

介紹彈道學

虞 生

——有些同志，一聽到彈道學三個字，便感到奇怪，因此連想到這個名詞，在許多人心中一定是非常生疏的。既然誰都知道國防的重要，那末對這門重要的國防科學，作個粗淺的介紹，便不能算是毫無意義的吧！——

一、什麼叫做彈道學？

彈道學可以說是物理學中一門應用的學問，它是專門研究槍彈和砲彈的運動以及影響它們運動條件的科學。因為子彈的進行是非常迅速，而高速運動的物體在空氣中運動情形總是十分複雜，甚至於尚未能圓滿解釋的問題，所以研究起來，也就不容易。通常我們根據槍（砲）彈的運動情形和條件的不同，把這門科學分成兩個主要部門來研究，一部叫做膛內彈道學，另一部叫做膛外彈道學；顧名思義，這兩者中間的區別便已十分明顯；前者是討論彈體在槍管或砲管中運動的情形，而後者所要討論的便是彈體出了槍口或砲口，進入空氣中運動的情形。

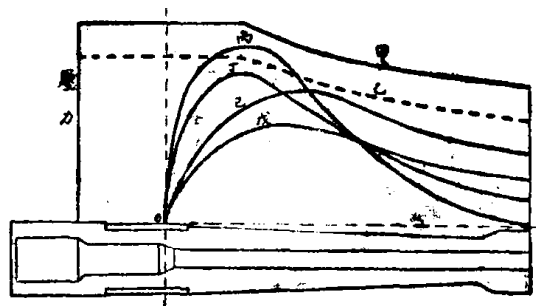
我們現在就按照這樣分法來解釋它們的內容。

二、膛內彈道學

槍彈和砲彈為什麼能够在槍管和砲管中用很大速度進行呢？這是因為它們受了發射藥燃燒時給它們很大能量的緣故。因此發射藥的質量，燃燒的情形，藥室的大小，以及管內氣壓的變化，都直接影響彈在管中的進行。如果把火藥性狀，膛內氣壓和彈的速度三者間的關係弄清楚，也就認識了膛內彈道學最重要的問題。

在設計槍（砲）管的製造時，我們總規定它能忍受某一定的氣壓，換句話說，如果管內的氣壓在某點超過了槍管金屬的彈性限度時槍管便會爆裂，發生膛炸的現象，傷害了自己的人員。這是武器上的大忌，必須避免的。怎樣避免呢？我們知道

每一種槍管都有它本身的壓力曲線，它表示出管內各點所能受的最大壓力（我們簡稱為最大膛壓）如圖一的（甲）便是。為了安全起見我們把這條曲線（甲）縮減成曲線（乙），然後我們的設計無論如



圖一 火藥壓力曲線

何不使最大膛壓超出曲線（乙），那末便不會發生膛炸的危險了。

不同的火藥有不同壓力曲線。圖一中（丙）（丁）（戊）三條曲線代表三種不同火藥所產生的壓力曲線。假如各曲線和 ox 線之間所包含的面積一樣，也就是能量一樣，因此三種火藥所給彈的初速是相同的（所謂初速指的是彈抵槍口時的速度），但它們各點間的膛壓都互不相同，這主要是因為火藥的燃燒快慢不一樣。曲線（丙）代表燃燒較快的火藥，曲線（丁）代表燃燒較慢的火藥，而（戊）代表燃燒更慢的火藥。在圖中可以看出曲線（丙）某部分的膛壓超過了曲線（乙），所以不能應用，（丁）和（戊）的火藥是惟一可用的火藥。如果打算增加彈的速度可以利用火藥（戊），只要增加它的裝藥量，我們得出曲線（己）；這樣雖然增加了膛壓但仍不超過（乙），同時因面積的增加，表示初速的增加。

從理論上講，理想的曲線應該是(乙)，但事實上膛壓如果真達到這條曲線，反而不合實用了；因為這樣高的膛壓和隨伴着的高溫度很容易使槍管耗損，造成彈和管壁間的空隙加大；結果氣體便會從彈的轉動帶和管壁間的空隙中逃逸，於是減低了膛壓也就減低了速度反而把射程縮短。所以我們選擇發射藥時必須考慮到最合實用的膛壓曲線。想使彈得到最大的能量，又想使槍(砲)管的壽命不縮短，有時是很難兼顧的。在實用上我們往往寧願犧牲一點彈體的速度，使它比最大值小一些，來延長槍(砲)本身的壽命。這樣我們便須選擇適合的藥量使膛壓和溫度不致對槍管的損耗太大，同時選擇藥的形狀必須均勻，使膛壓不會在某點上突然超出(乙)線。

我們常用的發射藥是無煙藥，它的顆粒可以有許多種大小不同的形狀，像條形，線形，單孔形，多孔形，和花孔形等。這些顆粒由於燃燒性質的不同可得到不同的壓力曲線。多孔形和花孔形的顆粒在燃燒進行中它們的燃燒面積反隨之增加，而帶狀等的顆粒燃燒時，燃燒面愈來愈小。所以在同一膛壓條件允許之下，用多孔或花孔形狀可以得到較大的速度，而且壓力增加後是慢慢地減少下來，決不像帶狀等產生最大膛壓後便立刻降低下來。因為多孔形和花孔形顆粒有這種優點，所以多被用作砲彈的發射藥，至於槍彈的發射藥普通用單孔形這是因為顆粒太小無法造成多孔形，不得已而求其次的緣故。

速度和最大膛壓的變化也可利用裝藥的密度的不同。密度是單位體積內的質量，所以變換密度有兩種方法，一種是保持它容積不變只變換藥的多寡，還有一種是固定藥量而變更容量。但在同一種武器裏，只能用變換藥量的方法。減低了密度也減低了膛壓和速度。事實上速度是隨着密度的平方根而變的。

火藥溫度對彈的速度也有很大的影響。溫度增加使藥燃燒得快便增加了初速，反之亦然。所以在槍砲的射表中，都附有氣溫變化對於射程的修正表。

膛內彈道學也包含初速的計算。量彈的速度原理很簡單：我們預先固定路程，然後測量彈走這段路程所需要的時間。因為子彈的速度很大，我們用一種叫做測速儀的儀器來測量時間，可以把它

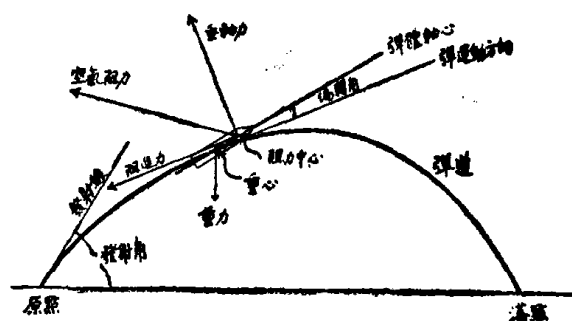
測得非常精確。同時彈在管中進行時壓力的變化情形我們也可以用儀器測出來。這樣速度和膛壓既可測出，挑選合適的火藥和它的形狀，可使射擊達到最大的效果。

從以上所談到的看來，膛內彈道學牽連到很多其他的科學；要研究它，必須研究熱力學，材料力學，以及火藥學等等學問。同時現在的武器種類既多，而且日新月異，它們的性能就有很大不同；以上所講的除了各種槍之外，砲方面只限於膛線砲、滑膛砲發射砲彈時的膛內情況，像火箭砲無座力砲的膛內彈道便有顯著區別，因此在研究的時候，一定要考慮到各種條件的變化。

三、膛外彈道學

上面已經提過，膛外彈道學是討論彈在空氣中運動的科學。當彈體用一定的初速和一定的角度發射到空中時它的重心所走的軌跡就叫彈道，這彈道是和拋物線近似的曲線。膛外彈道學所要解決的問題也就是計算各種彈的彈道曲線，使彈在一定條件下，射中一定的目標。

為了以後解釋清楚起見，讓我們介紹一些專名詞。在圖二中，紙面是彈的射擊面，曲線便是彈



圖二 彈道曲線

道。所謂原點指的是彈剛剛離開槍(砲)口時的重心位置。彈遇物或落地爆炸時的一點叫做落點。發射線是指彈離槍(砲)口時所走的直線，應在原點和彈道相切。發射角是發射線和水平線之間的夾角。當彈在空中進行時，彈的對稱軸往往和彈進行的方向成一角度，名叫偏轉角(Angle of yaw)，偏轉角可以在任何平面上，這個平面和射擊面之間的夾角叫做方向角，用來表示偏轉角的位置。我們決定進行中的彈體位置時總是對原點O而言，如果在時間 t 時彈的座標位置是 x, y ，其時速度為 v ，彈進行方向和水平所成的角度為 θ ，那末膛外彈道學

就是要求得彈道上任何一點的 x, y, v, t 和 θ 諸值，拿已知的初速和發射角以及彈的形狀等的函數表示出來。結果也就是等於要解幾個微分方程式；但困難的是這幾個微分方程式並不是封閉式，要解它們只好用實驗的或分析的近似方法。這種繁複的計算便是膛外彈道學的任務。這個任務具體的表現就是造成了各種彈道表。彈道表用來告訴我們用某一種彈，在某種發射角下，可達到某一定的距離。

在建立彈體運動的微分方程式時，自然必須考慮到它所受的各種力量。當彈在空中飛行時它主要受到兩個力量，一個是空氣阻力，另一個是它本身的重量；重量的方向永遠朝着地心，是使彈道成為拋物線的原因。空氣阻力是個非常複雜而困難的問題，它的大小隨彈的速度，氣流速度，彈的特性和空氣特性等不同情形而變。我們先要講一講這個空氣阻力對進行中的彈體起了什麼作用？

空氣阻力作用在運動中的彈體上，可以認為係作用在一點上，這點叫做阻力中心。槍彈和膛線砲彈的阻力中心位置比重心靠近彈頭。爲了計算方便起見，空氣阻力可分成兩個分力，其中一個分力方向和彈進行的方向相反叫做阻進力，另一個向分力方向和它垂直叫做垂軸力。這兩個分力都受偏轉角很大的影響。如果偏轉角增加，彈受阻力作用的面積也加大，於是空氣對彈進行的阻力增加，也就是阻進力變大。實驗證明了當偏轉角爲 13° 時的阻進力要比沒有偏轉角時的阻進力大兩倍。同時因爲垂軸力既作用在阻力中心，對重心便產生一種力矩。這力矩有使彈傾頭的趨勢，偏轉角愈大，彈就愈容易栽跟斗，所以必須要把偏轉角維持到最小值，這便是彈道學中很重要的穩定問題。

假如我們讓彈在空中繞着重心自由打滾地前進，那末當彈碰到目標時，不一定是彈頭對上，因此會不會爆炸，便未可知，往往白費了彈藥。爲了使彈頭永遠朝前，我們必須使彈穩定地飛行。要取得彈的穩定有二種方法。在有膛線的槍砲中，彈在管中順着膛線飛入空間時已獲得一種繞彈軸轉動的效果。因爲轉動很快，彈前進時便很穩定，不會大翻跟斗。這個作用和陀螺運動原理一樣。雖然由於彈道是曲線，重心隨着彈道走，而彈體有保持原狀的慣性，因此它的軸線方向不和彈道相切而是指向彈道之上，結果仍難免不造成了偏轉角，但這時

偏轉角的作用只對它產生一種進動現象（凡轉動體受力矩的作用而使旋轉軸的方向漸次變更的運動稱爲進動）。像力矩對旋轉陀螺的作用一樣，因偏轉角所產生的垂軸力的力矩，有使彈體向右偏的效應。粗心的人一看彈往右偏，大概以爲風力的影響，殊不知是偏轉角在作祟。使彈轉動是一種穩定法，還有一種穩定方法是在彈尾上加尾翼。滑膛砲彈和炸彈中通用的就是這種方法，它的作用是這樣的：因爲加上尾翼後，阻力中心位置變了，它跑到重心的後面，離彈頭反比重心遠，因此當彈進行時，垂軸力所施的力矩反而使偏轉角減小，因而自動地獲得了穩定。

彈的速度和空氣阻力的關係是非常不規則的，只有一些經驗公式告訴我們一點這方面的知識。大約可說在速度不超過每秒240米時，阻力是和速度平方成正比，速度在每秒240—500米之間時，阻力和速度的立方或四方成正比，速度更大時，兩者的關係變化更不規則是一條下凹的曲線。

還有一件饒有興趣的事：當彈的速度在音速之上和在音速以下時，它所造成的氣流運動，情形截然不同。在音速以下或接近音速時，球面的彈道波在彈的前面造成，我們可以聽到振幅很小的聲音，只要一超過音速，彈道波成了圓錐形落在彈體的後面，同時波的振幅突然增大，空氣阻力也隨之突增，彈在頭頂飛過時可以聽到刺耳的聲響。

空氣的性質對於彈道的決定，也佔重要地位。譬如空氣的溫度變了，就影響了射程，空氣的密度大了小了，就使空氣阻力增加或減小。這些因素在製射表時都要考慮到，應該有修正表來校正。彈體的特性對於射程也有直接影響，每一種彈體都有它的常數，叫做彈道常數，來表示它的特性。這係數包含面積，形狀，空氣密度等因子在內。係數大了相當於空氣阻力的減少，也就是射程加大。

關於膛外彈道學我們已指出了它主要研究的對象。在這裏我們也可看出如果不研究剛體力學，氣體動力學以及氣象學等科目，便想解決彈道學上的問題，是辦不到的。無論膛內膛外，彈道學和其他許多科學有着非常密切的關係。

四、彈道學有什麼用處？

在使用武器的時候，我們只要經過一番簡單容易的動作，便可發射彈藥打中目標，看來似乎和

彈道學毫不相干，但這種想法未免太近視了。我們知道使用武器的目的在於有效地殺傷敵人，攻摧陣地，同時保證在使用時不傷害自己的人，爲了要達到這些目的，在武器的製造設計和發明上便有許多道理，這許多道理，便是彈道學的內容。違反了彈道學上的原則而製出武器來，不是無效便是出錯。因爲彈道學並不是憑空想像出來的學問，它是多少年來的科學家軍事家的發明和實驗結合起來的東西，也可以說用人類鮮血造成的學問。在戰場上使用的射表，便是經過射擊試驗後從彈道表中計算出來的。所以我們說彈道學是一門最實用的國防科學，一點也沒有誇張的地方。

但是研究彈道學有它幾個特點：第一，它完全是門實驗科學，決不能閉門造車，必須有良好的研究室和射擊場，充實的儀器和設備，所以費用浩大。更因爲它有關國防的安全所以這種研究工作，只能由政府來舉辦。第二，資本主義國家，對這門學問嚴守秘密諱莫如深，即使一得之見都不肯輕易公布出來。第三，它雖然應用在戰爭中，但必須在平時來培養它。這不是一朝一夕便有成績的工作。

在帝國主義尚存在的一天我們被迫需要鞏固我們的國防，因此對於彈道學這門科學，就應該重視起來了。

蘇聯三度照會美英政府關於審判日細菌戰犯問題

1950年12月15日，蘇聯駐華盛頓與倫敦的大使，奉蘇聯政府的訓令，將關於把日皇裕仁與某些日本將領交給國際法庭審判問題的照會交給美國和英國政府。

致美國政府的照會全文如下：

“十個月以前，即1950年2月1日，蘇聯政府曾將在伯力市濱海軍區軍事法庭於1949年12月25日至30日所進行公審日本戰犯山田、梶塚、川島及其他等人之結果的照會一件遞交美國政府。在這個法庭上，證實了以日皇裕仁爲首的日本統治集團，在許多年間曾秘密準備細菌戰爭——一種最慘無人道的侵略武器——以反對蘇聯、中國、美國及英國。

基於該法庭所確定之事實，在此照會中曾指出：由準備細菌戰爭的參加者梶塚和川島的口供，證實了日皇裕仁是準備細菌戰爭的主要參加者之一。

按照裕仁的特別秘密指示，在當時被日本軍隊佔領的滿洲，建立了日本陸軍準備細菌戰爭的中心，以準備對蘇聯、中國、蒙古人民共和國，並對美國及其他國家的軍隊進行細菌戰。在實施日本軍國主義者此等罪惡計劃的準備工作當中，曾用數千人——主要的是中、蘇兩國的公民——作殺人細菌效力的實驗。

在上述的伯力審訊中，同樣確定了日本戰犯於執行其侵略計劃時，不但準備了，而且也屢次地使用了細菌武器：在1939年曾在哈爾新——葛爾河地區用來反對蒙古人民共和國和蘇聯；在1940年到1942年對中國作戰期間，日軍細菌遠征隊使中國發生鼠疫及傷寒傳染病。

在蘇聯政府的照會中曾指出，由於細菌武器久已遭到各個文明國家譴責爲違反各國人民的榮譽與良心的最嚴重的罪行，日本軍國主義者及其主要組織者與鼓舞者日皇裕仁的罪行，是對戰爭法規及慣例，特別是對1925年6月17日的日內瓦禁用細菌武器的議定書的最粗暴的違犯。

根據1945年由美、英、中三國所簽署又有蘇聯參加的波茨坦公告，曾宣佈一切戰犯應受嚴厲懲辦。而且，1946年4月3日遠東委員會決議的第五條第A款亦確定盟國最高統帥應委任特別國際法庭以審訊遠東戰犯。因此，蘇聯政府在1950年2月1日的照會中，向美國政府，同樣地向英國政府建議委任特別國際軍事法庭，並將已被檢舉爲犯有對人類的滔天罪行的戰爭罪犯——日皇裕仁及前日軍將領石井四郎、北野政藏、若松次郎、笠原幸雄等交給該法庭審判。

美國政府不管自1950年2月1日以來所經過的漫長時期，也不顧蘇聯政府於1950年5月30日就此問題向美國政府再次提出照會，直至現在對於蘇聯政府1950年2月1日之照會，均未置答覆。這自然也會引起廣大社會階層的疑慮，他們對於已被檢舉爲準備及進行慘無人道的細菌戰爭的戰犯是不能容忍任何縱容及庇護的。

蘇聯政府認爲必需通知：即中華人民共和國中央人民政府業已答覆，同意蘇聯政府1950年2月1日照會中所提的建議。

蘇聯政府正等候美國政府按照其所承擔將戰犯交付審判的義務，對蘇聯政府1950年2月1日關於將日皇裕仁及上述已被確定爲準備細菌戰爭及細菌武器之其他戰犯交給特別軍事法庭的照會，提出答覆。”

照會的副本已同時送交中華人民共和國政府。

此外，上述照會之副本已分送遠東委員會會員國澳大利亞、緬甸、荷蘭、印度、加拿大、菲律賓、新西蘭、巴基斯坦和法國政府。

（新華社稿1950.12.19.）