

弹 药

〔英〕 K.J.W Goad、D.H.J Halsey 著

丁世用译

兵器工业出版社

编者的话

英国布拉西 (Brassey) 出版公司自80年代以来, 陆续出版了一套有关现代兵器与技术的丛书, 全套书共包括12卷。为满足我军现代化和开展全民国防教育的需要, 我社出版了该套丛书。

该套丛书的作者都是英国著名的皇家军事学院的专家。该丛书是为军事院校受训的军官们编写的教材。所及内容虽然是现代兵器的最新发展及所用的高技术, 但却通俗易懂、并无复杂的理论及计算公式; 既有原理叙述、结构特点介绍、发展趋势分析, 又有对战术使用要求的评价。

本丛书对培养现代化军事人材和供从事兵器研究、教学、设计、生产的人员是一套有价值的参考书; 对任何想了解现代兵器与技术发展的人, 特别是青少年亦是良师益友。

每章后都有自测验题, 每卷后都有各章自测验题答案, 可用来检查自己对重点内容的理解程度。在编审本丛书中, 对个别内容作了删节、对错误进行了更正, 对不易理解的词句作了注释。

编者1989.4

原 书 前 言

这是一套系列丛书。它是写给那些希望对军用武器和装备有更多了解的人们的。对于战士、武器的研制或生产人员、或是确实对现代军事技术有兴趣的任何人，都是值得一读的。

这套丛书在写法上，尽量做到通俗易懂、不涉及很深的数学知识，所及技术内容的深度也不会比在学校中所获得的更为深奥。本书的目的是打算满足那些正在就读深造的陆军军官或在指挥参谋学校的学员们增加自己对武器技术知识的需要。

参加这套丛书编写的作者们都是由军事与科学专家组成的英国皇家军事科学院的参谋人员。他们不但是有关学科领域里的带头人，而且也了解军事实践者所要了解的内容是什么，再也没有比这些编写有关战场兵器技术图书更为合适的人了。

今天市场上论述有关弹药的出版物有很多，但大部分都是采用产品样本的格式，并局限于介绍一个类型弹药的特性，如轻武器弹药，炮兵弹药或地雷等。这些出版物只对于那些想收集、了解某一方面弹药情况的读者很有用。

本卷弹药则主要论及各种类型弹药的要求、使用方法及设计原理，为了说明问题也提到弹药的特性和部件。因此；本书目的主要有助于年轻的中级军官丰富自己对每天军事生活中所接触的需要而又基本的装备的了解。

目 录

第一章 弹药概论	(1)
§1.1 引言.....	(1)
§1.2 火炸药.....	(3)
§1.3 火炮装填系统.....	(6)
§1.4 弹药发展过程.....	(9)
§1.5 小结.....	(12)
自测验题.....	(13)
第二章 火力对目标的作用	(14)
§2.1 引言.....	(14)
§2.2 破坏准则.....	(15)
§2.3 目标的类型.....	(15)
§2.4 要求的目标效果.....	(18)
§2.5 达到目标效果的方法.....	(18)
§2.6 小结.....	(23)
自测验题.....	(24)
第三章 对人员的攻击	(25)
§3.1 引言.....	(25)
§3.2 目标.....	(26)
§3.3 攻击的模式.....	(26)
§3.4 破片的速度 V_F	(31)
§3.5 杀伤弹的威力测试.....	(35)

§3.6 小结.....	(37)
自测验题.....	(37)
第四章 炸药及发射药 (推进剂)	(39)
§4.1 火炸药.....	(39)
§4.2 火药的点火及炸药的起爆.....	(43)
§4.3 传爆 (火) 药.....	(43)
§4.4 发射药.....	(46)
§4.5 推进剂.....	(51)
§4.6 燃料空气炸药.....	(54)
自测验题.....	(54)
第五章 发射装药系统	(56)
§5.1 范围.....	(56)
§5.2 火炮的发展.....	(56)
§5.3 装药系统设计.....	(59)
§5.4 装药系统部件的设计.....	(63)
§5.5 火炮与弹药的关系.....	(65)
§5.6 小结.....	(66)
自测验题.....	(66)
第六章 榴弹	(68)
§6.1 历史.....	(68)
§6.2 对弹丸的要求.....	(68)
§6.3 对弹带的要求.....	(71)
§6.4 对炸药装药的要求.....	(71)
§6.5 小结.....	(74)
自测验题.....	(74)
第七章 战斗部	(76)

§7.1 引言.....	(76)
§7.2 对战斗部特性的要求.....	(77)
§7.3 保险和解除保险装置.....	(81)
自测验题.....	(83)
第八章 反装甲目标	(84)
§8.1 引言.....	(84)
§8.2 目标.....	(84)
§8.3 破坏准则和评定.....	(85)
§8.4 动能弹.....	(87)
§8.5 对动能弹尺寸相互矛盾的要求.....	(92)
§8.6 化学能弹.....	(98)
§8.7 空心装药破甲效应.....	(98)
§8.8 碎甲弹.....	(106)
§8.9 自锻破片战斗部.....	(110)
§8.10 小结.....	(111)
自测验题.....	(112)
第九章 对空中目标的攻击	(114)
§9.1 引言.....	(114)
§9.2 目标的评定.....	(114)
§9.3 战斗部的基本类型.....	(117)
§9.4 小结.....	(121)
自测验题.....	(122)
第十章 运载炮弹	(123)
§10.1 引言.....	(123)
§10.2 发展史.....	(123)
§10.3 作用方式.....	(124)

§10.4 弹丸种类.....	(126)
§10.5 小结.....	(133)
自测验题	(133)
第十一章 引信	(134)
§11.1 引言.....	(134)
§11.2 对引信的要求.....	(134)
§11.3 分类.....	(135)
§11.4 作用在引信上的力.....	(136)
§11.5 机械部件.....	(137)
§11.6 引信的种类.....	(139)
§11.7 小结.....	(142)
自测验题	(143)
第十二章 迫击炮弹	(144)
§12.1 迫击炮.....	(144)
§12.2 迫击炮的特性.....	(144)
§12.3 弹药结构.....	(146)
§12.4 弹药结构的改进.....	(146)
§12.5 新老迫击炮弹的比较.....	(150)
§12.6 迫击炮弹的种类.....	(150)
§12.7 小结.....	(152)
自测验题	(152)
第十三章 轻武器弹药	(154)
§13.1 引言.....	(154)
§13.2 历史.....	(154)
§13.3 轻武器弹药的设计.....	(156)
§13.4 弹头的特性.....	(157)

§13.5	弹壳.....	(158)
§13.6	弹壳的制造.....	(160)
§13.7	轻武器弹药用发射药.....	(161)
§13.8	点火药.....	(162)
§13.9	轻武器弹药的种类.....	(162)
§13.10	无壳枪弹.....	(162)
自测验题		(164)
第十四章	单兵榴弹	(165)
§14.1	引言.....	(165)
§14.2	结构.....	(165)
§14.3	作用过程.....	(166)
§14.4	抛掷方法.....	(166)
§14.5	单兵榴弹的设计.....	(168)
§14.6	单兵榴弹族.....	(168)
§14.7	小结.....	(172)
自测验题		(172)
第十五章	地雷	(173)
§15.1	引言.....	(173)
§15.2	雷的一般特性.....	(173)
§15.3	对地雷特性的要求.....	(174)
§15.4	关于性能的小结.....	(178)
§15.5	反坦克地雷.....	(178)
§15.6	杀伤雷.....	(182)
§15.7	杀伤雷的分类.....	(182)
§15.8	杀伤雷小结.....	(183)
§15.9	布设雷场的方法.....	(184)

§15.10	对地雷的干扰.....	(185)
§15.11	非破损性排雷装置引爆地雷.....	(187)
§15.12	爆炸式扫雷装置.....	(188)
§15.13	感应式地雷的电子引爆法.....	(189)
§15.14	用土及泡沫屏蔽雷场.....	(190)
§15.15	雷场.....	(190)
§15.16	小结.....	(192)
自测验题		(192)
第十六章	烟火技术.....	(193)
§16.1	引言.....	(193)
§16.2	范围.....	(193)
§16.3	烟火剂的基本化学成分.....	(193)
§16.4	照明剂.....	(194)
§16.5	发烟剂.....	(195)
§16.6	燃烧剂.....	(196)
§16.7	信号剂.....	(196)
§16.8	曳光剂.....	(197)
§16.9	延期药剂.....	(198)
§16.10	点火药剂.....	(198)
§16.11	烟火模拟装置.....	(199)
§16.12	小结.....	(200)
自测验题		(200)
第十七章	子母炮弹、远程炮弹、末制导炮弹...	(201)
§17.1	引言.....	(201)
§17.2	改进的常规弹药(子母炮弹).....	(201)
§17.3	远程炮弹.....	(203)

§17.4 末制导炮弹.....	(210)
§17.5 小结.....	(212)
自测验题.....	(213)
自测验题答案	(214)

第一章 弹药概论

§1.1 引言

从广义上来讲弹药这个词是指在战斗中能用的任何东西。据说这个词起源于拉丁文中“moenia”意思是墙及“munire”意思是构筑工事，又有的说今天所用弹药一词是英国人对法语过时的旧字“l'a munition”或“lamunition”的讹传。法国使用l'amunition这个词包括作战中所用的各种器材，虽然这之后更多的用于特指火药及射弹。

作为军用，可把弹药定义为无论是防御还是进攻作战中的任何一种弹药，或任何部件，该部件或是已经装填了或是打算装填炸药、发烟剂、化学战剂、燃烧剂、烟火剂或任何可对目标产生作用的物质，还包括任何非爆炸的或称为无害的训练弹、演习弹或教练弹。换句话说，弹药是包括从手枪子弹到高速反坦克动能弹，从投程只有25m的手榴弹到射程可达30km的大口径炮弹，从简单的照明火箭弹到洲际弹道导弹在内的所有装置的一个术语。图1-1为某些弹药产品的举例。

弹药的目的是在选定的目标上产生所需要的作用。把弹药送到目标的方法多种多样并且各不相同。有的是利用火炮或迫击炮靠发射药把其抛出，有的是象导弹、无控火箭及鱼雷那样自己推进，还有的是靠手或其它装火药的机械装置投掷。弹药还能靠其它手段运到目标区并在那儿投放，如航空炸弹，也能象爆破装药那样用手放置或者象地雷或饵雷那样

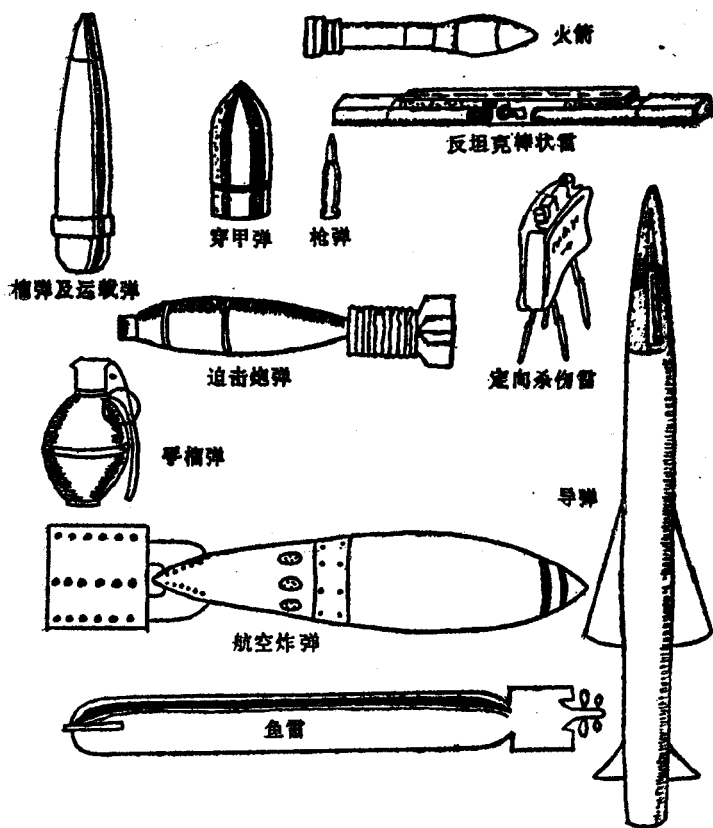


图1-1 某些弹药产品示意图举例

事先放置在选定的位置上,然后遥控或由目标本身将其引爆。把弹药送到目标上的途径还有很多,但最常用的是靠地面部队、火炮及迫击炮,这将在本丛书有关卷章中详细讨论。然而重要的是从一开始就应认识到弹药只是武器系统的一部分

并且不应把弹药与组成整个武器系统的其它组成部分隔裂开来。弹药的设计者必须对把弹药送到目标上的手段予以足够的重视。

使目标毁伤最有效的办法，无论目标是有生命的或无生命的，就是通过某种途径并且尽可能迅速地对其施加能量。其中最常用的就是使用炸药对目标施能，凡在上述定义范围内，各种含炸药的物品都可定为弹药。

§1.2 火炸药

火炸药被列为对战争特点施加深远影响的最重大发现之一。火药可以把一个实心穿甲弹加速，使其具有高速，弹丸正是靠火药赋予它的动能来获得终点目标效应的。这种火药推进的动能弹在其碰撞目标时消耗其动能并且不需要触发装置去控制这种能量的释放。另一种是化学能弹，是由炸药释放其内能。炸药的化学能与其质量有关并需适当的起爆才能释放。这种能量的起爆机构就是为大家所熟知的引信。因此，火炸药是一种用于弹药的方便能源，无论是产生对目标的毁伤效果还是需要时作为把弹运送到目标的推进能源都是如此。然后，执行这两种作用的药的类型不同；一种我们称为猛炸药，适合于用来毁伤目标；另一种我们称为火药，适合于用作发射药或推进剂。第四章中将对每一种药的不同特性给予详述。然而应当认识火药及炸药之间定义及要点的不同。

炸药及爆轰

炸药是在适当的起爆时能释放大量能量的一种物质，其能量与炸药量有关。在起爆时，炸药能对其周围施加一个突

然的高压，随着炸药成分的分解产生气体的同时释放热。炸药及火药的不同是点火（起爆）后分解的速率不同。火药为燃烧（爆燃），即使速度极快，而炸药是“爆轰”。

爆轰一词来自拉丁语“de”（下）及“tonore”（轰鸣），炸药的爆轰通过爆炸破碎过程达到摧毁性的破坏效果。炸药内部爆轰的产生是由于在强冲击作用下引起的原子瞬间重新排列，爆轰现象产生并维持其本身。

点火序列

弹药含有点火序列，点火序列或是起点燃作用的，或是起引爆作用的；一发由火炮发射的全弹含有上述两种序列。起点燃火药作用的叫传火序列；起引爆炸药作用的叫传爆序列。

传火序列点燃火药用于推进弹丸。燃烧在火药的表面发生，其过程反应速率主要取决于可燃烧表面的多少，虽然也受其它因素如密闭容器约束的影响。在有约束（壳体）的情况下，压力增加，结果燃速加快。

传爆序列引爆炸药用于对目标起爆破作用，象地雷、手榴弹这样的弹药不需要用火药推进把其运送到目标处，这时只需能引爆炸药的传爆序列。这种传爆序列通过爆轰将炸药引爆。其过程反应速率主要取决于所用炸药的固有特性——“爆速”的影响，虽然很明显地也受其它因素的影响。

点火序列的构成

任何点火序列中，无论是传火序列还是传爆序列，通常可以分成三个部分：点火件、传火（爆）接力件及主装药。

典型的传火序列及传爆序列的组成及其相对感度示意图
见图1-2。

点燃发射药的传火序列

电或机械脉冲（击针）	}	点火件	}	底火
含有高感度药的火帽药（10）				
黑火药（60）	}	传火件		
发射药（100）				

引爆炸药的传爆序列

电或机械脉冲（击针）	}	点火件
或某种点火接力件		
雷管（10）		
特屈儿传爆药（60）		传爆件
炸药（梯恩梯、黑索金/梯恩梯、奥克托金等）（100）		

图1-2 传火及传爆序列的组成

火炸药的特性

为弹药设计者们所关心的火炸药的重要特性是感度、威力、爆速、猛度及相容性。

感度是衡量火炸药处理中安全性的指标之一。这里引用钝感数衡量感度的程度。把苦味酸的钝感数定为100，其它火炸药都以此为准进行比较定出标志感度的钝感数，起爆药的感度较高，钝感数较低，而主装药感度低、钝感数高，典型主装药的钝感数约为100或100以上（见图1-2）。

威力是衡量火炸药所含能量的指标，它是以单位重量火炸药所释放气体体积及热量为基础的。此指标仍然以硝基胍的名义威力值定为100，其它火炸药以此为准定出相对的威力值。

*图1-2中括弧中的数字为相对钝感数——编者注

一般说，主装药的威力较高，而起爆药及接力传爆(火)药来说感度等特性要比威力指标更重要。

火炸药的爆速用最简单的话来说就是火炸药释放能量的速度。用作挖掘开矿的炸药的爆速较低，用于炸坑，这里要求能量释放率低；而要求爆破效果或其它效果（如弹体形成高速破片、空心装药中高速压垮药型罩——见第三章及第八章）时，要求炸药的爆速要高。表示爆速的具体值是每秒的米值，典型炸药的爆速从每秒2000m至9000m。

猛度是表示火炸药“突然释放能量”特性的一个数值不太严格的抽象概念，可看成是所指火炸药威力和爆速的乘积。

最后一项性能是火炸药的化学相容性，这种相容性是指任何弹药中可能与火炸药相接触材料与火炸药的相容性。火炸药与某些材料（重要的材料和塑料）在各种气候条件下的长期相容性可能是设计人员经常碰到的困难问题之一。

§1.3 火炮装填系统

弹药大都是从发射器中被投掷到目标上的，发射器可能是迫击炮、或战士或火炮。用人投掷的弹药一般来说对弹药设计者不会施加很多限制条件，故暂且不论，而从火炮或迫击炮中发射则的确有许多问题需要解决。这些问题中的一个就是要保证发射药释放的气体在发射时要在火炮或迫击炮中密封而不能泄漏，这样火药气体只作用在弹上，于是把弹从炮管中推出向前飞向目标。武器的密封被称为“气密”。气密可定义为防止发射药气体无控制地泄漏；从火炮或迫击炮中发射弹丸意味着防止发射药气体从火炮后部无控制地泄

漏。

使用迫击炮时弹丸是从炮口装填的，采用密封式的炮尾可以防止发射药气体向后泄漏。这时的气密的问题是防止发射药气体向前经过迫击炮弹周围向前无控地泄漏。对一般由炮尾装填弹丸的后膛火炮来说，要解决的气密问题是如何使在快速频繁打开炮尾以装填下一发弹丸的情况下能有效地密封火炮药室。第五章和第十二章中将对达到气密的方法有详尽的讨论，气密的方法决定了弹药的结构。

药筒装药气密系统

如果要通过弹药起气密作用，发射药必须盛装在金属药筒内，这时的弹药被称为定装式弹药。装在药筒中的发射药通过药筒与弹丸连成一体，一次向炮内装填，于是缩短了装填时间，提高了射速。密气作用是如何实现的呢？当发射药点燃后，药室内的压力增加，弹丸被推向前，弹上的弹带卡入到炮管的膛线中，于是火药气体便不能向前泄漏，这种密气作用直到弹丸飞离炮口时才停止。与此同时药筒开始径向膨胀，先是弹性然后是塑性膨胀，这种膨胀使药筒紧贴住火炮药室的壁。开始在药筒外侧很短的一部分上发生气体流泄，然后立即达到完全气密，不使火药气体从炮尾泄出。当弹丸离开炮口时，药室压力迅速下降，药筒的弹性膨胀回缩以便使药筒易被抽出，接着药筒被抛出（见第五章图5-2）。

药包装药气密系统

如果由火炮完成气密作用，发射药就不必须盛装在药筒中，这时的气密作用是这样完成的：一开始仍是火药气体向前欲通过未进入膛线的弹丸四周，向后欲通过紧配合的密气垫组件向外泄漏。当药室压力增加时，弹丸被推向前，弹带