

射擊學

防空學校印發

貴州省圖書館
第 號

513.8

防空學校令

教字第二十七號

高射砲隊高射砲射擊學可據

此書修習之此令

中華民國二十五年三月 日

總校長蔣中正

校長黃鎮球

權 所 不 翻
版 有 准 印

中華民國二十六年五月再版

防空學校印發

高射砲兵射擊學目錄

目錄

第一章 緒言

第二章 基本概念

第一節 通則

第二節 點之定義

第三節 段之定義

第四節 線之定義

第五節 面之定義

第六節 角之定義

第七節 時之定義

第三章 目標之運動

一
二
三
四
五
六
八

第四章 航路及目標諸元

第五章 諸未來修正之原理

第一節 空中固定目標	一一
第二節 空中活動目標	一三
第三節 諸未來點	一五
第四節 諸未來角	一七
第一款 通則	一八
第二款 幾何例證	二〇
第三款 直接瞄準	二四
第四款 間接瞄準	二五
第五款 諸未來角對於獨立及從屬瞄準之關係	二六
1. 獨立瞄準	二六
2. 從屬瞄準	二八
第六款 瞄準具誤差之修正	三三

第六章 未來修正諸元及射擊諸元

第七章 諸未來修正量之計算

- 第一節 距離未來修正量在水平面計算……………三九
- 第二節 距離未來修正量在砲目高低面計算……………四一
- 第三節 水平面之方向未來修正量計算……………四二
- 第四節 高低未來修正量在砲目高低面計算……………四三
- 第五節 求距離未來修正量，高低未來修正量 δ 及 δ' ，方向未來修正量 δ 及 δ' 及瞄準具誤差修正 δ 之計算法……………四四

第八章 高射砲射擊規則

- 第一節 通則……………四八
- 第二節 射擊規則之誘導……………四九
- 第一款 距離及高低未來修正量與命中距離之關係……………五〇
- 第二款 方向未來修正量與命中距離之關係……………五二

第三款 距離及高低未來修正量與目標高之關係.....五四

第四款 方向未來修正量與目標高之關係.....五六

第五款 距離及方向未來修正量與航路角之關係.....五八

第六款 高低未來修正量與航路角之關係.....六〇

第七款 距離高低及方向未來修正量與航速之關係.....六二

第九章 射擊法

第一節 直接射擊.....六四

第二節 補助儀射擊.....六六

第三節 指揮儀射擊.....六八

第十章 射擊種類

第一節 羣射.....六八

第一款 基本射擊(緩射).....六九

第二款 奇襲射擊.....六九

第三款 持續射擊.....七五

第二節 阻止射擊.....七六

第十一章 射擊指揮

第十二章 口令及操作(裝填)時間

第十三章 射彈觀測

第十四章 特別影響及氣象影響之計算與修正

第一節 通則.....八九

第一款 特別影響.....九〇

第二款 氣象影響.....九二

第二節 特別影響之測定及修正.....九四

第一款 初速減少.....九四

第二款 火藥溫度.....九五

第三款 砲彈重量.....九六

第一節 氣象影響之測定及其修正.....九七

第一款 利用氣象班之測定氣象……………九七

1. 風之影響測定……………九七

2. 氣重之測定……………一〇〇

3. 氣象報告之方法……………一〇四

第二款 氣象修正射擊法……………一〇六

第三款 氣象影響之修正法……………一〇八

1. 用氣象報告表之修正法……………一〇八

2. 用氣象修正射擊之修正法(參考其所附範例及說明)……………一〇八

第十五章 射表及其應用器材之使用

第一節 射表及彈道圖……………一一六

第一款 通則……………一一六

第二款 射表之區分及使用……………一一六

第三款 彈道圖之構成與使用……………一一八

第二節 地圖測角板……………一二〇

第三節	座標方眼板.....	一一一
第四節	指北針.....	一一一

第十六章 射擊有效範圍

第一節	五十倍 7.5 公分口徑卜福斯高射砲之射擊有效範圍說明.....	一一五
第二節	高射砲之配備須顧慮敵機投彈距離.....	一二七
第三節	對於一防護目標之防護範圍其高射砲兵連之圖上配備.....	一二八
第四節	投彈距離之計算.....	一三二

第十七章 射擊指揮口令

第一節	間接瞄準.....	一三四
第一款	指揮儀射擊電氣傳達.....	一三五
第二款	指揮儀射擊電話傳達.....	一三六
第二節	直接瞄準.....	一三七
第三節	射擊演習之特別規定.....	一三九

第十八章 射擊演習

第一節 演習目的……………一四〇

第二節 演習實施之種類……………一四〇

第一款 準備射擊……………一四〇

第二款 戰鬥射擊……………一四一

第三節 射擊計劃……………一四二

第四節 射擊演習時勤務之準備……………一四四

第五節 警戒之規定……………一四五

第六節 陣地與飛機之連絡……………一四五

第七節 射擊成果之製圖及評判……………一四八

第十九章 長基線觀測(射擊作圖，射值判斷)

第二十章 對地上目標射擊

第一節 對戰車及裝甲汽車之射擊……………一五五

第二節 對步兵之射擊……………一五六

第二十一章 彈道學

第一節 通則	一五六
第二節 真空中彈道	一五七
第一款 惰性之直綫彈道	一五七
第二款 真空中之拋物綫彈道	一五七
第三款 真空中之彈道羣	一五八
1. 同一砲彈速度時	一五九
2. 同一射角時	一六一
第三節 空氣中彈道	一六二
第一款 彈道弧	一六二
1. 彈道弧之起源	一六三
2. 彈道弧之特性	一六四
3. 砲彈重量	一六四
4. 空氣阻力	一六四

5. 膛綫.....一六六

第二款 空氣中之彈道羣.....一七二

1. 在一定之初速及其空氣阻力相同時.....一七二

2. 在一定之初速及其同一射角時.....一七三

3. 在一定之空氣阻力而同一射角時.....一七三

第三款 彈道之說明.....一七五

第四款 命中效力射(射彈散佈).....一七九

第二十二章 高射砲兵之角度單位

附錄 射擊教育器材

I. 綫桌說明及操作.....一八九

II. 滑動模型之說明及操作.....一九〇

III. 砲彈經過自動記錄鐘.....一九二

附註： 採用五十倍(50公分)福斯高射砲而附有機械引信(30之空炸榴彈射表，苟無其他關

係存在，則可為全部彈道說明之初步也。

貴州省圖書館
第 號

513.
8

防空學校令

教字第二十七號

高射砲隊高射砲射擊學可據

此書修習之此令

中華民國二十五年三月 日

總校長蔣中正

校長黃鎮球

高射砲兵射擊學目錄

目錄

第一章 緒言

第二章 基本概念

第一節 通則

第二節 點之定義

第三節 段之定義

第四節 線之定義

第五節 面之定義

第六節 角之定義

第七節 時之定義

一
二
三
四
五
六
八

第三章 目標之運動

第四章 航路及目標諸元

第五章 諸未來修正之原理

第一節 空中固定目標	一一
第二節 空中活動目標	一三
第三節 諸未來點	一五
第四節 諸未來角	一七
第一款 通則	一八
第二款 幾何例證	二〇
第三款 直接瞄準	二四
第四款 間接瞄準	二五
第五款 諸未來角對於獨立及從屬瞄準之關係	二六
1. 獨立瞄準	二六
2. 從屬瞄準	二八
第六款 瞄準具誤差之修正	三三

高射砲射擊學

第一章 緒言

本書主旨，在研究對空中目標射擊之基本原理及其法則；以爲高射砲兵射擊教育之入門；故凡必要之射擊概念悉網羅之以確立高射砲兵射擊學理論與應用之基礎。

第二章 高射砲射擊學之基本概念

對空中與地面二種目標之射擊，其射擊諸元之決定與賦與，迥然不同，蓋對空射擊乃由平面而進爲立體矣，故應運而生之高射砲兵，亦須依彈道學理與目標性質不同之關係改變其射擊方式也。

第一節 通則

固定目標諸元 砲目距離及目標高。

活動目標諸元 航路角航速及在非水平飛行時之飛行斜角。

未來修正諸元

(Komm. indo stücke) 距離未來修正量，高低未來修正量及方向

未來修正量。

直接瞄準諸元

斜距離，目標高，引信秒數，高低與方向移動量。

間接瞄準諸元

命中射角命中方向角及引信秒數。

第二節 點之定義(參閱第一圖)

空中目標之航路若由砲位觀察，可以下列諸點表明之：

M 測點 測量瞬間目標之位置。

A 發射點 發射瞬間目標之位置。

G 目標點 砲彈爆炸瞬間目標所在之位置。

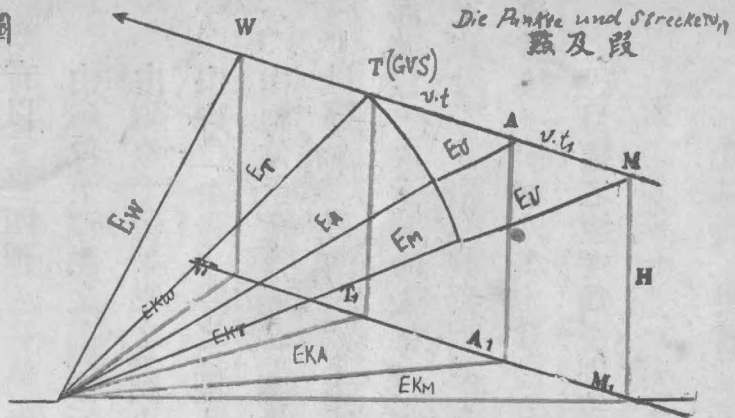
V 未來點 或稱爲學理上之目標點，一切未來值均以此點爲根據而計算之。

S 炸點 砲彈爆炸之點。

T 命中點 目標點，未來點及炸點三點重合之交點。

W 變換點 目標在直線水平飛行時，其位置與砲位之距離恰爲最短之點，目

第一圖



標向變換點飛行時謂之臨近，目標背變換點飛行時謂之離遠。

第三節 諸般之定義(參閱第一圖)

斜距離者，由砲位沿瞄準線至目標間之任何距離，在對命中點者即稱砲目距離可分下列之諸段：

- EM 砲測距離——由砲位○至測點△間之一段。
- EA 發射距離——由砲位○至發射點△間之一段。
- ET 命中距離又曰砲目距離
- 由砲位○至命中點T間之一段。
- EW 變換距離
- 由砲位○至變換點W間之一段。
- EV 距離未來修正量
- 發射距離或砲測距離與命中距離之差。

圖上距離 斜距離投影於地圖上之一段(或稱水平距離)水平距離(圖上)共

有以下之四種：

由砲位至測點之(圖上)水平距離(EKM)

由砲位至發射點之(圖上)水平距離(EKA)

由砲位至命中點之(圖上)水平距離(EKT)

由砲位至變換點之(圖上)水平距離(EKW)

目標高 自水平面上至目標之垂直距離也。

前移段 在發口令及裝填時間(t_1)內目標向前移動之一段也。

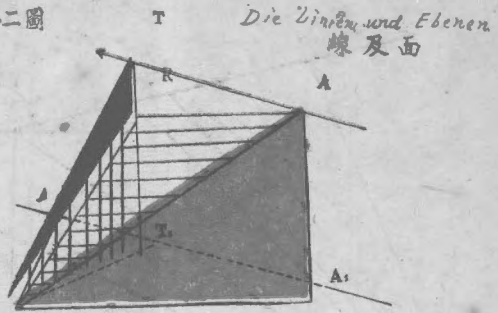
主移段 當砲彈飛行時間(t)內，目標前移之一段。

總移段 前移段與主移段之和(MT)。

設目標之速度爲 v ，則總移段可以下式表示之。

$$MT = MA + AT = v(t_1 + t)$$

第二圖



由砲位(O)點處產生以下之各線：

OA—瞄準線 由砲位(O)向目標瞄準之線。

OT或OV—射線 由砲位(O)點與命中H或未來點V之
連結線也。

高低移動線(OR) 瞄準線投影於發射面上之線或發射
面與方向移動面之交線。

第五節 面之定義

瞄準面 以紅色表示之，即瞄準線(OA)之垂直面。

砲目高低面(射面) 以藍色並行密線表示之，即經過砲

目高低線(射面)(OT)之垂直面。

方向移動面 以紫色表示之，即經過瞄準線對於射面所置放之垂直面也。

航路面 砲位(O)與主移段(AT)所成三角形(OAT)之平面。

水平面 或稱圖上水平面或稱砲之水平面，即經過砲位O點砲耳軸之水平面。

高低面 通過目標所置放之水平面也，(與砲之水平面平行)。

第六節 角之定義

高低角 即附屬瞄準線與水平面所成之傾斜

角，故有各別之高低角焉，例如在測點

(N)者為測點高低角(α_N)在發射點(A)

者為發射點高低角(α_A)及在命中點(H)

者為命中點高低角(α_H)等是也，高低

角之差($\gamma = \gamma_A - \gamma_H$)，即發射點(A)

之高低角與命中點(H)之高低角之差，

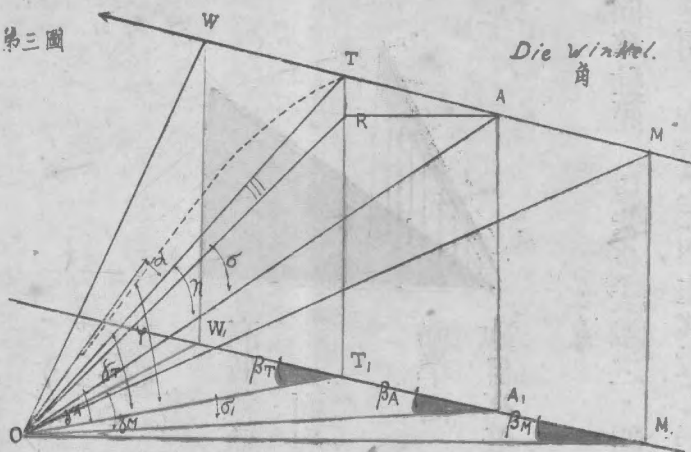
(假想將瞄準面與發射面相重合，則其

差可立即見出)。

高低移動角(δ) 高低移動線(OR)與砲目高

低線(OT)所成之角。

第三圖



高角(α) 砲目高低線(射線)(HO)與膛軸(發射準備完成時，砲身軸之延線)所成之角。

射角(θ) 高角(α)與命中高低角(α_H)之總和，即當發射時砲身軸之延線與水平面所成之角。

方向未來修正量(δ) 即方向移動面中之方向移動角(δ)乃瞄準線(OA)與射面所成之角。

在水平面中之方向未來修正量(δ_1) 即瞄準面與射面所成之角。

總未來修正角(ρ) 即瞄準線與砲目高低線所成之角。

航路角(β) 目標航路之投影與瞄準線之投影於水平面上之銳角。

例如在測點(M)所成之航路角為(β_M)在發射點(A)所成之航路角為(β_A)及在命中點(H)所成之航路角為(β_H)是也。

航位角(χ) 航路角之水平投影與磁針北向所成之角，通常依時針旋動方向計算之。

航射角(γ) 航路面與瞄準面所成之銳角。

航斜角(β) 航路與水平面所成之角。

角速度(δ) 目標在時間單位內之角度移動值也。

角加速(α) 即角速度在時間單位內之變值也。

第七節 時之定義(參閱第一圖)

口令及操作(裝填)時間(t_1) 即自發口令之時起，至第一射彈發射後止之時間，亦即自測點(M)至發射點(A)所需之時間。

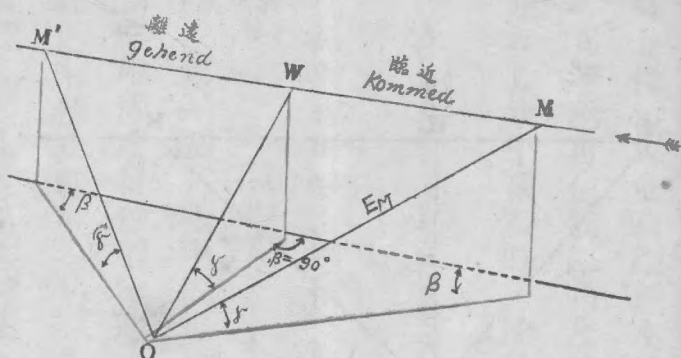
砲彈飛行時間(t_2) 由砲彈出砲口，飛行至命中點(H)之時間，亦即目標當砲彈飛行時自發射點(A)至命中點(H)相應之時間也。

故總移動時間爲($t_1 + t_2$)即口令時間裝填時間及砲彈飛行時間之總和。

第三章 目標之運動(參閱第四圖)

設一直線水平飛行之空中目標，當達於測高鏡之測量極限時，則在此瞬間

第四圖



第四章 航路及目標諸元

高射砲射擊學

之測量距離 (EM) 為最大值，而高低角 (γ) 及航路角 (β) 皆為極小限，若目標繼續前進，則高低角 (γ) 及航路角 (β) 均逐漸增大，而測量斜距離 (EM) 則逐漸減少，名為臨近目標，蓋目標對砲位之距離，逐漸接近故也，若目標飛至變換點 (W) 時，在此瞬間高低角為最大，斜距離為最短，其航路角適為 90° 。

設目標通過變換點 (W) 繼續前進，則名為離遠目標，蓋目標對砲位之距離逐漸增大故也，此時測量距離 (EM) 又逐漸增加，高低角及航路角則又逐漸減小。

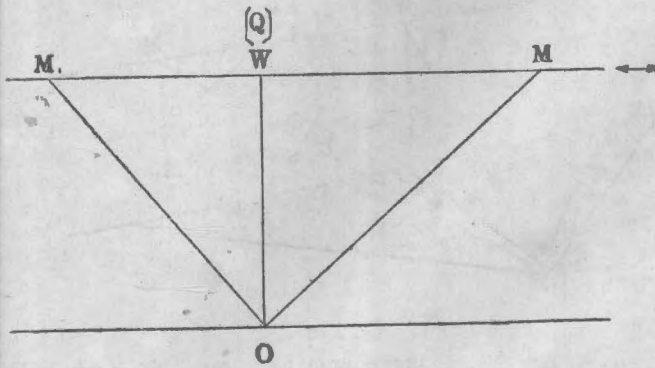
假設一空中目標在高度(H)上，由M點水平向N點運動，且使O為砲位

，(參閱第一圖)。

則凡目標在一定時間內所經過之路程謂之航程，其值依飛行速度(單位公尺秒) / sec (N計算之，通常以目標高(H)及飛行方向而定其狀況，至於飛行方向上之M、A、T各點，則由其航路角 β M B A β T 固定之。

第五圖

Zentralflug.
中央飛行



直接對砲位(O)或砲位直上點W(Q)臨近或遠離之目標(參閱第五圖)謂之為「純粹臨近或離遠目標」，換言之，即在「中央飛行」時，其航路角為零度，則此航路之變換點在OG(OW)垂直線上，故其(水平「圖上」)距離亦等於零。

水平航路之各點，均可依已知目標諸元而定；條舉如下：

1. 其位置可依斜距離及目標高而定。
2. 其運動可依航路角及航速而定。

如在非水平飛行時，除目標運動諸元外，尚須加入飛行斜角也。

第五章 未來修正量之原理

在高射砲射擊上應作下列三點之區別：

1. 測點 M
2. 發射點 A
3. 命中點 T (\sphericalangle)

第一節 空中固定目標(參閱第六圖)

對空中固定目標射擊時，(繫留氣球)則測點發射點及命中點合爲一蓋點，目標靜止未動故也。

目標(圖上之 M 點)位置，由下列諸項決定之：

1. 方向瞄準之垂直面

2. 在此垂直射面內依下列諸項之二者可決定其位置：

子、斜距離 $OM = EM$

丑、高低角 $\angle MOM_1 = \gamma_M$

寅、目標高 $MM_1 = H$

卯、水平距離 $OM_1 = EK$

依第六圖可得下列諸式：

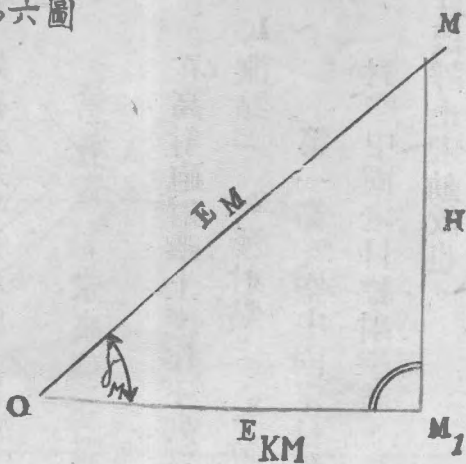
1. $EM^2 = EK^2 + H^2$ 或 $EM = \sqrt{EK^2 + H^2}$

2. $\text{Sih } \gamma_M = \frac{H}{EM}$

$\text{Cos } \gamma_M = \frac{EK}{EM}$

$\text{Tan } \gamma_M = \frac{H}{EK}$

第六圖



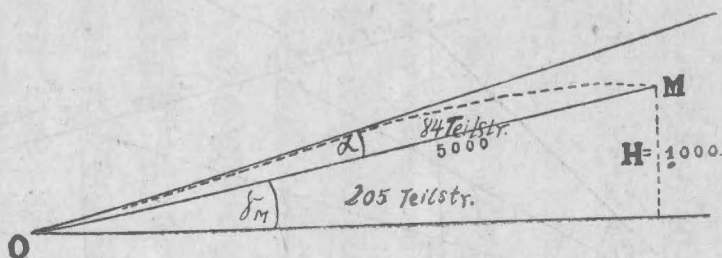
欲決定對於 Z 點之射擊諸元，須上述子丑寅卯之四數中，有兩數為已知數，則對於 Z 點之其他彈道值，（如射角、偏流；引信及砲彈飛行時間等）均可在

附表或單值中

第七圖

$$\alpha = 84^\circ$$

$$\gamma_M = 205$$



高射砲射擊學

射表或彈道圖中求得之。

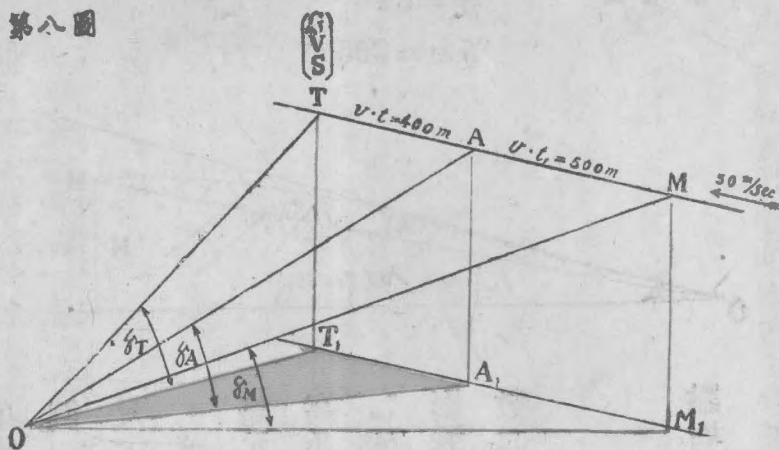
例 設目標點 M 之距離為 5000 公尺，目標高為 1000 公尺，（參閱第七圖）由測高儀上所測得之，高低角分畫， $\gamma_M = 205$ （二百零五密位）此時吾人即可根據目標，諸元之斜距離及目標高而由射表查出其射擊諸元，如高角等於 84 密位，偏流等於零密位，引信秒數等於 2.1 秒及砲彈飛行時間 10.59 秒，設不顧慮氣象修正之影響，則射角即可裝定 205 密位，偏流為零及引信秒數 2.1 秒而發射之，砲彈自可期於目標點 M 爆炸矣。

第二節 空中活動目標

設目標在空中運動時，則測點發射點及未來位置點均依次而有相當之一定距離（參閱第八圖）

空中目標之未來位置點者，即砲彈引信時間完畢

第八圖



而爆炸時，其炸點適與目標相遇之點也，此點亦即吾人所稱之命中點 T 。

(c.) 乃自測量時之點起至發射點止之時間即口令與操作所需之時間。此時空中目標適經過 MA 航程又於砲彈飛行時間內所經過之航程適為 AT 一段，此移動量之長度為航速 v 及口令與操作時間 (t_1) 及與砲彈飛行時間 (t_2) 之乘積，故其移動長度之總和 MT 等於 MA 段加 AT 段之和。

故 $MA = vt_1$

$AT = vt_2$

$MT = MA + AT = vt_1 + vt_2 = v(t_1 + t_2)$

例題 設 $v = 5$ 公尺 飛機之速度

又 $t_1 = 10$ 秒 $t = 8$ 秒

則 $MT = 50(10 + 8) = 900$ 公尺

此例之指示吾人者，即目標在測點 M 至命中點 T 之時間內，其經過之航程為 900 公尺。

第三節 未來位置點

航路上之測點 M 係依據航速 V 及航路角 β 已知之諸元，再本口令及操作時間之，若干而決定發射點 A 又由此點（發射點）基於砲彈飛行時間之，若干，以決定未來位置點（命中點 T ）者也。

$M.A.T.$ （參閱第八圖）諸點之幾何位置，除藉方向外，並由 OM , O , 及 OT 諸距離以及諸高低角 γ_B , γ_a , γ_T 等決定之，至未來位置點之射擊諸元，在空中活動目標及空中固定目標則互有不同焉，即空中固定目標之射擊諸元，僅有目標之位置諸元，如已知其測點（ M ）之斜距離及目標高，即可決定，但空中活動目標，尚須顧慮目標之運動諸元，如航路角，航速等是也，若測點之斜距離

目標高及航速航路角再與夫操作及砲彈飛行時間等，均爲已知數時，則即就其命中距離（ HT ）而決定命中點一切射擊諸元，惟其中砲彈飛行時間，航速航路角決定非常困難，故命中點之求得頗爲繁難，本節以下所述者僅限於命中距離之如何求得耳。

試參閱第八圖，設 O 爲距離其附屬之砲彈飛行時間爲 8 秒，又設飛機之航速 V 爲 50 公尺／秒，則發射點 A 至命中點 T 之距離適爲 $50 \times 8 = 400$ 公尺，若口令時間及操作時間爲 10 秒時，則由測點 M 至發射點 A 之距離爲 $50 \times 10 = 500$ 公尺。

設砲彈經過距離（ OT ）與空中目標經過航程（ AT ）所需之時間相等時，則 T 點爲砲彈與目標相遇之一點，亦即吾人所求之命中點，故 T 點之決定，即求空中目標由 M 點至 T 點之飛行時間與砲彈由 O 點至 T 點之飛行時間之相等也。

此種事實，吾人均可藉線桌之操作證明之，（可參照本書各章——線桌——射擊之預習）必可全然了解也。

第一至第三圖，均可依下列算式求得其一切射擊諸元，且方法甚爲簡易，

凡稍有數學基礎者，即可按圖索驥也。

$$1. \quad EM^2 = EKM^2 + H^2 \quad EM = \sqrt{EKM^2 + H^2}$$

同 理 $EA^2 = EKT^2 + H^2 \quad EA = \sqrt{EKA^2 + H^2}$

$$ET^2 = EKT^2 + H^2 \quad ET = \sqrt{EKT^2 + H^2}$$

再進而求之 2. $\sin \gamma_M = \frac{H}{EM} \quad \cos \gamma_M = \frac{EKM}{EM} \quad \tan \gamma_M = \frac{H}{EKM}$

$$\sin \gamma_A = \frac{H}{EA} \quad \cos \gamma_A = \frac{EKM}{EA} \quad \tan \gamma_A = \frac{H}{EKA}$$

$$\sin \gamma_T = \frac{H}{ET} \quad \cos \gamma_T = \frac{EKT}{ET} \quad \tan \gamma_T = \frac{H}{EKT}$$

第四節 未來「角」之定義

註：卜福斯 7.5公分 50 / 呎高射砲，其瞄準線在高低者為獨立瞄準，而在方向者則為從屬瞄準，但其方向未來修正「角」量，則藉瞄準具之構造在水平面修正之，故卜福斯高射砲無瞄準具誤差（準確）之修正，（參閱本章第四節第六款）故「為高低未來修正「角」量，換言之，即高低角之差也。

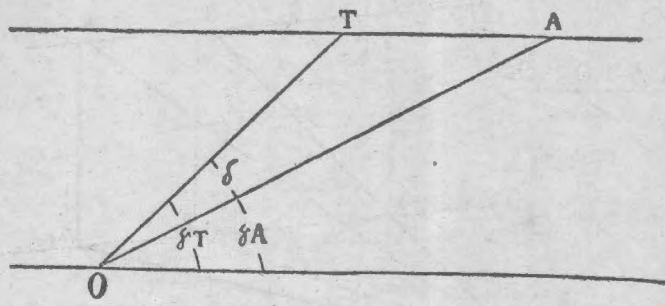
第一款 通則

在第一圖中設 MM 爲直線水平航路， O 爲砲兵陣地，又設發射之瞬間目標適在 γ 點時，則當砲彈飛行時間終了時，兩者相遇於 H 點， $O\gamma$ 線乃瞄準線， O_H 乃砲目高低線，砲身必在航面內以總未來修正「角」量 ϵ ，作提前之瞄準，俾射線預至 O_H 之位置，惟因火砲與瞄準具之構造關係，欲將總未來修正「角」量，直接裝置於航面內，實爲事實上所不可能者，故通常用之瞄準具構造，在從屬瞄準者，（參閱本章第三節第五款）均將 ϵ 角分爲 β 及 β' 二角， β 即「高低移動角」裝置於 O_H ，砲目高低面內，以顧慮火砲之高低未來修正「角」量，至 β 角即「方向移動角」裝置於方向未來移動面 OAR 內，以顧慮火砲之空中平面之方向未來修正「角」量。

如目標在經過砲位 O 點之垂直面運動時（純粹之臨近或離遠飛行）（參閱第九圖）則方向未來修正「角」量 β' 等於零，又因瞄準線 $O\gamma$ 之投影於射面者，與高低移動線完全相等，故此際高低移動角之差，亦等於高低移動角也。

第九圖

Zentralflug
中央飛行

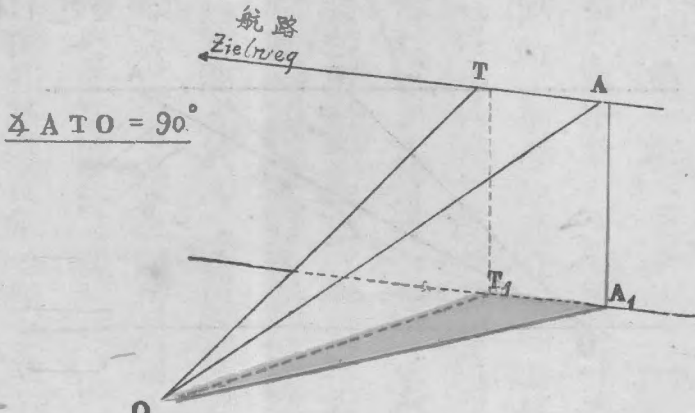


故得下式： $S = \gamma_T - \gamma_A = \delta$

設 $\gamma_T > \gamma_A$ 則 $\delta > 0$

故目標臨近時，其高低移動為正（即高低未來修正量為十值），反之如目標離遠時，其高低移動量為負（即高低未來修正量為一值）也。

故航程線（即 AT 線），如與射（砲目高低）面垂直時，（參閱第十圖），ATO 角適等於 90°（環繞飛行，目標航線時為此圓周之切線，換言之，即目標任何時間均在變換點飛行），則高低移動量，即高低未來修正量之值等於零，（參閱第六款），但在火砲以從屬方向瞄準線者，尚須加入修正值，即加入負



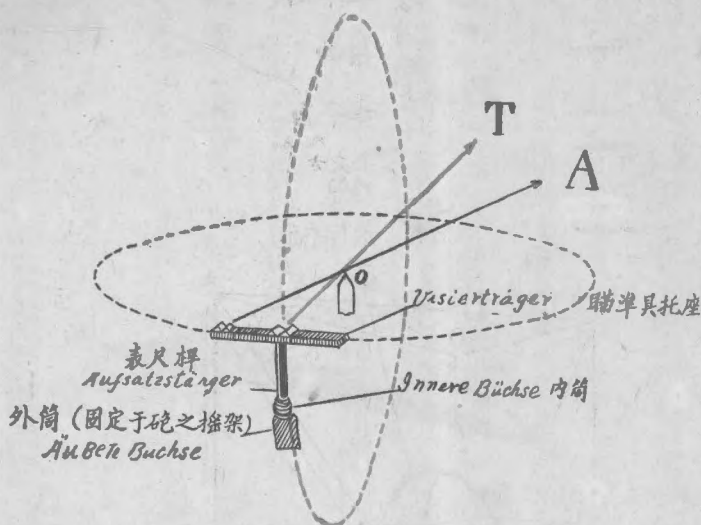
高低修正量也，故方向未來修正量，即直接為瞄準線， OA 及射 OT 間所成之角也。

凡此二種未來修正角——高低移動(角)量及方向移動(角)量，僅係表示幾何上之未來修正位置，惟施行射擊時，尚須顧慮高角，風，膛線等之彈道值也。

第二款 各未來角幾何上之連繫關係
節所論者 即下列諸元中一總未來位置角 ϵ 高低未來位置角 ω 及方向未來位置角 σ 等，幾何上關係也。

第十一圖為一通用之弧形表尺，而附有雙筒瞄準座者，其外筒則與表尺托座固結於砲之搖架上，但內筒之表尺托桿則可移動以

第十一圖



定高低者，故高低移動量可藉內表尺筒在外表尺筒之移動而裝定之，表尺托桿乃球體最大圓面之一部分而準星為中點者，其上部之一端。則與瞄準具托座成

一直角，而此托座亦為球體最大圓面之一部分，托座之上，刻有方向移動分割，瞄準具即在其上或左或右移動，（參閱第十二圖）

設將準星尖置於○點，並以某定單位長為半徑作一球體，為簡易起見，並選擇瞄準具至準星之距離，等於半徑長度之單位，此時發射線適對未來位置點命中點瞄準，而瞄準線則通過發射點A。

凡通過○點之每一平面與此球體相切，均得最大之圓面，故圖中之水平面（視

第十二圖

瞄準面

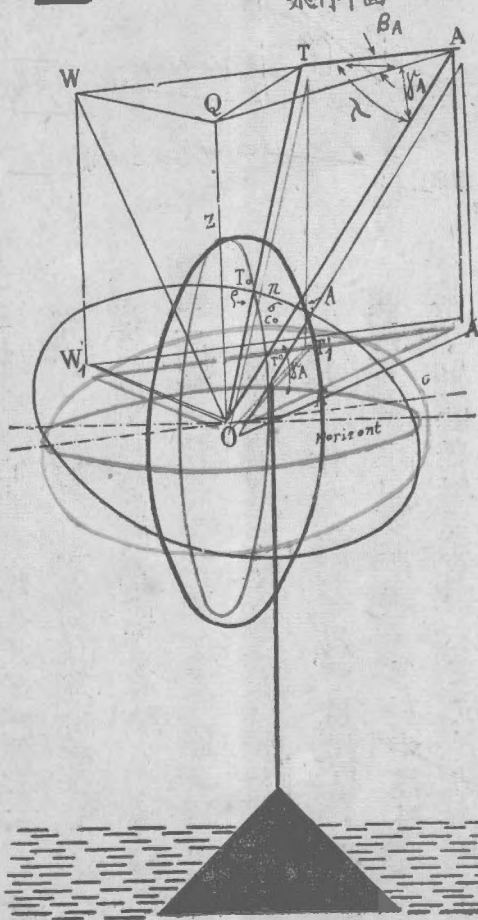
射面

水平面

未向方
向面

飛行平面

高射砲射擊學



界)以紅色表之者，即球體與通過 O 點水平面)亦以紅色表示者)之截面也，通
 過 O 點之二垂面，其一(繪以綠色者)為射(砲目高低)面，命中點 H 在其中，其
 二(繪以青色表示者)為瞄準面，發射點 \triangleright 在其中，構成此二丈圖者，即 NT_0 。
 $C_0Z'Z$ 及 A_0A_0Z' ——(仍即綠色與青色所繪)，第一圓 T_0 與第二圓 A_0 之交點，乃
 砲目高低線 OT 圓與瞄準線 OA 圓之交點，通過 A_0 再作第三圓(以黃色表示之)，
 此圓面 $NT_0C_0Z'Z$ (以綠色表示之)，適與砲目高低面成正交，其圓週交切於 C_0 。
 點，如此成立之弧段， T_0C_0 即以 ρ (高低移動角)表示之，故稱屬於此角之圓
 週 $NT_0C_0Z'Z$ 為 ρ 圓，依同項理由將 A_0C_0 弧用 ρ' (方向移動角)表示之，故稱屬
 於此角之圓週(以黃色所表示者)，為 ρ' 圖週， A_0T_0 點則屬於飛行面者，換言
 之，即屬於飛行三角形 ΔOT 之平面也，此平面與球體相截，遂另成一大圓(以
 黑色所圖示者)此圓即稱之為 Z 圓，且總未來修正量 $Z-A_0T_0$ 弧亦在此黑色
 圖週中也。

此三大圓周 Z 、 ρ 及 ρ' 圓(即黑綠及黃色所圖示者)在 C_0 球面相交而成一直

角球面三角形 $A.T.C.$ 也。

此三角形內——其弦 z 即等於總未來修正(角)量 z 其勾股二邊(對邊與底邊)即分別等於高低移動量 s 及方向移動量 q 也。

第三款 直接瞄準

未來位置角之裝定，須依火砲之瞄準及表尺之裝定爲轉移。

直接瞄準時，瞄準具須隨空中目標移動 故目標當發射(發射點)之瞬間適在瞄準鏡十字線中，而砲身之方向則對一空間點(未來位置點)蓋此點當砲彈飛行時間完畢後即目標到達之點也。

未來位置角 s 及 q 即高低移動及方向移動是也，高低移動量(角)裝置於射面內，方向移動量(角)裝置於方向未來修正面內。

如已將高低及方向裝置於火砲上，亦即將砲身對未來位置點 作提前之瞄準矣。

例如：高低移動量增高(20)密位，即將砲身對原始之瞄準線加(20)密位也

，而未來位置之高低角，對發射點亦較原始所裝置者增大(20)密位矣。

又如方向移動量向左(10)密位時，則砲身在方向未來位置面內亦離開瞄準向左移動(10)密位矣，但尚須注意者即當藉方向移動而定之準瞄線瞄準目標時，砲之射角亦隨之增大也，(參閱本節第六款瞄準鏡誤差修正)。

第四款 間接瞄準

間接瞄準時，在火炮上則毋須有瞄準裝備。但在砲上裝有蔽燈針或指示針系統之接受器，由此種之設備，砲手即可將指揮儀傳來之射擊諸元如總方向未來值，總高低未來值及命中引信秒數賦與各砲。

間接瞄準較直瞄準之優點，詳論如下：

1. 選定目標迅速劃一，且各砲無錯認目標之弊。
2. 各砲手操作簡單，裝填時間，遂隨之而縮短。
3. 射擊指揮簡單，無口令之時間。
4. 因無口令時間，及裝填時間之縮小，於是射擊速度增大，因射擊速度

增大則目標之移動量亦因之減小而命中公算亦因之增大也。

5. 除去視差後 (Parallax) 指揮儀等等可置放於射擊陣地外則一切 (勤務操作) 人員可安靜操作，雖射擊陣地施放烟幕，而射擊指揮上絕不受其影響，且敵機轟炸我陣地時，最易損壞之指揮儀亦不致受其累也。
6. 瞄準手之教育 (訓練) 較爲簡便。

7. 其最大之優點，則爲求得之射值，較爲精確，間接射擊之優點，既已詳論，但其劣點亦復不少，茲擇要略述一二，以供研究者比較之參考。

1. 指揮上一切儀器之構造極爲複雜。
2. 易發生故障及損壞。
3. 指揮儀操作手訓練較難。

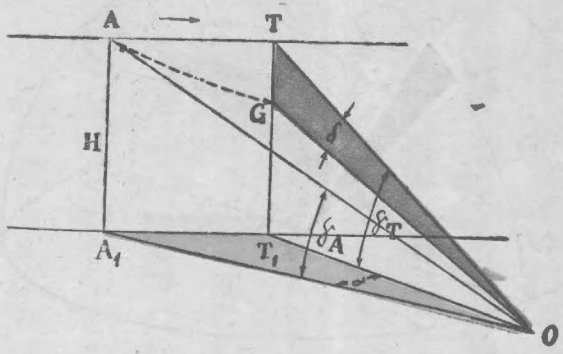
間接射擊優劣之點雖多有論斷然兩者比較之其優點仍較劣點爲多也。

第五款 獨立瞄準及從屬瞄準

1. 在獨立瞄準火炮上，其方向未來修正量將裝定於水平面內 (α) 。

T- δ , A) 其高低未來修正量 $\delta = \gamma_T - \gamma_A$ 高低角差) 則裝定於發射面內也。

Unabhängige Visierlinie
獨立瞄準線



第十三圖

高射砲射擊學

例：設目標由左臨近（參閱第十三及

十四圖所示）其修正量如下：

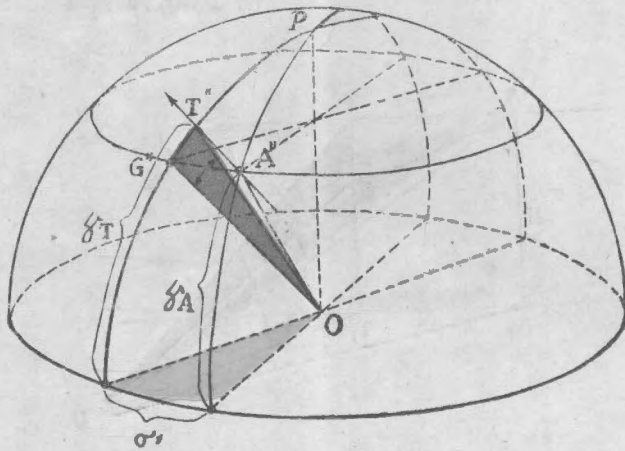
$\gamma_T - \gamma_A = \delta =$ 高低未來修正[高]

($\gamma_T > \gamma_A$)

$\delta, T - \delta, A = \delta, =$ 方向未來修正

[右]

此二種未來修正量可用渾濁式現圖法表示之如G點（見第十三圖）乃高低角直線（ γ_A ）與命中點T之垂線在射面中之交點也，（設瞄準面與砲目高低面兩相重合時，則易瞭解）G點（見第十四圖）亦即前述高低角直線在以砲位為O點之單位球體上



之跡線也，通過 $A''T''$ 點之箭頭方向，即表示目標之航路。

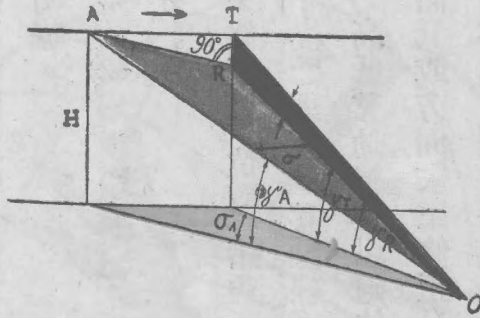
經裝定操作後，砲身遂對瞄準具之光軸向上或下及向左或右移動矣，其在高低未來修正量者即向「上」或向「下」移動，在方向未來修正量者，即向「右」或向「左」轉動也，但瞄準線須保持經高低及方向瞄準機所賦予之空間瞄準位置，瞄準手之操作，絕不能因此裝定發生困難或受其影響也。

2. 從屬瞄準之火炮——裝定方向未來修正量 α 時，瞄準具之光軸將在與射面垂直之平面中運動，換言之即在方向未來修正面內運動也。

第十五圖

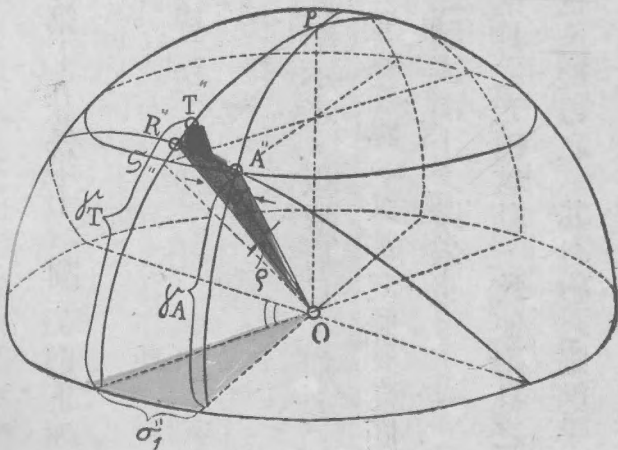
Abhängige Visierlinie
從屬瞄準線

高射砲射擊學



第十六圖

Abhängige Visierlinie.
從屬瞄準線



在裝定高低未來修正量(S)時，則此方向未來修正平面將依高低移動角之值，對砲身軸之高低角，加高或減低也：

例：設目標臨近時，係自左向右者，(參閱第十五及第十六圖)，則下列之關係甚易明瞭。

$$\angle_{TOR} = \gamma_T - \gamma_R = S = \text{高低未來修正量爲「高」}$$

$$\angle_{AOR} = \delta = \text{方向未來修正量爲「右」}$$

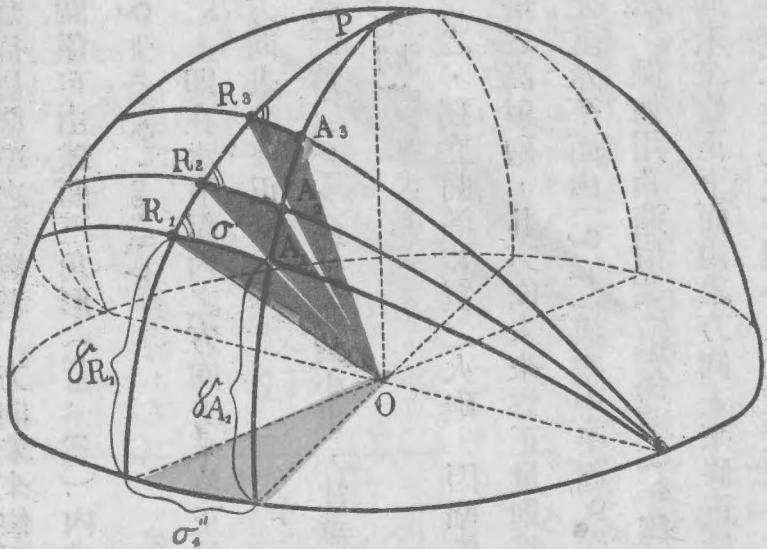
凡未來修正量(位置)諸角，圖中均於渾濁式顯示之，以醒眉目，如 γ 點(參閱第十五圖)即高低移動線 $O\gamma$ 與命中點 γ 之垂線交點，又加 δ 點(參閱第十六圖)乃高低移動線在以砲位爲 O 點之單位球體表面上之跡線也。

經此高低或方向未來修正量之裝定，其瞄準具之光軸移動，致使砲身之位置亦隨之而移動，蓋皆藉瞄準具之裝定而轉移也，換言之，其各砲之瞄準手須待其高低及方向未來修正量裝定之後，而再從新瞄準目標也，或於裝定此種高低及方向未來修正時，仍須經瞄準鏡之操作，使瞄準具繼續追隨目標移動，庶

Parallelflug
側面飛行

第十七圖

高射砲射擊學



幾不致將目標遺失也。

若高低未來修正為「高」時，則瞄準具之光軸須對砲身降下，若高低未來修正為「低」時，則瞄準具之光軸須對砲身上昇也，至方向未來修正亦然，如為「右」時則瞄準具之光軸對砲身向左，同時若方向未來修正為「左」時，則瞄準具之光軸適在方向未來修正平面內向右移動也。

3. 故凡火砲之稱為獨立瞄準線之裝置者，其方向未來修正量 ω ，必在水平面內裝定之，若

火砲之稱爲從屬瞄準之裝置者，方向未來修正量 α 必在方向未來修正平面內裝定之，其關係可由球面三角形(PA'R')內求得之，其公式如下（試參閱第十

$$\text{六圖}) \sin \alpha = \sin \alpha' \cos \gamma_A$$

換言之，即在水平面內之方向未來修正量 α' 爲不變時，則方向未來修正平面之方向未來修正量

(α)將隨高低角(γ_A)之增加而減小也，注意— $\gamma_A = 90^\circ$ 時，則其值等於「零」—（參閱第十七圖）

進而言之，獨立瞄準裝置之火砲，因瞄準具之構造關係，即在卜福式七公分五五十倍之高射砲，其方向未來修正量則爲從屬瞄準裝置者）其方向未來修正量則裝定其水平面內(α')與空中平面 α 角意義完全不同，故必須換算之，此種計算法，例如用角速儀17（退係1917年德國置者）計算之，其法如下。

在方向未來修正平面內之方向未來修正量(α)之減小，與在水平面內相等之方向未來修正量(α')減小之比較證例，（參閱第十六圖），

設 $\angle_1 = 50$ 密位

若 γ_A 爲 500 密位時

則： $\sin \angle = \sin \angle_1$, $\cos \gamma_A$

代入 $\sin \angle = \sin 50$, $\cos 500$

或： $\sin \angle = \sin 2^\circ 48'$, $\cos 28^\circ 07'$

即： $\sin \angle = C. C494$, 0.8816

(查三角函數表)

故： $\sin \angle = 0.0435$

$\angle = 2^\circ 30' = 45$ 密位

若 γ_A 爲 1500 密位時

$\sin \angle = \sin \angle_1$, $\cos \gamma_A$

$\sin \angle = \sin 50$, $\cos 1500$

$\sin \angle = \sin 2^\circ 48'$, $\cos 84^\circ 22'$

$\sin \angle = 0.0494$, 0.0987

$\sin \angle = 0.0048$

$\sin \angle = 0^\circ 20' = 6$ 準位

若 γ_A 爲 1000 密位時

$\sin \angle = \sin \angle_1$, $\cos \gamma_A$

$\sin \angle = \sin 50$, $\cos 1000$

$\sin \angle = \sin 2^\circ 48'$, $\cos 56^\circ 15'$

$\sin \angle = 0.0494$, 0.5556

$\sin \angle = 0.274$

$\therefore \angle = 1^\circ 35' = 28$ 密位

若 γ_A 爲 1600 密位時

$\sin \angle = \sin \angle_1$, $\cos \gamma_A$

$\sin \angle = \sin 50$, $\cos 1600$

$\sin \angle = \sin 2^\circ 48'$, $\cos 90^\circ$

$\sin \angle = 0.0494$, 0.000

$\sin \angle = 0.0000$

$\therefore \angle = 0^\circ = 0$ 密位

註：各計算值則係近似值

第六款 瞄準具誤差(準確)修正(參觀本章第二節)

第十七圖所指示者，為方向未來修正量隨高角之增加而減小，由該圖中尙可見出者，即在裝定方向未來修正量及重對繼續瞄準時所得高低移動線之高低角($\gamma_{R1}, \gamma_{R2}, \gamma_{R3}$ 等等)每較其附屬發射點之高低角($\gamma_{A1}, \gamma_{A2}, \gamma_{A3}$ 等等)為大也， γ_R 與 γ_A 間之差，即稱爲「瞄準具誤差修正」，今特以 ΔS 表示之，此種瞄準具誤差修正，即藉以說明砲身或裝定高低未來修正量後之高低移動線在一定方向未來修正量 δ 及高低未來修正量 δ_A 下較瞄準線高若干角度也。

故瞄準具誤差準確修正(ΔS)值爲 $\gamma_R - \gamma_A$ 之差。

$$\text{即 } \sin \gamma_R = \frac{\sin \gamma_A}{\cos \delta}$$

故凡火砲之爲「從屬瞄準線」裝置者，因方向未來修正量之賦予，火砲之砲身輒較瞄準具之光軸高出若干，此等誤差每次均須確實加以規定，此即(準確修正)是也，換言之，即砲身須以瞄準具誤差量對方向未來修正平面降下也，故

瞄準具誤差修正均爲「低」若干。因是吾人隨可決定下列之諸關係，即在火炮之爲「從屬瞄準」者，其裝定值之高低未來修正角 α 與在「獨立瞄準」者所裝定之高低未來修正角 α 不完全相等，其相互之關係如下：

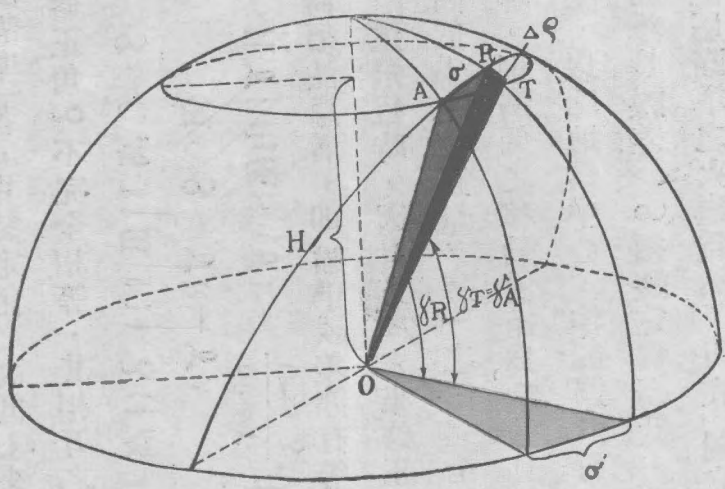
$$\alpha = (\text{『高』} - \text{『低』}) = \alpha (\text{『高』} - \text{『低』}) + \Delta \alpha (\text{『低』})$$

$$\text{但 } \Delta \alpha = \gamma_R - \gamma_A$$

$$\text{且 } \gamma_R \text{ 由係 } \sin \gamma_R = \frac{\sin \alpha \gamma}{\cos \alpha} \text{ 計算而得者}$$

惟尙須注意者，即瞄準誤差亦有等於「零」時。此種現象，在目標作純粹之臨近或離遠飛行時，因其方向未來修正量 α 適等於「零」也，換言之，即在此情況下，高低未來修正量 S 與 γ 之值完全相等，試參閱第九圖。如高低未來修正量等於零。則高低之移動值僅爲瞄準具誤差修正量，目標在變換點處或對在某一高度上，以陣地爲中心，作圓週飛行之目標射擊時，始有此種情況也。TOR 角等於瞄準具誤差 $\Delta \alpha$ 須裝定爲高低未來修正量或高低移動量（試參閱第十八圖）在從屬瞄準之火砲爲然，但在「獨立瞄準」之火砲則無此種修正，故其高低

Mreisflug
環繞飛行



高射砲射擊學

瞄準誤差修正表

γA	20°	40°	60°	80°
δ				
50	0.5	1	3	6 密位
100	2	4	9	30 密位
150	4	9	21	83 密位

未來修正量等於零。

由以上各公式及圖所示者，藉知高低角 α 及方向未來修正量 ω 愈大，同時瞄準誤差修正量亦隨之而增加，但通常「瞄準誤差修正」在高低角 α 以下時，則可不計，此時可將高低未來修正量 ω 等於高低未來修正量 ω 以修正之，惟高角較大時，則每須施行瞄準具誤差修正，例如使用補助儀射擊時，其射擊諸元須藉射表構成時，均須顧及之也，然當實際射擊時，此種修正罕有用之者。

第六章 未來修正諸元及射擊諸元

當砲彈飛行時，對目標運動行所要之修正，亦即為決定命中點之修正量者，此種修正稱之為未來修正量。

故對空中活動目標射擊時，其未來修正諸元，共有三種即距離未來修正量，高低未來修正量及方向未來修正量是也。

射擊時由口令全部之諸元與目標條件（但目標條件共分兩種，1. 固定目標

其條件爲目標高及斜距離，2. 活動目標其條件爲航路角及航速或飛行斜角）而得射擊諸元，換言之即命中點之彈道值也。

茲特將對於直接瞄準法及間接瞄準法射擊諸元臚列於下以資比較。

直接瞄準

間接瞄準

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1. 目標高 | 1. 命中射角（總高低） |
| 2. 砲目距離 | 2. 命中方向角（總方向） |
| 3. 引信秒數 | 3. 命中引信秒數 |
| 4. 高低未來修正量（十，一） | |
| 5. 方向未來修正量（左右） | |

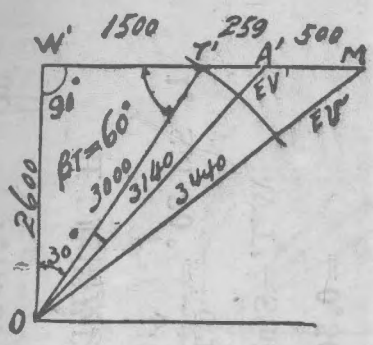
第七章 諸未來修正量之計算法

對於直接瞄準諸未來修正量之確定以計算法或藉線桌或滑動模型以求得之，但求諸未來修正時，均須以命中點爲計算基礎，因砲彈之飛行時間乃隨此點

而確定之也。

茲特舉若干實例於下，藉明諸未來修正量之計算方法，至諸計算值，吾人均可於線桌及滑動模型上自動求得之。在線桌及滑動模型說明內述之甚詳，可參閱之也。

間接瞄準法之諸未來修正量，其值之確定，乃藉指揮儀自動求出其命中射角，命中方向角，及命中引信秒數以賦予各砲也。



求未來修正值之計算

1. 求水平平面距離未來修正量法

側面飛行

設：

H =	0公尺	V =	50	秒 / 公尺
ET =	3000 公尺	t =	5.18	秒
BT =	60°	t ₁ =	10	秒

故

$$v \cdot t = 50 \times 5.18 = 259 \text{ 公尺}$$

$$v \cdot t' = 50 \times 10 = 500 \text{ 公尺}$$

註：此例及以下各例所求得之值；均係化小爲整者。

$$1. \sin 30^\circ = \frac{W'T}{OT'}$$

$$W'T' = \sin 30^\circ \times OT'$$

$$= 0.5000 \times 3000$$

$$\therefore W'T' = 1500$$

$$3. OA'^2 = W'A'^2 + W'O'^2$$

$$OA' = \sqrt{W'A'^2 + W'O'^2}$$

$$= \sqrt{1759^2 + 2600^2}$$

$$\therefore OA' = 3140$$

$$2. \cos 30^\circ = \frac{OW'}{OT'}$$

$$OW' = \cos 30^\circ \times OT'$$

$$= 0.8660 \times 3000$$

$$= 2598$$

$$\therefore OW' = 2600$$

$$4. OM'^2 = W'M'^2 + W'O'^2$$

$$OM' = \sqrt{W'M'^2 + W'O'^2}$$

$$= \sqrt{2259^2 + 2600^2}$$

$$\therefore OM' = 3440$$

2. 求在射面內未來修正量法

正面飛行

(中央)

設：

$$H = 1000 \text{ 公尺}$$

$$ET = 3000 \text{ 公尺}$$

$$KKW = 0 \text{ 公尺}$$

$$V = 40 \text{ 公尺/秒}$$

$$t = 5.21 \text{ 秒}$$

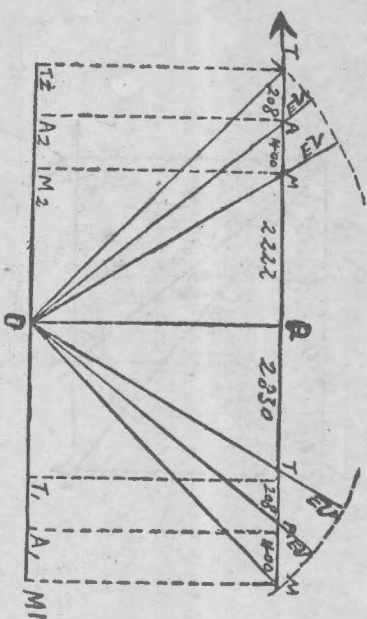
$$t' = 10 \text{ 秒}$$

$$V \cdot t' = 40 \times 10 = 400 \text{ 公尺}$$

$$OA^2 = OA'^2 + MM'^2$$

$$OA = \sqrt{OA'^2 + MM'^2}$$

$$= \sqrt{3038^2 + 1000^2}$$



故

$$V \cdot t = 40 \times 5.21 = 208 \text{ 公尺}$$

1.

$$OT'^2 = OT^2 - TT'^2$$

$$OT' = \sqrt{OT^2 - TT'^2}$$

$$= \sqrt{3000^2 - 1000^2}$$

2.

$$OA^2 = OA'^2 + MM'^2$$

$$OA = \sqrt{OA'^2 + MM'^2}$$

$$= \sqrt{3038^2 + 1000^2}$$

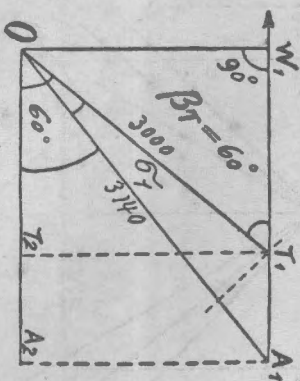
∴ $OT' = 2830$

$OA = 3190$

3. 求水平面之方向未來修正量計算法

側面飛行(參閱第一例)

(平行)



設：

$H = 0$ 公尺

$ET = 3000$ 公尺

$BT = 60^\circ$

$V = 50$ 秒/公尺

$t = 5.18$ 秒

$t' = 10$ 秒

$Vt' = 50 \times 10 = 500$ 公尺

$\delta = 60^\circ - 55^\circ 50'$

$= 4 \cdot 10'$

故 $V \cdot t = 50 \times 5.18 = 259$ 公尺：

$$\sin A'OA = \frac{2600}{3140}$$

$= 0.828$

$$= 55 \cdot 50$$

$$\delta, = 74 \text{ 密}$$

4. 求射面內之高低未來修正量之計算法

設：

$$H = 1000 \text{ 公尺}$$

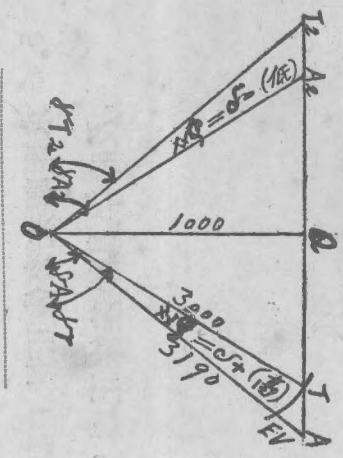
$$ET = 3000 \text{ 公尺}$$

$$EKW = 0 \text{ 公尺}$$

$$V = 40 \text{ 尺/秒}$$

$$t = 5.21 \text{ 秒}$$

$$t^2 = 10 \text{ 秒}$$



故 $V \cdot t = 40 \times 5.21 = 208 \text{ 公尺}$

$$V \cdot t^2 = 40 \times 10 = 400 \text{ 公尺}$$

$$S = \gamma_T - \gamma_A = \delta$$

$$\sin \gamma_T = \frac{1000}{3000}$$

$$\sin \gamma_A = \frac{1000}{3190}$$

$$= 0.333$$

$$= 0.313$$

$$\gamma_T = 19 \cdot 30'$$

$$\gamma_A = 18^\circ 10'$$

故 $S = \gamma_T - \gamma_A = \mathcal{J} = 19^\circ 30' - 18^\circ 10' = 1^\circ 20' = 24$ 密位

但目標「臨近」時，高低未來修正量為「高」，目標離遠時則為「低」又高低未來修正量在目標臨近時，較目標離遠者，其值較小，故 E_T 相等時，則 AOT 角較 A^2OT^2 角為小也。

5. 求距離未來修正量，高低未來修正量 S 及 \mathcal{J} ，方向未來修正量 \mathcal{J} 及 \mathcal{J} ，及瞄準具誤差修正 ΔS 之計算法。

側面飛行 (平行)

設：

$$H = 4000 \text{ 公尺}$$

$$E_T = 5200 \text{ 公尺}$$

$$\beta_T = 60^\circ$$

$$V = 40 \text{ 公尺/秒}$$

$$t = 11.39 \text{ 秒}$$

$$r' = 10 \text{ 秒}$$

1. EV.

$$a. \sin \angle T = \frac{TT'}{OT}$$

$$= \frac{4000}{5200}$$

$$= 0.769$$

$$b. CT' = \cot \angle TTT'$$

$$= \cot 5^\circ 20' \times 4000$$

$$= 0.834 \times 4000$$

$$\therefore \angle T = 895 \text{ 密位}$$

$$\therefore OT' = 3336 \text{ 公尺}$$

$$c. TT'W' = \cos BT' \times OT'$$

$$= \cos 60^\circ \cdot 3336$$

$$= 0.500 \times 3336$$

$$d. OW' = \sin BT' \cdot OT'$$

$$= \sin 60^\circ \cdot 3336$$

$$= 0.866 \times 3336$$

$$\therefore TT'W' = 1668 \text{ 公尺}$$

$$\therefore OW' = 2889 \text{ 公尺}$$

$$e. OA'^2 = OW'^2 + TT'W'^2$$

$$f. OA'^2 = OA^2 + AA'^2$$

$$OA' = \sqrt{OW'^2 + TT'W'^2}$$

$$OA = \sqrt{OA^2 + AA'^2}$$

$$= \sqrt{2889^2 + 2124^2} = \sqrt{3580^2 + 4000^2}$$

$$= 12,857691 = \sqrt{8,816400}$$

$$\therefore OA' = 3580 \text{ 公尺} \quad \therefore OA = 5360 \text{ 公尺}$$

$$EVA \approx OA - OT = 5360 - 5200 = 160 \text{ 公尺}$$

$$g. \quad O = W'^2 = OW'^2 + M'W'^2 \quad h. \quad OM^2 = OW^2 + M'W'^2$$

$$OM' = \sqrt{OW'^2 + M'W'^2} \quad OM = \sqrt{OW^2 + M'W'^2}$$

$$= \sqrt{2889^2 + 2524^2} = \sqrt{5830^2 + 4000^2}$$

$$= \sqrt{14,716891} = \sqrt{30,668900}$$

$$\therefore OM' = 3830 \text{ 公尺} \quad \therefore OM = 5530 \text{ 公尺}$$

$$FM = OM - OT = 5530 - 5200 = 330 \text{ 公尺}$$

2. 方向未來修正量(δ_1)SV. 3. 高低未來修正量(δ)HV.

$$\sin BA = \frac{OM'}{OA'}$$

$$\sin \gamma A = \frac{FM}{OM}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2889}{3580} \\ &= 0.806 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{4000}{5360} \\ &= 0.746 \end{aligned}$$

$$\therefore BA = 53^\circ 40'$$

$$\therefore \gamma_A = 48^\circ 10'$$

$$\delta = BT - BA = 60^\circ - 53^\circ 40' = 353 \text{ 密位}$$

(平行)

(側面飛行間之變換角地) $\gamma_T - \gamma_A = \delta = 875 - 856 = 39 \text{ 密位}$

$$\therefore \delta_1 = 6^\circ 20' = 113 \text{ 密位}$$

4. 方向未來修正量(δ)SV. 5. 高低未來修正量(δ)HV

$$\sin \delta = \sin \delta_1 \cdot \cos \gamma_A$$

$$\sin \gamma_R = \frac{\sin \gamma_A}{\cos \delta}$$

$$= \sin 6^\circ 20' \cos 48^\circ 10'$$

$$= \frac{0.746}{0.997}$$

$$= 0.1193 \times 0.670$$

$$= 0.746$$

$$= 0.0735$$

$$\therefore \gamma_R = 48^\circ 25'$$

$$\therefore \delta = 4^\circ 10'$$

$$\delta = \gamma_T - \gamma_R$$

$$\therefore J = 74 \text{ 密位}$$

$$= 50 \cdot 20' - 48 \cdot 25'$$

$$6. \quad \Delta S = \gamma R - \gamma A$$

$$\therefore Q = 1 \cdot 55'$$

$$= 48 \cdot 25' - 48 \cdot 10'$$

$$\therefore S = 34 \text{ 密位}$$

$$\therefore \Delta S = 15'$$

$$\therefore \Delta S = 4 \text{ 密位}$$

其未來修正諸元中之高低未來修正量(HV)應 = $S - \Delta S$

$$= 34 - 4$$

$$= 30 \text{ 密位}$$

第八章 高射砲射擊規則

第一節 通則

未來修正諸元與目標諸元有相互之關係，可構成爲射擊規則，此種射擊規則乃高射砲射擊學之核心，排列如下，以供研究。

未來修正諸元	斜距離	目標高	航路角	航速	距離未來修正量	高低未來修正量	方向未來修正量
					距離未來修正量隨距離之增加變換極速	高低未來修正量隨最低初速而後隨距離增加漸次徐緩	當距離增加時方向未來修正量增加徐緩
					距離未來修正量當目標在中等高度時幾無變化在較大之目標高度則漸次減少	當目標高增加時高低未來修正量增加迅速	當目標高增加時方向未來修正量幾無變化
					當航路角增加時距離未來修正量最低初徐緩而後迅速	當航路角增加時高低未來修正量最低初徐緩而後迅速	當航路角增加時方向未來修正量增加
					各種未來修正量之變化與航速成正比		

高射砲射擊規則之由來乃根據多數之實例，而非經數學證明者。

第二節 高射砲射擊規則之由來

射擊規則之由來，乃以命中點為準據而得者，因其命中距離可決定從屬射表中之砲彈飛行時間也，射擊若已知其航速則可自命中點逆算而得主移段及發射點（見第十章），同時發射距離亦可求得，若口令及操作時間固定為若干秒

時，則前移段測點及測點距離均可用同樣方法逆算之，至於未來修正諸元及目標諸元兩者相互之關係，極易以繪圖法或線桌解答之。

目標諸元相互擬定之方式，係以三個目標諸元為常數，以第四個為變數，由十九圖至二十四圖實足以證明射擊規則之變化。

注意：所得之數值均為四捨五入之整數。

第一款 距離未來修正量及高低未來修正量與命中距離之關係

a. 常數之目標諸元

b. 變數之目標諸元

目標高 2000m

斜距離 3000m

航路角 0° 。(正面飛行)

4000m

航速 50 公尺/秒

5000m

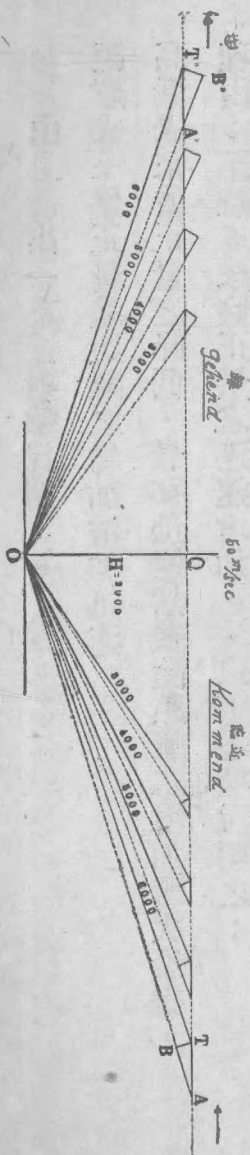
6000m

由第十九圖可得以下諸值

H m	t Sec	ET m	A段T m	E. A		EVA		HV(S)		A	
				鄰近	離遠	鄰近	離遠	鄰近	離遠	鄰近	離遠
2000	5.24	3000	262	3209	2813	203	187	56	62	638	806
2000	7.64	4600	382	4340	3679	340	321	44	52	489	585
2000	10.59	5000	529	5496	4527	496	473	38	46	379	465
2000	13.92	6000	696	6663	5350	663	650	36	42	311	389

第十九圖

Zentrale
中央飛行



高射砲射擊學

由上演出一及二射擊規則：

- 一 距離未來修正量隨距離之增加增加迅速
 - 二 高低未來修正量之降低，最初迅速然後隨距離之增加漸次徐緩。
- 理由；距離未來修正量之迅速增加。以下各項說明之；

a.) 因砲彈飛行時間增加，所以主移段 $\angle T$ 及 $\angle A''T''$ 亦增大。

b.) $\angle TAO$ 角 $\angle OA''O''$ 角之減小，此角為兩平行線間之內錯角，等於發射點高低角 $\angle A$ 若高低角 $\angle A$ 減小，則距離未來修正量 AB 或 $A''B''$ 之段一定增大。

對於高低未來修正量之減少，標準如下；

按十九圖言，高低未來修正量為 $\angle TOA$ 或 $\angle T''OA''$ 之角，亦即 TB 與 $T''B''$ 之弧，如高低角 $\angle A$ 減小時，則 TB 或 $T''B''$ 之弧增大，其所屬之角則因距離增大(半徑)而減小。

第二款 方向未來修正量與命中距離之關係

2. 常數之目標諸元

日標高 0m
 航路角 90° (環繞飛行)
 航速 50m/sec

6. 變數之目標諸元

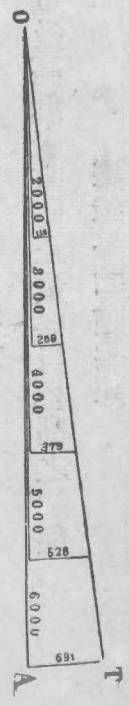
斜距離 200m
 300m
 400m
 500m
 600m

第二十四圖觀之可得以下諸值

H	t	ET	AT	SV (21)
m	sec	m	m	密位
0	3.17	2000	158	80
0	5.18	3000	259	89
0	7.58	4000	379	98
0	0.56	5000	528	107
0	13.83	6000	691	119

由上演射擊規則三:

三、方向未來修正量隨距離增加時，增加徐緩。



第二十圖

Kreis/lns
 環繞飛行

理由， $\angle TOA$ 之角為方向未來修正量，即 $\angle T$ 弧之角隨砲彈飛行時間之增加主移段亦遂之增大，同時 $\angle TOA$ 之角亦漸為增大。

第三款 距離未來修正量及高低未來修正量與目標高之關係

a. 常數之目標諸元

斜距離 5000m

路航角 0° (正面飛行)

航 速 50 公尺/秒

6. 變數之目標諸元

目標高 1000m

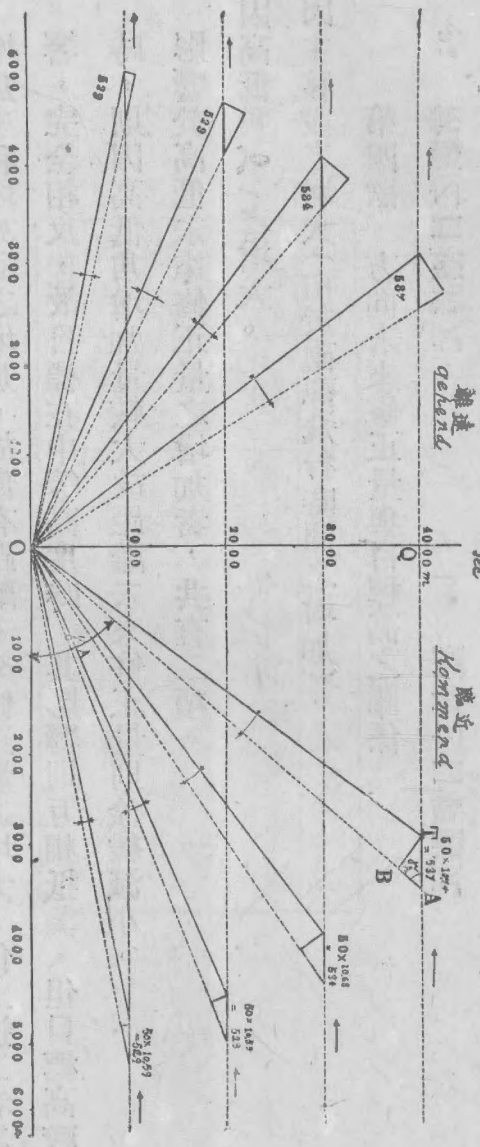
2000m

3000m

4000m

由二十一圖可得以下諸值

H	t sec	ET m	AT m	EA m		EVA m		HV (δ) 密位		YA 密位	
				臨近	離遠	臨近	離遠	臨近	離遠	臨近	離遠
1000	10.56	5000	529	5520	4484	520	516	20	23	185	228
2000	10.59	5000	529	5183	4518	489	482	38	48	380	467
3000	10.68	5000	534	5440	4580	440	420	59	68	596	723
4000	10.74	5000	537	5340	4700	340	300	83	92	862	1037



射擊規則四及五；

四、距離未來修正量，當目標在中等高度時，幾無變化，在較大之目標高度，

則漸次減少

五、當目標高增加時，高低未來修正量增加迅速。

理由；高低角 $\Delta \alpha$ 增大時，距離未來修正量則因之減小，因砲彈飛行時間增加主移段亦隨之增加，故僅有距離未來修正量之增大，但上述二者之影響，完全相反，故目標在中等高度時，其影響則互相抵消，但目標高較大時，則因高低角增加量較大故距離未來修正量則徐緩減小。

影響於高低未來修正量之增加者，共有二項。

1. 因高低角 $\Delta \alpha$ 之增大。

2. 因主移段之增大（由於砲彈飛行時間之增加）。

第四款 方向未來修正量與目標高之關係

a. 常數之目標諸元

距斜離 5000m

航路角 90° (環繞飛行)

b. 變數之目標諸元

目標高 0 m

1000m

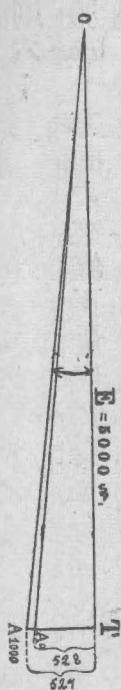
航速 50 公尺/秒

2000m
3000m
4000m

由二十二圖可得以下諸值

H	t	ET	AT	Sv(2,7)	Sv(2)
m	sec	m	m	密位	密位
0	10.56	5000	528	107	108
1000	10.59	5000	529	110	108
2000	10.59	5000	529	117	108
3000	10.63	5000	534	134	108
4000	10.74	5000	537	181	109

第二十二圖



Kreisflug
環繞飛行

射擊規則六；

六、當目標高增加時，方向未來修正量幾無變化。

註釋：當目標高增大，砲彈飛行時間則逐漸增加，因之其主移段及 $\angle TOA$ 之角，亦將逐漸增加也。

第五款 方向未來修正量及距離未來修正量與航路角之關係

a. 常數之目標諸元； b. 變數之目標諸元；

目標高 0 m 航路角 0°

航 速 50 公尺/秒 300

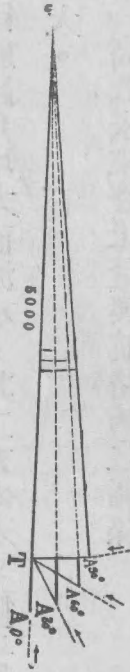
斜距離 1000 m 60°

90°

由二十三圖可得以下諸值

BT	H	t	FT	AT	EA	EVA	SV(21)
度	m	sec	m	m	m	m	密位
0	0	10.56	5000	528	5528	528	0
20	0	10.56	5000	528	5464	464	51
40	0	10.56	5000	528	5284	284	89
90	0	10.56	5000	528	5000	0	107

第二十三圖



射擊規則七及九；

七、距離未來修正量之降低，最初徐緩，然後隨航路角之增加而降低迅速。
 九、方向未來修正量之增加，最初迅速然後隨航路角之增加，則又徐緩。

註釋：就二十三圖觀之，其發射距離 $OA00^\circ$, $OA30^\circ$, $OA60^\circ$, $OA90^\circ$ 等與命中距離 OT 之差，即可直接看出，距離未來修正量因航路角之增大而減小也，申言之 AT 一段，可以折分為二段，其一段距離未來修正量因航路角增大而減小，其二方向未來修正量因航路角增大亦遂之增大。

第六款 高低未來修正量與航路角之關係

a. 常數之目標諸元； 6. 變數之目標諸元；

目標高 2000m

航路角 00

斜距離 5000m

300

航速 50 公尺/秒

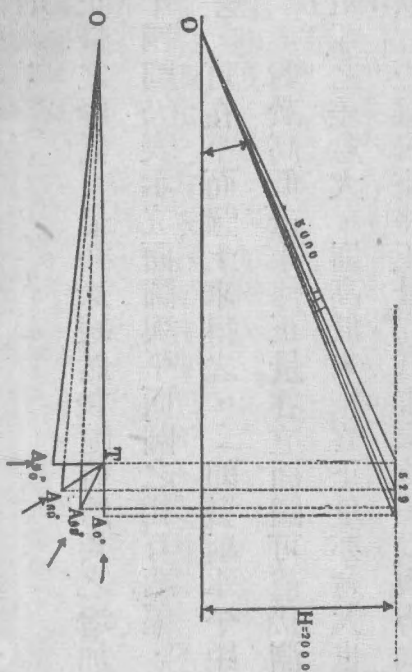
600

900

由二十四圖可得以下諸值

BT	H	t	ET	AT	EA	HV (δ)
度	m	m	m	m	m	密位
0°	2000	10.59	5000	529	5186	39
30°	2000	10.59	5000	529	5427	35
60°	2000	10.59	5000	529	5261	22
90°	2000	10.59	5000	529	5000	0

第二十四圖



射擊規則八：

八、高低未來修正量之降低，最初徐緩然後隨航路角之增加，其增加亦迅速。

註釋：第二十四圖乃表示立面圖與平面圖之相互關係，發射距離與命中距離之差，可在平面圖上求得之，（即發射水平距離與命中水平距離之差），對於高低未來修正量在立面圖可直接測出之，換言之，即水平距離之差愈大，則高低未來修正量亦愈大也。

第七款 距離未來修正量高低未來修正量與方向未來修正量對於航速之關係

航速亦同樣影響於未來修正諸元，蓋距離未來修正量，高低未來修正量以及方向未來修正量之變化乃與航速爲正比例，但此規則若就數學上，嚴格論，僅在航速及主移段增加時，對於發射點之高角及航路角不發生重大變化始能有效也。

第九章 射擊法

對空中目標射擊方法之特徵約如下述：

即以測得測點斜距離及目標高固定空中目標諸元之值爲基礎，而顧慮其航速航路角（空中運動目標之諸元）之大小，以預測命中點之射值者，此外對於命中射向之付與，命中引信秒數之決定，亦居主要要素，故對空中目標射擊諸元，總括言之可分爲三：

1. 命中射角
2. 命中方向角
3. 命中引信秒數

因決定此三種射擊諸元之方法不同故有下列三種射擊法之區別。

1. 直接射擊
2. 補助儀射擊

3. 指揮儀射擊

射擊法之運用，又與其所有器材及砲上所裝配之瞄準器有關，故在直接瞄準器所用之射擊法爲：(直接射擊及)補助儀射擊，在有間接瞄準之設備者，則用指揮儀射擊

無論直接或間接瞄準射擊者，均須繼續努力觀測，以監視目標之位置與方向。

高射砲對空中活動目標射擊時，向不先作試射，卽作效力射擊，惟目標運動迅速，其目標之射擊諸元每次皆有新值產生，故對空中目標射擊時，乃以各別諸元繼續構成之效力射也。

第一節 直接射擊

直接射擊者，乃以測高鏡爲決定射擊諸元之基礎，其實施及成果分述如次：

1. 以測高鏡測定目標測點位置，遂因以測出固定目標諸元之斜距離及目標及目標高矣，此二者將繼續測定之，至於活動目標之諸元航速及航路角，則

估計之，此種結果將出現於斜距離之變化內。

2. 未來位置點之測定，則視其目標運動狀態而異。

子、決定總移段之距離未來修正量，距離未來修正量之產生，乃由時間單位內（每秒）之斜距離變化與口令時間及操作時間及砲彈飛行時間之乘積也，故 $R \times t$ （距離未來修正量） \parallel 時間單位（每秒）內之斜距離變化，乘以（七十七）者也。

（爲砲彈飛行時間， t 爲口令及裝彈時間）

丑、至於方向及高低未來修正量，則應用於發射點上。

3. 吾人除規定幾何值之未來修正量外，尙須規定彈道值以加入之也。

在方向獨立瞄準式之火砲（例如 7.5cm 卜普斯高射砲）其方向移動量須換算爲水平面中之方向未來修正量，此種操算，爲以 1917 式之角速儀之 $\Delta M17$ 實施之（參考第五章第五節第五款）。

直接射擊乃一種補助之射擊法，如指揮儀損壞或輔助儀缺乏時，方用之也

，然在射擊訓練上則有重大價值，同時并爲輔助儀之適當應用，指揮儀之理解增進，及在指揮儀上射擊修正之適當利用等之先決條件，故直接射擊法，乃高射砲射擊學中原始之方法也，是以學者在實彈射擊時及滑動模型上，應數數練習之也。

第二節 補助儀射擊(所用之儀器爲A. Z. T. 角速儀及指揮盤「板」)

補助儀射擊者，亦爲直接射擊之一種，惟其射擊諸元決定之基礎，不僅以測鏡高爲主，且兼用補助器材以補助之，故名之曰補助儀射擊，其次序如下。

1. 用測高鏡測定其目標測點位置，遂因以測定固定目標諸元之斜距離及目標高，此二者應繼續測定之。

2. 目標之高低及方向之角移動(即高低與方向之角速率移動)可以由角速儀測之，吾人可取至測距離之砲彈飛行時間三分之一作爲測量時間，更假定其高低及方向之角速度在極短時間內不變，則此測得值，以砲彈飛行時間乘之，即得高低方向未來修正量，此種測值之乘積，當測量時直接測求得之。

，（按此角速儀係1917年德國所製，其內部機械構造容俟另述）。

3.

高低未來修正量藉由指揮盤內以求得距離未來修正量者也，使用補助儀射擊，乃假定其目標自測點至命中點時作直線飛行，其方向高度，及航速均爲不變者，且口令及操作之時間亦爲固定者。

如目標變更其高度時，其距離修正盤之所指示爲錯誤，故此時距離未來修正量須由射擊者自行選定之，但由該儀所求得之高低及方向未來修正量，則可利用之。

在目標作正面飛行，無論其臨近與離遠，由角速儀所決定之高低未來修正量均不得利用之，因目標高低角之速率在總移動時間內之目標變化極大故也。

角速儀及距離修正盤所供給之距離，高低及方向未來修正量，實爲射擊者之良好補助工具，但目標若變更其方向飛行斜角時，則須由射擊者修正之，此際射擊者可得用此伸縮運用之，關於方向未來修正量之換算法，由儀

器之數值，斟酌情況仍如直接射擊所述。

第三節 指揮儀射擊

如有指揮儀宜盡量利用之以行射擊因此射擊法準確迅速易於收效也。蓋空中目標在空間無論作何種運動，均將由指揮儀自動預測其總射值，如命中射角，命中方向角，命中引信秒數等，以電氣之燈位接收器與接續指示針或用電話，直接傳達於各砲也，命中射角者即發射點高低角 α 高低未來修正量 γ 高角 β 之總和也。命中方向角者，即自原點至發射點之方向角及方向未來修正量 δ 偏流等之總和也，命中引信秒數乃由命中點之目標諸元而決定，及加入裝彈時間也。

第十章 射擊種類

第一節 羣射

羣射爲對空中目標射擊時通常所用之射擊法，裝填畢當發射命令發出後（

發射鈴或旗號)，即應迅速發射，其提前或過遲均所不許。

在指揮儀射擊時，每次羣射之射擊諸元，皆爲新值，但在直接射擊或補助儀射擊時，僅增大其射擊速度，發出發射命令後仍用同一射擊諸元作兩次羣射，惟此種時機，僅在變換點時可以行之。

在用指揮儀射擊時，其射擊方式，可分爲基本射擊（緩射）奇襲射擊，持續射擊三種：

1. 基本射擊（緩射）

基本射擊者，即各砲作羣射（或各別發射）時，須受連長特別命令舉行之，乃供射擊訓練初期教育之用。

2. 奇襲射擊

奇襲射擊者，乃以三次羣射而迅速順序實施之，其每次羣射之發射號令，以連按三個三秒時間爲度，（即約等於裝彈時間）並中間停止一秒休息時間，以資區別發射順次，至爾後奇襲射擊命令是否仍繼續實施，則視其當時

射擊效力目標狀況及彈藥補充等情況而決定之。

奇襲射擊之目的，在以出敵不意之火力，對空中目標襲擊，此種射擊方法，在射擊操縱上實有重大價值，而其射擊效果，除賴射擊精確操作精密之外，又端在動作迅速指揮不失時機也。

當飛機若顧慮我高射砲射擊，而將不能繼續保持其水平航路飛行，此時必迅速採用奇襲射擊以殲滅之，否則當第一次發射之後，敵機必企圖避免高射砲射擊火力而作曲線或高度變換之飛行，此時須預測適宜之未來位置點，而行擴大射界之奇襲射擊，如有命中之希望，則必須努力射擊之，為求適宜之未來位置點起見，故對空中目標射擊尤須注意不斷之觀測，此適宜之未來位置點之決定，則可參考下例，而取其曲線飛行時之弧形航路之半，或按其弧形大小，而取其比例數以決之，至其方向之變更，航速之測定與變更，均按指揮儀上所測之實際目標航路而加以修正，則此二者即可決定矣（參考以下圖例）。

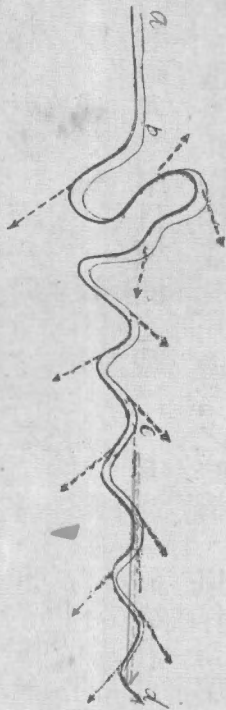
指揮儀之內部，可自動計算其目標高度變更，故空中目標變換而更其高度時在指揮儀上無須變更其高度也。

對於航速及航路之變換值，吾人不能給與一定規律，在指揮儀上加以適當之修正，因此變更之數值乃基於各種不同之因數（曲線半徑及砲彈飛行時間等等）而成也，如欲精熟高射砲射擊學，及適當運用此種修正，其先決條件端在常時之射擊，而得豐富之經驗為主，但對於極不規則曲線飛行之空中目標射擊，成效殊少，反不如放棄射擊為有利，此種對空目標之射擊，可視為高射砲與空中目標間之戰鬥，凡高射砲欲在此戰鬥上，必須精密決定其射值，迅速其操作並利用適當之時機，以作奇襲射擊，方能收莫大之效果，故奇襲射擊乃射擊戰鬥中常用之射擊法也。

例題

（投影於水平面之航路）

第二十五圖



第二十五圖

說明：

實際航路

指揮儀上所測之目標實際航速

指揮儀所測之目標瞬息航路方向（正切於航路）

射擊時指揮儀上應用之航路

射擊時在指揮儀上，為顧慮航路之變更，應裝以較小之航速。

上兩圖例之解釋：

第二十五圖

a—b，水平直線航路為急襲射擊之時機。

b，敵機（目標）發現第一次爆煙之後開始曲線飛行。

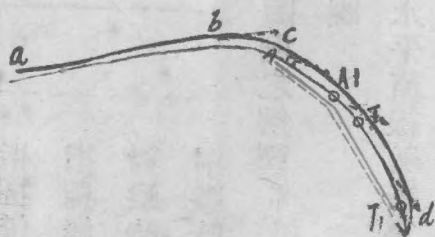
b—c 由 b 至 c 一段乃表示目標極不規則之航路，對之射擊殊少成效，宜靜

待目標狀態稍趨正軌時，再射擊之。

c—d 由 c 至 d 一段，乃表示目標已進入規則曲線飛行之姿勢，此時指揮官

宜不失時機而施行奇襲射擊，惟在射擊時由指揮儀上所測得之航向及航速須加以適當之修正也。

第二十六圖：



a | b, (同例 | a 至 b 一段)

b, (同例 | b 點)

b | c, 由 b 至 c 一段乃表示目標尚在不規則飛行中，此時射擊似不適當，仍應俟其爾後變化而定。

c | d, 由 c 至 d 一段，乃表示目標已變為大弧形規則之曲線航路，此時即可施行急襲射擊，惟由於指揮儀所測得之航向及航速必須加以適當之修正也。

在目標成曲線飛行時，指揮儀上所測之航向必須加以修正，不然其炸點將

發現於切線延長方向之某一點上也（在上圖可以觀出），指揮儀所測得之航速必須縮小者，因指揮儀所測者，乃實際航路之速度，當射擊時，吾人所用之新航路則較指揮儀所測之實際航路爲短，若不如此修正則其炸點將在裝定航路之延長線上超出預期命中點之外矣。（參閱第二十六圖）

3. 持續射擊

持續射擊者，乃由發射鈴音起至射擊暫停鈴音止，其間以迅速之操作繼續施行羣射之謂也，在每次羣射之後，其每次發射鈴音中須有一秒鐘之休息爲要，此種射擊之持續時間，鮮有超過一分鐘以上者。

假使彈藥充足，則對於適宜之目標（飛行隊）及最危險之目標（轟炸隊）均應採用此種射擊法。

欲求迅速繼續之羣射射擊（持續射擊，急襲射擊）特別需要靈敏之砲手，故凡砲手均應施以精熟練習之操作，而尤以裝填手特須加以練習，如能平時用競賽法以鼓勵之，最爲適宜。

第二節 阻止射擊

阻止射擊乃射擊種類之一，假如有多數砲連及充分彈藥，當夜間或天霧時，指揮儀及各砲不能直接瞄準時，始應用之。

阻止射擊之空間，須依被掩護目標之大小，砲連之數目，及敵機前來之主要方向等爲標準，而由高射砲最高級指揮官作阻止射擊計劃指示於各連，此種計劃，所包括者爲阻止火力之高度及各高射砲連，射擊之計劃，吾人對於阻止射擊依其高度分爲三種，如低空，中空，及高空等之射擊空域是也。然此種高度之預定，須顧慮敵機來襲時之常用高度決定之，其射擊開始命令，則由高射砲最高指揮官賦與，其命令內容例如『第一連阻止射擊△區（空間範圍）中空（高度位置）八時五分（射擊開始時間）』。

阻止射擊之射擊諸元，（引信秒數，射角，方向角）在阻止射擊表下決定之，此種阻止射擊表爲記載所計算之阻止射擊空間範圍，其上載有記號或用簡語以標識之，砲上尤應裝置照明設備，以便在惡劣天氣及不良光線下，仍可閱讀

也，阻止射擊表所包括準備者約如下述：

1. 阻止射擊表之計算，乃係依射表或彈道圖以決定之，其每發炸點，應在其規定阻止範圍內，如此分配使各炸點在敵機前來之方向上成爲牆壁以阻止之，故各炸點之位置，彼此相距不得超過 200 至 300 公尺。

2. 此項阻止射擊表發給於砲車長，且授與以指導要領。

3. 收到阻止射擊表後，對於該阻止射擊空間所需之彈藥，應在負責班長監視下裝配完畢，以備應用。

4. 此種爲阻止射擊所準備之彈藥，必須按其阻止射擊表，規定其先後發射不同之順序而放置之，當射擊時按其所置順序發射淨盡決不許其亂取，故各彈藥堆除依射擊次序及分別放置外尚須將彈藥堆加以號數及標識，以免混亂，至爲緊要。

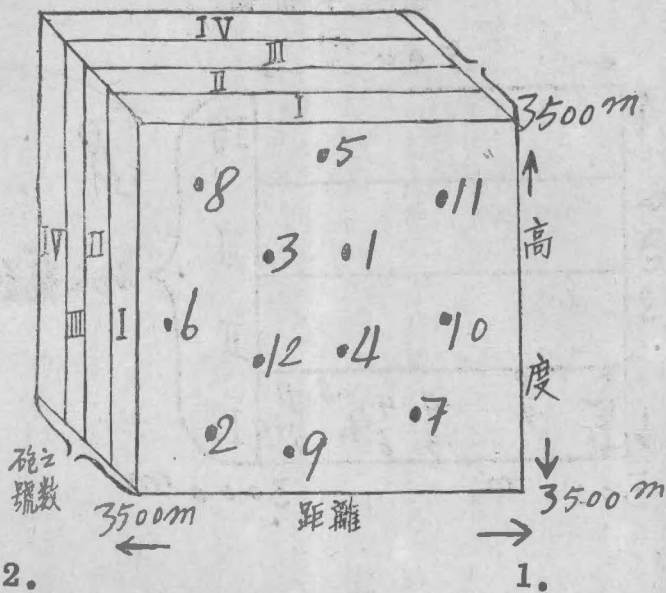
阻止射擊之實施，須依單砲訓練教令施行之，在射擊開始命令下達後，各砲即按阻止射擊表迅速順序實施，以至射擊停止命令下達後爲止，（作重

複射擊時其引信仍如阻止射擊表所規定者，此種阻止射擊之開始與停止均須迅速斬絕，藉使聽音機在此停止時間內能繼續工作也，阻止射擊時普通每次爲十二發，在可能範圍內，應以瞄準射擊，代替阻止射擊。

阻止射擊之弊害

1. 浪費彈藥
 2. 射擊方法過於滯板
 3. 砲身侵蝕太大
 4. 效果微小
 5. 敵機可由阻止範圍上方或下方，或射擊中止時，乘機通過之。
- 在阻止射擊範圍內，各砲彈炸點之分配，如下圖所示：

第二十七圖



及方向角爲便於裝定起見，凡在口密位差別以下者均以整數代替之。按方向視之（俯視圖）

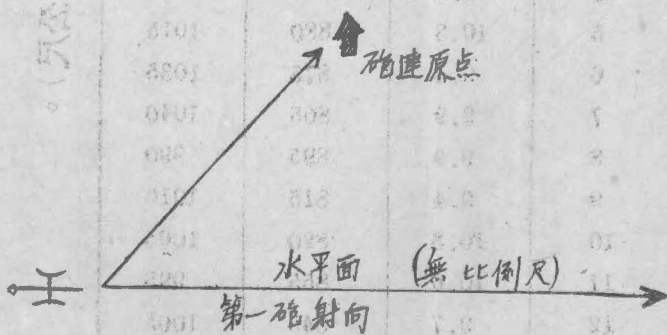
高射砲射擊學

1. 此阻止射擊之計算，宜依彈道圖設計之，因其簡單迅速，且較依射表所設計者爲精確也
2. 求得之射角

按高度及距離之分配（側視圖）

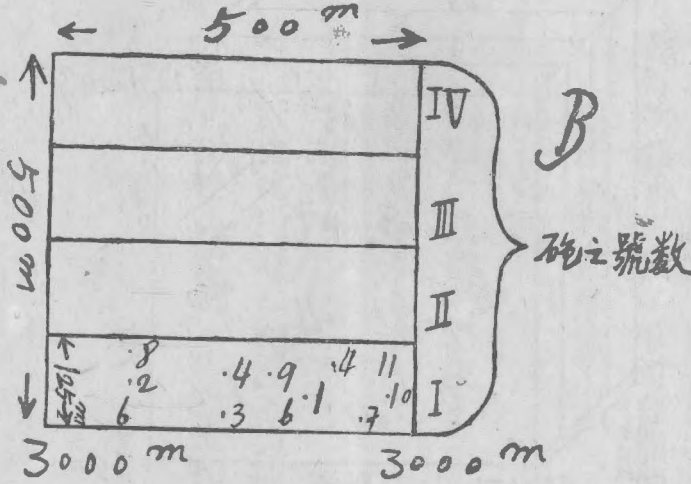
附註：此圖係爲射擊一類射擊表所合

第二十八圖



虎

第二十九圖



第一連阻止射擊△區，第一砲高度界限(3000—3500公尺)。

高射砲射擊學

八〇

說明	發射號數	引信秒數	射 角	方向 角
本表所列射值供第一砲使用其他各砲亦用同樣方法決定此阻止射擊表	1	10.2	850	1020
	2	9.2	845	1000
	3	9.9	865	1035
	4	9.9	835	1000
	5	10.3	880	1015
	6	9.4	875	1035
	7	9.9	805	1040
	8	9.9	895	990
	9	9.4	815	1010
	10	10.3	820	1005
	11	10.6	855	995
	12	9.7	845	1005

第十一章 射擊指揮

測量之精度，指揮儀與測高鏡之迅速精確合作，及射擊指揮之技巧，等等與高射砲兵射擊成效，有莫大之關係。

在直接射擊，其射擊諸元之賦與，乃假定目標在空中飛行時，由測點至命中點其航速及高度均爲不變者，設敵機於測量後變更其航向，則在發射擊命令時宜依射擊規則修正之，如其變化太大不能修正時，則須立即停止射擊而待從新測量之。

第十二章 口令及操作時間（裝彈時間）

口令及操作時間，乃係自瞄測目標瞬間位置至射擊口令完畢及砲彈裝竣而開始發射前之時間也。直接射擊時，自「○」點起計算之（即測高鏡精密觀測呼出之斜距離起），在用補助儀射擊（指用角速儀）須自「測手停點」計算之。

此種口令及裝彈時間，在直接射擊時通常爲10秒，在用（角速儀）及（距離修正盤）補助射擊時，爲5秒加砲彈飛行時間三分之一也。

口令及裝彈時間，決不可使其超過此數，若能使其減少則更佳，蓋其時間減小，則空中目標之移段即爲減少，命中公算遂因以增大矣，然尙須注意者即口令及操作時間，當射擊時務使其爲固定不變爲要。

以同一射值而作兩次羣射，僅在變換點處可以利用之，但口令及裝彈時間，至最後一發之時間，不能較原有規定之口令及裝彈時間多一倍半也。

射擊許可之發射號令，以發射鈴或旗號行之，但其施行之持續時間，通常爲三秒，其發射之時機，乃由原來規定口令及操作時間終了前一秒或二秒時行之。

關於口令及裝彈時之解說（參考下圖）

第一節

1. 在直接射擊時，其持續時間爲10秒鐘。

1. 測高鏡注意(即零位之意)測距離若干。

2. 射擊口令之下達。

3. 方向未來修正量之轉算(僅限於獨立瞄準之火砲例如卜福斯 1.5 公分高射砲)。

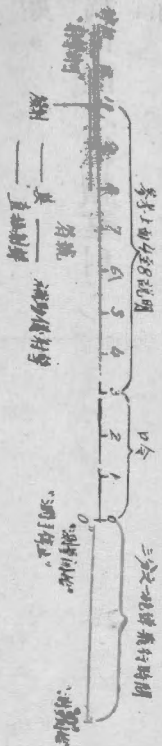
4. 班長命令賦與引信秒數，(以測定引信及賦與高角，高角之決定乃包含於引信秒數之內也)。

5. 瞄準器之裝定。

6. 火砲之瞄準。

7. 引信之測合。

8. 裝填砲彈。



高射砲射擊學

9. 射擊開始。

10 至 15 秒爲可能之繼續羣射。

第二節

2.

在用補助儀射擊時，（角速儀及距離修正盤）其持續時間爲 10 加砲彈飛行時間三分之一，停止後開始 10 秒。

1. 測距離若干。

2. 呼出角速儀及距離修正盤上所算之眞值。

3. 射擊之口令（同第一節 3 至 3 條所述一致），用指揮儀指揮射擊時，無口令

時間，僅有裝彈時間，蓋其射值乃繼續自動計算，而繼續傳達於各砲也，惟其裝彈時間，必須裝於內部，以使引信秒數得適當修正之裝置，若不予以修正，則在臨近日標時必生遠彈，在離遠目標時，必生近彈，因在發射時其引信無正確裝定於命中距離上也，故裝彈時間愈久，此種錯誤亦愈大。

第十三章 射彈觀測

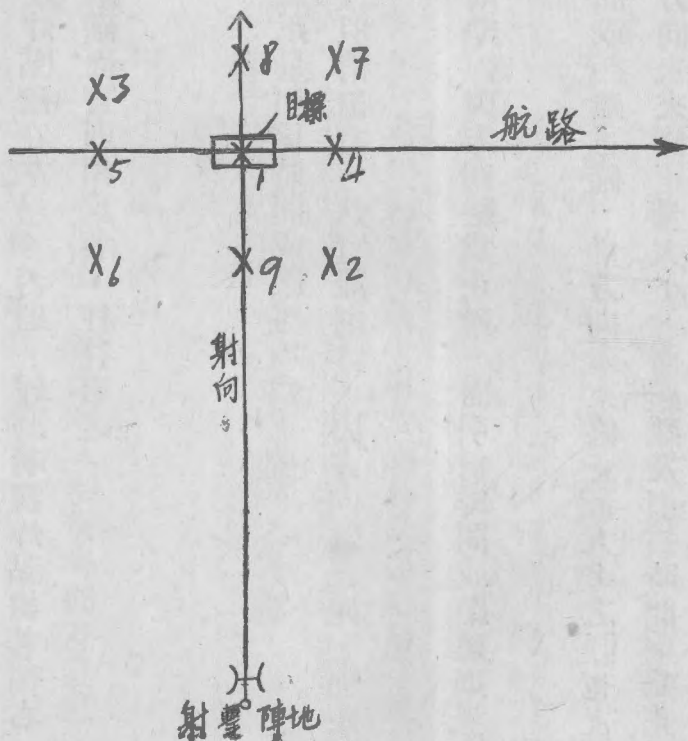
對空中目標之射彈觀測

，因依其三方面（高低方向及距離）之關係，若由射擊陣地觀測其炸點之偏差，而欲得正確之判斷，殊為不可能者，但有時炸點直現於目標前後而互為遮蔽者，則為惟一可能觀測之時機也。

茲舉下例以說明之：例

如觀測之炸點，在空中目標之右邊，惟同時若知炸點至

第三十圖



目標距離爲準確時，然後判斷炸點確在左邊。否則，觀測者觀炸點儼若偏右，而實際乃偏左者，或認距離正確而實則相反者，往往有之。

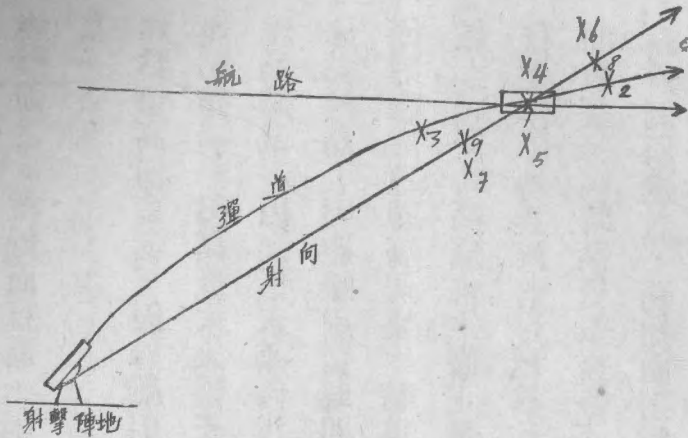
第三十圖 例題：

說明：

1. 炸點之位置在方向未來修正量引信時間或距離均爲正確。
2. 炸點之位置，在觀測中，似稍偏右，然實際則非，因方向雖正確，而距離或引信秒數則不足也。
3. 炸點似乎偏左，但實際則非，因方向雖爲正確，而引信時間或距離則過大故也。
4. 炸點確爲偏右，引信時間或距離正確，惟方向未來修正量太多之誤也。
5. 炸點確爲偏左，實際則方向未來修正量太小，而距離及引信時間則爲正確者。
6. 炸點稍爲偏左。因方向未來修正量及引信或距離較小也。

第三十一圖

高射砲射擊學



8. 7.

炸點偏右，因方向未來修正量及引信或距離過大也。

從射擊陣地觀測，假使炸點為目標所遮蔽，則可視為遠彈，因引信時間較

大，而方向未來修正量，亦發生錯誤也。

9.

從射擊陣地觀之目標為炸點所蔽，則可視為近彈因距離或引信時間較小，同時方向未來修正量亦發生誤差也。

若用同樣方法，以觀測高低偏差常有觀測炸點似高，而實則引信時間太短，似低而實則引信時間過長等錯誤之發現。

例如：

第三十一圖 說明

1. 炸點之位置，在距離，引信時間及高低未來修正量，均為正確者。

2. 炸點觀之，似低而實高，因距離引信時間較大，而高低未來修正量則爲適當。

3. 炸點似高而實低，因距離引信時間較小，而高低未來修正量則爲正確。

4. 炸點確高，因高低未來修正量太大，而距離及引信時間則爲適當者。

5. 炸點確低，因高低未來修正量太低，距離及引信時間爲適當者。

6. 炸點較高，因距離引信時間及高低未來修正量太大也。

7. 從射擊陣地觀測假使炸點爲目標所蔽，則可視爲遠彈，因距離或引信時間較大，同時高低未來修正量亦有錯誤也。

8. 從射擊陣地觀測若目標爲炸點爆烟所蔽，則可視爲近彈，因距離或引信時間較少，同時高低未來修正量亦有錯誤也。

由前例所述者，藉知由射擊陣地觀測空中炸點時與地面射彈之觀測完全不同，因炸點位置之錯誤，其原因甚爲複雜，故不能以地面觀測法轉用作空中觀測也，假使將觀測之結果，作爲射擊修正誘導（距離未來修正量，方

向未來修正量及高低未來修正量) 或用爲指揮儀修正工作必爲錯誤也。由前例可知在射擊時若無側方觀測所觀測，炸點對目標之縱深位置時則由觀測所得炸點之高低及方向偏差，決非炸點在空中對於目標之實在位置也，炸點縱深位置之錯誤尙能影響於高低及方面之偏差，尤不可不知也。射擊者，若見炸點對目標之縱深位置頗爲正確惟其高低及方向位置確知爲大錯誤者，則亦可取由陣地處觀測所得之結果，作爲修正高低及方向未來修正量之依據，若炸點縱深位置之錯誤過大時則可取側方觀測，所得之結果，以修正之，惟側方觀測在實際上絕無應用之可能，因其觀測成果不能迅速傳達於射擊，且施行群射時往往多數群射之炸點同時出現於空中則觀測者絕不能辨別其所觀測之炸點，究屬於何砲也，故側方觀測多用于地上標射擊。假使吾人欲判斷炸點對於空中目標之位置正確與否，及其原因之目所在則可藉長基線之射彈照像，以決定之，但此射彈照像僅供射擊演習之用，其詳細情況，將在本節中討論之。

第十四章 氣象影響與特別影響之計算與修正

第一節 通則

砲兵（高射砲兵及野砲兵）射擊若依射表上所載之諸元，則祇能用於一定氣象狀態之下，不但射表如是，即如指揮儀之彈道體補助儀以及彈道圖等，亦僅能於靜風，且在一定之氣重及火藥溫度之下方能適用，此種一定之氣重，一定之火藥溫度，於射表上稱之曰標準氣重，標準火藥溫度射表之構成即以此為根據也，風與不同之氣重及火藥溫度可使射程增遠或縮短，其由側方吹來之風，能使射彈發生左右方向之偏差。

除氣象影響外，尚有特別之影響，氣象影響者，各砲皆有同樣之現象，特別影響，則各砲因其發射彈數之多寡不同，而產生各砲不同之固有偏差（因膛損關係），此種固有之偏差即稱之曰特別影響，在可能範圍內，務須盡量使其減少，其最好之方法，即全連各砲發射之彈數使其相等也。

第一款 特別影響(膛內彈道影響)

1. 膛損影響

砲身經發射後而受侵蝕作用，故初速因之減少，如發射速度愈大，則初速之減少亦愈大，此種初速之減少在高射砲尤須特別注意，因其影響於彈道特大致發生炸點縮短及低下故也。

例如7.5公分五十倍如速750m卜福斯高射砲其初速減少之情形約如下列：

發射 500 發後則初速減少 10m / Sec.

發射 1000 發後則初速減少 20m / Sec.

發射 1500 發後則初速減少 35m / Sec.

上列之數乃爲概要之數目，蓋初速之減少不僅專依彈數之多少即其發射速度之大小，亦有關係焉

2. 火藥溫度

火藥溫度增高時，能使初速增大，射程加遠，減低則反是。

3. 火藥濕度

火藥濕度加大，則初速減小，射程縮短，否則反是。

4. 彈重區別

砲彈愈重，則初速減小，射程縮短，輕則反是。

以上所述在第一款乃為各砲因膛損或構造上固有之特性，影響尤小，各有不同，關係 *W.C.* 及 *H* 等項者，各砲所受之影響，則均相同。

第二款 氣象影響（膛外彈道影響）

氣象影響（彈重包含在內）由於下列之各項所產生：

(1) 氣重

如氣重增加，則射程縮短，否則反是。

(2) 風

子、正前方之風，可使射程縮短。

丑、正後方之風，可使射程增遠。

寅、左側之風，可使射彈偏右。

卯、右側之風，可使射彈偏左。

如風力愈大，則影響於子、丑、寅、卯、各項亦愈大。

如係不規則之風，則影響於子、丑、寅、卯、各項亦不規則。

(3) 空氣濕度

空氣濕度大時，則射程增遠，小則反是。

(4) 彈重

彈重對於內膛之影響，前款業已論及，茲不再贅。

彈重對於膛外彈道之影響，適與對於膛內彈道之影響相反，即在同一條件下而重量不同之砲彈，則重者，較易克服空氣之阻力，是以彈重對於膛內及膛外彈道之影響在其射距離上發生不同之現象，即前者使射程減少，後者則使射程增長，然此兩種相反之作用，又依射程之大小，作相當之抵銷。

彈重通常以第三號彈藥為標準，第一二兩號為輕彈，四五號為重彈。

輕彈之射程較近，（在膛外彈道）恰與普通砲彈在較重空氣中射擊時之情況相同，例如在1.27公斤\立方公尺氣重中，使用同等重量之砲彈射擊，其射程則較在1.22公斤\立方公尺氣重中爲短其在重彈者則恰與此相反。

上述之氣象影響與特別影響，均須設法測定隨時修正之爲要。

第三節 特別影響之測定及修正

第一節第一款中所述之特別影響其在今日已能設法求得，茲再討論指揮上初速減少，火藥溫度，砲彈重量之區別等等，均可依據指揮儀之修正裝置而加以修正之，但在Gamma指揮儀上之修正裝置則祇能作初速減少修正之一種焉。

第一款 初速減少之測定與修正

1. 初速減少之測定：初速之減少，由求彈道癡射擊以測定之但不能一次確定，須經過多日之射擊藉以排除各別氣象之影響，至其射擊方法則與本章第三節第三款所述之氣象修正射擊相同。

2. 初速減少之修正：在用指揮儀射擊時，則可將射擊所得之值作爲高低及信

管正量，直接裝定於指揮儀上修正之或根據砲上曾經發射過之彈數，依照第一節第一款所述之初速減少數直接裝定于指揮儀內之初速修正儀上，（祇適用於卜福斯 7.5 cm L / 50 高射砲）以修正之，但用此法之先決條件，須知記錄本上所登記之曾經發射彈數或膛損狀況確實符合方可，（即初速減少量）。

初速減少之精確數，須用特別設置之驗速儀，而測驗其實在之初速。在距離撐握（自由）射擊或用補助儀射擊時，則其初速之減少僅在引信測合機上。以修正其引信。

第二款 火藥溫度之測定

火藥溫度最好用溫度表直接放於測驗彈筒內 Messkernsche 即普通之彈專門用以測驗溫度者）以測驗之，其法以普通之彈取去其彈頭，再取出藥筒上之護藥蓋，將溫度表插于火藥之中，其深度以溫度表下部之球部完全插入火藥中爲限，然後用一中間有孔之護藥蓋，蓋于藥筒之上，使溫度表之玻

玻璃管之上部穿過蓋孔，而露於外面，以便閱讀。

測量彈須與其他彈藥同置一處，如欲測驗全堆彈藥溫度，則可將溫度表放于測驗彈藥筒中經五分鐘之久，然後視讀其溫度表之數量，即可知該堆彈藥共同之溫度矣，惟測驗彈與彈藥堆在一處放置時。至少須經 ∞ 小時之久。

閱讀溫度表時，所須注意者，即溫度表自測驗彈藥筒取出時，動作須力求迅速，閱讀溫度時亦然。且看讀時應避免與溫度表接觸或噓氣於其上，測畢後，測驗彈及溫度表仍須置放原處。

堆集之彈藥，其火藥溫度務使平均藉以減小射擊時射彈散布之弊。爲使空氣能流通且使其全堆彈藥之溫度一致起見，在每一層彈藥上，夾一層板子或樹枝使其溫度一致且對於太陽光亦須遮蔽之。

在野外或在射擊陣地附近堆集之彈藥，雖亦微爲遮蓋然與在地窖中或遮蔽部中彈藥之溫度大有不同，此種現象在晴天及明夜間更爲顯著因火藥吸收

空氣中之溫度甚慢，是以應注意自地窖中，取出之彈藥，須經過長久之時間，方能與外面彈藥之溫度一致也。

3. 彈重差別：彈重差別通常在彈藥出廠時，即標示于彈藥箱上或彈藥上且分爲重量等級，以備爾後之應用。

第三節 氣象影響之測定及其修正

氣象影響之測定可如下述：

(1) 氣象班測定之。

(2) 如無氣象班及其他氣象報告之設備則用氣象修正射擊法以測定之。

第一款 利用氣象班之測定氣象

氣象班應測定對於射擊上所需要之一切氣象狀況，其測定之結果最好用一定之格式報告於射擊指揮官，以資計算迅速（參考下列範例）其應測定之事項如下：

(1) 地面之氣溫，氣壓及其由氣溫氣壓所決定之氣重等。

(2) 利用測風氣球上昇，測定各種高度之彈道風速及風向至於氣重單位，則以公斤及立方公尺計算之， $(Kg/cbm = 公斤/立方公尺)$

(參考特例)

風吹方向	以風向方位數表示風向者	風吹方向	以風向方位數表示風向者
北	32	南	16
北微東	01	南微西	17
東北北	02	西南南	18
東北微北	03	西南微南	19
東北	04	西南	20
東北微東	05	西南微西	21
東北東	06	西南西	22
東微北	07	西微北	23
東	08	西	24
東微南	09	西微北西	25
東南東	10	西北北	26
東南微東	11	西北微西	27
東南	12	西北	28
東南微南	13	西北微北	29
東南南	14	北北西	30
南微東	15	北微西	31
所對射向	以風向方位數表示射向者	所對射向	以風向方位數表示射向者

時，其應考慮者，雖在同一速度及方向之風而影響於距離引信，及方向之修正依風自前後或左右吹來者，則又各有不同矣，然經多次之精確試驗，知此種差別甚為微小，故在實際射擊時可以同一之修正量計算之。

欲確定砲彈在其達到高度所受風之影響及判斷風對於彈道全部之影響，則可將砲彈所經過之空間，分為各種不同之高度，而求風在此高度上對於彈道之影響，然後再將此各值加起而求其總值，平均數作為修正之標準。

2. 氣重之測定

氣重不能直接測出，因其受氣溫及氣壓（氣壓表）相互影響之關係，故其測定氣重方法，宜依下表實施之先測量其氣溫及氣壓以檢查之。

氣壓計算之標準，以射擊陣地處之氣壓為計算標準，假使測量位置較其每陣地高或低時，則可依下法修正之，即每二公尺高度之差別宜在氣壓表上減少或增加 1 mm 也，其氣壓增加則氣重亦增大，反之即減小，其氣溫增加，則氣重減小，反之則即增大，故氣重乃氣壓與氣溫相合構成者，因此

吾人可用下表或集中線圖 (Fühlinnenblatt) 測定之，射表上所載之標準氣重，爲 1.23 公斤 / 立方公尺即在氣溫 + 15°C 氣壓 760mm 時之氣重也。

子、氣溫之測定

測定氣溫時，最好利用迴轉儀式溫度表實施之 (Schulthermometers)，若無此項溫度表，則用其他溫度表 (火藥溫度表) 測量之，但若用列氏寒暑表時，則須依下式換算爲攝氏度數， (此種情況想係德國有之，因中國所用者多爲華氏與攝氏之寒暑表也)。

$$C \text{ (攝氏度數)} = \frac{5}{4} R \text{ (列氏度數)}$$

在測量氣溫時，特應注意者，即勿使寒暑表直接受日光及雨水之侵射，以免溫度不正確。

丑、氣壓之測定

氣壓之測定，乃用一真空匣式之氣壓表測量之，若無此種氣壓表時，則可由圖上確定陣地之高度與已測知之氣溫而間接在集中線圖上，求得其氣重也，惟氣壓能隨時變更，故此種方法不能視爲常規也。

氣重檢查表(每立方公尺之氣重包含70%之濕度)

氣溫 (攝氏)	氣 壓 (單位用耗) m.m										氣溫 (攝氏)
	700	710	720	730	740	750	760	770	780		
-35	1.37	1.39	1.41	1.43	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	-35	
-30	1.34	1.36	1.38	1.40	1.41	1.43	1.45	1.47	1.49	-30	
-25	1.31	1.33	1.35	1.37	1.39	1.40	1.42	1.44	1.46	-25	
-20	1.29	1.30	1.32	1.34	1.36	1.38	1.40	1.41	1.43	-20	
-15	1.26	1.28	1.30	1.31	1.33	1.35	1.37	1.39	1.40	-15	
-10	1.24	1.25	1.27	1.29	1.31	1.32	1.34	1.36	1.38	-10	
-5	1.21	23	1.25	1.26	1.28	1.30	1.32	1.33	1.35	-5	
0	1.19	1.21	1.22	1.24	1.26	1.27	1.29	1.31	1.33	0	
+5	1.17	1.18	1.20	1.22	1.23	1.25	1.27	1.28	1.30	+5	
+10	1.15	1.16	1.18	1.20	1.21	1.23	1.24	1.26	1.28	+10	
+15	1.12	1.14	1.16	1.17	1.19	1.21	1.22	1.24	1.25	+15	
+20	1.10	1.12	1.13	1.15	1.17	1.18	1.20	1.21	1.23	+20	
+25	1.08	1.10	1.11	1.13	1.14	1.06	1.18	1.19	1.21	+25	
+30	1.06	1.08	1.09	1.11	1.12	1.14	1.15	1.17	1.18	+30	
+35	1.04	1.05	1.07	1.08	1.20	1.11	1.13	1.14	1.16	+35	
+40	1.02	1.03	1.05	1.06	1.08	1.09	1.11	1.12	1.14	+40	
+45	1.00	1.01	1.02	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10	1.11	+45	
+50	0.97	0.99	1.00	1.02	1.03	1.05	1.06	1.07	1.09	+50	

〔註解〕 上表所載氣重係以每立方公尺之公斤爲單位。

(Kg/cbm, 公斤/立方公尺)

利用集中

線圖法由已知
氣溫及氣壓以
測定氣重。

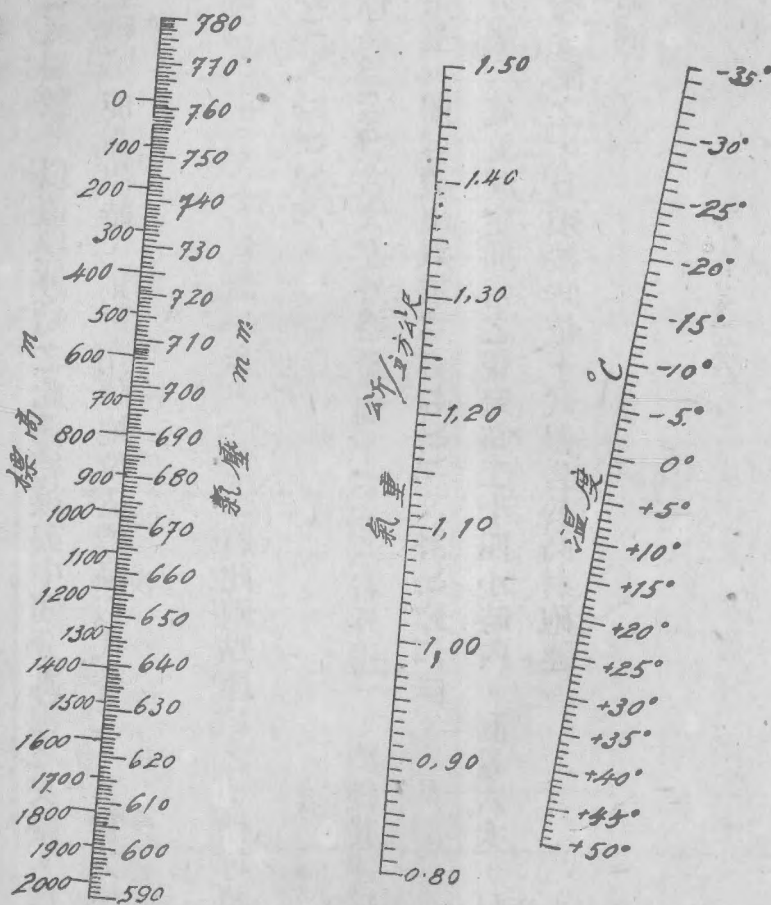
集中線圖

(乃由氣壓與
氣溫確定氣重
之檢查表)

集中線圖

乃藉以測量氣
重者也，其法
即取左邊已知

第三十三圖



氣壓數與右邊已知之氣溫數，以直線連結之。此連結線與中間分割線之交點，即所求之氣重，假如氣壓不能測出時，則可用陣地位置標高以代替之，其實方法同前。

例1. 已知氣壓為760mm(左上)氣溫 $+35^{\circ}\text{C}$ (右下)將此兩點連結之，即可讀出氣重為1.11公斤/立方公尺。

例2. 已知陣地標高為600公尺(左外邊)氣溫 $+12^{\circ}\text{C}$ (右外邊)，則經其連接直線於中間分畫上，即可讀出氣重為1.15公斤/立方公尺也。

例3. 氣象報告方法 氣象測定通常之規定為二十四小時內，測量六次，日間及夜間次數須平均分配之，且須按時依下式報告於高射砲連。

氣象報告表之範例。

氣象報告表……月……日……時……分
於……

高射砲射擊學

高射砲第 營氣溫班……地點……測位標高……日期……時間……			
地面氣象……(攝氏)……地面氣壓…… mm 地面氣重……公斤 / 立方公尺以			
以測量氣球之測得之風向與風速 測量經過時間……分秒			
高度 (公尺)	風向方位數	風速 m/Sec	備 考
0			
500			
1000			
1500			
2000			
2500			
3000			
3500			
4000			
4500			
5000			
合 計			
平均數			

右呈
高射砲第……連……時，日。 氣象班長某某

傳達法；電話，無線電，傳令兵，（三種傳達法中任用某一種時，其他二種可用筆塗去）

第二款 氣象修正射擊法

在無氣象班或無氣象報告時，則天候氣象之影響，可利用射擊以測定之，在直接射擊及補助儀射擊時，氣象影響根本不能予以修正，因砲上僅有引信高低及方向等修正之裝置，而無直接氣象影響（如氣重初速增減等）修正之裝置。氣象修正射擊，雖為補助無氣象報告一種方法，然尚有缺陷之點，即其射擊所得之氣象修正結果，僅能適於試射之方向，若射擊方向變換時即完全無用矣。

氣象修正射擊之實施方法如下：

以一定之斜距離及一定之目標高，且使射向與風向成 90° 。（藉以減少縱風影響），發射發至發試射彈數。

依射表所示之射角，將以測角儀裝定於砲上，其引信之秒數亦依射表所示

者裝定之，至於適當之目標高低角，（即射角減去高角）及依射表上所規定之斜距離及付與砲上相同之方向，均裝定於測高鏡上，於是準備完畢，而實施射擊以行炸點之測量，炸點之斜距離用測高鏡，或在射擊演習時用長基線法測量之，用第一法測量時，必需多數之測高鏡及選擇良好觀測手實施之，其測量結果，則取其平均數位對於砲彈飛行時間，則由多人用精良之秒錶測量之，（或用速度測量器），而求其平均數，在斜距離及砲彈飛行時間之測量時，其中若有顯明之流彈其測量誤差過大者，則不加入於其他數值而平均之。

對於氣象修正射擊時凡由測高鏡及秒表所求得之數值，均須登記，於特別印成之表中，（參考氣象修正範例）

其射表下斜距離及砲彈飛行時間，與求得平均數之差，即所求氣象修正值也。

在氣象修正射擊時，如射向垂直於風前，則同時可求得風之轉位其法如下；即炸點之偏位對於預先裝定之方向，在連長觀測鏡上讀出其分割，以確定之

，惟須注意者，看讀分割時須當爆炸中之瞬間實行之，故測高鏡之測量，須預爲準備也。

第三款 氣象影響之修正法

1. 用氣象報告表之修正法

在射擊時，由氣象報告所得之各值如氣重，風速，風向，及彈道風等。均將裝置於零位，指揮儀內相應之刻線上，但風向須以此零位爲根據，至於彈道風若裝置於指揮儀上後該儀器內部即自動將彈道風分折爲縱風及橫風之分力矣。

一切修正數值，及由氣象報告所得來者，均須登記於特製之表中，此表須由測高鏡軍官簽字證明，妥爲保存，在射擊演習時，可將此表附入於其他射擊攝影表中，以備參考。

2. 用氣象修正射擊之修正法

在氣象修正射擊所得之結果及依射表算出之修正值，用指揮儀射擊時，則

在指揮儀上僅作高低及引信之修正，在直接射擊及補助儀射擊時，則僅將信管之修正量裝定於引信測合機之引信修正分割上。以修正之。

氣象修正射擊時，假使在射向垂直風向舉行之，且風之移動（誤差）亦已求得，則可將此求得之密位值，裝置於指揮儀之方向修正分割上，然須先將氣象射擊時，所用之射程裝置於距離分割上及目標高裝置於高低分割上，及其相應之橫風裝置於風向分割上。

以上所述之一切修正數值，均須登記於特製之表中，此表須由觀測軍官簽字證明，妥為保存，在射擊演習時，將此表附入他表中以備參考。

3. 氣象影響及特別影響所製就氣象報告範例之說明：

前已曾述，彈道風之方向，乃以零度方向為根據，但須先確定地理的零位方向及地理的風向之相互關係，而藉以認識風如何影響於零位方向之彈道，以表式關係。吾人最好用計算法求得之，即由風向數，減去射向數，換言之，即由風向數內減去零位之方向數也。

例1 :

風向方位數 32 (風自 32 吹來)

射向方位數 16 (射方向 16 射擊)

相差 16

此相差之數，即風向與射線所成之角為 16，表示風自射向後方之影響效力。

例2 :

風向方位數 12 (因風向方位數小於射向方位數時。

射向方位數 24 吾人須於風向方位數上加 32，以避

相差為 $(\frac{44}{24})20$ 免其有負數也)

表示風自射向左後方而來之影響效力。

特別及氣象影響修正報告表 (填紅字者爲例題表示)

高射砲 第 1 營 第 3 連	地點南京陣地標高 30 m	日期 24 年 3 月 10 日	時間 10 點 15 分
氣 象 報 告			
由氣象 第 1 班	地點五台山	日期 24 年 3 月 10 日	報告時間 9 點 45 分
地面溫度 + 27° C	地面氣壓 (在標高 185 m 時) 734 mm		
	地面氣重	公斤 / 立方公尺	
彈道風之平均風向方位數 12			
彈道風之平均速度 10 公尺 / 秒			
射向方位數 24	曾經發射砲彈數目 750	發	
	修 正 數 值		
氣重 1.2 Kg / 立方公尺	平均之初速減少量 15	公尺 / 秒	
彈道風之平均風向方位數與射向方位數之差 20			
彈道風之平均速度 10 公尺 / 秒			
附 記			

氣象修正射擊表 (填以紅色字者乃例題之數目)

高射砲 第 3 營 第 1 連	地點	杭州	日期	24 年 4 月 25 日	時間	14 點 15 分	
第 3 砲	口徑	750 公分	初速	公尺/秒	曾經發射砲彈數目	325 發	
地面溫度	1 °C	地面氣壓	1 mm	氣重	1 公斤/立方公尺		
風向方位數	16	風速	1 公尺/秒	射向方位數	08	射向與風向方位數差	08
目標高	4000 m	斜距離	5000 m	射角	925 密位	高低角	945 密位
方向角	5600 密位	引信秒數	11.3 秒	砲彈經過時間	10.74 秒		

發射 數號	以秒錶計測者				平均 數	以測速 儀測算者	Δt	炸點之偏差			斜距離之測量					ΔE	氣象影響 之修正
	1	2	3	4				高低	方向	第一測 高鏡	第二測 高鏡	第三測 高鏡	平均 數	LB	15		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	左10	4975	4825	4900	4700		100	引信十10 (單位十分 之一秒)	
2	10.1	70.4	10.7	10.6		-0.14	-9	左8	4670	4825	4550	4550		-450	高低 密位		
3	10.3	10.7	(9.2)	10.5		-0.24	-7	左12	(5350)	4855	4825	4660		-350	密位		
4	10.8	11.0	10.9	10.9		+0.16	-5	左9	(4600)	4750	4850	4800		-300	方向左10 密位		
5	10.6	10.9	10.9	10.8		+0.06	-8	左11	4475	4675	4800	4675		-325	假定風向		
6	10.7	10.6	10.5	10.6		-0.14	-8	左10	4850	4000	4625	4825		-375	與射向直 交者風向		
平均數		10.7				-0.04	-7	左10	4700					-300	與射向方 位之差08		

1. 有括符 () 者為過量測量須刪去之

附記

氣象修正射擊表之說明（即前氣象修正射擊）

氣象修正射擊表所載之各項內容，約如下述。

2,3 及4各項，則爲記載各個秒錶同時測量之砲彈飛行時間，8,9 兩項則爲記載炸點高低及方向之偏差，10,11, 及12三項則爲記載各個測高儀，同時所測之斜距離，5 項則爲記載其三個秒錶所測之平均砲彈飛行時間，13項則爲記載三個測高鏡所測之平均斜距離，10項內有括弧之數目，乃爲流彈之數值求平均值時，須棄去之，7 項所載則爲測得之砲彈飛行時間平均數與射表上所示者之差，15項所載者則爲測得之斜距離之平均數與射表上所示者之差，至於5,7,8,9,13, 及15各項之總平均數，各於該項之下端記載之如斯則吾人可依射表上之所載者以修正其距離，即可確定引信減修正之值矣。

由前測得數觀之，其距離差別爲300公尺，換言之，即較射表上所載之斜距離少300公尺也，故炸點須在彈道上，轉移三百公尺藉以達到適合射表上之5000公尺距離，設使延長引信時間即可達成吾人射擊之要求矣，依據射擊表之

規定5000公尺之距離其引信秒數則爲11.3秒，若距離增加300公尺則引信秒數爲12.3秒，兩者之差爲1秒，則此1秒即爲引信因氣象修正射擊所得之修正量，故於16項中填入引信修正+10也（+10即1秒）射表上所載之砲彈飛行時間與實際以秒錶測得者相差甚大時則此數點由氣象射擊所得者增加或減去也，茲舉例以說明之：例如假設由秒錶所求得之砲彈飛行時間爲10.1秒是較表所載相應之砲彈飛行時間短0.6秒，此際吾人可取前段所述之530_m斜距離相應之引信秒數12.3秒，爲依據其所屬砲彈飛行時間爲11.72秒，此11.72秒，再加0.6秒則爲12.32秒然後在射擊表中再尋與此數相近之砲彈飛行時間此處爲12.39秒，其附屬之引信時間爲12.9秒，則此引信時間與射表上屬對於5000公尺距離引信時間爲11.3其差爲1.6秒，故在16項中填入引信修正+16也。

引信修正既登載於16項後，若風向與射向直交時，則高低及方向之修正量，亦填入此項內。

此際應裝定之風向不以零位方向爲標準，而以氣象射擊所用之射向爲根據

，即將由風向減去射向之數字(16-08=8)再裝於指揮儀上。

第十五章 射擊應使用之補助器材

第一節 射表及彈道圖

第一款 通則

火砲效力如何，在射表及彈道圖上，可完全看出之。

射表及彈道圖乃在一定條件下舉行射擊而得者，於十四章第一節中業已論及矣，故凡射表內所載一切彈道上之數值及彈道圖上拋物綫形之彈道，僅在此一定條件下方若稍有出入，則須依法修正之。

第二款 射表之區分及使用

凡彈道圖上之所顯示者，在射表中均以數字表明之，每射表內之一點均須由二個或三個(如高度，距離，高低角是也)諸元決定之，故對於處理範圍廣泛之射表有兩種門徑焉。

除射表上開始之說明及附錄彈道圖外，尙可將射表內容，分爲兩大部，第一部中所包括之射值，均以斜距離及目標高爲根據；第二部中所包括之射值，則以水平距離及目標高爲根據。

在此兩部射表上之彈道值，凡目標高之加減均以200公尺爲相差單位。其包含於目標高欄內之斜距離，均以100公尺爲加減之單位。因彈道之直伸關係其彈道值之變化極爲微小，故對於目標高與斜距離之差別無再加細密區分之必要也。

由射表中垂直格內之數字彈道值，即可由其中檢出之。

其在引信秒數與砲彈飛行時間兩格內所指示之數字稍有差列，即實際砲彈飛行時間，總較引信秒數短少。因膛線關係砲彈在空中旋轉運動，由於此種旋轉作用，遂使鐘表式之機械引信，運動加速故吾人所測合之引信秒數爲 0.4 秒而砲彈由砲口飛行至炸點之時間，却較 0.4 秒之時間爲早。故吾人欲得通合射表上之距離時，須在信管上將前述之加速運動量減去，而與引信一適當之延長

時間，此種砲彈飛行時間與引信秒數之差，在較大距離時，且能超過一秒者。

在射表偏流格內，可以查知火砲膛線雖爲右旋，而砲彈出砲口時則最初偏左，嗣後砲彈在彈道上繼續飛行期間又變爲偏右，此種由偏左而轉爲偏右之時機，通常不論在任何高度，其轉變點均在500公尺距離附近，此種現象之原因容於第二十一章高射砲彈道學內說明之。

2, 射表用途——

子、用以計算及製造指揮儀及補助儀上之彈道體或曲綫。

丑、用射表中之第一部或第二部以求氣象射擊之修正量（見第十四章第三節第三款）輔助之。

寅、（十章第二節）取用射表第一部及第二部以規劃阻止射擊計劃表。

卯、在射擊演習時，欲知射擊成果之優劣亦可由射表第一部及第二部以確定之。

辰、藉射表之數值以檢查指揮儀及補助儀是否工作正確。

但在間接射擊時，通常均不用射表。

第三款 彈道圖之構成與使用

彈道圖之作用，乃將射表之數值以圖表示之，故較爲顯明簡單，吾人可由彈道圖上之曲線求得關於射面上任何一點之射擊諸元，如射角，引信秒數等等是也。

彈道圖上之任一點可由斜距離及高低角或由二者之一及砲口水平面上目標高決定之。

1, 彈道圖說明

子、以每 00 密位爲單位，至 1500 密位爲止之各彈道。

丑、高低角之虛點線。

寅、引信秒數之等分曲線由一秒至一秒但在十秒後，則以兩秒爲單位至 30 秒爲止。

卯、等分方向偏曲線以密位計算之。

辰、目標距離之等分圓周，自1000公尺至10000公尺。

巳、目標高之等高綫。

午、水平距離之等距綫。

彈道圖用途

(1) 藉以規劃阻止射擊表(見第十章第二節)

(2) 用以確定高射砲在各別高度上之有效區。

(3) 關於教育目的者因彈道圖指示火砲之效能較射表為明顯易見也。

但用指揮儀射擊時，則不利用彈道圖也。

第二節 地圖測角板

此種地圖測角板，使用之目的如下。

1. 在地圖上測量角度。

吾人以零位(即原點方向)對正地圖測角板之一邊，而後以另一邊綫與所欲測之位置重合，即就此邊綫之分割環上，可以讀出所測角度之密位若干矣。

2. 決定地面上可見之地點。

吾人以雙眼鏡上分割板，測量其所求點，至任何一顯著標點及在地圖上登記之地點方向間隔，然後以地圖測角板之分割環中央，與圖上觀測位置點相重合，且以測角板之零位方向對正圖上已知之標點，然後以測角板上零位綫利用實地已測得之兩點間隔密位數，而切于圖上某一點，此點即吾人所欲確定之地點也。

地圖測角板尙有其他用途，但對於高射砲兵毫無關係，故不贅述。

第三節 座標方眼板(透明質)之使法

座標方眼板無論以任何比例尺製成之地圖均能使用之，其應用目的爲在地圖上易於標明地物位置，在圖上使用時，其旁邊之箭號乃用以指示地圖之方位者，其四周有四行數字，二者爲縱行排列，二者爲橫行排列，乃用以說明地物之座標位置也。再者爲求說明標定之地物位置容易明瞭起見，應用其板上五個十字交叉中某一十字交叉，又其某一十字交叉應置於某一地點，在行軍偵察動

作之前，彼此必須先爲規定也，若其事先未經規定零點（即某一地點）事實上爲不可能，或其所規定之十字交叉必須變更時，在報告之首，其所用之新位置必須加以說明，例如「中間十字交叉某村道路之交叉點」。

第四節 指北針

指北針之用途極廣，茲擇其主要者分述於下；

1. 測量（單位）

其指北針之旁，有一以公厘爲單位之斜邊，此斜邊名之曰靠準邊；藉以測量圖上之距離，惟測量時，須按該圖上所印成比例尺大小計算之。

指北針之羅盤上，有由零至6400密位之分劃環（即全周360°）其分畫環上又刻有東西南北方位之符號，以北方爲出發點，經西，南，而至東，以手轉動其分畫環可隨意使用之。

2. 使地圖向北之配置

將指北針蓋打開，然後轉動其凹槽內之分畫環（上有密位之分劃及東西南

北之方位)使其北方(N)之符號，與方向指針符合，在反射鏡之透視開口可以透視之，而後將其斜邊置於地圖之左邊或右邊，於是由方向指針及缺口至準星所固定之瞄準綫，均在圖上指向北方，然後再轉動地圖及指北針，使其北極之磁針偏於北極(N)之西方所指示之磁針誤差上，如此則地圖已向北標定矣，換言之，即地形中各點對於觀測者之位置，在圖上彼此之相互關係，均與實際相符也。輿地北方與磁針北方，稍有偏差，此種偏差，可利用磁針誤差予以修正，例如中國中部其磁針偏差為 $3^{\circ}33'$ 是也。

如地圖缺乏適當之邊線時，吾人可轉動磁針分割環，使其○位置，(即東方)與方向指針相符合，且將靠準邊置於地圖上之印成之地名下方，若欲藉該邊作橫線者，因地圖上之地名均由東向西，排印者故在圖上北針之方向指針，亦指向東方矣。然後再轉動其地圖及指北針，使磁針之北端指向在(N)處之磁針誤差指標上，則地圖向北之配置，亦從而完畢矣。方³用指北針交會法，由已知之點上標定不知點。由實地已知點，而於圖上決定未知點。吾人以缺口及

星準瞄準所欲確定之點，惟此時須特別注意者，指北針務使其水平，則指北遊針始能自由擺動，以目力固持其瞄準綫以他手轉動磁針分晝環，使其指北遊針指向北極（Z）此際將反射鏡向上作 45° 之傾斜，則吾人可一面由反射鏡開口處瞄準且同時可觀察指北針之指向也，然後將指北針如此置放於向北標定之地圖上，使其斜邊通過觀測者之位置，且使其指北針之南北線與地圖之南北方向平行，則靠準邊即指向所尋求之點。於是在地圖上以鉛筆引長靠準邊之方向而固定之。

4. 決定固有之基本測點

如觀測者在地圖上不能決定其基本測點時，則可用各種指北針瞄測法以確定之，其位置然究用何法，當以地形關係爲轉移也。

子、利用實地上明顯之直綫，或長線，（如道路林緣，河流等）以指北針順之瞄測而求其準綫與磁針南北線，相成之角，移置於北方標定之地圖上，依靠準邊位置而求得與實地平行之道路，林緣，或河流也。

丑、在地形中決定一顯著之交叉點，例如道路與河流之交切點，則吾人可由交點處或觀測所處向兩綫瞄準，然後再依前法旋動指北針之分劃環及使其指北遊針指向北極（Z）以確定兩瞄準線對於南北方向之位置，而測得之方位角分割，移置於紙上而標記之，其標記方法，與第三法（寅）所述者，以鉛筆在靠邊處確定其角度，且同時作一線以固定南北之方向，但若該地圖已向北標定，則無庸多此一舉，於是吾人可在地圖上尋求同角度及同方向之交叉點，即得之矣。

寅、利用已知點以決定測站本地。

吾人以指北針瞄準地形中顯而易見之地點，利用後方交會法，以決定圖上交測站本點，例如寶塔煙窗等。均為已知而易於瞄準之點，當瞄準之後，記其所轉動之分劃及使其指北遊針指向北方，假使吾人在圖上已尋得此項瞄準點，即以其靠準邊置於其上，且轉動指北針而使指北遊針仍然指於北極（Z），如是則所求之測站本點，在靠準邊之延線上。若利用兩已知點其工作手續與在一點

者相同，而所求之線，乃兩點之交點也。

以上所述。不過選其主要用途說明之，至於其他用途若時常操作之自熟能生巧矣。

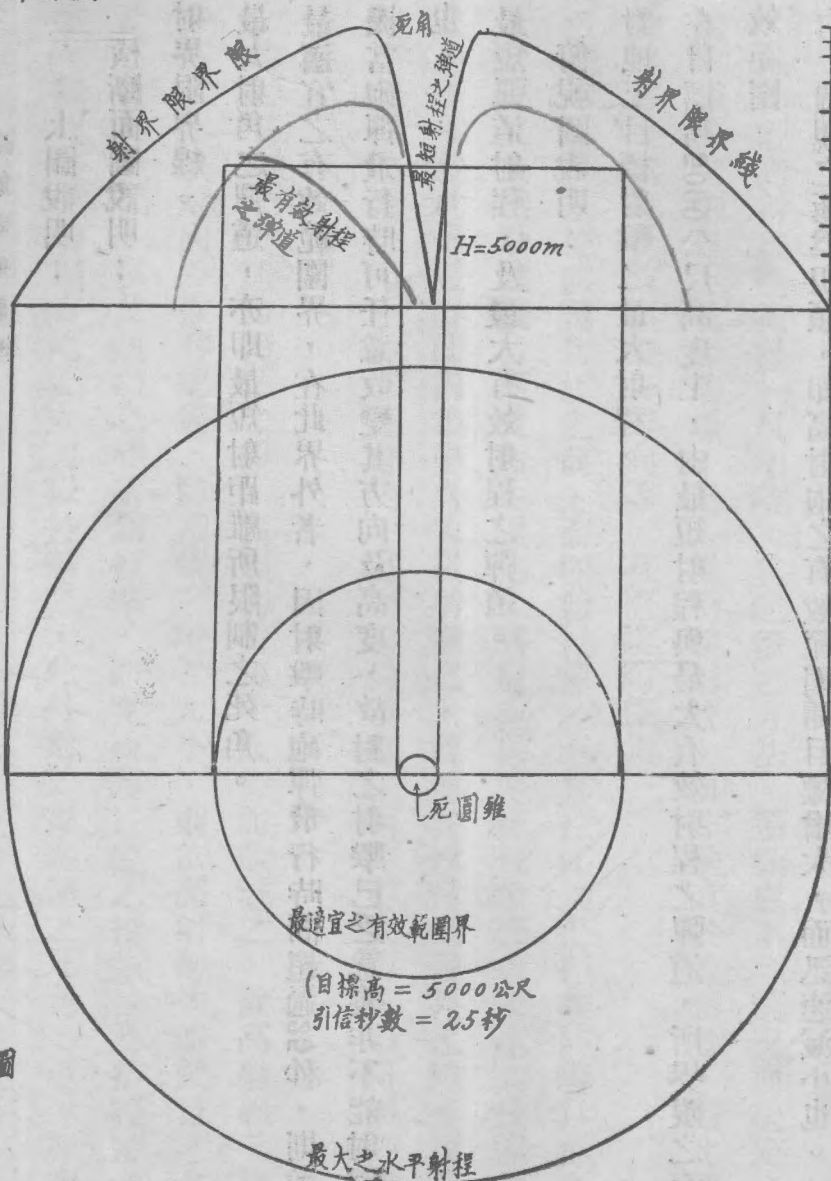
第十六章 射擊有效範圍

第一節 五十倍7.5公分口徑卜福斯高射砲之射擊有效範圍

目標高 = 50.0公尺

比例尺 = 1.: 200000

1. 橫断面圖



10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

第三十四圖

2. 俯視圖

上圖說明：

橫斷面圖說明：

1. 射界限界線。
2. 最大射角之彈道，亦即最短射距離所限制之死角。
3. 最適宜之有效範圍界，在此界外者，因射擊時砲彈飛行時間超過25秒，則敵機當砲彈飛行時可任意改變其方向及高度，故對之射擊已乏意義非不能射擊也。

4. 最短彈道射程，及最大有效射程之彈道。

俯視圖說明：

1. 對地上目標射擊之最大射程。
2. 在目標高500公尺高度上，由最短射程與最大有效射程之彈道，所界限之有效範圍。

由上圖觀之極為明顯，即高射砲之有效範圍隨目標增大，而迅速減小也。

第二節 在顧慮敵機投彈有效距離高射砲連之配備法（參攷卅圖）

以多數高射砲連掩護一目標時，其配備之方法，須顧慮下列情況而決定之，因炸彈自空中投下其降落線，乃一拋物線形狀，而非垂直於地面者，但此種拋物線形又與風及航速飛行方向等，有直接關係焉。

故敵機多在於未達防護目標之前，而開始投彈，至其投彈地帶距離防護目標之遠近，則又依然飛機飛行高度而生變化，高射砲兵連務於敵機尙未達其投彈地帶之前，即於此最短時間內集中火力以射擊之，此種在投彈地帶外之變換幅圓，特稱之曰防護帶，在此防護帶內，高射砲兵連應控制主要火力，以阻擾敵機，迫其他去或擊墮之。

當敵機尙未飛進防護帶之前，既須努力集中火力而殲滅之，故高射砲兵連之陣地，應盡量向外推移配備，防護帶之境界大小，則依高射砲兵連數目之多寡及其最大射程，以及該項之要求爲標準，即在掩護目標之投彈帶及防護帶之上空，無論何處均須有兩連火力以控制之，此外對於每砲連之死角，至少亦須

有其他一連之火力掩護之。

假使吾人以5000公尺飛行高度爲基礎（此種飛行高度多在攻擊大目標時用之，以之計算陣地位置，尙爲適當）而欲適時射擊以收殲滅之效，則高射砲兵連陣地之位置，至少須在防護目標周圍3500公尺外，此距離內包括半死角，防護帶及投彈地帶。

以下圖例藉以說明前以下所述者，其次所述者，則爲計算投彈距離之標準。

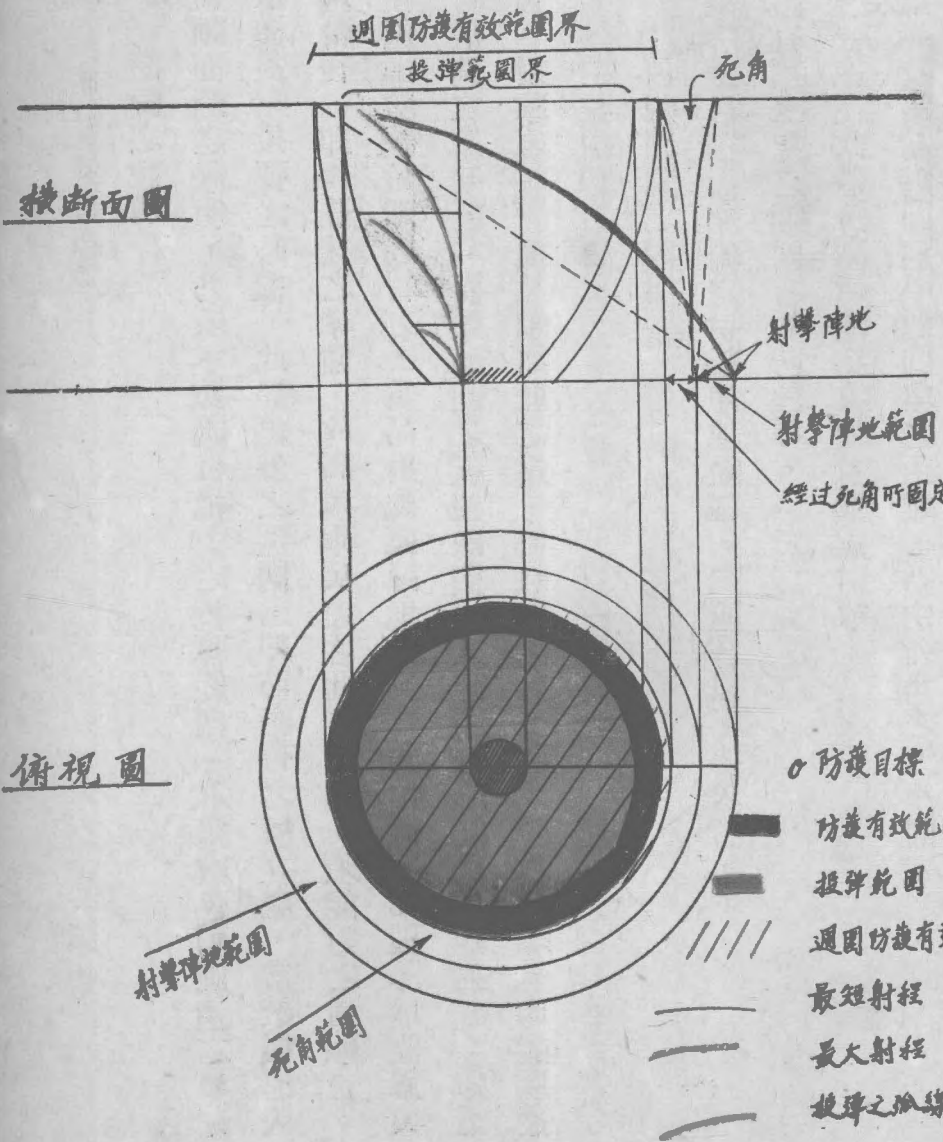
由於上述之基礎觀察之，凡欲將高射砲兵連陣地依上述原則選定時，則對於較小之防護目標，則至少須有三連之兵力，方可足用。如防護較大之目標，則所需砲連數目亦隨之而增加，否則即不能適合上述之配備原則矣。

高射砲兵連掩護一防護目標上空之簡圖

比例尺 1:100000

假定航速 每時240公里

第三十五圖



有其他一連之火力掩護之。

假使吾人以5000公尺飛行高度爲基礎（此種飛行高度多在攻擊大目標時用之，以之計算陣地位置，尙爲適當）而欲適時射擊以收殲滅之效，則高射砲兵連陣地之位置，至少須在防護目標周圍3500公尺外，此距離內包括半死角，防護帶及投彈地帶。

以下圖例藉以說明前以下所述者，其次所述者，則爲計算投彈距離之標準。

由於上述之基礎觀察之，凡欲將高射砲兵連陣地依上述原則選定時，則對於較小之防護目標，則至少須有三連之兵力，方可足用。如防護較大之目標，則所需砲連數目亦隨之而增加，否則即不能適合上述之配備原則矣。

高射砲兵連掩護一防護目標上空之簡圖

比例尺 1:100000

假定航速 每時240公里

第二節 在顧慮敵機投彈有效距離高射砲連之配備法(參攷卅圖)

以多數高射砲連掩護一目標時，其配備之方法，須顧慮下列情況而決定之，因炸彈自空中投下其降落線，乃一拋物線形狀，而非垂直於地面者，但此種拋物線形又與風及航速飛行方向等，有直接關係焉。

故敵機多在於未達防護目標之前，而開始投彈，至其投彈地帶距離防護目標之遠近，則又依然飛機飛行高度而生變化，高射砲兵連務於敵機尙未達其投彈地帶之前，即於此最短時間內集中火力以射擊之，此種在投彈地帶外之變換幅圓，特稱之曰防護帶，在此防護帶內，高射砲兵連應控制主要火力，以阻擾敵機，迫其他去或擊墮之。

當敵機尙未飛進防護帶之前，既須努力集中火力而殲滅之，故高射砲兵連之陣地，應盡量向外推移配備，防護帶之境界大小，則依高射砲兵連數目之多寡及其最大射程，以及該項之要求爲標準，即在掩護目標之投彈帶及防護帶之上空，無論何處均須有兩連火力以控制之，此外對於每砲連之死角，至少亦須

上圖說明：

橫斷面圖說明：

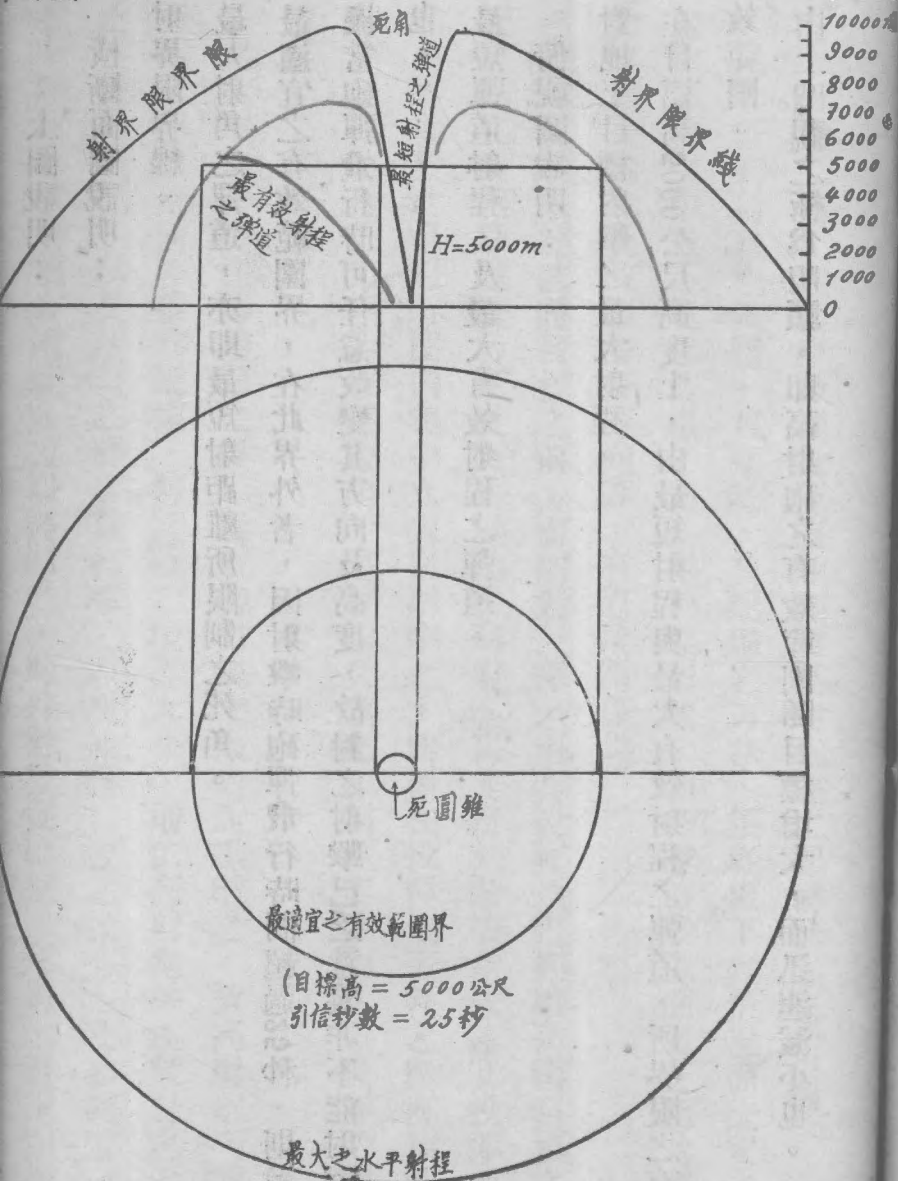
1. 射界限界線。
2. 最大射角之彈道，亦即最短射距離所限制之死角。
3. 最適宜之有效範圍界，在此界外者，因射擊時砲彈飛行時間超過25秒，則敵機當砲彈飛行時可任意改變其方向及高度，故對之射擊已乏意義非不能射擊也。
4. 最短彈道射程，及最大有效射程之彈道。

俯視圖說明：

1. 對地上目標射擊之最大射程。
2. 在目標高500公尺高度上，由最短射程與最大有效射程之彈道，所界限之有效範圍。

由上圖觀之極爲明顯，即高射砲之有效範圍隨目標增大，而迅速減小也。

剖面圖



者相同，而所求之線，乃兩點之交點也。

以上所述。不過選其主要用途說明之，至於其他用途若時常操作之自熟能生巧矣。

第十六章 射擊有效範圍

第一節 五十倍「5公分口徑卜福斯高射砲之射擊有效範圍

目標高 = 50.0公尺

比例尺 = 1.: 200000

6. 「X」射擊休止。

變換陣地」及射擊開始等口令將依操典所規定者一切動作均即停止，觀測器材及各砲分劃歸零（即取原點分畫之意）所有操作人員取基本姿勢或進入掩蔽部。

第二款 用電話傳達射擊諸元（指揮儀射擊）

1. 以指揮儀射擊其射擊諸元以電話傳達之

砲手及觀測手各就定位，電話傳達兵第一至第三取出頭戴式耳機及胸掛式傳語機各就指揮儀附近之定位，第一二六砲手亦取出頭戴式耳機及胸掛式傳語機戴上。

同第一款第二條

2. 同第一款第二條

3. 「X」方向 880, 885, 890 等

高低 435, 430, 425 等

引信 6, 58, 60 等

4. 同第一節第三條

第一至第三之以電話繼續將方向角高低（射角）引信秒數之燈位傳達各砲各砲第一二六砲手即將由電話所傳來之燈位數值以遮燈針繼續遮蓋之

同第一節第三條

- 5. 同第一節第四條
- 6. 同第一節第五條
- 7. 同第一節第六條

第二節 直接瞄準(直接射擊或補助儀射擊)

口 令

動作

- 1. 「X」直接射擊或補助儀射擊(用角速儀及距離修正盤以補助之者)

- 2. 「x」目標飛機 2420
(參考第一節第二條)

- 3. 「x」假使各砲尙未能立刻捕捉目標，則指示其高低角(度)及方向角(密位)若干以補

- 同第一節第四條
- 同第一節第五條
- 同第一節第六條

觀測手及砲手各就定位
 測高儀及各砲迅速瞄準目標如捕捉目標後應即刻報告曰「第幾砲(或測高儀)目標已得」此際第一觀測手 E₁ 即開始測量且呼曰「觀測注意」第三觀測手 E₃ 呼出斜距離，第四觀測手測出目標高，且呼出以報告連長

助其標準。

例如 25度 4120

28度 4130

30度 4130

最低限度至一砲將目標捕捉為止，然後則由第三

觀測手繼續呼出百公尺單位之斜距離至發出命令

「觀測注意」時為止。

4. 「X」目標高 3800

5. 「X」氣象修正(T.V.)

負 2.

6. 觀測注意

7. 「X」 4700, 高25, 左40,

4200, 高20, 左45,

高射砲射擊學

班長打開班長射表尋出其付與之目標高一欄
第六砲手裝於引信測合機之氣象修正分畫上。

命令第一觀測手精確測量以供射擊之用此乃距離
，高低，及方向未來修正量之射值也，惟高低及
方向未來修正量，則直接裝定於砲上，班長於班
長射表內，查出目標高與斜距離相應之高射角及

3600, 高20, 左55,

8. 「×」—(或二)響(即各砲一發之意)發
9. 「×」中止(或二短哨音代之)
10. 「×」暫停(或一長哨音代之)
11. 「×」停放(射擊休止)

注意：如用角速儀及距離修正盤射擊時，則詳細情形，須參攷器材之指揮與訓練。

第三節 射擊演習之特別規定

1. 「×」此時命令中所指定之目標不曰飛機，而以「飛機拖靶」代替之，如用降落傘作爲目標時，則曰「目標降落傘」。

2. 「目標接近」在此命令後，各砲實施瞄準操作，但未實施實彈射擊前，各項動作，均須不用裝填砲彈練習之。

引信秒數使第二第六砲手裝定之用發射鈴或旗號以命令各砲開始射擊其發射許可之命令持續時間，以3秒爲限。

同第一節第四條

同第一節第五條

同第一節第六條

第十八章 射擊演習

第一節 演習目的

高射砲教育之訓練應以實彈射擊完成之，故平日對於射擊及操練之教育，務必謹慎縝密，以期達到射擊演習之目的。

此種實彈射擊之教育，在每年舉行射擊演習時實施之。

射擊演習對於高射砲兵教育之意義極爲重大，蓋能藉以考驗其成績及其自信力也。

第二節 射擊種類

射擊演習通常分爲練習射擊與戰鬥射擊二種；

1. 練習射擊

練習射擊者乃戰鬥射擊之準備教育也，其目的則在訓練指揮官軍士及兵卒於實彈射擊時，明瞭觀測器材火炮之特別關係，以爲戰鬪射擊指揮之準備，

並作爲軍官指揮高射砲連及施發口令之練習。

射擊練習通常由連長指揮之，但對於砲連口令之訓練，宜使各軍官輪流指揮之，對於觀測器材及火砲之操作士兵，亦宜其輪流交換並妥爲規定之。

空中目標之航路在練習射擊時於可能範圍內，務須力求簡單故飛機最初之航路，宜採用側面直線水平飛行與簡單之中央飛行法，此兩種簡單之飛行航路，尤須於中等高度及中等距離範圍內實施之。

射擊演習之程序宜依下法實施之，即最初作基本射擊（緩射）繼以奇襲射擊，然後再行持續射擊是也。

爲節省彈藥射彈觀測及檢查測手與砲手之操作等起見，通常在練習射擊時，僅以單砲實施之。

2. 戰鬥射擊

戰鬥射擊，乃射擊訓練中之主要部份也。故須在白晝及夜間舉行之，在戰鬥射擊時，指揮官及士兵，應依其所學者在各種情況下舉行之，務使適合實戰

情形爲要。

戰鬥射擊之指揮，通常由營長擔任之，此種射擊，完全依實戰情況爲基礎，故目標飛行姿勢之規定，亦漸趨繁雜，先由單簡之側面飛行，及由正面飛行，漸次轉爲水平曲線飛行，且變換其高度以及正面飛行，變換其高度而轉爲急下降等各種飛行法，依次施行之，且對於斜距離及高度，亦須有適當之增加，而使射擊實施亦漸次困難，必要時，操作人員亦須帶上防毒面具，及施行缺員操作以演習射擊，此外尙須實施戰術射擊，即指揮官須基於所付與之目標種類，而選擇適當之射擊方式焉。

第三節 射擊計劃

在計劃射擊演習時應顧慮以下各點。

1. 射擊演習之種類(練習射擊，戰鬥射擊)
2. 射擊法，(以電氣傳達射擊諸元者，指揮儀射擊以電話傳達射擊諸元者，補助儀射擊。直接射擊)

3. 變換點之距離

4. 目標高度

5. 飛行種類（側面飛行，正面飛行，或者爲直線與水平曲線飛行高度變換滑動飛行，急下降飛行等）

6. 用指揮儀射擊時之射擊方式（基本射擊，奇襲射擊，持續射擊）

7. 射擊時應用之火砲數目

8. 每次射擊彈數之規定

9. 射擊人員之規定

舉行射擊演習前應由負責人以上各點爲原則，規定詳細計劃表，于射擊前一日，將此計劃表呈報於高級指揮官（在練習射擊時其高級射擊指揮官爲營長）然後由高級指揮官處理一切必要之準備，此種準備之主要事項，即在與飛行員（即當射擊準備時帶拖靶之飛行員）慎密討論協定其飛行種類，目標高度，目標距離去及各個射擊之經過與目的也。必要時射擊陣地與拖靶之飛機，預先須有

特別信號之規定，以構成空地之連絡爲要。

第四節 射擊演習之準備

射擊演習之前須顧慮一切，妥爲準備，其應備之事項分條述明如下：

1. 關於射擊時間，地點射擊日數，射擊部隊及指揮官等項，均應報告於直屬上級機關。
2. 關於射擊開始時間，地點射擊經過期間，警戒區域及警戒時間等項須通知民治及交通機關，出具佈告曉諭民衆，以免誤會，而防危險。
3. 關於射擊時間，地點，射擊警戒區域警戒時間以及警戒實施之指揮官等項通知水陸警察局或保安隊。
4. 關於飛機之姿態，拖靶之需要，對於射擊時間，地點之討論事項，通報空軍飛行隊。
5. 彈藥或呈請發給需要彈藥。
6. 長基線之構成，射擊圖之繪製。

7. 必要之電話連絡設備。

8. 準備彈藥之預備(即裝好引信之謂)

9. 指揮儀上蓄電池之裝備火砲及觀測器材夜間射擊時照明之設備。

10. 火砲及觀測器材之檢查試驗以及意外故障之修理。

11. 高射砲連射擊命令之付與(關於射擊時間區分及射擊經過)。

12. 警戒區域之界限，警察須明瞭指示之。

第五節 警戒之規定

對於高射砲兵射擊之警戒方法準備，亦類似野砲兵地上射擊警戒之法，故無須另文規定之。

第六節 陣地與飛機之連絡

射擊陣地與拖靶飛機之連絡方法，最適宜以無線電或閃光通信施行之，就中以利用無線電尤為有利，因不受視線及太陽位置之影響故耳，至於飛機布板通信法僅為片面之連絡，不適合於射擊演習之目的，因其在不良視界及遠大距

距離時，由飛機上頗難認識清楚，故通常不甚適用也。

對於防空上之一般信號，均記載於信號表內，惟對於射擊演習，尚須有以
下特別規定之信號：

射擊開始

射擊完結

射擊指揮演習(不實彈射擊)

實彈發射(Sharfer Anflug) (在飛行陣地時用實彈以演習射擊)

接近飛行之次數·(Anflug Nr 1 vsw) No: 1 2 3……等

接近飛行之重複。

側面飛行(平行)

正面飛行(中央)

目標高 1000m

” 2000m

” 3000m
” 4000m
” 5000m

變換點之距離 1000m

” ” 2000m
” ” 3000m
” ” 4000m
” ” 5000m

急下降飛行

高飛(每次以增加500 m爲標準)

低飛(每次以降下500 m爲標準)

遠飛(每次離遠 500 m爲標準)

近飛(每次臨近 500 m爲標準)

變換航路飛行

高度變換飛行

直線水平飛行

射擊偏差如何

第七節 射擊成果之製圖及評判

參攷第十九章及射擊作圖與射擊價值之對照比較

第十九章 長基綫觀測(射擊作圖及射值之成績)

評價，由陣地實施射擊觀測時而欲判斷炸點在空間與目標之位置，乃事實上所不可能者，業已詳於第十三章中。

假使吾人果欲判斷炸點在空間之位置，則空中目標之實際航路，對於射擊陣地及炸點，對於在該航路上空中目標之位置，宜隨時隨地精密確定，此際所得之結果，再於測高儀及砲上所裝定之檢查值互相參照，然後始能確定炸點對

於目標偏差之原因，此外如風及天候之影響，指揮儀及測高儀之工作精度，及其操作人員是否操作精確均可由此中認出也。

以上一切錯誤之確定，不僅用爲評判射擊之成績，即對於射擊訓練上亦極爲重要，對於空中目標之射彈觀測法隨時演進，近代最新之測量法，乃基於光學或照像法，以兩個測角儀裝置於詳爲測量長約 ∞ 至 ∞ 公里基線之兩端上，用空間交會法以決定空中目標之實際航路，然後再依同法決定炸點對於目標之位置。

基線兩端之兩點，最好使其一接在砲連陣地內或陣地附近，則所得之值無須換算於陣地處矣。

對於兩基點之方位角高低角，須同時測量記錄之，然後用三角學理之算法，或作圖法求得目標之實際航路及炸點，對於目標之位置，如已知航路上各點中間之時間（此時間由速度測量器計算之）則由上法求得之，實際航路內尙可知目標之速度加速度，上升速度與下降速度也。

，且須固定精確航線也。

在基線之兩端，對於運動迅速之目標，欲行精密之交會法，須同時記錄之

對於航路之求得，炸點之精確決定，須由兩基點處供給如下之各值：

1. 目標之精確方向
2. 目標之精確高低角
3. 炸點對於目標之方向偏差
4. 炸點對於目標之高低偏差

根據上述各值，以三角學理之計算法或以製圖法可得以下各值

1. 航路之水平投影，此投影線中，可求得目標在航路上之各點及速度。

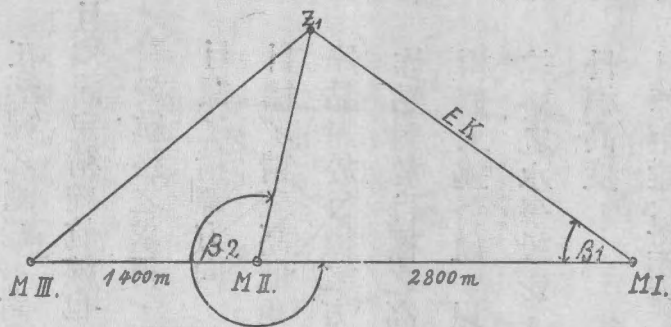
2. 目標高度

3. 目標距離(斜距離)

4. 目標水平距離

5. 炸點與目標位置之關係

第三十七圖 方位角



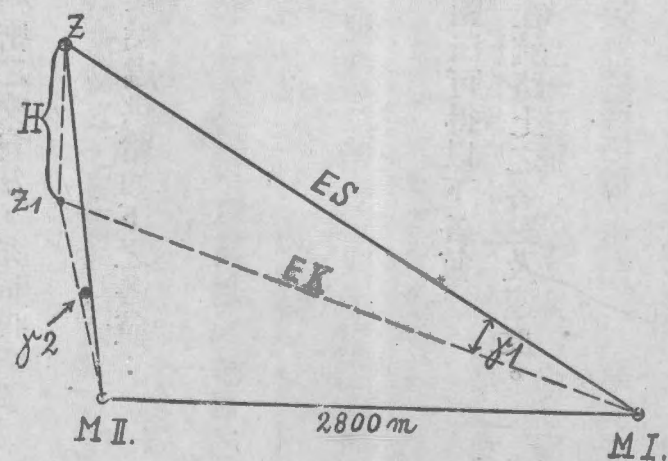
- (1) 依方向者
- (2) 低高低者

(3) 依距離者

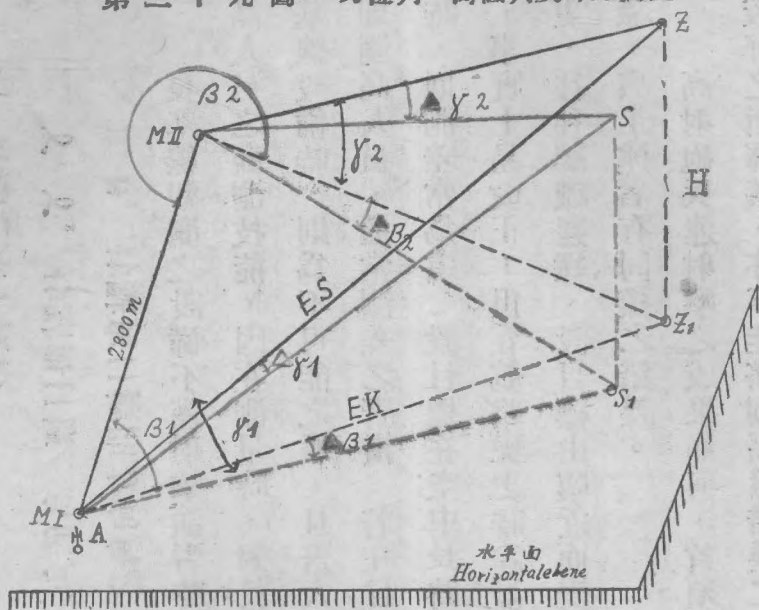
參照下列各圖可明瞭
長基線觀測之方法，
(說明在第三十九圖
後面)

測所乃用以檢查
及精密測量之預
備觀測所
第三測高儀之用
途為預備監督，以及

第三十八圖 高低角



第三十九圖 方位角，高低角及炸點位置



高射砲射擊學

增大精度而設。

圖37至圖39之說明

A.射擊陣地

MI—MII基線，長約2—3公里。

MI MII 及 MIII 觀測所。

Z 空中目標

Z₁ 目標之水平投影

H 目標高

E S 斜距離

E K 水平距離

γ_1, γ_2 目標之高低角

β_1, β_2 目標之方向角(方位)

δ 炸點

S_1 炸點之水平投影

$\triangle \gamma_1 \gamma_2$ 炸點與目標 \triangle 高低角之差

$\triangle B_1 B_2$ 炸點與目標間方向角之差。

長基線觀測之設備不僅射擊演習時，用之於測量及作圖，且可用以檢查測高人員之觀測技能，因在測量時，對於空中目標之真正航路之確定，若無該長基線設備時，則為不可能之事，且吾人據平時之經驗，事實上常有不可免者，即測高人員，通常測差之習慣，若在目標臨近時，則測差常為短，在目標離遠時，則測差常為遠，設目標在空中長時間水平直線飛行時，則測高人員之測差，事實上易改正，但在航路變更時（特別在水平曲線時）則測高人員對於距離變更，往往認識遲緩，設目標由臨近而變為離遠時，則測高人員對於轉換點之認識，與上述者有同樣之錯誤。

高射砲兵連射擊之成果如何，首須以測高儀測量之正確與否為轉移，縱有較好之指揮儀，亦不能將測高儀錯誤之測值變換為正確之射值，故測高人員之

測量功率，須時時利用長基線檢查法，以考驗其技能也。

此外仍須特別注意者，即以長基線考驗法之結果，而判定測高人員固定之誤差習慣；例如測高人員已成一種恆近或恆遠測差之習慣者，可於射擊時依其誤差之慣性，而加以適當之修正（參攷測高儀教練之記錄）而增加射擊之效率也。

長基線測量之器材

作長基線測量時，一切測角儀均能利用之，以測量目標方位角及高低角。下述器材，均可利用之。

角速儀，經緯儀，照像儀，活動攝影儀，紀錄器，方向指示器等，最後兩種乃為現代最新發明者，以活動攝影可得最精密測量成果，但其不便之處，即攝影器之現象作業需時較久耳。

第二十章 地上目標射擊

高射砲對地上目標射擊，平時應絕對禁止，但爲近距離防禦或敵人戰車，裝甲汽車，衝過我軍陣地時，亦可暫時參加地上戰鬥爲臨時應急自衛之射擊。

對此種目標射擊時，通常以單砲在暴露陣地實施之。

因此種地上目標多乘人不易出現，近距離上而襲擊陣地者，故應取簡單迅速之射擊法以撲滅之。

第一節 對戰車及裝甲汽車之射擊

對此種目標射擊，通常構成百公尺夾叉，或百公尺以上夾叉，但開始時以近極限或夾叉中間距離（在背進目標則用遠極限）以作效力射，對於側方運動之目標，其距離仍用其所測距離，惟對於方向則應隨時修正之。

彈種 榴彈着發引信（AZ）試射時不用延期引信效力射時用延期引信

第二節 對步兵射擊（在近距離發現者，或向我高射砲陣地攻擊者）

對步兵射擊，通常亦取用百公尺夾叉，或百公尺以上夾叉，而以近極限行效力射，假友軍步兵陣地許可時，則對於開始距離之選擇，愈近愈好，使其火

力直接置於目標之前，需要時，亦可將火力由遠開始，而使其漸次接近目標也。但效力射擊，無論如何均須置於敵人最前部之前也。

彈種 榴彈着發引信，試射及效力射均不用延期引信（OV）

其口令方式及砲手操作，與對空中目標直接瞄準時相同（參考單砲教練）

第二十一章 彈道學

膛外彈道

第一節 通則

砲彈發射後，由砲口至落點，其重心所經過之線，謂之彈道。

彈道形狀，與下列五項有密切關係。

1. 砲彈之初速
2. 砲彈出砲口時之射向（即擲角）
3. 地心重力

4. 空氣抗力

5. 砲彈繞其縱軸之旋動關係。

第二節 眞空中之彈道

第一款 惰性之直線彈道

僅在其任意初速及任意射角影響之下（無重力空氣阻力及其他影響），其砲彈發射後，速度不變，依原來發射方向，一直前進，永無止境，此種彈道稱之爲惰性直線彈道（事實無此現象），

第二款 眞空中之拋物線彈道

在眞空中之彈道，不僅有初速及發射方向之關係，而尚有重力之影響，故彈道成拋物線形，同時砲彈速度亦有變更，且其最高點在彈道中央，最高點兩邊之彈道弧互相對稱，此種形狀之彈道，謂之眞空中之拋物線彈道。

在空氣中之彈道，尙有空氣抗力及砲彈旋動等關係，其變化之形狀，容於

第三節說明之。

砲彈出砲口在空氣中飛行時，受地心吸力（重力）之作用，而成加速度向下垂直墜落，其墜落之距離，隨其經過之時，同時增加，此種距離可以用 S 表示之，其 $S = \frac{1}{2} g t^2$ ， g 爲重力加速度等於 $9.81 \text{ m} / \text{Sec}^2$ V 爲落下時間，故 $S = \frac{V t}{2}$ $\frac{g t^2}{2} = \frac{V t}{2}$ $\angle = g \cdot t =$ 終速在砲彈未出砲口前。其惰性及重力運動彼此尙有連帶關係，然砲彈在真空中運動時，因惰性關係使之前進又因重力關係使之落下，於是得彈道之各點，連此各點即成拋物線彈道焉（平行四邊形之合力）參考下圖（第四十圖）：

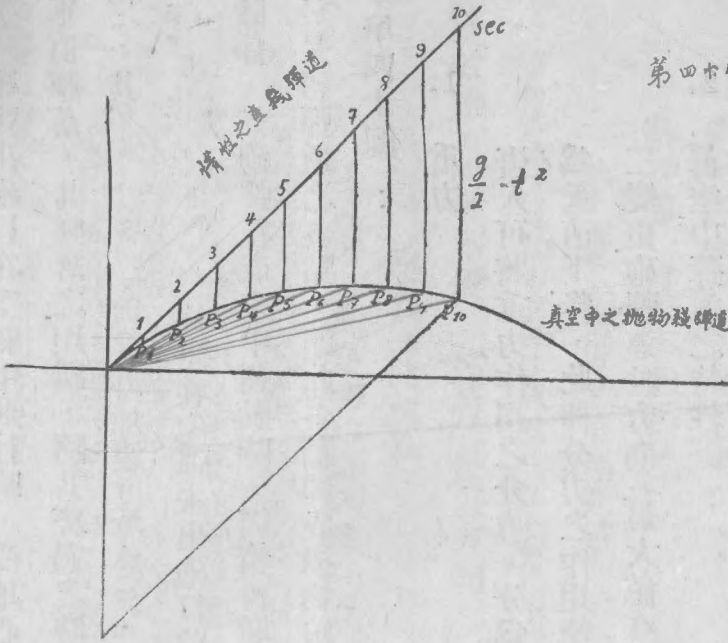
1. 重力

吾人可將重力作用之分力，分爲兩部，一部爲沿射線直向飛行，一部爲垂直下降，此種分力之作用第一使砲彈在升弧上成爲減速運動，第二變更砲彈運動方向（最大值在頂點 (S_{max}) ）使成爲弧形彈道。

2. 真空中彈道之特性

其特性約如下述

第四十圖



子、升弧等於降弧

丑、射角等於落角

寅、頂點在彈道中央，至頂點

之砲彈飛行時間等於總飛

行時間之半

卯、砲彈速度向頂點飛行時則

漸減小而後則漸增大，終

速等於初速，在彈道對稱

之各點上，其速度亦復相

等。

在同一初速下發射時，其

最大射程之射角在 45° 。附

近

第三款 眞空中之彈道羣

1. 在一定之同一砲彈速度時

子、特性之通則

在 45° 以下之射角時，其射角增大則水平射程亦增大，在 45° 以上射角時，其射角增加則水平射程反漸減小，至 90° 之射角時，其水平射程則等於零。

在 90° 射角時，其最大射高，等於 45° 射角時最大射程二分之一。

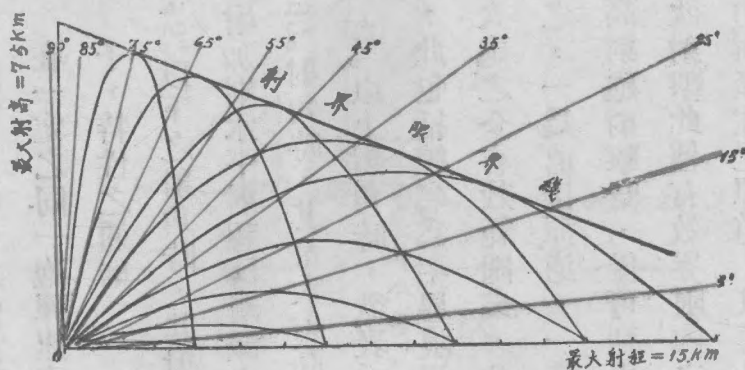
在 45° 以上射角時，欲表示其射擊有效範圍，則將各彈道群連絡成一包括線。此包括線名爲射界限界線，假吾人使此線繞砲位周直座標旋轉，即可得火砲之全有效範圍矣，凡目標在此有效範圍之射界內，砲以利用兩種射角射擊之，一爲直接彈道，一爲簡接彈道二種。

但高射砲射擊時，僅可利用直接彈道。（即用升弧是也）

如欲射擊此種有效界限內之目標，則須賦與砲身以某一相應射角，利用此射角所產生之彈道，以通過目標。故吾人於目標之高低角上，尙須決定其

彈道學圖例

第四十一圖



高射砲射擊學

相應之高角加入之也 (參見 11 頁)。

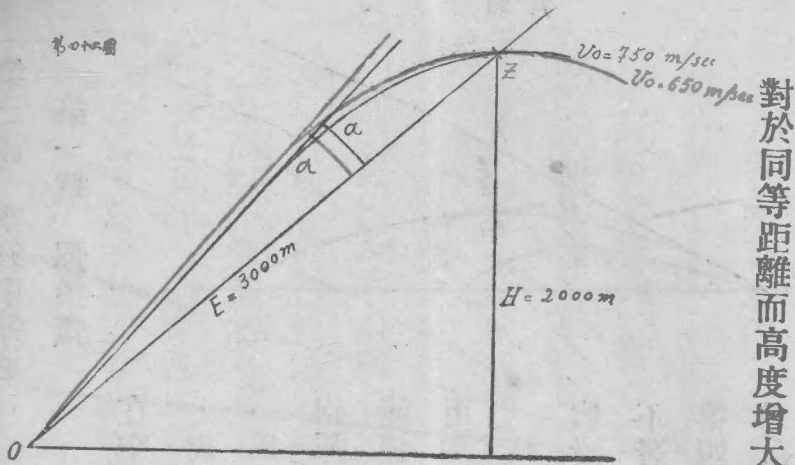
十 丑)。

丑、重力之影響

在射角增加時，其減速或加速之分力，將漸次加大，而使彈道彎曲之分力，則漸次減小。但在頂點(最高點)處，則屬例外，即其向下之分力永等於 g 值之謂也。

由此可知，在射角增大之彈道，其升弧(或降弧)常為直伸，故對於同一距離之目標射擊，但目標高度增大時，則角高則漸減小。

因射角增大時，其減速分力較大，故



對於同等距離而高度增大時，則砲彈飛行時間亦漸次加大。

2. 在同一之射擊角時。

吾人若以一較小初速對某給與之目標點射擊時，則需要較大高角及砲彈，飛行時間，因其彈道不如斯之直伸也反之若以較大之初速射擊時，則其高角及砲彈飛行時間，均將隨之而減小（參考93頁圖例）

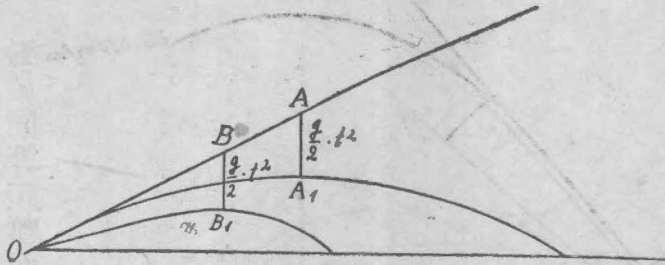
此圖係說明前段之意義。

- (藍線) 初速 750 m/s 時，砲彈飛行時間 5.2
- 4. 秒高角 28.1°
- (紅線) 初速 650 m/s 時，砲彈飛行時間 5.6
- 8. 秒高角 32.1°

第三節 空氣中彈道

第一款 彈道弧

第四十三圖



在空氣中影響於彈道形狀之變化，除前述各種因素外，尚有二種因素，一為空氣抗力，一為砲彈繞其本身縱軸之旋轉是也。

砲彈飛行中因繼續受空氣抗力之影響，致砲彈成爲減速運動，此種減速運動之影響，遂使彈道較在真空中更加彎曲。

1. 彈道弧之起源

假設物體運動之惰性，與地心吸力之落下運動，彼此不發生連帶關係，可參照下圖：

第四十三圖圖例之說明：

CA線乃表示惰性運動無空氣抗力者。

○B線乃表示在空氣抗力中依時間 t 之惰性運動 v_0 。爲按時間 t 之降落距離，如斯則

▷爲真空中彈道之一點。

□爲空氣彈道弧上依時間 t 之一點：

依上述方法吾人可繪成彈道弧，其他特性下如：

2. 彈道弧之特性

(子)彈道弧線係不對稱者，升弧較降弧長而且直伸，落角亦較發射角爲大。

(丑)射程較在真空彈道射程爲短，其最大之彎曲部在頂點後之降弧上，彈道之最高點距彈道之落點，較近於砲口位置。

(寅)在最初時，砲彈速度經空氣抗力而逐漸減小，而後在降弧時，經地心吸力之初速及空氣抗力關係，故其砲彈速度又復增加，但其存速仍較初速爲小也。

(卯)在真空彈道上其最大時程之發射角爲 45° 。但在空氣中之彈道上，實際小

於450。

3. 砲彈重量

在砲彈重量加增時，則砲彈之減速亦小，蓋因砲彈衝力加大故也，且重量增加，亦易克服空氣抗力，故可得較大之射程與射高也。

4. 空氣阻力

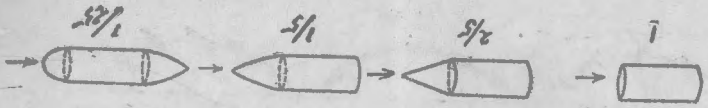
空氣阻力影響於砲彈運動者約有三種即阻力，吸力，及摩擦力是也，但此種效力之大小，又與砲彈橫斷面，砲彈形狀，砲彈速度及其氣重等，發生密切關係焉。

(子) 砲彈之橫斷面

空氣阻力之大小，與其砲彈橫斷面之大小成爲正比例，但其斷面荷重急大，空氣阻力則愈小，所謂斷面荷重者，乃砲彈全重（以公斤計）除以橫斷面之單位平方公分也。

全重 (公斤)
橫斷面之平方公尺

第四十四圖



(丑)氣重

一在氣重增加時(由於空氣密度增大)空氣抗力亦隨之而大。

(寅)砲彈形狀

砲彈頭部愈尖銳，表面愈光滑，以及外部愈少突出部份之存在(如彈帶)且使其彈底稍成圓錐形，則其阻力，吸力及摩擦力亦愈減少也(見圖)：

$\angle = 50^\circ \text{ m} / \text{Sm}$

(卯)砲彈速度

砲彈速度愈大，則空氣抗力亦愈大，但須顧慮者，在初速增加時，砲彈亦增加，空氣阻力反易被其克服。

故欲得適宜之彈道弧，吾人須規定初速及彈重，正當之關係。

1. 膛線

一縱長之砲彈，若由於無膛線之滑堂砲身射出，砲彈無正當之

第四十五圖



操縱則在空氣抗力影響下，必有橫過或顛倒之虞，以致引起不規則之飛行，其射程縮短，其命中公算惡劣，其砲彈或側面或底面着落，於是其引信效力及侵力徹均爲銳減。

若利用膛線之砲身，即可免除以上諸弊，因其砲彈在膛線內，彈帶嵌入膛線而使繞其縱軸旋轉，至砲彈脫離砲口後，仍能保持其旋轉，使砲彈頭在飛行中，時時向前，達到彈軸在彈道截線上得一定方向之旋迴，且空氣阻力經此迴轉作用，亦易於克服，故大砲之膛線應適當選擇，使無如甲乙兩圖所表示不規則之現象。

子、膛線影響於彈道各點

(1) 空氣阻力之着力點，不在砲彈縱軸之方向，而在其斜下方，蓋砲彈運動之方向，乃由兩種分力所合成，吾人假想砲彈爲某軌道之一點，全無其他影響，則該砲彈必相應其速度循其軌

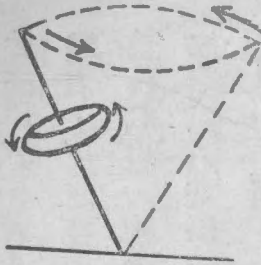
第四十六圖



道繼續向前運動（在第一節情性彈道中已有說明，但同時因有重力作用，牽引砲彈垂直降下，於是砲彈之重心，遂隨從由此兩分力所組成合力之方向，向前運動矣，（參考左圖）故空氣阻力既不純粹由於前方，又不純粹由於垂直下方接觸，而却從砲彈軸之斜下方接觸也（參攷四十六圖）

因砲彈頭之重心不在彈軸中央，而在其中央之後部，故空氣平均阻力之着力點在砲彈重心之前時，欲將砲彈繞其重心砲彈運動外，再加膛線作用，則其運動公式，吾人可以傾斜狀陀螺（

第四十七圖



日本名之獨樂）之動作譬喻之，傾斜放置之陀螺，由其上各點之旋轉運動，及由重力所引起之降落運動，組成一擺動運動，故陀螺以支點為圓錐尖依旋轉運動之方向畫。

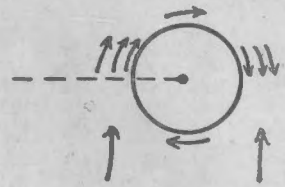
砲彈之旋迴運動情況，頗與陀螺相似，惟其關係不如

此簡單耳，蓋重力爲陀螺擺動運動之原因，但重力之方向及大小爲固定不變者，反之空氣抗力之大小與方向及其着力點則隨時變換而異。故情況較爲複雜也，砲彈亦繞其重心點作擺動運動。其情形與陀螺相似，故砲彈頭部繞彈道畫出一螺旋線，如砲彈右旋膛線運動，則此螺旋線經過，與時針之轉動方向相同。

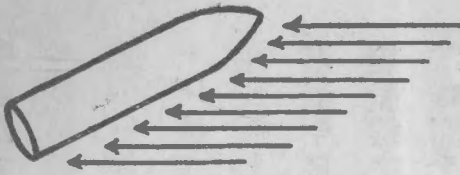
經此種擺動運動 則砲彈將被牽掣，離開其原始之路線，故在右旋之膛線，其砲彈出砲口後，彈道頭即自動向右，因空氣抗力從左方着力，而壓迫砲彈向右也。在此種壓力下，砲彈之縱軸，不能繞彈道切線，完成一圓週圓錐，而成一擺線圓錐，故砲彈尖頭大多在彈道切線之右方，而砲彈經陀螺效力，遂向右偏差矣。

(2.) 因空氣之平均阻力由砲彈斜下方着力，則空氣順此力之方向流過砲彈之左右也，且經砲彈之旋轉，故其表面上所附之空氣，將被攜帶前進，此沾附之空氣，在右旋膛線者其方向砲與彈右邊向後流動之空氣完全相反，

第四十八圖



第四十九圖



故旋轉速度減小，砲彈之左方則旋轉方向與向後流動空氣之方向相同，故速度增加，如斯則右方成立過壓，而左方則成立低壓（參攷下圖）

此種現象謂之「馬格恕斯作用」假如空氣平力阻力垂直於彈軸時，則「馬格恕斯作用」達到其最大值，而使砲彈偏向左方。

（3）在砲彈飛行時，空氣濃積於彈頭下，在右旋膛線則砲彈向右方旋轉（參攷下圖）

總括言之，砲彈之偏差，非如上述單獨現象所可概括，乃由各種不同之效力所組成者，右旋之膛線，其砲彈偏右者，則大半由於旋迴作用加氣墊作用，於「馬格恕斯」作用，至使砲彈偏左，前已訴及，但氣墊作用之單獨值，則較馬格恕斯作用為小，在低伸彈道中，此種偏流之增加，與距離成正比例，唯偏差增加則較距離增加為迅速，因砲彈速度亦較旋轉速

度之減少爲迅速也。

在高射砲射擊中所用之彈道，於同一距離而目標高增加時，則偏流隨之減少，於同一目標高度而距離增加時，則其偏流隨之加大，如在低伸彈道，所述者乃與斜距離頗有關係，因圖上距離通常小於斜距離，且其彈道（在升弧上）常爲低伸也。

迄至今日，均言右旋膛線之砲，偏流偏右，但有其他之特種火砲，雖爲右旋膛線之砲，然其砲彈之偏流，最初偏向左方，而後繼續在彈道上經過相當時間又偏向右方，其原因之說明，殊非簡單，蓋學者對於此種特殊現象，似尙無充分之證明。

瑞士得尼克耳(Dänker)書中曾載有下述之評論，在彈道之傾斜度（即射角大）甚大時，在右旋膛線曾確定最初有砲彈偏左之現象，目今對於此種現象說明，以爲馬格恕斯作用超過陀螺作用及空氣氣墊作用所致，因在此情況下，陀螺作用最小，而（馬格恕斯）作用則達於最高也，爲便於想像起見

述達於最大限，此外空氣阻力使砲彈延緩，但無偏流之表現，旋迴作用遂等於零矣，因在射角甚大之彈道上，其彈軸與空氣平均阻力所成之角在頂點爲最大時，則有上述之情況，即馬格恕斯作用，超過旋迴作用而使砲彈向左偏流也。

得尼格耳又言，此種說明僅在大射角之彈道上，始有膛線右旋而偏流向左之情形，但彼所言者，僅爲左偏，而無言先左偏而後又右偏之情形，然在低伸彈道砲彈亦有先行偏左，而後繼續飛行時間內，漸次偏右者，故對於此種開始偏流向左而後向右之問題，當然尙有他種之關係，依編者之意見，此種最初偏流向左之原因，或者由於初速過大所致，因其初速增大時，則空氣阻力增大空氣阻力增大，則「馬格恕斯」作用大於旋迴及氣墊作用，如砲彈在彈道上繼續經過時，其速度逐漸減少，則馬格恕斯作用，因空氣阻力減小關係，亦隨之而小，故旋迴及濃積作用，超過馬格恕斯作用，

第五十圖



而砲彈最初雖向左偏，然後又轉為右偏矣。關於此項問題，當然尚有其他多種意見之說明，但究以何者，較無適當，誠為一時不敢妄加評判也。

第二款 空氣中之彈道曲線羣

1. 在初速(V_0)及空氣抗力相同時：由空氣中彈道羣可(參考下圖)知其最大射程約在 45° 。射角上下 砲彈之上升高度，在垂直射擊時，等於最大射程之半，但在真空彈道中其最大射高(30° 射高)僅等於將 45° 射角所達到得之最大射程之半。在距離至 9000M 時，距離目標高增大，則高角在相等距離下：隨目標高之增加而減小。

距離相等，但目標高增大，則砲彈飛行時間亦隨之增加，偏流在目標高增加時，則減小，但在距離增加時則增大。

在水平面內之偏流而修正者(如獨立職準砲之方向未來修正釐及在 7.5Cm 普福式高射砲)在同一距離而目標高增加時，

其水平面之方向，則增至最大，但在空中斜面時，則通常減小。

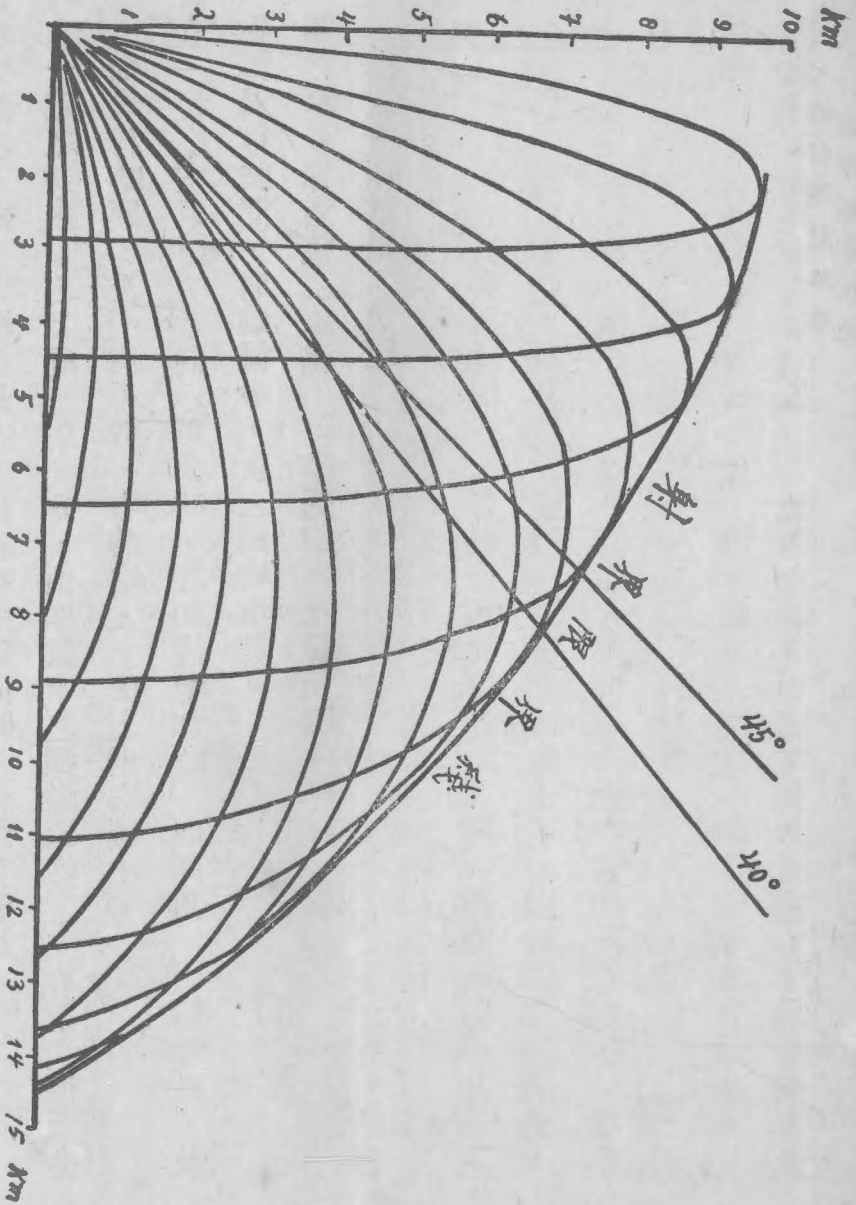
2. 在一定之初速(v_0)及同一射角時。由空氣中之彈道羣觀之，在射角增大時，則飛行時間，及引信秒數，均將增大，反之則均減小。

3. 在一定之空氣阻力及同一射角時，在初速增加時，則高角，引信秒數，及砲彈飛行時間，均為減少，反之則均增加。

關於本章彈道弧之敘述，可參閱射表及彈道圖。

空氣中彈道羣(圖例)

最大射高 = 9.6 Km

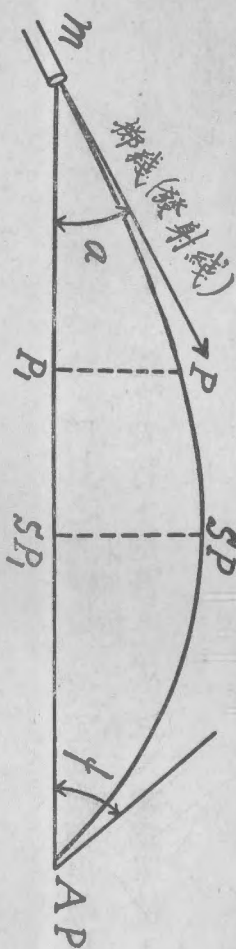


第三款 彈道之說明(參考下圖)

從側面視之彈道

彈道立面圖

第五十二圖



射角，射角者，乃瞄準發射前，其砲身軸延線，與水平面所成之角也。

發射角(擲角)發射角者，乃砲彈出砲口時，砲身軸延線與水平面所成之角也。

發射角與射角通常稍有差異，此種相差之角度，與名曰定起角，或曰發射差角，此種定起角之產生，原因甚多，如發射時，砲管之震動，火砲俯仰，至於砲位之情勢，火砲之不完全安定等，亦足影響其發射差角，種但此

種發射差角無害於射擊精度，蓋其每次射擊所生之誤差相同，而於付與高角時，已在射表中，施以修正矣。惟由於砲架之不安定、砲位之不良，以及土質之鬆易等原因，而產生之發射差誤，頗影響於射擊精度也。

砲口水平面

m_1AP ，乃理想之水平面 即當彈底脫離砲口時之瞬間，砲口中心所在之水平面也，射表之設計，均依此砲口水平面為基礎。

初速：

初速者，乃砲彈脫離砲管時，所具之速度也，假定其砲彈出砲口後在第一秒時間，成直線而速度不變之飛行，則吾人以 $\frac{1}{2}gt^2$ 為單位，而測算其經過之距離。

頂點：

最高點 (SP) 者，乃彈道中最高之一點也，最高點之垂直距離 (SP—SP₁) 名為最大彈道高

升弧：

升弧者(B, C)，乃由砲口至最高點之一段彈道弧也。

降弧：

彈弧者，乃由最高點至彈道與砲口水平面之第二交會點一段彈道故也。

彈道高：

彈道高者，乃彈道上任一點至砲口水平面之垂直距離也。

直線：

(m-AP)，乃一水平距離，亦即射表中之射程，係依射表而得其自砲口

至彈道第二交會點之距離也。

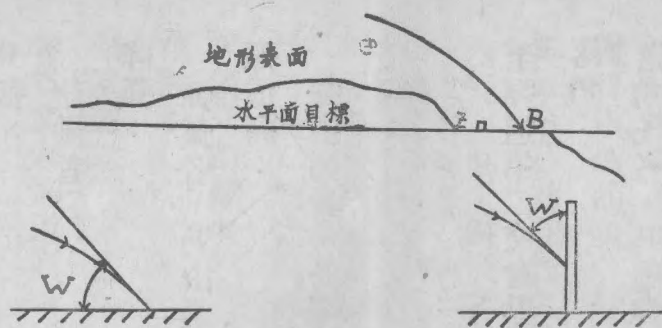
落角：

落角者，乃砲彈沿降弧方向落下時，其彈道切線與砲口水平面所成之角

也。

落速：

第五十三圖



命中速者，乃砲彈在降弧上與砲口水平面交切時所具之速度也 (AP)
命中速：

命中速者，乃砲彈着於目標或地方形時之速度也，如目標適在砲口水平面上，則命中速等於落速。飛行時間：

飛行時間者，乃砲彈由砲口至落點或炸點繼續運動時間也，此時間通常以秒為單位計算之。

炸點：

炸點者，乃砲彈在空中爆炸之點也。

目標水平面：

目標水平面者，乃目標所在地理理想中之水平面也，假使目標與砲口水平面同一高度時，則目標水平面與砲口水平面合而為一。

彈着點：

彈着點乃彈道與目標接觸地面之點也，由砲口至彈着點之距離，即實際上之射程，假使目標在砲口水平面中，且無氣候及其他影響時，則射程與射表上距離相等也。

命中角 (α)

命中角者，乃彈道切線與目標表面所成之斜角也，假使目標表面與砲口水平面重合時，則命中角與射角相等。

第四款 命中效力射（射彈散布）

吾人用某一火砲，而以同一火面，同一射值，依次發射多數砲彈，則各砲彈必不命中於一點而散佈於大或小之面積上，此種現象名曰「散佈」。散佈之起因。

乃係由於彈藥上不可避免之誤差，例如彈藥重量之不同，使用火藥質素之變更，砲彈尺寸微小之差異，砲身之污漬及發熱，瞄準之不精確，放列原

位變動，駐鋤之弛鬆，砲架之搖動，氣重與風之變化，以及其他諸種之關係，在在均可影響於射彈散佈面也。

少數射彈之散佈面（假如對水平面上目標射擊，則爲水平被彈面，假如對垂直目標射擊，則爲垂直被彈面）最初視之，似全無規則之可言，若發射多數砲彈後，始能認出散佈面，有若干之規則性在也，即集於理想中之一點（平均彈着點）由此點向被彈面邊緣，則彈着密度愈遠愈稀，至其邊緣，則僅有少數砲彈落着而已，因微小區別射擊之數固較大，區別之射彈爲多，於是射彈遂密集於平均彈着處點，由砲口至被彈面內之平均彈着點之距離，謂之平均射程，經過平均射程之理想彈道，謂之平均彈道，由平均彈着點至企圖命中點之距離，謂之側方平均距離，本書第二十一章所述載之一切說明，均以平均彈道爲根據者，全被彈面上砲彈之半500/0密集於平均彈着點附近而有相當之範圍，此種範圍，在長寬高三種被彈面中，約爲全被彈面面積四分之一，此面積稱之曰半數必中界，多附載於射表上，用

以判別火砲之命中效率焉。

射表上所載散佈界之數字，乃用單砲在可能範圍內，除去一切影響，作多次實彈射擊所得之結果平均數也。惟一切散佈界表，僅能給與吾人一或然之數字，而非確定不易者，故不能視為固定之比較數也。

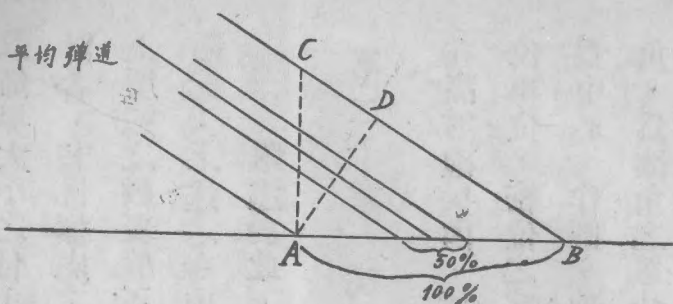
若用同一方向，同一彈藥，而以單砲，射擊多數砲彈所得全被彈面，約較半數必中界大四倍，此四倍之半數中界之面積稱之曰散佈界；（即全被彈面）茲說明其意義，例如射表中載 500/0 命中彈須目標之長度為三十公尺，換言之，即在作射表試驗時，密集砲彈半數所在之空間，其平均長度為三十公尺，但此際又假設空間向兩邊寬度充足時，根本在此方向上無誤，射彈產生之可能也，若將其半數必中界擴大四倍成為 1000 公尺，則所發射之砲彈均將在範圍內矣。

以多數火砲射擊及實戰射擊時，應顧慮其散佈界之增大尤其在持久及激烈射擊時其散佈界之擴大更為迅速，通常在單砲射擊時可增加二倍，全連

射擊時可增加可三倍一若射表中所載者，然在不適宜之狀況下，此種數字，仍可視為許可量也。縱深散佈，乃最近彈道與最遠彈道間之距離，其長度在射擊方向之水平面上測量之（見圖 1B）高低散佈 乃最高彈道與最遠彈道之垂直距離（1C）橫斷面散佈，乃係最近彈道與最遠彈道之垂直距離（A—D），方向散佈，乃係極右彈道至極左彈道之距離在垂直於射向之方向上測量之，全於平均縱深散佈平均高低平均橫斷面散佈及平均方向散佈等，學者可依其意義理解之，用某一種火炮，以同一裝藥，同一方向，同一引信，繼續射擊多數砲彈，其炸點將分散於若干空間內，絕不能一致密集於平均炸點前後左右也，此種炸點之全高低及縱深散佈界通常大於平均炸點四倍，而其炸點之方向半數界約等於着發時方向半數必中界，故射表不予特別記載。

空炸之燃燒引信，其炸點縱深及高低散佈界，常大於着發引信之散佈界，但在機械引信時，其散佈界常小與燃燒或彈發引信，蓋用燃燒引信之

第五十四圖



散佈則爲A—B，若地形向敵方傾斜時，則其散佈爲C—D，若地形向敵方上升時，則其散佈爲C—E

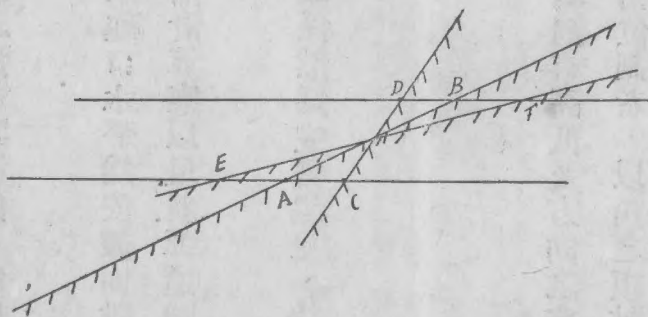
高射砲射擊學

砲彈，除砲彈本身所引起之散佈，尚有信管受天候影響之散佈，機械引信除信管之極小散佈外，僅受砲彈散佈之影響，吾人遂可判斷，自然裝配信管時，操作上之錯誤，亦足影響兩種信管炸點之散佈，又不待言，其優劣作取捨之用矣。

目標處之地形狀況與砲彈散佈現象，有莫大影響焉。

(參閱以下各圖)

第五十五圖



口) 若目標處之城形向側面傾斜，則在此斜面所測量之彈着點散佈，將向方攏大也。

散佈界大小之付與，通常射表上，所載之散佈表均以砲口水平爲依據而設計者，若目標處之地形較水平面高或低時，則其散佈計算應以最新彈道圖上所載之數表修正之。

附記：上述之命中效率，與高射砲射擊學，本無甚關係然爲完整起見，故附述於此。

第二十章 高射砲兵之角度單位

在高射砲兵內，所用之瞄準觀測及測量器材，其上均刻有高低及方向之密位單位，密位之定義如下。「通常用密位制，所謂密位制者，以角之頂點爲中心，作圓，取圓，取圓週六千四百分之一圓弧，以該圓弧所對之中心角，爲測角之單位，謂之一密位之角度，故其測度制度」求密位單位時，

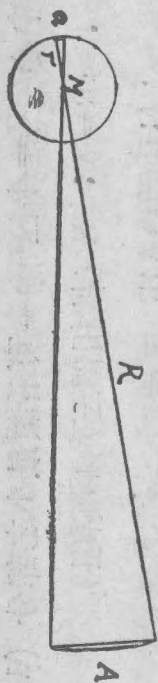
不以一直角等於 90，而使一直角等於 100 分，每分再折分為十六分（據德國常將一圓周分為 400 度故一直角 = 100 度）即一直角等於 1600 密位也。若以度數計算之，則一密位等於 3 分 22.5 秒 17.7 密位等於一度。

炸點或命中點向高低或方向移置一密位時，約等於其距離千分之一（精密計之則為千分之 0.982）圓周之周圍 = $2\pi r$ ， $r = 1000\text{m}$

$$1 \text{ 密位} = \frac{2\pi R}{6400} = \frac{3 \times 3.1416 \times 100}{6400} \text{ m} = \frac{2 \times 10 \times 3.1416}{64} \text{ m} = 0.982\text{m} = 1\text{m} \text{ (在 } 1000 \text{ 公尺之距離上)}$$

高低及方向分畫盤，如此畫分，使其在分割上，最小可看讀之部份（「分割」等於分畫盤半徑千分之一 $\left(\frac{1}{1000}\right)$ ）（參閱下圖）

第五十六圖



m = 分畫圓周中心 K = 半徑 a = 可看讀最小之部分 (1 密位)

R = 射距離 $\therefore a:R = A:R$ (按相似三角形原理)

但 $a:R = 1:1000 \therefore 1:1000 = A:R$

故 $A = \frac{1}{1000}R$

Δ 經望遠鏡光軸繞分畫圓心之旋動，瞄準綫遂變易移其方向，換言之即將命中點向方向或高度移動也，故 Δ 乃瞄準綫移動時所成夾角入對角弧（弦）也。

附 錄

高射砲射擊教育器材

1. 線標

一、用途 線標可以表明空中目標各種動作，及飛行航路，高射砲射擊諸元點及所有未來修正量值乃爲高射砲射擊教育基本之用，並可用以證明前第八章第一節十二個射擊規則之由來。

二、作業 線標作業時，任擬各種想定行之，例如高射砲連距目標之斜距離爲六千公尺，目標高低角爲三十度時，其水平距離與目標高當若干？先依選定之比例尺 1:2500 或 1:5000 取相應之測量捲尺，將捲尺之孔，掛於砲座盤中央之鈎上，隨測至六千公尺之距離爲止，(黑分劃)再將砲座盤之平水曲尺，移至垂直分劃曲尺之三十度。再將捲尺拉緊，沿水平曲尺平面依長度推動砲座盤全部，依高度推動航路角測驗尺，使捲尺之六千分劃，

恰與航路角度測驗尺之指針孔適合，即可於線標兩軌道上用砲座盤下之指針得所求之水平距離爲五千二百公尺於航路角度測驗尺之分割支筒上，得所求之目標高，爲三千公尺，注意裝定其他距離分割時，須與所選之比例尺相符。

反之可從已知之水平距離及目標高，以捲尺求得斜距諸。

線標備有距離各別之捲尺具，均以千爲單位，如目標高在千位以下者，則取與此數接近之捲尺，例如目標爲二千六百公尺，取三千公尺之捲尺，在捲尺之反面，註有與各該距離相當之砲彈經過時間。

外加飛行方向及航速時，得以左法行之：

在航路角度測驗尺下之分割盤，裝定航路角，如目標由左向右，離遠飛行則取左半，由右向左臨近飛行，則取右半，反是類推，應取之度數，爲航路與瞄準線之切角，假定目標由左向右離遠飛行，則將航路角之緊定螺扭鬆，徐移支筒，於分畫盤內，取得相當之航路角，再加斜距離，如上舉之例由水平距離

求得者，爲六千公尺，取相當之捲尺，（注意目標高與比例尺）於其六千分畫之背面，看讀砲彈經過時間爲十四秒，然後將曲線圖，用其兩旁固有之設備，裝於航路角度測驗尺上，於其側方可以讀出十四秒數之米位，（注意比例尺）若加假想之飛機航速，爲每秒鐘二十五公尺，由左向右飛行，則將航路角度測驗尺右軌上把手環，俾能移動以其指針，恰對曲線圖深綠顏色粗線註有二十五數目字者爲度。其由中央指針孔至所移指針孔之一段，即爲砲彈經過時間飛機之主移動段，飛機經過砲彈經過時間取得所移指針之點，即爲命中點，設係由右向左臨近飛行之目標，則用左軌以其指針於曲線圖之左半行之。

線標附有垂線三根，分別穿入三指針之孔內，其尾端掛於砲座盤之中央鈎上，穿入中央孔之線，爲發射點突入左右兩孔之線，依目標進入之方向以定其測點或命中點。

欲求修正量值若干？得按左法施行之：

將砲座盤之方向分畫，定於一千六百，水平曲尺，向上旋轉，使其平面零

點，與穿入中央孔之指針，接觸爲止，再將垂直曲尺，移向水平曲尺，使其零點，恰對水平曲尺之稜角，然後移動水平曲尺至其平面與穿入右方孔之線接觸，即可分別於水平垂直兩曲尺之米位上，求得方向高低之未來修正量。

線標作業時，毋須常以中央指針爲出發點，亦可取側方任何之點，作爲測點或發射點，只將航路角度測驗尺，連同曲線圖，左右移動，使曲線圖之中心線，對正所選之點，無論該點選在任何側方，應將右或左指針，亦移至該中心線，不用中央指針，以其餘指針，照上述之程序，繼續操作，使其適合要求爲度。

II. 滑動模型

一、用途 滑動模型爲一種射基器材，用以教育「距離掌握」射擊時，航速等齊口令裝填時間等齊之水平直線飛行，亦可用以側方飛行與中央飛行。

二、作業 實施射基演習時，應有下列之操作手：

第一號 演習指揮官。

第三號 砲彈經過時間表檢讀員。

第四號 秒錶電鍵管理員。

第五號 抄錄口令員。

第六號 記點員。

第三號裝好發動機，依命定準目標滑動車之速度，向第一號呼云「速度定好」第一號即發「第二號開始發令」口令，隨即連續呼出斜距離，先下「注意」預令，然後下「測距離若干」之動令。

第二號司發口令。

第三號手持砲彈經過時間表，聞第二號發出測距離之口令後，分別臨近離遠各目標種類，查明砲彈經過時間，呼於第四號。（注意表內所載水平距離高度速度，須與所演習者相符。）

第四號持秒錶，聞第一號發令後，即將計秒針之關鍵按開，俟其經過砲秒

鐘之口令裝填時間後，即按壓有關電鍵一次，構成A點（發射點），再將第三號所傳知之砲彈經過時間，緊接加入。復按電鍵一次構成T點（命中點）。

第五號專司黑板抄錄第一號所發之測距離口令；第二號所發之一切口令，及一次演習完了後，所求得之一切修正量值。

第六號依據電鍵構成之發射點與炸點（命中點）以數目字依次記於滑動模型之紙條上。

每次飛行完畢後，應從曲線圖上，將測距離所屬之準確命中距離，及高低方向之各種準確修正量，各別求出，其法係將目標車向後移至命中發射各點，觀曲線圖標明距離之齒線，經線之切點與命中點適合者，即為命中距離，至高低方向未來修正量，將目標車移於發射點，用線之切點於齒線上方或下方垂直取其相當曲線以求得之，（注意箭頭指向）求得之修正量值，應與口令之修正量值比較之。

實施演習時第三第四兩號，應分別注意所用目標速度，是否等齊開秒錶關

鍵時，是否正確，否則容易引起修正量值之偏差。所謂差之毫厘失之千里是也。

III 砲彈經過時間自動記錄鐘

一、用途 砲彈經過時間鐘，係於經過先行規定時間後，（砲彈經過時間，口令裝填時間）能自動在滑動模型紙條上記錄。各點同時並能發出有聲信號或有光信號，以測驗砲彈經過時間。使演習者之注意也。

二、作業 本鐘構造，乃用手柄旋轉扭緊發條，使其指針指向三十分畫為度，扭緊發條時至二十五分畫後，應即徐徐旋轉，否則容易失之過多，有引起發條彎曲或拆斷之虞，鐘外裝有啓閉機，刻有「連接」字樣，以便分別啓用停止，行走時鐘之指針，分別經過「三十」「二十五」「二〇」分畫，至「零」點為止；此種分割，即代表本鐘走完時尙需之若干分鐘。到達「零」點以後，鐘即停止，不動，故於未達此點之前數分鐘，應即從新將鐘內發條扭緊，以免中途間斷影響及於行程，且省停止後再行上鐘之手續，

砲彈經過時間，及口令與裝填時間，分別在其固定黑指針之左或右方分割（外或內分割）裝定之，裝好後即按開報告針之關鍵，則第一報告針，即以等齊速度，向前走動，每按開關鍵槓桿一次，即鬆動報告針一具，俟的有裝定之時間，（砲彈經過時間，口令裝填時間）概行經過完畢後，即為發射或炸點之瞬間，報告針經電力接觸可以解開照相機之閉鎖器，發現有聲信號或有光信號或滑動模型之記錄筆。

裝定口令裝填時間及彈行時間，分別旋轉外邊緣之把手盤及裝於鐘右方之機紐，使固定黑指針之右方延緩分畫（內分畫）及左上方砲彈，經過時間分畫（內分畫）於所要之時間適合為度。任何損害，能使鐘之行程發生故障，裝於閉鎖機下之規正速度螺旋（右後角）僅於緊急至萬不得已時，在一普通鐘對照之下用之，以資調節鐘之速度。

