

枪炮自动原理

国防工业出版社

枪炮自动原理

中国人民解放军后字 418 部队 编译

国防工业出版社

1974

内 容 简 介

本书系根据美国George M. Chinn主编的《The Machine Gun》第四卷编译的。全书共分五章，前四章主要讲述枪炮自动原理，分别对“枪机后座”、“身管后座”、“导气式”、“转膛”等原理作了系统的工程和数学分析（不包括机构设计），第五章为典型机构原理图。

本书内容较浅显易懂，可供从事自动武器研究、设计、教学以及其他有关人员参考。

枪炮自动原理

(只限国内发行)

中国人民解放军后字418部队 编译

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168¹/₃₂ 印张 17¹/₂ 插页 1 485 千字

1974年5月第一版 1974年5月第一次印刷 印数：0,001—7,200册

统一书号：15034·1331 定价：2.40元

目 录

编译者序	3
------------	---

第一章 枪机后座

第一节 枪机后座原理	7
一、弹壳的性能	8
二、结论	13
第二节 枪机后座系统	18
一、枪机自由后座系统	19
二、前冲击发式枪机后座系统	45
三、枪机延迟后座系统	60
四、枪机减速后座系统	76

第二章 身管后座

第一节 概述	88
一、身管后座的原理	88
二、身管后座的动作	91
第二节 身管后座系统	92
一、身管长后座系统	93
二、身管短后座系统	122

第三章 导气式武器

第一节 导气式武器的原理	175
第二节 导气式武器的动作	181

第四章 转膛武器

第一节 概述	245
第二节 多膛武器原理	246
第三节 转膛武器机构原理	262

第五章 典型机构原理图

第一节 供弹机构	278
----------------	-----

一、杠杆传动	278
二、凸轮传动	293
三、链轮传动	309
四、托弹器	322
五、送弹棍	331
六、无弹链供弹	334
七、供弹附件	349
第二节 闭锁机构	355
一、枪机回转闭锁	355
二、节套闭锁	373
三、曲柄连杆闭锁	377
四、倾斜闭锁	383
五、闭锁卡铁	395
六、凸轮闭锁	433
七、无壳弹闭锁机构	465
八、其他类型	467
第三节 转膛武器	473
第四节 加速器	485
第五节 气体调节器	492
第六节 身管固定机构	497
第七节 拉壳钩(抽筒子)	503
第八节 抛壳机构	512
第九节 发射机构	521
第十节 击针	535
第十一节 缓冲器	539
第十二节 装填机构	547
第十三节 膛口装置	550
第十四节 连接装置	553
第十五节 弹簧	557
附录 常用英制、公制单位换算表	559

枪炮自动原理

中国人民解放军后字 418 部队 编译

国防工业出版社

1974

内 容 简 介

本书系根据美国George M. Chinn主编的《The Machine Gun》第四卷编译的。全书共分五章，前四章主要讲述枪炮自动原理，分别对“枪机后座”、“身管后座”、“导气式”、“转膛”等原理作了系统的工程和数学分析（不包括机构设计），第五章为典型机构原理图。

本书内容较浅显易懂，可供从事自动武器研究、设计、教学以及其他有关人员参考。

枪炮自动原理

(只限国内发行)

中国人民解放军后字418部队 编译

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168¹/₃₂ 印张 17¹/₂ 插页 1 485 千字

1974年5月第一版 1974年5月第一次印刷 印数：0,001—7,200册

统一书号：15034·1331 定价：2.40元

编译者序

遵照毛主席“洋为中用”的教导，我们根据美国 George M. Chinn 主编的《The Machine Gun》第四卷编译了这本《枪炮自动原理》。全书共分五章，前四章对自动武器的基本原理和工作能源作了系统的工程和数学分析，第四章的“转膛武器”在过去其他自动武器书籍里很少介绍。第五章汇集了各种典型机构的原理图，包括以前武器的原型、某些“专利”及未来武器机构的设想等。

本书的目的，是在分析各种自动原理的基础上，向研究设计人员提供权衡武器的性能的基本方法和一般估算。书中应用了机械运动有关的力学基本原理和定律，大部分采用图解法，比较浅显易懂；理论分析部分，概念阐述较清楚；图册部分的机构类型较多，直观感较强。但由于原书作者资产阶级世界观的局限，某些观点过于武断，也有吹嘘、夸张的地方；文字不够严谨；不少公式、数据计算和图解曲线还有错误。我们对原书错误之处进行了修正，个别章节作了删改和调整。

由于原书的图解曲线是按英制单位绘制的，不便更动，故在书后附录中列出常用英制-公制单位换算表，以供参考。

考虑到书中的讨论均以常规的 20 mm 武器、弹药为例，而这一口径为枪、炮的分界口径，故本书定名为《枪炮自动原理》。

在编译本书过程中，我们得到后字 242 部队领导的热情支持和刘学昌同志的大力协助，特此表示感谢。

由于我们思想水平不高，业务能力有限，又缺乏编译方面的经验，难免有不少错误，欢迎批评指正。

中国人民解放军后字 418 部队

目 录

编译者序	3
------------	---

第一章 枪机后座

第一节 枪机后座原理	7
一、弹壳的性能	8
二、结论	13
第二节 枪机后座系统	18
一、枪机自由后座系统	19
二、前冲击发式枪机后座系统	45
三、枪机延迟后座系统	60
四、枪机减速后座系统	76

第二章 身管后座

第一节 概述	88
一、身管后座的原理	88
二、身管后座的动作	91
第二节 身管后座系统	92
一、身管长后座系统	93
二、身管短后座系统	122

第三章 导气式武器

第一节 导气式武器的原理	175
第二节 导气式武器的动作	181

第四章 转膛武器

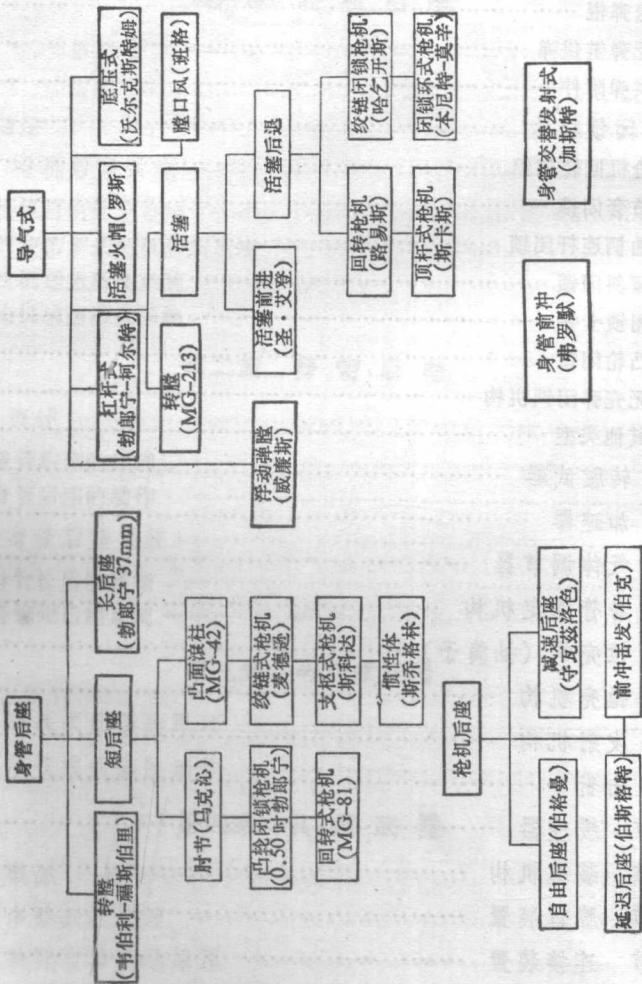
第一节 概述	245
第二节 多膛武器原理	246
第三节 转膛武器机构原理	262

第五章 典型机构原理图

第一节 供弹机构	278
----------------	-----

一、杠杆传动	278
二、凸轮传动	293
三、链轮传动	309
四、托弹器	322
五、送弹棍	331
六、无弹链供弹	334
七、供弹附件	349
第二节 闭锁机构	355
一、枪机回转闭锁	355
二、节套闭锁	373
三、曲柄连杆闭锁	377
四、倾斜闭锁	383
五、闭锁卡铁	395
六、凸轮闭锁	433
七、无壳弹闭锁机构	465
八、其他类型	467
第三节 转膛武器	473
第四节 加速器	485
第五节 气体调节器	492
第六节 身管固定机构	497
第七节 拉壳钩(抽筒子)	503
第八节 抛壳机构	512
第九节 发射机构	521
第十节 击针	535
第十一节 缓冲器	539
第十二节 装填机构	547
第十三节 膛口装置	550
第十四节 连接装置	553
第十五节 弹簧	557
附录 常用英制、公制单位换算表	559

自动武器的基本系统



第一章 枪机后座

第一节 枪机后座原理

在设计任何枪炮时，都必须注意使弹壳底部得到充分的支撑，以便承受火药气体的巨大后推力。在许多武器上，这是靠高强度的闭锁机构和使枪机[●]保持牢固闭锁的确实动作完成的，直到火药气体压力下降为零或至少降低到枪机可以安全开锁的限度时为止。然而，要达到绝对的刚性闭锁是不可能的，如果根据某种特定的原理对枪机和弹壳的运动加以控制，可允许枪机和弹壳运动一段距离。这种受到控制的运动则可用来作为武器机构自动的能源。

我们把靠弹壳的运动(弹壳在火药气体压力下被推向后方)向武器机构提供自动能量的系统，称为“枪机后座”(blowback)系统。在某些必须采用低能弹药的武器上，自动循环的全部能量来自于枪机自由后座(plain blowback)；在另一些武器上，枪机后座能量只用来完成循环中的某些动作，或仅用来补充另一工作系统提供的能量。

从广义上讲，枪机后座式不妨认为是导气式的一种特殊形式，因为弹壳可以看成是受火药气体驱动的一种活塞。但是，由于枪机后座包含的特殊问题很多，所以它本身最好自成一类。至于枪机后座是否应当包括在导气式或身管后座式自动原理之内，则纯属理论性的考究。重要的是它兼具两种原理的某些特征，因此，根据它现存的特定问题，可以认为它属于两原理中的任何一种。

枪机后座式武器突出的特点是，弹壳必须在火药气体压力的直接作用下运动。因此，膛内存在压力时，允许枪机运动的任何武器都会受

● 文中泛指“枪机”(bolt)和“机匣”(receiver)，火炮术语称作“炮闩”和“炮箱”。

到某些“枪机后座”作用。对枪机后座作用利用的程度取决于：一、控制枪机运动的方式；二、从其它工作系统中取得的工作能量所占的比例。枪机后座自动原理面临的主要问题是控制枪机的运动，从而使弹壳能在弹丸飞出膛口前巨大的火药气体压力下保持最小限度的运动（以弹壳的极限强度为限）。为了有效地闭气，避免在最大压力范围内弹壳运动量过大导致壳体横断或破裂，解决上述问题是十分必要的。

一、弹壳的性能

分析枪机后座原理时应考虑的最重要的因素是弹壳的性能，因为它要受到火药气体压力的影响。由于这一十分关键的因素制约着枪机后座式武器的全部基本设计特性，所以在详细叙述枪机后座系统之前预先加以全面的说明（这里所提到的绝大多数数据适用于 20 mm 机关炮和典型的 20 mm 弹药。为了说明问题，特地选用了这一口径，因为它对于大威力机关枪（炮）来说具有代表性）。

武器发射时，火药的燃爆产生变化很快的高压（图 1-1）。尽管各种型号的 20 mm 弹药配用在不同型号的武器上所得出的膛压曲线不

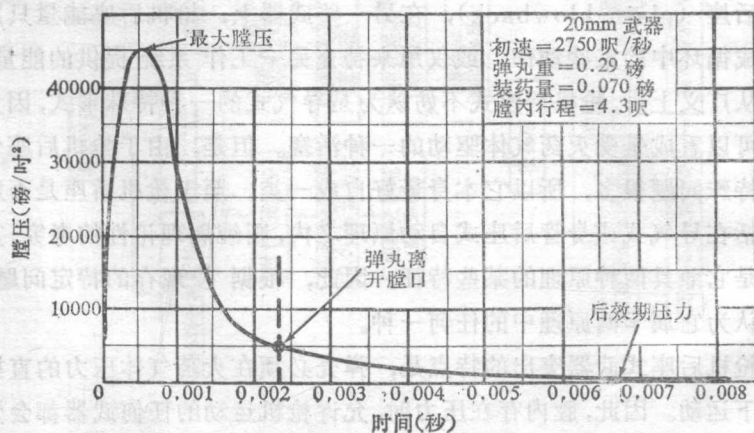


图 1-1 膛压随时间的变化

尽相同,但图中曲线表明的压力值对于这一口径的现代弹药来说,或多或少具有典型性。如图 1-1 所示,在底火点燃后 0.0005 秒之内,火药气体压力增加到 45000 磅/吋² 的最大值,此后压力逐渐下降,经过 0.0023 秒后弹丸飞出膛口,此时压力降为 5000 磅/吋² (就图 1-1 中所选用的特定身管长度而言),由于火药气体冲出膛口,压力很快降为零。在弹丸离开膛口后极短的时间内,膛内存在的压力叫作“后效期压力”(residual pressure)。可以认为这一压力随时间呈指数函数下降,在底火点燃后 0.008 或 0.009 秒内实际降低到零。

如图 1-2 所示,火药气体压力均匀地作用在弹壳内壁的各个方向上。压力的径向分力作用于弹壳壁,使弹壳膨胀,并使之抵压膛壁,起闭气作用,防止气体从后方逸出(应当认识到,作用于弹壳壁的径向力是很大的。事实上,弹壳壁抵压膛壁之紧,膛内温度之高,几乎要把弹壳点焊在弹膛上)。

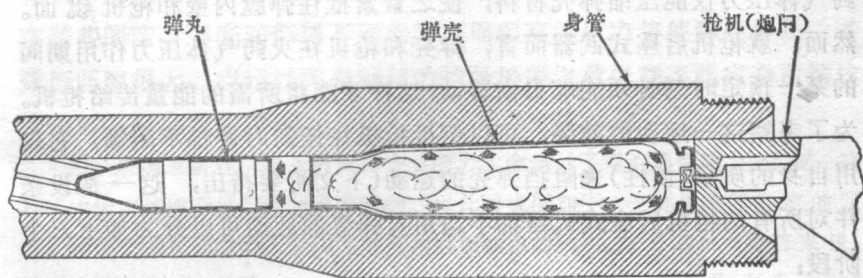


图 1-2 膛压示意图

火药气体对于弹壳的轴向总压力形成一作用力,该力使弹壳后退以对抗枪机的阻力。当弹壳可以在弹膛中自由滑动时,该作用力等于膛压与弹壳口部横截面积的乘积(参看图 1-3)。如果弹壳底部的面积大于弹壳口部的面积,则作用于弹壳底部的压力比上述压力的总和要大一些。但是,这种压力上的差别由作用在弹壳锥部或颈部的轴向分力所抵销。应当注意,如果整个弹壳能自由运动,则前面所说的作用力与作用在弹壳底部的力之差会在弹壳四壁形成张力。

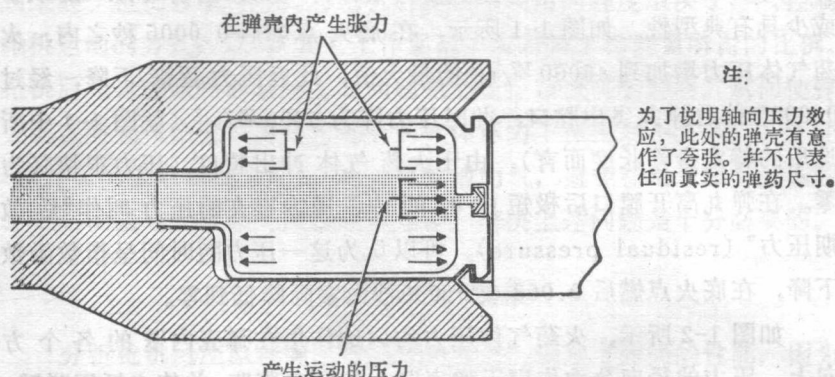


图1-3 轴向压力效应

若枪机呈刚性闭锁，紧紧抵住弹壳底部(即弹底间隙为零)，则火药气体压力仅能压缩弹壳材料，使之紧紧抵住弹膛内壁和枪机镜面。然而，就枪机后座式武器而言，弹壳和枪机在火药气体压力作用期间的某一预定时刻必须能够自由移动，这样才能将所需的能量传给枪机。为了考察这一运动的效果，可以假设枪机在任何时候都不闭锁，它仅用自身的质量(惯性)来阻挡弹壳的运动(下文将要指出，这一假设条件对所有的枪机后座式武器都不适用)。弹壳的运动可以分为如下三个阶段：

第一阶段

在发射药燃爆的最初 0.0001 秒内，存在的压力比较低，但足以使弹壳口部的薄壁膨胀并抵压在弹膛壁上，这样就形成了密封，防止火药气体逸出。由于这一阶段的径向压力不十分高，故弹壳和弹膛之间的摩擦力也不很大。因此，压力的轴向分力使整个弹壳伸长或在弹膛内轻微向后滑动，首先占据弹底间隙，然后推枪机运动。因为枪机具有较大的质量(惯性)，所以这一运动的速度较低。

注：如果弹底间隙非常大，在膛压升高之前可能没有占据整个间隙。在这样的情况下，第二阶段所说的条件适用。

第二阶段

弹壳运动的第二阶段发生在图 1-1 表明的最大压力点及其附近期间。在这一阶段，弹壳的性能完全取决于它本身是否经过适当的润滑。

如果弹壳完全没有润滑过，或者润滑不足，膨胀后就会紧紧地抵在弹膛上，形成高压下金属与金属的贴合，从而在弹壳和弹膛之间产生很大的摩擦力。这一摩擦力和作用在弹壳底部的压力，将在弹壳壁上形成张拉应力。事实上，在高压期间弹壳前部与弹膛贴得非常紧，所产生的摩擦阻力可以超过弹壳壁的抗张屈服强度 (tensile yield strength)。在这种情况下，弹壳前部贴膛，而后部继续运动，造成弹壳的塑性形变。如果枪机不提供充分的阻力防止弹壳的伸长超过壳体材料所允许的伸长量(约 0.015 吋)，弹壳将会横断。

在此应指出，如果采用非润滑弹药，过大的弹底间隙将会产生什么样的影响。如同第一阶段中所指出的那样，在膛压增高到足以使弹壳前部贴膛以前，弹壳的运动可能尚未占据全部弹底间隙。假设仍存在某些间隙，弹壳底部得不到支撑，而很高的压力将使弹壳伸长。若弹底间隙很大，当超过弹壳材料的抗张极限之前弹壳不能完全占据该间隙时，将会发生横断。

注：应当意识到，最大膛压所产生的力大大超过了弹壳薄铜壁的强度。这样巨大的力使弹壳伸长是轻而易举的。对此可说明如下：在弹壳前部贴膛的同时，使弹壳伸长的力等于压力与弹壳内底面面积的乘积。对于 20 mm 弹药来说，其最大膛压为 45000 磅/吋²，弹壳内底面面积约为 0.5 吋²，故张拉力为 22000 磅左右。受张拉的弹壳金属断面约为 0.1 吋²，制作弹壳的中等硬度 (half-hard) 铜的最大抗张强度约为 50000 磅/吋²。因此，弹壳对张拉和横断的最大阻力仅为 5000 磅左右。显而易见，与 22000 磅的张拉力相比，这一阻力是很微小的。其实，只要膛压超过 10000 磅/吋²时，弹壳就会横断。如图 1-1 所示，弹丸在膛内运动的整个期间几乎都存在着这样的压力（注意：在克服摩擦力和弹壳伸长时耗掉了一部分力，从而使枪机受到的力减少了。如果这一影响过大，武器将不能连续射击，因为赋予枪机的能量不足以带动武器机构）。

以上的叙述适用于弹壳未润滑或不充分润滑的情况。如果在弹壳和弹膛壁之间涂一层相当厚的润滑剂，则会产生完全不同的结果。不

应认为使用润滑剂只是为了使弹壳“滑溜”(slippery)。其真正目的在于使弹壳和弹膛之间形成一连续的薄膜,因而即使在极高的膛压下也能有效地“隔绝”(insulate)金属与金属的接触表面。由于金属与金属之间不存在能造成贴膛或粘连的接触,弹壳可以在膛中自由地滑动,它在运动中所受到的唯一阻力(除枪机的阻力外)是剪切润滑层所需要的力。

根据已经建立的关于摩擦力的法则,经过充分润滑的表面光滑的金属与金属之间的摩擦阻力相对说来是很低的,实际上不受表面之间的压力的影响。主要考虑的因素是受到剪切力的润滑层面积、润滑油的粘滞度以及金属表面之间相对运动速度。因此,润滑充分的弹壳在高膛压下能像在低膛压下一样自由地运动,所以良好的润滑剂应能完全消除弹壳横断的基本因素——弹壳贴膛(seizing of the cartridge case)。

尽管润滑良好将消除弹壳的贴膛现象,倘若膛压极高时容许弹壳运动的距离过大,也会产生其它困难。运动距离过大会使弹壳后部脱出弹膛,得不到膛壁的径向支撑;壳内的高压会使弹壳底部附近胀大,甚至破裂。另外,如果弹壳在弹膛中破裂,弹壳和弹膛之间的气密性就会受到破坏;炽热的火药气体将会从枪机机构中喷出(在大多数枪机后座式武器上,气体从枪机机构中逸出是不可避免的,但如果逸出过多,则会损坏枪机机构,甚至危害射手)。

应当注意,当使用超径药室(瓶颈式或大锥度弹壳)弹药时,就会遇到一个特殊的难题。这种弹壳的内部压力在壳壁上形成很高的张拉应力(见图 1-3)。如果采用的是瓶形弹壳,它运动时弹肩与弹膛之间将形成空隙,由于该空隙的存在而使弹壳前部得不到支撑,内压力把弹肩向前推去填充该空隙,导致弹壳变形。如果采用的是锥形弹壳,弹壳的后退运动会在弹壳和膛壁之间形成空隙,弹壳将得不到支撑,内压力也会使弹壳胀大以填充该空隙。

无论在上述哪一种情况下,若枪机的运动过大,弹壳将显著变形,其形变超过铜材料所允许的极限是完全可能的,这将会引起弹壳横断