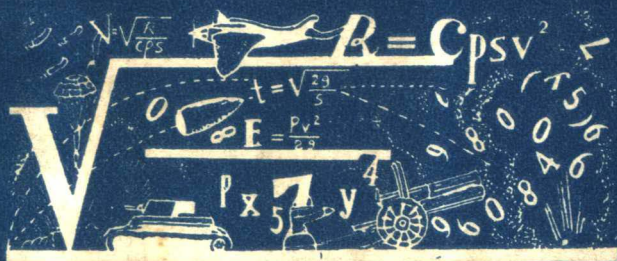


看不见的战士

-数学-

「苏联」伏尔科夫著



科学普及出版社

看不见的战士

—数学—

陈景润著



科学出版社

看不見的战士——数学

[苏联]A·伏尔柯夫著

符 其 珣译

科学普及出版社

1958年·北京

無論砲兵、飛行員、海軍人員以及造船造艦等工作人員，他們沒有一處不需要數學的。數學已滲透到物理、化學、冶金、建築中去；沒有數學，它們就不可能解答更深奧的問題。本書作者用簡明生動的文筆表明了：數學，這位看不見的戰士，在現代戰爭中起着多么大的作用。

總號：724

看不見的戰士——數學

著者：（蘇聯）A·伏爾科夫

譯者：符其珣

出版者：科學普及出版社

（北京市西直門外紫雲寺）

北京市書刊出版登記證出字第091號

發行者：新華書

印刷者：北京市印刷

（北京市西便門南大街乙1號）

開本：787×1092 1/32 印張：5 1/2

1958年8月第1版 字數：65,000

1958年8月修訂第1次印刷 印數：6,180

統一書號：13051·98

定價：（9）3角8分

目 次

引 言	1
-----	---

第一部 砲兵的数学

势不两立的邻居	3
炸藥气体的力量	8
步槍能活多久	11
森摩船長的步槍	13
你曉得什么是彈道嗎？	15
在月球上打靶	20
海底射击	25
槍彈不打勇敢人	28
槍膛、砲膛	30
加农砲、榴彈砲、臼砲	33
儒勒·凡尔納的大砲	38
砲兵的几何学	42
水平瞄准	44
标点	47
垂直瞄准	48
射击手册	49
散布面	50
一根火柴長	53
苏联的狙击射手	54
小小的历史	56

第二部 空軍的数学

飞机的上升力是从何而来	61
航空学	68

指南針.....	74
無線電方位測定法.....	78
危險的机体結冰.....	82
空中投彈.....	82
俯冲轟炸机.....	85
空襲.....	87
听音机.....	91
机械的数学家.....	93
傘兵要降落多久.....	97
降落傘小史.....	103
今后的展望.....	104
再版后記.....	107

引 言

天空中飞过一枚重砲砲彈，它發着尖銳的嘯聲，接着打雷般地爆炸了。它在天空中走过的路徑，已被科學家們用繁雜的數學公式計算出來，他們早在戰鬥之前，就準備好了各種圖表，說明各種口徑大砲砲彈發射的距離、路徑和射出後受到空氣以及其他各種原因而改變的情形。

在被砲彈炸成許多彈坑的戰場上，一位電話兵正謹慎機警的向前匍匐爬行。他正在敷設隱藏在敵人視線之外的砲兵陣地與觀察所之間的電訊。假如翻開電話學教本來看，那末，里面成十上百的書頁上都印滿着各種極複雜的數學公式。

地面上，高傲的飛馳着一架歼击机，它正在用雨雹般的鉛彈無情地打擊着法西斯匪徒。數學已有了幾千年的進展，一代一代的，人們找尋着數學上的定律和公式，以便用來創立現代飛機的理論。

現代的戰爭，是機器和馬達的戰爭。這樣的戰爭，若是作戰的任何一方缺乏高度的技術能力，從事戰爭就會失去意義。但是，現代的科學技術，可以說是數學的嫡親女兒，由此可以說，在大戰的戰場上，在決定民族命運的戰場上，起着決定性作用的，實際上竟是一些看不見的戰士——數學和數學公式。

蘇聯的名科學家 A.И. 克雷洛夫教授由於在數學上有了卓絕的貢獻獲得了斯大林獎金。他的工作有什麼出奇的地方呢？原來由於他在數學上的成就，使蘇聯的造船造艦工作向

前更加迈进了一步，达到新的高峯，使苏联的海軍成了世界上最优秀强大的海軍之一。

盖里維赫教授也得到了斯大林獎金，他在数学上对于彈道学——即研究砲彈所走路徑的學問——的研究有了优越的成就。1942 年度的斯大林獎金是獎給了数学家格拉維的，因为他在“半封閉空間的彈道学”的研究上有了重大的成就。

無論砲兵、飛行員、海軍人員以及造船造艦等等工作人員，他們沒有一处不需要数学。数学已滲透到各个方面，像物理、化学、冶煉、建筑……都已非数学不能解答更深奥的問題。在今天，如果說一个純技术的学科能够不用数学的帮助，那簡直是無法想像的事。

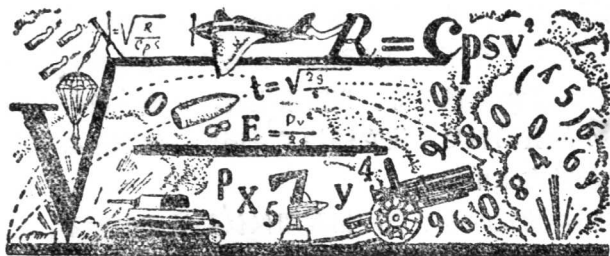
苏联国防人民委员会委員長斯大林同志在 1942 年 5 月 1 日的命令中說道：

“……紅軍战士、机槍手、砲兵、迫击砲兵、坦克兵、飛行員以及騎兵們的主要任务，在于加强軍事科学的学习，坚定地学习；精确地研究自己的武器，做一个本崗位事業的干練的人。这样，一定能学会怎样去打击我們的敌人，也只有这样，才能学会战胜敌人的本領。”

“斯大林同志命令：

机槍手、砲兵、迫击砲兵、坦克兵、飛行員們，要加强研究自己的武器，做一个本崗位事業的干練的人，坚定地打击法西斯德国侵略者，直到他們整个被消灭为止！”

本書著者不想把讀者引入复杂的代数計算的范畴，不想把他們引进几何圖画的“通不过”的迷宫里去；只打算用簡單而明了的方法告訴他們，数学在現代戰爭中起着多么大的作用！



第一部 砲兵的数学

势不兩立的鄰居

街上放着一塊大石头。要想把它打碎，是需要很多力量的，这是因为石头的分子由于几百万年的共同生存，已互相紧紧地結合在一起，不願分离了。我們四周的物件，例如桌子、鉛笔、書籍……等等，它們的分子也是一样的；它們互相紧紧地拉着手，共同反抗着由外面来的打算把它們分开的力量。

可是，人类的科学技术却創造了一种物質，这种物質的分子們互相含有極深的“仇恨”，只要有小小事故的开端，就会永久分散。这种物質就是爆炸性物質。

举例來說，猛炸藥就是一种爆炸性物質。它是經過硫酸和硝酸处理的棉花。当它所含湿度在 20% 时，叫做炸藥湿性，要是只含 2% 或 3% 的湿度，就叫做干性炸藥。我們和湿性炸藥打交道並沒有什么危險，因为它要相当費事才能点燃，而且燃燒得也很緩慢。但是，干性炸藥的性質就完全不同了，只要把裝滿干性炸藥的罐子摔到地上，它就会馬上發出巨响而爆炸，而且，在放有干性炸藥地方附近，如果爆炸

了雷汞，这干性炸藥也会馬上就以爆炸相应答。

有时候一个不起眼的原因，就足已使爆炸性物質的分子們中止它們的共同生存。以雷汞來說，只要一枚針尖的刺击或小小的震动就足够使它爆炸了。因此，这东西必須小心而微量地放在水中保存。

爆炸物質的分子們，相互間仅仅是处在一种不穩定的平衡状态，这个所謂的“平衡”很容易就会受到破坏。

● 爆炸物質这个不穩定性的原因很簡單：在它的組成之中有**氧**，使爆炸物質不需空气的帮助就能燃燒。一塊木头不可能在一个密閉的、被抽出空气的容器中燃燒，但炸藥雷汞則不然。

爆炸物質的第二个特性是：有許多种爆炸物質在高压下尤其能够迅速燃燒。

若把炸藥在開闊的空气中点燃，，它会比較安靜而緩慢地燃燒；但同量炸藥若点燃在密閉的容器中，則只需要几百分之一秒的时间，就会全部燃燒完畢。这种快速的燃燒，就叫做爆炸。

在密閉的器皿中，爆炸物質最先燃着的分子产生了大量的气体，这气体因为没有出路，就在密閉的器皿中造成大的压力，加到尚未燃着的分子身上，因而發生爆炸。

这爆炸如果發生在一个完全密閉的容器中，这个容器就会被炸粉碎。假若这个容器是一門大砲的砲筒，其中的一端被一枚砲彈所封閉，則所生的气体將向砲彈施以强大压力，用高速度將它抛射出去。

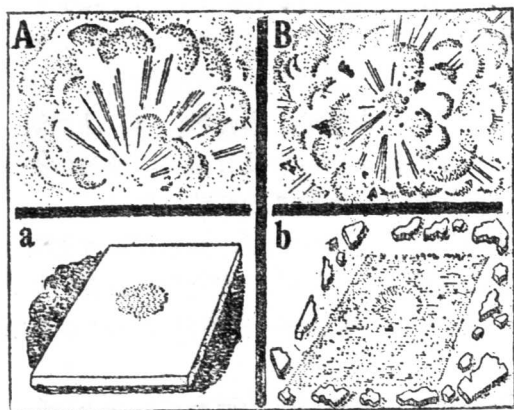
炸藥的爆炸进行得極快，以 1891—1930 年式的步槍为例，槍藥的爆炸共只需时 0.0015 秒(即六百八十分之一秒)。

人类一向認為“瞬間”和“一眨眼之間”是最短的时间。但

是，一个人每眨一次眼，需时約0.3秒，因此，由上述步槍射出的子彈，比眨一下眼竟要快上200倍之多！做一个比較的話，人类眨眼時間和步槍發射時間之比，大約相当于步行人与超速飞机二者速度的比例。

方才說的是1891—1930年旧式步槍的情形。可是現在已經有許多爆炸得更快的物質，相比之下，旧式步槍火藥的速度又該是很慢的了。这是急剧性、猛烈性的爆炸物質，干性的猛炸藥和雷汞都屬於这一类。

这种烈性爆炸物質，它的爆炸速度要比普通槍用火藥快上千百倍。1公斤的“T.N.T.”（黃色炸藥）只消0.00002秒（十万分之二秒）的時間就可以爆炸完畢。这种不可置信的迅速的爆炸，事实上是常常可以碰到的。



同一金屬板上普通爆炸(A,a)和劇烈爆炸(B,b)的情形

这种烈性爆炸物質是不能用来施放大砲的，因為它們在砲筒內爆炸得太快，使得爆炸所生的大量气体来不及把砲彈推出去，而全力施压于砲筒，致使砲筒炸裂。即使把一些干

性的黃色炸藥放在一張鐵板上，使之在空氣中爆炸，那塊鐵板也要被炸成碎塊。由此可見，烈性爆炸物質在爆發瞬間所生的氣體，其所施于各方的壓力是多麼的大！假如把普通槍用炸藥放在同上試驗的鐵板上，使之爆炸，鐵板就不会受到一點損傷。

烈性爆炸物質的分子之間，存在着強烈的分開來的趨勢，這一點在軍事上有重要的作用。它們多被用來製造槍砲的雷管（引發管）。

雷管的作用，是使它所含的極少量的爆炸物質爆發，用來引起其他物質的爆發的。例如黃色炸藥，當它旁邊的少量雷汞爆炸時就會爆炸；雷汞就是這黃色炸藥的引發物。

一次最具破壞性的大爆炸，可以在研究員 A. N. 克雷洛夫著的“船隻的若干耗損與毀滅原因”一書中讀到：

“幾乎可以說，在人類所知道的爆炸中，最大的一次爆炸大概要屬於十五年前在德國奧匹林所發生的那一次。

這兒有一個工廠，製造氮素肥料；副產品產出了大量的亞摩尼亞。由於當時市場對它沒有需要，便被堆存在一個深大的坑中。幾年後共存到約 8,000 噸的數目。

德國人想出了些什麼玩意兒，亞摩尼亞開始有了大量需求，價錢也高起來了，這一大批存貨當然打算賣掉；但試了試，任何工具——鋤、鏟，——都不能動一動這亞摩尼亞堆的分毫。

於是決定在這鋼鐵般堅硬的亞摩尼亞堆上“開礦”，——鑽孔，并用少量粗粒的黑色炸藥爆炸。人們做了些個別的試驗，一切經過良好，証明這方法可以使用。這個方法交給了包工人，并鄭重地命令他只能用少量黑色炸藥進行。包工人起初遵照命令辦理，但他認為工作進行得太緩慢了，就自作聰

明的决定：‘今天这时代还有誰用黑色炸藥做事情的，我使用烈性炸藥已多年了’。于是，沒有征求任何人的意見，他用了少許烈性炸藥。这种炸藥的功效是可怕的，馬上引起了可怕的爆炸，在一瞬間，8,000 吨的亞摩尼亞都爆炸开来了。

这个化学工厂固然連个影子也沒有留得下来，便是奧匹林城的大半个，也被徹底炸毀。死了 2,000 人，另一个說法是死了 4,000 人。碎片和大石块飞遍了 5—10 公里直徑的面积，一个鋼質角鉄的碎片竟打破了距离爆炸地点 15 公里的一家人家的屋頂。”

大家都知道槍彈的構造。槍彈的底端有一个雷管，它的里面塗着一種光輝而頗似水銀的物質，这就是雷汞，只不过是配合了些別的化學物質，來减低它对爆炸的敏感性罢了。这个雷管受到撞針的撞击时便会爆炸(所謂“發火”)，而雷汞爆炸的高温和震动又引起子彈內火藥的爆炸，因而推使子彈射出。

老早以前，火槍的炸藥只是簡單地从旁边点燃。射手在每次点燃前先要吹燃一个火燃，当火燃被吹出小小的火簇时，便把它送到槍管旁边的小洞中。在小洞旁特制的小台子上散放着些微火藥屑，火藥屑点燃后，火花沿着火藥飞射到槍管里面，引燃槍內的炸藥爆炸。这种槍每裝射一發，約需时一、二分鐘，那时槍枝的射击有效距离有限，时常会有这样的情形：当你还在聚精会神地裝你的槍时，你的敌人已經来到你的面前，那时候为了把他打倒，你的槍已經只能当做大木棒来使用了。

以后，發明了火繩槍。一个鋼槌敲击在一塊火石上，發出一股火花，火花飞碰到槍的火藥綫上，引起燃燒；其他的一切都和上述一样。这种槍自然比較方便一些。但是現代步

槍的一部历史，則还是在裝用雷管的槍彈發明后才算开始；这种槍彈包括子彈、槍藥和雷管三部，三位一体地并合起来，就成为槍彈了。

炸藥气体的力量

爆炸性物質在燃燒时，發生極大量的气体。例如，每一立方公寸（即每立升）的有烟炸藥，在燃燒时平均大約生出 350 立升的气体，而每立升黄色炸藥則生出 1,500 立升气体之多。

方才所說 350 立升或 1,500 立升气体，是假定它燃燒时的温度为零度时的情形；但一般的情形，爆炸时它的温度却达 2,500—3,000 度的高温。物理学告訴我們說，气体每加热 1°C （攝氏表），它的体积要增加二百七十三分之一倍。那末，若是温度增高至 3,000 度，气体的体积就將增加至 10 倍，而黄色炸藥爆炸时所生气体当为 15,000 立升了！

大家大概都見過化学試驗室中最大号的玻璃缸，这多半是盛裝酸类用的，它們每个的容量是 30 立升。那末，1 立升黄色炸藥爆炸所生出的气体，需要 500 只这种玻璃缸，才能全部容納得下。

爆炸后产生的这 15,000 立升的气体，因是处于一个 1 立升的狹小空間中，所以，它就強力地向四周膨脹扩展。

为了使你对气体的压力有較清楚的了解，我們不妨稍退回几步來說話：

圍繞着地球表面的大气，对于地面上任何物件的每一平方公分的面积，施着 1,034 克的压力。这个压力并不像一般人所想像那么微小。比如說，对于一張写字台，假定它的面积是 1 平方公尺，你知道大气对它施有多少压力嗎？竟然是，竟然是 15 吨以上！你要問：为什么台子还不破裂呢？原

因很簡單，因为气体施于物体的压力是各方各面的；它由桌面
向下施加 15 吨的压力，同时从桌下向上所施的力量也同样
是 15 吨。这些相对的力量互相抵消，因此桌子并不受到一
点损伤。但是，假如你能設法把桌子底下的空气完全抽去，
則桌子只受到桌面上單方向的大气压力，它馬上就会破碎了。

在实用上，一般把施于每平方公分面积上的每一公斤
(1,000 克)的压力，叫做一个气压。

一枝步枪，当炸藥爆炸所生的气体尚未排出槍膛的一瞬
間，气体施于槍膛各部(对子彈亦同)的压力，約在 2,850 气
压以上！

因此，步枪的槍壁和其他部分应有多么大的强度，才能
在每次發射受到如此大的压力时不致破裂！因为步枪所承受
的压力，要比大型蒸汽鍋爐鍋壁所受到的还大 50 倍之多。

步枪內壁每平方公分的面积上，平均要受到約达 3 吨的
压力。方才我們講的台子，它受到的大气压力約合 15 公吨。
如果想使台面每平方公分都受到如同槍壁內爆炸气体那么大的
压力，則整个台子將要受到 45,000 吨的巨压——这究竟
有多么大呢？这相当于 9,000 輛滿載的 5 吨十輪大卡車，或
是 15,000 輛滿載的普通載貨用的 3 吨卡車的重量；而若是
用小汽車来表示这个数目，則这 45,000 吨的巨大数目，要
把小汽車一輛輛重疊起来，疊到 18,000 公尺高才能够得上；
这时坐在最上面一輛車中的乘客，已置身于同溫層中了！……

炸藥在槍膛中所生的气体，以極大的压力迫使子彈向槍
膛外面飞去。子彈向槍口移动时，槍膛內的压力就开始減
低，原因是由于子彈迅速的外移，使气体占有的空間迅速增
大；但一直到子彈由槍口飞出时止，这个压力仍然極大，差
不多还有 450 气压。这个强大的气体压力，給子彈提供了極

大的初速——每秒鐘 865 公尺。这个速度实在大得惊人，但我們要注意的却是，造成这个大速度的力量，只是气体全部压力的三分之一而已，其他大部分的气体(約为 40%)，在子彈剛一离开槍口时就都逃逸掉了。

这“逃逸了”的能力，在旧式槍枝里，是没有被利用的，但在今天却用它来做一件重要的工作——上子彈。一枝旧式步槍，射击者每射一發后，次發上子彈的手續，一定要经过退彈壳、装入新彈等的手續；但在今天，这些任务都由一部分气体完滿地完成了。

这輕而不費力的裝子彈的工作，用气体来做，真是輕而易举，而对于一个射手，則得到了許多便利，因为他可以减少部分体力的操劳和疲倦，减少每次重新瞄准的时间，而且不致于因为上子彈而把視線移开他正監視中的目标。新式步槍虽然有这么大的优点，它的重量并未增加。举例來說，苏联 1940 年式的自动裝子彈的步槍，甚至要較旧式的 1891—1930 年式的步槍还要輕些。

你想对于这样神祕的机械——步槍——有更深入、更确切的認識嗎？讓我們用几分鐘的时间，談到力学的范围中去。

当然，你們都知道，一个力量施于一个物体上，就会作出一种功。功的計量單位是公斤公尺。这就是說，做了把 1 公斤的重物举至 1 公尺高的功的数目。

每一單位時間內所做的功的能力，叫做能。能的單位叫做馬力。假如一部机器，每秒鐘能够做出 75 公斤公尺的功，那末它的能就等于一匹馬力。

这里我們要順便提出，“馬力”这个名詞是不太恰当的，應該叫它做“馬能”；不过这名詞發源在一百五十年以前，人們都已習慣了这个称呼，一时是不易改过来的了。

現在我們來看一看，一枝步槍的能量究竟有多少。以1894—1930年式的步槍為例，它的子彈每顆重約9.6公克，射出的初速是每秒865公尺；計算的結果是，為了把這顆子彈用這樣的初速拋擲出去，步槍要做366千焦耳的功。

但這個功是在極短時間內完成的，這段時間只有0.0015秒。為求步槍每秒鐘所做的功，要把366用0.0015來除；得到的答案是每秒244,000千焦耳。再用75來除，就可以得到馬力數。

答案是驚人的，——每枝步槍竟具有3,250匹馬力的能量！

我們的計算並沒有錯誤，你如不信，可以自己算算看，而對於得到的答案則要多多的想想，要知道，3,250匹馬力，這要比一架巨大的3,000匹馬力大飛機的能量還要大，而3,000匹馬力已足使一架巨大的飛機裝滿客貨用高速度在天空中飛翔了。更令人驚奇的是，這麼巨大的能量，它的發源地竟只是一具簡單而又輕巧，連同刺刀也不過4.5公斤重的一具機械——步槍！而這能量的來源，則是隱藏有巨量能量的炸藥！

方才我們證明了步槍射擊時具有巨大能量，甚至比一架大型飛機還大的能量；但這裡面總有個秘密。這個秘密，讓我們現在把它打開。

步槍能活多久

“多奇怪的問題！——你一定要這樣說。——一枝步槍當然可以生活得幾百十年啦。”

是的，假如它只是懸掛在牆上，永遠不用的話。但是一種機械的壽命久暫，是要由它的工作的時間來計算的。因