

战斗部结构与原理

卢芳云 李翔宇 林玉亮 编著



科学出版社

www.sciencep.com

战斗部结构与原理

卢芳云 李翔宇 林玉亮 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以常规战斗部的结构和作用原理为论述对象,侧重于导弹武器战斗部,对战斗部中的一些共性技术进行了描述。介绍了战斗部的分类和结构组成等内容;重点阐述了爆破战斗部、杀伤(破片)战斗部、破甲战斗部、穿甲侵彻战斗部、子母弹战斗部等典型战斗部的基本结构和作用原理,并给出了部分战斗部的发展历程和发展趋势;简单介绍了云爆弹、碳纤维弹、激光武器、微波武器等新型弹药的毁伤原理、作战意义和发展趋势。

本书可作为军队院校学历教育合训类本科学员和普通院校弹药工程与爆炸技术专业本科生的教材,也可作为从事武器设计的相关科研人员、工程技术人员和管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

战斗部结构与原理 / 卢芳云,李翔宇,林玉亮编者. 北京:科学出版社, 2009

ISBN 978-7-03-024221-1

I. 战… II. ①卢…②李…③林… III. 战斗部—基本知识
IV. TJ410.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 033336 号

责任编辑:陈 婕 王志欣 于宏丽 / 责任校对:陈丽珠

责任印制:赵 博 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

装 订 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 3 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2009 年 3 月第一次印刷 印张:14

印数:1—1 500 字数:270 000

定价:42.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

前言

本书是在学历教育合训应用物理专业“战斗部结构与原理”课程授课的基础上,经过充分论证和多轮教学试点后修订完成的。

学历教育合训是我军新型军事人才的一种培养模式,其目标是完成普通本科学历教育和初级指挥岗位任职培训,培养德、智、军、体等方面全面发展,适应军队现代化建设和联合作战需要的高素质新型军事指挥人才。学历教育阶段完成普通本科学历教育,同时进行军政基础理论教育和军事基础训练,为学员的任职培训,特别是未来长远发展,打牢思想政治基础、科学文化基础、军事素质基础和身体心理基础。

为了适应学历教育合训人才的培养目标,非常有必要通过传授一些关于武器系统、战斗部、战场毁伤等军事基本知识,来强化合训学员对战场、战争的感性认识,增强他们的科技底蕴。其中,战斗部是各类弹药和导弹等武器系统毁伤目标的最终单元,是直接用于摧毁、杀伤目标,完成战斗使命的部件。随着精确制导、目标探测等技术的发展,战斗部结构形式、作用原理发生了较大的变化。特别是近年来,由于新原理、新技术、新材料、新工艺在战斗部设计中的广泛应用,战斗部结构不断改进,性能得到大幅度提高,常规战斗部正在朝着智能化、灵巧化、多模式、多功能的方向发展,并涌现出了一些有别于常规弹药的新型新概念弹药。随着精确打击技术的快速发展和普遍应用,以及联合作战指挥人才培养的迫切需要,结合在教学中碰到的一些问题,我们认为非常有必要编著一部立足于战斗部共性技术,侧重于介绍导弹战斗部结构与毁伤原理的书籍,以期为学历教育合训学员和相关领域的工程设计、管理和指挥人员提供关于战斗部的分类、组成、结构特点、典型应用和发展趋势等内容的基本认识。

全书共分七章,第一章描述常规战斗部结构组成、分类及作用目标,炸药类型及选型原则,高效毁伤战斗部智能化、模块化的发展趋势;第二章介绍爆破战斗部结构类型及其在不同介质中的爆炸效应;第三章重点介绍聚能射流的形成及破甲过程,影响射流形成及破甲效果威力的因素,以及典型的聚能破甲战斗部结构 and 应用;第四章详细介绍破片战斗部威力性能参数及测试方法,传统破片战斗部结构类型,定向战斗部结构特点、作用原理、相对效能等内容;第五章对穿甲侵彻战斗部的作用原理、威力性能参数,穿甲弹的结构及分类,以及钻地侵彻战斗部的原理结构和关键技术进行了较系统的介绍;第六章介绍子母式战斗部结构、作用原理,对典型的炮射、导弹、航弹式子母弹的典型结构和应用,以及子母弹战斗部对目标的毁伤效率进行了讨论;第七章简单介绍云爆弹、碳纤维弹、激光武器、微波武器等新型

弹药的作用原理及毁伤效应。

本书的编写充分发挥了团体凝聚力和细致严谨的精神。其中,第一、三、七章和全部习题由卢芳云编写,第二、四章由李翔宇编写,第五、六章由林玉亮编写,全书由卢芳云统稿、定稿。张震宇、田占东、张舵、李翔宇、荆松吉、唐弘胤等提供了书中部分数值模拟结果。蒋邦海、龚柏林、赵鹏铎、李俊玲、胡玉涛、汪维、卢潇、高洪泉等参与了资料收集和文字校对工作。

在本书的编写过程中,参考了国内外大量的书籍和资料,在此特别对参考文献和资料的作者表示衷心的感谢。此外,感谢国防科技大学及理学院各级领导对本书编写的支持和指导。本书的教学试点得到了国防科技大学指挥军官基础教育学院学历教育合训应用物理专业全体学员的积极参与,他们从学习者的角度提出了许多宝贵意见。同时晏麓辉教授、张建德教授、陆彦文教授在本书编写过程中也提出了宝贵意见,在此一并表示衷心的感谢!

由于作者知识水平有限,尽管倾注了极大的精力和努力,但书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者

2009年1月,长沙

目 录

前言

第一章 绪论	1
1.1 战斗部的作用及其与全弹的关系	1
1.1.1 战斗部的作用	1
1.1.2 导弹战斗部与全弹的关系	1
1.2 作用目标及战斗部的分类	4
1.2.1 作用目标及其特征分析	4
1.2.2 战斗部分类	6
1.3 战斗部系统的结构组成	12
1.3.1 战斗部基本组成	12
1.3.2 保险装置	16
1.3.3 引信	17
1.4 战斗部的发展趋势	20
1.4.1 高效毁伤战斗部	21
1.4.2 智能化复合化战斗部	27
习题	29
第二章 爆破战斗部	30
2.1 概述	30
2.2 爆破战斗部结构	30
2.2.1 爆破战斗部结构类型	30
2.2.2 爆破战斗部装药结构相关概念	32
2.2.3 爆破战斗部威力参数	34
2.3 爆破战斗部作用原理	36
2.3.1 空中爆炸作用	36
2.3.2 水中爆炸作用	40
2.3.3 岩土中爆炸作用	43
2.4 爆破式战斗部发展趋势	47
习题	47
第三章 聚能破甲战斗部	49
3.1 聚能现象	49
3.2 聚能射流形成过程	51

3.2.1 射流形成过程初步分析	51
3.2.2 射流在空气中的运动	53
3.2.3 射流形成过程的流体力学理论	54
3.3 聚能射流破甲过程	58
3.3.1 射流破甲的基本现象、破甲阶段及破甲孔形状	58
3.3.2 破甲过程的流体力学理论	61
3.4 影响破甲威力的因素	66
3.4.1 炸药	67
3.4.2 药型罩	68
3.4.3 炸高	71
3.4.4 旋转运动	72
3.5 聚能破甲战斗部结构与应用	74
3.5.1 聚能破甲弹的应用和发展	74
3.5.2 聚能射流破甲战斗部	75
3.5.3 爆炸成型弹丸战斗部	76
3.5.4 聚能长杆射弹战斗部	79
3.5.5 多聚能装药战斗部	81
3.5.6 串联聚能战斗部	83
3.5.7 其他应用	88
习题	88
第四章 破片战斗部	90
4.1 破片战斗部基本原理与威力参数	90
4.1.1 破片战斗部基本原理	90
4.1.2 破片战斗部威力性能参数	91
4.2 传统破片战斗部结构类型	100
4.2.1 自然破片战斗部	101
4.2.2 半预制破片战斗部	105
4.2.3 预制破片战斗部	108
4.2.4 几种传统破片战斗部的性能比较	110
4.3 定向战斗部	112
4.3.1 概述	112
4.3.2 定向战斗部的结构类型	113
4.3.3 定向战斗部的主要技术问题	121
4.3.4 定向战斗部的相对效能	126
4.3.5 定向战斗部静态威力试验	128
习题	129

第五章 穿甲侵彻战斗部	131
5.1 穿甲侵彻战斗部作用原理	131
5.1.1 概述	131
5.1.2 侵彻与贯穿现象的一般特性	131
5.2 侵彻战斗部威力参数	135
5.2.1 侵彻弹的威力性能	135
5.2.2 侵彻极限的经验公式	136
5.2.3 影响侵彻弹作用的因素	139
5.2.4 装甲目标分析	140
5.3 穿甲弹的结构与应用	145
5.3.1 普通穿甲弹	145
5.3.2 次口径超速穿甲弹	149
5.3.3 脱壳穿甲弹	151
5.4 钻地弹原理与结构	161
5.4.1 钻地弹原理	161
5.4.2 钻地弹结构	163
5.4.3 钻地弹的关键技术	165
5.4.4 钻地弹的发展趋势	167
习题	169
第六章 子母弹战斗部	171
6.1 子母弹战斗部基本结构和作用原理	171
6.1.1 子母弹战斗部作用原理	171
6.1.2 集束式子母弹战斗部基本结构	172
6.2 集束式子母弹典型结构	176
6.2.1 炮射子母弹典型结构	176
6.2.2 航弹子母弹典型结构	179
6.2.3 导弹集束战斗部结构组成	180
6.3 集束式子母弹战斗部的效率	192
6.3.1 子母弹战斗部的作战效率	192
6.3.2 集束航空炸弹的效率	194
6.3.3 导弹集束战斗部的效率	197
6.4 子母弹战斗部发展状况	199
6.4.1 炮射子母弹	199
6.4.2 航弹子母弹	199
6.4.3 火箭弹子母弹	200
6.4.4 战术导弹子母弹	200

6.4.5 战略导弹子母弹	200
习题	201
第七章 其他类型武器战斗部	202
7.1 云爆弹	202
7.1.1 云爆弹作用原理	202
7.1.2 云爆弹结构	204
7.2 碳纤维弹	207
7.2.1 碳纤维弹作用原理	207
7.2.2 碳纤维弹的应用	208
7.3 激光武器	209
7.3.1 激光武器概述	209
7.3.2 激光武器毁伤原理	210
7.4 微波武器	211
7.4.1 微波武器原理与作用	211
7.4.2 微波武器的应用	212
习题	213
参考文献	214

第一章 绪 论

1.1 战斗部的作用及其与全弹的关系

1.1.1 战斗部的作用

战斗部是各类弹药和导弹等武器系统毁伤目标的最终毁伤单元。有些武器系统仅由战斗部单独构成,如地雷、水雷、航空炸弹、手榴弹等。导弹是一种带有制导系统的飞行器,包含弹体、制导系统、战斗部和发动机四大部分。战斗部是导弹的结构组成中直接用于摧毁、杀伤目标,完成战斗使命的部件。可以说,导弹毁伤目标的任务最终是由战斗部来完成的,其余部件的任务只在于将战斗部准确地投送到预定目标或目标区。因此,战斗部是各类弹药和导弹的一个重要部件。

相对于非制导武器而言,导弹具有较高的命中精度,但是由于导弹的制导系统不可避免地会存在误差,特别是对速度高、机动性能好的现代空中目标,导弹是难以直接命中的。防空导弹问世以来的战争实践表明,除了专门设计的 KKV 类导弹、便携式防空导弹有过直接命中空中目标的战例,一般来讲,直接命中的可能性是很小的。即使导弹能直接命中目标,但在不带战斗部的情况下,导弹对目标的破坏能力最多只等于导弹的动能,其破坏半径一般约等于导弹弹体的半径。如果导弹高速穿过目标的非要害轻质部位,则其动能大部分不能转化为破坏能,因而,对目标的损伤并不总是致命的。国外某次空战中有过这样的战例:导弹直接命中了目标——飞机,但由于战斗部威力偏小,未能将其彻底摧毁,飞机仍能返航。

战斗部在导弹与目标遭遇的适当时刻起爆,极为迅速地释放其内部“储存”的能量,产生很强的爆炸作用,并形成许多高速杀伤元素(如金属破片等),它们的杀伤距离远远超过导弹的半径,只要目标位于战斗部的杀伤距离之内,就会被摧毁。因此,为了保证在未直接命中的情况下也能破坏目标,导弹必须带有适当的战斗部。

1.1.2 导弹战斗部与全弹的关系

战斗部作为摧毁目标的弹上设备,与导弹总体有着密切的关系。

1. 战斗部的质量

战斗部的质量对全弹的质量影响很大,它直接影响着武器系统的机动性。战斗部的质量应在导弹的总质量中占有合理的比例。一方面,战斗部应在满足总体

要求的杀伤概率条件下,使质量尽可能小,以便增大导弹的射程或改善其机动能力;另一方面,导弹总体对战斗部质量的限制不应影响战斗部的威力。全弹质量 G_m 与战斗部质量 G_w 之间有以下比例关系:

$$G_m = K_G G_w = \frac{K_Z (K_S - 1)}{K_S - K_Z} G_w \quad (1-1-1)$$

式中, K_G 为弹的质量比,即导弹的初始质量与战斗部质量之比; K_S 为结构特征比,根据火箭结构、材料和工艺水平的统计数而定; K_Z 为火箭齐氏质量比,由齐氏公式 $K_Z = c^*_{\text{m}}/u$ 得到,其中, u 为发动机的有效排气速度,与燃料和发动机结构有关, c^*_{m} 为在理想条件下的最大飞行速度,根据射程需要而定。

2. 导弹制导精度的影响

战斗部质量的大小,还取决于武器的制导精度。战斗部对目标的有效杀伤半径应能弥补制导误差造成的目标“脱靶量”。因此,在不同的制导体制下,战斗部的质量可以相差很大。例如,中、远程防空导弹在射程相同的情况下,寻的制导和指令制导两种体制的导弹,前者的战斗部质量只需后者的 $1/3 \sim 1/4$ 。

战斗部对目标的有效杀伤半径可用威力半径 R 来描述。导弹系统各部件本身带有一定的误差,同时控制系统惯性使导弹的弹着点产生散布。用于对付空中目标的导弹,常用均方偏差 σ 来表示制导系统的制导精度, σ 事实上是弹着点(或炸点)散布的标准偏差。用于对付地面目标和海上目标的导弹,常用圆概率偏差 δ 来表示制导系统的精度。在导弹武器系统中,一般用摧毁概率 P_0 表示摧毁目标的可能性,当目标确定后,摧毁概率 P_0 是战斗部威力半径 R 、炸点散布标准偏差 σ 或圆概率偏差 δ 的函数。

威力半径 R 必须与导弹制导系统的精度匹配好,才能有效地摧毁目标。以对付空中目标的导弹为例,假设在制导系统无系统误差的情况下,位于战斗部威力半径 R 内的目标都能被可靠摧毁,则威力半径 R 与制导精度或弹着点散布标准偏差 σ 之间必须满足以下条件:

$$R \geq 3\sigma \quad (1-1-2)$$

在上述条件下,单发导弹摧毁概率的表达式为

$$P_0 = 1 - \exp\left(-\frac{R^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1-1-3)$$

由于战斗部威力半径 R 与战斗部质量 G_w 存在一定比例关系,因此,式(1-1-3)中 R 可以用 G_w 来替换。对于破片式战斗部,当用于对付歼击机和轰炸机时,其单发导弹摧毁概率为

$$P_0 = 1 - \exp\left(-\frac{0.8G_w^{1/2}}{\sigma^{2/3}}\right) \quad (1-1-4)$$

当采用爆破战斗部对付歼击机和轰炸机时,其单发导弹摧毁概率为

$$P_0 = 1 - \exp\left(-\frac{0.8G_w^{1/3}}{\sigma^{2/3}}\right) \quad (1-1-5)$$

由式(1-1-4)、式(1-1-5)可知,因 σ 的幂指数为 $2/3$,它大于 G_w 的幂指数 $1/2$ 和 $1/3$,说明 σ 的减小比 G_w 的增大更能有效地提高摧毁概率 P_0 。当单发导弹摧毁概率不能满足要求而又需提高时,则首先要提高制导系统的精度,其次才是增加战斗部的质量。

再如,对付地面目标的导弹,假设在制导系统无系统误差的情况下,位于战斗部威力半径 R 内的目标都能达到可靠摧毁,则威力半径 R 与圆概率偏差 δ 之间必须满足以下条件:

$$R \geq 2.5\delta \quad (1-1-6)$$

如果上述条件无法满足,则需要首先设法提高制导系统的精度。若在当时技术上不能再提高制导系统的精度,则可以考虑多发齐射。多发齐射相当于增加了战斗部的威力半径。

另外,战斗部与引信的关系也十分密切。引信应当在最能发挥战斗部威力的最佳空间位置和最佳时间上引爆战斗部。引信与战斗部之间的这种配合又称为引战配合,是保证导弹具有较高杀伤效率的重要条件之一。

3. 战斗部在导弹上的位置

战斗部在全弹结构布局中所处的位置有三种基本形式:多数位于弹的头部,少数位于弹的中部,个别位于弹尾。图 1-1-1 是法国 AS-15TT 空舰导弹内部结构布局图,该导弹主要由战斗部、制导、推进和操纵四个部分组成,其中战斗部位于导弹头部。

战斗部在导弹上的部位安排,应保证能最大限度地发挥战斗部对目标的破坏作用。采取什么样的布局,取决于战斗部对目标的破坏作用方式。例如,内爆式爆破战斗部最好位于导弹的头部,而杀伤式战斗部既可放在导弹的头部,也可放在中部,但必须尽可能避开翼面、舵面、舱盖、加强构件和天线等结构,以防它们遮挡破片的飞散。

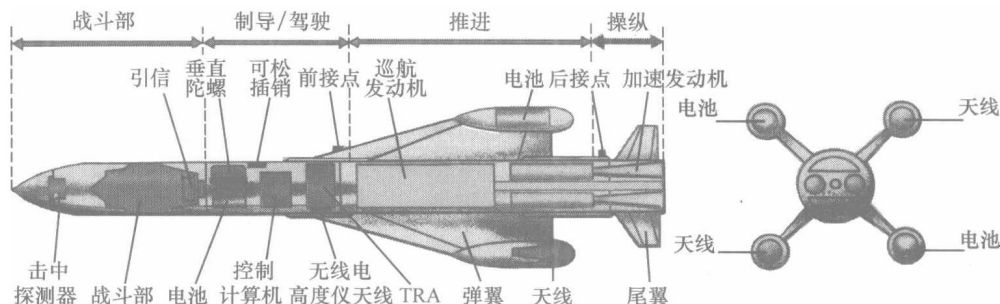


图 1-1-1 法国 AS-15TT 空舰导弹内部的结构布局图

对付地面目标的弹道式导弹的常规战斗部、核战斗部多位于导弹的头部。这是因为弹道式导弹采用多级火箭发动机(个别近程弹道式导弹例外),其在飞行过程中在弹道上逐级分离,最后只剩战斗部飞向目标区,而且战斗部采用空中或地面爆炸的方式,所以位于头部最为有利。

对付装甲目标的导弹大都是有翼式导弹,多采用聚能战斗部、爆炸成型弹丸战斗部与半穿甲战斗部。为了保证破甲时金属射流对目标的有效作用,或者使战斗部能有效地穿入目标内部爆炸,这类导弹的战斗部一般都位于导弹的头部。通常在聚能战斗部最前端还装有风帽,以保证导弹的飞行性能和战斗部作用的有利炸高。

对付空中目标的导弹多数也是有翼式导弹,其战斗部大多是以杀伤作用(如破片式、连续杆式、聚能粒子式等)为主,所以位于导弹的中部比较合理。这不仅有利于发挥战斗部的作用,也有利于导引头正常工作。

对付地面有生力量的破片战斗部,若采用触发式引信,为了减少杀伤破片被地面土壤的吸收,提高杀伤效应,以及增大地平面上的有效杀伤半径,可将战斗部置于全弹的尾部。如果战斗部的质量较大,在部位安排时还要考虑它对导弹的稳定性、操纵性和质心等的影响。

1.2 作用目标及战斗部的分类

1.2.1 作用目标及其特征分析

不同的作战使命对战斗部的需求也不同。合理选择导弹战斗部类型的依据是目标的易损特性和其在战争中所起的作用。目标按所处的位置可分为空中目标、地面目标和水上目标,它们具有不同的特征。

1. 空中目标

广义的空中目标包括各种类型的飞机、弹道导弹、巡航导弹、高空卫星等空中飞行器;而狭义的空中目标仅包括各种类型飞机和导弹等。

空中目标的特点是:目标尺寸较小,运动速度大,机动性好,部分目标还具有一定的装甲防护,如武装直升机、对地攻击机。此外,空中目标还具有致命杀伤的要害部位,如飞机的驾驶舱、仪表舱、发动机、贮油箱等、导弹的战斗部舱等。为了攻击空中目标,导弹武器系统应满足以下要求:首先防空雷达网要迅速发现目标,其次拦截目标的时间应尽可能短,在敌机投弹前(导弹应在飞行弹道上)把它击毁。因此,导弹的射程必须大于敌机所用武器的射程,导弹上升的高度必须大于敌机可能飞行的高度,导弹的速度和机动性必须大于目标的速度和机动性,导弹命中精度应与其战斗部的威力半径相匹配,以保证所要求的摧毁概率。

对付空中目标的战斗部一般采用破片杀伤效应。从 20 世纪 50 年代以来,随着科学技术的发展和导弹制导技术的日益完善,有些战斗部采用了冲击波效应、连续杆杀伤效应和聚能破甲效应等。根据不同的作战需要,也可以为一种防空导弹装备两种(或两种以上)不同类型的战斗部。比较常见的有,既装备破片式战斗部,又装备连续杆式或子母式战斗部的导弹,如美国的麻雀-Ⅲ、波马克和奈基-Ⅲ等导弹。当前新发展的所谓“综合效应”或“多任务”防空导弹,可以既对付高速目标,又对付低速目标;既对付大目标,又对付小目标,它们已成为实现武器高效毁伤的一种有效途径。

2. 地面目标

地面目标类型较多,按照防御能力可分为硬目标与软目标,按照集结程度可分为集结目标与分散目标。集结的硬目标包括混凝土掩体、机场跑道、水坝、桥梁、地下发射井、隧道、装甲车辆群等;集结的软目标包括机车群、地面飞机和管报中心、雷达天线等;分散的硬目标包括地下工厂、指挥所等;分散的软目标包括道路、油库、弹药库、电站及地面上有生力量等。

地面目标的特点是:活动范围基本在有限的二维平面域内。大多数目标是固定的,如建筑物,面积较大,结构形式多,坚固程度不一;少数目标是如坦克之类的点运动目标。

对付地面硬目标的战斗部必须直接命中而且要求有一定的侵彻能力,通常采用聚能破甲战斗部、半穿甲战斗部。对付地面软目标的战斗部,一般采用多弹头分导战斗部、集束式战斗部和杀伤爆破战斗部,它们具有较大的杀伤面。

3. 水上目标

水上目标指各种水面舰艇,包括航空母舰、轻巡洋舰、驱逐舰和护卫舰等轻型舰艇。

一般舰艇目标的特点是:面积小,生命力强,装甲防护强和火力装备强。现代舰艇的长度一般为 270~360m,宽度为 28~34m。当机房和舱室遭到大的毁伤时仍能保持不沉,这是因为舰艇有很多不透水的船舱,而且具有向未毁船舱强迫给水的系统,可以保持舰艇平衡防止舰舷倾覆。舰艇上还装有防护装甲,如巡洋舰和航空母舰都有两层或三层防弹装甲(典型的第一层厚为 70~75mm,第二层厚为 50~60mm,两层间隔为 2~3m),多层装甲总厚可达 150~300mm。一般舰艇上均装备有导弹、火炮和鱼雷等武器,进一步加强了其进攻和防御的能力。

对付水上目标的导弹战斗部应具有强的侵彻能力和毁伤效能,目前最常用的是半穿甲战斗部、爆破战斗部和聚能破甲战斗部三种类型。

1.2.2 战斗部分类

按照导弹所攻击目标的特性和目标所处的位置为基本特征,可以将导弹作以下分类:

(1) 地地导弹和空地导弹:通过陆基(或车辆)和机载发射,用于攻击地面目标,包括地面固定目标和诸如坦克类的地面活动目标,后者有时也称为反坦克导弹。

(2) 地空导弹和空空导弹:通过陆基(或车辆)和机载发射,用于反飞机和反导。

(3) 地舰导弹、空舰导弹和舰舰导弹:用于攻击海上舰艇目标,统称为反舰导弹。

近年来还出现了以卫星为发射平台的天基武器和反卫武器系统。

现代战争中所对付的目标多种多样。为了对付不同的目标,导弹战斗部的种类也有很多。战斗部的类型一般根据它对目标的作用原理或内部装填物来确定,可分为核战斗部和非核战斗部。前者虽然威力很大,但由于众所周知的原因,很难得到实际应用。用炸药作为能源的战斗部一般称为常规战斗部,装备常规战斗部的弹药称为常规武器,这是本书讨论的重点。图 1-2-1 给出了战斗部的分类。

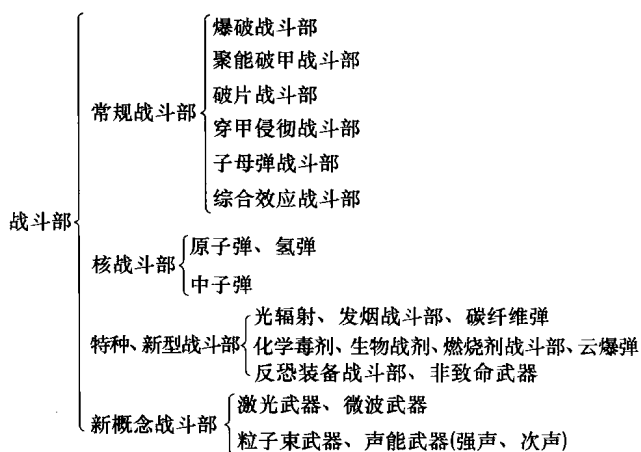


图 1-2-1 战斗部分类

下面分别介绍几种战斗部。

1. 常规战斗部

1) 爆破战斗部

爆破战斗部主要用于摧毁地面或水面、地下或水下的目标,如地下指挥所、机场、舰船、交通枢纽以及建筑物等。

爆破战斗部对目标的破坏主要依靠爆炸产物(高温高压气体)、冲击波和爆炸时产生的破片等的作用。如梯恩梯(TNT)炸药装药爆炸时,其爆炸中心形成的压力可达 19.6GPa,温度达 3200K,所形成的空气冲击波具有较高的超压(超出大气压的压力值)和比冲量(单位面积上所受作用力与作用时间的乘积),可将地面建筑物推倒,使有生力量伤亡。图 1-2-2 示出的是一种典型的爆破战斗部结构。

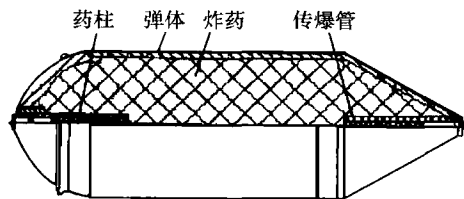


图 1-2-2 爆破战斗部结构图

在爆破战斗部中,炸药占战斗部质量的绝大部分,而壳体只是在满足强度要求的前提下,作为炸药的容器。但也可以把壳体加厚,使之兼有破片杀伤作用,以增大战斗部的破坏力,如美国的红眼睛、尾刺等导弹采用了加厚壳体的结构形式。

2) 聚能破甲战斗部

聚能破甲战斗部主要用于反装甲目标和复合结构战斗部的前期开坑。

破甲战斗部是利用带金属药型罩的聚能装药爆轰形成金属射流,侵彻穿透装甲目标造成破坏效应。这种射流的能量密度大,头部速度可达 $7\sim 9\text{km/s}$,对装甲的穿透力很强,破甲深度可达数倍甚至十倍以上药型罩口径。破甲战斗部典型结构如图 1-2-3 所示。

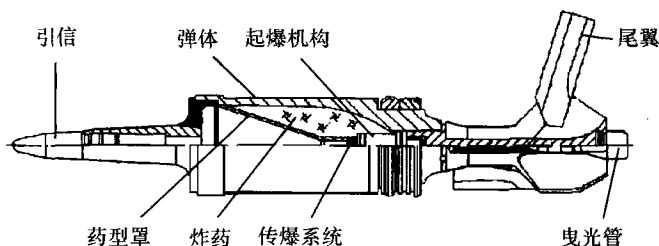


图 1-2-3 聚能破甲战斗部典型结构

聚能破甲原理在战斗部结构中应用很广,除了破甲毁伤作用以外,还用于半预制破片、导弹开舱解锁机构和反恐攻坚装置等。此外,它在石油工业中也有具体应用。

3) 破片战斗部

破片战斗部又称杀伤战斗部,主要用于攻击空中、地面和水上作战装备及有生力量,如飞机、导弹、地面轻装甲装备、舰船和人员等。

破片战斗部是应用爆炸方法产生高速破片群,利用破片对目标的高速撞击、引燃和引爆作用来毁伤目标。破片的分布密度与战斗部的结构和材料有关,为了形成一定的破片分布密度,可以通过各种结构设计来实现。破片也可以设计成不同的形状,常见的有球形、立方形或多面体等,新近又发展了如离散杆和自锻破片之类的杀伤元素。还可以用特殊材料制成破片,以实现引燃、引爆等其他功能。

图 1-2-4 是一种典型预制破片战斗部的结构示意图。原苏联的萨姆-2 系列、萨姆-6, 美国的霍克、爱国者, 法国的响尾蛇等导弹都装备了这种战斗部。

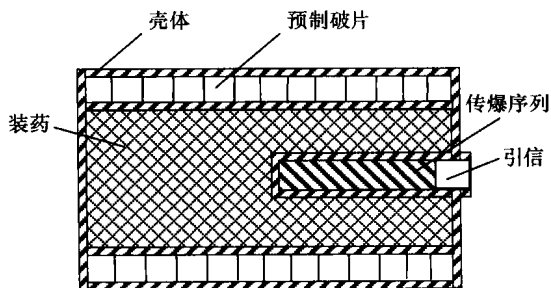


图 1-2-4 典型预制破片式杀伤战斗部

4) 穿甲侵彻战斗部

穿甲侵彻战斗部用于反地面硬目标(如坦克、装甲车、建筑物等)、反舰和钻地武器等。

穿甲侵彻战斗部对目标的毁伤原理是: 硬质合金弹头以足够大的动能进入目标, 然后靠冲击波、破片和燃烧等作用毁伤目标。其作用特点是, 穿甲能力强, 穿甲后效好。穿甲能力主要取决于战斗部命中目标瞬间的动能及其强度和命中角。所谓穿甲后效是指撞击、破片杀伤、爆破和燃烧等作用。

穿甲战斗部的结构有装药式和实心式、钝头形和尖头形之分, 图 1-2-5 是尖头穿甲战斗部的结构图。穿甲战斗部的引信一般是延时的, 这是为了使战斗部靠动能先穿入装甲一定深度, 然后再爆炸, 以达到最大的毁伤效果。图 1-2-6 是一种半穿甲战斗部, 所谓半穿甲, 即先穿甲后杀伤。法国 AS-15TT 反舰导弹就采用了半穿甲战斗部。

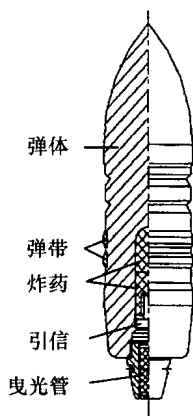


图 1-2-5 尖头穿甲战斗部典型结构

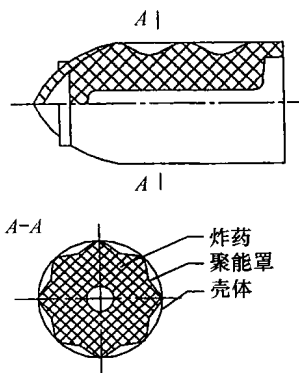


图 1-2-6 半穿甲战斗部典型结构