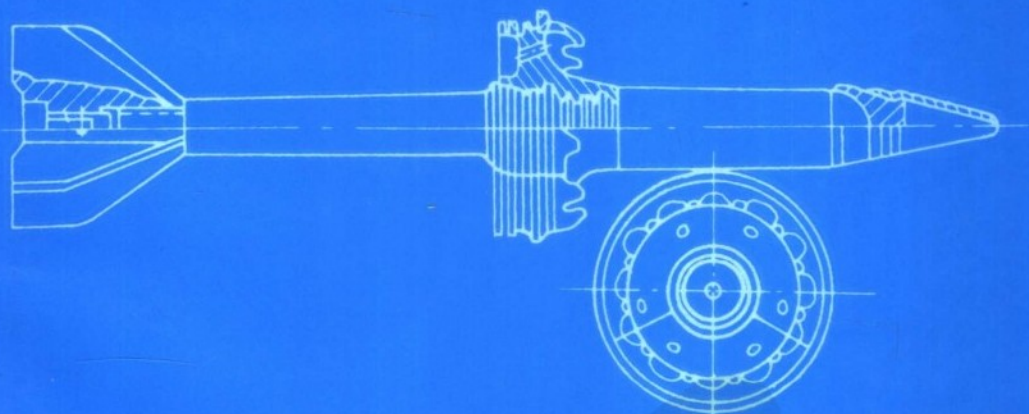


弹 药 学

姜春兰 邢郁丽 编 著
周明德 史天成



兵器工业出版社

责任编辑：周宜今

封面设计：王庆相

ISBN 7-80132-890-6



9 787801 328908 >

ISBN 7-80132-890-6/TJ·185

定价：18.00 元

弹 药 学

姜春兰 邢郁丽 编著
周明德 史天成

兵器工业出版社

兵器工业出版社
PDG

内 容 简 介

本书较全面地论述了各种弹药的基本性能、结构原理、作用特点及发展趋势,主要内容包括弹药的基本知识、炮弹、火箭弹、导弹战斗部、子母弹、航空炸弹、新技术弹药、弹药的研制与试验以及火药与炸药基本知识。本书注意吸收了国内外弹药技术领域的最新资料及科研成果,突出弹药的新发展。

本书可作为高等学校弹药类及相关专业的教材,也可供从事弹药研究、设计、生产、管理、使用及维护的各类技术及管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

弹药学/姜春兰等编著. —北京:兵器工业出版社,2000.12

ISBN 7-80132-890-6

I. 弹… II. 姜… III. 弹药—概论 IV. TJ41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 82819 号

出版发行:兵器工业出版社

责任编辑:周宜今

责任技编:刘文

社 址:100089 北京市海淀区车道沟10号

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市银祥福利印刷厂

版 次:2006年1月第1版第2次印刷

印 数:501—2000

封面设计:王庆相

责任校对:姜春兰

责任印制:王京华

开 本:787×1092 1/16

印 张:12

字 数:290千字

定 价:18.00元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)



前 言

弹药从广义上讲泛指在作战中应用的能够对各类目标起直接毁伤作用或完成其它特定战术任务的一次性使用装置,是常规兵器中对目标实施毁伤(硬毁伤或软毁伤)的唯一有效载荷,是完成武器系统作战使命的核心。弹药在现代以至未来战争中都将起着至关重要的作用。

随着高新技术在军事领域的广泛应用,随着现代化战争进攻与防御技术在矛盾对抗中的发展,常规弹药在近十几年来发生了重大变革,出现了许多新型弹药,弹药学的内容亟待充实,以适应弹药领域的新发展。本书正是在这一背景下编写的。

本书较全面地论述了各种弹药的基本知识、结构原理、作用特点及发展趋势,同时对与弹药密切相关的知识也作了论述。在编写过程中,注意吸收了近十几年弹药领域的最新资料及作者近几年的科研成果,力求反映弹药的新发展。

全书共分八章。第一章论述了弹药及与弹药相关的基本知识,包括目标与目标分类、弹药的分类与组成、内外弹道基本知识及引信与火工品等;第二章至第六章分别论述了炮弹、火箭弹、导弹战斗部、子母弹及航空弹药的构造、作用及发展趋势;第七章对新技术弹药及其发展作了论述,主要包括灵巧弹药、智能弹药及软杀伤弹药等;第八章为弹药的研制与实验,重点介绍了弹药的研制过程、设计方法以及弹药试验中的基本问题;第九章介绍了弹药中常用的火炸药的基本知识。

本书可作为高等学校弹药类及相关专业的教学用书,也可供从事弹药研究、设计、管理、使用及维护的各类技术及管理人员参考。

本书由姜春兰、邢郁丽、周明德、史天成编著,姜春兰担任主编。蔡汉文教授审阅了全部书稿,提出了许多建议,在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中还参考了兄弟院校的有关教材及国内外书刊资料,特对原作者深致谢意。

由于编者水平有限,错误和不足在所难免,恳请批评指正,以便修订。

编者

2000年5月

目 录

第一章 弹药基本知识	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 目标分类与目标特性	(1)
1.2.1 空中目标	(1)
1.2.2 地面机动目标	(2)
1.2.3 地面固定目标	(3)
1.2.4 海上目标	(3)
1.3 弹药的分类与组成	(5)
1.3.1 炮弹的分类与组成	(5)
1.3.2 火箭弹的分类与组成	(8)
1.3.3 导弹的分类与组成	(9)
1.4 内弹道及外弹道基本知识.....	(12)
1.4.1 内弹道学知识.....	(12)
1.4.2 外弹道学知识.....	(16)
1.5 引信.....	(21)
1.5.1 引信的作用.....	(22)
1.5.2 引信的分类.....	(23)
1.5.3 对引信的基本要求.....	(26)
1.6 火工品.....	(30)
1.6.1 火工品的分类.....	(30)
1.6.2 几种常用的火工品简介.....	(30)
1.6.3 弹药中的发火系列.....	(33)
1.6.4 火工品在弹药中的应用.....	(34)
第二章 炮弹	(36)
2.1 杀爆弹.....	(36)
2.1.1 杀爆弹的基本结构.....	(27)
2.1.2 杀爆弹对目标的基本作用原理.....	(39)
2.1.3 远程杀爆弹增程技术.....	(41)
2.1.4 提高杀爆弹威力和精度的技术.....	(48)
2.2 穿甲弹.....	(50)
2.2.1 普通穿甲弹.....	(52)
2.2.2 穿甲弹的发展.....	(54)
2.3 破甲弹.....	(57)
2.3.1 破甲作用原理.....	(57)
2.3.2 空心装药破甲弹的结构.....	(61)

2.3.3	影响破甲威力的因素	(64)
2.3.4	成型装药破甲弹的发展	(66)
2.4	迫击炮弹	(68)
2.4.1	迫击炮弹的构造	(68)
2.4.2	迫击炮弹的发射装药	(71)
2.4.3	迫击炮弹的发展趋势	(73)
2.5	特种弹药	(73)
2.5.1	烟幕弹	(74)
2.5.2	燃烧弹	(77)
2.5.3	照明弹	(79)
2.5.4	宣传弹	(84)
2.5.5	特种弹药的发展	(85)
第三章	火箭弹	(87)
3.1	概述	(87)
3.2	火箭弹的飞行原理	(88)
3.3	涡轮式火箭弹	(89)
3.3.1	战斗部	(90)
3.3.2	火箭发动机	(91)
3.3.3	稳定装置	(92)
3.4	尾翼式火箭弹	(93)
3.4.1	战斗部	(93)
3.4.2	火箭发动机	(93)
3.4.3	稳定装置	(94)
3.5	反坦克火箭弹	(94)
3.6	简易控制火箭筒简介	(95)
第四章	导弹战斗部	(97)
4.1	概述	(97)
4.2	杀伤战斗部	(97)
4.2.1	破片杀伤战斗部	(97)
4.2.2	连续杆式杀伤战斗部	(100)
4.2.3	定向杀伤战斗部	(102)
4.3	聚能装药战斗部	(103)
4.3.1	“霍特”反坦克导弹战斗部	(104)
4.3.2	“赛格”反坦克导弹战斗部	(106)
4.3.3	爆炸成形弹丸(EFP)战斗部	(106)
4.4	半穿甲战斗部	(108)
4.5	云爆战斗部	(109)
4.6	串联战斗部	(109)
4.6.1	反击反应装甲的串联战斗部	(109)



4.6.2	反击混凝土目标的串联战斗部	(110)
第五章	子母弹	(111)
5.1	炮兵用子母弹	(111)
5.1.1	杀伤子母弹	(111)
5.1.2	反装甲兼杀伤双用途子母弹	(112)
5.1.3	智能子母弹	(112)
5.2	火箭弹、导弹子母式战斗部	(113)
5.2.1	子弹	(113)
5.2.2	子弹抛射系统	(114)
5.3	航空子母炸弹	(116)
5.4	机载布撒器简介	(117)
5.4.1	非投放型机载布撒器	(117)
5.4.2	可投放型机载布撒器	(117)
5.4.3	机载布撒器的开舱与抛撒技术	(119)
5.4.4	机载布撒器的发展趋势	(119)
第六章	航空弹药	(121)
6.1	概述	(121)
6.1.1	航空炸弹及分类	(121)
6.1.2	航空炸弹的一般结构	(122)
6.2	航空爆破炸弹	(123)
6.2.1	航空高阻爆破炸弹	(124)
6.2.2	航空低阻爆破炸弹	(124)
6.2.3	航空低阻低空爆破炸弹	(124)
6.3	航空杀伤爆破炸弹与航空杀伤炸弹	(125)
6.3.1	航空杀伤爆破炸弹	(125)
6.3.2	航空杀伤炸弹	(126)
6.4	航空穿甲炸弹	(126)
6.4.1	航空穿甲炸弹	(126)
6.4.2	半穿甲炸弹	(127)
6.5	航空燃料空气炸弹	(128)
6.6	航空弹药的发展方向	(128)
第七章	新技术弹药	(130)
7.1	简易控制弹药和弹道修正弹药	(130)
7.2	灵巧弹药	(131)
7.2.1	传感器引爆武器	(132)
7.2.2	末制导弹药	(136)
7.2.3	精确制导弹药	(139)
7.2.4	智能弹药	(140)
7.3	软杀伤弹药	(140)



7.3.1	非致命武器和弹药的分类	(140)
7.3.2	高功率微波战斗部与电磁脉冲弹	(141)
7.3.3	激光弹	(143)
7.3.4	碳纤维弹	(144)
7.3.5	泡沫体胶粘剂弹	(145)
7.3.6	乙炔弹	(145)
7.3.7	粉末润滑弹	(145)
7.3.8	失能弹	(146)
7.3.9	红外成像诱饵弹	(146)
第八章	弹药的研制与试验	(147)
8.1	弹药工程的基本问题	(147)
8.2	弹药的研制过程	(147)
8.3	弹药设计技术和方法	(148)
8.3.1	最优设计技术和方法	(148)
8.3.2	仿真设计与 CAD 方法	(149)
8.4	弹药试验	(150)
8.4.1	弹药试验的类型与目的	(150)
8.4.2	弹药试验的特点与要求	(151)
8.4.3	试验工作者的基本任务	(151)
8.4.4	试验技术的基本问题	(152)
8.4.5	试验的组织实施	(154)
第九章	火药与炸药	(155)
9.1	火药	(155)
9.1.1	火药在武器中的作用	(155)
9.1.2	武器对火药的要求	(155)
9.1.3	火药的分类及组成	(157)
9.1.4	各类火药的组成及其特点	(158)
9.1.5	火药标志	(159)
9.2	炸药	(162)
9.2.1	炸药的组成和分类	(162)
9.2.2	常用起爆药	(163)
9.2.3	常用的猛炸药	(165)
9.3	烟火剂	(172)
9.3.1	概述	(172)
9.3.2	烟火剂的物理化学性能及感度	(173)
9.3.3	对常用烟火剂的一般要求	(174)
参考文献	(177)



第一章 弹药基本知识

1.1 概述

弹药从广义上讲泛指在作战中应用的、能够对各类目标起直接毁伤作用或完成其他特定战术任务的一次性使用装置,是火力系统中相对独立的子系统,包括各种类型的枪弹、炮弹、火箭弹、导弹、航空炸弹等。由于弹药是武器装备中直接毁伤目标的重要部分,所以它在现代战争中起着重要作用。本章将对弹药及与弹药相关的基本知识作概要的介绍,包括目标分类与目标特性、弹药的基本组成与分类、内外弹道的基本知识、引信、火工品等。

1.2 目标分类与目标特性

弹药的主要使命是摧毁各种军事目标,所以;弹药技术的发展与其对付的目标的防护特性的变化是密切相关的。因此,从事弹药设计、研制和使用的人员首先必须对目标特性有较深入的了解。

未来战争将是核威胁下的高技术常规战争,作战的基本要求是在陆、海、空的广阔空间范围内实施的空地一体的大纵深、高机动性立体战争,这意味着战场情况的复杂多变和战场目标的多样化。未来战场上常规弹药对付的主要目标有以下几类:

- (1) 空中目标:包括军用飞机(战斗机、攻击机、轰炸机、无人机、武装直升机),各种来袭导弹及各类制导与半制导炸弹。
- (2) 地面机动目标:包括坦克、轻型装甲车辆及有生力量等。
- (3) 地面固定目标:包括建筑物、地下永备工事、掩蔽部、雷达、野战工事、机场、桥梁等。
- (4) 海上目标:包括水面舰艇、潜艇和其他(如水雷等)。

1.2.1 空中目标

- (1) 空间特征:目标是点目标,其入侵高度和作战高度从 30m 到几十千米不等,作战空域大;
- (2) 运动特征:空中目标的运动速度高,机动性好,可做水平飞行、俯冲、爬高、侧向转弯、翻转、规避机动等机动作战;
- (3) 易损性特征:空中目标一般没有特殊的装甲防护,有些军用飞机驾驶舱的装甲防护约 12mm 左右,武装直升机在驾驶舱、发动机、油箱、仪器舱等重要部位有一定装甲防护;
- (4) 空中目标区域环境特征:采用低空或超低空飞行,即掠海、掠地飞行,利用雷达的盲区或海杂波、地杂波的影响,降低敌方对目标的发现概率;
- (5) 空中目标的对抗特征:为了提高空中武器系统的生存能力,采取对抗措施,例如电子对抗、红外对抗、烟火欺骗、激光报警、机动对抗、隐身对抗等。

1.2.2 地面机动目标

1. 地面机动目标的分类

地面机动目标一般分为坦克与轻型装甲车辆两类。

(1) 坦克: 坦克集火力、防护和机动性于一身, 并把这三者完美地结合起来, 其火力是攻击性武器, 装甲是抵御攻击的手段, 而机动性则使其火力发挥更大效能, 使防护效果更佳。坦克在战场上既能承担攻击性任务, 也能承担防御任务, 因此坦克是集攻防于一体的地面机动作战武器;

(2) 轻型装甲车辆: 步兵战车是轻型装甲车辆中最主要的车辆, 它是在装甲步兵战车的基础上发展起来的。目前已成为坦克在战场上的主要伙伴, 其配置数量往往多于坦克。它具有机动性强和自身防护性能好的特点, 在与武器的对抗中占有明显优势;

2. 坦克防护类型与装甲分类

(1) 坦克防护类型: 坦克防护类型可分为主动防护和被动防护。所谓被动防护是指借助装甲抗弹能力来防御反坦克弹药的攻击; 所谓主动防护是指在弹药未碰击装甲前将其摧毁或者削弱其效能, 使其达不到预期毁伤目的。

(2) 装甲分类: 装甲可分为均质装甲、复合装甲(含间隙装甲)、反应式装甲与贫铀装甲。

① 均质装甲: 这是一种传统的轧制钢装甲, 是第一代装甲, 它是通过提高装甲的强度, 增加装甲的厚度与增大装甲的倾斜度来提高其对抗性能。均质装甲是坦克作为防护的最基本装甲, 发展重点是增强硬度, 提高强度和增大冲击韧性。

② 复合装甲: 1976 年问世, 它是由两层或多层装甲板之间放置夹层材料所组成。夹层材料一般采用玻璃钢、碳纤维、尼龙、陶瓷等。复合装甲的特点是抗侵彻性能明显优于等重量的均质装甲, 抗穿破甲综合性能好, 还具有一定的防核辐射能力, 且材料来源丰富。

③ 反应式装甲: 由美国 70 年代发明, 1982 年问世, 是一种用于主装甲之外的附加装甲。每块反应式装甲由两层金属板中间加一层钝感炸药组成, 可根据需要采用不同的排列方式和角度, 用螺栓固定在车体的前部、炮塔和侧部。其特点是抗破甲弹效果好, 重量轻, 如图 1.2.1、1.2.2 所示。

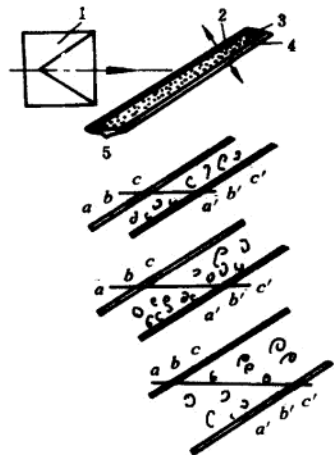


图 1.2.1 爆炸式反应装甲结构

1—空心装药弹; 2—前板; 3—炸药; 4—后板; 5—反应式装甲块

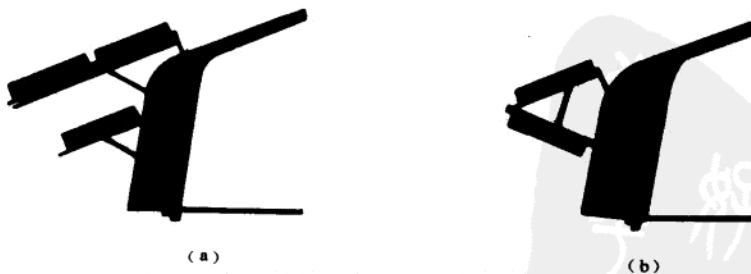


图 1.2.2 前苏联 T64B、T80 反应装甲安置示意图

(a) T64B; (b) T80

④ 贫铀装甲：贫铀装甲是复合装甲的一种，由美国在 1988 年首先研制成功。它由钢—贫铀夹层—钢三层组成。是一种高技术新型装甲，是目前世界上防护性能最高的复合装甲。

贫铀装甲的主要特点是：

a. 强度高、密度大。贫铀的密度约为钢的 2.5 倍，经适当热处理后，强度可提高四倍，其硬度也相当高。

b. 防御性能好，贫铀装甲既可防破甲弹，又可防穿甲弹。

1.2.3 地面固定目标

地面固定目标较多，按防御能力分为硬目标和软目标，按照集结程度可分为集结目标和分散目标。地面固定目标大多是建筑物、地下水备工事、掩蔽部、雷达、机场、桥梁，面积较大，结构形式多样化，坚固程度不等。

除了野战工事、炮兵阵地及一些障碍物是战术目标外，地面目标大多数是战略目标。对付这类目标需要较大口径的弹药战斗部和航空炸弹。研究地面固定目标的特性及其易损性，对研制地面压制火炮弹药、对地导弹及航空炸弹有重要意义。

为便于分析，通常按目标的防护能力分类。对有掩盖的野战工事的抗力等级规定为简易型、轻型、加强型、重型、超重型等五个等级；对掘开式水备工事的抗力等级规定为轻型、加强型、重型、超重型等四个等级。

地面固定目标的基本特性为：

① 地面目标不像空中目标、海上目标、地面活动目标那样有一定的运动速度和机动性，地面固定目标有确定的位置。

② 一般为集结目标。

③ 对纵深战略目标都有防空部队和地面部队防护。

④ 对于为军事目的修建的建筑和设施，都有较好的防护，采用钢筋混凝土或钢板制成，并有盖层，抗弹能力强，有的深埋于地下十几米。

⑤ 地面固定目标一般采用消极防护，例如隐蔽、伪装等措施。

1.2.4 海上目标

1. 海上目标的分类

海上目标主要指的是海面上的各种作战舰艇、各种运输补给工具以及水下潜艇等，可笼统分为水面舰艇、潜艇和其他三类目标。

水面舰艇按其作战方式和吨位可分为航空母舰、战列舰、巡洋舰、驱逐舰、护卫舰、鱼雷艇、两栖作战舰艇、高速作战舰艇等，除了上述这些战斗舰艇之外，还包括大量的勤务舰船（有称辅助舰船），如各种运输船、修理船、油船、淡水补给船、测量船、卫生船、防护救生船、训练船等。

潜艇按其动力源可分为核动力潜艇和常规动力潜艇两种；按其作战方式又分为战略型和攻击型潜艇。

在海上用于防御敌方进攻的水面障碍物（如水雷）、开发石油的钻井平台等目标统称其它目标。

2. 海上目标的基本特性

① 属于点目标：舰艇再大（如最大航母也不过 $340 \times 80\text{m}$ ），但相对海岸，相对舰载武器的

射程而言,加之海洋航行之间保持一定距离,舰艇属点目标。

② 具有较强的防护能力:舰艇的防护能力是指舰艇自身免遭破坏和毁伤的能力,这种防护能力包括了直接和间接防护。直接防护系指来袭反舰武器命中后如何不受损失和少损失;间接防护系指如何防护来袭的反舰武器命中。二次世界大战之前,世界各国主要是发展带厚装甲和强火力的战列舰,加厚装甲的厚度是主要防御途径之一。但二战的大量海战表明,这种被动式的防御都逃脱不了被击毁的命运。这些经验引起了战后舰艇设计者的注意,舰艇的结构设计不再采用厚装甲作为主要防御途径,而是采用了轻装甲快速、轻便、机动性强的攻击性舰艇模式。在防御的模式上体现了主动性,如发展了预警、隐身、干扰、电子对抗和反导、反鱼雷等技术。舰艇防护模式的变化,应引起武器系统和弹药设计人员的高度重视。

③ 损害管制能力强:损管能力是指在战斗中处理受害、局部损伤、维持恢复战斗的能力。现代舰艇在结构设计上考虑舱段的密封性和不透水性,为了保持舰船的不沉性和平衡,还考虑了强迫一些受害的舱段进水的措施,在船舷和船底层还有灌水和燃油的特殊舱室,作为减弱战斗部爆破作用的缓震器。

④ 火力装备强:在各种舰艇上装备有导弹、火炮、鱼雷、作战飞机等现代化的武器进行全方位的进攻和自卫。

⑤ 机动性强:大炮巨舰时代的战列舰已经或将全部退出现役,现在使用最多的是轻装甲、高速度和导弹化的护卫舰、驱逐舰等。

⑥ 要害部位大:如航空母舰储备 8000~15000t 舰载机燃油,2000~3000t 舰载机弹药,7000~8000t 舰用燃油,这些都是被攻击的极薄弱处,即使是机动性很强的现代舰艇,在外暴露的电子设备(如雷达)、武器系统等,也是它们的要害。

3. 海上目标的生命力与毁伤

现代舰艇具有先进的作战性能,概括起来包括三个方面:良好的适航性、良好的机动性和火力强。作为对付这类海上目标的反舰武器来说,如果能用有限的发数将它击沉,自然是破坏了舰艇的上述三个方面的性能,也就是我们通常所讲的击沉概念。

然而,并非击沉才算使舰艇毁伤,有时即使武器命中了舰艇也不会受伤。按照目前舰艇的生命力(舰艇遭受武器命中后,继续保持舰艇作战的能力)的评估方法,舰艇的损伤破坏等级有如下五类:

A类:舰艇沉没、断裂或因严重火灾失控而弃船,为完全丧失生命力。

B类:舰艇已无作战、机动能力,漂浮水面,基本不沉没,为基本丧失生命力。

C类:舰体或主要设备系统遭受局部破坏,但仍基本具有不沉没性,在 30min 内修复后,仍具有手动操作下的舰艇机动能力和主要防御作战能力,为具有基本的生命力。

D类:舰体或主要设备系统遭受局部破坏,但仍基本具有不沉没性,在 30min 内修复后,仍具有手动操作下的舰艇机动能力和作战能力,为具有完全的生命力。

E类:舰艇完好,毫无损失。

由于全舰艇的电源系统、主动力、操船系统、武器系统是构成舰艇(除舰体本身)的主要的结构四大分系统,每个分系统的毁伤将是舰艇丧失生命力的判据。因而,每一个分系统的完全破坏,即使全舰艇丧失或基本丧失生命力。

舰艇遭受武器命中后,武器对舰艇基本以如下几种形式进行破坏:

① 接触爆炸(在舰体上层建筑或舱室内爆炸):爆炸直接引起的破损,爆轰产物的高温毁

伤设备;高速破片、爆炸冲击波、振动对设备和人员的损伤以及爆炸引起的火灾、弹药舱的爆炸等二次效应。

② 非接触爆炸(鱼雷和深水炸弹等水下爆炸):主要是强烈的冲击对舰体、设备的破坏和人员伤亡。

1.3 弹药的分类与组成

弹药的种类繁多,其分类方法也很多,这里主要介绍炮弹、火箭弹和导弹的基本分类与组成特点。

1.3.1 炮弹的分类与组成

炮弹是指口径在 20mm 以上,利用火炮将其发射出去,完成杀伤、爆破、侵彻或其它战术目的的弹药。炮弹是火炮系统的一个重要组成部分。它直接对目标发挥作用,最终体现着火炮的威力。

1. 炮弹的分类

炮弹根据其使用火炮和对付目标的不同有各种各样的形式,一般有以下几种分类方法:

(1) 按用途分类

① 主用弹:供直接杀伤敌有生力量和摧毁目标的弹药统称为主用弹,如各种杀伤爆破弹(榴弹)、穿甲弹、破甲弹、半穿甲弹等。

② 特种弹:供完成某些特殊战斗任务的炮弹称之为特种弹,如照明弹、燃烧弹、烟幕弹、宣传弹、曳光弹、信号弹等。

③ 辅助弹:它是用于靶场试验和部队训练用的,如演习弹、教练弹、配重弹等。

(2) 按装填方式分类

① 定装式:弹丸和药筒结合为一个整体,射击时一次装入炮膛,因此其发射速度快。这类炮弹的口径一般不大于 100mm。

② 药筒分装式:弹丸和药筒不为一体,发射时先装弹丸,再装药筒。其发射速度较慢,药筒内的发射药量可以根据需要而变化。一般这类炮弹口径不小于 122mm。

③ 药包分装式:弹丸、药包和点火具(门管)分三次进行装填,没有药筒,用炮闩来密闭火药气体。一般在岸舰炮上采用,这类炮弹口径较大,但射速较慢,在地面火炮上还没有采用。

(3) 按发射方式和使用火炮分类

① 后膛炮弹(后装炮弹):特点是弹丸从后面装入炮膛,再关上炮闩后发射。膛内大多有膛线,弹丸上有弹带(或称导带),飞行时靠旋转稳定。一般地炮和高炮大多为这种结构。

② 前膛炮弹(前装炮弹、迫击炮弹):炮弹从炮口装入,自行滑下而发射。火炮一般没有膛线,弹丸靠尾翼稳定,弹道较弯曲。

③ 无座力炮弹:火炮后部带有喷管,发射时,一部分火药气体向后喷出以平衡弹丸的后座力。因此火炮基本无后座。这类火炮有有膛线的,也有滑膛的;有前装的,也有后装的,但均为直射,弹道较低伸。

④ 火箭弹:在弹上带有火箭发动机,利用火药气体从喷管中高速喷出产生的反作用力,使炮弹运动。用火炮发射的火箭弹称为火箭增程弹。火箭增程弹可以配用在各种类型的火炮

上。

(4) 按口径分类

- ① 小口径:地面炮为 20~70mm;高射炮为 20~60mm。
- ② 中口径:地面炮为 70~155mm;高射炮为 60~100mm。
- ③ 大口径:地面炮为 155mm 以上;高射炮为 100mm 以上。

(5) 按稳定方式分类

① 旋转稳定式:弹丸依靠火炮膛线赋予的高速旋转来保持弹丸飞行稳定。这与陀螺稳定的原理相同;高速旋转的物体有保持旋转轴线不变的特性;在外力作用下,沿外力矩矢量的方向产生进动而不翻倒。大多数的榴弹、穿甲弹均采用这种稳定方式。旋转稳定的弹丸不能太长,一般全弹长小于 5.5 倍口径。

② 尾翼稳定式:利用在弹丸尾部设置尾翼稳定装置,以使空气动力作用中心(压力中心)后移至弹丸质心之后的某一距离处,来保持弹丸飞行稳定。

(6) 按弹径与口径比分类

- ① 适于口径炮弹:弹径与火炮口径相同。大多数炮弹均属这一种;
- ② 次口径炮弹:弹径小于火炮口径,便于提高初速。如各种脱壳穿甲弹属于这一种;
- ③ 超口径炮弹:弹径大于火炮口径,弹丸威力较大。某些火箭筒发射的反坦克破甲弹属于这一种。

2. 炮弹的组成

炮弹一般由引信、弹丸、药筒(或药包)、发射装药及其辅助元件、点火具等五大部分组成,除部分药筒外,只供火炮一次使用,如图 1.3.1 所示。

炮弹装填完毕后的情况见图 1.3.2。

(1) 弹丸部分

弹丸部分是由引信、弹体、弹带及炸药组成。发射后,它被火药气体从炮膛中推出,飞向目标。当弹丸碰到目标时,引信开始作用,使弹丸内的炸药爆炸,从而摧毁目标。

由此可见,炸药是形成威力摧毁目标的一个能源;引信是使弹丸适时起爆的一个敏感元件;弹体是连接弹丸各个部分,保证弹丸发射时安全,保证弹丸正确飞向目标,并在炸药爆炸时产生大量破片来杀伤敌人之用;弹带的作用是嵌入火炮膛线带动弹丸旋转,保证弹丸飞行稳定之用。

各种弹丸因对付的目标和使用的火炮不同,其外形和装填物的结构有较大的区别。

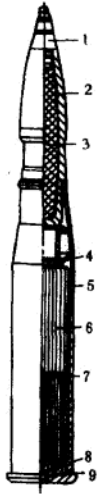


图 1.3.1 炮弹的组成

- 1—引信;2—弹壳;3—装药;4—除铜剂;5—护膛剂;6—发射药;7—药筒;8—点火药;9—底火

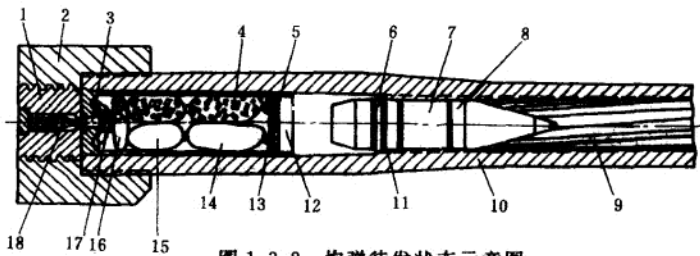


图 1.3.2 炮弹待发状态示意图

- 1—壳体;2—炮尾;3—底火;4—发射药;5—紧塞盖;6—弹带;7—弹丸;8—定心部;9—膛线;10—炮管;11—坡膛部;12—药筒;13—除铜剂;14—上药包;15—下药包;16—基本药包;17—一点火药包;18—击针

弹丸的外形主要是考虑减小空气阻力来设计的。远程弹丸的初速较高,其弹头部尖锐,可以减小激波阻力;近程弹丸初速较低,头部较钝圆,而弹尾部较长,以减小涡流阻力。

对于尾翼稳定的弹丸,要有尾翼稳定装置。尾翼有固定式的和可张开的两类,其具体结构将在以后的章节中做详细说明。

(2) 药筒部分

药筒部分是由药筒、发射装药、底火及其它辅助元件组成。它的功用是赋予弹丸能量,达到规定的初速,如图 1.3.3 所示。

① 药筒:一般用黄铜或软钢冲压制成,用来盛装发射药和其他辅助用品。在平时,保护发射药不受潮,不碰坏;发射时,由于药筒壁很薄,又有弹性,火药气体压力使其胀大仅贴在炮膛壁上,消除了缝隙,保证火药气体不后泄。发射后,药筒弹性恢复,故打开炮闩后可顺利抽出药筒。

② 发射装药:为一定形状和一定重量的火药,放在药包中或在药筒中的一定位置上。发射时,火药被点燃,迅速燃烧生成大量火药气体,产生很高的压力,推动弹丸前进。火药是发射弹丸的能源。

③ 底火:底火是用来点燃发射药用的。它由底火体、火帽、发火点、黑药、压螺、紧塞锥形塞等元件组成。

④ 辅助元件:包括有密封盖、紧塞盖、除铜剂、消焰剂、护膛剂和点火药等,它们都放在药筒内。

a. 密封盖:为硬纸制成,放在药筒上方并涂有密封油,用以保护装药不受潮,在射击时要去掉。

b. 紧塞盖:也是硬纸制成,用以压紧装药,使其在运输和搬运时不致移动,变换装药后仍需放在药筒内,并将装药压紧,不使药包串动,以利于火药的正常燃烧。

c. 除铜剂:弹丸在发射时,由于弹带嵌入膛线,会使弹带的一些铜屑留在膛内,我们称其为挂铜,挂铜会影响弹丸的运动,使内弹道性能和射击精度变差。除铜剂是为了消除挂铜用的。除铜剂一般是锡和铅的合金制成,其熔点很低,发射时在高温作用下与挂铜生成熔化物,这种熔化物熔点也很低,易被火药气体所冲走或被下一发的弹带所带走,没有带走的也容易被擦掉。使用了除铜剂后,膛内没有积铜,射击精度可显著提高。除铜剂一般制成丝状,缠成圈状放置在发射药的最上面,其用量约为装药总量的 0.5%~2.0%。

d. 消焰剂:弹丸飞出炮口后,膛内的火焰气体也随之喷出,其中的可燃成分与空气中的氧发生反应,在炮口进行燃烧,会产生很大的火焰,即为炮口焰。炮口焰是有害的,特别是在夜间,会使阵地暴露并会使炮手眼睛发花,影响战斗。消焰剂通常使用氯化钾、硫酸钾等盐类,加入消焰剂后使火药气体出炮口后不易燃烧,从而减小炮口火焰。黑药中因为有硫酸钾,也有消焰作用,小号装药就不须放消焰剂。使用消焰剂会产生烟雾,所以白天不使用。消焰剂做成单独的药包放在装药中,或单独放置,射击前按需要放入。为了消除开闩后火药气体在炮尾燃烧产生的炮尾焰,有的在装药底部也放置消焰剂。消焰剂用量约占装药总量的 2%~15%。

e. 点火药:一般采用黑药,放在基本药包的底部,用以加强底火的火焰,保证充分点燃发

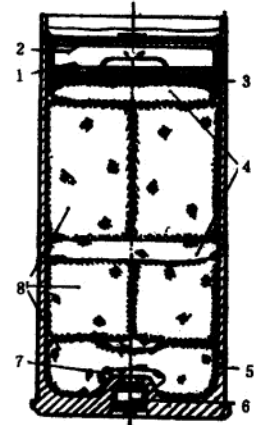


图 1.3.3 152 榴弹炮装药

- 1—紧塞盖,2—防潮盖;
- 3—除铜剂,4—消焰剂;
- 5—药筒,6—底火;
- 7—点火药,8—发射药

射药。点火药量约占装药量的1%~2.5%，燃完时能产生5~10MPa的点火压力。所以采用黑药作为点火药，是由于其燃烧产物中有很多固体，大量炽热的固体微粒易于使火药迅速被点燃。黑药中有硝酸钾，易受潮，所以必须注意防潮问题。

f. 护膛剂：采用护膛剂是提高火炮寿命的有效措施。目前常用的护膛剂为钝感衬纸，它是将石蜡、地腊、凡士林等配成一定成分涂在纸上做成的。初速较高的火炮（小口径初速在800 m/s以上，中大口径在700m/s以上）都要使用这种钝感衬纸。因为高初速火炮的装药量多，膛压高，火药气体温度高，对炮膛的冲刷烧蚀作用厉害，特别是较大口径的加农炮，有的仅发射几百发后就不堪使用，寿命是一个严重的问题。采用护膛剂后，能提高寿命2~5倍，甚至更多。

1.3.2 火箭弹的分类与组成

1. 火箭弹的分类

火箭弹是靠火箭发动机所产生的推力为动力，以完成一定作战任务的一种无制导弹药。

火箭技术自第二次世界大战以来得到了很大的发展，火箭弹的类型也越来越多，分类的方法也很多，这里作简单介绍。

(1) 按战斗部类型分类

① 杀伤火箭弹：靠战斗部壳体在炸药爆炸时产生的破片杀伤敌方有生力量，压制敌方炮兵阵地，摧毁敌方各种兵器；

② 爆破火箭弹：靠战斗部的炸药在爆炸时形成的冲击波破坏敌方的防御工事及其它设施。

③ 杀伤、爆破火箭弹：兼有杀伤和爆破两种作用；

④ 破甲火箭弹：靠战斗部内的金属药形罩在炸药爆炸时形成高速金属射流来击穿敌方装甲目标（坦克、装甲车辆和自行火炮）；

⑤ 碎甲火箭弹：靠战斗部内的高能塑性炸药在敌方坦克或装甲车辆的钢甲正面爆炸后使钢甲背面崩落形成碟形破片和许多小碎片来杀伤坦克或装甲车辆内的人员，破坏车内的各种设备；

⑥ 特种火箭弹：包括各种毒气弹、燃烧弹、烟幕弹、照明弹、宣传弹等；

⑦ 子母战斗部火箭弹：战斗部内装有许多子炸弹。火箭母弹在目标上空开舱并抛撒子炸弹来摧毁目标；

(2) 按稳定方式分类

① 涡轮式火箭弹：靠火箭发动机提供的旋转力矩使火箭弹高速旋转，从而稳定地飞行；

② 尾翼式火箭弹：靠尾翼提供的稳定力矩，使火箭弹稳定地飞行。

(3) 按有无控制分类

① 无控火箭弹：火箭弹上无制导装置；

② 有控火箭弹：火箭弹上装有制导装置。

(4) 按所属兵种分类

① 地面炮兵用火箭弹；

② 地面步兵反坦克用火箭弹；

③ 空军用火箭弹；