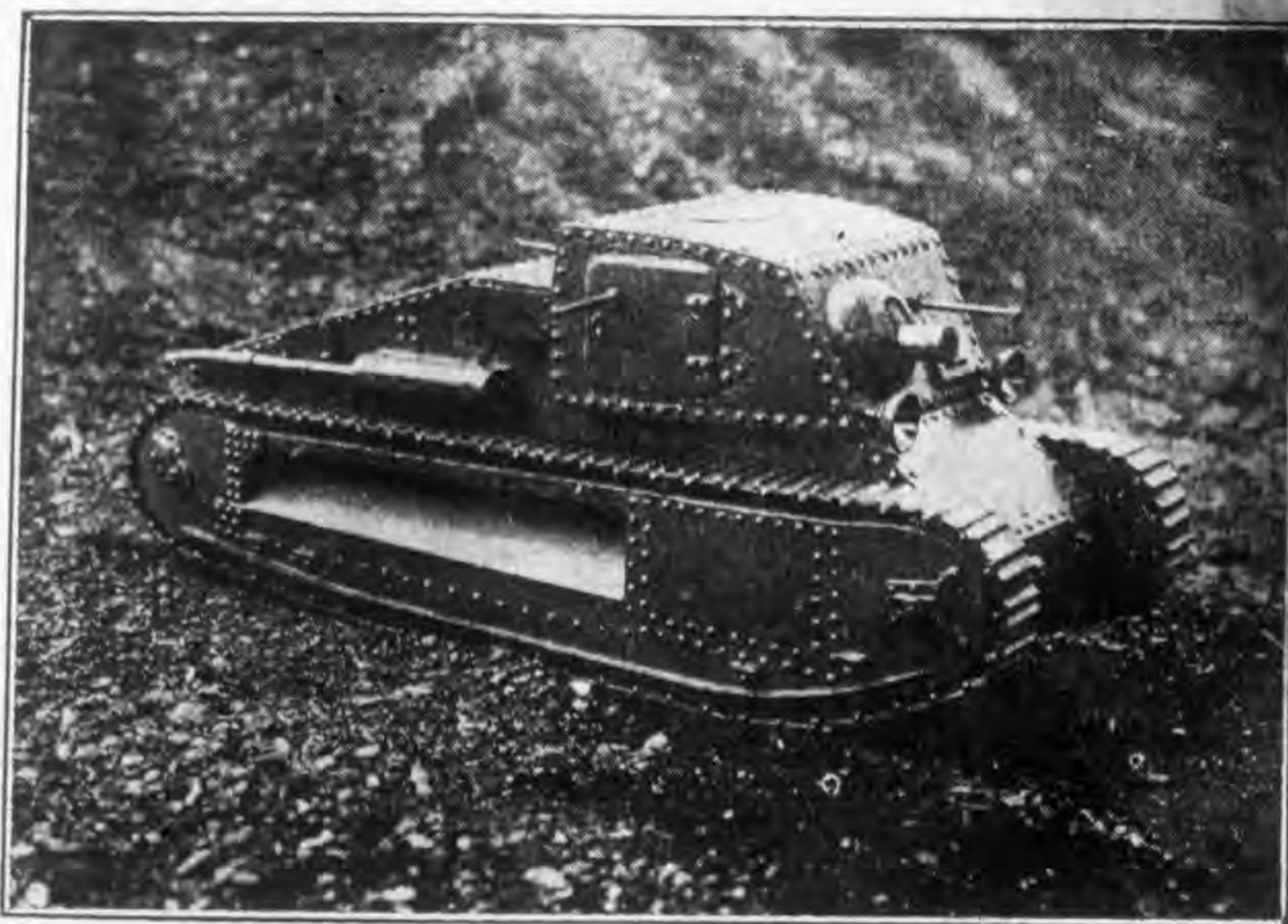


# 兵工雜誌

THE JOURNAL OF THE TECHNOLOGY OF ORDNANCE.

VOL. 1 NO. 4 DECEMBER 1 1931



(意國 *Ansaldo* 式九噸坦克車)

第一卷 第四期

民國二十年十二月一日

軍政部兵工署兵工雜誌社發行

## 啓事一

本刊承

諸同志湧躍投稿宏篇鉅製美不勝收但爲篇幅所限未能同時批露祇得分期登載殊深抱歉尙望投稿諸同志諒之

編輯股啓

## 啓事二

本署雜誌爲集思廣益起見如荷海內碩博時惠鴻文毋任歡迎

編輯股啓

# 兵工雜誌第一卷第四號目次

## 專 著

- 敷設水雷.....鍾毓靈..... 1—11  
砲外彈道學.....黃 璧..... 12—38

## 論 說

- 各國軍用火藥之現狀.....李待琛..... 39—54  
化學工業與國防問題.....汪 瀏..... 55—57  
火砲彈藥之能率.....趙思廉譯..... 58—60  
國防中值得注意的兩個問題.....江德潛..... 61—64

## 學 術

- 光 氣.....吳欽烈..... 65—92  
瓦里埃腔壓方程.....鍾毓靈..... 93—107  
新式無焰拋射藥之製法.....高 義..... 108—113  
材料試驗與兵器製造.....江德潛..... 114—127  
配酸算法.....熊夢莘..... 128—136  
生力艦防禦毒氣之方法.....萬斯選..... 137—138  
砲彈概述.....何祖紹..... 139—150  
烟幕使用之常識.....白純玉..... 151—152  
槍砲無烟火藥之製造.....陳運晨..... 153—163  
黃鐵礦之分析法及湖南礦礦分析結果.....夏承詩..... 164—166

## 講 演

- 日本火藥專家明石東次郎氏講演紀要.....王慕甯..... 167—169

## 雜 錄

- 日本槍鋼之沿革.....萬斯選.....171—176  
步槍之反動感覺.....萬斯選.....177—178  
列強兵器廠製造一覽表.....吳 沆.....179—190

總 理 遺 像

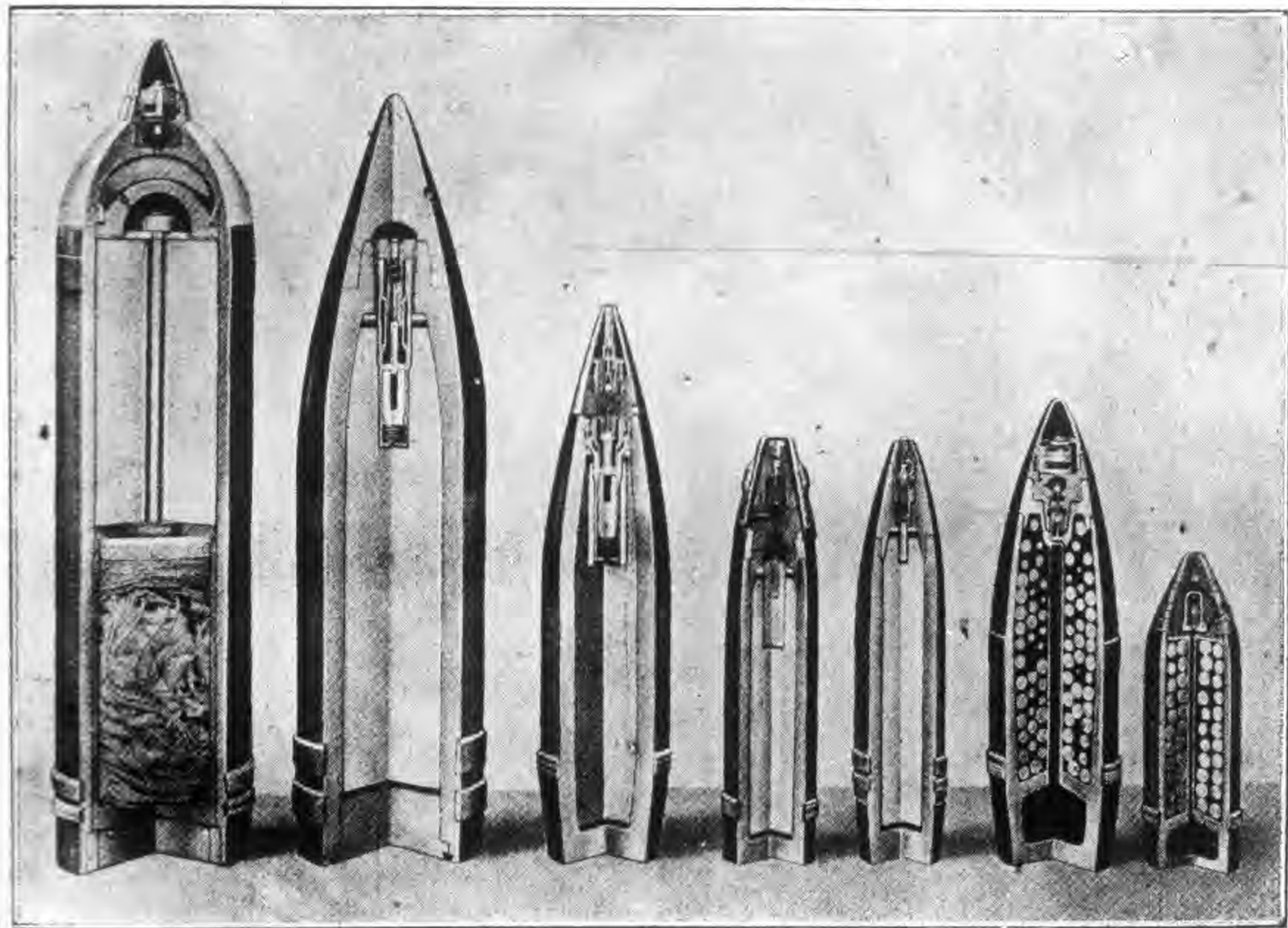


總 理 遺 囑

余致力國民革命凡四十年其目的在求中國之自由平等積四十年之經驗深知欲達到此目的必須喚起民衆及聯合世界上以平等待我之民族共同奮鬥現在革命尙未成功凡我同志務須依照余所著建國方略建國大綱三民主義及第一次全國代表大會宣言繼續努力以求貫徹最近主張開國民會議及廢除不平等條約尤須於最短期間促其實現是所至囑

挿  
畧

第一圖 瑞典 BOFORS 造各種砲彈圖

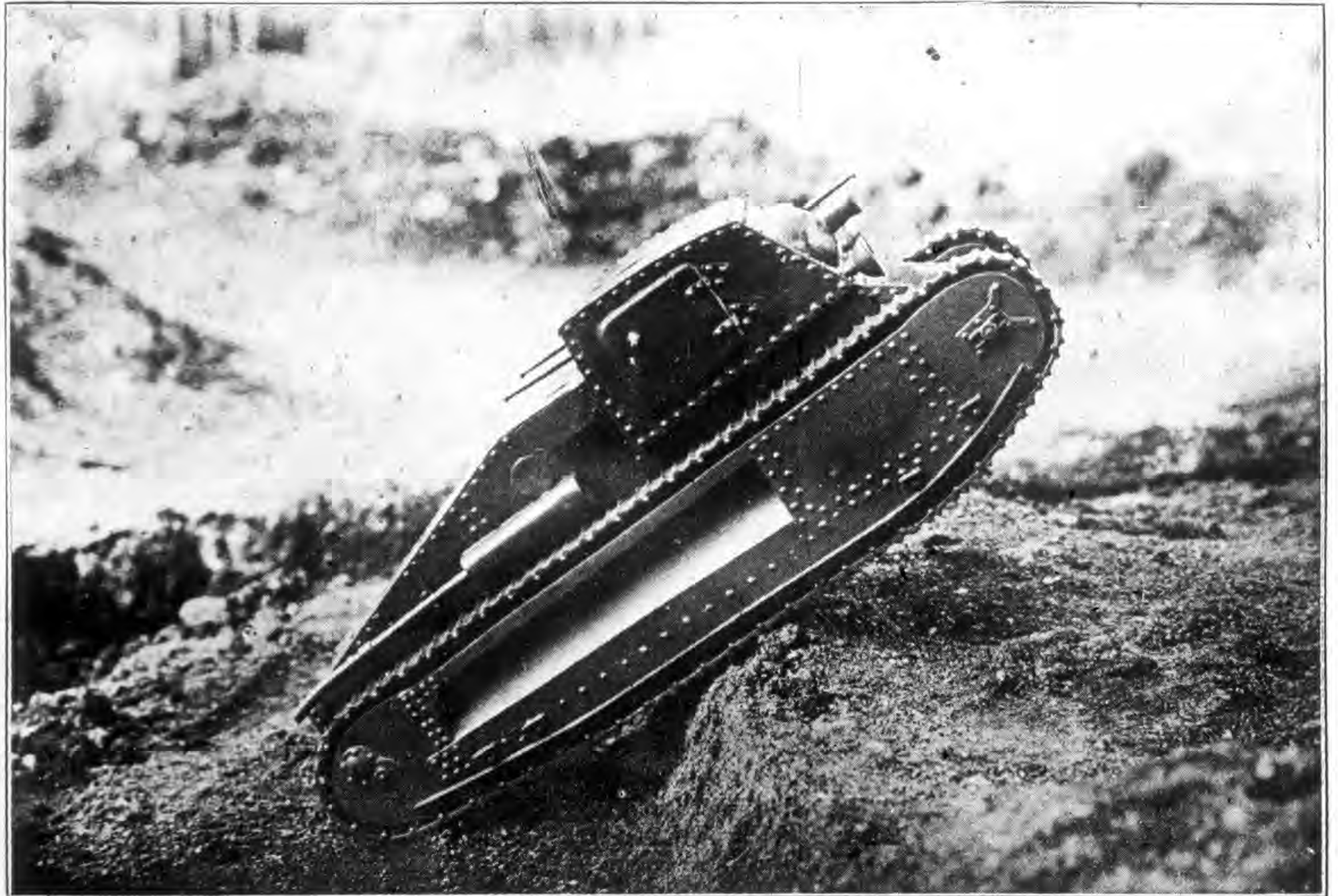


1. 15 公分照明彈光強四百萬支燭光  
6. 10.5 公分子母彈用機械複動引信

2. 3. 4. 5. 各式開花彈  
7. 7.5 公分子母彈用藥盤複動引信

(自左至右)

第二圖 意國 ANSALDO 式九噸坦克車



車身長 4.9 公尺  
速射砲 6.5 公分一門

車身高 2公尺  
機關槍 二架

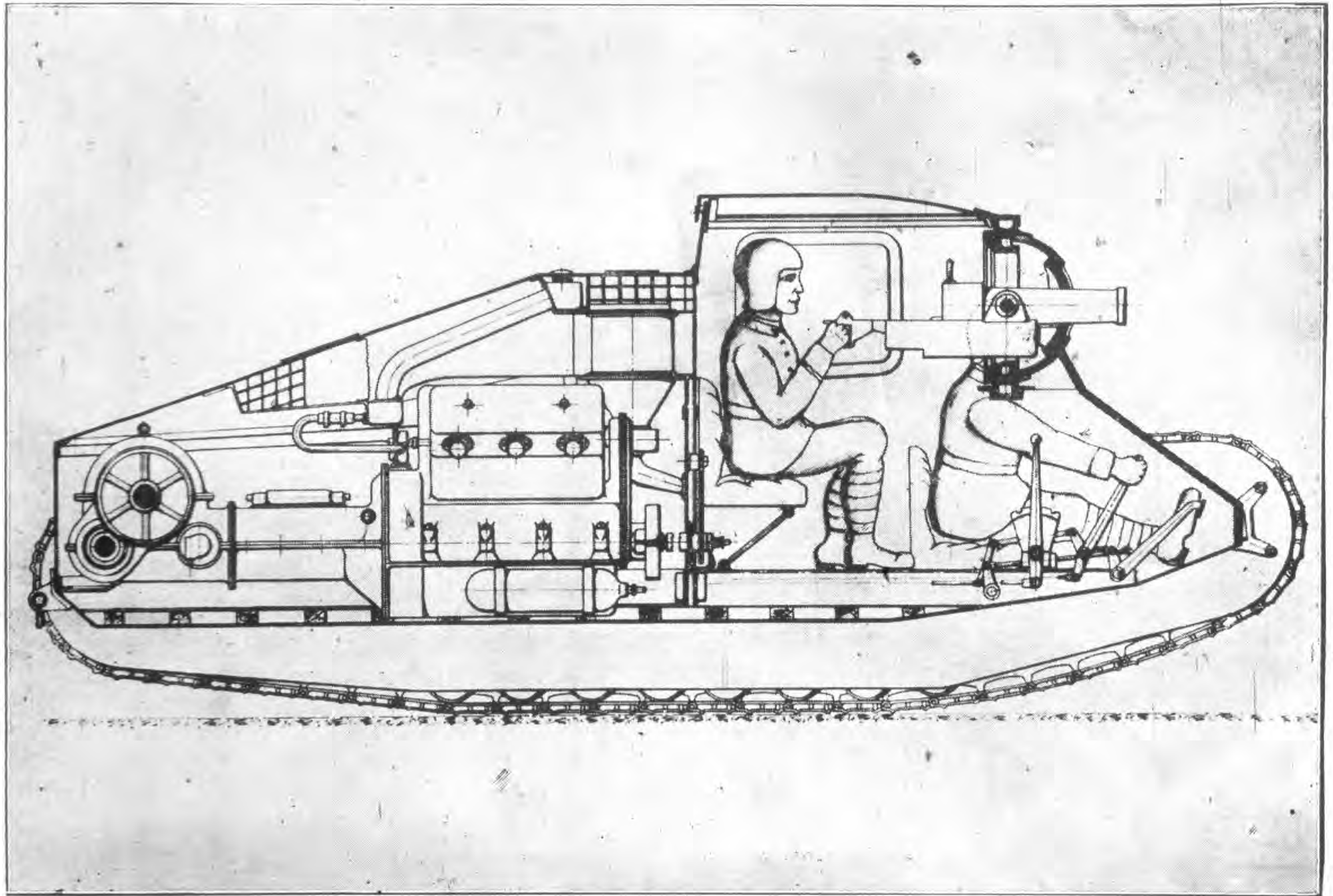
車身闊 1.8 公尺  
砲 彈 80顆

馬 力 80匹  
機關槍彈 3000顆

最大速度 每時19公里

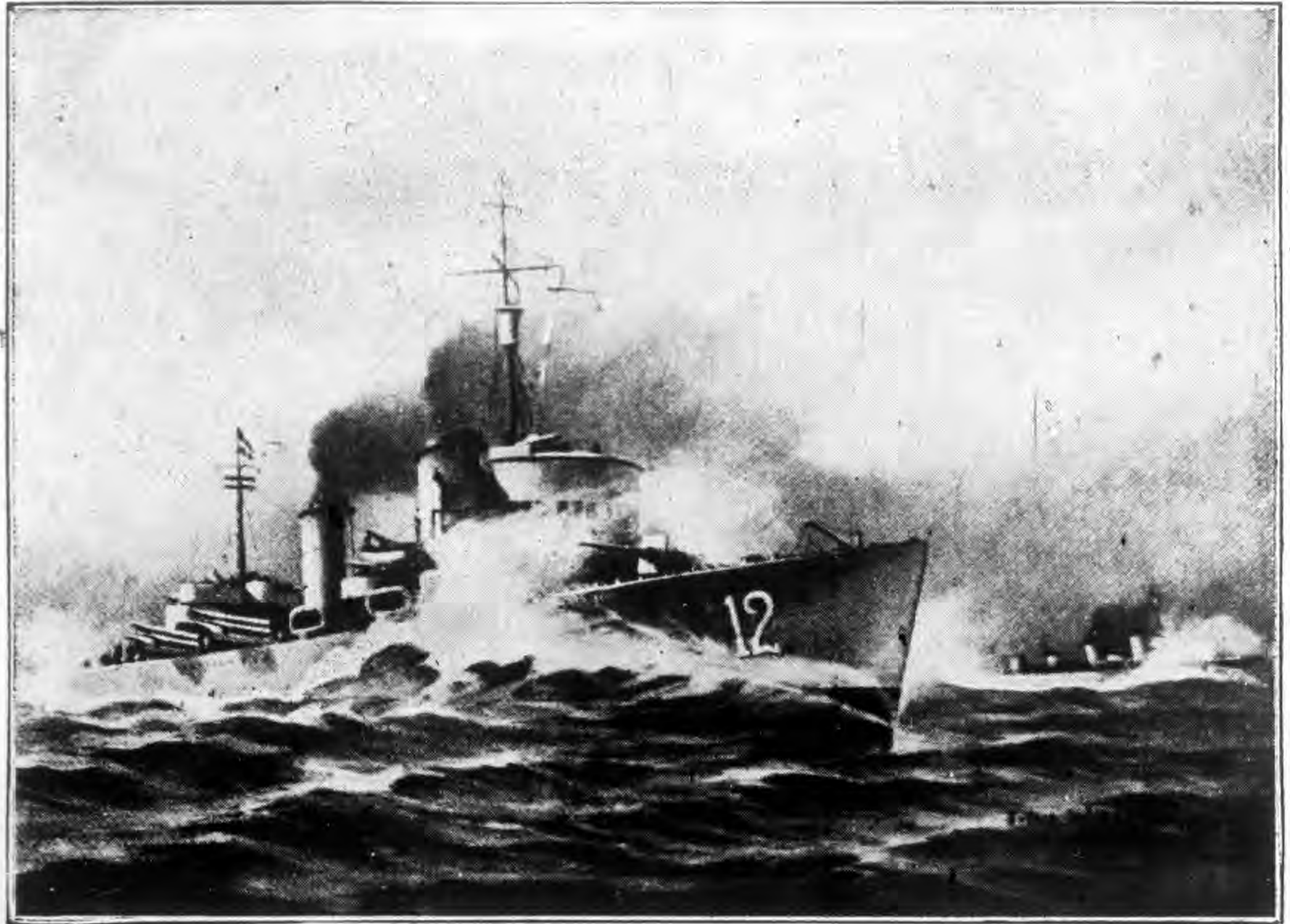


第三圖 同上內部構造圖



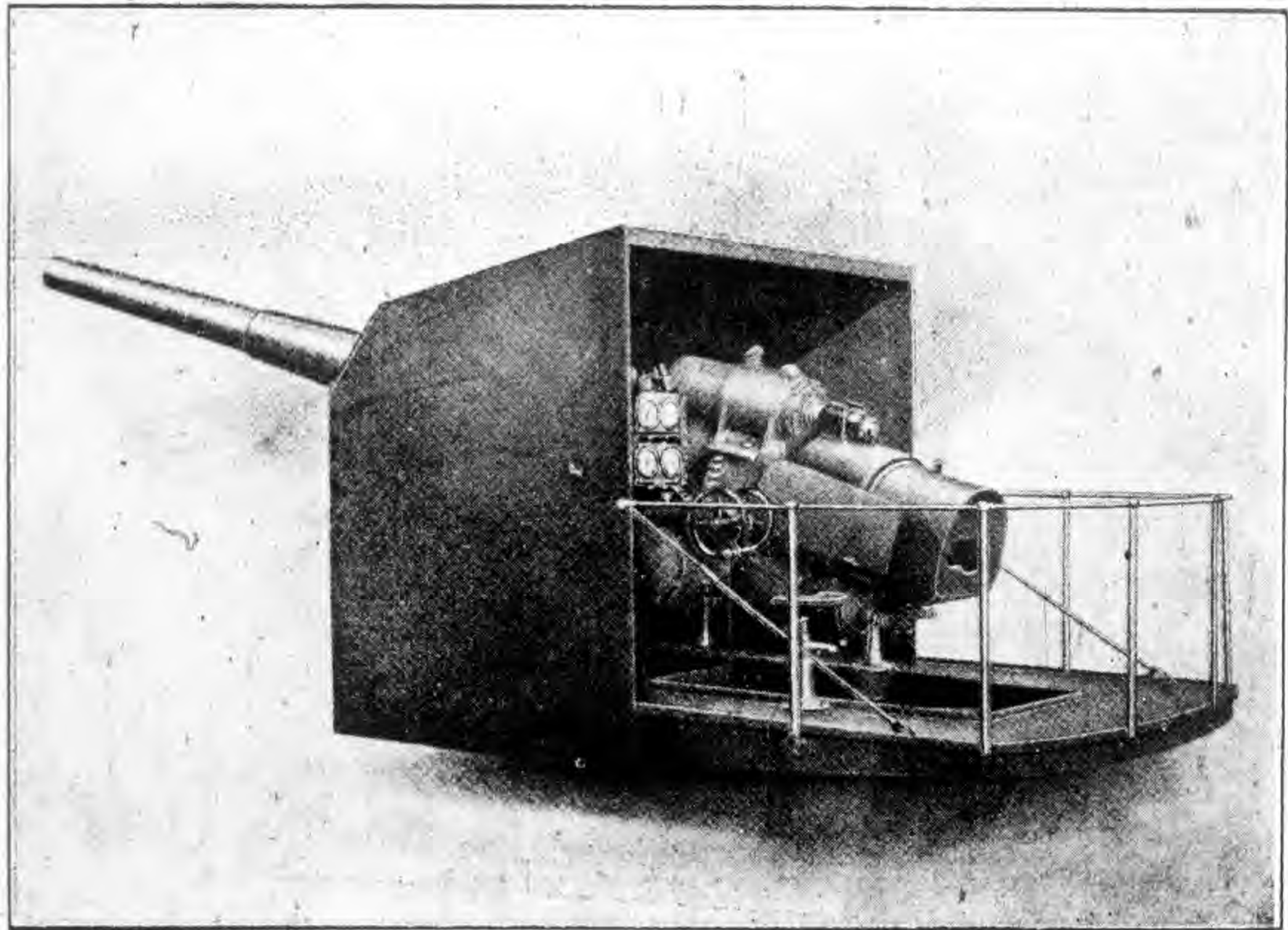
此種坦克車能超越0.9公尺之障碍物，二公尺闊之壕溝能上升40度之斜坡

第四圖 驅逐艦圖



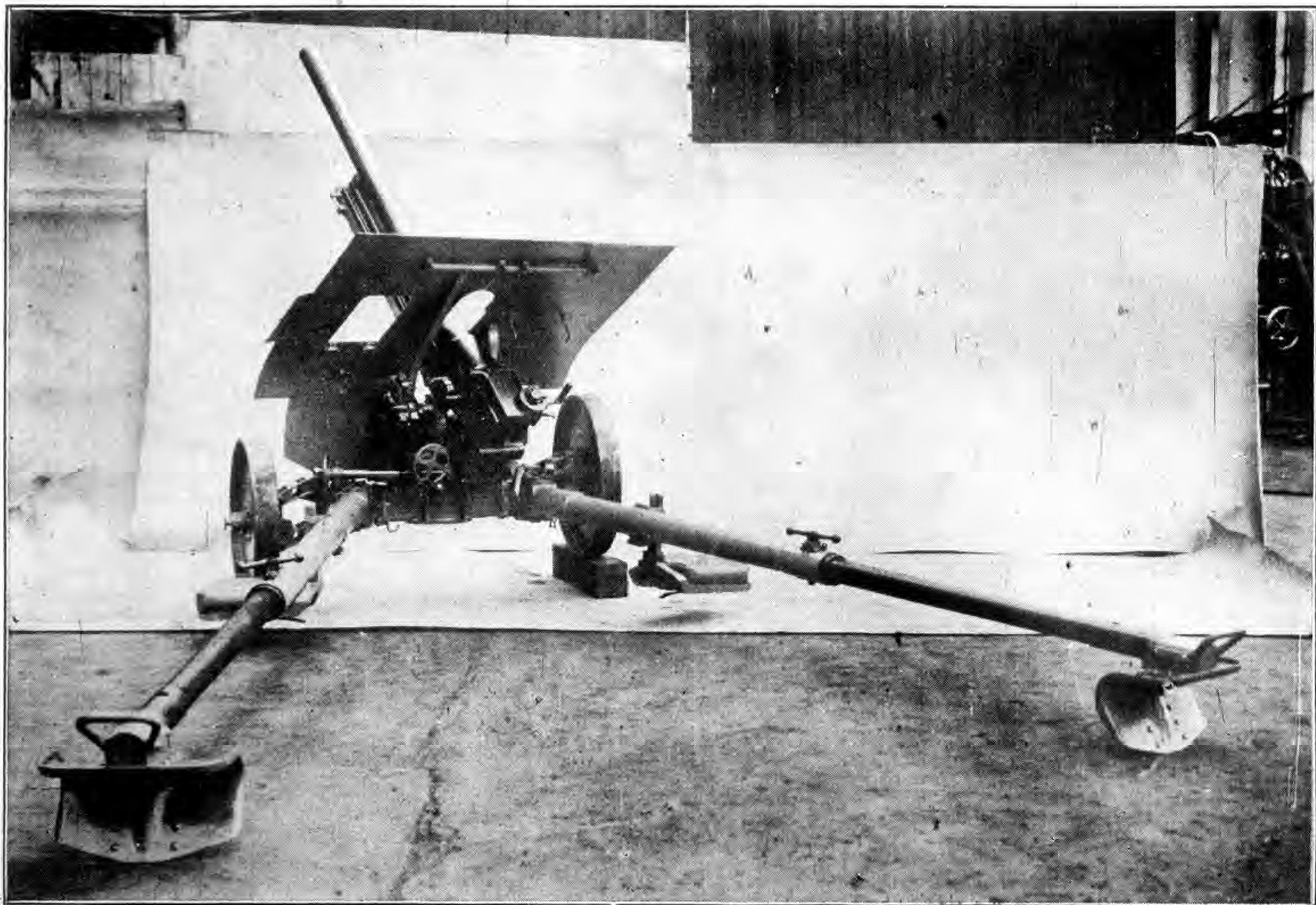
瑞典海軍軍艦之一裝12公分45口徑海軍砲三尊

第五圖 15公分海軍砲圖



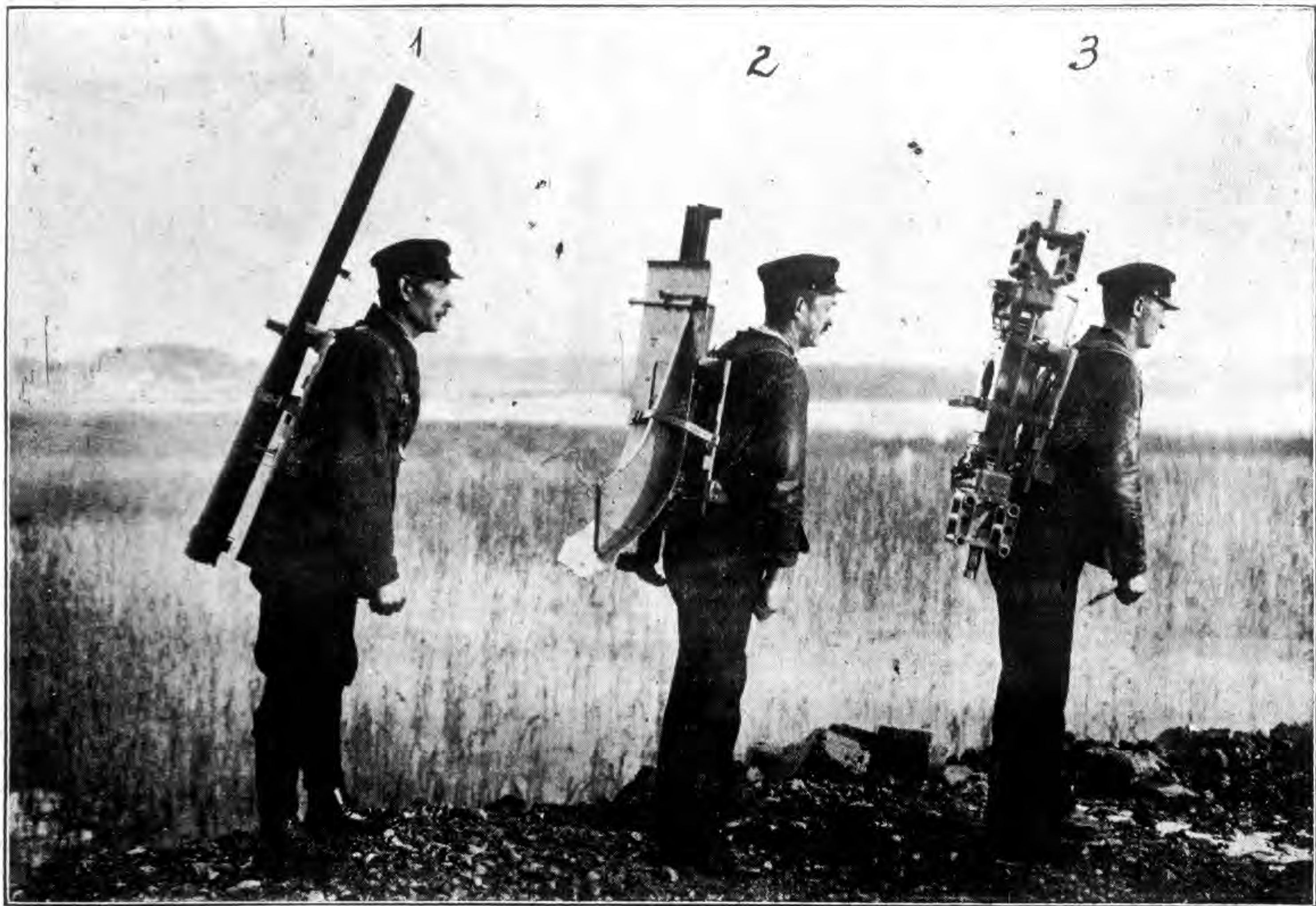
此砲係裝於巡洋艦者 彈重 46公斤 初速 900公尺/秒 最大射程 22300公尺  
高低射界  $-10^{\circ}+29^{\circ}$  防盾重 6100公斤 全重 20350公斤

第六圖 瑞典 BOFORS 造4.7公分步兵砲圖



彈重 1.5 公斤      裝藥重 0.185 公斤      銅壳重 2.2 公斤      初速 560 公尺/秒  
射程(仰角23度) 6000 公尺      砲身 33 口徑      防盾厚 3 公厘

第七圖 同上之負荷情形



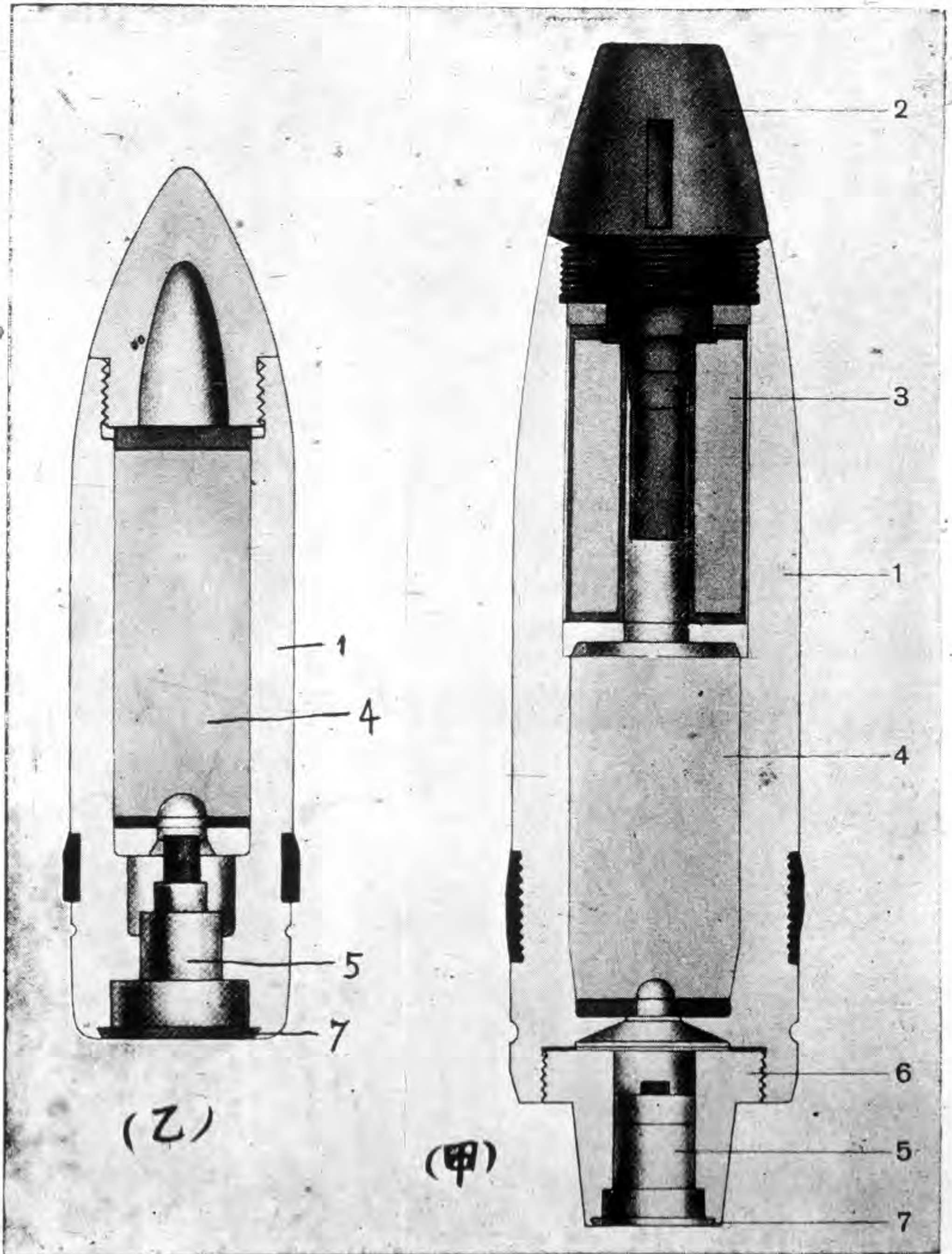
1. 砲身重35.3公斤

2. 滑板及防盾一部重33.0公斤

3. 大架(砲架之下部)重40.5公斤

本圖不過示其一例其餘各件均可用人負荷最重為40.8公斤

第八圖 瑞典 BOFORS 廠發光彈



(甲)發光開花彈

(乙)發光破甲彈

- 1.彈壳 2.瞬發引信 3.炸藥 4.發光劑 5.底火 6.底塞 7.鉛盤

專

著

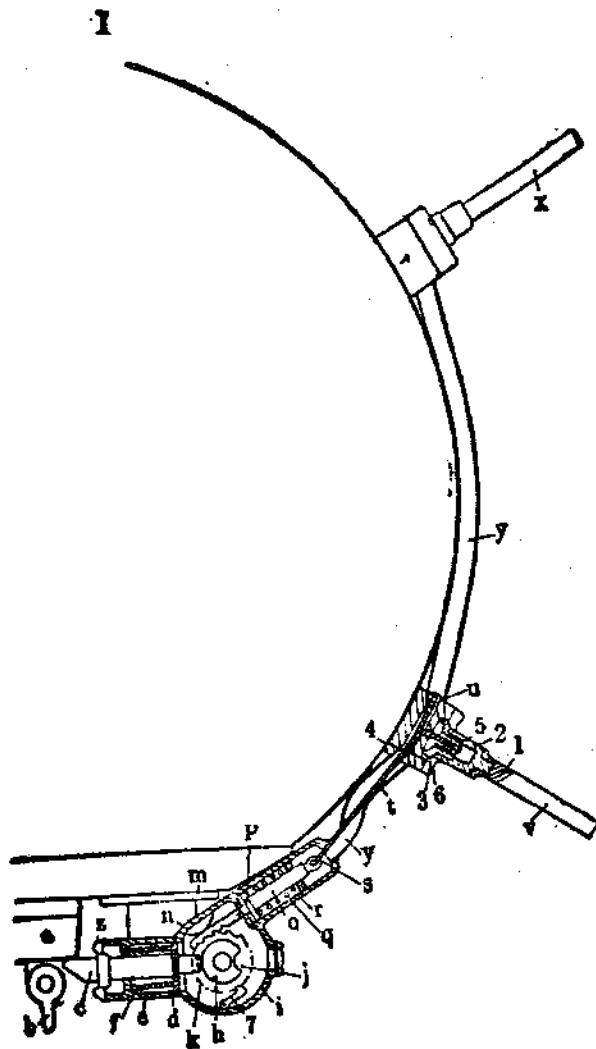
# 專 著

## 敷 設 水 雷 (續)

### 鐘 統 靈

#### 十八 厄利亞水雷其四

此水雷如圖二三，有 X V 等觸角，其內借 y 索連於齒桿 o，故觸角每轉一次，必使 k 輪迴轉相當度數，齒桿 o 又借法條 q 恢復原位。如此繼續迴轉，至 k 輪缺口 j 達於正對 c 梢右端時，c 梢即可向右退出，而讓 a 體下落，引針發火。



Elia  
圖 二 三

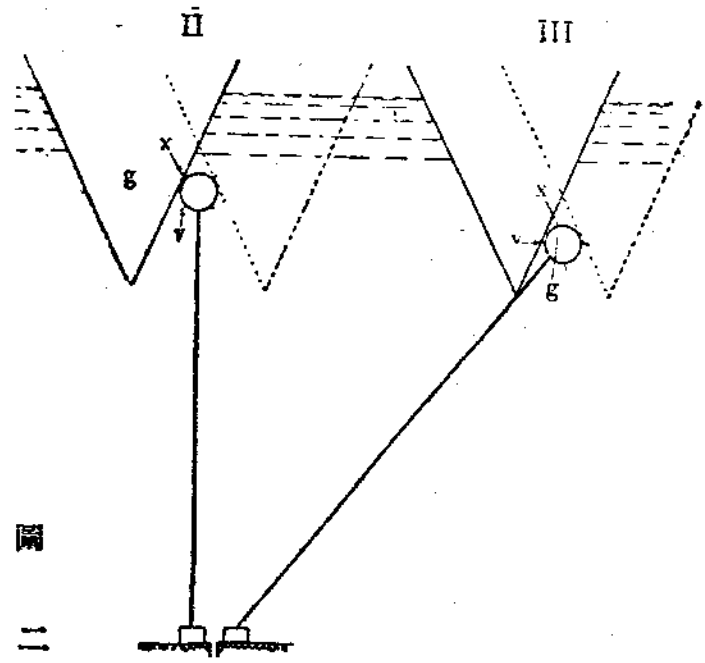
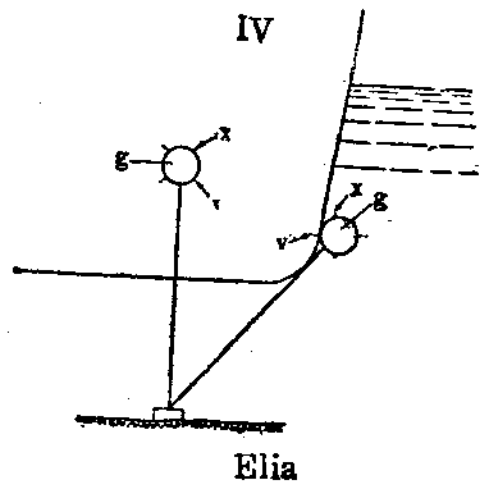


圖  
二  
四



Elia



此水雷對於船體接觸狀況，可以圖二四得其崖略。

### 十九 厄利亞卡士水雷

此水雷全體如圖二五，其重要部分剖解如圖二六。7為爆管，6為撞針。平時6被y臂所阻，不能向左衝擊，但u環為緊索引下，則y借x桿之聯結，向右擺動，將撞針簧4壓縮，而賦與彈力，今若y臂端1與突片2脫離，則撞針可自由衝擊爆管，使之發火。

再u有r之缺，敷設時為n梢所阻，須俟

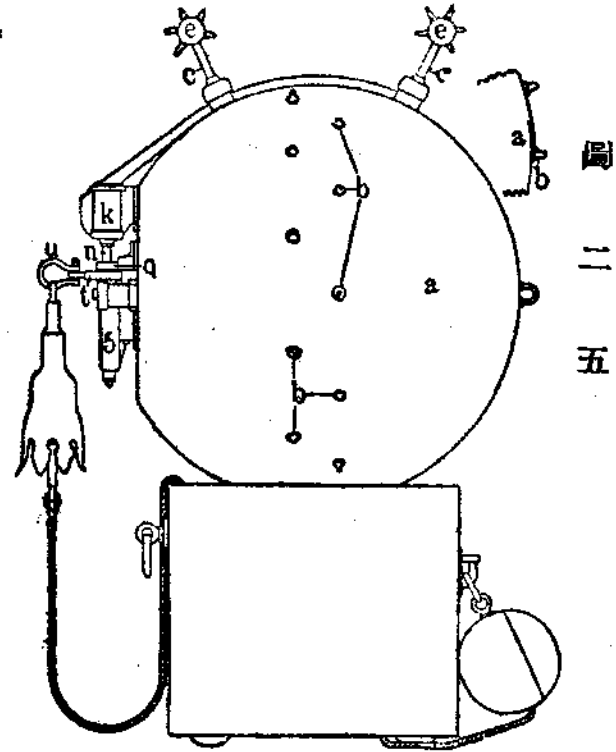
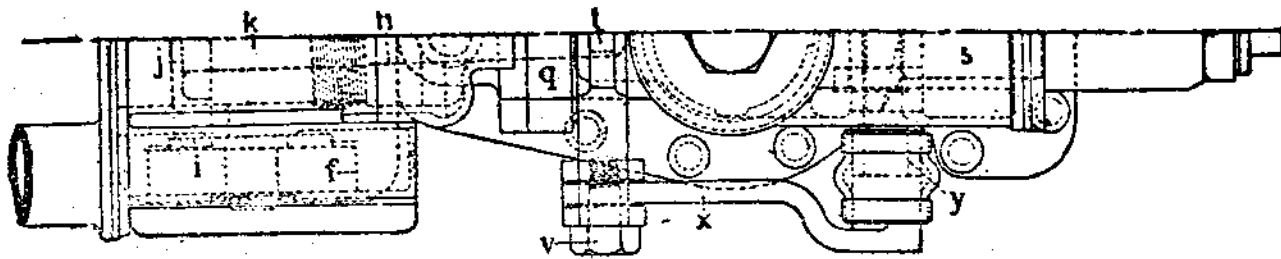
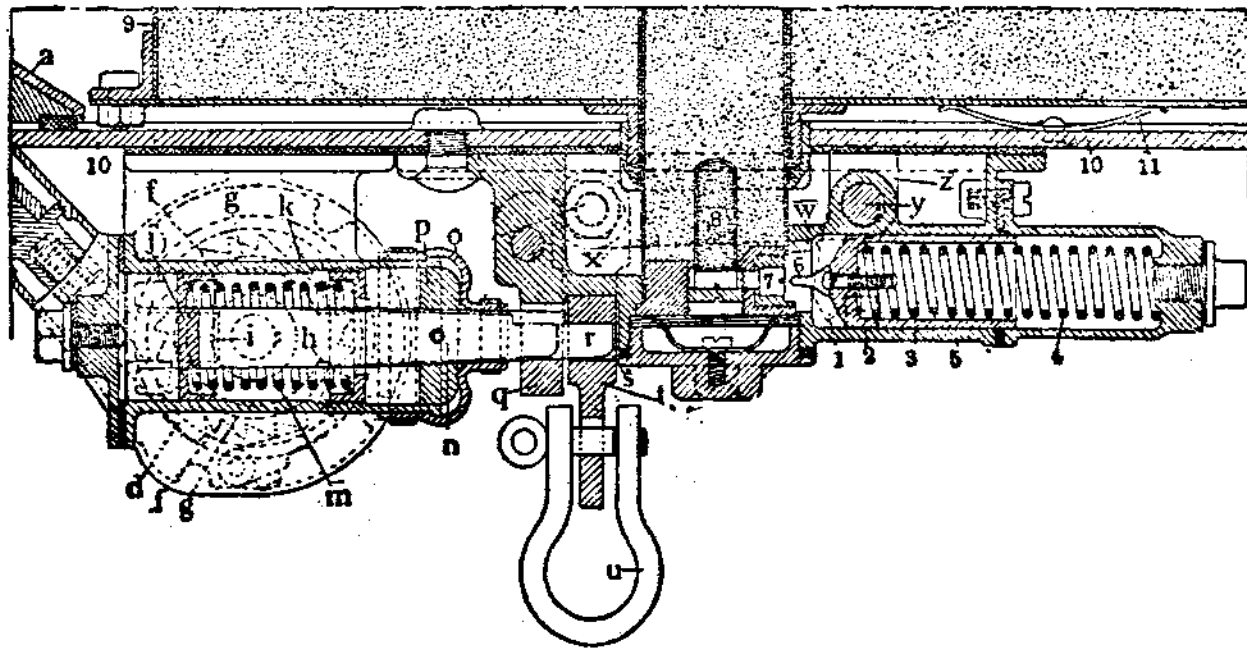


圖 二 五

圖 二 六



Elia (Vickers)

圖二五所示觸角c觸船而轉，并借齒輪齒桿之傳動，將n梢引出後方能下降。法條m爲壓n梢入r缺之用。又罐體上b針，乃使罐體確實接觸船體者也。

### 二十 厄利亞水雷其五

此水雷如圖二七，A爲罐體，借其本身之迴轉以發火者，管25之下端有爆管，31之撞針受桿14之引，退至夾35出筒34外，借法條33之力，向上衝擊。

敷設時，1與2借螺絲8彼此含接，如圖I之狀，若水雷與艇艦接觸，則B體因13翼板之作用，不易轉動，而罐體A則隨船之前進而旋轉，最後彼此脫離成圖V之狀，

故可引針而發火。

敷設前之安全裝置，有18之釘，及23之夾，23係夾於罐體之23a處，如圖Ⅲ形狀，敷設之際，用力引之，即可脫離而呈圖V下部之狀況。

### 二十一 厄利亞水雷其六

此水雷如圖二八，罐身上部設有一圈j，此圈比該部罐徑略大，有索i三條分布罐周套於j圈內，故b體不能迴轉，亦不脫落，但圈觸舟，則圈隨舟轉，因之i索受牽而脫，罐身乃可繼續旋轉使b與罐體脫離，引針發火。

### 二十二 厄利亞水雷其七

此水雷如圖二九，亦借罐體迴轉以發火者，惟其撞針，則用引放式，如二十之水雷，平時借O鈎使c桿不能下落，O鈎下端

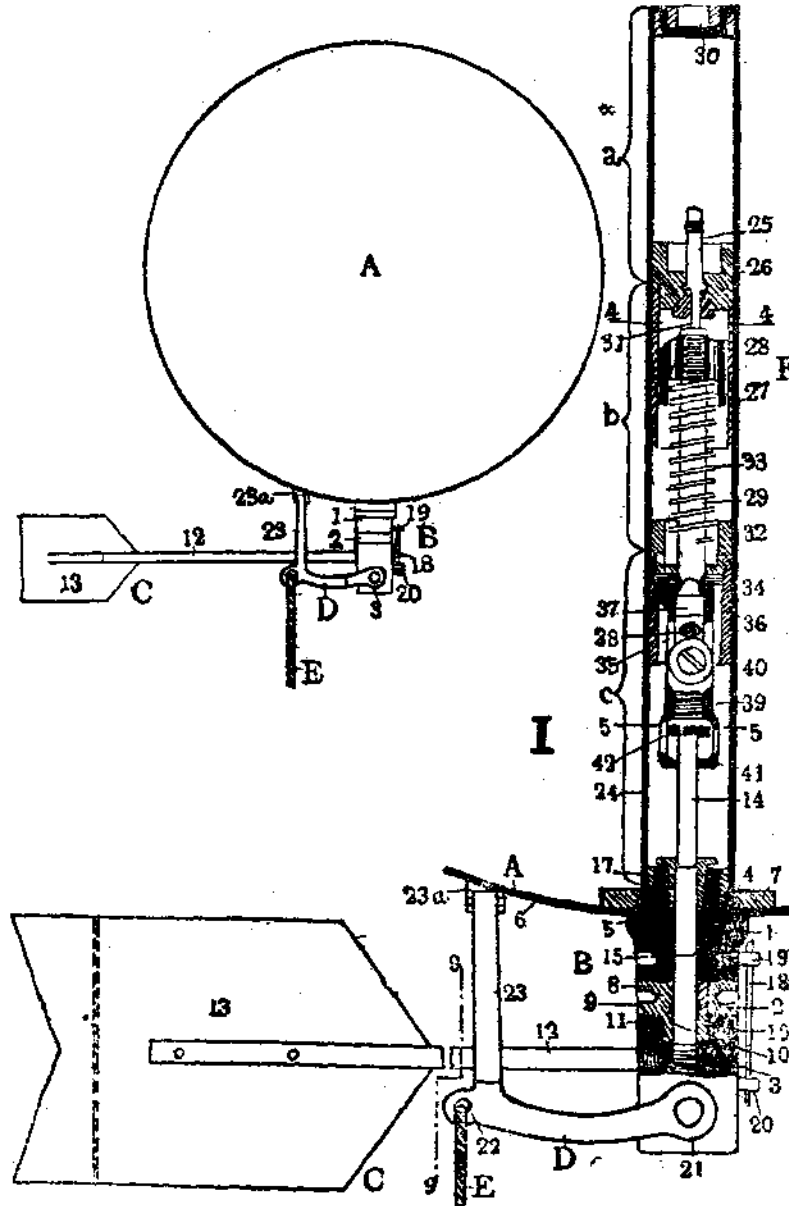
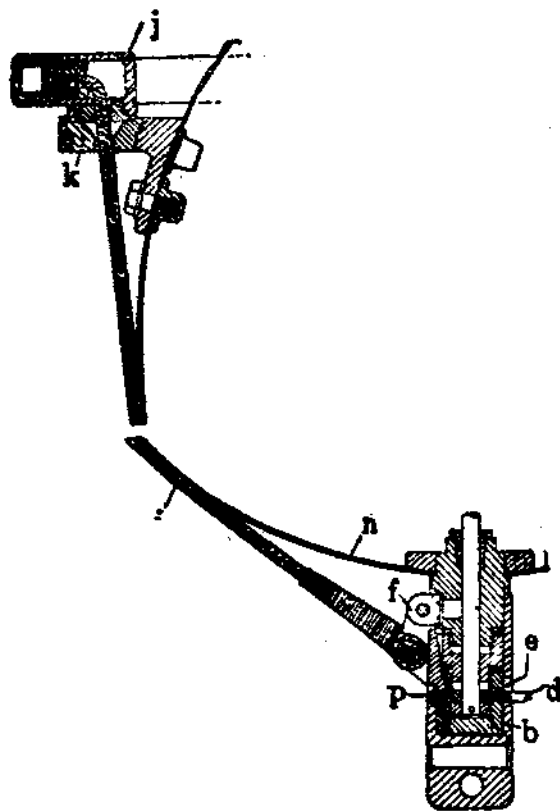


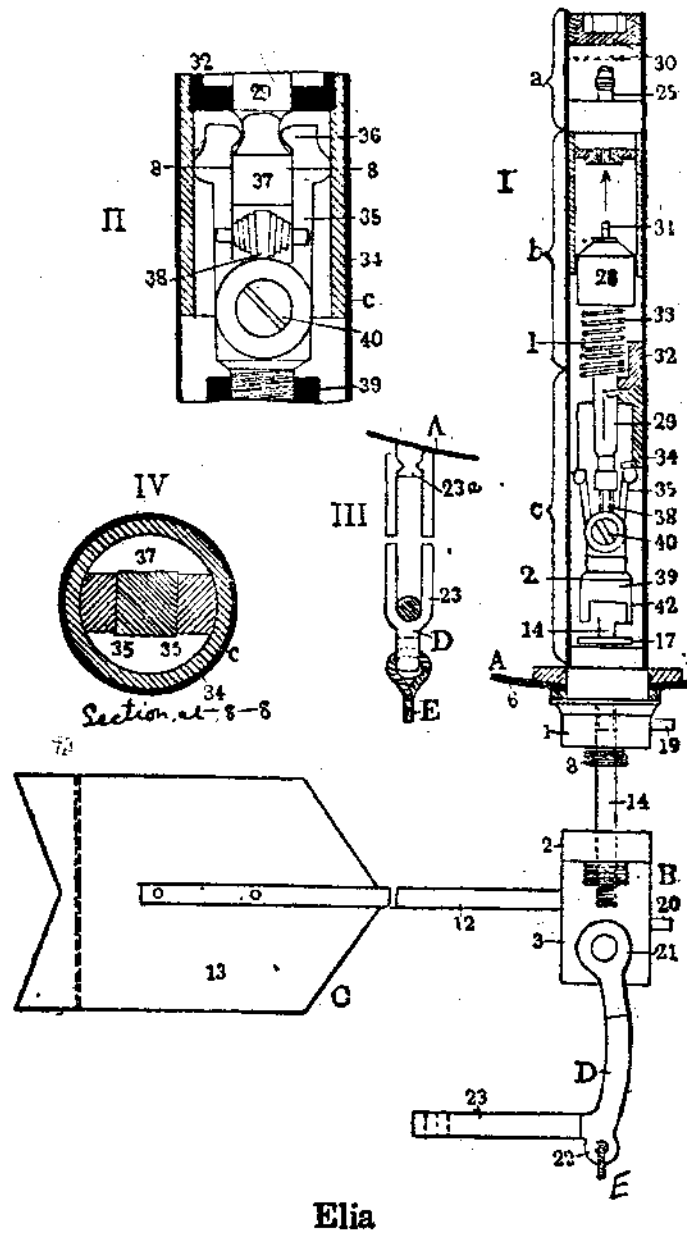
圖 二 七 (一)

有小輪q，箍於惰輪S之溝內，此溝有相對之缺口二，用以開放O鈎。與S罐體接合處設有承球，故罐觸船而轉時，S輪不轉，O則隨罐而轉，若缺口達於q輪之處，則O可自由開放，至點綫所示位置，由是罐體借浮力而上升，一若C桿受g鈎所牽下者，然g鈎達於m之寬處，則失緊箍之力，而與f分離，於是c桿借法條e之力，撞擊發火。

V X等機構，為敷設前之安全裝置，X桿下部填有可溶鹽類，是鹽溶



Elia E. P. 19810, 1916  
圖 二 八



Elia

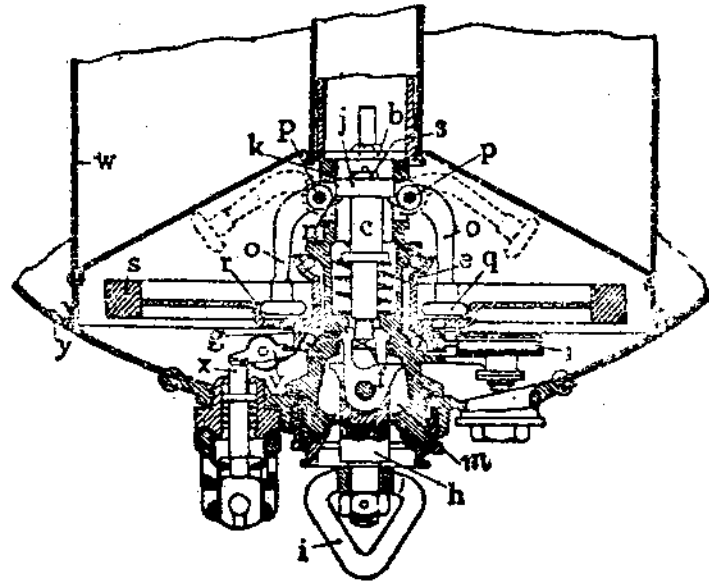
圖 二 七 (二)

解後，X借法條之力，向上突出，遂使V之右端脫離S輪，於是罐體與S輪間得起相對運動。

又右方之1乃敷設前免除惰輪震動之安全制止機，敷設之際，應開啓之，使制止梢向右退出。

二十三 施乃打水雷其二

此水雷如圖三〇，其發火原理與前述水雷無異，c 爲惰輪，c<sup>3</sup> 之鈎固定於惰輪，d 爲 D 筒外部之二小突筍，而 D 筒借梢之作用，必與罐體聯合而動，D 筒下部有二撞針 d<sup>3</sup> 正對雷管 e。今若罐體觸船旋轉，則 c<sup>3</sup> 與 d 脫離，而撞針 d<sup>3</sup> 遂借 D 筒內法條 d' 之力，衝擊爆管 e 而發火。



Elia  
E. P. 19811, 1916  
圖 二 九

敷設前之安全裝置有 f 釘，此釘後部填有可溶鹽 f<sup>3</sup>，f<sup>3</sup> 溶解後 f 即由 c<sup>4</sup> 退出，於是惰輪與罐體間遂發生相對運動。

### 二十四 施乃打水雷其三

此水雷如圖三一，其機構與其二大同小異，惟其撞針則用引放式如二十三之水雷，

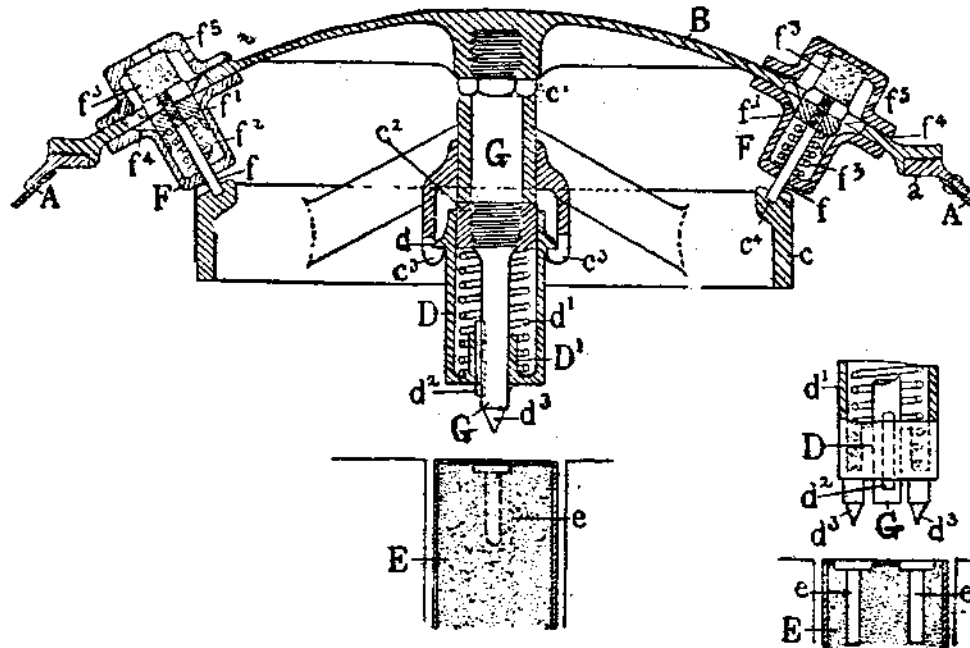


圖 三 〇

故用 d<sup>1</sup> 之法條作用撞針外，加一法條 d<sup>7</sup> 以保 d 與 c<sup>3</sup> 勾引之確實，此水雷爲防水侵入，裝

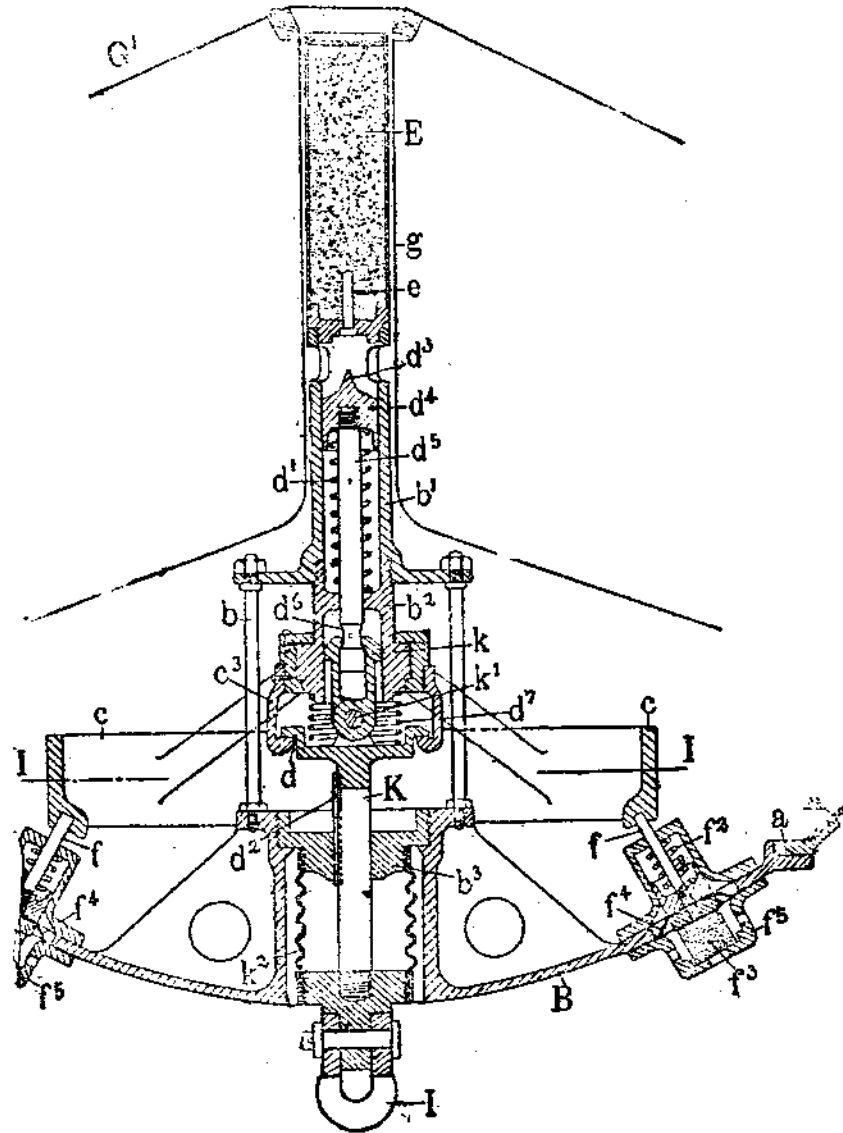


圖 三 一 (甲)

有 $k^2$ 之自由伸縮囊。

### 二十五 維卡士水雷

此水雷如圖三二，亦借罐體旋轉以發火者也，B 為藥箱， $c^1$ 為撞針，借橫梢 $c^1$ 與c桿聯結， $D^2$ 為繫練，敷設時，因浮力牽引，由d處拉脫，於是c桿之 $c^3$ 方形部分，由 $A^2$ 方孔部分引下，使罐體對於CD各部，可以自由旋轉，同時c桿之 $c^2$

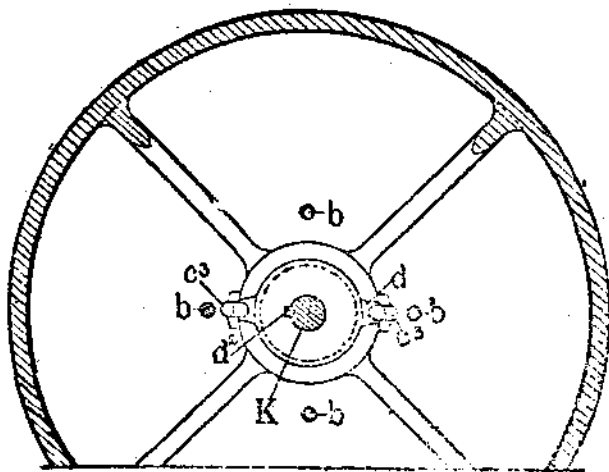


圖 三 一 (乙)

扁方形部分，在圖示位置時，引下至 $c^x$ 接觸E筒上部而止。

E筒在圖面垂直方向有方溝，適容 $c^2$ 之下降。當罐觸船而轉，E亦隨之而轉，俟E之方溝轉至圖面方向時， $c^2$ 受浮力牽引而入方溝，由是將法條 $c^4$ 壓縮，至橫梢 $C^1$ 達於E頂，為E剪斷，遂放撞針上衝。

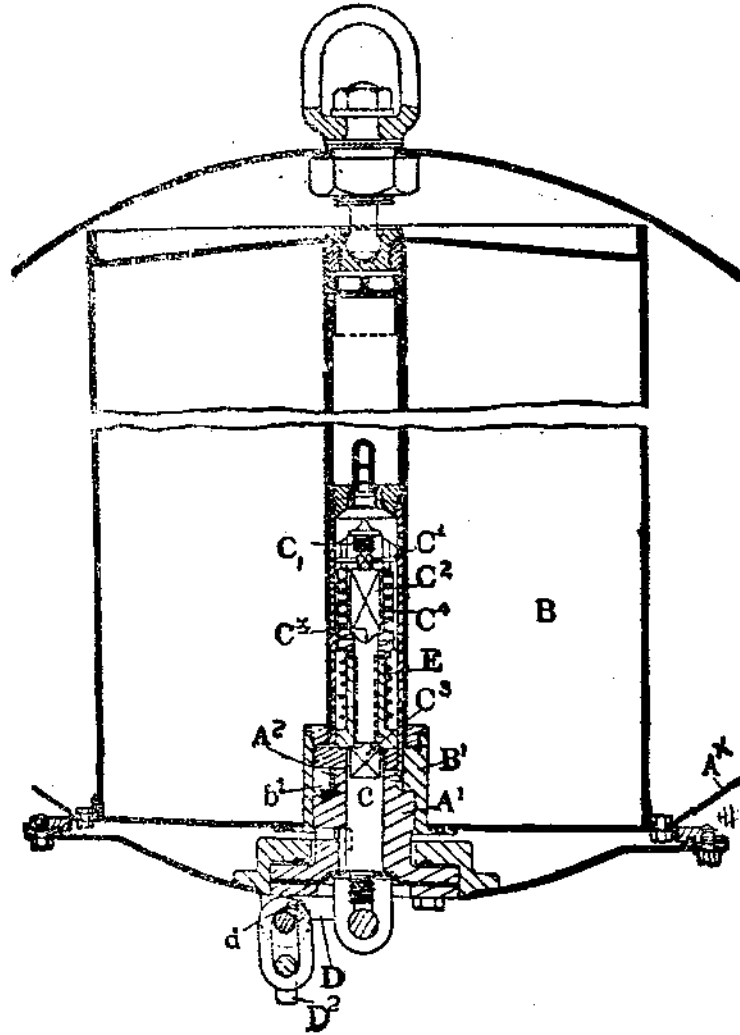
### 二十六 摩利克蘭 巴水雷

此水雷如圖三三，2為玻璃等所製極易破爛之筒，被船觸破後，水由此入3室，壓下5板，由是7桿壓16板使開放13之桿，則鎚17擊20之爆管，有若捕鼠器之裝置然。

此水雷之安全設計，詳Fig 3至Fig 7，17為鎚擊中爆管之位置，平時將板20蓋於其上，此蓋可用23之柄移動之，桿端設有29之二孔，以插橫梢，梢插右孔，指蓋已開，梢插左孔，指蓋已閉。27乃防水之具，用樹膠之類製之。

### 二十七 厄利亞水雷其八

此水雷如圖三四，亦利用水壓以發火者也。j為爆管，i為撞針，平時g部為撐子m所阻，不能下擊，但搖把y被船觸動，則開v喉放水入內，由是b膜漸次伸張至點綫位置，而z筒亦被壓下，因q o部分之關係，將m頂開，撞針遂得借法條f之力下擊。



Vickers.  
E. P. 17983, 1914

圖 三 二

## 二十八 厄利亞水 雷其九及其十

此二水雷如圖三五及圖三六，其構造及應用原理大同小異，茲就圖三六說明之。

圖三六下部A有爆管及撞針，撞針受壓縮之法條所推，常有向右衝擊之勢，平時受B梢制止不能右進，其上有C球載於凹板中央，此球有鍊與B相連，船觸罐體，則C球搖動，引起B梢，放針發火。

此水雷之安全裝置有二，其一借E桿抵住D端，使B梢不能開啓，故C雖動搖，亦不能引起B梢，其二則以G桿下端F勾固定C球，不許動搖。但在敷設之後，上部H板受水壓作用，將

G桿壓下，於是開放F勾，并許E桿下落，故C球不受羈束，而B梢亦易被引起之也。

此水雷尚有極堪注意之點，即有預防共爆之設備也。大凡借搖動而發火之水雷，常因隣近水雷之爆發而起共爆。此因火藥在水中爆發，發生兩種水壓，第一由瓦斯粒子之

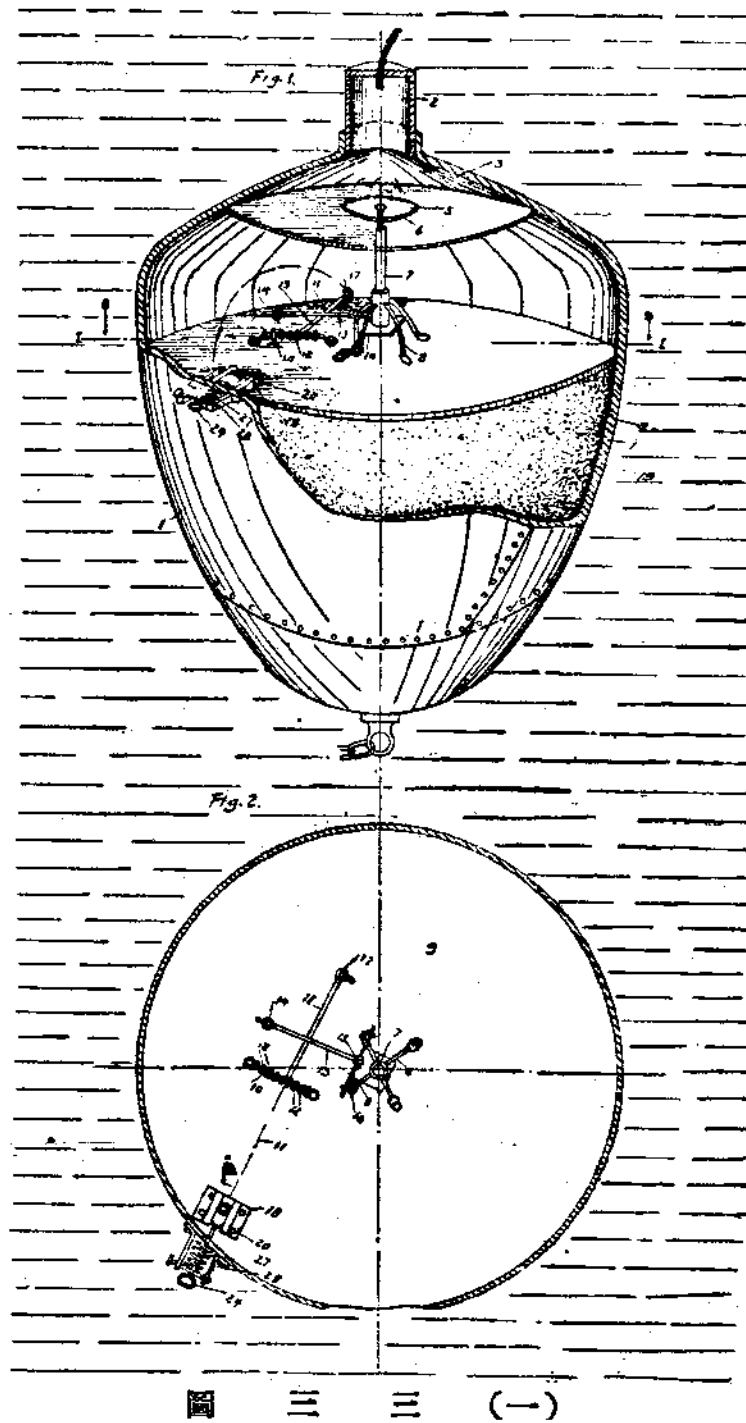
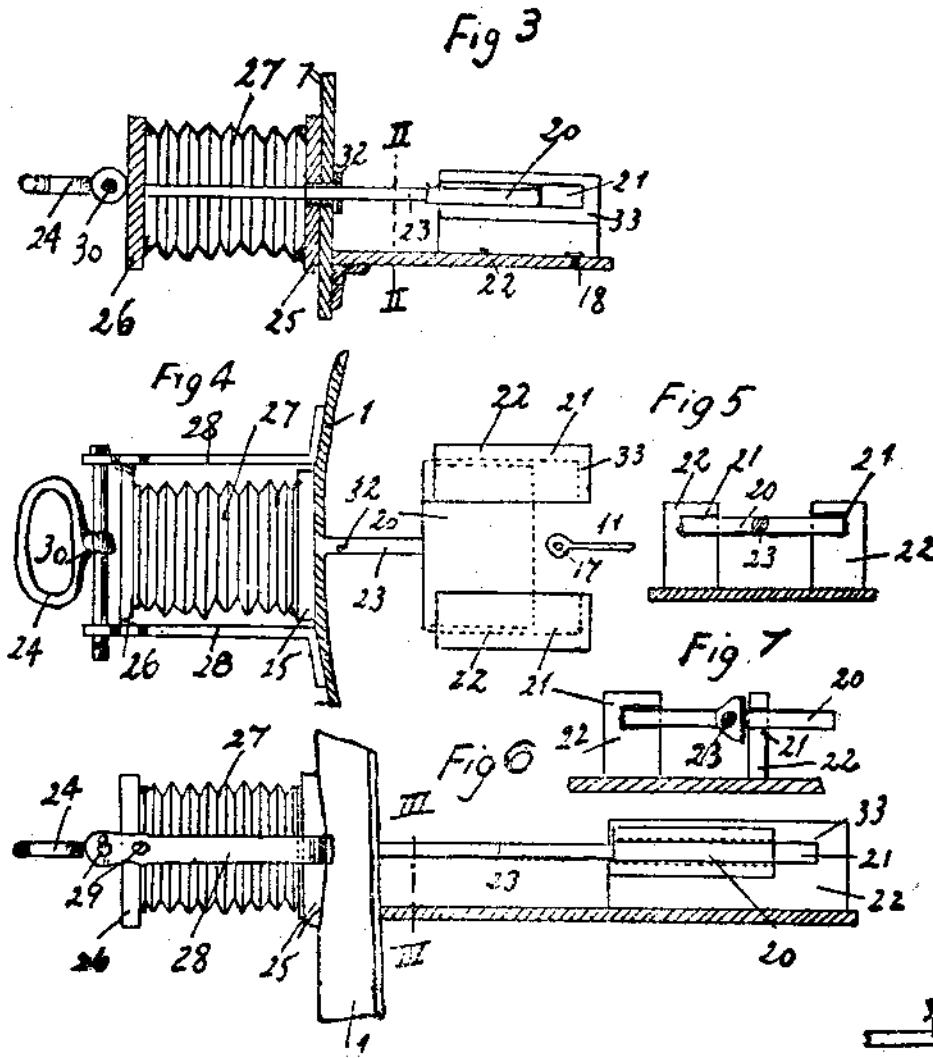


圖 三 三 (一)



Morig Klanber

圖 三 三 (二)

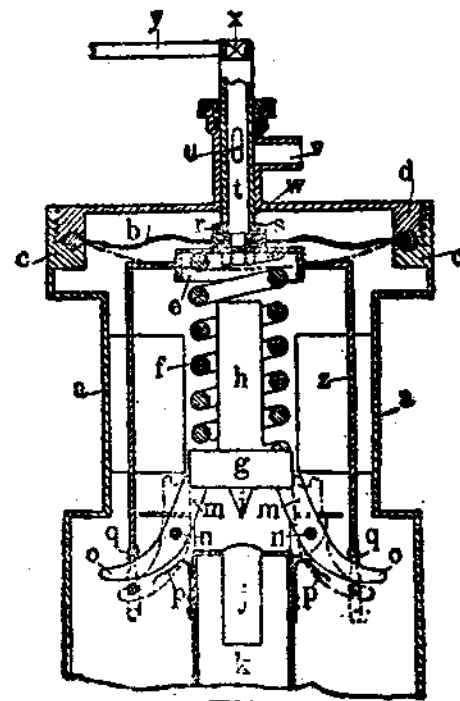
離，甚可縮小，為益殊匪淺鮮也。

### 二十九 赫爾水雷

此水雷如圖三七，借振子之搖動以發火者也。在圖示位置時振子為21勾制止，不能振動。但在敷設後，2受水壓，押1桿下降，使21與22筭脫離，而23環取a之位置，故振子17可自由動搖，將此搖動傳於撞針即可發火（機構說明從略）。

此水雷對於共爆，亦有制止機能。即遇鄰近水

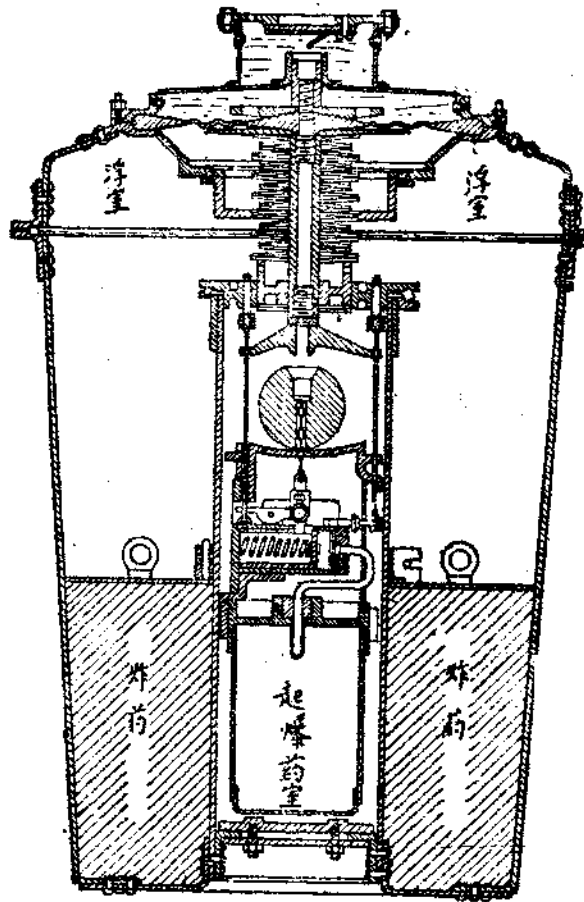
衝動而起，第二則由瓦斯膨脹之結果而來。第二壓力常比第一壓力稍緩些須也。此水雷即根據此理，使爆發瓦斯粒子衝擊而起之水壓，將H板壓下，G桿下端遂抵住C球，不令動搖，此水壓傳入後，借上部活瓣之作用，使水退出之時間延長，故第二壓力到達時，G桿仍然抵住C球，共爆之弊借得免除，而水雷之敷設距



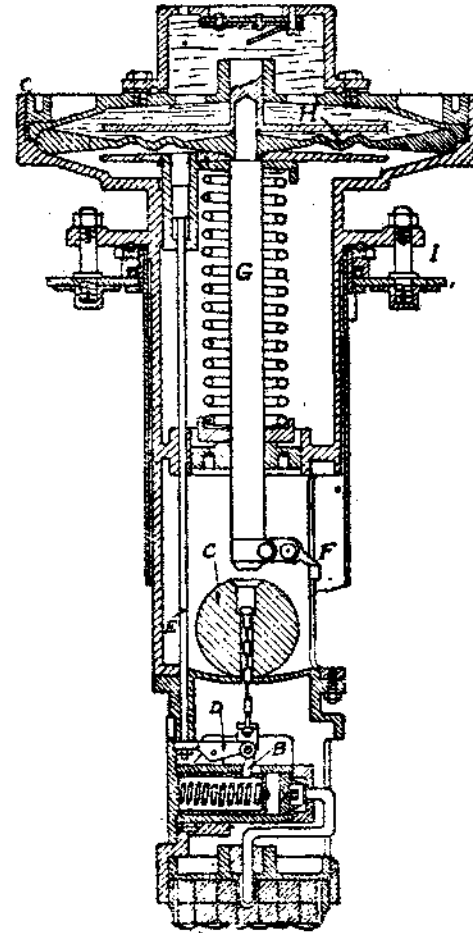
Elia

圖 三 四



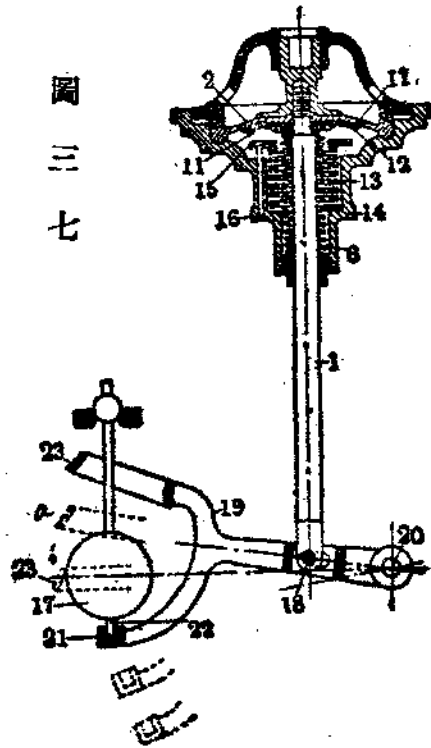


圖三五



圖三六

圖三七



雷爆發時，其壓力加於2膜，必使23環取b之位置，此時振錘為其所套亦不能動，故無共爆之虞。

### 三十 厄利亞水雷其十一

此水雷如圖三八之I，有B繩牽掛於罐內，不拘任何懸掛點b脫落，均能發火。Ⅴ示未敷設前之狀況，針簧舒張，絕無衝擊之力，Ⅵ示敷設後之狀況，撞針為繫索D<sup>2</sup>引下，將簧壓縮，故有上衝之可能，但因撞針中部D與桿D'間有橫梢連結，須俟此梢扭斷，始可衝擊。B繩緊張時，C'簧為繩所引，故C環常取Ⅴ之位置，若B繩脫落，

Societe Sauter Hale et Cie 則C環為C'簧所引而取Ⅵ之位置。同時D D'間之梢必被

扭斷，而放撞針上衝。

查此水雷脫卸B繩之法有三。

其一如II圖，E為轉輪，受船觸而轉至某角度則放撞針E<sup>2</sup>衝擊爆管e<sup>3</sup>（非發罐內炸藥者）由是爆藥E<sup>3</sup>爆發，使B繩之掛環b由釘脫落，但敷設前有E<sup>5</sup>之梢，借e<sup>5</sup>可溶鹽緊接於轉動部分，故須俟敷設後e<sup>5</sup>為水溶解後，借e<sup>6</sup>處卷簧之力，將E<sup>5</sup>放開至點線位置，始能迴轉。又迴轉與不迴轉兩部分間，有e<sup>4</sup>之防水樹膠筒，故水不易侵入。

其二如VIII圖f為易斷之針，此針為船觸斷，則借b<sup>1</sup>簧將B<sup>3</sup>之釘拔出，由是B繩即可脫落。平時f部分以F<sup>2</sup>之蓋蔽護之，敷設後f<sup>2</sup>之溶鹽被水溶去，F<sup>3</sup>之針借法條f<sup>3</sup>拔出而開放F<sup>2</sup>。

其三如IX圖，敷設時應將g<sup>5</sup>之蓋取去，g之可溶鹽為水溶解後，G之內管借法條G<sup>3</sup>之力，突出罐外，此管為船觸動，則f之釘切斷，同時G<sup>3</sup>借法條g<sup>4</sup>之力，連同g<sup>5</sup>由原位脫出，G<sup>4</sup>遂即倒下，而b繩失去支點，與之分離。

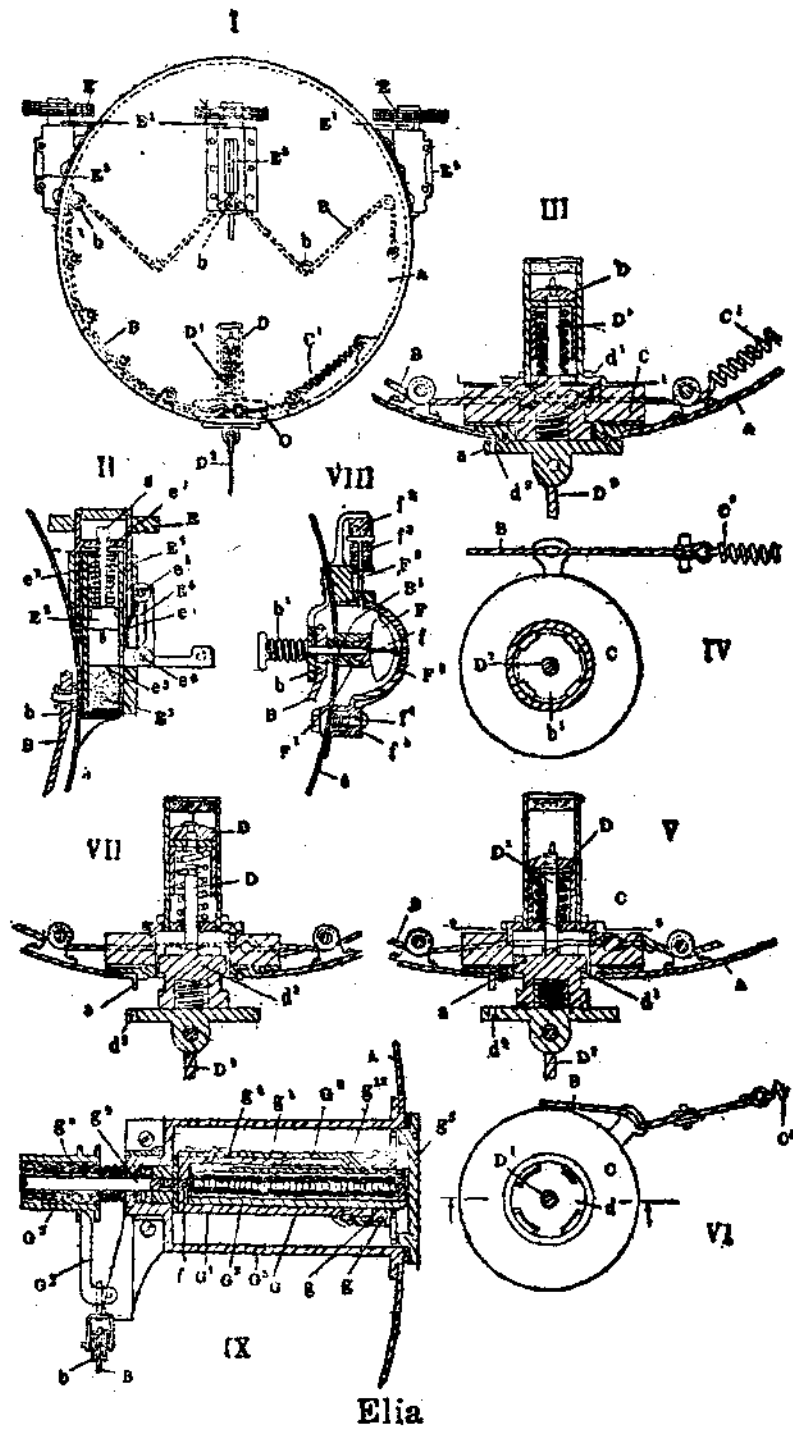


圖 三 八

# 砲外彈道學 (續)

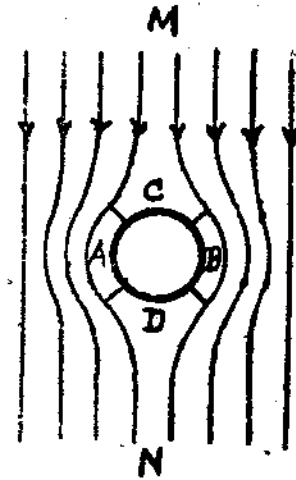
## 第二章 空氣抵抗

### §8. 一般之研究

設想有一球體 ABCD 在空氣中。或其他之流體中。以一定速度流去。其次假定空氣無摩擦性。其流去之路。所謂流綫者是也。各部之空氣。沿其綫路運動。流綫之前面。開闢一路。流綫之後面。則路線復行閉合。故吾人可先作假想。後下判斷如次。

在球之前面 ACB。有壓力在流綫方向 MN 之內。在球之後面 ADB。有同大之壓力。作用於球面。而其方向相反。其結果對於球面上壓力之和為零。而球體無前進之事。

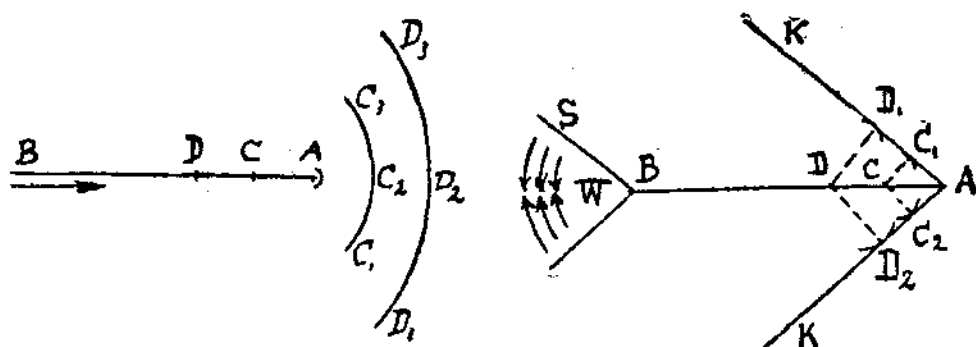
換言之。設空氣為靜止者。球體在 NM 方向進行。其意與上述相同。在球之前面 ACB。則力為其所用。以致空氣之方向及速度有變化。在球之後面 ADB。空氣之方向及速度。復行還元。所用之力再行現出。如橋柱立於流水中。或舵槳被水擺動。覺其無抵抗。即與此意相似。



無摩擦流體之水力理論。由上述之結果而來。而實驗上竟有直接矛盾者。雖則矛盾。其理論固正也。彈道學尚應用之。例如近來用特製彈丸穿一軸孔。且帶一推動板此推動板當在砲口落下。其次空氣向彈丸之較小橫斷面上作用。反之在其時之前。有火藥瓦斯壓力。在較大橫斷面(即推動板)上作用。空氣應通過變曲線體之孔道。隨彈丸之飛行而流去。而彈丸之勢力。不因空氣流去。致有減少之事。

彈丸周圍之空氣。其運動之路綫。實形混亂。並非簡單者。其理由如次。其一。流體內部自己之摩擦。及其對於物體之摩擦。摩擦在物體後部斷絕。乃發生渦流。如木柱在水中運動。或物體在烟霧中運動。均可明瞭看出。其二。由逐進而成波形。E. Mach 氏製成之寫真。映出飛行彈丸。與其所生之波形及渦流。甚為有名。故有空氣抵抗之理論。關於波形之成立。另有詳著。

於圓筒形之長管中。置一棒。以平均速度（例如 167米/秒）使之運動。假定其衝動之時間甚為短小。則棒每次前進。在棒之前方。空氣濃厚。此濃厚空氣。以音速 334米/秒之速度進行。而在棒之後方。有疎波。以同樣之速度。自後方進行。若以相等之速度。使棒運動。則在各短時間內。密波與疎波。層見疊出。彈丸在自由之空氣內運動。與此同義。不過在前後兩方再遠之空氣波。今則成球狀發出。本圖所示者。係速度等於 167米/秒之彈丸。在BA方向運動者。彈丸以AB綫代表之。



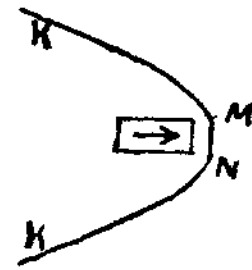
在前端A始成密波。其半徑尚為零。在其先某短時間。彈丸之頂端尚在C點。在此時間。從頂端出發之空氣密波。以兩倍彈速。即334米/秒之速度擴散。其波面 $C_1C_2C_3$ 之半徑 $CC_2 = CC_1 = CC_3$ 為經路CA之二倍。（彈丸之頂端。於此時置經路CA於後。）即 $CC_2 = 2CA$ 。兩倍短時間以前。彈丸之頂端在D點。（ $DC = CA$ ）。當其時從頂端送出之密波。今則擴散至球面 $D_1D_2D_3$ 。其球面之半徑為 $DD_2 = 2DA$ 。

吾人於此可認識空氣之密波。對於彈丸當在前方急進。而空氣之疎波。自彈丸之後端發出。以兩倍彈速向後方成球狀擴散。

彈速漸漸增加。至最後使之大於音響之定速。例如  $V = 668$  則在彈丸之前所發出之空氣密波。不復在彈丸之前方急進。乃與彈丸同行。成圓錐狀之波。再則對彈丸作無限細之棒視之。其頂端現在A點。短時間以前在C點。自C點以334米/秒之音速。擴散成球狀之密波。其波面為球面。球之半徑 $CC_1 = CC_2$ 。等於彈丸行程CA之半。兩倍短時間以前。彈丸之頂端。尚在D點。當其時所作之球狀波。以半徑 $DD_1 = DD_2$ 作球面。自彈頂在各層所發出各小波之波面。包含於圓錐形KK之內。是名之曰首波。其半頂角為 $\alpha$ 。圓錐形之尾波SS。與此同理。

由是Mach氏對於波之成立。所解釋者。為 $\sin \alpha = \frac{S}{V}$ 。故首波自D至D<sub>1</sub>。以音速S自己擴散。其同時彈丸頂端以彈速V自D至A前進。

在實用之彈丸。因其有橫斷面。故首波前端稍平。在此位置MN有 $\alpha = 90^\circ$ 。故 $V = S$ 。空氣之密波。由彈丸運動之逼迫。以其速度V聚生於此處。(音速通常約為334米/秒。實際上由空氣之溫度。稍有加減。又由空氣波動之強度及性質。有須特別注意者。Mach氏據其實驗列有音速表。)



首波之平面部分MN與彈軸成正交發出。彈丸之頂端愈大。則波愈平。自MN離開。向兩傍有小段之彎曲。音速漸漸減小。首波線擴散愈速。同時尾波成直線之形。是表示音速在此處為正規速度。即藉方程式 $\sin \alpha = \frac{S}{V}$ 之助。若已知首波之角 $\alpha$ 。彈速應可決定。 $\alpha$ 何由而知。是非自波線上測之不可。

此外應注意者。前述之S尚非正規音速。所謂正規音速 $S_n$ 者。宜以次式求之。

$$S_n = 330.7 + 0.66 \tau$$

式中之 $\tau$ 為空氣溫度之攝氏度數。

首波及尾波。向後方延長愈遠。則愈形平縮。此為易明之事。首波之前部。愈近於彈頂。則其速度愈大。用步槍尖彈。以較大之速度發射。首波之表現。尚在彈頂稍後之處。即彈頂入於完全靜止之空氣中。只直接在彈頂之前。起強有力之密波。在彈丸之後部。起空氣之渦流。此種渦流。在彈丸後數米遠之處。尚可照像映出。

此等現象。亦可在水中用船或橋柱以明之。不過水中之首波。由多數之小波而成。是等小波。在彈丸之空氣波則無之。(以顯微鏡視之可知)何則。在水中各個高波。無互相衝突之事。在空氣中。則各個密波互相衝動故也。音速之推論。可應用於水者。如水有深淺不同而生速度。以此種速度。使水面生波。是其相似之點。若船則常以較大之速度。在水中運動。首波之頂點。自船首向船腰愈離愈寬。至船尾後台。是其相異之點也。

船之在水中。猶彈之在氣中。其類似之點甚多。船速為V之時。其抵抗以 $W(V)$ 表

之。觀測值  $\frac{W(V)}{V^2}$  爲  $V$  之函數。畫成曲綫。此曲綫作爲空氣抵抗之推論函數。此曲綫在速度  $S$  之處。有凸出部分。故得彈丸在空氣中。以種種速度所生之抵抗。其相應速度之凸出部分。在正規音速之最近處。

最初 N. Mayevski 氏以彈丸實驗。確定  $k = \frac{W}{V^2}$  在音速  $S$  之近處。有迅速的增加。至 A. Indra 氏加以研究。而說明之如次。係數  $k$  之迅速增加。由於首波繼續新造。而彈丸之勢力消失。雖然。此項說明尙未明瞭也。當彈速尙在增加之時。係數  $k$  再減少幾分。反之又由較大或較小之速度。經波之產生。而彈丸之勢力。被其使用。H. Lorenz 氏又假想如次。此間有共鳴現象存在。與振子，音義，電波，及船首振動等相似。當彈速近於音速而共振時。其勢力傳達於空氣中。比較最多。此種說明。假定對於凸出部之成立。可以適合。至此猶待解釋者。即吾人今日所知之抵抗法則。凸出部之位置。不在  $V = 334$ 。却在  $V = 500$  米/秒之處。故空氣抵抗之說。猶待研究也。

彈丸之在空氣中。如船之在水中。殆爲完全同樣之複雜運動。故空氣對於彈丸之抵抗  $W$ 。以次述之量。比例組成之。

(a) 與彈軸正交之彈丸橫斷面  $R^2\pi$  (單位  $m^2$ )

(b) 空氣之重  $\delta$  即觀測期一立方米達空氣之重。由溫度壓力及濕度而計算之。然多有不求精密。用空氣之正規重量者。例如  $\delta_0 = 1.206$  或  $\delta_0 = 1.220$  (單位  $Kg/m^3$ )

(c) 彈形係數  $i$  ( $100 \cdot i = n$  常稱爲彈形之值)

(d) 重心前進速度  $V$  之一定函數  $f(V)$ 。

故得空氣抵抗之式如次。

$$W = R^2\pi \cdot \frac{\delta}{\delta_0} \cdot i \cdot f(V)$$

前三項(a), (b), (c) 爲自然之事實。宛如證據確鑿。採用無疑。

一八四八年 Didion 氏本其實驗所得。謂橫斷面小而空氣抵抗反大。故將因子  $R^2\pi$  以  $(0.74 + \frac{0.047}{0.05 + 2R})$  乘之。(其後在一八六〇年復將此說取消。)其他彈道學者。以種種試驗。破其論據。謂  $W$  與  $R^2\pi$  之間。有一定之比例。勿庸時加考慮。其結果大砲彈所實驗之關係用於槍彈無大差異。雖然。亦非也。其後 H. Lorenz 氏擴充水力之理。

而知小橫斷面較大橫斷面。感有相對的大抵抗。

一九一二年克虜伯之試驗。下列表中。空氣抵抗之單位為 $\text{kg}/\text{cm}^2$  空氣重量。定為 $1.22\text{kg}/\text{m}^3$ 。

(a)彈丸為圓柱體者

	V = 400	500	600	700	800
口徑 6.5 生的	1.4	2.5	3.8	5.1	6.6
口徑 10 生的	1.2	2.2	3.3	4.7	6.3

(b)蛋形部半徑為三倍口徑者

	V = 550	650	750	850
口徑 6 生的	1	1.3	1.5	1.9
口徑 10 生的	0.98	1.2	1.5	1.8
口徑 28 生的	0.62	0.8	1.0	1.2
口徑 30 生的	—	—	0.9	1.0

由上表觀之。可知口徑愈大。則抵抗愈小。與 Didion 之說相合。此外尚與彈速有關係。

一般採用者。對於兩個同尖度同速度之彈丸。其空氣抵抗相同。不關於口徑之大小。此種採用。自難精確。由 Mach 氏之確定而益信。

彈丸之空氣抵抗。與空氣密度之一次式成正比例。毫無疑義。惟未曾用種種彈速。將此事單獨證明。

關於形狀係數  $i$  以後尚須詳述。所有彈道問題。為數學上之法則所不能駕馭者。事實上悉歸之  $i$  之上。或歸到彈形之值  $n=100i$  之上。故  $i$  者一方面為形狀係數。又一方面對於不能駕馭之部分。可視為修正因子。有此修正因子。則前之假定各項 (a), (b), (d) 有不充足之處。均可補正。總之  $i$  在原理上非常數。乃其餘各未知量之函數。由此函數。吾人可以實際假定云。各未知量。雖有變化。而其函數之變化。實不甚大。

關於速度函數  $f(V)$ 。研究彈道學者。實費莫大之勞力。究未完全成功。蓋由於空氣運動。異常複雜故也。此處所謂空氣運動者。指接近彈丸外皮之空氣。所演出之運動言。以前之說明觀之。彈丸勢力之消失。第一由於加速度賦與空氣。使生波動。第二。由於摩擦。使生渦流。此項摩擦。不特沿彈丸之外皮有之。並且因為彈丸旋轉。在外皮上與進行成垂直之方向亦有之。

### §9. 抵抗之理論法則

第一 牛頓氏之說。抵抗與速度之平方成比例。其式如次。

$$W = \frac{F \cdot \delta \cdot V^2}{9.81}$$

上式之說明。假想靜止彈丸之橫斷面為  $F$  ( $AB = F$  平方米達) 。空氣在彈軸方向。以速度  $V$  飛流。一秒之初。空氣某分子在  $CD$  位置。一秒之終。達  $AB$  位置。此時所來空氣之容量為  $ABCD$ 。即  $F \cdot V$  立方米達。空氣一立方米達之重。以  $\delta$  kg 表之。則所來空氣之質量為  $\frac{F \cdot \delta \cdot V}{9.81}$ 。速度之變化為  $V - 0$ 。即其減速度為  $\frac{V - 0}{1}$ 。故對於  $AB$  面之壓力為  $\frac{F \cdot \delta \cdot V}{9.81} \cdot \frac{V - 0}{1}$ 。即  $\frac{F \cdot \delta \cdot V^2}{9.81}$  是也。通常風壓有採用次式者。  $W = 0.122 FV^2$

第二 P. Vieille 之說。其式如次。

$$V = \sqrt{\frac{g}{2} \frac{p_0}{\delta} \left\{ 2k + (k+1) \frac{p - p_0}{p_0} \right\}}$$

式中  $\delta$  為空氣重 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。  $p_0$  為常壓 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )。  $p$  為運動時所用之壓力。 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )。  $k$  為比熱之比。  $k = 1.41$ 。  $g = 9.81$ 。

第三 E. Okinghaus 之說。其式如次。

$$W = W_0 k \left[ 1 - \left( \frac{W_0}{W} \right)^{\frac{1}{k}} \right] \cdot \left( \frac{V}{340} \right)^2 + W_0$$

式中  $W$  為空氣抵抗。其時速度為  $V$ 。  $W_0$  為  $V = 340$  之抵抗。  $k = 1.41$ 。

第四 H. Lorenz 之說。其式如次。



$$W = k_1 R^2 \pi \cdot V^2 + k_2 \cdot l V + \frac{k_3 R^2 \pi V^4 + k_4 l V^3}{\sqrt{(S^2 - V^2) + k_5 l^2 V^2}}$$

上式  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5$  均爲常數。其中  $k_1, k_3$  由彈之形狀決定。  $k_2, k_4, k_5$  由彈之表面決定。  $l$  爲彈長。  $S$  爲音速。及  $R^2 \pi$  爲最大橫斷面。本式令吾人可注意者有三。其一。空氣抵抗  $W$  不與橫斷面  $R^2 \pi$  成比例，惟在同一狀況之下。橫斷面愈小。則比抵抗  $W : R^2 \pi$  愈大。第二。抵抗與彈形係數  $i$  不成比例。因有五種常數。其關係較爲複雜。第三。因子  $\frac{W}{V^2} = K$  在音速附近。有凸出部分。

第四 H. Lorenz 之說。一九一七年彼之所主張者如次。抵抗力  $W$  由兩種分力  $W_1$  及  $W_2$  而成。  $W_1$  者所以造空氣之波。  $W_2$  者由摩擦及渦流而生者也。  $W = W_1 + W_2$

$$\frac{W_1}{V^2} = k R^2 \pi \left[ 1 + \frac{A \cdot V^4}{(V^2 - S^2)^2 + C^2 V^2} \right], \quad \frac{W_2}{V^2} = \frac{\mu \cdot l}{V}$$

式中  $S$  爲正規音速。  $l$  爲彈長。  $k, \mu, A, C$  爲常數。由實驗決定之。實際上  $k, \mu, A$  與彈形及彈皮有關係。而  $C$  爲調節因子。

第五 A. Sommerfeld 之說。彼以  $W_1$  爲摩擦抵抗。此種分力應用牛頓法則與  $V^2$  成比例。以  $W_2$  爲波動抵抗。此種分力。應用電磁之理。而抵抗  $W$  之式如次。

$$V < S \quad W = W_1 = a_3 \cdot V^2$$

$$V < S \quad W = W_1 + W_2 = a V^2 + A \left( 1 - \frac{S^2}{V^2} \right)$$

第六 L. Prandtl 之說。其式如次。

$$W = \psi \cdot F \cdot \rho \cdot V^2$$

式中  $\psi$  爲  $V : S_0$  之函數。 ( $S_0$  爲正規音速)。又彈丸之溫度上昇。據彼之計算爲  $\frac{V^2}{2C_p}$  ( $C_p$  以工作量單位表之  $C_p = 0.238 \times 427 \times 9.81$ )。例如  $V = 800$  米/秒之時。溫度約達攝氏  $300^\circ$ 。

總而言之。理論法則。未能得完全圓滿之解決。故今之彈道學者。以純粹實驗式爲主。

## §10. 抵抗之實驗法則

第一 J. Didion 之說。其式如次。球彈標準  $i=1$

$$W = 0.027 \cdot R^2 \pi \cdot \frac{\delta i}{1.208} \cdot V^2 \left( 1 + \frac{V}{435} \right)$$

一般空氣抵抗為  $W$  減速度  $= \frac{W \cdot 9.81}{P} = C \cdot f(V)$ 。而  $P$  為彈重。故在上式

$$C = \frac{0.027 R^2 \pi \cdot \delta g i}{P \cdot 1.208} \quad f(V) = V^2 \left( 1 + \frac{V}{435} \right)$$

第二 St. Robert 之說。其式如次。球彈標準  $i=1$

$$W = 0.0387 \cdot R^2 \pi \cdot \frac{\delta \cdot i}{1.206} \cdot V^2 \left[ 1 + \left( \frac{V}{696} \right)^2 \right]$$

上式在  $V=200$  至  $500$  米/秒之範圍內。可以適合。

第三 N. Mayevski 之說。其式如次。(一八六九年法則)

(a) 球彈標準  $i=1$

$$0 < V < 376 \text{ 之時} \quad W = 0.012 R^2 \pi \cdot \frac{\delta \cdot i}{1.206} \cdot V^2 \left[ 1 + \left( \frac{V}{186} \right)^2 \right]$$

$$376 \leq V < 530 \text{ 之時} \quad W = 0.061 R^2 \pi \cdot \frac{\delta \cdot i}{1.206} \cdot V^2$$

(b) 長彈蛋形部之半徑為彈徑之 1 乃至 1.5 倍者。令  $i=1$

$$0 < V < 280 \text{ 之時} \quad W = 0.012 R^2 \pi \cdot \frac{\delta}{1.206} \cdot V^2 \left[ 1 + \left( \frac{V}{488} \right)^2 \right]$$

$$280 \leq V < 360 \text{ 之時} \quad W = 0.026 R^2 \pi \cdot \frac{\delta}{1.206} \cdot V^2$$

$$360 \leq V < 510 \text{ 之時} \quad W = 0.044 R^2 \pi \cdot \frac{\delta}{1.206} \cdot V^2$$

第四 Helie 之說。其式如次。球彈標準  $i=1$

$$W = k \cdot (2R)^2 \cdot \frac{\delta}{g} \cdot V^2$$

式中  $k$  之值如次表所示。

V	k	v	k	v	k
50	0.130	240	0.200	400	0.367
100	0.132	260	0.221	420	0.376
120	0.135	280	0.244	440	0.382
140	0.139	300	0.269	460	0.386
160	0.146	320	0.293	500	0.389
180	0.154	340	0.316	500以上	0.390
200	0.166	360	0.337		
220	0.181	380	0.353		

第五 F. Bashforth 之說。長彈蛋形部半徑 = 1.5 彈徑之時。令  $i=1$ 。又據 Siacci 氏法則。蛋形部半徑 = 2 彈徑之時。  $i=0.896$ 。

$$W = m \cdot R^2 \pi \cdot \frac{\rho \cdot i}{1.206} \cdot V^3$$

上式  $m$  之值如次

$50 < V < 330$	$m = 0.000060$
$330 < V < 375$	$m = 0.000084$
$375 < V < 419$	$m = 0.000094$
$419 < V < 460$	$m = 0.000090$
$460 < V < 500$	$m = 0.000082$
$500 < V < 550$	$m = 0.000075$
$550 < V < 600$	$m = 0.000068$

第六 Hojel 之說。長彈形部半徑 = 2 彈徑  $i=1$

$$W = \frac{(2R)^2 100 \delta i}{9.81 \times 1.206} \cdot m \cdot V^n$$

$140 < V < 300$	$m = 0.084535^{(6)}$	$n = 2.5$
$300 < V < 350$	$0.05423^{(11)}$	5
$350 < V < 400$	$0.051381^{(8)}$	3.83

400 < V < 500	$m = 0.07483^{(4)}$	1.77
500 < V < 700	$0.05467^{(3)}$	1.91

第七 Mayevski 之又一說 蛋形部半徑 = 2 彈徑之時令  $i=1$  其式如次。(一八八一年法則)

$$W = m \cdot R^2 \pi \cdot \frac{\delta \cdot i}{1.206} V^n$$

0 < V < 240	$m = 0.0140$	$n = 2$
240 < V < 295	$0.05834^{(4)}$	3
295 < V < 375	$0.06700^{(9)}$	5
375 < V < 419	$0.09404^{(4)}$	3
419 < V < 550	0.0394	2
550 < V < 800	0.2616	1.70
800 < V < 1000	0.7130	1.55

第八 Chapel

Vallier

Scheve

三人之說。蛋形部半徑 = 2 彈徑之時  $i=1$

0 < V < 300	$W = \frac{R^2 \cdot 10000 \delta i}{9.81 \times 1.206} \times 0.033814 V^{2.6} \quad (5)$
300 < V < 330	$W = \frac{R^2 \cdot 10000 \cdot \delta i}{9.81 \times 1.206} \times 0.021692 V^5 \quad (11)$
330 < V <	$W = \frac{R^2 \cdot 10000 \delta i}{9.81 \times 1.206} \times 0.125(V-263)$

彈形係數  $i=1$  只用於蛋部半徑 = 2 彈徑。即半尖角  $\gamma$  為 41.5 之時。若  $\gamma$  不同。則  $i$  亦異。其式如次。

$$V \geq 330 \quad i = \frac{\gamma(V - (180 + 2\gamma))}{41.5(V - 263)}$$

$V < 330$  則  $i$  之值如次表

$\gamma = 31^\circ$	$33.6^\circ$	$36.9^\circ$	$48.2^\circ$
$i = 0.67$	$0.72$	$0.78$	$1.10$

$$\text{令 } W = \frac{R^2 \cdot 10000 \delta i}{9.81 \times 1.206} f(V)$$

$$\text{及 } K(V) = \frac{f(V)}{V^2} \quad K'(V) = \frac{f'(V)}{V^4}$$

計算函數  $K$  及  $K'$  之值如次表。查表可知  $\frac{f(V)}{V^2}$  在  $V = 525$  米/秒之處有最大值。

V	$10^7 K(V)$	$10^{12} K'(V)$	V	$10^7 K(V)$	$10^{12} K'(V)$
150	415	1844	390	1043	687
160	430	1680	400	1070	669
170	441	1526	420	1108	628
180	452	1395	440	1143	590
190	466	1293	460	1165	550
200	478	1195	480	1178	511
210	491	1113	500	1185	474
220	502	1037	525	1187	431
230	515	974	550	1186	393
240	526	913	575	1180	357
250	535	856	600	1170	325
260	546	808	650	1145	272
270	558	765	700	1115	228
280	564	719	750	1082	192
290	578	687	800	1049	164
300	586	651	850	1016	140
310	645	667	900	983	121
320	708	671	950	952	106
330	769	706	1000	921	92
340	831	720	1050	892	81
350	888	724	1100	865	72
360	936	722	1150	838	64
370	977	714	1200	813	57
380	1013	702	1250	790	51

## 第九 Siacci 氏之說。

速度  $V$  在 1200 米/秒以內。下式可以適用。

$$\text{減速度} = \frac{(2R)^2 \cdot 1000 \cdot \delta \cdot i}{P \cdot 1.206} \cdot f(V)$$

或  $W = 338 \cdot R^2 \cdot \delta \cdot i \cdot f(V)$

函數  $f(V)$  之值。以次式示之。

$$f(V) = 0.2002V - 48.05 + \sqrt{(0.1648V - 47.95)^2 + 9.6} + \frac{0.0442V(V-300)}{371 + \left(\frac{V}{200}\right)^{1.0}}$$

以  $V$  為橫綫  $10^6$ 。  $\frac{f(V)}{V^2}$  為縱綫。對於  $V$  之各值。計算  $f(V)$ 。畫成曲綫。則知在  $V = 340$

之處有彎點。 $V = 500$  之處。有最大值。

據 Siacci 氏之說。蛋形部之高為 0.9 至 1.1 彈徑者。可令  $i = 1$ 。若蛋形部半徑為二倍彈徑。即蛋形部之高為 1.3 彈徑者。則  $i = 0.893$ 。若取  $i = 0.895$  更為適當。

## 第十 克虜伯之舊法。

參看前 §8。之試驗表。茲不贅。

## 第十一 克虜伯之新法。

(a) 正規彈丸蛋形部半徑 = 2 彈徑 尖端傾斜 = 0.36 彈徑之時。適用下之公式。

$$W = \frac{R^2 \pi \cdot \delta \cdot i \cdot f(V)}{1.22}$$

蛋形部半徑 = 3 彈徑 尖端傾斜 = 0.36 彈徑 則

$$\frac{1}{i} = 1.3206 - \frac{58.2}{V} - 0.0001024 \cdot V$$

蛋形部半徑 = 5.5 彈徑 尖端傾斜 = 0.36 彈徑 則

$$\frac{1}{i} = 1.4362 - \frac{73.4}{V} - 0.0001128 \cdot V$$

蛋形部半徑 = 3 彈徑 尖端傾斜 = 0.25 彈徑 則

$$\frac{1}{i} = 1.1959 - \frac{40.6}{V} + 0.0001467 \cdot V$$

蛋形部半徑=3彈徑 尖端傾斜更爲尖銳 則

$$\frac{1}{i} = 1.1311 - \frac{47.7}{V} + 0.003166 \cdot V$$

對於步兵用之 S 彈則用次式

$$\frac{1}{i} = 1.410 - \frac{122.68}{V} + 0.0005915 \cdot V$$

下列(甲)表  $10^6 K(V) = \frac{10^6 \cdot f(V)}{V^2}$  例如  $R^2 \Pi = 1(\text{cm}^2)$  及  $\delta = 1.22(\text{kg}/\text{m}^3)$  則正規彈丸蛋形部半徑 = 2 彈徑 尖端傾斜 = 0.36 彈徑  $V = 500$  米/秒之時。彈丸橫斷面  $1(\text{cm}^2)$  上之抵抗爲  $1 \times 500^2 \times 3.998 \times 10^{-6}$  即  $0.999(\text{kg})$

由表可知  $V = 480$  之時。  $f(V) : V^2$  有最大值。而速度愈大之時。曲線有水平之漸近線。意若曰速度愈大。則合於速度之二乘法則也。又可知抵抗比例於彈形係數  $i$  之說。甚爲不合。

(甲)克虜伯正規10生的彈丸10°K之表

V	10°K	V	10°K	V	10°K	V	10°K	V	10°K
150	1.190	334	2.566	525	3.976	785	3.520	1045	3.292
155	1.190	336	2.654	530	3.970	790	3.514	1050	3.289
160	1.191	338	2.739	535	3.963	795	3.507	1055	3.287
165	1.191	340	2.822	540	3.956	800	3.502	1060	3.284
170	1.191	342	2.902	545	3.949	805	3.496	1065	3.282
175	1.191	344	2.979	550	3.941	810	3.491	1070	3.279
180	1.192	346	3.051	555	3.933	815	3.485	1075	3.277
185	1.192	348	3.115	560	3.925	820	3.480	1080	3.275
190	1.193	350	3.174	565	3.916	825	3.474	1085	3.273
195	1.194	352	3.231	570	3.907	830	3.469	1090	3.271
200	1.195	354	3.286	575	3.899	835	3.463	1095	3.269
205	1.196	356	3.337	580	3.890	840	3.458	1100	3.267
210	1.198	358	3.384	585	3.881	845	3.453	1105	3.265
215	1.200	360	3.427	590	3.871	850	3.448	1110	3.263
220	1.203	362	3.468	595	3.862	855	3.443	1115	3.262
225	1.207	364	3.506	600	3.852	860	3.438	1120	3.260
230	1.212	366	3.541	605	3.841	865	3.433	1125	3.259
235	1.218	368	3.574	610	3.830	870	3.428	1130	3.257
240	1.225	370	3.605	615	3.818	875	3.423	1135	3.256
245	1.233	372	3.633	620	3.807	880	3.418	1140	3.255
250	1.243	374	3.569	625	3.796	885	3.413	1145	3.253
255	1.255	376	3.682	630	3.784	890	3.409	1150	3.252
260	1.270	378	3.703	635	3.773	895	3.404	1155	3.251
265	1.288	380	3.722	640	3.761	900	3.400	1160	3.250
270	1.309	385	3.761	645	3.750	905	3.395	1165	3.249
275	1.334	390	3.792	650	3.740	910	3.391	1170	3.248
280	1.363	395	3.819	655	3.729	915	3.386	1175	3.247
282	1.376	400	3.843	660	3.719	920	3.382	1180	3.247
284	1.390	405	3.864	665	3.709	925	3.378	1185	3.246
286	1.405	410	3.883	670	3.700	930	3.374	1190	3.245
288	1.421	415	3.900	675	3.690	935	3.369	1195	3.245
290	1.439	420	3.916	680	3.681	940	3.365	1200	3.244
292	1.458	425	3.931	685	3.672	945	3.361	1205	3.244
294	1.478	430	3.943	690	3.664	950	3.357	1210	3.243
296	1.500	435	3.955	695	3.655	955	3.353	1215	3.243
298	1.524	440	3.965	700	3.647	960	3.349	1220	3.243
300	1.551	445	3.973	705	3.638	965	3.345	1225	3.242
302	1.580	450	3.981	710	3.630	970	3.341	1230	3.242
304	1.613	455	3.987	715	3.622	975	3.338	1235	3.242
306	1.648	460	3.992	720	3.614	980	3.334	1240	3.241
308	1.687	465	3.995	725	3.606	985	3.330	1245	3.241
310	1.730	470	3.997	730	3.598	990	3.326	1250	3.241
312	1.779	475	3.999	735	3.590	995	3.323	1255	3.241
314	1.832	480	4.000	740	3.583	1000	3.320	1260	3.240
316	1.888	485	4.000	745	3.575	1005	3.316	1265	3.240
318	1.947	490	4.000	750	3.568	1010	3.313	1270	3.240
320	2.010	495	3.999	755	3.561	1015	3.310	1275	3.240
322	2.079	500	3.998	760	3.553	1020	3.307	1280	3.240
324	2.152	505	3.996	765	3.547	1025	3.304	1285	3.240
326	2.229	510	3.992	770	3.540	1030	3.301	1290	3.240
328	2.308	515	3.987	775	3.533	1035	3.298	1295	3.240
330	2.391	520	3.982	780	3.527	1040	3.295	1300	3.240
332	2.478								

(b) 柱狀彈丸適用下之公式

$$w = \frac{R^2 \pi \cdot \delta \cdot f(V)}{1.22}$$

$$\text{下列(乙)表 } 10^\circ \text{ K (V)} = \frac{10^\circ \cdot f(V)}{V^2}$$

(乙) 10 生的柱狀彈丸 10°K 之表

V	10°K	V	10°K	V	10°K	V	10°K	V	10°K
100	4160	285	5652	440	8331	630	9318	940	10117
110	4173	290	5780	450	8448	640	9356	960	10144
120	4190	295	5919	460	8512	650	9393	980	10168
130	4209	300	6071	470	8573	660	9430	1000	10189
140	4232	305	6243	480	8632	670	9466	1020	10207
150	4260	310	6430	490	8689	680	9501	1040	10224
160	4295	315	6608	500	8744	690	9535	1060	10238
170	4337	320	6779	510	8796	700	9568	1080	10249
180	4387	325	6935	520	8846	720	9631	1100	10258
190	4443	330	7074	530	8895	740	9692	1120	10264
200	4510	340	7305	540	8943	760	9747	1140	10268
210	4589	350	7495	550	8989	780	9800	1160	10270
220	4680	360	7648	560	9033	800	9850	1180	10270
230	4783	370	7777	570	9076	820	9897	1200	10270
240	4898	380	7888	580	9118	840	9941	1220	10270
250	5025	390	7987	590	9159	860	9982	1240	10270
260	5163	400	8076	600	9200	880	10020	1260	10270
270	5335	410	8161	610	9240	900	10055	1280	10270
275	5430	420	8239	620	9279	920	10087	1300	10270
280	5536	430	8312						



## § 11. 實驗方法之討論

決定抵抗法則。其方法不一。下述之法。多有採用之者。其法如次。在水平範圍  $a$  內。測定兩端之水平初速  $V_1$  及水平終速  $V_2$ 。有主張  $a$  之取定愈大愈善者。所以避除觀測之誤差也。亦有主張愈小愈善者。是其目的欲視彈道綫為直綫耳。彈丸勢力之減小。

視為空氣抵抗之平均常數。則由  $\frac{P}{2g}(V_1^2 - V_2^2) = W \cdot a$  可算出  $W$ 。而此  $W$  對於彈速

$V = \frac{V_1 + V_2}{2}$  名之曰空氣抵抗。如此所得之抵抗  $W$ 。假定取一項多次法則。等於  $cV^n$

。以最小自乘法決定常數  $c$  及  $n$  之值。

此法  $a$  之範圍愈小。則愈不合。欲只求抵抗與速度之關係。則必令其他諸量如彈重尖度彈長等假定為常數。似此所定之法則。在應用時自有差異。蓋抵抗對於橫斷面及尖度不成正比例故也。又欲只求尖度與速度之關係。則必令其他諸量為常數。而只以尖度為變數。其他類推。

事實上對於抵抗所定諸量。合理的變化。以前無法表現。世上彈道學者。以種種口徑彈長。研究抵抗。自詡為有所得矣。卒之非徒無益。且招他人之反對。

其後彈道振子出。關於振幅之選擇。有條件如次。一則彈道可視為直綫。一則抵抗可視為常數。在此種選擇之假定中。一部分可謂抵抗之水平分力。與水平分速之抵抗全相等。以式示之。為  $f(V) \cdot \cos \theta = f(V \cos \theta)$ 。雖然。此亦不過一種假說而已。

又一部分。則根據觀測速度。計算抵抗。得近似計算法之助。雖然。猶覺費力。何則。彈道表者。根據不確之定理。加以射擊之結果。計算而成者也。今應用時。再令計算結果與射擊結果一致。則其所以處理此不合之定理者。其難也宜哉。

抵抗法則設定以後。從事於合理的試驗。然後將定理發表。且將實驗整理。使活力之法則。或其機械學上之法則。成為簡單之式。經各家之研究。抵抗值之劇異。其說不一。至於以前實驗之細目。無論何處。未曾澈底公布。所以誤差無法改正。

F. Bashforth 之實測計算法。

在砲口近處取相等之短距離  $\Delta x$  之若干段。各段豎立小格子。其第一格子距砲口為

$\chi$  米達。在該處彈速為  $V$ 。空氣抵抗為  $W(v)$ 。試行水平發射。自第一小格子至第二。自第二至第三。……。用測時儀，測得時間之差為  $\Delta t, \Delta t_1, \Delta t_2, \dots$ 。

抵抗  $W$  等於質量乘減速度。即  $\frac{P}{g} \left( -\frac{dv}{dt} \right)$ 。然  $V = \frac{d\chi}{dt}$ 。故  $\frac{1}{v} = \frac{dt}{d\chi}$ 。對於  $\chi$

再微分之。則

$$-\frac{1}{v^2} \frac{dv}{d\chi} = \frac{d^2t}{d\chi^2} \quad \text{或} \quad \frac{dv}{dt} = -V^2 \cdot \frac{d\chi}{dt} \cdot \frac{d^2t}{d\chi^2} = -V^3 \frac{d^2t}{d\chi^2}$$

$$\therefore W = -\frac{P}{g} \frac{dv}{dt} = +\frac{P}{g} \cdot V^3 \cdot \frac{d^2t}{d\chi^2}$$

令測得之  $\Delta t, \Delta t_1, \Delta t_2, \dots$  中。  $\Delta t$  為第一列逐差。1, 2, 3, …… 各列為  $\Delta''t, \Delta'''t$ 。則由逐差之理。

$$\frac{1}{v} = \frac{dt}{d\chi} = \frac{1}{\Delta\chi} \left[ \Delta t - \frac{1}{2} \Delta''t + \frac{1}{3} \Delta'''t - \frac{1}{4} \Delta^{(4)}t + \dots \right]$$

$$\text{及} \quad \frac{d^2t}{d\chi^2} = \frac{1}{(\Delta\chi)^2} \left[ \Delta''t - \Delta'''t + \frac{11}{12} \Delta^{(4)}t - \frac{5}{6} \Delta^{(5)}t + \dots \right]$$

$$= \frac{1}{(\Delta\chi)^2} \left[ \Delta''t - \frac{1}{12} \Delta^{(4)}t + \frac{1}{90} \Delta^{(6)}t - \dots \right]$$

$$\therefore W = \frac{P}{g} \cdot \frac{V^3}{(\Delta\chi)^2} \left[ \Delta''t - \Delta'''t + \frac{11}{22} \Delta^{(4)}t - \frac{10}{15} \Delta^{(5)}t + \frac{137}{180} \Delta^{(6)}t - \dots \right]$$

由上式測得速度  $V$  可算出抵抗  $W$ 。本法計算固為合理。然而測時裝置。恐難精確。又彈丸通過多數小格子。不免有多少抵抗存乎其間。究於空氣抵抗。難以密合。

最新實驗法。為彈丸之飛行寫真。是為 Neesen 之法。其法在信管中裝入發光體。無論晝夜均可攝影。對於各橫距離  $\chi$ 。可得其相當之高  $y$ 。實測  $(\chi, y)$  之後。計算  $y', y'', y'''$ 。

$$\text{求速度 } V \quad V = \sqrt{g} \frac{\sqrt{1+(y')^2}}{\sqrt{-y''}}$$

$$\text{求切綫傾斜 } \theta \quad V \cdot \cos \theta = \sqrt{\frac{-y}{y''}}$$

$$\text{求時間 } t \quad dt = dx \cdot \sqrt{\frac{-y''}{y}}$$

$$\text{求減速度} \quad \text{減速度} = -\frac{g}{2} \cdot \frac{y''' \sqrt{1+(y')^2}}{(y'')^2}$$

有多數之點  $(x, y)$ 。即有多數之速度  $V$ 。由之可算出減速度。從而可求其抵抗。此法之長處。即以少數之試驗。可得抵抗表之大部分。

其後 C. F. Close 以相似之理想。有實驗方法如次。用同一之砲。以種種射角  $\varphi$ 。得種種之射程  $x$ 。將各個彈道綫。應用旋迴之理。得大彈道一系列之點。何則。因各點可以極坐標表之故也。故由上述計算法。可求得各點之速度。及減速度。從而抵抗可以速度之函數示之。

以前計算法。均帶有一種假設。謂彈丸長軸。常在彈道之切綫方向。即視彈丸為柱狀體。然而長彈迴轉。其實際彈道。實與此相反。長彈迴轉進行。其長軸與切綫實有傾斜。故有前進偏差。且有迴轉偏差。真抵抗者。指其在傾斜位置之法綫方向之抵抗而言。非指在切綫位置時言也。故上述之計算法。不能謂之精確。各點之偏差。無法解決故也。

對於 C. F. Close 之實驗法。應特別注意者。 $\varphi$  與  $x$  之間。其關係以數學的近似值式表之。此中之誤差。由三次微分。益形擴大。又有振動之誤差。如前進偏差及迴轉偏差。此等誤差。大小若何。其可以省略與否。均應考察。為避除誤差計。而有以下之實驗法。

將砲管裝在垂直位置。所用彈丸。仿 Neesen 之光彈發火裝置。在夜間用電氣發火。離砲位較遠之處。置照像鏡。在鏡後置一 120 生的高之鼓輪。鼓輪有垂直軸。以已知定速迴轉。在鼓輪上裝有寫真軟片。彈丸垂直上昇。迴轉之鼓輪上。畫一螺綫。由此曲綫之橫坐標。可知任意點之時間  $t$ 。由縱坐標可知相應之  $y$ 。次由微分法計算  $y'$  及  $y''$ 。 $y'$  為速度。 $y''$  為加速度。

$$\text{空氣抵抗 } W = -\frac{P}{g} y'' - P$$

速度及加速度為  $t$  之函數。故抵抗亦為  $t$  之函數。此種計算法。反對者尚少。計算彈

道表。自最大速度起。至零爲止。此種方法不精確之處。即寫真時所取之水平距離有誤差。及工場中製造彈丸時。彈重有誤差是也。至於發光體之燃燒。不影響於彈道。其假定亦應特別證明。

前進偏差。雖在垂直射擊。亦無法解決。惟大砲及彈丸加以適當選擇。則迴轉偏差。可以免除。是可注意。

上述試驗方法。須打破許多難關。若夫今日之所知者。只在方法可否實施。及所得結果可否適用而已。至於着手計劃。吾人今日尙無可能性也。

## § 12. 空氣抵抗之着力點

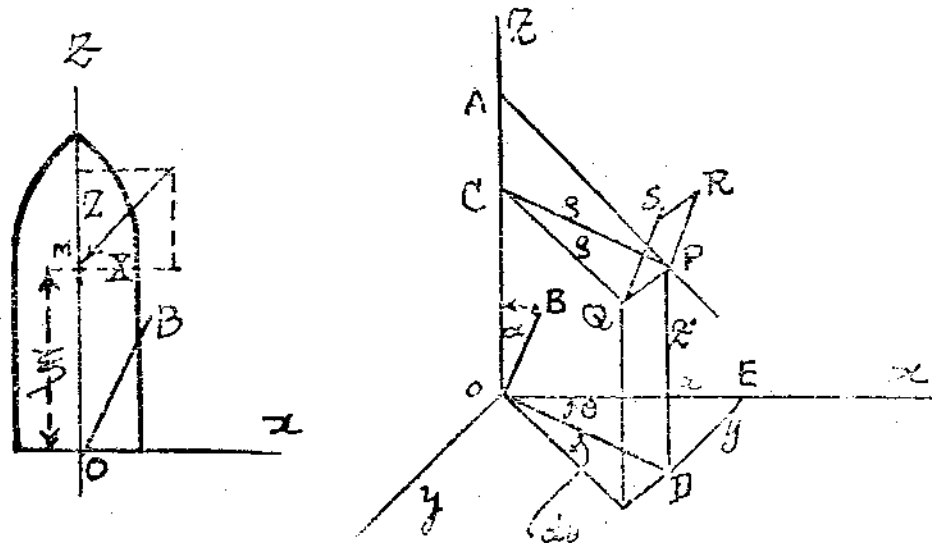
一平方生的之平面。以一定速度  $V$  在靜止空氣中進行。其正面抵抗令之爲  $k$ 。則有次之假定。在同一條件之下。 $f$  平方生的面上之抵抗爲  $f \cdot k$ 。茲將  $f$  平面。對於運動方向  $B$ 。置於斜立之位置。平面上之法綫  $N$ 。與運動方向  $B$  所成之角。爲  $\alpha$ 。則平面  $f$  上之抵抗。與  $\alpha$  角必有一種之關係。此種關係。一則根據實驗。(用小速度試驗。) 一則根據理論。

牛頓所主張者	抵抗 = $k \cdot f \cdot \cos^2 \alpha$
F. V. Loessl 所主張者	抵抗 = $k \cdot f \cdot \cos \alpha$
G. Kirchhoff 所主張者	抵抗 = $\frac{k \cdot f (4 + \pi) \cos \alpha}{4 + \pi \cos \alpha}$
Duchemin 所主張者	抵抗 = $k \cdot f \cdot \frac{2 \cos^2 \alpha}{1 + \pi \cos^2 \alpha}$

抵抗方向與平面成傾斜之時。斜立平面所受之壓力。分解於法綫方向。此種假定殆爲一致主張。猶須假定者。若  $f$  平面。以其所有之法綫與運動方向成角  $\alpha$ 。則抵抗在法綫方向。(第一假定。) 其抵抗之大。爲  $k \cdot f \cdot \cos^m \alpha$ 。(第二假定。)  $k$  者一平方生的之平面對於同一速度之正面抵抗也。又彈丸橫斷面。爲有限平面。其所受壓力。爲各小部分所受壓力之總和。(第三假定。)

茲以立體直角坐標。定彈丸之位置。彈丸迴轉進行。以  $z$  軸或彈丸長軸爲迴轉軸。彈底爲  $yz$  平面。重心之運動方向或彈道切線方向。平行於  $xz$  平面。與  $z$  軸成角  $\alpha$ 。則彈丸對於  $xz$  平面。一切關係均爲對稱。令  $x$  方向之抵抗分力爲  $X$ 。及  $z$  方向之抵抗分

力為 $Z$ 。其合力為 $\sqrt{X^2 + Z^2}$ 。此合力之着力點。在彈軸上之 $M$ 點。今吾人所欲求出者為 $M$ 之位置。



彈丸表面上之一點為 $P$ 。其坐標如次。

$$OE = x \quad ED = y \quad DP = z$$

或用圓柱坐標法。

$$\angle EOD = \theta \quad \text{動徑 } OD \text{ 并 } CP = r \quad DP = z$$

在 $P$ 點假想將彈丸剖切。其第一剖面。含彈丸長軸。為子午線。其第二剖面。則與長軸成垂直。在第一剖面。有 $ds = PR$ 。子午綫為無限短。在第二剖面。有 $PQ = r \cdot d\theta$ 。圓弧為無限短。則小部分之面積 $PQRS = df = r \cdot d\theta \cdot ds$ 。由第一假定。此小部分之抵抗方向為其法綫方向 $APN$ 。由第二假定。及第三假定。抵抗力之大為 $k \cdot df \cdot \cos^m \omega$ 。夫 $\omega$ 者。法綫方向與彈道切綫所成之角也。

令法綫 $AN$ 與 $X, y, z$ 三軸所成之角為 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 。

今 $AN$ 與 $CP$ 或 $OD$ 所成之角之餘絃為 $\frac{dz}{ds}$ 。即

$$\cos \beta_1 = \frac{dz}{ds} \cdot \cos \theta \quad \cos \beta_2 = \frac{dz}{ds} \cdot \sin \theta \quad \cos \beta_3 = \frac{dz}{ds}$$

運動方向或彈道切綫與三軸所成之角為 $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ 。則

$$\cos \gamma_1 = \sin \alpha \quad \cos \gamma_2 = 0 \quad \cos \gamma_3 = \cos \alpha$$

故  $\cos\omega = \cos\beta_1 \cos\gamma_1 + \cos\beta_2 \cos\gamma_2 + \cos\beta_3 \cos\gamma_3$

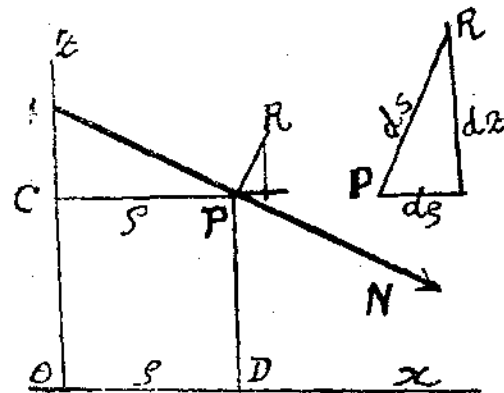
$$= \frac{dz}{ds} \cdot \cos\theta \cdot \sin\alpha + 0 - \frac{d\varrho}{ds} \cdot \cos\alpha$$

又對面上法綫抵抗  $k \cdot df \cdot \cos^m\omega$  之分力為

$$dX = k \cdot df \cdot \cos^m\omega \cdot \frac{dz}{ds} \cos\theta$$

$$dY = k \cdot df \cdot \cos^m\omega \cdot \frac{dz}{ds} \sin\theta$$

$$dZ = -k \cdot df \cdot \cos^m\omega \cdot \frac{d\varrho}{ds}$$



式中  $df = \int d\theta \cdot ds$  將  $dX, dY, dZ$  在彈丸表面上積分之。因彈丸對於  $yz$  平面。一切關係均為對稱。故  $Y$  常等於零。

空氣抵抗之着力點  $M$  自彈底之距離  $OM = \xi$ 。今欲求  $\xi$  之數值。則想像抵抗合力對於  $O$  點之迴轉力。此處所注意者。只有  $x$  方向之分力。何則。  $z$  方向之迴轉臂為零。又  $y$  方向之分力。已自對稱為零故也。  $df$  面上之法綫抵抗。在  $x$  方向之分力為

$$k \cdot df \cdot \cos^m\omega \cdot \frac{dz}{ds} \cdot \cos\theta \cdot \text{此力在彈軸}(z \text{ 軸}) \text{上之} A \text{點作用。而力臂 } OA = OC + CA$$

$$= z + \varrho \cdot \frac{d\varrho}{dz}$$

故 迴轉力  $= k \cdot df \cdot \cos^m\omega \left( z + \varrho \frac{d\varrho}{dz} \right) \cdot \frac{dz}{ds} \cdot \cos\theta$

各小部分迴轉力之總和為  $\xi \cdot X$ 。而  $X$  既經算出。則  $\xi$  可以知之。茲將各計算式列之如次。

$$X = k \cdot \iint \cos^m\omega \cdot \varrho \cdot dz \cdot \cos\theta \cdot d\theta \dots\dots\dots(1)$$

$$Z = -k \iint \cos^m\omega \cdot \varrho d\varrho \cdot d\theta \dots\dots\dots(2)$$

$$X \cdot \xi = k \cdot \iint \left( z + \varrho \frac{d\varrho}{dz} \right) \cdot \cos^m\omega \cdot \varrho \cdot dz \cdot \cos\theta \cdot d\theta \dots\dots\dots(3)$$

$$\cos\omega = \sin\alpha \frac{dz}{ds} \cdot \cos\theta - \cos\alpha \frac{d\varrho}{ds} \dots\dots\dots(4)$$

式中  $X$  爲垂直於彈丸長軸之抵抗分力。  $Z$  爲長軸上之抵抗分力。而抵抗合力爲  $\sqrt{X^2 + Z^2}$ 。  
 作用於長軸上之  $M$  點。自彈底之距離爲  $\bar{\xi}$ 。一般  $\beta$  角與  $\alpha$  角不相等。  $\tan \beta = \frac{X}{Z}$ 。  $\beta$  者  
 合力與彈軸所成之角。  $\alpha$  者彈軸與彈道切綫所成之角也。  $k$  爲單位面積之正面抵抗。其  
 時速度爲  $V$ 。取牛頓法則。  $m=2$ 。若取 Lössl 法則。  $m=1$ 。至於方程式  $\varrho = f(z)$ 。爲  
 彈丸子午綫。由彈丸之外形而定。

關於彈丸受抵抗之部分。完成積分如次。即  $z$  之界限。自彈底至頂尖。  $\varrho$  之界限。  
 自最內至最外。  $\theta$  之界限。自  $0$  至  $2\pi$ 。是爲假定全曲面在氣流中受有抵抗者。否則須  
 顧及彈丸之形狀。並須確定  $\alpha$  角也。

此種計算特別繁雜。st. Robert 取牛頓之假定。令  $m=2$ 。W. Gross 則取 Lössl 之  
 假定。令  $m=1$ 。對於種種彈丸。施行計算。此外足令人注意者。即 Gross 之計算。不  
 過數學上之近似值而已。其他施行計算者。尚有 Sparre, v. Wuich, Mayevski, Siacci,  
 Ceyarbonnier 諸人。

例一 中空圓柱體之兩端爲平圓。半徑爲  $R$ 。高爲  $a$ 。求其表面之抵抗。又計算其  
 分力及着力點之位置。假定  $m=2$ 。

解 子午綫之方程  $\rho$  爲  $\varrho = R$ 。即  $d\varrho = 0$ ,  $ds = dz \cos \omega = \sin \alpha \cdot \cos \theta$

$$\text{故 } X = k \cdot R \cdot \sin^2 \alpha \iint \cos^3 \theta \cdot d\theta \cdot dz$$

$$Z = 0 \quad (\text{因 } d\varrho = 0 \text{ 而圓柱體爲中空故也})$$

$$X \cdot \bar{\xi} = k \cdot R \sin^2 \alpha \iint \cos^3 \theta \cdot d\theta \cdot z \cdot dz$$

圓柱體之表面。只有一半直接受空氣抵抗。故  $\theta$  之界限。自  $\theta = -\frac{\pi}{2}$  至  $\theta = +\frac{\pi}{2}$ 。

又  $z$  之界限自  $z=0$  至  $z=a$ 。

$$\text{即得 } X = \frac{4}{3} k \cdot R \cdot a \cdot \sin^2 \alpha$$

$$X \cdot \bar{\xi} = \frac{2}{3} k \cdot R \cdot a^2 \cdot \sin^2 \alpha$$

$$\text{從而 } \bar{\xi} = \frac{a}{2}$$

意謂着力點在圓筒之中心。若圓筒上端以圓面  $R^2 \Pi$  正交閉塞。則  $Z = k \cdot R^2 \Pi \cdot \cos^2 \alpha$   
(據牛頓法則)

$$\text{從而 } \tan \beta = \frac{X}{Z} = \frac{4a}{3\pi R} \tan^2 \alpha$$

例二 圓錐體半徑  $R$ 。高為  $h$ 。假定同前  $m=2$

解 子午綫即起綫之方程式為  $S = \frac{R}{h}(h-z)$

$$\frac{d^2}{dz} = -\frac{R}{h}, \quad \frac{ds}{dz} = \frac{\sqrt{h^2+R^2}}{h}, \quad \frac{d^2}{ds} = \frac{-R}{\sqrt{h^2+R^2}}$$

$$\cos \omega = \frac{h \sin \alpha \cdot \cos \theta + R \cos \alpha}{\sqrt{h^2+R^2}}$$

$$\text{即 } X = \frac{k \cdot R \cdot h}{h^2+R^2} \iint \left( \sin \alpha \cdot \cos \theta + \frac{R}{h} \cos \alpha \right)^2 (h-z) \cdot dz \cdot \cos \theta \cdot d\theta$$

$$Z = \frac{k \cdot R^2}{h^2+R^2} \iint \left( \sin \alpha \cdot \cos \theta + \frac{R}{h} \cos \alpha \right)^2 (h-z) \cdot dz \cdot d\theta$$

$$X \cdot \xi = \frac{k \cdot R \cdot h}{h^2+R^2} \iint \left( \sin \alpha \cdot \cos \theta + \frac{R}{h} \cos \alpha \right)^2 \left[ z - \frac{R^2}{h^2}(h-z) \right] \cdot (h-z) \cdot dz \cdot \cos \theta \cdot d\theta$$

$z$  之界限自 0 至  $h$  積分之

$$X = \frac{k \cdot R \cdot h^3}{2(h^2+R^2)} \int \left( \sin \alpha \cdot \cos \theta + \frac{R}{h} \cos \alpha \right)^2 \cdot \cos \theta \cdot d\theta$$

$$Z = \frac{k \cdot R^2 \cdot h^2}{2(h^2+R^2)} \int \left( \sin \alpha \cdot \cos \theta + \frac{R}{h} \cos \alpha \right)^2 \cdot d\theta$$

$$X \cdot \xi = \frac{k \cdot R \cdot h^2(h^2-2R^2)}{6(h^2+R^2)} \int \left( \sin \alpha \cdot \cos \theta + \frac{R}{h} \cos \alpha \right)^2 \cdot \cos \theta \cdot d\theta$$

$$\text{從而對於各種 } \alpha \text{ 之角有 } \xi = \frac{h^2-2R^2}{3h}$$

關於  $\theta$  之積分。分爲兩種。(如圖之一及=)第一種。角  $\alpha$  小於圓錐軸與圓錐面所成之角。全曲面直接受空氣抵抗。是即  $\tan \alpha < \frac{R}{h}$  之時也。第二種  $\tan \alpha > \frac{R}{h}$  之時。曲



面只有一部分直接受空氣抵抗。

在第一種  $\tan \alpha < \frac{R}{h}$   $\theta$  之界限自  $\theta = -\pi$  至  $\theta = +\pi$

$$\int_{-\pi}^{\pi} \cos^3 \theta d\theta = 0 \quad \int_{-\pi}^{\pi} \cos^2 \theta d\theta = \pi \quad \int_{-\pi}^{\pi} \cos \theta d\theta = 0$$

$$\text{故 } X = \frac{k \cdot h^2 R^2 \pi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{h^2 + R^2}$$

$$Z = \frac{k \cdot h^2 R^2 \pi \cdot \left( \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha \cdot \frac{2R^2}{h^2} \right)}{2(h^2 + R^2)}$$

在第二種  $\tan \alpha > \frac{R}{h}$  曲面只有一部分直接受空氣抵抗。令  $\cos \omega$  爲正。(  $\omega$  者法線與運動方向或氣流方向所成之角也。 ) 關於  $\theta$  之積分有次之界限。即氣流平行線與圓錐曲面切觸之時。或  $\cos \omega = 0$

$$\text{即 } h \sin \alpha \cdot \cos \theta + R \cos \alpha = 0$$

$$\cos \theta = - \frac{R}{h} \cot \alpha$$

角  $\gamma$  之決定由次之方程式

$$\cos \gamma = \frac{R}{h} \cot \alpha \quad \text{或} \quad \gamma = \cos^{-1} \left( \frac{R}{h} \cot \alpha \right)$$

故得積分之界限爲  $\theta = -\pi + \gamma$  及  $\theta = +\pi - \gamma$  而積分所需者只有次之三式

$$\int_{-\pi + \gamma}^{+\pi - \gamma} \cos^3 \theta d\theta = \frac{2}{3} \sin \gamma (2 + \cos^2 \gamma)$$

$$\int_{-\pi + \gamma}^{+\pi - \gamma} \cos^2 \theta d\theta = \pi - \gamma - \sin \gamma \cdot \cos \gamma$$

$$\int_{-\pi + \gamma}^{+\pi - \gamma} \cos \theta d\theta = 2 \sin \gamma$$

$$\text{令 } \int_{-\pi + \gamma}^{+\pi - \gamma} \left( \sin \alpha \cdot \cos \theta + \frac{R}{h} \cos \alpha \right)^2 \cos \theta d\theta = P$$

$$\int_{-\pi+\gamma}^{+\pi-\gamma} \left( \sin \alpha \cdot \cos \theta + \frac{R}{h} \cos \alpha \right)^2 d\theta = Q$$

將括弧自乘而積分之則得

$$P = \frac{2}{3} \sin^2 \alpha \sin \gamma (2 + \cos^2 \gamma) + \frac{2R}{h} \sin \alpha \cos \alpha (\pi - \gamma - \sin \gamma \cdot \cos \gamma) + \frac{R^2}{h} \cos^2 \alpha \cdot \sin \gamma$$

$$Q = \sin^2 \alpha (\pi - \gamma - \sin \gamma \cdot \cos \gamma) + \frac{4R}{h} \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \sin \gamma + \frac{2R^2}{h^2} (\pi - \gamma) \cos^2 \alpha$$

或以  $\alpha$  之式代入  $\gamma$  則得

$$P = \frac{2}{3} \left( \frac{R^2}{h^2} \cos^2 \alpha + 2 \sin^2 \alpha \right) \sqrt{1 - \frac{R^2}{h^2} \cot^2 \alpha} + \frac{2R}{h} \sin \alpha \cdot \cos \alpha \left[ \pi - \cos^{-1} \left( \frac{R}{h} \cot \alpha \right) \right]$$

$$Q = \left( \frac{2R^2}{h^2} \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha \right) \left[ \pi - \cos^{-1} \left( \frac{R}{h} \cot \alpha \right) \right] + \frac{3R}{h} \sin \alpha \cdot \cos \alpha \sqrt{1 - \frac{R^2}{h^2} \cot^2 \alpha}$$

由是  $\tan \alpha > \frac{R}{h}$  之時

$$X = \frac{k \cdot h^3 R \cdot P}{2(h^2 + R^2)}$$

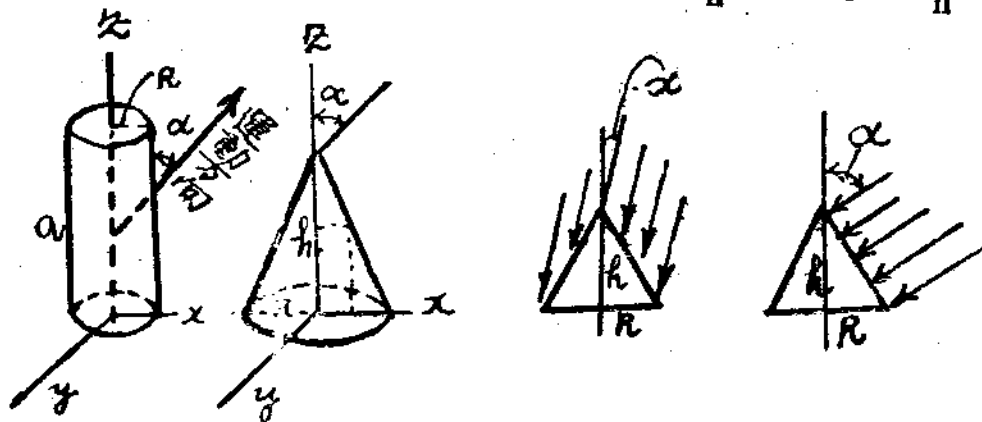
$$Z = \frac{k \cdot h^2 R^2 \cdot Q}{2(h^2 + R^2)}$$

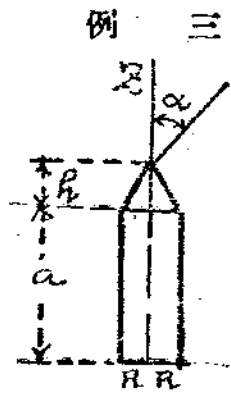
例一

例二

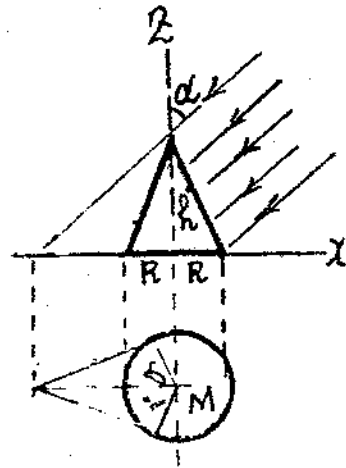
例二之一  
 $\tan \alpha < \frac{R}{h}$

例二之二  
 $\tan \alpha > \frac{R}{h}$





例二之二



例三 圓錐與圓柱之合成體 (假定同前)

第一種  $\tan \alpha < \frac{R}{h}$  之時

將前兩例。用簡單加法。得

$$X = k \cdot \frac{4}{3} R a \sin^2 \alpha + \frac{k \cdot h^2 R^2 \pi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{h^2 + R^2}$$

$$Z = \frac{k \cdot h^2 R^2 \pi \left( \sin^2 \alpha + \frac{2R^2}{h^2} \cos^2 \alpha \right)}{2(h^2 + R^2)}$$

$$X \cdot \bar{\xi} = k \cdot \frac{2}{3} \sin^2 \alpha \cdot a^2 R + \frac{k \cdot h^2 R^2 \pi \cdot \sin \alpha \cos \alpha}{h^2 + R^2} \left( a + \frac{h^2 - 2R^2}{3h} \right)$$

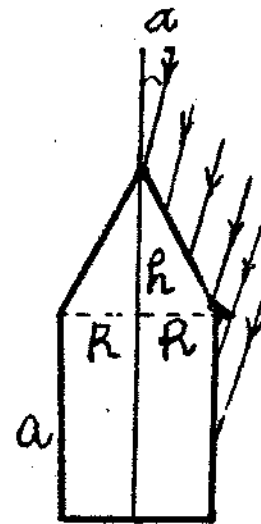
$$\text{即 } \bar{\xi} = \frac{\frac{2}{3} a^2 \sin \alpha + \frac{h^2 R \cdot \pi}{h^2 + R^2} \left( a + \frac{h^2 - 2R^2}{3h} \right) \cos \alpha}{\frac{4}{3} a \sin \alpha + \frac{h^2 R \pi \cos \alpha}{h^2 + R^2}}$$

第二種  $\tan \alpha > \frac{R}{h}$  之時

$$X = k \cdot \frac{4}{3} R a \sin^2 \alpha + \frac{k \cdot h^3 R P}{2(h^2 + R^2)}$$

$$Z = \frac{k \cdot h^2 R^2 Q}{2(h^2 + R^2)}$$

$$X \cdot \bar{\xi} = \bar{\xi} k \cdot \frac{2}{3} \sin^2 \alpha \cdot a^2 \cdot R + \frac{k \cdot h^3 R}{2(h^2 + R^2)} \left( a + \frac{h^2 - 2R^2}{3h} \right) \cdot P$$



$$\xi + \frac{\frac{2}{3}a^2 \sin^2 \alpha + \frac{h^2 P \left( a + \frac{h^2 - 2R^2}{8h} \right)}{2(h^2 + R^2)}}{\frac{4}{3}a \sin^2 \alpha + \frac{h^2 P}{2(h^2 + R^2)}}$$

例四 W. Gross 將彈丸之帶有蛋形部者。據 Lössl 法則略算抵抗如次。(m=1)

蛋形部半徑爲口徑之二倍。

$$W = kR^2 \pi (0.3655 + 1.366 \sin^2 \alpha)$$

蛋形部半徑爲口徑之二倍半。

$$W = kR^2 \pi (0.3312 + 1.6344 \sin^2 \alpha)$$

以上二式。對於  $\alpha$  之值。在  $\sin \alpha = 0.3$  以下。可以合用。

k 者小部分以同一速度正面運動時之抵抗也。譬如在上之第二式。若在切線方向內。則抵抗力爲  $kR^2 \pi \cdot 0.3312$ 。

合力之着力點 M 自彈底之距離  $\xi$ 。經 W. Gross 對於榴彈 (全長三倍半口徑，彈頭高一倍半口徑。) 算出如次。但 2R 爲彈丸直徑。而  $\xi$  以 R 之倍數表之。

$\sin \alpha = 0.1$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\xi = 5.3$	4.8	4.4	4.1	3.9	3.7	3.5	3.4	3.3	3.0 (R倍)

重心自彈底之距離爲 2.97 倍半徑。即彈丸完全橫置之時。合力作用於重心。對於小角  $\alpha$ 。着力點約在彈頭之中部。

又據牛頓法則。m=2。一般着力點在重心之前。對於小角。則在彈頭之尖端。 $\xi$  之值。與  $\alpha$  常有連帶關係。其無關係者。只在平截圓柱體與柱錐合成體之大部  $h=0.41R$  者而已。至於速度 V 之關係。則已包含於因子 k 之內。

補註 着力點之距離  $\xi$ 。據 Th. Vahlen 之理論。有結果如次。 $\alpha$  爲小角之時。 $\xi$  之值在斜流 (即  $\alpha=0$ ) 與直流 (即  $\alpha=0$ ) 之間。有一定之比。其比之值爲  $\alpha^2$ 。又 P. Charbonier 謂着力點在彈丸頭部之中央。但以  $\alpha$  之不甚大者爲限。

#### 本節注意事項

關於上述之計算。有異議如次。第一。最初所述三種假定。殊不確實。第二。縱令假定爲確實。m 亦無適合之值。第三。空氣倚附彈丸流去。造成波流及渦流。未

曾顧到。且數學上亦有不能圓滿顧到者。自他方面觀察。彼實驗時期之計算。欲求加以證明。今亦不能也。最希望者。因彈丸斜置之影響。含於彈丸偏差之內。以致射程減小。彈丸偏落。此種法則之智識。甚為重要。根據此種基礎。然後再選實驗方法。是為要着。

一八七五年 E. Kammer 氏特就  $\bar{x}$  與  $\alpha$  之關係。施行試驗。惟其試驗之計劃。只用低速度。且不用迴轉。其研究所得。對於迴轉彈頭之一定形狀。在  $\bar{x}$  與  $\alpha$  之間。有次之關係  $\alpha = f(\bar{x})$ 。由是選擇  $\bar{x}$  之他值。而求其相應之  $\alpha$ 。遂下結論如次。

在水平軸之周圍。彈丸模型(用厚紙製成)善為裝置。使之易於運動。然後彈丸以每秒約 8 米達之速度。在靜止空氣中運動。(用迴轉裝置。彈丸模型掛於長二米達之臂上。此臂可繞垂直軸而迴轉。)假定只有頭部在抵抗作用之下。於多數之橫軸上。決定平衡之點。橫軸自彈底之距離為前述之  $\bar{x}$ 。由是測出  $\alpha$  角。 $\alpha$  角各次不同。即長軸方向亦各次不同也。其他一切壓力必定消去。固自然之事。重力與壓力。同互相消殺。因重心在構造上常居橫軸上之位置故也。

Kammer 氏。就平面。圓柱。柱錐合成體。半球面與半橢圓體之合成體。及毛瑟式槍彈四磅榴彈等。施行觀測。研究之程序。再圖改良。是為其第二步工作。

榴彈研究之結果如次。

圓柱體高  $a = 112.5m/m$       半徑  $R = 37.5m/m$

蛋形部高  $h = 47.5m$       (蛋形部為半球體)

$\bar{x}$ (米里)	$\alpha$ (度)	$\bar{x}$ (米里)	$\alpha$ (度)	$\bar{x}$ (米里)	$\alpha$ (度)
63	86	84	64	98	33
70	83	86	55	100	32
72	82	98	48	102	30
74	79	90	43	104	25
76	73	92	39	106	23
78	70	94	36	108	21
80	69	96	34	110	18
82	68				

若氣流與彈軸成小角 $\alpha$ 。則着力點愈近於圓柱部之上端。即 $\xi = 112.5$ 是也。角度再小於 $18^\circ$ 。則試驗不能得一定之結果。此時牛頓有次之假定。

$$\xi = \frac{\frac{3}{8}aR\pi + a^2 \tan \frac{\alpha}{2}}{\frac{3}{8}R\pi + 2a \tan \frac{\alpha}{2}}$$

上式中 $a$ 為圓筒部之高。 $2R$ 為口徑。用此式令 $\alpha = 0$ 。則 $\xi = a$ 。與實驗一致。否則計算之 $\xi$ 。與觀測之 $\xi$ 。無論 $\alpha$ 如何。必不符合也。

夫試驗之速度每秒8米達。殊不足為標準。何則。速度至每秒1000米達。其法則自當不同也。然用速度推論。容或有之。故猶有大困難存焉。何則。對於靜止模型以氣流為長時間之作用。則氣流在模型前必占確實之平行方向。且空氣之速度。在每平方生的橫斷面上。必有相等之大。於此應知每秒之工作量。又特別裝置。用以觀測在某一點空氣之方向及速度者。實為必需。而在該點附近。尤須使裝置不妨害氣流本身為宜。

(未完)

論

說

# 論 說

## 各國軍用火藥之現狀

李 待 琛

### 一、主要發射藥

#### A. 硝化纖維性無烟藥 Nitrocellulose Powders

法國B火藥 係法國Vielle氏所發明，因Boulanger將軍而命名，1884年法國制式步槍Lebel採用之，是為無烟藥之嚆矢。B火藥由強弱棉藥用醋酸依托溶解而成，其製造作業之特點，在浸於50°-80°C之熱水中以除去溶劑。其成分幾經變更，現用Amyl alcohol或Diphenylamine為安定劑，成分如下：

	槍藥(方片)	砲藥(帶狀)
弱棉藥	26	40
強棉藥	65	50
Amyl alcohol	8	8
膠化劑	—	1
水分	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{100}$

至其形狀，槍藥作小方形，砲藥為各種尺度之帶狀。其記號因火藥之用途而定，如BF為槍藥，F由Fusil而來；BC為野砲藥，C由Campagne而來；BGC為大口徑砲藥，GC由Gros Calibre而來；BM為海軍砲藥，M由Marine而來等是。

法國有BN火藥者，由棉藥加以硝酸鹽類而成，充民間之用。

最近以B火藥對於要求大威力之火砲，尚虞効力不足，正從事硝化甘油性火藥之研究云。

德國硝化纖維性無烟藥 分為三類如下：



(a) 小片藥 用於小口徑砲，步槍，機關槍，手槍。此藥主要成分，為強弱棉藥，溶解於醋酸依托製成小片後，再用Centralite或樟腦施表面膠化，使其漸猛性，並減低其最大壓力。其安定劑為Diphenylamine。

(b) 長管藥 用於野戰用長管砲，或要塞砲，由強棉藥，與弱棉藥之混合物而成，含有Centralite，一以使燃速整齊，一以使造粒容易，且可以減少砲口火燄也。

(c) 短管藥 有用於榴彈砲者(以10公分者為主)；有用於迫擊砲者，管壁極薄，燃燒至速，如空放火藥然。

德國槍藥，用S.P.(S-Pulver)記號，管狀藥用R.P.(Röhren-pulver)之記號表示之；如R.P. 05為野砲藥是。茲將其成分列舉如下：

	槍藥(方片)	砲藥(管狀)
弱棉藥	24.0	21.0
強棉藥	72.5	70
Centralite	0.5	5
Diphenylamine	0.5	—
重吐酒石酸鉀	—	2
碳酸鈉	0.7	—
膠化劑	0.5	0.7
水分	1.3	1.3
	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>

美國硝化纖維性無烟藥 與法國B火藥相類，惟其表面膠着緩燃劑Dinitrotoluene。槍藥為短針狀，中有一縱孔；砲藥為圓柱狀，有七縱孔。比重比B火藥大。上述之形狀與緩燃劑，皆以調整燃速為目的，使火藥具有漸猛性，與理想的火藥相近，但事實上多孔火藥，燃燒之間，易起崩壞作用，難獲預期之結果。

歐戰以來，軍事家深惡發砲時砲口之火光，又希望火藥在貯存中不至變動彈道性能，美國應軍事上之要求，頗致力於無燄不吸溼火藥之研究，此種火藥在美國稱為FNH火藥，即Flassless and Nonhygroscopic之意；僅無吸溼性者，則稱NH火藥。美國對於

75mm山砲，150mm榴彈砲等已造成FNH火藥，對於155mmG.P.F.砲，已造成NH火藥。

其他各國之硝化纖維性無烟藥 瑞士，蘇俄，荷蘭，比利時，羅馬尼亞，西班牙，巴西軍用無烟藥，及日本陸軍用無烟藥，皆屬硝化纖維性無烟藥，其成分參看另表。

#### B. 硝化甘油性無烟藥 Nitroglycerine Powders

英國 Cordite 當B火藥在法國發明之際，英國政府即任命一委員會，研究軍用無烟藥，因F. Abel及J. Dewar兩氏試驗之結果，遂于1888年發明 Cordite。此藥主要成分，為硝化甘油與強棉藥，溶劑用Aceton，拋射効力比硝化棉火藥為大，然爆溫及壓力較高，故在南非戰爭使用後，因砲管之侵蝕甚烈，將其成分變更而成 Cordite M. D.。欲得同一之威力，Cordite M. D.需要之量比 Cordite 之量為多，但其侵蝕作用，可大減少。

至其形狀，Cordite概為圓棒狀，Cordite M. D.則有作管狀者。

英國Chillworth火藥廠，數年來製造一種硝化甘油更少之無烟藥，名Chillworth火藥，溶劑仍用Aceton，侵蝕作用極小，約與B火藥相等，其成分為弱棉藥71，硝化甘油23，凡士林5，炭酸曹達1。

茲將各種Cordite之成分列舉如下：

	Cordite	Cordite M. D.
強棉藥	36	63
硝化甘油	57	30
凡士林	5	5
膠化劑	1.5	1.5
水分	0.5	0.5
	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>

意大利Ballistite 1887年，Alfred Nobel氏發明一種無烟藥名 Ballistite，合法國之B火藥，英之Cordite，同為無烟藥之典型。此藥由弱棉藥與硝化甘油各半而成，不用揮發性之溶劑，硝化甘油，即作溶劑之用。Ballistite發明後，即被意大利政府採用，

加以少許溶劑，將原來之扁平狀，變為圓棒狀，改稱Filite。後因其侵蝕甚烈。乃將硝化甘油，減至33%，但為援助膠化，須使用Aceton，又因Aceton之存在，所用棉藥，不必全為弱棉藥，可混用一部分強棉藥，其平均硝化度為N12.4—12.6，約50%可溶於酒精依托，又加安定劑Centralite 11.5(以前用Mineral jelly1—3%)，是為Solenite，其形狀為短管，透明，作淡褐色。

茲將Filite，Solenite之成分列舉如下：

	Filite	Solenite
弱棉藥	49	30
強棉藥	—	35
硝化甘油	49	33
Centralite	—	1.5
亞尼林	0.5	—
樟腦	1.0	—
水分	0.5	0.5
	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>

Filite 中之硝化甘油一部分，有時用TNT代之。

德國硝化甘油性無烟藥 因硝化甘油之含量不同，分為數種：

a) 含硝化甘油40%左右者 其成分除硝化甘油外為棉藥及安定劑 Certralite若干，均係陸軍曲射砲用。其中有 10cm及15cm 榴彈砲用之立方形火藥 W.P.(Würfel pulve:)，爆溫雖高，然因砲管短，侵蝕作用極小；有 21cm白砲及28cm 榴彈砲用之環狀火藥 (Ringpulver)，因立方藥被火藥瓦斯之高壓壓成不規之藥塊，致燃燒不整齊，故改用環狀藥，有迫擊砲用之扁片火藥，(Plattenpulver)，此藥威力大，而易燃燒，能滿足諸彈道性能。

b) 含硝化甘油20—30%者 此藥用Aceton 膠化，製成管狀，在1912年以前，所有海軍砲採用之，又含有少量之凡士林，氫酸鉀，Sodiumbicarbonate 以為安定劑，并減少砲口火光。此藥拋射効力大，而壓力極小。其缺點，在大口徑砲藥，管壁甚厚，其

乾燥，需時甚長，故不便于作重砲發射藥之用。

c) 含硝化甘油25%及膠化劑者 用4-7%之Centralite或Urethan為膠化劑及安定劑，不用其他溶劑，故製造只需數日，貯存中彈道性能不至變更，其燃燒溫度及砲管之侵蝕，與硝化棉管狀藥相等。此種火藥，用於所有大口徑之海軍砲，及42cm 榴彈砲(陸軍)。

歐戰中，因硝化甘油缺乏，其一部分曾以三與二硝化托魯因之混合物代之。

茲將德國此類火藥成分略舉如下：

	槍藥	砲藥
弱棉藥	60	31
強棉藥	—	31
硝化甘油	3 <sup>o</sup> .5	30
Centralite	1.0	7
水分	0.5	0.5
	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>

其他各國之硝化甘油性無烟藥 日本海軍採用Cordite M.D.; 諾威採用一種Ballistite，但含有硝化Naphthalene 5.0%；美國三吋迫擊砲及獵槍採用一種Ballistite；奧國採用Ballistite為獵槍藥，但含硝酸鎂18-20%；英國Kynoch Lt.廠所出Axite 獵槍藥屬Cordite；Eley Bros，廠所出之Moddite獵槍藥與Solenite相類。

## 二、主要炸藥及爆破藥

A. 辟克林酸類 Picri: Acid

法國 Melinite

德國88式炸藥

日本黃色藥(陸軍)

日本下瀨火藥(海軍)

瑞典 Coronite

西班牙 Picrinite

以上均係純粹之辟克林酸。辟克林酸爲酸性，由石炭酸硝化而成，爲淡黃色之細小結晶，其味極苦，有毒，吸溼性小，破壞力大，熔融點 $122^{\circ}\text{C}$ ，對於衝擊摩擦爲鈍感，即被槍彈貫徹，不至爆發，但與錫及鉛以外之鉛銹等金屬，易於化合成危險性之鹽類，。爲各種砲彈飛機炸彈之炸藥及傳導藥，又作騎兵與工兵之爆破藥。

1886年，法國採用 Melinite 爲開花彈之炸藥，是爲此種炸藥採用之嚆矢。

英國 Lyddite 其成分，爲辟克林酸87，Dinitrobenzene 10，凡士林 3，其用途如上述。

法國 Cresylite 第三號 其成分爲 Nits Cresol 60，辟克林酸40。此種混合物熔融點，爲攝氏 $85^{\circ}$ ，在 $65^{\circ}-70^{\circ}$ 變成膠狀。用途如上。

美國 Dunnite(或D)火藥 爲辟克林酸鈣 Ammonium Picrate 因其對於震動，摩擦等感覺極鈍，故以作破甲彈之炸藥，此藥不熔於熱，故裝填砲彈須用搗壓，吸溼性極小

日本茶黃藥 爲黃色藥及茶褐藥 (TNT) 之混合物，其成分任意，兼有茶褐藥之安定性與黃色藥之威力，爲各種砲彈之炸藥，并作爆破藥，

日本黃那藥 爲黃色藥，混入 Dinitronaphthalene 若干熔融而成者，威力雖較小，然易熔，鈍感，宜于作砲彈之炸藥。

B. 三硝化托魯因類 Trinitrotoluene.

法國 Tolute

德國 Trotyl

英、美、奧、比、俄等國 T.N.T.

意大利 Tritolo

日本茶褐藥

以上皆爲純粹之三硝化托魯因，性質安定，爲中性，破壞力較之辟克林酸稍遜，然更爲鈍感，可隨意截斷穿孔，直接裝入彈內，但長久暴露于直射日光則變質，以普通之加熱，不至引起爆發，熔融點爲 $80.5-80.6^{\circ}\text{C}$ ，吸溼性少，用熔鑄法裝入彈內，普通用

Tetryl 爲傳導藥。

比國 Macarite 其成分爲 TNT 30，硝酸鉛 Lead Nitrate 70，比 TNT 不但吸溼性少，威力大，且其比重亦大，爲大口徑砲彈炸藥之用。

C. 三硝化克列梭類 Trinitrocresol

法國 Cresylite 用 Cresol 代石炭酸造成之炸藥，比辟克林酸威力較弱，但熔融點低(約 100°C)，在 65°C 軟化，可裝填砲彈；此藥單獨或與辟克林酸混合使用。爲一部分砲彈之炸藥。

奧國 Ecrasite Creoylite 之硝酸銨鹽，爲各種砲彈之炸藥。

D. 四硝化滅其爾亞尼林類 Tri nitro-phenyl-methyl-nitramine. Tetranitromethylamine

美、德、法 Tetryl 其破壞力較辟克林酸 TNT 爲大，但因價昂銳感，尙不能作破壞用大藥，因其起爆力大，故添裝於爆破用雷管內，以作起爆劑，又多作砲彈，水雷炸藥之傳導藥。中性，有毒，熔融點爲 128—130°C。

日本茗亞樂 卽 Tetryl。

E. 棉藥類 Nitro-Cellulose

德國 98 式炸藥 爲一部分砲彈及水雷炸藥。

F. 硝酸鹽類炸藥 Nitrate Explosives

黑色藥 爲礮石 75，硫黃 10，木炭 15 之混合物，作子母彈及舊式砲彈之炸藥，及點火藥。

英、美、德、Amatol 爲 TNT 與硝酸銨  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  之混合物，先將 TNT 熔融，然後將硝酸銨混入使其各微粒全被 TNT 膠着。其混合比例不定，如英國分爲兩種如下：

第一種 硝酸銨 80, TNT 20, 飛機炸彈用之。

第二種 硝酸銨 40, TNT 60, 砲彈用之。

日本硝斗藥 與 Amatol 相類，爲硝酸銨與 TNT 之混合物，作野砲十五生的榴彈等之炸藥，其中尤以鋼性鐵彈及迫擊砲彈爲多。吸溼性大。須用茗銨藥起爆方完全爆發。

法國 NT 火藥 與上相同

德國 Donarite 其成分爲硝酸銻 80, TNT 12, 硝化甘油 3.8 木粉 4 等作爆破用, 及地雷, 手榴彈, 迫擊砲彈之炸藥。

德國 Bellite 爲硝酸銻 83.5—93.5 硝化扁振 16.5—6.5, 用途與前項同。

德國 Westfalite 其第一號爲硝酸銻 95, 樹脂 5, 第二號爲硝酸銻 91, 硝酸鈉 4, 樹脂 5, 用途與前項同。

奧國 Ammonal 其成分, 如 Ammonal B 爲硝酸銻 93—95.5, TNT 2—3 鉛粉 2.5—3.5, 作爆發藥及大中口徑砲彈水雷炸藥之用。與此類似之火藥, 各國均造之。

法國 N 火藥 亦稱爲 Favier 火藥, 其 N<sub>1</sub>a 成分, 爲硝酸銻 95, 三硝化 Naphthalene 5, N<sub>1</sub>b 爲硝酸銻 91.5, 硝化 Naphthalene 8.5, 作爆破藥及砲彈炸藥之用。惟其吸溼性大, 保存須注意。

日本硝那藥 與上述 N 火藥 N<sub>1</sub>b 相類, 用途亦同。

#### G. 綠酸鹽類火藥 Chlorate Explosives

日本鹽斗藥 其成分爲綠酸鉀, 二硝化托魯因及蓖麻子油, 爲鑄鐵彈手榴彈等之炸藥及工兵爆破藥, 吸溼性不大, 但對於衝擊爲銳感, 故發射衝擊較大之砲彈, 不能使用。

日本鹽那藥 其成分爲綠酸鉀與硝化 Naphthalene, 蓖麻子油, 性質與鹽斗藥相同。作飛機炸彈, 及迫擊砲彈炸藥用。

法國 Sprengel 火藥 由助燃劑之綠酸鉀, 二酸化錳粉末, 及可燃劑之硝化扁振, 及石油或蠟油兩部分而成, 至使用時始行配合, 故絕對安全。此藥配合後, 即帶爆發性, 如衝擊摩擦感覺銳敏。作爆破藥之用。此種爆藥在嚴冬不凍, 所發之瓦斯無害, 但其威力究不齊一, 在法國稱 03 火藥, 又稱 Promethee。

美日 Baek-a-roct 即 Sprengel 火藥內之二酸化錳代以酸化鐵者, 作爆破用火藥。

法國 Cheddite 其成分如其 01 號 Type 41 爲綠酸鉀 80, 蓖麻子油 8, 一硝化 Naphthalene 12, 其 05 號, 爲綠酸鈉 79 蓖麻子油 5, 二硝化托魯因 16, 作爆破藥及手榴彈炸藥。

日本 Carit 其成分爲過綠酸銻, 矽酸鐵, 木粉, 重油, 作炸破藥用。

英法瑞典 Carlit 其成分與日本 Carlite 同惟不含重油, 作炸破藥及迫擊砲彈, 飛機炸彈之炸藥。

英、比Permonite 其成分為過綠酸鉀 31—34 硝酸銨 39—43 TNT 11—13 硝化甘油 3—4 澱粉 5—9 木粉 1.3—3.5 等作爆破藥，及飛機，炸彈，炸藥之用。

比國Yonckite 其成分為過綠酸鉀 25—20 硝酸銨 30—27 硝酸鈉 13—27，硝酸 10—6，TNT 10—20，食鹽 20—0，為爆破藥，飛機炸彈炸藥之用。

法國Blastine 其成分為過綠酸鈉，硝酸鈉，二硝化托魯因，石蠟等，用途如前種。

H.硝化甘油破壞藥 Nitroglycerine High Explosives

Kieselguhr Dynamite 硝化甘油，欲用之為破壞藥，須用適宜之物質吸收之，Nobel於1866年發見一種吸收劑名矽藻土 Kieselguhr，可吸收其重量三倍之硝化甘油。此物產於德國 Lüneburger，即 Hanover 之北，奧國，蘇格蘭，諾威，奧洲亦有此出產，含矽酸甚多，在 70% 以上，多含貝殼等之遺骸，以此吸收硝化甘油之 Dynamite 稱 Kieselguhr Dynamite；在英國又名 Great Britain Dynamite NO.1，或 Simple Dynamite；在美國名 Giant Powder。英國 Dynamite NO.1，之成分如下(據 Dupres)：

硝化甘油	73.62	73.98
矽藻土	25.70	25.00
炭酸鈣	0.19	0.16
其他溶解性物質	0.11	0.24
水分	0.38	0.62
	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>

法國亦造此類 Dynamite，其使用最廣者，為第一號，含硝化甘油 75% 矽藻土 25%，其第二號含硝化甘油 35%，第三號 25%。

American Dynamite 硝化甘油含有過量之養氣，即將其炭分完全養化為二養化炭，尚有多餘，故吸收劑以用有機物如木粉等為宜。又為木粉等之養化完全起見，以加硝酸鹽類為宜，茲將美國 Dynamite 之成分列舉如下，(據 Hall 及 Howel)：

強度種類	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%
硝化甘油	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60



可燃物 木粉 麥粉 等	20	19	18	17	16	15	14	14	15	16
硝 酸 鈉	64	60	56	52	48	44	40	85	29	23
炭 酸 鈣 或 錳	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

南非洲製造之 Ligdin，與上述之 Dynamite 相類。

Ammonia Dynamite 美國又用 Ammonia Dynamite 即將上述 Dynamite 所含之硝化甘油大部分，用硝酸銨鹽類置換者，其成分如下(Hal & Howell)：

強 度 (品 種)	30%	35%	40%	50%	60%
硝 化 甘 油	15	20	22	27	35
硝 酸 銨	15	15	20	25	30
硝 酸 鈉	51	48	42	36	24
可 燃 物	18	16	15	11	10
炭 酸 鈣 或 養 化 錳	1	1	1	1	1

Judson Powder 此藥在美洲亦使用甚廣，硝化甘油，含量為 5 至 20%。Judson Powder R.R.P. 之成分如下：

硝化甘油	5
硝酸鈉	64
硫黃	16
蠟燭炭	5
或硝化甘油	5
硫黃炭或樹脂	35
硝酸鈉	60

Blasting Gelatine (爆破膠) 1878年，Nobel 之研究，又進一步，即以 7-8% 之硝棉藥溶解於硝化甘油中，而製成一種膠狀之固體，作爆破之用，是為 Blasting Gelatine。此物發明後，各國爭先採用，其所含之硝化甘油，有達 12% 者，但普通為 7-8%

，又為增進安定性，可加碳酸鈣或錳1-2%，或凡士林少許。

Gelignite 爆破膠價昂質性猛，故宜附加其他物質以調和之，是為 Gelignite，使用甚廣，其硝化甘油含量，為 56-63%，加以硝化棉使成膏質，更混硝酸鉀與木粉或碳酸鈣。Forcite係Gelignite之一，在比國製造。

Gelatine Dynamite 為一種混合物，與 Gelignite相類，含硝化甘炭，約為70-77%，茲將前述三種爆破藥之標準成分，列舉如下：

	Blasting Gelatine	Gelatine Dynamite	Gelignite
硝化甘油	91.5	74.5	60.5
弱棉藥	8	5.5	4.5
木粉	—	4	7
硝酸鉀	—	15.5	27.
碳酸鈣	0.2	0.2	0.2
水分	0.3	0.3	0.8

法國膠質爆破藥 種類至多茲舉數種如下：

	Dynamite --gon.me			Gelatine			Gomme E	Gelignite
	Extra forte	Potasse	Soude	A	B Potasse	B-Soude		
硝化甘油	92-93	82-83	82-83	64	57.5	57	49	58
硝化棉	8-7	6-5	6-5	3	2.5	3	2	2
硝酸鉀	—	9-10	—	—	—	—	36	28
硝酸鈉	—	—	9-10	24	—	34	—	—
木粉	—	2-3	2-3	8	8	6	10	9
麥粉	—	—	—	—	—	—	3	3

不凍爆破藥 硝化甘油之凝固點，為 80°C，但時有在此溫度以下而大部分不至凝固者，在凝固狀態感覺較鈍，此為發生危險之原因，因凝固藥包時有一部分不至爆發而存

留於爆破孔中，至其溶解後，一觸即炸，而發生災害也。故製造有使其不凍之必要，各國多係另加他物以製成特種 Dynamite，如德國，瑞士，美國，加硝化托魯因，或其他香芳族物質，法國則加 Nitroglycol。茲將法國之此種 Dynamite 成分如下：

硝化甘油	66.4
硝化 glycol	16.6
硝化棉	5
硝酸鉀	10
木 粉	2

含有硝化甘油之安全爆破藥 Gelnite 成分中，硝酸鉀之一部分，用碳酸鎂或含有結晶水較多之化合物如硫酸鎂置換之以緩和爆發及減少爆焰之溫度者，名安全爆破藥，多用於煤礦。英國 Permitted Explosives 中使用最廣者，以前為 Saxonite，但尚不甚滿足，1909年 遂由 Permitter Explosive 表除名，而以 Samsonite 代替其用途矣。茲將其成分列舉如下：

	Saxonite	Samonite
硝化甘油	42.5—62	57—60
硝化棉	2.5—5	3—4
硝酸鉀	16—27.5	17—19
木 粉	3.5—8	5—7
石璽(Chalk)	0.—0.5	—
碳酸鎂	9—27	12.5—14.5
水 分	——	0—1.5

後因 Woolwich 試驗勵行之結果，又有許多安全爆藥登入許可表中，如 Arkite, Rippite, Stowite, Cornish Powder, Swalite, 等是。

為通過更嚴之 Rothedam 試驗，認定硝化甘油有減少之必要，碳酸鹽，及硝酸鹽有增加之必要，茲將許可表一二之成分如下：

Arkite No.2 Duxcite

硝化甘油.....	32	32
硝化棉.....	1	1
硝酸鉀.....	27	—
硝酸鈉.....	—	28
木粉.....	10	10
羧酸鎂.....	30	29
每包最大分量.....	40	12

Carbonite 為安全爆破藥之成功最早者，係1885年Bichel 及 Schmidt兩氏所創製，其成分如下：

硝化甘油.....	25
硝酸鉀.....	30.5
硝酸鎂.....	4
木粉.....	40
曹達.....	0.5

後經種種改良變更成分而得各種類似之火藥，茲將通過 Woolwich 試驗者一二種如下：

	Carbonite	Tutol	Kolax
硝化甘油	26	25	25
硝酸鉀	}.....33	33	26
硝酸鎂		2	5
木粉	40.5	40	34
澱粉	—	—	10
炭酸鈣	}.....0.25	—	—
炭酸鈉		—	—
重炭酸鈉	—	0.25	—
硫化扁振	0.25	—	—

比國Explosifs S. G. P.表中與 Carbonite 相類之火藥頗多，如Kohlencarbonite,

minite, Antigél de Sûrete, Minerite, Seurophore III等是，其每包最大分量爲750, 850, 900, gr, 不等。

### 三、主要起爆藥

#### A. 雷汞 Mercury fulminate

雷汞，係將水銀溶解於硝酸後，注加酒精化合而成者，爆力較弱，但於摩擦衝擊及熱，極爲銳感，即觸濃硫酸成電閃，亦至爆發，裝填少量於雷管時，則處理較爲安全。又因含有水分之增加，漸變鈍感，故可儲于水中；融解於酒精阿母尼亞水及熱水。雷汞爲優良之起爆藥，其對於各種火藥能起爆之最小量如下：

起 爆 藥	最 小 量 gramme		
	Tetryl	picric Acid	Trotyl
雷 汞	.29	.30	.36
雷汞+綠酸鉀20%	.20	—	.30
Cd-fulminate	.008	.05	.11
Ag-fulminate	.02	.05	.095
淡 化 鉛	.045	.025	.09
Ag-Azide	.02	.035	.07
Cd-Azide	.01	.02	.04

雷汞裝入雷管內，普通用每平方公分250—300公斤之壓力，即對於每個雷管加50—60公斤之壓力，壓至2.2—2.6之比重，雷汞加壓力時，其比重漸次增大，銳度漸次減小，其關係如下：

壓 力	比 重	Trauzl 試驗
Kg/cm <sup>2</sup>		CC,
100	1.92	30.6

400	2.56	28.5
800	2.98	26.0
1200	3.21	25.6
1600	3.23	25.4
2000	3.86	25.6

各種強度之雷管，各國通用號數表示之，其尺寸與雷汞量如下表：

號 數	長 m m	徑 m m	藥 量 g
1	16	5.5	0.3
2	22	5.5	0.4
3	26	5.5	0.54
4	28	6	0.65
5	30-32	6	0.8
6	35	6	1.0
7	40-45	6	1.5
8	50-55	6-7	2.0
9	—	—	2.5
10	—	—	3.0

雷管內之裝藥，在法國用純粹雷汞，在他國用混綠酸鉀10—20%，此等雷管，多係作爆破藥起爆之用。

### B. 爆粉

爲使發射藥之點火確實，需要火焰長大之起爆劑，爲此目的，雷汞內混合綠酸鉀或硝石及硫化銻，是爲爆粉，作裝填火帽及銅壳底火之用，茲舉槍彈用爆粉之成分二三如下：

	奧 國		英 國	
	軍 用 槍	獵 槍	黑 藥	Cortite
雷 汞	13.7	38.9	37.5	19.0
綠 酸 鉀	41.5	21.6	37.5	3.33
硫 化 錒	33.4	—	25.0	42.9
玻 璃 粉	10.7	43.2	—	—
膠質(Gelatine)	0.7	1.3	—	—
硫 黃	—	—	—	2.4
黑 藥 粉	—	—	—	2.4

在美國，爆粉(槍用)且不用雷汞，其成分如下：

綠酸鉀.....47.2

硫化錒.....30.8

硫黃.....22.0

據O.Hagne之報告，德國引信用火帽所裝爆粉成分如下：

雷汞.....16.0

綠酸鉀.....51.3

硫化錒.....32.0

Gelatine.....0.7

### C. 摩擦粉

綠酸鉀與硫化錒之混合物稱摩擦粉為裝填拉火管之且拉火管者點火槍砲發射藥之藥包(不用銅壳)或點火手榴彈等之火具Hagen氏所示之成分如下：

綠酸鉀.....66.2%

硫化錒.....33.1%

Cumarpir .....0.7%

### D. 淡化鉛 Lead Azide

淡化鉛比雷汞為鈍感，且起爆力大，不因溼氣變質，其保存性較雷汞為大，誠優良之起爆藥，係1901年德人 Wohler 氏所發明，其對於各種火藥能起爆之最小量已示於雷汞內之表中

各國硝化纖維性無烟藥(Das Rauchlose Pulver von Brunswig 1926)

名	稱	弱棉藥	強棉藥	硝 酸 化 鹽 物	安 定 劑	其 他 附 加 物	水 分	膠 化 劑
軍 用 槍 藥	德國槍藥(S.P.)	24	72.5	—	0.5樟腦.Centralite 0.5Diphenylamine	0.7 萘 酸 鈉	1.3	0.5
	瑞士槍藥	—	95	—	—	2.0 樹 脂	0.5	2.5
	荷蘭槍藥	95	—	—	—	{2.0 松 香 1.0 石 墨	1.0	1.0
	蘇俄槍藥	—	93	4 D.N.T.	0.5Diphenylamine	—	1.0	1.5
	法國槍藥(BF)	26	65	—	8Amylalcohol	—	1.0	—
	法國槍藥(BNF)	30	40	{18 硝 酸 銀 8 硝 酸 鉀	—	2.0 曹 達	1.0	1.0
	美國槍藥	30	47	{15 硝 酸 銀 4 硝 酸 鉀	—	1.0 石 堊(Kreide)	1.5	0.5
	巴西槍藥	—	89	7 D.N.T.	2 Centralite 0.2Diphenylamine	0.3 色 素	1.0	1.5
	Plastomenit	—	67	{13硝 酸 銀 1 T.N.T.,6D.N.T.	—	—	1.0	—
砲 藥	德國砲藥(R.P.)	21	70	—	5 Centralite 或 Akargit	2.0 重吐酒石酸鉀	1.3	0.7
	蘇俄砲藥(帶狀藥)	—	94	—	1.0Diphenylamine	—	1.5	3.5
	法國砲藥(帶狀藥)	96	—	—	1.0Diphenylamine	—	2.0	1.0
	法國砲藥(B.)	40	50	—	8 Amylalcohol	—	1.0	1.0
	美國砲藥(管狀藥)	95	—	—	1.0Diphenylamine	—	1.5	2.5
	Röhrenpulver	—	66	{25. T.N.T. 5.5 D.N.T.	0.5Centralite	2.0 重吐酒石酸鉀	1.0	—
獵 槍 藥	Schultze	40	40	10 硝 酸 銀	8.0 凡 士 林	—	1.5	0.5
	Walsrode	—	77	10 硝 酸 銀	—	{2.0膠 7.0脂肪 3.0洋菜(Agar-agar)	1.0	—
	Saxonia	—	95	4 T.N.T.	—	—	1.0	1.0
	E. C.	23	26	33 {硝 酸 銀 硝 酸 鉀	2.0 樟 腦	4.0 木 纖 維	1.5	0.5
	Amberite	59	13	19 {硝 酸 銀 硝 酸 鉀	—	6.0 石 蠟	1.5	1.5
	J	—	79	—	—	14.0 重 鉻 酸 銀 3.0 重 鉻 酸 鉀	1.5	2.5



各國硝化甘油性無烟藥 (Das Rauchlose Pulver, Var Brunswick, 1926)

名	稱	弱棉藥	強棉藥	硝化甘油	硝 化 酸 物 鹽	安 定 劑	其 他 附 加 物	水 分	膠 化 劑
槍 藥	德國槍藥(立方藥)	60	—	38.5	—	1.0 Centralit 或 Akardite	—	0.5	—
	諾威槍藥(Ballitite)	49	—	40	5.0 Nitronaph- alene	5.5 凡士林	—	0.5	—
	意大利槍藥(Solenite)	30	35	33	—	1.5 Centralite	—	0.5	—
	英國槍藥(Corditel)	—	36	57	—	5.0 凡士林	—	0.5	1.5
	同上(Cordit M.D.)	—	63	30	—	5.0 凡士林	—	0.5	1.5
砲 藥	德國砲藥(立方藥)	29	29	40	—	1.0 Centralite	—	1.0	—
	德國砲藥(立方藥)	31	31	30	—	7.0	—	1.0	—
	德國砲藥(立方藥)	30	31	20	{ 1.5 T.N.T. 2.5 D.N.T.	0.3 ,,	—	0.7	—
	德國砲藥(管狀藥)	32-34	32-34	25-29	—	4-7 Centralt 或 Urethan	{ 0.5 矽酸鋰 0.5 重碳酸鈉 0.1 石墨	0.9	—
	意大利砲藥(Filite)	49	—	49	—	{ 0.5 亞尼林 1.0 樟腦	—	0.5	—
	Maxim	8	78	9	—	2.0 尿 素	—	1.5	1.5
	,, (Stabillit II)	30	30	5	34.0 Trinitroa- nisol	—	—	1.0	—
獵 槍 藥	奧國獵槍藥(小片藥)	39	—	40	20.0 硝酸銀	—	—	1.0	—
	,, ,, ,, ,, ,, ,,	35	—	36	18.0 硝酸銀	—	10.0 木 炭	1.0	—
	意大利 獵槍藥 (Ballistite)	61.5	—	38	—	—	—	0.5	—
其 他	手 槍 藥	—	96	—	1.0 硝 酸 銀	1.5 Diphenylamine	—	1.0	0.5
	演 習 藥	—	87	—	—	1.0 ,, ,,	—	1.0	1.0
	演 習 藥	—	67	32	—	—	—	0.5	0.5
	空 放 藥	23	74	—	—	0.7 Diphenylamine	0.3 燈 煤	1.0	1.0

# 化學工業與國防問題

汪 瀾

歐戰之殘忍悲慘幾陷人類於滅絕之悲運世人既皆切齒痛恨之矣則今後國際間之努力宜化干戈爲玉帛羣策羣力倡導正義建立強有力之國際聯盟以維持世界之永久和平矣然細考大戰以還國際聯盟之成績則所謂決議者皆具文耳空言耳各國對於武器之力求其精猶若也毒氣之不厭其益亦猶是也整軍經武則不遺餘力焉空中戰爭則積極準備焉夫然後知政治家之煽惑軍事家之野心民族之反感商業之競爭舉凡一切可以爲戰爭之祟果不澈底剷除者則欲求世界戰爭之滅絕甯非等於幻想抑何異乎夢嚙其難於實現蓋有勝於緣木而求魚也豈直蒸沙而求飯之喻而已哉

吾人固知軍閥主義及戰爭之不可認爲可以處理國際爭端之目標與方法也然吾今熟知大難之當前洞察所謂國際公法者可以一旦盡遭棄棄即所謂人道主義者亦不足深恃則猝遇非常之際必非宛轉愁嘆所能有濟亦非赤手空拳所能爲功然則將如之何而後可內實其力外禦其侮屹然自立於羣虎眈眈萬魔蹂躪之場乎斯則國防之道不可不詳細研究而先事綢繆焉

國防者所以求自強而免魚肉之道也人以矛來者我以盾返之則人將不能我侮人以戰鬥艦來者我以潛水艇抗之則人必不敢我犯故欲事國防必以具有相當之戰鬥力爲基礎古之言戰者國富兵強相提並論以爲國不富則爲經濟所壓迫雖帶甲百萬必難望其久持國富矣則以吾國人數之衆多民性之堅忍耐勞欲求軍隊之精練戰具之精製必可以十年之教育期之舉凡一切軍需用品之充實軍事交通之便利何難立而致之貨用不患不足人才不患不富進可以言戰退可以言守則國防之鞏固可不求而自得矣故吾謂吾國之國防問題以富國爲第一要義

富國之道不外乎開發鑛產提倡實業振興教育便利交通四者之中以提倡實業爲前提實業不興則言交通必難維持言人才將無所用言鑛產則其開發所得僅爲外人剝削我咕囁我之原料而已故富國之道首在提倡實業而尤以化學工業爲最重要何則化學工業與國防問題關係獨深故也

化學工業之所以與國防問題關係獨深者請申言之夫欲求槍砲之精良必須有良佳之鋼

鐵爲原料武器之進步日高所要求於金屬材料之硬性亦愈大此時鉄與鎳鎢鈷銅鋁之合金所謂特種鋼者尤賴化學工業之採求與製造而供應之飛機之製造也軍用雜件之製造也必求質輕而堅韌之製造原料唯化學工業乃能以其五十年來所努力採求之結晶——以電解溶化於氟化鋁之氧化鋁而得之金屬材料——出而應之軍隊既有良好之槍砲飛機坦克車必將精美之彈藥火藥之製造原料如甘油也土魯兒也芬萘兒也硝酸也硫酸也伊脫也酒精也漂洗之纖維皆也化學工業之製品也則欲求精美之彈藥又有待於化學工業之供給

或有私語於余者曰「毒氣之使用華府會議強列爲禁約然各國對於毒氣烟霧之潛心研究也積極準備也不特無遜疇昔抑且變本加厲以英法德日向以工於心計之國家聞者固無論矣乃任倡導正義主持和平自號人道主義及素抱門羅主義之合衆國亦有所謂化學戰爭服務局之組織埃渠渥持兵工廠則盡量擴大焉麻省理工米西干各大學則設軍事化學專科焉其不惜以億萬元之金洋無數人之才智致力於此道者豈無因哉然則毒氣其爲來日戰爭之標準戰具歟吾人將亦爲大規模之製造乎」

夫毒氣之準備固屬大勢所趨誠然誠然細考其芥辣毒氣之製造也三氯化蟻酸壹烷基之製造也溴蟾化烷之製造也福司竟之製造也氯化披克林之製造也魯意思德之製造也藍十字劑之製造也白磷青氣之製造也氯化錫氯化硅之製造也其原料何自來乎曰必待化學工業供應之

吾之所以博徵諸例臚列要端者非好爲連牴汎濫之辭以焚聽也聳聞也凡可以證明化學工業之於國防問題關係獨切者我諄諄言之庶幾政府與同胞外覽而內省洞知宛轉牀褥之身急宜討求病源又須精擇方藥不自餒不自棄以期起此沉疴而免魑魅之來攫取也

或謂吾未嘗不有兵工廠未嘗不有製造局其出品之精良初不亞於舶來之品然攷其所用原料則無論其爲鋼與鐵或酸與鹽皆舶來品也在戰事未發之際求之而得則安之而不知戰端一起將求之而不可得是廢耕而求食廢織而求衣不知治本之道者也

今世之戰爭經濟戰爭也故不知經濟之道者不足與言戰犬養毅亦曰「在國防上亦應顧及經濟的維持法」今吾認定化學工業爲國防事業之首要基礎吾當盡吾之力以提倡之扶植之獎勵之保護之平時宜使其產品可以供給社會需要推銷國外市場社會之需要日多庫藏之經營自富國外之市場日廣財源之來處自闢不幸爭端一起則吾可悉入之於管理範圍使之爲

戰時之動員考德國大化學工業爲顏料工業綜I.G.一組織之資本已在十萬萬馬克以上其平時之出品爲顏料爲藥品爲照相材料爲製造之各種酸類原料爲各種製造酸類用之原料（如由空氣中取氮以製硝酸）戰事一起則在二十四小時可立改爲火藥廠毒氣廠以非常之手段應非常之劇變歐戰中德國化學工業所予德軍之倍大威力卽其明證也僅就拜耳廠一宗之統計言之歐戰中產芥辣毒氣者四千八百噸三氯化蟻酸壹萬二千噸溴化克西利爾者五百噸巴登阿尼林廠產福司竟爲量在一萬噸以上今使德意志平時無大規模之化學工業者則此種猝然之因應烏乎求而得之苟使德意志平時不知顧及經濟的維持法力求工業品之暢銷使其財源之來有自庫藏之積日足者則平日從事於兵工經營者將已所費不貲又何能與協約各軍周旋於戰場之上相持至五年之久乎

由上之說化學工業之有利於國計民生者厥功甚偉然而臨淵羨魚不如退而結網世之有國防之責者不將亟起從事於化學工業之倡導乎

## 火砲彈藥之能率

趙 恩 廊 譯

此篇美國兵工部技術委員造兵工程師亞德爾門 (A. Adelman, Ordnance Engineer Technical staff, Office of chief of Ordnance) 原著轉載於本年三四月份美國野戰砲兵學會雜誌者 (Field Artillery Journal, march-april 1929)

欲知火砲彈藥之問題與彈藥供給之其他重大問題有相互之關係，祇須攷察戰時美政府對於此項彈藥之用費，在兵工材料每元用費中之五角三分，或所有軍事工作用費中之一角六分，皆為耗於火砲彈藥。在火戰中，火砲之空前效用，與彈藥相因發生之條件，實覺驚奇。此種驚奇，并非因較以前戰事上應用而有增加之結果，實因其增加之限度，出乎預料之外也。

將來戰爭時，可預知此次要求之增加，將超過工業供給能力之外，不能應付其要求，結果必至不堪設想。故彈藥工程師現有之問題，為用增進彈藥效率方法，而應付此種增大之要求究可至如何程度。

設使彈藥之效率可增進至一種程度，例如彈藥十發，可抵從前十二發之工作，則需要自必較為減少，或改良之彈藥之供給能不費力，則增大要求問題，亦可有相當限度之解決。用少數之較良彈藥，即使製造手續相等，亦有種種利益，如減少砲管侵蝕，運輸及使用便利，原料節省等。

彈藥之效率，可用種種之方法增進之，如關於選擇及應用之求知，準確度之改良，及目標前效能之增進。本篇目的，即係欲將此種研究有關之幾種問題略為討論，至為解決各種問題正在進行之詳細工作，只得從略。

為固定任務而選擇最有效力之砲彈，其問題頗為繁複，并非祇須於榴霰彈(破片彈)，高力炸藥彈，發烟或瓦斯彈等類中選擇其一。蓋各種砲彈之效力，視其置引信及射擊方法如何，引信之裝置，直接影響於炸裂時之地位，而射擊方法，則影響於砲彈向目標進行時之角度與速度。砲彈向目標進行時之角度與速度，在高力炸藥彈及破片彈方面尤

爲重要，因此項砲彈，全恃其破片以發生功用也。用甚峻落角及甚低碰擊速度方法射擊，高級炸彈之破散力增加，而破片彈之能率反減少，故情勢上益形複雜。此種結果，乃因破片彈送發後，係循彈道進行，其效能大半恃炸裂時之餘存速度，而高力炸藥彈之有效力破片，大半來自彈之邊牆，因炸藥之影響，其破片從側面發散極速，故與砲彈炸裂時速度，無甚大關係。減少砲彈之直綫速度，確有利益，因破片入地者較少，但若欲於上述最普通砲彈之一種而增加其效率，無論用何射擊方法，常至減少他種之效能。

關於選擇及應用彈藥之根本原則研究方面所進行之工作，其問題中有數種須申述者：如(甲)爲解決在固定任務下何種砲彈效能較大之砲彈，破片彈試驗；(乙)爲解決何種爲最適宜火砲武器之火砲——榴彈砲試驗；(丙)爲解決某種任務須耗費彈有幾何之射擊試驗，用各種不同之目標如彈壕電網等；(丁)解決破片之速度與分配。

關於高力炸藥彈與破片彈之比較效力，似已有充分記錄。在大戰以前所作之試驗，及此類之著作，實爲不少。但大戰結果，至少因新發生兩種係數，吾人須將此問題重新研究，其一、係戰時射程增大，故落角上因之而大，其結果遂致時間引信之適合頗覺困難。其二、則彈之能率有明顯之增加，一半因射程增大，使砲彈命中時幾成直線，但大半係因用一種引信，使其動作迅速，而在地面上炸裂。

火砲——榴彈砲之試驗，與砲彈——破片彈有密切關係。高力炸藥彈用較大射擊角度，如從四十五度至六十五度，其效率更可增加，因此可使落角更近于直線也。榴彈砲在大戰時所用射擊角度，在四十五度以下。

在有效率之選擇與應用中，解法毀壞不同類要塞所需彈藥，實爲至要。關於現時彈藥及新式防禦試驗之記錄，尙不可得。此項試驗，不但須包括各種砲彈，且應用各種射擊方法，如合時極速與遲緩之動作。

關於增進彈藥效率，現有甚多之計劃在進行中。從前所述用各種目標施行射擊之試驗結果觀之，因不準確之故，大部份之碰擊，非太遠即太近，故耗費彈藥頗多。多數彈藥之準確度尙可增進不少，但其中有數種，欲增力其效率，則製造供給兩方面均將受影響。例如榴彈砲彈所用藥量，係爲地帶射擊(Zone fire)之用，其彈腔有一定容量，故最好祇能用某種大小之藥，在其他速度，尤其在低帶速度(Lower Zone Velocity)，當裝

藥密度較小時，較大速度之散漫，使發生射程散漫之增加。此種現象，可用最適合裝藥狀況之藥粒以改良之，欲得最好結果，須用各種不同藥粒，每一地帶同一種，但從供給及應用觀點上論，此事甚難實行也。

曾有人用榴彈砲之一試驗，得到射程散漫之減少，其法係用兩種藥粒，一用於最前之五帶，一用於外邊之兩帶，但前五帶之藥不可得時，後者亦可代替。此種問題中有一難點，即散漫之減少若干，是否足償製造，供給，應用，因困難加增所致之耗費。較準確之彈藥，只能對於某種目標有最大之效用，而此種目標之大小遠近，均有限制也。根據於此種理論，即較準確之彈藥，應用於某種目標，應有較大效率，及對於其他目標，至少有相等效率，有許多問題曾經研究，以求增進彈藥之效率，其中有數種問題研究者少為(甲)一五五米厘榴彈砲錯誤射擊之研究，在此種工作中，現時彈藥在各帶中之約略錯誤，均經研究，係用各種實驗火藥施放多發而比較之，此種實驗火藥可增進在前五帶中之準確度甚多；(乙)兵工部及私人製藥廠家，曾派代表組織一委員會，名發火委員會(Ignition Board)，其目的係從事研究用較有效率之發火方法，以改良彈道之問題；(丙)現時正研究發明不吸收潮濕之火藥，併儲藏在不佳狀況下，少受影響，此種火藥並不發光；(丁)同時與發明新藥及發火研究并進者，發火甚快，及有均勻彈道之藥，亦正在研究中。

砲彈之設計亦在研究，俾可增進其效率。除去幾種特殊情形，如有幾種砲彈與砲之來復綫不甚適合，或有幾種砲彈之設計微末中尚有可改正之錯誤，射程之最大散漫，均係由於發射藥所給與不均勻之速度故，是以射程均勻之改良，繫於發射藥之改良，使砲彈離開砲口後之速度，得以較為均勻。現今砲彈設計之研究，係注重於得到最大射程，而仍有相當準確，及製造上不發生困難。

在適宜選擇與應用，射程及準確之改良，種種問題外，尚有許多問題，係關於增進每發之效能者，如(甲)

(乙)炸藥及裝藥方法之改良；(丙)時間引信之改良，俾高力炸藥彈能用時間引信，以增加效力；(丁)之砲彈散片性及毀壞性之改良。

## 國防中值得注意的兩個問題

江 德 潛

### 甲·攻？守？應當至什麼程度？

中國的敵國當然是日本，照中國的陸海空軍實力來講，最妥當的辦法，當然是暫取守勢！這是一般人所默認的。所謂守勢，絕對不是『無抵抗』而是以逸待勞的持久戰，使利於速戰，缺乏持久能力的日軍，自然屈伏！取守勢的準備與犧牲，有時並不少於攻勢，尤其中國海岸綫之長，海口之多，更需要極大的準備與犧牲，守的程度，如果做不到「不使倭寇入國境一步」，至少也要做到步步堅守的地步！

有一種帶普遍性的意見，以為我們不妨暫時放棄沿海各省，退集到內部去堅守！這是應該加以討論的！

- 第一、倭軍入寇的路徑。
- 第二、倭軍入寇所用的武器。
- 第三、我們守的方法。
- 第四、結論。

第一、倭軍入寇的路徑——現在先將一般可以入寇的門戶，如山海關，秦皇島，天津，龍口，芝罘(烟台)，青島，海州，吳淞，鎮海，福州，廈門，汕頭，廣州灣，加以討論，如廣州，汕頭，廈門，福州，因為距離較遠，接濟困難，廈門福州，雖然可以台灣作根據地，但與內地無鐵道連絡，且山脈綿互，進攻不易，所以這四處是不能作為入寇路徑的，鎮海島嶼林立，灣漢分歧易守難攻，龍口，芝罘，僅有汽車道之連絡，不如青島之便利，所以由此推測倭軍入寇的路徑，在北部自山海關沿平遼鐵路，及天津登陸沿津平及津浦線窺取北部，在中部則自青島，海州，吳淞三處窺取魯，豫，及長江流域地帶，南部一時不至於被寇的，但是入寇中國，絕對與歐戰時各國互相侵略的情形不同，因為中國鐵路不善備，汽車道及普通大道均告缺少，現時代機械化的軍隊，其



運用力最大量的發揮，是有賴於良好的交通系統，照目前的狀況，除鐵道以外，一砲兵旅的輸送，已經是很不靈捷的，倭軍入寇，當然也在同一狀況下運送，這對於我們取守勢的是很有利的。所以作戰時，在中國的交通狀況下，倭軍欲將十師或二十師的兵力，由某處上陸，運送至相當距離的地方，是很困難的，因此只要我軍能步步堅守，這種戰爭的進退是緩慢的，是易於持久的，現在遼寧已經被佔，倭軍要想西進，當然是利用平遼鐵道，這是絕對不能讓他們利用的，我們寧可在不得已退後時破壞消滅，不能使我們鐵道作敵人的運輸工具，更要認清的是敵軍是在我國境內作戰，如果我們的民衆，是愛國的，是勇敢的。那麼倭軍基本上就受畏嚇，無論是運輸，補充，給養，都可予以極大的掣撓，作戰的狀況，常使之在孤立的地位，除了在關外比較的可以有戰鬪線較長的戰爭外，在關內可以說是不可能的，正面的戰鬪所參加的人數，最大在十萬與二十萬之間或者還不及此數。由此可決定重要的戰爭是在於關內與北平東部一帶，倭軍的主力當然是配置於這一帶，其餘天津，青島，吳淞，常屢受敵艦，飛機的轟擊，不至於發生大戰，各配以五萬勁旅已可使敵軍不能飛越！

第二、倭軍入寇使用的武器又怎樣呢？我們都知道，現代兵器發達，研究進步，新兵器日有發明，但是倭軍入寇，他們所用的利器，是受了限制的！這不是我們誇大，更不是自信，而是有事實證明的，倭軍的利器據推測當以飛機，野砲，機關槍為主，至於毒氣，殘酷的倭軍，自然會施用的，但是只能用於戰場上，在城市的飛機畏嚇，大概是不致於用的，因為如天津，北平，青島，濟南，上海南京鎮江杭州等大城市，倭軍至少要顧到各國僑民的生命，怕引起全世界的公憤，所以這一層是可以無慮的，至在戰地的防毒器具等，當然應加準備。其次掩護戰利器坦克車，倭軍的使用也受限制的，一由於運輸比較的煩難，僅可用輕式的，一由於中國內部野間阡陌縱橫，常有二米達或三米達寬，一米達餘深的小溝或河流，在中南部更多，對於坦克車的運用，當然與以打擊，不如關外平漠萬頃，所以此次馬將軍不免受倭軍坦克車的挾迫了！至於飛機，他的威嚇力雖大，過去滿州里的俄軍，最近倭軍(仍被我軍射落一架)所以受威嚇的緣故，是因為一點防空的設備都沒有，當然來去由其自由了，以後作戰時倭軍當然先以航空軍擲彈轟炸，但在其將到時我軍早可散開準備，高射砲隊的編設當然亟應添設，在每一團內

設有高射砲三門，已可使敵機不敢肆無忌憚，使用最多的，仍爲野戰砲，迫擊砲，機關槍及手榴彈，是一般通知的，什麼特種兵器，現在不致於施之實用，可以無慮。

關於海軍方面，海軍砲最大射程約在20—30公里之間。但倭軍的大型巡洋艦等，除了在中國海岸帶能施砲轟外其餘是無用其技的，因爲中國海軍就並不預備與之一決上下的，即使吳淞口被闖入，至多也只能以小型巡艦，及砲艦駛入長江，未必有利。（見下）

第三、我們守的方法，當然是重實際的，適合於我國經濟狀況的，比較妥當而有效的，由此，用極普通的文字表示出來，便是：

（1）我們的戰略是乘機，——是步步堅守，——是以多勝少！

（2）我們的戰具是水雷，——是野砲，小口徑加農砲——  
是手榴彈，機關槍，——是……………

（1）爲什麼我們的戰略是乘機，是步步……………因爲我們自知彈械的補充，精銳，不如倭軍，在作戰時，不必和他們硬碰彈藥，我們要珍惜彈藥，不亂發，不虛發乘其不備，突出攻之，見他人少，則圍殲之，敵多則暫時堅守，時時以數倍以上的人數和倭軍作戰，如此則雖然倭寇銳利，也有受消滅的時候，此之謂乘機，此之謂以多勝少，但是何謂步步堅守呢？最重要的就是使倭寇不能長驅直入，一佔便整個遼省，至於理由在本文首段，已經敘述，須知倭軍使用之武器已受限制，實際上除飛機外，並無十分可畏的利器。此種戰爭，中國士兵，十之七八優爲之，經驗並不亞於倭奴哩！

（2）我們的戰具當然以能抵制敵軍的爲原則，所以在陸戰上機關槍，步馬槍，野砲迫擊砲準備須充分，手榴彈效力大，製造易，尤須多造，砲類我們全國的總數並不在少，尚可對付，不過不及敵軍的精良，槍類數額，儘足補充，高射砲甚少，可以二生的小加農砲代替，擊飛機力有餘的，更助以機關槍，也可勉爲應付，防毒面具至少要備三十萬副，其餘一切尚多，至於海防，艦隊力弱，任務僅僅是警備，遊戈，最重要而有效的便是水雷，歐戰時德國僅僅在北海就要了十餘萬個，可見是海防最輕而易舉的方法，因爲以砲台來封鎖海河口，其效力，不見得就比水雷的力量大，尤其是中國要塞能力既薄，對於防空，設備毫無，一旦砲台被毀，再不能盡防守的責任，可是水雷不然，密密的佈置好了，敵艦決不能闖入，飛機也愛莫能助的！所以我們防守海河口的策略，

不外利用既有的要塞力，更加以水雷封鎖就比較妥善鞏固了！總之，我們的海河口既未失却，更何必先行放棄，退向西北。便是最要的結論！

## 乙·兵工事業的積極進行和獎勵！

最近本署曾經審查過十餘件關於發明新兵器的事，但是經審查的結果，其中被認為比較有意義及價值的，竟可以說是沒有，大概不外下列原因：

- (1) 思想幼稚，不切實用。
- (2) 迷信五行生剋，近於神怪。
- (3) 僅有理想，缺乏工程智識。
- (4) 抄襲陳物，不適用於現代戰爭。

這些呈請發明的人，十九是商工，真真研究科學的，絕無僅有，他們對國防的熱心，誠然可感，可惜心有餘力不足，殊為遺憾，但是研究科學的在那裏呢？他們難道不能發明嗎？以記者的推測，以為他們當然是有相當的地位與職務，因為社會環境的關係，或許不願意以文自稱，或許因為獎勵的非薄（甚至沒有）引不起研究的興趣，這不僅是有關兵工事業的，而是全部的！這的確是事實，過去常常有一二種真正的發明，因為人的問題，疏通問題，沒有獎勵和資助，使牠消失了，這自然減低科學者的研究興味，其餘如改行經商，作官，等，都足以減少研究的力量，所以在現在國勢危急存亡之秋，這不是牟利的時期，更不必一定要『重賞之下，必有勇夫』的公佈，凡是研究科學的，希望能夠努力貢獻！同時在政府方面却可以重予獎勵，凡是有實際效力的，不妨准其試造，或獎以款項，自行製造，不久一定可以生出相當的效果的！

二〇·一一·二〇首都兵工署。

學

術

# 學 術

## 光 氣 $\text{COCl}_2$

吳 欽 烈

英名 Phosgene, Carbonyl Chloride, Carbon Oxychloride

德名 Phosgen, Carbonylchlorid, Chlorkohlenoxyd, Kohlenoxychlorid

法名 Phosgene, Oxychlorure de Carbone

此物之學名爲綠化炭養基或養綠化炭。1811年爲英人戴偉 John Dary 所發現，係由曝置等容積之一養化炭與綠氣於日光中而取得。因其最初之生成乃藉日光爲媒介，爰有光氣之名。歐戰以前，其製造幾囿於德國一隅，只爲數種重要有機染料之原料，其產量極爲有限。至 1916 年而情形爲之不變。蓋毒氣之利用廣而光氣之需求急，交戰各國已莫不急起直追，戮力於此物之製造與使用矣。

### 物 理 性 質

在平常溫度與壓力下，爲一無色氣體，但極易液凝。沸點 8 度。冰點  $-118$  度。劇變溫度 Critical temperature, Kritische Temperatur, Temperature Critique 爲  $+190$  度。微溶於水；可溶於數多無機綠化物，如四綠化錫  $\text{SnCl}_4$ ，四綠化鎢， $\text{TiCl}_4$ ，一綠化硫  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  等，與多種有機液體，如本輪  $\text{C}_6\text{H}_6$ ，桉輪  $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}_3$  等。除爲多種酸鹼及鹽類之溶媒外，并能溶解其他毒氣之大量。例如綠氣在 0 度時被溶 6.6%，在  $-15$  度時被溶 20.57%。芥末氣 Mustard gas, Senfgas, gaz moutarde 綠化苦氣 Chloropicrin, Chlorpikrin, Chlorpicrine 二輪基綠化砷 Diphenylchloroarsine, Diphenylchlorarsin, Diphenylchlorarsine 等，亦類可被其溶解。因之作戰應用，每可與其他毒氣混合施放，藉增效驗。

其蒸氣密度爲空氣之 3.5 倍。蒸氣密度既大，故在戰地上施放後，除受冷熱氣流之

交換影響而昇騰空氣上層外，勢必附着地面，生成濃厚之氣雲，填坑滿谷，充塞溝壑。惟在尋常狀況下，此物既屬一種氣體，在空曠處，殊少持久性。風之所向，此物自亦易於消散。

其液體密度亦較水為大，但隨溫度而不同。其膨脹係數 Coefficient of expansion, Ausdehnungskoeffizient, Coefficient de dilatation 在 -15 與 50 度之間為 0.00186。蒸氣壓力頗高，雖在 -40 度之低溫下亦達錄高 10mm 公厘，茲示溫度與其蒸氣壓力液體密度之關係如下

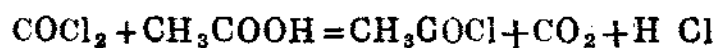
溫度 t (攝氏度數)	蒸氣壓力 P ( 柱公厘數)	密度 d
-19	236	1.480
0	568.3	1.435
+17	1105.5	1.394
+50	5.11×760	1.314

凡氣體之蒸氣壓力愈高，則該氣體能容於一定量空氣中之量亦愈大。光氣之蒸氣壓力既高，雖在 -13.7 度之低溫下，每公升飽和空氣中之光氣含量，亦有 2100 公絲 mgm，之多，而其毒性又極著，即人畜在每公升僅含 1 公絲 mgm 光氣之空氣中，如有數分鐘以上之曝露，其生命已大有不保之虞。因之縱令季屬嚴冬，時值微風，此種有效濃度自亦易於達到。蓋其理論上之可能濃度與其實際上之呈毒藥量相差懸殊之結果使然也。

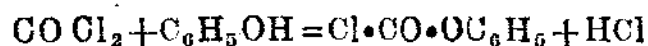
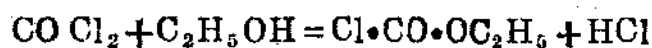
## 化 學 性 質

在常溫下，乾燥光氣，性殊安定。並不剝蝕常用金屬。但在高溫下，則易為錫，鋅，砷，鏷所分解。與金屬氧化物相作用，則生相當之綠化物，故可作為製取多種金屬綠化物之原料，惟不如四綠化炭之佳耳。液狀光氣侵蝕橡皮之力亦極強。

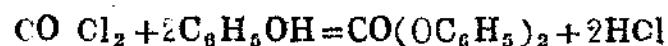
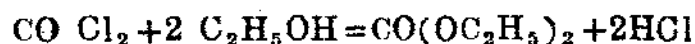
光氣之一切化學反應，概可視為其具有綠化酸之各種性能而生，因此物本為炭酸之綠化物也。其所含二個綠原子可分別或同時與他物起作用。例如與醋酸相反應，則生綠化醋酸基：



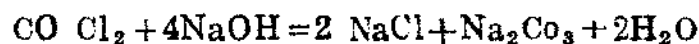
與脂醇 Alcohols, Alkohole, Alcool 或芳醇 Phenols, Phenole, Phenols 相作用，則因溫度與各該有關反應物相對量之不同而起二種相異之反應。在低溫下或以等分子數之光氣與醇相作用，則生綠化碳酸或羧酸。



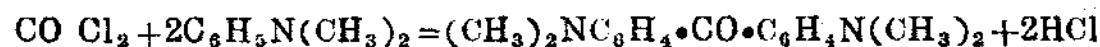
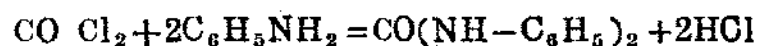
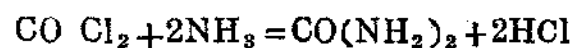
反之，在高溫下，或以一分子之光氣與二分子以上之醇相作用，則成烷基或羧基



遇鹼，則生綠化物與碳酸：

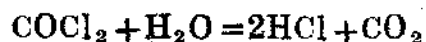


與養化鈣亦起同樣之反應，與阿摩尼亞或鹽相作用，則生尿精或其誘導體：



最後反應乃製取密許來酮 Michler's ketone, Michlersches Keton, Cétone de Michler 之基本反應，此酮為數多鮮豔三羧基甲烷染料 Triphenylmethane dyes, Triphenylmethanfarbstoffe, Colorants derives du triphenylmethane 之中堅半製品，極有工業上之價值。

遇水或溼氣則起水解作用，在低溫下，水解和緩；在高溫下，水解急速：



此為光氣最重要之性質。空氣中通常多少含有水分，而光氣水解程度之深淺則與空氣之溼度成正比例。因之，在多霧或下雨之時，戰地應用光氣，奏效殊屬不易。由光氣之水解而生成之鹽酸，既可侵蝕鋼鐵成品，亦能損毀衣服，在肺臟中光氣一部分之呈毒作用亦由發生鹽酸而起。

## 生 理 作 用

光氣爲最重要，最危險毒氣之一種。據美國化學戰務局 Chemical warfare service之試驗，其毒性之強與青酸相伯仲，爲綠氣之8倍有餘。就哈貝爾氏致死積 c.t = 450 言，則其毒性之猛，實屬超越青酸，冠絕羣氣，約爲綠氣之15倍。每立方公尺空氣中，如含此物之重達於 45 公絲mgm，則與之接觸，呼吸管道立受刺激，棲遲其中如達10分鐘以上，勢且危及生命。

此物刺激味神經之力，殊堪驚異。極微量之吸入，即可令人完全喪失其味覺，且其靈敏亦非在短期間內所能恢復。空氣中如有此物之存在，則於吸食煙菸之際，勢將不知煙味之爲何。歐戰中，前敵軍隊竟有利用此種煙菸反應 Tobacco-reaction 以爲識別光氣之簡法者，可謂妙矣。惟此種反應爲其他多種氣體如青酸，硫化氫，二養化硫及各種酸性綠化物所公有之反應，故亦不能認爲檢定光氣之特殊方法。

與血液及其他體中水液相接觸，光氣極易分解而生鹽酸。因之此物實屬析酸毒質中最純潔之表率。其最重要之性質爲其對於肺壁之局部刺激作用；其他種種徵候，則爲因緣此種作用而生之附帶現象。毒性發作之早遲及中毒程度之深淺，概與吸入光氣之濃淡成正比例，亦即隨光氣分出鹽酸量之多寡爲轉移也。中毒之人，面帶愁容。輕則呼吸短促，四肢略感倦乏；重則面色青紫，或蒼灰，脈搏迅速而虛弱。五分之四之死亡，概在中毒後之24小時以內。至第三日後，則死亡極少矣。

人畜一經吸入濃厚之光氣，則呼吸運動，即變常態。氣管肌肉，顯形緊縮。肺葉表面，立生紫斑。此種紫色斑點之數目及大小，經數分鐘後，即大有增加。呼吸運動，則漸趨虛弱，終至不易覺察。循環作用，頓覺衰微。若以藍色試紙試驗肺葉之斑點，則顯呈酸性反應。如以顯微鏡檢驗肺部之形態，則覺其大血管及枝氣管，收縮特甚，氣囊損毀，細胞崩潰，組織浮腫，形狀模糊。毛細管中則積聚無色之陳血球。呼吸循環，兩受嚴重之損傷。或口鼻流沫，或胸胃疼痛。死亡可立而待。如吸入稀淡之光氣，則此種徵象，並不立時發現。最後毒斃，乃爲肺部逐漸水腫之結果。

稀淡光氣之作用，與綠氣顯然不同。其刺激呼吸管道上端之性能，殊爲薄弱。中毒時或中毒以後之短期間內，一切徵候，概不明顯。既鮮咳嗽之苦，終少胸痛之患。中毒之人於1或2小時內，每不自覺，或微覺不適，而仍能繼續工作，不失常態。待數小時



或十餘小時以後，而毒性乃驟發。臉變蒼白，猝然昏斃。蓋光氣經吸入後，即為肺中水分所分解而成鹽酸，刺激氣囊壁膜，促進滲透作用，氣囊周圍血液中之漿水，徐徐被其攝取，滲入氣囊之中。碳酸氣與養氣之交換場所，乃愈趨愈小。馴至肺中充滿水分，空氣進口壅塞。死亡遂不期而至。故此種昏斃，溯其因，為肺中氣囊之積水，空氣進口之杜塞；論其情，則身不沒於天然深沉之水，而竟自溺於血中分泌之液。英人陸地溺斃 Dryland drowning 之言，抑何諷而虐也。

肺部水液之積聚，因運動而加速。中毒之人，務須安心靜臥，避免一切行動。急烈動作，固屬自速其死。輕步緩行，亦可促進危險。蓋肺中既有積水，空氣之供給本已不能充分。再經運動，則身體之養氣耗費更大，供求更屬不能相應矣。中毒之人，在二或三日以內，如不死去，則肺中水液仍可漸被吸收以去。四或五日後，即可完全消失。但用力過度，則在三星期以內，不論何時，均有重陷危險之可能。且肺部既受嚴重之損傷，枝氣管炎之繼起，尤足為致命之病症。沾染肺炎後，痰中帶膿，體溫加高，死亡極速。中毒程度稍深，則生命之能否保持，非待三星期後，殊未可知。

延期作用，Delayed effect, Verzoegerte Wirkung, Effet retarde 為光氣呈毒最重要之徵象。雖濃厚之光氣，刺激呼吸管道上端之性能亦極薄弱。於離開毒空氣後，中毒之人，在短期間內，竟可不露任何嚴重之中毒徵候。必待經過數小時以後，而毒性乃驟發。茲舉數例以為證。

1. 吸入濃厚光氣後之病態 下記事實，係由1923年英倫出版之大戰正史 Official History of the War 第二卷中摘出。

1917年1月3日下午1時：一化學師正從事於一種新化合物之製取。一虹吸管之光氣，本為此新物質之組合所需，不慎破裂於其試驗檯上。同室中一同事，目見一層淡黃雲氣，浮升至該化學師之臉際，并耳聞其狂呼曰：“余中毒矣”。二人乃急奔室外。病人即坐室外一椅上，面色灰白，微作咳嗽。

下午2時30分：已用汽車送至一醫院中，病人自遭此意外後，即靜息不動。咳嗽幾於消失，脈搏如常，並無愁苦及驚惶之表示。與朋友暢談一時有餘。在此期間，神情極為良好。故於入院以後，竟未請醫診視。

5時30分：病人開始咳嗽，口吐泡沫，唇轉青紫，神情驟趨惡劣。每次咳嗽，吐出多量之淡黃沫液。在1時20分鐘內，共約吐出80兩之多。臉變蒼灰，但脈搏依然有力。延至6時50分而死。惟並無呼吸困阻之表示。中毒之始，刺激徵候，極為微弱。至毒性發作，至少當有4小時之延期。病人雖繼續靜臥床中，而自肺中發生嚴重之水腫症 Edema, Oedem, Ocdeme以至死亡所經過之時間，則不過1小時有餘。

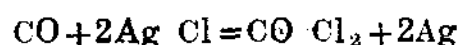
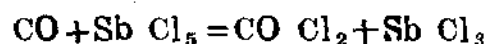
2. 意國著名化學教授費南羅利 Fenaroli，於試驗光氣之際，不慎中毒。一刻鐘後，幾已完全恢復。返家時，與其家屬談笑自若。及至深夜，始覺真正之不適。延至翌日而絕命。

3. 1917年10月27日，德軍在奧溪口 Ozierki 地方，隱匿迫擊砲於掩護所中，施放毒氣，攻擊俄軍。放射時，士兵例須戴着面具，以防砲管之膛炸而危及自身。故自始至終，德軍本方絲毫未受毒害。射擊終止4小時以後，士兵二名，未遵命令戴着面具而踏入迫擊砲掩護所中。甫經吸入一或二口之空氣，二人即覺所中留有極微弱之光氣臭而立刻戴上面具。約歷6小時後，二人均患中毒。因立為送入醫院，極力調治。但終不能挽回其中一人之生命。其另一人則經數月之病床纏綿，幸得免於一死。推原其中毒之故，實由一個膛炸砲管中猶有微量光氣，殘留未散所致。

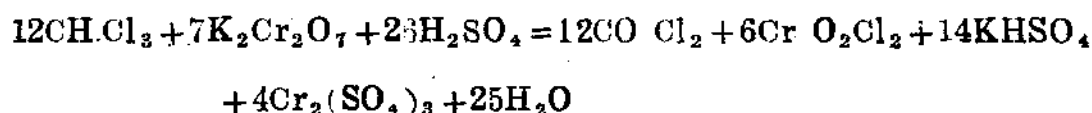
4. 美德兩軍，隔溪為陣。德壕位於美壕對面之山坡中。溪之上流為一被德軍佔領之法村。一日，美軍某師決意夜劫德壕。其時風行速率約為每小時7英里，正由該村順流而下，直向被攻之德壕而前。往劫德壕之美兵，總計300人。同時美軍砲隊，則用75與155公厘之砲彈，向法村作猛烈之射擊。射去光氣之量，共約3噸有餘。被光氣彈轟射之村邊與進攻隊伍一端最近之距離，不及700公尺。進攻隊伍毫未感覺空氣之帶有光氣臭。雖硝煙撲鼻，但多不注意於面具之佩戴。美兵於深夜3時進攻。滯留德壕左近約歷45分鐘。旋即退回休息。其休息所約在火綫5或6公里之後。當於上午9時左右達到休息所。甫經回所，而此劫壕歸來之300起起武士中，竟有236人頓成奄奄一息之病夫，昏倒地上。其故則為劫壕之際，美兵已於不知不覺間吸收微量為風吹來之光氣。經劫壕及往返時之激烈動作，其中毒程度乃陡然加深。幸醫師之手腕靈敏，死亡僅4或5人而已。

## 製 法

試驗室中，光氣可由通入一養化炭於沸熱之五綠化銻或綠化銀中以取得之：



迷蒙精受鉻酸之養化，例如以迷蒙精 2 份，重鉻酸鉀 5 份，與濃硫酸 40 份相作用，亦易生成此物：

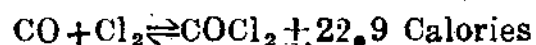


迷蒙精在日光之下，受空氣之養化，亦有此物之發生。

光氣之工業製法有三，茲分述於下：

第一法 一養化炭與綠氣之直接化合 Direct Comblination of Carbon Monoxide and Chlorine, Direkte Vereinigung von Kohlenmonoxyd und Chlor, Combinaison directe de loxyde de Carbone et du Chlore

等容積之一養化炭與綠氣混合後，受日光之作用，即化合而生光氣。紫外光亦有同樣之功用。在光亮處，光氣之生成頗為迅速而完全，但亦須經過相當之時間，殊非瞬息間事。在黑暗中，如不藉接觸劑之力，則反應之起，須在 500 至 600 度之高溫下，且所得百分率亦屬不高。然如利用接觸劑，則反應溫度既可減低，所得亦可增加。例如應用白金海綿 Platinum Sponge, Platinschvamm, Eponge de platine 則在 300 至 400 度間，反應已極迅速；應用獸炭或活性木炭，則在 100 度左右，進行已頗順利。蓋  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$  之反應，本為一可逆之放熱反應：



溫度之昇高，對於其正反應，即光氣之生成，頗屬不利，而對於其逆反應，即光氣之分解，則極為有利。易詞言之，即溫度愈高，則光氣之生成愈難，而其分解則愈易。故為提高光氣生成之百分率，或減少其分解之百分率起見，反應溫度，務宜低下。

光氣分解之百分率與溫度間之關係，約如下表所示：

攝氏度數	分解百分率
201	0.45
208	0.83
309	5.61
400	21.36
505	69.19
600	91.00
800	100.00

由此，可知反應溫度一高至800度，則光氣之分解已達於完全之境，而其生成乃為絕不可能之事。惟物質化解之定理，溫度增高則反應加速，溫度降低則反應轉緩。為減低反應溫度而同時仍維持相當之反應速度計，工業上爰有獸炭或木炭接觸劑之採取，以為促進低温化合之用。若此，則在100度以下，反應已可開始。其放散熱量，足以保持反應溫度於100度以上而有餘。

又反應後，氣體之分子數減少，故壓力之增加，對於光氣之生成，亦屬有利。

工業上歷史最久應用最廣之製法，為利用獸炭以促進一養化炭與綠氣直接化合之巴台諾法 Paterno Process, Paternosches Verfahren, Procédé Paterno。反應溫度通常在100至150度間。據先哲之研究，應用此法所應注意之點凡三：—

1. 所用一養化炭與綠氣之容積務須相等；
2. 所用一養化炭務須純潔；
3. 所用獸炭務須純潔。使用前應將其加熱至200度。炭粒須有相當之大小，不宜過細。

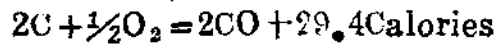
據法國液體空氣公司 La société l' Air liquide 之研究，獸炭中如加入10%左右之綠化鎳，則其接觸作用可更為完美。在100度時，反應已甚順利，所得已屬極高。

木炭亦為一極優良之接觸劑。歐戰中各廠工廠多採用之。

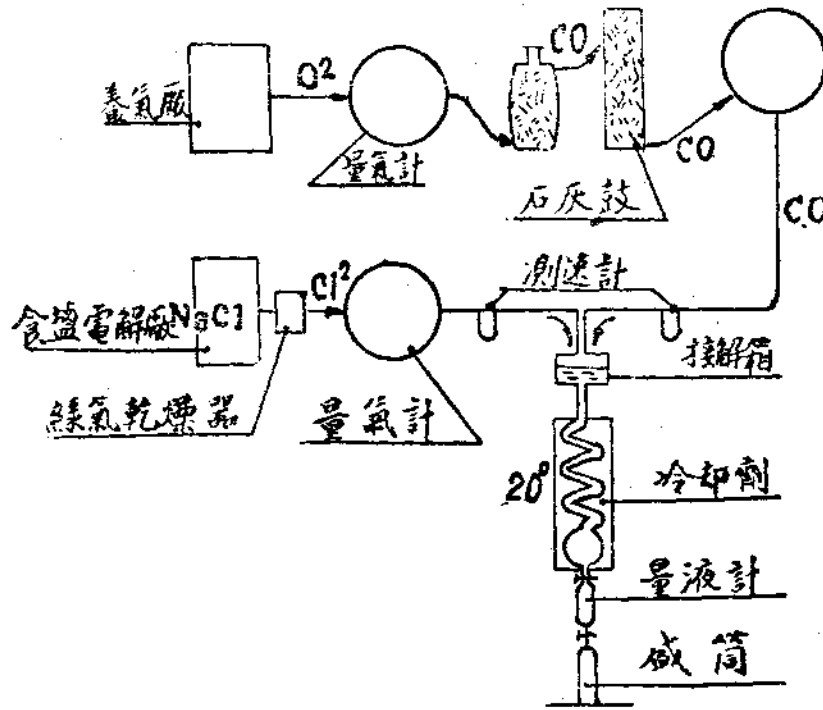
歐戰中各國之製造光氣，雖以採用一養化炭與綠氣之直接組合法為原則，但各製造廠之內部設備及其製取一養化炭之方法，則彼此殊多出入。茲簡述於後。

法國工廠 法國在歐戰中所需之光氣，最大部份係由組合法製出，計為15,400噸。其中最大部分為端雷爾 de Laire，克萊橋 Pont-de-Cláix(Isere)及嘉萊 Calais 等處工廠之出品。各廠之內部設備，則彼此並不一致。

原料為焦煤，養氣及綠氣。一養化炭係由焦煤在養氣中之不完全燃燒而製得：



燃燒器為一種極簡單之製氣爐 Gasgenerator, Gasgenerator, Gazogene,。四圍冷水環流，以備冷却之用。



所得氣體，略含炭酸及水氣。經生石灰在石灰鼓（直立或橫立）中為之除去後，可送入蓄氣器中（須不含水，例如氣球），以備取用。所需綠氣概為製造苛性鈉之副產物，係由食鹽之電解而得。因之光氣製造廠之設立，以接近綠氣廠為最宜。如端雷爾，克萊橋等廠，均係就地採用綠氣為製造原料者也。然為提高製品之質地計，所用綠氣仍以經過液化

手續為是。蓋由液凝後再蒸發而出之綠氣，必可更為純淨也。

炭素接觸劑貯盛箱之形式，各廠頗不一律。如箱中反應發端之部，反應溫度不自然增高至光氣開始分解之時，則箱中接觸層，似可不必十分深厚；接觸箱不妨大而淺，以便氣流之徐徐經過比較不厚而大之接觸層（厚約 10 公分cm）。此種設備，具有開始加劑容易，厥後冷却簡便之兩利。

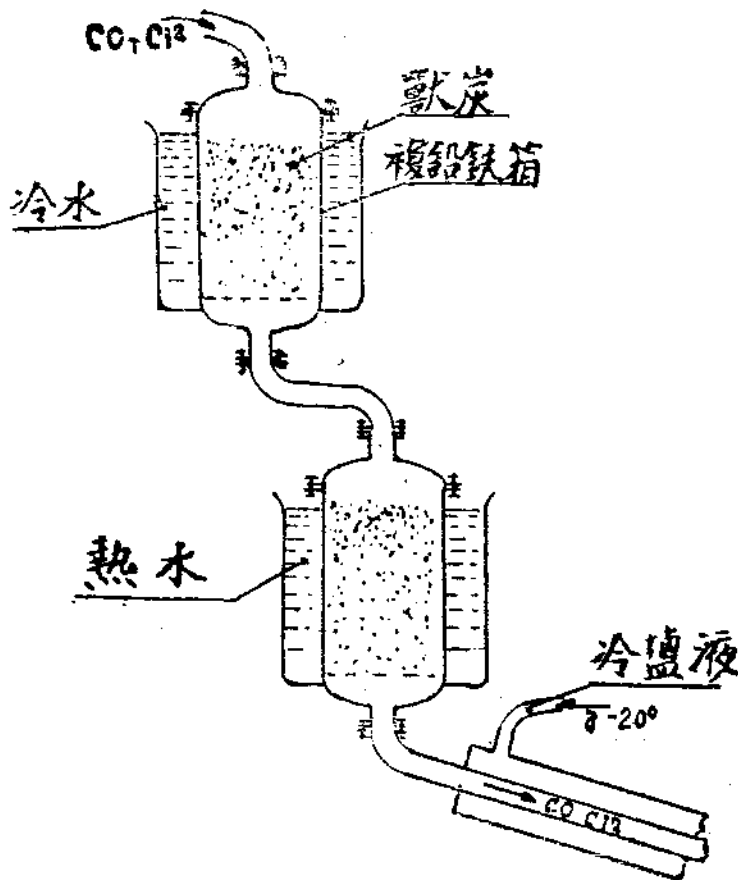
流入接觸箱中之兩氣，量須相等；此則可由調節兩氣流在直徑相同兩氣管中之流行速度為之確定。

生成之光氣，於經過浸漬 $-20$ 度冷鹽液中之蛇管後，即液凝而流入受同樣冷却之貯液器中。再由上下兩端各備活塞之量液計測定容量後，即可注入盛筒。每筒盛筒之容量，通常為20至50公斤。

為防遏意外危險計，光氣盛筒切忌完全盛滿。否則，筒中液體於溫度逐漸高升至常溫之際，容積膨脹，消納無地，勢必促成容器之破裂。蓋光氣1公升於溫度由 $-20$ 上升至 $+20$ 度時，所增容積為75公撮ccm，即10公升光氣所增之容積為 $\frac{3}{4}$ 公升。換言之，即液體光氣由裝筒時之低溫升至尋常溫度時，其容積之增加多至7.5%。故盛筒中必須預留餘地以應光氣容積自然膨脹之所需。

又冷鹽液有時亦可隨同光氣流入盛筒。筒中光氣因此漸受水解而放出鹽酸，侵蝕筒壁而發生輕氣。容器內部所受之壓力，遂隨之大增，而危險之源亦即在於此。

液體空氣會社之製法，與其他各廠採取之方法，不盡相同。所用乾燥純淨綠氣與一



養化炭之需量，係由兩台大小相同速率相等之壓縮機為之分別壓送。量氣設備遂得因而省去不用。所施壓力通常為4或5氣壓。在此種壓力之下，光氣經流水之簡單冷却(即在 $15$ 度左右)，已有自行液凝之利，但在液凝光氣中，綠氣仍無溶解過多之弊。又由光氣之生成所放散之熱量，較之保持反應物於適當溫度之所需，高出甚多。因之，接觸箱中，應須置備數多冷却管，以為消納此過剩熱量之用，藉以維持其反應溫度於 $100$ 度左右而不高升。

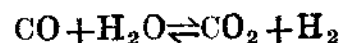
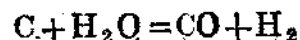
德國工廠製造光氣，均採組合法，但所用器具之形式大小，則彼此不同。第二圖所示，為巴地氏色精純

驗廠 Badische Anilin- und Sodafabrik 接觸裝置之縱截面。其總容積為 150 或 200 公升(供每日製造 300 或 400 公斤用)。其被氣體連續通過之兩接觸層，全厚約 1 公尺。此種裝置，殊不能謂為完善。蓋第一接觸箱雖置冷水中，但其中心部分之溫度，易於高升至暗紅。氣體之完全反應遂為勢所不能。而第二箱之通過，乃屬事之必需。在第二箱中未化合之餘氣，已屬無多。其由餘氣之化合而放散之熱量，殊不敷繼續維持反應於物相當溫度之所需。第二箱之四圍，因之須有熱水環流以圖補救。

生成之光氣，經冷卻後，即行液凝，冷卻管置 -20 度左右之冷鹽液中，長約 20 至 25 公尺。

取得光氣，狀殊純淨。如令所用一養化炭微有過剩，則出品概可完全無色。

製造所需之純淨一養化炭，為組合亞摩尼亞之副產品，此實為巴地氏色精純鹹廠之惟一特點。按阿堡 Oppau 及梅塞培 Merseberg 兩廠所用之輕氣，均由下列二反應製得：



因第二反應為一可逆反應，故一養化炭百分中，常有 1.5 至 2.0 分不被養化。混氣中之炭酸氣，經在 200 氣壓下完全除去後，此未被養化之一養化炭，可用帶亞摩尼亞性之蟻酸銅液為之提出，使成為  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{HCOO})_2 \cdot n\text{CO}$ ，而與輕室兩氣相分離。 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{HCOO})_2 \cdot n\text{CO}$  於壓力減低後，即復自行分解而放出一養化炭；但同時被溶之游離輕氣及窒素，亦必隨以俱出。在 200 氣壓之下，輕室兩氣之分壓力 partial pressure, Partialdruck, pression partielle 既遠出一養化炭之上，則其在銅鹽液中之溶解量，比較自亦不小。因之，在低壓下放出之一養化炭，往往夾雜容量 50% 之輕氣與窒素。為提取純潔之一養化炭計，此種混氣，必須應用銅鹽重為處理。二次處理所用之壓力，僅 10 氣壓。其工作器具為一洗滌器 scrubber，高自 7 至 8 公尺，徑凡 80 公分。如此提得之氣體，純潔度頗高，中含一養化炭 97 至 98%。成本頗低，蓋其惟一之消費，僅為壓縮氣體用之動力耗費與提取一養化炭用之蟻酸銅損失而已。

歐戰中阿堡廠用此法提出之一養化炭，可供每日製造光氣 3 或 4 噸之需。

除利用亞摩尼亞組合之副產品外，德國工廠，據美人之調查，亦有由通入炭酸氣於紅熱之木炭或焦煤中以製取一養化炭者。其反應如下：



所得氣體，於經過苛性鈉液洗去炭酸及其他雜質後，乃與綠氣混和，流入接觸器中。器由二箱組成，係鉛或鑄鐵所製。各箱高 80 公分，徑大如之。內盛特製活性木炭，厚僅 20 公分。前後兩箱之間，由一蛇管連絡，藉增冷却作用。

由調節兩氣之混和比例，使一養化炭在混氣中占有 3% 之微量過剩，則所得光氣中游离綠氣之含量，殊屬低下；通常不過 0.25—0.50%。

所用木炭，應先經鹽酸及其他酸類之處理以除其可溶之灰分。繼用清水之洗滌，以去其吸着之鹽酸。最後乃在真空中乾燥之。炭粒直徑 6 公厘或 1/4 英寸之譜。壽命約為半年。

液凝之光氣，約為理論值之 90%，散逸之餘氣，則由四綠乙稀質 Ethylene tetrachloride, Tetrachloroethane tetrachlorethylene 為之洗滌吸收，以防其播毒於空中。

美國工廠 一養化炭發生爐壽命之短促，實為法國製法之最大缺點。蓋純養與炭相互作用而生一養化炭時，放出熱量過大，爐壁極易受損也。美國工程師爰另出心裁，設法利用炭酸氣與養氣之混合物以圖挽救。蓋養與炭之化合，雖為一放熱反應，炭酸氣與炭之化解而生一養化炭，則為一吸熱反應。炭受兩氣之混合作用，則由第一反應放出之熱，即為第二反應所吸收。反應溫度既可保持於不變，一養化炭之產生亦可因之而大增。

炭酸氣係由焦煤之燃燒而得。經洗滌後，通入炭酸鉀中以吸收之。加熱則炭酸氣即被放出。

接觸箱長 8 英尺，深 2 英尺 9 英寸，闊 11 英寸，係鐵製，內襯石墨，中盛特製鬆炭。箱分兩組。在第一組中，反應係在常溫下進行，生成光氣約為 80%；第二組則浸漬熱水槽中，反應即於斯間竟其全功。

生成光氣，用硫酸乾燥後，乃使之經過為冷鹽液包圍之鉛管而受液凝。

英國工廠 製造光氣，亦用組合法。一養化炭之製取，多以純養與焦煤為原料。純



養概用客羅特機 Claude machine 由液體空氣中提得，與法廠相同。

接觸鉛箱，高 1.25 公尺，直徑 0.9 公尺，木炭層厚 0.9 公尺。接觸器中有一蛇管，盤旋成空筒，以便冷卻。歐戰末年，英國工程師又有採用多管式接觸器之擬議。器由 12 管組成，管徑 10 公分，中儲接觸劑，長約 1.5 公尺。

上述各國製法，均採純淨之一養化炭為原料。若與綠氣之混合得宜，所用木炭質又優良，則反應既極易起，又甚急烈，接觸劑既須加以冷卻以防反應溫度之過於高升，木炭層亦無深厚之必要。每小時可製光氣 1- $\frac{1}{2}$  噸之接觸箱，容積不過 1 立方公尺之譜。

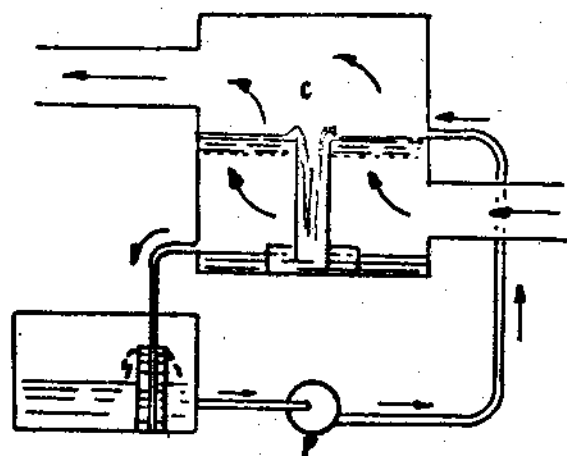
除採用純潔之一養化炭為原料外，英美工廠間亦有採用製氣爐煤氣 Producer gas, Generatorgas, gaz de generateur, 即空氣煤氣 Air gas, Luftgas, gaz a l'air, 以製光氣者。由純粹炭素製得之理想空氣煤氣，係由一養化炭 34.4% 與窒素 65.6% 組成。但實際上一養化炭之含量，決不如此之高，絕難超過 30%。此氣多少必含炭酸氣，但不應超過 5%，且須預為除去。

每小時可製光氣 1 噸之單位設備，每分鐘應能處理空氣煤氣 15 立方公尺（在標準溫度標準壓力下計算之容積）。所用氣體之過剩量，約為 20%。

一養化炭之用量，務須較反應必需之量為多，以免綠氣之多所損失，并防反應之不完全，蓋一養化炭與綠氣化合後，兩氣之分子數減少，分壓力降低，不有過量之一養化

炭以為補償，則逆反應勢必乘之而起，化合決難完全，同時接觸時間，亦須較長，以求結果之較為美滿。

製氣爐煤氣，經濾過及洗滌後，乃送入鐵箱 C(第三圖)中。箱高 1 公尺，直徑 65 公分，中有一橫隔板，上具無數小孔，箱之上下兩側，各備鐵管，分別與循環唧筒 P 及苛性鈉液儲蓄槽 R 相連接，以供苛性鈉循環流轉之用。橫隔板上液層之厚，約為 5 公分。



由 G 管流入 C 箱之氣體，穿過此液層後，炭酸氣即盡被吸收。

此稀淡之一養化炭與綠氣，經硫酸乾燥後，乃送入一鉛製混和機。機中備有多孔之橫板一，以備二氣於穿過後混和較易均勻。

接觸器係鉛製，高 10 公尺，徑 1.25 公尺，共分三層，各層均由鉛包鐵條構架而成，上載厚 2.5 公尺之木炭接觸劑。炭粒直徑通常為 15 至 18 公厘，有時亦用徑僅 6 公厘之細粒。諸層間之空隙，約為 0.3 公尺。氣體由器之下部流入，穿過接觸層之時間不過半分鐘。

如所用木炭質地純良，則反應之起，迅速異常。器底溫度極易上升至 250 度，有時且竟至 400 度。故宜時加流水以冷却之，以免已成光氣之復行分解，并防鉛壁之受熱熔化，器頂溫度以 140 度為最宜。

接觸劑使用過久則效率漸減。反應帶遂由器底遞升至上部。待生成率降至 96 % 以下，則木炭即應改換。

由此法製出之氣體中，光氣之含量不過 30%，不能直接液凝。必須先在複壁鉛塔中用木炭或四綠乙稀質吸收之，然後再由吸收劑中蒸出而液凝之。

所得光氣，以所用之綠量作計算之根據，為 85%。

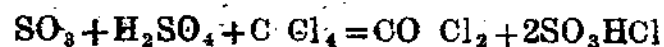
## 第二法 硫酸與四綠化炭反應

據許真伯氏 Schuetzenberger 之研究，用無水硫酸與四綠化炭為原料，亦可製得光氣。其反應如下：



歐戰開始以後，經葛禮業 Grignard，歐鵬 Urbain，暨毛鷗 Mauguin，西蒙 Simon 諸氏之分頭研究，法國工廠應用此法製得之光氣，計有 430 噸。至 1917 年初，組合法嶄然露頭角，此法遂遭擯棄。

葛禮業，歐鵬二氏，試得發煙硫酸與四綠化炭之反應為



較之僅僅應用無水硫酸，殊為優利。在實際上：

1 分子重之無水硫酸只能產生光氣 49.5 公分；

1 分子重之60%發煙硫酸可生光氣74.6公分；

1 分子重之45%發煙硫酸可生光氣99.0公分。

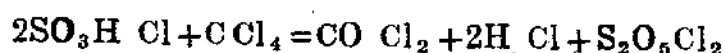
因之如用焦性硫酸  $H_2S_2O_7$ , pyrosulphuric acid, Pyroschwefelsaeure, acide Pyrosulfurique 爲製造光氣之原料，則節省硫酸之量，可達50%之多。

又工業上綠化磺酸  $SO_3HCl$ , Chlorosulphonic acid, Chlorsulfonsoeure, Chlorhydrine sulfurique 之用途，亦較綠化二硫酸基  $S_2O_5Cl_2$ , Disulphuryl Chloride, Disulfurylchlorid, Chlorure de disulphuryle 爲大。歐戰中綠化磺酸大都直接用爲發煙劑，綠化二硫酸基，則多供製造四綠化錫用。

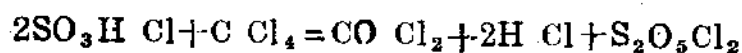
應用45%發煙硫酸之較爲優利，於此可見一斑。實際製造，通常係由注入發煙硫酸于四綠化炭中(焦性硫酸須在35度以上方成液體，然因此所致之製造困難殊屬有限。)

葛歐二氏又試得光氣中少量鹽酸之存在，如屬無礙，則其製造儘可採用66度巴梅之商業硫酸爲原料，惟須以硅藻土 Infusrial earth, Infusorienerde, Terre d' infusoires 爲接觸劑耳。

最初反應似爲



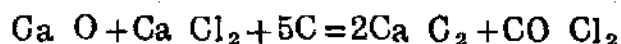
但此反應之進行殊爲緩慢，蓋硫酸與四綠化炭不能互相混合，必須綠化磺酸產量漸增，隨與硫酸相混和，并可溶解四綠化炭後，乃起下列之反應：



實際製造，二氏主用下述之作手續：先置硫酸于內塗珞瑯之鐵鍋，加入等重量之四綠化炭，并2%之乾燥硅藻土；旋於一次放入所欲加之四綠化炭，令其溶解，加熱至80度左右，俾微沸；反應即在此際開始，并繼續在80與90度間，作長期之進行；最後乃提高其溫度至135—140度。所用四綠化炭如純粹，則所得可達理論值之93—96%。所得光氣，若用四綠化炭爲之精煉，則最後成品中鹽酸之含量可極低下(鹽酸極易溶于四綠化炭中)。

### 第三法 電製法或高溫法

在電爐中強熱生石灰，綠化鈣與焦煤粉之混合物，亦可製得光氣，其反應如下：



此為 1906 年馬強斯愷 Mac halske 在美國註冊之特許製法，但在工業上迄未受人重視。

由組合法製成之光氣，大抵略含綠氣，因之每帶黃色，在高壓下取出之氣體，綠氣含量有時竟高至 3 或 4%。由發煙硫酸與四綠化炭之反應而得之光氣中，主要雜質為綠化二硫酸基。

商業上光氣之輸送，係用鋼筒。此種鋼筒，須預用 25 公斤之壓力以試驗其堅固漏氣與否。間亦有將光氣溶解于本輪中俾成爲 20% 之溶液以便運消者。

## 用 途

工業用途 醇類或醜類受光氣之作用，則分別生成綠炭酸醜 Chlorocarbonic ester, Chlorkohlensäureester, ether Chlorocarbonique, 中性炭酸醜 Carbonic ester, Kohlensäureester, ether Carbonique, 或尿素 urea, Harnstoff, uree 及其誘導體。此類物質在工業上科學上均有重大之價值。

綠炭酸醜類，性極活動，能使炭酸基 COOR, Carboxyl group, Carboxylgruppe, groupe Carboxyle 與炭，養，窒諸素直接相連合。例如與丙烷重酸醜，即蘿蔔酸醜 Malonic ester, Malonester, ether Malonique 中之甲稀基 CH<sub>2</sub>, Methylene, Methylene, Methylene, 接合而生種種之組合蘿蔔酸醜。此則關於有機化學之學理研究上具有重大之價值者也。又如與醇類中之輕養基 OH, hydroxylgroup, Hydroxylgruppe, groupe Oxhydryle 化合而生中性炭酸醜類；與亞摩尼亞或醜類化合而成尿素及其誘導體，此則關於有機化學之工業應用上，占有重要之地位者也。

茲舉數種具有醫藥價值之炭酸醜類于下，以明其應用範圍之廣汎。

1. 都和丹 Duotal 學名炭酸癒瘡木精 CO.(O.C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>.OCH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Guajacol Carbonate, Guajacolcarbonat, Carbonate de gaiacol, 乃醫治肺結核之良藥。

2. 克來和蘇丹 Kreosotal 學名炭酸克來和蘇脫 Creosote Carbonate, Kreosotcar-

bonat, Carbonatede Creosote, 乃瘧瘡木精與克來和蘇醇  $C_6H_5(CH_3)(OCH_3)(OH)$ , Creosol, Kreosal, Creosal 克來蘇醇  $CH_3C_6H_4OH$  Cresol, Kresol, Cresol 等之混合碳酸鹽，功用與碳酸瘧瘡木精相同。

3. 勃賴納爾 Blenal 學名碳酸檀醇  $CO \cdot (OC_{15}H_{25})_2$ , Santalol Carbonate, Santalolcarbonat, Carbonate d'Arheol, 爲白檀油 Sandelwood oil, Sandeloel, essence de santal 之代用品，乃醫治白濁之要劑。

4. 亞利斯多規甯 Aristoquinine, Aristochin, Aristoquinine 學名碳酸規甯  $CO(OC_{20}H_{23}N_2O)_2$ , quinine Carbonate, Chinincarbonat, Carbonate de quinine 爲規甯之代用品。不帶苦味，可用以醫治百日咳。

5. 歐規甯 Euquinine, Euchinin, euquinine 學名乙烷基碳酸規甯  $CO(OC_2H_5)(OC_{20}H_{23}N_2O)$ , quinine ethylcarbonate, Chininkohlensaeureaethylester, ethylcarbonate de quinine, 爲規甯之代用品。不帶苦味，與規甯相較，藥性較爲溫和。

綠碳酸或中性碳酸鹽類受亞摩尼亞或醃類之作用，則生醃基蟻酸鹽類  $NH_2 \cdot CO \cdot O$  R, Aminoformic esters, Aminoameisensaureester, ethers Amino-formiques 或炭醃基蟻酸鹽類 Carbamic esters, Carbamin saureester, ethers Carbamiques。此種鹽類爲都馬氏 Dumas 所發現，名爲攸賴丹 Urethanes, Urethane, Urethanes, 均有安神之功，間具麻醉之力。

1. 攸賴丹 Urethane, Urethen, Urethane 通常係指炭醃基蟻酸乙烷基鹽  $NH_2 \cdot CO \cdot OC_2H_5$  ethyl Carbamate, Carbaminsaeureaethylester, Carbamate d' ethyle 而言，乃由綠碳酸或中性碳酸乙烷基鹽受亞摩尼亞之作用而生成者也：



2. 海同納爾 Hedonal, 學名炭醃基蟻酸甲烷基丙烷基醇鹽  $NH_2 \cdot CO \cdot OCH(CH_3)(C_3H_7)$  Methylpropylcarbinol Urethane, Methylpropylcarbinolnrethan, Urethane de Methylpropylcarbinol, 係由甲烷基丙烷基醇受綠化尿素  $Cl \cdot CO \cdot NH_2$  之作用而生成，兼有安神麻醉之功。

3. 安波納爾 Aponal 學名炭醯基酸二甲烷基乙烷基炭醇  $\text{NH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{OC}(\text{CH}_3)_2(\text{C}_2\text{H}_5)$ , Dimethylethylcarbinol Urethane, Dimethylethylcarbinolurethan, 係由二甲烷基乙烷基炭醇受綠化尿素之作用而生成之安眠藥，臭如樟腦，味亦適口。

4. 安樂特靈 Aleudrin, 學名炭醯基酸  $\alpha, \alpha'$ -二氯異性丙烷基  $\text{NH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{OCH}(\text{CH}_2\text{Cl})_2$ ,  $\alpha, \alpha'$ -dichlorisopropyl carbamate, carbaminsaeure  $\alpha, \alpha'$ -Dichlorisopropylester, Carbamate de  $\alpha, \alpha'$ -dichloroisopropyle, 爲安眠止痛之良藥。

5. 歐福靈 Euphorin, 學名本輪基攸賴丹  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH} \cdot \text{CO} \cdot \text{OC}_2\text{H}_5$  phenylurethane, Phenylurethan, urethane de phenyle, 功能解熱。

6. 腦羅定 Neurodin, 學名對-醋酸基養輪基攸賴丹  $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{OC}_6\text{H}_4\text{NH} \cdot \text{CO} \cdot \text{OC}_2\text{H}_5$ , P-acetoxyphenylurethane, p-acetoxyphenylurethan, p-acetoxyphenylurethane, 性能解熱止痛。

7. 熱蒙定 Thermodin, 學名醋基一對一乙烷基養本輪基攸賴丹  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_6\text{H}_4 \cdot \text{N}(\text{COCH}_3)(\text{COOC}_2\text{H}_5)$ , Aethoxy-p-phenylacetylurethane, 功能解熱止痛。

在染料工業中：多種光彩奪目之二輪基及三輪基甲烷染料，如棉花黃 G Baumne-ollgelb G, 輪基真玫瑰 Benzoechtrosa, 輪基真橘黃 Benzoechtorange S, 輪基真硃紅 Benzoechtscharlach 等，在市場上早已有目共賞。其半製品密許雷酮及其同類之四乙烷基二輪基本輪基酮 Tetraaethyldiaminobenzophenon, 應用尤廣。例如結晶紫 Crystel violet, Krystallviolett, violet cristallisé, 乙烷基紫 Ethyl violet, aethylviolett, violet d'ethyle, 酸性紫 acid violet, Saeureviolett, violet acide BN 及 6BN, 維多利亞藍 Victoria blue, Victoriablau, bleu victoria 4R, R, 及 B, 羊毛綠 Wool green, Wollgruen, Vert pour laine S, 夜藍 Night blue, Nachtblau, bleu de nuit 與鹼性紫 Alkali violet, Alkaliviolett, violet alcalin 及金黃藥 Auramine, Auramin, Auramine 等染料，色澤鮮麗，久已馳譽環球。

製造無烟火藥所用之中定劑 Centralite, Centralit, Centralite 計有二種：第一種學名二乙烷基二本輪基尿素，第二種學名二甲烷基二本輪基尿素，均係羰類受光氣之作用而生成。

戰爭用途 歐戰中此物爲一種極重要之軍用窒息氣，法人名之爲柯農前 Collongite。傷害心肺之力極強。1915年12月，德人已開始使用此物以作雲氣攻擊。其時法國亦早決定採用此物。惟該時法國全境，僅有光氣廠一家，每日製造量不過150公斤。至1916年2月，乃始用以裝填砲彈，防守浮塘 Verdun。德方砲彈中之發現光氣，則爲1916年11月。

使用光氣之方法，概可大別爲下述之二類：

1. 風吹法 係將盛氣圓筒，埋置戰壕中胸壁前，上覆沙包。筒重40公斤，口備活塞，接有一長鉛管，管通筒底以便液體本身之易於放出，并防出口之因膨脹而受冷凝結。光氣沸點爲 $+8$ 度。溫度過低，即不便單獨施放。因之，德人每以此氣與綠氣混用，藉以提高其氣化點。至二氣之配合比例，則極不一致，光氣含量通常爲四分之一乃至二分之一。1917年6月，牛堡 Nieuport 戰役，德軍所放之毒氣，係由綠氣三分之二與光氣三分之一合成。於氣候溫和之日，應用此種混合氣體以行使雲氣攻擊，既因沸點降低而蒸發之困難減少，同時混氣中所含光氣百分率之高，亦尙足以保持其固有之優點，初不因沖淡而減殺其效能。計其優點有三：

a. 光氣毒性遠出綠氣之上。據美人之試驗，每公升空氣中須含綠氣重2.5公絲mgm，則犬在其中，作半小時之曝露以後，乃被毒斃。但0.3公厘重之光氣，亦可發生同一之影響，換言之，即光氣之毒性，實強於綠氣8倍以上也。

b. 光氣之化學活動性，遠在綠氣之下，防禦因之較爲困難。德國初次使用此氣之際，幸英探已於事前偵得德軍施放此氣之謀并其解毒之方，在其布製面具浸塗劑中，早有六甲烯基四酸利尿劑之加入，故爲害尙不甚烈。

c. 光氣之第三優點，即在其所謂延期作用。在爭戰中，士兵于吸入少量光氣以後，每能繼續作戰，常須經過數小時，間至1或2日後，毒性乃驟發，死亡遂可立待。此種毒性之發，經運動而加劇。故於施放此氣以後，須更繼以激烈之轟射，使敵人疲于奔命，則收效乃愈大。

應用氣筒施放毒氣之方法，德人稱之爲風吹法 Blaseverfahren，因其必須憑藉風力以吹向敵方也；英人則稱之爲圓筒攻擊 Cylinder attack，因其施放工具爲圓筒也；

又名之曰雲氣攻擊 Cloud gas attack，則因此種毒氣，在容器中雖為液體，但一經流出即蒸騰而成濃厚之氣雲 gas cloud，厥狀有類雲霧也。又因毒雲分層滾捲而進，厥狀有如波浪，爰復有波浪攻擊 Wave attack 之名。1917年1月，香檳尼 Champagne 之役，戰線長凡 9.5 公里，德軍所用氣筒之數，多至 18,500 個，蓋兩筒間相距，不過一公尺而已。

2. 拋射法 拋射之具，計有砲彈，迫擊砲及拋管之三種。

a. 砲彈 光氣砲彈之使用，實由法人開其端，上已述及。光氣並不剝融鋼鐵，故可直接裝入彈中，惟光氣為一種劇毒，裝填之際，務須翼翼小心，以防危險。光氣及砲彈均須預為冷卻(後者至 0 度)。散逸之氣，須由氣管引入清洗柱中。柱有純鹼液之涵流，以備分解光氣之用。

b. 迫擊砲 1915年3月，法軍已有毒氣迫擊砲彈之放射，是年五月德軍即有毒氣迫擊砲兵第一大隊之成立，旋於六月在聖華斯德新鎮 Neuville st vaast，作第一次之放射，成績頗為優良。至1916年末，乃始採用光氣為重迫擊砲彈之填料。彈徑25公分。其平均容量約為18公升。

厥後德軍又在迫擊砲管中修配來復綫以求射程之較為遠大。同時減小其口徑為 7.6 與 17 公分之兩種。前者之裝藥量為 0.650—0.735 公斤，後者之裝藥量為 12.5 公斤。自 1918年1月以後，在彈殼上又採用與砲彈相同之標記，彈頭概裝撞炸引信。

c. 拋管 毒氣作戰之應用砲管，乃英國上尉李溫氏 Captain Livens 之發明。製造運用，均甚便利，實一施放毒氣之優良武器。應用許多簡單鋼管，既可於瞬息之間，在敵陣造成極濃厚之雲霧而有雲氣攻擊之長；且雲霧之發生，不開始於本方戰壕之上，而開展於距離本軍較遠之地，對於毒氣因風向之變遷而反攻本方之危險，可少顧慮，則此種施放方法又屬不無砲彈攻擊之優點。1917年4月，經英軍在戰地上應用此器大奏膚功後，德人乃亦尤而效之以補風吹攻擊與砲彈攻擊之各有偏短。拋射機為極簡單之鋼管。英軍所用，計有輕重兩種。輕拋管重 30 公斤，彈重如之，最大射程 1100 公尺，重拋管重 60 公斤，彈重亦如之，最大射程 1800 公尺。德軍所用拋管，直徑初為 18 公分，最大射程 1600 公尺，繼改用徑大 16 公分，內備來復綫之鋼管，最大射程乃增至 3500 公尺之譜。彈



藉電氣發放，備有燃燒引信，但無定向裝置。彈中所盛，或為純粹之光氣，或於光氣之外另加雙光氣 Diphosgen 或綠化苦氣 Chloropicrine 40—50%。

1918年10月12日，德軍應用新式拋管向老教堂 Altkirch 拋擲光氣彈。射程之大竟至3500公尺之譜。彈中裝藥，據協約軍之檢驗，約為光氣13英磅，輕鬆石  $5\frac{1}{2}$  英磅。摻用輕鬆石之目的，蓋在和緩光氣之蒸發，俾其在敵陣散佈得以較勻，滯留得以較久，且於砲彈炸裂之際，因被轟擊而過於高昇空中之量，亦因之較少也。

法軍之使用光氣，每與四綠化錫，四錄化錫，三錄化O等發煙劑相混，蓋一以減低光氣之揮發性以求裝填之便利，一以增加砲彈之發煙量以求砲彈下落處之易於識別也。

除直接用為戰劑外，光氣亦為製造綠蟻酸綠甲烷基醴及雙光氣之重要原料。詳容後述。

對於多數之戰術用途，例如作為雲氣攻擊之材料，或用為砲彈之填料，光氣中稍混雜綠氣，殊屬無碍。但亦不無例外。例如作為藍十字氣之溶媒時，光氣中絕不應含有綠氣，因其易與溶質起反應而生成無毒之物質也。所含綠氣，概可由通過此種混氣於棉實油中為之除去。

## 防禦與治療

光氣在各種傷肺氣中，實為最兇險之毒氣。非有完善之防禦方法，則氣之所至，莫不披靡。故此氣在歐戰中，自採用之始迄於戰事之終，對於毒氣防禦訓練未工之軍隊，或於其防禦稍有疏懈之際，屢奏奇功，而時與以嚴重之損害也。

在空氣中偵查少量光氣存在之方法不一。英國所用之試紙乃經下列溶液浸漬之乾燥紙條。

對二甲烷基醴基本輪基莖 Paradimethylaminobenzaldehyde (重量)	5公分
二輪基醴(重量)	5公分
酒精(容量)	100公撮

經露置於含有少量光氣之空氣中15分鐘後，則隨空中光氣濃度之不同，此種本為白色之紙條，即可漸變為由黃至橘之各種色澤。每百萬分空氣中如有光氣1分，或每公升

空氣中如有光氣 0.004 公絲 mgm. 之存在，即可用此法爲之覺察。每百萬分空氣中如有光氣 50 分，或每公升中如含光氣重 0.207 公絲，則 15 分鐘內此紙即變成橘色。但綠氣及鹽酸對於此紙，亦起同樣之反應。故此種試法，並不能視爲鑒別光氣之特殊方法。第爲確定卸除面具之安全時間計，此紙之功用亦殊偉大。此種試紙，務須密藏於不透氣不見光之容器中，免致變爲不良之品。

光氣之存在，亦可藉燈光爲之識別。燃料可用酒精。篋中掛一銅絲，每公升空氣中如含光氣重達 0.3 公絲，則火燄即顯現綠色。

防禦光氣之主要藥品，法國最初係採石炭酸鈉 Sodium Phenolate, Phenolnatrium, Phenate de Sodium 或色精磺酸鈉 Sodium Sulphanilate, Sulfanilsaeures Natrium, Sulfanilate de Soude, 爲浸塗面具中紗布之藥劑。厥後又改變此種浸塗劑之組成，於色精磺酸鈉外，加入六甲烯基四脞質 Hexamethylenetetramine, 卽醫藥上所稱之烏羅屈羅品 Urotropine, 乃利尿劑之一種。此種利尿劑，係由蟻醛及亞摩尼亞之凝結而成：



受光氣之作用，則分解而生尿素，蟻酸，炭酸，鹽酸等物。

法國面具第二式 Masque M-2, 係由 20 層用油塗劑 greasene 浸塗及 20 層用複塗劑 Complexene 浸塗之紗布所構成。此種浸塗劑之配合如下：

複塗劑：	六甲烯基四脞質	39.0磅
	甘油	37.5磅
	硫酸鎳(Ni SO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O)	27.5磅
	碳酸鈉(Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	11.8磅
	水	.....
油塗劑：	蓖麻油	07.0磅
	酒精	81.0磅
	甘油	10.7磅
	苛性鈉	3.1磅

歐戰初期，美國頗致力於法國面具之研究。幾經試驗，乃分開複塗劑之主要成分為各別浸塗二層紗布之用。其時光氣之應用極為廣汎，因有下列裝置之擬議：

六甲烯基四酯	20層
硫酸鋸與碳酸鈉	10層
油塗劑	10層

此種裝置，較之法國原本面具，效力較大。足備防禦光氣青酸及綠氣之用。茲記其試驗結果如下：

毒氣濃度	千分之一
氣流速度	每分鐘30公升
光氣	65分鐘
青酸	60分鐘
綠氣	60分鐘

英國最初所用之防禦面具，係為碳酸鈉與抱硫硫酸鈉 Sodium Thiosulphate (hyposulphite), Natriumthiosulfat, hyposulfite de Sodium 混合物浸塗之簡單棉片或絨袋。厥後光氣與青酸出現於戰地，乃改用苛性鈉，石炭酸與甘油之混合物為塗劑。苛性鈉旋又改用苛性鈉鈣(即曹達石灰)，因其價值較廉，品質亦較優良也。繼又加用烏羅屈羅品以求防禦之更為完密。

厥後法國鐵沙氏面具 Masque Tissot 及特製呼吸器 A.R.S. Appareil respiratoire Special 相繼發明。防禦藥劑亦經改良。特製呼吸器中所裝防禦光氣之藥劑，計分三層：外層係經甘油浸漬，徑大 2-3 公厘之活性木炭，苛性鈉鈣與氧化鋅顆粒；近口內層為經烏羅屈羅品浸塗之紗布；中層係用苛性鈉與過錳酸鉀液浸透之活性木炭顆粒。

英軍旋亦採用標準箱式呼吸器 Standard Box-Respirator。其中填料為木炭與曹達石灰，間或加入少量之過錳酸鉀，

木炭不特有吸收光氣之性能，且有促進光氣與空中水分起水解作用使之生成鹽酸與無水碳酸之功效。苛性鈉鈣之利用，則在中和由光氣之水解而生成之鹽酸。

烏羅屈羅品雖為解光氣毒之良劑，但分解之際每易生成蟻酸，刺激面部，令人發生

不快之感，實為其美中之不足。

空氣中少量光氣之消毒，比較尚易，可由洒射肥皂液，碳酸鈉，碳酸鉀或直接用水以解除之。飲料及食物可無沾染光氣毒之虞，因光氣遇水即分解為碳酸氣與鹽酸，飲食物之口味雖可因之略變，但此二物之少量存在，殊不足為害於人也。

中光氣毒後救急之第一要着，在保持病人之絕對靜臥與溫暖。主宰生命之諸主要器官如肺，心與腦之缺乏養氣，實為光氣致死之最大原因。靜臥與溫暖乃所以減少養氣之消耗者也。

在安靜呼吸之際，每次吸入與呼出之空氣約為 500 公撮。通常每人每分鐘之呼吸次數，少則 15，多則 20。故在 24 小時以內，每人呼吸所需之空氣，少則 10,800 公升，多則 14,400 公升。排出之空氣，較之吸入之空氣，百分中少含養氣 4.78 容積，多含碳酸氣 4.84 容積。由是可知在 24 小時內，每人之實際養氣消費為 516 至 688 公升。且此僅為人體對於養氣之最低需求量。身體如受寒戰慄，則養氣之消費即須加倍，工作如激烈辛勞，則養氣之需求較之安靜時必至超過四倍以上。

以下為平常每人每分鐘呼吸之空氣公升數：

靜臥	7.7
靜立	10.4
每小時步行 2 英里	18.6
每小時步行 3 英里	24.8
每小時步行 4 英里	37.3
每小時步行 4½ 英里	46.5
每小時步行 5 英里	60.9
極激烈之運動	62.0 - 67.0

完全靜臥與溫暖，足以減低養氣之消耗，為極價值之治療法，於此可見一斑，中毒之人表面雖覺安適，自願安步當車，但不論如何，不應允其擅離抬床或傷兵運送車而自由行動，以致增加養氣之消費。

熱咖啡為救急之良劑，有保持體溫減少疲乏之功。蓋咖啡精 Caffeine 為一優良之

強心劑，富有興奮作用也。簡約言之，則救急之首要在：(1)速離染毒之地，(2)鬆解服裝，(3)保持靜臥與溫暖。

第二步之治療則為放血與養氣處治。最初，英國生理學家大都側重養氣處治而忽視放血；美國醫生之見解，適與之相反。實際上，則兩種治療方法價值相等，初無軒輊可分。幾經爭訟，德法英美各專家之見解，乃卒趨於一致。放血須在肺水腫未擴大以前。如此，則不特血液即可轉為稀淡，且可經久保持此種稀淡度。血液之原本濃度一時可不恢復。其所致之肺水腫，因之或能永不發生，對於病症之全部過程，殊屬有益。

反之，如肺水腫已經擴大，氣喘病已經深刻：例如面變青紫，脈搏增加等徵候已極顯著時，則養氣處治實為不二之妙法。對於面色蒼白之病人，養氣尤為無上之良藥，診治此種病人，決不可放血以速其死亡。

中光氣毒之治療手續，經歐戰以來各國戮力研究之結果，應依以下之順序：

1. 打消其立時發生之作用
2. 減少或限止肺之水腫量
3. 防阻血液之變濃
4. 減輕氣喘
5. 補助心臟及循環作用
6. 減少主觀愁苦
7. 防止傳染肺菌發生肺炎

1. 打消光氣立時發生之作用 肺組織之受損害，係由光氣生成鹽酸之強烈反應所致；所生鹽酸如能立被中和，則損害即可大減。英美醫生初用亞摩尼亞為中和劑，但據賴敢 Laqueur 與馬葛納斯 Magnus 作動物試驗之結果，則此種治法，非徒無益，而又害之，因其另加一種刺激之源也。

據美國醫生之試驗，中毒以後立即施行尿素酵母 urease 之靜脈注射，對於病症殊有效益，此蓋由尿素酵母生成之亞摩尼亞，直接流入肺中，中和一部分之鹽酸所致。尿素酵母為一種荳粉 jack bean meal 之10%水溶液。此種溶液與尿素溶液相混和，於1鐘分內即可使斐諾夫塔林 Phenolphthalein 示性藥變為淡紅色。每體重10公斤，可注入

此種浸出物 1 公撮，平均一人之注射量約為 6 至 7 公撮，如同時注入數英分 grains 之尿素，則作用即更為迅速。

2. 減少肺之水腫量 血漿之流入肺中，蓋由肺中毛細管之脹大與其所致之鬱血所致。毛細管如得保持其緊束狀態，則水腫症可不致發生。尿素酵母除中和鹽酸外，似有收縮毛細管之功用。受此種處理之畜類，黏膜可即轉白。但此種作用，並不經久。英美醫生經多種藥材之試驗，僅得一種作用經久之藥劑，即嘔吐精 Emetine 是也。茜草科之嘔吐草(即吐根) Ipecac 素有減少肺中鬱血之功；所○嘔吐精似有緊縮各種毛細管之力；早為診治咯血症之良藥。

人體之吸收嘔吐精，殊為緩慢，其作用因亦經久。吸入多量光氣之畜類，於受尿素酵母之靜脈注射外，同時如受一次嘔吐精之皮下注射，則肺水腫之發生，較之不受任何處治或僅受尿素酵母處治之畜類，遠為和緩。每體重 10 公斤，可用嘔吐精  $\frac{1}{6}$  英分。平均一人之注射量約為 1 英分。

3. 阻止血液之變濃 注射白樹膠 gum arabic, Gummi Arabikum, gomme arabique 及葡萄糖 glucose 液 賴致及馬葛納斯試得經 25% 葡萄糖液之皮下注射後，因中光氣毒而勢真倒斃之畜類，計有半數得慶更生。巴萊 Barry 亦試得血中之膠體滲透壓，經用 10% 白樹膠液為之提高後，肺中漿水多少亦可減退。又據美國邊木兵工廠 Edgewood Arsenal 之試驗，犬類吸入光氣之致死量後，如即於 1 至 2 小時以內，施行 25% 白樹膠及 25% 葡萄糖液之靜脈注射，則其生命每可挽救。每體重 1 公斤可注入此液 5 公撮。此種治療方法，遠較放血為有效；吸入光氣如不高出致死濃度過甚，則實際儘可阻遏肺水腫症之進展。注射不能過速，通常約須 20 分鐘。蓋膠液黏性極著，流過注射管殊非易易也。行之過速，則有致令呼吸困難與惡心之危險。

撮要重述則在戰地上受肺部刺激氣或窒息氣毒之救急法應為：

(1) 速施尿素酵母(兼用尿素或不兼用)之靜脈注射與鹽酸嘔吐精之皮下注射。經此種處治，肺水腫之發生每可延緩數小時。病人因得被送至傷兵清理站或戰地病院而受較完美之診治。

(2) 于最短期內，在傷兵清理站或即在救濟醫站中，施行白樹膠葡萄糖液之靜脈注

射。

4. 減輕氣喘 吸入光氣如超過致死濃度，則肺水腫症並不能因注射白樹膠葡萄糖液而不發生，不過發生時間為之延遲而已。例如受白樹膠葡萄糖處理之犬類，肺水腫之發生每在20—24小時以後，而不經此種診治之同樣犬類，則在8—10小時以內，即有自行倒斃之虞矣。醫治肺水腫及其所致氣喘之良藥，厥為養氣。養氣治療之結果，殊堪驚異。中毒徵候已極明顯，呼吸困難色轉青紫之犬類，經放置純粹養氣中數分鐘後，呼吸每不復感困難，牙肉亦多轉為淡紅色。以此法診治中毒病人，效驗亦屬相同。即面變蒼白之人亦能恢復本色。青紫症經養氣治療而不完全解除者，數實寥寥。青紫症既退，則氣喘亦隨之消失，頭痛減輕，煩燥消除，呼吸和靜，知覺清明，脈搏改善，病人心神遂轉恬靜，而可安然睡去。養氣處理中止過早，則病狀殊易回復。故此種處治必須繼續數小時或竟須1或2日之久，以至病人確有恢復之望，養氣中斷以後，面色亦不復變青紫為度。

5. 補助心臟及循環作用 肺中循環作用，既因積水而漸受困阻；影響所及，遂致右方心臟漸形脹大而衰弱。施行樟腦與咖啡精之皮下注射，極有興奮心臟，促進循環，與鼓舞中樞神經之功用。稍飲白蘭地或其他酒類，亦極有效益。毛地黃 Digitalis 固極為德醫所重視，但美醫則視為無用。此物如由口入，則吸收與作用所需之時間須歷17—22小時之久，殊屬緩不濟急。但如用為靜脈注射藥，則亦不無相當之價值，惟效驗似終不及咖啡精之大。

6. 解脫主觀愁苦 茶水或咖啡之飲用，為解除口渴之妙法。養氣之補充，乃救濟頭痛之要訣。咳嗽如能引起嘔吐，咳出痰液，則亦有益。病症後期如氣管發炎，則可利用礆化鉀與嘔吐草為祛痰劑。

7. 防止傳染肺菌 肺水腫消退後，病人仍須有數星期之休養。中毒以後，肺部受傷既甚，故易於傳染肺菌，發生肺炎，而口之衛生遂須特別注意。所吸空氣須不沾染塵埃。已患肺炎之病人，須立即遷徙，俾可與其他病人相隔絕，免致轉相傳染。

病人前途之光明與暗淡，可由其心臟與血色素之狀況為之判定。血色素與紅血球之增加，為肺水腫進展之表示。血色素之減退為肺水腫已過最高點而漸形消退之明證。肺水腫經過最高點後，如心臟不受損害，則病人之恢復健康，希望極大。但病人如由面發青

紫之狀而轉爲面唇蒼白之症，則心臟之受損衰弱，蓋無容疑，而前途殊亦未可樂觀也。

微傷病兵，在病院中留住10日左右，即可恢復健康，歸隊服務。枝氣管炎與胃病，每能在短期間內以普通治療方法爲之治療。枝氣管肺炎與心房脹大等症，須按重症醫治。經過兇猛青紫病之人，須有長時間之休養。心跳過速或呼吸困難等病，治療較爲困難。

爲分別處理此種病兵起見，務須注意于其運動後之反應。爲確定傷兵之可否重行歸隊服務計，應視其運用體力後是否發生異常疲乏，心跳過速，或呼吸短促之感。

受重傷而臥床多日之病兵，可用下列方法以試驗其是否宜于重入兵役。病兵起床後第五日，令其徐行半英里，停止後如呼吸脈搏均循常規而和緩，則次日可令其行走一英里，如仍行若無事，則再次日可令其行走三英里。經過此種試驗後，可再令其背負武裝包而行。如仍不覺困乏，則健康已經恢復。重行歸隊服務，大抵可保無虞矣。

歐戰中由統計4575中毒傷兵之結果，英人求得此種傷兵在醫院中留住之時間，久暫極不一致。平均爲6星期。不能服役之期間，長短亦大相懸殊。大多數傷兵之歸隊服務，蓋在第十與十九星期之間。其須經過26星期以上之治療與休養後方能重入軍役者，亦占全數四分之一。但永遠不復適于軍役之傷兵，則總計不過6人，僅占千分之一而已。



# 瓦里埃腔壓方程(續)

鍾毓靈

64 若應用(43)式，則(39)式第二項，變為

$$n(n-1) \dots \left(\frac{1}{2}\right) \sqrt{\pi} \Pi(\sqrt{x}) = T(n+1) \Pi(\sqrt{x})$$

$$\text{因 } T(n+1) = n(n-1) \dots \frac{1}{2} T\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\text{而 } T\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$$

$$\text{由是 } E(n+1) = T(n+1) \Pi(\sqrt{x}) - x^{\frac{1}{2}} e^{-x} \left[ x^k + nx^{k-1} + \dots + n(n-1)(n-2) \dots (n-k+1) \right]$$

$$\text{或 } E(n+1) = T(n+1) \left\{ \Pi(\sqrt{x}) - \left[ \frac{x^n}{T(n+1)} + \frac{x^{n-1}}{T(n)} + \dots + \frac{x^{\frac{3}{2}}}{T(n-k+2)} + \frac{x^{\frac{1}{2}}}{T(n-k+1)} \right] e^{-x} \right\} \quad (48)$$

$$\text{次查 } y^2 - \frac{1}{a} - k+1 = y^2 - \left(k + \frac{1}{2}\right) - 1 = x - n - 1;$$

$$ye^{-ya} = x^{\frac{1}{2}} e^{-x};$$

$$(k+1)n(n-1) \dots (n-k+1) + n(n-1) \dots (n-k+1)(n-k) = 2(n+1)n(n-1) \dots (n-k)$$

$$\therefore \Delta(n+1) = (x-n-1) T(n+1) \Pi(\sqrt{x}) + x^{\frac{1}{2}} e^{-x} \left[ x^k + 2nx^{k-1} + \dots + kn(n-1) \dots (n-k+1)x + 2(n+1)n(n-1) \dots (n-k) \right]$$

$$\text{或 } \Delta(n+1) = T(n+1) \left\{ (x-n-1) \Pi(\sqrt{x}) + \left[ \frac{x^n}{T(n+1)} + \frac{2x^{n-1}}{T(n)} + \dots + \frac{kx^{\frac{3}{2}}}{T(n-k+2)} + \frac{2(n-1)x^{\frac{1}{2}}}{T(n-k+1)} \right] e^{-x} \right\} \dots \dots \dots (49)$$

$\Pi\sqrt{x}$  之值，可由  $\Pi(y)$  表查出，不必計算，故遇  $n$  為  $\frac{1}{2}$  之倍數時，用(48)(49)兩式以求  $E(n+1)$  及  $\Delta(n+1)$  之值，簡便多矣。

(β)  $V(z)$  及  $U(z)$  之計算法

65. 既明上述積分法，則 Vallier 腔壓複式之  $V(z)$  及  $U(z)$  不難推算矣，茲試詳之如下：

$$P^n(z) = z^n e^{n(1-z)} = \frac{e^n}{n^n} x^n e^{-x}$$

$$V(z) = \int P^n(z) dz = \frac{e^n}{n^n} \int x^n e^{-x} d\left(\frac{x}{n}\right) = \frac{e^n}{n^{n+1}} \int x^n e^{-x} dx \dots (50)$$

$$U(z) = \frac{e^n}{n^{n+1}} \int d\left(\frac{x}{n}\right) \int x^n e^{-x} dx = \frac{e^n}{n^{n+2}} \int dx \int x^n e^{-x} dx \dots (51)$$

(I)  $n$  為整數時，依(29)(30)兩式，

$$V(z) = \frac{e^n}{n^{n+1}} \left\{ n! - \left[ x^n + nx^{n-1} + n(n-1)x^{n-2} + \dots \right] e^{-x} \right\}$$

$$U(z) = \frac{e^n}{n^{n+2}} \left\{ (x-n-2)n! + \left[ x^n + 2nx^{n-1} + 3n(n-1)x^{n-2} + \dots \right] e^{-x} \right\}$$

(II)  $n$  為  $\frac{1}{2}$  之倍數時，依(48)(49)兩式，

$$V(z) = \frac{e^n}{n^{n+1}} T(n+1) \left\{ \Pi(\sqrt{x}) - \left[ \frac{x^n}{T(n+1)} + \frac{x^{n-1}}{T(n)} + \frac{x^{n-2}}{T(n-1)} + \dots \right. \right. \\ \left. \left. + \dots + \frac{x^{\frac{1}{2}}}{T(\frac{1}{2})} \right] e^{-x} \right\}$$

$$U(z) = \frac{e^n}{n^{n+2}} T(n+1) \left\{ (x-n-1)\Pi(\sqrt{x}) + \left[ \frac{x^n}{T(n+1)} + \frac{2x^{n-1}}{T(n)} \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{3x^{n-2}}{T(n-1)} + \dots + \dots + \frac{n-\frac{1}{2}}{T(\frac{1}{2})} + \frac{2(n-1)x^{\frac{1}{2}}}{T(\frac{1}{2})} \right] e^{-x} \right\}$$

(III)  $n$  為任意小數時，依(31)(32)兩式，

$$V(z) = T(n+1) \left( \frac{x}{n} \right)^{n+1} e^{n-x} \left[ \frac{1}{T(n+2)} + \frac{x}{T(n+3)} + \frac{x^2}{T(n+4)} + \dots \right]$$

$$U(z) = T(n+1) \left(\frac{x}{n}\right)^{n+2} e^{n-x} \left[ \frac{1}{T(n+3)} + \frac{2x}{T(n+4)} + \frac{3x^2}{T(n+5)} + \dots \right]$$

66. 依 Vallier 實驗的結果，n 值有下列之關係：

$$n = \frac{2}{a-1} (1 \leq a \leq 2) \dots \dots \dots (52)$$

茲試應用彈丸運動方程，研究之如下：

在火藥燃燒之初期，Sarrau 氏彈丸運動方程第二項以下各項，可以略去，由是

$$(u+u_0) \frac{d^2u}{dt^2} + P \left(\frac{du}{dt}\right)^2 = \frac{faW}{m\tau} \left(\frac{m}{\omega p_0}\right)^a \int_0^t \left(\frac{d^2u}{dt^2}\right)^a dt$$

式中 u = 彈丸在 t 時之行程

u<sub>0</sub> = 初隙換算長 (Reduced Length of Initial Air Space)；

P = 氣體常數；

f = 火藥力 (Force of Explosive)；

a = 關於火藥形狀之常數；

W = 裝藥量；

m = 彈丸質量；

τ = 火藥在氣壓 p<sub>0</sub> 下燃燒之全時間；

ω = 砲膛斷面積；

a = 與火藥燃燒速度正比例之指數；

$$\text{但 } \left(\frac{m}{\omega}\right)^a \int_0^t \left(\frac{d^2u}{dt^2}\right)^a dt = \int_0^t P^a dt = P_0^a \int_0^t P^{na}(z) dt = P_0^a \theta \int_0^z P^{na}(z) dz$$

$$\therefore (u+u_0) \frac{d^2u}{dt^2} + P \left(\frac{du}{dt}\right)^2 = \frac{faW\theta}{m\tau} \left(\frac{P_0}{p_0}\right)^a \int_0^z P^{na}(z) dz$$

在彈丸運動開始瞬間，依上式觀之，可知

$$\int_0^z P^{na}(z) dz = e^{na} \int_0^z z^{na} e^{-naz} dz = 0$$

今命 naz = x

$$\text{則 } \int P^{na}(z) dz = \frac{e^{na}}{(na)na+1} \int x^{na} e^{-x} dx = \frac{e^{na}}{(na)na+1} \cdot E(na+1)$$

但依(31)式，則

$$E(na+1) = \left[ \frac{1}{na+1} + \frac{x}{(na+1)(na+2)} + \frac{x^2}{(na+1)(na+2)(na+3)} + \dots \right] x^{na+1} e^{-x}$$

$x$  與  $n, a$ ，均爲正數，故不拘  $x$  爲何值，括號內數，亦不等於 0，由是

$$x^{na+1} e^{-x} = (naz)^{na+1} e^{-naz} = \left( \frac{na}{e} \right)^{na+1} P^{na+1}(z) = 0$$

$$\text{即 } P^{na+1}(z) = 0$$

$$\text{又由 } P = P_0 P^n(z) = P_0 z^n e^{n(1-z)}$$

$$\text{考之，則 } P^n(z) = 0$$

$$\therefore P^{na+1}(z) = P^n(z) \quad \therefore n = na + 1$$

$$\therefore n = \frac{1}{1-a} \dots \dots \dots (53)$$

對於  $a$  之值，言人人殊，尙不一致，例如 Sarrau 同 Ingall 用  $\frac{1}{2}$ ，Jacob 用  $\frac{3}{4}$ ，Vielle, Gosso 與 Liouville 用  $\frac{1}{3}$ ，Centervall 用 0.9，Dunn 同 Charbonier 用 1.0。但不拘如何，將(53)式代入(52)式，

$$\text{則 } \frac{1}{1-a} = \frac{2}{a-1}$$

$$\therefore a = 3 - 2a$$

是故  $a = \frac{1}{2}$  則  $a = 2$ ； $a = 1$ ，則  $a = 1$ 。依此可知，(52)式雖爲實驗之結果，亦可視爲理論之結果也。

67. (53)式雖爲  $n$  值之決定式，然  $a$  之值，既已不定，則  $n$  之值，亦難確定；依 Vallier 之說，則對於黑色藥  $n = 1$ ，對於無烟藥，急燃時  $n = 2$ ，緩燃時  $n = 4$ ，燃燒速度

中等時  $n=3$ ，茲依此說，將  $n$  值等於  $1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4$  時之  $V(z)$   $U(z)$ ，示之於下：

(I)  $n=1$

$$P^n(z) = ze^{1-z}$$

$$V(z) = e \left\{ 1 - (z+1)e^{-z} \right\}$$

$$U(z) = e \left\{ (z-2) + (z+2)e^{-z} \right\}$$

此為 Vallier 腔壓簡式，前既詳之矣。

(II)  $n=2$

$$P^n(z) = z^2 e^{2(1-z)}$$

$$V(z) = \frac{e^2}{4} \left\{ 1 - (2z^2 + 2z + 1)e^{-2z} \right\}$$

$$U(z) = \frac{e^2}{4} \left\{ (2z-3) + (2z^2 + 4z + 3)e^{-2z} \right\}$$

(III)  $n=3$

$$P^n(z) = z^3 e^{3(1-z)}$$

$$V(z) = \frac{e^3}{27} \left\{ 2 - (9z^3 + 9z^2 + 6z + 2)e^{-3z} \right\}$$

$$U(z) = \frac{e^3}{81} \left\{ 2(3z-4) + (9z^3 + 18z^2 + 18z + 8)e^{-3z} \right\}$$

(IV)  $n=4$

$$P^n(z) = z^4 e^{4(1-z)}$$

$$V(z) = \frac{e^4}{128} \left\{ 3 + (32z^4 + 32z^3 + 24z^2 + 12z + 3)e^{-4z} \right\}$$

$$U(z) = \frac{e^4}{512} \left\{ 3(4z-5) + (32z^4 + 64z^3 + 72z^2 + 48z + 15)e^{-4z} \right\}$$

(V)  $n=1.5$

$$P(z) = z^{\frac{1}{2}} e^{\frac{1}{2}(1-z)}$$

$$V(z) = \frac{2}{3} e^{\frac{3}{2}z} \left\{ \sqrt{\frac{1}{2}} \pi \operatorname{II}(\sqrt{\frac{1}{2}} z) - 3(z^{\frac{3}{2}} + 2^{\frac{1}{2}}) e^{-\frac{3}{2}z} \right\}$$

$$U(z) = \frac{1}{3} e^{\frac{3}{2}z} \left\{ \sqrt{\frac{1}{2}} \pi (3z-5) \operatorname{II}(\sqrt{\frac{1}{2}} z) + 4e^{-\frac{3}{2}z} \left( \frac{1}{2} z^{\frac{1}{2}} + z^{\frac{3}{2}} \right) \right\}$$

(VI)  $n=2.5$

$$P(z) = z^{\frac{5}{2}} e^{\frac{5}{2}z} (1-z)$$

$$V(z) = \frac{2}{5} e^{\frac{5}{2}z} \left\{ \frac{3}{5\sqrt{10}} \sqrt{\pi} \operatorname{II}(\sqrt{\frac{5}{2}} z) - e^{-\frac{5}{2}z} (z + z^{\frac{5}{2}} + \frac{2}{3} z^{\frac{1}{2}}) \right\}$$

$$U(z) = \frac{3}{125} e^{\frac{5}{2}z} \left\{ \sqrt{\frac{5}{2}} \pi (5z-7) \operatorname{II}(\sqrt{\frac{5}{2}} z) - e^{-\frac{5}{2}z} \left( \frac{20}{3} z^{\frac{5}{2}} + \frac{40}{3} z^{\frac{3}{2}} + 14z^{\frac{1}{2}} \right) \right\}$$

將(II)至(VI)各式，依簡式方法，製成對照表，如未附第二至第十表，則應用(A)(B)(C)各公式，可以計算相當各  $n$  之  $v, u$ 。

68. 複式之彎點：依下法求之：

$$\frac{d^2P}{dt^2} = \frac{d}{dz} \left( \frac{dP}{dz} \frac{dz}{dt} \right) \frac{dz}{dt} = \frac{d}{dz} \left[ \frac{P_0}{\theta} n (z^{n-1} e^{n(1-z)} - z^n e^{n(1-2z)}) \right] \frac{dz}{dt}$$

$$= \frac{P_0}{\theta^2} n \left[ (n-1) z^{n-2} e^{n(1-z)} - 2nz^{n-1} e^{n(1-z)} + nz^n e^{n(1-z)} \right]$$

$$= \frac{P_0}{\theta^2} nz^{n-2} e^{n(1-z)} \left[ nz^2 - 2nz + (n-1) \right] = 0$$

$$\therefore nz^2 - 2nz + (n-1) = 0$$

$$\text{即 } (z-1)^2 - \left( \frac{1}{\sqrt{n}} \right)^2 = 0$$

$$\therefore z = 1 \pm \frac{1}{\sqrt{n}} \dots \dots \dots (54)$$

依此可知，彎點有二，位於最大壓力之前後，即在腔壓曲綫頂點之兩側等遠之處，若  $n=1$ ，則唯有一個彎點，即在  $z=2$  之處。

附注：本編所有T( )號，均係I( )之誤。

第一表 n-1

a	z	$\Pi(a)$	$\mathbb{R}(a)$	$\varnothing(a)$	$\psi(a)$	T(a)	Q(a)
1.2	2.30	0.627	0.915	0.141	0.394	2.11	0.75
1.3	2.63	0.515	0.766	0.108	0.357	2.02	0.67
1.4	2.92	0.667	0.667	0.087	0.333	1.95	0.60
1.5	3.18	1.427	0.598	0.074	0.319	1.89	0.54
1.6	3.40	0.360	0.540	0.065	0.311	1.84	0.49
1.7	3.62	0.308	0.497	0.058	0.303	1.80	0.45
1.8	3.83	0.264	0.460	0.053	0.296	1.76	0.41
1.9	4.03	0.227	0.427	0.048	0.290	1.72	0.37
2.0	4.23	0.195	0.398	0.044	0.285	1.68	0.34
2.1	4.42	0.168	0.374	0.041	0.281	1.65	0.31
2.2	4.60	0.145	0.353	0.039	0.278	1.62	0.28
2.3	4.78	0.126	0.335	0.037	0.276	1.60	0.25
2.4	4.95	0.095	0.319	0.035	0.275	1.58	0.23
2.5	5.11	0.084	0.306	0.033	0.274	1.56	0.21
2.6	5.27	0.074	0.293	0.031	0.273	1.54	0.19
2.7	5.3	0.065	0.281	0.030	0.272	1.52	0.18
2.8	5.59	0.057	0.270	0.029	0.271	1.51	0.16
2.9	5.75	0.050	0.259	0.027	0.270	1.49	0.15
3.0	5.90	0.044	0.250	0.026	0.269	1.48	0.13
3.1	6.06	0.038	0.241	0.026	0.268	1.46	0.12
3.2	6.21	0.034	0.233	0.025	0.267	1.45	0.11
3.3	6.36	0.030	0.226	0.024	0.266	1.44	0.10
3.4	6.51	0.027	0.219	0.023	0.266	1.43	0.09
3.5	6.66	0.024	0.212	0.022	0.266	1.41	0.08
3.6	6.80	0.021	0.206	0.022	0.265	1.40	0.08
3.7	6.94	0.018	0.200	0.021	0.265	1.39	0.07
3.8	7.09	0.016	0.194	0.020	0.265	1.38	0.06
3.9	7.25	0.014	0.189	0.020	0.265	1.37	0.05
4.0	7.40	0.012	0.184	0.019	0.265	1.36	0.05

第 二 表  $n=1.5$ 

a	z	$\Pi(a)$	$\mathbb{R}(a)$	$\emptyset(a)$	$\psi(a)$	T(a)	Q(a)
1.3	2.30		0.95	0.131	0.394		
1.4	2.48		0.81	0.107	0.370		
1.5	2.69		0.73	0.083	0.354		
1.6	2.87		0.66	0.082	0.342		
1.7	3.03		0.61	0.074	0.334		
1.8	3.20		0.57	0.067	0.329		
1.9	3.33		0.53	0.062	0.325		
2.0	3.47		0.50	0.058	0.323		
2.1	3.60		0.47	0.055	0.321		
2.2	3.74		0.45	0.052	0.318		
2.3	3.89		0.42	0.049	0.316		
2.4	4.03		0.40	0.046	0.313		
2.5	4.16		0.39	0.043	0.310		
2.6	4.29		0.37	0.040	0.309		
2.7	4.42		0.35	0.038	0.308		
2.8	4.55		0.34	0.036	0.307		
2.9	4.68		0.33	0.035	0.307		
3.0	4.80		0.32	0.034	0.306		

第 三 表  $n=2$ 

a	z	$\Pi(a)$	$\mathbb{R}(a)$	$\emptyset(a)$	$\psi(a)$	T(a)	Q(a)
1.3	2.09	0.494	1.06	0.148	0.415	2.21	0.65
1.4	2.28	0.402	0.93	0.124	0.390	2.12	0.56
1.5	2.46	0.330	0.83	0.102	0.374	2.04	0.50
1.6	2.61	0.272	0.75	0.092	0.364	1.97	0.44
1.7	2.75	0.228	0.69	0.084	0.355	1.81	0.39
1.8	2.88	0.193	0.65	0.077	0.349	1.86	0.35
1.9	3.00	0.165	0.61	0.071	0.344	1.83	0.31
2.0	3.13	0.139	0.57	0.066	0.340	1.79	0.28
2.1	3.25	0.117	0.54	0.061	0.338	1.75	0.25
2.2	3.36	0.100	0.52	0.058	0.335	1.71	0.22
2.3	3.46	0.087	0.49	0.055	0.333	1.68	0.20
2.4	3.57	0.075	0.46	0.052	0.332	1.65	0.18
2.5	3.68	0.064	0.44	0.049	0.330	1.62	0.16



第 四 表  $n=2.5$

a	z	$\Pi(a)$	$\mathbb{H}(a)$	$\varnothing(a)$	$\psi(a)$	T(a)	Q(a)
1.3	1.94		1.18	0.160	0.427		
1.4	2.13		1.04	0.132	0.406		
1.5	2.27		1.94	0.115	0.391		
1.6	2.40		1.85	0.101	0.380		
1.7	2.52		1.79	0.092	0.372		
1.8	2.65		1.74	0.084	0.367		
1.9	2.76		1.69	0.078	0.362		
2.0	2.87		1.65	0.072	0.358		

第 五 表  $n=3$

a	z	$\Pi(a)$	$\mathbb{H}(a)$	$\varnothing(a)$	$\psi(a)$	T(a)	Q(a)
1.3	1.85	0.485	1.27	0.177	0.440	2.39	0.63
1.4	2.01	0.398	1.12	0.144	0.413	2.27	0.54
1.5	2.16	0.325	1.00	0.128	0.396	2.17	0.48
1.6	2.28	0.265	0.91	0.114	0.386	2.09	0.42
1.7	2.39	0.220	0.85	0.101	0.379	2.02	0.36
1.8	2.49	0.180	0.80	0.090	0.374	1.97	0.32
1.9	2.59	0.150	0.75	0.083	0.369	1.92	0.28
2.0	2.69	0.125	0.70	0.077	0.366	1.88	0.24

第 六 表  $n=4$

a	z	$\Pi(a)$	$\mathbb{H}(a)$	$\varnothing(a)$	$\psi(a)$	T(a)	Q(a)
1.3	1.78	0.480	1.48	0.185	0.453	2.54	0.62
1.4	1.85	0.335	1.30	0.155	0.429	2.43	0.53
1.5	1.98	0.308	1.17	0.134	0.413	2.31	0.46
1.6	2.07	0.251	1.07	0.118	0.404	2.21	0.40
1.7	2.17	0.205	0.98	0.107	0.397	2.13	0.35
1.8	2.26	0.168	0.91	0.099	0.392	2.07	0.30
1.9	2.34	0.140	0.85	0.091	0.387	2.02	0.26
2.0	2.42	0.117	0.80	0.085	0.383	1.97	0.22

第 七 表  $n=1$ 

(z)	P(z)	V(z)	U(z)	V <sub>0</sub> (z)	U <sub>0</sub> (z)
0.10	0.4260	0.0127	0.0005	0.018	0.002
0.25	0.5292	0.0707	0.0052	0.098	0.019
0.50	0.8244	0.2452	0.0444	0.341	0.154
0.75	0.9630	0.4712	0.1334	0.657	0.471
1.00	1.0000	0.7183	0.2817	1.000	1.000
1.25	0.9735	0.9659	0.4924	1.346	1.742
1.50	0.9098	1.2019	0.7637	1.678	2.702
1.75	0.8266	1.4193	1.0918	1.977	3.865
2.00	0.7358	1.6146	1.4716	2.250	5.212
2.25	0.6446	1.7871	1.8972	2.489	6.712
2.50	0.5578	1.9373	2.3633	2.701	8.356
2.75	0.4779	2.0666	2.8642	2.879	10.13
3.00	0.4060	2.1769	3.3945	3.034	12.01
3.25	0.3425	2.2703	3.9511	3.171	13.98
3.50	0.2874	2.3489	4.5289	3.273	16.02
3.75	0.2398	2.4146	5.1246	3.364	18.13
4.00	0.1992	2.4693	5.7354	3.441	20.29
4.25	0.1648	2.5148	6.3584	3.504	22.49
4.50	0.1359	2.5521	6.9910	3.556	24.73
4.75	0.1118	2.5831	7.6340	3.599	27.00
5.00	0.0916	2.6084	8.2831	3.635	29.30
5.25	0.0749	2.6291	8.9379	3.664	31.62
5.50	0.0611	2.6460	9.5974	3.687	33.95
5.75	0.0498	2.6599	10.261	3.706	36.30
6.00	0.0404	2.6711	10.927	3.722	38.65
6.25	0.0328	2.6802	11.596	3.735	41.02
6.50	0.0266	2.6876	12.267	3.745	43.39
6.75	0.0215	2.6935	12.934	3.752	45.75
7.00	0.0174	2.6984	13.614	3.760	48.16

第八表  $n=2$

$z$	$P(z)$	$V(z)$	$U(z)$	$V_0(z)$	$U_0(z)$
.25	0.294	0.027	0.002	0.0445	0.0089
.50	0.679	0.148	0.022	0.2485	0.1067
.75	0.927	0.353	0.083	0.5915	0.4106
1.0	1.000	0.597	0.202	1.0000	1.0000
1.1	1.990	0.697	0.269	1.1675	1.3317
1.2	0.964	0.795	0.342	1.3929	1.6931
1.3	0.927	0.890	0.435	1.4908	2.1436
1.4	0.880	0.979	0.519	1.6399	2.5693
1.5	0.828	1.066	0.619	1.7856	3.0644
1.6	0.771	1.147	0.739	1.9213	3.6584
1.7	0.712	1.220	0.848	2.0636	4.1981
1.8	0.654	1.289	0.983	2.1591	4.8663
1.9	0.597	1.351	1.105	2.2630	5.4703
2.0	0.541	1.408	1.253	2.3585	6.2030
2.1	0.489	1.459	1.386	2.4439	6.8614
2.2	0.441	1.505	1.544	2.5209	7.6436
2.3	0.394	1.547	1.687	2.5913	8.3514
2.4	0.350	1.583	1.853	2.6516	9.1732
2.5	0.311	1.617	2.004	2.7087	9.9209
2.6	0.276	1.645	2.176	2.7554	1.0772
2.7	0.244	1.672	2.333	2.8007	1.1549
2.8	0.214	1.694	2.570	2.8375	1.2426
2.9	0.188	1.715	2.672	2.8727	1.3228
3.0	0.165	1.734	2.853	9.2046	1.4124
3.1	0.144	1.749	3.023	2.9297	1.4975
3.2	0.125	1.762	3.210	2.9514	1.5891
3.3	0.109	1.773	3.384	2.9698	1.6752
3.4	0.094	1.783	3.573	2.9866	1.7684
3.5	0.083	1.792	3.749	3.0017	1.8559
3.6	0.072	1.800	3.930	3.0151	1.9455
3.7	0.063	1.807	4.110	3.0268	2.0346
3.8	0.053	1.813	4.292	3.0368	2.1248
3.9	0.046	1.818	4.474	3.0452	2.2149
4.0	0.039	1.822	4.656	3.0519	2.3049
4.25	0.027	1.830	5.112	3.0653	25.307
4.50	0.018	1.836	5.570	3.0754	27.574
4.75	0.012	1.840	6.030	3.0821	29.852
5.00	0.008	1.842	6.490	3.0855	32.128

第 九 表  $n=3$ 

$z$	$P(z)$	$V(z)$	$U(z)$	$V_0(z)$	$U_0(z)$
.25	0.159	0.011	0.001	0.0207	0.0033
.50	0.559	0.098	0.012	0.1860	0.0753
.75	0.893	0.284	0.058	0.5400	0.3642
1.0	1.000	0.525	0.159	1.0000	1.0000
1.1	0.985	0.625	0.217	1.1905	1.3649
1.2	1.947	0.722	0.284	1.3752	1.7852
1.3	0.895	0.814	0.367	1.5505	2.2704
1.4	0.825	0.900	0.447	1.7143	2.8113
1.5	0.754	0.979	0.540	1.8648	3.3963
1.6	0.677	1.051	0.642	2.0019	4.0378
1.7	0.601	1.115	0.750	2.1238	4.7169
1.8	0.529	1.171	0.864	2.2305	5.4340
1.9	0.462	1.220	0.985	2.3779	6.1950
2.0	0.398	1.264	1.110	2.4076	6.9812
2.1	0.342	1.301	1.238	2.4781	7.7861
2.2	0.293	1.333	1.369	2.5390	8.6101
2.3	0.246	1.360	1.503	2.5905	9.4528
2.4	0.207	1.383	1.639	2.6343	10.308
2.5	0.174	1.402	1.777	2.6705	11.176
2.6	0.146	1.418	1.918	2.7010	12.063
2.7	0.122	1.431	2.062	2.7257	12.969
2.8	0.101	1.442	2.207	2.7467	13.881
2.9	0.083	1.451	2.353	2.7635	14.799
3.0	0.069	1.457	2.500	2.7752	15.723

第十表

$z$	$P(z)$	$V(z)$	$U(z)$	$V_0(z)$	$U_0(z)$
.25	0.086	0.005	0.0002	0.0099	0.0017
.50	0.461	0.067	0.007	0.1418	0.0549
.75	0.860	0.236	0.043	0.4977	0.3285
1.0	0.000	0.475	0.131	1.0000	1.0000
1.1	0.980	0.574	0.183	1.2084	1.3370
1.2	0.929	0.670	0.245	1.4105	1.8702
1.3	0.859	0.760	0.318	1.6000	2.4275
1.4	0.774	0.841	0.393	1.7705	3.0381
1.5	0.685	0.915	0.486	1.9263	3.7099
1.6	0.584	0.979	0.580	2.0610	4.4275
1.7	0.507	1.034	0.630	2.1769	5.1909
1.8	0.428	1.080	0.786	2.2737	6.0000
1.9	0.356	1.119	0.896	2.3558	6.8396
2.0	0.293	1.159	1.010	2.4400	7.7099
2.1	0.239	1.178	1.126	2.4800	8.5955
2.2	0.194	1.199	1.245	2.5242	9.5039
2.3	0.155	1.216	1.366	2.5600	10.428
2.4	0.122	1.230	1.432	2.5895	11.313
2.5	0.097	1.243	1.613	2.6153	12.313
2.6	0.076	1.251	1.733	2.6339	13.267
2.7	0.060	1.257	1.764	2.6467	14.229
2.8	0.046	1.262	1.890	2.6569	15.191
2.9	0.035	1.266	2.116	2.6653	16.153
3.0	0.027	1.270	2.243	2.6737	17.281



第十二表  $\log T(n)$ 

$n^*$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.0	0	T.997529	T.995128	T.992796	T.990533	T.988338	993209	T.984145	T.982147	T.980212
1.1	T.978341	76531	74783	73096	71469	69901	68390	66939	65544	64205
1.2	62922	61695	60521	59401	58335	57321	56359	55449	54589	53730
1.3	53020	52310	51648	51035	50470	49951	49480	49054	48676	48342
1.4	48053	47808	47608	47451	47338	47262	47240	47254	47310	47407
1.5	47545	47724	47943	48201	48500	48837	49214	49629	50082	50573
1.6	51102	51668	52271	52911	53587	54299	55047	55830	56649	57503
1.7	58391	59314	60271	61262	62287	63345	64436	65561	66718	67907
1.8	69129	70383	71668	72985	74333	75712	77123	78564	80036	81537
1.9	83069	84631	86223	87841	89494	91173	92881	94618	96384	98178

# 新式無焰拋射藥之製法

高 義 譯

## 其 一

本拋射藥係一種無焰之膠狀硝化棉，其彈道性能甚佳，成分為可溶性硝化棉與消焰劑，例如黑色火藥或硝酸鹽與膠化劑，或適當膠化硝化棉之溶劑，加以緊密混和是也，今將其詳細記述如下

可溶性硝化棉之膠狀體，在無烟火藥中，早已著名，所謂膠化者，係用各種溶劑處理硝化棉，使纖維之原構造完全消滅之一種技術名辭耳，使用溶劑分量，以得硝化溶液或單使硝化棉變為彈性化為度，硝化棉膠化後，宜將其溶劑之大部分除去，一般硝化棉工場，多有收回溶劑之裝置，所使用之溶劑，若殘留藥中，則製品之性質，因之而異，美國火藥廠，普通多用依脫酒精(Ether Alcohol)為溶劑，其特別者，有用醋酮(Acetone)醋酸丁烷基(Amyl acetate)醋酸乙烷基(Ethyl acetate)及脂肪酸之各種鹽類，

硝化棉膠化後，普通壓成多孔藥形，其藥形之大小與形狀，以適於發射為度，其實際之形狀，為圓柱形，平行縱邊，鑽七小孔，通常製法先將膠化材料，壓於適當鑄型，使穿多孔，然後切而斷之，作成藥粒，藥粒中所以予以縱孔者，乃使燃燒時，燃燒面積漸次增大，因之瓦斯生成，呈加速的增加，當無烟火藥增加之際，其發生瓦斯，與火藥燃燒面積成比例，多孔藥形之孔壁，亦係燃燒面之一部分，故於單位時間內，其燃燒瓦斯之速度，自發火至火藥粒燃燒完了，遞進增加也。

此種火藥，使用於火砲時，於彈丸正離砲口之瞬間，呈有閃光或距砲口相當距離時，發生火焰，此等火焰，稱之曰口焰，凡口焰之發生，係火藥燃燒生成物中之可燃性物質，遇空中氧氣所呈燃燒之現像，換言之，此口焰可稱第二次燃燒或稱砲口外爆發，乃因硝化棉燃燒時，不得充分氧氣，使其完全燃燒所致。

砲口焰關於軍事方面，障礙不少，故于可能範圍內，不可不除去之，普通消焰方法



，可以消焰劑浸透於硝化棉細胞中，以普通方法，作成多孔藥形，此等膠狀無煙火藥，因硝化纖維素中含消焰劑，恰如小蜂巢之構成，故於燃燒方式上，發生新形式，此式比普通多孔藥形為優，一般消焰劑，為發生氧氣以補硝化棉中氧氣之不足者，然亦有為他項目的而加入者，前者雖為補足氧氣而加氧化劑，但於砲口，仍有可燃性瓦斯發現，其他形式之消焰劑，則因稀釋冷卻等作用，均成不點火之瓦斯。

火砲中火藥之作用，即瓦斯作用於彈丸之工作，換言之，即燃燒瓦斯之膨脹，乃向冷卻方面進行，而燃燒則為發熱的，兩者互相平衡。

普通多孔形火藥，其最大熱量之發現，極為遲緩，燃燒瓦斯，離砲口之際，其溫度仍高，然依本法所加消焰劑，因其燃燒方法，為新形式，故火藥燃燒瓦斯，出砲口之際，其狀態大異，既不發火，又不生焰。

消焰劑經用種種物質，種種範圍試驗之結果，大概已能判別孰較優秀，孰較耐用，各種之非氧化劑中，可用黑色火藥，或同類混合物，如含硫或不含硫之硝酸鉀，亦可使用。

依本發明所製之無焰拋射藥於點火時，因黑色火藥比膠化硝化棉急烈之火焰達硝化纖維內，膨開其細胞時，內部之黑色火藥，較外部之硝化棉急速燒完，供給藥粒，以燃燒之小坑面，此外如硝酸鉀重鉻酸鉀等，容易放出氧氣之物質，置諸硝化棉細胞中，亦得同樣結果，其可得無焰之原理，乃因受熱放出之氧氣在含氧化劑之硝化棉細胞內，沿其內面促進局部燃燒也，其造成新燃燒面之結果，二者相同，而且發生之氧氣有補足硝化棉中不足氧氣之傾向。

1918年6月12日，第239,531號特許，乃關於無焰火藥成分之研究，該特許主張，可溶性硝化棉，與阿母尼亞硝酸鹽，(內含若干硝化甘油)緊密混和，而以依脫酒精膠化之，更加少量醋酮，依此製法，則硝酸阿母尼亞結晶片之細胞中，得膠狀硝化棉藥之蜂巢狀完全體。

1919年1月24日，第272,857號特許，亦係記述蜂巢狀之硝化棉，其細胞中，含有硝酸鉀及鋇(Barium)之無焰火藥，並述硝化棉與消焰劑，於正規黑火藥製造機中，混合以適當液體，得完全混和之方法，又附記混合用液體，在火藥成分操作中成粉飛散，惹

起危險之預防。

混合操作完畢後，將混合用液體除去，使消焰劑與機械的混合之硝化棉，完全膠化，並成蜂巢狀構造此等操作，可謂用兩種液體分兩段工作，一係混合，一係膠化。

1920年4月24日第376,267號特許，記述無焰火藥製造常採同樣操作及方法，其特許權，限於使用黑色火藥，為特殊焰消劑。

1921年2月23日第417,229號特許記述應用鉻酸鉀及木炭為消焰劑，製造無焰火藥，其製造方式，採用二段操作，操作中所用混合用液體，則用對於硝化棉無溶解力者，並指定用水與汽油(Gasoline)

現在則採用更簡單，廉價效率良好，且膠化有效之混和液，此時用於膠化之液體，亦用於混合，其操作僅要單純的機械混合，混合中所需濕潤用液體之量極少，以能預防火藥變為塵粉；及不測之虞足矣，此量於混和中，不影響於硝化棉木質之膠化，此時混和液體實際上用硝化棉之溶劑如依脫酒精之混合液亦可，依脫酒精之存在，對於硝化棉與消焰劑，不妨其完全及均一之混合，硝化棉以纖維短者，消焰劑以細粉狀者為宜，本操作用正式黑色火藥製造機固佳，然用普通市上所賣之捏和機或混合機亦可，至於特殊裝置，在作緊密之機械的混合範圍內，則無必要。

茲舉使用酒精為混和液者，為本操作具體之一例，酒精非硝化棉之溶劑，故對於膠化操作，無何等障礙，酒精存在時，僅用簡單之機械的混和之既易充分混和而且甚便利，混合後，若有剩餘酒精存在，可蒸發除去之，再加適量之依脫。

混合用液體，有以膠化用依脫酒精者，此時應加之混合液，僅為防止原料變成粉末，且用某程度之減磨劑，則於通常混和狀態下，不起膠化現象，以後為完成膠化，更加依脫酒精，但借此更使硝化棉與消焰劑完全混和，換言之，即最初依脫酒精，為硝化棉與消焰劑之混合劑，而以後則為膠化劑也，此時膠化用溶劑，不僅使硝化棉纖維凝集膠着，亦不僅造硝化棉溶液，欲促進膠化，加壓為宜，此時所謂膠化，對於本操作語源是否正當，又溶劑對纖維反應之程度問題，於操作中無妨礙硝化棉消焰劑及溶劑之完全混合及均一分布之物理的狀況，於實際考之，下全為附屬的，如上述加壓，以促進膠化，則此後無論何種固體物質，不能與硝化棉混合矣，何則，加壓之膠狀硝化棉，已呈堅硬

橡皮狀，非加強大壓力，不能流動故也，然於未加壓力以前，其狀態如容易攪拌之泥狀體，此時蓋基於二種成分之物理性質，不待言也。

若捏和或混合操作中，藥餅內僅含酒精，則將剩餘酒精蒸發除去後，加以適量之依脫，進行操作，若用少量依脫酒精為混合液，則於捏和機或混和機取出藥餅之前，得加溶劑以補救其缺點。

捏和完了後，混合物雖呈濕潤狀態，但非全濕，此等潤濕藥餅，加以第一回伸壓（預壓），此操作乃將藥餅以比較的低壓之機械使之成塊，而本操作之目的，在使處理簡單化耳，繼後加以第二回伸壓，以每平方吋六千磅之強壓壓之，此強壓操作，使硝化棉完全膠化，大約可成均一組織之可塑體，因此硝化棉細胞中，含有他種成分，加壓藥餅壓之使過鑄型，則成縱七孔之形，由鑄型壓出之系形，切而斷之，使成適當之長，且依普通方法，對於膠化溶劑，設法收回之。

依本法所製，則膠化之硝化棉中，發生含有消焰劑之蜂巢狀，其燃燒速度，比普通膠狀火藥，增加幾分，其增加程度，依所加黑色火藥或氧化劑（硝酸鹽）之分量而異，硝化棉細胞中之固體，因空氣之遮斷，可使用普通不適當之吸濕性硝酸鹽或其他氧化劑，例如硝酸鈉其好例也，然欲得優秀成效，則宜用硝酸鉀，硝酸鎂，或兩者之混合物，其他各種重鉻酸鹽，鉻酸，鉻酸鹽，亦適於消焰劑，此等氧化劑，含有多量氧氣，可混入少量木炭而吸收之，使恰如黑色火藥之反應，總而言之，硝酸鹽及鉻酸鹽，呈最良效果，遠勝他種氧化劑，其他單用二氧化錳，或混過氧化鉛，氯化水銀者，往往亦能有効。

若用黑色火藥，為消焰劑，則以粉狀為最有利，蓋細粉能作細微之蜂巢狀組織也，依上記方法，實際所製消焰火藥，在嚴密條件之下，可充分應用於五吋口徑之火炮，今述其概略如下：

取黑色火藥五分以 $\frac{1}{100}$ 吋粉篩篩之，加以含有23%酒精之粉狀硝化棉，以標準黑色火藥混合機緊密混和之混和時間約五十分鐘，混和完了後，入捏和機，加以適量溶有二胺基醞(Diphenylamine)之依脫，依脫之量，當乾燥硝化棉重量之43%為最適，因此完成之火藥約含0.5%依脫，此處所用之二胺基醞即普通硝化棉火藥之安定劑，加依脫後，開始捏和，約至五十分鐘，可得均一組織之藥餅，捏和時間，雖由經驗而定，但因藥

餅之溫度，捏和速度，藥餅分量，及捏和機之構造等，各有不同，若用依脫以外之膠化劑，則對於諸種狀況，當有更改，最要者，各成分之均等配合也，捏和之物，豫壓成塊狀，而後加以本壓，本壓用六百磅壓力之水壓機，使藥餅通過適當之鑄型，使成縱七孔之火藥，適於五吋口徑火炮之藥形，為 $\frac{1}{2}$ 吋直徑之圓柱形，藥長 $\frac{7}{8}$ 吋，由此等細斷藥粒，用普通方法收回溶劑，(Fracis I Du Pont and Einest Du Pont 美國特許第一六二七六三八號)

## 其 二

本發明乃關於無焰加農火藥，且包含火炮所用粒狀之無焰及無烟火藥，各藥粒由含木炭及硝酸鹽(通常用硝酸鉀)混合物之遊離粒子膠狀(Colloid)硝化纖維素集合而成，木炭與硝酸鹽之比例大抵相同。

加農火藥，係膠狀硝化纖維素所製，有時如英國紐狀藥，於硝化甘油(Nitro glycerin)存在之下製之，其膠化用之特殊溶劑，關於火藥之性質及彈道性極為重要，一般用酒精依脫及醋酮為溶劑，大口徑砲用膠狀火藥，一般係穿縱孔棒狀形，此等縱孔，為燃燒面遞進增加而設，普通無烟火藥，有口焰之缺點，其閃光係由爆發生成物接觸空氣於砲口外作第二次燃燒，此等閃光，於軍事上，實為重大問題，故本發明者屢次記述及主張無焰無烟拋射藥之製法，依本發明則無焰火藥成為含有一樣分布之消焰劑粒子之膠狀藥粒之集合體，此膠狀纖維素之集體造成細孔間存有消焰劑之蜂窩狀此消焰劑之功用，使燃燒達到細孔時，發生新燃燒面也，燃燒面之遞進增大之別種穿孔樣式，此處所用消焰劑，為含有硝酸阿母尼亞硝 酸鎂重鉻酸鉀等之物質，美國特許376,367號(1920年4月24日)論述藥粒中分布黑色藥粉末成完全無焰之火藥(黑色火藥成為遊離粒子存在)此所謂膠狀硝化纖維素之蜂窩細孔中之黑色火藥普通係由比較少量之硫黃木炭及比較多量之硝酸鉀混合而成，但該記載對於黑色火藥之成分已發見硝酸鹽比木炭少若干成分為最良，又此等成分中硫黃不存在時，單用木炭及硝酸鹽之混合物亦可云。

硫黃常為黑色火藥之成分，然於含有硝化甘油之膠狀集體中，則勿用為佳，木炭與硝酸鉀可用種種比例而以等量為最良，用硝酸鈉硝酸鎂等硝酸鹽以代硝酸鉀亦可，但修

不若硝酸鉀。

本發明係用等量之硝酸鉀與木炭加以硫黃，以製黑色火藥，即製小藥粒之方法也，其製品外觀，與普通之小粒藥相同，本發明之代表的製法，用五份黑火藥，與百份漿狀硝化纖維素，以標準黑色火藥製造機混和之，至木炭硝酸鹽成均一組織而止，如欲助成混和可加混和液此混和液須用硝化纖維素之不溶劑如汽油 (Gasolin) 其一例也，此美國特許 376,267 號之記述也，有某種混和液，對於膠化有效，如酒精或依脫或酒精依脫兩者之混合物，混和完成後，硝化纖維素，以通常方法膠化之，此等膠塊，含有平均分布之木炭及硝酸鹽，此膠狀物體照普通方法，用一般型裝置造成火藥之形，普通成紐狀，或成縱孔之紐狀，或隨使用火砲之目的，使之通過壓榨，與以適當之藥形。

用於粉藥製造之種種木炭，可使用於此，其他原料之炭素如瓦斯煤 (Gas Black) 亦可代用 (Francis I. Du Pont and Ernest Du Pont. 英國特許第 1627639 號)

# 材料試驗與兵器製造

江 德 潛

本文因篇幅關係，力求簡要，取材根據於Prof. Dr. Ing. P. Riebenschm及  
Dr. Ing. L. Traeger二氏所著之「材料試驗」Werkstoffprüfung一書（柏林  
Verlag von Julius Springer出版）科學名詞，國內尙未統一，譯名容有  
未當，因附原名以供參考，唯讀者諒之。

## 一、緒 言

材料試驗之于工業，其歷史并不甚久，十九世紀中葉，始有建築材料之試驗，厥後日漸發達，應用益廣。至于今日，乃成爲專門科學，材料試驗之方法，應用之機械，日有改進，要之不外謀材料之性質，適合所需求之條件，以得最高之效率而已。蓋製造工業出品之優劣，雖設計製作所關甚巨，而根本問題，尙在材料之良惡，譬如有二機械，設計製作，同出一轍，而應用結果，一則堅固經久，一則瑕庇時見，此則實由于材料之試驗，是否精密，材料之應用是否適當矣！我國工業未發達，科學落人後，材料試驗，尤屬幼稚，卽以兵器製造而論，亦復如是，考兵器製造，爲我國近十餘年來最著要之製造工業，未嘗一日或懈，出品之多，其平均數，較各國兵工廠爲高，雖然，其量雖多，而其質則較諸歐美遠甚，我人不必繩以科學之研究，以究其優劣，卽以最普通之士兵經驗衡之，已足證中國兵器製造，尙須根本研究，據士兵之經驗，以爲中國自製之步槍，經百發以上之發射，槍筒已極熱，而失其發射之精密度。而據作者在瑞士 S.I.G. 廠實驗，其步槍（供瑞士陸軍用者）經一百四十五發發射後，浸入冷水，冷卻之，再發射一百二十五發，而不稍減其射發之精密度，以此較之良劣自見，此何以故，材料之優劣差別也！其差別之原因，或由于鋼質本身之不同，或由於熱處理之未善，然不有試驗，何以知其差別，何由能施改善。且兵器製造，爲一極精密之工業，其重要者如砲身，槍筒等要件之材料，毋論矣，卽小至一螺絲釘，一小彈簧，其關係於整個的出品，亦十分重

要。我國兵器歷史，不爲不久，工廠不爲不多，然或故步自封不求改進，或循於舊習，昧於研究，即略有進步，亦蠅引蟻步，較諸人之孜孜不息，一日千里者不可以道里計之！又有進者，國防問題，非一朝一夕所可解決，根本原素，自屬兵器，其關係之密切，無庸作者贅言之，故非努力研究不足以圖自強，與列強相頡頏，較短長也！

## 二、現代之材料試驗

材料試驗範圍甚廣，舉凡金屬，木材，水泥，磚瓦，油等材料，均各有其試驗之方法，包涵既如此之廣，決非區區數頁所可涵述，且兵器製造最要材料爲金屬，故本文所論，僅及於金屬一項，而尤注重於鋼鐵材料之試驗。

金屬材料之試驗方法，其分類亦因專家之意見而殊，大概可別之爲五類：

第一類：以機械學之方法，試驗材料一般物理的現象。

第二類：以化學分析之方法，試驗材料所含化學組成的成分與原質。

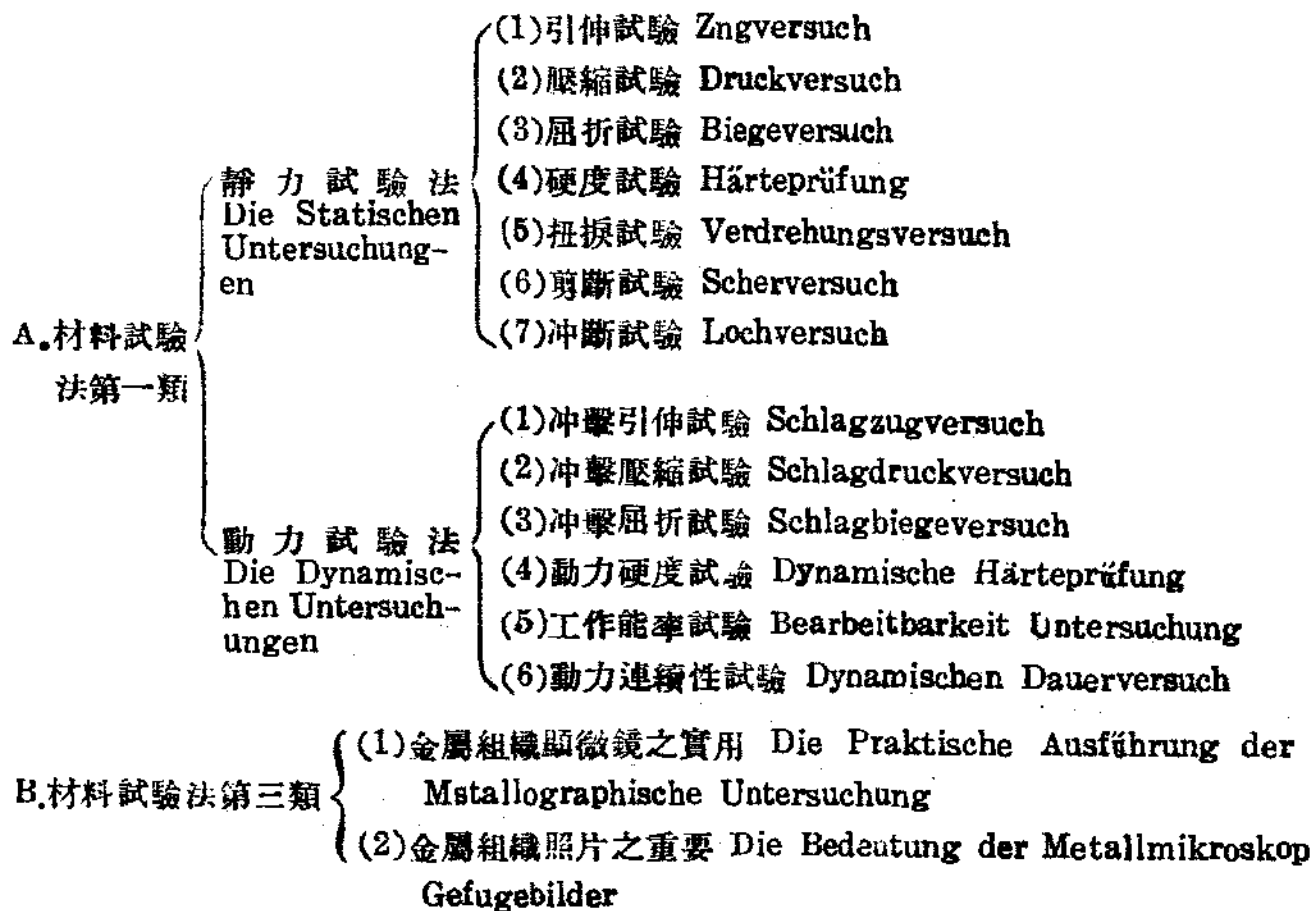
第三類：以金屬組織顯微鏡試驗材料之金屬組織狀況。

第四類：以Röntgen光(Röntgenstrahlen)透過金屬，攝取照片，Röntgen光爲短波光，光度極強，透過金屬後，因金屬組織之狀況，而變其強度，由此攝得之照片，可研究金屬內部組織學，惟此法現尚未達普遍應用之時期，又因材料之不同，此光綫能透過之強度，在1921年研究之成績，於鉛爲5mm。於錫爲12mm。於鉄爲75mm。於鉛及其合金爲150mm。等等。強度既有限制，應用自難普遍，據學者之公認，認爲此法，對於鑄鉄之試驗及煨熔工業（如電鐸等，Elektricitätische Schweißtechnische）有特殊之價值。（作者按，近代飛機骨骼製造，如荷蘭Foker氏飛機廠，多用電鐸，試驗之方法，不久亦將採用此法，德國Wittenberg之煨熔工業研究所，已採用此法，試驗接合後之金屬組織強弱狀況。）將來研究愈進步，或可成爲金屬材料試驗強有力之方法也！

第五類：以分光器原理利用Röntgen光綫，以試驗材料之方法(Die Spektroskopische Röntgenuntersuchung zum Bestimmung des Feinaufbaues der

einzelnen Kristalle) 我人以金屬組織顯微鏡之方法，雖可得知金屬組織結晶體之排列狀況，然化學的現象，與結晶狀況之關係，尚無由知之，此方法經勞氏 Von Lane 及 Debyscherrer 二氏之研究，不特可知金屬組織結晶體之排列狀況，並可窺見結晶體原子之結構狀況，實為金屬材料研究之大發明，惟現在亦僅在研究期中，尚未達實用之時耳！

以上所述，為金屬材料試驗之大綱，茲再將第一第三兩類分別述之：



上列第一類中，(1)引伸試驗及(4)硬度試驗，對於兵器製造，尤屬重要，故伸述之，其餘各項從略，第三類對於砲鋼之研究，具莫大之價值，當另文詳之，暫付缺如。

#### 引伸試驗 Zugversuch

(一) 引伸試驗為金屬材料試驗之最重要步驟，由引伸試驗而得之結果，有四：

- (1) 可知在彈性界 Elastizitätsgrenze 之荷重 Last 與引張之程度。
- (2) 可知在破斷時所施與之最大荷重 Maximal Last oder Höchstlast 。



(3)可知在破斷時引張之數量。

(4)可知在破斷時，破斷處面積減少之數量。

彈性界之荷重，及破斷時之最大荷重，普通以每平方吋若干磅(英，美，)或每平方mm<sup>2</sup>若干基羅格蘭姆Kg表示之(德，法，瑞，)通常以  $\delta = \frac{P}{F} \left[ \frac{Kg}{mm^2} \right]$  式計算之，

(3)項引張之數量則以  $\delta = \frac{l_1 - l}{l} \cdot 100 = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100 [\%]$  計算之。

(二)引伸試驗用之試驗片 Probetab

試驗片之預備，關係試驗之結果甚巨，應注意之點茲略舉之如下：

- (1) 試驗片之直徑，須各部相等，不可稍有參差。
- (2) 試驗片宜在材料未退火以前截取之。
- (3) 試驗片之截取，宜與材料縱長平行。
- (4) 試驗片之兩端，須鍛成引伸試驗機夾頭式樣，俾試驗時，平均齧合，試驗片之尺寸，分兩種，第一種為呎吋制者，英美用之，第二種為米突制，德法等國用之，茲將標準試驗片之尺寸，以圖示之如下。

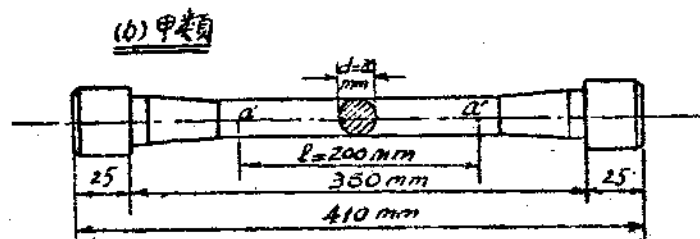
(a)呎吋制：(分甲，乙二類)

右圖為甲類尺寸，乙類者  $l = 2''$  其餘依次縮短可也。



(b)米突制：(分甲，乙二類)

右圖為甲類尺寸，乙類者  $l = 100mm$  其餘依次縮短可也。



上列各圖中 a-a' 為原長即未加引伸試驗時之長，(1)既試驗之後，a-a' 間引伸而為 l' 或  $l' - l = \Delta l$ ，由此可計算引伸長之百分比率。(%)

(三)引伸試驗應注意之點：

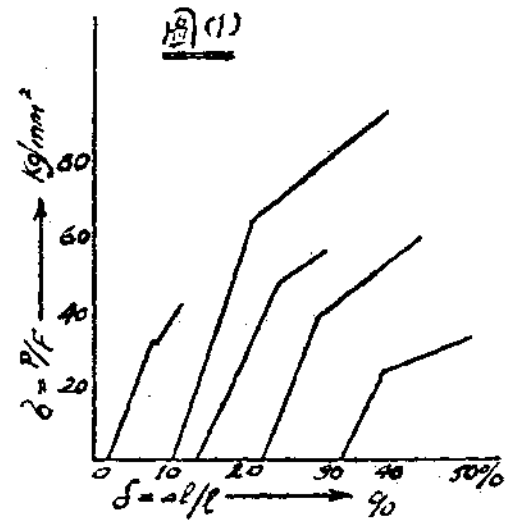
(a) 引伸試驗中 $\Delta l$ 之測量，須極準確，否則結果即難良好，且有時破斷之處，近于或適在 $a, a'$ 點，測量時尤宜謹慎，亦有使用一種引伸測量器者 (Extensometer) 其測量之精度，可及 0.001 吋。

(b) 引伸試驗之結果應用 $\Delta l$ 及破斷面積之減少計算之，惟因破斷面積測算極難準確，故今日一般之習慣，均將此項放棄，僅由 $\Delta l$ 計算之，現在需要於引伸試驗者，厥惟下列三項：1. 破斷時之最大荷重  $Kg/mm^2$  或  $Pd/\square$  2.  $\delta = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\%$  3. 彈性界 (Elastizitätsgrenze)  $Kg/mm^2$  或  $Pd/\square$

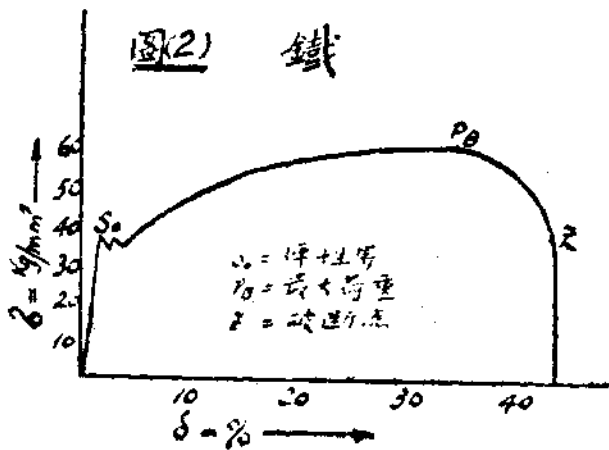
(c) 試驗之前，先檢查試驗片是否良好， $a, a'$  點距離，是否準確，將試驗片放入試驗機夾頭後。須檢查試驗片是否在適當位置，與施力方向平行否，施力時尤應謹慎，如鋼鐵則宜緩緩施力，增加荷重，如銅，鉛及軟性合金時，則反是。

(四) 引伸試驗圖表之重要：

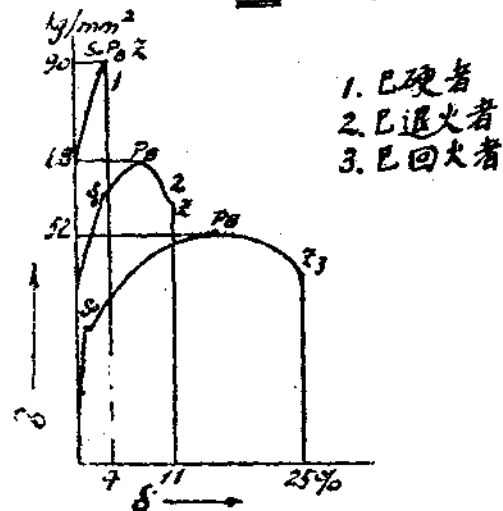
圖表之作用，在其簡單明晰，而將所有之關係直接在圖上表示之，引伸試驗之圖表，即能將材料受引伸試驗時，將其荷重與引伸之關係表示之閱不同之引伸試驗圖表，即能知不同材料之性質，如右圖(1)材料受引伸試驗時，在未達彈性界時，荷重與引伸長成正比例，然達彈性界後，由圖可知引伸長之增加較荷重為速也



圖(1) 鋼



圖(2) 鐵



- 1. 已硬者
- 2. 已退火者
- 3. 已回火者

• 茲更列鐵及鋼之引伸試驗圖表，以備參攷。

硬度試驗 Die Härtprüfung

硬度試驗，簡單易行，金屬材料，尤屬首要，硬度之分別依礦物學家Mohrsche氏之硬度表 Härteskala，取硬度不同之礦石十種，作為標準，如下：

- |                     |                 |             |        |
|---------------------|-----------------|-------------|--------|
| 1. Talk 滑石          | } 指甲可以劃痕        | 7. Quarz 水晶 | } 可劃玻璃 |
| 2. Gips 石膏          |                 | 8. Topas 黃玉 |        |
| 3. Kalkspat 青石      | 9. Korund 藍寶石   |             |        |
| 4. Flussspat 寒水石，螢石 | 10. Diamant 金剛石 |             |        |
| 5. Apatit           | } 普通窗玻璃         |             |        |
| 6. Feldspat 肉色石     |                 |             |        |

此不過硬度之標準而已，硬度試驗之方法，現共計四種。茲述之如下：

- (1) Brinell 氏硬度試驗法 (Brinell-Härteprüfung)
- (2) Rockwell 氏或 Testor 硬度試驗法 (Rockwell oder Testor Härteprüfung)
- (3) Shore 氏硬度試驗法 (Shore oder shoresche skeroskop harteprüfung)
- (4) 電磁性硬度試驗法。

(1) Brinell 氏硬度試驗法，為今日應用最廣者，始於1900年係瑞典工程師 Brinell 所發明，其方法之原理，即將一已加硬之鋼球(直徑為10mm,或5mm或2.5mm視所試驗之材料而定)，加以壓力，則鋼球在受試驗之材料上，壓一圓凹，然後測量此圓凹之大小深淺，以計算此材料之硬度是也！所用公式為

$$H = P(d + \sqrt{d^2 - d_0^2}) / 2\pi d d_0 \text{ 或 } H = P / 2\pi dt$$

H = 硬度數      P = 標準壓力 = 3000Kg      d = 5mm

Du = 圓凹半徑      T = 圓凹之深

Brinell 氏之硬度數表

$d_u$	H	$d_u$	H	$d_u$	H	t	H	t	H	t	H
1.00	945	2.40	156	3.80	54.6	1.00	95.5	2.20	43.4	3.60	26.5
1.20	654	2.60	131	4.00	47.8	1.10	86.8	2.40	39.8	3.80	25.7
1.40	477	2.80	112	4.20	41.7	1.20	79.6	2.60	36.7	4.00	23.9
1.60	363	3.00	95.5	4.40	36.4	1.40	68.2	2.80	34.1	4.50	21.2
1.80	285	3.20	82.5	4.60	31.4	1.60	59.7	3.00	31.8	5.00	19.7
2.00	229	3.40	71.6	4.80	26.5	1.80	53.0	3.20	29.8	5.50	19.4
2.20	187	3.60	62.4	4.95	22.2	2.00	48.0	3.40	28.1	6.00	17.9

按照 Brinell 方法所得之材料硬度與引伸力有直接之關係，即引伸力為硬度H 乘一係數C 之積，是也。依瑞典試驗之結果，大概H 在175 以上時，係數  $C=0.344$ ，H 在175 以下時，係數  $C=0.361$ 。換言之即引伸力  $=C \times H$ ，而以  $\text{Kg}/\text{mm}^2$  表示之。

### (2) Rockwell 氏或 Testor 硬度試驗法。

Rockwell 氏硬度試驗之原理與 Brinell 氏相同，不過更便利，較簡單，硬度數在表上直接可知之，此法對於表面硬度 (Gehartete Oberflächchen) 之試驗，極有優點，且可以金剛石代鋼球，因鋼球凹痕既大，且硬度愈高，凹痕愈不明顯，於試驗上不無缺點，故以鋼剛石代之，故今日一般之硬度試驗，大率採用 Rockwell 氏之硬度試驗機矣！

### (3) Shore 氏硬度試驗法。

Shore 氏硬度試驗之原理，為將一已加硬之棒，尖端極硬，使之於一定高度投下，着於欲試驗之材料，此棒即回躍至若干高度，由此回躍之高度以求此材料之硬度是也！其所用之試驗器名為 Skleroskop 或 Scleroscope 具一垂直之玻璃管，上刻度數，管內具一極硬之鋼棒(現在最新式者，尖端改用金剛石)可以在管內滑動，惟其滑動之距離約為 26mm。管上刻相等距離之度數 140 分，即為硬度度數，照實驗結果。玻璃 130，瓷器 120，極硬鋼 110，刀具鋼 31-40 (合 C 1%)，熟鐵 18，銅 12，鋅 8，鉛 2，

Skleroskop 之便利，在乎能試驗已完成之物件，或大件之機件，應用簡單，可以任意試驗，此其優點也！惟現在應用尚未及 Rockwell 氏試驗器之廣耳。

### (4) 電磁性硬度試驗法。

此為最近發明之方法，依 Prof. D.E. Huges 之理論，謂鐵及鋼之磁性與其軟度成正比例，而其阻磁性則與其硬度成反比例，換言之，即硬度愈高，其阻磁性亦愈增。又鋼之導電性與硬度成反比例，換言之，即硬度愈高，傳導電之能力愈弱，由其導電性之強弱，而知其硬度，此為電磁性硬度試驗法之根據，惟現在應用尚少也。

### 三、兵器製造之材料與材料試驗

兵器製造，設計，製作，之重要，固毋論矣，而材料之選擇，實屬根本問題，我國鋼鐵工業落後，故兵器製造之材料，十九購之國外，此其選擇之標準，材料之試驗之重要，決不容忽視之。蓋鋼之鑄成，雖名為同一材料，而其成分，性質每次均略有參差。譬如槍管，砲身之特殊鋼，為兵器製造所用材料中之最重要者，鋼廠如 Böhler & Co., Schoeller- Bleckmann- Stahlwerke 等，為此種材料之專門鋼廠，然其每次出品，均有標記之誌之，使製造者有所注意。因各有極微之參差也！鋼料之分別既複雜，性質亦不同，選擇自非經各種之試驗以定一相當之標準不可。茲事體大，須專門家以決定研究之。本節所及，不過普通情狀而已。兵器製造所用之材料甚多，本節謹及鋼之一部份，以其最重要也，為清晰起見，先列表以示之。（合金屬分別甚多，本表所列，為各兵工廠常用者。）

兵器製造用鋼料一覽表

種別	名稱	引伸力kg/mm <sup>2</sup>	主要性能及用途
鐵	生鐵 鍛鐵	自35~50kg/mm <sup>2</sup> 視炭之成分而異	含炭0.06~0.25%，價格便宜，施工容易，兵器不重要，及不需高引伸力之部分，多用之。
鋼	生鋼 鍛鋼 A " B " C 工具鋼 高速度鋼	50~55 } 50~75 } 75~90	含c.自0.30~0.75%，含mn0.5~0.80%引伸力甚高，生鋼用于砲架，如海岸砲架之架座等，又用于砲彈之製造，鍛鋼用于砲身，砲架，及砲彈彈頭，工具鋼及高速度鋼用于製造兵器用之刀具，沖模事項。
合金鋼	鎳鋼Ni. Cr. Ni.鋼 Cr. V.鋼 W. 鋼(Tungsten) Cr. W. 鋼	} 70~85	成分視合金鋼之類別而異，為現代兵器製造最重要之材料，槍砲之各部視所需之條件而採用不同之合金鋼，下另詳之。

合金鋼性能詳表

類別	成分	Cr.Ni鋼	Cr.Ni鋼	Cr.Ni鋼	Cr.Ni鋼	Cr.Ni鋼	Cr鋼	Cr.V鋼	W鋼 Tungsten
Mangan	0.50~0.80	0.50~0.80	0.30~0.60	0.45~0.75	0.3~0.6	0.30~0.60	0.50~0.80	0.12~0.30	
Phosphor	0.04	0.40	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04		
Schwefel	0.045	0.45	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045		
Nickel	3.00	1.00~1.50	1.50~2.00	2.75~3.25	3.00				
Chrom		0.45~0.75	0.90~1.25	0.60~0.95	1.00	0.60~0.90	0.8~1.10		
Vanadium							0.15		
Wolfram								19.28	
引伸力 Kg/mm <sup>2</sup>	65~75	65~75	70~80	75~85	80~90	75~85	80~90	90	

兵器之製造，槍筒，砲管最關重要，初用材料，僅為炭鋼，含炭成分略分二類，含炭多者，彈性界較高，換言之即引伸力大，最合宜於兵器之製造，然此類鋼料，雖彈性界甚高，然一過彈性界後，毫無韌性，立見破裂；苟製造不精，易于發生危險，故普通一般採用含炭0.35~0.50%之鋼料，自鍊鋼術日益進步，乃採用合金鋼以代替炭鋼，如Ni鋼，W鋼，採用甚廣，大概Ni鋼之于砲身，槍筒用者，含Ni約為3.5%，若為W鋼 (Tungsten Stahl) 則含W約為3~5%，其餘Ni-Cr鋼，Cr-V鋼等，則應用於槍砲之零件如撞針，閉鎖機，扳機等，此類合金鋼，率有其特殊之效用，茲當略述之，

(a) Nickel 之于Ni-鋼，能增加其韌性，而不減其彈性界。

(b) Chrom 之于Cr-鋼，能增加其硬度，而減低其脆性。

鋼之含Chrom及Nickel者為Cr-Ni鋼，應用於兵器之製造最廣，蓋其彈性界高，而具韌性，引伸力強而少脆性，最適于兵器製造之條件，歐洲著名之兵器廠，其製品之大部分，幾全以此類鋼料製造之。對於鋼甲或彈丸之製造，採用Ni鋼亦有採用Cr鋼者，小彈頭可以普通炭鋼製之。

(c) Wolfram 之于W-鋼，大概性能如Chrom。惟，能更增其硬度，其最大用途為兵器製造用之刀具，蓋兵器製造用之材料，硬度高而韌性強，鑽，鏟施工，極為不易，普通刀具鋼，雖可應用，而奏效不巨，代之以W鋼，省時而經濟也，此類鋼料，大都含Cr。名為Cr-W鋼所含成分，大概于Cr。為6~8%於W為15~20%含W約3~5%者可用於槍筒之製造，逾此則不甚適宜。

(d) Vanadium 之於V-鋼，其效用如Ni。此類鋼料，大率含Ni。或Cr。能增加彈性界而不減其韌性，惟含V。之成分，罕有逾於1%者，槍之撞針，保險，撥子機等，多有採用Cr-V鋼者，惟不如用Cr-Ni鋼之普通也。

攷兵器製造用之材料，其成分之差別，於其性能，自屬根本關係，然於熱處理，亦有極密切之關係，此蓋經多數學者之經驗與試驗而得之結論，而為治兵工者不可不注意之事項，熱處理原為專門學術，本文簡陋，曷能詳盡，此處不過聊舉數例，以熱處理之於材料之性能，其關係之重大而已！

德人 J. Reindl 於工業雜誌發表其實驗之結果如下。

(1) 加硬溫度與材料硬度之關係：  
(試驗片為普通工具鋼)

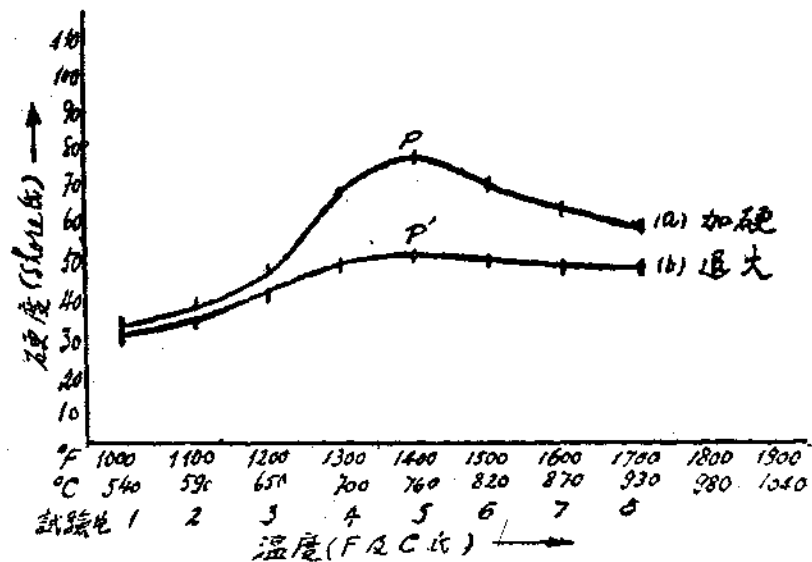
試驗片 No.	加硬之溫度 $^{\circ}\text{C}$	硬度 (Shore氏)
1	540	35
2	590	38
3	650	47
4	700	70
5	760	79
6	820	77
7	870	65
8	930	62

又 C. P. Berg 發表其結果如下：

(2) 退火(用油)時間與材料硬度之關係  
(試驗為高速工具鋼，退火用油為溫度 $38^{\circ}\text{C}$ )

試驗片 No.	加熱溫度 $^{\circ}\text{C}$	退火時間(min.)	硬度(Shore氏)
1	1175	2	30
2	"	4	79
3	"	6	78
4	"	8	68
5	"	10	79
6	"	12	70

(3) J. Reinde 氏實驗  
之加硬溫度，退火時間與材料硬度之關係。



由上圖曲線，而知鋼料之加硬，其溫度達一點時，其硬度最高，過此，則溫度雖增加，而硬度反降低，於退火亦然，此點(於此曲線上為P, P'點)名為臨界點 (Kritische Punkt)，不同之材料，其硬度點亦異，此應注意者也！

#### 四、本問題目前解決之方法



材料試驗與兵器製造之關係其重要密切已如前述，而國內各廠，對於此項大半亟須改善，較之歐美相去甚遠，兵器關係國防，豈容落後，人十我百尤恐不及，况相去甚遠之時耶，致過去狀況之造成最大原因有下列數項：

- (1) 人材缺乏—此項人材，極見缺乏，第一本問題在過去既不占重要地位，此項人材，需要自少，不然即待遇不善，學者自少興趣，對於研究改良，進步自緩。
- (2) 不受重視—此為直接原因，譬如有數廠，建立於清末，成立之初，一切設備在二三十年前時代，堪稱極新式完備者，然因主政者不加重視之故，乃日益退化，甚之反覺此項為贅累，技術人員，地位甚低，即有欲加改善者，或格於習慣或格於情勢，至於今日，依然如故，出品之於量，或尚可炫耀，而於質則殊難使人滿意也。
- (3) 經費設備欠缺—致此項在過去既不受重視，又不幸連年兵燹，徒重出品之數量，經費缺少，設備自難完備，蓋此項設備較諸普通機件，費用較高，各廠以其經費應付材料，工資尙感困難，安有餘力於此挹注，此亦一重要原因也！

以上數點，不過綜述原因，無關重要，改善步驟，斯足述者如下：

- (1) 技術的問題：(a) 最重要者當然為人才之造就，國內工科學校亦多有此項科目，使能稍加提倡，俾學者增高研究興趣，則不獨於兵器製造有所進益，將來中國工業發達，此項人才需要甚夥，亦為異日張本，再則優其俸給，固其地位，使不致服務不專，見異思遷，此亦應注意者也。(b) 其次則為技術的研究，此項責職，當屬於技術委員會，或材料試驗所，關於材料之鑒定，試驗，材料之熱處理方法，兵器各部不同材料之採用，各部材料硬度，引伸力之規定，均當由此研究之，所謂事權集中，進行較易，往日委責於工人，雖其經驗或有足取，而研究能力毫無，可保守而不能進取，故此項非力加整頓不可焉。
- (2) 設備的問題：一設備問題，繫於經費，苟經費充足，則設備當力求完備，蓋材料試驗，熱處理之研究，愈縝密愈佳。其儀器機件之關於此項者種類極多，雖不必一一購備之，然關於必要者，當視經濟能力之狀況購備之。國內各廠之經費，對於此項設備費亦不難於支出，為目前計，最低限度之設備，當如下：

材料試驗：（關於工廠之介紹，僅就作者所知者誌之）

1. 萬能材料試驗機 Universalprüfungsmaschinen

(a) Losenhausenwerk, Düsseldorf-Grafenberg, Germany Modell U.L.  
D.R.G.M. 896 962. 或 Modell. U.L.M. 此廠出品甚佳，全用電力，  
準確便利，惟價格稍昂。

(b) Maschinen Fabrik Augsburg-Nürnberg A. G. Germany, Modell  
M.A.N.U. mit hydraulischem Antrieb. 用水壓

(c) Ernst-Krause & Co. A. G. 奧國 Oesterreich. Wien. Modell M.  
P. 4. 用電力。

2. 硬度試驗機 Härteprüfungsmaschinen

(a) Aktiebolaget Alpha, Sunbyberg, Sweden, 瑞典 Modell "Durando"  
mit Diamantspize, original Brinellpresse.

(b) Losenhausen, Dusseldorf-Grafenberg, Germany Modell K M.  
(Brinellpresse)

3. Messmikroskop, 大號或小號

Modell "Durmik" Aktiebolaget, alpha. Schweden.

為經費充足，而作更進一步之研究則當備下列數種試驗機。

4. 金屬組織顯微鏡 Metallmikroskopen

Optische Werke C. Reichert 維也納

Modell E. M. I. 按此廠為歐洲最著名試驗機廠之一，出品甚良，各國材  
料試驗室多採用之。

5. 材料試驗片磨機 Schleifund-Poliermaschine Modell. S. P. 廠同上

6. 硬度試驗機，（應用Shore原理者）Rückprallhärteprüfer. Modell Schuchardt & Schutte. Germany 用金鋼石尖錘。

熱處理用之爐，及儀器，出品之廠極多，此處僅列應備之品及一二著名之廠，  
以供參考而已。

1. Zyankaliofen 用於刀具及高速度鋼之加硬用者
2. Muffelofen 用於預熱者
3. Salzladofen 用於表面加硬Oberflächen Hartung者。
4. Anlassen Salzofen 退火及回火用者。
5. 自働加硬爐，用於大量生產者，為特殊設備，用於槍廠，或子彈廠較宜。
6. Thermometer 及 Galvanometer。
7. 滅火保險面罩。
8. 電氣自働溫度調整機 • Selbsttätigem Temperaturregler. D. R. P.

其餘應備器械，視生產量及需要而異，茲不贅列之熱處理所用之各種爐，或用油燃料加熱，或用電氣加熱，各有利弊，出品廠家之最著名者，茲列一二，以資介紹。

- (1) A. E. G. 電爐及各種電件。 Berlin。
- (2) Durferrit-gesellschaft. m. b. H. Frankfurt a. M. 之各種爐，爐用化學原料，極為精良有效。
- (3) W. C. Heraeus G. M. b. H. Hanau. Germany. 各種電爐，電表，自働溫度調整機及各零件。
- (4) Hahn & Kolb. Stuttgart, Germany. 各種 Pyrometer 及零件。

各廠出品，各有優劣之點，購辦本諸經驗學識，語云之，工欲善其事，必先利其器。今日科學發達，機件日有改進，事半功倍，實非虛語，我國工業，方當萌芽，於此應三覆注意之。異日昌明，未可限量也！

二十年春于瑞士 Zürich 工大

# 配 酸 算 法 (續)

熊 夢 莘

## 圖 表 法

硫酸與硝酸之混酸，化學工業上應用甚多，惟製造硝化火藥時用途尤廣，而用後之廢酸，常加計算量之補力酸及硫酸，仍可再用，此處所謂補力酸者，須較硝化所用混酸中硝酸之百分數為高。

一般將一定量之廢酸傾入混酸槽內，即化驗其成分，並算出欲配成規定成分，應加補力酸及硫酸之數量若干，然計算法頗複雜繁瑣，本篇所述乃簡明敏捷之圖表法。

因作圖法係應用補力酸及硫酸，故無論何項廢酸均可應用，即不適用之混酸，亦可修正待用。

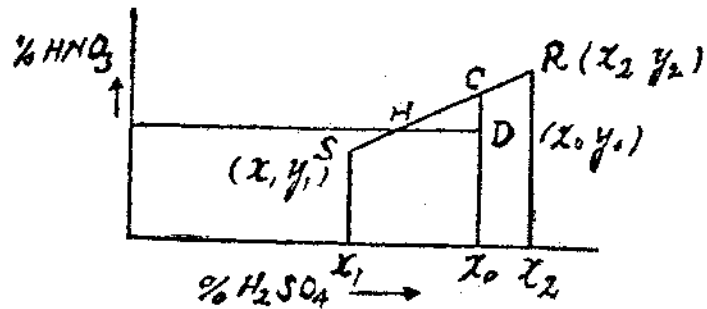
今設廢酸及補力酸之成分常為不定，而硫酸之濃度則為一定，蓋此條件於普通工廠內比比皆是，茲將欲配特別成分之混酸，所用圖表，應首先研究之一般圖表法說明之。

設 硝化用混酸中之硫酸%		$x$
硝化用混酸中之硝酸%		$y$
廢酸中之硫酸	%	$x_1$
廢酸中之硝酸	%	$y_1$
補力酸中之硫酸	%	$x_2$
補力酸中之硝酸	%	$y_2$
添加所用硫酸	%	$x_3$

今試以硫酸之%取在橫軸上，硝酸之%取在縱軸上，則此類之成分，應如第二圖，因無論何酸其  $x$  與  $y$  均為恆數， $(x, y)$  之點設為  $N$ ， $(x_3, 0)$  在  $x$  軸上之點設為  $V$ ，連結  $V$  與  $N$  再延長之，則為硫酸綫，而  $x_1 y_1, x_2 y_2$  隨各廠情形，能在一定範圍之內變更， $x_1 y_1, x_2 y_2$  設為特別之例，各代以  $RS$ ，則  $SR$  與  $VN$  相交，何則，倘二線不能相交，則用所

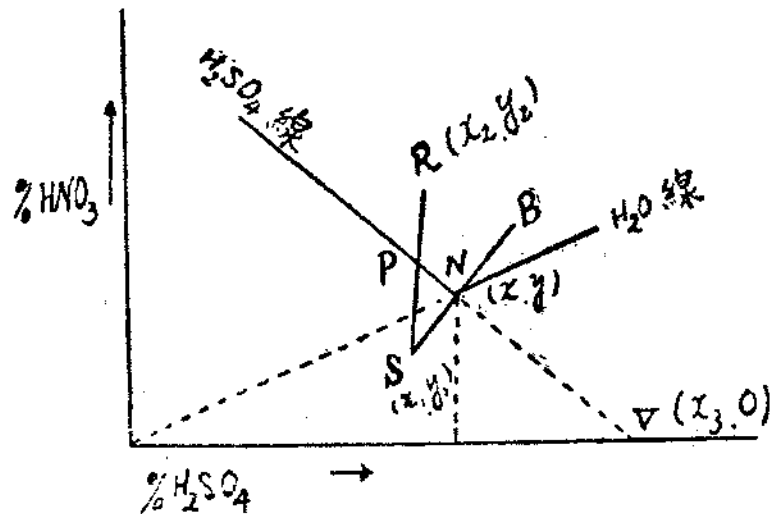
備之補力酸及硫酸便不能補力，今設其交點為 P，以下凡 S 點所表之酸之成分單稱為 S 酸，其他各點所表各酸成分亦然，S 酸與 R 酸倘適宜混和，則在 SR 綫上之任何成分之酸皆可配成，而 SR 綫以外組成之酸，則不能配，觀第一圖可以明矣。

第一圖



何則若  $x_2$  大於  $x_1$ ，則由二者所得混酸之硫酸分必數  $x_1$  大，較  $x_2$  小，即此混酸中硫酸之 % 存在於  $x_1, x_2$  之間，同理硝酸之 % 數，亦必存在於  $y_1$  與  $y_2$  之間，另設 D 點為  $x_1, x_2$  間及  $y_1, y_2$  間之點其座標設為  $(x_0, y_0)$ ，若硫酸之 % 欲為  $x_0$  之混酸，則將 S 酸與 R 酸以  $(x_2 - x_0) :$

第二圖



$(x_0 - x_1)$  之比相混和，同理如欲得  $y_0$  之硝酸則將 S 酸與 R 酸以  $(y_2 - y_0) : (y_0 - y_1)$  之比相混和，此混酸中之硫酸 % 倘欲為  $x_0$  而其硝酸之 % 欲為  $y_0$  則須

$$(x_2 - x_0) : (x_0 - x_1) = (y_2 - y_0) : (y_0 - y_1)$$

$x_0$  之縱綫與 SR 綫相切之點設為 C， $y_0$  之橫綫與 SR 綫相切之點設為 H 則

$$\frac{x_2 - x_0}{x_0 - x_1} = \frac{CR}{CS} \quad \text{又} \quad \frac{y_2 - y_0}{y_0 - y_1} = \frac{HR}{HS}$$

故欲 
$$\frac{x_2 - x_0}{x_0 - x_1} = \frac{y_2 - y_0}{y_0 - y_1}$$

則 
$$\frac{HR}{HS} = \frac{CR}{CS}$$

即 C 與 H 相一致，而 D 必須在 SR 綫上，故若用 S 酸與 R 酸相混和，所生混酸之成

分必在 SR 綫上。

P 既在 SR 之上，故其組成之混酸，只以 S 酸與 R 酸用 PR : PS 之比相混和即得，(參閱第二圖)

同理 N 既在 PV 上，故以此點所表之混酸(即硝化混酸)只卽 P 酸與 V 酸用 NV : NP 之比相混和即得。

然 N 與 V 皆爲定點，NV 之長亦爲一定，即等於

$$\sqrt{y^2 + (x_3 - x)^2}$$

亦卽 NV 與 x 軸所成角之正切

$$y \div (x_3 - x)$$

今設  $PN = VN \div m$

則欲配 N 酸，只將 V 酸與 P 酸以 PV : PN 之比，卽以 P 酸之單位量，外加 V 酸之  $\frac{1}{m}$ ，即得 N 酸之  $\frac{m+1}{m}$  單位量之 N 酸。

故將直綫 VN 向 P 點方向延長而等分之，則各等分等於

$$\frac{1}{z} \sqrt{y^2 + (x_3 - x)^2}$$

(z 爲適宜之整數)則爲每單位重量之 P 酸應用  $\frac{1}{z}$  單位重量之 V 酸，同樣連結 ON 而延長之，則爲水(H<sub>2</sub>O)之直綫，將此與硫酸綫同樣分爲

$$\frac{1}{z} \sqrt{x^2 + y^2}$$

此綫與 x 軸所成角之正切爲  $\frac{y}{x}$ ，此水直綫含有硝酸分與硫酸分極大，非極端之時無甚用處，卽爾時 B 點(表示混合物成分之點)與 S 點相結之直綫，不與硫酸綫相切，而落於水之直綫上，然實際上此樣之例外事實極少，何則，因混酸之內力避再用水稀淡，一經加水終須求出驅水之方，此事不待言而可知矣。

硝酸及混酸若爲一定，則上述圖表不必作成全部，只將要用之部分畫出，卽畫出含有 N, S, R 三點(S, R 隨各工廠之工作法而變更)之處稍加擴大便可。

工廠內工作之廢酸及補力酸成分變更之範圍不難決定，圖表亦卽時可成，儘知補力酸中硝酸之最高成分，與廢酸中硝酸之最低成分，則硝酸之界限已定，硫酸亦同，如此

界限已定，先求 N 點，畫出 N 點與 x 軸成角之正切  $\frac{y}{x_3 - x}$

直線，在此直線上自 N 向 P 處等分，各分等於

$$\frac{\sqrt{y^2 + (x_3 - x)^2}}{1000}$$

之單位，或其適當之倍數，而每分等於補力酸加廢酸一噸應需硫酸 0.001 噸，由此可得硫酸綫之圖。

又水之直綫如需用亦可同時畫出，即先畫自 N 與 x 軸所成角之正切  $\frac{y}{x}$  之直綫，每度刻  $\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{1000}$  (或適宜之倍數) 之度數，則表示補力酸加廢酸一噸應用硫酸 0.001 噸

用此圖表法至簡單，在此圖上於指示補力酸及廢酸成分之點用釘釘住，再加刻度之規尺測量 SR 與 RP 之長，分別記明，

而 廢酸  $\times \frac{S P}{R P}$  即為應需補力酸之噸數，

廢酸(噸) + 補力酸(噸)  $\times$  硫酸(或水)綫上之度數即所要硫酸(或水)之噸數，

又修正不合規定之混酸，用圖表法如次，

先於圖上求出表示其成分之點設為 B

(a) B 在硫酸綫上或水綫上之時

此時應需添加之量一見便知即

混酸(噸)  $\times$  硫酸或水綫上之度數 = 所要硫酸或水之噸數

(b) B 在硫酸綫或水綫之上方時

即用與補力綫同樣之方法混和便可

(c) B 在硫酸綫或水綫下方時

用與補力時同樣方法混和補力酸便可

(例) 硝酸之成分自 19% 至 21% 之間變動，硫酸之成分同時自 60% 至 62% 之間變動，試求其廢酸補力用之圖表。

但補力酸之成分	硝酸	28% 至 32%
	硫酸	59% 至 63%
硝化用混酸之成分	硝酸	23%

硫酸 62.15%

使用硫酸

93% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

此時圖表之界限，硝酸自19%至32%，硫酸自59%至63%，故座標以一英寸代一最爲便利，

而硫酸線與 x 軸所成角之正切

$$\frac{y}{x_3 - x} = \frac{23}{93 - 62.15}$$

由是可畫硫酸線，又水線亦可用同法作圖，而此直線與 x 軸所成角之正切爲

$$\frac{y}{x} = \frac{23}{62.15}$$

次將硫酸綫用前述方法刻爲等分，每等分等於  $\frac{\sqrt{y^2 + (x_3 - x)^2}}{1,000}$  英寸，約等於  $\frac{1}{26}$  英寸，水線上之一度爲  $\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{1,000}$  英寸，故約等於  $\frac{1}{15}$  英寸。

故於硫酸綫上每  $\frac{1}{13}$  英寸刻一度，則其度數每度等於 0.002, 0.004, 0.006……

今用此圖計算次例之補力算法

廢酸之硝酸分	20%
硫酸分	60.9%
補力酸之硝酸分	28.9%
硫酸分	61.4%

P S 之距離爲 96, <sup>mm</sup> R S 之距離爲 130 <sup>mm</sup>，故每廢酸 100 噸須用補力酸  $100 \times 95 \div 130 = 73.85$  噸，又所要之硫酸爲

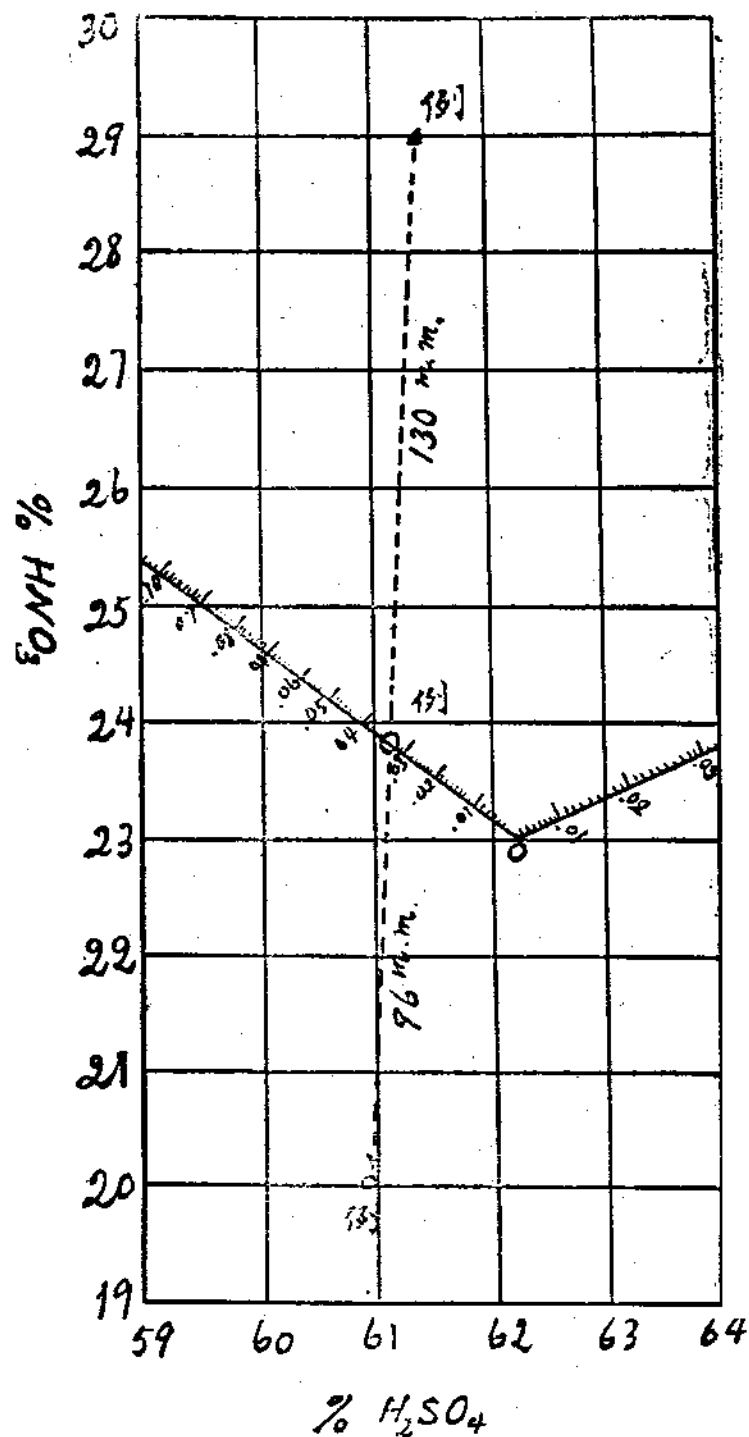
$$173.85 \times 0.034 = 5.91 \text{ 噸}$$

某工廠將此表張貼於圖板上，外加以框，上覆透寫布，以便使用，釘痕過多時，則換一透寫布，現今使用之圖表爲 14 × 8 英寸之尺寸者，能將硝化酸極容易算出至 0.02% 不致錯誤。

(第三圖見反面)



第 三 圖



製造硝化棉用混酸應用圖表算法

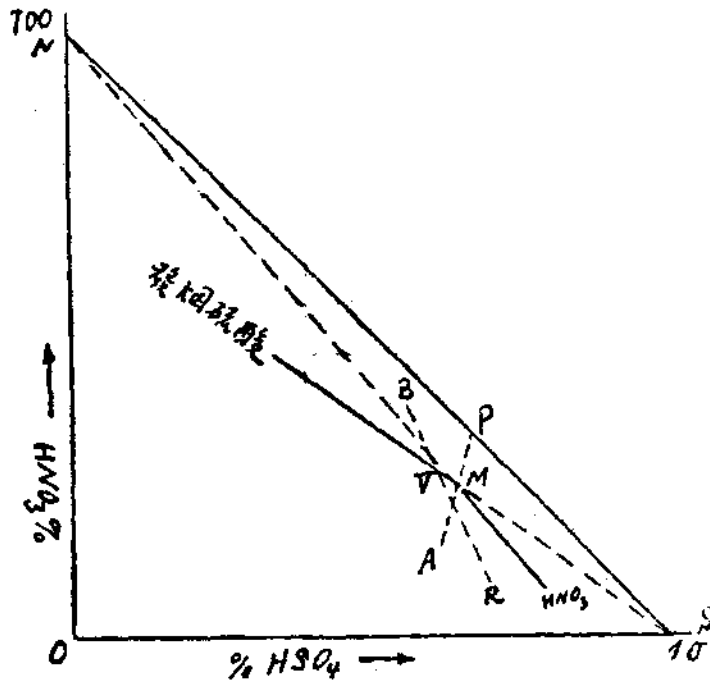
配合硝化棉用混酸，應用代數算法，前已說明，(本誌第三期)

茲將圖表算法例示如次，

大凡工廠於實際上將硝化棉所得之廢酸預加發烟硫酸與硝酸，使與消化用混酸之成

分相近，此外貯酸復又加計算量之酸如硫酸硝酸或廢酸之類，再為修正，此項算法，即

第 四 圖



本圖法之目的。

硝化用混酸，本例規定硝酸23%，硫酸67%，水10%，而變動只在極小範圍以內，而發烟硫酸之成分定為  $H_2SO_4$  104%，硝酸之成分為  $HNO_3$  93%，（其變動範圍極小，不致影響於算法，如代數算法之例。）

第四圖硝酸之%數畫在縱坐標上，硫酸之%數畫在橫坐標上，設N代表純硝酸，S代表發烟硫酸，則NS綫為混和N與S能配成之酸，若將NS分為一百等分，則各成分中在此綫

上應需一定成分之百分數，可以求出，例如自S至N分為自0至100，則任何一點硝酸之百分數，可以明瞭，設求出為72，則配成此酸應用硝酸72%，發烟硫酸28%。

M點所示之硝酸不在NS綫上，但與頂點相近，連結NM而延長之，連結SM而延長之，因NMS皆為定點，故NM與SM之長為一定，而容易算出，今將NM線與SM綫自M點起劃成等分，每分等於NM與SM之百分之一，則每分即表示硝酸單位量之百分之一，或發烟硫酸單位量之百分之一，（第一圖上因須清淨故未將等分畫出。）

用圖法如次，

第一種，代表廢酸成分之點落在發烟硫酸與硝酸綫之下近頂點處，（圖A點），連結AM線引長與NS相交於P，則AM與MP之距離及P點之分劃數皆可明瞭，則以廢酸之噸數乘  $\frac{AM}{PM}$  即為應加之修正酸，其中P%為硝酸（100-P）為發烟硫酸。

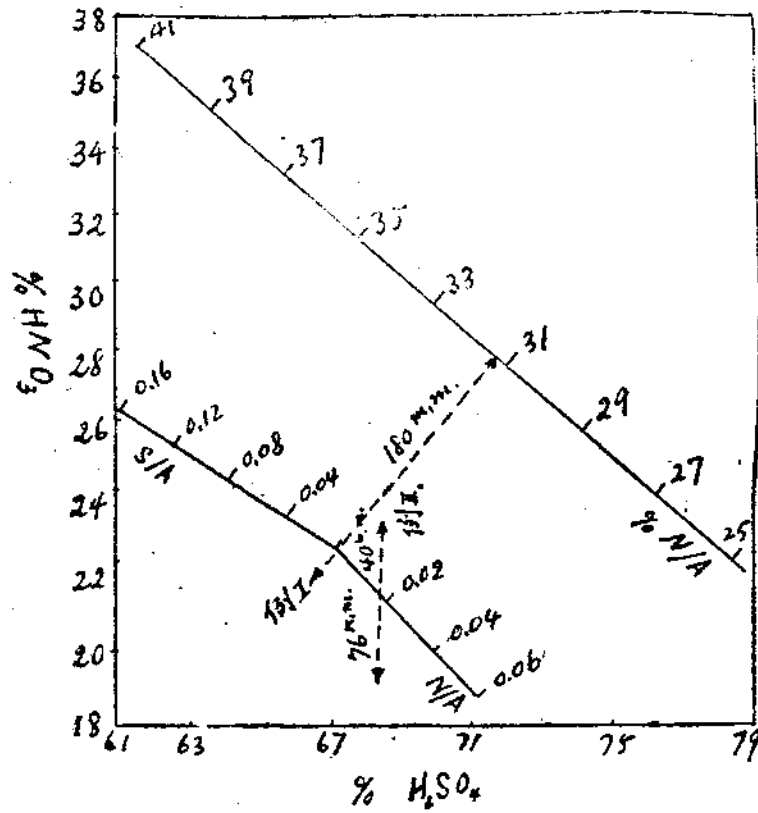
第二種，代表廢酸成分之點落在發烟硫酸與硝酸綫之另一傍（圖B點），須加廢酸與硝酸或發烟硫酸以修正之，若代表貯酸成分之點B與廢酸之點R相連結，必與硝酸綫或發烟硫酸綫相交。（圖V點）則BV與RV及V點之分劃數，皆可明瞭，而廢酸之噸數乘

$\frac{B V}{R V}$ ，即應需廢酸之噸數並(貯酸之噸數加廢酸之噸數)乘 V 點之分割數，即應需硝酸之噸數，或發烟硝酸之噸數。

第三種，代表貯酸成分之點落在硝酸綫或發烟硫酸綫上時，則以貯酸之噸數，乘該點所得之分割，為所需之硝酸(或烟硫酸之噸數。)

第 五 圖

實際工作上無須繪出圖之全部，只將 M 點附近各部分畫出，設硝酸  $HNO_3$  18-36% 硫酸  $H_2SO_4$  62-74%(如第五圖)，其最高界限由含多數應需之部而決定，即 N S 綫此圖尺寸即 18×12 英寸今一英寸等於 1% 畫出 M 點 67.23 計算得 N S，通過此點 (62.7, 36) 及 (73.15, 27) 故可畫出，將此綫上二點之間分為十等分，(每等分等於 1.379 英寸) 並續分此全綫，此二點中之一點表示酸之成分為硝酸 40%



，發烟硫酸 60%，其第二點表示硝酸 30%，發烟硫酸 70%，故可將其記號為 30 與 40，其餘亦隨之而分。

發烟硫酸之綫，可從 M 點向右之方向，由其橫坐標所成角之正切  $\frac{23}{37.5}$  畫出，而每分等於

$$\frac{1}{100} \sqrt{23^2 + 37.5^2} \quad \text{約等於 0.44 英寸}$$

同理硝酸綫其正切為  $\frac{67}{67}$  其每等分等於

$$\frac{1}{100} \sqrt{67^2 + 67^2} \quad \text{約等於 0.947 英寸}$$

以下二例條藉圖以算出者，

- 例1. 設取貯酸 100 噸，其成分為硝酸22%，硫酸66%，由圖  $\frac{A M}{M P}$  為  $\frac{36}{180}$ ，在P點之劃數為31.1，而應需之修正酸為  $100 \times 36 \div 180$  即20噸，其中31.1%為硝酸即6.22噸，而發烟硫酸為13.78噸，計算混合後所得之成分為硝酸22.998%，硫酸67.002%，
- 例2. 試取貯酸 100 噸其成分硝酸23.6%硫酸68%設廢酸中有效成分硝酸23.6%硫酸68%由圖  $\frac{B V}{V R}$  為  $\frac{40}{76}$  而V點之分割為0.015，故應需廢酸之噸數為  $100 \times 40 \div 76$  即52.6噸其中須加硝酸  $52.6 \times 0.015$  即2.29噸計算混和後所得之結果為硝酸23.01%硫酸66.99%，除非硝化用混酸之成分有變更須重繪新圖，但不常見，(此項異論與代數算法列表用法相同)該圖中已包括廢酸之成分各項變動，及硝酸與發烟硫酸成分上少數之變動故也。

——(完)——

## 主力艦防禦毒氣之方法

萬斯選譯

毒氣因其使用上之目的，自較空氣為重，故軍艦若受敵軍巨大炸彈之攻擊，必深覺危險。彼向下流動之毒瓦斯，苟一旦侵入于軍艦內，欲從而驅除之，乃至難而至險之事也。當此之時，若能將多量之強亞摩尼亞水，貯于不易受敵彈攻擊之處，則必有大用。此種亞摩尼亞水可用壘裝之粗製品。但其自身亦帶有危險性，故附近應多貯水量，以防不測。綠氣，光氣 (Phosgene) 及其他之毒瓦斯，均可用亞摩尼亞水以消毒。將毛巾用亞摩尼亞水浸濕，懸于毒瓦斯存在之處，空中之毒氣即可消除。毛巾上之亞摩尼亞水受毒氣之中和後，即將其再行浸濕可也。此時艦中人員，可避居于室下。

人若倒于地板上，必無蘇生之望，是因室內之上部充滿亞摩尼亞毒氣沉于下部故也。但若久置之，毒氣與亞摩尼亞自成一混合體。夫綠氣之為物也，其價廉，其量夥，且具莫大之腐蝕性，故多用之以攻擊停泊于軍港、運河、河川或其他水路內之軍艦，此其防禦之法不可不急為講求者也。

爆擊機易為驅逐機所擊退，且不能作低空飛行，使其投下之炸彈，有確實之命中率，故優秀之空軍，乃戰事上之要圖，自不待言。然若因濃霧之瀰漫，或在其他特殊情況之下，敵軍之爆擊機，得搭載多量之綠氣，沿船舶頻繁之水路而下降，將其搭載之一噸乃至二噸之綠氣，及使綠氣發散之少量炸藥投下。當此之時，液體綠氣之一部，立時蒸發，此蒸發之部分，奪取其附近之熱量，使其餘之液體綠氣冷至沸點（綠氣之沸點在大氣壓力下為攝氏零下三三·六度）以下，而保持其液體狀態。此種液體綠氣向下方流動，而至軍艦之低部，在相當之時間內，人一觸之必致氣絕，所有生存人員，必避居于艦內，又綠氣若長時間停止于艦內，則所有之金屬面、毛織物、紙布片以及木材等，均有相當之損蝕。此時最好用石灰水、亞摩尼亞水或清水以防之。要之，一乃至二噸之液體綠氣投下于甲板上，苟其相當量侵入于艦之內部，必釀成重大之災害無疑也。若于艦內裝設一輕便之機械，用蛇管 (Hose) 放射亞摩尼亞水于綠氣存留之個所，則綠氣雖毒，

想不致爲大害也。使毒氣消散之法，此外雖有用苛性鈉及苛性鉀者，然究不及石灰水、亞摩尼亞水或其他鹼性物 (Alkali) 等使用之利便，而少危險也。但此種消毒方法，每使多量之鹼性物聚于一處，而毒氣亦易于集積也。

綠氣之炸彈，苟投下于船舶匯集之河面(如泰晤士河、基爾河)或人數衆多之造船所、船渠等處，則立即爆發，而爲多量之毒液，沉於水底，然後重行蒸發，變如氣泡而上昇，使浮游于水面之物體，盡爲其所腐蝕。

又若用亞摩尼亞水或過剩之水，將石灰溶解爲稀薄之石灰乳，由機械作細霧狀噴出，則最爲有效。尤以石灰之乳劑，若不採用此法，則多量之石灰水，不能將相當量之毒瓦斯中和，而沉落于海內。

最後尚欲一言者，若軍艦在海洋上一旦受敵機之毒氣攻擊，則不論其降落之所在若何，須立講防禦之法，最好用噴氣將下降之毒氣吹散。在敏捷之海上航行中，苟一旦將其追散，則此種毒氣亦不過構成一稀薄之煙幕，隨風飄散而已耳。將毛布用亞摩尼亞水或石灰水浸濕之法，僅可行于艦內。若毒氣存于艦外，只需及早逃避之足矣。至于人身之防衛，可用海軍上尉韓斯 (Hains) 之方法。(見 U. S. Naval Institute, Proc. July 1923 )

裝設養氣櫃之問題，在潛水艦上自屬重要。但在其他船艦，空氣之供給容易，且可利用送風機將新鮮空氣送達于各處，故無裝設養氣櫃之必要也。

空中之炭酸氣，通常不過萬分之四。劇院教室內亦以萬分之十六爲最大限度。若超過此數，易使人體發生倦怠。潛水艦內之炭酸氣容量，以 0.5 % 爲最大限度者，乃萬不得已之事，在普通之軍艦則屬過多矣。

(G. L. Carbot, Proc. of U. S. Naval Institute Oct., 1923)

(日本火兵學會誌第十七卷第四號——萬斯選譯)

# 砲彈概述

何祖紹

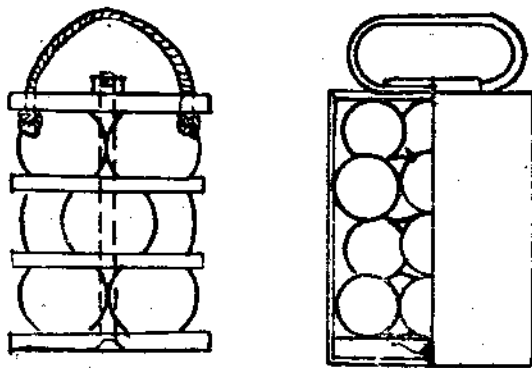
## 一、砲彈沿革

砲彈因火砲而產生，故其變化，亦隨火砲之改良而演進。溯火砲之發明，遠在十四世紀時代，是時所用砲彈，僅為一圓形石球，附裝一鉄製箭頭而已。當此時期，鑄鉄之法，雖已為一般人所知道，而鑄鉄砲彈，仍未有用之者，蓋因此時砲管強度過弱，不能抵抗巨重之鐵彈而不破炸也。洎乎十六世紀中葉，鑄鉄實心彈丸，始漸使用，後又改為空心鉄彈，而鑄鉄遂為當時製造砲彈唯一之材料。

一八五四年，砲膛開始應用來復綫，於是砲彈之形狀，為之一變。為使砲彈便於旋轉起見，將其外形延長，而改為長圓筒形，以適應其要求。此種改變，增加其命中精度，侵澈能力，及彈體重量，更因其頭部阻力之減少而增大其射程。

砲口裝彈之火砲(即前膛砲)，其使用砲彈之彈身，附有銅製之突出鈕，當砲彈由砲

第一圖



葡萄彈

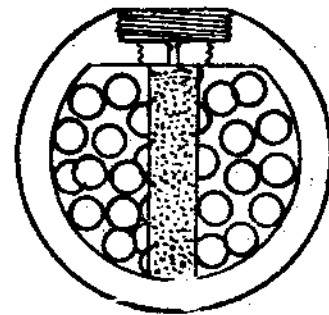
鑽霰彈

口放入時，此鈕嵌入來復綫內，發射後，鈕復沿來復綫紋而衝出，則彈因之旋轉。惠脫沃司砲(Whitworth Gun)之內膛斷面，係六角形之纏繞面，故其彈之外形，亦具此式以適合之。

葡萄彈及鑽霰彈(參閱第一圖)，乃為現今子

母彈(或稱榴霰彈)之鼻祖，一八〇二

第二圖



球形子母彈

年，英人史拉勃乃爾(Shrapnel)發明一鉄造球形之子母彈，其初彈之壳壁甚厚，以抵抗因小鉄丸運動而發生之變形，其後小鉄丸之間，填以已熔之硫磺，並另闢一炸藥室，則彈壳不再受鬆

動之小鉄丸所衝擊，可減小其壁厚，而同時即可增加小鉄丸之數量也。(參閱第二圖)

## 二、砲彈外形及其長度

現今所用各種砲彈，雖其性能各有不同，而其外表形式，大略相似。砲彈之主體，爲一圓柱形，其上爲定心帶，頭部作蛋形體，以減小空氣之阻力，旋轉帶(或稱導帶)在圓柱體下端，彈尾部略形尖削，成一船尾形，其全體形式及部份名稱請參閱第三圖。

當來復綫開始應用時，彈體雖加延長，而所延長者甚少，及後火砲強度增加，旋轉機構之效率日進，而砲彈之長度，乃隨之增大。其初砲彈最長者不過二倍口徑，後漸次增至三倍口徑，歐戰時，三倍半口徑之彈，僅屬中型者，四倍半口徑之彈，已屢爲使用，而成效昭著，迄乎今日，七倍口徑之長彈，亦將出現矣。但所須注意者，彈體愈長，其在空間之飛行，愈不安定，而旋轉之速率，愈須增加，故彈形長度之增加，殊非簡單之問題也。

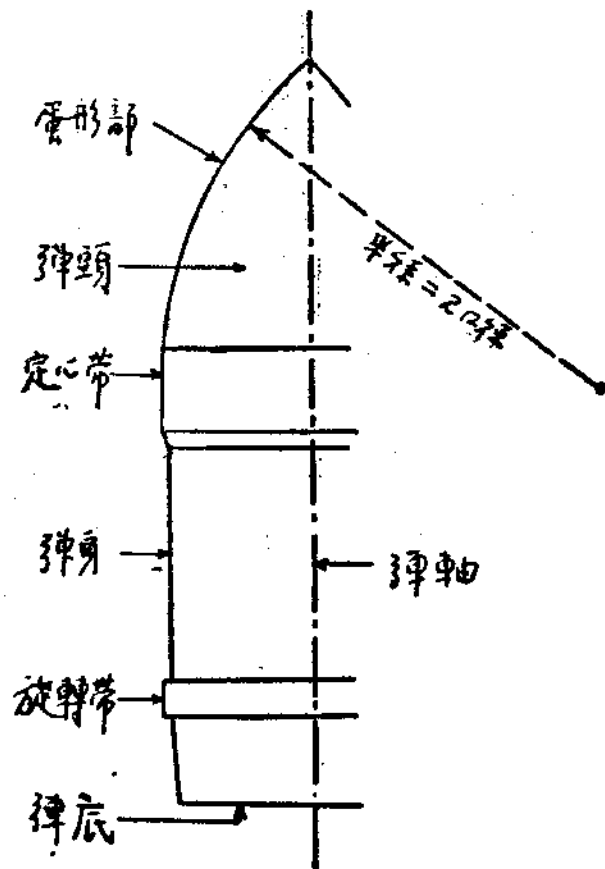
### 三、蛋形部

在砲彈由圓球體改爲長圓柱形時，曾經多次之試驗，而後求得其頭部之適當形式，稱爲蛋形部，以其與蛋形相似也。蛋形部之形式，乃以在與彈軸垂直之直線上某點爲圓心，以一定之長爲半徑，所作之圓弧所成。其半徑之長，普通均以口徑倍數表示，最初之彈，其蛋形部半徑，僅二倍口徑，後實驗所得，知蛋形部之延長，可使空氣阻力減小，射程增加，故其半徑，日漸增大。現各國普通一般之砲彈，其蛋形部半徑，多在七倍口徑左右，其特殊者，竟達九倍口徑以上。

蛋形部間有由許多不同半徑之圓弧連合而成者，近年來各國製造家爲便於工作計，多贊成改爲圓椎體，但蛋形部之名稱，因年久沿襲，仍未改也。

砲彈荷得適當之旋轉時，其重心當使在彈形中心之後或其隣近，在長形之砲彈，尤

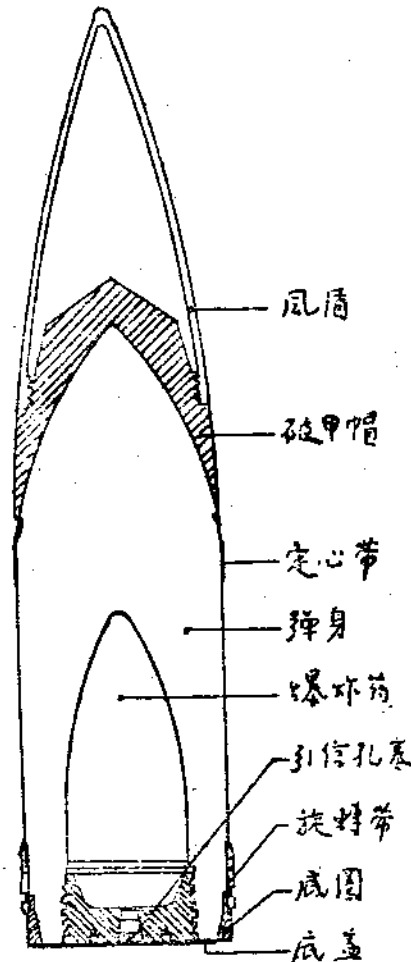
第 三 圖





須如是。破甲彈因需要強鈍堅固之彈頭，以增進侵澈力，其前部之重量，故宜增大，但

第四圖



十六吋口徑破甲彈

同時又需尖形之彈頭，始得遠大之射程，為滿足此兩種相反而均屬緊要之要求起見，特製一種假蛋形帽，稱為風盾，裝於彈頭部，以減空氣阻力，其式樣參看第四圖。

下表所示，係四顆六吋口徑砲彈，在同一初速，同一射角發射，而其重量及彈底形式，亦屬一致，但變更其蛋形半徑，而發生射程上之差異：

蛋形部半徑 (口徑)	砲彈長 (口徑)	有效射程 (碼)
2.5	3.00	9,083
5.0	3.37	10,549
6.0	3.50	10,921
7.0	3.62	11,285

再據此等字數所示，則知尖頭彈比鈍頭彈增加射程之百分率實隨射角之高度而增大，換言之，此種增加率，在遠大之射程，更為明顯。

#### 四、定心帶

蛋形部之下，即為定心帶，或稱前部承接面，其目的在使砲膛與此面密接，將砲軸與彈軸合一，而定其中心。此承接面部，務須磨光，以免損壞砲膛內之來復綫，並可減小阻力。定心帶之寬度，普通均為六分之一口徑，但小口徑之砲彈，多未具有此種部份，其在旋轉帶前所有之彈體，均可作此用也。

定心帶與砲膛來復綫高起部之間，必須有一定之間隙。此間隙不宜過大，否則將使砲彈在砲膛內擺動，而損傷來復綫，並產生不良之彈道；但過小之間隙，亦常使與砲膛摩擦而損害之也。普通之生五口徑砲彈，其定心帶之直徑，比砲膛口徑約小百分之五吋。在美國海軍砲，兩直徑之差，約在千分之十二吋至千分之十五吋之間。實際上，百分之五吋之間隙，尚無害於散布率，但總以能減小不需要之間隙為佳，因間隙愈小，則其

命中精度，愈為正確。

定心帶，間有以銅帶代之者，但此種制式，尙未廣為採用，於破甲彈之使用，尤不合宜，蓋此種構造，足以減小其侵澈能力也。

### 五、彈 身 部

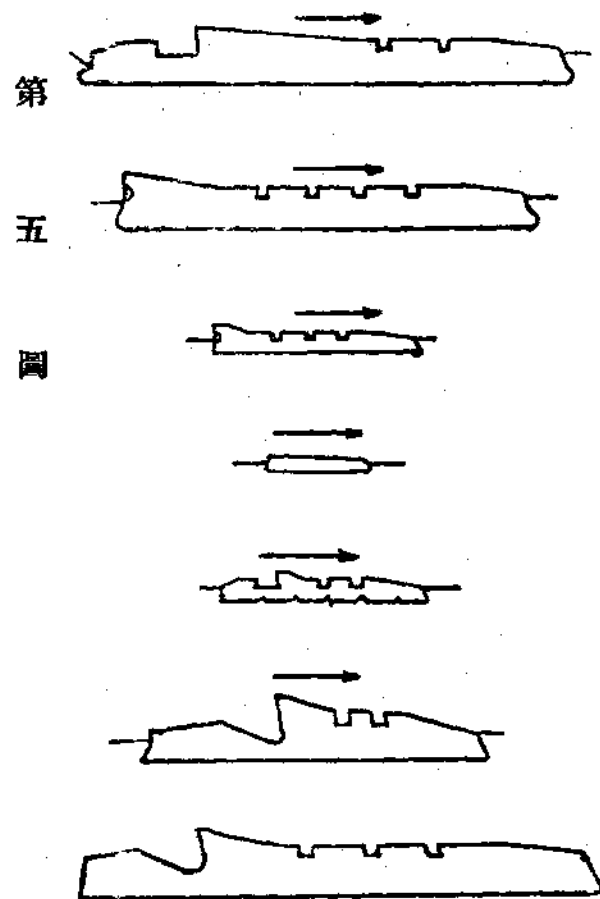
彈身為圓柱體，介於定心帶與旋轉帶之間，其直徑較定心帶略小，蓋欲留相當之空隙，以減小與砲膛摩擦之阻力。定心帶與旋轉帶，均作為支持並承接砲彈者，發射後，其在砲膛內之彈道，尤負引導使之平穩不變之責，故兩者之間，應有相當之距離。其距離之制定，雖無規律可遵，但設計者可視彈體之大小而決定其距離，通常小號彈，其距離約一口徑，大號彈約一·四口徑。

### 六、旋 轉 帶

旋轉帶有三種特殊之功用：一，完全封閉砲管，以阻火藥氣體之逸出；二，固定砲彈在砲管之中心地位，並使其安穩不動；三，發射後，此帶嵌入來復綫紋內，而使砲彈旋轉。此帶又可用以防止砲彈在舊砲彈膛內之過度伸入，於裝彈時，藉此帶而使砲彈洽在妥當地位。此外，火砲之壽命，以及射程，初速，散布率等，皆與旋轉帶有莫大之關係也。

旋轉帶普通均用商用的純銅所製，惟大口徑之砲彈，間亦有用鑲銅合金製造者。此合金之中，鑲質約占百分之二·五；此小分量鑲質之參合，蓋欲增加旋轉帶之強韌性也。但自一九二一年以來，因實驗結果，各種砲彈之旋轉帶，一律改用純銅製造矣。

在平常砲彈，其旋轉帶之寬度，約為口徑三分之一。但各國中，間有例外者，其寬



各種砲彈之旋轉帶

度約由一吋半至二吋之間，且在需要較大之強力時，一彈同備二帶，二帶之間，僅以短距離間隔之。此種裝置，一般兵器專家，頗為贊許。

帶之前部，略作圓椎形，以適合於砲內彈腔圓椎部。其中部普通多係圓柱形，其徑較砲管(連來復線紋深在內)之直徑略大；下列算式，即常用以求其直徑者：

$$D=C+2p+0.2$$

式內之C為砲之口徑，p為來復線紋深，而D即所求之數也。帶之尾端或近尾部，通常均較高起，而稱為帶緣。此帶緣所以阻止氣洩者，並因其直徑較大，同時可以避免砲彈在舊砲腔內之過度伸入也。

當發射時，帶上有一部份之銅，被迫遺留帶後之彈面部，及出砲口，又因氣體之壓力及遠心力之合力作用，而使此過剩之銅，圍繞帶後，而成一緣邊。此緣邊形式，極不規則，足以增加空氣阻力，並減小彈道飛行之安定性，而使射程縮短，散布率擴大。小口徑或中口徑之砲彈，受此影響，尤為巨大。欲挽救此弊，故將旋轉帶上刻劃溝槽，以作收容過剩銅之場所，在大口徑之砲彈，其帶緣之後，更備一大槽以容留之。第五圖所示，係各種不同砲彈之旋轉帶式樣之形狀。

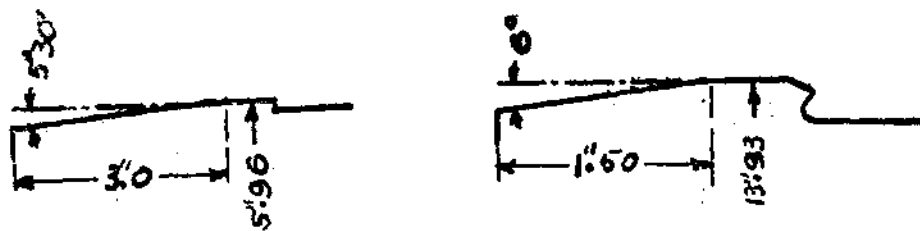
旋轉帶之裝置，先將砲彈在彈底附近，刻一槽溝，將帶用汽錘或水壓機嵌入溝中。帶為一銅圈，其內徑較槽溝之徑稍大，蓋如是始可使銅圈於烘熱時易於鑲入也。又槽溝之底面，須使其粗糙不平，以免銅圈在溝中轉動。圈既入溝，則將連彈送至車床，車成所需之大小形式。

## 七、 彈 底 部

彈底部之形式，影響於砲外彈道，似不若砲彈頭部之巨，但亦不能不加以注意。昔日彈底部均作直桶形，其底邊僅略作小圓角。此式砲彈，沿用甚久，現今美國海軍砲彈，尚多如是，大口徑彈之底邊圓角之半徑，祇有〇·三七五吋，其小者，僅稍銼其銳角而已。此後因試驗結果，知彈底部尖削之彈，其射程較底部僅有小圓角者為大，各國乃相率倣造。此種尖削之彈底，普通稱為船尾形，其形狀如第六圖所示。顧船尾形之彈底，對於砲彈，雖可略增其射程，但同時損失其命中精度，蓋因火藥氣體由彈底尖削所生

之圓周空隙衝出，發生不平均之力所致也。欲免除此種缺點，而又須保存其所增加之射

第 六 圖



船 尾 形 之 彈 底

程，幾費苦心，經多次之實驗，乃得一最後之結定，即在高速之砲彈，其彈底部之尖削角度，約在五度至八度之間，則其射程稍為增加

，而其命中精度，仍無妨礙；惟此種角度之採擇，須視其初速及蛋形部之形狀而定之。

若砲彈須裝在銅壳內時，其尖削角度，再須加一因數。蓋此種砲彈，其後部須備相當長度之圓柱形，以便與銅壳結合，而不致鬆動容易脫離也。

## 八、 彈 重

在合理範圍之內，一種火砲可使用各種不同重量之砲彈。其彈重與初速，膛壓及發射藥量之關係，屬於砲內彈道範圍，此處恕不詳述。在美國其海軍砲彈之重量，係照限定分配方式而計算，其算式如下：

$$W = \frac{d^3}{2}$$

式中W為所求之近似值，以磅表之，d為火砲口徑，以吋表之。

砲管口徑斷面每平方吋之砲彈重量，普通稱為砲彈斷面密度，可以下列方程式表之：

$$S. D. = \frac{w}{A}$$

式中S.D.為斷面密度，w為砲彈之重量(磅)，A為砲管口徑斷面之面積(平方吋，連來復線紋在內)。此等數值，在一般火砲及砲彈設計上，均能應用。各種砲彈之斷面密度，一磅彈為0.635，十六吋口徑砲彈，則為10.44，平均值約為火砲口徑十分之六。

砲彈重量之分配，為一重要問題。存普通原則，其重心須在砲彈之縱軸上，並須接近彈形中心或在其後，前已述及，但少偏其位置，在事實上，亦未見有若何之影響。例如：將八吋口徑砲彈之重心，移前或移後半吋，將其連續發射，查驗其結果，對於散布

率，影響殊小；又將十二吋口徑砲彈之重心，次第移在彈縱軸之一邊0.13吋，0.39吋，0.52吋等處，射擊結果，其射程，其散布率，亦未發生重大之改變。

### 九、砲彈之分類

砲彈種類繁多，可分為實心彈 (Shot)，開花彈 (Shell) 及子母彈 (Shrapnel) 三大類，茲略述其大概如下：

實心彈多為生鐵鑄造，用以練習射擊，或貫穿目標者，大口徑之實心彈，配裝鋼製破甲帽，比同口徑之開花彈為短，而其貫徹鋼甲之能力則較大。

開花彈，體內中空，稱為彈腔，炸藥即裝於此，用以轟炸目的物者。開花彈因其所裝藥類之性質不同，其用途因之而異，故又分為高級炸藥彈 (High-Explosive Shell)，破甲彈 (Armor-Piercing Projectile)，毒氣彈 (Gas Shell)，燃燒彈 (Incendiary Shell)，發光彈 (Illuminating Shell)，煙霧彈 (Smoke Shell)，探索彈 (Tracer Shell) 及半鋼彈 (Semi-steel Shell) 等種。

子母彈或稱為榴霰彈，內裝多量之球形鐵丸，其目的在將此等鐵丸，帶至遠距離之地點放射，以高大之速度，被播廣闊之面積，以殺傷敵人者也。

### 十、高級炸藥彈

高級炸藥彈，為鍊鋼所製，裝填高級炸藥如梯恩梯 (T.N.T.)，D 炸藥，或阿馬陀爾 (Anatol) 等，用以破壞強固之建築物，或殺傷有堡壘掩護之隊伍者，各式口徑之火砲，均可合用。在一般戰爭上，此種砲彈，用途最廣。其轟炸引信之裝置，小口徑砲彈，多在頭部，而大口徑砲彈，則多在底部。其裝藥量大者，可將其薄弱之彈壳炸裂至數千百碎片，而此等碎片，飛行甚速，而散布區域又廣，足以殺傷衆多之隊伍，並可以破壞不甚堅固之堡壘。用各種不同之引信，而得各種不同之效果；高級炸藥彈因有此種適應性，故能適用於各種不同之戰爭。歐戰時，此種砲彈，常以替代子母彈之用，蓋亦以此也。陸砲及榴彈砲用高級炸藥彈集中射擊時，足以轟破堅固之堡壘及鐵絲網，又可作掩護之射擊，以掩護本軍步兵之前攻，或在某處之前，作防禦射擊，以阻止敵軍之反攻。

## 十一、破 甲 彈

在昔日木船時代，破甲彈之蛋形部曲面之半徑為二口徑，其頭部尖端，以熱處理，使之堅硬。但此種砲彈，僅能適用於當時所用之鍊鐵甲板，而對於後來表面堅硬之鋼甲，則無所施其能矣。堅硬之鋼板，能使脆性之砲彈尖端折斷，於是改為平頭，而平頭之彈，不特消失其貫徹之威力，不足以穿破鋼甲之戰艦，其衝撞力或且將砲彈自身破碎也。

近今各國之海岸砲彈，其蛋形部半徑，仍為二口徑，但其頭部加裝一破甲帽，以保護其尖端。當此彈撞擊表面堅硬之鋼甲板時，鋼板硬面之高阻力，不再集中於彈之尖端，而分散於破甲帽之廣大面積上，使此尖端受其保護而不變形。鋼甲板此時已因破甲帽之衝撞，而受莫大之壓力，則毫未損傷之砲彈尖端，自易於此處貫穿矣。

鋼甲板之表面部，經有破甲帽之砲彈射擊後，已呈崩壞，而其後面體質較軟之部份，則鑽成一完好之圓椎形空孔，因延遲引延之延遲作用，而後爆炸於艦之內部。破甲帽之作用，除上述者外，又可增加砲彈之咬角，換言之，即增加其貫穿目標之衝擊角度也。

砲彈因裝破甲帽，使其頭部短鈍，而增加空氣阻力，故又有風盾之裝置。風盾為生鐵或軟鋼製，圓椎形，不宜過長，以免於使用或裝拆之際，易於損壞。風盾普通以螺絲旋着於破甲帽上，並於接合處打一眼孔以固定之。但此盾因使用而易於鬆動，應時加檢查，設或鬆動，須立即使之固緊也。

第四圖為一九一九年美國十六吋口徑破甲彈之制定式樣，其各部構造及特點，略述如下：

1. 旋轉帶之後部，鑲一軟鋼製之底圈，蓋鑒於從前每於斜角度射擊鋼板時，發現砲彈於貫穿之際，常自破裂，底圈即所以消弭此弊者也。
2. 旋轉帶一條，寬 5.33 吋，其最大直徑為 16.58 吋，其後有一緣邊，用以保持一定之彈位，使與來復綫有相當之深嵌，並可防止火藥氣體之逃逸。
3. 旋轉帶與定心帶中間之彈身，其直徑為 15.938 吋。
4. 定心帶之直徑為 15.982 吋，不能加大，只許有千分之五吋之負數公差。

5. 蛋形部半徑為28吋，較一口徑略大。
6. 破甲帽須經熱處理，則其內部質體強韌，而其尖端又極硬銳。
7. 風盾為鍊鋼製，厚約0.3吋，其蛋形部半徑為九口徑，共144吋。
8. 彈腔之壁肉頗厚，其容積計約1075立方吋，能裝D炸藥52.5磅。
9. 此外尚有底塞，引信塞，銅製底蓋等件。

查美國所有十六吋口徑砲彈，式樣祇有一種，而此種式樣亦已指定為破甲彈之制式。其貫徹能力，在五萬碼之距離之處，能貫穿十六吋厚之鋼甲板云。

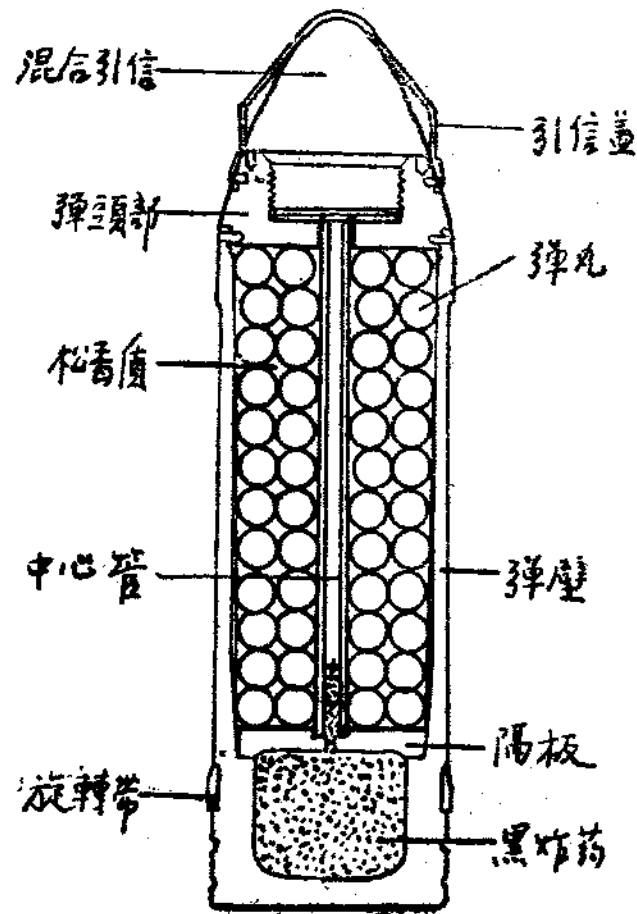
## 十二、子母彈

子母彈又稱榴霰彈，第七圖所示為野戰炮所用普通子母彈之一種。彈身為鋼製之圓柱體，其隔板為一缺口所支承，以間隔爆炸藥與彈丸之接觸。隔板上之腔室，裝滿半吋直徑之鑄鉛合金所製之彈丸，而以松香凝固之。彈頭以螺絲旋着於彈體，再用銷固定之，而引信則安置於其上。引信為時間與碰炸之混合式，普通稱為兩用引信，或稱為複動引信，由一中管連通於彈底部之爆炸藥室。

砲彈發射後，引信內之活塞，為發射震動力所衝擊而發火，將藥綫燃燒，由此藥線而調準爆炸之時間，可預定於某一點即行爆炸。引信發火，經某秒鐘後，火燄由藥綫傳至引信內之藥庫，再通過中管而至爆炸藥室。然彈底爆炸藥之爆炸，並非將彈壳炸裂，而僅將彈丸由彈頭部以高速度衝出，並因彈體之轉動，而作左右射掃而已。

彈丸射掃之途徑，成一繞彈道延長方向之散布圓椎體，其落彈點則為不規則之橢

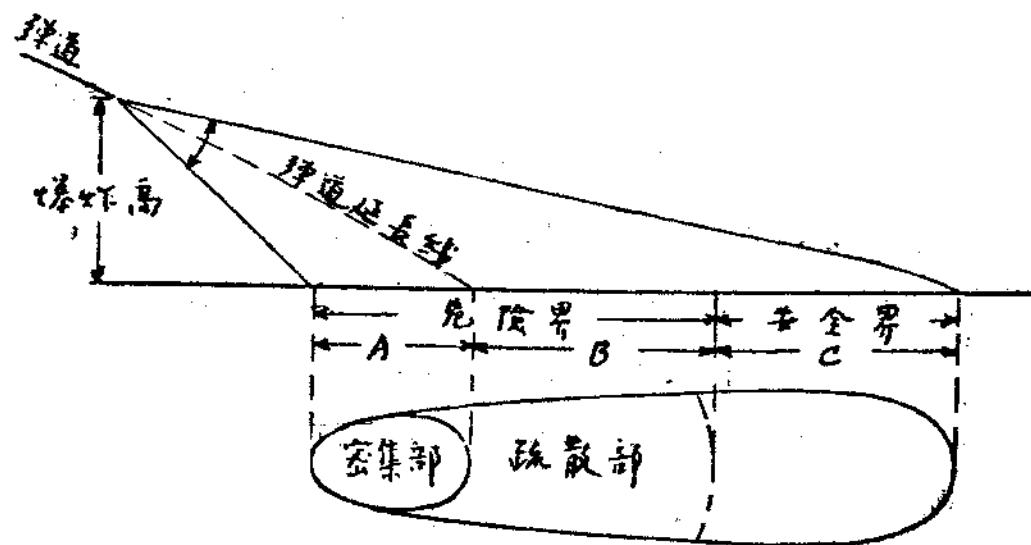
第七圖



子母彈

圓形，其長軸在發射之方向，其形狀如第八圖所示。

第 八 圖



子母彈爆炸後彈丸落點圖

七十五公厘口徑之子母彈，重15.9磅，含半吋直徑十二公分重之彈丸約二百七十粒。彈底爆炸藥爆炸後，即起烟霧，易於發見，可於適當之地點觀測並調準其命中也。

### 十三、子母彈與開花彈之比較

歐戰前數年間，美國野戰砲所用之砲彈，其百分比率，子母彈約佔百分之七十五，開花彈約佔百分之二十五。但法國陸軍所用砲彈之比例，適得其反，並於歐戰時，曾計劃努力供給多量之開花彈。歐戰以還，開花彈比子母彈之優勢，明白表現，如是各國競相使用，而開花彈之用途益廣，在一九一七年至一九一八年停戰時間，法國所用去之子母彈，僅及總數百分之十而已，其餘百分之九十，均屬開花彈也。目前美國供給子母彈與開花彈之比例，改為二十五比七十五，法國為十五比八十五，而英國仍固執使用子母彈之政策，但衆多警議之，蓋鑑於開花彈於一般戰爭情況之下，實較子母彈為優也。

雖歐戰之事實，經已明顯表示，但尚有一部份之軍事家，仍以爲子母彈究係較良之砲彈，對於輕視其重要者，極以爲錯誤。茲將各方議論，歸納之如下：

#### A. 關於子母彈方面

1. 子母彈對於密集或顯露之隊伍，較高級炸藥彈為優；但自機關槍進步改良以



及半吋口徑之機關槍應用後，在此等狀況之下，子母彈之用途，經已減小矣。

2. 十二公分重之彈丸，以每秒鐘五百呎之速度而行放射，可使中彈丸者失其能力；開花彈之破片，大小不一，是否按照一定規律破裂或散播，則不能確定。但無論彈丸或彈片，均須能穿破一吋厚之白楊木板，方生效力。
3. 據法人試驗所得，子母彈之散布面積，較高級炸藥彈約大二十五倍，則其殺傷力自較大。
4. 子母彈宜於掃射之工作，因由爆炸所增加之速度，能使射擊方向之散布面積擴大也。
5. 子母彈可以增加彈丸在射擊方向及偏斜方面之速度，在射程六千碼之處，此射擊方向之增速，每秒鐘約為二百五十呎。

#### B. 關於高級炸藥彈方面

1. 高級炸藥彈對於野砲，野戰白砲，機關槍防護物，以及各種平野堡壘建築物之破壞，甚為有效，但若換用子母彈，則幾無能為矣。
2. 開花彈射擊在壕溝內隊伍之效力，比子母彈所得者為大，因開花彈之破片，向彈道周圍之垂直方向分射，非若子母彈僅在前部也。故在壕壘之戰爭或射擊掩護物時，子母彈之使用，大形減小。
3. 開花彈因其轟炸聲音宏大，震動劇烈，對於士氣之鼓勵，生莫大之效果。
4. 開花彈之製造，比子母彈工料省，而供給容易，其引信亦然。

### 十四、特種砲彈

以上所述之三種砲彈，均係普通常用者，此外尚有因其藥種及用途之不同，而有特殊各別之名稱，茲亦分別略述其大概。

毒氣彈彈腔內裝發生毒氣之化合物質，而炸藥甚少，僅足以破裂彈壳而已，且與毒氣化合物間隔。

燃燒彈裝填磷質或其他易於發生高熱及火燄之物質，用以燃燒敵人之建築物者，其炸藥亦不多。

發光彈用以照耀物體，如敵艦或砲壘等，發射後，由時間引信放落一傘，傘下則懸吊閃光。

煙霧彈能於碰擊物時或在空間，發生煙霧，用以標識目的物，或造成煙幕，以掩蔽我軍之行動。

探索彈在其彈底放出煙霧或火燄，以表示其經過之彈道。在大口徑之砲彈，此種構造，另成一部，而可自由裝附於彈上。彈道之發光或發煙，用以糾正瞄準，而增加命中之精度。

半鋼彈為上等鑄鐵造，其強度及裝藥量，均較標準鋼彈為小，於戰爭期間，鋼料缺乏時，代充鋼彈之用，並可省工節費，利於多量之供給。此種砲彈，適合於高級炸藥彈或毒氣彈之用。

二十年五月五日於兵工署設計科

# 烟幕使用之常識

## 白 純 玉

### 一、烟之種別

烟爲隱身式欺敵之良法凡在戰場內者在所必需也從來所用之烟爲黑白二種其利害不同而議論因之靡起歐洲大戰間各國積幾多之經驗始知白烟之遮蔽力勝於黑烟故在今日危急之際除萬不得已外大概皆用白烟

### 二、發烟器具

發烟所用之器具在歐戰間不一而足茲於敘述此種器具以前先以烟之用途如左

- (1) 爲查明子彈之炸裂地點起見裝發烟劑於子彈內以備炸烈時易於觀測之用或於射擊飛機之機關槍子彈內裝以發烟劑使白烟烟尾適在子彈進路上以備嗣後瞄準之用
- (2) 妨害敵人之砲擊或掩蔽我軍遠距離之重要地點
- (3) 我眼前之防禦陣地及其他應守秘密之處不令敵人覺察時用之
- (4) 欺騙敵人而使我軍砲火分外有效時用之
- (5) 欲使我軍行動在敵前毫無阻礙時用之蓋烟幕與發烟彈皆因此而發生者也
- (6) 如欲射擊附近敵人所遮蔽之部分者則以用擲彈砲(九生的密達)爲最多如欲向近距離發煙時亦可用迫擊砲但距離過近可於紙製圓筒內裝入發火及發煙劑以手擲之是爲常例
- (7) 發煙用手榴彈有兩種一爲用手投擲者一爲小槍用手榴彈之後部裝入發煙劑以手槍放射與用手擲之射程約爲三〇密每顆之藥量爲五〇瓦以小槍發射者之射程約二百密此種手榴彈用時與發射者本身相距甚近故裝有毒性之藥劑殊爲危險也

### 三、烟之用途

從前避敵視線之行動大都皆在夜間但此次歐洲大戰晝間在敵前作業則以煙蔽其視線或接近敵之塹壕而架設擲彈砲或用煙護我進路以便急襲敵軍在海戰間軍艦脫逃之際則燃

煙以免敵軍之砲火故煙之用途甚廣而其長處尤在隨時可用不若毒瓦斯須受天候風向之限制假使誤用亦不致害及本軍是以今後之戰場內亦必視爲重要之兵器也不特晝間爲然即夜間亦嘗用之如用以滅殺敵人探海燈或光彈之力又如信號之懸燈等均不可少所惜者起煙劑之妥切者尙未見發明耳

#### 四、關於戰術之煙幕使用例

- (1) 爲渡河作戰對岸敵火猛烈不能強渡時乃對敵岸使用煙彈滿佈煙幕以圖偷渡彼岸
- (2) 爲攻擊時後方連絡綫僅隘路口之道路一條且在敵人砲火之下補充彈藥殊爲困難時乃施行煙幕以蔽敵眼而闖交通
- (3) 爲攻擊點之敵火猛烈步兵不能接近衝鋒時乃使用煙彈以蔽敵眼而使步兵易於接近衝鋒奪取要點
- (4) 爲攻擊時之中央突破戰車常爲敵砲擊毀乃使用煙彈令戰車誘導步兵至敵陣地前突破突障礙而衝鋒
- (5) 爲移轉攻勢時其主力軍非通過河上橋梁不可時乃於出擊前滿佈煙幕既蔽人且出敵不意而作攻勢諸如此類不遑枚舉凡攻擊防禦陣地戰可照此類推但使用時多在晝間亦須對於風向及風速稍加顧慮也

# 鎗礮無烟火藥之製造

(硝化棉及硝化甘油)

陳 運 晟

定 義

尋常所謂「無烟火藥」或「少烟火藥」。乃一種新式爆發火藥之代名詞。此火藥發明後。於軍事上。不到十年。完全將舊式所用之黑火藥排去。一八八四年。此火藥初次試驗。引人注意。而獲今日「無烟火藥」名詞者。即因其發射時。無烟。且爆發後。無殘物遺留也。但當時專門家對此無烟爆發藥之益處。甚漠然視之。以為此火藥與黑火藥。殆二而一。無甚區別耳。及後海陸軍所用武器。如連珠鎗及快射砲等之製造。大有進步。無烟火藥之利益。始為世人所公認。此不可謂非當日文化史上之一大革命也。

自德人率派 Schönbtin 與博悌克 Boettiger 二氏。發明棉花火藥。及一八四六年。各發明家同時研究後。無煙爆發藥。在各種鎗砲內。對於彈道學上，實駕乎黑火藥之上。乃顯明之事實也。

無烟火藥之超越効能。(如激烈射擊時。無烟無殘物等)其主因係在其主要元素之特性。及非主要之附加物。按其分量關係。所合製成之單純物體。如昔時用硝石，硫黃及炭之混合物。製成之火藥相同也。

棉纖維硝化後。雖名為「棉藥」或「棉花火藥」。但經許多射擊試驗。尚不能成為有用之火藥。直一強有力之炸藥耳。

但經酒精調和 Gelatinierung 在合藥機內。使成帶膠性之粉末後。則其鬆疎纖維組織。變成濃厚純一之纖維質。影響所及。其性質亦大變焉。最甚者。即其燃燒速度銳減。同時其化學力。則毫無損失。

對於硝化甘油。亦復如是。蓋其用途與硝化棉略同。而為硝化甘油火藥之主要成分也。

因硝化棉及硝化甘油燃燒時。完全分解成為瓦斯及水蒸汽。故實際上無烟。且無殘

物。黑火藥則否。發射時。既多不燃燒物。而同時發生一濃厚之白烟。

從攜帶兵器及小口徑至大口徑之巨砲。其彈道力量。如用無烟火藥時。較之用黑火藥者。實有天壤之別。

## 成 分

對於無烟火藥之成分。及其原素之選擇標準。其第一條件。即當適合爆發火藥之彈道學。關於經濟者。則係棉花之優良。出產之豐富。及能否供給工業上極有價值原素之需要等。同時一火藥之製造。需用三或四主要原素。其非主要之附加物。約需一打。且其成分。一部分帶揮發性。一部分不帶揮發性。均須加以限制。

此外更須研究如何方能得一廉價且毫無危險之製造。不僅對於原質之製造上無危險。且須于工作上。為萬全之計劃。

## 主 要 元 素

無烟火藥之化學元素。乃硝化殘基 *Salpetersaurereste* 組成。此酸殘基變成硝化棉及硝化甘油。外表面上完全不同。硝化棉係粉末。硝化甘油。則係液體。但用作爆發藥。論其本質。則有許多相同處。至關於變化上。則硝化甘油火藥。較為優良。(因硝化棉粉末。對於貯藏。時有潮濕之虞。而硝化甘油則否。)

### 硝酸而斯特 *Salpetersaurester*

對於火藥廠。有機化學之硝酸鹽 *Nitrat* 實為主要成分。

1. 硝化棉 (在脫酒精內。不甚溶解之棉花火藥。及完全溶解之棉織 *Kollodiumwolle*)
2. 硝化甘油 茲僅擇主要數點。對於硝化甘油之製造。及其狀態有關者。略述如下。

製造硝化甘油法。係用一器具。內盛濃硫酸及硝酸之混合冷溶液。然後用含水極少之甘油。徐徐流入。器具外面。用冷水或冰冰之。俾成一混合物。而硝化物之溫度。不致超過攝氏三十度。

將所成之硝化甘油。小心洗滌。并用淡淺之純鹼溶液洗滌。使酸性全除。漏過後。加以吸收水分物質。使之乾燥。

硝化甘油。乃一透明，無臭，似油狀之液體。其密度爲一，六。在水中僅微溶解。其量約爲六百與一之比。反之在酒精，以脫，醋酸同 Atzeton 及哥羅拂內。則易溶解。

硝化甘油。對於製造炸藥之硝化棉 Dynamitkollodiumwolle 具有極大之溶解力量。在尋常溫度下。二者之硝酸而斯特 Salpetersaureester 久置時。互相化合。視其分量之關係。成一種或硬或柔之膠質。

例如一百分重之硝化甘油。與二，五分重炸藥棉。（即全溶解于以脫酒精內之棉藥 Kollodiumwolle）即成一種帶彈性。不流動之膠質。此膠質可任人切斷。且在尋常溫度下。其形狀不變。如用十分重之炸藥棉。則其膠質形似皮革。製造廠對於此必需之炸藥棉。所起數量之標準。乃視硝化甘油之吸收量爲定。俾其具有時性。此種特性。即吾人所謂膠性是也。

因炸藥棉 Kollodiumwolle 種類不一。故以之加入硝化甘油及硝化棉時。其處理方法。亦各不同。最良方法。即將炸藥棉。經特別處理。用無機酸 Mineralsaure 短時間煮沸。

近世改良方法。即於硝化甘油內。加入硝化棉之溶解劑少許。例如加入極稀薄之美梯曰酒精 Methylalkohol 或稀薄之醋筒 Azeton 所有水分。對於硝化甘油及硝化棉之變成膠質。毫無妨礙。故浮于水內之硝化棉。亦可用以製造。此極可注意之情形。乃變成製造硝化甘油之通常方法。

硝化甘油在水蒸汽內。易于揮發。如卒然熱之。則雖極細之粉末。亦易燃燒。其燃燒熱量。約一五八〇。幾倍於硝化棉之熱量。（其中氮素。則不助燃燒）凡激烈之打擊。強大摩擦等。均足引起爆裂。硝化甘油含氧氣極多。與氮燃燒時。僅發生炭酸及水分。

### 非主要之附加物

普通未有僅用主要元素。或與其他同樣元素。共同混合。而能製造極適用之火藥者。蓋良好火藥之製造。其彈道學上之條件極繁。同時在化學上。對於單獨元素。或元素之混合物。均須有一定不易之處理。非可貿然從事也。最主要之事。足爲吾人佐證者。即一膠質火藥（硝化甘油火藥）。如用以製造此火藥之硝化棉。稍不純潔。不能供軍火之用。必未製造先。對於硝化棉之彈道試驗。及其中尙含酸性否。均須經相當手續。方能

使用。

更重要者。即利用不適當之火藥。製造鎗彈砲彈時。則經化學及物理變化。或發燃燒。或射擊時。於砲口發火。均為不可避免之事變。為安全計。故對於火藥製造。必須加以非主要附加物。

此附加物雖于彈道上無甚價值。但其在化學上所起之性質。對於火藥之組織。實佔重要地位焉。

### 含炭素極多之物質

關於含炭量極高之部分。射擊時。此項炭素。則變成多數之氧化炭。可以限制極高之燃燒熱。并可限制火藥之燃燒溫度。而其燃燒速度。亦可因之銳減。

此外更對於製造，貯藏及火藥之運用等。均極有利。

如用溶解之富蘭特林 Phenanthren  $C_{14}H_{10}$  使硝化棉與硝化甘油。完全化合。再用凡士林 Vaseline  $C \times H_y$  及少許樟腦  $C_{10}H_{16}O$  以改良硝化甘油火藥之貯藏耐久性。

因火藥激烈燃燒。有損彈道。故對於含有硝化甘油之火藥。須加塔林 Tannin 以救此弊。  $C_{14}H_{10}O_9$

### 硝化瓦斯結合之物質

此物質又名堅固物質 Stabilization 如火藥重量為一百分。而其中錫量(硝化瓦斯)為百分之一。即變成極有效驗之物質。此物質或屬香料阿敏族 Diphenylamin  $(C_6H_5)_2NH$  及分立曰納夫梯阿敏 Phenyl naphthylamin  $(C_{10}H_7 \cdot C_6H_5)NH$  或屬尿素族 Harnstoff  $H_2N \cdot CO \cdot NH_2$ 。如阿克梯特 Akardit  $(C_6H_5)_2N \cdot CO \cdot NH_2$  或村塔利特 Centralit  $C_6H_5 \cdot C_2H_5 \cdot (C_6H_5 \cdot C_2H_5)$  等。於火藥內。均極有用處。

### 對於火藥之變成膠質。所適用之物質。

當膠質工作時。利用多數尿素及亞利利得 Anilide 因此二物。具有一種力量。能使硝化棉變成膠質也。成膠質後。則所製成含硝化甘油之火藥。雖不加揮發性溶劑。亦可放入壓藥機內。製成成形火藥也。

硝化棉變成膠質後。則此火藥之表面工作。亦可任意施行。為欲保障此火藥之燃燒。有一定之速度起見。故加以尿素，樟腦及村塔利特 Centralit 之酒精溶液。



### 阻礙砲口發火之物質

重碳酸鈉  $\text{NaHCO}_3$  及草酸鉀  $\text{KHC}_2\text{O}_4$  及其他物質。在火藥內。對於射擊時。并不發生變化。同時并可混雜於砲口所發生之瓦斯內。雖極微之數量。亦可免除砲口發火。

### 含氧之無機物

帶微煙之獵鎗火藥內。常加以硝石  $\text{KNO}_3$  重硝石  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  及鉀鉻氧化物  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  因無此項附加物。則其燃燒過小也。

製造軍用火藥時。此附加物。爲量極微。最後并須將其完全除去。俾膠性之物質。成爲極鬆疎且燃燒迅速之火藥也。

### 石 墨 Graphit

石墨用以光藥。如石墨全佈於藥片之表面時。則可將其引電性除去(不致觸電發火)而使此火藥。可裝入鎗彈砲彈也。

多數火藥。經石墨搓光後。則其危險之最高引力。將不復存在。

### 溶 劑

製造火藥時。對於硝化棉加以溶劑者。係欲使其鬆疎及廣大之主要部分。得均一之膠性。且成爲緊密之物質也。硝化棉之纖維組織。被溶劑之性質摧毀後。成爲糕餅形或竟成黏液之物質。

現今製成捏粉形之火藥。不僅利用溶劑矣。蓋此火藥之密度。不僅決於溶劑及硝化棉二者之重量關係。且須決於其中之空氣量。

溶劑雖可使火藥緊密。但與火藥并無化學作用。故火藥成膠質後。經機械作用。將空氣驅逐。而此溶劑。則被高溫度漸漸消散。

當蒸發時。膠質硝化棉。則收縮而成爲極緊密之物。收縮愈大。則火藥之揮發性愈小。

因欲使火藥得均一之膠質。及相當密度。故加以溶劑。但目的既達後。火藥內此項溶劑。復須排出。蓋如此更可使膠質愈均。而密度愈大也。

因帶揮發之溶劑。尚有一部分。遺留于火藥內。非短時間。烘乾工作。可能驅除盡

淨。昔時乃任其存留。

但軍器長久貯藏時。此溶劑復揮發達極高度。致火藥成爲迅速燃燒火藥。而其化學堅固性。亦因之銳減。故爲製造一定不變(指彈道一定不變)之火藥起見。對於遺留于火藥內之溶劑。必悉數逐出。

此外另一批評。即謂溶劑之加入火藥。不復用以助硝化棉之凝縮。乃含有一永久之潛勢力。此種勢力。與火藥之化學成分。及其彈道效能等。均有密切關係。蓋此溶劑。藏於火藥內。而正式成爲火藥之成分矣。關於溶劑之利用。不揮發者或難於揮發者。均須視製造火藥之主要元素。及其非主要之附加物。如何爲定。總之按照溶劑之種類。及膠質工作法。製造時多數或少數之火藥內。常常僅須利用少許揮發溶劑。

溶劑可使火藥緊密凝縮。已如上述。但此溶劑。若同時亦爲主要元素時(如骰子狀火藥內之硝化甘油。)則其効力愈大。骰子狀火藥內之硝化甘油溶劑。乃硝化棉之担負者 Trager 亦即在彈道效能內。所變成之威力也 Energie。

因硝化甘油。僅與一定種類之硝化棉化合。成爲炸藥 Dynamitkollodiumwolle 故對於硝化棉之膠性作用。須擇其黏稠帶揮發或不揮發之物質。單獨或共同行之。如用三硝化託落阿曰 Trinitrotoluol 及二硝化託落阿曰 Dinitrotolnol 與甘油共同製造時。此物亦可變成主動性。如用醋筒溶劑。則此物從火藥內。復被逐出。

村塔利特 Centralite 阿內灘 Urethan 及其他同樣之固體或液體溶劑。不獨可使硝化棉凝縮緊密。成爲一體。且可使硝化棉堅固耐久。此類溶劑。如恰恰浸於火藥之表面。而不分散於其內部。則在彈道學上。火藥之發火及其燃燒速度。均受其利。

### 揮 發 溶 劑

揮發溶劑。種類繁多。但在火藥廠中。對於處理硝化棉。普通均係擇其價廉者。因此項工作。對於溶劑之需要。至鉅且多也。

硝化棉之膠性工作。所用之溶劑。必須與硝化棉之重量相等。

揮發溶劑之組織。極爲輕微。加入火藥中。不久即蒸發失去。但現今對此蒸發之溶劑。可取集複製。故亦甚經濟也。

化學上所用之溶劑。單獨者。則爲醋以脫 Essigather 及醋筒 Azeton 混合者則爲

以脫酒精。

在尋常溫度下。無論何種硝化棉。皆可經醋以脫及醋筒溶解。成爲一種黏質。如溶劑過多時。則成爲一種流動物質。

醋以脫及醋筒。今日僅於製造硝化甘油火藥時用之。此項溶劑與火藥給合。極爲堅固。欲驅除盡淨。如用尋常烘乾法。則可妨礙化學之組織。爲避免此弊害起見。(并因缺乏醋以脫及醋筒時)故普通改用以脫酒精以爲溶劑。

以脫酒精之特性。即對於可羅的棉織內Kollodiumwolle 低級硝化纖維。不使成膠質。

此外以脫酒精。對於製造火藥之棉花火藥。及可羅的棉織之混合物。及單獨硝化棉藥等。均有極高之溶度。

醋以脫及醋筒。常使硝化棉共同膠質。而以脫酒精。則在尋常溫度下。僅使可羅的棉織成膠質。而於棉花火藥。則毫無變化。此膠質工作之溫度。不僅按照製造硝化棉而定。且須按照以脫及酒精二者之分量關係。及二液體中之水分。及其他情形等而定。

(以上所謂棉花火藥。乃指含氮量極多。且在以脫酒精內。不甚溶解之硝化棉。德人稱爲 Schiesswolle 可羅的棉織。乃指含氮量極少。且易溶解於以脫酒精之硝化棉德人稱爲 Kollodiumwolle 譯者識)

製造火藥。須用含水溶液。故其溶解効力甚大。而在潮濕空氣中。火藥吸收水分。亦爲不可免之事實。

利用硝化棉。製造硝化棉火藥。如此硝化棉之含氮量。各不相同。而其在以脫酒精內之溶度。又不相等時。則在膠質工作內。含氮少者溶解。而含氮量高者。則不溶解。但往往平均分散於溶解部分內。如此火藥之膠質。并未全同。但工作法適當時。火藥完全全。經過膠質手續。據經驗所得。其燃燒條件。亦可與膠質工作相合。

最好方法。須擇一種純一之硝化棉。不用二種不同之混合物。換言之即直接製造一種硝化棉。保持其溶度。使以脫酒精加入時。毫無困難。同時其含氮量。必須極高。俾在彈道學上。得同等之價值也。

### 不揮發溶劑

除揮發溶劑外。不揮發溶劑。對於火藥之製造。亦佔重要地位。如用硝化棉製造可

羅的炸藥 Dynamitkollodiumwolle (骰子形火藥)當膠質工作時。即用主要元素硝化甘油。爲其溶劑。(即不揮發溶劑)但少量之火藥。如硝化甘油之膠質力量。對於所用之硝化棉不夠時。仍須用他種溶劑幫助之。(或用揮發或用不揮發溶劑)

堅固不揮發之物體。對於硝化棉。具有溶解力量。已如上述。故火棉棒工業 Zelluloidindustrie 對於可羅的棉織之膠質工作。常用樟腦。Kampfer

對於堅固不揮發之溶劑。無須預先溶化。因其在溶點下。亦可起膠質變化。如二物質(硝化棉及溶劑)分配極好。則二者面積之大部分。互相接觸。而膠質工作。自極圓滿也。

當硝化棉與少許硝化甘油化合時。按照習慣。常加村塔利特。Centuralit之附加物。或阿內灘 Urethan 作其溶劑。但未加此溶劑之前。先將第美的日第分音尿素 Dimethyldiphenylharnstoff (又名第二村塔利特)在攝氏一百十三至一百十六度。溶化後加入。使此浮於水內之硝化棉及村塔利特。熱至攝氏八十度(短時間)俾各種纖維組織。悉被加熱。

### 製造一無煙火藥之種類

吾人雖認識無數主要及非主要之化學物體。但無煙火藥之構造。實至簡單。蓋火藥云者。非將吾所新發明。各種不同之爆發物質。加以製造。乃用少許要素。經過許多變化及試驗。使在每種武器內。均充分合乎其彈道學上之要求。關於元素。迄今所視爲主要者。乃二硝酸兒斯特 Salpetersaureester 即硝化棉及硝化甘油是也。其餘對於所利用之主要附加物之數目。亦爲製造火藥之必需品。

#### a. 硝化棉花火藥

德國製造鎗彈用之硝化棉花火藥。其配合係用三棉花火藥。此棉花火藥。至少含氮量百分之十三。及一分可羅的棉織。此棉織須含氮量極高。在以脫酒精內。完全溶解。并含堅固附加物。——敵分日阿敏百分之一 Diphenylamin 其藥片之面積爲一。三平方公釐。厚〇。三公釐。其表面用樟腦或村塔利特。使成膠質。俾具慢燃燒也。

#### b. 硝化甘油火藥

德國之骰子形火藥。乃因火藥之形似骰子。故以名之。厥後因對於大口徑之砲。亦

用此火藥。故其名迄今猶保存之。

火藥重量。六十分為棉花火藥及可羅的棉織之混合物。此混合物。在以脫酒精內之溶解度。為百分之百至百分之七十。其含氮量為百分之十二，六至百分之十二，七與四十分之硝化甘油。施行膠質工作。為堅固起見。故火藥內含村塔利特或亞恰梯 Akardit 百分之〇，五至百分之一。此種火藥。用於中號口徑之直射砲。特別有利。如用於大口徑時。則須將此火藥。製成環形。

對於大口徑之砲。包括極大之直射砲。所用之環形火藥。其配合係用六十三分硝化棉。（此硝化棉之含氮量為百分之十二·五。在以脫酒精內之溶解度。為百分之六十至百分之七十）。三十分硝化甘油。及六分村塔利特。此村塔利特。同時用作膠質劑及堅固劑。此外火藥內尚含安摩尼烏姆草酸基 Ammouiumoxalat 〇，九分及黑鉛〇，一分。此種火藥。可自然堅固。無須利用一揮發溶劑。

### c. 德國戰時所用之火藥

1. 利用硝化棉。所製成之火藥。其種類如下。

(a) 葉片形火藥 Blattchenpulver 用於小口徑之軍器。尤其用手鎗，機關鎗，及手鎗等。

此火藥係以硝化度極高之棉織。為其中心 Kern。燃燒極活潑。火藥中之揮發溶劑。須完全驅除盡淨。

火藥心之外層。用村塔利特或樟腦。使成膠性。如此則火藥之燃燒。極為有利。

(b) 長管形火藥 Langer Rohrenpulver 用於野戰砲及要塞砲。此火藥乃硝化度極高之棉花火藥。及硝化度極低可羅的棉織之混合物。其重量配合之關係。一如葉片形火藥。須極謹慎。

此火藥所含之村塔利特。其作用有三。即規定燃燒速度，使成管形火藥及壓制砲口發火是也。

(c) 短管形火藥 Kurzes Rohrenpulver 用於榴彈砲 Haubitze 尤適用於十公分之榴彈砲。亦有三管形聯絡成一管形者。名為三生子火藥。（即雙生子之對照）

(d) 短管形火藥。用於迫擊砲者。乃一極薄皮之火藥。亦即具活潑燃燒之火藥也。

## 2. 硝化甘油火藥內含硝化甘油極多者

(a) 骰子形火藥 Wurfelpulver 用於直射砲者。此火藥之重量。百分之四十為硝化甘油。內含硝化極高之硝化棉及村塔利特。其結構雖極緊密。但易燃燒。對於十公分至十五公分榴彈砲之部分裝藥 Teilladung (即一部分裝此種藥。而他部分則裝他種火藥之謂也。) 極為有利。不過射擊時。此火藥之極高燃燒熱度。易發生有害之燃燒 (又名燒燬 Ausbrennung) 致對於砲身短促之砲。減少威力也。

(b) 環形火藥 Ringpulver 用於毛塞及榴彈砲。

此種火藥本來決定用於毛塞(二十公分毛塞)及二十八公分之榴彈砲。因骰子形火藥射擊時。瓦斯壓力太大。致鍛成一塊。而其燃燒。極不規則。故用此火藥代之。

此火藥亦可用作部分裝藥。

(c) 扁平形火藥 (Plattenpulver) 此種火藥。亦一極具威力，易于燃燒，適合射擊條件之火藥。鎗砲彈內。如裝硝化棉時。亦可用此扁平火藥。作其着火裝藥 Zundladung

## 3. 硝化甘油火藥。內含少量硝化甘油者。

此火藥乃管形火藥之一種。內含硝化甘油百分之二十至百分之三十。用醋筒作膠質劑。一九一二年以前。德國海軍。所用各種口徑之砲。均係用此火藥。一九一二年以後。則僅用於小口徑之砲。此火藥普通含少許凡士林 Vaseline 重碳酸鈉  $\text{NaHCO}_3$  草酸鉀 Kaliumoxalat 以上附加物。一部分用以堅固火藥。一部分用以減少砲口發火。用於大砲。按其壓力關係。此硝化火藥。較為有利。蓋此火藥之砲口速度 Mundungsgeschwindigkeit (即指從砲口射出之速度)。可達九百至九百五十公尺。而硝化棉火藥之砲口速度。則僅達七百五十公尺也。

此火藥之弊害。即因其太厚。烘藥時需要之時間過長。(因欲將其內部。所含之溶劑。悉數驅出。)

## 4. 硝化甘油火藥。內含少量硝化甘油及膠質之附加物。

此種管形火藥。內含硝化甘油百分之二十五。及附加物村塔利特或阿內灘百分之四至百分之七。使成膠質及堅固之火藥。無須加以揮發溶劑。比其他火藥。較難製造。但數日內。即可完成其工作。此火藥製造後。在彈道學上。毫無變化。此則為前章所論多

量或少量之各種火藥。所不可及者。

且因此火藥。製造迅速。故在歐戰時。特佔優越地位。蓋當時常須於最短時間內。製造大宗火藥也。此火藥乃一硝化棉火藥。射擊時燃燒熱太高。有燒燬砲管危險。故須如他種火藥。如以適當之少許附加物。以避免砲口發火。否則於砲彈裝藥時。其火藥上層。須附加鉀鹽(或名加里鹽。亦用以避免砲口發火者。)

海軍方面。各種大口徑之砲。均可用此火藥。陸軍方面則僅用於四十二公分之榴彈砲。

#### 5. 安摩尼火藥 Annunpolver

歐戰時因硝化棉火藥不夠。故用安摩尼硝石  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  與炭製成火藥。裝入野戰砲內。以補硝化棉之不足。此火藥下層。則裝總重二分之一至三分之一之硝化棉。此種裝藥。射擊時。對於發火及燃燒。當時均極具功效。因此火藥之燃燒小。故射擊時。既無燒燬。且無砲口發火。對於鼓形軍器(Trommelfeuer即指連發之軍器)之砲身。利莫大焉。因安摩尼火藥之顆粒。僅壓榨後。成大物體。着火燃燒。故對於攜帶軍器。機關鎗及其他小口徑之軍器。均不適用。

——(未完)——

# 黃鐵礦之分析法及湖南礦礦分析結果

夏 承 詩

## 黃 鐵 礦 之 分 析 法

分析黃鐵礦之操作階段可分為二第一步係將礦砂中之鐵氧化使成為硫酸或硫酸化合物最可靠之氧化方法有二(一) Lunge's 法係用王水為氧化劑(二) Allen & Bishop's 法則用溴及四氯化炭之混合液其第二步係將鐵及硫酸分開或以氫氧化銻將鐵變為氫氧化鐵沉澱濾出後加氯化鋇俾成硫酸鋇沉澱或以鋁粉將鐵自三價還原為二價然後加氯化鋇使生硫酸鋇沉澱如不先將鐵除去或自三價還原為二價則第二硫酸鐵易與硫酸鋇同時沉澱當加熱時硫酸鐵分解發生三氧化硫氣而得三氧化鐵  $Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_3$  三氧化鐵之重量較硫酸鋇為輕所得硫磺之結果必因之而低茲將 Lung's 法及 Allen & Bishop's 法分別述明並討論如下

(一)分析前之準備 礦石必須研成細末至能經過百眼篩 (100 mesh sieve) 為度並須和勻之

(二) Lung's 法取礦石粉約 0.5 公分置高沿玻璃盃中加王水十公撮 (純濃鹽酸一容積比重 1.4 之純硝酸三容積) 覆以表皿微溫之俟礦石完全氧化置水浴器上蒸乾加五公撮鹽酸復蒸乾至不復得硝煙為止加鹽酸一公撮及熱水百公撮將不溶雜質濾出洗淨其濾液及洗液加氫氧化銻中之和溫熱十分鐘後(此時氫氧化銻臭味應仍頗顯著)所得沉澱用熱水沖洗數次即行過濾洗淨至無硫酸反應為止烘乾灼熾至重量不變所得重量百分之六九.九四即為鐵之重量

所得濾液以鹽酸中和至呈微酸性煮沸後加入百分之十熱氯化銻溶液二十公撮此溶液應一次悉數加入無須緩滴所得沉澱應在攝氏七八十度靜放兩三小時再滴入少許氯化鋇如不再得沉澱即以古許氏坩堝濾過洗淨烘乾秤準所得硫酸鋇重量百分之一三.七三即為硫磺之重量按此法所應注意之要點(一)礦石必須研細否則氧化時必感遲緩之困難(二)所用



濃氫氧化銨必須較中和所需多出五至十公撮否則氧化鐵沉澱中必易封鎖硫酸鐵求得硫磺量必致太低(三)氯化銨必須全數一次加入蓋因此致令氯化銨被封鎖在沉澱中所增加之重量與硫酸銨被溶在含有鹽酸及鹽化銨熱水中所損失之重量適足相償(四)硫酸銨沉澱必須在母液中溫熱兩小時以上否則顆粒太細過濾時易穿過古許氏坩堝

(三) Allen & Bishop's 法取試料約0.55公分置高沿杯中加四氯化炭及溴之溶液六至八公撮(二倍容量溴比三倍四氯化炭)覆以表皿搖撼十五分鐘後加十公撮濃硝酸再搖撼十五分鐘加熱至八九十度俟溴氣完全驅出置水浴器上蒸乾加十公撮濃鹽酸再蒸乾後置于熱至百度之烘箱中一小時以上俾矽酸所含水分盡被驅出不致復成膠狀液而得穿過濾紙溶所得渣滓於一公撮鹽酸及五十公撮熱水內加鋁粉0.1公分俟鐵完全還原(溶液由黃色變為白色)後濾過以熱水洗淨加濃鹽酸2.5公撮沖淡至六百五十公撮待其冷卻徐徐滴入百分之五氯化銨溶液五十公撮加入速度最好為每分鐘五公撮俟完全加入後攪勻靜放二小時以上再行過濾

此法據 Wilfrid Wyld 所著之 Sulphuric Acid & Sulphur Dioxide 所稱較 Lung's 法尤為準確可靠惟作者試用此法以分析湖南黃鐵礦時覺四氯化炭及溶液氧化作用極緩加熱時溴氣極易驅出溴氣已盡而礦石猶大半未變如將已加硝酸及已加熱(至溴氣驅盡)之殘餘礦石靜置室溫中至少須廿四小時以上方得完全氧化如不加熱則至少須兩日夜以上至以此法得完全氧化後分析結果與同項礦石用 Lung's 法所得結果之比較如下

礦石產地	分析法	氧化劑	氧化所需時間(加熱)	硫之百分量
湖南新沖	Lung's	王 水	約二十分鐘	四三·九五
同上	Allen & Bishop's	四氯化炭及溴	至少二十四小時	四三·七七

相差僅百分之〇·一八影響於結果極微而氧化時間相差在七十二倍以上則此法之不宜於普通分析明矣

### 湖南黃鐵礦分析之結果

湖南礦產甲全國鎳, 鎳, 錫, 鉛, 鋅固其最著者即以黃鐵礦及由之製得之硫黃而論所產亦為各省冠成分又皆甚高硫磺皆在百分之九十八左右新沖水口山彬州老虎岩所出黃鐵礦所含硫量最少者猶在百分之四一以上所含鐵量最少者在百分之四十以上以之製造硫酸或

提煉硫酸均屬極佳之原料。

### 湖南各處黃鐵礦分析結果表

產地	硫 之 百 分 量		鐵 之 百 分 量	
	分析結果	平均數	分析結果	平均數
新 冲	四三·七七 四四·一二	四三·九五	四〇·〇三 四〇·二七	四〇·一五
水 口 山	四一·二八 四一·五八	四一·四三	四三·二二 四二·六四	四二·九三
水 口 山(結晶礦)	五一·六八 五二·三〇	五一·九九	四六·一九 四五·九二	四六·〇六
彬 州	四九·八二 五〇·一七	五〇·〇〇	四五·八五 四五·五五	四五·七〇
老 虎 岩	四七·〇三 四六·七五	四六·八九	四二·一七 四一·〇二	四二·一〇

### 附論純硫磺之檢定法

市場純硫磺之檢定法已具見本刊第一卷第一號硝磺審檢法一文惟關於灰燼定量法及硫磺定量法尚有數點足資研究者茲並附論於此

(一)灰燼之定量 按硫磺之灰燼分有機物與無機物兩種可同時檢定之其法秤準研細試料約五十公分置蒸發皿中用極尖燈焰使硫磺着火任其自然燃燒凡純硫磺皆應不藉外界熱力燃燒至盡如礦內含有地氫青或油類有機物則燃燒時此種有機物融化成爲薄膜已融硫磺一被此種薄膜所翳蔽燃燒即將中止當此薄膜初發現時即應以極尖燈焰觸之使立即燒焦硫磺得再燃燒無阻迨硫磺將盡時加微熱使有機物燒焦然溫度不得過高致有機物被氧化俟硫磺燒盡不復得二氧化硫臭味時置乾燥器中冷卻秤準即得有機物與無機物灰燼之總量再將蒸發皿灼燒冷後秤準得無機物灰燼之重量總灰燼量與無機物灰燼量之差即爲有機物灰燼之重

(二)硫磺之定量 按硝磺審檢法所載二硫化炭溶液比重測定法對於一般棒狀或塊狀硫磺之檢定既屬簡便亦尚準確惟對於硫磺花或無定性磺因其不能溶解於二硫化炭內故不能實用

至於用發烟硝酸及溴化鉀氧化法所最應注意者即氧化時硫磺應置高沿玻璃盃中外用冰水冷卻且硝酸亦應分數次緩緩加入因用此法氧化作用極強如不加冷則溫度驟然增高易致發生氧化硫氣體散逸空中結果所定硫之成分必致過低作者曾試用此法不加冷卻所損失之硫磺竟多至百分之七,八有餘此則檢定時所不得不特別注意者也

講演

# 講演

## 日本火藥專家明石東次郎氏講演紀要

一九、二、五、于兵工署

### 王慕甯記錄

明石先生，爲日本砲兵上校，對於兵器火藥，極有研究，於火藥之製造，有三十年之經驗，著作宏富。在奉廠服務甚久，現仍爲該廠技師，於奉廠藥廠之創設及改良，頗有勞績。此次因事赴上海，便道來京，晉謁署長，因乃請其講演日本兵器火藥之歷史，及其現狀(李委員待琛介紹)。

余來此後，聞林先生言，始知欲請余講演，初無何等準備，僅能多少有所介紹。

### 一、日本兵工行政之組織

日本兵器行政之全責任，由陸軍大臣任之，設計、試驗、檢查、調查等，由技術本部、科學研究所任之；製造由造兵廠任之；貯藏、支給、由兵器本廠任之。貯藏之事，甚爲重要，蓋兵器雖好，而貯藏不得其法，則於用時、發生障礙，不能發揮充分之效力，務必貯之至五年十年，使之與新造成時同一品質，毫無變化、鏽蝕等弊。至日本之兵器彈藥製造費，係每年由陸軍省提出其製造經費預算於帝國議會，經議定後，以此經費命造兵廠從事製造，廠中更購料製成，售之於陸軍省，廠與陸軍省間之交易，純採用定貨制度，並以特別會計、計算其費用。

### 二、日本兵器沿革

#### (一)步槍

日本所用步槍，一八九〇年村田式，口徑爲八米厘，可連發十彈，一八九七年，三〇年式，始出，口徑爲六米厘半，旋改良成爲三八式，現研究者，口徑爲七米厘七，係仿德之七九毛瑟之構造。三八式初速，爲七七〇米達，七米厘七之初速，爲九〇〇米達，因決其孰爲優良，於是造一大隊用之步槍，使實地試用，知七、七者，發射時反動力

甚大，二十發後，發射者即甚覺疲勞，為比較試驗起見，以用三八式者一大隊、與用七米厘七者一大隊、以同數子彈，於一公里達八百米達等距離射擊，命中數、以三八式者為多。射擊飛機，雖以七米厘七者為較佳，然飛機日益進步，常飛翔高空，此等步槍、皆難命中，射擊飛機、以一五米厘口徑者為宜。以製造火藥而論，六五口徑者、簡單，七·七者、較為煩雜，因後者須表面膠化，否則貯藏不易。由技術者言之，以七·七者為佳，而實際使用者，以六五為宜，現在軍隊使用之子彈。亦以合於六五口徑者較輕，可以多帶。

### (二)野砲

一九〇〇年、有坂式出，一九〇五年、三八式出，近加改良，其名雖仍為三八式，而其各部分之改造處頗多。砲之運輸、原用馬匹，而近來則漸漸改用汽車挽引，坦克車之發動機、與汽車之發動機相同，近來並用汽車運輸輜重彈藥，汽車之用途日多，故貴國亦有於兵工廠製造汽車之必要，與其準備。汽車用油為加士林，貴國地面遼闊，石油礦頗多，希望早日從事開發，以資利用。

### (三)火藥

無煙藥為英之紐狀藥，德之巴里斯太，法之B式火藥，日本海軍使用英式，陸軍使用法式，想貴國亦相同。現德學者發明無溶劑無煙藥，以前各式火藥，如紐狀火藥，須用亞塞頓，巴里斯太及B式火藥、須用酒精依脫溶解，均須設法使之乾燥，然後可用。步槍用之小火藥、乾燥約需兩晝夜，海軍大口徑砲用之火藥、有時須經二月。現發明之火藥、即刻可用，無須乾燥。此新火藥之成分、為硝化甘油弱棉 Centralit，造法即使三者混合加熱，再行加壓而成，以後大砲之火藥、均將用此，日本現擬購置製造此藥特許權，以事製造，但槍藥仍以表面膠化之B式無煙藥為妥。

## 三、奉藥廠之情形

余之在奉天兵工廠服務，始於民十一年末，是時藥廠每天能出藥百二十磅，加以擴充，日出一千四百磅，民十四年、再加擴充，日出一千二百磅，十七年、日出一千三百磅。

日本製造火藥，因有地震，均在地面，不能使用二層樓房，在奉廠因無此顧慮，樓上樓下、均可設備。為減輕成本，須將已用之溶劑收回，以供次日之用，該廠已購用溶

劑回收機。此機之作用、在由乾燥器中引入酒精以脫之空氣，通於塔中，在塔中爲活性炭素所吸收，塔共有五，輪流使用，每一小時，塔門閉後，送入蒸汽，使被吸收之酒精以脫放出，冷縮之、使成稀薄溶液，再蒸發濃厚，用過酒精以脫之百分七十，可以收回。日本之收回溶劑，用同一器械與塔，不用活性炭素而用一種油質Cresol，但以奉廠所用活性炭素爲佳。此回收機、常有日人前往參觀，因其現爲東洋獨一無二之物，橡皮工業、因須用橡皮製物時使先溶解，然後將溶劑加熱，以除去之，故亦利用此機以收回溶劑，日本之從事橡皮工業者、亦時往參觀。

火藥之要素、爲硝酸，其原料多出智利，使用此項原料，既不經濟，復恐因戰事發生、運輸不便，現發明由空氣用電氣收集窒素，製造阿母尼亞，以造硝酸。求其價廉，不用石炭以發電氣，而利用水力以發電。

余於貴國、無多貢獻，然時爲貴國有所計慮，即所希望之點共有四：

- 一、水力發電之實行；
- 二、汽油工業之創設；
- 三、製造汽車；
- 四、制定工業動員法。

以上所述，未免拉雜，還請諸位原諒。



雜

錄



# 雜 錄

## 日本槍鋼之沿革

萬 斯 選 譯

### 一 發 端

日俄戰爭以前，日本所用之槍鋼以及各種兵器之鋼材，均仰給于歐洲，從未自行試造。及日俄國交中斷，鋼材之來源杜絕，國內頓呈不安之狀態，于是痛感自給自足之必要。

其時，官設之鍊鋼廠，創業未久，技術經營雖均在受難時期，然猶排除萬難，製造急需之鋼料。又因迫于經濟，故先從製造槍鋼着手，以為軍械獨立之張本。

### 二 試驗研究

鍊鋼廠雖可製造槍鋼，然所需材料原料及燃料等，苟非全屬國產，仍難達到兵器用鋼材獨立之目的。為圖完全之獨立，故先從試驗用坩鍋爐之設計製造，燃料之選擇，以及原料之研究等着手。其方針如下：

(1)坩鍋爐 本爐採用海軍素有經驗之骸炭火法。先備坩鍋四具，及可容百二十公斤鋼料之坩鍋爐兩座，是即鍊鋼廠坩鍋鋼之前身也。

(2)燃料 試用三菱骸炭所製造之高島式二回洗滌骸炭。

(3)鋼之原料 伯耆及出雲兩地出產之玉鋼及刀鋼，海軍當局久已採用為製造砲身、鐵甲彈及發條等特殊鋼之原料。其性質之優良，自不待言。然此種鋼料出產稀少，專賴此為槍鋼之原料，頗覺供不應求。故特于平爐工場製造磷硫黃均在0.03%以下，錳0.3%以下，及含多量炭素之鋼料，以作槍鋼之原料。伯耆出雲所產之低磷銑鐵（木炭製白銑鐵）亦兼收並用。

(4)坩鍋 本擬從製造坩鍋着手，因恐徒費時日，故暫用本國素有經驗之黑鉛坩鍋，在日本坩鍋製造公司定製。

(5)工人 用坩堝製鋼富有經驗之工頭一人助手二人爲基本，訓練及指導其餘之工人。

自此規模粗備，于1904年9月30日施行第一回 鋼試驗。其結果頗與期待相符。其後幾經試驗，並於坩堝鋼塊之加熱及加工亦得許多之經驗，迭加改良，遂有相當之把握。1905年一月試造槍鋼四種送至東京砲兵工廠，以供試驗。然經張力試驗及射擊試驗之結果，始知鋼質柔軟，不適用於用。當時各國之槍鋼，多用採普通鋼料，其物理的條件，殆均相同，其規定爲經鍛鍊作業後施行淬火之鋼料，應具下列之性質：

破斷界	75(Kg/mm <sup>2</sup> )以上
彈性界	40 Kg/mm <sup>2</sup> )以上
延長率	15%

元來此種試驗，並非以決定其成績之良否，然爲確定鍊鋼之方針計，應明瞭其必要之條件。故根據此種結果，續行各項試驗，選擇數種最適宜於製槍之鋼料，送至東京砲兵工廠，施行實地試驗。其成績頗爲良好，認爲適於製造槍管。其時乃1906年四五月之交也。

其間並試造韌性槍鋼(即現今所用第二號槍鋼)，刀劍鋼、及工具鋼等，均可供實際之用。於是計劃一坩堝鋼工廠，每年約可製鋼塊1500噸。同年六月，新工廠竣工。七月，用新煖炭 鋼爐，施行熔鋼試驗。

### 三 槍鋼製造上第一次之頓挫

鍊鋼廠製造之槍管鋼料，已認爲適於製造槍管。且新設坩堝爐之操縱，亦漸就緒。正從事收集各種製鋼原料之時，東京砲兵工廠向美國 Crucible Steel Company of America 工廠，定購各種槍鋼。乃派技師向井哲吾赴美學習研究。于1907年六月出發，同年十二月即行返國。其間鍊鋼廠乃從事各種工具鋼之製造，及工人之訓練。向井技師歸國後，即積極準備，開始製造槍鋼。

當此之時，東京砲兵工廠及步兵某團部，忽發生槍管爆裂之現象。因此事有關士氣，故砲兵工廠乃將檢驗條例修改。施行嚴格之檢查，以防槍管爆裂之患於未然。其規定如下：

破斷界	100(Kg/mm <sup>2</sup> )以上
彈性界	70(Kg/mm <sup>2</sup> )以上
延長率	10%

合於新規定之鋼料，較以前更富韌性，剛度亦大，其質均齊，且內部不得有鋼滓等之存在。鍊鋼廠若仍用在來之方法，斷難製造合於規定之鋼料。故不得不再事試驗研究，以期完善。

當槍管發生爆裂時，廠兵工廠即將上開條件，送至克虜伯 (Krupp)，西河及波來 (Boehler) 等鍊鋼廠。將其寄來之樣品，在日本八幡鍊鋼廠內，施行物理及化學試驗，以供鍊鋼之參考。其結果如下表：

廠名	炭素	矽	錳	磷	硫黃	銅	鎳(或鎢)	破斷界	彈性界	延長率	斷面收縮
克虜伯廠	0.86	0.31	0.60	0.016	0.011	0.029	0.012	89.00	不明	12	21.5
	0.81	0.28	0.65	0.017	0.017	0.024	0.015	90.71	同	12	20.0
西河廠	0.78	0.17	0.48	0.053	0.029	0.019	痕跡	74.91	同	20	35.8
	0.75	0.19	0.46	0.058	0.029	0.035	0.022	80.04	同	15	31.8
波來廠	0.624	0.17	0.53				2.033鎢	91.80	67.3	10	不明
	0.624	0.17	0.53				2.033鎢	93.70	69.2	10	不明

1908年七月，撤去骸炭熔鋼爐之一部，改用煤氣熔鋼爐。

#### 四 槍鋼之加工設備

由是積試驗研究之結果，始稍得要領。1908年五月，選定鋼料九種，請廠兵工廠加以實用試驗。此次各種之試驗鋼，其破斷試驗及射擊試驗之成績，均頗良好，且凌駕現用槍鋼而上之。計自開始熔鋼試驗以來，歷時二年零三月，始達到目的。當局者之愁眉，於是舒展。

然槍鋼之質料甚硬，加工之當否，影響於鋼質者甚大。若不施以特別之加工，難免不使鋼質變為粗惡。因此特設加工工廠，即鍛鋼工廠是也。

今就槍鋼之加工方法，略為一言。鍊鋼廠製造之槍管鋼料，其鋼塊，約重120公斤

，平均為120公厘之方塊。先加以鍛壓，使其延長75公厘。暫時冷卻，削除表面之痕疵。再用輓壓機，加以壓力。

鍛鍊及輓壓並施之理由，乃因僅施輓壓，槍管鋼之緻密性，尚不足以抵抗其強大之膛壓，及防止其磨耗也。其他部分之加工，亦如槍管。但因成品之大小厚薄，汽鏈之強弱輕重，亦須分別。鍛鍊工場內，有下記之設備：

鍛鍊加工： 4000, 2500, 1000, 750, 500磅之汽鏈各一架。

輓壓加工： 14吋粗式輓壓機，及10吋整理輓壓機各一具。

以上各種機械及其工場設備，當向井技師在美時，俱已調查明白。故直向美國定貨。運到後，即行裝設。1909年三月，鍛鍊工廠全部工竣。同時開始坩堝鋼之加工。

## 五 槍鋼製造上第二次之頓挫

因鍊鋼廠諸當局之獻身的努力，卒能完成槍鋼之製造。且鍛鍊工廠亦已竣立。正擬從事大量生產，忽發生第二次之大頓挫。是因奧國波來(Boehler)鍊鋼廠，提供一種槍用錫鋼，經各種試驗之結果，其磨耗甚少。最適於槍鋼之原料。東京砲兵工廠遂決定廢除炭素鋼，採用錫鋼為原料。此時當事者之失望落胆，實不堪言喻。

茲將錫鋼之化學成分及其試驗成績表示之如下：

	炭	錫	矽	錳	磷	硫黃	銅	破斷界	彈性界	延長率
曾經加熱處治者	0.624	2.032	0.167	0.53				91.8 93.7	67.3 69.2	10.0 10.0
曾經調質者	0.68	2.02	0.24	0.32	0.03	0.02	0.02		78.0	12.0
全 上	0.70		0.37	0.35				107.0	85.0	10.6

## 六 錫鋼之試驗研究

錫鋼試鍊之先決問題，為調查國內錫礦之出產量，能否供給陸軍之需要，若其出產量甚少，則為原料之獨立計，不如採用他種之合金鋼。經種種調查之結果，幸錫礦之量頗豐，足以自給。然尚有一問題必須解決者，乃國內出產之錫礦，究合於製造槍用錫鋼與否。於是1911年二月，將山口縣玖珂郡出產之錫礦，用坩堝試鍊。始知此種礦石，尚堪適用。乃繼續研究，裝設氣爐。製鍊錫鋼，於斯告成。同年三月，即著手試造槍管

用錫鋼，歷數月之試驗研究，於九月製成。送往砲兵工廠試驗，其成績頗為良好。然鍊鋼之技術上，尚有研究之餘地也。

當時槍鋼之強度規定如下。

破斷界	100(Kg/mm <sup>2</sup> )以上
彈性界	100(Kg/mm <sup>2</sup> )以上
延長率	10%

但試驗片之直徑為10mm，標點距離為100mm。

### 七 槍鋼鋼料製造之完成

1912年三月，將出品時期不同之鋼料六種，送至砲兵工廠。經各種嚴格之試驗，其物理試驗及射擊試驗之成績，均屬良好，認為可供實用。於是砲兵工廠乃定購此種鋼料22公噸。計自開始試鍊槍鋼以來，歷七年之久，始達於大量生產之域。時正1912年七月間也。

東京砲兵工廠再改訂檢驗條例並規定化學成分。鋼質之檢驗，更加嚴格，其化學成分及強度之規定如下：

炭素	0.65%
錫	1.8至2.3%
硫黃及磷	0.03%以下
破斷界	100(Kg/mm <sup>2</sup> )以上
彈性界	70(Kg/mm <sup>2</sup> )以上
延長率	10%

但試驗片之直徑13.8mm，標點距離100mm。

當時之技術人員，以軒昂之意氣，從事工作。然其合格率，不過百分之十內外。故更苦心慘憺，致力研究，以期製造方法及鋼質之改善。由是定購數量，逐年增加。最多時，一年間鍊出槍管鋼一千二百公噸。且槍管以外之各種槍件鋼料，亦逐漸完成。卒達槍鋼獨立之目的。

此外1914年末，試造機關槍槍管用鋼料。經幾許之試驗研究，現亦可供實用。

## 八 結 論

自1904年九月試造槍鋼以來，共歷七年間之長歲月，始告成功，誠屬憾事。其遲延最大之原因，蓋由於中途兩次之頓挫，及東京砲兵工廠發表試驗之結果，需較長之時日有以致之也。雖然者，步槍乃重要之兵器，其鋼料之試驗研究，蓋有不不得十分慎重者在也。

在過去之七年間，鍊鋼廠於鑄鋼及銅鋼等之槍管鋼，亦已試造成功。又山砲廠管鋼料之製造，亦得良好之成績。

槍鋼之出品，逐年增加。1913及1914年均為100公噸，1915年458公噸，1916年900公噸，1917年1200公噸，1918年1022公噸，1919年600公噸，1920年500公噸，1921年500公噸，1922年166公噸。其間1914年以前，多在奧國波來鍊鋼廠定購，故本國鍊鋼廠之出品，為數甚少。自1915年歐洲大戰發生以來，外國之來源杜絕，全部仰給於國內鍊鋼廠，故技術上於此時亦達於最高點矣。

## 步槍之反動感覺

萬斯選譯

本篇原文載於 Revue d'Artillerie, Mai 1925，由日本火兵學會抄登第十九卷第四號內，茲重譯之如下。

當步槍發射時所生之反動感覺，法國有名之步槍研究家 Tournee 將軍曾在 Annee Psychologique (1923) 雜誌上發表如下之言論：

吾人感覺之反動力之大小，其表示之方法，不外三種，(一)最普通之表示法，為步槍之反動力與其後退運動量成正比例，(二)為與其後退勢力  $\frac{1}{2} \frac{P}{g} \cdot V^2$  成正比例，(三)與其他函數成正比例。據 Tournee 將軍之實驗，與其用第一種表示法不如用第二種，但尤以其後退勢力之對數成比例表示之更為適當。若勢力之差不甚大時，則以其勢力之差可以表示感覺之差。但所謂反動之感覺云者，乃人身全體所感覺之動搖，非僅限於肩部之衝擊。若專就肩部之衝擊而言，則以第一種表示法更為適當。譬如有後退勢力相同之兩槍，其輕槍對於肩部之衝擊較之重槍為大，觀此即可以證明矣。

普通步槍與自動步槍兩者之反動感覺，究以何者為大，自表面視之，似以自動步槍為較小，然實際上有不然者，譬如用 No. 12 之二連發普通步槍與同一口徑之 Winchester 或 Browning 自動步槍比較，則後者之重量較大，其後退速度應較小，然人身所受之反動感覺，反以自動步槍為大。若兩槍之重量，長度及彈藥均相等時，則自動步槍因其機構上之作用，槍身後退，故其初速必較小，今兩槍若用初速相同之彈藥，則自動步槍之後退感覺自較普通步槍為大，質言之，初速相同時，自動步槍之後退勢力，譬如多 20%，則由上述之對數法則，自動步槍之後退感覺必多 15%。(勢力之單位為 3.37 及 4.05)

在中等熟練者之懸手射擊，若使其命中率不致減退，則所許容之後退勢力約在 3.5 Kg M 以內。譬如用 1847 年式砲兵用短式步槍裝填 1879—83 年式之彈藥，(勢力為

3.4Kg M)則於多數之士兵皆不適宜。又無論槍之重量若何，若其後退速度超過5.5M/Sec.亦屬有害。若射擊者之體格強壯且極熟練，則其後退勢力可在 6.5KgM,後退速度可在 6.3M/Sec 以內。當 1918 年時德國所用射擊坦克車之槍，其精度雖良，然其重量為 16.75 Kg, 後退勢力為 9.7 Kg M, 故多拋棄于戰場而不適於用。



## 列強兵器製造廠一覽表

### (壹)美國

#### (一)八吋及及時二榴彈廠

廠	別	所	在	地	製	造	品
Midvale steel Co.		Meitown,	Phila	Pa	陸海軍用	砲身	鋼孟 砲彈 裝甲鋼板 不銹鋼
Cambria Steel Co.		John-town,	Pa		熔鑪爐及平爐	板	桿類
Amer Rord & Machinery Co.		Kennett Square			土木用具及機械		
Bethlehem Steel Co.		Bethlehem,	Pa		汽車鋼料	車軸	鋼軌 發條鋼 工具鋼 砲身 裝甲板 火油機

#### (二)二十四極榴彈廠

Watertown Arsenal, Standard Steel Co.		Watertown,	Mass,	Hammond,	Ind.	鋼板車及普通車輛	
Dodge Mfg Co.		Mishawaka,	Ind			車輪帶類	
Watervliet Arsenal		Watertown,	Mass.			砲身	

#### (三)四吋七加農廠

Water Scott Co.		Plainfield	N. J.			新聞印刷機	
Stude Baker Corp		Detroit,	Ohio			自動車	
Rock Island Arsenal						砲架	
Amer. Car & Foundry Co.		New york	City			各種車輛及船艇類	
Maxwell Motor Co.							
Ford Motor Co.						彈藥車	

Edgewater Steel Co.	Pittsburgh, Pa.	鋼塊 機關車
Heppenstall Co.	Phila, Pa.	
Watervliet Arsenal	Watertown Mass.	礮身

## (四)五吋及六吋礮

Morgan Engn Co.	Alliance, Ohio	起重機 水壓機
-----------------	----------------	---------

## (五)十五種榴彈礮

Amer. Brake Shoe & Foundry Co.	New York City	
Amer. Brake Shoe & Foundry Co.	Free, Pa.	
Frie Forge Co.	Frie, Pa.	
Osgood Braddy Car Co.	Worcester, Mass.	
Amer. Rolling Mill Co.	Middletown, Ohio.	
Rock Island Arsenal		
Maxwell Motor Co.		
Ford Motor Co.		

## (六)十五種半 G. P. F. 礮

Minneapolis Steel & Machinery Co.	Minneapolis, Minn.	
Bullard Engine Works	Bridgeport, Conn.	
Waterliet Arsenal.		

## (七)野山礮

Rock Island Arsenal		
Bethlehem Steel Co.		
New York Air Brake Co.	Watertown, N. Y.	

Willys Ovuland Co.

Amer. Car & Foundy Co.

Symington Anderson Rochester n. y.

Wisconsin Gun Co.

(八)步兵廠

Poole Engn. & Machine Baltimore, Md.  
Co.

Maryland Pressed Ste- Hagerstown, Md.  
el Co.

Krasberg Mfg. Co. Chicago, Ill.

C. H. Cowdrey Machine Fitchburg Mass.  
Works

International Harvester Chicago, Ill.  
Co.

Universal Stapping & Chicago, Ill.  
mfg. Co.

(九)塹壕廠

Crane Co. Chicago, Ill.

Ohio Seamless tube Co. Shelby, Ohio.

(十)槍枝

Winchester Repeating Arms, Co. Newhaven Conn. 步槍 獵槍

Remington Arms-Union Bridgeport, Conn. 全 上  
Metalic Co.

Remington Arms Co. Eddystone Pa. 全 上

Springfield Arsenal 全 上

U. S. Cartridge Co. 同 上

Peterson Co. Springfield 半自動步槍

Savage Arms, Co.	Utica N. Y.	機關槍
Marlin Rockwell. Co.	Newhaven, Conn.	同上
Springfield Arsenal		同上
Colt Co.	Hartford Conn.	同上
Remington Arm Union Metalic Co.	Bridgeport Conn.	同上
Savage Arms Co.	Utica, N. Y.	同上
Winchester Repeating Arms Co.	New Haven Conn.	同上
Hopline & Allen Fact- ory	Norwich Conn.	輕機關槍
New England Westing- house Co.	Springfield Mass.	機關槍
Browning		飛機用機關槍
Luis		同上
Vickers		同上
Burovghs Adding Mac- nine Co.	Detroit Mich.	重機關槍
Caron Brothers.	Montreal	手槍
Lanston Manatype Co.	Phila, Pa.	同上
National Cash Resister Co.	Dyton, Ohio	同上
North American Arms Co.	Quebec	同上
Smith & Wessen Co.		手槍
Savage Munition Co.	San Diego, Cal.	同上
U. S. Cartridge Co.		同上
Briggs & Stratton Co.	Milwankee Wis.	槍炸彈

Dupond Co.	Pampton Lake U. J.	槍子母彈
Daehlar die Casting Co.	Brooklyn, N. Y.	槍榴彈
Helcamb & Hoke	Indianapolis Ind.	同上
National Brass & Copper Tube Co.		步槍彈
Peter Cartridge Co.		同上
Savage Arms Carp.	Utica N. Y.	自動手槍
National Fire Works Co.	West Hannover	信號彈
Colt Co.	Hartford	機關槍 高射機關槍 飛機機關槍 手槍
Frankford Arsenal	Phila, Pa.	槍彈 描準機
Western Cartridge Co.	East alton	獵槍彈 雷管
Peters Cartridge Co.	Eincinneti	同上

(十一)觀測機類

Atwater Kent Mfg. Co.	Phila, Pa.	描準具
Bausch & Lomb Optical Co.	Rochester N. Y.	望遠鏡
Electro auto-lite corp.	Toledo, Ohio	描準器
Frankford Arsenal	Phila, Pa.	精密器具
J. R. yornng Co.	Pittsburg, Pa.	潛望鏡
Leeds Northrup Co.	Phila, Pa.	檢速器
Recording & Computing Machine Co.	Diyton, Ohio.	描準器
Ra Luminaus Material Corp.		夜間描準器
Sperry Gyroscope Co.	Brooklyn N. Y.	羅盤針
U. S. Radium Co.	N. Y. City.	夜間描準製置

Tinius Olsen Testing Machire Co.		子彈校量機
Spencer Lens Co.	Buffalo	鏡類
Wilton Tool Co.	Poston	腔壓測定器
Taft Pierce mfg Co.	Woonsocket R. I.	射擊表
Westcott jewel Co.	N. Y.	計算器
J. R. young Co.	Pittsburg	潛望鏡

## (十二)汽車，戰車，車類

U. S. Track-layer Co.		水陸兩用裝甲車
Duplex Track Co.	Lansing, Mich.	四輪汽車
Lodge mfg. Co.		汽車
Monach Tractors Incor- poration	Water-town Wis.	同上
Federal Motor track Co.	Detroit Mich	同上
Holt mfg. Co.	Peoria, Ill,	同上
Interstate Motor Co.	Indianapolis	同上
International Hawester Co.	Chicago, Ill.	同上
Roe Moter Car Co.	Lansing, Mich.	同上
Caterpillar Tracktor Co.		同上
T. S. Barron	N. Y. City	同上
Liun Tractor Truck Co.	Morris, N. Y.	同上
J. J. Case Threshing M- achine Co.	Wisconsin	索引車
Ford Motor Co.	Detroit, Mich.	彈藥車 汽車
Wolter Motor Truck Co.	Long Island, N. Y.	汽車
Snow Molile Co.	New Hampshire	雪橇汽車

Pely Motor Corp.	Lima, Ohio.	山路貨車
Four wheel drive auto Co.	Clintonville Wis	汽車
Maxwell Motor Car Co.	Dayton, Ohio	裝甲車
Van Dorn iron Works	Cleveland, Ohio	同上
Osgood Fradley Car Co.	Worcester, Mass.	汽車
Maxwell Motor Car Co.	Lansing, Mich.	同上
Locania	Locania, N. Y.	同上
Ohio Trailer Co.	Cleveland, Ohio	被牽引車
Sechler Co.	Cincinnati, Ohio	同上
Trail Mobile Co.	Cincinnati, Ohio	同上
Grart Motor car Co.		同上
Standard Steel Car Co.	Hammand	木製車輛
Stude Baker Crop.	Detroit, Ohio	汽車
Amer car & Foundry Co.	N. Y. City	車類
Edgewater Steel Co.	Pittsburg	壓延鋼輪
Amer. Brake Shoe & Foundry Co.	N. Y. City.	制動機
Bock Island Arsenal	Rock Island	裝甲車 牽引車
Hydraulic Pressed Steel Co.	Cleveland	汽車
Wire Wheel Corp.	Springfield	車輪
Maxwell Motor Co.	Detroit Mich	座車
Westfield Mfg. Co.	Westfield	各種車
Detroit Shell Co.	Detroit, Mich	汽車輪
Stewart Waver Speed-meter Co.	Indianapolis	汽車

Richmond forging Corp.	Richmond	汽車零件
Westfield mfg. Co.	Westfield	汽車
Mc. Farlave Motor Co.	Connersrille	同上
Consolidater Car Beating Co.	Albeny N. Y.	車內用暖房

## (十三)探照燈類

Sperry Gyroscop Co.	Brooklyn N. Y.	七五射光機
Caskey Dupree Co.	Marietta	燈用具
Oneida Canmnuity Co.	Oneida, N. Y.	反射鏡
Wallensak Optical Co.	Rechester N. Y.	同 上
John W. Perown mfg. Co.	Columbus Ohio,	燈用品

## (十四)通信器材

Batteryless Telephone Equipment Co.	Pittsburg, Pa.	無電池電話機
Brack & Weymouth Co.	Phila, Pa.	航空寫真測量機
Fairchild Aerial Camera Co.	New York City	同 上
Airmaps Corparation of America	New york City	同 上
Folmer Graflex Co.	Rochester N. Y.	同 上
Auther Brock Co.	Phila, Pen.	波克式航空寫真測量機
Hamilton Maxwele Co.	New York City	同 上
Chicago Aerauauitcal Service Co.	Chicago	同 上
Aerial Photographiee Service	Chicago	同 上
Thalophide Cell Works	New York	電池類



Central Scientific Co.	Chicago	寫真電池
Central Electric Co.	Schenectady N. Y.	鐵道無線通信機
Hazard mfg. Co.		普通包皮綫
John A. Roebling Son Co.		同上
Novo Mfg. Co.	New York City	普通電氣器具
American Steel & Wire Co.	Rankin Pa.	各種鐵綫
High Way Trailer Co.	Wisconsin	電柱起重機及穿孔機
By Thornton P. Dewhirst	Washington	氣象圖無線送受器
Teleplex Co.	New York City	教育用電信符號發信機
Amer. Telephone & Telegraph Co.		寫真電送機
Sabmarine Signal Corp.	Boston, Mass.	水中聽音機
U. S. Department of Interior	Washington D. C.	航空寫真測量機
Stewart-Waver Spadmeter Co.	Indianapolis	普通無線電設備
Atwater Kent mfg. Co.	Phila. Pa.	同上
I. C. Deagan Co.	Chicago.	各種電池
Line Material Corp.	Milwaukee	電綫 鋼索
Delta Electric Co.	Marion	特種電氣器具
Amer. Everredy Works	Long Island	電池
Electric Antoleto Corp.	Teledo	電池 電氣器具
(十五)機力器材		
International Hovester Co.	Chicago	牽引力測定機
Diehl Mfg. Co.	Elizabeth New Jersey	同上

Westing-house Electric Mfg. Co.	Pittsburg, Pa.	大容量發電機
Universal Motor Co.	Oshkosh, Wis.	直交流發電裝置
Teleplex Co.	Lowrence	給水加熱器
Watts Regulator Co.	Chicago	管內掃除具
Bethlehen Steel Co.	Bethlehen, Pa.	石油氣體發動機
New York Air Brake Co.	Watertamn N. Y.	各種齒輪裝置
Poole Engineering & Machine Co.	Baltimore Md.	同 上
Crane Co.	Chicago	蒸氣汽罐
John Inglis Co.	Tront Ontario	同 上
Washington Pump Machine Co.	New york City	氣機箭塞耳機
S. A. Wood Mfg. Co.	Boston	電動機
Allis Chalmers Co.	Milwaukee	各種原動機
Chicago Pneumatic tool Co.	Chicago	石油氣機
Standard Sanitary Co.	Pittsburg, Pa	高壓用電機
Indiana Fiber Co	Fairmont	點火具
Bridge Port Projecter	Bridge Port	電氣機械
Wagner Electric & Mfg. Co.	St Luis.	同 上
American Radiator Co.	Boffalo N. Y.	放熱及送風器具
Midvol Steel Co.	Phila, Pa	曲軸
Erie Forge Co.	Erie, Pa	大曲軸
Amer. Broke Shoe & Foundry Co.	New york City	制動機

Patter & Johuston	Pawtucket, R. I.	
Elyria Machine Co.	Elyria, Ohio	各種機械
Amer. Machine & Mfg. Co.	Atlanta	抽水機械
Winslon Bros. and Co.	Chicago,	製革機械
(十六)鐵道器材		
Pacific States Lumber Co.	Tacoma Washington	鐵道木橋
P. and M. Co.	New york City	鐵軌
Devenport Locomotive Works	Devenport	電氣機車
Westinghouse Electric mfg Co.	Pittsburg	同 上
Fairmont Railway Motor Inc.	Fainnont	除草機
North-western Motor Co.	Eau Claire, Wis.	修軌機
Pratt & Whitney Co.	Hartford, Conn.	軌道敷設機
Norburg Mfg. Co.	Milwaukee, Wis.	起重機
The Buda Co.	Ill.	搗固機
Bethlehem Steel Co.	Bethlehem	鐵軌
Edge Water Steel Co.	Pittsburg.	機車帶
Osgood Braddy Car Co.	Worcester	客車 貨車 電車
Symington Arder Son Co.	Rochester	機車電車
Hydraulic Pressed Steel Co.	Cleveland	貨車
Symington Machine Corp.	Rochester	鐵道器具
New york air Broke Co.	New york	空氣制動機
Balovia Steel Product	Balovia	制動機
Pressed Car Co.	Pittsburg	貨車 電車

Curtis & Co.	St. Lois	電車
Standard Steel Car Co.	Pittsbuy	客貨車
W. M. Warlon Jr.	Phila.	貨
Amer. Steel Foundry Co.	Chicago	鐵道器材
Machine Products Co.	Cleveland	車輛齒輪類
Consolidated Car Haa- ting Co.	Abbany n. y.	客車暖房裝置



# 中 國 銀 行

辦理國內外匯兌

匯水低廉

經收各項存款

利息優厚

其他一切銀行業務無不

格外克己力求簡捷

總行 上海外灘仁記路

南京 城內珠寶廊

分行 城北薛家巷

下關大馬路

印有各項規  
則函索即寄

## 安 利 洋 行

上海沙邊房子三樓電話一四三〇

### 獨 家 經 理

安 捉 羅 一 寶 刀 牌

(特 而 非 歌)



可 供 各 項 鋼 鐵 材 料

# 同泰銅錫五金號

上海法租界永安街永安坊五號

電話 一四九一七

無線電報掛號 一六九〇

本號專辦中華全國兵工廠所  
需金屬藥品兼辦全國鐵路應  
用材料及各工廠大小五金貨  
物精良各色俱全茲為發展營  
業起見各種洋品均向各國名  
廠直接採辦國產礦物特與各  
地礦局訂約購運至于價格無  
不比眾低廉訂期交貨準確不  
更如蒙惠顧無任歡迎

同泰號啓

# SAMUEL OSBORN & Co., LTD.

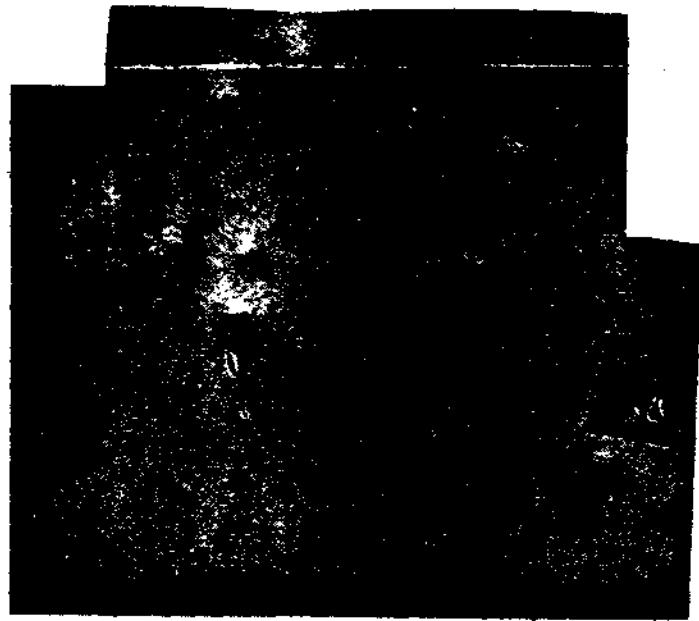
CLYDE STEEL WORKS  
SHEFFIELD, ENGLAND

英 國 式 非 爾 城  
亞 斯 盤 有 限 公 司  
喀 利 達 鋼 廠

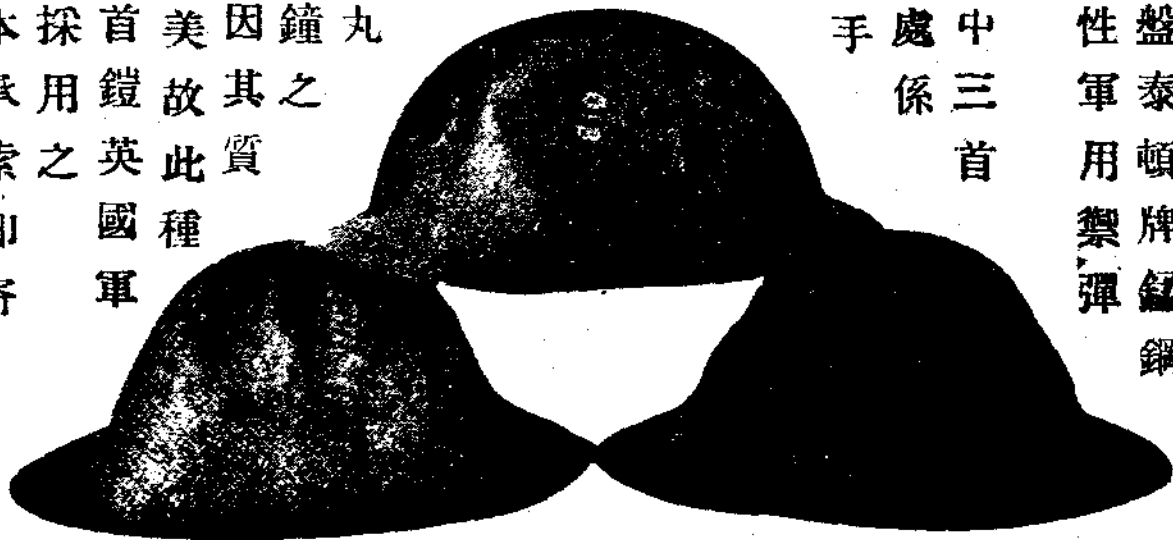
駐 華 分 公 司 上  
海 九 江 路 貳 號

電 報 掛 號 "HANDHEART"  
電 話 一 〇 一 〇 四 號

亞 斯 盤 泰 頓 牌 錳 鋼  
無 磁 性 十 八 磅 避 彈  
鋼 板 係 一 分 厚 鋼 板  
右 圖 係 一 分 厚 鋼 板  
經 三 百 碼 距 離 靶 射  
後 尚 未 洞 穿



亞 斯 盤 泰 頓 牌 錳 鋼  
無 磁 性 軍 用 禦 彈  
首 鎧 中 三 首  
下 圖 中 三 首  
鎧 凹 處 係  
曾 被 手  
鎗 彈 擊  
射 未 擊  
然 未 擊  
能 洞 穿  
穿 所 號  
書 指 號  
碼 指 號  
示 彈 丸  
每 秒 鐘 之  
速 率 因 其 質  
地 優 美 故 此 種  
禦 彈 首 鎧 英 國 軍  
隊 多 採 用 之  
樣 本 承 索 即 寄



# Siemssen & Co.

## 行洋商德 臣禪

敝行在華創立八十餘年。經理歐美名廠機器軍械五金電料火車飛機等。名目繁多。擇要如左。如蒙惠顧。特別克己。

永克司廠全金屬飛機

賽福廠長途汽車運貨汽車

葛益吉廠發電機推平機馬達及電表

高力馳廠柴油引擎煤氣引擎

美國威廉士公司皮帶

奧倫斯登科伯爾廠鐵道材料及挖泥機起重機鋼鐵橋樑

羅倫廠印刷機紙袋機

開佩爾廠織花邊機及繡花機

蒙自基廠抽水機及開鑛機

普達廠鋼品鋼料及兵工廠原料

德國諾倍爾廠炸藥彈藥及無烟藥

卜爾德廠製造槍砲子彈等機器

億利登廠化學工業藥品

總行

德國亨堡  
上海江西路四五一號

分行

天津 北平 遼甯 青島  
太原 漢口 廣州 香港



# BOHLER STEEL

This Name Garrantees Best High Grade Steel

We Manufacture:

- High Speed Steels
- Special Alloyed Steels
- Carbon Tool Steels
- Machine Gun And Rifle Barrel and Parts Steels
- Spring Steels for Machine Guns and Guns and Finished Springs
- Cartridge Punches and Dies and Mint Dies Steels
- Steel for All Kinds of War Materials
- Steel for Constructional Purposes
- Bohler Special Steel Products
- Steel Castings
- Drawn Steel and Steel Wires
- Steel Sheets and Tools
- Files and Drills
- Magnet Steels
- Etc.

We carry a big stock of the most of above steels in Shanghai.

For full informations ask for our complete catalogues

**BOHLER BROTHERS & CO.** Vienna, Austria.

Shanghai Office: 2 Peking Road Telephone :16061  
Teleg. Add. :STEELBOLER

Mukden Office: Dah Tung Pien Men Li, Telephone: 1618  
Teleg. Add. :STEELBOLER

本廠係歐洲最著名之軍械工具鋼料廠專製各項軍械所用之鋼料及最高等工具鋼如左

最高速風鋼

特種合金鋼

炭質工具鋼

步機槍筒及槍身鋼

機槍及砲用彈簧鋼

子彈春模造幣模子打鐵印模鋼

各種軍械所用之鋼料

構造鋼

特種鋼品

各種汶鋼

冷軋鋼皮及各種鋼絲

鋼皮及各種工具

銼刀鑽頭等

磁石鋼等：

本廠任何鋼條其所用原料皆選擇最上等最純淨者且製煉時之鋼條未經檢驗不得出廠故用者必能滿意本廠備有大宗現貨各種詳細說明書蒙索即寄

## 百祿鋼廠

總行奧國維也納  
上海北京路二號  
電話一六〇六一  
奉天大東邊門裏  
電話一六一八

# 雜誌價目

每季一冊 定價大洋二角

全年四冊 全年大洋七角

郵費在內 報資先惠

# 廣告刊例

全頁 一百元

半頁 六十元

四分之一頁 四十元

長期另議 插圖加二分之一 底面加倍

民國二十年十一月十五日印刷  
民國二十年十二月一日發行

兵工雜誌第一卷第四號

定價每冊大洋二角

編輯者

兵工署兵工雜誌編輯股  
電話二一四九〇號

印刷者

地址 國府西街  
南京中山印書館  
電話 二一六九八號

發行者

兵工雜誌社  
電話 二一四九〇號

代售處

南京中山印書館  
國內各大書局

## 版權所有

紀元  
前十一  
年



Established 1802

始創  
於  
中  
華  
民  
國

本行出品之各種恒信軍用無  
烟火藥及各種強烈炸藥品質  
優良久已馳名全球而其能得  
有今日之高上品質者乃積一  
百三十年之研究與改良之結  
果也

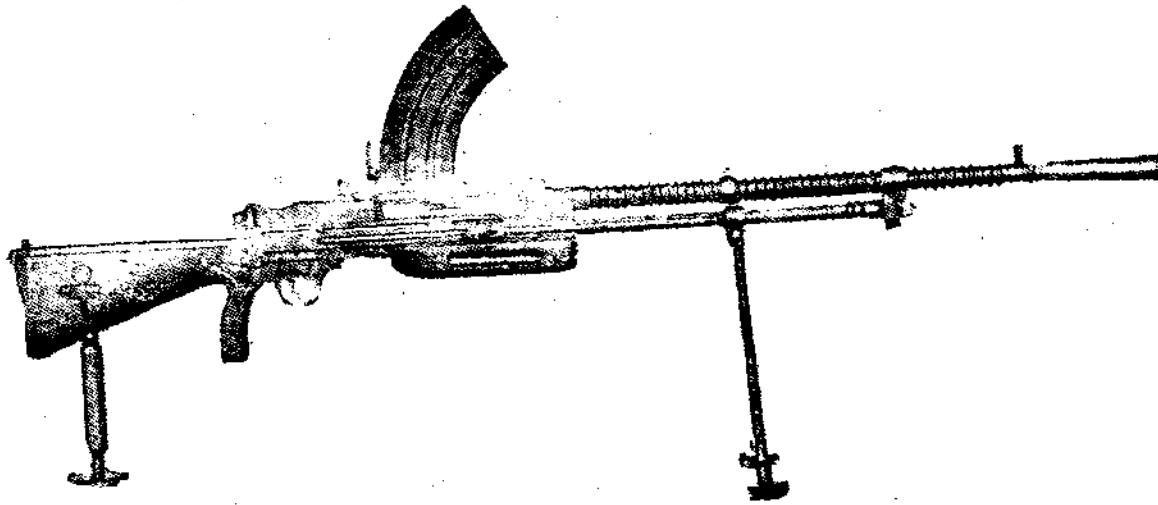
美商恒信洋行謹啟

中國總行 上海廣東路三號

分行 漢口洞慶路二十三號

天津大沽路五十二號

VICKERS-ARMSTRONGS, LTD.



維克斯機關來福槍

此槍式樣新穎優點如下

簡單而容易明瞭各部份均有保護  
 十秒鐘內可以拆卸二十秒鐘內可  
 以裝集無須工具單射或自動射均  
 可每一子彈匣能裝三十發二秒鐘  
 內可以更換倘用自動發射每分鐘  
 可放四百五十發連前架在內僅重  
 十五斤功效與機關砲同而價目較  
 廉 欲知詳細請向

英商怡和機器有限公司

上海圓明園  
路八號甲

英商怡和機器有限公司  
 南 京 辦 事 處

南 京  
 魚狀元巷  
 四十八號

及他各埠分行接洽可也

Sole Agents:

The Jardine Engineering Corporation, Ltd.

(Incorporated under the Companies Ordinances of Hongkong)

8A YUEN MING YUEN ROAD

SHANGHAI