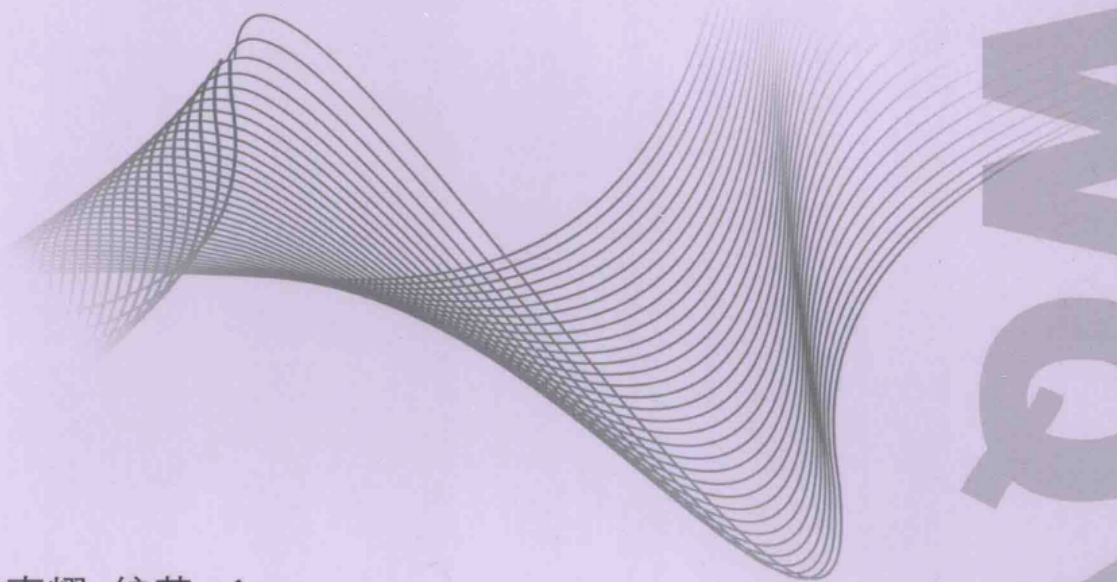




国防科技大学  
本科教材出版经费资助



◆ 易声耀 编著 ◆

# 自动武器原理与构造

ZIDONG WUQI YUANLI YU GOUZAO



国防科技大学出版社  
National University of Defense Technology Press



国防科技大学  
本科教材出版经费资助

# 自动武器原理与构造

易声耀 编著

国防科技大学出版社  
长沙

图书在版编目 (CIP) 数据

自动武器原理与构造/易声耀编著. —长沙: 国防科技大学出版社, 2017. 2  
ISBN 978 - 7 - 5673 - 0393 - 5

I. ①自… II. ①易… III. ①自动武器—理论 ②自动武器—构造 IV. ①TJ

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 179893 号

国防科技大学出版社出版发行  
电话: (0731) 84572640 邮政编码: 410073  
<http://www.gfkdcbs.com>

责任编辑: 王 嘉 责任校对: 何咏梅  
新华书店总店北京发行所经销  
国防科技大学印刷厂印装

\*

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 17.75 字数: 421 千  
2017 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数: 1 - 1000 册  
ISBN 978 - 7 - 5673 - 0393 - 5

定价: 38.00 元

# 前 言

本书以自动武器（枪械与火炮）中的机械和机构为主线，较系统地介绍了自动武器的结构构造及工作原理。主要内容分为三大部分：第一大部分介绍基本知识，包括自动武器发展简史、自动武器的基本组成及其作用、身管结构构造及其内膛构造理论、自动武器的自动方式；第二大部分介绍枪械与自动炮的主要结构构造及其工作原理，包括闭锁机构、加速机构、供输弹机构、退壳机构、击发发射和保险机构以及部分重要的辅助装置；第三大部分介绍现代地面半自动火炮的基本结构构造及其工作原理，包括火炮炮闩与炮尾、反后坐装置、火炮四架、三机与运动体等。书中部分较难的机构给出了机构简图，以帮助理解。在每章之后均有 10 道以上的思考题，学生可通过完成这些思考题来掌握本章的重点内容。

本书是专为国防科学技术大学自动武器原理与构造课程的开设而选编的教材，是机械和近机械专业本科学员的专业理论教材，为学习、使用、维修和研发自动武器提供必备的基础知识，适用于 30 ~ 40 学时的教学。也可供其他有关武器装备工程技术人员参考。

本书是在作者编著的原教材《自动武器原理与构造学》（国防工业出版社，2009）的基础上经过增补和删减而成，其中大部分内容保持了原书的风格。编写和出版自始至终得到国防科学技术大学机电工程系尚建忠教授以及校出版社的全力支持，编者在此深表感谢。同时，国防科学技术大学机械设计教研室的同仁也对本书的编写提供了许多帮助与便利，在此也表示十分感谢。

本书的主要参考文献除了书后所列的正式出版书刊外，还有军械技术学院《枪械理论结构理论》、军械工程学院《轻武器应用工程·第一分册》和

《轻武器理论》、华北工学院《自动武器构造》、石家庄陆军学院《步兵轻武器射击学》和其他单位内部教材等，在此对上述教材的作者表示诚挚的谢意。

由于水平所限，本书难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

易声耀

2016年10月于国防科学技术大学

# 目 录

## 第一部分 自动武器基本知识

第 1 章 自动武器概述 .....	( 3 )
1.1 自动武器定义、用途与分类 .....	( 3 )
1.1.1 自动武器定义与用途 .....	( 3 )
1.1.2 自动武器分类 .....	( 3 )
1.2 自动武器诞生、成长、现况与未来 .....	( 4 )
1.2.1 自动武器诞生和成长 .....	( 4 )
1.2.2 第二次世界大战后自动武器发展与现况 .....	( 7 )
1.2.3 未来枪械与火炮 .....	( 11 )
1.3 枪械与火炮的基本组成及其作用 .....	( 14 )
1.3.1 枪械的基本组成及其作用 .....	( 14 )
1.3.2 火炮的基本组成及其作用 .....	( 15 )
思考题 .....	( 17 )
第 2 章 自动武器身管构造基本理论 .....	( 18 )
2.1 身管分类 .....	( 18 )
2.1.1 普通单筒身管 .....	( 18 )
2.1.2 增强身管 .....	( 18 )
2.1.3 可分解身管 .....	( 20 )
2.2 身管内膛结构 .....	( 22 )
2.2.1 药室和弹膛 .....	( 22 )
2.2.2 坡膛 .....	( 24 )
2.2.3 导向部和线膛 .....	( 25 )
2.3 自动武器膛线及其构造原理 .....	( 26 )
2.3.1 膛线结构及作用 .....	( 26 )
2.3.2 膛线缠度、缠角与弹丸弹头旋速 .....	( 28 )
2.3.3 导转侧压力 .....	( 30 )

2.3.4	膛线分类 .....	(32)
2.3.5	线膛(导向部)横断面结构 .....	(34)
	思考题 .....	(36)
<b>第3章</b>	<b>自动武器常见自动方式 .....</b>	<b>(37)</b>
3.1	自动机与自动方式概念 .....	(37)
3.2	后坐式自动武器 .....	(37)
3.2.1	后坐式枪械 .....	(37)
3.2.2	后坐式自动炮 .....	(44)
3.3	导气式自动武器 .....	(47)
3.3.1	导气式枪械 .....	(47)
3.3.2	导气式自动机火炮 .....	(48)
3.4	转管式自动武器 .....	(50)
3.5	转膛式自动武器 .....	(51)
3.6	链式自动武器 .....	(52)
3.7	双管联动式自动武器 .....	(53)
3.8	自动机工作循环图 .....	(53)
3.8.1	以主动构件位移为自变量的循环图 .....	(53)
3.8.2	以时间为自变量的循环图 .....	(56)
	思考题 .....	(57)

## 第二部分 枪械与自动炮主要结构构造及其工作原理

<b>第4章</b>	<b>闭锁机构与防反跳机构 .....</b>	<b>(61)</b>
4.1	闭锁机构 .....	(61)
4.1.1	惯性闭锁机构 .....	(61)
4.1.2	刚性闭锁机构 .....	(63)
4.1.3	典型闭锁机构结构与工作分析 .....	(74)
4.2	防反跳机构 .....	(79)
4.2.1	制动式防反跳机构 .....	(80)
4.2.2	撞击式防反跳机构 .....	(81)
	思考题 .....	(83)
<b>第5章</b>	<b>加速机构 .....</b>	<b>(84)</b>
5.1	加速机构作用 .....	(84)

5.2 加速机构结构形式 .....	(85)
5.2.1 杠杆式加速机构 .....	(85)
5.2.2 凸轮式加速机构 .....	(86)
5.2.3 仿形式加速机构 .....	(89)
5.2.4 齿轮式加速机构 .....	(91)
5.2.5 液压式加速机构 .....	(92)
5.2.6 弹簧式加速机构 .....	(93)
思考题 .....	(93)
<b>第6章 供弹机构 .....</b>	<b>(95)</b>
6.1 供弹机构基本组成及分类 .....	(95)
6.1.1 供弹机构基本组成 .....	(95)
6.1.2 供弹机构分类 .....	(95)
6.2 弹仓式供弹机构 .....	(96)
6.2.1 弹仓式供弹容弹具 .....	(96)
6.2.2 弹仓式供弹输弹机构 .....	(102)
6.2.3 弹仓式供弹进弹机构 .....	(106)
6.3 弹链式供弹机构 .....	(107)
6.3.1 弹链结构形式及特性 .....	(108)
6.3.2 弹链供弹输弹机构 .....	(115)
6.3.3 弹链供弹进弹机构 .....	(125)
6.4 自动炮供输弹机构 .....	(133)
6.4.1 自动炮供弹方式选择 .....	(133)
6.4.2 自动炮供弹机 .....	(134)
6.4.3 自动炮输弹机 .....	(139)
思考题 .....	(141)
<b>第7章 退壳机构 .....</b>	<b>(142)</b>
7.1 退壳机构作用与组成 .....	(142)
7.2 退壳机构种类与结构 .....	(142)
7.2.1 顶壳式退壳机构 .....	(143)
7.2.2 挤壳式退壳机构 .....	(148)
7.2.3 拨壳式退壳机构 .....	(150)
7.2.4 其他型式退壳机构 .....	(151)
思考题 .....	(151)



第 8 章 击发、发射及保险机构	(152)
8.1 击发机构	(152)
8.1.1 击针式击发机构	(152)
8.1.2 击锤式击发机构	(153)
8.2 发射机构	(155)
8.2.1 连发发射机构	(155)
8.2.2 单发发射机构	(160)
8.2.3 单连发发射机构	(165)
8.2.4 点射机构	(173)
8.3 保险机构	(177)
8.3.1 防偶发保险机构	(177)
8.3.2 防早发保险机构	(179)
思考题	(181)
第 9 章 辅助装置	(182)
9.1 复进装置	(182)
9.1.1 复进装置结构	(182)
9.1.2 复进装置配置形式及其在武器上的安装位置	(183)
9.2 导气装置	(187)
9.2.1 气室内火药气体压力变化规律	(187)
9.2.2 影响气室内火药气体压力的因素	(188)
9.2.3 导气装置主要结构特点	(188)
9.3 缓冲装置	(194)
9.3.1 活动机件缓冲器	(194)
9.3.2 枪身缓冲器	(199)
9.4 膛口装置简介	(202)
思考题	(202)

### 第三部分 地面半自动火炮主要结构构造及其工作原理

第 10 章 炮闩与炮尾	(205)
10.1 炮闩	(205)
10.1.1 炮闩作用和分类	(205)
10.1.2 楔式炮闩结构原理	(205)

10.1.3 螺式炮闩结构原理 .....	(215)
10.1.4 楔式炮闩与螺式炮闩特点对比 .....	(220)
10.2 炮尾 .....	(221)
10.2.1 炮尾结构类型 .....	(221)
10.2.2 炮尾与身管的连接 .....	(222)
思考题 .....	(223)
<b>第11章 反后坐装置 .....</b>	<b>(224)</b>
11.1 刚性炮架、弹性炮架、反后坐装置作用与组成 .....	(224)
11.1.1 刚性炮架与弹性炮架 .....	(224)
11.1.2 弹性炮架后坐阻力与运动规律 .....	(226)
11.1.3 反后坐装置作用及组合形式 .....	(227)
11.2 复进机 .....	(228)
11.2.1 复进机作用与工作原理 .....	(228)
11.2.2 复进机分类与典型结构 .....	(229)
11.3 制退机 .....	(233)
11.3.1 制退机作用与工作原理 .....	(233)
11.3.2 制退机的典型结构及工作原理 .....	(235)
11.4 复进制动器 .....	(240)
11.4.1 复进制动器作用与工作原理 .....	(240)
11.4.2 复进制动器的典型结构及工作原理 .....	(243)
11.4.3 复进制动器辅助装置 .....	(245)
11.5 可压缩液体反后坐装置 .....	(245)
11.6 反后坐装置上重要构件 .....	(247)
11.6.1 紧塞和密封元件 .....	(247)
11.6.2 液量调节器 .....	(248)
11.6.3 液量指示 .....	(249)
11.6.4 开闭器 .....	(250)
11.6.5 制退液 .....	(251)
思考题 .....	(251)
<b>第12章 火炮四架、三机与运动体 .....</b>	<b>(253)</b>
12.1 火炮四架 .....	(253)
12.1.1 摇架 .....	(253)
12.1.2 上架 .....	(256)
12.1.3 下架 .....	(258)

12.1.4 大架 .....	(259)
12.2 瞄准机 .....	(261)
12.2.1 方向机 .....	(261)
12.2.2 高低机 .....	(262)
12.3 平衡机 .....	(264)
12.3.1 平衡机作用原理 .....	(264)
12.3.2 平衡机分类及结构 .....	(266)
12.4 运动体简介 .....	(268)
12.4.1 行军缓冲装置 .....	(268)
12.4.2 刹车装置 .....	(270)
思考题 .....	(271)
参考文献 .....	(272)

## **第一部分 自动武器基本知识**



# 第 1 章 自动武器概述

自动武器是历史最为悠久、使用极其广泛的武器装备之一，在现代和未来战争中仍然有着不可替代的作用。

## 1.1 自动武器定义、用途与分类

### 1.1.1 自动武器定义与用途

自动武器是以火药燃气的能量为能源或直接利用外界能源，完成装弹、退壳和连发射击动作的身管射击武器。其中，口径在 20mm 以上（含 20mm）的称为火炮。口径在 20mm 以下的称为枪械。

火炮可对地面、水上、空中目标射击，用以歼灭、压制敌有生力量和技术兵器，摧毁各种防御工事和其他设施，击毁各种装甲目标和完成其他特种任务。

枪械是发射枪弹弹丸，用以杀伤有生力量或击毁敌方武器装备的轻型射击武器，是步兵的基本武器。

### 1.1.2 自动武器分类

自动武器种类繁多，其分类方法也很多，以下是两种最常用的分类。

#### 1. 按战斗用途分

按战斗用途通常可分为火炮自动武器、步兵自动武器、航空自动武器、舰用自动武器和车载自动武器等。

火炮自动武器通常包括自动炮、高射炮、加农炮、榴弹炮、加农榴弹（加榴）炮和各种自行火炮、（反）坦克炮等。

步兵自动武器包括手枪、步枪、冲锋枪、机枪等。

航空自动武器为安装在飞机上的身管武器，如航空机枪、航空自动炮等。

舰用自动武器为安装在舰船上的身管武器，如舰炮、舰用高射机枪等。

车载自动武器为安装在坦克、步兵战车上的身管武器，如坦克机枪等。

#### 2. 按发射能力分

自动武器按发射能力可分为全自动武器和半自动武器两类。

全自动武器又称连发武器，是指在前一发射击后能自动连续完成重新装填和发射下一发弹的全部动作的武器，如自动手枪、自动步枪、机枪、自动榴弹发射器（榴弹机

枪)、自动炮、小口径高射炮等。

半自动武器又称自动装填武器,是指在射击循环中,有一部分动作自动完成而另一部分动作由人工完成的武器,如坦克炮、反坦克炮、大口径高射炮、现代加农炮、榴弹炮等。

## 1.2 自动武器诞生、成长、现况与未来

### 1.2.1 自动武器诞生和成长

武器的产生及发展有深远的历史,它相伴战争而生而长。

早在春秋时期,中国已使用一种抛射武器——礮。公元7世纪,唐代炼丹家孙思邈发明了黑火药。大约在10世纪初,火药开始用于军事,礮便用来抛射火药包、火药弹。这时候的一种武器——抛石机除了抛射石块外,还抛射带有燃爆性质的火器,如霹雳炮、震天雷等。公元1132年,南宋太守陈规镇守德安城时发明了火枪。火枪用竹筒制成,内装火药,临阵点燃,喷火烧敌。1259年,出现了突火枪。突火枪以巨竹为筒,内安弹丸,用火药发射(图1.1),是世界上最早的管形射击武器。它具备了火药、身管、弹丸三个基本要素,可以认为它就是火炮和枪械的雏形,对近代枪炮的产生具有重要意义。

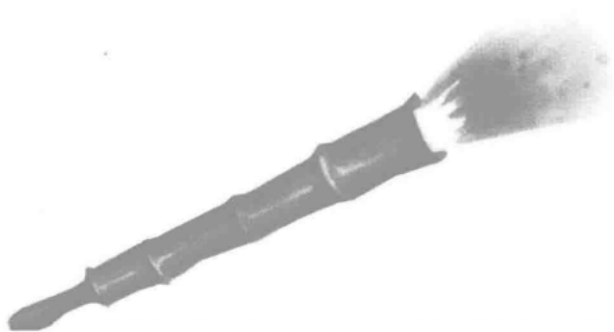


图 1.1 中国突火枪

中国发明的火药传至西方后,枪械与火炮在欧洲开始发展。14世纪在欧洲出现了手工点火的火门枪和发射石弹的火炮。

管形火器的发展和改进,当时主要集中在提高点火方式的方便性和可靠性方面,大致经历了火绳机点火(火绳枪,15世纪出现),隧石机点火(隧石枪,16世纪出现),击发机点火(击发枪,19世纪初出现)等几个阶段,这些枪械分别见图1.2~1.4。枪械经历了从前装到后装的变化过程(图1.5、图1.6)。16世纪前期,意大利数学家N·F·塔尔塔利亚发现炮弹在真空中以 $45^\circ$ 射角射击时射程最大的规律,为炮兵学理论研究奠定了基础。16世纪中叶,欧洲出现了口径较小的青铜长管炮和熟铁锻成的长管炮,代替了以前的臼炮。16世纪末期,出现了将子弹或金属碎片装在铁筒内制成的霰弹,用于杀伤人马。1600年前后,一些国家开始用药包式发射药,提高发射速度和射

击精度。17世纪，意大利物理学家伽利略的弹道抛物线理论和英国物理学家牛顿对空气阻力的研究，推动了火炮的发展。17世纪末，欧洲大多数国家使用了榴弹炮。

18世纪中叶，普鲁士国王弗里德里希二世和法国炮兵总监格里博弗尔曾致力于提高火炮的机动性和推动火炮的标准化。英、法等国经多次试验，统一了火炮口径，使火炮各部分的金属重量比例更为恰当，还出现了用来测定炮弹初速的弹道摆。19世纪初，英国采用了榴霰弹，并用空炸引信保证榴霰弹适时爆炸，提高火炮威力。

1807年发明了以雷汞为击发药的点火方式，出现了定装枪弹。定装枪弹便于装填和击发，这就导致了近代步枪的产生。



图 1.2 火绳枪



图 1.3 隧石枪



图 1.4 击发枪



图 1.5 前装枪



图 1.6 后装枪

19世纪初，欧洲许多国家进行了线膛炮的试验。在此之前，火炮一般是滑膛前装炮。最初的线膛炮是直膛线的。1846年，意大利G·卡瓦利少校制成了螺旋线膛炮。螺旋膛线可使弹丸旋转，飞行稳定，大大提高了火炮威力和射击精度，增大了火炮的射程。在线膛炮出现的同时，炮闩得到改善，火炮实现了后装，发射速度明显提高。线膛炮的采用是火炮结构上的一次重大变革，至今线膛炮身仍被广泛采用。

火炮反后坐装置创制于19世纪末期。1897年，法国制造了第一台装有反后坐装置的75mm野战炮，该反后坐装置采用水压气体式驻退复进机，后为各国所仿效。此前，



炮身通过耳轴与炮架相连接,这种火炮的炮架称为刚性炮架。刚性炮架在火炮发射时受力大,火炮笨重,机动性差,发射时破坏瞄准,发射速度慢,威力的提高受到限制。反后坐装置出现后,炮身通过它与炮架相连接,构成所谓的弹性炮架。弹性炮架在火炮发射时,因反后坐装置的缓冲,作用在炮架上的力大为减小,火炮重量得以减轻,发射时火炮不致移位,发射速度得到提高。弹性炮架的采用缓和了增大火炮威力与提高机动性的矛盾,使火炮结构趋于完善,是火炮发展史上的一个重大突破。

19世纪末期,相继采用缠丝炮身、筒紧炮身,强度较高的炮钢和无烟火药,提高了火炮性能。采用猛炸药和复合引信,增大弹丸重量,提高榴弹破片的杀伤力。

20世纪初,一般75mm野炮射程为6.5km,105mm榴弹炮射程为6km,150mm榴弹炮射程为7km,150mm加农炮射程为10km。火炮还广泛采用了周视瞄准镜、测角器和引信装定机。

在枪械方面,为了提高发射速度,以增大射击威力,步枪又经历了机械化和自动化的发展过程。在定装枪弹出现以后,枪械中的开关枪机、重新装填、击针成待击状态和击发等动作都实现了机械化。

武器发展史上第一个设计成功的自动武器,是英籍美国人马克辛发明的机枪。该机枪采用枪管短后坐原理,利用火药燃气的能量通过曲柄连杆机构完成开锁、闭锁和待击,用曲拐拨动布料弹带以完成供弹动作,用水冷却枪管,以保证长时间连续射击。该枪枪身质量27.2kg,放在炮架上射击,理论射速可达600发/min。

紧随马克辛机枪的发明成功之后,有多种自动武器诞生。

最早的自动手枪有德国制造的博查特手枪(1893年)和毛瑟手枪(1896年)以及美国的勃朗宁手枪(1897年)。

最早的自动步枪为墨西哥人蒙德拉贡设计的半自动步枪(1908年)。第一次世界大战后,各国开始研制和发展全自动步枪,但由于步枪弹的威力大,后坐力太大,精度很差,因此,全自动步枪在当时没有得到推广。

冲锋枪诞生于第一次世界大战时期,在第二次世界大战期间得到壮大。

为寻求短小轻便的武器,以适应阵地争夺战的需要,各国都在进行研究。1915年意大利人列维里设计了发射9mm手枪弹的维拉·派洛沙双管自动枪,被认为是战场上使用最早的冲锋枪。但这种枪射速太高,精度很差,质量大(全枪6.6kg),较笨重,不适于单兵使用,与现代冲锋枪尚有较大差别,未得到发展。1918年,德国人斯迈赛尔设计成功的伯格曼MP18冲锋枪,成为第一支真正的现代冲锋枪。这种枪弹匣容弹量较大,火力猛,适用于冲锋、反冲锋、巷战和丛林战等近距离战斗。第二次世界大战中,冲锋枪得以壮大。期间出现了各种类型的冲锋枪,如轻型冲锋枪、微声冲锋枪等。

军用飞机和坦克诞生于第一次世界大战中,这就要求轻型武器具有很大的摧毁力,给自动武器提出了新的研究课题。于是枪械武器向着大口径方向发展,出现了口径大于12mm的大口径机枪。德国的加斯特机枪(1918年)是最早的大口径航空机枪,它用两根连接在一起的枪管轮流发射,一条身管发射时的后坐力,被用来作为另一条枪管装弹和发射的动力,理论射速达到1200发/min。

为了对付低空飞行的目标和薄壁装甲地面目标,威力较大的大口径高平两用机枪得