

# 空軍軍械學

第一冊

吳星才編述

空軍機械學校印行

中華民國三十一年六月十二日

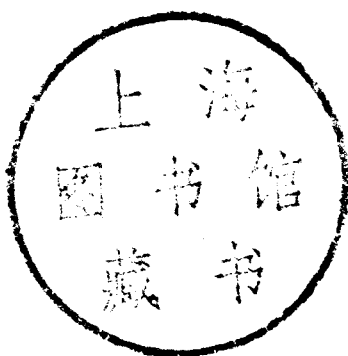
# 空 軍 軍 械 學

第 一 冊

上海图书馆藏书



A541 212 0014 0561B



吳 星 才 編 述

1628853

## 編輯大意

- 一、本書爲一總合性之編述，可作各級班次之教本（中級班次最爲適宜）或參攷進修之用。
- 二、本書計分爲十一篇，三十五章，六十七節，分論軍械之產生，演進，及一般空用軍械之構造原理與各項要領。
- 三、爲便於以後之陸續補充，故各章節均分別獨立。
- 四、關於軍用火藥及化學兵器兩篇，因其有獨立存在之價值，故未予編入。
- 五、各項理論之闡述，均舉例題說明，藉使學者容易明瞭。
- 六、各式不同之構造，多作比較，藉以增進學者之判別力。
- 七、每篇之末，附有習題甚多，使學者於每篇授畢之後，得一反復玩味之機會。
- 八、本書講授時間，預定爲 72 小時，若因時間關

係，則教者可斟酌予以增減。

九、本書編輯時間，共費三月有餘，繕稿作圖校閱，均屬自理，加以本身業務較忙，學識疏淺，錯誤之處，在所難免，尙希軍械同人，予以指教；俾在再版時修正。

十、本書之編輯，多得教官薛生生張福安張玉爲之助，特此誌謝。

吳星才謹識 民國卅一年六月十二日於空軍機械學校

# 空軍軍械學目次

## 第一篇 總論

### 第一章 概念

#### 第一節 導言

A.軍械之產生 B.軍械之演進 C.軍械之別類及比較價值

#### 第二節 空軍兵器之功用

A.空軍兵器之別類 B 機關槍砲之分類及裝置 C.炸彈之分類及裝卦

#### 第三節 機關槍砲及炸彈發達簡史

## 第二章 空軍兵器之特性

#### 第一節 空軍槍砲之特性

#### 第二節 空軍炸彈之特性

## 第三章 空軍軍械常用單位

#### 第一節 公制(法制)度量衡

#### 第二節 英制度量衡

#### 第三節 美制度量衡

#### 第四節 各種單位換算法

## 第二篇 槍砲彈道

### 第一章 導言

### 第二章 外彈道

#### 第一節 概念

#### 第二節 名詞解釋

#### 第三節 真空彈道

- A. 彈道方程式 B. 射程 C. 兩射角而一射程 D. 彈道高  
E. 彈道上任一點之傾角 F. 擲角等於落角 G. 落速等於  
初速 H. 經過時間 I. 空氣彈道之結論

#### 第四節 空氣彈道

- A. 彈道形狀之形成 B. 空氣阻力之大小 C. 影響彈丸運  
動諸力之分析 D. 空氣彈道之結論

#### 第五節 侵徹與爆炸

- A. 侵徹效力 B. 爆炸效力

### 第三章 內彈道

#### 第一節 概念

#### 第二節 發射藥燃燒之概況

#### 第三節 膛壓之變化狀態

#### 第四節 發射藥氣體施於彈丸之功

第五節 膛長決定之標準

第六節 來復線 纏度及纏角

A.來復線之功用 B.來復線之纏度 C.來復線之纏角

D.來復線之種類

第四章 實驗彈道

第一節 概念

第二節 布朗節(Le Bou Lenge)初速儀

A.構造 B.測算

第三節 Deprez 膛壓測量儀

第三篇 轟炸彈道

第一章 概念

第二章 水平轟炸彈道

第一節 常用名詞

第二節 真空中的水平轟炸彈道

A.彈道方程式 B.射程 C.投下角 D.降落時間

第三節 空氣中的水平轟炸彈道

A 靜空氣中的水平轟炸彈道

- 1.靜空氣中的射程
- 2.靜空氣中的投下角
- 3.靜空氣中為退曳角
- 4.靜空氣中的退曳長

### B. 順(逆)風向下的水平轟炸彈道

1. 順(逆)風向下的射程
2. 順(逆)風向下的投下角

### C. 側風下的水平轟炸彈道

1. 側風下之航程
2. 側風偏差量
3. 側風下之射程
4. 側風下之投下角

## 第三章 俯衝轟炸彈道

### 第一節 概念

### 第二節 真空中的俯衝轟炸彈道

- A. 射程 B. 落下高度 C. 落下時間 D. 投下角 E. 前置角 F. 前置線

### 第三節 空氣中的俯衝轟炸彈道

#### A. 靜空氣中的俯衝轟炸彈道

1. 射程
2. 投下角
3. 退曳角
4. 退曳長
5. 前置角
6. 前置線
7. 退曳點航程

#### A. 順(逆)風向下的俯衝轟炸彈道

1. 射程
2. 投下角
3. 前置角
4. 前置線

#### C. 側風下的俯衝轟炸彈道

1. 射程
2. 投下角
3. 縱向前置線
4. 橫向前置線
5. 縱向及橫向前置角



## 第四篇 空中射擊

### 第一章 有效射程

### 第二章 射擊差誤

### 第三章 機槍瞄準具之構造

#### 第一節 望環之設計

- A. 目標差誤之發生
- B. 目標差誤之修正
- C. 目標修正量
- D. 望環半徑之檢算
- E. 眼至環距離之檢算

#### 第二節 活動準星之設計

- A. 射手差誤之發生
- B. 射手差誤之修正
- C. 射手修正量
- D. 射手修正量之檢算

#### 第三節 機槍瞄準具之組成

- A. 固定前射槍用瞄準具
- B. 活動槍用瞄準具

## 第五篇 空中轟炸

### 第一章 空中轟炸引言

- A. 水平轟炸
- B. 俯衝炸轟

### 第二章 轟炸瞄準具構造原則

### 第三章 水平轟炸瞄準原則

#### 第一節 在真空中投放炸彈時之瞄準

- A.真空中飛機前進速度之不同及於標準距離之影響
- B.真空中投下高度之不同及於標準距離之影響
- C.真空中飛機速度與高度之不同及於投下角之影響

## 第二節 空氣中投放炸彈時之瞄準

- A.靜空氣中投放炸彈時之瞄準
- B.流動空氣中投放炸彈時之瞄準
  - 1.固定正逆風速風向中投放炸彈時之瞄準
  - 2.固定正順風速風向中投放炸彈時之瞄準
  - 3.固定側風向風速中投放炸彈時之瞄準
  - 4.不定風向風速中投放炸彈時之瞄準
- C.對活動目標按放炸彈之瞄準

## 第四章 俯衝轟炸時之瞄準與進入

# 第六篇 機關砲構造

## 第一章 一般構造概說

### 第一節 構造上之必須機件

### 第二節 構造分類

- A.管退式 B.汽退式 C.汽管兼退式 D.反衝式

### 第三節 各式優劣比較

- A.管退式 B.汽退式 C.汽管兼退式 D.反衝式

## 第二章 美造扣爾特 0.30 吋口徑機關槍

- 第一節 概說
- 第二節 普通綱要
- 第三節 構造分組

## 第三章 俄造 762 公厘史卡斯機關槍

- 第一節 概說
- 第二節 普通綱要
- 第三節 構造分組

## 第七篇 槍砲彈構造

### 第一章 概念

### 第二章 槍砲彈構造

- 第一節 彈頭構造
  - A. 蛋形部 B. 定心部 C. 彈身 D. 導帶 E. 彈底部
- 第二節 彈壳構造材料
- 第三節 構造用材料
- 第四節 槍砲彈裝填藥

## 第八篇 炸彈構造

### 第一章 炸彈之種類

## 第二章 炸彈之構造

### 第一節 概念

### 第二節 彈體構造

### 第三節 彈尾構造

### 第四節 引信構造

- A.發火機構 B.對飛機之安全機構 C.對運輸儲存之安全機構 D.對彈落時之安全機構

### 第五節 彈耳構造

## 第三章 炸彈裝填藥

### 第一節 彈壳內裝藥

### 第二節 傳爆管裝藥

### 第三節 雷管裝藥

## 第九篇 打火機

### 第一章 概念

#### 第一節 要旨

#### 第二節 發達簡史

#### 第三節 打火機之類別

### 第二章 協調打火機

#### 第一節 有關名詞

第二節 協調原理

第三節 協調通性

A. 機關槍之發射速度因螺旋槳轉數之變更而變

B. 移點之位置因螺旋槳轉數之變化而變

第四節 增加發射速度的方法

## 第十篇 槍砲架

第一章 概念

第二章 構造要領

第一節 固定槍砲架

第二節 活動槍砲架

第三章 槍砲架構造上之演進

## 第十一篇 炸彈架

第一章 概念

第二章 構造要領

第一節 投放機構

第二節 投放次序

第三節 保險裝置

第三章 構造分類

---

第四章 掩門裝備

第五章 內外炸彈架之比較

第六章 俯衝炸彈架之特點

# 第一篇 總論

## 第一章 概念

### 第一節 導言

#### A. 軍械之產生：

戰爭與人類之歷史以俱存，此語可於任何史的典籍中觀之；蓋因生活、風尚、信仰、血統、思想、以及種族之不同，各民族部落之間，即構成各種不同之利害關係，既有利害關係之發生，則衝突不調和之現象，在所難免，衝突不協和之結果，其演成武力之角逐也必矣，戰爭乃因之而起。

按優勝劣敗之公律，戰爭之結果，強者愈強，而日益滋長繁茂；弱者則愈趨不振，終歸淘汰，滅亡，而絕跡於人寰。戰爭之結果雖如此，而戰爭之本身，實未嘗停止其魔手外攝於人類之間；一部人類史，可說是人類以血書成之戰爭紀錄，而將綿延後世，永無休止之日。

職是之故，吾人對於戰爭，實未能徒具疾視之見，必須從而研

究之，如何方能得到戰爭之勝利，使自己國家民族，得永存於世界，欲得戰爭之勝利，則軍械之研究尚焉。

### B. 軍械之演進：

原始時代之戰爭，其戰具(軍械)為何？典籍所載之戈矛弓矢，當爲絕對可信，故戰爭之方式，不外戈矛之砍戮，體力之肉搏而已；洎火藥發明以後，槍砲隨之，戰爭之形式，乃大改舊觀，不復往昔；敵對之間距離加長，且由砍戮肉搏而入於射殺矣。其後，機械技術進步，乃有機關槍砲之興造，且隨時間之延續而日益精進，直至今日，致有各式完美之武器之產生。

### C. 軍械之別類及比較價值：

現代戰爭之部門，有陸軍海軍空軍之分，所用之戰具，亦因之而異；陸軍所用之兵器，有手槍、手榴彈、步槍、輕重機關槍，以及各種遠射程大口徑之火砲，坦克車，鐵甲車等，或用人馬，或用車輛，適與運用於陸地之上，其運用之範圍，似甚廣闊，然而高山關水，在在皆遇困難，至汪洋大海，則惟有望嘆興止；且陸軍行動之速度，較之空軍，無異蝸牛，故今日之陸軍，已大減其在戰爭上之價值矣。

海軍所用之兵器，則有魚雷，潛水艇，兵艦，及各種大小口徑之槍砲等，縱橫海面，百砲齊發，其威力足以摧燬濱岸之城池，然大砲之口徑，不論多大，射程終屬有限，未能深入無垠之內地；其



運動之速度，亦不能與空軍相比擬，故今日之海軍，雖未淪為落伍之兵種，而其在作戰上之價值，實不能不讓步於空軍。

至於空軍，其所用之飛機，體積不若兵艦之大，數量不若陸軍之多，其所攜帶之兵器，亦為極微小之數，然其威力實駕凌陸海軍而上之，陸海軍之活動範圍，僅障礙重重之地域表面而已，空軍則不然，振翼而飛，無阻不越，無遠不達，整個空間，皆為其活動範圍，故空軍問世後，陸海軍即減其在應用上之價值，而戰爭之形式，亦由平面而進為立體矣。

處今日而言戰爭之勝利，實非陸海軍之摧燬，即可達到目的；陸軍摧燬之外，尚須摧燬什百倍重要於陸海軍之人力財力與物力，欲達到摧燬敵方之人力財力與物力之目的，則非攻擊敵方內地，直搗敵人內臟不可，欲完成此種任務，實非空軍莫辦。

由以上之伸論，不論從戰略戰術上言，空軍實皆佔首要之地位；而空軍之能否達成任務，則又視其所能發出之威力如何以為斷；此威力維何？機關槍砲及炸彈是也，故以強方立場言之，空軍實為首要之國防武器，而機關槍砲及炸彈，又為空軍之主要武器，是即空軍軍械，實為武器中之武器，國人實未可等閑視之也。

## 第二節 空軍兵器之功用

### A. 空軍兵器之別類：

欲明空軍兵器之功用，須先明各種飛機之功用；空軍之飛機，有轟炸機，驅逐機，偵察機，攻擊機等之分，以上各種飛機，以作戰能力來分，則可別為二大類：即

(1) 攻擊性飛機……轟炸機，攻擊機，偵察機屬之。

(2) 防禦性飛機……驅逐機，戰鬥機屬之。

空軍之功用既明，則空軍兵器之功用甚易了然；其裝配於攻擊性之飛機者，不論其為機關槍砲或炸彈，皆可稱之為攻擊用兵器；其裝配於防禦性之飛機者，則可稱之為防禦用兵器。

空軍所使用之兵器，主要者為機關槍砲與炸彈二者，倘以機關槍砲及炸彈本身之作戰能力而論，不計所在之飛機，則孰為防禦，孰為攻擊，與前說稍異其趣，大抵機關槍砲為防禦，炸彈為攻擊，不過亦有例外，如攻擊機之利用機關槍砲以對地面掃射，則又屬攻擊也。

總之，吾人皆有同感，所謂攻擊，即係出諸自動，而防禦即係出諸被動是也。

又飛機製造之進步，惟能之提高，式樣之改進，日新月異，以現勢觀之，高速率巨型轟炸機之完成，使驅逐機有望塵莫及之嘆，然則若干年後，驅逐機將不為軍事家所重視而歸於淘汰，而未來之空中戰爭，將無防禦之一面乎？是又不然，上述之高度巨型轟炸機，固能帶載多量之炸彈，然而驅逐機性能之增高，武裝之增強，亦

殊足驚人，挽近且轟炸機因感驅逐機追擊之威脅，其本身亦不得不增加防禦用之機關槍砲，故二者實未可偏重，惟有戰略上之運用不同耳。

#### B. 機關槍砲之分類及裝置：

飛機上所裝用之機關槍砲，各式各樣，不一而足；以口徑之大小言，可分機關槍與機關砲二者，口徑在 12.8 公厘或半吋以上者，稱為機關砲，在 12.8 公厘或半吋以下者，則稱機關槍；若以裝置之地位而言，則可分別為固定式及旋轉式；以打火之方式而言，則可分別為協調式與非協調式。一般固定機關砲，係裝於發動機之後，用協調機打火；或裝於主軸中，或裝於兩翼中，或裝於起落架，或裝於機身尾，而用拉線或電力打火；此種固定機關槍砲之打火裝置，一般皆在駕駛員坐艙內，由駕駛員操縱。旋轉式機關槍，或裝於機身側，或裝於機身背，或裝於機翼塔，或裝於機尾塔，多由觀察員，轟炸員，通訊員或射手操縱之。

#### C. 炸彈之分類及其裝卦：

炸彈之種類甚雜，重量之不同固多，性質之不同亦夥，重量自二公斤以至一千公斤不等，彈種則因應用之目的而不同；其用於堡壘塹站之破壞者，稱燬壞彈，用於兵營庫房之燃燒者，稱燃燒彈，用於高樓大廈兵艦之穿破者，稱破甲彈，用於人馬之殺傷者，稱殺傷彈，用於人馬之毒病者，稱毒氣毒菌彈，用於部隊學校之訓練者

，稱練習彈，用於作戰補助用者，稱照明彈及信號彈，用於部隊城市之掩護者，稱烟幕彈，諸此種彈，不一而足。

至於炸彈之裝卦，則因其大小及型別而不同；又各國亦各有其飛機構造上之特徵，而炸彈之裝卦不同者；概括言之，大抵小型炸彈（10 公斤以下者）備有炸彈箱或炸彈筒；中型炸彈（10 公斤至 100 公斤者）則水平裝卦於機翼下或機腹中，亦有垂直卦於機腹中或機身側者；大型炸彈（250 公斤以上者）則水平卦於機腹下或機腹內；補助用之信號彈及照明彈等，則可裝卦於任何便利之處。

其操縱方法，則由轟炸員用電力，或槓桿，或拉線直接行之，或由駕駛員兼理之。

### 第三節 機關槍砲及炸彈發達簡史

西歷十四世紀之頃，即有連發槍之發明，係以槍管六支或四支集成一束，在一縱軸上旋轉發射；至一八六一年，美國南北戰爭發生，北美用幾根槍管，結成一束，輪迴發射；一八六四年，美人格丁克氏，以六枝槍管聯成一束，每分鐘可發射二三百發，名曰輪迴機關槍；一八七〇年，德人麥斐氏，以二十五個槍管結成一束，外護鋼管，子彈則以匣裝填，每匣二十五粒，似較前更為進步，一八八三年，英人馬克沁 (Maxsin)，發明管退式機關槍；其後法人哈其開斯 (Hatchkiss) 發明汽退式機關槍；及至日俄之戰，與乎一九

年之世界大戰，則機關槍使用之價值日增，構造亦日益精巧，進步之快，實足驚人，至今實尤方興未艾也。

炸彈之問世，在火藥發明以後，惟形狀稍異及遞有變更；如最初狩獵用之炸彈，形如鳥卵，偶一不幸，危險堪虞，及火砲發明以後，乃有砲彈之產生，今日之炸彈，則係由砲彈變面來。近年來之改進，亦在日新月異也。

## 第二章 空軍兵器之特性

### 第一節 空軍槍砲之特性

空軍槍砲之運用，係須由飛機載負至空中，於急切之運動中實行射擊者，故其射擊之困難情況，遠非地面可以比擬，故欲求射擊之成果良好，實非普通陸用機關槍砲所能備意，是以空軍武器，必須因環境之要求，而有其特具之條件，一般須注意下述諸點：

1. 重量宜輕……單一飛機之上，雖裝配槍砲甚多，而不致影響飛機之載重及性能。
2. 發射速度宜快……藉能在極短時間內，發射出多量之彈丸，以增加命中之機會。
3. 初速宜大……藉能增加射彈之有效射程。
4. 瞄準容易可靠……期能以極簡便之補助機構，於最短時間內

，完成必要之諸種差誤之修正，而達成射擊任務。

5. 命中效果大……彈種力求精良，期能以少數彈丸之命中，即能收到燬滅之效果。
6. 機能完整堪耐空中操作……如構造上之精巧，而便於裝載；機件靈活，而不生故障，散熱優良，而壽命久永等。

茲舉我國空軍現用數種最精銳之槍砲之一般性能，列表於次，試與陸軍兵器作比較，則即顯知其特性之所在。

## 第二節 空軍炸彈之特性

空軍飛機之數量，不若陸軍戰車及大砲之龐多，單一飛機之載彈量，亦屬有限，故每一不同彈種炸彈之使用，務求能發揮其最大效能，以期達成破壞任務，一般當要求下述諸點：

1. 破壞威力大……各式彈種，須能發揮其特殊之威力，如殺傷彈，須求彈壳碎裂成片之均勻細小，以發揮其殺傷效能是。
2. 彈道性能宜高……炸彈之製造，須能十分符合彈道計算上之條件，以增加命中之可靠性。
3. 爆炸可靠……已經裝上飛機之炸彈，務希每一顆炸彈，均能取殺敵致果之效，不宜因任何或種條件而致不生爆炸，故發火裝置之構造，力求精準靈活。
4. 安全性大……裝配運輸及掛彈處理時，或經稍微之衝擊，不宜發生危險。

## 第三章 空軍軍械常用單位

### 第一節 公制(法制)度量衡

法制度量衡，均係以十進位，於計算使用上頗為適宜，已由我國政府定為公制，茲將與本編有關諸單位及其換算法列下。

#### A. 度：

1 公里(啓羅米達 —Kilometer) $\equiv$ 1000 公尺

1 公尺(米達 —Meter) $\equiv$ 10 公寸

1 公寸(待西 —Decimeter) $\equiv$ 10 公分

1 公分(生的—Centimeter) $\equiv$ 10 公厘(米厘 —Millimeter)

B. 量：

1 公升(立特 —Liter) $\equiv$ 1 立方公寸

C. 衡：

1 公噸 $\equiv$ 1000 公斤(啓羅克蘭姆 Kilogram)

1 公斤 $\equiv$ 1000 公分(克蘭姆 Gram)

## 第二節 英制度量衡

英制度量衡，進位比較複雜，於計算使用上均屬不便，但以英國工業發達，因而其度量衡制，仍然存在，茲舉示如下：

A. 度：

1 英里(Mile) $\equiv$ 5280 英尺(呎)

1 英尺(Foot) $\equiv$ 12 英寸(吋 Inch)

B. 量：

1 加侖(Gallon) $\equiv$ 277.3 立方吋

C. 衡：

1 英噸(Ton) $\equiv$ 2240 磅(Pound)



1 磅 = 16 英兩 (溫司 — Ounce)

### 第三節 美制度量衡

美制度量衡，係取法於英制，惟其間仍有不同之處，茲加述於下：

A. 度： 同英制：

B. 量：

1 加侖 = 231 立方吋

C. 衡：

1 美噸 = 2000 磅

磅同英制

### 第四節 各種單位換算法

A. 度：

1 公里 = 0.62 英里

1 英里 = 1.61 公里

1 公尺 = 3.28 英尺

= 39.37 英寸

B. 量：

1 公合 = 0.061027 立方吋

1 立方呎=16.386 公合 (Cm<sup>3</sup>)

C 衡：

1 公斤=2.2 磅

1 磅 =

以上所列，係擇要分述，至應用時，按照推算，即可得去結果，而利於應用。

### 問題一：

1. 甚麼叫做軍械學？
2. 我們爲甚麼要研究軍械學？
3. 人類間之敵對戰爭，因何而演成？
4. 試述人類鬥爭使用武器之演進？
5. 陸海空軍現時所持用之武器爲何？試列述之。
6. 何謂攻擊兵器與防禦兵器？
7. 試簡述空軍兵器之分類？
8. 試本飛機機種之發展，以說明武器發展之連繫。
9. 試詳述機關槍砲之分類及裝置？
10. 協調機關槍與一般機關槍有何不同？
11. 試詳述炸彈之一般分類法？
12. 炸彈之裝卦法有幾，試分述之。

- 
13. 空用機關槍砲與陸用者有何不同？
  14. 試舉我國現用或就所知世界各國最優良之機關槍兩種，加以性能上之說明？
  15. 7.9 公厘可爾特槍之槍管全長 23.9 吋，求折合多少公尺？
  16. 7.52 公厘史格斯固定槍，全重為 11.36 公斤，求折合多少磅？



## 第二篇 槍砲彈道

### 第一章 導言

槍砲彈道學，是一種研究槍砲彈丸運動的專門科學，一般可別爲三部分；即外彈道學，內彈道學，及實驗彈道學是。

外彈道學，係專門研究槍砲彈丸，自脫離槍口起，至着達目標而停止運動時爲止，其間之一切運動情況者，通常先作真空彈道之檢討，然後再作空氣彈道之推究。

內彈道學，則專係研究彈丸在槍砲膛內，由靜止狀態而運動，直至彈丸脫離槍口爲止，其間所起之一切變化者，如壓力之變化等屬之。

實驗彈道學，則專係研究及試驗彈丸放射時之一般情況，如初速及膛壓之測定等屬之。

### 第二章 外彈道

#### 第一節 概念

研究外彈道之着眼點，吾人可別之爲二：一爲研究彈丸重心，

受其本身重量及空氣阻力後之動作；一為研究彈丸本身各部對其重心所生之動作；前者名爲主要彈道問題，後者名爲次要彈道問題，本篇所論，以主要彈道問題爲限，一般次要彈道問題則從略。

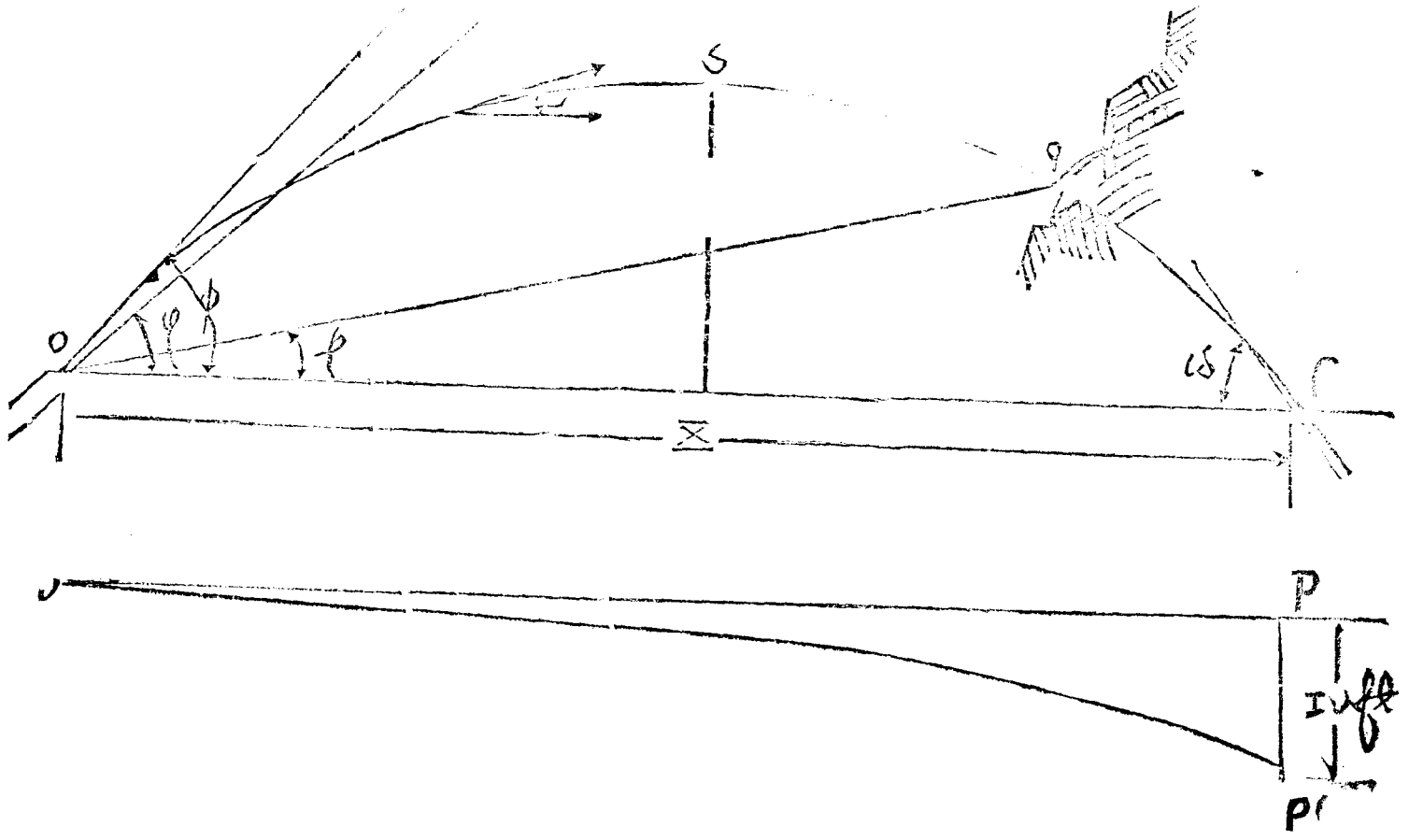
## 第二節 名詞解釋

如第一圖

1. 彈道……彈丸在空氣中飛行，其重心之統絡路  $\widehat{OSP}$ ，謂之彈道。
2. 彈道起點……槍口之中心點“O”，謂之彈道起點。
3. 彈道水平面……經過彈道起點之水平面，謂之彈道水平面。
4. 射線……預備放射時，其火身軸之延伸線  $\overline{OA}$ ，謂之射線。
5. 射面……包含射線之平面，謂之射面。
6. 射角……射線與彈道水平面之夾角“ $\phi$ ”，謂之射角。
7. 擲線……彈道起點之切線  $\overline{OZ}$ ，謂之擲線。
8. 擲面……包含擲線之平面，謂之擲面。
9. 擲角……擲線與彈道水平面之夾角“ $\theta$ ”，謂之擲角。
10. 定起角……擲角與射角之差，謂之定起角。
11. 最高點……彈道中，水平切線之切點“S”，謂之最高點。
12. 落點……過彈道水平面，與彈道降弧相變之一點“P”，謂之落點。

- 
13. 落角……落點彈道切線，與彈道水平面之夾角“ $w$ ”，謂之落角。
14. 着點……彈道與目標相觸之一點“ $P_1$ ”，謂之着點。
15. 高低線……着點至彈道起點之連線，謂之高低線。
16. 高低角……高低線與彈道水平面之夾角，謂之高低角。
17. 初速……彈丸在彈道起點所具有之速度，謂之初速。
18. 落速……彈丸在落點所具有之速度，謂之落速。
19. 傾角……彈道中，某一點之切線，與水平面所成之交角“ $\theta$ ”，謂之傾角。
20. 定徑……自落點至射面之直線距離，謂之定徑。
21. 射程……彈道起點，至落點之水平距離，謂之射程。
22. 射距離……彈道起點至着點之直線距離，謂之射距離。
23. 存速……彈道中某一點之彈丸運動速度，謂之彈丸在該點所具有之存速。
24. 經過時間……彈丸飛行，自起始點至落點所費之全時間，謂之彈丸之經過時間。

第一圖

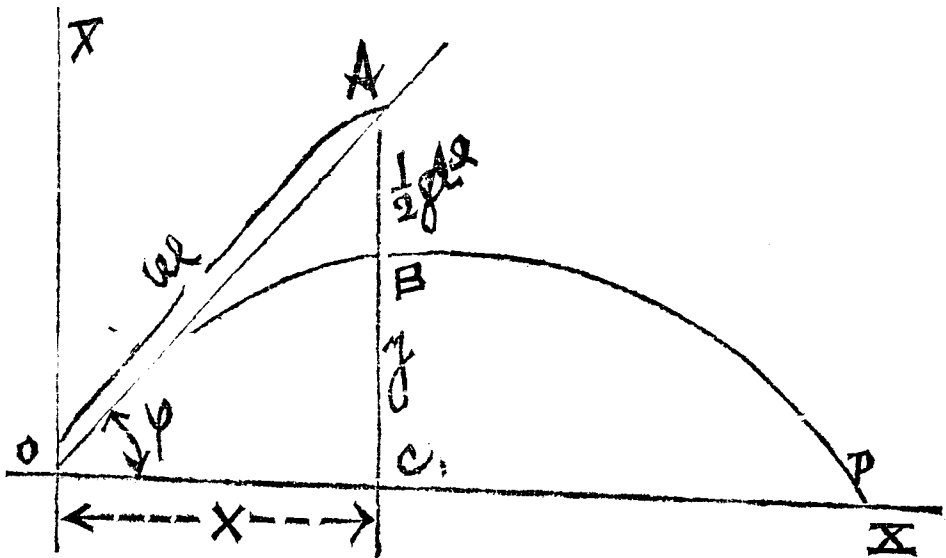




第三節 真空彈道

真空中彈丸所畫出之彈道，因無空氣阻力之作用，彈丸之運動，僅受其本身重力之作用，故研究甚為簡單：

第二圖



A. 彈道方程式：

如第二圖：

$$\overline{OA} = v \cdot t$$

$$\overline{AB} = \frac{1}{2} g t^2$$

$$x = \overline{OC} = v \cdot t \cdot \cos \psi$$

$$\therefore t = \frac{x}{v \cos \psi}$$

$$\text{又 } y = \overline{AC} - \overline{AB}$$

$$\text{但 } \overline{CA} = \overline{OC} \tan \psi$$

$$= x \tan \psi$$

$$y = x \tan \psi - \frac{1}{2} g t^2$$

$$= x \tan \psi - \frac{1}{2} \frac{g x^2}{V^2 \cos^2 \psi} \dots \dots \dots (1)$$

由數學上證明，吾人知此真空彈道方程式，為一拋物線，且彈道之形狀，不因彈丸之大小，形狀，及重量而變。

#### B. 射程 (X) :

彈丸擲出之射程，可變化真空彈道方程式而得，但使  $y=0$ ，因落點之彈道高為零地。

$$0 = X \tan \psi - \frac{1}{2} \frac{g X^2}{V^2 \cos^2 \psi}$$

$$X \tan \psi = \frac{1}{2} \frac{g X^2}{V^2 \cos^2 \psi}$$

$$\tan \psi = \frac{1}{2} \frac{g X}{V^2 \cos^2 \psi}$$

$$g X = \tan \psi \cdot 2 V^2 \cos^2 \psi$$

$$X = \tan \psi \cdot \frac{2 V^2 \cos^2 \psi}{g}$$

$$= \frac{\sin \psi}{\cos \psi} \cdot \frac{V^2 2 \cos^2 \psi}{g}$$

$$= \frac{V^2 \sin \psi \cos \psi}{g}$$

$$X = \frac{V^2 \sin 2\psi}{g} \dots \dots \dots (2)$$

由此式，可知射程，在真空中係與初速之平方成正比變化；且知以射角  $45^\circ$  時，所得射程為最大，以  $\sin 2(45^\circ) = 1$  也。

C. 兩射角而一射程：

由上之射程公式，知：

$$X = \frac{V^2 \sin 2\psi}{g}$$

吾人試假定“V”為不變值，則有兩個不同之角，可擲出同一之射程：試以  $(45^\circ \pm \alpha)$  代入射程公式，則

$$\begin{aligned} X &= \frac{V^2 \sin 2\psi}{g} \\ &= \frac{V^2 \sin 2(45^\circ \pm \alpha)}{g} \\ &= \frac{V^2 \sin(90^\circ \pm 2\alpha)}{g} \end{aligned}$$

$$\sin(90^\circ \pm 2\alpha) = \cos 2\alpha$$

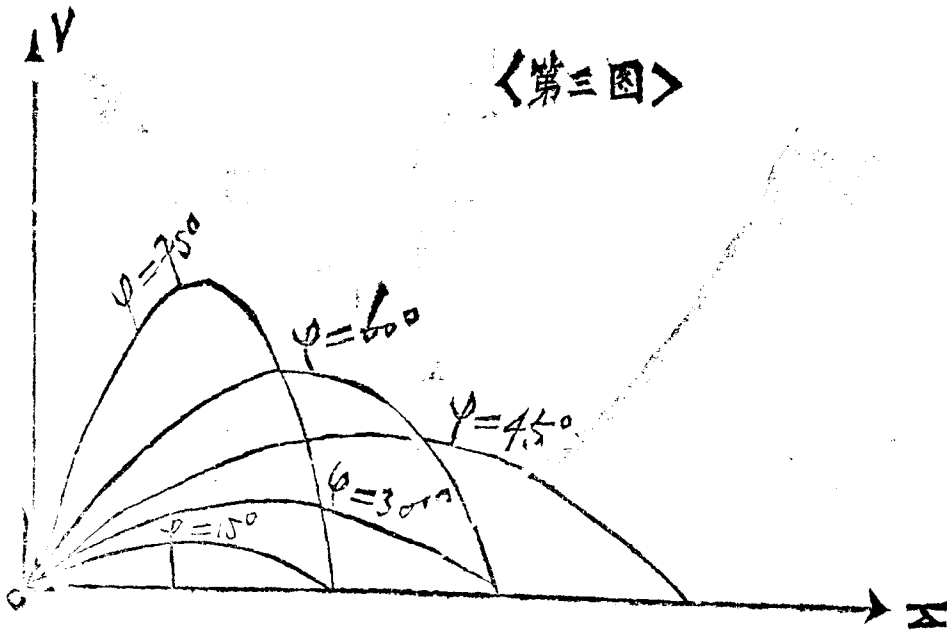
$$X = \frac{V^2}{g} \cdot \cos 2\alpha$$

按前之假設為：

$$\psi = 45^\circ \pm \alpha$$

而此處得出之“X”，又均等於  $\frac{V^2}{g} \cdot \cos 2\alpha$

是即  $\psi = 45^\circ \pm \alpha = \beta$



#### D. 彈道高(y)：

在真空中彈丸所擲出之彈道，不論擲角為如何，昇降二弧皆係對稱者，故實際上其頂點離起點之水平距離，與離落點之水平距離為相等，均可示為  $x = \frac{X}{2}$ ，試將此關係代入彈道方程式，則即

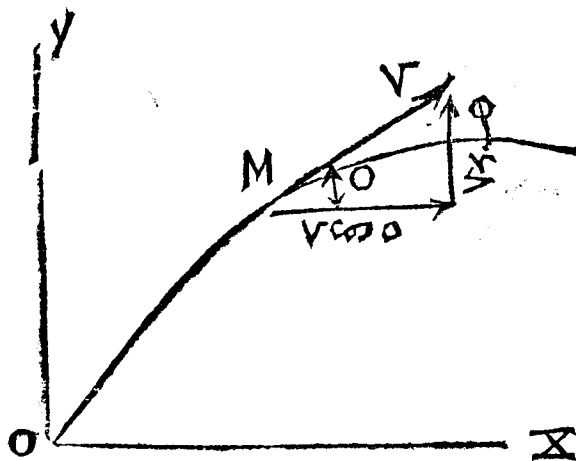
可得出射高之代表方程：

$$y = \frac{X}{2} \tan \psi - \frac{1}{2} \frac{g \left( \frac{X}{2} \right)^2}{V^2 \cos^2 \psi}$$

$$= \frac{X}{2} \tan \psi - \frac{1}{2} \cdot \frac{g X^2}{4 V^2 \cos^2 \psi}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{X}{2} \tan \phi - \frac{1}{8} g \frac{V^2 \sin 2\phi}{V^2 \cos^2 \phi} \cdot X \\
 &= \frac{X}{2} \tan \phi - \frac{1}{8} g \cdot \frac{X 2 \cos \phi \sin \phi}{g \cos^2 \phi} \\
 &= \frac{X}{2} \tan \phi - \frac{1}{4} X \frac{\sin \phi}{\cos \phi} \\
 &= \frac{X}{2} \tan \phi - \frac{X}{4} \tan \phi \\
 \therefore y &= \frac{X^2}{4} \tan^2 \phi \dots \dots \dots (3)
 \end{aligned}$$

第四圖



E. 彈道上任一點之傾角：

設彈道上任一點之傾角為“θ”

則此點之水平分速為  $V \cos \theta$

垂直分速為  $V \sin \theta$

是即傾角： $\tan\theta = \frac{V\sin\theta}{V\cos\theta}$

但水平分速，不受任何外力之影響，為一不變之值（自起點以至落點），是即：

$$V\cos\theta = V\cos\varphi$$

而垂直分速，則隨時間之加長，而因地心吸力之作用變化，是即：

$$V\sin\theta = V\sin\varphi - gt$$

$$\text{由是 } \tan\theta = \frac{V\sin\varphi - gt}{V\cos\varphi}$$

$$= \tan\varphi - \frac{gt}{V\cos\varphi}$$

$$= \tan\varphi - \frac{gX}{V\cos\varphi}$$

$$\text{是即 } \tan\theta = \tan\varphi - \frac{gX}{V^2\cos^2\varphi} \dots\dots\dots (4)$$

F. 擲角等於落角：

在落點之  $\theta = \theta = \omega$ （參看第一圖）， $x = X$ ， $y = 0$ ，

將此種關係代入 (4) 式，則

$$\tan\theta = \tan\varphi - \frac{gX}{V^2\cos^2\varphi}$$

但由 (1) 式又可得：

$$0 = X \tan \psi - \frac{1}{2} \frac{gX^2}{V^2 \cos^2 \psi}$$

$$\tan \psi = \frac{gX}{2V^2 \cos^2 \psi} \dots\dots\dots (a)$$

又  $\tan -\theta = \tan \omega = \tan \psi = \frac{gX}{V^2 \cos^2 \psi}$

$$= \frac{1}{2} \frac{gX}{V^2 \cos^2 \psi} = \frac{gX}{V^2 \cos^2 \psi}$$

是即  $\tan \omega = \frac{gX}{2V^2 \cos^2 \psi} \dots\dots\dots (b)$

以 (a)(b) 兩式做比較，即是

$$\tan \psi = \tan \omega$$

是即  $\psi = \omega \dots\dots\dots (5)$

G. 落速等於初速：

在落點之速度  $V = V_w$

又水平分速，以不受地心吸力之影響，故

$$V \cos \psi = V \cos \theta$$

則在落點時之水平分速亦為

$$V_w \cos \theta = V \cos \psi$$

是即  $V \cos \psi = V_w \cos \omega$

由 (5) 式，已知： $\psi = \omega$

$\therefore V = V_w \dots\dots\dots (6)$

H. 經過時間“ $T$ ”

由前知  $x = Vt \cos \psi$

茲假定： $x = X =$ 全射程，則  $t = T =$ 全飛行時間；

代入  $X = V \cdot T \cdot \cos \psi$

$$\therefore T = \frac{X}{V \cos \psi}$$

$$T = \frac{V^2 2 \sin \psi \cos \psi}{g V \cos \psi}$$

$$T = \frac{2 V \sin \psi}{g} \dots \dots \dots (7)$$

## I. 真空彈道之結論：

由上述諸計算推究所得之結果，吾人知真空中之彈道，是可作如下之結論：

1. 真空中之彈道形狀，不以彈丸之形狀，大小，及重量而變。
2. 射程以射角  $45^\circ$  時為最大。
3. 擲角等於落角。
4. 落速等於初速。
5. 昇弧等於降弧。
6. 由最高點至起點之距離，等於由最高點至落點之距離。



## 第四節 空氣彈道

## A. 彈道形狀之形成：

彈丸飛行於空氣中，在脫離槍口後，其重心之經路，因彈丸之初速，發射之方向，本身之重量，空氣之阻力，及其本身之旋動而發生變更。

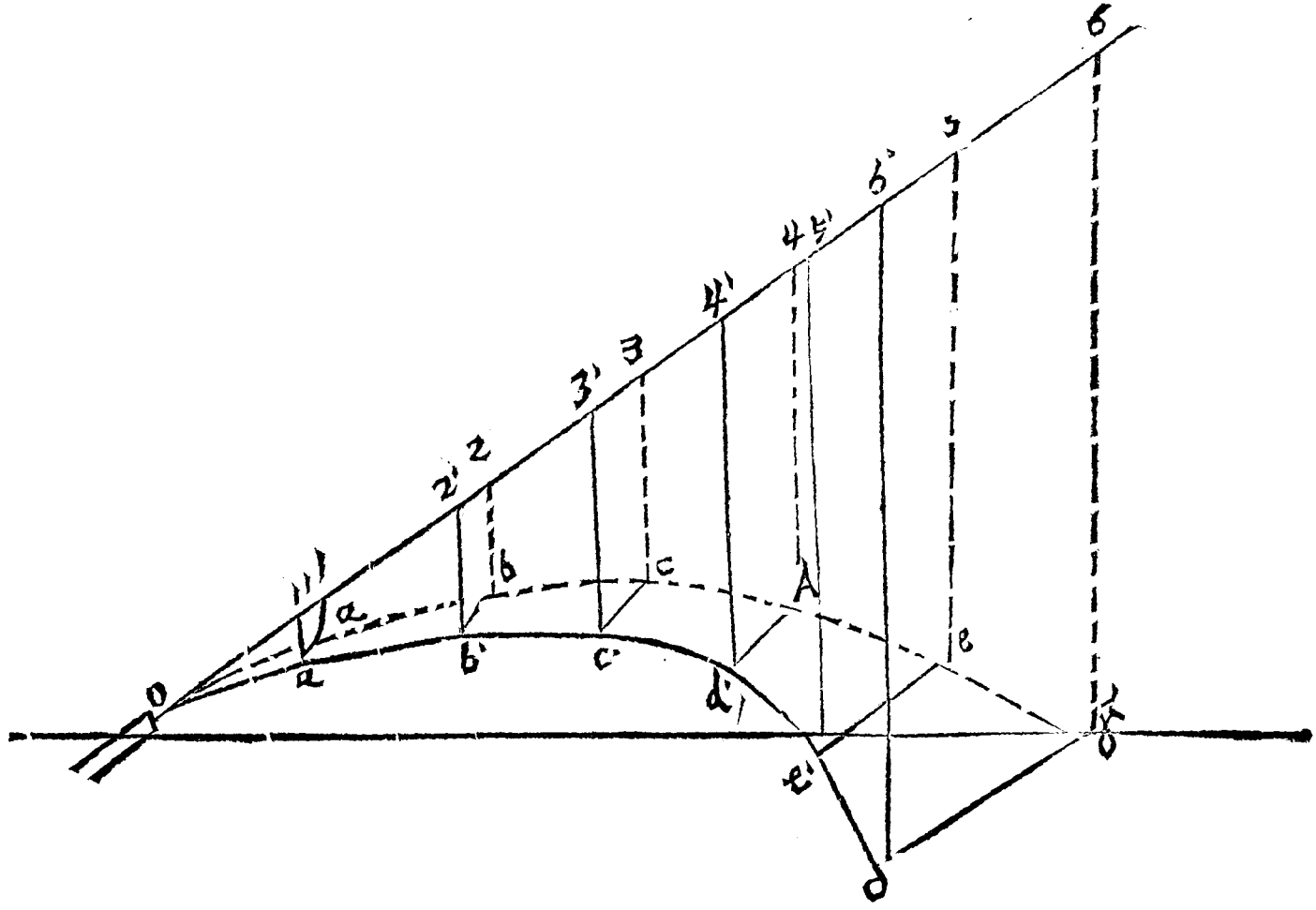
若單論初速，而不計及重力之作用，則彈丸將順  $\overline{OA}$  線而無限延伸，加入重力之作用，則擲出之彈道，當如前述真空中之彈道形狀，如第五圖中之  $\widehat{OB}$ 。

加入空氣阻力之作用，則彈丸前進速度漸次低減，如圖中所示，6 秒鐘末，因空氣阻力之影響，彈丸不能到達“6”點而低落至一點“D”；質是之後，其擲出之射程，比較真空中者相出甚短，且彈道之後半部，彎曲特為顯著。

又彈丸因來復線之旋轉慣力作用，而使彈丸偏落於射面之一邊，此偏移之程度，亦因速度之遞減而漸次增加，故空氣中之彈道，無論在俯視或前視，均為彎曲之形狀。

如第五圖：虛線示真空中之彈道，實線示空氣中之彈道，兩相比較，即一見顯然。

第五圖



**B. 空氣阻力之大小：**

空氣與彈丸摩擦及抵抗之程度，僅能由試驗得之，能適用於一切時機之計算規則，至今尚無定論；但知空氣加於彈丸之作用，其有關諸因素，略如下述：

1. 空氣阻力，視空氣之性質而不同……空氣之密度及方向。
2. 空氣阻力，視彈丸之速度而不同……初速之大小。
3. 空氣阻力，視彈丸之形狀而不同……尖頭及圓頭。
4. 空氣阻力，視彈丸之斷面比重而不同。
5. 空氣阻力，視彈丸之擺動而不同。

故欲研究彈丸與空氣之相對作用，當首從此五項有關諸問題着手，如彈形係數，阻力係數，空氣密度等之微分積算等是。

**C. 影響彈丸運動諸力之分析：**

由來復槍砲放射出之彈丸，有下述諸種力作用，影響其前進運動；即

1. 彈丸前進之相對阻力。
2. 由後坐力所引起之槍口震動力。
3. 火藥氣體，在火身口所加於彈丸底部之遠心力。
4. 因槍管震動所引起之空氣波動。

由於上述諸種作用力的影響，結果：使彈丸前進運動中，形成下

述狀態：

1. 使彈丸前進緩慢而成錐形，以繞其重心旋轉。
2. 在其旋進之範圍內，彈丸本身發生激烈之顫動。
3. 重心隨飛行時間之增長，更向側方發生偏移。

D. 空氣彈道之結論：

由上述之討論，并與真空中彈道相比較，則吾人顯知空氣中之彈道，其形狀及性質，可得如下之結論：

1. 射程較真空中所擲出者為短(同一發射角和初速)。
2. 經過時間較真空中者為少(同一射角和初速)。
3. 最高點不在彈道之正中央，而偏近於落點，且較真空中者為低。
4. 落角大於射角。
5. 落點之存速小於初速。
6. 其形狀因彈丸之形狀，重量之不同，而略有變更。

### 第五節 侵徹與爆炸

射彈之破壞効力，通常分為侵徹効力及爆炸効力二者，該兩種効力，有單獨發生時，亦有同時發生時。

A. 侵徹効力：

彈丸深入目標之經路，謂之彈丸之侵徹，此侵徹，係由彈丸本

身之運動活力而發生。

侵徹效力之大小，依目標之種類，形狀，而有差異；對於同一條件之目標，則因彈丸本身之重量，口徑，著速，旋轉速，形狀，及命中角之不同而有異。

例如：

1. 設目標為木質，則侵徹較易，為鐵質則較難。
2. 設目標性質相同，則尖頭彈丸侵入較易，圓頭彈丸，侵入較難。
3. 設目標性質相同，則著速及旋速大時，侵入較易。
4. 設目標極為堅硬，則彈丸外壳之質佳肉厚者，或可克勝抵抗而侵入，否則彈丸本身碎裂，無法侵入。
5. 彈丸軸對於目標表面，命中角為  $90^\circ$  時，其侵徹效力為最大，愈小則效力愈低，一般在  $40^\circ$  以上，尚可按射向侵入， $40^\circ$  以下，則有生跳彈之傾向， $25^\circ$  以下，則必成跳彈矣。

#### B. 爆炸効力：

射彈在目標之表層內外，因擴炸藥之作用而生爆炸，其爆炸所加於目標之損害，謂之爆炸効力。

爆炸効力，因擴炸藥之種類，藥量，及侵徹之程度而異：一般藥量之効力，約與彈丸口徑之三乘方而成正比增大，侵徹以後之破

壞，則因目標之性質而不同。

彈丸若在目標表面爆炸，則其爆炸動力，與射彈至目標表面距離之二乘方成反比，如射彈之側面，與目標表面密接時，則爆炸效力為最大。

## 第三章 內彈道

### 第一節 概念

內彈道學，專係研究槍砲內之彈丸，自火針擊發而發射藥燃燒起，至彈丸脫離槍口止，其間所起之一切力學現象之科學，已如前述。

由此，吾人知內彈道問題之解決，實為一極困難之問題，蓋自火針打火至彈丸離開槍口之經過時間至暫（約 $\frac{1}{1000}$ 秒），而各部所受之壓力極高（2000→4000 大氣壓），故欲得一準確之試驗，以作理論上之解答根據，殊非容易耳。

### 第二節 發射藥燃燒之概況

一般學者，對於內彈道之理論計算，方法頗多，但無相互之同意，惟大都均作下述之假定，以作理論上之分析根據。

1. 每粒藥片或藥粒之燃燒，均由其外層，漸及其平行之內層。

2. 每一藥片之着火，均同時及於其全表面。
3. 發射藥之燃燒速度 (u) 與壓力 (P) 之增長，成一指數方程變化。

$$u = wP^k \dots\dots\dots (1)$$

根據上述之假定，茲假定

W 為全部發射藥之重量。

E 為單位時間內，發射藥燃燒之重量。

S 為藥片或藥粒之表面積。

δ 為火藥之比重。

則當着火經過 Δt 時間後，則藥片表面每一點之燃入垂直長當為 ΔL，而已燃之體積，當為 S ΔL，其燃燒之重量為

$$E = s \cdot \delta \frac{\Delta L}{\Delta t} \dots\dots\dots (2)$$

但  $\frac{\Delta L}{\Delta t} = \mu =$  火藥之燃燒速度

$$E = s \cdot \delta \cdot u = s \cdot \delta \cdot w \cdot P^k \dots\dots\dots (3)$$

根據此諸式之研究，試先使發射藥在壓力不變時燃燒，則吾人即可得去其體積之變化；然後再使發射藥在一定大小之空間內燃燒，則更可求出壓力之變化。

由此種試驗所得之結果，用以完成發射藥之燃燒理論，而運用

於槍砲膛內之燃燒，故可得出膛內壓力之變化，及彈丸在膛內之運動速度。

### 第三節 膛壓之變化狀態

膛內之氣體壓力，當裝填藥燃燒時，即依氣體發生量之變化，及彈丸之前進運動而連續變化。

如第六圖，試以縱線  $Oy$  表壓力之變化量，以橫線  $Ox$  表各時間內彈丸經過之距離，則發射藥及其彈底後方單位面積上之壓力，所謂膛壓，即可得出一曲線表示。

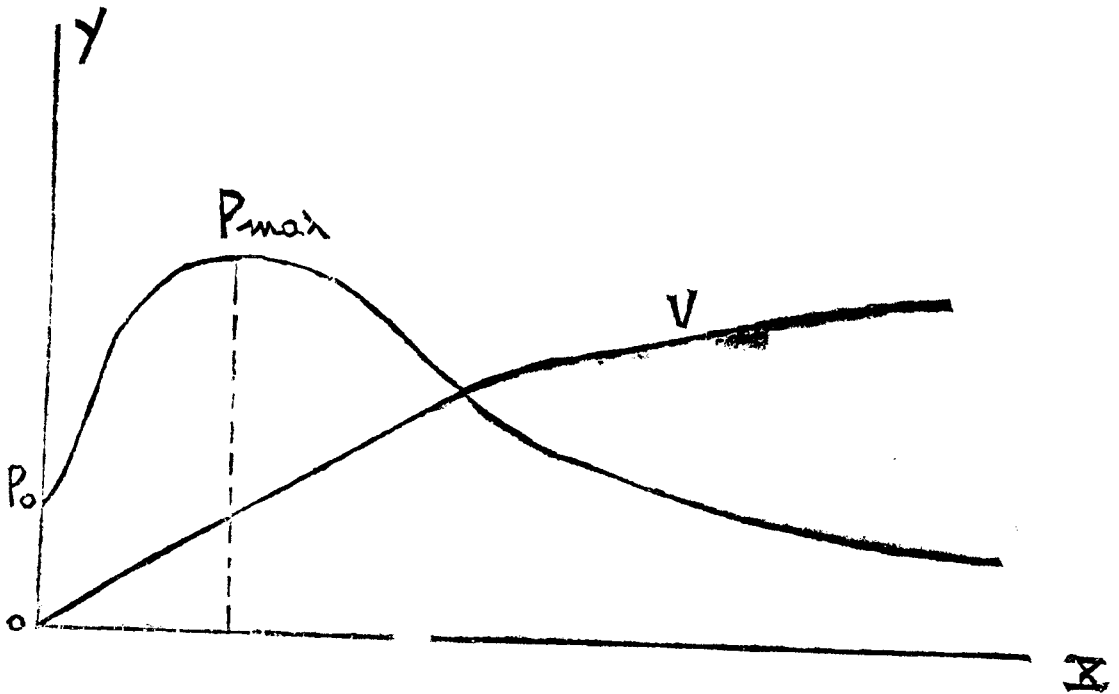
圖中，“0”為彈丸之運動起點， $Ox$  為彈丸運動之方向，是則當彈丸受發射藥之壓力推向前進時，壓力之變化與彈丸前進之二重關係，即表示於  $Ox$  與  $Oy$  之間，成一壓力曲線，此曲線即明示膛內壓力之變化狀態。

發射藥開始燃燒後，藥室內之壓力與燃燒速度，同時競相增加，急速上升，壓力升至必要之值“ $P_0$ ”時，彈丸即開始向前運動，其運動之初期，因彈丸之運動徐緩，而氣體之發生量，遠過於所佔之容積而增加，故此時膛內壓力，上升極為迅速，不瞬時即達最大壓力值“ $P_{max}$ ”。自此以後，因彈丸前進之速度逐漸加快，氣體所能佔有之容積，亦因此而逐漸擴大，此則溫度反趨低落，因此膛內之壓力，不再增加，反而漸次低落，直達槍口時，則所餘壓力不



過數百個氣壓矣，故壓力之變化，呈此曲線現象。

第六圖



#### 第四節 發射藥氣體所施於彈丸之功

彈壳內所裝填之發射藥，其本身燃燒所產生之能力，發揮於彈丸之前進直線運動者，不及其全量三分之一，其發揮於彈丸之旋轉運動者，不及其全量百分之一，餘則皆消耗於膛內阻力，槍身後坐力，槍身及彈丸之熱灼等作用矣，以彈丸之前進，阻礙力量很大，必須克服此種阻礙，彈丸方能前進，而槍管及彈壳之傳熱亦速，故熱能之消耗，極為可觀也。

雖然，各項能力之分配，亦未必盡同，茲就德國 1898 式步槍實測所得之結果，例述於下：

- |                      |       |        |
|----------------------|-------|--------|
| 1. 用於彈丸之前進直線運動者..... | 32.7% | } 100% |
| 2. 用於彈丸之迴轉運動者.....   | 0.2%  |        |
| 3. 用於槍管彈壳之熱灼者.....   | 23.5% |        |
| 4. 用於後坐體之後坐運動者.....  | 0.9%  |        |
| 5. 存於瓦斯顯熱及潛熱者.....   | 48.1% |        |

### 第五節 膛長決定之標準

如第七圖：設“D”為壓力曲線與阻礙曲線之交點，而槍身之長為“L”時，則其有效壓力之最大全功點，當在此一點“D”，以此點賦予彈丸之初速為最大；故槍管之長，照理論以取  $\overline{CL}$  長為最有利，一般即稱之為理論膛長。

但若如此，則火身不免過長，重量因之增大，操作殊感不便。

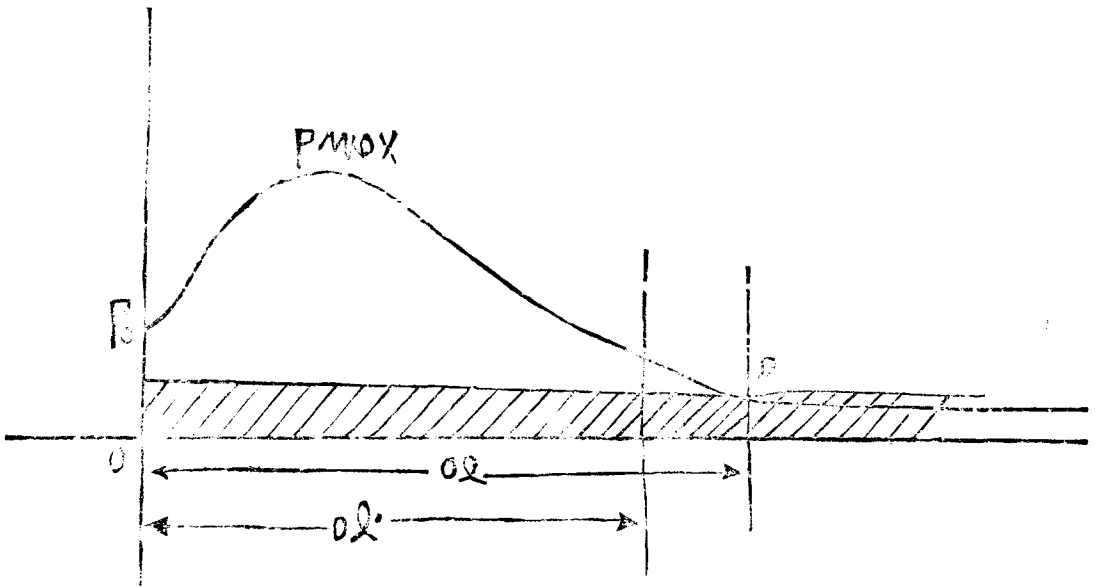
然若將其重量減低，使膛長過度縮短，則又不能利用火藥之全功，以彈丸已出槍口，而發射藥尚未燃燒完盡也。

以故實際上火身之重量，不可過大，即膛長不可過長，要在極力保持初速相當大之範圍內，并使其有效壓力之全功，得有較大之顯著，以定槍口適當之位置。

故實用上之膛長，當較理論膛長為短，如圖中之  $\overline{OL}$  是。

雖然膛長之取定，亦與運用之環境有關，如一般海軍用之槍砲，膛長可以較大，陸軍用之槍砲，則膛長宜小是也。

第七圖



### 第六節 來復線纏度及纏角

#### A. 來復線之功用：

滑膛槍砲放射出之彈丸，其在脫離槍口以後，即因其本身重力之作用，而逐漸下墮，此時彈丸頭即開始揚起，因此空氣阻力之合力方向，即在彈丸頭之下方，而彈丸重心之上部，受空氣阻力較大。彈丸繼續前進，此種情況，繼續加深，故愈使彈丸頭揚起，而致彈丸向後顛倒，而影響命中不良。

為補救此種缺點，特於膛內設計來復線若干條，使彈丸在前進中，其彈軸繞彈道切線作旋轉運動，使彈丸頭得維持一定方向前進

[，而命中得精準。]

B. 來復線之纏度：

膛內之來復線，由來復線上之任一點起，旋繞一周後，至另一對稱點止，其間所有之槍管長，即為來復線之纏度，或稱為來復線之周長或步長，通常以  $n$  倍口徑表示之。

C. 來復線之纏角：

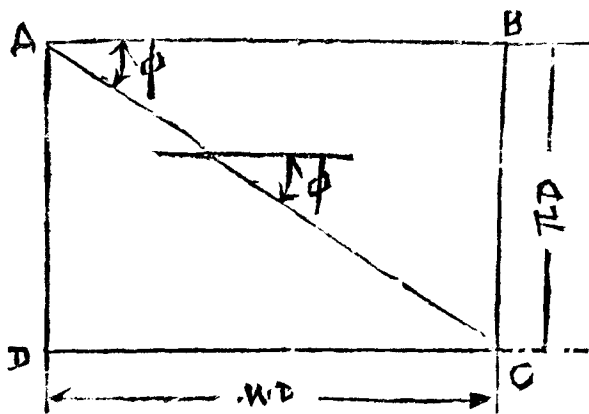
來復線與槍身軸平行線之交角，通常稱之為纏角，纏角大者，纏度即短，纏角小者，纏度必大。設纏角為“ $\phi$ ”，則

$$\tan \phi = \frac{\pi C}{nc \phi R} = \frac{\pi}{nc \phi R} \dots \dots \dots (4)$$

D. 來復線之種類：

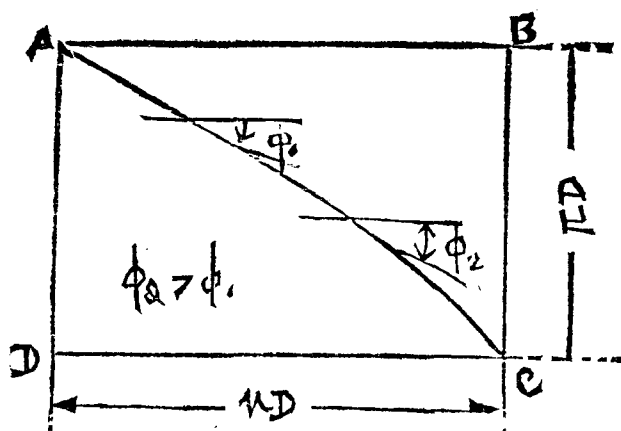
來復線有等齊來復線，及漸速來復線之分；等齊來復線，即來復線上任何一點之纏角均相等；漸速來復線，則由起始點起至終點為止，其纏角係逐漸增大，一般膛長之槍砲，多用等齊來復線，膛短之槍砲，則用漸速來復線。

圖 八 第



(I) 等齊纏度

第八圖



(II) 漸速繩度

第四章 實驗彈道

第一節 概念

實驗彈道學，係專門試驗彈壳內所裝發射劑，經燃燒後，對槍身及彈丸所生之作用者；如溫度之增高，膛壓之變化，後坐力及初速等之測量皆屬之，而較要者，尤為初速及膛壓之測定。

初速測量之原則，為使射彈經過一預定距離，再由經過時間除此預定距離以得去定值商，此商當即表彈丸之初速。

膛壓之測定，則由一固定空間以求各時間內之氣體膨脹之變化值，或由一不定空間以求各時間內之變化曲線(由一指筆畫曲線)。

故機構上雖有各種式樣之不同，但其原則係屬一致，關於各種

試驗法及器械構造，茲舉實例述之如下：

## 第二節 布朗節(Le Bou Lenge)初速儀

### A. 構造：

布朗節初速測驗儀，為利用電磁作用而製成，發明於 1864 年，至今尤在沿用，其構造原則如下示：

### 第九圖

如第一圖：

“E<sub>1</sub>” “E<sub>2</sub>” 為兩磁電鐵；

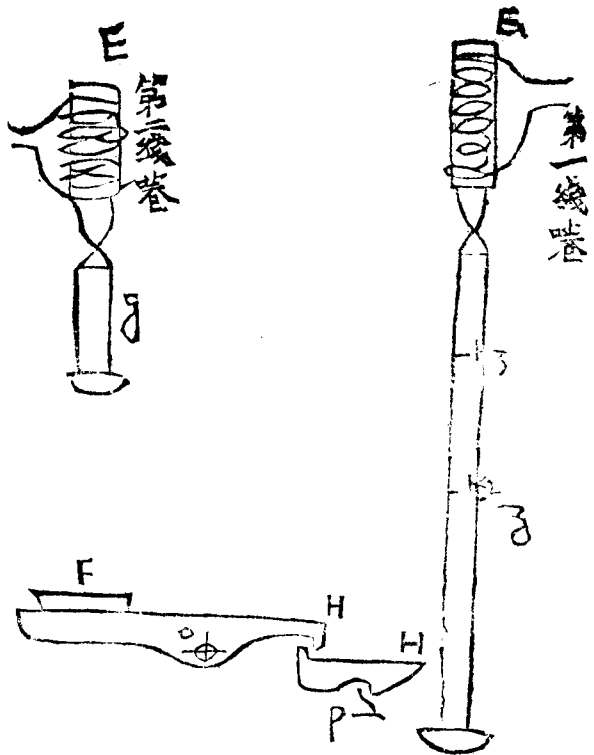
“g” “y” 為兩鐵桿；

“M” 為小尖刀；

“F” 為一平台；

“P” 為一彈簧；

“H” 為一掛鉤；



設第一線圈上之電流中斷，則磁電鐵“E”無吸引磁力，“z”鐵桿即因重力之作用而自由下落；倘第二線圈上之電流亦中斷，則電磁鐵“E”亦無吸引磁力，而“g”桿亦因重力而自由下落。

當“g”桿之下端碰擊“F”平台時，則“F”台繞“O”軸而旋轉，“H”鉤即向上仰而解放“M”小刀，而同時因“P”彈簧之作用，小刀前擊“z”桿，於“z”桿上刻出記號。

## B. 測算：

### 1. 預試：

當兩鐵桿，“z”及“g”俱被吸住時，用手將“F”台撞動，使“M”小刀畫一記號“K<sub>1</sub>”於“z”桿上，作為試驗之起點。

次使兩線圈之電流同時中斷，則“g”及“z”桿同時下落，但以“g”桿距“F”平台間，有相當距離，則俟“g”桿碰擊“F”平台時，“z”亦同時已下墮一段距離，故此時“M”所畫於“z”桿上之記號，不在“K<sub>1</sub>”而在“K<sub>2</sub>”矣。

量取此 K<sub>1</sub> K<sub>2</sub> 間之距離，則可得去“g”桿由起始下墮至碰擊“F”台而解放“M”小刀碰擊“z”桿時所需之時間，以數學式表之，得

$$\overline{K_1 K_2} = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\therefore t = \sqrt{\frac{2 \overline{K_1 K_2}}{g}}$$

### 2. 試驗：

試驗之先，使“g”及“z”桿同被吸住，然後使第一線圈之線路經過槍口，倘子匣衝槍口而出時，則將此線圈擊斷，電流中絕而

“z” 鐵桿因不被吸住，即開始下墮。

在離槍口若干距離(50 至 100 公尺)之處，架一鐵鋼或鐵片，而使第二線圈經過之，倘子彈射着鐵鋼或鐵片，則第二線圈之電流中斷，而“g” 鐵桿亦下墮。

當“g” 桿碰擊“F” 平台時，則“M” 小刀又劃一記號“K<sub>2</sub>” 於“z” 桿上，由此則可測得機槍之初速矣。

$$\text{由預試已知 } t = \sqrt{\frac{2 \overline{K_1 K_2}}{g}}$$

但按  $\overline{K_1 K_2}$  之距離，可求出子彈由槍口至鋼鐵及“g” 桿由起墮至碰“F” 平台之總時間，計

$$T = \sqrt{\frac{2 \overline{K_1 K_2}}{g}}$$

今設子彈由槍口至鐵鋼之時間為  $t_1$ ，則

$$t_1 = T - t = \sqrt{\frac{2 \overline{K_1 K_2}}{g}} - \sqrt{\frac{2 \overline{K_1 K_2}}{g}}$$

又設由槍口至鐵鋼之距離為“S” 且為已知數，則得初速應為

$$V = \frac{S}{t_1}$$

通常所用之布朗節初速儀，均附有特製之量尺，將  $\overline{K_1 K_2}$  之距離長用量尺一量，即可得知初速為若干，不必再事計算。



### 第三節 Deprez 膛壓測量儀

比較準確之膛壓測量儀之發明，尚始於德人 Deprez 氏所設計製造者。此項測量儀爲於大活塞面“ $S_1$ ”，上端之面積爲“ $F_a$ ”，與滿貯水銀之空間“ $Hg$ ”連接，下端之面積爲“ $f_a$ ”，與火藥爆炸空間相通其面積之比，計爲  $F_a=10 f_a$

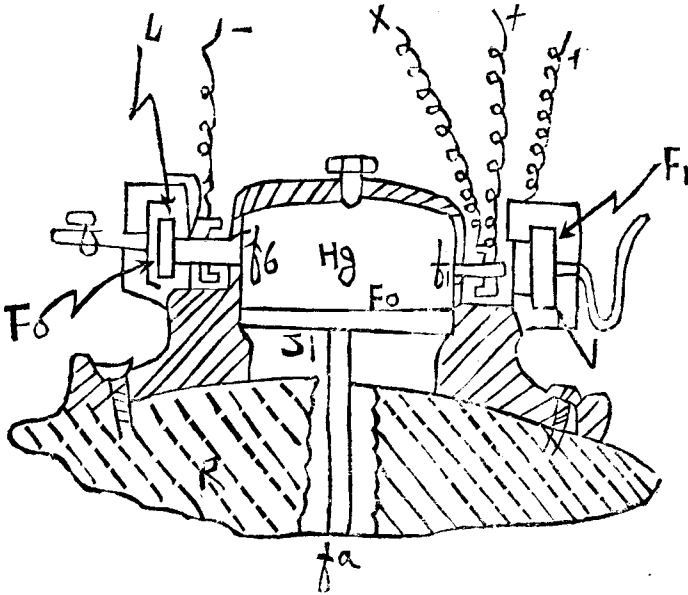
“ $Hg$ ”空間之周圍，具有大小相同之小活塞 10 個，但各小活塞內面積雖相同，而外面積則不相等。

諸小活塞之外面空間，貯有壓縮空氣，第一小活塞內面積與外面積之比相等，因此其所受之壓力與“ $f_a$ ”面積之比爲 1 : 100。第二小活塞內面積與外面積之比爲 1 : 2，因此其所受之壓力與“ $f_a$ ”之比爲 1 : 200。……類推至第十個小活塞時，則與“ $f_a$ ”壓力之比爲 1 : 1000。

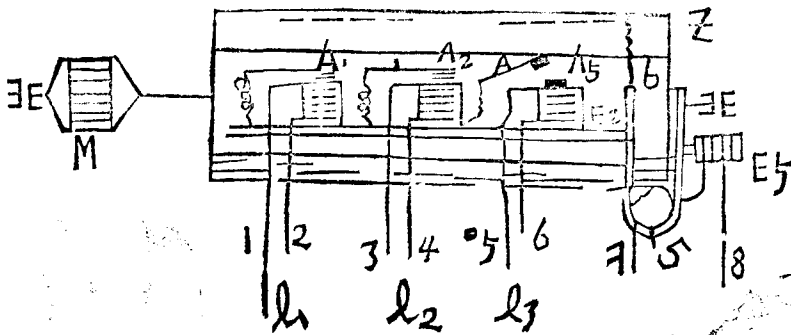
若先，倘壓縮空氣間之壓力爲 2 個大氣壓，而火藥爆炸時，小活塞第二至第七個均被壓出，但第八個至第十個小活塞尚未移動，則可知火藥之量大壓力大於 2 : 100, 2 : 200, 2 : 500 …………… 72 : 700, 而小於 2 : 800 矣。

且此儀界上之各小活塞上，均裝有電線接觸，而與 Scaultz 初速儀上之磁電鐵“ $E_1$ ”“ $E_2$ ”“ $E_3$ ”……“ $E_{10}$ ”相連，當小活塞受火藥壓力壓出時，則其線圈之電流即中斷，槓桿“A”上之指

鐘，即將其在圓筒上所畫之直線作一曲折，若火藥之壓力逐漸增加，則與各小活塞相應之電流，均依次中斷，若最高壓力到達，則壓力又逐漸低減，小活塞又順次回復其原有位置。按“z”筒上各線之曲折，及其兩曲折間之聲叉“S”震動之次數，則即可得出膛壓依時間，而變化之曲線。



Deprez 膛壓測量器



Chronograph schultz sehenl

## 問題二：

1. 何謂槍砲彈道學？
2. 何謂膛外彈道學？
3. 何謂彈道起點，及彈道水平面？
4. 射線與擲線有何區別？
5. 試詳細解釋初速之意義？
6. 射程與射距離之區別何在？
7. 落點與着點之意義有何不同？
8. 試略述外彈道研究之步驟？
9. 試列出真空彈道之基本方程式，并加以簡要之說明？
10. 設已知彈丸初速為 2700 呎/秒，放射角為  $30^\circ$ ，試求射程為若干？
11. 所言兩射角而得一射程者，試本數理上之根據推證之。
12. 設彈丸初速為 2700 呎/秒，放射角為  $20^\circ$ ，試求在飛行 400 呎距離。以後彈丸軸與彈道水平面之交角為若干度？
13. 真空中之飛行彈丸，何以落速等於初速？
17. 試述空氣彈道形狀形成之理論？
14. 彈丸空氣阻力之發生，何由而發生？
15. 槍口震動之影響，將使彈丸在飛行中發生何種現象？

16. 彈丸侵徹之發生，因何種條件而生差異？
18. 彈丸對於目標之侵徹，以何種角度進入最為有利？
19. 何謂膛內彈道學？
20. 試簡述發射藥之燃燒理論？
21. 長方形藥與正方形藥，何者使用較為滿意，試本燃燒理論加以說明？
22. 試述膛內壓力曲線形成之原因？
23. 試簡述膛內火藥能力之分佈？
24. 膛長之取定有何標準？
25. 海軍槍砲之膛長何以較陸軍槍砲之膛長為大，所持理由何在？
26. 膛內來復線因何而設？
27. 何謂等齊來復線與漸速來復線？并比較說明其利弊？
28. 試簡述布朗節初速測驗儀之構速原理？
29. 試簡述 Deprez 膛壓測量儀之構造。

# 第三篇 轟炸彈道

## 第一章 概念

轟炸彈道，係指空中投下之炸彈，其重心所畫出之經路弧面言；按照戰術上之原則來說，空中轟炸之手段，有水平轟炸與俯衝轟炸之分，故其投下彈道，是當各有其別，故本篇將就水平轟炸彈道及俯衝轟炸彈道分述之。

## 第二章 水平轟炸彈道

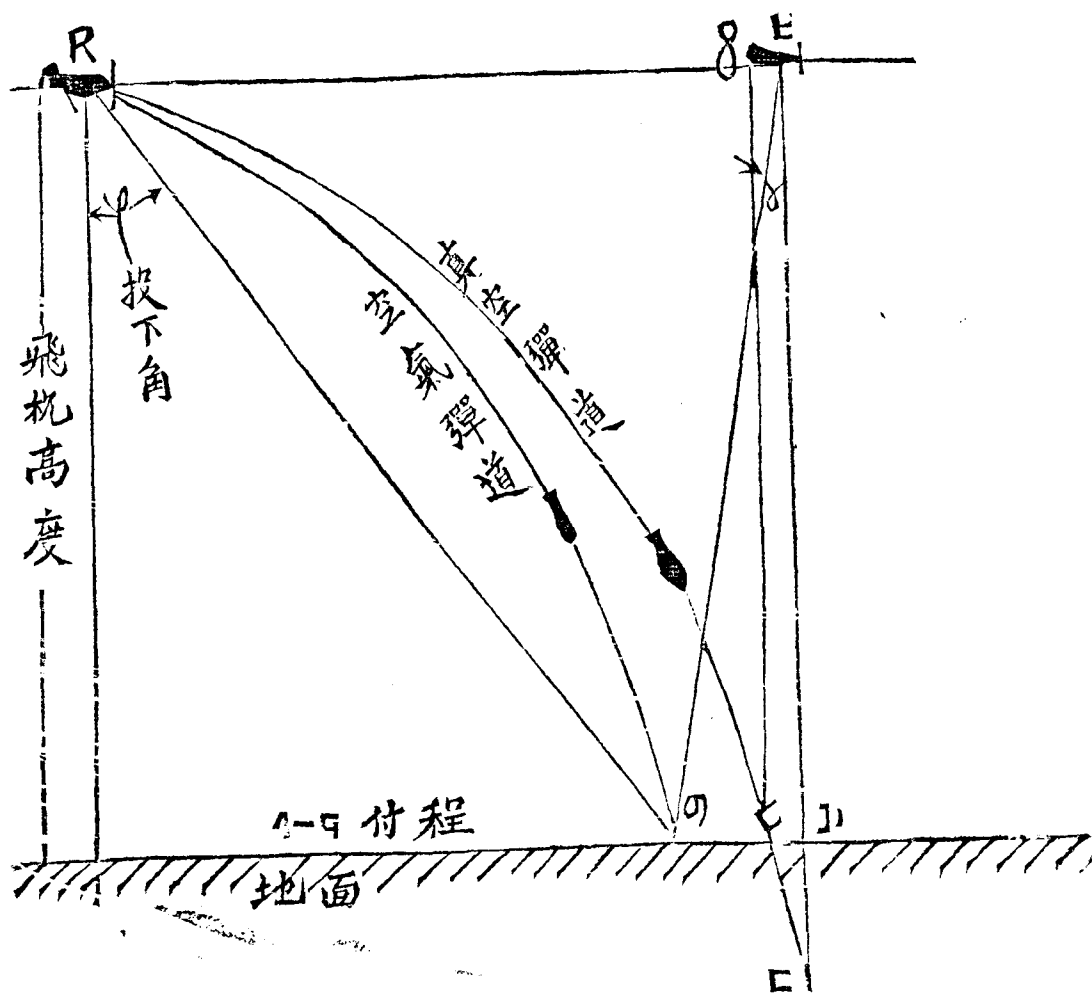
### 第一節 常用名詞

1. 轟炸高度……飛機進入轟炸時，對於目標平面所具有之高度  $\overline{RA}$ ，謂之轟炸高度。
2. 射程……開始投彈點“R”之垂直下一點“A”，至彈着點“B”之水平距離  $\overline{AB}$ ，謂之射程。
3. 投下角……開始投彈點之垂下線，與該點至彈着點之連線之夾角  $\angle ARB$ ，謂之投下角，通常以“ $\psi$ ”表之。

4. 投彈點……………開始投放炸彈之一點“R”，謂之投彈點。
5. 彈着點……………炸彈與地面接觸之一點“B”，謂之彈着點。
6. 退曳點……………空氣中炸彈着地時，飛機所在之位置一點“E”，謂之退曳點。
7. 退曳長……………空氣中射程與真空中射程之差 $\overline{BD}$ ，即為退曳長，由於空氣之阻力作用而發生。
8. 地面退曳……………空氣中炸彈之降落點，與真空中炸彈降落點之一段距離 $\overline{CB}$ 謂之地面退曳，由於空氣之橫向阻力而發生。
9. 時間遲滯退曳……………同高度，空氣中投下炸彈，與真空中投下炸彈之時間差，謂之時間遲滯。在該時間內飛機向前移動之距離 $\overline{GE} = \overline{CD}$ ，謂之時間遲滯退曳，由於空氣之縱向阻力而發生。
10. 退曳角……………退曳點與彈着點之連線同退曳點垂直下線之夾角“ $\gamma$ ”，謂之退曳角。
11. 飛機對空速度……………飛機飛行於空氣中，其對於所穿過空氣之相對速度，謂之飛機對空速度，通常一般飛行儀表上所指示者，即為飛機對空速度，或簡稱飛機空速。
12. 飛機對地速度……………飛機飛行於空氣中，其對地面之相對速度，謂之飛機對地速度。
13. 炸彈終速……………炸彈之下降速度，自起始點起，因地心吸引

力之作用，而不絕增加；但另一方面，空氣所加於炸彈之抵抗力，亦不絕增加；兩相增加，至一定階段，炸彈下降速度不再增加時，此時之炸彈下降速度，即為炸彈之終速。

14. 偏航角……在有風狀態下，機身縱軸線與飛機重心經路線之夾角“ $\theta$ ”，謂之偏航角。
15. 側風偏差……在側風狀態下投放炸彈，炸彈偏落於射面之一邊，此一段距離之距離，謂之側風偏差。
16. 轟炸漸近線……在飛機開始瞄準點起，至投下炸彈一點止，其間飛機所行之經路，謂之轟炸漸近線。



(第 一 圖)

## 第二節 真空中的水平轟炸彈道

### A. 彈道方程式：

真空中的轟炸彈道，不計空氣之阻力作用，故情況至為簡單。試本槍炮彈道推究之，則知轟炸彈道之彈道弧，適等於槍炮彈道之降弧。但空中水平投下炸彈時之射角為  $0$ ，故但使“ $\psi$ ” $=0$ ，由是



$$y = x \tan \psi - \frac{1}{2} \frac{gx^2}{V^2 \cos^2 \psi}$$

$$= 0 - \frac{1}{2} \frac{gx^2}{V^2}$$

是即  $y = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{V^2}$

以“h”代替“y”，則

$$h = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{V^2} \dots\dots\dots(1)$$

B. 射程“x”：

變化(1)式，即可得出投下炸彈之射程：

$$x^2 = -\frac{2V^2}{g} \cdot h$$

是即  $x = V \cdot \sqrt{\frac{2}{g}} \cdot \sqrt{h} \dots\dots\dots(2)$

式中之“g”及“h”，均為已知數，但“x”及“V”均為一次方，故知空氣中之投下彈道，其射程係與速度“V”成正比變化。

C. 投下角“ψ”：

設射程“x”為已知，投彈高度“H”亦為已知，則投下角可準下式求得：

$$\tan \psi = \frac{x}{H} \dots\dots\dots(3)$$

D. 降落時間 "T" :

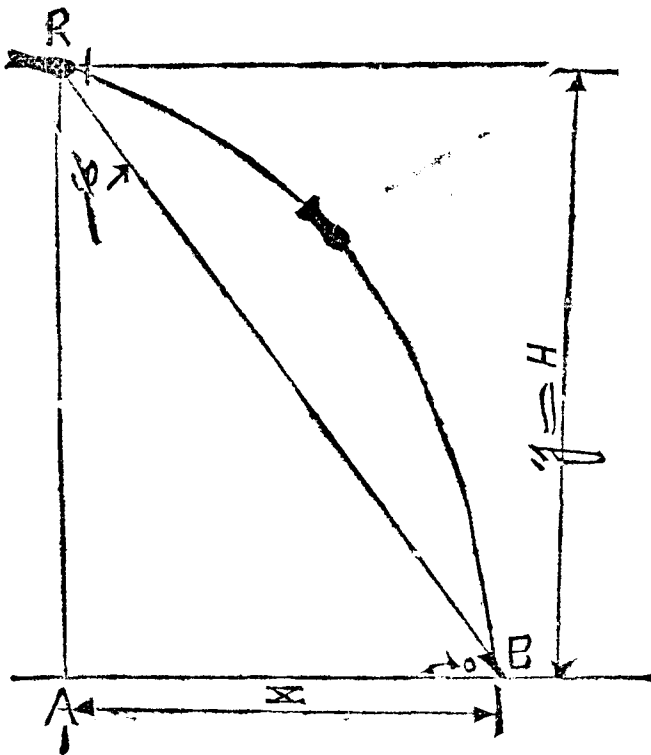
欲求降落時間，須先知降落速度；吾人知炸彈之降落垂直分速等於 0，在  $t$  時間內之落下垂直分速，等於  $0+gt$ ，則其降落平均垂直分速度

$$V_h = \frac{0+(0+gt)}{2} = \frac{gt}{2}$$

由此  $H = V_h \cdot t = \frac{gt}{2} \cdot t = \frac{1}{2} gt^2$

是即  $t^2 = \frac{2H}{g}$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \dots\dots\dots (4)$$



(第二圖 真空彈道圖)

### 第三節 空氣中的水平轟炸彈道

空氣中的投下炸彈，因有空氣阻力之作用，故其彈道情況為之變更，然亦因空氣之性質而異，茲分論之如下：

#### A. 靜空氣中的水平轟炸彈道

所謂靜空氣，即言無流動現象之空氣，在此種靜空氣中水平投下炸彈，炸彈本身僅受到空氣所給予之阻力，故其結果，為落下時間加長，前進射程減短，而呈現一退曳量及退曳角。質言之，即靜空氣中的水平投下彈道，在同高度時，其彈道弧曲度，較真空中所擲出者為大。

設退曳長為“ $\Delta$ ”空氣中的降落時間為“ $T$ ”。

#### (1) 靜空氣中的射程：

$$x_0 = V \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} - \Delta \dots\dots\dots (5)$$

或  $x_0 = V \cdot T_0 - \Delta \dots\dots\dots (5')$

#### (2) 靜空氣中的投下角：

$$\tan \psi_0 = \frac{x_0}{H}$$

$$= \frac{V \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} - \Delta}{H} \dots\dots\dots (6)$$

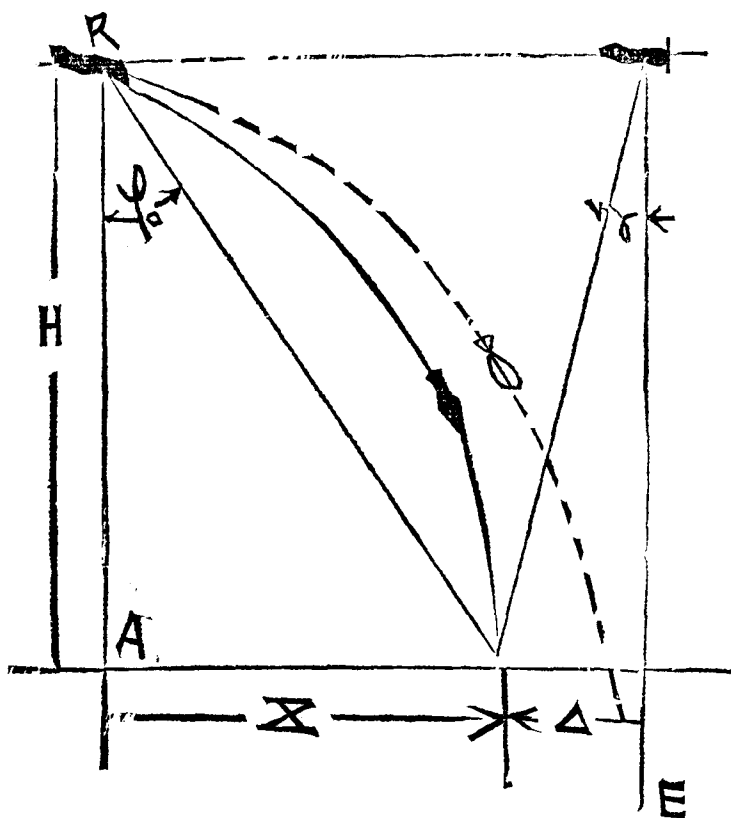
$$\text{或 } \tan \psi_0 = \frac{V \cdot T_0 - \Delta}{H} \dots \dots \dots (6')$$

(3) 靜空氣中的退曳角：

$$\tan \gamma = \frac{\Delta}{H} \dots \dots \dots (7)$$

(4) 靜空氣中的退曳長：

$$\Delta = H \tan \gamma \dots \dots \dots (8)$$



(第三圖) 靜空氣中之彈道圖

B. 順(逆)風向下的水平轟炸彈道：

若空氣為流動，且假定水平轟炸進入之方向為與空氣流動之方向一致或相反，則投下彈道弧之曲度，即因此種流動空氣之作用，隨之向前伸展或向後紮縮；假定空氣之流動速度為“ $\mu$ ”，則在全彈落時間“ $T_0$ ”內之移動量，當為  $\mu \cdot T_0$ ，由是：

(1) 順(逆)風向下的射程：

$$x_1 = x_0 \pm \mu T_0 \dots\dots\dots (9)$$

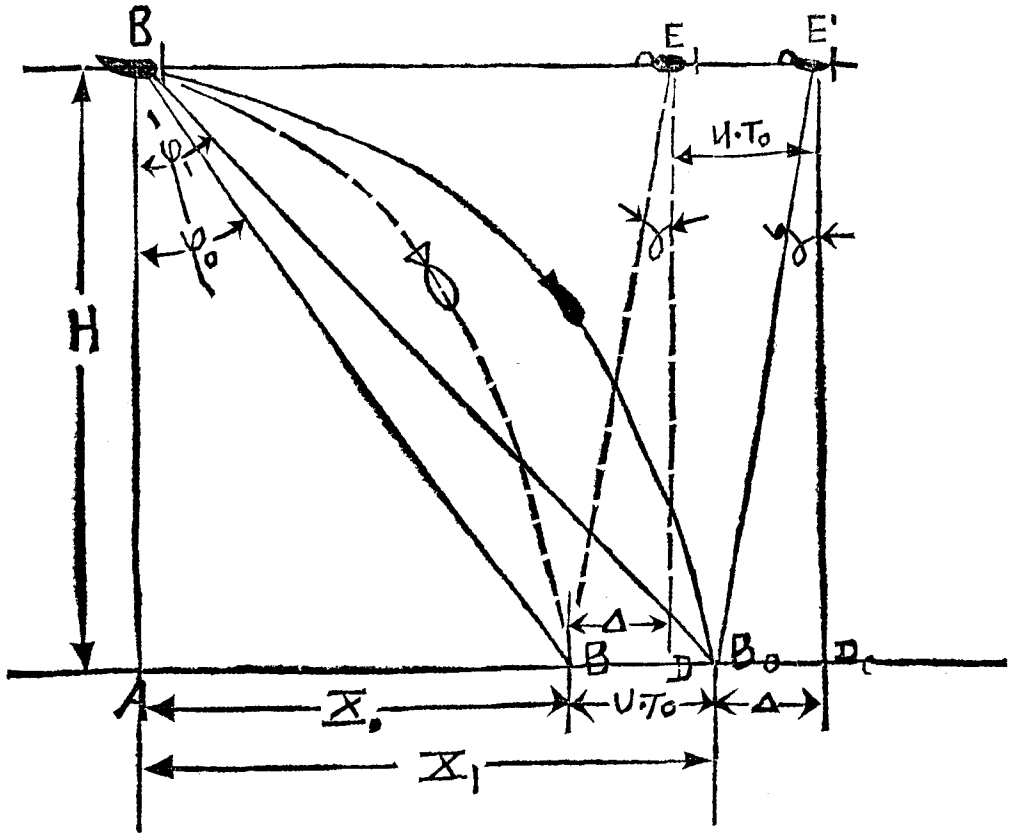
$$= (V \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} - \Delta) \pm \mu T_0 \dots\dots\dots (9')$$

(2) 順(逆)風向下的投下角：

$$\tan \psi_1 = \frac{x_1}{H}$$

$$= \frac{(V \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} - \Delta) \pm \eta T_0}{H} \dots\dots\dots (10)$$

退曳長及退曳角，則不因空氣流動之方向而變，故 (7) (8) 兩式，仍適用於此處。



(第四圖) 順風下之水平投下彈道

C. 側風下的水平轟炸彈道：

所謂側風下的投彈，即飛機的進入目標上空瞄準轟炸的進路，係與當時的空氣流動方向成一交角。在此種情況之下，飛機本身的移動方向，非復與機頭方向一致，而係向風向下之一側偏移，如第五圖：飛機取 RS 方向航進，因有側風 SN 之關係，結果飛機於若干時間以後，不能抵達一點“S”，而抵達一點“N”，航向與航跡之間，即成一夾角“ $\theta$ ”，此“ $\theta$ ”通常稱之為偏航角。

但彈道之產生，係直接有關於飛機之航跡者，故此時彈道之計算，亦將本此 RN 航跡向而討論之。

雖然，炸彈在脫離飛機以後，亦同樣受有側風之作用，故結果彈着並不在航跡之投影線  $\overline{AM}$  上，而係偏落於  $\overline{AM}$  線之一側，從而有所謂側風偏差之存在。

退曳之發生，則與側風無關；故仍應平行於航向，以炸彈橫向及縱向所受之空氣阻力未變也。

(1) 側風下之航程：

在炸彈降落時間 “ $T_0$ ” 內之飛機移動量：

$$\overline{RN}^2 = \overline{AM}^2 = (\text{飛機速度} \times \text{降落時間})^2 + (\text{風速} \times \text{降落時間})^2$$

是即：  $(Vg \cdot T_0)^2 = (V \cdot T_0)^2 + (\mu \cdot T_0)^2$

$$Vg \cdot T_0 = \sqrt{(V \cdot T_0)^2 + (\mu \cdot T_0)^2} \dots \dots \dots (11)$$

彈着點至航跡平面之直線距離  $\overline{IJ}$ ，即表側風偏差，是即

$$L = \overline{IJ} = \Delta \sin \theta \dots \dots \dots (12)$$

(3) 側風下之射程：

側風下之射程，應在航跡投影線上；是即

$$x_2 = \overline{AM} - \overline{JM}$$

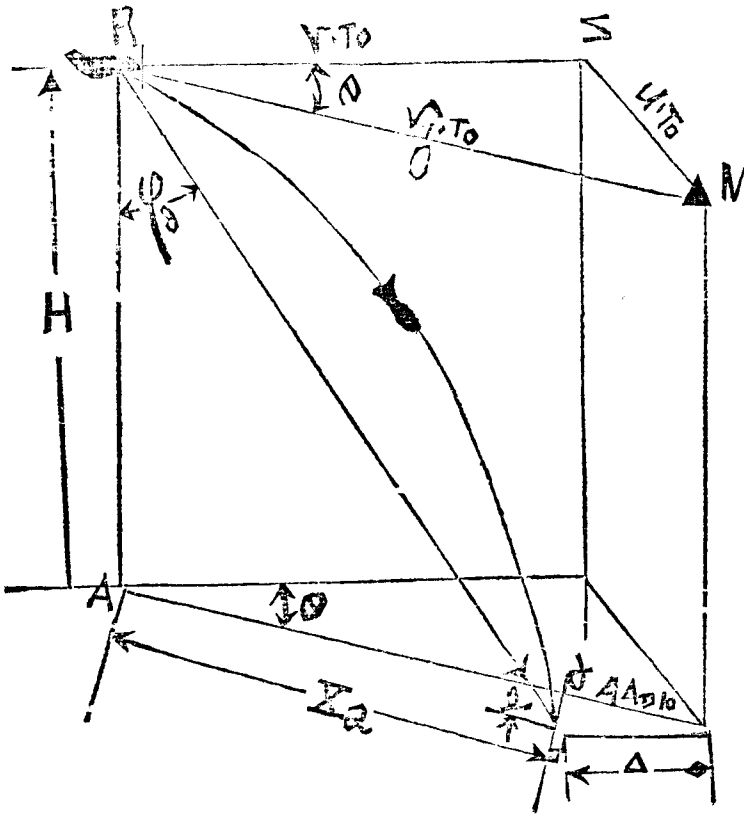
但  $\overline{JM} = \Delta \cos \theta$

$$\therefore x_2 = Vg \cdot T_0 - \Delta \cos \theta \dots \dots \dots (13)$$

4) 側風下之投下角：

側風下之投了角，亦應包含在航跡垂直平面內，故

$$\begin{aligned} \tan \psi_2 &= \frac{x_2}{H} \\ &= \frac{Vg \cdot T_0 \cdot \Delta \cos \theta}{H} \dots\dots\dots (14) \end{aligned}$$



(第五圖) 側風下之水平投下彈道



## 第三章 俯衝轟炸彈道

### 第一節 概念

俯衝轟炸，係飛機對於某一目標之攻擊，採取角度狀態衝下，投放炸彈，以達成破壞目的之攻手段。此種狀態下之投下彈道，其惟一與水平投下彈道不同之點，在其起始投放點之瞬間，炸彈之初速，非為水平方向，而係與投彈水平面成一角度。

又飛機在轉入俯衝以後，其機身軸已與原進入方向之水平面，成一個交角，此交角即稱之為俯衝角。

質是之故，其所得投下彈道，與水平投下時所得之彈道，大異其趣，茲討論之如下：

### 第二節 真空中的俯衝轟炸彈道

如第一圖：設飛機採取“ $\alpha$ ”角俯衝下降，衝至一點“R”投放炸彈，則在投放炸彈以後，飛機將沿  $\overline{RC}$  方向前進一段距離，而炸彈則已脫離飛機，不絕向地面接近，經過落時間“T”，而着於一點“G”爆炸。

試就此圖而加以詳細之觀察，則吾人知炸彈在起始點之下降初速，為飛機之對空速度“V”，此處可別為二分速，即

$$\text{水平分速 } V' = V \cos \alpha \dots\dots\dots(1)$$

垂直分速  $V'' = V \sin \alpha \dots \dots \dots (2)$

真空中之水平分速，因無任何外力之影響，故  $V'$  為一不變之常數，但垂直分初速，則受此地心吸力之作用，故自起始點以後，係隨時間之增長，而逐漸增加，在第一秒之末，為  $V'' + g$ ，在  $t$  秒之末，為  $V'' + gt$ ，在彈着時，則為  $V'' + gT$  矣，故

$$\begin{aligned} \text{平均垂直速度 } V_H &= \frac{V'' + (V'' + gT)}{2} \\ &= V'' + \frac{gT}{2} \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

於是，飛機在彈着時間“ $T$ ”時，向前移動之距離，即

#### A. 射程

$$x = V' \cdot T \dots \dots \dots (4)$$

#### B. 落下高度

$$H = V_H \cdot T = V''T + \frac{1}{2} gT^2 \dots \dots \dots (5)$$

#### C. 落下時間：

落下時間之準確值“ $T$ ”，則可變化 (5) 式而得

$$\frac{1}{2} gT^2 + V''T - H = 0$$

$$\text{即 } T = \frac{-V'' \pm \sqrt{(V'')^2 + 2gH}}{g}$$

取其正值得：

$$T = \frac{-V'' + \sqrt{(V')^2 + 2gH}}{g} \dots\dots\dots (6)$$

D. 投下角：

投下角  $\psi$ ，則為

$$\tan \psi = \frac{x}{H} = \frac{V' \cdot T}{V'' \cdot T + \frac{1}{2} g T^2} \dots\dots\dots (7)$$

E. 前置角：

飛機前進方向線  $\overline{RC}$ ，與瞄準線  $\overline{CG}$  之夾角，在此處特稱之為前置角，並以“ $\psi$ ”表之：

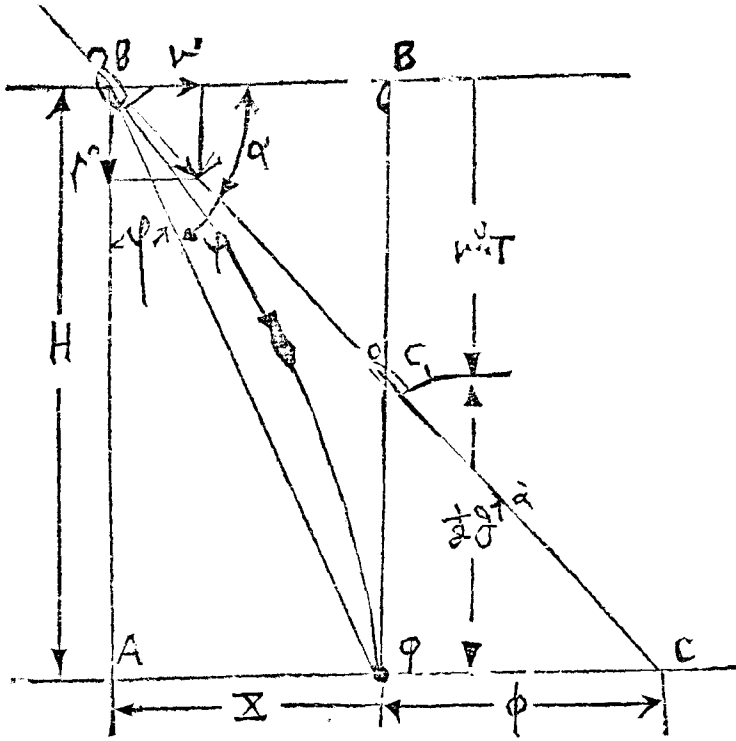
$$\psi = 90^\circ - \alpha - 2\theta \dots\dots\dots (8)$$

F. 前置線：

前置角所應對之水平線是  $\overline{GC}$ ，特稱之為前置線，並以“ $\phi$ ”表之：

$$\phi = H \cdot \tan(90^\circ - \alpha) - x \dots\dots\dots (9)$$

前置角與前置線，在俯衝瞄準上，具有特殊之意義，學者宜特別注意及之。



(第一圖) 真空中的俯衝投下彈道

### 第三節 空氣中的俯衝轟炸彈道

空氣中的俯衝投下彈道，因已加入空氣阻力之關係，致使投下炸彈之下降速度減慢，從而落下時間“T。”加長，前進距離亦縮短，而有退與之呈現，故彈道略元，亦與真空中所得者迥異。

#### A. 靜空氣中的俯衝轟炸彈道：

如第二圖：於“B”點投下之炸彈，在真空中時，係落於一點“G”，在空氣中時，因有空氣阻力之作用，炸彈將移落於一點“G<sub>1</sub>”，由“G<sub>2</sub>”點至“G<sub>1</sub>”點之水平距離，即為炸彈因空氣阻力

所發生之退曳。因有此退曳之存在，故各彈道諸元，皆已呈極顯然之變化。

1. 射程：

$$x_0 = V' \cdot T_0 - \Delta \dots\dots\dots (9)$$

2. 投下角：

$$\tan \psi_0 = \frac{x_0}{H} = \frac{V' \cdot T_0 - \Delta}{H} \dots\dots\dots (10)$$

3. 退曳角：

$$\tan \gamma_0 = \frac{\Delta}{H} \dots\dots\dots (11)$$

4. 退曳長：

$$\Delta = H \tan \gamma_0 \dots\dots\dots (12)$$

5. 前置角：

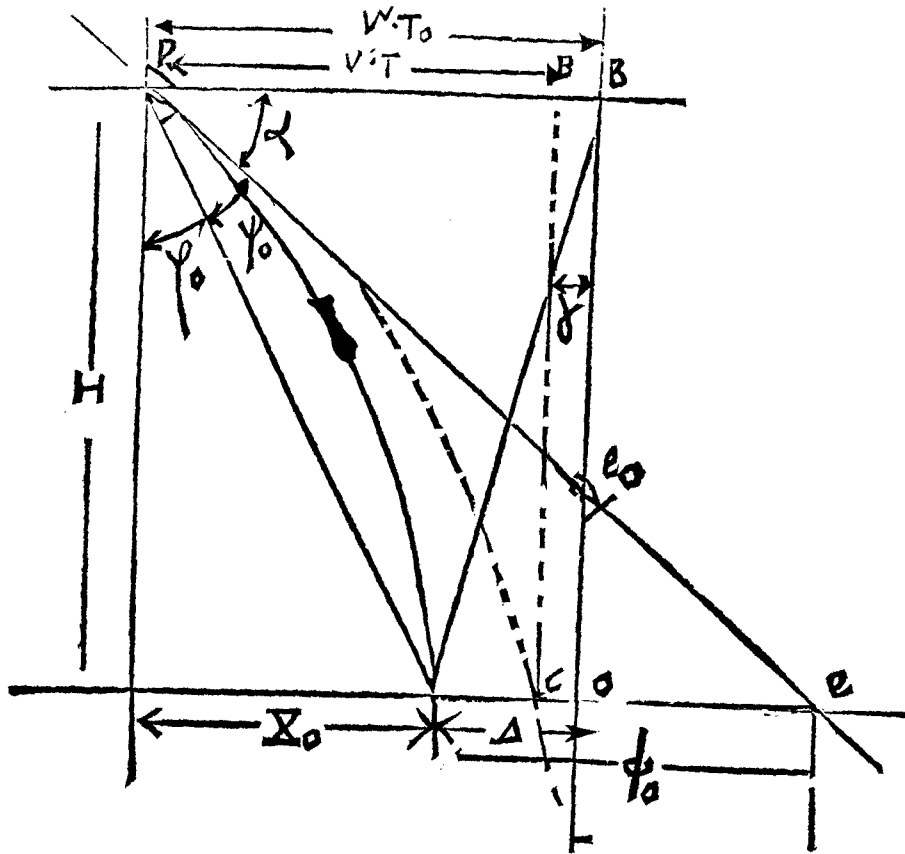
$$\psi = 90^\circ - \alpha - \psi_0 \dots\dots\dots (13)$$

6. 前置線：

$$\phi_0 = H \tan (90^\circ - \alpha) - x_0 \dots\dots\dots (14)$$

7. 退曳點航程：

$$\overline{RB} = V' \cdot T_0 \dots\dots\dots (15)$$



(第二圖) 靜空氣中俯衝投下彈道

### B. 順(逆)風向下的俯衝轟炸彈道：

飛機於流動狀態空氣中俯衝投彈，假定俯衝角不變，則所擲出之彈道，若進入方向與風向一致時，則彈道弧向前伸展，從而射程擴大，前置角及前置線均減小。反之，若進入方向與風向相反，則彈道弧向後紮縮，從而射程變小，前置角及前置線反因之而增大。

若空氣流動之速度為“ $\mu$ ”，則在彈落時間“ $T_0$ ”內之空氣移動量當等於  $\mu \cdot T_0$ ，於是

1. 射程：

$$x_1 = V' \cdot T_0 \pm \mu \cdot T_0 \dots \dots \dots (16)$$

2. 投下角：

$$\tan \psi_1 = \frac{x_1}{H} = \frac{V' \cdot T_0 \pm \mu \cdot T_0}{H} \dots \dots \dots (17)$$

3. 前置角：

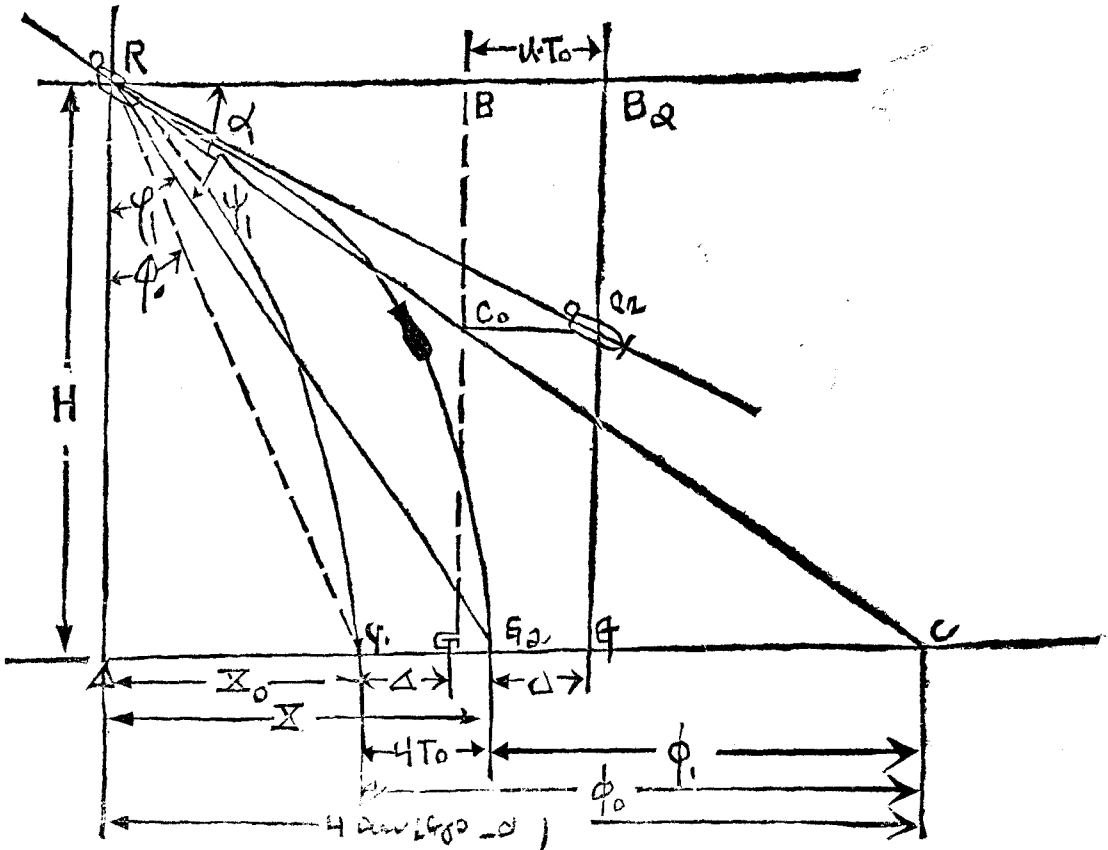
$$\psi_1 = 90^\circ - \alpha - \psi_1 \dots \dots \dots (18)$$

4. 前置線：

$$\begin{aligned} \phi_1 &= H \cdot \tan(90^\circ - \alpha) - x_1 \dots \dots \dots \\ &= H \cdot \tan(90^\circ - \alpha) + V' \cdot T_0 \pm \mu \cdot T_0 \dots \dots \dots (19) \end{aligned}$$

退曳角及退曳長，則不因空氣之流動方向而生變化，故計算法

則，仍可準(11)及(12)兩式。



(第三圖) 順風下之俯衝轟炸彈道

C. 側風下的俯衝轟炸彈道：

若俯衝進入之方向，係與當時氣流方向成有一交角時，則飛機移動之方向，必然與俯衝方向異致，仍如前章水平彈道所述，航跡與航向之間，發生一偏航角“ $\theta$ ”。

炸彈在脫離飛機以後，此項側風加於炸彈之影響，復使炸彈墜落於航跡投影線之一側，而呈現一側風偏差量“ $l$ ”，此時期

飛機之對地速度：
$$Vg = \sqrt{V^2 + \mu^2} \dots\dots\dots (20)$$



側風偏差量：  $l = \Delta \sin \theta \dots\dots\dots(21)$

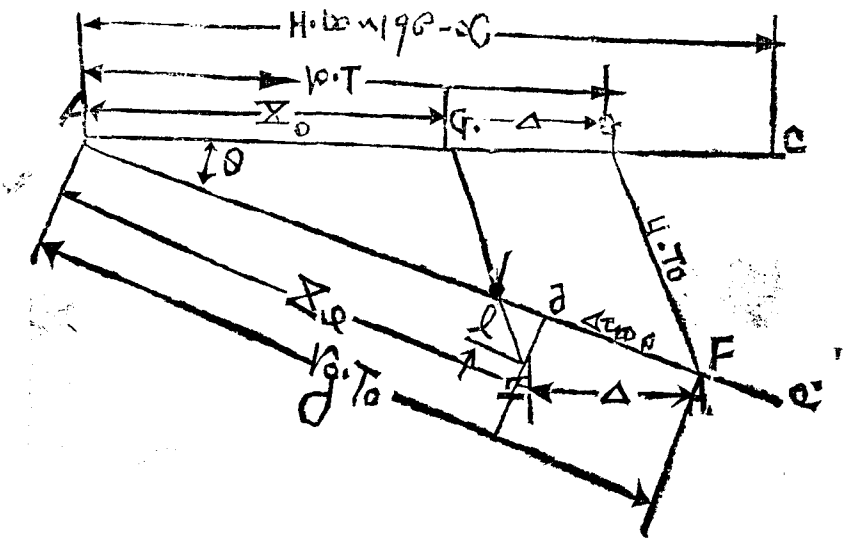
從而：

1. 射程：

$x_2 = Vg \cdot T_0 - \Delta \cos \theta \dots\dots\dots(22)$

2. 投下角：

$\tan \psi_2 = \frac{x_2}{H} = \frac{Vg \cdot T_0 - \Delta \cos \theta}{H} \dots\dots\dots(23)$



(第四圖) 側風下的俯衝投下彈道

前置角及前置線之計算：在此處則比較困難；如第五圖所示：風向可與飛機進入方向成任一交角，故彈着點亦可落於以空氣靜中之彈着點“G”為圓心，以風速量  $u \cdot T_0$  為半徑，所成之圓周之任一點上，茲假定彈着點為圖上所示之一點“F”，則前置線  $\overline{FC}$ ，可分出為由兩個分量組成；即一為縱向前置線  $\overline{KG}$ ，一為橫向前置線

$\overline{IK}$ , 此處  $\overline{KG}_1 = \mu \cdot T_0 \cos \beta$  .....  $\beta$  爲風向角。  
是即：

3. 縱向前置線：

$$\begin{aligned} \phi_2' &= \phi_0 - \overline{KG}_1 \\ &= \phi_0 - \mu \cdot T_0 \cos \beta \dots\dots\dots (24) \end{aligned}$$

又  $\overline{IK} = \mu \cdot T_0 \sin \beta$

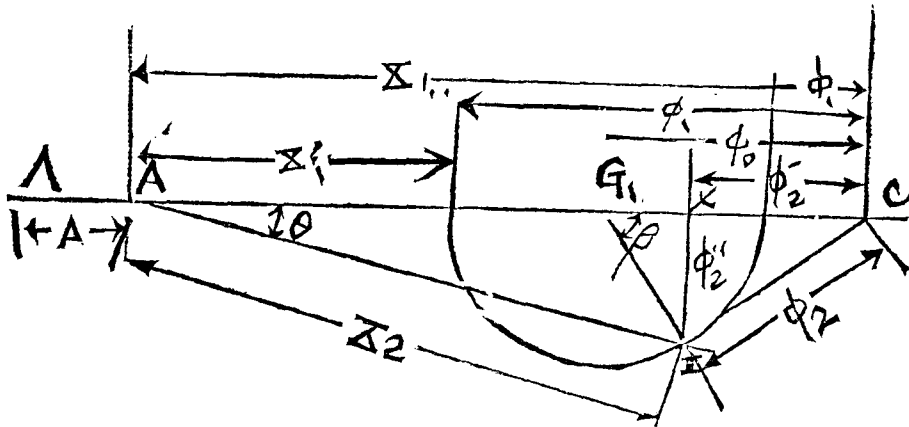
是即

4. 橫向前置線：

$$\phi_2'' = \mu \cdot T_0 \sin \beta \dots\dots\dots (25)$$

前置線之合量，則爲

$$\begin{aligned} \phi_2 &= \sqrt{(\phi_2')^2 + (\phi_2'')^2} \\ &= \sqrt{(\phi_0 - \mu \cdot T_0 \cos \beta)^2 + (\mu \cdot T_0 \sin \beta)^2} \dots\dots\dots (26) \end{aligned}$$



(第五圖) 側風下的俯衝投下彈道

計算前置角量時，又須作如下之分析：如第六圖， $\angle KRC$  係爲側風中之縱向前置角，並以  $\psi_2$  表示之，顯知

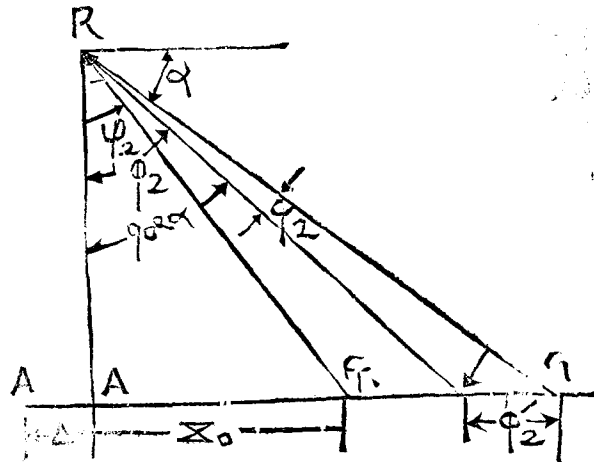
$$\psi_2 = 90^\circ - \alpha - \psi_2 \dots\dots\dots (27)$$

又如第七圖， $\angle IRK$  係側風下之橫向前置角，由直角三角形

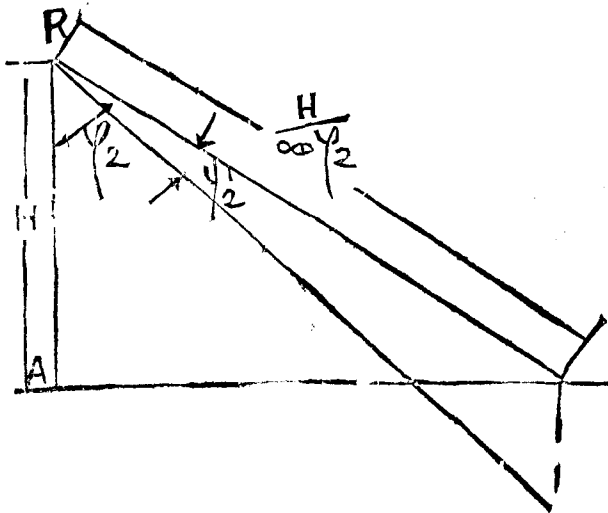
RAK 中，知  $RK = \frac{H}{\cos \psi_2}$ ，又由直角三直形 RKI 中，知  $IK = \phi''_2$ ，

$= \mu \cdot T_0 \cos \beta$ ，於是

$$\tan \psi'_2 = \frac{\phi''_2}{\frac{H}{\cos \psi_2}} = \frac{\phi''_2 \cos \psi_2}{H} \dots \dots \dots (28)$$



(第六圖)



(第七圖)

## 問題三：

1. 何謂轟炸彈道？
2. 轟炸彈道與槍炮外彈道有何不同？
3. 何謂投下角，及退曳角？退曳角何由而發生？
4. 地面退曳與時間遲滯退曳有何不同？
5. 試分別詳釋飛機空速及地速之意義。
6. 何謂炸彈終速，何由而發生？
7. 試默畫一真空中轟炸與靜空氣中轟炸之彈道圖，並分別註明各有關諸元。
8. 在真空中設已知投下高度為 1000 公尺，飛機空速為 450 公里時，則投下射程應為若干？
9. 飛機之性能如第八題所述，但轟炸高度為 1500 公尺，並知因空氣阻力之作用，將生出 25 公尺之退曳長，試求投下角當為若干？
10. 試詳述風之流動及於炸彈退曳之影響？
11. 側風偏差，何由而發生，其修正原則為如何？
12. 設已知退曳長為 30 公尺，飛機徑航角為  $90^\circ$ ，求偏差量為若干？
13. 俯衝轟炸彈道與水平轟炸彈道有何不同？
14. 前置線與前置角，何由而發生？
15. 試述順風及於俯衝轟炸彈道之影響，並繪圖說明之。
16. 試述側風下俯衝轟炸中前置線量及角量之計算法則。
17. 試將水平轟炸彈道與俯衝轟炸彈道作一比較之研究，並繪圖默憶。

# 第四篇 空中射擊

## 第一章 有效射程

飛行於空氣中之飛機，多做高速度之移動，射擊之操縱，頗為困難；況其所裝槍炮之本身，其射擊亦因高度之不同及初速之變異，殊不容易確定，故欲求精確之算準以期命中某目標，實屬非常困難。

為解決此種射擊困難，乃有所謂「有效射程」之決定。吾人試將各種槍炮之射擊彈道加以考察，則顯知在彈丸脫離槍口以後，有一段近乎直線之彈道；以彈丸之初速甚大，外力之作用尚未顯著也。如能利用此段彈道，使之接近目標，即使目標不在此段距離之範圍以外，則只須槍口指中目標，即可得到較精準之射擊效果，而無須射角之採擇及彈道低仰等之修正矣。

此一段近乎直線之距離，特稱之為「有效射程」。一般通用之機關槍，此段有效射程略為 200→400 公尺，機關炮則為 400→600 公尺。

又吾人知有效射程之存在，直接有關於初速之大小，故欲求槍炮之射擊效果大，則槍炮初速之宜大，理屬必然，此為一般學習軍械者所宜急切注意者也。

## 第二章 射擊差誤

前節所述，吾人雖已考慮到空中射擊之困難，而有採取有效射程之改進；但此種改進，尤不足以滿足空中之射擊要求，因空中之射擊，敵我同處於急切之運動中，射擊間，其因敵我飛機移動所生之差誤，為量甚大。蓋自射手扣動扳機，及彈丸脫離槍口而抵達目標，為時雖甚短暫；然在此極短暫之時間內，因敵我飛機均以高速度運動，故分別均已移動相當距離矣；此種差誤之修正，實非上述有效射程之取用所單能逞功，而有另圖他法之必要，此即為今日一般通用機槍瞄準具之所由產生也。

## 第三章 機槍瞄準具之構造

空中之射擊情況，歸納言之，約可別為下述三種：即

- (1) 固定槍炮對其運動目標之射擊；
- (2) 活靶槍炮對於固定目標之射擊；
- (3) 活動槍炮對於運動目標之射擊；

研究機槍炮瞄準具之構造，即須首先認此三種情況為真，然後

再逐項分析，以追求差誤發生之由來，及其所以修正之道，再本修正之原則，以得出合理之器械配用。

### 第一節 望環之設計

裝於驅逐機上之前射固定槍，因其僅有縱向之移動，故可忽略勿計而認定其為固定者；射擊之對象，則為活動之敵機，由此則得射擊情況如前述第一項所列。

此種機關槍炮用瞄準具製造之望環點，即在設法如何得出一種瞄準補助機件，以適應目標移動速度之變遷，而達成射擊命中之目的。

#### A. 目標差誤之發生：

如第一圖所示：設目標機取  $BC$  方向航進，而機槍在“ $A$ ”點取  $AB$  方向對正“ $B$ ”點之目標發射，祇認目標為移動者，當射彈抵達“ $B$ ”點時，則目標已移動至一點“ $C$ ”矣，顯知已因目標之移動，而發生一段差誤  $BC$ ，欲期命中目標，則必須於此項差誤，加以修正。

#### B. 目標差誤之修正：

即於  $BC$  之反方向，取一段距離  $BD$  使等於  $BC$ ，則當目標到達“ $D$ ”點時，即開始扳動機槍向“ $B$ ”點射擊，如此，則可期彈丸於“ $B$ ”點與目標相遇。

茲進而研究，用何法以固定或示範此  $\overline{BD}$  之量。試連結此  $ABD$  三點使成一直角三角形  $ABD$ ，則  $\overline{AD}$  線即代表瞄準線， $\overline{AB}$  線即代表射向線，而  $\overline{AD}$  線與  $\overline{AB}$  線之夾角“ $\alpha$ ”，即為瞄準角。

設  $\overline{AB}$  之距離為一定，則“ $\alpha$ ”之大小，即隨目標差誤量  $\overline{BD}$  之大小而變；而瞄準線之移動，係受制於瞄準角“ $\alpha$ ”；由此吾人即可得固定槍用瞄準具設計之線索矣。

試於瞄準角“ $\alpha$ ”之內，任取一正切線  $\overline{B'D'}$ ，使之平行目標移動線  $\overline{BD}$ ，並以之為半徑做成一環，使射向線通過環之中心，則此環之周，即可示範瞄準之方向，可資瞄準之用。

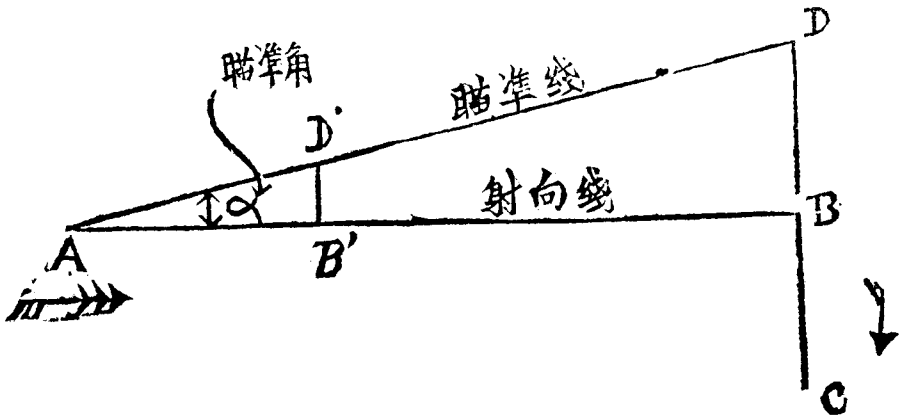
$$\therefore \triangle ABD \cong \triangle AB'D'$$

$$\therefore \frac{\triangle ABD}{\triangle AB'D'} = \frac{\overline{AB}}{\overline{AB'}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{AD'}} = \frac{\overline{BD}}{\overline{B'D'}}$$

$$\therefore \overline{B'D'} = \frac{\overline{AB'} \times \overline{BD}}{\overline{AB}}$$

$\overline{AB'}$  為定值， $\overline{AB}$  為定距離，故  $\overline{B'D'}$  之量，係隨  $\overline{BD}$  之量而變化；由此，可證知射手利用  $\overline{B'D'}$  之長，即可決定瞄準線之方向。





(第一圖)

一般固定機關槍炮用之瞄準具，即係根據此理，取一適當之長度做半徑而製出一望環，並配用一固定準星使位於射向線之任一點上以組成之。望環之半徑，即為目標移動差誤量之比例長；質言之， $\overline{BD}$  係目標移動所生之差誤， $\overline{B'D'}$  即為目標差誤之修正量。故利用此種組合以應用於射擊，則目標移動量之差誤，即可修正矣。

C. 目標修正量：

雖然，此望環半徑  $\overline{B'D'}$  之量，每因目標移動速度及進路角之不同，而有各種不同之要求；故望環必須做成許多層環，方可適應此種要求。但若如此，則瞄準視線受到莫大之影響，故現今各國均致力於此層之努力。

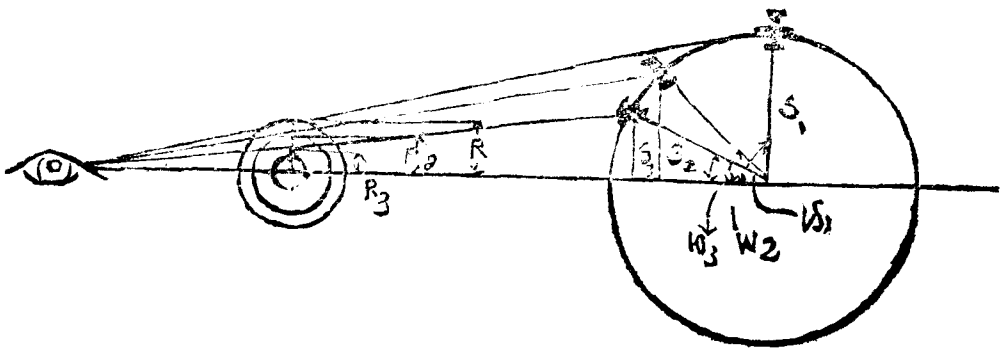
目前一般構造，為使射擊距離固定，望環半徑一定，而係變望環至射手眼之距離以適應之。

最有效之方法，為在有極精練之射手，確切了解射擊諸元，而

以臆測修正之。是則應用某一定速度及某一定進路角之望環為基準，即可理測各種情況下之變化而活用之，以修正各種情況下之差誤。

若某目標之移動速度，大於規定速度時，則可提前放射，否則延緩放射。

進路角之判定亦然，若知某角度之進入之機身射影為如何狀態時，則不難算出對應於望環上之實長，故如精練純熟，自當勝任愉快也。



(第二圖)

#### D. 望環半徑之檢算

射手為求射擊技術之進步，須平時假想目標之種種之情況，而檢算各種不同之適用半徑。茲舉一例以明之：

設已知目標機之速度為 360 里時，機槍之發射初速為 800 公尺秒，射擊距離為 200 公尺，由眼至環中心之距離為 10 公尺，試求望環半徑之長應為若干？

解：由假設，知彈丸到達目標所費之時間為

$$t = \frac{200}{800} = \frac{1}{4} \text{ 秒,}$$

則目標於  $\frac{1}{4}$  秒之移動量為：

$$\overline{BD} = \frac{360 \times 1000}{60 \times 60} \times \frac{1}{4} = 25 \text{ 公尺,}$$

準前述：
$$\overline{B'D'} = \frac{\overline{AB'} \times \overline{BD}}{\overline{AB}}$$

是即：
$$R = \frac{0.1 \times 25}{200} = 0.0125 \text{ 公尺,}$$

$$= 1 \frac{1}{4} \text{ 公寸,}$$

是即望環之半徑，應為一又四分之一公寸。

此例之計算，僅限於目標移動速度為 360 公里時，及進路角為 90° 時之情況，至於各種不同目標速度，及各種不同進路角所適用之半徑計算公式，則準下述：

如第三圖：今假定目標機之速度為“V”，目標機之進路角為“ω”，彈丸至目標所須之時間為“t”，

則目標修正角：

$$\tan \alpha = \frac{R}{d} = \frac{S}{D_1},$$

但  $S = V t \sin \omega$ ;  $D_1 = D \pm V t \cos \omega$ ;

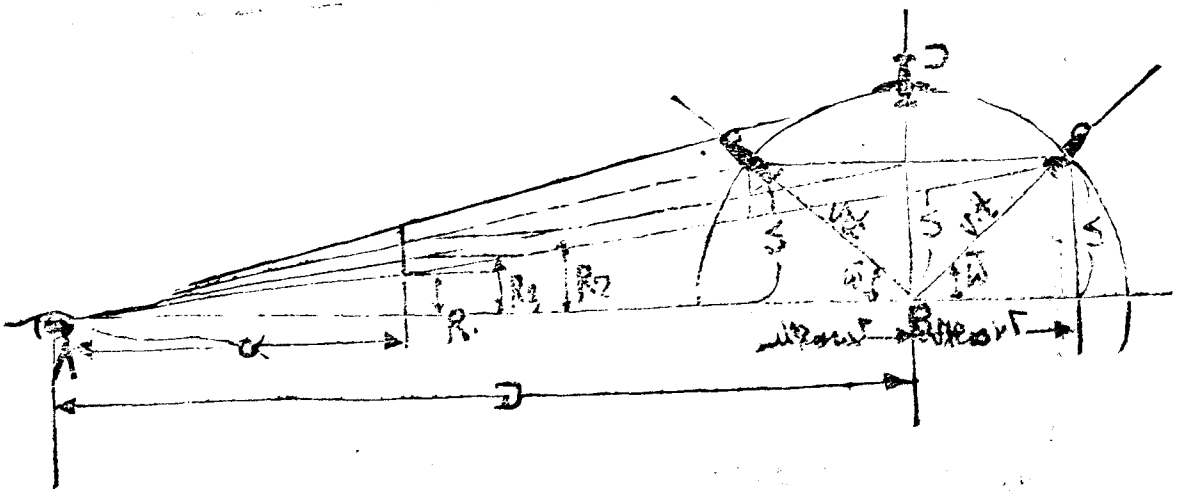
$$\therefore \tan \alpha = \frac{R}{d} = \frac{V t \sin \omega}{D \pm V t \cos \omega},$$

茲假定  $D \pm V t \cos \omega = D$ ,

$$\text{則 } \tan \alpha = \frac{R}{d} = \frac{V t \sin \omega}{D},$$

$$\therefore R = d \cdot \frac{t}{D} V \sin \omega \dots \dots \dots (1)$$

此式即為一般望環設計之基本公式。



(第三圖)

E. 眼至環距離之檢算：

若認定望環半徑，目標移動速度為一定，則射手眼至望環之距離“d”，可變化(1)式而得：

$$d = D \times R \times \frac{1}{Vt \sin \omega} \quad (2)$$

若  $\omega = 90^\circ$

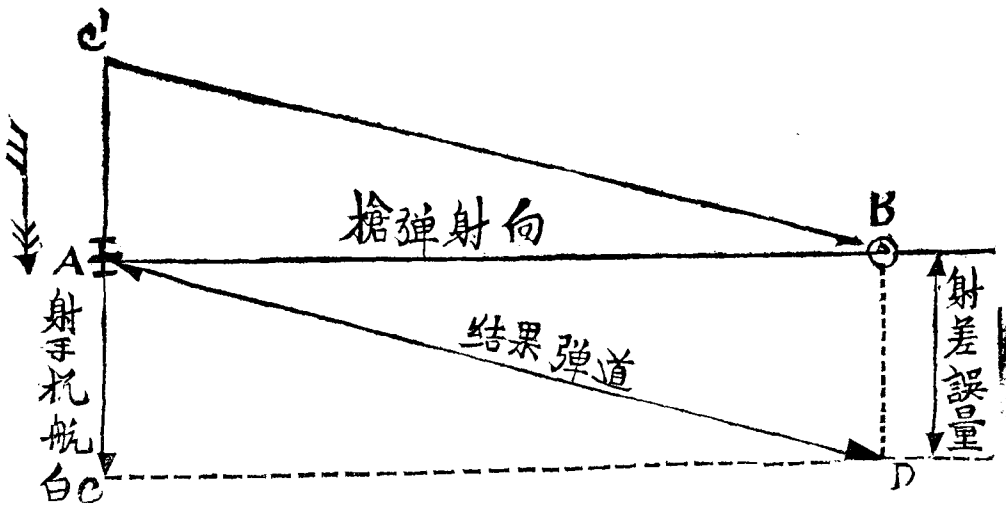
則 
$$d = D \times R \times \frac{1}{V \cdot t} \quad (2')$$

## 第二節 活動準星之設計

飛機上之活動旋轉槍，若假定其射擊之對象，係為固定性之目標，則其射彈常受到本身飛機前進速度的影響，發生一種差誤，而不能命中目標；必須設法修正，方可達射擊命中之目的。

### A. 射手差誤之發生：

如第圖：假定飛機上之一旋轉槍 從一點“ ” 對正固定目標“B”，施行射擊，設射手飛機當時係取  $\overrightarrow{AC}$  方向航進，則其結果彈道，不為彈 放射之方向  $\overrightarrow{AB}$ ，而為槍彈放射方向  $\overrightarrow{AB}$ ，與射手機航向  $\overrightarrow{AC}$  之合力向  $\overrightarrow{AD}$ ；是即射彈已因飛機速度之慣性力影響，而已發生一段差誤  $\overline{BD}$ 。 $\overline{BD}$  即稱之為“射手差誤”，欲期命中固定目標“B”，則必須設法修正此一段差誤  $\overline{BD}$ 。



(第四圖)

B. 射手差誤之修正：

茲於  $\overline{AB}$  向之反面，取一段距離  $\overline{AC'}$  使等於  $\overline{AC}$ ，於是射手於“C”點發現“B”目標時，即行開槍放射，則當可命中目標“B”。

上述係假定機槍對於射手之關係位置不變，而提前射擊時之情況；今若機槍不提前放射，則吾人當可改變機槍之放射方向以得之，且在實施上，尚較為便利。

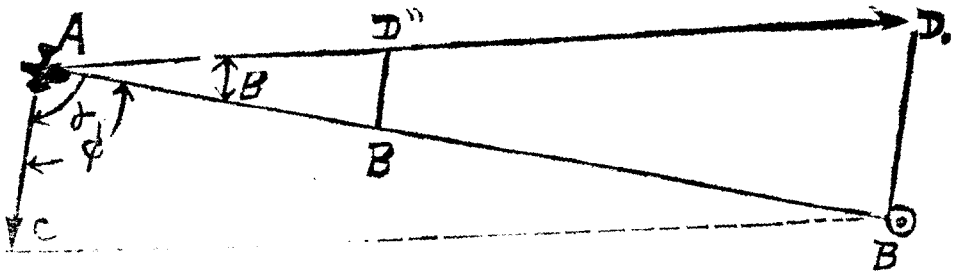
如第五圖所示：設已確定“B”為一固定目標， $\overrightarrow{AB}$  為必經之彈道， $\overrightarrow{AC}$  為射手機之航向及移動量，由此則吾人應用平行四邊形定律，先假定  $\overrightarrow{AB}$  為合力線，即可得另一分力線  $\overrightarrow{AD'}$ ；若採用此  $\overrightarrow{AD'}$  為機槍之射向，則結果彈丸前進之方向即為  $\overrightarrow{AB}$ ，而可以命中目標“B”矣。

在直角三角形  $ABD'$  內，試任取一線  $\overline{B'D''}$  平行於  $\overline{BD'}$  則：

$$\triangle AB'D'' \sim \triangle ABD'$$

$$\frac{\overline{B'D''}}{\overline{BD'}} = \frac{\overline{AB'}}{\overline{AB}}$$

由此，吾人知利用此  $\overline{B'D''}$  之一段長，即可以規範機槍放射之方向，而得以修正射手差誤。此即為一般旋轉鎗瞄準具設計之基本觀念，圖中之  $\overline{BD'}$  即為射手差誤， $\overline{B'D''}$  即為射手修正量或改正臂長， $\overline{AD'}$  即為射手修正線， $\angle B$  即為射手修正角， $\angle \alpha$  即為射向角， $\angle \phi$  即為航向角。



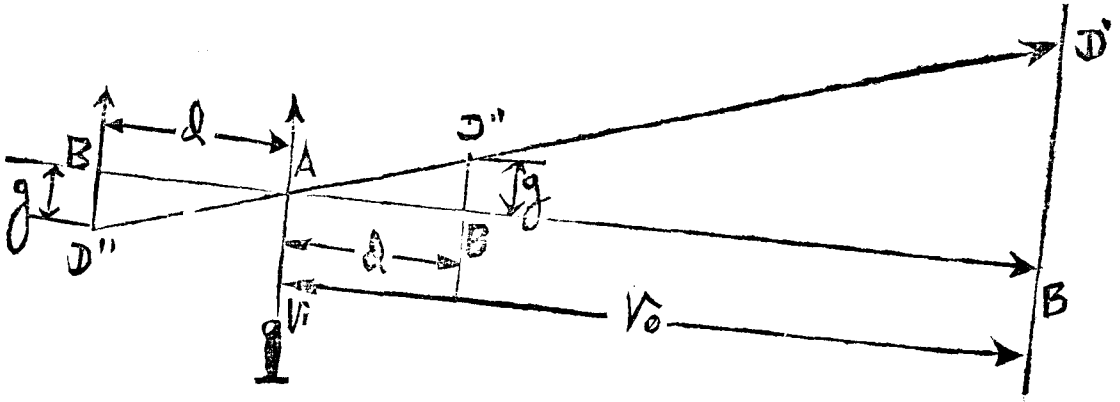
(第五圖)

C. 射手修正量

如第六圖所示，假定無彈道偏差時之彈丸初速為“ $V_0$ ”，射手機之移動速度為“ $V_1$ ”， $\overline{AB'} = d$ ， $\overline{B'D''} = g$ ，則射手修正量：

$$g = \overline{B'D''} = \frac{\overline{AB'} \times \overline{BD'}}{\overline{AB}}$$

$$= \frac{d \times V_1}{V_0} \dots \dots \dots (3)$$



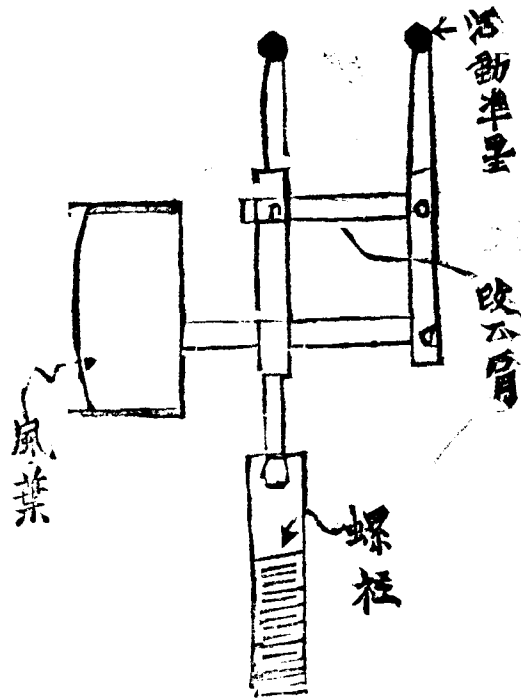
(第 六 圖)

雖然，射手機之航向，漫無一定，故對於目標之相關位置，亦漫無一定；是則放射出之彈丸，對於目標所生之差誤，亦瞬刻不同，而此改正臂“ $g$ ”之長亦須隨之而變。

為解決此種困難，乃採用一活動準星以得之。一般活動準星之組成，為一準星，一改正臂，及一風葉；利用風葉之作用，使改正臂得隨時平行於射手機之航向，以示出各種航向角下之適應改正臂長；從而因射手機航向變更所生之差誤，可得以修正。

射手機本身速度之變更，亦足以影響差誤之差異；即速度增大時，差誤亦增大，而改正臂量亦須大，否則反是。此則改變活動準星之位置，即變更“ $d$ ”之線量以得之，即射手機速度增大時，則將“ $d$ ”縮小，射手機速度減小時，則將“ $d$ ”增大以適應之。





(第七圖)

D. 射手修正量之檢算：

現今一般所用活動機關槍用之瞄準具，大抵為可以依射手機本身速度之變更，而變更“d”之線量者；惟實施變更調整時，設計者或射手必須確知：

- (1) 彈丸無彈道偏差時之初速“ $V_0$ ”；
- (2) 射手飛機當時之航進速度“ $V_1$ ”；

若此兩項為已知，則“g”及“d”皆可求得：

今設已知： $V_0=1000$  公尺秒， $V_1=360$  公里時，g 為 2 公分

則由(3)式，知：

$$d = \frac{V_0 \times g}{V_k} \dots \dots \dots (4)$$

$$= \frac{1000 \times 0.02}{\frac{360 \times 1000}{60 \times 60}} = 20 \text{ 公寸}$$

若“d”=20 公寸為已知，則

$$g = \frac{d \times V_k}{V_0} = \frac{0.2 \times 100}{1000} = 2 \text{ 公寸}$$

### 第三節 機槍瞄準具之組成

#### A. 固定前射槍用瞄準具

飛機上之固定前射槍炮，其射擊情況，即與前所述固定槍對活動目標之射擊情況相同；故瞄準具之採用，只須利用一望環及一固定準星即可。惟構造之方式，各國略異其致，概括言之，可列為：

(1) 點環式瞄準具：……利用一固定準星及一望環以組成之，使射手眼通過望環之中心及固定準星點並對準目標前之一預期命中點，再俟目標切近望環時，即行開槍射擊。

(2) 鏡筒式瞄準具：……理同前述，但使點及環顯影於鏡筒之內。

(3) 點環鏡筒並用式：……點環視界廣闊，鏡筒瞄準精確，二者並用，有相對益彰之利。

(4) 反光鏡式瞄準具：……望環可隨意變化，夜間及霧天使用

，更爲有利。

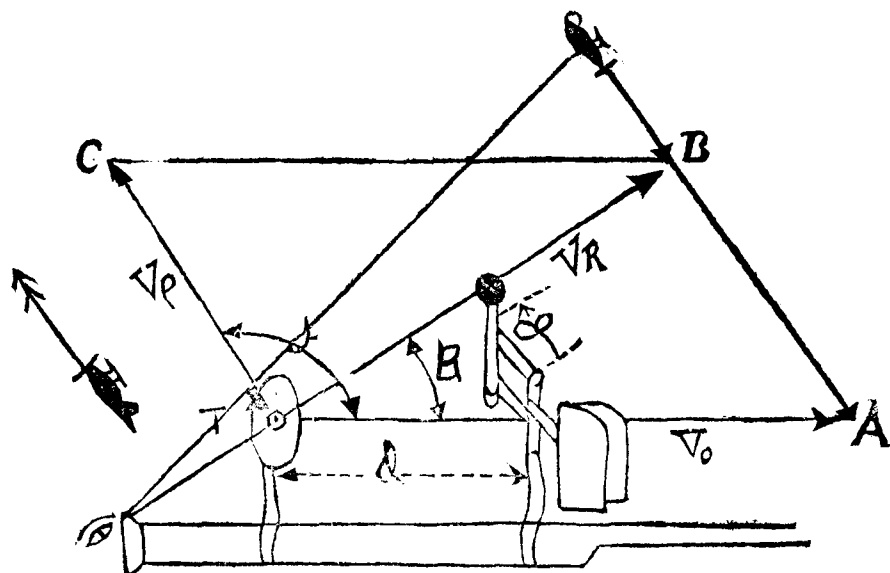
(5) 點環反光鏡並用式：……………若反光鏡因電來源缺乏失效時，則點環式者可以替用。

B. 旋轉活動槍用之瞄準具：

飛機上之旋轉活動槍，其射擊之對象，亦爲流動性之飛機，故其射擊情況，實兼有射手差誤及目標差誤之存在。是則該項機槍所裝用之瞄準具，必須具備此兩項差誤之修正；是即須利用前述兩種理論，作一組合之設計，以組成一瞄準具，然後方能達到目的。

一般瞄準具之組成，爲一望環及一活動準星；以射手眼爲基點，使視線通過望環中心，並過活動準星點以組成一理想線，指向目標前面之一假想點，以修正射手差誤。復以射手眼爲基點，使視線通過望環之外周而指向目標，以改正目標差誤。其組合如第八圖所示：

活動準星之運動，其原動力或有各種不同之方式，但其原理則可由風葉活動準星者以代表之。



(第八圖)

## 問題四：

1. 何謂有效射程？有效射程採用之理由何在？
2. 空中之射擊差誤，何由而發生？
3. 目標差誤何由而發生？其修正原則如何？
4. 瞄準望環設計之理論何在？
5. 試詳述目標進擊角之變化及於望環半徑之影響？
6. 設已知敵機之速度為 450 公里時，機槍之射擊初速為 850 公尺秒，有效射程為 250 公尺，由射手目至望環中心之距離為 12 公寸，試求望環之半徑？
7. 一切條件如上題所述，但敵機取  $60^\circ$  角切進，則望環半徑之取定當為若干？

8. 設已知敵機之速度為 500 公里時，我機之機槍初速為 845 公尺秒，茲給予一半徑為 2 公寸之望環，並預定射擊有效射程為 200 公尺，問此望環裝設於何處？
9. 射手差誤何由而發生？其修正原則如何？
10. 試詳述活動準星設計之理論？
21. 試例舉幾種活動準星設計的方式？
12. 改正臂之作用何在？設其他一切條件均不變，則改正臂之變化係隨何種因素而變化？
13. 設已知射手槍之初速為 825 公尺秒，射手機之航進速度為 450 公里時，改正臂之長為 2.2 公寸，試求準星至射手目之距離為若干？
14. 其他一切條件如前述，但其眼至準星柱之距離為 15 公寸，則改正臂長為若干？
15. 給予一改正臂長為 2.4 公寸的活動準星，試裝於 C5 飛機用之活動史卡斯槍上，應如何裝置？
16. 點環鏡筒共用式機槍射擊瞄準具之理由何在？
17. 試詳述活動槍用瞄準具之組成？
18. 試詳述活動槍用射擊瞄準具之使用程序？
19. 試繪一個活動槍射擊之瞄準原理圖，並加以簡要之說明？



# 第五篇 空中轟炸

## 第一章 空中轟炸引言

空中轟炸之方法，可大別爲二：卽一爲水平轟炸，一爲俯衝轟炸：

### A. 水平轟炸：

所謂水平轟炸者；係言轟炸飛機，水平飛行於高空，利用一種設計精確的轟炸瞄準儀器，在目標前上方測妥地位投放炸彈，因飛機前進速度及地心吸引力之作用，而使炸彈得向前下方降落，而命中地面目標者是。

### B. 俯衝轟炸：

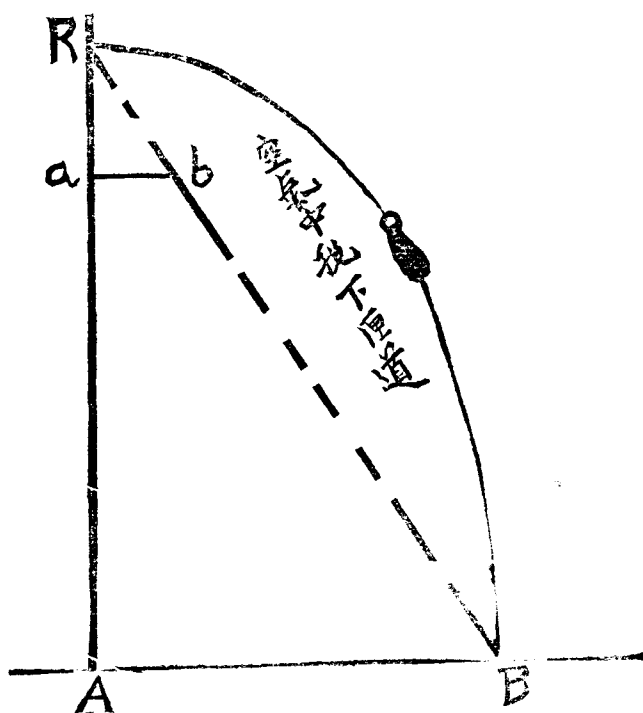
所謂空中轟炸，卽言轟炸飛機，係於空中取角度狀態向目標衝進，以行投下破壞之意。因感於高空水平轟炸成果之太低，故有俯衝轟炸之產生，在初期不過利用驅逐機裝載小型炸彈，作俯衝動作直向目標衝進，待行近目標距離甚近時，卽行投放炸彈以轟炸目標。此種轟炸僅單憑簡單目測，或用機槍瞄準具瞄準以投下炸彈。

近數年來，俯衝轟炸之價值，益見推崇，故精製之轟炸瞄準具亦隨之問世，亦在目標之前上方，測妥轟炸諸元以行投下轟炸，因其投彈高度比較甚低，故收效較為宏大。

## 第二章 轟炸瞄準具之構造原則

轟炸瞄準具，為應用投下彈道所得諸元而設計，為一精確之儀器，其功用在於進入目標之前，預先做成正在飛行中之飛機與地面目標間之投下角。

如第一圖， $\widehat{RB}$  弧為空氣中之投下彈道，“B”點為地面上之目標，R, a, b, 三點則為轟炸瞄準具上之三點，而  $\triangle aRb$  即為投下角。若飛機在“R”點投下炸彈，則炸彈將沿彈道弧  $\widehat{RB}$  降下，定可擊中目標“B”。由此吾人可知，若在飛機飛至目標上



第一圖

空以前若干距離時，吾人即將 R, a, 及三 b 點之位置固定妥當。



即將  $\triangle aKb$  測妥，則吾人只須自“R”點經過“b”點向前下方直視，當目標與“b”點及“R”點成一直線時，亦即飛機已飛至“R”點時，吾人即行投下炸彈，即可以擊中目標一點“B”矣。

至於如何預先固定轟炸瞄準具上之 R, a, b, 三點，則俟在瞄準具篇中，專章詳述之。

### 第三章 水平轟炸瞄準原則

#### 第一節 在真空中投放炸彈時之瞄準

於真空中欲行瞄準投下炸彈命中一地面目標時，其方向與標準距離之瞄準，必須十分精確。

方向瞄準者，即飛機前進方向，與地面目標成一切線，同時飛機經路與彈道，須經過目標切線之取得也，標準距離瞄準者，即使炸彈自投彈點起，至前進着達目標為止，其間地面所具有之水平距離之精確測定是也。標準距離即為投下射程，本篇為敘述方便，故稱標準距離。

果能將上述兩元瞄準精確，則投下炸彈，必多命中之機會。茲將投彈時之各相關因素，分述於次：

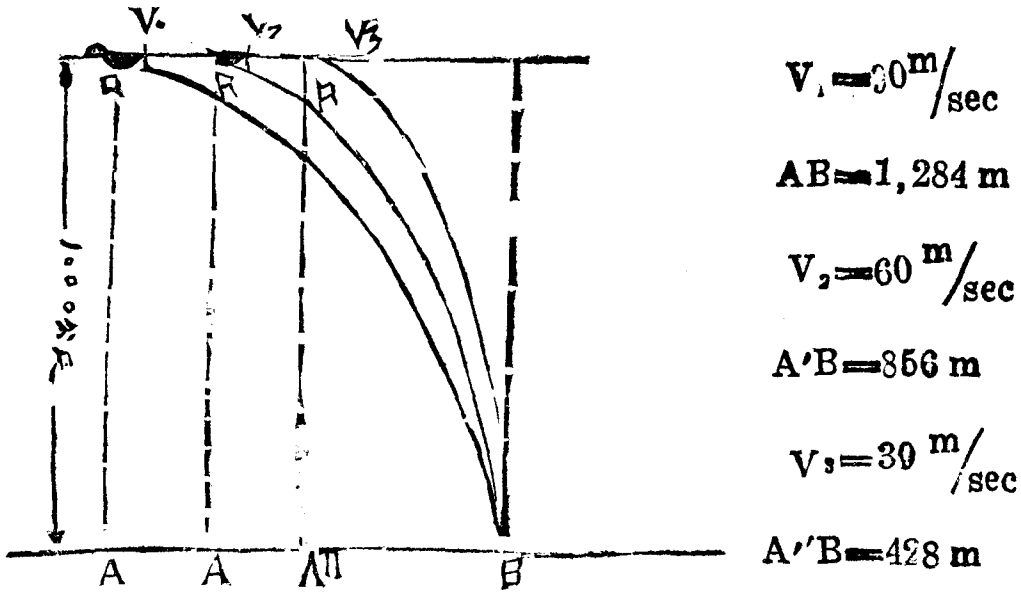
A. 真空中，飛機前進速度之同及於標準距離之影響：

在真空中實施長彈，若飛機速度時刻變更，但高度與炸彈下降

之時間一定，則標準距離因飛機前進速度之增減而增減，即標準距離與飛機前進速度成正比變化。

$$X = Vt = V \sqrt{\frac{2H}{g}} \dots\dots\dots (1)$$

今假設有一飛機，於 1000 公尺高度飛行并施行投彈，則所得各種不同速度下投彈之標準距離 如第二圖所示：



(第二圖)

由第二圖所示之關係，可知飛機前進速度較快者，在同高度投下炸彈時，所得之水平距離為長，亦即標準距離為長，否則反是。故實施投彈時，此前進速度之測定，甚為重要，倘計算發生差誤，則標準距離，亦隨之錯誤，而投下角亦因之變更，故投下炸彈，難

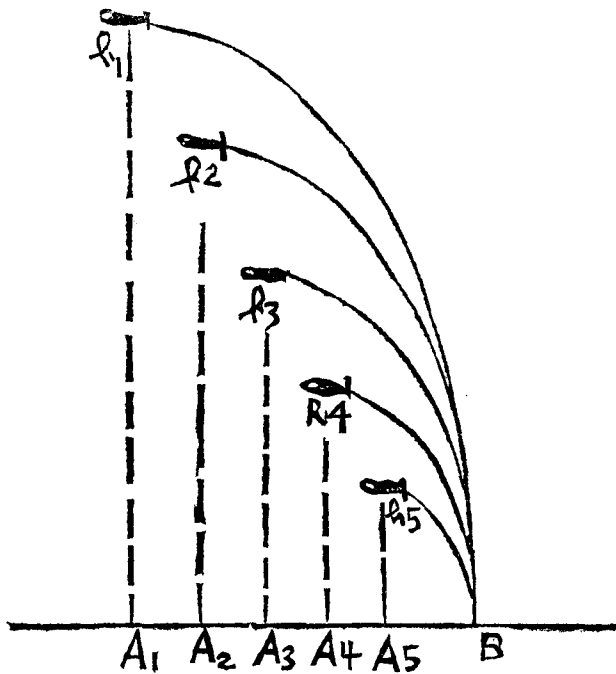
期命中。

B. 真空中投下高度之不同，及於標準距離之影響：

如一飛機保持一定之前進速度飛行，而在各種不同之高度上投彈，則其標準距離之變化，係與高度之方根成正比變化：

$$X = V \cdot \sqrt{\frac{2}{g}} \sqrt{H} \dots\dots\dots (2)$$

茲假定炸彈在真空中由每秒 50 公尺速度之飛機上投下，其在各種不同高度上投下所得之相對標準距離，如第三圖所示：



(第三圖)

$h_1 = 5,000^m \quad \overline{A_1 B} = 1,590^m$

$h_2 = 4,000^m \quad \overline{A_2 B} = 1,421^m$

$$h_3 = 3,000 \text{ m} \quad \overline{A_3 B} = 1,231 \text{ m}$$

$$h_4 = 2,000 \text{ m} \quad \overline{A_4 B} = 1,051 \text{ m}$$

$$h_5 = 1,000 \text{ m} \quad \overline{A_5 B} = 713 \text{ m}$$

由此圖，可知高度之計算，務須準確，否則因高度錯誤，而投下角度變更，標準距離亦隨之錯誤。

C. 真空中，飛機高度與速度之不同，及於投下角之影響：

一定初速之炸彈，在真空中之落下時間，因高度之不同而變：

$$t = \sqrt{\frac{2}{g}} \sqrt{H} = \sqrt{\frac{2}{9.81}} \sqrt{H} = 0.4515 \sqrt{H} \dots \dots \dots (3)$$

又標準距離：  $X = Vt$

以  $t$  之值代入：  $X = Vt = V \cdot 0.4515 \sqrt{H} = 0.4515 V \sqrt{H}$

由此投下角：  $\tan \psi = \frac{X}{H}$

$$= \frac{0.4515 V \sqrt{H}}{H} \dots \dots \dots (4)$$

故知真空中之投下角，係與飛機速度“V”成正比變化，與相關高度“H”成反比變化，參看下表，當更可明白其間之相互關係：

(1) 高度與投下角之關係。

H	$\psi$
500 m	45°
1,000 m	35°30'
2,000 m	26°50'
3,000 m	19°30'
4,000 m	16°20'

(2) 高度，速度與投下角之關係：

H	V	$\psi$
1,000 m	30 m/sec	23°10'
1,000 m	40 m/sec	27°50'
1,000 m	60 m/sec	40°30'
2,000 m	30 m/sec	16°50'
2,000 m	40 m/sec	26°50'
2,000 m	60 m/sec	35°30'

所言投下角，係由飛機之重心點之垂下線，同瞄準線間所夾之角，為用來規範標準距離者，故此角之準確取得，極為重要。

飛機上裝用之瞄準具，必須絕對在垂直位置，否則所得之投下角必不準確。投下角錯誤，則標準距離亦隨之錯誤，炸彈投下之結果非為過早即為過晚，亦即彈着非為不及目標即為超越目標焉？

第二節 空氣中投放炸彈時之瞄準

A. 靜空氣中投放炸彈時之瞄準：

在靜空氣中於飛機上投下炸彈，因已加入空氣阻力之影響，其結果使炸彈下降速度減小，前進緩遲，試與真空中作比較，則顯知：

- a. 炸彈下降速度減小。
- b. 在同一高度投下，其落下時間增長。
- c. 對應標準距離減短。
- d. 投下角變小。

基於此四種關係，故知在靜空氣中之彈道弧與真空中之彈道弧，具有顯然之不同；彈着點固不在同一位置，而着地時間亦有先後。

如第四圖：虛線表示真空中之投下彈道，實線即表示空氣中之投下彈道，假定飛機速度為一定不變，則知靜空氣中之彈道，已非完全之拋物綫形狀，惟尚略相近耳。

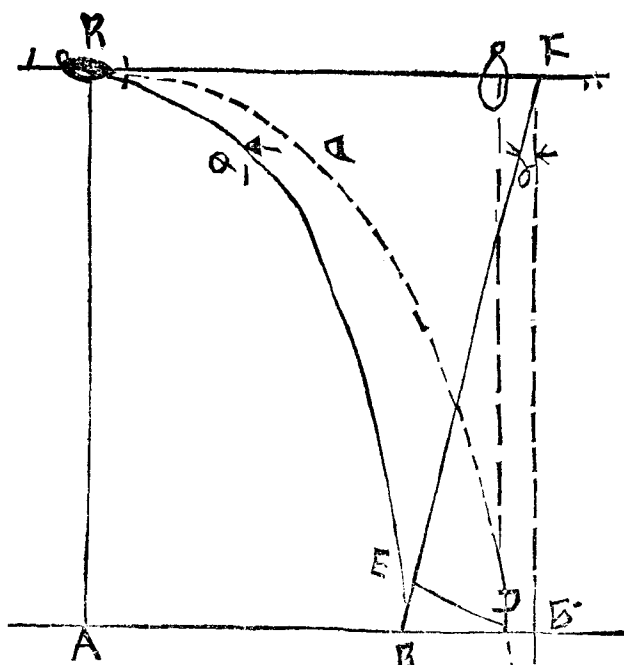
當炸彈在開始投放點“R”投下，於單位時間之末，在真空中之炸彈應至“a”點時，而在靜空氣中之炸彈，則僅至一點“a<sub>1</sub>”，推之，故當真空中之炸彈到達地面時，而靜空氣中之炸彈，則僅到達一點“B”。

反之，當靜空氣中之炸彈已降落至地面一點“B”時，則真空中之炸彈應已至理想一點“B<sub>1</sub>”矣。觀圖，顯知一點“B”在一點“B<sub>1</sub>”之後，故靜空氣中之彈道比較真空中之彈道，顯知在其標準

距離上已相差一段  $\overline{BB'}$ 。

由退曳點“F”試連結  $\overline{FB}$ ，則此  $\overline{FB}$  與  $\overline{FB'}$  之夾角“ $\gamma$ ”，即為因空氣阻力所生之退曳角。

退曳角等於投下高度與退曳長之比，因其後退距離，即飛機前進距離  $RF$  與實際標準距離  $\overline{AB}$  之差，故此角可準下式求得：



(第四圖)

$$\tan \gamma = \frac{Vt - X}{H} \dots\dots\dots (5)$$

茲有一飛機，以秒速 40 公尺之速度，於 2000 高度投下彈炸，在投彈表上查得其降落時間  $t=21$  秒，實際標準距離為 731 公尺，則退曳角

$$\begin{aligned} \tan \gamma &= \frac{40 \times 21 - 731}{2000} \\ &= \frac{109}{2000} = 54'50'' \end{aligned}$$

由此，知在靜空氣中之投彈標準，即須如何求得真實精確之高

度，及可靠之飛機前進速度 然後再根據高度及機速於射表上以查去實驗所得之退曳角及投下角，以取得其標準距離是也。

#### B. 在流動空氣中投放炸彈時之瞄準：

大氣完全靜止之時，終究甚少，而常在有定向或不定向之流動狀態中之時機居多，其流動之狀態，亦殊不一定，有時靜如處女，有時狂動如猛獸。此種現象，對於投彈瞄準所生之影響甚大，講求轟炸投準時，不可不注意及之。

大量之空氣，在空中因兩位置溫度之劇烈變更，於是兩位置之壓力亦發生差異，以是大壓力之空氣羣，即向小壓力之區域流動，即因之而生空氣之流動，是即謂之風。

普通之風，在各不同之高度中，風速與風向常無一定，愈近地面，則變異愈大。在同一高度，亦有風速與風向之不同，若風速與風向相同，則空氣之移動，無斷續現象，反是情形者，則風向與風速時相變更，且流動必起斷續或旋轉之現象。

飛機在固定風速風向中飛行時，大量空氣之移動，幾等於停滯，此際駕駛員與投彈手，可切須十分注意，因對飛機前進實效速度之變更影響比較簡單。如在不定風向及風速中飛行時，則飛機前進速度所受之影響比較複雜，轟炸者必須設計根據地面速度，以求得飛機前進之實效速度(地速)，方能舉行瞄準，因投彈時之標準距離與投下角，俱依此實效速度而決定也。



此實效速度，由飛機之本身速度 ( $V_a$ ) 與風速 ( $V_u$ ) 之相互關係而求得之：即

$$V_g = V_a \pm V_u \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{或 } V_g = \sqrt{V_a^2 \pm V_u^2} \dots\dots\dots (7)$$

由(6)及(7)兩式，知飛機在固定風速風向中投彈，如了解真空中投彈諸元，則只須求得飛機之確實實效速度，即可實施投準。若在不定風向風速中，則標準較困難。茲將在空氣中各種流動狀態下，對於投彈之影響與標準分述之如下。

(1) 在固定正逆風速風向中投放炸彈時之標準：

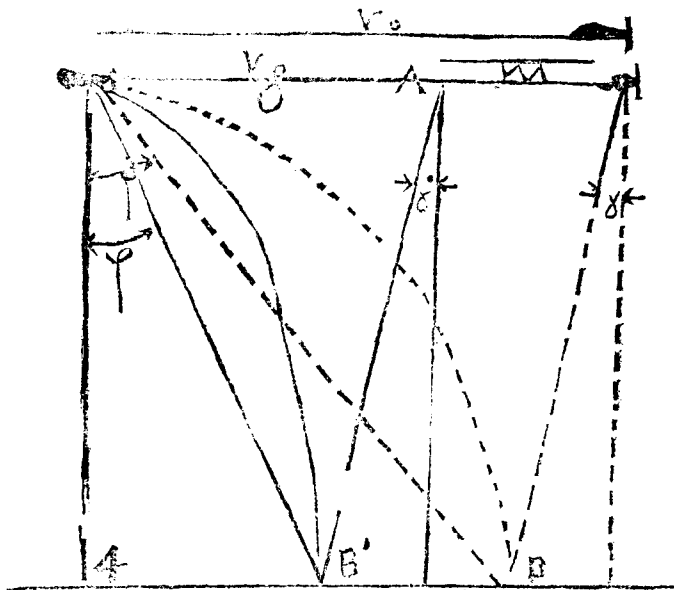
在固定正逆風速風向中投彈時之標準，則飛機前進之實效速度較飛機本身之速度為小，因此實效速度即為飛機本身速度與風速之差，即

$$V_g = V_a - V_u$$

在此情況下所得之標準距離，較在靜空氣中所得之標準距離為短，以飛機本身之速度，已因逆風之作用而減小也。

但彈體所生之氣空阻力，與在靜空氣中者完全相同，故退角及落下時間，不因逆風之作用而變更，僅投下角對應減小也。

如第五圖：虛線表示靜空氣中之投下彈道諸元，實線則表示在固定正逆風向風速中者，兩者比較，即顯知投下角已經變更，故在正逆風速風向中投放炸彈之標準，必須根據風速之大小，以適宜減小投下角，方能達成命中之目的。



$$V_g = V_a - V_u$$

$$\gamma = \gamma'$$

$$\psi' < \psi$$

$$AB' < AB.$$

(第五圖)

(2) 在固定正順風向風速中投放炸彈時之瞄準

在固定正順風向風速中之投彈，其情況適與前述之正逆風向風速中者相反，即飛機前進之實效速度較飛機本身之速度為大，以所得實效速度為飛機速度與風速之和也，即

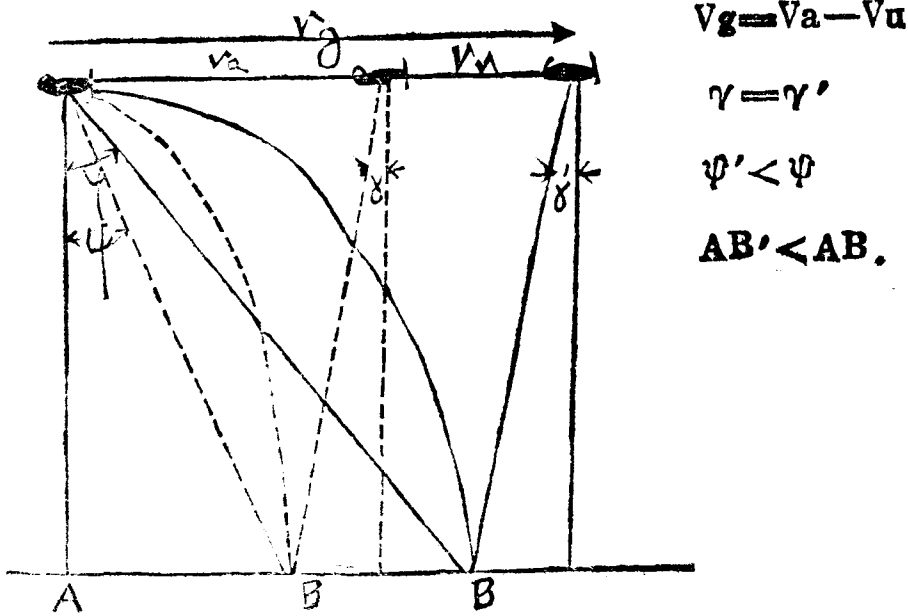
$$V_g = V_a + V_u.$$

故此時所得之標準距離，較在靜空氣中所得者為大。

但炸彈所受空氣之阻力，仍同樣不因順風之作用而變，故所得退曳角及落下角時間，仍如靜空氣中所述，僅投下角對應增大。

如第六圖：虛線表示靜空氣中之投下彈道諸元，實線表示正順風速風向中之投下彈道諸元，兩相比較，顯知僅投下角增大及標準

距離加長，故知在固定正順速風風向中投彈時之瞄準，必須依風速之大小，而適宜增大其投下角。



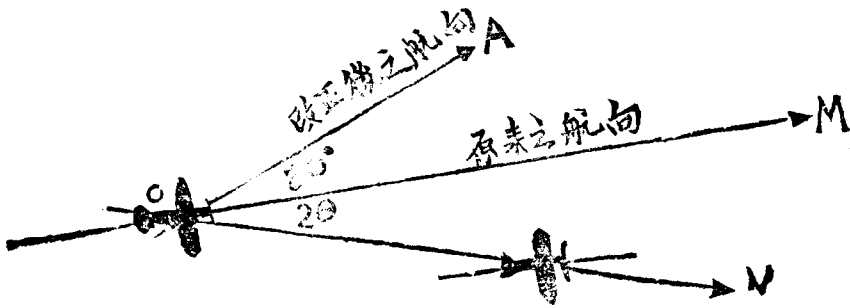
(第六圖)

(3) 在固定側風向風速中投放炸彈時之瞄準：

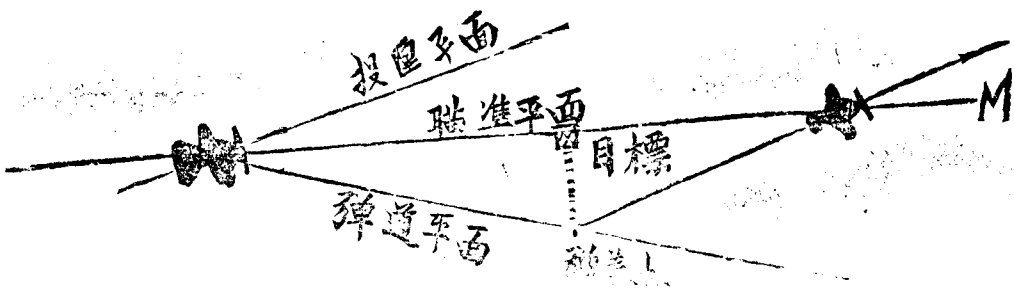
在固定側風向風速中投放炸彈，因風向與航向已非一致，而使飛機發生偏航現象，在此情況下，駕駛員如探首窗外，則見地面上之目標偏流線與線身軸線分歧，即機身側向於目標之一側移動，此移動之角量，即為因側風作用而生之偏航角。

側風中飛行之情況，大概可別之為二；即一為逆側風飛行，使飛機原有之速度減小者，即所得之實效速度要小；他一為順側風飛行，使飛機原有之速度增大者，即所得之實效速度要大。

飛機在側風中飛行，因側風係為不絕地流動者，故飛機之航向亦不絕地移動，而不能維持一固定之航向前進，其情況如第七圖所示，航向與航跡之間，已因側風之作用而發生一偏航角“ $\theta$ ”。



(第七圖)



(第八圖)

觀圖，吾人知在固定側風中投彈瞄準時，首先必須精確求得偏航角量以修正飛行航向，然後始能使飛機經過目標上空，達成瞄準之任務。

為此，在計算實效速度時，瞄準員之直立面，必須在真正飛行經路 OM 線上，同時目標線須與機身軸線成一角度。此角度即用以改正偏航角“ $\theta$ ”，其量適與偏航角“ $\theta$ ”相等，謂之偏航修正

角。

如第八圖爲一投彈平面圖，飛機機身軸線，因側風之作用而向一側偏移，且在每一間隔時間內之機軸線，皆爲平行，飛機之垂直下線，亦隨時在瞄準平面  $OX$  與彈道平面之交叉處。

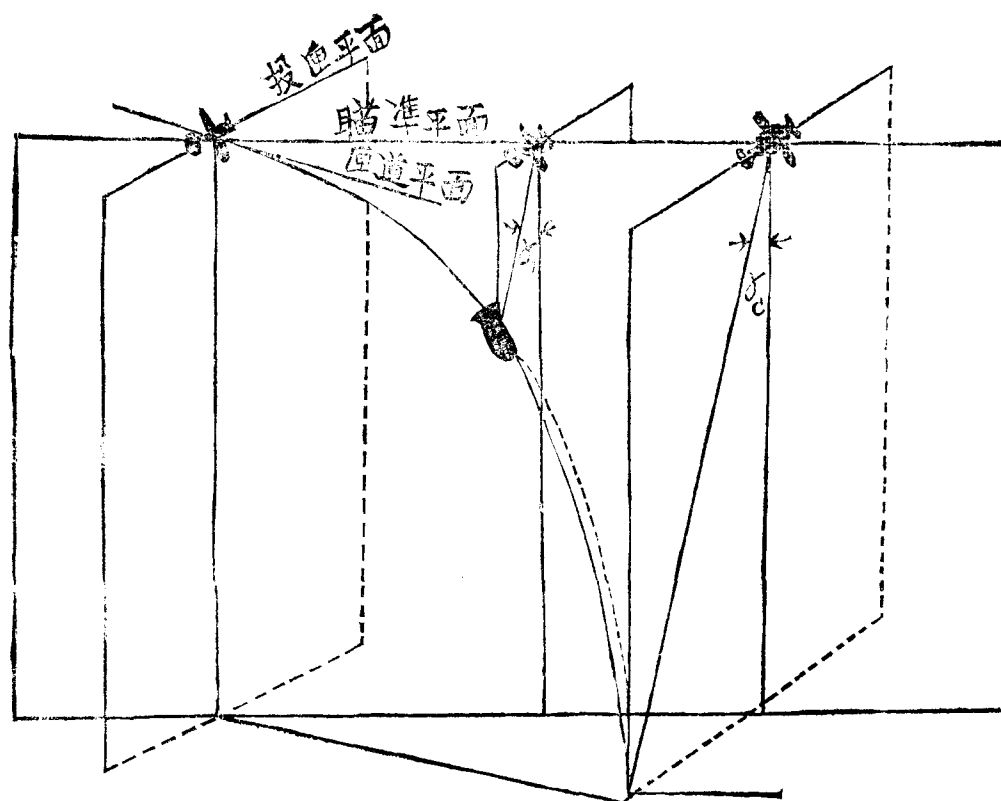
第八圖所示之諸元，似乎尤未能將落下炸彈之情況，充分明白表示，茲再作一立體圖表之，則關係各元，自當更易於明瞭也。

第九圖爲投彈諸元之立體圖，當飛機到達目標之直上空時，炸彈尚未到達目標點，因炸彈脫離飛機後，受空氣阻力之作用而隨時位於機尾後相當距離之垂直線下，故俟炸彈到達地面時，則飛機已過目標遠矣。

又圖中所示之彈着點，實際彈道等，均特別明顯；實線表示實際彈道，爲因側風作用而形成者，準此彈道所得之彈着，相去目標已具有一段距離，此段距離，即因側風及於炸彈之影響而生之橫偏，通常亦稱之爲“側風偏差”。

但吾人所要求者，爲求如何瞄準目標而命中之，故吾人對於因側風作用所生之一段橫偏，應請特別注意並設法修正之。橫偏之發生，係與投下高度及偏航角成正比變化，並可準偏航角而求得之，以式示之，則爲

$$L = \Delta \sin \theta \quad \dots\dots (\Delta \text{爲退曳長, } \theta \text{爲偏航角}) \dots\dots (8)$$



(第九圖)

## (4) 在不定風向風速中投放炸彈時之瞄準

在不定風向風速中實施投彈，其瞄準較任何情況下俱為困難，因風之風向風速既無一定；則飛機常生擺震，且能使飛機航向時常變更外，且能使飛機不時發生垂直上升或下降若干高度之現象，似此情形，故飛機之實效速度，確屬難能求得，故非有最精準之計算實效速度儀器，與瞄準精良之瞄準具，實難能達到瞄準及命中之目的。

若果在不定風向風速中，必須施行瞄準轟炸時，則惟有應用最

精準之儀器，以求得飛機之實效速度，然後再用最精良之瞄準具以行瞄準投彈，如此慎重舉行，能否如期命中，尙成問題也。

如無此項特種最精良之最精確之理想計算器與瞄準具，而欲在此種情況下實施投彈時，則只有應用下述法則以資補救。

先任取一相當之偏航角，根據地面目標航行，以計算實效速度，同時計算多次，而取其一適中之數值定為實效速度，然後再根據高度以決定投下角及標準距離（如文伯利斯瞄準具之瞄準法），再在瞄準具上依炸彈之退曳角而取一角度，即可施行瞄準矣。

在實施瞄準時，務須瞄準具垂直，測秒亦須舉行多次，藉能得到比較正確之時間值，以為投下時間。

雖然，如此慎重舉行，能否命中，尙無絕對把握，故不定風向風速中之轟炸實施，苟非必要或對於大城市大兵羣之轟炸，一般均鮮有行之者也。

#### C. 對活動目標投放炸彈時之瞄準：

一般所言活動目標之瞄準轟炸實施，大都係指水面軍艦而言，對於火車等之移動速度較慢者，則視為同固定目標行之。

對軍艦之瞄準投彈，首先宜決定飛機前進之方向；軍艦身長而窄，飛機不宜與軍艦取垂直方向進入，因飛機在 1000 公尺以上時，投下炸彈所生之差誤及偏移量 以前後直線進入時為最大，故投彈時，飛機航向須與軍艦航向成交叉進入，或取一適當之角度進入

爲宜。

如第十圖所示：因飛機之速度，較軍艦之速度爲大，於接近軍艦時，宜求得飛機與軍艦之相似速度，同時藉以計算標準距離。此相似速度之理論，大致與航向角之理論相同。

在固定目標上空投彈，偏航角由飛機機身軸線與地面移動線而成；對活動目標之軍艦投彈，則須假定軍艦爲固定者，瞄準時，亦須假定此時是在與軍艦對向之風向中航行，雖實際上之風向未必如此，然亦離準此假定，是謂瞄準線與機身軸成一交角時，即得所須之偏航角。

對移動軍艦投彈進入方向之決定，前已須飛機與軍艦之航向交叉進入，至於如何交叉進入，茲詳述之如下：

第一步，設法測定飛機之航向使平行於軍艦之航向，俟航進至相當距離，距軍艦最少約三倍於高度，而確認飛機之航向已與軍艦之航向平行時，瞄準者即設法使飛機之向前移動速度，使與軍艦之航進速度相等；是即適取一航向角，以取得飛機之平行軍艦向前移動速度與軍艦之前進速度相近，亦即使瞄準具上之瞄準線始終對正軍艦上之主要點。

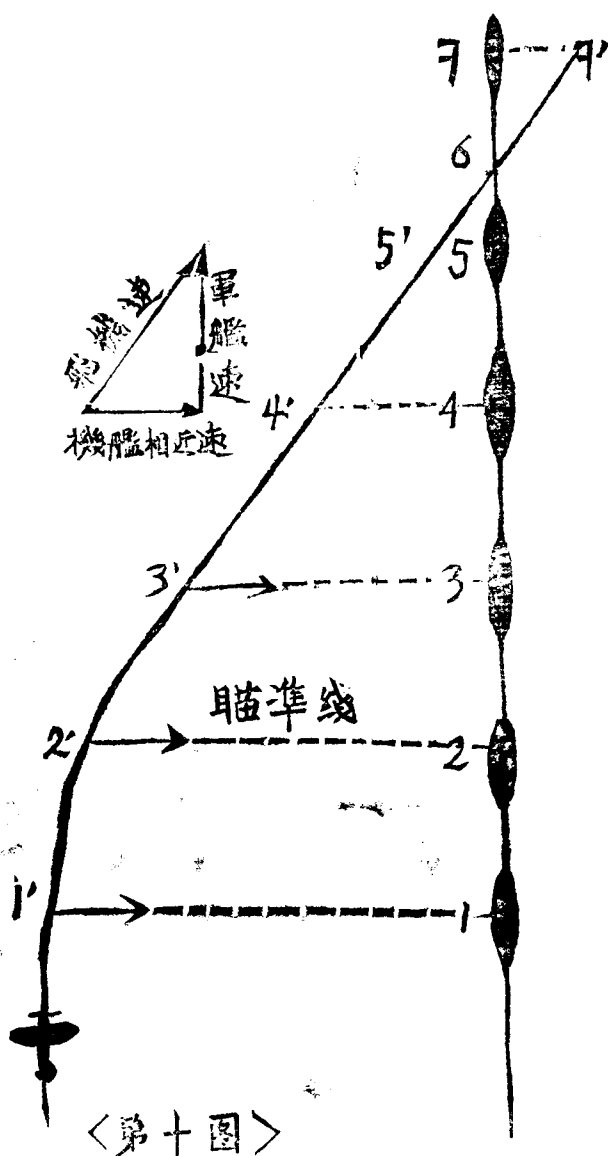
此項瞄準既畢，則通知駕駛員使其維持飛機一定之航向前進，此時，瞄準具上之瞄準線直立面，必正對準在軍艦之主要點上，此時進入之交叉進路角，即已求得矣。



如第十圖：從軍艦航跡上之“2”至“6”之間，軍艦上之主要點，隨時均現於飛機上瞄準器之瞄準線上，俟軍艦進至“6”點時，則飛機亦適通過“6”點之上空，即飛機已於進至“6”點之上空以前，已行投放炸彈。

但炸彈因氣阻而後退之關係，當軍艦經過“6”點時，此時仍未着達水面，而飛機與軍艦則已分歧繼續前進，至軍艦到達一點“7”時，炸彈始始着達水面而爆炸。

此一段 6→7 之差誤，與在側風向中之橫偏相若，故須使用彈道計算器，或使瞄準線落於軍艦前面等於 C→7 之距離處，以行瞄準而糾正之。



#### 第四章 俯衝轟炸時之瞄準與進入

欲於各種不同空氣流動狀態之下，以遂行俯衝投下轟炸，則必須有準確可靠之某種特殊之俯衝轟炸瞄準具，以補助瞄準與進入，然後方克有濟；設無該項特殊瞄準具時，則只能利用前方固定機關

檢用之光學瞄準具，以行風床內之俯衝轟炸。

風床內之俯衝轟炸的瞄準與進入，必須謹守下列守則：

- (1) 首先準確測定風速及風向，並使飛機順此風向航行；
- (2) 其次則判定適用的俯衝角，準備進入俯衝；
- (3) 再次則向前方瞄準，並估計前置量(線量或角量)而定瞄準點。

進入目標的高度，最低限度應高於投彈高度 300 公尺，進入之瞄準與修正，則須直接藉助於實在目標。

俯衝進入時機的決定，為利用地面的一段水平距離，除以飛機的對空移動速度，得出經過時間，而以此所得之時間，用為指示俯衝進入時機的標準。

時間計算的開始，為當目標發現於瞄準窗底板前緣時；至各種適時的轉入，則須有特製的俯衝進轉時間表備查；該種表係由實際測算而得，在此處具有特殊之意義，其測算方法，茲就第十一圖詳細說明之：

此項俯衝進入時間的測算，其步驟於下：

- (1) 當目標視線經過瞄準窗底板前緣時之瞬間，應詳細準確測其垂直開始瞄準角“ $\omega$ ”。
- (2) 計算此開始垂直瞄準角“ $\omega$ ”所對應的水平距離，此處特稱之為進標距離，並以“D”表示之：

$$D = H \cdot \tan \omega \dots\dots\dots (1)$$

(3) 計算開始俯衝點垂直下一點“F”至目標“T”間之水平距離，此處特稱之為俯衝進標距離，並以“D'”表示之：

$$D' = H \cdot \tan (90^\circ - \alpha) - \phi \dots \dots \dots (2)$$

(4) 計算在開點瞄準點至進入俯衝點間之飛機移動距離，此處特稱之為水平進標距離，並以“D''”表示之：

$$D'' = D - D' \dots \dots \dots (3)$$

(5) 修正因飛機速度變更所生之影響：

一般若進入飛行速度減小(加大)。或水平進標距離增長(減短)時，則須對於進入俯衝後之俯衝進標距離加以修正，此種變化之修正，通常須根據實驗所得之結果以行之；但一般認為二者之變化係相對存在者，故常視為相互抵消。

(6) 以飛機之空速，除所得的水平進標距離，而得去進入時間“t”

$$t = \frac{D''}{V} \dots \dots \dots (4)$$

(7) 計算自進入俯衝後，在俯衝時間內(自進入俯衝開始點至投彈點間所費之時間)及彈落時間內之風程：

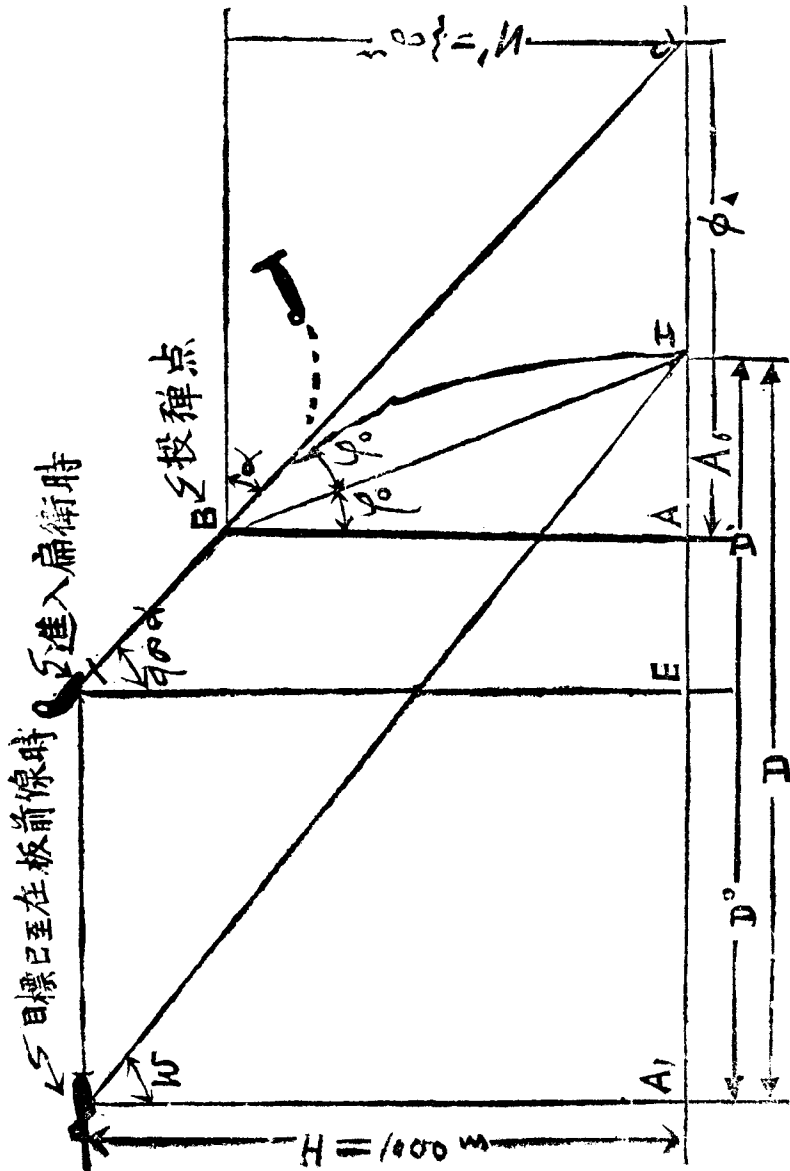
$$\mu D = \mu T \dots \dots \dots (5)$$

(8) 於水平進標距離內，減去或加入風程(順風時加入，逆風時減去)，得去真實水平進標距離“D<sub>1</sub>''”：

$$D_1'' = D'' \pm \mu D \dots \dots \dots (6)$$

(9) 以飛機空速，除此真實水平進標距離，而得出真實之俯衝進入時間 "t'" :

$$t' = \frac{D_1''}{V} \dots\dots\dots (7)$$



(第十一圖)

爲求更深切之了解，茲更舉例說明之如下：

設給與之開始瞄準角  $\omega = 56^\circ$ ，俯衝高度  $H = 1000$  公尺，投彈高度  $H' = 7000$  公尺，俯衝角度  $\alpha = 60^\circ$ ，前置線  $\phi_0 = 180$  公尺，飛機對空速度爲每秒 45 公尺，風速  $\mu$  爲每秒 8 公尺，俯衝預計時間爲 6 秒，並已知炸彈落下特有時間爲 7 秒，試求在順風向中俯衝轟炸時所須的俯衝進入時間？

1. 計算進標距離 “D”：

$$\begin{aligned} \text{根據(1)式得： } D &= H \cdot \tan \omega \\ &= 1000 \times \tan 56^\circ = 1000 \times 1.48 = 1500 \text{ 公尺} \end{aligned}$$

2. 計算俯衝進標距離 “D'”：

$$\begin{aligned} \text{根據(2)式得： } D' &= H \cdot \tan(90^\circ - \alpha) - \phi_0 \\ &= 1000 \times \tan(90^\circ - 60^\circ) - 180 \\ &= 1000 \times \tan 30^\circ - 180 \\ &= 1000 \times 0.577 - 180 = 397 \text{ 公尺} \end{aligned}$$

3. 計算水平進距離 “D''”：

$$\begin{aligned} \text{根據(3)式得： } D'' &= D - D' \\ &= 1500 - 397 \\ &= 1103 \text{ 公尺} \end{aligned}$$

4. 計算在靜空氣中的俯衝進入時間 “t”：

根據(4)式得：
$$t = \frac{D''}{V} = \frac{1103}{45} = 24 \text{ 秒}$$

5. 計算風程“ $\mu_D$ ”：

根據(5)式得：
$$\mu_D = \mu \cdot T = 8 \times (6+7) = 104 \text{ 公尺}$$

6. 修正水平進標距離“ $D_1''$ ”：

根據(6)式得：
$$\begin{aligned} D_1'' &= D'' + \mu_D \\ &= 1103 + 104 \\ &= 1207 \text{ 公尺} \end{aligned}$$

7. 計算所需之真實俯衝進入時間“ $t'$ ”：

根據(7)式得：
$$t' = \frac{D_1''}{V} = \frac{1207}{45} = 27''$$

利用上法以計算俯衝進入時間，若在各種不同條件之下舉行，當可得到各種不同的俯衝進入時間，故可列成一俯衝進入時間表備用。表之格式如下示：

俯衝進入時間表

$H=1000m$		$H'=700m ; V=162 km/hour.$				
$\alpha$ NM/Sec	$60^\circ$	$65^\circ$	$70^\circ$	$75^\circ$	$80^\circ$	
0	24"	-	-			
4	-	-	-			
8	21"	-				
12	-	-				
16						

由上述之檢討，顯知俯衝進入時間之大小，與下述諸項有關：

1. 與經過瞄準窗底板前緣之垂直開始瞄準角“ $\omega$ ”；
2. 與進入目標之飛行高度“H”；
3. 與預定之進入俯衝角度“ $\alpha$ ”；
4. 與無風時之前置量“ $\phi$ 。”或“ $\psi$ 。”；
5. 與飛機接近目標時之空速“V”；
6. 與俯衝時間及炸彈降落時間；
7. 與風程“ $\mu$ ”。

既已由上述諸因素的關係，得出此種預製的進入時間表，則當飛機取某種速度前進，到達開始瞄準角時，則即開動秒表，同時並將俯衝角度指示器或俯衝標識板定妥，等待轉入俯衝。使飛機繼續前進，至秒針已走至俯衝進入時間時，立即換壓機頭，依照所定俯



衝角度俯衝，俯衝至預定之投彈高度時立即投彈，則所得結果，定當比較滿意。

前置量之取定，當注意到下述情況：

連風程計算在內，若前置量不超過瞄準具視界之半徑角時，則於俯衝時，可利用前置角；反之，則須估計前置線，即用肉眼估計前置線之略近值，以行俯衝。

至於“ $\phi$ 。”及“ $\psi$ 。”之各種適應值，當於地面時，已就給予之炸彈特性，投彈高度，假定之地速，航程……等，先行計算妥確。

### 問題五：

1. 俯衝轟炸恒較水平轟炸之成果為佳，理由何在？
2. 試簡述轟炸瞄準具之構造原則。
3. 何謂方向瞄準及標準距離瞄準？在轟炸瞄準上有何意義？
4. 試詳述投下高度與飛機速度及於標準距離之影響？
5. 試述空氣阻力及於投下炸彈之影響？
6. 試詳述靜空中投下炸彈時之瞄準要領？
7. 試詳述在流動空氣中，各種情況下之轟炸瞄準要領？
8. 活動目標轟炸之瞄準進入法如何？試詳述之。
9. 試簡述俯衝瞄準進入之原則？

- 
10. 試舉一實例，以說明俯衝轟炸之瞄準進入程序？
  11. 試列舉俯衝瞄準進入時間計算之有關諸因素？
  12. 試自擬許多的不同情況，作一個俯衝進入時間表？
  13. 炸彈降落之特有時間，在轟炸上有何意義？

# 第六篇 機槍炮構造

## 第一章 一般構造概說

空用機槍炮以口徑之大小而言，可分爲機關槍及機關炮二種（口徑 7.62 公厘 → 12.7 公厘者爲機關槍，在 12.8 公厘以上者，爲機關炮）。以裝置之地位而言，可分爲固定式及旋轉式二種。以打火之方式而言，可分爲協調式與非協調式二種。別種雖如上述，但在構造方面，原則上大都一致，不過有局部之配備不同耳。

### 第一節 構造上之必須機件

槍炮構造上之組合機件，雖有繁簡之不同，但其組合必須具備之機件，則皆大同小異，歸納言之，可有下述諸件。

1. 槍(炮)管。
2. 節套。
3. 機心。
4. 打火機件。
5. 後退及復進機件。

6. 進彈機件。
7. 退壳機件。
8. 助退機件。
9. 保險機件。
10. 彈鏈及彈盒。
11. 減震機件。
12. 散熱機件。
13. 射擊瞄準機件。
14. 支裝機件。
15. 其他必須附件。

## 第二節 構造分類

一般連續發射武器之動作，得分爲後退動作與復進動作兩種。但機關槍炮之後退方式，有數種不同之構造，茲分述之如下：

### A. 管退式：

管退式云者，即直接利用氣體加於機心上之壓力，而使機心後退之謂也。當火針前進打火後，膛內所生之高壓氣體。除推彈丸前進外，同時加壓於彈壳之底部而後壓機心，故機心猛被向後推動。當機心猛被向後推動之際，其與機心相連之槍管及其他機件，亦被拖向後方。從而復進簧壓縮，後退力量，即大部份被復進簧所吸納

。洎機心後退至最後位置時，則復進簧因吸納力量之反躍，復形成復進動作。周而復始，遂完成彈丸之連續放射。

#### B. 氣退式：

氣退式云者，即利用槍炮膛內一部份之高壓氣體，傍壓一活塞桿，因而連動機心後退者也。此式機槍炮之構造，必在彈丸尙未脫離槍口以前，在膛壁開一通氣孔，以通高壓氣體於活塞筒中，以壓動活塞桿而連動機心，以完成後退之動作。

#### C. 氣退兼管退式：

氣退兼管退式云者，即言機心之後退，同時具有上述兩種情形之謂也。此式動作之完成，計可分為兩期，第一期為當彈丸尙在膛內時，機心與槍管，因氣體之加壓於彈壳底而同時向後退走；第二期則在彈丸出槍口以後，利用推送彈丸前進之高壓氣體，回壓槍口之擴大部份，以增加槍管及機心向後退走之能力者。

#### D. 反衝式：

反衝式云者，即言機心之後退，係直接利用高壓氣體加壓於機心之壓力而後退之謂也。此式機關槍炮，必須其機心具有甚大之重量，及一較有力量之復進簧，故可利用其機心前進之慣力以鎖膛。彈丸擊發於膛內前進時，則機心前進之慣力作用尙未泯失，同時機心與機箱面之摩擦力亦甚大，一時不容易被衝後退，故機心不致立即後退，殆彈丸將欲脫離槍口時，機心始行後退也。

### 第三節 各式優劣比較

前所述四種不同方式構造之機槍炮，各有其優點及劣點所在，故四者均有繼續存在之價值，茲分別討論之如下：

#### A. 管退式機關槍炮：

此式構造之槍炮，當彈丸行經膛內之際，槍管與機心，尚緊相鎖合，故發射藥所生之氣體能力，不致損失，此為其優點。但槍管之後退及復進，所費時間甚多，故射擊速度不免略減；又機槍機構上，須具槍管之滑動部份，故重量不免增加，此則為其缺點。

#### B. 氣退式機槍炮：

此式構造之槍炮，因機心之後退，係在彈丸尚未脫離槍口以前，故彈膛之鎖閉，僅只能達到相當程度，且發射劑所生成之氣體，已因此而消失一部份能力，故此後彈丸之前進壓力，當受與相當影響。況以機構配備之需要，而須附裝以活塞及活塞筒等件，重量亦因之而增加，此則為其缺點。但其機心之後退及復進，所費之時間較短，故彈丸之發射速度可得較快，此則為其優點。

#### C. 氣管兼退式機槍炮：

氣管兼退式構造之機槍炮，一般言之，實具有上述兩者之優點，但其在設計製造上，須具有兩層機構之具備，並須考慮到動作上之滿意，故設計製造比較困難，而見諸實用者反為鮮見。

## D. 反衝式機槍炮：

此式之優點，在構造上可以比較簡單，機心之進退極為順利；以其無須額外之附件構造，而具有力量較強之復進簧也。但機心必具有甚大之重量，然後鎖膛慣力始比較得法，但無論如何，在反衝之開始，多少必漏出一部份氣體，故鎖膛亦只能達與相當程度。

## 第二章 美造扣爾特 (coht) .30 吋口徑機關槍

## 第一節 概說

.30 口徑輕扣爾特機關槍，為美國較進步之空中武器，係依照飛機上所應具之要求條件而設計製造者，其優點甚多，故為我國空軍所樂用。

此槍之發射速度，每分鐘為 1000 至 1200 發，尚屬相當可觀。其重量甚輕，極便於飛機上之裝載及操縱。其進彈方向可以左右更換，掉換手續亦非常簡捷，故於改裝換配上，極為便利。

此項機關槍，有固定槍及旋轉槍之分：做旋轉槍用者，則檔板處配有握手及壓機，做固定槍者，則只有檔板，而無握手及壓機。

固定槍裝有一拉桿，在機心之旁面，插入一機心鈕銷，使拉桿與鈕銷相聯接，拉動拉桿，即可使機心後退。又因駕駛員與機槍隔

有相當距離，不能用手直接拉動，故中間乃以拉線相聯接，故駕駛員拉動拉線，即可將機心拉向後退。設如用手拉動拉桿，向左或向右轉動此拉手時，即可使機心停於中間位置。再者，此拉桿與機心鈕銷，為適應地位之需要，亦可左右互相調換。

在機箱蓋(亦稱天門蓋)上，有一特別設計，即在箱蓋之前端，裝有一齒制，因此，箱蓋啓開後，可分別穩定於三個位置，此種設計，功效頗大，在任何時機，將箱蓋啓開，施行任何處理時，有此齒制，即可免除箱蓋驟然落下，擊傷手面之虞，若處理完竣，欲將箱蓋關閉時，即以微力急壓此蓋，即能自行覆合。

在機箱上任何一側，均可裝用打火機，此打火機由拉線及齒輪等機構組成，可直接與發動機相協調，故可使急速放射之彈丸，穿過急切轉動之螺旋槳葉轉面，而不致發生擊中槳葉之缺陷。

此槍因式別之不同，減震筒之形狀有異；在活動槍橋板上之減震筒為水平式，其目的在使便於裝置板機握手；在固定槍上者則為垂直式，其目的在減短槍身之長度。

裝彈之方法，係用金屬彈鏈裝置槍彈，組成彈帶。其進彈用推進法，進彈機件之運動，則由機心上之導面連動。

裝用之子彈，為美國軍政部釐定之各種標準子彈，其發射速度，亦因子彈種類之不同而有異，若裝用輕彈頭時，則速度即見緩慢，欲使其發射速度增大，必須加以改造。



## 第二節 普通綱要

1. 口徑：.80 吋或 7.62 公厘
2. 發射速度：每分鐘 1000—1200 發
3. 活動槍全重(支架及瞄準具在內)：21 磅
4. 瞄準具重量：1 磅
5. 固定槍重量：20 磅
6. 支架重量：6½ 磅
7. 每百粒子彈及匣鍵之重量：6¾ 磅
8. 槍管重量：3½ 磅
9. 槍管長：23.9 吋
10. 活動槍全長：39.2 吋
11. 固定槍全長(包括拉桿)：39.0 吋

## 第三節 構造分組

此機關槍在構造上之分組，計分六組於下：

(1) 發生前後運動之組：

a. 機心組。

b. 槍管組。

(2) 不生前後運動之組：

- a. 機箱組。
- b. 機蓋組。
- c. 檔板組。
- d. 機尾組。

### 第三章 俄造 7.62 史卡斯 (Whace) 機關槍

#### 第一節 概說

7.62 公厘史卡斯機關槍，為蘇聯最新型之空用武器製造，發射速度，達每分鐘 2000 發，比較美造 7.62 公厘及 7.9 公厘扣爾特槍高出甚多，故堪担任對空中高速度移動目標之射擊，蘇聯空軍，認為無上之珍品。

此種機關槍之構造，比較其他一般空用機關槍為複雜，方式亦特異，如進彈機構之為一圓齒架，機箱之為一圓筒，皆為前所未有之新型設計。

因其構造之不同，其動作及裝卸處理，亦與他種機關槍不同；射擊準備時，裝彈手續甚繁，倘有錯誤，子彈不但不能入腔，抑且無法退去，須將機槍局部卸裝，然後方能重裝子彈。若在射擊間，彈丸發生阻滯，則必須舉行分解卸彈處理，手續亦非常繁雜。故在使用方面，須有受過專門嚴格射擊訓練之人員，然後方能運用。

快。

在射擊完備以後，子彈不宜留裝於槍上，而須即時卸下，以免引起不良之影響。

## 第二節 普通綱要

- |           |                  |
|-----------|------------------|
| 1. 出產地：   | 蘇俄。              |
| 2. 式別：    | 旋轉式及固定式。         |
| 3. 口徑     | 7.62 mm。         |
| 4. 初速     | 855 mm。          |
| 5. 發射速度   | 1800—2000 發/每分鐘。 |
| 6. 膛壓     | 2150大氣壓每平方公寸。    |
| 7. 槍全重    | 11.36 公斤。        |
| 8. 槍全長    | 955 mm (旋轉式)。    |
| 9. 機心後退距離 | 85 mm。           |
| 10. 來復線   | 4 條右旋。           |
| 11. 進彈法   | 用彈鏈由槍身底部入內。      |
| 12. 除壳法   | 彈壳由槍身左面拋出。       |
| 13. 散熱法   | 氣涼法。             |
| 14. 後退法   | 氣退。              |
| 15. 打火法   | 拉手自動式。           |

### 第三節 構造分組

此槍在構造上可分為六組，其名稱如下：

1. 檔板組： 位於槍之尾部。
2. 握手組： 位於機箱下部。
3. 槍管組： 位於槍之前部。
4. 進彈機組： 位於機箱上部。
5. 活塞機心組： 位於機箱內。
6. 機箱組： 為保護及容納各部機件者。

### 問題六：

1. 試述槍炮構造上之必須機件？
2. 試述槍炮在構造上之分類？
3. 何謂管退式槍炮？
4. 何謂氣退式槍炮？
5. 何謂氣管兼退式槍炮？
6. 何謂反衝式槍炮？
7. 試將各式構造之槍炮，作一總合之比較？
8. 試將俄造 7.62 公厘史卡斯槍與美造 7.62 公厘可爾特槍作一詳細之比較？

# 第七篇 槍砲彈之構造

## 第一章 概念

飛機機關槍砲用子彈，與陸用者初無多大分別，且有可以通用者。現時爲力求飛機機翼槍砲之威力擴大，故子彈之製造，亦力求精良；如式樣之改進，材料之精選，接合之堅實，組成之複雜等是。

目前所用之飛機槍砲子彈，有普通彈，穿甲彈，燃燒彈，發光彈，爆炸彈，及多種複作用之混合彈。其外表之形狀，砲彈與槍彈略有不同，但同口徑同式樣之槍彈或砲彈，則大都一致，僅其材料及內部之組合有所不同耳。

## 第二章 槍砲彈構造

### 第一節 彈頭構造

彈頭爲子彈構造之主件，以槍砲初速之大小，彈道之性能，及著彈之能力，均視彈頭之不同而有異耳。茲舉一般砲彈之製造要領

加以說明於下：

一般砲彈之製造，約可分為五個部份；即蛋形部，定心部，彈身或圓壙部，導帶，彈底部是，茲分述之於下：

A. 蛋形部 (Ogive Part) :

蛋形部之形狀，與空氣之抵抗有極密切之關係；彈丸愈尖銳，則射程可愈遠大，蛋形弧之半徑 (R)，現有增加至七倍彈徑以上者，但據實驗結果，彈頭之侵徹力，以形狀較鈍者為佳，故一般破甲彈之彈頭，其“R”之值，仍不過為二倍彈徑左右。

B. 定心部 (Front bearing) :

蛋形部之下，即為定心部，係砲彈前段與膛面接觸之部份，藉使彈頭與膛面密接，俾彈軸得與砲軸一致，而為旋轉之中心。定心部與膛面之間隙愈小，則命中精度愈高，此部份普通以砂輪機特別磨光，藉以減少抵抗及避免損壞膛線。

小口徑之槍砲彈，則無定心部之設計，直接利用彈體對膛面之密接以代之。

C. 彈身或圓壙部 (Body or Cylindrical Part) :

彈身介乎定心部與導帶之間，其直徑較定心部之對徑略小，約為  $D - (0.5 \rightarrow 1.0 \text{ mm})$ ，小口徑之砲彈，則直徑較大，以其兼代定心部之作用也，槍彈之直徑，則較口徑且略大，以其兼代彈帶之作用也。

## D. 導帶 (Driving hand) :

導帶亦稱旋導帶，銅帶或彈帶，多係由純銅製成，其外徑較來復線之底之對徑稍大，故裝彈入膛以後，即密閉藥膛之前方，發射時，因火藥氣體之壓力，使吻入來復線內，使彈頭得起旋轉運動，兼防氣體之漏出。小口徑之槍彈，則無此項設計。

## E. 彈底部 (Base) :

在昔彈底部多作圓筒形，其底邊略作小圓角，後經試驗結果，知彈底部削尖之砲彈，可達更大之射程，但此種削尖，對有命中精度欠佳，蓋火藥氣體，由削尖部份所生之圓周空隙衝出，發生不平均之力作用所致也。為保全前者之利害及避死後者之缺點，在一般高速度之彈砲，其彈底之削尖斜角，約為  $\epsilon \rightarrow 8^\circ$ 。

砲彈之全長，約為彈徑之 2.5—4 倍，欲增加其全長，則須顧慮砲彈出砲口以後之安定性，即須予以充分之旋轉運動，然後方能得到較佳之安定。

砲彈之內部設有彈腔 (Cavity) 以容裝藥，其形狀略與外形相似，砲彈之效率，恒用全重以炸藥量除之，所得去之百分數以示之。

一般火炮，彈重與口徑之立方成比例，今以  $dm$  為口徑之單位， $Kg$  為彈重之單位，則

$$G = CD^3$$

式中之“ $C$ ”為一常數，普通彈為 12，在破甲彈則為 16—18

砲彈之橫斷面為  $\frac{1}{4} \pi D^2$ ，其單位面積上之重量為  $\frac{G}{\frac{1}{4} \pi D^2}$ ，斷面

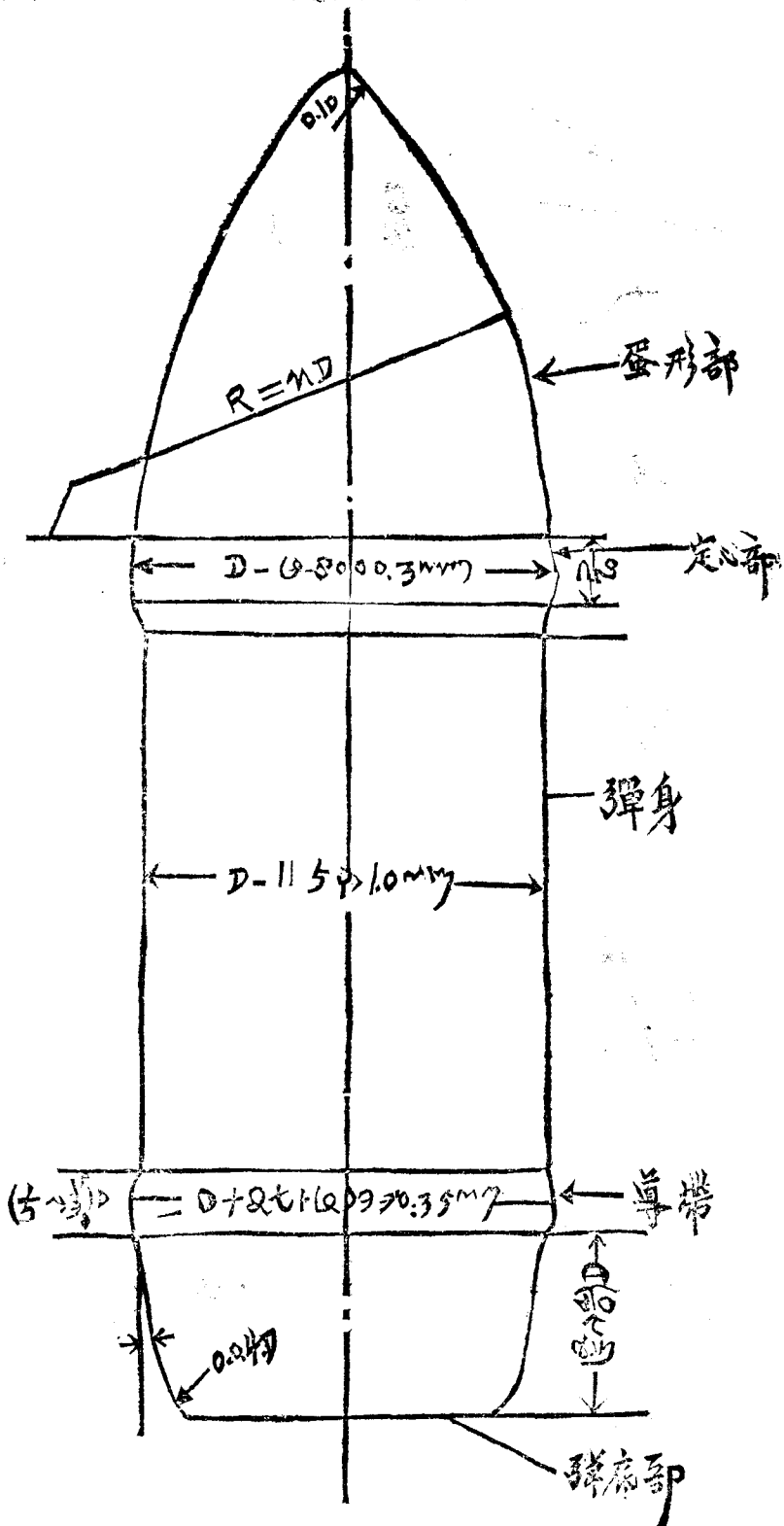
之密度則為  $\frac{G}{D^2}$ 。砲彈之斷面密度愈大，則減殺空氣之抵抗力亦愈

大，其速度之減小率則愈小，即射程可因而增大，然欲增加此斷面密度，須增加砲彈之全重；即須增加砲彈之全長，但全長却有一定之限制。

砲彈重量之分配，為一甚大之問題；在普通原則，其重心須在砲軸之縱軸上密接彈形重心或略在其後，但略偏其位置，事實上亦未發生若何不良之影響。



(圖 11)



## 第二節 彈壳構造

彈壳之主要作用，在容裝發射藥及完成發射藥之燃燒作用，故一稱藥筒。彈壳之一般構造，筒體多稍成斜形，以便在發射後，抽出較易。口部作瓶頸形，以避免彈壳全長過大。筒體與筒頸間之肩部角度，無一定之規範。筒底之設計，則至為重要。

一般筒底之製造，分為底緣式 (Rim) 與無底緣式 (Rimless) 兩種 (如第二圖)；底緣式者，整個彈藥在膛內之位置，由底緣內側與槍管底面之接觸而定，如斯可以避免由藥膛磨耗與彈筒短縮發生之失敗。但其底緣之突出，容易與其他藥筒之底緣相對掛住，英國及俄國採用此式，無底緣式者，其彈藥在膛內之位置，由其肩部碰擊藥膛之肩部而定，美德比中國採用之，裝載，抽出，極稱便利，但構造費用，較底緣式者稍貴。

彈壳之底部，具有火帽，擊砧及火門眼。突出於火帽室內之擊砧 (Anvil or Nipple)，係與火帽內之白藥接觸，接受火針之打擊而發火者，火焰經擊砧之中心或擊砧之底之火門眼通過，而引燃藥筒內之發射藥。擊砧之製造，有時與藥筒分離，但普通多與藥筒為整件，其外形至關重要，初為尖台，現有採用平台及鈍台之傾向，因如此即火針之擊中不在中心，亦可使火帽之發火，較為確實也。

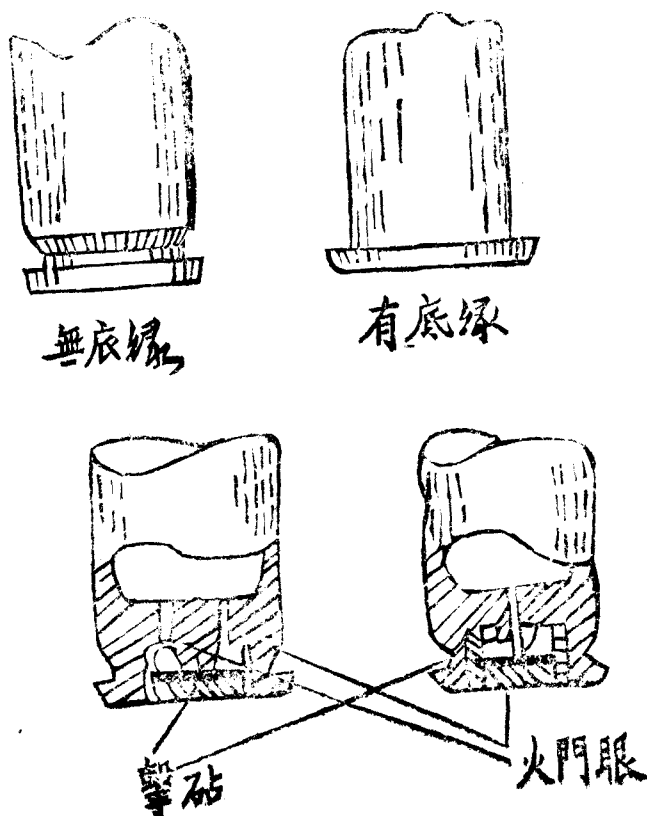
火門眼須具有適當之大小，其位置必須在火帽周壁之內，火門

以擊底穿孔兩個者為較佳。

藥筒係由銅片卷成，工作時須先退火並洗滌數次，製成以後，各部須具適宜之硬度，一般底端之硬度須最高，由此以後則漸低。筒口則宜軟，因如此最易存留內力，若較硬時，則製成後經過相當時間，即易發生自然破裂，在熱帶氣候為尤然。藥筒中部之硬度須適中及分佈均勻，否則在退殼動作中，藥筒有破裂之虞。

藥筒之尺寸，因種種理由，應比藥膛微小，使在火藥氣體發生之高熱下，有略予膨脹之餘地，而在彈丸脫離槍口以後，壓力消失，溫度降低時之抽出較利。

火帽務須力求精良，規則及有力者，火帽之裝入，須十分緊貼，以防氣體之外洩，同時須有較大之抵抗力，以防被火針擊穿。



(第二圖)

### 第三節 構造用材料

彈頭構造所用之材料，普通彈爲用鉛心，鉛心之外附以銅銅鎳合金（銅 85→86%，鎳 13→14%），或軟鋼被甲；軟鋼被甲之表面，須覆以薄層之減摩及防銹之金屬或合金（鎳或鎳銅）。薄層被覆之法，或用電鍍，或於銅板附與他種金屬或合金一同壓成薄片以行之。鉛心普通由彈底以達彈頭。

穿甲子彈之穿甲部，爲硬度極高之炭鋼，其形狀同於外形，或其蛋形部之半徑較小於外廓。

彈壳材料，以前曾試用軟鋼，取其價廉質輕而堅實耐用，但工具之磨耗甚大，故現今一般所用者，仍爲銅 70%，銻 30% 之高級黃銅，取其具有充分之延性，不生銹，製造時之抽伸容易，且重量亦不過大也。但蘇俄現用之新型機槍彈，其彈壳材料爲銅 91.72%，鐵 6.28% 之合金，蓋取其堅強也。

火帽用紫銅或黃銅製成，須具有充分之延性，以便接收火針之猛力衝擊而凹入不致破裂，及得膨脹而緊貼於火帽室。

### 第四節 槍砲彈裝填藥

槍砲彈用之發射藥，概爲硝化甘油系無烟藥及硝化棉系無烟藥，如英國砲彈用之 Cordite 意大利砲彈用之 Solenite 藥是：僅有眼一個貫通擊砧之中心者，有於擊砧底具兩孔者，但據經驗，

英國用之 Cordite 作細管狀，其組成爲

硝基甘油	30%
強棉藥	65%
凡士林	5%

意大利用之 Solenite，作長管狀，其組成爲

弱棉藥	30%
強棉藥	35%
硝化甘油	83%
Centralite	1.5%
水分	0.5%

發射藥之形狀，有小片狀，管狀，柱狀等，一般認爲小片狀者，燃燒最較爲滿意。

純硝化棉系藥之顏色，多作土黃色，棕色或灰色，含硝化甘油者，則呈淡黃色或棕褐色；一般用藥之呈黑色光彩者，則係爲敷有石墨所致。

火帽內所裝之爆粉，最普通者爲雷汞，氮酸鉀，硫化銻，硫黃及玻璃粉之混合物，或雷汞與銻列二者而僅具前列三者之混合物，但亦有使用三氯化鋁者。混合成分之比例，各國殊不一致，單一火帽所裝之分量，在小口徑之槍彈，我國政府規定爲 0.0024g。裝填時，火帽內先滴以膠水，然後將爆藥裝入，加約 600 磅之壓力，使之

固結，次則復於藥面滴以膠水，並於其上裝一錫箔或鋁箔，加壓約 300 磅之力，使箔與爆藥固着以防濕。

彈頭腔內所裝用之爆炸藥，為用來當彈頭着標時，因碰擊，摩擦或引燃之作用，引起爆炸，擴作彈頭，以遂行破壞任務者。一般通用之槍砲彈爆炸藥，有如下述。

最初採用者，普遍為苦味酸 (Picric acid)，後以苦味酸易與金屬起作用，乃將其與他種物資混合使用，若混合二硝基甲苯，三硝基甲酚，三硝基甲苯等是。晚近硝酸銨之混合物，用於槍砲彈者甚多；若英國首創之 Amatol 藥，即為硝酸銨與三硝基甲苯之混合物。以科學發達如此神速之今日，或尚有諸種其他未曾公布之裝用藥，亦為可能之事也。

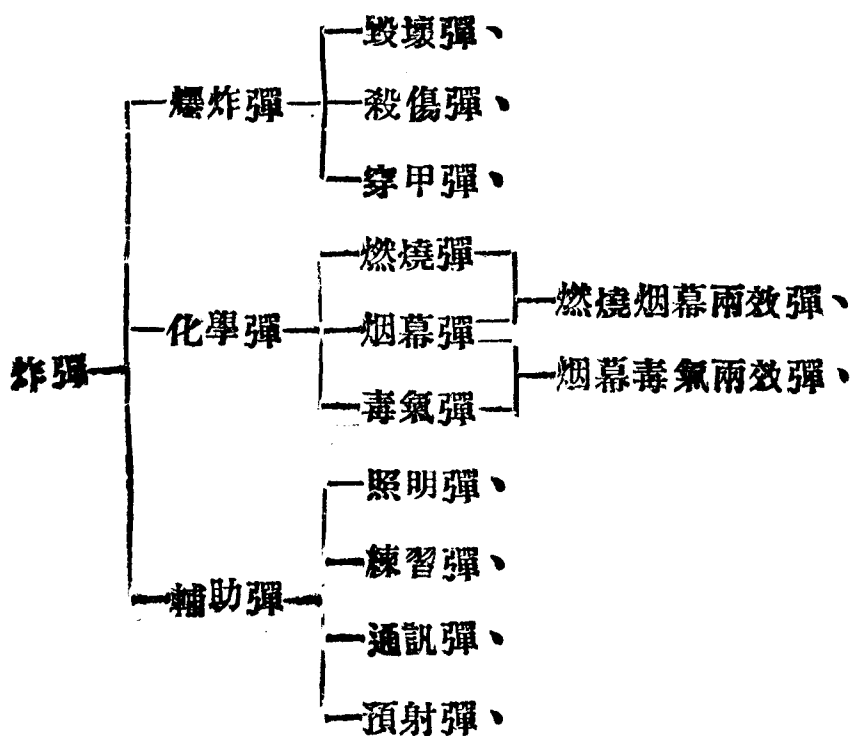
### 問題七：

1. 試述彈頭構造之主要條件？
2. 彈頭蛋形部之取定有何標準？
3. 定心部之作用何在？
4. 導帶有何作用，小口徑之彈丸，何以不用導帶？
5. 何謂無底緣彈壳與有底緣彈壳，我國兵工署所製造者，係屬於何類？
6. 試詳述子彈彈壳構造之要領？
7. 試述子彈彈壳用之主要材料？

# 第八篇 炸彈構造

## 第一章 炸彈之種類

炸彈為投下破壞之主要武器，因其用途之不同，其種類可別如下表所示：



A. 毀壞彈 (Demolition bomb) : 為用於各種場合之轟毀破壞

- 者，體內所裝高級炸藥之量特多，約為全重 45→70% ，重量亦特大，約自 50 公斤以至 2000 公斤不等。
- B. 殺傷彈 (Fragmentation bomb)：為用於人馬之殺傷者，裝填炸藥之量，約為全重 15→25% ，彈重多在 50 公斤以下，8 公斤至 20 公斤者，最為普遍。
- C. 穿甲彈 (Armer bomb)：亦稱攻堅彈 (Concrete Piercing bomb)，為用於兵艦之鋼甲貫穿及堅強建築物之破壞者，裝填炸藥為全重 20→40% ，彈重自 100 公斤以至 250 公斤。
- D. 燃燒彈 (Incendiary bomb)：為用於營幕之燃燒破壞者，體內裝填各種燃燒劑，及少量之高級炸藥，彈重自 15 公斤以至 50 公斤。
- E. 烟幕彈 (Smoke bomb)：為用於部隊之掩護，或阻碍敵軍之行動者，內裝發烟劑，彈重自 10 公斤至 15 公斤。
- F. 毒氣彈 (Gas bomb)：為用於人馬之毒傷病死者，內裝各種毒劑，彈重多在 100 公斤左右。
- G. 照明彈 (Illumination flare)：內裝照明劑並附有落下傘，用於夜間轟炸或偵察時之照明，及飛機夜間降落之用者，彈重自 1 公斤以至 10 公斤。
- H. 練習彈 (Practice bomb)：種類甚多，但以裝發烟劑者為最常見，為訓練之用。



- I. 通信彈 (Infarmation bomb) : 內裝印刷品或書信，用於敵境之宣傳及友軍之聯絡。
- J. 預射彈 (Adjusting bomb) : 為裝填發光劑或發烟劑之廉價彈，用於敵境轟炸時瞄準調整之用。

至於其他尚有所謂嘯聲彈 (Whistle bomb)，嬰兒彈 (Baby bomb) 等，尚不一而足，但其作用則並無二致，不過為構造形式上之變態耳。

## 第二章 炸彈之構造

### 第一節 概念

炸彈為有翼之彈丸，為求其投下破壞之得較滿意，必須於構造上做下述之考慮：

- A. 重心須適合彈道上之要求。
- B. 形狀須盡量減少氣阻作用。
- C. 原料須純一，密度須均勻。
- D. 爆炸須可靠。
- E. 運輸保管處理須安全。

至於構造之手續，則以整個炸彈係由各種分件配成，計分為彈體、彈尾、引信、彈耳等，茲分別討論之於下：

## 第二節 彈體構造

炸彈之於飛機上投下，其情況亦等於彈丸之槍炮膛內放射，故炸彈彈體之形狀，以其對空氣之氣阻而言，應以流線形者最為滿意。但以目前構造技術上之困難，一般現用者，尚以圓柱形者為最普遍，然科學及技術進步之今日，則將來理想流線型炸彈之出現，當亦為意中事也。

圓柱形彈體之構造，可分為三部；即蛋形部，彈身部及尾錐部是，此三部之構造，有為一體製造者，稱為整體式，有為分體構造，而用鉗釘，電鍍或螺釘等方法連接者，稱為接體式。

蛋形部之外形弧，以氣阻及侵徹之有利為條件，至其半徑之大小，則各國略異其致，要以適合彈道上之要求為原則。

彈肉之厚，因炸彈之種類而不同，穿甲用之炸彈，則蛋形部之肉厚，特為隆厚。彈肉之各部，在製造間須加壓製，藉使其分子結合較緊密，以增強破壞能力，殺傷彈之彈肉，更於其外層或內層，有帶纏網條之設計，藉以增加殺傷用之破片。

彈體內表之清潔，至為重要；蓋凸凹不平，易使灰塵砂粒附着，若混於裝藥之內，則危險堪虞；故彈體內表須塗油漆，以土瀝清 (Asphalt) 舍拉克 (Shellac) 或松脂油 (Resin oil) 與舍拉克之混合物塗用，最為普遍。

彈體外部之修整，亦甚重要，通常於表面車光，或塗以深灰色及其他顏色之油漆。

### 第三節 彈尾構造

彈尾亦名安定翼，其作用在使炸彈於落下過程中，不致發生巔轉及搖擺，使彈頭維持向下，彈軸與彈道成切線而前進。

炸彈所受空氣之阻力，其合力中心須略在炸彈重心之後，此則彈尾之製造，關係頗關重要。

彈尾構造之形式，計有旋尾式，圓環式，方框式，及交叉四翅式等，旋尾式之彈尾，其安定性能較差，近已廢置採用。

彈尾之製造，或直接連於尾錐；或分件製造，於使用前始行裝接。彈尾之翅，有附裝加強組織之設計；或直接將翅面壓成“L”形及“9”形，或於兩翅之間加裝支條，俾不致因外力之作用而翅面變形，影響彈道性能。

### 第四節 引信構造

引信為炸彈之導爆組織，其一般作用，可分為二；第一為在預期爆炸之時間以前，使炸彈不生爆炸；第二為在預期爆炸之時間，能確切保證炸彈之起爆。故一般引信之構造，必須顧全到前者之安全裝置，與後者之導爆裝置。

引信組合上之機構，計分為發火機構，對飛機之安全機構，對

運輸儲存之安全機構，及彈落時間內之安全機構等。但此種機構之製造，復因引信類別之不同而略異其致，以引信有頭引信，尾引信及側引信之分也。

#### A. 發火機構：

現用各種引信上之發火裝置，其發火原則，不外利用一撞針碰擊火帽，導電引爆電引信，及用唧筒壓縮空氣者三種。至其作用動力之取得，則有利用地面之碰炸抗力，反擊火針上升者，一般頭部引信多用之。有利用引信體內個件之慣性作用而碰擊火帽着火者，尾部引信及體側引信多用之。至因各種着火及導火方式及性質之不同，則概可別為碰炸即發式 (Percussion fuse)，慣性式 (Inertia fuse)，萬向式 (Universal fuse)，藥道時間式 (Powder Channel time fuse)，機械時間式 (Mechanical time fuse)，及碰炸遲發式 (Percussion delay fuse) 等諸種。

#### B. 對飛機之安全機構：

所謂對飛機之安全機構，即指引信在飛機上之保險裝置而言，其目的在使裝於飛機上之炸彈，於未經投放之前，及脫離飛機距離尚近時，不致發生爆炸。引信本身上之對飛機保險機構，則有旋翼式、鐘錶式、電氣式、離心式等四種。

旋翼式之保險裝置，多另由飛機上裝掛之保險絲或保險叉，穿插於旋翼之間，並用一特製之保險夾夾住，以固定旋翼使不致因氣

動作用而轉動，以達到機上之絕對保險。當其被投落下，則因螺桿之旋出，尚須相當時間（一般為相當於炸彈下降 50→150 公尺距離所須之時間），故可保險不致於危及飛機。

此種旋翼與保險絲穿插之配備，尚可做為安全投放之保險，即如將保險絲及夾與炸彈同時投下，則可保炸彈不致爆炸，故此式之採用，最為普遍。

鐘錶式者，係利用鐘錶機構以行對飛機之保險者，在飛機上時配有一插銷以固定其不致發生動作，及炸彈投下，則插銷留於飛機上，機構即開始走動，經過若干時間以後，始行爆炸。此式構造較繁，且不適用於低空，德國已見採用，其他各國，則尚未見諸使用。

電氣式者，其發火機構係利用電源引着，在炮彈上早有使用，在飛機上則僅德國有之，此種引信之採用，可裝於引信之體內，減少許多鎖碎的檢查及諸種外力的影響，且電源未接通時，絕不發生危險，故運輸保管，均較各式為安全。

離心力式者，係利用引信體內之離子，卡住火針以行保險，專用於旋尾炸彈，今已廢用。

#### C. 對運輸儲存時之安全機構：

運輸儲存間之保險，多用一夾以夾住引信之活動部份及用一插銷以穿插引信之各件。但此種保險，並非絕對可靠，故運輸及儲存

，尤應有極詳細之規則明定之。

D. 對彈落時之安全機構：

炸彈降落時，因空氣阻力之不絕增加，若無相當支撐機構，則炸彈有在空中爆炸之可能；又當彈着目標時，彈體具有之衝擊力甚大，則炸彈亦有一觸即發之可能；故引信體內多設彈筥或穿插銅絲以支撐火針。

## 第五節 彈耳構造

彈耳爲對飛機之裝卦機構，其裝置之地位，因卦彈機構之不同而異，或在彈頂上，或在引信上，或在彈尾軸上，或在彈身上，其在彈身上者，且有一個及兩個之分。裝接之法，多係直接銲接於主件之上，但在彈身側者，有另各附彈箍一個者。

炸彈裝卦於飛機上，除其本身已有如上述之裝備外，在炸彈架上必另附以支撐及固定機件，使炸彈得保持一定位置不變及不發生任何搖擺。

## 第三章 炸彈裝填藥

### 第一節 彈壳內裝藥

爆炸彈體內所裝填之常用藥，多爲三硝萘甲苯、苦味酸或三硝

基甲苯與三硝基苯之混合物，過氣酸鹽類或氣酸鹽類之混合物，亦有加三硝基甲苯或三硝基苯於黃色藥而裝填者。

三硝基甲苯為炸彈之主用藥，此為盡人皆知之事，取其性甚安定也。純淨之三硝基甲苯，雖長期存儲，亦無若何變化，吸濕性小，爆速及炸力均強，且成本亦不高。

三硝基甲苯之裝填，有粉裝及溶裝法二種，溶裝者引爆比較困難，欲起爆完全，須用強力之雷管，以前一般重量較大之溶裝炸彈，其彈軸中心，恒為空狀或充填緊縮之三硝基甲苯粉餅或柱，即為助強起爆之對策；粉裝者則比較甚佳。

黃色藥，亦為重要之爆炸藥，一般性能裝三硝基甲苯相近，威力且較強約 1/10 倍，但易與金屬起作用，裝填之先，彈壁須塗以漆或墊以厚紙。

氣酸鹽炸藥，蘇俄曾經使用，主要之利點在於製造容易，成本低廉，但威力小，吸濕性大，且不甚安全。

硝化澱粉及液體空氣，亦曾裝用於炸彈，硝化澱粉之優點，在原料豐富，起爆容易，但比重小(約 1.1)，安定度差；製造比較困難。液體空氣，為含液態氧 95% 以上之可燃劑，其利點在原料取用不竭，但搬運及使用，頗感不便。

化學彈劑，僅須少量之炸藥將彈壳炸開，並將化學劑散佈；一般多用爆炸管或少量之裝藥，主用三硝基甲苯或黃色藥。

## 第二節 傳爆管裝藥

傳爆管爲雷管與彈體裝藥之中間物，其作用在擴大雷管之爆炸波，以起爆大量之炸彈裝藥而爆裂炸彈者，故其裝藥之要求，須爆速得大，且安定性較高爲要，通常所採用者，以特脫兒爲最滿意；壓縮之三硝基甲苯或特脫兒與三硝基甲苯之混合物，亦見採用。炸彈之裝藥，如爲溶裝之黃色藥，則因起爆較易，通常不用特脫兒，而用壓縮之黃色藥或辟克林酸銻與硝石之混合物。

## 第三節 雷管裝藥

雷管用藥常用雷汞及氮化鉛，此兩種雷管甚易識別，蓋雷汞雷管，一般均用紫銅管，而氮化鉛則因與銅起作用，一般均用鋁質管。氮化鉛雷管，一般尙較雷汞雷管爲佳，以其性甚安定，吸濕性小，爆力亦大也。惟製在比較困難。

其他若須延期之引信，尙廣用壓縮之黑藥以爲延期藥，時間之長暫，則因壓縮之程度而不同。



問題八：

1. 試詳述毀壞炸彈及殺傷炸彈之構造要領？
2. 試述炸彈彈體形狀在構造上之演進，其理想形狀為如何？
3. 炸彈彈壳作成後，何以內部必須清潔，其清潔法如何？
4. 彈尾之作用何在，旋葉之彈尾，何以現不適用？
5. 試略述引信構造上之必須機件？
6. 引信之功用何在？
7. 試略述發火機構之種類，並各舉一例以明之？
8. 機上保險機構之方式有幾，試例舉之？
9. 引信何以要有空中保險裝置？



# 第九篇 打火機

## 第一章 概念

### 第一節 要旨

打火機使用之目的，在使飛機上所裝的多數固定式機關槍，得作聯合統一操縱之用；蓋單一小型戰鬥飛機之上，普通常裝有兩架至十數架固定式機關槍；且此種機關槍之裝置，多數係與飛機機身縱軸平行而槍口向前；又以機身構架之甚小，不能容納專司射擊之乘員，故整個飛機上裝備之機槍，皆須飛機駕駛者兼理射擊之操縱。以一工作非常煩雜之駕駛員，而欲同時兼司多數槍枝之瞄準射擊，自屬難事；且飛機上固定式機關槍之裝置地位，常距駕駛員坐艙有相當距離，不有傳動操縱機構，則射擊不能收統一指揮之效，火力不能發揮，而飛機即等於無用矣，是故連動打火機之研究尚焉。

益有進者，固定式機關槍，為求在射擊間減少飛機之震動起見，多有裝於飛機發動機之兩側者，是則其放射之彈丸，當其經過螺旋槳旋轉面時，必須設法規範機關槍之放射時間，藉使其射出之彈

丸，不致擊中螺旋槳之槳葉，此則又非有協調打火機之機構不為功；且協調打火機在其構造及動作方面，必須力求準確及可靠，是以協調器之研究繼之而起。

## 第二節 發達簡史

歐戰開始後，機關槍之使用，乃由陸上而搬到空中，最初曾為現在之活瓣式機關槍，由飛機上之另一乘員操縱射擊。在後則將機關槍裝置於飛機上，使駕駛員僅須操縱飛機，向某一目標對準飛行，即同時可行瞄準射擊。

初步之成功，係將機關槍裝置於飛機機翼上，使其放射之彈丸，在螺旋槳旋轉面以外，而用一簡單之連動打火機，而使駕駛員以統一操縱其打火，此種裝置之設計，至今尤有採用。

進一步之成功，則係將機關槍裝於飛機發動機之兩側，用一協調打火機（亦稱發射聯動器），而使駕駛員操縱其射擊，使其放射彈丸穿過螺旋槳旋轉面而不致擊傷正在旋轉中的螺旋槳葉。

此種設計，最初發明者為法國之羅蘭加羅斯 (Rolandcores)，為在螺旋槳槳葉上的周圍，釘上一具有坡度的小鋼片，使機關槍放射出的彈丸，在遇着此種鋼片時，即行滑落而不致擊傷槳葉。繼之而興者，有聯軍方面之康氏 (Constantinesco)，斯氏 (Spad) 及威氏 (Vickers) 諸人所發明的“協調打火機”；在德國方面有福未 (Fokker) 所發明的“協調機關槍”。

康氏所發明者爲油壓式，即利用液體油之波動作用，以達成射擊之聯動。斯氏及威氏所發明者爲槓桿式，爲利用槓桿往復之傳遞作用，以交替主軸與火針之動作。此種設計雖已比較接近理想，但尤未臻十分完善及可靠。福卡所發明者，乃係根據一般演算的公式而設計（如設機關槍每分鐘之發射速度爲六百發，而螺旋每分鐘可旋轉二千四百轉，以此兩數相除，則得螺旋槳每旋轉四次，得發射子彈一發），此種設計，在當時固屬感震一時，但進至今日，則又淪爲落伍矣。

### 第三節 打火機之類別

飛機上固定機關槍砲用之打火機，計可分別爲二大類，即連動打火機及協調打火機是。

連動打火機，係操縱裝於飛機翼上，或其他如起落架上，尾上之固定機關槍砲之射擊，其放射彈丸並不經過螺旋槳旋轉面，而不必與螺旋槳之轉數協調者，此種機關槍砲之放射，爲完全自動式，與一般普通機關槍砲之射擊相同，故僅須作一統一射擊操縱之設計即可。目前我國各式飛機上所採用之連動打火機，計有電磁力式（美造電戰打火機），簡單槓桿式及簡單拉線式等。

協調打火機，係使裝於發動機兩側的機關槍，其所放射之彈丸，經過螺旋槳旋轉面時，使不致擊傷槳葉者。一般機關槍的發射速

度，每分鐘約在 1000 發至 2000 發之間，而螺旋槳之實用轉數，則每分鐘由 350 轉至 2800 轉不等，是以協調的結果，機關槍之發射速度，必受到螺旋槳的限制，故機關槍之放射，乃成爲半自動式矣。

目前已見諸使用之協調打火機，雖有構造方式及機件繁簡之不同。但其設計原則，不外下述四種，即

- (1) 牽引式協調打火機……如美造之 C.C. 式協調打火機及俄造之牽引式協調打火機。
- (2) 離心力式協調打火機……如意造 7.7 公厘 Breda 槍上所用之協調大火機。
- (3) 油壓式協調打火機……如英造 7.9 公厘威克斯槍上所用之協調打火機。
- (4) 搖臂式協調打火機……如意造 Fiat 機上所裝用之協調打火機。

## 第二章 協調打火機

### 第一節 有關名詞

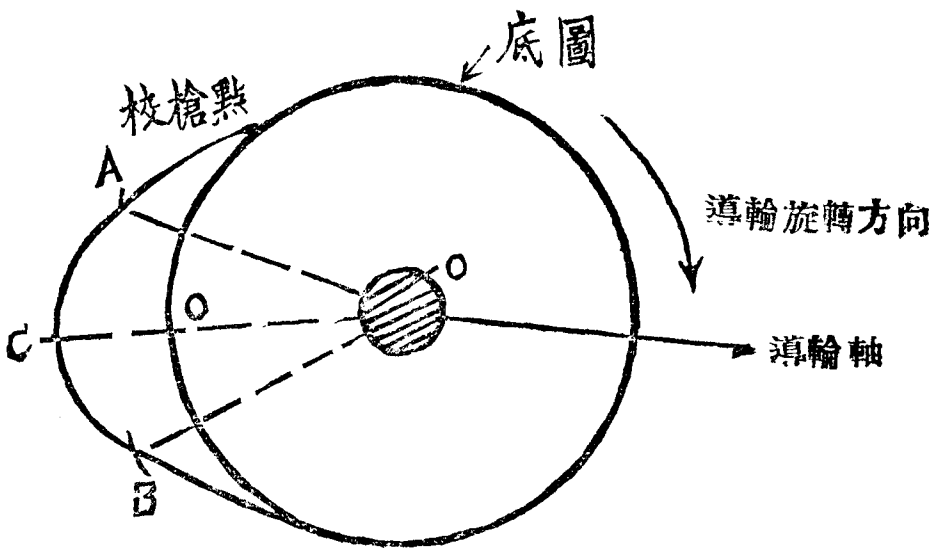
如第一第二兩圖所示：

1. 導輪……導輪亦稱偏心輪，導輪是譯義，偏心是像形。乃係一正圓輪上凸起一部，改旋轉等速運動而爲直線往復不等速

運動之設計。

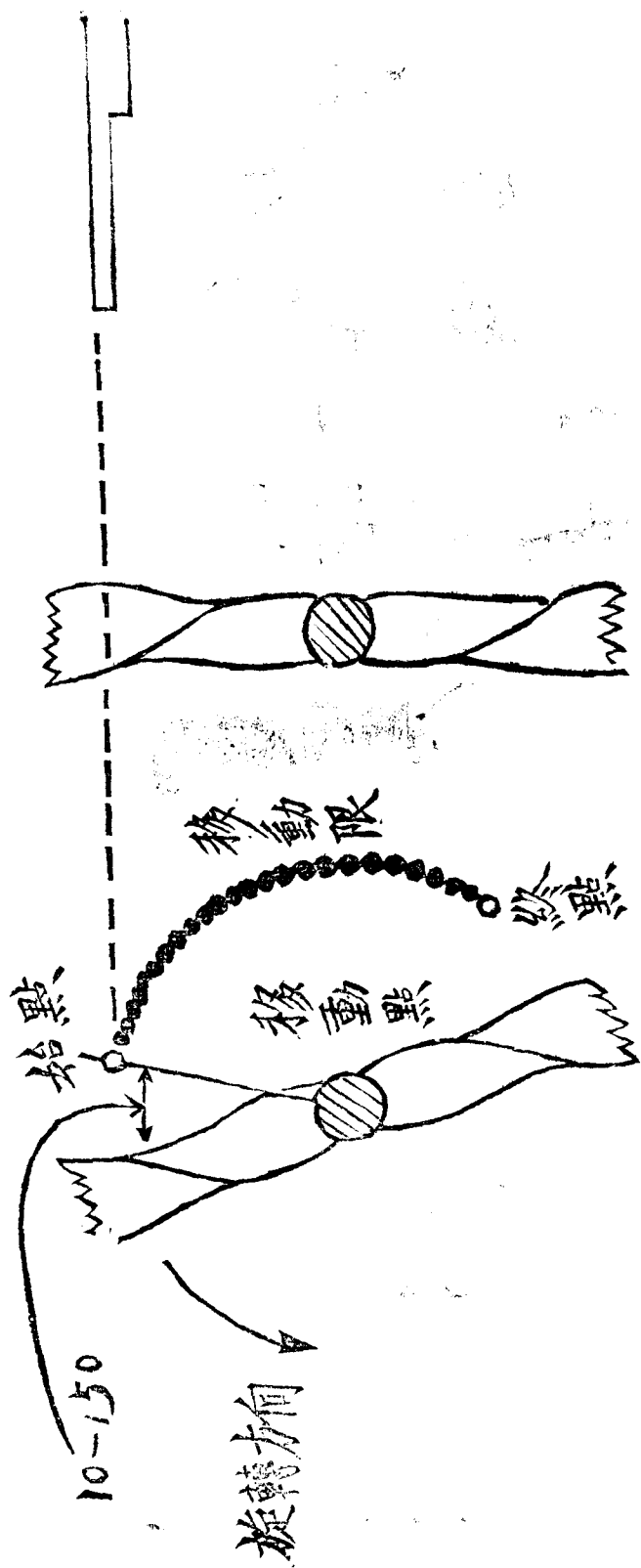
2. 底圓……導輪上最底部份的圓周，稱為導輪之底圓，計劃導輪的周緣時，恒以此作標準，故又稱基圓。
3. 打火弧……導輪之凸起部份，自能使機關槍打火射擊之一點起，至最後打火一點止，其間的一段弧謂之打火弧。一般對於此打火弧之要求
  - (1) 須使機關槍每次皆能保證其一定打火。
  - (2) 須能增多機關槍每分鐘的發射速度。
4. 校槍點……打火弧開始的一點，稱之曰校槍點，校槍時即以此點為基準，如第一圖中  $\widehat{ACB}$  即為打火弧， $\Delta$  點即為校槍點。
5. 始點……當螺旋槳任極慢速度旋轉時，機關槍在校槍點所發射出之彈丸，經過螺旋槳旋轉面的一點，謂之始點 (Zero-shoot)。普通始點的位置，在兩葉螺旋槳時，其距第一葉螺旋槳的後緣，約為  $10^\circ$  至  $15^\circ$ ，或為 7 至 10 吋之距離；在三葉螺旋槳時，則在始點須在第一槳葉的中央。
6. 移動點……因螺旋槳的轉數，時快時慢，其結果機關槍發射出之彈丸，經過螺旋槳旋轉面時，不一定是始終在始點位置，而隨轉數的增加向反螺旋槳旋轉方向移動。在此種情形之下，彈丸所經過旋轉面的每一點，即謂之彈丸之移動點。

7. 終點……當螺旋槳的每分鐘轉數達最大時，移動點所在的一點，即謂之終點。
8. 移動限……始點與終點間之一段移動點弧，謂之移動限。



(第一圖)





(第二圖)

## 第二節 協調原理

任何軍用飛機上，其所裝固定式機關鎗的協調打火機之基本原則，皆大致相同；即由發動機主軸之後端，用齒輪傳動一偏心輪軸，偏心輪外置一推桿，再經連動機構而接機關鎗之打火部份。如螺旋槳與發動機主軸間無縮速裝置（以後準此），則當偏心輪根隨發動機主軸旋轉時，其凸起部份乃將推桿頂起，經連動機構之作用，而使打火部份，接觸機關鎗上之扣機而解放火針以發火射擊。

故當裝置時，必先使螺旋槳校就於開始打火位置（即始點），再使導輪之凸起部份與推桿接觸，然後此彈丸之射出，庶不致於擊中螺旋槳之槳葉。在第一發彈丸放射後，雖螺旋槳繼續旋轉，而導輪尙未轉至凸起部與推桿接觸，縱使機關鎗已完成後退復進諸動作而已至發火時機，但仍不能立即打火，須待螺旋槳繼續旋轉至始點位置，而同時導輪凸起恰當頂起推桿時，方能再度使機關鎗射擊。

今再假設導輪的轉速是與螺旋槳的轉速完全一致（以後準此），則螺旋槳旋轉一周時，導輪亦隨之旋轉一周，通例：導輪的凸起數目，乃隨該飛機的螺旋槳葉數而定；例如兩葉螺旋槳者，導輪普通有兩個突起，三葉螺旋槳者，則為一個突起。又導輪上凸起的數目，即螺旋槳每旋轉一次間的機鎗發射次數。

### 第三節 協調通性

A. 機翼槍的發射速度，因螺旋槳轉數之變更而變：

依空中戰鬥射擊的特徵，飛機機關鎗的發射速度，即每分鐘所可放射出之彈丸數，固以愈多愈佳；但如能使用協調打火機時，固能避免傷害螺旋槳，但却減少機關槍單位時間內之放射彈丸數，而使機槍之射擊效果降低；蓋因機關槍之發射速度，原有一定，而螺旋槳每分鐘的轉數則常變更，於是打火部份之頂觸與機心之到位時機，頗難得一致之吻合，故欲求得協調機翼槍之最大放射速度，除轉數與射數互相等及成倍數之時機外，實甚為困難，詳察下述數例，即可詳細明其原因：

例一：

假設機關槍的發射速度，每分鐘 1600 發，螺旋槳的轉數，每分鐘為 900 轉，導輪的凸起部數目為 2（即螺旋槳每轉一周衝動打火部份兩次），試求機關槍之實際放射彈丸數？

依理機關槍每分鐘應能放射  $900 \times 2 = 1800$  發，

但機關槍本身的放射速度為 1600 發，小於上得的數目，則

$$\frac{1800}{1600} = 1 + \theta$$

（註：此  $\theta$  代表不足 1 之小數商）

由此，吾人知機關槍；並非每當偏心衝動時皆可放射，必須等

待第二次衝動時，方可再行放射，是以其確實放射彈丸數為：

$$\text{每分鐘 } 1800 \frac{1}{2} \times = 900 \text{ 發} \dots\dots\dots (\text{假定 } 1 + \theta = 2.)$$

例二：

假設機關槍每分鐘的放射速度為 2000 發，螺旋槳的轉數為每分鐘 350 轉，偏心輪的凸起為 2，試求機關槍的確實放射速度？

依理機關槍每分鐘可放射  $350 \times 2 = 700$  發，

$$\text{但 } \frac{700}{2000} = \theta$$

$$\text{實實際放射速度僅為每分鐘 } \frac{700}{1} = 700 \text{ 發} \dots\dots\dots (\text{假定 } \theta = 1)$$

例三：

假定機關槍的放射速度，每分鐘為 1200 發，螺旋槳的轉數，為每分鐘 600 轉，偏心輪的凸起為“2”，試求機關槍的實際放射速度？

依理機關槍的放射速度，應為每分鐘  $600 \times 2 = 1200$  發，

$$\text{但 } \frac{1200}{1200} = 1.$$

$$\text{故機關槍實際上之放射速度每分鐘亦為 } \frac{1200}{1} = 1200 \text{ 發。}$$

例四：

假設機關槍的放射速度，為每分鐘 1600 發，螺旋槳的轉數為

每分鐘 2300 轉，偏心輪的凸起為“1”，試求機關槍之實際放射速度？

依理機關槍每分鐘可放射  $2800 \times 1 = 2800$  發，

$$\text{但 } \frac{2800}{1000} = 2 + \theta$$

故機關槍之實際放射速度每分鐘僅為  $\frac{2800}{3} = 933$  發。

(B) 移動點位置因螺旋槳轉數的變化而變：

協調打火機，必須具有校正時間的方法，藉使發生的衝動，傳動打火部份，而使彈丸經過螺旋槳旋轉面時，得與螺旋槳的槳葉發生正確的關係，而不致發生衝擊。校正之方法有三：即

1. 使發撞器與發動機主軸間的齒輪啮合。
2. 使發撞器與發動機主軸間主要機件之遊動凸緣互相協調。
3. 將偏心輪的位置校準於一定之位置。

此種校正法，在使火針因被動而解放擊發，其放射彈丸經過旋轉面時，不致擊中槳葉。校準之始點，在二葉螺旋槳者，其距螺旋槳葉之後緣約為  $10'$  至  $15^\circ$  或 7 至 10 吋；若為三葉螺旋槳，則須視其最大轉數而定，其在最小轉數之射擊始點，約在葉面之中央較為適宜。

又吾人已知，協調機關槍既為半自動式，即板機之解放必須導動機件之衝擊，不論發動主軸之速度如何，苟當螺旋槳經過其打火

位置，而機關槍本身亦無甚阻礙時，則即可發火射擊，否則必不可能。又火針的擊落，底火之爆發，彈丸由離壳起行經槍管而衝至旋轉面時，必須具有相當時間，雖屬極為短暫，但於高速度螺旋槳旋轉之下，勢有擊中第二葉螺旋槳葉之可能，故當協調校準時，此種關係，必須慮及。

在實際上，此種時間值之變化甚微，以各式機關槍之裝設，皆大致相同耳；一般言之，計

1. 火針擊落時間為 0.005 秒
2. 底火爆發至彈丸脫離槍口時間為 0.0015 秒

(之上二者係用美國 7.9 公厘徑布朗林機關槍，利用 M—1906 式子彈，初速為 2700 呎(時所得)。

3. 彈丸由槍口至螺旋槳旋轉面之時間，可量取槍口至螺旋槳旋轉面之距離，而以槍之初速相除以得之。今試假定其距離為 5.4 呎，而初速為每秒鐘 2700 呎，則

$$\frac{5.4}{2700} = 0.0022 \text{ 秒}$$

將三值相加，則

$$0.005 + 0.0015 + 0.0022 = 0.0085 \text{ 秒}$$

此結果數值，吾人可假定其為一常數，此常數容或稍有變更，但一般均不致少於 0.007 秒或多於 0.010 秒。

由此，設假此時間為“T”，則總合上述之關係，即可得去一簡

單之公式如下：

$$X=360 \times T \times N \times \frac{1}{60}$$

式中： T＝時間常數。

N＝螺旋槳的每分鐘轉數(R.P.m.)。

X＝螺旋槳在“T”時間內所旋過的角度。

利用此公式，即可以求出各種情況下之螺旋槳旋轉角度，而得以決定放射彈丸之許可移動限。茲舉例於下：

例一：

假設螺旋槳葉兩葉，每分鐘的轉數為 1800 轉，

並知 T＝0.008 秒，則

$$X=360 \times 0.008 \times 1800 \times \frac{1}{60}=86.4^{\circ}$$

即當螺旋槳以 1800 R.P.m. 旋轉時，機槍繼續打火，自始點位置起，旋轉過 86.4 度，其間所放射出的彈丸，剛巧皆能通螺旋槳旋轉面。

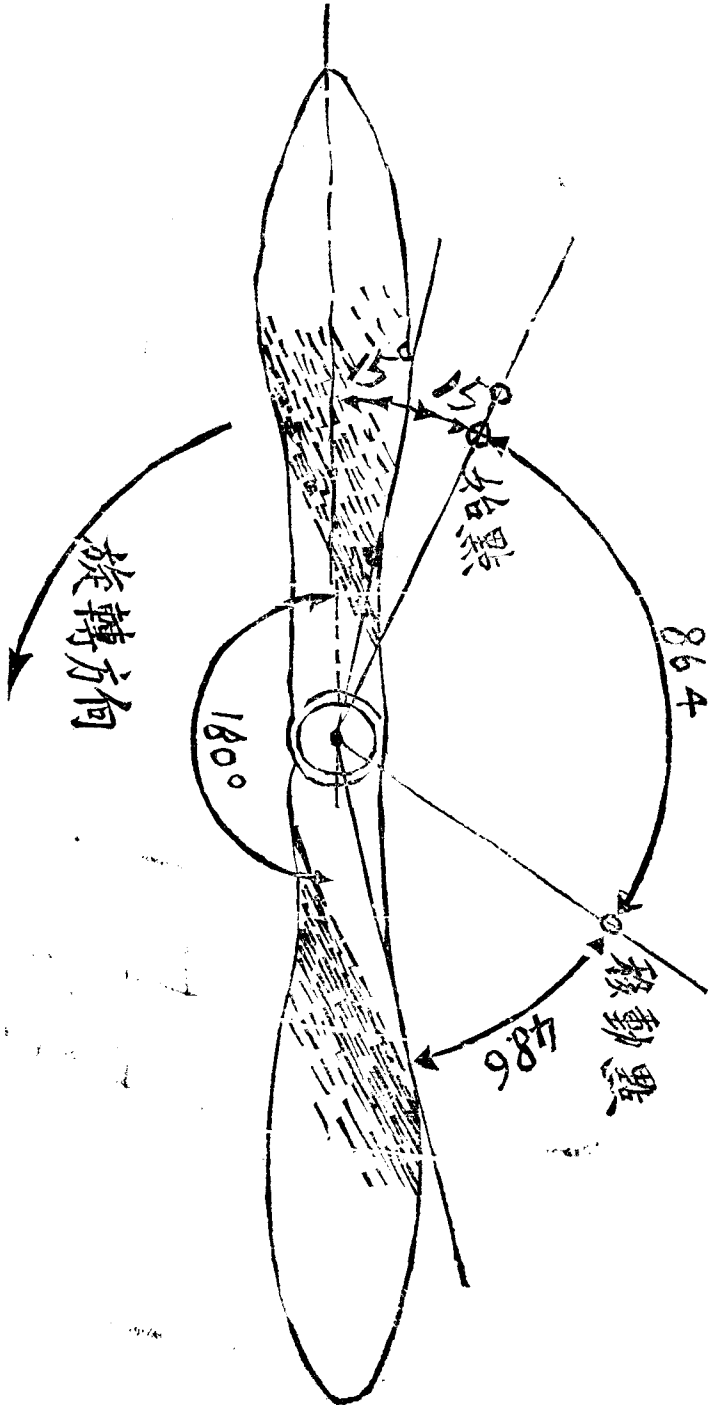
此其間彈丸通過螺旋槳旋轉面的起點的移動，如第三圖所示之移動點，若如始點距槳葉後緣為 15°，則此移動點距第一葉槳葉之最緣為

$$15^{\circ} + 86.4^{\circ} = 101.4^{\circ}$$

其距第二葉螺旋槳之後緣，則為

$180^{\circ} - 30^{\circ} - 101.4^{\circ} = 48.6^{\circ}$

(一面槳葉所佔之角度面為  $30^{\circ}$ )



(第三圖)



例二：

假設螺旋槳爲三葉，每分鐘的旋轉速度爲 2100 轉，  
並已知  $T = 0.008$  秒，則

$$X = 360 \times 0.008 \times 2100 \times \frac{1}{60} = 100.8^\circ$$

是即當螺旋槳以 2100 轉之速度旋轉時，其機槍放射彈丸呈顯於旋轉面的移動點，距第一葉槳葉後緣的距離爲  $100.8$  度，至其與第二葉螺旋槳葉的關係，因三葉螺旋中心線相距爲  $360^\circ \div 3 = 120^\circ$ ，又每一槳葉面所佔之角面爲  $30^\circ$ ，故結果兩葉間之空隙僅爲  $120^\circ - 30^\circ = 90^\circ$ ，以  $100.8^\circ - 90^\circ = 10.8^\circ$ ，故移動點恰落在第二葉螺旋槳之葉面上，即顯示必定擊中第二葉螺旋槳，害莫大焉。

補救之法，乃爲將始點提前使落在第一葉槳葉之中央，如此則  $90^\circ + 15^\circ - 100.8^\circ = 4.2^\circ$ ，則當螺旋槳以 2100 轉速度旋轉時，機槍放射彈丸之移動點，距第二葉槳葉之前緣，尤有  $4.2^\circ$ ，故可保證不致擊傷第二葉螺旋槳。

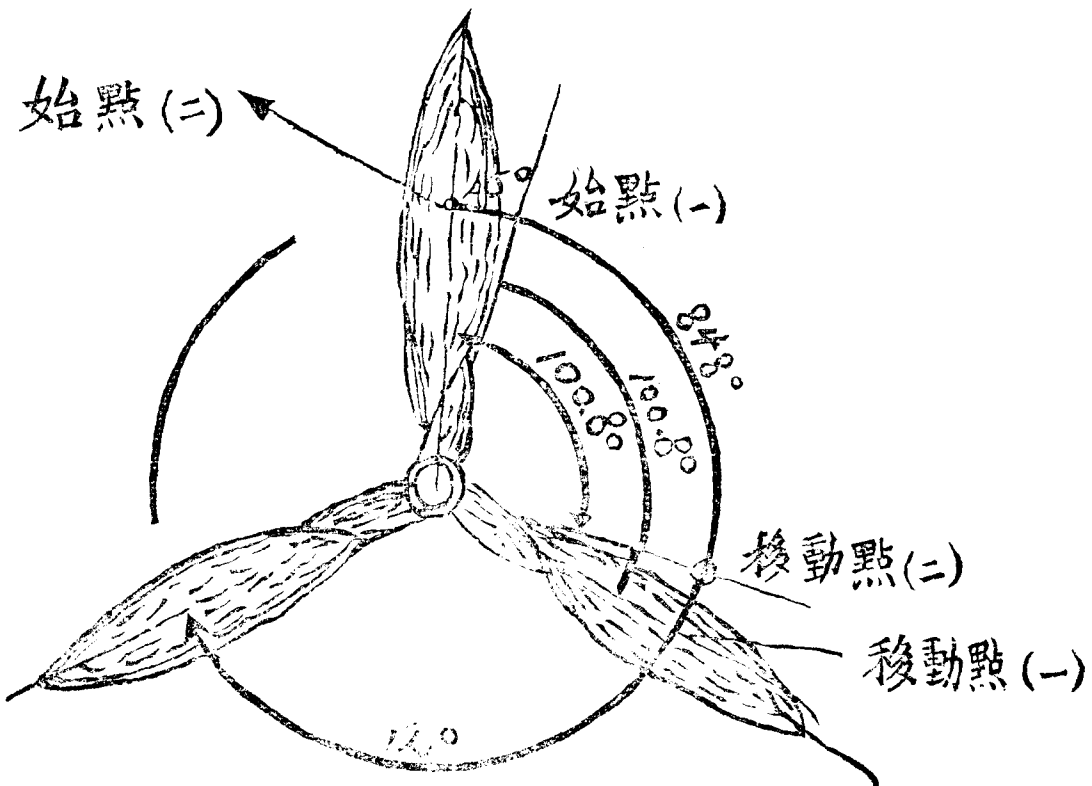
上述之補救方法，固可保證在最大旋轉速度時，不致擊傷第二葉螺旋槳，但當在最慢旋轉速度開槍射擊時，則又有射傷第一葉螺旋槳之可能；然推之常情，舉凡一事，有利必有弊，故吾人可犧牲其小者而成全其大者，即當螺旋槳之轉數如低於 1000 轉時，則機槍不準發火射擊以避免此弊，蓋因空中戰鬥之往來搏擊，全持速度之

快捷，而飛機之速度係與螺旋槳轉數成正比變化，其在慢車時間內之關槍射擊時間，實甚少也。

由上述兩例觀之，吾人知欲使機關槍之發射與螺旋槳之轉數協調得宜，則必須

1. 螺旋槳的每分鐘旋轉速度，須在容許界限以內，
2. 機關槍本身的各種動作，須十分完善，
3. 槍彈底火之爆發及發射藥之燃燒時間，不能遲延。

否則一粒彈丸發生不幸，則其結果必遭擊傷螺旋槳葉之厄運。



(第四圖)

#### 第四節 增加發射速度的方法

前已言之，機關槍如用協調打火機時，因受螺旋槳轉數時常變化的限制，以致減低機關槍之發射效能，茲為增強威力，增加發射速度起見，可用下列方法：

1. 減少機關槍火針等待導輪衝動的時間。
2. 增大偏心輪上的凸起部，即增大打火弧，以加多衝動機會。

第一個方法，在事實上，可增加偏心輪的轉數，使與螺旋槳異樣（如二葉槳者二倍，三葉槳者三倍是）。其次為增加偏心輪上的凸起數（如二葉槳者二個，三葉槳者三個是）。如此當可使機關槍火針等待偏心輪衝動的時間減少，而發射的機會加多。

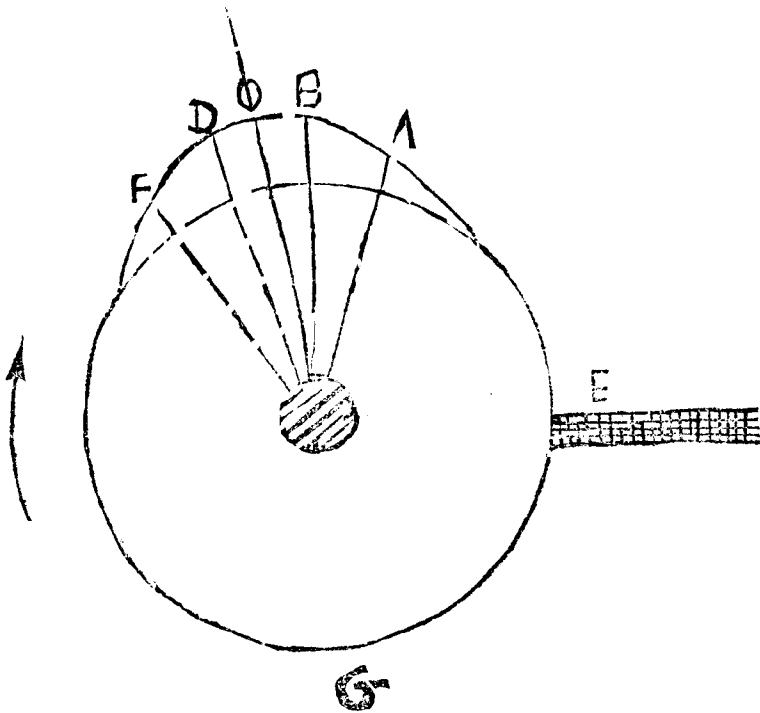
第二個方法，為增大偏心輪的凸起部，使在凸起部的大部份弧內。俱能發生作用。

凸起部份既經加大後，如第五圖，則在打火弧  $\widehat{EA}$  間之各點，皆能發生作用，如圖中所示的轉向，苟火針已在預備放射的位置，則當“A”點轉至與“F”桿相接觸時，即可衝動打火機，解放火針而放射第一彈；待機槍內之機心續行後退復進動作，預備放射第二彈時，推桿因偏心輪轉速的關係，或接觸於  $\widehat{AGE}$  弧上，或接觸於  $\widehat{ABE}$  打火弧上。如在  $\widehat{AGE}$  弧上，則第二發彈丸之放射，尚須等待偏心輪之“A”點，轉至與“F”推桿接觸時始能完成；如在

$\widehat{ACE}$  打火弧上，則推桿抵觸於任一點“B”即可達成放射。

假定第三次放射，為推桿與“C”點接觸，第四次放射為推桿與“D”點接觸，第五次放射，為推桿與“E”點接觸，則知機槍之放射，於復心輪轉過此  $\widehat{ACE}$  弧時，已完成五發彈丸之放射。但欲續發第六發時，須轉過一空弧  $\widehat{AGC}$ ，待再轉至推桿與“A”點接觸時，始能達到目的。

總之，將打火弧加大淺，可使在不同轉數的發動上，有一段時間內之發射速度，得機關槍之固有發射速度相同；但在設計此項打火機時，須先計算螺旋槳在最大轉數時之移動點位置，否則又有將擊傷第二葉螺旋槳葉之虞。



(第五圖)

## 問題九：

1. 連動打火機之作用何在？
2. 協訊打火機之作用何在？
3. 試略述打火機之發達簡史？
4. 試略述打火機之分類？
5. 何謂始點，始點因變更因何而異？
6. 何謂打火弧，打火弧有何作用？
7. 試簡述協調射擊之原理？
8. 試舉例說明機槍在協調後及於發射速度之影響？
9. 設已知螺旋槳每分鐘的轉數為 1900 轉，機關槍每分鐘的發射速度為 1200 發，試求用二個突起之導輪協調打火時之機槍實在彈丸放射數為若干？
10. 已知槍口距螺旋槳旋轉面之距離為 4 呎，如相布朗林機關槍放射，並已知螺旋槳轉數每分鐘為 2200 轉，試求移動點的位置？
11. 設已知  $T=0.00075$  秒，當螺旋槳每分鐘以 2000 轉轉動時，問其相應角量為若干？
12. 有什麼方法，可以增加協調機關槍的射擊速度？



# 第十篇 槍炮架

## 第一章 概念

槍炮架爲飛屬上槍炮之支裝設備，槍炮火力之能否充分發揮，槍炮架設計之良好與否，具有莫大之關係；有若陸地上之槍炮陣地，若火炮活動界狹窄，或陣地基地不堅實，而欲求其火炮效力之充分發揮，顯爲不可能之事，何況空中之射擊情況，尤千百倍難於陸地上之射擊歟？

數十年來，槍炮製造上之進步，電馳神奔，尤在口徑上之增大，更有驚人之進展。固槍炮口徑之增大，帶重量之增大以俱來，重量既增大，則射擊間所賦予槍炮架上之動力作用亦增大，故槍炮架之精良設計，更趨迫切。目前雖於此方面之文獻，極屬鮮見，然預料數年以後，槍炮架之設計製造，必成爲兵工廠家之主要中心工作也。

槍炮架之裝造，計可分爲二大類，即固定槍炮架及活動槍炮架

是。固定槍炮架，爲指向單一方向固定發射之槍炮之安裝架，活動槍炮架，爲可以指向多方向自由放射槍炮之安裝架，其在構造上之要求條件，具有極顯赫之不同，茲將於下述各節，加以概括的論述。

## 第二章 構造要領

一般對於槍炮架之構造，必須考慮到下述數點：

- A. 重量宜輕：……飛機上之載重，極屬有限，吾人固不能於槍炮支架之裝體而過度增加飛機之載重，必須在不影響槍炮射擊性能之下，力求重量之減輕。
- B. 構架要堅實耐用；……既求重量之減輕，則材料之精選，構架之堅實，是爲不可或忽之條件。
- C. 安裝便利：……飛機本身之構架甚小，適於安裝槍炮架之地位不多，故槍炮架之設計，應以精巧適用爲原則，藉便安裝；操縱方便，及予飛機機構損益最少之位置。
- D. 工作處理方便：……槍炮之裝卸於槍炮架，各項調整工作及檢查工作之實施，當爲不可或少之常舉，此種工作之進行，應力求簡單便捷。

至於其他特殊的條件，則因槍炮種類之不同而有異。

### 第一節 固定槍炮架



固定槍炮之裝用，目前已見諸事實者，計有汽缸隙槍，起落架槍，主軸槍炮，翼弦槍炮及機尾槍炮等五種，此式槍炮之裝用，其放射方向皆為絕對固定，且均係由駕駛員一人操縱射擊，故此式機關槍炮架之構造，除注意前述條件外，尚須力求

- A. 穩定性良：……使槍炮對於某定目標之瞄準射擊，不因槍炮本身之擺搖而發生偏移，或因局部機件之變形而發生射擊差誤。
- B. 須包裝於蒙皮以內：……此式槍炮，多裝備於小型驅逐機之上，而驅逐機固以速度之快捷，及運動性能之優越為必須條件，不宜露裝於蒙皮以外，以致增加飛機之前進及運動阻力。

質是之故，故一般固定槍炮架之安裝，皆係直接銲接於機身構架之上，而以尺寸十分精準之插門與槍炮緊相門接，並將整個槍炮身掩裝於蒙皮以內。

## 第二節 活動槍炮架

活動槍(活動炮目前尚未見到)之裝用，係對各方面進攻之敵機實施防禦任務者，其裝置之地位，因飛機型別及大小之不同而異；單發動機雙座之飛機，僅能有後坐活動槍之裝用，雙發動機雙座之飛機，則可以裝設機頭活動槍及後座活動槍或腹部活動槍，多發動機之飛機，則可於機背、機腹、機尾、機頭上、機身側、機翼上，

均有活動槍之裝備。故活動槍架之安裝，亦可安裝於前述者之任何部位。

此項機槍之射擊條件，要以運動自如，操縱靈活為原則，故除注意前述條件之外，尚須力求

- A. 能向各方隨意轉動：……每一槍架之裝置，須求在不妨礙飛機構架及乘員之安全，能隨目標之進入而轉向各方射擊。
- B. 能上下升降自如：……機槍之射擊操縱，射手身材或有高低之不同，而須臨時調整適應；機腹下之架架，在必要時，常須收入腹內，以減少構機之前進阻力。故槍架之製造，必須有適應此種需求之設計。
- C. 須有減震裝置：……槍炮射擊間所生之後坐力甚大，須能設法緩和，以減少其對於射手之震感，及其加於飛機構架上之損害，此項設計，在大口徑之炮，尤屬必要。

故目今一般比較進步之槍架，如俄造 C6 輕轟炸機上之旋轉槍架，即以內接齒輪之機構，槍位可以自由在一圓周上旋轉  $360^\circ$ ，並藉一搖手之始動，可以使射手坐位自由升降。又如美造 B—24D 重轟炸機上之機尾槍架，可以左右自由旋動  $145^\circ$ 。至於活動槍炮架之減震設計，我國前此所見者，僅限於 7.9 公厘之馬德先槍之彈簧減震者一種，其他實例則尚未見到，不過頗多理論上之論述也。

### 第三章 槍炮架構造上之演進

陸上武器移用於空中之初期，不過為通常之步槍及輕型之機關槍，多用雙手攜負射擊，固無從談槍炮架之安裝也。迨後以空用武器製造之進步，及深感雙手攜負射擊之困難，乃有空用槍架設計之萌芽；固定式者，則以螺門固裝於飛機構架之上，活動式者，則以支柱支裝於飛機構架之上，其設計固甚簡陋也。

最近十數年來，槍炮構造之技術，突飛猛進，故槍炮架之設計製造，亦日趨進步；固定式者，則機構日益增強，活動式者，則花樣翻新，層出不窮；若 1933 年美國來華之可塞 (Couser) 偵察機上之後坐活動槍架，即可以左右上下自由轉動射擊；至 1937 年俄國來華之 C6 輕轟炸機上之後坐活動槍架，則射手之坐位，且可以自由升降；目前來華之美國 B-24D Consolidate 重轟炸機上之機尾活動槍架，則可以使三枝 12.7 公厘徑之重機關槍，可自由轉動在一扇面內射擊矣。

雖然，前此以觀，槍炮架之進步，似係與槍炮構之進步以俱進，但至目前，則槍炮之進展，似已受到槍炮架構造之限制，是即謂大口徑機炮之裝用，尙有待於良好炮架設計製造之成功焉。然則槍炮架之前途，實正方興未艾也。

## 問 題 十 ：

- (1) 槍炮裝用於飛機用，為甚麼要用槍炮架？
- (2) 試述槍炮架在構造上之分類？
- (3) 試簡述槍炮架構造上之必須條件？
- (4) 若固定槍架穩定性不良，則將發生何種影響？
- (5) 固定槍炮，於甚麼必裝於蒙皮以內？
- (6) 活定槍架設計之目的為何？
- (7) 機上用炮之後坐力如不能設法緩和，則將發生何種影響？
- (8) 理想上之活圓槍炮架，應該如何設計？
- (9) 試略述槍炮架構造上之演進？

# 第十一篇 炸彈架

## 第一章 概念

航空器之使用於軍事上者，始自歐戰之開端。初不過供偵察敵情之用，迄後以地面槍炮之射程及破壞效能終屬有限，遂有將少量炮彈及手榴彈，放於駕駛員之坐艙，載負至敵軍陣地之上，以手向外投擲之，而達轟炸之目的者。故飛機之初使用之炸彈，乃係炮彈之脫形而來。

後來，因使用之需求及人類之智識，炸彈之載用，日益改進；形狀日有變異，重量日有增加，種類亦日趨複雜，是則以一人有限之精力，而欲兼顧飛機之操縱及炸彈之投放，實為事實上所不可能，因此炸彈架之設置，便應運而生。

初期使用之炸彈架，為一向後具有彈射力之彈射器；蓋因炸彈之投下，因受飛機前進速度之影響，而向前面飛進，若能使炸彈之下落，在脫離飛機後得有一與飛機速度慣力相等而方向相反之力，

與之抗衡，則可使炸彈得垂直下降，命中頗屬容易也。

在後，以有轟炸瞄準具之發明，及該種彈射器之笨重，繁複和不適用，乃始有各式靜力炸彈架之設計，晚近，更因轟炸技術及飛機設計製造之進步，炸彈之俯衝投射，競相爭研，故更有可動炸彈架之問世焉。

## 第二章 構造要領

炸彈之構造，以能勝任娛快及操縱自如為必須要求，一般設計者，均須考慮到下述幾點，即

1. 各種時機下，投放機構之適應組合；
2. 鈎架之解放及於飛機平衡之影響；
3. 各種時機下之安全裝備。

茲分別討論之如下：

### 第一節 投放機構

所謂投放機構，即指各種時機下，適用投下破壞法之機件組合而言；炸彈之投放，每因戰術上及戰略上之要求之不同，而有採取各種不同投放方式的必要：

#### A. 戰術上的的不同：

(1) 水平投放……對於面積廣大之固定目標，可行編隊或單

機投下破壞者，多採取水平投下法，可利用水平瞄準具，作精確的對準，以行有利的破壞。

- (2) 俯衝投放……對於面積甚小之固定目標或流動目標，須行接近破壞者，多採取俯衝投下法，極力接近目標以行有利的破壞。

B. 戰略上的不同：

- (1) 單發投下……對於某一目標，僅須施行單一炸彈之投下破壞者。
- (2) 同時投下……對於某一目標，須同時投下兩個，四個或全數炸彈，以遂行破壞者。
- (3) 連續投下……對於某一目標，因情概之需要，須行等距離投下破壞者。
- (4) 散佈投下……對於某一種目標，不能遂行集中破壞，但求作廣闊的散佈殺傷者。

概括言之，每一炸彈架(具有數個掛鉤者)之構造，必須具備下述三種投放機構，即：

- A. 選放機構 (Selective release) : ……炸彈架上須有選放之機構，使炸彈之投下，得依目標情況之需要，而分別單一投下或成對投下。
- B. 總放機構 (Salvo release) : ……炸彈架上，須有總放之機

構，使全數炸彈，得在有利目標之上空，全數一次投下。

又載彈飛機，於某種不利之遭遇中，須行釋放炸彈，以保自身之安全者，故總放亦稱安全投放 (Safe release)。

- C. 緊急投放機構……一般飛機之構造，駕駛間與轟炸間，多互不相通，一旦轟炸員遭遇不幸，則駕駛員欲釋彈逃命而不可能。裝掛於機身內之炸彈，機腹下尚於掩門組織，緊急之秋，若先搖放掩門而後再投放炸彈，時間亦殊不經濟。又一般攻擊機上，小型炸彈之投下操縱，多裝於駕駛艙間，而大型炸彈之投下操縱，則裝於轟炸艙間，此者情況，欲作統一之投放時，事實上殊感困難。為適應此三者困難之需要，故炸彈架須於駕駛員間，有一簡捷之統一操縱機構，此種機構，多於緊急時用之，故稱緊急投放機構。

至於炸彈架之解放傳動機構，則可作如下之分述：

A. 手動投下法：

此法係將所有裝掛於炸彈架上之炸彈，得隨轟炸員之意志，而自由操縱投下之裝置，一般多在轟炸席之側，設有投彈操縱器，由此投彈器之始動，而傳遞於炸彈之本身，以解放炸彈。

目前所曾見到之投下操縱機構，計有下述三種方式：

(1) 機械式投下裝置：

投放傳動機構之構造，係於轟炸員席之一投彈器，以鋼索、鋼



鍊或槓桿接連炸彈架上之掛鉤。動作之完成，由始動投器上之操縱柄、經鋼索、鋼鍊或槓桿而傳遞於炸彈鉤，使炸彈鉤解放，而炸彈因其本身之重力落下者。現今各式飛機廣用之。

(2) 油(氣)壓式投下裝置：

投彈器與炸彈掛鉤之間，係用油管或氣管連接，炸彈之投放，係利用液體之波動傳佈，或氣體之膨脹，以將掛鉤解放而炸彈因重力落下者。

(2) 電力式投下裝置：

係利用電源接通，送電於炸彈架上之電磁器，利用由電生磁，磁力吸鐵之原理，使炸彈掛鉤解放；或用電引爆電引火，使火藥因燃燒而發生壓力，而衝動掛鉤解放，以投下炸彈者。

B. 自動投下法：

此法之機構，係使投放炸彈之操作，由轟炸瞄準具代行。換言之，即投放炸彈之裝置，係裝於轟炸瞄準具上，當轟炸員操縱轟炸瞄準具以施行瞄準時，至瞄準完畢而欲投彈之際，即由瞄準具上之連動，而將炸彈投下，故轟炸員但求全神貫注於轟炸瞄準具之操作，而不須顧慮炸彈之投放。

此法為最進步之法則，其優點在可免去投彈瞄準時之個人時間遲滯差誤。蓋前述之手動投下法，當轟炸員瞄準完畢後，由眼作用而傳之於腦，由腦作用而傳之於手，由手再操縱投下機件，因個人

有巧拙敏鈍之不同，故時間之滯差，在所難免，因而發生不同之偏差，且難得可靠之修正。如利用自動投下法，則此弊當可免去

## 第二節 投放次序

飛機之飛行於空中，完全是一種力的平衡作用，故炸彈之投放，務求不致影響飛機之平衡為原則。炸彈之裝掛，當已顧及各方面之平衡條件，但在投放時，亦須同樣顧及，設如投放次序分配不均，則不獨影響航線之不正確，而飛機機構所擔負之力作用，亦因之不均，是故，不獨飛機燃料之消耗，駕駛員之疲勞過常，而飛機壽命之延續，亦受到莫大影響。

水平重疊裝掛之炸彈，各別掛鉤之解放，必須由下面順及其上，不能容或相反，否則飛機及乘員之危險堪虞。

以故炸彈之投放次序，必須計劃周到，為顧慮飛機力之平衡，必須左右交次或成對投放；為顧全安全，必須由下而上，不容稍有忽視。

## 第三節 保險裝置

重型炸彈之裝掛於炸彈之掛鉤上，每因炸彈本身重力之荷壓，及因飛機上所生之各種震動力之影響，而使炸彈掛鉤有滑放之可能，是則炸彈發生不規則之滑落，小則飛機之機構受傷，大則飛機及

人員之性命堪虞，害莫大焉！故一般對於投彈器之上，皆具有保險裝備，使炸彈在非經始動時，不致發生滑落。

又担负轟炸任務之飛機，當其未達目標上空投彈之先，或遭遇敵方驅逐機之截擊，或因本身機器發生故障，或因天候驟然轉劣，無法完成任務，而須作合理之強迫降落，此固為常有之事實。通例，必須將所載全數炸彈，先行投放，然後再圖強迫降落；設如地面為我方地域，或我軍盤據地帶時，則炸彈如行爆炸殊為不利，故炸彈必須有投下之保炸裝備，且此種裝備，必須十分可靠。一般即利用炸彈對飛機之安全保險絲或夾以行之。此種保險之設備，原為一端裝連於炸彈架或飛機上，他一端則司炸彈引信之機上保險，炸彈投放之先，若預先將此項保險絲或夾解放脫離炸彈架或飛機構架，則結果隨同炸彈一起下落，引信保險無法解除，故可保炸彈不致爆炸。

### 第三章 構造分類

炸彈架之設計製造，方式頗多，故分類亦殊不一致，茲分述之於次：

A. 以裝置地位之不同而分類：

(1) 內炸彈架 (Internal Bomb Rack)：

內炸彈架，大都為豎立之筒及架，位於飛機機身之內部或機身

之兩側，抑有爲水平裝置之架者。前者炸彈之裝掛，爲垂直倒掛或順掛於其架上，後者則爲水平重疊裝掛其上。

## (2) 外炸彈架 (External bomb Rack) :

凡炸彈架之裝置於飛機上，只要是露裝於蒙皮以外者，不論其在翼下或腹下，皆稱之爲外炸彈架。此項炸彈架之裝置，皆爲水平分佈。又爲減少飛機前進之阻力起見，故炸彈之裝掛，皆爲與機軸平行，且彈頭並列向前。

## B. 以本身構造上之不同而分類：

此種分類法，係根據美國方面之分類而得：

### (1) 炸彈架 (Bomb Rack) : —

炸彈架，係由各種掛彈機件，結成一體之組合機構，而將此機構裝連於飛機機架之上，以便裝掛炸彈者。此類炸彈架，一般係集多個掛鉤而成，而其所掛炸彈，多爲100磅以下之小型炸彈，如A—3式炸彈架是。

### (2) 炸彈鉤 (Bomb Shackle) :

掛彈之裝備，爲單一之掛鉤，且直接裝連於飛機機構之上以鉤住炸彈者。每一掛鉤僅攜住炸彈一個，如B—5 A炸彈鉤是。

## C. 以裝置情形之不同而分：

### (1) 固定炸彈架：

固定式炸彈架，亦稱機身結構式炸彈架，以其係爲機體結構上

之一部，不可偶爾拆下者。此類炸彈架，大部裝於機身之腹部及翼內，轟炸機上廣用之。

(2) 活動炸彈架：

此類炸彈架，係可隨吾人之意志而自由裝卸於飛機上者，一般小型驅逐機及偵察機上，若有攜彈之須要時，則將炸彈架裝上，不須攜彈出動時，又須能立即卸下者，美國之 A-8 式炸彈架，即爲此項設計。

D. 炸彈箱及炸彈筒：

特種炸彈，如小型毒氣彈，燃燒彈殺傷彈等，其使用之目的，在求其分量之多，即不須有準確之瞄準，但求廣闊之散佈殺傷者。關於此種炸彈之帶載，多用一特製之炸彈箱及筒以適合之，如俄造 C,5 上之炸彈箱，即其一例。

## 第四章 掩門裝備

裝內炸彈架之彈倉，與腹部相接之處，必須附有掩門，藉可使起落場地之泥沙，不致侵入，及螺旋槳絞動之強烈氣流，不致侵入而影響飛機之壽命及前進速度。

此種掩門之設計，目前所見者，計有二種：

A. 由一較有力之彈簧，將一掩門掩住，而藉炸彈之落下重力，將其壓開者。

此種裝置之優點，在其構造簡單及不須人力操縱，但有下述之缺點存在。

- (1) 此門之啓開係藉炸彈之落下衝力，故掩門常受炸彈之撞擊，支掩彈簧易生疲勞，其他機件，亦容易破損。
- (2) 炸彈之下落，因受有掩門抵抗之影響，在掛鈎解放之後，不免略停時間及發生跳動，致其實際降落時間增長，而使彈着發生向前偏差。
- (3) 掩門之裝備，均為單扇或雙扇，炸彈下壓掩門，而掩門給予炸彈之反作用，將使炸彈對目標發生左右偏差。

B. 由絞盤或槓桿操縱其開關者：

較新型之轟炸機，其彈倉下之掩門，大都用槓桿及拉線絞盤之混合裝備操縱，多在投彈器之附近，設有掩門操縱手柄，使轟炸員得在投彈之先，得操縱手柄以解放掩門，及在投彈完畢以後關閉掩門。

此種裝置，固無前述之諸弊，但

- (1) 構造比較複雜，
- (2) 投彈之先，須多行一操縱手續，若在不良之遭遇，而欲行強迫降落，或釋彈逃避時，則不免略增駕駛人員之危險，故在美國各式飛機上，多將此種裝備與緊急投放機構作一統一之操縱。

## 第五章 內外炸彈架之比較

### A. 內炸彈架：

- (1) 構造比較複雜。
- (2) 掛彈及卸彈處理比較困難。
- (3) 整個機構在機身以內，且有掩門遮護，起落場地之泥砂，不得侵入。
- (4) 炸彈之裝掛在機體以內，且有掩門整流，故炸彈之裝掛，不影響於空氣阻力。
- (5) 保管容易。
- (6) 炸彈架壽命較長。

### B. 外炸彈架：

- (1) 構造比較簡單。
- (2) 掛彈及卸彈處理比較容易。
- (3) 泥沙易侵入炸彈架之各件內，使炸彈架容易損壞，且清潔困難。
- (4) 炸彈架露於機身蒙皮以外，增加空氣阻力。
- (5) 保管工作麻煩。
- (6) 機件壽命較短。

## 第六章 俯衝炸彈架之特點

吾人知俯衝轟炸時之投下炸彈，其炸彈掛鉤解放之開始，當在俯衝角度狀態；在此種情況之下，炸彈架或鉤若在飛機蒙皮以外，而炸彈係成水平縱向裝掛者，則投放之方便，似無若何問題；若炸彈架或鉤係在飛機機身以內，則不論其為水平裝置或垂直裝置，均不能滿意炸彈之立即投放，必須在投放之前之瞬間，將炸彈架及炸彈改變一個位置，水平者向下落下使露於機身以外，垂直者先作  $90^\circ$  倒平再水平向下落下使露於機身以外，以便於俯衝投放。如俄國 C-5—III 式飛機上之俯衝用炸彈架，即其一例。

### 問題十一：

1. 飛機上為什麼要裝設炸彈架？
2. 炸彈投射器是怎樣的一種構造
3. 炸彈投射器為什麼現在已經不見使用？
4. 設計一個炸彈架，應該注意些什麼條件？
5. 水平投放炸彈與俯衝投放炸彈有甚麼不同？
6. 炸彈的投放，為什麼要分單一投放及同時投放？
7. 炸彈架上為什麼要有緊急投放機構？
8. 自動投下炸彈法，有什麼好處？



9. 手動投下炸彈法，有甚麼缺點？
10. 飛機上的許多炸彈掛鉤，為甚麼不能逐次（由右至左或由左至右）解放？
11. 設炸彈架沒有各種保險裝備，將發生甚麼影響？
12. 炸彈架與炸彈鉤之區別何在？
13. 彈倉掩門有何作用？
14. 試詳述彈簧掩門裝備之利與弊？
15. 俯衝炸彈架與一般炸彈架有何不同？
16. 試設計一個簡單的炸彈架？



中華民國三十一年六月初版（一一二〇〇〇冊）

空軍軍械學

第一冊

編述者 吳 星 才

印行者 空軍機械學校教育處

印刷者 華 昌 印 刷 社

地址：君平街第十號

版 權	所 有	不 准	翻 印
-----	-----	-----	-----

上海图书馆藏书



A541 212 0014 0561B

中華民國三十一年六月初版（一一二〇〇〇冊）

空軍軍械學

第一冊

編述者 吳 星 才

印行者 空軍機械學校教育處

印刷者 華昌印刷社

地址：君平街第十號

版 權	所 有	不 准	翻 印
--------	--------	--------	--------

1628953

50