

自动武器弹药学

高乃同 编著 李先荣 审校

国防工业出版社



- 3 0 0 2 3 8 0 4 -

数字图书馆
PDG

TJ41
04

自动武器弹药学

高乃同 编著

李先荣 审校

11028108



国防



C0190767

北京航空航天大学
图书馆
PDF

内 容 简 介

本书介绍自动武器弹药设计的一般原理和计算方法。

全书共分十一章，内容包括战术技术要求，自动武器弹药的结构性能及装药基本知识，各主要弹药的结构设计方法及对目标的破坏机理，弹丸的飞行性能设计，以及药筒（弹壳）设计等。

本书可供从事自动武器及弹药研究、设计、生产的工程技术人员使用，亦可供有关专业的学生参考。

自动武器弹药学

高乃同 编著

李先荣 审校

责任编辑 彭华良

*

国防工业出版社出版、发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张14⁵/₈ 385千字

1990年5月第一版 1990年5月第一次印刷 印数：0,001—1,065册

ISBN 7-118-00520-7/TJ·36

定价：8.90元

国防工业出版社
PDG

前 言

自动武器弹药主要是指步兵自动武器所使用的弹药。本书主要研究自动武器弹药的设计原理，并介绍各类弹药的一般设计方法。它既包括枪弹，也包括某些小口径炮弹。它们的结构和设计方法虽不尽相同，但在技术上可互相渗透。

本书共分两篇。在第一篇的弹药概论中，着重讨论了有关弹药系统的一般概念、结构性能及装药基本知识，以便使初学者和实际工作者掌握弹药设计的基础知识。在第二篇中，较全面系统地叙述了各主要弹药的结构设计方法及其对目标的破坏机理，使设计者通过弹道及终点效应的正确设计，得到弹药的最优结构。

本书主要供从事自动武器弹药生产和研究的科技人员使用，也可供有关专业的学生作为教学参考书用。

本书在名词术语上除采用国军标的术语外，对枪弹和炮弹术语间的差异，采用注释的办法，使两方面的科技工作者都能了解。

全书由李先荣同志主审。

由于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者



目 录

第一篇 弹药概论

第一章 概论	1
第一节 自动武器弹药的一般知识	1
第二节 对自动武器弹药的战术技术要求	6
一、威力要求	6
二、作用可靠性要求	8
三、勤务性要求	9
四、生产经济性要求	9
第三节 设计任务的提出	10
第二章 自动武器弹药的构造	11
第一节 枪弹弹头	11
一、普通弹	11
二、穿甲弹	14
三、曳光弹	16
四、燃烧弹	19
五、爆炸弹	24
第二节 杀伤榴弹	25
第三节 空心装药破甲弹	29
第四节 药筒	32
一、弹壳的分类	32
二、弹壳的构造	35
三、可燃弹壳、无壳枪弹和高低压弹壳	37
第五节 底火	40
第三章 装药的基本知识	45
第一节 自动武器弹药用火药	45

一、火药的分类	45
二、火药的一般性能	47
三、火药的选择	49
四、钝感发射药和多气孔发射药	51
五、发射药的标志	53
第二节 猛炸药的选择	54
一、炸药爆炸的特征	54
二、炸药的分类	55
三、炸药的爆炸作用	57
四、几种常用的猛炸药	58
第三节 烟火剂	63
一、曳光剂和引燃剂	64
二、燃烧剂	66

第二篇 弹药设计

第四章 杀伤作用	69
第一节 概述	69
第二节 破片数目及其质量分布	74
一、概述	74
二、弹体破碎性试验	75
三、破片质量的分布规律	76
四、破片数目的确定	80
第三节 破片的初速	82
一、破片初速的理论计算	82
二、破片初速的经验公式	85
第四节 破片的飞散特性	85
一、破片的飞散方向	86
二、破片空间分布的试验测定	87
第五节 破片在空气中的运动	93
一、破片的运动方程	93
二、衰减系数的计算	93
第六节 弹头及破片对有机体的致伤作用	98

一、弹头及破片对有机体的侵彻	98
二、影响杀伤作用的因素	100
三、致伤效应的判据	104
第七节 破片的杀伤作用场	107
一、有效破片与杀伤破片	107
二、杀伤破片的飞失	107
三、弹丸运动对破片作用场的影响	108
第八节 杀伤面积的计算	110
一、杀伤面积	110
二、破片杀伤生动目标的概率	111
三、杀伤面积的计算	112
四、影响杀伤面积的因素	114
第五章 穿甲作用	116
第一节 概述	116
第二节 穿甲弹对靶板的破坏作用	118
一、靶板在撞击中发生的现象	118
二、靶板破坏的几种形式	122
三、倾斜穿甲和跳弹	124
四、影响钢甲破坏的因素	127
第三节 穿甲计算的实验公式	129
一、德马尔公式	130
二、别列金公式	135
第四节 薄板穿甲问题	135
第六章 破甲作用原理	152
第一节 聚能效应的一般概念	152
一、聚能效应	152
二、金属流的概念	154
三、金属流的破甲过程	157
第二节 金属流的形成过程	159
一、射流形成的定常流动模型	160
二、准定常理想不可压缩流体模型	163
三、压垮速度 v_0 的计算	168

四、药型罩的压垮角	172
五、金属流微元的初始长度	173
第三节 破甲深度计算	175
一、金属流破甲过程的基本现象	175
二、金属流破甲的定常侵彻模型	177
三、金属流破甲的准定常侵彻模型	179
四、金属流的伸长及其破甲深度计算	181
五、计算破甲深度的经验公式	187
第四节 影响破甲效应的因素	188
一、药型罩	189
二、装药	199
三、弹丸的结构	202
四、起爆系列	208
五、靶板	209
第七章 结构设计	211
第一节 概述	211
第二节 总体结构设计	211
一、弹种的选择	211
二、弹丸质量的选择	212
第三节 结构方案的确定	215
一、弹丸外形结构	215
二、弹丸内腔结构	228
三、脱壳弹的结构	237
第四节 炸药和引信的选择	249
一、炸药的选择	249
二、引信的选择	249
第八章 结构特征量计算	252
第一节 基本算法	253
一、截锥体	253
二、圆弧回转体	256
三、圆弧回转体母线半径的圆心有下移量时结构特征量的 计算	259

第二节 弹丸结构特征量的计算	262
一、弹丸质量 M	263
二、弹丸质心位置 x_c	263
三、弹丸极转动惯量 A	264
四、弹丸的赤道转动惯量 B	264
第三节 弹丸结构特征量的测定	269
一、弹丸质心位置的测定方法	269
二、弹丸极转动惯量和赤道转动惯量的测定方法	270
第九章 弹丸发射强度及膛内运动分析	273
第一节 发射时的受力分析	273
一、火药气体压力	274
二、惯性力	276
三、装填物压力	278
四、导转侧力	282
五、弹带压力	284
六、不平衡力	291
七、摩擦力	300
第二节 弹丸发射时的强度	300
一、发射时弹体的应力与变形	301
二、发射时弹体强度计算	307
三、弹底强度计算	313
四、装填物安全性计算	322
第三节 弹带及弹头壳的强度	325
一、弹带及弹头壳的膛内性能	326
二、弹带和弹头壳的膛外性能	329
三、弹带尺寸的确定	335
第四节 弹丸膛内运动分析	336
一、弹带紧塞条件	336
二、弹体膛线印痕	337
三、定心部与膛壁间的间隙	338
四、炮口磨度分析	339
第十章 弹丸的飞行稳定性	342

第一节 一般概念	342
第二节 旋转弹丸的飞行稳定性	344
一、弹丸的急螺稳定性	344
二、弹丸的追随稳定性	349
三、弹丸飞行稳定性的综合解法	351
四、膛线缠度计算	352
第三节 尾翼式脱壳弹的飞行稳定性	355
一、弹体的升力系数和压力中心的计算	358
二、尾翼的升力系数和压力中心的计算	360
第十一章 药筒（弹壳）计算	363
第一节 药筒材料及各部分尺寸的确定	364
一、药筒材料	364
二、药筒的瓶形系数	367
三、药筒各部分尺寸的确定	369
第二节 初始间隙的选择	384
第三节 抽壳理论	389
一、射击过程中药筒的移动和变形	389
二、几种抽壳理论	392
第四节 最终间隙计算	399
一、第一种计算方法	399
二、第二种计算方法	476
第五节 抽壳力的计算	411
一、在一定膛压下抽壳时抽壳力的计算	412
二、膛压降至大气压时抽壳力的计算	417
第六节 影响抽壳力的因素	419
一、药筒的材料和机械性能	419
二、药筒尺寸	422
三、初始间隙	423
四、最大膛压	424
五、弹膛的壁厚	425
六、药筒与弹膛的表面状态	426
七、闭锁机构的刚度	427

八、抽壳时机	427
九、弹腔温度	427
第七节 药筒的强度校核	427
一、药筒的轴向变形	428
二、药筒壁的强度	431
三、药筒底缘的强度	433
四、药筒底部的强度	434
附 录	441
附表 1 α 值表	441
附表 2 β 值表	443
附表 3 μ 值表	448
附表 4 ν 值表	448
附表 5 α' 、 β' 、 μ' 及 ν' 值表	450
参考文献	458

新
 知
 如
 学

PDG

第一篇 弹药概论

第一章 概 论

自动武器弹药设计学主要涉及步兵自动武器弹药，它将包括枪弹和自动榴弹发射器所用的主要弹药。从弹药分类的观点出发，自动榴弹发射器所用的弹药可归属于小口径炮弹。

第一节 自动武器弹药的一般知识

枪弹一般由弹丸、药筒、发射药和火帽四部分组成(图1-1-1)。在枪弹中习惯将弹丸称为弹头，药筒称为弹壳，火帽称为底火。

弹头从外形来看通常可分为三部分，即弧形部(又称弹头部)、圆柱部(又称导引部)及尾锥部(又称弹尾部)(图1-1-2)。

弧形部与尾锥部有多种形状，一般说来，弧形部与尾锥部起着使弹头在空气中飞行时获得最小阻力的作用。圆柱部对弹头运动的正确性有很大的影响。

若从结构来看，枪弹弹头又可分为弹头壳、铅套和内部配件三部分。弹头壳是用来保持弹头外形的，同时还有连接各元件、赋予弹头旋转运动的功用。铅套是用来缓冲弹头嵌入膛线时所承受的压力，防止内部配件被压坏，同时还可减小弹头对枪膛的磨损。内部配件是用来完成特定战斗任务所必须的，例如普通钢心、穿甲钢心、曳光管、击针、火帽等。

炮弹主要是由弹丸、药筒等部分组成(图1-1-3)。弹丸部分是由引信、弹体(又称弹壳)、弹带、曳光管及炸药等组成；药筒部分是由药筒、发射药及底火等组成。弹种不同，弹丸的组成部分将不同。

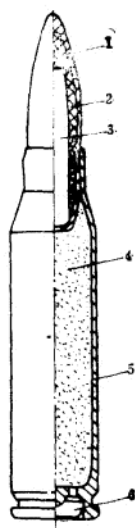


图1-1-1 枪弹

- 1—弹头壳；2—铅套；3—铜心；
4—发射药；5—弹壳；6—底火。

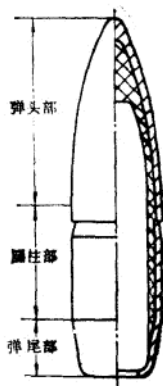


图1-1-2 弹头

炮弹弹丸的外形一般可分为弹头部、圆柱部和弹尾部（图1-1-4）。圆柱部上有定心部和弹带，定心部加工得比较精密，弹带一般用紫铜制成，发射后弹带嵌入膛，使弹丸获得旋转运动，弹丸在膛内沿轴向的正确运动靠定心部和弹带来保证，所以圆柱部也称导引部。

枪弹弹头和炮弹弹丸从用途看，它们都是用来杀伤和破坏目标的。怎样来区分它们呢？过去曾从结构上来区分，认为凡是有空腔的，弹体内装有炸药的就叫“炮弹弹丸”，若为实心的就叫做“枪弹弹头”。还有以口径来区分的，以20mm为限，大于此限者称“炮弹弹丸”，小于此限者称“枪弹弹头”。

上述二种区分方法均有其片面性，因为炮弹弹丸既有空心的

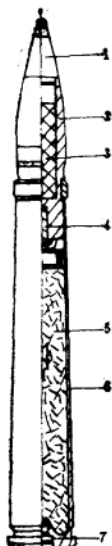


图1-1-3 定装式炮弹

- 1—引信；2—弹体；3—炸药；
4—曳光管；5—发射药；6—药
筒；7—底火。

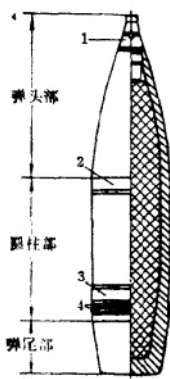


图1-1-4 炮弹弹丸的结构

- 1—引信；2—上定心部；
3—下定心部；4—弹带。

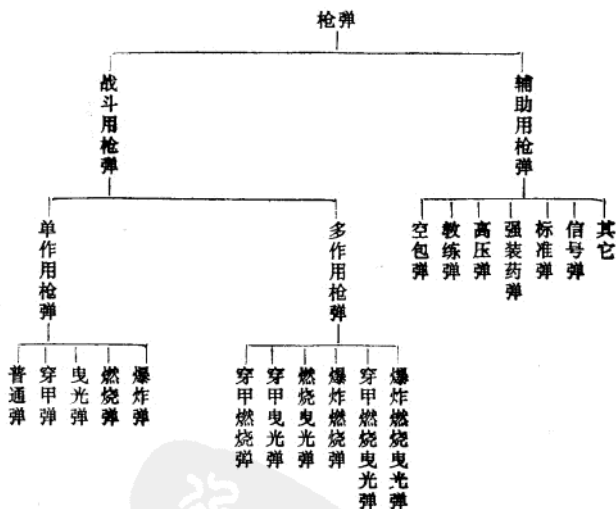
也有实心的，例如小口径穿甲炮弹弹丸。枪弹弹头不仅有实心的而且也有带空腔的普通弹头、装药剂的特种弹头，甚至装有简单引信，例如某些试射燃烧弹弹头。另外，如果按口径大小来区分虽然大体符合，但也有例外，例如德国曾装备过20mm口径的机枪和20mm口径的机关炮。

现在是根据弹丸导引部位的构造来区分枪弹和炮弹。枪弹弹头获得旋转运动，是依靠弹体本身的一部分——弹头壳嵌入膛线而得到的；炮弹弹丸则是依靠弹体上专门的导引装置——弹带嵌入膛线而获得旋转运动。但随着材料和加工工艺的改进，现已出现整体有突起导引部的枪弹，这使得枪弹和炮弹之间的界线愈来愈

愈不明显。

在步兵分队中装备着不同战斗用途的步兵武器，而且同一种步兵武器需对不同的地面目标和空中目标进行射击，因而需要各种不同用途的枪弹，所以枪弹的种类很多。枪弹按配属枪种可分为手枪弹、步机枪弹和大口径机枪弹等；按口径分，通常称口径在6mm以下的为小口径枪弹，在12mm以上的为大口径枪弹；按战术用途不同，枪弹又可作如下分类（见表1-1-1）。

表1-1-1 枪弹分类表



战场上出现的目标是多种多样的，为了完成战斗任务，要使用各种不同类型的火炮和弹药，所以炮弹根据其使用的火炮和对付目标的不同有各种各样的型式。

按用途分炮弹可分为主用弹、特种弹和辅助弹，供直接杀伤敌有生力量和摧毁目标的炮弹称主用弹，如杀伤弹、爆破弹、穿甲弹、聚能装药破甲弹、碎甲弹等；供完成某些特殊战斗任务用

的炮弹称为特种弹，如照明弹、烟幕弹、宣传弹、信号弹等，辅助弹用于靶场试验和部队训练，如演习弹、空包弹、教练弹、配重弹等。

按装填方式分炮弹可分为定装式、药筒分装式和药包分装式三类。弹丸和药筒结合为一个整体的炮弹称为定装式炮弹（图1-1-3），这类炮弹的口径一般不大于100mm，射击时一次装入炮膛，发射速度快；弹丸和药筒不结合为一体的炮弹称为药筒分装式炮弹（图1-1-5），发射时先装弹丸再装药筒，发射速度较慢，但发射药量可根据需要变换，这类炮弹的口径一般不小于122mm，药包分装式炮弹是弹丸、药包和点火门管分三次装填，没有药筒，

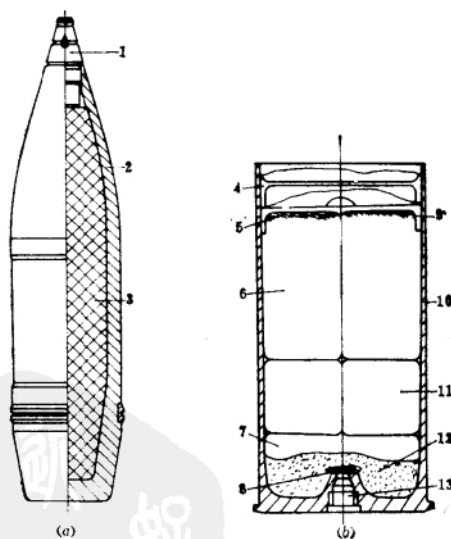


图1-1-5 分装式炮弹

(a) 弹丸部分；(b) 药筒部分。

- 1—引信；2—弹壳；3—炸药；4—密封盘；5—除铜剂；
6—上药包；7—基本药包；8—点火药；9—紧塞盖；
10—药筒；11—下药包；12—发射药；13—底火。

用炮闩来密闭火药气体，一般在较大口径的岸炮上采用。

按发射方式和使用火炮分，炮弹可分为后装炮弹、前装炮弹、无坐力炮弹和火箭炮弹。

按口径分，一般地面炮口径在20~70mm、高射炮口径在20~60mm称为小口径炮弹；地面炮70~155mm、高射炮60~100mm称为中口径炮弹；地面炮155mm以上、高射炮100mm以上的称为大口径炮弹。

按稳定方式分可分为旋转稳定式炮弹和尾翼稳定式炮弹两类。

按弹径与口径之比，可分为适口径炮弹，即弹径与火炮口径相同；次口径炮弹，即弹径小于火炮口径，如各种脱壳穿甲弹；超口径炮弹，即弹径大于火炮口径，如某些火箭筒发射的反坦克破甲弹属于这一类。

第二节 对自动武器弹药的战术技术要求

自动武器弹药的战术技术要求是设计弹药的基本依据，它是根据战术上的必要性和技术上的可能性提出来的。对自动武器弹药的战术技术要求一般可概括为四个方面：威力要求、作用可靠性要求、勤务性要求和生产经济性要求。

一、威力要求

自动武器弹药的威力是指弹头（丸）在一定距离上杀伤、破坏目标的能力，这种能力与弹头（丸）对目标的作用效果、精度和弹道性能等有关。

1. 弹头（丸）对目标的作用效果

弹头（丸）对目标的作用效果是与弹头（丸）的种类、结构、材料、以及目标的性质等有关。各种不同用途的弹头（丸）对它们有不同的要求，评定的标准亦随目标的性质与弹头（丸）的性能不同而异。例如，普通枪弹主要是用于杀伤有生目标，所以它