

弹药概论

DANYAO GAILUN

(第2版)

李向东 王议论 主编

钱建平 张先锋 沈培辉 姜力 顾文彬 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

弹药概论(第2版)

李向东 王议论 主编

钱建平 张先锋 沈培辉 姜 力 顾文彬 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

为了适应国防现代化人才培养、教学和科研的需要,结合当前科研最新成果和国内外弹药发展动态,本书对原版教材进行修订,编写了本教材。在新原理弹药方面,增加了横向效应弹、多模式战斗部、含能破片战斗部等内容;在智能弹药方面,增加了末制导炮弹、简易制导迫击炮弹和火箭弹、制导炸弹等内容;原有特种弹一章的内容相对陈旧,对此章内容进行了重新编写。考虑到弹药类型的完整性,新增了地雷一章。

本书主要介绍炮弹、火箭弹、枪榴弹及榴弹发射器用弹药、航空炸弹、常规导弹战斗部、地雷等弹药的性能、组成、结构特点和作用原理,以及弹药的发展方向。

本书可作为火炮、自动武器及弹药工程专业本科生的教材,也可作为相关专业的本科生选修课教材、研究生的参考书,同时也是弹药设计、维护、使用等相关技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

弹药概论 / 李向东主编. —2 版. —北京: 国防工业出版社, 2017. 4
ISBN 978 - 7 - 118 - 11330 - 3

I. ①弹… II. ①李… III. ①弹药 - 概论 IV.
①TJ41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 168734 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 24 字数 550 千字

2017 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 58.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

第2版 前言

《弹药概论》(第1版)于2004年出版,至今已有十多年,出版后在本科教学中发挥了重要的作用。近年来,由于新技术、新材料、新工艺等在弹药中的广泛应用,弹药的结构不断改进,性能得到了大幅度提高;随着信息化、网络化作战需求以及光、电、磁、计算机、微电子和新材料等高新技术的发展,弹药正在向信息化、智能化、网络化方向迈进。弹药已由原来的普通型向灵巧型、智能型等方向发展,末敏弹、末制导炮弹、高精度制导炸弹等智能弹药已逐渐产品化并装备部队,同时又涌现出一些新概念智能弹药,如网络化弹药、仿生弹药等,使弹药已开始向攻击目标自主化、网络化、战斗部威力可调等方向发展,原版教材缺少相应的内容。为了适应国防现代化人才培养、教学和科研的需要,结合当前科研最新成果和国际弹药发展动态,对原有教材进行修订,编写了本教材。在新原理弹药方面,增加了横向效应弹、多模式战斗部、含能破片战斗部等内容;在智能弹药方面,增加了末制导炮弹、简易制导迫击炮弹和火箭弹、制导炸弹等内容;由于原有特种弹一章的内容相对比较陈旧,对此章内容进行了重新编写。考虑到弹药类型的完整性,新增了“地雷爆破装备与器材”一章。

本书主要介绍炮弹、火箭弹、枪榴弹及榴弹发射器用弹药、航空炸弹、常规导弹战斗部、地雷等弹药的性能、组成、结构特点和作用原理,以及弹药的发展方向。本书可作为火炮、自动武器及弹药工程专业本科生的教材,也可作为相关专业的本科生选修课教材、研究生的参考书,同时也是弹药设计、维护、使用等相关技术人员的参考资料。

本书共12章,第1、6、10、12章由南京理工大学李向东编写,第3章、7章由西北工业集团有限公司崔晋、王议论编写,第2章、9章由南京理工大学钱建平编写,第4章由南京理工大学张先锋编写,第5章、11章由南京理工大学沈培辉编写,第8章由北方华安工业集团有限公司姜力编写,第12章由解放军理工大学顾文彬、刘建青编写。

本书在编写过程中,参考了大量国内外文献资料和相关教材,在此对原作者表示谢意。

由于编者水平有限,加之内容广泛,书中难免有疏漏和不妥之处,望读者批评指正。

编者

2017年1月

目 录

第1章 弹药概述	1
1.1 弹药的组成	1
1.2 弹药的分类	2
1.3 炮弹的一般知识	4
1.3.1 炮弹及其发射过程	4
1.3.2 弹丸所受空气阻力及影响因素	5
1.3.3 弹丸的结构特征参数	6
1.3.4 炮弹的分类	7
1.3.5 对炮弹的要求	8
1.4 弹药发展趋势	9
第2章 榴弹	13
2.1 概述	13
2.1.1 榴弹的发展简况	13
2.1.2 榴弹的外形特征	14
2.1.3 榴弹的基本组成	15
2.1.4 榴弹的分类	21
2.1.5 榴弹的结构特征数	21
2.1.6 榴弹的精度指标描述	22
2.1.7 榴弹的作用	22
2.2 旋转稳定榴弹	25
2.3 尾翼稳定榴弹	27
2.4 远程榴弹	29
2.5 末制导榴弹	38
2.5.1 制导方式	39
2.5.2 气动布局	40
2.5.3 研制概况	42
2.5.4 “红土地”系列末制导榴弹	43
2.6 榴弹的发展趋势分析	49
第3章 穿甲弹	51
3.1 装甲目标分析	51
3.1.1 坦克	51
3.1.2 装甲钢板	53

3.1.3	新型装甲	54
3.2	对穿甲弹的性能要求和穿甲作用	56
3.2.1	对穿甲弹的主要性能要求	56
3.2.2	穿甲作用	58
3.3	普通穿甲弹	60
3.3.1	尖头穿甲弹	61
3.3.2	钝头穿甲弹	61
3.3.3	被帽穿甲弹	62
3.3.4	半穿甲弹	64
3.4	次口径超速穿甲弹	64
3.5	脱壳穿甲弹	67
3.5.1	概述	67
3.5.2	旋转稳定脱壳穿甲弹	68
3.5.3	尾翼稳定脱壳穿甲弹	69
3.5.4	易碎穿甲弹	76
3.5.5	横向效应弹	78
3.6	穿甲弹的发展方向	80
3.6.1	目前杆式穿甲弹的水平	80
3.6.2	目前穿甲弹面临的问题	81
3.6.3	杆式穿甲弹发展方向	83
第4章	破甲弹	89
4.1	破甲作用原理及影响破甲作用的因素	89
4.1.1	破甲弹作用原理	89
4.1.2	影响破甲作用的因素	90
4.2	尾翼稳定的破甲弹	94
4.2.1	82mm 无坐力炮破甲弹	94
4.2.2	苏 100mm 坦克炮用破甲弹	96
4.2.3	85mm 汽缸式尾翼破甲弹	97
4.2.4	100mm 滑膛炮用尾翼式破甲弹	98
4.3	旋转稳定的破甲弹	99
4.3.1	美 XM409E5 式 152mm 多用途破甲弹	99
4.3.2	法 105mm 坦克炮用 G 型破甲弹	101
4.4	火箭增程破甲弹	102
4.4.1	69 式 40mm 火箭增程破甲弹	102
4.4.2	苏 ПГ-9 式 73mm 火箭增程破甲弹	107
4.5	爆炸成型弹丸战斗部	108
4.5.1	末敏弹子弹药	110
4.5.2	改进 EFP 战斗部性能的技术措施	115
4.6	串联式破甲弹	118

4.6.1	破-破串联战斗部	119
4.6.2	穿-破串联战斗部	120
4.6.3	三级串联破甲弹	121
4.7	多模战斗部	122
4.8	破甲弹的发展历程及发展方向	124
第5章	碎甲弹	128
5.1	碎甲作用原理及影响因素	128
5.1.1	碎甲作用的基本原理	128
5.1.2	碎甲弹的作用	132
5.1.3	影响碎甲作用的因素	133
5.2	碎甲弹的结构特点及性能评价	135
5.2.1	碎甲弹的结构特点	135
5.2.2	碎甲弹的性能评价	138
第6章	迫击炮弹	140
6.1	迫击炮弹的构造特点	140
6.1.1	尾翼稳定迫击炮弹的构造	140
6.1.2	典型迫击炮弹的特点	144
6.1.3	美 M374 式 81mm 迫击炮弹	146
6.1.4	旋转稳定的迫击炮弹	146
6.2	典型迫击炮弹的发射装药	148
6.3	特殊结构的迫击炮弹	151
6.4	子母式迫击炮弹	152
6.4.1	MAT-120 子母式迫击炮弹	152
6.4.2	国产 120mm 子母式迫击炮弹	153
6.5	制导迫击炮弹	154
6.5.1	制导迫击炮弹的总体及相关技术	155
6.5.2	120mm 制导迫击炮弹	156
6.6	迫击炮弹的发展方向	158
第7章	防空高炮弹药	160
7.1	空中目标特性分析及高炮弹药的特点	160
7.1.1	空中目标特性分析	160
7.1.2	高射炮弹药的特点	162
7.2	高射榴弹	164
7.3	小口径 AHEAD 弹	165
7.3.1	AHEAD 弹概述	165
7.3.2	AHEAD 弹的主要技术指标	167
7.3.3	AHEAD 弹的结构特点	167
7.4	高射炮用穿甲弹	168
7.4.1	脱壳穿甲燃烧弹	168

7.4.2 易碎穿甲弹	169
7.5 多功能弹	171
7.6 弹道修正弹	173
7.7 超高射速近程防空武器系统配用的新型弹药	178
7.8 防空高炮弹药的发展	181
第8章 特种弹	183
8.1 照明弹	184
8.1.1 用途和要求	184
8.1.2 结构特点	185
8.1.3 照明弹使用中应注意的问题	194
8.1.4 存在的问题及发展方向	194
8.2 发烟弹	195
8.2.1 用途和要求	195
8.2.2 结构特点	195
8.2.3 发烟弹的作用及影响作用的因素	199
8.2.4 存在的问题及发展方向	200
8.3 燃烧弹	201
8.3.1 用途和要求	201
8.3.2 燃烧剂种类	202
8.3.3 结构特点	202
8.3.4 燃烧弹纵火原理及使用要求	204
8.3.5 存在的问题及发展方向	205
8.4 宣传弹	205
8.4.1 用途和要求	205
8.4.2 构造特点	206
8.4.3 宣传弹使用中应注意的问题	206
8.5 电视侦察弹	206
8.5.1 用途和要求	206
8.5.2 电视侦察弹系统的组成及结构特点	207
8.5.3 作用原理及使用中应注意的问题	209
8.5.4 存在的问题及发展方向	209
8.6 通信干扰弹	210
8.6.1 用途和要求	210
8.6.2 结构特点	210
8.6.3 使用中应注意的问题	213
8.6.4 存在问题及发展方向	213
8.7 雷达干扰弹	214
8.8 GPS 干扰弹	215
8.9 质心式红外诱饵弹	217

8.10 箔条干扰弹	218
第9章 火箭弹	220
9.1 概述	220
9.1.1 发展简况	220
9.1.2 基本组成	221
9.1.3 分类	221
9.1.4 工作原理	222
9.1.5 特点	223
9.2 涡轮式火箭弹	224
9.2.1 特点	225
9.2.2 63式130mm杀伤爆破火箭弹	226
9.3 尾翼式火箭弹	229
9.3.1 特点	229
9.3.2 俄罗斯BM-21式122mm杀伤爆破火箭弹	231
9.4 简易制导火箭弹	236
9.4.1 概述	236
9.4.2 工作原理与关键技术	237
9.4.3 俄罗斯9K58式300mm简易制导火箭弹	238
9.5 火箭弹的发展趋势分析	243
第10章 航空炸弹	246
10.1 航空炸弹的一般知识	246
10.1.1 航空弹药的发展	246
10.1.2 弹道性能	247
10.1.3 炸弹的分类	248
10.1.4 对炸弹的基本要求	249
10.2 航空爆破炸弹	250
10.2.1 高阻爆破炸弹	250
10.2.2 低阻爆破炸弹	253
10.2.3 低阻低空爆破炸弹	255
10.3 航空杀伤及杀伤爆破炸弹	260
10.3.1 100-1型航空杀伤炸弹	260
10.3.2 小型杀伤炸弹	261
10.3.3 航空杀伤爆破弹	263
10.4 集束炸弹和航空子母炸弹	264
10.4.1 集束炸弹	264
10.4.2 航空子母弹	266
10.5 航空反跑道炸弹	269
10.5.1 主要性能数据	269
10.5.2 结构特点	269

10.5.3 作用过程	274
10.6 燃料空气炸弹	274
10.6.1 结构	274
10.6.2 作用过程	278
10.7 电磁炸弹	279
10.7.1 高功率微波炸弹	279
10.7.2 电磁脉冲炸弹	281
10.7.3 高功率微波炸弹和电磁脉冲炸弹的毁伤能力	282
10.8 激光制导炸弹	282
10.8.1 激光制导炸弹的组成	282
10.8.2 激光制导的分类	283
10.8.3 典型激光制导炸弹的结构及原理	284
10.9 卫星制导炸弹	285
10.9.1 卫星制导原理	285
10.9.2 “杰达姆”卫星制导炸弹	286
10.10 航空炸弹的发展趋势	289
第11章 枪榴弹和榴弹发射器用弹药	291
11.1 枪榴弹	291
11.1.1 杀伤枪榴弹	292
11.1.2 杀伤破甲枪榴弹	294
11.1.3 照明枪榴弹	296
11.1.4 火箭增程杀伤榴弹	296
11.1.5 伸缩式枪榴弹	297
11.2 榴弹发射器用弹药	299
11.2.1 榴弹	300
11.2.2 破甲和杀伤双用途弹	302
11.2.3 照明枪榴弹	304
11.3 发展趋势	305
11.3.1 枪榴弹的主要发展趋势	305
11.3.2 榴弹发射器用弹药的发展方向	305
第12章 常规导弹战斗部	307
12.1 常规导弹战斗部类型及组成	307
12.2 破片杀伤战斗部	308
12.2.1 预控破片杀伤战斗部	308
12.2.2 预制破片战斗部	312
12.3 杆条杀伤战斗部	313
12.3.1 离散杆杀伤战斗部	313
12.3.2 连续杆战斗部	314
12.4 爆破式战斗部	316

12.4.1	组成及结构	316
12.4.2	爆破机理	317
12.5	聚能装药战斗部	318
12.5.1	射流式聚能装药战斗部	319
12.5.2	爆炸成型战斗部	319
12.5.3	多聚能射流战斗部	320
12.5.4	多P装药战斗部	321
12.5.5	片形射流战斗部	322
12.6	侵彻战斗部	322
12.6.1	作用原理	323
12.6.2	结构及组成	323
12.7	串联战斗部	324
12.7.1	反击反应装甲的串联战斗部	324
12.7.2	反击混凝土目标的串联战斗部	325
12.8	定向杀伤战斗部	325
12.8.1	偏心起爆式定向杀伤战斗部	326
12.8.2	破片芯式定向杀伤战斗部	326
12.8.3	可变形定向杀伤战斗部	327
12.8.4	展开型定向杀伤战斗部	328
12.8.5	聚焦战斗部	329
12.9	子母式战斗部	329
12.9.1	子弹	330
12.9.2	子弹抛射系统	331
12.9.3	障碍排除装置	333
12.9.4	母体	334
12.9.5	子弹的抛射过程	334
12.10	含能破片战斗部	334
12.10.1	含能破片战斗部的原理	335
12.10.2	含能破片战斗部的结构	336
12.10.3	含能破片常用的活性材料及反应类型	336
第13章	地雷爆破装备与器材	338
13.1	概述	338
13.1.1	地雷在战争中的作用	338
13.1.2	地雷爆破装备的分类	338
13.2	防坦克地雷	339
13.2.1	防坦克地雷的分类和结构组成	339
13.2.2	防坦克履带地雷	343
13.2.3	防坦克车底地雷	345
13.2.4	防坦克全宽度地雷	347

13.2.5 防坦克侧甲雷	348
13.3 防步兵地雷	349
13.3.1 爆破型防步兵地雷	349
13.3.2 破片型防步兵地雷	352
13.4 防直升机智能地雷	355
13.4.1 美国 AHM 防直升机地雷	356
13.4.2 俄罗斯的“速度-20”(TEM P20)防直升机地雷	356
13.4.3 保加利亚 AHM-200-1 防直升机地雷	357
13.4.4 保加利亚 4AHM-100 防直升机地雷	357
13.5 防坦克智能地雷	358
13.5.1 智能地雷分类与组成	358
13.5.2 防坦克智能地雷作用原理和作战特性	359
13.5.3 智能防坦克地雷	360
13.5.4 智能雷场网络	361
13.6 扫雷与破障器材	362
13.6.1 概述	362
13.6.2 单兵火箭爆破器材	363
13.6.3 班用火箭爆破器材	365
13.6.4 攻坚爆破器材	366
参考文献	369

第1章 弹药概述

弹药通常是指在金属或非金属壳体内装有火药、炸药或其他装填物,能对目标起毁伤作用或完成其他作战任务(如电子对抗、信息采集、心理战、照明等)的军械物品。

弹药包括枪弹、炮弹、手榴弹、枪榴弹、火箭弹、导弹、鱼雷、水雷、地雷、爆破筒、发烟罐、炸药包、核弹药、反恐弹药以及民用弹药(如灭火弹、增雨弹)等。本书主要介绍炮弹、火箭弹、枪榴弹、航空炸弹以及常规导弹战斗部的结构及其工作原理。

1.1 弹药的组成

从结构上讲,弹药由很多零部件组成;从功能角度讲,弹药通常由战斗部、引信、投射部、导引部、稳定部等组成。这些功能部分有的是通过很多零部件共同组成,有的是由单个部件组成,有的部件还承担多种功能,如炮弹弹丸的壳体是战斗部的主要组成部分,同时还是导引部。

1. 战斗部

战斗部是弹药毁伤目标或完成既定战斗任务的核心部分。某些弹药(如普通地雷、水雷等)仅由战斗部单独构成。战斗部通常由壳体和装填物组成。

(1) 壳体。壳体容纳装填物并连接引信,使战斗部组成一个整体结构。在大多数情况下,壳体也是形成毁伤元素的基体,如杀伤类的炮弹、导弹、炸弹等。

(2) 装填物。装填物是毁伤目标的能源物质或战剂。通过对目标的高速碰撞,或装填物(剂)的自身特性与反应,产生或释放出具有机械、热、声、光、电磁、核、生物等效应的毁伤元(如实心弹丸、破片、冲击波、射流、热辐射、核辐射、电磁脉冲、高能离子束、生物及化学战剂、气溶胶等)作用在目标上,使其暂时或永久地、局部或全部地丧失其正常功能。有些装填物是为了完成某项特定的任务,如宣传弹内装填的宣传品,侦察弹内装填的摄像及信息发射装置等。

2. 引信

引信是能感受环境和目标信息,从安全状态转换到待发状态,适时作用控制弹药发挥最佳作用的一种装置。

3. 投射部

投射部是弹药系统中提供投射动力的装置,使射弹具有射向预定目标的飞行速度。投射部的结构类型与武器的发射方式紧密相关。两种最典型的弹药投射部如下:

(1) 发射装药药筒——适用于枪、炮射击式弹药。

(2) 火箭发动机——自推式弹药中应用最广泛的投射部类型。与射击式投射部的差别在于,发射后伴随射弹一体飞行,工作停止前持续提供飞行动力。

某些弹药,如手榴弹、普通的航空炸弹、地雷、水雷等是通过人力投掷或工具运载、埋设的,无需投射动力,故无投射部。

4. 导引部

导引部是弹药系统中导引和控制射弹正确飞行运动的部分。对于无控弹药,简称导引部;对于控制弹药,简称制导部,它可能是一个完整的制导系统,也可能与弹外制导设备联合组成制导系统。

(1) 导引部。使射弹尽可能沿着事先确定好的理想弹道飞向目标,实现对射弹的正确导引。火炮弹丸的上下定心凸起或定心舵形式的定心部即为其导引部;无控火箭弹的导向块或定位器为其导引部。

(2) 制导部。导弹的制导部通常由测量装置、计算装置和执行装置三个主要部分组成。根据导弹类型的不同,相应的制导方式也不同,有四种制导方式。

① 自主式制导——全部制导系统装在弹上,制导过程中不需要弹外设备配合,也无需来自目标的直接信息就能控制射弹飞向目标,如惯性制导。大多数地地导弹采用自主式制导。

② 寻的制导——由弹上的导引头感受目标的辐射能量或反射能量,自动形成制导指令,控制射弹飞向目标,如无线电寻的制导、激光寻的制导、红外寻的制导等。这种制导方式的制导精度高,但制导距离较近,适宜于攻击活动目标的地空、舰空、空空、空舰等导弹。

③ 遥控制导——由导弹的制导站向导弹发出制导指令,由弹上执行装置操纵射弹飞向目标,如无线电指令制导、激光指令制导,适宜于攻击活动目标的地空、空空、空地和反坦克导弹等。

④ 复合制导——在射弹飞行的初始段、中间段和末段,同时或先后采用两种以上方式进行制导,如利用 GPS 技术和惯性导航系统全程导引,加上末段寻的制导等。适于远程投放的制导炸弹、布撒器等。复合制导可以增大制导距离,提高制导精度。

5. 稳定部

弹药在发射和飞行过程中,由于各种随机因素的干扰和空气阻力的不均衡作用,导致射弹飞行状态的不稳定变化,使其飞行轨迹偏离理想弹道,形成射弹散布,降低命中率。稳定部是保持射弹在飞行中具有抗干扰特性,以稳定的飞行状态、尽可能小的攻角和正确姿态接近目标的装置。典型的稳定部结构形式如下:

(1) 急螺稳定——按陀螺稳定原理,赋予弹丸高速旋转的装置,如一般炮弹上的弹带,或某些射弹上的涡轮装置。

(2) 尾翼稳定——按箭羽稳定原理的尾翼装置,在火箭弹、导弹及航空炸弹上广泛采用。

1.2 弹药的分类

弹药的种类很多,不同类型的弹药其投放方式、作用原理、组成及结构也是千差万别,为了便于理解和学习,将弹药进行分类。弹药的分类方法也很多,下面以常用的几种方式对弹药进行分类。

1. 按用途分

根据弹药的用途可将弹药分为主用弹、特种弹和辅助用弹。

(1) 主用弹:直接杀伤敌人有生力量和摧毁非生命目标的弹药统称为主用弹。如用于杀伤敌方人员、马匹,破坏敌人的土木工事、铁丝网、障碍物、车辆、建筑物的杀爆式炮弹和炸弹;用于对付坦克装甲车辆等装甲目标的穿甲弹、成型装药破甲弹和反坦克子母弹;用于对付混凝土工事、机场跑道、地下掩体的攻坚弹药等都属于主用弹。

(2) 特种弹:为完成某些特殊战斗任务用的弹药称为特种弹。如照明弹、烟幕弹、宣传弹、电视侦察弹、信号弹、诱饵弹等都属于特种弹。该弹与主用弹的根本区别是本身不参与对目标的毁伤。

(3) 辅助用弹:用于靶场试验、部队训练和进行教学目的弹药。如教练弹、训练弹等。随着新型弹药的出现,这种划分的界限也逐渐模糊。

2. 按投射运载方式分

按投射运载方式可将弹药分为射击式、自推式、投掷式和布设式四种弹药。

(1) 射击式弹药:从各种身管武器发射的弹药,包括枪弹、炮弹、榴弹发射器用弹药。其特点是初速大、射击精度高、经济性好,是战场上应用最广泛的弹药,适用于各军兵种。

(2) 自推式弹药:这类弹药自带推进系统,包括火箭弹、导弹、鱼雷等。由于发射时过载较小,发射装置对弹药的限制因素少,射程远且易于实现制导,具有广泛的战术及战略用途。

(3) 投掷式弹药:包括从飞机上投放的航空炸弹,人力投掷的手榴弹,利用膛口压力或子弹冲击力抛射的枪榴弹等。这类弹药靠外界提供的投掷力或赋予的速度实现飞行运动。

(4) 布设式弹药:包括地雷、水雷等,采用人工或专用工具、设备将之布投于要道、港口、海域航道等预定地区,构成雷场。

3. 按装填物类型分

按装填物类型可将弹药分为常规弹药、化学(毒剂)弹药、生物(细菌)弹药和核弹药四种。

(1) 常规弹药:战斗部内装有非生、化、核填料的弹药总称,以火炸药、烟火剂、子弹或破片等杀伤元素、其他特种物质(如照明剂、干扰箔条、碳纤维丝等)为装填物。

(2) 化学弹药:战斗部内装填化学战剂(又称毒剂),专门用于杀伤有生目标。战剂借助于爆炸、加热或其他手段,形成弥散性液滴、蒸气或气溶胶等,黏附于地面、水中或悬浮于空气中,经人体接触染毒、致病或死亡。

(3) 生物弹药:战斗部内装填生物战剂,如致病微生物毒素或其他生物活性物质,用以杀伤人、畜,破坏农作物,并能引发疾病大规模传播。

(4) 核弹药:战斗部内装有核装料,引爆后,能自持进行原子核裂变或聚变反应,瞬时释放巨大能量,如原子弹、氢弹、中子弹等。

生、化、核弹药由于其威力巨大,杀伤区域广阔,而且污染环境,属于“大规模杀伤破坏性弹药”,国际社会先后签定了一系列国际公约,限制这类弹药的试验、扩散和使用。本书所讲弹药都属常规弹药。

4. 按配属分

按配属于不同军兵种的主要武器装备,弹药可分为下列几类:

(1) 炮兵弹药:配备于炮兵的弹药,主要包括炮弹、地面火箭弹和导弹等。

(2) 航空弹药:配备于空军的弹药,主要包括航空炸弹、航空炮弹、航空导弹、航空火箭弹、航空鱼雷、航空水雷等。

(3) 海军弹药:配备于海军的弹药,主要包括舰/岸炮炮弹、舰射或潜射导弹、鱼雷、水雷及深水炸弹等。

(4) 轻武器弹药:配备于单兵或班组的弹药,主要包括各种枪弹、手榴弹、肩射火箭弹或导弹等。

(5) 工程战斗器材:主要包括地雷、炸药包、扫雷弹药、点火器材等。

5. 按控制程度分

根据对弹药的控制程度可将其分为无控弹药、制导弹药和阶段控制弹药。

(1) 无控弹药——整个飞行弹道上无探测、识别、控制和导引能力的弹药。普通的炮弹、火箭弹、炸弹都属于这一类。

(2) 制导弹药——在外弹道上具有探测、识别、导引跟踪并攻击目标能力的弹药,如导弹。

(3) 阶段控制弹药——介于上述两类弹药之间,它们在外弹道某段上或目标区具有一定的控制、探测、识别、导引能力。如弹道修正弹药、传感器引爆子弹药、末制导炮弹等,是无控弹药提高精度的一个发展方向。

1.3 炮弹的一般知识

本书所讲的大部分弹药属于炮弹,为了便于讲解,本节专门介绍一些有关炮弹方面的一般知识。

1.3.1 炮弹及其发射过程

炮弹是指直径在 20mm 以上,利用火炮将其发射出去,毁伤目标、完成战斗任务的弹药。炮弹一般由弹丸和发射装药两大部分组成。

弹丸是直接完成战斗任务、包括引信在内的炮弹部件。弹丸由很多零部件组成,类型不同,构成弹丸的零部件也不同,但大部分都是由引信、弹体、装填物、弹带、稳定装置(采用尾翼稳定的弹丸)等组成。

发射装药主要是由药筒、发射药、底火等元件组成。药筒的主要作用是盛装发射药、装填入膛时起定位作用等。发射药是发射弹丸的能源。底火的用途是点燃发射药。

发射时炮弹装入炮膛的情况如图 1-1 所示。射击过程是从击发开始的,通常采用机械作用使火炮的击针撞击药筒底部的底火,使底火药着火,底火药的火焰又进一步使底火中的点火药燃烧,产生高温高压的气体和灼热的小粒子,从而使火药燃烧,这就是点火过程。

点火过程完成后,火药燃烧,产生了大量的高温高压气体,推动弹丸向前运动。弹丸的弹带直径略大于膛内阴线直径,所以在弹丸开始运动时,弹带是逐渐挤进膛线的,前进

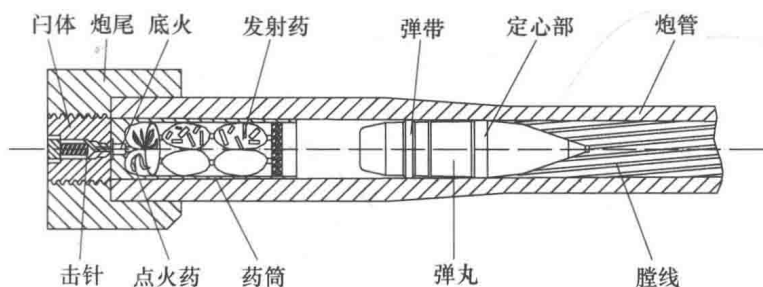


图 1-1 炮弹射击待发状态示意图

的阻力也随着不断增加。当弹带全部挤进膛线时,即达到最大阻力,这时弹带被刻成沟槽而与膛线完全吻合,这个过程称为挤进膛线过程。

弹丸的弹带全部挤进膛线后,膛内阻力急速下降。弹丸开始加速向前运动,由于惯性,这时弹丸的速度并不高。随着火药继续燃烧,高温的火药气体聚集在弹后不大的容积里,使得膛压猛增,在高压作用下,弹丸速度急剧加快直至飞离炮口。弹底到达炮口瞬间弹丸所具有的速度称为炮口速度。之后打开炮门,退出留在膛内的药筒,即完成一次射击过程。

1.3.2 弹丸所受空气阻力及影响因素

弹丸在空气中运动时,除受重力作用以外,主要受到周围空气作用产生的阻力,按其产生的原因不同,可分为摩擦阻力、涡流阻力和激波阻力三种。摩擦阻力是由于空气分子和弹丸表面之间相互作用引起的;弹丸在空中运动时,头部受到的气流压力比较大,尾部因气流分离而产生一涡流低压区,这样弹丸前后就形成压力差,由压力差产生的阻力就是涡流阻力,也称压差阻力;当弹丸以超声速运动时,弹头部和弹尾部会出现激波,由于激波而产生的阻力,称为激波阻力。

空气阻力的大小取决于弹丸的运动速度、空气密度、弹丸横截面积和弹丸的形状等因素。根据空气动力学知识,空气阻力的表达式为

$$R = \frac{1}{2} C_{x0}(Ma) \rho v^2 \quad (1.1)$$

式中: R 为空气阻力(N); v 为弹丸相对空气的速度(m/s); ρ 为空气密度(kg/m^3); s 为弹丸最大横截面积(m^2); Ma 为弹丸运动速度与声速的比值,称为马赫数; $C_{x0}(Ma)$ 为攻角为 0° 时的阻力系数,是弹丸运动速度的函数。

(1) 弹丸速度 v 。 v 是指弹丸相对于空气运动的速度。弹丸速度越大,弹体和空气分子之间的摩擦加剧,气流在弹尾后面越不容易合拢,弹尾部的涡流区增大,尾部后面的压力就越低,激波的强度也越大。因此,弹丸速度增大时,摩擦阻力、涡流阻力和激波阻力都会增大。

(2) 空气密度 ρ 。空气密度越大,摩擦阻力、涡流阻力和激波阻力也越大。

(3) 弹丸最大横截面积 s 。 s 是指弹体最粗部位的横截面积。当弹丸形状一定时,其外表面积随最大横截面积的增大而增大,所受的摩擦阻力就越大。弹丸最大横截面积越大,弹径越大,处于低压区的面积也就越大,涡流阻力越大,相应的激波面也越大,所以激波阻力也越大。