

兵器學教程
(上卷)

來
重
感



德譯
兵器學教程

目錄

第一篇 射擊學

第一章 發射時火器內之作用

第一節 火藥力

第二節 火藥對於火器之作用

第三節 火藥對於子彈之作用

第二章 彈道

第一節 通則

第二節 眞空中之彈道

第三節 空氣中之彈道

兵器學教程 目錄

MG
E92
17
51

03541



3 1770 5943 7

第四節 射擊能力之判斷(限度之規定)

第五節 彈道之變化

第六節 對於運動中目標之射擊

第七節 特殊影響及氣象影響

第三章 命中學

第一節 射彈之散布

第二節 對於命中之影響

第一款 散布之射擊

第二款 彈道之形狀及地形

第三款 目標之性質及戰鬥隊形

第三節 命中公算之應用

第一款 通則

第二款 關於火器効力之判斷

第三款 關於射擊法之判斷

第四款 關於近彈之避免

第五款 關於步兵之射擊

第二篇 拋射藥破壞藥及點火藥

第一章 通則

第二章 拋射藥

第三章 破壞藥

第四章 點火藥

第三篇 砲兵

第一章 自一八七一年後砲兵武裝與戰術之相輔演進

第二章 火砲

第一節 新時代砲兵之區分

第二節 輕砲

兵器學教程 目錄

第三節 山砲

第四節 重砲

第五節 最重砲

第六節 構造

第一款 通則

第二款 砲身

第三款 砲門

第四款 砲架

第五款 將來之進步

第三章 砲兵彈藥

第一節 砲彈

第一款 通則

第二款 砲彈之外部

第三款 砲彈內部之裝置

第二節 砲彈信管

第三節 火砲裝藥

第四節 砲彈之效力

第一款 通則

第二款 榴彈

第三款 榴霰彈

第四款 特種砲彈

第五節 德國砲兵之彈藥(第四表)

(甲)德國砲兵所用之砲彈及信管種類

(乙)各種砲彈之使用

第六節 將來之進步

第四章 汽車化之砲兵

第五章 瞄準觀察及偵察之器材

第一節 觀測器材

第一款 瞄準方法

第二款 偵察目標方法

第二節 偵察方法

第一款 光測及聲測法

第二款 空中觀測

第六章 地圖及製圖器材(射擊輔助器材)

第七章 砲兵之射擊

第一節 射擊陣地中之砲兵連

第二節 射擊之準備

第三節 射擊之實施

第四節 發射法及射擊方式

第五節 圖上射擊

第六節 特種射擊

第一款 用偵測隊之射擊

第二款 用飛機觀測之射擊

第三款 用氣球觀測之射擊

第四款 移動彈幕射擊

第五款 山地射擊

第六款 用烟霧彈藥之射擊

第八章 大部隊中新式砲兵之火戰

第一節 射擊指揮

第二節 連絡

第三節 砲兵戰鬥

第四篇 步兵

兵器學教程 目錄

第一章 武裝對於步兵戰術及教練之關係

第二章 輕兵器

第一節 一般要求及口徑問題

第二節 步兵彈藥

第三節 步槍及騎槍

第四節 輕機關槍及自裝槍

第五節 手槍

第六節 近戰兵器

第三章 重兵器

第一節 重機關槍

第二節 破甲兵器及超重機關槍

第三節 迫擊砲

第四節 步兵砲

第四章 觀測及測量之器材

第五篇 裝甲部隊

第一章 關於裝甲戰鬥車輛之通則

第二章 裝甲汽車

第三章 戰車

第四章 對裝甲戰鬥車輛之防禦

第六篇 航空兵器及防空

第一章 世界大戰中之航空兵器

第二章 新時代之作戰飛機

第一節 通則

第二節 驅逐機

第三節 轟炸機

第四節 偵察機

兵器學教程 目錄

第三章 飛機之武裝及設備

第一節 火器

第二節 炸彈

第三節 通信器材

第四節 高空飛行之裝備

第四章 防空

第一節 原則

第二節 用驅逐機之防空

第三節 用地上兵器之防空

第一款 一般要求

第二款 部隊自行之防空

第三款 高射砲兵之兵器

第七篇 毒氣戰及人工霧

第一章 通則

第二章 毒氣戰

第一節 化學兵器

第二節 戰鬥方法

第三節 毒氣防禦

第三章 人工霧

書內附表

第一表 真空中與空氣中射程之比較

第二表 德國各種火砲之射擊能力

第三表 新時代各種火砲一覽表

第四表 (甲)德國砲兵所用子彈及信管之種類

(乙)砲彈之使用

- 第五表 新舊式步兵彈藥射表之比較
- 第六表 各國所用攜帶火器及彈藥一覽表
- 第七表 機關槍及自動槍一覽表
- 第八表 步兵砲防戰車砲及迫擊砲一覽表
- 第九表 各種戰車式樣一覽表
- 第十表 外國所用各種飛機之能力及裝備
- 第十一表 高射砲一覽表

書後附攝影圖

- 第一幅 第一圖重機關槍套筒頭之運動
- 第二幅 第二圖子彈飛行所生空氣運動之陰影圖
- 第三幅 德國步兵彈藥
- 第四幅 重砲

- 第四幅 汽車化之砲兵
- 第五幅 步兵砲及迫擊砲
- 第六幅 舊式裝甲汽車
- 第七幅 舊式戰車
- 第八幅 新式裝甲汽車
- 第九幅 速度及野外行駛性能
- 第十幅 小戰車及輕戰車
- 第十一幅 中戰車及重戰車
- 第十二幅 特種戰車
- 第十三幅 戰車之隨件車輛
- 第十四及十五幅 飛機之武裝
- 第十六幅 防空兵器

兵器學教程 目錄

德譯 兵器學教程

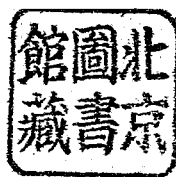
第一篇 射擊學

第一章 發射時火器內之作用

第一節 火藥力

一 發射時，火器內之作用如下：由撞針之衝擊，使爆帽或門管螺內之點火藥（詳見第一一二條）燃着，其所發生之高溫度火燄，引着靠近之拋射裝藥藥粒。遂迅速延燒於各藥粒之外面，並於短時間內，即全部燃燒。火藥經化學變化而成氣體。且發出熱量。

二 氣體壓力：火藥所發生多量之氣體，因被關閉，而對於其周圍之膛壁，閉鎖機（砲門，槍機）與彈底，施強大之壓力，乃有發而為「工作」之能力。迨至氣體壓力，大於抵抗子彈運動之各種阻力之總和時，子彈即開始運動。



此等阻力如左：

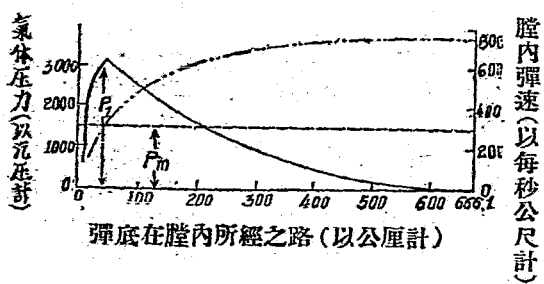
- (一) 抵抗向前及旋轉運動之惰力。
- (二) 彈藥嵌入膛線之阻力，其發生至嵌入後而止。
- (三) 摩擦阻力。
- (四) 子彈由火身內所排出空氣之阻力。

六、九、三
子彈在膛內運動時，氣體壓力之變化，

如第一圖所示(九八式步槍)。

氣體壓力，於子彈開始運動以前，增高甚速。其達到最高之值，則通常係於子彈在膛內已前進數公分之後。因燃燒室之增大愈速，雖燃燒作用，尙未終了，氣體已由於擴張，而壓力漸次減低。

第一圖



氣體壓力曲線——(P_1 最高壓力 P_m 平均壓力)
子彈速度曲線——

燃燒時間及氣體壓力，須適當測合之，使子彈能以繼續增大之速度，到達火身口。（加速度！）若一旦氣體壓力，小於阻力之總和，則子彈運動之速度，即行減小。故火身長，乃以此爲限度。但通常爲減輕兵器之重量起見，並不取最有利之火身長，亦即不利用可能範圍內最大之初速。反之，如欲增高兵器之能力，以增大其射程，則可由增加火身及藥室之長度而得之。

六條
另

四 製造兵器時，必須深悉氣體之最高壓力，及其壓力之變化，因火身及閉鎖機之肉厚，以及槍砲托架之結構方式，均依此以規定之也。在砲兵方面通常按子彈之構造爲標準，而決定砲膛內氣體壓力之最高限度，以避免子彈因膛壓過高，致有膛發之危險（詳見第一九三條）。後坐力之大小，亦必須知悉。關於所需之測量器具（膛壓測量器，後坐測量器等），可參考柯郎次（Kranz）

氏彈道學第三冊。

據最近多數試驗之結果，凡用膛壓測量器測得之氣體壓力，較實際者爲低，約差百分之十至百分之二十五。

火砲膛內之最高氣體壓力，約爲二千五百倍至三千倍氣壓。步槍膛內之最高氣體壓力，通常較此更高。火身口處之氣體壓力，僅有數百倍氣壓。

二條 五 火器內拋射裝藥之「工作」，可由「路程——壓力」曲綫圖中見之（第一圖）。該曲線下方之面積，卽示火藥所施「工作」之量。

以火藥內所蓄之「化學能力」（以卡路里計），與其在發射時，傳於子彈向前運動之「運動能力」（以公尺斤計），兩相比較，則後者僅佔用全部能量約三分之一。

其餘之「能力」，主要係消耗於克除摩擦阻力（見第二條），施兵器以反動力（後坐力，見第十三條），傳熱於子彈與兵器，加速度於火藥氣體之質量，以及排出膛內子彈前方之空氣等。

子彈出火身口時，尙未用盡之火藥氣體「運動能力」，則大部分化爲聲波（火身口響聲，見第十條。）

子彈旋動，所需之「能力」，爲傳於子彈之「運動能力」全量之百分之一，而弱

七條

六 規定火藥之燃燒速度，可以變更氣體壓力曲線之形狀。兩者均與火藥之化學成分，濕度含量，初溫度，及藥體之大小，形狀，表面性質，密度等有關（見第一〇四條及其以下）。火藥有急燒藥（猛烈性）與緩燒藥（緩和性）之區別。以數量表示之，則取平均氣體壓力 P_m 與最高氣體壓力 P_i 之比，謂之火藥之「爆炸性」 n （參看第二條）：
$$n = \frac{P_m}{P_i}$$

猛烈性火藥，如曲射砲特別在弱裝藥所用者，其 n 之數值小於 〇・四五。緩和性火藥，如平射砲所用者，其 n 之數值大於 〇・六〇。

七 初燃室，乃裝填子彈於膛內，其彈底後之空間。在同樣裝藥，初燃室愈小，則火藥之最高氣體壓力，燃燒速度，氣體壓力曲線之面積，及子彈之初速，均將愈大。藥室之長度，乃謂由彈底至門孔前面之距離。火身漸次磨損，藥室之長度，即隨之而增大。

八 裝填密度，為裝藥重量 L （公斤為單位）與藥室容積 V （公升為單位）之比

。裝填密度之數值，在加農砲爲 0.5 至 0.6 。在榴彈砲及臼砲爲 0.4 至 0.5 。在步槍爲 0.8 至 0.9 。

裝藥比例 L_v ，爲裝藥重量 L （公斤爲單位）與子彈重量 G （公斤爲單位）之比。裝藥比例愈大，則燃燒速度及氣體壓力愈大，而子彈之初速 V_0 。（見第十九條）及兵器與子彈所受之影響，亦因而愈大。關於裝藥比例 L_v 之數值，見第四十三條及第二表。

九 火身口火：在火身口附近，形成火之現象者，分爲兩種：

（一）火身口噴出之火。

（二）純粹之火身口火。

關於第一種者：火身口噴出之火，其形成係因有尙在燃燒中之火藥質點，由膛內被拋出於火身口外，卽見其爲發弱光，呈舌形之火燄。

關於第二種者：純粹之火身口火，有時發甚強之光，成大火團形，可遠達於火身口外數公尺，邊緣非常顯明。此種火身口火，爲出火身口之火藥氣體（

一氧化炭氣，沼氣及氫氣）與空中之氯化合時，所重起第二次之爆發作用。乃純粹在火身口外發生之火，故受氣象之影響甚巨。若在裝藥內加以化學物品（例如草酸鈉），或在藥筒前部加以鹽類（例如氯化鉀），則可將火身口火減弱。初速 V_0 亦能因此而變更。

十 火身口響聲，係由火身口內衝出之氣體，激動外面之空氣所發生。利用器具以緩和氣體之激動力，可將此種響聲減小（制響器）。參看第二十八條。火身口火及火身口響聲，能被敵方光測隊及聲測隊（見第二三五條及其以下）所標定。因其有此種洩漏射擊陣地之危險，故必須力求除去或減少之。

第二節 火藥對於火器之作用

十一 火藥之燃燒溫度過高，能燒蝕膛壁，而以在膛線起端，即膛斜部（連接滑膛與線膛之斜面膛），尤為特甚。且在膛斜部，陽螺線（陽來復線）須壓入彈帶中，故該處亦最易被磨損。膛斜部磨損，藥室即增大，而兵器之初速

及能率，均因之減低。

十二 爲保障使用兵器人之安全，及盡量利用火藥之氣體，必須有密閉之燃燒室，使氣體既不能由子彈與膛面之間，向前洩出，亦不能沿閉鎖機之側，向後洩出。欲防氣體之外洩，前方則依彈帶嵌入膛線之密切接觸，後方則多係利用有彈性之藥筒，若在不用金屬藥筒裝藥之火砲，則須特別用緊塞具，依氣體之壓力，使藥筒或緊塞具緊貼於抵抗面及其縫合上，以達閉塞之目的。火身膛內有高度之氣體壓力時，砲門或槍機必須閉鎖確實。否則氣體由後方洩漏，能損壞兵器，且危害使用兵器之人，或使藥筒破裂，而發生裝填障礙（是否洩漏氣體，可於發射時攝製活動影片，以考驗之）。

十三 後坐力：氣體壓力，推動子彈，使其向前旋進，同時亦壓迫膛壁，使之作彈性擴張，並施力於閉鎖機方面，而使火器後退（後坐力）。此種現象，乃反動作用。試取譬以明之：如人從舟中向前跳出，則舟必後退。人體（比子彈）愈重，跳速（比初速）愈大，舟身（比後退之兵器部分）愈輕，則舟之後

退力愈強。

此兩種運動，方向相反，動量相等。動量爲運動物件之質量 M 與其速度 V 之乘積。故得反動公式如下：

$$M \cdot V_0 = M_r \cdot V_r$$

M 表示前進物體之質量，等於前進物體之重量，以地心加速度 g ($g = 9.81$ M/sec^2 即公尺/秒²) 除之。子彈出火身口後，火藥氣體對於火器，尚有作用（參看第五條）。故在計算上，應以子彈重量 G ，更加 β 倍裝藥重量 L 之和，代前進物體重量之值。故得前進物體質量之式如下：

$$M = \frac{G + \beta \cdot L}{g}$$

V_0 表示子彈之初速。

M_r 表示後退物體之質量，等於兵器後退部分之重量。

G_r 以地心加速度 g 除之。其式如下：

$$M_r = \frac{G_r}{\beta}。$$

V_r 表示兵器後退部分之最大速度。其式如下：

$$V_r = \frac{(G + \beta \cdot L) \cdot V_0}{G_r}。$$

又按力學定律，得後坐能力 E_r 之算式如下：

$$E_r = \frac{1}{2} M_r \cdot V_r^2。$$

取 V_r 之值，代入 E_r 之式內，即得

$$E_r = \frac{(G + \beta \cdot L)^2 \cdot V_0^2}{2\beta \cdot G_r} \text{ mkg (公尺斤)}。$$

β 因數，與火身口氣體壓力之值相應，乃由經驗所得之數。在攜帶兵器，乃等於〇·五至一·二。在火砲， β 等於二至三。

由此公式，可知後坐力對於兵器之須有大初速 V_0 ，且重量 G_r 為有限者，影響

最大。例如攜帶火器，野戰加農砲（野砲）及高射砲。火藥氣體由火身口流出，迨膛壓降低直至與外面之空氣壓力相等時，後坐力方行消滅。其作用之時間，以在火砲用強裝藥者爲最長，能至數倍於子彈通過火身之時間。

十四 後坐力，在攜帶火器，由射手之肩或臂承受之，在他種火器，則由槍架或砲架承受之。

九八式步槍之後坐能力 E_r ，約爲一·六公尺斤，雖用之行長時間射擊，射手亦能當之無礙。如後坐力過大，則射手將感受影響甚劇。故若不將後坐能力之一部，消耗於他處或使之失效，則初速即不得加大。

管退砲之後坐能力，有一部在制退機內，化爲熱量。其砲架之負擔，因此減輕，而可用較爲輕便之砲架。

十五 火身口制退機，爲緩和後坐衝力之用。係固定若干渦輪式之衝動面於火身上，以便於火身口前，遮收在子彈後方湧出之氣體，而轉變其流動之方向。此等氣體，施立於火身口制退機上，能引火身向前。其作用方向，與後

坐力相反。火身口制退機使氣體折回愈遠，則後坐力抵消愈多。但折向後方之氣體，頗妨礙射手之操作。因須顧慮此點，故各種火身口制退機，所能達到之實用效率，乃有限制（約能消除後坐能力 E_r 之百分之四十五）。

裝置火身口制退機過重，則在發射時能加強火身之振動（詳見第十六條），且因而增大射彈之散布，及爲不利。

子彈飛行通過火身口制退機，並無阻礙，但膛內高壓之火藥氣體，隨後湧出，遇火身口制退機，每發生甚多不規則之渦流，掠子彈之旁而過，能激盪子彈，使起擺動，其結果亦將增大射彈之散布。

火身口制退機，在實際上應用之者殊鮮，因其雖有利益，而其弊端，亦頗難於忽視。

十六 發射時，火身發生各種振動如下：

（一）縱振動：由於彈帶之嵌入膛線，及火身之彈性擴張而起。

（二）橫振動：由於發射時之震盪，如火身口向橫方向起振動，如同一有

彈性之棒，其一端固定，而他端自由振動者然。

(三) 扭振動：由於子彈之旋動而起。

機關槍施行連續射擊時，其槍身與套筒，每發輒被激起振動。倘槍身與套筒之固有振動次數，恰等於發射次數之倍數時，即發生共振現象，則於多發之後，振動必增至甚強。欲補救此弊（除可在構造上變更外）變更射擊速度即可。書後附攝影圖之第一幅第一圖，表示○八式重機關槍連續射擊時，放開高低轉把，其準星作有規則之上下運動。

火身振動，與火身固定於托架之方式，火身構造之形體，及其所用之質料，最有關係。凡裝置火身口制退機，制響器，後坐增強器等，以及上刺刀，移動槍身支點，均能影響火身之振動，而變更之。

十七 後坐力及火身振動，為發生定起角之主因。定起角即謂發射前之火身軸線（射角），與子彈脫離火身口時之發射線（發射角），所成之角。

第三節 火藥對於子彈之作用

十八 子彈在膛內，因受火藥氣體之壓力，其速度漸次增加，以到達火身口。子彈之構造，必須堅固，庶可受氣體壓力，而不致破碎或變形。

十九 子彈脫離火身口時。膛壓尙高，故隨子彈之後由火身內湧出之氣體，其速度甚大，常有二倍於子彈在火身口處之速度者。此等氣體在子彈後方激射，能使子彈於脫離火身口之後，尙可增大少許速度，於是始得到其初速 V_0 。初速 V_0 (以每秒公尺爲單位) 之量，係按子彈脫離火身口後，於一秒鐘內，假定其速度不變，而以其所進行之路程表示之。

二十 兵器之效能，可以其傳於子彈之活力(火身口威力，工作能力，運動能力)判斷之。依力學能力定律，其公式如下：

$$E = \frac{V_0^2}{2} \cdot G \quad (\text{mkkg 以公尺斤計之})$$

此式中含有初速 V_0 之二次方，故欲增大火身口之動能 E ，以增大初速 V_0 爲最有效。 G 爲彈重。 g 爲地心加速度。

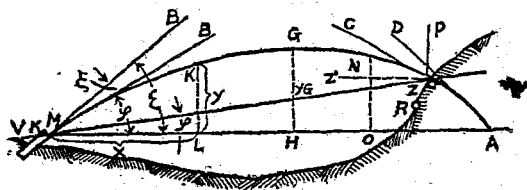
第二章 彈道

第一節 通則

二一 子彈脫離火身口後，其重心點所經過之路，名曰彈道，或曰飛行路。彈道各部分之通用名稱，詳見第二圖。

V 爲表尺。K 爲準星。M 爲火身口。Z 爲瞄準點，且爲彈着點。MZ 爲瞄準線，且爲高低線，即連接火身口與目標之直線。MA 爲火身口水平面，即火身在水平位置時，通過火身軸之理想水平面。A 爲落點，即彈道與火身口水平面之第二交點。Z'Z'' 爲目標水平面，即含有目標基腳點之理想水平面。MZ' 爲實際之射距離，即火身口與彈着點間之距離。

第二圖

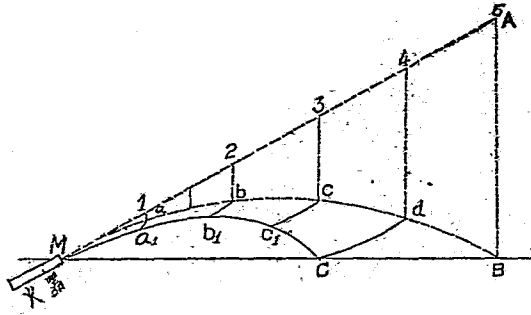


。MA 爲水平之射程，或曰射表中之射程，即火身口（起點）與落點間之距離。G 爲最高點。MG 爲升弧。GA 爲降弧。GH 等於YG，爲最大彈道高。KL 及NO 皆爲彈道高。在Z 點之彈速爲着速（ v_z ）。在A 點之彈速爲射表中之末速（ v_e ）。B'MA 角等於 α ，爲發射前之射角。BMA 角等於 β ，爲發射角（參看第十七條）。B'MB 角等於 ω ，爲定起角（ Sight angle ）。ZMA 角等於 ϕ ，爲高低角（瞄準線與火身口水平面間所成之角）。OZR 角爲命中角。OZP 角爲彈着於垂直靶PZ 之命中角。DAM 角爲射表中之落角。B'MZ 角爲高角（瞄準角或表尺角）。即射綫（發射前已裝定之火身軸）與瞄準線（高低線）所成之角。經過時間（飛行時間）以t 表之，即子彈由火身口飛行至彈着點（或至炸點）所經過之時間。

二三 彈道之形狀，與初速，發射方向，重力，空氣阻力，及子彈圍繞彈軸之旋轉，有關。

第二節 眞空中之彈道

第 三 圖

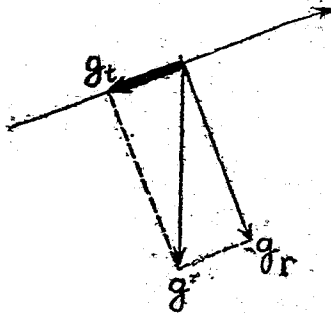


兵器學教程

二三 子彈若有祇初速而無其他關係，則將依發射方向，速度不變，一直前進。例如第三圖所示，應於五秒鐘末，經過M A（見第三圖）之路程。

但因有重力之關係，故子彈脫離火身口後，即漸漸下落。重力之作用，係指向地心，即垂直於火身口水平面。故按力之平行四邊形定律，可將重力分為兩分力（見第四圖），對於彈道形狀乃有兩種作用：其一分力 g_r 垂直於彈道切線，能使彈道彎曲。他一分力 g_t 與彈道切線一致，在升弧

第 四 圖



一七

時，與子彈之運動方向相反，能減其速度，在降弧時，與子彈之運動方向相同，能加其速度。因有此兩種作用，子彈乃不經過1 2 3等點以到達A點，而竟低落於a b c等點以到達B點。（按落體定律，垂降線1—1 a，2—b，3—c等之算式爲： $\frac{1}{2}gt^2$ 以公尺斤計之）。M—c—B乃真空中之彈道也（拋物線）。

觀第四圖可知彈道愈傾斜，則 gt 加大而 gr 減小。換言之，射角愈大，則彈道升弧愈平伸。故對於斜距離相等之點射擊，若其高低角愈大，則所需之高度愈小（參看第五一條）。

二四 真空中之彈道，其最高點在中央，升弧與降弧等，初速與末速等。

真空中之射程（x）彈道高（y）發射角（ θ ）及初速（ v_0 ）等，可純粹由數學計算之。其相互間之數學關係，可表明此種諸元之意義，同時並可見空氣阻力之影響，故不僅有學理上之價值而已。

由上式可知欲得最大射程，若 v_0 已有定值，則必須使 $\frac{v_0 \sin 2\theta}{g}$ 達到其最大之值，即 $\sin 2\theta = 1$ ，亦即 θ 等於四十五度。
 真空中之彈道上任意一點 $K(x, y)$ 之距離 (x) 及彈道高 (y) ，均可按第二圖

在 MAB 三角形中(見第三圖)

$$MA = v_0 \cdot t$$

$$AB = v_0 \cdot t \cdot \sin \theta$$

$$MB = v_0 \cdot t \cdot \cos \theta$$

但因按落體定律 AB 亦等於 $\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

$$\text{故 } v_0 \cdot t \cdot \sin \theta = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

由此式變化而得：

$$\text{經過時間 } t = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \theta}{g}$$

$$\text{射程 } X = MB = v_0 \cdot t \cdot \cos \theta$$

若將 t 之數值代入之即得：

$$X = v_0 \cdot \cos \theta \cdot \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \theta}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\theta}{g}$$

計算得之。其算式如下：

$$MIB = V_0 \cdot t$$

$$ML = X = V_0 \cdot t \cdot \cos \varphi$$

$$KL = Y = BI - BK = V_0 \cdot t \cdot \sin \varphi - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

二五 依上式算得之射程，與實際射程相比較，其差異在第一表內明示之。

第一表 真空中與空氣中射程之比較

兵器	彈重 (公斤)	裝藥 (號數)	初速 (公尺/秒)	射角 (度)	射程 (公尺)		真空中與實際 上射程之差異 (百分數)
					真空中	實際上	
長管臼砲 (四十二 公分大砲)	120	1.	220	15°	2470	2360	5 %
	120	1.	220	30°	4270	3850	11 %
	88	9.	430	30°	16325	8515	92 %
一九一六年式野戰 加農砲	64	1.	430	30°	16325	6810	140 %
	64	1.	430	15°	9425	4830	93 %

一九一六年式輕野戰榴彈砲	15.8	20	191	15°	1800	1715	8%
	15.8	7	302	15°	4650	3810	22%
一九一八年式步槍	0.01	—	895	4-1/2°	12700	2000	535%

此表末行示明空氣阻力之影響：子彈重而初速小，則阻力甚微。子彈輕而初速大，則阻力甚巨。

第三節 空氣中之彈道

二六 子彈在空氣中飛行時，有空氣阻力繼續減其速度。故與真空中相比，射程縮短，彈道亦較曲。例如第三圖所示，子彈於四秒鐘末，並不能達到d點，而僅達到C點。M—C—C為空氣中之彈道，乃彈道之實際形狀也（彈道曲線）。其最高點距離落點較距離起點為近，落角大於發射角，末速小於初速。

空氣中彈道最大射程之發射角，普通均係小於四十五度，惟在遠射程彈道，其值大於四十五度（參看第一四六條）。

二七 關於空氣阻力，尚無通用之定律。若將若干極複雜之關係略去不計，並假定彈軸係常與子彈重心點之運動方向一致，則見空氣阻力大致與下列各項成正比例：

(一) 子彈之斷面 $R^2 \cdot \pi$ (口徑爲 $2 \cdot R$)。

(二) 子彈速度之函數 \sqrt{v} (見第二八條)

(三) 氣重 ρ (係指在射擊間彈道區域內之平均空氣重量) 與任意規定之標準氣重 ρ_0 之比 (見第二九條)。

(四) $\sqrt{\frac{H}{H_0}}$ 之值約與空氣之彈性相當 (見第三〇條)。

(五) 與子彈形狀有關之因數 i (彈形係數見第三一條)。

由此得概略之公式如下：

$$\text{空氣阻力 } LW = R^2 \cdot \pi \cdot f(v) \cdot i \cdot \frac{\rho}{\rho_0} \cdot \sqrt{\frac{H}{H_0}} \cdot T。$$

欲知其詳，可參攷柯郎次氏所著彈道學第一卷。

又按力學原則，空氣阻力等於子彈質量 (M) 與減速度 (B) 之乘積，其式如下：

$$LW = B \cdot M = B \cdot G/g。$$

由以上兩式，可計算減速度 B ，經移項變化，即得下式：

$$B = \frac{f(v) \cdot i \cdot g \cdot g \cdot \sqrt{T_0} / \pi}{R^2 \cdot \pi \cdot G}$$

此種由空氣阻力所生之減速度，若欲力求減小，則對於分子各因數，務使其小，對於分母，務使其大。此分母為 $R^2 \cdot \pi \cdot G$ 乃彈重與子彈最大橫斷面之比，名曰斷面比重，以 Q 表之（見第三二條）。

二八 子彈速度對於空氣阻力之關係，以函數 (v) 表之。而 (v) 之式，亦

因當時子彈速度之大小而異。彈速小時， $\angle A$ 約等於 $\angle B$ 。若彈速超過每秒三百公尺時，則 $\angle C$ 等於 $\angle A$ 乃至 $\angle B$ 。彈速更大時，則 $\angle C$ 又復漸近於 $\angle A$ 之值。

$\angle A$ 之變化，與子彈在飛行中其前面空氣之濃積，及其後面空氣之稀薄有關。子彈激盪周圍之空氣，使之發生一種疎密相間之波動，宛如船行水中，激起波浪然。因空氣波動係以聲響之速度（每秒約為三三四公尺）而傳播，若彈速小於聲速，則所生之空氣波，即先於子彈而前進。

若彈速大於聲速，則所生之空氣波，不能先於子彈而前進，於是空氣在彈頭前面，愈積愈厚，及構成一種彈頭波（參看書後攝影圖第一幅第二圖）。彈頭波以彈頭爲其尖頂，向後側方展開成圓錐形，與子彈一齊前進。

子彈響聲，即由彈頭波所成。彈頭波之所至，輒聞霹靂之響聲。在彈道附近，彈頭波最強，故其響聲亦最大。此種響聲隨子彈同時到達目標。

火器之火身口響聲（見第十條），僅以聲速傳播，其到達目標，則在子彈之後

，此與子彈響聲不同。若距離射擊之火器較遠，則所聞子彈響聲之強大，遠過於所聞火身口響聲。有時竟不聞火身口響聲，或火身口響聲過微，不能惹起注意。故每易誤將子彈響聲，認爲火身口響聲。依響聲以判斷敵火器之距離，亦因此種誤認，而常有失之過近者。

（例如步兵方面報告：有推進於遠前方之敵砲，對我射擊。）見第五圖。

彈頭波因遠播而密度漸減。密積空氣所發生之壓力，即在五
 火身口近前方及彈道附近，亦不甚大，故不能施破壞作用
 。但重平射砲則爲例外。

子彈因排除空氣阻力，而漸次消耗其活力（見第二〇條）。

其尙有之活力，則視存速（子彈在當時存有之速度）而定。

落角大時，降弧末部之存速，反行增大。此乃因地心吸力之加速分力，已大於空氣阻力也（參看第二三條）。

第五圖 覺錯之起誘聲響彈子由



二九 空氣阻力之增加，與氣重（空氣每單位體積之重量，以 ρ 表示）成正比。氣溫（空氣溫度）高，氣壓（空氣壓力）低，氣濕（空氣濕度即所含水蒸氣之量）大（水蒸氣輕於空氣）時，則氣重較小。氣重受氣溫之影響最大。在相同之情況時，冬季及寒夜之射程，恆小於夏季及暖天。（參攷德國步槍射擊教範第十八條）

三十 空氣之彈力係數：根據最新研究之結果，知氣溫能影響空氣之彈力。故子彈在空氣中飛行時，空氣之摩擦作用及壓縮性能，均隨氣溫而變化。此與氣濕似乎亦有關係。概略可以 $\sqrt{\frac{T_0}{T}}$ 之式表示之，為空氣阻力因數之一。

$$T_0 = 273^{\circ} + 10^{\circ} = 283^{\circ}\text{C}$$

$$T = 273^{\circ} + t^{\circ}\text{C}$$

t 為氣溫，恆隨高度而遞減。 t 減小，則 $\sqrt{\frac{T_0}{T}}$ 式增大，即能增加空氣阻力。但此種影響，至今尚不能在射擊時修正之。

三一 子彈形狀，對於減少空氣阻力，最有關係，而在初速甚大之子彈，尤

爲重要。選用彈頭尖形，中部光滑，後端漸細之子彈，可使空氣容易流過，則空氣阻力即能大減。子彈形狀對於空氣阻力之影響，以彈形係數 i 表示之（參看第二七條第五項）。舊式子彈之彈形係數，等於一及一以上之數值。新式尖形子彈之彈形係數，等於 0.7 至 0.5 。計算彈道時，空氣阻力之彈形係數，尚不能依數理方法決定之，僅可由實際射擊試驗，求得其在一定速度時之平均值。

三二 依第二七條，子彈之斷面比重 Q ，應盡量增大，俾子彈之速度及動能，由於空氣阻力所受之損失，可因而減少。增大斷面比重之法如左：

(一) 增大彈重，而不變彈徑。（彈體及內部必須用比重較大之質料，或增大彈長。）參看第四五條。

(二) 減小彈徑，而不變彈重。（必須用重質料，或增大彈長。）

(三) 增大彈徑，而保留與原來相似之彈形（數學上之相似形）。（必須增大彈長。）火砲之射程，大於步槍，即由於此。

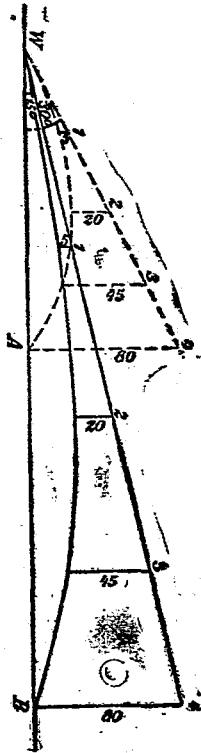
三三 初速與射角對於彈道之關係，其通用於一切彈道之原則如左：

(一) 射程主要由初速而定。遠射兵器必有大初速。(參看第一表及第六

圖)

第六圖

初速與彈道形狀之關係(初速加倍與發射角加倍之比較)



第六圖乃兩個子彈彈道之比較。其一子彈較其他子彈，初速加倍，故每秒飛行之路程亦加倍，但其因重力而降落之尺度則相同。飛行較速之子彈，在射角十五度，射程為WB，而飛行較緩之子彈，在射角三十度，射程僅為WA

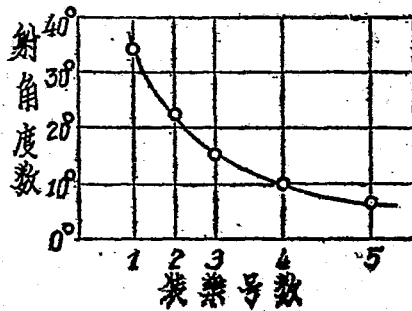
。若令飛行較速之子彈，由W飛行至A，則所需射角必遠在十五度以下，且其彈道亦必甚平直。

在第一表中，長管白砲，初速每秒二二〇公尺，射角三十度，與一六式野戰加農砲，初速每秒四三〇公尺，射角十五度，可比較二者真空中之射程，以爲例證。惟實際上之射程，則與此種比較之關係不合，因子彈之斷面比重各異也（參看第二七條及第三二條）。

(二)初速愈大，則彈道愈平伸。在同一之射距離，初速加大（可加大裝藥量），則所需之射角減小。

第七圖表示一六式輕野戰榴彈砲，對於三〇〇〇公尺射距離，用各

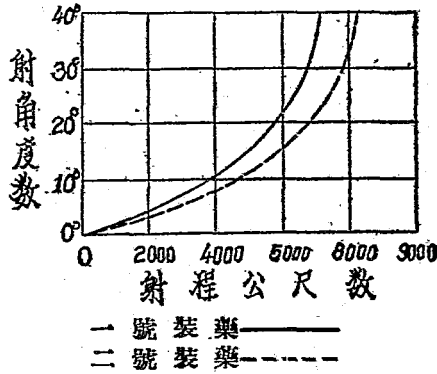
第七圖



種裝藥(不同之初速)，應需之射角。

凡兵器其彈道貴乎平伸者，例如步槍，防戰車砲等，必須有大初速。凡兵器應以大落角射達掩體後方者，例如榴彈砲，白砲，迫擊砲等，必須有小初速。

第八圖



(三) 兵器有一定之初速時，若欲變更射程，則

須變更射角，在空氣中，又可藉減小空氣阻力，以增大射程(參看第二八條及其以下數條)。射角增大，則射程亦增大。但

射角愈大，則射程之增量愈小。(sin30° =

0.5。sin60° = 0.87。sin90° = 1。參看第一四條)第八圖表示一六年

式加農砲榴彈，用一號及二號裝藥時，射角與射程之關係。

(四) 每一射程，雖用同樣初速，可有兩種彈道。其一彈道之射角大於四

十五度，他一彈道之射角小於四十五度，此兩射角，與四十五度所差之度數，大致相等，即互為餘角

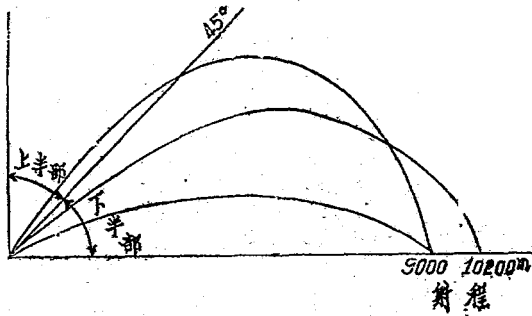
。參看第一四條射程公式， $\sin 2\theta$

$$= \sin(180^\circ - 2\theta) = \sin 2(90^\circ - \theta)。$$

彈道可分兩種，一種為直角上半部之彈道，一種為直角下半部之彈道。前者係用較大之射角，後者係用較小之射角，兩者之最大射程則相等。

第九圖

直角上下兩半部之角羣



舉例（第九圖）：二十一公分長管白砲，二十一公分一七年式榴彈，九號裝藥。用 $39\frac{11}{16}$ 度與 $59\frac{15}{16}$ 度兩種發射角，均能達到 9000 公尺之

射程。亦即兩彈道之發射角約爲四十五度加減十五度。其經過時間，則爲三四·四秒與六〇·九秒。

(五)在一定之初速，若射角漸次增加，射程雖先增大（射角在四十五度以下時）而後減小（射角在四十五度以上時），但經過時間則繼續增長。（參看第二四條經過時間之公式）。因子彈在空氣中飛行之時間愈久，則其所受氣象變化之影響愈大，故在同一兵器，直角上半部之彈道與直角下半部之彈道相比，通常其高低散布較大，方向散布較大尤甚，而命中精度即較爲小（參看第六五條及其以下數條）。第四項舉例中，兩彈道之半數方向散布界，一爲八·八公尺，一爲十五公尺。是以吾人不宜用直角上半部之彈道，而應由減小初速（用弱裝藥），以求得大落角（參看第六項）。利用曲射彈道（直角上半部之彈道），僅以重子彈爲限，因其受空氣阻力之影響較小也。直角上半部彈道之使用時機：用迫擊砲，臼砲及最重曲射砲等，施

行射擊，欲得適當之落角，欲射達高峻掩體之後方，或對於有堅固掩蓋之工事，欲以極大之侵徹力，達到破壞之目的。

(六)變更初速(選用適當之裝藥)與射角，即能在目標處得到適宜之落角(參看第一二九條及一九六條)。

舉例：目標之距離為450公尺，掩蔽之角度為 30° ，用一六式輕野戰榴彈砲，長管野戰榴彈砲之榴彈，以射擊之。在四號裝藥，其相應之落角為 $23\frac{1}{16}$ 度。在三號裝藥，其相應之落角為 $37\frac{5}{16}$ 度。在二

號裝藥，則目標已超於最大射程之外。故對此目標，僅能用三號裝藥射擊(落角大於 30°)。

其身由遠成腫
殘之者因。

三四 膛線：子彈飛行時，其縱軸必須常與彈道之切線一致，方能達到如射表中所預期之射程。但尖頭之子彈，其重心點偏後，且子彈自脫離火身口後，因重力等(第三七條所舉各種加於子彈上之外力)之影響，其彈軸對於彈道

，即生方向差異。故空氣阻力之合力，乃不復施於子彈之正面，而由其斜下方壓迫彈頭，使之繞重心點向上揚起，卒致子彈向後倒轉。射程，命中精度，侵徹力，皆因而減小。欲免此弊，乃在火身內造成螺旋形之膛線。其陽螺線（膛線之凸起部分）嵌入彈帶中（砲彈之導帶及槍彈之凸起部分），迫令子彈沿膛線而進行，子彈乃繞其縱軸旋轉。依此迴旋作用，即賦與子彈以一種保持彈軸方向之力，而子彈遂不致倒轉。

纏度之區分

三五 膛線之纏度，分爲兩種，即等齊纏度及漸速纏度是也。

等齊纏度，主要適用於末纏度較弱及初速較小之兵器（火身之燒蝕甚微）。

漸速纏度，多用於末纏度較強及初速較大之火砲（火身之燒蝕甚劇），而尤以在合裝彈藥（彈藥筒）時，用之爲宜。合裝彈藥應用漸速纏度之主要目的，乃在確保彈帶與膛線之切實嵌合，縱令火身因久經射擊而磨損，子彈於到達膛線之初，已有甚大之速度時，亦可無虞。

漸速纏度特別在因久經射擊而磨損之火身，其內彈道最初三分之一段內，彈

纏度及纏角之定義：

帶與陽螺線所承受之力，恆較小於在等齊纏度者。

三六 纏度之大小，用下述二種方法表明之：

(一) 以子彈在火身中，自轉一週時，其重心點向前移動之距離，表示之。是之謂纏度長（亦名纏距或螺距）（略號 l ）。纏度長，多以口徑之倍數計之。漸速纏度之纏度長，應按初纏度與末纏度表示之。

(二) 以膛線與火身軸之平行線所成之角度，表示之。是之謂膛綫之纏角（略號 ϕ ）。

纏角 ϕ ，口徑 $2R$ ，纏度長 l 二者之關係公式如下：

$$\text{tg } \phi = \frac{2R \cdot \pi}{l}$$

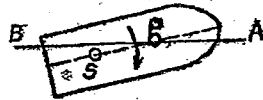


($2R \cdot \pi$ = 子彈之圓周)

子彈在一秒鐘內旋轉之次數，為 $v \cdot l$ （ l 為在火身口處所測得纏度長之公尺數）。例如尖頭彈（槍彈）每秒約旋轉二千六百週。野砲彈每秒約旋轉二百四

十週。

第十圖
子彈之旋動

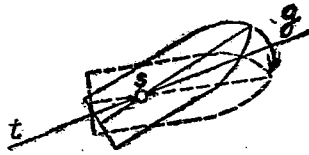


AB=空氣阻力合力之方向

P=抵抗點

S=子彈重心點

第十一圖
子彈之擺動



S=子彈重心點

tg=彈道切線

纏度之大小，以下列各項為標準：

(一) 形狀相同之子彈，彈軸愈長(以口徑倍數計)，則其旋轉週數，亦須愈多。

(二) 每種砲之膛線，僅適用於一定之子彈，惟有該項子彈之初速及形狀

，乃能與該砲之膛線相合。

(三) 纏角過小，則子彈之擺動及空氣阻力，皆因而增大，射程及命中精度，皆因而減小。

(四) 纏角過大，則子彈固守其起初之姿勢，射彈散布因而增大，且有以底面或側面彈着之虞。

(五) 纏角之最大限度，依彈帶嵌入膛線內之最高壓力決定之。

凡用大射角射擊之兵器，對於纏度特須適當選擇。選擇錯誤，則散布過大，子彈倒轉，甚至用側面或底面着達目標。

勢均於空氣
力之諸元
三七 子彈旋轉力，空氣阻力，重力，及其他作用於子彈上之各種外力（由後坐力所發生之火身口震動，火藥氣體在火身口處對於彈底所施之偏心衝力

，火身之振動，空氣之渦流）能使子彈發生下述狀況：

(甲) 子彈圍繞其重心點，緩緩作圓錐形之擺動。

(乙) 在擺動之範圍內，子彈本身迅速顫動。

(丙)子彈重心點隨飛行時間之增加，而愈向側方偏差。

因子彈旋轉之故，影響於彈道者，主要有三種機械作用，列舉如左：

(一)旋迴作用：子彈在旋迴中，因空氣阻力之合力，施於子彈前部下面，係偏在重心點之前方，故在右旋膛線，則彈頭向右方避讓，且雖當子彈作旋繞擺動時，纏度選用適當，而彈頭仍偏於彈道面之右方。空氣阻力對於此斜向右方位置之子彈，猶風對於斜置之船帆然，即結果空氣阻力壓迫子彈，使其向彈道面之右方移動。故彈道之俯視，亦不成一直線，而爲一曲線。

(二)子彈旋動所牽帶之空氣之作用(所謂馬格努斯效應)：旋轉之子彈，牽引附着於其表面之空氣，使之隨同旋動。若係右旋膛線，則子彈右方(由後方循飛行方向觀之)之空氣，逆空氣阻力之方向而運動，子彈左方之空氣，與空氣阻力之方向相同，因此子彈之右方，乃發生較大之壓力，而其左方之壓力則較小，於是子彈被壓迫而由右方

向左方移動。但旋迴作用通常強於牽帶效應者甚多，故牽帶效應，毫不能顯出（參看第二八條）。

(三) 擁積空氣之依托作用（所謂婆伊森效應）：子彈飛行之時，其前方空氣擁積，其後方空氣稀薄。子彈乃依托此擁積濃厚之空氣，而向右方轉動。但此種依托作用，較以上兩種作用均弱。

婆伊森 *Poisson* 及馬格努斯 *Magnus* 兩人皆十九世紀著名之物理學家。前述之各種作用，極其複雜，且至今尚未能完全明瞭，欲知其詳，可參考柯耶次氏彈道學第一卷三二八至三五九頁。

三八 右旋膛線，而有時射彈發生左方偏流者。例如步槍高射時，子彈達到最高點後，以其彈底在前，沿降弧而下落，即向左偏移。又如迫擊砲用射曲彈道，以及高射砲之對空射擊，其射彈均偏於左方。此種現象，除其他原因外，概可用子彈本身之顫動（參看第二七條乙項）解釋之。在高曲彈道時，則因馬格努斯效應，在彈道最高點附近，大于迴旋作用及空氣依托作用之故。

(參攷柯耶次氏彈道學第一卷第三五四頁及其以下)

三九 子彈旋動，須損失工作力(見第五條)，但必須合乎下述各條件，方能免除之：

(一)空氣阻力之合力，其方向必須通過子彈之重心點。但此在實際上乃不可能，因其方向在子彈飛行間刻刻變換不定也。

(二)須將子彈重心點前移，使空氣阻力之合力，與彈軸相交於重心點與彈底之中間(飛機之炸彈，具舵翼之地雷彈)則空氣阻力能自行壓迫彈尾，入於飛行方向(側面有陣風時，極易增大射彈之散布)。

(三)若子彈在膛內，能十分緊密，雖除去彈帶，而火藥氣體仍不致向前方洩漏。

四十 氣流影響於彈道，依其流動之方向及強弱而異。由前方來之風，能縮短射程。由後方來之風，能增長射程。由側方來之風，能使彈道發生偏差。子彈愈輕，飛行時間愈久，則風力影響於射程者愈大。強弱交互之陣風，能

使命中精度銳減。垂直之氣流，其對於彈道之影響頗難計算。

四一 空氣中彈道與真空中彈道不同之點（參看第二及第四圖）如左：

- (一) 空氣中彈道，因存速遞減較爲彎曲，而降弧彎曲尤甚。射程亦縮短。
- (二) 最高點較低，且速度損失愈大，則其距落點愈近（約在全彈道七分之二至五分之三處）。大斷面比重之子彈，其最大彈道高之值，約如下式：

$$\text{最大彈道高} H = \frac{g}{8} T^2 \text{公尺。}$$

g 爲地心加速度等於 9.81 公尺/秒²。 T 爲該射程之經過時間（秒數）。

(三) 升弧較降弧長而且直。

(四) 落角大於發射角。

(五)末速小於初速。(高曲彈道因受重力影響，而末速稍增，然因有空氣阻力，故所增有限。參照砲兵射表之最遠射程)

(六)最大射程，通常可用較四十五度稍小之發射角達到之(落角則大於四十五度)。例外見第一四六條。

(七)初速增大，則射程亦增大。然子彈之斷面比重愈小，彈形愈不利，則射程隨初速而增大之量愈小。故雖初速較小，若子彈斷面比重加大，並用有利之彈形，竟可得較大之射程及較直之彈道(參看第四三條，第一至第四表及第六圖)。

(八)彈道通例向子彈旋轉之側漸行彎曲。子彈旋轉速度雖漸次減小，但較之子彈前進速度之減小，較爲遲緩。故飛行時間愈久，則子彈之偏移愈大。

四二 射表：對於施行射擊有關重要之彈道諸元(例如射角，偏流，落角，經過時間，末速，超越射擊時彈道某點之彈道高等)，其計算頗繁難而費時

。故此種數值，均列於各種兵器（火器與彈藥）之射表中，可直接取用，或略施簡易之計算即可求得之。其取用法及計算法之舉例，則載於射表註釋及射擊教範中。射表所載之數值，係按精良之兵器，在平地及適中之氣候且無風時，所施行之射擊，以計算者也。

山地射擊，及推求全部彈道之過程，則可利用圖解射表及彈道圖（參考砲兵教範第六冊第三三二條及其以下數條）。

第四節 射擊能力之判斷（限度之規定）

四三 按照以前所得之標準，可以判斷各種火器彈道之性質。與彈道最有關係之諸元，為裝填密度，裝藥比例 L_v （參看第八條），膛長，斷面比重 Q ，彈形，及子彈之旋動。（關於火藥種類之關係，參看第五及第六條，以及第五表中七一式及八八式子彈。）

$$\text{裝藥比例 } L_v = \frac{\text{裝藥重量}}{\text{子彈重量}} \text{ 或 } \frac{1}{\text{子彈重量} : \text{裝藥重量}}$$

初速主要由裝藥比例而定（參看第二及第五表中裝藥比例及初速之欄，以及第一二八條）。平射兵器與曲射兵器，雖裝藥比例相仿時，而初速亦不相同者，則除有他種原因外，概可以其裝填密度各異之故，解釋之。

膛長對於彈道之影響，可以普通手槍與長管手槍比較而知之。參看第三條及第五表）

斷面比重之價值，可由比較子彈之威力而見之，例如以鋼核尖頭彈比舊日所用與其類似之戰車彈（見第五表），及以步兵與砲兵所用之子彈，互相比較，（參看第二及第四表，以及第四五及第四六圖。）

斷面比重，對於射程，活力，及在中距離遠距離之彈道平伸狀況等，均有關係。凡此各項，雖在初速較小時，亦能因斷面比重之較大，而有所增加。試將尖頭彈，鋼核尖頭彈，及重尖彈（見第五表）加以比較，並比較第二表中長管重榴彈砲及兩種白砲之子彈，即可明瞭。

第二表 德國各種火砲(一九一八年)之射擊能力比較表

區 分 火 砲	裝 藥 (公斤)	彈 重 (公斤)	口 徑 (公分)	裝 藥 比 例	斷 面 比 重 $\frac{\text{磅}}{\text{磅}}$	初 速 $\frac{\text{呎}}{\text{秒}}$	砲 口 活 力 (公尺噸)	在 8000 公 尺 射 程 時					用最大射程 裝藥時之
								射 角 (度)	落 角 (度)	經 過 時 間 (秒)	末 速 $\frac{\text{呎}}{\text{秒}}$	活 力 (公尺噸)	
96/16式野砲	0.5	6.25	7.7	1/12	184	477	72	41	57	43	230	17	7600
16式野砲	約0.7	7.1	7.7	1/10	152	547	108	25	39	32	231	19	9100
16式輕野戰榴彈砲	0.42	15.8	10.5	1/24	184	320	82	42	52	39	229	42	6950
17/04式10公分加農砲	2.9	18	10.5	1/6	207	652	330	15	25	24	266	65	11900
同 上	2.9	188 (用彈帽)	10.5	1/6	216	650	402	11	18	20	307	90	14100
16式15公分加農砲	11.6	51.5 (用彈帽)	14.9	1/4.5	295	696	1270	7	11	16	383	387	22000
13/02式長管重野戰榴彈砲	1.6	41.5	14.9	1/26	237	377	312	33	43	35	244	134	8500
長管白砲	5.2	120	21.1	1/23	343	370	838	26	32	30	271	450	10200
同 上	5.2	83	21.1	1/16	238	405	692	29	38	33	247	258	9700
L/45式38公分加農砲	250	750	38	1/3	661	800	24470	—	—	—	—	—	—
16式中迫擊砲	0.32*	52	17.0	1/150	252	129	41	51	53 $\frac{7}{8}$	—	116	36*	1400

* 列入迫擊砲以資比較。可注意之點，即其所需藥量較少且存速減小不多，故其彈着威力較大。

彈形適宜之利益，可將十公分加農砲之榴彈，與其用偽帽之子彈（見第二表），比較而知之。尖頭彈與重尖彈相比較，則重尖彈不僅彈形較爲有利，其斷面比重亦較大。

空氣阻力之關係，可由比較尖頭彈之速度損失（參看第五表）而見之。其末速在每秒三三四公尺以下時，則速度之遞減較緩，因構成彈頭波所耗費之動能，此時已減去也（參看第二八條）。

四四 欲增大裝藥比例 L_v ，有兩種方法：（一）減輕子彈重量（二）增大裝藥重量。

減輕子彈重量，則効力（破壞効力及殺傷効力）及斷面比重，均將減小。斷面比重之減小，可由縮小口徑以補救之。而効力之減小，則無從補救。若將彈帶部分縮短，則難期有妥實之緊塞及定心作用（尖頭彈中徑過大之部分）。

增大裝藥重量，則後坐力隨之增大，而步器亦須加重（氣體壓力增大），故輕兵器（步槍，輕機關槍，迫擊砲，野砲）不適用此法。

四五 欲增大斷面比重 Q ，其法如左：

(一) 增大口徑，而裝藥比例仍須不變，其子彈，兵器，及裝藥之重量，均因之增大，(爲平射砲增大口徑之原因)。

(二) 縮小口徑，而不變彈重(爲攜帶火器縮小口徑之原因)。

(三) 增加彈長。但因此則彈藥之重量及所佔之地位，均須增加，而膛線之纏角亦須增大(參看第三六條)。實用上彈長之最大限度，爲彈徑之四倍半乃至五倍(參看第五表中尖頭彈及重尖彈，以及第四六圖中尖頭彈及破甲彈)。

(四) 用大比重之材料(參看第五表中，重尖彈之射程及威力均較鋼核尖頭彈者爲大)。吾人對於尖頭彈，則故意不用大斷面比重，以期能獲較大之初速，而在近距離能有平直之彈道，並期每兵能多帶子彈也(參看第六表)。

四六 由第四三至第四五條，可知裝藥比例及斷面比重二者，爲決定各種兵

器特性之主要條件(參看第一第二第五及第六各表)。其關係如左：

(一)遠戰兵器(加農砲)須有：

大裝藥比例，大斷面比重。

(二)步槍須有：

大裝藥比例，小斷面比重。

(三)曲射兵器(臼砲，迫擊砲)須有：

小裝藥比例，大斷面比重。

(四)手槍須有：

小裝藥比例，小斷面比重。

第五節 彈道之變化

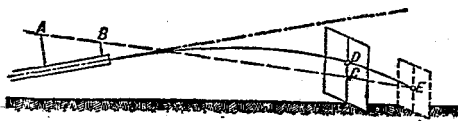
四七 高低瞄準：欲子彈命中目標，必須使火身軸仰起，以指向目標點之上方。其仰起之度(高角)，應適等於子彈飛過此距離時因重力所降低之尺度(

參看第三圖)。欲達此目的，須利用瞄準具(表尺具有可移動之照門，瞄準鏡具有可旋迴之視軸)。瞄準具之正確使用及瞄準點之適當選取，為命中之先決條件。

四八 若瞄準點移動，則發射角，射程及彈着點，均隨之移動。目標在表尺距離上時，則按戰鬥原則，應瞄準目標顯露部分之最下際。倘目標近於(或遠於)表尺射程，則應按彈道在該處所差之高度(第十二圖O D線)，將瞄準點移於彈着點(第十二圖U應為彈着點時，則須移向其下方瞄準)之下方(或上方)。瞄準點不確定，則射彈散布增大(參看第六三條)

四九 高低角者，乃瞄準線(高低線)與火身口水平面間所成之角。若目標在火身口水平面上，則高低

第 十 二 圖

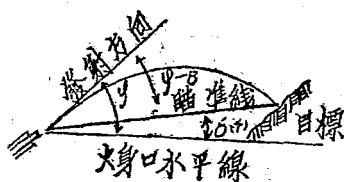


ABCD 瞄準線 AE 表尺射程
D 彈着點 C 瞄準點

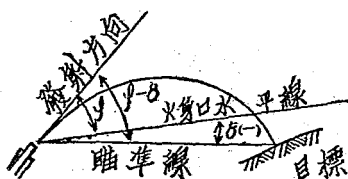
角爲正（參看第十三圖），若在其下，則高低角爲負（參看第十四圖）。若目標與火身口在同一之高度，則瞄準線與火身口水平面及目標水平面，重合於一處，此時高低角即等於零。

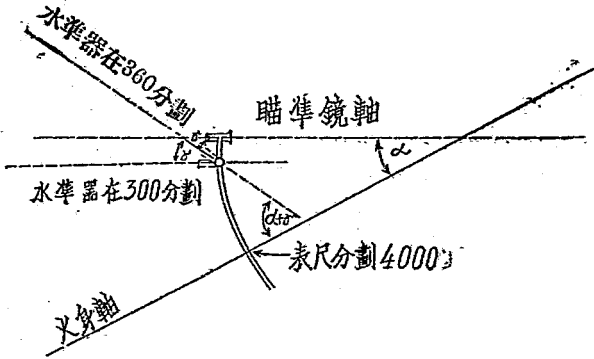
五十 高低角之修正：直接瞄準時，若彈道甚爲平直（十五度以內），或火器與目標之標高差甚小，則以瞄準線通過瞄準點，而高低角之修正即寓於其中。如此修正高低角，其精度已足用。間接瞄準時，須由水準器修正高低角（測量，高低修正表，圖解射表），否則按圖上距離所發射之彈，若目標較高，則射彈過近，若目標較低，則射彈過遠。用水準器之瞄準，在第十五圖中說明之。

第 十 三 圖



第 十 四 圖





第十五圖之說明：在表尺上裝定 6000 分劃（距離之公尺數），則瞄準鏡軸與火身軸間，成一角度 α ，即等於高角。若目標與火器在同一高度，水準器應裝定在 6000 分劃處，則水準器軸與瞄準鏡軸平行。若目標與火器不在同一高度，設求得其高低角 α 為 20 分劃，即應用水準器轉螺將水準器裝定於 6200 分劃處，則水準器軸對於瞄準鏡軸交叉，成一角度等於高低角 γ ，因而水準器軸對於火身軸，成 α 加 γ 角。然後用起落機將火身仰起，使水準器平衡，則火身軸乃對於火身口水平面成 α 加 γ 之傾斜角，是即射角也。

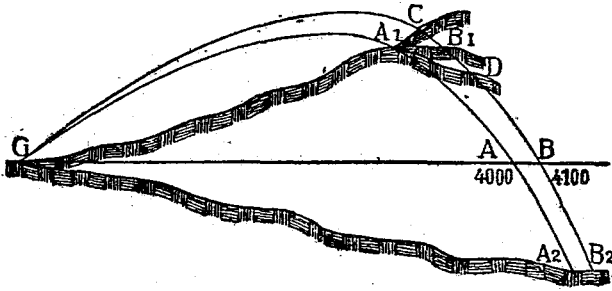
五一 施行射擊，若火氣與目標之標高差甚大時，例如對飛機射擊及在山地

射擊時，則表尺分割即不適用，蓋因重力方向與發射方向（見第二三條）間之角度，及空氣阻力（氣壓，空氣阻力合力對於彈軸之方向差），皆有變異也。瞄準線向上或向下之傾斜甚大時，則高角（瞄準角）較小（參考步槍射擊教範第一五條，及重機關槍射擊教範第一三條）。垂直向上射擊時，無論距離幾何，高角均等於零。故高射機關槍，高射砲，山砲，均須用特別瞄準方法及補助器材（彈道圖及圖解射表）。

用大射角射擊之各彈道，在最高點附近，其彼此間之水平距離，較大於在火身口水平面上之彼此距離。是以在山地由低處向高處射擊時，只須將射角稍為變更，則彈着點即能有甚大之移動（參看第十六圖）。故超越友軍射擊時，縮短距離，必須謹慎計算。

五二 方向瞄準：賦與火身方向，可直接對目標瞄準，或依間接方法，利用瞄準裝置（光學器材，具有水平迴轉之視軸者），對在目標側方選取之瞄準點瞄準。子彈旋動，橫風，及目標之方向流程（在子彈飛行時間中，目標向側

第十六圖

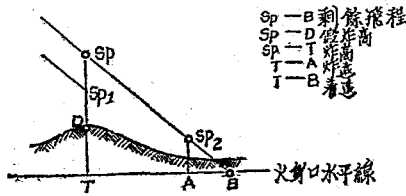


兵器學教程

AB為目標在火身口水平面上時彈着點移動之水平距離。
 A₁B₁為目標較火身口水平面高時，彈着點移動之水平距離。
 A₂B₂為目標較火身口水平面低時，彈着點移動水平距離。
 A₁B₁大於AB。
 A₂B₂小於AB。

漸高之地形，其上面之彈着點移動距離A₁C，較A₁B₁為減小。
 漸底之地形，其上面之彈着點移動距離A₁D，較A₁B₁為增大。

第十七圖



五二

方之移動量)，均能使彈道發生方向偏差，有顧慮之必要。

槍面傾斜（參攷步槍射擊教範，第六五條），或砲架兩輪傾斜（參攷砲兵教範第六冊第一〇一條），則方向亦能因而發生誤差，須加注意。

五三 信管之裝定：用雙用信管射擊時，須測合信管，以引導平均炸點落於目標處。若使炸點（參看第十七圖）在目標D之上方，由 s_0 移動至 s_{p1} ，則應減小發射角，並同時略微變更信管之裝定。若使炸點在彈道上，由 s_0 移動至 s_{p2} ，則應不變發射角，而只加長信管之經過時間即可。炸點（ s_{p2} ）與目標（D）之水平距離，名曰炸遠。

測合信管時，若忽略高低角之關係，則信管之裝定，即不得其適當之度。於是對於位置高於火身口水平面之目標，則其射彈將成着發。對於位置低於火身口水平面之目標，則其炸點過高，因而效力極微。蓋射表中所載之炸高，為合乎射程之真炸高（ s_{p1} ），即炸點高於火身口水平面之尺度。而應用之假炸高（ $s_{p1} - D$ ），乃炸點高於目標水平面之尺度。故必須依目標之位置以修

正炸高，始可適用。其應需之修正量，則載於高低修正表及炸點修正表中，可以查算。

第六節 對於運動中目標之射擊

五四 對於固定目標射擊，有從容求出射擊基礎諸元之時間，並得依戰術上之情況，施行射擊，遲早均可。但對於移動目標射擊，則射擊之準備及實施，必須急速行之，概略試射之後，應迅即轉入効力射爲要。

五五 前方瞄準：欲命中運動中之目標，必須對目標前方之一點瞄準，在子彈飛行至此點之時間內，目標前進亦恰可到達此點。設目標運動之速度爲 v_z 公尺/秒，子彈飛行至與目標相遇，所經過之時間爲 t 秒；則於 t 秒之時間內，目標向前移動之路程（流程）應爲：

$$S = v_z \cdot t \text{ 公尺}$$

瞄準時，須依此移動量，而置瞄準點於目標之前方。亦即將此因目標移動所

生之誤差，在距離上及方向上，分別修正之。其修正量則隨目標運動之方向而各異。

若目標正在射向中運動，則祇距離上有變更，而方向上則僅須修正因子彈旋動而生之偏流，其量甚微（參看第十八圖）。若目標運動之方向與射向垂直，則距離大致不變，而在方向上則應取一前瞄角，其角度適與目標移動量相當（參看第十九圖，舉例見後），若在其他之運動方向，則距離及方向，每發均能有所變更（參看第二十及第二十一圖）。

知目標運動之方向及速度，即可求出所要之前瞄量。子彈飛行之經過時間，可由射表中查取之。有時前瞄量必須估計，或依射彈之觀測（利用曳光彈），以決定之。

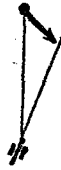
舉例：一六式野砲一門，應對一輕戰車施行制壓射擊。該戰車運動之方向與射向垂直，速度約為 $36 \frac{\text{公里}}{\text{時}}$ ($v_z = 10 \frac{\text{公尺}}{\text{秒}}$)，距離為 1500公尺 （經過時間 $t = 3.5 \frac{\text{秒}}{\text{秒}}$ ）。如是則該戰車在子彈經過時間內，所經過之路程為：

第二十一圖



並變換方向
應伸長距離
目標往斜方去：

第二十圖



並變換方向
應縮短距離
目標由斜方來：

第十九圖



應變換方向
目標往側方去：

第十八圖



應縮短距離
目標由前方來：

計算，即得方向前瞄角為 23 密位。

第七節 特種影響及氣象影響

五六 射表(見四二條)中所載之數值，僅適用於標準情況。換言之，必須特種影響及氣象影響之各項均為零時，或其總和等於零時，始合乎適用之條件。否則欲達到射表中之射程，則必須修正特種影響及氣象影響。施行圖上射擊時(見第二七四條)，修正特種影響及氣象影響，乃原則上必要之事項。施行觀測射擊時，修正特種影響及氣象影響，則可使試射容易成功。

五七 屬於特種影響者（對於膛內彈道之影響）如左：

(一) 火身之射擊能力（初速），因射擊之負擔，火身所受之磨損及燒蝕等，而時有變化。以當時之初速，與射表中之標準初速比較，其差數謂之原級，每一等級等於標準初速之 $\frac{1}{100}$ ，即三百分之一（參看第六〇條）。

新製之火身，通常其初速較大，因而射擊過遠。若欲其合乎射表中之射程，則必須減小射角（距離），修正時應縮短距離，故曰縮短等級。嗣後經過射擊之次數愈多，且尤以常行速射時，則初速因火身內部之變化（燒蝕，藥室之擴大），而漸次減小，終至小於射表中標準初速之數值。此時該火身之原級，即變為伸長等級，因射擊過近，應伸長距離以修正之也。

砲架之磨損，及其久而漸生之變化，雖對於初速無關，但能影響定起角及火器之散布（參看第六二條）。

(二)火藥溫度對於初速(原級)之影響：射表中之標準火藥溫度，多係規定爲攝氏正十度。火藥溫度較低時，則初速較小。火藥溫度，依氣象之關係，及彈藥存置之狀況(日光之中，夜間結凍，掩蔽部內，露天堆積)而與空氣溫度能有顯著之差異。火藥溫度，應在測量藥筒中測定之，或估計之。火藥溫度，僅能緩緩隨外界之氣溫而變化。而彈藥之存置狀況，務使相同，以力求火藥溫度之等齊，乃爲最要事項。

(三)火藥濕度對於初速之影響：潮濕之火藥，較之乾燥者，燃燒遲緩，因而初速較小。射表中(特種影響及氣象影響表)，有標準溼度之規定。測量火藥濕度，可利用一種乾燥劑(濃硫酸，炭酸鈣)，將火藥中所含之水分，吸收淨盡，此時火藥所損失之重量，與原重量之比(百分率)即爲該項火藥之濕度也。但此種測量，非在部隊中所能實施。凡舉行原級及裝藥之測驗射擊時，則必須測定火藥之濕度。火

藥因種類之不同，其感受濕度影響之程度亦各異。例如硝化甘油（爆發油）類之火藥，頗不易感受濕度之影響，而硝化纖維類火藥之濕度，則能迅速隨同空氣之濕度（雨，濕季，參看第一〇四至第一〇七條）而變化。

（四）彈重差（子彈重量之差異）對於初速之影響：子彈之重量較輕，則對於火藥力之抵抗較小，故其初速比子彈之較重者為大。射表中之標準彈重，多係規定為第二等級。

（五）藥筒前裝鹽對於初速（原級）之影響：見於第九條。

五八 屬於氣象影響者（對於膛外彈道之影響）如左：

（一）氣重對於射程之影響（空氣阻力，見第二八及第二九條）：射表中之標準氣重為 $\rho = 1.22$ 公斤/立方公尺，係以火身口水平面之氣重計算者。空氣之比重較大，則射程減短，比重較小，則射程增長。距地面愈高，則氣重愈減，空氣阻力亦因而愈小。標高每增十一公尺，

氣壓約減低一公厘。此外氣壓且因氣象狀態（高壓地區及低壓地區）能隨時隨地而有變化。關於應行修正氣重之測量及計算，參看第六一條測候勤務。

(二) 風對於射程（縱風）及方向（橫風）之影響：逆風縮短射程。順風增長射程。側面之橫風，能使射彈發生方向偏差。風之影響，可按特種影響及氣象影響表，在距離及方向上，施行相當之修正。

(三) 雨雪電霧等對於射程之影響：降雨雪電霧等之時，射程即因而縮短。惟此種影響，通常變化極不規則，難於計量，故不能加以修正。但其影響則甚微。

(四) 子彈在飛行中，其重量對於減速度之影響（參看第二七及第三二條）：子彈較重，則斷面比重較大，故存速之遞減較少，射程因而增大。修正此種彈重影響之法，可在計算時，變更實際之氣重數值，使適合射程所應得之修正量（參看第一項）以代彈重之影響。

五九 特種影響及氣象影響，可依計算法或用計算機以求得之。特種影響及氣象影響之修正，則應於射擊指揮官之射擊命令中。顧慮及之。但在一砲兵連內，各砲之原級常能互異，故原級之修正，通常由砲車長担任。因此，凡用各種射角（距離）及各種裝藥時，所要之原級修正量，均預先算出，而載於砲之護鈔上，以便砲車長取用。

火砲之原級，與其因當時之火藥溫度，火藥濕度，彈重，及藥筒前裝鹽等關係，所發生等級之變量，相加之總和，謂之該砲當時之應用級。

六十 凡於裝置新砲身之後，修理或改造砲膛（燃燒室之修改尤關重要）之後，以及發射大宗子彈（輕砲發射約千發，重砲約二百發）之後，則必須測定原級，其法如左：

(一) 直接方法：應用格網式或線圈式之布浪氏裝置 (Gitter- oder Spulen Boullange)，或用綫圈式錄時器 (Spulenchronograph) 測定初速，以求得原級。施行此法，須願慮火藥之溫度及濕度，俾求得之原級數

值，能合乎射表上規定之標準。

(二)間接方法：依彈着圖之試射，以求得原級。施行此法，須精密修正氣象影響，否則氣象諸元之誤差，最能影響算得原級之精度。

前述大宗射彈之數目，係按用最大號裝藥時之平均值計之，僅可爲大概之依據。由於火身磨損而原級變更之度，則因火身之種類不同而大異。榴彈砲，臼砲及迫擊砲等之原級變量，較加農砲者爲小。火身之磨損，又與射擊速度大有關係，長時間之速射，最能損害火身。而強裝藥之侵蝕火身，遠甚於弱裝藥者。

舉例：測得初速爲 $610 \frac{\text{公尺}}{\text{秒}}$ 。射表中之標準初速爲 $600 \frac{\text{公尺}}{\text{秒}}$ 。此標準初速之每一等級，應爲 $2 \frac{\text{公尺}}{\text{秒}}$ 。蓋凡實際初速與標準初速相較，每差標準初速之 1% ，謂之一等級也。今實測之初速較標準初速大 1.6% ，故得原級爲 I 50 負量爲縮短等級。其算式如左：

$$(600 - 610) : 600 \cdot \frac{1}{300} = \frac{-10}{2} = -5$$

六一 測候(參攷砲兵測候勤務)：砲兵觀測營氣象排，通例每隔二小時至三小時，發出一氣象報告(所謂巴巴拉報告)。若在困難情形時應急之需，則可以單個火砲，對於圖上位置確定之目標，發射多數子彈，依試射方法推求氣象影響。所得諸元，可爲口徑與其相同之砲兵連施行射擊修正之用。

由地面向上，以至彈道最高點，其間各空氣層中之氣壓，氣溫，風向及風速，均應測定。然倘不能利用紙鳶及氣球之上升，以施行高空測候時，則可根據地面測候所得之結果，以推算高空各層之氣象諸元(補助方法)。但此法頗易有誤差。

測候時，分最大彈道高爲上中下三層。每層之厚度，應爲若干，及在每層中所測得氣象諸元，佔全部影響之分量，應爲若干，則悉依精密試驗而決定者也。由此三層中之諸元，所算出氣重及風之平均值，即大致與氣象對於全部

彈道之影響相當，故名之曰彈道氣重及彈道風，而按各種經過時間，分別列於氣象報告表中。

凡彈道之經過時間相等者，其最大彈道高亦必大概相等，而其子彈在相同之飛行時間內，亦大約通過相同之空氣層。是故無論爲彎曲彈道或平伸彈道，祇若其經過時間相等，則氣重及風對於彈道之影響，即可認爲相同。

因此，氣象報告可適用於一切口徑及一切火炮種類。氣象報告之表中所包含者，爲測候之日月時，及氣象台之標高（爲射擊陣地標高換算氣重之用），以及按每差五秒或十秒之經過時間，而區分之彈道氣重及風向與風速。在氣象報告中，經過時間，通例僅例至六十秒爲止。倘需要更長之經過時間，則必須依比例加以擴充。

第三章 命中學

第一節 射彈之散布

六二、射彈散布之原因：假若彈道所受之影響，一定不變，則凡由同一之火器，在同一之位置，用同一之射角及同一之方向，所發射之子彈，必皆命中於同一之點。但實際則影響彈道之諸元，除重力外，其餘均能每發有所變更。因火器，彈藥，氣象，在各發時所生之變化及差異，不能完全避免，故結果射彈乃成散布之現象。

射彈散布之原因，分別如左：

(一)由於火器方面者：火膛之燒蝕及磨損。燃燒室之變化。火身及制退機之發熱，及其內面之污穢，托架及瞄準裝置，其結構上之鬆弛，及空迴遊隙之發生。火器位置之移動，槍面或砲車兩輪傾斜之度，有所變動。火器下面抵抗力，每發之變化。瞄準之不能精密一致。因火身振動及後坐力之影響，微有變化，而發射角各異。

(二)由於彈藥方面者：彈徑各異。彈重各異(因而初速及斷面比重各異)。因子彈重心點位置之差別，故子彈圍繞縱軸及圍繞橫軸之惰性旋量，各個不同(因而子彈振動之強度各異)。子彈嵌入膛線之壓力，依彈帶之尺度差及硬度差，而其影響各異。因彈帶大小不等，或因裝填位置不同，無燃燒室之容積，乃有差別。火藥之配合成分，裝藥重量，火藥之溫度及濕度，均能微有差異。火藥每發之燃燒現象，不盡相同。步兵彈藥之爆帽及藥莢各異。

(三)由於氣象方面者：風及氣重，能隨時更易。雨雪電霧等之影響，變化不測。

六三 多數火器射擊，則其射彈之散布，較之單個火器射擊者，約增大至一倍半。此種散布之增大，難能避免，其增率則大抵常同。乃由於各個兵器在製造上結構上狀態上之差異，以及原級及梯級(放列之縱深)不能精密修正之所致。

射擊及部隊
之散布

除兵器散布之外，更因射手（或砲手）之錯誤，每發不同，而有射手散布。又因使用多數兵器之多數射手（或砲手）各個不同，而有部隊散布。此種散布之大小，與下述各項有關：訓練程度。身體上及精神上之疲勞程度。射擊軍律。射擊速度。使用上之錯誤（執槍傾斜，砲之兩輪不平，水準器氣泡不精確居中，目標錯誤，覘視錯誤等）。目標之明顯程度。氣象之影響。

射擊及部隊
之散布

六四 戰時射擊，散布較平時增大。單個兵器之散布，能增至射表中所載者之二倍。多數兵器之散布，能增至射表中所載者之三倍。戰時散布之界限，變動特甚，往往非常擴大。此與下述各項有關：射手（砲手）訓練之程度。其個人對於戰鬥影響及氣象感應之抵抗力。武器及彈藥之保管及狀態等。射擊速度增加時，則散布恆因而增大。有沉着而果決之射擊指揮，亦可減少射彈之散布。

戰時之散布，對於各種射擊之效力，極有關係。故能影響於一部隊之戰鬥力，及彈藥之用度。欲減少戰時之散布，則連長等必須深悉此種散布之原因，

及其免除之方法。

偷散布之原因，不能明瞭，或明瞭而不能免除，則在射擊近於友軍之目標（抵禦射擊）時，或射擊甚小之目標時，不可不按增大之散布計算。火器散布之大小，須常注意，因試射之程序及效力射之成果，莫不與之有重要關係。一切有觀測之射擊，凡用同一射角發射多數子彈時，均可示吾人以單個兵器散布或全連散布之標準。而射擊時若能精密確定各個射彈之關係位置，則特別利於求得散布之狀況。例如用光測隊之射擊，射擊結果之空中攝影，平時射擊之目標測量等。

六五 被彈面：以同一火器，力求在同一條件下，發射多數之子彈，但其飛行經過之路，終不能一致。因其散布而成一彎曲束蕈狀，名曰集束彈道。

集束之射彈，若着於水平面上。則形成水平被彈面（被彈地），若着於垂直面上，則形成垂直被彈面（靶上被彈面）。被彈面為橢圓形（所謂散布橢圓），其縱橫兩軸（見第二十三圖 A B 及 E F），可用以表示射彈散布之大小。水平

打彈散布狀
况及變化

被彈面之大軸（縱軸），通常與射向一致。垂直被彈面之大軸（縱軸），通常爲垂直方向。

射定時信管行空炸射擊時，其炸點散布而成一卵圓形之被彈空間。

射彈散布之大小，以長度計之，公尺爲單位。全數射彈（100%）所散布區域之長度，名曰全數必中界。半數射彈（50%）所散布區域之長度，名曰半數必中界。

射距離全數必中界（ L_{100} ），乃在水平面上射向中，最近彈着點與最遠彈着點間之距離（見第二十二及第二十三圖 A—B）。依此類推，則射距離半數必中界，乃半數射彈，亦即平均射彈，在水平面上射向中，所散布之界限也（參看第六九條）。

高低全數必中界（ H_{100} ），乃在垂直面上，最高彈着點與最低彈着點間之垂直距離（見第二十二圖 A—C）。高低必中界與射距離必中界，由於落角 ω 之連繫，其關係如下式：

$$\text{tg } \omega = \frac{h_{100}}{l_{100}} \quad \text{或} \quad h_{100} = l_{100} \cdot \text{tg } \omega$$

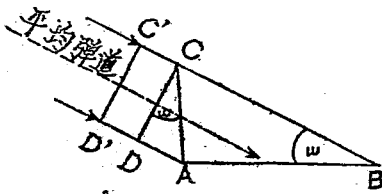
橫截面全數必中界 (q_{100})，乃在垂直於平均彈道之斜面上，最近彈道與最遠彈道間之距離 (見第二十二圖 C—D)。切面必中界與高低必中界，由於落角之連繫，其關係如下式：

$$\cos \omega = \frac{q_{100}}{h_{100}} \quad \text{或} \quad q_{100} = h_{100} \cdot \cos \omega$$

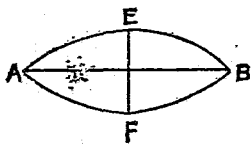
方向全數必中界 (b_{100})，乃最左與最右兩彈道間之橫間隔 (見第二十三圖 E—F)。
 ()。方向必中界較之射距離必中界，通常甚小。

六六 判斷某兵器之射擊效率時，主要以其橫截面必中界為標準，因其能表示依同一條件發射之子彈，其彈道分散所生隔離

第二十二圖 (側視)



第二十三圖 (俯視)



∵ CA ⊥ BA 及 CD ⊥ BC
 ∴ ∠ACD = ∠A
 BC

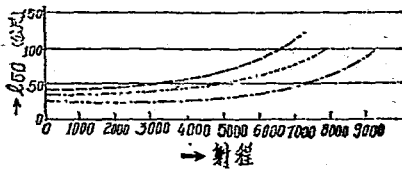
之度也。

但若統計某兵器之命中公算，而藉以判斷其戰術上應用之性能時，則通常以射距離必中界及方向必中界爲標準，較爲切當。第二十四圖中，示明各種兵器射距離半數必中界與射程之關係，以資比較。同時可由其曲線之形式，以見射彈散布隨距離而增大之狀況。

對於野戰砲射距離半數必中界所要求之限度，在最大射程三分之二距離內，不可超過其射程之百分之一，在末段三分之一距離內，不可超過百分之二。

六七 被彈面中射彈散布之法則：射彈散布之法則，必須在多數之射彈中，方能成立。射彈之數目愈多，此法則愈能顯明。射彈十發至二十發（平均十五發），可視爲最

第二十四圖



虛線：一六式野砲二號裝藥
兩點線：一六式輕野戰榴彈砲五號裝藥
間點線：一三式長管重野戰榴彈砲七號裝藥

少限度。

凡關於射彈散布所揭示之數目，均屬統計性質，切不可直認爲精確而固定者，僅能謂射彈按此數目以分佈之機會，當爲最多耳。

若射彈甚少時，則被彈面中射彈分佈之狀況，似乎全無法則可言，隨射彈數目之增加，乃漸次形成一種確定之法則。射彈束彙之大小，雖依兵器之精度及射手之能力而異，但在束彙內射彈分佈之狀況，其受此法則之支配則同。各種不同之散布原因，往往互相抵消，且小偏差常多於大偏差。故被彈面中之彈着點，愈向中心則愈密集，愈向外方則愈疏散，近於被彈面之邊緣，則僅有零星之射彈偶一落達而已。

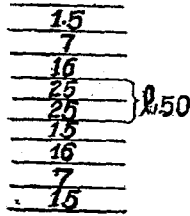
六八 平均彈着點：對於各彈着點之前後距離（或上下距離）與左右距離，平均相等之一點，名曰平均彈着點（平均點）。平均彈着點與火身口之水平距離，名曰平均射距離。通過平均彈着點之彈道，名曰平均彈道。若被彈面在火身口水平面中，則其標準狀況下之平均射程，即等於射表中所示之射程。

由平均彈着點之定義，可知若在被彈面中，彈着點之分佈大概等齊時，則對於平均彈着點，遠彈與近彈，當各得半數，偏左與偏右之射彈，亦當各得半數。

六九 下面所示射彈在被彈面中分佈之比較數目，彈數愈多，愈能真確。

將全部被彈面，按縱方向（上下或前後）或按橫方向（左右），用等距離平行線，分爲八帶。每百發射彈，其分佈於各帶中之彈數，概如第二十五及第二十六圖所示。

第二十五圖



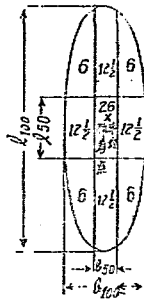
第二十六圖



約有全部射彈之半數，落於平均彈着點而旁在被彈面中央四分之一帶內。此即半數必中界，乃等於全數必中界之四分之一。在被彈面中央二分之一帶內

約有全數射彈之五分之四(參攷步槍射擊教範第二九條)。
 七十 在水平被彈面內，百發射彈，依公算而分佈，如第二十七圖所示。
 百發射彈中，平均能有一二發，超出散布橢圓之外。

第二十七圖



射擊時，雖無特殊之故障，亦能有超出全部散布區域之射彈發生。在彈數甚少時，往往有特出於一般範圍以外之射彈。此等射彈名曰不規彈。其發生之理由如下：各種散布原因之全數或大多數

，對於彈道之影響偶然一致，其量乃相加，且適遇其量之變化近於最高值時，則該射彈必有大偏差，而離平均彈着點過遠。在被彈面等之計算上，通例應除去單個之不規則彈而不計之。

七一 射表中所載之散布數值，概係指火身口水平面上之半數必中界而言。重機關槍之命中計算，則以其集束彈道中之有效部分為標準。該部分包含全部彈數百分之七十五(四分之三)，其尺度按高低(或射距離)及方向計之，則

爲全數必中界之七分之二。連續於其外緣之兩部分，各爲全數必中界之七分之二，所包含之彈數，每部分僅爲全部彈數之八分之一。（參攷重機關槍射擊教範第二四條及第八圖）

此等散布數值，乃由實際射擊結果所得許多數值之平均值。而此種實驗射擊，係用單個兵器，盡量免除擾亂射彈之種種影響，以施行之者。此等數值，不僅適用於火身口水平面，且凡在高低修正表之範圍以內，其精度猶能足用。

根據半數必中界，而按第六九條所述之法則，以計算全數必中界時，須知彈數必須甚多，方無大差。若彈數甚少，則實際全數必中界。常小於依射表推算所得之值。例如用單個兵器射擊，射距離之全數與半數必中界之比，其大概標準如下：

彈數10至20發： 1_{100} 約等於 $2.5 \cdot 1_{50}$

彈數20至40發： 1_{100} 約等於 $3 \cdot 1_{50}$

彈數40至60發： 1,100約等於3.5·1₅₀

七二 距離雖裝定適當，而瞄準點與平均彈着點仍鮮能一致。此則因兵器各部分之尺度及機構，不十分準確或因射手有一定之誤差也。（參攷步槍射擊教範第五六及第五七條）。在表尺射程上，平均彈着點對於瞄準點之偏差愈小者（特種影響及氣象影響須先行修正），則該兵器之命中精度愈佳。

長時間射擊之際，平均彈着點之位置能發生變化（因氣象，火身發熱，射手疲勞）而被彈面亦受其影響。

被彈面係完全以直達彈計算。至於斜着彈，乃射彈之曾與地面或與他項物體摩擦，而再以不規則之彈道繼續飛行者，不得列入被彈面計算之內。但尙能發揮強大之衝力及殺傷威力。

七三 射彈散布之利弊：吾人實需要射彈之有相當散布，以期對於目標之距離介在兩表尺分割間者，亦能命中，並在觀測錯誤或觀測困難時，亦不致射擊完全失效。有時射彈之自然散布，不足需用，尙須施行散布射，以擴大射

彈之束彙（見第七四及其以下數條）。

射彈之散布，不利於對小目標之射擊，從令平均彈着點已精確引導至目標中心點，但欲命中該目標，仍需要多量之彈藥。其彈數依半數必中界之大小而定（見第八八及其以下數條）。

第二節 對於命中之影響

第一款 散布之射擊

七四 散布射者：基於求得之射擊諸元，加用多種，以變換方向及距離，而施行之射擊也。

散布射之目的：効力射時，在數個距離上施行散布射，其各種理由如左：

（一）若目標大於自然之被彈面，而欲使被彈面包括目標全部，以免有不能被彈之處，則施行散布射。

（二）自然之被彈面中，彈數之分布不等齊，因欲矯正此弊，以使射彈能

平均散布於目標之各部，則施行散布射。

(三) 平均彈着點對於目標之關係位置，不能確定時，欲將火力擴張於較大之區域，以增加命中之機會，而免毫無射達目標之希望，則施行散布射。

(四) 圖上射擊時(見二七四條)，更加下列各項原因，而有施行散布射之必要：

特種影響(初速)之數值不精確。氣象報告實用之價值較遜(過時之氣象，測候之方法及其精度較差)。

目標偵察之不確實。圖材之不精良。點圖之不精密。陣地測地之不精確。砲兵連放列梯級修正之有誤差。

七五 散布射之散布量：各個散布距離，選用適當，力求在平均彈着點之周圍，射彈密度一至，即可以等齊之火力，控制一定之面積。欲行此法，試觀第二十五及第二十六兩圖，可知各散布距離相差之度，應等於「狹夾叉」，

即射距離半數必中界之二倍。依此法則，用同一兵器，三距離，各放百發時，其射彈之分佈如下：

1.5			1.5
7			7
16			16
25			25
26.5		1.5	25
23		7	16
23		16	7
26.5		25	1.5
26.5	1.5	25	
23	7	16	
23	16	7	
26.5	25	1.5	
25	25		
16	16		
7	7		
1.5	1.5		
300 佈發射彈之分	100 三發射彈：第 三散布距離	100 二發射彈：第 二散布距離	100 一發射彈：第 一散布距離

選用之散布距離差，與二倍之半數必中界相較，若過小時，則射彈易有局部密集之現象，若過大時，則在被彈面中能發生火力缺乏之處。

野戰砲散布距離差之大概標準，在近距離及中距離，不得小於100公尺。在遠距離，不得小於200公尺。火砲之散布甚小時（例如一六式輕野戰榴彈砲

，五號裝藥，中距離），爲使火力平均分配起見，其散布梯級可用50公尺之差數。每一兵器，可按其射表中必中界之數值，而求得對於各距離最適當之散布量。如此求得之散布量，惟對於每個散布距離，均發射多數（50發至100發）子彈時，方能適用。彈數少時，全數必中界較小（參看第七一條），則應加用中間距離爲要。

一切散布射，皆需要加多彈藥。倘以甚少之彈藥，施行數距離之射擊，則火力將過於分散。口徑愈小，單個射彈之效力界亦愈小，而此種弊端，更易發生。

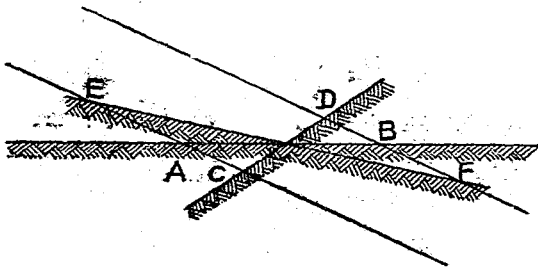
多數砲兵連，向同一目標區域中，重疊射擊時，其各不相同之散布面，混合一起，已足使射彈分布，達到相當等齊之程度，故每多省去數距離之散布射。欲火制縱深及橫寬甚大之目標，或能逃避火力之目標，則往往基於射擊技術上或戰術上之需要，不用散布射，而施行移動射。

第二款 彈道之形狀及地形

七六 集束彈道在地面上實際所顯現散布區域之大小，與目標附近之地形最有關係。上傾地形（見第二十八圖O——D），減短射彈必中界，下傾地形（E——F），增長射彈必中界。射表中所載之必中界數值，僅爲火身口水平面者。目標位置，若較高或較低於火身口水平面時，則該處之必中界，可由彈道圖中求得之。

對於能望見之目標，雖距離之目測及表尺之選擇，均不精確，而仍欲使射擊有效，則有力求彈道平伸之一法。但平伸彈道，有利亦有弊。蓋用平伸彈道，則僅能由較高之位置（瞰射陣地），施行

第 二 十 八 圖



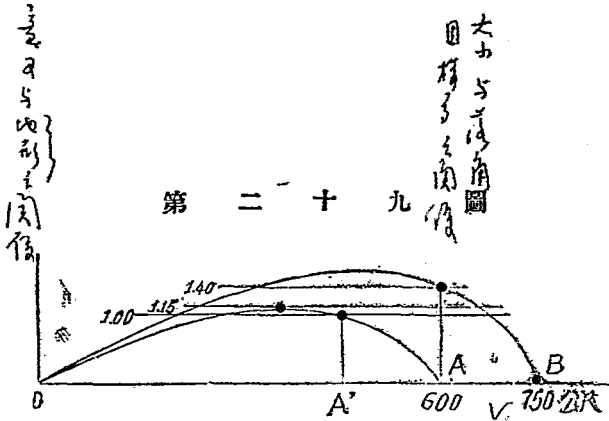
超越友軍之射擊(機關槍)。而當超越遮蔽物射擊時，則發生甚大之遮蔽界(死界)，此種平射火力不能達到之地界，惟有側射或曲射，方可達到。

七七 表尺區域：彈道愈平伸，則其所形成之表尺區域愈大。表尺區域者，在此區域內，用一定之表尺及一定之瞄準點發射，其彈道(或集束彈道)既不超於目標最高點以上，亦不落於目標最低點以下。換言之，即該目標在此區內，無論其實際距離如何，皆能命中之謂也。

例如第二十九圖所示：尖頭彈 300 公尺射程之最大彈道高，不過 1.75 公尺。設有 1.75 公尺高之敵人，向射手前進，射手瞄準其最下際而射擊，則該敵人在 300 公尺之內，皆能命中之，故此時之表尺區域為 300 公尺。若瞄準其頭部，則該敵人前進，一經超過 300 公尺距離之界限，即出於表尺區域之外。距離 600 公尺，目標高 1.75 公尺，瞄準頭部時，此彈道之射程約為 750 公尺。此時之表尺區域，僅為 150 公尺(300 公尺至 750 公尺)，即由 A 點至 B 點也。故因瞄準點變更，而射程及表尺區域亦變更。瞄準目標之最下際時，其表尺區

表尺
範圍

第二十九



域最大。設目標高僅為一公尺，準瞄其下際，則表尺區域為由A至A'。

凡對於瞬間目標，或對於近距離行直接瞄準，務應迅速得到射擊效力之各種兵器，特須具有較大之表尺區域（如攜帶火器，戰車防禦砲等）。

七八 表尺區域之大小，與下列兩項有關係：

(一) 落角：落角愈小，則表尺區域愈大。而落角則隨射程而變化。

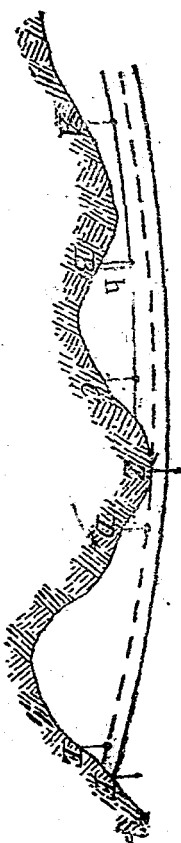
(二) 目標高：目標愈高，則表尺區域愈大。

在平面地形上，縱深目標（縱隊，縱深配備之散兵羣）之表尺區域，等於其同高之橫線目標之表尺區域，更加以該目標之縱深。縱深目標若在上傾地形上，則其表尺區域增大，因其目標高無形增大也（假目標高）。

七九 危險界：某集束彈道，雖非係向某軍隊瞄準時，

若該軍隊在該集束彈道所覆蔽之某地界內，亦有命中之危險，則此地界名曰危險界。在危險界內，集束彈道距離地面之高度，概不超出目標高以上（參看第三十圖）。

第三十圖



向目標Z發射，則其集束彈道，對於與山等高之軍隊，所形成之危險界，為A至B，C至D，E至F等。其安全界（死角）為B至C，D至F等。

八十 危險界之大小，除與被危害軍隊之高度有關係外，全視彈道與地面互相切近與否。按地形之不同，決定應用平伸或彎曲彈道，以期有較大之危險界。凡彈道傾角小於地形傾角之處，即發生遮蔽界。

在平面地形上，落角（彈着角）愈大，則危險界愈小。危險界亦能因地形之關係，而位於目標之遠前方或遠後方。上傾地形，減小危險界。下傾地形，增大危險界。若由高處對低處之敵人射擊時（瞰射），則在敵方形成之危險界，較爲減小。

八一 表尺區域，表示在該區域內之某目標，雖不改變表尺，亦能命中。危險界之意義，在表示某部隊一經進入其界內，雖集束彈道本非向其瞄準時，該軍隊亦能受損害。表尺區域與危險界，必須在平面地形，且目標與被危害之軍隊，其高度恰巧相等時，方合爲一。

八二 乾燥地及沙土地，使試射容易。岩石地易發生斜着彈及石塊碎片（鐵道堤，山地）。堅硬地面上，易發生跳彈。惟彈着角大抵須小於十五度至二十度時，射彈方能跳飛。

八三 目標後方，若係上傾甚急之地形（密林及家屋等亦然），能發生回彈，特於重子彈易有之。上傾甚緩之地形，縮短散布束蘊着於地面上之縱深效力

(見第二十八圖)。目標後方，若係下傾甚急之地形，則遠彈無效力。

第三款 目標之性質及戰鬥隊形

八四 目標暴露之大小，及其明視之程度，對於命中，均有關係（目標之掩蔽偽裝埋伏之利）。

垂直目標，對於平射火器，呈露較大之被彈面。水平目標，對於曲射火器，呈露較大之被彈面。暴露甚大及顯明易見之目標，試射甚易，且易收射擊效力。對於散布於廣地區內之小目標（面積目標），無從施行精密試射，必須施行散布射，火力既分散，彈藥之耗費亦甚巨。運動甚速之目標（飛機，汽車，戰車，乘馬者），利用其速度，能逃避射擊效力。對於狹窄之目標（縱隊）射擊時，風力能將射彈束薰吹移於側方，務須注意。

八五 新式之戰鬥隊形，均係顧慮射擊效力而定。故步兵及砲兵，均利用遮蔽障地，橫寬及縱長之區分，梯次配備，放大間隔與距離，土工作業，偽裝

，發放烟霧等，以減小被彈面及敵眼觀測之危險，而使敵試射困難，火力分散。疏散之散兵羣，僅於躍進時之短距離中，呈露良好之瞬間目標。地面上雖微小之地形遮蔽及土工作業，在近距離時，對於步兵輕兵器之平伸彈道，亦能收掩護之效。火炮機關槍及迫擊砲等，利用有掩蔽而且擴大間隔與縱深之不規則配備，戰車則將多數車輛分爲若干波，並利用人工烟霧，以期對於敵之集中火力，有所掩護。

狹窄隊形（單行縱隊），對於無觀測之縱射，僅露出甚小之被彈面，在地形中易覓得掩蔽，命中較難。但其隊形愈長，則對於瞄準之縱射，愈易於命中。其對於側射及斜射，均能受大損失，因其形成寬大目標也。

橫寬之目標，因其被彈面較大，故被敵縱射（掃射）時，較單行縱隊所受之損失爲大。

第三節 命中公算之應用

第一款 通則

八六 吾人對於兵器在戰術上之判斷及運用，以及對於軍隊在教練上及能力上之要求，均須藉助於命中公算，以定其標準。

依射彈之散布法則（見第六七條），可以對於射彈束蕈之任何部分，或對於束蕈內已知其高度長度寬度之某目標，計算其命中彈之公算數目。計算所得之數，有時與實際之命中成績懸殊。但此種計算值乃多次同樣射擊之平均值，其與實際相近之時居多，而相差甚大之時極少。

施行命中計算時，必須精密考慮射擊時之一切條件，及在計算上應用之假設數。否則其所得之結果，最易錯誤。

八七 公算因數 (W)，為命中公算之礎基，乃目標尺度（高或長與寬）與半數必中界（高低或射距離與方向）之比。每一公算因數，相當於一定之命中百分數（參考射表中所載公算因數與命中百分數對照表）。半數必中界及公算因

公算因數
與半數必中界
之關係

相應之命中彈數，爲13%。按方向言之，爲 $\frac{1.0}{1.3} = 0.77$ 。其相應之命中彈數，爲39%。

如上所述，每發射子彈100發，按高低能有13發命中目標。餘87發，則一半高於目標，而落於目標後方，一半低於目標，而落於目標前方。但在此13發高低命中彈中之每100發，僅有其39發按方向亦能命中目標。其餘則有一半偏於目標左方，一半偏於目標右方。故目標之命中百分數，等於高低命中百分數與方向命中百分數之乘積，再以100除之，即：

$$\frac{13 \cdot 39}{100} \% = 5.1\%$$

每100發射彈中，有5.1發命中目標。平均20發射彈，一發命中。

(例二)一六式野戰輕榴彈砲之命中百分數，可依同法計算之。其公算因數：

按高低言之，爲 $\frac{0.5}{1.8} = 0.28$ 。其相應之命中彈數，爲15%。

按方向言之，爲 $\frac{1.0}{0.5} = 2.0$ 其相應之命中彈數，爲 82%。

$$\frac{15.82}{100} \% = 12.3\%$$

每一〇〇發射彈中，有 12.3 發命中目標。平均均 8 發射彈，一發命中。（由此可見散布小及斷面比重大之利益，參看第三二條）

前項彈數中，尚須加入精密試射所需彈數。而試射彈數之多寡，則視射擊準備及射擊指揮之良否而定。吾人可注意，一六式野戰輕榴彈砲子彈一發，重於一六式野戰加農砲子彈兩發。故一六式野戰輕榴彈砲，收效較速而持久。此兩種火砲，若使收相等之效力，則亦約需等重之彈藥量。

八九 按第八八條之例，倘未能精密試射，而平均彈着點在目標前 50 公尺，則命中成績若何？

在此種情形，宜將目標高，換算爲可命中之目標長。（參看第二十一圖）

AB (可命中之目標長) = HA (目標高) \times cot ω (落角 ω 之餘切)。實際之目標長

平均彈着點
在目標前 50 公尺
中

第三十一圖



(縱深)，在小目標可不顧慮。A B 束彙間之一切射彈，均可命中目標（在目標寬以內者）。 σ_{wc} 之值，相當於 射彈離之半徑 之值（參看第六五條）。射表中所載 1500 公尺距離之射距離半數必中界：在一六式野戰加農砲為 33 公尺，在一六式野戰輕榴彈砲為 20 公尺（因其落角較大）。故得戰野加農砲之 $AB = 0.5 \cdot \frac{36}{2.0} = 9.0$ 公尺。

野戰輕榴彈砲 $AB = 0.5 \cdot \frac{20}{1.8} = 5.5$ 公尺（表尺區域較小）。

(例一) 求一六式野戰加農砲之命中公算：

EB 地帶內之命中百分數：

$$EB = 2 \times OB = 2 \times (50 \times 9.0) = 118 \text{ 公尺}$$

$$\text{公算因數} = \frac{118}{36} = 3.3$$

命中彈數 = 97%

D A地帶內之命中百分數：

$$D A = 2 \times C A = 100 \text{公尺}$$

$$\text{公算因數} = \frac{100}{36} = 2.8$$

命中彈數 = 94%

故在E D及A B兩地帶內之命中百分數，共為97 + 94 = 3%。而在A B地帶內者，為3%命中彈。

(例二)一六式野戰輕榴彈砲之命中公算，可同樣推求之。

E B地帶內之命中公算因數，為 $\frac{111}{20} = 5.5 = 100\%$ 命中彈。

A D地帶內之命中公算因數，為 $\frac{100}{20} = 5 = 100\%$ 命中彈。

換言之，即在A B地帶內完全無命中彈。蓋一六式野戰輕榴彈砲之散布甚微，若試射不準確，竟至毫無一彈命中目標(參看第七二條)。而在一六式野戰

加農砲，則尙可得0.6%完全命中彈(39%之射彈，均命中於目標之方向內，參看第八八條)。

九七 若在戰時，因種種不良情況(火身衰損，射手困憊等)，射彈散布，增大三倍，則第八八及第八九兩條所述之命中成績，將如何？

其推算之法仍同。只須將射表中所載之高低及方向半數必中界之值，三倍之，即得命中彈之全數如左：

一六式野戰加農砲之命中百分數：按第八八條，則爲0.64%。按第八九條，則爲0.28%。

一六式野戰輕榴彈砲之命中百分數：按第八八條，則爲1.26%。按第八九條，則爲0.85%。

九一 按第八八至第九〇各條所述，在1500公尺距離，對一輕機關槍射擊，欲得一發完全命中彈，則除試射彈不計外，須發射下列之彈數：

情況	情況最佳時	射擊指揮不良時	兵器及射手不良時	射擊指揮兵器及射手均不良時
砲別	(參照第八八條)	(參照第八九條)	(參照第九〇條)	(參照第九〇條)
一六式野戰加農砲	20	167	156	358
一六式輕野戰榴彈砲	8	完全不能命中目標	62	118

以上所述，係僅就完全命中彈而言。若用榴彈時，則着達於目標前方及側方之子彈，尚有若干能收殺傷之效力。野戰輕榴彈砲，因其子彈之破片效力較大，故用以射擊機關槍，遠勝於野戰加農砲。欲免誤用砲兵之效能，須特注意於此。

由於計算，可得下列各項定則：

- (一) 散布甚小，若有良好之射擊指揮，可不費多量彈藥，能迅速收功效。精良之兵器能力，必須有良好之射擊指揮以運用之。
- (二) 散布甚大，若在不良情況下，特能免除完全錯誤之射擊，但須多費

彈藥及時間。當此時間，目標每能逃出火力之外。

(三) 試射(射擊指揮)欠精，若表尺區域不大(彎曲彈道)則其對於命中之影響，更甚於操作上之誤差。

(四) 殲滅小而窄之目標，必須彈藥充足。若平均彈着點不在目標中心(按之常規，往往稍偏於一旁)，則完全命中彈更少。

(五) 以完全命中彈收射擊效力，概須用大宗彈藥方可。故以小口徑之榴彈，射擊有掩蔽而不易確定其位置之目標，頗不適當。不如用榴彈之向兩側有良好破片威力者，收效較速(此點對於步兵砲極關重要)。

九二 設有野戰輕榴彈砲一連，在遮蔽陣地中，用長管野戰榴彈砲榴彈及四號裝藥，對於由觀測所能望見之敵砲一連(四門)射擊。距離為500公尺。所發射彈均落於目標區域之方向內。平均彈着點正在目標中心。其命中公算如何？敵砲連寬120公尺。無縱深之放列。砲高1.4公尺，寬1.5公尺，並未構

築掩體。用射表中必中界之二倍值計算（按高低18公尺，射距離50公尺）。除完全命中彈外，其餘子彈之落於敵砲前15公尺以內者，亦均認為有精神上及物質上之效力。

(甲)完全命中彈數之計算：

按高低計之：公算因數為 $\frac{1.4}{18.4} = 0.076 = 7\%$ 命中彈。

按方向計之：目標寬120公尺，而其可命中之寬度，為 $4 \times 1.5 = 6$ 公尺，即有高低命中彈之 $\frac{1}{20}$ 能命中敵砲。

故總計命中彈為 $\frac{1}{5} = 20\%$ 。

(乙)有效射彈數之計算：

落於砲之前後各15公尺以內之彈數（平均彈着點在目標中心）：公算因數為 $\frac{30}{52} = 0.58 = 58\%$ 。而其有效力者，為落於目標前之半數，即全部射彈之 15% 也。

判斷：完全命中彈對於疏散之目標，其效力固微，然有效射彈甚多，能殺傷人員，故可彌補其缺點。雖無殲滅之效力，然多數子彈落於目標附近，在精神上及物質上，能使敵砲兵失去戰鬥力。若敵砲兵據有工事（目標面較小，對於破片掩護較多），則有效彈數必大減。若方向及距離之試射，未能精確時，亦然。用散布射時（敵砲梯次配備時，即宜用此種射擊法），必耗費相當多量之彈藥，方可收效。此項射擊，凡落於目標前方5公尺以內之子彈，固不能皆可收效。但有若干子彈，落於目標前方稍遠處，或其後方切近處，能收效力，且增高精神上之威力。此外對敵存置之彈藥，亦可得甚大之破壞效果。

法國人認為欲破壞一砲兵連，若用七公分五加農砲，必需子彈500發至800發。若用十五公分加農砲，則需子彈300發至500發。其所需彈數，各依射距離之大小，而有增減。歐戰中，德國砲兵有如此數量之彈藥，以供應用之時機，甚少。因其彈藥缺乏，故在用度上大受限制，而不能不力求節省。

第三款 關於射擊法之判斷

九三 設某彈道之平均彈着點，在目標前方 20 公尺。目標之精確射距離為 5020 公尺，試射時，用 5000 公尺之表尺，得一遠彈（以目標為基準）之公算如何？以戰時之射距離半數必中界等於 100 公尺計之。

在平均彈着點前後各 20 公尺之區域內，公算因數為 $\frac{40}{100}$ ，命中百分數為 21%。其餘 79% 之射彈，一半為遠彈，一半為近彈。即表尺為 5000 公尺時，約有全彈數之 40%（五彈中有一彈），遠於 5020 公尺之距離。由此可見有順射之必要。藉以探求平均彈着點對於目標之真確位置。俾能引導平均彈道通過目標，而得到良好之射擊效果。

九四 一六式野戰加農砲，用一五式被帽之加農砲榴彈，在 1000 公尺距離，射擊輕戰車（可命中之高為 2.3 公尺，寬為 1.8 公尺），假設其平均彈着點：
（甲）在目標中心，（乙）在目標前方 50 公尺，則其命中公算如何？高低及方向

半數必中界，均為0.8公尺，射距離半數必中界為38公尺。

(甲)平均點在目標中心時：

按高低計之：公算因數為 $\frac{2.3}{0.8} \parallel 2.9$ 。命中百分數為95%。

按方向計之：公算因數為 $\frac{1.8}{0.8} \parallel 2.25$ 。命中百分數為86%。

總計之：命中百分數為82%。

(乙)平均點在目標前方50公尺時：

平均彈道通過目標足點下方 $\frac{50 \cdot 0.8}{38} \parallel 1$ 公尺處(瞄準目標下際)。

按第八九條之計算法，則在此情況得總命中百分數為75%。

結論：對戰車射擊，若能迅速使平均彈着點在目標中心，則雖至1000公尺距離，尚可得甚佳之命中公算。

目標中心高出地面1.15公尺，凡距離適當之射彈，由目標側方飛過者，應於戰車後方 $\frac{1.15 \times 38}{0.8} \parallel 57$ 公尺處，方與地面接觸。此項計算，證明吾人對戰

車射擊，不可因一二遠彈，而即冒然縮短距離。換言之，如得若干遠彈並發現近彈時，正可爲有效距離之徵象。

第四款 關於近彈之避免

九五 設有野戰加農砲一連，奉命由正面對敵軍最前線戰壕，施行殲滅射擊。距離3000公尺。敵我最前線戰壕相距100公尺，戰時之射距離半數必中界爲30公尺。若該砲連已試射準確，尙能有若干子彈落於本軍戰壕之內及其後方？

因全數必中界爲 $4 \times 30 = 360$ 公尺，故在本軍戰壕後方30公尺以內，尙落有少數子彈。近彈數爲 $\frac{360}{30}$ （計算方法與第八九條相似），即平均每十一發射彈中有一發過近。爲使我軍免受損失計，可退出自己之戰壕，或以迫擊砲代行射擊，或用火砲迫擊砲重機關槍施行側射。

九六 按第九五條之例，敵軍戰壕前後各10公尺以內，能落達若干子彈（精

神上及物質上之效力)？

(甲)若砲連已試射準確時：

公算因數為 $\frac{20}{90} = 0.22$ ，命中百分數為12%。

(乙)若不准有一近彈落於本軍戰壕內時：

必須將平均彈着點移於敵戰壕後方8公尺，而按第八九條之方法，計算敵壕前後各10公尺內之命中彈數，則僅得6%。

故因近彈之照明信號，而將砲火前移，則效力必大減。但因氣象影響，移動平均彈着點，所發生之近彈，則無此種關係。

第五款 關於步兵之射擊

九七 步兵輕重兵器射擊之命中公算，亦均依第二款所述之法推求之。其射彈散布之測算，則多係以散布半徑為標準。散布半徑者，乃在垂直被彈面上，以平均彈着點為圓心，作一能包含半數射彈(50%)之圓，其所用之半徑也

步高相高近
距高相高近
命中總力之
計算

(參攷步槍射擊教範第三圖)。

在近距離，射擊圓靶，其命中能力，可用所謂簡略命中公算因數推算之，其式如左：

$$\text{簡略公算因數} = \frac{\text{圓之半徑}}{\text{半數散布半徑}}$$

簡略公算因數	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5
命中百分數	0.7	3	6	11	16	22	29	36	43	50	63	74	83	90	94	99

舉例：狙擊射手有一種合格規定，要求在100公尺距離發射五彈，每發無八點以下者（即不應有一發着於八圓以外）。此項條件，若用精良之步槍射擊時，是否有達成之可能？

半數散布半徑，在200公尺距離，為6公分。

圓頭靶八圓之半徑為25公分。

八圓內之公算因數為 $\frac{25}{6} = 4.2$ 。即命中百分數為100%也。故若用精良之步

槍射擊，則所發射五彈，必皆命中於八圓以內。然則上述之條件，甚易達成

命中中列
推之命中
即未達成

九八 利用所謂「命中行列」，可以顯示射擊技術上之比較關係。設想於射彈束蘊之內，在表尺射程處，及在表尺射程之前後若干等距離處，均立有密集之靶，形成靶牆，其高一定，其寬無限。計算命中於此種各個靶牆之直達彈百分數，即得命中行列。此項行列，與其計算上所根據之距離，散布，目標高及表尺位置，均有關係。由於變更此種假設數，可以察知命中成績之比較，且對於前進或後退之部隊等，能察知其損失之加多或減少（例如：散布之大小不同，或彈道低伸之程度不一，或表尺之裝定不同）。舉例如左：

（例一）中等射手，對甚寬之密集目標地帶射擊，目標高 0.3 公尺，表尺 800 公尺，用尖頭彈，其命中百分數如下表：

距離公尺數	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------

正規散布	—	0	0.1	0.5	1.1	2.7	5.4	8.0	8.9	6.0	2.5	0.6	0	—	—
二倍散布	1.3	1.7	2.2	2.9	3.2	3.6	4.0	4.2	4.4	3.8	2.9	1.9	1.1	0.6	0.2

(例二)若用八八式及九八式步槍，尖頭彈，對該目標地帶射擊，則其命中百分數如下表：

表 尺 射 程	彈種	目標前公尺數										目標後公尺數				
		350	500	250	200	150	100	50	0	50	100	150	200	250		
800 公尺	八八式彈				0	0.1	0.7	5.1	8.9	3.7	0.4	0				
	尖頭彈	0	0.1	0.5	1.1	2.7	5.4	8.6	8.7	6.0	2.5	0.6	0.1	0		
1200 公尺	八八式彈						0	0.1	2.1	5.2	1.2	0				
	尖頭彈					0	0.1	0.7	3.4	5.2	2.5	0.3	0			

第一例，示明在正規散布時，效力較大。而在二倍散布時，則可免射擊完全錯誤之弊，但效力較小。

第二例，示明因尖頭彈之彈道較爲平伸，故其命中能率勝於八八式彈。

九九 由以上所舉之例，可見第九一條中第一至第四項之定則，亦適用於步兵之射擊。表尺選用之錯誤，其影響於命中，較大於因射手散布增大所生之影響。且往往因觀測困難，不能修正彈着點位置，而表尺錯誤之影響，乃益重大。故用重機關槍，在遠距離，射擊掩蔽目標時，務須精密決定射擊基礎諸元爲要。

第二篇 拋射藥破壞藥及點火藥

第一章 通則

功用

拋射藥者，用以推動子彈通過火身，因而盡量將其所含工作能力之一部分，賦與子彈，以使子彈向前飛行之火藥也。破壞藥者，用以炸毀之火藥也。故拋射藥氣體之發生，須漸次加強，其壓力之增高，因而較緩，乃能有推進之功用（火藥之爆發）。而破壞藥則須於極短時間內，急劇化成多量之氣體。乃能對於其周圍發揮猛烈之破壞效力（火藥之爆炸）。

點火藥者，用以點着拋射藥及破壞藥之火藥也。

一〇一 拋射藥及破壞藥點火之法，可分數種如左：

- (一) 由於衝擊，壓力，摩擦（例如：雷汞，爆粉，爆發油）。
- (二) 由於點火藥之火焰（例如：黑色藥，微烟藥）。
- (三) 由於特備之起爆具，或空氣衝力（爆炸力）之遞傳（例如皮克林酸及

其相似之炸藥)。

一〇二 火藥按其保存上危險程度，可分類如左：

(一) 易於爆炸及爆發者：各種雷管，白金線信管(具有雷汞管)，各種起爆筒(雷汞壺等)。

(二) 易於爆發及燃燒者：導火索，火藥，照明及信號劑。

(三) 感應較鈍，但在高溫度中或強爆炸力下，可提起爆發或爆炸者：步槍彈藥筒，手榴彈，爆裂彈藥。而手榴彈未安雷管或爆裂彈藥未安猛炸信管者，亦然。

(四) 安有猛炸信管之爆裂彈藥，安有雷管之手榴彈，以及各種火砲彈藥筒，因其敏感部分，皆經封閉，則對於衝擊，火熱，爆發之遞傳等，更較爲鈍感。

第二章 拋射藥

一〇三 純粹機械的拋射方法(弓，弩，投射機)：其效力甚微，且極不等齊

以壓榨空氣施行拋射，通常只可在固定處所用之(例如魚雷)。攜之以赴戰地，則頗困難。

以電磁力施行拋射之砲(電磁圈)，曾經實驗，但因其過於龐雜笨重，迄今不能見於實用。

故施行拋射，惟有用可在使用之瞬間化為氣體，而能發揮工作能力之火藥。

一〇四 微烟火藥：微烟火藥之基本原料，為純淨之棉。此棉依其硝化時所用硝酸與硫酸濃度之大小，或成強棉藥(濃度大)，或成弱棉藥(濃度小)。錳火藥，由硝酸錳與木炭混合而成。

微烟火藥之分類及用途表

分	類	主 要 用 途
成	分 形 體	

硝化纖維性火藥 (純粹之硝化纖維火藥)	方片藥	攜帶火器及加農砲
	管狀藥 圓柱形藥	
硝化甘油性火藥 (含硝化甘油之硝化纖維火藥)	方片藥	榴彈砲，臼砲及加農砲
	管狀藥 環形藥	
	圓片藥	

(一) 方片藥(平扁形藥)之形體，以其邊長與厚度表示之。例如：硝化纖維性步槍方片藥，其略號應為

$N_{2.}Gaw.B1.P.(2.2.0.45公厘)$ 。

(二) 管狀藥之形體，以其長度與內外直徑表示之。例如：硝化甘油性管狀藥，其略號應為

Nel. R. P. 750.10/4公厘)。

(三)圓柱藥(棒狀藥)之形體，以其長度與直徑表示之。例如：硝化纖維性圓柱藥，其略號應為

Nz. Slb. P. (0.8:0.8公厘)。

(四)環形藥之形體，以其厚度與內外直徑表示之。例如：硝化甘油性環形藥，其略號應為

Nel. Rg. P. (3.25/5公厘)。

(五)圓片藥之形體，以其直徑與厚度表示之。例如硝化甘油性圓片藥，其略號應為

Nel. Pl. P. (73.5:0.8公厘)

VO五 製造純粹之硝化纖維火藥，係將強棉藥與弱棉藥，用酒精與醇精（又名醚或以脫）為溶劑，以破壞其纖維組織，施行膠化，壓榨至所要之厚度，而製成所要之形體。若加以安定劑，則易於保存。步槍火藥，塗以石墨，

使其不受氣象及摩擦電氣等之影響。

製造含硝化甘油之硝化纖維火藥，係將弱棉藥，用硝化甘油（爆發油）為溶劑，調製而成者也。

歐戰中，曾用木纖維質以代棉花。

硝化纖維性火藥，燃燒溫度約為 2200°C 。在稍高壓力下，燃燒等齊，且不甚劇烈。主要適用於長管之火器（步槍及平射砲）。

硝化甘油性火藥，其含硝化甘油較多者，燃燒溫度約為 2800°C 。因溫度較高，故燃燒較速，且在變換之氣體壓力下，燃燒亦頗等齊。宜用於短管及變裝藥之火砲（榴彈砲及臼砲）。

硝化甘油性火藥，其含硝化甘油較少者，效力及功用，頗與硝化纖維性火藥相近似。故多係用於長管火砲。

硝化甘油性火藥，對於氣象之交感較小。但其燃燒溫度較高，易於燒蝕火身，而縮短火身堪用之時間。

一〇六 強烟火藥：黑色藥，乃由硫磺，木炭，硝石（約爲：硫磺 50% ，木炭 16% ，硝石 74% ）混合而成。爲不規則之藥粒，或壓榨而成某種形狀。燃燒時，約有 5% 化爲氣體， 95% 化爲固體。強烟卽由此固體而發生。黑色藥之用途：可作藥筒之副裝藥，以增強爆管之火焰，而助點火。或可作榴霰彈彈底藥室之拋射藥（發白烟雲，而便觀測）。

一〇七 對於拋射藥之要求如左：

- (一) 工作效力（拋射效力，參看第五條）須大。火器內之「有效工作」，等於子彈之火身口威力與火器之裝藥重量之比。
- (二) 拋射效力須等齊，雖用各種不同之裝藥時（氣體壓力變更時，參看第三條），亦然。若拋射效力不等齊，則射彈散布增大。
- (三) 須易於點火（無須別用副裝藥）。
- (四) 最高氣體壓力，不可過大。燃燒溫度，不可過高。（以免火身之衰損，燒蝕，發熱，膨脹等）

(五)須能隨意規正其燃燒速度(參看第六條)。

(六)發烟，火身口火，及燼渣，均須微少(以免易被敵見，兵器亦較耐用)。

(七)須易於保存，須不易受氣象影響，尤須不易感潮濕。搬運時，亦須安全。

(八)火藥氣體，須對於人體無危害(以免危害操作人員，在裝甲砲塔及戰車內尤要)。

(九)製造上須無危險。

(十)其原料及製造，均不須仰給於外國。價須廉。

欲製造一種火藥，使其盡合上述一切之要求，現在尙不可能。每一種火藥，務使其性能(成分，效力)及形狀(長度，厚度，管狀，片狀，扁形，環形)，均適合於應用該火藥之火器，可也。

第三章 破壞藥

一〇八 破壞藥效力之發生，乃由一高壓之爆炸波，將火藥化為氣體也。其爆炸波之傳播速度(爆速)，可至8200公尺/秒。此種化學變化，必須用起爆具(多係用雷管，內裝雷汞)提起之。若破壞藥之分解不完全，則其所發揚之破壞效力必小(誤發彈)。爲使爆炸之遞傳確實起見，多用一種易於爆炸之火藥(傳火藥)加入於雷管與破壞藥之中間。

現今充作破壞藥者，以硝基化合物爲主，乃氮氧與炭氫之化合物。其炭氫化合物，則由乾餾石炭之煤焦油中取得。此種破壞藥爲：三硝基甲烴 Trinitrotoluol (茶褐藥) 及皮克林酸 Picric acid (苦味酸，炸藥酸，三硝基烴醇，黃色藥) 等。皮克林酸破壞藥，在法國名爲美利尼特 Melinite，在英國名爲利代特 Lyddite。歐戰中，所用其他種種破壞藥，僅爲一時濟急之代用品耳。

上述之硝基破壞藥，因其反應甚速(爆裂效力)，故對於鐵材，木材，石材，均有甚大之效力。但其對於土地之效力，則不及礦山所用富於推動性之硝酸鉍破壞藥。

一〇九 歐戰中德國曾用之破壞藥如左：

(一) 02年式炸藥(係二硝基甲烴)，用爲榴彈炸藥。

(二) 88年式榴彈炸藥(係皮克林酸)，用爲爆發罐之爆藥，傳火藥，及榴彈炸藥。

(三) 02年式炸藥，以硝酸銻爲伸張劑，用作榴彈炸藥。

(四) 二硝基烴，用以填實榴彈。又混合以過氫酸鹽，用爲迫擊砲彈之炸藥。

(五) 阿摩那爾 Amonal (三硝基甲烴，硝酸銻，鉛之混合藥)，及其他硝酸銻破壞藥，用爲填實榴彈及地雷之炸藥。

88年式榴彈炸藥之破壞威力，大於02年式炸藥。但88年式榴彈炸藥，能溶於水，且與金屬(尤以鉛爲甚)接觸，卽生成猛烈爆發性之金屬鹽(皮克林酸鹽)，而須用紙袋或布囊保護之。02年式炸藥，則無此等缺點。然88年式榴彈炸藥，特別適用爲傳火藥，因其較02年式炸藥，易於爆炸也。

第三至第五各項破壞藥，皆係補充品。而其效力皆較02年式炸藥爲大。但含硝酸銻之破壞藥，吸濕性大，一受潮濕，其破壞力大減，故不適用於平時久存。過氯酸鹽破壞藥，對於觸撞之感應甚銳，故不適用於榴彈炸藥之用。

破壞藥，可經壓榨或熔鑄，而盛於紙筭內，然後將此全體裝入子彈中。或可直接灌鑄於彈腔內。

一一〇 對於破壞藥之要求如左：

(一) 須由小體積，在極短之時間內，能發揮強大之壓力（猛烈之爆裂性能）。欲達此目的，則炸藥須有大爆速，大比重，且能發生極多之氣體及熱量。炸藥之作用，須裂碎彈體，並猛力將所生之破片拋散之。依氣體之膨脹（氣壓），對於周圍直接發揚其威力。破片之散飛界須廣。侵徹力須大。

(二) 效力須等齊。點火容易，起爆確實。無誤發彈。

(三) 須有濃厚之爆烟，強烈之火光，巨大之爆炸響聲（便於觀測，且有

精神上之效力)。又須發生毒害之氣體(炭及氮之氧化物)，以爲副作用。

(四)對於觸撞之感應須鈍。在火身內發射時，在運輸時，或有完全命中彈着於子彈堆中時，均須不致爆炸。

(五)須能常久保存，而不變性質。且不受氣象影響。

(六)比重須大(因子彈斷面比重之關係)。

(七)製造及填實時，須容易且無危險。原料須不仰結於外國，價格須廉。

硝基炸藥之爆烟甚微，若藥量少時(野戰砲榴彈炸藥)，則其發烟功用，尤爲不足。故加用發烟劑雖能減小其炸力，但亦所必需也。

第四章 點火藥

一一一 點火藥之功用，在藉以提起拋射藥之爆發及破壞藥之爆炸。其中含

有被打擊或摩擦而易於發火之成分。

爲拋射藥點火時：藥筒則用雷管或爆帽（爆管）。藥包則用門管。此等點火具內，皆裝有起爆劑或摩擦藥，例如雷汞，氣酸鉀，硫化銻等。而爆管內，則更有壓樅藥以加強其發火力。利用由點火具所發生之火焰，以點着拋射藥。爲增大此火焰，俾裝藥發燒迅速，則常用黑色藥爲副裝藥。

爲破壞藥點火時：利用起爆劑（例如若干克之雷汞）發出之爆炸衝力，以提起炸藥之爆炸。而此起爆劑，則由雷管之火星點着之。砲彈之雷管及起爆劑，均裝於信管內，並用傳火藥。以資導炸。



第三篇 砲兵

第一章 自一八七一年後砲兵武裝與戰術之相輔演進

一一二 在一八七〇至一八七一年普法戰役時，砲兵曾用其強大威力，打破敵人之抵抗，開拓步兵戰勝之道路，以圓滿解決其任務。一八七三年，採用精良之〇—七三式八公分八野戰砲，遂達到武器進步一時之極峯。用空炸榴霰彈，爲砲兵對活動目標之卓越戰具，而着發黑色藥榴彈，用以射擊當時認爲有抵抗力之野戰目標，亦能收良好之效果。

一一三 一八七七至一八七八年俄土戰役時，乃發生新問題。土國在普勒那 (Plevna) 設極強固之野戰築城。致俄軍之野戰砲兵，不能完成衝鋒前進之準備射擊。因作戰運動之遲延，遂令決戰受其影響。故戰術上遂要求野戰軍之砲兵，須能協助步兵，對敵之強固野戰築城開闢前進之道路。一方面則增強野戰築城，一方面則擴大砲兵威力，此項競爭，直演進至歐戰期間。

欲增加砲兵之威力，經長久之試驗，乃得左列三法：

(一) 採用空炸爆裂榴彈（一八八八年），在平射時，其直向下方散飛之破片，能殺傷位於急峻掩體後方之部隊。

(二) 製造野戰軍中能運動之重砲。

(三) 採用能曲射之野戰砲（九八式輕野戰榴彈砲）。

一一四 在此同一時期，兵器工藝上發生重要之改革，以致戰術上受其影響，即發明微烟藥及爆裂破壞藥是也。

自微烟藥使用於戰場以來，烟幕消滅，而火器之能力，尤其火砲之射程，特為增加。最初僅將新發明之拋射藥及破壞藥試用於舊兵器。直至採用九六式野戰加農砲，始更能增大射擊能力及發射速度，與步兵火器之改進，并駕齊驅，而有與其同等之性能。

一一五 一八九七年，法國已採用與現在相同但較重之七公分五管退式加農砲，帶有護板，而完成更進一步之改革。於是兵士可留在原位發射，不必每

發離往車輪外方，射擊速度乃因而增大。護板則對於前面之空炸榴霰彈破片及步槍射彈，頗能確實防護。

一九〇六年，德國始亦採用砲身後退之火砲，即新九六式野戰加農砲，與現用之九六一一六式野戰加農砲僅稍有不同。一九〇九年，復採用九八一〇九式野戰輕榴彈砲。一九〇二年，德國始採用〇二式野戰重榴彈砲，以成立野戰軍之重砲兵。不久又採用〇四式十公分加農砲，為野戰重砲。

一一六 以前認為榴霰彈之功用勝於榴彈，此項信念斯時已根本動搖。而此兩種彈藥，按其性能，究應各裝備若干，方可適合情況所需要，殊難於確定。故改製兼用彈以救濟之。此種兼用彈，依其信管裝定之不同，既可作榴彈用，又可作榴霰彈用。此種構造，誠屬精巧，然其中仍有缺陷，蓋兩種子彈之效能，固難完備無遺也（參看第一一一條）。

一一七 因瞄準器材改良完備，能由完全遮蔽陣地瞄準。遂使砲兵在戰術上之運用，以及火力戰施行之方式及其指揮之法則，均別開一新途徑。

以前每將砲兵排列於高地之頂，形成所謂砲兵線，而統一指揮之。此與掩蔽之砲兵，難相抗衡。故改爲分羣使用，以與步兵之戰鬥區分互相依助。以前戰術上之觀念，均以爲砲戰開戰鬥之端緒，在砲戰中佔得優勢之砲兵，卽能決全部戰局之勝利。此時則不然矣。但一般人仍欲以統一指揮下之各砲兵羣，先努力消滅敵砲兵，隨戰勢之進展，再用大部份砲兵對敵步兵作戰。在歐戰開始時，因砲兵缺乏充分之偵察勤務及通信勤務，故未能達到此項目的。迨偵察及通信之技術進步完善後，始得發展至於現代砲兵戰鬥之規模。戰術之變更，受砲兵此項改進之影響最大。砲兵由其原來補助兵種之地位，進化而成爲主要兵種之一。其適當之運用，惟在與步兵緊密連繫下，協同戰鬥。

一一八 歐戰開始時，德國野戰軍之精良重砲，對於敵人，頗能發展其精神威力及物質威力。但協約國利用其無窮盡之資源，製造重砲，兩年之後，卽超過德國所有之數量。更延長兩年，此龐大之砲兵，卽成爲能在變化戰況中，可供戰術運用之強大武力。

兵器裝備上若有疎略落後之處，則當戰爭期間，惟遇特別良好之情況，方可追補之。證諸經驗，德方對於戰車，即因受資源之限制，未能應時出現，以與協約國爭衡，遂蒙甚大之影響。

一一九 歐戰時，每次戰役均欲極力發揚砲兵之精神威力與物質威力。乃增遠其射程，放大其口徑，但同時其運動力必減小。自使用汽車及鐵道以資運動，竟獲得從前意想不到的發展。

關於輕砲：原有新九六式野戰加農砲及九八—〇九式野戰輕榴彈砲，應東西兩戰地之運用，頗為輕捷。後用一六式野戰加農砲及一六式輕野戰榴彈砲，射程固然增遠，而重量因以加大。一八式七公分五步兵砲，具有較低之發射高，較輕之重量，及較短之射程，但直至歐戰末期，始出現於戰場。在此砲成功之前，為隨伴步兵計，則利用九六—一六式野戰加農砲，並參用山地戰所用之火砲，例如七公分五山地加農砲及十公分五山地榴彈砲。野戰輕榴彈砲與野戰加農砲數量之比，由一比五（歐戰開始時）增進至一比二。

關於重砲：數量大增，射程亦加長。十公分加農砲之射程，由十一增加至十四公里。長管野戰重榴彈砲，用輕榴彈，其射程可達九公里七。長管臼砲之射程，增大至十公里以外。一六式十五公分加農砲，用馬軌或汽車牽曳者，其射程可達二十二公里。

最重砲兵，除供特別用途之三十公分五及四十二公分臼砲外，其口徑及構造，種類不一而足，其射程爲三十公里及六十公里，最後且有達一百二十公里者。

防禦飛機，則用備有特別之瞄準具與測量具之高射砲。其口徑爲三公分七（輕機關高射砲），七公分七，八公分八，十公分五等。其一部份用馬軌曳，一部份用汽車裝載，或用汽車牽曳。

對戰車所用之三公分七防禦砲，在歐戰終結之際，始告成功，但未經使用，究竟在戰場上能否適用，尙未得證明之。

一二〇 砲兵偵察方法之進步，大有助於砲兵効力之增加。例如：砲兵飛機

偵察，攝影偵察，氣球偵察，光測及聲測等。對於掩蔽目標之射擊，除藉助於此等偵察方法外，更依下述各種方法，而益臻完善。例如：利用測高圖之射擊。施行測候勤務，以修正氣象影響。各砲特種影響之試射。地圖及製圖器材之改良（測地隊之使用）等。

一二一 輕砲之彈藥裝備，在歐戰前採用兼用彈，僅可使戰術上稍爲簡單，而技術上則不能簡單。兼用彈係一種榴霰彈式之榴彈，在炸藥內裝置榴霰彈之彈子，且加厚彈肉，並在彈頭施以榴彈之裝置，以獲得榴彈之效用。然此彈既不能達到榴彈之效力，亦不能達到榴霰彈之效力。又因其製造耗時甚多，原料缺乏，價值昂貴，以致不能繼續製造。故兼用彈遂終於廢止不用。

戰事發生後最初數週間，突然消耗多量之彈藥。至一九一四年九月末，德國彈藥之儲蓄已罄。乃改用劣質之鑄鐵彈（輕砲用一四式榴彈，重砲用一四A式榴彈）。嗣後漸漸排除經濟技術上之困難，而製出裝填炸藥量較多之砲彈（重砲用一四式鋼性銑榴彈。輕砲用一五式榴彈，由圓桿材鑽製，或亦由鋼性

銑鑄成)。後又繼續造出各種鋼彈，其彈體爲優良之壓榨鋼，裝有較強之炸藥。例如：野戰輕榴彈砲，則有長形榴彈砲榴彈。野戰加農砲，則有長形野戰加農砲榴彈。最後更有一六式加農砲榴彈。因戰時所造壓鋼彈之質料，不能完全達到平時優良之程度，故平時所造彈肉甚薄之砲彈，在歐戰中製造之，則不得不將其肉厚增加。例如：歐戰前之一二式十五公分榴彈，歐戰時則爲增厚之一二式十五公分榴彈。歐戰前之新九六式二十一公分榴彈，歐戰時則爲一七式二十一公分榴彈。爲適於對遠距離射擊起見，自一九一七年春，輕砲則採用C式彈（雪茄式彈），其彈道性能優良，重砲則採用加僞帽之砲彈。

關於特種砲彈，則有毒氣彈，霧氣彈，發烟彈，燒夷彈，照明彈，以及對於戰車之破甲榴彈等，均已應用。爲近距離防禦，則復採用霰彈。在歐戰末期，毒氣彈藥約佔全部彈藥裝備量三分之一。因應用毒氣爆裂彈，故可減省炸藥之消耗。

空炸信管（曳火信管），價值較貴，製造較難，且因其複雜而每不免有誤差，故在歐戰期間，使用之者漸少。而製造上較為簡易之着發信管，使用漸多。此如同榴霰彈之製造較難，而漸為榴彈所排擠也。空炸信管，結果僅留用於特別目的（高射砲，測高圖之射擊等），且又漸為機械信管所代替矣。射擊活動目標，採用瞬發信管，因而大增榴彈之效力。又因顧慮砲手之安全起見，對於裝填多量炸藥之砲彈，採用安全之信管，使無膛發之虞。

第二章 火砲

第一節 新時代砲兵之區分

一三三 新時代砲兵，可區分之如左：

(一) 依戰術上及地方上之運用，分爲：軍砲兵，軍團砲兵，師砲兵，高射砲兵，山砲兵，要塞砲兵，海軍砲兵，海岸砲兵。

(二)依口徑之大小，分爲：輕砲兵，重砲兵，最重砲兵。

(三)依彈道彎曲之度，分爲：加農砲，榴彈砲，臼砲。

(四)依運輸之方法，分爲：繫駕砲兵，汽車牽曳砲兵，汽車裝載砲兵，鐵道砲兵，海軍砲兵。

但以上各種區分，對於火砲之種類，仍不能嚴格分別之。

一三三 總軍砲兵及軍砲兵：由最重平射砲，最重曲射砲，重平射砲，重曲射砲，及各種口徑之增援砲兵連，組成之。此項砲兵預備隊，利用汽車及鐵路以資運動，能應多方面之運用。其運用之地點及時機，則依戰術上之需要而定。

一三四 軍團砲兵：由遠射程加農砲（口徑：十公分，十五公分），曲射砲（重榴彈砲，臼砲），及輕砲兵之砲，組成之。軍團砲兵之兵力及編制，各國不同。

德國軍團砲兵，得按需要配屬若干連於各師。凡在師範圍內，所使用之全部

砲兵，包括增加之諸砲兵連在內，統歸師砲兵指揮官指揮之。僅有特種砲兵，如毒氣戰砲兵及最重砲兵等，不在此例。軍團亦可依情況，將各師內所加入之砲兵之一部份，統一指揮之。或給予以其區域以外之戰鬥任務。但法國軍團砲兵，則按原則應由軍團砲兵司令，施行統一之火戰指揮，並不配屬於各師。

軍團砲兵，多係隨於師行軍縱隊之後方，加入戰鬥時，每須前進甚遠之路，故用汽車運動爲宜。軍團砲兵，在施行戰鬥時，爲目標偵察及試射，常需要觀測營（參看第二三二及其以下數條）及砲兵飛機，協助之。

高射砲兵：在現代陸軍中，通例屬於總軍砲兵及軍團砲兵，多係編爲汽車化之部隊（參看第五一二及其以下數條），因而具有甚大之行軍速度及行軍能力。

一二五 師砲兵：由野戰加農砲及野戰輕榴彈砲編成。而在現代陸軍，又加以野戰重榴彈砲及十公分加農砲。師砲兵火戰時，除需要飛機隊加入外，尙

須配屬以聲測或光測連，測地連，氣象隊，及氣球隊。此等部隊，大抵皆合編爲觀測營。

師砲兵區分爲各砲兵團。砲兵團區分爲各砲兵營。爲遂行某一定之戰鬥任務起見，往往有分割建制及混用輕重砲兵連之必要。若砲兵之兵力強大，而尤以施行陣地攻擊時，每宜將各部隊及各單位合編爲各特別砲兵羣。

師砲兵所裝備加農砲與榴彈砲數量之比，各有不同。歐戰終結時，德國砲兵之野戰輕榴彈砲與野戰加農砲，爲一與二之比。以後德國依凡爾賽和平條約，重建國軍時，此比數無大變更。但以砲之運動性能，射彈數量，射擊速度，單發威力等爲標準，視乎對此諸項所注重之不同，而所取之比數各異，或竟可得上之反比。

法國所輕野戰榴彈砲。在其師砲兵中，則有野戰加農砲與野戰重榴彈砲，爲三與二之比數。在其軍團砲兵中則有十公分五加農砲及十五公分五加農砲。

一二六 砲兵連：以砲四門，編爲一砲兵連，附有連本部（挺進班），通信梯

隊，彈藥梯隊，輜重隊。如此最適合戰鬥之用。重砲兵連及最重砲兵連，所需車輛較多（如砲身車，砲床車等），故其編制之砲數有較少者。

編合數個砲兵連，附以測地隊及氣象排，而爲一砲兵營。

一二七 火砲口徑之大小，概依射程及子彈效力而定之。口徑愈大，則火砲及彈藥之重量愈增，射擊準備需時愈多，射擊速度及在野地之運動性能，均愈減低。

野戰加農砲，野戰輕榴彈砲，山砲，步兵砲，均屬於輕砲兵。十公分至十五公分口徑之加農砲，十五公分至二十二公分口徑之榴彈砲及臼砲，均屬於重砲兵。更大口徑（至五十二公分）之砲，則屬於最重砲兵。

欲單個射彈，能收精神上及物質上之效力，則口徑至少須至七公分五。現代戰鬥，多取縱深配備，故又需要較遠之射程（九公里以上）。

一二八 「平射砲（加農砲）之初速較大，故其射程較遠。其低伸之彈道，要求裝藥比例須大，砲身須長」，俾能充分利用火藥之氣體壓力（參看第二條）

。在射程較小時，爲護惜兵器起見，在超越遮蔽物射擊時，爲減少死角起見，又爲節省裝藥起見，加農砲通常具有數種裝藥。彈道平曲，可以隨意。

一二九 榴彈砲，因其彈道彎曲，適用於射擊掩體直後及掩蓋下方之目標。故須用較大之射角及變裝藥（五種以上之裝藥，參看第二三條），以便能按落角，末速（彈着威力），命中能力等，選擇最適宜之彈道。砲身長及最大裝藥量，則依所需之最大射程爲標準（參看第二條）。十五公分榴彈砲（野戰重榴彈砲），具有偉大之子彈效力及侵徹力，用以破壞野戰築城及器材，尤爲適當。

野戰中，有許多目標，可用威力較小及重量較輕之子彈，已足對付之。且子彈既輕，又可以增加攜帶彈數之利。故多數國家，尙備有野戰輕榴彈砲（十公分五榴彈砲）（參看第一二四條）。

一三〇 白砲口徑在二十一公分以上，子彈甚重，故其效力較野戰重榴彈砲更大。欲得大落角時，則白砲亦用高射界之彈道（參看第二三條）。

一三一 重加農砲，口徑由十至十五公分，其射程大於其同口徑之榴彈砲。用以射擊榴彈砲所不能達到之地域，最爲有利（一六式十五公分加農砲之最大射程爲二十二公里）。超此以外，對敵綫遠後方之重要設備，則須用最重平射砲破壞之。

第二節 輕砲

一三二 輕砲有野戰加農砲及野戰輕榴彈砲。屬於師砲兵之輕砲，普通均係用馬輓曳。依其運動性能，可與步兵密切連合戰鬥。依其射擊速度，可以制壓掩蔽砲兵，射擊移動目標，及施行緊急射擊。

野戰加農砲及野戰輕榴彈砲之砲身，均裝置於砲架上。砲架由兩輪之前車拖駛之。此前車內，可以裝載彈藥並乘坐砲手。

野戰加農砲，要有大運動性能，及大射程，其單發威力僅能足用而已。野戰輕榴彈砲，則要有充分之單發威力，其射程及運動性能，均較稍小。此兩種

砲，屢於師砲兵時，概用六馬輓曳行進。

一三三 野戰加農砲使用之時機：射擊各種活動暴露及上面無掩蓋之目標。射擊構築甚高之掩蔽物。用大落角，亦可射擊薄弱掩蔽部內之目標。射擊裝甲戰鬥車輛。

威力：各國所採用之野戰加農砲，其適用之口徑爲七公分五至八公分五。彈重爲六至九公斤，初速爲五百至六百秒公尺。有效射程約達十公里。許多國家曾努力加大野戰加農砲之射程，但只有增強裝藥，火身負擔因而甚大，故僅可用於短時間之擾亂射擊。且野戰加農砲之子彈較輕，若射距離過遠，則射彈之散布甚大，價值亦殊少。

一三四 野戰輕榴彈砲之任務：與野戰加農砲相同。但因其口徑及落角均較大，故其對於敵砲兵，或掩體直後之目標，或野戰掩蔽部，或村落，或高密森林中之敵部隊等，具有較大之威力。因要求其單發射彈須有較大之威力，故不免減少運動性能，但其重量之標準，仍須能在道路上，或在堅固之起伏

地上，行較長時間之快步方可。故其砲身不宜過長，因而射程之增加頗受限制。一六式輕野戰榴彈砲之重量，已達其最大限度。

威力：野戰輕榴彈砲，按實戰經驗，用十公分五口徑，已能有良好之效力。彈重約爲十五公斤，因砲之重量有限制，故初速不能儘量增大。（常用裝藥之初速，最大約爲每秒四百公尺。）用最強之裝藥，以不損傷砲身爲度，則在砲重限制之範圍內，可使其射程達九公里餘。近時他國，試驗研究，以期達到十一公里之射程。但此種火砲，長時間連續使用時，殊不能保其性能之確實。

野戰輕榴彈砲之射擊速度及射擊準備，遜於野戰加農砲不多。但因其彈藥頗重，故使用彈藥，特須節省。

一三五 外國試驗爲輕砲兵製造「兼用砲」，口徑約爲九公分（參看第三表第二十七項）。乃欲以一種砲兼備野戰加農砲及野戰輕榴彈砲兩種之性能。但迄無圓滿之結果。其威力既遜於野戰輕榴彈砲。其發射彈數及運動性能，又

不及野戰加農砲。欲利用種類統一之砲，使器材彈藥之補給簡便，並使其射程，威力，及命中效率，亦均增大，此種問題，至今尙未解決。歐戰時，已有將榴彈砲之砲架，用於口徑相近而較小之加農砲（例如一六式野戰加農砲與一六式野戰輕榴彈砲），以求火砲種類之單純化。但用同種之砲架，則對於重量之利用，反為不利，故各國大都復廢之。

法國有八公分五加農榴彈砲（施乃德試用砲），利用彈帶厚度不同之兩種砲彈，既可作加農砲用（大燃燒室），又可作榴彈砲用（小燃燒室）。

第三節 山砲

一三六 山砲：為適於山地戰之用，可以迅速分解。其任務大致與前述之輕砲相同，射程則較小。在山地中各種戰鬥部隊，須有密切之協同動作。山砲兵務必能在各種崎嶇道路上及野地中，隨步兵行動。若僅依輓曳，殊不能達到目的。故砲車須能分解，而用馱馬分載之。

一三七 每匹馱馬之有效負擔，最重爲一百一十五公斤。山砲各部之重量，構造時必須顧及之。其子彈之威力，需要口徑至少在六公分五以上。世界大戰時，德國用七公分五史可達 (Skoda) 山地加農砲，並參用同口徑之克虜伯 (Krupp) 山砲，曾得良好之效力。此山地加農砲，因其砲身頗重，故可得較大之射程，約達七公里 (初速每秒三百五十公尺)。其砲身分解爲身管與套筒，由兩馬馱載 (全砲共用六匹馱馬)。

不用護鉸時，則可少用一馱馬。但口徑六公分五至七公分五之山砲，至少須用四馱馬 (砲身，前砲架，後砲架，搖架)。此外尚有彈藥馬數匹。每匹馱馬，可馱五公斤半至六公斤半之砲彈十二發。用箱裝之，每箱三發。

六匹馱馬之山地加農砲，在射擊陣地時，其重量不能超過七百公斤。此數約當野戰加農砲之半。故山砲如是決不能達到野戰加農砲之射擊能力。

山砲之分解與結合及馱砲與卸砲，若砲手操作純熟，則僅需數分鐘時間即可。山砲之行進速度，概與步兵相同。在道路上，山砲及彈藥車，則用前車或

複雜，務求長時間在結合姿態中行進。

山砲亦可代步兵砲之用（世界大戰時）。

一三八 山地加農砲，爲超越高地及遮蔽物射擊起見，需要大射角。藥筒則用三個或較多之分離裝藥（變裝藥）。砲身後坐，則用長度變化式，或將砲耳後移，或兼用二者。其發射速度，不及野戰加農砲，利用自動砲門，可以增大其發射速度。

山砲所用砲彈之種類，大概與輕砲兵所用者同。

一三九 亦有數國，於山地加農砲之外，更使用山地榴彈砲（即重山砲）者。其效力較大，但射程較小。世界大戰時，德國有十公分克虜伯及史可達榴彈砲，每砲用十匹以上之馱馬，攜帶彈藥亦較少（彈重約十二公斤）。

因在殖民地戰爭，特製以人力負載之山砲，俾在不易通行之地形，搬運自如。例如：四公分克虜伯山地加農砲。

第四節 重砲

一四〇 野戰重榴彈砲：其子彈之侵徹力，破壞威力，及破片效力，均遠勝於野戰輕榴彈砲。以其精神上物質上之強大威力，在大戰中頗佔重要位置，曾顯其多方面之功用。

野戰重榴彈砲，可用以施行各種破壞射擊，尤適於射擊敵砲兵及野戰築城。施行緊急射擊時，因其射擊速度較小，故宜用以重疊參加。其運動性能，雖在道路之外，亦須能以慢步跟隨步兵行動方可。

德國一三式長管野戰重榴彈砲，對於此項要求，不用砲身車，其車輛重量約二千八百五十公斤（其中前車約重六百公斤），用六馬輓曳，可以滿足之。

一四一 世界大戰爆發時，各國之野戰重砲，均不及德國之一三式野戰重榴彈砲。法國之利邁合榴彈砲（Rimailho Haubise），須分爲兩車運載，其射擊能力不及一三式野戰重榴彈砲。法國現在之師砲兵，備有十五公分五榴彈砲二營，每營二連至三連。法國及美國之新式榴彈砲（第三表中之第十及第卅三兩項），已達到較遠之射程，但須分車輓曳，故其射擊準備，不免遲緩。

一四二 重加農砲：口徑十公分至十五公分。因其射程，縱深威力，及破片效力均大，特宜於射擊遠距離之活動目標，道路，鐵道建築物，村落，營房，廠舍等。又利於制壓他種砲火力所不能及之敵砲兵，及射擊擊留氣球。

重加農砲繫駕或用汽車牽引，既須能在步兵行軍縱隊中行進，且須能離開道路，以慢步進入射擊陣地。射擊能力較大之重加農砲，行進時，須將砲身與砲架分載（別用砲身車），或將砲身引退於其行進座位中（參看攝影圖第三幅第六圖），而以前車及砲架分担其重量。

一四三 協約國，尤其法國，在製造重砲時，對於遠射程之平射砲，較之曲射砲更爲重視。現在法國軍團砲兵之砲兵團，分爲二營，每營有十公分五及十五公分五加農砲二連至三連。其射程在歐戰時，均小於相當之德國砲。

一四四 二十一公分白砲（第三表第七項）：爲野戰軍重砲兵之砲。原爲射擊有大抵抗力之扼阻要塞，以作衝鋒準備者。歐戰中，更推廣其用途，而依其運動性及其偉大之侵徹力與破壞力，利用之以制壓敵方之堅固砲兵陣地，支

撐點，村莊等。但不適用於緊急射擊。

長管二十一公分臼砲，因其砲身加長，故射程已由九公里四增至十公里二。因其砲彈甚重（一百二十公斤），故雖在曲射時，亦有良好之命中精度。運動時，須用砲身車。砲身裝入砲架時，及射擊時，須用履板。利用機巧之瞄準裝置及裝填裝置，可增高其發射速度（參看第一六六條）。

第五節 最重砲

一四五 最重平射砲（口徑在十五公分以上）：用以補充重加農砲之火力於最遠距離。而擾亂敵軍遠後方之休息及行動之部隊，以及戰鬥器材之準備及運輸等。備有空軍之國家，則最重遠戰砲兵之任務，有一部分得由轟炸機大隊解決之（參看第四七九及其以下數條）。

一四六 歐戰時，德國遠射砲頗為著名。在一九一八年三月至八月間，德國以此種遠射砲，由一百三十公里之遠距離，曾發射子彈先後共約三百發，轟

擊巴黎要塞。

德國之發明遠射砲，乃根據一九一四年十月在美朋（Mappert）射擊之結果。空氣阻力之減少，爲射程突增之原因（因高空氣層之氣壓甚低）。用大射角大初速發射之重砲彈，迅速到達高空之稀薄氣層中，故與普通野戰兵器之彈道相較，其所受空氣阻力之平均值甚小。遠射砲之最大射程，約用五十度之射角，則砲彈進入稀薄空氣層時，其彈道切線之傾角，可適爲四十五度。真空中之彈道，固須以四十五度之射角，方能達到最大射程也（參看第二四第四一及第四二各條）。

德國遠射砲之諸元，按向來所公布者，大概如下：口徑二十一公分，後因久射膛線磨損，乃將口徑鑽大，而改爲二十三公分。初速每秒一五〇〇至一六〇〇公尺，身管長三十六公尺，外被之各式套筒，套筒內徑三十八公分，長爲三十八公分之四十五倍。裝藥約重三百公斤。爆裂榴彈約重一百公斤，此砲彈具有尖形之偽帽，彈尾稍形縮小，全彈爲棗核形。砲彈飛行一百三十公

里之射程，其經過時間約爲三分鐘餘，最大彈道高約爲四十公里，全彈道約有四分之三係高出十公里以上，末速每秒四百餘公尺。砲架具有搖架，裝於旋迴式砲架上。用變裝藥以增減射程。因砲身前部突出甚長，砲口離支點甚遠，故防止發射時砲身之斷裂，殊屬困難。欲求砲彈無論以彈頭彈側或彈尾着達，均能炸裂，而在膛內則須安全，亦頗不易。

法國於歐戰後，亦製造一種遠射砲，其性能與德國遠射砲不相上下（第三表第十三項）然在如此遠大之距離上，命中精度甚小，且觀測困難，故若備有大多數轟炸機大隊時，則遠射砲已不甚重要，況其製造困難，砲身磨滅又頗迅速。

一四七 最重曲射砲（在二十一公分口徑以上）：其射擊威力遠勝於臼砲。威力之增強較口徑之加大爲速。以射擊混凝土掩體及裝甲目標爲主。

歐戰中，德國方面曾用三十公分五及四十二公分之臼砲，以破壞築城工事及堅固之支撐點，大著功效。法國於歐戰後，製造五十二公分榴彈砲之鐵道砲

，射程十七公里（第二表第十六項及攝影圖第五圖）。

一四八 最重砲用汽車牽引或用火車載運之。鐵道砲由車台射擊，車台則固定於軌道上，有時側面亦用物支持之。其方向射界在砲架上頗小，可在軌道彎曲部或爪狀分支部移動，以擴大之。發射時之砲口烟，最易洩漏砲之位置，故須在地面上放散烟幕，藉以掩蔽，並用機關車迅速牽引，以避敵之射擊。

鐵道砲因其具有廣大之威力界，用於海岸防禦，特別適宜。

第三表 現代火炮一覽表
I 現用砲

番號	砲	口徑 (公厘)	砲身長 (口徑 倍數)	彈重 (公斤)	最大初速 每 秒	最大射程 (公里)	砲重 (在射擊 地位) (公斤)	高低射界 (角度)	方向射界 (左右 兩側) (角度)	搬運方法
德 國										
1	96/16式野戰加農砲	77	27	6.25	477	7.8	1020	-13 +15	各 4	馬輓
2	16式野戰加農砲	77	35	5.85	602	10.7	1400	-9 +40	各 4	全
3	16式野戰輕榴彈砲	105	22	15.6	391	9.1	1475	-8 +40	各 2	全
4	17/04式十公分加農砲	105.2	45	16	650	14.1	3250	-2 +45	各 3	馬輓
5	18/02長管野戰重榴彈砲	149.7	17	42	371	8.8	2300	0 +45	各 2½	全
6	16式十五公分加農砲	149.3	43	51.5	757	22.1	10140	-3 +42	各 4	全
7	長管二十一公分臼砲	211	14½	120	300	10.2	7550	+6 +70	各 2	全
法 國										
8	M/97式野戰加農砲	75	36	8	505	11.2	1160	-11 +18	各 3½	馬輓 汽車牽引
9	M/13式加農砲	105	28	16	550	12.7	2300	+37	各 3	馬輓
10	M/17式施乃德榴彈砲	155	15	43	433	10.1	3300	0 +42	各 3	全
11	加農砲(G. P. F.)	155	38	43	735	18.6	11500	0 +35	各 30	汽車牽引
12	加農砲	220	85	100	775	22.8	23000	+37	各 10	全
13	M/23式遠射砲	210	110	108 (裝藥 160公斤)	1450	120				
14	M/16式二十二公分臼砲	220	10	100	415	11.2	7300	+70	各 2	汽車牽引
15	M/17式二十八公分臼砲	280		205	418	10.9	24000	+60	各 20	
16	M/1916式五十二公分榴彈砲	520	16	1400	500	17.0	265000	+60	—	鐵道
意 大 利										
17	M/17式三十公分五榴彈砲	305		438	485	14.6	36780			汽車牽引 六車分載
美 國										
18	M/1918式二十公分三榴彈砲	203		90	465	11.9	9100	+45	各 8	汽車牽引
19	M/1918式二十四公分榴彈砲	240		156	518	15.6	26550	+60	各 20	汽車牽引 鐵道
20	M/1920式四十分六榴彈砲	406	27	750	560	23.7	114560	+65	各 36	鐵道
21	M/1920式三十五公分六加農砲	355.6		710	910	36	134320	+50	各 7	全
英 國										
22	M/04野戰加農砲	83.8	30	8.4	505	9.6	1570	+38	各 50	馬輓 汽車牽引
23	M/18十二英寸加農砲	305		386		25.1	173000	+30		鐵道

II 試 用 砲

番號	砲	口徑 (公厘)	砲身長 (口徑 倍數)	彈重 (公斤)	最大初速 每 秒	最大射程 (公里)	砲重 (在射擊 地位) (公斤)	高低射界 (角度)	方向射界 (左右 兩側) (角度)	搬運方法
24	美國M/23式野戰加農砲	75	40	6.8	660	13.6	1500	+45	各 45	馬輓 汽車牽引
25	法國L/39.9式施乃德野戰加農砲	75	39.9	7.2	660	14.0	1635	+45	各 54	馬輓
26	瑞典M/29野戰加農砲	75		6.5	700	14.0	1500	+45	各 60	馬輓 汽車牽引
27	法國施乃德加農榴彈砲	85		10.0	675		1970	+65	各 54	馬輓
28	美國M/22式野戰輕榴彈砲	105		15	472	10.9	1700	+65	各 45	馬輓 汽車牽引
29	瑞典L/22式野戰輕榴彈砲	105	22	14	475	10.6	1650	+45	各 8.5	全
30	丹麥施乃德十公分五野戰加農砲	105		16.4	850	17.7	4500		各	全
31	瑞典L/40式十公分五野戰加農砲	105	40	16	750	17.0	3550	+45	各 60	全
32	美國1921式十二公分加農砲	120		22.6	750	18.0	4660	+45	各 60	馬輓 汽車牽引
33	美國T1式十五公分五榴彈砲	155		43	580	15.0	6400	+60	各 55	汽車牽引
34	法國 M/1930 式施乃德長管十五公分五加農砲安置於平牀上	155		50	900	26	16400	+45	各 360	全
35	美國十五公分五加農砲	155		43	850	23.8	12000	+65	各 60	全
36	美國T2式二十公分三榴彈砲	203		91	590	17.0	12400	+65	各 60	全

第三表附註：表中所列各砲，除德法兩國外，其餘所舉者，以口徑差異之砲，及進步顯著之砲為限。各國備有之砲，除其殘餘之舊式砲外，其他均與表中所舉者性能相仿。

彈重及初速，以最大裝藥時之最大射程為標準。

在高低射界欄內，負值表示砲身最低射角，正值表示砲身最高射角，以砲架尾不理入地中而言。

新式砲具有開閉式砲架。

表中所載尚在試驗中之砲，係根據報章消息，故對於砲重及射程之值，須特別審慎。欄中有空白者因未得確實根據而付缺如也。

M為模型，例如M/16即一九一六年模型。G. P. F.意謂射程遠大之費路克斯(Giloux)式砲。

第六節 構造

第一款 通則

一四九 欲將戰時所需之器材，均在平時準備完妥，則現今世界各國因經濟關係，均有所不能（製造費貴，保管費多，且恐變為陳舊）。故均謀救濟之法，製定砲兵擴充方案。在平時只構造若干模範砲，以供製造研究，及軍隊試驗之用。且預為大宗製造之準備（依工業之工作能力準備工場製造圖，派定製造之廠所，配備該各廠所以應需之機器，預定所用之原料，及其他事項等）。

此屬於工業動員之一部分，乃現今列強在物質上對於戰爭之最重要準備也。

一五〇 按歐戰經驗，火砲之製造，須能保證大宗製造時，毫不發生阻礙為要。否則雖有精妙之設計，在戰時亦必失其價值。各部分之構造及結合，務求簡單。其補充之件，務求能適用於同種之砲。其工具材料及製造形式，須

合乎工業上普通習用者，並應對於性能相似之各種砲，力求其工具材料及製造形式之一致。

稀少之金屬，如鎳鎻錫銅等，宜儘量避免使用之。卽用之，亦應準備可以代之材料，或可以代替之結構，縱因此而重量加大，亦須備用，以資相代。（參看第一七一條。）

第二款 砲身

一五一 砲身材料選用之條件如左：

- (一) 彈性須大（發射後，卽行復原，無殘留之擴張）。
- (二) 固性及韌性須大（不致突然破裂，至多只有膨脹之可能）。
- (三) 硬度須大（膛內磨損少，尤以螺線之導面爲要）。
- (四) 熔點須高，化學安定性須大（雖遇高熱氣體及火燄，而金屬不起變化，不被侵蝕）。

(五) 質料須等齊(無氣泡及銹渣，致易破裂)。

(六) 製造工作容易，價格低廉，不仰給於外國(貴重鋼之加料如鎳鉻錫鈦等)。

一五二 坩堝鋼 (Tiegelstahl)，爲製造砲身最佳之材料。但口徑較大之砲身，其所需之鋼塊甚大，雖鑄造極精，亦不能毫無鋼渣及氣泡，故砲身不能用單獨之鋼塊造成之。發射時，砲身內層所受之壓力最強，有毀壞之虞，可利用複體砲身補救此弊。套筒砲身，由身管與套筒合成。套筒內徑小於身管外徑。先將套筒烘熱，趁其熱漲之際，將身管套入。冷卻後則套筒緊縮，而在靜止狀態時，即對於身管施一種常壓力。如此則在發射時，砲身各層所受之壓力，庶較等齊(重量亦因此節省)。砲身亦可用多層套管，或裝籠於一處或數處，或裝籠於套筒上。若身管殘壞，其套筒等仍可應用，僅須換身管而已(費用因此節省)。

坩堝鋼價格較昂，鍊製煩難，歐戰時努力研究，對於能力較小之砲身，可用

精鍊之普通鋼(西門子馬丁鋼 Siemens-Martin-Stahl)代之。近時則有電煉鋼(Elektrostahl)與坩堝鋼競爭。

藥室及膛綫起端，爲砲身受力最強之處(砲身質料之蝕蝕，陽螺線之剝損)。不行冷卻之長時間連續速射，最易損壞砲身。

英國使用纏絲砲，係以一至三公厘粗之距形鋼絲，纏繞於身管上，而更於外面被以管衣(Rohrjacke)。此種纏絲砲，頗較良好之套筒砲爲重。

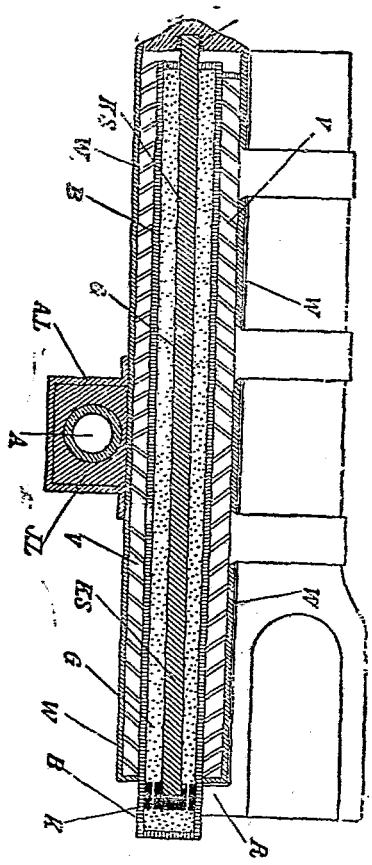
製造套筒砲身，用「套筒冷縮法」(Aufschießverfahren)，須富有經驗方可。此種經驗僅德國工業界擅有之。其他各國，現多採用「砲身自緊法」(Autofriertage)。

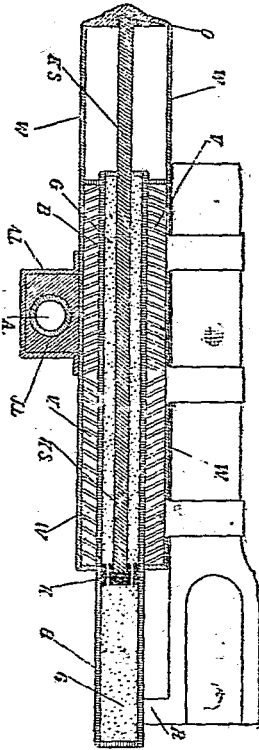
其法以鍊鋼造成之身管，於冷狀態下，用水壓機向砲膛內施高壓力，使其稍得殘留擴大，而內外層間乃發生互施之永久壓力。將此身管復於冷狀態下，壓入一套筒中，而以橫栓制止其扭轉及射脫。身管因經一番過度之擴張，當發射時能有較大之抵抗力。用此法製造，更換身管較易，乃其特長。

一五三 管退砲之優點，在能減少後坐力(參看第十四條)，使砲位穩定，因

而發射速度增大。管退砲，其砲身通常在門體下面，具有突筈，即名砲身托座。砲身係由此托座與制退管相連，亦即與搖架相連。砲身在搖架上之前後運動，循砲身下之誘導繩行之。繩之爪形部分，套於搖架上部之滑道（準鉸）中（參看第二十二及第二十三圖）。關於砲口制退機，可參看第十五條。

圖 三 十 二






第三十二圖表示原位(未發射時之位置)第三十三圖表示管退(發射時砲身之後退)

- B 制退機
- K 活塞
- KS 活塞桿
- R 砲身托座
- O 活塞桿固定於搭架頂
- G 甘油及水之混合物
- V 復進機彈簧
- AI, 外軸承
- JL 內軸承
- A 砲耳軸
- IV 搭架

一五四 砲膛後部平滑為滑膛，前部施綫為線膛，滑膛與線膛中間，由斜面
 膛連接之。

滑膛為容納藥包或藥筒之用。裝入之砲彈，則以其前部且為其大部置於線膛

內，而以其彈帶抵於斜面膛內低淺之陽螺線上。用彈藥筒時則否，俾能便退出也。膛綫或爲等齊纏度，或漸速纏度。線數之多少依口徑之大小而定，約在十二至六十四之間。

砲身長，通常以口徑之倍數表示之。近時所指之長，爲砲身之全長，以前則有僅指施線部之膛長者。例如四十五倍三十八公分加農砲（式參看第二表），即全長爲 $38 \times 45 = 1710$ 公分，約十七公尺。

爲求製造簡單起見，砲尾部可螺旋於套筒上，而內管之更換，亦因之便易。

第三款 砲門

一五五 砲門爲閉鎖砲膛之機關。德國火砲通常所用者，爲水平鎖栓式砲門 (Flachlochverschluss)，以楔狀橫栓，由側面推進於鎖栓室中，而將砲門關閉。爲防止火藥氣體向後噴洩，則賴藥筴（分裝彈藥或彈藥筒，其藥筒之藥筴）之緊塞作用。曲柄鎖栓式砲門 (Schubkurbalverschluss)，最爲通用。依曲柄之轉動

，使滑桿滑動，復因滑桿之滑門，係嵌於鎖栓之凹溝內者，即藉以推動鎖栓。此外尚有螺式砲門。此式又分兩種：一則可向後開啓。一則位於門室之偏心處，可繞其中心軸旋轉。前者，不甚適用於速射砲，但對於較大口徑之砲，則有相當之長處。後者，爲偏心螺式砲門，乃法國野戰加農砲所用者，用於速射砲，與曲柄鎖栓式砲門，約有同等價值。

一五六 砲門含有擊發裝置，引鐵裝置，安全裝置，及退筒裝置。德國輕砲之砲門，其撞針簧必須在扳引之際，始行緊張，（擊發引鐵裝置）。其他砲門，亦有藉門柄開啓或關閉之運動，以使撞針簧緊張者。發射之後，撞針即自動退回其靜止之位置（撞針尖端在栓體前平面之後）。

安全裝置，能使已裝填彈藥之火砲，非特意使之發射，決不能擊發，並防止搬運時砲門自行張開。

退筒裝置，在打開砲門時，繞其樞軸作旋轉運動，而以其鷹爪勾住藥筴底緣，將藥筴由膛中拋出。

引鐵裝置，以從砲之左右兩側，均能扳引者，最爲適用（左右引鐵）。

一五七 發射速度大之砲（如高射砲，戰車防禦砲，步兵砲，山砲等），宜用自動砲門。卽利用砲身後坐及復坐之作用，使砲門開啓，撞針簧緊張，藥筭拋出，且利用另一彈簧，俟彈藥新裝入膛內之後，卽將砲門關閉。此種砲門，雖有速射之利，但砲重增加，構造複雜。彈藥之裝進，可用裝填匙。亦有宜用手關閉砲門及裝填彈藥者，則於復坐之後，砲門依然開啓（半自動砲門）。

一五八 門體愈大，則愈使火砲增加其對於威力上無效用之重量。迫擊砲之不用砲門，卽主要爲減輕重量，但須自砲口裝入彈藥，頗爲不利（對於火藥氣體之向前噴洩，閉鎖不嚴密，發射速度較小等）。精巧之螺式砲門，較之楔式砲門，形體及重量略小。

第四款 砲架

一五九 對於砲架應要求之主要條件如左：

(一)對於運動及射擊時之震盪，須有充分之抵抗力（此項主要與火炮之重量有關係）。

(二)須有使射擊迅速及保護砲手之裝置（發射時穩定，方向及高低射界均廣大，裝填高須適當便利，能在火炮掩體內使用，護板掩護妥切等）。

(三)發射高（瞄準高）須儘量低下（地形掩蔽良好，火炮亦安定，但車輪低小，因而運動性能亦小）。

一六〇 爲減輕運動時砲架承受之力，尤其在重砲，並用汽車牽引者，須用實心膠皮輪帶，或裝置彈簧於車軸與架體之間，此彈簧若在射擊時，則用固定之門（緊定具），減去其負擔，以免損壞。

一六一 砲架體之構造，須充分堅固，俾堪抗受行駛時之震動，及發射時之後坐力。以常用裝藥，行水平射擊時，火炮須能確保安定。故利用制退機，以消失後坐力之大部分。有時且用砲口制退機（參看第十五條），及裝於架尾

之制退鉤（駐鉤），以補助之。砲架長，則架角小，足以增大砲之安定性，但火砲因此不惟重量增加，及所佔空間加大，而且轉向性亦大受妨礙。

一六二 制退機（參看第二十二及第二十三圖）由一個或數個互相連結之鋼製制退管所成。管內充滿液體（普通用甘油混合物），藉活塞壓迫之，使其通過小孔。此等漏孔，位於活塞頭部，或在制退管具有螺線之管壁中。制退液之功用，在將動能化為熱能。

砲身後退時，其下面兩側之誘導箍，以爪形部套於滑道之邊緣，在滑道上（即與砲架相連之搖架上），作進退之滑動。制退機，通常位於砲身之下，藏於搖架之壁中。

一六三 砲身後坐，分為定長後坐，及變長後坐。後坐長若一定而甚大，則砲身受力較小。但在小發射高而用大射角之砲，及在狹隘之所（例如在砲塔及戰車內），則不能應用。由他面言之，後坐長若一定而甚小，則在車輪砲架（旋轉砲架），當射角小時，火砲即不穩定。變長後坐，乃隨射角之增大，

使制退管內活塞之漏孔，自然減小，藉以縮短後坐長。變長後坐所用之調節裝置，構造頗爲複雜。後坐長一定而甚長者，其砲身在砲架內之支承裝置，亦甚複雜。蓋其在大射角時，爲避免砲尾與地面衝突，須將砲耳稍向後移，並以平衡彈簧支撐砲身前部重量，卽向上壓迫搖架前部，而減輕高低瞄準機（起落機）之負擔。

一六四 利用復坐裝置（復進機），使砲身復回原位。此時制退液，則以相反之方向通過漏孔。

復坐裝置，或依發條之彈力，其發條則藉後坐力壓縮而緊張（如第三十二圖）。或依空氣之壓力，後坐時，使另一空氣管內之空氣，被壓縮而具有高度之壓力。

完善耐用之復坐發條，僅德國有數家公司能製造之。故他國幾均採用空氣復進機，構造上不免略爲複雜。但重砲所用之復坐發條重量甚大，若代以空氣復進機，則可減輕其全砲重量。空氣復進機，因容積關係，通常裝置於砲身

之上，亦有與制退機合造者。

一六五 砲架，應具有瞄準裝置，以賦與砲身以高低及方向。高低瞄準，以螺軸或齒弧瞄準機行之。高低射界（高低瞄準界），則依砲之運用目的而定，加農砲及榴彈砲，通常至四十五度，曲射砲至七十度，高射砲有八十度及更大之高低射界。

一六六 高低瞄準裝置，現時多採用獨立瞄準線式（*Unabhängige Visierlinie*），或指針式瞄準裝置（*Zeigerzielrichtung*）。獨立瞄準線式，有兩個高低瞄準機。其一為高低角瞄準機，專為裝定指向目標之瞄準線方向。其二為高角瞄準機，專為裝定按射表與射距離相當之射角（高角），能同時由兩砲手各司一機。瞄準手無須兼管裝定高角及使用高角轉把，故瞄準較速。用指針式瞄準裝置時，瞄準手只須在瞄準具上裝定高角及高低角分割，使活動之指針（表尺指針），由其基準位置轉移至一相當位置。另由一砲手，用高低瞄準機轉把，使砲身指針對準表尺指針。指針式瞄準裝置，較之獨立瞄準線式，使

用上雖約有同等之敏捷，而構造上則簡單多矣。

一六七 廣大之方向射界，無論對於輕砲或重砲，均甚切要。以期不必變換砲位，而能迅速轉移火力。因駐鋤插入地中，變換砲位，常甚費時。

砲身，有裝置於能繞大架上之垂直軸栓而旋轉之小架內者（例如：一六式野戰加農砲，一六式野戰輕榴彈砲）。或使砲架全體能在車軸上移動（例如：法國M/97式砲）。此二種構造式之射界，均甚狹隘。蓋裝於小架之砲身，其後坐方向，不可超過駐鋤之外，否則火砲即不穩定，而在車軸上移動者，方向又受兩輪軌間之限制，且其車軸大多數，尤其在重砲時，須爲圓弧形，以駐鋤至軸之長爲半徑，方能適用。若車軸不爲弧形而爲直形，則使用方向瞄準機變換射向時，必連帶移動兩輪，不能輕便。

一六八 利用開腳式砲架，可得到較大之方向射界。此在外國會經試用有成效，且多數火砲均已採用之。開腳式砲架之砲身，則在箱式軸承上旋轉。其兩架脚可向側方張開，各以駐鋤鑄定於地上。故砲架之支持面較廣，有時一

側架脚受力偏重，故其構造必須強固。砲位不平時，架脚須能在垂直方向轉動。兩輪傾斜時，軸承須能整置水平，俾射向雖有大變換，亦不致發生過大之轉動誤差。開脚式砲架，頗重於普通砲架（箱式砲架）。

一六九 汽車砲之砲身，常與後坐裝置及瞄準裝置連合，繞固定之架匡，可以旋轉（*Pivotalfeste*）。或安置於平牀上，平牀可以藉滾球環（*Kugelkranz*）或滾輪環（*Kollenkranz*）而旋轉（轉盤砲架 *Drehscheibenlafette*）。方向射界，與車之構造形式，大有關係（後坐力之承擔）。大抵射向對於行駛方向，不能超過三十度（參看第四幅第十攝影圖）。

一七〇 護鈹（擋鈹，防盾）：須能抵抗榴霰彈之彈子及小破片，以及近距離之步槍彈。砲架因添裝護鈹而增加之重量，則依護鈹之厚薄（通常三公厘至六公厘）及其大小，而有不同，護鈹惟對於軸後之位置，方有良好之掩護。車輛之重量愈大，則車輪之高度，及輪帶之寬度，亦應愈大。

砲之彩色及外形，（護鈹輪廓，車輪高度），須顧慮敵之地上及空中偵察，務

使其不易發現爲要。

第五款 將來之進步

一七一 火砲將來進步之途徑，總括而言，以左列各項爲主：

- (一) 增大射程。其主要方法爲：延長砲身，以增大初速。改良彈形，增加彈重，以增大斷面比重。或增大裝藥比例，並可用砲口制退機以減弱其後坐力。
- 增進命中精度。

(二) 務求易於大宗製造。其要件如左：

- (甲) 製造材料及製造形式，務求統一
- (乙) 砲之各部（砲架，瞄準具，砲門，制退機，螺桿，軸栓，帽釘，螺絲等），務求其制式之統一。
- (丙) 製造程序及修理方法，務求簡便（價高而難造之鑄鐵及鍛鐵，

務避免使用。結合簡易。易被損壞之部分，如身管，發條，緊塞具等，須能更換。同式之器具，須能交換。

(丁)須能用替代之材料。

(三)擴大方向射界(開腳式砲架，架體在車軸上移動)。

(四)用機械運輸法，增大砲之運動性能(參看第二〇七及其以下數條)。

第三章 砲兵彈藥

第一節 砲彈

第一款 通則

一七二 火器射擊之效力，全由子彈表現之。現代砲兵之任務，甚爲複雜，而各種任務對於砲彈所要求之性能，如效力之大小，作用之方式，及射程之遠近等，大有差異，故砲彈亦必須有種種不同之構造。

現代戰爭，必需巨量彈藥，因此須力求彈藥之劃一，以便易於大宗製造。歐戰時，原料之採取，及軍火工業之製造能力，往往不能充分供應軍隊增加火力之要求，因而影響於作戰者甚大。

一七三 榴戰：爲主要之彈種。破甲榴彈，以利用其全彈命中之侵徹效力爲主。炸裂榴彈，則利用其炸藥爆發之破壞效力（地雷榴彈），或利用其彈體炸裂而成破片之殺傷效力（破片榴彈）。參看第一九五至第二〇〇條。

一七四 榴霰彈：其彈套（彈體）僅爲運送裝於其內部之彈丸（彈子）達到目標之動力及破片時，大威力之用。當砲彈落達以前之瞬間，尙在空中飛行時，即須使彈丸脫出彈套而散飛（空炸信管之炸點）。其效力則視此多數彈丸射達目標之動能而定。

空炸榴霰彈實用之價值，在歐戰時大減。其原因如下：精神效力及物質效力，均頗薄弱。因信管測合，而減小射擊速度。炸高規定之困難（適用之信管，不易大宗製造）。信管構造之昂貴。在陣地戰中，橫寬及掩遮之目標，較多於縱深及暴露之目標。在遠距離及大落角時，效力界甚小。故空炸榴霰彈

，在製造上及使用上，似宜屏棄。但因其對於運動戰中之目標，實能有良好之殺傷效力，故大多數國家，尙保留榴散彈爲副彈種之用。

一七五 烟霧彈，照明彈，燒夷彈，及毒氣彈等：其彈體之功用，皆如同榴霰彈者，專供運送彈內有效物質達到目標（參看第一八三條）。

^{初力}霰彈：僅能射擊最近距離（至六百公尺）之目標。亦可用以掃射障礙物。

霰彈當其通過砲身時，卽行破裂。其內部所裝之硬鉛彈丸，藉火砲裝藥之拋射力，向前衝出。其方向散布界，約爲距離之十分一。堅硬之地面（如石道等），能增加彈子之射程（跳彈）。

第二款 砲彈之外部

一七六 砲彈之各部分爲：彈體，連同其內部裝填物（參看第一七七條）。信管，多用之形成彈頭部（參看第一七九條），及彈帶。彈帶與定心帶（參看第一七七條），爲誘導砲彈在膛內運動之用。

一七七 彈體，由鋼質壓成或抽展而成，有時或鑄成。灰心鑄鐵（鼠鉄），鑄製迅速。一九一四年，德國曾用之製造榴彈，以爲一時補助之計。但此種鑄鐵彈，在發射時，殊不能常保其絕對安全，且其威力亦頗小。

塗彩色油於砲彈上，爲便於辨識砲彈之種類，並可防止生銹。

彈體前部，肉厚微有隆起之處，名曰定心帶。其外徑對於陽螺線中徑（口徑），遊隙極小。其餘之彈徑，通常使較定心帶外徑略小，庶作業可不必十分精確，因而有製造容易之利。定心帶前方，彈體漸次縮小而成尖形之彈頭。彈帶後方，則在多數彈種，均爲截頭圓錐形之彈尾（參看第一七九條，及第三十五圖）。

一七八 彈帶（多係銅質，亦以鋅或軟鐵爲補助代用品），嵌於彈體外周之燕尾形凹槽內。爲使子彈在膛內之誘導確實起見，彈帶與定心帶間之距離，不可超過一定之限度。

彈帶之最大外徑，略大於陰螺線之中徑。發射時，陽螺線壓入彈帶銅質中，

故子彈開始運動，即因此而受甚大之阻力（參看第二條）。依子彈與膛線之吻合，而賦與子彈以旋動。彈帶之寬度及數目，視乎膛線之種類及大小（參看第三五及第三六條），以及初速及氣體壓力而定。無論如何須避免彈帶被陽螺線所切斷，並須使彈帶與膛面間，有良好之緊塞作用，俾火藥氣體決無向前噴射之虞。

一七九 選用適當彈形（彈形係數 i 參看第三二條），以減少空氣阻力，則彈頭之形狀，彈身之平滑（突起部及稜角之免除），及彈尾之形狀，均有重要關係。

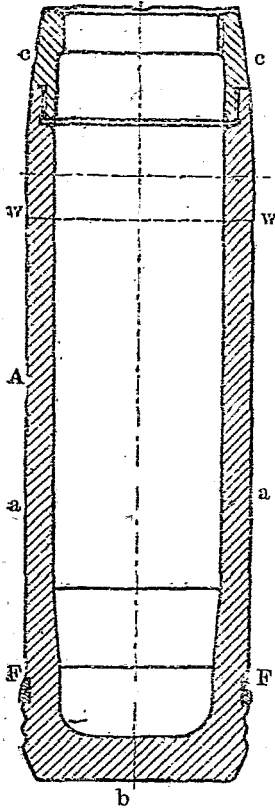
彈頭愈細而尖，則子彈貫穿空氣愈易。彈頭弧面與圓柱體面，相接連處，其曲度半徑必須切合一致，或僅成一極小之角度（參看第二十五圖）。此角度若超過一定之值，則在此處即發生空氣渦流，阻礙子彈之前進，甚為不利。

子彈之彈頭特別細而尖者：如德國步槍之各種子彈。法國步兵之穿甲彈（D彈）。砲兵之雪茄式彈（C彈）及偽帽彈。自發明此種尖形之子彈後，乃完成

新兵器關於射程上之一大進步。供遠射用之砲彈，需要特別細而尖之彈頭，在歐戰時，已曾用中空之偽帽，套裝於信管上，以形成特別細而尖之彈頭（偽帽彈）。

彈尾：射彈之直後，形成真空。排開之空氣，向該處流回頗緩，不能即刻填復原來之密度。子彈飛行之速度愈大，則其直後之氣壓愈低，而前進之阻力亦愈增。故大初速之子彈，務使其彈尾成截頭圓錐形，以便空氣易於向彈後合流（第一幅第二攝影圖）。彈身與截頭圓錐部之連接角，不可超過一定之最高限度，否則在連接處發生渦流，反能減消錐形之利。

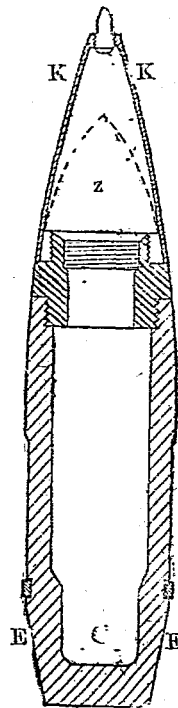
第三十四圖
加農砲榴彈



彈肉頗厚，用以產生多數有效力之破片。

A 彈體。a 圓柱形部。b 彈底。c 彈頭（缺信管）。w 定心帶。f 彈帶。

第三十五圖
偽帽榴彈



K 偽帽。z 信管。E 彈尾（截頭圓錐形）。

第三款 砲彈內部之裝置

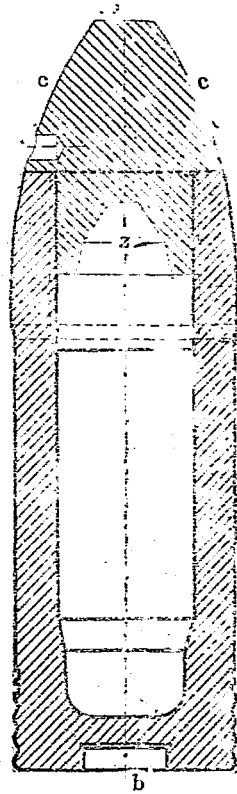
一八〇 砲彈效力以其內部裝填物之功用爲主者，其肉厚以不致在砲身內破裂爲度。他種砲彈之肉厚，則按使用之目的而定。破甲榴彈之彈肉最厚。炸裂榴彈之彈肉，則依承力之大小及質料之強弱，而決定其或厚或薄。榴霰彈之彈肉較薄。薄肉之彈體，須用極優良之鋼質製造之。

一八一 榴彈之彈體空腔內，填寫以炸藥。此炸藥由信管點火，而將彈體炸裂爲多數有效破片，並發生便於觀測之爆烟。爲便於裝入炸藥（壓榨狀態者或熔化狀態者）起見，彈頭或彈底，可螺着於彈身，俾能旋下。彈膛之一部分，須裝入傳火藥，以便將信管所提起之爆炸波，確實傳達於全部炸藥。且須裝入發烟劑（主要成分爲磷，歐戰時用他物代之）。

一八二 破甲彈具有平鈍之彈頭，或於彈頭上加以薄而脆之偽帽。此種偽帽，在子彈飛行時，能減少空氣之阻力，而在彈着時，立即破壞。偽帽之下，有時安置軟鐵製成平鈍之被帽（被帽彈），俾彈頭之本體到達鋼甲目標時，不致破壞或滑走。其信管多係裝於彈底部。輕砲兵射擊戰車之破甲榴彈（參看第三十六圖），惟前面平鈍部爲特別硬化之鋼質，其餘部分均爲普通鋼質。其信管則裝於砲彈內部或裝於彈底，以資保護。射擊戰車之破甲彈，初速須大，彈形須適於貫穿，並須容易觀測射彈。彈底部特備藥劑，使曳光或曳烟以便觀測。砲彈侵入目標後，其信管始能點火於炸藥。此相當量之炸藥，乃

將彈體裂成若干有效破片(參看第一九五及其以下數條)。

第三十六圖
破甲榴彈



c 銅甲彈頭。z 信管。b 彈底。

一八三 特種砲彈：

燒夷彈：內裝燒夷劑(白磷，氧化鐵與鋁粉之混合劑，燃油等)，及少量之黑色藥。其效力則視彈着點附近，可燃性物質之有無多寡而定。故多數小口徑燒夷彈，其效力之確實，勝於少數大口徑者。

照明彈：裝有時間信管，且含少量炸藥，將固定於落下傘之照明劑燃着，並由彈體內衝出之。照明劑徐徐向地面墜下，照明附近之地區。應需之炸高，

可查射表而規定之。除照明地區外，夜戰時並可作信號之用。

發烟彈及霧氣彈：其用途在使敵人觀測困難，且不能瞄準射擊。此種彈內於炸藥外，另加固體或液體之烟霧劑，其化學成分種種不同。依戰鬥之目的，用發散緩慢者，或用發散迅速者（液體烟霧劑揮發較速）。其使用方法，與毒氣彈略同。

第二節 砲彈信管

一八四 信管之功用，爲使砲彈依有利之方式或在一定之時刻而炸裂。故需要有種種機能不同之信管。

使一種信管，而具有多種機能，則彈藥補充，有簡便之利。但其結構複雜，而在戰時，尤以原料缺乏時，其大宗之製造，頗爲困難。信管之製造材料，須用易於作業之金屬，如：銅，銅之合金，鋁，鋅等。

信管種類分爲：

(一) 着發信管 (A. Z.) ..

普通着發信管

瞬發信管 } (彈頭信管)

延期 (M. V.) 信管或不延期 (O. V.) 信管 (彈頭信管或彈底信管)

(1) 雙用信管 (Dopp. Z.) ..

機械着發雙用信管 (具有機械與普通着發之兩種點火裝置)

空炸瞬發雙用信管 (具有曳火與瞬發之兩種點火裝置)

(二) 定時信管 (Zt. Z.) ..

機械信管 (具有機械點火裝置之定時信管) 只用於高射砲，參看第五

一六條。

一八五 對於信管應要求之主要條件如左：

(一) 信管在搬運中須能安全：堪受震盪而無虞。

(二) 信管須無膛發之危險：信管在膛內時，必須有一種保險裝置，使其

決不能發火膛炸而危害砲手。一切信管，必須依發射之衝動力，或依子彈之旋動力，乃得解開其保險裝置，而始有發火之可能。信管何時方有發火準備，則載於其射表中。

(三) 信管須不易受氣象影響。

(四) 信管須不致在膛內因火藥氣體之衝擊而破壞。

(五) 信管於彈着時，須能確實發生效用。

一八六 裝備信管：大部分之砲彈及迫擊砲彈，均裝備着發信管，且幾乎全為瞬發裝置，並多具有可用可除之延期裝置。僅有一小部分之砲彈，用於特別射擊法時，裝備雙用信管。雙用信管，價值昂貴，製造煩難，故施行砲炸射擊時，務以不用雙用信管為宜。

一八七 着發信管：於砲彈着達時，點火於其炸藥（參看第一一一條）。

(一) 普通着發信管，因其感發性小，在砲彈侵入地面以後，始起作用，故其子彈效力之一部分，不免埋沒於地中。

(二)瞬發信管，其尖端一經觸撞地面，樹皮，叢樹等，立即使砲彈炸裂。故其破片大部分之效力，顯於地面之上方。而其有效之破片，較多於普通着發信管。

(三)延期信管，須將信管內延期火藥燒盡，方行導炸。砲彈侵入目標之深度，即與此延期之長短相應。

破甲榴彈，均用延期信管，以期能侵徹抵抗力較強之目標。

延期信管亦用於跳彈之射擊(參看第一九九條)。

一八八 雙用信管及定時信管：經過所裝定之時間後，即使子彈炸裂於空中。若信管點火裝定之時間，較長於子彈飛行經過之時間，或全未裝定點火之時間，則雙用信管之作用，即與普通着發信管相同。

機械信管內鐘錶式機械之發動，或舊時所用空炸信管內導火劑之點着，均藉發射時火藥氣體之衝擊以行之。信管測合之時間，可按射表規定，而用定秒器旋轉信管分割環以裝定之。機械信管之精度及其保存上之安全性，均遠勝

於空炸信管者。空炸信管藥盤之燃燒，與藥盤導火劑之濕度，並與空氣中所含氧氣之分量，大有關係。故特別在高空中之射擊時，其燃燒之經過時間，能發生甚大之誤差。機械雙用信管，及機械定時信管，完全不受此種不利之影響。

一八九 彈底信管：用於砲彈之以破壞有強大抵抗力之目標爲主者。卽制壓戰車（破甲榴彈），或射擊在裝甲或比頓（混凝土）掩護下之目標。重砲兵所用砲彈之信管，有一部份具有一個或兩個延期裝置。可按使用之目的而裝定之。俾砲彈侵入目標後，始點火於炸藥。

第三節 火砲裝藥

一九〇 新式火砲之裝藥，多係收容於彈藥筒或藥包之藥筴內，藥筴由黃銅或以鋼補助代用製成之，有彈性緊塞之作用。在舊式火砲，至今尙有若干國家，仍用生絲製之網囊，貯火藥以裝填，黃銅藥筴，多係由整塊黃銅，抽伸壓輾而成。筴底凸出之邊緣，爲限制裝填砲彈過度深入膛內，並供退子鈹攪

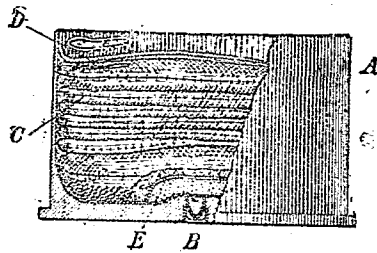
出彈筴之用。筴底中央，有爆管室，裝以爆管。筴壁向前漸薄，彈筴外形爲便於裝退計，須略成圓錐形。

發射時，筴壁依彈力緊壓於膛面上，藉以防止火藥氣體之向後洩漏。

一九一 火炮之需要大射擊速度(例如高射砲)，而僅用一種裝藥者(定裝藥)，則用彈藥筒。否則，大抵皆用分離彈藥(子彈與藥包)。加農砲，爲得較大

之落角以增加子彈之效力(參看第一九六條)起見，或在近距離射擊爲護惜器材起見，或爲便於超越遮蔽物射擊起見，則用小號裝藥及中號裝藥。曲射砲，爲得到各種不同之彈道起見(參看第三三條)，其藥筴內之裝藥，分爲數個藥包(變裝藥)。其藥筴通常裝有由數個藥包合成之最大號裝藥，可應乎當時使用

第三十六圖(附)
藥裝離分筒用砲彈榴



A 筴管或爆管
B 藥管
C 裝藥蓋
D 筴副裝藥
E 裝藥

之目的，取出若干藥包，以減裝藥之量（參看第三十六圖附。火炮亦多有附加裝藥，以增大其裝藥量者。

第四節 砲彈之效力

等一款 通則

一九二 欲各個子彈之效力完全相同，必須其性質（重量，材料，尺度），對於目標（或地面）之關係位置，末速，旋速，點火，及火焰之傳導等項，亦完全相同方可。然實際上常不能如此。蓋大宗製造時，在技術上不能限制公差過小，必難免有不等齊之弊。故子彈之效力，當以實驗射擊之平均結果為標準，單個射彈有時能與平均結果相差甚遠。

一九三 子彈着達目標，而不炸裂者，謂之不發彈。不發彈之未陷於地面內者，即以不規則之彈道繼續飛行。在砲身內炸裂之子彈，謂之膛發彈。在空中先期炸裂之子彈，謂之早發彈。在彈着後，炸裂較遲之子彈，謂之遲發彈。

。子彈炸藥分解不良者，謂之誤發彈。可由其爆烟之帶有黃色，及其爆聲之微弱，而識別之。

信管經過時間（機械信管行動時間，或空炸信管燃燒時間），若較按射表子彈飛行經過時間爲長，則炸點過低，或竟成着發。若較爲短，則炸點過高。

膛發彈，因某種原因而在膛內炸裂，對於砲身之損壞，或大或小不等，而特別在戰時多量射擊中，最易發生。其原因不僅在信管缺點，或子彈構造不良（子彈不堅固，材料有瑕疵，彈徑太大），而以砲身之發熱，致子彈與裝藥亦因之發熱，砲膛或子彈之污穢，子彈之裝填不良等，均有關係。

第二款 榴彈

一九四 應乎目標之性質及射擊之目的，而使用榴彈之效力，大別爲兩種：

（一）破片效力（參看第一九六至第一九九條）。

（二）侵徹及爆發效力（參看第二〇〇條）。

一九五 榴彈之效力，與其彈徑及結構，彈體之肉厚及質料，炸藥之質量及炸力（爆裂性能），信管種類，彈着速度，旋轉速度，彈軸狀況（落角，擺動，跳飛方向）及彈着點處之性質（地面或目標表面）等項，均有關係。砲彈在目標附近之地面上或高出地面而炸裂，其尖銳之爆聲，亦能收精神上之效力。輕砲榴彈之所以特別增大炸藥量，此即其理由之一。榴彈難發生燒夷效力。榴彈所發生氣體之一部分（以一氧化碳爲首要），在閉塞之場所，可呈毒害之效力。

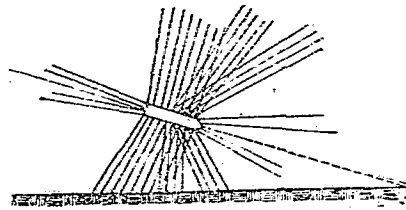
一九六 因炸藥位置於縱軸內，子彈形體又係縱長者，且向側方旋動，故子彈之破片，在爆發氣體壓力下，向前方飛散者少，而向側方飛散者多。純粹向前方飛散者，惟有彈頭部之少數破片而已（參看第三十七圖）。瞬發信管之砲彈，其正向地面部分之破片侵入地中。不用瞬發之着發榴彈，則並將其子彈前部之破片，均被埋沒於地內。必須落角甚大，方能向後力發生稍大之效力。在空炸時，有效破片之數量，增加頗巨（參看第一九八條）。此時破片之

方向，與彈軸在炸點處之方向，最有關係。彈着角愈大，則有效破片之數量愈增。故選用小號裝藥，以行射擊，頗可增大子彈之效力。

一九七 榴彈之縱深效力甚小，橫寬效力甚大(參看第三十八圖)。其效力與

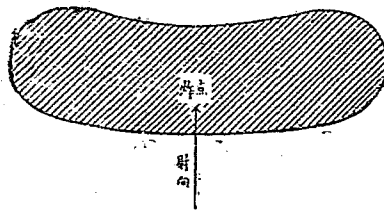
第三十七圖

用大量炸藥，小末速，空炸榴彈之側視圖



第三十八圖

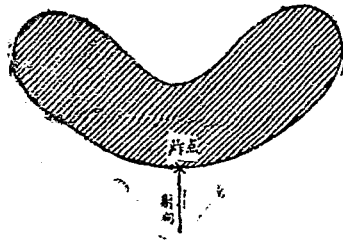
榴彈砲榴彈之效力面
(落角中等，末速小，炸高小時)



射程無大關係。末速較大而炸藥較少時(如野戰加農砲所用者)，則破片效力

向前側方較爲強大(參看第三十九圖)由榴彈效力之狀況觀之，可知使用榴彈有精密試射之必要，蓋惟有射彈之在目標內及切近目標者，方能有效也。

第三十九圖
加農砲榴彈之效力面
(落角小，末速大，炸高小時)



一九八 破片之着速及重量愈大，則效力愈大。破片在炸點時之速度甚大，約500公尺/秒至2000公尺/秒。但破片之空氣阻力較大，故在飛行中，其侵徹力之減失甚速。齒角之形狀，有俾於殺傷效力。空炸彈(參看第二十七圖)與跳彈(參看第四十圖)，其急斜向下投射之破片，效力最大。炸點過高，則破片無效。炸點過低，則橫寬效力減小。最有利之炸高：在野戰加農砲榴彈，爲四公尺至八公尺。在十公分榴彈，爲四公尺至十公尺。在五公分榴彈，爲四公尺至十二公尺。炸高若超過下列尺度，即不復具有充分之破片效力：在野戰加農砲，爲二十公尺以上。在十公分榴彈，爲三十公尺

以上。在十五公分榴彈，爲四十五公尺以上。

破片效力界(效力界內有充分之命中密度及侵徹力)，依法國所發表者，如下表所示：

砲 彈 種 類	縱 深 效 力 界 (公 尺)	方向效力界(炸點兩側)	
		用普通着發信管 (公尺)	用空炸信管 (公尺)
野戰加農砲榴彈	至 5	各 10	各 12
十公分榴彈	至 6	各 15	各 18
十五公分榴彈	至 10	各 25	各 30

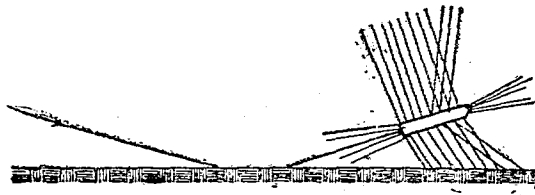
榴彈用瞬發信管時之效力，與其用雙用信管之低炸點者，頗相近似。零星破片之散飛，往往有超過上述效力界外甚遠者。

一九九 跳彈：延期榴彈，在堅固之平坦地面上，若彈着角在十五度以下時，概常發生跳彈。若彈着角在十五度至二十度之間，跳彈發生之機會尙多。

若彈着角在二十度以下，即不復發生跳彈矣。延期榴彈因信管有延期火藥（參看第一八七條），故彈着而反跳於空中後，始行炸裂，猶如雙用信管之空炸（參看第四十及第二十七圖）。能因彈着地形，彈着速度，及彈着時子彈之擺動等項之差異，而跳飛角之大小不同。故跳彈之飛行方向及飛行路，甚不規則。因而炸高亦頗不一律。跳彈之炸高，若不超過第一九八條內所舉之限度時，即能有效力。是以跳彈之破片效力，主要與跳飛角，地形，及延期有關。

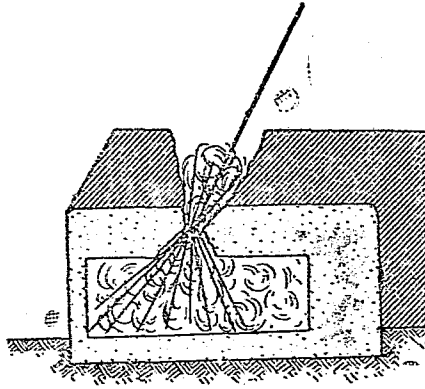
二〇〇 用延期榴彈，射擊有抵抗力之目標（參看第四十一圖）時，其效力之大小，則視乎全彈之侵徹力（斷面比重與着速），炸藥，命中角，及子彈之抵抗力而定。依破片效力，不能達到破壞此種目標之目的。必須依其彈着動能，侵入於目標內部，而由內部炸裂之。欲得猛烈之爆發效力，

第十圖 側視力彈跳之榴彈延期



第 四 十 一 圖

延期榴彈之破壞效力



則子彈中須裝有大量之炸藥。

子彈侵入地中之狀況及深度，主要與命中角有關。次則與着速，彈重，彈形，彈着時子彈之擺動，及彈着地之性質等，均有關係。命中角之關係如左：

(一)命中角為十五度至二十五度時：子彈侵入地內，並在地內向上轉折，而後復出於地面之上，或停留於地面之下

(參看第四十二圖)。復出之子彈，在突出點飛行方向與地面所成之角度，大小時異。在相同之條件下，此兩種情形能一併發生。子彈之具有圓錐筒體者，易於由地內復出。子彈之具有圓柱筒體者，通

常多不能復達地

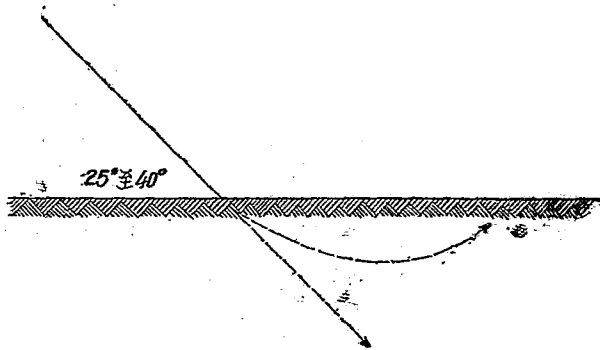
面。

(二)命中角爲二十五度至四十度時：子彈侵入地內較第一項爲深，並在地內通常向上及向膛線旋動之方向而轉折。其子彈鮮有能由地內復出者（參看第四十三圖）。但亦僅在特別適

第 四 十 二 圖



第 四 十 三 圖



當之情形下，方能保持其起初彈着之方向。

(三)命中角在四十度以上時：子彈在地內，通常能保持其起初彈着之方向。

以上所述三項，僅爲大概之標準，蓋土地之性質，頗能使狀況變更也。

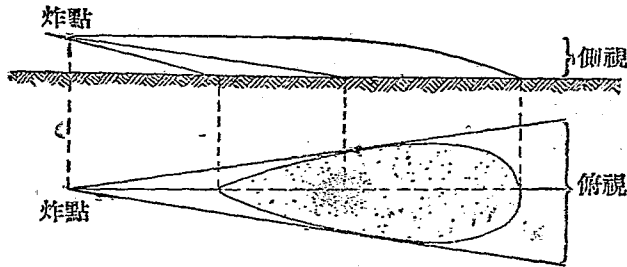
第三款 榴霰彈

二〇一 榴霰彈用空炸信管射擊，可殺傷能由前面命中之活目標。但其精神上之效力，不及榴彈。其彈丸由炸點大致順彈道方向向前射出。因彈底室內裝藥之爆發，隔板推動彈丸，故彈丸速度，較之全彈之末速，更增加約每五十秒公尺。

彈丸之效力距離有限，因受空氣阻力，速度銳減，而彈着速度在每秒一百二十公尺以下者，即不復能對活目標顯殺傷之效力。故榴霰彈僅在其彈丸束藥濃密之部份，有良好之效力（參看第四十四圖）。

第四十四圖

榴發彈彈丸之散飛圖錐(束葉體)



兵器學教程

第四款 特種砲彈

(參看第一八三條)

二〇二 霧氣彈，爲發生人工霧之用。彈着後，其彈中之發霧劑立即發出白色之霧氣，而由當地之風所吹動。氣象對於人工霧之影響甚大(參看第五五一條)。因力求霧氣彈體之少侵入地內，俾發霧劑少被埋沒失效起見，須用瞬發信管射擊。

毒氣彈，用以運送空中用及地面用之毒氣戰品，達到目標。其效力之發生，與霧氣彈相似。關於毒氣彈內之裝填物，及各種化學兵器之效用，可參看第七篇。

第五章 德國砲兵之彈藥(第四表)

第四表(甲) 德國砲兵所用之砲彈及信管種類

砲之種類	砲彈	彈重(公斤)	炸藥(公斤)	砲之裝藥 重量(公斤)	初速(公尺/秒)	着身發程(公里)	信管		
							名	稱	
一六式野戰加農砲	一六式加農砲榴彈	6.25	0.7	1	約0.4	430	7.125	一六式陣發加農砲信管 一管六式延期長加農砲 一管一管 一管長加農砲榴彈 一管(甚一) 一五式加農砲破甲榴彈延期着發信管	陣發
				2	約0.7	570	8.2		延期
五野戰加農砲 一六式加農砲	一五式加農砲破甲榴彈	6.85	0.2	2	約0.7	550	8.2	一五式延期着發信管	着發延期
				1	約0.5	477	7.825		同
一六式加農砲破甲榴彈	一六式加農砲破甲榴彈	同上	同上	只有一種裝藥		465	7.65	同上	
				約0.5	465	7.65			

一六式野戰輕榴彈砲	長形野戰榴彈砲 野戰榴彈砲榴彈	15.8 15.6	2.0	1 5 1至5	0.28 至 0.615 0.280 至 0.615	191 至 364 198 至 391	8.0 9.125	○五/一七式榴彈砲榴彈信管(註一) 一六式降發榴彈砲信管 二三式着發信管(0.25)(MS.) 雙用信管S/60(MS.)	{着發空炸 延期 着發
十公分加農砲	一五式十公分榴彈 (用偽帽或不用偽帽)	約18	1.8	小 中 大	1.7 2.4 3.0	432 559 偽帽 650 偽帽	9 12.3 14.1 (註二)	○四式榴彈信管 一七式偽帽榴彈信管 一六式雙用信管(機械)	着發 空炸
一六公分加農十五式榴彈	一六式十五公分偽帽榴彈	51.5	約5	小 中 大	9.3 11.6 13	555 696 757	14.9 19.8 22	○四式榴彈信管 一六式雙用信管(機械) 一七式偽帽榴彈信管	着發 定時 着發

野戰三式榴彈管砲	一二式十五公分榴彈 一四式十五公分榴彈	42	6.1	1至8	0.57至1.5	198至377	3.3至8.8 (註三)	○四式榴彈信管 ○五式雙用信管 ○一七式榴彈	着定時發
長管臼砲	新九六式及一七式二十一公分榴彈	120	15	1.8至8.9	2.6至5.6 5.2至2.6 5.6至5.2	220至370 390至241 405至430	4.2至9.6 9.7至10.2 4.7至9.1	○一〇式短燒夷彈信管 ○四式榴彈信管	延期發 着發
	一四式二十一公分榴彈	85.0	7.7	1.8至8.9	5.2至5.6	430	9.7	○四式榴彈信管 ○一七式榴彈信管 ○一五式雙用信管	着發 着發 空炸

(註一)：一一式長加農砲榴彈信管，及○五/一七式榴彈榴彈信管，用至砲口前方數百

公尺時，始有炸裂之準備。

(註二)：不用筒帽時，射程11.9公里。

(註三)：不用筒帽時，射程8.5公里。

兵器學總論

第四表(乙) 各種砲彈之用途

砲類 彈及種 種信類	口 標 種 類	附 記
榴彈 着發信 管	射擊一切可山前而或側而命中之活目標。壓倒敵砲兵。火制戰鬥展開中之步兵，機關槍，及輕迫擊砲。射擊無掩蔽之團測所及指揮所。妨害交通。擾亂敵行進中及集合中之部隊。應急時，亦可射擊戰車。	雙用信管，通例僅於試射時用之。
榴及雙 用着發 信管 (不瞬發)	用爲着發信管時：其用途概與榴彈着發信管之彈發者同，惟其破片效力甚較爲小。而對於器材(砲等，鐵絲網，障礙物，村莊，橋梁)則有破壞效力。射擊近距離目標。應急時，亦可射擊戰車。	用爲雙用信管時：若目標在沼澤地或底綫繁多之地，則利用高炸點，以行試射。

榴彈 延期信管	<p>射擊有抵抗力之目標、牆垣、房屋、障礙物、高築之掩體等，用平射彈道為常。並可用曲射彈道，破壞水平掩蓋、掩蔽部、坑道、地窖等。</p> <p>破壞壕溝，鐵道，戰車等。</p>	<p>命中角須在二十五度以上，否則有跳飛之虞。</p>
<p>為跳躍彈 延期信管 應用</p>	<p>其用途概與榴彈着發信管同。用於1500公尺至4500公尺之距離間。但不能用以射擊戰車。</p>	<p>命中角須在十五度以下，方能一定發生跳躍。為能便於確定射彈之跳飛起見，跳躍射擊准用地上觀測實施之。</p>
<p>延期甲信管 延期信管</p>	<p>僅用於野戰加農砲，射擊裝甲目標（例如戰車，裝甲汽車，裝甲列車等）。</p>	<p>在火砲不致傾倒之限度內，儘量用極大之裝藥。</p>

附註：就效方言之，口徑較大者遠勝於口徑較小者。各種砲彈之用途與其口徑之大小無關。

第六節 將來之進步

二〇三 砲兵彈藥，將來進步之主要途徑如左：

(一) 砲彈及信管之種類，務求其簡單劃一，俾裝備及補充容易。以一種榴彈爲主要砲彈，務求其具有充分之破片效力及精神效力。須應乎每種火砲之功用，而將此種榴彈之肉厚與炸藥，作適宜之調和。用爲輔助砲彈者，大概如左：

輕砲兵用者：一種破甲彈（彈頭加硬，少量炸藥，曳光，用延期信管，以射擊戰車）及霰彈（爲近距離防禦之用）。

重曲射砲用者：一種重榴彈，用以破壞強固之掩體（彈肉強厚，彈底信管具有可裝可除或長或短之延期裝置，銅甲之被帽及硬化之彈頭）。

(二) 製造方法，務求簡便，而精良：原料之選用及製造之作業，須在戰

時不虞缺乏，不發生困難（歐戰開始僅兩月之後，兼用彈即完全絕跡而不用，可爲參證）。故製造材料之種類，應使單純化，而尤以信管之各件爲要。且應選擇適當之代用品，並務使製造程序，合乎普通工業上所習用者。

(三) 彈形之改良：彈頭，彈身，彈底，須取便利之外面形狀。彈帶須適宜。子彈重心須在恰當之位置。藉此以減少空氣之阻力及子彈之擺動（擺動小則散布小）。

(四) 拋射藥之改良：減少火藥氣體對於砲身所施化學及機械之影響（燒蝕膛面，剝損膛線）。減小砲口火。在每次發射時及各種裝填密度時，務求裝藥拋射力之等齊。拋射藥，炸藥，信管，須能常時間保存，而不受氣象等之影響。

(五) 信管之結構，務求簡單。

第四章 汽車化之砲兵

二〇四 野戰軍之汽車化：現代戰爭，在戰略上及戰術上，均要求野戰軍有極大之運動性能。以汽車現今之進度言之，若戰地有良好的道路網，則汽車實爲野戰軍之運輸利器，可以與鐵道運輸（一向認爲主要之運輸方法）並駕齊驅，且在許多情況中，汽車之功用竟勝過鐵道。

運輸及補給之部隊，大抵以商業通用之載重汽車，編成汽車縱列，故通常只能適用於良好之道路上。利用之可以迅速移動全部隊於遠距離。

在他方面，各個部隊或一定兵種，努力於汽車化，以賦與運動性能，俾增大其運用之範圍，並使其能迅速加入戰鬥。爲此目的，所需之汽車，概須具有野行性。

二〇五 野行性之汽車，依其結構（強力之發動機，突爪，履帶），亦能在行駛困難之地形上，隨部隊而運動，且在堅固之道路上，仍須具有大速度之行駛能力。因民間營業之汽車，合乎此種要求者甚少，故野戰軍往往須用特別結構，例如：車輪履帶換用式汽車（參看第九幅第二十九攝影圖）或車輪履帶

兼用式汽車(參看第九幅第二十八攝影圖)。

二〇六 野戰軍中，特須汽車化之部隊，主要者如左：

(一)小口徑之兵器：高射機關槍(參看第三九一條)，戰車防禦砲(參看第三九四條)。

(二)火砲：在步兵戰鬥地帶使用之火砲(步兵砲，迫擊砲)(參看第四一五條)，高射砲(參看第五一四條)，重砲及最重砲(參看第一四〇及其以下數條，軍團及總軍之砲)。

(三)他種車輛：高級司令部之汽車，傳報及搜索人員之汽車，通信部隊之汽車，彈藥縱列，輸送縱列，架橋縱列。

二〇七 砲兵之汽車化，有三種方式：

(一)將火砲裝載於適宜之載重汽車上(參看第二〇九條及第七攝影圖)，即汽車裝載砲。

(二)用牽引車在前方牽引火砲(參看第二一〇條及第四十四攝影圖)，即

汽車牽引砲。

(三) 將火砲固定裝置於汽車上(參看第二一一條及第十攝影圖)，即汽車砲架(自動行駛砲架)砲。

砲兵所賞用之汽車，務取能深合乎第二一〇條所舉各條件者爲宜(理想之汽車化)若缺乏野行性汽車，而取商業通用之汽車，則僅可謂爲一種臨時補助性質之汽車化。此種汽車，需要良好之道路，甚受限制，運用不廣。是以補助汽車化，殊少賞用之價值。

二〇八 汽車之運動法，有四種如左：

- (一) 車輪式汽車：僅利用車輪運動。
- (二) 履帶式汽車：僅利用履帶運動(履帶之構造，或用金屬鈹，或用無端之橡皮帶)。
- (三) 車輪履帶換用式汽車：有時用車輪運動，有時用履帶運動。視當時之需要，或由車輪換用履帶，或由履帶換用車輪。

(四)車輪履帶兼用式汽車：同時兼用車輪與履帶以運動。前輪具有轉向性能，而以橡皮履帶代充後輪。克格雷斯(Kegresse)式樣。

車輪與履帶之換用法，有兩種：(1)如美國克禮斯替式(Christie)之裝軌法：使車輪式汽車輾轉於兩條平舖地上之履帶上面，而將履帶扣合於車輪上。更加裝中間輪，以爲捲動履帶之用。其換用時間約需三十分鐘。(2)如法國聖沙孟式(St. Chamond)之舉輪法：四個車輪，由絞動而高起，遂使車架所具之履帶，著於地面。並將發動機之作用，由車輪轉動移於履帶捲動。其換用時間約需十五分鐘。

橡皮履帶：輕汽車用之，能減小行駛之聲響，及道路之消磨。並可得較大之速度。惟在原地轉向，略爲困難。

鋼鈹履帶：燃料之耗用更大，機件之損壞較易(鏈環及軸栓等尤甚)。詳情可參考專書。

二〇九 馬匹輓曳之火砲材料，欲換用汽車裝載，無須大加更改即可。車軸

彈簧，不僅汽車須有之，即火砲本身，爲減少行駛時損壞器材起見，亦甚需要。此種汽車運輸法之缺點：即車輛甚重（故重砲兵不能用。裝卸費時（故射擊準備不能迅速），射擊陣地須接近道路（否則須帶同馬匹裝載，或在卸載地點準備馬匹），載重汽車費用甚昂，且僅能用於良好之道路網。

若攜帶野行性之牽引汽車於掛車上，則火砲亦能藉以遠離道路進入陣地。

二一〇 火砲之用汽車牽引，優點甚著，且將來發展之希望亦最大。用四輪動力之汽車，或車輪履帶換用式汽車充當牽引車，則無論道路上或道路外，運動均甚敏捷。而射擊陣地之選擇，得不受限制。當火砲射擊時，曳車可駛至後方，掩蔽停止，或從事整理，或供搬運彈藥器械等之用。

砲兵牽引汽車，務須滿足左列各條件：

- (一) 每日行程，須遠達一百公里乃至一百五十公里，而無須特加修理。
- (二) 在良好之道路上，須能有大行駛速度。而在步兵行軍縱隊內，又須能緩行。

(三)具有野地行駛之性能。

(四)砲兵牽引汽車，應採用其亦能適用於平時之一般經濟營業方面者（如此可節省製造費及維持費）。

用汽車牽引之火砲，其行駛速度大者，須具有實心或裝氣之橡皮輪帶，或裝載於具有彈簧之單軸或雙軸之補助車架上（參看第八攝影圖）。迅速行駛時，對於震動須有救濟裝備（車軸彈簧，砲身之特別裝置，荷重之分配）。車架（掛車）有價廉及製造迅速之利。但火砲裝載於車架上，則用時須先由車架上取下，故頗妨礙其射擊準備之敏捷。

二二一 汽車砲架上之火砲（自動砲架之砲），具有敏捷之運動性能，轉向性能，及對各方向之射擊準備性能。且可迅速變換陣地，及應多方之運用。以上各種性能，在運動戰中，甚屬有利。然此種砲亦有缺點：即車輛重量頗大（七公分五加農砲車，約重十噸。十五公分加農砲車，約重二十噸）。構造費較昂（發動機重，車架重，砲架須特別結構）。易受敵火損壞。發動機一發生

故障，火炮即難搬運，乃不能遂行其任務。目標較大。

自動砲架，常用於最前方戰鬥地帶外之輕高射砲及中高射砲，以及直接隨伴前線步兵（不宜用馬挽曳）之火砲。戰車隨伴砲亦用之。

在平地上行駛，車輪式汽車每小時之速度，可達六十公里以上，車輪履帶式汽車，約達三十公里。重於十五噸之車，其重量已超過普通所築公路上橋梁之負擔力。

輕砲（口徑十公分以下）用自動砲架者，通常裝於固定之架匡上（Pivot），能旋轉三百六十度。發射時，對於車輛縱軸所生橫方向之後坐力，則於需要時，用側面支持裝置承擔之。重砲則普通僅能向左右旋轉數度，故其概略方向，須用車輛發動機規定之。

射擊時，須用垂直支柱，以減除車軸彈簧所受之力。自動砲架之砲，若欲特別由砲牀上施行射擊，則火炮勢必須從車上卸下，改裝於砲牀上，費時頗多，射擊準備因而緩慢。故火炮須別由砲牀上射擊者，宜採用牽引汽車，較為

便捷。

二二二 德國一四式汽車砲（重量九噸，砲身及射擊能力均與九六——一六式野戰加農砲同），係裝置於橡皮輪載重汽車上之架匣式砲。構造形式甚高。和平條約限制德國不得用之作高射砲。

二二三 砲兵之汽車化與馬匹輓曳比較之利弊如左：

（甲）汽車化之利：

（一）牽曳力大，能使威力較大之砲，在道路上及道路外，運動容易。重量大之妨礙，對於汽車不似對於馬匹之甚。

（二）行進速度大，行程能力大。增援砲兵，可藉以迅速移動，應多方之運用。

（三）若不因特別顧慮駕駛上之安全，及防塵埃之飛揚，而放大各砲間之距離時，則汽車砲兵有縮短行軍長徑之利。

（四）汽車之載重力較大，故彈藥之裝備亦較豐富。

(五)不易感受毒氣之危害。

(六)汽車駕駛，有少用人員之利。

(乙)汽車化之弊：

(一)行軍時，若繫駕砲兵外，並有汽車砲兵，則指揮頗難適宜，且易受道路網之限制。

(二)車輛甚重(橋梁之負擔力有限)。

(三)長途行駛後，需要修理。損壞時，修理須費長時間。且與工廠之設備，及駕駛人員之技術，均有關係。

(四)與工業情況及原料來源有關。尤其與發動油料(汽油)及橡皮輪帶之生產及供給有關。

中華民國二十六年十一月

中央陸軍軍官學校印

Handwritten text, possibly a signature or name, located at the top of the page.

