

何 柱 编著

火箭与 导弹

科学出版社

火箭与导弹

何柱编著

科学出版社

1976

内 容 简 介

本书是一本科学技术普及读物，对火箭与导弹的有关基本知识作了较为系统的介绍。全书共有九章：第一章，火箭与导弹的发展简史；第二章，火箭弹与导弹的分类及组成；第三章，火箭弹与导弹的飞行原理；第四章，火箭与导弹的心脏——火箭发动机；第五章，导弹的神经中枢——制导系统；第六章，火箭弹与导弹摧毁目标的尖兵——战斗部；第七章，火箭弹与导弹的外壳——弹体；第八章，火箭弹与导弹的发射装置与地面设备；第九章，火箭技术的其他实际运用。

本书可供具有中等文化程度的读者阅读，也可作为有关院校学生的初级参考读物。

火 箭 与 导 弹

何 柱 编著

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1976年2月第 一 版	开本：787×1092 1/32
1976年2月第一次印刷	印张：7 5/8
印数：0001—76,650	字数：146,000

统一书号：15031·112

本社书号：586·15—7

定 价： 0.54 元

前 言

早在原始社会里,原始人就发明创造了弓箭一类的武器。恩格斯说:“**弓箭对于蒙昧时代……乃是决定性的武器。**”(《家庭、私有制和国家的起源》)那时的武器只是用来同自然界作斗争,例如猎狩动物和射杀来袭的猛兽。而自从进入阶级社会以后,各种武器除了作为向自然界作斗争的工具之外,逐渐地被用于阶级搏斗。在古代,当“火药火箭”出现以后不久,它就被用在军事上。阶级斗争越激化,各个阶级对武器的运用和发展也就越加注意。

帝国主义、社会帝国主义为了实现其称霸世界的反革命野心,不惜以巨大的代价,甚至滥用当代最新科学技术成就来研制和发展各种新式武器,火箭与导弹就是其中的一种。革命人民为了反对帝国主义、社会帝国主义的侵略,保卫自己国家的神圣领土,也要发展各种新式武器,也要研究和发展火箭与导弹。那么,火箭与导弹究竟是怎样一种武器,它们的发展历史、现状和前途又是怎样的,火箭技术的和平用途有哪些?本书将向读者概括而较为系统地介绍有关这些方面的基本知识。

本书是一本科学技术普及读物,它主要是为具有中等文化程度的广大工农兵、革命干部和知识青年而写的。对于大

专院校有关专业的工农兵学员,本书亦可作为初级参考读物。

由于我们的水平有限,加上对编写科学技术普及读物缺乏经验,书中肯定会有一些缺点和错误,热诚希望各方面的读者,特别是工农兵给予批评指正。

编 著 者

一九七五年九月

目 录

前言	vii
第一章 火箭与导弹的发展简史	1
第一节 什么叫火箭	1
第二节 什么叫导弹	4
第三节 火箭的发展简史	6
第四节 导弹的发展简史	8
第二章 火箭弹与导弹的分类及组成	9
第一节 火箭弹与导弹的分类	9
第二节 火箭弹与导弹的组成	10
(一) 发动机	11
(二) 制导系统	11
(三) 弹体	12
(四) 战斗部	13
第三章 火箭弹与导弹的飞行原理	15
第一节 空气动力学的某些基本知识	15
(一) 什么叫空气动力学	15
(二) 气体运动遵循哪些基本规律	17
(三) 阻力和升力是怎样产生的	21
(四) 亚音速与超音速的主要区别是什么	24
(五) 什么是空气动力加热	27
第二节 弹道分析的任务与分析方法	29

第三节 无控火箭弹的飞行弹道	32
(一) 座标系的确立	32
(二) 作用在火箭弹上的力和力矩	36
(三) 火箭弹的运动方程	38
(四) 火箭弹的弹道特性	43
(五) 火箭弹的飞行稳定性问题	46
(六) 火箭弹的散布问题	49
第四节 导弹的飞行弹道	50
(一) 概述	50
(二) 弹道式导弹的飞行弹道	52
(三) 有翼式导弹的飞行弹道	61
第四章 火箭与导弹的心脏——火箭发动机	64
第一节 概述	64
第二节 火箭发动机的工作原理和性能参数	71
(一) 推力	72
(二) 比推力	76
(三) 总冲量	79
(四) 比冲量	81
第三节 理想火箭发动机的工作过程概述	82
(一) 燃烧室中的燃烧过程及热力计算原理	83
(二) 喷管中的等熵膨胀过程及其计算原理	86
(三) 关于超音速喷管(拉瓦尔喷管)的形状	90
第四节 火箭发动机的推进剂	92
(一) 火箭技术对推进剂的要求	92
(二) 液体推进剂简介	94
(三) 固体推进剂简介	97
第五节 固体火箭发动机构造与设计概述	105

第六节 液体火箭发动机构造与设计概述	113
第五章 导弹的神经中枢——制导系统	122
第一节 概述	122
第二节 导弹的各种制导方法	124
(一) 自控制导	124
(二) 遥控制导	128
(三) 自寻的制导	132
(四) 复合制导	134
第三节 制导系统的一般组成	134
(一) 导引系统	135
(二) 控制系统	137
第四节 导弹制导系统举例	141
(一) 弹道式导弹的方案自控制导系统	141
(二) 红外导引自寻的制导系统	145
第六章 火箭弹与导弹摧毁目标的尖兵——战斗部	152
第一节 战斗部的任务与类别	152
第二节 各种战斗部的作用及典型结构型式	153
(一) 爆破战斗部	153
(二) 杀伤战斗部	157
(三) 反装甲战斗部	160
(四) 核战斗部	163
(五) 多弹头分导导弹战斗部	166
第三节 引信	167
第四节 战斗部的设计原则和发展趋向	170
第七章 火箭弹与导弹的外壳——弹体	173
第一节 弹体及其功用	173

第二节 弹体的典型结构型式	175
(一) 骨架蒙皮结构	176
(二) 整体壁板结构	177
(三) 夹层结构	178
第三节 弹体结构设计中的某些问题	180
(一) 气动力外形设计——外形与外廓尺寸的确定	181
(二) 部位安排——布置各种装置和设备	183
(三) 结构材料的选用	184
(四) 弹体的强度与刚度问题	188
(五) 弹体结构强度试验	189
第八章 火箭弹与导弹的发射装置与地面设备	192
第一节 火箭弹与导弹的发射方式	192
第二节 发射装置及地面设备的种类和功用	193
(一) 反坦克火箭弹与导弹的发射装置	194
(二) 野战火箭弹与导弹的发射装置	196
(三) 防空导弹的发射装置	198
(四) 机载导弹与火箭弹的发射装置	200
(五) 战略地对地导弹的发射设备	202
第三节 发射装置与地面设备研制中的一些特殊问题	205
第九章 火箭技术的其他实际运用	208
第一节 探空火箭及气象火箭	208
(一) 大气高层的探索者——探空火箭	208
(二) 快速观测气象火箭	211
(三) 防雹火箭	212
第二节 火炮助推火箭	216
第三节 空气加力火箭	223

第四节 火箭技术在其他方面的应用	226
(一) 火箭枪	226
(二) 火箭车	227
(三) 火箭用于飞机驾驶员的弹射救生	229
(四) 火箭用于船舶救生	230
(五) 火箭的变种——气体发生器	230
(六) 采矿工业中的火箭“钻头”	232
(七) 其他	233

第一章 火箭与导弹的发展简史

第一节 什么叫火箭

一提起“箭”，人们是很熟悉的。常言道：“拉弓射箭”，“箭在弦上”，就都说到了“箭”这个东西。在我国的体育运动中，迄今一直保留有富有民族特色的传统项目“射箭”。这里所说的箭，其大致形状如图 1-1 a 所示。

那末，“火箭”又是个什么东西呢？为了建立概念，不妨让我们从火箭发展史中自古至今列出几种具有代表性的火箭简图，并请大家特别注意这些火箭都是靠什么力量推向前进的。

图 1-1 b 所示的是世界上最早的火箭——中国古代火箭的示意图。

由图可以看出，这种火箭实际上只不过是在如图 1-1 a 所示的箭身上绑有一个火药筒而已。药筒可用厚纸做成，也有用竹筒或金属筒做的。当点燃引火线以后，就会引起药筒

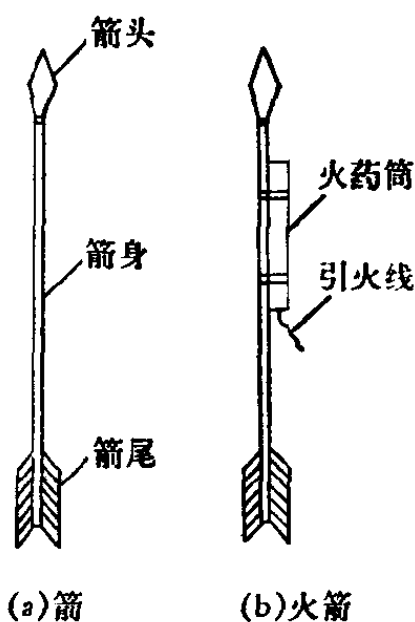


图 1-1 箭与火箭

内火药的自身燃烧,并从药筒的尾部向后喷射出焰火来,这股“火”(实际上是一种燃烧气体)对药筒产生一个向前的推力,

并进而把“箭”也推向前去。这就是“火箭”这个名字的来源及其最原始的含义。从这种意义讲,我们可以把火箭叫做“喷火的箭”。

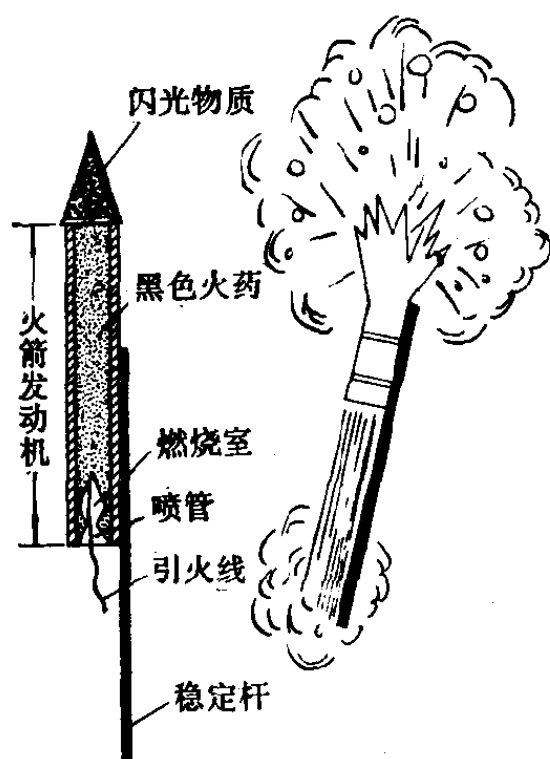


图 1-2 起花火箭

图 1-2 所示的是从原始火箭演变出来的一种古典火箭,名叫起花火箭。它具有一个极其简单的“火药火箭发动机”。火箭的箭筒(用厚纸板或金属板做成)里装有黑色火药,火箭尾部的喷管

一般用粘土做成。当火药被点燃后,产生出大量燃气,由喷管向外迅速喷出,从而产生出反作用推力,推动火箭腾空升起。如图所示,当火药烧到最上端时,火箭发动机将结束工作,而火箭头部的闪光物质将被点燃,并放射出绚丽的火花。

图 1-3 所示的是第二次世界大战时期的一种典型的近程火药火箭弹。这种火箭弹一般不装置制导系统,所以人们通常称它们为“无控火箭弹”。这种火箭上装备着一种固体火箭发动机,在发动机燃烧室内装有近代火药(通常称固体推进剂),火药经点火器引燃后将产生出大量的高温高压燃气,这些气体急速地通过喷管而向后喷射出去,于是火箭弹便得到

一个推力,而向前飞行。这类火箭的长度一般在一米到几米之间,其射程一般在几公里到几十公里之间。

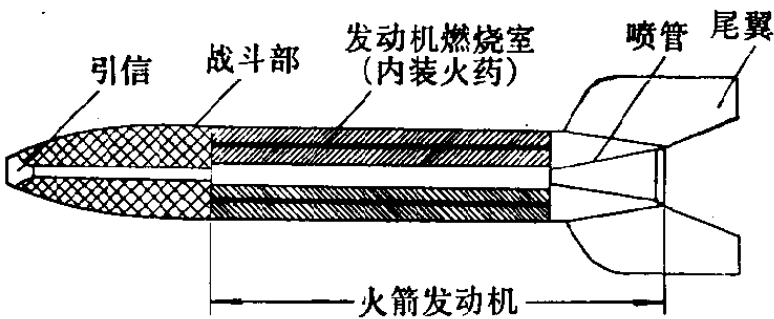


图 1-3 第二次世界大战时期的一种典型的近程火药火箭弹
(无制导系统)

图 1-4 所示的是第二次大战时期的一种典型的远程 (当时称为远程,现在只能算作近程)液体燃料火箭。这种火箭上装备着一种液体火箭发动机,它被装在火箭的尾部。火箭的内部装有燃烧剂贮箱和氧化剂贮箱,这种燃烧剂和氧化剂总称为液体推进剂。当推进剂进入发动机并被点燃后,形成大量的高温高压燃气,并从喷管喷出,以推动火箭前进。在这种火箭上一般都装有制导系统,所以它在实际上应称为导弹,不过人们习惯上有时仍称它为火箭。这类火箭的长度一般在十几米至二十几米之间,其射程一般是几百公里到近千公里。

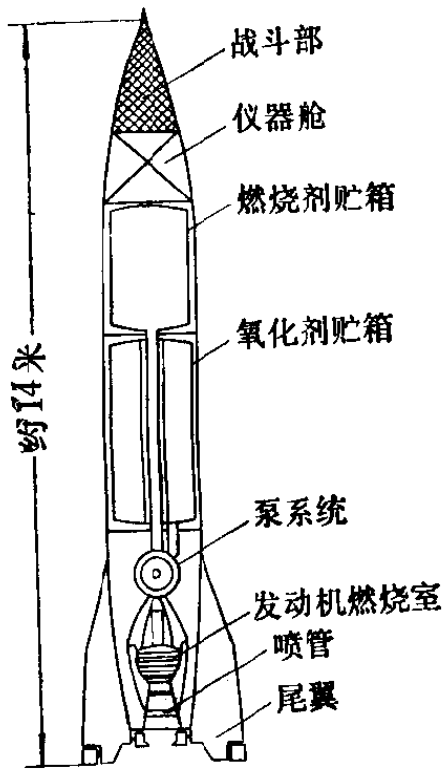


图 1-4 第二次世界大战时期的一种典型的远程液体燃料火箭(带制导系统)

关于更近代的火箭,如洲际火箭,宇宙火箭等,在此就不一一列举了,但可以这样说,即使是这类火箭,其产生推力的基本结构原理仍如上述。

至此,我们可以较为严格地回答什么叫火箭了。首先,“火箭发动机”是一种完全不需要外界的任何物质(如空气中的氧气)而完全依靠点燃自身所携带的推进剂(固体的、液体的、固液混合的等)就能形成燃气流喷射而产生推力的发动机。而通常所称的火箭则是一种依靠火箭发动机推进的飞行器。这种飞行器依据用途的不同而装载有各种不同的有效载荷。当它装有战斗部(或称弹头)时就构成为火箭武器。否则它就不被称为火箭武器而加以其他各种称呼了,如探空火箭、防雹火箭、卫星运载火箭、星际航行火箭等。在火箭武器中又有可导与不可导之分,可导者称为导弹(对此,下一节还做进一步叙述),不可导者通常称为火箭弹或无控火箭。

第二节 什么叫导弹

有了“火箭”的概念之后,进而讲述什么是导弹就比较容易了。

先让我们设想有这样一种火箭武器,它会“动脑筋”,而且“长着眼睛”,能够沿着预定的弹道飞向固定目标,或者沿着某种机动弹道追逐活动目标直到最后击中目标为止,这样一种火箭武器就被人们赋予了一个专门的名字——“导弹”。但要注意,在这里是从火箭武器谈起的,但是“导弹”这个概念并不

仅仅是指火箭武器的。有一些导弹是装备着其他动力装置(如空气喷气发动机等)和采用了其他结构型式(如装有机翼)的飞行武器。比如,有一种外形与飞机极其相似的飞行器,它装有起飞用的火箭发动机,但以涡轮喷气发动机为其续航发动机,它没有驾驶员驾驶,但可依靠装在它内部的自动驾驶仪飞向目标,完成作战任务,这就是通常被人们称谓的“飞航式导弹”。

现在我们可以比较概括地回答什么叫导弹了。首先,导弹是一种飞行武器,它既可以装置火箭发动机,也可以装置空气喷气发动机。其次,作为导弹的尤为突出的部分是它必定装有这样或那样的制导系统,导弹的得名正是由此而来。一言以蔽之,导弹是一种受制导系统的制导而飞向目标的飞行武器。

请读者注意,关于“火箭”与“导弹”两个名词,到目前为止,在中外的某些书籍报刊中经常混用,如“洲际火箭”与“洲际导弹”,其实是一个东西,“洲际火箭”就是“洲际导弹”。也有的在复合名词中虽然只出现“火箭”一词,但实际上却代表的是“火箭发动机”一词,如“火箭飞机”,实意是以火箭发动机做动力的飞机。凡此等等,只要大家弄清了火箭发动机、火箭与导弹的基本含义,对其稍加注意分析,是不难分辨清楚的。

顺便提一下,本书书名中的“火箭”一词,含义较广,它泛指无控火箭弹、运载火箭以及除导弹而外的各种类型的火箭。至于书中所涉及的“火箭”一词,有的已加以具体化,有的却仍系泛指的内容,请读者随时加以注意。

第三节 火箭的发展简史

我们伟大领袖毛主席指出：“**中国是世界文明发达最早的国家之一**”。（《中国革命和中国共产党》）我们中华民族在古代就发明了火药、指南针、造纸法和印刷术，这就是世界历史上著名的中国“四大发明”。

唐朝初期，公元 682 年，炼丹家孙思邈基于劳动人民的长期实践，制成了火药的配方，发明了火药。到唐朝末年，火药就开始用于军事。

宋朝初期，公元 969 年，有人利用火药发明了世界上第一支火箭——火药火箭。仅仅经过几年，至公元 975 年，这种火箭就作为武器被用于宋灭南唐的战争中了。此后，在 11 世纪到 13 世纪期间，在宋军作战中，就经常使用火箭武器了。

于 13 世纪，中国的火药及火箭先被传入阿拉伯国家，尔后又传入欧洲。

到了明朝（1368—1644 年），火箭武器又有不少改进。16 世纪中叶，戚继光在沿海一带抗敌战斗中，曾制造并使用了多种火箭武器，如飞刀、飞枪及飞箭。当时为了增大火箭武器的威力，还制造了能装很多支火箭并能进行齐射的“火箭车”。

17、18 世纪及 19 世纪初叶，在俄国、印度和英国，为了军事上的需要，都大力发展了火箭武器。

直到 19 世纪中叶，火箭与火炮一直是同时使用并互相竞争的。那时，火炮还都是滑膛炮，射程不远，命中率较低；而火

箭则使用方便，性能尚好。但到 19 世纪末叶，由于在火炮上同时吸收了以硝化纤维素为基的新型火药和膛线炮管两项新的技术，这就大大地提高了火炮的性能(射程和密集度)。相形之下，火箭技术因踏步不前而相对落后，在军事上的应用逐渐减少，生产趋于停顿，竞争的优势倒向了火炮。例如，1905 年日俄战争和第一次世界大战中，都很少使用火箭，具有悠久历史的火箭，一时变得默默无闻。

在火箭发展处于低潮期间，各国科学家对火箭技术的研究和试验却一直在进行，其中有俄国的学者齐奥尔科夫斯基，美国的哥达德等。鉴于固体火箭推进剂在当时进展不大，齐奥尔科夫斯基首先提出了利用液体推进剂的可能性，并提供了结构简图。

到了 20 世纪 30 年代，由于液体火箭推进剂及新型固体火箭推进剂、高温材料和电子技术等都取得了新的成就，这就给火箭武器增添了新的活力。火箭技术又“复兴”了。到 20 世纪 40 年代以后，在世界范围内，火箭武器又重新占据了重要地位。到 20 世纪 50 年代以后，火箭技术的发展进入了一个新的发展时期，相继出现了洲际导弹、人造卫星与宇宙飞船。

我国虽然是火箭的发源地，但在旧中国由于受反动统治阶级的长期统治，使这项技术长期得不到发展。解放后，在伟大领袖毛主席和中国共产党的英明领导下，我国人民意气风发，奋发图强，用较短的时间使火箭技术取得了飞跃的发展，其重要标志是一九七〇年四月二十四日我国成功地发射了第