後之形式為一種美國之產品，為克玲耳製造公司(The Klinger mfg Co.)所製者(參觀書末附圖 29)，以 1916 年五月中箱形器具(見下)之引用而自行消滅；但迄大戰之終，P. H. 式盔，雖其能率不過約與德國式面具之十分之一相當，仍保留之作為預備的氣體防護器具(Reservegasschutzgerät)。

英國式之帶有小罐的防毒風帽(Gashaube mit Kleiner Patrone)——英國式箱形呼吸器之直接的前驅者，即為“帶有小罐的防毒風帽”。此項器具，共重 0.48 仟克，而如其名所指，為一作為面具本部之風帽及一作為呼吸過濾器之罐(Patrone)所組成(參觀書末附圖 30)。風帽部份，係用灰綠色之橡皮布製成，而備有一根鎖頸帶(Halszugband)。面具之眼窗，為雲母所組成，而祇容許一種有限的視界。過濾箱為上有地灰色(feldgrau)條紋之橢圓形的鐵皮容器，高 12.3 厘米，長 8.7 厘米，寬 4.2 厘米；內分三個直的隔間，其中置有各種成分之細顆的吸收劑。

箱形呼吸器(Box Respirator)——日益尖銳化之放射攻擊與氣體射擊的引用，迫令英國人在 1916 年之初，將其氣體防護器具作進一步之改善。多數實際上研究之結果，一部份在法國執行，但大部份則係於英國哈禮孫(Harrison)中尉指導之下執行者，最後得出箱形呼吸器；是項器具，在原則上顯出與德國式的防毒面具；殊屬相似(參觀書末附圖 31)；其重量為 1.65 仟克。過濾箱(Filterbox)部份，在一蔴布袋內配帶於胸前，而當戴上面具時亦以合宜的方式存留於該處者，較之德國式的吸收罐，大去不少；其大小為 17.5 厘米高，17.7 厘米之縱直徑(Längsdurchmesser)，及 5.8 厘米之橫直徑(Querdurchmesser)，以其過濾器之大，必需設有導開呼出的空氣之設備；此即謂需用

氣門呼吸法(Ventilatmung)。爲作是項用途起見，箱形過濾器，在其面具部份上備有一個呼出空氣之唇含氣門(Lippenventil)；而在過濾箱之底，則設有一個入氣門(Einatmungsventil)。呼出之空氣，並不經過吸收罐，而徑由唇含氣門通至外間。過濾器與管狀之口塊間，係以一根可摺的軟管(Faltenschlauch)將其聯住。眼睛部份，係以一副用橡皮及海綿塞緊(mit Gummischwammdichtung)之特別的防護眼鏡保護之；鼻部則以一縫入面具內之鼻夾(Nasenklemme)閉住之。箱形呼吸器，爲一種英國的產品。

小號箱形呼吸器(Small Box Respirator)——在1916年九月中，英國人又引用一種小的樣式之箱形面具(Box-Maske)，稱爲“小號箱形呼吸器”者。此項器具，重量僅約上述之箱形呼吸器之一半；其原則則係相同。其改變之處，爲可摺的軟管之縮短，過濾箱之改小(其大小爲14厘米高，橢圓斷面長11.3厘米，寬6.2厘米)，用一摺合氣門(Klappenventil)以代唇含氣門，及用一按照椎革(Dräger)式之橡皮口塊以代原來之管狀口塊。

聯有面具的面部(Gesichtsmaske)之箱形呼吸器——英國箱形呼吸器之最完全的形式，堪稱爲大戰時協約國之最好的面具，而因此美國人亦將拿過去而用之者，爲“聯有面具的面部之箱形呼吸器(參觀書末附圖32)。其面具之面部一部份，幾於在一切細節上，均係仿照最初之德國式模型建造。其緊密線

的路程(Verlauf),用汽壓機壓力(Schnellpressendruck)造成之縫合處及摺疊印號(Saum-und Faltezeichen),縫合處(Nähte)之用假漆使其緊密,面具之作三種大小製造,均係自德國模型取出。一種差異之點,應歸之於哈如鄧 (Haldane) 教授之影響者,爲在此處仍保留口塊呼吸(Mundstückatmung),以致在將口塊取出以說話時,是項面具僅有目部防護及一種應急的緊密(Notdichtung)之任務。至鼻部則以一枚縫入面具布質內之鼻挾閉緊之。爲使面具之邊緊密起見,特在其下縫有絲絨條。眼鏡爲雲母所組成,而在鐵皮製之圈內嵌住;是項眼鏡,使人能有一良好的視界。在面具布質內,亦備有一“擦摺”(Wischfalte)以作擦淨眼鏡之用。

保存此項裝備之袋,爲土色織花布(Drell)所製成;其中分爲兩隔,吸收罐及面具各置一格內。在使用面具時,吸收罐仍留於袋內,而此袋係如此高高的扣起(hochgeknöpft),以致對於連結管(Atmungsschlauch)並無任何因往下扯而產生之負擔。

此項器具所用之吸收罐,仍與在小號箱形呼吸器中所用者相同。僅僅吸收罐之重量爲 0.460 仟克;與面具及連結管共計,爲 0.95 仟克。整個的裝備及布袋,共重 2.375 仟克。

箱形呼吸器之過濾箱內的填充物——在 1916 年五月中所用之過濾箱,共含三層彼此上下相疊之填充物;此各層間,最初並無隔開之篩(Trennungssiebe)以後乃有之。在小的

過濾箱內，隔開之篩，往往為纖維質紡織品所代。

此項過濾器，所含各層如下(參考 86)：

(1)外層： 四百三十克鹼石灰(Natronkalk)及約百分之二之高錳酸鉀，以對一切吹放出來的(geblasen)氣體作防護；

(2)中層： 一百克之骨炭，內中加有小量之鹼者，以對催淚氣作防護；

(3)口層： 三百七十五克之浮石或藻土，曾用碳酸鈉飽和者，以對硝基三氯甲烷作防護(?)。

自 1916 年六月起，過濾箱內僅有兩層之填充物；此兩層即：

(1)外層： 三百七十五克，其所用之物與上同；

(2)口層： 五百二十克之微帶鹼性之骨炭。

“增添箱”(Extension Box)——在 1917 年四月，小號箱形呼吸器上，加有一種附加的過濾箱(Zusatzbüchse)名為“增添箱”者；此項增添箱，係在除去入氣門(Einatmungsventil)後旋入於過濾箱底所成之洞內。增添箱內所含者，為七十克之曾經燒過的“多洛買特”(Dolomite；即碳酸鈣鎂)；此物係夾於兩層紙(Papierstoffgewebe)之間，此外在兩面且各置布 3.5 克之重的棉紗布層(Baumwollgewebesicht)以作墊褥。整個的填充物，將鐵絲篩將其壓緊在一起。增添箱內之填充物，因其有自“多洛買特”焦燒而成之氧化鈣及氧化鎂，對於一切酸性的氣體及光氣，均予以較大之防護；同時其棉紗布，則對發煙之氯化物如四氯化錫及三氯化砷等，有防護之功效。惟德國的藍十字氣，則對於增添箱及下段描述之“統一過濾箱”，均以同樣的方式，不受阻礙的透過(參觀第 188 頁)。

統一過濾箱(Einheitsbox)——最後在 1918 年四月，英國人乃將過濾箱及增添箱聯合，成為“統一過濾箱”。此箱內含

三層在化學上相同之填充物，各層間均置入墊褥 (Watte) 以將其彼此分開。在最上一層之上，置有一塊雙層之縐紙 (Kreppstoff)；在最下一層(即最厚者)之下，則置入一層墊褥。每層內所含之吸收劑，均為顆粒狀之木炭及用高錳酸鉀溶液飽和的鹼石灰所組成。此箱之呼吸阻力，較之德國式的吸收罐，高三倍至六倍；然因其有氣門操縱之裝置 (Ventilsteuerung)，此項器具，至少對於有訓練之人員，總能殊好的忍受之(參考 68)。雖然，繼續的戴上數小時後，戴之者最後感覺異常的力竭(參觀第 185 頁)。

煙的過濾器 (Rauchfilter)——在增添箱及統一過濾器內新行加入之縐紙 (Kreppstoff)，原意係作煙的過濾之用。雖然，在上文已云，此項器具，並不能對藍十字霧作防護。經過各種試驗(此項試驗係與美國人共同執行之)後，英國人最後乃得製成一種合宜的紙 (Papierstoffgewebe) 以作是項用途。雖然，在作此用時，吾人需將六十至八十層之縐紙，摺成手風琴式 (ziehharmonikaartig)，彼此相鄰。過濾器之過濾室 (Filterraum)，為收容是項縐紙起見，必需相當的加大。且據美國方面之報告，即此項煙的過濾器，亦不能令人滿意也。

英國式的防毒面具之評判——自原則上言之，英國式的箱式器具，不過為一種德國式面具之備有一加大殊多的吸收罐者。其指定收容化學藥品之箱，容量約為德國式吸收罐的容量之三倍。以此之故，其重量係屬如此之大，以致其不能以直

的懸於面具之上(參觀第 396 頁)。

據美國方面發表之報告(參考 103),在世界大戰中,英國人共曾發展七種不同樣式的面具,而一共曾發出五千萬具之面具。

#### d. 俄國

在 1915 年之夏,俄國的“呼吸防護器”,已落入德國軍隊之手中。此項防護器,即係用硫代硫酸鈉及甘油浸漬之棉紗布綑帶(Mullbinden)。此外每名兵士並將一隻小的鐵皮製之容器帶於身旁,以備將是項棉紗布層重復打濕。此類氣體防護之不可靠,俄國人不久在遇着德國的放射攻擊時,即認識之。雖然,彼等最初非在一種情形下,可以其本國所產之防毒面具作為其軍隊之裝備(Ausrüstung),因此乃取來自法國及英國之氣體防護器具而用之。法國的 M2 式防毒面具及英國的“P 式盔”,曾經屢次在俄國俘虜及降兵身上發現之。德國的防毒面具,異常的為俄國人(尤其軍官)所喜;對掠獲之是項面具,彼等償以殊高的代價。

第一次俄國在其本國所造成之防毒面具,在 1916 年引用之者,為塞令斯基枯曼式之面具(見下段)。

塞令斯基枯曼式面具(Selinski-Kummant Maske)——塞令斯基枯曼式面具,施用者有數種不同之樣式;各種樣式間,其外表已有區別。面具之面部,為一極好的巴拉橡皮(Parakautschuk)製成之橡皮風帽,在其內將下頷(Kinn)及面置入,

然後將其扯過耳上，以致將整個的頭包住者(參觀書末附圖33)。據俄國的命令，此項面具對於有鬚髯之人(Bartträger)爲不適宜。爲得視界起見，面具上開有兩個圓形之孔，上安玻璃〔以後用透明性膠片(Zellon)〕以作眼鏡。爲對付眼窗之變爲不明起見，在較新的模型中備有擦摺(參觀書末附圖34)；此外較新的樣式之面具，其鼻部亦係隆起(Nasenausbuchtung)。吸收罐部份，係與面具本部聯緊，故不能掉換是項吸收罐，爲一長方形之長的(länglich)鐵皮箱，戴上時伸至人胸之高者。在吸收罐底之一圓孔，爲外間空氣進入之用。此孔當器具不需使用時，係用一隻吊於一鏈上之軟木塞將其塞住。雖然，此項裝置，對於俄國兵士之心理，殊爲危險(bedenklich)。自俄國的命令顯出，殊大數目之兵士，在德國施行吹放攻擊時，忘記將此項軟木塞拔開，以致因空氣之缺乏而扯下其面具，乃至成爲氣體之犧牲品。

吸收罐之填充物，爲豆子大小之純粹的木炭；其在較老的模型中之數量爲一百五十克，在較新的模型中則爲二百三十克。所用的木炭之吸着能力，惟在新鮮狀態下乃係足以勝任；在放置時，則不久即失去此項性質。在氣體之堆積較多及戴面具者之呼吸係屬不靜(unruhig)時，即在新鮮狀態，此物亦宣告失效，因其吸着速度比較的小之故也。德國的木炭之吸着力之高，俄國及英，法二國人所製者，均不能及之；而更屬重要者，即其迅速的吸着之能力，尤爲此各國人所製者之所不能及也。因其吸收

劑價值之高，德國人迄大戰之終為止，在其吸收罐內祇用小量之木炭。俄國人曾用木炭至二百八十克之多，但並未能達到與德國吸收罐僅屬相近之能率。俄國吸收罐之呼吸阻力，為四至五毛米，一部份甚至僅為三至四毛米；因此係屬殊小。（德國式之容易呼吸器，其呼吸阻力亦為 4.5—6 毛米），

明斯克採礦研究所 (Minsker Berginstitut) 式之面具——第二種之俄國的面具模型，在引用塞令斯基枯曼式面具後不久即出現，但其散布之範圍較小者，得有“明斯克採礦研究所面具”之名稱。是項面具，遠較第一種（即塞，枯式面具）為劣，因其呼吸阻力為二十二毛米也。自表面上觀之，此項面具與塞，枯式面具之區別，在其吸收罐為一備有平底之橢圓形鐵皮箱 (Blechbüchse) 所組成，且備有呼吸氣門（用橡皮氣門或本生式之唇含氣門）。最後在面具之布質部份內，安有一個自救器的口塊。吸收罐內含二百二十五至三百克之木炭及鹼石灰濕和物，其比例為 1:2 或 1:3。

#### e. 美國 (參考 82)

協約國方面之美國援兵，於無防毒面具之狀態下，在戰場上出現。據美國方面發表之論文云，迄 1917 年四月六日美國加入大戰之時為止，並無任何關於氣體防護工具之情報，達到該國；至於在該國製造此類器具，則更談不到。（參觀第 268 頁，在該處言及英國式之“P 式盔”，已屬由美國而來\*。）以此之故，協約國示美國軍隊以其當時所有之防毒面具。美國人擇定英國式之箱形呼吸器，但立時開始在其本國製造此項氣體防護器具。最初兩萬具之面具，係由私人廠家承造，而用船裝運至戰場。雖然，以其能率在任何方面均不能令人滿意，美國陸軍

\* 譯者按，此句原文與第 268 頁上之內容相較，似有語病，茲始按之直譯。

統帥部，將防毒面具之製造，拿到自己手中。關於實際上問題的指導，係由一位英國的氣體防護軍官給予之；此位軍官，係特別派遣至美國以作是項任務者。

康勒如(Connel)式面具——美國所製之箱形呼吸器(參觀書末附圖 36 及 37)，經過各種的修改及改良。根據協約國已有之一切面具模型而將英國之器具作相當之改造，有醫藥課(Medical Department)之康勒如少佐(Major Connel)擔任之。最後選定的面具樣式，名之為“康勒如式面具”者，在 1917 年十一月開始製造。最初的一千具之此項面具，在 1918 年五月初，始可發出；一共製造者總計有二十萬具之多。在 1918 年七月底之時，防毒面具在美國之總出產量，已達一百一十萬具之數目。

氣體防護總廠(Gas Defense Plant; 德文譯為 Haupt-Gas-Schutzlager)——在 1918 年六月二十五日，在美國本國之氣體事務機關 (Gasdienst) 的各部份，即全國陸軍化學事務部(The Chemical Service Section, National Army)，衛生隊之氣體防護部(The Gas Defense Division of Sanitary Corps)，愛奇塢兵工廠(Edgewood Arsenal)，及氣體火焰隊(Gas Flame Corps)等四機關，合併而組織成為化學戰爭事務課 (Chemical Warfare Service)，同時並將在長島 (Long Island) 新近建立之氣體防護總廠置於此項“化學戰爭事務課”之下。該廠之責任，在彼時為氣體防護工具之製造，試驗，及改良。迄大戰之終

爲止，在此項氣體防護總廠共曾製造 3,614,925 具之面具。此項製造，最初係採小號箱形呼吸器之樣式；但同時並有研究工作進行，以斯發明一種新的美國式之面具，其結果乃有“K. T. 式面具”（見下段）。

K. T. 式面具(R. F. K. 樣式)——R. F. K. 樣式(R. F. K.-Typ)之 K. T. 式面具(K. T.-Mask)，係由氣體防護部(Gas Defense Division)之技術部(Technical Section)，根據在前線上之經驗，尤其在德國施行芥子氣射擊時之經驗，構造而成之面具，力求得到高的防護能率，而同時在可能範圍內使其經長時間之戴上而不致感覺不便者。在此處起初用作出發點之模型，亦係箱形呼吸器。該項器具之缺點，即其令人困累的鼻挾及其使人感覺不便的口塊，在此處將其取消。眼窗之變爲不明，係按照法國的 A. R. S. 式面具（參觀第 263 頁）之原則，令吸入之空氣行過眼窗之上，以將其排除。在 1918 年八月，此項面具之工廠式的製造，即行開始。雖然，因最初製成之產品，殊難令人滿意，而因此在製造之中，時需將其加以改變，至 1914 年九月十九日，乃始得到最初一批之可用的 K. T. 式面具。以此之故，此種面具，對於前線之美國兵士，來不及有何實際上的重要。

K. T. 要面具之本部，爲上敷橡皮之棉紗布所組成；其縫合之處，係按照德國規程，使其密合。長島試驗所(Long Island Laboratory)之最後的改良，自橡皮及橡皮布製成一隻面具的面部而祇有六英寸長之縫合處。是項面具，有一個特別的出氣門

(Ausatmungsventil)。作眼鏡用之材料，爲所謂之“三倍玻璃” (Triplex-Gläser)；此項玻璃，爲裏面及外面各有一層玻璃片，中間置一層透明性膠片 (Zellon) 而組成，此三層係彼此貼緊，而其邊則用水泥 (Zement) 膠住。此項排列之目的，在於防止玻璃之破裂。

A. T. 式面具 (A. T.-Mask)——除 K. T. 式面具外，同時有一第二種之相似的模型，名爲“A. T. 式面具”者，在美國各處橡皮廠內製造之。此項面具之面部，亦如 A. T. 式面具之爲橡皮及橡皮布所組成。

K. T. 及 A. T. 兩種樣式之面具，在停戰之時，共積有三十五萬具，準備用船運送，在整個大戰期間內，在美國總共製有五百五十萬具之防毒面具(參觀第 314 頁)。

過濾箱——據美國方面發表之論文(參考 39)，在美國加入大戰之時，協約國方面之各國，對於吸着劑之缺乏，均有敏銳的感覺。一種良好的活性木炭之足量的製造，爲關於繼續作戰之一個有絕大的重要之問題。美國之木炭製造廠，尤其阿海阿 (Ohio)州克利扶蘭 (Cleveland)及勒拉公園 (Nela Park) 二處之“全國碳公司” (National Carbon Co.)，着重的進行木炭種類之研究及其製法之改良。各種之植物產品，均會經過徹底的研究。西洋杉 (Zeder) 木之炭，顯係對於氯氣之最好的吸着劑，但對於光氣及硝基三氯甲烷，但屬不足。進一步的研究，證明下列各種木炭之吸着性比例，係屬如下：柳木炭 1，槲樹皮

(Eichenrinde)之炭 3,椰子殼炭 9。因此乃擇定最後一種;而將其高的活性之由來,歸之於在椰子殼內存在之核狀細胞結構(Steinzellenstruktur)。從四百噸椰子殼,可得三十噸之炭。在 1918 年六月美國工業,每日交出十噸之椰子殼炭;但當時之需要量則為每日三十噸。此項所得不足之理由,在於椰子殼之缺少。為替代此物起見,曾取杏核,櫻桃核,及核桃殼而試之,但由此各物所得之炭,其價值均不能與椰子殼炭相等。最後美國紅十字會,乃舉行一種大規模的宣傳,以求得此項原料。在各處均可於相當的圖畫之下,讀到下列之標語:“多吃椰子!幫助我們給他以最好的防毒面具”。麻塞邱塞(Massachusetts)州州長,將 1918 年十一月九日宣布為“防毒面具日”;另外二十八州,跟此榜樣,而於同月內各定一日為防毒面具日(參考 59)。

美國的椰子殼炭,得名為“多塞特”(Dorsite)。此項木炭,無疑的有殊高之吸着能力(Adsorptionsvermögen);且據美國方面之見解,此物不但可趕上德國炭之能率,而且可以超過之。關於此點,弗禮司氏云(參考 82):“德國人首先將杉松木(Koniferholz)用氯化鋅浸漬,浸好後將在紅熱下碳化,然後將最大部份之氯化鋅重復洗出。美國人最初相信,氯化鋅係在製造之後方始加入。德國之炭,內含粗的毛孔(Poren);此項毛孔,對於在強濃度下的軍用物質之凝縮性殊佳,但對於在弱濃度下者,則其凝縮力嫌不夠強。因其原料之壞,德國之炭,不若美

國者之佳”。此項見解，或係不合於事實；無論如何，迄今尙未知有任何美國的炭，其能率係超過德國的炭者也。

除木炭外，過濾箱填充物之組份，尙有用高錳酸鈉飽和之鹼石灰。後者之目的，係對砷 (Arsen) 作防護；因根據謠傳，猜想此物不久即將在最大範圍內使用之也。兩種組份之比例，爲百分之六十之椰子殼炭〔其顆粒之大小爲六至十四網 (6-14 mesh) 者〕與百分之四十之含高錳酸鈉之鹼石灰 (其顆粒之大小爲八至十四網者)。整個的填充物，共重五百克。一種新的成分，但係在大戰之最後時期始得到之者，爲百分之七十五之所謂的提淨的椰子殼炭及百分之二十五之所謂的“鹼石灰”(Sodalime)。此種“鹼石灰”，爲百分之四十五之氫氧化鈣，百分之十四之水泥 (Zement)，百分之六之藻土，百分之一之氫氧化鈉，與百分之三十三之水所組成；是項混和物將至乾至僅含百分之八之九，然後對之加入百分之十三之 3% 高錳酸鈉溶液 (參考 42)。

煙的過濾器——煙的過濾，最初即用英國式的縐紙加入 (Kreppstoffeinlagen；參觀第 272 頁)，但結果殊難令人滿意。在1918年六月，乃佈置用氈 (Filze) 作過濾器之試驗。此類過濾器之製造，引起殊大的困難。應作此項用途之氈必需異常當心的製成；就中以線之所需的均勻之置放，爲極難達到，因對於此類製造之技術上的設備 (Einrichtungen)，在美國並無之也。最後果然得到一種能率極高之氈濾 (Filzfilter)，但是物係屬異

常之貴(每一個之價為美金一元)。

#### f. 其他交戰國之防毒面具

協約國之援助民族，如比利時，希臘，意大利，葡萄牙，羅馬尼亞，塞爾維亞等國之人，其本國並無具有能率的 (leistungsfähig) 防毒面具，而係取給於法國或英國之器具。

意大利人及羅馬尼亞人，實曾試行引用按照較老式的法國模型在其本國製造的面具；但是項面具，對於近代的軍用物質所予之防護，係屬不夠，故其使用之可能性，亦被屏除。意大利之“多能面具”(Maske polyvalente)，幾於在一切細節上均與法國之 M2 式面具相同。其外面之蔴布牆 (Leinenwandbezug)，係用蓖蔴子油及甘油將其飽和。在其下之兩個過濾層，一為用蓖蔴子油，甘油，肥皂，及鎳鹽徹底飽和之三十層的綠色棉紗布所組成；其他則為含有對位氨基苯磺酸鈉之三十二層的紅色棉紗布口層所組成。此項面具，在 1917 年秋德國對意國施行大攻勢之時，完全歸於無效。以此之故，協約國看見，有將意大利陸軍，最迅速的予以英國式箱形呼吸器的設備之必要。以美國在供給原料方式下之援助，此點得以實行。與此相聯之對於德國軍用氣體的安全感覺之增高，據云對於意大利軍隊之士氣的增高，有異常大的貢獻，而在 1918 年六月擊退奧匈帝國之攻擊時，實為一種重大的因素(參考 122)。

同盟國(指德，奧等國)方面，各國均用德國的防毒面具以作

防護設備。奧國方面，曾有一次試行將其本國的按照德國模型而製成之面具加以引用，但因其裝運之船隻遇難 (Schiffbruch) 而祇得運回。

### 防毒面具之合理的使用

吾人所需之氣體防護，不僅恃防毒面具之良好，而且並恃個別的兵士對於其器具之信任，及其合理的當心與正確的使用以得之。以此之故，兵士對於其面具及其在戴上面具時的運動及作戰活動之習熟 (Gewöhnung)，係屬絕對的必要。此項習熟，僅可自軍隊在休憩陣地 (Ruhestellung) 中之準備式的實地練習達到之。是項練習，包括面具之迅速的戴上及其在疑有氣體的地域內之取下，此外有於恬靜及運動狀態下在各種地域內之持續練習 (Dauerübungen)。另外並有在指揮，發令，打電話，估計距離，作目標及射擊練習，投擲手榴彈，作堡壘工作 (Schanzarbeiten)，運送彈藥，修理電話線，及作衛生服務隊 (Sanitätsdienst) 之輔助工作 (Hilfeleisten) 與運輸工作等等時之面具使用實習。

### B. 輕便的氧氣防護器具 (Freitragbare Sauerstoffschutzgeräte)

第二種作個人防護之氣體防護器具，為輕便的氧氣防護器具或隔離器具 (Isoliergeräte)，法國人名之為 “appareils par

isoliement”(意即爲“隔離器具”)者。此項器具,平時在同盟國(指德,奧等國)及英,法二國,已曾利用之以供礦工之用。發現此項器具之功績,亦歸之於一個德國人。據 1877 年出版之採礦概論雜誌 (*Revue Universelle des Mines*), 一種此類之器具,稱爲“愛羅花”(Aerophor)者,第一次係於 1853 年,因比國科學院(Académie des Sciences de Belgique)之懸賞,爲布魯日(Brussels)大學教授司潢(Schwann)氏所構造;但司潢氏實爲一生於諾斯(Neuss)之萊茵流域人(Rheinländer)。因此在大戰突發時,此項器具之構造法,實已有十年長之發展史。美國,俄國,及意大利,在大戰時,始行開始建造氧氣防護器具;其造法係以當時存在之構造法及在專賣特許中寫下之構造計劃爲根據。德國的器具製造公司(Apparatebaufirmen),即律白克(Lübeck)城之椎革廠(Drägerwerk),以後與椎革廠合併之格如森啓申(Gelsenkirchen)地方之“維斯法利亞”(Westfalia)廠,啓如(Kiel)城之韓賽亞器具製造公司(Hanseatische Apparatebaugesellschaft),及奧國維也納之諾拍特器具製造公司(Apparatebaufirma Neupert)等,其出產品在各文化國家(Kulturstaat)均曾知之而且引用之。在此處列名各廠,其器具構造之不同點,在其攜帶(Mitführung)氧氣之方式。椎革,”維斯法利亞”,法國之梯索(Tissot),英國之維革(Weg)及弗勒斯台維斯(Fleuss-Davis)各式之器具,均備有儲於鋼筒內之高壓氧氣。奧國納拍特公司之“氣動”(Pneumatogen)式器具及美國紐約

附近紐阿克 (Newark) 城之“塞胡斯救助設備公司” (Servus Rescue Equipment Company) 的器具，則將氧氣在固體形式下，作過氧化鈉鉀之方式而攜帶之。氧氣自此項過氧化物之放出，係以人類之呼吸致之；以此之故，是項器具，在開始使用時，需對之作有力的呼吸，迄其能自動工作時為止。巴黎液體空氣 (l'air liquide) 公司之“克勞得” (Claude) 式器具及啓如城韓賽亞器具製造公司蘇耳 (Suehs) 廠之“愛羅利特” (Aerolith) 式器具，係備有液體空氣。在一切器具中，除“克勞得”及“愛羅利特”二式外，呼出空氣中所含的二氧化碳及水蒸氣，均係以鹼金屬之氧化物 (Alkalioxyde) 將其縛住。

#### a. 德國

在大戰時，德國人曾利用兩種本國所產之氧氣防護器具；此兩種中首先應用者為椎革土奔式之自救器 (Selbstretter Dräger-Tübben)，以後所用者則係有能率的 (leistungsfähig) 軍用氧氣防護器具，而此二者乃均屬於肺力器具 (Lungenkraftgeräte) 者也 (參觀第 423 頁)。

德國之椎革土奔式自救器——此項器具，係因在第二次國際救助會議 (Rettungskongress) 採礦顧問土奔 (Tübben) 博士所予之暗示，在 1913 年為律白克 (Lübeck) 城之椎革廠 (Drägerwerk) 所造成，作為採礦上之用途者。在此項器具建造及試驗完畢後不久，世界大戰即行突發。是項器具，在德國軍隊中，首先將在坑道作業 (Stollenbau) 中取而用之，然後乃用之以作氣體防護；對於此兩種目的，此項器具均經證明其為可用。在世界大戰之經過中，共曾有十萬具以上之自救器發出。

此項自救器(參觀書末附圖 39 及 40),主要的為一個呼吸囊(Atmungssack),一隻有 0.4 升容量之氧氣筒(Sauerstoffzylinder)[所含氧氣,係在一百五十氣壓之壓力下;其量則在尋常氣壓下係合六十升者],一隻鹼罐(Kalipatrone),及一條備有口塊(Mundstück),塞子(Stöpsel),帶網(Gurtnetz),及鼻夾(Nasenklemmer)之連結管(Atmungsschlauch)所組成。呼吸之空氣,係作擺動式的運動。戴此器具者,將氧氣自呼吸囊經過鹼罐吸入,而復將其經過此罐而呼出。呼吸囊係以氣筒氣門(Zylinderventil)之暫時簡短的開放而為氧氣所充滿。呼出空氣內所含之二氧化碳及水蒸氣,為鹼罐填充物中之氫氧化鉀及氫氧化鈉顆粒所縛住。此項器具之使用期間,在作尋常的整步進行而行正確的呼吸時,最多可達四十五分鐘;在作劇烈的勞力工作時,則是項時間相當的減少。戴器具之鼻孔,係用一挾將其閉住。一副特別的眼鏡,擔任眼部之防護。整個器具重 4.3 仟克,鹼罐重 1.3 仟克,氧氣筒重 1.5 仟克。用完之鹼罐,其重量較大。將氧氣筒及鹼罐掉換後,是項器具立即重新可以應用。認明鹼罐是否用竭之方法,為將其搖動之,若其所含物不復作響時,即係已經用竭。

德國的軍用氧氣防護器具(HSS式器具)——一種改良的自救器,即係德國的軍用氧氣防護器具) Heeres-Sauerstoff-Schutzgeräte),簡稱 HSS 式器具 (HSS Geräte; H,S,S 三字,即係德文全名中每字之第一字母)者是也。此項器具,亦係在律白克城之椎革廠製造,一共約交出一萬六千具。HSS 式器具與自救器之表面上的區別,在其大小及重量(其重量為 7.5 仟克)。此項器具,非係佩帶於胸前,而係在左肩上及左半胸之前佩帶之(參觀書末附圖 44 及 45)。是項器具,亦如自救器之備有氧氣筒(重 2.3 仟克)及鹼罐(重 1.7 仟克),並備有呼吸囊,連結管,及口塊等;其鹼罐及氧氣筒,較之自救器之同一部份為大。氧氣筒之含量為 0.8 升,故其所裝之氧氣量,與在尋常氣壓下之一百二十升相當。以此之故,其使用期間亦遠較椎革式自救器為大。在身體完全恬靜(即睡下或坐下而毫不作運

動)時,是項期間爲三小時半至四小時;在作不斷的重工作時,爲一小時;工作較輕,則期間亦相當的延長。與自救器相對之另一改良,爲一個氧氣儲蓄測量器 (Sauerstoffvorratmesser),即終結表(Finimeter),之安入;此項終結表,將工作起始時氧氣筒內壓力及當使用器具時壓力之降低指明,使其總可看見。HSS式器具,容許曾經訓練之兵士,整天的做與重的身體勞動相聯之工作;並許其作約一小時久之勞苦的整步前進。

自救器及HSS式器具,亦可與德國式的防毒面具聯合而戴上之。旋下吸收罐後之口圈 (Mundring),可在其內將連結管 (Atmungsschlauch)之螺旋不透空氣的 (Gewinde) 旋入。口塊之取消,使戴上器具者得以說話。此類器具聯合之困難,在乎聯於氧氣器具上之面具,對於面具內過高之壓力必需保障其有大的不透性(Dichtigkeit),因否則氧氣將繼續的逃出面具,而因此氧氣儲蓄量不久即將告罄也。至大戰後,藉工業上用的特別防毒面具之製造,始得將此類條件,完全的滿足之(參觀第411頁)。

奧國人備有兩種氧氣防護器具;一種爲上文已提及之僅重 1.5 仟克的“氣動”(Pneumatogen)式器具(參觀書末附圖 59,)曾經一般的證明爲可用者;另一種則係殊不適宜之自救器樣式的輔助器具(Auxilator),重 5.5 仟克而備有一容量 0.7 升之氧氣筒者,此項器具之使用,最後將其停止,而改將德國的椎革式器具發出以代之。

#### b. 法國(參考 130)

椎革式器具 (Appareil Dräger) ——據在 1923 年七月十日號之軍事的

法國(*La France Militaire*)上發表之一篇論文,法國陸軍部,於伊迫附近的氣體攻擊之後,曾經發出命令,按照德國的樞革式自救器之模型,製造隔離器具;此項製造,係有人向陸軍部建議者〔參觀第 290 頁上所載之特別參考 21〕。自書末附圖 60 觀之,可見此項任務,係在何種方式下解決之。此項器具,據云容許戴之者作五十分鐘之較輕的工作,或作三十分鐘之不過於費力的工作,或在恬靜狀態下幾於過一小時;其技術上之實施,殊屬低劣。

梯索式器具(Appareil Tissot):——梯索(Tissot)式之隔離器具,不應將其與梯索式之箱形呼吸器(參觀第 262 頁)相混者,為一種備有不變的氧氣給與之肺力器具;在此項器具中空氣之循環,係由人類呼吸時之吸入與壓出以致之,而非若老式的德國構造法之藉吸入及壓出壓蓋(Saug-und Druckdrüse)以將空氣循環自動的推進之也。器具之各部份,均置於一隻負於攜帶者之背上的箱子內,惟其容量二升之鋼筒(將此升數乘一百五十氣壓,得三百升,即等於其所藏氧氣在尋常氣壓下之體積),則將其緊附於此箱之下(參觀書末附圖 61 及 62)。與一切其他氧氣器具相反,在此處呼出的二氧化碳之縛住,非用固體的顆粒狀吸收劑(Körnerregenerat)而係用液體狀之濃苛性鉀溶液(Kalilauge)。在各種不同的發展模型中,德國的器具技術,明白的顯出。

芳齊式器具(Appareil Féncy):——利爾芬(Liévin)中央救護事業處處長芳齊(Fénzy)氏之第一種模型,據云在 1916 年已經出現,並在法國陸軍中採用之;然此類器具之描述及其關於其試驗之報告,則迄今尙屬缺乏。是項器具,在大戰後,曾將在其肺部自動之基礎上進展之(參觀第 433 頁)。

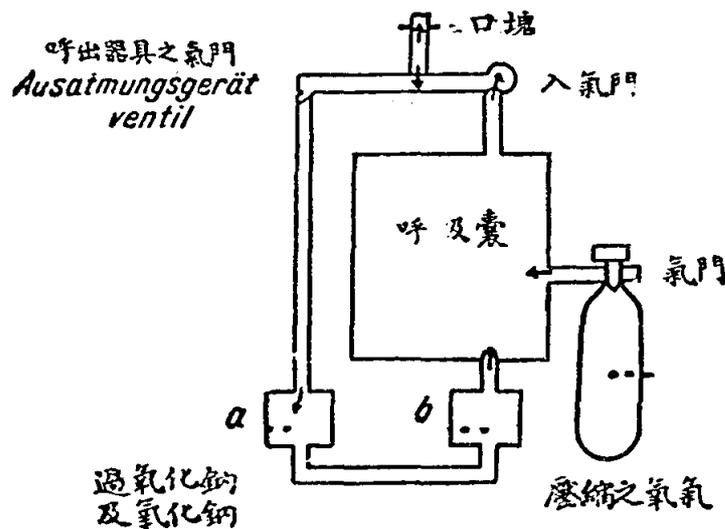


圖 15. 法國芳齊(Fénzy)式之“奧克細利特”器具(Oxylith-Gerät)  
〔直線圖代表法〕

“奧克細利特”器具(芳齊式)——此項“奧克細利特”器具 (Appareil à oxylythe), 亦為芳齊(F6nzy)氏所造成;其原則在於固體的過氧化鈉〔即“奧克細利特”(Oxylith)〕與濕的呼出空氣接觸而放出氧氣,與奧國之“氣動”器具相同。其最初構造計劃 (Konstruktionsentwürfe) 之缺點,如在對之呼吸時器具之慢慢的開始彈開(Anspringen), 及因過氧化物之分解所引起之劇烈的發熱,以致合縫處傷壞等,雖屬殊大,但據云此項器具,實係當大戰時在法國使用最多者(參考 130)。

圖 15 示一種較遲模型的是項器具之機能直線圖(Schematische Wirkungsweise)。吾人現不確知,此圖所代表者。其實現是否尚在大戰之時,抑在大戰後始得實現之。為除去慢慢的開始彈開之缺點起見,在此處備有一附加裝置(Zusatzeinrichtung);是項裝置,係作一隻內裝壓縮氧氣的小鋼筒之形式,其目的在於作第一次充滿呼吸囊之用。器具之總重量為八仟克;其防護期間據云為二小時。

### c. 英國(參考 132)

英國軍隊在大戰時,曾用兩種英國製造的氧氣器具。內中較重要者,為弗勒斯台維斯式器具(見下段)。

英國之弗勒斯台維斯式氧氣呼吸器具(Sauerstoff-Atmungsgerät Fleuss-Davis),“1914年之撲羅多式”(Proto 1914)——此項器具,與法國梯索式器具之同樣的為一種肺力器具。其大小及重量(十五仟克)均較德國式器具為大,因此其負擔係分置於戴之者之胸前及背後(參觀書末附圖 63 及 64)。在背後者為兩隻氧氣筒,其所含氧氣量,在尋常氣壓下合得二百五十升。一根管子,自戴器具者之左邊,導至懸於胸前之呼吸囊。此項用巴拉橡皮(Paragummi)製成之呼吸囊,備有一層帆布製的保護套(Schutzhülle);其內部則有一層平的橡皮隔牆,故成兩個彼此相疊之袋,前面一袋為盛呼出空氣之用,後面之袋則作裝盛吸入空氣之用。呼吸囊之底,上置一層苛性鹼條;其隔牆則止於此層之上五厘米。在隔牆之兩面,均備有五條直立的肋骨(Vertikalrippe),以使循環之空氣能以無阻力的行過。與呼吸囊緊緊的聯住者,有連上入氣管(Einatmungsschlauch)及出氣管(Ausatmungsschlauch)之接連處(Anschlüsse),一個壓力過高放氣門(Überdruckventil),及一個接連處,為聯上一隻用棉絮(Watte)隔離之雙牆(doppelwandig)的冷凝器(Kühler)之用者。檢驗氣壓表(Prüfungsmanometer),置於一袋內,而此袋則係縫於呼吸囊之保護套上。自呼吸囊上,有兩根橡皮

製之可摺的軟管 (Gummifaltenschlauch), 每根在拉直狀態下各長二十七立方厘米者, 導至一個聯於鍍銀的金屬管上之橡皮口塊, 至呼吸氣門, 則在可摺的軟管下端之接件 (Anschlussstücke) 上。呼吸部份, 用口帶 (Mundgurt) 及革條 (Riemen) 與一織花布套 (Drellkappe) 相聯, 故呼吸之端 (Atemende) 對於口部呼吸部份之壓出及吸入之負擔, 大大的減輕。

“撲羅多” 式器具, 亦往往配以合式的石棉套及石棉圍裙 (Schürze) 而佩帶之, 例如在衝入燃燒之掩蔽部或建築物之時是也。

英國之“沙如浮斯”(Salvus) 式氧氣呼吸器具 —— 除“撲羅多” 式器具外, 尚有一種較小及較簡單的器具, 名之為“沙如浮斯” 器具者, 亦曾使用。此項器具之有效期間, 在三十分鐘以下。是項器具, 又曾將其與箱形呼吸器之觀察面具 (Gesichtsmaske) 聯合而戴之。至其能率則殊不及“撲羅多” 式器具也。

### 關於輕便的氧氣防護器具之特別參考

#### I 在大戰前發表者

1. Callon: "Apparat von Galibert", Annales des mines, [10] 5, 131 (1864).
2. "Apparat von Rouquayrol-Denayrouze", Dinglers Polytech. J., 178, 25(1865).
3. v. Bremen: "Atmungs-und Beleuchtungsapparate und ihre Anwendung im Bergbau". (Kiel, 1873).
4. de Place: "Berichte über Rettungsapparate und Arbeiten in unatembaren Gasen", Bulletin de la société de l'industrie minérales, Paris, 1873, p. 785.
5. Mayer: "Atmungsapparate im Bergbau", Österreichische Zeitschrift für Berg-und Hüttenwesen, Nr. 1, 1898.
6. Dräger, B.: "Neuer Untersuchungen über die Erfordernisse eines zur Arbeit brauchbaren Rettungsapparates". In Glückauf, p. 1331. Essen, 1904.
7. Bamberger und Böck: "Pneumatogen, ein neues System von Atmungsapparaten". In "Glückauf", p. 798. Essen, 1905.
8. Tissot: "Atmungsapparate für irrespirable Gase", Compt. rend. soc. ind. minérales, p. 195 (Paris, 1907).
9. Grahn: "Der Aerolith". In "Glückauf", p. 313. Essen, 1907.
10. Hill: "Breathing Apparatus for Use in Mines", Engineering,

1914, No. 2, p. 93. London, 1908.

11. Mingramm: "Drägers Rettungsapparat", Engineering and Mining Journal, No. 85, p. 900. London, 1908.
12. Jüngst: "Die Vorgeschichte der Atmungsapparate im Bergbau". In "Glückauf" No. 24, p. 833. Essen, 1909.
13. Dräger, B.: "Der Wedegang des Rettungsapparats". Verlag Baedeker, Essen, 1912.
14. Dräger-Hefte, Jahrgänge 1912/13.

#### II. 當大戰時發表者

15. "Über Atmungsgeräte für den Feldgebrauch". im Auftrage der Medizinal Abteilung des Preussischen Kriegsministeriums. Dräger-Werke, Lübeck, 1915.
16. "Feldanweisung R. Selbstretter Dräger-Tübben". Lübeck, 1915.
17. "Feldanweisung RII. Gasschutzgerät 1910/11". Lübeck, 1915.
18. "Feldanweisung HSS. Heeressauerstoffschutzgerät". Lübeck, 1916.
19. Haldane, J. S.: "Rescue Apparatus for Use in Irrespirable Atmospheres". Part I, 1914; Part II, 1915. In Trans. Inst. Min. Eng., 47, 725; 48, 550.
20. Henderson and Paul: "Oxygen Rescue Apparatus and Physiological Effects on Users". Bureau of Mines Technical Paper No. 82 (Washington, 1917).
21. Ministère de l'Armement: "Nomenclature des Pièces détachées d'Appareil Dräger". Paris, March 30, 1918.
22. Dräger-Hefte, Jahrgänge 1914 bis 1918.

#### III. 在大戰後發表者(見後文第 433 頁)

### C. 整個身體表面的氣體防護設備

以德國的黃十字軍用物質(即芥子氣或二氯二乙硫)之引用,軍用物質的功效,不復僅限於目部及內部器官之傷害,而且

亦同時的遍及整個的身體表面 (Körperoberfläche)。因此協約國方面看見,有最迅速的製造相當氣體防護設備 (Gasschutzausrüstungen) 及予其軍隊以是項設備之必要。

防毒衣 (Schutzkleidung oder Kampfanzug) ——對於前線兵士的防毒衣之必需提出的條件,與對於防毒面具之實際上的條件,極屬相似。二者均需能迅速的穿上或戴上。防毒衣之不透氣的緊閉,在穿上後立刻需有可能的完全,在久穿時亦仍需如此;且其對於芥子氣之防護功效,亦需可以保持一較長的時間。此項衣服本身,應屬可能的輕而便,以使兵士之作戰活動,不致感受困難。是項衣服,又應對天氣之影響不易感受,對於機械式之傷損有某種程度之抵抗力,且在穿上時應能耐久 (haltbar)。最後為步兵之利益起見,此項衣服,並願其易於置放,即所需之地方應少而其重量則應低是也。

此類條件之滿足,對於防毒衣殊屬異常的難;其解決在大戰時亦祇能得到某種程度的成功。例如隔離衣服 (Isolieranzüge) 之穿上,尤其在熱天時,以其影響身體上之蒸發,兵士對之感覺異常的困難(參考 82)。

英國及美國方面之最初的製造研究,係採取橡皮布以作原料。此法製成之衣服,以其防護功效之不够,經試驗證明其為不合用,因橡皮為芥子氣所溶解也(參考 202)。用亞麻子油漆 (Leinölfirnis) 浸漬之薄棉紗布,為法國人所引用者,因其在溫熱的天氣下之太屬不便,亦不能令人滿意(參考 110)。半透性

之布質，曾用一種膠質 (Gelatine) 及甘油的溶液將其飽和而隨後令其經過鞣製之手續 (gegerbt) 以使其膠質變為在水內不能溶解者，對於戰場上之應用，亦同樣的不應使用之。 反之是項衣服，在芥子氣廠中用作工人之防毒衣，則經證明其為合用；在此處之防護，另外尚需加一鋁製的護頭盔 (Kopfschutzhaube) 以完成之。

美國式之防毒衣，最後為一種雙層之布質所組成。 外面一層，係用一種未曾有進一步的描寫之物質名為“辛卜勒克新”(Simplexin)者飽和之；裏面一層布質，則不將其浸漬。 是項衣服在戰場上之防護能率，據云堪稱滿意。 對於濃的氣體，此項衣服能作約計三十分鐘左右之防護；對於較弱之芥子氣氣霧，則能作一百分鐘以上之防護。 多件之此類防毒衣，曾在前線上使用之(參考 82)；在暴露地點之作戰部隊及去毒部隊 (Entgiftungsstrupp)，為首先備有此類衣服的部隊。

在缺乏防毒衣時，與芥子氣飛沫 (Senfgassspritzer) 接觸後，立刻需將一切衣服及換洗件 (Wäschestücke)，包括靴鞋在內，一齊掉換。 法國人着重的聲明(參考 110)，撒布芥子氣之制服及換洗件，經證明將其於壓力蒸煮器 (Autoklaven) 內用流過之蒸汽處理以去毒，其結果極佳；而在水內徹底的蒸煮 (Auskothen)，更遠較此法為佳(參觀第 438 頁)。

防毒手套 (Schutzhandschuhe)—— 為保護手起見，協約國用布製之長手套；其所用之布，係曾用“派羅克細林”

(Pyroxylin)浸漬者。自一般言之，應用之樣式爲一指式(Ein-Finger-Typ)。德國的防毒手套，則係用皮革或纖維素 (Zellstoff)製成。

防毒靴 (Schutzstiefel) —— 靴鞋之防護，曾有試行用極爲合式但易脫下之套鞋 (Überschuhe) 以致之者。此外特別製就之靴，即所謂之“戰壕靴” (Grabenstiefel)，據云亦曾爲法國人所用(參考 110)。

塗膏狀防護劑 (Galenische Schutzmittel) —— 協約國方面，用一種下列成分之防護膏 (Schutzsalbe)，以作皮膚之防止性的 (vorbeugend) 防護劑：氧化鋅 45%，亞麻子油 30%，豬油 10%，羊毛脂 (Lanolin) 15%，對於已爲芥子氣打濕之皮膚，則用漂白粉將其灑上(參觀第 78—79 頁)。德國人對於因黃十字氣第一號及藍十字軍用物質所致之皮膚傷害，亦偏向用後者(即漂白粉)以作處理劑(參考 79)。

地域之去毒 (Geländeentgiftung) —— 將防毒衣之時間有限及不够應付的防護能率予以考慮，即知撒布芥子氣飛沫部份之地域，其去毒實有迫切的需要。爲作是項去毒起見，所用之藥劑爲漂白粉。至此項工作之執行，則由所謂之“去毒部隊” (Entgiftungstrupp) 或“除去氣體的部隊” (Entgasungstrupp) 負責。是項人員，必需特別慎重，穿上够多的身體防護；此項防護工具，包括防毒面具，防毒衣，防毒手套，及防毒套鞋等。用防毒衣祇能於有限時間內予人以防護，同時並應於可能範圍內

予彼等以時常的換其全部衣服之可能性。最後一種需要(即時常換衣),在有芥子氣射擊時,並對整個遇着的作戰部隊,均係適用。協約國方面,以其有幾於無限的原料富源,係在一種情況下,得以於前線附近,設置存制服,靴鞋,及換洗件之大的預備倉庫(Reservedepot)。

## 2. 一般的氣體防護處置(集團或集合防護法)

在地域中造成一種整個的防護以防禦化學兵器,使個別的人並無任何困累,為一種不可能之事,已在上文第 234 頁上言及之。雖然,用各種的氣體防護處置(Gasschutzmassnahmen)以在有限的區域得一種集團防護(Kollektivschutz),則會得成功。

不透氣體的掩蔽部(Gasdichte Unterstände)——在大戰中,所謂之“不透氣的掩蔽部”在德國方面的氣體防護中,占一比較重要的地位。此項名詞之真正的意義,並非指不透氣或不透空氣;其所取之形式,為將尋常之避爆裂彈的掩蔽部,於適宜的土壤情形下(肥沃之地土,認為合宜;白堊及石灰地,則有問題),備以減低空氣流動(Luftzug)的裝置,以使空氣在掩蔽部內存留不動,而藉此避免氣體之自外間散布入內,無論如何,可藉此將此項氣體之進入延遲。此類防護設備,包括在接合處用布塞緊之緊閉的門,掩蔽部其他一切洞口之塞住或關好,及在門

後(或用以代門)之懸上羊毛氈(Decke)。此項羊毛氈,在有酸性氣(用氯氣之吹放攻擊)之期間中,係用鹼性之防護鹽溶液(如自燒焦的木頭得來應急之碳酸鉀,碳酸鈉,硫代硫酸鈉抑或硫化鉀等之溶液)將其灑上;在掩蔽部之內,亦將同樣之溶液,用噴射器撒布之。協約國方面,以後將羊毛氈用所謂之“掩蔽部(Dugout)氈”以代之;此類之氈,係自棉花製成,而於前線後利用特別的裝置,將其用百分之八十五的石蠟油(Paraffinöl)與百分之十五的亞麻子油漆之混和物浸漬之者。

在此種應急式設立之半透性掩蔽部中,自睡眠中為氣體警報所驚醒之人員,得有時間將其面具安然的戴上。在將進入處(Zugänge)慎重的塞緊,尤其在用隔相當距離之雙層門時,建築堅固的掩蔽部對於氣體之防護能率,相當的增高;在該項情形下,是項掩蔽部合於作電話掩蔽部或衛生掩蔽部(Sanitätsunterstand)之用。

上述防護氈(Schutzdecke)處理之不便,導至特別的轉動式防護設備(Rollschutzvorrichtung,亦稱 Rolljalousien)之建造。此項設備,係置於每一門或掩蔽部進口之前,用斜的支柱(Stütze)撐住(參觀圖 16);在有氣體危險時,將其放下如此之多,以使其下端在地上尙拖出二十厘米之長(參觀圖17)。德國式及法國式之轉動式防護設備,均與此二圖中所代表之英國式圖形相似;然在德國方面,據目擊者之評判,是項設備並不享受特別的估價(Werteschtätzung),而在法國前線上,則於“迫林

勒”(Perinel)之名稱下,此項設備極為流行(參考 249)。

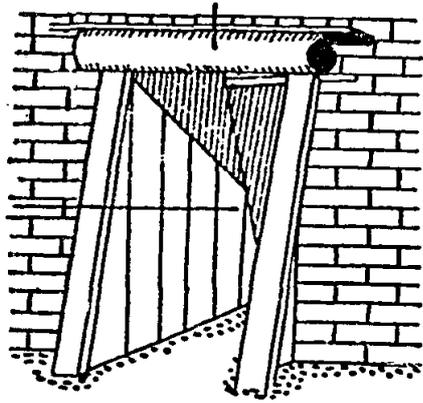


圖 16.

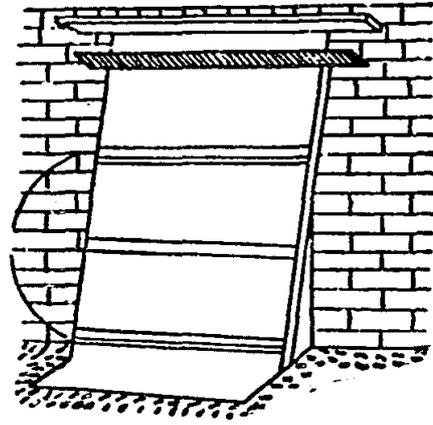


圖 17.

不透氣的掩蔽部前之英國式的轉動式防護設備

無論如何,一切此項多少成功之緊密設備,均不能改變此類掩蔽部之時間性有限的防護能率之基本原則,因其內部之空氣,以氧氣之缺少及二氧化碳之增多,對於在內之人,漸漸的變為不能呼吸也。自一般言之,在德國方面,一直迄大戰之終,均係用半透性之掩蔽部;但在協約國方面則非係如此,彼等在大戰之末年,以德國之劇烈的採用氣體彈藥,被迫設計特別的裝置,以容許其為不斷的戴上防毒面具所疲困之兵士,得作一較長時間之安靜的休息。因此氣體防護掩蔽部(Gasschutzunterstände),為節省人力及防毒面具吸收罐起見,成為必要。

此類的掩蔽部,需要新鮮空氣的引入。在戰場情形下自外間引入空氣,係假定預先將其在大氣內存在之軍用氣體除去。作是項用途,法國人(參考 223)偏向採用所謂之“泥土過濾器”(法文稱為 Lapieques-Filter, 德文譯為 Erdfilter),即大平面

之富於膏泥(humusreich)而不過溼的泥土(Erde)。藉此項泥土之特別的築緊(Packung),彼等達到每平方米每分鐘有三分之一立方米之除去軍用氣體物質的空氣通過。在圖 18 所示之小的泥土過濾器中,已需用一通風機(Ventilator),因否則通過

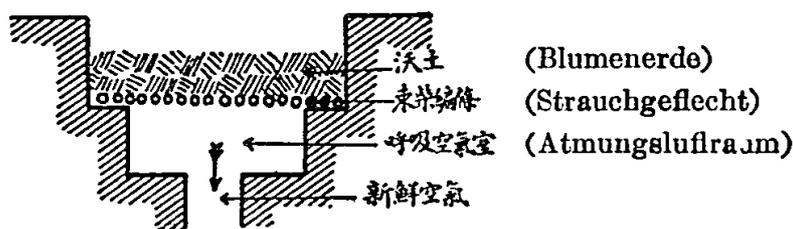


圖 18. 法國式之泥土過濾器(直線圖代表法)  
〔按照蒲陸希氏〕

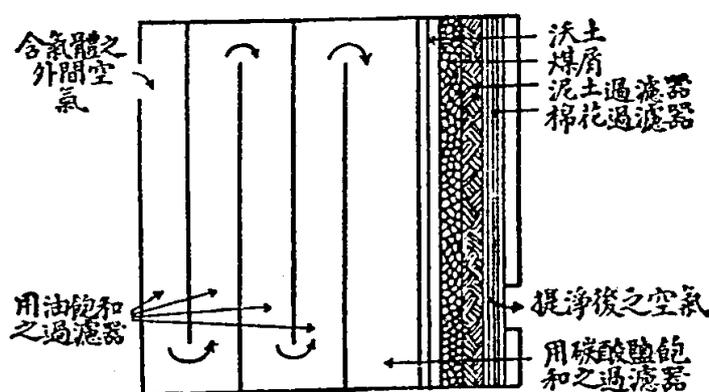


圖 19. 法國式過濾櫃(Filterkiste)〔直線圖代表法〕  
〔按照蒲陸希(P. Bloch)氏〕

之新鮮空氣,將不敷用也。通風機之使用,同時呈一優點,即在掩蔽部內引起多餘的壓力(Überdruck),而藉此對含氣體的外間空氣之傳播(Diffusion)予以防護。法國式之過濾櫃(Filterkiste),亦稱勒克勒(Le Clerque)或畢克特式過濾櫃(Pictets-Filterkiste),其構造見圖 19 中者,亦以同一的原則為基礎。

反之英國人（參考 132）則用裝有化學填充物之過濾器及特別的通風機；是項通風機，係將新鮮空氣經過此項過濾器而吸入掩蔽部內者。英國人共用三種樣式之此類為氣體防護掩蔽部用的通風設備；內中兩種較小的器具係用手搖而足供四十人至一百四十人之用，一種大的器具則係用一電氣摩托趕動之而係指定供四百至五百人之用。

俄國陸軍，亦與德國軍隊相同，未曾有通風式之氣體防護掩蔽部（Ventilationsgasschutzunterstände），而祇備有半透性的掩蔽部。第一類掩蔽部的缺乏及其需要的不存在之事實，拔夫洛夫（Pawlow）氏以下語解釋之（參考 195）：“在俄國前線上，化學兵器之傳布，不若在法國上之廣；且俄國人退出大戰較早，故不及受整個兵工廠的德國軍用物質之試驗”。自事實上言之，德國方面曾對俄國人採用綠十字氣及藍十字氣，但從未對之用黃十字氣。

最後在大戰時，法國人已曾作在氣體防護掩蔽部內產生空氣或氧氣之試驗。據彼等之見解（參考 223），液體空氣及壓縮氧氣，均未能證明其為特別合用，以其不能保藏一够長之時間也。對於液體空氣，此項指摘（Klage）或係適當；對於壓縮的氧氣，則無論如何，根據德國之戰爭經驗，不能證實之。在鋼管內凝縮之氧氣，在戰場上應用及在海軍中（就中尤其對於潛水艇船員呼吸之供給），均經徹底的證明為合用。在潛水艇中，雖需帶有殊大數量之氧氣，但關於其所用的鋼管之氣門不緊，以致在作

長途旅行時往往引起殊屬不同之溫度影響，則係一種指摘，迄今並未在任何處確知有其事者。在沒入水中的潛水艇內之船員，其在恬靜而作活動(fätig)的狀態下之平均要求，爲每人每小時三十升氧氣(參觀海軍部軍醫層他格(Sontag)博士著之潛水艇上(Auf U-Booten)一文，載在司瓦特(Schwarte)著之世界大戰(Der grosse Krieg)一書第九冊第451頁上，1923年出版)；對於氣體防護掩蔽部，非若潛水艇之對外間空氣密封者，此項數目字係屬太高。

反之法國人據云曾用“奧克細利特”(即過氧化鈉)而得良好的經驗。且法國的氣體防護規程(Gasschutzvorschrift)，除壓縮氧氣外，並提及發出氧氣之藥劑；此即係指明，在大戰後，是項手續，仍然保留之。每一人所需之“奧克細利特”(Oxylith)量，據云爲每四小時五十克。氧氣之放出，或係在一廠開(offen)的容器內，或係在一種按照乙炔發生器樣式製成之特別的發生器內行之。

用火的氣體防護——一種對付吹放攻擊之氣體防護工具，尤其爲俄國人予以極高的估價者，即係尋常之火。俄國人在有氣體危險之地域，於其戰壕之前樹立兩排柴堆(Scheiterhaufen)；內中向敵人之一排，爲冷柴堆，即用潮溼而不易燃燒之材料構成，點着後產熱少而產烟則多者；反之直接的在本國戰壕前之一排，則係溫熱柴堆，即自乾燥的材料構成之熱烈的燃燒之柴枝堆是也。此項柴堆之點着，係用石油以助之；此物將其在

散兵壕內保存以準備作是項用途。此法之思想，爲烟將氣雲冲淡，而是項冲淡的氣雲，又爲熱氣使其上昇。烟及煤烟(Russ)，在俄國人之氣體防護中，實占一種重要的(當然係極屬估計過高的)地位。所謂之“烟劍”(Rauchsäbel)，卽一種二十七厘米長之硬紙筒(Papphülse)，內裝萘(Naphthalene)，氯酸鉀，及木炭者，在點着後，發出約四分鐘久之一種強烈，極熱的烟流，而成大量的煤烟，此烟據云將氣體吸收之。此法之防護功效，極有可疑之處。此外俄國兵士，以誤解命令，曾將是項烟劍，當作氣體手榴彈，而擲於德國戰壕之內(參考 83)。

另外一種根據同一原則之氣體防護器具，爲所謂之“納勿撒防護器具”(Naphthaabwehrgerät)。此項器具，僅爲一個木箱所組成，內含用“納勿撒”(Naphtha)飽和的碎木片及兩瓶粗“納勿撒”。當氣雲急向我方進行時，將此項器具點着後，將其擲於戰壕之前。器具內之瓶，以熱量之增而爆炸，發出一種高高照耀的(hochlodernd)火焰。

意大利人亦製成特別的用火之氣體防護器具；是項器具，卽係內裝用柏油(Pech)及油飽和之稻草或乾的椰子殼(Kukuruzkolben)之布袋，在意文稱之爲 Sacchi nicolaidi; fagotti macetti 者。器具之點燃，係用石油以助之，與俄國人之法同。高高照耀之火焰，散出強烈之熱氣者，其燃燒期間爲兩分鐘。

最後在放射攻擊之初期，英國人亦曾屢次的使用火的防護法(Feuerabwehr)。雖然，一切此類處置，均無若何意義；事實

上的氣體防護，並不能以此法達到之，但吾人可將其當作一種緩和劑 (Palliativmittel) 評價。

除去氣體(Entgasung)——反之燃燒的火 (Feuerbrand)，尤其在燃燒籃 (Brandkorb) 之形式下，在遇有攻擊後作除去戰壕及掩蔽部內氣體之用，殊屬有效，而因此一切交戰國均備有之。同一排除空氣(entlüftung)之目的，亦可用應急的造成之手搖風扇(Handluftwedel)或戰壕風扇(Grabenfächer)以達到之。此外法國人(參考 223)並利用噴散器 (Pulvérisateurs, 德文譯為 Vermorelzerstäuber) 以作此項用途；是項噴散器，為一隻含十五升液體之容器，一具唧筒，及一個作噴射用之特別氣門所組成。在有酸性氣體之時期中，用此器噴射“蘇爾維溶液”(Solvay-Lösung，即一種碳酸鈉溶液，在冷天另加食鹽以將其凝結點降低者)或“海波蘇爾維溶液”(Hypo-Solvay-Lösung，即硫代硫酸鈉溶液)。以後法國人用一種硫化鉀(Schwefelleber)及碳酸鉀之溶液；此項溶液，據云可以應付除芥子氣及膾(Arsine)外之一切德國的氣體。噴散器似曾證明為可用，因其在大戰後仍得保留也(參考 162)。反之在德國方面，則內裝吡啶(Pyridine)之噴射器，原意尤其在對付光氣者，未能滿足其期望，而經過一個簡短的試驗時後，重復放棄。在氣體散布殊濃的空間，例如在坑道中，必需使抽氣唧筒(Saugpumpen)活動。

在放射攻擊時之警報器具 (Alarmgeräte) ——協約

國之各種的努力，以求對其所怕的吹放射攻擊之奇襲在任何方式下得有安全保障，導至各種系統之靈巧的警報器具，尤其在法國人方面之試驗。一切此類器具之起點，均在試行將在空氣中於氣雲之前進行的最小量的氯氣，用化學反應（與氨成霧，在銅絲網上作綠色之火焰，等）或物理手續（Vorgang），立即認識之。為作後項任務（即利用物理上的手續）起見，所用者為所謂之“檢出器”（Detektorapparate），此項器具，必需夠輕便，有抵抗力，而不令人驚異，以致可將其安置於本國最前線之前約五十米。兩根電線，自此器導至置於第一道戰壕內之發響機械（Läutewerk）或白熱燈（Glühlampe）。檢出器之原則，在於一根積電之針，因氯氣的存在在大氣中所引起的傳電性，致失去其電（entpolarisiert），而藉此去電（Ausschlag）將警報器具之電流圈（Stromkreis）連起（schloss）（參考 223）。俄國的氣體識覺器具（Gaswahrnehmungsapparat），似亦係建築在同一原則上；此項器具，為一位曾為俄國人作極佳的服務之啓烏（Kiewer）工程師所發明。對於一切此類器具之主要的條件，為夠大的感覺性，不需較強的氣體濃度方能使之工作者，因在此項情形下，在距離為五十米而風速為每秒鐘三米時，祇需約計十五秒鐘時間，即將達到也。

敵人所軍用氣體物質之證明及認識——為認明敵人所放射之軍用氣體物質起見，法國人曾在有氣體危險之地域，備有試驗器具（Untersuchungsgeräte）；此項器具，予彼等以利

用化學反應在當地鑑定氣雲中的個別組份之可能性。其所用之器具模型，計有兩種：較簡單的第一號器具，在大隊的氣體警戒步哨 (Bataillons-Gassicherungsstellen) 中用之；能率較高的第二號器具，則在旅團及師團司令部中用之。此項器具，僅爲一隻風箱 (Luftgebläse) 及數隻裝盛各種藥劑的玻璃圓筒所組成；含氣體的空氣，將其吹過是項圓筒。至所用之藥劑，在最初時期所備者，爲棉花與碘化鉀溶液以辨識氯氣，苯胺水以證明光氣，硝酸銀溶液以辨識砷化合物，及棉花與“凡士林”油 (Vaselinöl) 以證明催淚氣(參考 60)。此項器具，在改良的形式下，加他種之藥劑，在敵人施行氣體射擊時亦曾用之。在德國方面，多偏向用真空之熔封的 (zugeschmolzen) 小玻璃球；是項玻璃球，在含氣體的大氣內祇將其打開以取試驗樣本，旋即將其封閉，而迅速的將其送至化學試驗處以求得進一步的解釋。

敵方計劃好的吹放攻擊及氣體投射砲攻擊之標識法 (Anzeichen) —— 對於利用埋好的吹放攻擊或氣體投射砲攻擊之出乎不意的氣體奇襲，其最好的氣體防護處置，在過去及現在，均爲軍隊之加緊的注意；是項軍隊，必需加以訓練，使其及時的認識敵人關於此類計劃之準備處置。在此方面，彼等有搜索機關，如斥候隊，向前推進之氣體警戒步哨，飛機，聽察站 (Abhörstation)，及情報勤務 (Nachrichtendienst) 以助之。

按照俄國及法國規定之一種放射攻擊標識法，係屬如下(參考 162)：

1. 在前後相連之晚間,有金屬物達到同一戰綫之同一處;
2. 在交通壕(Verbindungsgraben)內,有較勤的交通,尤其有長的運送者縱隊(Trägekolonnen);
3. 有金屬物相擊的響聲;
4. 有微弱的氣體臭味;
5. 在最前戰壕中,常常有手電筒(Taschenlampe)的燃着;
6. 敵方戰壕之胸牆,因泥土堆起(Erdaufwurf)及砂囊建築而有變動,同時砲眼(Schiesscharten)並有驚人的迅速增加;
7. 有用小旗或小玻璃球的氣候測量;
8. 有嚇聲(Zischen),最後有氣雲。

氣體投射砲的埋設(此項埋設,已於第 221 頁言及,多半非在第一道戰壕內,而係在中間地域內,約在第二道戰壕的高地之處),其標識係屬如下:

1. 飛機照像(Fliegerbilder) 在其上顯出有規則的在一直線上排列之彈痕(Granattrichter),往往並有作蜂房形狀之戰壕圖。
2. 有運輸的聲音 在埋設處附近,有輕便鐵道接來。
3. 有金屬物相擊的聲音。

氣體警報(Gasalarm) ——“氣體警報”與其他警報之明晰的區別,在一切交戰國中均認為有價值。 氣體警報之標識,有多種不同的方式,且往往可以變換;雖然,吾人總應注意,此項警報,有其特點,而與部隊之一般的警報,有明晰之區別。 曾經用過之氣體警報設備,有笛子(Pfeifen),信號號角(Signalhörner),各種發金聲及木聲的樂器,如音響板(Schallbleche),鐵軌(Eisenschienen),藥莢(Kartuschhülsen),及各種樣式及大小之鐘(往往用教堂之鐘)等;此外尚有各種發光的信號,如紅,綠,藍(在俄國用之)各色之照明火箭(Leuchtracketen),及

安於長桿上之稻草製的火把(在當地製就者),等等。用手轉動之“叫號音響機”(Heulsirene),經證明爲一合宜的氣體警報樂器, 意大利人亦用一種與此相似之器具;其所取之形式爲發尖音的火箭 (razzo soibilante, 德文譯爲 pfeifende Raketen)。此項音響機,用時係射入空氣中,而在此時即發出一種透徹 (durchdringend) 的聲音,在遠處可以聽到者。

法國人在陣地戰中,有“氣體警戒地帶”(Zones d'alertes aux gaz)之設置。在敵方的吹放或投射砲攻擊似有可能之正面地處(Frontstelle),特將地帶分別如下:“第一號 Z. P. 地帶”(Zone Z. P. 1),迄五千米之縱深爲止,爲投射砲攻擊的功效之限度;“第二號 Z. P. 地帶”,接上第一號地帶,自五千米迄二十千米之縱深爲止,爲氣雲功效之限度。前線之警戒,由“氣體巡防步哨”(postes de guet pour les gaz)擔任,每二百米寬之正面線上置一人,每人備有一架警報器具如自動號角(Autohupe)等;在此後三百米,有一線之“信號傳遞步哨”(postes des signaux relais),每名之旁,中間隔八百米,而每人備有一架“叫號音響機”(Heulsirene);在此線又八百米,配置第二線之“信號傳遞步哨”;最後在此項排列之後,將警報用電話,教堂鐘,喇叭聲音 (Trompetentöne), 等等,保障其傳至二十千米之縱深爲止。至所遇者究爲投射砲或吹放攻擊,係於“第一號 Z. P. 地帶”內,在其警報器具處理之不同表示之;前者(即投射砲攻擊)用可能的短聲音,後者(即吹放攻擊)則用拉長的聲音以表顯之。此項

規定，似在大戰中曾經徹底的證明為可用，因在大戰後之法國氣體防護規程(參考 162)中，仍在同一的形式下將其取過來也。

野戰測候服務 (Feldwetterdienst) —— 最後有所謂之“野戰測候服務”，在氣體防護及本國之氣體攻擊企圖中，均有殊大的重要。軍事上野戰測候服務之組織，在世界大戰中，自數方面之理由，曾占一種重要的位置。此項服務，對於空中服務(飛機，飛艇，繫留氣球，傳信鴿，等)及在作砲隊射擊時彈道上的當日影響(Tageseinflüsse)之決定，均係不可少；此外對於音響標定部隊(Schallmesstrupp)及氣體服務 (Gasdienst)，亦係如此。

對於最後一項(即氣體服務)，野戰測候服務的重要之認識，在數國係於大戰時始行極屬漸漸的得到之。在德國方面，雖於 1915 年四月，已為伊迫附近之吹放攻擊設立一種前線測候服務 (Front wetterdienst)，在他國則非係如此；例如法國對此方面之進行，甚為延遲，而在較德國遲去許多之時，即 1916 年十月，始行改編其空中測候服務 (Flugwetterdienst)，使其亦作氣體技術上之用途而可以有用(參考 66, 152)。至其最後的組織法，則頗屬確切的模仿德國模型；其前線觀測所之技術上設備的準確測定儀器 (Messinstrument)，據云甚至優於德國(參考 152)。在大戰之最後兩年中，法國人軍隊中對於測候服務之增高的重要，得有認識；至 1918 年，此項認識並有表面上的表顯，即有一次完全的改組，而設立一位將軍階級之“整個的軍事上測候服

務之技術指導官”(參考 152)。

對於氣體服務，就中首以前線測候服務為有關係。此項測候服務之任務，在預先知道軍隊需對敵方氣體企圖(主要的為吹放攻擊)加緊準備之時間，而予軍隊以相當的警告。此項預言，對於所謂之有氣體危險的地域(即地域之按照整個的當地情形適宜於敵方施行吹放攻擊者)，特別重要。此外當本國施行氣體攻擊企圖時，在相關的服務範圍(Dienstbereich)之前線測候服務，亦應合作。因此以適當的理由，多數交戰國，均將前線測候服務置於氣體服務之下。

野戰測候服務的組織，主要均係按照下列方式構成：

此項服務分為前綫觀測哨位(Frontbeobachtungsposten)，主要的觀測哨位(Hauptbeobachtungsposten)，及野戰測候所(Feldwetterwarte)。

前綫觀測哨位，係沿前綫支配，多半在第一道及第二道戰壕之間；其支配方法，係每一百仟米上約設十二個哨位，每處二人。此項哨兵之設備，使其能以在約二米之高度下測定近地面一層空氣中之風向及風速。此項測定，每二小時執行一次，而將其登記於觀測簿上。所得結果，每日將其對其所屬之主要的觀測哨位，報告一次。除此項規定的活動外，尚有特別的測定與報告，例如在正面地區有作氣體準備的命令發出之時，抑或當風向或整個的天氣情形忽然改變是也。

主要的觀測哨位，亦名之為前綫測候所(Frontwetterwarten)者，置在前綫後之可能的空曠地域內，而作一處天然或人造的高處作測定；其哨位每處有三人。彼等用無可反對的儀器所作之測定，每日執行九次；其測定之項目，有風向，風力，及相對濕度等。此項哨位本身所作之測定及其自前綫觀測哨位得來者，每日向其所屬之野戰測候所傳達一次。

野戰測候所，亦稱軍測候所(Armeewetterwarten)者，每軍(Armee)祇有一個，由富有經驗之有科學訓練的軍官指導之。其設備中之最重要的儀器，有氣壓計自記氣壓計(Barograph)，地形儀(Theodolit)，濕度計(Aspirations psychrometer)，雲鏡(Wolkenspiegel)，風速計(Anemometer)，指南針等。至測定風向，則用橡皮製之測風針(Gummipiloten)。以自野戰中央測候所(Feldwetterzentrale)得來之一般的天氣預報及每日由其所屬之主要的觀測哨位及前綫觀測哨位

交入之報告爲根據，野戰測候所，不斷的得到一種關於前綫之瞬息的及預料的風向及風力情形之判斷，而按此給出往下二十四小時的天氣預報。

美國的測候服務(參考 192)之組織，亦與上述者鮮有區別，而與英，法二國之測候所，有密切的合作。爲此項服務所備之人員，總計爲十四名軍官及三十名兵士所組成者，於 1918 年在戰場上出現。在 1918 年五月初，最初之氣象測候站，始行設立；是項測候站，即係在飛機及砲兵之訓練中心 (Ausbildungszentren)。最後在前方地帶，有六個美國測候所 (Wetterstation) 存在；此六處均係在阿根倫(Argonnen)與莫塞如(Mosel)間之地區內，內中有五處爲在最前線後八至十三千米之前線測候所，其他一處則係在哥倫背勒伯如 (Colombey les Belles)之所謂的“氣象測候站司令部”(Hauptquartier)。此項司令部，每日發出四次一般的及特別的天氣預報，故自其活動上言之，實與德國的軍測候所相當。美國人在原則上係利用無線電報以將天氣上之觀測傳遞至其軍隊；惟其對於氣體服務 (Gasdienst)之報告，則係用電話以傳達之。氣象測候站司令部，備有一處不斷的工作之無線電聽察所 (Abhörstation)，其任務在於按時的跟隨德國野戰測候局 (Feldwetterstation) 之報告，及接受本國前線測候站 (Frontstation) 之報告。因此德國之前線測候服務，尤其爲氣體服務之利益着想，被迫用常常變換的隱語以資工作。

兵器防護 (Waffenschutz) 及器具防護 (Geräteschutz)

——對於保持兵器，彈藥，及器具能以應用之氣體防護處置，尤其在吹放攻擊時期內，係屬不能避免。在以前某一段中，吾人已言及，氯氣，尤其在潮濕之天氣下，對鐵起極強的作用而成鐵銹；光氣亦然，但其起作用之程度較淺。銅及黃銅，亦起變化而成其相當的氯化物。為防護槍械，大砲，及迫擊砲起見，特將裸露的金屬部份，塗上一層中和性脂肪（即所謂之“兵器脂肪”）。電機及其他易於損壞的儀器，若不能將其置於可能的不透氣體之空間（即不透氣體的掩蔽部）內時，亦將其用同法處理之。堆積之大砲彈藥，則加蓋以防護之。

微量的芥子氣在地域內之鑑定——在前文第 78 頁上已論及，雖協約國當然曾經揀出有特別敏銳的嗅覺神經之人以作氣體偵察之服務，對於芥子氣在地域內之鑑定(Nachweis)，嗅覺非係總夠。例如法國陸軍統帥部，即指定在每一步兵中隊(Kompanie)，騎兵中隊(Schwadron)，砲兵中隊(Batterie)，或其他相當的單位內，需訓練有兩三名兵士或軍官以作氣體搜索兵(Gasspürer)或氣體檢知手(Gaserkunder；法文稱為“Éclaireurs Z”)；此項設置，在大戰後之法國氣體防護規程(參考 162)中，仍然保留之。雖然，不顧此一切，對於微量芥子氣之一種可靠的指示劑，顯有其需要。

對於此事，許多種類的化學藥品，曾經取來試驗而均未得成功；是項藥品，或係其感覺性過小，或係亦與其他軍用物質起作用。例英國人利用白熱銅絲網的火焰變綠之二氯二乙硫鎂

定法〔此項試驗，稱爲“燈籠試驗”(lantern test)〕，其感覺性可謂夠大(可以檢出一千萬分之一之此物)，但其法非係特效的(Spezifisch)，以其他含有鹵素之氣體，亦顯出綠色也。美國化學戰爭事務課(Chemical Warfare Service)所引用之硒酸(Selensäure)，其行爲亦係與此相似；但該物對於肺類軍用氣體物質所示之反應，較之對於芥子氣更速(參考 139)。德國人及美國人利用與芥子氣接觸一較短或較長的時間即行變色之染料，所得結果較佳。例如在德國方面，曾經利用兩種黃色的染料，一種遇芥子氣變黑，其他一種則變紅者(參考 122) 第一種據云係指定作芥子氣在地域內的鑑定之用；其用法或將其直接的灑於壕底之上，但亦或將其在金屬棍或板上作有色塗料(Farbenanstrich)之形式，在土地上置數分鐘之久。最後一種(即見芥子氣變紅者)，則用以作德國黃十字彈藥之塗料，兼作指示劑，以使不緊密之砲彈，得以自此項塗料之變紅色而立即知之。美國人所用者，爲將鉻黃(即鉻酸鉛)及有機染料和於溶於乙酸戊酯(Amyl Acetate)之硝化纖維素溶液內之一種假漆顏料(Lackfarbe)。此項顏料，亦非特效的，而與肺起作用(參考 139)。至 1918 年春，法國人古聶(Grignard)氏，始發現一種富於感覺性而尤屬毫無疑問的(einwandfrei)二氯二乙硫試藥。古氏之發現，法國將其保守祕密；迄 1921 年，始以不慎而爲他國化學家所知(參考 139)。

古聶氏“伊迫禮特”鑑定法——上段提及之古聶氏的芥

子氣鑑定法，其根據在於二氯二乙硫分子內的氯原子之易為碘所代。由此而成之二碘二乙硫，在水內之溶度殊小。古聶氏在彼時藉一種接觸劑（即硫酸銅）之加入，使該項反應成為極易感受，並將迄該時止所需之加溫除去，由此而得出一種在戰場上殊屬簡單及迅速的鑑定法之可能性。此項製成的試藥之配合方劑，為二十克之碘化鈉，四十滴之 7.5% 硫酸銅溶液，二立方厘米 (c.c.) 之 35% 亞刺伯樹膠溶液，及二百立方厘米 (c.c.) 之水。此亞刺伯樹膠之加入，起反應後所成之產物係屬一種膠態的 (Kolloidal) 沉澱；是項沉澱，較之作結晶體者為易於明顯的看見。此項反應之感覺性極大；即一種僅含 0.0025% 之水溶液，尚有明顯作用。至其感覺性 (Empfindlichkeit) 之最低的程度，則尚未得確知之。且此項反應，極屬特效的；二羥二乙硫 (Thiodiglycol)，“過物質”及其他氯化氯甲酸甲酯，硝基三氯甲烷，溴甲苯 (Bromobenzyl)，丙烯醛，及芳香族腴，在此項試驗中，均得負的結果；脂肪族腴（如二氯化乙腴及二溴化乙腴等）及二氯化苯腴 (Phenylcarbylamine Chloride)，則惟在極高的濃度 (4%) 下，始得一種穩定的渾濁 (beständige Trübung)。

在地域內作鑑定時，進行之方式，為用一風箱將空氣驅過一隻含此項試藥之玻璃容器數分鐘之久；每升含一萬分之一克的芥子氣濃度，在四分鐘內得出一種明顯的大體積 (voluminös) 之二碘二乙硫沉澱。

在此項關頭，吾人已應提及，據大戰後 (1925 年) 美國方面

發表之論文(參考 208),在彼處亦曾發現一種極其易於感受及毫無疑問的芥子氣試藥。

對於爲軍用氣體所毒之水及糧食的防護——效力最強的軍用物質,即光氣及二氯二乙硫,與水相接觸,即變成實際上無毒之物;此二物中,前者實即立行分解成爲鹽酸及碳酸,後者則漸漸的變成鹽酸及無毒之二氫二乙硫(參考 79)。

關於軍用氣體物質在水中之行爲,羅拉(Rona)氏(參考 85)曾編成下列之一覽表。據此表各物分解之難易如下:

漸漸的分解: 二氯二乙硫;

極慢的分解: 溴甲苯,二溴二甲苯,碘甲苯;

完全不分解: 硝基三氯甲烷,碘乙酸乙酯,碘丙酮。

以此之故,在飲用自彈痕(Geschosstrichter)取出之水或用以作洗滌時,有自敵方或自方的分解不佳的氣體榴彈受毒之可能性者,實應以慎重處之,因軍用氣體物質有不完全的分解或毫未分解之可能也。曾有人測得,此類撒毒之水,過數星期後將其飲用,尚引起疾病。經數時間之蒸煮,即至少一小時久的在空曠處之煮沸,此項危險性即有重大的減少;但惟對於光氣類軍用物質及二氯二乙硫,乃能將危險完全免去。反之水之受分解不佳的藍十字軍用物質或其他含砷的化合物之毒者,則即在軍用物質完全分解後,仍然含砷,故仍屬有害。因含分解不佳的炸藥(指“苦味酸”而言)而致不潔之水,亦係如此(即用水煮後仍屬有害)。

糧食在受氣體氣霧 (Gasschwaden) 之影響後，得有輕的相當之臭，但此臭多半藉通風或蒸煮而失去。在彼時此項糧食即可毫不遲疑的取而食之。反之食物之曾與炸藥塊，氣體榴彈的液體容物，或自濃厚的氣霧沉下的小滴相接觸者，則即當不能察覺任何臭味時，食之仍對衛生有害，故在所禁止。為將糧食對芥子氣作防護起見，美國人主張(參考 140)將其用油紙包住，或將成堆之食物，用含柏油之硬紙(即油毛氈)將其蓋住。

美國陸軍中氣體中毒之原由——現時美國化學戰爭事務課醫藥部部長吉如克禮斯特(Harry L. Gilchrist)氏(參考 143)，自其前線上的經驗，將美國陸軍中氣體中毒 (Gasveriftung) 之原由，加以搜集。因此項搜集對於氣體防護之異常的富有教訓性，吾人可將其作為本節之末段：

氣體中毒之主要的原由，為：

1. 無訓練的新部隊之達到前綫；
2. 敵人計劃的氣體奇襲之成功；
3. 本國部隊對於氣體的臭之缺少認識；
4. 面具戴上過遲；
5. 面具取下過早；
6. 面具的損壞；
7. 直接的遇着；
8. 自散布氣體的地域退出之不可能；
9. 被迫向一散布氣體的地域前進或將其守備；
10. 氣體防護工具之缺少(編者按，此顯係指在後方地域而言)；
11. 無防護的宿營；
12. 不聽從氣體命令(Gasbefehle)；
13. 在芥子氣攻擊後仍然穿上受毒之衣服；不能將身體之表面洗滌之；
14. 糧食及水之受毒；

15. 使用受毒之燃燒木料 (Brennholz), 而與之相接觸, 或受其因燃燒而生之蒸氣;
16. 摩撫(Hantieren)受毒的衣服;
17. 在撤毒的掩蔽部(Dugouts)內睡覺, 使用受毒之蓋被;
18. 在一處假定不透氣的掩蔽部求防護;
19. 部隊力竭, 而因此違反規定的在撤毒之地面上或樹林內停留;
20. 在睡眠時之缺少警告;
21. 在一種轉換方向之風(此風係在當時吹過撤毒之地域者)的方向中存留;
22. 在一種低濃度氣體大氣中作長期存留時之缺少辨識氣體功效的工具(編者按, 此句顯係首指芥子氣而言)。

### 在美國製造的氣體防護工具之數量

據法羅 (Farrow) 氏報告 (參考 59), 在美國共曾製造下列數量之各種氣體防護工具:

防護工具種類	時 間		
	迄1918年一月七日止	迄1918年十一月十一日止	迄1918年十二月三十一日止 (總共製成量)
防毒面具 .....	1,719,424具	5,276,515具	5,692,499具
特種吸收罐 .....	507,663具	3,144,485具	3,189,357具
馬匹防毒面具 (Pferdemasken) ...	154,094具	366,529具	377,881具
漂白粉 .....	1,484噸	3,677噸	3,590噸
眼鏡保明膏 (Brillenglassalbe) .....	—	2,855,776管	2,855,776管
對付芥子氣的防毒膏 (Schutzsalbe)	20噸	1,136噸	1,246噸
掩蔽部蓋之油 (Öl für Unterstandsdecken) .....	—	95,000加侖	95,000加侖
對付芥子氣的防毒衣 .....	—	500件	2,450件
防毒手套 .....	—	1,773雙	1,773雙
掩蔽部蓋 (Unterstandsdecken) ...	—	159,127件	191,338件
各種的氣體警報器具 .....	—	33,202架	45,906架
戰壕風扇 (Grabenfächer) .....	11,343把	29,977把	50,549把

### 3. 氣體軍紀(Gasdisziplin)

哈柏(F. Haber)氏曾將世界大戰的經驗，以下列數語總括之(參考 144)：“一切近代的兵器，雖似非致敵人於死不止，但其成功實應僅歸之於其猛烈的將敵人之精神上力量，暫時的震毀。決定大戰結果的會戰(Schlacht)，並非藉敵人之物質上的殲滅而得勝，而乃係藉其精神上的不可稱性(Imponderabilien)，在危急的瞬息，使其失去抵抗力，而產生戰敗之幻想”。

此項論調之正確性，化學兵器，曾迄某種程度為止，將其證明；是項兵器，因其有不同的生理上功效，此種精神上之影響，尤其特別在氣體戰爭之最初時期內，驚人的顯出。每種變動，為口，鼻，或眼睛所感覺者，均令軍隊極感不安，而在一種不知的傷害功效之幻想下感受痛苦。因此兵士之訓練，使其能在防毒面具下繼續其作戰活動，係屬異常重要(參考 144)。氣體兵器對於兵士的士氣及智慧之要求最高；此項兵器，要求合格者之挑出，而將保持其氣體軍紀及滿足其戰鬥任務的兵卒，自精神上不能自持而放棄其陣地之兵士價值較小的羣衆中析出，正如穀之自糠析出(參考 144)。因此氣體一物，將能在近代作戰中站住之人的範圍，加以極其特別的限制(參考 199)。兵士之文化程度愈低，則其死傷數亦愈大。農業國家之人民，如俄國人，意大利人，及有色人種之部隊，等，據經驗指出，其受心理上的壓力，

較之文化較高之美，德，英，法各國人爲強。

雖然，此項因氣體而引起之軍隊的精神上印象(Beeindruckung)，其根據在於氣體兵器之新奇或悚人聽聞，遠較其在於感覺一種豐裕的氣體防護之缺乏爲少。若吾人將大戰中之孤立的事例，在其中一種並無任何氣體防護工具之部隊，以冒死的勇氣忍受氣體攻擊者(如 1915 年四月二十四至二十五日在伊迫附近之加拿大人，及同年五月二日在波利莫夫附近之俄國人等)，除開不計外，則精神上之不能自持(Zusammenbruch)，當然在氣體防護工具缺乏或失效時，總係最甚。自大戰歷史中，吾人知有氣體攻擊對於無防護或防護不足之敵人，引起實在災禍極重(katastrophal)的結果之成例。德國在伊迫附近所行之吹放攻擊，使協約國整個西方前線之士氣上的抵抗力動搖(參觀第 138—139 頁)；若此次吹放攻擊，非係祇在一處，而係在前線上數處同時進行，則整個前線，預料必致均被衝破(參觀第 139 頁)。因意大利人之防毒面具的缺少或失效，奧國及德國在意大利前線上所行之氣體攻擊(參觀第 154 頁)，導至完全的驚惶(Panik)。但德國師團，在凡爾登附近，亦因缺乏面具的迅速準備，暫時的爲法國光氣彈置於災禍到臨之心地(Katastrophenstimmung)下。

雖然，在軍隊感覺得有一種無條件的安全之氣體防護的瞬息，氣體之心理上的功效即行消滅。謂對於氣體的安全感覺，惟在氣體戰爭本身中乃能得到之，爲一不合事實之語。奧，匈

帝國軍隊之危急的心地 (Krisenstimmung)，在分配及適合 (verpassen) 德國的面具時，立即除去；該項軍隊，雖完全不知氣體之新奇的功效，仍能在氣雲中執行其戰鬥任務。以同樣的方式，意大利軍隊之士氣，藉可靠的英國式面具之發出，而得驚人之速的提高(參觀第 281 頁)。

氣體軍紀 (Gasdisziplin)，似若 (gleichsam) 以安全感覺為基礎而自行發展；其自之生長的萌芽，為個人之本身的堅持 (Selbsterhaltung)。當然吾人需教示軍隊如何將面具作合理的使用，而後在彼時始將其加以訓練以令其慣熟 (參觀第 282 頁)；但大戰之鐵般的需要，教誨及迫令吾人，同時不得不慎重的當心防毒面具，並將其謹慎的處理，不斷的準備，而於緊急之一息將其作迅速的使用。此項氣體軍紀，何等的為肉與血所保留，英國人在 1918 年三月之德國突進中的行為，已予以指明；在該役中，英國人為作迅速的逃避起見，實曾棄其槍械及鋼盔，但仍保留其箱形呼吸器。

因此設若在最初時期無疑的存在之氣體兵器的心理上影響，不漸行除去，實為一不可解之事。自事實上言之，氣體之悚人聽聞，頗速的散去，以致最後不復將其作一軍事上的因素而評價。哈柏 (F, Haber) 氏 (參考 225)，曾作下列極其普遍的言論 (但其意實係指在大戰中所作之觀測而言)：“在有臭味之處，多半人之勇敢即行停止”。軍隊在戰場上之行為，殊難證實此項見解。有極多次數，指揮官及兵卒，不得不取下其面具以

作嗅覺試驗 (Schnüffelprobe), 因此嗅有氣體, 但並不以此而受刺激 (aufregen)。兵士對於此種新的兵器, 已經見慣; 最後甚至對軍用物質之迄某種程度止能以透過其面具吸收罐者, 亦能忍受而不致手足失措 (參觀第 187 頁)。

在此時祇尚有一次, 一種德國的軍用氣體物質 (即黃十字氣或芥子氣), 仍得將英國人之物質上及士氣上的力量, 加以摧毀 (參觀第 185 頁)。但即在此處, 吾人亦需將其原由歸之於一種勝任的氣體防護 (即身體防護) 之缺少與其僅由此而得之功效。

與上列言論處某種程度的反對地位者, 有哈柏 (F. Haber) 氏之言論 (參考 144, 225)。哈氏坦率的承認氣體之心理上影響, 有決定勝負的重要。將氣體及爆裂彈加以比較後, 哈氏得到結論, 謂在引起精神上的摧毀 (Erschütterung) 上, 氣體之為物, 因其有質量上可變的功效可能性, 為二者中之較優者。反之據哈氏之見解, 砲擊之心理上的影響, 因其僅有數量上增加之可能性, 殊屬有限; 因在此處與榴彈落達目標場地相伴之悚人聽聞 (Sensation), 總係屬於同類的, 以此致對於此項同類的刺激之感覺轉為遲鈍也。在此處哈氏之議論, 為最後的救援 (von der letzten Instanz), 即前線作戰者所否認, 蘇爾丹 (Soldan) 氏對此云 (參考 199): “一種此類的比較, 殊難容許。藉物質所致之精神上摧毀的有限功效, 吾人不應分開言之。化學兵器之變換, 其意義即與其相並而立之物質功效的變換相同。在某種

意義下，大戰中一切均係慣見之事；若將化學兵器除外，未免導至過分估價”。〔編者按，關於爆裂彈藥之精神上影響，請參看蒲柳勒 (Blümner) 中佐著之人與物質一文，載在 1926 年七月四日之德國軍事週刊 (*Militar-Wochenblatt*) 第一號中；在此文中，蒲氏自德，法二國之戰史中，舉出多次之卓越的事例。〕

若吾人不顧一切，在大戰之後期中，仍得聽到及讀到事件，在其中多少一部份之作戰部隊，因氣體兵器之精神上的影響而致極屬驚人的失出其力量者，則吾人至少可將此項現象，歸之於氣體兵器之悚人聽聞 (Sensation)。雖然，在此處尚有兩種其他理由，占相當的地位。蘇爾丹氏對此項關係有明白的認識，故將其加以說明。關於第一點，蘇氏云：“大戰中未有任何工具，其獎進偷懶 (Drückebergerei)，有如氣體之甚者！”因此在此處氣體不過為倦於作戰者之幸而呈出的把柄，以使其得以逃至安全之處；其精神上之摧毀乃係一種虛構的。

其第二種理由，蘇氏視為在防毒面具之戴上；此項面具，據蘇氏之見解，“將戰士在盲啞之狀態下，交付於物質上的戰鬥，且使其不能飲食或吸酒吸煙，因此使氣體成爲一種心理上殲滅的可怕工具”。蘇氏此種見解，在軍事方面上適用至何種限度，已於另一處討論之（參觀第 258 頁）。自心理學上之立足點言之，若吾人將戰士之精神上的影響，不歸之於氣體之悚人聽聞，而歸之於防毒面具之戴上，則其見解無疑的係屬正確也。

#### 4. 禽獸之氣體防護法

作戰所需之禽獸(Tiere),首推馬匹,次爲犬及傳信鴿(Brief-taube);此項禽獸,必需備有氣體防護處置。其氣體防護所採之形式,主要的亦係個別的防護。馬匹的集團防護處置(Kollektivschutzmassnahmen),惟在將其廄舍(Ställe)於有氣體危險的地域內,按照不透氣的掩蔽部之方式,慎重的塞緊,而在其進口懸上灑有化學藥品之毛氈時,方始遇着之。俄國人及意大利人,有時亦在前線附近之繫馬場所(Pferdestandorte),使用用火的氣體防護(Feuer-Gasabwehr)。

馬匹的氣體防護(Pferdegasschutz)之評價(Bewertung)——馬匹的氣體防護問題,在大戰中,自一般言之,未有人承認其有若何過大的重要性。在德國方面,因氣體所受之損失,比較的小,例如1918年四月中(在此時間點,化學兵器在協約國方面,已得有殊大的重要),一共祇有三百一十二匹馬,因中氣體之毒而受治療,內中五十四匹死去;在隨後一月中,則有二百八十六匹馬因氣體而致病,內中四十五匹死去(參考125)。雖然,即在協約國方面,其損失數之記錄係屬較大者,馬匹的氣體防護,亦非一種主要問題。惟俄國方面,以其馬匹因德國的吹放攻擊所致之傷亡數較大,在此方面之活動最多,但未能有明顯的成功成熟。弗禮司氏在其所著之化學戰爭(*Chemical*

*Warfare*) 一書(參考 82) 中,將其關於禽獸防護之一章,以下列字句開始: “雖馬及犬之氣體防護,並不代表一種絕對的需要……” 法國人則曾着重的聲明云(參考 124): “在戰爭中將馬匹整個的廢去不用,較之將其對軍用氣體作防護為易”(參觀第 462—463 頁)。此項放棄設法的態度,大部份係由大戰末期之對德國黃十字彈藥的經驗而來;在該項彈藥之功效下,協約國之馬匹額數,亦有殊大的損失。

軍用氣體對於馬匹之功效——自一般言之,馬匹對於軍用化學物質之感受性,遠較人為小。在參考材料中,有人將此項比較,用數目字評價,謂其比例為 1:1000(參考 137);但在此項形式下之報告,當然並不告訴吾人任何事實。關於各類個別的軍用氣體物質對於馬的組織之功效,吾人現知有下列事實:

催淚氣對馬之效力殊少(參考 124)。馬眼對於此類氣體,顯出其感受性極小,故在多數樣式之防毒面具,其目部之防護,完全未予以考慮。

反之傷肺或窒息性的軍用物質,則在有大量時,雖其功效不若對於人類之甚,但仍係有害(參考 156)。此項馬的感受性之較小,迄今尙未能完全解釋之。法國獸醫霞戈勒(Jacoulet)氏,假定馬匹單單的在上馬蹄時,得有一種對於有毒物質之不感受性或免除性(Immunität)。德國及法國的獸醫指出,此項現象或係與馬的氣管之長及其多多的分枝有關。無論如何,在大戰

之經驗中，有馬匹收容大量的光氣（此項數量，與其體重作百分比比例，對於人類無疑的必致之於死。）而仍能忍受之者。法國獸醫卜蘭拖羅 (Plantureux) 及更丁 (Quentin) 氏，着重的聲明，多半的馬，尤其年齡較輕者，即在受重的軍用氣體中毒後，若予以够長的時間而不任其運動，亦仍能復原(參考 156)。此外屈賓 (Trebbin) 地方之德國獸醫司渥魏茲 (W. Schwerwitz) 氏，描寫六匹轆馬 (Zugpferd)，曾在一種濃厚的光氣氣雲內，無防護的存留十分鐘之久，然不顧一切，其中仍有四匹，得以復原。此項馬匹，係於恬靜狀態下在氣雲中存留；是項不動的馬在氣體內之不感受性，在參考材料中曾經屢次有人提出。反之有人着重的聲明，無防護或防護不夠之馬，在氣體氣霧中運動者，因其收容氣體數量之大，可以肺部水腫 (Lungenödem) 而有忽然的暴死之現象。

據協約國方面之報告，德國的黃十字軍用物質(即芥子氣)，引起極其重大的結果(參考 124)。此物對於馬匹之功效，與對人相同，鮮致於死，但係延遲的(hinterhaltig)及持續的(anhaltend)。其功效包括整個的身體表面之傷害，目部之傷害(此點與催淚氣相反)，呼吸器官之擾亂，及消化器官之擾亂等。最後一種功效，比較的稀少；其產生，在一切事例中，經證明均係自其飼養及飲水之照管的忽略所得之結果。協約國方面着重的命令，禁止用任何在可疑的地域內搜集之青草飼料或乾草飼養馬匹，及將自彈痕得來之水與馬飲之。雖然，吾人亦可假定，此項

因軍用氣體中毒而起之消化擾亂，往往應歸之於他種軍用物質（如肺，硝基三氯甲烷，等），而非係在一切事例中均應歸之於芥子氣。

關於馬匹呼吸器官因芥子氣所致之傷害，現無可靠的報告；反之有人着重的聲明，此物結果所致之最主要的現象，為消失極慢之皮膚傷害（參考 124）。將因馬蹄鐵所致最常傷害的馬蹄及蹠骨（Mittelfuss）除開不計（參觀第 328 頁）後，皮膚傷害，首在馬具（Geschirr）與馬身接觸處顯出，而在該處並係特別的擾害及不能忍受。此項傷害，祇能藉馬匹在恬靜狀態下之慎重的當心及處理以治療之。因此類皮膚傷害而致死之事例，未曾測得之。

馬匹的防毒面具（Pferdegasschutzmasken）——為將馬匹的呼吸器官作防護起見，最初係用應急的秣囊（Futtersäcke），內中充滿打濕的乾草或切藁（Häcksel）者。然不久即改而用硫代硫酸鈉及碳酸鈉之溶液以代水。至乾草及稻草填充物，則用廢布（Stoffabfälle）以代之。因此所構造者，實為模範的“馬匹呼吸防護器”，其在氣雲內之有效期間據估計約為四十分鐘（參考 156）。在此項呼吸防護器發展成為面具（是項面具，在 1917 年始為德國方面所製成）之過程中，濕的過濾器之原則，從未放棄。一切交戰國之馬匹面具，其根據均係在於用濕的過濾器以作防護；至其進展以至乾的吸收罐。則在大戰時已來不及經過之。

德國式的馬匹面具 (Pferdemaske)——德國式的馬匹防毒面具,將目部,下腮(Unterkiefer),及馬口之內部 (Maulinnere)遺出,未加防護,因馬匹僅自鼻孔呼吸,德國人以爲一種上腮(Oberkiefer)有緊密線的面具,係屬完全夠用。下腮及口部之聽其自由,有一重大的優點,即在戴上面具時不必變更韁勒之位置 (Zäumung),而因此對於帶韁 (Zügelführung) 不致發生任何影響 (參考 95)。面具面部,爲一種透氣 (durchlässig) 的布質之袋,在其上口及咬板 (Beissplatte) 之四週,鑲有革裏 (Lederpolsterung)。此項面具,係分四種大小製造,其保存係在一種特別的鐵皮箱 (Blechbüchse) 內行之,所以防止其浸漬液體之乾去也。乘馬 (Reitpferd) 之面具箱,係縛於鞍上;挽馬 (Zugpferd) 則係縛於馬具 (Geschirr) 上。此項馬匹面具,係於 1917 年在對意大利人取大攻勢時,第一次以較大的數量發出,而在該處及在 1918 年西方前線上之大戰中,徹底的證明其爲有用。

法國式之馬匹面具——法國人曾將兩種樣式之馬匹面具,加以發展;此二種中,有一種不久即認爲不甚合用而棄去之。在圖20中所示之“德柯”(Decaux)式面具,有一條圍住馬口下部之緊密綫。真正的過濾器,爲用浸漬劑 (此項浸漬劑,與在法國 M2 式面具內所用者相同,參觀第 260—261 頁) 飽和之透空氣的布質所製成;外加一層不透水的布以對外間影響予以防護。

英國式的馬匹面具——英國式的馬匹面具,不用時係捲起置於一隻縛於鼻革 (Nasenriemen) 上之蘇布袋內保存之〔參觀圖 21 及 22,並參觀書末附圖 69〕。在有氣體危險時,將面具扯下,如圖22所示之狀。面具之緊密綫,係如德國式的面具在上腮之四週。面具本身,則爲一種雙層法蘭絨所製之袋,在其口部加有一種帆布墊裏,袋內並插入槩硬的 (versteift) 蘇布,以避免面具布質之或有的沉

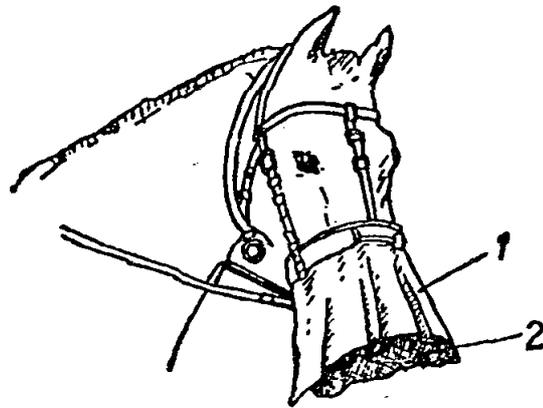


圖 20. 法國“德柯”(Decaux)式馬匹防毒面具  
1=不透水之防護布； 2=作過濾器用之浸漬過的布層

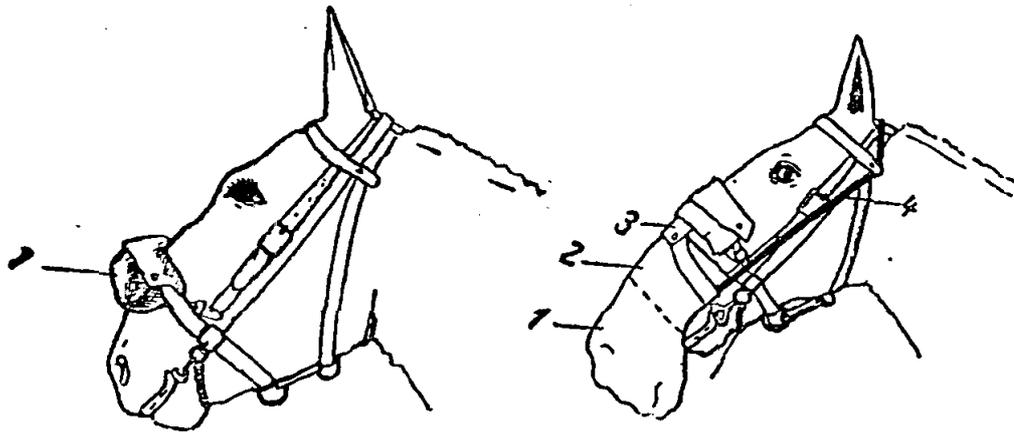


圖 21. 英國式的馬匹防毒面具在準備應用時之狀。

1=縛於鼻革上之蔴布袋，在其內保存捲起之面具者。

圖 22. 英國式的馬匹防毒面具在攻擊時應用之狀。

1=法蘭絨袋； 2=蔴布製之硬襯層 (Versteifungseinlage)； 3=爲固定面具用之傘 (Klappen zum Befestigen der Masken)；  
4=橡皮帶。

下於鼻孔之上。作浸漬劑之用者，最初爲苯酚“福美林”(Formalin，卽一種甲醛溶液)，氨，及甘油；以後則爲一種六次甲四胺，硫酸鎳，及甘油之溶液所代。此項面具樣式，以後美國將其取去而改良之。

俄國式的馬匹面具——關於俄國式馬匹防毒面具之發展，本內活倫斯基 (Benewolenski) 氏在其所發表之論文(參考 167)中，曾有詳細之報告。據該

項報告，在1917年一月，有數種樣式之面具，呈於一檢驗委員會之前；此項委員會，係為研究此問題而特別開會者。其所檢驗之面具，計有“森哥拉式第四十五號”(Semgora Nr. 45)，“拖巴式第二號”(Torba Nr. 2)，及獸醫拉令諾魏取 (Lawrinowitsch) 氏之面具。此各種模型之面具，均含濕的過濾劑，即用一種一碳代硫酸鈉及六次甲四胺之溶液飽和而得者。在各種面具中所用浸漬溶液之量，在三百六十至一千四百五十五克之間，多少不一。一切面具，均在0.1%之氯氣及0.1%之光氣濃度下試驗之。含氣體的氣流之速度，為每分鐘十五升；按此即係較馬匹在作恬靜的呼吸時之尋常的氣體掉換 (Gaswechsel) 小去三倍至四倍。然而不顧此一切，所試驗之面具，仍在四分鐘，六分鐘，三十三分鐘，十二分鐘，及六十分鐘，分別的被透過。

在1917年中，俄國軍隊，受化學委員會之命令，引用下列三種樣式之面具：  
 (1)“獸醫囊”(Veterinärsack)，即僅係一種呼吸防護器，內裝浸漬過的乾草者；(2)“拉令諾魏取 (Lawrinowitsch) 式面具”(參觀圖23)及(3)貢他勒夫 (Gontarew) 式

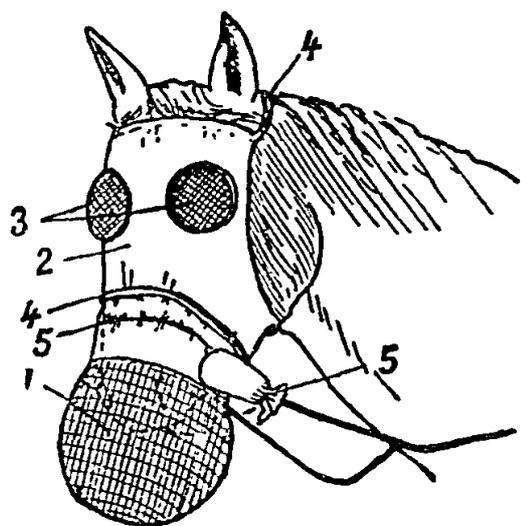


圖 23. 俄國拉令諾魏取 (Lawrinowitsch) 式馬匹防毒面具。

1=六層薄布製之秣囊 (Futtersack)； 2=用較牢實的布所製之面具上部； 3=薄布製之眼鏡； 4=為將秣囊緊閉令其不透氣之鬆緊帶； 5=無縫之袋，據云係令不透氣的帶韁為可能者。

面具。最後兩種面具，均係將整個的馬首前部，包括眼部在內，一齊蓋住。藉多數之革條，縛帶，及扣子 (Schnallen)，此項面具之戴上成為可能，惟頗不穩定，且需時頗多而已。面具緊密綫之選擇，不甚合宜，故其不透氣的緊閉殊形缺乏。貢

他勒夫式面具與拉令諾魏取式之別，僅在其帶韁 (Zügelführung) 之配列，有所不同。

除此三種樣式外，俄國人尚曾試行製成各種其他模型之面具，但該項面具並未曾引用。例如歸於此類者，有一種半實的橡皮製造之馬匹面具，安有環形之墊褥 (Wülste) 及玻璃製之眼窗，而係包住整個的馬頭者；此外又有用橡皮製的海綿 (此項海綿，係曾用化學藥品飽和者) 以作囊狀面具之填充物者；最好甚至有裝上乾的過濾器 (內裝木炭) 之面具。無論如何，此項各項樣式之面具，為俄國在大戰時承認馬匹的面具防護的重要性之大之一種證據。

美國式的馬匹面具 (參考 82) ——美國人在大戰時，曾引用兩種模型之馬匹面具。第一種係仿造英國式建造，其所用之浸漬劑亦係相同。此項面具，不久即棄而不用，因其顯出之呼吸阻力過高，不容許馬匹在面具下之迅速的行動也。第二種面具，係用棉紗布製就，而為兩個分開的內有數層之囊所組成；該囊係曾用各種化學藥品徹底的飽和者。此項模型之呼吸阻力較小，故馬匹在戴上面具之時，能以彼此相隨，速步而行兩英里之遙，而不致顯出力竭之徵兆。美國共曾製造三十七萬八千具之改良的面具，其每日製成量為五千具。

馬匹面具之缺點——在敵方施行氣體奇襲時，馬匹面具所予之防護，其價值僅屬有限，因在此項危急情況下，其戴上殊有困難也。氣體奇襲，多半係在夜間行之。在出現的混亂中 (不論為氣浪或爆炸之榴彈所致)，騎馬者及馭卒 (Fahrer)，在戴其本人之面具後，因恐替馬匹戴上其防毒面具時有取下其本人的面具之必要，往往故意不予其不安靜而有抵抗力的畜類以氣體防護 (參考 82, 137)。且多半模型之馬匹面具，其戴上手續本身，即需一比較長的時間 (總要幾分鐘)，而在此時間內，馬匹已能收容大量之氣體。面具戴上後，對於馬匹之認識地面的局地破缺及其在迅速運動與工作時之得夠用的呼吸，亦殊有妨礙。此外尚有一種困難，即因馬頭形式之不依規則，吾人從未確知一種面具，有毫無問題的不透氣之適合。此項觀測，在大戰時已

經導至一種認識，即馬匹面具正如人的面具，亦需在一氣體室 (Gasraum) 將其適合 (參考 124)。

馬靴 (Pferdeschuhe) —— 德國黃十字彈藥的採用之增加，迫令協約國對於馬匹整個的身體表面，亦施以防護處置。在最初雖似不需如人之將整個的身體加以防護，但馬匹之暴露於較強的芥子氣氣霧內 (或者甚至暴露於芥子氣飛沫內者) 之部份，則需加以防護。據經驗顯出，馬匹之蹠骨 (Mittelfuss) 的肉之部份及其蹄蓋 (Hufkrone) 與蹄叉 (Gabel) 遇芥子氣即行發炎。最初有人將自蹄蓋迄前踝 (Vorderfusswurzel) 之部份，用以亞麻子油飽和的牢實布片包住；但不久即有一種特別防護器具之需要，此項器具，即係一種連靴之蹄墊 (Hufpolster)，長迄飛節 (Sprunggelenk) 為止 (參觀書末附圖 71 及 72)。其蹄墊部份，為一種墊有一層橡皮的鐵板，置於蹄下以作殊屬堅固的靴底，而正將蹄蓋住者。與此相接之靴，係用革條圍前蹠骨及後蹠骨扣牢。此類器具，對於榴彈之破片及有刺鐵絲 (Stacheldraht)，亦予以某種程度之防護，而據美國方面之報告 (參考 82)，在前線曾經徹底證明其為有用。在德國方面，則未曾有馬靴。

犬的防毒面具 —— 犬之在報告及衛生勤務上的使用，往往迫令其通過布有氣體之地域者，使其呼吸器官之防護成為必要。對於氣體氣霧 (Gasschwaden)，犬之感受性遠較馬為大。此種現象，大部份可歸之於犬鼻接近地面之時間，遠較馬鼻為

多，因此其與濃的氣霧之接觸機會亦多。德國式之犬的防毒面具，爲一布囊，內分上部及下部，並有耳袋(Ohrentasche)；爲得更佳之緊閉起見，在頸部墊以氈(Pelz)。協約國之犬的面具，其製造所用之材料及其所用之浸漬劑，均與其相當之馬匹面具相同。美國式之犬的面具（參考 82），爲棉紗布所製成者，將整個的頭蓋住而在頸上鎖緊。狗大的耳袋，容許尖 (gespitzt) 耳及長垂 (langherabhängend) 耳之均能收容。醋酸纖維素 (Cellulose Acetate) 製之眼窗，嵌入面具上之圓形洞內，而將其縫上。此項面具，容許腮 (Kiefer) 之運動。一種無耳袋之俄國式的犬的面具，可於書末附圖 70 見之。犬之爲物，對此習熟，比較得快；且在戴上面具時，亦能執行其服務，惟在此上需無對嗅官之要求耳。

傳信鴿箱 (Brieftaubenkästen) —— 德國人爲傳信鴿製有可以攜帶的防毒箱 (Gasschutzkästen)，其內部與外間空氣，僅能經過德國式防毒面具之呼吸吸收罐而取聯絡。此項設備，誠然予以可靠的防護；但其在彈痕地域 (Trichtergelände) 之運輸，則太感困難，亦太不便 (參考 125)。

關於馬匹氣體防護在將來戰爭中之預料的重要性，請參觀下文第 460—465 頁。



## 第二章

# 大戰後之化學兵器

### 第一節

## 化學兵器自道德上及國際公法上的 立場之理論的評價

當歐戰時各協約國對德國利用化學兵器之着重惡意宣傳，純係一種表面的姿勢，藉以蒙蔽各國人民之耳目者。就事實上言之，在完全歐戰期內，協約國及中立國中，始終並無一國正式向德國抗議氣體兵器之運用者。1925年，哈柏氏(F. Haber)，有一次在其講演中，適提及此事，特作下列之強調聲述（參考238）：

“任何人均知對付破壞國際公法之第一步辦法，即係經由中立團體提出抗議。其實吾人今可得一結論，即吾等之敵國，實欲採用此項新式化學兵器，而並不反對其應用。以余觀之，敵國之從未抗議此事，即係今日列強之擬利用現今重大的進步，繼續使用氣體兵器之第一步”。

對於利用氣體兵器第一次正式表示反對者，為萬國紅十字總會，1918年二月，該會曾發表反對利用毒氣一文，其要語如下：

“吾等今日反對一種最慘酷的新發明；此種新發明，與窒息及有毒的氣體有關，就各種情勢觀之，其應用必被迫達於不堪設想之範圍”。

德國對於此事，由半官方面發表下列聲明：

“各種兵器，凡足使人受過分之痛苦者，皆應唾棄；此理至明。然氣體則不屬此類。利用氣體作戰，其目的實僅在消滅敵人的戰鬥力，其殘忍程度，即盡於此。吾人殊不欲追究氣體兵器為何人發明；但就今日事實上之證明，交戰之雙方均認氣體為一可用的兵器。凡欲取締氣體兵器之國家，皆因其恐本國之是項兵器不及他人耳。”

大戰告終後，化學兵器應否允許保留，仍成為辯論之問題，不能解決。薩不爵士(Sir Edward Thorpe)在愛丁堡(Edinburgh)化學會講演時，曾謂歐戰中之利用毒氣，乃學術界之可恥事(參考 93)。美國化學會亦發表意見，贊成廢除化學兵器(參考 93)。國際聯盟在比利時不魯日(Bruxelles)開會時，法國代表蒲學(Leon Bourgeois)氏在海陸軍備委員會席上，亦作是項的強烈表示。凡爾賽和約第 171 條，禁止德國繼續發展其氣體兵器。其文曰：“因窒息氣，毒氣，及其他此類氣體，液體，固體，與其製造法，現均在禁止之列；故以上各項，無論在德國製造或輸入德國，均應禁止”(參考 210)。

雖然，協約國對於化學兵器之態度並非完全一致；間亦有持贊同態度者。英國里治(Leeds)大學教授，氣體技術方面的權威，司密塞(Smithells)氏，在大戰之末，曾作下列數語(參考

37):

“人皆視利用毒氣作兵器爲殘忍及可怕；此無疑乃最初之感覺耳。苟細加思索，則知無論何種新式兵器，在初用之時，均視爲殘忍；日久乃漸失其可怕性。在火藥初用之時，亦係如此。故英國將來對於毒氣之利用，決不能放棄”。

1920年，英國國務總理，在議會席上，亦有下列演詞：

“在氣體尚在其他列強的武器之列之時，吾人對之絕不能放棄。化學戰鬥隊，現爲法，意，美等列強軍隊中之一最重要部份。以上各國，均正在試驗毒氣之實用方法。如吾國竟放棄之，不啻視我國之軍事設備爲兒戲。且就歐戰所得之經驗而言，作此項冒險，實乃純粹的瘋狂耳”。

1922年初，在華盛頓會議開會時之前後，法國新聞界關於此事，亦有鮮明的表示(參考 104)。其言曰：

“對於將氣體戰爭作爲一種的戰法，加以詆辱，或設法阻止其應用者，實一極其愚笨之事。利用氣體的戰法，非一種不能預料的方法，因以往氣體戰爭所引起之憤怒，並非由此項戰術本身而來，不過以其係違反條約耳。在大戰之初，法國爲幼稚的見解及錯誤的顧慮所誤，未用此種優良的兵器；實則法國化學家，當時即有此項建議。認用此項兵器爲恥之虛偽觀念，亦法國未能先用之一主因。法國之友國，現均認將來之戰爭，乃一氣體戰爭，故極力忙向化學戰爭方面準備”。

1922年初，華盛頓會議，向於此項爭執問題，始有明白規定。爲對於化學兵器在文明國家間戰爭中之存廢問題得一結論起見，英，美，法，日，意等強國，特於是年一月七日正式集會。在美國邀請列強赴會之原來目的，係欲規定將氣體兵器完全禁止。

在會議席上，對此曾發生不少反對。即美國專家，對於此項規定，亦有尖銳的反對，但結果終歸無效。經會議後，各國代表，均對美國建議表示同意，即對於化學及微菌兵器，一致承認其明白規定禁止。關於氣體戰爭之第五條規定，其文如下：

“在戰爭時利用窒息氣，毒氣，或與此相類之氣體，液體，固體，以及同樣製造品，既經世界上文明國家之公意，加以貶視，且此項兵器之禁止，已載在多數文明國家簽字的條約上；下列簽約各國，特承認此項武器之禁止，以使此約成爲萬國公約之一部，並令各國民族在良心上及習慣上對此注意。對此點各簽約國相約互相遵守；凡未簽約的文明國家欲加入者，均敦請其加入”。

第六條規定，此約既經各國政府正式追認之後，須各附簽副頁，保存於華盛頓之公共文件保存處(參考 208)。

1922 年二月六日，此約經各國全權代表簽字。三月二十九日，美國參議院即正式追認此約。繼美之後，英國政府於八月一日，日本於八月五日，意大利於 1923 年四月十九日，亦先後批准。惟法國議會對此約始終未正式追認(參考 208)；僅對該約之第五條，法國政府發表以下說明：

“關於此項國際條約，法國既經簽字，法國政府願於將來戰爭發生之初，得經友國同意，要求敵國終予完全保障，不以氣體爲兵器；倘法國對此項要求未能得有完全保障，法國保留觀察情形任意處置之權”。

華盛頓的美國當局，以此約既如上所云，經各國順利的追認，認爲此約可按第六條規定成立，乃開始履行該約，令陸軍部將其所轄之化學戰爭事務課(Chemical Warfare Service)遵照條約另行改組(參考 163)。該部乃將建設化學戰爭部份之基本命令(即 1920 年陸軍部頒布之 54 號普通命令)取消，另易以新令(即 1922 年陸軍部第 24 號命令)，使其以後研究及發展完全限於防護方面。當時在中央及軍隊服務之氣體戰爭軍官額，特將其加以裁減，並將所餘者改爲氣體防護官。各種氣體兵器之製造及填充，亦均禁止。愛奇塢(Edgewood)之巨大的軍用

氣體物質廠，亦令其停工。經此項改革後，美國 1921—1922 年度關於氣體戰爭一百三十五萬金元之預算，至 1922—1923 年度竟減至七十萬。

美國之意，以為此項裁減，可作其誠意的充分證明，故靜俟引起他國同樣縮減之反響。不料所得結果，使其大失所望。不但當時簽約各國，並無一國遵照條約規定，將所簽條約副頁送至華盛頓保存；即遲至現在，亦並無一國履行此項條件者（參考 208）。不僅美國人民反對此條約之聲浪，日高一日；且簽該約之各國中，負有聲望之文武官員，竟忽明白主張氣體兵器之保留；而同時各國亦祕密作充實化學兵器之競爭。

關於美國方面對此約的反對，在會議開幕後不久，即有軍人及氣體技術之團體，主張保留化學兵器。作此項論調之著者，其所持理由，自多屬於戰術方面。此點自下錄各段觀之自明：

(1) 美國化學冶金工程雜誌 (*Chemical and Metallurgical Engineering*)，第二十六卷，第二期，第 49 頁(1922 年)；題名禁止化學戰爭。

“軍縮會議禁止氣體戰爭之決定，僅限於紙上。如再有戰爭發生，利用毒氣作戰，決不能制止。故此次會議未採取氣體戰爭及製造毒氣專家的觀點，而僅取外行的觀點，自一般人民之議論，詆毀氣體戰爭為科學的殘忍及不正當之應用，實乃一大錯誤。對於化學戰爭，吾人仍當繼續準備”。

(2) 美國軍事工程雜誌 (*The Military Engineer*) 1922 年，第 247 頁；題名化學戰爭，密爾 (L. E. Mills) 博士著。

“氣體為一種有效之兵器，同時亦為最人道的兵器；因感受氣體之毒而致死者，

僅佔百分之二也。氣體戰爭，不能以條約廢止之。此項兵器，為國家之一最有效的防禦工具，且在平時不需用巨大的費用維持之。軍縮會議之結果，徒將氣體戰爭之重要性擴大而已”。

(3) 美國步兵雜誌(*Infantry Journal*), 1922 年, 第 524 頁起; 題名化學戰爭事務課(*Chemical Warfare Service*), 美國化學戰爭事務課課長弗禮司少將(*Brigade-General A. A. Fries*) 著。

“將來如有需要時，化學兵器之利用，其數量及範圍，必遠較上次大戰為大，似屬毫無疑義。故雖有華盛頓會議之條文，吾人對於化學戰爭，尚需繼續建設。對於向不熟習氣體的敵人施用之，其摧毀士氣的功效異常之大。故凡將領如不能完全利用此項兵器，實不能自圓其說。在下次戰爭中，科學知識較富的國家，無疑的必將此項知識作充分的利用，以圖由此獲勝”。

自美國衛生局將美國軍隊在歐戰時因氣體致死及致傷的人數作精密的統計後；一般輿論對化學兵器評價之意見，大受影響；昔時謂此項兵器為非人道的觀念，經此乃有改變。此項統計(參考 115, 118, 143, 178)，建立一種思想，即一種兵器是否合乎人道，並不能以盲從的言論判斷，而僅能以事實證明。換言之，即應以該種兵器所產生的痛苦，致傷後的影響，及受傷人中死亡及永久殘廢的成分為標準而評價也。按前文第 39—40 頁已經舉出的數目，在大戰中，美國共損失 258,338 人。據衛生機關報告，其中 36,694 人係死於戰場，13,691 人死於醫院(海軍除外)。在醫院收容者之總數，共計 224,089 人；內中 70,552 人係受氣體而致病。在因受氣體而致病者中，死亡者共 1,221 人(即百分之 1.73)。反之在 153,537 名受傷者中，死亡者有

12,470 人(即合百分之 8.12)。

下列衛生機關之統計(參考 59,202),係示此項因氣體而致病的 70,552 人中對各種氣體之分配,極饒興趣:

	軍官	兵 士			兵士總數	兵士及軍官總數
		白種人	有色人種	未確知係何色人種		
因毒氣而肺部受傷者(毒氣種類未詳)	1,249	24,290	526	7,522	32,338	33,587
氯 氣	31	1,607	36	169	1,812	1,843
芥 子 氣	883	22,988	515	3,325	26,828	27,711
光 氣	409	5,540	65	820	6,425	6,834
肺 (A r s i n e)	31	345	117	84	546	577
共 計	2,603	54,770	1,259	11,920	67,949	70,552

在戰場上因氣體而致死的兵士,據估計最多不過二百人。因此美國因氣體而死亡之總數為 1,441 人。 依此數計算,受氣體者的死亡率,抬高至百分之二。

與此相較,因其他兵器而受傷者,共為 187,586 人,其中死者 46,519 人,即合百分之 24.8。 兩者相較,中氣體之毒者痊愈之希望,約為因他種兵器受傷者之十二倍。

美國衛生機關的報告,又就美國軍隊中因兵器而失明的統計,作下列之聲明: 完全失明者,計 66 人;雙日均達某種失明之程度者,44 人;一目完全失明者,644 人。 此中因氣體的功效而致雙目失明者,僅四人;致一目失明者,25 人。 此 29 人,佔總數百分之 3.85; 與因他種兵器失明之人數相較,僅為其十

分之一。

此外又有報告，在歐戰中，兵士斷腿或臂者計有 4,428 人，失去肢體之動作能力者 4,719 人。其中因化學兵器而致此者，竟無一人焉。

爲補充起見，最後可提及他國衛生機關的報告。據是項報告，英國共損失 2,978,674 人，其中死者 885,060 人，因受氣體而受傷者共 180,981 人，此中死者 6,080 人，即合百分之 3.35。反之因其他兵器而死者，佔受傷者之百分之 31.4。法國因氣體而受傷者，共計 190,000 人，其中死者 8,000 人，即合百分之 4.2。德國因氣體而受傷者，至 1918 年止，共 58,000 人，大約佔受傷者百分之三。

爲對於因氣體受傷者之事後影響得一種確切的判斷起見，在大戰甫畢時，即由美國衛生軍官及醫生在伊利諾省福特格蘭 (Fort Grand, Illinois) 召集一地方委員會，名爲福特格蘭委員會 (Fort Grand Board)。此委員會曾將數千名因氣體而受傷者詳加研究；從此項研究得下列結論：

(1) 在此數千名因氣體而受傷者中，僅有少數確經證明傷及肺之內部；(2) 因氣體而受傷者，不論其所受氣體的種類及數量，均無因此而引起肺癆之明顯的傾向。且在修養時期或在痊愈之後，亦似無發生肺病的傾向。

爲證明以上結論起見，福特格蘭委員會，特引下列數目字以作根據：

“在大戰時因氣體而致病之 70,552 人中，僅有 173 人於 1918 年中曾患肺癆(此即合總數之百分之 0.245)。若以所受的氣體分類，則受不知何氣而致染肺癆者 8 人，受光氣而染此病者 22 人，受芥子氣而染此病者 65 人。在歐洲之美國兵士，未因毒氣致傷，但得肺癆者，在 1918 年，佔總數百分之 0.35；在 1919 年，佔總數百分之 0.43。以此觀之，在因氣體受傷者中，肺癆發展之可能性，大於未受氣體者。(附註：自現在醫學觀之，肺病與受氣體之毒，是否有相當關係，尙屬一疑問。) 比利時，英國，法國，等國之衛生報告，且曾述明，自德國軍隊利用黃十字氣(即芥子氣)後，在軍士中之患肺癆病者，反忽而減少，用豚鼠試驗之結果，示明設吾人將含肺癆菌的膿質，種入豚鼠身上，同時注射含 0.1% 芥子氣之甘油溶液，即不發生肺癆。若用 0.01% 之芥子氣溶液，則此病可發出，但屬極慢。

福特格蘭委員會曾致函美國及歐洲之醫生及製造兵器材料的化學工廠三千五百處，詢其對此點之意見。所得回答，大都均謂軍用氣體的毒，毫無事後影響。

自以上所舉證明，各協約國蜚議德國在大戰中利用化學兵器之不合理，漸為美國頭腦清晰的人士所默認，似無疑義。此項人士，承認此點時，頗有愧心，且往往將此點以美國心理的誠實態度表示之。例如吉如克禮斯特(Harry L. Gilchrist)曾云(參考 178)：“吾等為一種富有理想及情感的民族，但對於此事，竟完全被惑”。

因在華盛頓條約簽字的列強，彼此間感情暗中日就冷淡；各國領袖政治家及軍官對於化學兵器的表示，乃致完全與條約上所載者相反，\* 同時，各國亦日忙於氣體技術之實際上的準備，（參觀下節）。因此國際聯盟行政院，乃於日內瓦召集會議從新討論此項已經確定禁絕之氣體兵器。自此項會議及其研究之結果，國聯將其整理成一種特別報告，名為軍備縮減臨時混合委員會報告書（報告書號數為 A. 16(1924)/IX；1924年七月三十日在日內瓦發表）。以下各段即係此項報告書之譯文，自法文書化學戰爭（*Guerre Chimique*）第四部（Teil）第 24—30 頁轉譯而來：

### 國際聯盟縮減軍備臨時混合委員會報告書

文件號數 A 16 (1924) /IX

日內瓦，1924 年七月 30 日

#### 報告書的源起

國際聯盟第二次大會，曾作下項議決案：

“大會命令臨時混合委員會考察，請全世界科學家合作，將其關於毒氣或相類物的發現公之於世，以使其在將來戰爭中的應用可能性減至最低限度，是否為一應做之事”。

此項問題，已經“臨時混合委員會”考察。在得到“學術合作委員會”之觀點後，“臨時混合委員會”決定組織一種專門委員會，負責研究此問題，並對此方面作一報告，此項決議，係在 1923 年五月九日舉行的第三次大會通過，內分下列各

\* 例如在 1923 年，英國福勒（J. F. C. Fuller）大佐（即現今英國陸軍參謀部長之軍事幫辦），曾發表此文（參考 116）：“華盛頓會議關於近代戰術之國際上嚴重的缺少知識，債事不少”。在戰爭中，一切新發現均係可怕。在一般輿論中，此項新奇即係一種罪惡。德國第一次施行毒氣攻擊，即被如此看待，但實不過以其係一新奇之物而已。第一次用氣體時，所犧牲者不過數百人，與 1918—19 年間世界上因傷寒死亡之總數 10,000,000 相比，實一極小之數；然全世界對之大為震動，實乃不合邏輯。

條：

“(a)大會將臨時混合委員會關於化學戰發展的報告書審查後，議決組織一種專門委員會，負責作一篇關於化學發現在下次戰爭中大概的功効之報告。大會並請求行政院及臨時混合委員會，用各種可能的方法，將此項專門委員會的報告，作最廣的傳布。

(b)大會請求行政院，國際聯盟會員國，及其他各國，主張追認 1922 年二月六日在華盛頓所簽關於戰時毒氣及潛水艇的應用及其他類似問題之條約”。

對於此項決議之第二部，行政院決定，將加入華盛頓會議關於毒氣在戰時應用的規定問題，列入國際海軍軍縮會議之議事日程中。

按照第一段的規定，臨時混合委員會，即自其本會委員中，選出下列各人為專門委員會之委員：

西錫爾爵士(Lord Cecil)，

西格拉夫提督 (Admiral Segrave)，後易以司密士提督 (Admiral Aubrey Smith)，

馬林里將軍(General de Marinis)，

勒干大佐(Oberst Réquin)。

經與黴菌學家，生理學家，及化學家一度討論後，專門委員會即進行研究此問題。

#### 化學及黴菌戰爭專門研究委員會報告書

專門委員會受命，將“化學發現在未來戰爭之中大概的功効”編成一報告。

委員會以為關於化學及黴菌戰爭，作一次普遍的詢問，為一有用之事。為達到此項目的起見，委員會特向各國化學家，生理學家，及黴菌學家，發出問句，並將是項詢問的目標說明之如下：

“此項調查的目的，為對全世界的輿論，解釋近代科學在近代戰爭中應用時能產生之極猛烈的破壞利器及其功効。

任何人均應考慮，凡一有武備之國家，用其物質及人事上之全力者，在將來必努力設法，將敵人之前方戰士及其全國人民，財富，及各種援助的來源，同時加以攻擊。

此即謂敵國內部之受打擊，正與其最外的邊境相同。是項戰爭，以近代槍砲射程之增加，空軍戰鬥之發達，及他破壞利器之發展，進步，及發現，似屬可能。

將法律上允許與否之問題擱開，吾人對於此類行為，不論其是否為戰爭法所允許，祇將一切在此方面似屬可能之事加以研究，以使一般輿論得一確實觀念，知其可畏之點究在何處。

在此種條件下，吾人願所詢之專家，將利用此類利器之攻擊對於下列各方面之

功效，作一最完美精深之報告：

- (1) 對於動物，
- (2) 對於植物，
- (3) 對於一國之財富及各種援助的來源，在一國內之任何一點者。

至所應研究之戰術，計有下列二類：

- (I) 利用最強烈的爆炸物，及毒物，氣體，等等之化學戰爭（包括已知之物及大戰後之新發明及改良已增完美者）。
- (II) 利用微菌之敵菌戰爭”。

關於上列第一問題（即化學戰爭之效力），下列專家，曾有回答：

- (1) 法國巴黎大學(Collège de France)教授梅耶(André Mayer)氏，
- (2) 意國弗羅倫斯 (Florence) 皇家高級學院教授安其里 (Angelo Angeli) 氏，
- (3) 美國哈佛大學醫科教授康農(W. B. Cannon) 氏，
- (4) 意國羅馬大學教授拔特羅議士(Senator Paterno)，
- (5) 美國紐約哥倫比亞大學教授岑內提(M. J. Enrique Zanetti) 氏。

此各專家之回答所供給之材料，足以作編製此項報告書之用：

### I. 化學戰爭

任何人均知，海牙公約第一次被破壞後，化學兵器在上次大戰中應用的效力及範圍，均不亞於其他兵器。在將來之戰爭中，恐此項兵器之用量將更大。且在某種情況下，當他種兵器效力殊小或無效力時，此項兵器仍有效用，例如安其里(Angeli)教授云：

“從上次大戰經驗給予吾人的教訓，堡壘及鋼板，對於近代炸藥，均不能抵禦，但至少在槍坑中，或地洞中，戰士可得實際上的保障。反之毒氣一物，則地上地下，無論何處，均能攻擊”。

各種用過的採用法，例如放出重氣之氣浪或氣雲，使其經風帶入敵人陣線；或擲出氣體手榴彈，直接在敵人前產出濃密之氣浪，或將陣地佈毒，對於在前線作戰之軍隊，均有影響。將來且必有他種方法，如炸彈或他種容器之投擲，可以預期；此項方法，將使其所含之有害的填充物，達於平民，正如其達於作戰之軍隊。梅耶(André Mayer)教授云，“普通人民對於此項兵器的力量及其危險的威脅，是否已經認識，實令人疑慮”。康農(W. B. Cannon)教授更作進一步之言論，其言曰：“吾人在上次大戰過程中所未見者，即與破壞工業區域及屠殺平民相等之慘劇，在下次重大衝突發生時，吾人可以預期之”。

“軍用氣體”(Kampfgas)一名詞，與科學上之氣體的定義不盡符合。此項名詞所指，實不僅包括氣體而並包含液體及固體物質之能在空氣中散布成爲極細的

粉狀或霧狀者。此項物質，在人身中的致傷，係因其起化學變化，與炸藥之以機械方法致傷，顯有分別。

此類化合物，並非一類非常之物，大多數乃係尋常物質，在平時即在工業上以大量生產及應用者；因此專製醫藥上所用產品的工業，與製軍用危險品的工業之間，其分別極小（此段係自梅耶教授之報告內取出）。

對於參與華盛頓會議各國專家所指出之事實，吾人首應注重，“一大部份之爆炸物，炸時發出有害之氣體；此項氣體往往可以致人於死，與真正“軍用氣體”相同”（此句係自1924年十二月八日在華盛頓會議之“毒氣組委員會”所作之報告書中取出）。

以前對付敵人，所用兵器，均以機械式方法，將其殺死或使其失去戰鬥能力。槍砲之功效，為將人身傷毀或將其主要器官破壞；結果因受傷而流血，多少成為悶死之現象。化學兵器，則係利用多方面的方法，使戰士暫時或完全的脫離戰場；此項兵器之功效，在對人身之整個的細胞組織發生影響，使其起變化，而致尋常的官能發生錯亂，最後至死乃止。關於此項兵器各種功效之不同，吾人可引兩個極端相反之例以示之。第一例為光氣(Phosgene)之功效。其現象以窒息及重肺傷為起點，以至於死。第二例則為溴甲苯(Benzyl-bromide)之功效；此物之蒸氣，在地面散開，使敵人觸之者流淚，故不能張目，但事後則無重大影響。

在上述第一種情形下，其目的為將敵人消滅，即將其致死。在第二種情形下，則僅發生一種溫和的生理作用，使其不能活動。在此兩者之間，尚有多種物質，其功效介乎二者之間。按照其生理作用，吾人可將各種有害物質，歸於下列三大類：

- (1) 刺激氣體(包括催淚氣，噴嚏氣，起飽氣等)，
- (2) 窒息氣體，
- (3) 有毒氣體。

刺激氣體之功效——此類物之特性，為使戰士不能戰鬥，但不將其置之於死。

(a) 催淚氣：催淚氣將一最需要的器官(即視官)，停止其工作。此項氣體，使目之外部感受不能忍受之苦痛，故當人在含此項氣體的空氣內時，全部時間不能見物。岑內提(Zanetti)教授云，“雖然，此項失明，僅係暫時的，與一般人所了解者相反；因其起點係在眼皮上薄膜之受刺激，其影響並未深入眼球或眼之神經也。此項氣體的功效，尋常過數小時後(最多過數日後)，即行消滅。受此項犧牲者之失去戰鬥力，當時正與挖去兩目者相等；但此類氣體並未證明有重大的持續功效(Dauerwirkung)。

因催淚氣之效用甚著，且同時無遺留事後影響之弊，不少警察機關，現已採用之。用此項方法，可以不犧牲人命而捕獲犯人。

(b)引起噴嚏之物質：引起噴嚏之物質，爲砷之化合物，與在醫藥上應用之二甲胂化合物(Kakodylverbindungen)相近。此類物引起不斷的及不能節制的噴嚏，呼吸困難，及頭痛；因此逼迫感受者脫下面具，以致其暴露於他種與噴嚏氣同時或隨後放出的氣體中而受毒。

(c)引起水皰之物質：某項化合物，如二氯二乙硫(亦名“芥子氣”或“伊迫禮特”等，使皮膚及黏液膜發生壞爛之現象。凡將皮膚暴露於由芥子氣之慢慢蒸發而成的蒸氣中，過二小時至八小時後，即有水皰發出。此項傷害之輕重，與其與是項蒸汽接觸的時間之長短有關。如氣體之工作時間極短，所生之皰常屬殊小；反之若氣體之工作時間較長或係直接與液體的芥子氣接觸，則結果所得者爲一極重的普遍水皰疹(Phlyktän)，即全身上滿發水皰。此項氣體對於黏液膜之影響，爲使其發生黏膜疽；因此使在其下之細胞，失去其保護，而成一各種傳染極易侵入之處。總而言之，引起水皰的物質，雖其功效可以抵禦，有時且可以將其消滅，但其不意襲擊所產生之重大的結果，並不以此而減色。此外凡人之經過飽含芥子氣的地面，或在該處停留者，即因此一觸而染此氣，此乃係該氣的主要功效。芥子氣穿過衣服，將其變爲一種引起水皰之膠布；此布一與他物接觸，即將其發皰之性質傳於其物上。

有此氣之區域及一切曾與此氣接觸之物，其危險的侵略性，存留至數日之久。

窒息氣之功效——所謂之“窒息氣”，有使人發生致死的肺部傷害之特性。例如氯氣，溴丙酮，硝基三氯甲烷，光氣，丙烯醛，等，皆使血流入肺部之氣穴及氣管內。此項因肺痛而致死者，其死狀正似窒息者在死時之拘攣而似與死神作可怕的鬪爭。作此項用途之氣體中，以光氣(即一氧二氯化碳)，爲最有效。

他種氣體如一氧化碳者(注意：一氧化碳非一軍用氣體)，其影響係直接在血液上，在多數情形下以心脫而致死；但死時毫無痛苦，與一般所想像者相反。

缺少痛苦與不易感覺傷害物之存在，適足增加其危險性；因在此項情形下，受犧牲者難於知其情形之嚴重而避免努力增加其業已過勞的心臟之負擔。

有毒氣體的功效——最後一類氣體，如氫氰酸及其衍生物等稱之爲神經系統之毒物，以其功效在直接使神經系統癱瘓(Jähmung)而致死也。雖然，此類氣體，惟在頗高的濃度下，乃發展其癱瘓神經的能力。

多方面的或混合功效——吾人不應以爲在戰爭中應用的氣體，每種僅有上述各種功效之一種；此點梅耶(Mayer)教授論之甚確：

“多數氣體，有混合功效。各種催淚氣及窒息氣，在高量下均能致死。如引起水皰之化合物，如不在皮膚上起作用而浸入肺部，隨即有猛烈之破壞。故吾人言及催淚或引起水皰之物質，不過指其主要的功效而已”。

“將毒氣彈內的炸藥分量或其放射的密度加以變更，可將散出氣體之分量變動，

由此可將其在地上之傷害功效改變。例如三氯二乙硫，在低濃度下，僅使目部發炎，而對於皮膚，則似一引起水皰之膠布；但在較高之濃度下，則傷害目部以致失明，並傷害肺部，使氣管逐漸閉塞，慢慢停止呼吸而致於死”。（編者按，關於失明及致死兩種現象，在戰場之情形下，均祇有少數次數發現；參觀本書第 337 及 196 頁。）

“同時用數種物質，或僅用一種能有數種性質的物質，均能得混合功效（此即謂其破壞之影響計有數種）。關於此點，吾人可注意一種早經知悉的混合功效，即炸藥與氣體之功效。多數近代炸藥，爆炸時發出氣體，是項氣體多係有毒之物；例如一氧化碳，為一強烈之血毒，引起窒息現象。用地雷作戰時，爆炸後在閉塞之處常有患窒息而死者”。

軍用氣體的事後影響——關於此項問題，雖無完全一致的意見；但吾人得一影像，毒物傷害對於犧牲者，結果似留有永久苦痛；例如受害者之肺傷，使其較易得某種傳染病。（參觀上文第 338—339 頁之反面論調）。

新發現的物品之可能的功效——上述各種氣體，其功效正已述過者，實皆係已知之氣體，在平時之工業上即有用途者；此點吾人再應特別注意。但吾人毫無保障，將來不發現他種氣體，其破壞可及於他種器官的官能者。紐約哥倫比亞大學岑內提（Zanetti）教授云，“吾人能想像，使人作激烈嘔吐的氣體（此項氣體，實已在研究）或如一氧化碳一類的氣體，妨害赤血質之尋常官能（即將氧氣自肺部運至身體之各部份）者，均有發現之可能”。雖然，此不過係一種假設。按照拔特維（Paterno）議士之觀點，此類發現，不能謂其必無；反之拔氏特云，“吾人亦無根據，假定多種在軍事上更為優越的新物質，可以發現及大量生產”。在大戰之初，所知之毒氣，約計三十種左右，但在今日竟超過一千種。此項事實，據拔氏云，對於新毒氣之能發現，並非一種有價值的證據。關於此點，吾人祇需迴想，當此項毒氣種類自 30 種遠長至 1000 種時，並無新發現的氣體在內；且在原來三十種中，光氣，氯化氫（chlorzyan），及芥子氣（編者按，關於氯化氫一物，意見不一致），占最重要之位置，在以後一千種中，此三物仍為最重要。

“自此項證據按邏輯上能得之結論，甚為簡單；此項結論，即對於此 1000 種物質之新研究，毫無結果”。拔特維教授雖信化學戰爭之準備，不能廢除，但其關於毒氣之意見，則謂“由化學的進步，獲得軍用氣體的新發現而以之得更大的成功，其希望及可畏的程度，不大於爆炸物的新發現”。

氣體對於動物的功效——氣體對於動物的功效，與其對人的影響大致無異；據觀察結果，其感受難易的分別，亦屬殊小（參觀第 321 頁）。

氣體對於植物的功效——氣體對於植物，似無傷害的影響。在研究處所或在其密接的鄰近地點的植物，雖多次暴露於毒氣中，仍不受害。濃密的阿根

倫 (Argonnen) 森林中，在大戰期中曾以毒氣飽和者，至次春其植物仍無變化。(編者按，氯氣及“光氣”，對於活植物有猛烈的影響，可將其漂白；但此項傷害，尙未確定。)

對於他種富源(Quelle des Wohlstandes)的功効——吾人現就岑內提(Zanetti)教授(岑氏爲惟一之專家，對氣體於一國富源的影響曾作考慮者)的報告，取出下列各段：

岑氏云，“此項功効，係在因影響人類而致，間接破壞，例如當工人以毒氣在周圍之籠罩而不能赴工作的處所，或有燃燒之危險(例如當燃燒飛機彈擲於穀倉上時)時，工廠必需暫時停工。雖然，吾人對此有一感覺，卽在此兩種情形下，其事非純粹在化學方面。此項特別工作，雖以某數種新燃燒劑〔磷及塞買特(Thermite)，參觀第 320, 218, 512 頁〕之應用，增於完美，但其基本問題，則就大概言之，並未因引用化學戰爭而變更；用高炸藥的炸彈，亦可引起穀倉之燃燒，而利用砲火或自空中投彈，亦可使工廠不能工作。不過利用含強烈的致淚氣之飛機彈數枚，卽可使一工廠(例如一鋼廠)停工至一月之久(此項有效時間，若能設法除毒，大可縮短)，但其對於廠中的人命及物品的破壞程度，則較用遠射砲或高炸藥飛機彈所得者，相差殊遠耳。

如所欲襲擊者爲曠穴或隧道，則如能將其以一持久性的氣體(例如芥子氣)飽和之；抑或卽以一種簡單的催淚氣(如苯氯乙酮)將其飽和，或卽可使其數月內不能去人(惟有適當之防護者則除外)。雖然，在此項情形下，備有相當防護的除毒人員，極爲有用；如用此法，則被毒的曠穴及隧道恢復工作所需之時間，遠較用猛烈的炸藥所破壞者爲短。

總而言之，“迄今尙未知有物質，除影響其所必需的工作人員外，可以他種化學方法破壞富源”。

化學兵器的防護——上述各種功効，係毫無防護時所得的現象。在大戰時，此項物質的應用日就發達，但有一幸事，卽對於此項物質的防護，亦以同樣的範圍隨之發展。此項防護的目的，係用隔離式或過濾式的器具達到之。隔離器具之構造，卽係將潛水者所用的器具多少令其簡單化而得之；其原則爲將人身及外間空氣隔離而另自供給其所需之氧氣。自理論上言之，此項辦法，爲一種絕妙的方法，對於各種有害之物，在各種濃度下，均能得防護。雖然，此項器具，對於作戰者極爲不便，故人多樂於採用過濾器具。過濾器具之原則，係在空氣入口前設有特殊的過濾劑以去其吸入空氣中所含的有害組份。此項過濾劑，係爲多孔之吸收劑，有溶解性之液體，化學藥劑，或特別之篩。各種之過濾器，均有顯著的功効。因受毒氣而致死的人所用之面具，經在實驗室檢驗後，證明其效力並未完全喪失。其致死之原因，乃在戴面具時太晚，未將其戴好，或除去時太早。

據安其里(Angeli)教授云，“然而當氣之濃度超過某種限度時，則面具亦能失其效用。在該項情形下，作戰者完全失其保護；即在以前視為確係安全之處，亦可致死”。（迄今在戰場上，僅在用氣體投射砲時，曾得此項結果；參觀第 219 頁。）

進一步言之，如欲面具有效，一種基本的條件，即係用之者必需將其帶在身邊，且對其用法甚為熟習。反之對於失其面具，或未準備，或無訓練之人，化學兵器的功效之可怕，正與其在大戰中第一次應用時忽對毫無保護的軍隊用此項新式攻擊法所得之結果相同；在該時受犧牲之軍隊，係以信任海牙會議之公約，在被犧牲以前，完全未思此項攻擊之可能性。對於無保護的平民，將來如用此法攻擊，無疑的將重演此項慘劇。

防禦引起水飽的物質之方法，至今尚付缺如，因有過濃功用的衣服既不能得（參觀第 434—5 頁），故需着有隔離功用的衣服；而是項衣服，着之過久，即不能忍受。對於此類起飽物質之防護法，因此即係將曾受其影響之軍隊，立即撤退；而此項軍隊至少在數日之內，不能擔任軍事上或其他方面之工作。最後馬匹對各種毒氣之防護方法，均未成功。（注意：關於與此相反之言論，參觀第 460 頁起“馬之防護”。）此項問題之所以不能解決，其原因在馬所需之空氣量甚大，馬性之好動，及其需以糧牽之。反之將通信鴿置於籠中，上用一種以相當藥劑浸漬的布質保護之，則能照常生活，不感痛苦。

以上所言，為現時之情形；但吾人常有一種畏懼，即防護方法將來或有不能應付之一日（參觀第 437 頁）。

結論——化學兵器，以其功效毫無疑義，在上次大戰時用量日益增加；其效用在引起各種生理上的影響。此項兵器的力量之限度，功效之大小，與種類之多少，不能加以精確判斷；正如藥物及化學任何部份的範圍不能確定之理相同。此類極其重大的影響，雖可用相當之防護方法以使其減小；但對平民之防護問題，則始終迄未解決。

因軍用物質在平時常需應用，故凡有化學工廠之工業國，即有化學兵器可以應用。關於此項事實，岑內提(Zanetti)及梅耶(Mayer)二教授，曾在其報告中作下列結論：

岑內提教授云：“因此類工廠，將其變為製造化學兵器材料之工廠甚易。幾可隔夜即變，故凡有強大之化學組織的國家，其鄰國對之自必畏懼及懷疑”。（編者按“隔夜即變”一語，似不得當。）梅耶教授云：“對於任何有野心的強國，此項兵器，實足與以極大的優勢。一種祕密的研究成功之毒物（不論其係在何處研究成功），可以大量製造（無論其在任何化學工廠製造）者（關於此點，編者按原文之語氣，頗足令人誤會每種化學工廠，均能製造大量的戰場上需用的軍用物質；實

則不然。),若忽對無準備的人民施用,可將其任何抵抗之思想破毀”。(在報告書原文中,此段後即繼以關於敵酋戰爭之簡短報告;以其與氣體工業無關,故略去)。

化學兵器對於平民應用的可能性——化學戰爭,尚有一種極重要的期望,在本報告中迄今尚未談到者,即為毒氣對於大城及作戰者集中處應用之可能性。關於此點之詳情,殊難預言,以迄今僥倖尚無此項攻擊之例也。雖然,吾人必需承認,自技術上觀之;為何不能利用空中襲擊或射程日增之大砲(此項戰術,既為近代海陸軍戰爭所用),以毒氣攻擊大城,似無理由。反之吾人有各方面之根據,可以假定,在將來之戰爭中空中兵器之發達,自其數量及效力兩方面觀之,均將遠過於上次大戰時。此項行動,雖或可加以指摘;但在技術上言之,則將威力極大的裝毒氣之炸彈擲之於敵國的政治及經濟中心,毫無困難。作是項用途之氣體,不必為有效時間有限的氣體;以其目的,乃在將此項事業之中心加以擾亂或破壞也。例如將為量頗大的芥子氣,散布於大城市中,在較長之時間內此物即似懸於此項城市之上(編者按,自氣體技術上言之,此語似不合宜)而漸漸將其中之房屋充滿之。吾人必希望尋出一有效的方法,以防護平民在此方面的危險;但吾人亦必特別聲明,此乃一難題。使全體平民均各有一具防毒面具,幾屬一不可能之事;至集團防護之方法,則事先勢須先行試其是否有效。如無此項防護方法而又預先不知其所攻擊之地點,則自一般言之,完美的防護,為不可能。(編者按,此數語為一不易了解之臆說,其結論亦欠清楚)。且凡較重的毒氣,在地面存留極久,即在空曠之地亦然;至在一城內能留若干久而為一種長存的危險,則難於預測也。

吾人現可承認,此類戰術之發展,為一種可怕的事;因此人類之良心,應對此項行動加以痛恨。雖然,自事實上之觀點言之,因在近代戰爭(例如上次之大戰)中,一國的全體民衆,多少參加戰鬪,無顧忌的強國,對於敵國的前綫軍隊及其供給此項軍隊的兵器之中心,不加分別的加以襲擊,乃一極可能之事。

最後吾人再將各種事實綜合,作下列之結論: 凡一國家,一方面感覺科學在戰爭上的應用日益增加及其往多方面的發展,一方面感覺危險(此項危險實乃一種致命的危險)的威脅者,雖信任國際間之條約及協定,為考慮其本身之安全起見,對於一種新式兵器應自興起,以免將來毫無保障。因此之故,本委員會以為對此項威脅,各國均確須完全了解其危險性”。

軍縮委員會下之專門委員會之上述意見,在不適當的言論外,藏有不少適當的論斷,多條正確的思想,及合乎邏輯的結論。因此編者雖對其一大部份之言論不能贊同,以為將其全部之一半列入本書,仍似為有用。在上列報告書之行文中,編者已將

其意見與委員會意見相左之處標出，故在此處不必另加批評。

雖然，有一點無論如何應述及者，即此項報告書中，常引用一方面及不完全的專家意見，殊足使人驚奇。另一使人詫異之事，在此報告書中，無疑的並未將迄 1924 年止已知之關於氣體技術的參考材料，完全查考。最後在氣體技術方面公認之權威，如美國之弗禮司 (Fries) 及吉如克禮斯特 (Gilchrist)，德國之哈柏 (Haber)，倫斯特 (Nernst)，及弗魯禮 (Flury)，英國之哈如鄧 (Haldane)，法國之莫勒 (Moureau)，及俄國之伊拔葉夫 (Jpatjew) 等之意見，均未採取，尤屬驚人；設採此數專家之意見者，報告書之錯誤及其錯誤的結論，必可免除矣。

此項委員會之意見，大受美國化學會之嚴刻的批評（參考 178,247）。該會於 1925 年八月五日在綠杉磯 (Los Angeles) 開年會時，有一千左右之代表到會。此會之會衆，對於在國際聯盟行政院內盛行之關於軍用氣體的純粹表面化的觀察，予以強烈的抗議；並以強調聲明云，此類禁止，如獲實現，不啻將一種合乎人道的戰術放棄而寧採用以前之野蠻戰法（參考 178）。（注意：美國化學會關於化學兵器意見之完全改變，為一種極可注意之事；參觀第 332 頁）。

各國人民之一致的意見，不論在任何一方面，自此項理論上的討論，均未達到。但一種有永久性的現象，即自此開始：是項現象；即因華盛頓協定既有法律上的效力，各國關於氣體技術的準備，乃在祕密中進行。造成此項不道德的現象者，顯係設法

訂定法律僅使他人受其影響的各國之共同努力。受此項禁止者，不僅有在各方面均無法可加節制之俄國，抑且有解除武備及受法國過分的監督之德國。

由此易於了解，被禁止試驗及發展任何新時代的兵器之德國，因其鄰國對於空中及氣體技術之準備，極竟感覺不安，故首先願見華盛頓協定之奸詐早日停止。因此經詳細考慮後，德國於1925年五月在日內瓦集會之兵器貿易會議席上，提議對於澈底確切禁止軍用氣體，作一最後之決定。此項建議，為以柏登 (Burton) 為領袖之美國代表團所贊成；為解決此項問題起見，該代表團謂有從新在華盛頓召集一次會議之必要。反之法國代表云，“凡一國家，即令承認放棄化學兵器，如真有戰爭，是否能不用是項兵器，殊令該代表團懷疑”。最後兵器貿易會議容納德國之建議，在節制兵器貿易協定的結論一段內，附入一條，請求召集一次國際會議，以締結廢止化學兵器之協定為目的。

在1926年五月，在日內瓦之軍備縮減會議預備會席上，德國又將其於1925年所代表之主張，復行提出。故此點在1926年十月之集會，得以從新列入議程中。

關於氣體戰爭問題之根本決定，不能在適當時間之內決定，乃一可預料之事。關於此點，福勒 (Fuller) 氏言之甚明(參考116)：“任何世界會議，不能廢止化學兵器”。主要的強國，在華盛頓會議鑄成錯誤後，極力避免第二次失敗，以免將人民之道德及其對於國際條約之信心完全破毀。因此是項國家，對於此項禁止

(不論將來能證明其實係合理抑係愚笨),若其效力僅限於各國均能遵守之時,並非不歡迎;而是項協定,因俄國對之抱消極態度,現在實毫無能以履行之希望。迄今俄國對於氣體兵器的評價,係屬毫無顧忌的坦白表示,謂華盛頓協定係一種騙局,僅為愚者及弱者而設,故該國對於氣體技術之準備,將繼續的努力進行。設吾人將此項事實與凡爾賽(Versailles)和約之條件,(即德國對於毒氣防護亦須禁止)及其因此約而發出的倫敦最後通牒相較,此項和約之矛盾及不道德更為顯露。最後一點,吾人可提及者,即對於軍用氣體之傷害效力,及與此相關之一點(即氣體戰爭工具作兵器用時在軍事及人道上的價值)之意見,於短時間內已經過重要的進步;此項進步,在美國表示最強,已如上述。是項發展之結果,將不致隱沒,而且最後將使人認明,對於化學軍用物質的應用之反對,自科學上及歷史上之眼光觀之,終久不能保持也。

## 第二節

### 大戰後化學兵器實際上的進展

#### 1. 各國關於氣體技術方面之準備

接上節所含化學兵器在將來戰爭中有價值或無價之理論上的討論之後，吾人現可轉到氣體戰爭之事實，此即謂在大戰後各國在氣體技術方面之準備工作。以下所述，自然不能視為十分完全或絕對可靠；視之為僅有象徵式之意義，實較為適宜。吾人應明瞭此類工作，全為其祕密性所嚴密的隱藏，惟間或有漏出之消息耳。雖然，自大戰以後，在軍事學之任何方面，無一方面工作及研究之多，有過於此化學戰爭者，乃係毫無疑義。僅僅此項事實，已應令和平論的信徒張目；並可給彼等以一種教訓，即彼等僅能整個反對戰爭，但無論何時不能反對其中某部份之一時現象，而在將來戰爭中廢止氣體兵器之各種努力，在原則上已為一無意識之事也。

對於氣體技術的工作之多少，一種較屬可靠之標準，為各國

政府對於此項目的所用之經費。因此吾等擬在下列討論中，將各國對此方面之準備。按照所用經費之已知數估計之。

美國——在專門技術雜誌及政治方面之出版物中，常稱北美合衆國(美國)為化學戰爭方面之領袖強國，而該國對於氣體技術的準備之極大的耗費，且日在增加。美國之得此名，係因其化學戰爭事務課(Chemical Warfare Service)課長弗禮司少將(Brigade-General Amos A. Fries)，以與華盛頓協定正係相反的精神，對於氣體兵器的保留及發展，作大量的宣傳。弗氏的主張之動機，即在其正確的認識，氣體兵器對於美國之世界強國的地位，不僅重要，抑且為一種不可少的因素。在1920年，弗氏已曾作下語：“在未來之戰爭中，能將化學兵器盡量利用之將軍及參謀部，將能獲勝”。(參考82)發表的言論往往超過事實而有偏重及宣傳的色彩，為美國習慣之特點。因此項現象及一種與之有關之事實，即美國軍事方面之事，極易探悉而似不甚保守秘密，使人無意的(亦常有意的)將其對於氣體技術之準備，過分估計。

雖然，就事實上言之，此事實非如此。細考美國之軍事情形，即可明白的顯出，化學戰爭事務課在該國本身內，實遭重大困難。(關於氣體技術方面，自其按期出版之化學戰爭雜誌(*Chemical Warfare*)，可得一極深之影像；參考208。)該課之發展，正如其軍用航空之發展(關於此點，參觀梅吉爾將軍(General Mitchell)發表之言論，參考191,192.)，曾遇強烈之阻礙(參

考 208)。在第 334—335 頁上，已經示明，1922 年之華盛頓協定，使其受何等嚴格的縮小。化學戰爭事務課在各年內所分得之預算如下：

1921-22	1,350,000 金圓
1922-23	600,000 金圓
1923-24	750,000 金圓
1924-25	870,000 金圓

1922 至 1925 年間預算之增加，純因金圓購買力的降低及與此有關之薪金及其他經常支出的增高，故與 1921-22 年之預算相比，其預算額實一直減少百分之五十。此項總數，雖尚似甚高但如欲將其正確之評價，則應以之與其他軍費相較。作此項比較後，是方面費用，僅為美國軍費總數的三分之一%；以此項比例用之於一種主要的兵器，未免太小也。

美國和平團體對於完全廢止化學戰爭事務課之努力，為上下二議院之軍事委員會及海陸軍方面之專家所反對；其反對之理由為：化學戰爭的廢止為一種不可能之事。

美國氣體防護總廠〔即愛奇塢兵工廠(Edgewood Arsenal)〕，現共用八百五十九人，內中有軍官八十四人，化學師七十三人，工程師十三人，醫生七人，下級軍官及兵士四百七十五人，及普通人民，二百零七人。此兵工廠之工作，非盡屬於軍事方面（如氣體方面之職務，烟幕及烟火之製造等），而並擴大至消滅害蟲，供給美國警察所用的軍用氣體物質，且在多方面幫助國家及私

人工業之平民管理。在 1921 年春，化學戰爭事務課，即有爲一般民衆舉行一富有教育性的展覽會之舉。在此展覽會中，觀者得一明白的指示，即一國之繁榮，與其平時化學工業之發達，有何等的關係，而同時此類工業，在戰時對於國防何等重要。原料之採取，製造之程序，製成之物品，及軍用氣體在戰時應用之可能性，在此展覽會中均以統計表，圖畫，及模型表顯出之。凡參觀此展覽會者，每人均贈一本備忘錄，其內容爲對發展美國化學工業及造就化學專門人才作一宣傳(參考 208, 210)。

愛奇塢兵工廠 (Edgewood Arsenal)，在最初設立時，其防毒面具之出產量，係預計每日二百五十具。但在必要時可增至每日二萬具。雖然，現時美國陸軍全體，共僅有一萬五千具戰時能用之防毒面具。

附屬於該兵工廠之化學戰爭學校 (Chemical Warfare School)，繼續不息的開設氣體防護之課程；是項課程對於軍官爲八星期，對於士兵則爲四星期。

化學戰爭事務課，與美國兩大公共團體，有密切的關係。此二團體中，一爲“美國化學會”(American Chemical Society)，即美國化學家之聯合會；其他團體則係“美國化學戰爭協會”(The U. S. Chemical Warfare Association)。第二會係弗禮司 (Fries) 與哥林 (Gorin) 二氏在 1924 年十月九日所創立，其性質半屬軍事方面，半屬平民組織，作會員者至少需有後備軍官 (Reserve Officers) 之資格。此會之總會會址在華盛頓，其會

長爲哥林 (Frank B. Gorin) 氏;在波士頓 (Boston), 芝加哥 (Chicago), 及紐約 (New York) 各城, 已設有分會。該會之機關報, 有軍事化學家 (*The Military Chemist*) 一雜誌。關於此會之工作, 弗禮司氏 在創立時已指定令其專向美國 民衆, 以無可反對的論調, 解釋化學戰爭, 使其諒解, 並使其不再視化學戰爭 事務課爲美國 陸軍之繼子, 而承認其應有獨立性及較大的經費。

日本 (參考 147, 208) ——美國 在太平洋 上之勁敵, 日本, 對於化學兵器, 尤其空中化學戰爭之重要, 及空中毒氣襲擊之效力 (此項襲擊之可能效力, 早經美國 專家, 反復的着重聲明; 參觀第 379 頁), 有極速之認識。澈底的航空部之改組及毒氣戰爭局之建設, 需款甚鉅; 在財政恐慌之日本, 如欲爲此, 勢必減少他種兵器之費用。因此日本 被迫, 犧牲四師團之陸軍, 而以其所餘出之款項 (約計一百五十萬金馬克左右), 作爲擴充空軍及氣體戰爭之用。爲設立一化學戰爭研究所起見, 最近日本政府 已批准撥款五百萬日元金 (即一千萬馬克), 聲明須於三年內完成此項研究所之建築及設備 (參考 217)。此外關於其計劃及動作, 日本 嚴密的保守秘密, 較其對於他種軍事上之事保守秘密尤甚\*。

---

\* 譯者按, 據 1933 年三月三十一日東京電, 日本 陸軍省, 決定於習志野 設立陸軍化學戰學校, 並將現役及後備冊中下級士官 (其數約計十萬人) 編成新隊, 使受毒氣戰爭, 運用鐵甲汽車, 及氣象學與軍事學測驗方法之特殊訓練; 四月起即着手籌備一切。

法國(參考 187,208)——在各國中，法國可稱軍事上的強國，其對於將來戰爭中之氣體技術，亦有最大的準備者。該國在作強大的空中技術準備中，同時亦秘密的將其軍事化學，發展至與之相當之程度。〔查山聶(Lucien Chassaing)於其在 1927 年一月二十九日在 Le Journal 報上發表之設立經費充足的化學管理局為陸軍部之責任一文之言論，為此處所言者之補充及證實。在該文中，查氏云：“我國之學者，相信其對於氣體技術方面之工作，不應中斷。此項學者，如莫勒(Moureu)，柏穿(Gabriel Bertrand)，伯特羅(Daniel Berthelot)，伯阿(Béhal)，德勒賓(Delépine)，及梅耶(Mayer)等，正在與其學生繼續的對軍用氣體物質及防禦此類氣體之方法，作科學的研究。〕在法文雜誌中發表的關於化學戰爭(La Guerre Chimique)之多篇論文中，固未嘗言及此事，但法國之軍隊領袖及將軍，則曾屢次的作含此項意義之聲明。法國對於此點，雖異常謹慎，不令消息外洩，但吾人仍知其實際上關於氣體技術方面的準備，因此對於法國在該方面之預備，毫無疑義。在 1922 年時，據軍事的法國(La France Militaire)雜誌中所載，法國每區所有及所需之化學師，已經登記，以便陸軍總長可以調用此項輔助人才。在 1920 年計畫設立一處以德商納(Deschanel)，波安加瑞(Poincaré)，及克雷蒙梭(Clemenceau)為名譽會長之勝利學院(即一處在巴黎設立的研究化學戰爭之近代式的研究院)失敗後，國立科學及工業研究院於兩年後成立；此項研究院，對於軍事，科學，

及工業方面，同等注重。是項機關建立之目的，一方面在謀此三種因素密切的聯合以作國防之用，他方面則在與他國之同樣機關（尤其德國工業界所設立者）鬥爭；故實代表一種軍事及工業的範圍之適當的融合。特別有意義者，為在 1924 年組織之後備軍官技術隊；此隊在氣體技術方面的有名的權威莫勒 (Moureu) 教授指導之下，與化學工程師發生密切之關係。莫氏 同時亦為“化學兵器研究委員會”之委員長。

在法國陸軍部下，氣體戰爭事務課共分三部份：(1) 毒氣防禦材料檢驗局。(2) 行政部；(3) 技術及材料管理部，此部份實應分為兩小組，即氣體防護及氣體攻擊的應用兩組（參考 233）。主要的氣體兵工廠，設在陸內菲 (Lunéville)；除已有之一大串軍事化學工廠外，1925 年在多魯 (Toulouse) 復設一新廠。

關於法國軍隊對於氣體兵器之興奮的興趣與了解之證明，除其他在任軍官多次關於氣體技術發表之言論外，有法國陸軍部在 1924 年發表之極其明白的氣體防護規程（參考 162），其內容已屢次在本書中提及之者。按照此項命令，氣體戰爭事務課之組織 (Organisation du Service des gaz de Combat)，在戰時應按下列條例組成之：

氣體戰爭事務課之首領，為氣體戰爭事務課總監 (Général inspecteur du Service des gaz de Combat)，在總司令部中，屬於砲兵司令，受其調遣。該總監應與後方之化學試驗及研究總監 (Général inspecteur des études et expériences chimiques)，友軍之氣體戰爭事務課課長，及衛生首領，不斷的聯絡。氣

體戰爭在戰場上及在後方之合作，尤須特別注意。

作陸軍總司令之氣體技術參謀，設有 Z 部陸軍總監 (Inspecteur Z. d'armée) 一人 (即氣體技術之最高級參謀)。此項總監，位在砲兵總司令之下，負陸軍部份關於整個毒氣防護之最大的責任；關於氣體方面或有之特殊的冒險嘗試，此員亦須合作。在此員之下，設有軍官數人，內中有一位化學軍官 (Officier chimiste) 及一位 Z 部醫官 (Médecin Z.)；此項醫官，最好對於病理學有經驗。

各級之氣體技術軍官，即所謂 Z 部軍官 (Officiers Z.)，在各種大小部隊中，自軍團起，迄大隊止，均有之；是項軍官，為對於氣體防護及氣體戰爭各種問題之氣體技術顧問。

波蘭 及 捷克 (參考 147)——此二法國之臣國，以法國的教練之幫助，已各將其氣體戰爭事務課完全按照法國式組成。在 1922 年，法國已遣不下八百名之氣體軍官及一千五百名之氣體防護下級軍官至波蘭。波蘭之陸軍氣體學校，設在瓦薩 (Warsaw)；其化學大隊按期舉行氣體攻擊法之實地演習。因報紙宣傳及個人募捐的結果，波蘭之氣體防護委員會 (此會共有二十六支部，分佈於全國)，竟募足款項，為設立一處化學兵器研究院之用。此項私人團體及陸軍氣體學校與瓦薩之飛機製造廠 (此廠同時按法國方法製造防毒面具及氣體兵器)間，有密切的關係。在馬里斯可 (A. Malyszko) 大佐關於氣體技術之著作 (書名 Wojna Chemiczna, 1924 年在瓦薩出版) 中，對於軍用氣體在空之應用，曾特別指出。

捷克之氣體兵工廠，設在阿謀茲 (Olmütz)；其砲隊氣體兵器，在斯可答廠 (Skodawerke) 製造。

英國——福煦大將 (Marshall Foch)，曾以明顯之姿勢，着重的對倫敦作下列之威脅語：“利用飛機散布大量毒氣之可能

性與日俱增”。此項威脅，使英國大為震動，而迫其急於進行防護及敵抗的準備。英國之軍事著述，如奧如特(Auld, 參考 28, 97), 勒非標 (Lefebure, 參考 122), 白里 (Burney), 福勒 (Fuller, 參考 116), 及立得爾哈特 (Liddell-Hart, 參考 149, 188)等,已將關於氣體戰爭之參考,作極廣之搜集,並指示其將來之更進一步的發展。現今更有科學家哈如鄧 (Haldane, 參考 181)教授,對此問題亦參加意見,為氣體兵器辯護。英國之新定戰場服務規程,亦在多處注意及於化學兵器;例如下文所云:

“氣體作軍用兵器之應用,每次應於作戰之初,由負責之長官考慮。如經批准,即應將其使用達於最大的範圍。除砲隊所用之氣體榴彈外,步兵可用氣體輕迫擊彈,飛機則可用氣體炸彈;吹放法亦可保留。不易揮發的氣體之加入,僅能以較高級首領之命令行之。射擊之選擇,為高級砲兵首領之職務,但其射擊須得參謀部及步兵首領之同意,方能行之”。

現時在英國 (參考 232,250),有一個與陸軍及海軍部平行之航空部,並有一“軍事化學委員會”以軍界及科學界之代表組成之。陸軍部之化學部份,現時已用有 151 人;其關於軍事化學之預算,在 1923 年為 80,000 英磅,1924 年為 103,000 磅,1925 年已達 273,000 磅,即遠較美國化學戰爭事務課之預算為大。關於軍用化學物質的研究,工作甚為緊張。據報紙上所登載者,各國新聞紙遍登之勒勿羅 (Lefroy) 教授因受一種新奇的軍用氣體而致死,吾人應尚可憶及。對於英國議院關於利用動物作研究毒氣之詢問,陸軍部曾作下列之回答(參考 250):自 1923 年五月至 1926 年一月三十一日,共用 2183 隻動物作

此項研究；內中 477 隻立即死去，1132 隻於一月內死去，作此項研究用之動物，其種類之支配如下：兔 1136 隻，印度豬 406 隻，鼠 227 隻，鼯鼠 (mouse) 176 隻，貓 124 隻，山羊 58 隻，豬 6 隻，馬 5 匹。英國的中央化學戰爭研究所，設在沙雷伯利 (Salisbury-Plain) 附近之潑登地方 (Porton Field)，以一員大佐指揮之。

俄國 (參考 147, 233)——在脫拉資基 (Trotzky) 之知其目的的指導下之時，俄國之最高革命軍事委員會，已努力將氣體兵器作完美之建設，令其與脫拉資基同時極力鼓勵的空軍，謀得密切的合作，造成紅軍之效力最高的兵器 (即空中化學兵器)。俄國專家，直率的承認空中氣體襲擊在將來戰爭中之異常重要 (參觀第 379 頁)，但同時亦認明其與在平時已發展至相當程度的基本工業之關係及聯合性。因此俄國對於此類工業之樹立，即行開始努力。在無產階級中的知識份子之熱心指導之下，私人組織之會員徵集團體，即國防化學會 (名爲 Dobrochim) 及航空協會 (名爲 Dobrolet)，相繼成立，其工作遍及全國之城市及鄉間。此二會現已自行合併，成一新會，名爲航空化學協會 (Aviachim)。最近從來取不參加主義之科學團體，爲各大學及高等工業學校，亦已表示願意完全受最高軍事委員會之調遣 (參考 177)，並已受委託，在軍事化學方面作研究工作。至軍事化學家之職業訓練，則係在莫斯科之高等化學學校進行。

關於化學戰爭事業之最高機關，有 (1) 各部聯合組織之

氣體防護委員會，以重要化學家伊拔葉夫 (Jpatjew) 爲主席；  
(2) 在最高軍事監督部下所設之軍事化學監督部 (Chemische  
Militärinspektion)，在此部下再設有氣體戰爭監督部，現已成立四處(參考 147)如下：

第一部 在列寧格拉 (Leningrad)，管轄列寧格拉軍事區域；

第二部 在斯木倫司克 (Smolensk)，管轄西方前線；

第三部 在卡高夫 (Charkow)，管轄烏克蘭 (Ukrain) 軍事區域；

第四部 在伊爾庫資克 (Irkutsk)，管轄遠東軍事區域。

1923 年六月中，在烏克蘭 (Ukrain) 之突精 (Tulczin) 及立丁 (Litin) 區域，已在佛倫斯 (Frunse) 及卜里馬可夫 (Primakow) 二將軍領導之下，舉行試用軍用氣體物質之野操。聞現時在盧布林 (Lublin) 並設有一處砲兵氣體射擊場，內有試驗室及他種研究處所(參考 233)。

在廣大及多方面的關於氣體技術之參考材料中，有多篇局部有價值的文章 (參觀參考 139, 167, 170, 176, 177, 186, 190, 195, 219, 230, 251)，對於上述各點，可作證明。

總而言之，俄國關於氣體技術之準備，以現今工業之不發達，尙不能視爲有若何實際上的重要；但以其在精神上及組織上之能力正在工作，故其在較短之時間內能全部表現驚人的成功，乃一極可能之事。

意大利(參考 208)——意大利在 1923 年七月十日,按照美國式設立其軍事化學事務課(Servico Chimico Militaire);在該課服務者,現已有軍官二百人(即雙倍美國化學戰爭事務課所用軍官之數目)。與相當數目之兵士及非在軍界的專家。關於詳細情形,以其守祕密,不得而知。一篇意大利人發表之文字(參考 196),曾作此言:“爲謹慎起見,吾人僅云在軍隊內有一軍事化學事務課,其中有對此方面富有經驗之人,即已足矣”。莫梭里尼(Mussolini)氏曾在議會中表示其主要觀點,謂一國必須具有最大可能之自衛武力;故莫氏對於化學戰爭方面有興奮的興趣,且予以知其目的的鼓勵。關於平民對於毒氣防護之設備,在意國認爲極重要(參觀第 454—5 頁)。

西班牙(參考 147,172)——西班牙有國立軍用氣體物質廠二處;一在山弗南多(San Fernando de Jarama)附近,一在山馬丁(San Martin de Peredas)區域。吾人曾得報告,謂西班牙在摩洛哥戰場上,曾用飛機散布軍用氣體。西班牙爲一不受華盛頓協定約束之國家,故對於氣體技術,公然的進行準備。在 1920 年,該國已發出一種關於氣體射擊之服務規程;在西班牙砲隊中,氣體榴彈爲其尋常設備之一部份。

比利時——比利時在 1923 年春,按照美國式,設立一種關於氣體戰爭事業之組織。在比國陸軍部中現有一個軍用氣體署,下分三部份如下:(1)氣體戰爭局;(2)研究所(內分化學及生物兩組);(3)氣體技術委員會(即軍用氣體局長之顧問

機關)。

瑞典及瑞士——瑞典及瑞士，已採用德國式的防毒面具。在瑞士國之萃里虛(Zürich) 城，設有一處研究氣體技術之兵器試驗所(參考 147)。

羅馬尼亞，猶哥斯拉夫，芬蘭，立陶宛，及墨西哥等——羅馬尼亞，猶哥斯拉夫，芬蘭，立陶宛(Lettland)，墨西哥，及中美及南美洲各國，對於氣體技術之發展，至少亦在開始準備\*。

## 2. 大戰後之軍用化學物質

在世界大戰中，以有效的氣體防護法之發展，使交戰國繼續採用新的軍用化學物質，以令敵人一時不能防禦，已在本書之第一部份中指明之。此項氣體及面具間之勢均力敵的競爭，在大戰後仍為對於氣體技術有準備的國家作研究時之主要觀點。

此點自各國領袖專家前後發表的言論觀之，極為明顯。例如弗禮司(Fries)氏(參考 81)於 1921 年在美國化學會演說時，曾云：“含有祕密性的軍用氣體物質之製造，為值得努力之事，其他則均不值得；華盛頓及西點(West Point)二處之軍事機關，對此其觀點相同”。浮椿(Vautrin)氏以同樣之意義作下列之言(參考 107)：“保守祕密的此方面之進步，在戰事過程中不易為敵人所得者，為一種軍事上有益之事，不待言而自明”。福

---

\* 譯者按，據最近(1933 年)消息，土耳其政府已在訓練人民使用防毒面具。

飛(Feuville)將軍在 1922 年云(參考 99): “一國能用化學兵器突擊敵人而敵人無法與之相拼者,將執世界之牛耳”。 1924 年,立得爾哈特(Liddell-Hart)云(參考 149): “對於軍用氣體之防護,惟已知其成分者,乃能辦到;因此新的氣體,大都有極大的破壞效力”。 1925 年回德(Vedder)氏在其所著之書化學戰爭之醫藥觀 (*The Medical Aspects of Chemical Warfare*, 參考 202)中,對於此點之言論,尤最爲明顯: “在將來之戰爭中,具有一種毒氣可以穿過敵人的防毒面具之有利條件者,將爲獲勝的國家”。

此類目的,是否真能以新的軍用氣體物質實現之,及其實現之程度,爲一問題,吾人現應首先討論者。

在本書之第一部份中,吾人已見,在大戰時已經研究而在軍事上有效用之軍用化學物質,僅包括四類,即催淚氣類,傷肺氣類,芥子氣類,及肺類(Arsingruppe)。

據大戰後全部關於氣體技術的參考材料之記載,此四類並未增多,亦未減少,惟傷肺氣類之重要性似已降低。在美國及俄國人發表之論文中,吾人可發現芥子氣仍被視爲“毒氣之王”,即“路易毒劑”(Lewisite)亦不能認爲有同等之價值。吾人又可自國際聯盟專門家的論斷(參觀上文第 346 頁)中認明,自對於一千種化合物的研究之結果,迄今尙未發現新的軍用氣體物質,其效用超出在大戰時證明可用之主要類別的效用以外者。

雖然,以上所述事實,並不能證實在將來戰爭中決不致有新

的有效軍用氣體物質之結論。 反之，承認此項可能性，實係較近事實，且為應有之小心的態度。 一類完全新的，毒性特劇而在戰場情形下其軍事上之效力又係特大的軍用物質之發現，其可能性遠遜於在氣體技術中已經證明為有效之毒氣類內，發現有效的代表物。 美國及英國之主要專家，曾表示意見，謂將來戰爭中之軍用化學物質，將與上次大戰中所用者相似。 據彼等之意見，其進展大約將在芥子氣類內；在此類內或可發現一種物質，其侵蝕皮膚之性質，較芥子氣更強。〔據法羅 (Farrow) 氏之報告 (參考 59)，在美國研究芥子氣的硒及碲化合物，起初似極有希望，而有替代芥子氣之威脅者，最後終不能成功。〕此外在腓類內，亦有希望。 如吾人已指明為大戰後始認識之“路易毒劑” (Lewisite)，即屬此類。

此項見解，自軍事上的眼光觀之，可以了解，因其即係以作戰的經驗為根據。 此兩類軍用氣體，不論其效力範圍增加之大小，一定將被採用；以其在最初形式時，對於用以攻擊者即已有一種極大之有利的條件，此項條件，即防守者對於氣體防護所用之工具，須異常的複雜，較之傷肺氣類 (光氣，氯甲酸三氯甲酯，及氯氣) 之以炭濾器防禦之即足，為另一事也。 因此在英國方面，亦曾有議論 (參觀 181)，謂傷肺類之氣體，其已成過去，正如步槍之前膛槍，故在將來戰爭中將不復用。 與此項言論相合之另一事實，即用氯氣為毒物之吹放攻擊法 (Blasangriff)，雖經英國方面將其改良 (參觀第 369—371 頁)，若不發現一種新的

物質，其軍事上效力超過光氣以上者，將其加入氯氣內，則此種攻擊法即將被淘汰矣。

最後吾人可提及特別有效的催淚氣在最大範圍內之採用。此類氣體，雖對於人身組織係屬如此的無害，但在軍事方面，則其效力如是之大，如吾人已在上文論及，極小之量（一升空氣內含千分之三毛克），已足使目部發炎及流淚，使人不得不帶上防毒面具。將催淚氣在戰場上或流動戰爭中，夾於他種氣體及爆炸物用之，可擲節其耗費。在上文 55 及 57 二頁中所稱為特別有效的兩種催淚氣（即氰溴甲苯及苯-2-氯乙酮），現為最強的催淚劑，且其一大特點為極穩定之物。關於最後一點，梅吉爾（Mitchell）氏曾將美國對於阿拉拍瑪（Alabama）戰艦投彈試驗所得之結果，作一報告以證明之（參考 192；此事在下文第 390 頁中當再提及之）。在此艦用一枚高炸藥炸彈擊沉以前，曾用較小的炸彈試驗，內中有含二十五磅之催淚氣炸彈（所用之催淚氣大致係氰溴甲苯）多枚。關於試驗時之情形，梅氏作下列之聲述：

“催淚氣立刻充滿全船。在船上之軍官，為證明其功效起見者，須甚速的帶上面具。有數位軍官，因忘帶手燈，竟在無光的船身下部迷路。最後經過極大之恐怖後，始得復返艙面。在迷路時期，彼等因之受屢次轟炸的影響。擲下之催淚氣，在此數軍官之衣服上存留甚久，致多小時後在一田莊上早餐時蒸發而出之催淚氣，使招扶之女僕流淚。泊在距艦約一英里（即 1.61 仟米之遙觀察此項試驗的汽船，因風向忽轉而由阿拉拍瑪之船身吹向該處，被迫改泊他處。較空氣為重之催淚氣，似粘於水面，隨波浪而上下”。

上列討論中所舉關於在將來戰爭中可成為問題的軍事化學

物質之現時認為可靠的意見，在某種程度下，可自美國化學戰爭事務課之“最重要的軍用氣體”名單徵實之。按該課最近發表(參考 246)，屬於此者，計有下列軍用物質(在舉此項物名時，於其後附一方括弧，內寫其物在軍事上之簡名)：

- (1)傷肺氣類： 光氣 [CG]，硝基三氯甲烷 [PG]；
- (2)芥子氣類： 二氯二乙硫[HS]，亦稱“黃十字氣”，“芥子氣”，或“伊迫禮特”(Yperite)；
- (3)腫類： 氯化二苯肼[DA]，亦稱“藍十字氣”；氯化二苯胺肼圓[DM]，亦稱“亞當毒劑”(Adamsite)；二氯化氯乙烯肼 [M]，亦名“路易毒劑”(Lewisite)。
- (4)催淚氣類： 溴丙酮[BA]，氰溴甲苯[CA]，苯氯乙酮[CN]。

上列各種軍用氣體之諒必採用，自軍事上及氣體技術上之實在事實，均可徵實之。至純粹的臆測，如預料在將來戰爭中，催眠氣或影響人身上，迄今在戰時未曾保護的部份(例如耳部)之氣體將被採用，則缺乏是項切實的根據。現知的麻醉劑，不能成爲問題；而在此二方面新發現的氣體，以其易於防禦，在軍事上亦必不發生效力。

忽然採用一種新的，祕密的，而毒性特劇之軍用氣體物質，對驚異之敵人使用，其在軍事上之重要，僅能自其與氣體防護問題之關係評價。因此吾人在此處對此點暫停討論，而將此問題

保留至論毒氣防護時(第 437 頁)重行論及之。

### 3. 新時代氣體攻擊法之種類

自上節所論,使吾人從新認識,在大戰時所採用的主要種類之軍用氣體物質,實即係特別有效力之物質。利用此項物質以得軍事上的成功之可能性,因此僅為一實地採用時之技術問題。設吾人現今考慮在世界大戰時施用氣體所採取技術上之手續,無論其在軍事上之成功如何,吾人必須承認,此項用法中,實無一種方法,可以稱為合乎理想上的條件,即將大量之氣體,經過遠距離,送至敵人威脅最大之處。此項條件,在大戰後始可達到;達到之方法,不在已有之方法曾經證明為有效者之改良,而在採取一種以前尚未試驗之用法,即空中化學戰法(此即指自空中施行氣體攻擊)是也。

雖然,在未討論此項新法以前,不妨先將老式之用法及其在大戰後技術上之進展,加以考慮。

#### A. 現行氣體攻擊法之評價及其發展

##### a. 吹放攻擊法

預行埋好的吹放攻擊法 (Blasangriff) 之大缺點,為因其所用裝氣的器具之笨重,難搬,故用此法時,須與後方有極好的聯絡;其向前運送及安置時,須在夜間以神速及費力的手續行之;

且因敵人砲火落至氣筒鄰近之故，使本國軍隊常有感受危險之險。因此在 1918 年作戰時，英國方面尚在試驗用可以搬動的吹放攻擊法。在此方面，現知者有兩種改良方法；一係將氣筒裝在戰場上之輕便火車上而施行攻擊，第二法則係用一人即易搬運的輕的氣筒，從此放出氣體。此中第一方法，因其有與戰車聯合發展之可能，在大戰時尙趕及應用（參觀第 21 頁）。第二法（即可搬運之小氣筒之採用），則似未出試驗時期，迄 1919 年始可有大量的供給。自發表的文字觀之，此項小氣筒之尺寸，係直徑二十厘米（即八英寸），高四十六厘米（即十八英寸），總重量十仟克（即二十一磅）；由此計算，其能含之量不過五升至六升之液化的軍用氣體。每氣筒上備有兩鈎，上包以革，其形與搬運者之肩相適合，以便攜帶；利用此鈎，同時亦可將其掛於戰壕之壁上。此項氣瓶的氣門之開放，係在中心處以電力方法行之，正與氣體投射砲之放氣相同。氣體放出時所發之聲音，用一節音閘減弱之。在大戰後，美國亦曾製總重二十五仟克之較大的氣筒，其搬運之設備與上述者相同，並將其加以試驗。此項氣筒之軍用氣體物質的含量為十二仟克，其所放氣雲（Gaswolke）之有效距離，可達十仟米之遙。

此二種改良法，在大戰後法國的氣體防護規程中（參考 162），均已列入。在該項規程內，共載有三種不同式樣的吹放攻擊法。第一法利用大容量的氣瓶，裝於火車上；或者假定有河流時，將其裝於小船上，在天氣良好時自後方駛至前線，放氣後立即駛回。

第二法係按照英國式製成的輕小氣筒，可正在施行其所計畫之攻擊前，由一人夾於臂下或負於背上，送至前線。第三法即係迄今在戰時常用之麻煩的埋設方法。

尤其為英國著作家所代表的見解，謂以此項輕小氣筒之應用，吹放攻擊法重複恢復其重要性，可以替代氣體射擊法，且或可在運動戰中應用；此說似不能徵實。運動戰(Bewegungskrieg)正係一種戰爭，在其時各種吹放攻擊法之運用，除運輸及接濟上之困難外，與地形，前線經過之不確知，及局地氣流之不一定，殊有關係，而大受此各點之限制。因此吾人可視三種吹放攻擊法，均為在陣地戰(Stellungskrieg)時所用，而在運動戰中可信其不必用之也。

此外關於利用發烟筒或相似之發烟器具以放出烟幕及毒烟，吾人將於本書之第三章內細論。利用此項器具，在有利的天氣下，能於最短時間內發出烟幕或毒烟；此二種烟，第一種係以之掩護本國部隊，第二種則用以騷擾敵人。用此法，僅用小量之毒烟(或實應稱之為刺激性烟；此項烟按照美國規定，係以藍十字氣作刺激物，或用新採用的催淚氣苯氯乙酮)，已可得成功，與吹放攻擊法之現已不甚適用正相反。在用此項烟幕時，上述之與地形，風向，及鄰近部隊的關係，自然仍須考慮；但總之在運動戰中，可運用烟幕放射法(Rauchabblasen)，與其不宜用氣體之吹放(Gasblasen)相反。

最近美國方面有一報告，載該國出版之海陸軍雜誌(Army

*and Navy Journal*) 之 1926 年號內；內中述及利用二十五仟克重之氣筒（即上文論放射攻擊法時提及者；其容量為十二仟克之苯-2-氯乙酮，到達距離為 250\*米），放射大量之苯-2-氯乙酮 (chloroacetophenone)；但自多方面觀之，是項報告尚須加以解釋。

### b. 砲隊氣體射擊法

在上文第 199 頁中，吾人已云，在大戰時協約國之氣體砲兵戰術，完全係照德國規程組織。此項採用之方法，是否在大戰後，因氣體技術在任何方面的進展，有何一國，已將其變更或擴大之，似為一種重要的問題，應即證明者。此類變更，實已有之，例如在法國人發表之文字（參考 162, 223, 237）中，即可見之。自戰術上之觀點言之，法國人將氣體射擊法 (Gasschiessen) 中所用之軍用氣體分為下列各類：

(1) 易於揮發的軍用氣體（內有氫氰酸，光氣及肺）；

(2) 難於揮發的氣體：

(a) 立即發生效力者——例如氯甲酸三氯甲酯（即“綠十字氣”）；

(b) 效力延遲者（芥子氣）。

在法國氣體防護規程中，現知者有下列四種氣體射擊法：

(1) 奇襲射擊法 (les tirs de surprise)——此法完全與

---

• 編者按：此數目字大致係 2500 之誤。

以前德國所用氣體急襲法 (Gasüberfall) 相當，僅能對於在狹小範圍內之有生命的目標施用之。

(2) 妨害射擊法 (les tirs de neutralisation)——此法之目的，為迫使敵人帶上其個人防禦毒氣之器具，因此妨害其在戰爭上之活動。為作此項工作起見，各類氣體榴彈均能用之，但就中以有效的而且穩定的催淚氣（有時加以芥子氣或與此氣同時施用，以使敵人又需著上防毒衣）為最重要。在此處吾人可提及，將榴彈內裝以某種比例之催淚氣與芥子氣的混和物之法，在大戰終止以前已由美國人向其他協約國推薦，預料其必甚有效，但已來不及在實際上應用。此項建議，有戰術上的理由在後作為根據。芥子氣的功效，並非立時見效，且其臭及味均弱，不易感覺，因此將此氣在危急時機應用時，作戰之兵士，常不失其戰鬥力，而尚能不戴面具，照常繼續作四小時至八小時之戰鬥。此項戰鬥後，當然多數人受氣體之重毒而致死；但敵人立時的（往往絕對的）失去其戰鬥力，或至少以用氣體防護器具而減低其戰鬥力，則在此項情形下殊形缺乏。若將一立時見效之刺激性物質加入芥子氣，則敵人之戰鬥能力必立即受影響。此時設敵人僅取一面具以資防護，則其身體之其他部份之表面，仍暴露於芥子氣中，受其襲擊。以此法最後因氣體而損失者之數，必遠較僅用刺激性物為大。

(3) 撒毒射擊法 (les tirs d'infection)——此法與以前德國所用之利用黃十字榴彈的布毒射擊法 (Verseuchungs-

schossen oder Vergiftungsschiessen)相當。此項攻擊之目標，係一塊已為敵人所佔領或其所希望佔領之地方。行此法時軍火之消費，按照最近法國之規程(參考 134)，已較大戰時所估計者(參觀第 202 頁)為低，但比較的仍屬殊高。在第一次施用時，每一公頃 (pro Hektar) 之面積，按規定需用：

7.5 厘米彈——五百發；

10.5 厘米彈——二百發；

15.5 厘米彈——五十發。

至維持此地域之毒性，則每日需射出上述第一次射擊所需量之一半。

(4) 隔離射擊法 (les tirs d'interdiction)——隔離射擊法之任務，為將一定區域，如重要之交通路，十字路口，植物茂盛之地，及宿營等，加以封鎖，使敵人不得通過或利用。為作此項用途，法國規定，應用不易揮發而又立刻見效之軍用氣體物質；此項物質，一方面其在地上之功效可持久，另一方面則立時對人發生影響，不若芥子氣之在數小時後始行見效。法國著述家中雖有一人(參考 223)曾加解釋，謂此項物質即指揮發性殊大之氯甲酸三氯甲酯(即“綠十字氣”)，但此說似殊難置信。在此處假定所用者為一與“路易毒劑”(Lewisite)相似之化合物，或芥子氣及催淚氣之混和物(如上述防害射擊法中所用者)，或僅用氫溴甲苯一物，均屬較近於實。

此處比較的結果，與上節內所論在將來戰爭中預料可用的

軍用物質，彼此互相符合。

上文已云，布毒射擊法，亦可對無生命之目標，但預料將被敵人佔領者，施用之；此卽利用芥子氣之預先布毒法。按照法國氣體防護規定（參考 162），此類布毒，如上文所云者，對於植物茂盛之地帶，狹徑，十字路口，各種掩護物，及村落，將爲敵人所經過者，最爲適宜。至實行此項布毒法之手續，除利用砲彈射出毒氣外，亦可將芥子氣炸彈預先埋於地中，俟敵人前進入此地域時，在指定的時機，自遠處以引線使其爆炸。此外尙可按照美國方面的意見，有裝於以烟幕掩護之戰車上的桶形容器，噴出芥子氣；如敵人相距較遠，卽用普通之載重汽車，抑或用火車，上載此項裝芥子氣的器具，亦均可適用。

據法國規定，此項布毒之區域，在天氣乾燥時，其危險性可維持至八星期之久，如係植物茂盛之處，時間尙可更長。如遇大雨，則此項時間縮短至三日。在已經破毀的村落及其餘留之房屋中，其危險性至少有三星期之久；在未破毀者則甚至可達一月之久。（參觀第 80-81 頁）。

### c. 氣體迫擊砲彈氣體投射砲彈及 氣體近接戰器具

按照英國方面之報告（參考 131），司托克臼砲（Stoke's Mortar），除用以發射爆裂彈外，特合於發射磷迫擊砲彈（Phosphorinen）之用（參觀第 555 頁）。作此項用之司托克臼砲，包括

易於搬動的三英寸臼砲，其射程爲九十五至七百二十米（即七百五十碼），及不易搬動的四英寸臼砲，其射程爲一百零六至一千米（即一千一百五十碼）者。（注意：按照美國方面的報告，三英寸司托克臼砲之射程，可達一千六百米，即一千八百碼；參觀參考 59。）此項磷迫擊砲彈之功效，發出一種濃厚的無毒烟幕外，因其濺出的小塊之磷，引起猛烈的燃燒；自作戰之經驗觀之，是項燃燒，對於攻擊有生命的目標，如機關槍陣地，抵抗巢，等等，特爲有效。在大戰中（參觀第 132 頁），亦曾在最大之範圍內，利用司托克臼砲射出氣體迫擊砲彈（Gasminen）；按照美國方面之觀點（參考 82），在將來必將即用芥子氣裝入此項彈中。

氣體投射砲法（Gas werfer verfahren），亦如埋好的放射攻擊法之僅爲一在陣地戰時所用之戰術；而在作運動戰時，則不能成爲問題。將投射砲原來之 18 厘米直砲筒改爲 16 厘米之有來復線之筒後，結果使其射程增至三千五百米；此項改良，乃係在大戰將終時德國人始發明之（參觀第 223 頁）。且氣體投射砲技術上之發達，在大戰以後，尙無任何參戰之國家，得有滿意之結果，故將來在此方面尙有作某種改良之可能，例美國人曾云（參考 82）：氣體投射砲，雖其效力現已甚著，自其傷害之能力評價，較之砲隊氣體射擊法，高出五倍，但特別在其射程方面，尙大可改良，使其增加。美國方面，又曾提議，在氣體部隊中，用各種大不同之投射砲設備，每種合乎一定距離之射擊，此外在大戰末期，協約國方面，已利用含鎳之鋼，製造砲筒，以減輕

其重量，使一人即能搬運之。現今希望達到之目的，即能於從晚至早一夜之時間內，安好一百至五百架之投射砲，並作奇襲。

總而言之，此種初由英國採用之氣體攻擊法，雖極屬有效（尤其自其士氣上之關係言之），其用途實在對於占面積有限之目標，以前所獲絕大勝利，均不過以第一次採用時，敵人尙不知此項方法，故得收奇襲之效果而已。此項工具進一步發展之可能性，在大戰後在任何處均未討論者，其理由似亦在此。

槍手榴彈 (kombinierter Hand-und Gewehrgranate) 在英國方面對其進展曾特別着重進行。據英國報告(參考 131)，此項兵器之第一用意，係滿裝磷質以作產生無毒烟幕之用，故實係一種發烟槍手榴彈(參考第 526-7 頁)。產生有保護力之烟幕，雖可預料其將來仍爲是項兵器之主要任務，但將其裝盛有刺激性或有毒害功效的發烟物，如大戰時之將手榴彈裝此項物質，其可能性不應忽略之。在美國方法，已擬採用新的催淚氣苯-2- 氣乙酮以裝槍手榴彈。

關於在近接戰 (Nahkampf) 時所用攻擊法，最後尙有一法，在戰時，已不復再用者，即係利用火焰投射機 (Flammen Werfer)；將軍用氣體與此項器具合併而用之氣體攻擊法；此法今可論之。據德國 (參考 204) 及他國著作家之意見，此項器具之軍事上的功效，可因將軍用化學物質加入燃燒的液體（此項液體，其主要組份係柏油的殘餘部份，自化學上觀之，所含者爲輕的或重的烴類物，視用時之時季而異；參考 170) 內而增加。關於此點之實

際上的經驗，在參考材料中現無報告。此類手續是否將成爲問題，首先與火焰投射機將來在戰爭中之地位有關。關於此點，意見極不一致。弗禮司 (Fries) 氏雖曾云(參考 82)：“自各方面觀之，在多種有希望的技術發現，曾在大戰時大規模試驗者中，火焰投射機爲一種大失敗”；但德國 (參考 204；參觀第 11 頁)，英國 (參考 122)，及法國 (參考 130) 專家，均明白的承認，此項器具，在將來戰爭中將保留之作他項任務，例如猛烈的斥候工作及掃蕩敵人之掩蔽物等。在凡爾賽和約中，明白的禁止德國對此兵器作進展，亦可證明協約國對其效力之重視。自理論上言之，將火焰投射機加入特別的軍用化學物質(例如苯-2-氯乙酮)或有刺激性之發烟物，以增加在軍事上之效力，實有可能性。

## B. 空中化學攻擊法

在大戰時，作戰之領袖，因顧忌平民之無保障，除偶有少數及效力甚微之襲擊外(參觀第 9 頁)，一致的默認，放棄空中氣體攻擊。在佛萊堡 (Freiberg)，卡爾斯魯 (Karlsruhe)，及門韓 (Mannheim) 等處所察得法國飛機擲下的炸彈之致毒，後經證明均係因不完全的爆炸而發生氮氧化合物之故(據德國後方氣體防護服務隊，檢查後於 1917 年一月二十一日發表之報告；參觀 Dräger-Hetf 57/18，參考 27，及本書第 104 頁)。美國方面，實曾製好飛機氣體炸彈(參考 82)，但終以上述理由未將其應

用。雖然，在大戰後各協約國發表之文章多篇中，則均着重的表示謂因航空之大進步，在將來戰爭中必需計及空中襲擊及氣體攻擊之合併生效。弗禮司(Fries)在1921年已云(參考82)：

“自大戰終了後，毒氣炸彈的發展，及改善之藝術，已達到一種情形，為三年前無何國家能以預料者。在此短時期中，毒氣已發展成為世界海軍上之一重大問題。自最近吾人在大西洋海岸舉行轟炸演習所得之結果，使吾人關於將來氣體炸彈之功效得一結論。此次的演習證明，吾人之海岸綫，不能為自他岸來之敵人所奪取。當吾人能將含毒氣的炸彈自空中擲下，落於敵人戰艦之上或其附近，用潛水艇安置內裝毒氣的水雷，及將美國之海岸綫用氣體（此項氣體，在水上及陸上均能燃燒）作強固的防禦時，軍事化學對於吾國國防方法影響之大，將無疑義”。

在同年，瓊斯(Jones)氏(參考84)自其基本的語句：“空中氣體戰爭，為陸上氣體戰爭邏輯上之進一步的發展”一語為起點，指出因飛機工作能力之日增，自空中散布毒氣於地上，如何進行，及其功效預料可至何等程度。

空中化學兵器之存在及其重要，自一方面觀之，固首應歸功於航空技術的發達，而不在於大戰後化學或氣體技術的發展；然自另一方面言之，則在多次戰役中經試驗證明為有效的軍用化學材料，對於飛機襲擊，正如其對於氣體防護，為一至要而具有威脅性之勝利因素。至是項威脅之程度，則意見大有出入。飛機本身作攻擊兵器時之價值及重要，吾人首應論之。關於此點，美國及俄國(參考139)著作家曾云：“自軍事上之觀點言之，飛機非一“超砲”(Überkanone)而何；自工作能力觀之，飛機較之近代大砲，其壽命長過數十倍以上，以是項大砲，僅能用有

限之次數也。自此觀之，在將來迄今所用之槍砲已不復多用時，飛機仍必在應用。此項將來之“超砲”，其目的將不復在破毀敵人之前線（在此項用途似為過餘），而在飛過此線，打擊敵人之生活中心。飛機所用之軍火為飛機炸彈，其用法即係簡單的自上擲下，因此其擊中之機會，較之用砲射時其砲彈飛出的遠近需用複雜的彈道學定律計算者更大”。

此項關於飛機炸彈與砲彈相較有較大的採用可能性之意見，德國（參考 206），法國，及英國專家，對之曾加以有力的反對。彼等之論調，舉一例以示之，有此一段：“用飛機擲下爆裂彈毒氣體炸彈，僅能在一種射擊地位（Feuerstellung）行之，此項地位即係幾於正在其目標之上；反之若用大砲，則在其射程範圍內，能於數十種不同的射擊地位，設法解決其所指定之任命。據大戰時所得之經驗，用飛機襲擊，至少在白晝時，若敵人亦有一個活動的飛機隊，百分之五十中，完全不能達到此項適於攻擊的地位。此種經驗上之事實，並不以各種技術上之進展而變動，因航空技術每進一步時，驅逐機（Jagdflugzeug）及大轟炸機（schweres Bombenflugzeug）之進步，彼此約相等也。因此後者（即大轟炸機），無論其式樣如何變化，在將來仍將繼續的處於劣勢。由此觀之，特別自其射擊地位方面觀察，大砲遠較飛機為優”。

自上所云，吾人已見，對於飛機之一般軍事上的價值，在參考材料中已有彼此一致的一面意見；而是項一般評價，乃係空中

化學攻擊評價之基礎。因此吾人欲將此問題，試覓另一途徑以解決之，是項途徑，即係將空中化學攻擊法本身，加以討論，以求得一較為直接之解決是也。

以美國著述家所發表之論文(參考 84,191)為根據，吾人可將利用飛機散布軍用氣體物質之手續，分為下列三種：

- (1) 投擲氣體炸彈(Gasbombenabwerf)；
- (2) 灑下(Sprenkeln oder Abregnenlassen)或雨下(Versprühen)液體軍用氣體；
- (3) 產生加毒物或無毒之烟幕或人造烟霧。

用投擲氣體炸彈法時，按照法國方面的見解(參考 162)，僅有不易揮發的軍用氣體物質如芥子氣者；其應用可以成為問題，易於揮發的氣體，即令其毒性甚劇，在用此法時不能達其有效的濃度。關於第二法(即灑下法)，此項觀點仍可應用；以易於揮發的氣體，用是法時完全不能達到地面也。

第一種可能的散布手續(即投擲氣體炸彈法)，較之砲隊氣體射擊法。首有一優點，即其能超出槍砲之射程以外，祇需在飛機活動範圍以內，均可對其選定的目標，投之以彈；且其一彈所放出大量的毒氣，如用大砲時，即在其射程之內，亦需數十發，始能產生之。利用飛機法之另一優點，以後再將指出者，則在其所用軍用物質，達到目標時，其重量對彈皮之比例，遠較在砲彈中能有者為大。此外在用砲時，如用氣體射擊，即無復有直接的打中敵人之必要而祇需令彈在敵人之附近，爆炸即足，此點為

其對用爆裂彈之一優點；是項優點，在原則上，氣體炸彈之投擲，與飛機爆炸彈相較，亦復有之。關於此點，吾人必需認清，此處所謂“附近”之意義，總係有限制的；若氣體炸彈未中其目標，亦未落在其極近之處，或雖落在目標上而該處並無敵人，則彈中的氣體並無功效，以是項炸彈所引起之物質上損害，較之爆裂彈不能成爲問題，而其在有限平面上所產生之毒性，其自行消滅亦係比較的快而易也。在此種情形下，一頗大量之軍用氣體，實作無用的耗費；斯時對於施行攻擊者最後的惟一之希望，在因風將氣浪 (Gaswolke) 帶至缺少氣體防禦之處，可使在該處者受傷害，但此項希望亦不過自欺，以例如用芥子氣彈布毒之地面，即在風速有相當之大時，自一處以芥子氣飽和的空氣層爲發源地，其有效的氣體所能計及達到之距離，不能較一仟米遠多少也(參觀第 81-2 頁)。顯因對此點之認識，美國方面最近試驗(參考 192, 246)，將飛機芥子氣彈內，同裝以高炸藥〔此法實與以前德國所用之“黃十字爆裂隔層榴彈”(Gelbkreuzbrisanz-Z. B.-Granaten, 參觀第 86-7 頁)之裝置相似。〕，以使其所含之液體軍用物質變爲氣霧；是項氣霧的揮發性，較之慢慢的蒸發之液體爲大，故能自其落地之處順風向行至較遠之距離。此外將飛機彈內裝以易於揮發的軍用物質之代表物，如光氣及氯氣等(氯氣能使鋼鐵生鏽，故對彈有物質上之損害；參觀第 60 頁)，雖與法國之觀點相反，但仍有人主張之。

福勒 (Fuller) 氏之觀點(參考 116)，與上段所述者，完全相

反。按照福氏之見解，飛機氣體炸彈擲中之可能性，幾於無關緊要。福氏此項觀點之根據如下：一種目標，如能被一爆裂彈擲中，必有相當之大。飛機飛行愈高，則目標愈形其小；然因地上有防飛機的器械，爲飛機自身安全起見，不得不高飛；此兩事彼此似不能調和。雖然，若用內含液體軍用物質之飛機炸彈，則情形不同。此項炸彈在空中之爆炸，正似一榴霰彈，結果產生氣浪；是項氣浪，在一定高度時，增加其體積，而其增加即與其下落之高度成正比例，此項現象，係因液體物經過空氣中時之發散而起。氣浪之長闊，愈近地面時，愈形增加。由此觀之，吾人可徵實一種假定，即自高處對一小的目標施行氣體攻擊，其效力遠較用爆裂彈爲大。在有風時，且不必看定一目標。在此項情形下，祇需將飛機隨風向演習，任氣體炸彈落於距目標有若干遠之處，而任風將其帶去。關於此說，若將每點研究，未免過於擴大，因此吾人僅就其基本原則討論之。第一點不可解者，即氣體炸彈爲何在空中自行爆炸；因勝過空氣阻力而使彈中液體與彈皮內牆摩擦以使液體發熱，斷不能成爲問題。因此是項氣體炸彈，必係備有時計信管（Uhrzünder）。自大戰時經驗觀之，吾人知有一次小規模的與此相似之現象，即德國之黃十字炸彈，有因安有曳火信管（Brennzünder）而在飛機中爆炸者（參觀第 207 頁）。含難於揮發的軍用物質之氣體炸彈，可以同樣或相似之方式爆炸，似屬可能；但其在實用時之實現，則殊屬困難。設裝相當大量的爆裂藥於炸彈內，使其所含之軍用物

質在高層之空氣時即全部作猛烈之發散而變成蒸氣，則即在不甚流動之空氣中，其所成之氣浪是否事實上在沉至地面而蓋住其目標時，仍夠濃度，尚屬一問題；若風力甚猛，則濃度之必不足，更可斷言。反之若此項氣體炸彈中，僅含少量之爆裂藥，因之僅將液體之軍用物質變成噴沫，則此法較之雨下法並無重要之優點。自實際上的試驗所得經驗，應可就此加以判斷者，吾人現不得而知之。自飛機上投下氣體炸彈，顯似尚在極幼稚的時期，而尚不能認為一種準確之科學而評價。〔關於炸彈投擲現時在美國發展之程度，可自 1925 及 1926 年在航空雜誌 (*Aviation*) 上美國飛行家發表之各種言論得其一瞥；此項論文中之矛盾的意見及辯論式的討論，可證明在此方面之紛亂情形。〕無論如何，福勒氏之觀點(此項觀點，當然係在 1923 年所表示者)，按照其發表之方式，決非洽當。

零星的投擲一千至三千仟克總重之氣體炸彈，如此言之，在任何情形下，代表一不甚小的材料耗費之冒險。有系統的在一地面上用較小口徑之芥子氣炸彈布毒，無論在何種情形下，均屬較為可靠；此項投擲，係對於一定之範圍，在距離相等之點，投下炸彈，故對於擊中目標，自然仍需有適當之準確程度。因對此點之認識，在美國方面，最近似已完全脫離大號氣體彈之應用，而以用小號及中號彈，重十二至一百三十仟克(即二十五至三百磅)者，為自足。在是項炸彈中，最小一號，即重十二至二十四仟克(二十五至五十磅)者，用以裝芥子氣，淚氣，及磷(用磷之目

的，在發烟及引起燃燒)；較大者則以之盛易於揮發的氣體，如光氣，氯氣等，或以之裝芥子氣與爆裂藥之混和物(參考 192)。

自一般言之(關於特殊情形，請參觀第 476 頁)，用投擲氣體炸彈法布毒，對於戰場之最前線，殊不成問題；其所到之處，大致為在前線後之軍隊宿營，交通路，公園，車站，及住人處，或係遠在後方之城市及工業中心。〔據英國現時軍事學校校長哀倫賽(Ironside) 將軍之議論(參考 148)，現今之飛機，其在空中作戰有效之距離限度，自飛機場至目的地，為二百英里(即三百二十千米)。〕在第一類情形下(即在前線後各處)，用飛機擲下氣體炸彈，其欲得之功效，不過在擾亂及防害作戰；但在施之於後方時，若該處居民缺乏氣體防護，或雖有之而不足，則是項攻擊可有極重大的影響。雖然，在各種有危險之固定的目標地，當爆擊機飛往轟炸時，除有空軍的敵人必以作是項用途之軍用飛機作顯明之抵禦外，同時需防及敵人以高射砲隊，機關槍，聽音機，探照燈，無線電傳令隊，風箏封鎖，保護氣球，及人造霧(參觀第 582 頁)等組成之防禦系統(參考 182)。

空中化學攻擊之第二種散佈法，即係自桶狀容器灑下或雨下液體軍用物質；在行是項手續時，用壓力或不用均可。按美國法，如欲用壓力，可利用高壓力的空氣或二氧化碳得之；按壓力之大小及噴嘴之樣式，可將此項液體噴出(verspritzt)或雨下(versprüht)。為此手續在實際上可以施行起見，有一臆說，即放出液體時之高度不可過高。因此是項手續，自一般言之，祇

能在晚間行之，方無過大之危險；僅在特種情形下，例如在甚早之時，當敵人及其空軍瞭望隊相距甚遠，預先將一地面布毒，始可在白晝進行，不致被擾。此項應用方式，是否真能將地面布毒達到一相當有效的程度，爲一問題，與所用軍用物質之分量，天氣，地形，及其軍用物質發生效力時之形式，均有關係者。

首就所用分量之關係言之，則流行的見解，係謂對運送爆裂藥及氣體，飛機遠較槍砲爲優。美國人特別着重，謂與槍砲相較，利用飛機，能將較大量的氣體向前運至較遠的距離；此項見解，他國專家，亦均贊同。關於“較遠的距離”一語，迄今毫無爭辯；然對於“較大的分量”一點，則有反對者。例如德國方面（參考 206），曾用法國海爾（Herr）將軍所發表之由軍火載量及本身重量計算的大砲使用率（參考 120），將其與飛機作下列之比較：“一尊 15.5 厘米之榴彈砲（Haubitze），據海爾云，在一天內，可射出四百發以上之四十三仟克重的砲彈；此即合砲的本身重量之六倍。與此相較，現時最大之爆擊機，其本身重量爲十一噸半者，僅能載三噸重之炸彈。即令此機能於二十四小時，作兩次成功的飛行（如此已應視爲極佳的成績），其能帶到敵人之彈重，不過其本身重量之一半，因此其使用率”（Verwertungsziffer）僅合大砲之十二分之一。如此與其本身重量相比較之方法，以一方面算飛機時係連其摩托計算，而他方面算大砲時則不連其繫駕（Bespannung），殊欠公正。雖然，海爾對此問題所發表之言論，亦有可加抨擊之處。海氏云（參考 120）：

“吾人已指明，砲彈爲一將毒氣運至敵方之工具；實則對此大砲乃係一優美，易御 (geschmeidig)，儉省，及有效的運送工具。惟飛機在有些情形下，亦可作此項工具之用，但其工作能力，遠較槍砲爲低”。此語實係完全不對。利用飛機作運送毒氣之工具，較之用大砲有一絕大的優點，即飛機所載之炸彈（除同時含爆裂藥及氣體者外），其帶至目標之軍用物質與其彈皮重量之比例，遠較在砲彈中者爲大；而在射擊氣體時，彈皮部份，以其破片效力 (Spitterwirkung) 甚小，抑或無之，故祇能視之爲無用之死重量 (Totlast) 也。在榴彈中，所含軍用氣體物質之重量與其彈的總重量之比例爲 1:8；在飛機彈中，則此項比例在 1:2 左右。若在飛機上用上述之噴射法 (Spritzverfahren)，自桶狀容器噴出液體軍用物質，則其彈皮之重量與液體相較，幾等於零，故是項比例（即所含液體與總重量之比例），尤屬更大。由此觀之，美國方面的觀點，視飛機較之大砲爲較優的運送化學軍用物質之工具者，實係正確。雖然，吾人對於空中化學攻擊在實際上的價值，亦不宜過分的稱許；此點自下舉之例觀之自明。

若吾人假定，一架美國巴林 (Barling) 式爆擊機，可雨下三千仟克之 75—90% 芥子氣溶液（此項溶液，即將工業上所製之芥子氣溶解於一易於揮發的溶劑內而得），則可得下列計算：自理論上言之，如平均計算，將一平方米作有效的布毒，需用十克之芥子氣溶液，則上述一機所帶之量，祇足將三分之一仟米布毒，即如欲將一平方仟米布毒，已需用三架此項樣式大飛機。

此項已屬甚高的需要量，在實際上仍似甚為不足。在行此項手續時所損失之軍用物質，殊不值得一數目字表明之；但吾人必需明瞭，當行此項雨下手續時，需無急雨，日光，空氣上昇，或大風等現象，而所布毒之地面，既不可太乾，又不宜太濕，所長植物既不能太少，亦不可太多，故即將所需飛機數目及氣體分量一層放開不論，將整個的戰場自空中用此法布毒，為一種不能實行之事，似屬顯然。此項散布氣體之方法，自然有其應用之可能性；一切熱心的專家，亦均曾着重的聲明，在將來戰爭中，可計及用飛機預先作迅速的布毒，但是項手續，總之祇能施之於有限的一小部份之平面；且如必需用此法時，其範圍不可太大（參觀第 478 頁），並需有多數之飛機，足以敷用。是項散布法最有效的採用，為在夜間將一處幾於完全避風及長有一人高之植物之地域，用芥子氣布毒，使其在翌晨發出氣體之氣霧。

在 1921 年時，弗禮司氏（參考 82）已指出，用上述之法將芥子氣散布於水上，可以防護海岸，或幫助其防護（參觀上文第 379 頁）。此類手續之較大價值，係在作防禦工作。由噴出的液體所變成之芥子氣氣霧，懸作水面上，而在該處作一殊長時間的存留，因此對準備着陸的船隻之駛近，予以困難或阻止（參觀第 367 頁上所述催淚氣在水面上之現象）。

最後一種（即第三種）空中化學放射法，即係自飛機產出人造成化學霧或毒烟；此法將於本書第三章中第 530 上討論之。

自上列各段之內容觀之，吾人可得一結論，即在將來戰爭中

空中化學兵器之重要，現今在任何處尙未能對之得明白的認識，此項事實，應易於完全了解；因此事現正在發展之過程中，以時有新的發現及發明之故，無人能言，將來進步將至若何地步。軍事家專家，如梅吉爾(Mitchell)，瓊斯(Jones)，弗禮司(Fries)，福勒(Fuller)，立得爾哈特(Liddell-Hart) 等之見解，當然不能僅視之爲動人的言過其實，而需以最大之熱心，但同時亦需以應有的批評態度考慮之。例如設吾人用此項觀法考慮梅吉爾(Mitchell) 之言論(參考 192)。梅氏根據第 367 頁上所複述關於催淚氣的效力範圍之實際上試驗(即可達 1.5 千米)，曾在此論：“用飛機時，吾人不復需要，將機飛過一處地方或區域，以使其遭遇射擊。即離該處有數英里之遙，亦可產生如許多的傷害，使全城之人逃空。爲達到此項目的起見，各種化學兵器，均可應用；此項兵器，爲世界上所最懼怕者。……”此項結論，以上定觀法察之，實太爲過分。吾人可將其改正之如下：用較大之飛機炸彈，內裝一百三十千克之易於揮發的氣體，(參觀第 405 頁)，與老式之散布法(即放射攻擊法)相較，其所處理之氣體分量，仍屬有限；故欲其到達較遠之距離，惟將其在適當之地面風力(此點自飛行之高，殊難作適當之判斷)時，用多枚炸彈作有計畫的投擲，方能達到。此類間接的空中化學攻擊法，可視無關緊要；惟當一處民衆毫無防毒面具時，始能發生擾害。因此經冷靜的考慮後，此類“新戰術”，並無若何“可怕”之處。

與對空中化學兵器之評價相反，對於飛機投擲爆裂彈的效

力及其重要之認識，已有較大之進展。極大多數之各國有權威的專家，現今均取此觀點，謂飛機爆裂彈，在空中轟炸時，不論單個的或大量的，均較各種氣體炸彈為有效。（參觀第 478 頁）。飛機爆裂彈對於船艦材料的功效，自下述美國對於軍艦攻擊試驗之結果，足以說明之。

據梅吉爾(Mitchell)氏之報告(參考 192),在拆薩比克海灣(Chesapeake Bay)內譚基爾海峽(Tangier Sound)附近,下列船隻,因投擲爆裂彈之結果,完全破碎而沉沒:

1921 年六月二日,以前德國的潛水艇第 117 號,以三十六仟克(即八十磅)及四十五仟克(一百磅)的爆裂彈將其擊沉;

1921 年六月十五號,滅魚雷艦第 G. 102 號,以一百三十五仟克(三百磅)的爆裂彈將其擊沉;

1921 年七月十八日,小巡洋艦“佛蘭克福”(Frankfurt)號,先用四十五仟克(一百磅)的爆裂彈試驗,後用二百七十仟克(六百磅)的爆裂彈將其擊沉;

1921 年七月二十日,戰鬥艦“阿斯佛禮蘭”(Ostfriesland)號,以五百仟克(一千一百磅)的爆裂彈將其擊沉;

1921 年九月二十四日,美國戰鬥艦“阿拉拍瑪”(Alabama)號,以九百仟克(二千磅)的爆裂彈將其擊沉;

1923 年九月五日,美國戰鬥艦“維金尼亞”(Virginia)及“紐傑賽”(New Jersey)號,以五百仟克(一千一百磅)的爆裂彈將其擊沉。

在數次情形下(“阿拉拍瑪”及“紐傑賽”號)，船隻之沉沒，僅因一彈完全的擊中之功效；在其他情形下，落於船旁之炸彈，因其將船之較易損壞的部份在水中使其破毀，亦對於船之毀滅有貢獻。“阿拉拍瑪”號，於擊中後三十秒鐘內，即已沉沒，其他各船，亦在數分鐘以內沉沒。

爲完全起見，在此應簡單提及，此項實際上的試驗之登出，曾引起美國航空署(Air Service)與海軍間之爭鬥，結果航空署副署長梅吉爾少將(Brigade-General Mitchell)，以其作此類之發表(參考 191)，首受犧牲；梅氏以此免去其有勢力的地位(參考 192)降爲大佐，而遣發至特克薩斯(Texas)。雖然，此項事件，無疑的幫助美國航空署之發展。例如在最近美國人發表之文字中，如摩菲海軍大將(Admiral Moffet)所作者，已將“航空署”(Air Service)；(即陸軍及海軍下所屬之航空部隊)及“空軍”(Air Force)；(即除陸軍及海軍外之第三種獨立的兵種)加以分別。現今美國整個的航空部隊，固然尙未組織成爲“空軍”(參考 232)，但一般人已予之一統名爲“空軍隊”(Air Corps)矣。

#### 4. 大戰後氣體防護之發展

化學戰爭工具，爲將來主要兵器之一種(參觀第 471 頁)，故甚爲重要。因此一種必然的結論，即由大戰經驗所得關於氣體

防護(Gasabwehr)之軍事上觀點,亦有相當的重要;就事實上言之,此項觀點,在大戰後之氣體防護規程(Gasschutz-vorschrift)中,占相當重要的特殊地位,列於戰術處置防護法(Schutz durch taktische Massnahmen)項下。此項防護處置(Abwehrmassnahmen),迄今雖以為係指關於集團防護(Kollektivschutz)範圍內的討論;但現時法國的氣體防護規程及俄國最近的氣體防護計畫,則首將氣體防護分為技術工具防護法(Gasschutz durch technische Mittel)及戰術處置防護法兩門,而於前者(即技術工具防護法)下,復分個別防護法及集團防護法兩項。雖然,關於此點,吾人必需認明,在氣體戰爭中各種戰處置,完全視技術上的氣體防護之發展為依歸,故屬極易變動。對於氣體防護發展程度甚高之部隊,其在戰術上所用之標準,與一氣體防護甚差者相較,大有不同。自此項觀點考慮,此處所述之氣體防護分類法,似屬合乎邏輯及目標,故吾人在下列討論中將採之為根據,但將其次序顛倒;所以將其次序顛倒者,以對於吾為討論戰術處置的基礎之法國氣體防護規程,吾人尙未將其技術部份內之新法氣體防護的可能性,全部加以討論也。因此吾人將以戰術處置的氣體防護法(Gasschutz durch taktische Massnahmen)作討論之起點。

### A. 戰術處置的氣體防護法

法國氣體規程(參考 162),着重的聲明,本國軍隊對於敵人

氣體之安全保障，主要的依賴兩種戰術處置；此二者均與一般軍事上之安全保障的原則相符，明言之，一種即係嚴密的偵察及極速的傳報確實消息，其他則係將軍隊移至一種無氣體的危險或對於氣體防護有相當的準備之處所。

偵察——軍隊首領，首應努力，設法在適當的時機，施行偵察工作。此項偵察工作，一方面在尋常習用之關於地面及空氣的觀察，包括詢問俘虜敵人對於吹放及投射攻擊之或有的準備；其他方面則在一種特別組織的“氣體警戒服務隊”（Gassicherungsdienst），其中最重要者為氣體搜索兵（Gasspürer or éclaireurs；參觀第 309 頁）。

當敵人之氣體準備徵兆已經證實，或當地方及大氣情形似屬特別適於敵人使用氣體時，即需發命令，“增加氣體準備”（erhöhte Gasbereitschaft）。同時各種可作搜索用之工具，均令其工作。氣體警戒哨兵（Gassicherungsposten）需將其增加，至少應令其加倍；氣體搜索兵向前進行，至前哨崗位，擔任搜索巡邏工作。同時高級指揮部亦令飛機在空中搜索，並將其猜疑之區拍照〔關於飛機拍照法在氣體警戒及氣體砲隊射擊上之地位，俄國軍事報紙中曾有一篇概論發表；參觀參考 190〕。最關重要者，為敵人之企圖，應不使其實現。因此在作陣地戰時，證實猜疑之最確切的方法，同時亦為最有效的氣體防護法者，即係用砲隊將敵人之氣體準備全部轟擊，或以奇襲的（Handstreich）方法對其所猜疑之正面地區（Front abschnitt）加以

攻擊。

按照法國方面之見(參考 223),凡一組織良好的氣體警戒服務隊,必對於每次吹放攻擊,在適當的時機報告之。〔編者按此處所云,不知係指報告吹放出後的氣浪,抑係指攻擊的準備,不甚明瞭。如係指後者,措詞時至少應云“每次吹放攻射的裝置”但此項要求似太過分。〕反之在作“投射砲攻擊”(Werferangriff)時,欲作夠速的警報,則較之遠為困難,因自砲口發焰至投射彈之達到,其間為時不過 15-20 秒鐘左右也。在一望了然的地域,此項火光,與一彈藥庫之爆炸相似,其狀夠特別,不致認錯;反之在一不能一目了然的地域,例如前有一高處者,則惟爆裂之聲音,乃能使氣體警戒哨兵驚醒(參觀第 221 頁),但在此項情形下再作警告,已太遲矣。

報告——偵察氣體所得的結果之傳遞,必需迅速及可靠。關於警報信號及分警報區之討論,已見第 304 頁。已受氣體毒之地帶,水源,掩蔽部(Unterstände),及村落等,需立時報告指揮部;同時以引人注意及對於一般人易於了解的形式,作成相當之標識,使其日夜均可辨認,如可能時,並將受毒之紀錄(Datum)書出。

軍隊之移置——法國氣體防護規程云:“凡一部隊,對氣體無有效的防禦工具者,必需避免在有此項威脅的地帶停留。對於此項部隊,通過已受毒的地域,恆為一危險之事。不論部隊首領如何決定,如由此區域撤出以避免危險地帶,或竟冒險

將其佔領或通過之，必需利用其他兵器，採取適當的處置，如阻止射擊 (Sperrfeuer)，側面攻擊 (Flankierung)，砲隊集合的準備，在退出地帶之邊界準備反攻陣地，等等。對於部隊指揮官，斷不能關於每次情形，個別的加以規定。此項指揮官之主要觀點，需為：“避免冒險，非有不可少之需要時勿作孤注之一擲，對於有完整工具之預備隊需節省用之”。蒲陸希 (Bloch) 氏關於此點曾云(參考 223)：“吾人不應隱蔽，在運動戰中，將部隊自有氣體危險的地帶撤出，為惟一的方法，可得有效的集團防護”。

在各種氣體攻擊時及攻擊後軍隊應取之行動——關於此點，在法國氣體防護規定中，有特別的訓令；以其內容已在別處討論及之，故在此處不必重述，是項以前已述之戰術處置，實即：面具在準備地位 (position d'attente) 及防護地位 (position de protection) 之攜帶，警報，警報區，不透氣體的掩蔽部，兵器防護，用火，用化法方法消滅氣體及毒質，等等。

## B. 軍隊中之個人氣體防護法

### a. 過濾式的氣體防護器具

(Gasschutzfiltergeräte)

自大戰後個人氣體防護的發展觀之，迄今所用之利用過濾器具 (Filtergeräte) 作防護的方法，仍然存留，且在繼續擴充。一可注意之點，即在新時代的美國陸軍面具之模型中，過濾部份漸次增大至一升 (liter) 左右之容量；是項增大，係因考慮藍十字

氣一類的難於吸收之有刺激性的烟，其在戰場上的應用將來可預期其增加。此項改變之第一種影響，即過濾箱之重量加大，使其不復能以直接掛於面具上，而無支住點；因此乃將此過濾部份，改爲佩帶於胸旁之一隻特別的袋內攜帶之，至其與面具口塊(Mundstücke)之間，則以一條可摺的長橡皮管(Faltenschlauch)接連之。其第二種影響，即呼吸阻力之增加，使其不能復似德國的陸軍防毒面具之任呼入及呼出的空氣，均簡單的通過濾器〔此即所謂用擺動式呼吸法(Pendelatmung)〕；而爲減少是項阻力起見，另用特別的氣門(Ventil)以作出氣處，與吾人前在論箱形呼吸器(Box Respirator)時所見者相同〔此項呼吸法，名爲“氣門呼吸法”(Ventilatmung)〕。

此項過濾部份之增大，無疑的爲一不利點；故對於他種吸住小烟粒之可能的方法，其研究並未間斷。內中美國哈佛大學蘭卜(Lamb)教授所作關於所謂之“便攜的電氣呼吸空氣滌淨器”的研究，殊饒興趣，此項滌淨手續，係以美國人卡屈如(Cottrell)氏之發明(即用一處造成的電場，使呼入空氣中之小粒沈澱而被吸住)爲根據；而此項發明，則係以在一百年前萊不齊(Leipzig)城算學家何飛爾(Hohfield)氏所給之暗示爲起點(參觀第450頁)。吸入之空氣，經過兩個有相反電性的電極之間，此兩電極中，一爲上有尖點之散播式電極(Sprühelektrode)，其他則係一個平形的電極。有尖點之電極，係將纖維狀之物質(如棉花，羊毛，或石綿等)做成線狀而得之；最近亦有用極細之鐵絲者，自

此電極流出之電，達到浮遊之小粒後，此項小粒，即為第二電極之光滑平面所吸去。因此在此處，電場替代過濾器之功效，據蘭卜氏報告，此類器具之總重量為六磅（即 2.7 仟克）；一具蓄電池（Batterie）在作此用時，其使用期間據云達十小時之久。雖然吾人對此，首應聲明，此實不過一種研究，其在戰場上應用之發展可能性，希望似屬殊小。為吸住氣體分子起見，是類器具更不能成為問題。

吾人現可首將美國式的防毒面具之發展加以考慮；自此可以認明，迄今已得之關於過濾器的進步。

#### a. 美國陸軍及海軍用之過濾器

1919 年之梯索式面具（Tissot Mask）——此項面具用 1920 年之第三號吸收罐（Mark 3 Canister 1920；參考 82, 202）。其梯索之名，表示其係自法國傳來；實言之，此項面具之樣式，即係法國式之梯索面具（Tissot Maske，參觀第 262-3 頁）。以其便於攜帶，美國人視其為一種適當的選擇而極有發展的可能性，故照樣仿造之。此項製造工作，係在兩處同時進行；最後乃將兩處所造模型之優點合併而成美國式之梯索面具。是項面具之工廠式製造，於 1918 年十月即已開始，但至 1919 年中，始被採用。

此項面具之面部（Körperteil），係自二十六毫米厚之橡皮布（gummierten Trikotstoff）製成。其視察部份，為三倍玻璃

(Triplexgläser, 參觀第 278 頁)所製,嵌於金屬之圈內。爲防戴上時其眼鏡部份之變爲不明起見,在此面具中採用上文已述及之法國方面的發明(此項發明,首在 A. R. S. 式之面具用之,以後其改良之式樣,復在 A. R. F. 式面具中用之;參考第 263, 265-6頁),令經過吸收罐滌淨及弄乾的空氣掃過眼鏡。在此處亦採用一鋁製之曲管(Winkeltube),其上下各有一孔。上面之孔,係罐中空氣之入口;此項空氣,由一橡皮口袋迫其流過眼窗之下面。下面之孔,爲呼出濕空氣的出口;在其最外之一端備一橡皮製之摺合氣門(Klappenventil;即一種能以自行摺合之氣門)以防外間含氣體的空氣(gashaltiger Aussenluft)之進入。

此項防毒面具之面部,大小共有五號,內中第一號最小。在製造時,以下列比例支配: 第一號 = 5%, 第二號 = 50%, 第三號 = 35%, 第四號 = 4%, 第五號 = 1%。面具面部,以一六十厘米長之可摺軟管(Falten Schlauch),連於其吸收罐上。

此項面具,計有兩種過濾箱(Filter Box): 一爲 J 式之綠色罐(Green Canister Type J),專作演習之用;一爲 OD 式之棕欖色罐(Olive-colored Canister, Type OD),在戰時用之。此兩種吸收罐,除表面上大小不同外,其構造之原則完全相同。罐內所裝者,爲粒狀之物,內中 60% 爲木炭〔此項木炭,係在一垂斯勒式之爐(Dressler-Ofen)內,於 850° 下,在有水蒸

汽時,加熱四小時而得)及 40% 之鹼石灰(此物之製法,較之以前,無何改變;參觀第 280 頁)。在兩種罐中,亦均有機械式的過濾以去烟。

J 式之綠色罐(參考 202)——J 式之綠色罐,爲一錫製之長橢圓形的容器,其外面有凸凹如肋形者。在罐底有一口,爲吸入新鮮空氣之用;此口上有一橡皮製之摺合氣門(Klappenventil)。另有一圓形的鐵絲網(Drahtschirm),置於口內,以防罐中物之落出。罐中所裝化學物品,共占三百立方厘米(c.c.)之體積,內分兩層;下層占其體積三分之二,上層占三分之一。在此兩層之間及上層之上,各置一個烟的過濾層(Rauchfilter)。上面部份,安有鐵絲網及彈簧,以將罐內所裝之物壓緊,且使各留其固有的位置,不致移動。

1920 年之 OD 式棕欖色罐(參考 82,202)——在大戰休戰前不久,美國長島試驗所(Long Island Laboratory),已試驗成功,用鑽多數小孔的錫片,製成過濾箱。在此箱內,裝放化學藥品;箱外則用濾紙及濾布包之。此項將過濾面積增大以減少呼吸阻力之原則,似屬與目的相符;但在實行方面,則此項製造需要極準確的工作,而雖竭力謹慎,仍不能完全避免錯誤之處。

由此進一步的發展,即得 1920 年之 O. D. 式罐(O. D. Canister),此罐外部爲一種作凸凹狀如肋形之錫套;其內套有一隻圓筒形的錫質容器,其上有多數小孔,故其狀似篩。在內

筒之外面，裹以十六分之三英寸厚之羊毛氈，上下以壓成之錫條 (eingestante Zinnstreife) 謹慎的縛住。圓筒內之空處，其長約為罐長之三分之二。為防筒內化學藥品之細粒萬一漏過達到此空處起見，在此項圓形多孔的錫筒之內牆，貼有一層薄布。

O. D. 式罐，在其底並無口，與綠色罐相反。在此式罐 (即 O. D. 式) 中，新鮮空氣之入口，係在過濾箱上面安呼吸管處之左右。此項入口，上安摺合氣門，其外套一金屬之罩，以防其受機械式的損壞及雨水。

在此罐中空氣之流動，其經過如下：吸入之空氣，經過入氣口，進至外面之金屬套內，在用氈包住的多孔錫筒之外面流動，達到此項過濾器之各部份；然後經過此羊毛氈，繼過多孔的外錫層，再過裝化學藥品之部份，及多孔的內錫層，最後過保護之濾布，乃以滌淨的狀態達到罐中之空處。自該處，其滌淨的空氣經由連結管 (Atemschlauch)\* 而達到面具之面部 (Gesichtsmaske)。

此項面具及其附件，置於一帆布袋內，在左臂下攜帶 (參觀附圖 38)，並用一可伸縮的繫身帶，跨過右肩而繫住之。在用面具時，其零件仍任其留於袋內。此項布袋，可以一簡單之動作用左手自前面啓開，然後用右手將面具之面部取出。全副器具之總重為五磅二英兩 (ounce)，即 2.3 仟克。

柏悅如式面具 (Burrell-Mask)；亦名“霍布加乃特”面

\* 譯者按，此件器具亦有譯“呼吸管”者。

具 (Hopcalite-Mask) ——上文已述及法國人在大戰時，關於 D. Z. 器具 (Appareil D. Z.)，曾研究 (參觀第 265 頁) 如何能用一過濾器具防禦一氧化碳而不用隔離器具。此項研究，在大戰後美國人首將其從新著手進行，而得可注意的成功。美國方面對此之進步，係在用一種金屬氧化物之混和物，以使一氧化碳氧化成二氧化碳；是項氧化物之混和物，較之以前所用作此項用之五氧化二碘，功效較大而價亦較廉。自化學上成分言之，此項氧化物之混和物，內含 50% 之二氧化錳，30% 之氧化銅，15% 之氧化鈷，及 5% 之氧化銀；以對其發明為約翰霍布根大學 (John Hopkins University) 及加利佛尼亞大學 (University of California) 二處，有同等的貢獻，故特名之為“霍布加乃特” (Hopcalite)。由此項氧化所發生之熱，用一冷卻之設備除去之。對於用此項混和物之一種必需的條件，其實現曾經過極大的困難者，即在發現一種可靠的指示劑，可立時使人知悉此項藥品之用盡；因在此後再通過之一氧化碳，不能自其臭或味察覺之也。在下文第 414-5 頁中，吾人將見此項條件現時已經如何的解決。

“霍布加乃特”，在美國海軍所用之柏悅如式面具 (Burrell-Mask) 中，得其實際上的應用。對於水兵用“霍布加乃特”保護器之主要缺點，在其係作一種過濾器。在海上作戰時，極大多數的船員係在閉塞之處，而因之暴露於一氧化碳及氧化氮等氣體內；此二者之分量可增加至此限度 (例如因本船中彈藥儲藏處

之爆發，可使氧化氮之分量作如此之增加），使其空氣中之氧氣成分降至百分之十二。在此項情形下，氣體之分量，不夠呼吸營養之用。此項危險，不容許完全放棄利用自備氧氣的隔離器具以作水兵的氣體防護之方法。是項器具（即隔離器具）在陸軍中應用之重大缺點，如氧氣及鹼罐（Kalipatrone）之補充，及有效之應用時間等，在此處似無大防礙；因接濟上並無困難，而根據經驗，敵人射擊對於軍艦之功效，亦頗屬有限也（參觀第 482-3 頁）。

1922(?) 年之柯不梯索式面具(Kops-Tissot Mask, 參觀第410頁)——據回德(Vedder)氏之報告(參考 202), 上文第 397 頁上所述之 1919 年之梯索式面具, 用 1920 年式之吸收罐, 爲現時美國陸軍所用之官定的防毒面具。雖然, 自美國他方面之消息觀之, 則似尚有另一種較新式的陸軍面具模型。例如曾有人着重的聲明, 謂在 1922 年曾採用一種第十三號模型之面具(參考 103), 但關於此點之詳情, 則迄今尙不知之。在陸軍面具中“霍布加乃特”之普遍的採用, 每次嘗試之結果, 均以其過濾部份之殊需複雜, 終於放棄(參觀第 104 頁)。雖然, 據弗禮司(Fries) 對此之言論(參考 140), 在最新式的模型中, 似置有一隔膜, 使戴上面具者尋常對人說話, 或在電話上說話時, 均較易令人聽懂。此類裝置, 是否僅在全數面具百分之幾中有之, 抑或在每一面具中均有之, 則現時尙不明知。由此項裝置所產生之優點, 同時亦有一缺點與之相對; 此項缺點, 即器具因此而

致易壞也。

### β. 工業上用之防護面具

在世界大戰時所得關於過濾器具之經驗，在德國方面，於戰時即利用之以應經濟上之需要及供工業上之任務。美國方面，在戰後不久，亦以之作此項用途；在英國及捷克，則至最近始以之作此用。在此各國中，此項事業已發展成爲一種特別的工業；其範圍在製造所謂之“工業上用的防護面具”(Industrieschutzmasken)，以供工廠內及商業上衛生之用途，及救火面具(Feuerwehrmasken)以作消防任務。是項工業，正在繼續向前發展。關於此方面，已有大量之科學上及技術上的論文發表(內中數篇之題目，將於下文第420-1頁上列之)；由此可以證明此項在戰時產生，但已成爲一種極發達的平時工業之日趨重要。

工業用之防護面具，照下列方法分類，殊爲合宜：

(1) 呼吸防護器，亦名口部防護器(Atem odor Mundschützer)——此項防護器，爲簡當及極輕的器具，未備有眼部之防護者戴之，可以之防塵土及較輕的氣體危險。按照其指定的工作之不同，其樣式亦各異；例如對於塵土之防護用氈塊及布質過濾層(Watte-und Stoff-Filter)，對有機溶劑的蒸氣用炭盒過濾器，對無機毒物用海綿濾器(內將各種有特效的防護物之溶液將海綿飽和，以抵抗對酸類，氨，或氫氰酸等)，及對硫化氫用特別的盒式濾器，等等。在工業上，此項器具，總名爲“輕過

濾器”(leichte Filtergeräte), 而將以下所述各種器具, 則均置於“重過濾器”(schwere Filtergeräte)一名之下。

(2) 對於毒氣及刺激性氣體之防護面具(Schutzmasken gegen giftige und reizende Gase)——此項面具之本部及過濾器部份, 均與軍用面具相當, 故現得一適宜之名, 為“吸收罐器具”(Einsatzgeräte); 其吸收罐(Einsatz)部份之形狀, 以圖 24 示之。在陸軍用之面具中, 雖對於在戰場上一切氣體, 有用一種統一的吸收罐之必要; 作此項工業上之

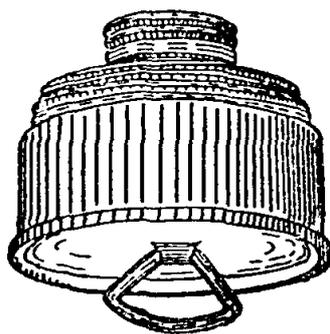


圖 24. 工業用防護面具之“吸收罐” (“吸收罐器具”式)

用途, 則需製造特種吸收罐以應個別的需要。

(3) 對於塵土及烟霧之防護面具(Schutzmasken gegen Staub-, Rauch-, und Nebelteilchen)——此項面具, 以其過濾箱殊大, 得“箱形器具”(Büchsengeräte)之名; 其吸收罐之圖見圖 25。此項器具, 對於吸入空氣中的無機及有機毒物, 同時均能防禦; 惟對於一氧化碳, 則不能防禦之。

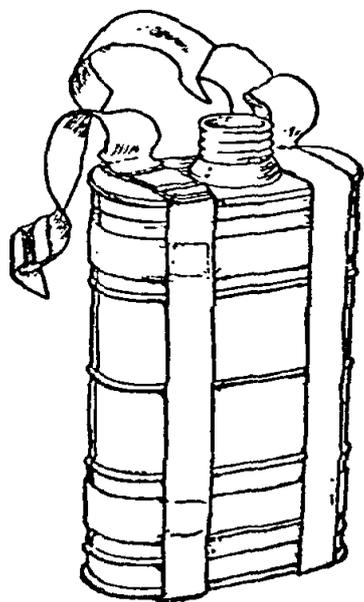


圖 25. 工業用防護面具之大吸收罐 (“箱形器具”式)

(4) 對一氧化碳之防護面具(Schultzmäskén gegen Kohlen-oxyd)——對一氧化碳之防護面具,自主要點言之,即一種特別的箱狀器具 (Spezial-Büchsengeräte),根據利用“霍布加乃特”混和物 (參觀上文第 401 頁) 所得之經驗,將一氧化碳氧化成爲二氧化碳,使致變爲無害之物。此項面具,不僅能防禦一氧化碳及含一氧的氣體,並且亦能防禦無機及有機物的蒸氣。因此是項面具,在某種程度下,亦可稱爲“全能的防護器具”(Universalschutzgeräte)。(參觀下文第 407 頁上所論之 N 式美國過濾箱及 417 頁上所論奧爾公司之 CO 面具。)

在面具防護方面,雖有各種進步,尤其以最近關於一氧化碳之有效的防護法之發明,將吸入空氣中的各種已知毒質之防護,作一接連成功的結束;但吾人無論何時不應忽視各種過濾器之共同主要缺點,即其不能供給氧氣,而祇能自空氣中取出氧氣。此項缺點,上述第 4 項下防禦一氧化碳之防護過濾器亦有之。因此之故,在不通空氣之閉塞室內,地窖,洞窟,井內,或在火場,或在礦坑及礦井內,當其空氣中之氧氣含量降至百分之十二以下時(據美國方面的報告,即令僅達百分之十六以下時),防禦氣體的面具,不但無用,且有使戴之者得一虛假的安全感覺之害。此外如無機或有機物之蒸氣濃度過高時,亦能通過吸收罐過濾器。雖然,關於有此類功效的濃度,其大小究係若何,則在各種參考材料中所得之報告,殊不一致。例如按照美國方面發表之

報告(參考 II\*)，雖謂在一種空氣中，內含 2% (體積百分數) 以上之酸性物或有機物的蒸氣，或 3% (體積百分數) 以上之氨者，已均不能用面具以防禦之；但武凌 (Wollin, 參考 X) 氏自其試驗之結果，證明一室內之空氣，即含 6% (體積百分數) 之氨而在完全試驗時間內維持此量使其不變，戴上備有特別防氨吸收罐的面具之研究人員，過二十分鐘後，始感覺極微量之氨。在相似情形下，含有 6% (體積百分數) 之二氧化硫之空氣，對於戴上備有特別防此氣的吸收罐之面具者，亦過十五分鐘後，始能感覺微量。

過濾器具按照規定之應用，無可批評的適合，使用者對於面具的熟習及關於其效力的認識，在此處（即面具在工業上之用途）為安全的防護之必需條件，正與其在軍事上之氣體防護相同。在工商業上之生活，既係多半在關閉之室內，故對於上述各種要求之重視，至少需不在其於戰場上應用時之下，以過濾器具實係僅為在戶外使用而作，非為在關閉之室內用也。關於此點之洞悉，在多種團體內，並不缺乏。例如柏林救火會，曾將其五年內擴大應用陸軍防毒面具之結果寫下，成為防毒面具處理及使用規程 (參考 VII)。

美國式之工業防護面具 (參考 128) ——在美國作工業上及救火技術上用途之防毒面具，按照內政部 (Department of Interior) 於 1923 年八月二十五日頒布之實行規程 (Ausführung-

\* 此節中所用之羅馬數字，係指在下文 420—1 頁上所列之特別參考材料。

svorschrift) 第 14 a 號, 需送至礦務局 (Bureau of Mines) 檢驗。此項檢驗規程規定, 防毒面具及其附件, 均須僅以對其任務特別適宜的材料製成之。此項基本原則, 對於所用之織品 (即各種布), 橡皮, 金屬材料, 裝罐的化學藥品, 及其他材料, 均適用之。至檢驗面具面部 (Körperteil) 之方法, 則係令兩人各將其檢驗之面具一副戴上, 並安好一禦酸性氣之 A 式吸收箱 (Einsatzbüchse Type A for gasförmigen Säuren), 而在空氣中含 1% 二氧化硫的室中存留三十分鐘之久; 在此項試驗時間內, 需無二氧化硫通過面具, 且面具之形式及機械性質方面, 亦須無任何使戴之者感覺不便之處。

全副面具及其吸收罐在吸入及呼出空氣時對於空氣通過的阻力, 用一機械式之器具 (名爲“呼吸阻力試驗器”) 測定, 以水柱高之英寸數表示之; 在此項試驗中, 若用每分鐘 85 升之氣流速度, 維持繼續不變, 其阻力應不超過五英寸水柱之壓力。

防毒面具之吸收罐, 應按照下列方法分類:

“過濾吸收箱 (Filtereinsatz büchsen). 須完全塗以規定的顏色, 或將此項顏色作爲吸收箱設計之一易於明白辨認的部份。對付化學烟及霧一類物之吸收箱, 需用一種顏色, 指示其所含之化學藥品; 同時以可作強烈的對較之顏色 (黑色或白色), 在箱上畫成條紋, 此項條紋並需使人一望而知其烟的過濾器之數目及地位。

N 式 (Type N) 吸收罐, 亦名全能或救火隊員吸收罐 (Universal-oder Feuerwehrmanns-Einsatz), 其功用可以防禦各種氣體 (包括一氧化碳) 及烟霧者, 應全部塗紅, 不加黑色或白色之條紋。

吸收箱或面具他部含吸收劑者之檢驗, 係先將其自面具面部及器具 (Geschirr) 部份分開, 而後將其在化學試驗儀器中驗之。

表示面具樣式之號碼	所吸收之氣體之化學性質	在吸收罐上應塗之易於辨認之顏色
A.....	酸性物 (蟻酸, 氫氰酸, 氯氣, 氯化氫, 二氧化碳, 光氣, 二氧化硫, 硫化氫, 五氧化二氮, 等)	白色
B.....	有機物蒸氣 (乙醚, 乙醇, 苯胺, Benzine, 三氯甲烷, 乙酸乙酯, 甲醛, 汽油, 四氯甲烷, 石油蒸餾產物, 二硫化碳, 甲苯, 及其他相似之易於揮發之化合物等)	黑色
C.....	氮.....	綠色
D.....	一氧化碳.....	藍色
E.....	塵土, 烟霧 (例如由三氧化硫, 四氯化矽, 四氯化鈦, 或四氯化錫所造成之化學烟霧)	白色或黑色條紋
F.....	別種特殊氣體.....	顏色另自特別規定
AB.....	酸性物及有機蒸氣.....	黃色
上列各號碼各自合併	{ 上列各類 (如各個號碼所指者) 之混和物..... }	{ 用上列各色 (如各個號碼所需者) 之合併, 或另用一種特殊的顏色, 如係含有塵土過濾器及氣體呼吸器合併而成者, 以白色或黑色之條紋指示之 }
N.....	上列各類之總混和物 (即上列各類均可同時有之).....	紅色 (不需另用條紋以指明過濾器之內容)

關於此各類吸收罐之檢驗, 規定如下:

A 式 (Type A) —— 作檢驗用之吸收箱, 共需九個; 作氯氣, 氫氰酸, 及二氧化硫之試驗, 各需三個。用作試驗之氣體濃度, 各為 0.5%; 相對濕度 50%; 溫度 25°; 氣流速度, 每分鐘 32 升。檢驗標準: 二十分鐘有效時間。有效時間之終點, 為通過吸收箱之氣體, 其濃度至少已達  $\frac{5}{1,000,000}$  (即二十萬分之一) 之時。

B 式 —— 用作檢驗之物質為 0.5% 之四氯甲烷; 其他一切為 A 式之檢驗。

C 式 —— 用作檢驗之物質為 2% (體積百分數) 之氮; 其他一切為 A 式之檢驗。有效時間之終點, 為通過吸收罐之氣體濃度, 達  $\frac{1}{10,000}$  (即萬分之一或體積百分第

0.01%)之時。

D式——一氧化碳之過濾器，計分兩類。第一類為高效率器具(hochwertige Geräte)，可作二小時或二小時以上之無條件防護。第二類為逃走用之器具(Fluchtgeräte)，僅可作半小時或半小時以上的防護，以使戴之面上遇有一氧化碳時得以逃走。

檢驗此二類器具時，一方面用 1% (體積百分數) 的濃度(第一種濃度)試驗，其他各項如 A 式；另一方面用 1/2% (體積百分數) 的濃度之一氧化碳(第二種濃度)，0°之溫度，及 100% 的溫度。

按照規定之有效時間，對於第一類器具，即為通過濾器之一氧化碳總量達九百六十立方厘米之時(此即與不變動的流出 0.05% 一小時相當)；對於第二類器具，則為此量達六百四十立方厘米之時。在試驗時用第一種濃度(即 1% 的一氧化碳)，第一類器具之有效時間至少需為四小時，第二類器具至少需為一小時。用第二種濃度(即 1/2% 的一氧化碳)時，則第一類器具之有效時間至少需為一小時，第二類器具至少需為三十分鐘。(譯者按：此段及上段之原文，有欠明瞭及錯誤之處，茲特按參考 128 訂正之。讀者幸注意及之。)

防禦一氧化碳之第一類器具，並需有設備，可以指出其吸收罐中去一氧化碳之部份，何時已經用盡，以一氧化碳本身，既無臭，亦無味也。間接證明藥品已用盡之方法，在此處亦可利用；如呼吸阻力之增加，吸收罐之重量以吸收濕氣而加大，或用一機械式的設備(所謂之“計時器”)以量吸入的空氣，或加指示劑使在將終時發生臭味等等，皆係此項間接表示之法也。

E 式(即烟霧及塵土之過濾器)——此項過濾器，亦分兩類。第一類為對於極細的顆粒作最高程度之防護者；第二類則係對尋常可燃燒之物所發出的烟及較粗的顆粒(例如自四氯化錫所產生者)作適當的防護。

第一類之檢驗：檢驗時用三個過濾器。試驗之烟，用菸草之烟(tobacco smoke)；此項烟之顆粒，極小無對，其直徑僅合  $1.5 \times 10^{-5}$  至  $1 \times 10^{-6}$  厘米；參考 142)。氣流速度，每分鐘 85 升；試驗時間五分鐘。檢驗標準：在五分鐘試驗時間終了時，吸收罐至少需留住所通入之菸草烟之 95%。

第二類之檢驗：檢驗時用六個過濾器，以下列三種不同的試驗法分別試之(每法用兩個過濾器)：

(a) 菸草烟試驗法(Tobacco-smoke test)：此法與上述第一類之檢驗時所用者相同，但所試之過濾器祇需能留住 50% 之菸草烟。

(b) 在人身上之棉花烟試驗法(Cotton-smoke man test)：令兩個人各戴好面具後，進出一間一千立方英尺之房，內用一磅廢棉花(Cotton waste)，以不足之空氣燃燒(Smudge burning)而使其發烟，充滿室中。在十分鐘內，此

二人之呼吸器官及目部，需不感受刺激。

(c)在人身上之四氯化錫試驗(Tin tetrachloride man test)：令兩個人，立於一間一千立方英尺之房的外面，而經過吸收罐吸入此房內之空氣(是項空氣，內含百萬分之五百(體積百分數)之四氯化錫霧)。在二十分鐘內，此二人需無感受刺激之現象。

N 式(即能對空氣中一切氣體，蒸氣，及烟等作防護者)——此項吸收罐計分兩類；其不同點在第二類之有效時間，僅為第一類之一半。

除上述各法外，A 式至 N 式各類吸收罐在異常乾燥或潮濕的狀況下之化學上穩定性，及其在猛烈的呼吸時及較高的氣體濃度下之行爲，均有法可以試驗之。

美國柯不梯索式工業用防毒面具(U. S. Industrie-Gasschutzmaske, Kops-Tissot)，用 N 式吸收罐以吸收一切氣體，蒸氣，及烟——關於此項器具，在美國方面之參考材料中(參考 II)，有如下之描寫：面具之部係按照柯不梯索式模型(參觀第 402 頁)製造。戴上面具後，仍可與一個立於附近的人談話。呼出之空氣，經過一個本生式橡皮氣門(Bunsen-Gummi-ventil)，吸收罐之尺寸，為  $2 \times 6 \times 7.5$  英寸。罐內裝四百立方厘米(c.c.)之填充物；內有活性木炭(曾用硫酸銅溶液浸過者)，氯化鈣，及以二氧化錳與氧化銅和成之“霍布加乃特”混和物(Hopcalite-Mischung)。所用之“計時器”(Timer)為小的鍍鎳之黃銅盒，用螺絲安置於吸收罐及面具本部之中間(參觀第 414 頁)。當空氣吸入時，即使此盒內之一齒輪機械轉動，結果使一根發光的針，在一隻上有發光標點的數字針盤(Zifferblatt)上移動。因在尋常呼吸時，此項指針在二小時正行一整圈，故吸入空氣之多少，可以此法作準確的監視。單獨吸收罐部份計重 1.759 仟克，連面具及攜帶之設備，共重 2.75

仟克。此項面具之效力，以其受對於一氧化碳防護力之限制，僅有二小時之久。

奧爾公司之德國式工業用防護面具 (deutsche Industrie-Schutzmasken der Auer-Gesellschaft; 參考 138, 173, 174)——德國軍用面具，為適合工業上之需要起見，已經過一種相當的進展及分化。在此項進展過程中，其所追求之目的，恆為其所製成之器具，第一自然需予工人以完全的防護，但同時對彼之負擔〔指器具之重量及大小；視界 (Gesichtsfeld) 之限制，呼吸之困難，等等〕，需不較在作指定用途時之所必不可少者為重。

是項進展及分化，延及於面部的材料及面具的形狀；但在過濾器部份，此項變遷之表現最為明顯。

在面具之面部 (Körperteil) 部份，軍用防毒面具所用之浸過的軟革 (getränkt Leder)，已用所謂之“雙層布” (doubliert Stoff) 替代之。此項布為兩層或幾層之牢實的紡織品所製成，中間夾以不透氣的橡皮層；此項橡皮層，外加保護，以防外來之損傷及其早期損耗。為應特殊需要起見，可用外面有一層橡皮或石綿的布製面具之面部，亦或可完全用皮革及皮帶 (Lederbänderung) 製之。眼鏡部份，現用不易破碎之所謂“三倍玻璃” (Triplexglas; 參觀第 278 頁) 以代昔日所用之透明性膠片 (Zellon)。面具之帶，備有特別的推闢 (Shiebe)，使面具能以適合各種形式之頭。面具之形式，變動甚多；其要點為將眼鏡安至

極近眼睛之前，令眼鏡與人目間之距離，在可能範圍內達於最小限度，以便得一良好之眼界(Gesichtsfeld)。經此項改良(尤其眼鏡與人目間的距離之縮小)之結果，為多數用途，目部與口鼻部間所用之緊塞片(即所謂之“Optolix”)，已屬過餘。雖然，為作特殊之用途起見，尤其當將此項面具連上一架氧氣器具時，則在是項改良形式之面具中，仍需置一此類“阿不脫力”中間緊塞片(Optolix-Zwischendichtung; 參觀附圖 22)。

關於過濾器之發展，其主要點已於上文論之。現可將其總括，再行着重的聲明，在工業上之氣體防護，需用不同樣式的吸收罐(即“特殊吸收罐”)，每種樣式用之以對付一種或一類之氣體，與在軍事上作氣體防護時之用一種面具以對付多種氣體相反。其所以需用此項特殊吸收罐(Spezialeinsätze)者，以在工業上所遇氣體之濃度，必需作較戰場上所遇者為高計算之也。進一步言之，吾人需記憶，在“特殊吸收罐”中，有大小之不同；小者之容量僅合三百立方厘米(參觀上文圖 24)，大者則有一千立方厘米(參觀上文圖 25)。大吸收罐僅在下列情形之一下，始有需要：(1)對於烟的小粒之特別防護；(2)對於一氧化碳之特別防護；(3)對於一切氣體之總防護。至以下所述各種樣式，則均係小吸收罐。

德國奧爾公司 (Auer-Gesellschaft) 對於其吸收罐之分類，其所擇之方法與上文(第 408 頁)所述之美國法相似。該公司之 A 式工業用吸收罐(Industrieinsatz A)，與美國之 B 式吸收罐

相當；其B式與美國之A式相當；其D式吸收罐係對塵土作防護，E式對二氧化硫及氯化氫作特別防護，F式為一種所謂之“救火隊吸收罐”(Feuerwehreinsatz)，G式對氫氰酸作特別防護，K式對氨作特別防護，L式對硫化氫作特別防護，等等。此各式“特殊吸收罐”之吸收能力，見下表：

吸收罐樣式	毒物	吸收量(克數)	毒物之體積 (立方厘米數) (在0°及760毫米下)
A.....	丙酮(Acetone)	22.5	8,700
	苯(Benzene)	10.5	2,900
B.....	光氣(Phosgene)	7.5	1,700
	氯化氫(HCl)	6.1	4,000
	氮氧化物(Nitrose Gas)—— 按 NO <sub>2</sub> 計算	6.1	3,000
E.....	二氧化硫(SO <sub>2</sub> )	20.5	7,200
	氯化氫	20.5	12,600
	氮氧化物——按 NO <sub>2</sub> 計算	8.3	4,000
F.....	氯氣(Cl <sub>2</sub> )	8.4	1,900
	氨(NH <sub>3</sub> )	0.34	450
	硫化氫(H <sub>2</sub> S)	3.3	2,200
	光氣	0.6	140
	硝基三氯甲烷(Chloropicrin)	0.72	95
G.....	二氧化硫	3.45	1,200
	氫氰酸(Hydrocyanic Acid)	2.5	2,100
K.....	氨(NH <sub>3</sub> )	2.9	3,800
L.....	硫化氫(H <sub>2</sub> S)	4.5	3,000
M.....	硫化氫(H <sub>2</sub> S)	1.2	800
	氨(NH <sub>3</sub> )	2.4	3,100
O.....	磷化氫(Phosphine, 即 PH <sub>3</sub> )	13.1	8,600
	砷化氫(Arsine, 即 AsH <sub>3</sub> )	12.6	3,600

在德國製之吸收罐中，各種樣式，除用字母標識之外，亦有用不同之鮮明顏色條紋標計之者。

1926 年之德加式第 64 號一氧化碳過濾箱 (Kohlenoxydfilterbüchse Degea Nr. 64) ——德加式第 64 號一氧化碳過濾箱(參考 245), 爲一種特饒興趣的器具。隨美國“霍布加乃特”研究之後,奧爾公司現已發現一種改良的金屬氧化物混和物,其效力較“霍布加乃特”更大。可用此項混和物防禦之一氧化碳濃度,其最高限度現已達 6%。是項濃度,係爲對人之衛生有重大傷害的濃度之六十倍,亦爲致死的一氧化碳濃度之二十倍。自實際上言之,空氣中的一氧化碳散布至此程度,殊鮮有之。若吾人將此項報告與美國關於“霍布加乃特”效力之數字(即可達到 2% 之一氧化碳)相較,可見關於此點,在德國方面,已有重大的進步。此類接觸物體之效力,雖自理論上言之,並無時間上的限制,但自實用上言之,則毒害接觸物 (Katalysatorgifte), 尤其空氣中的濕氣,對之有傷害的影響。在上文第 432 頁中,吾人已見美國的 N 式吸收罐,用兩小時後即需掉換,德國式的過濾箱,即在特別不利的情形下,其有效時間總可延長至十五小時以上。除上述兩種優點外,在德加式過濾箱 (Degea-Filterbüchse) 中,尚有第三方面之主要的進步,即其指示過濾器內物體用盡之信號機械,係根據一種新的原則製成。美國人作此用之機械,爲一安好的計時器(參觀第 431 頁),此乃係一種可以計呼吸次數的機械;過一定次數之呼吸後,此器即指示戴面具者,需將其過濾器另換一新的。此項計時器之工作,自然與當時外間情形,毫無關係。因此其結果當計時器要求更換

過濾器時，往往其過濾器內之物僅用去一部份，或竟毫未用去；反之在不利的情形下，其過濾器實在此時以前早已不能用。此外是類機械，在不利的環境下，一種或有的失其效力，亦間或不能指出。奧爾公司所取者，為另一途徑。在該公司所製之過濾箱中，安有一種機械，是項機械，在接觸劑失其效用時，其通過未燃燒之一氧化碳或其他與接觸劑效用喪失有直接關係的情形，使之發出信號，其信號之形式，則為吸入之空氣中摻有特殊臭味的物質。此項選定之信號，因此係如此選定，令其指示吸收罐之事實上的用盡而非指示其假定的用盡；且用此項信號時，戴面具者決不致忽略之，而必被迫離開布毒之處，或換上一隻新的過濾器以替其已經用盡者。

此項德加式一氧化碳過濾器(Degea-CO-Filterbüchse)，祇需尚有夠多的氧氣以供呼吸之用，不僅能防禦一氧化碳及含一氧化碳的氣體，如突燒氣(Deflagrationsgase)，煤氣(Leuchtgas)，水煤氣(Wassergas)，發生氣(Generatorgas)，焦煤爐氣(Koksofengas)，燃燒所生之氣體(Brandgas)，及雷雨或煤粉爆炸後的氣體(Nachschwaden von Schlagwetter-und Kohlenstaubexplosionen)等，並有防禦有機溶劑的蒸氣，無機酸，氯氣，氨，硫化氫，及砷化氫等之效用。因此將此項過濾器與一隻相當的防毒面具〔參觀下文德加式第744號面具(Degea Nr. 744)]聯合，即在某種程度下成為一全能防護器具(Universalschutzgerät)。

1926年之德加式第747號工業用防護面具 (Industrie-Schutzmaske “Degea Nr 747”)——1926年之德加式第747號工業用防護面具,係用小號過濾箱 (參觀上文圖 24); 是項面具,可防禦各種氣體,但對於成烟及霧之有毒及刺激物質或一氧化碳則不能防禦之。其面具面部之構造,見圖 26 至 28 (參觀書末附圖 20)。

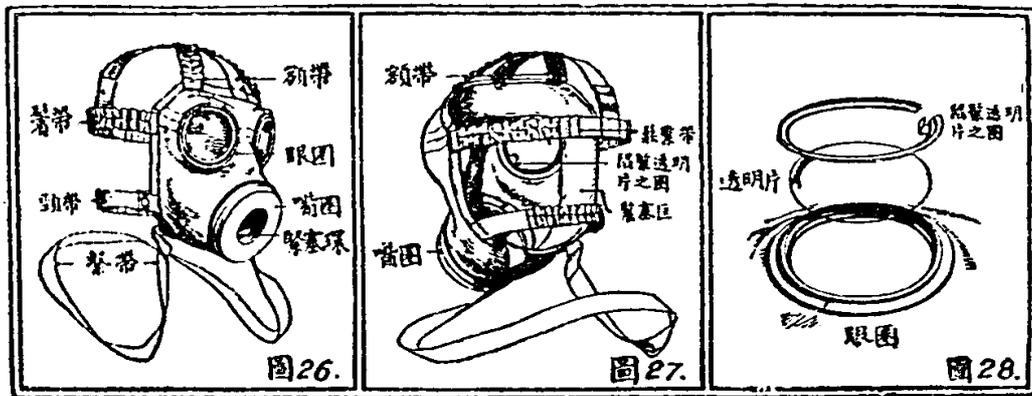


圖 26—28. 奧爾公司一種工業用防護面具之面部

此項面具之面部,係用一種牢實,不透氣,及極不易拆裂的“雙層布”(doubliert Stoff)製成,但仍屬柔韌,可以折合至極小範圍,其縫合處均用加硫化的橡皮片封緊,使其不透氣。其頭部之綁帶,內藏螺旋狀之彈簧,與德國軍用面具相似。面具中不用氣門 (Ventil); 其死空間 (Schädliche Raum; 即面部內有妨礙之空處) 以面具構造之形式,已減至極小,但仍在其中置一中間緊塞片〔即內面具或“阿不脫力”(Innere Maske, Optolix)〕以令其更見縮小。眼鏡部份,係以“三倍玻璃”(Triplexglas)製成,直接置於目前,故能得最大可能之眼界。眼鏡片之前,置

有可以掉換的透明片 (Klarscheibe), 以對眼鏡之變為不明, 作有效的防護。此項面具, 以三種大小製造之: 第 I 號為帽大過 55 厘米之頭用, 第 II 號為帽大 53-55 厘米之頭用, 第 III 號為帽在 53 厘米以下之頭用。

1926 年之德加式第 744 號工業用防護面具 (Industrie-Schutzmaske "Degea Nr. 744")——此項面具, 係接於大過濾箱 (參觀上文圖 25) 上用之, 可以之防禦一切氣體及成烟及霧之有毒及刺激物質 [例如用以止住鎔接 (autogene Schneiden und Schweissen) 時所產生之鉛質烟 (Bleirauch)], 但不能防禦一氧化碳。雖然, 將是項面具配上一德加式一氧化碳過濾箱 (Degea-CO-Filterbüchse, 參觀上文), 則亦能防禦一氧化碳而成一種有此項功效之完全面具 (Vollmaske), 可以之替下段所述之“德加式一氧化碳半截面具” (Degea-CO-Filterbüchse)。

1926 年之德加式一氧化碳工業用防護面具 (Industrie-Schutzmaske "Degea CO")——此項面具, 為一種半截面具 (Halbmaske), 其形見書末附圖 23; 用時係將其聯於一“德加式一氧化碳過濾箱” (即上文第 414 頁上所述者) 上而用之。此項半截面具, 為三部份所組成: 一為一種特殊的面具面部, 以牢實, 不透氣之“雙層布”製成; 二為柔軟易曲的密合框 (Dichtungsrahmen), 易合於鼻及口上, 但同時不透氣; 三為口塊 (Mundstücke), 以輕金屬製成, 備有吸入及呼出空氣之氣門及一長管 (此項長管, 將面具連於過濾器), 使用此項面具時, 若同時需對目

部作防護，可加用一副特別的眼鏡，或不用此項半截面具而改用一種全面具(即上段所述之“德加式第 744 號面具”)以代之。在此兩種情形下，所用之器具，均不但為一種防禦一氧化碳及一含一氧化碳的氣體之特殊器具；而以其對有機物蒸氣，酸，氨(參考 245)，等等，亦能防護，故稱之為工業上之“全能防護器具”。

律白克城 椎革廠之德國式工業用防護面具(Deutsche Industrie-Schutzmasken des Drägerwerkes, Lübeck; 參考 XII)——椎革(Dräger)廠之呼吸面具，其主要價值在其係由一整塊材料製成而在全面部無任何接縫之處。因此能作此項面具本部製造用之材料，其選擇大受限制；迄今惟皮革及橡皮可作此用，他種材料，例如“雙層布”，則遭排斥。

1925 年式之椎革呼吸面具(Dräger-Atemmaske Modell 1925, 參觀書末附圖 24 及 25)——即係自皮革或橡皮，不用針縫而製成。在革製面具中，為令面具緊合面上起見，加一橡皮布或革製密合框(Dichtungsrahmen)；在橡皮製之面具中，則面具之邊，本身即係一密合框。面具上之束戴設備，係如此製就，用一種大小，按照迄今所有之經驗，可以適合一切人之頭部。眼鏡部份，係以不易破碎之“三復玻璃”(“Trifoliumglas”，與以前所提及之“Triplexglas”相當)製成，狀作蛋形(參觀書末附圖 25)；自此項眼鏡所得之視界極大，尤其對前面可得一種良好的瞥見。鏡前之透明片(Klarscheiben)，易於掉換。面具之死空間(Totraum)，以一與“阿不脫力”緊塞片(Optolix-Dichtung)

相當的輔助面具置其內，使其減低至最小的體積。

椎革式呼吸面具，用之以作對塵土之過濾器，或對烟及毒氣作呼吸防護面具(Atem-Schutzmaske)。在救火及工業事業上用此項面具，係以之與一隻內含化學藥品的吸收罐或與一架獨立的呼吸器具聯合而用之。將其作過濾器用時，即將過濾部份直接用螺旋安於面具上。若用以防護烟或毒氣，則其含化學藥品的吸收罐，可用一隻短的接件(Anschluss-stücke)直接連於面具上；或用一根短的連結管(Atmungsschlauch)聯上，懸於胸部；或用一較長之連結管聯上，於左臂下攜帶之。在以後兩種情形下(即用連結管聯上吸收罐)，呼出之空氣，不經過含化學藥品之吸收罐，而乃係自易於開閉而極嚴密的出氣門(Ausatmungs-ventile)放出；此項出氣門，需裝於出氣管上面保護周密之殼(Hülse)內。用氧氣呼吸器具時，此項呼吸面具，可代替呼吸口塊(Atmungsmundstück)。

如因其所應作之工作之故，需放棄此項面具之利用，可將其含化學藥品的吸收罐，與一較短或較長的連結管聯合，成一口部呼吸之器具(Mundatmungsgerät)，與 A. M. E. 器具相似者，而利用之。

在開礦，救火，鍊礦等事業，及工商業中之可以遇到不能節制的氣體混和物者，亦可用椎革面具(Dräger-Maske)，但不用吸收罐而將其與氧氣呼吸器具聯合而用之。因各種連結管之中央連結(Zentralkupplungen)部份，其尺寸均係相同；故現今

攜帶此項面具者，可自吸收罐器具改爲氧氣呼吸器具。

關於工業用防毒面具之特別參考材料

(注意：除此處所述者外，並請參觀書末大宗參考材料表冊內之128,138,173,174,245 各條；以其與上文所論者有關也。)

- I. Bunte, K., Professor, Leiter des Gasinstituts Karlsruhe: "Eine Gasmaske zum Schutze gegen Kohlenoxyd, die Degea-CO- Gasmaske".  
Gas u. Wasserfach., 38, 189 (1926).
- II. Bureau of Mines, U. S. A.: "Reports of Investigation".  
Serial No.2719.  
Abstract in Chem. Ztg., Nr. 23—1, 139 (1926).
- III. Fieldner, Katz and Kinney: "Gas masks for gases met in fighting fires".  
Bureau of Mines, Tech. Paper No. 248.
- IV. Fieldner, Teague and Yoe: "Protection afforded by army gas masks against various industrial gases".  
Ind. Eng. Chem., 11, 622.
- V. Fieldner, A. C., Chief Chemist, Bureau of Mines: "Common gases and their hazards".  
National Safety News (Chicago), July issue, 1926.
- VI. Foth, Dipl.-Ing.: "Gasmasken für die Feuerwehr".  
Feuerwehr-tech. Z., VIII Jahrgang, Heft 9/10, Mai 1920.
- VII. Lindner, Dipl.-Ing.: "Die Gasschutzmaske in der Feuerwehrpraxis".  
Feuer u. Wasser, Nr. 1, 1926.
- VIII. Schmidt, Dipl.-Ing.: "Atemfilter zum Schutze gegen Kohlenoxyd für Gasmasken".  
Feuerschutz, 6. Jahrgang, Heft 2 (1926).
- IX. Victor, Dipl.-Ing.: "Die Berufsgefahren der chemischen Industrie und ihre Verhütung".  
Z. angew. Chem., 38/13 vom 26. März 1925.  
(在此文內，含有在此特殊方面之其他參考材料詳單)。
- X. Wollin, Dipl.-Ing.: "Gasschutzgeräte an Kältmaschinen".

Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung, N. F.  
Bd. 2, Nr. 9 (1925).

- XI. Wollin, Dipl.-Ing.: "Neuartiger Atemschutzgeräte und ihrer  
Verwendung in Gaswerksbetrieben".

Zeitschrift des Österreichischen Vereins von Gas- und Wasserpfachmännern", Wien, 66. Bd. Heft 9 (1926).

- XII. "Dräger-Masken".

Dräger-Heften Nr. 106 (1925); Z. ges. Schiess-Sprengstoffw.,  
Nr. 3 (1925); Heerstechnik, Nr. 4 (1926).

### b. 輕便的氧氣防護器具

#### (Freitragbare Sauerstoffschutzgeräte)

因大戰時工作所得之關於氧氣防護器具製造的種種經驗，大戰後在德，英，法，美各國，此項建造工作，均有異常迅速及多方面的進展。在學理方面，此項發展，係受研究家如蒲不革斯 (Briggs)，椎革 (Dräger)，赫加 (Haggard)，哈如鄧 (Haldane)，韓德森 (Henderson)，保羅 (Paul)，及層茲 (Zuntz) 等在呼吸生理學方面所得的新結果之聳動及影響；其在實用方面之工作，則主要的以各國之礦工救護組織，如德國普魯士之採礦安全局 (Grubensicherheitsamt) 及採礦救護委員會 (Ausschluss für Grubenrettungswesen；此項委員在德國愛森 (Essen) 地方設有一處官立試驗所以試驗氧氣防護面具)，英國之礦務部 (Mines Department)，法國在利爾芬 (Liévin) 所設之中央救護事業處 (Zentralstelle für Rettungswesen)，俄國莫斯科之礦務總局 (Hauptbergamt)，及美國之礦務局 (Bureau of Mines)，等之

維持而得促進(特別參考 33\*)。因科學及技術之如此的合作，是項器具之建造，得有值得注意的進展，但其進展自然係重在合乎礦工之需要而未對其作軍事上的任何特殊任務，予以考慮。

此項不完全的觀點，在多數此類器具之攜帶法上，已甚顯明，以此類器具係負於背上，而其易於破損的呼吸囊 (Atem-Sack) 亦係置於該處，而自軍事上之需要言之，兵士之背，在可能範圍內應免去其負擔，且呼吸囊亦需置於有保護的地位也。此中惟英國“撲羅多”(Proto) 式之呼吸器具，則在其較新式樣之構造中，其重量乃係置於胸前。

此項發展之方向，雖在某種見解下係屬偏於一方向；但由此成熟之進步，對於軍事上氣體防護，救護，及高空飛行〔即高空呼吸者 (Höhenatmer)〕等任務上之極端的有價值，當然並不以此而變更。自法國的服務規程 (Dienstvorschriften) 及英國發表之文章觀之，吾人已見隔離器具在氣體服務 (Gasdienst) 中，認為有何等的重要。此類觀點，實亦應極易了解；因隔離器具為一類器具，雖其時間上之限制殊大，但對每種新用的軍用氣體，在各種濃度下，均能作絕對的安全之防護，為任何過濾器所從不能及也(參觀第 346 頁)。因此吾人對於大戰後在此項特殊方面之發展問題及新現象，亦應加以詳細研究。

若吾人對此項發展之各部份加以考慮，第一點可引起吾人注意者，即器具中之一切氣路 (Luftweg)，尤其在德國式器具中，

• 此項特別參考，係在第 434 頁上列之。

均得有最大可能的直徑。因此之故，其所應勝過之呼吸阻力，減低至一種極小的限度；而大戰中已在適當範圍內試用（參觀第 285-6 頁）之面具呼吸（Maskenatmung），在面具之適合面部處（Passform）亦經同時改良以去其或有的內部壓力過高後，現時已可應用無阻。在面部之口部，安有一隻接件（Maskenanschluss），使戴面具者可以說話，與用口塊（Mundstücke）時相反；同時並對目部及面部作防護。對於此類備有接件之面具，其首先所應假定滿足的條件，即係將其死空間縮至最小可能的限度。

大戰後器具之另一特點，在其偏重所謂之“肺力原則”（Lungenkraftprinzip），此項原則，吾人已在論大戰時所用之小號器具（即自救器（Selbstretter）及軍用氧防護器具（Heeres-Sauerstoffschutzgerät）；參觀第 285 頁）中認識之；其所指者無他，不過謂戴面具者本身，可即以其吸入空氣時的吸進手續及呼出空氣時的吹出手續，使空氣在器具中循環流通而已。以前所用器具中，尤其在較大而有功效的器具中，雖備有一種按照吉思柏椎革（Giersberg-Dräger）氏注射器原則（Injektorprinzip）的吸嘴（Saugdüse）裝置，以作將七至八氣壓的氧氣氣流送入器具中之供給手續的媒介；但在現時，以大戰中之經驗，即在大號器具之有二至三小時的功效者，亦改用肺力原則而在其構造中廢去吸嘴部份。

與此項一般的改用肺力原則同時，另有一種研究進行，即係

使氧氣之供給，自動的按照該時肺部的需要而支配；其所取之形式，即氧氣氣流僅在吸入時流動，反之在呼出時則立即自行停止也。經巧智的考慮，最後乃造成所謂之“肺部自動器具”(lungenautomatische Geräte)。此項之初型(Vorkonstruktion)，為英國人賈弗斯(Garforth)所製成；賈氏之工作，今稱之為基本的及卓越(Klassisch)的。自此項初型，美國人吉不思(Gibbs)及保羅(Paul)，德國人海德(Heide)及椎革(Dräger)，及法國人芳齊(Fenzy)等，曾將其作有興趣的變化(特別參考 33)。

茲將最重要之新時代器具式樣，在以下各段中述之。

1924年椎革土奔式自救器(Selbstretter Dräger-Tüb-  
ben Modell 1924)——此項面具(特別參考 34)，代表在 284 頁上所述的大戰時應用之自救器的進一步發展；其設備(Armatur)之大小，增加不多(昔時之氧氣瓶容量為 0.4 升，今為 0.7 升)，其重量之增加(自 4.3 仟克增至 6.7 仟克)亦尚可忍受，而新的器具之使用時間(Gebrauchsdauer)乃自三十增至六十分鐘。

書末附圖 39 至 42，表示此項新模型與舊式的之內部及外部的區別點。

1924 式之自救器，其優點首在採用一隻減低壓力的氣門(Druckreduzierventil)以得不變的氧氣給量(每分鐘 0.9 升)，而放棄以前經過鹵罐之擺動呼吸法(Pendelatmung)。現已證明，用一具空氣週轉之自救器者，其工作效率，較之用擺動呼吸器具者，總計約為其雙倍。減低壓力的氣門本身，係安於一隻

三路接件(Dreiwegestücke)內(參觀書末附圖 43);其作用有如此項器具之心,可使其與氧氣筒,鹼罐,或呼吸囊相通。在作較輕的身體勞動時,是項器具,完全可自行工作;惟在作較激烈的勞力活動時,戴此器具者乃需用手力使一隻備好的氧氣壓力氣門(Sauerstoffdruckventil)工作以補充其額外所需之氧氣,及(以另一氣門)放出或有的過多空氣。此項簡單的需以手力管理之氣門〔即壓力扣狀氣門(Druckknopfventil)及過多空氣放氣門(Überschusslüftungsventil)〕,皆係易於以手達到之。關於器具的功用之隨時觀察,有一氧氣儲量表以輔助之。

新式自救器之特別標識,同時為其另一優點者,為其氣路之放寬,以致其呼吸阻力減低至一種難於感覺的限度。因此點及呼吸之較易,乃有在此器具上安上一個面具接件(Maskenanschluss)之可能。

新式自救器之各單獨部份如下: 氧氣筒;鹼罐(其效力亦已增高);呼吸囊;空氣週轉管;三路接件(Dreiwegestücke),內安一減低氣壓之氣門;壓力扣形氣門;過多空氣放氣門;及終結表(Finimeter)。呼出之空氣,流過出氣門(Ausatmungsventil)及連結管(Atemschlauch),及鹼罐(在此處去其所含之二氧化碳)後,達到呼吸囊,在該處遇氧氣使其復新,而經過空氣週轉管(Luftumlaufrohr)以進“入氣門”(Einatmungsventil)。

此項器具,可置胸前,身旁,或背上攜帶之。如將其捆作一束,可帶較多件之此物;例如在船上,即可如此載之。

一件極屬重要之事，即利用此項器具，氧氣呼吸器具與過濾器具之合併，在實用上乃得第一次成爲事實。書末附圖 48 至 50 所示，即係自救器與過濾器具，裝於同一支承(Tragegestell)上。此項合併的器具，有一共同的連結管聯於呼吸面具上；器具上又有一隻呼吸改換箱 (Atmungsumschaltkasten)；此箱上有過濾呼吸 (Filteratmung) 的出氣門。戴此器具者，可隨時按其選擇，自過濾呼吸改爲關閉的器具呼吸 (Geräteatmung)。以通例言之，當吸收罐對於彼時存在之確知的氣體可作數小時 (四至八小時) 久之呼吸用時，應用過濾呼吸。在較大之氣體危險 (例如因有不知之毒物或成分甚高之一氧化碳) 時，則改用器具呼吸，而戴面具者需知，此項隔離器具，僅容許其作一小時之工作。器具中之終結表，爲對此作節制之用。對於戴面具者，此項合併的器具又有一種有利之點，即在其可將氧氣呼吸改爲過濾呼吸，或反之自過濾呼吸改爲用隔離器具之氧氣瓶及鹼罐，而不必慌忙是也。此項改換，僅需將呼吸改換箱上之一槓桿 (Hebel) 發動，即可得之。

在戴此項合併的器具時，戴之者對於何一器具彼時係在應用，絕無懷疑之餘地，因呼吸囊之行爲 (靜或動) 即可表明此點也。

關於此類合併的器具，另有一種可視爲特別優點者，即戴之者如在開始感覺一氧化碳之毒時，改用氧氣呼吸器，則因一氧化碳在血中所致之傷害，可即自停止，而血之去毒開始進行。在

每個合併器具中，當然亦均應備有一種明晰的及不致誤會的一氧化碳指示劑。

1924 年模型 椎革 H. S. S. 式肺部自動器具 (Lungenautomatisches H. S. S.-Gerät (Dräger-Modell 1924))——此項器具(特別參考 34), 可在身旁或背上攜帶之; 其與老式 H. S. S. 器具(參觀書末附圖 44 及 45) 之內部及外部的區別點, 見書末附圖 46 及 47。其重量為 11 仟克, 故較老式之總重 7.6 仟克者為重。

此項新式器具, 為一種肺部自動器具; 此即謂其氧氣之流進, 係屬確切的按照肺部裝收之要求而自行節制也。在呼吸囊內空虛時, 合攏之囊皮, 壓住一根槓桿 H (參觀書末附圖 47), 而使肺部自動氧氣給與氣門 (lungenautomatische Sauerstoffdosierung) L 工作。因氧氣之流入, 呼吸囊自行漲大, 囊皮在槓桿上之壓力起去, 而給與氣門 L 自行關閉。如給與氣門發生障礙, 亦可不用肺部自動給與氣門而將氧氣自輔助氧氣給與囊 (Hilfs-Zusatz-Sauerstoffdosierung) Hi 直接導入呼吸囊內。用此項輔助給與囊時, 祇需用手指按下一隻在順手處之壓力扣狀氣門 D。是項輔助給與囊 (Hilfssack) Hi, 亦可在懷疑有氮氣(即氧氣不純淨) 時, 用之以清滌呼吸囊; 其過多之空氣, 由一個在呼吸囊上之放氣門 (Lüftungsventil) 放出。

空氣在器具內之推動, 係藉用肺力。器具中之鹼罐, 肺部自動給與氣門, 給與輔助囊, 氧氣筒, 及呼吸囊上之附件 (An-

schlüsse des Atmungssackes),均置於一隻可以啓閉之保護蓋內(參觀書末附圖 47)。此蓋及設備的支承(Tragegestell der Armaturen),均以輕金屬製成。以鹼罐之效力及氧氣筒之含量(在尋常情形下爲一百二十升,裝時係用一百五十氣壓)爲限制,此項器具之使用時間,在工作時爲一小時,在準備服務時爲二小時。

以通例言之,在此項器具內,係用口部呼吸的設備(Mundatmungseinrichtung);但以氣路之放寬,在此處亦可用面具呼吸(Maskenatmung)。呼出之空氣,係先後經過呼吸口塊(或呼吸面具),出氣管,鹼罐,出氣門,空氣週轉管,而吹入呼吸囊。滌淨之空氣,自呼吸囊出後,經過空氣週轉管,入氣門,入氣管,及呼吸口塊(或呼吸面具),而復入肺部。

一切肺部自動器具之一種特殊優點,即在戴器具者將其安好後,除開氧氣筒外,不需另作他種動作。自通例言之,在器具使用時間之內,戴之者兩手均得自由。此項器具置於身旁,隨時聽警報即可準備,且立時即可應用。

1924年模型椎革式二小時器具(Zweistundengerät Dräger-Modell 1924)——此項器具(特別參考 34),爲一種不用注射噴嘴(Injektordüse)之肺力器具;按照用者之所欲,建造時可裝置固定節制之氧氣給與氣門(每分鐘 2.1 升)或肺部自動氧氣給與氣門。第一種裝置之原則,吾人已於論自救器時認識之;第二種之原則,則在 H.S.S. 器具中見之。關於此項器具之

詳細解釋，參觀書末附圖 52，自能明瞭，不需另外說明；故對其內部構造之討論，在此處略去。

此項器具之外形，見書末附圖 51；器具以輕金屬製造時，其重量為十五仟克，用鐵則為十七仟克。器具中有容積一升之氧氣筒兩個，其在一百五十氣壓下所裝之氧氣，合之尋常氣壓，共計三百升。器具之使用時間，至少可達兩小時。因其有放至夠寬的氣路，故在此器具上亦可安一隻面具接件 (Maskenan-schluss)，不至有礙。

啓如城韓賽亞器具製造公司之肺部自動氧氣防護器具 (lungenautomatische Sauerstoff-Schutzgeräte der Hanseatischen Apparatebau-Gesellschaft in Kiel)——此項公司 (即韓賽亞公司) 所製之防護器具，其標識為“奧多斯”(Audos)；此名與其在各種器具中均係採用自動給與氧氣之原則相符。

戴器具者在用器具時不需另作他項動作之條件，在此處亦係滿足。因此戴是項器具者，可將其全力用在所作之工作上，以氧氣的加入及氮氣的滌出，均自行適合於各種工作之進行也。此外其可能範圍內構造之簡單及重量之小，亦係其有價值之點其與美國保羅(Paul) 式及吉不思(Gibbs) 式的肺部自動器具 (參觀書末附圖 65, 66, 67 及 68) 及德國椎革(Dräger) 式的肺部自動器具不同之點，在此項韓賽亞器具製造公司 (Hanseatische Apparatebau-Gesellschaft) 所製特作氣體防護之器具，中無減

低壓力之氣門，以將儲蓄瓶內氧氣之壓力，在進自動入氣門(Zusatzventil)以前，減低至一不變動的中等壓力，但即將營養之氧氣，直接自高壓力之氣瓶，經過一個特別構造的氣門，導入呼吸囊(Atmungsbeutel)內。

此項自高壓力氣瓶直接取出氧氣之原則，觀書末附圖 53，可以明瞭。在此圖中，呼吸囊內有兩根舵臂(Steuerhebel)插入，每根之下端各有鐵絲框(Drahtrahmen)，頂在軟性的呼吸囊上。起重臂之上端，係如此構造，彼兩臂彼此行近時，即將氧氣噴嘴之鎖口(Verschluss)啓開。氧氣流入繼續之時間，僅限於當呼吸囊內牆頂住起動臂下端鐵絲框之時。自實用上言之，吸入期間之終了，依此可以其彼時所發之短噤聲而察覺之。在書末附圖 53 中所代表之構造，最近已經改良，使其在槓桿聯動裝置(Hebelübersetzung)內之摩擦限力減至最小限度。此外並使其較易拆卸，故如欲檢查其氧氣嘴上之鎖口配件(Verschlussstücke)時，無庸將其舵臂取出。在壓力僅達八毛米之水柱時，氧氣已可開入。

一套“奧多斯”器具之一般的官能及其中氧氣之循環，在書末附圖 54 中示之。在器具內因肺部之工作而循環之空氣，以兩個氣門之裝置，維持下列方向之流動：即呼出空氣的氣流，自鹼罐流入呼吸囊，而自該囊經過入氣門及入氣管，流入戴器具者之肺部。因此在每次呼出時，其呼出空氣內所含之二氧化碳，在經過鹼罐時被吸收，故週轉之空氣總量，首先減去二氧化碳之

體積。以此經過每次吸氣後，呼吸囊必有少許之收縮；此項收縮，愈積愈多，以致使其與舵臂接觸。經此項接觸，氧氣氣門(Sauerstoffventil)即被啓開，而繼續在此項開放狀況，迄流入的氧氣有如此之多，致使呼吸囊之內牆離開舵臂爲止。由此觀之，如此加入之氧氣量，即係確切的與經呼吸用去之氧氣量相等。

肺部自動給與法，需要純淨程度殊高之氧氣。如所含雜質成分較高，尤其當成問題者爲氮氣時，可使週轉的空氣所含氮氣愈久愈富；其結果爲呼吸囊過一定時間後，以內中之氣所含氮氣過多，不能收縮至夠多的程度，以使舵臂被壓。爲設法除去此項所謂之氮氣危險起見，第一步所採方法，即係在此項器具內所用之氧氣，按照警察規定，其純度需達 98%。除此項處置外，在肺部自動器具中，尙需有一種設備，將即用所定純度時尙可堆積之頗大量的氮氣，排出器具之外。迄今所有之一切器具，僅將“奧多斯”器具除外，均係利用可以手放鬆的滌淨氣門(Spülventile)以達到此項目的；是項氣門，需時時用之。反之“奧多斯”器具，則在口塊(Mundstück)上有一完全獨立的滌淨氣門，由之在每次呼吸週期時將一小量之空氣推出。由此觀之，在此處所採之原則，即在器具之完全使用時間中，無對之作何招扶之必要。

最新式之“奧多斯”器具，係完全裝於盒內，與以前樣式相反。內中較小號之模型，爲 1925 年模型第一號半“奧多斯”器

具(Audos Nr. 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Modell 25)及1926年K式模型第一號“奧多斯”器具 (Audos Nr. 1 Modell 26K)。此二種器具,係各按1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>及1小時之使用時間而製造;其外狀完全似書末附圖55及56所代表者。此項器具之呼吸囊,係置於一隻輕金屬製之盒內;在此盒內同時並有自動節制之槓桿(即舵臂)。供一小時半的使用時間之氧氣儲蓄量為一百五十升(在尋常氣壓下計算),作一小時用者,則為一百十五升。

除此兩種器具外,該公司主要的製造品,尚有1925年模型第二號“奧多斯”器具 (Audos Nr. 2-Gerät Modell 25);關於此項器具,可參觀書末附圖57。

此項器具之構造,係以普魯士探礦救護委員會所定之標準為根據。為在此外得到肺部自動給與法之優點起見,特採用一種在數年前已為韓賽亞器具製造公司發明之方法,即將一種肺部自動給與之設備與一種固定給與(Konstante Dosierung)之設備聯合而用之。因此在器具中用有一個減低壓力之氣門,將進入之氧氣維持在每分鐘一升半。此外在需要較多的氧氣時,即有一肺部自動加入設備進行工作。按照探礦救護委員會,用三百升之氧氣儲量時,此項器具,在最重的工作下,可有二小時之使用時間;如工作較輕,則大可超過此數。在此項器具中,雖以不變的每分鐘給與一升半氧氣,可保障在每種工作進行時,均有氮氣滲出,迄氧氣耗盡以至給與中斷為止;但另外仍有一隻滲淨氣門,與其他“奧多斯”器具相同。經此氣門,在每次呼出

時，一部份之週轉空氣被推出外，故對於氮氣堆積之保險，似達於最高的程度。關於此項器具之內部構造，可自書末附圖 58 得之。器具之重量為 13.8 仟克。

一切“奧多斯”器具，均可用口塊呼吸，或將其與一新時代工業用防毒面具之有“阿不脫力”中間緊片者(參觀第 412 頁及書末附圖 22)合併，而利用面具呼吸。

最後吾人可提及，在法國於1922年時，亦有一為芳齊(Fenzy)氏所構造之肺部自動氧氣防護器具出現；此項器具，已為法國礦業所採用，且在羅爾 (Ruhr) 煤田區之米肯採礦公司(Micumzeche)，亦被法國強迫其採用之(特別參考 33)。關於此項器具之描寫及其機能 (Wirkungsweise)，需參觀特別參考 26, 28, 及 32。

#### 關於輕便的氧氣防護器具之特別參考

(續第 290 頁上之特別參考)

##### (III) 在大戰後發表者

23. Löwy und Meyer: “Über künstliche Atmung mit und ohne Zufuhr von hochprozentigem Sauerstoff.”  
Aus “Veröffentlichungen aus dem Gebiete des Militärsanitätswesens.” Verlag A. Hirshwald, Berlin 1919.
24. Dräger, B.: “Wie wird sich das unabhängige Atmungsgerät für den Bergbau künftig gestalten?” Lübeck 1921.
25. Rositter, Frank S.: “Kohlenoxydvergiftung.” Rankin Pennsylvania 1922.
26. Audibert: “Bericht über das Atmungsgerät Fenzy.”  
Annales des Mines, 13. Serie. Paris 1923.
27. Bureau of Mines; “Self-contained mine rescue oxygenbrea-

- thing apparatus, a Handbook for Miners." by Parker, McCaa and Denny. Washington 1923.
28. Fenzy: "Manual du Sauveteur pour l'Appareil Respiratoire Fenzy." Carvin H. 1923.
  29. "Appareils par Isolement": In "La France Militaire" vom 10.7. 1923.
  30. Sauer: "Die Gefahr der Stickstoffanhäufung in lungenautomatischen Atmungsgeräten." In "Glückauf" Nr. 28/590. Essen 1924.
  31. Sauer: "Lungenautomatische Atmungsgeräte neuer Art." Im "Bericht der 19. Tagung des Reichsvereins Deutscher Feuerwehringenieur in Schwerin." Verlag Hackebell, Berlin 1924.
  32. Haase-Lampe, W.: "Handbuch des Grubenrettungswesens," Band I und II. Verlag H. G. Rathgens, Lübeck 1924.
  33. Haase-Lampe, W.: "Neuzeitliche Atmungsgeräte." In "Technische Rundschau" Nr. 16 vom 21. 4. 1926.
  34. Dräger-Hefte, Jahrgänge 1919 bis 1926.

### c. 整個身體表面的氣體防護法

關於整個身體面積對於濃厚的芥子氣蒸氣及飛沫之防護問題，在大戰時雙方面之任何交戰國，均未能得一完滿的解決，已於本書第一章中述及。防毒膏 (Schutzsalben oder Anti-Lostsalben) 一物，經證明之結果，乃係一種極可懷疑的防護工具。最後雖有防毒衣 (Kampfanzug) 以作一種暫時及有限的防護之嘗試，但此項不透氣體及空氣之外衣，對於行軍及作戰的兵士，身體上之負擔殊大，故過一短時間後，必致因力竭而離伍。因此，是項用芥子氣所造成的黃色區域 (Gelben Räume)，自通例言之，實為一種“勿觸及余”(Noli me tangere)之物，而在

大戰時從無已知而故意通過之者。

此項不能通過之自動工作的防禦帶，對於將來戰爭情形之認識，無疑的爲一極難評價之問題。過於熱心的著作家，尤其有和平思想之傾向者，對此不放棄其機會，指稱是項地面布毒，使各種作戰之活動均不可能，而因此預言此即係一切戰爭之終結。在軍事專家方面，立得爾哈特 (Liddell-Hart) 曾作着重的聲明云(參考 149)：“防毒衣 (Kampfanzug) 奪去步兵之活動可能性”。自此立氏接下又云：“不能活動的步兵，即不能戰；因此即將失其爲主要兵器之地位。因軍用氣體工具之大規模的採用，在將來作戰中，惟飛機及坦克車，仍能爲主要之利器。惟以特殊氣體坦克車 (Gas tank; 參考 133; 參觀第 478 頁) 之助，步兵乃始有通過以芥子氣布毒的地域之可能；此項坦克車，需似潛水艇之自行產生氧氣，或將新鮮空氣經過一種中間過濾層而取入，並使車中之空氣壓力大於外面(參觀第 453 頁)。因此在此項情形下，步兵之作戰，實可比之於陸戰隊”。雖然，一切此類的預言及懼怕，吾等今日雖尙未能確實勝過之，至少似屬過分；以在各種攻擊法中均有之蟄伏的防護法之萌芽，在此處已在漸漸長出也。美國化學戰爭事務課 (Chemical Warfare Service)，對於此項在軍事上極其關重要的問題之解決，已得一大進步。美國氣體服務人員對此方面之工作，係以軍事上之條件作爲根據；是項條件，即軍隊必需能攜帶全副武裝，無條件的通過有芥子氣毒的地域（此項地域，如必要時，亦可殊寬），而其身

體上的負擔，不致過重，且如必要時，尙需能在該項地域內作較長時間之戰鬥是也。此項條件，在穿著不透氣體及空氣的外衣時，斷不能滿足。雖然，美國方面現已研究成功，將制服及內衣，用化學方法浸漬，使其對於芥子氣的蒸氣在身體上可作數百小時（按照美國方面報告）之可靠的防護。彼等又曾研究成功，將皮靴及革製手套，用另一種藥劑浸漬，使其能對芥子氣的蒸氣作無限的防護；即對液體的芥子氣（芥子氣飛沫），亦能作數小時之防護。作是項研究之人員，曾穿此類衣服及內衣數月之久，而不感覺不便或煩惱；此類衣服較之尋常衣服僅重百分之十五，且能洗之而不致失其效用。雖在今日戰場上之經驗尙屬缺乏；但據美國方面的見解，發現一種防護浸漬法（Schutzimprägnierung），使軍隊在有芥子氣毒的地域時，其活動及作戰能力，均不再受防害者，不過一時間問題耳。

依照上列之報告，此項美國式的浸漬物（Impregnite），其功效爲抵消的；此即謂將芥子氣用一種化學反應使其變爲無害。因此在此處之現象，與在防毒面具之過濾器中相似，即將在空氣中存在之軍用物質，用化學藥品與之合併。此類過濾器之作用，非係多能的而係特殊的；換言之，即一種過濾器，總之僅能對一種或數種軍用物質（或一類或數類軍用物質）有效。關於此點，浸漬物之功效，亦大都係屬如此。雖然，刺激皮膚之化學物質，無論如何其種類遠較傷肺者爲少。因此發現一浸漬物，不僅特別對於芥子氣有效，抑且在某種程度之下有多能的功效，即至少將他

項迄今已知之皮膚毒類（即腫）及其中單獨的代表物（如路易毒劑）亦包括在其防護範圍之內者，乃一種非不可能之事，當然亦必有人研究，發現可以穿過此項多能的浸漬物之物質，故在氣體對面具之基本競爭中，將來或有增加“氣體對防毒衣”（或實應稱爲“氣體對防護浸漬物”）一種變形(Variante)之可能。

以上述事實爲根據，在大戰以後，氣體防護之發展，必需認爲有重大的進步。不錯的，即將化學攻擊法及其防護法之各種發展可能性利用，吾人仍可作一種相當或確的假定，謂在將來戰爭中，無論所用者爲何種軍用氣體或在任何形式下採用之，均應可引起一種氣體防護法以對付之。因此軍用氣體之功效，僅在極少數情形下可有完全破毀的影響；在大多數情形下所得者不過煩擾而已。雖然，此項煩擾，按照現今各國氣體之情形，仍然殊屬過大；其對於軍隊之作戰及活動能力，影響過強，且或可增加至某項程度，致在布氣或受毒的地帶內之各種動作均被束縛。如此則最安全的氣體防護器具及其攜帶者，實均間接的爲氣體兵器所戰敗；而自此項有關的作戰地域的撤退，爲無可避免之事。因此吾人可得一結論，與蘇爾丹(Soldan)自其戰場經驗所得而以相似的論調聲述者(參考 199)相同；此項結論，即在將來戰爭中，氣體技術上之成功，其在於發現特別有毒的氣體，遠不若其在乎個人氣體防禦工具之進展，使兵士成爲戰鬥者。

關於受芥子氣毒的制服及其他前線兵士之衣服等在戰場情形下之迅速及相當的去毒法，在大戰後，尤其在美國方面，亦有

研究工作進行。爲軍隊着想，此項去毒工作，在可能範圍內，以在愈近前線地點行之愈爲合宜。此外是項手續，必需能使軍隊於最短期間內，在無妨害的情形下，取回其衣服；如有任何可能性時，並應令其在乾燥狀況下取回。至作去毒之工具，在大戰時曾用煮沸之水，或用水蒸氣更佳；用高壓力的水蒸氣，尤屬更爲有效(參觀第 292 頁)。二氯二乙硫一物，經用水煮二至三小時(參觀第 312 頁)，或令水蒸氣在  $100^{\circ}$  下處理四十五分鐘，或用高壓力之水蒸氣在  $120^{\circ}$  下處理二十分鐘，均完全分解成爲二羥二乙硫 (Thiodiglycol) 及鹽酸。最後一法(即將受毒衣物與高壓力的水蒸氣在消毒器內煮一小時)，不僅取其時間上之經濟；且此項器具同時尚有一優點，即去毒後之衣服，最後可將其置於熱空氣的氣流中以令其乾燥而立刻可以備用。法國規程(參考 141) 指出，此類可以移動的消毒器 (Desinfektoren)，計分一種較輕式樣的器具(內用 1.2 氣壓之水蒸氣在  $105^{\circ}$  左右)。及一種較重者(內用 2.0 氣壓之高壓力水蒸氣在  $120^{\circ}$ )；此二種均在戰場武裝中備之以作去“伊迫禮特”(Désyperitage)之用。雖然，此項手續本身，多少似有缺點。例如美國人云，受芥子氣毒甚烈的衣物，經此項手續後，其因水解所生之鹽酸，對於衣服之材料有傷害之作用。

回德(Vedder)氏提及兩種去毒方法(參考 202)：第一法係將制服投入謹慎的溫至  $60^{\circ}$  之甲醇內，置五分鐘，然後將甲醇傾瀉而以五倍至六倍的預先熱至  $80^{\circ}$  之水代之。將是項液體

(即熱水)亦去掉後，乃將制服在流動之冷水內洗三十分鐘之久。此項滌淨手續之根據，係先以甲醇自衣服內溶出所含之二氯二乙硫，然後將剩餘之此物以溫水使其水解。

現時認為最佳之洗濯液體，按照美國人之見解(參考 202)，係為下列溶液：

土耳其紅油(即硫化之蓖麻油)	5 份
酸性碳酸鈉( $\text{NaHCO}_3$ )或洗濯用之肥皂	5 份
水	90 份

用此項溶液時(第二法)，將制服在一此類之湯浴內於  $20^\circ$  下泡一小時，或將其於  $80^\circ$  下僅泡十五分鐘之久後，即將其置淨水中作透徹的洗濯而後在空氣中乾之。用土耳其紅油(Türkisch-Rotöl)之優點，一方面以其為一油，易於溶解芥子氣；其他方面則以其為一種經硫化之物，故本身溶解於水內而其所溶之芥子氣則被水解。在美國經實際上的研究，證明各種以羊毛，棉花，或麻布製成的衣物，及以皮革製成的武裝，均能用此法去毒而不致受損傷。

在戰場上應用時，此兩種方法有一共同缺點，即制服之變乾，需要比較長的時期；而其舉行之地點，則需有大量之水。

第三種去毒方法，已經美國衛生服務隊(Sanitärdienst)所採用者，係以二氯二乙硫用氯氣分解為根據。雖然，此項方法，僅對表面受毒之制服(即受芥子氣蒸氣之毒而非受其飛沫之毒者)，可成問題。用此法時，兵士戴上防毒面具，走入一含氣體

之房(內中空氣含一份或 2.86 毛克之氯氣者),在內存留一定時間之久;離房後,脫下衣服,沐浴,而另着新鮮的衣服。去毒後的衣服,將其聚集而洗濯之。

此項氯化手續,在美國陸軍中所採用之“活動的沐浴單位”(Beweglichen Badenheit)中用之。每一師 (division) 中備有兩個是項單位,每一單位,內有一部三噸之載重汽車以運制服等等,及一架巨大的廣五十英尺之帳篷。其沐浴車 (Bade-wagen) 載有一隻三千五百升(即一千二百加倫)的容量之大桶,並備有二十四枚噴水器;用所載之儲水量,七百人可以沐浴。安好沐浴設備,包括帳篷之裝置,自到達一地後,共需十七分鐘之時間(參考 202)。

### C. 軍隊之集團或集合防護法

#### (Kollektiv-oder Sammelschutz des Heers)

在戰場上作集合防護(Sammelschutz)之主要救濟策,在過去即為所謂之“不透氣體的掩蔽部”(gasdichte Unterstände·參觀第 294 頁)。在大戰後,對於此方面之進展,鮮有人從事研究。法國氣體防護規程(參考 162),對於陣地戰,除半透氣的掩蔽部及經過濾器輸入新鮮空氣的掩蔽部外,並舉薦較大之不透氣的空間,內中安置利用高壓氧氣或“奧克細利特”(Oxy-lith)以令空氣復新之設備,以供一般軍隊之用。經過芥子氣布毒的地域而後進入掩蔽部之人,必需遵守防護的特別戒慎策

(besondere Schutzvorkehrungen), 以否則芥子氣可藏於皮靴及衣服內而被帶入也。

俄國方面發表之論文，亦主張採用不透氣體的掩蔽部而有引入新鮮空氣之設備者以作戰場上之用。拔夫洛夫(Pawlow)氏曾述及一種此類用極簡單的器具造成之氣體防護掩蔽部，其言如下(參考 195)：

“戰場上用之氣體防護掩蔽部”(參觀圖 29)，應可使二十至四十人之分隊對氣體得防護。此項樣式之掩蔽部，所占地方以愈小為愈妙。除用以掩蔽部隊外，亦用以作電話站，師司令部，團司令部，及衛生部隊之掩蔽部；或在無電之處，用以

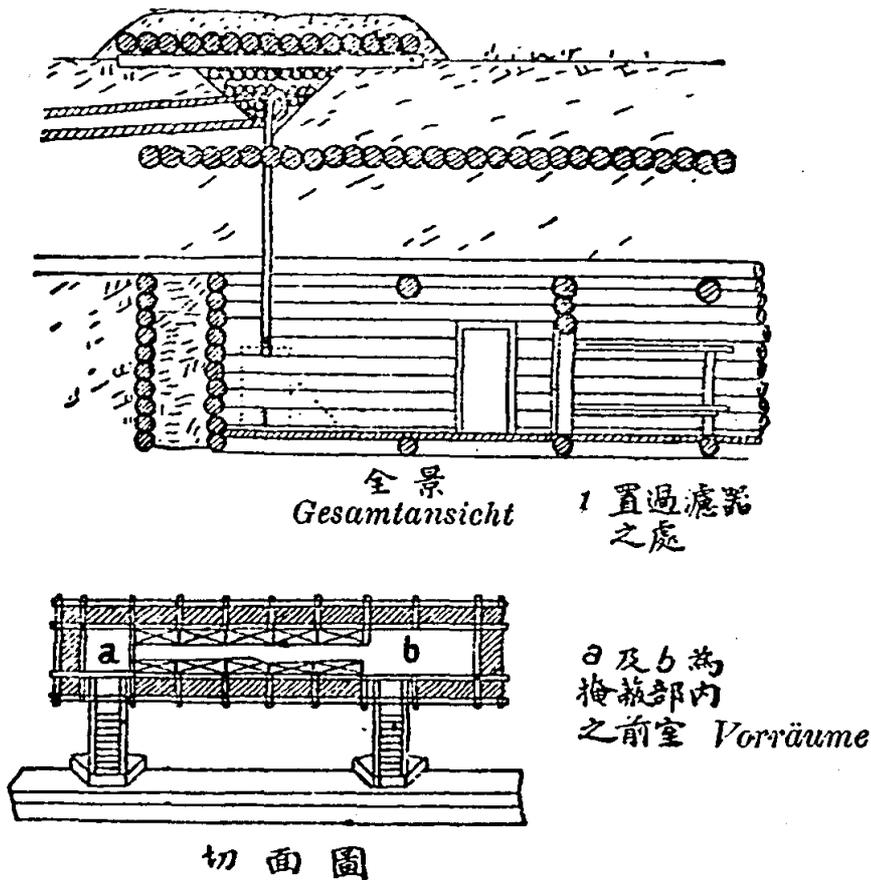


圖 29. 二十人用之戰場上氣體防護掩蔽部之有引入新鮮空氣之設備者(按照拔夫洛夫氏)

作鐵路上轉軌哨兵(Posten an Weichen)及車站上與輻輳點(Knotenpunkt)人員之掩蔽部”。

“引入新鮮空氣的設備，裝於中室(Mittelraum)之一角。此項器具，包含一隻內裝化學藥品之過濾器及一架簡單的吸氣唧筒(Saugpumpe)；此二者均裝於一隻可以推動之似手車式的車框上。在中室門之下(或在此室之一角更佳)穿鑿一洞，內置一根2.5—3英寸大之鐵管，以令此項器具與外面空氣聯接；為防禦敵人之轟炸以致堵塞起見，此管之外端，需令其彎曲而插入一用柴枝塞滿，掩蓋妥貼的漏斗形地穴內，若無鐵管時，即用水板搭成之管道，以泥塗之，使其不透空氣，亦可合用。當唧筒工作時，外間空氣，被吸入鐵管，自該管通過過濾器內所裝之物體，由此變成潔淨之空氣而入室內”。

“以理論的計算為根據〔關於此項計算，請參觀軍事技術雜誌 (Heerestechnik) 第四卷，第二期，第71頁(1926)〕，一為二十人用之室，每小時僅需引入四十二立方米的新鮮空氣，即可夠用。此項每小時的需要，祇需令唧筒每分鐘轉動十七至十八轉，即可滿足之。其所需之力量，以上述之鐵管口徑及過濾器內所含物之相當的顆粒大小(編者按：關於最後一點，惜無確數之報告)，不超過八分之一馬力，此即謂與一人能做之工作力(Arbeitsleistung)約相等”。

據以上所取之計算法及其實際上之試驗，若以含千分之一軍用氣體物質的空氣為基礎，過濾器內所含物之用盡，需在三十小時左右以後；換言之，即當總共一千二百六十立方米之空氣(內共有一立方米半左右的軍用氣體物質)通過其過濾器後，過濾器中之物乃失其效力。在此時即需將過濾器另換一新的；但已經用盡之過濾器的填充物，有法可使之恢復其效力”。

“對於在火車站上之氣體防護掩蔽部，可用吹氣風箱(Blasebälge)以代吸氣唧筒。此外在是項情形下亦可用鐵樽及鐵桶以作過濾劑之容具，因在此既無運輸之需要，故其重量之大小毫無關係”。

在戰線後面之廣大的地域內，或因遠距離砲射之射出氣體，或因吹放攻擊法而其散布之縱深達二十千米左右，最後或因施行空中化學攻擊而其所達之距離不受限制，對於受氣體危險之軍事上的人員及遺留之平民，應在司令部，軍隊宿營，兵站供應所(Etappeneinrichtung)，及其他一切軍用建築物及村落內，謀防護之處置。在此項地域之人，亦需予以氣體防護工具，及

令其在防護氣體的避難所內，求對氣體之防護，正與前線之軍隊相同。此外在敵人施行空中氣體攻擊的重要軍事目標附近，需設有特別空中的防護之準備；除用戰鬥機，砲隊，及機關槍作積極的防護外，尚有其他種種消極的防護方法(參觀第 385 頁)。

一種主要的防護處置，為將有危險的目標，用人造霧掩蔽之；關於此點，在下章第 582 頁內“烟幕在後方之採用”(Raucheinsatz im Hinterland)一節中，將討論及之。

#### D. 平民防護法

平民之氣體防護，首先在前線後有氣體危險地域內之有居民的村落，成為問題。例如法國的氣體服務部隊(參考 163)，係將對於存留居民之責任，傳於當地官憲；但以指導人員及氣體防護之材料輔助之。且每一社會，除每人給以防毒面具一副外，尚應多餘總數百分之十之面具，以作預備。此外在樓上尚應備有不透氣體的房間以避氣浪攻擊；在地窖亦應設是項房間以避氣體炸彈之擲下。在前線後之社會中，即無軍隊配置，亦應有氣體警報之組織。

因對後方現有施行空中化學攻擊之可能，此項問題，已成為一有普遍性之重大問題(參觀第 347 及 348 頁上所述國際聯盟臨時混合會之判斷語)。在大城市及工業中心中平民之氣體防護，無疑的為一極應重視之問題，其重要性且係與日俱增者；因其如此，故對此問題，應作冷靜的考慮，而免除不需要的驚人言

論。

在第 387-8 頁上論空中化學攻擊法時，吾人曾指出，全部戰場連續不斷的整個散布氣體，爲一不能想像之事；然自理論上言之，將未有任何防護處置的大城市及工業中心作有效的散布氣體或布毒，則係一種可能之事。按照目前氣體技術專家之見解，作一種有效的散布氣體或布毒，每平方米至少需用十克之軍用氣體物質(芥子氣)。取一實例言之，柏林 (Berlin) 城有房屋之部份，共占面積三百平方千米。將此面積布毒，所需芥子氣，不在三千噸以下；將此量送出，需有三千架大號飛機（是項飛機現在最多平均每架能帶二千仟克重之炸彈，內中其一半之重量爲軍用氣體物質），同時的在柏林之天空翱翔，並將其炸彈在相等的距離投下，而完全不受阻撓，然而吾人尙應特別聲明，此項假定的數目字，僅有理論上的價值；在事實上柏林城之完全布毒，是否真能成功，似尙屬一大問題(參考 211)。

因在此處攻擊，實較防護爲特別優越，雖備有極佳的新時代作戰及防護工具之防守者，有飛機防護，地上防禦 (Erdabwehr)，人造霧，及其他防護處置以資對付，但其所守之城市及工業中心，仍有被一決心的攻擊者作局部的散布毒氣之可能。因此氣體對於有生命及無生命的物之功效，必須計及。

對於後者(即無生命之物)之效力，雖可視爲僅屬次要(關於此點之討論，請參觀第 346 及 381 頁)；但平民或工人之防護，則爲一種應將其詳細考慮之事。關於此點，一個首應予回答的

問題，即係：“所需要之保護，在一般言之，是否為在布毒地域內作較長時間的存留，抑僅取一種避難器具之形式，在其中對有毒的空氣作必要時間的避開”？因平民與作戰部隊不同，並不強迫居留，故吾人僅對第二問題，予以承諾。完全及作較長時間計算之氣體防護設備，惟對軍事指揮部，安全保障機關，及去毒部隊 (Entgiftungstruppe)，乃有需要 (按照法國建議，救火隊亦應加入此內，參考 223)；反之對於一般可以移動的人民，僅需有一種暫時及有限的防護，使其能以離開有氣體的大氣而不致受損傷，即足矣。因此之故，對於城市人民之氣體防護問題，首係一種交通及棲息所之問題。

雖然，自進一步考慮所得之觀法言之，僅取個人氣體防護裝備的形式，並非解決此問題之法；平民在內國地區 (Heimatgebiet) 之防護，需要各方面之建設，正與戰線上之戰士相等，此即謂除個人防護外，尚需包括集團防護。拔夫洛夫 (Pawlow) 氏，將此項思想線索，與一種研究工作聯成一起 (參考 195)；是項研究，即係使人民及工人能存留於一處用不易揮發的軍用氣體物質布毒之地域內，以免將其運走。拔氏將此觀點，以極機敏的方法代表之，從之可得各種暗示；但在其發表之論文中，亦不缺少證據，指明此不過一種建議，僅在討論中而尚未見諸實行。在了解此項限制下，吾人可於此處將拔氏之言論錄出。下文所述，即係拔氏 (參考 195) 關於兩種樣式之氣體避難所 (Gaszuflichtstätten) 的描寫：

“(1) 住宅內之通風式氣體防護設備，設有電摩托及常用之過濾器者。

對於住宅內之氣體防護設備，需用摩托力(用電摩托之力更佳)，與戰場上之氣體防護掩蔽部相反。此類氣體防護設備，除適用於住宅及相當之建築物外，對於要塞建築，無線電站，鐵路輻輳點之工作室(關於此點，請參觀 V.Krämer—*Schutz von Bahnhöfen und Eisenbahntransporten gegen aerochemische Angriffe*, in “*Suomen sotilassaiikakauslehti*”, Nr 7 (1926), (Finland)。德文譯之撮要，見 *Die Luftwacht*, Heft 1, Januar 1927.)，裝甲列車 (Panzerzüge)，坦克車，戰鬥艦，輸送艦等，亦均可採用之。在各種情形下應用之區別，似僅在其所用大小之不同。因此在此處僅將一個住宅之氣體防護設備加以描寫以作模樣，即似屬已足。

在此處氣體防護之基本原則，係與在戰場上掩蔽部中相同 (參觀第 443 頁)。所用之新鮮空氣，中間係經過一層過濾器而後吸入。

在一住宅中，地上及地下之空處，均可用作氣體避難處。在第一種情形 (即在地上) 下，即用樓梯間 (Treppenhaus; 按原文此處所用之字為 “*Lestnitschnaja Kletka*”，此項土語，按字面譯之，為德文之 “*Leiterkäfig*” (即 “樓梯籠”)，但其意則係指莫斯科房前之升樓處 (Vorderaufgang))，在第二情形 (即在地下)，則利用地窖。

圖 30 示一用作氣體防護房之三層住宅之樓梯間 (Treppenaufgang)；內分六間 (Quartier)，共可供六十人左右之用。此項數目，係以下列之說明及計算為根據。較大的建築物，內住較多數之人者，自然需要一種防護設備，其構造各點均係放大，但其設計之原則，則無根本改變之處。樓梯間之所以應選為避難所，係以其有下列各種優點：(1) 在每座有數層之建築物內均有之；(2) 比較的易於改成氣體防護房；(3) 缺乏進熱氣及通風之洞；(4) 在屋中每層所住之人均易達到；(5) 直接在住房之鄰近，因之在布毒較久時可自該處取水及食料；(6) 各人可以保守其所有物。其短處則在其對於高炸藥之轟炸，抵抗力極小。雖經下述之改造，可對手榴彈之破片及榴霰彈得相當之防護，但對於直接撞着之砲彈，尤其對於飛機爆裂彈，則仍不能防禦。雖然，即用地窖中之氣體避難設備，亦惟不計代價，在其上設有抵抗力絕大的掩蓋時，乃能對自高處落下的爆裂彈之處得防護。除樓梯間外，建築物中凡有地窖及地下房間 (Kellerquartiere) 者，亦需將其改成不透氣體的掩蔽部。如無地窖之處，則在實際上鮮有從新加築者。自原則上言之，在地窖及樓梯間二者內，其氣體防護之設備均係相同；至其構造上之區別，則將另為特別說明之。

樓梯間之普通建造法，其外牆內安有一扇堅實的進入門，其旁另有一窗以引光

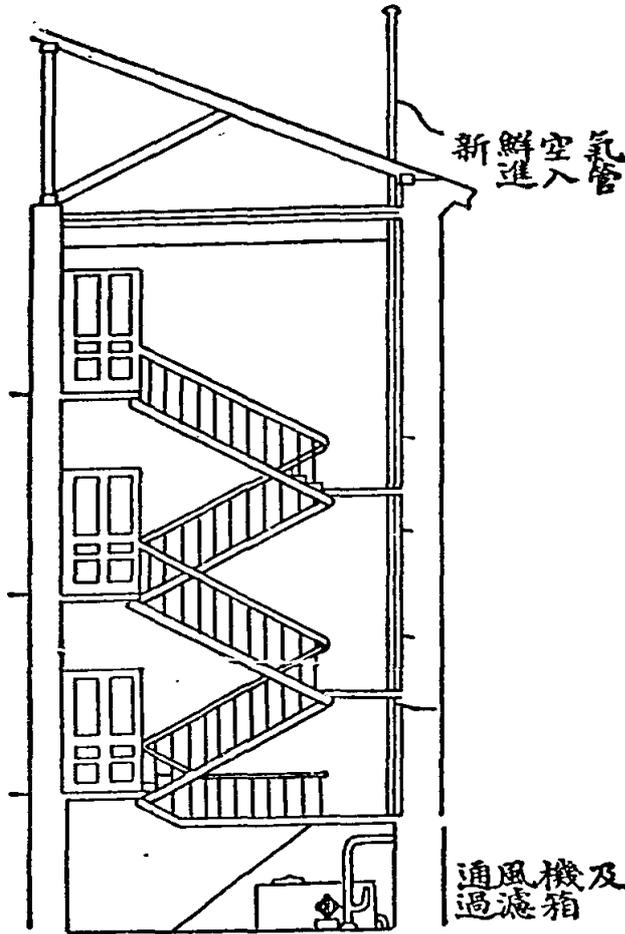


圖 30. 住 60 人左右之住宅內之通風式氣體防護設備  
(按照拔夫洛夫氏)樓梯間作氣體防護房

於樓梯上。此項外牆，尤其下部，為樓梯間之最不透氣的部份。進入門之處，需用氈或橡皮塞入以使其不透氣，並裝置通風設備，及將另一門裝於第一門之後。外牆上第一層之窗 (Parterrefenster)，或將其完全堵塞，或如樓梯間其他各窗，均代以一層凸出之窗，其靠邊處用水泥塗之(參觀圖 31)。此類玻璃，即當爆炸在其附近發生，致引起空氣之振動時，亦不破裂。導入住房之門，尤其在第一層及第二層樓者；亦需用氈塞緊。樓梯間之屋頂，敷一層混凝土 (Betonschicht)，以鐵骨架支持之。屋頂及牆，

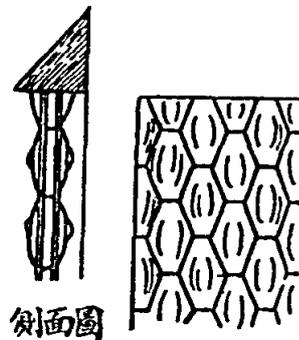


圖 31. 凸出玻璃之窗

用油塗料 (Ölfarbe) 來回塗抹數次。此項建築上之改變,已足使樓梯間變為雖非完全不透空氣,但似有相當程度之不透氣性。

關於在地窖內氣體防護掩蔽部之設備,亦用同樣方法及工具使其牆及頂不透空氣;但地窖頂之構造,必需使其遠較樓梯間頂之抵抗力為大。

通風之設備 (Ventilationseinrichtung), 以下列各部份組成之: (a) 過濾器, 其形式為一混凝土或鐵製之箱, 裝於樓梯下或地窖內; (b) 離心通風機 (Zentrifugalventilator), 以電氣摩托發動之, 置於同處; (c) 四英寸至六英寸口徑之鑄鐵管, 用以引入新鮮空氣; (d) 空氣導出管, 用以將濾過之空氣導入避難所內。

在圖 30 中所示, 空氣進入管, 係自建築物之屋頂垂直下達地窖之內。為防上端之孔閉塞起見, 此管上備有一有氣動塞 (pneumatischer Verschluss) 之枝管以作預備。在進入管中, 入過濾器以前, 又置一虹吸管 (Siphon oder Wassertopf), 以防止濕氣 (此項濕氣可在進入管堆積) 侵入過濾器。

作過濾劑用之物體, 分層置於過濾箱內; 其分層法可為直立的或橫平的。過濾箱上有兩孔; 一為裝入過濾劑之用, 一為取出之用。其所需過濾面積之大小及所用過濾劑之多少, 按照所需之過濾能力計算之。在上舉之例中, 若作二十四小時不斷的服務, 含氣體之外間空氣對於過濾器大小之要求, 為過濾器之體積應有 0.3 立方米, 其過濾面積應有 2.1 平方米。此項計算之根據, 係假定每人每分鐘需要 2.1 立方米之新鮮空氣 (即六十人每分鐘共需 126 立方米), 而在空氣中之毒氣濃度為千分之一至千分之二。為節制空氣流動起見, 可用一上有氣壓表之隔膜 (Rheometer oder Diaphragma mit Manometer); 此項儀器, 指出空氣流過時每分鐘之速度 (以 0.1 平方米計之)。

過濾劑物體 (Filtermasse) 之預備儲藏量, 需甚充足。此項物體, 其主要組份即係活性炭; 其所用炭之品質, 不必與在防毒面具過濾罐中所需者相當。製造活性炭時之廢棄產品 (Abfallprodukte) 及尋常之樺木炭 (Birkenholzkohle), 在此處均可應用。雖然, 此過濾劑物體, 對於毒烟, 則無防護之能力; 故需另加一種特別的過濾工具以防之。在不需用時, 過濾器之進入管及導出管, 應各以氣動塞 (pneumatische Verschlüsse) 塞住, 以防濕氣及塵土之侵入。

離心通風機 (Zentrifugalventilator) 及電摩托, 係同裝於一木板上而以有彈性之連結 (Kupplung) 使其彼此連絡 (參觀圖 32)。通風機之大小及摩托之馬力, 視系統內的阻力及所需之通風的能率 (Leistungsfähigkeit) 而定。在上述例中, 一馬力之摩托, 即足應用。

在氣體危險發現之際, 全屋之居住者, 均避入樓梯間或地窖內。一切門, 窗, 通風管道, 煙筒 (Rauchfänge), 均需關閉; 而通風機則需使其轉動。新鮮空氣, 初入時以其較冷, 留於下層, 而將房間內之空氣逐向上行, 然後迫其經過小孔及隙隙

而出外，因而防止外面含氣體之空氣散布入內。

此項通風設備之裝置，其基本條件為需有電力可以利用。在今日之時，因不僅大城市及工業中心不愁無電，即較小之村落，亦各自有其中央發電所，或與他處大的中央發電所之高壓電線有聯絡，故對於此項條件之滿足，毫無困難。在有氣體危險時，電流的耗費，尤其在大城市中，殊為巨大。因此類之要求，可使中央發電所過載（Überlastung）。雖然，與此相對，吾人應思及，當飛機在夜晚施行攻擊時，城市中需熄滅電燈；因此節省之電流，即可移作防毒時通風之用。較重要者，當有氣體危險時，中央發電所之任何擾亂，均需防止；在電廠之工人，需備有各種集團防護及個人防護之工具。為大城居民之防護計，在其各處之郭外市（Vorstädte），宜設有大電力廠，以高壓電流輸送線彼此相連絡；其輸送網需有一種結構，使一廠或發生障礙時，立即可取給於他廠。此項設備，在平時雖似屬大費而無大目的；但在意外之時，可救城市中整個的人民。

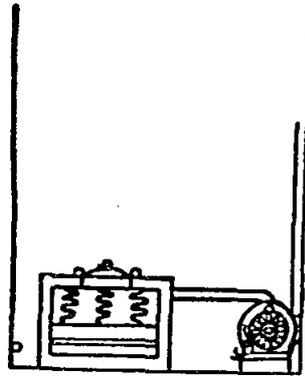


圖 32. 離心通風機及電氣摩托將新鮮空氣引入

## (2) 通風式氣體防護設備，藉電力摩托自高層空氣取出新鮮空氣，但無過濾器者。

整個建築物（Gebäude）之氣體防護，不能以上段所述之用過濾器之通風設備得到之；在此項情形下所需之過濾器過大而亦太貴（編者按：關於此點，請參觀下段末之附註）。然而防護設備之裝置，使大建築物之內部當空中化學攻擊時及在其後能維持之使其不致含氣體，似有其需要。在官署，動員中心（Mobilmachungszentre），醫院，幼稚園，電話局，及重要之製造等，僅設有氣體避難所，尚屬不足；而需設法，使此項重要之事業，仍能繼續進行。此外為增加人民之防護起見，似需將頗大之特別建築物，改為分區氣體避難所（Bezirks-Gaszufluchtsstätte），使過路之人及居住無氣體防護室的房屋者能逃入避難。

此類氣體防護設備之設置，惟利用已有之設備，乃能成之。為作此項設備，需假設有一工廠之煙囪，或一相當高之建築物，備有通氣道（Luftschacht）者。此二者均使吾人能自空氣之高層，取出新鮮空氣。關於此點，祇需有五十至六十米之高度，即足擔保其空氣之純度，不致含有因氣體砲彈或氣體炸彈落地時或落於尋常高建築之屋頂上時爆炸而發出之氣體。〔編者按：用安有時間信管（Zeitzünder）之氣體飛機炸彈（參觀第 383 頁）時，則中置一層過濾器，大致為一不能放棄之事。此外尚有一危險，即長煙囪將成為投擲爆裂彈之良好目標。雖然，此二點異議，並

不影響拔氏建議在氣體技術上之重要。)

吾人可注意，工廠煙囪之高度，達二十五至一百四十米。最高之煙囪，係在化學工廠內，因有規定需將其廢棄之氣體送至高處以免其對於人民及植物有傷害的作用也。莫斯科之電車總廠，其煙囪之高度為 60 米；約翰第一鐘塔(der Glockenturm Iwans des Grossen)，在其內可築通氣道以作防護者，其高為 96 米；莫斯科密友丁可加撒(Miljutinskomgass) 地方之電話局，約高 40 米；最後兩處，另外尚有一優點，即其本係在高處站立。

新鮮空氣之吸入，在此處亦藉有相當能力之摩托；就中以電氣摩托為最合用。在工廠內，本身即有動力之來源；在一切其他建築物中，則需連上一電力場(Kraftfeld)。

在冬季時，進入之新鮮空氣，需經過一隻空氣加熱爐(Kalorifère oder Luftheizungsoften) 將其加溫。在用不甚高之煙囪時，此外尚需令吸入之空氣通過一洗滌室以去其中之或有的微量毒氣。作洗滌用之液體，為一種有消除功用的化學藥品之溶液；用時最好將其噴射作細雨狀而與新鮮空氣相和。此項洗淨手續，以臭氧法(Ozonisierung)及卡風如(Cottrell)法(參觀第 246 頁)襄助之，均似屬合宜。

新鮮空氣在建築物內部之流動，係藉原有的通風洞(Ventilationsöffnungen)，同時其對外之通氣孔(Zuglöcher)，需全部將其維持在關閉狀態，因此乃假定門窗均係關緊，則建築物之內部有較高之氣壓，故能防止外面含氣體之空氣散布入內。

所需新鮮空氣之量，以在內居住之人數為定；如係分區氣體避難所，則以其所準備收容的人數之多寡而定。按照電影院及戲院所用之標準，每一小時每人應以用十二立方米之空氣計算。(按德國營業章程，每一工人至少需有十立方米之空氣，其所占地面面積至少需有二平方米，高度至少需有三米；且每小時需換三次空氣。)

圖 33(見下頁)所示之工廠煙囪，其大小與莫斯科電車總廠之煙囪相當。其高度為六十米；上端之直徑為 2.6 米，其孔之面積為 5.3 平方米。如此樣式之煙囪，在尋常空氣進行之速度(每秒鐘五米)下，每小時可令九萬五千四百立方米之空氣通過之而被吸入。若以更換三次空氣計算，此項數量，可以之作三萬一千八百立方米大的房屋通風之用。假定房高為四米，則按計算，其房屋之面積為七千九百五十平方米；在其上八千人(每人占一平方米)可以安居。為此八千人之用，每小時所需之空氣為  $8,000 \times 12 = 96,000$  立方米之新鮮空氣；此項數量，所用之煙囪亦能任其通過。

為操縱此項大量之空氣起見，需用一力量夠大的通風機。在圖 33 中之通風

機，係在地面下之一橫路中，與尋常烟囪與鍋爐房之聯接處所有者相似。雖然，在此處有一點必需說明者，即此處之通風機，非安於烟囪之正路上，而乃係安於其一特別旁枝上；是項旁枝，尋常係閉住。在有氣體危險時，將烟囪與鍋爐房間的聯絡

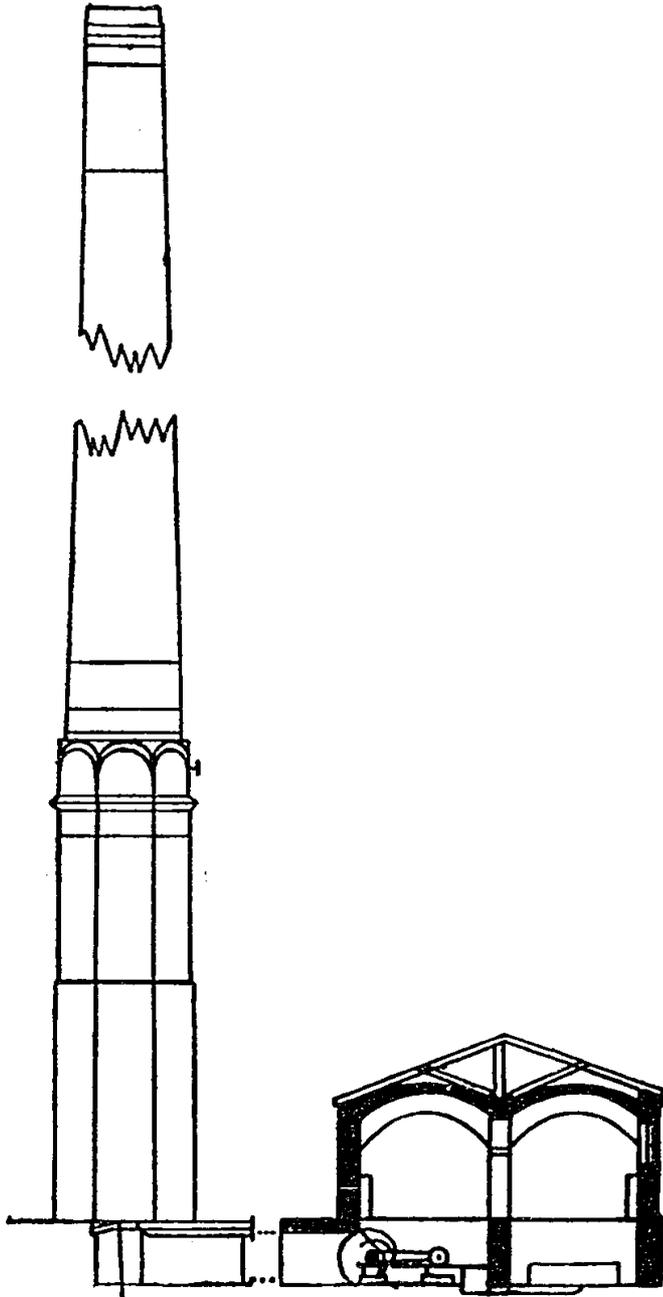


圖 33. 氣體避難所之自高層空氣取出新鮮空氣者  
(按照拔夫洛夫氏)

用一不透空氣的閉塞法隔斷，而令烟囪與通氣機之路相通。在此後，通風機即介於烟囪及其所防護的建築物內之空氣加熱設備之間。如此構造之可以換用的設備，使烟囪可在平時如尋常之應用。

通風機之任務。即係如下：一方面此機需藉空氣在橫路內之密度減小，勝過烟囪內空氣柱之阻力；另一方面需產生夠大的壓力，迫其通過空氣加熱爐（有時並需通過洗滌室）及整個氣管系統，最後在住房內尚需餘有過多之壓力，將空氣繼續的向外逐出，以防含氣體的外面空氣自牆及接縫處徐徐布入室內的空氣。

拔夫洛夫氏（參考 195），將在上述例中整個系統的阻力（此即指其各處之阻力（örtlicher Widerstand），空氣在烟囪內牆摩擦所生之阻力。及速度壓力（Geschwindigkeitsdruck）之和），算作四十毫米水柱之壓力。由此計算，一部通風機，在此項阻力下及每小時供給 96,400 立方米之新鮮空氣時，應有 1.5 米之直徑及每分鐘二百六十次之回轉數；並需有一架四十匹馬力之電氣摩托以作其動力的來源。

在發現氣體危險時，立需將建築物之一切洞口關閉，令通風道與烟囪聯絡，而使通風機工作。大窗之存在，在此時為一種難於補救的缺點。在新建築物，同時擬用以作氣體避難所之用者，其窗之數目，應在可能範圍內減少，此類建築物，在平時可用以作電影院，戲院，及閱報室（Lesehallen）等，在圖 33（見上頁）中所畫出者，即係一個此項建築物，其屋頂係以混凝土築成以資防護，其屋並無窗。

在禮拜堂（例如莫斯科之大救主堂（Erlöserkirche））內，亦可加安一個或數個空氣洞（Luftschächte），而將其變成氣體避難所。其所用之新鮮空氣，係自圓頂之高處取入，而藉安於地窖內的通風機之力，將其抽入，而令其先通過空氣加熱設備而後入室內。此項室內體積，在救主堂內達十萬立方米；其能容之人數為一千人。在此處每人每小時係以十立方米計算。其門窗等需備有不透空氣之設備。利用禮拜堂地下之空處，在經濟上更為合算；且其防護之功效，亦達更安全之程度。如此，則新鮮空氣，可先令其通至此處，然後導入禮拜堂之中部；後者因之可以作一次要的氣體防護室。

上述之氣體防護通風設備，吾人可視為與尋常用之通風法正相反。尋常人工通風之原則，係在將內部之空氣變成較稀；反之在此處則將空氣用較高之壓力引入室內。如此之手續，並非一完全新奇之事。某某機關之建築，例如列寧格拉（Leningrad）之工業學校，早已有此類設備。

在無工廠烟囪之處，此類氣體防護不能施行；以在財力上着想，樹立烟囪以僅供氣體防護之用，為一不可能之事。總而言之，任何國家，如不採取利用已有的設備以建設集團氣體防護之原則，斷不能擔負其居民之此項防護。對於後方集團氣體防護的技術建設之一切建議，均應自此觀點考慮之”。

自上述拔夫洛夫氏之見解及費希曼(Fischmann)在前之言論(參考 139)爲起點，俄國人柯薛夫尼可夫(Koshewnikow)氏，提出殊大之進一步的要求(參考 230)。柯氏亦謂作氣體防護之住宅或地下的集合避難所(以防氣體及爆裂彈者)，平時作上述之用途者，自衛生上之理由，應備有人造的高處；但氏以爲僅僅滿足此項條件，尙屬不足。按照柯氏之見解，城市及工業中心之界限，需據確定之觀點，加以擴大，並需與軍事上官衙一同築防禦工程。柯氏之主要條件，爲寬敞之街道(其方向應照風之主要方向，自西南往東北)，無公寓式的房屋(Häserviertel)，低的建築，多設空地，公園，及池塘；反之建築的美國化(即建築數十層之高樓)應予禁止。在城市之較老及逼窄的部份，燒毀及傾圮之建築物，應令其勿再建築；一部份之此項房屋，且應拆毀。至此項條件在俄國實現之可能性，柯氏謂其根據在“對於此點，俄國遠較西歐各資本主義國家爲適宜，因其可用之地面殊大，而昂貴複雜之收用土地的手續(Enteidigungsverfahren)不成問題也。此外自他方面觀之，與擴大相聯的費用，其代價完全爲其所保全之多數建築物，人命，及不應輕視的民衆心理之價值所超過”。柯氏之其他要求及建議，尙有下列數條最重要者可以提及：(1)置糧食倉庫於地下；(2)設立電力站及衛生機關；(3)採用及準備作氣體防護用之運送汽車及火車，以備或有的運輸平民之用。最後俄國人莫林(Morin)氏，亦曾提出建議(參考 251)，主張將備交通用之火車地道，視爲合宜及易於改造的人民

氣體防護掩蔽部。

在英國方面發表之論文，論及倫敦在空中化學攻擊時之氣體防護者，亦提出要求，謂除倫敦人民之個人的氣體防護設備外，尚應有技術上之準備，將地下火車站改成氣體防護避難所。暫時退出倫敦之必要，亦曾見到(參觀第 444 及 455 頁)。對於向平民解釋空中攻擊的可能性，視為價值殊大；在中學中已應對氣體防護作基礎的講授。

法國對於此點，亦有同樣的注意。在該國之軍事上的氣體防護規程及其內政部的一種特別規程名為：關於城市人民，車站人員，及境內工業處所對空中轟炸的個人防護之部頒訓令 (Instructions ministérielles concernant la protection individuelle contre les bombardements aériens des populations de Villes, du personal des gares et établissements industriels du territoire) 者中，均計及平民之防護，而將一切必要的處置及訓令搜集於此項公布之文件內。按照報紙上的消息，法國人民之置備防毒面具，在數省中似已在進行。

最後在意大利，有柏及阿 (Pecchio) 中尉者，曾將意國之平民氣體防護問題細加研究(參考 196)，且經正確的認識後，將其對於居民之個人的及集團的氣體防護之建議，獻之於公衆。在其討論中，柏氏將平時的準備處置及動員時的布置，加以區別。平時的準備，柏氏視為民事官衙 (Zivilbehörde) 的任務，但軍事機關可以輔助之。至氏之其他建議，則係如下：

“由大學化學教授，國立化學研究所之代表，及私人化學工業的代表所組成之一種不屬軍事的混合化學組織，以當時之大學校長為主席，應與軍用化學服務部隊及空軍密切合作，對一切在此方面值得考慮的科學上及技術上問題，加以研究。在此組織下，應設有研究氣體衛生服務及氣候服務之特別部份。組織及實際上的準備，應在最高國防委員會監督之下，由各地市政廳在其所管之範圍內施行之。在城市內，預料最有氣體危險的區域，應加以相當之標識。對於氣體防護避難所之建築及其適宜的支配，應作準備。在每處此類分區氣體避難所，需有指定的警戒機關以對集團防護作合理的管理及維持秩序。去毒部隊之組織及全體平民在理論上及實際上之教訓，為最重要之事。在平民中應分散普通人均能了解之關於空中及氣體戰爭的備忘錄。為居民個別的防護起見，每人備有兩副面具，應視為必要之事”。

“在動員時之布置，應在平時已經備妥之詳細執行規程（即警報規程及氣體防護器具，去毒工具與糧食之支配，等）中規定之。在敵對行為開始時，立即將大城市內之人民分散，並於可能範圍內將老人，幼孩，及病人撤至鄉下為一應行之事。工業中心及港口構築物之軍事上的防護處置，應視為絕對需要”。

現時有一種極其重要的問題，即以上所述一切技術上的防護處置及防禦準備，因在空中化學攻擊時民衆中所發生之恐慌，是否多少失其價值。福勒 (Fuller) 氏 (參考 116) 在其引起許多爭辯的著作戰爭之變化中 (此項著作，即福氏 本氏亦承認其常有偏見過火之錯誤)，曾描寫倫敦 在受空中化學攻擊時之預料的經過，而述之如下：

“五百飛機，編成一隊，每機載五百枚之十磅芥子氣炸彈，可使二十萬居民受傷；而因其發現，使全城陷於紊亂。醫院將被塞滿；無家可歸者將叫喊求助；而維斯明斯特 (Westminster) 之政府將因恐怖之突襲而遷移”。

在三年後 (即 1926 年)，軍官中各種兵器專家多人，以折特吾 中將 (General-leutnant Sir Philipp Chetwode) 為主席，在皇家聯合服務部隊會 (Royal United Service Institution)，對此問題，作極熱誠的研究。委定作報告者之維勒司徒阿 (Vil-

liers-Stuart)大佐,對此作下列之言(參考 243):

“此類對倫敦之空中攻擊,在事實上應計及之;而因關於此點之認識為民衆之有效的合作之一種必需條件,對此項存在之事實,似不宜保守任何秘密。反之對於政府,實有絕對的需要,開始與倫敦市政府聯絡,而委託其首先定一種根本計劃,然後進一步而按照此項計劃建設。救火及氣體防護之器具,應作準備;糧食之儲藏,應對軍用物質之作用有保護;衛生之設備,應有保障。此項問題之解決,其有待於國家之處置,不若其有賴於民衆之教訓,使其知如何方能保護其個人生命及財產。由此類消極的防護為起點,然後進而作積極的防護,為一比較的容易之事。若無準備及組織,紊亂易於發生;反之若作及時的準備。則此項紊亂可以避免,至少可減少至尋常戰時之民衆恐慌程度”。

折特吾爵士 (Sir Chetewode) 之見解,與上段所述維氏之議論大致相同,但折氏有下列着重之語:

“空中攻擊,如以上發言人所描寫者,無疑的為一可怕之事;但倫敦雖為世界上人口最多之處及糧食之主要進口港,敵人真將對倫敦作熱誠的空中攻擊,則為一向有理由可以反對之事。民衆之道德上的抵抗力之完全破毀,亦為一不必懼怕之事。投擲炸彈,如欲得成功,必需施行時其力甚強而為時極久。自空中投擲,僅有百分之五十中其目標,已為一種異常困難之事。可視為足以轟炸倫敦之空軍,其飛機數目,在第一星期後,即不計因互撞,暴風,機械缺點,等所受損失,及為驅逐機及地上射擊所破壞者,亦將減少。當敵人在倫敦投擲炸彈時,英國之陸軍將以不能預料的的速度,飛近敵人之飛機根據地”。

英國科學家,亦曾對倫敦受空中攻擊時之有效的及心理上的影響,細加研究,而將其對此問題之見解公布。哈如鄧 (Haldane) 氏代表一種觀點(參考 181),謂大城市之具有氣體防護組織及有氣體防護的民衆者,因空中化學攻擊所受之損失應屬殊小;反之爆裂彈之攻擊,則係較為有效而能致較大的損失發生。雖然,哈氏以為欲將倫敦之中心(面積約五十平方千米)根本破壞,至少需用一千架飛機屢次作夜間奇襲。

在德國方面(參考 211,226),亦同樣的謂利用爆裂之空中攻擊,為較有效力。按照報紙上之消息,哈柏(F. Haber)氏最近於 1926 年七月六日對議會聯合會(Interparlamentarische Union)之德國分會演講“軍備縮減及氣體戰爭”時,曾云(參考 225): “當戰事發生而炸彈在柏林之上空擲下時,因爆裂彈而致死亡者,其數目將遠較因氣體炸彈而死者為大。雖然,氣體使一種不能描寫的恐慌發生,而因此造成一種情勢,使任何有秩序的行政(Staatsführung)及作戰,均不能進行”(此段係自前進(Vorwärts)雜誌第 306 號(1926 年七月七日出生)內之報告取出;至原文則迄今尙未能覓得,故其字面上之正確與否,未能證實)。

哈氏雖為氣體技術方面的最高權威,其在大戰時之顯著的功績,德國永不能忘者;但其在上述中最後一語,則對之實有若干反對的理由,從之可得另一結論(雖在此方面之預言,似亦為一種異常困難之事)。吾人不知哈柏氏之見解,是否自推斷法得來,抑係由歸納法得來。若係後者,則惟一經驗上之事實,為 1917 年七月阿門提耳(Armentieres)地方民衆之舉動(參觀第 182 頁)。雖然,在此處已經表明,雖因對黃十字氣缺乏氣體防護而其地之人民復固執不肯離開危險地帶,但在人民中並無恐慌的心理發現。該地之居民,不僅受七月二十及二十一晚之芥子氣毒,並受以後數晚氣體射擊所散出之氣體;在七月二十九日因無可避免而運走時,此項平民(內中包括 675 名已因氣體而受

傷者),仍均態度安詳的退出。此項在大戰中僅見之實例(此例爲一比較的不甚大的氣體使用,可作氣體兵器之預料的將來地位之基礎者),如欲將其應用之於對大城市施行空中化學攻擊,謂其結果亦係如此,當然爲一種錯誤之事;但用之以作心理方面的評價,則尙可支持;自推斷方面所得的結論言之,以大戰時之軍事經驗爲根據,哈柏氏所代表之觀點,亦不能不再加解釋,即可明瞭;因吾人已見,氣體兵器在大戰中最初應用時所引起之心理作用,在今日按照前線戰士的判斷,其效力已屬有限也(參觀第318頁)。在今日平民對於氣體兵器之認識或不認識,已與其對於爆裂物兵器(Brisanzwaffe)相等。且自良知(intuitiv)言之,亦不易了解,爲何氣體攻擊,方應產生恐慌的心理。在現時氣體技術的情況下,施行空中化學攻擊之有效的物質,首推芥子氣;此氣即係一種穩定的軍用氣體物質,其功效係屬遷延的(verzögert),其在人身上所產生之結果,需數小時後方能表顯。一處之人民,對軍用氣體已得夠多的解釋,並備有個人氣體防護工具及可在合理的管理下立時避入之安全的氣體避難所,而且可以撤出布毒之地帶者,在空中化學攻擊時,殊難使其發生恐慌。反之若假定因敵人的此項輕躁舉動,而引起當地民衆之憤怒及仇視的感覺之發現,其可能性比較的實係殊大;人民心中之有是項心理者,必不致懼怕。由此觀之,即在心理方面,自空中施行大規模爆裂彈攻擊,似亦比較的遠爲嚴重;在此方面精神上的動搖,亦遠較用氣體時爲激烈。

除自空中大量的灌入氣體外。最後亦可論及自飛機對大城市屢次作較小量的氣體奇襲之可能功效。假定自航空技術上言之，可容許此項攻擊方式，則吾人可想像，此項利用芥子氣之時常的擾亂及傷害。將漸漸激惱人民，使其不能自持，最後且將近於絕望。芥子氣飛沫，常可不知不覺的由鞋底及外衣帶入溫暖的住房內而在該處於不意中漸漸蒸發而發展其效力。雖然，在此項情形下，亦惟當對居住者關於軍用氣體的此類性質，尚保持秘密，未使其認識，而對付此項可能性之防護及認識工具亦係缺少時，乃有生命之危險。關於此點，自熟加考慮後所得之結論，亦謂此項方式對於大城市及工業中心之戰爭恐怖，預料較之敵人飛機之孤單的投擲爆裂彈及燃燒彈，其時常的擾亂及損害，為易於忍受及勝過。

哈柏教授，實應將其講演，以下列字句結束之：“可怕的事，非係氣體戰爭本身而係整個的戰爭。將來之戰爭，利用飛機以對無防禦之後方作大規模的動作，即婦孺亦不能倖免，乃係不能想像的可怕之事，而需以政治上之各種方法對付之者”。吾人甚望，至少用政治上方法，在各國之間，締結不能變通，似鐵一般的條約，使如此對於非戰鬥員之謹慎的 (Skrupellose) 使用空中兵器為不可能，得以成功。雖然，在此處較一切條約為可靠者，似為一種事實，即惟當空軍力量幾於相等時，每一交戰國乃在一種地位，可以施行此類攻擊，因之違反是項條約者，可立時預期其受報復的處置。此項空中攻擊較之防禦的優越，在是

項情形下，無疑的爲一有利之點，使各國在對能施報復的敵人開始作有計劃的採用空中兵器以對付其後方平民之前，需作多次慎重的考慮。惟對國家如德國等之不能作報復處置者，則敵人方面之無所顧忌的進行，乃在此方面亦係一應懼怕之事。

總而言之，平民之氣體防護，並非一種不能解決之技術上的問題。其困難之處，乃在組織及代價問題；關於組織方面，務需根本計劃及早早準備。在軍隊中所得之關於氣體防護的經驗，可應用之平民；因氣體而致大批受毒，在此處與在彼處，均爲不值討論之事。對於平民之一種主要的安慰，爲其無勉強在有氣體的地域內存留及保存其戰鬥力之問題。因此吾人可假定，在氣體防護的週密及所用氣體攻擊法均係相同時，在平民中損失之百分數，必總較在作戰之軍隊中爲少。

### E. 馬匹防護法

關於在將來戰爭中馬匹之使用可能性，爭辯殊多，見解甚不一致。與此相聯不能解決者，爲騎兵存在之辯護問題。對此問題，各國專門雜誌，幾於繼續不斷的討論：各方面主張及反對之理由，均已闡明。殊可驚異者，在德國刊物中大多部份之討論，均將極有關係之氣體兵器對於馬匹的影響完全忽視。〔例如參觀維克多林著之近代騎兵 (*Wiktorin—Moderne Kavallerie*) 一文，載在德文軍事週刊 (*Militär-Wochenblatt*) 第 109 卷，第 483 及 515 頁 (1924/25)。〕

反之在他國之參考材料中，則關於化學兵器對馬之功效，有詳細之研究。一大串之法國著作家，對於其在大戰後不久所持之反對觀點(參觀第 321 頁)，未加變更。此項觀點，即：“在將來戰爭中，馬匹將極受氣體的影響。因其與馬具接觸處，易於感受芥子氣而致頭痛，馬之損失必將殊大。因此彼等乃舉薦將馬匹完全用機械式的拉引物替代之”。法國康蒙(Cammon)將軍，在其所著之軍隊之摩托化〔載在騎兵評論 (*Revue de Cavallerie*) 1925 年三月號中〕一文中，亦主張將騎兵團 (Kavallerie-Division)，以輕自動車團 (leichte Kraftzugdivision) 替代之。德國松倫堡 (Sonnenberg) 少佐(參考 155)及英國立得爾哈特 (Liddell-Hart) 大尉 (參考 149)，均謂騎兵已屬過時。

此項觀點，其他著作家不能同意。弗禮司 (Fries) 在 1921 年，已着重的聲明，馬匹之防護，在將來戰爭中有甚大的重要；其觀點之根據，為受芥子氣毒的地域，將需利用預有防護的馬匹衝過之，以此項地域，同時必因轟炸而破裂，使不能期望利用自動車 (Kraftwagen) 通過之也。柯伯因 (Colbern) 氏(參考 137) 及魏肯斯區 (Weckenstroo) 氏(參考 156)，對此項觀點，亦表同意。柯氏 在 1924 年云：“在將來戰爭中，雖有機械式的運送工具之日形進步，用獸的輓曳，在軍隊中仍不能完全廢除。為作運送機關槍，迫擊砲 (Minenwerfer)，隨伴槍砲 (Begleitgeschütz)，及輕師團砲兵 (leichtere Divisions-artillerie) 之用，常有用獸之必要；在因砲彈的射擊犁起之地面及散布芥子氣的

廣闊地域中，其用途亦不見其少。因此馬匹之氣體防護，為極端重要之事”。英國之將軍，如海格(Haig)，哀倫賽(Ironside)，卡橫伯爵(Earl of Cavan)等，及法國之布雷(Boullaire)將軍〔參觀法國軍事評論(*Revue Militaire Française*)之1924年四月號〕，視騎兵永為陸軍中之一種不能替代的部份，而對於將馬匹完全用機器代替，表示極端懷疑，但對於馬匹在近代戰爭中存在之可能性，則未言明。關於此項最後一種問題，迄今以俄國人本內活倫斯基(Benewolenski)所論者最為詳盡（參考167）本氏之言曰：

“在今日對於馬匹的氣體防護，較之在上次戰爭中作一不同的判斷，實有絕對的需要。在將來戰爭中之情形及其所用之工具，與馬匹在是項戰爭中之不能缺少，即足以表明其重要性。此項問題無解決的希望之確信，必需撇開。紅軍無條件的需要一有效的馬匹面具；紅軍對此之需要極為迫切。吾國之氣體防護專家，必需用一切努力，以滿足是項任務”。

自上列意見觀之，大部份軍事專家所代表之觀點，係謂在將來戰爭中，馬匹將仍為一種不可缺少的因素。英國砲兵大尉羅萬魯濱孫(Rowan-Robinson)氏（參考236）認為“在十五年以內，全體野戰及中口徑騎砲兵（reitende Feld-und mittlere Artillerie）將均實行摩托化，戰車（Kampfwagen）將成為決鬪之兵器；但騎兵在作戰車之地上搜索部隊，警備工作，及其在難行的地域內之獨立的活動，仍必無條件的保留”。無論如何，現時吾人需取下列必係合宜的觀點：“凡一種完全摩托化的軍隊，已將騎兵之應用及馬匹挽曳（Pferdezug）放棄無餘者，將來即

在道路優良之戰場上，亦有突受奇襲，結果使其失去效用，以至完全破滅之可能。自純粹氣體技術方面言之，吾人尚可再進一步而作一斷言，謂若備有效的氣體防護，則馬匹正係一種工具，除戰車外，可使人以夠快的速度通過有芥子氣毒的地域者。雖然，此項可能性，或一般言之，整個馬匹在近代戰爭中之存在問題，與馬匹之有效的氣體防護之發展，極有關係。關於最後一點（即馬匹防護之發展），就事實上言之，在大戰後之有何進步，迄今未得知悉，且顯似無之；但因此吾人對此方面多加努力，更有其需要。

馬匹氣體防護之發展，當然應向兩方面進行：一方面在馬的面具之改良，其他方面則在其身體防護之發展。第二問題之解決，在二者中似屬較為簡單；且較對人身上的問題為易，而應可以同樣方式及工具達到之，據預料大致即係利用浸漬的防護物質（參觀第 436 頁）。

反之，一種有效的馬匹面具之發展，其中殊有重大之困難。當馬匹作奮勉的工作時，其吸入之空氣量，每分鐘達三百升之多。因此其所需要之過濾器，需在可能範圍內有最大的能率（Leistungsfähigkeit）。按照本內活倫斯基之言論，將大戰時惟一應用之濕的過濾器具加以發展，不能達到目的；在馬之面具構造中所需要者，乃係改用可以掉換的乾燥過濾罐（Filtereinsatz）。濕的過濾器之不可靠及非係多能的，亦為應作此項變動之理由。雖然，與此相對之事實，應加以着重的聲明者，對馬

極關重要之呼吸阻力，在乾燥過濾器中頗較在潮濕器具中為大，因此擺動式呼吸不足敷用，而需用複雜之氣門，故此類馬匹面具之構造，不僅困難，抑且為價殊昂。

本內活倫斯基 (Benewolenski) 氏(參考 167) 相信，若將馬之氣體防護分為輕重二類，此項構造上的困難及代價之高，一部份可以避免。輕的防護，係指一種套於馬首上之備有小過濾器箱的面具；其用途僅限於騎兵之馬匹。重的防護，則係為砲兵及縱隊所用之馬 (Kolonnenpferde) 而設；此類之馬，係假定其應在散布氣體的空氣中，作較長及殊屬較重的工作，故需用一種較大及較重之過濾器，將其繫於馬鞍，頸環，或馬背上者(如係未乘人之馬，一連四馬者，乃用最後一法)。各種設備之吸收罐，均係用可摺的長管 (Faltenschläuche) 使其與面具接連，因如此方可保障其敏捷的自預備地位改為防護地位。雖自解剖學上之觀點言之，面具的密合線，以圍於口的下部者為最合宜；但本氏為便於用繮駕馭起見，主張將其邊線止於上顎。口的防護及眼的防護，應予分開，以免面具構造上之困難。是項見解(即將口及眼之防護分開)，吾人不能贊同。此外本氏關於選擇乾的過濾器之建議，則應可予以同意。

馬匹之氣體防護訓練，有極大的重要，或且較人之是項訓練更為重要；因在此處所欲達之能率，較之彼處(即人之防護)，有頗大的增加也。馬之呼吸器官，其組織較為完全；反之其神經系統較為幼稚，自任性 (Selbsterhaltung) 較強，而其智慧則較

差。因此多數之馬，反抗戴上面具；戴上之後，亦變為不安靜，而與面具相鬥，設法將其擺脫，且不令任何人近其旁，往往並不肯離其所立之地位。由此觀之，將馬匹戴上面具（或可用特別作操練用的面具）而加以純熟的訓練，在此處實有需要，與戴面具的兵士之應受訓練相同。此項訓練，不僅使馬匹慣於戴上面具，抑且可以大大的增加戴上面具的馬匹之身體能率。

對於騎兵，正如對於步兵（參觀第 562 頁），有一種應提出之問題，即因攜帶額外武裝（如馬匹面具，馬蹄鐵，人及馬之防毒衣，等）而致其所負之重量增加，是否將影響騎兵所首先需要之活動能力（Beweglichkeit）。此二兵種，其負擔均似已達其限度。因此在將來之騎兵中，或將需要特殊的輜重馬匹以載作氣體防護之武裝。

### 第三節

## 化學兵器在將來戰爭中之預料的地位

在將來之戰爭中，化學兵器，與他種兵器相較，究將達何等之重要？在大戰後初年所發表之軍事論文中，雖大部份對於化學兵器在將來戰爭中之預料的進步，自一般言之，未加考慮或僅予以不充分的考慮；但關於此點，不久將有一種確實之變動，而在較新之軍事著述中，則正有一大部份，努力對化學兵器予以其應有之地位，而將其列於將來軍事上估價（militärische Wertung）範圍之內，且多少得有成功。

雖然，關於氣體技術問題，在浩大的參考材料中所論者，尙不能摒去一種事實，即化學兵器對將來戰爭之真正的重要，其平心靜氣的認識，在現今之立足點尙屬殊弱。主張及反對氣體兵器者之爭鬥，多係太重感情，輕事實，而未能將問題闡明。吾人即完全不計和平說者（此類人視毒氣戰爭對其特殊使命爲一合意的煽動工具）之煽動，在各國之軍事專家間，仍可發現彼此相差甚遠的見解。在各國對於氣體兵器之評價，首係不同；例如

在今日尚有國家，其軍事上之權威，完權拒絕此項評價，或至少對之加以緘默的貶視。且即在內有主張化學兵器的信徒之國家中，在軍界中仍有堅持反對的見解者。關於此點之意見不一致，其原由係在對於是項兵器自戰術上眼光估價之不同。不少的專家，雖認軍用氣體在將來戰爭獨占主要的地位，反之其他兵器，除飛機（至多再除戰車）外，均應視為次要；但其他專家，則謂化學兵器僅屬一種輔助工具，祇能和於已經建立的兵種（bewährte Waffengattung）中用之。在此兩種極端論調之間，有不少的意見，或係多少傾向第一種，或係傾向第二種。

由此觀之，現時之戰事學（Kriegskunst），有將此項新式兵器在軍隊組織中尋覓其適當的歸類（Einordnung）及正確的地位之艱難的任務。費希曼（Fischmann）氏最近曾經指明（參考176），此項問題之解決，不僅對於真正作戰，極為重要；對於任何國家之作戰準備，尤屬異常重要。費氏着重的聲明，俄國的化學兵器之發展，現已入一新階段，在其中顯可選出“化學戰略”（Chemische Strategie）之觀念。費氏並要求，新創一化學戰略課（Abteilung für Chemische Strategie），以便將氣體技術方面之各種問題（包括原料調查，製造方法，戰時及平時出產之關係，存放地點及出產中心之戰術上的布置，化學及技術上的研究工作，將來戰場上氣候情形的研究，教練及情報服務等），歸總辦理。最後費氏將其要求再加擴大，以致作此言：“在平時俄國化學工業，已應在化學戰術家指導之下，取一途徑，以保障

戰時全國天然利源 (natürliche Landesverhältnisse) 在最大可能範圍內之利用”；其結束之語云：“惟用此項一般的總匯法(Zusammenfassung)，乃能成就一種真正的規範；惟自是項工作所得的結果，乃能對軍事化學之將來的地位得一明白之了解”。

吾等不能遵此途徑，追隨俄國的發展；但自各國現有的參考材料（是項材料，日在增多）之內容，可得指點，將有價值的資料集合，而從之推進，以認識各國既成之事實，及是項對於整個軍事上發展極關重要的區域之進展方向。在作此類選擇時，已應以事實為根據，並應持批評及懷疑的態度；因設吾人在此處取一種有引誘性之無稽的途徑，則易於犯輕率的判斷與差謬的斷言之有傷名譽的錯誤也。因缺少任何實際上的研究之可能性，吾人對此，祇能將他人之進步，作經驗上的證實，而自吾人本身所得之戰爭經驗將其評價。此類的基礎，殊不穩固，且內含一種極大的冒險，因即吾人所需用作認識的根據之實際上證實，以決定此項論著是否在不能反對的確定事實上立足，亦被奪去也。因此吾人更應注意，勿將他人關於此方面之進步過分的評價；且無論如何，不應犯一錯誤，即因採用嘗試性的理論與投機，而撇開我國軍隊中之基本的見解及曾經證明的事實，另代之以可疑的見解是也。此點的意義，並非謂過分的堅持任何建設於一次成功上之信條，或如福勒(Fuller)氏(參考 116)所稱之“因精神上之惰性 (Trägheit) 而致自殺”；但因管理者之應有的謹慎，殊

不容德國將其遺留的資產，輕率的作孤注之擲也。

在可能範圍內，保持此處所指出之限制，吾人現可試行認識化學兵器在將來戰爭中之地位。與此項將來的重要有關之各種因素，已在他處論及；例如空中化學攻擊（在該處曾將砲兵及飛機作一比較，同時並將其對後方之威脅指出），馬匹防護對於騎兵之影響，及個人的氣體防護設備之極端重要，均曾於前文中述及之。

將軍用氣體作為一戰爭上之因素而評價時，一種首應查察之問題，即在將來戰爭中，氣體兵器與其他兵器相較，有何等的重要，及是否吾人應按照德國（參考155,199）及他國著述家之預言，承認其占主要的地位，如下語所指者：“對於將來作戰之任何考慮，吾人今日需視軍用氣體為主要的或基本的兵器”。

若欲令氣體得此類特殊地位，惟有犧牲爆裂彈藥（Brisanzmunition）而代之以氣體榴彈，方能達到。關於此點，在大戰時，爆裂彈藥被氣體替代之成數，已達百分之三十；在特種事例中，且有達百分之八十者。在此方面，費希曼（Fischmann）氏之言論（參考 139），甚為明顯。費氏云：“砲身與爆裂榴彈，其用途將同時減少。爆裂藥之突然的及短時的功效，將為軍用氣體之耐久的功效所代。炸藥在將來戰爭中，亦將僅占次要的位置；其用處將僅在裂開氣體飛機彈的彈殼及將其內所含之化學藥品噴散，與掃除機械式的障礙，使氣體得以自由分佈”。

以上所說之一切，自化學兵器在大戰時之迅速的發展考慮

之，均可值得注意。雖然，有一點可以懷疑者，則稱氣體為“主要的及基本的兵器”，是否適當。將氣體兵器評價時，吾人無論如何決不可忽視其與天氣的關係甚大。此項關係，在採用芥子氣以作地域布毒或用催淚氣時，誠然不若在施用吹放攻擊法或氣霧射擊法(Schwadenschiessen)時之大，至藍十字爆裂彈且可於必要時在各種天氣下用之；但猛雨及大雪，可使芥子氣無效，速度超過每秒鐘五米之風(此項速度之風，難使樹枝動搖)，在敞闊的地面上可禁止任何布毒射擊(Vergiftungsschiessen)，在該時密集的採用(Masseneinsatz)亦不能用。

吾人又已見過，氣體之傷害及致死之功效，可以氣體防護法抵制之。少數專家方面，曾經屢次聲明，是項氣體防護，當敵人同時利用爆炸時散出引火的小磷片之燃燒砲彈(Brandgeschoss)，以將防毒面具及防毒衣穿札小孔時，則係屬於虛妄。自事實上言之，此項手續，在大戰時，實亦曾在有限的範圍內(即在採用氣體投射砲及司托克臼砲攻擊法時)採用之；但其功效，自損失之數目觀之，其屬於士氣上的成分，殊較屬於事實上者為大。無論如何，根據美國方面之舉薦(參考 208)，欲將此類手續普遍化而於每次用氣體時均計及之，似為一種冒險之事。自實際上言之，此項兵器，為一種效力極弱及偶爾有效的兵器；因其所裝之炸藥，僅能予小磷片以比較殊低的速度，故是項燃燒榴彈之散飛範圍(Streukegel)，與破片彈藥(Splittermunition)散出小鐵片之範圍相較，極屬有限也。對於密集的部隊，採用裝磷之燃

燒手榴彈，僅僅在士氣方面，已可達到某種程度的成功，此外按照英國方面的論著（參考 181），在戰時用同類的飛機炸彈襲擊彈藥庫等等，亦應有極重大的功效；但對於野戰之一般的採用，則此項手續不過一種次要的問題，而遠不及爆裂彈功效之大，以爆裂彈不僅將氣體防護之器具穿札小孔，且同時亦可擊中戴面具之人也。

在各國報紙中擴大的言論，謂關於空中襲擊大城市及工業中心，氣體炸彈之功效超過爆裂彈，亦幾為一切權威式的專家所反對（參觀第 458 頁）。對此吾人必需了解，此兩種炸彈，應二者並用。雖然，若以同量的氣體或爆裂藥作為根據而比較之，則謂在各種情形下，軍隊，平民及工廠內之工人對於氣體之防護，較其對於爆裂藥之防護為易於達到，乃係一種正確的假定。且因氣體炸彈所致之物質的損害，亦遠較因爆裂彈所致者為小（關於此點，參觀在第 389—390 及 482 頁上關於爆裂彈及氣體對水兵的功效之討論）。總而言之，吾人可得之結論，即爆裂彈應視為二者中之效力較大者。

由此觀之，氣體兵器將占極端顯著的地位之預言，吾人對之不能無疑。哈柏(Haber)氏關於此點，曾取一種極其慎重的觀點（參觀 144）；哈氏之言曰：“大戰之經驗，使吾人贊同氣體兵器之利用而不贊同爆裂彈之獨占的應用”。對於將來事實上的情形最相近之語，或應如下：“在將來戰爭中，化學兵器將不成為其主要的兵器，但將成為一種主要的兵器”。因此每一兵士，

對於是類戰法之極端重要，仍應有相當的認識。

化學兵器，在其現時所取之形式下，對於決定將來戰爭之樣式，有何影響？將來戰爭，將如何扮演，爲一問題，在大戰後其各方面之討論均不缺乏者。一切是項討論，均指示關於此點之認識，尙未入光明的境界，但已在漸漸微露曙光。一種認識的步驟，在任何各國均已達到者，即得到真正自然明白的洞悉，認明凡國家之繼續的向前發展新時代兵器技術（尤其在航空方面）以對將來戰爭之需要一步步得正確的認識，而根據是項預先的認識將其作合乎邏輯的建設以占他人之先者，必得極端優越的地位。吾人即對化學兵器僅予以將來一種主要的兵器之重要地位，吾人亦需試行將其對將來戰鬥行爲之影響；作合乎邏輯的研究。關於此點，吾人當然並不欲將未來戰爭之一切可能的形式全部舉出無遺；但首應認識者，即此項兵器在兩種不同的主要戰爭方式（即運動戰與陣地戰）中之地位。〔關於此點，可注意此兩種方式，可同時並行，爲一可想像之事。此外可參觀意國佛法拉巴（Feffarappa）中尉所著之近代之大戰（*La gradne battaglia moderna*）一文，載在 1926 年一月於吐鈴（Turin）出版之 Alexe Flammam 雜誌中；佛氏之言有云：“陣地戰及運動戰間之分別，在今日似屬理論的”。〕同時尙有一種問題應予提出者，即氣體兵器，是否在可能範圍內，可由一種形式，勉強的改爲另外一種。

關於“運動戰或陣地戰？”之問題，在各國軍事專門雜誌

中，有極多的論著及爭辯。德國，英國，及他國之軍事規程，主張用運動戰；戰略及戰術方面之專家，着重的指出陣地戰之不自然，謂其在戰爭上及政治上均無決定勝負之意義，因此並無用處。與此相反，首有蘇爾丹(Soldan)氏，試行搜集證據，指明陣地戰係自物質勝過人力而長成，故有絕對的需要；且若在作抵抗時，應視為將來戰爭的模範方式。〔法國文人著作家比爾福(Jean de Pierrefeu)，在其所著之卜魯他及之謊言(*Plutarch hat gelogen*)；其德國譯本於1923年在柏林由Ernst Rohwolt出版)之第三章標題為“不能割斷的前線或戰法之破產”者中，亦有相似的思想線索。雖然，此二人所取之態度，係屬不同。蘇爾丹氏係熱誠的努力求知識，比氏則在試行將整個戰法污毀。〕無論如何，蘇氏之觀點，自其言論中易於認識：是項觀點，即謂陣地戰為一種戰爭方式，當先用之運動戰未能決定勝負時，始應第二步考慮用之者。〔關於此點，參觀蘇氏之載在1926年三月十八日之軍事週刊(*Militär-Wochenblatt*)上的回答：運動戰或陣地戰。〕是項見解，許多其他著作家，亦均贊同；且在法國服務規程(參考167)中亦載有之。

吾人可取蘇氏此項觀點為起點(但完全不受其約束)，從之作進一步之討論，而首先考驗氣體兵器在其預料的第一期之運動戰(bewegliches Primärstadium)中之期望的影響。哀倫賽(Ironside)氏已經指出(參考148)，凡一國預知其動員速度較慢者，可將其國境之一定地帶，用氣體防護之。對於一國，其

國防初係單薄者，尤其大可採用地域布毒法。弗禮司 (Fries) 氏(參考 82)，福飛 (Feuville) 氏(參考 99)，及其他著作家，曾經說明，利用芥子氣，有掩護軍隊前進，及對付包圍作一種不能通過的防護地帶與極大的側面防護之可能。此類布毒的地帶，按照現今氣體防護之情形，對於連貫的 (geschlossen) 部隊，仍屬不能通過；無論如何，即以後發展可使其通過為可能，向前進之軍隊，當是項阻礙出乎意料的發現時，必遭阻止及感受困難。因此比較流動的在敵人地界向前推進之攻擊者，為安全起見，最好計及芥子氣的阻絕，而是項事實之及時偵察，則為在前游行的騎兵之任務。雖然，對於攻擊者，有時因戰術上的需要(例如在作側面防護或當前線破裂時)，亦需自飛機，戰車，或尋常載重汽車，作迅速的地面布毒。吾人祇需再想一次，如 1914 年在麻因 (Marne) 之戰中，一，二兩軍間之缺口，設用芥子氣彌補，可有何等之影響。最後對於個人氣體防護設備發達程度甚高之攻擊者，亦可想像其積極的利用氣體，採取空中化學攻擊法，將敵人之暫時陣地作廣闊的衝過(參觀第 477 頁)。討論此項可能性後，按照現今情形，氣體兵器在運動戰中之應用，其要點似已盡於斯矣。運動戰所包括之作戰地域愈大及與此相聯之廣闊的活動 (weitausgreifend Bewegung) 殊屬驚人時，氣體功效之計及，愈可減少。對於較宜用小規模戰爭對付之敵人，在困難地形 (schwieriges Gelände) 之情勢下，氣體失其功效，正與任何其他物質的功效亦均不發生相同。例如法國報紙關於摩洛哥

(Morocco) 戰役，曾作此言：“敵人雖無防毒面具以對吾人所用之致死的蒸氣作防護，亦未備有防禦飛機之工具以敵吾人的飛機，吾等仍需申明，此兩種新式兵器，實際上對彼等並無價值”（參考 232）。且即當近代軍隊在多少縮緊的歐洲戰場上活動時，自一般言之，吹放攻擊法及投射砲攻擊法均不成爲問題，而砲隊氣體射擊，亦需限於在普通砲彈內帶有某種百分數之備作彈藥補給的氣體彈藥（此項彈藥，大致將爲催淚氣彈及氣體爆裂彈；此二者不需密集的採用而對於風之速度頗無關係）。此外在第一期之運動戰中，若交戰國之空軍力量幾於相等，雙方面均應計及前進路（Anmarschstrassen），車站，軍隊宿營，彈藥廠（Munitionsparks），船塢（Werfte），工業場所（Industriestätten），甚至後方城市之空中化學攻擊，爲一種在此關頭應行着重的聲明之點。英國伯德將軍（General Bird），在其所著之戰略與氣體（參考 221）一文中，誠然代表一種觀點，謂“惟一造在空中或水上已得某種程度的優勢，或當本國軍隊大敗之後，爲減低敵人之勝利心理起見，用一最後可疑的工具以應付需要而圖減小整個的災禍時”（?），對於平民之空中化學攻擊，乃將被採用。此外伯德氏謂氣體兵器之主要戰略上的目標，永爲殲滅敵人的兵力；至其對於主要城市等等之空中襲擊，僅足與以前所用之包圍法相比，按其對戰事最後結果之關係而評價時，應居次要之地位。

按照蘇爾丹（Soldan）氏，等等，之意見，當雙方面之力量在

某種程度下相等以致不能決定勝負時，其必然的結果為產生“第二種方式之戰爭，即陣地戰”（Sekundärform des Stellungskrieges）是也。在是項戰爭方式中，正如在大戰時，前線殊長，兩翼倚出（angelehnt），以求保障側面之安全。在氣體兵器之現今情形下，是項兵器，對於此種軍事狀況，能有何等影響？與第一種方式之戰爭（即運動戰）相較，其對於作戰軍隊之採用，在品質上及分量上，均需增加，首可視為無疑之事。吹放攻擊法，毒烟攻擊法，氣體投射砲之奇襲，氣體大砲及迫擊砲之射擊，烟霧及毒烟之採用，均在最大的範圍內出現，而與氣體防護工具相關爭；因此在陣地戰中，所用之氣體防護需較周密。雖然，用此項以上所述之各種氣體採用法，仍難解除作戰者之陣地戰的束縛；或用蘇爾丹之言，“在此項人與物質間之不平等的戰鬪中，難於影響人之活動，使對前者（即人）有利”。

蘇氏（參考 199）曾將此項使人摧毀的陣地戰，以巧妙的方式描寫之而作下列之言：

“有生命者之意志，在物質之偏強的及常常殊難勝過的功效之下，常被消滅。兵器之技術上的改良與心理上的力量之比例，甚為懸殊。此項比例，在將來，對人方面，較在世界大戰時將更為極端不利。惟當一國忽然的而偏徇的備有一種新奇而有根本的功效之兵器（例如一種功效可怕之氣體）時，此項比例乃可變更。是項可能性愈小時，吾人愈不能以此為起點而作熱誠的討論”。

吾人在此處，仍欲根據事實而不欲依仗空想；但設吾人純粹的自技術方面之眼光，以在目前發展程度之氣體兵器為標準，而考驗其情形，則謂敵人欲得放縱的活動者，將試用新時代之積極

的空中氣體攻擊，以令其成爲可能（此即謂利用芥子氣將敵人之前線破開一若干仟米寬及若干仟米深之楔狀裂口），不僅爲一種可以想像之事，抑且爲一種大概必行之事。此類黃色區域（Gelber Räume）之功效，吾人在 1918 年三月之攻勢中（參觀第 183-4 頁），已認識之；爲得此項功效起見，砲隊需作十日之氣體射擊。在今日以空中化學兵器之發達，作較此範圍殊大，效力大增，且預料較易施行之是項進入縱深的攻擊，其可能性可以發現。在亘長之戰線，任意選定一處或數處，以奇襲式方法忽然的於晚間施行“芥子氣突入”（Senfgaseinbruch），並不需要多少預備工作；而因空中攻擊者，不顧一切對付方法的功效，在其本身仍較防禦者佔優勢，故是項攻擊將可成功。至用美國人發明之不用人駕駛的飛機，即令其被迫降落於敵人地界內時，亦將因爆炸而噴出軍用氣體物質者。其可能性吾人現尙不欲計及之。無論如何，吾人再應着重的聲明：“一切關於戰略上及戰爭上將來問題之討論，若不將戰場上之利用穩定氣體將其布毒的不少一部份之地域作一確定之數量（als gegebene Grösse）計算者，即係不完全”。

在一此類已由敵人作大範圍布毒的地域內，同時在陣地戰之情形下（此即謂在敵人砲火之下，被迫而入戰壕及掩蔽部），軍隊是否能以存在？按照現今之氣體防護情形，對此問題之回答爲“否！”雖然，個人氣體防護的進展（參觀第 437 頁），預料將使軍隊能以繼續作戰而通過此類地帶；依據此項期望，當“黃色

區域”之寬闊及縱深夠大時，突破前線之一處或數處而使軍隊轉為活動，無疑的有其可能性。此項思想線索，雖在近時之關於軍事及氣體技術的參考材料中，迄今尚無之；但吾人並不能因此即謂其迄今尚無是項認識。<sup>\*</sup> 反之吾人可以提及，現有徵兆，指示“不透氣體的戰車”，其建造如英國方面所着重的宣傳（參考 149）及在俄國實際的據云已製成兩種樣本（一種輕的及一種重的模型；參考 232）者，將可用以輔助步兵作是項任務。雖然，自他方面言之，對於此項同時的着重，吾人不應誤解，謂步兵及戰車為彼此必需互助以進行工作之射擊單位（參觀第 570—71 頁）。

對於上述之思想線索，自戰術上觀點言之，當然有某種反對點可以提出。例如防守者在“黃色區域”之邊界，或將作抵抗及反攻；在是項情形下，防守者首有無氣體的區域之一切利益，而進攻者則得布毒地域之一切不利點。類此之假定，誠然係屬正確，但現在殊無繼續討論及求結論之必要；因在此處個人氣體防護之問題，吾人已預料其有發展的可能性，但其最後的能力尚係

---

\* 編者按，此章寫完後，在 1926 年六月，法國司奈德 (Schneider) 少佐，發表一篇論文（參考 229），其主要思想線索，與此處所表現者相似；是項論文，為證實此項假定之第一篇。雖然，此位法國著者，惜在其文章中，對於德武主義及驚人的“宣露”，以德國之染料工業及飛機製造為目標者，所予之價值，較以軍事科學的精神所得事實上的考慮為重。因此其在此方面之言論，主要的應視為遵照智巧的橡皮製造家米汲林 (André Michelin) 及勒維塔 (Le Wita) 染料化學廠的商業上追求之途徑。（參觀 1925 年正月二十四日 *Le Renaissance* 所載之俄德空中化學戰爭之危險；亦見 *Chemie et Industrie* 第十三卷第二期，德國方面之回答，見 1926 年四月三十日 *Gummizeitung* 第三十一號。關於勒維塔廠之回答，

太欠明白者，有極大的重要。此外類此之反對，並不能變更吾人理想上陳述的基本原則，即利用空中化學兵器以征服地上要塞而因之使軍隊轉為活動。

尙有一種異議，其重要性與上述之異議相等者，即在有特殊氣體防護的部隊及戰車，仍難使氣體布毒地域之通過實現；以芥子氣之阻隔仍留在後，而使接濟不易得到也。類此的思想，亦係不錯，而在今日不能駁斥；以按照現今之見解，用氣體布毒之甚廣的地域，並不能將其去毒也。此項問題有何等的重要，及軍事專家對此已作何等努力，可自英國伯德（Bird）將軍之言（參考 221）見之：“在用氣體布毒的地域內，似尙不能產如許大量之可以燃燒的氣體，以致燃燒機關（Verbrennungsmotoren）著火，因之使人被燒而令地域不復含有氣體”。據此柏氏似自邏輯上料及最速的地域去毒（或至少使可通行）之極端重要。

雖然，一切此類的異議及思想，在其本身殊屬正確者，不應使吾人認錯氣體採用的實行之主要觀點。自事實上言之，氣體兵器，因其有透入泥土防護之天然的特性（此項特性，即係其探請參觀參考 234。）以此之故，此文所含之軍事價值，在司氏視為應屬絕對不能否認者，當然大受影響。在將來各國軍事雜誌中之專門科學論著內，若能摒除此類影響，則確係較與軍事科學之尊嚴相稱。

相似之思想線索，已在邱吉爾（Winton Churchill）著之 1916—1918 年間之世界危機（*The World Crisis 1916—1918*，倫敦 Thornton Butterworth 於 1927 年出版）內見之。在此書中討論前綫〔在此處當然係指除有要塞的地帶（festgeraunte Zone）外之新前綫〕之突破時，有下列一語：“技術的科學，出自鍛工場或試驗室者，在地上，空中，及各處海岸綫上，呈獻無限制的新奇及驚人可能性”。

作兵器之根據)，將來似將為釋放的原素(befreiende Element)。有人雖謂氣體在此方面之重大的戰略上影響，在大戰時僅達某種程度；但此項異議，似非健全及確鑿，因在彼時尚未能在縱深之廣大平面作迅速的密集採用也。然而設以後氣體防護有驚人的發展，使軍隊能在繼續散布氣體或布毒的地域內，同時在砲火之下，不受困苦而可長期忍受，或較大範圍之迅速的地域去毒，不致危及本國部隊者，可以施行時（但在此兩方面，現時均無任何實現之徵兆），則氣體兵器之釋放的影響，當然因此抵消，而地上之防禦工事復成為強者，且彼時即新奇而“有可怕的功效”之氣體，亦無用處。此外吾人再應着重的聲明一次者，即此項討論，並未將芥子氣突入之問題論盡。用上列方式處理之討論，不過有一種學術上的價值，即在指出關於將來戰爭情形之預測，係屬何等異常困難；即令吾人之意，不過欲如上述之事例，試將僅僅一種在發展過程中之近代兵器，以合乎邏輯的方法評價，其困難仍係極大也。

在討論空中及地上的氣體戰爭之後，吾人尚應附以關於化學兵器在水上（即對海軍）之預料的地位之討論。在大戰時，尚無在海面上作有計劃的布毒之經驗。據美國瓦爾頓海軍少佐(Lieutenant Commander D. C. Walton, 即回德(Vedder)所著書(參考 202)中關於海軍技術及醫藥部份之編者)之觀點，因其為俠義的情感所驅，並因恐得報復，交戰國均默認的同意，避免施行此項採用，正與空中化學兵器之未大採用相同。惟船

員則備有防毒面具以防或有的奇襲（參觀第 256 頁）；認明此點，吾人即視爲已足。據今所知，僅有一次事例，軍用氣體之應用或會成爲問題；此項事例，即係英國戰艦“溫地克替夫”（Vindictive）在齊不留格（Zeebrügge）之防波堤（Mole）時所受的攻擊。當此艦沿防波堤停泊時，其船員忽而感覺目痛及咳嗽的刺激；是項現象，大約係自軍用氣體之存在而來。英國人所用之防毒面具，當時予以夠多的保障。至關於此項氣體之種類及來源，則不能得到報告（參考 202）。

反之在大戰後，英、美二國之海軍戰略家，得到一種觀點，謂在將來戰爭中無疑的應計及氣體在海軍中之採用。此項專家，言及催淚氣（參觀第 57, 367, 225 頁），可以通過面具吸收罐之新奇軍用物質，及將船內徹底的布毒之芥子氣類（參考 202）。彼等否認，將一艦散佈氣體時，有需將一氣體炸彈或氣體榴彈擊中此艦之必要；而着重的聲明，謂在艦之附近，產生一含氣體的大氣，即屬已足（參觀第 378-9 頁）。因艦內之不斷的需要新鮮空氣之引入，在空氣中存在之氣體，與外間空氣同時經由通氣道吸入，而異常迅速的將整個的空間散佈氣體。以此項觀點爲起點，在美國艦隊操演時，曾屢次在兩方面施行試驗。一方面爲自空中施行氣體攻擊之試驗；在是項試驗中，曾用達兩噸重之炸彈（參考 227）。其他方面爲安好含氣體之水雷而在有是項預備的地點；舉行試驗；其安法與在陸地上埋設利文式彈（Livensbomben）相似（參考 208）。關於此項結果，現無不能反對的支

持 (Unterlage); 關於在艦內集團防護之可能性, 迄今亦無可靠的報告。

英國海軍專家, 曾屢次特別着重的聲明自軍艦, 潛水艇, 及岸邊船 (Ladungsboote) 放出軍用物質之重要。此項最初不易了解的見解, 其解釋爲此處所謂之“放出”應了解其係指發出毒烟之意 (參觀第 519 頁), 且是項英國方面之觀點, 係僅自海上稱霸的帝國之立足點評價。在熱帶之海上戰場上, 應計及均勻之風及固定之風向 (即恆信風); 是項情形, 當然特別便於此類手續。

關於海軍之氣體防護問題, 瓦爾頓 (Walton) 氏曾指出 (參考 202), 在此處一種特別觀點, 應屬有效; 是項觀點, 即應帶有充分準備之各種氣體防護工具, 因對於一種艦隊, 往往停於任何外國之海港內者, 回到預備本營 (Reserve-Depot) 根本不成問題, 而在忽遇化學奇襲時, 決無時間以臨時速成氣體防護也。

自戰術上觀點言之, 關於化學兵器在海軍中之地位, 可作下列之言: “陸上戰爭, 其目的首在使兵士不能作戰; 反之在海上戰爭中, 則主要者爲對物質之戰爭。若吾人對物質之殲滅能以成功, 則同時作戰者之兵器, 往往甚至連其存在之基礎, 將喪失於海中。化學兵器之物質上功效既係殊小, 故氣體兵器本身, 對於海軍, 需視作一種次要的兵器而評價。例如報紙上的消息, 英國哈特列 (Hartley) 少將, 於 1926 年末在倫敦作某次講演時, 曾云: “因有力的爆炸工具, 對於殲滅戰鬥艦, 較之氣體爲

可靠，故放棄爆裂功效而代以化學功效，為一種不對之事”。雖然，即在此處，氣體之功效仍有某種程度的價值，因其可增加爆裂藥對有生命的目標之效力也。因敵人對於軍艦所施之砲火，有時間上的限制，而最大的海戰，亦僅能支持數小時之久（迄今最長之紀載為一船支持六小時），故必需在可能的短時間內，以一切方法壓倒敵人而除卻其船員。以在地上所得之戰爭經驗為根據，對此若將一部份（僅指一小部份）之爆炸功效以氣體替代之，其結果較之完全用爆裂藥以達到此項目標，更為有效。

以上所論，顯然的係以現時之氣體技術發展的情形為根據而從之描寫其將來之可能性。若吾人對大單位戰術應用之暫時指導書 (*Instruction provisoire sur l'emploi tactique des grandes unités*; 參考 161) 表示同意，則按照該項文件，今日之戰爭技術，不過代表一種休息 (Atempause)，不久將為巨大的進步及新發現所超過；因此以上一切考慮，不過有暫時的意義。雖然，此類預言，總覺似乎膽大；而自上所云，吾人並不知此處所指兵器技術之進步，是否係多半在數量上的增加，抑或在品質上的改良。對於科學兵器（氣體在內），驚人的事蹟與完全的成功，應在第二方面（即品質之改進）求之；但即以其係在此方面，故其發展殊有時間上的限制。<sup>參</sup>一種基本的發現及其實際上的應用，不能隔夜成功。僅僅發現一層，已需多晚；試驗及發展，需有多人及數年（往往且需數十年）之合作。在大戰開始時，飛機已有十一年之歷史；坦克車之發展時間為兩年（但係戰時之兩年），

然其本身並非新奇之物。惟設吾人假定，將來近代國家間之戰爭，需在數十年後始可望其有之，法國方面的觀點，乃似屬正確。至在戰爭技術方面不久可有驚人的進步一層，則迄今尚缺少證據。因此對於現今及相當時間內，自邏輯上應對下列以過去戰爭的定律為根據之言論，予以同意：“在其主要點，一次新起的戰爭，係接連上次戰之終結處；而在一次遷延的戰爭中，其首尾間之分別，確遠較此戰之末與下次戰爭起首時之間的分別為大”（參考 200）。即空中兵器，其對於將來戰爭形式之影響需作極高之估計者，亦不能將此項定律，作根本的改變。空軍之重要，據現今推測，似在其使縱深作戰成為可能，且據預料甚至可使其伸至交戰國之中心。此項認識，可視為與“大單位指導書”（*Instruction des grandes unités*；參考 161）之思想線索的進一步之意相同，是項指導書，對此作下列適當的言論：

“戰爭往後將日益依賴兵器方面之技術及發現。視此而定之巨大的工業及政治經濟方面之努力，需用國家一切之人力。“全民武裝”（*Volk in Waffen*），在此項情形下實現；在將來人民及軍隊為不能分開之意念。因此整個國家之道德的力量，如軍紀，愛國心，及勝利的志願，不顧一切技術上之成就，將仍為成功之首要條件”。

最後若吾人自軍事上之眼光，將世界大戰中化學兵器之影響，及其以今日之發展情形為根據所預料的將來之重要，再行急速的看過一次，則可得下列總括的結果：

戰爭之原則，迄今尚不以氣體兵器之引用而變更，惟其實行的可能性，則因之而擴大。進一步言之，成功的基礎，仍在能以突然的於適當時機，在有關緊要的地點，以優勢的兵力對付敵人。第二原則，仍為無積極的動作者不能得到成功；消極抵抗，從不能致勝。對於成功之不易條件，仍為優越的指揮，軍隊的攻擊精神及其對兵器使用之訓練，與在可能範圍內以最大的速度移動軍隊及物料\*；其他一切之戰法，均不過是項定律之變形而已。

化學作戰，現時代表戰法之最後的發展階段。在大戰時，並無任何交戰國，立即領會其完全意義，而乃均係漸漸的始對之有相當的認識。在以後戰爭中，或可有另一支派之科學，在此點可以超過化學兵器者，但無論如何，化學兵器，迄今日止，應目之為“最科學化”之有效的及合乎戰術的戰爭工具，而在作此項用途時，顯係在軍事上有效而亦同等的合乎人道。此項事實，可從之證實下述的結論：“一種化學兵器愈係科學化，不僅其極端有效之可能性愈大，而且在制壓敵人時，其所表顯合乎人道之特殊程度，亦有愈大之或有性”。

---

\* 某一未署名之作者，在 1926 年第五冊之認識與防禦(*Wissen und Wehr*)雜誌中著有一文，其題為將來之戰爭與摩托化；內中有下段合宜的言論：“在將來戰爭中，指揮者之影響更形增加。此項指導者所管轄之空間，與迄今所有者不同；其理想實行之活動範圍亦較迄今所有者為異。其命令於最短時間內，為無線電，有線電，飛機，及自動車所傳遞。突然的移動，實行的誘敵，攻擊難點 (operative Schwerpunkte) 之迅速的構成，為決勝的基礎。此項戰爭的藝術，為利用其移動性，將軍隊的力量加倍”。

僅自慈善家之立足點考慮之，化學兵器，在其迄今應用最多之方式，係可反對；但其可反對之程度，與任何其他殲滅敵人之兵器相等。若此項純粹的合乎人道之立足點，在世界上能以支持到底，則各國間任何猛烈衝突均將因之成爲不可能，而任何兵器之應用均將禁止。此事是否有任何實現的可能性，吾人不應在此處討論之。美國一位最有權勢之人，反對戰爭甚烈者之福特(Henry Ford)氏，曾有言曰：“慈善雖有最高向的動機，但不能養成自信力；而無自信力則不行”。在此語之後，福特氏乃以懷疑的態度作下列之言：“吾等之文化，就事實上言之，或係尚在一種階段，不容許和平的討論國際問題，而或仍需假戰鬥的手段以作事實上之解決”。無論如何，戰爭一日仍爲民族間之“末次辯論”(ultima ratio)時，化學兵器亦一日能保持其地位；因在一切國家及任何時期之戰爭史中，吾人從不知有一次事例，一種戰術上的優點或一種成功的新奇兵器，其價值一經證明後，復又放棄者；惟有另一種較優之法將其替代而除去之，則又當別論。“化學兵器已經來到，而將繼續存留”(參考 97)；此項事實，世界上必需承認。純粹的自事實上判斷，謂化學作戰法，與他種戰法相較，係屬更不俠義，甚至更爲酷虐，爲一種虛假之言論。雖然，此項兵器之應用，實使在科學上及技術上發展程度較高的國家，得有一種優勢的兵器也。

### 第三章

## 烟及霧之產生

在製備烟幕時，吾人首應將產生作防護用的烟幕(包括人造或化學霧)，自一般言之無害處者，與毒烟之產生，加以辨別。

作防護用的烟幕 (Der schützende Rauch) 之產生，可施之於敵人或本國部隊，用第一種方法(即對敵人放出烟幕) 產生之烟幕，稱之為“矇蔽烟幕” (blendender Rauch)，其任務為矇蔽敵人的視線，以使其作戰及觀察之動作趨於不靈 (或至少使其大受影響)，而因此使本國之部隊得有防護。 至烟幕之對本國部隊或在其附近發生者，則稱之為“掩蔽烟幕”(tarnender oder verschleiernder Rauch)；是項烟幕，予本國部隊以直接的掩蔽與防護，而將其自敵人的視線及其照準射擊 (gezieltes Feuer) 移開。

有毒烟幕 (Der giftige Rauch)，簡稱毒烟，僅對敵人施放，與盲障烟幕之施放相同。 除因含有無毒性的產烟混和物而有

盲障之功效外，用是項烟幕所欲得之主要功效，在同時利用毒烟以傷害敵人及增加其負擔。此烟與一切烟之小粒 (Rauchteilchen) 相同，極難以一過濾器擒住之；因此足以擒住氣體小粒之面具吸收罐，此類之烟仍能通過之。第一次用藍十字氣以裝產烟之容器而令其在內因發熱而蒸發，似在 1917 年八月德國於活德新沽 (Vaudeincourt) 與羅弗禮 (Rouvry) 兩地方間施行吹放攻擊法(參觀第 149-150 頁)之時，始行計劃使用。接此之後，一切交戰國，均將是項手續，以各種不同的形式及用各種不同的填充劑 (Füllmittel)，令其實現。由此是項毒烟之極屬有效，得一般之認識，而在大戰後，尤其在英，美二國，獲有進展。在此處吾人應言及，此處所用“毒烟”(Giftrauch) 一名詞，係自英，美二國著作家所用之業經廢棄的“toxic smoke”一名詞取來。是項名詞，實非完全合宜，因普通所用之“毒烟”，其主要之代表物實係刺激性物質 (Reizstoff) 如氯化二苯胂 (Diphenylchloroarsine) 等；惟有硝基三氯甲烷 (Chloropicrin) 一物，乃係一特出之毒物耳。此外在較新之美國方面的著作(參考 202) 中，已常有用較為適宜之“刺激烟”(irritant smoke, 德文譯為 Reizrauch) 一名詞者。

雖自物理上意義言之，烟 (Rauch) 與霧 (Nebel) 之間，有明晰的界限，即烟為燃燒所成之固體產物而霧則係小滴之液體所組成，但在軍事方面的著作中，則無是項明白的分別。作防護用之烟或霧之產生，在軍事上用語，二者常係指同一之意念。

例如英國人自過去至現在，一直僅用“烟” (smoke) 或“烟幕” (screening smoke, 德文譯為 schirmender Rauch) 一名詞；反之在德文軍事著述中，則已可見烟與霧之分別。無論如何，在此處可注意者，即在科學方面所搜集關於烟及霧之經驗，在多方面彼此可以互相引用；因此即按照科學上的見解，往往意指二者時，亦僅需提及一種。雖然，即為軍事上的認識起見，吾人亦需認明，烟及霧本身及自技術上觀點考察，實係兩種根本不同之物。其本身之分別，將在下文第 500 及 502 頁上詳列之。反之自戰術上關係言之，則提及一種，即係十分足夠；因此在此處論及戰術部份時，大致亦多僅提及“烟”而已。

## 1. 烟及霧的產生之起源及其發展

烟及霧之產生，並非在世界大戰時始行發現，而其起端乃係遠在有史以前，正與軍用氣體物質之應用相同。活拉如 (Worrall) 氏(參考 48)相信，按照舊約聖經中之傳說，可得一結論，謂在該時作防護用的烟幕，已作有計劃的應用。活氏所指之傳說，即係摩西 (Moses) 與以色列人 (Israelite)，為烟柱所導，行過沙漠；在彼處有語云：“當彼等停止前進時，此項雲霧即自彼等之前轉至其後，留於彼等及追逐彼等者之間”活氏着重的聲明，在此段歷史中，已存有利用烟幕之基本思想；此點可自下語見之：“摩西予以色列以日間的情形，而予其敵人以夜間的情

形”。

此事是否可靠，吾人不必研究。無論如何，各種民族及各時代之戰爭史，均有報告，提及藉多少濃厚的烟以使戰場黑暗，且對於因此而蒙不利之一造，此項烟幕往往為決定勝負的原因。例如在滑鐵廬（Waterloo）之戰，火藥之烟，在地面上濃到如此程度，使軍隊之動作完全為所遮蓋。除此類由發烟甚強之火藥無意的發生之烟幕，多半令人甚感不快者外，在關於戰爭之著述內，尚有單獨的事例，報告故意的及甚為優越的烟幕採用者。例如在1700年時，對戰法極有經驗而又多才之瑞典國王查理十二世（Karl XII），在其敵人薩克遜（Sachse）軍隊之前（在彼時薩克遜之君主同時即係波蘭國王），以烟幕的掩護，渡過多納（Düna）河而將其砲兵不受擾亂的運至彼岸之地位。該王產生烟幕之法，為將大量之濕稻草，在河之此岸及在河中的船上點燃之（參考 110,213）。

雖然，在戰爭史此類利用烟幕之成功，均係單獨的事例；故無論如何，在大戰前不夠使人確信，近代軍隊可利用在戰場上故意的構成烟幕之思想以獲得勝利。反之作戰者且利用各種工具，在可能範圍內，努力設法避免戰鬥地域之為兵器所產生及作防護用之烟幕所變暗，以使其失去視力而致本國軍隊之砲火不能描準，並將其所占之陣地洩漏於敵人。在此種觀點之下，在1890年時，各國軍隊，均採用無烟火藥。惟在特殊情形下，例如當在要塞作戰時，先鋒隊（Pioniere）在作其艱難的任務之際，

始備有烟幕之掩蔽 (Rauchmaskierung); 是項烟幕之防護功效, 使先鋒隊在敵人陣地迫近作業 (Heranarbeiten) 之困難減輕。 爲產生烟幕起見, 即用天然發烟物, 如濕的稻草, 樹枝, 樹葉, 草, 草皮 (Rasenstücke), 或柴枝 (Heide) 等, 將石油浸漬; 然亦有用製成之“發烟劑”(Rauchkörper) 以作補助者。 此項發烟劑, 多半即係由軍隊本身製備; 其製法爲將囊布 (Sackleinwand) 用硝酸鉀溶液浸透, 然後在其上敷以瀝青 (Asphalt) 及木焦油 (Holzteer) 之混和物, 或僅加一層之黑藥 (Schiesspulver) 及亞刺伯樹膠。 此類一層硝, 一層硝及焦油, 或一層黑藥之布, 將其轉成一圓筒形, 即成爲發烟劑。 雖然, 用此法所集得之經驗, 亦似非有過大之希望。 無論如何, 在大戰前, 或即在大戰之初期時, 將戰場一部份用烟幕遮蔽之有利, 未經承認, 似爲一確然之事。

對於海軍則不然。 在此處作防護用之霧, 在大戰前已屢次用之。 成霧之物, 如三氧化硫及氯磺酸 (Chlorosulfonic Acid) 等, 其特性爲在濕空氣內始能完全發展其效力; 故在此處除戰術上之需要外, 是項性質亦有促成其應用之影響。 無論如何, 據弗禮司 (Fries) 氏之報告 (參考 82)。 在 1913 年八月間美國舉行艦隊操演時, 在長島海峽 (Long Island Sound) 之東口, 曾經大規模的產生人造霧。 德國海軍, 據今所知, 在 1915 年於其巡洋艦作各次航行時, 已採用發霧法 (Nebelverfahren); 在 1916 年五月三十一日司卡格拉克 (Skagerrak) 之海戰, 尤以

用此法而大獲成功。當時所用之霧，係自船面上及浮於水面之容具內，由氯磺酸及三氧化硫而發生。在1916年夏，奧國的輕海軍 (leichte Seestreitkräfte)，在法國之大洋艦隊 (Hochseeflotte) 前，於地中海內作退卻戰時，亦用人造霧掩蔽而得成功 (參考 183)。

在大戰時陸地戰場上第一次有計劃的採用烟幕，按照活拉如 (Worrall) 氏 (參考 48)，係早在 1914 年十月；在彼時於巴塞 (La Bassée) 運河之北，即曾用之以作輔助而獲成功。在是役以在有利的風向將一稻草堆 (Strohdiemen) 點燃，一中隊 (英國的?) 之大部份，得以不受擾亂的引退；若非用此法者，全隊必將被切斷矣。

歇德維 (Chedeville) 氏，描寫一次在此後之相似的經過如下 (參考 114)：“在1916年七月八日，法國第四十一師團，為恢復封特勒 (Fontenelle) 地域起見，試作一局地攻擊；在此地域之北，有德國砲臺安於阿托門 (Ortomont) 及門泥 (Menil) 兩高地上，對之臨視。其攻擊地帶，係自東北至東南；風向為西南。此項攻擊，照命令應於晚間七時半舉行者，正在應舉行之時，一枚德國榴彈，突將一滿盛濕秣之倉點燃。是項秣倉，係距法國前線不遠，在柯迫 (Coypel) 大隊 (此大隊為大部份擔任朝北之攻擊者) 攻擊地帶之南界。秣倉之燃燒，發出如許量之濃烟，此烟乘風前進，以致將柯迫大隊自法國其餘之主力分開。此烟遮住主力，使德人在阿托門及門泥兩高地上之觀測所不能見之，而因此使法國之攻擊縱隊能以達到中心。反之柯迫大隊，以其留在防護烟幕外之北方，為德國砲火所射擊，蒙受重大之損失，而未能達到規定之目標”。

吹放攻擊法 (Blasangriff) 之應用，無疑的對於將戰場一部份施以烟幕，予以極端刺激。在用吹放攻擊法時察得一事實，即以溫度之突降而成霧，致作戰者之視線發生障礙；是項現象，表示用是法時攻擊者同時並得之軍事上優點，過於明顯，以致

此項思想再不能不受交戰國之追求。例如吾人可注意，英國方面，在德國於伊迫（Ypern）地方施行氣體攻擊後不久，即有希望用烟之表示；且是項希望，係有雙方面之目的，一方面為掩蔽一定的陣地，他方面則用之偽裝氣雲（Gaswolke）。英國第一批箱式（Büchsenform）發烟器具，在 1915 年倍恩公司（Pain and Co.）已將其製成而送至前線；是項器具內含之物，應係柏油（Pech），油脂，黑藥，及硝酸鉀所組成。

在 1915 年九月二十日，英國方面在墨新背面（Messines-Rücken）之西方前線，第一次試將烟幕作大規模的試驗。擔任此項事務者，計有三師團（Divisionen）參加，內中二師團為加拿大人。此項舉動之立意，為利用烟幕之發生將德國砲火誘出，或將其自前線之他處移轉過來。當時烟幕技術的不夠程度，可自一種事實見之；此項事實，即是項新奇之試驗，其所需之炸彈（此項炸彈，係屬發烟手榴彈；至其所裝究屬何物，則無進一步之解釋，惟據今所知，或即係磷；參觀第 526 頁上所論之磷彈），不下一萬枚之多，而其製備竟使一百零五名之對壕兵（Sappeure）及二百名之步兵工作四日之久（參考 48）。

在第 130-31 頁上，吾人已言及，在德國方面，不久即已採用烟幕以保護在氣雲中向前進攻之步兵。此類烟雲（Rauchwolken），當然必在敵人心喚覺一種氣體攻擊之影像，或至少使其有是項疑慮。因此彼等被迫，戴上防毒面具以作近接戰；以此之故，未戴防毒面具而來之攻擊者，在其戰鬥活動方面，對

之較占優勢。在最初時期，英國人曾以此種方式，屢遭德國人之奇襲；按照美國方面發表之論著，英人由此而受之損失，殊屬不小。由此觀之，吾人應假定，此項偽裝法，係首在德國方面採用。俄國之作戰訓條 (Gefechtsinstruktion)，對懸烟幕以將攻擊正面 (Angriffsfront) 加闊，亦予以殊高的估價。此項烟幕，係自發烟箱 (Rauchbüchse) 產生，而該項發烟箱內所含者，則為萘 (Naphthalene)，炭，及硝酸鉀之混和物。其用途在偽裝放射攻擊及放寬氣浪，在每次作步兵突擊時幾均用之；用時且有不用氣體而專用烟幕者。在作一俄里 (Werst；即等於 1.0668 仟米或 1170 碼左右) 至二俄里寬之本突擊 (Hauptstoss) 時，按照規定，應用烟幕以將其加闊至 5—6 俄里。最後防守者對於此類奇襲防禦之法，為當敵人自雲內不戴防毒面具而來時，即行指令本國部隊，立即扯下其所戴之防毒面具。至烟幕產生與吹放攻擊法相關之其他重要意義，則已在第 146 頁指出之，茲不再述。

一切此類之發烟器，以其所含物之燃燒而發出黑烟，但其烟色可因加入他物多少減淺。德國人為首將“人造或化學霧” (Künstlicher oder chemischer Nebel)，引而用之於戰場上者；是項引用之人造霧。即與已在海軍上應用者相似。反之英國人在比較殊遲之時，始因鹵獲德國之戰利品而想及此法。

在西方戰場上，產生人造霧之重要性的認識，漸漸增加，殊為明顯；因在 1917 年十一月三日，協約國方面曾拍一海電與美

國，請其迅速的製大量之磷以供造霧之用也。按照海爾(Herr)氏(參考 120)，磷榴彈(Phosphorgranate)之應用，首在協約國於大戰中施行坦克車攻擊時，用之以隱蔽德國觀測所。司托克白砲(Stoke's Mortar)之磷彈，其最要之任務為隱蔽敵方抵抗巢；但當其採用時，同時可計及磷之引火功效及其對於生命的目標之毀壞士氣的功效。此外在大戰過程中，協約國方面曾製成各種不同之發烟器，應用之而多少得到成功。在大戰將終時，法國人且曾採用第二種的發霧彈(Nebelgranate)，即 O. C. S. 式之彈，內中係裝氯磺酸者。

關於協約國方面因大範圍的採用烟幕而成功之企圖在此處吾人可僅提出 1918 年八月八日羅馬街(Römerstrasse)之奇襲，即阿米恩之戰(Schlacht bei Amiens)是也。此外其他數種是項嘗試，則將在討論戰術部份時引入，以作解釋之用。

因阿其爾(Algier)地方藏磷之富而尤以美國之助，協約國對烟幕之產生，在品質上及數量上均勝過德國。作此用所需之大量的磷，在德，奧二國均形缺乏。因此同盟國(Mittelmächte)不得已而繼續利用三氧化硫；是項發烟之效力，僅達磷之 60—75%。雖然，按照其敵人的判斷，德國人即在此方面，仍得成功。關於此點，歇德維(Chedeville)曾云(參考 114)：“德國人在 1918 年藉烟幕的隱蔽，在陀曼(Dormans)，凡塞(Vincelles)，及凡勒易(Verneuil)等處，將其軍隊作好偷渡麻因(Marne)之準備；其所得之成功，殊可注意”。海爾(Herr)氏(參考 120)

亦謂在 1918 年德國舉行總攻擊時，曾大規模的用發霧榴彈 (Nebelgranate) 以矇蔽抵抗巢。

奧國(參考 183)於 1917 年曾在梯羅(Tirol)地方，開始試行自作人造霧之產生；其法為將發烟硫酸在爐狀之器具內加熱。雖然，在此方面的進步，似未得到。其最大之霧的採用，即在 1918 年六月十五日晨偷過蒙特羅地區 (Montello-abschnitt) 之比阿福(Piave)河時(參觀第 539 頁)；其所用者，似為德國製造之產霧器。

意國之發烟投射砲彈 (Nebelminen)，第一次係在 1917 年夏在卡斯特(Karst)之活地斯(Vodice)地方為奧國人所察覺(參觀書末附圖 74)。此外在 1917 年八月十九日第十一次伊松那(Isona)之戰開始之際，當在阿插(Auzza)地方偷渡伊松那時，意國人亦以用烟幕而成功(參考 183)。

自飛機產生烟幕，在大戰後始行開始。在大戰時當然曾自飛機擲下磷炸彈 (Phosphorbomben) 及內裝白磷之步兵彈丸 (Infanteriegeschossen)；但二者均非作產生烟幕之用，而乃係以其有引火的性質 (此種性質，在是項彈藥之構造中實考慮及之；在多數情形下，且加極易燃燒之物質以增長之)，用之以作對付飛機之兵器 (參考 82)，令飛機上之燃料容器著火，此外並用之以作他種引火之用途也。

雖然，在大戰後不久，英國方面首即開始研究自飛機產生烟幕之有效的方法。美國立即認明是項手續之重要而進行實際

上之大規模試驗。是項試驗，與上文第 367 及 389—90 頁上所描寫於 1921 年九月二十四日在折薩比克海灣(Chesapeake Bay) 內譚基爾海峽(Tangier Sound) 附近對“阿拉拍瑪”(Alabama) 號戰艦所施行之氣體及爆裂彈攻擊有關。梅吉爾(Mitchell) 氏關於此事述之如下(參考 192):

“在將該艦擊沈以前，吾人曾將各種兵器，加以試驗。 燒爆彈 (據海格如(Heigl) 氏(參考 183)，所用者係十一仟克(即二十五磅)及四十五仟克(即一百磅)之燒炸彈)。予吾人以華麗的景象。 吾等亦曾投下現時認為引火效力最大之塞買特炸彈(Thermitbombe) 於船之甲板上，並曾自飛機放出烟雲以將該艦隱蔽”(參觀第 528 頁)。

1923 年九月五日，在“維金尼亞”(Virginia) 及“紐傑賽”(New Jersey) 二戰艦被擊沈前少頃，又曾再作採用烟幕之試驗。在攻擊“維金尼亞”號時，利用噴射手續 (Abspritzverfahren, 參觀第 529 頁) 以構成烟幕，在美國方面實係第一次作實際上的試驗(參考 183)。

關於自飛船(Luftschiff) 產生烟幕，在德國方面(參考 169) 曾有報告，謂在大戰之末年，德國飛船，已曾構成烟幕；惟較確切的報告，則今尚無之。根據同一來源，在 1925 年美國舉行野戰演習時，曾以下述方式將“綠杉磯”(Los Angeles) 號齊柏林飛船 (Zeppelinkreuzer) 用烟幕隱蔽：是項方式，即自在前飛行之飛船產生大量的烟雲，而令飛船隨其路進行，受其隱蔽以避視覺。

一切作上列用途之產生烟或霧的物質，自其本性言之，實係

無毒之物；而自一般言之，亦屬無害。自產生烟幕之容器，產出毒烟（稱之為刺激烟，或較為適宜；此點在第 488 頁上已提及），自經德國第一次試行採用後，協約國方面即受其刺激而採用同類之手續。雖然，以其在大戰終止以前，試製此項德國的刺激物質，未能成功，故協約國在產生毒烟時所用以填充其發烟彈藥 (Rauchmunition) 及其構造簡單的發烟筒之物，為所謂之 N. C. 混和物，其成分為 80% 之硝基三氯甲烷及 20% 之四氯化錫或四氯化矽。自氣體技術上言之，是項混和物之效力，尤其關於通過面具吸收罐方面，殊不及氯化二苯肼 (Diphenylchloroarsine)；因此正在大戰將終以前，改用此物以代 N. C. 混和物。

在大戰後，英國人及美國人，對於產生毒烟，予以進一步的注意，而試行發現特別的物質以作此項用途。彼等曾將多種無機及有機化合物作關於此點的試驗，但似始終未能發現一勝過氯化二苯肼之發烟劑。無論如何，據今所知，在彼等最後所用之毒烟燭 (Giftrauchkerze) 內，仍係用此項化合物（參觀書末附圖 78）。至其加用催淚物質（尤其苯-2-氯乙酮 (Chloroacetophenone)）以作填充劑，則其進步似屬較大（參觀第 58-9 頁）。關於在陸地上及水上利用毒烟筒之實際上的試驗。在美國方面曾屢有報告。在英國方面亦有報紙上之消息，謂在 1925 年九月，在維毛斯海灣 (Bucht von Weymouth) 亦曾有相似之試驗。參加是項試驗者，有英國軍艦“台格” (Tiger) 號，輕巡洋

艦“香檳”(Champion)號,及驅逐艦“羅卜羅”(Robroy)號。在鎮守府之埠頭 (Kai der Admiralität) 上,共有五百個發烟筒及毒烟筒,裝作一排,以戴好防毒面具的軍隊工程師管理之。大量的白烟,向海灣上傾出,而將各艦隱蔽至四十分鐘之久。當烟雲行近陸地時,立即轉淡。二小時後,隨又布第二次之烟幕,內容毒烟。在作試驗時之全部期間,艦中之船員,均戴上防毒面具;是項面具,在第二次發烟後,試驗終了後許久,方始取下。

自上文所述各節觀之,可見烟幕產生之發達,與氣體戰爭之發展有密切的關係。化學兵器,對於烟幕的採用,如吾人今日所見者,實開其路。密集的採用烟幕之軍事上重要,在英國人方面較之在德國得較速的承認及實現;但在協約國方面,以其有無限制的原料供給,其所占的地位當然遠較為有利也。

## 2. 產生烟及霧之物質

### a. 理論上及一般的討論

烟與霧——在本章之引言中,已經指出,以其在軍事上之任務相同,“烟”與“霧”二字,在軍事上之慣語,常彼此混用之;但此二者,自其物體本身及其造成與起作用之方式言之,則殊有根本不同之處。若吾人欲將烟或霧以物理上之形象解釋之,而將此項物質之表面形狀,予以科學上範圍,則二者均不能歸於尋常三類形態(固體,液體,及氣體)之內。此二者均或似較近於

三態間之經過或中間步驟 (Übergänge oder Zwischenstufen) 或代表分成極細顆粒之所謂“分佈形態”(disperse Form)。是項分佈形態之意義,據吾人所了解者,係指一種物質,對稱的分散於其他一種物質之內,使前者之小粒在後者(第二種物質;在此處即指空氣)中彼此分開而在其中懸着。此類所謂之“膠態溶液”(kolloide Lösungen),在物理及化學方面言之,其性質之表顯,均與尋常溶液(例如將白糖或食鹽溶解於水內所得之溶液)大不相同。膠態溶液內之小粒,其大小可在一定範圍之內上下,而不致因之失去其膠態的特性。

若吾人欲嚴格的自科學上言之,則吾人應云: 烟及霧均屬於膠態。物料之膠狀形態,其特點為其係至少兩相 (Phasen) 和成之極端透徹的混和物;此兩相即係分佈相(disperse phase) 及分佈媒(Dispersionsmittel)。自此項見解言之,烟應視為一種兩相的膠態系統,其分佈媒(即空氣)為一氣體而其分佈相則係固體者。若分佈相為一液體,則其系統稱為霧。明瞭此項科學上的意念後,較易了解下列之討論。

烟之為物,自物理及化學上之見解言之,均係燃燒所生之產物;是項燃燒,可為利用氧氣之氧化反應,或係他種作燃燒現象而進行之化學變化。由此而成之固體小烟粒,在空氣中懸着,而因此使大氣變為不透明。

黑烟或煤烟(Russ),可自各種天然產物(例如潮濕之木料,稻草,及樹葉,此外尚有煤,柏油,脂肪,油等)之不完全的燃燒

而得之。將人造之含碳較多的化合物，如苯 (Benzene)，萘 (Naphthalene)，蒽 (Anthracene) 等經過同樣手續，亦可得此類之烟。一數種曾在戰場上試驗的產烟混和物，已在前文第 490, 492 及 494 頁中見之。此外吾人現知，1917 年時，英國所用之發烟箱，內含八份黑藥，六份柏油 (Pech)，一份脂肪 (Talg) 及一份鋸木灰；奧，匈帝國及俄國所用者，則係含萘，炭，及硝酸鉀之混和物。用一內含 61.5% 六氯乙烷 (Hexachloroethane)，18.6% 鎂粉，11.9% 萘，及 8% 蒽，之混和物，據云可產生一種較為濃厚之烟(參考 224)。

黑烟本身在戰場上之掩蔽能力殊小；且以其有成間隙的傾向，暗色之烟不甚可靠。此二缺點，在某種限度內，均能以相當的物質之加入，令其烟色轉淡而去之。雖然，大戰時的經驗已經證明，在有利的天氣及風之情形下，將自潮濕的稻草，木料，等等，所產生之暗色烟幕，作適宜的補助採用，可無庸特別加入他物而仍能在軍事上有效。大戰後之英國烟幕規程(參考 131)，亦對此類烟之應用，加以注重。

白烟及有色的烟——白色之烟，可自某種無機物質之燃燒得之；例如將金屬之鋅加氧化劑（如氯酸鉀等），或用金屬之鎂，均可得白烟。有色的烟，係在軍事上作信號之用。例如奧匈帝國之野戰榴霰彈 (Feldschrappnell)，曾射出紅色之烟；發是項紅烟之混和物，據海格如 (Heigl) 氏(參考 183)，係為二十五份之鉛丹 (Minium)，四十份之偶氮染料 (Azo-dye)，八份之硝

酸銨及十份之白糖所組成。在大戰後，美國人製造紅，藍，黃，綠，棕，橘黃，及玫瑰紅等色之烟，均得成功。尤其聯合碳及碳化物公司 (Union Carbide and Carbon Corporation) 之研究所 (Research Laboratories) 在美國於此方面所作的研究及試驗，據稱業已成熟而得有值得注意之實際上的結果。

有色的烟，係自有機染料之揮發成之。因此其合於製造此類烟之染料，僅限於能揮發而不致分解之物，且其熔點及蒸發溫度相隔不過遠者。此項蒸發手續，最好將染料加一含乳糖 (Lactose) 及氯酸鹽的混和物以行之。混和物之配合，需使染料不受過大的加熱作用。為達到此項目的起見，在金屬或馬尼刺紙 (Manilapapier) 所製之發烟器上鑽有適當數目之小洞以使燃燒所成的氣體得其所需之冷卻。自一般言之，此類發烟筒之直徑，應不超過八厘米(參考 224)。

據吉不思 (Gibbs) 及愛卡德 (Eckard) 二氏之報告(參考 142, 224), 在 1926 年美國工業化學雜誌 (*Journal of Industrial and Engineering Chemistry*) 上雷氏 (H. B. Ray) 發表之文章中所引及者，各類有色烟之製備，據今所知，可用下列各藥方：

紅烟 = 對位硝基苯胺紅 (Paranitroaniline Red) 65%，氯酸鉀 15%，乳糖 20%；

藍烟 = 靛藍 40%，氯酸鉀 35%，乳糖 25%；

黃烟 = 克利梭定橘黃 (Chrosoidine Orange) 9%，阿拉明黃 (Auramine Yellow) 34%，氯酸鉀 33%，乳糖 24%；

綠烟 = 靛藍 26%，阿拉明黃 15%，氯酸鉀 33%，乳糖 26%；

橘黃烟 = 克利梭定橘黃 45%，氯酸鉀 25%，乳糖 30%，及砂藻土 (Kieselgnhr)。

按照其所達到之距離，烟幕信號彈(Rauchsignalpatrone)，可自照明手槍 (Leuchtpistole)，步槍，或砲內射出；或作火箭 (Rakete) 之方式，射至二百五十米(或達更高)之高度。較大的信號，多半裝有落下傘 (Fallschirm)。為自地上與飛機通信起見，宜用發烟罐 (Rauchtöpfe)；為自飛機發出信號起見，美國空軍備有特殊的手榴彈。對於砲兵，爆炸時產生有色烟雲之砲彈，殊有重要；以其使彼等，尤其在砲火極重之地域內，能於確切的認明其射着的地位也。

霧與空氣中之濕氣有關，其能以生成，係因在大氣中存在之濕氣，凝縮而成極細的小滴。天然霧之主要代表物，即係水霧 (Wassernebel)，由過飽和空氣內之水蒸氣凝縮而成者。因此一種過飽和的情形 (Zustand der Übersättigung)，必在霧之生成以前存在；而是項情形之造成，則係因在較高溫度以水蒸氣飽和的空氣，驟然冷下。以溫度之下降，空氣中之水，將繼續的作霧狀小滴之形式而自空氣中析出，迄其所含水蒸氣達到與較低空氣溫度相當之飽和程度而止。人功造成之大氣驟然冷卻，吾人已在吹放氯氣 (Chlorabblasen) 時認識之；在該處液體氯的蒸氣，取去空氣中之熱，而以是項冷卻作用之故，霧自濕空氣中沈澱而出 (參觀第 139 頁)。

尋常在戰場上應用之人功造霧法，非係根據此項大氣冷下之手續；而乃係將各種沸點較低之遇水易生變化的物質蒸發而任其與空氣中的濕氣起作用，成為難於揮發的化合物，此項反應

產物即作霧狀之小滴(Nebeltröpfchen)。據此吾人可云：人造或化學霧，係自某種產霧之物質得來。此類物質，當其作分成極細之乾霧粒(Nebelteilchen)而懸於空氣中時，以其有吸濕力極強之特性，立即將空氣中之濕氣引到其本身之上而與此項水粒(Wasserteilchen)起化學變化，成爲液體，因此變成濕霧粒，以使空氣變爲不透明。

此類產霧的物質，其霧幕之構成需要空氣中的水蒸氣者，計有下列各物：三氧化硫，發烟硫酸，及氯磺酸(此三物與空氣中的濕氣起作用而成硫酸，最後一種同時並成鹽酸)；此外尚有多種氯化物，如四氯化矽，四氯化鈦(Titanium Tetrachloride)，四氯化錫，三氯化銻，及五氯化銻等，此各種氯化物之成霧，均因其與空氣中的濕氣起作用而成金屬元素之氫氧化物及鹽酸。

雖然，即在乾燥之天氣下，此類氯化物，仍可用以產霧，惟在該時應令其與氨氣(Ammonia Gas)混和以成極其濃厚之氯化銨霧耳。據美國規程，在各物中，尤以四氯化矽及四氯化鈦爲合於此項用途。所謂之“柏格氏混和物”(Berger Mixture)其主要組份爲四氯化碳及金屬之鋅，其有效部份則實爲氯化鋅。氯化鋅爲與水不甚起作用之物；但自實用上言之，柏格氏混和物，在濕空氣內所產生之霧，亦總較在乾燥空氣內爲豐富。因此將成霧之物，分爲兩類：一類爲需要空氣中的水蒸氣以成霧幕(Nebelschleier)之產霧物，第二類則係不需空氣中之濕氣亦能成夠濃之霧幕者(例如司擔卜(Stampe)氏在其討論中(參考

240), 即以此項分別爲根據), 自實用軍事學上之眼光觀之, 似無大用處。

以上述烟, 霧二字的定義爲根據, 吾人可在產烟物及產霧物二者之間畫一界線; 惟恰對於最強之產烟及產霧物, 磷, 則是項分別, 不甚適合, 以在此處所遇之現象, 按照吾人討論所採的見解, 固自同時爲成烟及成霧之現象也。白磷遇空氣, 即自行著火, 加氧氣而成五氧化二磷之烟, 但此烟自空氣中引出 0.9 份之水到其本身上, 與之合併而成磷酸, 故總共一份之磷產生 3.2 份之磷霧 (Phosphornebel), 以其最後產物, 至少在濕空氣內, 實係一霧, 用“磷霧彈” (Phosphor-Nebelgeschoss) 一名詞, 似較用“磷烟彈” (Phosphor-Rauchgeschoss) 爲正確。

烟及霧的小粒 (Teilchen) 之大小 —— 懸住之各種烟及霧的小粒, 其大小彼此間極有分別。是項小粒尺寸變動之限度, 大至可用肉眼察覺者, 例如煤烟是; 小則可達超顯微鏡 (ultramakroskopisch) 下與分子相上下之小粒的大小; 此即係如第 242 頁上所云, 在  $10^{-4}$  至  $10^{-7}$  厘米之間, 平均爲  $10^{-5}$  厘米。一般言之, 吾人可云, 烟及霧之小粒愈小者, 其隱蔽之功效愈大。以此之故, 在大戰時努力之方向, 係在設法產生一種烟或霧, 內含最大可能數目之最小可能的小粒者; 此點對於毒烟亦然。此項小粒數目之巨大, 可自司擔卜 (Stampe) 氏之計算 (參考 239) 得一概念。司氏根據芮格勒\* (Regener) 氏所給關

\* 據佛落音德利希著之毛細管化學 (F. Freundlich—*Kapillarchemie*), 1923 年在德國萊城 (Leipzig) 出版。

於三氧化硫之數目計算，若欲得一如此濃厚之霧，使相距二十米遠之人恰恰完全不能辨識者，其在視察方向 (Blickrichtung) 需落於一個在此距離之單人身上之霧狀小滴總數，不下一百五十兆兆 (150 Billionen, 卽 150,000,000,000,000)。

播散 (Diffusion)——凡烟及霧之小粒，其直徑與氣體分子之尺寸相近者，卽被引入分子活動之內而因之在某種程度內變爲與分子雜合 (Molekülkomplex)，或至少受分子力 (molekulare Kräfte) 之影響。因此此吾人得所謂布郎氏活動 (Brownion Movement)；此項現象，在此處似乎係因空氣分子與小粒之互撞而起，自此項活動之結果，烟的小粒，可暫自播散 (diffundieren) 而散布在空氣之中。較大顆粒的傳播，較之較小者爲慢；是項遲慢之原由，不僅在其重量之較大，而並因其空氣阻力亦係較高。與散布烟的小粒之風及其他空氣氣流之影響相較，此項播散的活動，自實際上言之，占一完全次要的地位。

小粒之下沈——懸住之烟及霧的小粒，有自空氣中漸自下降之趨勢。小粒愈大者，是項傾向愈大；愈小者則此項傾向亦小。反轉言之亦然。凡小粒之直徑大於  $10^{-8}$  厘米者，在空氣中均僅能存留一短時間。反之小粒之直徑爲  $10^{-5}$  厘米（此爲最常遇到的大小）者，每小時僅沈下數毛米；其確數按吉不思 (Gibbs) 氏 (參考 142) 爲 4.32 毛米，按回德 (Vedder) 氏 (參考 202) 爲 1.08 毛米，按司擔卜 (Stampe) 氏 (參考 239) 爲 1.8 毛米，無論如何，其下沈係如此之慢，致其下沈速度在採用烟

幕時毫無意義。

小粒之加大——與一般膠態物質相似，烟及霧之小粒，有集成爲較大之顆粒之趨勢。膠黏(Kohäsion oder Zusammenhängen)及結合(Koaleszenz oder Verwachsen)之定律，當是項小粒因布朗氏活動或空氣流動而彼此相接觸時，立即可行其任務。無論如何，此項結合，在一種濃厚的烟中，其進行遠較在一稀薄的烟內爲速，以在第一種情形下，小粒彼此相接觸之機會較多也。對於完全乾燥之小粒，此類之結合，並不得之，反之對於一切液體小粒及固體小粒之在空氣中熔化者（此即謂濕氣在其表面凝住者），則特別易於起此項現象。在後一種情形下，較大顆粒在數目及大小上均繼續增加而較小者則減少。此項小粒之加大，當然與下降之加快有關；因此而小粒在烟雲中之濃度自動的減小。在選擇產烟及霧之工具，此項現象必需予以估計。

小粒之光學性質——因白色之烟或霧所致之視界隱蔽(Sichtverschleierung)，在軍事技術上殊關重要。即在低濃度及薄層時，已應可達一種頗高的掩蔽能力(Deckvermögen)，或如英國及美國方面所稱，達一高的總隱蔽力(total obscuring power, 簡稱 T. O. P.)。關於各種產烟物質總隱蔽力大小之比較，美國人曾有測定。美國人將一種烟幕之密度，當其有一英尺厚時可將一個四十瓦特馬茲打燈炮(40-watt Mazda Lamp)之白熱絲所發的光隱住者，稱之爲一。一磅（即 454 克）之磷，

產出四千六百立方英尺之單位密度 (Einheitsdichte) 的烟,因此磷之總矇蔽力(T. O. P.)等於 4600。

弗禮司 (Fries) 氏(參考 82),列出各種物質總矇蔽力之數價如下:

氯化氫與氨	2500
四氯化矽,氨,與水	1590
<u>柏格氏</u> 混和物 (Berger Mixture)	1250
四氯化錫與氨	900
三氧化硫與氨	375

司擔卜 (Stampø) 氏指出(參考 240),上列之數目字,其有效的範圍殊屬有限;自多方面觀之,僅有實驗室中的價值(Laboratoriumswert)。例如上列氯化氫與氨之總矇蔽力,對於戰場上應用,據司氏云,似屬過高;反之三氧化硫與氨之總矇蔽力則似過低。此外司氏復喚起空氣濕度(Luftfeuchtigkeit)對於總矇蔽力之重要。例如在寒冷晴明之冬天(在此項天氣下空氣中之濕氣含量殊小),三氧化硫之烟幕,不及柏格氏混和物;但在空氣中所含濕氣之量殊高時,則三氧化硫較為有效。

烟及霧的小粒用過濾器之擒住 (Abfangen) —— 此項問題之討論,僅有氣體技術上的意義,與作防護用之無毒烟幕無關。雖然,以按照美國方面的報告,在將來戰爭中應計及在盲障烟幕(blendender Rauch)內刺激物質及毒物之加入,故在討論烟幕產生之範圍內,似亦應將其加以討論。

在前文討論氣體技術之部份，吾人已屢次着重的聲明，將有害之烟及霧之小粒，自空氣中取出無遺，為一殊難之事。已經證明可以防氣體小粒之吸收劑 (Absorptionsmittel) 如活性木炭等，對此並無效力；因此在大戰時所用之一切防毒面具，均為德國之藍十字氣所通過。關於此點，其理由按照佛落音德利希 (Freundlich) 氏之意見 (參觀第 505 頁)，僅應在烟的小粒，與氣體分子相較，有殊大的惰性 (Trägheit) 求之 (參觀第 241 頁)。以其有此項惰性，烟的小粒之行動，主要的係在氣流之軌道內，而殊少有與吸收工具之表面撞擊之時，與氣體分子的動作相反。佛氏是項理論，為多數德國及他國專家所同意，與各種其他理論有異。

無論如何，吾人應云，關於烟及霧的小粒之吸收特性 (Absorptionseigentümlichkeiten)，尙未得有確定之一般有效的判斷。

悅米 (Remy) 氏曾着重的指出 (參考 234)，乾霧及濕霧，有彼此明晰的分開之必要；因化學霧在完全無水 (以實用情形言之) 情形之性質，較其在潮濕 (即含水) 情形下，自多方面觀之，大有分別也。例如據悅氏之研究，在某種情形下，濕霧之吸收，遠較其相當的乾霧為難；反之在其他試驗情形下，則其吸收反較乾霧為易。悅氏又能作試驗上之證明，謂濕的氯化銨霧，以過濾器將其止住，較以吸收劑吸住之為易。按悅氏之研究，最大之吸收功效，係自塞緊之棉花或玻璃棉 (Glaswolle) 得之。

據悅氏進一步之研究，毛孔較大之濾紙，經證明可以止住濕的氯化銨及三氧化硫之霧；但對於其相當之乾的霧，則屬無效。按照悅氏之見解，此項乾濕兩類霧的性質之不同，可歸之於乾霧小粒〔是項小粒，悅氏稱之為膠態粉末 (kolloide stäube)〕之較小的平均尺寸。乾霧大部份為膠態小粒大小的顆粒所組成，但亦含不少成分之較大顆粒。若吾人將乾霧用一濾紙過濾，則惟最小之小粒能以穿過而不受防礙；此項濾過之霧，其性質較在未曾過濾時，這“似氣體”(gasähnlich)，因此與原來之霧相較，易於為吸收劑 (例如活性炭，等等) 所吸住。

較大毛孔的 (grossporig) 濾紙之此項選擇的功效,其表顯爲一定大小的小粒較易通過,而因此濾過之霧的性質較似氣體,在大戰時實已認識之。以此項原則之應用爲根據,德國對於藍十字氣之防護,即係採取將一彈簧蓋 (Schnappdeckel) 內置一層吸水厚紙片 (Fließkartonscheibe) 之形式 (參觀第 255 頁)。藍十字氣之霧利用吸水厚紙片吸收時之過濾可能性 (Filterbarkeit), 與其小粒大小之關係,可於下表見之:

小粒之半徑 (以百萬分之一毫米爲單位)	通過濾紙之部份 (百分數)
50 以下	52.4
50—100	87.6
100—200	93.9
200—400	30.4
400—800	4.2
800 以上	0.0

由此觀之,小粒的大小在某種限度內時,其通過之成分達於最高數。

用彈簧蓋,不能對藍十字氣得完全之防護,在討論大戰後過濾器具之發展時(參觀第 395 頁),吾人已見,解決此項任務,係經過何等過程。現時之進步,係在他種濾烟材料之應用及較大的過濾箱之採用。此項新式過濾箱之容量,其大小幾與人之一次吸氣量 (Atemzug) 相等;且在此項器具中,呼吸之空氣,係導過氣門 (Ventil),故惟吸入之空氣,乃經過過濾箱,至用完之空氣,則係經過特殊之氣門呼出以達外面之空間。用此類手續時,在呼出期間內,吸入之空氣在過濾器內存留不動,故整個呼出時間,

額外得作停留時間之用。 因此烟的小粒之本身運動(Eigenbewegung)及下落運動(Fallbewegung),同時在靜空氣內,均得一較長期間之自由活動,而因此增進其與過濾間壁(Filterwandung)接觸之可能性(參考 173,174)。

以上各段簡短的述過關於烟及霧的小粒之本性(Natur)及性質之根本問題。 此項問題,現時在各方面,自理論上或試驗上觀點言之,均不能視為解決。 讀者若欲對之作詳細的探討,可參觀書末所列 31,142,173,174,234,239,240 各條參考所指之論文。

#### b. 專論

磷(Phosphorus)——在大戰時,磷之一物,在其兩種同素異形(allotropic)之形式(即白磷及紅磷;二者均係固體)下,均曾應用。 白磷之為物,在尋常溫度下遇空氣即自行著火而燃燒以成作濃厚白霧狀之五氧化二磷;紅磷則在 $260^{\circ}$ 左右,始有此項現象。 白磷之極端危險的性質,即遇空氣立即自動燃燒,與人之皮膚接觸時使其發生極痛及極難痊愈的烙傷,及其劇烈的毒性,影響此項迄今認為最有效及最可靠的產烟物之應用。 不危險及無毒之紅磷,則無同樣的成霧特性。 因此曾有人屢次觀察,在雪地戰場上,一大部份之紅磷,遺留於地上,未曾燃燒。 用白磷時,總不另加他物與之混和;但用紅磷時,則多半係將其與他物混和而用之。 白磷與紅磷之混和物,以二與一之比例相

混和者，亦常在榴彈及迫擊砲彈(Mine)中用之。

在大戰後，美國人(參考 59, 82)曾經着重的聲明，磷之軍事上的重要，係在其三種戰術上之用途 (Verwendungsmöglichkeit)，而三者之中，在今日尤以造霧為最重要。其第二種用途，彼等認為大有發展的可能性者，據彼等之見解，乃係白磷對於有生命的目標之功效(參觀第 34 及 218 頁)，除因其所致之難於治療的灼傷以對部隊作有效的傷害外，據彼等意見，尚有一種士氣上的影響，由四處飛射之燒着的磷片而來。最後彼等着重的聲明磷對於易於燃燒的材料之引火的功效。雖然，此項第三種磷之用途，係限於易於著火之物質，故其效力殊不及“塞買特”(Thermite; 參觀第 218 頁);尤其在當後者(即“塞買特”)內同時加入易於着火之液體(如石油，二硫化碳，等等)時，其效力更大。

三氧化硫 (Sulfur Trioxide)——三氧化硫 (即硫酸酐)，在純淨情形下，為一種似冰之結晶固體，其熔點為  $18^{\circ}$ 。此物本身，放置後易變為似石綿之纖維狀結晶體(遇微量之水時，此項變化進行較速)，其熔點在  $40^{\circ}$  以上，商業上所售之三氧化硫，即係此物。因其即在尋常溫度已稍有揮發之性質而其蒸氣將水引到其本身之上，故此物遇空氣即自發烟，而作濃厚之白霧狀，變成硫酸。在大戰時，三氧化硫為僅次於磷之最佳的產霧物；但此物需有濕空氣時，其效力方能達其最高的程度。德國人將此物在其發霧之榴彈及迫擊砲彈 (Nebelgranate und Nebelmine)

內用之。

發烟硫酸(Fuming Sulfuric Acid)——將上述之三氧化硫，溶解於濃硫酸內，即得發烟硫酸；用此法製造，吾人可得內含20-40% 三氧化硫之產物。發烟硫酸為一種稠厚的液體，遇空氣即自發烟者。其用途除作發霧罐(Nebeltöpfe)之填充劑外，亦在行動的坦克車，飛機及汽船(Motorboot)上用以作發霧之用(參觀第527頁)。

氯磺酸(Chlorosulfonic Acid)——氯磺酸為一種發烟的液體，其沸點為 $158^{\circ}$ ；遇水即自分解而成鹽酸及硫酸。此物產生一種易於揮發而不甚濃之霧(此霧為鹽酸及硫酸所組成)，在近距離時能以容許視察。

四氯化矽(Silicon Tetrachloride)——四氯化矽，為一種無色液體，其沸點為 $56.5^{\circ}$ ，凝結(erstarren)點為 $-89^{\circ}$ 。此物在濕空氣內，以吸收水份之故，自行蒸發而成鹽酸蒸氣。此項鹽酸與氨(Ammonia)產生濃厚白色之氯化銨(Ammonium Chloride)霧。此項作用，在各種發烟器中得其實際上的應用；且在飛機上亦用之。此外在大戰時，亦曾採用四氯化矽以代在氣體戰爭部份屢次提及之四氯化錫，因在協約國方面，以錫之銷耗甚巨，最後竟至感受錫之缺乏也。

四氯化鈦(Titanium Tetrachloride)——為作同樣之替代目的(即替四氯化錫)起見，協約國亦曾製四氯化鈦而用之。此物亦係一種無色液體，其沸點在 $135^{\circ}$ ，凝結點在 $-12^{\circ}$ 。此物

在濕空氣內立即變成鹽酸霧；每一單獨之滴，自較高處落下時，在空氣內產生一條之烟。將氮加入，此項烟幕之功效更形加強。四氯化鈦一物，似被稱爲一種物質，在將來自飛機構成烟幕時，將占一特殊地位者。

五氯化銻 (Antimony Pentachloride —— 五氯化銻，爲一種黃色發烟之液體，在  $-6^{\circ}$  時即行凝結。在較高之溫度，加少量之水後，此物亦立即變成一種結晶狀之固體。在大戰時此物所占之地位不甚重要；惟在意國之發霧彈中，似曾用之。

四氯化錫 (Tin Tetrachloride) —— 四氯化錫，爲一種發烟之液體，其沸點爲  $114^{\circ}$ ，凝結點爲  $-35^{\circ}$ 。此物之應用，在單獨的作產烟物用時，遠不若在其與軍用氣體物質混合（內中最重要者爲與光氣混和及在 N. C. 混和物內）而用之時爲多；關於後項用法，在本書討論氣體技術之部份，業已論及，茲不再述。

柏格氏混和物 (Berger Mixture) —— 柏格氏混和物之產烟組份，亦同樣的爲一種氯化物，且即係氯化鋅 (Zinc Chloride)；是項氯化物，在此處係由四氯化碳與金屬之鋅粉化合而成。此類混和物，自其發現者之人名，得“柏格氏混和物”之名。關於此項混和物之配合，弗禮司 (Fries) 氏給有下列之製備方劑 (Bereitungsvorschrift)，但此方似非完全合宜：

鋅粉 (Zinc Dust)	34.6%
四氯化碳 (Carbon Tetrachloride)	40.8%
氯酸鈉 (Sodium Chlorate)	9.3%

氯化銨(Ammonium Chloride) 7.0%

碳酸鎂(Magnesium Carbonate) 8.3%

關於柏格氏混和物之成分及性質之一篇詳細的討論，爲黎熙泰(Richter)氏在美國化學工業雜誌 (*Journal of Industrial and Engineering Chemistry*) 第 13 卷 343 頁(1921 年)上所發表之論著。

### 3. 技術上的輔助工具

(Die Technischen Hilfsmittel)

產烟及霧之化學物質，係裝於容器(Behälter)或砲彈(Geschosse)內；前者包括發烟器(Raucherzeuger oder Rauchgeräte)及發霧器(Nebelerzeuger oder Nebelgeräte)。發烟或發霧器之任務，爲吹放(abblasen)烟或霧；發烟或發霧彈之用途，則在將烟或霧以射擊法放出。此外尙可利用手榴彈(Handgrate)以擲出烟，或將霧自戰車及飛機上之摩托排氣管(Motorauspuffrohr)吹放而出。

#### a. 產烟及產霧之器具

(Rauch-und nebelerzeugende Geräte)

##### (1) 德國式

發霧罐(Nebeltopf)——此項器具之有效的填充物，爲發

烟硫酸。在需用時，即令此物滴於燒過的石灰 (gebrannter Kalk) 上。發烟之期間，達二十分至三十分鐘之久。器具的總重為六十九仟克，可分成三部份而攜帶之。其用途為隱蔽發砲之砲臺，此外亦用以偽裝氣體吹放攻擊；其在各處前線及海軍上之應用，均屬殊廣。

海格如 (Heigl) 氏(參考 183)謂德國之產烟及產霧器，尚有下列數種：(1)一種三十四仟克總重之發霧箱 (Nebelkasten)，發霧期間 (Entwicklungsdauer) 為二分至三分鐘之久；(2)一種一百一十五仟克重之發霧桶 (Nebeltrommel)；(3)一種發出黑烟之含蒽的發烟鍋 (Anthrazenrauchpfanne)；(4)一種發烟爐 (Rauchofen)，發生灰黃色烟，但對其所用的物質則無較詳之描寫者。

### (2) 奧，匈帝國式 (參考 183)

產烟燃燒管 (Rauchbrandrohr)——此項器具，為一作圓筒形之紙捲，以兩種大小製成；一為  $9 \times 30$  厘米，一為  $15 \times 40$  厘米。其填充物為分層之萘 (Naphthalene) 及“塞買特” (Thermite)。小號之管，內含二仟克之填充物；大號者則含七仟克半。此二種管，亦均曾用 50% 氯酸鉀，42% 萘及 8% 硫磺之混和物以作填充劑。

### (3) 法國式 (參考 114)

在大戰期間，法國曾將下列兩種樣式之發烟器加以發展：

第一種樣式爲柏格式機器 (Engin Berger)。此項器具，因燃燒而發生多少帶黑色之烟。是項系統，又有兩種：一種爲一紙製之燃燒管 (Brandrohr)，其總重爲四仟克半而其發烟期間爲兩分半鐘者；第二種則係一金屬製發烟罐 (Rauchtopf)，其總重爲四十仟克而其發烟期間則爲十分鐘者。

第二種樣式爲凡地式機器 (Engin Verdier)。此項樣式之器具，因一種氯化物與氨氣 (Ammonia Gas) 在壓力下所起之化學反應，發出白色之氯化銨霧。是項器具，計有三種大小；其總重各爲四十五，八十，及一百二十仟克。小號器具之發烟期間約爲十一分鐘，大號者則爲十四分鐘。與柏格式機器相反，此項器具之發烟，可隨時任意令其中止。

自此二種樣式器具所發生之烟雲或霧雲 (Rauch-oder Nebelwolken)，可達五十至一百米之寬；至其長度，則與發生期間之長短有關，但在實際上未能超過一千五百米。此項雲之高度，當天氣甚爲潮濕時，係在三十至五十米之間，在極屬乾燥之日，則達二百至二百五十米之高。

關於每一平面單位 (Flächeneinheit) 所需要器具及服務人員之數目，歇德維 (Chedeville) 氏曾給有下列數目字 (參考114)：在一平方仟米內，用十二個放射哨兵 (Abblasenposten) 與十二架器具，如當風向順利時，可於五分鐘之內，將二至三平方仟米的平面，用霧遮蓋。將較大的平面布霧時，可以平均每平方仟米用三個人計算；其所需化學藥品的數量，據歇氏估計，對於

每平方千米作二小時之用；需有三百八十至四百仟克；海格如 (Heigl) 氏所得之估計(參考 183)，較此稍高。

#### (4) 英國及美國式(參考 82,131)

美國之發烟箱(Smoke Box)——此項器具較適當之名，似為“發烟浮器”(Smoke Float, 德文譯為 Rauchschwimmer)。在美國海軍中，用此項器具以於船旁產生烟幕。其形狀為一隻鐵製的圓筒，外有一隻鐵製的浮筒(Floss)包圍之；此項浮筒，可在水上行動約一小時之久。據弗禮司(Fries)氏(參考 82)，此項器具之圓筒部份，內約含四十五仟克(即一百磅)之發烟混和物；其烟的流出所占之時間，約為九分鐘。

英國海軍部 F 式之發烟浮器(Smoke Float, Admiralty Type “F”)——此項器具(參考 131)，為英國大戰後之模型；其用途與上述美國式之發烟箱相同。器具之總重為七十二仟克(即一百五十九磅八英兩)；內含四十五仟克(即一百磅)之柏格氏混和物。其發烟期間約為十一分鐘。

英國之 S 式無毒發烟燭(Smoke Candle, Type “S”)——在大戰時，因其價值之低廉，運輸之容易，保存時間之長，及使用之容易，協約國方面對於發烟燭，極為相信。此項器具，僅係金屬製之圓筒，其直徑為九厘米，高度為十三厘米，總重為 1.75 仟克(即三磅十二英兩)，內裝 1.175 仟克(即兩磅八英兩)之“S”式發烟混和物。是項發烟混和物之主要組份為硝酸鉀，

硫磺, 柏油 (Pech), 硼砂 (Borax), 及膠 (Leim); 其總矇蔽力據稱爲磷的五分之一, 其燃燒期間(在燃燒時同時發出煙幕)達五分鐘之久。

美國之 T 號無毒發煙炬 (Smoke Torch, Mark "T")——此項器具之構造, 幾於在一切細節, 均係仿照上段所述之英國式發煙燭。其燃燒期間爲四分鐘。

美國之 B. M. 式毒煙燭 (Toxic Smoke Candle)——此項發煙燭, 內有一薄鐵片製之特殊瓶狀的容毒器 (flaschenförmiger Giftbehälter), 立於一內含 B. M. 混和物〔即柏格氏混和物 (Berger Mixture) 之縮寫〕之箱內。其容毒器係用一易於熔化(熔點在  $90^{\circ}$  左右)的金屬所製之塞封住; 爲便利容毒器內之物沸騰起見, 在其內置一金屬製之網, 網下置有碎鋼片。將此燭點燃後, 約過十秒鐘, 其內所含之發煙混和物, 乃開始發出煙幕。因此項作用所發出之熱, 將金屬之塞熔化而使沸騰之毒物得以自由的進入煙雲之內。在燭點着一分鐘後, 毒物即自蒸發而與煙雲相混和; 此項混和煙發出之期間約爲四分鐘。總共過六分鐘後, 此燭即完全燒完。

美國之分散 (Dispersoid) 式毒煙燭 (Toxic Smoke Candle)——此項大戰後之模型, 爲一鐵片製之圓筒式箱 (Büchse), 上有一蓋者; 其直徑爲十厘米, 高二十二厘米, 總重二仟克半 (即四磅半)。內中所含之物, 爲半仟克 (1.2 磅) 之氯化二苯胂 (Diphenylchloroarsine) 及一仟克 (2.4 磅) 之無煙火藥 (rauch-

loses Pulver)。在此處不需用一種特殊的容毒器。在蓋內備有摩擦平面 (Reidfläche) 及火柴 (Streichholz)；此二者均各用一層馬尼刺紙(Manilapapier)裹住，以令其彼此分開。使用時先將蓋除去而將燭點燃。燃燒之馬尼刺紙，將火藥點着。所發生之熱，使氯化二苯胂蒸發，而約以三十秒鐘後，將蒸氣經過氣門 (Ventil) 以高速度逐出。此項高的流出速度，防礙火藥的點着。流出之時間，約為四分至五分鐘。

發煙背囊 (Smoke Knapsack)——發煙背囊，共重三十八仟克半(即七十磅)。雖其重量有如許之大，但此項器具係指定由一人將其負在背上及將其使用。是項器具，為兩隻鋼製圓筒所組成；二筒之高均約為八十厘米，其直徑則係十五厘米。二筒中一筒含四氯化矽及液體化之二氧化碳，其他一筒則含液體化之氨氣。將二氧化碳加入四氯化矽內之任務，僅在使四氯化矽自氣門之孔放出時，能作液體狀而流出。在攜帶者之右邊，有一上安流出氣門 (Ausströmungsventil) 之管垂下，幾達於地面。此人之右手，牽引此項噴射器具，其左手則用以開關氣門(此項氣門，兩手均易於握着)。是項器具之流出時間，共達十五分鐘；但可隨時任意令其中止。一隻發煙炬所含之物，在風力約為五米 (ms.) 時，其所發出之煙，足以掩蔽滿裝一列車之兵士。

發煙漏斗 (Smoke Funnel)——發煙漏斗，亦係在美國海軍中首先設備，與上述之發煙箱相同；其用途係在船尾甲板上發

生煙幕。此項器具，內有一圓筒式之鐵管，長 2.1 米，直徑 60 厘米，其不閉的一端有一用手運轉 (Mit Handbetrieb) 之大的風箱 (Gebläse) 及齒輪聯動機 (Zahnradgetriebe)，其聯動裝置 (Übersetzung) 為 30:1 者。是項鐵管，以橫平方向裝架於一長方形之鐵架上。器具中又有兩隻鐵製圓筒，一裝四氯化矽及二氧化碳，其他裝氨，與上述之發煙炬相似；此二圓筒，經過鐵管以與發煙漏斗 (Rauchtrichter) 相聯。將圓筒之氣門開開後，兩種氣體均即流入鐵管；流出時四氯化矽係自四嘴發出，而氨則係自一嘴發出。由此器具所成之最後產物，係一種濃厚白色的氯化銨霧，與由發煙炬所成者相同。所用四氯化矽與氨之比例為 2:1；普通為產生一濃厚之煙時，用兩磅之前者及一磅之後者(即氨)；即屬已足。一套圓筒，其所含材料，可供在鐵管內吹放三十分鐘之用。此項吹放，隨時可以任意令其中止，令其中止之法，為首將四氯化矽的進入處關閉，過三十秒鐘後，再將氨的氣門關住，最後乃將風箱停止。

### b. 產煙及產霧之彈藥

#### (Rauch- und nebelzeugende Munition)

在大戰時所用之產煙及霧之彈藥，計有下列各種：

榴彈 (Granaten)，司托克迫擊砲彈 (Stokes-Mines)，利文式 投射砲彈 (Livens-Bomben)，手榴彈 (Handgranaten)，槍榴彈 (Gewehr-granaten)，及飛機炸彈 (Flugzeugbomben) 等，曾在

協約國方面用之；

榴彈，輕迫擊砲彈 (Minen des Minenwerfers)，及手榴彈等，曾在德國方面用之。

磷榴彈 (Phosphorgranaten)——協約國方面作發烟用之磷榴彈，內含固體之磷。其磷之裝入方法，係將磷在熱水下溶化，自一管筒系統 (Röhrensystem) 用一唧筒 (Pumpe) 打入彈內，當時彈內用水裝滿而彈殼則係置於熱水中，俟磷凝固後，即將剩餘之水吸出。所用減少分量的炸藥 (Sprengladung)，足以裂開砲彈及噴散其所裝之磷者，係安於彈頭或彈之中心。在裝填及處理此項砲彈，必需注意特殊的預防處置 (Vorsichtsmassnahmen)。製好之此項榴彈，備有碰發信管 (Aufschlagzünder) 者，需與他種彈藥嚴格的分開而作直立 (Stehend) 之狀態保存，且必需對熱氣及日光作防護。在可能範圍內，酷烈之寒冷，亦應避免，否則或致發生滲出 (Schwitzen)，甚至砲彈裂開的現象。磷榴彈同時有引火之功效，故對於有生命的目標及易於燃燒之無生命的目的，亦殊有效；但其主要任務，仍在產生一種濃厚的不透明之防護烟幕。至侵徹 (Durchschlag) 及破片 (Splitter) 功效，則此項榴彈均無之。在世界大戰時，英國砲兵所備之磷榴彈，其最大者達六英寸 (即 15.2 厘米) 之口徑。按照 1921 年之英國烟幕規程 (Rauchvorschrift)，其所置備之磷榴彈，計有下列各種大小的口徑：

(1) 第二號之十八磅野砲榴彈 (Feldkanonengranate Mk.

II), 最大射程八千六百米(即九千五百碼), 總重 8.4 仟克 (即十  
八磅九英兩), 內含三百四十五克(即  $12\frac{3}{4}$  英兩) 之白磷;

(2) 3.7 英寸(即 10 厘米)野戰榴彈砲彈(Feldhaubitze-granate), 亦稱抗坦克車彈 (Antitankgeschoss), 最大射程五千三百米(即五千九百碼), 總重九仟克 (即十九磅  $14\frac{1}{4}$  英兩), 內含八百七十克(即一磅十五英兩)之白磷;

(3) 4.5 英寸(即 11.4 厘米)野戰榴彈砲彈, 內分第六號及第九號二種; 第六號之最大射程為六千三百米(即七千碼), 總重為 16.3 仟克 (即三十六磅半英兩), 內含 1.56 仟克(即三磅七英兩)之白磷, 第九號之總重之 16.4 仟克(即三十六磅  $4\frac{1}{4}$  英兩), 內含 1.8 仟克(即四磅)之白磷。

三氧化硫榴彈 (Schwefeltrioxydgranaten, 參考 123)——當磷榴不能得到時, 或當在不欲同時得引火功效之情形下, 協約國方面即用三氧化硫榴彈。 在世界大戰時德國多次使用的 15 厘米發霧榴彈 (15 cm.-Nebelgranate), 在其前部約含有三仟克之炸藥; 在其後部, 則有 1.55 升之三氧化硫, 置於一安於水泥中之鉛製容器內。 同樣之榴彈, 有 7.7 厘米及 10.5 厘米之口徑者, 亦曾用之。

氯磺酸榴彈(Chlorsulfonsäuregranaten; 參考 114)——法國之 O.C.S. [此項字母自法文之 Oléum (即發烟硫酸) 及 Chlorhydrine Sulfurique (即氯磺酸) 二字之縮寫得來] 發烟榴彈, 內含氯磺酸及發烟硫酸之混和物。 此項榴彈所產生之烟

幕，其濃厚及持久性均不及自磷榴彈所產生者；故在距離殊短時，即能容許透視。是項榴彈之應用，在隱蔽自方部隊及坦克車，並作矇蔽敵人觀測所之用。除磷榴彈外，此項榴彈，似曾經試驗，證明其屬有效；無論如何，在大戰後之法國操典(Exerzierreglement)中，將其採入。

三氧化硫迫擊砲彈 (Schwefeltrioxydmine) ——德國之發烟輕迫擊砲彈 (leichte Nebelmine)，內含三氧化硫在粗濃硫酸(即 Oléum)內之溶液；在大戰時，此項彈之射擊，比較的殊少。

發烟司托克白砲彈(Stokes-Rauchmine; 參考 131)——司托克白砲(Stoke's Mortar)內所用之發烟迫擊砲彈 (Rauchmine)，在大戰時或含發烟混和物或含磷(參觀第 228 頁)。按照英國方面發表之論著，在大戰後似僅備後者(即磷)以作填充物。因其有強烈的引火功效，此項迫擊砲彈，亦用之供發火之用，且此項用途似為其首要之指定用途(參觀第 495 頁)。英國式之可以搬動的三英寸司托克白砲，其所用之發烟迫擊砲彈，總重 5.4 仟克(即十一磅十四英兩)，內中包括 1.1 仟克(即二磅六英兩)之白磷填充物。對於不能搬動，射擊速度 (Feuergeschwindigkeit) 較小之四英寸司托克白砲，則所備者為效力殊大之磷迫擊砲彈 (Phosphormine)，其總重為十一仟克(即二十四磅九英兩)而內中包括 3.5 仟克(即七磅十二英兩)之白磷者。

發烟利文式投射砲彈 (Livens-Rauchmine)——利文

投射砲 (Livens-Werfer) 之發烟彈 (Rauchbombe), 總重二十二仟克(即四十九磅), 空彈則重 7.8 仟克(即 17.5 磅)。因此是項彈之發烟及引火功效, 均殊較司托克迫擊砲彈 (參觀上段) 爲大。此項彈之填充物, 主要的爲磷; 至發烟混和物是否亦曾備有之, 則迄今尙無確切的聲述。是項磷投射砲彈 (Phosphor-bomben), 其任務首在以其引火功效對生命的目標發生影響〔爲作是項用途起見, 模範式的磷燃燒彈 (Phosphor-Brandbomben), 即內含磷與二硫化碳之填充物, 如在大戰時 (參觀第 34 及 218 頁) 亦嘗射擊者, 在此處顯亦備有之。〕, 而在用氣體投射砲彈時插入用之。

發烟手榴彈 (Rauchhandgranaten)——德國之球形發霧手榴彈, 內含氯磺酸 (參考 123)。

英國人之手榴彈, 係以輕金屬製成, 內裝三百四十克之發烟混和物。是項發烟混和物, 不久〔例如在“第二種第二十八號英國化學手榴彈” (British No. 28 Chemical Handgrenade, Mark II; 參考 131) 中〕即爲四氯化錫所代; 而此項填充物, 往後復爲 N.C. 混和物 (即硝基三氯甲烷與四氯化錫之混和物) 所代。此類裝填的手榴彈, 同時有毒質的功效, 故屬於產生毒烟的工具之內。此外英國人尙備有第二種之投擲彈 (Wurfgranate); 是項投擲彈投擲時頗嫌其重, 其內裝磷, 故稱之爲“P”彈 (“P”-Bombe)。

一切此類發烟手榴彈之主要缺點, 爲其烟幕的發生, 僅能在

投擲者之附近成功；而其投擲所達之距離(Wurfreichweite)，最多不過四十五米。 在多數情形下，由此所發之烟，立即將敵方砲火引到其本身之上，而因此使投擲者本身感受危險。 此項缺點，協約國方面曾試用發烟槍手榴彈 (Kombinierte Rauch-Hand- und Gewehr-granaten)以免去之。 是項手榴彈之優點，在其能以手投擲，或自槍上射出之；其填充物爲白磷，據稱在大戰時亦曾有用四氯化錫以作填充劑者。

英國式之槍手榴彈，在大戰後曾得一種頗大的發展。 各種的模型，均有描寫。 活拉如(Worrall)氏(參考 48)曾對下列二種樣式加以報告：

(1)英國第二十七號 W.P. 式的槍手榴彈(Englische Nr. 27 W. P. Kombinierte Hand- und Gewehrgranate; W. P. 二字母係 White Phosphorus (即白磷)之省寫)，(1919 年之報告)——此項手榴彈，係與一根十五英寸長，上刻有英寸者之棍相連；其總重(棍之重在內)爲五百七十克(即一磅四英兩)，其射程則在七十七至二百一十米(即七十五至二百碼)之間。 爲將其作不同地位之安置起見，特備有橡皮圈，套於棍上，可以推動。 在槍口之棍長，每一英寸與十五碼之射程相當；用時最少以五英寸起碼，此即與七十五碼相當。 至其投擲之距離，則可達四十五米。

爲代替此彈上之標柱 (Stock) 起見，以後有用一種第一號之特殊的射出器(Special Discharger No. 1)以代之者。 關於

此器之構造，現無報告；其優點為與標柱相較可得較遠的射程及較準的命中。較新及更佳的樣式，據稱在準備中。

(2)英國第三十七號 W.P. 式的槍手榴彈(Englische Nr. 37 W. P Kombinierte Hand- und Gewehrgranate) (1923 年之報告)——此項手榴彈，據英國烟幕規程(參考 131)，僅有一百米之射程；其投擲距離則仍為四十五米。按此關於是項模型之進步，尙未證實。

此項手榴彈之總重為九百克，內含之磷為三百五十克。在爆炸時，燃燒的磷所撒出之範圍，據稱約為十五米（十五至二十碼）。一種新的改良模型，備有構造特別合宜之射出器 (Discharge) 者，據云不久即將採用。

據英國方面之報告，單獨的一枚發烟槍手榴彈所產生之烟，超過一枝單獨的發烟燭 (Rauchkerze) 所發出者。

### c. 烟及霧自戰車船隻或飛機用特殊方法之產生

霧自摩托排氣管之產生——在戰車，摩托船，及飛機上，經試驗的結果，證明若除噴入油外，將粗硫酸及氯磺酸一併噴入其摩托排氣管 (Motorauspuff) 內，即可作一種發霧的工具，此酸因熱散出，而在特別細分之狀態下，與排出之氣達於外面之空間。作此用所需之酸量，比較的殊少。例如對於一架芮納式 (Renaulttyp) 之七噸坦克車，若以每小時十千米之進行速

度計算，每分鐘僅約需一百一十至一百五十立方厘米，即屬已足。據活拉如 (Worrall) 氏(參觀 48)，英國之坦克車，寧取氯磺酸為發霧劑。每一坦克帶走之酸量，約可供四小時發霧之用。在發霧時，坦克車內之人，必需戴上其防毒面具。

按照英國規程(參考 160)，氯磺酸係自一種特別構造的附帶容器，經過一進入管而導入摩托之排氣管。在下列各種條件下，所得之結果為最佳：

(1)氯磺酸導入管，係在熱度最高處進入排氣管，此即謂正在最後一汽缸的排氣管 (Auspuffstutzen) 進入排氣總管 (Auspuffsammelrohr) 處之後；

(2)霧的排出，係與廢氣的排出分開；此點可以不用排氣罐 (unter Ausschaltung des Auspufftopfes) 而達到之；

(3)汽油蒸氣 (Benzindampf) 內之濕氣，經將水噴入而增加，且其所加入之水量，正足使帶走之水蒸氣在發霧管內凝縮。

烟及霧自船隻之產生——當大戰時在海上採用烟及霧以作船隻之防護，其法係或自甲板上之發霧器或自置於船旁之浮流的產霧容器內發出之。船上之小船 (Beiboote)，亦可將其放出而自其上發霧。美國方面發表之論文，尚提及他種方法，例如在鍋爐間內產生烟幕而將其自烟肉內發出，或自甲板上之繫留氣球 (Fesselballon) 內發出之，以得離其所關之船有夠大的高度之霧幕 (Nebelschleier) 是也。在有航空母艦時，是項任務，最好以飛機行之(參觀書末附圖 77)。

烟及霧自飛機之產生(參考 84,191)——除上述之自摩托排氣管發霧法外，在飛機上吾人尙有其他兩種採用烟幕之方法。

### (1) 發烟炸彈之投擲

據美國方面發表之論著(參考 59,82),發烟飛機炸彈中,應用者首推十二至二十五仟克之磷炸彈 (Phosphorbomben); 是項炸彈,同時對於易於燃燒的材料,有引火的功效。在大戰時之飛機磷炸彈 (Phosphorfliegerbomben), 雖據推測大致係作是類引火之用 (參觀第 496 頁), 但在大戰後其在此方面之用途,已爲更有效之“塞買特”(Thermite; 參觀第 512 頁)與固體油 (Solid oil; 此油係自燈油(Brennöl)與肥皂,按照美國化學戰爭事務課 (Chemical Warfare Service)規定之方法而製成)的混和物所代 (參考 82),而飛機磷炸彈之首要任務,現時乃在產生烟幕以矇蔽敵人之高射砲而爲飛機本身作防護。此外內裝無毒的柏格氏混和物之發烟炸彈,並無任何引火之功效者,亦備有之;此項發烟炸彈之應用,在海上首應想及之,因磷在一水面上之發烟功效,以其成磷酸之故,大部份失去也。

### (2) 液體發烟或發煙霧材料之噴射或雨下

此項大戰後之最新式方法,其第一次試驗係於 1923 年九月五日在美國舉行(參觀第 497 頁);其法係將指定作產霧用之液體(是項液體,多半係置於架飛機者座後之一個或數個容器內

以帶之飛行),用液體化之二氧化碳或高壓空氣之壓力,經過特別形式的噴嘴(Düse),使其在與飛行相反之方向放出,且其放出之速度,係與飛行之速度相當,以使其所發生之霧粒(Nebelteilchen),僅得一極小的橫平行動(Horizontalbewegung),而幾於以垂直的方向下落於地上。在化學方面執行是項手續之物質,據美國方面之報告(參考 84);首為在大戰時曾經用過之液體,即四氯化矽及四氯化鈦(Titanium Tetrachloride)。作此項採用時,四氯化矽之產霧功效,亦以氨氣之加入而得適當的增加。反之用四氯化鈦時,則即不加氨氣,在空氣中據稱已足產生夠濃厚的霧條(Nebelstreifen)(參觀第 513—4 頁)。對於此類試驗,將四氯化碳與鋅粉合併(此即謂與柏格氏混和物之配合相似;參觀第 514—5 頁)而用之,據稱亦係同樣的有希望(參考 140)。

自一架或數架在離地頗高的高度飛行之飛機,投下按照上述各種手續產生之霧雲(Nebelwolken)後,是項霧雲,按照天氣情形,以較大或較小的速度沈至地上;而依其產生之方法或其成分,及相關的飛機之速度,造成霧帳(Nebelwand oder Rauchvorhang,英文稱為 Smoke Curtain)或霧蓋(Nebeldecke oder Rauchschirm,英文稱為 Smoke Screen);是項霧帳或水平霧幕,使自下面不能窺見飛機,但對於飛機對其下面地域之觀測之可能性,則無大影響。吾人亦可在殊大之高度(二千英尺或六百米以上),自飛機放出烟帳(Rauchvorhang);此

項烟帳，在適宜之天氣下，可將此飛機與地面間之空間，全部充滿。如此產生之霧幕，即在小濃度時已有夠大的隱蔽力 (Deckkraft)，故僅將一架飛機作此用時，已可有效，與用以散布氣體時不同。據美國方面發表之論文 (參考 154)，一架中號大小的飛機，可於半分鐘內布好一幅一百八十米高及一千六百米長的霧幕 (Rauchschleier)。

與在地上產生烟及霧時相似，英國及美國方面，對於空中散布霧幕之手續，又曾進行試驗，同時將他物加入霧內以予以某種程度之化學戰爭上的價值；此項加入之理由，據推測係在偽裝有效之毒性軍用氣體物質，以令對方感覺不安，而被騙戴上其妨礙行動之防毒面具。此類加入的物質，曾在美國之試驗中用之者，有藍十字氣及較新式之催淚氣等。雖然，自氣體技術上言之，則是項手續並不能認為有任何大的意義及效力。加入之物，當然僅為濃度本已極小的霧粒之百分之若干。因此吾人完全不需細究某一瑞士女和平論者之可怕的描寫 (此項描寫，係因對於美國之烟帳錯認其在氣體技術上採用的可能而發出之熱心的斷語)，謂“此項手續，若有應用之時，可將最可怕的毒氣，灌入軍隊或城市之內；而是類之有毒霧雲，等於一幅能將整個軍隊，艦隊，或城池在其下埋沒的幕布”。在討論軍用氣體物質之噴射手續時，吾人已指出，如欲在氣體技術上得一有效的採用時，需要何等數量之化學物質及飛機；由此可見用一單架飛機以作此項任務，可謂毫無意義。

## 4. 烟及霧之採用

### A. 戰術上之考慮

#### a. 基本的觀點

烟幕\* 之合理的採用,在許多戰役中,可使自方部隊的損失減少;且使攻擊者之動作得有隱蔽,因而促進其對敵人之奇襲。

自一般言之,在用烟幕時,其所用兵力 (Einsatzstärke der Truppe),當然仍需與其指定的戰鬥任務 (Kampfaufgabe) 相當;然烟幕一物,對於處於劣勢但有決心的攻擊者,常使其能以得到重大的(或且甚至決勝的)的奇襲之成功。在烟幕中勝負之決定,多半殊速。

烟幕一物,雖奪去敵人之視力而因此並去其砲火描準或其觀測(Beobachtung)的可能性(或二者均去之);但在烟帳(Rauchwand oder Rauchvorhang)後自方部隊之行動,則係在完全亮光中(in voller Beleuchtung)進行,而惟有敵方飛機乃能對之作觀測或破毀之。為免除最後一點(即受飛機之攻擊)起見,可在其上用烟蓋(Rauchdecke oder Rauchschild)蓋住。此項烟幕戰略上之最高的原則,在各處均可通行,且對於一切在戰爭過程上能以發生的情形,均可適用。

---

\* 注意: 在戰術部份之討論中,為求簡便起見,本書僅言及“烟”(Rauch)而不及霧。

由此觀之，烟幕之爲物，乃係一種工具，合於用以免去敵方砲火者；故用以對付物質上占優勢的敵人，烟幕似屬特別有價值。

以近代兵器之防禦力 (abwehrkraft) 的日益增加，烟幕一物，雖同時對於防守者在相當情形下(例如當在退卻時)爲有益，但對於作積極行動之進攻者尤屬有用。因行動 (Bewegung) 對於進攻者之利益，亦較對於防守者爲大，故攻擊者如欲在物質方面處優勢，似乎勢將利用烟幕，以擺脫陣地戰的束縛，而努力試自運動的作戰 (bewegliche Kriegführung) 以求決勝。

烟幕之應用，並不使任何方面之輕的或重的兵器之應用，變爲不復需要，其理正與氣體應用時相同；因每種天氣或風向之突變，均能使其功效發生障礙也。在彼時吾等祇得重復行求助於普通兵器之應用。

惟有不錯 (richtig) 的烟幕使用，乃能矇蔽敵人之砲火，使其不能描準，而因此使自方部隊之損失減少。此外烟幕亦用之以令敵人感覺不安。最後此物亦用之以作欺惑敵人之巧計。對於最後一類的用途，吾人務需注意下列觀點：使用烟幕時，至少在其迄今所用之形式下，難於將攻擊之時間保守祕密；反之烟幕的發現，多半使敵人得警告，而指示其在多少不等之時間內，將有一次攻擊來到。雖然，吾人可利用欺巧式的烟幕使用，轉移敵人對於真正的攻擊時間之注意，因之誘出其砲火，以暴露其防守系統之詳細情形，而令其浪費彈藥。

每個兵種，均可僅自其本身或與他種兵種合併而發烟。因此吾人必需不僅認識其在此方面之本身能力，而且亦應知悉以何種方法及在何種情形下，他種兵種能因發烟而對之予以幫助。

若吾人欲在一段陣地戰時期之後，使用與其企圖 (Unternehmung) 有關之烟幕，則可舉薦之方法，為在行此項嘗試之前，於不同之時間發生烟幕而不隨之作任何活動，以使敵人得某種程度之虛假的安全意念。

另一類藉烟幕作成之偽裝，在大戰時已有多次用之者，即係令敵人感覺氣體之存在。關於此類巧計在用吹放攻擊法時之重要，已在討論該點時指出(參觀第 131 及 146 頁)。雖然，用他種發烟工具，亦能偽裝氣體。例如活拉如(Worrall)氏曾對下列大戰中之實例，報告之如下(參考 48)：

“在 1918 年六月某一月亮光明之夜，在哈默(Hamel) 附近，英國第十五及十六兩大隊(15. und 16. Bataillons A. J. F.) 之突擊隊，利用下述巧計，佔領德國之塹壕系統(Grabensystem)一處：一隊由一伍長(Korporal)及二兵士組成之斥候隊，爬過德國陣地側面之一處三英尺高之穀田(Getreidefeld)，達到鐵絲鹿架(Drahtverbau)之前，未被德國人所見；在當時之風向，正係吹向德國陣地。此三人在是處即投出數枚之白磷手榴彈，用德文喊氣體警報之口號，而將其口笛吹三聲。向前進行之英國突擊隊，發現德國塹壕系統內之人均帶上防毒面具，而因此在近接戰時勝過之”。

在採用烟幕時有決斷力之天然因素，為天氣與地形；此點將於下文第 547 頁內作更詳之討論。在乾燥的天氣及多沙的地面之情形下，因戰爭活動而起之塵土及烟雲，常已足以隱匿步兵，使其前進難於觀測。雖然，經證明之結果，對於視察之如此

防護，終屬不完全；而在作戰地域本身以外之觀測者，且占一種極佳的地位，可以追隨戰爭進行之一般經過。因此即在此種情形下，人造烟帳，仍不應放棄不用。

此外吾人尚應注意，內裝白磷之發烟彈（即白磷發烟榴彈，白磷發烟迫擊砲彈，白磷發烟槍手榴彈等。），使用時同時有一種強烈的引火功效。是類彈藥爆炸時，燃燒的磷片，在一約計十五米大小之圓形地域內噴散；故有長草，野草（Heidekraut），或松杉樹（Koniferenbestand）繁生之地域，在極乾燥時，易於因此而起火。

#### b. 一般的應用(參考131)

烟幕之應用，係屬多方面的。自空中及自地上之觀點，均常可藉適宜的烟幕採用，將其完全掩住。軍隊及搬運要具（Fahrzeug）之向前，向後，及向旁的動作，各類的集合，換防（Ablösung）或增厚前面兵力時之前進，彈藥及給養的補充，空曠地域的砲臺，及作陣地戰時之奇襲等，均可於白晝中任何時刻，將其免去視覺。

為掩蔽自方部隊起見，應將烟帳布於此項部隊與敵人之間。在進行攻擊時，前進之部隊，應以在烟幕之後愈久為愈佳，而不應在其中前進。因此吾人可得一結論，即當風向係自側面吹來（bei Seitenwind）時，需將烟幕在可能範圍內如此布置，令其在所欲矇蔽之敵人陣線前密布。

若風向係自進攻者之後面向前吹 (bei Rückenwind) 時，則烟帳之構成，需距其所欲隱蔽的目標甚遠，以令其在達到敵人之前完全造成而屬有效。此項距離的大小，與其所用之發烟工具有關；據英國規程（參考 131），對於砲彈及司托克白砲彈，假定其離開目標之距離平均為四百米，可視為合宜。

用烟幕隱蔽停留的部隊之試行，必需經過慎重的考慮而後謹慎的執行之。吾人總需計及，一幅烟帳，易將敵人之砲火引到其本身之上，因此自一般言之，烟帳之安置，應距其所欲保護之部隊約四百五十至五百五十米（即五百五十至六百碼）之遠。一切此類規則，當然與地形之情勢大有關係。

在一切利用烟幕之企圖，創造力 (Erfindungsgabe) 及變換，需占相當的地位，以令敵人從不能確知何者為其所應期望者，對於烟幕採用本身，必需有極澈底之準備；碰巧及僥倖的手續，多半不能達到目的，且往往不但無用而且招害。反之在戰爭過程中，熟加考慮後之烟幕採用，能於在危急的時機，救全人命，及防止向前進攻之中止。

### c. 在攻擊時之應用

在攻擊時，烟幕之採用，計有下列三種目的：(1)構成烟帳，在其後進攻之部隊集合，散開，向前進行，或向旁移動，等等；(2)隱蔽敵人之抵抗巢，(3)對敵人之陣地作奇襲的側面攻擊。

在引用烟幕以前，因配置部隊而不為敵人所察覺或擾亂，為

一困難之事，故作戰者多傾向於在黎明（德國多用此時）或傍晚（法國多用此時）之時，施行攻擊。以此之故，對於敵人之奇襲，特屬困難；因敵人在此項時刻，多半在其哨位也。反之烟幕一物，使攻擊者在白晝中之任何時刻，均有夜間或黎明時的主要優點；部隊之種類及多少，本突擊(Hauptstoss)之方向，及機關槍之採用，均可以烟幕隱蔽，使敵人不能見之。

小抵抗巢(Widerstandnest)或大抵抗中心（如樹林及村落等）之奪取，常可藉烟幕的隱蔽功效而使其較易。據活拉如(Worrall)氏之報告(參考 48)，德國之防守系統，以採用“丸箱”(Pill-box, 意指混凝土築成之機關槍巢)，曾使英國之進攻部隊，多半蒙受異常重大的損失。用此法時，德國人對英國之攻擊波(Angriffswelle)作側面攻擊，以極準的砲火射殺其部隊領袖而使其整個攻擊運動(Angriffsbewegung)停滯。藉烟幕之應用，使防守者之砲火不能描準；然後攻擊者乃得在掩蔽下展開而將是項機關槍巢剷除之。

因空中觀測之發展，樹林及村落，以其有隱蔽之可能性，其價值得異常大的增加。此類較高之評價，當然係與空中化學攻擊之較大的威脅相反；對於該項攻擊之防禦，需備有一種特殊的防守系統(參觀第 385 頁)。雖然，不過小的樹林及村落，加以適當的防守建築，可成爲自前面不能攻下之處。因此對於此項處所，常試用側面攻擊及包圍之方法以奪取之；而在是項情形下，烟幕可作爲一種主要的輔助工具。對此英國烟幕規程

(參考 181)曾云,烟幕及氣體,在避風的樹林及村落中存留之時間,較在空曠地域爲久。然而停留之烟幕,在攻擊者闖入樹林或村落時,對於攻擊者較對防守者爲有利。後者(即防守者)在此項情形下不能認明攻擊者之兵力,因此其軍心易於搖動。至氣體對於攻擊者之損害,則係與其對於防守者之損害程度相等。因此攻擊者多半僅在本身不欲前進之處使用氣體;此即謂彼等對其側面之展開,在可能範圍內僅用霧,反之在中心則氣體與霧一併採用,在該處於事前及在攻擊過程中,自方部隊當然需採取一切預防的處置。在樹林內及村落中作戰之部隊,本需有充分的練習及良好的軍紀;若同時採用烟幕,此項要求,尤屬更苛。

活拉如\* (Worrall) 氏曾對數次英國對德國陣線之有效的烟幕攻擊(Rauchangriff)報告如下:

在 1917 年六月二十三日,第十五步兵旅團,對在阿匹樹林 (Oppywald) 邊界之甚爲堅固的德國玉米田 (Maize) 陣地,作第四次之攻擊;此項陣地英國曾對之作三次之突擊而均告失敗,但此次乃採發霧榴彈及發霧司托克白砲彈。伯得福夏 (Bedfordshire) 聯隊之第一大隊,應於在距此一百米之處作砲火戰者,同時亦用發烟手榴彈(燐手榴彈)。因德國砲火之不能描準,德國陣地,包括玉米田在內,均爲進攻者所奪,而攻擊者所受之損失且屬殊小。德國方面的損失,除死去多人外,有

---

\* 編者按英國之活拉如 (Worrall) 中佐,爲一烟幕方面之專家;對於英國在烟幕發生方面之進展有異常大的貢獻。因此在此處所引活氏之言論,係整個將其取來,未加比評。至其是否合實之考驗,則需保留至以後再說。自一般言之,活氏在其所著之烟幕戰術 (Smoke tactics) 一書中所發之議論,似屬可靠。雖然,此書之價值,殊受其粗糙無味 (Geschmacklosigkeit) 的影響,例如在書中提及德國人處,僅稱之爲“boches”是也。對於勇敢的敵人之此類侮辱,亦不合於英國軍官的身價。

六十三人被俘。

用烟幕所得最大之成功有二次；一爲 1918 年八月二十五日第九及二十九師團在墨特倫(Meterem) 之南所施之攻擊，一爲在 1918 年八月三十日加拿大之第一，第二，及第三大隊在維層阿多波(Vis en Artois-Bogen) 地方之突進。在此兩次事例中，德國之前綫，均因濃厚的烟幕而在二處被突破；第一次五百人被俘，第二次三百人被俘。

在採用烟幕之歷史中，活氏稱之爲失去機會之一次可注意及有教訓性的事例者，爲德國於 1918 年四月對尼泊樹林(Wald von Nieppe) 之正面攻擊。德國人對此處，於兩日內曾採用氣體，施行五次之突擊，但均屬無效。據活氏云，若德國人在此樹林東南方面之側面用霧，其攻擊勢可立即奏效。

攻擊者之無保護的兩翼，在有利的風向下(尤其當風向係自攻擊者之背後吹來時)，可以烟幕掩蔽之。以同樣之程度，攻擊者亦可對敵人陣地之含威脅性的側面，用烟幕將其矇蔽而得益處。此類需要，若忽然發現，則步兵即抓住其所帶之發烟槍手榴彈。

在通過空曠的地域時，熟加考慮後之烟幕採用，對於進攻的步兵，可有極大的用處。

對於渡河 (Flussübergang)，架橋 (Brückenschlag)，及在橋頭 (Brückenkopf) 築防禦工事，烟幕常爲一種有益的隱蔽工具。雖然，有人主張於河谷 (Flusstal) 上數處地點〔內中包含主要渡河點 (Hauptübergangspunkt)，輔助渡河處 (Nebenübergangsstelle) 及似可渡河之處 (Scheinübergangsstelle)〕，在可能範圍的寬度下，散出霧幕，以使敵人完全不能知悉，而因此令其砲火分散。

關於 1918 年六月十五日在聖約翰 (San Giovanni) 之維多地域 (Raime

Vidor) 內偷過比阿福(Piave)河, 海格如(Heigl)氏曾報告之如下(參考 183): “在此晨所起之霧, 以人造霧之產生而加強。據目擊者之見解, 此項偷過之得以成功, 主要者係因濃厚的霧, 使在優勢地位的意國機關槍側防設備 (M. G. Flankierungsanlage) 失去其視力。此霧在河之兩岸及在河床中, 有時竟達如此之大, 使各中隊經較長時間之迷誤後, 始得尋到渡河處”。強行渡過比阿福河之成功及因此所得之整個企圖的成功, 在數日後, 以將補給 (Nachschübe) 運過此河未得成功, 乃復歸於無用。在此處海氏發一議論, 與奧國參謀部之報告相反。海氏云, “補給之不能運過, 非因當時忽來之急雨, 比阿福河水之高漲, 或數處橋樑之拆毀所致; 而乃係因意國之飛機及在蘇德山 (Monte Sulder) 之上多處 149A 式砲臺 (149A-Batterien), 任橋樑建築完成後, 立即將其射擊而破毀之”。 “此項敵人之影響”, 海氏確信, “若有夠多的發烟材料備用, 殊可藉其在河本身上之充分的採用發霧器具而免去之; 因比阿福河之有多處之沙洲 (Sandbank), 應屬比較的易於執行”。在此處吾人應特別注意, 活拉如 (Worrall) 亦謂作補給目的之用, 橋樑及渡河處, 需要有效的烟幕防護。

#### d. 在防守及退卻時之應用

在防守時, 烟幕之使用, 必需十分慎重的行之; 因無障礙的視線, 對於防守者有特殊的重要也。

對此項主要觀點作深切的注意後, 烟幕採用, 在防守之下列各種可能之情形下, 可以成爲問題 (參觀下文第 564 頁所論之步兵防守):

(1) 敵人之砲火, 可藉觀測所, 司令所 (Gefechtsstand), 射擊指揮所 (Feuerleitungsstand), 或砲臺本身之朦蔽而影響或完全防止之。

(2) 對於敵人集合部隊以作攻擊之用, 用烟幕以擾亂之。在此處需有飛機以作輔助。

(3) 於適當之時機布出夠寬的烟幕, 可予後退的部隊以保護

而使其較易回復其有組織的團結(參觀 451 頁)。

(4)在作防禦戰爭而連帶作反攻,惟當在陣地遺留之槍砲及戰車 (Panzerwagen),不因此而失其視力時,乃有用到發烟手榴彈之處。

(5)當敵人之坦克車作奇襲時,適當安置的烟幕,可使其砲火及機關槍射擊無效而令其奇襲失敗。且擊退的戰車,在經過烟幕而後退時,亦可避去敵人的砲火。

(6)對於易於破毀的目標,如橋樑,前進路 (Anmarschwege),彈藥集積所 (Munitionsdepots),等等,用夠大的烟幕 (參觀第 583 頁)以隱蔽之,爲一對防守有最大的重要之事。

對於退卻一事,吾人在此處,亦應將執行一種爲時頗長以戰略上理由而自動的採取之後退,與因戰略上失敗被迫而取之退卻,加以辨別。

在第一情種形 (即自動的後退) 下,可制定一種各種因素合作之計劃,按之執行;故每部份之軍隊 (Truppenteil),可按此計劃進行,而以確信的態度採用其一切備有的發烟工具,不必慮其擾亂其他部隊之活動。

反之在一種迅速的後退,因擊退而有其需要者,則其合作之程度,即在最好的情形下,亦與下級指揮官之機智,靈巧,及合作有關。在此項情形下,無顧忌及不加考慮的採用烟幕,而不注意其鄰人,可使整個部隊之完全的火力 (Feuerkraft) 受其妨害;此點有時且可引起大的災禍。此項討論,對於利用濕的草墩

(Heuschöber) 等等之點着以作補助的烟幕製造，當然仍屬有效。

關於德國人在退卻時所用之迅速而獲得成功的烟幕隱蔽，活拉如 (Worrall) 氏報告之如下(參考 48)：

“德國人當其於 1918 年自麻因 (Marne) 撤退及在同年春自婆蒙哈默 (Beaumont-Hamel) 東之高地退卻時，均曾用烟幕。正當德國軍隊似將完全被解決時，彼等放出烟幕而遁去，其所受之損失殊小；此項結果，係因描準的砲火變為不能描準而來”。

#### e. 烟幕之缺點及其除去法

活拉如 (Worrall) 氏曾作下段合宜的言論(參考 48)：

“烟幕並非一種天賜的禮物(Himmelsgabe)！烟幕之為物，確有其缺點(Nachteile)；但是項缺點之中，有一部份係屬於想像(Einbildung)方面而非係在事實上的缺點。飛行者云，‘予不能看見，以作觀測！’砲兵云，‘予不能看見，以作射擊！’步兵云，‘予不能辨別方向，且烟幕招致敵人砲火於予身之上，而使予之所應抵抗者加多！’坦克車兵(Tankmann)，自一般言之實應認明烟幕對彼等本身之需要者，亦云，‘予不喜被籠罩於烟幕之內，因予將迷失道路之方向而易成有決心的敵人之掠奪物，蓋彼等將藉隱蔽行近予旁而對予擲手榴彈也！’信號兵(Signalmann)云，‘予無視界(Gesichtsfeld)，予之發光信號(Lichtsignal)將受極大的障礙！’最後軍隊指揮官云，‘予不能將予之部隊保留在予之視線之內！’”

在德國方面，對於在霧內作戰及指揮之缺點，亦曾經數次提出。例如司朶如堡格 (Stollberger) 在其所著之文(參考 241)中所論者，雖大部份係限於因天然霧所發生之影響，吾人可將其主要討論之點，在下列數段中，作簡略的重述。是項重述，即僅

自表示天然與人造霧影響之區別言之，亦有相當的需要。

天然霧之缺點，不適用於人造之霧及烟者

天然霧存在之時間，其長短無一定；此類霧能於白晝或晚間之任何時間到臨，在短時間內復又消滅，但亦可存留至數日之久。因此與夜間之黑暗相較，此項霧的防護功效，實有區別，且係較為不利；以夜間之黑暗時期，有一定的長短；且其開始及終止時，吾人均知之也。

夜間的黑暗，係均勻的及於整個戰場，霧則可限於一處較大或較小的地域，例如單獨的谷地 (Tal) 或深谷 (Schlucht) 等。

天然的霧，由此觀之，為一種不與任何地方或時間發生連帶關係之物；與夜間之黑暗相反，此物在各方面均係不確定的因素。作戰及指揮時，對於此項因素必需作準備；然而從不能對之作準確的計算。因此天然霧的特點，僅有一部份與夜間相似。以此之故，夜間戰略 (Verhalten) 的原則。不能不加修正而即引用之於在霧中的戰略。

天然霧的缺點在某種程度內人造霧及烟

亦有之者

在夜間之視力，可用探照燈 (Scheinwerfer) 照明彈 (Leuchtkugel) 等將其改進。反之在天然及人造霧中，或在烟中，此項閃光器 (Blinkgerät) 及照明信號 (Leuchtzeichen) 常屬無效。

在夜間，聲音的影響，較之在白晝可達較遠的距離。反之各種的霧，均影響聲浪之傳布速度 (Fortpflanzungsgeschwindigkeit)。

keit)。戰鬥之喧騷，用聲音的信號，及號令等，因此在有霧時能以聽見之距離，較在晴明的白晝為近；若與晴朗之夜間相比，尤屬更近。此外聲音的方向，在有霧時亦常難於認清；因此與此有關的錯誤，易於發生。

在有霧時，傳達命令及消息之機關 (Organ)，如自動二輪車 (Krafträder)，驛馬車 (Fahrräder)，傳令騎 (Meldreiter)，及徒步傳令者 (Meldläufer) 等，均以進行方針 (Orientierung) 之困難，即在夜間之情形相較，其進行亦遠為遲慢及不定 (unsicher)。傳令犬及傳信鴿之工作，亦常失敗。最後無線電交通，在霧中亦可受影響。

號令傳達之缺少，在白晝可以下級指揮官的獨斷補救之。雖然，彼等之活動，大受霧之影響，大聲之命令及號令，僅就自方部隊之安全着想所許可者，祇能在指揮官之鄰近聆悉之。信號 (Zeichen) 及指揮官本人所作之榜樣，其效力更小；即在指揮官之鄰近者，且往往一次不能見之。

在霧中，戰鬥地帶 (Gefechtsstreifen)，陣地區域 (Stellungsabschnitte)，攻擊方向，及前線，均難於認清及追隨。作戰前線之各部份，極易彼此碰在一起；在此種情形下，若不用指南針，必致兵器集中在單獨的處所，而在他處則有間隙；是項情形，以其常不知之，故愈屬危險。且往往本國作戰前線之一部份，亦常推至其他部份之後。以在霧中難於辨別友軍及敵人，故其結果常可引起與此相連之錯誤，如本國部隊彼此互相射擊等。

砲兵及重步兵兵器(Schwere Infanteriewaffen),在霧中均不合於步兵戰之變遷的情形之用;因此其在運動戰的往復戰爭(hin- und herwogender Kampf)中之合作,大感困難。整個的砲火,在是項情形下變為不能描準。

自飛機及氣球(Fesselballon)施行觀測,在此時為不可能。斥候及搜索隊,往往祇能得不滿足的結果。

以上所述之缺點,主要的係與天然霧有關。雖然,如在本條標題中已經指出者,是項討論,在達某種程度之下,亦對人造霧或烟之採用有效。此項可能的影響,在作熟加考慮後之合理的烟幕採用計劃時,應以之為根據。若隱蔽自方部隊之妨害似屬過大,則應考慮,是否可以努力設法,將敵人矇蔽,而迫彼等受上述的妨害。無論如何,在此處應再着重的聲明一次,每次實行一種企圖以前,吾人必需將使用烟幕之優點及劣點,不論其係作隱蔽或矇蔽之用,自其對於與此相連的各種兵種(die einzelne Waffen)之妨害,謹慎的彼此相較而權其輕重。在空曠的地域,將一幅烟帳限於吾人所欲置放之區域,為一不可能之事:因此吾人可遇一種情形,在前線一段所採用之有益的烟幕,以其在另一處之出現,使企圖之整個的成功大成問題,或者甚至失敗。

關於即在一種有計劃的及熟加考慮後之烟幕採用尙且不能避免的劣點,自其除去法方面言之,尙應述及下列各點:

在烟幕中保持方向之能力,大部份為使用指南針(Kompass)

及看地圖的問題；用指南針或地圖時，有時應戴上防毒面具，有時可不戴。設其問題僅在跟隨一幅活動的烟帳，則在其後向前進行之部隊，假定風向不忽然變動時，不難保持其聯絡。

在作障地戰時，在前進路（Anmarschsweg）上之地面標誌（Geländemarken），免去錯誤的前進。

據英國方面之見解〔此項見解，在某種程度內，係與司朶如堡格（Stollberger）相反，參考 241〕，若吾人能對一種有關的人均能認識之在可能範圍內最簡單的信號系統予以同意，則發光信號（Lichtsignal），迄今仍為在霧中傳達命令及彼此互通消息之最佳的工具；複雜的手續，應避免之。

對於欲在烟幕中使用之部隊，其士氣（Morale）之訓練，必需達於一種特別高的程度。此項部隊，必需有堅忍不拔的決心，將其兵器，尤其將其白兵（blanke Waffe），用盡之至於無餘；且在任何情形下，絕對不可依賴他種兵器的幫助。

因此在戰場上使用烟幕時，必需對於此項特殊兵器，有完全的把握，而對其技術工具（technisches Mittel），亦有確切的專門知識。將烟幕採用，任部隊隨其一時之所好而行之，為一不應有之事；反之自一般言之，此項採用，必需由最高司命官（在師團長以上者），保留其決定之權。在使用烟幕時，小單位之獨斷（Initiativ），是否因此類保留而受傷損及其受損至若何程度，為一問題，其不曖昧的（eindeutig）認識，在今日尙缺乏夠多的經驗以定之者。

## B. 產生烟幕之技術

### a. 一般的條件

在使用烟幕時,其所依賴之因素,爲天氣及地形 (Gelände)——一幅烟帳之效力,除其技術方面之完美程度不計外,首視其天氣情形而定。潮濕的空氣及日光之缺少,使烟幕之構成較易,保持較久,與採用氣體時相同;日光,上昇之蒸氣 (Dünste),大風,及大雨等,令其構成及保持較爲困難。

因今日吾人對於此項天氣因素,對烟幕行爲 (Verhalten) 之影響的認識,比較的尙屬殊淺,吾等尙不能對烟帳之濃度;廣袤 (Ausdehnung), 及存留之期間,提出根本的定律。因此下列之討論,僅能當作一般的方針 (Richtlinie) 視之;是項方針,據英國方面的見解,仍需再自實際上的試驗及科學上的研究徵實及改良之。

英國烟幕規程 (參考 131), 對於各種風向, 大約的評價如下:

自旁面吹來之風 (Seitenwind), 自一般言之, 爲最有利的風向。此風容許自比較省儉的發烟材料 (Rauchmittel) 消耗, 布出一幅可靠的及有效的烟帳。在此處需作一軍事上之假定, 卽是項適宜的風向, 不致有同時將其鄰近友軍之視力及目標以霧矇蔽之險。

自後面吹來之風 (Rückenwind), 在對一線築有防禦工

事之處 (eine Linie befestigter Punkte) 作攻擊時,極爲有益; 尤其在用之以遮斷 (Abschnürung) 兩翼 (Flügel) 時,更爲有用,惟當其作此用時,必需注意將烟幕產生離此項側面夠遠之處,以使進攻之自方部隊不致爲所籠罩。以此項方式應用時,自後來吹來之風,使威力偵察 (gewaltsame Erkundung) 及奇襲較易進行。在對一樹林施行攻擊時,自後面吹來之風亦可殊爲有用; 例如當吾人所欲者在乎令烟幕漸漸的侵入樹林內部之時是也 (注意: 烟雲尙可自樹林邊界以另一法推入其內; 關於此點,請參觀第 127 頁上所論氣氣雲之行爲)。雖然,在任何情形下利用自後面吹來之風時,需採用爲量頗大之烟。

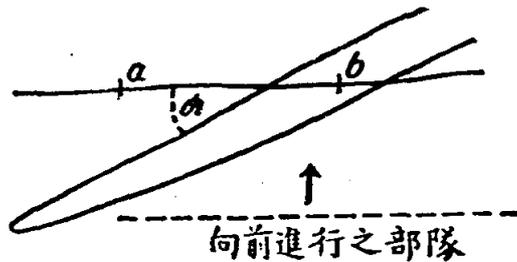
自前面吹來之風 (Gegenwind),當然係不相宜; 在此類風下用發霧榴彈及發霧迫擊砲彈,需特別謹慎,以使本國步兵勿受其矇蔽。自磷砲彈 (Phosphorgeschoß) 所成之烟雲,在適當之天氣情形下,過一仟米以上之距離,仍屬有效,故對於攻擊,其害較其利爲大。無論如何,在自前面吹來之風向下,惟當進攻之本國步兵經慎重的考慮; 明白的表示要求,乃可產生烟帳以備此項步兵之用。若係此項情形,則如有任何可能性,烟帳之產生,應以發烟槍手榴彈行之,而不應用發烟砲彈; 自一般言之,後者 (即發烟砲彈),對於距進攻部隊不到一仟米之遠的目標,不可用之。

在風自前面吹來,若欲在陣線之正面懸一烟帳,應將其布於超過敵人夠遠之處。如係採用發烟槍手榴彈,一種大約的標

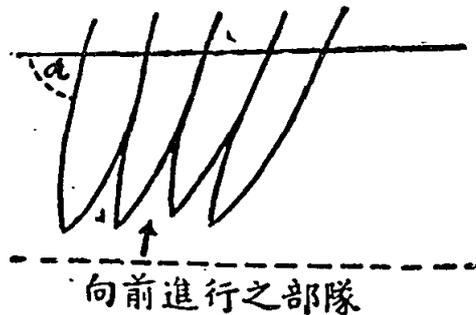
準，爲令其在所攻擊之陣線後約二十五米左右爆炸。

在自斜面吹來之風 (Schräger Wind) 向下，首應注意者，爲勿令烟幕中有間隙。此外在此處應對下列各種分別，加以注意：

(a) 若前線與風向之入射角 (Einfallswinkel),  $\alpha$ , 係屬殊小，而所欲布霧之前線本身不長，可照上文關於自旁面吹來之風所給之方針進行。此項情形，可以下圖代表之；在圖中  $ab$  爲其所欲布霧部份之前線：

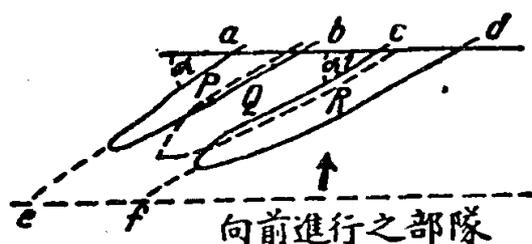


(b) 若此項入射角殊大，幾至達於  $90^\circ$  時，則不論其所欲布霧之前線之長短，均可引用上文所述關於自前面吹來的風之觀點。是項情形，以下圖示之。



(c) 若此項入射角  $\alpha$  及  $\alpha_1$  等於  $45^\circ$  時(參觀下圖)，則按照下圖布出  $P$  及  $R$  兩幅的霧，在  $b$  及  $c$  兩點間之防守者，仍能看見

在  $e$  與  $f$  兩點間之攻擊者。因此在此處尚需布一第三幅烟幕  $Q$ ；不過其所需用之發烟彈藥，為量稍較在自後面吹來之風向下所需者較小耳。



風力之強弱 (Windstärke) —— 對於散布烟幕最適宜之風力，為每秒鐘三米半至七米（即每小時八至十六英里）。在完全無風或風力極弱，（即在每秒鐘 1.8 米或每小時四英里以下）時，自一般言之，即同時有較強之日光，仍不能以烟幕射擊法，產生連貫 (zusammenhängend) 的烟帳。

在風力殊強（即在每秒鐘十米達或每小時二十五英里以上）時，惟用磷榴彈，乃仍可得一幅夠濃厚的烟幕，且其所耗費之彈藥頗多，故惟在陣地戰時之特殊情形下，乃始有使用之理由。在此處口徑之大小亦占相當的地位；所用之口徑愈大，則其對於大風之關係殊小。

將上列之數目字與採用軍用化學物質時所需之風力強弱，加以比較，即可明白的顯出，對於採用烟幕所需之風力，較之對於採用氣體所需者為大。在作氣體射擊時，風力之容許限度 (Zulässigkeitsgrenze) 為每秒鐘零至五米，在行吹放攻擊時為一米半至五米；在此處（即在放出烟幕時）則係一米半至十米，

故屬較大。

烟帳所需之廣袤 (Erforderliche Ausdehnung einer Rauchwand) ——不論吾人所用之烟帳,係以何種工具產生,關於其所需之廣袤,一種粗率的標準,可取而用之者,即烟幕之闊度,必需為其所欲隱蔽的目標之二倍或三倍(參觀第 494 頁上所述之俄國規程)。

### b. 發霧榴彈之射擊

砲兵之烟及霧的射擊,與其氣體射擊,有殊大之相似點。在此兩種手續中,均係使用化學物質而將此項物質藉爆炸將其分散成爲極細之顆粒。二者之目的,均非在直接擊中敵人,而係在附近產生一種連貫之雲。且天氣及地形的影響對此二種手續之關係,亦頗相同。

若吾人欲明瞭射出烟帳時所用之射擊法(Feuerart)及速度,吾人首需考慮所用之砲及所選之發烟彈藥的種類,風向及風力的強弱,與空氣之或有的向上行的氣流等。

據法國之計算(參考 123),在一段一百米寬之地面上,平均每小時應用之發烟榴彈,約計如下:

當風力爲每秒鐘三米時,每小時用二百五十發之 7.5 厘米磷榴彈;或二百五十發之 7.5 厘米氯磺酸榴彈;

當風力爲每秒鐘八米時,每小時用四百發之 7.5 厘米磷榴彈,或五百發之 7.5 厘米氯磺酸榴彈;

當風力爲每秒鐘九米時，每小時用五百至一千發之 7.5 厘米磷榴彈；

若用 15.5 厘米之發烟榴彈，則所需彈僅爲 7 厘米榴彈之十分之一。

此外在法國方面(參考 150)，又曾着重的聲明，作此項用途之榴彈，係限於備有時間信管 (Brennzünder) 者(即空炸者)，因備有碰發信管(Aufschlagzünder)之發烟榴彈(即碰炸者)，其所發生之烟帳，僅能達四米至五米之高也。

按照英國人之計算，射出一幅有限的 (begrenzt) 烟帳，平均每分鐘應用六發 11.4 厘米之榴彈；但在極有利的天氣情形下，每分鐘僅用兩發即足。彼等謂用其野戰輕榴彈砲彈 (leichte Feldhaubitzengranate)，較用其野砲榴彈 (Feldkanonengranate) 爲有效及節省；且在某種天氣情形下，用後者竟不能得到夠濃厚的烟帳。

按照德國規程(參考 123)，在大戰時構成及維持一幅烟帳，其所需之彈藥量如下：

用 7.7 厘米砲彈，對於一百米長之前線，需用五十至六十發以構成霧幕，並需每分鐘射出八發至十發以維持之；

用 10.5 厘米砲彈，對於一百五十米長之前線，需用三十至四十發以構成霧幕，並需每分鐘射出六發至八發以維持之；

用 15 厘米砲彈，對於二百米長之前線，需用八發至十二

發以構成霧幕，並需每分鐘射出二發至四發以維持之。

構成霧幕 (Vernebelung) 之開始，係突然的放出一排砲，與作氣體奇襲時相同。對於有生命的目標，一種合宜的方法，為首先射出氣體榴彈以迫令敵人戴上防毒面具；此項面具，本身即對視力 (Sehfähigkeit) 有影響。

反之爆裂彈藥 (Brisanzmunition) 之採用，則在此處並無益處，因此項彈藥易將霧雲撕開，向上旋轉 (emporwirbeln)，而因此影響連貫的烟帳之造成也。

英國烟幕規程(參考 131)，尚給有下列指導：因烟雲之散布，需於離其所欲矇蔽之目標在風來之向 (Windwärts) 稍有距離之處行之，故其烟幕在開砲後一分至兩分鐘後，方始有效。已成的烟帳，應在上述之彈藥限度內，以有規則的射擊供養之，令其繼續維持；且此項供養，以用分次射擊 (Lagenfeuer) 較用排砲 (Salve) 為妥。

此外按照同一規程，下列各點，對於砲兵為有用：

(a) 每一單獨的砲之特點，必需特別的確定之。

(b) 砲之中間之命中點 (Trefferpunkt) 所在處，其對於目標之關係，必需確切。

(c) 砲之方向播準 (Seitenrichtung)，其情形必需甚佳。

若此三種條件不能滿足，則所成之烟幕，必不均勻 (ungleichmässig)，而其中易有間隙。

(d) 因砲之射程，在用發霧彈時，多半較用他種彈時不同，故砲之按照一種預定之砲兵射擊設計 (Artillerieplan) 以射出烟幕者，同時不應用以射出他種彈藥。雖然，在一種阻止射擊進行時 (bei einer vorgehenden Sperre)，則可將烟幕之射擊夾於他種射擊中用之；經此手續，可使烟幕分散，而令其成為均勻的烟幕。

關於在大戰時曾得採用之發霧榴彈的評價，法國專家方面，

有兩種可注意的意見。歇德維 (Chedeville) 氏(參考 114)稱贊發霧榴彈而述其意見如下：“在同樣情形下，發烟榴彈之應用，對於砲身及彈藥，均能節省：用烟幕時，吾人得更佳的結果”（編者按，此處係指與用爆裂彈相較而言）。反之海爾 (Herr) 氏云(參考 120)：“在上次大戰中，吾人曾用兩種發烟砲彈。第一種為含白磷的砲彈；此項砲彈產生一種占體積殊大的稍帶暗色之穩定的烟雲，但其烟有一缺點，即其刺激力殊強(?)，甚至有毒性\*(?)。第二種為在大戰末始用之 O.C.S. 榴彈(即內含氯磺酸與發烟硫酸之混和物者)，其所發生之霧，濃度較差，且屬較易揮發。為減少今日製造及維持烟帳所需之巨大耗費起見，吾人必需無條件的發現一種能力較大而又無毒之物質，可以產生一種極大，殊重，及有耐久性之烟雲者。

### g. 發霧迫擊砲彈之射擊

發霧迫擊砲彈 (Nebelminen) 之指定的用途，根本係與發霧榴彈相同；雖然，以迫擊砲 (Minenwerfer) 之射程較小，故是類彈之應用，係限於離敵人較近之時。反之在此類彈內，關於

---

\* 編者按，此點係海爾氏一種錯誤之假定。五氧化二磷或磷酸，在其於烟幕中存在之稀薄程度下，實係完全無毒，而對於呼吸器官亦僅有殊弱之刺激功效。且即在燒之烟雲內停留一較長之期間，器官之傷害，亦不成為問題。反之氯磺酸，硫酸，及三氧化硫之霧，其刺激功效較強；而在較長之期間，可侵蝕呼吸器官，衣服，及兵器等。因此活拉如 (Worrall) 氏着重的聲明，坦克車兵在自摩托排氣處放射氯磺酸時，務需戴上面具。自氯化物(柏格氏混和物除外)產生之霧，亦係無毒，無害，而鮮有刺激功效。

每彈所含發烟物量，其情形往往較在榴彈內為有利；例如英國 4 英寸司托克臼砲 (Stoke's Mortar) 之發烟彈，所含之燐，為 4.5 英寸榴彈砲彈 (Haubitz-Granate) 內所含者之兩倍。

英國式之 3 英寸司托克臼砲，在風自旁面吹來時，可布成一幅正面寬四十五米 (即五十碼) 之霧幕，在風自後面吹來時，則祇可布成一幅正面寬二十二米 (即二十五碼) 之霧幕。 4 英寸司托克臼砲，在風自旁面吹來時，可隱蔽七十二米 (即八十碼) 之寬；在風自後面吹來時，則僅能隱蔽四十一米 (即四十五碼)。

用此兩種口徑之迫擊砲，在開始時每種均係首先將其迅速的射出兩發。 至以後接上之射擊速度，則可自下列之例見之。數種自英國烟幕規程 (參考 131) 中取出之實例，茲舉之如下：

#### 利用司托克臼砲之烟幕產生。

問題： 某一奇襲隊 (Überfallabteilung) 擬在奇襲及隨後退回之時期中，隱蔽敵人之視力。 其當時之情形及其所用之器具等如下：

1. 風向及風力： 自後面吹來之風，每秒鐘 3.5—4.5 米 (即每小時八至十英里)。

2. 所用之司托克臼砲： 共八尊。

3. 迫擊砲之配置 (Verteilung)：

(a) 四尊用於布正面之烟帳；

(b) 二尊用於布左面 (下圖中之 *CE*) 之烟帳；

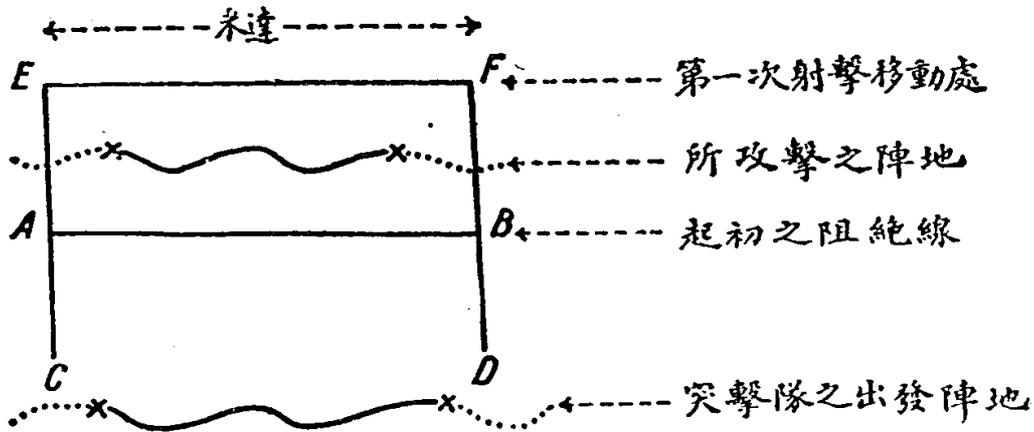
(c) 二尊用於布右面 (下圖中之 *DF*) 之烟帳。

4. 散布烟幕之時間表 (Zeittabelle)：

此隊所欲散布烟幕之陣地，其形勢如下圖：

其烟幕散布之時間支配，應依下法：

(a) 為隱蔽其所欲奇襲之陣地起見，在開始時六十秒鐘以內，每尊迫擊砲先對 *AB* 線發出兩發之速射 (Schnellfeuer)，然後跳至 *EF* 線而自每尊迫擊砲每分鐘射出兩發。



(b)及(c)為在 CE 及 DF 二線上造成烟帳起見,在開始時六十秒鐘以內,每尊迫擊砲先對此二線發出兩發之速射,然後再對此二線每尊迫擊砲每分鐘射出兩發。

同時在其旁需製成一百八十至三百六十米(即二百至四百碼)寬之補助阻絕(Hilfssperre),以將敵人之砲火引至該處,而欺騙敵人,令其不知真正之奇襲處所。

在上述例中,其所取為根據之產生烟帳的射擊速度,係較在下例中為大。其所以如此者,因在上例中,烟幕之產生,需於可能範圍內在離其所欲矇蔽之目標甚近之處,故其各次射出之彈,鮮有時間令其所發之烟散寬及彼此對流。

### 利用磷榴彈及磷迫擊砲彈之比較一覽

(a)第一種情形——風自旁面吹來時:

假定風之速度為每秒鐘 3.5—4.5 米;

天氣 陰 暗 寒 冷;

用 四 尊 大 砲 或 臼 砲。



射擊集中於此點

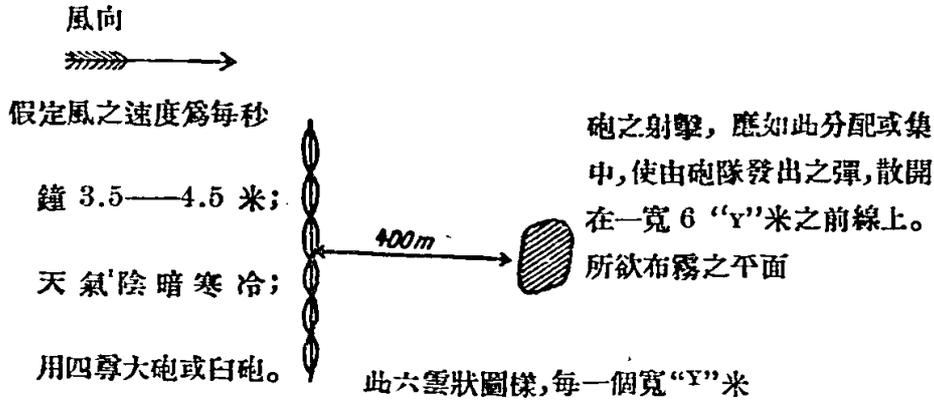
至少寬 200 米  
在此處應造成  
“x” 米長之  
烟幕



所欲布霧之平面



(b) 第二種情形——風自後面吹來：



砲 之 種 類	砲火之速度	在第一種情形下 “x” 之數價	在第二種情形下 “y” 之數價
4.5 英寸榴彈砲	15 秒鐘	1000 碼	30 碼
3.7 英寸榴彈砲	7 秒鐘	750 碼	20 碼
十八磅加農砲(Kanone)	3 秒鐘	500 碼	15 碼
3 英寸司托克白砲	10 秒鐘	500 碼	25 碼
4 英寸司托克白砲	30 秒鐘	1000 碼	45 碼

注意：(1) 當風之速度較此處所假定者增加或減少殊多時，其所需之彈藥銷耗量均屬較大。風之速度增加時，同時射擊之速度亦應增加。

(2) 當空氣之溫度增加或在日光照射時，彈藥之銷耗亦應增加；且在第一種情形下(即當空氣溫度增加時)，射擊速度，並應增加。

(3) 在上列第二種情形下(即風自後面吹來時)，若用較少數之砲，則其射擊速度需予以相當的增加〔編者按，英文原文在此處用“減少”(decreased)一字，似屬錯誤〕。

(4) 若用六尊砲組成之砲隊(Batterie)，則射擊速度應予以相當的減少〔編者按，英文原文在此處用“增加”(increased)一字，似屬錯誤〕，以令其在同一時間單位之射擊次數，仍保留不變。

#### d. 槍手榴彈之採用

按照英國規程(參考 131)，在採用發烟槍手榴彈時，其主要努力之方向，應在以最小的材料耗費得到可能的最佳之結果。

爲達到是項目的起見，不僅需將各種有關的因素加以慎重的考驗，而且並需對其所期望之結果，有夠多之想像力(Vorstellungskraft)。

關於發烟槍手榴彈之用量，可取下段所給之數目字以作方針：

當風自旁面吹來而其速度爲每秒鐘三米至七米（即每小時八至十六英里）時，每分鐘射出或投出一排八枚之發烟槍手榴彈，可造成一幅寬約三百米之有效的烟帳。當風自後面吹來而其速度爲每秒鐘三米至五米（即每小時八至十二英里）時，每分鐘射出或擲出十六枚之發烟槍手榴彈，僅能產生一幅寬約四十米之烟帳。

#### e. 發烟燭之採用

##### (1) 內裝發烟混和物的無毒發烟燭之採用(參考 131)

一枝單獨的發烟燭(Rauchkerze)，作發烟工具用時，其效力殊較一枚單獨的發烟槍手榴彈爲小；但若將夠多數目之發烟燭聯合而用之，則在有利的天氣情形下，尤其當風係自旁面吹來時，可產生一幅殊屬有效之烟帳。

發烟燭與發烟槍手榴彈之區別，在其重量較大（但此點並不影響其輸送之可能性），而其燃燒期間爲三分鐘（發烟槍手榴彈，其燃燒期間爲半分鐘）。其缺點在其既不能擲出，亦不能射出。惟其如此，故其配置(Aufstellung)完全依風向而定，此點在某

種程度下，令吾人憶及用吹放攻擊法時氣筒 (Gaszylinder) 之採用。因此發烟燭之使用，必需以風向預報為根據；且風向的突變，在此處使整個企圖成為問題。

在採用烟幕放射法 (Rauchblasangriff) 時，係由在最前之步兵線，配置及點燃發烟燭。當風自旁面吹來時，按照其入射角之大小，發生一幅多少為扁形的烟幕；當風自後面吹來時，是項烟幕，往往伸入縱深，而在此時可令步兵之追隨前進方向者，感受困難(參觀第 544 頁)。

據英國烟幕規程(參考 131) 之計算，在風係自旁面吹來而其速度為每秒鐘三米至四米半(即每小時八至十英里)時，為造成一幅約寬一百三十米(即一百五十碼)之烟幕，每分鐘需費去六枝發烟燭；若風係自後面吹來時，則即每分鐘費去十枝發烟燭，亦僅能成一約寬十米之烟幕。

發烟燭之採用，每種兵種 (Waffe) 均可行之。此項燭對於隱蔽後方地域之重要地點或防禦工事 (Verteidigungsanlage) 及掩蔽本國砲隊之砲口火光 (Mündungsfeuer)，尤屬特別合用。

按照英國規程自發烟燭放射烟雲以產生

### 作隱蔽用的烟幕之實例

#### 第一例

所欲隱蔽之地域：寬一千八百米(即二千碼)的集合地域 (Versammlungsgebiet)。

風向：與敵人之前線平行，且屬固定不移。

風之速度：每秒鐘三米至四米(即每小時六至八英里)。

所備之材料：“SI”式之發烟燭。

所欲達之目的，爲在此項集合地域的前面邊界之前，製成一幅長四千米（即四千五百碼），寬三百六十米（即四百碼）之烟帳。

爲產生此項烟幕起見，需在其所欲布烟幕之線上，配置若干隊之人員，每隊二人，各隊彼此間之距離爲一百五十米。每隊人應於每分鐘內點燃六枝發烟燭。因此若欲令此烟幕維持至二小時之久，一共需用二萬一千六百枝發烟燭。

所需人員：除或有之輸送人員外，共需六十人。

此項人員，需將各種備有之掩蔽儘量利用。如可能時，每隊人應有表一只。

### 第二例

所欲隱蔽之地域：寬一千八百米的集合地域。

風向：對敵人吹去，且屬固定不移。

風之速度：每秒鐘三米至四米。

所備之材料：“SI”式之發烟燭。

所欲達之目的，爲在此項地域的前面邊界之前，製成一幅長四千米，寬三百五十米之烟帳。

爲產生此項烟幕起見，需將若干單獨之人員，沿其所欲布烟幕之線配置之；每人間之距離爲二十五米。每人需於每二分鐘內點燃兩枝發烟燭，且需將其擲出，以令其間勿有間隙。因此若欲令此烟幕維持至二小時之久，一共需用二萬一千六百枝發烟燭。

所需人員：除或有之輸送人員外，共需一百八十八人。

注意：此項烟幕，較在第一例中所產生者爲有效。

## (2) 有毒發烟燭之採用

關於有毒發烟燭 (giftige Rauchkerzen; 參觀第 519 頁) 之採用，在英國烟幕規程 (參考 131) 中，並未公開的指出。其所有者，惟在討論無毒發烟燭處，曾以暗示方式，作下列之言：

“以所成之烟甚爲濃厚而在吸入時令人感覺極不舒服，故此項燭極合於放入或擲入敵人之掩蔽部以將敵人薰出之用”。在此處實係指有毒發烟燭一事，無需特別着重 (參觀第 482-3 頁上所

載其在英國海軍中之採用)。

反之在美國及出版物中，則曾屢次直接的舉薦有毒發烟燭之採用。例如言及利用一人便於攜帶之毒烟燭(Gift-Raucherze)，即在運動戰中，經一小毒烟放射準備(此項技術，與氣體放射法有殊大之相似點)後，步兵即在一種可以施行毒烟放射攻擊之地位是也。

### C. 烟幕在各種部隊中之採用

#### a. 步兵

烟幕對於步兵之異常的重要，已於上文各節中論及之。以大戰的經驗為根據，吾人實可確言，步兵及戰車，為兩種兵種(Waffe)，在會戰時使用烟帳，對之曾有最大的益處，且在將來亦必仍有最大的益處者。

據美國化學戰爭事務課(Chemical Warfare Service)所發表之文章(參考208)，在愛奇塢兵工廠(Edgewood Arsenal)曾將關於在採用烟幕時步兵火(Infanteriefener)的功効之實際上研究，以有計劃的比較射擊之方式進行試驗。其射擊情形為：距離二百七十米(即三百碼)，每一射手(Schütze)作五次描準的各個射擊(Einzelschüsse)。烟幕之發生，係自發烟燭得之；此項發烟燭，係同時自一中央處所(Zentralstelle)用通電法點燃之。

此項研究進行時，係用一種方法，令第一次其目標為烟所蔽，第二次射手本人為烟所蔽，如此往復行之。其所得之結果見下表：

年 度	射手數目	無烟時擊中次數	烟 在 目 標 時 擊 中 次 數	烟 在 射 手 時 擊 中 次 數
1924年	15	22	8	1
1925年	16	32	9	4
兩次試驗總計		54 (假定為 100%)	17 (31%)	5 (9%)

此項研究之理論上結論，爲對於進攻部隊之防護，用瞭蔽敵人法所得者，較用隱蔽本國部隊所得者大至三倍以上。

合乎步兵之用之產生烟幕的工具，有發烟燭及發烟槍手榴彈。此二者以其重量比較的尙小，故均易於隨身攜帶。雖然，對於將來作戰之兵士，若將其武裝綜合觀之，步兵之在近代戰爭中業已增加之攜帶的負擔 (Tragelast)，再加帶發烟器具以增加之，是否真可推行，似爲一種可作極熱誠的討論之事。活拉如 (Worrall) 氏代表一種觀點，謂烟幕爲一種極屬有效之特殊兵器，故無條件的必需設法爲其讓出此項地位。活氏謂對於烟幕有訓練的步兵，將自動要求此物；活氏此項論調，係根據大戰時伯得福夏聯隊 (Bedfordshire Regiment) 第一大隊之兵士之行動，此項兵士，在其對阿匹樹林 (Oppywald) 施行成功的烟幕攻擊(參觀第 538 頁)後二月，在有人詢其意見時，一致的主張每人隨身攜帶兩枚發烟槍手榴彈。與此相反，英國之伯德塢 (Birdwood) 將軍，站在另一立場，而持一種意見，謂一尊三英寸司托克臼砲及一份發烟迫擊砲彈之裝備 (Ausstattung)，較爲合宜及有希望。

無論如何，發烟槍手榴彈，因其難於將其大量的隨身攜帶及補充 (Ersatz) 以造成在多數情形下步兵所需之較大的烟帳，實不成爲問題。據英國規程，發烟槍手榴彈，其指定之用途，首要的係在燻燒 (Ausräuchern) 掩蔽部，瞭蔽機關槍巢，及掩蔽小的局地 (örtlich) 企圖。

發烟燭一物，對於步兵作發烟器用時，僅占次要的地位。此項器具之優點及劣點，已在上文他處論之。按照英國方面之觀點，用三英寸司托克白砲之發烟迫擊砲彈，較可達到成功；是項迫擊砲彈所達之距離，約為發烟槍手榴彈所能達到之八倍，且其所發生之烟，為量亦較大。

按照英國方面之見解（參考 131），關於在攻擊時烟幕之採用，應取下列觀點：

(1)掩蔽本國部隊前進之烟帳，最好以砲隊或迫擊砲(Minenwerfer)射出霧幕以實現之；但在某種範圍內，亦可用發烟槍手榴彈或發烟燭造成之，惟在此項情形下一應注意之點；即其所造的烟帳，同時應有夠深的縱深。

(2)步兵採用烟幕，其主要價值在於矇蔽敵人；至作本國部隊之掩蔽，則其價值較小（參觀第 545, 561 頁）。抵抗巢可以此法矇蔽而迂回(umgehen)之（參觀第 535 頁）。

(3)在行正面攻擊時，射出發烟槍手榴彈，每發均對此項攻擊有頗大的促進功效。按照風向之不同，此項手榴彈，係或自側面射出或沿正面配置。在第一種情形下，當估計風的情況(Windverhältnisse)時，應注意勿令烟雲行開(hinweggeht)，通過施行攻擊的部隊，而使其迷失方向。若離敵人殊近，則應將此項手榴彈擲出。

(4)在烟幕的保護之下，可將所達到之陣地，不受騷擾而築成防禦工事。雖然，吾人必需不斷的注意，自方烟幕，亦予敵人

一種保護，而可隱蔽其反攻部隊之集合及前進。

如係在防守時使用烟幕，則應注意下列各點：

(1)在施行反攻時，上述對於攻擊時之觀點，仍屬有效。烟幕發生過早，爲一有害之事，因其多半將重的砲火 (schweres Feuer) 引到其本身之上也。

(2)在作一有計劃的退卻時 (參觀第 541 頁)，烟幕之使用，減少部隊的損失，而使掩護隊 (Deckungsabteilung) 停留的時間，可遠較在無掩蔽時爲長。載彈藥及給養之馱獸 (Packtiere)，在烟幕的保護之下，可對此項掩護隊輸送彈藥及給養，而使部隊在士氣及物質方面之抵抗力，均因此而大增。兵力之多少與退卻之時間及方向等，均被隱匿，使敵人不能見之。鄰近的收容陣地 (Aufnahmestellung) 之偵察，亦因此變爲較易。退卻的軍隊，在其指揮官監視之下，保持其密切的團結。

(3)反之吾人再應着重的聲明一次 (參觀第 541 頁)，在因敵人之壓迫而作急促的退卻時，任何部份之後退部隊，若不加顧慮而採用烟幕，可對整個軍隊有異常不幸之結果。

關於烟幕與他種兵器之合作及其密切的聯絡，按照英國規程，下列基本規則，係屬有效：

(1)在作運動戰時，無論於任何情形下使用烟幕，步兵與砲兵之間，應有密切之合作。

(2)步兵及坦克車應知，當彼等之視力爲烟幕所妨礙時，不能期望砲兵對之有何等完全的援助及其砲火有何等陪伴其前進

之功效，亦不能期望恃之以利用有時忽有之機會。

(3)因此吾人必需預先將各部隊之合作及密切聯絡之辦法，極詳細的製成及徵得同意；但尤首應劃清允許各種兵種使用烟幕之界限。

(4)在適當情形下(例如對於敵人之機關槍巢)，步兵可射出發烟槍手榴彈，以對其應援之砲兵指出目標。雖然，此類通報的工具 (Verständigungsmittel)，亦易引起誤會及躊躇；故惟當對於一切參加者，均有把握不致發生錯誤時，乃能使用此法。

#### b. 砲兵

發霧砲彈之指定的目的，在於隱蔽敵人，但不在於使其蒙受損失(參考 131)。

對於砲兵使用發霧砲彈的可能性，其最適宜的時機在步兵或戰車活動之前，及當其活動之時。雖然，以砲隊之破壞功效多半為其較重要的功用，故應僅在活動起始時，射出如許多之發烟砲彈，其數目為在其所欲布烟幕的時間內維持夠濃厚的烟帳之所絕對的必需者。

據推測而言，在運動戰中砲兵僅可攜帶如許多的發霧砲彈，足以偶而將敵人之一定的部份隱蔽或將本國之無保護的側面作一短時間的隱蔽者。一切兵種需知，在運動戰中砲兵所帶之彈藥數量係有限制，故對於廣大的烟帳之要求，不能滿足。

反之對於陣地戰，則似可容許發霧榴彈之廣大的應用；以在

此處補充之困難不成問題也。

爲保護自方部隊起見，砲兵可以各種方法產生掩蔽烟幕 (tarnender Rauch)，而將其在重要的戰鬥行爲 (Kampfhandlung) 中利用之。此項烟幕，首能將砲口火光隱蔽。此外在發霧砲彈的保護之下，砲隊往往可變換其陣地，或通過空曠的地域，而其所受之損失，遠較無烟幕時爲少。但就中最要者，爲其可以掩蔽砲隊在暴露於砲火的陣地中之前進；爲作此項任務起見，發烟燭，發霧罐 (Nebeltöpfe) 或其他發烟器在適當配置下之採用，亦可成爲問題。

海格如 (Heigl) 氏 (參考 183) 甚至謂現已指明，當砲兵在一“不合於爲自方攻擊準備作周密的隱蔽”之地域內開進時，應於施行攻擊前將整個的開進地域 (Aufmarschgebiet) 布霧；而對此提出用稀薄及不令人驚異 (unauffällig) 的霧幕之建議，海氏云：“此項霧幕之布出，應將天氣及明暗 (Beleuchtung) 情形加以慎重的考慮而後行之；最好的方法，爲在晨霧 (Frühnebel) 終了時造成之而令其繼續至整天之久，但亦或可將其在傍晚時製成以令其陪伴及增強暮霧 (Abendfeuchtigkeit)。靈巧的指揮者，若受採用迷彩 (Camouflage) 原則之委託，且能將此項不令人驚異的霧幕本身以迷彩法放出之 (camouffieren)；此法即係將其以不令人驚異的方法，加入大氣中天然霧之內，而作成此項之霧”。

發霧榴彈，有時對於步兵及戰車，可作信號之用 (爲作此項

用途起見，以用有色的煙爲更佳；參觀第 501 頁）；此項信號，在戰鬥時，當然常被忽視。

### c. 迫擊砲隊(Minenwerfer)

在本書他處(參觀第 205-7 頁)，吾人曾言及，以迫擊砲使用爆裂彈或氣體彈藥，其功效可達大砲之功效：因此對於較近之目的，可用迫擊砲替代大砲，或至少或以之解除 (Entlastung) 其一部份的用途。此項替代的可能性，在使用煙幕時，尤得或係更大的重要性。按照英國及美國方面之見解，三英寸司托克白砲，正在採用煙幕時，似應稱爲對於大砲任務予以重大的解除之兵器；以大砲隨砲所帶之發霧彈藥，係屬有限，而其在戰鬥時滿足他方面任務之要求，殊屬豐富也。此項投射砲之主要弱點，現時尚在其比較的不易搬動。無論如何，即在現今之方式下，此項兵器已可在施行攻擊時，用之以跟從步兵。美國方面，甚至已預料將其用之以陪伴騎兵。

反之四英寸司托克白砲，以其缺少裝輪砲架(Räderlafette)，故不易搬動，而因此僅合於陣地戰之用。此種兵器，爲特別編制的部隊 (besondere Formation) 之兵器；是項特別部隊，爲特別中隊 (Sonder Kompanie)，下有四小隊 (Züge)，每小隊之下又有三個下級部隊 (Unterabteilung)，每一下級部隊，有一尊迫擊砲，以一名軍官指揮之。對於每一尊迫擊砲之操作 (Bedienung)，計有兵士五人服務；此項人員，爲搬動迫擊砲及

其砲床 (Bettung) 與砲架 (Lafette) 所需者。對於彈藥，必需另備特別之搬運人員或輸送工具；以每一投射砲彈有二十五磅之重，故一人僅能將兩枚之彈攜帶一有限之距離也。與其搬運殊難及射程較短(與大砲相較)之劣點相對，此項迫擊砲有各種優點，例如其所含磷量，為四英寸半榴彈之兩倍是也。因此據英國方面之見解，在或有之將來陣地戰中，應計及四英寸司托克白砲之較大的需要。

#### d. 戰車(Kampfwagen)

今日之戰車，對於砲隊的砲火，特別易於感受損害。即令其甲鈔(Panzer)足以對榴霰彈之彈子(Schrapnellkugel)及較小的破片作防護，此項戰車，仍能因其直接被擊中而失其戰鬥力。因其為一種大的目標，地上及空中之觀測者，均易看見之；故不論其在停留或活動時，將其自敵人之視線移開，均應視為最大的價值之事。對於最後一種任務(即將戰車自敵人之視線移開)，若係在空曠的地域上，幾於惟有烟幕，乃能成為問題。

用戰車的企圖，若欲令其成功，對下列兩種主要的條件，應予以滿足：

(1)戰車的準備位置 (Bereitstellung) 及起初活動 (Anfangsbewegung)，應勿令敵人見之。

(2)敵人照準手 (Richtkanoniere) 之描準，對於坦克車防禦射擊 (Tankabwehrfeuer) 成為問題者，需用各種工具

(包括烟幕在內)使其失敗,或至少使其受妨害。

關於第一點,海格如 (Heigl) 氏作下列之討論:

“吾等均知,坦克車在其採用之前一夜,應自其遠在數仟米〔按照活拉如 (Worrall) 氏,應為三千碼]後的‘待機位置’(Wartestellung),前進至其即在本國前方戰壕之後的‘出發位置’(Ausgangsstellung),令其至少在接觸前兩小時達到此項位置。如何使此項準備位置不為敵人所注意,為一困難之問題,其解決可與整個攻擊之命運有關者。因此吾人多半將黎明選作攻擊的時間。雖然,若吾人想像,在將來即在夜間,敵人亦能以各種工具,如探照燈 (Scheinwerfer),照明火箭 (Leuchtrakete),照明炸彈 (Leuchtfallbombe),及照明榴彈 (Leuchtgranate) 等,試將正要備好之坦克車看定,則即在夜間,對於正在自方前線後停留的戰車,業已在橫幅 (Breite) 及縱深排成陣地者,其利用烟幕之隱蔽,亦有需要”。

於清朗之夜間,在極其空曠的一目了然之地面上,當戰車自其待機位置前進至其出發位置時,亦可有此項之需要。在此兩種情形下,成為問題者,乃係自戰車內之容器,用烟幕放射法或產霧法,為其本身作防護。

對於其攻擊本身,英國烟幕規程(參考 131)之下列指導,係屬有效:

在攻擊之第一期時,為將戰車自敵人視線除去起見,應將百分之十至百分之十五的發霧榴彈,加入於砲隊阻止射擊(Sperr-

feuer) 之內;且在可能範圍內,此項發霧榴彈,不應雜入阻止射擊之中,而應將其置於是項阻止射擊之前(參觀第 553 頁)。雖然,上列之數目,僅能視作大約的標準。所需發烟砲彈之數目,實與天氣及地形情況有關。無論如何,在作阻止射擊之前,應將夠多數目的發霧榴彈,作如此均勻的支配,以使所成烟帳中不能有間隙。因此在缺少阻止射擊及當發霧榴彈之儲蓄量係屬有限時,吾人僅在猜想敵人有抗坦克車砲(Antitankgeschütze)之處之前,布有烟帳,即屬已足。在作前進的攻擊時,戰車殊難再計及砲隊之援助;在是項情形下,坦克車必需試行利用其本身所備之發霧工具以作其本身的幫助。

活拉如(Worrall)氏報告(參考 48),在大戰時一部份之戰車軍官(Kampfwaglnoffiziere),曾代表一種觀點,烟雲必需布於離其實在的火綫(eigentliche Feuerwalze)尚有二百米之遠之處。彼等此項要求之根據,係因當作陣地戰時施行攻擊,需將戰車保持其在火綫後殊近之處。若發烟砲彈係落於離火綫前殊近之處,則不僅敵人被矇蔽,即戰車本身亦被矇蔽。此項要求,活氏自下列之理由,加以反對:“自一般言之,防戰車之砲,係置於極前之處;故若烟幕與火綫間之距離過大,是項烟幕,即無目的的超過防戰車砲之上,而在決定勝負的時機,使防禦砲隊復得對坦克車之行近,有自由的視察”。

一種戰鬪的情況,在其中砲兵能進攻之戰車作極重大之援助者,為當戰車通過無障礙的高地(freie Höhe)而在敵方之斜坡上對天作一明晰的對較之時。在此時戰車對於敵人為一異常好的目標。英國規程(參考 131),對此作一當然的要求,謂戰車在此項不穩當的情形下,必需有一種準備,即無砲隊之霧雲射擊以作掩蔽時,亦尚可偶爾求救於戰車彼此之相助或步兵

之援助。

關於在是類情形下戰車彼此互助之一件富有教訓性的事例，活拉如氏 (Worrall) 特引在 1918 年八月八日於馬倫樹林 (Malonwald) 之北所遭遇的事件以指示之。當一輛英國戰車正在一陡坡 (Steilabhang) 之邊出現時，此車即遇德國野砲之近距離射擊 (Nahfeuer)。此車立即退至高地之後而對似係榴彈所來之方向，成功的 (auf gut Glück) 放出五發之發霧榴彈。在此時另一輛戰車自其旁在霧雲內前進，而衝過 (überraunte) 兩尊德國野砲及其砲手 (Bedienung)”。

在迄今所論之一切戰鬪情形中，戰車均可達到一種情況，有求助於步兵施放烟幕之必要者。總而言之，此二種兵種 (即戰車與步兵)，實係兩種射擊單位 (Feuereinheit)，彼此應互相幫助以圖合作者。因此步兵必需努力，藉發烟槍手榴彈，發烟燭，或指定的 (zugeteilt) 迫擊砲的發霧迫擊砲彈之幫助，將射擊，活動，及烟幕產生，作一合宜的聯合，以將戰車對敵人之砲火 (尤其輕砲隊之砲火) 作防護。

當戰車係完全隱蔽於烟幕之內時，其砲手 (Bedienung) 非在一種可以使用兵器之情形下，因此彼等係處極不利之情況。此外彼等尚有一種危險，即在烟幕的保護之下，有決心的敵人，可以行近戰車而突然對之投擲手榴彈。因此活拉如 (Worrall) 氏主張 (參考 48)，當戰車在烟幕中前進時，適宜的方法，為總用本國步兵陪伴之；此項步兵，同時用指南針以為戰車作指路。

每輛戰車，均在一種情形，可自其排氣管 (參觀第 527 頁) 放出烟雲而產生掩蔽其本身之烟幕。(參觀書末附圖 76。此外在第 529 頁上所述之噴射法，其作此項用途，最近亦成為問題。) 惟在例外之情形下，風乃能將烟雲自戰車直接吹於敵人之防禦

砲隊之上。在多數情形下，若風係自旁面吹來時，一輛戰車或嚮導坦克車 (Leittank)，有藉其所產生之烟雲，隱蔽隨後前進的戰車或同時前進的步兵之可能性。雖然，每輛放出烟幕之戰車，在風自旁面吹來時，對於敵人之砲隊，成爲一異常好的目標。因此在是項情形下，應將此項戰車用烟幕或他種兵器遮蓋之，或採用其隨車所帶之發烟彈藥以隱蔽其車本身。

一般言之，在採用從戰車吹放烟幕之手續時，應十分慎重；以此項可使他種兵器及其他戰車受其擾亂也。無論如何，在一種合乎格式之戰車企圖中，對此方面需有慎重的準備及通報處置；而在作合宜的攻擊時，切不可任一輛單獨之戰車，按照一名單獨的指揮官之判斷而放射烟幕。反之在達到第一種目的後，各輛戰車，於有利的風向下，立即可使用此項手續，以令其可在本身所產生的烟幕之下退卻。此類防護法，尤其當戰車因距離過遠或因他種理由不復能計及自方砲隊射出發霧榴彈以作援助時，殊爲重要。設當時之風向，不容許烟幕的吹放，則戰車需用其隨車所帶之發霧榴彈（此項榴彈，按英國之規定，爲口徑 5.7 厘米，重六磅）或發烟槍手榴彈以作其本身之防護。後者（即發烟槍手榴彈）所占之地位，比較的少，故每輛戰車便於備有三十至四十枚。在有需要時，可自戰車之每一洞口，不論其爲車手 (Fahrer) 之觀測孔 (Beobachtungsschlitze)，觀測臺 (Beobachtungsturm) 的視察孔 (Sehschlitze)，或在其旁門內的洞口，將是項手榴彈射出；此外亦可將其自車之頂蓋 (Dach) 擲出。

下列結論(參考 48),爲澳大利亞 (Australia) 軍隊之軍團司令部 (General-kommando) 於 1918 年七月四日在里翁 (Lihons) 地方作一成功的坦克車攻擊後所得者,讀之實饒興趣。此項結論之內容如下:

(1) 當步兵已在某種程度下達到其所攻擊之障地後,宜於慢慢的將火綫推前成一新火綫,而在烟幕的保護之下,將坦克車向前送至較遠之處,以便將殘餘之敵人步兵,迄此時未爲砲隊之砲火所損害者,一律除去之。以此項處置之採取,使我方現時之最前綫,一時對於敵人的確實經過不能明瞭;但同時亦將敵人反攻之可能性,在一較長之時間內屏去之。

(2) 進攻的坦克車之掩蔽,爲一絕對的必要之事。惟當七月四日,則烟幕之採用非屬必需;因當時之特殊地勢,與存在甚久之乾燥氣候聯合,使火綫本身轉起夠多的塵土也。

(3) 烟幕愈濃厚,步兵愈需行近坦克車;因在烟幕內,後者(即坦克車)不能用其兵器也。

海格如 (Heigl) 氏曾自關於世界大戰之參考材料中,將協約國方面多次之坦克車攻擊(用烟幕及不用者均在內),縱合而討論之(參考 183)。海氏對此之報告,大約如下:

“在 1917 年春四月愛森 (Aisne) 之戰,法國首次採用之坦克車,於其攻擊失敗時,蒙受殊大之損失;其損失程度竟達其所用之坦克車之百分之五十三。此項損失,其最大之部份係因德國遠砲隊 (Fernartillerie) 集中射擊所致;此處所謂遠砲隊,係指一羣安置於掩蔽的障地之內之砲隊,與近接戰之抗坦克車砲 (Antitankgeschütz) 相對而言。此項經驗,當時最初使德國人得一種錯誤的結論,即坦克車之防禦,首應以遠戰砲隊 (Fernkampfortillerie) 擔負之,而近戰砲 (Nahkampfgeschütze) 之價值,則比較的殊小。實則德國遠距離砲此次之成功,僅因法國在戰術上所犯的錯誤而乃使其可能。當時法國之坦克車隊,自最初即排成縱隊 (Kolonne),夾於步兵及其他部隊之中,於光明的白晝之下,不用烟幕,慢慢的在自潘達凡 (Pontavert) 往古聶戈 (Guignicourt) 之大道上進行;且在戰場上仍然錯誤的在較長的時間內保持其縱隊排列之狀式,而最後因遇戰壕及皮帶多次損壞 (Pannen),曾經屢次停止,以致遭此慘敗。至自由活動之單獨的坦克車,雖在彼時進行極慢之情形下,實亦少有被擊中者。雖然,將遠砲隊作適當的集中射擊,曾能對坦克車隊 (Tankmasse) 及坦克車綫 (Tanklinie) 作重大之傷害,且在今日仍能致此;因此是項砲隊,應以壕蔽觀測所之法使其變爲無用”。

“1917年十月馬梅孫(Malmaison)地方達姆路(Chemin des Dames)之戰，德方失利；在此次之戰場上，法國之坦克車，爲霧(內中最大部份爲天然霧)所籠罩，以致德國之遠砲隊，對之幾無功效，故其所受損失殊小”。

在1917年十一月二十日英國於康卜雷(Cambrai)地方所施行之坦克車急襲，亦因有濃厚之晨霧而得益處。海格如(Heigl)以英國方面所發表者爲根據而作下列之報告(參考227)：“在霧的保護之下(此項霧以英國砲隊之霧幕射擊而更增強)，三百五十輛坦克車，分數次作波浪狀而前進”。

爲求完全起見，特在此處將法國海爾(Herr)將軍關於1918年六月十二日麻茲(Matz)之戰的報告(參考120)列入。海爾云：“在六月十二日之過程中，德國人之中鋒再向前而達離康皮森(Compiègne)僅七千米之阿倫德山谷(Tal der Aronde)；其左翼佔領狄維特(Divette)及麻茲間之整個森林地帶(Waldmassiv)，其右翼則逼近特理可(Tricot)高地之巴黎蒙帝提爾(Paris-Montdidier)車站。六月十一日晨十一時，當彼等擬將其破口(Bresche)再加擴大而在蒙帝提爾之南施行突擊時，其右邊之側面，遇一實力甚強之反攻；此項反攻之兵力，爲四師團，十二隊之戰車，及兩聯隊之車行砲兵(gefahrenene Artillerie)。在有霧之有益的條件下，是項反攻擊部隊，完全出於德人之不意，結果德國右翼，秩序混亂而後退，而因此聯帶的使其中軍亦不支而被迫自阿倫德(Aronde)退出”。在此處海爾氏未言明其所謂之霧，係指天然或人造之霧；但自上述之此項事件發生時間觀之，頗似指後者(即人造霧)。

“當1918年七月九日，法國人在菲卜德(Ferm Porte)及菲洛奚(Ferm des Loges)二地施行反攻時，爲掩蔽四大隊的施乃德式戰車(Chars Schneider)之前進及其採用起見，曾以搜射法(Flächenfeuer)將德人在維弱(Vignaud)地方之觀測所用霧濛蔽，同時希對德國之砲隊本身，散布氣體。因此其結果法國之步兵及坦克車，不費力而達其所欲得之目標”。

“在此時左右，雖曾多次採用霧幕射擊法，然1918年七月十八日，在蘇孫(Soissons)之戰中，法國之砲臺司令官，尙曾不夠機敏，將發霧榴彈之應用中止，而寧試用高炸藥爆裂彈(Hochbrisanzgranate)以作掩蔽，結果令其本國之坦克車大受損害”。

“反之在隨後數月，法國方面之有計劃的使用發霧榴彈，可以令人覺得。例如1918年九月二日，在蘇松(Soissons)後面松里(Sonny)地方之戰役中，於烟帳的保護之下，三大隊之輕戰車(chars légers)向前突進而能繼續的緊迫火綫之後。德國方面，雖有組織完善的坦克車防護，並放出猛烈的阻止射擊；但法國人仍能祇損一打左右之坦克車而得衝破抵抗綫，奪回約寬一千米至一千米半之陣地”。

“當1918年法國第四軍在香檳(Champagne)地方大戰時，坦克車隊因德國

砲隊之損失，以發霧榴彈之儘量的採用，祇達一中等大小之數目，即一百八十四輛內損失五十六輛”。

“當 1918 年十月二十五日晨六時半，法國第五軍對恆丁陣地 (Hundingstellung) 施行攻擊時，法國砲隊，曾射出發霧榴彈以掩蔽德國之觀測所，此外同時並主要的使德國之抗坦克車砲及投射砲失其戰鬥力。關於此事，曾有一法國方面之報告如下：‘以敵人觀測所之被瞭蔽，吾人在重砲之集中射擊下，未蒙損失；但迫擊砲及抗坦克車砲，則使吾人殊受損失。惟因德國遠砲隊功效之屏除，吾人之坦克車及步兵，乃竟能不顧敵人慎重布置的抗坦克車之防禦而直接的突入德人之陣綫。在同月二十六日（即次日），吾軍再作一次攻擊，但此次係以有天然霧而得益。在此兩日作戰中，法國之坦克車隊，共損失三分之一之兵員額 (Mannschaftsbestand)；其所用之一百四十五輛坦克車中，有五十一輛失去其戰鬥力”。

當 1918 年八月八日，英軍在阿米恩 (Amiens) 地方突入時，先作四分鐘久之異常猛烈的連續速射 (Trommelfeuer) 而後突然的將三百三十輛之坦克車 (多半係重坦克車) 衝破德國之陣綫。關於此役，福勒 (Fuller) 氏云：“在此次成功之攻擊中，惟一智巧的要素，即在吾國砲兵射擊程序 (Artillerie-programm) 內所包括之尋常的烟幕阻止射擊 (Rauch-sperrfeuer)；此項烟幕，無疑的增加黎明時之不能見物性而使混亂因之增加”。

在 1918 年九月二十七日至十月九日康卜雷至聖更丁 (Cambrai—St. Quentin) 地方之戰中，在英國第一軍之範圍內，第九坦克車大隊，協助英國第三十二師團，對封蘇至雄古 (Fonsomme—Juncourt) 之綫施行攻擊。在此處所用之坦克車，屢次藉其自摩托排氣管所放射之烟雲，以造成掩蔽其本身之霧幕，而得成功的使用；以用此法，其因德國近戰砲 (Nahkampfgeschütze) 所受之損失，得以避免”。

以上所列海格如 (Heigl) 氏搜集之報告，異常的富有教訓性，而對於烟幕在作戰時採用之發展，為一殊佳的描寫。雖然，此項報告，亦復明白的指出，此項發展係屬何等幼稚，而在大戰中，惟當最後數月，在此方面乃始能有實際上的經驗。因此在此處討論在將來戰爭中之兩種極端重要的兵器之合作時，似屬殊有作一着重的聲明之必要。是項聲明，即此處所寫之戰術上觀點，主要的係以英國方面發表之報告為根據，故切不可視之為絕

對可靠的事實，而應祇評之為按照現今技術發展的情形，及迄今所得之實際上經驗而得之方針。

在大戰後關於霧幕及戰車合作而獲得成功，亦有一例。

此例即係在 1922 年七月愛爾蘭內亂中之一次事件。歇德維 (Chedeville) 氏根據倫敦日報 (*Journal*) 上所發表之新聞，對此作下列之報告(參考 114)：

“英國人今日對迄今強項的抵抗砲擊之在撒克維街 (Sackville Street) 的愛爾蘭共和黨，繼續其進攻之企圖。進攻之部隊，用多枚發烟砲彈以造成一烟幕，使部隊能在其後向前進行。以霧幕之散出，數輛戰車得以參加戰鬥而令其機關槍火發展其威力。防守者方面之砲較弱，故攻擊者卒能侵入”。

用飛機散出烟幕，可助坦克車至何等程度，可於下節中見之。

#### e. 空軍 (Flugwesen)

自飛機產生烟幕法之技術上的種類，有產霧物質之雨下或噴散，及發烟飛機炸彈之擲下等，已於上文 529, 530 等頁上言及之。此項烟幕之任務，可殊不相同。一種適宜的分類法，為首將其分為下列兩種主要的大類：

- (1) 在戰場上產生烟幕以保護本國部隊；
- (2) 產生烟幕以保護飛機本身。

##### (1) 在戰場上產生烟幕

在英國烟幕規程 (參考 131) 中，曾着重的聲明云：“自飛

機使用烟幕之最重要的目的，必需在乎掩蔽在地面上之部隊；且此項手續，凡在一切事例中，因距離過遠或其他理由，部隊本身非在一種情形，足以自助者，均應採用之。飛機一方面可用烟雲以作掩蔽，即在較大的地區上布一輕微的烟幕，與砲隊阻止射擊時所射出者相似，以隱蔽自方步兵；他方面亦可用之以作隱蔽之用，而使敵人之防禦戰砲 (Kampfabwehrgeschütz) 較難達到其目標”。

在此處輕微的 (leicht) 烟幕之標出，表示為滿足上述任務起見，所備者應為噴射之手續 (Abspritzverfahren) 而非發烟飛機炸彈之投擲。海爾如 (Heigl) 氏(參考 183) 對此有正確的認識，故將此項手續以較明晰的方式敘述之，而直接言明，在隱蔽敵人之觀測所時，應用噴射法以造成一幅稀薄的，但係高而直立之烟帳。海氏同時並注重此項手續與砲隊烟幕射擊相較之優點；海氏云：“此類之布霧，雖在今日已能以烟幕阻止射擊之方法，作標準式之實行，但烟幕射擊，不僅需用產霧之物質，而且尚需彈殼及槍砲。反之一架單獨的飛機，在較砲隊所需時間為短之期間內，可在敵人觀測者之前，布成一烟幕，而除發烟材料 (Rauchmittel) 及少許之高壓空氣外，並不需任何其他物料”。

英國烟幕規程(參考 131) 再作進一步的言論，謂飛機在多少有利的情形下，能於在戰場上隨心所欲產生各種濃度的烟幕，以掩蔽進攻部隊之前進。雖然，為作此項布霧起見，需用一極大數目之飛機，因此必將使空軍對於他種任務之力量減去一部

份；故惟在有必要時，乃採取此項處置。

若吾人僅欲對固定的地點，構成濃厚的烟幕，令其存留至某種期間之久，則上述之限制，並不存在。例如在後方地域(rückwärtiges Gelände)內之重要地點，因其所處地位之高或因其距離過遠，以致其在本國砲隊射程之外者，用飛機放烟幕以掩蔽之，殊為適宜。

戰車與飛機之合作，似為一殊有希望之事。戰車對於防禦坦克車的兵器(Tankabwehrwaffe)之防護，在今日仍為一未能解決之題，以是項防禦兵器，係在比較近的距離開始射擊也。若飛機能認定敵人防禦坦克車的兵器之地位，而藉其本身兵器之功效(內中包括使用發烟飛機炸彈之隱蔽功效)，使該項防禦兵器之戰鬥力，減低殊多，則按照英國方面之見解(參考 131)，飛機對於進攻之戰車，有異常大的價值。

自飛機所投下之單獨的發烟飛機炸彈，可作信號或作標識固定地點之用。雖然，此類之信號，必需無條件的有簡單之意義，不致誤會，而為一切參加者所熟知者。在此處用有色之烟，亦似較為合宜。

## (2) 產生烟幕以作飛機本身之防護

在論產生烟幕以作飛機本身之防護時，亦應將掩蔽法及隱蔽法加以區別。

掩蔽法(Tarnung)——在529-30頁上，吾人已言及，飛機藉

液體產霧材料之雨下或噴射，除產生上節所論之烟帳 (Rauchwand oder Rauchvorhang)外，尙能產生烟蓋 (Rauchdecke oder Rauchschild)以將飛機本身自下面之視線移開，但不致將飛機對在其下面的地域之觀測能力，有重大的障礙。

此項掩蔽，與上文論戰車時所描寫之手續，有某種程度的相似。在此處引導的飛機，亦如引導的坦克車，最爲暴露，易受危險。至跟隨之飛機，則在可能範圍內，將其航路維持之在前面飛機所放烟幕之軌道 (Rauchbahn)之內而如此對敵人之視線得隱蔽之功效。據美國方面發表之論文 (參考 208)，爲作本身之防護計，布出烟幕之飛機，以前係自殊高之高度，投下飛機磷炸彈。

朦蔽法 (Blendung) ——在此處烟幕之採用，係有取攻勢之意義；其任務在藉布霧法，使其所欲攻擊的目標，不能以描準的射擊，對進攻之飛機作防禦。此項布霧，可按上述之手續行之，亦可藉發烟飛機炸彈之擲下以得之。海格如 (Heigl) 氏之見解 (參考 183)，謂若所欲破壞者，爲一固定不動之目標，則擲下發烟飛機炸彈之法，較之噴射的手續爲佳；因用前法 (即擲下發烟飛機炸彈)時，一擲即可將整個地面以烟蓋住而如此將其目標之範圍 (Zielfeld)以明晰之界線畫出，因此一舉而同時得二利 (即將其目標範圍對於隨後爆裂彈及氣體炸彈之擲下朦蔽及使其易見)也。

最後吾人尙應簡短的述及一種特殊的採用烟幕之手續，在

飛機上用之以作其本身之防護，而在大戰時已曾試用之而得成功者。此項手續，係用較小的發烟飛機炸彈；是項炸彈將其自飛機擲下，以欺騙高射砲，而將其爆裂點之線 (Sprengpunktlinie) 誤導至不相干之處(參考 84)。

#### D. 烟及霧在後方地域(rückwärtiges Gelände)之採用

##### a. 在前線後面之採用

對於掩蔽固定的防禦工事，正在射擊或進入陣地的砲隊，橋樑，或其他構築物之建築，及軍隊之集合等，烟幕之採用，均可成爲問題。在每種情形下，未用烟幕以前，均應先加考慮，其所計劃之烟幕採用，是否首先將使敵人之注意，轉到其所欲隱蔽之手續之上。

在崎嶇之地域 (hügeliges Gelände) 內，一種常屬合宜之方法，爲在高處 (Bodenerhebung) 發生烟幕。此即謂假定有適宜之天氣時，自此處比較的易於產生一幅布在夠高處之烟蓋 (Rauchdecke)，以將本國之部隊動作 (例如部隊之配置)，在敵方繫留氣球 (Fesselballon) 的觀測之前掩蔽之(參考 131)。

在平坦之地域內，如有必要時，可簡單的將發烟迫擊砲彈射入空中，以產生烟幕而作掩蔽之用。雖然，似此一類的手續，代價殊高而且並非總係可靠。

### b. 在防守海岸時之採用

爲將海岸之防禦工事，對外面海中的射擊作防護起見，烟幕一物，可極屬有效。對此整個防禦工事之掩蔽，與射擊的戰艦及同時進攻或偵察的飛機之矇蔽，均可成爲問題。按照英國方面之見解(參考 131)，就中吾人首需予以最大的價值的方法，爲在適當的防禦工程之上而，產生及維持一層烟蓋；至置於進攻的艦隊與海岸之間的烟帳，以其影響敵方艦上砲隊之砲火，與其影響本國岸上砲隊之砲火相等，且不破壞敵方飛機之活動，故似較不合宜也。因此最適宜的烟幕採用法，爲將防禦工程掩蔽以屏去飛機，並將敵方之軍艦矇蔽以屏去其砲隊。

對於在適宜之天氣下施行掩蔽之工作，英國烟幕規程(參考 131)主張用在 518 頁上所述之海軍部 F 式發烟浮器。採用此項器具時，應將其置於風之上游，離其所欲掩蔽之工事(Anlage)約五百米之處，其彼此間相隔，約十米。

在將海港對魚雷艇之攻擊作防禦(尤其在夜間)時，有時使用烟幕。吾人可假定，將一幅濃厚的烟帶(Rauchgürtel)布在水中之結果，係使魚雷艇在作此項企圖時本有之異常大的困難，更形增加，以致攻擊之成功愈益成爲問題。防守者當然需努力設法，在可能範圍內將烟帶如此布出，以令其防禦魚雷艇的兵器之活動，可不受妨礙。

### c. 在後方之採用

在上列各節中，吾人所討論者，幾純限於軍隊在作戰地域

(Operationsgebiet)內之保護。在本節中吾人將討論烟霧保護對於後方(Hinterland)各種固定構築物之重要，以結束吾人之考慮；此項問題，其重要性並不小於以上所論各問題。

在述及對於飛機攻擊之防護處置時，吾人已屢次簡短的提及，一種主要的防護法，即在藉布霧以掩蔽受危險的目標。

對於採用霧雲在此方面之評價，曾有人提出多種反對及懷疑之意見。內中最為注重者，為將一城市布霧時，吾人當然可思及用此法並不能得任何保護之功效，因在此項情形下，敵方之飛機隊，將對是項霧海任意的擲下炸彈，而因此其最後所收到之功效，與無霧時相等也。

此類見解，係自所謂之“常識”得來，但在此項情形下，僅有極小一部份實係正確。在上文各節中，吾人實已屢次指明，烟及霧之主要的實踐可能性(Erfüllungsmöglichkeit)，即在將敵人之射擊，由描準的變為不描準的；而吾人今知，不描準的射擊，其極大一部份實係無效。此項定律，雖在今日吾人視為首對防禦兵器有效；但一般言之，對於飛機炸彈之擲下，亦可應用之。關於擲下氣體炸彈所需之命中程度(Treffgenauigkeit)，其主要點已於第381-2頁上言及之；在擲下爆裂彈時，則正確的描準之需要，似遠較用氣體炸彈時為大。在此處吾人亦可提及，在有良好的視線時對一密擠的屋海(Häusermeer)投擲炸彈，百分之六十的炸彈實係在街上或天井中爆炸，至擊中房屋本身的不過百分之四十(參考183)。霧海使每一炸彈之投下，變成不描準

的；此項防守者因採用烟幕而得之優勢，首係不成問題。

雖然，此外並有第二種屬於霧幕防護的主要優點，尙未論及者，即使飛機不能確知城市或任何其他目標之實在的地位，或者甚至經熟加考慮後故意欺騙之。爲此所需之烟幕採用，其實際上的執行可能性，對於較小的目標平面（如單獨的倉庫或工廠構造物），遠較對於廣袤之大城爲大。最簡單的情形，當然係在較小目標之附近，將其周圍之地域，在大範圍內布霧，以令攻擊者有不確知目標之實在的地位之感。最後尙有一種可能性。卽利用僞烟（Rauchfinte）以注入敵人一種虛假的目標地位的影像。海格如（Heigl）氏曾將此類可能性指出（參考 183），並對一件舉例（Schulbeispiel），卽“菩德懷斯之布霧”（Die Vernebelung von Budweis），指明藉烟幕使用以作有系統的誤導時之實際上的方針。

在今日若卽欲對烟幕在極大的目標平面（Zielfläche）上之掩蔽功效，予以有決斷性的重要，誠然殊屬輕率。雖然，卽對廣大的空間，祇需假定當時無極不利的天氣及大風以使其無效（但此項與天氣的關係，飛機上的兵器亦多少有之），則烟幕之實際上的執行可能性，亦不成問題（參觀書末附圖 75）。例如曾有人算出（參考 211），將柏林城之屋海作二小時至三小時之徹底的布霧，需用四十至六十輛三噸車（Dreitonnen-wagen）之產烟藥品。此項數目字，對於近代之烟幕採用手續，似屬殊高；但與此相較，若欲將柏林城作有效的布毒，則根據迄今所有之戰場上

經驗，其所需之芥子氣數量，竟達約計一千輛三噸車之多。無論如何，吾人可云，在將來之戰爭中，烟幕之採用，為防守者在後方對付飛機攻擊之一主要的輔助工具 (Hilfsmittel)，係一或有性極大之事。此項工具之多種發展的可能性，例如同時與風箏阻止 (Drachensperre) 及防護氣球 (Schutzballon) 聯合而用之，均可想到。

在較新的德國軍事著作中，與氣體兵器相對照，對於烟及霧之產生，殊鮮有注意及之及將其評價者，實係一種殊堪驚異之事實。且有數位著作家，對此方面竟有毫未提及之者，此項遺漏，吾人必需視為不合理，而稱之為其著作中之缺陷。防護的烟幕，當大戰之末期，在德國方面亦已得殊大之軍事上的重要；並已指明，何者可以此成就之。大戰後在英國及美國方面，曾將其各方面作科學上之研究，並同時對之作實際上的試驗，故在今日其在軍事上之採用可能性，已達到一種可注意的程度。在將來戰爭中，烟及人造霧，無問題的必將立即成為一不可少的因素，且或將迅速的經過一種發展過程，其單獨之路站，在今日祇能猜想及之者。此項或有性，以烟幕與天氣(尤其與風力)之關係，較之氣體兵器為小(此點已於第 550 頁上見之)，故屬愈大。因此對於一在物質上處劣勢的國家，如今日德國者，烟幕一物，應有極屬特殊之軍事上價值也。

附 錄 一

面積單位一覽表

單 位 名			德文縮寫	與 之 相 等 之 面 積			
中 文 名	英 文 名	德 文 名		平方仟米 (qkm.)	公頃 (ha.)	公畝 (a.)	平方米 (qm.)
1 平方仟米 (平方公里)	Square Kilometer	Quadrat- kilometer	qkm. =	1	100	10,000	1,000,000
1 公頃 (一萬 平方米)	Hectare	Hektar	ha. =	0.01	1	100	10,000
1 公畝 (一百 平方米)	Are	Ar	a. =	0.0001	0.01	1	100
1 平方米 (平 方公尺)	Square Meter	Quadrat- meter	qm. =	0.000001	0.0001	0.01	1

1 平方米(qm.)=10,000 平方厘米(qcm.)。

1 平方厘米(qcm.)=100 平方毫米(qmm.)。

1 普魯士羅德(preuss. Rute)=0.142 公畝(a.)。

1 普魯士摩根(preuss. Morgan) =0.255 公頃(ha.)=180 羅德(Ruten)。

1 德國平方英里(deutsche Quadratmeile)=56.25 平方仟米(qkm.)。

1 英國平方碼(Square Yard)=8354 平方米(qm.)。

1 英畝(Acre)=40.467 公畝(a.)。

1 奧國約赫(Joch)=57.554 公畝(a.)。

1 俄國平方英里(Square Verst, 德文稱 Quadrat-Werst)=1.138 平方仟米  
(qkm.)。

1 俄國德斯雅丁(Desjatine)=109.25 公畝(a.)。

附錄二

德國及英美度量單位對照一覽表

德 國 單 位 (即 米 制)					英 美 制 單 位				
單 位 名			德文縮寫	與英美制單位相等數	單 位 名			英文縮寫	與德國制單位相等數
中文名	英文名	德文名			中文名	英文名	英文縮寫		
1 厘米(公分)	Centimeter	Zentimeter	cm.	= 0.03937 英寸	1 英寸	inch	in.	= 2.54 厘米	
1 米(公尺)	Meter	Meter	m.	= 3.28 英尺 或 1.093 碼	1 英尺	foot	ft.	= 30.49 厘米	
					1 碼	yard	yd.	= 0.914 米	
1 千米(公里)	Kilometer	Kilometer	km.	= 0.6213 英里	1 英里 (法定英里)	Mile (Statute mile)	m.	= 1.61 千米	
					1 倫敦英里	London Mile		= 1.524 千米	
1 每分鐘米數 (例如指風每分鐘之速度)	Meters per Second	Meters in 1 Sekunde	m./sek. 或 ms.	= 每小時 2.22 英里	1 每小時英里數	Miles per Hour	miles/hr	每分鐘 0.45 米	
1 升(公升)	Liter (Litre)	Liter	l	= 1.057 夸特	1 夸特	Quart	qt.	= 0.946 升	
					1 英國加侖	English Imperial Gallon		= 4.54 升	
					1 美國加侖	U. S. A. Gallon	Gal.	= 3.786 升	
1 立方米 (立方公尺)	Cubic Meter	Kubikmeter	cbm.	= 37.27 立方英尺 或 1.356 立方碼	1 立方英尺	Cubic Foot	cu. ft.	= 28.32 升	
					1 立方碼	Cubic Yard	cu. yd.	= 765.7 升	
1 克(公分)	Gram	Gramm	g.	= 15.43 英厘	1 英厘	Grain	gr.	= 64.8 毫克	
					1 英兩 (盎司)	Ounce (English Ounce)	oz.	= 31.1 克	
					1 美國兩 (美國盎司)	U. S. A. Ounce		= 28.35 克	
1 仟克(公升)	Kilogram	Kilogramm	kg.	= 2.2046 磅	1 磅	Pound	lb.	= 453.6 克	
					1 英擔	English Hundred weight	cwt.	= 50.8 仟克	
					1 噸	Ton	t.	= 1016 仟克	

## 附 錄 三

最重要的軍用氣體物質之計算的有效期間<sup>①</sup>、<sup>②</sup>

(Wirkungsdauer)一覽表

(根據萊特勒<sup>③</sup>及蘭格默<sup>④</sup>二氏)

$$S = \frac{c_1}{c} = \frac{p_1}{c} \sqrt{\frac{M_1 \cdot T}{M \cdot T_1}} \quad (\text{計算用之方程式})$$

在此方程式中，

S = 軍用物質之持久性或有效期間，

c = 軍用物質在絕對溫度 T 下的揮發性(Flüchtigkeit)，

c<sub>1</sub> = 水在 15°C. 下的蒸發速度(Verdunstungsgeschwindigkeit)，

p = 軍用物質在 T 溫度下的蒸氣壓力(Dampfdruck)，

p<sub>1</sub> = 水在 15°C. 下的蒸氣壓力，

M = 軍用物質的分子量，

M<sub>1</sub> = 水的分子量，

T = 空氣的絕對溫度，

T<sub>1</sub> = 與 15°C. 相當的絕對溫度。

注意：

①亦稱存留性(Sesshaftigkeit)或持久性(Persistenz)。

②參觀第 42—43 頁。

③ Leitner, 參考 231。

④ Langmuir, Physikal. Zeitschrift, 14, 1273。

物 質	溫 度 (T-273) (°C.)									
	-10°	-5°	0°	+5°	+10°	+15°	+20°	+25°	+30°	
氫溴甲苯 (Bromobenzyl Cyanide) ①	固體的	6930	4110	2490	1630	960	610	395	260	173
	液體的	(2720)	(1830)	(1250)	(860)	(600)	(427)	(307)	(222)	(163)
芥子氣 (Mustard Gas) ②	固體的	2400	1210	630	333	181	在 13.9° 下溶化			
	液體的	(1162)	(690)	(418)	(258)	(162)	103	67	44	29
“路易毒劑”(Lewisite)	96.0	63.1	42.1	28.5	19.6	13.6	9.6	6.9	5.0	
氯甲酸三氯甲酯(Perstoff)	2.7	1.9	1.4	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	
硝基三氯甲烷③(Chloropicrin)	1.36	0.98	0.72	0.54	0.4	0.3	0.23	0.18	0.14	
光氣(Phosgene)	0.014	0.012	0.01	0.008	在 8.02° 下沸騰					

在表中之數目字，係指各種物質在各溫度下之存留性 (Sesshaftigkeit)，其所取之單位，係按照萊特勒(Leitner)法，為軍用物質在空曠平坦的地面上一小時之有效時間。

注意：

- ①, ② 氫溴甲苯及芥子氣二物，均有冷至其凝結點 (Erstarrungspunkt) 之下，尚保持其液體狀態的傾向。
- ③ 此項算出的數值，與氯甲酸三氯甲酯相較殊低；此點與關於硝基三氯甲烷，在地面上之有效時間的實際上戰場經驗，不甚相符(參觀第 69 頁)。

## LITERATURVERZEICHNIS<sup>\*)</sup>

1914.

1. Trémolières et Loew: Effets des gaz irritants des projectiles de guerre. In „Bullet. et mém. Soc. méd. de hôp. de Paris“. 39. S. 597. 1914.

1915.

2. Aitchison, T.: Gas Poisoning. In „Brit. Med. Journal“. S. 488. London 1915.
3. Black, Glenny and McNee: Observations on 685 Cases of Poisoning by Noxious Gases, Used by the Enemy. In „Journal of the Royal Army Med. Corps“. 24. S. 509. London 1915.
4. Bradfort and Elliott: Cases of Gas Poisoning among the British Troops in Elanders. In „British Journal Surgeon 1915/16“. S. 234. Bristol 1915.
5. British Med. Journal 1915: The German Use of asphyxiating Gases. S. 774, 821, 861, 984, 1016.
6. Broadbent, W.: Some Results of German Gas Poisoning. In „British Med. Journal“. S. 247 (1915).
7. Campbell, H.: Poisonous Gases. In „Brit. Med. Journal“. S. 1065 (1915).
8. Deveze et Orsant: Masque contre les vapeurs asphyxiantes. In „Presse Méd.“. 23. S. 176 (1915).
9. Golla and Symes: The immediate Effects of the Inhalation of Chlorine Gas. In „Brit. Med. Journal“. S. 348 (1915).
10. Lewes, V. B.: Poison Gas and Incendiary Bombs. In „Illustrated London News“ v. 31. Juli 1915.
11. Lung, G. A.: Asphyxiating Gases as a Weapon in Warfare. In „Mil. Surgeon“. 37/411. Chicago 1915.
12. Parker, R.: Poisonous Gases. In „Brit. Med. Journal“. S. 1027 (1915).
13. Roberts, A. A.: The Poison War. In „Brit. Journal“. S. 15 (1915).
14. Sadowski, P.: Vergiftung durch erstickende Gase in großen Mengen. (Russisch.) In „Sibirsk. Vrach“. Tomsk 1915.
15. Tilden, W. A.: Poisonous Gases in Warfare and their Antitodes. In „Nature“. London 1915.
16. Wainwright, L.: What is the Gas? In „Lancet“. S. 198. London 1915.

1916.

17. Carpenter, D. N.: Smoke and Powder Gases in Naval Warfare. In „Mil. Surgeon“. 39/461. 1916.
18. Elliot and Henry: Gas in Military Mines, Symptoms of Carbon Monoxide Poisoning Hospital. London 1916.
19. Grémeaux, P.: Lésions oculaires consécutives à l'action des gaz lacrymogènes. In „Progrès Méd.“. 31/175. 1916.
20. McWalter, J. C.: Gas Poisoning. In „Clin. Journal“. S. 172. London 1916.

---

<sup>\*)</sup> Sonder-Literaturnachweis über „Sauerstoffschutzgeräte“ siehe S. 184 und 280, über „Industrieschutzmasken“ siehe S. 272.

21. Rabena, F.: Los Gases asfixiantes como arma de la presente guerra europea. In „Rev. Valencia de Cien. Med“, 18/113. Valencia 1916.  
 22. Zadek, J.: Massenvergiftung durch Einatmung salpetrigsaurer Dämpfe. In der „Deutschen Medizinischen Wochenschrift“. S. 208. 1916.

1917.

23. Grubbs, S. B.: Detection of Hydrocyanic Acid Gas. Use of Small Animals for this Purpose. Washington 1917.  
 24. Haferkorn and Neumann: Poisonous Gases in Warfare. Application, Prevention, Defense and Medical Treatment, a Short Annotated Bibliography of Gases and Kindred Devices Applied in the Present War. Published Engineer School. Washington 1917.  
 25. Knack: Kampfgasvergiftungen. In der „Deutschen Medizinischen Wochenschrift“. S. 1246 (1917).  
 26. Knack: Schädigungen durch Gasangriffe. In der „Münchener Medizinischen Wochenschrift“. S. 880 (1917).  
 Anmerkung: Auf vorstehende Literaturquellen, Nr. 1, bis 26 der Jahre 1914, bis, 1917, wird im Buche nirgends Bezug genommen; ihre Aufnahme bezweckt in erster Linie, die historische Entwicklung der gastechnischen Literatur zu zeigen.  
 27. Paul, T.: Merkblatt über die ärztliche Behandlung von Personen, die infolge Einatmung der durch feindliche Fliegerbomben entwickelten Gase erkrankt sind. In der „Münchener Med. Wochenschrift“. S. 167 (1917).

1918.

28. Auld, S. J. M., Captain: Methods of Gas Warfare. In „The Journal of Industrial and Engineering Chemistry“. S. 297 (1918).  
 29. Auld, S. J. M.: Enemy's Methods of Gas Warfare. In „Journal Soc. Chem. Ind.“. 37. S. 127 (1918).  
 30. Auld, S. J. M.: Gas and Flame. Published by Doran & Co. London (1918).  
 31. Kohlschütter, V., Professor: Nebel, Rauch und Staub. Bern (1918).  
 32. Norris, G. W.: Toxic Gases in Modern Warfare. In „Journal Americ. Med. Association“. S. 1822 (1918).  
 33. v. Zeynek: Über Kampfgasvergiftungen. In „Wiener Med. Wochenschrift“. S. 1057 (1918).  
 34. Gases in Modern Warfare. In „Journal Americ. Med. Association“. S. 1160 (1918).  
 35. Campaign against Poisonous Gases (Paris Letter). In „Journal Americ. Association“. S. 1239 (1918).

1919.

36. Bacon, Raymond, F., Colonel, Chief of the Technical Division U. S. A.: The Work of the Technical Division Ch. W. S. In „The Journal of Industrial and Engineering Chemistry“. S. 13. Januar 1919.  
 37. Berliner A., Dr.: Zur Beteiligung deutscher Gelehrter an der Ausbildung von Gaskampfmitteln. In „Die Naturwissenschaften“. Heft 43. 1919.  
 38. Bradley, Dewey, Colonel, Chemical Warfare Service. U. S. A.: Production of gas defense equipment for the army. In „The Journal of Industrial and Engineering Chemistry“. S. 185. März 1919.  
 39. Dorsey, M., Colonel: Development Division, Ch. W. S. U. S. A. In „The Journal of Industrial and Engineering Chemistry“. S. 281. April 1919.  
 40. Fries, Amos A., Lieutenant-Colonel U. S. A.: Chemical Warfare Service. In „The Journal of Industrial and Engineering Chemistry“. 1919.

- 
41. Goss, B. C., Lieutenant-Colonel, Chief-Gas-Officer I. Corps U. S. A.: An Artillery Gas Attack. In „The Journal of Industrial and Engineering Chemistry“. S. 829. September 1919.
  42. Lamb, Wilson and Chaney: Gas Mask Absorbents. In „The Journal of Industrial Engineering Chemistry“. S. 420. Mai 1919.
  43. Ludendorff, E., Oberquartiermeister: „Meine Kriegserinnerungen“. Verlag E. S. Mittler & Sohn. Berlin 1919.
  44. Norris, J. F., Late Lieutenant-Colonel, Ch. W. S. U. S. A.: The Manufacture of War Gases in Germany. In „Journal of Ind. and Eng. Chem.“. S. 817. 1919.
  45. Stegemann, H., Professor: Geschichte des Krieges. Band III. Deutsche Verlagsanstalt. Stuttgart und Berlin 1919.
  46. Warthin and Weller, Prof.: The Medical Aspects of Mustard Gas Poisoning. U. S. A. Michigan. Published by H. Kimpton. London 1919.
  47. Webster, James C., Oberleutnant im First Gas Regiment. U. S. A.: The First Gas Regiment. In „Journal of Industrial and Engineering Chemistry“. Heft Juli. 1919.
  48. Worrall, P. R., Lieut.-Col.: Smoke Tactics. Published by Gale & Polden. London-Aldershot 1919.
  49. Chemikerzeitung. Verlag Coethen. Jahrgang 1919. S. 365.
  50. Chemical and Metallurgical Engineer. Journal. Augustheft. 1919.
  51. Die deutsche Kriegführung und das Völkerrecht. Herausgegeben im Auftrag des Kriegsministeriums und der Obersten Heeresleitung. Verlag E. S. Mittler & Sohn. Berlin 1919.
  52. Excerpt from statement: 1. of Major General William L. Siebert, Chemical Warfare Service, Hearings on H. R. 5227 pp., 274—284, 18. Juni 1919; 2. of Lieutenant-Colonel Amos A. Fries, Chemical Warfare Service, on H. R. 5227 pp., 287—291, 18. Juni 1919. Veröffentlicht in „The Journal of Industrial and Engineering Chemistry“. September 1919.
  53. Science vom 2. Mai 1919.
  54. Zeitschrift für angewandte Chemic. Nr. 41. S. 331 vom 23. Mai 1919.

1920.

55. Berlin, Generalmajor: Waffenwesen. In M. Schwarte, „Die militärischen Lehren des großen Krieges“. 1. Auflage. Verlag Johann Ambrosius Barth. Leipzig 1920.
56. Cornubert, R.: La Guerre des Gaz. In „Revue général des Sciences pures et appl. 31. p. 45—56. Paris v. 30. Januar 1920.
57. Dopter, Professeur, Paris: Vorlesungen für Truppenoffiziere an der École supérieure de guerre in Paris. (1920.)
58. v. Falkenhayn, Erich, General d. Infanterie: Die Oberste Heeresleitung 1914 bis 1916. Verlag E. S. Mittler & Sohn. Berlin 1920.
59. Farrow, Edward S., Instructor: Gas Warfare. Published by Dutton & Co. New York 1920.
60. Florentin, D. (Section des Explosives et des Gaz au Laboratoire Municipal): L'Allemagne et la guerre des Gaz. In „Revue général des Sciences pures et appl. 31. p. 237—250. Paris v. 30. April 1920.
61. Fries, Amos A., Brigadier-General, Chief of the Chemical Warfare Service, U. S. A.: Chemical Warfare. In „The Journal of Industrial and Engineering Chemistry“. Mai 1920.
62. Gemeinhardt, K., Stabsapotheker: Hauptgasschutzlager und Maskenprüfungsstellen. In Devin, „Die deutschen Militärärzte im Weltkriege“. Verlag Julius Springer. Berlin 1920.

63. Geyer, H., Hauptmann: Die militärischen Grundlagen des Gaskampfes. In M. Schwarte, „Die Technik im Weltkriege“. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1920.
64. Hanslian, R., Dr.: Gasdienst. In Devin, „Die deutschen Militärärzte im Weltkriege“. Verlag Julius Springer, Berlin 1920.
65. Kerschbaum, Professor: Die Gaskampfmittel. In Schwarte, „Die Technik im Weltkriege“ Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1920.
66. Kölzer, Dr.: Der französische militärische Wetterdienst. In „Technik und Wehrmacht“. S. 220. 1920.
67. Meyer, J., Professor: Die Entwicklung des Gaskampfes. In „Chemikerzeitung“. S. 353. 1920.
68. Mourea, Ch., Professeur: La Chimie et la guerre science et avenir. Ed. Masson & Co. Paris 1920.
69. Pick, H., Dr.: Die Gasabwehrmittel. In Schwarte, „Die Technik im Weltkriege“. 1920.
70. Reizenstein, F., Professor: Die Entwicklung des Gaskampfes. In „Chemikerzeitung“. S. 425. 1920.
71. Schirmer, Oberstleutnant: Schwere Artillerie. In M. Schwarte, „Die militärischen Lehren des großen Krieges“. 1. Auflage. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1920.
72. Schleich, Oberleutnant: Der Gaskampf. In „Schweizerische Vierteljahrszeitschrift für Kriegswissenschaft“. Heft 3. 1920.
73. Schwarte, M., Generalleutnant: Die militärischen Lehren des großen Krieges. 1. Auflage. Verlag Johann A. Barth, Leipzig 1920.
74. Töpfer, Oberst: Pionierwesen. In M. Schwarte, „Die militärischen Lehren des großen Krieges“. 1. Auflage. 1920.
75. Underhill, F. P., Professor: The Lethal War Gases (Chlor, Phosgen, Chlorpikrin). U. S. A. Ch. W. S. New Haven. Yale University Press. 1920.
76. Chemikerzeitung. Jahrgang 1920.
77. Field Service Regulations Vol. II. Operations., London 1920.
78. Military Record vom 24. November 1920.

## 1921.

79. Flury, F., Professor: Über Kampfgasvergiftungen. I. und II. In der „Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin“. 13. Band. Verlag Julius Springer, Berlin 1921.
80. Flury, F., und Wieland, H.: Über Kampfgasvergiftungen, ebendort.
81. Fries, Amos A.: Chemical Warfare. Vortrag, gehalten vor der American Chemical Society. 1921.
82. Fries, Amos A. and West, Clarence S., Major, U. S. A.: Chemical Warfare. McGraw Hill Book Company. New York 1921.
83. Hanslian, R., Dr.: Das chemische Kampfmittel im Weltkriege. In „Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft“. S. 244. 1921.
84. Jones, Ernst: Gas Warfare in the air. In „International Aeronautics“, Band I, Nr. 2. 1921.
85. Rona, P., Dr.: Über Zersetzungen der Kampfstoffe durch Wasser. In der „Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin“. Band XIII. Verlag Springer, Berlin 1921.
86. Ryba, Oberberggraf: Der Gaskampf und die Gasschutzgeräte im Weltkriege 1914/18. Montanverlag Teplitz-Schönau. 1921.
87. v. Schferning, O.: Feldsanitätschef: Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege 1914/18. Bd. VIII. Leipzig 1921.

88. Schleich, Oberleutnant: Gaskampfstoffe. In „Schweizerische Vierteljahresschrift für Kriegswissenschaft“. S. 250. Basel 1921.
89. Schleich, Oberleutnant: Die Bedeutung des Gaskrieges. In der „Allg. Schweizer Militärzeitung“. 67. Basel 1921.
90. Sillevaerts, Capt. Médecin: Les gaz de combat. In „Bulletins Belges des Sciences Militaires“. Heft 17—23. 1921.
91. Stegemann, H., Professor: Geschichte des Krieges. Band III und IV. Deutsche Verlagsanstalt. Stuttgart und Berlin 1919 und 1921.
92. Bureau of Mines, U. S. A., Technical Paper No. 248: Gas Masks for Gases met in Fighting Fires.
93. Chemikerzeitung. Jahrgang 1921. S. 110.
94. The Royal Engineers Journal, Nr. 3. S. 195. The Work of the Royal Engineers in the European Warfare. 1914 bis 1918. 1921.
95. Zeitschrift für Veterinärkunde, Jahrgang 33. Berlin 1921.

1922.

96. Adelsheim, R., Dr. Über Gaskampfstoffe und Gasangriffe im Weltkriege. In „Politik und Wehrmacht“. August 1922.
97. Auld, S. Y., Capt: Chemical Warfare. In „The Royal Engineers Journal“ Februar 1922.
98. Bruchmüller, Oberst. Die deutsche Artillerie in den Durchbruchschlachten des Weltkrieges. 2. Auflage. Verlag E. S. Mittler & Sohn. Berlin 1922.
99. Feuville, Général: Les Gaz à la Guerre. In „La France Militaire“ vom 31. Januar 1922.
100. Fries, Amos A: Chemical Warfare Service. In „The Infantry Journal“. S. 524 und 665 1922.
101. Henry, Colonel: Autres réflexions sur l'Infanterie. In „La Revue d'Infanterie“. S. 414. 1922.
102. Ljungdahl, C. E., Capten: Giftiga Gaser och deras användning. „Artilleri-Tidskrift“. Heft 3/4. S. 123 Stockholm 1922.
103. Mills, I. E., Dr.: Chemical Warfare. In „The Military Engineer“. Juli-August-Heft. 1922.
104. Nordmann, Charles: La guerre de gaz et l'avenir. In „Revue de deux Mondes“, vom 15. Januar 1922.
105. Schelenz, Herrmann: Gas- und Feuerkrieg und des Apothekers Rolle auf diesem Gebiete. In „Pharmazeutische Zeitung“. 67. Nr. 4. Verlag Julius Springer. Berlin 1922.
106. Sillevaerts, Capt. Médecin: Ce que nous devons craindre d'Allemagne. In „Bulletins Belges des Sciences Militaires“ Heft Juli/September 1922.
107. Vautrin, Commandant: La Protection individuelle française et allemande contre les gaz de combat pendant la guerre de 1914—1918. „Revue d'Artillerie“ November/Dezember 1922.
108. Army and Navy Journal U. S. A., Nr. 44—51. 1922.
109. Chemical and Metallurgical Engineer. Journal. Heft 26. 1922.
110. La France Militaire: La Guerre des Gaz. 43 Année. Nr. 11 355 vom 23 September, Nr. 11 360 vom 30. September, Nr. 11 364 vom 6. Oktober, Nr. 11 369 vom 13. Oktober, Nr. 11 381 vom 30. Oktober, Nr. 11 391 vom 11./12. November, Nr. 11 398 vom 22./23. November, Nr. 11 415 vom 15. Dezember 1922.
111. Nature. Jahrgang 1922.
112. L'Independance Belge. Les poisons sur les champs de bataille. Heft 234. 1922.

1923.

113. Barre, C., Dr.: Till kännedomen om och behandlingen av stridsgasförgiftningarna. In „Tidskrift i Mil. hälsorvård". Svensk. 1923.
114. Chedeville, Colonel: L'emploi de la fumée sur le champ de bataille. In „Revue Militaire Française". Jahrgang 93. S. 163—189. Ed. Librairie Militaire Berger-Levrault. Nancy-Paris. 1923.
115. Francine, A. P., Lieutenant-Colonel O. R. C. U. S. A.: Is chemical Warfare more inhuman than gunfire? In „The Coast Artillery Journal". Dezemberheft 1923.
116. Fuller, J. F. C., Colonel: The Reformation of War. Published by Hutchinson & Co. London 1923.
117. Geyer, H., Major: Gaskampf. In M. Schwarte, „Die militärischen Lehren des großen Krieges". 2. Aufl. Verlag E. S. Mittler & Sohn. Berlin 1923.
118. Gilchrist, H. L., Lieutenant-Colonel M. C. U. S. A.: Reports on the after effects of Warfare Gases. Herausgegeben vom Kriegsdepartement. Chemical Warfare Medical Division. 1923.
119. Henke, C., Oberstleutnant: Der Gaskampf. In „Bundesblatt des Deutschen Offizierbundes". Nr. 20 vom 25. Oktober 1923. Berlin 1923.
120. Herr, General: L'artillerie, ce qu'elle a été, ce qu'elle est, ce qu'elle doit être. Ed. Berger-Levrault. Nancy-Paris 1923.
121. Holland, R. F., Major: Smoke Warfare. In „Chemical Warfare". Februarheft. Edgewood 1923.
122. Lefebure, V., Major: The Riddle of the Rhine. Amerikanische Ausgabe. Published by „The Chemical Foundation." New York 1923.
123. Ljungdahl, C. E., Capten: Rökgranater. „Artilleri-Tidskrift". Heft 1/2 S. 79 ff. 1923.
124. Marcenac, Veterinaire-major: Le cheval et la guerre des gaz. In „Revue Veterinaire Militaire" 1923, sowie in „La France Militaire". 44/Nr. 11 620 vom 25. September 1923.
125. Schulze und Otto, Veterinäre: Das Militärveterinärwesen. In M. Schwarte, „Der große Krieg 1914—1918". Die Organisation der Kriegführung. II. Teil. Verlag Joh. Ambrosius Barth. Leipzig 1923.
126. Schwarte, M., Generalleutnant: Die militärischen Lehren des großen Krieges. 2. Auflage. Verlag E. S. Mittler & Sohn. Berlin 1923.
127. Weissenborn, Dr., Marine-Oberstabsarzt: Gasgefahr bei der Marine. In M. Schwarte, „Der große Krieg 1914—1918". Organisationen II. Teil. 1923.
128. Bureau of Mines U. S. A. (Departement of the Interior) Schedule 14 a: Procedure for Establishing a List of permissible Gas Masks; Fees, Charakter of Tests and Conditions, under which Gas Masks will be tested. Washington 1923.
129. Heerestechnik. Herausgegeben von M. Schwarte. Nr. 12. 1923
130. La France Militaire: La Guerre des Gaz. 44 Année. Nr. 11 441 vom 19. Januar, Nr. 11 473 vom 3. März, Nr. 11 479 vom 11./12. März, Nr. 11 556 vom 27./28. Juni, Nr. 11 652 vom 10. Juli 1923.
131. Manuel on the Use of Smoke. Published by His Majesty Stationary Office. London 1923.
132. Official History of the War. Medical Services. Diseases of the War. Vol. II. London 1923.
133. The Literary Digest: Chemistry in the next War, vom 11. August 1923.
134. Tidskrift i Fortifikation (Svensk). Heft 1/2. S. 53. Gaskydd vid permanenta befästningar. 1923.

1924.

135. Altrichter: Die „große Schlacht“ in Frankreich vom 21. März bis 4. April 1918. In „Wissen und Wehr“. 4. Heft. 1924.
136. Barda, E.: Der erste Gasangriff. In „Deutsche Allg. Zeitung“ vom 11. November 1924.
137. Colbern, W. H., Captain: The effect of gas on animal transportation. In „The Field Artillery Journal“ November/Dezember-Heft. S. 537 (1924).
138. Engelhardt, Dr.: Neuere Gesichtsmasken. In „Feuerschutz“. Nr. 1. 1924.
139. Fischmann, J., Dr.: Gasowaja Woina. (Der Gaskrieg.) I. Teil. Sowjet Staatsverlag. Moskau 1924.
140. Fries, A. A.: Chemical Warfare and the Engineers. In „The Military Engineer“. März/April-Heft. 1924.
141. Gautier et Visbecq: Guide pour les Pharmaciens Militaires en Temps de Guerre. Éditeur Militaire L. Fournier. Paris 1924.
142. Gibbs, W. E., Chemiker: Clouds and Smokes. Published by J. A. Churchill. London 1924.
143. Gilchrist, H. L., Colonel, Chief of the Medical Division, Ch. W. S.: Poisoning by Warfare Gases. In „Billings Abd. Forchheimer System of Therapeutics“. Published by Appleton & Co. New York 1924.
144. Haber, F., Professor: Fünf Vorträge aus den Jahren 1920—1923. Nr. 3: Die Chemie im Kriege, Nr. 5: Zur Geschichte des Gaskampfes. Verlag Julius Springer. Berlin 1924.
145. Heigl, Dipl.-Ing.: Iskustwenni Tuman (Künstlicher Nebel). In „Woina i Mir“. Nr. 15 und 16. Berlin 1924.
146. Hogg, Mc. A., Captain: Airkraft in modern Warfare. In „The Army Quaterly“. Oktoberheft 1924.
147. Jakobsen, Major: Die Nachkriegstätigkeit der uns benachbarten und übrigen Militärstaaten auf dem Gebiete des chemischen Krieges. In „Heerestechnik“ Nr. 8 und 9. Verlag Offene Worte. Berlin 1924.
148. Jronsidge, General, Direktor der englischen Kriegsakademie: Voräussichtlicher Verlauf zukünftiger Kriege. Deutsche Bearbeitung in „Wissen und Wehr“. Verlag E. S. Mittler & Sohn. Berlin 1924.
149. Lidell-Hart, Captain: The next great War. In „The Royal Engineers Journal“. Märzheft 1924.
150. Menjaud, H., Commandant: La fumée sur le champ de bataille. In „Revue Militaire française“. Januarheft 1924.
151. Noskoff, General: Gasowaja Woina (Gaskrieg). In „Woina i Mir“ (Krieg und Frieden). Nr. 13. Verlag. Berlin 1924.
152. de Pauw, Oberleutnant: Militaire-Weerdienst. In „De Militaire Spectator“. Nr. 6. Holland 1924.
153. Pick, H., Dr.: Industrie-Gasschutzmasken für die Feuerwehr. In „Feuerschutz“. Jahrgang 1, Nr. 11. 1924.
154. Porter William, N., Major: Smoke and the Coast Artillerie. In „The Coast Artillerie Journal. U. S. A. Dezemberheft 1924.
155. Sonnenberg, Fr., Major: Neuzeitliche Heerestechnik. In „Wissen und Wehr“. Nr. 5. Verlag E. S. Mittler & Sohn. Berlin 1924.
156. Weckenstroo, H., Dr.: Het Paard in den Gasorlog. In „Kavallerie-Tidskrift“. Heft 1. S. 14. 1924.
157. Army and Navy Journal. U. S. A. Januarheft 1924.
158. Bulletins Belges des Sciences militaires: Manuel sur l'emploi de la fumée. 5. Année. 1924.

159. Chemical Warfare: U. S. A.: Chemistry Research for National Defense. Nr. 7  
 1924.
160. Militärwissenschaftliche und Technische Mitteilungen. Wien. Jahrgang 1924.
161. Ministère de la Guerre: Instruction provisoire sur le Service en Campagne de 10. Mai 1924 (Annexe Nr. 1 à l'Instruction provisoire sur l'emploi tactique des Grandes Unités de 6. Octobre 1921). Éditeurs militaires: Charles-Lavauzelle. Paris 1924.
162. Ministère de la Guerre: Instruction provisoire sur la Protection contre les Gaz de Combat (Annexe Nr. 7). Paris 1924. Deutsche Übertragungen im Auszuge: Die französische Gasschutzvorschrift. In „Militär-Wochenblatt“ vom 4. September 1925, sowie „Der Gassanitätsdienst des französischen Heeres“. In „Ärztliche Monatsschrift“ Novemberheft 1925.
163. Status of Chemical Warfare Preparedness in the U. S. A. In „Chemical Age“ Juniheft Seite 273. 1924.
164. The Royal Engineers Journal: Work of the Royal Engineers in the „European Warfare“ Hefte Sept./Dez. 1924.
165. Völkerbund (Société des Nations): Rapport de la Commission Temporaire Mixte pour la Réduction des Armements (A. 16. 1924 IX). Editée Service de Vente des Publications Société des Nations, Genève 1924.
166. Wissen und Wehr Mittler & Sohn, Berlin 1924.
- 1925.
167. Benewolenski, A. A.: O konskom protiwozase. (Über den Pferdegasschutz.) In „Technika i Snabshenie Krassnoi Armii“ Nr. 188. Moskau 1925.
168. Biermann, Oberstleutnant: Lehrbuch für Minenwerfer. 3. Auflage. Verlag Eisenschmidt, Berlin 1925.
169. Blümer, Oberst: Luftschiffversuche in den Vereinigten Staaten. In „Deutsches Offiziersblatt“ Nr. 32 vom 26. August 1925.
170. Bubnoff, A., Professor: Goritschije schidkosti dla ognemetow. (Brennende Flüssigkeiten für Flammenwerfer.) In „Woina i Technika“ Nr. 220/221; Woenno-Chimitscheskoje Djelo Nr. 9/10, Moskau, Juli/August 1925.
171. Buhle-Aldamm, Major: Über die Einwirkung von Kampfgas auf die Zugtiere. In „Artilleristische Monatshefte“, Heft Mai/Juni 1925.
172. Canette, J. M. F., Capitain: Empleo de los gases toxicos par la artilleria. In „Memorial de Infanteria“, Novemberheft 1925.
173. Engelhardt, Dr.: Atemschutzgeräte. Im „Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung“, N. F. Bd. II Nr. 9. 1925.
174. Engelhardt, Dr.: Die physikalischen und chemischen Grundlagen des gewerblichen Atemschutzes. In „Zeitschrift für Elektrochemie“ Nr. II, 1925.
175. Faure, J. L., Professeur à l'Académie de Médecine: Les Gaz et les Obus: In „Le Figaro“ Nr. 208 vom 27. Juli 1925.
176. Fischmann, J., Dr.: Novi Etapp (Neue Etappe). In „Woina i Technika“ Nr. 236/237, Moskau 1925.
177. Gerke, F.: Rol Moskowkowo Wisschewo Technitscheskowo utschilischtscha w organizazii woenno-chimitscheskoje promischlennosti w woina 1914—17 g. g. i w nastojaschtscheje wremja. (Die Rolle der Moskauer Technischen Hochschule auf kriegschemischem Gebiete im Kriege und in der Gegenwart.) In „Technika i Snabshenie Krassnoi Armii“ Nr. 188, Moskau 1925.
178. Gilchrist, H. L.: The Humanity of Chemical Warfare. In „The Military Surgeon“ Nr. 5. Bd. 57, Novemberheft 1925.
179. Gorin, Frank B.: The U. S. A. Chemical Warfare Association. In „The Journal Ind. and. Eng. Chemistry“ vom 10. März 1925.

180. Haig, Lord. Feldmarschall: England an der Westfront. Die Marschallberichte an den Obersten Kriegsrat. Übertragen von General Hoffmann. Verlag für Kulturpolitik, Berlin 1925.
181. Haldane, J. B. S., Professor: „Callinicus“ A. Defense of Chemical Warfare. Verlag Paul Kegan, London 1925.
182. Haw, J. C., Major: Antiairkraft Defense. In „Coast Artillery Journal“, Oktoberheft 1925.
183. Heigl, Dipl.-Ing.: Die künstliche Vernebelung. In „Militärische und technische Mitteilungen“, 56. Jahrgang. Hefte: Januar/Februar, März/April, Mai/Juni, Wien 1925.
184. Hirsch, Oberst: Die Artillerie in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Deutsche Bearbeitung des französischen Buches von General Herr, vgl. Literatur Nr. 120. Verlag Offene Worte, Charlottenburg 1925.
185. Jünger, E., Leutnant: In Stahlgewittern. 5. Auflage. Verlag E. S. Mittler & Schn. Berlin 1925.
186. Leonardow, B.: Tschem grosit woennaja chimija gradanskomu nasheleniju i kak ot neje saschtschitschatsza. (In welcher Weise bedroht die chemische Kriegführung die Zivilbevölkerung, und wie kann man sich davor schützen?) Populäre Veröffentlichungen des Dobrochim, Reichskriegsverlag, Moskau 1925.
187. Le Wita, Henry, Chemiker: La Guerre Chimique entrevue par les Allemands et nous. In „La Revue des Produits Chimiques“ Année 28 Nr. 1 vom 15. 1., Nr. 2 v. 31. 1., Nr. 3 v. 15. 2. 1925. Erschienen als Sonderdruck. Paris, Juni 1925.
188. Lidell Hart, B. H., Capt.: Paris or the Future of War. Published by Paul Kegan, London 1925.
189. Macpherson, E. R., Major: The development of chemical warfare. In „The Journal of the Royal United Services Institution“, Maiheft, London 1925.
190. Marchiliwitsch, K. J.: Kwoprosu o roli wosduschnoi fotografitscheskoi s'emki w chimischeskoi woine. (Zur Frage über die Rolle der luftphotographischen Aufnahmen im chemischen Kriege.) In „Technika i snabshenie Krassnoi Armii“ Nr. 188. Moskau 1925.
191. Mitchell, W., Brigadier-General: Aeronautical Era. In „The Saturday Evening Post“ Nr. 25, 28, 30, 32, Philadelphia 1925, sowie in „Aviation“ Nr. 11, Bd. 19, Septemberheft 1925, Auszüge im „Militär-Wochenblatt“ Jahrgang 109, Sp. 954 und 1481.
192. Mitchell, W.: „Winged Defense“. The Development and Possibilities, of Modern Air Power-Economic and Military. Published by C. P. Putnams Sons. New York and London 1925. Auszug im „Militär-Wochenblatt“ Jahrgang 111, Sp. 1204.
193. Neumann, E.: Gas! In „Deutsches Offiziersblatt“, Jahrgang 24, S. 68, vom 11. 3. 1925.
194. Otac: The Offensive Side of Chemical Warfare. In „The Army Quaterly“, Oktoberheft 1925.
195. Pawlow, M. N.: Gasubeschitschtsche i analogitschnije im protiwoogasowije ustroistwa. (Gasschutzunterstände und gasgeschützte Räume). In „Technika i snabshenie K. A. Nr. 171 und 181, Moskau 1925. Deutsche Bearbeitung „Gasschutzunterstände und gasgeschützte Räume“ in „Heerestechnik“ Nr. 2, 3 und 4, 1926.
196. Pecchio, M., Oberstleutnant: L'arma chimica in guerra ed in rapporto all'aviazione alla popolazione civile e al centri produttivi della nazione. In „La Cooperazione della Armi“, Dezemberheft 1925.

197. Rohne, Generalleutnant: Vom Gaskampf. In „Artilleristische Monatshefte“ Nr. 217/218, Januar/Februar. Verlag Barth, Berlin 1925.
198. Schleich, K., Hauptmann: Gaskampfstoffe und frühere Kriegsmittel. In „Schweizerische Vierteljahresschrift für Kriegswissenschaft, Heft 3 und 4, Basel 1925.
199. Soldan, G., Major: Der Mensch und die Schlacht der Zukunft. Verlag Stalling, Oldenburg 1925.
200. Staubwasser, Generalmajor: Wie spielt sich der nächste Krieg ab? In „Die Umschau“, Wochenschrift über Fortschritte in Wissenschaft und Technik, 29. Jahrgang, Heft 2, Frankfurt a. M. 1925.
201. Vautrin, Chef d'escadron d'artillerie: La guerre chimique. In „Revue d'Artillerie“ vom 15. Oktober und vom 15. November 1925.
202. Vedder, E. B., Lieutenant-Colonel M. C.: The Medical Aspects of Chemical Warfare. Verlag Williams und Wilkins, Baltimore 1925.
203. von Waldeyer-Hartz, Kapitän zur See: Deutschlandhetze und der chemische Krieg. In „Berliner Börsenzeitung“ Nr. 332 vom 18. Juli 1925.
204. Werner, Oberleutnant: Einsatz von Flammenwerfern bei „gewaltsamen Patrouillenunternehmungen“. Im „Militär-Wochenblatt“ Nr. 21. 1925.
205. Army and Navy Journal, U. S. A., vom 4. April 1925, sowie „Chemical Warfare“ vom 15. April 1925: Foreign Powers for Chemical Warfare.
206. „Artilleristische Monatshefte“ Nr. 217/218: Neuzeitliche Heerestechnik.
207. Chemical and Metallurgical Engineer, Journal, Juniheft 1925.
208. „Chemical Warfare“, a Magazine devoted to the activities of the Chemical Warfare Service of Interest to all Arms. Published and edited by Chemical Warfare School, Edgewood. Jahrgang 1925.
209. Coast Artillery Journal, Hefte: März, Mai, Oktober 1925.
210. Deutsches Offiziersblatt Nr. 9 vom 4. März und Nr. 14 vom 8. April 1925.
211. Die aerochemische Bedrohung Deutschlands und der Pazifismus. In „Militär-Wochenblatt“ Nr. 40 vom 25. April 1925.
212. Edgewood Arsenal, The Home of the Chemical Warfare Service. Supplement to U. S. Chemical Warfare Association. Bulletin Nr. 8 vom 1. 4. 1925.
213. Heerestechnik, 3. Jahrgang, 1925.
214. Journal of the Royal Army Medical Corps. Vol. 45. Maiheft 1925.
215. La France Militaire. 46. Année Nr. 12 179 und 12 261, 1925.
216. „Militärwissenschaftliche und Technische Mitteilungen“, Wien, Jahrg. 1925.
217. „Militär-Wochenblatt“, Jahrgang 110. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1925.
218. Revue d'artillerie. Paris 1925.
219. Technika i Snabshenie Krasnoi Armii, später Woina i Technika. (Woenno chimitscheskoje Djelo) (Kriegschemische Arbeiten). Januarheft Nr. 171, Februarhefte Nr. 177 und 181, Märzheft Nr. 188, Aprilheft Nr. 194, Mai/Juniheft Nr. 205/206, Juli/Augustheft Nr. 220/221, Sowjetstaatsverlag, Moskau 1925.
220. Zeitschrift für das gesamte Schieß- und Sprengstoffwesen. Dezemberheft, München 1925.
- 1926.
221. Bird, W., Generalmajor: Gas and Strategie. In „The Army Quaterly“, Januarheft 1926.
222. Blackmore, H. S., Major: Gas Defense and the Health Service, ferner Ritchie, M. B. H., Major: Some Pros and Cons of Chemical Warfare. In „The Journal of the Royal Army Medical Corps“ Vol. 46, Nr. 5. Januarheft 1926.

223. Bloch, Paul, Chef d'escadron: La Guerre Chimique. In „Revue Militaire Française“. Hefte: April, Mai, Juni, Juli 1926. Erschienen in Buchform bei Berger-Levrault, Paris 1927.
224. Eckart, O., Dr.: Die Erzeugung gefärbter Rauchsignale. In „Artilleristische Rundschau“. Heft 3. Barbara-Verlag, München, August 1926.
225. Haber, F., Professor: Abrüstung und Gaskrieg. Vortrag vor der deutschen Abteilung der Interparlamentarischen Union. Nach Bericht des „Vorwärts“ Nr. 306 vom 7. Juli 1926.
226. Hanslian, R., Dr.: Das chemische Kampfmittel im Zukunftskriege. Unter Zugrundelegung des derzeitigen Standes der gastechnischen Entwicklung in fremden Staaten. In „Wissen und Wehr“, Heft 3. März 1926.
227. Heigl, F.: Die erste Tankschlacht: Cambrai. In „Militärwissenschaftlichen und Technischen Mitteilungen“. Heft Januar/Februar, Wien 1926.
228. Huppert, Oberst, Ing.: Das Gas- und Nebelschießen der Artillerie. In „Militärwissenschaftlichen und Technischen Mitteilungen“. Heft November/Dezember, 1926.
229. Koelzer, Dr.: Über den amerikanischen Feldwetterdienst. In „Heerestechnik“ Nr. 7, Juliheft 1926.
230. Koschewnikow, M. A.: Puti stroitjestwa i planirovki gorodow i waschneischtschich tilowich punktow w uclowijach cowremennoi woduschnoi i chimitscheskoi woini. (Wege zum Aufbau und zur Planierung der Städte und Etappenhauptorte in Hinsicht auf aerochemische Kriegführung.) In „Woina i Technika“ Nr. 258, 268, 278/79. Moskau 1926. Deutsche Übertragung im Auszuge in „Die Luftwacht“ Nr. 2. Februarheft 1927.
231. Leitner, Dr., Oberst: Über die Selbsthaftigkeit der chemischen Kampfstoffe im Gelände. In „Militärwissenschaftlichen und Technischen Mitteilungen“, Heft November/Dezember 1926.
232. v. Loebells Jahresberichte über das Heer- und Kriegswesen. Herausgegeben von Oberst v. Oertzen. 43. Jahrgang. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1926.
233. Moyn, Major: Die Entwicklung der Gaswaffen. In „v. Löbells Jahresberichte“, 43. Jahrgang, 1926.
234. Remy, H., Professor: Über Absorption chemischer Nebel. In „Zeitschrift für angewandte Chemie“ Nr. 5 vom 4. Februar 1926.
235. Rendulic, Dr., Major: Der Gasangriff auf der Hochfläche von Doberdo. In „Militärwissenschaftlichen und Technischen Mitteilungen“. Heft November/Dezember 1926.
236. Rowan-Robinson, Captain: The Future of the Artillery. In „The Journal of the Royal Artillery“, Aprilheft 1926.
237. Schneider, Chef d'escadron: Étude sur l'artillerie légère puissante. In „Revue Militaire Française“. Hefte Mai, Juni 1926.
238. Seeßelberg, Fr., Professor: Der Stellungskrieg 1914/18. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1926.
239. Stampe, G., Dr.: Physikalische Eigenschaften des feldmäßig verwendeten Nebels und Rauchs. In „Heerestechnik“ Nr. 5. Mai 1926.
240. Stampe, G., Dr.: Chemie der Nebelmittel. In „Heerestechnik“ Nr. 7. Juli 1926.
241. Stollberger, Oberst: Kampf und Gefecht bei Nebel. In „Wissen und Wehr“ Nr. 1, 1926.
242. von Taysen, General der Inf.: Was Herr Henry le Wita in seinem Werke „La guerre chimique“ alles behauptet. In „Militär-Wochenblatt“ Nr. 5 vom 4. Juli 1926.

243. Villiers-Stuart, Colonel: The Nation in their Relation to their active Forces. Vortrag in der „Royal United Service Institution“. Bericht über Vortrag und anschließende Diskussion in „The Daily Telegraph“ vom 28. Januar 1926. Wortlaut des Vortrags im „Journal of the Royal United Service Institution“, Bd. 71, Nr. 483, August 1926.
244. Volkart, Oberleutnant: Der Giftgaskrieg und seine Entstehung. In „Allg. Schweizerische Militärzeitung“ Nr. 2 vom 13. Februar 1926.
245. Wollin, Karl, Dipl.-Ing.: Filtergeräte zum Schutze gegen Kohlenoxyd. In „Beihette zum Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung“, Bd. I, Heft 4, Februar 1926.
246. Chemical Warfare. Edgewood, Jahrgang 1926.
247. Der Gaskrieg und seine Wirkung. Im „Deutschen Offiziersblatt“. Mai 1926.
248. La France Militaire. Année 47. 1926.
249. „Militärwissenschaftliche und Technische Mitteilungen“, Wien. 57. Jahrgang, 1926.
250. Militär-Wochenblatt, 111. Jahrgang, Berlin 1926.
251. Wojna i Technika (Sonderhefte: Kriegsschemische Arbeiten) Nr. 220/221, Nr. 237, Nr. 258, Nr. 263/264, Nr. 268, Nr. 275/276, Nr. 278/279, Nr. 290/291, Nr. 304/305. Sowjetstaatsverlag, Moskau 1926.

## NAMENVERZEICHNIS.

A	B
Académie des Sciences de Belgique S. 189.	Bacon Lit. Nr. 36.
Adams S. 58.	v. Baeyer S. 4.
Adelsheim Lit. Nr. 96.	Bamberger S. 184.
Air-Corps, -Force, -Service U. S. A. S. 254.	Barda Lit. Nr. 136.
Aitchison Lit. Nr. 2.	Barre Lit. Nr. 113.
„Alabama“, Linienschiff U. S. A. S. 238, 254, 325.	„Bedfordshire-Regiment“, engl. S. 351, 366.
„Allgemeine Schweizer Militärzeitung“) Lit. Nr. 89, 244.	Behal S. 231.
Altrichter Lit. Nr. 135.	Benewolenski Lit. Nr. 167, ferner S. 206, 301, 303.
American Chemical Society S. 7, 210, 226, 230, 236.	Berger siehe Sachregister.
Angeli S. 218, 224.	Berlin Lit. Nr. 55.
„Army and Navy Journal“ U. S. A. Lit. Nr. 108, 157, 205, ferner S. 241.	Berliner Lit. Nr. 37.
„Artilleri-Tidskrift“ Lit. Nr. 102, 123.	Berthelot S. 231.
„Artilleristische Monatshefte“ Literatur Nr. 171, 197, 206.	Bertrand S. 231.
Audibert S. 280.	Biermann Lit. Nr. 168.
Auer siehe Sachregister.	Bird, Sir Lit. Nr. 221, ferner S. 310, 313.
Auld Lit. Nr. 28, 29, 30, 97, ferner S. 233.	Birdwood S. 366.
Ausschuß für Grubenrettungswesen in Preußen S. 273, 279.	Black Lit. Nr. 3.
Aviachim, russ. S. 234.	Blackmore Lit. Nr. 222.
„Aviation“ U. S. A. Journal S. 249.	Bloch Lit. Nr. 223, ferner S. 95, 189, 257.
	Bloemer S. 60.
	Blümer Lit. Nr. 169.
	Blümner S. 202.
	Boek S. 184.
	Bonnot S. 7, 8.
	Boullaire S. 301.

Die bereits in den verschiedenen Jahrgängen des Literaturverzeichnisses aufgeführten Zeitschriften sind hier nur so weit nochmals berücksichtigt, als für eine zusammenfassende Übersicht bei mehreren Veröffentlichungen derselben Zeitschrift erforderlich erschien.

Bourgeois S. 210.  
 Bradford Lit. Nr. 4.  
 Bradley Lit. Nr. 38.  
 v. Bremen S. 184.  
 Briggs S. 273.  
 „British Medical Journal“ Lit. Nr. 2, 5, 6,  
 7, 9, 12, 13.  
 Broadbent Lit. Nr. 6.  
 Bruchmüller Lit. Nr. 98, ferner S. 113,  
 120.  
 Bubnoff Lit. Nr. 170.  
 Buchanan S. 4.  
 v. Bülow S. 3.  
 Buhle-Altdamm Lit. Nr. 171.  
 „Bulletins Belges des Sciences Militai-  
 res“ Lit. Nr. 90, 106, 158.  
 Bunte S. 272.  
 Bureau of Mines, U. S. A. Lit. Nr. 92,  
 128, ferner S. 184, 264, 272, 273, 280.  
 Burney S. 233.  
 Burrel siehe Sachregister.  
 Burton S. 227.

C.

California-University U. S. A. S. 260.  
 Callinicus siehe Kallinikos.  
 Callon S. 184.  
 Cammon S. 301.  
 Campbell Lit. Nr. 7.  
 Canette Lit. Nr. 172.  
 Cannon S. 218, 219.  
 Carpenter Lit. Nr. 17.  
 Cavan, Earl of S. 301.  
 Cecil, Lord S. 217.  
 Chaney Lit. Nr. 42.  
 Chassaigne S. 231.  
 Chedeville Lit. Nr. 114, ferner S. 322, 324,  
 338, 360, 375.  
 „Chemical and Metallurgical Engineer“  
 Journal U. S. A. - Lit. Nr. 50, 109, 207,  
 ferner S. 213.  
 Chemical Warfare Association U. S. A.  
 S. 230.  
 „Chemical Warfare“ Journal U. S. A.  
 Lit. Nr. 159, 208, 246.  
 Chemical Warfare School U. S. A. S. 230.  
 Chemical Warfare Service U. S. A.  
 S. 176, 212, 229, 230, 238, 281, 344, 365.  
 „Chemikerzeitung“, deutsche Lit. Nr. 49,  
 67, 70, 76, 93, ferner S. 272.  
 Chemische Abteilung des Preuß. Kriegs-  
 ministeriums S. 156.  
 Chetewode, Sir S. 297.  
 Chevalier S. 49.  
 Churchill S. 312.  
 Clemenceau S. 231.  
 „Coast Artillery Journal“ U. S. A. Lit.  
 Nr. 115, 154, 182, 209.  
 Colbern Lit. Nr. 137, ferner S. 301.  
 Columbia University U. S. A. S. 218.

Connel S. 176.  
 Contardi S. 58.  
 Cornubert Lit. Nr. 56.  
 Cottrell S. 258, 293.

D.

„Daily-Mail“ S. 9.  
 Dattilo S. 2.  
 Davis S. 183.  
 Davy S. 41.  
 Decaux S. 205.  
 v. Deimling S. 14.  
 Delépine S. 231.  
 Dengin S. 49.  
 Deschanel S. 231.  
 Desprézt S. 49.  
 „Deutsches Offiziersblatt“ Lit. Nr. 169,  
 193, 210, 247.  
 Devin Lit. Nr. 64.  
 „Die Luftwacht“ S. 289.  
 Dobrochim, russ. S. 234.  
 Dobrolet, russ. S. 234.  
 Dopter Lit. Nr. 57.  
 Dorsey Lit. Nr. 39.  
 Dräger S. 180, 184, 273, 275, 280, siehe  
 ferner Sachregister.  
 „Dräger-Hefte“ S. 184, 246, 273, 281.  
 Dreser S. 63.  
 Dundonald S. 4.

E.

Eckard Lit. Nr. 224, ferner S. 328.  
 Edgewood-Arsenal U. S. A. S. 176, 212,  
 231 ff.  
 Egli-Rüst S. 65.  
 Elliot Lit. Nr. 18.  
 Engelhardt Lit. Nr. 138, 173, 174.  
 Englische Felddienstordnung (Field Ser-  
 vice Regulation) S. 233.  
 Englische Rauchvorschrift (Manual on  
 the use of smoke) Lit. Nr. 131, ferner  
 S. 346 ff., 356, 363, 364, 365, 370, 371  
 376, 378.  
 Englischer Generalstabsbericht (Official  
 History of the War) Lit. Nr. 132, fer-  
 ner S. 90, 92.  
 Ewert S. 97.

F.

v. Falkenhayn Lit. Nr. 58.  
 Farrow Lit. Nr. 59, ferner S. 199, 237.  
 Faure Lit. Nr. 175.  
 Feffarappa S. 308.  
 Fenaroli S. 42, 58.  
 Fenzy S. 182, 275, 280, siehe ferner Sach-  
 register.  
 Feuville Lit. Nr. 99, ferner S. 236, 309.  
 Fieldner S. 272.

Field Service Regulation, siehe Englische Felddienstordnung.

Fioravanti von Bononia S. 2.

Fischmann Lit. Nr. 139, 176, ferner S. 294, 304.

Fleuß S. 183.

Florentin Lit. Nr. 60.

Flury Lit. Nr. 79, 80, ferner S. 27, 49, 55, 60.

Foch S. 233.

Ford S. 318.

Fort Grant Board (Ausschuß) U. S. A. S. 215.

Foth S. 272.

Francine Lit. Nr. 115.

„Frankfurt“, Kleiner Kreuzer S. 254.

Französische Gasschutzvorschrift (Instr. provis.) Lit. Nr. 162, ferner S. 193, 232, 240, 243, 255, 285, 287, 295.

French S. 89.

Freundlich S. 331, 333.

Fries Lit. Nr. 40, 52, 61, 81, 82, 100, 140, ferner S. 7, 49, 51, 64, 103, 114, 115, 117, 118, 140, 178, 203, 213, 226, 229, 245, 246, 252, 253, 301, 309, 321, 332, 336.

Frunse S. 235.

Fuller Lit. Nr. 116, ferner S. 216, 227, 233, 248, 253, 296, 305.

## G

Garforth S. 275.

Gas Defense Plant U. S. A. S. 176.

Gasminenwerferbataillon N. 1, deutsches, S. 13, 132.

Gautier Lit. Nr. 141.

Gemeinhardt Lit. Nr. 62.

Gerke Lit. Nr. 177.

Geyer Lit. Nr. 63, 117.

Gibbs, W. E., England Lit. Nr. 142, ferner S. 328, 331.

Gibbs U. S. A. 275.

Gilchrist Lit. Nr. 118, 143, 178, ferner S. 198, 226.

Gildemeister S. 45.

Glauber S. 2.

Glenny Lit. Nr. 3.

Golla Lit. Nr. 9.

Gontarew S. 206.

Gorin Lit. Nr. 179, ferner S. 230.

Goss Lit. Nr. 41, ferner S. 128.

Grahn S. 184.

Green S. 61.

Gréhani S. 63.

Grémeaux Lit. Nr. 19.

Grignard S. 196.

Grubbs Lit. Nr. 23.

Guthrie S. 49.

## H

Haager Konvention S. 5, 6, 8, 218, 224.

Haase-Lampe S. 281.

Haber Lit. Nr. 144, 225, ferner S. 7, 49, 199, 201, 209, 298, 307.

Haferkorn Lit. Nr. 24.

Haggard S. 273.

Haig, Lord Lit. Nr. 180, ferner S. 94, 100, 119, 301.

Haldane, J. B. S. Lit. Nr. 181, ferner S. 49, 90, 150, 233, 297.

Haldane, John Scott S. 172, 184, 226, 273.

Hanslian Lit. Nr. 64, 83, 226.

Harrison S. 171.

Hartley S. 105, 119, 121, 316.

Harvard University U. S. A. S. 218, 258.

Hasegawa S. 66.

Haw Lit. Nr. 182.

„Heerestechnik“ Lit. Nr. 129, 147, 195, 213, 229, 239, 240, siehe ferner S. 286.

v. d. Heide S. 275.

Heigl Lit. Nr. 145, 183, 227, ferner S. 328, 337, 338, 368, 370, 373, 375, 376, 377, 380.

Henderson S. 184, 273.

Henke Lit. Nr. 119.

Henry (England) Lit. Nr. 18.

Henry (Frankreich) Lit. Nr. 101.

Henry (Frankreich) S. 165.

Herr Lit. Nr. 120 bzw. 184, ferner S. 251, 324, 360, 374.

Heubner S. 45.

Hill S. 184.

Hiltmann S. 66.

Hirsch Lit. Nr. 184.

Hogg Lit. Nr. 146.

Hohlfeld S. 258.

Holland Lit. Nr. 121.

Huppert Lit. Nr. 228.

Hutchinson S. 166.

## J

Jacoulet S. 203.

Jakobsen Lit. Nr. 147.

„Illustrated London News“ S. 89.

„Infantry Journal“ U. S. A. Lit. Nr. 100, ferner S. 213.

Inspektion des Gasschutzdienstes im Heimatgebiet, deutsche S. 246.

„Instruction provisoire sur la protection contre les gaz“, siehe „Französische Gasschutzvorschrift“.

Joffre S. 8.

John Hopkins University U. S. A. S. 260.

Jones Lit. Nr. 84, ferner S. 246, 253.

„Journal American Medical Association“ Lit. Nr. 32, 34, 35.

„Journal of Industrial and Engineering Chemistry“ U. S. A. Lit. Nr. 28, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 47, 52, 61, 179, ferner S. 107, 128, 272, 328, 337.  
 „Journal of the Royal Army Medical Corps“ Lit. Nr. 3, 214, 222.  
 „Journal of the Royal Artillery“ S. 119.  
 Ipatjew S. 226, 234.  
 Ironside Lit. Nr. 148, ferner S. 250, 301.  
 Jünger Lit. Nr. 185, ferner S. 119.  
 Jüngst S. 184.

K.

Kallinikos S. 2.<sup>1</sup>  
 Karl XII. S. 321.  
 Katz S. 272.  
 Kerschbaum Lit. Nr. 65.  
 King S. 165.  
 Kinney S. 272.  
 Kitchener S. 150.  
 Knack Lit. Nr. 25, 26.  
 Kohlschütter Lit. Nr. 31.  
 Kölzer Lit. Nr. 66, 229.  
 Kops siehe Sachregister  
 Koshewnikow Lit. Nr. 230, ferner S. 294.  
 v. Krämer S. 289.  
 Kummant S. 174.

L.

Laboratoire Municipale, Paris. S. 7.  
 La Coste S. 56.  
 „La France Militaire“ Lit. Nr. 99, 110, 124, 130, 215, 248, ferner S. 182, 231, 280.  
 Lamb Lit. Nr. 42, ferner S. 258.  
 Langmuir S. 383.  
 Lawrinowitsch S. 206.  
 Lebeau S. 165.  
 Leber S. 49.  
 Lefebure Lit. Nr. 122, ferner S. 89, 105, 233.  
 Lefortier S. 3.  
 Lefroy S. 234.  
 Lehmann S. 66.  
 „Le Journal“ S. 231.  
 Leitner Lit. Nr. 231, ferner S. 26, 383.  
 Leonardow Lit. Nr. 186.  
 Lewes Lit. Nr. 10.  
 Lewin S. 65.  
 Lewis S. 60.  
 Le Wita Lit. Nr. 187, ferner S. 312.  
 Lidell-Hart Lit. Nr. 149, 188, ferner S. 233, 236, 253, 281, 301.  
 Lindner S. 273.  
 Ljungdahl Lit. Nr. 102, 123.  
 Livens siehe Sachregister.  
 Livius S. 1.  
 v. Löbell Lit. Nr. 232.  
 Long Island-Laboratory U. S. A. S. 177, 259.

„Los Angeles“, Zeppelinkreuzer S. 325.  
 Loew Lit. Nr. 1.  
 Löwy S. 63, 280.  
 Ludendorff Lit. Nr. 43.  
 Lung Lit. Nr. 11.

M.

Macpherson Lit. Nr. 189.  
 Mahan S. 6.  
 Maliszko S. 233.  
 „Manual on the use of smoke“, siehe Englische Rauchvorschrift.  
 Marcenac Lit. Nr. 124.  
 Marchiliwitsch Lit. Nr. 190.  
 de Marinis S. 217.  
 Marshall S. 54.  
 Matignon S. 4.  
 Mayer S. 184.  
 Mayer, André S. 218, 219, 221, 225, 231.  
 Mc.Nee Lit. Nr. 3.  
 Mc.Walter Lit. Nr. 20.  
 Meier, W. S. 49.  
 Menjaud Lit. Nr. 150.  
 Meyer S. 280.  
 Meyer, J. Lit. Nr. 67.  
 Meyer, Victor S. 19, 49.  
 Michaelis S. 56.  
 Michelin S. 312.  
 „Militärwissenschaftliche und Technische Mitteilungen“, Wien Lit. Nr. 160, 183, 216, 227, 228, 231, 235, 249.  
 „Militär-Wochenblatt“ Lit. Nr. 162, 191, 192, 204, 211, 217, 242, 250, ferner S. 300, 309.  
 „Military Surgeon“ Lit. Nr. 11, 17, 178.  
 Mills Lit. Nr. 103, ferner S. 213.  
 Mingramm S. 184.  
 Mitchell Lit. Nr. 191, 192, ferner S. 229, 238, 253, 254.  
 Moffet S. 254.  
 Morin S. 295.  
 Moses S. 320.  
 Moureu Lit. Nr. 68, ferner S. 226, 231, 232.  
 Moyn Lit. Nr. 233.  
 Mussolini S. 235.

N.

Nernst S. 226.  
 Neumann Lit. Nr. 193.  
 Neumann (U. S. A.) Lit. Nr. 24.  
 Neupert S. 180.  
 „New Jersey“, Linienschiff, U. S. A. S. 254, 325.  
 Niemann S. 49.  
 Nordmann Lit. Nr. 104.  
 Norris, G. W. Lit. Nr. 32.  
 Norris, F. J. Lit. Nr. 44.  
 Noskoff Lit. Nr. 151.

## O.

- „Official History of the War“, siehe  
„Engl. Generalstabsbericht“.  
v. Oertzen Lit. Nr. 232.  
„Ostfriesland“, deutsches Linienschiff  
S. 254.  
Otac Lit. Nr. 194.  
Otto Lit. Nr. 125.

## P.

- „Pall Mall Gazette“ S. 6.  
Parker Lit. Nr. 12.  
Paterno S. 218, 222.  
Paul, T. Lit. Nr. 27.  
Paul U. S. A. S. 184, 273, 275.  
de Pauw Lit. Nr. 152.  
Pawlow Lit. Nr. 195, ferner S. 189, 285,  
286, 288, 289 ff., 294.  
Pecchio Lit. Nr. 196, ferner S. 296.  
Pelissier S. 3.  
Perkins S. 60.  
Peterson S. 86.  
„Physikalische Zeitschrift“ S. 283.  
Pick Lit. Nr. 69, 153, ferner S. 63, 66.  
Picfet S. 189.  
de Pierrefeu S. 308.  
Pillet S. 5.  
Pionierregiment Nr. 35, deutsches S. 78,  
86, 144, 146.  
— Nr. 36, deutsches S. 144.  
de Place S. 184.  
Plantefol S. 165.  
Plantureux S. 203.  
Poincaré S. 231.  
Polybios S. 1.  
Porter Lit. Nr. 154.  
Plutarch S. 1.  
Price S. 61.  
Primakow S. 235.

## Q.

- Quentin S. 203.

## R.

- Rabena Lit. Nr. 21.  
Ray S. 328.  
Regener S. 331.  
Reizenstein Lit. Nr. 70.  
Remy Lit. Nr. 234, ferner S. 333.  
Rendulic Lit. Nr. 235, ferner S. 98.  
Requin S. 217.  
„Revue d'Artillerie“ Lit. Nr. 107, 201, 218.  
„Revue Générale des Sciences pures et  
appl.“ Lit. Nr. 56, 60.  
„Revue Militaire Française“ Lit. Nr. 114,  
150, 223, 237, ferner S. 301.  
„Revue Universelle des Mines“ S. 180.  
Richter S. 337.  
Ritchie Lit. Nr. 222.

- Roberts Lit. Nr. 13.  
Rohne Lit. Nr. 197.  
Rona Lit. Nr. 85, ferner S. 197.  
Rositter S. 63, 280.  
Rotes Kreuz, Internationales Komitee  
S. 209.  
—, Vereinigte Staaten S. 178.  
Rowan-Robinson Lit. Nr. 236, ferner  
S. 301.  
Royal Engineers S. 20, 100, siehe auch  
Journal.  
Rubner S. 63.  
Ryba Lit. Nr. 86.

## S.

- Sadowski Lit. Nr. 14.  
Sanitätsberichte, Deutschland S. 5.  
—, England S. 122 ff., 215.  
—, Frankreich S. 215.  
—, Vereinigte Staaten S. 213.  
Sappeur-Bataillon k. u. k. Nr. 62 S. 78, 98.  
Sauer S. 280, 281.  
Schelenz Lit. Nr. 105.  
v. Schjerning Lit. Nr. 87.  
Schirmer Lit. Nr. 71.  
Schleich Lit. Nr. 72, 88, 89, 198.  
Schmidt S. 273.  
Schneider Lit. Nr. 237, ferner S. 312.  
Schulze Lit. Nr. 125.  
Schwann S. 180.  
Schwarte Lit. Nr. 73, 126.  
„Schweizerische Vierteljahresschrift für  
Kriegswissenschaft“ Lit. Nr. 72, 88, 198.  
Schwerwitz S. 204.  
Seeßelberg Lit. Nr. 238, ferner S. 77, 85,  
86 ff., 111, 112, 144.  
Segrave S. 217.  
Selinski S. 49, 174, siehe auch Sach-  
register.  
Sertorius S. 1.  
Servico Chimico Militaire (Italien)  
S. 235.  
„Sidney-Mail“ S. 9.  
Siebert Lit. Nr. 52.  
Sillevaerts Lit. Nr. 90, 106.  
Smith S. 217.  
Smithells S. 210.  
Soldan Lit. Nr. 199, ferner S. 201, 202,  
283, 308, 311.  
Sonnenberg Lit. Nr. 155, ferner S. 301.  
Sontag S. 190.  
Stampe Lit. Nr. 239, 240, ferner S. 330,  
331, 332.  
Staubwasser Lit. Nr. 200.  
Stegemann Lit. Nr. 45, 91.  
Stokes siehe Sachregister.  
Stollberger Lit. Nr. 241, ferner S. 353, 355.  
Suehs S. 180.  
„Suomen sotilasaikakauslehti“, finnische  
Soldatenzeitung, S. 289.  
Symes Lit. Nr. 9.

T.

Tambuté S. 166.  
 v. Taysen Lit. Nr. 242.  
 Teague S. 272.  
 „Technica i Snabshenie“ siehe „Woina i Technica“.  
 „The Journal“ siehe „Journal“.  
 „The Military Chemist“ S. 230.  
 „The Military Engineer“ Lit. Nr. 103, 140, ferner S. 213.  
 „The Royal Engineers Journal“ Literatur Nr. 94, 97, 149, 164.  
 Theune S. 7, 245.  
 Thorpe, Sir S. 6, 210.  
 Tilden Lit. Nr. 15.  
 Tissot S. 167, 182, 184, siehe auch Sachregister.  
 Töpfer Lit. Nr. 74.  
 Torpedobootszerstörer G 102, deutscher S. 254.  
 Trémolières Lit. Nr. 1.  
 Trotzki S. 234.  
 Tübben S. 181.  
 Turpin S. 9.

U.

U-Boot 117, deutsches S. 254.  
 Underhill Lit. Nr. 75.

V.

Vautrin Lit. Nr. 107, 201, ferner S. 162, 236.  
 Vedder Lit. Nr. 202, ferner S. 37, 50, 61, 236, 284, 331.  
 Verdier siehe Engin Verdier im Sachregister.  
 Versailler Vertrag S. 210, 228, 245.  
 Victor S. 273.  
 Villiers-Stuart Lit. Nr. 243, ferner S. 297.  
 „Vindictive“, engl. Linienschiff S. 314.  
 Vinet S. 89.  
 „Virginia“, Linienschiff, U. S. A. S. 254, 325.  
 Visbecq Lit. Nr. 141.  
 Volkart Lit. Nr. 244.  
 Völkerbund, Nichtständige gemischte Kommission für Einschränkung der

Rüstungen Lit. Nr. 165, ferner S. 216, 237,  
 „Vorwärts“ S. 298.

W.

Wainwright Lit. Nr. 16.  
 v. Waldeyer-Hartz Lit. Nr. 203.  
 Walton S. 314, 315.  
 Warthin Lit. Nr. 46, ferner S. 55.  
 Washington-Konferenz S. 211, 216, 226.  
 Webster Lit. Nr. 47.  
 Weckenstroo Lit. Nr. 156, ferner S. 301.  
 Weg S. 180.  
 Weißborn Lit. Nr. 127.  
 Weller Lit. Nr. 46, ferner S. 55.  
 Werner Lit. Nr. 204.  
 West Lit. Nr. 82, ferner S. 4, 7; siehe auch Fries.  
 Wieland Lit. Nr. 80, ferner S. 55, 58, 60.  
 Wielemanns S. 89.  
 Wiktorin S. 300.  
 Wilson Lit. Nr. 42.  
 „Wissen und Wehr“ Lit. Nr. 135, 148, 155, 166, 226, 241, 317.  
 „Woina i Technica“ Lit. Nr. 167, 170, 176, 177, 190, 195, 219, 230, 251; ferner S. 256.  
 Wollin Lit. Nr. 245, ferner S. 263, 273.  
 Worrall Lit. Nr. 48, ferner S. 320, 322, 342, 343, 348, 350 ff., 353, 366, 370, 371, 372.

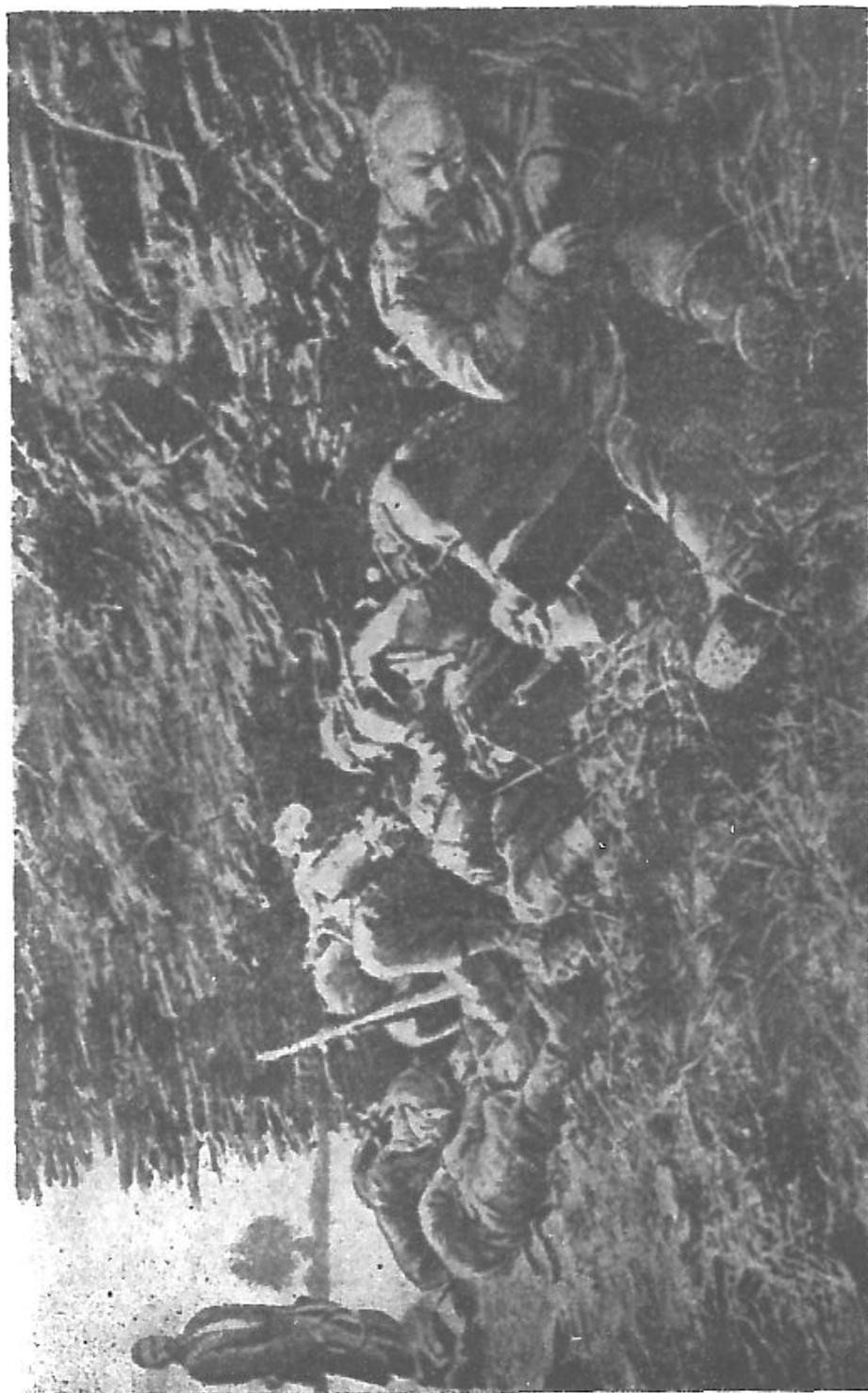
Y.

Yoe S. 272.

Z.

Zadeck Lit. Nr. 22.  
 Zanetti S. 218, 220, 222, 225.  
 „Zeitschrift für angewandte Chemie“ Lit. Nr. 54, 234, ferner S. 273.  
 „Zeitschrift für das gesamte Schieß- und Sprengstoffwesen“ Lit. Nr. 220, ferner S. 273.  
 „Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin“ Lit. Nr. 79, 80, 85.  
 v Zevaek Lit. Nr. 33.  
 Zuntz S. 63, 273.





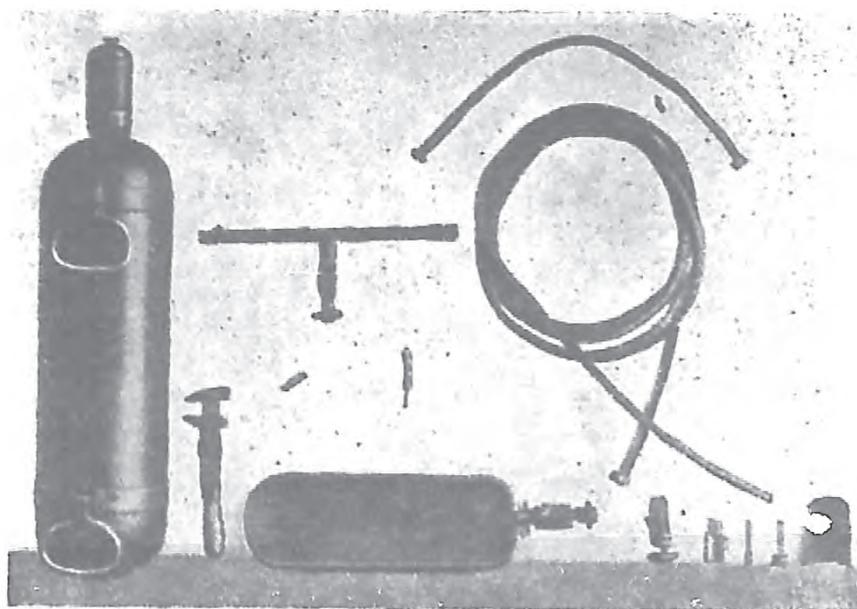
附圖 1. 關於法國“土邦里特”(Turpinite) 砲彈的功効之英國人攝影——自 1915 年一月六日之雪德列郵報(*Sidney Mail*)取出。(參觀第 15—16 頁)



附圖 2. 1915 年四月二十二日在伊迫(Ypern) 地方之第一次德國吹放攻擊——某一目擊者

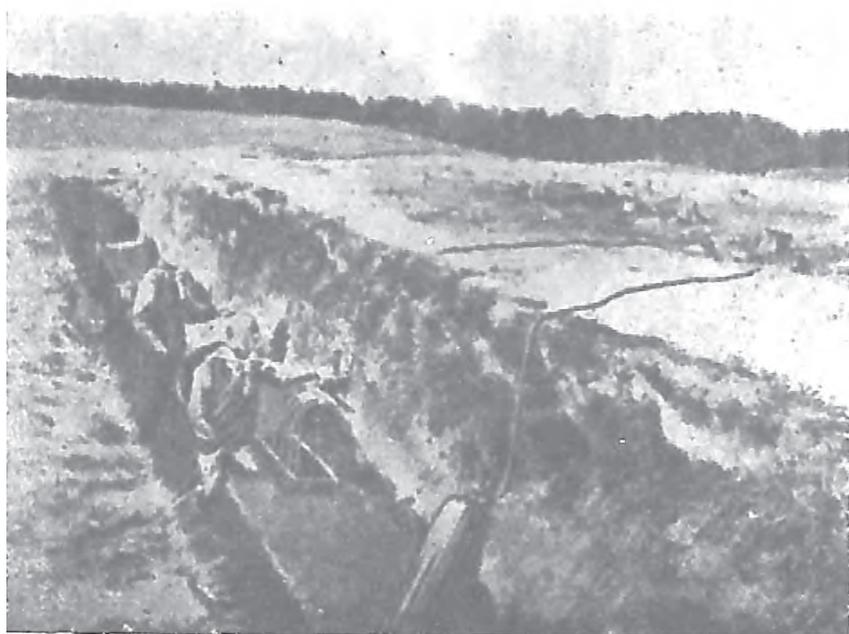
為倫敦圖畫報 (*Illustrated London News*) 而畫。

“前進之氣氣雲，迫令亞拉伯人(Zouaven)及條耳人(Turkos)，放棄其在耶耳馬克(Langemark)之營壘”。(參編第158頁)



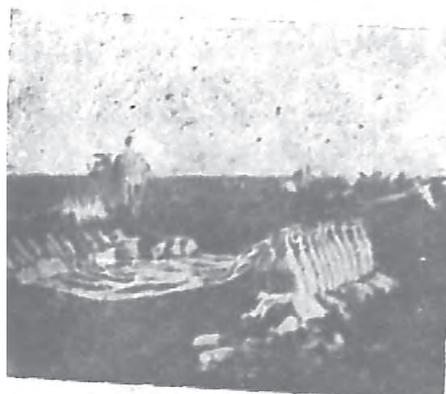
附圖 3. 吹放攻擊手續 (Blasverfahren) 所用之吹放筒 (Flasche) 及其附件。

〔自費希曼 (Fischmann) 著之“*Gasowaja Woina*”取出〕



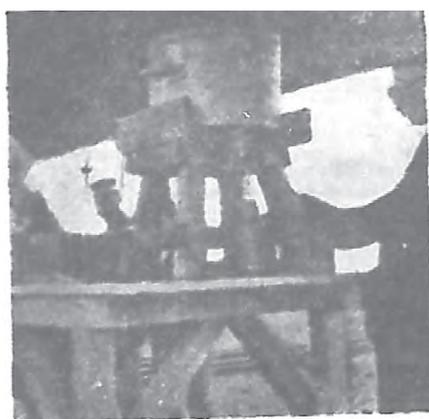
附圖 4. 俄國吹放筒 (Blaszylinder) 在最前線戰壕之埋設。

〔自“*Gasowaja Woina*”取出〕

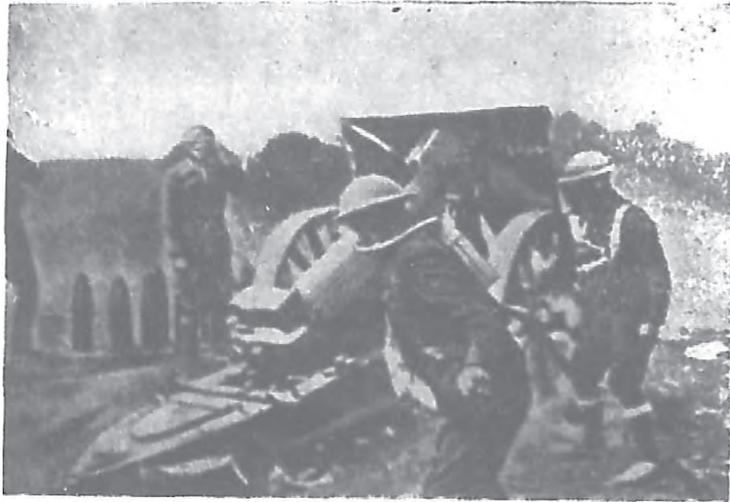


附圖 5. 埋好的作吹放攻擊用之氣筒列  
(Flaschenbatterie)。

注意：此圖係代表在後方之安置以作研究之用。  
故其安置殊屬簡陋。在圖中易見鉛管多  
枚，架於堆起之土上以令其固定。



附圖 6. 在前線後填充德國綠十字榴彈  
(Grünkreuz oder Perstoff-  
Granaten) 之狀。1916 年。



附圖 7. 法國人於 1918 年十月在西方前線  
當德方對放氣體時自 15.5 厘米榴  
彈砲射擊氣體之狀。

〔自 “Gasowaja Woina”取出〕



附圖 8. 安好的德國式 18 厘米氣體投射砲  
(Gaswerfer)。

〔得德國國家文書保存所(Reichsarchiv)的許可而發表者〕



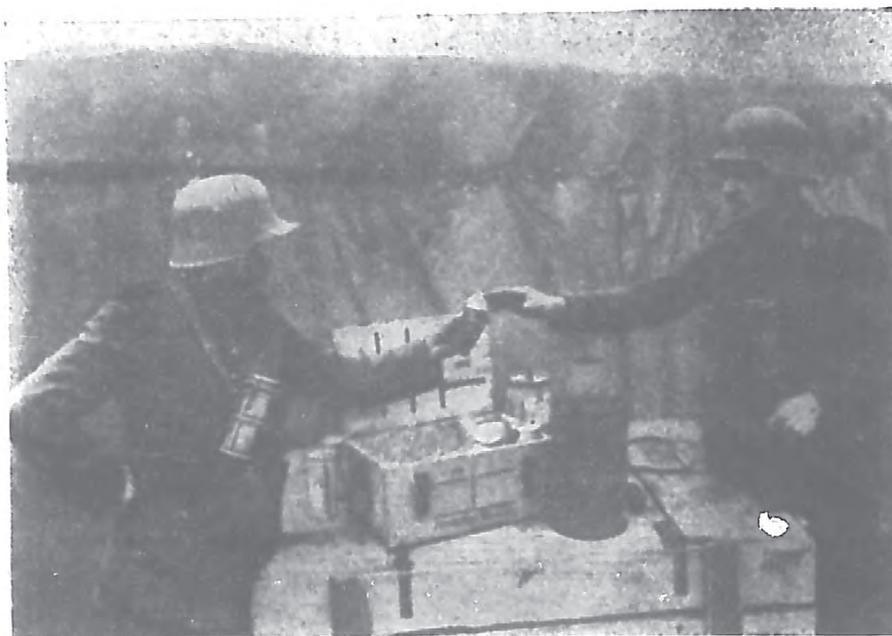
附圖 9. 德國式之 18 厘米氣體投射砲。通電部隊 (Leitungstruppe) 正在工作之時。

(自德國國家文書保存所取出)

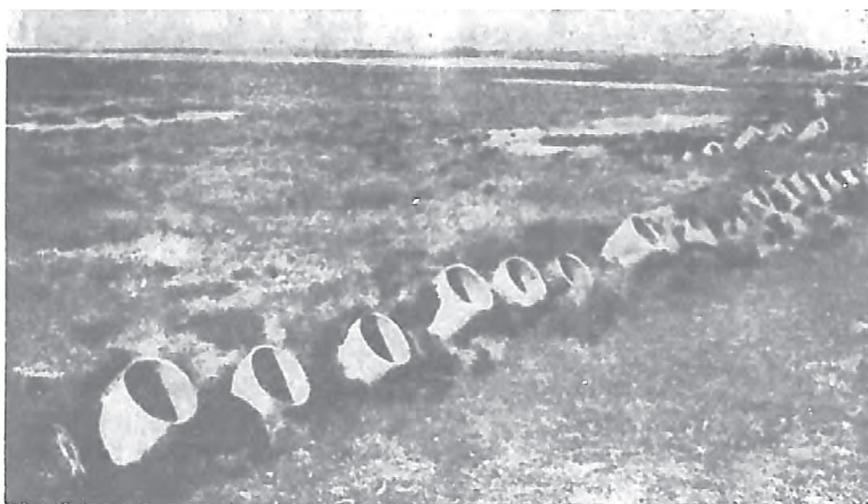


附圖 10. 整個戰場的投射砲 (Werferfeld) 自一處點火處 (Zündstelle) 而發生突然的點着 (Schlagartige Zündung) 之狀。

(自德國國家文書保存所取出)



附圖 11. 將信管(Zünder)旋入(aufschrauben)  
一枚投射砲彈之狀。  
〔自德國國家文書保存所取出〕



附圖 12. 埋好的英國式投射砲〔即利文式投射砲  
(Livens Projector)〕。



附圖 13. 在大戰時使用之英國式三英寸司托克臼砲 (Stoke's Mortar)。



附圖 14. 大戰後之較易搬動式的吹放手續 (Beweglichere Form des Blasverfahren)。 美國式之一人便於攜帶的小號吹放筒。

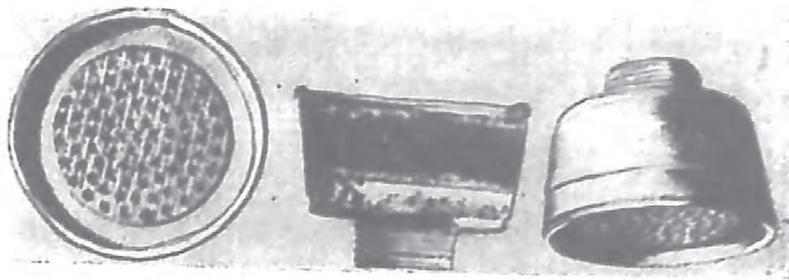


附圖 15. 德國軍隊用之橡  
皮布 (Gummistoff) 製的  
防毒面具。1915 年。

附圖 16. 德國軍隊用之革  
製防毒面具。1917 年。



附圖 17. 德國 21/8 式 (Mod. 21/8) 之一  
層的吸收罐 (Einschichteneinsatz)。1915 年。



附圖 18. 德國式之三層的吸收罐

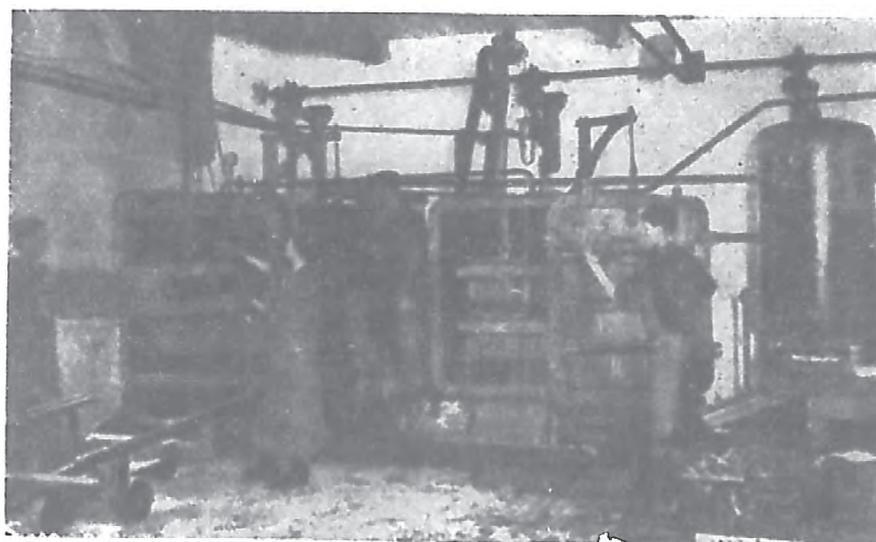
(Dreischichteneinsatz)。1916年。



附圖 19. 德國式之  
革製防毒面具。



附圖 20. 大戰後之德國式工  
業用防護面具。奧爾公司  
之德加式第 747 號面具  
(Degea-Maske Nr. 747 der  
Auer-Gesellschaft), 備有  
小號之吸收罐者。



附圖 21. 在大戰時德國製造革製防毒面具之狀。  
此圖所示者，係將面具之面部，在真空爐  
(Vakuuöfen) 內用礦物油浸漬之狀。



附圖 22. 大戰後之德國式工業用防護面具。奧爾公司之“阿不脫力”面具 (Optolix-Maske der Auer-Gesellschaft) 的內景。



附圖 23. 大戰後之德國式之備有圓形眼窗的椎革面具 (Dräger-Maske)。



附圖 24. 奧爾公司 (Auer-Gesellschaft) 之一氧化碳過濾器。



附圖 25. 大戰後之德國式之備有卵形眼窗的椎革面具。



附圖 26. 法國 M 2 式  
(Masque M2) 防毒面具  
(L. T. N.)。1916 年。



附圖 27. 法國梯索  
教授(Prof. Tissot)  
式之箱狀呼吸罐系  
統 (Büchsenatmer  
System)。1916 年。



附圖 28. 1917 年之法國式防毒面具，A. R. S. 式之特別呼吸器具 (l'appareil respiratoire spécial A. R. S.)。



附圖 29. 英國之 P. H. 式防毒盔  
(P. H.-Haube)。1915 年。



附圖 30. 英國之備  
有小過濾箱的防  
毒盔 (Gashaube)。  
1916 年。

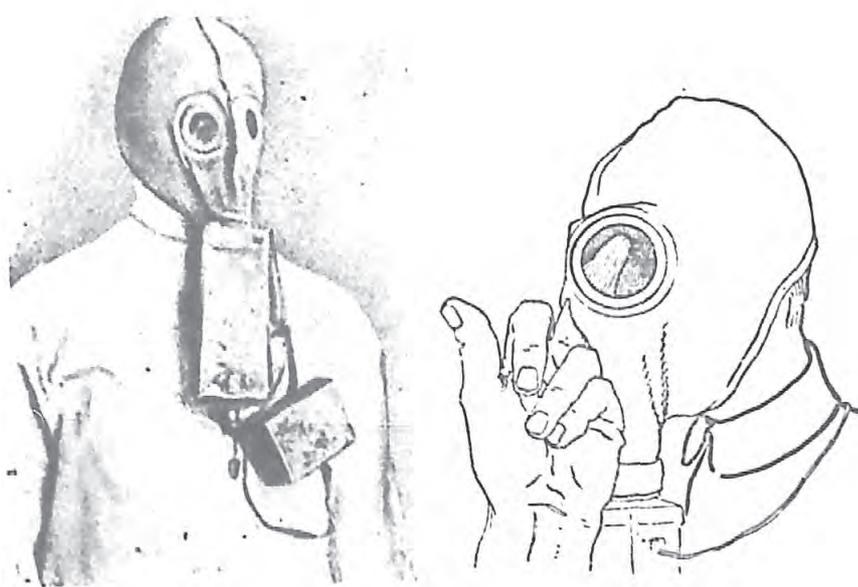


附圖 31. 英國式的  
箱形過濾器 (Box  
Respirator)。  
1916 年。



附圖 32. 聯有面具面部(Gesichtsmaske)的  
英國式的小號箱式過濾罐。1917 年。

在此圖中,示有高高扣起(hochgeknöpft)的含呼吸罐  
(Atmungspatrone)之準備囊(Bereitschaftstasche)。  
a=過濾箱; b=囊中置放面具及連結管(Atmungs-  
schlauch)之部份。



附圖 33.

附圖 34.

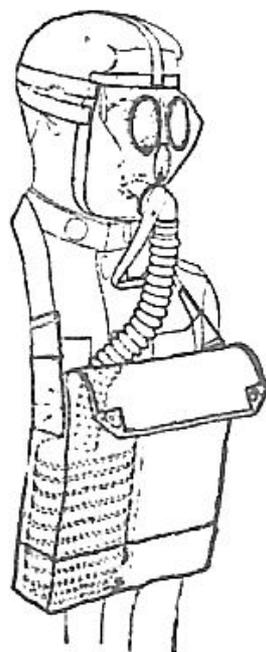
俄國之塞令斯基枯曼式面具 (Selin-ki-Kummant Maske)。 1916 年。



附圖 35. 意大利式防毒面具。

按照法國模型而製之多能面  
具 (Maske polivalente)。

1917 年。



附圖 36.

附圖 37.

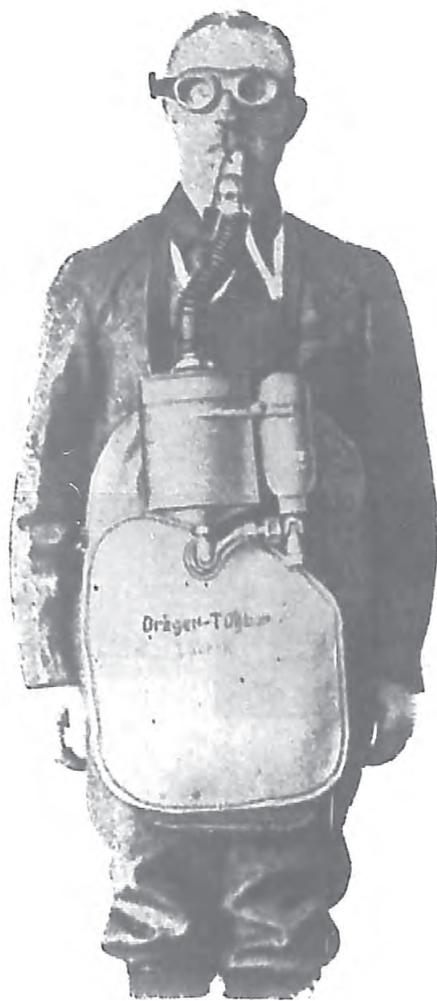
1918 年美國之箱形呼吸器 (Box-Respirator)  
式的防毒面具。

〔注意：此為惟一之美國式模型，曾在大戰時應用者。〕

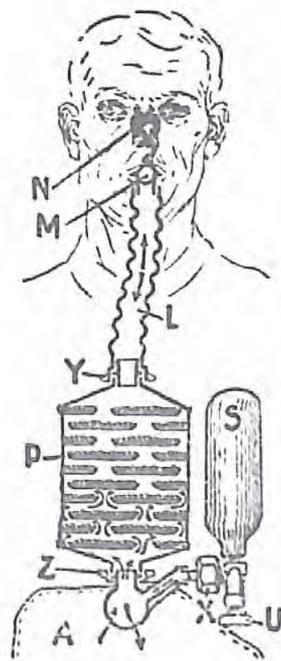


附圖 38. 1919 年美國軍隊用之梯索式防毒面具(Tisot Mask 1919)。

(注意：此項面具，係用 1920 年之第三號吸收罐；面具內無隔膜之裝置 (Diaphragmeinrichtung)；參觀第 399 頁。)

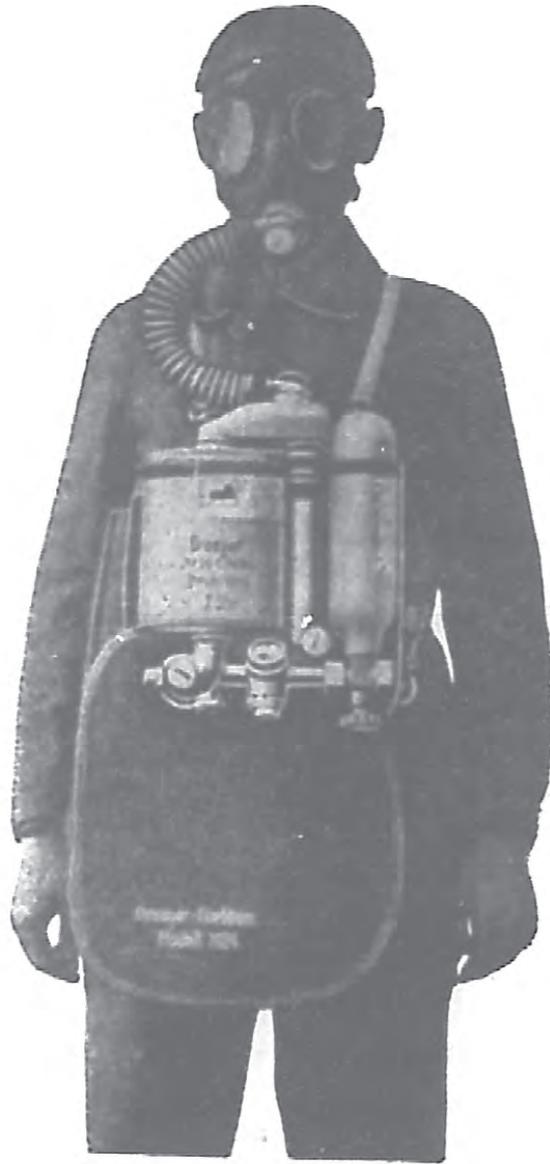


附圖 39. 德國之維革士  
奔式自救器(Selbstretter  
nach Dräger-Tübchen)。  
1913 年之模型,在大戰  
時曾用之者。



附圖 40. 附圖 39 所示之器  
具的機能圖式 (Schema  
der Wirkungsweise)。

圖中各字母所指之部份如下：  
N = 鼻夾 (Nasenklammer),  
M = 口塊 (Mundstück),  
L = 連結管 (Atmungsschlauch),  
Y, Z = 接連敵罐之螺旋帽 (Mut-  
tern der Anschlüsse für  
Kalipatrone),  
S = 氧氣筒 (Sauerstoffzylinder),  
P = 敵罐 (Kalipatrone),  
X = 連接螺旋帽 (Anschlussmut-  
ter),  
U = 鎖口氣門 (Verschlussventil)。



附圖 41. 德國之韋革士奔式  
自救器 (Selbstretter nach  
Dräger-Tübben)。1924年  
之模型。

## 附圖 42. 附圖 41 所示之器具的機能圖式。

圖中各字母所指之部份如下：

N = 鼻挾 (Nasenklammer),

M = 呼吸口塊 (Atmungsmundstück),

L = 連結管 (Atmungsschlauch),

V = 氣門箱 (Ventilkasten),

O<sub>1</sub> = 入氣門 (Einatmungsventil),

O<sub>2</sub> = 出氣門 (Ausatmungsventil),

P = 鹼罐 (Kalipatrone),

C = 氧氣筒 (Sauerstoffzylinder),

UL = 空氣迴轉管 (Luftumleitungsrohr),

S = 鎖口氣門 (Verschlussventil),

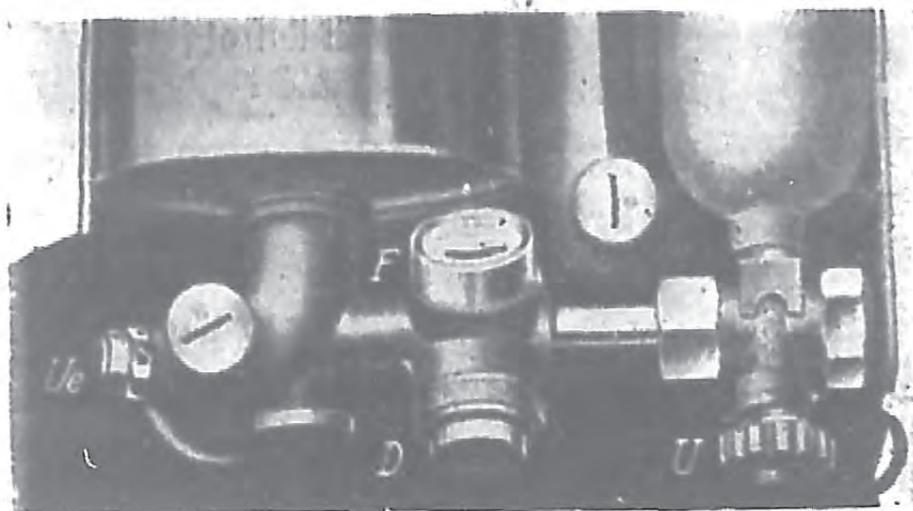
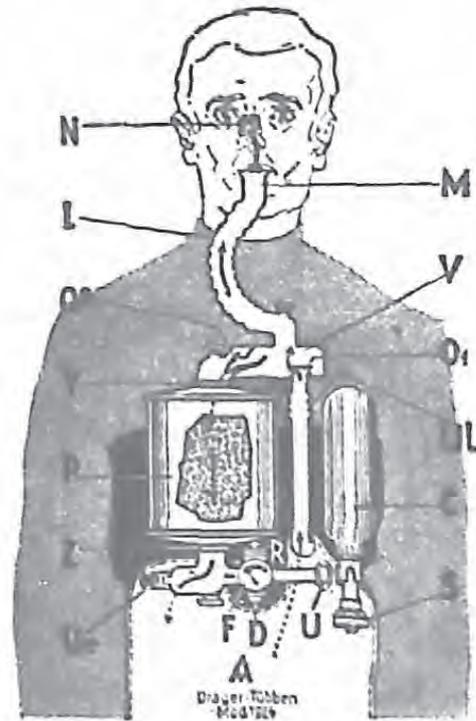
F = 終結表 (Finimeter) 或 氧氣儲藏測量器 (Sauerstoffvorratmess-er),

D = 加入氧氣用之壓力扣狀氣門 (Druckknopfventil für Zusatzsauerstoff),

Ue = 過多空氣放氣門 (Überschüssluftungsventil),

A = 呼吸囊 (Atmungssack),

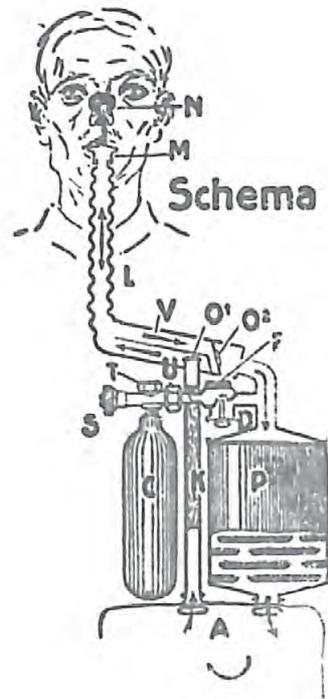
U, Y, Z = 連接處 (Anschlüsse)。



附圖 43. 1924 年模型自救器 (Selbstretter) 內之三路接件 (Dreiwegstück)。

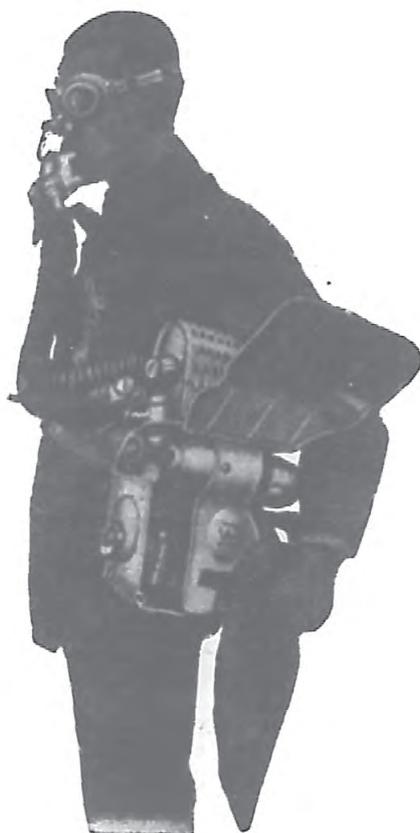


附圖 44. 1915 年德國軍隊用之推革 H.S.S. 式氧氣防護器具(Deutsches Heeres-Sauerstoffschutzgerät, H. S. S.- Gerät nach Dräger),曾在大戰時使用之者。



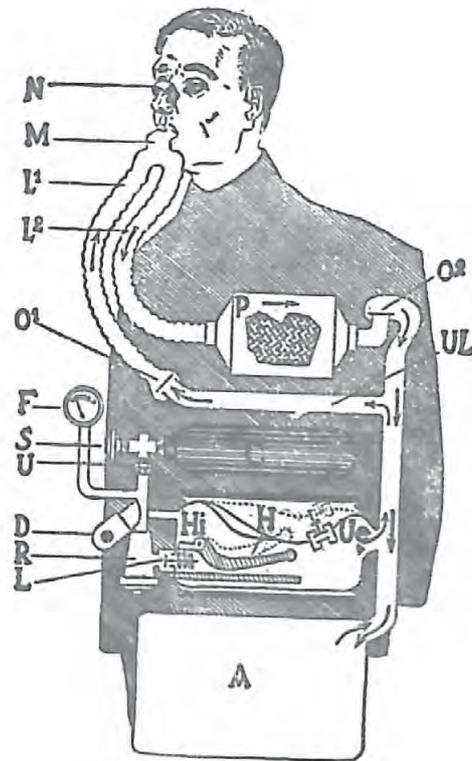
附圖 45. 附圖 44 所示之器具的機能圖式。

- N = 鼻挾(Nasenklammer),  
 M = 口塊(Mundstück),  
 L = 連結管(Atmungsschlauch),  
 V = 氣門箱(Ventilkasten),  
 $O_1$  = 入氣門(Einatmungsventil),  
 $O_2$  = 出氣門(Ausatmungsventil),  
 S = 氧氣筒之鎖口氣門(Verschlussventil des Sauerstoffzylinders),  
 T = 氧氣筒之鎖口螺旋帽(Verschlussmutter für Sauerstoffzylinder),  
 F = 終結表(Finimeter),  
 D = 壓力扣(Druckknopf),  
 C = 氧氣筒(Sauerstoffzylinder),  
 K = 冷卻器(Kühler),  
 P = 鹼罐(Kalipatrone),  
 A = 呼吸囊(Atmungssack)。



附圖 46. 1924 年模型椎革 H. S. S. 式肺部  
自動器具(Lungenautomatisches H.S.S.-  
Gerät nach Dräger)。

注意：在此圖中是項器具下部之保護蓋(Schutzhaube)係已揭開。因此吾人在圖中可見下列各部份：在頂上為氧氣筒，其下有肺部自動輔助給與囊；是囊之前有過多空氣放氣門之反彈蓋(Anschlagdeckel)。平時扣牢之呼吸囊，一部份為保護蓋所蓋住，在此圖中已扯出(Zurückgeschlagen)。在氧氣筒之上有餘罐；此罐係置於另一籃狀有孔之保護蓋內。



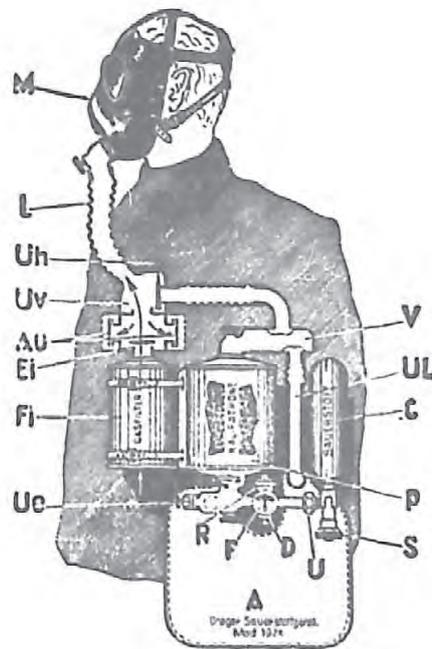
附圖 47. 附圖 46 所示之器具的機能圖式。

■中各字母所指之部份如下：

- N = 鼻夾(Nasenklammer),
- M = 呼吸口塊(Atmungsmundstück),
- L<sub>1</sub> = 入氣管(Einatmungsschlauch),
- L<sub>2</sub> = 出氣管(Ausatmungsschlauch),
- O<sub>1</sub> = 入氣門(Einatmungsventil),
- O<sub>2</sub> = 出氣門(Ausatmungsventil),
- P = 鹼罐(Kalipatrone),
- C = 氧氣筒(Sauerstoffzylinder),
- D = 加入氧氣用之壓力扣(Druckknopf für Zusatzsauerstoff),
- F = 終結表(Finimeter)或儲藏測量器(Vorratmesser),
- S = 鎖口氣門(Verschlussventil),
- U = 連接螺絲帽(Anschlussmutter),
- R = 減低壓力之氣門(Druckreduzierventil),
- L = 肺部自動氧氣給與氣門(lungenantematische Dosierung),
- H = 管理L之槓桿機械(Hebelmechanik),
- Hi = 輔助給與囊(Hilfssack),
- Ue = 過多空氣放氣門(Überschuss-Lüftungsventil),
- A = 呼吸囊(Atmungssack),
- UL = 空氣運轉管(Luftumlaufleitung)。



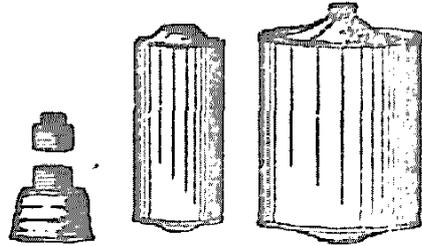
附圖 48. 維革 (Dräger) 式之氣體防護器具，自 1924 年模型之自救器 (備有面具呼吸者) 與過濾器 (尋常工業用之吸收罐或大號之吸收罐) 聯合而成，且備有呼吸改換箱以便自氧氣呼吸改爲過濾呼吸及作相反之改換者。



附圖 49. 附圖 48 所示之器具的機能圖式。

圖中各字母所指之部份如下：

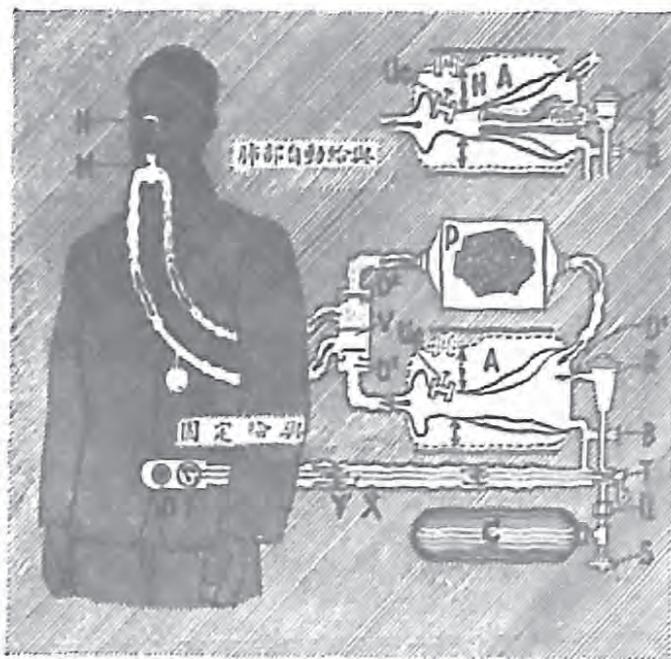
- M = 面具(Maske),
- L = 連結管(Atmungsschlauch),
- V = 氣門箱(Ventilkasten),
- UL = 空氣迴轉管(Luftumlaufrohr),
- C = 氧氣筒(Sauerstoffzylinder),
- P = 鹼罐(Kalipatrone),
- S = 鎖口氣門(Verschlussventil),
- U = 連接處(Anschluss),
- D = 壓力扣狀氣門(Druckknopfventil),
- A = 呼吸囊(Atmungssack),
- Ue = 過多空氣放氣門(Überschüsslüftungsventil),
- Uh = 呼吸改換槓桿(Umschaltshebel),
- Uv = 呼吸改換箱(Umschaltkasten),
- Au = 出氣門(Ausatmungsventil),
- Ei = 入氣門(Einatmungsventil),
- Fi = 氣體過濾器(Gasfilter)。



附圖 50. 在附圖48所示之器具中,其安過濾器之處(Tasche des Filter-Gerät),可藉本圖內所示之附件,接上各種大小的吸收罐。



附圖 51. 1924 年模型椎革式二小時氧氣防護器具(Zweistunden-Gerät, Dräger-Modell 1924), 可用肺部自動給與(Lungenautomatik) 或固定給與 (konstante Dosierung) 者。



附圖 52. 附圖 51 所示之器具的機能圖式。

圖中各字母所指之部份如下：

- |   |  |
|---|--|
| N = 鼻夾(Nasenklammer),                     | O <sub>2</sub> = 出氣門(Ausatmungsventil),  |
| M = 口呼吸處(Mundatmung),                     | P = 輪罐(Kalipatrone),                     |
| L <sub>1</sub> = 入氣管(Einatmungsschlauch), | A = 呼吸囊(Atmungssack),                    |
| L <sub>2</sub> = 出氣管(Ausatmungsschlauch), | R = 減低壓力之氣門(Druckreduzier-               |
| Sp = 口涎捕獲器(Speichelfänger),               | ventil),                                 |
| V = 氣門箱(Ventilkasten),                    | D <sub>1</sub> = 固定給與氣門(Konstante Dosie- |
| O <sub>1</sub> = 入氣門(Einatmungsventil),   | rung),                                   |

L = 肺部自動給與氣門(Lungenautomatische Dosierung),

H = 肺部自動槓桿機械(Lungen-automatische Hebelmechanik),

- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| Ue = 過多空氣放氣門(Überschluss-    | D = 加入氧氣用之壓力扣狀氣門                |
| Lüftungsventil),             | (Druckknopfventil für Zusatz-   |
| B = 旁路氣門(By-Pass-Ventil),    | Sauerstoff),                    |
| T = 矯正槓桿(Abstellhebel),      | F = 終結表(Finimeter)或儲藏測量器        |
| U = 連接螺旋帽(Anschlussmutter),  | (Vorratmesser),                 |
| C = 氧氣筒(Sauerstoffzylinder), | Y = 高壓力導入管(Hochdruckleitung),   |
| S = 鎖口氣門(Verschlussventil),  | X = 低壓力導入管(Niederdruckleitung)。 |

注意：本圖中右上角所示者，為用肺部自動給與時之機能圖式；其右下角所示者，則為用固定給與時之機能圖式。



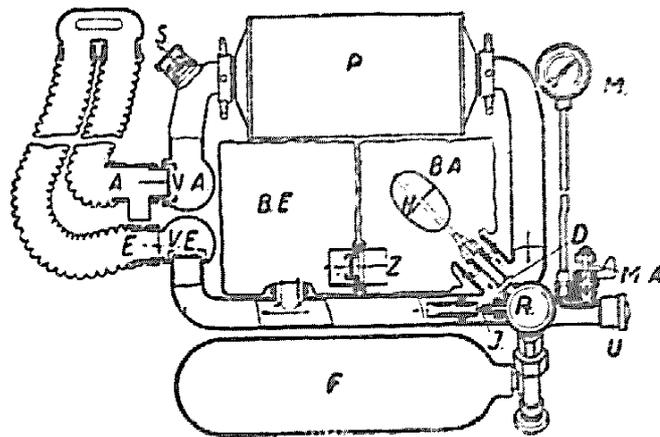
附圖 55. 第一號“奧多斯”器具(Audos Nr. 1) 韓賽亞器具製造公司 (Hanseatische Apparatebau-gesellschaft) 之 1926 年模型,內中備有“阿不脫力”面具 (Optolix-Maske),而可用一小時者。



附圖 56. 第一號半“奧多斯”器具 (Audos Nr.1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>)韓賽亞器具製造公司之1925年模型,備有口塊及防氣體之眼鏡(Gasschutzbrille),而可用一小時半者。



附圖 57. 第二號“奧多斯”器具(Audos Nr.  
2) 韓賽亞器具製造公司之 1925 年模型，  
備有“阿不脫力”面具 (Optolix-Maske) 而  
可作二小時之用者。



附圖 58. 第二號“奧多斯”器具(附圖57)之機能圖式。

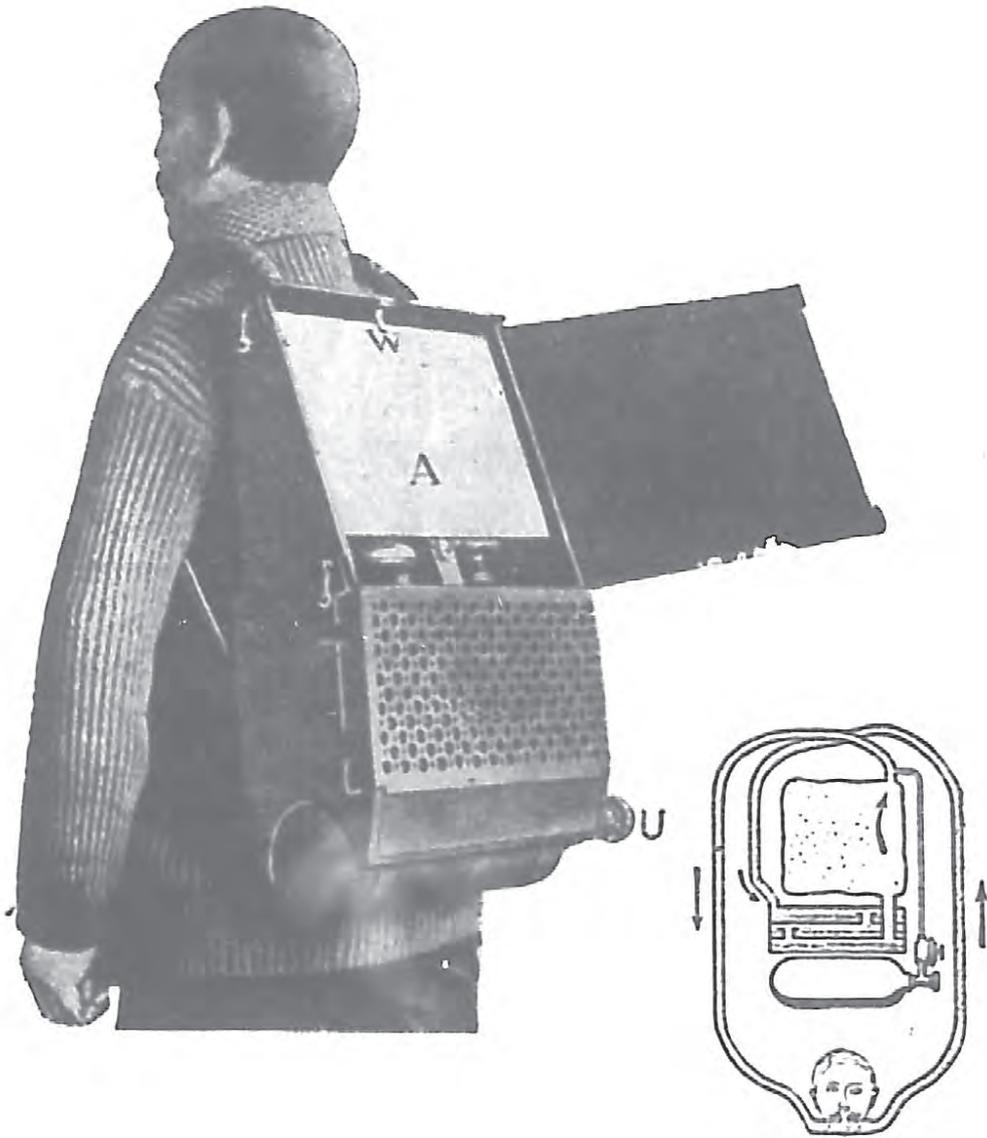
- A = 出氣管之接連處(Anschluss für Ausatmungsschlauch),
- E = 入氣管之接連處(Anschluss für Einatmungsschlauch),
- VA = 出氣門(Ausatmungsventil),
- VE = 入氣門(Einatmungsventil),
- P = 鹵罐(Patrone),
- BE = 入氣囊(Einatmungsbeutel),
- BA = 出氣囊(Ausatmungsbeutel),
- H = 給與氣門之槓桿(Hebel des Dosierungsventil),
- D = 給與氣門(Dosierungsventil),
- R = 減低壓力之氣門(Reduzierventil),
- J = 注射器(Injektor),
- U = 迂回氣門(Umgehungsventil),
- M = 氣壓表(Manometer),
- F = 氧氣筒(Sauerstoffzylinder),
- Z = 中間氣門(Zwischenventil),
- S = 滌淨氣門(Spülventil)。



附圖 59. 奧國式之氣動器具  
(Pneumatogen-Apparat),  
曾在大戰中用之者。



附圖 60. 按照德國維革 (Dräger)  
模型自救器 (Selbstretter) 在法  
國建造而曾於大戰時使用之法  
國式自救器。(參觀第286-7頁)



附圖 61. 法國之梯索(Tissot)  
式氧氣呼吸器具，曾在大戰時  
使用者。

附圖 62. 梯索  
器具(附圖61)  
的機能圖式。



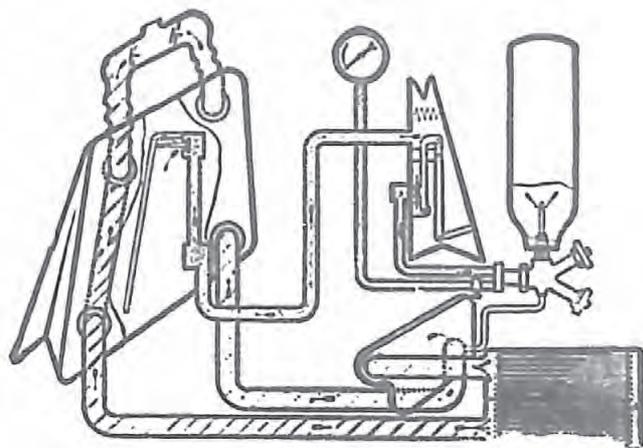
附圖 63. 英國之弗勒斯台維斯  
“撲羅多”(Fleuss-Davis Proto)  
式氧氣呼吸器具，曾在大戰時  
使用者。



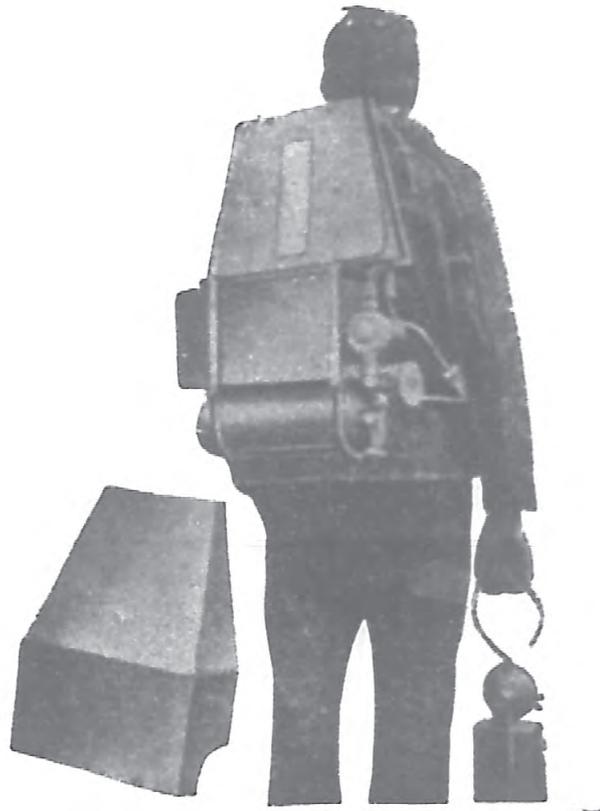
附圖 64. “撲羅多”器具  
(附圖 63)之機能圖式。



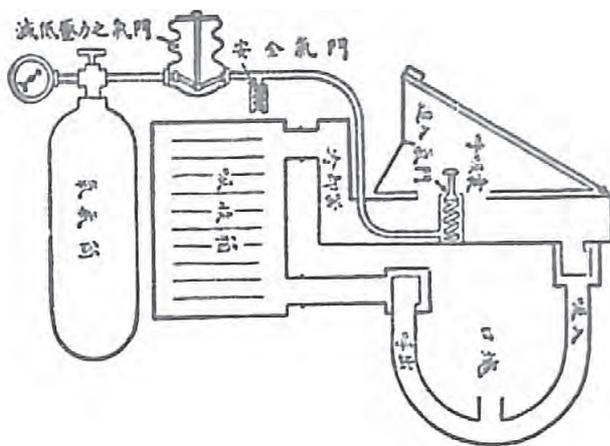
附圖 65. 美國亞特摩斯公司 (Atmos Corporation) 之保羅 (Paul) 式肺部自動氧氣防護器具。



附圖 66. 附圖 65 所示之器具的機能圖式。



附圖 67. 美國礦務局 (Bureau of Mines) 之吉不思 (Gibbs) 式肺部自動氧氣防護器具。



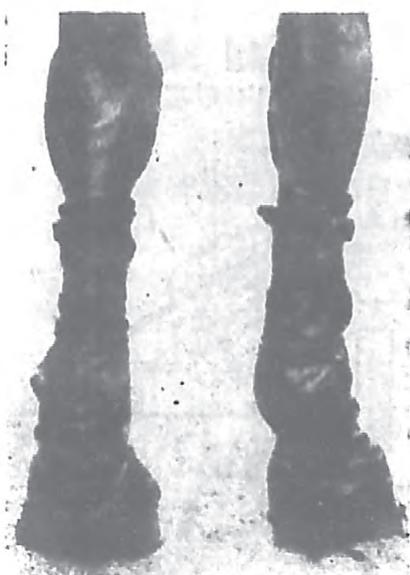
附圖 68. 附圖 67 所示之器具的機能圖式。



附圖 69. 英國式之馬的防毒面具。



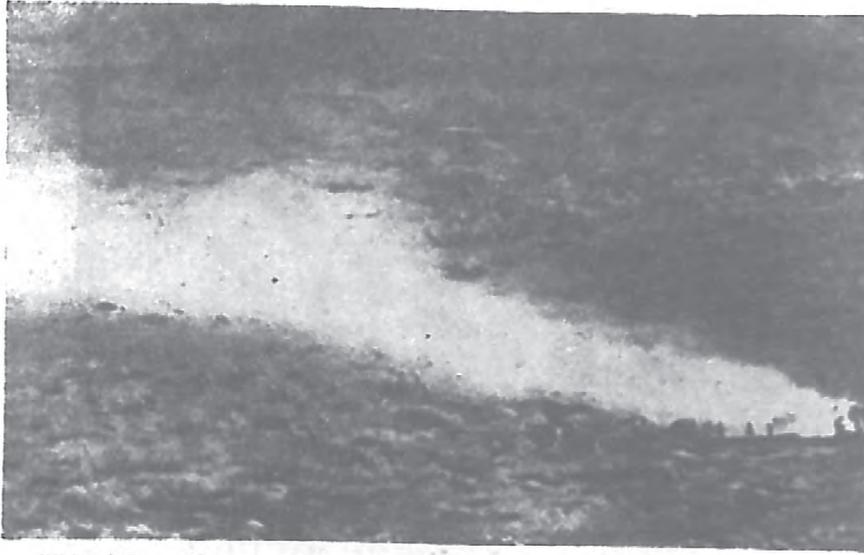
附圖 70. 戴上撈獲之俄國式的犬的防毒面具之德國衛生犬 (Sanitätshund)。



附圖 71. 在大戰時應用之美國式馬靴 (Pferdeschuhe)。1918 年。

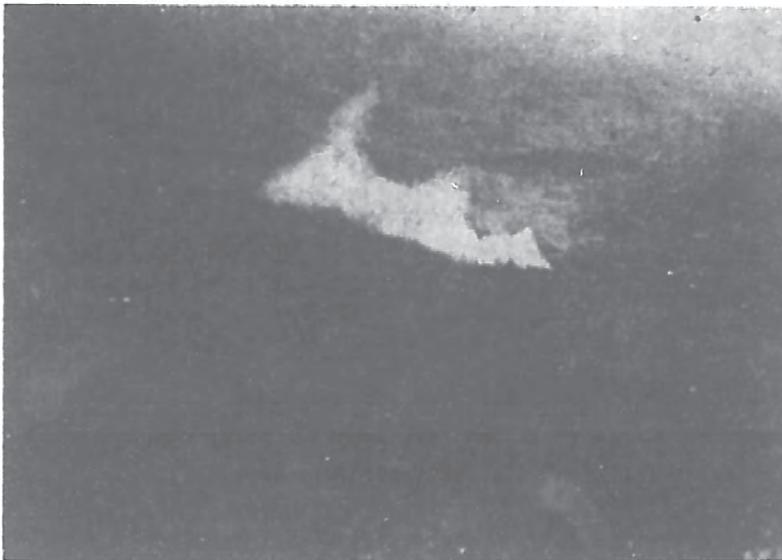


附圖 72.



附圖 73. 法國步兵在一幅烟帳(Rauchvorhang)之後進攻。

【自海格如(F. Heigl)氏之著作取出】



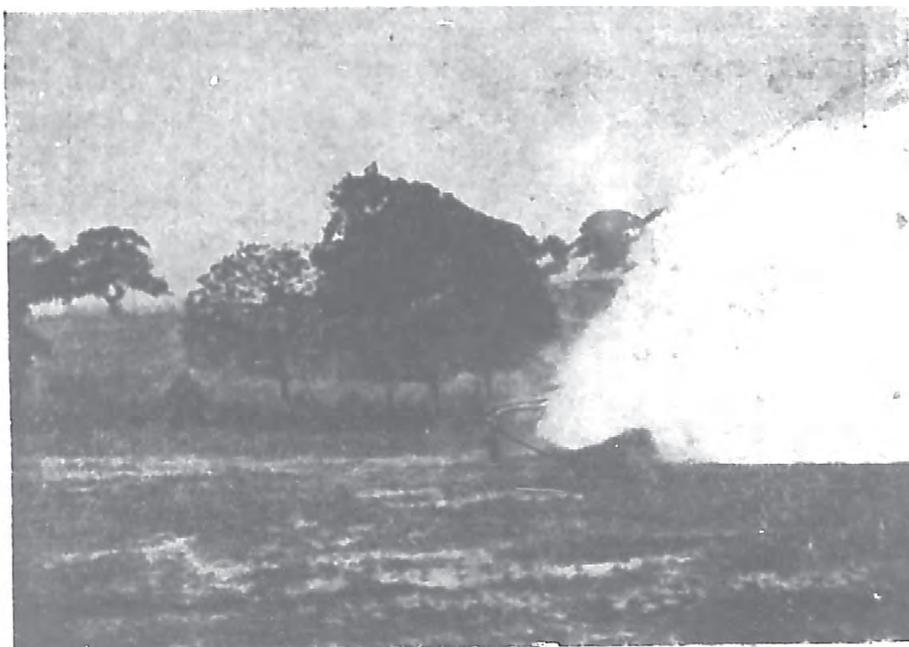
附圖 74. 1917 年夏在卡斯特(Karst)之活地斯 (Vodice) 地方意大利之發霧投射砲彈落於奧國陣地後之狀。

【自海格如(F. Heigl)氏之著作取出】



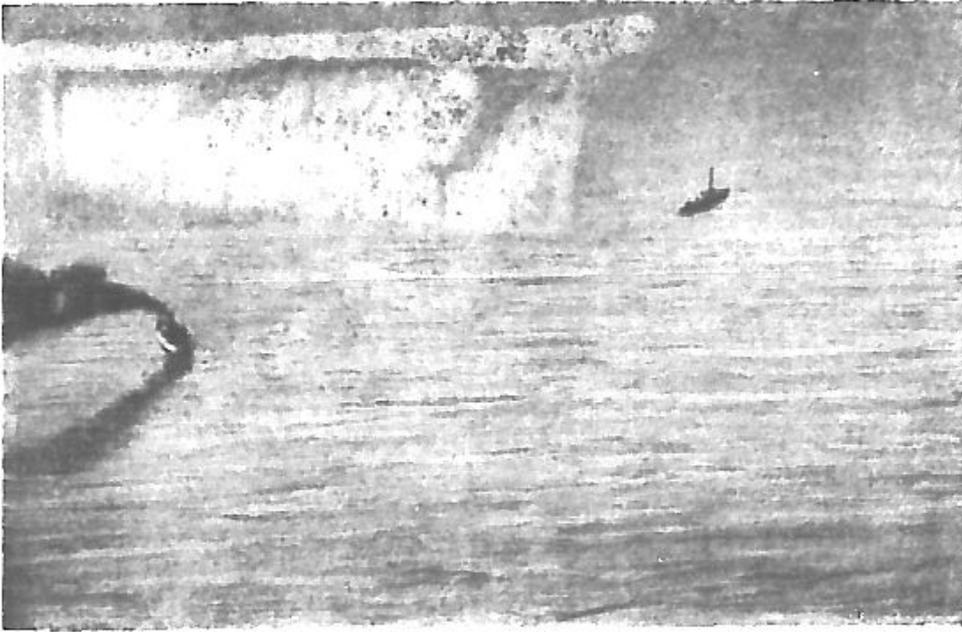
附圖 75. 將東頭(Ostende)布霧以防英國飛機之襲擊之狀。

〔自海格如(F. Heigl)氏之著作取出〕



附圖 76. 一輛坦克車試行自其本身所帶之工具放出霧幕以作其本身之掩蔽之狀。

〔自海格如(F. Heigl)氏之著作取出〕



附圖 77. 以一幅烟帳掩蔽一艘軍艦之狀。



附圖 78. 大戰後自美國式的毒烟燭(Toxic Smoke Candles)發生毒烟之狀。

# 化學戰爭通論索引

## A

- A. Malyszko 馬里斯可, 359  
A. Michaelis 米希里希, 88  
A. Niemann 尼曼, 75  
A.T.-Mask A.T. 式面具, 278  
A.W. Feldprüfer A.W. 式戰場檢驗器, 251  
Aa 阿, 157  
149 A-Batterien 149 A 式砲臺, 540  
Abblasen 吹放法, 59, 515  
Abblasenposten 放射哨兵, 517  
Abdichtung 緊塞, 64  
Abendfeuchtigkeit 增強暮霧, 566  
Abfallprodukte 廢棄產品, 448  
Abfangen 攔住, 508  
Abfüllanlage 裝填工場, 118  
Abfullstation 填充站, 86  
Abgänge 減損數, 196  
Abgangswinkel 射角, 14  
Abgangsziffer 減損數, 33  
abgedeckt 揭露, 223  
abgewandt 避開的, 212  
abgezäunt 圍住, 179  
Abhängigkeit 依賴性, 160, 208  
Abhörstation 聽察站, 303, 308  
Abkömmlinge 衍生物, 42  
Ablosung 換防, 換防兵, 200, 210, 535  
Abnahmeprüfung 換去試驗, 257  
Abregenvorrichtung 雨下設備, 96  
Abregnenlassen 灑下, 381  
Abschluss 結束, 221  
Abschnürung 遮斷, 548  
Absicht 意圖, 44  
Absorption 吸收, 232  
Absorptionseigentümlichkeiten 吸收特性, 509  
Absorptionsmittel 吸收劑, 509  
Abspritzverfahren 噴射手續, 497, 577  
abstehend 守住, 212  
Abstellhebel 矯正槓桿, 639  
abstreichend 掠過, 81  
Abteilung 化學課, 243  
Abteilung für Chemische Strategie 化學戰略課, 467  
abwehrkraft 防禦力, 533  
Abwehrmassnahmen 防護處置, 392  
abweichen 偏差, 197  
abziehend 行開的, 221  
Abzug 引去, 67, 95  
Académie des Sciences de Belgique 比利時科學院, 283  
Acetone 丙酮, 413  
Acetylene 乙炔, 96  
Acid Chlorides 鹵氯化物, 62  
Acre 英畝, 585  
acrolein 丙烯醛, 22, 112, 113  
Adams 亞當斯, 92  
Adamsite “亞當毒劑”, 91, 92, 368  
Admiral Aubrey Smith 司密士提督, 341  
Admiral Moffet 摩非海軍大將, 391  
Admiral Segrave 西格拉夫提督, 341  
Adolf von Baeyer 拜耳, 6  
Adsorption 吸着, 232  
Adsorptionskohle 吸着性木炭, 248, 249  
Adsorptionsmittel 吸着劑, 241  
Adsorptionsvermögen 吸着能力, 279  
Aerolith “愛羅利特”, 284  
Aerophor “愛羅花”, 283  
After 肛門, 84  
Agen 阿乘, 4  
Aggregatzustand 聚合狀態, 41  
Ailette-Grund 愛列地方, 29  
Air Corps “空軍隊”, 391

- Air Force “空軍”, 391  
 Air Service 航空署, 391  
 Aisne 愛森, 30, 188, 193, 573  
 Aisne-Château-Thierry 愛森狄多提爾禮, 193  
 aktiv 活潑, 236  
 Akute Todesfälle 急性死亡, 71  
 Alabama 阿拉拍瑪, 367, 390, 497  
 Alarmgebiete 警報地域, 261  
 Alarmgeräte 警報器具, 301  
 alcoholic sodium hydroxide solution 酒精氫氧化鈉溶液, 57  
 Algier 阿其爾, 495  
 aliphatische Arsine 脂肪族砷, 87  
 Alkalies 鹼, 63, 98, 242  
 Alkalioxyde 鹼金屬之氧化物, 284  
 allotropic 同素異形, 511  
 als gegebene Grösse 確定之數量, 477  
 Altkirch 阿如特客希, 223  
 Alveolarluft 肺部氣穴內空氣, 101  
 Ambracin 安不拉齊亞, 2  
 American Chemical Society 美國化學會, 355  
 Amiens 阿米恩, 142, 575  
 Amine 胺, 63  
 Ammonia 氨, 513  
 Ammonia Gas 氨氣, 504, 517  
 Ammonium Chloride 氯化銨, 513, 515  
 Amyl Acetate 乙酸戊酯, 310  
 Anbringung 加裝, 248  
 André Mayer 梅耶, 342  
 André Michelin 米汲林, 478  
 Andrea Rosso 羅索, 4  
 Anemometer 風速計, 307  
 Anfangsbewegung 起初活動, 568  
 Angabe 計劃, 199  
 Angehörige 直屬者, 81  
 angelegt 計劃, 221  
 angelehnt 兩翼倚出, 476  
 Angeli 安其里, 342, 347  
 Angriffsbewegung 攻擊運動, 192, 537  
 Angriffsfeld 攻擊區域, 29  
 Angriffsfront 攻擊正面, 494  
 Angriffsgas 攻擊用的氣體, 65  
 Angriffsmunition 攻擊時所用的彈藥, 94  
 Angriffsort 攻擊處, 158  
 Angriffswelle 攻擊波, 537  
 anhaltend 持續的, 322  
 Anhydride iodique 碘酸酐, 265  
 Aniline 苯胺, 63  
 Anlage 設計, 工事, 170, 581  
 Anlaufen 變為不明, 252  
 Anmarschstrassen 前進路, 475  
 Anmarschsweg 前進路, 546  
 Anmarschwege 前進路, 541  
 Annäherungsgraben 對壕, 210  
 Anschlagdeckel 反彈蓋, 633  
 Anschluss für Atmungsschlauch 連結管接連處, 641  
 Anschluss für Ausatmungsschlauch 出氣管之接連處, 645  
 Anschluss für Einatmungsschlauch 入氣管之接連處, 645  
 Anschlüsse 接連處, 288, 630, 636  
 Anschlüsse des Atmungssackes 呼吸囊上之附件, 427  
 Anschlussmutter 連接螺旋帽, 628, 632, 634, 639  
 Anschlussstücke 接件, 289, 419  
 Anspringen 彈開, 288  
 Anspruch 要求, 52  
 Ansturm 進擊, 29  
 Anthracene 蒽, 501  
 Anthrazenrauchpfanne 含蒽的發烟鍋, 516  
 Antichlor 抗氯劑, 233  
 Anti-Lostsalben 防毒膏, 434  
 Antimony Pentachloride 五氯化銻, 514  
 Antitankgeschoss 抗坦克車彈, 523  
 Antitankgeschütz 抗坦克車砲, 570, 573  
 Anweisung 指導, 151  
 Anzeichen 標識法, 303  
 Anzeichen 兆徵, 249  
 anzureichern 堆積, 241  
 Apparatebauirma Neupert 諾拍特器具製造公司, 283  
 Apparatebaufirmen 器具製造公司, 283  
 Appareil à oxylythe “奧克細利特” 器具, 288

- Appareil D. Z. D. Z. 式器具, 265, 401  
 Appareil Dräger 推葦式器具, 286  
 Appareil Fény 芳齊式器具, 287  
 Appareil Tissot 梯索式器具, 287  
 Appareil Respiratoire Fernez 非納式呼吸器具, 265  
 appareils par isolement “隔離器具”, 282  
 Appetit 食慾, 63  
 Apremont 阿卜納蒙, 39  
 Ar 公畝 (一百平方米), 585  
 Arbeitsleistung 作業, 237, 442  
 Are 公畝 (一百平方米), 585  
 Argonnen 阿根倫, 14, 20, 37, 39, 163, 308, 346  
 Arm 臂上, 84  
 Armatur 設備, 155, 424  
 Armee 軍, 307  
 Armeeewetterwarten 軍測候所, 307  
 Armentières 阿門提耳, 181, 187, 457  
 aromatische Arsine 芳香族肺, 87  
 Aromatisches Arsin 芳香族之肺, 42  
 Aronde 阿倫德, 574  
 Arras 阿拉斯, 27, 164, 191, 218  
 Arsen 砷, 280  
 arsengase 砷氣, 6  
 Arsenic 砷, 2, 37  
 Arsine 肺類化合物; 肺, 91, 301, 413  
 Arsingruppe 肺類, 51, 365  
 Artillerie bekämpfung 砲兵戰, 197  
 Artilleriechef 砲兵長, 4  
 Artilleriefeuerwalze 砲兵移動彈幕射擊, 177  
 Artilleriegruppe 砲兵集團, 175  
 Artilleriemassen 砲兵集團, 196  
 Artillerieplan 砲兵射擊設計, 553  
 Artillerie-programm 砲兵射擊程序, 575  
 Artilleriestab 砲兵本部, 24  
 Artillerieverbande 砲兵團隊, 166  
 Artillerievorbereitung 砲兵準備, 188  
 Asa Foetida 阿魏, 3  
 Asphalt 瀝青, 491  
 Aspirations psychrometer 濕度計, 307  
 Ateinsatz 呼吸吸收罐, 247  
 Atemende 呼吸之端, 289  
 Atemgift 呼吸毒, 98  
 Atemnot 呼吸困難, 95  
 Atemnöten 呼吸困難, 250  
 Atempause 休息, 483  
 Atem-Sack 呼吸囊, 422  
 Atemschlauch 連結管 (呼吸管), 255, 400, 425  
 Atemschlauch mit Einsatz-Geräte A. m. E. 式器具, 255  
 Atemschützer 呼吸防護器, 61, 139, 233, 238, 403  
 Atem-Schutzmaske 呼吸防護面具, 419  
 Atemweg 呼吸道, 43, 49  
 Atemwiderstand 呼吸阻力, 250  
 Atemzug 吸氣量, 510  
 Atmos Corporation 亞特摩斯公司, 650  
 atmospheres 氣壓, 59, 120  
 Atmungsbeutel 呼吸囊, 430  
 Atmungsluftraum 呼吸空氣室, 297  
 Atmungsmundstück 呼吸口塊, 419, 630, 634  
 Atmungspatrone 含呼吸罐, 623  
 Atmungssack 呼吸囊, 285, 630, 632, 634, 636, 639  
 Atmungsschlauch 連結管, 270, 285, 286, 419, 623, 628, 630, 632, 636  
 Atmungsumschaltkasten 呼吸改換箱, 426  
 Atmungszentrum 呼吸中央, 73  
 ätzend 侵蝕, 59, 84  
 Aubérive 阿培禮伏, 148  
 Audos “奧多斯”, 429  
 Audos Nr. 1 第一號“奧多斯”器具, 642  
 Audos Nr. 1 Modell 26K 1926年K式模型第一號“奧多斯”器具, 432  
 Audos Nr. 1½ 第一號半“奧多斯”器具, 643  
 Audos Nr. 1½ Modell 25 1925年模型第一號半“奧多斯”器具, 432  
 Audos Nr. 2 第二號“奧多斯”器具, 644  
 Audos Nr. 2-Gerät Modell 25 1925年模型第二號“奧多斯”器具, 432

- Audosventil “奧多斯”氣門, 641  
 Auer-Gesellschaft 奧爾公司, 412, 617, 618, 619  
 auf gut Glück 成功的, 571  
 Aufblitzen 閃發, 221  
 Auffassung 觀念, 169  
 aufgeteilt 拆開, 224  
 aufheben 撤去, 179  
 aufklappbar 可以搭住, 251  
 Aufklärung 搜索, 216  
 Aufmarschgebiet 開進地域, 566  
 Aufnahme-fähigkeit 收容性, 60, 77  
 aufnahmen 吸收, 253  
 Aufnahmestellung 收容陣地, 564  
 aufregen 刺激, 318  
 Aufschlagsstelle 落着處, 54, 65  
 Aufschlagzünder 碰發信管, 522, 552  
 Aufschlüsse 補充的淘汰, 140  
 aufschrauben 旋入, 614  
 Aufstellung 配置, 558  
 Aufwärtsbewegung 向上運動, 125  
 Augenglass 眼鏡, 246  
 Augenring 眼圍, 261  
 Auld 奧如特, 360  
 Auramine Yellow 阿拉明黃, 502  
 Aure 阿悅, 149  
 Ausatmungsbeutel 出氣囊, 645  
 Ausatmungsgerät ventil 呼出器具之氣門, 287  
 Ausatmungsschlauch 出氣管, 288, 634, 639  
 Ausatmungsventil 出氣門, 248, 278, 419, 425, 630, 632, 634, 636, 639, 641, 645  
 Ausbildung 發展, 85  
 Ausbildungszentren 訓練中心, 308  
 Ausdehnung 廣袤, 547  
 Ausfall 取消, 137  
 Ausführungsvorschrift 實行規程, 406  
 Ausgangsstellung “出發位置”, 569  
 aushalten 拒支, 217  
 Auskochen 突然; 蒸煮, 104, 292  
 Ausläufer 結果, 169  
 Auspuffsammelrohr 排氣總管, 528  
 Auspuffstutzen 排氣管, 528  
 Auspufftopf 排氣罐, 528  
 Ausräuchern 燻燒, 3, 562  
 ausreichend 充分, 258  
 Ausrüstung 裝備, 273  
 Ausrüstungsstück 裝具, 81, 247  
 Ausschlag 去電, 302  
 Ausschluss für Grubenrettungswesen 採礦救護委員會, 421  
 Aussenluft 外間空氣, 234  
 Aussenschicht 外層, 264  
 Aussenseiter 局外者, 49  
 Aussicht 希望, 147  
 Ausstattung 裝備, 562  
 Ausströmungsventil 出氣門, 128, 520  
 Australia 澳大利亞, 573  
 Auswertung 估價, 126  
 autogene Schneiden und Schweißen 止住鎔接, 417  
 autogengeschweisst 鎔接, 52  
 Autohupe 自動號角, 305  
 Autoklaven 壓力蒸煮器, 292  
 Auxilator 輔助器具, 286  
 Auzza 阿插, 496  
 Aviachim 航空化學協會, 361  
 Avion 阿飛翁, 229  
 axial 依軸直立, 86, 90  
 Azo-dye 偶氮染料, 501

## B

- Baccarat 巴卡拉, 230  
 Badewagen 沐浴車, 440  
 Bailleul 培葉, 145  
 Baillons 口套, 260  
 Bajonettverschluss 銃劍式的關閉器, 266  
 Bandschlingen 帶製之索, 251  
 Baranowitschi 巴倫諾魏取, 26, 128, 152, 157  
 Barling 巴林, 387  
 Barograph 自記氣壓計, 307  
 Bartträger 鬚髯之人, 274

- Bassée 巴塞, 146, 187'  
 Bataillons 大隊, 534  
 Bataillons-Gassicherungsposten 大隊  
 的氣體警戒步哨, 303  
 Batterien 蓄電池; 砲隊, 175, 309, 397,  
 557  
 Batteriestellung 砲兵陣地, 184  
 Baudemont 包德蒙, 164  
 Baumwollfilter 棉花過濾劑, 264  
 Baumwollgewebeschicht 棉紗布層,  
 271  
 Bausch 墊褥, 233, 238  
 Bautzen 堡村, 4  
 bearbeitet 做好, 219  
 Beaumont-Hamel 婆蒙 哈默, 26, 542  
 bedenklich 危險, 274  
 Bedfordshire 伯得福夏, 538  
 Bedfordshire Regiment 伯得福夏聯隊,  
 562  
 Bedienung 砲手; 勤務員, 175, 199,  
 567, 571  
 Bedienungsmannschaft 操作人員, 13,  
 212  
 Bedienungspersonal 操作人員, 121  
 Beeindruckung 精神上的印象, 316  
 Befehlsstelle 司令部, 258  
 Befestigung 防禦工事, 13  
 befreiende Element 釋放的原素, 480  
 Begleitgeschütz 隨伴槍砲, 461  
 begrenzt 有限的, 552  
 Béhal 伯阿, 357  
 Behälter 容器, 515  
 Behelfsgerät 應急器具, 233  
 behelfsmässig 應急的; 湊合, 233, 261  
 bei Rückenwind 後面向前吹, 536  
 bei Seitenwind 側面吹來, 535  
 Boiboote 小船, 528  
 bei einer vorgehenden Sperre 阻止射  
 擊進行時, 553  
 Beimischung 混合物, 78  
 beissend 苛烈, 67  
 Beissplatte 咬板, 324  
 Bekämpfung 制壓, 186  
 Bekleidungsstücke 制服與衣服諸品,  
 81  
 Belägerer 攻圍軍, 1  
 Belästigung 困累, 234  
 Belästigungsgrad 騷擾程度, 46  
 Beleuchtung 明暗, 566  
 bemessen 量定, 219  
 Be-Minen Be 式迫擊砲彈, 111  
 Benewolenski 本內活倫斯基, 325, 462,  
 464  
 Benzene 苯, 98, 110, 413, 501  
 Benzindampf 汽油蒸氣, 528  
 Benzine 有機物蒸氣, 408  
 Benzyl Bromide 溴甲苯, 48, 53, 343  
 Benzyl Iodide 碘甲苯, 113  
 Beobachter 觀測者, 262  
 Beobachtung 觀測, 532  
 Beobachtungsschlitz 觀測孔, 572  
 Beobachtungsstelle 觀測所, 202  
 Beobachtungsturm 觀測臺, 572  
 Bereitschaftsbüchse 準備箱, 準備裝  
 置, 250  
 Bereitschaftsfälle 準備事例, 261  
 Bereitschaftstasche 準備囊, 623  
 Bereitschaft 準備, 246  
 Bereitstellung 準備位置, 568  
 Bereitungsvorschrift 製備方劑, 514  
 Berger Mixture “柏格氏混合物”, 504,  
 508, 514, 519  
 Berlin 柏林, 444  
 Beschaffung 需要迅速造成, 90  
 Bescheiden 中等的, 205  
 Beschlagen 變為不明, 251  
 Beschussfeld 射擊地, 81, 211  
 Beschussstelle 射擊處, 82  
 Besondere Formation 特別編制的部  
 隊, 567  
 besondere Schutzvorkehrungen 特別  
 戒慎策, 441  
 Bespannung 繫駕, 386  
 beständige Trübung 穩定的渾濁, 311  
 betäubend 眩暈, 13  
 Bethune 伯土恩, 150  
 Betonschicht 混凝土, 447  
 Betretbarkeit 進入可能性, 203  
 Bettung 砲床, 568  
 Bettwäsche 被單, 81  
 Beurteilung 評判, 261  
 Beutel 呼吸囊, 641

- bevorzugt 偏袒的, 66, 184  
 bewährte Waffengattung 已經建立的兵種, 467  
 bewegen 運動, 232  
 beweglich 搬運的, 217  
 bewegliche Kriegführung 運動的作戰, 533  
 Beweglichen Badenheit 活動的沐浴單位, 440  
 Beweglichere Form des Blasverfahren 較易搬動式的吹放手續, 615  
 bewegliches Primärstadium 第一期之運動戰, 473  
 Beweglichkeit 活動能力, 465  
 Bewegung 運動, 124, 202, 533  
 Bewegungskrieg 運動戰, 11, 371  
 Bewertung 評價, 320  
 Bezirks-Gaszufuchtsstätte 分區氣體避難所, 449  
 Bezugsquelle 來源, 20  
 biegsam 韌韌的, 259  
 Bimskies 浮石, 247, 250  
 Bimsstein 浮石, 223  
 Bindung 縛住, 237  
 Bird 伯德, 479  
 Birdwood 伯德塢, 562  
 Birkenholzkohle 樺木炭, 448  
 Bixchoote 畢克斯休特, 19, 133, 134, 138  
 Black Veilung Respirator 黑色幕蓋呼吸器, 266  
 blanke Waffe 白兵, 546  
 Blasangriff 吹放攻擊法, 10, 366, 369, 492  
 Blasebälge 吹氣風箱, 442  
 blasenziehend 發炮, 98  
 Blasverfahren 吹放攻擊法, 18, 119, 610  
 Blaswolke 吹放氣雲, 18  
 Blaszyylinder 吹放氣筒, 65, 112, 610  
 Blaukreuz 藍十字氣, 30, 44, 46  
 Blaukreuz 1 藍十字氣第一號, 35  
 Blaukreuzbrisanz 藍十字爆裂彈, 30, 90  
 Blaukreuzgeschoss 藍十字砲彈, 31  
 Blaukreuzkampfstoff 藍十字軍用物質, 88  
 Blaukreuz-1-Kampfstoff “藍十字軍用物質第一號”, 91  
 Blausäure 氫氰酸, 73  
 Blechbehältnis 鐵皮容器, 247  
 Blechbüchse 鐵皮箱, 275, 324  
 Blechtülle 噴嘴, 266  
 Bleirauch 鉛質烟, 417  
 blendender Rauch “矇蔽烟幕” 487, 508  
 Blendung 矇蔽法, 579  
 Blickrichtung 視察方向, 506  
 Blindgänger 未炸之彈, 30, 180  
 Blinkgerät 閃光器, 543  
 blitzartig 電速的, 65  
 Bloch 蒲陸希, 395  
 Blumenerde 沃土, 297  
 Blunner 蒲柳勒, 319  
 Bluse 斗蓬, 233  
 B-Minen B 迫擊砲彈, 53, 108, 205  
 Bn-Stoff Bn 物質, 44, 54  
 boches, 538  
 Bodenerhebung 高處, 580  
 Bodenwirkung 地面功效, 179  
 Bogdanow 波格達諾夫, 154  
 Bois-le Prêtre 卜內特樹林, 228  
 Bolimow 波利莫夫, 17, 20, 131, 150, 163  
 Bonnotsche Apachenbande 卜羅盜匪, 12  
 Borax 硼砂, 519  
 Boston 波士頓, 356  
 Bottle-respirator 瓶式呼吸器, 234  
 Boullaire 布雷, 462  
 Bourlon 布龍, 192  
 Bourrus 布魯, 163  
 box barrage 阻絕射擊, 189  
 Boxgerät 箱形器, 245  
 Box-Maske 箱形面具, 269  
 Box-Respirator 箱形呼吸器, 188, 268, 396, 622, 626  
 Brandgas 燃燒所生之氣體, 415  
 Brandgeschoss 燃燒砲彈, 470  
 Brandgranaten 燃燒榴彈, 20  
 Brandkorb 燃燒籃, 301  
 Brandminen 燃燒迫擊砲彈, 217  
 Brandrohr 燃燒管, 11, 517

- Brandstelle 燒炙處, 84  
 Bras 布拉, 24, 166  
 Brechreiz 嘔吐刺激, 89  
 Breite 橫幅, 569  
 Brennen 燒炙, 58, 94  
 Brennholz 燃燒木料, 314  
 Brennöl 燈油, 529  
 Brennreiz 焦燒刺激, 53  
 Brennzünder 曳火信管, 207, 383, 552  
 Bresche 破口, 574  
 Bresia 布列齊亞, 20  
 Broth 蒲悅特, 225  
 Brieftaube 傳信鴿, 320  
 Brieftaubenkästen 傳信鴿箱, 320  
 Brigade-General A. A. Fries 弗禮司少將, 336, 353  
 Brigade-General Mitchell 梅吉爾少將, 391  
 Briggs 蒲不革新, 421  
 Brillenglassalbe 眼鏡玻璃保明膏, 251, 314  
 Brillenträger 戴眼鏡者, 251  
 Brisanzmunition 爆裂彈藥, 469, 553  
 Brisanzwaffe 爆裂物兵器, 457  
 British No. 28 Chemical Handgrenade, Mark II 第二種第二十八號英國化學手榴彈, 525  
 bromoacetic ester 溴乙酸乙脂, 12, 45  
 bromoacetone 溴丙酮, 17, 21, 48, 53, 113  
 Bromobenzyl 溴甲苯, 311  
 Bromobenzyl-Cyanide 氫溴甲苯, 51, 53, 55, 111, 588  
 bromomethyl-ethyl-ketone 溴丁酮, 17, 53, 54  
 Bronze 青銅, 92  
 Brownion Movement 布郎氏活動, 506  
 Bruchmüller 蒲魯赫苗勒, 177, 189  
 Brückenkopf 橋頭, 539  
 Brückenschlag 架橋, 539  
 Brussels 布魯日, 283  
 Brustkrampf 胸部拘攣, 95  
 Brustwerk 胸牆, 135  
 Bruxelles 不魯日, 332  
 B-Stoff B 物質, 44, 53  
 Büchse 箱, 519  
 Büchsenatmer System 箱狀呼吸罐系統, 620  
 Büchsenatmer Tissot 梯索式箱形呼吸器, 262  
 Büchsenform 箱式, 493  
 Büchsengeräte “箱形器具”, 404  
 Bucht von Weymouth 維毛斯海灣, 498  
 Buffalo 把法羅, 119  
 Bullecourt 補勒戈, 229  
 Bülow 比羅, 4  
 Bundesgenosse 協約軍, 74  
 Bunsen-Gummi-ventil 本生式橡皮氣門, 410  
 Bunsenventil 本生式氣門, 267  
 Bunte Räume 雜色區域, 30, 87, 90, 169  
 Buntkreuz 雜色十字彈, 30, 110, 223  
 Buntscheckigkeit 雜合, 258  
 Bureau of Mines 礦務局, 407, 421, 651  
 Burney 白里, 360  
 Burrell-Mask 柏悅如式面具, 400, 401  
 Burton 柏登, 350  
 Busseboom 補塞彭, 145  
 Butle du Mensil 布特門細, 150  
 Butyl Mercaptan 丁硫醇, 111  
 By-Pass-Ventil 旁路氣門, 639

## C

- CA. Granaten CA. 榴彈, 57  
 Cabaret-ferme 卡把悅農場, 166  
 cacodyl 雙二甲胂, 6  
 cacodyl oxide 氧化雙二甲胂, 6  
 Cagoule 防毒風帽, 261, 266, 267  
 Cambrai 康卜雷, 33, 192, 193, 194, 574  
 Cambrai St. Quentin 康卜雷 聖更丁, 194, 575  
 Cambrai-Givenchy 康卜雷 吉黃希, 28

- Cambrai-Zipfel 康卜雷齊不飛, 190  
 Camite 卡米特, 55, 111  
 Cammon 康蒙, 461  
 Camouflage 迷彩, 566  
 camouflieren 迷彩法放出, 566  
 Campiellite 康披耳立特, 110  
 Campiello 康披耳樂, 110  
 Carbon Monoxide 一氧化碳, 48, 99, 100  
 Carbon Monoxide Hemoglobin 一氧化碳化血球紅色質, 100  
 Carbon Tetrachloride 四氯化碳, 514  
 Carbonyl Chloride 二氯化碳酰, 61  
 Caustiques 糜爛性物質, 47  
 Cellulose Acetate 醋酸纖維素, 329  
 Centimeter 厘米, 586  
 Chalade 狹拿德, 163  
 Champagne 香檳, 21, 26, 126, 141, 142, 143, 147, 148, 149, 574  
 Champion “香檳”, 499  
 Charakitaner 卡拉奇達人, 2  
 Charge 襲擊, 262  
 Charkow 卡高夫, 362  
 chars légers 輕戰車, 574  
 Chars Schneider 施乃德式戰車, 574  
 Château Thierry 狹多提爾禮, 36  
 Chatel Cehery 狹特塞爾禮, 39  
 Chattancourt 夏唐古, 24  
 Chedeville 歇德維, 492, 495, 517, 554, 576  
 Chemical Service Section, National Army 全國陸軍化學事務部, 276  
 Chemical Warfare School 化學戰爭學校, 355  
 Chemical Warfare Service 化學戰爭事務課, 13, 55, 276, 310, 334, 336, 353, 435, 529, 561  
 Chemin des Dames 達姆路, 29, 173, 574  
 chemische Bindung 化學上的縛住, 242  
 chemische Kampfstoffe 軍用化學物質, 40  
 Chemische Militärinspektion 軍事化學監督部, 362  
 Chemische Strategie “化學戰略”, 467  
 chemischen Dampfstoffe 軍用化學物質, 40  
 Chesapeake Bay 拆薩比克海灣, 390, 497  
 Chevalier 薛華立, 76  
 Chicago 芝加哥, 356  
 Chlorabblasen 吹放氯氣, 503  
 Chloramin 氯胺, 268  
 chlorate 氯酸鹽, 56  
 Chlorflaschen 氯氣筒, 120  
 Chlorgasflaschen 氯氣筒, 19  
 Chlorhydrine Sulfurique 氯磺酸, 523  
 chlorinated Methyl Chloroformate 氯甲酸甲酯, 66  
 Chlorine 氯氣, 45, 59, 113  
 Chlorkohlenoxyd 二氯化碳酰, 61  
 chloro-acetone 氯丙酮, 13, 45, 116  
 Chloroacetophenone 苯氯乙酮, 52, 53, 57, 372, 498  
 Chlorobenzene 氯苯, 79  
 Chloroform 哥羅仿, 68, 74  
 Chloropicrin 硝基三氯甲烷, 53, 67, 68, 113, 413, 488, 588  
 Chlorosulfonic Acid 氯磺酸, 113, 491, 513  
 Chlorovinylarsines 氯化乙烯砷, 96, 97  
 $\beta$ -Chlorovinyl-dichloroarsine 二氯化 $\beta$ 氯乙烯砷, 95, 97  
 Chlorsulfonsäuregranaten 氯磺酸榴彈, 523  
 chlorzyan 氯化氰, 345  
 Choisy-le-Roy 蕭息內羅哀, 12  
 chromgegerbt 鉻鞣, 253  
 Chrosidine Orange 克利梭定橘黃, 502  
 Cividale 奇非打如, 169  
 Clark 1 克拉克氣第一號, 88  
 Clark 2 克拉克氣第二號, 91  
 Claude “克勞得”, 284  
 Clausewitz 克勞色魏茲, 11  
 Clemenceau 克雷蒙梭, 9, 357  
 Cleveland 克利扶蘭, 96, 278  
 C-Minen C 式迫擊砲彈, 108, 164  
 Colbern 柯伯因, 461  
 Collège de France 法國巴黎大學, 342

- Colombey les Belles 哥倫背勒伯如, 308  
 Combrin 康卜玲, 229  
 Comité d'Artillerie 砲兵委員會, 5  
 Compiègne 康皮聶, 574  
 Comresse rosa 玫瑰色罈, 259  
 Comresse-vert 綠色罈, 260  
 Connel 康勒如, 276  
 Cortemarck 卡特馬克, 135  
 Cotton waste 廢棉花, 409  
 Cotton smoke man test 棉花煙試驗法, 409  
 Cottrell 卡屈如, 396, 450  
 Coypel 柯迫, 492  
 Creeping barrage 移動彈幕射擊, 188  
 Croiselles 克羅瓦塞, 185  
 Croix en Champagne 克羅瓦恩香檳, 149  
 C-Stoff C 物質, 44, 65  
 Cubic Foot 立方英尺, 586  
 cubic meter 立方米, 44, 586  
 Cubic Yard 立方碼, 586  
 Cuissy 枯息, 30  
 Cyanogen 氰, 48  
 Cyanogen Bromide 溴化氰, 74  
 Cyanogen Chloride 氯化氰, 111

## D

- Dach 頂蓋, 572  
 Damenweg 達姆路, 161  
 Dampfdruck 蒸氣壓力, 587  
 Daniel Berthelot 伯特羅, 357  
 Datum 紀錄, 394  
 Dauerschossen 持續射擊, 167, 172  
 Dauerübungen 持續練習, 282  
 Dauerwirkung 持久功效, 48, 82, 165, 178, 343  
 Dauphine 皇太子妃, 3  
 Davy 兌飛, 61  
 Decaux “德柯”, 324, 325  
 Decke 羊毛氈, 295  
 Deckkraft 隱蔽力, 531  
 Deckname 隱名, 53, 54  
 Deckung 掩護物, 135, 187  
 Deckungsabteilung 掩護隊, 564  
 Deckventil 遮蓋氣門, 262  
 Deckvermögen 掩蔽能力, 507  
 Deckwort 隱語, 127  
 decreased “減少”, 557  
 Deflagration 突燃, 104, 256  
 Deflagrationsgase 突燒氣, 415  
 Degea Nr. 744 德加式第 744 號面具, 415  
 Degea-CO-Filterbüchse 德加式一氧化碳過濾器, 415, 417  
 Degea-Filterbüchse 德加式過濾箱, 414  
 Degea-Maske Nr. 747 德加式第 747 號面具, 617  
 Delépine 德勒賓, 357  
 demoralisierend 敗壞士氣, 218  
 Department of Interior 內政部, 406  
 Deputierten 委員, 4  
 Deschanel 德商納, 357  
 Desinfektoren 消毒器, 438  
 Desjatine 俄國德斯雅丁, 585  
 Despretz 德斯卜悅茲, 75  
 Désyperitage 伊迫禮特, 438  
 Detektorapparate 檢出器, 302  
 deutlich 清楚的, 91  
 deutsche Industrie-Schutzmasken der Auer-Gesellschaft 奧爾公司之德國式工業用防護面具, 411  
 Deutsche Industrie-Schutzmasken des Drägerwerkes, Lübeck 律白克城 推革廠之德國式工業用防護面具, 418  
 deutsche Quadratmeile 德國平方英里, 585  
 Deutsches Heeres-Sauerstoffschutzgerät, H. S. S.—Gerät nach Dräger 德國軍隊用之推革 H. S. S. 式氧氣防護面具, 631  
 Dew of the Death “死亡之露”, 96  
 Dianisidine Salt 聯[甲氧基苯]鹽, 16  
 Diaphrameinrichtung 隔膜之裝置, 627

- Diatomite 人造浮石, 247, 250  
 Dibromo-methyl-ethyl Ketone 二溴丁酮, 53  
 Dichlorodiethyl Sulfide 二氯二乙硫, 31, 75, 113  
 $\beta\beta$ , Dichlorodivinyllarsine 氯化二 $\beta$ 氯乙烯腫, 97  
 Dichloromethyl Chloroformate 氯甲酸二氯甲酯, 65, 109  
 Dichloro-Methyl Ether 二氯二甲醚, 48, 94  
 Dichtigkeit 不透性, 286  
 Dichtungslinie 密合線, 244  
 Dichtungsrahmen 密合框, 417, 418  
 Dienstbereich 服務範圍, 307  
 Dienststelle 服務所, 5  
 Diensttelegramm 勤務電報, 138  
 Dienstvorschrift 服務規程, 12, 422  
 diffundieren 播散, 506  
 Diffusion 傳播, 297, 506  
 Dimethyl Sulfate 硫酸二甲酯, 47, 113  
 Diphenyl-arsine oxide 氧化二苯腫, 88  
 Diphenylchloroarsine 氯化二苯腫, 30, 88  
 Diphenyl-cyano-arsine 氰化二苯腫, 74, 90  
 Diphenylamine 二苯胺, 92  
 Diphenyl-amino-chloroarsine 氯化二苯胺腫圍, 91, 92  
 Diphenylchloroarsine 氯化二苯腫, 48, 488, 498, 519  
 Diphosgene 雙光氣, 24, 66  
 Direct Poisons of the nervous System 直接毒神經系統之物質, 48  
 Discharge 射出器, 527  
 disperse Form “分佈形態”, 500  
 disperse phase 分佈相, 500  
 Dispersionsmittel 分佈媒, 500  
 Dispersoid 分散, 519  
 Dispositionen 佈置, 258  
 Divette 狄維特, 574  
 Division 師團, 29, 440  
 Divisionen 師團, 493  
 Divisionsstab 師團司令部, 81  
 D-Minen D 式迫擊砲彈, 65, 108  
 Doberdo 多伯杜, 153  
 Dobrochim 國防化學會, 361  
 Dobrolet 航空協會, 361  
 Dolomite “多洛買特”, 271  
 Doppelwalze 雙倍的移動彈幕射擊, 177  
 doppelwandig 雙牆, 288  
 Dormans 陀曼, 36, 229, 495  
 Dornengestrüpp 荆棘之刺, 216  
 Dorsite “多塞特”, 279  
 Dosierungsventil 給與氣門, 645  
 Doubliert Stoff “雙層布”, 411, 416  
 Drachensperre 風箏阻止, 584  
 Dräger 維革, 269, 418, 421, 424, 429, 635, 647  
 Dräger-Atemmaske Modell 1925 1925 年式之維革呼吸面具, 418  
 Dräger-Maske 維革面具, 419, 618  
 Drägerwerk 維革廠, 283, 284  
 Drahtgestrüpp 鐵刺網, 221  
 Drahtrahmen 鐵絲框, 430  
 Drahtschirm 鐵絲網, 399  
 Drahtverbau 鐵絲鹿架, 534  
 Dreischichteneinsatz 三層的吸收罐, 249, 617  
 Dreitonnen-wagen 三噸車, 583  
 Dreiwegstücke 三路接件, 425, 630  
 Drell 織花布, 270  
 Drellkappe 織花布套, 289  
 Dreser 德雷塞, 101  
 Dressler-Ofen 垂斯勒式之爐, 398  
 Drückebergerei 獎進偷懶, 319  
 Druckknopf 壓力扣, 632  
 Druckknopf für Zusatzsauerstoff 加入氧氣用之壓力扣, 634  
 Druckknopfventil 壓力扣狀氣門, 425, 636  
 Druckknopfventil für Zusatzsauerstoff 加入氧氣用之壓力扣狀氣門, 630, 639  
 Druckreduzierventil 減低壓力的氣門, 424, 634, 639  
 Dugout 掩蔽部, 295, 314  
 Düna 多納, 127, 173, 175, 490  
 Dundonald 敦多納耳, 6  
 Dünste 霧; 蒸氣, 187, 547  
 durchatembar 呼過的, 251  
 Durchbruchsschlacht 突破戰, 22

durchdringen 浸透, 81  
 durchdringend 穿透, 62, 305  
 Durchdringungsfähigkeit 浸透可能性,  
 86  
 Durchfall 腹瀉, 69

durchlässig 透氣, 324  
 Durchmarsch 通過行道, 150  
 Durchschlag 侵徹, 522  
 Durchschlagkraft 侵徹力, 5, 17, 221  
 Düse 噴嘴, 530

## E

E. F. Dengin-Moskau 鄂金莫斯科, 76  
 Earl of Cavan 卡橫伯爵, 462  
 Eau de Cologne 香水, 23  
 Eckard 愛卡德, 502  
 éclaireurs 氣體搜索兵, 393  
 Éclaireurs Z 氣體檢知手, 309  
 Edgewood 愛奇塢, 334  
 Edgewood Arsenal 愛奇塢兵工廠, 119,  
 276, 354, 355, 561  
 Edinburgh 愛丁堡, 332  
 Egli-Rüst 愛格里盧斯特, 104  
 Eichenrinde 柵樹皮, 279  
 Eigenbewegung 本身運動, 241, 242,  
 511  
 eigentliche Feuerwalze 實在的火綫, 570  
 eigentlicher Träger 真正的實行者, 61,  
 120  
 Einatmungsbeutel 入氣囊, 645  
 Einatmungsschlauch 入氣管, 288, 634,  
 639  
 Einatmungsventil 入氣門, 269, 271,  
 425, 630, 632, 634, 636, 639, 641,  
 645  
 Einbau 埋設法, 122  
 Einbildung 想像, 542  
 Einbinden 連住, 248  
 eindeutig 不曖昧的, 546  
 Eindruck 影象, 219  
 eine Linie befestigter Punkte 對一線築  
 有防禦工事之處, 548  
 Einfallswinkel 入射角, 549  
 Ein-Finger-Typ 一指式, 293  
 eingebaut 埋設, 212  
 eingeschmiedet 經鍛鍊, 219  
 eingestante Zinnstreife 壓成之錫條,  
 400  
 einheitlich 單位性, 197, 248

Einheitsbox 統一過濾箱, 271  
 Einheitsdichte 單位密度, 508  
 Einlagen 插入, 177  
 Einlegen 嵌入, 252  
 Einmündungsstellen 接連處, 210  
 einnehmen 進入, 190  
 Einordnung 歸類, 467  
 Einrichtungen 設備, 280  
 einsatz 吸收罐, 246, 253, 404  
 Einsatzbüchse Type A for gasförmigen Säuren 禦酸性氣之 A 式吸收箱,  
 407  
 Einsatzgeräte “吸收罐器具”, 404  
 Einsatzstärke der Truppe 所用兵力,  
 532  
 Einschichteneinsatz 一層的吸收罐,  
 248, 616  
 Einschossen 射擊, 169, 210, 212  
 Einschlag 彈着, 169  
 Einschlagsstellen 彈着處, 208  
 Einstreuen 撒入, 203  
 einwandfrei 毫無疑問的, 310  
 einzelne Waffen 各種兵種, 545  
 einzelnes Beschussviereck 長方形射擊  
 彈位平面, 176  
 Einzelschüsse 各個射擊, 561  
 Eisenbahntrucks 小火車, 35  
 Eisenfeilspänen 鐵屑, 150  
 Eisenschienen 鐵軌, 304  
 empfindlich 易起變化, 63  
 Empfindlichkeit 感受性, 84, 311  
 Emporschleudern 上射, 224  
 emporwirbeln 向上旋轉, 553  
 endgültig 最後的, 215  
 Engin Berger 柏格式機器, 517  
 Engin Verdier 凡地式機器, 517  
 Englische Nr. 27 W. P. Kombinierte

- Hand-und Gewehrgranate 英國第二十七號 W. P. 式的槍手榴彈, 526  
 Englische Nr. 37 W. P. Kombinierte Hand-und Gewehrgranate 英國第三十七號 W. P. 式的槍手榴彈, 527  
 English Hundred weight 英擔, 586  
 English Imperial Gallon 英國加侖, 586  
 Enteidigungsverfahren 收用土地的手續, 453  
 Entgasung 除去氣體, 301  
 Entgasungstrupp 除去氣體的部隊, 293  
 Entgiftungstrupp 去毒部隊, 292, 293, 445  
 Entkeimung 去毒, 252  
 Entlastung 解除, 567  
 entlüftung 排除空氣, 301  
 entpolarisiert 失去其電, 302  
 Entwicklungsdauer 發霧期間, 516  
 Entzündungsprozess 發炎作用, 51  
 Erblindung 盲目, 84  
 Erdabwehr 地上防禦, 444  
 Erdaufschüttung 積土, 128  
 Erdaufwurf 泥土堆起, 304  
 Erdbauten 泥土構築物, 17  
 Erde 泥土, 297  
 Erdfilter 泥土過濾器, 296  
 Erdmörser 地中白砲, 206  
 Erfindungsgabe 創造力, 536  
 Erforderliche Ausdehnung einer Rauchwand 烟帳所需之廣袤, 551  
 Erfüllungsmöglichkeit 實踐可能性, 582  
 erhöhte Gasbereitschaft "增加氣體準備", 393  
 Erhöhung 放高放低, 220  
 Erlöserkirche 救主堂, 452  
 Ernährungszustand 滋養情形, 45  
 Erneuerung 革新, 10  
 Errungenschaft 良法, 7  
 Ersatz 補充, 562  
 Ersatzkleidungsstücke 替換用之衣服, 37  
 Erschütterung 精神上的摧毀, 318  
 erstarren 凝結, 513  
 Erstarrungspunkt 凝結點, 588  
 erstickend 窒息, 10  
 Erstickungs Vorgang 窒息之進行, 73  
 Erweitungsfront 正面障地, 134  
 Erythem 痘, 85  
 Essen 愛森, 421  
 Etappeneinrichtung 兵站供應所, 442  
 Ethyl Dibromoarsine 二溴化乙肺, 47, 94  
 Ethyle Dichloroarsine 二氯化乙肺, 47, 94  
 Ethylene 乙烯, 39, 75  
 Ethylene Chlorohydrin 2- 氯乙醇, 33  
 Ethyl-Sulfonyl Chloride 氯磺酸乙酯, 112, 113  
 Exerzierreglement 操典, 524  
 Extension Box "增添箱", 271

## F

- F. Freundlich 佛落音德利希, 505, 509  
 F. Guthrie 鼓特禮, 75  
 F. Haber 哈柏, 315, 317, 318, 331, 457  
 F. Heigl 海格如, 653, 654  
 Fabrikbetrieb 工廠事業, 104  
 Fahrer 馭卒, 327, 572  
 Fahrräder 鐸馬車, 544  
 Fahrzeug 搬運要具, 535  
 Fallbewegung 下落運動, 511  
 Fallschirm 落下傘, 503  
 Faltschlauch 可摺的軟管, 可摺的長管, 266, 269, 396, 398, 464  
 Farbenanstrich 有色塗料, 310  
 Farrow 法羅, 118, 314, 366  
 Faser 線, 240  
 Fassungsvermögen 收容力, 18  
 fätig 活動, 299  
 Feffarappa 沸法拉巴, 472  
 feiner Tau 細露, 80  
 Feldartillerie 野戰砲兵, 178  
 Feldbatterien 野戰砲兵中隊, 186

- feldgrau 地灰色, 268  
 Feldhaubitzzgranate 野戰榴彈砲隊, 523  
 Feldkanonen-Batterie 野砲中隊, 24  
 Feldkanonengranate 野砲榴彈, 552  
 Feldkanonengranate Mk. II 第二號野砲榴彈, 522  
 Feldmarschall French 弗倫及大將, 138  
 Feldschrappnell 野戰橋震彈, 501  
 Feldwebel 曹長, 146  
 Feldwetterdienst 野戰測候服務, 306  
 Feldwetterstation 戰地測候局, 121, 134, 225, 308  
 Feldwetterwarte 野戰測候所, 307  
 Feldwetterzentrale 野戰中央測候所, 307  
 Fenaroli 佛拉羅立, 64, 92  
 Fény 芳齊, 287, 288, 424, 433  
 Ferm des Loges 菲洛奚, 574  
 Ferm Porté 菲卜德, 574  
 Ferme les Marquises 馬奇斯農場, 148  
 Ferme Navarin 納伐林農場, 150  
 Fernartillerie 遠砲隊, 573  
 Fernkampfartillerie 遠戰砲隊, 573  
 Fernkampfgruppe 遠戰集團, 198, 257  
 Fernsprechleitung 電話線, 154  
 Fesselballon 繫留氣球, 140, 528, 545, 580  
 feste Porenöffnungen 固體之小孔, 241  
 festgerannte Zone 要塞的地帶, 479  
 Festhalten 把住, 241  
 Feuerabwehr 火的防護法, 300  
 Feuerart 射擊法, 551  
 Feuerbrand 燃燒的火, 301  
 Feuereinheit 射擊單位, 571  
 Feuer-Gasabwehr 用火的氣體防護, 320  
 Feuergeschwindigkeit 射擊速度, 524  
 Feuerkraft 火力, 541  
 Feuerleitungsstand 射擊指揮所, 540  
 Feuerschlag 疾風射, 186  
 Feuerstellung 射擊地位, 380  
 Feuerwaffe 火器, 11  
 Feuerwalze 移動彈幕射擊, 183, 188  
 Feuerwand 火壁, 187  
 Feuerwehreinsatz “救火隊吸收罐”, 413  
 Feuerwehrmasken 救火面具, 403  
 Feuville 福飛, 365, 474  
 Filter 過濾器, 245  
 Filteratmung 過濾呼吸, 426  
 Filterbox 過濾箱, 178, 268  
 Filtereinsatz 過濾吸收罐, 240, 463  
 Filtereinsatz büchsen “過濾吸收箱”, 407  
 Filtergeräte 過濾器具, 235, 395  
 Filterkiste 過濾櫃, 297  
 Filtermasse 過濾劑物體, 448  
 Filterraum 過濾室, 272  
 Filterscheibe 過濾片, 255  
 Filterwandung 過濾牆壁, 241, 511  
 Filtrierbarkeit 過濾可能性, 510  
 Filz 氈, 243, 280  
 Filzfilter 氈濾, 280  
 Finimeter 終結表, 286, 425, 630, 632, 634, 639  
 Fischmann 費希曼, 453, 467, 469, 610  
 Flächenbeschiessung 平面射擊, 208  
 Flächeneinheit 平面單位, 517  
 Flächenfeuer 搜射法, 574  
 Flächeninhalt 平面之大小, 170  
 Flächenvergiftung 平面散布氣體, 82  
 Flachfeuer 平射, 172  
 Flammenwerfer 火焰投射機, 11, 156, 377  
 Flanders 弗蘭德, 30, 32, 133, 144, 181  
 Flankenschutz 側面防禦, 188  
 Flankierung 側面攻擊, 395  
 Flankierungsanlage 側防設備, 540  
 Flasche 吹放筒, 610  
 Flaschenbatterie 氣筒列, 122, 611  
 flaschenförmiger Giftbehälter 瓶狀的容毒器, 519  
 Fleury 弗勒禮, 24  
 Fleuss-Davis 弗勒斯台維斯, 283  
 Fleuss-Davis Proto 弗勒斯台維斯 “撲羅多”, 649  
 Fliegerbilder 飛機照像, 304  
 Flieskartonscheibe 吸墨紙片, 255, 510  
 Flitsch 弗利奇, 224, 225

Flitschbecken 弗利奇盆地, 28  
 Florence 弗羅倫斯, 342  
 Floss 浮筒, 518  
 Fluchtgeräte 逃走用之器具, 409  
 Flüchtigkeit 揮發性, 587  
 Flügel 兩翼, 548  
 Flugminen 有翼迫擊砲彈, 217  
 Flugwetterdienst 空中測候服務, 306  
 Flugwesen 空軍, 576  
 Flugzeugbomben 飛機炸彈, 521  
 Flury 弗魯禮, 45, 76, 85, 95, 349  
 Flüssigkeitsniveau 液體水平, 120  
 Flüssigkeitssäule 一柱液體, 120  
 Flusstal 河谷, 539  
 Flussübergang 渡河, 539  
 Fonquevillers 豐格飛, 193  
 Fonsomme-Joncourt 封蘇至雄古, 575  
 Fontenelle 封特勒, 492  
 Foot 英尺, 586  
 Förderbahn 搬運用鐵道, 135  
 Formaldehyde 甲醛, 252, 262  
 Formalin “福美林”, 325  
 Fort Grand Board 福特格蘭委員會, 338  
 Fort Grand Illinois 伊利諾省福特格蘭, 338  
 Fort Pompelle 邦貝堡, 141  
 Fort Tavanne 他汾要塞, 24, 166  
 Fortpflanzungsgeschwindigkeit 聲浪之傳布速度, 543  
 Fougues-Court 福希戈, 142  
 Frank B. Gorin 哥林, 356  
 Frank S. Rositter 羅齊特, 100  
 Frankfurt “佛蘭克福”, 390  
 Franzesco Dattilo 達梯羅, 4  
 Freiberg 佛萊堡, 378

Freie 空曠之處, 83  
 freie Atmosphäre 自由的大氣, 83  
 freie Höhe 無障礙的高地, 570  
 freitragbare Sauerstoffschutzgeräte 輕便的氧氣防護器具, 232, 282, 421  
 Friedrich Seesselberg 柴塞堡, 123, 133, 134  
 Fries 弗禮司, 11, 39, 56, 67, 75, 76, 79, 95, 102, 104, 161, 178, 180, 184, 349, 355, 364, 378, 379, 389, 402, 461, 474, 491, 508, 514, 518  
 Fries and West 弗禮司及魏斯特, 6  
 Front wetterdienst 前線測候服務, 306  
 Frontabschnitt 正面地區, 19, 393  
 Frontbeobachtungsposten 前線觀測哨位, 307  
 Frontstation 前線測候站, 308  
 Frontstelle 正面地處, 305  
 Frontstellen 前方地處, 189  
 Frontwetterwarten 前線測候所, 307  
 Frühkrepieren 過早破裂彈, 225  
 Frühnebel 晨霧, 566  
 Frunse 佛倫斯, 362  
 Führung 指揮部, 指導, 197, 244  
 Fuller 福勒, 350, 360, 382, 389, 455, 468, 575  
 Füllmittel 填充劑, 488  
 Füllraum 填充處, 249  
 Füllstation 填充站, 135  
 Füllstelle 填充所, 86  
 Füllstoff 填充物質, 228  
 fumes 烟霧, 607  
 fumigènes 產烟性物質, 48  
 Fuming Sulfuric Acid 發烟硫酸, 513  
 Fussartillerie 徒步砲兵, 86  
 Futtersäcke 秣囊, 323, 326

## G

Gabel 蹄叉, 328  
 Gabriel Bertrand 柏穿, 357  
 galenische Präparat 塗膏狀配合劑, 79  
 Galenische Schutzmittel 塗膏狀防護劑, 293  
 Gänge 通路, 13

Garforth 價佛斯, 424  
 Gas Defense Division 氣體防護部, 277  
 Gas Defense Division of Sanitary Corps 衛生隊之氣體防護部, 276  
 Gas Defense Plant 氣體防護總廠, 276  
 Gas Flame Corps 氣體火焰隊, 276

- Gas werfer verfahren 氣體投射砲法, 376
- Gasabschnitt 氣體地區, 135
- Gasabwehr 氣體防禦, 41, 392
- Gasabwehrwaffen 氣體防護兵器, 103, 183, 232
- gasähnlich “似氣體”, 509
- Gasalarm 氣體警報, 304
- Gasangriff 氣體攻擊, 40
- Gasartillerie 氣體砲隊, 166
- Gas-Artilleriegeschoss 氣體大砲砲彈, 21
- Gas-Artilleriekampf 氣體砲兵戰, 28
- Gasartilleriekampfgruppe A 氣體砲兵戰團集團 A 號, 175
- Gas-Artilleriemunition 氣體砲隊彈藥, 37
- Gasartillerieschiessen 氣體砲隊射擊法, 24, 28
- Gasartillerietaktik 砲隊氣體戰術, 183
- Gasartillerieverwendung 砲隊氣體使用法, 183
- Gasbatterie 氣體砲兵中隊, 166
- Gasbedarf 氣體需要, 165
- Gasbefehle 氣體命令, 313
- Gasbeschiessungsperiod 氣體射擊時期, 196
- Gasblasen 氣體之吹放, 371
- Gasbombenabwerf 投擲氣體炸彈, 381
- Gasbrigade 氣體旅團, 34
- Gasbrisanzgeschoss 氣體爆裂彈, 31
- Gasbrisanzschessen 氣體爆裂彈射擊, 176
- Gasdichte Unterstände 不透氣體的掩蔽部, 294, 440
- Gasdienst 氣體事務課, 23, 57, 199, 276, 306, 308, 422
- Gasdisziplin 氣體軍紀, 25, 131, 315, 317
- Gase 氣體, 40
- Gaserkrankung 氣體致病, 8
- Gaserkunder 氣體檢知手, 309
- Gases interfering with the respiratory properties of the blood 妨礙血的呼吸性質之氣體, 48
- Gasfilter 氣體過濾器, 636
- Gasfliegerbomben 氣體飛機炸彈, 112
- gasförmiger Schwaden 氣體狀氣霧, 82
- Gasfüllung 氣體填充物, 22
- Gasgeschoss 氣體砲彈, 31
- Gasgeschosstype 氣體砲彈樣式, 165
- Gasgewehrgranate 氣體槍榴彈, 12, 112
- Gasgranaten 氣體榴彈, 107
- gashaltiger Aussenluft 氣體的空氣, 398
- Gashandgranate 氣體手榴彈, 12, 109, 204
- Gashaube 防毒盔, 622
- Gashaube mit Kleiner Patrone 小罐的防毒風帽, 268
- Gaskampf 氣體戰爭, 20
- Gaskampfmittel 氣體兵器, 18
- Gaskampftruppen 氣體戰爭部隊, 33, 40
- Gaskolonne beim Chemischen Kommando 化學派遣之氣體縱隊, 122
- Gaskranken 氣體致病者, 9
- Gas-Masseneinsatz 密集的採用氣體, 17
- Gasminen 氣體迫擊砲彈, 10, 108, 219, 376
- Gasminen-Flächenbeschiessung 氣體迫擊砲彈平面射擊, 211
- Gasminenschessen 氣體迫擊砲彈射擊法, 204, 209
- Gasminenüberfall 氣體迫擊砲彈奇襲, 207, 209
- Gas-Minenwerfer 氣體迫擊砲, 205
- Gasmunition 氣體彈藥, 30
- Gasnest 氣體巢, 164
- Gasoperation 氣體作戰, 156
- Gasraum 氣體室, 53, 244, 328
- Gasregiment 氣體聯隊, 34
- Gasregiment Peterson 倍特孫氣體聯隊, 135
- Gassalve 氣體排砲, 225
- Gasschiessen 氣體射擊法, 372
- Gasschiessen der Artillerie 砲隊氣體射擊法, 158
- Gasschutz 氣體防護, 41
- Gasschutz durch taktische Massnahmen 戰術處置的氣體防護法, 392
- Gasschutz durch technische Mittel 氣體技術工具防護法, 392

- Gasschutzrüstungen 氣體防護設備, 291  
 Gasschutzbrille 氣體防護眼鏡, 256, 643  
 Gasschutzfiltergeräte 過濾式的氣體防護器具, 395  
 Gasschutzhaube 防毒風帽, 266  
 Gasschutzkästen 防毒箱, 329  
 Gasschutzvorschrift 氣體防護規程, 299, 392  
 Gasschutzmaske 防毒面具, 235  
 Gasschutzmaskeneinsatz 防毒面具吸收罐, 30  
 Gasschutzmassnahmen 氣體防護處置, 294  
 Gasschutzunterstände 氣體防護掩蔽部, 296  
 Gasschwaden 氣霧, 62, 66, 67, 80, 313, 328  
 Gassicherungsposten 氣體警戒哨兵, 393  
 Gassicherungsdienst “氣體警戒服務隊”, 393  
 Gassicherungspatrouillen 氣體安全保障斥候隊, 227  
 Gassoldaten 氣體兵, 34  
 Gas-Sonderkompanien 氣體特種中隊, 34  
 Gassperre 氣體阻絕, 29, 165, 173  
 Gasspürer 氣體搜索兵, 309, 393  
 Gasstäbe 氣體司令部, 166  
 Gassumpf 氣體沼澤, 165, 171, 212  
 Gastaktik 氣體戰術, 39, 162, 165  
 Gastank 氣體坦克車, 435  
 Gastechnisch 氣體技術上, 10, 51  
 Gastote 氣體死亡率, 9  
 Gastruppen 氣體部隊, 34, 38  
 Gasüberfall 氣體奇襲法, 21, 160, 168, 373  
 Gasveriftung 氣體中毒, 313  
 Gasverlaste 氣體損失數, 40  
 Gasvorbereitung 氣體準備, 188  
 Gaswaffen 氣體兵器, 12  
 Gaswahrnehmungsapparat 氣體識覺器具, 302  
 Gaswechsel 氣體掉換, 236, 326  
 Gasverfen 氣體投射法, 204  
 Gaswerfer 氣體投射砲, 26, 204, 612  
 Gaswerferbataillon 氣體投射砲大隊, 224  
 Gaswerferbomben 氣體投射砲彈, 156  
 Gaswerferflaschen 氣體投射砲彈, 108  
 Gaswerferverfahren 氣體投射砲法, 27, 218  
 Gaswolke 氣雲, 370, 382, 493  
 Gaswolkentaktik 氣雲戰術, 26  
 Gaswurfflaschen 氣體投射砲彈, 218  
 Gaswurfminen 氣體投射砲彈, 34  
 Gaszufluchtsstätten 氣體避難所, 445  
 Gaszylinder 氣筒, 559  
 Gebäude 建築物, 449  
 5 Gebirgsbrigade 山戰第五旅團, 163  
 Gebläse 風箱, 521  
 geblasen 吹放出來的, 271  
 gebrannter Kalk 燒過的石灰, 516  
 Gebrauchsdauer 使用期間, 264, 424  
 gefahrenene Artillerie 車行砲兵, 574  
 Gefahrzone 危險帶, 102  
 Gefässe 容器, 52  
 Gefechtsbereitschaft 戰鬥準備, 127  
 Gefechtsinstruktion 作戰訓條, 494  
 Gefechtsstand 司令部, 540  
 Gefechtsstreifen 戰鬥地帶, 544  
 Gefechtsvorschrift 作戰規程, 206  
 gegeben 固定, 197  
 Gegengewicht 平重錘, 85  
 Gegenmittel 對抗劑, 79  
 Gegenwind 前面吹來之風, 548  
 Gegenwirkung 反對功效, 29  
 gegerbt 手續, 292  
 gehalten 把住, 239  
 Gelände 地形, 125, 547  
 Geländeentgiftung 地域去毒, 79, 293  
 Geländemarken 地面標誌, 546  
 Geländevertiefung 地面布毒, 80  
 Geländevertiefung 低下之地域, 216  
 Gelatine 膠, 252, 292  
 Gelbe Räume 黃色區域, 32, 86, 179, 434, 477  
 Gelbkreuz 黃十字彈, 31  
 Gelbkreuz 1 黃十字氣第一號, 35  
 Gelbkreuz-Brisanz 黃十字爆裂彈, 36

- Gelbkreuzbrisanzgeschoss 黃十字爆裂彈, 86  
 Gelbkreuzbrisanz-Z.B.-Granaten 黃十字爆裂隔層榴彈, 382  
 Gelbkreuzflankierung 黃十字氣的側面攻擊, 187  
 Gelbkreuz-1-Geschosse “黃十字第一號砲彈”, 94  
 Gelbkreuzgranate 黃十字榴彈, 32  
 Gelbkreuzkampfstoff 黃十字軍用物質, 75  
 Gelbkreuz-1-Kampfstoff “黃十字軍用物質第一號”, 94  
 Gelbkreuz-Minen 黃十字迫擊砲彈, 108  
 Gelbkreuz-Z.B.-Geschosse 黃十字隔層砲彈, 87  
 Gelsenkirchen 格如森啓申, 283  
 General Bird 伯德將軍, 475  
 General de Marinis 馬林里將軍, 341  
 General Hartley 哈特列將軍, 164  
 Général inspecteur des études et expériences chimiques 化學試驗及研究總監, 358  
 Général inspecteur du Service des gaz de Combat 氣體戰爭事務課總監, 358  
 General Mitchell 梅吉爾將軍, 353  
 General V. Deimling 意姆林將軍, 23  
 General-Adjutant Ewert 侍從武官長愛渥特, 152  
 Generalkommando 司令部, 573  
 General-leutnant Sir Philipp Chetowode 折特吾申中將, 455  
 Generalleutnant Wieleman 菲勒曼中將, 138  
 Generatorgas 發生氣, 415  
 gerade 正對, 183  
 Geranium 莨類, 97, 99  
 Gerät 器具, 120  
 Geräteatmung 器具呼吸, 426  
 Geräteschutz 器具防護, 308  
 Gerätverwaltungsabteilung 器具管理部, 121  
 Geruch 聞臭, 80  
 Geruchsprobe 臭味試驗, 78  
 Geschirr 器具, 323, 324, 407  
 geschlossen 腳接, 154, 474  
 Geschmack 嘗味, 80  
 geschmacklos 無味的, 5  
 Geschmacklosigkeit 無味, 538  
 geschmeidig 易御, 387  
 Geschossbewegung 砲彈之運動, 22  
 Geschosse 砲彈, 13, 515  
 Geschosstrichter 彈痕, 312  
 Geschütztürme 砲塔, 102  
 Geschwindigkeitsdruck 速度壓力, 452  
 Gesichtsfeld 視界, 411, 412, 542  
 Gesichtsmaske 面具的面部, 269, 289, 400, 623  
 Gesichtspartien 面部, 244  
 gespitzt 尖, 329  
 Gestaltung 造形, 241  
 getränkt Leder 浸過的軟革, 411  
 Getreidefeld 穀田, 534  
 Getreidehalm 穀類植物的莖, 80  
 Gewaltmärschen 強行軍, 4  
 gewaltsame Erkundung 威力偵察, 548  
 Gewehrgranaten 槍榴彈, 14, 521  
 gewerbehygienische 職業衛生上, 240  
 Gewichtsverwertung 重量上之利用, 198  
 Gewinde 不透空氣的, 286  
 Gewöhnung 習熟, 282  
 gezieltes Feuer 照準射擊, 487  
 gezogen 來復線, 223, 205  
 Gibbs 吉不思, 424, 429, 502, 506, 651  
 Giersberg-Dräger 吉思柏樵革, 423  
 Giftgranaten 有毒榴彈, 21  
 giftige Rauch 有毒烟幕, 487  
 giftige Rauchkerzen 有毒發烟燭, 560  
 Giftigkeit 毒性, 46  
 Giftrauch “毒烟”, 488  
 Giftrauchkerze 毒烟燭, 498, 501  
 Giftstoff 有毒物質, 21, 44  
 Giftwirkung 致毒功效, 10, 46, 49  
 Gilchrist 吉如克禮斯特, 349  
 Gildemeister und Heubner 吉如德買斯特及霍不勒, 69  
 Givenchy 吉黃希, 229  
 Glaswolle 玻璃棉, 509  
 glatt 平滑的, 126  
 gleichsam 似若, 317

- Gletscherbrand 日光燒灸, 86  
 Glimmer 雲母, 261, 263  
 Glockenturm Iwans des Grossen 約翰  
 第一鐘塔, 450  
 Glühlampe 白熱燈, 302  
 Glühzündschraube 電氣點火螺釘, 223  
 G-Minen G 式迫擊砲彈, 108  
 Gonnelieu 公納柳, 229  
 Gontarew 貢他勒夫, 326  
 Gorin 哥林, 355  
 Graben 塹壕, 103  
 Grabenfächer 戰壕風扇, 301, 314  
 Grabenstiefel “戰壕靴”, 293  
 Grabensystem 塹壕系統, 534  
 Grabenwand 壕壁, 122  
 Grain 英厘, 586  
 Gram 克 (格蘭姆), 586  
 Gramm 克 (格蘭姆), 586  
 Granaten 榴彈, 17, 521  
 Granatrichter 彈痕, 304  
 grand taille 大號的, 263  
 Grande Modèle 大模型, 262  
 grands toxiques 劇毒性物質, 47, 74  
 Greek Fire 希臘火, 3  
 Green 格林, 96  
 Green Canister Type J J 式之綠色罐,  
 398  
 Gréhani 格雷安里, 101  
 Grenzpunkt 界限點, 202  
 Grignard 古聶, 310  
 Grosse Gasgefahr 大的氣體危險, 106  
 Grössenordnung 大小之等第, 240  
 Grosses-Gasminenschüssen 大規模的  
 氣體迫擊砲彈射擊, 211  
 Grosskampfhandlung 大規模作戰, 157  
 grossporig 較大毛孔的, 510  
 Grubensicherheitsamt 探礦安全局, 421  
 Gruerie 格魯耳禮, 20, 163  
 Grundriss 水平斷面, 123  
 Grundwasserstand 地水位置, 135  
 grüne T-Granate 綠色 T 榴彈, 53  
 Grünkreuz 綠十字氣, 46  
 Grünkreuz 2 綠十字彈第二號, 90  
 Grünkreuz-3 “綠十字氣第三號”, 94  
 Grünkreuz-Brisanz 綠十字爆裂彈, 36  
 Grünkreuzfüllung 綠十字填充物, 36  
 Grünkreuz-3-Geschosse “綠十字第三  
 號砲彈”, 94  
 Grünkreuz 1-Granate 綠十字第一號榴  
 彈, 70  
 Grünkreuzgranaten 綠十字榴彈, 23, 611  
 Grünkreuzkampfstoff 綠十字軍用物  
 質, 66  
 Grünkreuz-3-Kampfstoff Dick “濃綠  
 十字軍用物質第三號”, 94  
 Grünkreuzmunition 綠十字彈藥, 23  
 Gruppe 隊, 198, 213  
 Gruppe Tolmein 拖曼羣, 169  
 Gruppenführer 集團指揮官, 199  
 Guignicourt 古聶戈, 573  
 Gummi Klappenventil 橡皮製之摺合  
 氣門, 266  
 Gummierten Trikotstoff 橡皮布, 397  
 Gummifaltenschlauch 橡皮製之可摺的  
 軟管, 289  
 Gummipiloten 橡皮製之測風針, 307  
 Gummistoff 橡皮布, 246, 616  
 Gurtnetz 帶網, 285

## H

- H. B. Ray 雷氏, 502  
 H. D. Selinski 塞令斯基, 76  
 H. Wieland 斐蘭, 96  
 Haber 哈柏, 10, 13, 45, 76, 99, 349,  
 471  
 Häcksel 切草, 323  
 Haggard 赫加, 421  
 Haig 海格, 146, 147, 156, 187, 462  
 Halbfabrikate 半製品, 257  
 Halbmaske 半截面具, 244, 417  
 halbschwere Gasminen 氣體半重迫擊  
 砲彈, 207  
 Haldane 哈如頓, 76, 100, 139, 233,  
 256, 270, 349, 360, 421  
 Haloide 鹵化物, 52  
 Halszugband 銷頸帶, 268

- haltbar 耐久, 291  
 Haltebänder 支住帶, 266  
 Hamel 哈默, 534  
 Handgranate 手榴彈, 515, 521  
 Handgranatenstapel 一批手榴彈, 221  
 handlicher 較為方便, 120  
 Handluftwedel 手搖風扇, 301  
 Handlung 行動, 40  
 Handstinkkugel 手投惡臭球, 109  
 Handstreich 奇襲的, 393  
 Hand-und Gewehrgranaten 槍手榴彈, 59  
 Hanseatische Apparatebaugesellschaft 韓賽亞器具製造公司, 283, 429, 642  
 Hantieren 處理, 250, 314  
 harmonikaartig 口琴形, 52  
 Harrison 哈禮孫, 268  
 Harry L. Gilchrist 吉如克禮斯特, 313, 339  
 Hartley 哈特列, 187, 189, 482  
 Harze 樹脂, 2  
 Häserviertel 房屋, 453  
 Hastings 赫斯丁, 119  
 Haube 盔, 266  
 Haubitze 榴彈砲, 386  
 Haubitze-Granate 榴彈砲彈, 555  
 Hauer 好耳, 158  
 Hauptannäherungsträben 主要對壕, 210  
 Hauptbeobachtungsposten 主要的觀測哨位, 307  
 Hauptbergamt 礦務總局, 421  
 Haupt-Gas-Schutzlager 氣體防護總廠, 276  
 Hauptmann Theune 妥因大尉, 11  
 Hauptquartier “氣象測候站司令部”, 308  
 Hauptstoss 本突擊, 494, 537  
 Hauptübergangspunkt 主要渡河點, 539  
 Häusermeer 屋海, 582  
 Hautausschlag 發斑, 84  
 Hautgift 皮膚毒, 98  
 Hebel 槓桿, 426  
 Hebel des Dosierungsventil 給與氣門之槓桿, 645  
 Hebelmechanik 槓桿機械, 634  
 Hebelübersetzung 槓桿聯動裝置, 430  
 Hectare 公頃 (一萬平方米), 585  
 Heeresgasschutzmaske 軍用防毒面具, 243  
 Heeresgruppe 軍集團, 186  
 Heeres-Sauerstoffschutzgerät 軍用氧氣防護器具, 285, 423  
 Heide 海德, 424  
 Heide 柴枝, 491  
 Heidekraut 野草, 535  
 Heigl 海格如, 497, 501, 516, 518, 540, 566, 569, 573, 574, 575, 577, 579, 583  
 heilige Ludwig 聖路易, 3  
 Heimatgebiet 內國地區, 445  
 heimtückisch 陰險的, 64  
 Heisslaborierung 熱的配置法, 90  
 Hektare 公頃 (一萬平方米), 170, 201, 585  
 Hemde 襯衫, 233  
 hemoglobin 血球紅色質, 100  
 Henderson 韓德森, 421  
 Henry 盎禮, 259  
 Henry Ford 福特, 486  
 Heranarbeiten 迫近作業, 491  
 heranziehen 徵發, 198  
 Herbst 赫卜斯特, 9  
 Herr 海爾, 386, 495, 554, 574  
 herrschend 統轄的, 218  
 Heulsirene “叫號音響機”, 305  
 Heuschober 草墩, 542  
 Hexachloroethane 六氯乙烷, 501  
 Hexamethylenetetramine 六次甲四胺, 63, 250, 261, 267  
 Hexanitrodiphenylamine 六硝基二苯胺, 109  
 Hilfeleisten 輔助工作, 282  
 Hilfsmannschaft 輔助兵卒, 135  
 Hilfsmittel 輔助工具, 7, 584  
 Hilfssack 輔助給與囊, 427, 634  
 Hilfssperre 補助阻絕, 556  
 Hilfstruppen 補助部隊, 85

Hilis-Zusatz-Sauerstoffdosierung 輔助  
氧氣給與囊, 427  
Hiltmann 希如特曼, 105  
Himmelsgabe 天賜的禮物, 542  
hin-und herwogender Kampf 往復戰  
爭, 545  
hineingeschüttet 擡入, 266  
hinterhältig 延遲的, 322  
Hinterland 後方, 582.  
hinweggeht 行開, 563  
Hitzebelästigung 積熱之煩擾, 267  
Hitzestauung 積熱, 261  
Hitzverbrennung 熱氣燒燙, 86  
Hochbrisanzgranate 高炸藥爆裂彈,  
574  
Hochdruckleitung 高壓力導入管, 639  
hochexplosible Geschosse 高壓藥砲彈,  
56  
Hochfläche 高地, 153  
hochgeknöpft 高高的扣起, 270, 623  
hochgiftig 劇毒性, 60  
hochlohernd 高高照耀的, 300  
Hochseeflotte 大洋艦隊, 492  
Höchstzeit 最長的時間, 264  
hochwertige Geräte 高效率器具,  
409  
Hode 辜丸, 84  
Höhe 高地, 221  
Höhenatmer 高空呼吸者, 422  
Höhenrücken 山背, 126  
Hohenrucker Kote 197 可特第一百九  
十七號高地, 153  
Höhenzug 高地脈, 164

Immunität 免除性, 321  
Imponderabilien 不可稱性, 315  
imprägniert 浸漬, 252  
Impregnite 浸漬物, 436  
inch 英寸, 586  
increased “增加”, 557  
indigo 藍靛, 6  
Individuum 個體, 236  
Industrieinsatz A A 式工業用吸收  
罐, 412

Hohfield 何飛爾, 396  
Hohlweg 凹道, 228  
Holzteer 木焦油, 491  
Holzwolle 棉花, 262  
Homomartonite 高馬多里特, 53, 54  
Honved 匈牙利後備兵, 153  
Hopcalite 霍布加乃特, 104, 401  
Hopcalite-Mask “霍布加乃特” 面具,  
401  
Hopcalite-Mischung “霍布加乃特” 混  
和物, 410  
Horch posten 聽察哨, 128  
Horizontalbewegung 橫平行動, 530  
Hornhaut 角膜, 69  
Hornhauttrübung 眼角膜糊塗, 51  
HSS Geräte HSS 式器具, 285  
Hudson 赫德森, 119  
Hufkronen 蹄蓋, 328  
Hufpolster 蹄墊, 328  
hügeliges Gelände 崎嶇之地域, 580  
Hügelkette 一串之小山, 147  
Hugenotte 優更諾教徒, 3  
Hulluch 胡魯希, 145, 146, 150  
Hülse 殼, 419  
humusreich 富於膏泥, 297  
Hundingstellung 恆丁陣地, 575  
Hustenreiz 咳嗽刺激, 43  
Hutchinson 赫欽生, 261  
Hydrocyanic acid 氫氰酸, 21, 45, 73,  
413  
Hypo Helmet “海波盔”, 266, 267  
Hypo-Solvay-Lösung “海波蘇爾維溶  
液”, 301

## I

Industrie-Schutzmaske “Degea CO”  
德加式一氧化碳工業用防護面具, 417  
Industrie-Schutzmaske “Degea Nr.  
744” 德加式第 744 號工業用防護面  
具, 417  
Industrie-Schutzmaske “Degea Nr.  
747” 德加式第 747 號工業用防護面  
具, 416  
Industrieschutzmasken “工業上用的  
防護面具”, 403

Industriestätten 工業場所, 475  
 Infanterief Feuer 步兵火, 561  
 Infanteriegeschossen 步兵彈丸, 496  
 Infanteriemasse 步兵集團, 131  
 Infektion 延遲的傳染, 98  
 Ingenieur-Oberst Nimes 工兵大佐尼麥氏, 4  
 Initiativ 獨斷, 546  
 Injektor 注射器, 645  
 Injektordüse 注射噴嘴, 428  
 Injektorprinzip 注射器原則, 423  
 innere Erstickung 內部的窒息, 73  
 Innere Maske 內面具, 416  
 Inquisitor 審問官, 3  
 Inspecteur, Z. d'armée Z 部陸軍總監, 359  
 Instrumente 器械, 124, 230

intensiv 烈, 91, 184  
 Interesse 興趣, 233  
 Interparlamentarische Union 議會聯合會, 457  
 intuitiv 良知, 458  
 Iodoacetic Ester 碘乙酸乙酯, 53, 114  
 Iodoacetone 碘丙酮, 113  
 Irkutsk 伊爾庫茲克, 362  
 Ironside 哀倫賽, 385, 462, 473  
 irritant smoke "刺激烟", 488  
 Isolieranzüge 隔離衣服, 291  
 Isoliergeräte 隔離器具, 235, 282  
 Isono 伊松那, 496  
 Isonzo 伊松佐, 28, 70, 154, 169, 224, 225  
 Israelite 以色列人, 489

## J

J. F. O. Fuller 福勒, 340  
 J. Fischmann 費希曼, 76  
 Jacoulet 霞戈勒, 321  
 Jagdflugzeug 驅逐機, 380  
 Jakobstadt 雅各斯打, 176  
 Jean de Pierrefeu 比爾福, 473  
 Joch 奧國約赫, 585  
 Joffre 霞飛, 13

Joh, Rudolf Glauber 郭勞伯, 3  
 John Hopkins University 約翰霍布根大學, 401  
 Jones 瓊斯, 379, 389  
 Jpatjew 伊拔葉夫, 349, 362  
 Jucken 發癢, 98  
 Jünger 雅耳, 187

## K

K. T. Mask, K. T. 式面具, 277  
 Kabylen 卡比人, 5  
 Kai der Admiralität 鎮守府之埠頭, 499  
 Kaiser Wilhelm-Forschungsinstitut für physikalische und Elektro-Chemie 威廉大帝物理化學及電化學研究所, 243  
 Kakodylverbindungen 二甲胂化合物, 344  
 Kaliber Feldkanone 大口徑野砲, 169  
 Kalilauge 苛性鉀溶液, 287  
 Kalipatrone 鹼罐, 238, 285, 402, 628, 630, 632, 634, 636, 639

Kallinikos 卡利里哥斯, 3  
 Kalorifère 空氣加熱爐, 450  
 Kammer 窩穴, 86  
 Kampfabwehrgeschütz 防禦戰砲, 577  
 Kampfanzug 防毒衣, 291, 434, 435  
 Kampfaufgabe 戰鬪任務, 532  
 Kampfgas 軍用氣體, 40, 342  
 Kampfgaserkrankung 軍用氣體之致病性, 49  
 Kampfgraben 戰鬪陣地, 29  
 Kampfhandlung 戰鬪行爲, 566  
 Kampfkraft 戰鬪力, 40  
 Kampfmittel 兵器, 7

- Kampfstoffatmosphäre 軍用物質的大氣, 93  
 Kampfstoffe 軍用物質, 44  
 Kampftätigkeit 作戰之活動, 43, 184  
 Kampfwagen 戰車, 462, 568  
 Kampfwagenoffiziere 戰車軍官, 570  
 Kampfwirkung 戰鬪功效, 63  
 Kanal 英倫海峽, 139  
 Kanalhäfen 海港, 146  
 Kanister 吸收罐, 266  
 Kanone 加農砲, 175  
 Kappe 帽, 87  
 Karl XII 查理十二世, 490  
 Karlsruhe 卡爾斯魯, 378  
 Karst 卡斯特, 496, 653  
 Kartuschhülsen 藥莢, 304  
 Kasematten 窰室, 13  
 Katalysatorgifte 毒害接觸物, 414  
 katastrophal 災禍的, 218, 316  
 Katastrophenstimmung 災禍到臨之心地, 316  
 Kavallerie-Division 騎兵團, 461  
 Kaverniert 穹窰中, 169  
 Kehlkopf 嚔, 49  
 Keim 芽, 231  
 Kellerquartiere 地下房間, 446  
 Kemmel 堪默如, 188, 193  
 Kettengraben 鏈鎖塹壕, 24  
 Keuchhusten 激烈咳嗽, 2  
 K-Geschoss K 砲彈, 23  
 Kiefer 腮部, 244, 329  
 Kiel 啓如, 283  
 Kieselguhr 矽藻土, 502  
 Kieselin 奇色林, 152  
 Kiewer 啓烏, 302  
 Kilogram 仟克(公斤), 586  
 Kilogramm 仟克(公斤), 586  
 Kilometer 仟米(公里), 586  
 King 金氏, 269  
 Kinn 下頷, 244, 273  
 Klage 指摘, 298  
 Klappen zum Befestigen der Masken 固定面具用之弁, 325  
 Klappenventil 摺合氣門, 269, 308, 399  
 Klar 清朗, 142  
 Klarscheibe 透明片, 252, 417, 418  
 Klassisch 卓越, 424  
 Klebrig 膠黏性, 261  
 Kleinbahn 小鐵道, 135  
 Klingermfng Co. 克玲耳製造公司, 268  
 K-Minen K 式迫擊砲彈, 111  
 Knall 爆炸聲, 221  
 Knebel-masken 口套式面具, 260  
 Knitterfähigkeit 摺疊性, 253  
 Knoblauch 大蒜, 78  
 Knotenpunkt 輻輳點, 442  
 Koalosenz 結合, 507  
 Kohäsion 膠黏, 507  
 Kohlenoxychlorid 一氧二氯化碳, 61  
 Kohlenoxydfilterbüchse Degea Nr. 64 德加式 64 號一氧化碳過濾箱, 414  
 Kohlensäuerüberladung 過量之二氧化碳, 63  
 Kohlenstaubfilter 炭灰過濾劑, 266  
 Koksofengas 焦煤爐氣, 415  
 Kolikschmerzen 肚腸痛, 69  
 Kollektiv-oder Sammelschutz des Heers 軍隊之集團或集合防護法, 440  
 Kollektivschutz 集團防護, 294, 392  
 Kollektivschutzmassnahmen 集團防護處置, 320  
 Kolloidal 膠態的, 311  
 kolloide Lösungen "膠態溶液", 500  
 kolloide stäube 膠態粉末, 509  
 Kolonne 縱隊, 573  
 Kolonnenpferde 縱隊所用之馬, 464  
 Kombinierte Rauch-Hand-und Gewehr-granaten 發烟槍手榴彈, 526  
 kombinierter Hand-und Gewehrgranate 槍手榴彈, 377  
 Kompanie 中隊, 34, 309  
 Kompass 指南針, 545  
 Komplementärluft 充補空氣, 236  
 Koniferenbestand 松杉樹, 535  
 Koniferenholz 松杉類之木, 249  
 Koniferholz 杉松木, 279  
 Konstante Dosierung 固定給與, 432, 638, 639  
 Konstitution 體質, 236  
 Konstruktionsentwürfe 構造計劃, 288  
 Kontardi 康他地, 92

- Konzentrations-Gasminenschüssen 集中的氣體迫擊砲彈射擊, 213  
 Konzentrationsschiessen 集中射擊, 208  
 Kopfbandgestell 帶製之頭絡, 256  
 Kopfgestell 頭絡, 246  
 Kopfhaube 風帽, 261  
 Kopfschutzhaube 護頭盔, 292  
 Kops-Tissot Mask 柯不梯索式面具, 402  
 Koritnicabrücke 柯禮特里卡橋, 225  
 Körnerregenerat 顆粒狀吸收劑, 287  
 Körperoberfläche 身體表面, 291  
 Körperteil 面具面部, 245, 253, 397, 407, 411  
 Korporal 伍長, 534  
 Koshewnikow 柯薛夫尼可夫, 453  
 Kowel 柯威, 157, 158  
 Kräfte 能力, 86  
 Kraftfahrer 二輪車兵, 256  
 Kraftfeld 電力場, 450  
 Kraftträder 自動二輪車, 544  
 Kraftwagen 自動車, 461  
 Kreppstoff 縐紙, 272  
 Kreppstoffeinlagen 縐紙加入, 280  
 Kreta 克內他, 4  
 Kreuzungspunkt 十字路口, 210  
 Kriegsakte 戰爭文書, 134  
 Kriegskunst 戰事學, 467  
 Krisenstimmung 危急的心地, 317  
 Krn-Massir 集中攻擊, 169  
 Kruistraatshoek 克魯意司達學克, 188  
 K-Stoff K 物質, 44, 66  
 Kubikmeter 立方米 (立方公尺), 586  
 Kuchary 苦查理, 158  
 Kugelhandgranate 球形手榴彈, 109  
 Kühler 冷卻器, 632  
 Kukuruzkolben 椰子殼, 300  
 Kulturstaat 文化國家, 283  
 Künftlicher oder chemischer Nebel “人造或化學霧”, 494  
 Kupplung 連結, 448

## L

- L. E. Mills 密爾, 335  
 La Bassée 巴塞, 492  
 La Bassée-Kanal 巴塞運河, 187  
 La Fère 拉飛爾, 185  
 La Guerre Chimique 化學戰爭, 357  
 Laboratoire Municipale 市立試驗所, 12  
 Laboratoriumswert 實驗室中的價值, 508  
 Laborierung 裝配法, 52, 59  
 labyrinthiques 傷耳性物質, 48  
 Lachrymators 催淚性物質, 48  
 Lack 假漆, 246  
 Lackfarbe 假漆顏料, 310  
 lacrimogènes 催淚性物質, 47  
 Lactose 乳糖, 502  
 Ladung 裝藥, 230  
 Ladungsboote 岸邊船, 482  
 Ladungsraum 藥室, 222  
 Lafette 砲架, 568  
 lag 位於, 220  
 Lagenfeuer 分次射擊, 553  
 Lager Pustina 普斯丁拉倉庫, 225  
 Lähmung 癱瘓, 184, 344  
 l'air liquide 巴黎液體空氣公司, 284  
 Lakrimite “拉克禮米特”, 112  
 Lamb 蘭卜, 396  
 Landesverlag 陸地印刷公司, 12  
 Langemarck 郎耳馬克, 19, 133, 134, 137, 138, 609  
 langherabhängend 長垂, 329  
 länglich 長的, 274  
 Langmuir 蘭格默, 587  
 Langrohrgeschütz 長砲身火砲, 188  
 Längsdurchmesser 縱直徑, 268  
 Langschnitt 縱斷面, 123  
 Lanolin 羊毛脂, 293  
 lantern test “燈籠試驗”, 310  
 Lapieques-Filter “泥土過濾器”, 296  
 l'appareil respiratoire spécial “特別呼吸器”, 263

- l'appareil respiratoire spécial A. R. S.  
 A.R.S. 式之特別呼吸器具, 621  
 Lappen 布片, 233  
 Lastkraftwagen 載重汽車, 225  
 Laub 樹葉, 221  
 Laufsteg 徒橋, 135  
 lautes Hantieren 大聲的處理, 144  
 Läutwerk 發響機械, 302  
 Lawrinowitsch 拉令諾魏取, 326  
 Le Cateau 勒加多, 194  
 Le Clerque 勒克勒, 297  
 Le Wita 勒維塔, 478  
 Lebeau 勒波, 259  
 lebender Organismus 有生命之物, 40  
 lebhaft 活潑, 236  
 Leder 皮革, 252  
 Lederbebänderung 皮帶, 411  
 Ledermaske 革製面具, 252  
 Lederpolsterung 革裏, 324  
 Leeds 里治, 332  
 Leergewicht 彈殼重量, 114, 116, 117  
 Lefebure 勒非標, 76, 138, 164, 360  
 Lefortier 勒華梯耳, 5  
 Lefroy 勒勿羅, 360  
 Lehmann und Hasegawa 雷曼及哈薩  
 蓋瓦, 105  
 leicht 輕微的, 577  
 Leichtatmer 容易呼吸器, 250  
 Leichtatmereinsätze 容易呼吸器吸收  
 罐, 250  
 leichte Feldhaubitzen-Batterie 野戰  
 輕榴彈砲中隊, 24  
 leichte Feldhaubitzen-Granate 野戰輕榴  
 彈砲彈, 552  
 leichte Filtergeräte “輕過濾器”, 404  
 leichte Kraftzugdivision 輕自動車團,  
 461  
 leichte Nebelmine 發烟輕迫擊砲彈,  
 524  
 leichte Seestreitkraft 輕海軍, 492  
 leichter Minenwerfer 輕迫擊砲, 217  
 leichtere Divisions-artillerie 輕師團砲  
 兵, 461  
 Leim 膠, 519  
 Leinenwandbezug 藤布牆, 281  
 Leinölfirnis 亞麻子油漆, 291  
 Leinölfirnisgewebe 亞麻子油浸漬的紡  
 織品, 263  
 Leipzig 萊城, 76, 396, 505  
 Leistung 能率, 11  
 leistungsfähig 有能率的, 281, 284  
 Leistungsfähigkeit 能率, 262, 448,  
 463  
 Leiterkäfig “樓梯籠”, 446  
 Leitner 萊特勒, 43, 587, 588  
 Leittank 嚮導坦克車, 572  
 Leitungstruppe 通電部隊, 613  
 Leningrad 列寧格拉, 362, 452  
 Lens 耶斯, 35, 164, 187, 194, 222,  
 229  
 Leon Bourgeois 蒲學, 332  
 Leonard Fioravanti von Bonnonia  
 非阿拉漢梯, 3  
 Lesehallen 閱報室, 452  
 Lestnitschnaja Kletka 樓梯間, 446  
 Lettland 立陶宛, 364  
 Leuchtfallbombe 照明炸彈, 569  
 Leuchtgas 煤氣, 415  
 Leuchtgranate 照明榴彈, 569  
 Leuchtkugel 照明彈, 140, 543  
 Leuchtkugelgewehr 射擊照明彈之槍,  
 14  
 Leuchtpistole 照明手槍, 503  
 Leuchtrackete 照明火箭, 304, 569  
 Leuchtzeichen 照明信號, 543  
 Lewin 勒芬, 104  
 Lewisite 路易毒劑, 47, 87, 95, 365,  
 366, 368, 374, 588  
 Lewisite A “路易毒劑 A”, 97  
 Lewisite B “路易毒劑 B”, 97  
 Lewisite C “路易毒劑 C”, 97  
 Lichtsignal 發光信號, 542, 546  
 Liddell-Hart 立得爾哈特, 360, 365,  
 389, 435, 461  
 lindernd 緊塞, 223  
 Lieutenant Commander D. G. Walton  
 瓦爾頓海軍少佐, 480  
 Liévin 利爾芬, 287, 421  
 Lihons 里翁, 573  
 Limey 林美, 126  
 Limey-Fay en Hay 林美發登阿, 126  
 Linienmaske 襯邊面具, 244, 246

- Lippenventil 唇含氣門, 267, 269  
 Liter 升(公升), 52, 53, 235, 395, 586  
 Litin, 立丁, 362  
 Livens Projector 利文式投射砲, 27, 219, 614  
 Livensbomben 利文式彈, 70, 118, 228, 481, 521  
 Livens-Rauchmine 發烟利文式投射砲彈, 524  
 Livens-Werfer 利文投射砲, 525  
 Livius 李威烏斯, 2  
 Loffaux-Ecke 拉福愛克, 29  
 lohnend 能償的, 168, 210  
 Lomza 羅姆察, 206  
 London Mile 倫敦英里, 586  
 Long Island 長島, 276  
 Long Island Laboratory 長島試驗所, 277, 399  
 Long Island Sound 長島海峽, 491  
 Loos 羅斯, 19, 20, 25, 122, 140, 155, 164, 266  
 Lord Cecil 西錫爾爵士, 341  
 Lord Kitchener 奇陳納爵士, 233  
 Los Angeles 綠杉磯, 349, 497  
 Lost 羅斯特, 75  
 Löwy 羅威, 101  
 Lübeck 律白克, 283, 284  
 Lublin 盧布林, 362  
 Lucien Chassaing 查山聶, 357  
 Luftaufklärung 空中偵察隊, 138  
 Luftbewegung 空氣運動, 208  
 Luftfeuchtigkeit 空氣濕度, 508  
 Luftgebläse 風箱, 303  
 Luftheizungsöfen 空氣加熱爐, 450  
 Luftschaft 通氣道, 449, 452  
 Luftschiff 飛船, 497  
 Luftstromöffnung 空氣氣流孔, 266  
 Luftströmung 氣流, 83  
 Lufttasche 空氣袋, 263  
 Luftumlaufleitung 空氣迴轉管, 634  
 Luftumlaufrohr 空氣迴轉管, 425, 636  
 Luftumleitungsrohr 空氣迴轉管, 630  
 Lüftungsventil 放氣門, 427  
 Luftweg 氣路, 422  
 Luftzug 空氣流動, 294  
 Lunéville 陸內非, 358  
 Lung Irritants 刺肺性物質, 48  
 Lungenautomatik 肺部自動給與, 638  
 Lungenautomatische Audos-Geräte “奧多斯”肺部自動氧氣防護器具, 641  
 lungenautomatische Dosierung 肺部自動氧氣給與氣門, 634, 639  
 lungenautomatische Geräte 肺部自動器具, 424  
 Lungenautomatische Hebelmechanik 肺部自動槓桿機械, 639  
 lungenautomatische Sauerstoffdosierung 肺部自動氧氣給與氣門, 427  
 lungenautomatische Sauerstoff-Schutzgeräte 肺部自動氧氣防護器具, 429  
 Lungenautomatisches H. S. S.-Gerät (Dräger-Modell 1924) 1924年模型 椎革 H. S. S. 式肺部自動器具, 427  
 Lungenautomatisches H. S. S.-Gerät nach Dräger 椎革 H.S.S. 式肺部自動器具, 633  
 Lungenbläschen 肺部小泡, 102  
 Lungenentzündung 肺炎, 71  
 Lungengewebe 肺部組織, 49, 69  
 Lungenkraftgeräte 肺力器具, 284  
 Lungenkraftprincip “肺力原則”, 423  
 Lungenödem 肺部水腫, 49, 71, 322  
 lungenschädigende Gase 傷肺氣, 51  
 Lys 里斯, 187, 193  
 Lysschlacht 里斯之戰, 187

## M

- M. J. Enrique Zanetti 岑內提, 342  
 M. Lee Lewis 路易, 96  
 Maas 麻斯, 24, 33, 37, 163, 165, 182  
 Magnesiakitt 氧化鎂黏劑, 52, 90  
 Magnesium Carbonate 碳酸鎂, 515  
 Mahan 馬亨, 10

- Mailänder 米蘭人, 4  
 Mainizza 梅里又, 153, 154  
 Maize 玉米田, 538  
 Major Connel 康勒如少佐, 276  
 Major West 陸軍少佐魏斯特, 13  
 Malmaison 馬梅孫, 150, 574  
 Malonwald 馬倫樹林, 571  
 Manganite 芒干里特, 74  
 Manilapapier 馬尼刺紙, 502, 520  
 Mannheim 門韓, 378  
 Mannschaftsbestand 兵員額, 575  
 Manometer 氣壓表, 641, 645  
 Mark 3 Canister 1920 1920 年之第三號吸收罐, 397  
 Marne 麻因, 11, 17, 36, 218, 229, 474, 495, 542  
 Marshall 馬設如, 84  
 Marshall Foch 福煦大將, 359  
 Martonite 馬多里特, 53, 54, 200  
 Maschinengewehreinheit 機關槍單位, 184  
 Maske 面具, 636  
 Maske polyvalente 多能面具, 625  
 Maske polyvalente “多能面具”, 281  
 Maskenanschluss 面具接件, 423, 425, 429  
 Maskenatmung 面具呼吸, 423, 428  
 Masque A. R. F. A. R. F. 式面具, 265  
 Masque A. R. S. “A. R. S. 式面具”, 263  
 Masque M2 M2 式防毒面具, 620  
 Masque Tambuté 湯布特式面具, 260  
 Masque Tambuté nouveau 新湯布特式面具, 260  
 Massachusetts 麻塞邱塞, 279  
 Massenangriff 密集的攻擊, 157  
 Masseneinsatz 密集的採用, 470  
 Massenwirkung 密集的功效, 18  
 mässig 中等的, 255  
 Materialreserve 預備材料, 199  
 Matignon 馬梯雅, 6  
 Matz 麻茲, 574  
 Mauguinite 莫料里特, 111  
 Maulinnere 內部, 324  
 Maulkorb masken 口套式面具, 260  
 Mayer 梅耶, 344, 347, 357  
 M-Brillen M式眼鏡, 251  
 Médecin Z. Z. 部醫官, 359  
 Medical Department 醫藥課, 276  
 Meerrettich 辣根, 31, 78  
 Mehrschichteneinsatz 數層的吸收罐, 248  
 Meldegeräte 報告器具, 265  
 Meldläufer 徒步傳令者, 544  
 Meldreiter 傳令騎, 544  
 Menil 門泥, 492  
 Menin-Strasse 墨南路, 140  
 Meroiller 墨羅葉, 230  
 mesh 網, 280  
 Mesothorium 新釷, 86  
 Messines 墨新, 191  
 Messines-Rücken 墨新背面, 493  
 Messingverschlüsse 黃銅鎖口, 266  
 Messinstrument 測定儀器, 306  
 Metallbügel 金屬的腳, 251  
 Metallfassung 金屬框, 246  
 Meter 米(公尺), 586  
 Meterem 墨特倫, 188, 539  
 Meters in 1 Sekunde 每秒鐘米數(例如指風每秒鐘之速度), 586  
 Meters per Second 每秒鐘米數(例如指風每秒鐘之速度), 586  
 Methyl-dichloro-arsine 二氯化甲肺, 95  
 Methyl-Sulfuryl Chloride 氯磺酸甲酯, 108  
 Metz 梅茲, 9  
 Micumzeche 米肯探礦公司, 433  
 Mile (Statute mile) 英里(法定英里), 586  
 Miles per Hour 每小時英里數, 586  
 Militärbehörde 軍事官衙, 5  
 Militärische Wertung 軍事上估價, 466  
 Miljutinskongass 密友丁可加撒, 450  
 milligrams 毫克, 44  
 Mine 迫擊砲彈, 512  
 Minen des Minenwerfers 輕迫擊砲彈, 522  
 Minenstelle 迫擊砲陣地, 99  
 Minenwerfer 迫擊砲, 18, 204, 205, 461, 554, 563, 567  
 Minenwerferabteilung 迫擊砲隊, 225

Minenwerferrohren 迫擊砲砲身, 211  
 Minenwerferstand 迫擊砲陣地, 210  
 Minenwirkung 迫擊砲彈功效, 208  
 Mines Department 礦務部, 421  
 Mineur 坑道兵, 238  
 Minimal konzentration 最低濃度, 53  
 Minium 鉛丹, 501  
 Minsk 明斯克, 152  
 Minsker Berginstitut 明斯克採礦研究所, 275  
 Minutenliter 升乘分鐘數, 237  
 mit Gummischwammdichtung 用橡皮及海綿塞緊, 269  
 Mit Handbetrieb 用手運轉, 521  
 Mitchell 梅吉爾, 367, 389, 390, 497  
 Mitführung 攜帶, 283  
 Mittelfuss 跗骨, 323, 328  
 Mittelmächte 同盟國, 121, 495  
 Mittelraum 中室, 442  
 mittler 中, 205  
 M-Masken-Brillen M式面具眼鏡, 251  
 Mobilmachungszentre 動員中心, 449  
 Mole 防波堤, 481  
 molekulare Kräfte 分子力, 506  
 Molekülkomplex 分子雜合, 506  
 Moltke 莫如特克, 11  
 Moment 重要性, 151  
 Monchy 蒙希, 229  
 Monochloromethyl Chloroformate 氯甲酸一氯甲脂, 21, 65  
 Mont St. Michele 聖米歇如山, 153  
 Montauville 蒙多飛, 228  
 monts de Champagne 香檳山, 147  
 Monte Sulder 蘇德山, 540  
 Montello-abschnitt 蒙特羅地區, 496  
 Morale 士氣, 546  
 moralische Wirkung 士氣上的功效, 29  
 Morin 莫林, 453  
 Morocco 摩洛哥, 475

Mörser 白砲, 172  
 Mörsermunition 白砲彈藥, 90  
 Mosel 莫塞如, 308  
 Moses 摩西, 489  
 Motorauspuff 摩托排氣管, 527  
 Motorauspuffrohr 摩托排氣管, 515  
 Motorboot 汽船, 513  
 Moureu 莫勒, 349, 357, 358  
 Mouse 麴鼠, 361  
 Mullage 棉紗布屑, 260  
 Mullbinden 棉紗布綑帶, 273  
 Mullkissen 棉紗布袋, 239  
 München 明興, 6  
 Mundatmung 口呼吸處, 639  
 Mundatmungseinrichtung 口部呼吸的設備, 428  
 Mundatmungsgerät 口部呼吸之器具, 419  
 Mundgurt 口帶, 289  
 Mundring 口圈, 246, 286  
 Mundschicht 口層, 249, 264  
 Mundschützer 口部防護器, 238, 257, 403  
 Mundstück 口塊, 256, 266, 285, 396, 417, 423, 431, 628, 632  
 Mundstück mit Spülventil 備有滌淨氣門之口塊, 641  
 Mundstückatmung 口塊呼吸, 270  
 Mund-und Nasenschützer 鼻部及口部防護器, 266  
 Mündungsfeuer 砲口焰, 221, 559  
 Munitionsdepots 彈藥集積所, 541  
 Munitionssparke 彈藥廠, 475  
 Muskularbeit 肌肉工作, 236  
 Mussolini 莫梭里尼, 363  
 Mustard Gas 芥子氣, 32, 75, 588  
 Musty hay 陳腐乾草, 62  
 Muttern der Anschlüsse für Kalipatrone 接連鹼罐之螺旋帽, 628

## N

Nachbarabschnitt 比鄰地區, 149  
 Nachfeuer 隨後射擊, 29  
 nachhaltig 持久的, 44  
 Nachritendienst 情報勤務, 303

Nachschaffen 補充, 238  
 Nachschub 補給, 164, 540  
 Nachschubschwierigkeiten 給補之困難, 36

- Nachschwaden von Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen 雷雨或煤粉爆炸後的氣體, 415
- Nachstoss 隨後之突擊, 18
- Nachteile 缺點, 542
- Nachweis 鑑定, 309
- Nachwirkung 事後功效, 18, 55, 61, 70, 89, 91, 95
- Nagelbett 指甲之根, 95
- nähertreten 臨近, 104
- Näherungswert 大概的數價, 45
- Nahfeuer 近距離射擊, 571
- Nahkampf 近接戰, 377
- Nahkampfgeschütze 近戰砲, 573, 575
- Nähte 縫合處, 270
- Napoleon 拿破崙, 4
- Naphtha “納勿撒”, 300
- Naphthaabwehrgerät “納勿撒防護器具”, 300
- Naphthalene 萘, 300, 494, 501, 516
- Nasenausbuchtung 鼻部隆起, 274
- Nasenflügel 鼻旁, 260
- Nasenklammer 鼻夾, 628, 630, 632, 634, 639
- Nasenklemme 鼻夾, 269
- Nasenklemmer 鼻夾, 256, 285
- Nasenriemen 鼻革, 324
- Nasenschützer 鼻部呼吸器, 239
- Nasenwinkel 鼻角, 239
- Nasenzuschnitt 鼻形, 263
- National Carbon Co. “全國碳公司”, 278
- Natriumrizinat 蓖麻酸鈉, 259
- Natronkalk 鹼石灰, 264, 271
- Natronlauge 碳酸鈉溶液, 264
- Natur 本性, 511
- natürliche Landesverhältnisse 天然利源, 468
- NC-Mischung NC 混合物, 70
- Neapel 尼泊耳, 4
- Nebel 霧, 488
- Nebeldecke 霧蓋, 530
- Nebelerzeuger 發霧器, 515
- Nebelgeräte 發霧器, 515
- Nebelgeschoss 發霧砲彈, 67
- Nebelgranate 發霧榴彈, 495, 498
- 15 cm.-Nebelgranate 15 厘米發霧榴彈, 523
- Nebelgranate und Nebelmine 發霧之榴彈及迫擊砲彈, 512
- Nebelkasten 發霧箱, 516
- Nebelminen 發霧迫擊砲彈, 210, 496, 554
- Nebelschleier 霧幕, 504, 528
- Nebelstreifen 霧條, 530
- Nebelteilchen 霧粒, 504, 530
- Nebeltöpfe 發霧罐, 513, 515, 566
- Nebeltrummel 發霧桶, 516
- Nebeltröpfchen 霧狀之小滴, 504
- Nebelverfahren 發霧法, 491
- Nebelwand 霧帳, 530
- Nebelwolken 霧雲, 530
- Nebeneinanderstellung 彼此併列, 211
- Nebenübergangsstelle 輔助渡河處, 539
- Nela Park 勒拉公園, 278
- nennenswerte Reibung 重大的困難, 135
- Nernst 倫斯特, 349
- Nervös 手足失措, 189
- N-Ethyl Carbazole N-乙基吡嗪, 91
- Neuss 諾斯, 283
- Neutralisation 中和, 232
- neutralisieren 消滅, 61
- neutralisierend 抵制功效, 200
- Neuve-Chapelle 勒勿狹白, 16
- Neuville-Saint-Vaast 勒非聖法斯, 21, 164, 205
- Nevilly 納飛里, 37
- New Jersey “紐傑賽”, 390, 437
- New York 紐約, 356
- Newark 紐阿克, 284
- Niederdruckleitung 低壓力導入管, 639
- Niederhalten 制壓, 200
- Niederhaltung 壓制, 44
- niederkämpfen 被壓制, 188
- Niederklatschen 裂開, 221
- Niederschläge 雨雪, 93
- Niesreiz 噴嚏刺激, 89
- Nieuport 紐樸, 17, 30, 181
- Ni-Schrapnel Ni 榴霰彈, 16

Nitrobenzene 硝基苯, 79  
 Nitrobenzyl Chloride 硝基氯甲苯, 113  
 Nitrochloroform 硝基哥羅仿, 68  
 Nitrokörper 硝基化合物, 257

Nitrose Gase 氮之氧化物, 104, 257, 413  
 Notdichtung 應急的緊密, 270  
 Nutzlosigkeit 無益, 8

## O

O. D. Canister O. D. 式罐, 399  
 oberer Atemweg 上部呼吸道, 83  
 Oberflächenaffinität 表面愛力, 241  
 Oberitalien 上意大利, 20  
 Oberkiefer 上脛, 324  
 Oberst Réquin 勒干大佐, 341  
 Oberstabsart 三等軍醫佐, 76  
 Obst 水果, 62, 94  
 Obus asphixiant et incendiaire 窒息性及引火性之炮彈, 5  
 offen 敞開, 299  
 Offensive 攻勢, 183  
 Officier chimiste 化學軍官, 359  
 Officiers Z. Z. 部軍官, 359  
 Ohio 阿海阿, 278  
 Ohrentasche 耳袋, 329  
 Öl für Unterstandsdecken 掩蔽部蓋之油, 314  
 Oléum 發烟硫酸, 523, 524  
 Ölfarbe 油漆料, 448  
 Olive-colored Canister, Tupo OD, OD 式之棕褐色罐, 398  
 Olmütz 阿謀茲, 359  
 Operationsgebiet 作戰地域, 582  
 Operativ 實行上, 130  
 operative Schwerpunkte 攻擊難點, 485  
 Oppwald 阿匹樹林, 538, 562  
 Optolix 阿不脫力, 412, 416

Optolix-Dichtung “阿不脫力” 緊塞片, 418  
 Optolix-Maske “阿不脫力” 面具, 618, 642, 644  
 Optolix-Zwischendichtung “阿不脫力” 中間緊塞片, 412  
 Organ 機關, 544  
 Organisation du Service des gaz de Combat 氣體戰爭事務課之組織, 358  
 Organismus 有機體, 63, 84  
 Orientierung 辨識方向, 258, 514  
 örtlich 局地, 562  
 örtlicher Widerstand 各處之阻力, 452  
 Ortomont 阿托門, 492  
 Ossune 阿蘇勒, 4  
 Ostende 東頭, 654  
 Ostfriesland “阿斯佛禮蘭”, 390  
 Ostrolenska 阿斯突倫斯卡, 206  
 Ouled-Ria 烏勒里, 5  
 Ounce (English Ounce) 英兩 (盎司), 400, 586  
 oxydierende Eigenschaften 氧化之性質, 68  
 Oxylith “奧克細利特”, 288, 299, 440  
 Oxylith-Gerät “奧克細利特” 器具, 287  
 Ozierki 阿取耳基, 64, 210, 213, 214, 215  
 Ozonisierung 臭氧法, 450

## P

P. Bloch 蒲陸希, 297  
 P. H. Helmet P.H. 式盔, 266, 267  
 P. H. -Heube P.H. 式防毒盔, 622  
 Packtiere 馱獸, 564  
 Packung 藥壘, 297  
 Pain and Co. 倍思公司, 493

Palite 拔立特, 47, 48, 65, 66  
 Palliativmittel 緩和劑, 301  
 Palmerton 拍麥史登, 6  
 Panik 驚惶, 316  
 Panmure 潘苗, 6  
 Pannen 損壞, 573

- Panzer 甲冑, 568  
 Panzerwagen 戰車, 541  
 Panzerzüge 裝甲列車, 446  
 Papierstoffgewebe 紙, 271, 272  
 Papphülse 硬紙筒, 300  
 paraboloid 拋物線體, 87  
 Paraffinöl 石蠟油, 295  
 Paraformaldehyde 多聚甲醛, 252  
 Paraform-Kaliumpermanganat-Verfahren 多聚甲醛高錳酸鉀法, 252  
 Paragummi 巴拉椽皮, 266, 288  
 Parakautschuk 巴拉椽皮, 252, 273  
 Paranitroaniline Red 對位硝基苯胺紅, 502  
 Paris-Montdidier 巴黎蒙帝提爾, 574  
 Parkkompanie 彈藥廠中隊, 134  
 Parterrefenster 第一層之窗, 447  
 Passform 適合面部處, 423  
 Paterno 拔特羅, 345  
 Patrone 鹼罐, 268, 641, 645  
 Patronen 槍榴彈, 14  
 Patrouillen 斥候, 132  
 Patrouillengang, 斥候, 124  
 Paul 保羅, 421, 424, 429, 650  
 Paul Bloch 蒲陸希, 148  
 Pawlow 拔夫洛夫, 298, 441, 445  
 "P"-Bombe "P" 彈, 525  
 Pecchio 柏及阿, 454  
 Pech 柏油, 2, 3, 300, 501, 519  
 Péliissier 伯里希, 5  
 Peloponnesischer Krieg 拍洛頗勒戰爭, 2  
 Pelz 氈, 329  
 Pendelatmung 擺動式呼吸法, 248, 396, 424  
 Perchlorierte Ameisensaurechloromethyl-ester 過氯化之甲酸氯甲酯, 24  
 perchlorinated Methyl Formate 過氯化之甲酸甲酯, 66  
 Perchloromethylmercaptan 氯化三氯甲硫, 45, 116  
 Perinel "迫林勒", 296  
 permanganate 過錳酸鹽, 56  
 peroxide 過氧化物, 56  
 Persistenz 持久性, 42, 587  
 Perstoff 過物質; 綠十字氣, 24, 30, 44, 64, 66, 120, 146, 588  
 Perstoff-Granaten 綠十字榴彈, 611  
 Petite Modèle 小模型, 262  
 petite taille 小號的, 264  
 Pfeifen 笛子, 304  
 Pferdegasschutz 馬匹的氣體防護, 320  
 Pferdegasschutzmasken 馬匹的防毒面具, 323  
 pfeifende Raketen 發尖音的火箭, 305  
 Pferdmasken 馬匹面具, 314, 324  
 Pferdeschuhe 馬靴, 328, 652  
 Pferdestandorte 繫馬場所, 320  
 Pferdezug 馬匹挽曳, 462  
 pharmakologische Wirkung 藥物學上之功效, 49  
 Phase 次, 213  
 Phasen 相, 500  
 P-Helmet P 式盔, 266, 267  
 phenols 酚, 63, 261  
 Phenylcarbylamine Chloride 二氯化苯肼, 47, 311  
 Phenyl-dichloro-arsine 二氯化苯砷, 90  
 Pneumatogen-Apparat 氣動器具, 646  
 Phlyktän 水皰疹, 344  
 Phosgene 光氣, 10, 21, 46, 61, 62, 113, 343, 413, 588  
 Phosphine 磷化氫, 413  
 Phosphorbomben 磷炸彈, 496, 525, 529  
 Phosphor-Brandbomben 磷燃燒彈, 525  
 Phosphorfliegerbomben 飛機磷炸彈, 529  
 Phosphorgeschoß 磷炮彈, 548  
 Phosphorgranate 磷榴彈, 495, 522  
 Phosphormine 磷迫擊炮彈, 375, 524  
 Phosphornebel 磷霧, 505  
 Phosphor-Nebelgeschoss "磷霧彈", 505  
 Phosphorrauchgeschosse 磷發煙炮彈, 57, 505  
 Phosphorus 磷, 磷, 511  
 physikalische Bindung 物理上的縛住, 241  
 Piave 比阿福, 496, 540  
 Pick 畢克, 100, 105

- Picric acid 苦味酸, 22, 67  
 Pictets-Filterkiste 畢克特式過濾櫃, 297  
 Pilckem 關如肯, 137  
 Pill-box “丸箱”, 537  
 Pillet 庇葉, 8  
 Pinsel 毛刷, 4  
 Pinseleien 毛刷法, 5  
 Pionierarbeiten 工兵作業, 200  
 Pionierdienst 工兵勤務隊, 11  
 Pioniere 先鋒隊, 490  
 Pionierformation 工兵編制部隊, 121  
 Pionieroffizier 工兵軍官, 137  
 Plantefol 卜蘭特福, 259  
 Plantureux 卜蘭拖羅, 322  
 Platten 底板, 230  
 Plutarch 卜魯他及, 2  
 pneumatischer Verschluss, 氣動塞, 448  
 Pneumatogen “氣動”, 283, 286  
 Poincaré 波安加瑞, 357  
 Polizeipräfektur 警察廳, 12  
 Polybios 婆利比阿斯, 2  
 polyvalent 多方面的, 237  
 Polyvalenz 多能性, 262  
 Pontavert 潘達凡, 573  
 Poren 毛孔, 279  
 Porengrösse 孔之大小, 240  
 Porenverästelungen 小孔之分支, 243  
 Porenwände 小孔的牆, 241  
 porös 多孔的, 243  
 Porton Field 潑登地方, 361  
 position d'attente 準備地位, 395  
 position de protection 防護地位, 395  
 positiv 正的, 85  
 Postawy 波司塔肥, 154  
 Posten 步哨, 262  
 Posten an Weichen 轉軌哨兵, 442  
 postes de guet pour les gaz 氣體巡防步哨, 305  
 postes des signaux relais 信號傳遞步哨, 305  
 Postierung 前哨線, 189  
 Potenzierung 有力化, 218  
 Pottaschelösung 碳酸銀溶液, 247  
 Pound 磅, 586  
 Predilpass 卜雷地山路, 225  
 preuss. Morgan 普魯士摩根, 585  
 preuss. Rute 普魯士羅德, 585  
 Price 卜乃斯, 96  
 Primakow 卜里馬可夫, 362  
 Priorität 居先權, 267  
 pro Hektar 每一公頃, 374  
 Produkt 積, 45  
 Produktions möglichkeit 產量, 39  
 Prof. Tissot 梯索教授, 620  
 projettori 投射砲, 230  
 Properinghe 坡伯林格, 145  
 Prosnes 卜羅森, 28, 147, 148  
 Proto 模羅多, 422  
 Proto 1914 “1914年之模羅多式”, 288  
 Protokollbuch 記錄簿, 265  
 Provreditor für das Gaschützwesen 砲術領袖, 4  
 prozentual 百分數的, 202  
 Prüfungsmanometer 檢驗氣壓表, 288  
 Pulver 火藥, 4  
 Pulvérisateurs 噴散器, 301  
 Pulvermagazin 火藥庫, 105  
 Pumpe 唧筒, 522  
 Putzwolle 木棉, 238  
 Pyridine 吡啶, 63, 301  
 Pyroxylin “派羅克細林”, 293

## Q

- Quadratkilometer 平方千米 (平方公里), 585  
 Quadratmeter 平方米 (平方公尺), 585  
 Quadrat-Werst 平方英里, 585  
 Quart 夸特, 586  
 Quartier 間, 446  
 Quelle des Wohlstandes 富源, 346  
 Quellen 來源, 180  
 Quentin 夏丁, 322  
 Querdurchmesser 橫直徑, 268  
 Querschnitt 橫断面, 123, 254  
 Quintus Sertorius 塞拖禮烏斯, 2

## R

- R. F. K.-Typ R.F.K. 樣式, 277  
 Räderlafette 裝輪砲架, 567  
 Radfahrer 腳踏車兵, 256  
 Rahmenmaske 加框面具, 246, 248  
 Raibl 雷卜, 225  
 Pakete 火箭, 503  
 Raketsignal 火箭信號, 154  
 Randdichtung 沿邊密合, 248  
 Randlinien 邊線, 246  
 Rasananz 彈道伸長, 17  
 Rasenstücke 草皮, 491  
 Rauch 烟, 148, 488, 532  
 Rauchabblasen 烟幕放射法, 371  
 Rauchangriff 烟幕攻擊, 538  
 Rauchbahn 烟幕之軌道, 579  
 Rauchblasangriff 烟幕放射法, 559  
 Rauchbombe 發烟彈, 525  
 Rauchbrandrohr 產烟燃燒管, 516  
 Rauchbüchse 發烟筒, 494  
 Rauchdecke 烟蓋, 532, 579, 580  
 Rucheinsatz im Hinterland “烟幕在後方之採用”, 443  
 Rauchentwickler 發煙器, 70  
 Raucherzeuger 發烟器, 515  
 Rauchfänge 煙筒, 448  
 Rauchfilter 烟之過濾器, 243, 272, 399  
 Rauchfinte 偽烟, 583  
 Rauchgeräte 發烟器, 515  
 Rauchgewehrgranaten 發烟槍用榴彈, 205  
 Rauchgürtel 烟帶, 581  
 Rauchhandgranaten 發烟手榴彈, 118, 525  
 Rauchkerze 發烟燭, 527, 558  
 Rauchkerzer 發烟燭, 59  
 Rauchkörper 發烟劑, 11, 491  
 rauchloses Pulver 無烟火藥, 519  
 Rauchmaskierung 烟幕之掩蔽, 491  
 Rauchmine 發煙迫擊砲彈, 217, 524  
 Rauchmittel 發烟材料, 547, 577  
 Rauchmunition 發烟彈藥, 498  
 Rauch-oder Nebelwolken 烟雲或霧雲, 517  
 Rauchofen 發烟爐, 516  
 Rauchsäbel “烟劍”, 300  
 Rauchschirm 霧蓋, 530, 532, 579  
 Rauchschleier 霧幕, 531  
 Rauchschwaden 烟霧, 106  
 Rauchschwimmer “發烟浮器”, 518  
 Rauchsignalpatrone 烟幕信號彈, 503  
 Rauch-sperrfeuer 烟幕阻止射擊, 575  
 Rauchteilchen 煙粒, 30, 41, 488  
 Rauchtöpfe 發烟罐, 503, 517  
 Rauchtrichter 發烟漏斗, 521  
 Rauch-und nebelerzeugende Geräte 產烟及產霧之器具, 515  
 Rauch-und nebelzeugende Munition 產烟及產霧之彈藥, 521  
 Rauchvorhang 烟帳, 131, 530, 532, 579, 653  
 Rauchvorschrift 烟幕規程, 522  
 Rauchwand 烟帳, 532, 579  
 Rauchwolken 烟雲, 493  
 Rauchzylinder 發烟筒, 109  
 Raumbeanspruchung 所需地方, 238  
 Raume Vidor 維多地域, 539  
 Raumwirkung 空間功效, 165  
 Ravelnik 突角堡, 225  
 Rawka 拿卡, 163  
 razzo soibilante 發尖音的火箭, 305  
 Réchicourt 勒希戈, 28, 126, 227  
 rechte Flügelabschnitte 右翼地區, 135  
 Reduzierventil 減低壓力之氣門, 645  
 reflektorisches Erbrechen 反射的嘔吐, 43  
 Regelmässigkeit 定期的, 89  
 Regener 芮格勒, 505  
 Regenerat-aufstriche 改新的樣皮, 252  
 Reichsarchiv 國家文書保存所, 612  
 Reichweite 射程, 34, 143  
 Reidfläche 摩擦平面, 520  
 Reihenfolge 連續施行, 175  
 Reims 萊門, 141  
 reitende Feld-und mittlere Artillerie 野戰及中口径騎砲兵, 462

- Reitpferd 乘馬, 324  
 Reizgranaten 刺激性榴彈, 16  
 Reizkörper 刺激器, 54, 244  
 Reizpatrone 刺激彈藥筒, 53, 244  
 Reizrauch 刺激烟, 488  
 Reizstoff 刺激性物質, 43, 488  
 Reizstoffatmosphäre 刺激物大氣, 244  
 Remy 悅米, 509  
 Renaulttyp 芮納式, 527  
 Rendulic 倫杜立克, 153  
 Research Laboratories 研究所, 502  
 Reserve-Atmungsvorrat 呼吸儲藏, 238  
 Reservedepot 預備倉庫, 294, 482  
 Keservegasschutzgerät 氣體防護器具, 268  
 Reserve Officers 後備軍官, 355  
 Reserveluft 預備空氣, 236  
 Reserveschulzeug 預備用的靴鞋, 37  
 Resident 駐外使臣, 4  
 Residualluft 殘餘空氣, 235  
 Rettungskongress 國際救助會議, 284  
 Rettungstrüpp 急救部隊, 238  
 Rheinländer 萊茵流域人, 283  
 Rheometer oder Diaphragma mit Manometer 氣壓表之隔膜, 448  
 richtig 不錯, 533  
 Richie 黎奇, 75  
 Richter 黎熙泰, 515  
 Richtkanoniere 照準手, 568  
 Richtlinie 方針, 547  
 Richtzahlen 指向數目字, 77  
 Riemen 革條, 289  
 Riga 禮加, 152  
 Rizinusöl 蓖麻子油, 259  
 rziproker Wert 倒數, 43  
 Robroy “羅卜羅”, 499  
 Rockkragen 衣領, 261  
 Röhrensystem 管筒系統, 522  
 Röhrepulver 管狀藥, 105  
 Rohrsicherheit 安全, 52  
 rohrsicher 砲身安全, 90  
 Rolljalousien 轉動式防護設備, 295  
 Rollschutzvorrichtung 轉動式防護設備, 295  
 Römerstrasse 羅馬街, 147, 495  
 Roma 羅拉, 312  
 Röntgen Ray 倫琴光, 86  
 Rotte 組, 122  
 Roumania 羅馬尼亞, 114  
 Rouvry 羅弗禮, 149, 488  
 Rowan-Robinson 羅萬魯濱孫, 462  
 Royal Engineers 皇家工程師隊, 34, 156  
 Royal United Service Institution 皇家聯合服務部隊會, 455  
 Rubner 魯不列, 100  
 Rückenwind 後面吹來之風, 547  
 rückwärtige Stellung 後方陣地, 135  
 rückwärtiges Gelände 後方地域, 578, 580  
 Ruhestellung 休憩陣地, 282  
 ruhig 恬靜的, 179  
 Ruhr 羅爾, 433  
 Russ 煤烟, 300, 500  
 Ruten 羅德, 585  
 Rutoire-ferme 羅多農場, 164

## S

- Sacchi nicolaidi; fagotti macetti, 300  
 Sachse 薩克遜, 490  
 Sackleinwand 囊布, 491  
 Sackville Street 撒克維街, 576  
 Salisbury-Plain 沙雷伯利, 361  
 Salve 排砲, 219, 553  
 Salvus “沙如浮斯”, 289  
 Salzdecke 鹽蓋, 153  
 Sammelschutz 集合防護, 440  
 San Fernando de Jarama, 山弗南多, 363  
 San Giovanni 聖約翰, 539  
 San Martin de Peredas 山馬丁, 363  
 San Martino 山馬丁諾, 153  
 Sandbank 沙洲, 540

- Sanitardienst 衛生服務隊, 439  
 Sanitätsdienst 衛生服務隊, 238, 282  
 Sanitätsdienststelle 衛生服務處, 243  
 Sanitätsformation 醫生部隊, 256  
 Sanitätshund 衛生犬, 652  
 Sanitätsunterstand 衛生掩蔽部, 295  
 Sappe 對壕, 128, 135  
 Sappeur spezialbataillon 對壕兵特種大隊, 152  
 Sappeurbataillon 對壕兵大隊, 121  
 Sappeuro 對壕兵, 493  
 Sarazenen 撒拉屠人, 3  
 Sättigungszahlen 飽和數目字, 84  
 Sauerstoff-Atmungsgerät Fleuss-Davis 弗勒斯台維斯式氧氣呼吸器具, 288  
 Sauerstoffdruckventil 氧氣壓力氣門, 425  
 Sauerstoffflasche 氧氣筒, 641  
 Sauerstoffschutzgeräte 氧氣防護器具, 235  
 Sauerstoffventil 氧氣氣門, 431  
 Sauerstoffvorratmessger 氧氣儲蓄測量器, 286, 630  
 Sauerstoffzylinder 氧氣筒, 285, 628, 630, 632, 634, 636, 639, 645  
 Saugdüse 吸嘴, 423  
 Saugpumpen 抽氣唧筒, 301, 442  
 Saug-und Druckdrüse 吸入及壓出壓蓋, 287  
 Saum-und Faltezeichen 縫合處及摺疊印號, 270  
 Scarpe 司卡拍, 28  
 Scarpe-Somme 司卡拍蘇姆, 194  
 Schädel 頭顱, 244  
 Schädliche Raum 死空間, 416  
 Schädlichkeitsgrenze 傷害限度, 100  
 Schallbleche 音響板, 304  
 Schallmesstrupp 音響標定部隊, 306  
 Schenzarbeiten 堡壘工作, 282  
 scharf 尖銳, 97  
 Schartentreffer 砲門遇着, 169  
 Schaukeln 來回軒輊, 144  
 Scheinübergangsstelle 渡河之處, 539  
 Scheinwerfer 探照燈, 543, 569  
 Scheiterhaufen 柴堆, 299  
 Schema der Wirkungsweise 機能圖式, 628  
 Schematische Wirkungsweise 機能直線圖, 288  
 Scherpenberg 雪本堡, 188  
 Schiene 條, 259  
 Schiess-Arten 射擊種類, 159  
 Schiessbrille 射擊眼鏡, 251  
 Schiesspulver 黑藥, 491  
 Schiessrohr 射擊管, 219  
 Schiessscharte 射擊孔, 13, 304  
 Schiff und Tankräume 船艙及坦克車內, 99  
 Schiffbruch 船隻遇難, 282  
 schirmender Rauch “烟幕”, 489  
 Schlacht 會戰, 315  
 Schlacht bei Amiens 阿米恩之戰, 495  
 Schläfe 鬢角, 244  
 schlagartig 突然的, 168  
 Schlagartige Zündung 突然的點着, 613  
 Schlagzünder 撞擊信管, 219  
 Schleier 幕, 266  
 Schleimhäute 黏液膜, 46, 51  
 Schleudermine 跳射迫擊砲彈, 217  
 Schlieffen 斯里芬, 11  
 schloss 連起, 302  
 Schlucht 深谷, 208, 543  
 Schluss 緊閉, 239  
 Schmiegsamkeit 韌韌性, 253  
 Schnallen 扣子, 326  
 Schnappdeckel 彈簧蓋, 255, 510  
 Schneider 司奈德少佐, 478  
 Schnellfeuer 速射, 555  
 Schnellpressendruck 汽壓機壓力, 270  
 Schnüffelprobe 嗅覺試驗, 318  
 Schräger Wind 斜面吹來之風, 549  
 Schrapnellkugel 榴霰彈之彈子, 568  
 Schraubgewinde 螺絲, 247  
 Schraubmutter 螺旋帽, 256  
 Schulbeispiel 舉例, 583  
 Schürze 石綿圍裙, 289  
 Schutz durch taktische Massnahmen 戰術處置防護法, 392  
 Schutzballon 防護氣球, 584  
 Schutzbrille 防護眼鏡, 163

- Schutzdecke 防護氈, 295  
 Schütze 射手, 561  
 schützende Rauch 防護用的烟幕, 487  
 Schutzendivision 散兵師團, 225  
 Schutzengraben 散兵壕, 13, 14  
 Schutzhandschuhe 防毒手套, 292  
 Schutzhaube 保護蓋, 633  
 Schutzhülle 保護套, 288  
 Schutzzimprägung 防護浸漬法, 436  
 Schutzkleidung 防毒衣, 291  
 Schutzleistung 防護能力, 237  
 Schutzmasken gegen giftige und reizende Gase 毒氣及刺激性氣體之防護面具, 404  
 Schutzmasken gegen Kohlen-oxyd 一氧化碳之防護面具, 405  
 Schutzmasken gegen Staub-, Rauch-, und Nebelteilchen 塵土及烟霧之防護面具, 404  
 Schutzsalbe 防毒膏, 293, 314, 434  
 Schutzstiefel 防毒靴, 293  
 Schutzwinkel 防護角, 212  
 Schwächenanfall 虛弱襲擊, 63  
 Schwaden 氣霧, 67, 94, 105  
 Schwadenschiessen 氣霧射擊, 159, 170, 470  
 Schwadron 騎兵中隊, 309  
 schwammartig 海綿式的, 241  
 Schwann 司漢, 283  
 Schwarte 司瓦特, 299  
 Schwefeläthylen 硫化乙烯, 78  
 Schwefelleber 硫化鉀, 301  
 Schwefeltrioxydgranaten 三氧化硫榴彈, 523  
 Schwefeltrioxydmine 三氧化硫迫擊砲彈, 524  
 Schwere Batterien 重砲中隊, 186  
 schwere Feldhaubitzenbatterie 野戰重榴彈砲中隊, 18  
 schwere Filtergeräte "重過濾器", 404  
 Schwere Infanteriewaffen 重步兵兵器, 545  
 schweres Bombenflugzeug 大轟炸機, 380  
 schweres Feuer 重的炮火, 564  
 Schwerste Batterien 最重砲中隊, 186  
 Schwertstreich 斬擊, 188  
 schwieriges Gelände 困難地形, 474  
 Schwitzen 滲出, 522  
 screening smoke "烟幕", 489  
 Sebastopol 色巴新拖波, 6  
 Seeschlacht 海戰, 57  
 Seesselberg 柴塞堡, 173, 174, 224  
 Segeltuchdecken 帆布頂, 221  
 Sehfähigkeit 對視力, 553  
 Sehschlitz 視察孔, 572  
 Seifenhartstift 肥皂硬棍, 251  
 Seitenrichtung 方向描準, 553  
 Seitenwind 旁面吹來之風, 547  
 Sekundärform des Stellungkrieges 第二種方式之戰爭, 476  
 Sekundärinfektion 附帶傳染, 98  
 Sekundärwirkung 附帶的功效, 71  
 Selbsterhaltung 本身的堅持 317, 464  
 Selbstretter 自救器, 256, 423, 630, 647  
 Selbstretter Dräger-Tübben 椎革土奔式之自救器, 284  
 Selbstretter Dräger-Tübben Modell 1924 1924年椎革土奔式自救器, 424  
 Selbstretter nach Dräger-Tübben 椎革土奔式自救器, 628, 629  
 Selensäure 硒酸, 310  
 Selinski-Kummant Maske 塞令斯基枯曼式面具, 273, 624  
 Sengora Nr. 45 "森哥拉式第四十五號" 326  
 Senate 元老院, 4  
 Senator Paterno 拔特羅議士, 342  
 Senf 芥子, 78  
 Senfgas 芥子氣, 32, 75  
 Senfgaseinbruch "芥子氣突入", 477  
 Senfgasschwaden 芥子氣氣霧, 80  
 Senfgasspritzer 芥子氣飛沫, 79, 80, 292  
 Senföl 芥子油, 32  
 Sensation 悚人聽聞, 318, 319  
 Sergeant 軍曹, 266  
 Servico Chimico Militaire, 軍事化學事務課, 363  
 Servus Rescue Equipment Company "塞胡斯救助設備公司", 284  
 Sesshaftigkeit 存留性, 42, 587, 588

- Sèvres 塞胡, 5  
 Shiebe 推開, 411  
 Sicherstellung 安全存置, 197  
 Sicht 視界, 240  
 Sichtverschleierung 視界隱蔽, 507  
 Signalhörner 信號號角, 304  
 Signalmann 信號兵, 542  
 Silicon Tetrachloride 四氯化矽, 513  
 Simplexin “辛卜勒克新”, 292  
 Sinngemäss 大意, 212  
 Siphonoder Wassertopf 虹吸管, 448  
 Sir Chetowode 折特吾爵士, 456  
 Sir Edward Thorpe 薩不爵士, 10, 332  
 Sir George William Buchanan 布克南爵士, 7  
 Skagerrak 司卡格拉克, 257, 491  
 Skodawerke 斯可答廠, 359  
 Skrupellose 謹慎的, 459  
 Small Box Respirator 小號箱形呼吸器, 269  
 Smithells 司密塞, 332  
 smoke “烟”, 489  
 Smoke Box 發烟箱, 518  
 Smoke Candle, Type “S” S式無毒發烟燭, 518  
 Smoke Curtain “霧帳”, 530  
 Smoke Float “發烟浮器”, 518  
 Smoke Float, Admiralty Type “F” 海軍部F式之發烟浮器, 518  
 Smoke Funnel 發烟漏斗, 520  
 Smoke Knapsack 發烟背囊, 520  
 Smoke Screen 霧蓋, 530  
 Smoke Torch, Mark “T” T號無毒發烟炬, 519  
 Smolensk 斯木倫司克, 362  
 Smorgow: Leschtschenjata 司木哥夫勒希種雅達, 154  
 Smudge burning 不足之空氣燃燒, 409  
 Sodalime “鹼石灰”, 280  
 Sodium Chlorate 氯酸鈉, 514  
 Sodium Hyposulfite “海波”, 267  
 Sodium Phenolate 苯酚鈉, 267  
 Sodium Sulfanilate 苯磺酸鈉, 259  
 Sodium thiosulfate 一硫代硫酸鈉, 140, 233, 238, 242, 267  
 Soissons 蘇松, 29, 36, 574  
 Soldan 蘇爾丹, 318, 437, 473, 475  
 Solid oil 固體油, 529  
 Solvay-Lösung “蘇爾維溶液”, 301  
 Somme 蘇姆, 25, 26, 142, 191, 193, 217  
 Somme-Py 蘇姆披, 142  
 Sommerernte “蘇默悅恩特”, 150  
 Sondereinsatz 特種吸收罐, 256  
 Sonderkompanien 特種中隊, 20, 567  
 Sonnenberg 松倫堡, 461  
 Sonnenverbrennung 日光曬黑, 58  
 Sonntagseinsatz 星期日式吸收罐, 253  
 Sonny 松里, 574  
 Sontag 層他格, 299  
 Sorbonne 沙本, 8  
 Souville 蘇菲, 166  
 Spalte 欄, 11  
 Spartans 斯巴達人, 2  
 Special Discharger No. 1 第一種之特殊的射出器, 526  
 Speichelfänger 口涎捕獲器, 639, 641  
 Sperrfeuer 阻絕射擊, 189, 395, 560  
 Spezialbrigade 特種旅團, 156  
 Spezial-Büchsenengeräte 特別的箱狀器具, 405  
 Spezialeinsätze 特殊吸收罐, 412  
 Spezialoffiziere 特種軍官, 34  
 Spezialwerferabteilung 特種投射砲隊, 230  
 spezifisch 特殊的, 237, 310  
 Spielraum 遊隙, 220  
 Spitzgeschosse 尖彈, 64  
 Splitter 破片, 522  
 Splittermunition 破片彈藥, 177, 470  
 Splitterwirkung 破片功效, 9, 22, 162, 387  
 Sporen 駐鋤, 230  
 Spornplatte 駐鋤板, 220  
 Sprenggase 爆炸所生之氣體, 99  
 Sprengladung 炸藥, 522  
 Sprengminen 爆裂彈, 210, 216  
 Sprengpunktlinie 爆裂點之線, 580  
 Sprengsalve 爆裂彈, 225  
 Spreng-und Brandgase 爆炸及燃燒所生之氣體, 51

- Sprengung 爆裂, 221  
 Sprengwolke 爆炸氣雲, 51, 55  
 Sprenkeln 灑下, 381  
 Spritzverfahren 噴射法, 387  
 Spritzwirkung 飛沫功效, 86  
 Sprühelektrode 散播式電極, 396  
 Sprunggelenk 飛節, 328  
 Spülventile 滌淨氣門, 431, 645  
 Square Centimeter 平方厘米, 94  
 Square Kilometer 平方千米(平方公里)  
 585  
 Square Meter 平方米(平方公尺), 585  
 Square Verst 俄國平方英里, 585  
 Square Yard 平方碼, 585  
 St. Elie 聖愛理, 229  
 St. Mihiel 聖米希如, 37, 38, 39  
 St. Petersburg 聖彼得堡, 7  
 St. Quentin 聖更丁, 186  
 Staatsführung 有秩序的行政, 457  
 Stacheldraht 有刺鐵絲, 216, 328  
 Stadtväter 市府委員, 4  
 Stahlspäne 鋼片, 262  
 Ställe 廄舍, 320  
 Stammbatterie 基幹氣筒列, 128  
 Stampe 司擔卜, 504, 505, 506, 508  
 Stapelplatz 儲藏處, 225  
 Stark beansprucht 要求殊大的, 225  
 Stark beizend 強烈之刺激性, 2  
 Staubgeschoss 微粉砲彈, 16  
 Staubteilchen 灰塵小粒, 240  
 stechend 鋒刺的; 銳利的, 68, 99  
 Stehend 直立, 522  
 Steigrohr 上昇管, 120  
 Steil 陡, 154  
 Steilabhang 陡坡, 571  
 Steilfeuer 曲射, 172  
 Steinzellenstruktur 核狀細胞結構, 279  
 Stellenweise 當局地, 151  
 Stellungsabschnitte 障地區域, 544  
 Stellungskrieg 障地戰, 11, 17, 371  
 sternutatoires 催噴嚏性物質, 48  
 Sternutators 催噴嚏性物質, 48  
 stetig 不變, 124, 143  
 Steuerhebel 舵臂, 430, 641  
 Steuerhebelmechanik des Audos-Ge-  
 räts "奧多斯" 氧氣防護器具之起動  
 臂機械, 640  
 Stickoxyd 氧化氮, 102  
 Stiefel 靴鞋, 81  
 Stimmgabel 音叉, 144  
 Stock 標柱, 526  
 Stockhandgranate 桿形手榴彈, 109  
 Stoffwechsel 物質掉換, 236  
 Stoffabfälle 廢布, 323  
 Stoffalten 布摺, 246  
 Stoffrahmen 布框, 249  
 Stoffteil 布製部份, 245  
 Stoke's Mortar 司托克白砲, 26, 217,  
 375, 495, 524, 555, 615  
 Stokes-Minenwerfer 司托克式道擊砲,  
 156  
 Stokes-Mines 司托克道擊砲彈, 521  
 Stokes-Rauchmine 發烟司托克白砲彈,  
 524  
 Stokes-werfer 司托克白砲, 26  
 Stollberger 司朵如堡格, 542, 546  
 Stollen 坑道, 150, 187  
 Stollenbahn 地底鐵道, 225  
 Stollenbau 坑道作業, 284  
 Stöpsel 塞子, 285  
 Störung 擾亂現象, 40  
 Strächer 矮樹, 80  
 Strahlengattung 某種光線, 86  
 Strasse Riga-Mitau 禮加米賴大道, 157  
 Strasse Souain-Somme-Py 蘇姆拔之  
 蘇安街, 143  
 Strasse St. Hilaire-St. Souplet 聖蘇卜  
 列之聖伊呂街, 143  
 Strauchgeflecht 束柴編條, 297  
 Strauchwerk 束柴, 135  
 Streichholz 火柴, 520  
 Streukegel 散飛範圍, 470  
 Streuung 散飛界, 172, 199, 221  
 Strohdienmen 稻草堆, 492  
 Stromkreis 電流圈, 302  
 Sturmreifschiessen 突擊準備射擊, 175,  
 198  
 Stütze 支柱, 295  
 Stützpunkt 支撐點, 102, 126  
 Suehs 蘇耳廠, 284  
 Suffocants 窒息性物質, 47  
 Suippes 綬卜, 15, 147, 149

Sulfur Monochloride 二氯化二硫, 39, 75, 116  
 Sulfur Trioxide 三氧化硫, 512  
 Sulfuryl Chloride 氯化硫酰, 70, 116

sumpfig 沼澤式符, 135  
 Superpalite 超拔立特, 66  
 Surpalite 超拔立特, 47, 48, 68  
 Surren 睇唔, 221  
 Syria 敘利亞, 2

## T

T. N. T. 三硝基甲苯, 52, 58  
 Tabakrauchen 吸食煙草, 62  
 Tagesbefehl 日日命令, 138  
 Tageseinflüsse 當日影響, 306  
 taille grande 大號, 261  
 taille ordinaire 尋常大小, 261, 264  
 taille petite 小號, 261  
 Tal 谷地, 543  
 Tal der Aronde 阿倫德山谷, 574  
 Talg 脂肪, 501  
 Talkessel 谷地, 227  
 Talkum 滑石粉, 79  
 Tampon 墊褥, 140, 259  
 Tampon P P 號墊褥, 259  
 Tampon P1 P1 號墊褥, 259  
 Tampon P2 P2 號墊褥, 259  
 Tangier Sound 譚基爾海峽, 390, 497  
 tank 桶, 66  
 Tank wagen 油槽車, 121  
 Tankabwehrfeuer 坦克車防禦射擊, 568  
 Tankabwehrwaffe 防禦坦克車的兵器, 578  
 Tanklinie 坦克車綫, 573  
 Tankmann 坦克車兵, 542  
 Tankmasse 坦克車隊, 573  
 tarnender Rauch 掩蔽烟幕, 487, 566  
 Tarnung 掩蔽法, 578  
 Tarvis 塔菲斯, 225  
 Tasche des Filter-Gerät, 安過濾器之處, 637  
 Taschenlampe 手電筒, 304  
 Technical Section 技術部, 277  
 Technik des Gasangriffs 氣體攻擊之技術, 119  
 Technischen Hilfsmittel 技術上的輔助工具, 515  
 technisches Mittel 技術工具, 546

technisch-quantitativ 技術的數量, 161  
 Teer 煤符, 2  
 Teilchen 小粒, 88, 505  
 Teilfeld 局部場地, 211  
 Teilfelder 局部場地, 170, 212  
 Teilfläche 部份平面, 172  
 Teilladung 分離裝藥, 220  
 Telegraphenverwaltung 電報管理部, 121  
 Tetrachlorschwefelkohlenstoff 四氯硫化碳, 21  
 Texas 特克薩斯, 391  
 T-Geschoss T砲彈, 52  
 T-Granate T榴彈, 44, 54  
 T-grün-Granate 綠色T榴彈, 55  
 Th. Leber 雷伯, 76  
 Theodolit 地形儀, 307  
 Thermithombe 塞買特炸彈, 497  
 Thermite 塞買特, 218, 230, 346, 512, 516, 529  
 Thermoregulator 溫度節制器, 93  
 Thiopval 鈦卜伐, 26  
 Thiodiglycol 二羥二乙硫, 311, 438  
 Thiophosgene 二氯化化硫, 112  
 Tiefenwirkung 縱深功效, 28, 132, 143  
 tieferer Weg 較深之呼吸道, 88  
 Tiere 禽獸, 320  
 Tiger “台格”, 498  
 Timer “計時器”, 410  
 Tin Tetrachloride 四氯化錫, 514  
 Tin tetrachloride man test 在人身上之四氯化錫試驗, 410  
 Tirol 梯羅, 496  
 tirs de neutralisation 防害射擊法, 373  
 tirs de surprise 防害射擊法, 372  
 tirs d'infection 奇襲射擊法, 373

- tirs d'interdiction 撒毒射擊法, 374  
 Tissot 梯索, 245, 262, 283, 287, 648  
 Tissot Mask “梯索式面具”, 263, 397, 627  
 Titanium Tetrachloride 四氯化鈦, 504, 513, 530  
 tobacco reaction 煙草反應, 62  
 tobacco smoke 菸草之烟, 409  
 Tobacco-smoke test 菸草煙試驗法, 409  
 Todesfälle 死事例, 231  
 tödliche Dosis 致死劑量, 46  
 Ton 噸, 586  
 Torba Nr. 2 “拖巴式第二號”, 326  
 Tornister 背囊, 262  
 total obscuring power 總隱蔽力, 507  
 tote Räume 死的區域, 206  
 Totgewicht 死重, 198  
 Totlast 死重量, 387  
 Totraum 死空間, 248, 418  
 Toulouse 多魯, 358  
 toxic smoke 毒烟, 488  
 Toxic Smoke Candle 毒煙燭, 519, 656  
 träge 不易起作用, 68, 242  
 Trageband 背帶, 246  
 Tragegestell 支承, 426  
 Tragegestell der Armaturen 設備的支承, 428  
 Trägekolonnen 運送者縱隊, 304  
 Tragelast 負擔, 562  
 Träger 執行者; 搬運夫, 198, 225  
 Tragevorrichtung 攜帶裝置, 250  
 Trägheit 惰性, 468, 509  
 tränenerregende Gase 催淚氣, 50  
 Tränenerreger 催淚劑, 13  
 Tränengas 催淚氣, 26  
 Tränkungsmitel 飽和劑, 233  
 Transbaikalkosaken 查斯伯卡如哥薩克兵, 152  
 Trebbin 屈賓, 522  
 Treffgenauigkeit 命中精度, 217, 582  
 Treffpunkt 命中點, 67, 80, 172, 553  
 Treibpulver 發射藥, 105  
 Treibspiegel 鐵塞鏡, 220  
 Trennungssiebe 隔開之篩, 270  
 Treppenaufgang 樓梯間, 446  
 Treppenhaus 氯甲酸三氯甲酯, 446  
 Trichloromethyl Chloroformate 氯甲酸三氯甲酯, 66  
 Trichloromethyl Formate 硝基三氯甲烷, 24  
 Trichloronitromethane, 67  
 $\beta\beta$ ,  $\beta_2$  Trichloro-trivinyl-arsine 三 $\beta$ 氯乙烯砷, 97  
 Trichtergelände 彈痕地域, 329  
 Tricot 特里可, 574  
 Trifoliumglas “三復玻璃”, 418  
 Trinitrotoluene 三硝基甲苯, 100  
 Triplexglas “三倍玻璃” 411, 416  
 Triplex-Gläser, “三倍玻璃”, 278, 398  
 Trommelfeuer 連續速射 153, 575  
 Trompetentöne 喇叭聲音, 305  
 Tröpfchen 小滴, 41  
 Trotzky 脫拉資基, 361  
 Truppenteil 每部份之軍隊, 541  
 T-Stoff T 物質, 44, 54  
 Tübben 土奔, 284  
 Tubet Helmet 小管式盔, 266, 267  
 Tuchfetzen 爛布, 221  
 Tulczyn 突精, 362  
 Turffaser 草線, 257  
 Turin 吐鈴, 472  
 Türkisch-Rotöl 土耳其紅油, 439  
 Turkos 條耳民族人, 138, 609  
 Turpin 土邦, 15  
 Turpinite 土邦里特, 15, 607, 608  
 tutenartig 袋狀, 246, 253  
 Type A A 式, 408  
 Type N N 式, 407  
 typische Brandgranate 模範的燃燒榴彈, 21

## U

- U. S. A. Gallon 美國加侖, 586  
 U. S. A. Ounce 美國兩 (美國盎司), 586  
 U. S. Chemical Warfare Association  
 美國化學戰爭協會, 355  
 U. S. Industrie-Gasschutzmaske,  
 Kops-Tissot 柯不梯索式工業用防毒  
 面具, 410  
 Überanstrengung 過分的竭力, 199  
 Überdruck 多餘的壓力, 297  
 Überdruckventil 壓力過高放氣門, 288,  
 641  
 Überfallabteilung 奇襲隊, 555  
 Übergänge oder Zwischenstufen 經過  
 或中間步驟, 500  
 Überkanone 超砲, 379  
 Überlastung 過載, 449  
 Überläufer 降兵, 137  
 überlegenen 優的, 178  
 überrannte 衝過, 571  
 Überschuhe 套鞋, 293  
 Überschusslüftungsventil 過多空氣放  
 氣門, 425, 630, 636, 639  
 überschütten 傾注, 218  
 Übersetzung 聯動裝置, 521  
 Übersicht 察看, 50  
 Überzeugung 堅信, 234  
 überzogen 塗蓋, 262  
 Uhrzünder 時計信管, 383  
 Ukrain 烏克蘭, 362  
 ultima ratio “末次辯論”, 486  
 ultramakroskopisch 超顯微鏡, 505  
 Ultraviolet Light 紫外光, 86  
 umgehen 迂回, 563  
 Umgehungsventil 迂回氣門, 645  
 Umkristallisieren 再晶法, 55, 57  
 Umschaltshobel 呼吸改換槓桿, 636  
 Umschaltkasten 呼吸改換箱, 636  
 umständlich 麻煩, 238  
 unangehm 不快, 62  
 unauffällig 驚異, 566  
 Unerträglichkeit 不能忍受的限度, 60  
 Unerträglichkeitsgrenze 不能忍受之限  
 度, 53  
 ungleichmässig 均勻, 553  
 Unhandlichkeit 不便, 238  
 Union Carbide and Carbon Corpora-  
 tion 聯合碳及碳化物公司, 502  
 Universal-oder Feuerwehrmanns-Ein-  
 satz 全能或救火隊員吸收罐, 407  
 Universalschutzgeräte “全能的防護器  
 具”, 405, 415  
 University of California 加利佛尼亞  
 大學, 401  
 unruhig 不靜, 274  
 Unsicher 不定, 544  
 Unsicherheit 不確定性, 103  
 Unterabschnitt 分段, 137  
 Unterabteilung 下級部隊, 567  
 Unterbringung 置放, 239, 247  
 Untergruppe 小集團, 199  
 Unterkiefer 小腮, 324  
 Unterlage 參考材料; 基礎, 173, 227,  
 482  
 Unternehmung 企圖, 534  
 Unterstände 掩蔽部, 16, 55, 99, 394  
 Unterstandsdecken 掩蔽部蓋, 314  
 Unterstützung 補助, 171  
 Untersuchungsgeräte 試驗器具, 302  
 unzureichend 未有足用, 125  
 Urotropine 優洛脫資, 242, 250  
 U-Stoff U 物質, 250  
 Üxhüll 禹克司許如, 173, 176

## V

- V. Krämer, 440  
 Vakuuöfen 真空爐, 618  
 Valenciennes 耶西恩, 194  
 Variante 變形, 437  
 Vaselineöl “凡士林”油, 303  
 Vaudesincourt 活德新沽, 149, 488  
 Vautrin 浮樁, 254, 364  
 Vaux 活克斯, 261  
 Vedder 回德, 56, 77, 98, 365, 402, 438, 480, 506  
 Venezianische Akte 威尼斯的檔案, 3  
 Ventil 氣門, 120, 396, 416, 510, 520  
 Ventilationseinrichtung 通風之設備, 448  
 Ventilationsgasschutzunterstände 通風式之氣體防護掩蔽部, 298  
 Ventilationsöffnungen 通風洞, 450  
 Ventilatmung 氣門呼吸法, 243, 248, 269, 396  
 Ventilator 通風機, 150, 297  
 Ventilkasten 氣門箱, 630, 632, 636, 639  
 Ventilsteuerung 氣門操縱之裝置, 272  
 Veratrine 凡納春, 6  
 verausgibt 支出, 243  
 Verbandsstoff 綑帶布, 140  
 Verbindungsgraben 交通壕, 304  
 Verbindungslinien 聯絡線, 200  
 Verbrennungsmotoren 燃燒機關, 479  
 Verbündeten 協約軍, 38  
 verdrängt 頂代, 44  
 Verdun 凡爾登, 22, 24, 38, 163, 165, 166, 182, 249, 261  
 Verdunstungsgeschwindigkeit 蒸發速度, 587  
 Vergasung 氣體散布, 24  
 Vergasungsgruppe A 散布氣體之A號集團, 175  
 Vergiftungsmöglichkeit 中毒的可能性, 46  
 Vergiftungsschiessen 布毒射擊法, 160, 179, 374, 470  
 Vergiftungszahl 中毒數, 44, 49, 66  
 Vergleich der Grössenordnung 大概的比較, 45  
 Verhalten 行爲; 戰略, 87, 543, 547  
 Verhaltensmassregeln 訓條, 182  
 verheerend 蹂躪式, 231  
 Verlag für Kulturpolitik 文化政治出版公司, 7  
 Verlauf 路程, 269  
 Vermelles 菲墨如, 146  
 Vermorelzerstäuber 噴散器, 301  
 Vernebelung 構成霧幕, 553  
 Vernebelung von Budweis “普德懷斯之布霧”, 583  
 Verneuil 凡勒易, 495  
 Verpaffen 爆發, 104  
 verpassen 適合, 317  
 Verpassungsverfahren 適合手續, 244  
 Versagen 失敗, 147  
 Versailles 凡爾賽, 351  
 Versammlungsgebiet 集合地域, 559  
 Verschleiernder Rauch “掩蔽烟幕”, 487  
 verschleppt 傳布的, 81, 82  
 Verschlimmerung 轉壞的現象, 63  
 Verschluss 銷口, 430  
 Verschlussmutter für Sauerstoffzylinder 氧氣筒之銷口螺旋帽, 632  
 Verschluss-schrauben 銷口螺旋, 154  
 Verschlussstücke 銷口配件, 430  
 Verschlussventil 銷口氣門, 628, 630, 634, 636, 639  
 Verschlussventil des Sauerstoffzylinders, 氧氣筒之銷口氣口, 632  
 Verschüttet 溢出, 153  
 Verseuchungsschiessen 布毒射擊法, 373  
 verspritzt 噴出, 385  
 Versprühen 撒布; 雨下, 89, 381  
 versprüht 撒布; 雨下, 41, 385  
 Verständigungsmittel 通報的工具, 565  
 verstärkt 加強, 236

- Verstärkungsbatterien 增援的砲兵中隊, 175  
 versteift 加硬的, 247, 324  
 Versteifungseinlage 硬襯層, 325  
 Versuchsanordnungen 試驗布置, 71  
 Versuchsperson 受試驗人, 265  
 Versuchstier 試驗動物, 45, 71  
 Verteidigungsanlage 防禦工事, 559  
 Verteilung 配置, 555  
 Vertiefung 低地, 103  
 Vertikalrippe 直立的肋骨, 288  
 Verwachsen 結合, 507  
 Verwendungsmöglichkeit 戰術上之用途, 512  
 Verwertungsziffer 使用率, 386  
 verzögert 遷延的, 67, 458  
 Verzögerte Todesfälle 慢性死亡, 71  
 Vesicants 起皰性物質, 47, 48  
 Vesle 菲斯, 147, 149, 161  
 Veterinärsack “獸醫囊”, 326  
 Victor Meyer 買耶, 31, 75  
 Vignaud 維弱, 574  
 Villers-Bretonneux 飛勒布列登勒, 193  
 Villiers-Stuart 維勒司徒阿, 455  
 Vincelles 凡塞, 495  
 Vincennes 凡山, 74  
 Vincennite “凡山里特”, 24, 25, 50, 74, 112, 113  
 Vindictive “溫地克替夫”, 481  
 Vinet 凡勒, 139  
 Virginia “維金尼亞”, 390, 497  
 Vis en Artois-Bogen 維層阿多波, 539  
 Vitrite 飛屈特, 112  
 Vlamertinghe 扶拉墨丁格, 145  
 Vodice 活地斯, 496, 653  
 Volk in Waffen 全民武裝, 484  
 Vollbahn 本線鐵道, 135  
 voller Beleuchtung 完全亮光, 532  
 Vollmaske 完全面具, 417  
 voluminös 大體積, 311  
 Vomiting Gas 嘔吐氣, 69  
 von der letzten Instanz 最後的救援, 318  
 Voraussetzung 假定, 171  
 Vorbereitung der alten deutschen Armee für den Stellungskrieg 德國陸軍對於陣地戰之準備, 11  
 vorbeugend 防止性的, 293  
 Vorderaufgang 升樓處, 446  
 Vorderfusswurzel 前踝, 328  
 Vorgang 手續, 302  
 Vorgelände 前地, 186  
 vorgeschaltet 在前面, 243  
 vorgeschoben 推前的, 184  
 Vorkonstruktion 初型, 424  
 Vorlage 布出, 201  
 Vornezele 活墨則如, 188  
 vornehmen 試用, 239  
 Vorprodukt 前產品, 33  
 Vorratmesser 儲藏測量器, 634, 639  
 Vorräume 前室, 441  
 Vorschrift 方法; 規程, 161, 166, 167  
 Vorsichtsmassnahmen 預防處置, 522  
 Vorstadt 郭外市, 96, 449  
 Vorstellungskraft 想像力, 558  
 Vorversuche 預先試驗, 18  
 Vosegen 活格山, 223

## W

- W. B. Cannon 康農, 342  
 W. La Coste 拉可斯特, 88  
 W. Meier 買耳, 76  
 W. Schwerwitz 司渥魏茲, 322  
 Waffe 兵種, 559, 561  
 Waffengattungen 他種兵器, 38  
 Waffenschutz 兵器防護, 308  
 Waffenstillstand 停戰, 265  
 Waggon 車, 153  
 Wald von Nieppe 尼泊樹林, 539  
 Waldmassiv 森林地帶, 574  
 War Saw 瓦薩, 359  
 warm 微熱, 81  
 Warnung 警戒, 182  
 Wartestellung “待機位置”, 569  
 Warthin 瓦新, 85

- Wäschestücke 換洗衣服, 60, 292  
 Wassergas 水煤氣, 415  
 Wassernebel 水霧, 503  
 Wasserteilchen 水粒, 504  
 Waterloo 滑鐵盧, 490  
 Walton 瓦爾頓, 482  
 40-watt Mazda Lamp 四十五瓦特馬茲丁燈炮, 507  
 Watte 墊褥; 棉絮, 240, 264, 272, 288  
 Watte-und Stoff-Filter 氈塊及布質過濾層, 403  
 wechselständige Stellung 豫備陣地, 190  
 Weckenstroo 魏肯斯區, 461  
 Weg 雜草, 283  
 Weissblech 白色鐵皮, 262, 266  
 weitausgreifend Bewegung 廣闊的活動, 474  
 weittragend 遠達, 198  
 Welle 氣浪, 27  
 Weller 魏勒, 85  
 Werferangriff “投射砲攻擊”, 394  
 Werferfeld 戰場的投射砲, 613  
 Werferflaschen 投射砲彈, 65  
 Werferrohr 投射砲砲身, 225  
 Werfte 船塢, 475  
 Werg 蘇絮, 3  
 Werst 俄里, 494  
 Werteschätzung 估價, 295  
 West Point 西點, 364  
 Westfalia “維斯法利亞” 廠, 283  
 Westminster 維斯明斯特, 455  
 Wetterstation 測候所, 308  
 White Phosphorus 白磷, 526  
 Widerstandfähig 抵抗力, 56  
 Widerstandnest 抵抗巢, 537  
 Wiedervergeltung 對付方法, 139  
 Wieland 斐蘭, 85, 92  
 Wieltje 魏特葉, 145, 147  
 Wiktorin 維克多林, 460  
 Wilougsby 魏羅斯皮, 96  
 Windgeschwindigkeit 風速, 129  
 Windrichtung 風向, 125  
 Windseite 向風方面, 82, 201, 210  
 Windstärke 風力, 124, 550  
 Windverhältnisse 風的情況, 563  
 Windwärts 風來之向, 553  
 Winkeltube 曲管, 398  
 Winton Churchill 邱吉爾, 479  
 Wirkungsdauer 有效期間, 42, 587  
 Wirkungsfactor 致效因素, 150  
 Wirkungsmöglichkeit 功效可能性, 82  
 Wirkungsschiessen 效力射擊, 175  
 Wirkungsweise 機能, 242, 433  
 Wischfalten 擦摺, 246, 253, 270  
 Wissen und Wehr 認識與防禦, 485  
 Witoniz 魏拖里茲, 152  
 Witterung 天氣, 124  
 Wochenende 週末, 191  
 Wolken Spiegel 雲鏡, 307  
 Wolkenwand 雲牆, 19  
 Worrall 活拉如, 489, 492, 526, 528, 534, 537, 538, 540, 542, 554, 562, 569, 570, 571  
 Wülste 墊褥, 327  
 Wulverghem 伍如菲根, 145, 146  
 Wurfgeschoss 擲射彈丸, 1  
 Wurfgranate 投擲彈, 525  
 Wurfmine 重迫擊砲彈, 222  
 Wurfminen 投射砲彈, 220  
 Wurfreichweite 所達之距離, 526  
 Würge- 窒息, 187

## X

- xylyl bromide 一溴二甲苯, 17, 45, 53, 54  
 Xylyl Bromides 溴化二甲苯, 110  
 xylylene bromide 二溴二甲苯, 17, 54

## Y

- yard 碼, 586  
 Yperite “伊迫禮特”, 32, 36, 75, 80, 113, 182, 368  
 Ypern 伊迫, 15, 19, 32, 33, 120, 123, 130, 135, 146, 149, 180, 181, 182, 188, 192, 194, 231, 233, 493, 609

## Z

- zähe 稠性的, 75  
 zähflüssig 稠性, 53, 54  
 Zahlenmaterial 數目字材料, 100  
 Zahnradgetriebe 齒輪聯動機, 521  
 Zanetti 岑內提, 343, 345, 346, 347  
 Zäumung 位置, 324  
 Zeder 西洋杉, 278  
 Zeebrügge 齊不留格, 481  
 Zeichen 信號, 544  
 Zeitpunkt 時間點, 204  
 Zeitschrift, 587  
 Zeittabelle 時間表, 555  
 Zeitzünder 時間信管, 449  
 Zellon 透明膠片, 246, 251, 261, 274, 278, 411  
 Zellstoff 纖維素, 293  
 Zelluloid 賽璐珞, 252, 267  
 Zement 水泥, 278, 280  
 Zentimeter 厘米 (亦稱厘或生的米達), 586  
 Zentralkupplungen 中央連結, 419  
 Zentralstelle 中央處所, 561  
 Zentralstelle für Rettungswesen 中央救護事業處, 421  
 Zentrifugalventilator 離心通風機, 448  
 Zeplinkreuzer 齊柏林飛船, 497  
 zermürbt 不能久持, 185  
 Zerstäubt 飛散, 41  
 ziehharmonikaartig 手風琴式, 272  
 Zielfeld 目標之範圍, 211, 579  
 Zielfläche 目標平面, 35, 170, 583  
 Zielpunkt 目標點, 170  
 Zifferblatt 數字針盤, 410  
 Zine Chloride 氯化鋅, 514  
 Zine Dust 鋅粉, 514  
 Zischen 噝聲, 304  
 Zivilbehörde 民事官衙, 454  
 Zivil-chemiker 民間化學師, 121  
 Z-Mundstück Z 式口塊, 256  
 Zone Z. P. 1 第一號 Z.P. 地帶, 305  
 Zones d'alertes aux gaz “氣體警戒地帶”, 305  
 Zuaven 阿拉伯人, 138 609  
 Zubehörteile 附件, 251  
 Zugänge 進入處, 210, 295  
 Züge 小隊, 267  
 Zügführung 帶韁, 324, 327  
 zugeschmolzen 熔封的, 303  
 zugeteilt 指定的, 571  
 Zuglöcher 通風孔, 450  
 Zugpferd 挽馬, 322, 324  
 zuhalten 捏住, 234  
 Zulässigkeitsgrenze 許可限度, 159, 550  
 Zündapparat 點火機, 220  
 Zünder 信管, 614  
 Zündladung 信管之裝置, 203  
 Zündleitung 點火線, 225  
 Zündmasse 火藥, 14  
 Zündschnur 導火線, 219  
 Zündstelle 點火處, 613  
 Zuntz 層茲, 100, 421  
 Zürich 萃里處, 364  
 Zurückschlagen 扯出, 633  
 Zusammenbruch 不能自持, 316  
 Zusammenfassung 總匯法, 468  
 Zusammenhängen 膠結, 507  
 zusammenhängend 連貫, 550  
 Zusatz 附加物質, 25, 65, 120  
 Zusatzbüchse 附加的過濾箱, 271  
 Zusatzeinrichtung 附加裝置, 288  
 Zusatzstoff 附加物質, 42, 79  
 Zusatzventil 入氣門, 430

- Zuschussknopf 增給扣, 641  
Zustand der Übersättigung 過飽和的  
情形, 503  
Zuteilung 配屬, 199  
Zuverlässigkeit 可靠性, 221  
Zweistundengerat Drager-Modell  
1924 1924年模型推革式二小時器具,  
428, 638  
Zwiebel 葱, 78
- Zwischenboden 隔層, 87  
Zwischenbodengeschoss 隔層砲彈, 36,  
87  
Zwischengelände 中間地域, 221  
Zwischenschaltung 隔層, 234  
Zwischenventil 中間氣門, 645  
Zyanwasserstoffsäure 氫氰酸, 73  
Zylinderventil 氣筒氣門, 285

請認明  
中華民國二十四年  
商務印書館  
新約

中華民國二十四年七月初版

化學戰爭通論 一冊

Der Chemische Krieg

(62765)

每冊定價大洋肆元

外埠酌加運費匯費

原著者

R. HANSLIAN

譯述者

國立北京大學  
化學系主任  
吳會

昭

校閱者

軍政部兵工廠  
理化研究所  
吳長

欽

出版者

國立編譯館

譯

發行人

王雲

南

印刷所

上海商務印書館

南

發行所

上海商務印書館

各埠



國立編譯館

(本書校對者林仁之)

二九三七上

