

中央陸軍軍官學校
軍官高等教育班

射

擊

學

張

上海图书馆藏书



A541 212 0012 0143B

中央陸軍軍官學校高等教育班射擊學教程

緒言

射擊者發揚火器之效力收戰鬥之勝利者也。其動作極繁。學理至邃。欲嫻其動作。必以學理爲準繩。欲明其學理。須以數理爲補助。本書主旨。卽在洞澈學理。嫻熟動作。藉以發揚火器之威力。故歷舉數理。以資參證。挈其綱而張其目。闡其幽而發其微。俾觀者醒心豁目。明體達用而後已。

火器能力之要素有三。曰速度大。曰威力鉅。曰命中確。速度與威力。關乎火器之構造。是宜於兵器學內研究之。惟命中之精否。當就彈道學，命中學，射擊法等。盡力探討之。以期合於實用。則射擊學之研究。始有裨益也。本書之篇次。卽按此以編定云。

緒
言

目錄

第一篇 總論

第二篇 彈道學

第一章 總則

第二章 膛內彈道學

第一節 通則

第二節 火藥之效力

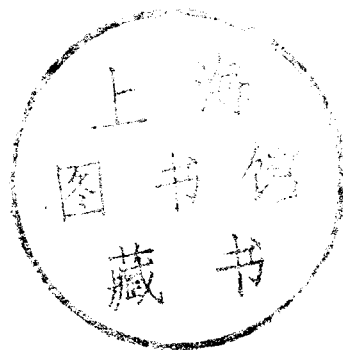
第三節 火藥對於兵器之作用

第四節 火藥對於子彈在火器內之作用

第三章 膛外彈道學

第一節 通則

第二節 真空中彈道



258912

第三節 空氣中彈道

第四節 彈道之變化

第五節 射擊能力之判斷

第三篇 命中學

第一章 總則

第二章 散布

第三章 對於命中之影響

第一節 彈道之形狀與地形

第二節 散布之關係

第三節 射擊指揮之關係

第四節 特別關係及氣象關係

第五節 目標之性質及戰鬥隊形

第六節 目標附近之地形

第四章 命中公算之應用

第一節 通則

第二節 關於火器效力之判斷

第三節 關於射擊法之判斷

第四節 近彈之避免

第五節 關於步兵之射擊

第四篇 射擊法

第一章 步兵輕兵器之射擊

第一節 步騎槍之射擊

第二節 輕機關槍及自動步槍之射擊

第三節 手槍之射擊

第四節 近戰兵器之射擊

第二章 步兵重兵器之射擊

第一節 重機關槍之射擊

第二節 迫擊砲之射擊

第三節 平射砲之射擊

第四節 小加農砲之射擊

第五節 步兵榴彈砲之射擊

第六節 破甲步槍及機關槍之射擊

第三章 砲兵兵器之射擊

第一節 繫駕火砲之射擊

第二節 山砲之射擊

第四章 防空兵器之射擊

第一節 高射機關槍之射擊

第二節 高射礮之射擊

第三節 結論

射擊學

第一篇 總論

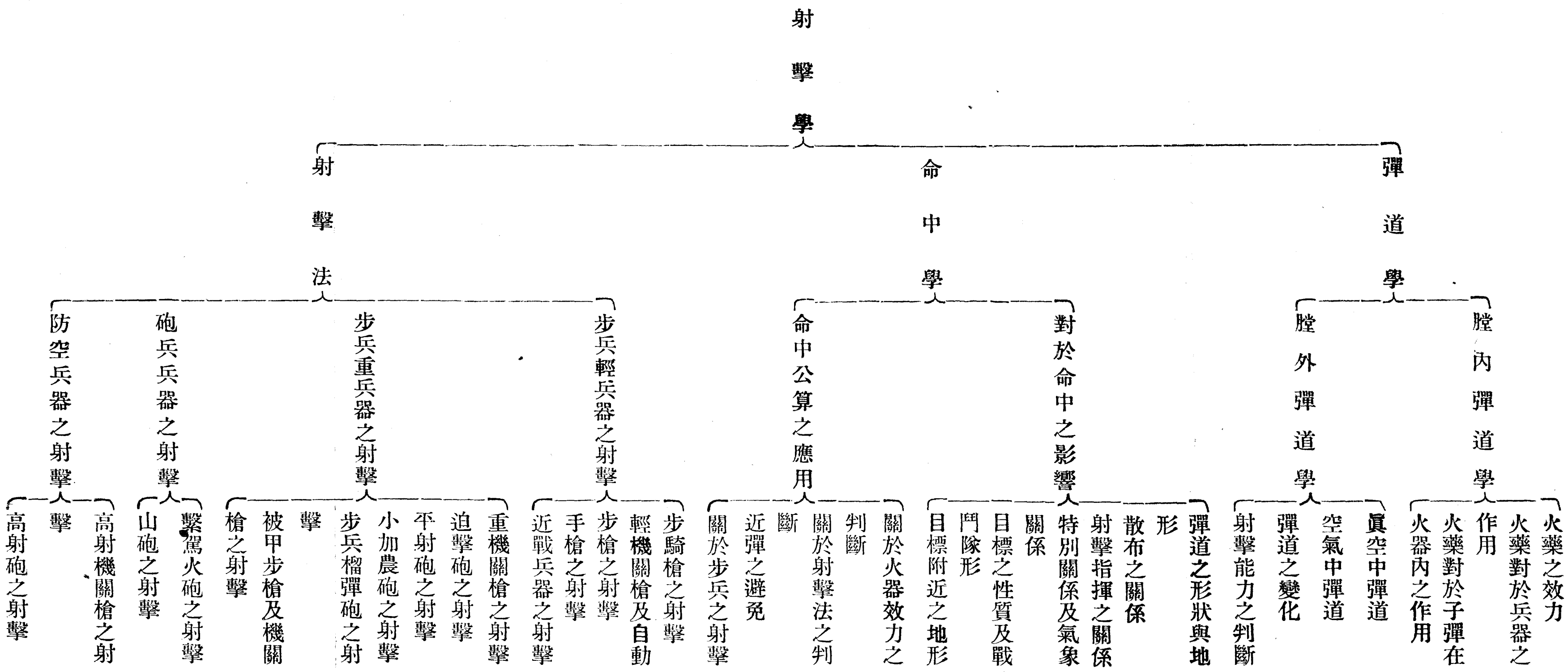
射擊之目的，係對於某種目標，以短少時間，能顯著大效力，然欲使射擊能顯著大效力，則不可不具備以下之二種要素。

一、命中精確

一、射擊之威力強大

以上二種要素，缺一不可，何也，蓋子彈命中雖然正確，而射彈威力薄弱，則收效甚少，抑或射彈威力強大，命中又不正確。雖有威力，及於無用之地，故二者苟缺其一，均不能顯著大之效力，雖然具此二種要素，尤不為完全達到射擊目的，必須能於短少時間，收此二種要素之效果，始可為完全達到射擊目的，於是可將達成射擊目的之要素詳細分之，約可別為三種，如左

射擊學區分表



一、於短少時間能發射多數射彈

二、命中精確

三、射彈之威力强大

右之三要素中，第一項，關於火器之製造法如何，第三項，關於射彈之製造法如何，均於兵器學中，畢述其奧義，且非射擊學研究之範圍，故不贅及，茲就第二項命中精確研究之。

射擊學研究之必要，本編研究之目的，既在使射擊收命中精確之效果，欲達成此目的，則不可不精練射擊法則，欲精練射擊法則，又不可不探求射擊學理，此射擊學理研究之必要。其在於斯。

第一篇 彈道學

第一章 總則

凡研究子彈在火器內因火藥所發生之氣體壓力使子彈離開火身口飛行空中之狀態總稱曰彈道學其在膛內運動者曰膛內彈道子彈在空氣中飛行者曰膛外彈道（附分侵徹彈道學及水中彈道學）

第二章 膛內彈道學

第一節 通則

就火器內研究子彈之運動火藥氣體壓力變化之狀態與壓力及於子彈速度之關係等，謂之膛內彈道學。

第二節 火藥之效力

火藥在火身內燃燒之景况與初速，拋射子彈大多利用火藥，由一擊即燃之點火藥所發生之火焰燃着裝藥，燃着之後，即蔓延於各藥粒之外面，（延燒）隨即全部燃燒，（侵燒）此項燃燒，雖時甚短，然

其燃燒時間，可以計算得之，隨燃燒之發展，逐漸發生多量高溫膨脹之氣體，使子彈運動，並以漸次增大之速度，驅子彈通過火身，而出火身口。

射表中所列之初速，(V₀)爲一平均值，係子彈出火身口時，至前方某點，每秒之速度(秒公尺)，乃由驗速儀測算而得者也。

有效藥力與消耗藥力之概值 子彈向前運動，僅能利用全藥力之一部，(約三分之一)其他一部，消耗於必要之子彈旋動，(子彈係長形時)以及在火身內所生之摩擦抗力，火器之反動力，(後坐力)分熱於火器與子彈等等大部分藥力，則在子彈脫離火身口時，尙未用完，因各種兵器須顧慮使用及運動上之便利起見，故不能任意增加火身之長度也。

火身口音與子彈音發生之原因及其減小之方法 因氣體衝出火身口而激動空氣，故在火身口發生響聲，用人工器具限制氣體之激動力

，可將響聲減小（制響器）惟因子彈之速度超過音速者居多，致發生子彈響聲則不能用此法排除之。

火身口火發生之原因及其減小之方法 火藥氣體出火身口時其一部缺乏氧氣，而極熱之氣體與空氣中之氧氣化合則成一種新化合物，形成火狀，即為火身口發生火光之原因，雖然火藥盡成氣體，仍不免此等現象，若在裝藥內加以化學物品，或使氣體冷卻，可使火身口火減弱（鹽類附加物及消焰器）加入鹽類成分則初速易有稍小之弊。

藥力與氣體力學及于化成分之關係 氣體量愈大膛內之容積愈小，燃燒溫度愈高，則藥力愈大，火藥所發生氣體之種類，數量，燃燒時間，燃燒溫度等，視火藥之化成分而各異，故可變更其成分隨意規定之，微烟火藥之氣體量多於黑色火藥數倍，氣體量及溫度之關係於火藥力，如電流及電壓之關係於電力。

膛內火藥壓力之狀況 火藥所發生之氣體，對於火身之各壁（火

身，閉鎖機，彈底）極力壓迫，因子彈在火身內開始前進之初，須嵌入膛綫內，其所遇之抵抗力頗大，故氣體壓力之澎脹力極速，以達到最高度，子彈彈帶嵌入膛線之後，抵抗力甚為減小，燃燒容積增大甚速，同時氣體之溫度及壓力，漸次減少。

膛內最高氣體壓力之狀況 製造兵器時必須深悉氣體最高壓力，及其壓力之經過狀況，因火身之肉厚，後坐力之種類及大小，炮架及器重機關槍架之構造，均與之有關也。

決定火身肉厚及槍砲架之標準 關於此項測驗應需之器具為阻止 *Stauchapparat* 後坐測量器 *Rucklaufmesser* 等。

火砲膛內之最高氣體壓力 通常為二千至三千倍氣壓，步槍之氣體壓力，通常稍高，火身口處之氣體壓力僅有數百倍氣壓。

微烟火藥燃燒溫度之概值及氣體發生率修正之方法 微烟火藥之燃燒溫度通常為攝氏二千至三千度，其燃燒時間，則隨火藥之種類及

形狀而各異，即在同種之火藥，藥粒面積愈大者，則氣體壓力愈大，而燃燒時間愈短，是以可將火藥製成各種形狀及不同之表面，以規定其適宜之燃燒速度，厚而且大之藥粒，其燃燒較爲緩慢。

過高之溫度，易使火身燒蝕，對於膛線起點圓台連接部爲尤然，換言之若令氣體溫度減低，則壓力及因壓力而生之工作力，均將隨之減小。

裝藥密度之研究 初燃燒室愈小（即彈底後之空間）又名藥室容積，雖係同樣裝藥，而氣體之最高壓力及燃燒速度均將愈大，裝藥重量與藥室容積之比名曰裝填密度（又名裝填比重）因裝填子彈不良，以致燃燒容積縮小（裝填密度增大）火身內發生過度之壓力，可使子彈破裂，至少亦必令初速（射程）受其影響。

裝填密度之公式

$$\text{裝填密度} = \frac{\text{裝藥重量}}{\text{藥室容積}}$$

裝藥比例之研究 裝藥比例愈大，（裝藥量與彈量之比例）若在同類之火藥及兵器，則燃燒速度及氣體壓力愈大，同時兵器及子彈所受之影響亦愈大，而初速亦愈大，

$$\text{裝藥比例之公式} = \frac{\text{裝藥重量}}{\text{子彈重量}}$$

或
子彈重量：裝藥重量

阻礙抗力大小之利害與特種抗力及於子彈兵器之影響 抵抗力愈大（此項抵抗力係由子彈之慣性，及嵌入膛綫內所須之力，以及摩擦力而來）則氣體壓力及燃燒速度亦愈大。但所損之工作力亦增高，猝然發生之抵抗力，（例如污穢）必致猝然增高壓力，則子彈及兵器均能因之破碎。

氣象與燃燒時間之關係 因天氣之不同，於燃燒時間及火藥之分解，大有關係，因而氣體壓力，初速，射程，均受影響，故潮濕之火藥（由水蒸氣所致）及在嚴寒時之火藥，均能減小射程，若溫暖之，（例如將彈藥置於明皎之陽光中）即能增大射程。

改良火藥應注意之事項如左

甲、緩和火藥氣體之最高壓力（可使兵器重量較輕）且使壓力至火身口止，甚為平均。

乙、抑抵危險之高熱，以減少意外之擴張與燒蝕

丙、減小火身口火

上述各項之要求，因有互相矛盾之處，故不能於一種新火藥中，而使其同時俱備，又不可因達某項目的，增加一種成分而致減小初速，是以改良火藥之試驗，以下述方法較為有效，即由機械學及化學上的方法，使金屬較能抵抗燒蝕，並減小火身口火及嚮聲。

第三節 火藥對於兵器之作用

緊塞作用 因求操作兵器人員之安全，及火藥氣體之利用良好，須有密閉之燃燒室，使氣體不能自子彈及膛面之中間洩出，或由閉鎖機側向後洩出，欲防氣體向前洩出，可將彈帶儘量嵌入膛線中，欲防其向後洩出，可用微含彈力之藥筒，對於無金屬藥筒之火砲，則用特別緊塞具防止之，緊塞具被氣體壓力向後壓迫，與後面之抵抗面及關節緊貼，以達密閉之目的，火身膛內有高度之氣體壓力時，砲門及槍機均須閉鎖確實，否則氣體後洩，能損壞兵器，且殃及操作之人員，或使藥筒爆裂，發生裝填障礙，（是否洩漏氣體，可於射擊時用活動照相試驗之）。

氣體壓力之作用 氣體壓力驅使子彈前進，同時使火身擴張，又對於閉鎖機方向，使兵器後退，（後坐力）此種現象，試取譬以明之，如人由舟中向前跳出，則舟必後退，人體愈重，（以人比子彈）向前跳

力愈大，（以跳力比子彈速度），舟愈輕（以舟身比向後退之兵器部分），其後坐力愈強。

後坐力須俟火藥氣體由火身口流出，直至火身內之壓力低降與火氣壓力相等時，方行消滅，其時間之長，大於子彈通過火身之時間數倍，火砲用強裝藥者，尤見其然。

後坐力之計算及其減小之方法 按力學規則後坐力（R）以公斤尺（Mkg）計算，其公式如左：

$$R = \frac{(P + BL)^2 \cdot V \cdot 2}{2 g P}$$

v。爲初速，以秒公尺計算， $\frac{m}{sek}$ 。

g 等於 $9.81 M / sek$ ，即重力加速度

p 等於後退物體之重量

p 等於子彈之重量

以公斤 (kg) 計算

L 等於火藥之重量

B乃經驗所得之數，爲火藥氣體流出之時間，在攜帶火器則爲 $0.5H_1$ 。在火砲則爲 2 至 3 （兵器之性能較大時，則B之數亦較大）。

觀上公式，可知後坐力對於初速須大，而重量P又有限制之兵器，關係甚大，例如攜帶火器，野戰加農，高射砲等。

九八式步槍之R。約爲 $1.6MK_0$ 。騎槍之初速，雖較步槍稍小，而其R約爲 $2MK_0$ ，因其較輕也，後坐力增加，連射時射手極受影響，故在未能設法減小後坐力，或使後坐力失效時，則初速不可過大，管退砲之後坐力，其一部份化爲熱度，（制退機）故砲架之負擔較輕，且引導在子彈後方流出之氣體，使其向前方發生作用（砲口制退機）即渦輪式之盤，則能消除後坐力之大部，倘此項裝置過重，則射擊時增大砲身之震動，而使散布增大。

在甚重之裝輪砲及迫擊砲，欲減小向地面之壓力，須用輪帶，墊板，蓆類，砲床等。

發射時火身口向上昂起之原因，兵器之重心點及支撐點，多在火身軸之下部，故後坐力必令火身口向上昂起。

發射時火身震動之原因 射擊時，火身發生震動，向縱—橫方向之震動，則由於火身之擴張及彈帶之嵌入膛線，旋轉之震動，則因子彈之迴旋，火身口之震動，則由於氣體之湧出，此種震動，與火身床之安定程度有關，（可用電器照像術確定之）。

定起角發生之原因 後坐力及火身震動，爲發生定起角（即發射前，火身軸線，與子彈脫離火身口時之發射線所成之角）之主因。

第四節 火藥對於子彈在火器內之作用

膛長決定之標準 子彈在膛內因受氣體壓力，直至火身口止，其速度逐漸增加，無論何種火器，其火身口氣體全壓力，必大於全部抵抗力，如漸增加火身長，即能增加初速及射程，而最大氣體壓力及後坐力則毫不增加，故加農及步槍，其火身與口徑之比例，倍數較多

，惟長之界限，須顧慮兵器之重量及運動。

火身口前火藥氣體對於子彈之作用 因子彈後方有高壓之火藥氣體，向彈底湧流壓迫，故常於將出火身口之前，尙得增加些許初速。

火身口子彈之威力，子彈在火身口所具之威力（動能——工作能——活動力）爲測定兵器能力之比例尺，此威力按力學原則，以公斤尺（Mkg.）計算，其公式如下

$$E = \frac{PV_0^2}{2g}$$

p (子彈重量) 以公斤 (kg) 計算
v₀ (秒之公尺數) (M)

g 等於 9.81 M / sek²

由是觀之 v₀ 最關重要，p 爲次要。

第三章 膛外彈道學

第一節 通則

凡研究子彈在空中運動之方法，以明彈道之性質，且使子彈能導於目標，以明命中學之基礎，總稱之曰膛外彈道學，膛外彈道學，約可分爲二種，一曰真空中彈道，一曰空氣中彈道（附可分爲侵徹彈道及水中彈道）。

彈道之定義 子彈脫離火身口後。其重心所經過之路名曰彈道，或曰飛行路。

影響於彈道形狀者之關係 初速，發射方向，重力，空氣阻力，子彈圍燒彈軸之旋轉，均與彈道之形狀有關。

彈道形狀之理論 若祇有初速而無其他關係，則子彈將循發射方向一直前進。

例如第一圖所示應於十秒鐘末。經過MA之路程（參照第一圖）因重力之故，子彈脫離火身口後，漸漸下落，乃不沿1、2、3、以達A，而低落於ab以至B。

落下巨離以公尺計，其算式爲 $\frac{1}{2}gt^2$ 。 $g = 9.81$ 。

t 爲子彈飛行之秒數

M | c | f | B 乃真空中之拋物線彈道也。

再加以空氣阻力，則速度因而漸漸小減，

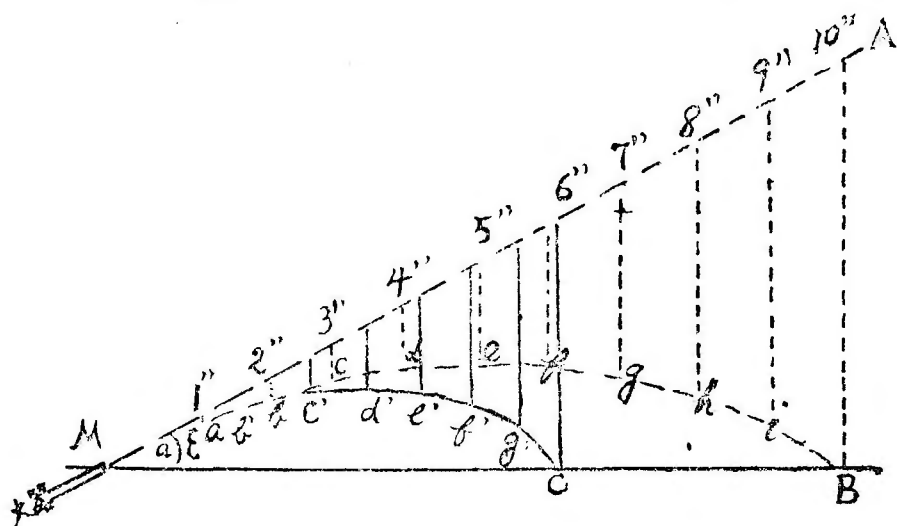
例如於八秒鐘末，不能達至 h 點，而低至 c 點。

M | c | f | c 乃真正彈道之形狀，其射程較小 B C 一段，其彈道之後半部（降弧）彎曲較甚。

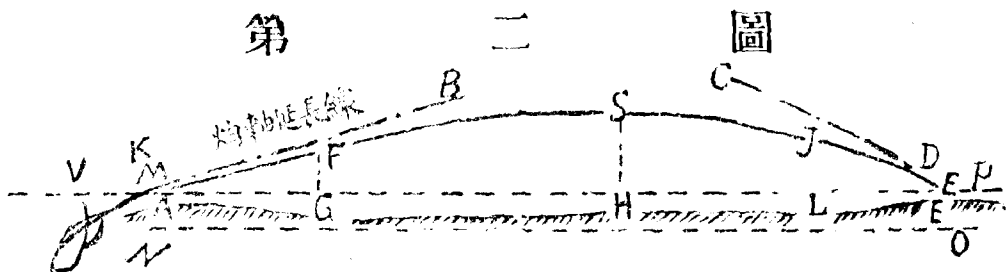
子彈圍繞縱軸之旋轉，可免其在空中顛倒，然因之而發生偏差，通例向其旋轉之方向偏差（子彈向右（左）轉則向右（左）偏差）且速率因被空氣阻力，愈行愈減，其偏差亦愈大（定偏大於射巨離增加之比）故無論俯視或側視，彈道均呈彎曲之狀（彈道形狀則呈複面曲綫形）

第一圖

射擊學



彈道在真空中以虛線為記
 彈道在空氣中以實線為記



彈道各部分之通用名稱。

v 爲表尺

k 爲準星

M 爲火身口。

vkz 爲水平瞄準線或射線。

Mz 爲含火身口之水平線，即理想上經過M之直線（在發射之時）。

DE 爲直立之靶。

z 爲彈道與含火身口水平面第二交會點（亦射表中之射程或射巨離）

NO 爲實際巨離（在地面測量）。

CzM 角爲落角。

DzC 角爲命中角（即目標垂直線與彈道落點切線所成之角）。

S 爲最高點。

AS 爲昇弧。

SZ 爲降弧。

FG 及 JL 均爲彈道高。

在 Z 處之速度爲着速（在火身口水平線處則爲末速）。

子彈之飛行時間，係由火身口至彈着點（或炸點）所需之飛行時間。

第二節 真空中彈道

主要諸元之概況 真空中彈道之昇弧與降弧等，初速與末速亦等

，其最高點在中央。

主要諸元之計算法 真空中射程(W)——射角(E)——初速等相互間之數學的關係，可表明此等數目之意義，同時並可見空氣阻力之影響，是以不僅有學理上之價值而已。

在第一圖中MAB三角形中通常MA = $V_0 \cdot t$ (t 為飛行時間之秒數) AB = $V_0 \cdot t \cdot \sin E$ 及 MB = $V_0 \cdot t \cdot \cos E$ 但因按落下原則AB亦等於 $\frac{1}{2}gt^2$ 故如下式

$$V_0 \cdot t \cdot \sin E = \frac{1}{2}gt$$

由此式變化

$$t = \frac{2V_0 \cdot \sin E}{g}$$

g (即飛行時間之公式)

$$\text{射程MB} = V_0 \cdot t \cdot \cos E$$

若將 t 之數字代入

$$\begin{aligned} \text{則 } W &= V_0 \cdot \cos E \cdot \frac{2V_0 \cdot \sin E}{g} \\ &= \frac{2V_0^2 \cdot \sin E \cdot \cos E}{g} \\ &= \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 E}{g} \end{aligned}$$

真空中及空氣中射程之比較 按右式所算得之數目，與實際射擊結果之比較，在第一表內示明之。

第一表
真空及空氣中之射程比較表

兵器	子彈重量	裝藥號數	V ₀ 秒之公尺數	ε	射程以公尺計		真空與實際上 射程之差%
					真空	實際	
長管白砲	120 Kg	1	220	15°	2470	2360	5%
	"	"	"	30°	4270	3850	11%
	83 Kg	9	430	"	16325	8515	92%
一九一六年式野戰砲	6 $\frac{1}{4}$ Kg	1	"	"	"	6810	140%
	"	"	"	15°	9425	4880	93%
一九一六年式 輕野戰榴彈砲	15.8 Kg	2	191	"	1860	1715	8%
	"	7	302	"	4650	3810	22%
一八九八年式步槍	10g	—	895	4 $\frac{1}{2}$ °	12700	2000	535%

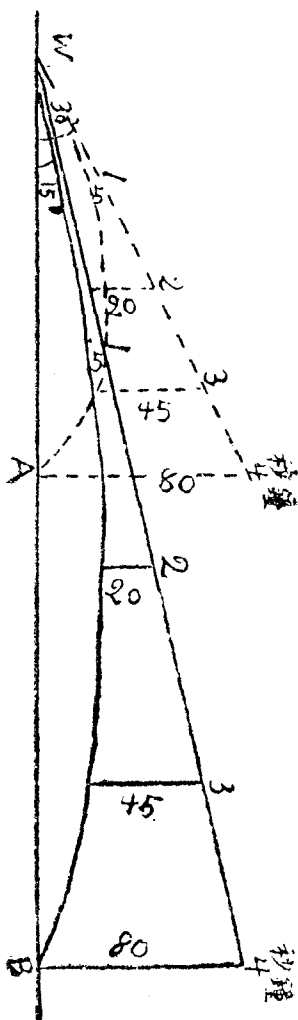
未行可証明空氣阻力之影響子彈較重及初速稍小則阻力甚微
若在子彈輕而初速較大時則阻力甚大

一切彈道之一般定理如左。

(甲) 射程與初速及射角之關係 射程由初速而定遠射兵器必有大初速參照第一表及第三圖。

(乙) 初速與兵器之價值及用途初速愈大，則在同樣射程時，其射角愈小，其彈道愈直，故對於彈道愈直而價值亦隨之愈大之兵器例如步槍——戰車砲，等，須有大初速，否則射彈應達到掩體後方之兵器，例如臼砲——迫擊砲等，則不可有大初速。

第 二 圖
初速與彈道形狀之關係
(初速加倍對於射角加倍)



(丙)對於一定之火器及初速變更射程之方法 對於一定之火器及初速，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，(射角增加，則射程亦增長，但射角愈大，則其增加愈爲緩慢 $\text{Sin}^2 0^\circ = \frac{1}{2}$, $\text{Sin} 60^\circ = 0.87 \text{Sin} 30^\circ = 1$) 最大射程之射角，約近四十五度 ($2E = 90^\circ$) 而 $\text{Sin} E$ 之最大值。

(丁)初速相同時角爲 45° 時則射程相等，每一射距離雖用同樣初速，可有兩種彈道，用較大射角之彈道 (就火身口水平面而言) 在四十五度以上用較小之彈道，在四十五度以下，較之四十五度，所差之度數，大致相等，($\text{Sin} 2E = \text{Sin} 180^\circ - 2E$)

例如射表中之長管 (加農) 或臼砲用九號裝藥，及一九一七年式榴彈砲則射角三十四度半，或五十五度半，其射程均爲

九千六百公尺，即在四十五度中加或減十度半其射程相等也。

(戊)對於四十五度以下之掩蔽目標，在最大射程以內，消滅死角之方法，凡四十五度以下之掩蔽目標，在最大射程以內，若吾人能變更初速，(即運用各種不同之裝藥)亦能用四十五度以下之射角達到之。

例如一九一六年式輕野戰榴彈砲，與一九一五年式榴彈砲，對於三十度以下之掩蔽目標，距離三千六百公尺，不能用5或7號裝藥(初速爲二四〇—二六一—三〇二公尺、其相應之落角爲二十八度半及十六度半)達到之，必須用4號裝藥(初速爲二二八公尺，其相應之落角爲二十八度)方能達到。至於23號裝藥，則不能達到三千六百公尺也。

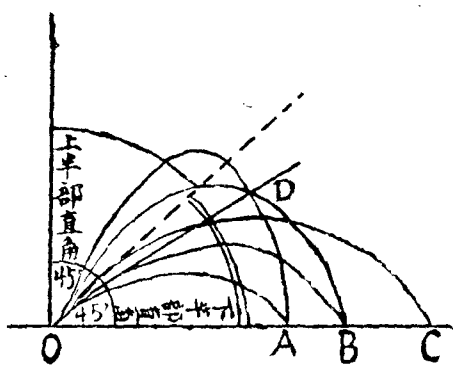
(己)初速一定時飛行時間因射角而變，飛行時間，(七)在一定之

初速，縱令射距離減小（四十五度以上）而射角愈增。則時間愈長（參照飛行時間之公式）。

（庚）以 $45^\circ \pm \alpha$ 發射時散布之差異，並減小直角上半部，射彈散布之方

法 彈道之形狀，可分兩種一為直角上半部之彈道，一為直角下半部之彈道，直角上半部彈道，包括用較大之角度，直角下半部彈道，包括用較小之角度，而兩者，（互相對稱之兩角）之最大射程則相等，（對於第四圖中之D點，其OD彈道尚屬於下半部彈道，ODA屬於上半部但兩者均在四十五度以上）因飛行時間較久，子彈在空氣中，所受之氣象影響亦較大，故在直角上半部之彈道，其高低散布增大，而橫寬散布更甚，其命中力，亦遜於直角下半部彈道，按（丁）

第四圖



半面
 下平準
 及水標
 部口為
 半身標
 上以火
 角目之
 直部上

中所舉之例，大射角之全部橫寬散布，約為小射角者之半，（五十六公尺對二十八公尺），是以吾人不宜用直角上半部彈道，而應依減小初速，用小裝藥之法，以求得大落角（參照戊）正式利用曲射彈道（直角上半部彈道），僅以重子彈為限，因其受空氣阻力之影響較小也。

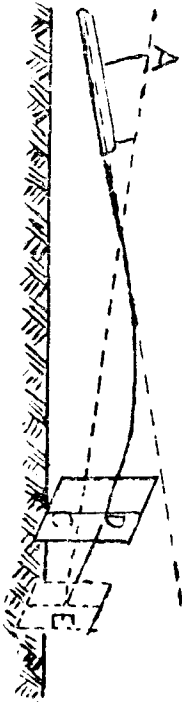
發射時賦與射角之原因，並瞄準具之採用，欲命中目標，必須使火身軸昂起，其昂起之度。應適等於子彈飛過此距離時因重力而低降之尺度，（參照第一及第五圖）。

欲達此目的，須利用瞄準器具（表尺及可移動之照門，瞄準鏡及

可旋迴之視軸)。

對於已定表尺距離瞄準點之選定 戰鬥時，以瞄準目標之最下點為原則(見後)若瞄準點移動，則射角彈着點及射程等，均隨之移動；倘目標近於(遠於)表尺射程，則應按彈道之飛行高，第五圖(D C)將瞄準點移于彈着點(C)之下方(上方)瞄準點不確定，則子彈散布增大。

第五圖



P為彈着點，ABCE為瞄準線

C為瞄準點 AE為表射程

第三節 空氣中之彈道

子彈飛行中空氣之狀態 向前飛行之子彈，必須排除空氣，空氣凝集於子彈之前，成濃密之空氣層正如行進之船，船前必激生波浪，子彈之後方，空氣較爲稀薄，四圍之空氣，湧入子彈之道內，發生迴旋激蕩之狀

附圖第一

空氣阻力及落角對於子彈速度之影響 子彈排除空氣阻力，必須費去其活力之一部（即活動力）（參照動能之公式）因其力量漸次減少，故速度亦逐漸減小，落角較大時，降弓末部之速度，必行加大，因地心吸力大於空氣阻力也。

影響空氣阻力之諸元 空氣阻力之大小，僅能由試驗得之，能適用於一切時機之計算規則，迄今尙未能確定之，空氣加於子彈之影響，大抵如左。

（甲）空氣阻力，視空氣之性質（空氣重量及氣流）而不同

(乙)空氣阻力，視子彈之速度而不同

(丙)空氣阻力，視子彈之形狀而不同

(丁)空氣阻力之大小，視子彈斷面比重之大小而不同

(戊)空氣阻力，視子彈之擺動力而不同

空氣重量及於空氣阻力之影響 空氣阻力之增加，與空氣重量成正比例。

天熱時，空氣潮濕時，(因水蒸氣輕於空氣)及氣壓低時，則空氣重量低，空氣重量受溫度之影響最大，(參照德國步兵射擊教範第一六條)，在相同之情況時，冬季及寒極之射程，恆較小於夏季及暖天。

氣流及於彈道之影響 氣流，視其流動之方向及強弱，而令彈道受其影響，由前面來之風，能縮短射程，由後方來之風，能增長射程，由側方來之風，則使彈道生偏差，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，使子彈之命中力大爲減弱，垂直之氣流，其所發生之影響頗難確定。

子彈速度及於空氣阻力之影響 空氣阻力之大小，隨子彈速度而增減，速度小時，則阻力之增大約爲速度之平方，在超過音響之速度時（三百公尺至四百公尺之間）則更強。

子彈音之由來，高速度之子彈（一秒鐘在三百三十四公尺以上者）則子彈頭前濃積之空氣，愈積愈厚，至空氣波之傳播速度與子彈速度相等爲止，此時之空氣波，成爲聲源，與子彈並進，是謂子彈之彈頭波，（參照附圖第一）彈頭波因散播而漸薄，速度亦漸減，彈頭波又爲子彈響聲之傳播者，在彈道之切近處，聞之最爲清晰，且隨子彈達至目標，而火身口之響聲，則僅以音響之傳播，其至目標稍遲，若子彈速度低降，或初速在音響速度之下，則子彈頭前無彈頭波，遂亦無子彈響聲，其濃積之空氣波，在子彈之前方進展，砲彈飛行之隆隆聲

，步槍飛行之尖音，似係由各子彈之迅速顫動而來，與彈頭波無關。濃積空氣壓力之概值，由濃積空氣所發生之空氣阻力，在全子彈附近，最高不過若干氣壓，故不能發生任何作用。

大速度子彈形狀之選擇，大速度之子彈，（特要者爲步槍子彈）須選用能減少空氣阻力之形狀，至關重要。

彈頭形狀與空氣阻力之影響 彈頭之形狀，須使空氣容易滑過，故多爲尖弧或橢圓形，特別長而細之尖頭彈，如德國之尖頭彈（S彈）鋼核尖頭彈（Snk彈）重尖頭彈（S₂彈）及法國之步槍用穿甲彈，砲兵之雪茄煙式彈及偽帽彈，自採用尖頭彈後，已完成新兵器之大進步，

子彈外部與底部之形狀及於空氣阻力之影響，子彈之外部及底部，須能減少空氣之磨擦，並須使空氣易向彈後流動，故外面須光滑，底部須圓而無銳邊，避免一切無用之角及突出部（例如信管）且彈帶之裝置務求平滑薄弱，重尖頭彈——尖頭鋼核彈——穿甲彈——雪茄煙式彈

，其後部漸漸縮小（傾斜以八度爲適宜）有使空氣易於向後滑過之益，並能減後方空氣之漩渦，且因此將子彈重心稍向前移，故飛行方向之操縱，較爲便利，其散布亦因而減小。

斷面比重及於空氣阻力之影響 子彈質量與其斷面之比愈大，則空氣阻力對於子彈速度之影響愈小，此種事實，可用子彈之斷面比重（ Q ）說明之，斷面比重愈大（即將子彈之重量公分數用子彈之最大橫斷面平方公分數除之）則子彈速度之損失愈小。

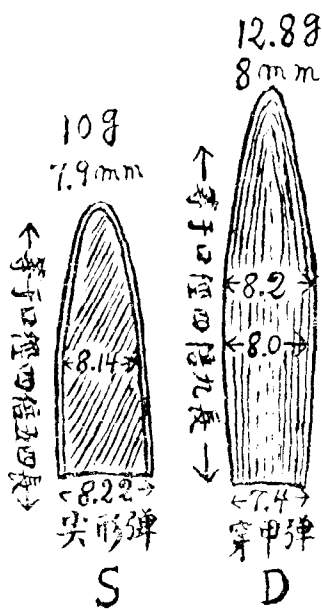
（甲）數學上相似之子彈，其對徑愈大，則斷面比重亦愈大（參照第七圖）是以火砲之射程，必大於步槍。

（乙）子彈之長度與對徑相比較，愈長則斷面比重亦愈大。

（丙）子彈質料之比重愈高，則斷面比重愈大。

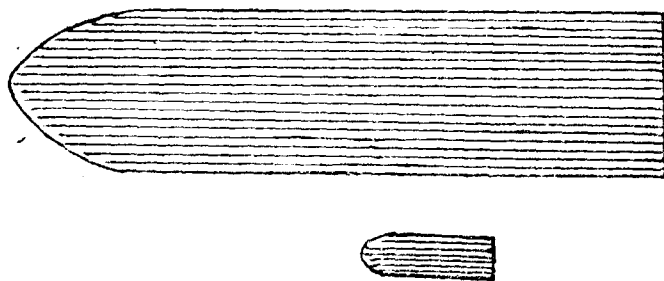
是以製造子彈，應用最重之普通金屬，除必須堅硬之子彈（砲彈之彈體及尖頭鋼核彈）宜用鋼外，其仍均用鉛。

第六圖



第七圖

以兩個相似形之子彈說明斷面比重Q



將五於
若長五
五亦五
比之分
一各重
爲其重
徑則其
中份因
之等長
彈五之
大爲彈
與分小
小彈於
大彈小

彈形，彈長及於空氣阻力之影響
尖頭彈之重心，在中部之後，
自子彈脫離火身口起，即行下落，故空氣阻力之合力，乃不向子彈縱
軸之方向，而向子彈尖頭之下，因之彈頭向上揚起，卒致使子彈向後

方倒轉，射程，命中能力——侵徹力，皆因而減小，欲免顛倒之弊，乃在火身內造成膛綫，膛綫旋轉一週之直巨離，名曰纏度，膛線間之凸部，嵌入於子彈之導帶（砲彈之導帶槍彈之凸起部分）迫令子彈沿膛綫而進，子彈乃繞其縱軸旋轉，遂不至顛倒（所謂旋迴作用）

計算彈道時，關於子彈形狀與空氣阻力之關係，僅能由實際射擊試驗略得其大概，尙未能用純粹數理方法測定之，由實際試驗所得之彈形份數 *Formwert* 僅能表明某種子彈在一定之形狀——大小——速度時之平均數目，因此種數目，與空氣阻力合力之抵抗點——抵抗角，以及彈道本身均有關係，隨抵抗點等之變化而亦變化也，故某種子彈之彈形係數，不能直接轉用於他種相似之子彈，而必須加以修改，且其數目之大小，只能作為各種子彈間之大概的比較數目。

影響子彈運動之諸力 子彈旋轉——空氣阻力——重力——及其他對於

子彈有關係之各力（由後坐力所發生之火身口震動——火藥氣體在火身口對於彈底之遠心力——火身之震動——空氣之旋動），能使子彈發生下述狀況。

（甲）緩慢而如錐形繞其重心旋轉，（旋轉運動 *Präzession*）

（乙）在上之旋動範圍內，子彈本身迅速顫動 *Nutation*

（丙）重心隨飛行時間之增加，更加向側方偏差

因子彈旋轉之故而影響於彈道者有三項機械作用，茲列舉如左。

（一）旋回作用 *Kreiselwirkung* 子彈旋回，因子彈前部下方重心，受空氣阻力合力之影響，故若膛綫向右，則彈頭向右方避讓，若纏度選用適當，則當子彈作甲項旋繞運動之時，而子彈頭部，仍在彈道平面 *Flugbahnebene* 之右方故空氣阻力之對於斜向右方位置之子彈，猶風之對於斜置之船帆，即空氣阻力壓迫彈道，使其向彈道平面之右方移動也。

(2) 子彈旋動所牽帶之空氣作用 (馬克奴斯牽帶空氣力 Magnus Effekt) 旋轉之子彈牽引附着於其表面之空氣，隨同旋動，若膛線向右，則子彈右方之空氣，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，(由飛行方向之後方視察)，是以子彈之右向，發生較大之壓力，左方之壓力則較小，故子彈由右方被壓向左方，但旋回運動之力，通常強於牽帶空氣力，故牽帶空氣力，不能顯出。

(3) 空氣之濃積作用 (婆伊森氏 Poisson Effekt 空氣擁積力) 子彈飛行之時，空氣擁集於其前方，而其後方則空氣稀薄，子彈乃在濃積空氣中向右旋轉，但此項作用，較 1 2 兩項作用均弱，婆伊森及馬格奴斯，均為十九世紀之物理學名家，前述運動情況之詳細理由，甚屬繁難，且尙未完全明瞭。

膛綫之纏度及纏角 纏度之大小，用下述二種方法表明之。

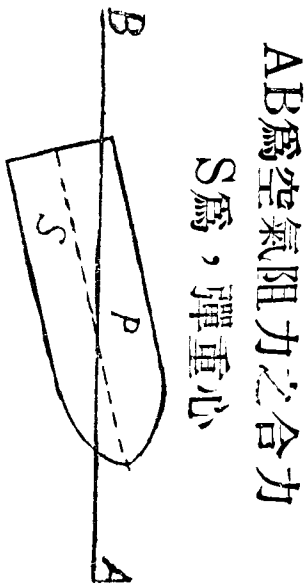
(甲)以子彈在火身中，自身旋轉一週所須之距離謂之纏度長(略號1)

(乙)以膛綫之某一稜綫，與火身軸之平行線所成之角，是為膛綫之纏角(略號s)其關係如左

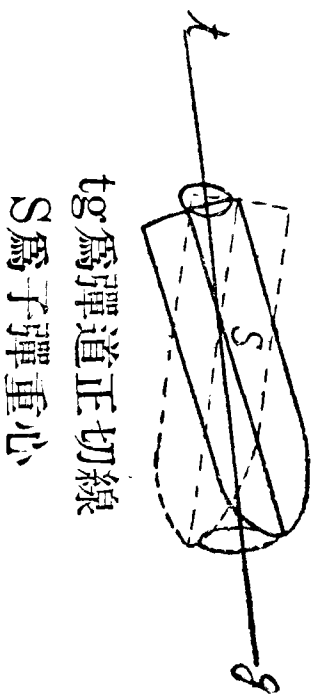
$$l = L, D / \text{tg}l \quad (D = \text{火身對徑})$$

子彈在一秒鐘內之旋轉為 $v_0 - 1$ (l 為火身口所測之公尺數)
例如尖頭彈(槍彈)一秒鐘旋轉二千六百週，野砲彈約旋轉二百四十週

第八圖



第九圖



選擇膛綫之標準 纏度可分兩種卽等齊纏度及漸速纏度，纏度之大小以下列各項爲標準。

(甲)形狀相同之子彈愈長(以對徑倍數計)則膛線旋繞之週數亦須愈多。

(乙)較大之初速，雖纏角相同，可增加子彈之旋轉週數

(丙)每種砲之膛線，僅適用於一定之子彈，惟該項子彈之初速及形狀，始與該砲之膛線相合。

(丁)纏角太小，則子彈之擺動及空氣阻力均增大，射程及命中度均減小。

(戊)若纏角過大，則子彈軸固守其起初姿勢，有以底面或側面着達目標之虞。

(己)膛線之最大纏角，以彈帶嵌入膛綫內安定爲度

大射角火器對於膛綫之選擇 用大射角射擊之火器，對於纏角，

特須適當選擇，選擇錯誤，則散布過大，子彈顛倒，甚至用側面或底面着達目標。

反定偏現象之由來，右繞之膛線，而有時射彈偏左者，例如步槍在最近距離射擊，迫擊砲用曲射彈道射擊，以及高射砲等，此種現象，除其他原因外，可用子彈本身之顫動解釋之，在曲彈道時，大抵因馬奴格斯牽帶空氣力，在彈道最高點附近，大於旋回運動及空氣濃積作用之故。

避免子彈因膛線內旋動損失工作力應具備之件 子彈之自旋，須損失工作力，但必須用下述各條之方法，方可避免之。

(甲)須空氣阻力合力之方向能通過子彈之重心，但實際上不可能，因此種方向在子彈飛行中，必須變化也。

(乙)須將子彈重心向前移，使空氣阻力之合力，與子彈軸在重點及彈底之中間相交，(飛機箭——魚雷形之炸彈——有舵翼之炸彈)然後空

氣阻力自行壓迫子彈尾部，入於飛行方向。

(丙)或則子彈在膛內，對於前方十分緊密，雖除去彈帶，仍不致洩漏火藥氣體，空氣中彈道與真空中彈道之差異，空氣中彈道與真空中彈道不同之點如左

(甲)空氣中彈道隨速度之減小第二段特別彎曲，射程亦縮短，

(乙)最高點較低，且速度損失愈大，則其距彈道末點愈近（約在全彈道七分之四至五分之三處），大斷面比重之子彈，其最高度如下式（公尺數）

$$\text{最高度} = \frac{g}{8} T^2 \quad g \text{ 等於 } 9.81 \quad T \text{ 爲該射程中子彈飛行之}$$

時間（秒數）

(丙)昇弧較降弧長而且直

(丁)落角大於發射角

(戊)末速小於初速(曲彈道因受重力影響，故末速稍為增大，然不顯着，因有空氣阻力也)(參照砲兵射表之最遠射程)。

(己)最大射程，普通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)。

(庚)增大初速，則射程亦增大，然子彈之斷面比重愈小，形狀愈不利，則射程增大之數愈少，故初速雖不甚大，而子彈斷面比重加大，形狀適宜，亦可得較大之射程，較直之彈道。

(辛)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：彈前進速度，其減小較緩，是以飛行時間愈久，子彈之偏移愈大。

彈道諸元之探求，關於彈道之各項(例如射角—落角—飛行時間—末速—超越射擊時彈道某點之高度)祇能用繁難之方法計算之，是以此項數目，均列於射表中，可直接取用，或用甚簡之算法求得之，

射表之註釋及射擊教範中，載有取用及計算之實例，射表所列各數，係在平地及平均地形射擊之數，且係在適中之氣候，而兵器及一切器具則均係精良者。

在山地射擊，及推求全彈道之過程，可利用射擊圖及彈道一覽圖。

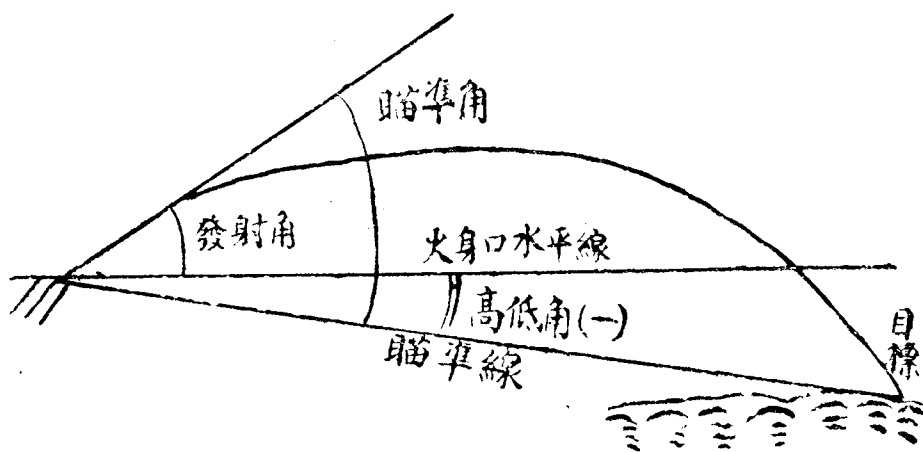
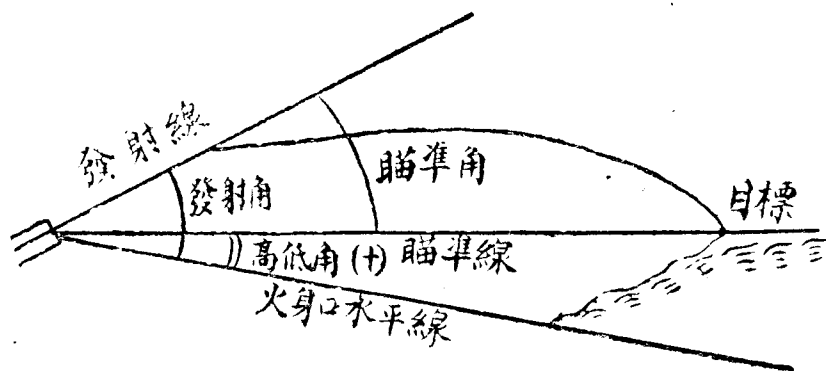
第四節 彈道之變化

高角高低角之解釋 高低角者乃射線（瞄準線）與含火身口水平線所成之角若目標在該水平線以上則高低角爲正（參照第十圖）若在其下則高低角爲負（參照十一圖）含有目標之水平線名目標水平綫（參照十二圖）發射線與射綫所成之角謂之瞄準角或高角若目標之位置與火身口等高則瞄準綫含火身口之水平綫與含目標之水平綫重疊於一處若目標之位置較高或較低則各綫之位置不相重疊（參照第二圖及十二圖）

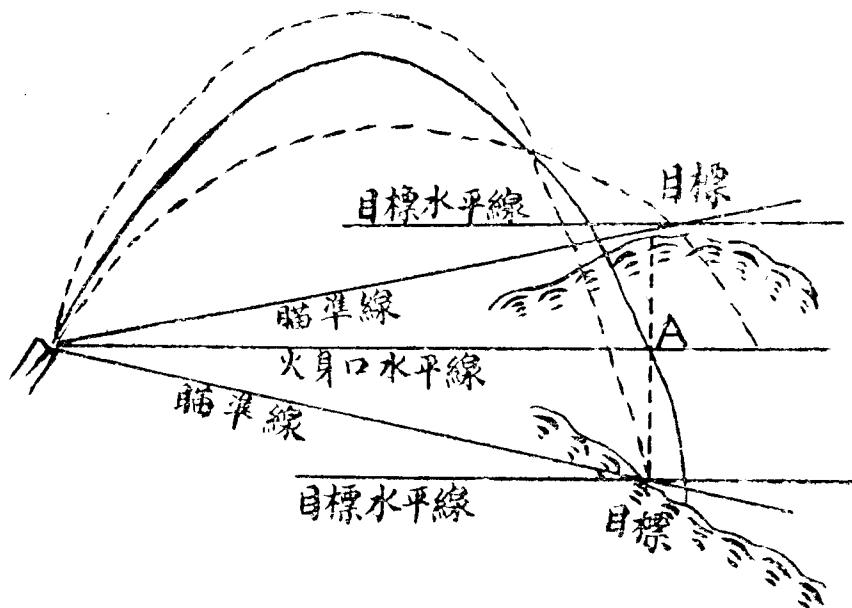
各種瞄準時高低角之修正 直接瞄準彈道甚平直時（十五度以內）或目標與射擊位置高低相差不多時則將射線確對瞄準點即能修正高低角間接瞄準時應由水準器修正高低角否則按圖上巨離所發射之彈若目標較高則射彈將過近若目標較低則射彈將過遠（參照十二圖）火炮及迫擊砲施行空炸射擊用間接瞄準時若忽視高低角則信管之裝定必將不正確（十二圖）在用碰炸彈試射之後轉為空炸効力射則對於位置較高之目標將形成碰炸（信管燃燒時間太長）對於位置較低之日標則其炸點將太高

向飛機及山地射擊之高低瞄準法 向飛機及在山地射擊時不用表尺分畫因重力方向及發射方向間之角度及空氣阻力均有變更也（氣壓

第十圖

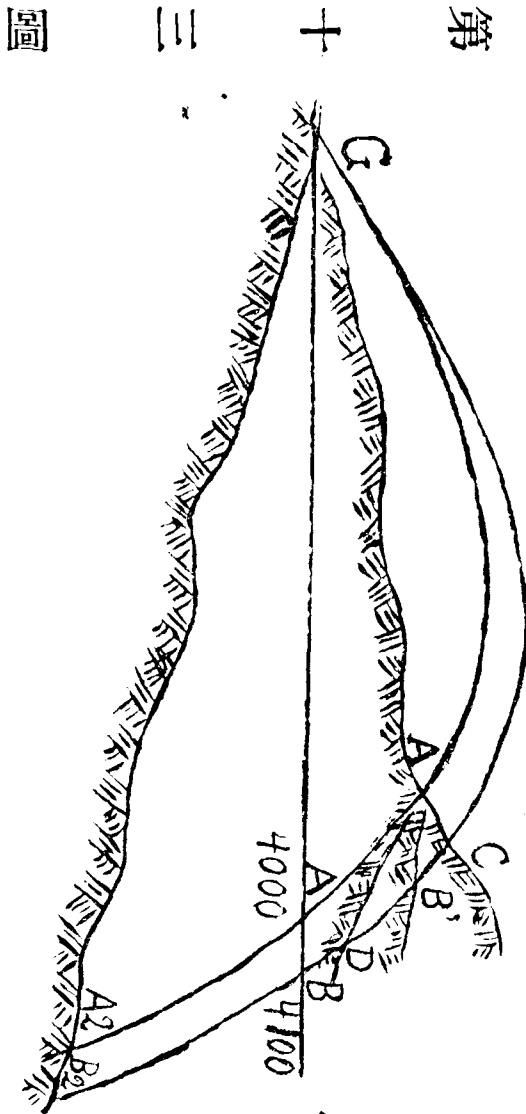


第十二圖



空氣二力合力對於子彈軸之方向) 瞄準線上傾或下傾甚大時則高角較小垂直向上射擊時無論巨離幾何高角等於零故高射砲及山砲須用特別瞄準法及補助器具(彈道表及彈道圖)

用大射角射擊之各彈道在最高點附近其彼此間之水平巨離較大於在火身口水平線上之彼此巨離是以在山地由低處向高處射擊時只須將射角稍為變更彈着點之移動即頗大(參照十三圖)故超越友軍射擊時加減巨離必須謹慎計算



第十三圖

AB 爲目標在火身口水平線上之彈着點水平巨離

A1B1 爲目標在火身口水平線上之彈着點水平巨離

A2B2 爲目標在火身口水平線下之彈着點水平巨離

A1B1 大於 AB，
A2B2 小於 AB。

漸高之地形 A1C 則彈着點水平巨離減小

漸低之地形 A1D 彈着點水平巨離增大

射擊飛機之方向瞄準法 射擊飛機時須顧慮子彈飛行中目標位置之變動（高射砲用偏流計機關槍用環形準星步槍則按流程而定表尺之位置）

由飛機上投擲子彈及發射子彈之瞄準法 由飛機擲下之炸彈拋擲時具有飛機之速度故其最初之落下曲線甚爲彎曲若由高空擲下則彈道末部幾爲直線應在目標之前方若干公尺處投擲則視飛機高度飛行速度風之強度（特須注意者爲側方吹來之風）而定故須有特別瞄準器具由飛機發射之子彈其彈道亦受飛機速度之影響風力之關係則因子彈之飛行時間較短故較之投擲之炸彈所受之影響較小

第五節 射擊能力之判斷（參照第一至四表）

判斷各種火器彈道性質之標準 按向來已經獲得之標準可判斷各種火器彈道之性質與彈道最有關係者爲裝填密度裝藥比例膛長斷面比重子彈形狀及其旋動裝藥比例其符號爲

$$LV \quad LV = \frac{\text{裝藥重量}}{\text{子彈重量}} \quad \text{或} \quad \frac{\text{子彈重量}}{\text{子彈重量}}$$

：裝藥重量

初速與裝藥比例有重大關係（參照第二及第四表）裝藥比例雖相做

而平射與曲射兵器之初速各不相同因裝填密度不同也膛長短之關係可用普通手槍與長手槍比較而知之（參照第四表）断面比重之值可比較子彈之重量而見之例如以鋼核尖頭彈與其相類之戰車彈（參照四表）又以步兵及砲兵子彈（參照二表）彼此互相比較便可明瞭

子彈断面比重對於射程活力以及在中巨離遠巨離之彈道平伸等之關係只須將尖頭彈鋼核尖頭彈重尖頭彈加以比較（參照四表）並比較第一二表中長管重野戰榴彈砲及兩種白砲之子彈便可明瞭

子彈形狀適宜之利益可將十公分野戰加農之榴彈與用偽帽之子彈（參照二表）比較知之至於尖頭彈及重尖頭彈相比較則後者之断面比重較大

關於膛線之關係可參照1915年式野砲射表之第二號該項榴彈因欲容多量炸藥而增長以致原來適用之膛線今因子彈增長在巨離較大時竟嫌不甚合用其結果則致射擊時散布加大

關於空氣阻力之關係可比較尖頭彈之速度損失（參照四表）其末速在三百五十公尺以下時則速度減小較慢因構成彈頭波所耗費之力此時已減去也

增加裝藥比例之方法與及於兵器之影響 欲增高 I_v 有兩種方法，甲、減輕子彈重量，乙、增大裝藥重量子彈重量減小則効力（重力及殺傷能力）及斷面比重均縮小斷面比重縮小可縮小火身口徑以補救之而効力減小則無從補救若將彈帶部分縮短則彈帶將難期安定裝藥重量增大則後坐力亦大兵器亦須加重（氣體壓力增大）是以輕兵器（步槍輕機關槍迫擊礮野礮）不適用此法。

增加斷面比重之方法欲增加斷面比重須用左列各方法

（甲）增大火身口徑以增加子彈斷面比重若 $I_v <$ 仍須不變則彈及兵器重量裝藥均因之增大（爲平射礮增大火身口徑之原因）。

（乙）縮小火身口徑而子彈之重量不變以增大斷面比重（爲用手用兵

器縮小火身口徑之原因。

(丙)增加子彈之長以增大斷面比重但子彈之重量及所佔之地位均須增加膛線之纏度亦須增大實際上子彈長之最大限爲其口徑之四倍半(參照四表中之尖頭彈及重尖頭彈)。

(丁)用比重較大之材料以增加斷面比重(比較四表中尖頭彈及鋼核尖頭彈之射程及威力)關於尖頭彈吾人已明知其不能用大斷面比重以期在近距離能獲大初速及平直之彈道並期每兵能多帶子彈(參照三表)至於尖頭彈之射擊能力較之重尖頭彈雖重尖頭彈裝藥較少亦不能及之。

彈形之標準 欲使子彈尖銳或縮小其彈底部分但爲左列各項所限制

(甲)爲飛行穩定起見子彈之導帶部分須有適宜之長度(否則散布加大或有顛倒斜落之虞)

(乙)過於尖細則觸物易斷折

(丙)火藥氣體需要寬大之拋射面(彈底)

(丁)全子彈之長度及重心點之部位不能隨意變更

各種兵器適應之 L 及 Q 由上述可知 L 及 Q 必須適合各種兵器之特性(參照一及四表)

(甲)遠戰兵器須有大 L 及 Q

(乙)步槍須有大 L 及小 Q

(丙)曲射兵器(臼礮迫擊礮)須有小 L 及大 Q

(丁)攜帶兵器(手槍)須有小 L 及小 Q

第二表

德國各種火砲射擊能力表

種 類 火 砲	裝 藥 (公斤)	子 彈 重 量 (公斤)	火 身 口 徑 (公分)	裝 藥 比 例	斷 面 比 重 (平方公分)	初 速 (每 秒 公 尺)	在 火 身 口 之 活 力 (噸 公 尺)	在 八 千 公 尺 射 程 時					
								射 角 (度 數)	落 角 (度 數)	飛 行 時 間 (秒 數)	末 速 (秒 公 尺)	活 力 (噸 公 尺)	用 最 大 裝 藥 之 最 大 射 程 (公 尺)
96/16 野戰加農	0.5	6.25	7.7	1/12	134	477	72	41 ¹⁾	57 ¹⁾	43 ¹⁾	230 ¹⁾	17 ¹⁾	7800
16式野戰加農	約0.7	7.1	7.7	1/10	152	547	108	25	29	32	231	19	9100
16式輕野戰榴彈砲	0.42	15.8	10.5	1/24	184	320	82	42 ²⁾	52 ²⁾	39 ²⁾	229 ²⁾	42 ²⁾	6950
160式輕野戰榴彈砲	"	15.7	"	"	182	343	94	34	40	35	255	52	8200
17/4式十公分加農	2.9	18	"	1/6	207	652	390	15	25	24	266	65	11900
17/4式十公分加農	"	18.8 偽帽	"	"	216	650	402	11	18	20	307	90	14100
16式十五公分加農	11.6	51.5 偽帽	14.9	1/4.5	295	696	1270	7	11	16	383	381	22000
13/2式長管重野戰榴彈砲	1.6	41.5	"	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
長管白砲	"	83	"	1/16	238	405	692	29	38	33	247	258	9700
L/45三十八公分加農	250	750	38	1/3	661	800	24470	—	—	—	—	—	—

1. 最大射程七千六百公尺

2. 最大射程六千九百五十公尺

第三表

各國攜帶兵器及彈藥一覽表

區分	國名	德	法	法	英	北美各國	意大利	日本	俄	瑞士	丹麥	奧
國名	欄次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
創造年份		98	86/93	16	03	03	91	05	91	11	89	95
兵器名稱		毛瑟	來帕爾		李爾肥恩持III	師浦冷肥爾特	曼羅哈克塔	阿爾薩哈	米森拿剛特		約爾根森	曼里夏
口徑(公厘)		7.9	8.0	8.0	7.7	7.62	6.5	6.5	7.62	7.5	8.0	8.0
重量(公斤)		4.1	4.2	4.2	4.0	4.1	3.9	4.0	4.1	4.6	4.3	3.65
全長(公尺)		1.25	1.30	1.30	1.12	1.10	1.28	1.27	1.30	1.31	1.33	1.27
火身長(公厘)		740	804	804	642	675	780	789	800	780	837	765
膛線數及其方向		4右轉	4左轉	4左轉	5左	4左	4右	6右	4右	4右	6右	4右
纏度之長(公厘)		240	240	240	254	250	200	200	240	270	300	250
有無護手		有	無	有	有	有	有	有	有	有	有	有
表尺種類		曲形	匡式	匡式	匡式	曲形有孔	匡式有孔	象限儀	匡式	曲形	匡式	匡式
子彈倉		盒狀	管狀	盒狀	盒狀	盒狀	盒狀	盒狀	盒狀	盒狀	盒狀	
一次子彈數		5	8+1	5	10	5	6	5	5	6	5	5
槍機		有二筒一在機前一在機後備用	有二筒在機前為圓筒式	有二筒在機前為圓筒式	一筒在機前中有一滑路	有二筒一在機前一在機後備用	二筒在機前	二筒在機前圓式	二筒在機前圓式	二筒在中間	一筒在機前中有一滑路	二筒在機前
攜帶彈藥		150粒	88粒	88粒	120粒	120粒	162粒	160粒	150粒	150粒	120粒	100粒
子彈形狀		尖	尖	尖	尖	尖	平頭蛋形	尖	尖	尖	尖	蛋形
被甲		熟鐵片	無	無	銀銅	鑿鑄	銀銅	鋼與銅	鑿鑄	鋼與銀	銀銅	鋼上脂肪
彈身		硬鉛	純銅	純銅	鋼珠及硬鉛	硬鉛	軟鉛	硬鉛	硬鉛	硬鉛	硬鉛	硬鉛
彈長(公厘)		28.0	39.2	39.2	32.5	27.8	30.2	32.5	28.3	34.9	31.7	31.8
彈重(公分)		10.0	12.8	12.8	11.28	9.7	10.5	9.02	9.51	11.3	12.72	15.8
火藥種類		黑藥	硝化纖維藥	硝化纖維藥	硝化甘油	硝化甘油	管形硝化甘油	片形	片形	片形	片形	小塊棉火藥
裝藥重量(公分)		3.2	3.0	3.0	2.37	3.25	2.25	2.15	3.1	3.22	3.12	2.75
全子彈重量(公分)		23.75	27.6	27.6	25.25	25.49	22.67	20.97	22.2	26.34	28.8	28.65
離槍口25公尺時之速度		860	720	720	745	823	700		880	825	770	620
裝藥比例1:		3.2	4.3	4.3	4.8	3	4.7	4.2	3	3.5	4.1	57
斷面比重(公分平方公分)		20	25	25	24	21	32	27	21	26	25	31

附記1. 瑞士及奧國係直拉槍機其餘均用旋轉式
 2. 捷克國毛瑟槍與德國步槍同

新式

距 離 (公 尺)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	飛 行 時 間 之 秒 數									
	71年式 子 彈	88年式 子 彈	尖 形 子 彈	鋼核尖 形子彈	尖形重 子 彈	手 槍 子 彈	長手槍 子 彈	坦 克 子 彈	71年式 子 彈	88年式 子 彈
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	440	600
100	0.24	0.17	0.12	0.12	0.13	0.36	0.39	0.13	384	500
200	0.52	0.36	0.25	0.27	0.27	0.72	0.76	0.26	341	400
300	0.83	0.57	0.4	0.41	0.42	0.15	1.11	0.41	307	300
400	1.17	0.81	0.55	0.58	0.58	1.63	1.56	0.50	278	200
500	1.55	1.08	0.74	0.76	0.75	2.16	2.07		255	100
600	1.96	1.38	0.95	0.96	0.94	2.75	2.63		235	0
700	2.40	1.69	1.19	1.17	1.14	3.41	3.25		218	
800	用2.87	蛋2.04	1.46	1.41	1.36	4.15	3.98		204	
900	黑3.38	尖2.39	1.75	1.67	1.60	5.01	4.83		191	
1000	藥3.92	形2.79	2.1	1.96	1.86	5.98	5.56	1.62	180	
1100	口4.5	口3.18	2.4	2.3	2.15				169	
1200	徑5.1	徑3.61	2.8	2.6	2.45				160	
1300	—5.74	七4.06	3.2	2.9	2.77				152	
1400	—6.41	•4.51	3.6	3.3	3.1				145	
1500	7.12	九5.04	4.1	3.7	3.4			2.78	138	
1600	7.86	5.57	4.5	4.1	3.8				132	
1700		6.10	5.0	4.5	4.2					
1800		6.67	5.6	4.9	4.5					
1900		7.27	6.2	5.4	5.0					
2000		7.89	6.8	5.9	5.3			4.22		
2100				6.4	5.8					
2200				6.9	6.2					
2300				7.5	6.6					
2400				8.1	7.1					
2500				8.7	7.6			5.92		
子彈重量	25.0	14.7	10	11.55	12.85	8	8	51.5	公 厘	
裝藥重量	5.0	2.55	3.05	2.9	2.85	0.36	0.36	13.00		
口徑公厘	11	7.9	7.9	7.9	7.9	9	9	13.25		
斷面比重										
公厘/平方公分	26.3	30	20.4	23.6	26.2	12.6	12.6	36.8		
裝藥比例	1/5	1/5.8	1/3.3	1/4	1/4.5	1/22	1/22	1/4		

第二篇 命中學

第一章 總則

今用同一火器以同種子彈同種同量之裝藥同一射角且向同一之點瞄準發射多數之子彈此等射彈因各種原因各異其徑路而飛行若將此等射彈加以同時之想定則成一彎曲束藁狀因之各射彈並不落達於一點卽向某限界內形成各個之散布此景况謂之射彈之散布其彈道集束爲一羣狀如束藁者謂之集束彈道其在束藁軸心之彈道謂之平均彈道平均彈道之彈着點謂之平均彈着點（或稱平均點）各射擊彈彈着點散布之全區域謂之被彈面又以多數火器行射擊時其被彈面雖較單一火器顯着增大而其散布之景况則與單一火器相同

空炸子彈之炸點亦與此相同其多數炸點之中央謂之平均炸點（或稱平均點）各炸點散布之全區域謂之炸裂區域（或稱炸裂界）

研究射擊散布之原因及法則爲使射擊修正適否最關重要

第二章 散布

射彈散布之原因 若彈道所受之影響能一定不變則自一固定武器所發射之子彈均命中於同一點但其所受之影響每發各異(除重力外)故其射彈形成散布之結果

初速之不同 由於各個子彈之重量與形狀各不同(因製造數量過多之故)如藥之配成分溫度濕度之各異武器內阻力之變化(污積擴張燃燒室之變化)

發射方向之各異由於火身之振動後坐力之不同武器之位置(礮床及車輪)瞄準時之不正確

空氣阻力之各異由於初速發射方向旋轉速度氣候影響之不同(主要者爲風)

散布種類 以多數武器射擊則因各個武器製造上組合上狀態上之不同爲其散布之原因(由於武器本身之散布)

此外尚有各個射手每次發射時之錯誤（射手散布）或多數互異之射手以不同一之步槍施行射擊時之散布（部後散布）此種散布之大小以下敘之事項爲轉移訓練程度身體上與精神上之疲勞程度射擊軍紀使用上之錯誤（執槍傾斜礮車輪不平礮床不正目標錯誤覘視錯誤等）

目標之明顯程度氣候影響以及其他事件

戰時多因武器狀態之差異特大身體與精神疲勞之增加散布隨之擴大按照礮兵射擊表之記載一礮兵連之散布較之一礮之散布普通大一倍半戰時在不利情況之下一砲兵連之散布較每砲之散布擴大三倍故記載散布數目時常須說明其爲何種散布

射彈散布之景况及其變化 以同一火器在同一條件之下向甚爲闊大之垂直靶發射多數子彈則子彈分布靶上其向高低之，布通常較大於向橫寬之散布（被彈面成橢圓形）最高彈着點與最低者之直巨離爲全部高低散布最右彈着點與最左者之橫間隔爲全部方向散布靶之巨離愈遠

則散布愈加擴大尤以高低散布爲然

若以水平之靶承受子彈則彈着點分佈於水平面上其被彈面乃形成縱深散布此二者與落角相連繫今設落角爲 W 縱散深布爲 h 高低散布爲

$$h \text{ 則 } L = \frac{h}{\tan W}$$

因射巨離愈遠落角增加愈速故縱深散布隨巨離增大而減少故縱深散布不能表示火器之命中効力攜帶火器大抵供射擊寬目標之用則以高低散布爲命中効力之標準全切面散布者爲最近與最遠彈道之垂直巨離平均彈着點平均射程平均彈道之定義 其他出手不意之散布原因其作用不能一致往往互相對消且射彈之偏差小者較多於偏差大者故被彈面中心週圍所落之子彈較密於兩端平均彈着點者即由該點向上或向下向左或向右所落之子彈數目各面均相同之點也由其地上被彈面之平均點至火身口之巨離爲平均射程其相當之彈道爲平均彈道凡射擊表中

之記載均以此爲依據或係就火身口水平面而言

經過平均彈着點所畫之垂直線與水平線爲平均中心軸在同等條件下向一目標發射之多數彈道形成子彈之束藁（散布圓錐）

多數火器射擊時被彈面之景況 若以多數火器同時射擊則各該被彈面互相掩覆此際之小偏差亦較多於大偏差故全部被彈面與單獨火器之被彈面相似僅略爲擴大

命中公算之例解 射擊束藁之大小隨火器與射手之能力而不同但在束藁以內子彈之分布狀況不出命中公算之範圍散布之原因雖多但集各種原因所發生之結果彈着狀況則可以數學方法及經驗測定之

例如有人擲骰則骰有六面各面之點數同有擲出之可能若同時擲二骰則欲得（兩點）或（十二點）僅各有一個機會（一加一）（六加六）但（七點）則有六個機會即（一加六·二加五·三加四·四加三·五加二·六加一·）若擲骰之次數繁多則七點比兩點及十二點之擲出機會較多

六倍故兩點與十二點中間之三個數目如六點·七點·八點·大約占全擲數之半(爲九分之四)

在被彈面上全部子彈之半數落於平均彈着點兩旁四分之一一段內是爲半數必中界其高度(縱深)與寬度爲全部高低(縱深)散布與方向散布之四分之一在被彈面中央之一半面積上約爲全部子彈之五分之四

射表所列射彈散布之標準

射擊表所載之散布數目大抵就半數必

中界而言(平時的散布)此項必中界對於火器之評判殊爲重要至於重機關槍則計算其束藁中之有效部分該部分包含全部彈數百分之七十五就高低(縱深)與方向而言則爲全散布七分之三其外緣之連續部分各爲全部散布七分之二包含之彈數每部分僅八分之一

中心彈道之探求 發射少數子彈時則其被彈面之散布法則尙未能查明但距離平均彈着點之小偏差固多於大偏差也故礮兵試射之構成夾叉以對目標之前後各得一遠着彈及近着彈爲準在目標附近(縮小之夾叉)須

以多數礮彈試探夾叉之距離以期引導平均彈道於目標上蓋僅恃一二礮彈不能獲得標準也若平均彈道已導至目標切近則在該距離必能測得近彈及遠彈此種方法亦可用之於機關鎗及部隊射擊之射彈束莖

不規則彈道之意義及効力 此種法則係指直達彈而言至於斜着彈飛行中與地面相擦或與他項物體相觸再以不規則之彈道向前飛行則不能與此種被彈面並論但尙能發揮強大之衝力與殺傷威力

不定誤差與命中精度之關係 距離雖適當而瞄準點與平均彈着點仍鮮能一致此則因測量時之稍有出入及火器上各部分與射手之誤差爲之也平均彈着點與瞄準點之偏差愈小者（氣候之影響須先行糾正）則該火器之彈着情況愈佳

品評火器與射手之標準 彈着點情況與高低散布爲評判武器射手之準繩長時間射擊時此二者均發生變化（因氣候・火身發熱與疲勞）而致影響被彈面

空炸散布之景况及概值 礮兵與迫擊礮用定時信管（即空炸信管）射擊時則除彈道散布外尚有信管散布此種散布原因於信管燃燒時間（導火時間）之不同但無法避免之但吾人設想一平均炸點（具有平均炸高及平均炸距離）則許多炸點亦團聚於其周圍射擊表上所記載者為空炸射擊之縱深散布與高低散布之半數必中界其全部散布面亦約四倍之其方向散布與碰炸彈者相等機械信管之散布則較小於燃燒信管者

第三章 對於命中之影響

第一節 彈道之形狀與地形

微小散布之利益 微小之散布對於在射距離上之効力頗為有利但在戰場上選擇距離因有不可避免之測量及目標誤差且表尺上（火砲瞄準具上）之距離分畫綫各有不同不能盡如人意故頗受限制較大之散布雖可以避免完全誤射但命中之彈數較少不能收敏捷之効力對於能望見之目標雖目測與表尺選擇稍欠正確而仍欲使射擊有効惟有極力使彈道

平伸之一法

表尺區域之定義 在某區域內瞄準點不變無論發射若干子彈其彈道（集束彈道）不超於目標最高點之上亦不低於最低點之下換言之卽在此區域內用固定表尺對於在固定表尺內之某目標無論實際距離如何皆能命中者此區域名曰表尺區域

瞄準點變更則發射角及射程落角表尺區域等均隨之變更在一定之表尺則瞄準目標之最下際時其表尺區域最大例如尖頭彈在六百公尺時之彈道高不過一·一五公尺設有高一·四公尺之敵人向射手前進射手向之射擊瞄準其最下際則該敵人在六百公尺內始終能命中之故此時之表尺區域爲六百公尺若瞄準其頭部則敵人一經超過六百公尺之界限卽逃出表尺區域之外六百公尺之彈道目標高爲一·四公尺瞄準頭部時約與重砲口水平面上七百五十公尺之彈道相當故此時之表尺區域僅爲七五〇公尺減六百公尺等於一五〇公尺

大表尺區域之應用並低伸彈道及於表尺之響影 對於瞬間目標或在近巨離不容長久試射且須以直接瞄準收最大効力之各種火器（如攜帶火器戰車礮等）特須具有較大之表尺區域平伸彈道有利亦有害僅在較高地點方能施行超越射擊（機關槍）而當超過掩體射擊時必至發生廣大之遮蔽界（死角）必須用特別方法（側射曲射）消除之與表尺區域有關之件 表尺區域與下述各項有關係

（甲）與落角或射程有關係（十四圖 O G 以及 O H 均爲目標高度 O K 之表尺區域）

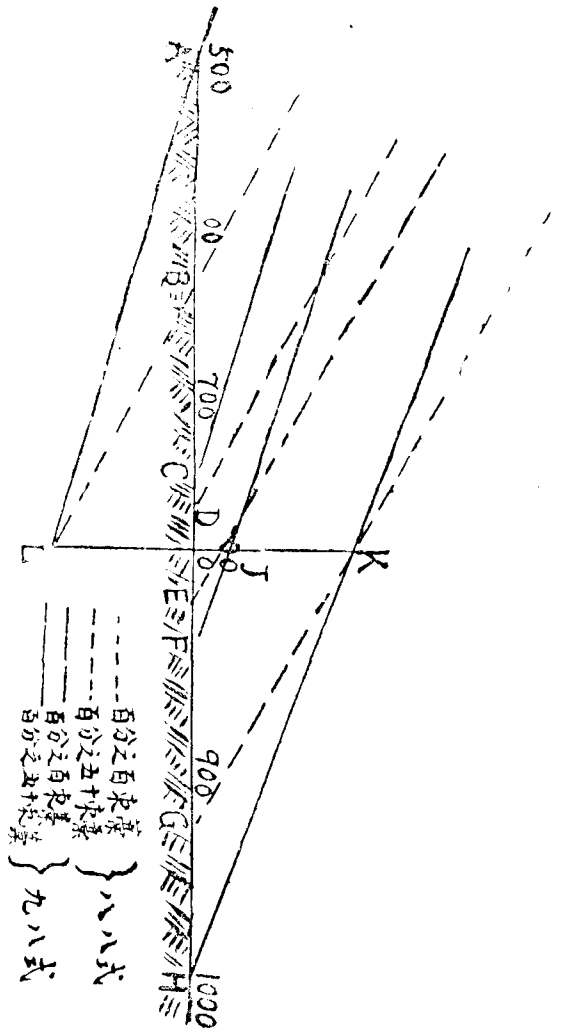
（乙）與目標高度有關係（十四圖 O F 爲目標高度 O J。O H 爲目標高度 O K 時之表尺區域）

第

十

四

圖



其距離爲八百公尺
等散布時所成之子彈束藥
八八式或九八式步槍在同

(丙)與目標種類有關係縱深之目標(縱隊)其被彈面較大適與橫寬之目標相反故延伸被彈面與增大目標高其効力相同是以射程雖遠落角雖大但對於縱隊仍有良好之命中能力因表尺區域大也詳十五圖

(丁)與地形有關係特於縱深目標尤然詳十六圖

對於橫寬之目標因瞄準時之瞄準線必常隨目標移動且表尺區域僅

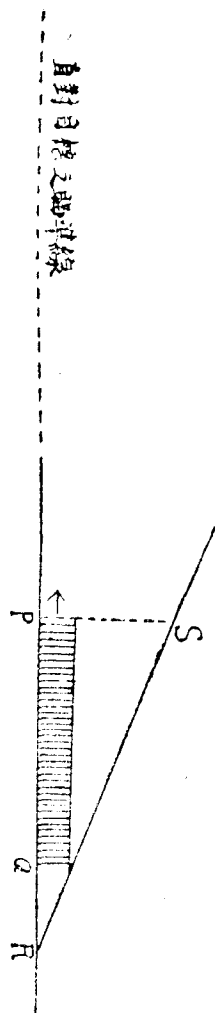
隨彈道與瞄準線之情況而變化故與地形幾無關係（例外若向上或向下傾斜甚大之射擊時則瞄準角甚小表尺區域與地形有關係）目標高度及表尺區域必須目標之全部或一部隱匿於掩體後時方有巨大之變化

表尺區域與散布之關係 使彈道平伸之方法（初速大有利之彈形及斷面比重）通常亦能使散布減小故表尺區域與散布頗有連帶關係

掃射地帶（即在該地帶內之目標無論表尺適合與否均能命中）必相因束蕈之有效部分（中部及有效之部）而更行擴大固屬顯然之理由是觀之可知集束彈道之表尺區域由束蕈核心部分及最下部彈道之表尺區域而成至於稀薄之外方束蕈部分則不能發生效力研究表尺區域時不必顧慮之

若散布不大而彈道軸心經過目標正中時則表尺區域內之効力最大

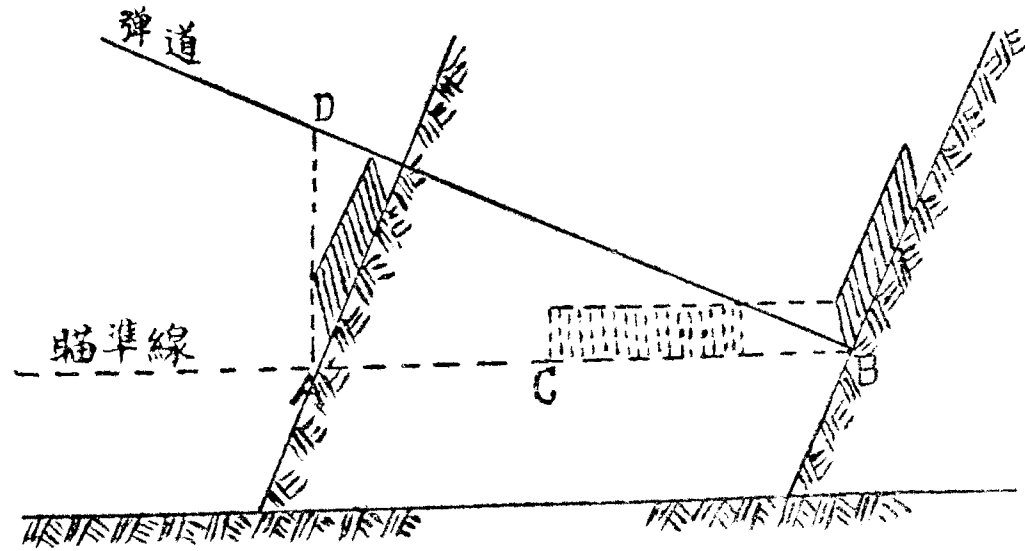
第十五圖



PQ為縱隊長徑在R點進入表尺區域其先頭如到達P點其後尾方離開R點故對於橫隊目標(無縱深)之表尺為區域QR而對縱隊目標之表尺區域則較為增大其所增之度等於該縱隊之長徑且不問落角(射程)之大小如何故其表尺區域與橫隊目標高PS時之表尺區域相同

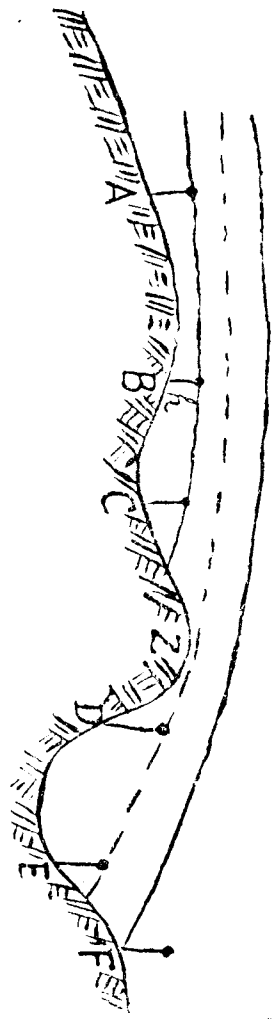
危險界之定義 若射彈束蘆覆蔽於地區內某一定之區域則對於該區域內之軍隊雖未向其瞄準亦必被命中此種區域名曰危險界凡彈道經過之地界其高度不高於在該地界內運動之軍隊概係危險界此項軍隊不得謂為目標蓋本未向之射擊不過射彈散布於其運動地區耳詳十七圖

第十六圖



縱隊目標在昇斜面之目標高隨高低角之上昇亦行增大故地形對於瞄準線之角度愈急則其表尺區域愈長由高向下射擊亦然如圖裝表尺時雖係用對B處之射距離縱隊若在A處仍能命中之(事實上射距離比目標遠)此時之表尺區域為由A至B縱隊之目標高為AD如A至B係下降之傾斜面則表尺區域僅由B至C

第十七圖



向目標區發射則A至B. C至D. E至F. 均爲 h 等高之軍隊之危險界，B至C及D至E爲安全界(死角)

危險界之造成及與表尺區域合一之條件 危險界之大小除與被危害軍隊之高度有關係外尚須視彈道是否與地面相切近按彈道與地面之情況決定應用平伸或彎曲彈道以期有較大之危險界向一定目標射擊則受危險之軍隊其高度不必與目標相同平坦之目標地區必須目標與被危害之軍隊其高度恰巧相等然後表尺區域及危險界方合爲一

表尺區域與危險界之區分 表尺區域表示在該區域內雖不改變表

尺亦能命中目標危險界之意義在表示某部隊一經進入其界內雖子彈束藁本非向其瞄準而該軍隊須受損害

掩體對於彈道之價值 平坦地上之危險界落角愈大則愈減按照地形亦能位於目標之前或目標之後（參照十七圖）地形掩體只能對於一定之彈道（射程）有掩護之効故掩體之價值不僅與其高度傾斜及目標之高度有關係且與子彈着達時之落角有關係即與敵軍之射擊陣地武器有關也

第二節 散布之關係

固定散布之功用 固定而不甚大之散布乃吾人所希望者，

（甲）以便對位於兩種表尺數目間之目標能期命中

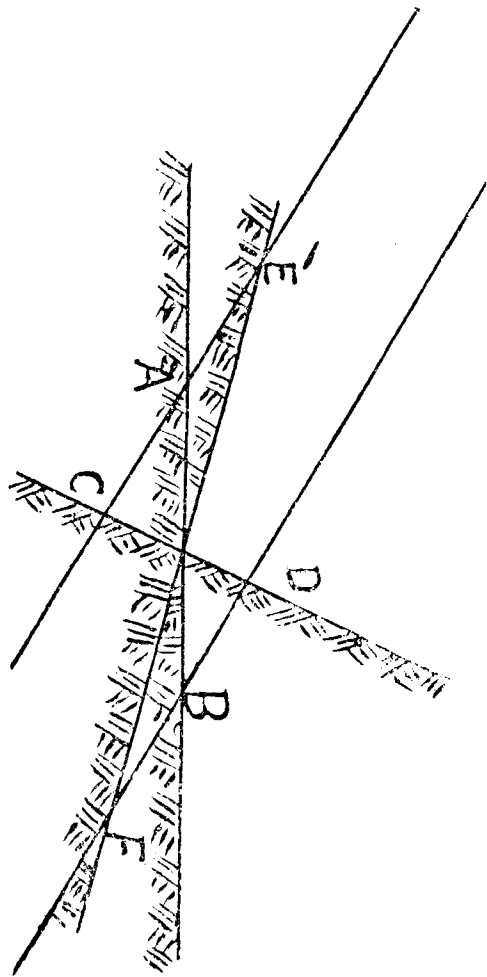
（乙）當觀測困難或缺乏時可使誤差彈減少

例如某目標之距離為三千零六公尺在此距離之表尺區域為五公尺若無散布則無相當之表尺分畫可達到該目標（三千公尺或三千十二公

尺半）倘觀測不確實時若恐徒恃散布及表尺區域仍不足以免除誤射則用數種表尺以增大束藁或用散布距離或用縱深射擊束藁及表尺區域之縱深愈小則表尺距離（散布距離）愈須密接使各個束藁之末端互相掩覆凡散布射擊需用彈藥甚多

平均彈着點之應用 密集之束藁易使觀測正確故試射亦較爲精確目標中心點距平均彈着點愈近散布愈窄則効力愈大因大多數子彈在目標內也欲以有限之彈藥收決戰之効力必須使敵人在短時間內受重大損失而後可且由此可增加軍隊之自信力及作戰精神欲達到此項目的必須射擊指揮（試射）適當縱有良好之兵器熟練之射手（狹束藁）亦必須射擊指揮佳良方能充分利用之

被彈面與地形及命中角之關係 束藁之範圍與地形有關係地形愈急彈着角愈大則束藁之範圍愈小命中之密度亦愈大換言之地形愈平坦彈着角愈小則散布之延長愈大命中之密度亦愈小（參照十八圖）



第三節 射擊指揮之關係

射擊指揮之任務 爲目標試射點瞄準法彈種及裝藥距離(表尺)射擊法射擊種類火力分配及射擊速度等之選擇並顧慮氣象關係射擊觀測及射擊軍紀之監視射擊指揮對於命中之影響 適當之射擊指揮(觀測火力分配)對於命中之影響較之散布對於命中之影響更大

目標選擇及改選之標準 選擇目標首應注意其在戰術上之關係次注意命中公算時常改選（更換）目標易發生紊亂且分散火力側射有甚大之精神効力（機關槍）

試射點之選擇 選擇試射點應按目標之暴露程度及氣象關係（風）而定擇選得當能使瞄準及觀測容易對於難望見之目標宜在其相距不甚遠之處覓取適宜之各地點以說明之

準確距離與射擊指揮之關係 準確估測距離爲佳良射擊指揮之基礎測遠器及地圖可作估測之輔助方法在步兵射擊（觀測較難）及不能直接觀測之射擊（圖上射擊）特須求得準確距離關於特別及氣象關係詳下第四節內

射法之選擇及試射之去取 射擊法之選擇以戰況目標種類距離兵器之射擊能力子彈之種類觀測之難易爲準施行効力射擊之前在機關槍迫擊砲及砲兵大抵須先行試射其目的在將平均彈道導至目標之切近試

射能否精確視可使用之時間長短觀測情形目標之縱深而定有時亦可放棄試射例如對於瞬間目標運動甚速之目標迫至切近之目標及不能觀測之時。

射擊種類 試射多用單砲（迫擊砲重機關槍）爲便於觀測或縮短試射經過起見亦可用數砲試射若目標甚窄或係距離甚大之梯次配備者則有各砲各自試射之必要施行效力射擊時通例各砲之火力均須加入（機關槍亦然）

火力分配之標準 火力分配因射擊之效果不視命中百分數之高低而視命中人數（砲數）之多寡爲轉移故火力應分配於目標之全寬射擊指揮之良否與火力分配之當否大有關係距離測量錯誤有時尙能命中（因表尺區域及散布之故）若干子彈經過目標之左右則毫無効力故目標窄狹能減少損失

決定射擊速度之標準 射擊速度高速度之射擊爲在短時間收精神

及物質上大効力之方法射擊速度之界限除視兵器之能力外以不致因發射過於倉促或觀測錯誤而影響命中効力爲度當決戰之頃以大速度施行襲射殲滅射擊封鎖射擊或使用多量之彈藥施行長時間之連續射擊均可收大効果在此等時機精神上之作用尤關重要

增大射擊速度往往增大射擊之散布但能否在最短時間較之沉靜發射收更高之効果則視使用之彈藥數目兵器良否射手良否而定

用高速度射擊兵器及射手均易疲耗故不能長久之且因彈藥消耗甚多故應以戰況及彈藥狀況爲轉移

觀測之重要 觀測若不將目標之位置由地圖或偵察精確察明之則施行不觀測之散布射擊易生浪費彈藥之弊觀測攜帶兵器之束藁與距離及目標附近之地面情形有關係（例如在沙地則觀測容易潮濕或草地則觀測甚難）關於砲兵射彈之觀測則在砲兵操典中詳述之試射時用精密之觀測可迅收功效施行長時間効力射擊之際若變換目標或移動彈着點

則可藉精密之觀測以避免射擊之無效（因兵器發熱或特別及氣象關係之變化參照第四節）

射擊軍紀 鎮靜而決斷之射擊指揮能增進軍隊之射擊軍紀且增大效力（精細之發射微小之散布適當之射擊速度）

第四節 特別關係及氣象關係

特別關係及氣象關係及於彈道（膛內外）之影響並修正 各種火器之瞄準具（表尺及其分割）及射擊表必須器具及彈藥均完好無疵且在無風之際平均之空氣重量（ $1.225 \text{ kg} / \text{cbm}$ 與七百四十五公厘之氣壓相當）

溫度 10°C + 空氣濕度 70 適中之火約溫度 $(+10^{\circ}\text{C})$

氣象關係能變更彈道之狀況

屬於特別關係者（膛內彈道之關係）如下

(甲) 火身之性質不同(發射子彈之數目使用過久之損傷)各兵器之基本階級等

(乙) 火藥溫度之關係

(丙) 火藥濕度之關係

(丁) 子彈重量之不同

對於各砲之基本階級必須知之射擊之前須顧慮火藥溫度可能時且須顧慮丙丁兩項之關係由基本階級而推算其使用階級

屬於氣象關係者(純爲膛外彈道)如左

(甲) 空氣重量

(乙) 風

(丙) 下雨降雪降霧之時

空氣之重量影響於膛外彈道之變差可利用不等彈重而修正之

特別關係及氣象關係修正之必要並其方法 消除氣象之影響乃射

擊指揮者之任務消除特別影響通常爲砲長迫擊砲及機關槍長之任務消除此種影響在無觀測射擊時決不可少在機關槍直接瞄準時亦然因其觀測不充分也若計算此等影響須時不多則亦可藉消除特別影響之助而使有觀測之試射較爲迅速推求之法可利用計算輔助器具（特別氣象影響表及各該日之特別影響表）等以減輕困難最輕便而簡易者爲利用計算機或經緯表不必推算只利用適當之處理在瞄準器之本身以消除特別影響尤爲當務之急

推求基本等級法 推求基本階級其法如左

（甲）直接確定各兵器之初速以求得之因各種特別影響盡在其中也

（乙）由彈着圖之試射以求得之但此時須精密計算以消除氣象之影響

（丙）在困難之時則由燃燒室之長及火藥之燃燒溫度約略計算

之

因射擊而引起之特別影響不僅與發射彈數有關且與發射速度有關凡火身修理以後或射擊大宗子彈以後（約子彈千發在重平射砲則三百發或三百發以內）應重新試驗其基本階級

火藥溫度濕度及子彈重量與命中精度之關係 火藥溫度按彈藥存置之位置（掩蔽部坑道敵庫存積日光之下夜間結凍）與空氣溫度相差往往甚大故應在測量彈藥筒中測定或估計之清晨之火藥溫度較低於空氣溫度傍晚則較高於空氣溫度火藥之濕度僅用軍隊中之器具不能測定之若已行精密之試射則必須換用他種子彈時方有顧慮子彈重量之必要

測定氣象之方法及標準 空氣重量及其阻力距地面愈高則愈小高低相差十一公尺則氣壓約差一公厘但此外尚須顧慮每天之氣候差欲定氣象之影響須由氣象測量隊對於子彈穿過之各空氣層（通常分三層）測

量空氣重量風力及風向等之平均數目按吾人經驗所求得之關於彈道的風及空氣重量當子彈經過各空氣層之時無時不受其影響將其在各層所受之影響之總數合而爲一遂使子彈發生偏差測風之法可利用低紙鳶及測風氣球亦可按雲之行而估測之測空氣重量則用氣壓表由每日三次（每日上午六時及下午二時與十時）所記錄氣候溫度之平均數推求之風之爲物距地面高則其強度及方向時常變換有時形成一種變化無常之氣流普通至五百公尺高其強度加倍五百公尺以上則其增強之度弱距地愈高則風向多係向右轉是以在地面所測量者僅足爲大概標準弱風每秒約有五公尺速度稍強者八公尺強風十一公尺暴風約十五公尺

彈道空氣重量及彈道風與飛行時間之關係 凡集束彈道之全飛行時間相等者其最高度約亦相同故子彈在其飛行中必經過相同之空氣層經驗已昭示吾人凡彈道的空氣重量及彈道的風無論平伸彈道或彎曲彈道均與飛行時間有連帶關係例如彈道的風及空氣重量對於十五公分口

徑榴彈砲之榴彈五公里射程與對於十公分口徑加農之榴彈用同等之飛行時間者相同但其射程則較遠（八公里）是以對於砲兵須將彈道空氣重量及風強之值與風向等按各種飛行時間（五至十秒）推算其差別而且每日三次用電話通知各砲兵連

對於風向則將風向盤分爲卅二分畫以數字表示各方向 0 或 32 表示正北 8 表示東 16 表示南 24 表示西

雨雪及霧及於射程之影響 雨雪及霧能縮短射程至於縮短若干迄今惟有直接觀測射彈方能確定之

晴夜射擊時氣象修正之標準 天氣晴朗之夜間空氣重量增加（因空氣冷卻）同時溫度亦下降風向亦隨之變更在夜間施行封鎖射擊時應在地面測量各項影響以免射擊過近

第五節 目標之性質及戰鬥隊形

目標面積與暴露程度及於射擊効力之關係 目標可命中之面積的

大小及目標之能否望見對於射擊効力均有關係

直立目標對於平射火器水平目標對於曲射火器均呈露最大之被彈面易看清楚之目標試射甚易且易收射擊効力高而縱深之目標（無掩蔽之縱隊）在射擊區域之內雖在遠距離亦須避免之對於散布於廣地畝內之小目標（面積目標）無從施行精密試射惟有用多數彈藥施行散布射擊之一法運動甚速之目標（飛機汽車戰車乘馬者）利用其速度能逃避射擊効力（應用急襲射擊及封鎖射擊）狹窄之目標（單行縱隊）常因風力而將子彈束藁吹移於側方

選定戰鬥隊形之標準 新式戰鬥隊形均應顧慮射擊効力而定故步兵及礮兵均利用掩蔽陣地縱長區分梯次配備放大間隔與距離工事偽裝人工烟霧以減小被彈面且使敵難於望見並使敵試射困難火力分散疏散之散兵線與散兵羣僅於躍進時在短距離內呈露良好之瞬間目標地面上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

能收掩蔽之効砲，重機關鎗迫擊砲等利用掩蔽而且擴大間隔之不規則配備戰車則將多數車分爲若干波並利用人工烟霧以期對於敵軍之集中火力有所掩蔽

狹窄隊形（單行縱隊）對於不行觀測之掃射僅露出最小之被彈面且在地區內易覓得掩蔽但隊形愈長則對於瞄準之射擊命中之度更大對於側射及斜射均須受大損失因其形成寬廣之目標也

橫寬之目標因其被彈面較大故被敵掃射時所受之損失較大於單行縱隊所受者

第六節 目標附近之地形

目標附近地形與命中能力之關係 目標附近之地形若係逐漸上昇（昇傾斜）則對於敵之掃射能減小其命中能力目標附近之地形若係逐漸低下（降傾斜）則能增大其命中能力其地形與彈道形狀愈相近似則愈能增大命中能力地形傾斜甚急者（傾斜角大於落角）則對敵之射擊能掩護

位於其後之士兵若係瞄準發射則地面之形狀對於橫寬目標之命中能力無甚關係地形之昇傾斜及降傾斜係對於瞄準線之地形方向而言

地質與試射之關係 乾燥地沙土地及岩石地使試射容易在岩石地且易發生斜命中彈及石片碎塊(例如鐵道堤上)

目標附近地形地質與砲兵射擊之關係 砲兵射擊時若目標附近地面堅硬則易發生跳彈(反跳)目標之後面若係急昇傾斜之地形(密林家屋等亦然)使發生回彈作用特於重子彈尤然目標後若係緩昇傾斜之地形則縮短散布束藁之縱深效力目標後若係急降傾斜之地形則遠彈毫無效力

第四章 命中公算計算之應用

第一節 通則

命中公算之推求 推求命中公算爲對於戰術的判斷及兵器之運用與其能力增進及軍隊的教育等之重要補助方法由散布規則可將位於東

藁之任何部分或對於束藁以內有確實高度，縱深，寬度，之某目標而計算命中彈之公算數但有時所計算之數與實在之命中成績懸殊須知計算值乃多次同樣射擊之平均值故此數與實在命中成績大略相符者居多而相差甚大者較小

每次推算之時必須將關於射擊中所有重要條件嚴行考慮及計算時應用之假設數否則其所得之結果必至錯誤

公算因數與命中百分數之關係 命中公算之因數爲計算之基礎此因數表明目標幅員（按其高或深與寬）與高低縱深散布或方向散布之百分五十（平均）之比例每個命中百分數相當於各個公算因數平均散布及公算因數可在射表中求得之全散布之百分七十五（機關槍束藁最有效之部分）爲平均散布（百分五十）之一·七倍

命中公算因數表

0.1	5%	0.6	31%	1.2	58%	2.4	89%
0.2	11%	0.7	36%	1.4	65%	2.6	94%
0.3	16%	0.8	41%	1.6	72%	3.2	97%
0.4	21%	0.9	46%	1.8	78%	3.6	98%
0.5	26%	1.0	50%	2.0	82%	4.0	100%

第二節 關於火器効力之判斷

(例一) 平均彈道通於目標基脚之命中成績 在一千五百公尺距離
 向一輕機關鎗射擊(高九公寸寬一公尺)倘情況最便利(平均彈道適經
 目標中心)射擊若干子彈方能有一完全命中彈可用下列方法求之

(甲)用96/16年式野戰加農砲及16年式加農砲榴彈

(乙)用16年式輕野戰榴彈砲及長野戰榴彈砲榴彈(七號裝藥)按射

擊表中所載野戰加農之年均散布高爲二公尺一公尺輕野榴彈砲之平均散布高爲一公尺又八公寸野戰加農之平均散布寬爲一公尺輕野戰榴彈砲之平均散布寬爲半公尺

96／16年式野戰加農命中公算因數 按高低言之爲 $\frac{0.5}{2.1} = 0.24$ 即百分之十三命中彈按方向言之爲 $\frac{1.0}{1.0} = 1.0$ 即百分之五十命中彈如上述高低之命中數爲13／100在此13／100之中仍只有50／100能命中於方向之內其餘則飛高於左右故命中之子彈數須以高低乘方向再以一百分除之

$$\frac{13 \times 50}{100} = 6.5\% \text{ 即百發子彈之中有六發半命中平均十六發子彈}$$

一發命中關於輕野榴彈砲之命中數可同樣計算其命中公算因數按高低言之爲 $\frac{0.5}{1.8}$ 即百分之十五命中彈按方向言之爲 $\frac{1.0}{0.5} = 2.0$ 即百分之八

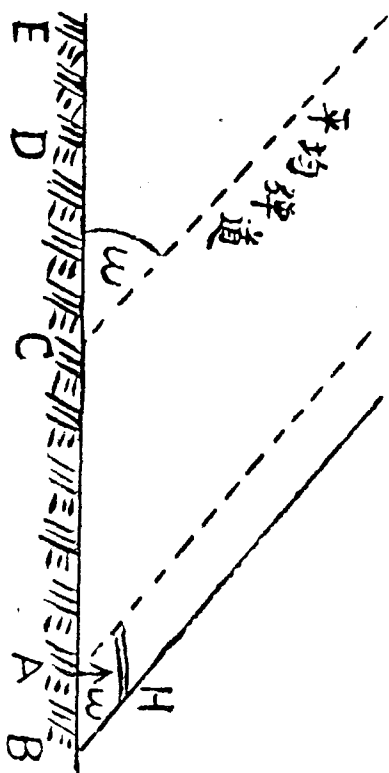
十二命中彈 $\frac{15 \times 82}{100} = 12.3\%$ 即百發子彈之中有 12.3 發命中亦即八

發子彈中有一發命中(由此可見散布小之利益)

前項發射數目中尚須加入精密試射之子彈數試射子彈數之多寡則視射擊指揮之良否吾人尚須注意輕野戰榴彈礮之子彈一發重於野戰加農榴彈兩發故輕野戰榴彈礮之收效較速但須要較大之彈藥重量

(例一)平均彈道不通於目標基脚之命中成績 倘不能精密試射而平均彈着點又在目標前五十公尺則射擊成績如何在此種情形宜將目標之高度改算為目標之命中長度而推求之

第十九圖



$AB = HA(\text{目標高}) \times \text{Cot}g w (w = \text{落角})$ 關於目標長普通可長顧慮
 落於A及B間之一切子彈均可命中目標 (在目標寬度以內者) $\text{Cot}g w$
 之值與 $\frac{\text{縱深散布}}{\text{高低散布}}$ 之值相當射擊表中所載1500公尺距離之縱深散布如
 下 96/16年式野戰加農之縱深散布為40公尺 16年式輕野戰榴彈礮
 之縱深散布為20公尺 (落角較大) 然則野戰加農之 $AB = 0.5 \times \frac{40}{2.1} = 9.5$
 公尺

野戰榴彈礮之 $AB = 0.5 \times \frac{20}{1.8} = 5.5$ 公尺 (表尺區域較小)

(甲) 在EB地帶上之命中彈就野戰加農而言 $\angle EB = 2 \times CB = 2 \times ($
 $50 + 9.5) = 119$ 公尺 \rangle (命中公算因數 $= \frac{119}{40} = 3) = 96\%$ 命中
 彈

命中彈在DA地帶者(二 $2 \times cA = 100$ 公尺)其命中公算因數 = $\frac{100}{40} = 2.5 = 90\%$ 命中彈

故在Ey及AB地帶上共為 $96 - 90 = 6\%$ 命中彈在AB地帶者為 3% 命中彈

(乙) 對於輕野榴彈礮可同樣推算

EB地帶內之命中公算因數 = $\frac{111}{20} = 5.5 = 100\%$ 命中彈

AB地帶內之命中公算因數 = $\frac{100}{20} = 5 = 100\%$ 命中彈

換言之即在 AB 帶內完全無命中彈蓋輕野戰榴彈礮之散布甚微若試射不準確竟致無一彈命中目標至於96/16年式野戰加農尙可得 $1\frac{1}{2}\%$ 之完全命中彈(50%之子彈均在目標之左右經過)

(例三) 戰時之命中成績 若在戰時因種種不良情況 (火身發熱射
手困疲等) 散布增大三倍則例一及例二所述之命中成績如何

其推算之法仍同只須將射擊表中所載之高低及縱深散布三倍之則
命中彈之全數如下

對於96 / 16年式野戰加農若按例一則為0.75% 若按例二則為0.61
%

對於輕野戰榴彈砲若按例一則為1.73% 若按例二則為0.85%

(例四) 對重機關槍射擊時各種情況之射擊效力與彈藥消耗之概值
若在一千五百公尺距離對一重機關槍射擊按例一例三所述欲得一個
完全命中彈除試射彈不計外須發射下列之彈數

	在最佳情況之下 (參照例一)	在射擊指揮不良 時(參照例二)	兵器及射手不良 (參照例三)	射擊指揮兵器 及射手均不良 時(參照例四)
96 / 16年式野戰 加農	16	63	131	156
16年式輕野戰 榴彈	8	完全不能命中目標	58	118

以上所述僅就完全命中彈而言着達於目標前方及側方之若干子彈若係榴彈則對於操作人員尚有效力輕野戰榴彈礮因其破壞效力較大故用以射擊機關槍遠優於加農砲彈欲免誤用砲兵之効力須特注意於此吾人由計算可決定下述各項

(甲)微小之散布若射擊指揮佳良可不費許多彈藥迅收効力欲顯良好之兵器能力必須佳良之射擊指揮

(乙)大散布在不良情況之下特能免除完全錯誤之射擊然須多耗彈藥及時間當此時間目標常能逃出効，之外

(丙)凡試射(射擊指揮)欠精若表尺區域不大(彎曲彈道)則其影響所及較之操作人員之誤差將更爲惡劣

(丁)欲殲滅小而窄之目標必須彈藥充足若平均彈着點不正在目標中心(按之常規往往稍偏於一旁)則完全命中彈之數更少

(戊)欲以完全命中彈收射擊効，多須大宗彈藥故以小口徑礮之榴

彈射擊隱蔽之目標頗不適當不如用榴彈之向兩側有良好破片効力者收効較速（此說於步槍極關重要）

（例五）對砲兵連射擊時各種情況之射擊効，並彈藥消耗之概數在掩蔽物後之輕野戰榴彈砲一連對由觀測所能望見之敵砲一連（四門）距離為四千公尺所射子彈藥均落於目標區域之側而平均彈道適在目標之中其命中公算為何如乎敵軍砲連寬一百二十公尺無梯次配備砲高一公尺四寬一公尺半並未構設工事用射擊表中之雙倍散布（高低一十八公尺縱深五十二公尺）除完全命中彈外其餘子彈之落於敵砲前五公尺者均認為有精神上及物質上効力

$$\begin{aligned} \text{(甲) 完全命中彈 自高低言之 (命中公算因數)} &= \frac{1.4}{18} = 0.08 \\ &= 4\% \text{命中彈} \end{aligned}$$

自方向言之 目標寬120公尺而 $4 \times 1.5 = 6$ 公尺為可命中之面

積即對於每砲有高低命中彈之 $\frac{1}{20}$ 命中之 故全命中數爲

$$\frac{1}{5}\%$$

(乙)有效力之彈數 落於砲之前及後十五公尺之內者 (平均彈着點在目標之中央) 命中公算因數 = $\frac{30}{52} = 0.58 =$ 全部子彈30% 其有效力者爲落於目標前之半數即15%

判斷 完全命中彈對於疏散之目標其効力固微然大多數有效之子彈能殺傷射手故可彌補其缺點雖無殲滅之効然多數子彈落于目標附近在精神上及物質上能使敵礮兵失去戰鬥能力若敵礮兵沒有工事 (目標面較小對破片有掩護) 則有效彈數必大減若試射不精確亦然用散布射擊 (敵礮梯次配備時即宜用此種射擊) 必耗費相當之彈藥方可收効此項射擊固不希望一切子彈凡落于目標前十五公尺以內者均能收効但有若

千子彈落于目標前面之稍遠處或其後方之切近處能收効力且增高精神上之効用

法人認爲欲破壞一礮兵連若用七公分五口徑加農必須子彈五百至八百發若用十五公分口徑加農則須四百至五百發歐戰中德國有如此數量之彈藥時甚少德國礮兵効力奇小者多因彈藥缺乏也

第三節 關於射擊法之判斷

縱深射擊之必要 今有某彈道之平均彈着點在目標前二十公尺精確之射距離爲五千〇二十公尺試射時用五千公尺之表尺有一彈落於目標之後則其命中公算爲何如乎但戰時的平均縱深散布爲一百公尺在平均彈着點前及後二十公尺之區域內命中公算因數爲 $\frac{40}{100}$ 等 $\frac{2}{10}$ 爲全彈數之百分二十一其百分之七十九在目標之前及後各半即表尺爲五千公尺時約爲全彈數百分之四十即五彈中有二彈在目標之後由此可見順射 *Reihschiessen* 之必要務使平均彈道確實命中目標俾射擊効力良好

有效巨離之標準 16年式野戰加農用裝黑色藥之榴彈在一千公尺距離射擊輕戰車(其可命中之高二公尺三寬一公尺八)假設其平均彈着點(甲)在目標中心(乙)在目標前五十公尺則其命中公算爲如何乎平均高低及方向散布均爲八公寸縱深散布爲三十八公尺

(甲)平均彈着點在目標中心者 自高低言之 (命中公算因數) $\frac{2.3}{0.8}$

$= 2.9 = 95\%$ 命中彈 = 全命中彈數之82%

自方向言之(命中公算因數) $\frac{1.8}{0.8} = 2.25 = 86\%$ 命中彈 = 全命中彈數之82%

(乙)平均彈着點在目標前五十公尺者 則平均彈着點在 $\frac{50 \times 0.8}{38} = \dots$ 公尺即在目標足點下之一公尺(瞄準目標下際)

按例二計算法則在上述情況命中彈僅爲全彈數之百分四，五

結論 在一千公尺距離對戰車射擊若能迅速使平均彈着點在目標中央則其命中公算當甚佳目標中心在地面上一公尺五處由目標側方飛過之子彈應在戰車後 $\frac{1.15 \times 38}{0.8}$ 等 54 B 之處方與地面接觸由此項計算已經證明射擊戰車不可因一二遠射彈遽然減少距離換言之發射多數子彈而遠射彈與近射彈均有時甚或可爲有效距離之徵

第四節 近彈之避免

不移動平均彈着點時近彈之避免法 野戰加農一連奉命由正面向敵軍最前綫戰壕施行殲滅射擊距離三千公尺我軍最前之戰壕距離敵軍戰壕一百公尺戰時之平均縱深散布爲九十公尺若砲連已試射準確尙有若干子彈落於本軍戰壕之內及後方乎

因全散布爲四乘九十等於三百六十公，故在本軍戰壕後八十公，內尙落有少數子彈射近之彈數爲百分之九（推算之法與例二相仿）即平

均十一彈中有一發過近爲使我軍免受損失計可暫行後移或用迫擊砲火力補助之或令砲兵迫擊砲兵及重機關槍施行側射

移動平均彈着點時近彈之避免方法 按上所述敵軍戰壕前及之後十公尺應有若干子彈乎(精神上及物質上的効力)

(甲)若砲連已試射準確

(乙)若不准有一近彈落於本軍戰壕內

對於甲項 命中公算因數 = $\frac{20}{90} 0.22 = 12\%$

對於乙項必須將平均彈着點移於敵軍戰壕後八十公尺照上例二推算之在敵軍戰壕前及後十公、處僅有百分六之命中彈

故因近彈之光號而將砲之火力向前移動，力必大減有因氣象關係移動平均彈着點發生近射彈時則不可同日而語

第五節 關於步兵之射擊

步兵射擊近距離環形靶時命中能力之推算 步兵射擊時其命中公算推算與前述之法同

在近距離射擊環靶其命中能力可用所謂簡略命中公算因數最推算

之其式爲下

環之半徑
〔散布半徑之50%〕

簡略命中公算因數	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 對於步兵特別射擊班在三百公尺距離射擊五發須每彈不能少於六環且其中須有兩發不可少於八環用良好之步槍手能達到上述條件否

百分五十之散布對經(射擊表第二)在三百公尺距離爲十二公分環靶六環之對徑爲三十五公分八環之對徑爲二十五公分

六環之命中公算因數 $\frac{35}{12} = 2.9 = 100\%$ 命中彈即一切子彈應在六環之內

八環之命中公算因數 $\frac{25}{12} = 2.1 = 95\%$ 命中彈即若槍之射擊能中好時五發中之四發可皆在八環內然則上述之條件甚易達到

依命中行列推定命中成績法 欲說明射擊技術之比較可利用所謂「命中行列」者吾人試設想各種射距離之束藁及在表尺射距離之處以同等之距離在其前及後立有若干稠密靶牆其高係一定而其寬無限且計算落於靶上之命中圈(百分數)即可得命中行列此項行列對於計算時之距離散布目標高均有關係因此種假數之變更能察知命中成績之比較且對於前進或後退之部隊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情況不同或因表尺不同)

舉例 (一) 中等射手向甚寬之密集目標地帶射擊目標高為三十公

分表尺八百公尺用尖頭彈其命中百分數如左表

百分數表

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	3,6	0	—	—
雙倍散布	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

(二)仍向該目標射擊惟用八八式及九八式步槍(尖頭彈)則其命中百分數如下表

表尺公尺	彈頭	在目標前之公尺數										在目標後之公尺數				
		350	300	250	200	150	100	50	0	50	100	150	200	250		
表尺800公尺	八八式尖頭彈	0	0,1	0,5	1,1	2,7	5,4	8,6	8,9	6,0	2,5	0,6	0,1	0		
表尺1200公尺	八八式尖頭彈	0	0,1	0,1	0,7	2,1	5,2	1,2	0							

第一例 指明在正規散布之効力較大在雙倍散布則可免射擊完全錯誤之險但効力較小

第二例 表明尖頭彈彈道較爲平伸其命中能力必較優於八八式彈之命中能力

戰鬥射擊時兵器能力之比較 倘欲在戰鬥射擊時（即不知目標之距離時）求得兩種兵器之能力比較則尚須顧慮估計或測量距離有無錯誤估測錯誤之大小雖與軍隊之教練攸關（與部隊散布同）但其較大或較小之誤差在誤差範圍以內分布頗有一定之法則故按一定之算法可求得兩種命中公算且由此可求得平均命中數即對於一定之目標在一定散布及一定距離測量能力之時應具有之命中公算也

舉例 用尖頭彈對一公尺高之密集目標地帶射平均命中如下表

距離	離	散	布	測量誤差(假定的)		
				5%	10%	20%
八百公尺		一雙	倍	22.7	15.5	8.9
			倍	13.5	11.5	7.9
		四	倍	7.3	6.9	5.8
			倍	13.5	8.0	4.3
一千公尺		一雙	倍	9.3	6.8	4.0
			倍	5.3	4.7	3.4
		四	倍	7.9	4.3	2.2
			倍	6.2	4.0	2.2
一千二百公尺		一雙	倍	3.9	3.1	2.0
			倍			
		四	倍			
			倍			

用重機關槍射擊遠距離隱匿目標時須求精密射擊基礎之理由 按

以上各例所示例四之甲至丁段所述各項在步兵射擊時亦可適用選用表尺之錯誤其影響於命中較大於射手散布擴大之影，且因觀測困難欲修正彈着點之位置恆不可能故其影，更爲重大是以用重機關槍在遠距離向隱蔽之目標射擊須求得精密之射擊諸元上述之各例示明實際上計算

之用法至爲繁多但所得之結果決不可不詳，考慮而冒昧運用之故務須
審慎將事

上海图书馆藏书



A541 212 0012 0143B

