

航天科普丛书 



航学会
书编委会

弹道导弹

南开大学出版社

航天科普丛书

威力强大的弹道导弹

北京宇航学会
丛书编委会编

南开大学出版社

航天科普丛书

北京宇航学会丛书编委会

出版发行 南开大学出版社

地址:天津市南开区卫津路 94 号

邮编:300071 电话:(022)2350854.

出版人 张世甲

承 印 天津地图制图印刷公司印刷

经 销 全国各地新华书店

版 次 2000 年 2 月第 1 版

印 次 2000 年 2 月第 1 次印刷

开 本 787mm × 1092mm 1/32

印 张 14

字 数 320 千字

印 数 1—13000

定 价 全套 4 册 38.00 元 单册 9.50 元

内 容 简 介

本书详细介绍了弹道导弹的战术技术指标、飞行原理、弹体、发动机、飞行控制系统、弹头、弹上电源以及美国、前苏联部分地地战术弹道导弹、现役地地战略弹道导弹和潜地战略弹道导弹的性能参数。

本书内容全面、系统、详实、准确，并紧密联系读者所熟悉的事物，用深入浅出、易懂的语言阐明了工作原理、技术含义和作战应用等。为便于读者理解，书中附有大量插图和数据。

本书读者对象为：部队军官和战士、大中专学生、业余爱好者以及有志于为未来国防和航天事业奋斗的青少年。

《航天科普丛书》编委会

顾问	白介夫	庄逢甘	杨家墀	屠守锷
	王永志	沈辛荪		
主任	厉建中			
副主任	张宝乾	马兴瑞	王国祥	王建民
	林 树	佟宝成	史慰英	
委员	宗大琨	舒昌廉	薛成位	周孝宽
	郭位光	陶 平	张丽辉	于 滨
	田玉龙	李传宝	刘振南	史克禄
	吴奉生	李贵成	刘尔巽	张宗美
	冯合猷	刘桐林	王宝琦	潘晓华
	翟 彬	杨 涛	蒋耀光	张海峰
	宁 艳			

《航天科普丛书》编辑部

主 编	史慰英		
副 主 编	张宝乾	张宗美	刘桐林
	翟 彬	冯合献	
作 者	张国瑞		
编 者	陈文光		
责任编辑	张敬双	浦富弟	
排 版	宁 艳	孙运峰	
封面设计	北京罗丹艺术设计中心		

前 言

自从第二次世界大战中出现了导弹以来，导弹逐步成为作战中最主要的现代尖端武器。

世界各国在军备竞赛中研制成功并装备部队的导弹有：地地导弹、地空导弹、舰地导弹、舰舰导弹、空空导弹和空地导弹等。目前，各国陆、海、空三军都装备着自己的导弹，但是，在导弹武器族中最重要的导弹却要算弹道导弹。弹道导弹分战术弹道导弹和战略弹道导弹，战略弹道导弹（又称洲际导弹）装上核弹头，并采用主动段制导、中段修正和末制导就成为射程最远、威力强大、打得最准的最厉害的进攻性武器，无怪呼以前有人称它为“最后的武器”。

世界各国在发展弹道导弹的同时，带动发展了自己的大推力火箭，后来都把弹道导弹的大推力火箭用来发射卫星等空间飞行器，因此，弹道导弹的大推力火箭就成为各国的第一代运载火箭。在此基础上各国又进一步发展更大推力的运载火箭。所以，可以说弹道导弹的发展为运载火箭的发展及星际飞行作出了贡献。

国内已有介绍各种导弹的书，由于它涉及到多种多样的导弹，因此它分给弹道导弹的篇幅就有限。本书只集中介绍弹道导弹，所以就有可能阐述得全面一些、系统一些和详细一些。在写本书时参阅了有关著作，在此对诸作者表示衷心的感谢。

由于时间紧和水平所限，错误和缺点一定不少，请予指正。

作 者

目 录

一 导弹—世界武器库中的超级“明星”	(1)
导弹的发展历程	(1)
火箭诞生在中国的神州大地	(1)
导弹—希特勒德国制造的秘密武器	(4)
导弹和导弹武器系统	(8)
导弹的组成	(8)
导弹武器系统的组成	(9)
二 弹道导弹—瞬间飞行万里的“神箭”	(9)
何谓弹道导弹	(9)
弹道导弹的成员	(10)
弹道导弹的飞行路径—弹道	(10)
世界上射程最远的武器	(13)
战斗部(弹头)的强大威力	(13)
百步穿杨一般的命中精度	(14)
身手不凡的反应灵敏度	(15)
突破敌方防御的能力	(15)
对抗敌方攻击的生存能力	(15)
可信赖的武器	(16)
弹道导弹的用途	(16)

三	弹道导弹的飞行原理	(17)
	运载火箭的运动理论	(17)
	火箭轨道理论	(18)
	火箭姿态稳定理论	(18)
	齐奥尔科夫斯基公式	(19)
	弹道导弹的飞行过程	(20)
	主动段的飞行	(20)
	被动段的飞行	(23)
	弹道导弹的稳定	(25)
	弹道导弹的飞行控制	(26)
	作用在导弹上的力和力矩	(26)
	导弹的起飞、程序转弯和自由飞行	(29)
	导弹飞行速度的改变	(29)
	导弹飞行方向的改变	(30)
四	弹体	(35)
	弹体的功能与对弹体的要求	(36)
	弹体的功能	(36)
	对弹体的要求	(37)
	弹体的组成构件和承受的载荷	(37)
	蒙皮	(38)
	桁条的桁梁	(39)
	隔框	(40)
	弹体的结构形式	(41)

硬壳式	(41)
半硬壳式	(42)
整体壁板式	(43)
液体推进剂贮箱	(44)
弹体的热防护	(46)
五 火箭发动机	(47)
发动机的组成和要求	(47)
发动机的主要性能参数	(48)
推力	(48)
总冲量	(49)
比冲	(50)
推(力)质(量)比	(51)
质量比	(51)
发动机的寿命	(52)
液体火箭发动机	(52)
液体推进剂	(53)
液体火箭发动机的组成、结构及其工作原理	(57)
固体火箭发动机	(66)
固体推进剂	(68)
药柱	(70)
燃烧室	(73)
喷管	(75)

点火装置	(76)
推力向量控制	(77)
六 飞行控制系统	(79)
飞行控制系统的任务和组成	(79)
飞行控制系统的任务	(79)
飞行控制系统的组成	(80)
姿态稳定系统	(80)
敏感测量装置	(81)
变换放大装置	(81)
执行机构	(82)
弹道导弹姿态稳定系统的特点	(84)
制导系统	(85)
制导系统的任务	(85)
现有弹道导弹的制导体制及其演变过程	(85)
惯性制导	(86)
惯性—末助推控制的制导系统	(97)
惯性星光复合制导系统	(99)
惯性—雷达区域相关复合制导系统	(101)
弹道导弹制导系统的发展趋向	(107)
七 弹头	(109)
弹头的分类	(109)
弹头的组成与形状	(110)
战术弹道导弹的常规弹头	(111)

爆破弹头的结构	(112)
爆破弹头的爆破作用	(114)
战略弹道导弹的核弹头	(114)
原子弹头	(115)
氢弹头	(117)
中子弹头	(119)
引信	(120)
触发引信	(121)
非触发引信	(122)
弹头防热和防粒子云的浸蚀	(124)
弹头小型化	(125)
突防	(126)
减小弹头电波反射的有效截面积和涂敷电波	
吸收材料	(126)
施放诱饵和干扰丝	(127)
机动弹头	(128)
集束式多弹头和分导式多弹头	(130)
集束式多弹头	(130)
分导式多弹头	(131)
八 弹上电源系统	(134)
电源配电系统的功能和组成	(134)
弹道导弹上的电源配电系统	(135)
一次电源	(135)

二次电源	(136)
配电器	(137)
程序配电器	(137)
电缆网	(138)
附表 1. 美国、前苏联地地战术弹道导弹性能参数	(139)
附表 2. 美国、前苏联、俄罗斯地地战略弹道导弹性能参数	(141)
附表 3. 美国、前苏联潜地战略弹道导弹性能参数	(142)

一 导弹—世界武器库中的超级“明星”

导弹的发展历程

我们现在所说的导弹是在无控火箭的基础上，装上核弹头和飞行控制系统，用以摧毁敌方目标的一种威力强大的武器。换句话说，导弹是带有弹头(战斗部)的有控火箭。所以要谈论现代的导弹，就必须从火箭开始，方能顺理成章地说清导弹的发明与发展。

火箭诞生在中国的神州大地

火箭是借助火箭发动机向后喷射工质(工作介质)产生的反作用力而向前推进的飞行器。它自身携带所需的全部推进剂，不依赖外界工质来产生推力，可以在大气层内，也可以在大气层外飞行。火箭是一种运载工具，既可运载弹头，也可运载其他有效载荷，如卫星、飞船等等。运载弹头的有控火箭就成为导弹。

火箭是中国古代发明的，现代火箭是在中国古代“火箭”的基础上发展起来的，早在我国春秋时期就出现了弓箭。在三国时期（公元220~265年）《三国志·魏明帝纪》“诸葛亮围陈仓”中记述：“（亮）起云梯冲车以临城。（郝）昭于是以火箭逆射其云梯，梯燃，梯上人皆烧死”。这是“火箭”一词在史书中最早出现的记载。中国的古代火箭是在普通箭杆上捆绑火药筒（筒体可用纸、竹或金属做成，内部充填以黑火药），经引火线点燃后向后喷火（燃气）而产生有推进力的、不同于弓箭的火药火箭，参见图1-1中国古代火箭及其攻城图。

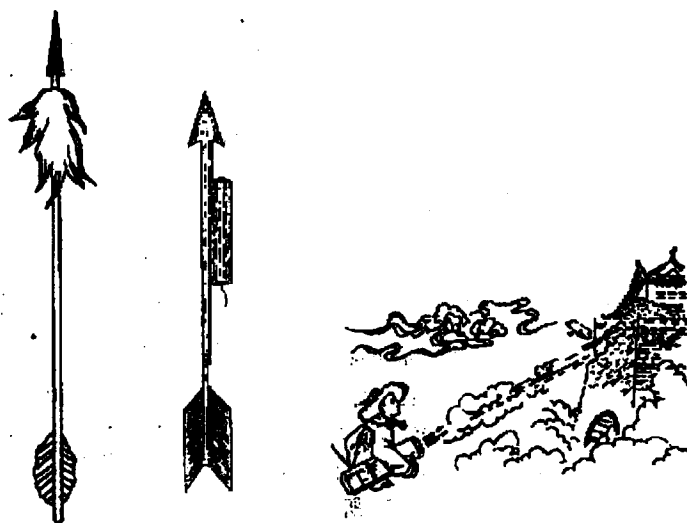


图 1-1 中国古代火箭及其攻城图

从图中可以看出,这是一种原始的无控火箭,它已作为武器应用于战争中。这种火箭最早产生于中国的宋朝开宝三年(公元 970 年)。应该说,中国在宋朝开宝三年就已发明了古代火箭。在明朝(公元 1368~1644 年)又发明了“神火飞鸦”和“火龙出水”两种火箭,见图 1-2。

“神火飞鸦”的鸦身用细竹篾为篾,细芦亦可,其形宜长不宜圆,用棉纸封固,内装明火炸药。鸦身下斜装四支火箭,每翅下二支。头、尾、翼皆用棉纸做成,钉牢,火箭点燃后可飞百余丈。对敌用之,在陆烧营,在水烧船,战无不胜”。从这一段叙述可以看出,“神火飞鸦”的动力装置是翅下的四支火箭,可飞行百余丈,战斗部是鸦身内装的燃烧火药,无控制装置,但有



图 1-2 古代有翼火箭
“神火飞鸦”



古代多级火箭
“火龙出水”

翅膀,在结构上与现代的巡航导弹很相似,只是它没有控制系统罢了,实质上是一种无控的飞航火箭。

“火龙出水用于水战,在体外装有四支火箭(作为第一级),龙体内装有神机火箭数枚(作为第二级)。通过这两级火箭接力加速,火龙出水可在水面上飞行数里远”。从这一段叙述可以看出,“火龙出水”实质上是一种多级火箭。而“可飞行数里远”说明它的动力装置已达到相当高的水平。

从上述可以说,火箭最早是诞生在中国的神州大地,是我们的祖先们首先发明的。

13 世纪后,随着元军的西征和商船的往来,火药、火箭技

术才逐渐传入欧州，同时也传入伊斯兰国家。13世纪以后出现了阿拉伯火箭，1668年德国炮兵上校基士勒(Geissler)试制25~55公斤重的火箭，1814~1817年俄国人H·卡尔特马佐夫和A·П·扎夏德科研制成50.8~63.5毫米和101.6毫米的爆破和燃烧火箭，射程达1500~3000米。18世纪末英军团长康格莱夫(Congreve)研制出近代火箭史上较为著名的康格莱夫式火箭。

第二次世界大战(以下简称“二战”)前，美国在1926年3月16日由物理学家、火箭技术先驱戈达德研制的液体火箭首次飞行试验成功，这是世界上第一枚液体火箭。德国在1931年5月14日试射了欧洲第一枚液体火箭。前苏联于1937年底制成了举世闻名的“喀秋莎”火箭炮。二战中各国基于军事需要都在积极发展火箭，主要发展方向是增大射程、威力及射击密集度。一时间各类火箭相继出现，并成为战场上威力强大的武器。前苏联大量生产和使用了“喀秋莎”火箭炮；英国发展了防空火箭、空对地(舰)火箭和地对地火箭；美国推出了著名的巴楚卡(bazooka)反坦克火箭，还有空对地、地对地、舰对地等一系列火箭；德国发展了多管火箭炮……。火箭在二次大战中得到了迅猛的发展，二战后美国与前苏联等各国在军备竞赛中把注意力逐步从火箭转向了导弹的研制。

导弹—希特勒德国制造的秘密武器

前面所述的无控火箭作为一种武器，在作战中它的致命弱点是命中精度低、杀伤效果差。因此，在无控火箭基础上，加上“制导系统”来提高它的命中率；装上“弹头”来提高它的杀伤力，这是火箭武器向前发展必然的结果。有了火箭之后，