

#59  
232314

蘇聯·伏爾柯夫

# 無形的戰士

(軍事知識)

# 無形的戰士

(軍事知識)

蘇聯·伏爾柯夫 著

冀中新華書店發行

---

## 編者的話

蘇聯俄羅斯聯邦國立兒童文學出版局一九四二年出版了一本讀物——「無形的戰士」，是一本用淺近的文字，趣味的形式講述現代複雜武器的小冊子。作者伏爾柯夫在這本小冊子的序言裡說：在空中飛逝和爆炸的砲彈，還在射出之前就早已計算好各種口徑的大砲砲彈飛得多遠，由於氣溫，風向和許多其他原因，射程是怎樣變化。這一切都脫不了數學。又如空中噹叱風雲的飛機，它的理論也是幾千年數學的發展所造成的。現在戰爭就是摩托和機器的戰爭，沒有技術就無所謂現代戰爭，而技術則是數學的親生女兒。在戰場上決定着民族命運的大戰，是無形的戰士——數目和數學公式在作戰。

這裡，我們從「時代」上把他轉載下來（這本小冊子裡比較有趣的各節），以獻給我們的讀者，特別是部隊的讀者在從游擊戰轉變到正規戰的過程中，教育意義很大。對於文化水準較低的同志，最好進行必要的講解

編者

---

# 目錄

## 第一部份：數學和軍器

(一) 愛吵架的鄰居	三六
瓦斯火藥的力量	六九
(二) 步槍能活多久	一一
氣槍	一一
古希臘數學家阿波羅尼雅立槍彈的彈道	一一
(三) 空氣的抵抗力	一三
子彈怕勇士	一五
口徑是什麼	一七
(四) 大砲，榴彈砲，臼砲	一九
(五) 砲的幾何學	二二
水平瞄準	二四
方位	二六
(六) 垂直瞄準	二六
「射擊表」	二七
精確分佈	二八
一根火柴的長度	三〇
蘇維埃狙擊兵	三一

## 第二部份：數學和空軍

(一) 飛機的上升力從何而來	三三
(二) 飛行術	三八
(三) 磁羅盤	四一
(四) 投彈	四五
俯衝轟炸	四七
(五) 空中！	四八
檢音器	五一
(六) 機械數學家蒲羅淑	五二
(七) 傘兵降落的時間	五五
(八) 傘兵降落術小史	五九
對未來的一瞥	六〇

# 第一部份 數學和軍器

## (一) 愛吵架的鄰居

街上有一塊小石頭。把這石頭打開來，要費很多氣力。石頭  
的分子共同生存了幾百萬年不願意互相分手。桌子、鉛筆、書、  
以及我們身邊的一切東西，它們的分子也是這樣過日子。它們互  
相緊密團結，誰要想分開它們，它們就併力反抗。

人類的技術創造了一些東西，使這些東西裡面的分子互相仇  
視，一有細故，便吵架分手，永不來往。這便是爆炸品。

比方說綿火藥，是硝酸和硫酸混合製成的棉花。裡面包含液  
體到百分之二十的，叫做濕絨火藥。只包含百分之二、三的叫  
乾絨火藥。濕絨火藥施用起來是沒有危險的，點着它既很難，它  
燃燒起來也很慢。乾絨火藥却包含着完全另外一種性質。你把  
乾絨火藥的罐子擊下，罐子就會發出可怕的聲音而炸裂開來。放  
着乾絨火藥的地方，若是附近有雷酸水銀（雷汞）爆炸，絨火藥也  
立刻會用爆炸來感應。

有時候極細微的原因就足夠使爆炸品的分子停止『凍結化』  
的同居。對於雷酸水銀，只要針一戳或是稍一震動，就會爆炸起  
來。它是這樣可怕，只可以把它保存在極小量，並且只可以保存

在水裡。

爆炸品的分子是處在一種不堅固的平衡狀態中，這平衡是非  
常容易被壞的。

爆炸品為什麼不堅固？原因說起來很簡單：它裡面包含着酸

藥（養氣）。別的東西如果流進空氣，就會燃燒起來。木頭放在抽盡空氣的密封的管子裡是不會燃燒的，但是火藥，線火藥，雷酸水銀却會燃燒。因為它裡面自己就包含了養氣的成份。

爆炸品的第二個特點是：在大的壓力之下，它們很多會特別迅速地燒起來。

假使露天點着火藥，它燃燒得平靜並且比較緩慢。可是，同樣數量的火藥放在密封的管子裡却會在一秒鐘的百分之幾的時間中燒盡。這樣迅速的燒盡就叫做爆發。

在密封的空間，爆發品最初燒着的分子會發出大量的瓦斯（氣體），瓦斯因為沒有出路，便對於還沒有燃燒的分子，造成極大的壓力，因而發生爆發。

假使爆發是發生在密封的管子裡，那末這管子便炸成碎片而飛散。假使空間是砲管，一端用砲彈封閉着，那末所形成的瓦斯就壓迫砲彈，以極大的速率把它拋出去。

火藥的爆發是發生得非常迅速；一八九一——一九三〇年式步槍的子彈是在〇・〇〇一五秒鐘中爆發的（六八〇分之一）。

許多世紀以來人類總以為一瞬是最短的時間，為了瞬一下眼，人要費去〇・三秒鐘。但步槍的射擊要快了二百倍！一瞬與射擊的速度之差，正像步行和超速率飛機速度之差一樣。

但是還有某些爆發品，爆發得這樣迅速，步槍火藥和它們比起來，實在燒得非常之慢，這就是『粉碎性的』和『爆炸性』的東西，乾綿火藥和雷酸水銀便是屬於此列。

爆炸性物品的爆炸速度比普通的步槍火藥還迅速幾百倍和幾千倍。一公斤的火藥在一秒鐘的〇・〇〇〇〇二（十萬分之二）之間爆炸。這種簡直不可相信的迅速爆炸叫做『爆裂』。

爆炸性物品不能裝進大砲，因為它在砲管裡炸得這樣快，瓦斯簡直來不及推出砲彈。壓力在砲管裡會把大砲炸成粉碎。假使乾綿火藥在露天下面的鐵板上爆炸，那麼這鐵板也要炸成粉碎！

立刻形成的瓦斯向四面八方爆炸是這樣有力。普通火藥爆炸，鐵板是不會受傷的。

爆炸性物品的份子雖然狂暴地追求解放，但是它們對於軍事却有很大的意義。它們是當作「起爆品」(刺戟品)用的。

起爆品的數量不大，它的爆裂可以刺戟其他東西爆炸。例如，綿火藥旁邊有少許雷酸水銀爆炸時，自己也會爆炸起來，它就是綿火藥的起爆品。

關於爆炸品的非常爆炸力，學術家克柳洛夫曾在「輪船發生障礙和破毀的幾個故事」一書裡，曾舉出一個例子：

「十五年前在德國奧平林城發生一次最大的爆炸事件。這地方有一家工廠是製造魏潛肥料的。阿莫尼亞是副產品，因為當時沒有銷場，便存在一個大而深的坑裡。過了幾年，積蓄了約近八千噸的阿莫尼亞。

「德國人不知想出什麼新的花樣，阿莫尼亞雖然有了銷場，價錢既漲，自然要把它賣掉，可是試了一下，這玩意衝不能用鋤頭又不能用鏟子取拿。

「後來決定試開坑道，用大粒黑火藥小砲彈爆炸。進行了個別的試驗，一切都很順利。於是把工作包給工頭做，嚴厲命令他使用黑火藥小砲彈。起初工頭如法泡製，但是後來看工作進行得很緩慢，於是他用他自己的腦子決定：「現在誰用黑火藥做工，我已經用羅卡羅克好幾年了。」他一個人也不問的就用羅卡羅克彈。這是起爆性的東西，當即發生爆發，就是所有八千噸的阿莫尼亞全部都爆炸起來。

「整個化學工廠連痕跡都沒有剩下，奧平林半個多城市都被根本破壞，居民死者二千多人，一說達四千人。在五公里到十公里的方圓之內，鐵片與石塊飛舞，一塊鋼片甚至打穿相距爆炸處十五公里地方的屋蓋。」

大家都知到槍彈的構造：他的底裡有個雷管，裡面裝着一層

像水銀那樣發亮的東西。這是雷酸水銀，不過混雜着別的化學品，以降低它的感應性。雷管受打擊而爆炸，雷酸水銀爆炸的高溫度和搖動引起裝在彈筒裡的火藥的爆發。

古時候槍裡的火藥要點着之後才爆發。在射擊之前，射手要吹燃燃着的藥綫；等藥綫上發出火焰之後，把藥綫透到槍口，槍口附近的特備『藥池』裡鋪着一小層火藥。藥池裡的火藥燒起來，火鑽進槍管，槍裡的基本彈藥便爆發了。這樣的槍械，裝藥要費一二分鐘，而且因為射程並不遠，所以有時敵人來得及跑到這位從不聰明工作的射手面前，射手爲了自衛起見，這時只得拿槍來當棍子用。

後來發明火石槍。鋼片敲火石，造成熱的火花，火花飛到藥池裡的火藥上，燒着他，以後便發生藥綫槍一樣的事情。這種槍要比藥綫槍便利許多。但是現代步槍的歷史，是在雷管彈筒出現之後開始的，這種彈筒裡包含着子彈，裝藥，刺戟品。這一切合在一塊便是『一元化』彈筒。

## 瓦 斯 火 藥 的 力 量

爆發品一面燃燒着，一面發出大量的火藥瓦斯。每一公升（又名立特，等於一市升）煙火藥，可以發出三百五十立特的瓦斯，一公升的絲火藥有一千五百立特。

假使瓦斯溫度等於零，它的容積有一千五百立特，但是射擊時它熱到二千五百至三千度。根據物理學可以知道，瓦斯每溫熱一度，它的容積便增加二百七十三分之一，溫暖到三千度，瓦斯就擴大十倍，佔地一萬五千立特！

大概有許多人都會看見過實驗所裡用來貯存酸素的大玻璃瓶，這種瓶子的容積約爲三十立特，一公升絲火藥爆炸後所發出的火藥瓦斯，要五百個這樣的瓶子才可以存得下。

爲了更加瞭解擴大着的瓦斯的壓力，我們不妨來做一個小小的比方。

圍繞地球的氮圍氣，對於每一平方生的米突的地面，壓迫着一千零三十四公分的力量。這力量是很不小的。一張書桌的面積是一又二分之一平方米突，氮圍氣就以超過十五噸的力量壓迫着它！有人要問了，爲什麼桌子不變成碎片呢？那是因爲在氣體裡有着向四面八方發出的同樣力量的壓力，氮圍氣以同樣十五噸的力量從下面壓迫着桌子。這些壓力相互抵消。假使把桌子底下的空氣抽去，那末在十五噸重的壓力壓迫之下，它便剎時間破裂了。

在技術中，每一平方生的米突的一公斤（即一千公分，等於兩市斤）壓力叫做一氣壓。

瓦斯在步槍管裡的短促時間中，它會發展到二八五〇氣壓！步槍的各部分該多麼堅固以支持這樣巨大的壓力而不致破裂啊！這裏比汽鍋所受的壓力大五十倍！

槍管裡面每一平方生的米突內層，受到相等於三噸重的壓力。上面我們是計算整張書桌的氣壓，它是等於十五噸。爲了使桌子受到相等於槍管裡層同樣的壓力，桌子上應該堆積四萬五千噸的貨物，即九千輛五噸重的載重汽車，把這些汽車堆積起來，形成一根汽車柱高可十八公里，直聳雲霄……

隨着子彈出膛的程度，瓦斯的壓力也低落下去，因爲它所佔據的空間容積比火藥爆炸時分出來的瓦斯發展得更快。但是在子彈飛出槍管的時候，壓力還很大：它約等於四百五十氣壓，火藥瓦斯的壓力給子彈起初的速率非常之大：每秒竄八百六十五米。雖然並不是火藥瓦斯的力量都起有效工作，而僅只是三分之一，但是子彈仍舊能夠得到這樣大的速度。火藥瓦斯的大部份力量（達百分之四十）都在子彈飛出之後，隨身從彈管裡帶出去了。

有舊式的步槍裡，這力量沒有被利用。在自動裝彈槍裡，把

它用來裝彈，普通步槍的裝彈工作是由射手做的，把彈過的彈壳拋去，把新的彈筒放進槍膛，自動裝彈槍則是由火葯瓦斯來做這工作，爲了這個，一只部分瓦斯是經過槍口放出去。

對於具有巨大力量的火葯瓦斯這是無所謂的負擔，但是它却大大地減輕了射手的工作，節省肌肉的力量，減少瞄準射擊的時間，以便始終監視敵人，不以裝彈而間斷。雖然有這些優點，而蘇聯一九四〇年式自動裝彈槍的重量，甚至比一八九一——一九三〇年式的步槍還要輕。

爲了更清楚的瞭解步槍的機械是多麼奇怪和特殊，我們再向力學的領域裡深入幾分鐘。

讀者無疑都知道，力推動物體，進行工作。測量工作的單位是公斤公尺。我們所做的工作，比方說，把一公斤的東西舉到一公尺高。

在一定的時間做一定工作的能力叫做能率。能率的單位是馬力。假使一輛機器每秒鐘能做七十五公斤公尺的工作，它的能率便等於一匹馬力。

這裡應該指出，『馬力』的名稱是不對的；應該是『馬的能率』，但是這定義出現在一百五十年前，早已在語言中根深蒂固了。

現在我們可以來看一下，步槍的能率是怎麼樣了，一八九一——一九三〇年式步槍的子彈重九。六公分，它最初的速率是每秒鐘八百六十五公尺。我們計算一下就可以看出，用這速率把子彈拋出去的工作等於三百六十公斤公尺。

這工作是在極短的時間中進行的，總共只是一秒鐘的 $\frac{1}{15}$ 。爲了要知道步槍在整整一秒鐘中能夠做那樣的工作，我們把 $\frac{1}{15}$ 用來除三百六十六，每秒鐘得二十四萬四千公斤公尺。改做馬力還要再除七十五。

結果簡直駭人聽聞——三千二百五十多匹力！

我們的計算是不能駁倒的，讀者可以自己去做試驗。三千二百五十四馬力要比三輛一千匹馬力的摩托的動力還要大，這三輛摩托足能驅駛一架巨型飛機以極大的速率飛行。而這動力却是集中在步兵所肩的一支步槍的並不複雜的機械上，它秤起來不過只有四又三分之一公斤！這火器及其發動機——儲藏着極大潛在力的火藥，確實是奇怪的機械！

步槍在射擊時既然具有比巨型飛機更大的動力，那末一定包含着什麼秘密在裡面。就讓我們在下面來解剖這個秘密吧。

## (二) 步槍能活多久

你會這樣說：「奇怪的問題！步槍能活幾十年。」

是的，假使把它掛在牆上不用。但是機械生命的長短是由機械工作的時間來決定的。這裡就有有趣的東西了。

一支步槍可以射擊三萬次。射擊的時候，它所有各部分都受到非常的緊張。步槍的材料能經得起幾乎等於三千氣壓的奇怪的壓力。為了避免射擊時不幸事件的發生，步槍製造時就準備好使能經受五千五百氣壓，有所謂一個「堅固性的儲藏」，它能有二千五百氣壓。註：一氣壓是一方寸上受二十三斤的壓力，五千五百氣壓就是一方寸上受十二萬六千斤壓力。

我們已經提到，火藥燃燒的溫度可以達到二千五百到三千度之高。因此，和壓力同時，步槍的材料還要經得起熱，這熱要比行汽爐火燭的溫度高出三四倍，幾乎等於鋼鐵熔解時的溫度的兩倍。如果步槍的槍身不熔解的話，那就是因為射擊時間繼續得並不長久的緣故。

我們已經曉得每一次射擊的時間繼續到0.0015秒，而步槍則可以射擊三萬次。這就是說，它的生命持久性祇有45秒！

所以為了高度的機械威力就需要很高的代價；甚至在用了很高的代價以後，它還是很快地就要毀壞的。

每一種機械的一個特徵的數量，就是對一馬力能力的重量。  
這裡是一張表：

	總重	能力	對一馬力的重量	生命持久性
步槍	4.0 公斤	3250馬力	1.3瓦	45秒
摩	托 584 公斤	1000馬力	0.58公斤	60小時
(Right Cyclon)				
蒸 汽 機	15000公斤	500馬力	30.00公斤	10年

註：1公斤=1000瓦

對於一馬力能力的重量如果減輕，那麼機械的生命就下降，這下降並不是按照比例的，稍為多加一點重荷就很快地破壞了機械的材料。

也許很重的大砲大概總比步槍要活得長久些吧。現在我們來看一看這個問題。

口徑76公厘的大砲有非常巨大的威力，有二十六萬馬力。對於這一點讀者自己可以得到證明。它的數目是這樣的：砲彈的初速每秒600公尺，重為6.5公斤，一次射擊的時間是0.006秒。

爲了比較起見，我們可以指出，大電台的能力是十二萬到十五萬馬力，如果要在霎之間創造出從76公厘口徑的大砲中所需的威力，那末就要有兩個這樣的電台的工作才够。

這樣的大砲的生命有多麼久呢？這裡的數字也是悲觀的。一次射擊的時間是0.006秒，而這砲假定是可以開一萬發的，這砲祇能活一分鐘。此後它就要修理了，它的砲管也要換過了。目前很多的大砲砲身都是不完整的：內部嵌有一種薄壁管子。當這種管子壞了的時候，就應該換一個新的；這很便宜而且可以很快的做成。

超遠程戰砲的生命特別的短，這種砲可以把一噸重的炸彈送到幾十公里之遠。這種砲可以開50—100發，它的生命總共祇有二秒到三秒光景。對於砲彈的堅固性應當加上它損壞時的費用。結果就得到大砲每一次的射擊是需要數萬金盧布的代價。

## 氣 槍

爆炸物都蘊藏著巨大的能。它們已經用了好多世紀。但是能夠不能夠，找到另一種能量的來源，在射擊時更便利，價錢更便宜並且能產生更小的聲音的能量來源呢？

發明家的思想做了很多代替火藥的試驗，所有這一切試驗祇能造出一種武器，這種武器能夠和發火的相競爭（雖然是在很小的程度上）；這就是氣壓壓榨的，或者就是空氣的，用壓縮空氣來射擊的槍。

這種槍的威力很小，子彈初速很小，因此射程也很短。它們大多用在教練射擊的靶子場上。

所以對於壓榨氣槍可以很深信地指出，就是它們不一定能在將來得到廣泛的應用，因為由壓縮空氣而得的能量還太少，不能射出子彈，更不能從大砲中射出很重的砲彈了。

## 古希臘數學家阿波羅尼確立槍彈的彈道

砲彈在空中運動所描畫的路線叫做彈道。子彈在空中依照怎樣的彈道呢？這個問題是非常複雜的。對飛行中的子彈有好幾種力在作用著，它們的影響是必需加以研究的。作用於子彈的最主要的力就是：火藥氣體的壓力，重力（地球引力），空氣抗力等。還有其他影響比較少的力，對於它們以後再談。

在科學上如果有某一種物理現象是由很多原因而來的，那末是這樣解決：最初是研究在一種原因的作用下這現象將怎樣發生的，以後就是在兩種原因的作用下怎樣的，這樣依次類推下去，最後是把這許多原因一齊算在內，看這一現象是怎樣的。

一、假定在火藥氣體作用之後，子彈祇按照其慣性在飛行，

這就是說它是在沒有空氣的空間飛行，也就是說它受不到重力的作用。從物理學上我們大家都知道這種運動是循一直線進行的而且是等量的。在相等的時間間隔中子彈走了相等的間距。

二、子彈除了受有火藥氣體的作用外還受有空氣的能力。這一力是直接反抗運動的，它使子彈遲緩下來。於是子彈的運動雖然還是直線的，但已一秒鐘一秒鐘地走得更慢了。

三、對於子彈作用着兩種力量，在火藥氣體作用後的惰性力和地心吸引力（子彈在真空中運動是不受空氣的抗力的）。在這種場合下需要詳細的研究。

自由落體在第一秒鐘走過五公尺，第二秒鐘走十五公尺，第三秒鐘走二十五公尺，這樣下去——就是說每一秒鐘總多走十公尺。

為了便利討論起見，我們假定槍身是和地平綫成四十五度放的，子彈的初速是每秒一百公尺。事實上的初速要大得多。

與地平綫成四十五度的子彈因為惰性的作用在第一秒鐘應當走一百公尺；但是它在重力的作用下却下降了五公尺。兩秒鐘後按照惰性它走了二百公尺，但是却降到二十公尺了。這樣之後，子彈在第七秒鐘離地最高，以後就慢慢下降了，成了一個曲綫，最後落到地上。

這一曲綫叫做拋物綫。

子彈飛得愈快，它的間距因為惰性的關係就愈大；因此在同一角度上射擊的遠度就增加了，而彈道的曲度則比較要小些。

曲綫的另一種叫做雙曲綫。

著名學者阿波羅尼（公元前三世紀末）關於曲綫寫了八本書：『圓錐曲綫的切面』。他講得這樣的多，甚至他的理論在我們的大學中的幾何分析課上都還沒有全部教授呢。

在曲綫的切面中，除了拋物綫和雙曲綫外，還有一種叫橢圓，所有這一切的曲綫都是由圓錐體的切面的得到的，因此在幾何

學上就叫做圓錐曲線的切面。

把一個圓錐體垂直它的軸切開來我們就得到一個圓。

假使對圓錐體的軸作一個斜角來切，那末就得到一個橢圓。

如果平行它的稜來切，那末就得到一根拋物綫。

如果不平行它的軸來切，那末就得到一根雙曲綫。

不僅是砲彈或者槍彈在真空中飛行的時候是成拋物綫形的，所有一切對地平綫作任何角度以任何速度擲出的上拋體都是成拋物綫形的，如果這飛行都是在真空中進行的話。

## 空氣的抗力

空氣的抵抗在地球上起着一個重要的作用，它大大的減低了運動物體的速度。

一個人騎在腳踏車上：他而迎着空氣，於是他覺的風是對面吹來的，使他不能有大的速度。風對一切物體都給與猛烈的壓力。暴風能把樹連根拔起，把箭隻拋向陸地，甚至能傾覆重載的火車。

不錯，剛才所說的都是面積很大的巨物。子彈是非常小的東西，難道空氣對它也能顯出什麼重大的影響嗎？

那末現在我們來看一看事實是怎樣說的。從步槍飛出來的子彈有巨大的速度——每秒865公尺，因此它經受着非常大的空氣抗力。

下面是一張表，表示一九〇八年一種標準子彈因空氣的抗力而改變其速度的情形。

離起射點的距離 (以公尺計)	0	100	600	900	1200	1500	1890
子彈每秒的速度 (以公尺計)	865	630	450	334	277	260	239

這是一些驚人的數字，對於它們是值得玩味的。由表上可以

看到：在子彈飛過500公尺的時候，它的速度就幾乎降低了兩倍，而再過了600公尺時，差不多又減少了兩倍！但是再飛600公尺時，它的速度却祇減少四分之一了，因此很易瞭解子彈的速度已大大地降低了，幾乎有四倍。

爲了得到一個清楚的幾何觀念，去瞭解子彈在空中究竟描繪着怎樣一個彈道，我們且重新來看一看上節舉過的例子，就是當槍身和地而成四十五度角而其子彈的初速爲一百公尺的時候。但是現在我們加進了空氣的抗力，並且爲簡單起見，我們假設這抗力每秒把子彈的速率等量地減低五公尺。實際上這一切都要複雜得多：受到遲緩的作用是要大得多，而且也不是等量地減低的。但是如果我們假定速度是等量地遲緩的，那末子彈在第一秒鐘因惰性的作用走了一百公尺，第二秒鐘走九十五公尺，第三秒鐘走九十公尺，這樣下去。此外它還有重力的作用，這一重力使它在第一秒鐘下降五公尺，第二秒鐘下降十五公尺，這樣推算下去。

這樣的結果是很有趣的。在這我們所假定的比較小的抗力下，子彈飛行的速度已差不多減少了一半。

實際上，空氣抗力的影響還要大些。準確的研究告訴我們：一八九一到一九三〇年作戰用的標準步槍的最大射程等於三公里半，可是那支同一的步槍如果在真空中放射那就可以達到七十七公里！

你看空氣的抗力有多大的作用啊！我們通常却並沒有給與應有的。

我們上面所說的子彈在空氣抗力下所走的曲線就叫做彈道曲線，我們是漸漸的解決了一切有關子彈飛行的問題，現在把它們集在一起，就得到一根彈道曲線。

彈道曲線有這樣的特性：最初它幾乎和拋物線符合，但是下曲的時候比較拋物線爲早，而且也曲得早些。拋物線是一根對稱的曲線，而彈道曲線却不是對稱的；從頂點算起的右面一段比

左而一般要短，並且這一區別因空氣抗力的愈大也就愈顯著（見圖一）。

實際上，彈道曲綫比我們所分析的還要複雜。它的長度因空氣密度的變動而變動（註：空氣密度又因天氣的冷熱，地位高低而不同，空氣密度大，抵抗力就大，子彈落得就近，反之就遠。）這裡風也有很大的意義。逆風能妨礙子彈的運動，相反地風順則推送它，側面的風則能把它推向旁邊，詳細的研究一切的對彈道的影響祇有在高等數學的幫助下才能進行。

那末空氣的阻力對砲彈的飛行有什麼影響呢？這是很有趣的問題。砲彈飛行受的影響沒有子彈所受的那麼利害。這裡當然也受了些遲緩的作用，但並不十分顯著。這原因是砲彈比子彈重得多，它的質量克服了空氣的阻力。76m.m.口徑的砲能射到八公里半，而在真空中它的砲彈也不過走三十五公里，這就是說總共不過遠四倍，可是對步槍來說，這個倍數就要等於二十四了。

## 子彈怕勇士

在戰爭中一個沒有經驗的戰士所最怕的是砲彈和子彈的哨聲。聽見了哨聲之後，他不禁俯下身去，企圖躲過那他以為正向他飛來的子彈。

可以不可以「辭謝」子彈而獲救呢？在飛行中的子彈劈着空氣並組成了一種音浪，這音浪向四面發放，包括向子彈飛舞的方向發放。如果音浪超過了子彈，那麼它就是子彈要臨近的信號，那時如果時間足夠的話，就可俯身了。普通的數學計算已能在這一問題上幫助我們分析了。

聲音在空中傳播的速度大約為每秒三百公尺。從上一節中我們知道槍彈從它發射的地方起到各個間距的速度是多少。現在我們假設射手離開我們六百公尺。在這種場合下，槍彈比聲音要快，因為它的速度是每秒四百五十公尺。所以在我們聽到砲彈的哨

聲時，子彈已經飛過了。信號遲到了，於是躲藏就失去了目的。在這種情形下，哨聲是報告危險已過的消息。

如果我們處在離射手九百公尺的地方，那末子彈和聲音的速度相等。我們聽到哨聲的時候，槍彈正挨着我們飛過。在這種情形下，我們來不及躲避子彈了。

那末如果有人在一千二百公尺的地方射擊我們，結果是怎樣呢？

這裡的情形就有點兩樣了。聲音比子彈快，因此超過了它，這就是危險的信號。可是這個信號之後祇有極短的一瞬，以致使我們躲避的時間不夠。在這種場合下，懦怯的俯身不會給我們以好處的。

可是，自然，在戰爭中不應當輕視危險而表現一種不必要的勇敢。砲彈的營營聲和唸哨聲，特別是遲緩的迫擊砲的聲音是有用的信號，對這種信號是應當加以注意的。

按聲音而決定砲彈的臨近和眼看砲彈的情形在過去世紀的戰爭中是可能的，那時砲彈的速度還很小。

這還是老托爾斯泰描寫在西伐斯托波爾斯衛時期敵人砲彈臨近俄國陣地的情形（他是這次防衛的參加者）：

『……帕拉斯庫與看見了從他背後鮮明地閃爍着的電光，他聽見了哨兵的呼喊：『馬爾克拉！』和另外一個在後面行走的士兵的話『正巧是飛向營地的！』。米海伊洛夫環顧了一下。看來，炸彈發光的點子是留在空中——在那個人家不能決定它的位置上。可是這只繼續了一霎時間；炸彈愈行愈快，愈行愈近了，筒子的火星已經望得到了，並且已聽見了定命的哨聲，接着它就不偏不倚地落在營地的中央。

③『臥倒！』有一個受驚嚇的聲音喊道：

在一九一四年到一九一八年的世界大戰中，很多的兵士都熟悉地研究了砲彈的聲音，並且能多餘照它們的音調而辨別砲彈威

憐他們還是不威脅他們。這種舉動使他們省下多餘的忙碌並幫助他們躲避敵砲擊的圍擊。

我們勇敢的戰士明白：在總哨的子彈面前作坐下的企圖並不能救出性命，而能救出生命的却是利用一切可能的躲避，但是最主要的方法還是向敵人作勇敢的襲擊，敵人是像史大林同志所說的「對絲羊時則是勇士，而對勇士時則自己是絲羊了」。

詩人蘇爾柯夫的歌「子彈懼怕勇士，槍刺不上勇士的身……」準確地表現出正在驅逐敵人出境的，我們親愛的紅軍的軍人精神。

## 口徑是什麼

發火射擊的砲的口徑——就是它的身上膛管的直徑，換句話說就是從它那裡飛出的砲彈的直徑。

最初，大砲的膛管有一種規則的圓柱的形狀；這種砲叫做滑膛砲，通常從它們裡面是射出圓珠形的砲彈。你記得普希金描寫波爾塔夫大戰的詩句嗎？

拋擲着一堆一堆的物體，  
各處都是鑄鐵的球體，  
在它們中間跳着，滑着，  
塵土翻揚着，鮮血嘶嘶着。

密集的鑄鐵球彈過完了自己的時代：它們只有在落到一大群人的時候才能使敵人蒙受很大的損失。於是當戰術改變了，戰鬥員以疏疏的隊形在田野上散佈着的時候，球彈喪失了戰鬥的價值。代替它的是圓柱形的有一個尖尖的前端的爆炸砲彈，這種砲彈可以少受空氣的抗力。

但是圓柱形的砲彈要滾動的，它不能在空中保持單一的位置；對於這一點誰都可以作一檢驗，只要他把鐵錘擲向空中就行了。手榴彈在空中也要滾動的。

那末怎樣才能使砲彈在空中飛的時候保持它從砲口出來時的位置呢？這裡就有一種陀螺來幫助砲兵了。

大概每人都見過馬戲團中的魔術師吧。他們熟練地向空中一下子拋上了幾隻小球、盆子、瓶子等東西，接住它們又擲了上去，又接住他們。很容易看出，魔術師在拋上接體的時候是使它旋轉的：這就說明了旋轉的物體方向的不變性。

陀螺有一種出色的特性：在旋轉的時候它的軸總企圖在空中保持那個同一的位置。人們當是熟悉這一特性的：因為我們就住在一個大陀螺上——地球上。這一陀螺已旋轉了數十萬萬年並且仍繼續用毫不減弱的速度在旋轉着。由於這一旋轉，地球的軸才能永遠指向宇宙的同一點——北極星。（見圖二）

如果把砲彈像陀螺那樣轉着射出去，那末它就會尖端向前飛行了。巧妙的事情啊！砲兵很簡單地辦妥這樁事情；他們在膛管裡刻着螺旋形的紋路，而把砲彈也刻着同樣的紋路，這樣一來，砲彈就在膛管裡像螺旋那樣轉出去了，於是出了砲口之後就會像陀螺那樣旋轉。

在砲身內刻有螺旋紋路的大砲叫做旋轉砲；他們現在在各處應用着，而滑膛砲則祇作為打獵用的霰彈槍了。

說到這裡我們可更清楚地解釋什麼叫口徑了。在膛管中的紋路有凸出和凹進的地方，在兩個相對的凸出的地方之間的距離就稱為口徑。

在砲兵的面前還有一個困難：就是如何使砲彈的紋路和膛管的紋路相合呢？要完成這點，技術上是很困難的，在任何情形下都需要在製造砲彈的工廠裡費去很大的工。

但是甚至這一困難也是巧妙地把它解決的：砲彈的紋路是由大砲本身製造的。砲彈上有一種叫「細帶」的東西，是由紅銅做的；所以一當火藥氣體把砲彈推向前的時候，這一細帶就在膛管中自我刻劃起來，組成了同樣的紋路。大砲成為一架機器了，而

且是一架任何工廠中所不能做得那樣準確的軌路的機器。它開始旋轉，每秒鐘完成了數百次甚至數千次的旋轉，這就使它在飛行時它同軌的方向得到了巨大的不變性。

#### (四) 大砲，榴彈砲，臼砲

砲兵的砲有各種相應於它們特性的名稱：大砲，榴彈砲，臼砲，迫擊砲等。砲隊在作戰中有很多的任務：自遠自近消滅敵人的兵力，在平地或是隱蔽處所的後面使敵人蒙受損失，向壘壕和碉堡，向飛機，向坦克等轟擊。所有這些任務是不能用一種砲來完成的，因此在最近幾個世紀中就出現了各種樣式的砲。

如果把砲身的長度分段的話，我們就得到砲的「相對長度」。砲是按照其相對長度而分為各種樣式的。（註：砲的相對長度就是砲身的長度和口徑的比）

大砲——這是砲身的相對長度不少於二十五的砲，榴彈砲的相對長度是十五到二十五，臼砲的相對長度則從六到十二。自然，這種樣子的分法是假定的，在大砲和榴彈砲，榴彈砲和臼砲中間沒有什麼一定的界限。

在大的相對長度之下，大砲能使砲彈有很大的初速，砲彈在長長的砲身裡面已經有極大的力量。因此大砲有很大的遠射性：在這一關係上別樣的砲都不能與它競爭的。

在射擊時，大砲通常有很小的上升角——二十度，平時很少超過這個角度的。在這種角度之下，砲彈的彈道是略帶傾斜的。

爆炸彈在下降時的角度很急，它能够以自己的碎片打擊很多的敵人。

對於射擊那些移動得很快的目標，大砲也是最適用的武器。長射程砲總是大砲。英國人和德國人就是用大砲轟著伯。特。卡列海峽（中距40——50公里）互轟的。

德國人在一九一八年轟擊巴黎的超遠炮也就是大砲，這種大砲的砲身有三十四公尺長，口徑則有 210 公厘。這樣一來，砲身的相對長度就有一百六十了！砲彈能夠達到巨大的速度——每秒二公里之大。這已經是宇宙的速度了，因為圍繞地球旋轉的月球也不過以每秒一公里的速度旋轉的。

大砲轟擊巴黎時是在近五十度角的光景，砲彈是在最遠程的角度（四十五度）下進入平流層（即同溫層）的，並且它全程的十分之一是在幾乎無空氣的空間飛行的。這種射程是非常大的，有一百二十公里。（見圖三）

但就轟擊巴黎並不能使德國在第一次世界大戰中得着有利的結果。德國早已註定要失敗，所以無意義的轟擊法蘭西的首都也沒有挽回他的戰爭命運。

從大砲裡出來的砲彈是按照曲度很小的彈道前進的，所以他不能轟擊隱藏在掩蔽處後面的目標。不錯，如果給大砲一個很大的上升角，那末上升的砲彈不是可以沿着陡峭的彈道下落了嗎？

可是大砲這種樣子的應用是不適當的：砲彈走了很多冤枉的路。爲了擊倒隱蔽的目標起見，最好還是用榴彈砲。榴彈砲是在近於最遠程角的角度下轟射的，它的砲彈有傾斜的彈道：它的下降部分很陡峭地降落下去，所以能夠擊倒甚至是隱蔽得很好的目標。

因爲榴彈砲是最適宜於它的射程來射的，所以沒有一種必要去獲得砲彈的很大的初速：這砲彈不會走冤枉的路，像大砲的砲彈一樣。

可是如果初速較小，那末砲身的相對長度也可以較短，火藥的重荷也可以較輕。在榴彈砲膛管裡的火藥氣體的壓力並沒有大砲裡的那末大，所以它的管壁也可以做得薄一些。這些的結果很可省下一點金屬和顯存物。

在同一口徑下，榴彈砲比大砲輕得多，可是在同一重量下，

榴彈砲的口徑却幾乎要比大砲的口徑大兩倍。口徑76公厘的大砲和口徑122公厘的榴彈砲都是重二噸，口徑76公厘的大砲能射出6.5公斤的砲彈，使其有每秒600公尺的初速，而122公厘口徑的榴彈砲的砲彈却重23.2公斤，因為它的口徑要大的多，榴彈砲砲彈的初速祇有每秒335公尺。

如果再把砲身的相對長度減短，那末我們就得到臼砲了，臼砲砲彈的彈道比榴彈砲砲彈的彈道要曲，而它的初速却較少。臼砲可以轟擊那些處在很近的地方而且隔着很高掩蔽物的目標。（見圖四）

臼砲砲彈在飛行的時候，人們肉眼也可以看見，因為它的速度總共不過每秒20—25公尺，也就是說每小時不過700—800公里，而現代的驅逐機也已經有700公里的速度了。

在上次世界大戰尾聲中，特別是在這次戰爭中，迫擊砲獲得了極廣大的應用。

迫擊砲——這是重量很輕的砲。它很簡單，砲膛是滑的，為了使它的砲彈（即迫擊砲彈，內含大量爆炸物）在空中不會滾動，所以就在它上面像飛機炸彈一樣加了一付尾翅。

迫擊砲祇好射擊近距離的目標；重迫擊砲可以射到二到三公里，而輕迫擊砲總共祇能射到九百公尺。可是這却是可怕的武器。由於構造的簡單，所以迫擊砲能夠大量生產，甚至在盛平時期的產鋤刀和廚房用具的工廠也能製造，把大量的迫擊砲集中起來可以用「彈雨」去轟擊進攻或是防守的敵人。

這樣一來，為了解決各種不同的戰鬥任務，砲隊就專門化了起來。

再大畧談一談海上砲隊吧。

現代海戰是有很遠的間距——四十到五十公里——上進行的。在這種間距時祇有在桅桿上的特殊瞭望崗上才可能看得見敵人，有時還要用飛機發下無線電來校正艦上的轟射。

把砲彈射到數十公里以外祇有大砲才能夠，要給砲彈以很大的速度，使它能夠穿透敵方艦隊的鐵甲，也只有大砲才能夠。因此，艦隊上的砲隊都是由各種口徑的大砲組成的。

巨大的大砲的口徑有280——406公厘。它們特別是裝在戰鬥艦和巡洋戰艦上。這些怪物放在裝甲的砲塔上，它們是用巨大的發動機來旋轉的。口徑406公厘的大砲砲彈有一噸重，它的初速約每秒一公里，射程是五十公里。這種砲彈的破壞作用是驚人的。

口徑從100到203公厘的中型大砲是巡洋艦和航空母艦的武裝，但是它們也裝在戰鬥艦上去抵禦敵人的魚雷艇。

小型的大砲（口徑到100公厘為止）——這是戰鬥艦的高射砲隊，對於這種戰鬥艦，轟炸機和水雷艇是它們危險的敵人。

## （五）砲隊幾何學

以前砲隊在作戰中的移動標準是很簡單的，下面是一二百年前大砲行動的情形。

◀ 「在巴格拉季翁公爵以後，不多一會兒，土質也能夠焚燒申格拉平了。

「你瞧，發昏了！燒起來了，你瞧，煙火！能幹啊！好呀！煙火！煙火！」砲手興奮他說着。

所有的砲都不待命令地朝着那大火的方向轟射。……他們這班「砲兵」們有兩次察覺在下面，離他們很遠的地方出現了法國人，於是他們就用潑彈轟擊他們。

一個有軟弱的，笨拙的動作矮小的人要自己的護兵不停地給他再裝一筒彈來慶祝這個，隨即，一面吹散煙斗上的火，一面就跑向前面，並且從那小小的把手下面窺望法國人。

「轟呀，孩子們！」他加着說，同時親自抓住了砲的輪子並且開始轉起那推進器來……」（老托爾斯泰：「戰鬥與和平」）

現在砲隊的發令並不是這樣了。下面就是一個例子：

『照準敵人的砲台。

羅盤針，12--50。

水平，30。

標尺，54。

發火！』

爲了辨別這一命令中的數學術語起見，我們應當在砲隊幾何學上有趣的部門中深入一點兒。

目標離開砲隊有很大的距離，通常它總是看不見的或是在地平綫後面的。應當把砲彈在某一特定的角度下朝上送出去，使它在落下的時候能擊中目標。這一任務只有用數學的方法才能得到解決，其他任何的科學都不能代替它的。

砲彈能夠偏向目標的左面或是右面，也能够不到目標或是超過目標。按照這一點，砲的購準就分爲水平的與垂直的兩種。水平購準的目的——品砲彈送出，使它不向左，也不向右偏；垂直購準的目的——使它不落得過近也不落得過遠。

在砲隊中，角的量度有特殊重要的意義：每一個購準的器具都裝有量角的設備。

砲隊中的量角器並不像測地學者所用的那樣：因爲砲兵的計算在腦中是要很快的，在砲隊量角器中，它的周圍分作六千格；每一格叫做『千分之一』（註：照譯音就叫做一個『密位』）。這個名稱是因爲圓周的六千分之一約等於半徑長度一千分之一的緣故（半徑約比圓周小六倍）。由於圓周的這種分法，角度就可以很容易化成弧度，弧很容易化成角度。

一個『千分之一』等於普通角度制的三分又三十六秒（3.36，，），十個『千分之一』就是三十六分，而一百個『千分之一』就是六度。

這種化法是很複雜的，但是砲兵不需要做這件工作，他們所有的計算都是用『千分之一』制的。

圓周這樣的分法對於砲兵要比古代巴比倫人給我們分的度，分，秒制要便利得多。現代科學不採取這種分法，祇因為它需要很多的按照舊制度的參考書，教科書，計算表等。『砲隊』幾何學已跨向前一步了。

## 水平瞄準

**第一種情形** 目標可以用肉眼或是望遠鏡看清的。從前在砲上有一種叫照準器的東西，正像現在步槍上所有的一樣。可是現在對水平瞄準就有一種特別的光學裝置，叫做顯景器的。顯景器使物體放大了四倍，代替了望遠鏡的裝置。在一塊特種玻璃做的目鏡上放着兩根細綫組成的十字。

顯景器是用特殊裝置的『量角器旋輪』和『量角器轉環』來旋轉的。旋輪的周圍分六十格，每格等於一百個『千分之一』，轉環分成一百格，每格等於一個『千分之一』。

我們先要把砲對着那看得見的目標。接着就應檢驗顯景器：光軸和砲身的軸是否平行，如果不平行的話，那末就應當轉動量角器的旋輪和轉環使它達到應有的位置。

初步的瞄準是由槓桿來完成的。當大砲大約已指向目標時，我們就可用轉動器來轉動砲身了。這時顯景器是和砲身一起旋轉，因為他們的軸是平行的，我們一面轉動着砲身，一面觀察着顯景器；當十字和目標相合的時候，水平瞄準就完成了。

**第二種情形** 目標在架着砲的地方望不見。這種情形在戰鬥中是時常見到的。這裡砲隊幾何學就顯出它的效用了。

目標雖然不能從架着砲的地方望見，但可以從瞭望台上望見它；從高的樹頂，屋頂，鐘樓等處。爲了易於討論起見，我們假定瞭望台是正處在砲的上面。當它在上邊的時候，所有的計算都要複雜化了。

我們現在來看一看下圖的右方附圖。HC線是子午綫，O點處

架着砲，在A點則是目標。子午綫的位置可以很容易地用指南針來決定的。如果我們能決定 $\gamma$ 角，那末水平瞄準的任務就解決了。  
。（附圖五）

現在我們可以回頭看一看上節所講的「羅盤針 12-50」了。

羅盤針是一種很大的砲隊指南針；在它的照準器上分着六十格，每一格再分爲五小格。每一格很容易地就可以決定其爲「千分之一」的度量。

當羅盤針是這樣按放着的時候，即它的北端指着0點，而南端則指着數字30的時候，那末羅盤的主直徑（30-0）就從南端向北了。如果把鼓輪放得和這直徑平行，那末它也就指向北了。

羅盤的磁針總是留在固定的位置的。我們把活動的，刻有分度的圓圈轉動一下，使指針的北端指在數字15上。那時主直徑30-0就指向東方了。「羅盤針15-0」的意義就是這樣：如果砲和羅盤的主直徑相平行，那末它就指向東方並且和子午綫組成一個九十度的角。「羅盤針30-0」就是說砲向南，「羅盤針15-0」則是說砲向西。

我們上節所說的命令是這樣：「羅盤針12-50」。這就是說砲軸和子午綫組成1250「千分之一」的角度（從子午綫算向東）。1250「千分之一」等於七十五度。我們這裡說到「度」乃是爲了使讀者易於在習慣的度量上想像。自然，砲兵們是從來不想到「度」的。

多位數的稱呼說起很不清楚，特別在電話談話時是這樣的。因此砲兵們就把這些數字說得像讀電話號碼一樣：1250寫作12-50。會作十二五十。這就是爲什麼在砲隊命令中祇有兩位數的緣故。對於其他任何數字方面的令砲兵們也是採用這種方法的。

## 方 位

如果你在路上一詢問一個不熟悉的地形時，你的對話者一定給你好幾個方位：這將是過河的小橋，乾枯的松樹，風車，瞭望高台等。

砲隊中是廣泛地利用方位的，通常是採用望得很清楚的物件作為方位的。早在太平的時候方位就已經畫成了很詳細的圖形。如果這些圖形要在戰時畫的，那末它們的位置就用測遠機（特種的光學儀器）或是三角術來測得的，起碼也要用眼睛測度一下。

比如，方位是處在離砲三公里的地方，而目標則處在它右面三百六十公尺的地方（這是用測遠機來測得的）。一個「千分之一」等於三公尺，那末三百六十公尺等於一百二十個「千分之一」；因此命令就成為這樣的：「方位 2，向右 1—20」。發射之後，如果瞭望哨發現砲彈落在目標的右方三十公尺。那末又發出了補充的命令，「向左 0—10」。這樣就完成了試射，當砲軸還沒有對準目標的時候。

如果瞭望台離開砲台有某一段距離的話（這種情形是常見的），那末水平瞄準就要複雜起來了。在這種情形下就需要對那所謂「遠離係數」加以注意了。這個問題我們這裡不預備去討論它。

砲台的指揮員需要解決其他很多的數學上的問題。

## （六）垂 直 瞄 準

前面對於砲彈準確的距離問題還談的很少；砲彈是能夠落得近些（不能達到目標）或遠些的（超過了目標）。這裡，砲的上升角就有重要的意義了，砲口愈抬高，那末砲彈也就飛得愈遠。不過這抬高並不是沒有限制的，存在着一個極限角，超過了這

，砲彈就開始落得漸漸近了。我們已經知道在真空中這種極限角等於四十五度。在比四十五度角再大的角度上，砲彈就落得越來越近了，而在九十度角的時候，砲彈就垂直地向上飛而下落在砲的左近。

在空氣中，最大射程角是隨砲彈的形狀和重量而改變的。如果射程不是最大的時候，那末可以把砲彈按着兩條彈道拋射出去，而使他們落在同一的處所。在這種情形下，一條彈道是畧屈的，而另一條則是傾斜的。

彈道的選擇要由戰鬥情形而決定。大砲通常是按着畧屈的彈道轟擊的，榴彈砲則是沿着傾斜的彈道轟擊。

現在我們繼續討論上期說過的命令：『標尺54』這是對垂直瞄射而發的命令。有一種專門的儀器叫做標尺的是用來專門管理砲身前端的升降，標尺的每一格相應於某一距離。比方，大砲的每一格就等於五十公尺的射程。這樣，『標尺54』就等於說目標是處在2700（50×54）公尺以外。如果目標是處在四千二百公尺以外，那末命令就應當是『標尺84』了。通常，標尺是分做一百格。

如果發砲後，因砲身反振的作用而使垂直瞄準偏了的時候，那末就可用一種在標尺旁邊的專門設計的水平游標來校準它。

## 『射 擊 表』

在同一標尺數字上，一天的不同時候和一年的各個季節中砲彈的飛行距離是不同的。白天從遠程大砲射出的砲彈可及四十公里，在同樣的裝置下，晚上就只能飛達三十八到三十九公里了。這說明了什麼呢？

射擊是在動的，變化的空氣現象中進行。我們已經知道空氣的抗力是有着如何重大的意義，而這抗力却是隨着那跟溫度而變的空氣密度而變化的。夜裡，空氣要比白天密些，而冬季的冷空氣則大大的密過夏季的熱空氣。

在大氣中總是存在着氣流——風，這種風是基本地作用於飛行中的砲彈的。

所有這些不同的影響：氣溫，風的速度和方向，氣壓，空氣中的霧以及其他各種各樣的原因都得把它們考慮在內。這樣看來，砲和槍的射擊是多麼複雜的事情啊！它需要砲手有廣博的知識。

對每一種發火的武器都有一張「射擊表」，其中指出，在特定的上升角和特定的遠距下，子彈或是砲彈要飛多少時間，大氣的條件可以無窮無盡地多樣的，因此這種「表」是在標準狀況下——水銀柱壓力750公厘和零度以上十五度——構成的。

在比標準溫度高或低的溫度下，或是在別的氣壓下，「射擊表」中就另有修正的數目，這也需要特別加以注意。

砲隊氣象哨一晝夜間要送給砲台十次到十二次的氣象專門報告。但是如果以為砲台的指揮員手中有了「射擊表」之後，就不必再做什么事，那末這就大錯特錯了。

砲手的工作是足夠多的。砲手的主要氣質是勇敢，聰慧，和在腦中迅速作一切可能的數學計算的能力；現代作戰變化的砲台間的戰鬥並不是像以前一樣用「小時」來決定的，甚至也不是用「分」來決定，而是用「秒」來決定的。用自己的一齊轟擊超過了敵人幾秒鐘——這就是說給自己的祖國帶來勝利了！

這就是為什麼學校中對於那些要在砲兵的光榮的，負責的生涯上服務祖國的人要求必須對數學作不屈不撓的，深入的研究的緣故。

## 橢圓分佈

在嚴格遵奉命令的條件下，在砲的準確架置下，在同一的人氣條件下，砲彈仍會飛到遠離目標數十或數百公尺的地方。如果在同一的瞄射下從同一的砲中放出百來個砲彈，我們就可看見它

們並不落在同一點上，而是分佈成一個橢圓的形狀。這就是所謂橢圓分佈。

這種分佈用什麼來解釋呢？原因很多：砲軸偏於水平綫和垂直綫的準確方向，火藥成份上和重量上的微小差異，砲彈本身重量的差異以及其他各種差異。

砲軸略微的偏向就能使砲彈濺開口徑很多公尺。兩個砲彈之間的重量差別如果有五到十克，那末這兩個砲彈就不會落在同一點了。所分佈的橢圓越小，那末空發的砲彈也就越少，就是說砲工作得很好。

那末在橢圓中砲彈的砲洞是怎樣分佈的呢？看來，在橢圓中砲洞的分佈是循着一條嚴密的法則。我們可把橢圓分成八條橫帶。在兩端的邊帶上落下的砲彈祇有百分之二，再進去的兩根帶上則有百分之七，再進去就有百分之十六，當中的兩根帶上則有百分之二十五了。

我們如果再把橢圓分成十條縱帶。那末結果是更够驚人的。在這種情形下砲彈降落的百分數是和上面所說的完全一樣！

轟擊的次數愈多，這個分佈的法則也就愈顯出它的準確。在很少次數的轟擊（五次或是十次）中要想檢驗這一法則是不可能的。

任何純熟的砲手從最新式的砲中發射也不能避免砲彈橢圓的分佈；他祇能够使這橢圓減小，自然，橢圓雖然減小，但是砲彈降落的分佈却還是一樣的。

爭取橢圓的減小是每一部蘇維埃砲手的血肉事業。自然，射擊敵人的目標時，橢圓的分佈也許是有利的，但是如果需要轟擊某一固定目標時，那末就應當達到最小的橢圓。（見圖六）

在戰鬥的情勢下，砲彈過度的分佈會變成自己的毀滅。這裡就是一個同白芬軍作戰時的真實例子。蘇聯英雄薛維諾克中尉潛行向敵人的碉堡並在離它一百五十公尺的地方建立了一個瞭望

所。通訊員報告道：「壕溝並不很深；它剛剛遮住了中尉和電話員。在破曉的時候就已準備好射擊的佈置，並且砲台已對向目標。

計算似乎是準確的：第一個砲彈就落在砲臺的附近。它的碎片四面散飛，有的且達四五百公尺之遙，在大胆者的頭上噓噓作聲。

砲台像時鐘一般工作着。每經過一個相等的時間砲彈就飛了出去……有幾個不能到達目標的砲彈離開壕溝這樣近就爆炸，以致薛維諾克和電話員都感受到有爆炸氣浪的火熱的氣息，接着耳朵似乎被火藥棉花塞滿了。當碎片在壕溝上面咆哮地飛舞的時候，指揮員和戰鬥員氣竭力貼在地上：難道就讓自己砲台被砲火擊死嗎？但是毫無辦法，砲彈不肯落在一點上：你不能用任何命令來改變砲彈的散佈，可是這時很清楚地看見騎導員正竭力使自己瞞得更準些。於是砲彈就落得空前未有的密集了！。

……近更昏了……那建築物被轟毀了……任務光輝的完成了！！

在現代大砲旁邊的工作可以和裝着極度精細準確的機器的工廠中的工作相比擬。砲手戰鬥員需要非常高的文化水準，這樣才可有效地擊潰敵人。砲是不允許有不潔和污穢的；塵埃的充塞和發鏽都能破壞砲的工作，大大地增加了雷圓分佈的大小，而這就隨着伴來了砲彈的徒然損失。

## 一根火柴的長度

現代的砲是非常精密而複雜的機械；砲身些微的偏向就會使砲彈飛在一邊很遠很遠。

我們自己設想一下，在英國海岸的某處架設着巨大的能射五百公里之遠的超遠程大砲。大砲是瞞向埃森的軍火工廠「克虜伯」的。

如果這砲的標尺係通常一樣有一百格，那末標尺改變一格時會在射擊時產生五公里的誤差。自然，有經驗的砲手是不會錯到整整一格的。但是假定這錯誤是等於 0.1 格的話，那末砲口的橫切面離開準確的位置也不過一枝火柴那麼長，可是砲彈已經遠離目標半公里了。

因此，在彈道的起始一段上如果有些微的偏倚就會使下降處變成以公里計算的長度的誤差了。

## 蘇維埃狙擊兵

英文『Sniping』這字的意思就是在遠距離的特別瞄準射擊。同法西斯的偉大衛國戰爭餓餓了萬千的蘇維埃狙擊兵，在他們的限上登錄着數十甚至數千的被消滅的希特勒黨徒。

狙擊兵的步槍和普通 1891——1930 年的標準步槍的不同就在於它上面裝置着光學的標尺，槍膛也做得比較精細。光學的標尺就是一個可以瞭望的管子，它能把物體放大四倍；它可任意配置各種距離的瞄準角，同時它還能對風的吹動子彈和遠離目標等作用加以一種修正。

狙擊兵應當有高度的耐性，他有時需要躺在雪堆裡整整一整夜以伺隙敵人。

在卡萊爾戰綫上，狙擊兵米陀夫和米龍諾夫是很著名的。米龍諾夫射死了九十五個敵人，耗損失了不到一百顆子彈，在米陀夫的限上也有八十八個被擊斃的敵人。

有一次米龍諾夫會埋伏着等候一個敵人的狙擊兵達七小時之久，終於等到了那個一霎那，當那個傢伙從隱蔽處探頭出來的時候；結果子彈沒有虛發。

米龍諾夫曉得狙擊兵事業的全部，曉得自己武器的全部，曉得在活動的地形上的一切……

他伏在凹地底下的石塊後面。敵人在他的頂上，在高地的斜

坡上。他測量着他和目標之間的距離，處理着在自己步槍上的光學儀器的指標。距離已經十分準確地決定了。但是當準確瞄準已經達到的時候，米龍諾夫却突然增大了標尺。接着他略微抬起了頭，在他那向着風的額上開始跳動着因緊張而起的青色血管。從他看準了這陣風的一刹那起，他就緊張起全部的神經了。過後，米龍諾夫安靜地低下頭，把槍口撥向右一些。現在，標尺已經取得比目標遠了，而槍口則指向目標的右面，但是子彈仍就正巧擊中了目標，擊中了敵人的心臟。這為什麼呢？

因為米龍諾夫知道，要在山中決定距離，眼睛是不可信賴的，從下向上看時距離要比真的距離短些，而從右面吹來的風則要把子彈向右吹過七十五米厘。這就是為什麼他要做風的校正，還要使標尺撥遠的緣故。]

光榮的蘇維埃狙擊兵就是這樣工作的。

## 第二部份 數學和空軍

### (一) 飛機的上升力從何而來

龐大的飛機在高空盤旋，發出震耳欲聾的咆哮聲。什麼樣子的一種力量支持着這個數噸重的機器呢？爲什麼飛機不會掉落到地面呢？它又不是氣球或氣船，裝着比空氣輕的氣體，因此能像船兒在水中一樣在空氣中漂浮。

要研究這個問題，需要從遠古看起，這個問題是非常複雜的。

數千年以來，人類一直企圖征服氣層，總是羨慕那些在他們所不能達到的高空中翱翔的飛鳥，關於勇敢的空氣征服者的傳說會有過很多，氣洋的征服也曾犧牲掉很多人的生命。

早在遠古，希臘人就會編成一個關於台達爾和他兒子伊卡爾的神話。台達爾和伊卡爾父子被克里特王米諾斯禁閉在一個很高的塔上，他們就用鳥毛替自己做了兩付翅膀，在它們上面塗上蠟，於是就飛往義大利去。伊卡爾因迷醉於飛行的滋味，飛得太近太陽，所以他的翼膀融化了，結果這個青年就掉落在海上。

在中世紀的時候，偉大的學者和畫家萊昂那陀·達文契曾致力研究飛行的問題。他構成了一個比空氣重的飛行器具的方案，但是在那個時候，技術的條件還不能把它實現。

發明第一隻氣球的榮譽是屬於俄羅斯的，雖然通常都把它歸諸蒙戈爾菲兄弟。我們且看看下面的年史中是怎樣說法的：

「一七三一年，在里昂上，當着市長的面，書記克里亞庫特諾·富拉爾做了一隻很大的球，用一種邪教的，惡臭的劑吹大它，下面做了一個索籃，他坐在裡面，於是一種不正的力量就把他

提高，但是後來撞着了鐘樓，他還好攀住繩索，所以沒有跌死。大家要把他活活的埋掉或是燒死他，他就逃到莫斯科去了。』

② 十八世紀的末葉帶來了器具可以輕於空氣的勝利，這種器具幾乎統治了整個的第十九世紀。飛行家是最先研究氣浮的人物，這裡就有著他們偉大的功績。飛行術就準備起空軍的道路。

我們現在來做一個最簡單的實驗：我們從練習簿上撕下兩張小紙片，把它們用手執著，並放得很近，然後在它們中間的縫隙裡吹氣。也許有人會想，因為空氣的緊張，紙片一定要分開。但是事實却適正相反，它們反而靠近攏來。

這個現象最初是彼得堡學術院機械學講師唐尼爾。別爾奴里發見的。唐尼爾的別爾奴里得出下面的一條定律，從這條定律以後，就逐漸發展為氣體動力學——說到氣體運動的科學：

「在液體或是氣體的運動速度增加的時候，其中的壓力却在減少。」

這就可以解釋兩張小紙片會靠攏的原因：它們中間的壓力減少，因而側面的氣壓就把它們壓攏了。

別爾奴里兩行的定律却使得後來建立起無數的飛機大陣，這些飛機就是現在空中盤旋的。

我們使一塊薄板在空氣中運動，並把它的面垂直於運動方向。結果所有的現象都是和這塊薄板不動，讓空氣流過它一樣。

這個原則就利用來作爲飛機的最初實驗：把飛機掛在通氣的大管子中，並且使有每小時數百公里的速度的氣流通過它；這樣一來，就可以把這看作是飛機用同樣的速度在飛行一樣。

③ 薄板推開那迎面而來的氣流，或者說氣流以同樣的力反推著薄板。薄板阻礙了氣流的運動，因此在氣的前面，氣流的速度是減小了，而氣流中的壓力却在增加。（在氣體動力學中，增高的壓力用 $\rho$ 來表示。）在薄板前面，壓力的增高阻礙了它的運動。

在薄板的後面，組成了一種倒旋風，爲了這種旋風是損失了一部分氣體的能，在氣流中的壓力減小了（一一的記號）。薄板後面空氣的稀薄也阻礙了運動，把它吸向後面。（見圖七）

因此：在運動的薄板的前方是緊密的空氣，後方則是稀薄的空氣。它們一起阻止住薄板，造成了對它運動的一種抗力。

我們現在把薄板這樣放，使它和運動的方向成一斜角。於是薄板下方的空氣很密，上方的則很稀。薄板下面的增高壓力和薄板上方的減低壓力都阻止它的運動，吸它向後。

空氣的抗力現在是差不多垂直於薄板的表面。

十九世紀中葉以前，人們都以爲空氣的抗力祇和橫斷面的面積有關；但是實驗證明這是不對的：物體的形狀也有巨大的意義。

### (3)

我們把一塊圓形的平面拋下，使它的平面垂直於跌下時運動的方面，於是用法子量空氣的抵抗力。

現在我們在這塊圓形平面上加添了一個圓心的碗狀物，再把這東西拋下；結果，空氣的抗力已減小了數倍。

如果我們再在這東西的上面添加了一個尖形半圓物，把它拋下；結果，空氣的抗力已比第一種情形減小了三千倍！

這樣看來，當我們說到空氣抗力時，形狀是有很大的意義的。在第三種情形下，物體獲得了較大的流暢性。我們使它成爲水滴的形狀，而水滴正是有最好的表面流暢性的。當水滴降落的時侯，水的分子和空氣相碰撞，而且因爲它們是流動的，所以在空氣分子的打擊下，它們受到的抗力就較小了。

最初的飛機建造師對於流暢性（即近來常見的所謂流線型問題）知道得很少，而且對它也不注意。他們的飛機有點像箱子形狀的大紙鳶，裡面放着一無遮蓋的發動機和坐着一個受到氣流作用的飛行員。

現代飛機的製造師早已不用平面的機翼了，他們已使機翼有流綫型的形狀，這種式樣發明了很多（差不多有一千種）。下圖的右方就是一個機翼的橫切面，很像拉長了的水滴。（見圖八）

這樣的機翼如何生出它的上升力呢？我們且來研究一下在機翼旁邊流過的兩股氣流——股是上面的（AS），另一股則是下面（BI）。

空氣是不可分割的，它的分子在某一段時間內是分開前進，但是在走完了這段路程後，就應當在機翼的背後相會合。不過AS的路程較BI的路程為長，在AS氣流中的速度就較大，因此壓力時較BI氣流裡的為小。結果下方有一個增高的壓力，把機翼推向上方，而機翼上面的空氣則較稀，所以也是使機翼向上。如果有高度的流動性，上升力可以超過前方的抗力二十五到三十倍（自然，這是在機翼的下俯很合宜的角度下，即在所謂『進攻角』下的情形）。

或許有人會問：難道上升力有這樣大，能夠把機翼、機身以及裡面的載重都提起？計算與經驗都證明這是不能反駁的。

爲了減少飛機各部的前方阻力，就需要把它『砥刮』一下——儘可能地去除凸出的部分，發動機上罩一個流綫型的帽子，飛行的着陸裝置也把它縮小。這樣就可以減少前方的阻力而增加飛機的速度。

『飛行機翼』會是飛機最好的式子，這樣的飛機，它所有的各部都藏在機翼裡面。

對飛行中的飛機有四種力在作用着：想使飛機落到地面的飛機自身重量，上升力，前方的阻力和推進機的曳引力。研究這四種力的相互作用是非常有趣的。

如果飛機以等速水平地前飛，那末機器的重量就被上升力抵消了；這是顯而易見的，我們試想如果上升力比飛機的重量大，那末它立刻就會開始上升。起飛時的情形就是這樣，而着陸時飛

標的重疊就比上升力要大了。

在飛機作等速運動的時候，前方的阻力和推進機的曳引力也相互地抵消了。推進機所發出的全部曳引力是用去克服前方的阻力了。這說起來很奇怪。那末什麼東西把飛機推向前呢？這東西就是慣性。前方的阻力被消滅了，在水平飛行中重力被上升力抵消了，因此，沒有什麼東西會阻止飛機去作等速的，直線的運動了，照慣性定律來說，這種運動是任何已獲有初速的，不受任何力作用的物體所必有的。

如果我們增加推進機的曳引力；那末和這同時，前方的抗力也增加了，因為這兩種力總是相等的。對靜止的物體說來，前方抗力的增加就等於在它旁邊流過的氣流的速度底增加。對飛機說來，這就相對地增加了它的速度，因為空氣是不動的。這就是所謂氣速，如果空氣是完全靜止的話，那末這氣速就等於飛機對地球的速度。

我們還要停下來討論一下飛機的駕駛問題。飛機可以在繞着它重心的三根互相垂直的軸上轉動。

飛機有三根軸，這些軸是這樣分佈的：甲甲——縱軸，乙乙——垂直軸，丙丙——橫軸。

飛機的橫軸丙丙和水平綫成一角度時，就可繞着縱軸甲甲轉動。這一轉動叫做傾側。傾側可以由補助機翼造成或去除，補助機翼是一種機翼尾部上的活動表面。

飛機的縱軸甲甲和飛行的水平綫向上或向下成一角度時，就可繞着橫軸轉動。這叫做俯衝或斜降。這個動作是由升降舵——飛機尾上的活動平面——來管理的。

飛機的縱軸甲甲繞着垂直軸乙乙轉動，而縱軸本身則停在水平面上，但偏向左或右，沒有在飛行的直綫上，這種飛行叫做疾飛。這個動作是由方向舵管理的，方向舵是一種在龍骨底下的垂直活動平面。

爲了駕駛現代的飛機，曾想出了很多的裝置。在駕駛室中裝着很多的把手，捺扣，樂鈞，刻度盤等。巨型飛機中，它們甚至有一百個以上！但是駕駛飛機仍舊可以在幾個月內學會。

這些初看似乎是嚇人的把手，樂鈞，刻度盤却大大地減輕了飛行員的工作。這裡祇需要耐性和注意力；如果一個初學的飛行員已武裝着這些質素的話，那末飛機駕駛的高超技術就一定成爲他們的囊中物了。（見圖九）

## （二）飛行術

過去的作家在他們的幻想小說裡把空中飛行當作一件簡單而容易的事。他們不知道，在那變幻莫測的氣洋中，掌把一隻『飛船』是如何的困難，氣洋中的島嶼——烏雲——是如何的一會兒升起，一會兒又消失，它們並且不斷地在空中變換自己的位置。這些作家們也不會想到在作鳥兒一般的飛行時，地球是怎樣的奇怪，而在地球上而辨別熟悉的方位又是怎樣的困難。

我們的現實和幻想家的熱情想像確是相差得很遠很遠的。

現代的飛機並不是一個什麼天才的發明家所製造的。世界上沒有一個人能够把飛機創造在人類面前提出的全部問題弄得清楚。機身和機翼的樣式，駕駛的器具，飛行的器械，發動機，推進機——對每一個問題過去都有，現在也還有成千的科學家，數學家，物理學家，化學家，技師等在工作着。

在還以前，科學已經工作了三千年，目的就是爲了要達到一種人類能够開始他們征服氣洋的勇敢事業的限度。歐克里德，阿基米德，阿波羅尼，萊昂那陀。達文器，牛頓，別爾奴里，洛莫諾索夫，裡柯夫斯基，雷特兄弟以及其他許多的人——這些都是光輝燦爛的名字，他們中每一個人都曾在征服氣洋的鬥爭中貢獻過自己的一份力量。

還有爲了飛機飛行的一切設備呢？有多少萬人是在從事這個

工作啊！飛機場上的機械師和其他人員，在無線電信號台上的無線電收發員，散佈在地球上各處的氣象學者，發播他們的報告的電報員，準備好飛行圖的測地學者……你如果要一一數出他們的話，那末可以無窮無盡地數下去的。

小說家的幻想雖然容易，但是人類走到這個技術頂端的路却是一條遲緩而艱苦的道路，他們爲了這些勝利會付了多少的代價呀。（見圖十）

一個現代的飛行員是怎樣處理自己的飛機呢？

在飛行之前，他已弄熟了飛行圖。什麼是飛行圖呢？這就是一個飛行員要準備的路線圖。那裡有着一切使他發生興趣的東西：方位圖，無線電信號台的分佈，一年中各個季節的氣候，磁場修正的圖表，降落站和飛機場的圖以及很多其他的參考資料。

在飛行的日子，飛行員就獲得通知，隨得在航路中有着怎樣的氣候在等待他，氣候——這是飛行中最主要的東西。大家都知道，當蘇維埃飛行員作穿過北極的飛行時，風暴和雲塊會起過什麼樣子的作用。

飛行員在知道途中的氣候後，就構成了一個飛行的計劃，準備好圖表，在它們上面畫出了飛行的路線，弄熟了方位，用紅圈圍把它們勾起來。

如果路線是彎曲的，那末飛行員就應當注意路上的磁角，以便在飛行時好知道：按照指南針看來在某地區上是那一方向。他也要注意和起飛地點相對的地形高度，如果比起飛點高的話，就作一加號，如果比起飛點低的話，那末就作一減號。

爲了清楚起見，圖可以着色。森林可以着上綠的顏色，河和湖則可以着上藍的顏色。

如果要作遠程飛行，飛行員和機師就需作幾天數學計算的工作。

但是準備告成了，飛行開始了，氣候很好，地上也可以望得

很清楚，這是不是說飛行員就無論怎麼都不會迷路了嗎？不，沒有這種話。他需要有很大的注意力，他應當不時對着圖，計算飛行的速度，注意地上的方位。

如果飛行員沒有好好地考慮的話，惡劣的情勢能够使飛機偏向。逆風延遲飛機的運動，順風則增加了它的速度；可是這也要引起方位的錯誤，因為已經畫出的方位並不是在適應的時候出現。但是特別危險的却是側面風，它使飛機偏離準確的路綫，因此那些熟悉的方位就全部不會出現了，在飛行中偏向角的計算乃是飛行術中最重要的數學任務。如果機師是慣於作迅速的計算的話，這一任務也就可以圓滿地解決了，飛行手冊就是一本全面的數學冊子，數字圖表，公式……機師應當熟知數學，這樣才會不出亂子。

偏向角可以由對地上物體的觀察而決定。

偏向角最難決定的時候就是當飛機在海上飛行的時候，那裡沒有什麼方位，因此在這種情形下就祇好用『航空炸彈』了。

『航空炸彈』——這是炸彈中最無害的炸彈。白天的航空炸彈裡面充塞着凡士林油和蠟石（ $C_{20}H_{42}O_5$ ），這種炸彈碰到水之後，就組成了綠色的點子，可以從遠處望見並且在水面上可以保留很久，飛行員觀察這一點子與他所取路徑的相對地位就可決定偏向角了，夜裡的炸彈包含一種碳化物，在落到水上的時候，它是浮着的，而碳化物則和水化合而成爲乙炔（ $C_2H_2$ ）；這種氣體會因炸彈中特別配置的藥物而燃擦起來。

飛行員和機師需要對各種細事加以很大的注意。在飛行中是沒有什麼細枝碎節的，所有的事情都是重要而實際的。但是如果和平時期這些『細枝碎節』就已這樣重要，那末在作戰時，在敵人的領空作飛行的時候，它們就有百倍的意義了。小小的怠慢和細微的放鬆就會使機器毀壞。

蘇聯的斯大林堡在世界上享有最優秀飛行員的聲譽。任何氣

候，任何困難都不能妨礙他們從法西斯手中保衛祖國的偉大任務。

在雲層裡或是在夜裡飛行自然比白天要難，因為地上的方位是看不見了。那時機師和飛行員的技術就有特別的意義。

### (三) 磁羅盤

一個飛行員把飛機直朝北開，看來，方向的決定是很簡單的事情了。羅盤的磁針就是指向北方的——這個方向也就是飛機應當取的方向。但是事實上並沒有這樣簡單。地球本身也是塊大磁石，像任何磁石一樣也有兩極。不過它的兩極並不和地球的地理上的兩極相符合，它們和地理上的兩極相差好幾度，並且不在同一的子午線上。

在北半球，磁針是指向磁極的。磁針離磁極愈近，那末它對真正北方的偏差就愈大（這種偏差就是所謂磁針偏差）

有東方的偏差，也有西方的偏差。這要看磁針偏向地理子午線的那邊而定。在地面上偏差相等的各點，如果把它們連接起來，那末就成爲「等角綫」，但是等角綫並不像子午綫那樣的是正圓形的綫，它們彎曲得非常利害，視當地的組成地層的礦物而定。有特別影響的就是磁鐵的分佈。

下面是一張英國的磁針偏差圖。在某幾根等角綫上，磁針偏差有二十到二十五度。如果按照羅盤來駕駛飛機，而不考慮偏差的大小，那末就會離開真正的路綫，二十到二十五度了。在一百公里的航路上，僅僅是十度的錯誤就會使飛機偏離目標有十八里之遙。（見圖十一）

所以，飛行員和機師就應當注意磁針偏差，也就是說應該注意那每一飛機上都有的圖表。

但是這裡又出現了新的困難：磁針偏差是隨着各種宇宙的、地質的以及天氣的原因而變化的。

偏差也隨着時間而改變。三十年以前所構造的磁綫圖現在已不適用了；那些在圖上標着的等角綫已經變換了位置。

地圖祇在數萬年後才覺得陳舊，不過要在這個條件之下，就是人爲的變化——新的居民點，運河，人工的水池等等——不能計算在內。但是磁綫圖的壽命却在幾年中就要起變化。

可是假使我們有了一張最新的磁綫圖，這是不是說事情已經解決了呢，沒有，事情仍不順手；磁針有點奇怪——它仍要一會兒向這邊，一會兒向那邊地偏了十度到二十度，而且它總不肯靜止下來，這是什麼緣故呢？這是因為有磁暴的緣故。

磁暴與地上的風暴毫無關係；氣候也許很好，天空也許是萬里無雲，空氣也許分毫不動。但是離開地球一萬萬五千萬公里以外——在太陽裡却產生一種極大降物的猛烈噴發，空中就盤旋着強力的帶電性放射體，它們能使羅盤的指針失去了平衡。

如果羅盤的四周沒有什麼鐵質物或鋼質物，那末也許會工作得很好。但是我們不要忘記，它是處在飛機裡面的，那裡必然有着很多的鋼質物。

現在我們開始談一談飛機的裝置：首先我們要把羅盤放得正確，使機器的所有鋼質物都和它成對稱的位置。這樣一來，鋼質物的作用就相互抵消了。但是在飛機的右方却架着一支機關槍，因此羅盤的指針就要向右偏點。然而左面還裝着一尊砲，因此，磁針又回向左了！

把所有的器具和武裝重疊放，使它們的磁效互相抵消，這在理論上是可能的，但是實際上却會碰到很大的困難。這不是笑話嗎，飛機中的一切都是爲了羅盤！按放器具和武裝不是照它們應該放的地方，而是爲了羅盤的需要！

由於羅盤的靠近鋼質物而引起的錯誤叫做羅盤的偏差。

對每一架飛機，羅盤的偏差是一個常數，它是由飛機的製造，器械和武裝的按置，羅盤本身的製造以及其它原因而決定的。

羅盤偏差可以用一種特殊的磁化金屬板的移動法來消除的。這種能夠消除羅盤偏差的儀器叫做Flinders-bar。

嚴格地說，要完全消除羅盤差是不可能的，祇好減少它：公式要求：在裝置Flinders-bar 後羅盤應當不超過十度。但這仍就是一個很大的數量，因此，機師在駕駛飛機時就應當經常地對它加以注意。

說到羅盤偏差的時候，還應當注意一點，就是它也跟着時間而變化的，因此每經過三個月就應當檢查它一番，並需算一算它的真正大小。在飛機的修理或是重裝後也需要作一種驗算。

羅盤——變幻莫測的東西啊？難道不能放棄它而應用另一種更好的東西嗎？非常可惜，這還做不到，所以我們下得不對它妥協而損失那費在計算它的誤差上的時間。

對太陽或是其他星球的方位可以做得很好，這就是所謂天體方位。但是這種做法也不是永遠可能的。在蘇聯就有一些地方，那裡明朗的白天在一年中祇有五十天到一百天的光景。那麼在其餘的日子裡就沒有辦法了。

沒有羅盤單是無綫電的指示證據不夠。所以無論如何，羅盤在飛機上總是一件不可缺少的儀器。技術只能想出一種補助它的儀器。望遠半羅盤就是這麼一種儀器。

這種儀器是根據可迴轉的望遠鏡而設計的，它在空中可保持它的軸在一定方向。要是望遠半羅盤能有指北的性質，那末它就可以在飛機海船中代替羅盤了，但是，可惜的很，它還沒有這種性質。它的針祇能指着那個所賦予它的方向。因此它就獲得了半羅盤的名稱。

望遠半羅盤要按照磁羅盤而裝置。此後它就能按着指定的路線領導飛機了，因為它是不受磁和電的影響的。望遠半羅盤刻有分度，可以在一定數量的角度上旋轉。這種儀器很有價值，現在飛機上都裝置着的。

最近幾年來，飛機中還出現了一種出色的儀器，這就是有五百到一千公里的作用半徑的無線電羅盤。但是準確一點的名稱應該是無線電半羅盤，因為它也不能指示真正的北方的。

無線電羅盤的收訊員可以對任一發報電台調節，因此照着儀器指針的指示可以很準確地決定飛機是不是直對無線電台飛行。保持着一個無線電台到另一個無線電台的路綫，可以作任何遠程的飛行。

蘇聯飛行員柯基那基和戈爾金柯就是利用這種無線電羅盤來作莫斯科到米斯考島（北美）的橫渡飛行的。

對於飛機中無線電羅盤的工作，蘇聯英雄賴斯柯娃（註一）曾作過描寫：

「有一次夜裡，我們在四引擎的大飛機上飛行，夜是朦朧的，森林裡的火煙密密地遮沒了大地……我們整夜在雲層以外飛行，看不見大地。方位的確定祇靠着無線電羅盤。離得很近的無線電台特地為我們播送『黑桃皇后』（註二）。真是很可笑的，就是在這種非常的時候大家還可以聆聽『黑桃皇后』，並且不曉得為什麼要播送它的理由。按着『黑桃皇后』的指示我們確定了向飛機場的方向。在破曉以前，無線電羅盤已把我們帶到目的地，在清晨的薄霧中我們已看見那飛機場的小徑了。」

可是無論如何，無線電羅盤的存在仍不能代替磁羅盤，無線電羅盤的收訊員可能調節得不好，弄壞了它，或是無線電發報台出了毛病，而且有時還有氣層的擾亂，阻礙收聽。

磁羅盤不把自己的位子讓給別人的！

---

註一 馬里雅·賴斯柯娃已在這次戰爭中為社會主義祖國而捐軀。

註二 俄大作曲家恰伊柯夫斯基作品之一。

## (四) 投 彈

我們來作一個幻想的假設：地球上大氣消失了。地面上飛着一隻『反動的』飛機，（註一），因為在真空中是不能作一般飛行的。

從飛機上投下了一個炸彈，在它身上發生了點什麼事情呢？

按照慣性定律，炸彈應當沿着直綫作等速飛行，保持它那被擲下時的速度。同時，炸彈服從地心吸力，要開始落下，在第一秒鐘它下落五公尺，第二秒鐘就下落十五公尺，這樣依次類推，結果就得到了一根拋物綫。但是它和普通的拋物綫不同，它的頂點是在炸彈的起始點。有時這種拋物綫叫做半拋物綫。

飛機繼續以不變的速度沿直綫飛行（我們假定這速度是每秒一百公尺）。炸彈却沿着半拋物綫的通道移動，彷彿它是被一根拉緊的綫縛着的一般。

我們假設飛機是高出地面二千公尺，那末炸彈要降落多少時候呢？

計算告訴我們，炸彈要降落二十秒鐘，應當在什麼時候投擲它呢？自然，不應當飛機在目標正上方的時候，而是要早一些。圖解證明，它應當在飛機離開目標還有二十秒鐘的時候，這就是說正在炸彈落到地上所需要的時間。在直綫等速的二十秒飛行時，飛機要走二千公尺的距離。這一距離叫做炸彈的『偏移』。如果飛機也在同樣的高度以每秒三百公尺的速度飛行，那末應當在離開目標六公里的時候投擲炸彈。炸彈的『偏移』即等於六公里。

炸彈的『偏移』也和投擲的高度有關。一般地說，在真空中『偏移』的大小是由兩種條件決定的，那兩種呢？就是：炸彈的水平速度和投擲的高度。至於炸彈的重量和它的形狀却對『偏移』毫無影響。從『反動的』飛機上投擲下去的羽毛，它的『偏移』也和一隨重的炸彈的『偏移』一樣。

上面所說的是我們的假想，就是假定地球上沒有大氣時的情形。

如果炸彈的投擲是在大氣中進行，那麼事情就完全兩樣了。空氣的抗力發生作用了，我們也已經曉得，這力是如向的大，拋物錢於是就變成了一根彈道曲綫。

炸彈落到地上的時候要比在真空中進行的爲早，炸彈的「偏移」減少了，落下是沿着一條更陡峭的曲綫進行的。

如果飛機繼續以等速直向前飛，那末，炸彈就似乎不是掛在飛機下面的了。炸彈落後了一段距離。這一距離叫做炸彈的「落後」。

在空氣中炸彈的墮落時間就同它的形狀和重量有關了。炸彈都是做成流綫型的樣子，而且還裝着一種穩定的設備——使它們在空中不擺動的翼子。重的炸彈比輕的炸彈落下要快，因爲比較易於克服空氣的抗力。

一千公斤重的炸彈幾乎是以在真空裡的速度在空氣中降落的，所以它的「落後」是非常的小。少量的「落後」可以使投彈的計算容易。

在投彈時有很多數學上的任務要去解決。每一種炸彈有它特別的下降速度。和高度有關的每一種炸彈的下降時間則記錄在表上。

但是事情又與風——順風，逆風，邊風——發生關係。風擾亂計算並且使他複雜化，因此不得不加以一種修正。

投擲的任務在這裡，就是要駕駛飛機直向目標，投擲炸彈在離開目標一段等於炸彈「偏移」的距離時投下。

由此可以知道：在投彈前，即使是一個很短的時間，飛機也應當沿直綫作等速飛行的，祇有在這種情形下才可以做準確的計算，也祇有在這種情形下炸彈才會命中目標。在投擲炸彈以前，飛機應當「繫在戰鬥綫上」。在這個時候飛機是最不能抵禦敵人

驅逐機的攻擊和高射砲擊的圍剿。

在到達目標之前，飛機可以在空中「截擊」或「盤旋」，在投彈以後，它也可以做一切欺騙敵人的動作，但是在幾秒鐘的時間內它却一定要筆直地，在「戰鬥綫」上作等速的飛行。這一點是力學的定律所要求的！

堅強的意志和健全的神經乃是一個飛行轟炸員所必須具備的。四周在飛舞着高射砲彈，而當高射砲停止怒吼的時候，兩側和後面就會緊隨着敵人的驅逐機，可是飛行員却得撇開死亡，把他的飛機在「戰鬥綫」上飛過去，以便準確地拋出那個致命的重載。

## 俯 衝 轟 炸

最近幾年中出現了一種新式的投彈法——俯衝投彈法。水平飛行投彈很不準。那些從飛機中（在等高，作等速飛行，轟炸同一目標的飛機）投下的炸彈會繞着目標而佈成一個橢圓形，正像砲彈的橢圓分佈。

炸彈的散佈可以由許多因素解釋：飛機水平速度的改變，投彈速度的改變，炸彈重量的不同等等。如果炸彈要走比較長的一段路，那末散佈的橢圓就要增大。在俯衝的時候，飛機是沿着極陡的一根線下降的；它的速度分解成兩個分速：水平的和垂直的。俯衝的曲線愈是陡峭，水平的分速也就愈小。在九十度的俯衝角時，這一分速變成了零，於是它對於橢圓分佈的影響也就消失了。

在俯衝的時候，投彈的高度減小了，因為飛機是衝向地面的，這也就是說炸彈要走的路是短一些了。同時炸彈的初速也增大了。

要是炸彈在水平飛行時投下，那末炸彈的垂直初速是等於零，以後它就因為重力的關係而慢慢增加。俯衝投彈則不然，飛機

已有足够的垂直速度。所以炸弹落地就比较快，它的「偏移」很小，准确度也因为弹头分佈的减小而增高，贯穿力则加大。俯衝投彈在襲擊小目標，特別是襲擊移動的目標時更爲可貴。船，坦克，單薄的建築物，橋，掩蔽物等就是這種目標。（見圖十二）

俯衝投彈也有它的缺點——飛行員要有特殊的體格上的忍受力。在俯衝飛行時，飛行員是經受着極大的過度重力。

測量過度重力的單位是g（重力）。一個人能够經受過度重力十五到二十個g，但是這只能在極短的一剎時。在俯衝後，飛機速度的改變到了很大的數目，於是過度重力就會到十個g。

## （五）空 中 ！

高射炮台上是一片寂靜。戰士們一動也不動地坐在那裡，頭上帶着聽筒，好像一些無線電迷，在等着精彩節目的開始。

但是突然在聽筒裡聽到了引擎的洪洪聲……變得更明白了，更響亮了……接着就是一個訊號：「空中！」砲台上的一切都動作起來了。砲管昂起了，探照燈耀眼的光芒一會兒交叉着，一會兒又分開，在漆黑的天空裡追逐着小小的十字形的東西。

轟射！第二次！第三次！……砲彈爆裂的煙雲包圍着那裡陷入狼狽處境的法西斯死黨……再來一次轟射！於是被烈焰籠罩着的飛機旋轉着落到地上來了。

射擊以極大的速度在空中飛行的敵機不是一種容易的事情，人們爲了創造和飛機鬥爭的有效武器不知會化費了多少的精力。

一九一四——一九一八年的世界大戰使軍事航空獲得迅速的發展。最初，飛機祇用來作偵察的；敵對的飛行員在空中碰頭了之後，就用手帕互相招呼一下，然後分開飛走——各自飛向自己的一面。往後飛機中就開始武裝着手槍，但是用手槍來射擊飛機，自然是沒有任何實際上的效果的，

早在一九一五年，在飛機的武裝上就出現了機關槍，於是開始了空戰，首先是一架飛機對一架飛機的空戰，後來就有大隊飛機與大隊飛機間的空戰。

② 同時，炸彈的重量和數目也增加了。飛機已變成了和地上目標作鬥爭的有力武器。人們不再好奇地望著那些空中盤旋的東西了——它的逼近是帶危險的。地上的砲隊開始轟擊空中的目標了。

最初的試驗是失敗的。那時的砲隊雖然也能够射擊移動的目標，但是這些目標移動的速度却不能像飛機所有的那樣大。不錯，飛機在那時也祇有很小的速度——每小時一百到一百五十公里，但這對於大砲已是過度的負擔了。

我們假設飛機是在離砲台三公里的地方飛行，購準員把砲對向目標，發出射擊，爲了飛過三公里的距離，76公厘口徑的大砲的砲彈就要費去七到八秒的時間，在這一個時間內，有每秒四十公尺的速度飛機却已經離開發射時的位置很遠了，大概有三百公尺的光景。

爲了向迅速移動的目標進行射擊，就需要採取『預期』的方法——像獵人射擊飛雁一樣，射向目標的前面一些。但是地上砲隊的購準儀器却不能採取這樣巨大距離的『預期』。

擾亂從地上射擊飛機的還有另一種情形，這種射擊祇有大砲才能够，因爲它們的射程最遠，而它們的砲彈也有最大的速度。但是大砲是專用來在上升角不大（二十五度爲止）的時候射擊的，它們的砲身不能向高飛在空中的飛機購準。

自然，技術已在製造新式的，專去射擊飛機的砲。但當發明家們還在構圖，還在作無窮盡的計算時，前綫的砲手們已自動的在改正缺點。『調整的』大砲出現了。

爲了能够迅速轉動大砲（在三百六十度上）並採用很大的上升角，砲手就把它按放在特殊的『高射架』上——水平的輪子緊

緊地嵌入地中。這樣一來，對飛機的射擊就比較有效了。在一九一五，一九一六兩年中，對每一架擊落的飛機平均要化費一萬一千顆砲彈，所以飛行員對於地上的砲火是毫不介意的。到戰爭的結尾時，即在一九一八年，擊落一架飛機已經需要化費二千顆砲彈了，落下的或然率已增加了五倍半。

現在這種或然率又增加了數十倍。出色的蘇維埃高射砲手常常能用二三砲就把希特勒的空軍擊下。

請看一看作家柯爾伏洛德，伊凡諾夫怎樣描寫蘇維埃高射砲台的工作吧：

『雅雷希金戴著航空帽和護鏡，胸前掛著話筒，這就是他和瞭望哨與指揮處聯絡的工具，發砲是極端迅速的，當你的眼睛還來不及一眨的時候，砲彈已經一個接一個地送出去了。』

……偵察員喊道：

『在某地的上空已經可以聽到敵人轟炸機的喧聲！』

探照燈射向南方。

聽到發令的聲音，雅雷希金在把地點告訴計算員們。他們就坐在離砲不遠的地方，手裡拿著小冊子，在手電筒的微光上面喊出那些數目。

『地點二十三！』我聽見雅雷希金的聲音。

又是計算，又是長長的砲在隱約的閃爍着，又是大地在撼搖着。

轟擊密集起來了。發火的刺網在各處罩住了敵人，死亡從各處威脅着他們，他們已經不能支持了。

『停止發火！』他到雅雷希金的聲音。

寂靜。

敵人逃走了。

## 檢音器

一個人迷失在森林中，他大聲呼喊，要想得到回答的聲音。

「噢——噢——噢」你來了遠遠的聲音。

那個人回轉頭來，努力要確定聲音的方向，終於地辨出來了  
接着他就奔向同伴們。

人有兩隻耳朵，這一點對於方位的決定有很大的意義。他盡力把頭放在這樣一種位置，就是要使在兩隻耳朵裡的聲音是相等的。當這一點做到了時，人就正對着音源了。

在第一次世界大戰時，倫敦的高地上派有瞎眼的聽音哨，叫他們從音響辨別德國齊柏林式飛機的逼近；大家都知道瞎子的聽覺是最銳敏的。

耳朵愈大，它們相隔的距離愈遠，那末方位的決定也就愈準。這一點在檢音器的機械的耳朵上是遲到的，這種檢音器很像大揚聲器的漏斗部分。

兩隻漏斗是用來確定水平方位的——這儀器的軸是正對向目標，不向左也不向右偏；另有兩隻漏斗（轉動時和第一對漏斗毫無關係）是用來確定垂直方位的——它們是由高度上來確定飛機的位置。

檢音器雖然有很大的耳朵，但仍舊不能極度擴展它收聽的半徑。人的耳朵可以聽五到十公里外的飛機聲，而經過檢音器後，也祇能聽到二十到二十五公里以外。雖然如此，這一點區別已使我們能有二三分鐘多餘的時間去做迎接敵人的準備了，而且飛機位置的確定也要比較準確得多。

在擊退敵人的夜襲中，檢音器有特殊的意義。爲了工作有效起見，它們是和探照燈一起選用的。一當檢音器確定了飛機的地位時，探照燈馬上就把自己的光指向那個空間並照亮飛機。

飛機被發現了，有點性一般的探照光絲毫不放鬆它。高射砲

隊開始行動了，它們像白天一樣轟射著那個被照亮的目標。（見圖十三）

檢音器和探照燈組成了防空哨的必備附屬品。

那末防空哨應該離開受威脅的據點多遠方能使它得到適時的保衛呢？下面是拉伯爾斯基在『空軍』一書中的計算：

『我們假設驅逐機是在某一重要據點的防衛中活動，瞭望哨應當保證驅逐機能適時地飛到要保衛的城市的附近。假定十五分鐘內驅逐機能夠獲得決定性的結果。』

現代轟炸機大約有每小時三百六十公里的速度，即每分鐘六公里的速度。這就是說驅逐機應當離開據點  $6 \times 15 = 90$  公里的距離時和敵人的轟炸機作戰。』

這些計算有點陳舊了；它們每年跟著轟炸機和驅逐機速度的增加而改變着。現在驅逐機已經有每小時六百公里的速度，而轟炸機則也有每小時五百公里的速度。因此，防空哨應當放得更遠，以便保證大居民點不會受到突然的空襲。

防空提出了很多其他的數學上的任務。比方，如何佈置空中障礙物以使敵機撞到它們的活索上？這種任務可以用幾何學和概率率定律來解決。

如何配置高射砲台以使在少量的砲台的情形下也能阻止敵機闖入城市？這也是幾何學上的任務。

還可引出許多的例子。數學的計算是滲透到任何和人類的技術活動有關的地方的。

## （六） 機械數學家浦亞

浦亞淑？似乎是一個很熟的名字……顯然，是一個法國數學家。有過一個數學家叫浦阿桑，也有一個叫浦安卡列……但是浦亞淑是誰呢？……

不要費力去亂猜了！浦亞淑——真倒是真的一個數學家，祇

不過是機械的，在工廠中做成的數學家罷了。浦亞淑在每一座高射砲台上工作，它的名稱的意思就是這樣：高射砲火管運器。

射擊空中的目標需要最準確，最迅速的射擊，這裡，數學計算就有重大的意義了。在高射砲隊裡，一切都是基於數學的，那裡沒有什麼像在射擊地上目標時所常有的直接標準如『目測』等等。

確定空中目標的位置比地上要難得多。地上目標祇有兩個高度，而空中的目標却有三個高度。增加了一個對砲手非常重要的高度；沒有高度的知識就不能射擊空中的目標。

浦亞淑的家屬是很多的，有的是圓錐形，也有的是圓筒形，有的喜歡正弦的機械，也有的是喜歡正切的機械。爲了不要講得太詳細，我們暫來看一看『司貝里T-8』式的浦亞淑。

『司貝里T-8』式的浦亞淑是一個『強固的』數學家，它有半噸重，而且祇有車子才能移動它，有五個人服侍這一器械，從前，當『司貝里』還未改善的時候，則需要十個人服侍它。

五個人——對於這樣複雜的器械是不能算多的。它裡面有許多工作得極準確並且能自動地在短的一剎時就算出很困難的計算的儀器。

確切一些說，浦亞淑不是什麼別的，而祇是一種專門適用於高射砲隊的計算機。如果不用它，那末當砲手們還在計算的時候，敵人的飛機却早已飛得老遠老遠了。

浦亞淑的任務是非常複雜的。它應當確定目標在空中的位置，此外，它還應當監視着目標的運動，一秒鐘都不能放鬆它。

但是敵機在那一方向並且以怎樣的的速度飛行這個問題却是不曉得的。我們對這個問題可以來作一假設。我們『司貝里T-8』式的浦亞淑是在這種假定下建造的，就是目標是以直綫等速在水平面上飛行，那就是說它在地上的高度是相等的。我們已經知道，不久前的投彈確是需要這種運動的。

我們假設浦亞淑已經捉住飛機並且正在監視着它，但是事情還祇剛剛開始，因為我們所要的不是射擊飛機，而是要射擊那飛機將飛到的一點。那末過幾秒鐘才可射擊呢？這時間就等於砲彈飛到那一點所需要的時間，這一點叫做「相遇點」或者「預期點」。

現在我們可以明白，浦亞淑的任務是很複雜的。飛機從A點飛到M點（相遇點），它的速度我們祇能假設，方向我們也不能準確知道。（見圖十四）

從架在O點的高射砲射出的砲彈是沿着一條彎曲的彈道飛行，並且應當和飛機同時落到M點。發砲的時間需要算得非常準確。幾分之一秒的錯誤就會使砲彈過早的飛到M點或是過遲的飛到M點，以致它是在離飛機數十公尺的地方爆發。

當飛機逼近的時候，就有一隻特殊的儀器（於浦亞淑無關）——高度計來決定飛機的高度，接着這一高度就在浦亞淑的刻度盤上記錄下來。這時一個「服侍人員」把儀器在水平方向上對着飛機瞄準，此後，浦亞淑就繞着垂直軸而旋轉。另一個「人員」則在垂直的方向對飛機瞄準，而浦亞淑內部這時也有一種特別的器械在繞着水平軸旋轉。

浦亞淑的機械是這樣地旋轉，使飛機總是在它的視野以內，它們自動地算出了飛機的方向和速度並且極度迅速地——幾乎是一霎眼的工夫——找到了「目標的彈道坐標」：砲彈飛行的時間和瞄準角。在做這些計算的時候，浦亞淑也考慮到對風和砲彈旋轉的修正，它像一羣數學家那樣地工作着，但卻要比它們快得多。

浦亞淑對高射砲的命令是由電綫傳達的，但是却從不用電話傳達——因為這需要太多的時間。傳達是同時的：浦亞淑的命令直接由高射砲的器械接受。這工作由幾隻特別的發動機（裝在浦亞淑上也裝在高射砲上）來完成。這些發動機也用來調節隣機

角和上升角。(見圖十五)

還有一個很重要的問題，高射砲彈應該在『相遇點』上——離起射點有一定的距離——爆炸。砲彈上有一隻『距離管』，它的環可以這樣配置，使得砲彈能在任何離高射砲的距離上爆裂。

在陸上砲隊中，這種裝置是由裝彈員執行的，在高射砲隊中則是自動的，距離即由浦亞淑決定。

蘇維埃高射砲隊在衛國戰爭中顯出極大的作用。但是我們還有一種新式的，消滅敵機的利器：這就是步槍。

許多不大靈活的飛機是遭到了步槍的射擊。步兵學會了採取必要的『預期』並且轟射發動機或其他飛機的要害。游擊隊員也做效這個光榮的例子。

這樣，在新的，完善的武器戰爭中，舊的，比較原始的武器也能顯出它的威力，而在勇士的手中變成了對敵人的可怕力量。

## (七) 傘兵降落的時間

第一個用降落傘來救命的是蘇聯英雄格洛莫夫。

帶降落傘的跳落和很多數學上的問題有關。現在我們來稍微討論一下。

傘兵的降落要延續多少時候？

在地球的高空中，空氣的密度較小，因此下降的速度很大，但是隨著對地面的接近，下降的速度也減少了，差不多有相等的平均速度——每秒五尺到六公尺。

在張開的傘上的降落並不是一種困難和危險的事情，最不舒服的時候乃是從飛機上跳落的時候和著陸的時候。

我們不預備多談關於作第一次跳躍的傘兵的神經緊張：通常在跳落前的恐怖，即使是有過第一次經驗的傘兵也是難免的。

現在假定有一個人跳落下來。如果降落是在真空中進行，那末到第一秒鐘的末尾，速度已達到每秒十公尺，到第二秒鐘的末

尾則達每秒二十公尺，這樣推下去。降落三十秒鐘以後，這個人已經有一顆從白砲裡放出的砲彈那樣的速度的了——每秒三百公尺，而再過四秒鐘這個人就要超出聲音的速度了！

可是降落是在空氣中進行，空氣的抗力完全擾亂了該幅的圖畫。空氣的抗力比速度的增加要快得多。

實驗證明，一個已經達到某種下降速度的物件不能再加大它的速度，還是因為有空氣阻力的緣故。往後，這個物體就以不變的速度——臨界速度——降落。下降臨界速度的大小是隨物體的形狀和重量而定的。對人體說來，它不會超過每秒五十到六十公尺，而這一速度是在降落後第十一或十二秒時達到的。

那末當一個以每秒五十公尺的速度降落的傘兵撥開拉環的時候，要發生點什麼事情呢？

下降的速度很快的減少。降落傘速度劇烈的變緩是在十五公尺到二十五公尺的路上出現的，就是在那大約等於0.4秒的時候。這是在降落傘剛剛全部張開的路上。

如果傘兵重八十公斤，那末在降落傘張開的時候他的重量就要有半噸了！外加的四百二十公斤把他拉向下，結果得到了可怕的劇振。

但是因為這一劇振並不長久，所以對人體器官並沒有什麼有害的影響。經驗告訴我們，兔子能夠在兩分鐘內背馱十倍的過度重載，可是此後要是那重載再繼續八分鐘，那它就要死了。一九三九年的蘇聯海陸空軍大檢閱時，傘兵不受損害地經受了十六倍的過度重載。在這種重載下，人的重量超過了一噸！

有人問：在剛跳下的時候就張開降落傘，也許會比較有利些吧？自然，這是不能在最初的時候作的，因為那時降落傘在張開的時候可能纏住了飛機的著陸裝置和其他突出的部份。但是如果在一二秒鐘以後，當飛機已經離得很遠，而傘兵還沒有在垂直線上獲得相當速度的時候做這一個動作如何呢？

數學計算使我們相信，這種動作並不總是適宜的。問題在飛機裡，傘兵離開飛機的時候還保持着他的水平分度。可是飛機的水平分速却是一個大的數目，在每小時三百六十公里的飛機速度時，它等於每秒一百公尺。這就是二十五倍的過度重載！

在二十五倍的過度重載下，人重約二噸。自然，在某種場合下，甚至連這種過度重載也不會有害於人體器官。從飛行極速的飛機上跳下後，得等待幾秒鐘，直到空氣的阻力清除了初速的時候。

這種事先謹慎的所以需要，還有另一個原因，當離開飛機以極大的速度在空中飛下來的時候，傘兵是經受着巨大的空氣抗力。當他張開降落傘的剎時，一股氣流會以這樣的力衝向他，可使他裂成片片。

特殊的實驗（從飛機中擲出假人）證明，從一只以每小時六百公里的速度的飛機上跳躍下來，如果用現代這種樣子的降落傘是不可能的。從這樣的飛機中，甚至連爬都爬不出。計算和實驗證明，以這種速度從飛行的飛機上跳下來的傘兵會碰到整整一噸重的力！

完全張開降落傘需要二秒鐘左右，而在這一時間內，降落傘已走了一百公尺的路程。可以張開降落傘的最小高度因此就是一百公尺了。但是因為有其他的意外，這個數目應當倍一倍。有許多飛行員都因為把降落傘張得太晚而犧牲了生命。

有一次卡伊當諾夫同志在離地六七十公尺的時候張開降落傘，結果沒有來得及完全張開，幸而還好，他跌在一個白樺樹叢上面，因而沒有喪命。

帶着張開的降落傘的降落速度並不大——每小時十八到二十公里。但是誰都經受過電車突然停止時的劇烈振動，而且也曉得這一振力是如何的大。

在着陸的時候，傘兵得曲起雙腿，以減少落地時的劇振。俾

著雙腿所受的打擊是極大的——可以折斷雙腿或是全身受到損害。大家總都記得，當降落了一級樓梯時我們所受的打擊是如何的大。但是如果屈著雙腿落地，那末就可像發條一樣減少打擊力量了。

**降落傘作戰術**——這是一種新的科學。派一隊傘兵集中著陸而不要在分散的地方著陸是很重要的。分散了著陸就易成爲敵人的俘虜。

在實驗中顯出了很有趣的事情，如果從一只大型飛機上跳下很多的傘兵，那末他們在地上將佈成一個橢圓。這也就是我們以前所討論過的橢圓分佈。傘兵也像砲彈或炸彈一樣分佈在八條橫帶和直帶上。

延緩張開降落傘的降落在什麼情況下有重大的意義，這種降落又名「緩跳」。

在大群著陸的時候「緩跳」也有很大的意義：橢圓可以小了數倍。

從高空降落，要採取緩跳。我們假設，跳傘是在六公里的高空舉行，帶着張開的傘的降落需要二十分鐘，在這一段時間內，風可能把傘兵吹過數十公里之遠，可能把他帶到池沼裡或森林中去。（見圖十六）。

爲了完成緩跳，就要有意志的大力和冷靜。第一次緩跳的飛行決不是那末簡單的。著名的降落傘員卡伊當諾夫同志對於他的第一次緩跳描寫得很清楚：

「我決定不張開降落傘飛一百五十公尺以上。

招右手接在拉環上，我就下跳了，在這一剎時，我的全身都被那立即要解開拉環的顫望所包圍着。但是我仍硬挺下去。耳旁聽着尖銳的呼呼聲。似乎有什麼人在用一股非常巨大的力把我拖向下一般。

解開拉環的顫望逐漸增大起來。

還願望向各處鑽探着。我的岩石一般的身體上，幾乎沒有一個細胞不在喊：『解開拉環！張開降落傘！』

強大的聲音在我的內部叫喊着，以致我彷彿落入了無底的深淵。甚至在那呼嘯着的空氣裡我也聽到了這一有力的聲音：『停止下降！』

肚子裡像有東西在抽動，我不能再抵抗了，於是只好張開了降落傘……我用綫跳的方法下降不到五十公尺』。

但是過了一個月之後，卡伊當諾夫同志已順利的完成了另一次綫跳下降，中經七百公尺的距離。

蘇維埃飛行員——是技術熟練的綫跳大匠，他們創造了世界的記錄。降落傘大匠葉夫陀基莫夫同志在一百四十二秒鐘內下降了七千九百公尺。一九三七年八月二十四日，降落傘員卡伊當諾夫又打破了高度的記錄，完成了從同溫層的飛躍（一萬一千另三十七公尺）。

## （八）降落傘降落術小史

飛行員用的輕便降落傘的最初發明者之一乃是俄國工程師柯吉爾尼柯夫。他因為親眼見到飛行員馬吉羅維奇喪生的慘狀，所以立願把自己所有的心力都獻給降落傘的工作。他採用薄的，非橡皮布的，柔軟的布料。這種布料做成的降落傘是很輕便而牢固的。

柯吉爾尼柯夫想出了能自動張開的降落傘的製造，它的樣子和現在所造的幾乎一樣：也有張索，背囊等另件。但是這個發明者却得四出奔走，以使他的發明獲得沙皇俄國的承認。

祇在一九一四年，在俄國才開始製造柯吉爾尼柯夫的降落傘，但是它仍沒有獲得廣大的應用。

在蘇維埃聯邦，降落傘的作用是得到了應有的評價。從一九二九年，降落傘就成為飛行中的每一個飛行員的必需附屬品了

但是降落術的問題，特別是數字方面的問題，當時還等待後人的解決。

一九二九年以後，在蘇聯，降落術已走過一段光榮的道路。蘇聯的降落傘員創造了一道中的世界記錄。他們以『緩跳術』來推翻了醫師的恐懼，這些醫師害怕在緩跳中降落傘員不是要失去知覺，就是要氣喘，或是要因為心臟的爆裂而喪命。

降落傘降落術在戰爭中得到了廣泛的應用。

在這一次大戰中，德國人曾不止一次地應用過降落傘部隊的登陸。但是我們可以看一看一九三八年德國上尉斯刀芬塔爾格是怎樣寫的：『降落傘在戰爭中的應用是一樁新的事情。這方面我們還沒有什麼經驗……但是可以從俄羅斯的演習和蘇維埃專家的意見裡汲取一些材料』。

## 對未來的一瞥

在人類從希特勒法西斯主義手中獲救後，當自由而幸福的生活再度在那維埃國家裡如花盛開時，飛機在和平建設上將獲得巨大的意義。

蘇聯的廣大的領土需要迅速的連絡工具。可是有什麼東西比飛機更快呢？無論是廣袤千里的森林，無論是一望無垠的沙漠，也無論是不能通過的山嶺都不能阻住它。

飛機可以高升到平流層。那裡，不受氣候變化的影響和幾乎不遇到空氣阻力的飛機將以每小時一千五百公里到二千公里的速度飛行。齊卡洛夫同志所夢想的繞地球不着陸旅行將成爲平凡的事情。大型的飛機將載着數十位乘客和貴重的貨物飛行。

完善的管理儀器將自動地駕駛飛機，以免飛行員的過度疲勞。乘客將獲得一切在現代火車上的所有的便利。

但這多少總是比较遙遠的未來的問題。那末最近的將來我們

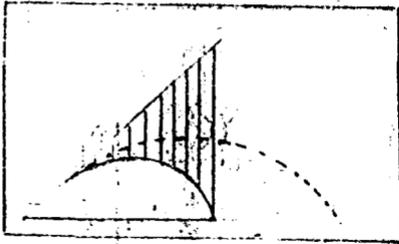
可以有些什麼呢？下面是飛機建造專家所描繪的未來的航空。）  
見圖十七)

驅逐機將從每小時500—600公里的速度而進到700—800公里的速度。

速度增加的所以能夠達到，不僅是由於摩托能率的增加，而且還可由於其他各方面的改進。單單在摩托方面用功夫是不夠的，因為根據實驗，知道摩托的能率增加百分之三百，飛機的速度却祇增百分之十六·八，因為它同時也增加了重量。最有效的減輕飛機重量的方法乃是：改進機翼的側面以增加飛機的浮力，發明新的，更堅固而輕便的材料。

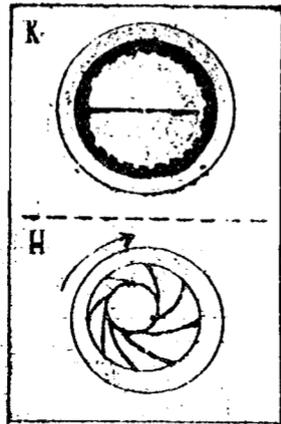
現在飛機建造者的思想就是沿着這條路走的。

航空事業發展的前途是無可限量的，人類科學的進步也是無可限量的。但是在科學的敵人法西斯主義——沒有被澈底消滅之前，我們將不能過着真正幸福自由的，享有各種科學的物質文明的生活。



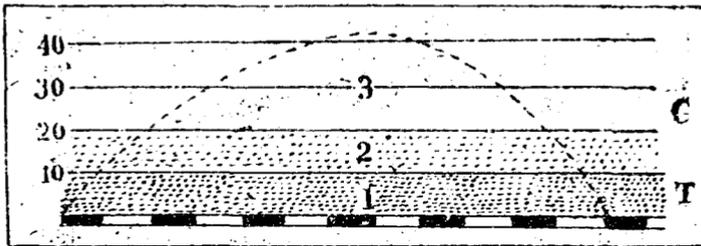
(圖一)

彈道曲線的性質。  
虛線為拋物線。

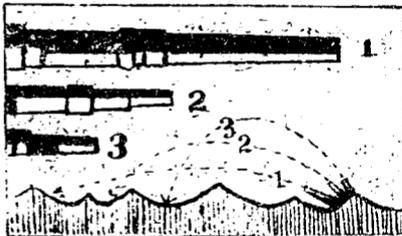


(圖二)

K——口徑的筒法  
H——有紋的砲筒

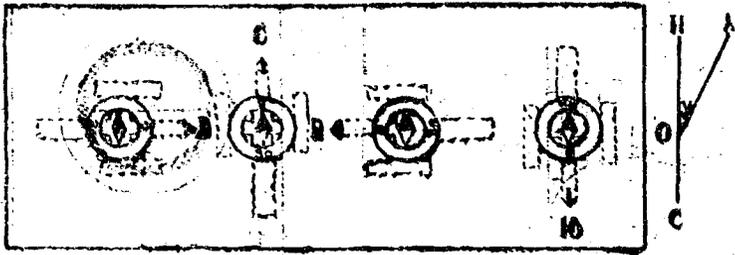


(圖三) 超遠程大砲和普通砲的砲彈彈道：上面一根為超遠程砲的，下面兩根為普通的。C——平流層，T——對流層，1空氣密度很大，2空氣密度較稀，3幾乎無空氣。

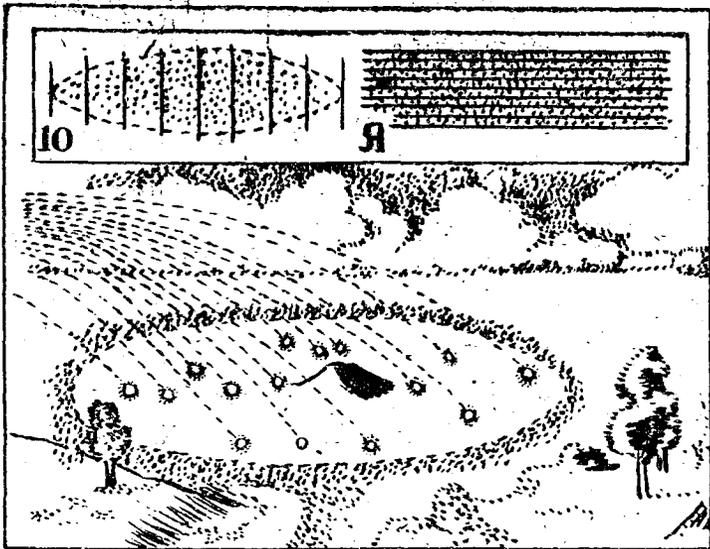


(圖四)

砲身和彈道：1大砲；2榴彈砲，  
3口砲（三砲筒口徑相同）。

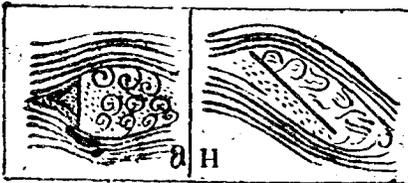


(圖五) 如何根據羅盤來定磁的方向

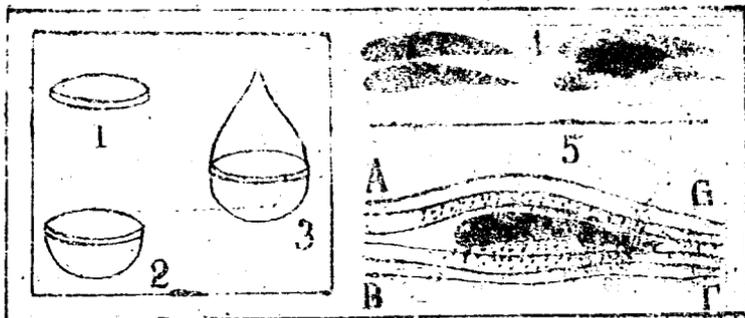


(圖六) 磁圓分佈

Ю——分成十橫帶， Я——分成十縱帶。

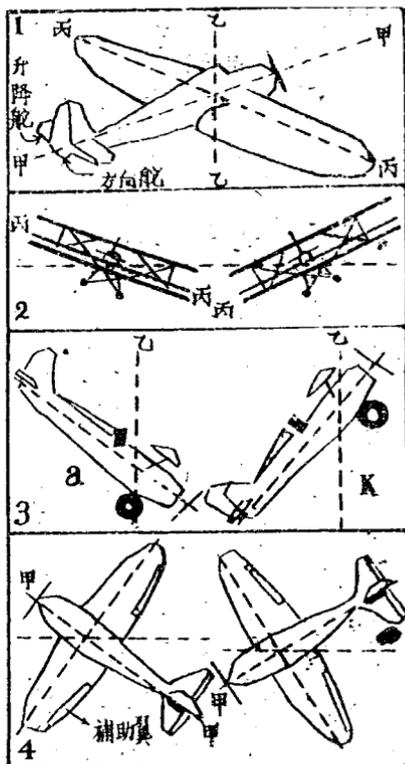


(圖七) 圍繞着薄板的氣流，加號代表壓力增加，減號代表壓力減少。



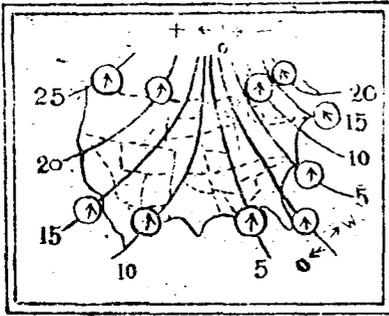
(圖八) 圓形平面1在運動時對空氣有最大的抵抗力，實心碗形物

機翼斜切面4，還有機翼對空氣的轉流。性行略圖5。  
 2的抵抗力較小，水滴形的物體3的抵抗力最小。右方則有



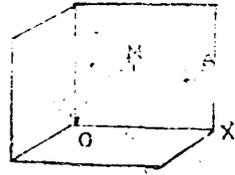
(圖九)

1 — 飛機的三根軸  
 2 — 飛機的俯衝  
 3 a — 俯衝  
 3 K — 斜降  
 4 — 飛機的疾飛。

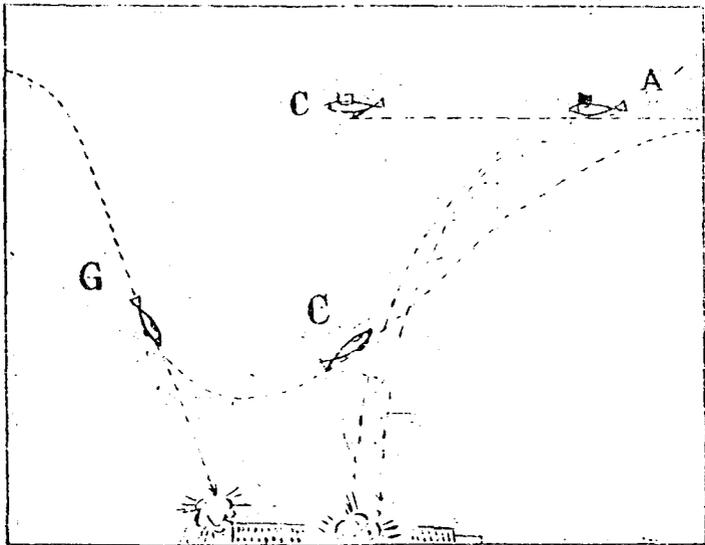


(圖十一)

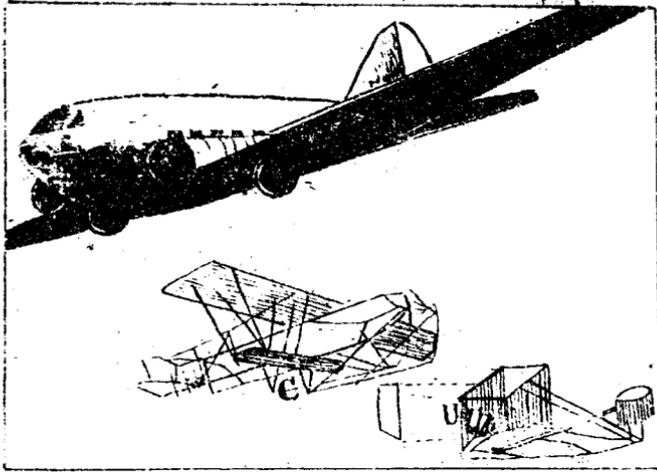
英國的發射機差圖



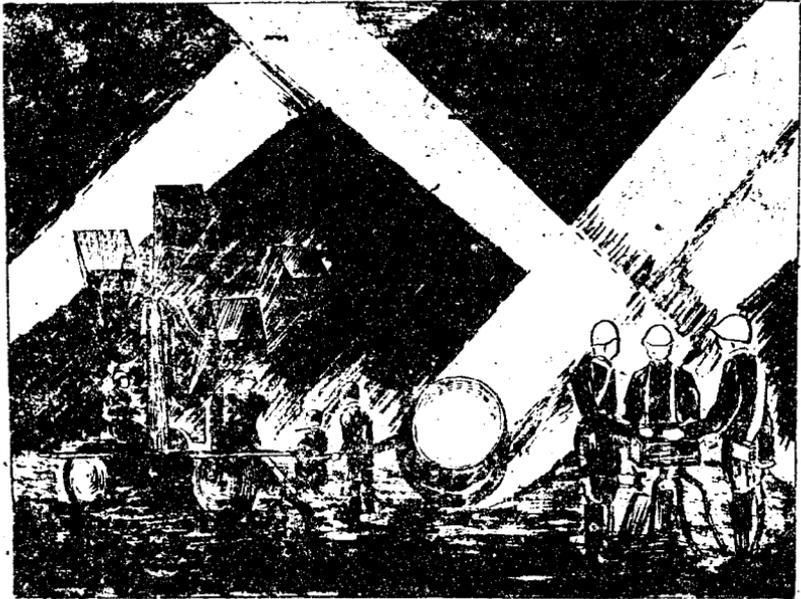
(圖十四) 砲彈和飛機的「相遇點」的略圖



(圖十二) A——水平飛行時的投彈 G——俯衝投彈；  
兩個C字表示炸彈爆炸時飛機的位置



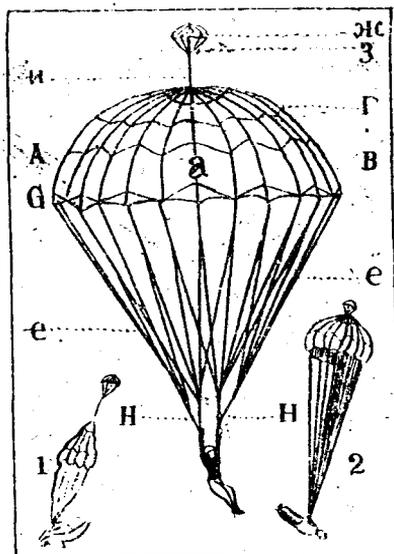
的複葉飛行機，上方——現代搭客飛機。  
 雷特兄弟的飛機，中間——一九二二年法尔登  
 (圖十) 航空的發展、右下方——一九〇八年



(圖十三)  
 檢查器與探照燈的聯合動——「音響探照燈」；右方是管理的器械。

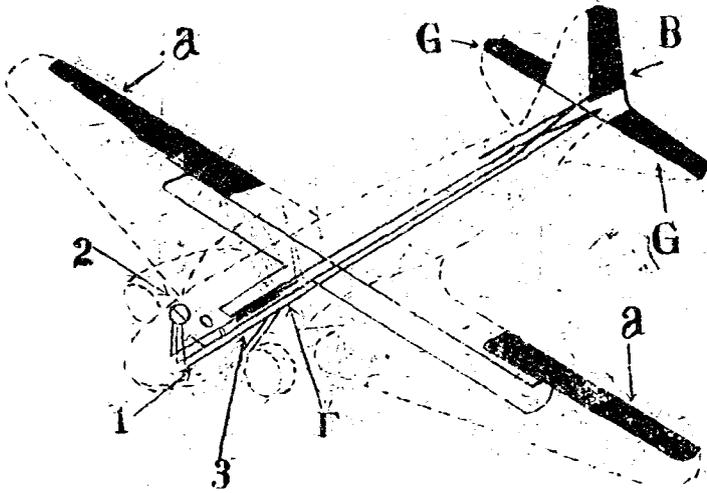


(圖十五) 高射砲火管理站——浦亞淑，中央——測速器和測高器，左面——中央管理器，右上角圓圈中——浦亞淑和砲自儀器的連絡圖：a——浦亞淑，G——測速器和測高計，B——高射砲，Г——自動調節距離測定管理的機器。



(圖十六)現代降落傘略圖: a

傘面, Г—分幅 В—楔形  
 片, Г—輻射形棧, Н—針  
 棧, e—傘索, ЖЗ—鼓傘,  
 З—鼓傘索, И—總中心索  
 , А—下垂綫; 1—鼓傘促  
 使降落傘張開, 2—在完全張  
 開以前, 空氣進入降落傘的情形。



(圖十七)

- 1—通駕駛器的導線， 2—管理的器械。  
 3—調節油的輸送槓杆。a—補助翼，  
 G—高度舵，B—轉向舵，F—管理的摩托。

飛機的自動駕駛器在飛行時，飛機與地面的相對位置，和飛機的運動方向的示度都是隨時地傳給那些作用於管理器的摩托，就像駕駛員在的時候一樣。在傾斜、轉彎和偏航的時候，氣門就張開了，而油箱內的活塞也開始工作；油的輸送推動了一只特別摩托的活塞，因此這只摩托就再去推動管理器而使飛機回到正常的位置，那時氣門就有動地閉起，自動駕駛的整個系統也進入靜止的狀態。飛機照着它的路線繼續飛行。



---

---

# 無形的戰士

---

編者 伏爾柯夫

出版者 冀中新華書店

總店 魏陽城內

分店 任河臥佛堂鎮、安國、  
辛集、河間

分銷處 任邱、獻縣、高陽、泊鎮市  
舊城（東鹿）、饒陽大尹

代銷處 各縣鎮書店

---

一九四七年十二月

---

---

