

軍政部理化研究所叢書之一

化 學 戰 爭

吳 沆 編



3 0646 9679 6

商務印書館發行

目 錄

引言

第一章 毒氣概論	1-21
1. 毒氣沿革	2
2. 毒氣規格	4
3. 毒氣類別	5
4. 毒氣功效	6
5. 毒氣與軍略	7
6. 毒氣與人道	8
第二章 窒息性毒氣	23-52
1. 氯	23

2.	光氣	30
3.	雙光氣	39
4.	二氯甲醚	42
5.	二溴甲醚	44
6.	硫醯氯	45
7.	亞硫醯氯	45
8.	二氯硫化炭	48
9.	氯磺酸甲烷	50
10.	氯磺酸乙烷	51
第三章 催淚性毒氣		53—86
1.	氯化苦劑	54
2.	氯溴甲苯	58
3.	苯氯乙酮	61
4.	溴醋酮	62
5.	溴甲乙酮	65
6.	碘醋酸乙烷	66
7.	溴醋酸乙烷	67
8.	溴甲苯	69
9.	氯甲苯	70
10.	碘甲苯	71
11.	溴二甲苯	71
12.	二氯異氰苯	73

13. 丙稀醛.....	75
14. 氯蟻酸甲烷.....	77
15. 氯蟻酸氯甲烷.....	78
16. 氯蟻酸二氯甲烷.....	80
17. 氯蟻酸乙烷.....	81
18. 硫酸甲烷.....	82
19. 過氯甲硫醇.....	84
20. 丁硫醇.....	85
第四章 噴嚏性毒氣	87—100
1. 二苯氯肿.....	87
2. 二苯氰肿.....	91
3. 亞當氏氣.....	93
4. 二氯甲肿.....	94
5. 二氯乙肿.....	95
6. 二氯苯肿.....	98
7. 二溴乙肿.....	99
8. 乙烷吡啶	100
第五章 中毒性毒氣	101—120
1. 一氧化炭	101
2. 氰化氫	105
3. 氯化氰	108
4. 溴化氰	100

5. 氟蟻酸甲烷	112
6. 氟蟻酸乙烷	113
7. 三氯化砷	115
8. 氧化甲胂	117
9. 氧化雙二甲胂	118
10. 氧化乙胂	119
第六章 糜爛性毒氣	121—148
1. 芥子氣	122
2. 路易氏氣	144
第七章 毒氣運用	194—187
1. 毒氣運用條件	150
2. 毒氣運用方法	152
3. 運用毒氣之部隊	181
4. 運用毒氣之軍機	185
第八章 毒氣防禦	189—220
1. 單獨防禦	189
2. 集團防禦	210
第九章 毒氣訓練	221—235
1. 運用訓練	221
2. 防毒訓練	224
3. 各國化軍戰隊組織訓練概況	229
第十章 煙霧	237—255

1. 煙霧劑	238
2. 煙霧器	243
3. 煙霧訓練	252
4. 煙霧運用	252
第十一章 縱火	257—266
1. 縱火材料	258
2. 縱火兵器	259
第十二章 信號與照明	267—279
1. 信號藥劑	267
2. 信號器具	268
3. 照明藥劑	276
4. 照明兵器	276

表1 歐戰總動員及傷亡統計

國別	總動員數	死亡數	創傷數	失蹤數	總傷亡數	總傷亡數對總動員數之百分率
俄	12,000,000	1,700,000	4,950,000	2,500,000	9,150,000	76.3
法	8,410,000	1,363,000	4,266,000	537,000	6,166,000	73.3
英	8,904,467	908,371	2,090,212	191,652	3,190,235	35.8
意	5,615,000	650,000	947,000	600,000	2,197,000	39.1
美	4,255,000	126,000	234,300	4,500	364,800	8.0
日本	800,000	300	907	3	1,210	0.2
羅	750,000	335,706	120,000	80,000	535,706	71.4
塞	707,343	45,000	133,148	152,958	331,106	46.8
比	267,000	13,716	44,686	34,659	93,061	34.9
希臘	230,000	5,000	21,000	1,000	27,000	11.7
葡萄牙	100,000	7,222	13,751	12,318	33,291	33.3
門地內各	50,000	3,000	10,000	7,000	20,000	40.0
總數	42,188,810	5,157,315	12,831,004	4,121,090	22,109,409	52.3
德	11,000,000	1,773,700	4,216,058	1,152,800	7,142,558	64.9
奧	7,800,000	1,200,000	3,620,000	2,200,000	7,020,000	90.0
土	2,850,000	325,000	400,000	250,000	975,000	31.2
保	1,200,000	87,500	152,390	27,029	266,919	22.2
總數	22,850,000	3,386,200	8,388,448	3,629,829	15,404,477	67.4
雙方合計	65,038,810	8,543,515	21,219,452	7,750,919	37,513,886	57.6

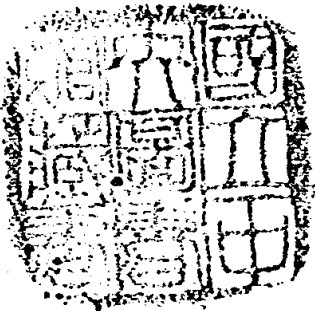


表 2 歷代戰爭死亡比較

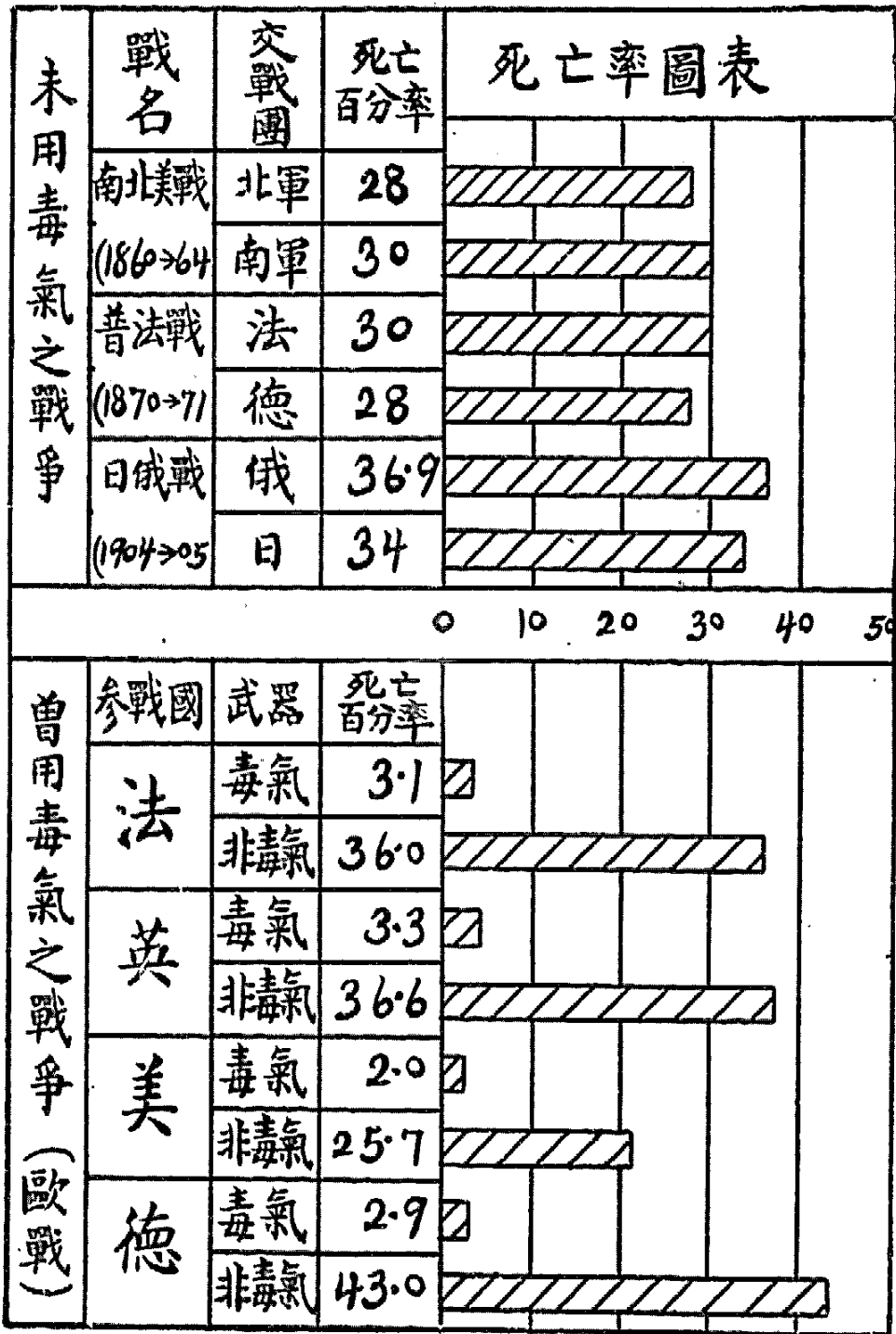
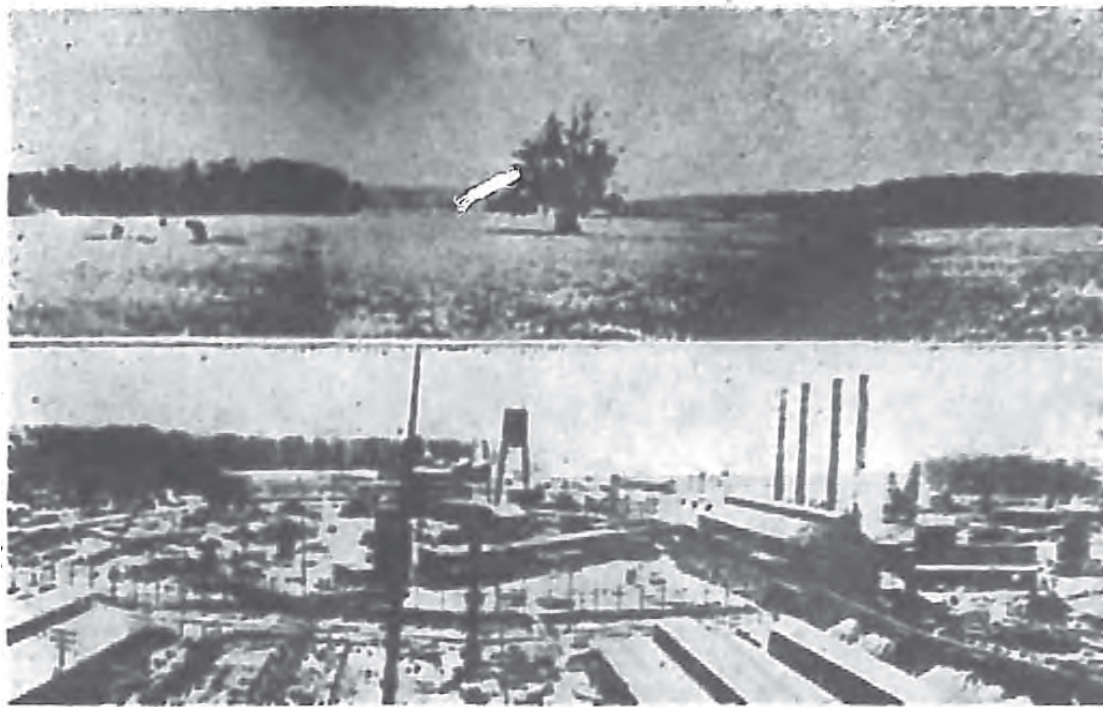


圖 1 美國愛奇渥兵工廠 (Edgewood Arsenal)

上為一九一七年十月前之荒景



下為一九一八年七月後之盛況

是廠於 1917 年十一月經美國內閣決議籌備；1918 年五月正式成立。佔地 3,400 英畝。建築共 550 所。1918 年十月份統計，共有職員 233 人，工人 10,012 人。

表 3 本廠 1918 年原料及產品統計

原料名稱	數量(噸)	產品名稱	數量(噸)
食 鹽	8,679	氣 { 液 氣	2,723 1,104
漂 白 粉	21,192	氣化苦劑	2,776
苦 酸	1,859	光 氣	1,617
酒 精	1,859	芥 子 氣	711
硫 磺	12,456	氟溴甲苯	5
氯 化 硫	3,312	黃 磷	1,006
溴	119	四氯化錫	1,006
氯 甲 苯	13	四氯化鈦	181

表 4 歐戰中德國重要毒氣產量

毒氣類別	工廠名稱	開造時期		停止時期		每月平均產量 (噸)	總產量 (噸)
		年	月	年	月		
芥子氣	B.	1917	7	1918	11	300	4800
雙光氣	B.	1915	6	1918	10	300	12000
	M.L.B.	1916	9	1918	11	139(266)	3616
二苯氯膦	M.L.B.	1917	5	1918	11	150(300)	3000
二氯乙膦	M.L.B.	1917	8	1918	11	78	1092
光氣	B.A.S.F.	戰前	.....	.....	.....	288(621)	10680
	B.	戰前	.....	.....	.....	30	.....
二氯異氰苯	M.L.B.	1917	3	1918	1	65(124)	721
二氯甲醚	M.L.B.	1917	9	1918	5	26(51)	233
二溴甲醚	M.L.B.	1917	4	1917	12	7(29)	69
氯化苦劑	B.	1916	6	1918	11	200	6000
	M.L.B.	1916	8	1918	11	45(101)	1127
溴甲乙酮	M.L.B.	1915	4	1918	9	16(45)	1069
溴二甲苯	B.	1915	4	時開	時停	50-60	500

B.=Bayer CO, Leverkusen.

M.L.B.=Meister, Lucius and Bruning, Höchst an Main.

B.A.S.F.=Badische Aniline and Soda Fabrick, Ludwigseafen.

() 每月最高產量

595.8

439

2

引 言



兵器之演化，自弓矢戈矛以至槍礮火藥，由來漸矣。歐戰之初，羣雄角逐，勢均力敵。德國夙以化學工業稱著於世，故其化學家首有實施毒氣於軍用之建議。哈柏博士，躬赴前線，逗留數月，察地理，測天時，以作施放毒氣之準備。伊浦之役，漫空毒雲，席捲而前，英法聯軍，猝不及防，望風披靡，死亡枕籍。軍用毒氣之功效，由是顯著。繼茲以往，雙方決勝疆場，靡不鉤心鬪角於毒氣之攻守。因之運用方策，防護設備，奇技淫巧，

月異日新。歐戰中各項毒氣之出現於疆場者，都數十種。毒氣而外更有烟霧，縱火，信號，照明等副助武器。凡茲種種，既均屬化學產物，並皆直接藉化學作用，以達軍隊作戰之目的者。化學戰爭，因是得名。

化學戰爭之所以茁發於現代，實由於各國化學工業之孟晉。軍用毒氣之製造，與染料工業有密切關係；二者所用原料與夫製造手續，甚多相同之點。故平時之染料工廠，至戰時一變而製造毒氣，易如反掌。煤膏蒸餾，為大宗有機化學原料之基礎。食鹽電解，為氯氣取給之本源。醋酮乃木材蒸餾業之副產。酒精係釀造工業之結晶。氰化物為平時醫藥所必需。砷化物乃農業殺蟲之要品。凡此種種主要毒氣原料之製取，俱與一國之化學工業息息相通。德既執世界染料業之牛耳，用能以毒氣稱強於歐戰。探本溯源，絕非偶然者也。

世人對於化學戰爭，毀譽參半；抑之者斥為慘暴凶狠；揚之者謂為洽合人道。觀點不同，爰成枘鑿。顧毒氣戰爭之肇興，既由於化學工業之發達，雖禁止採用，載在盟約，然終未能阻止各國之潛行準備。蓋平時之化學工業，即戰時之軍用工業；平時利用厚生之資源，即

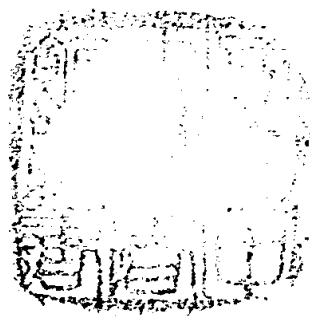
戰時殺敵致果之利器也。各國化學工業，既不能加以摧殘，且隨文明需要而日有進展，則國際毒氣禁約之不足爲恃，雖三尺童子，亦瞭若指掌矣。

世界大同，邈乎其遠。優勝劣敗，適者生存。將來國際戰禍不發則已；一旦釁啓倉卒，刀斗夜驚，毒氣重要，勢必首屈一指。吾國各項基本工業，多未萌芽，若不急起直追，亟事準備，則囊斃釜魚，勢唯任人宰烹耳！編者供職本所，奉令兼授中央軍校化學兵器，講習之餘，瀏覽羣籍，提要勾玄，集成茲編。取材行文，力求博約，俾讀者對於化學戰爭，得知門徑。國人於此新穎之學識，苟能由軍事需要，進而爲科學提倡，工業發展，則尤編者所引領以望者也！

本篇之撰述，本所同仁多予贊助。而以張君輔良校閱原稿，時君錫箴曾君鼎英分任攝影繪圖，尤爲銘感。書中化學命名，除慣用名詞外，均以教育部二十一年十一月公佈之化學命名原則爲準。所有權量衡概採萬國公制。

第一章 毒氣概論

毒氣一詞，譯自西文（德 gifte Gase，法 Gas asphyxiant，英 poisonous gas）；包含各項化學毒品，軍事上用以傷害敵人者也。此類毒劑，除少數氣體，如氯氣，光氣等外，多為液質或固體。但歐戰首先施放者為氣體（氯）；嗣後所用之液質與固體，於其發生效力時，亦呈霧狀或煙狀細粒。故習慣相延，仍多稱為毒氣。為數約五十種，益以各項毒質混合劑，又數十種。品類繁雜，常有原料缺乏，製造困難之感。目前列強各國，多



趨重於原料充足，效力優良，製造簡易，運用方便，而不以種類繁多，眩世驚人。

1. 毒氣沿革

吾國文化最早，類似毒氣之利用亦屬最先。史載黃帝與蚩尤戰於涿鹿，尤作大霧，軍士皆迷，黃帝作指南車以示四方。周公征東，孔明討蠻，亦均有類似毒氣之紀載。金遼之世，有以燃料貯於鐵罐，投擲敵方者；西人嘗以希臘火與中國火罐並稱，蓋指此也。

西歷紀元前 430 年，雅典與斯巴達爭霸，斯人圍攻蒲萊台 (Platea) 及柏立蒙 (Belium) 等城，曾用柏油，硫磺，塗於木材，焚諸城下，使防守者棄城逃命。紀元後 660 年克林喀 (Kallinnikos) 發明所謂希臘火者，乃石油，松香，瀝青，硫磺，與生石灰之混合物。十一世紀中，亦有相類紀載。十九世紀英俄之戰，英將滕多納 (Dundonald) 曾有利用煙煤，硫磺，及木材以發生煙霧縱火之建議。其計劃用硫磺 5,000 噸與焦煤 2,000 噸以發生瘴煙，可稱大規模之先聲。其後美國獨立及南北美

戰爭，亦均有發煙生毒之紀載。

1899年第一次海牙和平會議曾有禁用毒氣之決議，其言曰：『……禁止使用專以散放窒息或有毒氣體爲目的之射擊物。』美國代表穆罕 (Mahan) 將軍表示異議，其言曰：『目下此種彈丸，並未試用，其殺傷力究竟若何，未能確定，故此項議案，殊無根據，而其施行極感困難，此其一。曩者曾以槍砲地雷爲殘酷，而指責之，目下則習用而不以爲怪，此其二。以潛艇襲擊輪船，盡殲其乘客，果合人道乎？茲乃苛責毒氣，豈得謂平，此其三。』故美國卒未簽字。1907年第二次海牙和會復重申前禁，其決議案有云：『運用毒氣之戰爭，應絕對禁止。』顧處此爾詐我虞之世界，雖信誓旦旦，其又奚益！

歐戰既開，德人於1915年四月二十二日，施放氯氣於伊浦前線，俘虜萬人斃敵五千。越二日復用於朗格馬克 (Langemarck) 陣地，擄千五百人。英法方面，竭力防衛，於九月間方能以氯氣反攻。於是德人乃改用較氯氣更毒之光氣。其後日新月異，毒氣類別，有窒息，催淚，噴嚏，中毒，糜爛之分；運用器具，有氣筒，拋管，

砲彈，炸彈，槍頂彈之別；防禦設備，有鼻塞，頭盔，面具，護衣，手套，皮靴之巧；盡鉤心鬪角之能事，集化學兵器之大成。

2. 毒氣規格

化學中之毒劑雖多，軍事上之運用極難，蓋必具下列條件而兼有之者，方為上乘。

- A. 富有刺激，糜爛，或毒害效能者。
- B. 毒品新奇，功效優良，能縮短戰期者。
- C. 挫敵銳氣，但不殺傷人民，或毀害物產者。
- D. 密度較空氣為大，易覆地面者。
- E. 易於液化，且富有揮發性者。
- F. 與潮溼及金屬不生變化，而持久性強者。
- G. 無色無嗅，其性質不易為敵人查覺者。
- H. 原料豐富，價格低廉者。
- I. 易於大規模製造，且運用方便者。
- J. 有法自衛，以備佔領敵人陣地後，得以消毒者。

3. 毒氣類別

歐戰中所用毒氣，品種繁多。分類方法，有依照化學，物理，軍用，毒性，及生理作用之殊。茲分述如次：

A. 依化學組織分爲四類：(a) 砷化物；(b) 氰化物；(c) 氯族炭氫化合物；(d) 氯族炭氧化合物。

B. 依物理性質分爲三類：(a) 氣狀；(b) 霧狀；(c) 煙狀。或就揮發性能之緩急，有效時間之長短，別爲(a) 持久性毒氣與(b) 暫時性毒氣。

C. 依軍用便利，類別爲二：(a) 進攻用與(b) 防衛用。或就軍用效力，分爲(a) 殺傷性與(b) 刺激性二類。

D. 依毒性分爲五種：(a) 神經毒；(b) 血液毒；(c) 細胞毒；(d) 呼吸毒；(e) 刺激毒。或就毒性發病之遲早，分爲(a) 遲效性與(b) 卽效性。

E. 依生理作用，類別爲五：(a) 窒息性；(b) 催淚性；(c) 噴嚏性；(d) 中毒性；(e) 糜爛性。

上列各項分類方法，以E爲最稱便利，且足表現歐

月異日新。歐戰中各項毒氣之出現於疆場者，都數十種。毒氣而外更有烟霧，縱火，信號，照明等副助武器。凡茲種種，既均屬化學產物，並皆直接藉化學作用，以達軍隊作戰之目的者。化學戰爭，因是得名。

化學戰爭之所以茁發於現代，實由於各國化學工業之孟晉。軍用毒氣之製造，與染料工業有密切關係；二者所用原料與夫製造手續，甚多相同之點。故平時之染料工廠，至戰時一變而製造毒氣，易如反掌。煤膏蒸餾，為大宗有機化學原料之基礎。食鹽電解，為氯氣取給之本源。醋酮乃木材蒸餾業之副產。酒精係釀造工業之結晶。氰化物為平時醫藥所必需。砷化物乃農業殺蟲之要品。凡此種種主要毒氣原料之製取，俱與一國之化學工業息息相通。德既執世界染料業之牛耳，用能以毒氣稱強於歐戰。探本溯源，絕非偶然者也。

世人對於化學戰爭，毀譽參半；抑之者斥為慘暴凶狠；揚之者謂為洽合人道。觀點不同，爰成柄鑿。顧毒氣戰爭之肇興，既由於化學工業之發達，雖禁止採用，載在盟約，然終未能阻止各國之潛行準備。蓋平時之化學工業，即戰時之軍用工業；平時利用厚生之資源，即

以十五萬發糜爛性（芥子氣）礮彈，轟擊前線二十平方英里之地，傷者四五百人。故無論採用何種毒氣，其結果均有驚人紀錄，與特殊功效。即就美國傷兵統計觀之（圖7），受毒氣傷者約達全數三分之一。以美國參戰時間之短，事前預備之周，尚不免重大損失，毒氣功效，更易明矣。

英國赫而登爵士嘗謂：『德人若能依照其化學家預定計劃，於初用毒氣襲擊之時，繼以善於自衛之後備軍，則能於短期內，進佔克萊（Calais），攻克波隆（Boulogne），且殲滅英軍矣。』美國傅萊斯（Fries）將軍之言曰：『倘德人採用芥子毒氣攻擊時，能有多量準備，則歐戰結果，殊難臆測；德人縱不能獲勝於 1917，亦可支持至 1919，而不至失敗於 1818 也。』

5. 毒氣與軍略

歷代相沿之軍事方略，不外兩端：其在西歐，謂戰爭以殺敵爲要圖，而勝負之數繫於兵之多寡。傳亦有云，『明恥教戰，求殺敵也。』又曰：『小不敵大，寡

不敵衆，牛雖瘠償於豚上，其傷必多。』

自蒸汽興，則舟車之利，無間遐邇，向之集日累月以達者，便在轉瞬。電信通則傳遞之巧，兼及音形，昔之仰賴於烽煙驛站者，易如反掌。百年來科學猛進，萬事丕變，軍略亦何獨不然？

拿破崙嘗謂『制勝之道，不在兵多，而在將材。』吾國亦有『兵在精不在多』之說。是衆寡之論，早有轉移；但殺人之念，牢不可破。自歐戰採用毒氣而後，戰爭之目的首在挫折敵人之銳氣，不以殺傷性命爲要圖。證諸 1917 年亞港之役，法人雖全軍覆沒，但俘虜除閉目流淚外，他無痛苦，僅暫時失却其戰鬥力耳。是則兵凶戰危，已非昔比；微科學之進步，曷克臻此？

6. 毒氣與人道

論者不察，每以毒氣戰爭，有乖人道，其實誤矣。軍用毒氣之目的，不在殺傷，已如上述。且有法防衛，非若槍礮之必致人於死也。至若毒劑之性質，濃度之厚薄，俱可隨時加以調節，非若槍礮彈丸之無可節制也。

就歐戰中各國傷亡統計與歷代戰爭死亡數目互相比較（表2,5-8; 圖6-9），更足證明毒氣較槍礮為近乎人道。

善夫英國赫而登爵士之言曰：『欲使將來戰爭近乎人道，惟有採用催淚毒氣，並約法兩章，以資信守：(1) 眼鏡及護目器具永不採用；(2) 彈丸只許貯催淚毒氣，與極少量之炸藥。』最近歐美警士嘗用催淚毒氣以維持治安(圖2-5)。故考之歐戰事實，質之明哲言論，證諸警士用具，則毒氣之無乖人道，更有佐證矣。

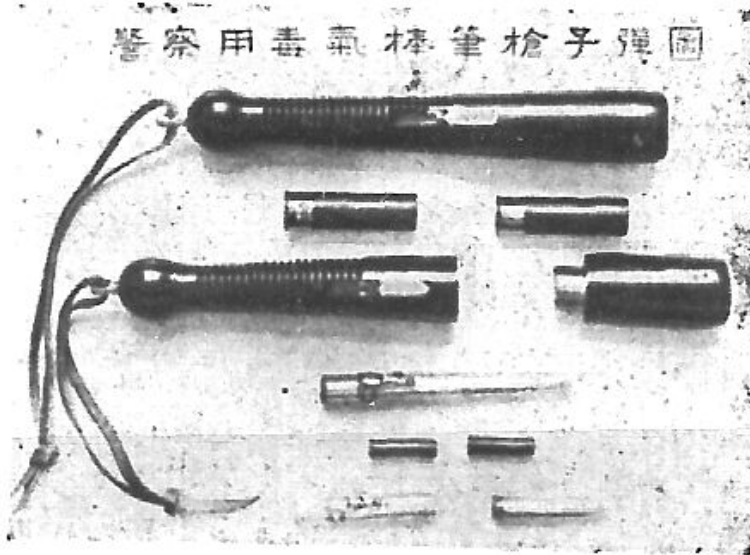


圖 2



圖 3

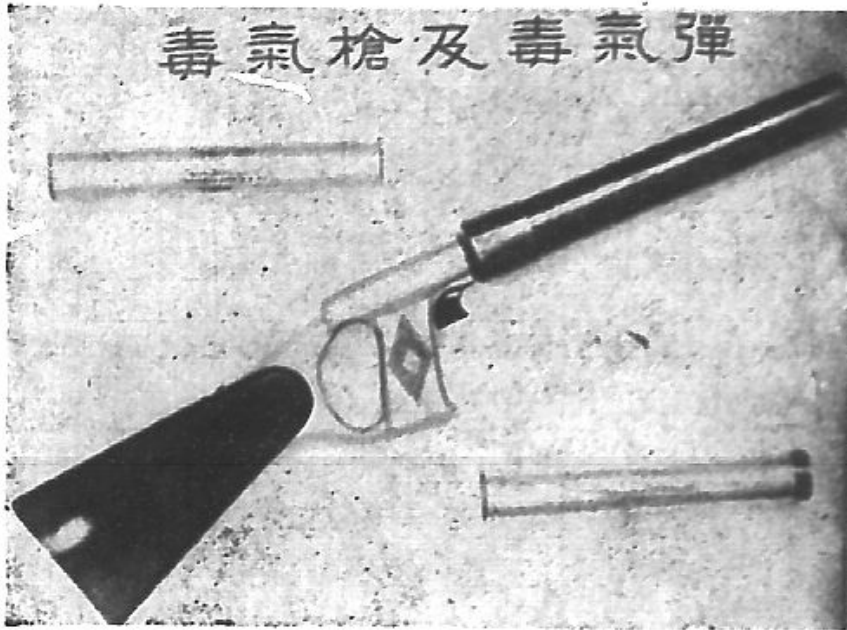


圖 4

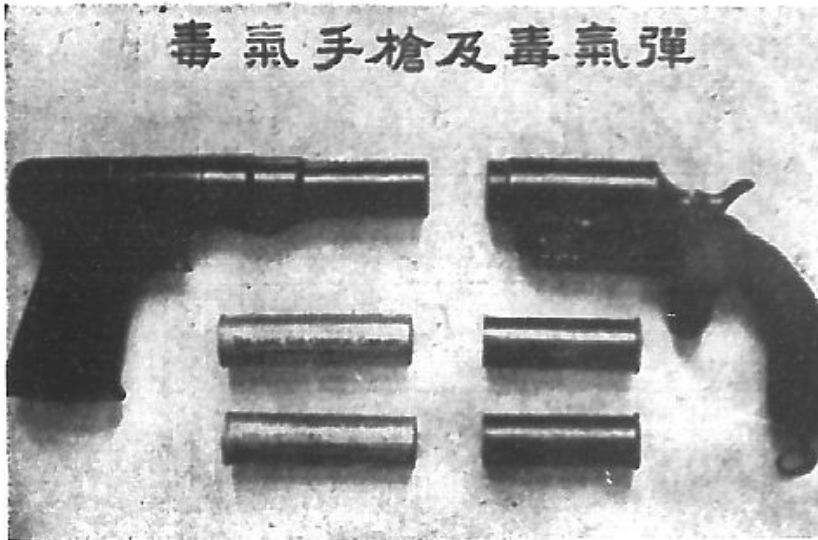


圖 5

表 5 歐戰傷亡比較

類 別	德	法	英	美	總 計
創傷總數	6,055,000	5,693,000	2,978,674	258,338	35,000,000
毒氣傷數	78,663	190,000	180,981	70,752	1,000,000
百 分 率	1.29	3.33	6.07	27.88	2.85
死亡總數	1,808,000	1,350,000	885,060	47,940	10,500,000
毒氣死數	2,280	8,080	6,080	1,421	30,000
百 分 率	0.19	0.59	0.68	2.96	0.28
非毒氣因傷 致死百分率	29.0	23.7	31.40	18.6	30.0
毒氣因傷 致死百分率	2.9	4.2	3.3	2.0	3.0

表 6 歐戰美軍傷目統計

傷 狀	武 器 類 別							總數
	來復槍	破彈	榴散彈	手榴彈	雜槍	其他	毒氣	
失去右目	13	40	89	6	64	6	4	222
右目失明	10	24	17	5	23	10	12	101
失去左目	19	43	72	7	77	5	...	223
左目失明	6	14	27	...	17	2	10	76
失去雙目	3	6	4	1	...	...	...	14
雙目失明	1	16	6	1	4	2	4	34
失 目 (左右未詳)	1	12	8	...	7	...	1	29
失 明 (左右未詳)	3	9	10	...	8	1	2	33
其 他	5	22	21	6	19	7	...	80
總 計	61	186	254	26	219	33	33	812

毒氣失明者33 = 4 %

他項失明者779 = 96 %

表 7 歐戰美軍四肢關節損傷統計

傷 狀	武 器 類 別		
	毒 氣	他 項 軍 械	總 數
失 去 四 肢	0	4403	4403
失 去 關 節	0	4790	4790

表 8 歐戰美軍各項傷亡比較

武器類別	創 傷		死 亡	
	數 目	百 分 率	數 目	百 分 率
毒 氣	70,552	31.4	1,221	8.92
砲	74,883	33.4	7,474	54.60
榴 散 彈	33,787	15.0	1,985	14.50
彈	17,439	7.8	1,703	12.44
刀	12	...	3	0.02
手 榴 彈	880	0.4	56	0.41
刺 刀	235	0.1	4	0.03
傾 壓	3,148	1.7	83	0.60
來 復 槍	20,420	9.1	961	7.02
手 槍	242	0.1	13	0.09
未 明	2,491	1.2	188	1.37
總 數	224,089		13,691	

歐戰英軍毒氣與非毒氣傷亡數目比較圖表

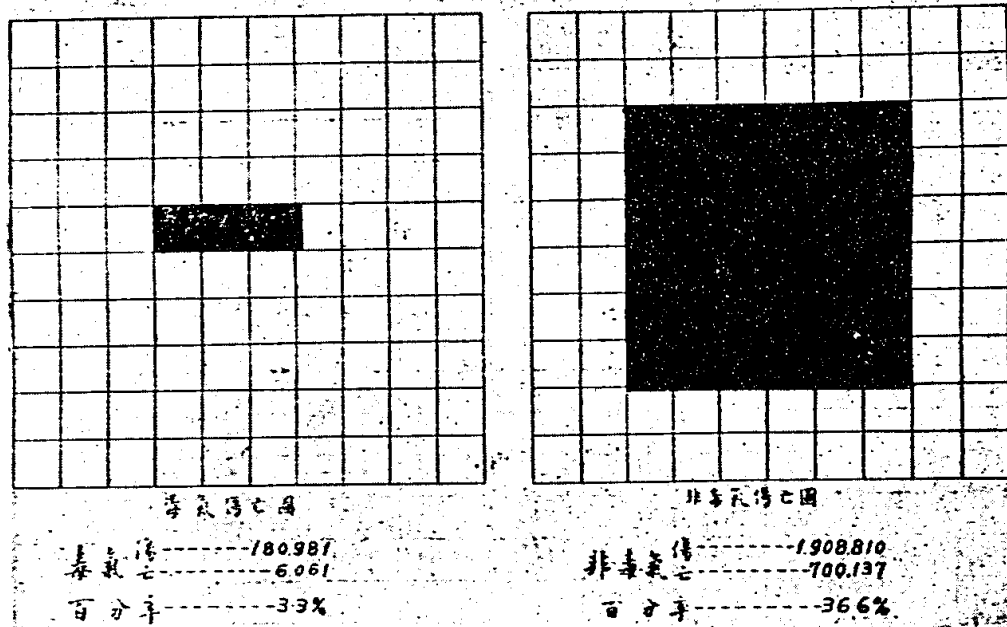


圖 6

歐戰美軍毒氣與非毒氣傷亡數目比較圖表

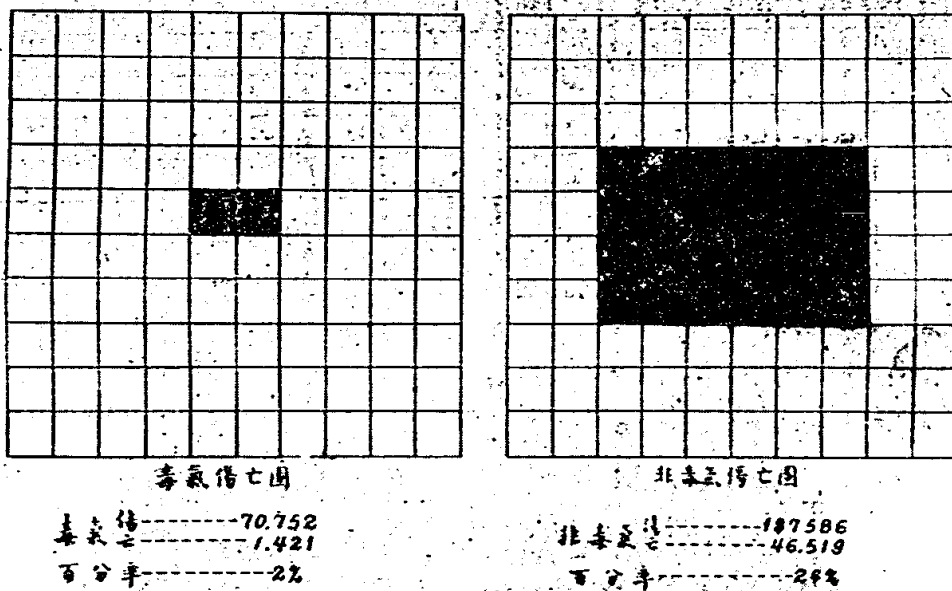


圖 7

表9 歐 戰 重 要 毒 氣 名

名 稱	化 學 式	形 態	密 度		終 點	沸 點	一分鐘內不能忍受量 德 ($\frac{mm^3}{m^3}$)	數秒鐘內不能忍受量 英	二分鐘內 傷肺, 溫度 英
			氣	液					
氯	Cl_2	氣	3.2	1.40		-33	>150	1:10000	>1:10000
光 氣	$COCl_2$	..	4.4	1.43		8		1:100000	1:5000
雙 光 氣	$CICOCCl_3$	液	8.8	1.65		126		1:200000	1:5000
二 氯 甲 醚	$(ClCH_2)_2O$	..	5.1	1.36		105			
二 溴 甲 醚	$(BrCH_2)_2O$	..	10.0	2.18		150			
硫 酰 氯	SO_2Cl_2	..	6.0	1.67		70			
氯 磺 酸 甲 烷	$ClSO_2CH_3$	..	5.8			132	30-40		
氯 磺 酸 乙 烷	$ClSO_2C_2H_5$	..	6.5			152	50		
氯 化 苦 劑	Cl_3CNO_2	..	7.3	1.69	-69	113	60	1:200000	1:50000
溴 醋 酮	$BrCH_2COCH_3$	..	6.6	1.60		136	30	1:200000	1:10000
氯 醋 酮	$ClCH_2COCH_3$	..	4.1	1.16		119	>100		
溴 醋 酸 乙 烷	$BrCH_2CO_2C_2H_5$	..	7.5	1.50		168	80		
碘 醋 酸 乙 烷	$ICH_2CO_2C_2H_5$	..	8.9	1.80		179	60		
溴 甲 乙 酮	$BrCH_2COC_2H_5$	..	6.7			145		1:500000	1:5000
溴 甲 苯	$C_6H_5CH_2Br$	..	7.7	1.44		201	35-40	1:200000	
氯 甲 苯	$C_6H_5CH_2Cl$	..	5.6	1.11		179	85		
碘 甲 苯	$C_6H_5CH_2I$	..	9.7	1.77		226	15		
溴 二 甲 苯	$CH_3C_6H_4CH_2Br$	..	8.3	1.31		215	15	1:200000	
二 氯 異 氯 苯	$C_6H_5NCCl_2$	..	7.8	1.29		208	30	1:200000	1:10000
丙 烯 醛	$CH_2=CHCHO$	..	2.5			52	70		
氯 磺 酸 氯 甲 烷	$ClCO_2CH_2Cl$	..	5.8	1.46		107	75	1:100000	1:10000
硫 酸 甲 烷	$(CH_3)_2SO_4$	..	6.1	1.33		188			
過 氯 甲 硫 醇	Cl_3CSCl	..	8.3	1.72		149			
二 氯 甲 砷	CH_3AsCl_2	..	7.2	1.80		131	25		
二 氯 乙 砷	$C_2H_5AsCl_2$	..	7.8	1.68		156	5-10	1:500000	1:20000
二 氯 苯 砷	$C_6H_5AsCl_2$	..	10.0			252	10		
氯 化 氫	HCl	..	1.2	0.70	-15	26		1:2000	
氯 化 氰	$ClCN$	..	2.7	2.13	-6	15	>50		
三 氯 化 砷	$AsCl_3$	..	8.1	2.20	-18	130	>100		
芥 子 氣	$(ClCH_2)_2S$	..	7.1	1.26	13	217			1:100000
氯 溴 甲 苯	$C_6H_5CHBrCN$	固	8.7		29		15		
溴 化 砷	$BrCN$	..	4.7	1.92	52	61	85		
乙 烷 砷 啉	$(C_6H_5)_2NC_2H_5$	..	8.9		68	190			
二 苯 氯 砷	$(C_6H_5)_2AsCl$	..	11.7	1.40	38	331	1-2	>1:1000000	1:50000
二 苯 氯 砷	$(C_6H_5)_2AsCl$	..	11.4	1.45	31	346	0.25	>1:10000000	1:50000

稱 性 質 及 運 用 一 覽

揮發率 ($\frac{mm^3}{m^3}$)	耐水性	效 力				運 用 武 器		運 用 時 期			
		德	法	同 盟 國	聯 軍 國	德		法			
						年	月	年	月		
	分解成酸	致 死	空 息	氣	筒 氣	筒 氣	1915	7	1916	2	
	立即分解	致 死	空 息	各 種 兵 器	各 種 兵 器	各 種 兵 器	1915	12	1916	2	
(43000)	徐徐分解	致 死		各 種 兵 器			1916	5			
137000	分 解			擊 彈			1918	3			
14500	分 解										
	分 解		刺 激		拋 管					(英 用)	
	酸, 分解	致 死	空 息	手 榴 彈			1915	6			
		刺 激		迫 擊 擊 彈							
175000	耐 水	致 死	空 息, 催 淚	各 種 兵 器	各 種 兵 器	各 種 兵 器	1917	1	1916		
	耐 水	刺 激	催 淚	擊 彈 拋 管	擊 彈	擊 彈	1915	7	1916	12	
	耐 水	刺 激	催 淚		擊 彈, 手 榴 彈				1915	3	
			催 淚		拋 管, 擊 彈				1914		
			催 淚		擊 彈, 手 榴 彈					(英 用)	
	耐 水	刺 激	催 淚	擊 彈	擊 彈, 地 雷		1915	7			
2400	徐徐分解	刺 激	催 淚	拋 管, 手 榴 彈			1915	1			
)			催 淚		擊 彈						
663			催 淚		擊 彈						
(663)	分 解 緩	刺 激	催 淚	拋 管			1915	1			
(2100)	分 解	致 死, 催 淚		擊 彈			1917	5			
		致 死, 催 淚	催 淚		擊 彈, 手 榴 彈				1916	1	
(46333)	易 分 解	致 死, 催 淚	刺 激	擊 彈, 拋 管			1915	6			
		致 死	刺 激	擊 彈, 拋 管	擊 彈		1915	8	1918	9	
		致 死	刺 激		擊 彈				1915	9	
(74440)	分 解										
(21900)	分 解	刺 激	刺 激	擊 彈			1918	3			
	分 解	刺 激		擊 彈			1917	9			
	分 解	致 死	致 死	擊 彈	各 種 兵 器				1916	7	
	易 分 解										
38270			致 死		擊 彈					(英 法 用)	
500	分 解	腐 爛	腐 爛	擊 彈, 拋 管	各 種 兵 器		1917	7	1918	6	
			催 淚		擊 彈						
286000		致 死		擊 彈		奧 國 用					
		刺 激		擊 彈			1918	7			
0.25	易 分 解	刺 激	刺 激	拋 管, 擊 彈			1917	7			
0.12	不 易 分 解	刺 激		擊 彈			1918	5			

() mg/m^3

歐戰德軍毒氣與非毒氣傷亡數目比較圖表

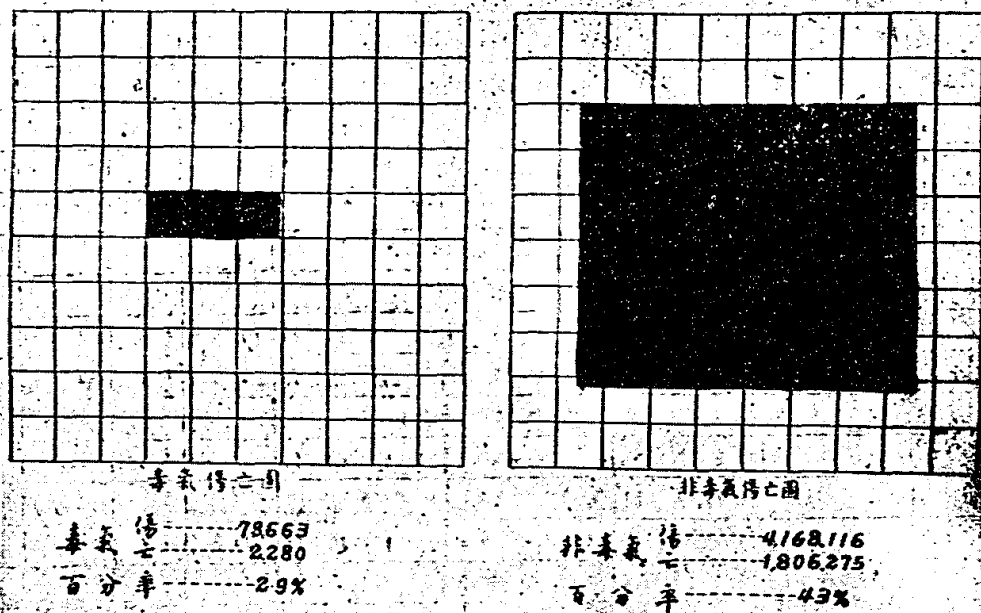


圖 8

歐戰法軍毒氣與非毒氣傷亡數目比較圖表

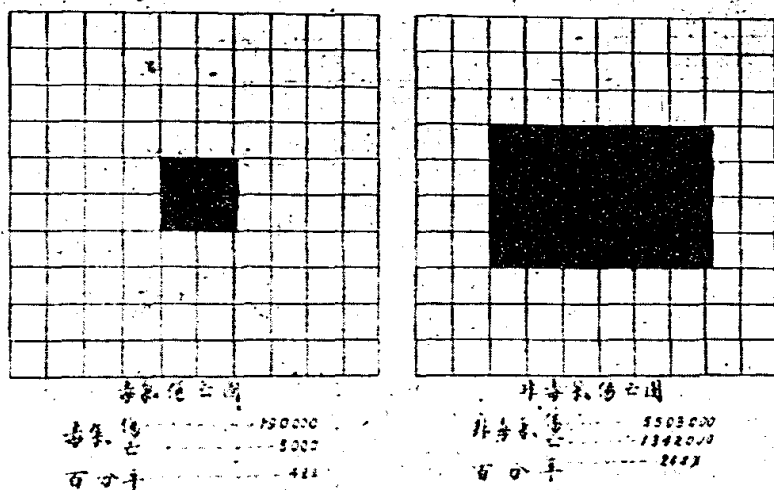


圖 9

表 10 歐戰中毒氣混合劑一覽

藥劑百分率	用法	功效	採用國家
溴醋酮 80 : 氯醋酮 20	砲彈	催淚, 致死	法
氯氣 50 : 光氣 50	氣筒	窒息, 致死	英, 德
氯氣 70 : 氯化苦劑 30	氣筒	催淚, 致死	英
硫化氫 35 : 氯化苦劑 65	氣筒	催淚; 致死	英
氯化苦劑 80 : 四氯化錫 20	砲彈, 炸彈, 拋管	催淚, 刺激, 致死	英, 法, 美
氯化苦劑 75 : 光氣 25	砲彈, 炸彈, 拋管	催淚, 致死	英
芥子氣 80 : 氯苯 20	砲彈	皰腫, 致死	英, 美, 法, 德
二苯氯肼 50 : 乙烷吡啶 50	砲彈	噴嚏, 致死	德
二氯乙肼 80 : 二氯甲肼 20	砲彈	刺激, 致死	德
碘醋酸乙烷 80 : 酒精 20	砲彈, 炸彈	催淚	英
光氣 50 : 三氯化砷 50	砲彈	致死	英
芥子氣 80 : 四氯化炭 20	砲彈	糜爛, 致死	英, 美, 德, 法
光氣 60 : 四氯化錫 40	砲彈	刺激, 致死	英, 法
硫酸甲烷 75 : 硫酸氯甲烷 25	砲彈	催淚, 刺激	法
氰化氫 55 : 氯肪 25 : 三氯化砷 20	砲彈	致死	英
氰化氫 50 : 三氯化砷 30 : 四氯化錫 15 : 氯肪 5	砲彈	致死	法

表 11 軍用毒氣別名一覽

名 稱	化 學 式	名 稱	化 學 式
Adamsite	$(C_6H_4)_2NHAsCl$	f. Stoff	$TiCl_4$
Aquinite Klopp D	Cl_3CNO_2	Green Cross Stoff D	$Cl_3CNO_2 + ClCO_2CCl_3$ $(ClCH_2)_2O + BrCH_2COC_2H_5$
B. Stoff D Be. Granaten ö Martonite	$CH_2BrCOCH_3 +$ $CH_2ClCOCH_3$	Bn. Stoff D Homomartonite F	$BrCH_2COC_2H_5$
Berthollite	Cl_2	Lacrimite	$CSCl_2$
Blue Cross Clark I D D. A. Stoff Sternite F	$(C_6H_5)_2AsCl$	Lewisite	$ClCH:CHAsCl_2$
C. Stoff D K. Stoff D	$ClCO_2CH_3$	Yellow Cross Mustard gas Senfgas Yperite Lost	$(Cl_2CH_2)_2S$
Camite C. A. Stoff	$C_6H_5CHBrCN$	Marsite F	$AsCl_3$
Collongite F C. G. Stoff	$COCl_2$	Manganite F Vincennite F	$HCN + AsCl_3$
Campiellite I	$BrCN + BrCH_2COCH_3$	W. C. Mixture	$Cl_3CNO_2 + SnCl_4$
Ce. Granaten ö	$BrCN$	Ni. Stoff	Dianisidin
C. N. Stoff	$C_6H_5COCH_2Cl$	Palite F.	$ClCO_2CH_2Cl$
Clark II D	$(C_6H_5)_2AsCN$	Papite	CH_2CHCHO
Cyclite	$C_6H_5CH_2Br$	T. Stoff D	$C_6H_4CH_2CH_2Br$
D. Stoff Rationite F	$(CH_3)_2SO_4$	Mauguinite F	$ClCN$
Dick D	$C_2H_5AsCl_2$	Vitrite F	$ClCN + AsCl_3$
Diphosgene Perstoff Surpalite Superpalite	$ClCO_2CCl_3$	T. Stoff	$CH_3C_6H_4CH_2Br + C_6H_5CH_2Br$
		Green T. Stoff	$CH_3C_6H_4CH_2Br + BrCH_2COCH_3$
		B. Stoff	$\left\{ \begin{array}{l} CH_2BrCOCH_3 + CH_3C_6H_4CH_2Br \\ CNBr + CH_2BrCOC_2H_5 \end{array} \right.$

表 12 各項軍用毒氣效力比較

氯氣 = 1		
名 稱	化 學 式	比 數
硫 醯 氯	SO_2Cl_2	0.16
溴	Br_2	0.50
氯磺酸甲烷(不純)	ClSO_3CH_3	0.80
氯蟻酸氯乙烷	$\text{ClCO}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}$	0.80
三 氯 乙 硫 醇	$\text{Cl}_3\text{C}_2\text{H}_2\text{SH}$	1.00
氯	Cl_2	1.00
碘 醋 酸 乙 烷	$\text{ICH}_2\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	1.30
三 氯 化 砷	AsCl_3	1.50
氯蟻酸三氯乙烷	$\text{ClCO}_2\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_3$	1.60
氯 化 苦 劑	Cl_3CNO_2	2.20
氯蟻酸乙烷	$\text{ClCO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	2.60
氯磺酸甲烷(純)	ClSO_3CH_3	2.50
蟻 酸 甲 烷	HCO_2CH_3	2.60
氯蟻酸甲烷	ClCO_2CH_3	3.00
溴 醋 酮	$\text{BrCH}_2\text{COCH}_3$	3.30
芥 子 氣 (純)	$(\text{ClC}_2\text{H}_4)_2\text{S}$	8.00
氯 化 氫	ClCN	13.50
雙 光 氣(不 純)	$\text{ClCO}_2\text{CCl}_3$	16.00
氰 化 氫	HCN	16.50
雙 光 氣 (純)	$\text{ClCO}_2\text{CCl}_3$	27.00
芥 子 氣(含 硫)	$(\text{ClC}_2\text{H}_4)_2\text{S} + \text{S}$	15→30

第二章 窒息性毒氣

此類毒氣爲歐戰初期所採用。性能窒塞呼吸，致人於死，以光氣與雙光氣爲巨擘。氯氣之毒性雖較差，但爲工業所必需，且屬他項毒氣之原料，故極重要。茲分述各項窒息性毒氣如次：

1. 氯

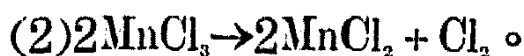
Chlorine Cl₂

氯亦名綠氣，爲席雷 (Scheele) 1774 年所發現，以鹽酸與二氧化錳，加熱得黃綠色氣體，戴偉 (Davy) 因名之爲綠氣。1915年四月德人用於伊浦陣地，開毒氣戰爭之紀元，其後各國均採用之。

A. 製法

a. 試驗室法

依席雷方法，以鹽酸與二氧化錳，二氧化鉛，過錳酸鉀，或重鉻酸鉀混合，加熱即得氯氣：



b. 工業方法

(1) 狄康 (Deacon) 法 利用空中氧氣，以氧化鹽酸；在 400° 時以浮石飽浸一氯化銅爲接觸劑，則氧與鹽酸氣直接化合，而成氯氣，與水蒸氣：



上項方程式，爲可逆反應。如溫度超過 570° 時，則氯與水蒸氣化合而成鹽酸及氧氣；但溫度過低，則反應遲緩。故通常以 400° - 430° 爲宜。

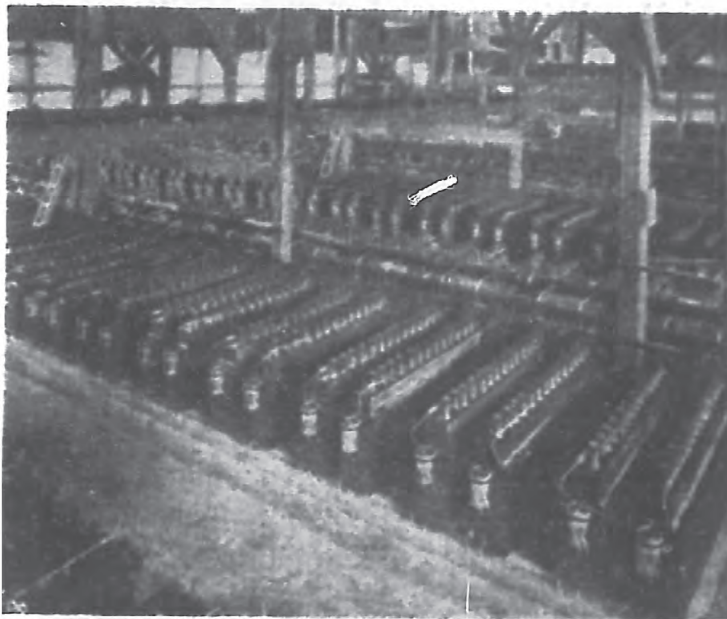


圖 10 氯氣廠電池

(2) 電解法 將食鹽或氯化鈉溶液，通過電流即分解而為氯氣（現於陽極）與鈉；鈉與水化合成碱，放氫氣於陰極。



上項陰陽兩極必須間隔，以免氯與鈉重相化合。通用間隔法有下列數種：

(a) 隔膜 以疏鬆土質（石棉，石灰，三合土等）製成薄膜，間隔兩極，使溶液不相混合，可免傳電。但其分解反應甚緩，不合實用。

(b) 電鈴 以不傳電之鈴，阻隔陰陽兩極，使其溶液不相混合。

(c) 汞隔膜 此項電池，分爲三部。外二部貯鹽溶液，以炭爲陽極；中部貯清水，以鐵爲陰極；兩處下端，均用汞作隔膜。通電後，鹽液分解爲氯由陽極散出；鈉則與汞成合金，滲入中部而成碱與氫。

(d) 汞陰極 以汞爲陰極，與鈉成合金，將合金溶於水，成碱及汞，故汞可輪流運用。

(e) 熔片電極 鉛熔質可作陰極，以吸鈉而成鈉鉛合金；此項合金，經水蒸氣分解，成碱與氫。

B. 物理性質

氯爲黃綠色氣體。原子量 35.46；分子量 72.2。冰點 -102° ；沸點 -33.6° ；臨界溫度 $+146^{\circ}$ 。氣體比重，（氫=2）71.63；（空氣=1）2.49。氯液密度 0° 時爲 1.47。在 18° 時，須 16.5 氣壓，方成液體；若先冷卻至 0° ，只須 3.7 氣壓。易溶於水，100 份水 (0°) 能溶 461 份氯氣；溫至 20° 時則只溶 22 份。溶液均呈黃綠色。

C. 化學性質

在化合物中，氯常爲一價，亦有五至七價者。其化合力極強。茲舉其與軍用化學有關之各種反應於次：

氯與抱硫硫酸鈉 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 化合成鹽：



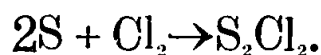
歐戰初期曾利用其溶液以防氯氣。

氯與水化合，成鹽酸及次亞氯酸：



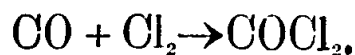
次亞氯酸與乙烯化合成氯乙炔，爲芥子氣重要原料。

氯與硫化合成一氯化硫：



一氯化硫爲製芥子氣新法原料。

氯與一氧化碳在日光下化合成光氣：



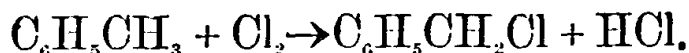
氯與醋酮化合，成氯醋酮：



氯醋酮爲歐戰初期催淚毒氣。

氯與甲苯(toluene)，或二甲苯(xylene) 化合，成氯

化物：



兩者均爲催淚性毒氣。

氯與氨及水蒸氣化合成煙幕，其後改良各種煙霧劑，均以氯化物爲重要原料。

氯亦可作消毒及澄清飲水之用，在軍事上甚有價值。

D. 生理作用

刺激性甚強，空氣中含 $\frac{1}{100,000}$ ，即感刺激；含 $\frac{1}{50,000}$ ，即生咳嗽而不能忍受；含 $\frac{1}{1,000}$ ，能於五分鐘內將犬毒死。通常採用者，乃 $\frac{8}{10,000}$ 濃度（每公升約含 2.64 公絲），於三十分鐘內，致犬於死爲實驗標準。中毒現象，以呼吸器最顯明。初覺喉頭發熱，次則呼吸困難，劇烈咳嗽，氣管炎腫，胸頸疼痛，反胃嘔吐，面現青色，目部紅腫，口吐白沫，肝臟潰爛，肺部水腫，右旁更甚，心臟痿弱，以至於死。

表 13 氯氣傷人量一覽

濃 度		時 間 (分 鐘)	症 狀
每公升含量(公絲)	百萬分量		
0.003—0.006	1—2		尚可工作
0.006—0.01	2—3		工作困難
0.012	4		不能工作
0.04—0.06	14—21	30—60	生命危險
0.1—0.15	35—50	30—60	徐徐致死
2.5	900		} 致死甚速
2.8	1000		

E. 運用方法

用壓力將毒氣化爲液質，貯於鐵筒（通常高 150 公分，直徑 30 公分）。筒口有活塞，備一長鉛管通筒底，以便毒液散出，且免筒口冷卻之弊。嚴密加封，埋筒於壕溝內，置管口於護垣外，遇適宜風向與速率時，以人力或電力啓開瓶塞，則毒氣徐徐吹入敵境。最近常置於卡車上以便轉運，且易集中，更有進步。

F. 防禦方法

德人初用氯氣時，英法士兵，倉皇無措；伊浦之

役，卓著功效。當時有以手巾浸水，或包土覆於口鼻，藉資防衛者，應急之計，非防毒良法也。繼以抱硫硫酸鈉及重碳酸鈉，甘油，與水之溶液，浸布或棉，覆於口鼻，以資防衛。再後更有完善之防毒面具，氯氣爲效殊弱矣。

G. 氯氣用途

氯氣爲用至廣，如工業上漂白，造紙，鍊金；衛生上消毒，治療，澄清飲水均利賴之。軍用毒氣 90% 以上，皆以氯氣爲原料，其重要可知。歐戰末期，法人有以氯氣解芥子氣毒之建議，可謂以毒攻毒之大觀。戰前美國每日產氯氣 450 噸，只 20 噸供給軍用；戰事既起，供不濟求，他項工業所需要者，又不便移作軍用，乃於 1917 年冬創設愛奇渥兵工廠(圖1；表3)，每日製氯氣約 100 噸，專以供軍事應用。足徵氯氣在平時與戰時，均關重要；美國經營之大，建設之速，殊爲驚人且足法也。

2. 光氣

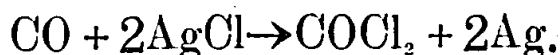
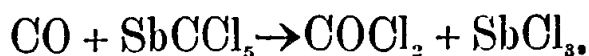
Phosgene COCl_2

光氣爲英人戴偉(1812)所發現，以容積相等氯氣與一氧化炭曝日光中而成，故名曰光氣。歐戰前僅德製造，爲染色原料；1915年十二月用以襲擊會澤(Wielje)陣地，收效至巨。各國後皆仿造採用。

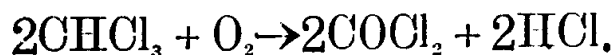
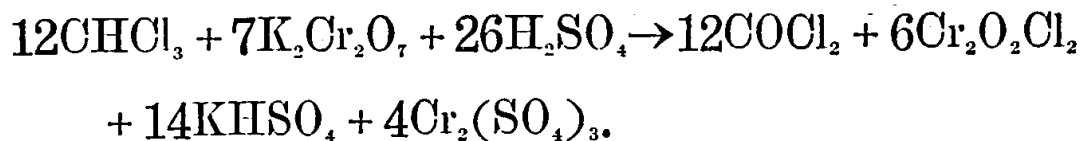
A. 製法

a. 試驗室法

(1) 以一氧化炭通入沸熱五氯化銻或氯化銀內，可得光氣：



(2) 以氯仿(chloroform)受鉻酸鉀或空氣氧化，亦成光氣：



b. 工業製法

(1) 直接化合法 以容積相等氯氣，與一氧化炭混合後，藉日光或紫外光力，可成光氣。在黑暗室中，須

高溫(500°至600°)或用接觸劑(白金海綿)，則反應較

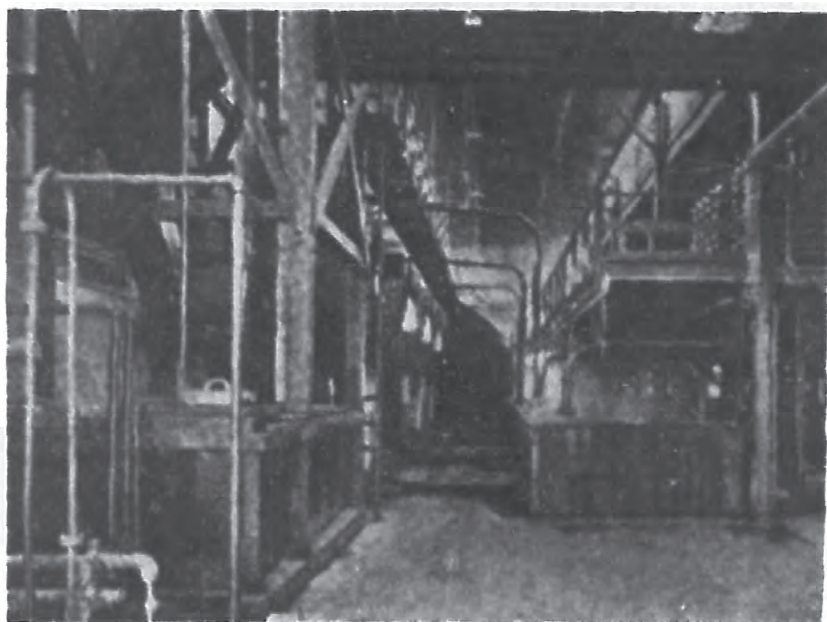


圖 11 光氣廠接觸器

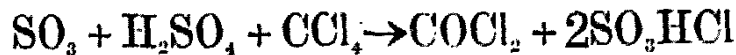
易；如用獸炭或活性木炭為接觸劑，須先熱至 100°左右方可：



但此為可逆性反應，溫度愈高，則不利於光氣生成，故以低溫(100°-150°)用接觸劑為宜。更有三點應行注意：(a) 一氧化炭與氯氣體積，務必相等；(b) 一氧化炭務須純潔；(c) 炭類接觸劑須純潔，顆粒不宜過細，使用前須加熱至 200°。

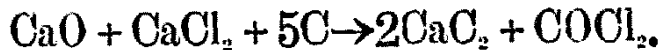
(2) 葛力納氏法 葛力納(Grignard)及歐鵬(Urbain)

用發煙硫酸，與四氯化炭化合，而得光氣：



歐戰中以此法製成之光氣約 400 噸，至直接化合法改良後爲止。

(3) 電爐法 以生石灰，氯化鈣，與焦煤粉置電爐中通電加熱，亦成光氣：

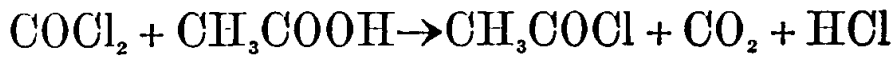


此法爲麥克海 (Machalske) 於 1906 年在美國註冊專利者，但在工業上不爲人所重視。

B. 性質

無色氣體。沸點 8° ；冰點 -118° 。略溶於水，但溶於氯化物及有機溶劑。可溶解他種毒質（氯，芥子氣，氯化苦劑，二苯氯腫），故可與他種毒氣並用。蒸氣密度爲空氣 3.5 倍，故易附着地面。蒸氣壓力頗高，即在 -13° 時，每公升空氣亦可容納 2100 公絲光氣；故雖值嚴寒，其效不減。無水光氣，性殊安定，不蝕金屬；但在高溫時，易爲錫，鋅，砷，銻所分解。液體光氣，亦能浸蝕橡皮。

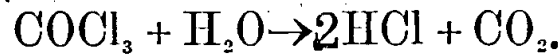
化學反應，可視為具有氯化酸各種性能，因其為炭酸之氯化物。遇醋酸則成氯化乙醯。



遇苛性鈉則生氯化物與炭酸：



遇水或濕氣則起水解作用，溫度愈高，水解愈速：



故光氣不宜用於降雨時，因其易被分解，且化成鹽酸，又適以侵蝕鋼鐵器具，損毀衣服。

C. 生理作用

光氣為最重要軍用毒氣之一，據美國化學戰務局試驗，其毒與氰化氫相伯仲，乃八倍於氯氣。於含毒 $\frac{1}{200,000}$ 空氣中，棲留半小時後，足以殺貓，兔，鼠，猴，豬。每公升空氣含.045 公分，即重傷人畜，棲留十分鐘，即可致死。人受毒後失去知覺，面帶愁容，輕則呼吸短促，四肢倦乏，重則面色青紫，脈膊微弱，以至於死；為期多在一日至三日之間，過是則可無虞。

人畜吸入光氣，則覺呼吸困難，氣管緊縮，肺部發

生紫班，試以藍色試紙，則現酸性，以顯微鏡視之，則見大血管及枝氣管收縮特甚，氣囊損毀，細胞崩潰，組織浮腫，形狀漠忽，毛細管中積聚無色陳血球，呼吸循環兩器，均受重傷，或口鼻流沫，或胸胃疼痛，死亡立待。吸入稀淡光氣者，此類現象，或不立時發現。各種致死病象之主因，為肺部水腫，蓋光氣吸入，被肺中水分解成鹽酸，能刺激氣囊壁膜，促進滲透作用，馴至肺中充滿水分，氣不得入，被水腫漲至死。英人謂為『陸地溺斃』(dryland drowning)，可謂謔矣。此項肺腫，因動作而益速，故病者須靜臥，切勿劇烈運動。

表 14 光氣毒效一覽

物 別	濃 度		時 間 (分鐘)	效 力
	每公升含量 (公絲)	百 萬 分 量		
貓	0.03—0.08	7.5—20	20—7.5	重病或死
犬	0.3—0.35	75—87	30	50%二日內死
白 鼠	0.005	1.25	……	可支持十五分鐘 但二小時後60%死
灰 鼠	0.05	12.50	20	死
人	0.02—0.10	5—25	30—60	死甚緩 死頗速
	0.36	90	30	

C. 檢驗方法

陣地內毒氣檢驗，最爲重要。光氣檢驗法，約有三種，略述如次：

a. 雪茄煙法 光氣能使人失去知覺；陣地中若有光氣，則吸雪茄煙而不覺其味，可資以試驗。但氰化氫，硫化氫，二氧化硫，均有此項效力，故不能視爲光氣特徵。

b. 燈燄法 光氣可借燈光識別，燃酒精燈，燄中懸一銅絲；每公升空氣含 0.3 公絲光氣時，則燈燄即呈綠色，是爲簡單測驗法。

c. 濾紙法 濾紙浸透二甲胺苯醛 (dimethyl-amino benzaldehyde)，遇光氣濃度 $\frac{1}{1,000,000}$ 時，則呈黃色。濃度高則呈橘黃色。此項方法，甚爲有用。

D. 治療方法

防禦光氣藥品，法國初用石炭酸鈉，或色精磺酸鈉以塗面具紗布，後加烏羅脫羅屏 (urotropine)，以分解光氣，而成尿素，蟻酸，炭酸，及鹽酸等。鐵沙面具

(Tissot mask)，及英國箱式面具 (box respirator)，均採用之。

受毒者宜(1)速離毒區；(2)鬆解服裝；(3)保持體溫與靜臥；(4)飲熱咖啡，亦可補救，蓋能保持體溫，減少疲乏。至中毒治療手續，經歐戰後各國醫學專家研究結果，應依照下列程序：

a. 制止急性作用

據美國醫生試驗，謂中毒後，立即施行尿素酵母 (urease) 靜脈注射，於病人有益，蓋所生之銨鹽流入肺中，足以中和鹽酸故也。平均每人注射量，為6-7公撮藥液。

b. 減少肺部水腫

歐美醫士多方研究，發現嘔精 (emetine) (茜草科嘔吐草) 有減少肺中鬱血功效，久為診治咯血症良藥。受毒者，宜施嘔精皮下注射。平均每人注射量為0.065公分。

c. 阻止血液變濃

美國愛奇渥兵工廠試驗犬類，注射光氣致死量後，二小時內，施行25%白樹膠 (Gum Arabic) 及25%葡萄

糖溶液靜脈注射，防止血液變濃，則生命每可挽救。平均每體重一公斤，注入此項藥液五公撮。

d. 減輕氣喘

氧氣為醫治肺部水腫及減輕氣喘之良藥。犬受光氣重毒後，呼吸困難，色現青紫，若移置氧氣中，則數分鐘後，呼吸可復原，顏色轉淡紅。施於人，效力略同，但須延長數小時或一二日，以期全愈，否則病有再發之虞。

e. 補助心臟

防止心臟衰弱，宜施行樟腦或咖啡精皮下注射，蓋有奮興心臟，促進循環功效。稍飲白蘭地酒或熱咖啡，均為有益。用毛地黃 (Digitalis) 靜脈注射，亦有相當價值，但不如注射咖啡精效力之大耳。

f. 解除主觀愁苦

茶與咖啡，能解口渴；氧氣補充，可免頭痛，咳嗽，嘔吐，去痰，均屬有益。更應加以精神安慰，使病者勿憂思過慮，致傷精神。如有氣管發炎，痰喘等症，可用碘化鉀與嘔精以祛之。

g. 防止傳染肺菌

肺部水腫消退後，仍須經數週休養；肺部受傷，易生肺炎，宜注重衛生，防止傳染病浸入。

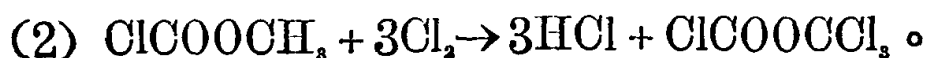
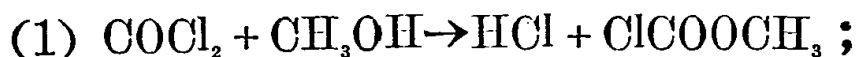
3. 雙光氣

Diphosgene ClCOOCl_2

雙光氣爲韓齊 (Hentschel) 所發現，以氯氣通入蟻酸甲烷而成。1916年五月德人用於塞門 (Somme) 之役，卓著成效。直至歐戰末期，英法方面尙未能用以反攻德軍。

A. 製法

a. 舊法以光氣通入冷木精內，勻搖之，即生變化而成雙光氣。亦有以木精加氯蟻酸鹽 (ClCOOCH_3) 通入當量光氣，再將全部傾冰水內，勻搖之，除去過量木精，鹽酸及母液，用氯化鈣乾燥之；經分析蒸餾，沸點在 71° 者，另行存貯，通入氯氣，即成雙光氣：



b. 新法較舊法更為適用，因其不需用光氣，而以蟻酸及木精為原料。取純木精與蟻酸（95%）在鍍磁鉛鍋內，用銅管傳達熱度溫之，得蟻酸甲烷；經分析蒸餾，得純鹽。再將此項純鹽置鍋中(圖12)，氯氣由玻璃管中

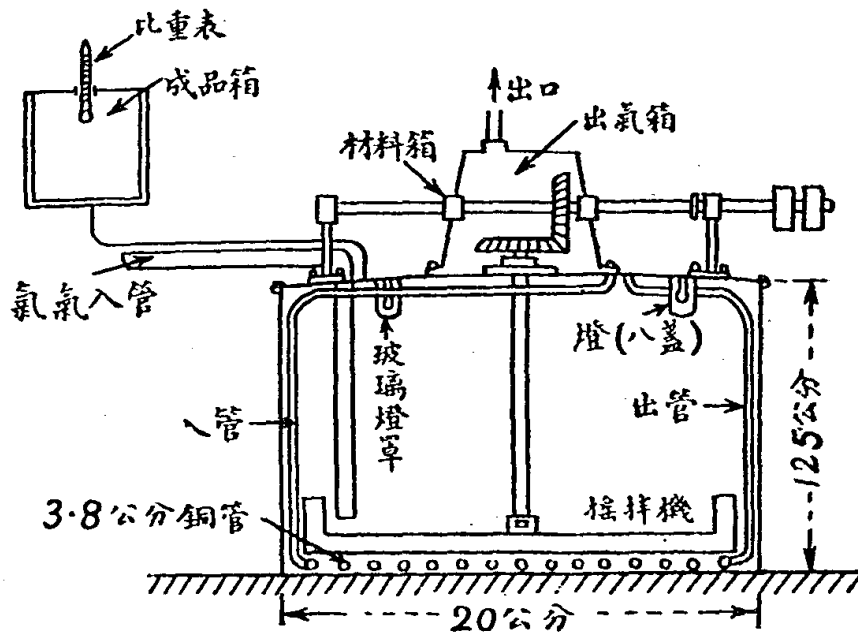
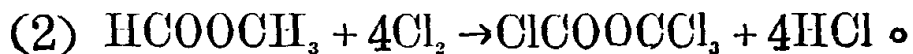


圖 12 雙光氣製造鍋

通入，初須冷卻，既則速度增加，溫至 $140^{\circ} - 160^{\circ}$ 間即得。日光與電光(Osram)均可促成反應：



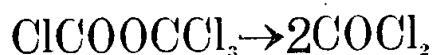
B. 性質

無色油質液體。微有香味。沸點 128° 。蒸氣壓力為 2—4 公釐汞柱 (0°)，或 10.3 公釐 (20°)。氣體較空氣重七倍；密度 1.687 (0°)，或 1.656 (20°)。性質較光氣為安定，且能持久。

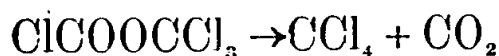
在 20° 時被水分解甚緩， 100° 時略速：



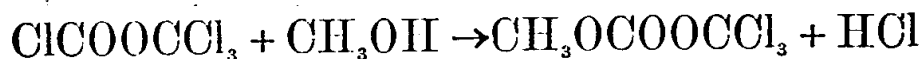
溫至 300° 時則成光氣：



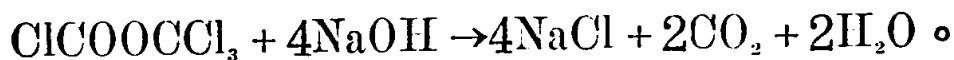
以氯化鋁 (AlCl_3) 為媒介加熱則被分解：



與木精在常溫時化合：



在苛性鈉或碳酸鉀溶液中，沸半小時，則完全分解：



與氨化合而成：



以氧化鐵，或焦炭為接觸劑，均使之變為光氣。

C. 生理作用

雙光氣之毒性及病狀與光氣略同。兼有催淚作用，故較光氣更爲重要。每公升空氣含 0.04 公絲時，則士兵失去戰鬥力。人在每公升含毒 0.25 公絲空氣中，棲遲 30 分鐘，則重傷致死。其毒害動物之狀況如次：

a. 鼠在每公升含毒 0.2 公絲空氣中，即被刺激而流淚，鼻涕；含 0.5 公絲時棲留十分鐘後，重病致死。

b. 貓感覺力極靈；在每公升含 0.4 公絲空氣內，棲遲 5 - 15 分鐘，重病致死。

c. 兔之抵抗力較大；在每公升含毒 0.3 公絲空氣內，棲留三十分鐘，三日後致死。

d. 犬在每公升含毒 0.35 公絲空氣內，棲留三十分鐘後，一日內致死。

4. 二氯甲醚

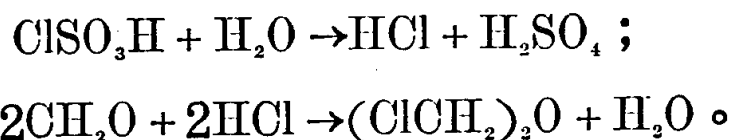


此物爲芮格納 (Regnault) 所發現，以氯氣與甲醚，

在日光中化合而成。1918年三月賴佛之役，德人用與噴嚏性毒氣相混合。

A. 製法

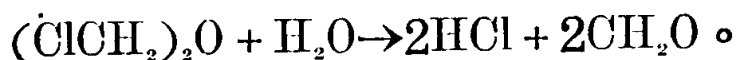
上述爲試驗室製法，工業上以甲醛（600公斤），徐徐加入70%硫酸（1200公斤），溫度在 $5^{\circ}-10^{\circ}$ ，四小時後，徐徐注入氯磺酸（2500公斤），溫度在 $10^{\circ}-15^{\circ}$ ，則二氯甲醛產出，浮於上層，分去母液。產量爲理論數90-95%：



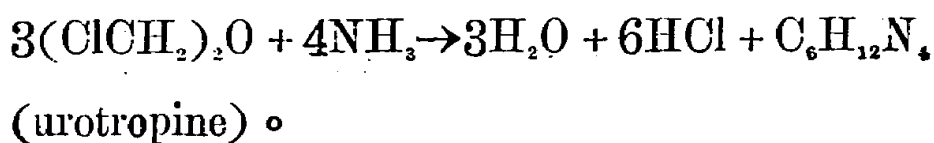
B. 性質

無色液體。沸點 105° ；密度1.328（ 15° ）或1.315（ 20° ）。

遇水則成鹽酸及甲醛：



與氨化合：



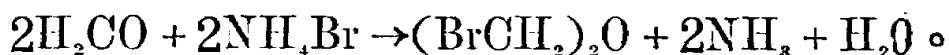
5. 二溴甲醚

Dibromomethyl ether $(\text{BrCH}_2)_2\text{O}$

此物爲齊勤可 (Tischtschenko) 所發現，以乾燥溴化氫通入甲醛即得。歐戰中德人用作窒息兼催淚毒氣。

A. 製法

上述爲試驗室方法，工業上製造與二氯甲醚同；以甲醛注於硫酸，徐徐加入當量溴化鉍；時間與溫度俱與前法同：



產量爲理論數 70—80%

B. 性質

無色液體。易於揮發；冰點 -34° ；沸點 154° ；密度 2.201(20°)。遇水成溴化氫及甲醛：



在甲醛水溶液中，溫至 140° ，成溴甲烷及蟻酸：



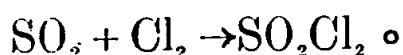
6. 硫醴氯

Sulphuryl chloride SO_2Cl_2

此物爲芮格納 (Regnault) 1838年所發現；以氯乙烯與二氧化硫化合而成。歐戰中英人用於拋管攻擊，

A. 製法

工業上以乾燥氯氣與二氧化硫接觸化合。



所用接觸劑如次：

a. 樟腦（經二氧化硫飽合者）可用爲接觸劑，但應切實注意，勿用過量。

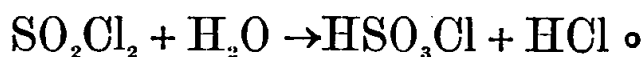
b. 冰醋酸，或無水蟻酸，亦可爲接觸劑，但只適用於氯液與一氧化炭液質相化合。

c. 焦炭，骨炭，或活性炭，用作接觸劑時，須氣體

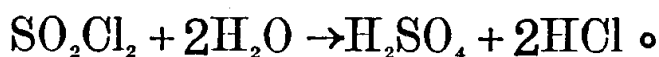
化合甚速，溫度不超過 30° 爲宜，成品以分析蒸餾法提淨；在 70° 蒸過者，另行存貯。

B. 性質

無色液體，沸點69°；密度 1.704(0.)。與少量水化合生成氯磺酸及鹽酸：



與多量水化合，成硫酸與鹽酸：



以少量注入冰水中成含水晶體。加熱則分解爲 SO_2 與 Cl_2 ，至350°時，完全分解。

7. 亞硫酰氯

Thionyl-chloride SOCl_2

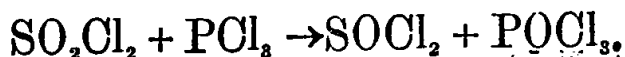
此物爲潘樹芝 (Persoz) 所發現；以二氧化硫通入五氯化磷而成，初誤認爲 PCl_5SO_2 之凝合體。席福 (Shiff) 製成純質，定其式爲 SOCl_2 。休曼 (Heumann) 定其蒸氣比重爲 4.11，更足爲佐證。歐戰中曾採用之。

A. 製法

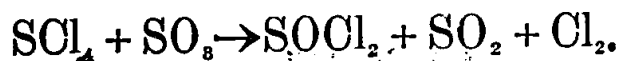
a. 依上法得成品，經分析蒸餾而成：



b. 以硫酰氯與三氯化磷加熱化合亦成：



c. 以三氧化硫與四氯化硫加熱化合而成：



此法可得理論數 80% 產量。但其所用之四氯化硫及上列二法中所用之氯化磷，常虞不足，故以上三法只可於試驗室中用之。

d. 以三氧化硫與氯化硫熱至 $75^\circ \rightarrow 80^\circ$ 以成：

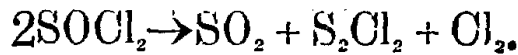


此法可隨時通入氯氣，以氧化副產之硫，而循環應用。若以三氯化銻或二氯化汞為接觸劑，可於普通溫度氣壓中得之，宜於工業應用。

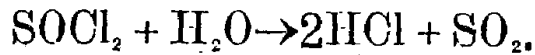
B. 性質

刺激性液體。沸點 82° ；密度 $167(0^\circ)$ 。易於揮發。

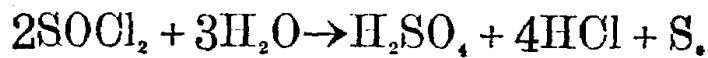
高溫（玻璃瓶燒紅）分解：



被水分解：



加熱，或用多量水，則成：



易與金屬化合；惟鋅，鎳，在 200° 以內，不生變化。

毒性較二氧化硫為強，能刺目流淚，濃則致死，貓在每公升含毒 0.085 公絲空氣內，棲遲 20 分鐘，則重病；約十日後致死。

8. 二氯硫化炭

Thiophosgene CSCl_2

此物為柯爾柏 (Kolbe) 1843 年所發現：在密封瓶中，以硫磺與四氯化炭混合加熱而成。歐戰用為毒氣，號稱『淚可莫敵』(Lacrimite)。

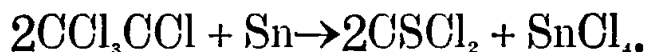
A. 製法

a. 依上列方法，溫至 $180^{\circ} - 200^{\circ}$ 時即成：



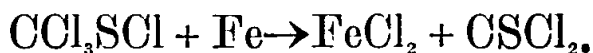
但此項反應，產量無多，不適於工業應用。

b. 以過氯甲硫醇 (CCl_3SCl) 20 份，濃鹽酸 10 份，錫 27 份，水 7 份，置密封瓶中，在 $30^{\circ} - 35^{\circ}$ ，溫 12 小時即成：



此項產量約合理論數 $55 \rightarrow 60\%$ 。

c. 以過氯甲硫醇與鐵粉化合而成：



此項產量，約合理論數 80% 。

d. 以四氯化炭與硫化鐵置密封瓶中溫之而得：



此法，原料取給方便，產量豐富，工業上最為適宜。

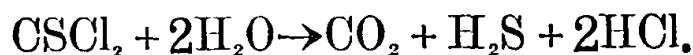
B. 性質

紅色激刺性液體。沸點 73.5° ；密度 $1.5(15^{\circ})$ 。易於揮發。溫至 200° ，徐徐分解：



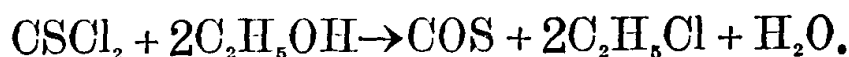
氯化鉍與氯化鋁，可促進分解反應。

被水（冷慢熱快）分解：



鹼性溶液，促進分解。

在酒精內亦可分解：



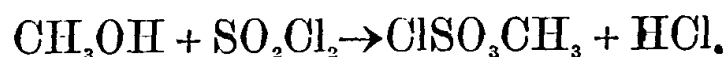
9. 氯磺酸甲烷

Methyl chlorosulphonate ClSO_3CH_3

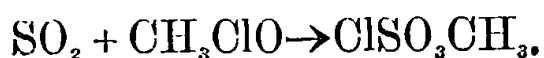
此物爲白朗德 (Behrend) 所發現；以木精與硫醯氯化合而成。歐戰中德人用之。

A. 製法

以當量木精與硫醯氯在四氯化炭溶液中，加以冷卻，化合而成。再以冰水洗之，置低壓（722公釐）中蒸餾，則得純質。

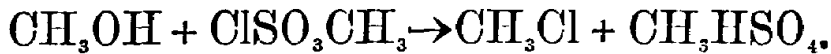


以二氧化硫與亞氯酸甲烷化合而成：



B. 性質

無色刺激性液體。沸點 134° ；密度 $1.49(15^{\circ})$ 。揮發力強。被水分解。與氯肪及四氯化炭相混合。與木精化合，則成：



刺目流淚，令人不能忍受量為空氣中含 $\frac{6}{1,000,000}$ 。

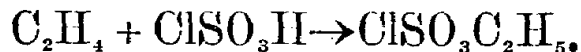
10. 氯磺酸乙烷

Ethyl chlorosulphonate $\text{ClSO}_3\text{C}_2\text{H}_5$

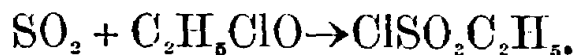
此物為卜歌德 (Purgold) 所發現；以三氧化硫與氯乙烷化合而成，歐戰中法人用之。

A. 製法

以純酒精，或乙烯，徐徐滴入氯磺酸而成：



以二氧化硫通入亞氯酸乙烷，亦成：



以硫酸乙烷與五氯化磷化合，亦成：



B 性質

刺激性液體。沸點 151° ；密度 $1.38 (0^\circ)$ 。被水分解。溶於氯仿，及醚。溫至 160° 時則分解：



令人不能忍受量為空氣中含 $\frac{9}{1,000,000}$ 。其毒傷動物症狀如次：

表 15 氯磺酸乙烷毒效一覽

物別	濃 度		時間(分鐘)	症 狀
	每公升含量(公絲)	百萬分量		
鼠	0.7	130	...	尚可支持 致死
	1.4	260	15	
貓	0.07	13	20	致死

第三章 催淚性毒氣

歐戰初期，簡單面罩對於呼吸器，差能保護，故窒息性毒氣，頓失效力。德人乃用催淚毒氣，以刺激眼部，其特點約有數端：

- (一)稀薄濃度 $(\frac{1}{10,000,000})$ 即生效力，有閉目流淚之虞，因以阻礙軍事動作。
- (二)濃度增高，不特催淚，且有殺傷效力。
- (三)防禦者須長期配帶面具，大有行軍困難之感。
- (四)傷症易於治療，近乎人道主義。

此項毒氣，爲數特多；歐戰後學者研究，尤爲努力。美將傅萊斯嘗謂：『一粒催淚彈，使人配帶面具效力，可當 500-1000 光氣彈。』歐美警士常用以驅逐暴動羣衆。

1. 氯化苦劑



此物爲英人司徒毫 (Stenhouse) 1848 年所發現；以漂白粉與苦酸 (picric acid) 化合而成。1917 年元月香賓 (Champagne) 之役，德人攪混氯氣用之。其後他國均事仿效。

A. 製法

a. 以漂白粉拌水，置鍋中搖之成漿，圍以冷卻器，徐徐注入苦酸，時常搖之，溫度不得超過 30° ，即得氯化苦劑。以分析蒸餾法提淨。

b. 上法缺點，爲苦酸不易溶於水，故反應甚緩。屠柏 (Trumbull) 採用苦酸鹽。法以漂白粉，(300份)加

水(1200份)成漿；再以苦酸(30份)注入石炭水(含CaO 3.85份)成苦酸鈣溶液；混合兩項液質，竭力搖拌，以30°爲度，後略加溫，俟黃色退完爲止；用分析蒸餾法提淨，約得五十份氯化苦劑。

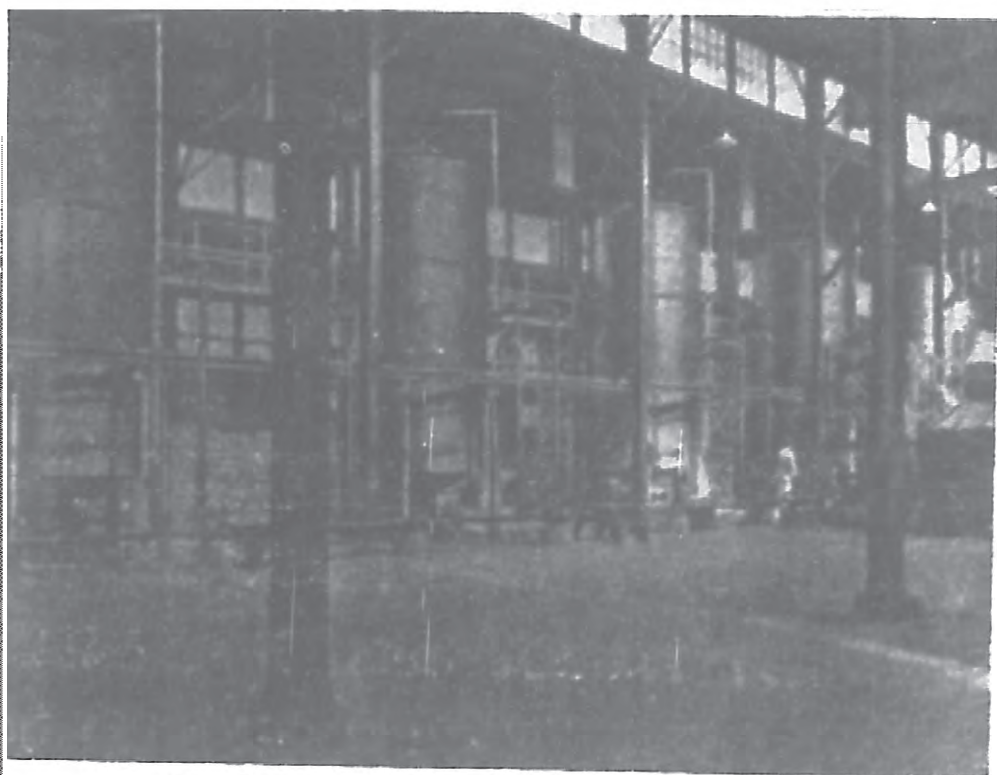
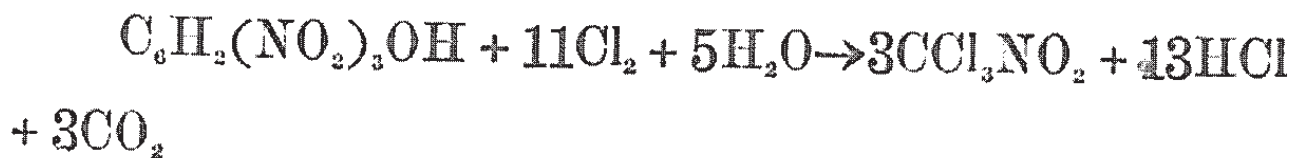


圖 13 氯化苦劑蒸餾器

c. 奧通(Orton)以鮑柏(Pope)兩氏利用氯氣與苦酸化合。法於鹼性溶液中，溶解苦酸，使之中和，通入氯氣，溫度在5°-10°即成：

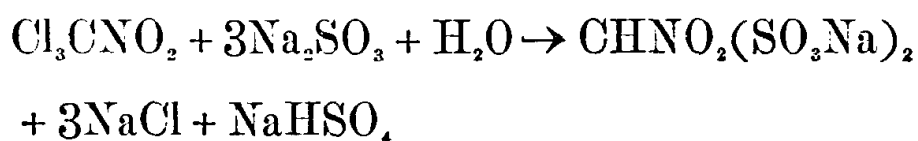


B. 性質

無色液體。常見者略含雜質，呈黃色。有刺激味。不溶於水；但溶於酒精，(80%酒精一份溶37份)。冰點 -69° ；沸點 112° (753公釐)。密度 169 (15°)；蒸氣壓力 24公釐汞柱。持久性介於光氣與芥子氣間，且兼有窒息性，故有列諸光氣類者。

化學性質殊安定，不為水，酸，或淡鹼所分解。

與亞硫酸鈉化合，則被還原，可資定量分析之用：



被鋅粉在鹽酸溶液中還原則成：



與氰化鉀化合：



通常檢驗法，以氣體通過厚玻璃管，加溫，使分出氯氣，導入碘化鉀與澱粉溶液，即呈青藍色。

C. 生理作用

氯化苦劑既能催淚，兼可窒息。中毒者覺眼受傷，閉目流淚；咽喉薄膜被刺，而生鼻涕，口唾，及咳嗽。脈膊於受毒一小時內降低半數；其後心臟逐漸還原，四小時內，可復原狀，或略高。體溫於受毒一小時內降低一度。受毒重者，除上項病狀外，於十分鐘內，發生嘔吐，呼吸短促，精神疲倦，逐漸失去知覺，以至於死。液體毒氣並有糜爛效力。

在含毒 $\frac{1}{200,000}$ 空氣內棲遲半小時後，足以毒殺山羊，猴，豬等。

表 16 氯化苦劑毒效一覽

物別	濃 度		時間(分鐘)	效 力
	每公升含量(公絲)	百萬分量		
鼠	0.34	50	15	十日後死 3→24時後死
	0.85	125	15	
貓	0.32	48	20	8→12日後死 1日內死
	0.51	76	25	
犬	0.32	48	15	可支持 43%急性症死
	0.8—0.95	117—140	30	

某醫士以犬 219 隻，試其致死濃度，結果如次 (表17)足證濃度高，則急性致死者亦多。

表 17 氯化苦劑毒犬效力一覽

濃度 (每公升含公絲數)	0.3—0.5	0.51—0.65	0.66—0.80	0.81—0.95	0.96—1.10	1.11—1.25	
百 萬 分 數	49—69	70—89	90—110	111—131	123—151	152—172	
死亡百分率	第 一 日	8	9	15	30	55	52
	第 二 日	...	6	9	17	8	29
	第 三 日	4	6	2	3
急性死亡百分率	8	15	28	53	65	84	
慢性死亡百分率	...	3	...	4	2	6	
全愈者百分率	92	82	72	43	33	10	
試 驗 犬 數	12	34	46	47	49	31	

D. 用法

氯化苦劑，沸點頗高，故可作礮彈填料。德人常用與雙光氣混合(75 : 25)，稱『綠十字』礮彈；亦常與光氣配合(50 : 50)。英法常與四氯化錫(80 : 20)混合，其優點為毒氣彈兼煙霧彈；此項混合劑亦可用於拋管，氣筒，及手榴彈。歐戰中錫之原料缺乏，故用四氯化矽或四氯化鈦代之。彈發性弱，於空氣中可支持五六小時，而毒不減。

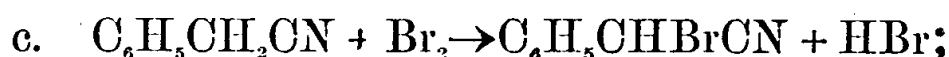
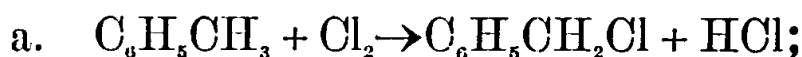
2. 氰溴甲苯

Bromobenzylcyanide $C_6H_5CHBrCN$

此物爲萊末爾(Reimer) 1881年所發現，1914年方能大規模製造。法人首先用以填礮彈，名『克密敵』(Camite) 卓著成效，爲催淚毒氣巨擘。

A. 製法

取甲苯溫至 100° ，通入氯氣，得氯甲苯；溶於同量酒精(95%)中，徐徐注入氰化鉀，即得氰甲苯及氯化鉀。分析蒸餾之，沸點在 231° 上下三度者，另行存貯，以便通入溴氣，用氰溴甲苯爲媒介，藉日光或弧光以促其成：



此法將溴化氫去淨；雖甲苯仍在，亦可用填礮彈。

B. 性質

純質爲淡黃色結晶固體。味美；熔點 29° 。常見者爲紫或紅色塊狀，熔點在 16° 至 22° 間。縱在低氣壓中，亦

不易蒸餾，而有分解之虞。密度 1.539(0°)。不溶於水，但易溶於熱酒精，醚，冰醋酸，二硫化炭，及苯等。揮發力弱；持久性强。不為熱水或冷鹼液所分解；但酒精鹼液易分解之。過錳酸鉀及氯酸鉀，經長時間始氧化之。易與金屬(鉛除外)化合，故彈壳內須鍍磁，鉛，或玻璃以防腐蝕。

C. 生理作用

毒性與氯氣相伯仲，為催淚毒氣巨擘；持久至三十日，不失其效力。下表為各項催淚氣毒性比較。

表 18 各項催淚氣效力比較

名 稱	濃度(每公升含毒公絲數)
氯 溴 甲 苯	0.0003
苯 氯 乙 酮	0.0003
『邁通淚涕』(Martonite)	0.0012
碘 醋 酸 乙 烷	0.0014
溴 醋 酮	0.0015
溴 二 甲 苯	0.0018
溴 甲 苯	0.0040
氯 醋 酮	0.0180
氯 化 苦 劑	0.0190

3. 苯氯乙酮

Chloroacetophenone $C_6H_5COCH_2Cl$ 。

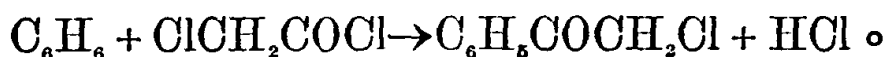
此物爲葛累柏 (Gräbe) 1869年所發現。因係固體，初不被重視，歐戰中未曾採用。戰後美國化學家試其性質固定，攙硅藻土填警槍彈內，及配製毒煙，爲效特著。將來戰爭中，必首屈一指。

A. 製法

a. 將苯乙酮熔化，或溶於二硫化炭(或冰醋酸)，通入氯氣，即成：



b. 最近以氯乙醯氯與苯化合，藉氯化鋁爲媒介，以促其成：



B. 性質

純質爲白色結晶。熔點 58° ；沸點 245° ；密度 1.33

(0°)；蒸氣壓力 0.0028 公釐汞柱。蒸餾時不分解。微溶於水；易溶於苯，醚，或酒精。被碳酸鈉熱溶液所分解。與水及鐵均不化合，性殊安定。並不為高級炸藥 (T. N. T.) 所分解，可用以共填礮彈。

C. 生理作用

催淚性極強，每公升空氣含 0.0003 公絲，即令人流淚，且刺咽喉。在此項稀薄氣中，棲遲過久，必旬日後，目部方能復原。遇高濃度，傷目特甚；且刺激皮膚，發生斑點；傷肺至死。以犬試驗，發生劇烈刺激，流淚，鼻涕，口唾，咳嗽，喉頭紅腫，吐嘔，四肢軟弱，失明，致死等症。以馬試驗，不見流淚或刺激，馬蓋具有抵抗力。

4. 溴醋酮



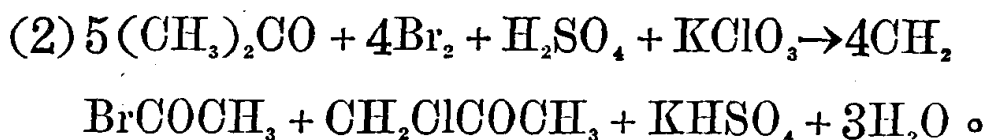
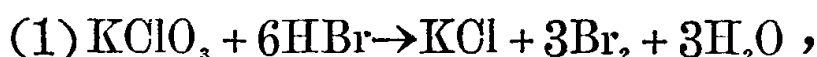
此物為蘇柯羅斯基 (Sokolowsky) 所發現。1915年，法人用之，稱『邁通淚涕』 (Martonite)，即溴醋酮與氯

醋酮(80:20)混合物。德人攙以溴二甲苯，號稱『綠 T 劑』(Green T. Stoff)。

A. 製法

a. 法國方法

在硫酸中，以醋酮與溴化合，用氯酸鉀作氧化劑即成：



此項成品，即『邁通淚涕』。純溴醋酮易分解；此項混合劑較為安定；故重硫酸鉀及水分除淨後，即可應用。

b. 德國方法

注醋酮於氯酸鉀水溶液中，徐徐加溴即成：



通常以磁鍋或鍍鉛鐵鍋(圖14)(內有搖機，體積4,000-5,000公升)置木箱中，環以冷卻器。首將10%過量氯酸鉀(與醋酮比)溶於水(二倍醋酮體積)；次

加醋酮(580公斤)；徐徐注入溴氣；溫度不得超過 40° 。經48小時，隨時搖動；俟反應完畢，置油質溴醋酮於鐵釜中，加氧化錳以氧化溴化氫；加少量水以分離之，除去母液。用氯化鈣去水；查其沸點是否為 126° 。若多量不及此度，則溴化不完全，須繼續通溴，以90%蒸過為度。用虹吸管吸入鐵筒或鍍鉛筒內，加少量氧化錳，使遊離酸中和，且可保持溴醋酮於兩月內不分解。依此法則醋酮580公斤，可製成溴醋酮1,100公斤。

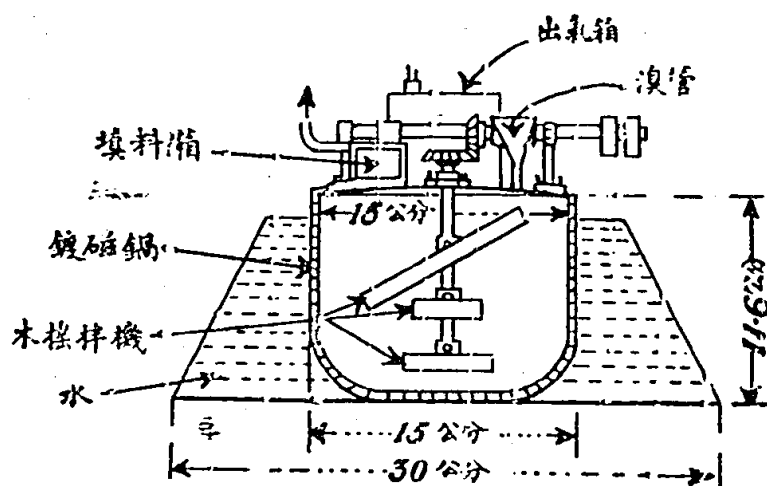


圖 14 溴醋酮製造器

B. 性質

純質為無色液體；常現櫻黑色。沸點 116° ；冰點 -54° ；密度 $1.631(0^{\circ})$ ；蒸氣壓力(20°)為 9 公釐汞柱；

較空氣重五倍。略溶於水，易溶於酒精與醋酮混合液。性欠安定，不能持久。蒸餾時易分解。易與金屬（鉛除外）化合，故彈壳內須鍍鉛，或以磁及玻璃器貯之。但不受碰擊影響，爆炸後亦不分解；其液質仍可於彈壳破片內見之。

C. 生理作用

溴醋酮爲歐戰最初用催淚毒氣。空氣中含毒 $\frac{1}{100,000}$ 時，數秒鐘內令人閉目，流淚；含 $\frac{1}{10,000}$ 時，兼能窒息，以至重傷。

5. 溴甲乙酮

Monobromo-methyl-ethyl ketone

此物常爲一溴甲乙酮與一溴乙甲酮混合體。歐戰時醋酮原料不足，乃蒸餾木料而得甲乙酮；溴化後（製法與溴醋酮同）即成。1915年德人用於亞港之役。

此物爲無色液體。沸點 $138^{\circ} - 142^{\circ}$ ，（純一溴甲乙一沸點 145° ；純一溴乙甲酮沸點 133° ）。密度 $1.74(15^{\circ})$ 。

不溶於水。有刺激臭味。持久性强。但易與金屬化合，故其彈壳內須鍍磁或用玻璃以防蝕腐。催淚作用頗強；每公升空氣含 0.009 公絲，即令人閉目流淚。

6. 碘醋酸乙烷

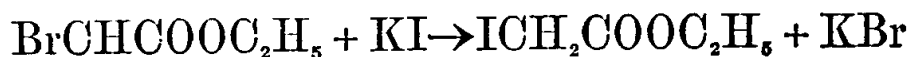
Ethyl iodacetate $\text{ICH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$ 。

此物爲英人潘經 (Perkin) 所發現。歐戰中英軍攙入酒精，以作催淚之用，

A. 製法

a. 潘經法

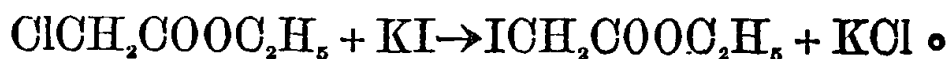
以溴醋酸乙烷與碘化鉀溶於三倍體積酒精內，溫至 40° 或 50° ，數小時後即得：



b. 刻寇勒 (Kekule) 法

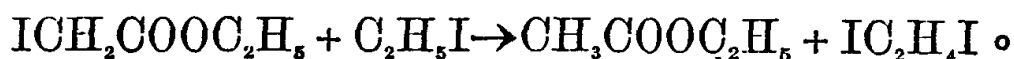
以氯醋酸乙烷 (49份) 與碘化鉀 (66.4份) 溶於150公撮酒精 (90%) 中，徐徐搖之，溫至 50° 。除去酒精及氯化鉀溶液；將油質置低壓中 (16公釐汞柱) 蒸餾 (沸點

76°-78°)即得：



B. 性質

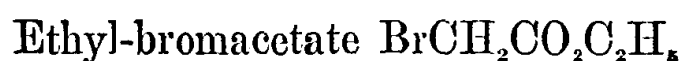
純質爲無色液體；在空氣中呈櫻色。沸點 178°-180°；密度 1.8(20°)；蒸氣壓力爲 0.54 公釐汞柱。在酸或鹼溶液中易分解。與碘乙烷溫至 230°，成醋酸乙烷及碘乙烯：



C. 生理作用

空氣中含毒 $\frac{14}{100,000,000}$ 時，令人流淚。其毒較差於溴醋酮(1:3)；但催淚作用相等。歐戰時曾有一工人受其毒，當日致死；病狀爲肺炎及肺管損毀，但不十分腫漲。更有一法國礮手，受毒致死；病狀略同。

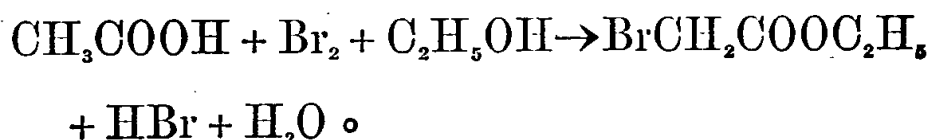
7. 溴醋酸乙烷



此物爲潘經所發現；以溴醋酸與酒精化合而成。歐戰中法人用於小口徑礮彈。

A. 製法

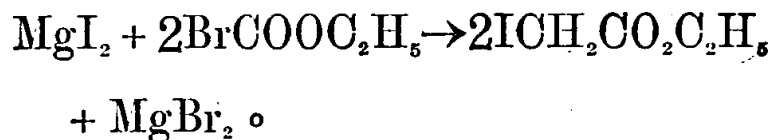
以醋酸(20公分)，溴(110公分)及紅磷(3.4公分)置酒精中，在水鍋內溫六小時後，施行蒸餾，除去過量之溴，即得：



B. 性質

無色液體。沸點 168° ；密度 $1.5(20^\circ)$ 。揮發性強。被水分解。

在醚液中，與碘化鎂化合：



刺目流淚。令人不能忍受量爲每公升空氣含毒 0.055 公絲。過濃則致死。貓棲遲於每公升空氣含毒 0.3 公絲內，經十分鐘，則一二日後致死。

8. 溴甲苯

Benzyl bromide $C_6H_5CH_2Br$

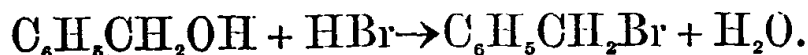
此物爲柏斯登 (Beilstein) 所發現；以溴與甲苯直接化合而成。1915年凡登 (Verdun) 之役，德人用與溴二甲苯相混合，號爲『T.劑』 (T. Stoff)。

A. 製法

a. 柏斯登法 在日光中，以溴通入甲苯，隨時搖之，即得：



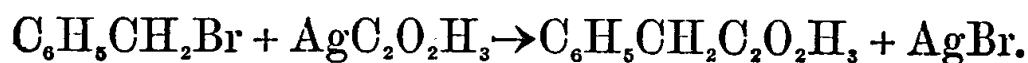
b. 刻寇勒法 以溴化氫通入甲苯醇亦得：



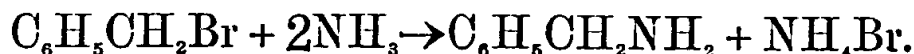
B. 性質

無色液體。冰點 -3.9° ；沸點 189° ；密度 1.438 (22°)。有水草味。持久性强。但易與金屬化合。

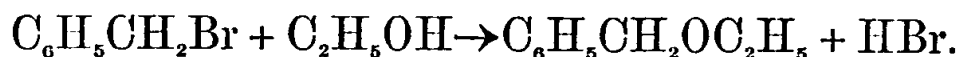
在酒精溶液中，與醋酸銀化合：



與氨在酒精中化合：



在酒精中加熱而得：



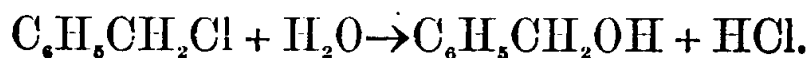
催淚性甚強，空氣中含 $\frac{1}{1,000,000}$ 時，即刺目流淚；不能忍受之濃度為每公升含 0.04 公絲。1915 年亞港凡登諸役，法軍深受其害。

9. 氯甲苯

Benzyl chloride $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$

此物為希刺穆 (Schramm) 所發現；以氯氣在日光下，通入甲苯，藉五氯化磷為媒介即成。製法與溴甲苯同。

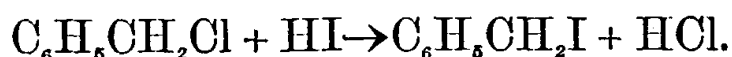
無色液體。冰點 -41° ；沸點 179° ；密度 $1.1(20^\circ)$ 。能刺目流淚；不能忍受量為每公升空氣含 0.085 公絲。不溶於水；溶於酒精或醚。被水分解：



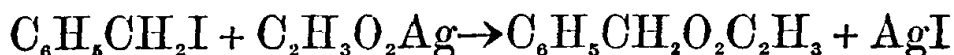
10. 碘甲苯

Benzyl iodide $C_6H_5CH_2I$

此物爲堪尼查羅 (Cannizzaro) 所發現。製法與溴甲苯同。黎本 (Lieben) 與孔福 (Kumpf) 以氯甲苯與碘化氫，在酒精溶液內，溫20—30分鐘亦得：



純質爲白色固體。熔點 24° 。密度 $1.73(25^\circ)$ 。高溫分解。不溶於水，但溶於酒精，醚，或苯。在醋酸溶液內，與醋酸銀化合：



11. 溴二甲苯

Xylyl bromide $CH_3C_6H_4CH_2Br$

二甲苯 (xyline) 有鄰 (ortho)，間 (meta)，對 (para) 三種，故其溴化物因而有別，均爲累漆茲 (Radzisz) 所發現。1915年一月布里莫 (Bolimow) 之役，德人攙他物

以填礮彈。其名稱及混合物如次：

名 稱	混 合 劑
T.劑 (T. Stoff)	溴 二 甲 苯 與 溴 甲 苯
綠 T.劑(Green T. Stoff)	溴 二 甲 苯 與 溴 醋 酮
B. 劑 (B.Stoff)	溴二甲苯,溴醋酮,溴化氰及溴甲乙酮

A. 製法

各項溴二甲苯，原料雖異，製法均同。通常在日光中以溴通入二甲苯，熱至 130°即得：



此項溴化作用，為時不可過久，否則將得無毒溴化物。製成後，置低壓中分析蒸餾之。

B. 性質

各項溴二甲苯，性殊安定；但易與鐵化合，故彈壳內須鍍磁或用玻璃，以防蝕腐。物理性質表列如次：

性 質 名 稱	品 狀	密 度	熔 點	沸 點
溴隣二甲苯	正 方 片	...	21°	215°-218°
溴間二甲苯	液 質	1.37(23°)	...	212°-215° (735mm.)
溴對二甲苯	長 針 狀	...	35.5°	218°-220° (740mm.)

純溴二甲苯催淚性殊強；每公升空氣含 0.0018 公絲，即令人流淚。軍用品多為其混合物。

12. 二氯異氰苯

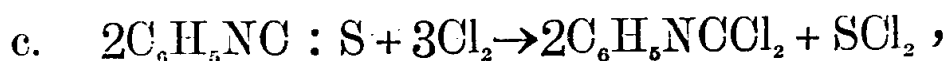
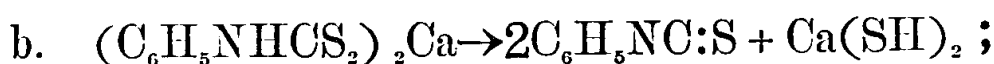
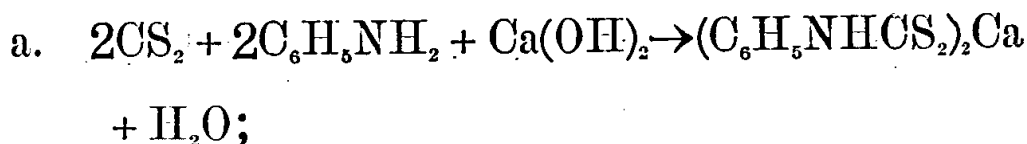
Phenylcarbamine dichloride $C_6H_5NCCl_2$

此物為乃夫 (Nef) 所發現；以氯通入芬芥油之氯肪液，冷卻而得。1917年五月，貝克 (Berry au bac) 之役，德人用以實礮彈。

A. 製法

以二硫化炭(456公斤)與當量氧化鈣(30%溶液)混合後，加苯胺(518公斤)，冷卻一晝夜，隨時搖之，溫

度不得超過 25° 以氯化鋅(840公斤)(5%溶液)與苛性鈉(550公斤)溶液混合，注入上項溶質，溫至 40°，蒸餾即得芥芥油。次將此油置鍍鉛鍋內(附有搖機及冷卻器)，通入氯氣，溫度不得超過 0°；廿四小時後，加以蒸餾即成：

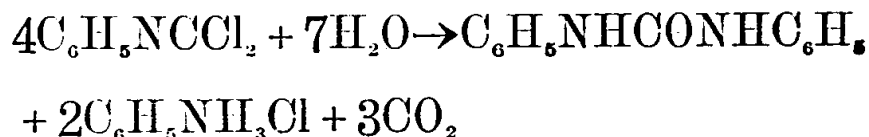


產量為理論數90%。

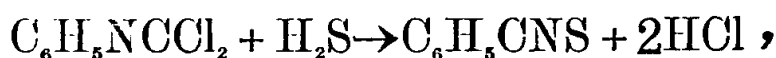
B. 性質

純質為無色液體。帶葱臭味。沸點 209°；密度1.29 (15°)。持久性頗強。

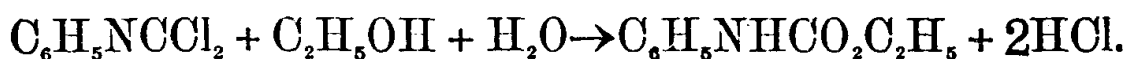
在 100°(用壓力)被水分解：



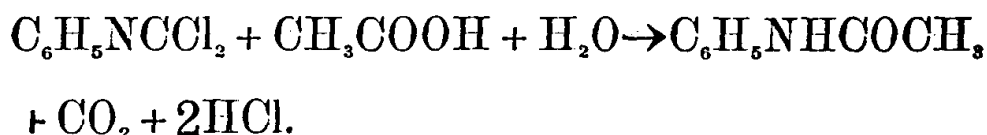
與硫化氫化合：



與酒精化合：



與醋酸化合：



催淚性甚強，並有刺激性；令人不能忍受量為每公升空氣含毒 0.03 公絲。

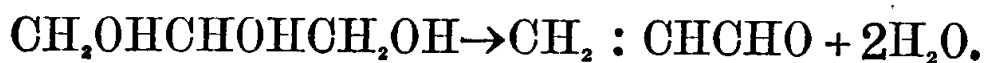
13. 丙烯醛

Acrolein CH_2CHCHO

此物為芮登柏 (Redtenbacher) 所發現；乾餾脂肪或甘油而得。1916 年法人用以實礮彈。

A. 製法

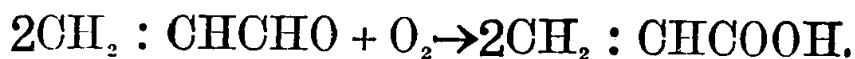
以甘油 (200 公分) 與焦硫酸鉀 ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$) (400 公分) 置鍋內溫之；冷卻後，鍋中液質分為二層，上層為丙烯醛除去母液，乾以氯化鈣，數小時後，注入少許磷酸，蒸餾即得：



B. 性質

純質爲無色液體。沸點 52° ；密度 $0.8411(20^\circ)$ 。持久性弱。易溶於水。

在空氣中被氧化：

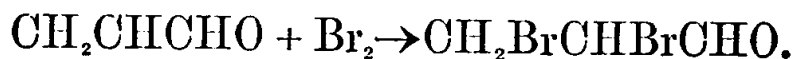
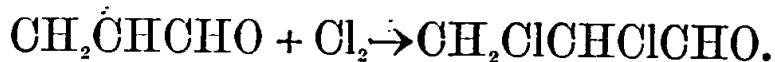


被硝酸氧化而成羥乙酸(glycolic acid)及蓆酸(oxalic acid)。

被鉻酸氧化爲蟻酸(HCOOH)及二氧化碳。

被氫還原成丙醛($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$)或丙醇($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)。

與氯族原子化合，如次：



C. 生理作用

丙烯醛能催淚，窒息，重且致死。空氣中每公升含 0.0028 公絲，即生刺激； 0.0077 公絲則令人流淚，鼻涕。

以試於各種動物，結果如次：

鼠在含毒 $\frac{1}{1000}$ 空氣內，棲留五十分鐘後，重病致死。

犬感覺極速，受毒後立即流淚，鼻涕，咳嗽。於每公升含毒 0.35 公絲空氣中，棲留半小時，則重病，二日內致死。輕傷亦不易全愈。

表 19 丙烯醛毒效一覽
(以貓試驗)

濃 度		時間 (分鐘)	症 狀
每公升含量(公絲)	百萬分量		
0.025	11	570	刺激,流淚,鼻涕
0.04	17.5	240	重刺激,多日後復元
0.20	87	150	重病長期
1.50	650	135	18 小時後死
2.00	870	150	立刻致死

14. 氯蟻酸甲烷

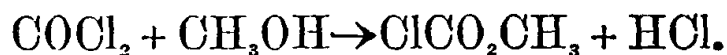


此物為杜碼所發現；以木精滴入光氣而成。歐戰中

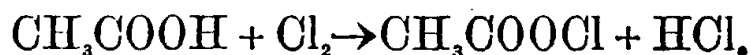
德人用之，號稱『K. Stoff D』。

A. 製法

a. 以光氣徐徐滴入木精，冷卻之，或少加本體以作媒介，則反應較速：



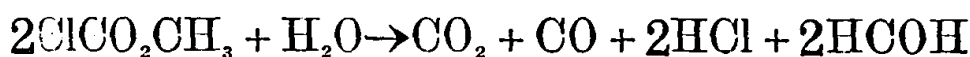
b. 以氯氣通入醋酸亦成：



B. 性質

刺激性液體。沸點 71° ；密度 $1.23(15^\circ)$ 。易於揮發。

被水分解，加溫益速：



遇氯化鋁長時後亦分解：



刺激目部，及呼吸器；重則致死。

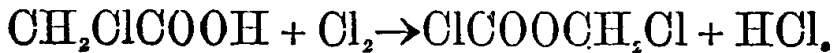
15. 氯蟻酸氯甲烷

Chloromethyl chloroformate $\text{ClCO}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

此物爲克林(Kling)所發現；軍用名稱爲『柏烈特』(Palite)，亦稱『K劑』(K. Stoff)。1915年六月德人用於聖瓦斯特(St. Vaast)之役，其功頗著，但較光氣爲弱耳。

A. 製法

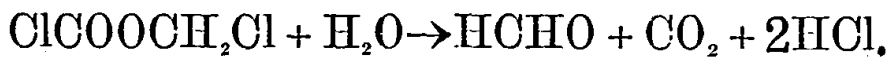
在日光下，以氯氣通入氯化醋酸即得：



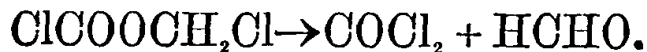
B. 性質

無色液體。有腐植土臭味。沸點 105° ；密度 1.53 (15°)；蒸氣壓力爲 5.6 公釐汞柱 (20°)。持久性弱。

在水中易於分解：



以氯化鋁爲媒介，溫至 70° 時，則成光氣：



C. 生理作用

空氣中含毒 $\frac{1}{200,000}$ ，即覺刺激；濃度加倍，則令人

流淚。試諸下列動物其效如次：

鼠在含毒 $\frac{1}{2000}$ 空氣中，棲留一小時後，半日內致死。

如濃度加倍，則二小時內致死。

貓在含毒 $\frac{1}{20,000}$ 空氣中則流淚，嗽咳；若在含毒 $\frac{1}{5,000}$ 空氣內棲留一小時，則半日內致死。如濃度為 $\frac{1}{4,000}$ 則 2-3 小時致死。

犬在含毒 $\frac{1}{6000}$ 空氣中，棲留半小時後，一日內致死。

如濃度加倍，則十小時內致死。

16. 氯蟻酸二氯甲烷

Dichloromethyl chloroformate $\text{ClCO}_2\text{CHCl}_2$

此物爲克林 (Kling) 所發現；以氯氣通入氯蟻酸甲烷而成。歐戰中德人用作混合劑。以實礮彈，號稱『K或C劑』(K或C Stoff)。

A. 製法

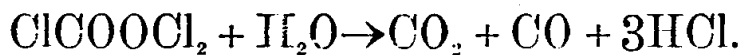
在鉛皿中，以氯通入蟻酸甲烷或氯蟻酸甲烷，化合而成，紫外光可促進反應：



B. 性質

無色液體；沸點 $110^\circ - 111^\circ$ ；密度 $1.56(15^\circ)$ 。易於揮發。

被水分解：



毒性與光氣略同，但較弱耳。令人不能忍受量為每公升空氣含毒 0.05 公絲。

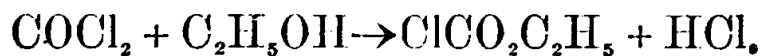
17. 氯蟻酸乙烷

Ethyl chloroformate $\text{ClCOOC}_2\text{H}_5$

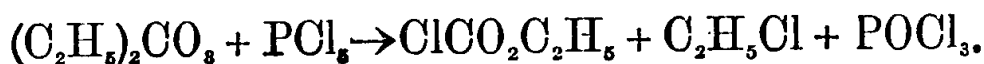
此物為杜碼所發現；以酒精滴入光氣而成。歐戰中德人曾利用之。

A. 製法

a. 以酒精徐徐滴入光氣，加以冷卻即成：



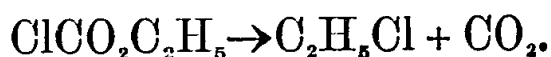
b. 以五氯化磷與炭酸乙烷化合而成：



B. 性質

刺激性液質體。沸點 94° ；密度 $1.14(20^\circ)$ ；氣體比重 4.8 。易於揮發。

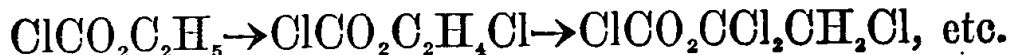
溫至 250° ，即開始分解：



被熱水或酸分解：



被氯氧化成氯化物：



刺激性與氯蟻酸甲烷略同。

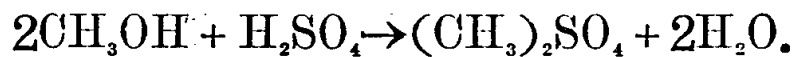
18. 硫酸甲烷

Methyl sulphate $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$

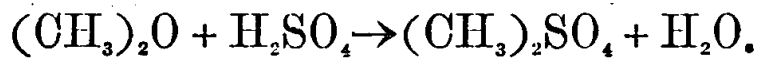
此物為杜碼所發現；於濃硫酸中蒸餾木精(10:1)而得。法人攙硫酸氯甲烷以實礮彈。

A. 製法

a. 以木精與濃硫酸置低壓中蒸餾即得：



b. 以甲醚在濃硫酸中熱至 160°時，經蒸餾亦得：



B. 性質

無色液體。冰點 -26°；沸點 188°；密度 1.33(15°)。

被水或酸分解：

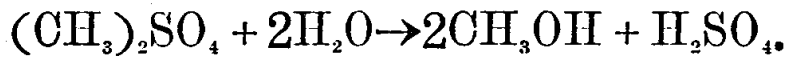
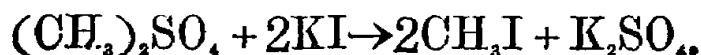


表 20 硫酸甲烷毒效一覽

物別	濃 度		時間 (分鐘)	病 狀
	每公升含量(公絲)	百萬分量		
貓	{	0.1	11	半數10日後死
		0.4	11	10日後死
		0.9	11	三,五日後死
海豬		10.7	...	死
猴	{	0.066	20	重病四週後復元
		0.132	40	3日後死

與碘化鉀化合，成碘甲烷與硫酸鉀：



19. 過氯甲硫醇

Perchloromethyl mercaptan CCl_3SCl .

此物爲雷克 (Rathke) 所發現；以氯氣通入二硫化炭而成。歐戰中法人用之；俄人亦嘗攙氯化硫以實礮彈。

A. 製法

用上述原料，以碘爲接觸劑，置密封瓶中，略溫之即成：

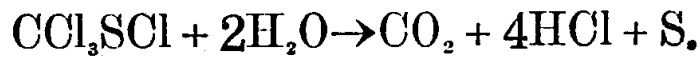


將成品置低壓器中蒸餾，則得純質。

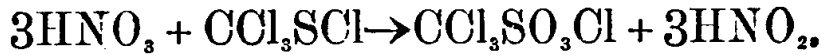
B. 性質

黃色刺激性液體。沸點 $146^\circ - 148^\circ$ ；密度 $1.71(12^\circ)$ 。易於揮發。

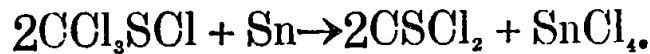
在 160° 時，被水蒸氣分解：



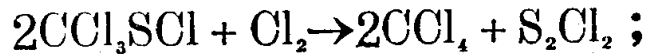
常在冷硝酸(d 1.2)中被氧化：



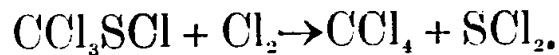
在鹽酸中，被錫粉還原：



在溫時，以碘爲接觸劑，通入氯氣，則成：



若溫度增高則成：



貓，鼠，在每公升含毒 0.35 公絲空氣內，棲遲 15 分鐘，則一二日後致死。

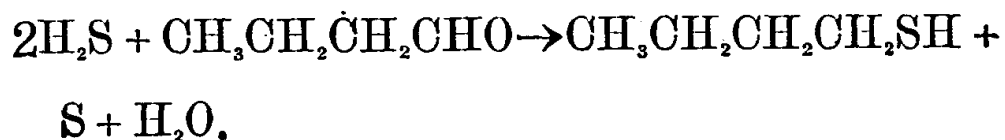
20. 丁硫醇



此物爲貝克曼 (Beckmann) 所發現，於臭狸癰疽排泄物中得之。歐戰利用人造品，以實礮彈。

A. 製法

在酒精氨液中，置少許起泡酵母，以硫化氫通入丁
醛而成：



B. 性質

無色刺激性液體。沸點 $97^\circ - 98^\circ$ ；密度 $0.858(0^\circ)$ 。

第四章 噴嚏性毒氣

歐戰中所用毒氣，繼催淚性毒氣而起者，又有噴嚏性毒氣。論其優點，約有二端：(一)此類毒氣概為固體或液體之微粒，俱能透過面具，令人發生噴嚏；(二)噴嚏之際，勢必脫除面具，即有遭遇他項毒氣襲擊之虞。茲就噴嚏性毒氣之重要者列述於次。

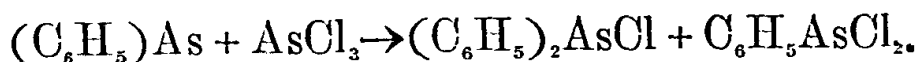
1. 二苯氯腫

Diphenyl chlorarsine $(C_6H_5)_2AsCl$

此物爲拉可司特(Lacoste)1878年所發現。1917年七月，德人用於紐坡(Niueport)之役，號稱『藍十字彈』(blue cross)。其後各國均採用之。

A. 製法

a. 美國方法 以三苯化砷 (triphenyl arsine)，與三氯化砷化合而成：



b. 德國方法 以苯胺 (aniline)，亞砷酸鈉，鹽酸，二氧化硫等爲原料。製造程序如次：

(1) 將苯胺(280公斤)溶於水中(3,000公斤)，注入當量鹽酸，溫度在 $0^\circ - 5^\circ$ 間，即得苯胺鹽酸 ($C_6H_5NH_2 \cdot HCl$)。

(2) 在上項成品 ($C_6H_5NH_2 \cdot HCl$) 之鹽酸溶液中，注入當量亞硝酸溶液，溫度不得超過 5° 。乃成氯化重氮苯 ($C_6H_5N_2Cl$)。

(3) 以三氧化砷與碳酸鈉，加硫酸銅，製成亞砷酸鈉溶液後，徐徐注入氯化重氮苯；時加搖動，溫度不得

過 15° ；約三小時，得苯亞砷酸鈉($C_6H_5AsO_3Na_2$)。

(4) 上項反應完畢時，濾除渣質。注鹽酸於濾液內，俾苯亞砷酸($C_6H_5AsO_3H_2$)沈澱而出，加食鹽以速其成。

(5) 將上項沈澱置木桶中，注入超過當量20%亞硫酸鈉；時時搖動，溫度常在 80° ，即得苯次亞砷酸($C_6H_5AsO_2H_2$)油質，用 $40^{\circ}Bé$ 苛性鈉溶解之。

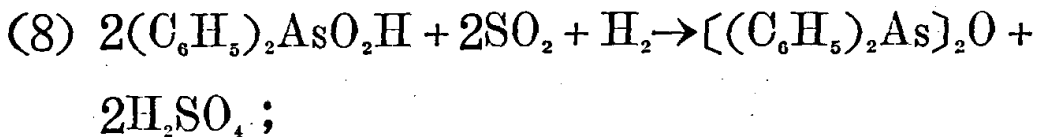
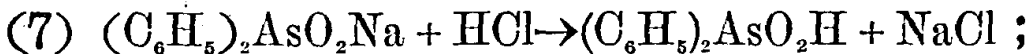
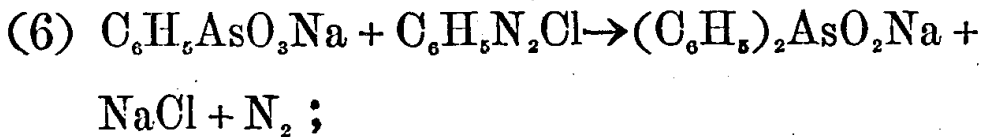
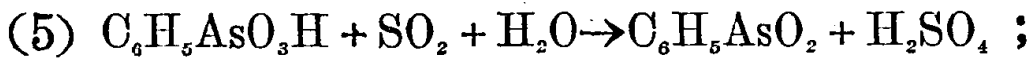
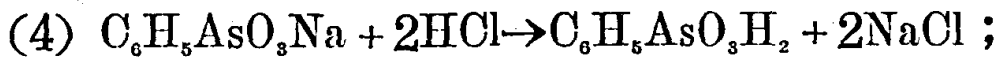
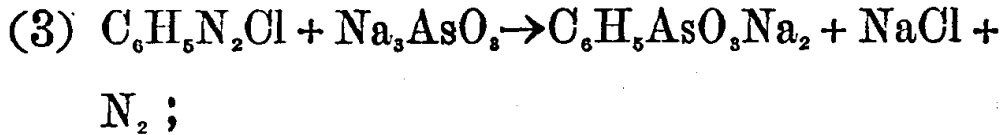
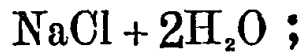
(6) 加水於上項溶液，冷至 15° ，徐徐注入苯胺鹽酸，隨時搖動，即得二苯次亞砷酸鈉 (C_6H_5)₂AsO₂Na₂ 沈澱。

(7) 將上項沈澱溶於鹽酸 ($20^{\circ}Bé$) 中，而得二苯次亞砷酸 (C_6H_5)₂AsO₂H₂ 溶液。

(8) 將上項溶液，置鍍磁鐵鍋內，通入5%過量二氧化硫，溫至 80° ，約八小時，隨時搖動，即成氧化二苯砷 (C_6H_5)₂As₂O。

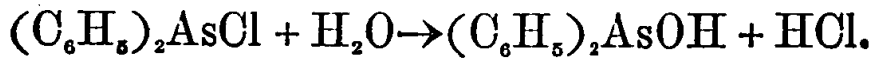
(9) 將上項氧化物溶於鹽酸，即得二苯氯砷油質，置低壓中乾燥。其產量就苯胺計算，為25-30%。各項程序化合物式如次：





B. 性質

純質爲白色固體。密度 1.42(15°)，熔點 44°；沸點 383°(在 CO₂中)。蒸氣壓力爲 0.0004 公絲汞柱。氣體比重九倍於空氣。空氣中蒸餾則易分解。常見者爲油質。微溶於水；易溶於光氣及他項有機溶劑。不爲爆炸所分解，故可攪炸藥，或與他種毒氣並用。但不可與氯氣混合，因易變爲無毒氯化物。被水分解：



C. 生理作用

刺激性極強。空氣中含毒 $\frac{1}{50,000,000}$ ，即易感覺；含 $\frac{1}{20,000,000}$ ，刺及咽喉，發生噴嚏；含 $\frac{1}{1,000,000}$ ，則不易忍受；含 $\frac{1}{500,000}$ 令人發生劇烈吐嘔；含 $\frac{1}{200,000}$ ，半小時之棲留，可殺山羊，犬，貓，猴，豬。在同等濃度時，較光氣更毒。其病狀為噴嚏，流淚，窒息，咳嗽，頭昏疼痛，以至於死。皮膚初受傷時，不顯變化，九十分鐘後，現白斑；二小時後，即覺腫漲；一晝夜後，胞腫與芥子氣同。毒殺動物濃度，已如上述，惟鼠在含毒 $\frac{1}{500,000}$ 空氣中，可支持九小時；犬在每公升含毒 0.02 公絲空氣中，五官均感刺激，多立斃者，但亦有支持數日(八日)而又獲全愈者。

2 二苯氰腫

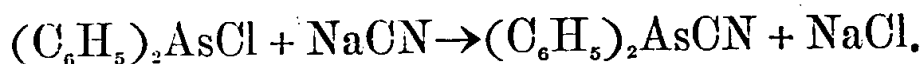
Diphenylcyano-arsine $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCN}$

此物為德國所製造，1918年五月班銳 (Benzieres)之

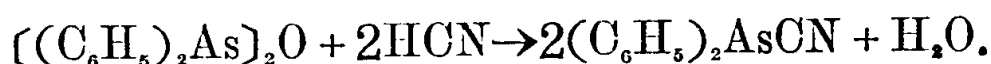
役，卓著功效

A. 製法

a. 以氰化鈉飽和溶液與二苯胂在 60° 化合而成；
其產量與理論數相符：



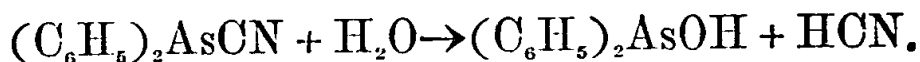
b. 以二苯氧胂與氰化氫在常溫歷兩小時，或於封口瓶內熱至 100° ，化合而成：



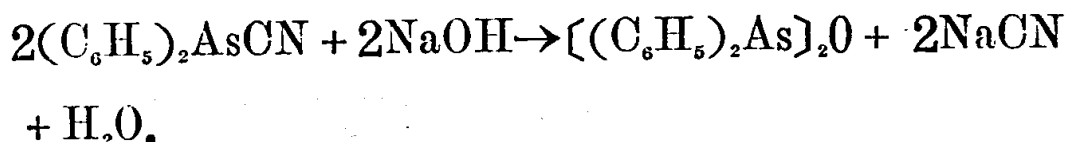
B. 性質

白色葉狀晶體。熔點 35° ；沸點 200° ；蒸氣壓力為 13.5 公釐汞柱。有膠皮味。

被水分解：



遇碱，或在水中低壓加熱時，則成：



遇溴，硝酸，或過氧化氫，則被氧化而成二苯胂酸



生理作用與二苯氯胂相同。

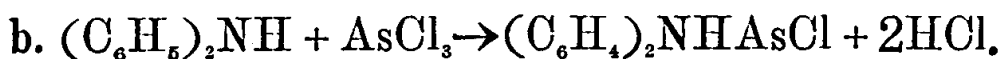
3. 亞當氏氣



此物爲亞當氏 (Adams) 1918年所發現，因以名之。

A. 製法

以苯胺與苯胺鹽酸化合加熱而成二苯亞胺，再加三氯化砷，溫之即得：



B. 性質

純質爲黃色結晶。熔點 195° ；沸點 410° ，但沸時易被分解。常見者爲黑綠色固體。與金屬化合生銹。不溶於水；略溶於有機溶劑。其毒與二苯氯胂相同。持久性較強；受毒後不易發覺。於稀薄濃度時，毒性即著；但

致死效力殊弱。

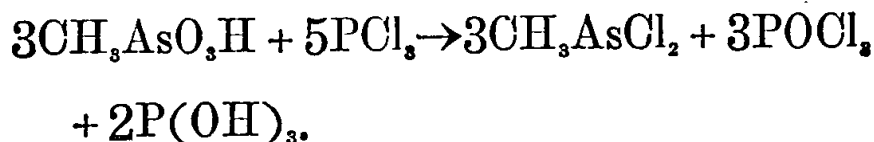
4. 二氯甲胂

Methyl dichloroarsine CH_3AsCl_2

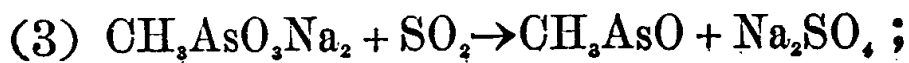
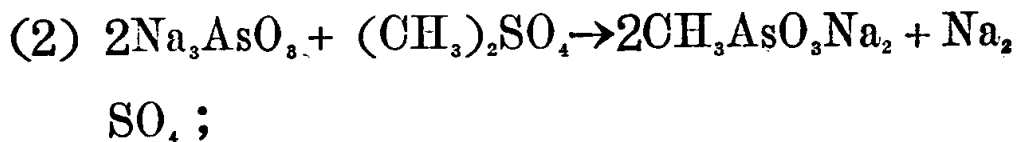
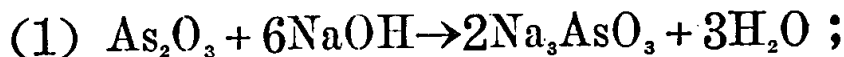
此物爲貝雅(Baeyer)所發現；以三氯二甲胂 $(\text{CH}_3)_2\text{AsCl}_3$ 溫至 $40^\circ \rightarrow 50^\circ$ 而成，1918 年德人採用之。

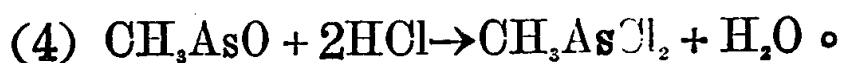
A. 製法

a. 以砷酸甲烷與三氯化磷化合而成：



b. 工業製造以氧化砷溶於苛性鈉液；在 85° 時注入硫酸甲烷；通入氧化硫，俾成氧化甲胂；通入鹽酸以成二氯甲胂：





B. 性質

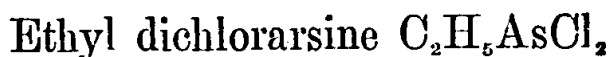
無色液體。沸點 131° ；密度 $1.873(0^\circ)$ ；蒸氣壓力為 2.2 公釐汞柱 (0°)。氣體性質比重較空氣重七倍。不與鐵化合。可溶於水。蒸餾時不分解；但在蒸氣中蒸溜則易分解。

在 -10° 時，與氯氣化合，但在 0° 時，其化合物又起分解：



刺激黏膜，使目鼻腫漲，咽喉疼痛。令人不能忍受量為每公升含毒 0.03 公絲。大於每公升含毒 0.2 公絲空氣中棲遲一小時，則重傷致死。

5. 二氯乙腫



此物為拉可司特所發現；以乙烷汞與三氯化砷化合而成。1918年三月廊房 (Moulin de Laffanx) 之役，德人

攙二氯甲醚以實礮彈。

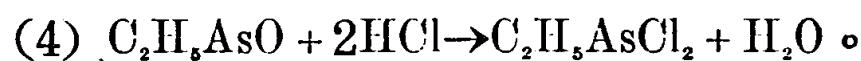
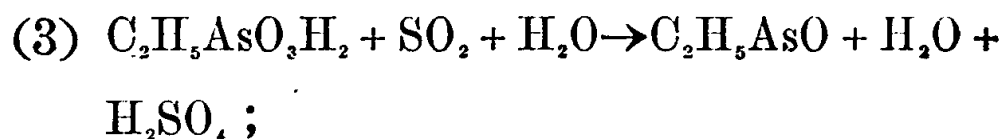
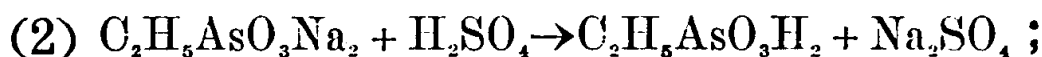
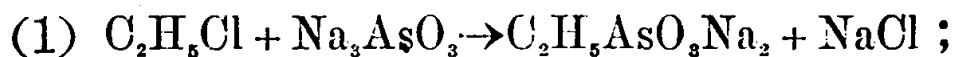
A. 製法

a. 取三氯化砷(1份)溶於55%苛性鈉(8份)中，注入鐵鍋(容積300公升)，得亞砷酸鈉；熱至90°，抽入氯乙烷，每100份三氯化砷需130份氯乙烷。其速率以保持鍋內10-15氣壓為度；隨時搖拌，12小時後，降至六氣壓。將酒精及未變氯乙烷蒸出後，以水溶之。

b. 徐徐注入硫酸，中和上項混合物。

c. 溫至70°，通入二氧化硫，使之還原。

d. 將上項產品，置鍍鉛鍋(內置搖機，外設冷卻管)中，加鹽酸，並通入氣體鹽酸，溫至90°，以不吸鹽酸氣為止，平均約須二日，用虹吸管抽出，在低壓中蒸餾，其產量與理論數相合：



B. 性質

純質爲無色透明液體。沸點 156° 。易溶於水；可與醚，苯，酒精相混合，被硝酸氧化，成乙烷砷酸。

C. 生理作用

病狀有急性與慢性之別。慢性症多引起肺炎，因以至死。急性症以犬試驗，一小時內致死；初見其淚，涕，噴嚏，咳嗽，及嘔吐，繼則呼吸不靈，脈膊增加，精神困乏，昏迷至死。解剖時，見頸部紅腫；口鼻流沫；皮生紅斑；肺腫滿胸，外光而內紅，有沫液，且生紅黑斑點；心臟紅腫，生黑斑，右部尤甚；肝硬黑紅，腎臟生斑，尿素不變。

表 21 二氯乙肅毒效一覽

物別	濃 度		時間 (分鐘)	症 狀
	每公升含量	百萬分量		
鼠	0.5	70	15	死
貓	0.084	12	{20 40	重病但可全愈 十九日後死
犬	0.67	100	{10 20	重病但可全愈 三日後死

人	百萬分量	時間	症 狀
	0.024	5	尚可支持
	0.12	5	輕噴嚏
	0.7→1	1	可支持一分鐘
	4.8		不能忍受

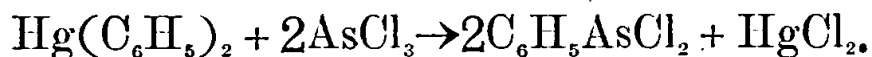
6. 二氯苯胂

Phenyl dichlorarsine $C_6H_5AsCl_2$

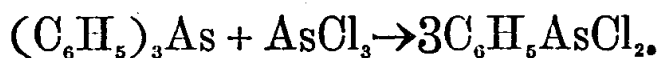
此物爲拉可司特所發現；以苯蒸氣通入三氯化砷在高溫管內而成，但不純潔。歐戰中用作毒劑，號稱『斯特淚涕』(Sternite)。

A. 製法

a. 徐徐注二苯化汞入三氯化砷，熱至 254° 即成：



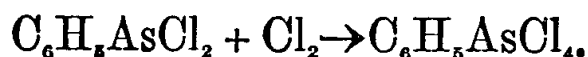
b. 在密封瓶中，將三苯胂與三氯化砷溫至 250° ，經30小時後亦成：



B. 性質

無色液體。沸點 252°； 高溫時有刺激味； 常現青色。刺激皮膚。不被水分解，但溶於鹼液。

與氯化合：



與溴化合則成：



7. 二溴乙腫

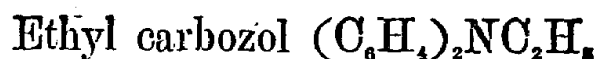
Ethyl dibromarsine $\text{C}_2\text{H}_5\text{AsBr}_2$.

此物爲戴恩(Dehn)所發現；以溴通入三乙腫之醚溶液即得：



無色油質液體。沸點 192°；溶於水，醚，或酒精中。與氯化鉑凝合。成黃色結晶物： $(\text{C}_2\text{H}_5\text{AsBr}_2 \cdot \text{PtCl}_4)$ 。生理作用，與二氯乙腫相同。

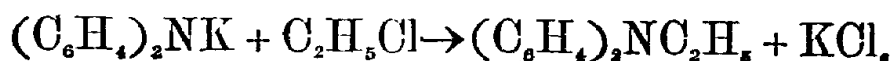
8. 乙烷吡啶



煤膏工業，蒸出液質，約分四部：(1) 輕油 (80°–170°)，(2) 中油 (170°–230°)，(3) 重油 (230°–270°)，(4) 蔥油 (Anthracene oil; 270° 以上)，均為有用物品。蔥油即為此項毒氣原料。德人於 1918 年七月用於馬內 (Morne) 之役。

A. 製法

取蔥油與碳酸鉀(3:1)置鐵鍋中蒸餾，得鉀化合物，再加氯乙烷，即得：



B. 性質

純質為白色固體。熔點 69°；沸點 190°。氣體比重七倍於空氣。刺激性頗強。

第五章 中毒性毒氣

此類毒氣，爲工廠及試驗室中所常見；但因性欠安定（如氰化氫，氯化氰等），或因運用困難（如一氧化碳），軍事上價值，未能與他種毒氣並駕齊驅。惟於海軍上及襲擊小目標時，不無相當效力。

1. 一氧化碳

Carbon monoxide CO

此物爲拉松 (Lassone) 1776 年所發現；以氧化鋅與炭燃燒而得。克烈門特 (Clement) 定其成分爲氧一炭一。我國俗稱，謂之煤毒；性能致死。但軍用上不無下列缺憾：

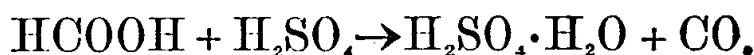
(一) 液化溫度甚低，須加大壓力方可裝入彈丸，易有爆裂之弊。

(二) 密度較空氣輕；散出時易上昇，而不着地面。

(三) 毒性爲光氣五分之一，效力薄弱。但無色無臭，受毒者不易察覺，乃其優點。英德海軍大戰，曾著功效。機關槍隊及坦克車隊亦有受其害者。

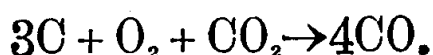
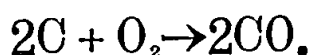
A. 製法

a. 試驗室法 將濃硫酸熱至 100° ，徐徐滴入蟻酸即得：



b. 工業方法 英法等國，以少量氧氣通入密封焦煤中燒之，即成。但此爲散熱反應，所生熱量易於蝕腐器皿。美國以氧與二氧化碳混合，通入焦煤中燃熱之，較

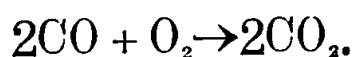
爲適用；因二氧化碳與炭成一氧化碳時，乃吸熱反應，能減低上項所生熱度：



B. 性質

無色無臭氣體。冰點 -203° ；沸點 -190° ；臨界溫度 -139.5° ；密度 0.9672（空氣 = 1）。微溶於水（水 1 份 0° 時溶 0.03 份）。不助燃，但可燃成藍燄。

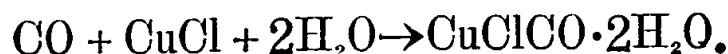
與氧化合：



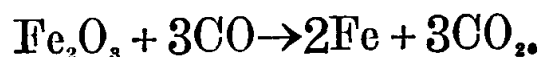
以鈀黑（palladium black）爲接觸劑，在水中化爲蟻酸，再變而爲氫與二氧化碳：



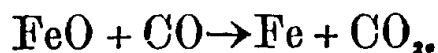
與一氧化銅化合，爲其分析方法標準：



與三氧化鐵化合：



在高溫時（ 400° ），亦可與氧化鐵化合：



C. 生理作用

血液中紅血素 (haemoglobin) 與一氧化碳化合親和力，250 倍於氧氣，生成櫻紅色固體，因以阻塞氧氣在血液中循環作用，致人於死。空氣中含毒 $\frac{1}{1,000}$ 時，人即不能動作；含 $\frac{2}{1,000}$ 時，則失知覺；含 $\frac{1}{100}$ 時則數分鐘內致死。病狀約分三期：(1) 失去知覺；(2) 呼吸短促；(3) 昏迷致死。中毒後，初覺目眩，頭痛，四肢乏力，

表 22 一氧化碳毒效一覽

物別	濃 度		效 力
	每公升含量(公絲)	百萬分量	
麻雀	4.60	4,000	八分鐘後死
黃雀	1.80	1,600	氣喘極重
鴿	17.00	15,000	三分鐘後死
鷄	4.60	4,000	30分鐘後死
鴨	4.00	3,300	33分鐘後死
鼠	6.84	6,000	75分鐘後死
豬	23.00	20,000	60分鐘後死
兔	4.60	4,000	60分鐘內死
貓	4.60	4,000	90分鐘後死
犬	4.60	4,000	90分鐘後死

鼻涕，吐嘔，喪失知覺，呼吸停滯，以至於死；臉，胸，四肢，皆呈紅色。解剖後，見血液，筋肉，肺肝，均現櫻紅色，腦部腫漲。

D. 防衛與治療

普通面具，不足以防一氧化碳，故須佩氧氣自給面袋，方能有效。此外有用五氧化碘，發煙硫酸及浮石混合物為防毒劑者，但缺點甚多：(1)三氧化硫亦足傷肺。(2)反應生熱太多。(3)易吸水分。為效不久。故置而不用。更有以氧化金屬混合物為接觸劑者，其成分為： $\text{MnO}_2:\text{CuO}:\text{Co}_2\text{O}_3:\text{Ag}_2\text{O}$ ，50:30:15:5。重約310公分，吸收量以重量增加35公分為度。

治療則端賴人工呼吸，注入氧氣；一小時內可使體溫復原，以熱水袋維護之。全愈需時甚長，嗅覺不易恢復，發生頭痛，目眩，神經錯亂，記憶力薄弱等病狀。但長時休養，可保無虞。

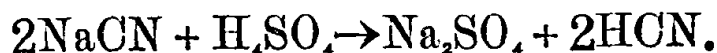
2. 氰化氫

Hydrocyanic acid HCN

此物爲席雷 (Scheele) 1782 年所發現。歐戰中法人攬
 氯肪，三氯化砷，或四氯化銻用之，稱爲『威勝淚涕』
 (Vincennite)。

A. 製法

氰化氫爲無機酸類，可由其鹽與硫酸化合而成：



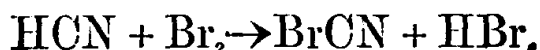
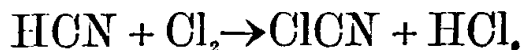
B. 性質

無色液體。冰點 -15° ；沸點 26.5° 。氣體略輕於空
 氣。易溶於水成弱酸。其 $2\frac{1}{2}\%$ 溶液常售作藥劑。

在水溶液中加熱則成蟻酸銨：



與氯族化合，成氯族氰化物及氯族氫化物：



C. 生理作用

中毒時初覺苦杏仁味，繼則咽喉受刺，目眩，頭昏，頸胸疼痛，呼吸困難，失去知覺，四肢疲癱，甚則傾倒。致死量為0.05公分。能直接刺死神經細胞原形質，其效甚速，蓋由於氰基(CN)之作用。刺激人身各部症狀如次：

a. 神經系 受刺激後，感覺疲癱，脊髓受病略淺，腦髓及後腦受毒甚深。初期搖擗，由於直接刺激；繼則由於窒息作用。

b. 血 紅血球不與氰基起作用；重毒致死獸類，血液中，無其痕跡。

c. 血管 因中樞刺激及腎臟排泄結果，覺脈膊增高，繼則降低，由於痺癱，氧氣減少，及氰基刺激管壁故也。

d. 心臟 稀薄濃度不生刺激，過濃則顯收縮力，心跳變更，甚且窒塞致死。

e. 呼吸 初則速長，繼則短促，因初受刺激，後漸痺癱。

f. 排泄 肺部及腎臟排泄物多含硫質氰化物，且週身多發現硫質筋肉。

致死主因，由於血管中不生氧化作用，及氰基能毒

死細胞原形質故也。

表 23 氰化氫毒效一覽

濃 度	各項動物所能支持分鐘數								
	每公升含量 (公絲)	百萬分量	鼠	豬	兔	貓	犬	猴	鴿
0.05	45	30	...	...	25	15	...	...	...
0.10	91	...	...	...	7.5	3	...	...	...
0.14	127	$\frac{3}{4}$	...	20	5	$6\frac{1}{2}$	12	...	...
0.15	136	...	...	...	...	...	...	9	...
0.20	181	...	...	$3\frac{3}{4}$	3	8	...	...	...
0.30	272	...	5	15	...	...	...	...	...
0.70	635	...	...	...	1	...	...	...	...
1.00	900	...	3	...	$\frac{11}{12}$	...	...	...	...

D. 治療

氰化氫毒效甚速，不易醫治。受毒後宜速運出危境，施人工呼吸，以冷水噴頸部。注射醚或咖啡精(caffine)，均為有益。倘一小時內不死，則有重慶更生之望。

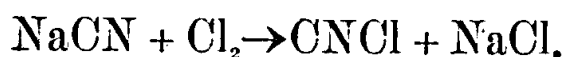
3. 氯化氰

Cyanogen chloride CNCl

氯化氰爲柏索萊(Berthollet)所發現；以氯在暗光中通入氰化汞溶液即成。歐戰中僅英法略採用之。

A. 製法

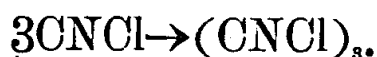
低溫度下，於飽和氯氣溶液中，注入氰化鈉，加以冷卻；俟黃色退淨，蒸餾之，以氯化鈣去水；產量爲理論數80%：



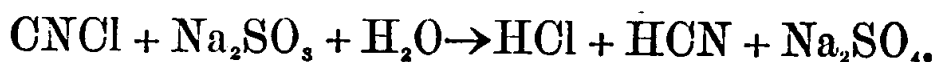
B. 性質

0°時爲無色液體。冰點 -6°；沸點 12°；密度 1.2。溶於水，酒精，或醚。揮發力甚強；且不安定。

在水中或淡鹽酸內，起疊合作用：



與二氧化硫或亞硫酸鈉化合：

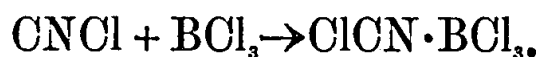


與氨化合：



與硝酸銀不生沈澱，足徵其中之氯非陰性離子。

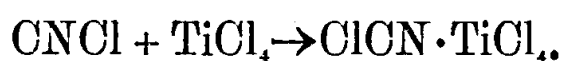
與三氯化硼，聯合而成晶體：



此項晶體，被水分解：



與四氯化鈦聯合，而成黃色晶體：



令人不能忍受量，為每立方公尺空氣中含50公絲。

表 24 氯化氰毒效一覽

物別	濃 度		時間 (分鐘)	效 力
	每公升含量(公絲)	百萬分量		
鼠	1.0	400	3	一日內死
兔	3.0	1200	2	一日內死
山羊	2.5	1000	3	三日後死
貓	{0.1	40	18	九日後死
	{0.3	120	3→3½	
犬	{0.12	48	360	死
	{0.80	320	7.5	

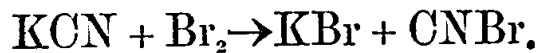
4. 溴化氰

Cyanogen bromide CNBr

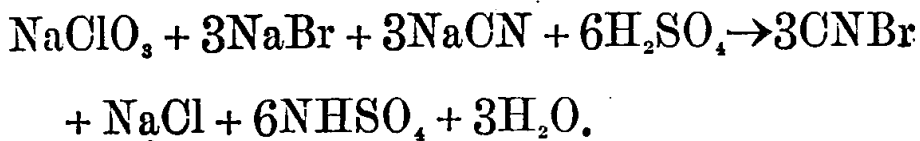
此物爲朗葛洛 (Langlois) 所發現；以溴徐徐滴入濃氰化鉀溶液，在 0° 時得之。歐戰中奧軍用以實礮彈。

A. 製法

a. 試驗室中，在 0° 時，以氰化鉀溶於水內，滴入溴即得；產量爲理論數 75%：



b. 工業上以溴化鈉，氰化鈉，與氯酸鈉，在硫酸內化合而成：

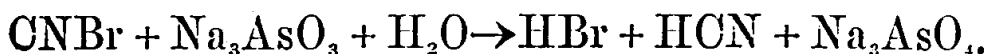
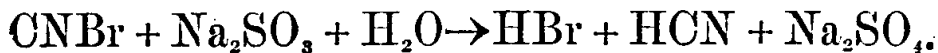


B. 性質

白色針狀結晶體。熔點 61°；高溫分解。

在溴或溴化氫之醚溶液內，成疊合體 $(\text{BrCN})_3$ 。

與亞硫酸鈉或亞砷酸鈉，在酒精水溶液中化合：



令人不能忍受量，爲每立方公尺空氣含毒 85 公絲。

表 25 溴化氰毒效一覽

物別	濃 度		時間 (分鐘)	症 狀
	每公升含量(公絲)	百萬分量		
鼠	$\left\{ \begin{array}{l} 0.3 \\ 1.0 \end{array} \right.$	70	3-4	神經麻痺
			.....	立刻重病,但不至即死
貓	0.3	70	1-3	完全麻痺久則致死
人	0.085	20	支持一分鐘	
	0.035	8	幾秒鐘後不能作戰	
	0.71	160	不能支持一分鐘	

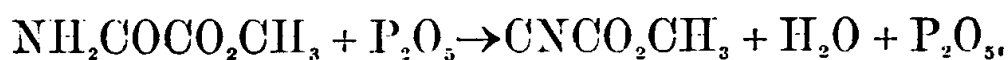
5. 氰蟻酸甲烷

Methyl cyanofornate CNCO_2CH_3

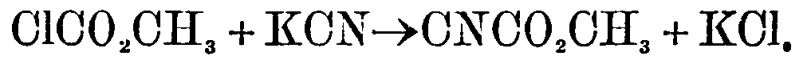
此物爲衛德基 (Weddige) 所發現；以五氧化磷與醯胺乙酸甲烷 ($\text{NH}_2\text{COCO}_2\text{CH}_3$) 混合，加溫而成。歐戰中德人用之。

A. 製法

a. 依上項方法製成：



b. 以氯蟻酸甲烷與氰化鉀化合以成：



B. 性質

無色刺激性液體。沸點 97°；密度 1.08。易於揮發。

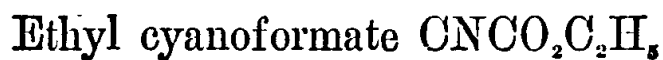
被水分解：



表 26 氰蟻酸甲烷毒效一覽

物別	濃 度		時 間 (分 鐘)	症 狀
	每公升(公絲)	百萬分量		
猴	0.05	14.5	20	尙可支持
犬	0.10	29	10-20	.....
貓	0.01-0.06	3-17.5	10	肺部受傷
鼠	0.15	43	15	尙可支持
	0.30	86	15	重傷一日後死

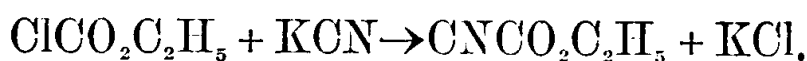
6. 氰蟻酸乙烷



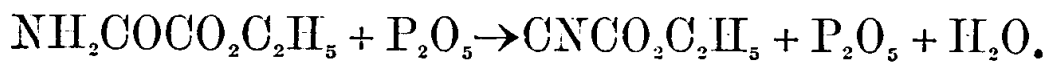
此物爲內夫 (Nef) 所發現；在水或酒精溶液中，以氯蟻酸乙烷與氰化鉀化合而成。

A. 製法

a. 依上法冷卻至 -13° 即成：



b. 在低壓中，以醯胺乙酸乙烷 ($\text{NH}_2\text{COCO}_2\text{C}_2\text{H}_5$) 與五氧化磷溫至 $135^{\circ} - 140^{\circ}$ 亦成：



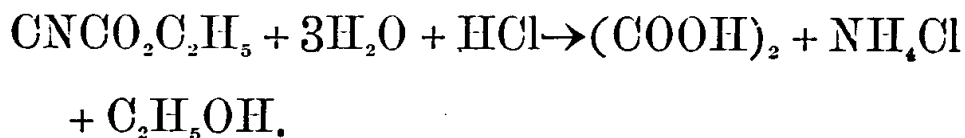
B. 性質

刺激性液體。沸點 115° ；密度 $1.0(20^{\circ})$ 。揮發力強。

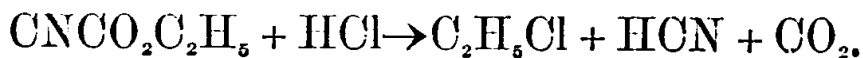
在冷水中，徐徐分解：



在冷鹽酸液中，化合如次：



在鹽酸液中，加熱則成：



毒性與氰蟻酸甲烷相似，但略弱耳。

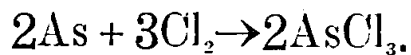
7. 三氯化砷

Arsenic trichloride AsCl_3

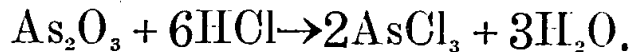
此物爲葛牢伯 (Glauber) 1648 年所發現；以白砷 (As_2O_3) 與食鹽加熱而得。歐戰中各國多用之；號稱『麻西得』 (Marsite)，『威勝宜得』 (Vincennite) 及『維托力得』 (Vitrite) 者均是。

A. 製法

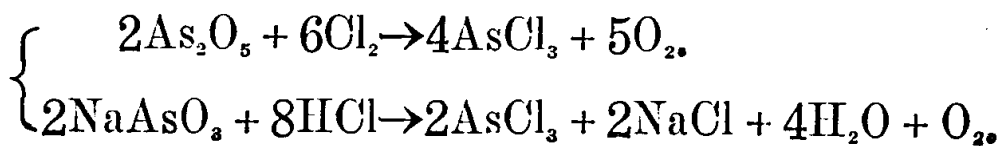
a. 以氯氣通入砷粉，立即化合而成：



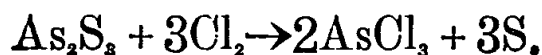
b. 以鹽酸與氧化砷在硫酸液中化合而成：



c. 以氯氣與五氧化砷在高溫時化合，或鹽酸與砷酸鈉化合而成：



d. 以三硫化砷與氯氣加熱化合而成：



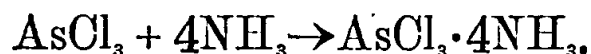
B. 性質

透明油質液體，亦稱砷脂 (butter of arsenic)。沸點 130°；密度 2.21(20°)；蒸氣比重 6.3。可溶解氯氣 (1:4.5)，氰化氫，氰化氯族，及有機化合物，故歐戰中用作毒氣溶劑。

易溶於水而成酸性：



與氨凝合，成黃色固體：



毒性劇烈；由空中吸入，或注射皮膚，均足致命。病狀為喉腫，氣促及驚風抽筋。

表 27 三氯化砷毒效一覽

濃 度		時間 (分鐘)	症 狀
每公升量 (公絲)	百萬分量		
0.1	13.5	40	尚可支持
0.1	13.5	60	重病七日後死
0.2	27.0	20	重病四日後死

8. 氧化甲胂

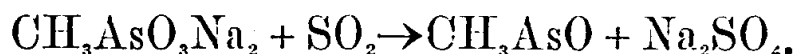
Methyl arsine oxide CH_3AsO

此物爲貝雅 (Baeyer) 1858 年所發現；以二氯甲胂與碳酸鉀化合而成：



A. 製法

a. 在甲烷亞砷酸鈉溶液中，通入二氧化硫，即成：



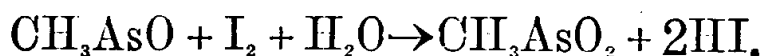
b. 以乾氧氣通入三甲胂亦成：



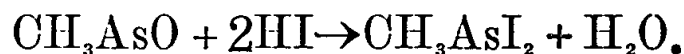
B. 性質

立方結晶體。熔點 95° 。蒸餾時被分解。溶於水，酒精，醚等。

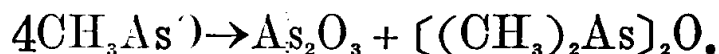
被碘在酒精液中氧化：



在酒精液中與碘化氫化合：



在鹼性液中蒸餾則分解：



劇烈刺激，令人頭痛，毒性猛烈。

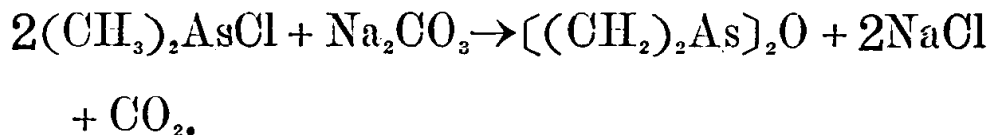
9. 氧化雙二甲胂

Dimethyl arsine oxide $[(\text{CH}_3)_2\text{As}]_2\text{O}$

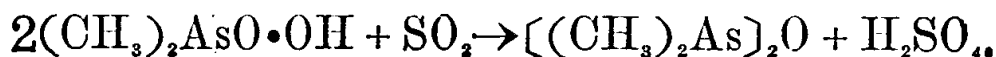
此物爲卡德 (Cadet) 所發現；以蒸餾亞砷酸與醋酸鉀化合而成。

A. 製法

a. 以氯二甲胂與碳酸鈉乾燒而成：



b. 以二甲次砷酸，被二氧化硫還原亦成：



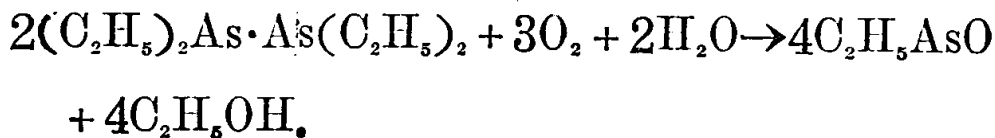
B. 性質

無色刺激性液體。沸點 120° ；密度 $1.46(15^{\circ})$ 。氣體比空氣重七倍。略溶於水，在空中被氧化成二甲次砷酸。令人流淚；刺激性較氧化甲胛稍弱，但毒性更為劇烈。

10. 氧化乙胛

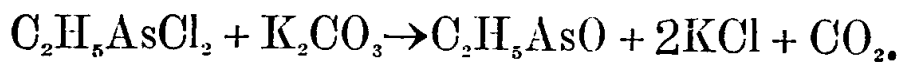
Ethyl arsine oxide C_2H_5AsO

此物為郎道特 (Landolt) 所發現；以雙二乙胛在酒精中經空氣氧化而成：

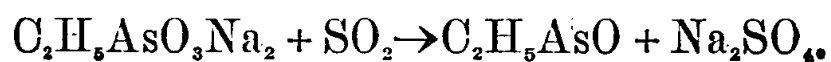


A. 製法

a. 以二氯乙胛在苯液中與碳酸鉀溫之即成：



b. 工業上製造方法與氧化甲胛相同。



B. 性質

無色液體。沸點 158° ，(10 公釐汞柱壓力)。在空氣中易被氧化。易溶於醋酮，醚及苯中。刺激性強，毒頗劇烈。

第六章 糜爛性毒氣

糜爛性毒氣，皮膚觸之，紅腫發皰，甚至潰爛。既能滲透衣服，毒性又甚持久。歐戰中所用各類毒氣，以此最稱兇烈。面具雖能保護局部，但不能防護週身。故此類毒氣之防禦，尤視防禦他類毒氣爲困難，即至今日尚無十分完善之防禦法。此類毒氣之曾用於歐戰中者，僅爲芥子氣一種；歐戰末期，美國雖有路易氏氣 (Lewiste) 所謂『死露』(Dew of Death) 者之發明，然未曾施之實

用也。

1. 芥子氣

Mustard gas (ClC₂H₄)₂S

芥子氣爲狄普萊茲 (Deepretz) 1822 年所發現，以乙烯與一氯化硫化合而成。其後芮西 (Richie)，倪滿 (Nilman)，格持萊 (Guthrie)，諸氏相繼研究其生理性質，及起炮作用。1886 年馬雅氏 (Meyer) 始作成有系統之研究，德人應用其法，以行大規模製造。鮑柏 (Pope) 及李文斯坦 (Lewinstein) 研求提淨，改良製法，聯軍方面奉爲規範。1917 年七月德人首用之於伊浦之戰，故又名『伊浦氣』(Yperite) 是役德人於六週之內，計共放礮彈百萬發，共貯芥子氣凡 2500 噸，創敵二萬餘人。聯軍直至 1918 年三月，方能仿造反攻。統計歐戰中英軍因受芥子氣毒而傷亡者，其數殆爲他種毒氣傷亡總數之八倍。(表 28) 英人稱之爲『毒氣之王』(King of gases)。洵非虛也。

表 28 歐戰中英軍毒氣傷亡比較
(陣亡與俘虜除外)

毒氣運用方法及時間	受傷數	死亡數
毒氣(吹風攻擊)1915年4月	7,000	350
各種毒氣(吹風攻擊)1915年11月至1916年8月	4,207	1,013
毒氣砲彈1916年7日至1917年7月	8,806	532
芥子氣砲彈1917年7月至1918年11月	160,526	4,086
拋管攻擊1917年11月至1918年8月	444	81
總 計	180,983	6,062

表 29 歐戰中美軍各項毒氣傷比較

氣 別	官長	士 兵			實 數	概 數
		白人	黑人	未明		
氯 氣	31	1,607	36	169	1,812	1,843
光 氣	409	5,540	65	820	5,425	6,834
砷化氫	31	345	117	48	546	577
芥子氣	883	22,988	515	3,325	26,828	27,711
未 明	1,249	24,290	526	7,522	32,338	33,587
總 計	2,603	54,770	1,256	11,920	67,949	70,552

A. 製法

a. 馬雅法 此法反應複雜，產量亦低，歐戰中德國採用之。其程序如次：

(1) 以漂白粉(900公斤)，置鍍鉛鍋內，加水(5,000公升)搖拌成漿。注入(20立方公尺)二氧化碳，次加乙烯。溫度在 $5^{\circ}-10^{\circ}$ 冷卻三小時。反應完畢後，通蒸氣蒸餾，得18-20%氯乙醇(Chlohydrin)溶液。其量以乙烯計算，為理論數60-80%。

(2) 以當量硫化鈉，加入氯乙醇，熱至 $90^{\circ}-100^{\circ}$ 。除去食鹽，置低壓下蒸餾；得硫化羥乙烷 $(\text{OHC}_2\text{H}_4)_2\text{S}$ 。為理論數90%。

(3) 將硫化羥乙烷注入鍍鉛鐵鍋(鐵皮厚3公分。鍍鉛10公釐。高25公尺，直徑2.8公尺。)(圖15)鍋四週圍冷卻管，俾溫度常為 50° 。鹽酸氣由總管輸入，經過硫酸；分別以玻璃管導入鍋內。速率須高，以便吸收。反應完畢後，以低壓吸入清洗鍋，(圖16)鍋為鑄鐵製，高2公尺，直徑25公尺。上有頂蓋。內置搖拌機。以鉛管注入碳酸鈉溶液及水。洗後，注入鍍鉛鐵質蒸餾器，

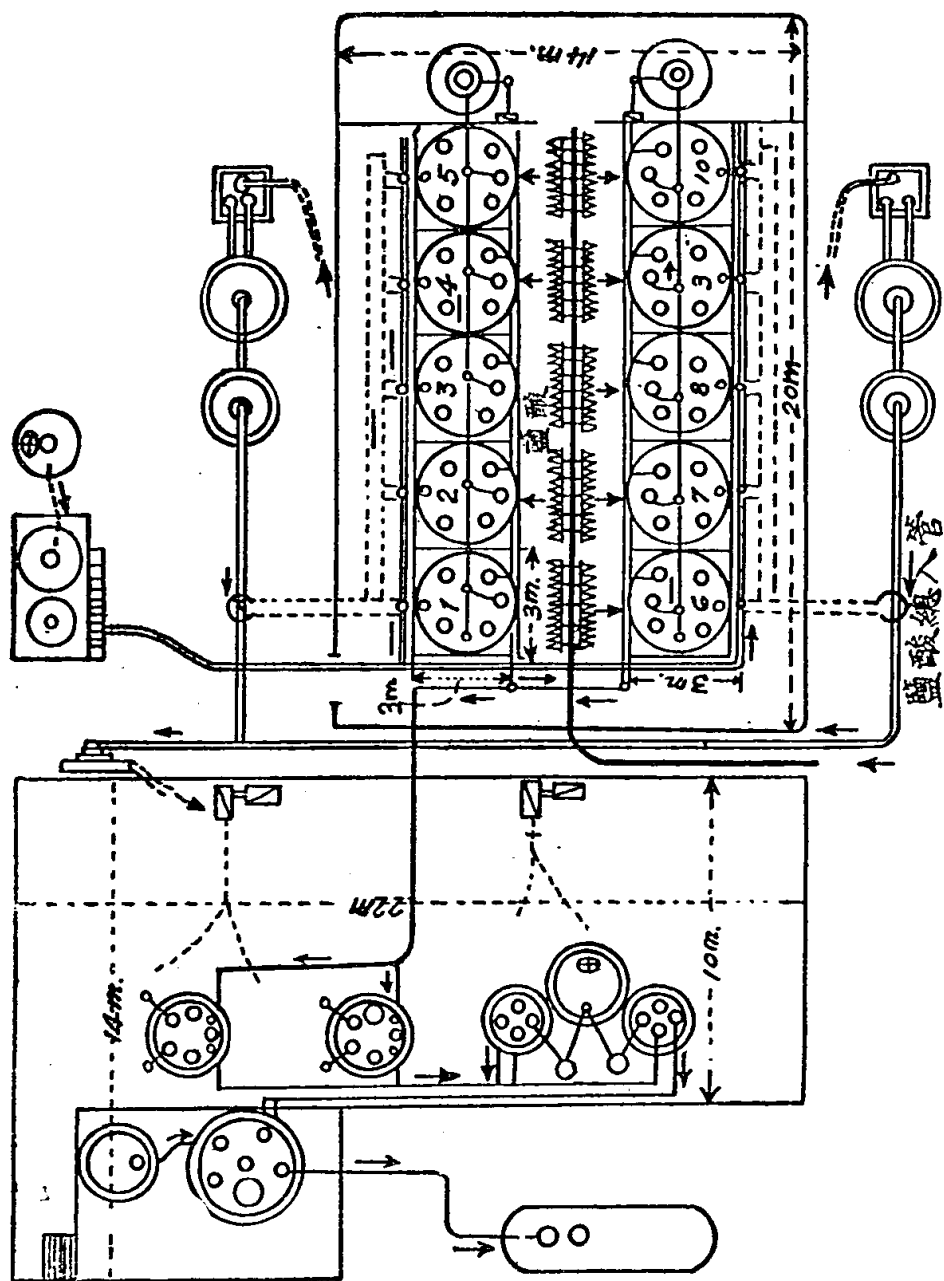


圖 15 芥子氣製造器

(高 2 公尺直徑 1.5 公尺) 在低壓中(60-70 公絲汞柱) 蒸餾之。

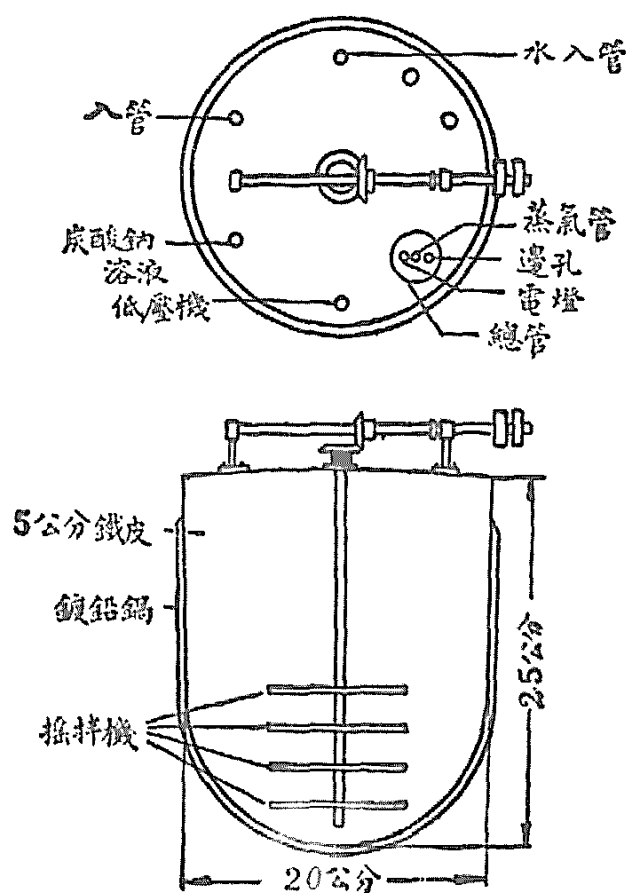
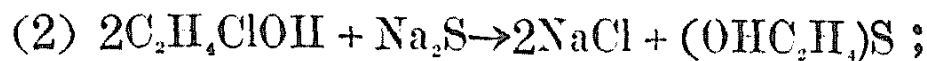
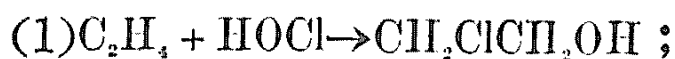
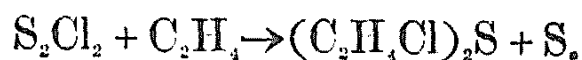


圖 16 芥子氣清洗鍋

各項反應之程式如次：



b. 鮑柏法 英國採用此法；以乙烯溶於一氯化硫，加熱即成：



反應溫度以 $55^{\circ}-60^{\circ}$ 爲宜。但副產硫磺常溶於芥子氣，而成 $C_2H_4Cl_2S_2$ 在 $30^{\circ}-35^{\circ}$ 加入多量一氯化硫，而冷卻之，反應較爲順利。蓋硫成膠質，可用與芥子氣同貯礮彈。提淨方法，頗爲不易：在普通儀器及壓力中蒸餾時，損去 15%；在溫度可加節制之儀器中，低壓(25公釐)蒸餾，損失減至 5%。適當蒸餾器爲一組平行蒸氣鐵筒，直徑 5 公分，長 25 公分，筒

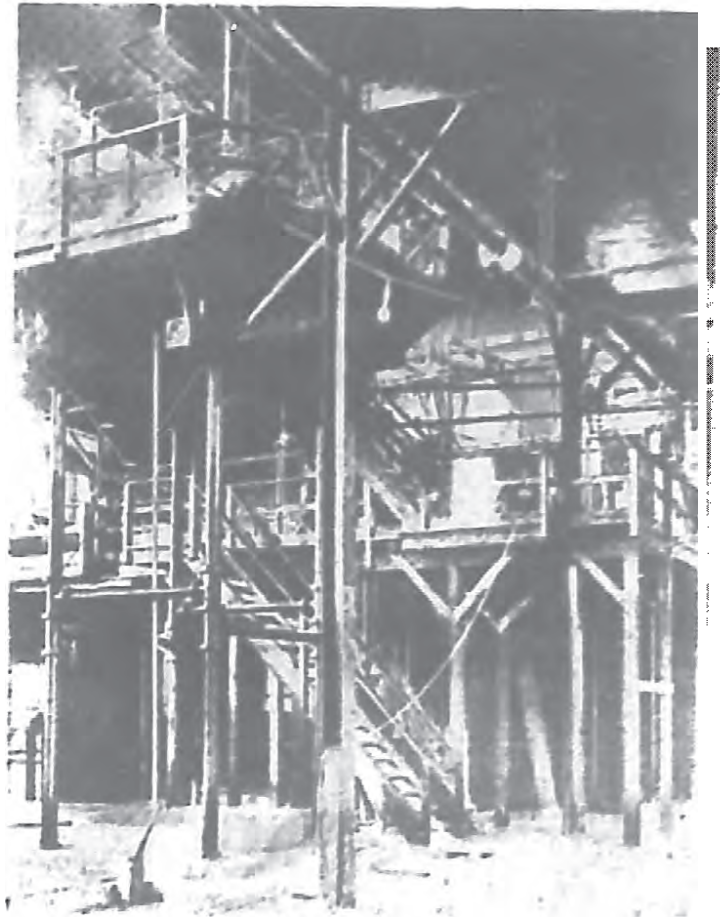


圖 17 芥子氣廠內容

與平面成 30 度角。不純芥子氣入筒化爲蒸氣，經過煙箱，導入冷卻器凝結。雜質則流入接收器中。此項蒸餾器，每一晝夜可提淨芥子氣一噸；純度爲 92-94%，產量爲理論數 98%。所用乙烯，略含酒精，故產量頗高。若用純乙烯，則所得不過 80%，因有他項雜質 $[(C_2H_4Cl)_2S_2]$

同時產生。

c. 李文斯坦法 美國採用此法。在鍍鉛或鋼鍋（高 4.2 公尺；直徑 2.5 公尺）內，有 110 平方公尺面積冷卻鉛管；另有鉛管（外徑 0.5 公分）十六具，上接鍋頂，下端距鍋底 0.3 公尺。注入一氯化硫，深約 0.45 公尺。於 18 公斤氣壓下，抽入乙烯，其量以保持反應迅速為度。隨時加一氯化硫，以補其缺。溫度不得超過 35°。化合完畢時，以虹吸管將芥子氣吸入澄清筒內；使之冷卻，以便硫磺沈底。芥子毒氣另行存貯，以資應用。每次產量約 12 噸。

上列英美之芥子氣製法以乙烯與一氯化硫為主要原料。茲分別略述如次：

(1) 乙烯 乙烯可於高溫度時，用去水劑或接觸劑分解酒精而成，其法如次：

(a) 以酒精注入飽含磷酸之焦煤中，在 200° 時，得 98 - 99% 純乙烯。但以成本過高，此法不合實用。

(b) 以等量之酒精氣與水蒸氣在 500° - 600° 時，通入直徑 20 公分鐵管內。用高陵土 (Kaolin) 作接觸劑而成。產量為理論數 85%。成品純度為 92 - 95%；由冷卻器

引出。溫度藉水蒸氣以調節之。此法為法國首倡；美國加以改善。

c. 在 $380^{\circ} - 400^{\circ}$ ，以酒精氣通過銅管，內貯氧化鉛為接觸劑，以熔化鉀硝保持溫度；儀器裝置如圖 18。成品產量可達理論數 90%。由管口導出。清洗以去過量酒精。此法為易培德夫 (Ipatieff) 發明；歐戰中德人亦用之。

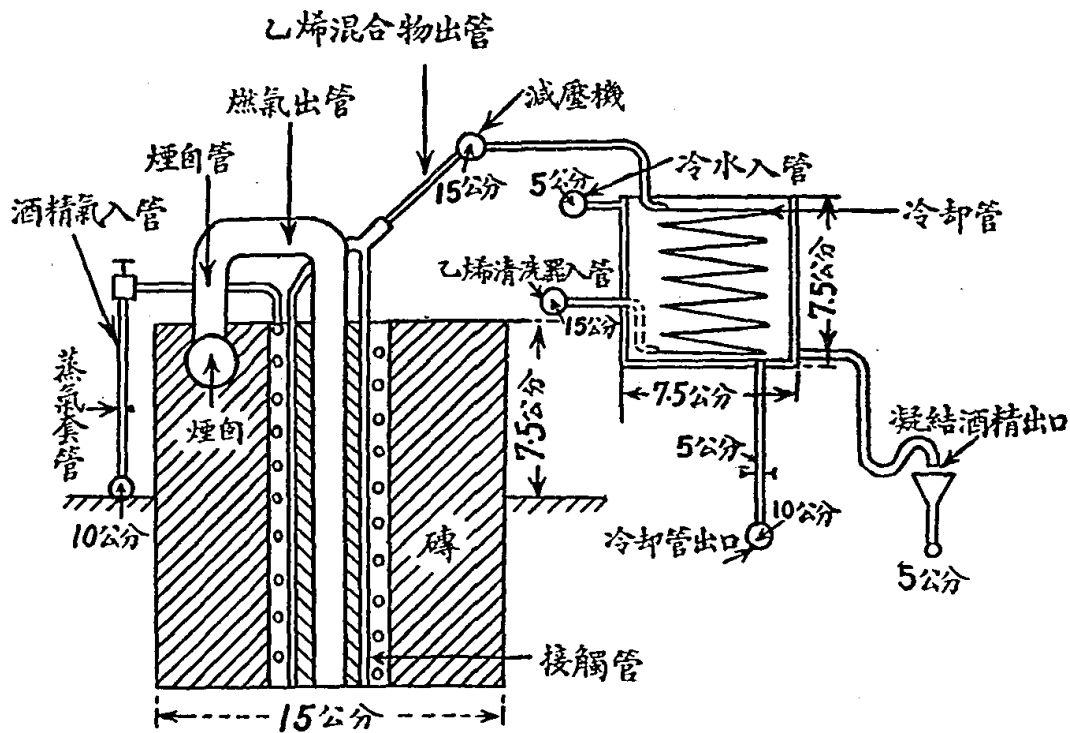


圖 18. 乙炔製造器

(2) 一氯化硫 此物由氯通入硫磺，加熱而成；但其純度及產量多不合格。喀浦 (Copp) 用分析蒸餾法，糞

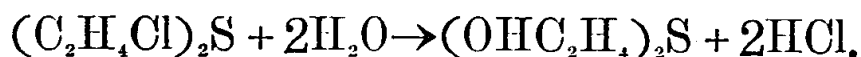
得純質；邵樸(Jhorpe)則謂蒸餾時，易成二氧化硫，且含紅色液體雜質。

鮑柏提淨法：以一氯化硫與硫及活性炭(1%)混合蒸餾。在137°以上蒸過者，置低壓中再蒸餾之，得黃色液質；沸點40°(氣壓11公釐汞柱)，頗為純淨。

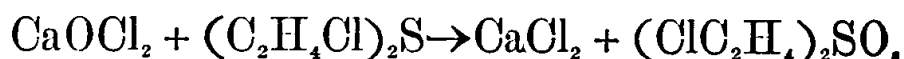
B. 性質

無色油質液體。純質有水草味，不純者含芥末味。英人因名為芥子氣，其實與芥子之成分並無絲毫關係。熔點13°-14°；沸點215°-217°；固體密度1.338(13°)；液體密度1.274(20°)；蒸氣壓力為0.06公釐汞柱(20°)。高溫時分解為鹽酸及另一催淚毒氣。溶於醚及酒精。不易溶於水。

在水中加熱則被分解：

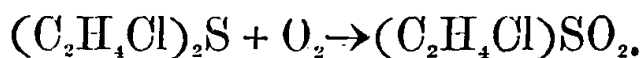


與漂白粉化合，則成無毒氧化物：



故陣地常用漂白粉消毒。

與劇烈氧化劑化合，成為更毒之氧化物：



純質在低溫時，不與鉛，鋅，錫，鋁，銅，鋼化合。
100° 時，重傷錫，鋅；略蝕銅，鋼；但不侵鉛，鋁。

揮發率與溫度成正比。毒性夏季易顯。在每公升含毒 0.07 公絲空氣中，棲遲 30 分鐘，足以致死。溽暑氣候，每公升空氣可含毒 3.66 公絲，為致死量之 50 倍。即在嚴寒，亦有 4 倍致死量之濃度。其毒更烈於光氣。就英軍統計而言，毒氣傷亡數目，芥子氣獨佔 80 % (表29)。所生病狀雖以糜爛胞腫為主，但致死效能亦較他種毒氣為強。

表 30 各種毒氣致死量比較

氣 別	致死濃度(公分/公升)	
	鼠	犬
芥子氣	0.20	0.05
光 氣	0.30	—
氰化氫	0.20	0.10
氯化苦劑	1.50	0.80
氯	—	3.00

C. 生理作用

芥子氣毒性極強，既可窒息，催淚，又令人噴嚏，吐嘔，胞腫，糜爛，以至於死，無愧『毒氣王』之稱。空中含毒 $\frac{1}{20,000,000}$ ，令人閉目流淚，但為時甚暫，因淚可分解其毒；含 $\frac{1}{14,000,000}$ ，致生胞腫；含 $\frac{1}{5,000,000}$ ，重傷皮膚；含 $\frac{1}{1,000,000}$ ，刺激肺囊，令人不能忍受。中毒病狀，有急性與慢性之分，視受毒重輕與個人抵抗力強弱而定。（美國試驗，黑種人富於抵抗力。）

生理學家對於芥子氣毒性解釋，約有數種：(1) 芥子氣溶化脂肪，用能穿透細胞；(2) 在毛細管中，被水分解成鹽酸，故有毒性；(3) 分解所成之鹽，足以重傷細胞。凡是諸說。均無充分理由。蓋(1) 溶化脂肪一點，不能認為含毒證據。如 $(Cl_2C_2H_3)_2S$ 溶化脂肪更強，但並無毒；反之，若 $(C_2H_4Cl)_2SO_2$ 溶化脂肪量不過芥子氣 $\frac{1}{20}$ ，但毒且倍屢。(2) 分解所成之鹽 $(OHC_2H_4)_2S$ ，本無毒性。(3) 鹽酸為量極微，其毒不能如此之甚。近則以為芥子氣本體原有毒者，其說較為合理。酵母不為鹽酸或硫化羰乙烷 $(OHC_2H_4)_2S$ 所毒，但不能生存於芥子氣內，堪為佐證。茲更分述其毒傷人身各部症狀於次：

a. 神經系： 初受刺激，暫失知覺而成癱瘓。病狀

爲閉目流淚。急性則生黏膜炎；慢性初不覺苦，二小時以至二日之內，發眼角膜炎，常學目皮受壓緊張，畏光，流淚，目痛，頭昏，精神疲倦。毒輕者一月內可以復元。

b. 呼吸器：鼻與咽喉上端黏膜發腫，以至腐爛。慢性症更甚，常生噴嚏，咳嗽，鼻涕，生濃，飲食不便，聲帶喉頭均痛，甚且膿瘡潰爛，以至於死。但與窒息性症候不同，肺部紅腫，且現黑色，觸之即痛，發生氣管炎，體溫，脈搏及呼吸，隨以增加，轉成肺炎而死。

c. 循環器：血液變化甚少，心臟亦如恆狀，但間有發現右部紅腫者。呼吸短促，脈搏急速，神經衰弱，筋肉收縮，以至中脊無主。

d. 消化器：毒輕者不至嘔吐，腹上部偶痛，不久即止，無顯著症狀，腸部亦無多影響。毒重者覺胸胃疼痛，反胃吐嘔，胃道炎腫潰爛，橫膈膜發炎，腹部多現鬱血，小腸潰傷。

e. 排泄器：腹部受毒，足證其由胃部排泄而出。腎臟受毒輕者發現糖尿症；重則生急性腎臟炎及腎部水腫，起胞，與小便刺痛，且發現硫化羰乙烷，足徵芥子

氣之被分解。

f. 皮膚：皮膚受傷，由微而著，直接或間接受毒。於 12 小時後，發現紅紫皰腫，以潮溼部份（兩腋胯下）最甚，脚跟手掌較輕。病狀約有下列各種：(1) 紅斑發現於面，頸，四肢，兩腋之軟皮上；二時至二日內，其象顯著。腫癢疼痛，與紅痘症同。數日內或退，或轉生他病。(2) 表皮發生大小不同紅黃皰腫，初不甚痛；若去其壳，則痛突增。約於受毒次日發現，亦有延至數週者。(3) 皮生櫻紅色皰腫，數日退淨；亦有受毒菌傳染而加重者。

D. 檢驗

陣地檢查，極為重要，壕溝搜索，有關生死，蓋敵人常於退卻時，散佈芥子氣以資掩護也。茲略述簡便檢驗方法如次：

a. 火燄檢驗法 以銅絲置本生燈中燃之，遇芥子氣則成綠燄。空氣中即含芥子氣 $\frac{1}{10,000,000}$ ，此法亦得以驗出之。

b. 彩色檢驗法 德國初用一種黃色盤，遇芥子氣即

現黑色。又曾用一種白色油膏爲塗料，遇芥子氣則呈紅色。但此多爲試氯反應，易爲他種毒氣所朦混。美國化學戰務局初以亞硒酸 (Selenous acid) 爲測驗藥劑。繼則改用黃漆與油膏以測驗之。黃漆之上敷以油膏，遇芥子氣，能由黃色變紅；於四秒鐘內即現深紅色，感應至爲靈敏。黃漆爲鉻黃 (Chrome yellow) 溶於硝化棉及醋酸戊烷 (Amyl acetate) 液內，略加紅油而成。每公升黃漆，可塗 213,400 平方公分面積。油膏爲 50% 生麻油與 50% 乾料相和而成。此種漆膏，非特用以測驗戰地芥毒，且可檢查砲彈是否透漏。

E. 運用

芥子氣在照像及染料工業上，均有相當價值。軍用上更爲重要，優點如次：(1) 毒性猛烈，持久不變；(2) 反應遲緩，不易發覺；(3) 傷及衣物，効力廣大。可用以 (a) 攻擊堅固要隘，如砲兵陣地，集合區域，森林，道路，橋樑等處；(b) 襲擊敵人，防其反攻；(c) 掩護退卻；(d) 用飛機放射，以擾亂敵人後方，爲效甚大，

運用時，德人初攙以氯苯與四氯化炭混合質。美國成品，含 17-18% 硫磺，其效甚烈。歐戰末期，法人以

高級炸藥與之配合，散爲烟霧粒質，效力更大；因其液質毒性，較氣體強逾什倍。

濃度稀薄亦能傷人，故可用於 7.5 公釐槍彈。持久性强，故可用於砲彈；且需用砲位無多，不及光氣之 $\frac{1}{10}$ 。氣壓極小，故可用於手榴彈。運輸便利，可用飛機以散佈之。將來戰爭，無論在何種環境，用何種兵器，芥子氣功效必首屈一指。

F. 防衛試驗

美國醫藥部對於芥子氣防衛試驗，多方研究，成效卓著。茲錄其結果如次：

a. 芥氣試驗 置少許棉紗於玻璃管（長 5 公分；內徑 0.8 公分）中，滴 0.01 公分芥子氣於棉紗；以玻璃棒將棉紗送至管底，擦淨管口而塞以木塞。越一時至一日，以便芥子氣揮發。試驗時，以水，重碳酸鈉液，肥皂液，高陵土液，分別塗於皮膚之上。啓開木塞，將皮膚覆於毒氣管口各五分鐘。七日後攝影(圖19)，則見著水者傷最重，較光皮尤甚；高陵土液略有效；重碳酸鈉液無益；而以肥皂液保護力爲最佳。

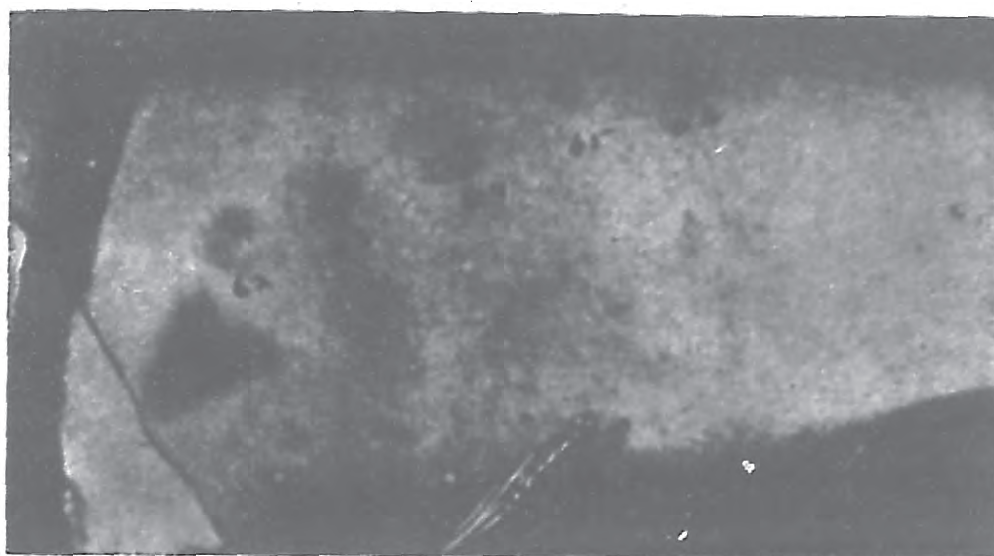


圖 19 芥氣試驗

62 光皮； 63 着水； 64 重碳酸鈉液
65 肥皂液； 66 高陵土液。

b. 芥液試驗 以 0.1 公撮芥子氣溶於 20 公撮酒精內，（一小時內即須使用，否則分解）。取出 0.005 公撮溶液敷於皮上（1.2 公分直徑面積）；吹乾酒精，使毒氣著於皮面。或以毒質浸棉紗，間接塗皮上。更有預塗油膏及不塗油膏者。19 日後攝影（圖 20），則見未塗油膏者受重傷，預塗油膏者傷較輕。

c. 塗油試驗 油質可以防禦芥子毒氣。茲於皮上一部預塗油質，與未塗油者均於受毒 15 分鐘後，更以油洗去之。24 日後攝影（圖 21），則見未塗油者傷重，先塗油者傷輕。



圖 20 芥液試驗



圖 21 塗油試驗

10,12,未塗油膏; 11,13,預塗油膏; 8,未塗油; 9 先塗油。
10,11,直接着毒; 12,13,間接着毒。

d. 油質比較試驗 以 0.01 公撮 3% 芥子氣在各項油質溶液中，塗於 1.2 公分直徑面積皮上。2 日後攝影，則如圖 22 所示。生熟麻油與魚肝油效力最佳。

e. 藥紙試驗 以 0.1 公撮芥子氣敷勻於 5 平方公分濾紙上。將此濾紙分爲 100 小平方塊，每塊含 0.001 公

撮芥毒。緊敷皮上1-2小時。1日後攝影(圖23),則見氣化劑效力最佳。

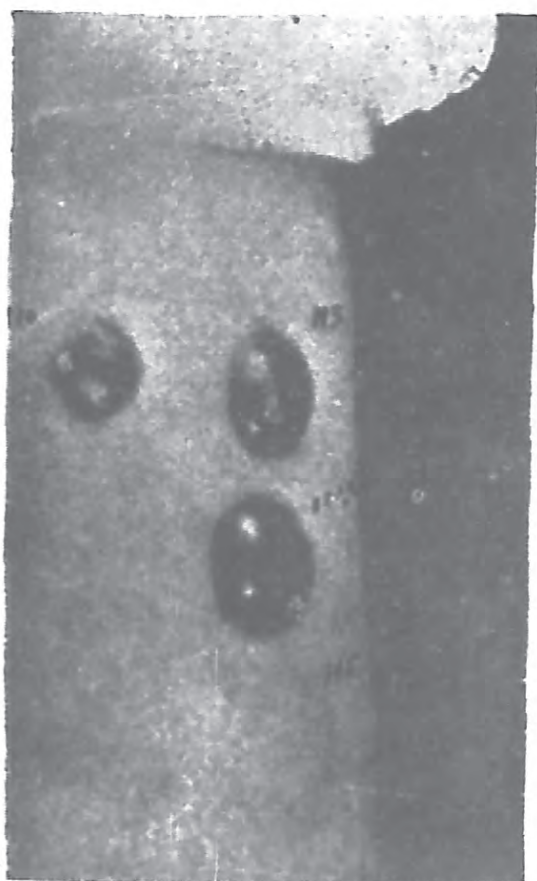


圖 22 油質比較試驗

- 110 煤油膏; 111 生麻油;
112 熟麻油; 113 橄欖油;
114 草麻油; 115 魚肝油。

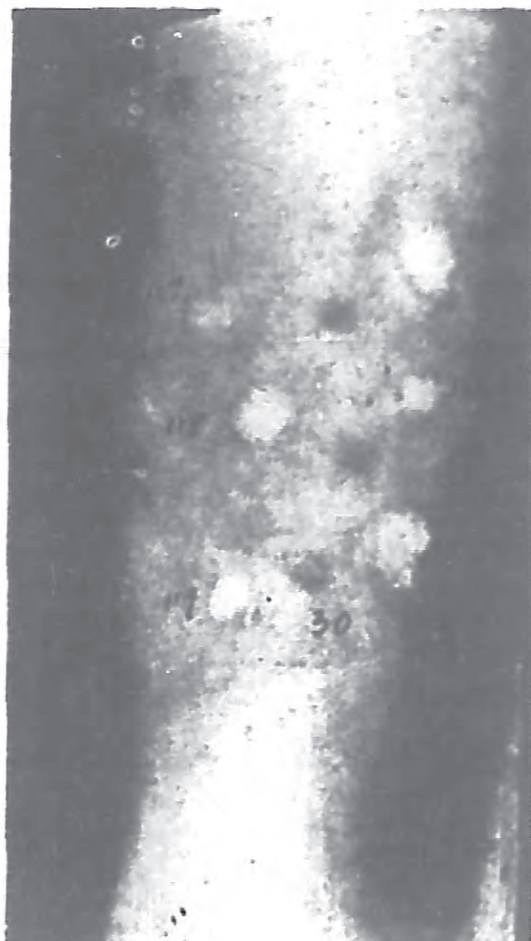


圖 23 藥紙試驗

- 117 生麻油; 118 麻油及高陵土液
(1:3); 119 梘皂及高陵土液(1:3);
120 煤膏及高陵土液(1:3); 121
10%二氣氨酐; 122 石油。

f. 固體藥劑比較試驗 依第一項蒸氣法, 試驗各種固體藥劑效力。預塗固體藥劑於皮上, 再施芥毒。3日

後攝影（圖 24）則知高陵土與活性炭粉有同等優良效力。

各國防毒趨勢，在工廠方面，則注重保護衣及手套。戰地運用，則以藥膏及油層保護皮膚較為適當。藥膏材料以蟲漆，煤膏，鋁粉膏，及硝化棉為主。油層為生熟麻油，橄欖油，蓖麻油，石油，魚肝油等。但無論藥膏油層如何配製，為效殊弱；須另加他物以增功效。此項物質約分二類：(1) 對芥



圖 24 固體藥劑比較試驗

- 26 光皮； 27 高陵土；
28 漂布土； 29 活性炭；
30 鋅油膏。

子氣不生變化者：活性炭，漂布土，雲母石，鐵粉，鋅粉，氧化金屬（鎂，鋅，鉛），膠，肥皂，甘油，蛋白質，蔗糖，炭酸鈣，脂酸金屬（鋅，銀），等屬之。

(2) 對於芥子氣生變化者：碘，氯氨酞，二氯氨酞，漂白

粉，過錳酸鉀，烏羅脫羅屏等屬之。

標準藥膏成分如次：氧化鋅 45%；脂肪油 10%；精製生麻油 30%；高陵土液 15%；及少許色素。製法，以氧化鋅與麻油混合，加脂肪及色素，以高陵土液拌和之。士兵每日塗兩次於手，足，頸，額及兩腋等處，效力殊佳。

g. 藥膏檢驗法 以 0.1 公撮藥膏預塗皮上(7-20 平方公分)。取 1 公撮芥子氣注入玻璃管(高 10 公分；內徑 1.2 公分)中棉紗上(棉頂距管口 5 公分)，置管於較大玻管內塞之。用時將塞除去，以皮膚(已塗藥膏)覆於管口；記其時間，與光皮同樣試驗比較。如光皮傷度為 100，則可得其比數。傷度低者為良好藥膏。

h. 防毒衣 衣為兩層棉質組成，內層為鬆棉質，外層棉質，浸透藥劑(松香 45%；松香油 55%)，以防芥氣，卓著成效。但此猶不足以防芥液；若再塗標準藥膏，則支持較久。惟時間過長，或衣服已染毒液者，則應拋棄之。吡嘰布亦足防毒；若塗以標準藥膏，則更善矣。橡皮衣效力亦佳。

G. 消毒與治療

陣地消毒，以漂白粉爲最佳。他如鋅粉，鋁粉，醋酸，苛性鈉，過錳酸鉀，及各種氯化物（氯化硫，氯氨酞，及二氯氨酞）均可適用。歐戰末期，法人建議以稀薄氯氣爲消毒劑，可謂『以毒攻毒』。

中毒者亟須脫去衣服，以肥皂熱水洗滌週身。毒重者以青皂效力爲佳，因其發生沫液較多。輕油，醋酮，純酒精及各項油類，均爲去毒劑；可用海綿質浸透擦抹週身，用布擦乾，最後以熱水肥皂洗滌。

目部以 1% 重碳酸鈉溶液或飽和硼酸液清洗。每二三小時一次。重傷者覺畏光奇痛，則須用古加因 (cocaine) 混石油滴之，以防流淚過多。雙目不宜綁緊。0.5-1% 氯氨酞亦可應用。倘角膜已受傷，則用亞脫屏 (atropine) 以保護目瞳。精神安慰，亦關重要。

呼吸器以重碳酸鈉溶液清洗。薄荷腦 (menthol) 溶液亦可應用。以薄荷腦 10 公分溶於 30 公撮安息香膠酞 (benzoin tincture) 中；取是項溶液 4 公撮置沸水內。吸其蒸氣可以解毒。醫治重病，法人嘗用一種藥劑名

huile gomenolee 者加溫後注射於呼吸道。肺部亦須加以保衛。病人不宜集於一處，以免傳染。可佩帶鋁製面具以自衛。面具內貯棉質，浸透下列藥劑，以資防衛；每小時加十五滴，以防乾燥。

薄	荷	腦	2.5	公	分
氯		肪	8	公	撮
油			8	，，	，，
木		油	8	，，	，，
碘		酊	4	，，	，，
水			60	，，	，，

皮膚務須清潔以免傳染。受傷處以亞氯酸液(0.5%)洗之，或以脂酸鈉與二氯氨膏抹之。或日間洗滌夜間塗藥亦可。重症應以藥液長期沐浴（一時至二日）。藥液為澱粉（450 公分），重碳酸鈉（450 公分），溶於900-1400 公升煮沸食鹽液內，溫至90°-95°所成。倘脈膊微弱則注射強心劑。若不能沐浴，則以布浸藥液裹傷處，溫度保持在90°-95°。

受病初期，易生吐嘔，故須食液質食品，如粥及牛乳等。須多飲水。內服20公分重碳酸鈉，亦屬有益。倘

病者思飲食，可儘量給之。

2. 路易氏氣

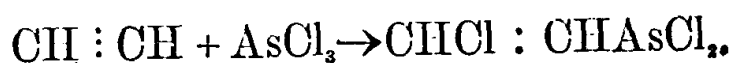
Lewisite CHCl:CHAsCl

此物於 1904 年曾有人試製，但其法不詳。1918 年，美人路易氏(W. L. Lewis) 首先大規模製造，號稱『死露』(dew of death)，喧騰一時。其後英人葛林(Green) 亦加注意，乃公開發表。

A. 製法

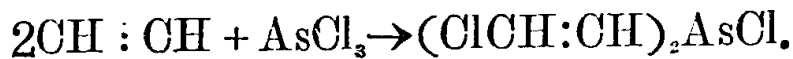
以乙炔(Acetylene)通入三氯化砷(440 公分)與氯化鋁(300 公分)之混合物中，即生熱而起反應；六小時內，吸收乙炔(100 公分)成黑色液質。蒸餾時常生危險(爆炸與中毒)。路易氏發明適當低壓蒸餾法；先用冰鹽酸分解，再於鹽酸氣中低壓蒸餾。其產物如次：

第一部爲微黃色液體，沸點 93° (26 公釐汞柱)，乃 1 分子乙炔加入三氯化砷而成：



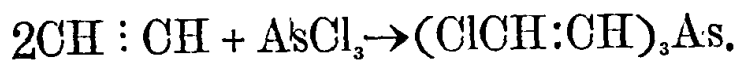
其毒性及胞腫力，與芥子氣相同。刺激呼吸器，發生噴嚏，久則重傷咽喉及胸。三滴之量於1至3小時內，即能致鼠於死。

第二部液體，沸點 $130^{\circ} - 133^{\circ}$ (26 公釐汞柱)，為2分子乙炔加入氯化砷而成：



其胞腫力較弱，但刺激咽喉効力更强。

第三部無色液體，沸點 $151^{\circ} - 155^{\circ}$ (28公釐汞柱)，為3分子乙炔加入氯化砷而成：



其胞腫及刺激性均弱，但能引起劇烈噴嚏。依前列各原料重量則產生 $\text{CHCl}:\text{CHAsCl}_2$ (路易氏氣) 47公分， $(\text{CHCl}:\text{CH})_2\text{AsCl}$ 44 公分， $(\text{CHCl}:\text{CH})_3\text{As}$ 164 公分。故此項反應，宜加改良，以增加路易氏氣產量。

葛林試用溶劑促進產量，以三氯化砷 (440 公分) 與氯化鋁 (150 公分) 之混合物注入同體積四氯化炭冷卻搖之，通入乙炔 (50 公分)。俟其反應完畢，傾入冰鹽酸內，將油分開。蒸餾後得路易氏氣 71公分， $(\text{CHCl}:\text{CH})_2\text{AsCl}$ 46 公分， $(\text{CHCl}:\text{CH})_3\text{As}$ 60 公分，顯有進步。最

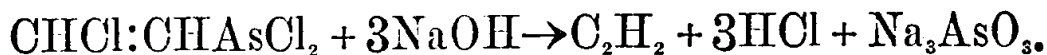
近以 $(\text{CHCl:CH})_3\text{As}$ 與三氯化砷溫至 $200^\circ - 220^\circ$ ，則三種化合物同時產出量別如次：

原料量 (公分)		品 質 量 (公 分)			AsCl ₃ 餘量 (公分)
$(\text{CHCl:CH})_3\text{As}$	AsCl ₃	CHCl:CHAsCl ₂	$(\text{CHCl:CH})_2\text{AsCl}$	$(\text{CHCl:CH})_3\text{As}$	
81.5	67.5	50.0	61.6	極 少	23.6
56.8	77.2	65.5	22.1	極 少	34.8

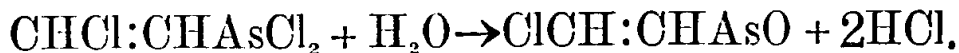
B. 性質

純路易氏氣 $(\text{CHCl:CH})\text{AsCl}_2$ 爲微黃色液體。熔點 -13° ；沸點 190° ；密度 $192^\circ(0^\circ)$ ；蒸氣壓力爲 1.885 公釐汞柱 (20°)。不溶於水或淡酸；但溶於酒精或醚及其他有機溶劑。

與苛性鹼化合，則生乙炔：



被水分解：



與溴在四氯化炭液內化合成溴化物，其熔點爲 122° ，飽腫力頗強，與芥子氣相若，且刺激呼吸器，引起劇烈噴嚏。

C. 生理作用

刺激眼，鼻，咽喉，發生閉目，流淚，鼻涕，咳嗽，嘔吐，甚則喉頭發炎，水腫，肺炎，以至於死。體溫，脈膊，初受毒時略低，次日略高，但仍逐漸減低，惟不十分顯著。

皮膚受毒四小時內，發生紅斑，二日內胞腫，較芥子氣爲速。吸入後，發生砷毒，足以致死。

以兔試驗，體重一公斤，注射毒質 0.008 公分，立刻致死。注毒 0.005 公分，則三日內致死。注毒 0.001 公分，縱不至死。體重損失 10%。每公升空氣含 1.4 公絲，令人胞腫；若含 1.4 公分，則立刻致死。

D. 治療

治毒液傷，以 5% 苛性鈉溶液爲宜；雖覺激刺，但可救死。

治毒氣傷，以氫氧化鐵藥膏爲宜。將濃氨徐徐注入氯化鐵溶液(將近飽和)以覺有氨味爲度。置深杯中，切勿搖動；俟咖啡色沈澱產出，即以虹吸管將母液吸去。

用蒸餾水洗至無氯化物反應爲度。濾過後，與純甘油混合(6:1)成光滑藥膏。置嚴密盒中，經久不變。用塗傷處，裹以油布，每半日換一次。過夜之後，例能消除炮腫作用，且可減低刺激。用以治毒液傷時，須立刻塗於傷處，方生效力。故 5% 苛性鈉溶液與此項藥膏，均爲防護『死露』之常備良劑。

表 31 歐戰毒氣運用沿革

時 期	用 法	主 要 毒 氣	防 護 方 法
I. 1915年四月 至五月	氣 筒	氯 氣	棉 紗 鼻 塞
II. 1915年四月 至1916年七月	砲 彈	各 項 催 淚 劑	風 鏡, 頭 盔
III. 1915年十二月 至1916年八月	氣 筒	氯, 光 氣	頭盔(P, PH, 盔等)大呼吸 箱面具
IV. 1916年七月 至1917年七月	砲 彈	光氣, 雙光氣, 氯化苦劑 及各項催淚氣	頭盔及小箱式 面具
V. 1917年七月 至1918年五月	拋管及 迫擊砲	光氣, 雙光氣, 氯化苦劑 及二苯氯腫	小箱式面具
VI. 1917年七月 至1918年十一月	砲 彈	黃十字(芥子氣) 綠十字(光氣, 雙光氣) 藍十字(二苯氯腫)	小箱濾層面具 保護衣, 靴, 手 套等

第七章 毒氣運用

歐戰方酣，勢均力敵。鉤心鬪角，莫着先鞭，毒氣戰爭，乃應運而生。其主要目的，約有下列各種：

- (一) 襲擊堅固陣地。
- (二) 殺傷大批敵人。
- (三) 挫折敵人勇氣。
- (四) 妨害敵人動作。
- (五) 毀壞敵人軍需。

(六)擾亂敵人後方。

(七)掩護軍略退卻。

出奇致勝，端賴指揮官隨機應變。本章就毒氣運用之條件，方法，部隊，與軍機四項分別述之。

1、毒氣運用條件

A. 天時

a. 風向敵方吹去，速率每分鐘 300—800 公尺，宜於氣筒及拋管放射。蓋緩則風向易變，速則毒量稀薄。

b. 溫度過高，不宜於暫時性毒氣。日間地面較熱，聲音囂雜，氣易上昇而不着地。嚴寒不宜用持久性毒氣，因其不易揮發故也。故時和氣爽，夜靜風清，毒氣功效，乃能顯著。

c. 雨量過多，沖散或分解毒氣，因而失效。薄雲，微霧，宜用暫時性毒氣及煙幕。

B. 地勢

a. 森林，建築，道路，與幽谷等。不易通風之處，最易受毒氣攻擊。無論暫時性或持久性毒氣，均克奏效。

b. 高山邱陵，宜於防衛。蓋毒劑多較空氣爲重，逐漸降落，而不易上昇。故軍用醫院及隱蔽部，多建於其地。

C. 毒劑

a. 毒量濃厚：易於揮發之毒氣屬之。瀰漫空中，爲害至烈。蓋非特殺傷無備士兵，且能減低防毒效力。軍用上頗有價值。

b. 毒性劇烈：糜爛毒氣屬之。雖艱於揮發，但若芥子氣 0.07 公絲已足致人於死，即在隆冬，空間揮發量已爲致死數四倍。

c. 毒氣面積，務須廣大。蓋量雖濃，毒雖烈，若面積狹小，只適用於局部；對整個軍事上，價值無多。

D. 方略

a. 突襲敵軍，令其倉皇失措，則以氣筒與拋管放射之功效最著。蓋短期內，能集中多量毒質，使敵人猝不

及防。

b. 攻擊堅固陣地，如集合點，礮兵隊等，以黃綠十字礮彈爲上乘。蓋射程遠，而毒性亦烈。

c. 兵家虛實互用，最關重要。故毒氣與炸藥，毒煙與障幕，參差運用，作疑兵計，使敵人莫測高深，防不勝防。

d. 隱蔽目標及掩護退卻，以煙霧與持久性毒氣功效最大。

2. 毒氣運用方法

歐戰利用飛機散毒者，尙不多觀。所採方法，約爲下列數種：

表 32 各種毒氣放射器有效距離一覽

方	法	有效距離 (公尺)					
氣筒	放射	12,800					
拋管	放射	1,400					
炸彈	放射	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>手榴彈</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>槍頂彈</td> <td>220</td> </tr> </table>	{	手榴彈	22	槍頂彈	220
{	手榴彈	22					
	槍頂彈	220					
迫擊砲	彈放射	2,200					
砲彈	放射	14,500					

A. 氣筒放射

氣筒放射，爲德人初用之方法。以攻固定目標，收效至巨。蓋多量毒氣散於廣大面積，深可 16,000 公尺，合乎運用條件。依歐戰經驗言之，縱敵人先事預防，亦可殺傷陣地敵軍 10%。且反應劇烈，易蝕金屬槍礮。毒氣高度，不易確考，通常約爲十五公尺。歐戰軍用鴿常能安全飛回，蓋能超越高層。速力及角度，受風力影響，可由飛機偵查。蓋經過地點，草木皆靡，因而退色。且散毒時，吸收熱量，空中常發生雲霧。

a. 兵器 常用器具，爲鋼筒(圖25-29)。小者高約 40 公分；直徑 12 公分；重約 8 公斤。貯毒氣 15 公斤。另有鉛質吸管，直徑 7.5 公分；通於筒底；高出筒口；成丫狀及 45 度角，以便毒氣散出。

b. 藥劑 常用毒劑，爲氯氣，光氣，氯化苦劑，三氯化砷，及四氯化錫等。毒氣被壓成液質，注入筒內。各國量數不同，有如下表：

表 33 各國毒氣筒重量一覽

國 別	氣筒全重(公斤)	毒氣重(公斤)
英 德	40	20
法	70	35
美	30	15

氯與光氣混合劑，須貯於鍍鉛鐵筒。成分視溫度為轉移，最毒者為光氣 70%，及氯 30%。

一氧化炭，雖為氣體，且易揮發。但軍用上無多價值，前已述之。

氰化氫混合劑，法人曾利用之。獨用者不多，蓋淡則毒微，濃又不易預備也。

c. 放射 德人初用時，延前線六千公尺，每公尺距離置一筒。遇適宜氣候，通電炸去頂蓋；五分鐘內，毒氣瀰漫全線。響聲大作，故雜以礮火，使敵人莫辨真偽。歐戰末期，英人以氣筒置卡車或輕便火車上。遇適宜環境，能於數小時內，集中放射，為效甚著。

d. 戰術 氣筒攻擊，宜於陣地戰。可施諸全線，使敵人無力抵抗。繼以步兵襲擊，衝破敵陣。佈置氣筒，宜在夜間，使敵人不易查覺。毒煙不勻，則以迫擊礮補

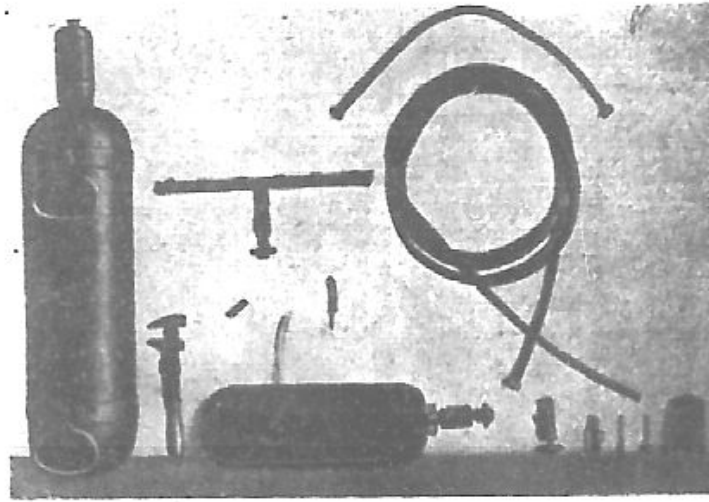


圖 25 德國氣筒及零件

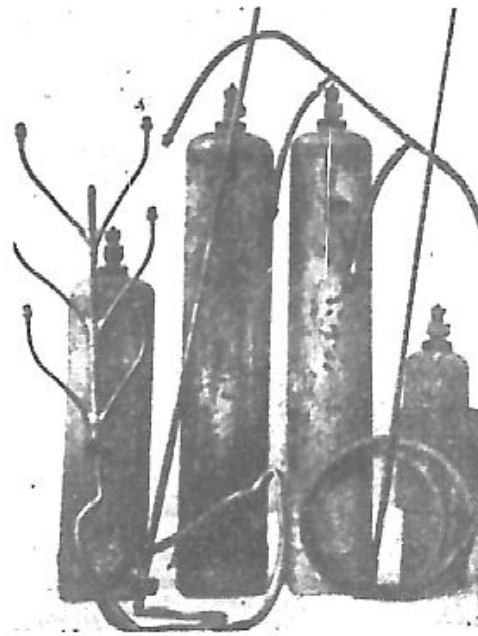


圖 26 法國氣筒光氣筒



圖 27 美國攜帶式氣筒



圖 28 氣筒陣

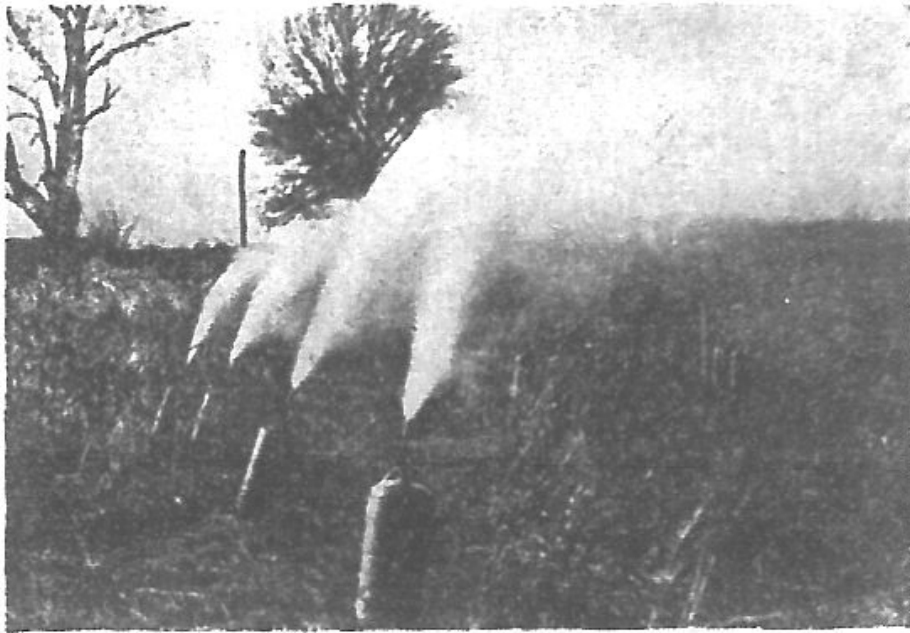


圖 29 放射毒劑

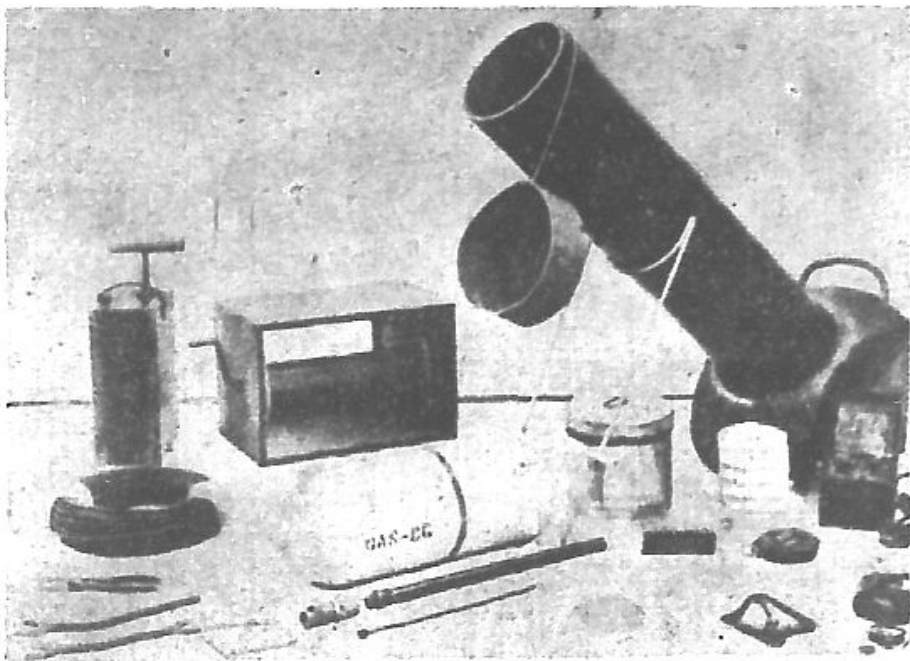


圖 30 美國毒氣拋管及零件

充。可與煙霧並用，以誘敵人。或雜以火礮，以困敵人。但在烈日狂風暴雨中，不可採用。

e. 利弊 氣筒攻擊，濃度高；速度快，面積大；使敵人防不勝防。不特重傷士兵，且能侵蝕武器。

惟受氣候地形束縛。偶一不慎，反受其害。裝置運輸，均感困難。且所需毒劑，除氯與光氣外，多不適用。

B. 拋管射擊

拋管爲英人黎溫(Livens)1917年所發明。初僅爲鋼管，埋於地中。射程不遠。美國加以改良，可置地面，不必埋於壕中。射程達三公里，效力卓著。茲將英美拋管列於下表：

表 34 英國拋管

號數	長 (公分)	厚 (公分)	重 (公斤)
I	84	0.95	45
II	76	0.62	30
III	137	0.95	67

表 35 美國拋管

號數	長 (公分)	口徑 (公分)	重 (公斤)
I	84	20	45
II	122	20	67

a. 兵器 管爲鋼質(圖 30)，上下口徑相同(約 20 公分)。底聯鋼板(板厚 0.62 公分重約 15 公斤)。全

表 36 德國毒氣拋管一覽

名 稱	口 徑 (公 分)	標 記	藥 量 (公 斤)	藥 別
B.	26	一 黃 圈	20	溴 醋 酮
C.	26	二 黃 圈	20	氯 蟻 酸 氯 甲 烷
C.	26	無	20	溴 甲 乙 酮
B.	7.6	一 黃 圈	0.8	溴 甲 苯
C.	7.6	二 黃 圈		氯 蟻 酸 氯 甲 烷
D.	7.6	三 黃 圈		光 氣
B.	17	一 白 圈	10	溴 甲 乙 酮
C.	17	二 白 圈		氯 蟻 酸 氯 甲 烷
D.	17	三 白 圈		光 氣
—	18	—		光 氣
Yellow cross.	17	二 黃 十 字		芥子氣 83% 氯 苯 12% 紅磷石油 5%
G.	17	白 G 字		光氣 57% 氯化苦劑 43
Blue cross.	18	藍 十 字		二 苯 氯 肅 48% 炸藥 52

表 37 奧國毒氣拋管一覽

名 稱	口 徑 (公 分)	藥 別
Be.	9-22.5 14-26.5	溴 甲 乙 酮
K.	同 上	氯 蟻 酸 氯 甲 烷
—	22.5	光 氣

表 38 英國拋管用藥一覽

1.	光 氣 與 氯 氣
2.	純 光 氣
3.	氯 化 苦 劑
4.	碘 醋 酸 乙 烷
5.	氯 化 苦 劑 80% 四 氯 化 錫 20%

表 39 法國拋管用藥一覽

1.	氯 磺 酸 乙 烷
2.	光 氣 與 四 氯 化 錫
3.	氯 化 氯 與 三 氯 化 砷

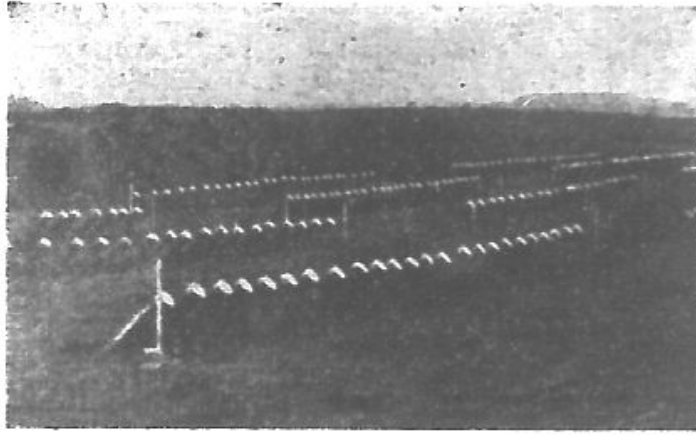


圖 31 德國拋管陣



圖 32 放射拋管

重約 100 公斤，後用鍊鋼，使其便於一人攜帶。

彈爲薄鐵筒，長約 53 公分；外徑 3.8 公分；全重約 30 公斤。貯毒質 15 公斤。內有鉛質爆管，藥量以炸開彈丸爲度。

b. 藥劑 常用藥劑，爲氯氣；光氣；氯化苦劑；及四氯化錫之混合物。後有用芥子氣以封鎖敵陣者。德人常加二苯氯肼以滲透面具。亦有雜用縱火劑及高級炸藥者。

c. 放射 佈置情形，初就戰壕內掘成 45 度 V 形溝，以安拋管。溝深 53 公分；寬 106 公分；長 9 公尺；與火線成直角。埋管於地中，分爲數排，以二十個爲一排。須數日佈置，方可應用。美國改用三角架。不埋溝內，而置地面。佈置時間只須前項五分之一。

放射手續，初以管聯結發放機。後用手搬機。美軍改用电放。至爲靈敏。歐戰末期，同時可射 500 拋管，投 20,000 公斤毒質於敵陣（面積 20,000 平方公尺）。使每方公尺受毒一公斤，爲害至巨。且只須二三小時，工作完畢；故敵人飛機不易發覺，或破壞之。

d. 戰術 拋管攻擊，佈置困難，不宜於運動戰。惟

攻堅擊銳（如集中點礮兵隊），或陣地戰，其效卓著。若與高級炸藥並用，可破壞戰網。突擊一處，使敵人猝不及防，疲於應付。利於山谷，田間，林中之戰。其毒不散，且可達較遠距離。

e. 利弊 拋管攻擊，不受天時地形影響。管價低廉。製造便利。毒量豐富。射程遙遠。能於短期內，重傷敵人，為陣地戰之利器。

佈置困難，時間人工，均不經濟。放射時發火光與巨聲，易為敵人察覺。德人常於山後射出，雖不見光，仍聞其聲。散毒面積，究不如氣筒之寬闊。

C. 迫擊礮放射

迫擊礮為歐戰中英人司徒克 (Stokes) 所發明。亦稱司徒克礮 (Stoke's motor)。射程初為 700—900 公尺，後增至 2,700 公尺。常用以放射毒質者，口徑 10 公分，每分鐘可放二十發。

a. 兵器 礮身分四部：(1)鋼質礮管；(2)鋼底板；(3)三角架；(4)零件。與普通迫擊礮無異，各部重量如次：

機	件	重 量 (公 斤)
鋼	管	40
槍	架	14
底	板	54
零	件	12

礮彈多為鑄鐵或鋼質，與普通迫擊礮彈同。重約 12 公斤，貯毒質 4 公斤，英國 20 公分迫擊礮彈，貯毒 17 公斤。

b. 藥劑 常用毒劑，為氯氣；光氣；氰化氫；雙光氣；溴醯酮；氯化苦劑；溴醋酸乙烷；三氯化砷；四氯化錫等。歐戰末期採用芥子氣，為效特巨；藥量為 4—20 公斤。

c. 放射 通常將多門礮位排列成行。礮口與地面成 45 度角。底盤以沙袋壓之。彈尾有送藥包。彈頭有撞炸引信。礮底有火針。放時將彈倒置礮管中，送藥遇火針即燃，將彈送出，着地即炸。

d. 戰術 用以掩護步兵；殺傷敵人；攻擊短距離陣地；補氣筒毒氣之不足，功效至大。與黃磷彈及炸藥彈並用，以困敵軍。

175公分毒氣後膛迫砲彈

75公分毒氣後膛迫砲彈

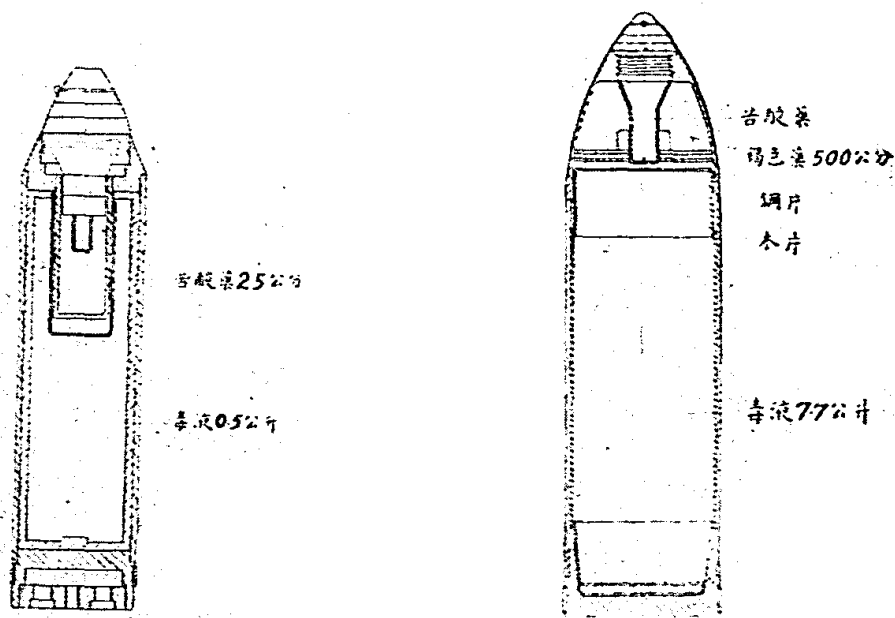


圖 33 德國 7.5 公分
後膛毒氣迫砲彈

圖 34 德國 17.5 公分
後膛毒氣迫砲彈

e. 利弊 此項射擊，不受氣候風向束縛。運輸方便。佈置敏捷（二小時裝妥）。用法簡單。命中準確。且易於集中，放射便利。以之攻敵人機關槍隊，允稱巨擘。

惟射程較短。毒量無多。彈身及送藥，均有改良必要。造成恐怖程度，不若氣筒與拋管。

D. 礮彈射擊

歐戰毒質礮彈，為用至廣。將來更未可限量。蓋以

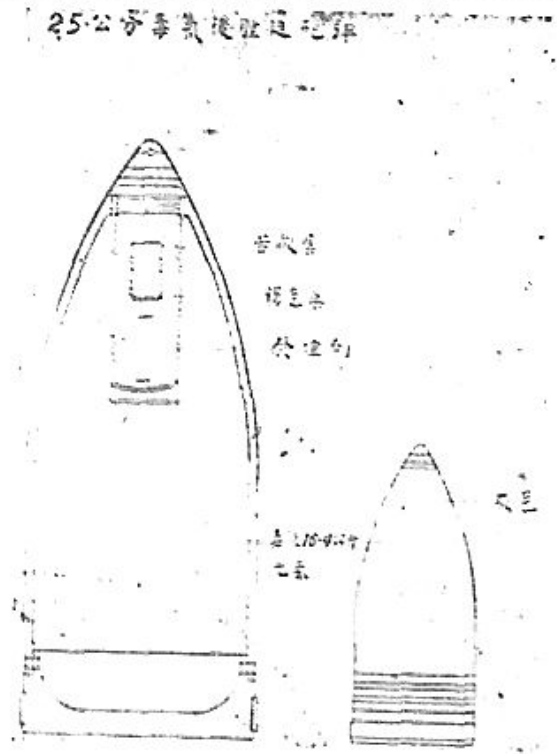


圖 35 德國 25 公分後膛毒氣迫砲彈



圖 36 放射毒氣迫砲彈

礮位衆多，可以利用。射程遙遠，收效至宏。茲將英德法美奧俄意各國毒氣砲彈，另表(表42-48)列陳。

a. 兵器 各種口徑砲(7.5公分至15公分)，均可用以放射毒氣彈。

彈爲鋼質，較普通砲彈簡單。壳較薄。內部構造亦異，藥囊貯毒質。引信下稍加炸藥，或加大引信，以便炸開彈壳散毒。如用固體毒劑，則中置爆管。毒質易與金屬化合者，貯以磁瓶或玻璃管。

7.7公分藍十字砲彈

7.7公分黃十字砲彈

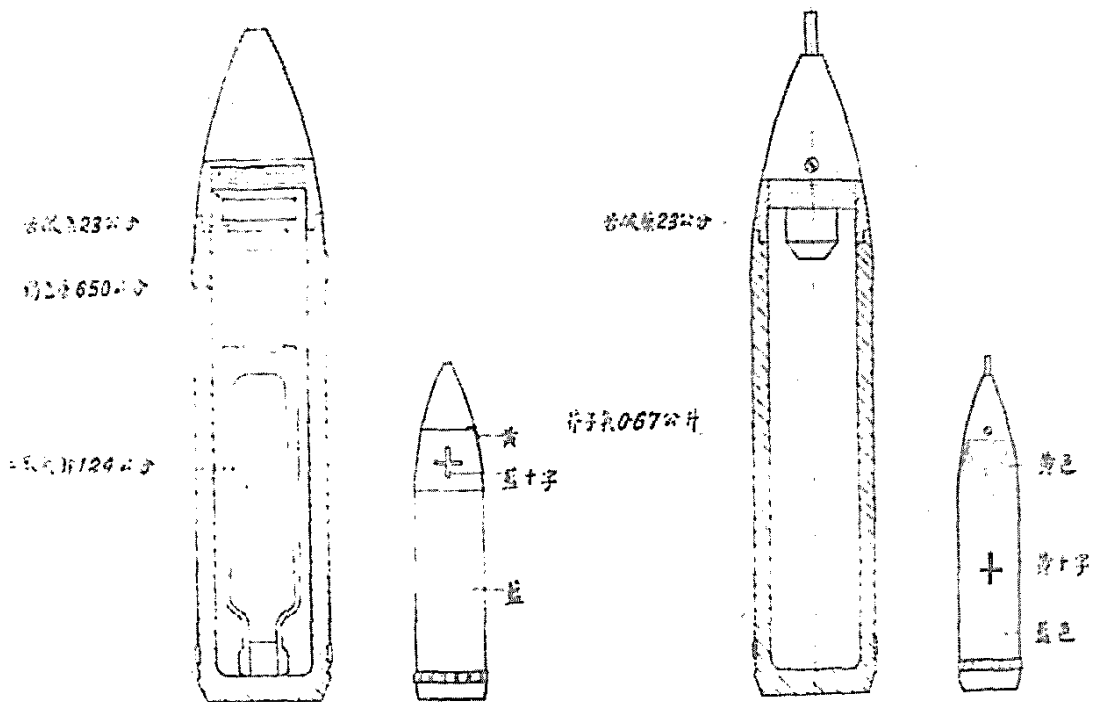


圖37 德國7.7公分藍十字砲彈

圖38 德國7.7公分黃十字砲彈

b. 藥劑 歐戰初用催淚毒氣。塞姆之役，採用雙光氣。其後除氯氣外，均被採用。綠十字彈為窒息及催淚毒氣。藍十字彈為窒息與噴嚏性毒氣。黃十字彈為糜爛性毒氣。此外有所謂 T. K. B. C. 等劑者，多為中毒，催淚，窒息，毒氣等混合體（見表 41）。

c. 放射 放射法與普通砲彈無異。惟砲手須佩帶防毒面具，以備不虞。此外應行注意事項如次：

暫時性毒氣(例如光氣)揮發性強，若欲集中毒質，

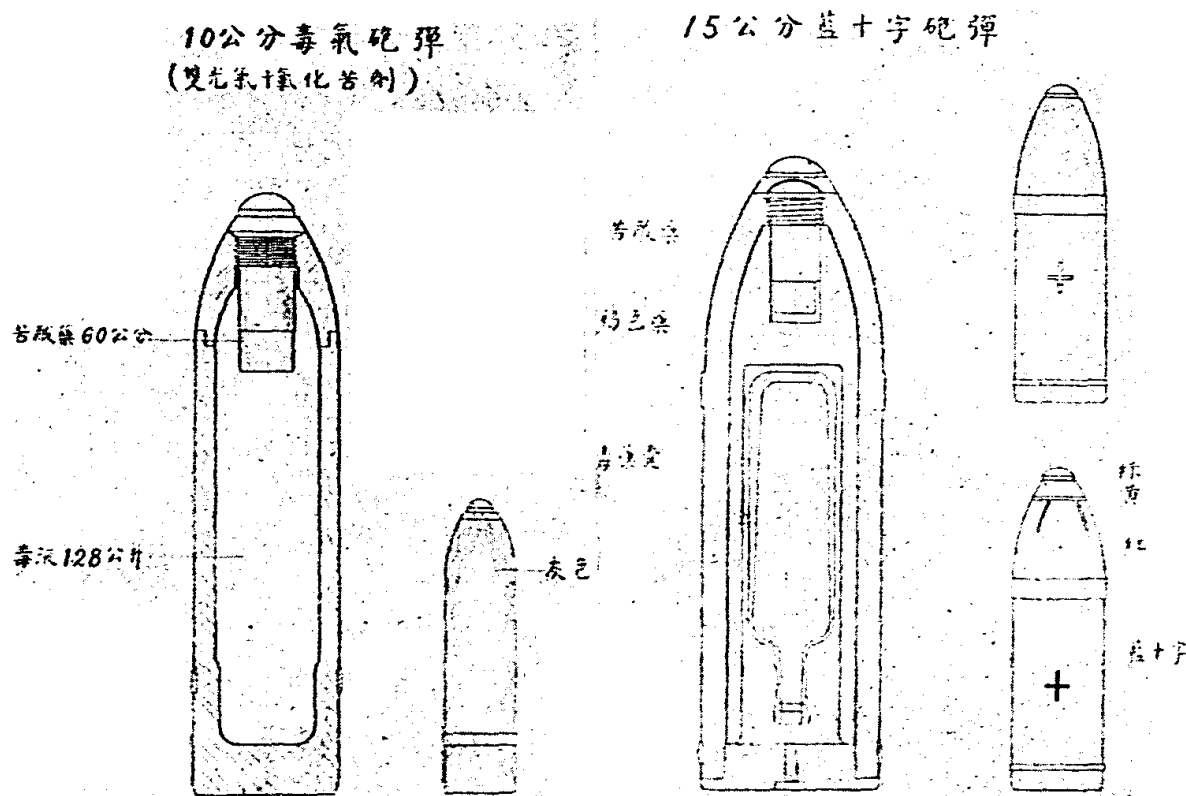


圖39 德國 10 公分雙光氣砲彈

圖40 德國 15 公分藍十字砲彈

則用 15 公分砲於二三分鐘內射多量毒氣於敵陣。宜快射或夜間施放，乘敵人不備而殲滅之。

持久性毒氣（如芥子氣，氰溴甲苯），不必用大口徑砲放射；因稀薄毒質，已足傷人。間用以封鎖路口，襲擊森林，山谷，隱蔽等處，為效甚大。

刺激性毒氣，可用各項口徑砲彈放射；因其性質屈乎暫時與持久之間。

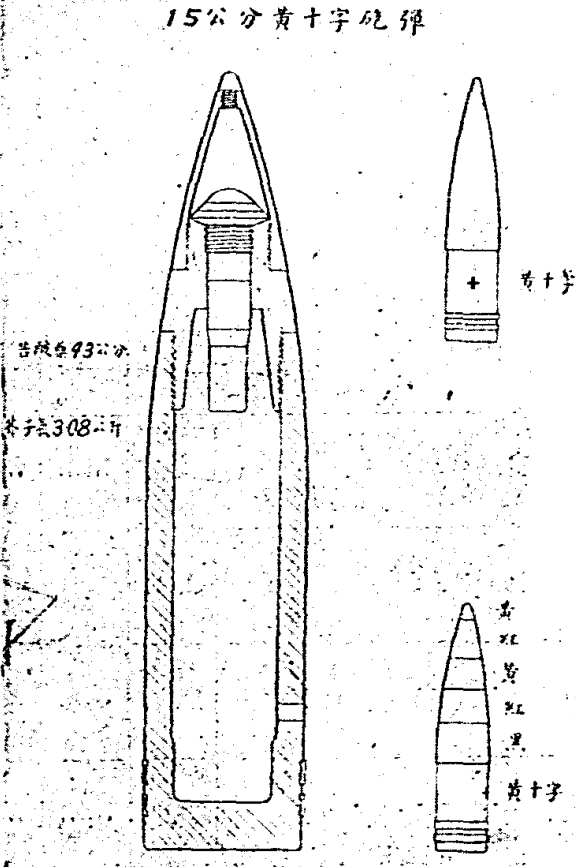


圖 41 德國 15 公分黃十字砲彈

d. 戰術 依陣容不同，戰略各異。約可分為三種：

(1) 綜合射擊 用以殺傷或俘虜敵軍。於短期內，集砲多門，連續射入敵陣，使其倉皇無措而就擒。

(2) 分點射擊 便於步兵襲擊之用。以多量刺激性毒氣彈，射擊敵機槍隊及瞭望臺，使其失卻效用，以便己方步兵前進。

表 40 毒氣礮彈別名標記及持久性一覽

英文名稱及成分	標記	美國彈壳記號	法國彈壳記號	德國彈壳記號	持久性別	空中支持時期	森林中支持時間	附 註
Bertholite Cl_2		紅星	無 持 久 性	十 分 鐘	三 小 時	此類毒氣揮發力極強，炸後完全蒸發成爲雲煙，足以傷人致死，但逐漸失去效力。
Vincennite $\left\{ \begin{array}{l} \text{HCN} 50\% \\ \text{AsCl}_3 30 \\ \text{SnCl}_4 15 \\ \text{HCCl}_3 5 \end{array} \right.$	V.N.	.....	.....	.....	
Vitrite $\left\{ \begin{array}{l} \text{ClCN} 70\% \\ \text{AsCl}_3 30\% \end{array} \right.$	C.C.	.....	.....	.....	
Collongite COCl_2	C.G.	二白圈	一白圈	三白圈				
Sternite $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$	D.A.	.....	.....	藍十字		
Sternite $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCN}$	D.C.	.....	.....	藍十字		
Superpalite ClCOOCCl_3	S.F.	綠(二號)十字	持 久 性 弱	三 小 時	十 二 小 時	此類毒氣沸點較高，炸時只一部蒸發成氣，發生刺激作用，他部則徐徐降落，爲害頗久。
Aquinite $\left\{ \begin{array}{l} \text{CCl}_3\text{NO}_2 80\% \\ \text{SnCl}_4 20\% \end{array} \right.$	N.C.	紅圈各一 白黃	(七號) 橘色圈	.....			
Aquinite CCl_3NO_2	P.S.	紅各一 白圈	.....	.....		
Martonite $\left\{ \begin{array}{l} \text{BrCH}_2\text{CH}_3\text{CO} 80 \\ \text{ClCH}_2\text{CH}_3\text{CO} 20 \end{array} \right.$	B.A.	一紅圈	(九號) 橘色圈	綠十字				
Yperite $(\text{Cl}_2\text{CH}_2)_2\text{S}$	H.S.	三紅圈	二黃圈	黃十字				
Camite $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBrCN}$	C.A.	二紅圈	一黃圈	.....			

表 41 德國礮彈毒劑一覽

名 稱	藥 品	用 法
T. Stoff	溴甲苯與溴二甲苯	砲 彈
Green T. Stoff	溴醌酮與溴二甲苯	砲 彈
K. Stoff (Palite)	氯蟻酸氯甲烷	砲彈, 迫擊砲彈
C. Stoff (Per Stoff) (K ₂ Stoff)	雙 光 氣	砲彈, 迫擊砲彈
B. Stoff	溴醌酮, 溴化氫, 溴二甲苯	砲 彈
Bn. Stoff	溴甲乙酮, 溴二甲苯	砲 彈
H. E. Green Cross	光氣與高級炸藥	砲 彈
Green Cross I	雙光氣與氯化苦劑	砲 彈
Green Cross II	光氣, 雙光氣與二苯氯膦	砲 彈
Blue Cross	二苯氯膦與高級炸藥	砲 彈
Yellow Cross	芥子氣與四氯化炭等溶劑	砲彈, 迫擊砲彈
H- E. Yellow Cross	二氯乙膦與炸藥	砲 彈
D. Stoff (Green Cross)	光氣, 雙光氣, 溴甲乙酮	砲 彈
Yellow Cross I	二氯乙膦, 二氯甲醚	砲 彈
Green Cross III	二 氯 乙 膦	砲 彈

表 42 德國毒氣砲彈一覽(A)

口 徑 (公分)	彈 壳 標 記	全彈重 (公斤)	苦酸藥重 (公分)	毒氣重量	所 填 毒 氣
7.7加農砲	1 綠十字	7.10	23	0.585公升	雙 光 氣
7.7加農砲	1 綠十字(一號)	7.29	23	0.610公升	雙光氣 30—70% 氯化苦劑 70—30%
7.7加農砲	1 藍十字	7.37	23	0.124公升	不純二苯氯腫,與褐色藥 0.651 公斤
7.7加農砲	1 黃十字	7.14	20	0.610公升	芥子氣 80—90% 四氯化炭 20—10%
10.5 野砲	1 綠十字(一號)	16.20	58	1.340公升	雙光氣 30—70% 氯化苦劑 70—30%
10.5 野砲	1 藍十字	15.80	58	0.410公升	二苯氯腫與褐色藥 1.35公斤
10.5 野砲	1 藍十字*	.....	.....	.....	二苯氯腫 55% 乙烷吡啶 41%
10.5 野砲	1 黃十字	14.80	21	1.20公升	芥子氣 80—90 四氯化炭 20—10
10.5 野砲	1 黃十字*	14.80	21	1.20公升	芥子氣 77% 硝化苯 11% 氯化苯 9%
12.5 野砲	2 黃十字(一號)	.....	.....	1.20公升	二氯乙腫 2,35,47% 二氯甲醚 98,65,53%
10.5 野砲	1 綠十字	.....	.....	1.20公升	二氯乙腫 37% 二溴乙腫 45% 二氯甲醚 18%
10.5 野砲	無 號	.....	.....	.....	二 苯 氯 腫
16 加農砲	1 綠十字(一號)	17.50	60	1.33公升	雙光氣 20—70% 氯化苦劑 70—30%
15 重砲	1 綠十字	41.36	60	3.90公升	雙 光 氣
15 重砲	1 綠十字(一號)	41.36	60	3.90公升	雙光氣與溴甲乙酮

表 42 德國毒氣礮彈一覽(B)

口徑 (公分)	彈壳標記	全彈重 (公斤)	苦酸藥重 (公分)	重量毒氣	所填毒氣
15 重礮	1 綠十字	40.80	60	3.91公升	溴 甲 乙 酮
15 重礮	1 綠十字	39.88	60	3.91公升	二 氯 異 氰 苯
15 重礮	1 綠十字(一號)	41.36	60	.....	雙光氣 70—30% 氯化苦劑 30—70%
15 重礮	2 綠十字(二號)	41.70	18	3.2公升	光氣 60% 雙光氣28% 二苯氯膦 12%
15 重礮	2 藍十字(二號)	—	—	—	二 苯 氯 膦
15 重礮	1 黃十字	40.23	62	2.88公升	芥子氣 80% 氯苯 20%
15 重礮	1 黃十字	—	—	—	芥子氣 72% 硝苯 28%
15 重礮	2 黃十字	—	—	—	芥子氣 80% 二氯甲醚 20%
15 重礮	1 黃十字	—	—	—	芥子氣與炸藥分二部裝
15 加農礮	1 黃十字	50.00	43	3.08公升	芥子氣 80% 氯苯 20%
21 毛瑟礮	1 綠十字	116.50	18	8.0公升	雙光氣 95% 氯化苦劑 5%
21 毛瑟礮	2 綠十字(二號)	116.50	18	8.0公升	光氣 60% 雙光氣28% 二苯氯膦 12%
21 毛瑟礮	1 綠十字	—	—	—	二氯乙膦 37% 二溴乙膦 45% 二氯甲醚 18%
21 毛瑟礮	1 黃十字	116.50	18	8.0公升	芥子氣 75% 氯苯15% 二氯甲醚 5%
21 毛瑟礮	1 黃十字(一號)	—	—	—	二氯乙膦 2—53% 二氯甲醚 98—47%

表 43 英國毒氣彈一覽

口 徑 (公分)	彈壳重 (公斤)	藥 量 (公斤)	藥 品
11.4	14.65	0.87	碘 醋 酸 乙 烷
11.4	14.65	0.85	碘醋酸乙烷70% 酒精及醋酸乙烷20%
11.4	14.65	1.00	氯 化 苦 劑
11.4	13.50	1.50	氯化苦劑80% 碘醋酸乙烷15%
11.4	13.50	—	碘醋酸乙烷80% 酒精及醋酸乙烷20%
11.4	13.20	0.89	氯化氫55% 三氯化砷45%
11.4	13.56	1.64	氯化苦劑78% 四氯化錫22%
11.4	12.70	1.52	碘醋酸乙烷75% 酒精及醋酸乙烷25%
11.4	13.00	1.85	氯化苦劑90% 碘醋酸乙烷10%
11.4	13.10	1.85	氯化苦劑76% 四氯化錫24%
11.4	12.70	1.60	光氣50% 三氯化砷50%
11.9	16.80	1.40	氯 化 苦 劑
12.7	24.00	—	碘 醋 酸 乙 烷
12.7	24.00	2.00	氯 化 苦 劑
12.7	23.40	2.00	碘醋酸乙烷70% 酒精及醋酸乙烷30%
12.7	23.50	2.40	光氣53% 三氯化砷37%

表 44 美國毒氣礮彈一覽

礮別	口徑 (公分)	標記	彈重 壳 (公斤)	毒劑類別及重量(公分)						煙劑重(公分)	
				H.S.	C.G.	N.C.	P.S.	C.A.	B.A.	F.M.	W.P.
陸 礮	7.5	II	4.65	611	598	788	.....	657	892	774	860
陸 礮	12.0	II	16.94	2014	1934	2545	2400	2011	2880	2423	2780
白 礮	15.5	II	36.60	5132	4983	6568	6200	5517	7433	6478	7180
陸 礮	11.5	VII	35.99	5118	4983	6568	6200	5517	7433	6478	7180
陸 礮	12.7	VI	19.40	2437	.....	.....	.....	.....	.....	3035	.....
陸 礮	15.2	III	33.96	4756	.....	.....	.....	.....	.....	6015	.....
白 礮	20.3	III	76.89	10170	9970	13100	12320	10962	14800	12860	14270
陸 礮	20.3	III	76.89	10170	.....	.....	.....	.....	.....	12860	.....
白 礮	23.4	*	114.35	13340	13000	17120	16130	14360	19380	16850	18710
白 礮	24.0	*	137.48	16980	16550	21830	20550	18800	24680	21470	23830

H. S.(芥子氣) N. C.(氯化苦劑80% 四氯化錫20%)

P. S.(氯化苦劑) B. A.(溴醋酮80% 氯醋酮20%)

C. G.(光氣) F. M.(液質煙霧劑)

C. A.(氰溴甲苯) W. P.(固體煙霧劑)

表 45 俄國毒氣彈一覽

口徑 (公分)	彈壳重 (公 斤)	藥量 (公斤)	藥 品
7.6	5.50	—	氯 醋 酮
7.6	5.50	—	氯 化 硫 與 過 氯 甲 硫 醇
7.6	5.50	0.71	氯化苦劑 56% 硫醯氯 44%
7.6	5.50	0.75	氯化苦劑 45% 硫醯氯 35% 四氯化錫 20%
7.6	5.50	0.72	光 氣 與 四 氯 化 錫
7.6	5.50	0.50	氰化氫 50% 三氯化砷 50%
15.2	36.55	3.75	光氣 60% 四氯化錫 40%
15.2	36.30	3.60	光氣 60% 氯化苦劑 5% 四氯化錫 35%

表 46 意國毒氣彈一覽

口徑 (公分)	彈壳重 (公 斤)	藥量 (公斤)	藥 品
7.5	5.45	0.465	氯 化 苦 劑
7.5	5.44	0.320	碘甲苯 70% 苯30%
10.5	13.30	0.800	光氣 91% 二硫化炭 5% 氯肪 4%
14.9	30.00	5.550	光 氣
14.9	29.20	2.300	氯 化 苦 劑

1918 年秋曾用芥子氣

表 47 法國毒氣彈一覽

口徑 (公分)	彈壳重 (公 斤)	藥量 (公斤)	藥 品
7.5	4.5	0.75	光氣 50—60% 四氯化錫 50—40%
7.5	4.5	0.45	氰化氫 50% 三氯化砷 50%
7.5	4.3	0.95	碘醋酮 50% 四氯化錫 50%
7.5	4.8	0.33	碘甲苯 60% 苯或甲苯 40%
120	15.5	.....	光 氣 與 三 氯 化 砷
120	17.0	1.80	光氣 60% 四氯化錫 40%
120	17.2	1.10	氰化氫 46% 三氯化砷 54%
15.5	39.5	4.40	光氣 50% 三氯化砷 50% 或 40% 或四氯化錫 60%
15.5	39.5	2.60	氰化氫 50% 三氯化砷 50%
15.5	32.2	10.30	光氣 50% 三氯化砷 50%

表 48 奧國毒氣彈一覽

口徑(公分)	標 記	藥重 (公斤)	藥 別
8 加農砲	Ce	0.40	溴 化 氰
15 曲射砲	Ce	0.40	溴 化 氰
15 白 砲	Ce	0.40	溴 化 氰
8 加農砲	Be	0.40	溴 醋 酮
15 曲射砲	Be	—	溴 醋 酮
15 白 砲	Be	—	溴 醋 酮

(3) 封鎖射擊 以芥子毒氣徐徐射入敵陣，使其運動不便，而封鎖之。

e. 利弊 砲彈射程遙遠；目標準確；不受天時地勢影響。宜於掩護進攻；亦可保衛退卻。無須專門技術以射擊。並有多種毒氣可利用。

惟一缺點，在毒量有限（彈重10%）。此則應行改良，以求增加。

B. 炸彈放射

歐戰毒氣炸彈，約有二種：a. 手榴彈；b. 槍頂彈。但毒量無多，爲害不烈。茲略述英法毒氣手榴彈，及英美毒氣槍頂彈如次：

a. 手榴彈 (1) 法國毒氣手榴彈，爲彈壳（內貯丙稀醛），爆管，引信，及保險針組成。全重約400公分。投擲後五秒鐘內爆炸。發生刺激與煙霧，致死者蓋寡。

(2) 英國毒氣手榴彈，與法國式構造相同，惟略小耳。彈爲鑄鐵質橢圓形。外徑約8.5公分，內貯四氯化錫。此項毒氣手榴彈用以攻機槍隊，或搜索戰壕，較普通手榴彈爲佳。

表 49 英國手榴彈用藥一覽

1.	碘 醋 酸 乙 烷
2.	碘 醋 酸 乙 烷 75% 與 酒 精 25%
3.	氯 化 苦 劑 80% 與 四 氯 化 錫 20%
4.	芥 子 氣

表 50 法國手榴彈用藥一覽

1.	氯 醋 酮
2.	氯 醋 酮 20% 與 溴 醋 酮 80%
3.	氯 醋 酮, 丙 烯 醛
4.	芥 子 氣

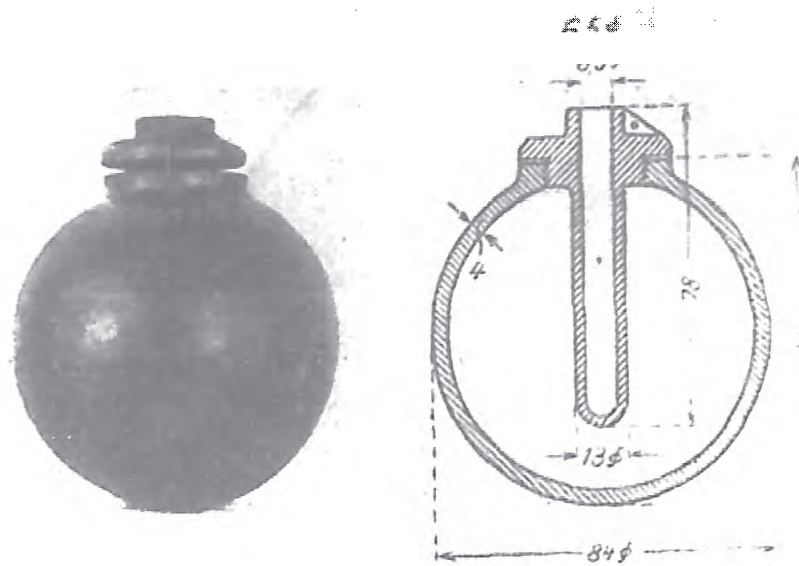


圖 42 德國毒氣手榴彈

表 51 德國毒氣手榴彈一覽

種 別	標	記	藥	品
圓形手榴彈	紅	B.	字	溴 甲 乙 酮
圓形手榴彈	紅	C.	字	氯磺酸甲烷 95% 硫酸甲烷 5%
管狀手榴彈	藍	C.	字	二 苯 氯 肺 與 同 量 炸 藥

美國各種毒氣手榴彈



圖 43

b. 槍頂彈 槍頂彈與手榴彈作用相同，但射程較遠 (200 公尺)。

(1) 英國槍頂彈，為彈壳，爆管，引火，及保險針組成。彈身橢圓形 (長 9.4 公分；直徑 5.7 公分)，以錫皮製成。上下兩端較厚。底為鋼板 (厚 0.64 公分)，

連於鐵桿（長 38 公分）。投擲後五秒鐘內爆炸。

(2) 美國槍頂彈，長 10 公分。最大直徑 6 公分。壳爲鐵質。內貯毒劑。彈頭有引火裝置，及保險針。彈底聯於長 40 公分，直徑 7 公釐鐵桿，以便置槍筒內放射之。

3. 運用毒氣之部隊

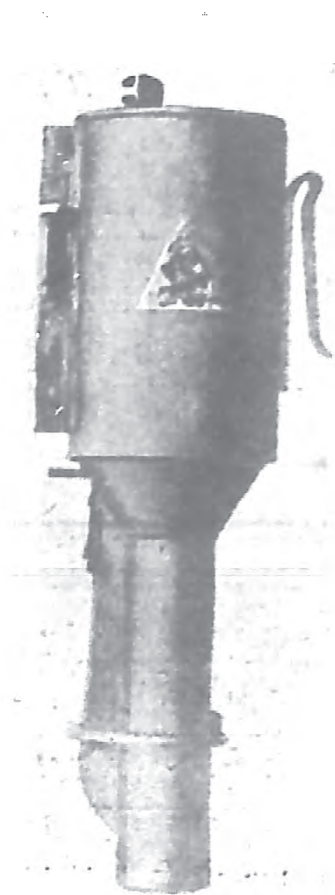


圖 44 俄國木柄毒氣手榴彈

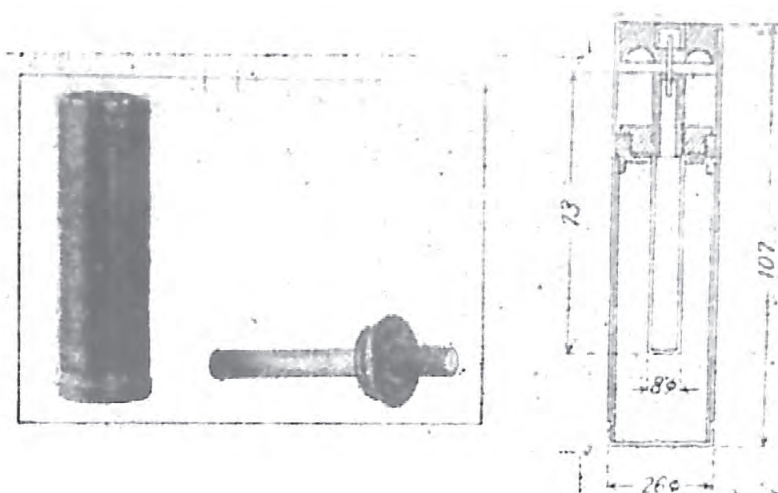


圖 45 法國木柄毒氣手榴彈

槍頂彈及小飛機炸彈

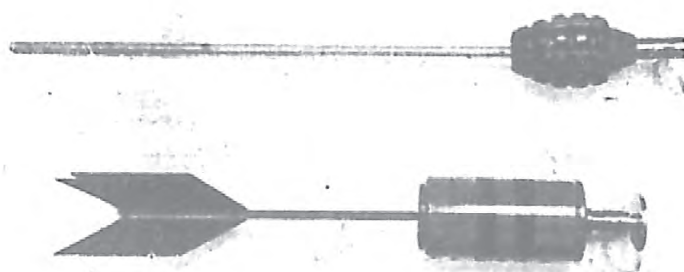


圖 46 美國毒氣槍頂彈

A. 步兵

現代步兵負擔雖重，但防毒設備必不可少。1918年亞門 (Armine) 之役，英步兵萬人，被德軍襲擊，倉皇失措，六千人棄其槍，只八百人拋棄面具，蓋深知其重要也。運用方略，約有數種：

- a. 煙霧與槍頂彈並用。
 - b. 毒煙與迫擊砲並用。
 - c. 藉毒氣砲火掩護，以進攻敵人。
- 戰車隊運用方略亦同。

B. 砲兵

砲兵採用毒氣最多，爲效特著。歐戰初有限制口徑之議，其實誤矣。運用方略及利弊，前已言之。歐戰末期，美國總參謀長令各項砲彈均須加入全彈重 25% 之毒氣，益徵其重要。

C. 騎兵

騎兵行動敏捷，首關重要。攜帶毒劑，以輕便且毒性劇烈者爲宜。主要方略如次：

- a. 藉煙霧隱蔽，以事偵察。
- b. 用縱火材料，以傷敵人輜重。
- c. 以糜爛性毒氣，傷害敵人。
- d. 攜帶輕便迫擊砲，以毒氣彈掃射敵人機槍隊。

D. 海軍

海軍應用，以卽效性毒氣爲最佳。黃磷，芥氣，催淚劑，有機毒碱質等，均爲適用。不能持久者無效。中毒及噴嚏性毒氣可雜煙霧用之。各項運用方略如次：

- a. 以煙燭，煙箱，置船上，或浮水面以生霧。
- b. 以小口徑砲射催淚，及噴嚏毒氣於敵艦。

- c. 以飛機或潛艇投毒彈於敵人。
- d. 以芥子氣防止敵艦登陸。
- e. 以拋管與迫擊砲散毒氣彈，攻擊冀圖登陸之戰隊。

E. 空軍

歐戰空軍，施放毒氣者蓋寡。將來運用，靡有底止。蓋暫時性（如光氣）及持久性（如芥子氣）毒氣，均可採用，爲害至烈。其方法約有三種：

- a. 擲彈 以 20→500 公斤毒氣飛機炸彈投擲敵人要隘，如路口，車廠，集中點，掩護處等。
- b. 散毒 高飛（2,000 公尺）以壓力散毒。低快飛（500 公尺）無壓力散毒。有如細雨密降，生物爲墟，後方危險益加深重。
- c. 縱火 飛機縱火，爲害至烈。歐戰各國均苦之。

F. 化學隊

化學戰隊爲毒氣戰爭結晶。歐戰末期，始有其組織。將來重要，靡有底止。所用兵器以氣筒與拋管爲主。蓋毒量多，功效大，用於壕溝戰，最爲相宜。歐戰後益加

改良，期與步兵合作。他如戰地防毒與檢查，端賴化學隊指導。

4. 運用毒氣之軍機

近代戰爭，約分三種：

- a. 進攻戰。
- b. 防禦戰。
- c. 陣地戰。

茲略述毒氣對於各項戰爭之功效如次：

A. 進攻戰

a. 在進攻前，以毒氣猛擊目標，使敵人無暇清除，而予己方進攻步兵以便利。

b. 在進攻前，以光氣迫砲彈毀敵人機槍巢，每小時以2-10彈為度，不可過多；否則，己方步隊，亦難前進。

c. 在集合及整理部隊時，以毒攻敵，防其侵襲。

d. 進攻時，以毒氣與煙霧並用，造成迷陣，使敵人

莫辨真偽，迷失方向。

e. 在進攻短期休息時間（數小時至數日），以毒氣攻擊敵方森林，村莊，集中點，機槍隊。使之不能還擊。

f. 在夜攻時，先以毒氣毀敵人堅壘及機槍巢。

B. 防禦戰

a. 用毒劑挫敵人進攻勇氣。

b. 盡量放射，無所顧慮。若欲反攻，則須有限制；否則己方亦受其害。

c. 退卻時，可用以掩護，俾己方安全退回。

C. 陣地戰

a. 以多量毒劑，射敵人壕溝，堅壘，機槍巢，及迫砲隊。

b. 風向及雨量不宜於毒氣時，可用縱火彈或煙霧彈以迷敵人，挫其銳氣。

c. 採用毒煙亦頗有價值：

(1) 蒙蔽敵人觀望臺，使其機槍隊無法射擊。

- (2) 隱蔽進攻部隊，使敵砲兵失其效用。
- (3) 用以誘敵，使其妄費精神與砲火。
- (4) 進攻時與毒氣合用，使敵人常佩面具。予吾
方便利。

(5) 隱蔽視線，以集合兵器與部隊，或建築橋樑及壕溝。使敵人莫見動作，不明真象。

D. 軍官注意

作戰前後，毒氣軍官應行注意事項：

- a. 風向；速率；氣候；與地形。
- b. 各項毒質兵器放射開始及終止時間。
- c. 毒氣或毒氣彈所中目標及受傷情況。
- d. 砲隊；交通兵；及機關槍隊受害情況。
- e. 毒氣彈數目及砲位口徑。
- f. 砲彈破片情況。

第八章 毒氣防禦

伊浦之役，德人首用毒氣，聯軍猝不及防，損失至鉅，乃從事防毒研究，製成口罩，鼻塞，頭盔，面具，濾層，保護衣，及各種防毒藥劑，藉以保護人畜，與各項毒氣針鋒相對；本章分單獨防禦及集團防禦兩項，分別述之。

1. 單獨防禦

單獨防禦，以藥材與器具最爲重要，分述於次：

A. 防毒藥材

防毒藥材，以活性炭，鹼性劑，保明劑，濾煙層，及防芥油膏爲最重要。

a. 活性炭 活性炭要件有五：

(1) 吸力速 呼吸頻仍，毒氣與炭接觸時間極短，通常爲 $\frac{1}{10}$ 秒。故必吸收迅速，方免毒氣侵入。近代優良活性炭，在 $\frac{3}{100}$ 秒鐘內，能使空中 $\frac{7}{1,000}$ 氯化苦劑，減至 $\frac{1}{2,000,000}$ 。

(2) 吸量大 活性炭能吸收並容納多量毒氣，方可持久。

(3) 應用廣 毒氣種類繁多，因物而防，不勝其繁。故活性炭能吸收多種毒氣，方爲上乘。

(4) 硬度 炭粒硬度，頗關重要。蓋裝置，運輸，及戰時應用，均易碎爲細粉，因有阻礙呼吸，失卻效用之處。

(5) 密度 炭粒大小，通常爲8-14篩網(mesh)。但罐內容積有限，密度高者則炭重；吸毒量因以激增。

(6) 安定性 炭製成後，貯藏備用，以不受水份或二氧化碳影響者方能持久。

(1) 製法

製造原料，美國及聯軍初用紅杉，後用椰壳。德國被人封鎖，原料不濟，乃以松柏為原料。製造方法如次：

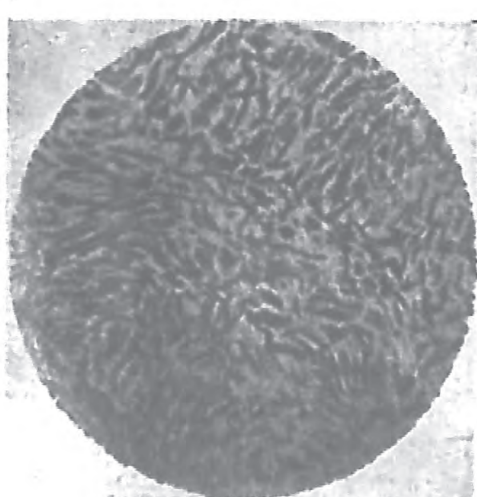


圖 47 椰壳活性炭

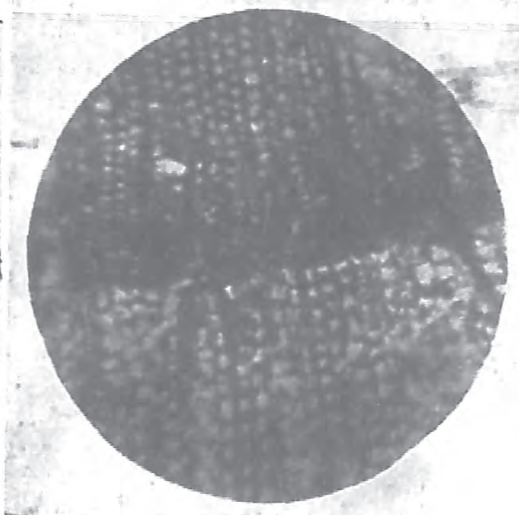


圖 48 松木活性炭

(a) 空氣法 將鬆炭(低溫燒木所成)置蒸餾器中，通入空氣，徐徐加熱至 350° — 450° ，將炭中雜質氧化而去。此法溫度較低，易於處理，但所成炭素，效力不佳。

(b) 蒸氣法 以鬆炭置爐內加熱至 800° — 1000° 。同

時通入過熱水蒸氣強速氣流。將炭氫雜質變為單簡易揮發物體，而蒸去之。此種雜質，被水蒸氣趨散，不與炭接觸，故不再生變化。炭亦賴多量蒸氣，免成焦質。此法設備複雜，溫度過高，製造困難，但製成之炭，效力殊佳。

(c) 化學法 以木質浸透硫酸，氯化鋅，或硫酸鈉等，約五七日後，置鐵鍋內炭化之。用鹽酸洗去雜質。再水洗至酸性反應微弱為度，烘乾即成。此種炭

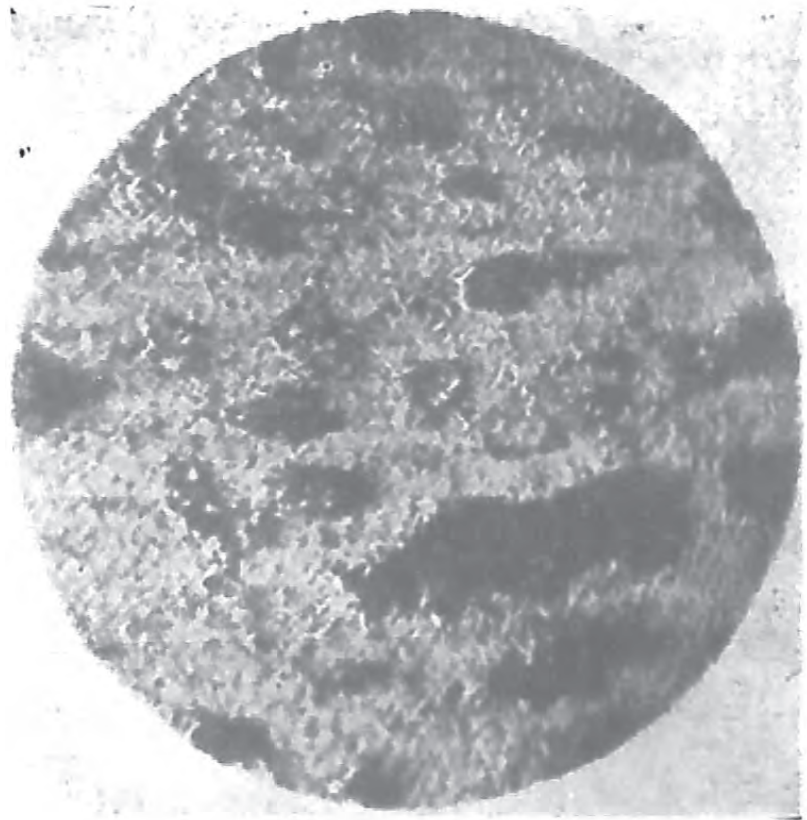


圖 49 蒸氣法活性炭



圖 50 化學法活性炭

表 52 各項活性炭防毒效力比較

號數	活性炭	國別	水份 (%)	加近氮 化苦劑 支持分 鐘數	標準情況中支持時間(分鐘)						
					氮苦 化劑	光 氣	氮 化 氫	氮 化 砷	氮 化 氯	雙 光 氮	氮 氣
1	椰壳	美	0	10	120	175	20	18	55	50	270
2	椰壳	美	0	30	350	260	25	25	65	75	370
3	椰壳	美	12	18	320	330	35	16	35	95	.....
4	椰壳	美	0	60	620	310	27	30	75	70	420
5	二號炭	美	0	35	400	700	70	400	70	190	510
6	木炭	法	0	25	25	75	9	0	1	20	.....
7	木炭	英	0	6	70	90	18	4	5	30	
8	核桃炭	英	0	16	190	135	30	25	65	60	
9	木炭	德	0	42	230	105	20	20	22	25	
10	九號炭	德	30	9	90	320	16	1	110	120	

標 準 情 況

炭 粒 大 小	8-141 篩 度 (Mesk)
炭 層 厚	10 公分
每分鐘,每平方公分,氣體速量	500 公撮
毒 氣 濃 度	0.10%
濕 度 (比 較)	50%
溫 度	20° C

素，較椰壳製成者輕鬆。吸毒效力殊佳。惟對稀薄毒氣之持久性，不若椰壳炭耳。

b. 碱性劑 活性炭對於酸性毒氣，（如光氣，氯化氫）殊無效力。乃有碱性劑之利用。其重要條件：爲性質安定；體質堅固，吸毒敏捷而量多。

(1) 製法

(a) 美國製法以石灰（45%），塞門汀（14%），硅藻土（6%），苛性鈉（1%），及水（33%）混合成厚漿。置盤中乾二三日，俟水分降至8%時，磨碎。篩過8-14篩網，再噴以過錳酸鈉溶液。俾製成藥後，含有過錳酸鈉3%；水份總數13%。各種成分之功效如次：

石灰爲吸收性毒氣主要藥劑。

塞門汀增加硬度，以適軍用。但有礙呼吸。是否功能抵過，仍待研究。

硅藻土性質輕鬆，足補塞門汀缺點。並與石灰化合，增加硬度。

苛性鈉增加吸毒效力，且以維持濕度。

過錳酸鈉能氧化毒質（如 AsH_3 ）。純潔者方可持久。

水份促進反應，且增加吸收量。

(b) 德國製法以二氯胺酞防芥子氣；浸炭酸鉀及醋酸鋅，置面具藥罐上層，以防酸性毒氣。更以烏羅脫羅屏防光氣。

c. 保明劑 面具鏡片，多少有礙視線，且凝結水份及皮膚排泄物，則益阻目光。若無保明藥劑，易致視而不見。通常設備，約有二種：

(1) 膠片 片為極薄膠質，鑲於鏡片上，能吸水份。但數小時後，易生皺紋，或不透明，須時常更換。

(2) 油膏 油膏成分為麻油硫酸膏 75%，苛性鈉 15%，水 5%，水玻璃 (Na_2SiO_3) 5%，石油 5%，其效甚佳，優點如次：

(a) 減少蒸氣漲力，功效甚大。

(b) 乾燥時亦可透明。

(c) 薄膜常存，不至脫落。

麻油硫酸膏製法，以普通濃硫酸徐徐滴於麻油內，隨時搖動，溫度不得超過 35° 。用硫酸鈉及水洗除過量

酸質，或以苛性鈉中和之。通常約含水 35%，應乾至 15%。

d. 濾層 噴嚏性毒氣能滲透普通面具，故須增加濾層以資防禦。常用者約有二種：

(1) 紙濾層 英人用薄皺軟紙爲濾層。但壓力不勻，紙孔大小不一。阻力大，且費人工，既不適用，又不經濟。

(2) 氈濾層 以氈絨製濾層，效力至大，但價值頗昂。

e. 芥毒油膏 芥毒爲害劇烈，已見前章，面具內二氯胺酞雖能解毒，但皮膚仍無保護。因以配製芥毒油膏，其成分爲：

氧化鋅	45%
胡麻油	30%
豬油	10%
羊毛脂	15%

B. 防毒器具

歐戰初用窒息性毒氣，故簡式面具，差堪防護。其

後有催淚，噴嚏，糜爛等毒氣，遂有箱式，濾層，特種面具之製造。針鋒相對，盡鉤心鬪角之能事。益以軍用犬，馬，信鴿之保護器具，備極精巧之觀。茲分別述如次：

a. 簡式面具 (1) 英國紗罩，最初運用。以棉紗浸透下列溶液：

抱硫硫酸鈉	4.5 公斤
重碳酸鈉	1.1 公斤
甘油	1.4 公斤
水	9 公升

覆於口鼻，可防氯氣。但不密合，時虞透漏。且棉紗易腐，常須更換。

(2) 德國絨盔，所用藥劑同上，惟目部有雲母質鏡片。盔戴頭上，扣於頸部，較紗罩密合。但鏡片易破。且只能防禦氯氣，效力微薄。英人名之爲 H



盔 (H. helmet)。其有加石炭酸者 (防光氣)，曰 P 盔 (P. helmet)。更有加烏羅脫羅屏者，曰 P. H. 盔 (P. H. helmet)。對催淚毒氣，均為無效。夏季太熱，嗅味難受。在空氣中逐漸失效，無法補救。

(3) 法國 M2 式面具，為二部組成。一為二十層棉紙浸透下列溶液：



圖 52 防毒絨盔

麻油

95%酒精

甘油

苛性鈉



圖 53 法國 M2 面具

48 公斤

36 公斤

4.8 公斤

1.4 公斤

另一部爲二十層棉紗，浸透下列水溶液：

烏羅脫羅屏	18 公斤
甘油	16 公斤
硫酸鎳	12 公斤
炭酸鈉	5.2 斤公

兩部相聯，緊覆面上。吸氣經過之，因以解毒。其後美國加以改良，足防氯氣光氣及氰化氫（濃度 $\frac{1}{1,000}$ ；速度每分鐘三十公升），可支持六十分鐘。

b. 箱式面具 (1) 英國箱式面具 (Box respirator)；

德人採用氯化苦劑及雙光氣後，簡式面具，失卻效力。英人仿照氧氣自給器，乃有呼吸箱之製造。以橡皮管連藥箱於橡皮面壳。適合面部。內有橡皮口管，及鼻夾。外有鬆緊帶，扣於頭上。藥箱爲薄鐵皮製，內貯活性炭及鹼性劑混合體。舊式箱貯藥共重 675



圖 54 英國箱式面具

公分（炭 40%；鹼性劑 60%）。箱底有薄棉層。藥深佔全罐 $\frac{2}{3}$ ，上蓋紙層，有螺絲夾之。佩帶時將鼻夾緊，以口呼吸。入氣經過藥箱，呼氣由旁管外出。此項面具，頗有效力。但呼吸不便；易乾咽喉；口生唾液；鼻覺疼痛；面部熱度及皮膚排泄，無由疏散；水份集於鏡片，不易透明。

(2) 法國提索式面具 (Tissot mask) 與英式略同。但無鼻夾口管之苦，吸氣由眼部（圖 55）二管注入，藉以掃除鏡片水份。箱為鐵質，內貯活性炭及鹼性劑。箱底有橡皮塞，以免濕氣浸入。箱置背上，以橡皮管聯於面壳。此項面具，有數優點：

- (a) 面壳緊貼舒適。
- (b) 鏡片不至朦蔽。
- (c) 無口管鼻夾之苦。



(3) 俄國式面具 外

圖 55 提索式面具

壳爲膠皮質，附有膠皮帶，手指可伸入鏡面，以去水份。

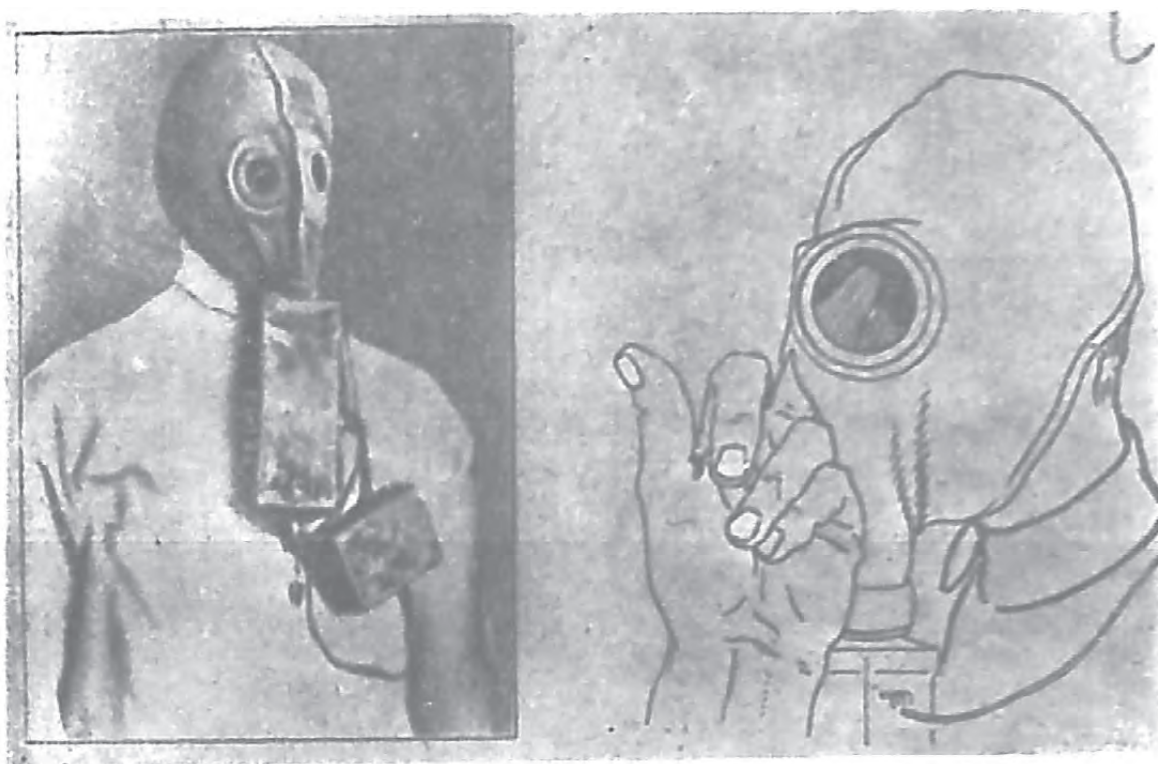


圖 56 俄國面具

藥罐內貯活性炭及鹼性劑。

(4) 德國面具 德國初用箱式面具，無活門。藥罐以螺絲直接聯於面壳。壳多皮製（因缺乏橡皮原料），塗油使不漏氣。罐內貯活性炭及鹼性劑。



圖 57 德國面具

c. 濾層面具 (1) 美國面具 美國參戰較晚，其面

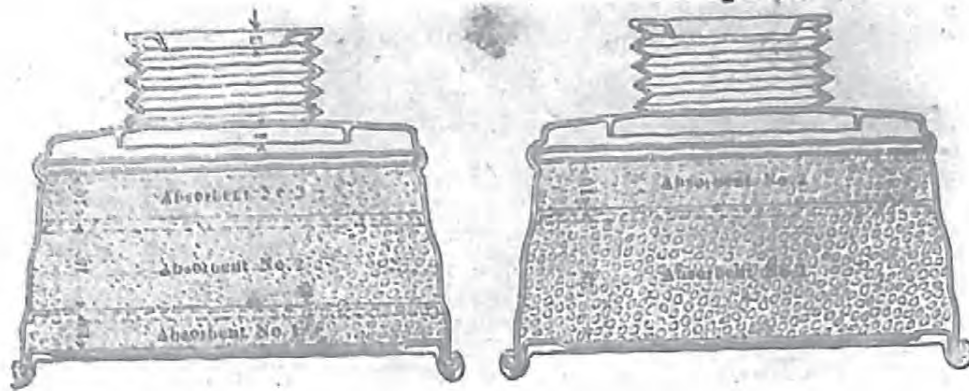


圖 58 德國面具藥罐內容

具多新式（圖 59-60）。面壳為厚 0.25 公分之彈性橡皮整片壓成。每邊有三綑帶繫於頭上，結成一綑。較為舒適。另有邊管以備出氣。連結橡皮管上端，管長 60 公分，下端套於藥箱。箱長 20 公分，壳為鐵皮。內有藥（炭及鹼性劑）囊，囊為有孔錫片。四周及底，圍以絨氈（0.48 公分厚）濾層。上覆薄布，免藥粉浸入肺腑。



圖 59 美國面具

面具袋為棉布製，

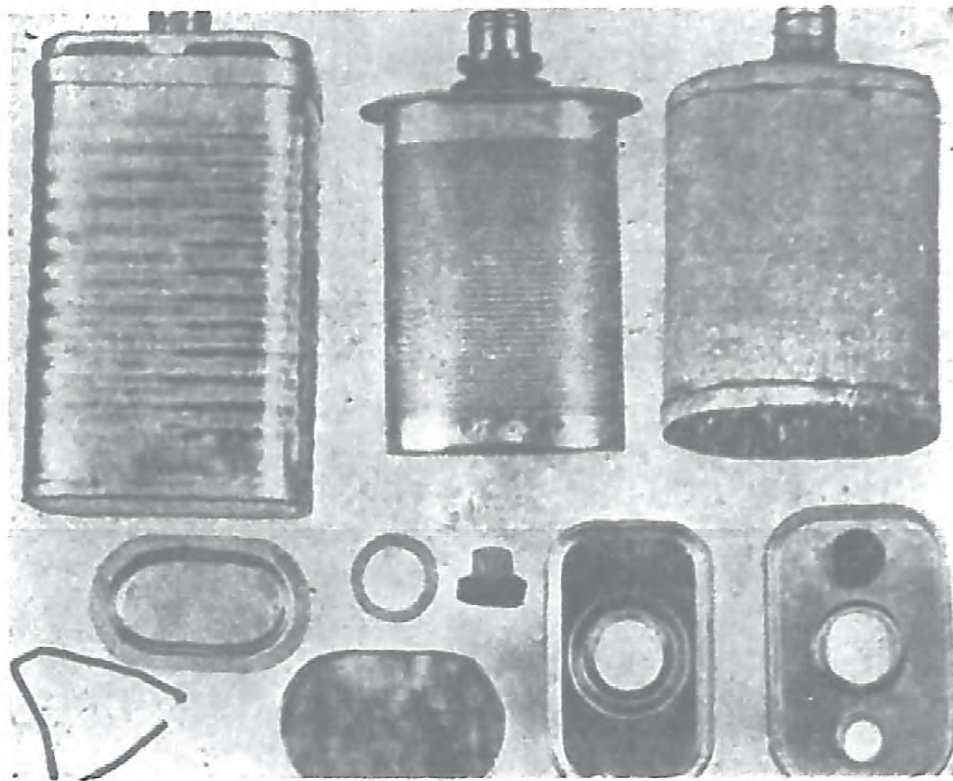


圖 60 美國面具藥罐內容

寬約 30 公分，長 38 公分，繫以二帶。一結右肩，一繫腰部。袋口有紐扣，扣緊時，可免雨水浸入。此項面具，攜帶方便，配用簡易，利於行軍。



圖 61 德國新式面具

(2) 德國新式面具

亦有濾層及活門之設。藥罐內分四層：第一層爲二氯胺酞，浸透烏羅脫羅屏（32 公分），苛性鈉（5 公分）；次爲純活性炭；次爲活性炭，含烏羅脫羅屏；最下爲濾煙層。

(3) 法國 A. R. S. 式面具 (A. R. S. mask) 爲歐戰末期改良之製品。面壳（橡皮質）與藥箱直接相聯。箱爲鐵質，空氣吸入，經過鏡片，以免矇蔽，另有活門出氣。藥箱分三部上爲薄棉紗濾層；中爲活性炭；下爲鹼性劑。底部有孔，墊以紗布濾層與彈簧。



圖 62 法國 A. R. S. 面具

(4) 意國面具 有大小兩種。大號以橡皮管聯結面壳，與藥箱，如美國式。小號以螺絲連藥箱與面壳，如德國式。均有活門及絨質濾層。藥劑爲浸透碳酸鉀之活性炭。



圖 63 意國小號面具



圖 64 意國大號面具

d. 特種面具 (1) 海軍面具 歐戰初用之海軍面具，爲德國式 (65 圖)。罐爲鐵皮製成圓柱體。底部直徑 9 公分。內藥分兩層，每層 98 公分 (活性炭與鹼性劑混合體)，中以薄棉層隔之。藥粒大小爲 6-20 篩度。後有所謂隔膜面具者，須特別保護以防損壞。又有光線面具者，爲運用海軍光學儀器者所佩帶。

(2) 一氧化炭防護器 一氧化炭防護器，與普通面具略同。惟罐內藥劑初爲 P_2O_5 與發烟硫酸浸透浮石，

缺點甚多。後改用接觸劑，名 Hopcalite ($MnO_2, 50; CaO, 30; Co_2O_3, 15; Ag_2O, 5$)，約 310 公分。另加氯化鈣吸收水分。通常以重量增加 35 公分為度。

(3) 氮防護器 氮防護器(圖 67)與普通面具相同，惟藥劑初用硫酸浸浮石，缺點甚多：(a) 刺激；(b) 生熱；(c) 阻力大；(d) 易毀壞。後改用接觸劑名 Kupramite 者，為浮石與硫酸銅 (1.5:1) 混合劑。裝罐時蓋以薄布，防粉粒滲出。用藥量 $\frac{3}{4}$ 公升；在濃度 2% 中，可支持五



圖 65 海軍面具



圖 66 德國一氧化炭防護器

小時效力特著。



圖 67 美國氣防護器



圖 68 氧自給器內容

(4) 氧自給器 圖 68-69 為德國 1924 年式氧自給面具，其內容說明如下：

- | | |
|-----------|----------|
| M: 面壳 | D: 變壓氣門 |
| L: 呼吸管 | F: 氣壓表 |
| V: 通氣匣 | A: 呼吸袋 |
| Ue: 空氣循環洞 | Ue: 額外氣門 |
| C: 氧氣筒 | Uh: 開關器 |
| P: 鹼性藥包 | Uv: 開關箱 |
| S: 氣門螺絲 | Au: 呼氣活門 |
| U: 連結管 | Ei: 吸氣活門 |
| | Fi: 濾箱 |

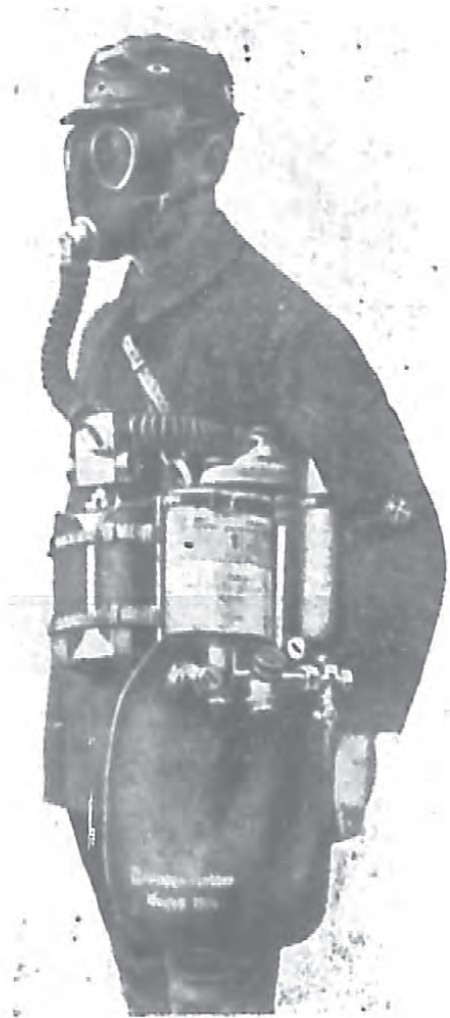


圖 69 氧自給器



圖 70 全副防毒裝束

e. 防毒衣具 (1) 服裝 芥子氣肆毒以後，全身均須保護，因採用吡嘰布與油布服裝。佩手套。袖口，褲管，均扎緊。頭戴鋁盔，襯以便帽。最初用不乾性油塗布，悶不透氣。後用半乾性油。美國改用二層棉質，外塗油劑 (Siplexene)，內為普通棉布，效用殊佳。亦有用橡皮質者，但不能持久，因芥氣亦可浸透橡皮。

(2) 手套 手套塗藥，(硝化棉)乾後用之，可支

持旬日。皮製者，塗以油膏（臘油 30% 葶麻油 7%），有相當效力。靴製法與手套同。



圖 71 防毒手套

f. 獸類防護器

(1) 馬罩

(a) 德國馬罩爲袋形。囊括口鼻，繫於馬頭。內襯硬物，俾有空隙。貯濕草或濕棉以防毒。

(b) 法國馬罩與德同，內貯甘油與經化銀混合劑。

(c) 英國馬罩爲二層絨質袋。有護口罩及鬆緊帶。內貯藥劑，爲甲醛石炭酸，鹼，與甘油之混合劑。

(d) 美國馬罩，與英國同，內貯藥品，爲烏羅脫

羅屏，甘油，硫酸鎳之混合物，但阻力甚大。後改用多層鬆布，浸以藥劑 Siplexene 與 Komplexene。



圖 72 防毒馬罩

(2) 犬罩 犬為戰地通信重要動物，極應保護。罩為袋形，外層浸透油膏，以防芥子氣。有鏡片與護耳具。直套頸部，以帶繫之。俾犬頭得自由活動，不至脫落。犬經數次訓練。即運用自如。

(3) 馬靴 馬靴分為蹄鐵與馬裹腿兩種：

馬蹄鐵為鐵片，塞於蹄上，再安普通馬鞋；既能防毒，且可免礮彈破片之傷。

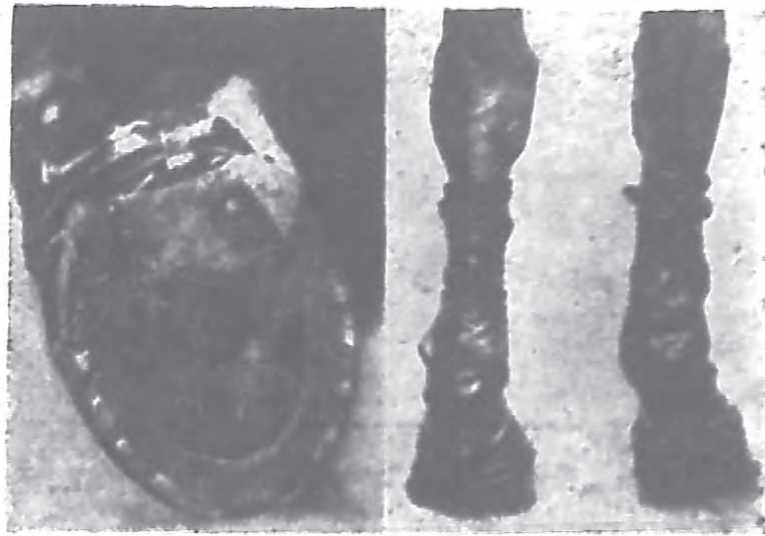


圖 73 馬蹄鐵 馬裹腿

馬裹腿爲絲織物，浸以油膏，芥防子氣毒。自蹄至膝纏二週，成五節，以寬 2 公分帶扣之。

(4) 鴿籠 軍用信鴿；至關重要。當其飛翔空中，常能超越危境。但鴿籠須套以浸透藥液薄布，藉免毒氣侵襲。

2. 集團防禦

集團防衛，應注意事項如次：

天時 風自敵方來，風率在每分鐘 200→300 公尺，常有遭遇毒氣攻擊危險。

暖熱氣候，應注意持久性毒氣（芥子氣）。清涼薄

霧，宜注意暫時性（光氣類）毒氣。雨量多則無毒氣侵襲之虞。

地形 森林茂草與土坡建築等障礙物，易受持久性毒氣攻擊。濠溝，彈穴，凹地，或掩蔽部，適於毒氣濡藏，易受侵襲。當風率微弱時，地形亦可影響風向。

時間 黑夜最當注意毒氣侵襲，蓋夜靜無聲，毒氣不易上騰。疲困熟眠，敵人攻我無備。

陣容 佈置氣筒與拋管，人聲交雜，囂張擁擠，最當注意。宜用飛機偵察。

A. 陣地警備

a. 徵象 軍用毒氣，多有徵象，故可未雨綢繆，預爲防範。

日間氣筒攻擊，先見大霧瀾漫，初不濃厚。立即戒備，全軍配帶面具，可保無虞。

拋管以迫擊礮聲音極大，火光驚人，可預爲警備。

礮彈初期射毒無多，一經察覺，立即防衛。

b. 哨兵 哨兵之職掌與其應有之知識如次：

(1) 使己方部隊在日間或安眠時，不致被敵人毒氣

襲擊。

- (2) 攜帶警報器具。
- (3) 明瞭同僚臥處。
- (4) 謹慎職守，不可無故驚人。
- (5) 了解敵人戰略；及己方部隊聯絡情形者。
- (6) 機警幹練。具有化學常識能查覺異味者。

c. 毒氣警鐘分局部與全線二種：

局部警鐘，適用範圍有限。器皿能發生特響如牛角，銅鈴，鐵鐘，空彈壳，及他種號角等。應置於固定地點，或由哨兵攜帶。

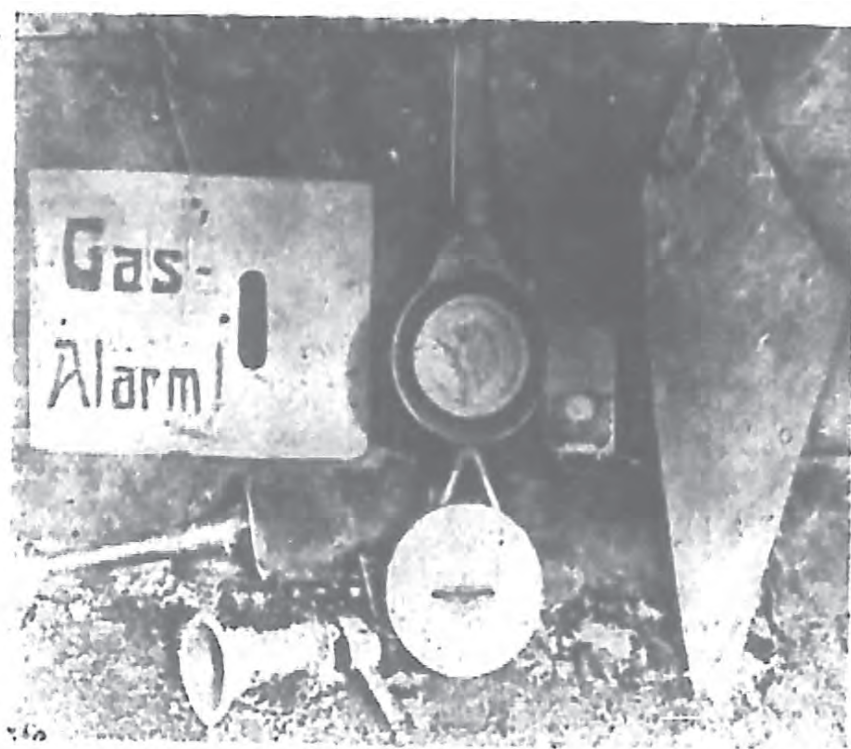


圖 74 毒氣警鐘

全線警號，用於氣筒攻擊，或毒氣範圍廣大時。方法以電話或無線電傳達命令。

B. 掩蔽部

掩蔽部爲形狀不一之地窖，便於軍士休息，傷兵療養，官長集會。地點宜掩出毒氣層，或在山坡避風處，俾傷兵易尋者爲妥。建築式樣約分風密與濾層二種：

a. 風密掩蔽，須有特殊門戶。常爲二重門，懸藥水浸透氈布之簾。外門離牆脚約一公尺，中成甬道。內外門成相當角度，免外氣直接沖入。兩門在同平面時相距爲3公尺。若爲地窖，則置梯以便上下。門懸氈簾，掩閉時密不透氣。官兵入內，先開外門，關閉後，再入內門，防毒氣侵襲。須隨時檢查透漏。氈簾可分二種：

(1) 重門式 門及門框均爲木板（厚2.5公分，寬15公分）。門內，框外，均釘氈布（寬15公分；浸透 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，水，或其他藥劑）。關閉時，內外相合，密不透氣。

(2) 捲簾式 氈較門框寬長均多10公分，釘於門框上部，以鐵鉗（重30公分），鑲於底及兩邊；下垂時，

着地以免通風。無毒時，懸掛以通空氣。

此項掩蔽，須密封兩門；填塞孔穴；息燈火；保持氧氣。門外置漂白粉，便入幕者先行消毒。若長時棲留，則須備液體氧氣，以補空氣不足。

b. 濾層掩蔽 此種設備，較爲複雜。用抽氣機吸入空氣，經過濾層（內貯鬆土，活性炭，及鹼性劑）以消毒。且增加內部氣壓，毒氣更不得入。抽氣時用人力或電力，緩急適度，宜有簡單氣壓表爲準。須填塞孔穴，免吸入毒氣或過量空氣。

上列二法，各有利弊。風密掩蔽，不受外間毒氣影響，爲效殊佳。但不能持久，且限於固定地點。濾層掩蔽，可隨時遷移，較爲便利。但遇特殊毒氣(HCN, CO)則無效力。

C. 戰區消毒

a. 陣地內（壕溝或隱蔽處），消滅暫時性毒氣，以燃火法較爲經濟。持久性毒氣（芥子氣），則以漂白粉散佈重要地點，（司令部，救護處）。但不可灑於液質芥毒，因有生熱蒸發之虞，宜先蓋以沙土，再敷粉末。

清除時，須全身保護（面具，頭盔，護衣，手套，皮靴等），藉免危險。

藥劑消毒，範圍狹小，用於戰場，殊不經濟。

b. 衣服消毒
受芥子氣傷者，服裝均須消

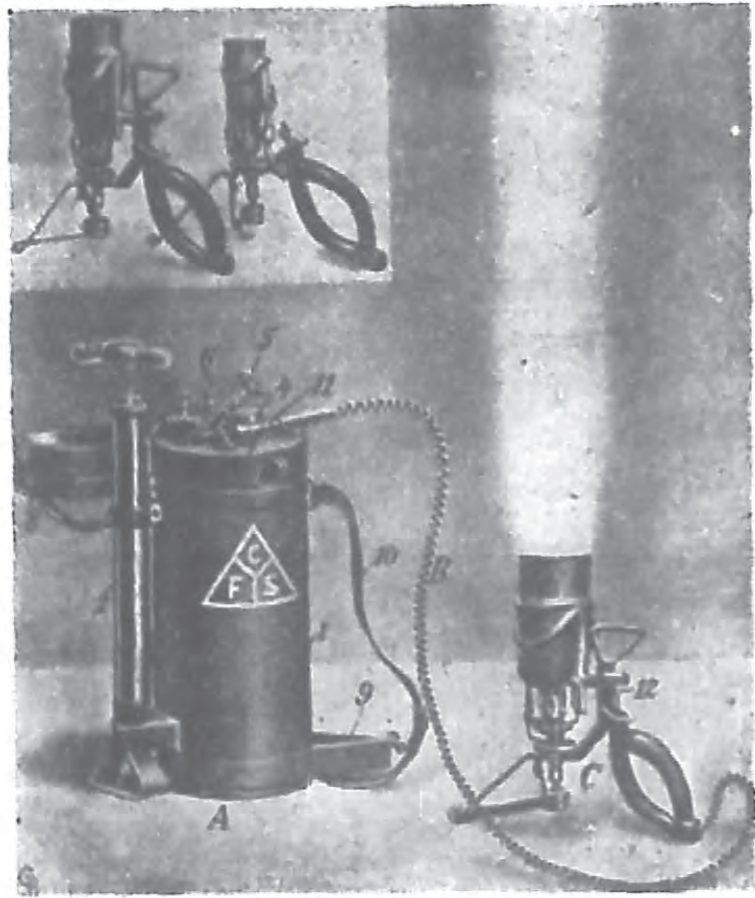


圖 75 戰區燃火消毒

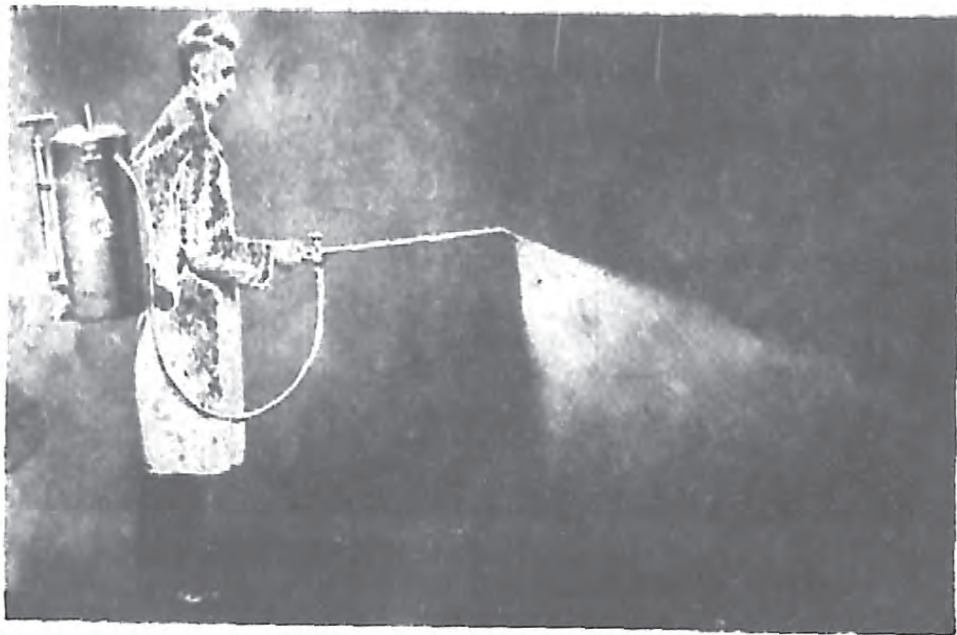


圖 76 藥劑消毒

毒，煮沸二三小時，或通蒸氣一小時即可。但易分解成鹽酸，腐壞衣服，頗為不便。常用消毒方法如次：

(1) 60° 時，以衣服浸木精五分鐘後，加六倍熱水 (80°) 清洗，繼以冷水，約十分鐘。

(2) 20° 時，將衣服浸藥液中 (紅油 5 %，肥皂水 5%，與水) 一小時 (80° 時只需數分鐘)，洗以清水，置日中乾燥之。

(3) 氯能解芥子氣毒。衣服染毒之士兵，可佩面具進含 0.10% 氯氣房內；數分鐘後，出室沐浴，完全消毒。若各項設備均感缺乏，只可將衣焚毀。

c. 移動浴室 移動浴室，為行軍之衛生設備。自採用芥子氣後，益感重要。美國現每師設有二組，組分四部：

- (1) 浴車。
- (2) 三噸特製卡車。
- (3) 指揮官腳踏汽車。
- (4) 車頂篷帳。

浴車備有水箱 (容水 5400 公升)，抽水機，及鍋爐。浴室內設 24 蓮蓬噴管，列為三排。每管每分鐘可放水

18 公升；每次可供 24 人同時沐浴。

卡車載藍標旗一，斧一，斧柄四，鏟四，燈六，鶴嘴鎬三，昇床四，軍醫帳篷一，浴水管蓮蓬頭各 24 件，噴壺二，石灰桶二，氧氣桶四，面具四，消毒水袋一，白鐵桶四，肥皂及重碳酸鈉各一匣，手巾多件，外衣，襯衫，汗衫，襯褲，幫腿各五百件。全部裝配完畢，只需十九分鐘。平均每九十秒鐘，可洗二十四人。但車中載水只敷七百人用，故總共每次需時只五十分鐘，乃至一小時。

指揮車載指揮官一，司記載，報告，指揮之責。醫官二，司檢查沐浴與換衣之責。機械師一；事務員七；及汽車夫一。

車頂蓬帳，藉以遮風，蔽雨，擋日之用。

浴時，由指揮官指令二十四人，脫卸衣服（立而工作，不可坐下）。整隊至浴室蓮蓬頭下。在放水前，每人各以肥皂塗於身上。第一次放水，15 秒鐘即停，各人遍擦週身，四十五秒鐘後，再放水三十秒鐘；洗畢後，全體退出，讓於第二組。同時各人將身體擦乾。眼，鼻，咽喉等處，噴以 5% 重碳酸鈉溶液。退出浴室後，經軍

醫檢查，如有糜爛病象，立即送至醫院。無病者，換衣歸隊。所換衣服，消毒後方可再用。

d. 軍需保護 各項軍需品，易受毒氣侵蝕，須特加保護。金屬儀器及軍械，易受氯氣光氣蝕腐。食品飲料亦然。均宜嚴密保藏。儀器用畢擦油，包以油布，置密封箱中。軍械須擦乾塗油。食品須貯於密封油漆箱內。未經保護者，用時當割去四週；尋常多毀棄之。水之染毒者，不可作飲料或洗濯之用。蓋芥子氣及砷化物，在水內亦能傷人，歐戰中受害者不少。

D. 海軍防禦

軍艦船員集中點約有三處，宜分別保護之。

a. 空曠處 甲板，高射臺，屬之。以面具與保護衣為最重要。

b. 半空間 錐塔，角樓，旗座，火箱，鍋爐房等屬之。可用面具及保護衣。若以濾層掩蔽防毒，事半功倍。

c. 密室 馬達間，水雷房，機要室，火藥庫屬之。宜嚴密加封，不可透氣。

表 53 歐戰美國防毒器具統計

物 別	產 量		
	1918年七月止	1918年十一月止	1918年十二月止
防毒面具	1,719,424	5,276,515	5,692,499
補充藥罐	507,663	3,144,485	3,189,357
馬 罩	154,094	366,529	377,881
漂白粉(噸)	1,484	3,677	3,590
保明膏(管)	.....	2,855,776	2,855,776
油 膏(噸)	20	1,136	1,246
氈油(公升)	.....	427,500	427,500
保 護 衣	.....	500	2,450
手 套	.....	1,773	1,773
掩蔽部氈	.....	159,127	191,338
警 告 器	.....	33,202	45,906
壕 溝 扇	11,343	29,977	50,549

第九章 毒氣訓練

語曰『未能操刀而使之割，其傷必多』。刀且云然，況毒氣乎？故無論運用或防禦，必平時嚴格訓練，方不至臨陣畏怯，倉皇失措。

1. 運用訓練

現代各國化學戰隊，多以團為單位（每軍一團）。

團分六營，營各三連，官佐二百十人，士兵 4873 人。於毒氣性質；軍械（氣筒，拋管，煙罐等）構造；彈丸標記；以及天時；地勢；軍機；陣容；莫不詳細指示，嚴格訓練。茲分述如次：

A. 官長須溫和機警

富有技術知識，及觀察力。主要工作，為指導毒氣攻擊，不在處理事務。宜處前線，不留後方。其重要職掌如下：

- a. 組織師，旅，團部毒氣訓練班。
- b. 搜集，並計畫毒氣運用方法。
- c. 比較各項毒氣效力。
- d. 指示運用毒氣有關事項，如風向，風率，雨量，溫度，地形等。
- e. 訓練士兵，運用毒氣。
- f. 考查敵軍陣地，作毒氣攻擊目標。
- g. 考查友軍陣況，以便同時保護。
- h. 供給運用毒氣材料於友軍，及砲兵隊。
- i. 喚起長官注意化學兵器。

- j. 考察屬官訓練毒氣方法。
- k. 考查化學材料，是否充足或適用。
- l. 檢驗並改良毒氣軍械。
- m. 表演煙霧，縱火，信號，及照明兵器。
- n. 指導運用毒氣警號。

B. 士兵

士兵訓練，須振作精神；嚴肅紀律；鼓勵勇氣；及提起愛國心。次就所有設備，儘量利用，以資練習。

a. 單獨教練，約八星期。前四週為學校式訓練，指教各項毒氣性能；軍械構造；攜帶姿勢；搬運手續；佈置情況；及運用方法。後四週為實地演習。

b. 連排教練，約四星期。官兵同時演習，俾能合作。與有經驗部隊，同時操練，以資借鏡。

c. 團，營訓練，在集合操演與訓話，以資聯絡。

d. 進展訓練，須注意安全保障，巡邏與交通。

e. 動員訓練，須注意攜帶軍械，運動敏捷，不可疏忽遲鈍。

f. 戰鬥訓練，如臨大敵。儘量攻襲，詳加評判，以

求改進。

g. 防禦訓練，佩帶面具時，官長須練習發號施令，士兵須練習動作如恆。

h. 傳達兵訓練，頗為重要。擇精幹青年充任，除受各項訓練外，更須注意地圖，信號，與指南針之應用。

2. 防毒訓練

防禦毒氣之平時訓練，可分為集團訓練，個人訓練，及軍馬訓練三項述之。

A. 集團訓練

防禦毒氣，須力持鎮靜，不可倉皇恐懼，致誤戎機。且毒氣初來，無論採用何種方法，其濃度淡薄，非一觸即死，不足畏也。故集團中精神上之安慰，至關重要。

a. 投彈，瞄準，放槍，行軍，均須練習佩帶面具。

b. 官兵與退伍人員，同時訓練，以期聯絡。

c. 後方人民訓練，頗為重要，尤須練習長時期佩帶面具。

B. 個人訓練

防禦毒氣之個人訓練重要事項如次：

a. 保護面具

(1) 藥罐須嚴密保護。不可受潮，致失效用。

(2) 面壳，鏡片，活門，及橡皮管，均易受傷，配帶時宜仔細，不可魯莽。

(3) 面具袋內，不可貯藏他物。



圖 77 準備配帶面具

圖 78 配帶面具

(4) 保明劑及擦鏡布，須妥為保存，勿令遺失。

b. 佩帶面具 面具袋懸於右肩，垂左脅下。準備時以雙膝夾槍，左手移袋至前面，右手取出面具。佩帶時將下顎伸入面具（圖 77），雙手佩面壳（圖 78），扣妥絆帶。完畢後，測量毒氣，將身屈下（圖 79），行深呼吸。右手將面壳少移，略停吸氣，以鼻微嗅，倘有毒質異味，立將面壳移正，活門配好，防毒氣侵入。最近美國操練，能於 6 秒鐘內，將面具配帶齊全。



圖 79 測驗毒氣



圖 80 檢查綑帶

c. 檢查面具 檢查面具事項如次：

(1) 面具袋鐵圈，鐵鉤，務須妥適。面具綑帶須牢固（圖 80）。

(2) 藥罐不可有沙眼或生鏽（圖 81）。

(3) 面壳，活門須密合。鏡片，下顎，須適中。

d. 收藏面具 空中無毒時，可脫去面具，以右手姆食二指，伸入面壳，姆指按活門，頭向前伸，隨即脫去面壳（圖 82）。



圖 81 檢查炭箱



圖 82 脫去面具

脫去後，將面具折好（圖 83），置入袋內。扣妥後移面具袋置左脅下（圖 84）。

e. 他如防毒之手套，皮靴，及保護衣等，均須平時操演練習，以資熟手。

C. 軍馬保護

馬之毒氣抵抗力，較人爲強。通常吹風攻擊，或催淚毒氣，不受影響。且馬常在後方，故保衛時間頗短。



■ 83 裝疊面具



圖 84 攜帶面具姿勢

但馬蹄及其飲水食料，均須特別保護，以免受毒。配帶面具，須平時練習，否則難於就範。通常將馬罩袋懸鞍下，馬口加栓，以便隨時佩帶。練習時以鬆緊帶繫罩於馬鼻樑上，令其不覺悶窒，俾成習慣。

3. 各國化軍戰隊組織訓練概況

軍用化學，關係至鉅。各國於歐戰中及歐戰後，均深為注意，茲分述其重要者如次：

A. 德國

德國於1915年春，在魯費庫森 (Leverkusen) 設毒氣學校，訓練陸軍第三十五六兩團。1916年後，每師置化學參謀官，並設毒氣訓練班，實地演習運用，與防禦方法。

歐戰後受條約限制，僅在得來斯頓 (Dresden) 步兵學校，附帶演習。

B. 英國

英國於 1915 年六月，組織化學軍官團，以富克司 (Foukes) 將軍為領袖，分往各師服務。設戰地化學研究院，從事工作。在倫敦以皇家學會為幹部。1917 年正式成立軍用化學部，總理毒氣運用，防禦，及各項訓練事宜。設分部於坡塘 (Porton) 及綏通 (Sutton Oak)。坡塘試驗所分海，陸，空軍及民衆訓練四組。綏通則專事實地演習。1923-1925 年毒氣研究費用如次：

年	度	金 額 (英 磅)
1923 年		80,000
1924 年		103,000
1925 年		273,000

歐戰中，英國化學研究部製成五千萬面具，不特保護英軍，且資友邦借鏡。

C. 法國

法國於 1915 年四月，招集軍事家與化學家會商合作事宜。以柯墨 (Curmer) 將軍為領袖。六月，成立軍事化學會，分設三組：

- a. 戰地組，搜集並檢驗敵方毒氣，作本軍參考。

b. 運用組，研究毒氣製造，與運用方法。

c. 防禦組，研究並製造各項防毒器材。

軍官訓練，在巴黎毒氣學校實地演習，特授毒氣運用及防禦知識。軍隊訓練至為普及，在幾尼（Geni）及亞波衛（Aubervillers）等處，設有砲兵，步兵，及化學戰隊之毒氣訓練班。

民衆防衛，更為注意，設毒氣防禦聯合會。備有大批面具，及消毒義勇軍，與救護隊。

D. 意大利

意國對於化學戰爭，早經注意。裴特諾（Paterno）衛拉齊（Villavecchia）輩倡導於前，成立軍用化學會及毒氣軍，司毒氣運用防禦之責。並設民衆救護隊及化學傳習班，實地演習。總部設在羅馬，分佈各地，與法西斯黨共同發展。陸軍部新設化學局，管理軍用化學一切事項。

E. 俄國

蘇俄對於軍事化學，極為重視。在杜洛斯基長軍委

會時，即盡力擴充軍事化學設備，特置化學部及化學防禦委員會。

化學部統轄 (1) 全國毒氣軍區 (共九區)；(2) 化學戰術科；(3) 軍事化學班；(4) 毒氣訓練隊。通常每砲兵或騎兵一師，均置化學軍官。並有毒氣別動隊。步兵每團 (衝鋒聯隊)，均有化學隊一組。並有化學戰隊集團組織。

民衆防毒訓練，亦極注意，有自由化學會及毒氣學校。近與航空會合組爲航空化學會會員三萬餘人。對於毒氣訓練，力求普及。

F. 波蘭

波蘭亡國之餘，備受痛苦。歐戰後受法國提攜，擴充化學軍備。(1922年法派800毒氣將校，及1500防護士至波蘭)。設全國化學委員會，由政府及各專家組織之。另有化學軍務署，直隸軍部，統轄(1) 化學實驗場；(2) 毒氣學校；(3) 軍事運用處。此外有毒氣大隊，設於華沙(Warschaw)毒氣面具工廠，設於拉都(Radow)。

民衆防衛，亦極注意。由毒氣航空聯合會負其責，

與軍部聯絡；以總統爲會長。警察與鐵路職員，均須受毒氣防衛訓練。

G. 日本

日本因經濟恐慌，據傳減少四個師團，以擴充化學戰備。1925年費日金五百萬元，建立軍用化學研究所。最近成立化學戰隊，更有化學軍務署，設於大久保 (Okubo)，與東京帝國大學理化科合作。軍官受化學訓練者，經砲兵或工兵學校畢業後，轉入東京帝大，或歐美留學，以資深造。設化學武庫於九州 (Kyoshu)。民衆訓練，亦由政府出資協助之。

II. 美國

美國參加歐戰前，即注意化學戰爭，曾派化學專家赴歐視察。1917年二月，鑛務局 (Bureau of Mines) 開始研究防禦器具。參戰次日 (1917年四月七日)，由白累爾 (Burrell) 上校，領導毒氣研究工作，在華盛頓成立總研究所。八月組織毒氣團。九月成立毒氣訓練班，其後在亨夫雷營地 (Camp Humphreys) 組織毒氣訓練學

校。十月設立化學戰務局 (Chemical Warfare Service)，官長初爲 142 人，至歐戰末期，增至 4,066 人，可謂巨矣。內分八部，其名稱及職掌如次：

a. 研究部

- (1) 考察並試驗化學毒品及其用法。
- (2) 研究防毒器材，及運用。
- (3) 設計半工業式或大規模製造方法。
- (4) 研究煙霧，縱火，信號等器材及其用法。
- (5) 搜集並呈報軍用化學材料於軍事長官。
- (6) 與工廠及其他學術機關合作，共同研究毒氣。

b. 製造部

- (1) 製造活性炭，保明劑，及保護衣，藥膏等。
- (2) 製造各項毒氣，及煙霧，縱火劑等。
- (3) 製造毒氣砲彈，拋管，氣筒，及炸彈等。

c. 防衛部 製造面具，手套，靴，馬罩，掩蔽氈，防護衣，警告器，壕溝扇，及氧自給器等。並組織戰地毒氣測驗隊。

d. 檢驗部

- (1) 檢驗毒氣彈透漏，安全事項。

- (2) 檢驗彈壳，炸藥量，引信，及底火。
- (3) 研求毒氣彈，與炸藥彈攙雜比例。
- (4) 檢驗各項防毒器材。
- (5) 比較各項毒氣效力。

e. 訓練部

- (1) 組織毒氣隊，從事出征。
- (2) 組織各部毒氣訓練班。
- (3) 計劃民衆訓練事宜。
- (4) 實地練習與講授。

f. 醫藥部 內分(1) 治療組，(2) 藥務組，(3) 病理組；其後增加防毒組。

g. 管理部 內分(1) 參謀組，(2) 交際組，(3) 人事組，(4) 商務組，(5) 財務組，(6) 機要組，(7) 交通組，(8) 設計組，(9) 訓練組，(10) 事務組，(11) 統計組，(12) 材料組。

h. 海外部 由赴歐參戰隊組成。內分(1) 總務組，(2) 訓練組，(3) 軍需組，(4) 技術組，(5) 情報組，(6) 軍醫組，(7) 化學戰隊。

第十章 煙霧

昔黃帝與蚩尤戰於涿鹿，尤作大霧，堪稱鼻祖。其後中西史乘，所載甚夥。歐戰以還，益有進步。材料，器具，練習及運用，均關重要，當分別討論。茲先述其概況如次：

通常散在空中極小固體曰煙，液體曰霧。或謂極小物質飄散空中爲霧，由化學方法製成者爲煙霧。近代人造煙霧有幕煙 (Screening smoke) 與毒煙 (Toxic smoke)

二種，視其原料用途而別。茲述其共同重要性質如次：

隱蔽力與煙之密度有關，以薄層而能障礙視線者為佳。

安定性不受空中溫度，氣候，溼量影響者為上乘。

降落率與煙粒大小有關，蓋粒愈小落愈遲；效力亦大，茲表列如次：

表 54 煙粒洗降速度比較

細粒直徑 (cm)	洗 降 速 度	
	每 秒 公 分 數	每 小 時 數
10-2	30	1080 公尺
10-3	0.3	10.8 公尺
10-4	3×10^{-3}	10.8 公分
10-5	3×10^{-5}	1.08 公釐

細粒降率雖緩，但逐漸凝結，故終於墜落消滅。

色澤以白者最佳，次灰色，黑色最劣。

1. 煙霧劑

煙霧劑須適合下列規格：(一)體質固定，不易揮散，

或凝結；(二)性質安定，不易分解或變化。現用材料，能全合規格者蓋寡，但各有優點。其中以最近發現之六氯乙烷 (Hexachloro-ethane) 混合劑為巨擘。茲略述各項煙霧材料如次：

A. 磷

磷分紅黃二種，均為發煙劑。黃磷熔點 44° ；在密封罐中燃至 250° 成紅磷。通常磷 (1 份) 與氧 (1.3 份) 及水 (0.9 份) 混合成磷酸，重量加三倍，效力甚大：

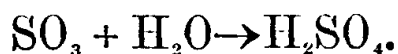


B. 三氧化硫

工業製造，以硫磺經氧化，藉白金綿為接觸劑而成：

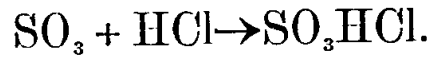


白色固體 (15°)。沸點 46° ；固體比重 1.97；液體比重 2.67。置空中與水化合而成硫酸，散為濃煙：

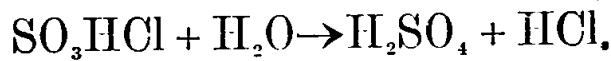


C. 氯磺酸

以鹽酸通入 20%發煙硫酸 (Oleum) 溫之即成：

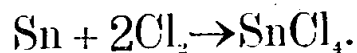


無色液體。沸點 $150^\circ - 160^\circ$ ；密度 1.7。在空中吸收水分成煙：

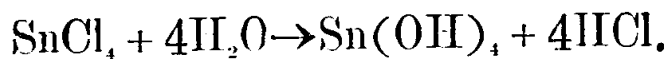


D. 四氯化錫

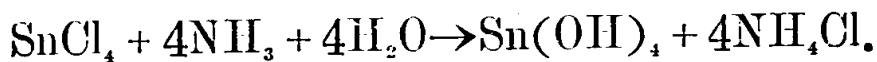
以乾燥氯氣通入厚玻璃管中之錫片，加熱即成：



純質為無色液體。沸點 114° ；密度 2.28。與水化合生煙：

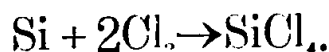


其蒸氣與氨及濕氣混合為濃煙：

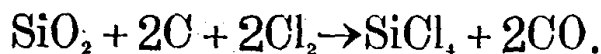


E. 四氯化矽

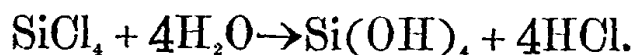
以乾燥氯氣通入玻璃管中之矽塊，加熱即成：



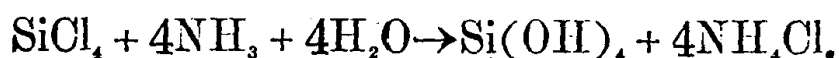
或以矽 (SiO_2) 與炭混合，通入氯氣，加熱亦得：



無色液體。沸點 5.83° ；冰點 -89° 。與水化合生煙：



其蒸氣與氨及濕氣混合，發煙益濃：



F. 四氯化錳

四氯化錳製法及性質，與錫矽氯化物相似。歐戰時，錫量無多，美國代之以錳，效力略差。

G. 柏格混合劑 (Berger mixture)

劑為歐戰時柏格 (Berger) 所發現，經多方改良，以下列成分為佳：

a. 鋅 粉	34.60%
b. 四氯化炭	40.80%
c. 氯 酸 鈉	9.30%
d. 氯 化 銨	7.00%
e. 炭 酸 鎂	8.30%

此項混合劑，不易保存，因四氯化炭易揮發。燃燒時間

甚短；二公斤重之煙罐只燃燒二分鐘，且煙上沖而不瀰漫四方。

II. 六氯乙烷混合劑

本所鑒於煙霧劑之重要，而柏格混合劑又多缺憾，疊經研究，製成六氯乙烷混合劑，以鋅粉，六氯乙烷，熱莫敵 (Thermite)，氯化銨等配合而成。此項混合劑二公斤之煙罐，可燃燒十分鐘。支持時間之長超過柏格劑者五倍。且煙色潔白；平散四週；而無上沖之弊。

表 55 各項煙霧劑遮蔽力比較

名 稱	遮蔽力(每公斤藥遮蔽平方公尺數)
磷	285
氯化銨	155
$\text{SnCl}_4 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	98
柏格混合劑	76
$\text{SnCl}_4 + \text{NH}_3$	56
$\text{SO}_2 + \text{NH}_3$	23

I. 無機毒煙材料

毒煙劑條件有二：(1) 滲透力強，能侵入面具。(2) 高溫不變，常保毒性。無機物適合此項條件者為砷化鎂 (Mg_3As_2)，氯化汞 ($HgCl_2$)，氯化砷 ($AsCl_3$)，及溴化砷 ($AsBr_3$) 等。

J. 有機毒煙材料

有機毒煙材料，以噴嚏性毒氣二苯氯砷，二苯氰砷為上品。

2. 煙霧器

a. 海軍煙霧箱
(Smoke Box) (圖 85)，用以隱蔽船身。箱為鐵質；高 55 公分；直徑 25 公分。載於鐵盒（高 20 公分，直徑 60 公分），浮水面約一小時。內



圖 85 美國海軍煙箱

貯煙霧劑 45 公斤。燃燒時間為 9-9½ 分鐘。

b. 煙罐 (Smoke Candle) (圖 86) 用以隱蔽陣地，

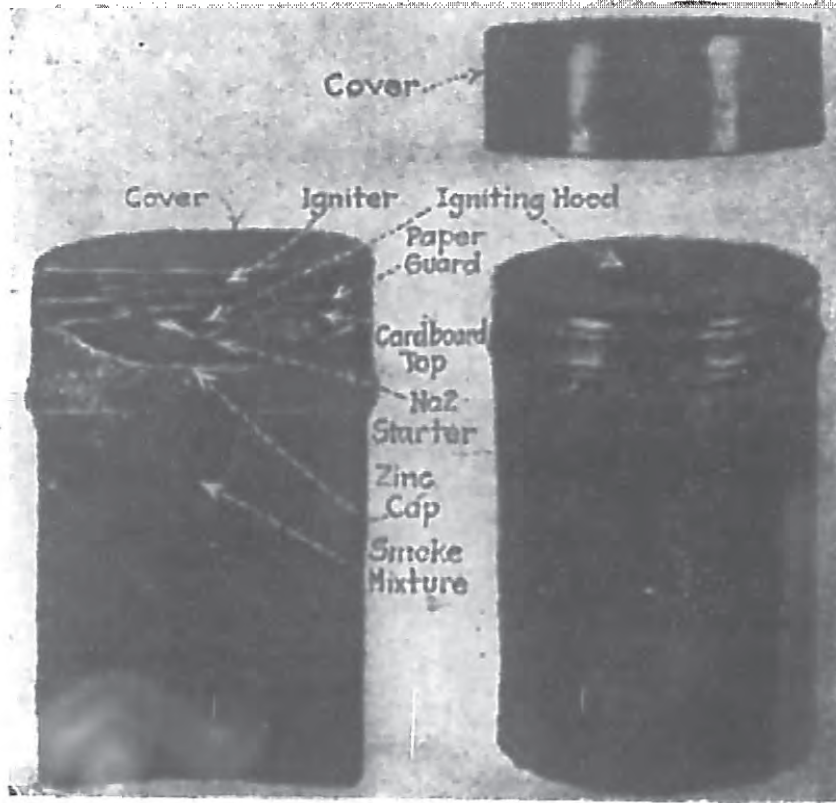


圖 86 美國柏格刺煙罐



圖 87 美國刺激性煙罐

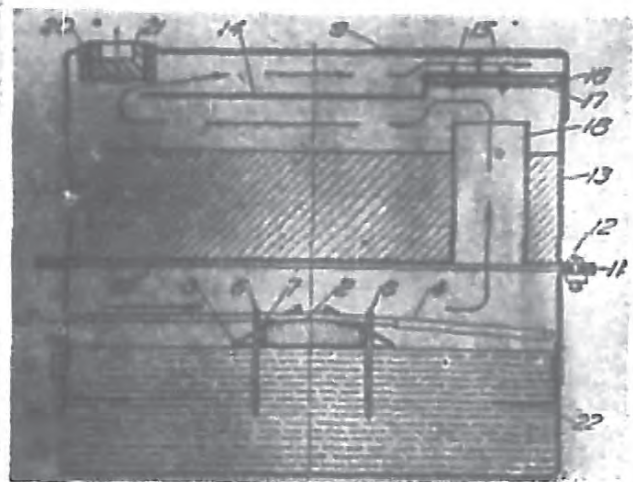


圖 88 美國刺激性煙霧罐內容

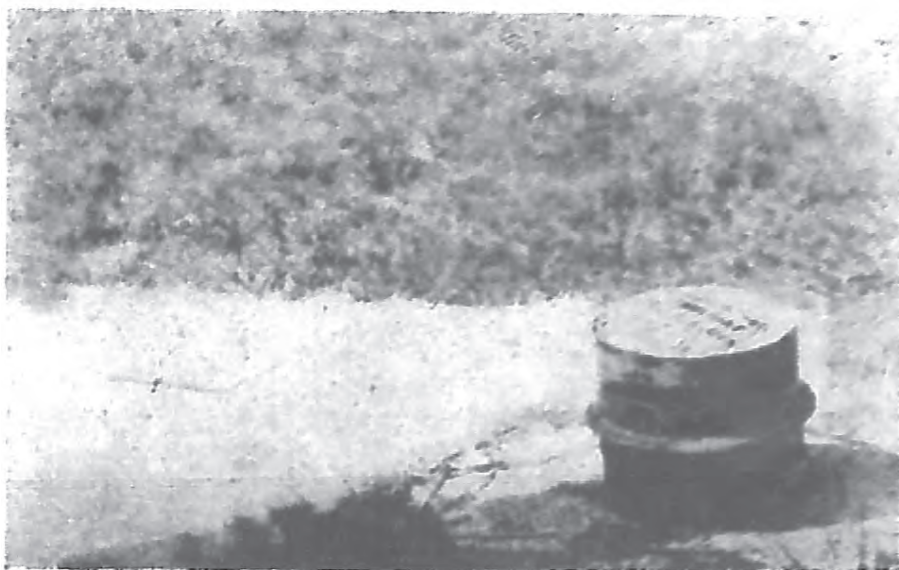


圖 89 美國刺激煙罐放煙



圖90 美國慢性催淚煙罐

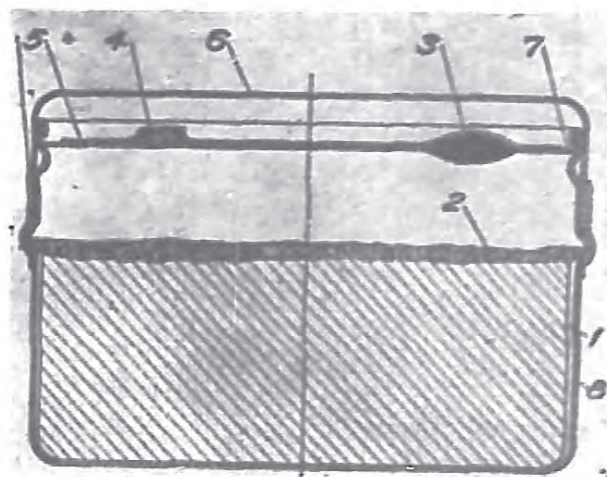


圖91 美國慢性催淚煙霧罐內容

建築或行軍。罐爲白鐵皮製；高 13 公分；直徑 9 公分。內貯 1.4 公斤柏格混合劑，附有引火藥材，可燃三四分鐘。煙勻而色白，無毒。

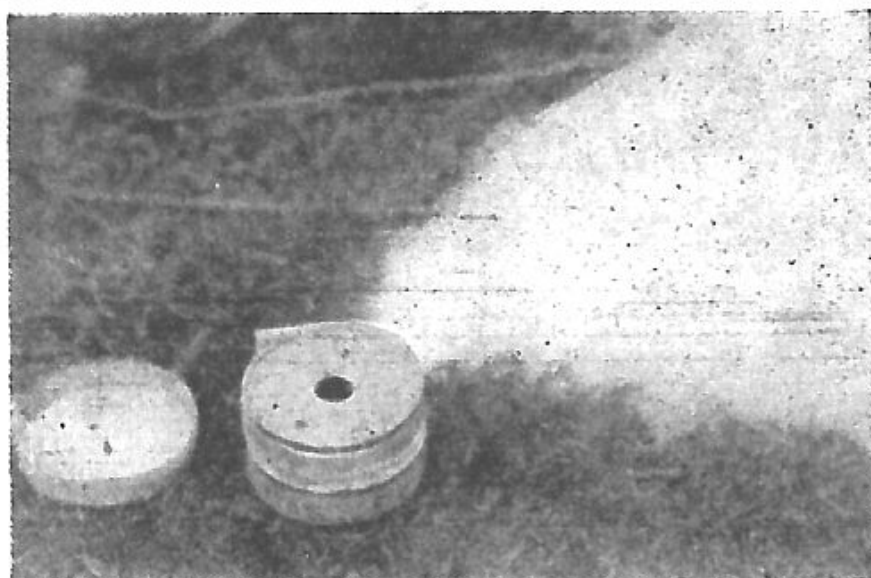


圖 92 美國慢性催淚煙罐放煙



圖93 美國快性催淚煙罐

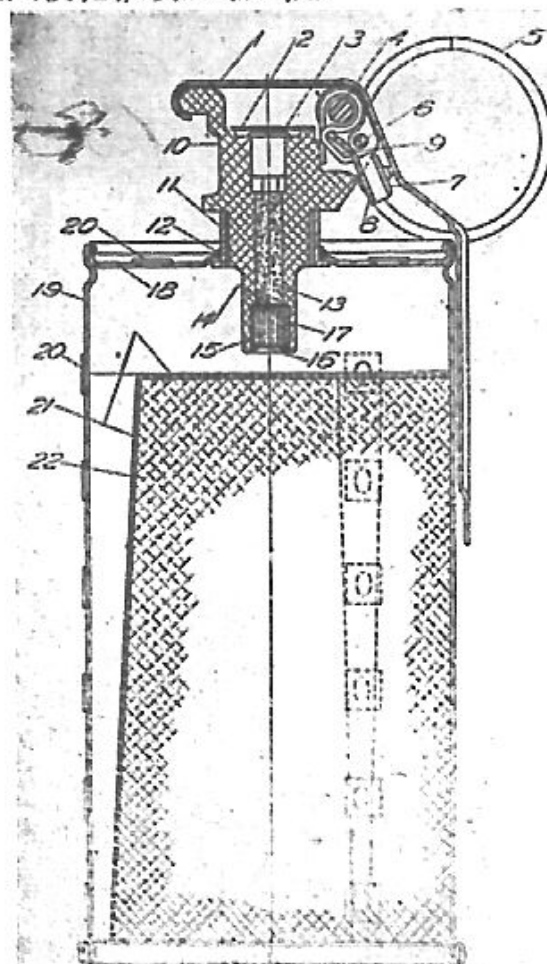


圖94 美國快性催淚煙罐內容

表 56 美國煙霧罐一覽

名 稱	式 樣 (度 以 公 分 計)	重 量 (公 斤)	煙 霧 劑	燃 料	引 火
1. 代 煙 罐	圓 柱 形 (高16.5直徑8.5)	1.58	鉀硝, 煤屑 磺, 礫, 油渣	.....	氯酸鉀 膠, 三 硫化錫
2. 煙 罐 (H.C.M.一號)	長 方 形 (長13.3寬8.2厚4)	0.90	六氯乙烷 錫 粉 氧 化 錫	過氯酸鉀 錫, 錫	同上
3. 煙 罐 (H.C.M.二號)	圓 柱 形 (高14.6直徑5.8)	0.80	六氯乙烷 過氯酸鉀 錫, 氯化鉍	鉀硝, 膠 三硫化錫	.....
4. 淚 煙 罐 (C.N.M.慢號)	圓 柱 形 (高 7 直徑 10)	0.56	苯氯乙酮 氧 化 鎂 無 煙 藥	硫化鐵 黑 藥	同上
5. 淚 煙 罐 (C.N.M.快號)	圓 柱 形 (高14.6直徑5.8)	0.45	苯氯乙酮 氧 化 鎂 黑 藥	硫化鐵 黑 藥	.....
6. 毒 煙 罐 (M一號)	圓 柱 形 (高14.6直徑1.8)	4.20	亞當氏氣 無 煙 藥	.....	同上

c. 煙霧迫擊礮彈 以迫礮彈放射煙霧，散佈較遠。常用 7.5 公分口徑礮。彈（圖 95）重約 6 公斤，貯 1.8 公斤煙霧劑。燃燒時間為三四分鐘。

d. 煙霧手榴彈 普通手榴彈，內貯煙霧劑四氯化錫或柏格混合劑，全重約 340 公分，用於壕溝及衝鋒。

e. 煙霧拋管彈 (Livers' Smoke Drum) 發生濃煙，遠且持久。管徑 20 公分，彈重 7.8 公斤（圖 96），內貯混合煙霧劑 22 公斤。但每一發後，須加休息，不若迫

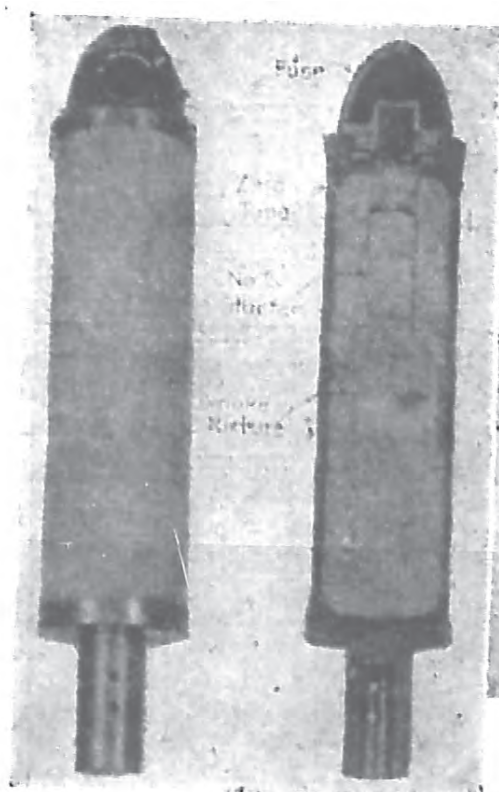


圖 95 美國煙霧迫砲彈

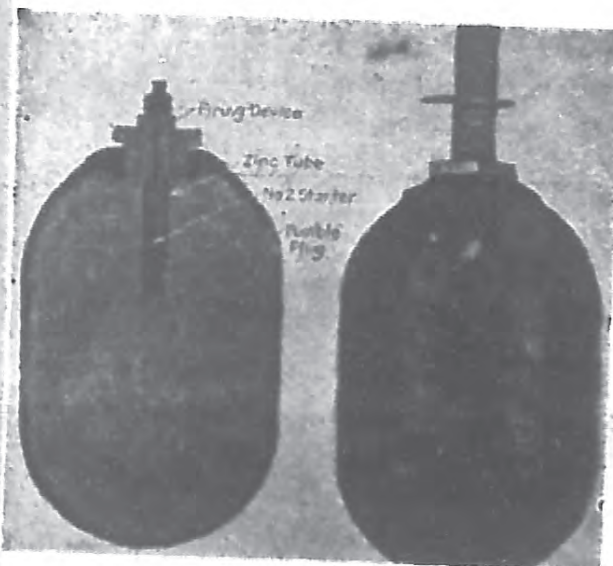


圖 96 美國煙霧拋管彈

擊破可以連放。

f. 煙筒 (Smoke funnel) 為海軍武器，係圓柱體 (圖 97)。長 2 公尺，直徑 60 公分。底置 55 公分，風扇一具。另以管分別通入四氯化矽及氮。以手搖機扇之成



圖 97 美國煙霧筒



圖 98 煙筒放射

煙，由口射出。每次約 30 分鐘，需四氯化錫 0.9 公斤與氮 0.45 公斤。完畢時，先停四氯化錫，次氮（約半分鐘後）。最後停扇。

g. 煙囊 (Smoke Knapsack) 囊為鋼筒 (圖 99)。內有二瓶 (高 65 公分)，直徑 15 公分)，分貯氮及四氯

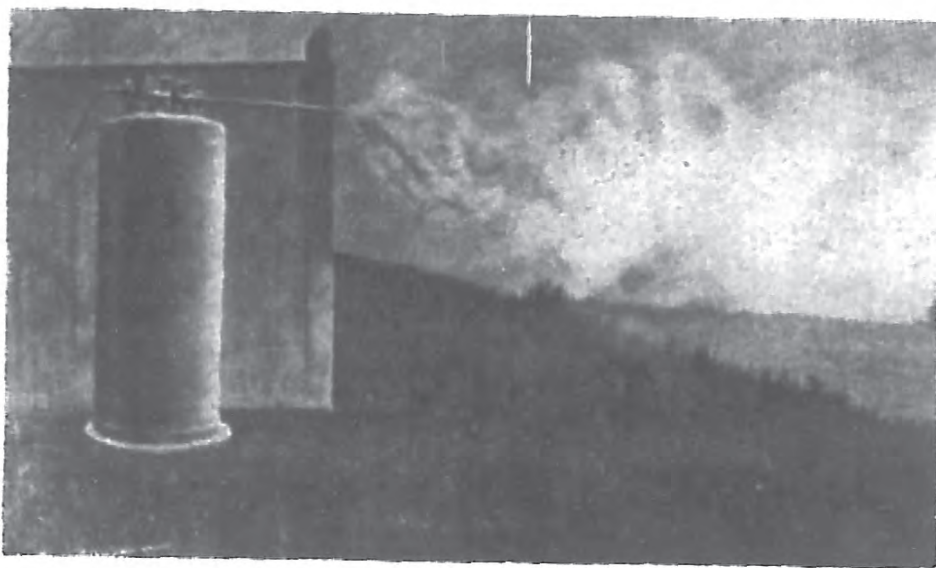


圖 99 煙 囊

化錫，全重約 32 公斤。放時將管口扭開，散出白霧，足隱蔽一排人，支持 15 分鐘，亦可隨時停止。

h. 煙霧礮彈 射程遠效力大。四門礮在 40 秒或 1 分鐘內，可射彈隱蔽 1,000 公尺陣線。煙劑以黃磷為最佳，餘見下表：

表 57 煙霧礮彈效力比較

名	稱	分	數
黃	磷		100
三	氧 化 硫		60-75
四	氮 化 錫		40
四	氮 化 鎘		25-30
五	氮 化 砷		10

i. 戰車放煙 隱蔽，藥劑為三氧化硫。車重七噸者，每分鐘散 SO_2 100 公撮，即能奏效。且可隨時開關。亦有用黃磷手榴彈以隱蔽者。

j. 飛機放煙 為近代軍用要圖。既可免敵機窺探與烘炸。且以便己方行軍偵察。法以多量煙霧劑置機尾或底層，隨時放散之。下圖為飛機放煙隱蔽紐約市全景。

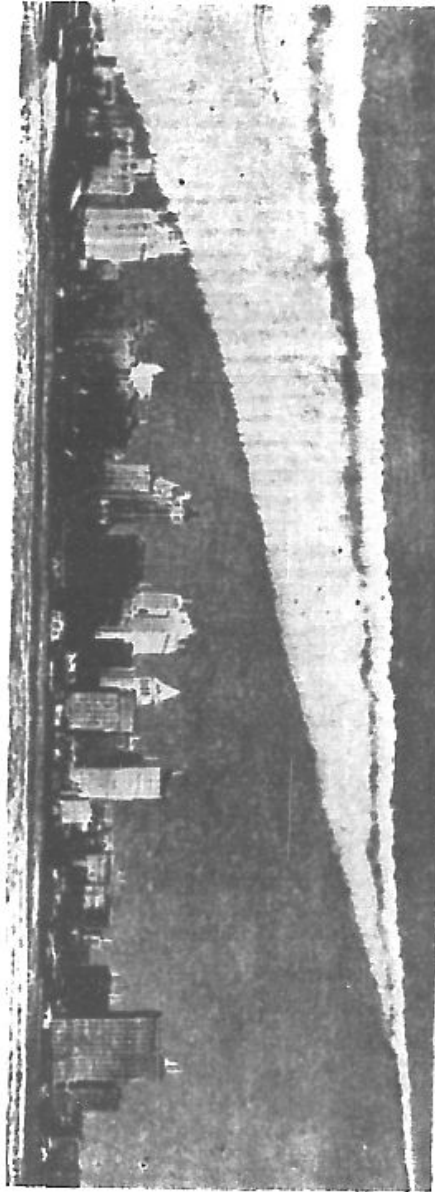


圖 100 飛機放煙隱蔽城市

3. 煙霧訓練

軍略貴虛實雜用。煙霧易成目標，用時極當慎重。若不識原理，不明陣況，倉卒運用，自詡得計，適為敵人機槍所乘，未有不僨事者。故平時必多練習，求能隨機運用，勿泥陳規。通常應加訓練之事項如次。

a. 偵察 大霧瀰漫，信號及電信多失效用，故士兵平時須於煙中練習偵察方法。

b. 方向 官兵均宜練習。尤應於夜間或森林內深霧中，求實地經驗。

c. 防禦 霧中動作不便，士兵須練習霧內射擊目標。

d. 礮手 演習射擊煙中之礮位目標及瞭望臺。

e. 空軍 須練習飛出，及視透煙霧。

f. 指揮 須有旗語以表現：(1) 不可用煙；(2) 用少量煙；(3) 掩蔽瞭望臺；(4) 局部放煙；(5) 任意放煙等。

4. 煙霧運用

A. 目的

運用煙霧之目的，不外下列各種：

- a. 遮蔽要害如礮位，路口，建築，集合點等。
- b. 測試敵方瞭望臺及機槍陣地。
- c. 掩護動作如集合，進攻，退卻等。
- d. 傷害（毒煙效佳）及困倦敵人。
- e. 阻礙敵人飛機偵察。
- f. 誘敵使其浪費子彈。

B. 條件

- a. 風率每分鐘 240 公尺最宜。側面風最爲經濟；後面風利於進攻。迎面風不可採用，且須防敵人襲擊。
- b. 溫度過高不宜。最好清晨黃昏時用之。
- c. 雨量過大不宜。微雨薄霧及密雲未雨時均佳。
- d. 煙劑有持久性（約 30 分鐘），能吹至 2,000 公尺外而不分散者最好。

C. 部隊

- a. 步兵以煙罐，手榴彈及槍頂彈，隱蔽機槍隊及步哨之視線。
- b. 騎兵以煙罐及手榴彈隱蔽方向；掩護戰車；攻擊弱點；從事偵察。
- c. 野礮兵雜用煙霧彈，以隱蔽礮位及瞭望臺。
- d. 海岸礮隊用煙箱，煙囊，礮彈，以隱蔽要塞及阻礙登陸。
- e. 飛機以煙霧彈或煙霧機，散佈煙幕，隱蔽本身；或協助他項武器；阻礙敵機及探照燈。
- f. 化學戰隊用煙罐或煙霧拋管及迫擊礮，散多量煙霧，以隱蔽道路，濠溝，或集合點。

D. 軍機

- a. 渡河 倉卒運用，使敵無備而安全渡過。多用煙幕，分敵人礮火。
- b. 襲擊 掩護突襲，衝破敵軍聯絡。使其後備軍或左右翼不能集中。
- c. 誘敵 使敵人困居陣地或浪費礮火。偵察其礮兵陣地。或攙用毒氣，使其不離面具。

d. 登陸 海軍於日間造成大霧，使敵人迷向。助我軍登陸，減少損傷。

e. 退卻 發煙以爲退卻準備；指示友軍；並防敵方追擊。

E. 運用煙霧之優點

- a. 隱蔽進攻，減少傷亡。
- b. 掩護集合，建築，或退卻。
- c. 障礙敵人視線及礮兵隊。
- d. 促令敵人佩帶面具。
- e. 運用自由，非若天霧之無定。

F. 運用煙霧之缺點

- a. 引起敵人注意，自成目標。
 - b. 迷失方向，有礙偵察及礮兵目標。
 - c. 與敵人以襲擊或退卻機會。
 - d. 風向轉移，易生危險。
 - e. 步隊近煙者，易受攻擊。
- 權衡輕重，在軍官臨機應變，不可拘泥成法。

第十一章 縱火

縱火攻敵，爲效至巨。吾國開化最早，運用獨先。春秋魯焚咸邱，爲火攻肇始。其後楚漢爭霸，黃巾倡亂，赤壁鑿兵，夷陵交戰，班超平虜，王猛伐燕，曹破袁紹，梁克宣瑾，均以火攻致勝。史乘所載，書不勝書。兵法有火箭，火簾，火杏，火兵，火獸，火禽，火盜，火弩之別。孫子有專篇以論火攻，重要蓋可知矣。

歐戰縱火，益有進步。材料精良，器具銳利，非往

古可比。茲分述之。

1. 縱火材料

a. 黃磷雖易燃燒，但熱度不高。且燃成五氧化磷，適以阻火。只可用以攻飛機油箱及氫囊，或燃燒軍需材料等。

b. 磷與油類配合，促成速燃，至遲亦不過兩分鐘。

c. 以金屬（鉀，鈉）置油中，為水上縱火材料。

d. 濃硫酸與氯酸鉀化合生火，可分別貯於彈內，以資應用。

e. 熱莫敵（Thermite） 此藥為鋁粉與氧化鐵混合劑。短期內生多量熱，能熔化鐵質，更易引火。但面積狹小，故須摻加燃料，其效方大。通常用油質延長火力，升高火燄。

本所以氧化鐵，鋁粉，鉀硝，配成熱莫敵。其火燄，火力，均較舶來品為佳。鉀硝為國產原料，既可減輕成本，且以挽回利權。

2. 縱火兵器

A. 飛機炸彈

縱火兵器，以飛機炸彈爲首屈一指。常用者有整裝（一巨彈）與散裝（多數小彈）二種，茲分述如次：

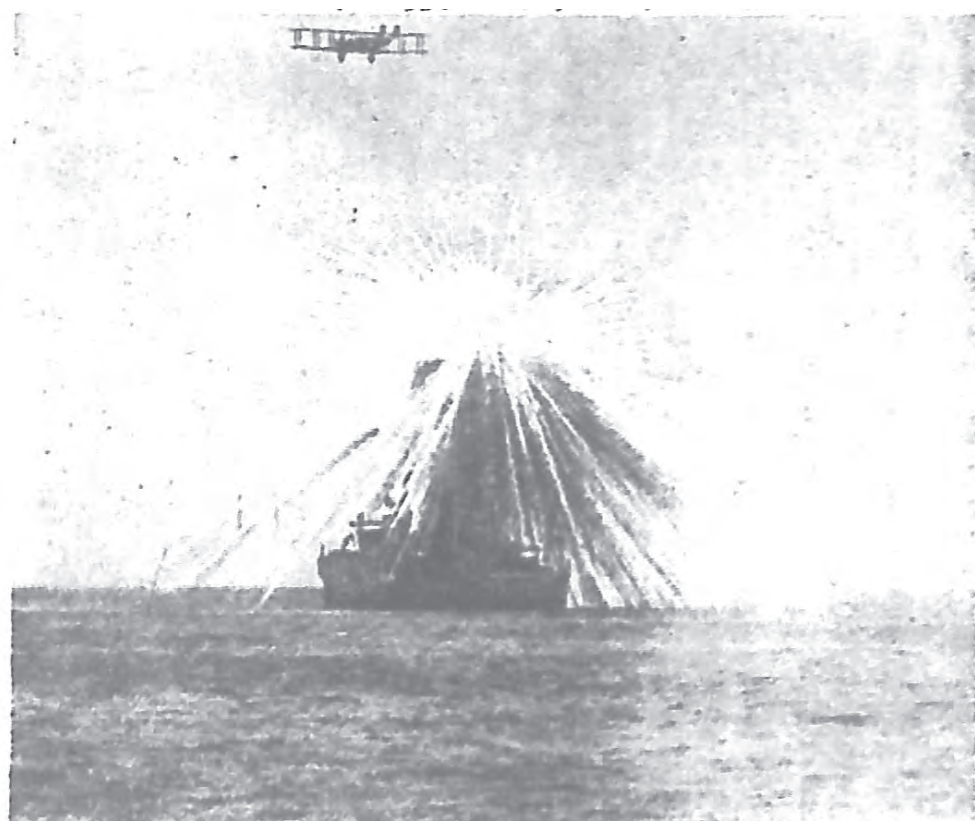


圖 101 飛機投縱火彈於軍艦

a. 整裝彈 (1) 德國式 彈爲白鐵 (R) 製成 (圖 102)，外繞以塗油繩索 (C)。F 爲彈頭引信。E 爲彈尾。

全彈長 81 公分。彈囊長 44.5 公分。最大直徑 11 公分，內貯油質。下端為過氯酸鉀。中心管貯鋁粉與硫酸。着地即炸，因而燃燒。

(2) 法國式 差拿彈 (Chanard)，壳為錫質。內有 H 囊，貯熱莫敵 275 公分。囊外壳內貯油質藥棉等物。由飛機降下 5 秒鐘時，脫去

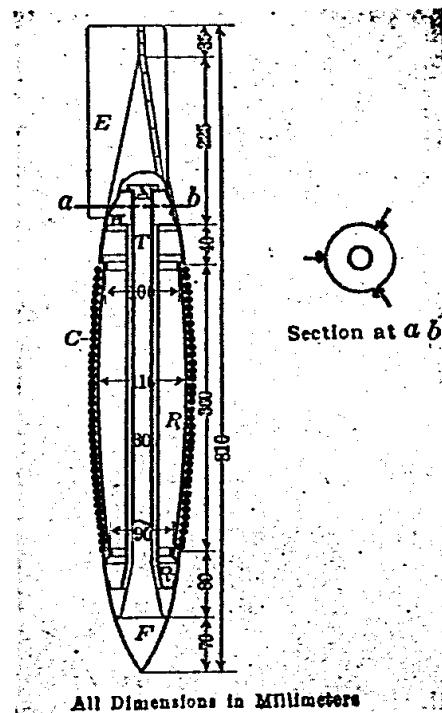


圖102 德國飛機縱火彈內容

保險針；13 秒鐘後，炸開着火，距飛機約 500 公尺。H 管分為兩片，彈頭穿透屋頂，可燃燒 18 分鐘。若不能命中，殊無效力。彈藥全用熱莫敵者，稱為『克魯力彈』(Calonite)。

(3) 英國式 彈為鐵皮製。內貯黃磷，汽油，及熱莫敵等。彈壳重 10 公斤，貯熱莫敵 3 公斤。

(4) 美國式 二號縱火彈 (Mark II bomb) (圖107)，重約 18 公斤。彈頭為鐵製，附帶引信。彈身為鋅製，貯多量易燃油質。有時置鉀鈉以助燃力。三號彈 (Mark

III bomb) 重約 45 公斤，其他與第二號相同。

b. 散裝彈 (1) 德國式 彈
 壳爲鐵皮，彈頭爲鑄鐵。全長 75 公分，最大直徑 9 公分。內有 46 小彈，每彈內貯 50 公分引火藥（硝酸銀與柏油）。彈間填無煙藥，以時間引火炸散小彈於四周，燃燒面積甚廣。

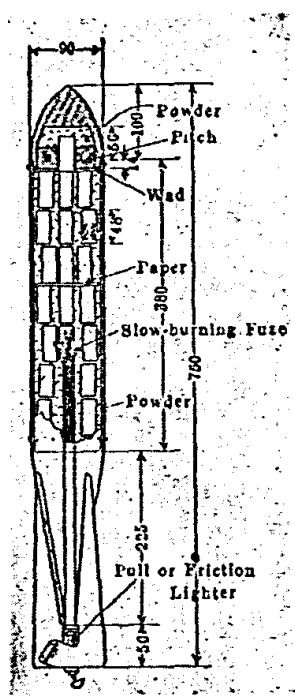


圖103 德國散裝縱火彈

(2) 英國式 小縱火彈 (baby incendiary bomb) 以熱莫敵爲藥劑。每一彈壳可容 144-272 小彈。炸以時間引信，分散四方。落在水內，亦可爆炸。火燄沖出水面約 60 公分。

B. 手榴彈

縱火手榴彈，用以攻擊壕溝，唐克車，火藥庫，或焚燒陣地草皮。茲述法國黃磷彈與熱莫敵彈如次：

a. 黃磷彈 彈頭爲厚錫片，有引火裝置及保險針。彈身爲錫質橢圓形；長 9 公分；寬 6 公分。內貯 300 公

分黃磷。全彈重約 560 公分。

b. 熱莫敵彈 殼為錫質圓柱形；長 20 公分；寬 6.2 公分。彈頭為厚錫片，有引火裝置及保險針。全彈重約 750 公分。

C. 礮彈

山礮，野礮採用縱火劑者尚不多觀。惟口徑略小之高射礮，常用黃磷彈以射飛機。迫擊礮彈，有貯熱莫敵或油質易燃材料，攻擊敵人戰壕。

175公分縱火後膛迫砲彈

D. 槍彈

普通槍彈縱火者蓋寡。飛機槍彈（口徑 11 公釐）常用黃磷，或硫酸與氯酸鉀，以射敵機。

筆槍彈長 175 公釐，直徑 11 公釐。彈內有二

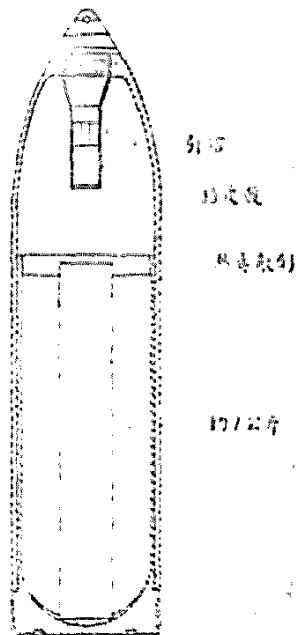


圖104 德國 17.5 縱火後膛迫砲彈

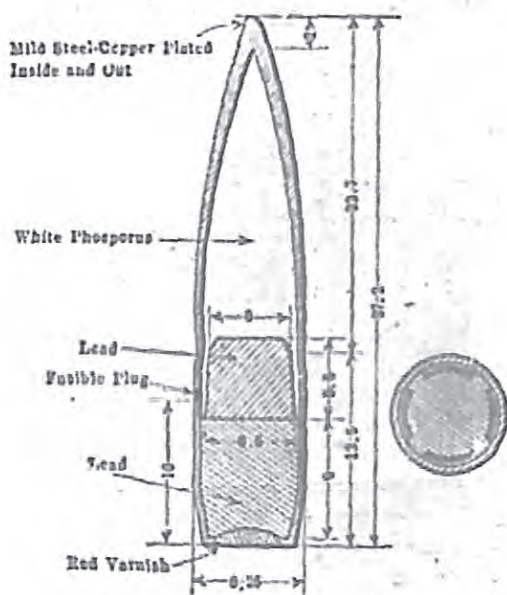


圖105 德國縱火機槍彈



圖106 德國縱火筆管槍彈

管：一為玻璃製，內貯濃硫酸；一為硝化棉製；內貯氯酸鉀。碰炸時，玻璃管破裂，硫酸浸入氯酸鉀生火。

E. 火箭

a. 美國 一號火箭 (Mark I dart) 分箭頭箭身二部。箭頭有引火裝置，

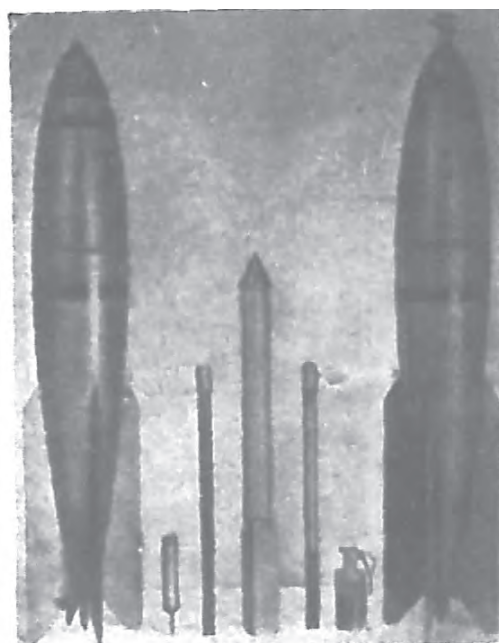


圖107 美國各項縱火兵器
自左至右；二號縱火彈；B. I. 彈；一號火箭；二號火箭；一號火箭；手榴彈；一號縱火彈。

着地即炸而引火。箭身為長鐵皮管，內貯氧化劑（氯酸鈉，氯酸鉍）；還原劑（鋁粉，鎂粉）；燃料（松香，瀝青油質）。火燄頗高，能支持數分鐘。

b. 二號火箭 (Mark II dart) 彈頭為鐵質，易穿建築物。箭身為5公分鋅管，內貯熱莫敵及石油。着地半分鐘內，熱莫敵着火，以燃油質，可支持10分鐘。

F. 液火

歐戰中德人初用液火管時，卓着成效，因火量劇烈，不可向邇。其後以時間短，距離近，易為敵人所虜，故失其效用。筒有二種：

a. 筒式管（圖 180）為鋼質。內分二部：一貯高壓氮液（23 氣壓），一貯油質。氮蒸發時，射出油質，以便燃燒。發火劑為鉀硝及硝酸鉍，鎂粉，焦炭，松香等。引火藥為黑藥，與鎂粉。



圖 108 筒式液火管

油質沖出時，遇火即燃，支持1分鐘；射程14-17公尺。

b. 複式管為三筒聯合（圖109）。筒高100公分、直徑50公分。二筒貯氮液（180公升），一筒貯油質，互相連結。管內徑0.15公分，以氮氣噴油出管口燃之。支持2分鐘。射程40公尺。全重約112公斤。

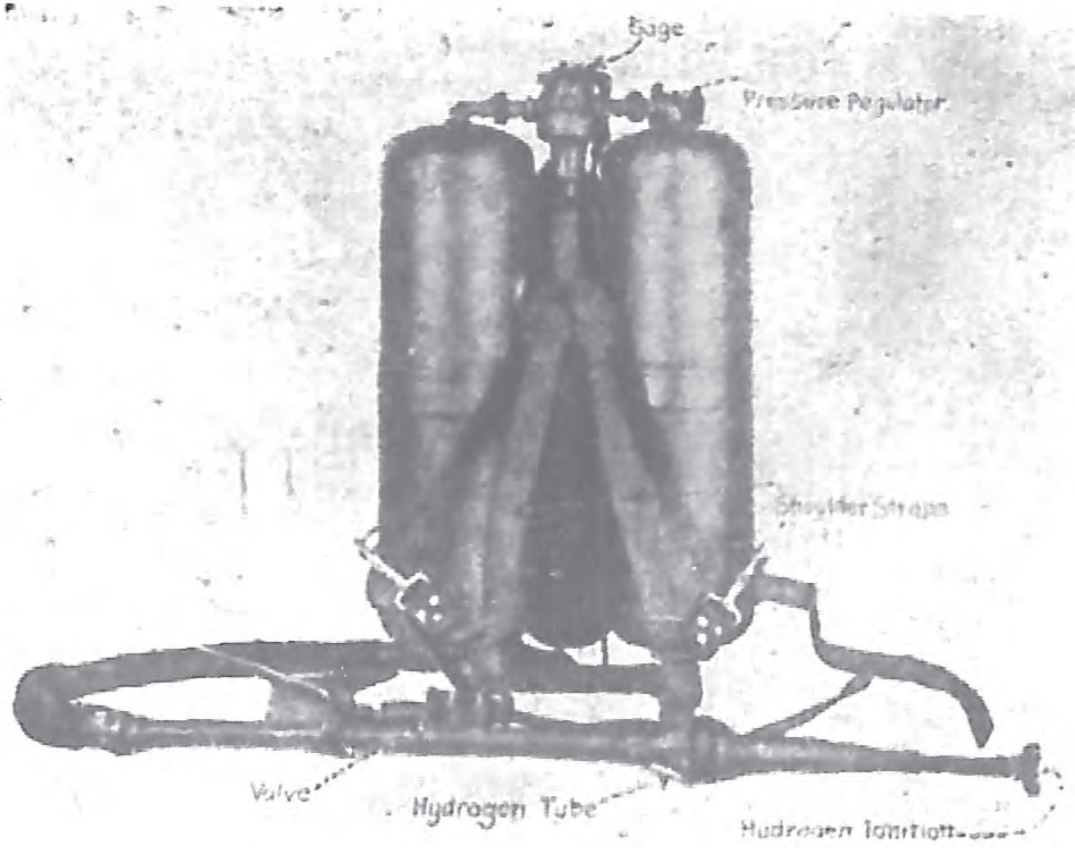


圖 109 複式液火管



圖 110 佈置液火管

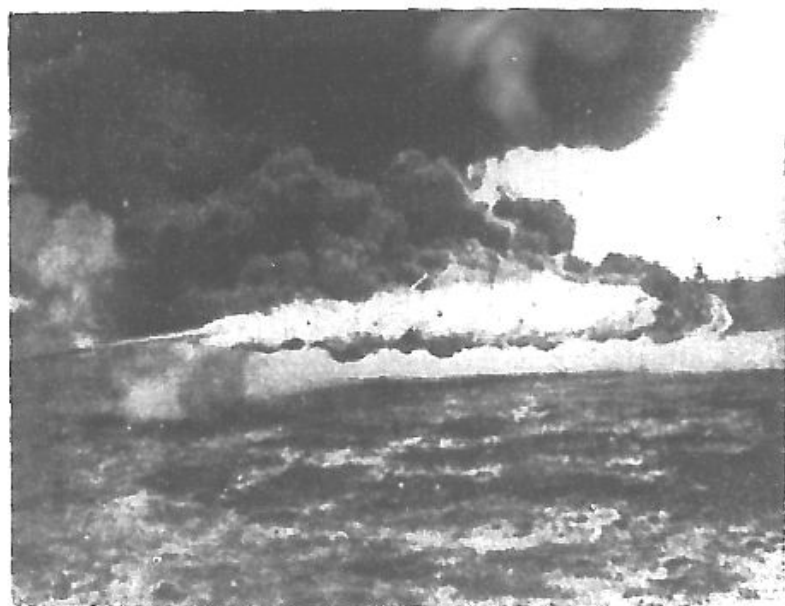


圖 111 液火燃燒

第十二章 信號與照明

軍用信號與照明劑，最爲重要。因以傳達號令，指示動作，成敗所繫，勝負攸關。歐戰中有長足進步。

1. 信號藥劑

信號成因，可分三種：力學分散；化學反應；染料配合是也。茲分述如次：

a. 力學分散之實例，將藥貯於 7.5 公分迫擊礮彈內，射出時，以導火索在高空中燃炸而分散，發生彩色。如用紺青 (Ultra marine)，則現青色；硫三氧化銻與鎂粉成紅色；氯化砷，氯化銻及過硫酸鈉 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$) 成黃色。但導火索於爆炸時，易遭焚毀，致失效用。

b. 化學反應，常生彩色。如碘化氫，氯，及氨成紫色；三硫化砷成黃色，三硫化砷，硫磺，鉀硝 (55:15:30) 成紅色；硝酸鎢，鐵粉，碘 (1:2:3) 成絳紫色。但或燃燒太速，或與白煙相混，為用無多。

c. 染料構成彩色，為最近發現之良劑。以乳糖與氯酸鉀為主體（蟲漆與硝酸鉀亦可），雜以染料：洋紅 (Paratoner)，鵝黃 (Chysoidine + Auramine)，靛青 (Indigo)，洋紫 (Indulin)，葱綠 (Auramine + Indigo) 則現紅，黃，藍，紫，綠各種彩色。軍事運用，最有價值。

2. 信號器具

A. 信號槍

a. 德國信號手槍 (圖 112) 全長 32 公分；管長 16 公分；口徑 26 公釐。鋼質。槍柄長 11 公分；硬木質。全重約 1.5 公斤。

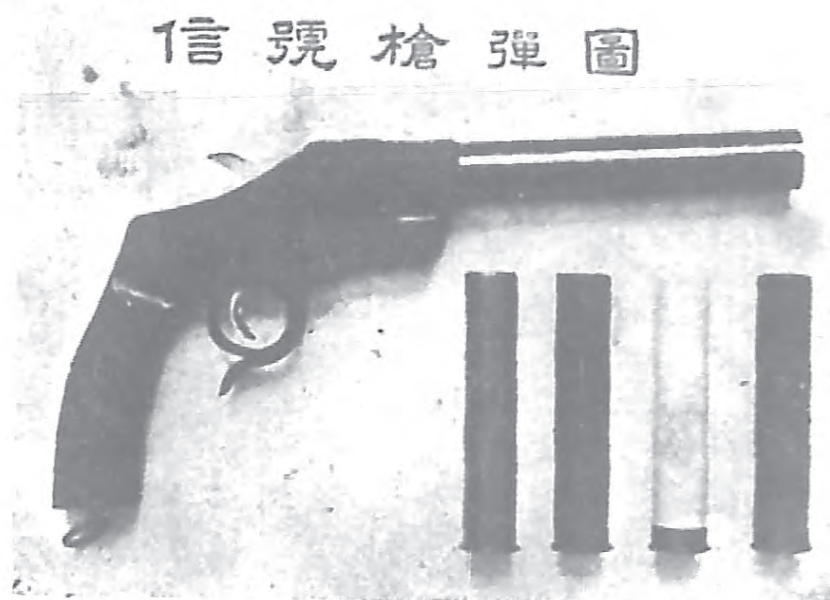


圖 112 德國信號槍彈

b. 彈壳爲黃銅或鐵皮製成。內貯藥劑；放射後，發現各種花朵。彈丸大小，射程遠近，支持久暫，詳見下表：

表 58 德國信號彈一覽

號 別	長(公分)	口徑 (mm)公釐	射程(公尺)	時效 (秒)
一 星	810	26	80	30
雙星或多量	13	20	60	30
帶 傘	10	20	50	30

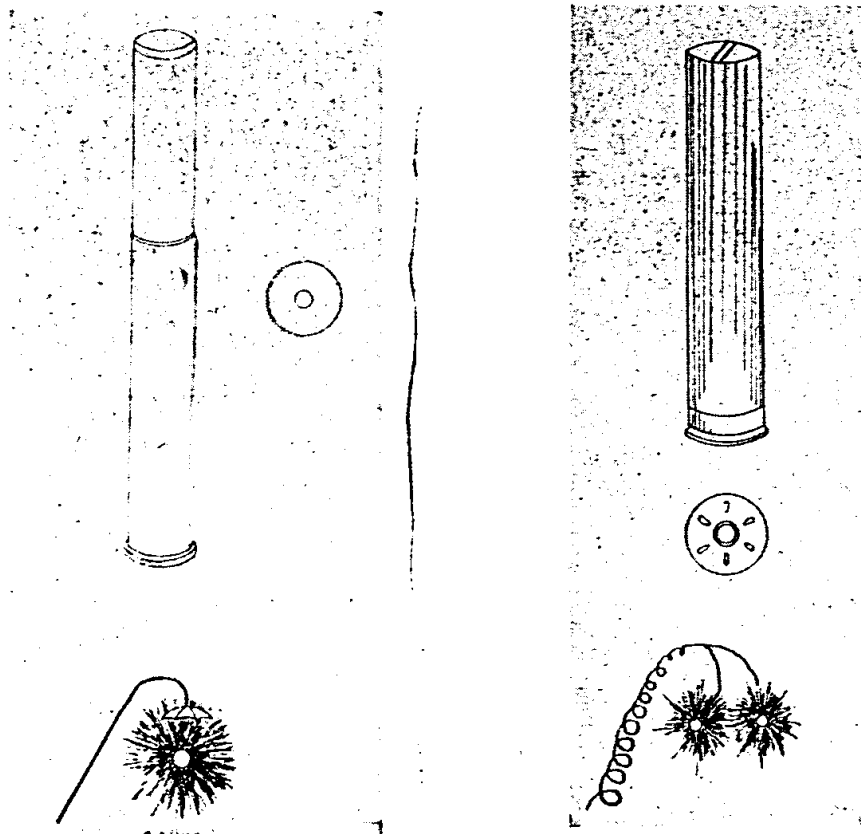


圖 113 德國各種信號槍彈花(一)

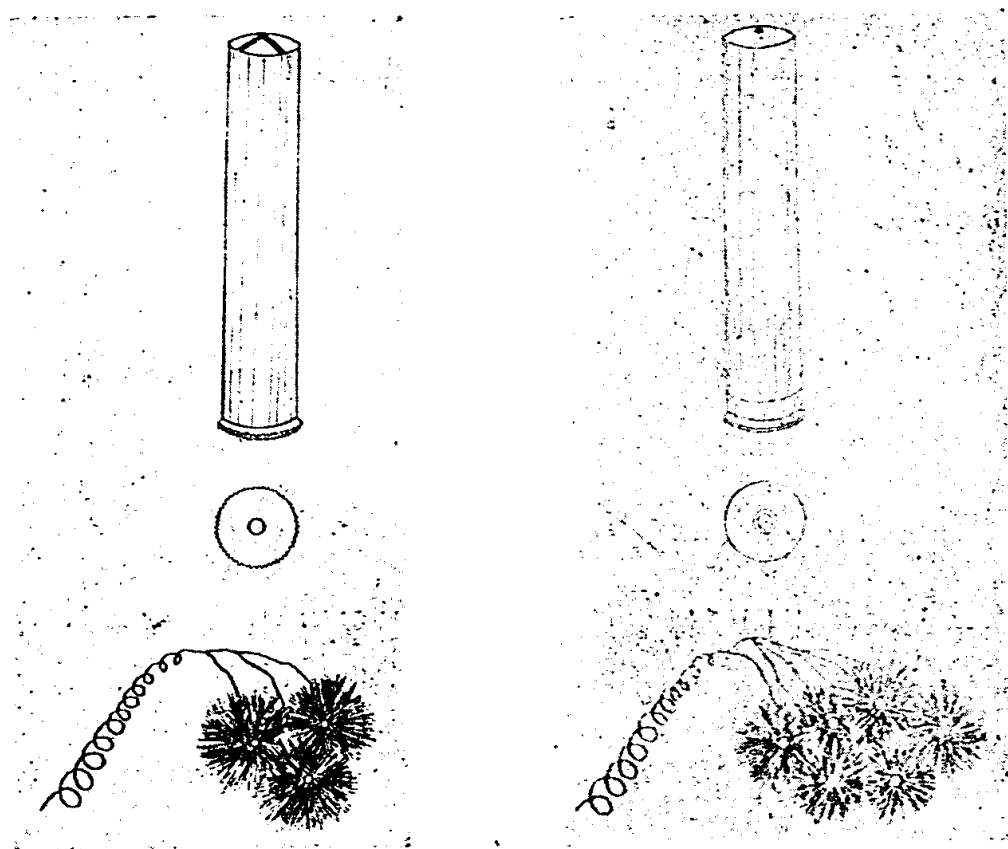


圖 113 德國各種信號槍彈花(二)

B. 信號筒

a. 德國信號筒壳爲硬紙皮(圖 114)四周圍以漆索。底與口均鐵質。筒長 55 公分，連頂長 75 公分。厚 2 公分。口徑 12.5 公分。重約 7.5 公斤。用時以底埋地中。每個可用二十五次。

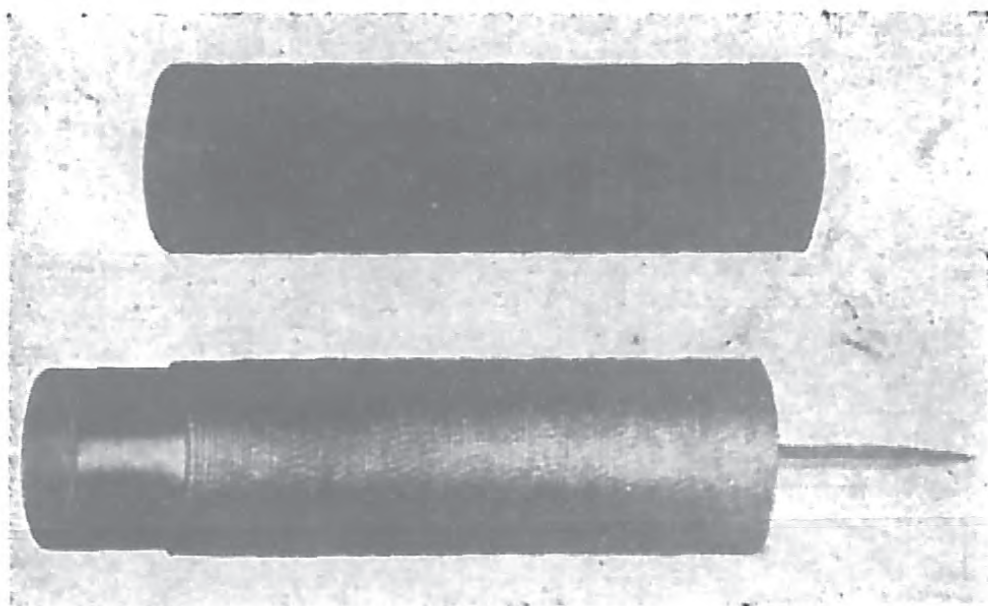
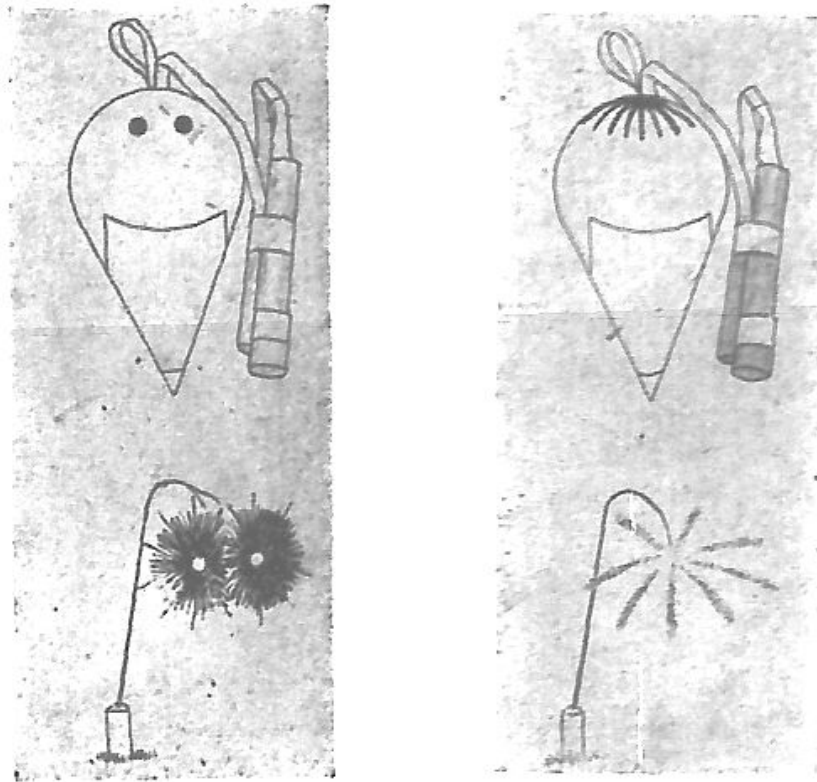


圖 114 德國信號花放射筒

b. 上項信號筒所放之花(圖 115)爲紙壳。長約 18 公分。最大直徑 12 公分。另有紙管(長 40 公分)聯於花筒(長 13 公分,直徑 2.5 公分)。由紙筒放射而出現各項花朵。其重量,昇高度,及時效如下表:

表 59 信號花一覽

花 別	彈 重 (公 分)	昇 高 度 (公 尺)	時 效 (秒 鐘)
一星及雙星	580-700	150-755	8
多 星	820-910		6
霧 狀	980	150	8
傘 狀	680	150	8



■ 115 各種信號花(一)

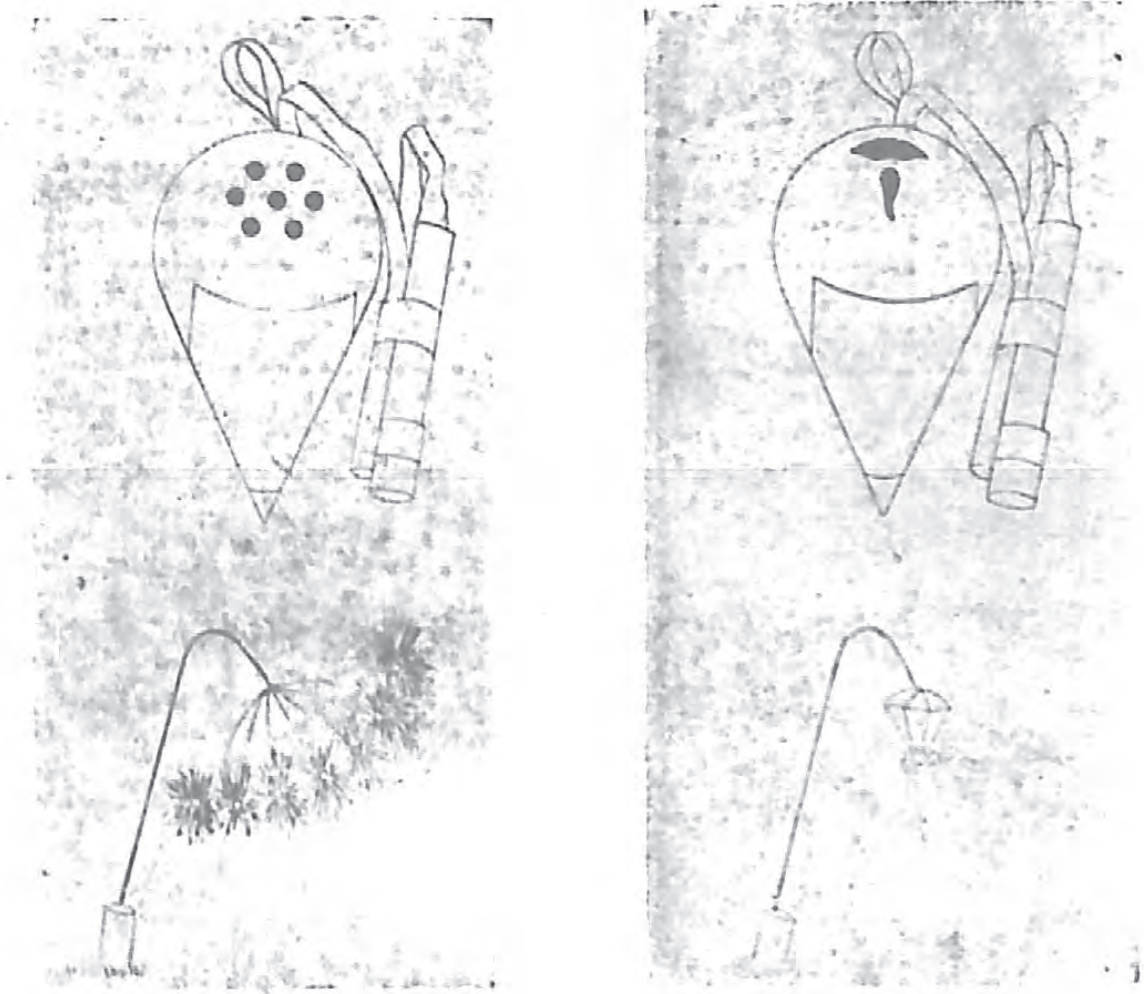


圖 115 各種信號花(二)

C. 信號匣

德國信號匣 (圖 116) 爲厚紙圓柱體，外裱油紙。高 5.5 公分；寬 5 公分；重 180 公分。盒蓋有引火藥，磨擦即燃。可支持 45 秒鐘，煙成紅，綠，黃等色。

D. 信號傘

德國信號傘 (圖 117)

爲紙筒。長 30 公分；直徑 3.8 公分。頭尖，底帶引火劑。昇高度約 200 公尺。全重 275 公分。

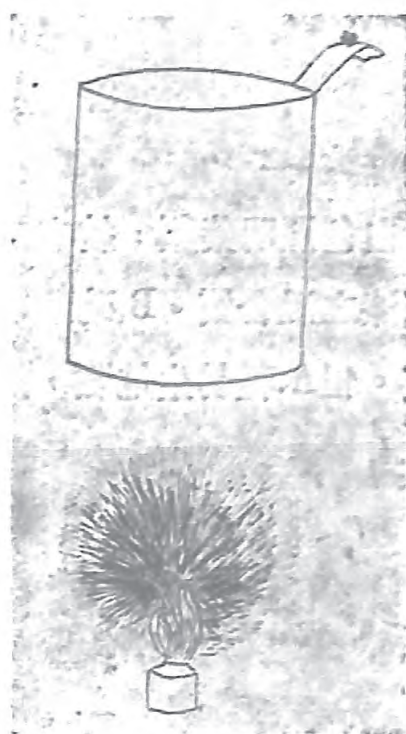


圖 116 信號匣

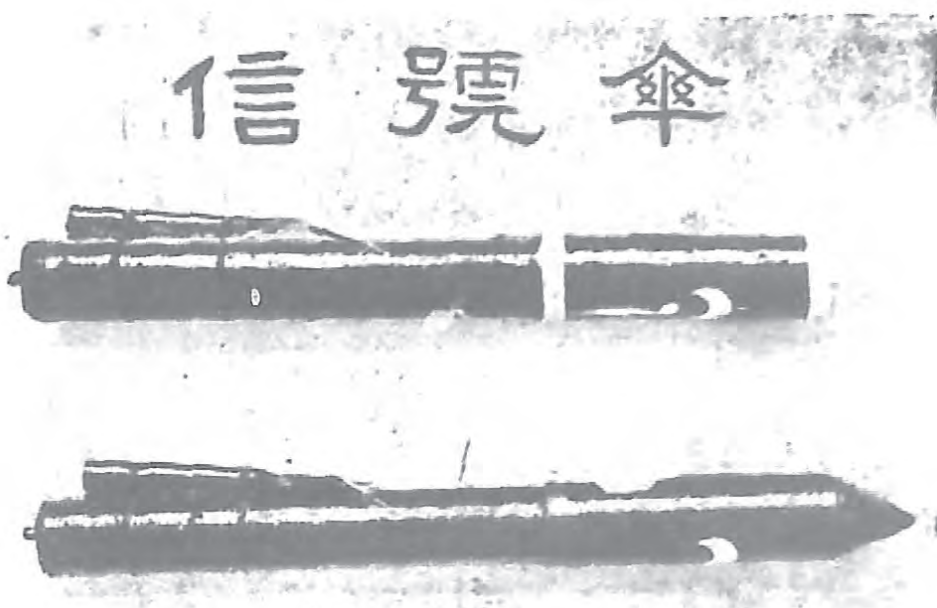


圖 117 信號傘

3. 照明藥劑

白色照明藥劑，約有二種：A.硝酸鋇，鋁粉，硫磺，及蟲漆之混合質。B.硝酸鋇，鎂粉，硫磺，及石臘之混合質。但A.種易生危險，故以B.種為最適用。

4. 照明兵器

A. 照明槍彈

德國照明槍（圖 118）全長約 68 公分，槍身為鋼質，長 32 公分，內徑 3.8 公分。槍柄為木質，長約 36 公分。全槍重 3.2 公斤。

槍彈全長約 28 公分。彈壳為鋁質或白鐵皮，長約 20 公分，直徑 3.7 公分。彈頭為木質。彈內貯照明劑或帶傘及他項花朵。

B. 照明炸彈

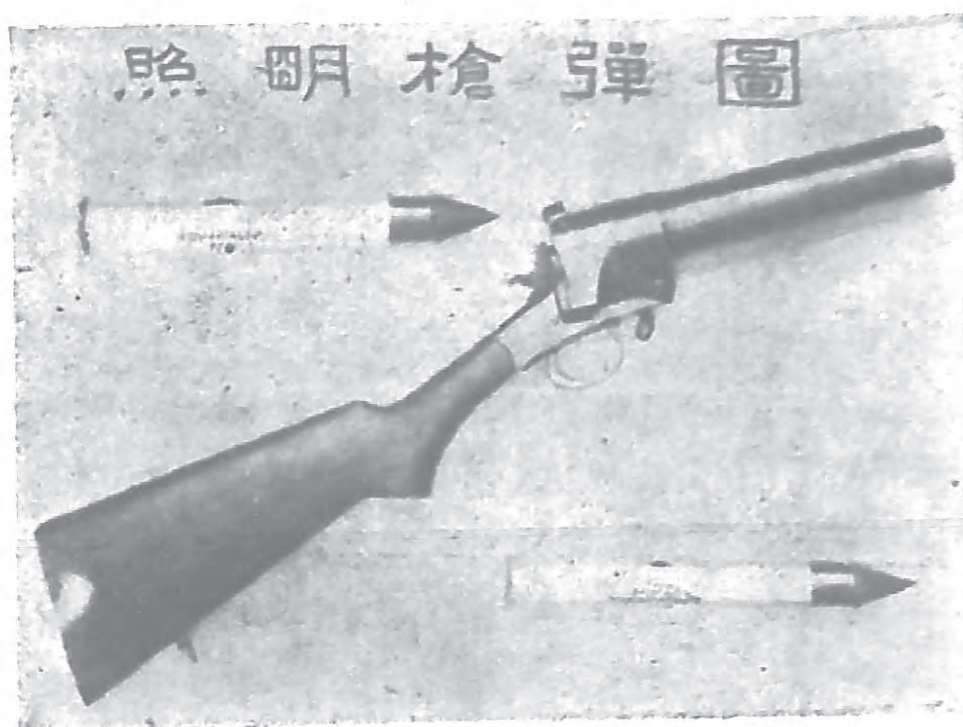


圖 118 照明槍彈

德國照明炸彈，由飛機投擲。彈係鋁質薄壳。長 44 公分；直徑 5.2 公分；重 1.1 公斤。有時間引信，離機後 $4\frac{1}{2}$ 秒鐘着火，可燃 90 秒鐘。每秒降落速度 3—4 公尺。高度可達 450 公尺。發生 50,000 燭光。彈壳亦被燃燒，故無破片墜落之虞。

C. 照明燭

德國照明燭壳為白鐵皮製（圖 119）。全長 48 公分。直徑 4 公分。頂有蓋以蠟紙封之。柄長 8 公分，中

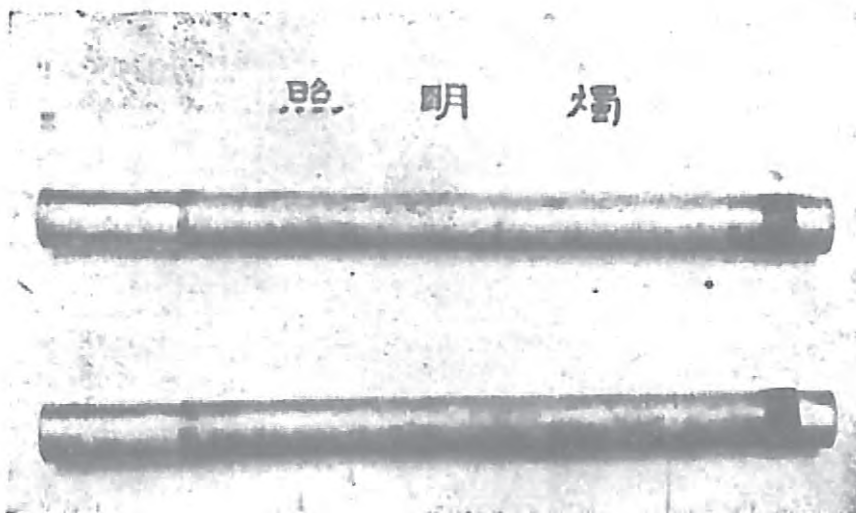


圖 119 照明燭

空，可執手中燃燒，鐵路職員亦常用之。

D. 照明傘

德國照明傘(圖120)

為薄鉛皮(厚 0.5 公釐)製。內貯照明劑。傘頭有時間引信，由飛機擲下，中途炸開，而傘飄搖於空間。傘大小不同，茲分記其概況如下：

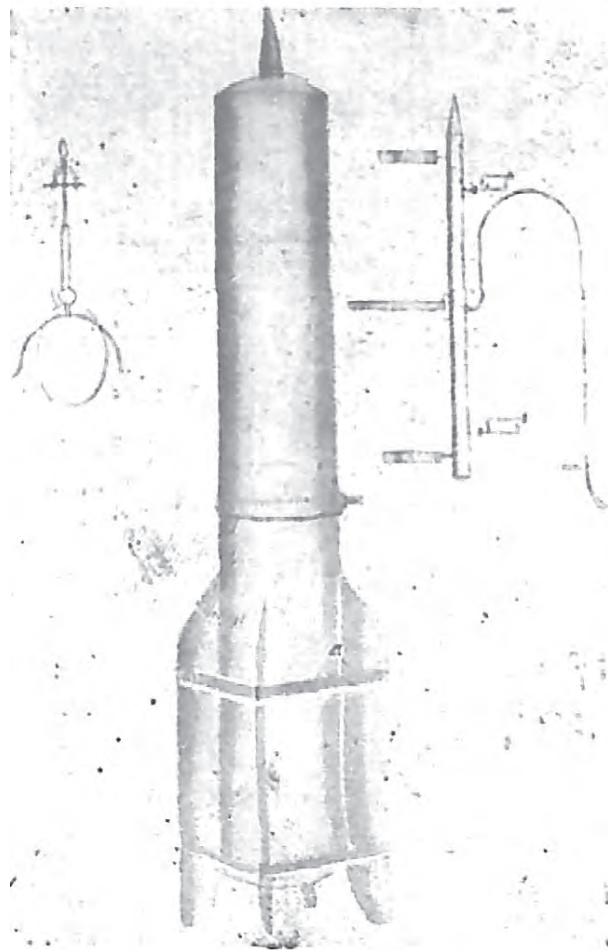


圖 120 照明傘

表 60 照明傘一覽

傘 別	長 (公分)	直徑 (公分)	重 (公斤)	飛機 高度 (公尺)	降落 速度 (公尺 每秒)	傘之 面積 (平方 公尺)	燭 光 數	支持 時間 (秒鐘)
小 傘	60	10	3.5	500	3—4		80,000	150
A 號大傘	150	20	35	1500	4		500,000	210
B 號大傘	60	20	18	1200	4	21	500,000	210

圖 1.	美國愛奇渥兵工廠	(引)3
2.	警察用毒氣棒筆槍子彈	10
3.	各項毒氣警棒及子彈	10
4.	毒氣槍彈	11
5.	毒氣手槍及毒氣彈	11
6.	歐戰英軍傷亡比較	15
7.	歐戰美軍傷亡比較	15
8.	歐戰德軍傷亡比較	18
9.	歐戰法軍傷亡比較	18
10.	氯氣廠電池	25
11.	光氣廠接觸器	32
12.	雙光氣製造鍋	40
13.	氯化苦劑蒸餾器	55
14.	溴醋酮製造器	64
15.	芥子氣製造器	125
16.	芥子氣清洗鍋	126
17.	芥子氣廠內容	127
18.	乙烯製造器	129
19.	芥氣試驗	137
20.	芥液試驗	138
21.	塗油試驗	138
22.	油質比較試驗	139

23.	藥紙試驗	139
24.	固體藥劑比較試驗	140
25.	德國毒氣筒及零件	155
26.	法國氣光氣筒	155
27.	美國攜帶式氣筒	156
28.	氣筒陣	156
29.	放射毒劑	157
30.	美國毒氣拋管及零件	166
31.	德國拋管陣	161
32.	放射拋管	161
33.	德國 7.5 公分後膛毒氣迫砲彈	165
34.	德國 17.5 公分後膛毒氣迫砲彈	165
35.	德國 25 公分後膛毒氣迫砲彈	166
36.	放射毒氣迫砲彈	166
37.	德國 7.7 公分藍十字砲彈	167
38.	德國 7.7 公分黃十字砲彈	167
39.	德國 10 公分雙光氣砲彈	168
40.	德國 15 公分藍十字砲彈	168
41.	德國 15 公分黃十字砲彈	169
42.	德國毒氣手榴彈	179
43.	美國各種毒氣手榴彈	180
44.	俄國木柄毒氣手榴彈	181

45.	法國木柄毒氣手榴彈	181
46.	美國毒氣槍頂彈	182
47.	椰壳活性炭	191
48.	松木活性炭	191
49.	蒸氣法活性炭	192
50.	化學法活性炭	192
51.	防毒紗罩	197
52.	防毒絨盔	198
53.	法國M 2 面具	198
54.	英國箱式面具	199
55.	提索式面具	200
56.	俄國面具	201
57.	德國面具	201
58.	德國面具藥罐內容	202
59.	美國面具	202
60.	美國面具藥罐內容	203
61.	德國新式面具	203
62.	法國 A. R. S. 面具	204
63.	意國小號面具	205
64.	意國大號面具	205
65.	海軍面具	206
66.	德國一氧化炭防護器	206

-
67. 美國氫防護器207
68. 氧自給器內容207
69. 氧自給器208
70. 全副防毒裝束208
71. 防毒手套209
72. 防毒馬罩210
73. 馬蹄鐵馬裹腿211
74. 毒氣警鐘213
75. 戰區燃火消毒216
76. 藥劑消毒216
77. 準備佩帶面具225
78. 佩帶面具225
79. 測驗毒氣226
80. 檢查綁帶226
81. 檢查炭箱227
82. 脫去面具227
83. 裝疊面具228
84. 攜帶面具姿勢228
85. 美國海軍煙箱243
86. 美國柏格煙罐244
87. 美國刺激性煙罐244
88. 美國刺激性煙霧罐內容244

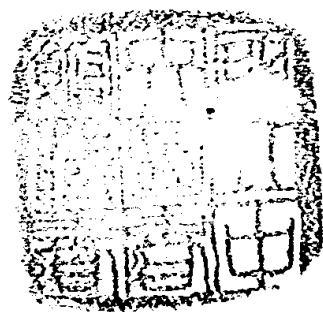
-
- | | | |
|------|-----------------------|-----|
| 89. | 美國刺激煙罐放煙 | 245 |
| 90. | 美國慢性催淚煙罐 | 245 |
| 91. | 美國慢性催淚煙霧罐內容 | 245 |
| 92. | 美國慢性催淚煙罐放煙 | 246 |
| 93. | 美國快性催淚煙罐 | 246 |
| 94. | 美國快性催淚煙罐內容 | 246 |
| 95. | 美國煙霧迫砲彈 | 248 |
| 96. | 美國煙霧拋管彈 | 248 |
| 97. | 美國煙霧筒 | 248 |
| 98. | 煙筒放射 | 249 |
| 99. | 煙囊 | 249 |
| 100. | 飛機放煙隱蔽城市 | 251 |
| 101. | 飛機投縱火彈於軍艦 | 259 |
| 102. | 德國飛機縱火彈內容 | 260 |
| 103. | 德國散裝縱火彈 | 261 |
| 104. | 德國 17.5 縱火後膛迫砲彈 | 262 |
| 105. | 德國縱火機槍彈 | 263 |
| 106. | 德國縱火筆管槍彈 | 263 |
| 107. | 美國各項縱火武器 | 263 |
| 108. | 簡式液火管 | 264 |
| 109. | 複式液火管 | 265 |
| 110. | 佈置液火 | 266 |

111.	液火燃燒	266
112.	德國信號槍彈	269
113.	德國各種信號槍彈花	270
114.	德國信號花放射筒	272
115.	各種信號花	273
116.	信號匣	275
117.	信號傘	275
118.	照明槍彈	277
119.	照明燭	278
120.	照明傘	278

表 1.	歐戰總動員及傷亡統計	(引)1
2.	歷代戰爭死亡比較	,,2
3.	美國愛奇渥兵工廠 1918 年原料及產品統計	,,3
4.	歐戰中德國重要毒氣產量	,,4
5.	歐戰傷亡比較.....	12
6.	歐戰美軍傷目統計.....	13
7.	歐戰美軍四肢關節損傷統計.....	14
8.	歐戰美軍各項傷亡比較.....	14
9.	歐戰重要毒氣名稱性質及運用一覽.....	17
10.	歐戰中毒氣混合劑一覽.....	19
11.	軍用毒氣別名一覽.....	20
12.	各項軍用毒氣效力比較.....	21
13.	氯氣傷人量一覽.....	29
14.	光氣毒效一覽.....	35
15.	氯磺酸乙烷毒效一覽.....	52
16.	氯化苦劑毒效一覽.....	57
17.	氯化苦劑毒犬效力一覽.....	58
18.	各項催淚氣效力比較.....	60
19.	丙烯醛毒效一覽.....	77
20.	硫酸甲烷毒效一覽.....	83
21.	二氯乙腈毒效一覽.....	97
22.	一氧化碳毒效一覽	104

23.	氰化氫毒效一覽	108
24.	氯化氰毒效一覽	110
25.	氰化溴毒效一覽	112
26.	氰蟻酸甲烷毒效一覽	113
27.	三氯化砷毒效一覽	116
28.	歐戰中英軍毒氣傷亡比較	123
29.	歐戰中美軍各項毒氣傷比較	123
30.	各種毒氣致死量比較	131
31.	歐戰毒氣運用沿革	148
32.	各種毒氣放射器有效距離一覽	152
33.	各國毒氣筒重量一覽	154
34.	英國拋管	158
35.	美國拋管	158
36.	德國毒氣拋管一覽	159
37.	奧國毒氣拋管一覽	160
38.	英國拋管用藥一覽	160
39.	法國拋管用藥一覽	160
40.	毒氣砲彈別名標記及持久性一覽	170
41.	德國砲彈毒劑一覽	171
42.	德國毒氣砲彈一覽	172
43.	英國毒氣砲彈一覽	174
44.	美國毒氣砲彈一覽	175

45.	俄國毒氣彈一覽	176
46.	意國毒氣彈一覽	176
47.	法國毒氣彈一覽	177
48.	奧國毒氣砲彈一覽	177
49.	英國手榴彈用藥一覽	179
50.	法國手榴彈用藥一覽	179
51.	德國手榴彈用藥一覽	180
52.	各項活性炭防毒效力比較	193
53.	歐戰美國防毒器具統計	220
54.	煙粒沈降速度比較	238
55.	各項煙霧劑遮蔽力比較	242
56.	美國煙霧罐一覽	247
57.	煙霧砲彈效力比較	250
58.	德國信號彈一覽	270
59.	信號花一覽	272
60.	照明傘一覽	279



本編參考書籍一覽

- Beilstein: Organische Chemie. J. Springer, Berlin.
- Endres, F. C.: La Guerre des Gas. Albin Michel Co., Paris.
- Exhibit of C. W. S. U. S. Army. U. S. Gov.: Printing Office
Wash. D. C.
- Farrow, E. S.: Gas Warfare. E. P. Dutton Co., N. Y. C.
- Flury & Zernik: Schädliche Gase. J. Springer, Berlin.
- Fries & West: Chemical Warfare. McGraw-Hill Co., N. Y. C.
- Fuller, J. F. S.: The Reformation of War. E. P. Dutton Co.,
N. Y. C.
- Gilchrist, H. L.: A Comparative Study of World War Casual-
ties. Chemical Warfare School, U. S. A.
- Haldane, J. B. S.: A Defence of Chem. Warfare. E. P. Dut-
ton Co., N. Y. C.
- Hanslian, R.: Chemische Krieg, E. S. Mitter & Sohn, Berlin.
- Levebure: The Riddle of the Rhine. Chem. Foundation Inc.
N. Y. C.
- Mellor, J. W.: Treatise on Inorganic & Theoretical Chemistry.
Longmans, Green & Co., London.

Meyer, J.: Der Gaskampf & die Chem. Kampfstoffe. S. Hirzel,
Leipzig.

Moreau: La Chimie et la Guerre, Masson Co., Paris.

Raiziss & Garvon: Organic Arsenic Compounds. Chem. Catalog
Co., N. Y. C.

Schotz, S. P.: Synthetic Organic Compounds. E. Benn Co., Lon-
don.

Training Regulations No. 415-35: The Technique of Chem.
Weapons. War Dept. Wash., D. C.

Training Regulations No. 415-15: Tactical Use of Smoke. Non-
toxic Gases & Incendiaries. War Dept. Wash, D. C.

Technical Regulations No. 1120-35: The Gas Mask. War Dept.
Wash. D. C.

Technical Regulations No. 1120-5: Candles. War Dept, Wash.
D. C.

Vedder, E. B.: Medical Aspects of Chem. Warfare. Wm. &
Wilkins Co., Baltimore.

Weed, F. W.: Medical Dept. of U. S. Army in the World War
U. S. Gov. Printing House Wash. D. C.

中華民國二十八年八月初版

(92763)

化學戰爭一冊

每冊實價國幣貳元肆角

外埠酌加運費匯費

編纂者

吳

沈

發行人

王

雲

五

長沙南正路

印刷所

商務印書館

發行所

商務印書館

各埠

版 權 所 有
翻 印 必 究

命F一六六四上

(本書校對者楊靜齋)

