



# 火箭导弹发射技术进展

HUOJIAN DAODAN  
FASHE JISHU JINZHAN

于存贵 王惠方 任杰 编著



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

# 火箭导弹发射技术进展

于存贵 王惠方 任 杰 编著

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本书根据火箭导弹发射技术发展现状,对多管火箭炮、导弹、运载火箭发射应用的新技术和出现的新形式进行全面、系统的介绍,重点介绍各种新技术、新形式的技术原理、结构特点和发展应用情况。多管火箭炮方面主要包括火箭弹制导技术、弹箭共架发射技术、火箭炮垂直发射技术及俄罗斯集装箱式发射系统,以及为适应轻装部队装备需求发展的高机动轻型火箭武器技术。导弹方面主要介绍易实现机动发射的冷发射技术,包括压缩空气弹射发射技术、高速气液弹射发射技术、燃气弹射发射技术、燃气-蒸汽弹射发射技术、炮射式导弹发射技术和电磁弹射发射技术。运载火箭方面主要介绍为适应未来战争需求而发展的快速响应空间体系和快速响应空间发射技术。

本书可作为高等院校火箭导弹等发射类相关专业的教材或参考书,供相关发射类专业的教师、研究生参阅,也可供从事火箭导弹武器系统设计、研究和使用的有关科研部门、工厂、部队的技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

火箭导弹发射技术发展 / 于存贵, 王惠方, 任杰编  
著. — 北京: 北京航空航天大学出版社, 2015. 8

ISBN 978 - 7 - 5124 - 1869 - 1

I. ①火… II. ①于… ②王… ③任… III. ①火箭发  
射—研究②导弹发射—研究 IV. ①TJ768

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 192674 号

版权所有,侵权必究。

### 火箭导弹发射技术进展

于存贵 王惠方 任杰 编著

责任编辑 赵延永 苏俊亚

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京楠海印刷厂印装 各地书店经销

\*

开本:710×1 000 1/16 印张:12 字数:256 千字

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷 印数:1 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 1869 - 1 定价:38.00 元

# 前 言

火箭起源于中国,古代火箭在宋、元、明代有过几百年的辉煌历史。

现代火箭的发展得益于火箭发动机的发展和液体火箭的诞生。1926年,美国火箭技术科学家罗伯特·戈达德试射了第一枚无控液体火箭。罗伯特·戈达德和前苏联科学家康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基等科学家奠定了现代火箭的基础。1933年,苏联研制成功第一种现代火箭炮 BM-13(“喀秋莎”);1944年,德国首次将有控弹道式液体火箭 V-2 用于战争。第二次世界大战后,前苏联和美国等相继研制出包括洲际导弹在内的各种火箭武器和运载火箭。特别是 20 世纪中叶以来,火箭技术得到快速发展和广泛应用,其中尤以各种可控火箭武器和运载火箭发展最为迅速。主要发展趋势之一是无控火箭制导化。简易制导火箭弹和制导火箭弹技术的发展使得火箭弹和导弹的差异越来越小,由此导致出现了弹箭共架发射技术和多管火箭炮垂直发射技术;发展趋势之二是洲际导弹由固定式发射发展为机动式发射。洲际导弹通过改用固体火箭发动机,采取冷发射方式实现机动发射,可极大地提高生存能力和战略反击能力;发展趋势之三是运载火箭发射卫星的快速化。未来战争对快速响应空间的需求是大力简化卫星发射程序和缩短发射时间,导致运载火箭快速发射技术的发展。

根据火箭导弹发射技术的发展现状,本书对多管火箭炮、导弹、运载火箭发射应用的新技术和出现的新形式进行全面、系统的介绍,包括各种新技术、新形式的技术原理、结构特点和发展应用情况。全书共分八章:

第 1 章绪论。主要介绍火箭导弹发射系统的分类、组成和发射方式。

第 2 章火箭弹制导技术。介绍简易制导火箭弹和制导火箭弹技术原理及典型应用实例。

第 3 章弹箭共架发射技术。介绍火箭和导弹共架发射技术,包括弹

箭共架发射总体技术、发射装置通用化技术和发控系统通用化技术。

第4章垂直发射技术。介绍火箭炮垂直发射技术、俄罗斯集装箱式发射系统技术。

第5章高机动轻型火箭武器技术。介绍高机动轻型火箭武器技术,包括总体技术、火箭武器和运载体轻量化技术以及火箭武器空投技术。

第6章火箭导弹冷发射技术。介绍易实现机动发射的火箭导弹冷发射技术,包括压缩空气弹射发射技术、高速气液弹射发射技术、燃气弹射发射技术、燃气-蒸汽弹射发射技术和炮射式导弹发射技术等。

第7章电磁发射技术。介绍电磁发射技术原理、关键技术,及其为基础的火箭导弹电磁发射组成、工作原理和系统方案。

第8章快速响应空间与发射技术。介绍为适应未来战争快速发射卫星组网需求而发展的快速响应空间体系及运载火箭快速发射技术。

本书由南京理工大学的于存贵、任杰和西北机电工程研究所的王惠方编著。于存贵任主编,负责编写大纲的制定和全书的统稿与审定,并编写了第1、3、8章,王惠方编写第2、4、5章,任杰编写第6、7章。研究生何庆、溪文娜、陈瑞祥参与了相关计算工作,孙同生、沙赵明参与部分资料收集和绘图工作。在编写过程中,编著者曾参阅了大量参考文献、教材、资料及期刊图片等,并得到了有关单位和部门的大力支持和帮助,谨在此向上述各有关单位和各项资料的作者表示衷心的感谢。

南京理工大学马大为教授对本书进行了全面的审阅,并提出了不少宝贵意见,在此谨向他表示衷心的感谢。

虽然编著者在编写过程中做了种种努力力求以更好的质量将本书奉献给读者,但由于水平有限,加之时间仓促,书中可能存在不妥之处和错误,敬请广大读者批评指正。

编著者

# 目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 火箭导弹武器在现代战争中的作用和地位	1
1.1.1 火箭导弹武器性能特点	1
1.1.2 火箭导弹武器在现代战争中的作用和地位	3
1.1.3 火箭导弹武器发展趋势	4
1.2 火箭导弹发射系统的分类和组成	7
1.2.1 火箭发射系统的分类	7
1.2.2 火箭发射系统的组成	7
1.2.3 导弹发射系统简介	9
1.3 火箭导弹发射方式	10
1.3.1 火箭导弹发射方式分类	10
1.3.2 自力发射方式和弹射发射方式	12
1.3.3 倾斜和垂直发射方式	13
1.3.4 陆海空基发射方式	14
第 2 章 火箭弹制导技术	17
2.1 概 述	17
2.2 俄罗斯“旋风”300 mm 简易制导火箭弹	18
2.2.1 战斗部结构及特点	18
2.2.2 控制系统	19
2.2.3 火箭发动机结构与工作原理	23
2.3 制导火箭弹	24
2.3.1 美国 227 mm 制导火箭弹	25
2.3.2 美国 APKWS II 制导火箭弹	27
第 3 章 弹箭共架发射技术	30
3.1 弹箭共架发射概述	30
3.1.1 弹箭共架发射武器系统	30
3.1.2 弹箭共架发射武器系统的特点和关键技术	31
3.1.3 导弹共架发射技术发展概况	33



3.2 弹箭共架发射总体技术	35
3.2.1 弹箭共架发射需求及可行性	35
3.2.2 弹箭共架方案选择	37
3.2.3 发射系统设计	38
3.3 发射装置通用化技术	40
3.3.1 发射装置通用化设计	40
3.3.2 储运发射箱标准化设计	41
3.3.3 导弹适配器技术	46
3.4 发控系统通用化设计	47
3.4.1 发控系统	47
3.4.2 通用化发控系统概念	48
3.4.3 通用化发控系统关键技术	48
3.4.4 通用化发控系统设计	49
<b>第4章 垂直发射技术</b>	<b>51</b>
4.1 垂直发射概述	51
4.1.1 垂直发射的特点	51
4.1.2 垂直发射的关键技术	54
4.1.3 “神鹰”-400 火箭炮系统简介	56
4.2 发射平台	58
4.2.1 发射平台的作用和要求	59
4.2.2 发射平台的结构组成	59
4.3 起竖设备简介	62
4.4 集装箱式发射系统	65
4.4.1 集装箱导弹系统基本组成	66
4.4.2 集装箱导弹系统技术性能特点	67
4.4.3 集装箱导弹系统作战使用特点	70
<b>第5章 高机动轻型火箭武器技术</b>	<b>72</b>
5.1 高机动轻型火箭武器概述	72
5.2 高机动轻型火箭武器总体技术	74
5.2.1 高机动轻型火箭武器性能要求	74
5.2.2 高机动轻型火箭武器总体方案	75
5.3 火箭武器轻量化技术	79
5.3.1 轻质材料技术	79
5.3.2 结构优化设计技术	81



5.4 高机动轻型火箭武器运载体	84
5.4.1 越野汽车运载体组成	84
5.4.2 越野汽车运载体性能要求	85
5.4.3 越野汽车运载体发展	86
5.4.4 越野汽车运载体改装要求	88
5.5 高机动轻型火箭武器空投技术	89
5.5.1 武器系统空投性能要求	89
5.5.2 空投型火箭武器系统结构设计	92
5.5.3 高机动轻型火箭武器空投性能分析	93
<b>第6章 火箭导弹冷发射技术</b>	<b>100</b>
6.1 冷发射技术概述	100
6.2 压缩空气发射技术	102
6.2.1 压缩空气发射技术概述	102
6.2.2 压缩空气弹射系统组成与结构	104
6.2.3 压缩空气弹射系统关键技术	104
6.3 高速气液弹射发射技术	105
6.3.1 高速气液弹射发射技术概述	105
6.3.2 高速气液弹射系统组成与结构	107
6.3.3 高速气液弹射关键技术	109
6.4 燃气弹射发射技术	112
6.4.1 燃气弹射发射技术概述	112
6.4.2 燃气弹射发射系统结构组成	112
6.4.3 燃气弹射关键技术	113
6.5 燃气-蒸汽式弹射技术	114
6.5.1 燃气-蒸汽式弹射技术概述	114
6.5.2 燃气-蒸汽式弹射发射系统基本组成及结构	115
6.5.3 燃气-蒸汽弹射关键技术	118
6.6 炮射式导弹弹射技术	119
6.6.1 炮射导弹技术概述	119
6.6.2 炮射导弹关键技术	120
6.7 弹射发射系统性能要求	121
<b>第7章 电磁发射技术</b>	<b>123</b>
7.1 电磁发射技术概述	123
7.2 电磁发射技术原理	126





7.2.1	线圈型电磁发射技术 .....	126
7.2.2	轨道型电磁发射技术 .....	128
7.2.3	重接型电磁发射技术 .....	132
7.3	火箭导弹电磁发射关键技术 .....	137
7.3.1	高功率脉冲电源技术 .....	137
7.3.2	电力调节控制技术 .....	140
7.3.3	电枢技术 .....	141
7.3.4	抗烧蚀技术 .....	141
7.4	火箭导弹电磁发射系统组成与原理 .....	142
7.4.1	火箭导弹电磁发射系统组成 .....	142
7.4.2	火箭导弹电磁发射系统工作原理 .....	144
7.4.3	线圈式火箭导弹电磁发射系统方案 .....	145
<b>第8章</b>	<b>快速响应空间与发射技术 .....</b>	<b>149</b>
8.1	快速响应空间概况 .....	149
8.1.1	快速响应空间提出背景 .....	149
8.1.2	快速响应空间发展历程 .....	149
8.1.3	快速响应空间的概念 .....	151
8.1.4	美国快速响应空间发展规划 .....	153
8.1.5	美国快速响应发射场计划 .....	154
8.2	快速响应空间体系结构 .....	154
8.2.1	快速响应空间体系结构基本框架 .....	154
8.2.2	快速响应空间航天器 .....	157
8.2.3	快速响应空间运载器 .....	159
8.2.4	典型快速响应空间体系结构及关键技术 .....	163
8.3	快速响应空间发射技术 .....	167
8.3.1	概述 .....	167
8.3.2	快速响应空间发射技术 .....	169
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>181</b>

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 火箭导弹武器在现代战争中的作用和地位

### 1.1.1 火箭导弹武器性能特点

火箭武器是依靠发动机的推力把杀伤兵器(战斗部)投射到被毁伤目标的一种军用武器。通常将多个发射管或发射导轨联装在一起使用,称为火箭发射系统(也称火箭炮)。火箭有两类:一类是无控火箭,其飞行轨迹不可导引、控制;另一类是可控火箭,其飞行轨迹由制导系统导引、控制。不带战斗部系统时就不是火箭武器,而给予其他名称,如探空火箭、卫星运载火箭等。

导弹是一种飞行武器,它载有战斗部,依靠自身动力装置推进,由制导系统导引,控制其飞行轨迹,并导向目标。显然,载有战斗部的可控火箭是导弹,但导弹不一定都依靠火箭发动机推进,也可以依靠空气喷气发动机或组合型发动机推进。导弹一般由推进、制导、战斗部、弹体和弹上电源等 5 个分系统组成。

无控火箭武器是常规炮兵及其他军兵种武器装备的重要组成部分,它与身管武器相比具有以下特点。

#### 1. 射程远

因为火箭弹自带动力装置——火箭发动机,所以可以将火箭弹投射到较远的距离,超过身管火炮的射程。

近年来,在高强度钢、塑料和高脉冲火箭固体燃料制造领域取得了重大成就,并研制了具有新型结构型式的火箭发动机,这些成果被广泛地应用于火箭武器系统的改进中。美国 MLRS 火箭炮最新研制的制导火箭弹的最大射程达到了 70 km;俄罗斯“冰雹”多管火箭炮的火箭弹发动机经过改进后,其最大射程已达到 41 km;“旋风”火箭发动机的改进使其最大射程增加到 90 km。

#### 2. 威力大

威力大是指火箭武器具有猛烈的火力,能在很短的时间内,在一定的面积上构成强大的杀伤力。

火箭弹战斗部可以设计成预制破片式或子母弹形式,增大其杀伤威力。同时,现代野战火箭发射装置多为多联装,一般是 20~40 管,战斗中通常营、连齐射,因而能在短时间内(约 10~20 s)发射大量的火箭弹,形成强大的火力密度,达到突袭的效果。以 BM-21 火箭炮为例,一个营(18 门炮)齐射(约 20 s),能发射 720 枚火箭弹,



相当于 54 式 122 mm 榴弹炮 20 个营 360 门火炮的齐射火力。美国的 MLRS 火箭炮一次齐射 M26 型子母火箭弹可以抛出 7 728 枚子弹,覆盖面积约 12 万到 24 万平方米(依据射程而定)。一个 MLRS 火箭炮营(27 门炮)齐射,能发射 324 枚火箭弹,相当于 155 mm 自行榴弹炮 16 个营 288 门火炮的齐射火力。

因此,火箭武器能在很短的时间内,在一定的面积上构成强大的火力密度,以猛烈的火力摧毁敌方装备并给敌方人员以重大的毁伤和精神上的巨大震撼。

### 3. 机动能力强

因为火箭武器基本不存在类似身管火炮的后坐力问题,发射装置重量较小,所以火箭武器可以安装在汽车或装甲车辆上,做到车炮合一。若把发射装置安装到越野汽车上,最大时速可达到 85 km/h 以上;若把发射装置安装到履带车辆上,最大时速可达 65 km/h 以上。其机动性能很好,作战时可以使火箭武器快速地从集结区域运动到发射阵地。同时,发射完毕后也能很快地撤出阵地或转移阵地。此外,还可以设计成小巧、轻便、可分解的火箭炮。例如:107 mm 火箭炮是一门小型可分解的火箭炮,它小巧轻便,总重只有几百千克,可以用吉普车牵引、骡马驮载,还可用人力来搬运。因此它受地形和气候条件的影响较小,适合各种情况下战斗,如山地、水网和稻田地等。

### 4. 密集度差

密集度差意味着射弹散布大,精度差。这样,火箭武器在使用上存在一定的缺陷,不适于对点目标的射击。因为对点目标射击时消耗时间和弹药量大,一般不能在短时间内完成射击任务。但对面目标射击时,射弹散布大、火力分配较简单,射弹能在一定区域内较均匀地覆盖面目标,以取得较高的毁伤效果。

自 20 世纪 90 年代以来,常规火箭弹制导化逐渐成为重要的发展方向,火箭武器密集度水平有了显著提高,如俄罗斯“旋风”简易制导火箭弹达到了大口径火炮的射击密集度水平,美国研制的制导型多管火箭弹(GMLRS)XM31 采用 INS/GPS 组合制导方式,在 35 km 射程时的圆概率误差为 5 m、在 70 km 射程时圆概率误差小于 10 m,达到了非常高的密集度水平。

### 5. 发射阵地容易暴露

发射阵地容易暴露是目前火箭武器的缺陷。造成这个缺陷的主要原因是火箭武器在射击时产生大量的烟尘及火光,不易隐蔽。特别是当遮蔽物较小、射程较近、发射阵地靠前或夜间射击时,最容易暴露发射阵地位置,导致敌人炮火反击。该缺陷目前主要靠缩短战斗、行军状态转换时间和提高火箭武器系统的运动机动性来弥补。

### 6. 持续射击能力差

122 mm 火箭炮一次齐射可发射 40 枚火箭弹,有的火箭武器一次齐射甚至比 40 枚还要多。虽然一次齐射发射时间很短,但火箭弹再次装填时间较长。为此,各火箭发射系统都在致力于配备装填车,以便在原地或附近预备阵地上快速装填弹药,实施第二次齐射。



导弹系统因为具有制导分系统,因而弥补了无控火箭武器精度差的缺点,具有射程远、威力大、命中准确度高突出优点。小型导弹还具有使用方便的优点,如反坦克导弹和便携式防空导弹等。

### 1.1.2 火箭导弹武器在现代战争中的作用和地位

1933年,前苏联制造出世界上最早的多管自行火箭武器BM-13火箭炮(“喀秋莎”),并在第二次世界大战战场上叱咤风云,成为主要的火力突击力量。在斯大林格勒保卫战中,“喀秋莎”为前苏联最终赢得战斗胜利起到了举足轻重的作用,引起了各国的广泛关注。

第二次世界大战结束后的数十年中,东、西方两大阵营的长期对峙,使导弹、核武器等战略武器迅速发展,而火箭武器作为常规武器,其地位一度动摇。然而,进入20世纪90年代以来,随着苏、美对抗的结束,世界多极化格局的出现,人们发现核战争没有打起来,局部战争却此起彼伏,常规武器重新受到重视。随着战争理论研究的发展并且经过计算机模拟验证,在现代战争中,战场上炮兵作战所产生的巨大威力,并不在于精确瞄准后一发一发地进行射击,而是在极短的时间内能向目标发射尽可能多的炮弹,使敌人无时、无处躲避。由于现代战场侦察设备性能不断提高,任何武器射击后都很可能被发现。保证安全的关键是武器自身能够迅速、有效地转移,否则都将有被消灭的危险。在这种背景下,火箭武器结构简单、操作方便、成本低廉和能提供连续不断的火力的优点就凸显出来了。因此,不论是发达国家还是发展中国家,目前都在积极地研制火箭武器。

无控火箭武器的战术运用非常广泛,不仅可作为陆军中的炮兵、工程兵、装甲兵和防化兵等完成杀伤、爆破、破甲、布雷、排雷和开辟通路等战斗任务的有效手段,而且为空军的空对空、空对地作战和海军的对水面舰艇、水下潜艇及登陆和抗登陆作战发挥重要的作用。它的弹种之多其他武器不可比拟的,除了有杀伤弹、爆破弹、破甲弹、烟幕弹、化学弹和照明弹以外,还有布雷弹、云爆弹和干扰火箭弹,同时还能发射干扰机和传感器,用于干扰敌方雷达通讯设备和进行侦察。在实战中配用高效杀伤子母战斗部、反装甲子母战斗部、末制导子母战斗部和化学战斗部及核战斗部,与雷达、无人驾驶侦察机和战术射击指挥系统等相结合,可以形成现代战争中“空地一体”的作战模式。

由此可见,无控火箭武器的特点和它广泛的战术运用价值,使得它在战争中能发挥极其重要的作用,特别是在现代战争中,它是进行面饱和射击的最有效的武器。目前,火箭武器已成为各兵种武器装备的一个重要组成部分。

第二次世界大战期间,纳粹德国研制成功了使用液体火箭发动机的“V-2”弹道式导弹、使用脉冲空气发动机的“V-1”飞航式导弹,还研究和开发了无线电制导的“瀑布”“莱茵女儿”等地对空导弹,岸对舰、空对地(舰)、空对空导弹和反坦克导弹。

第二次世界大战后,世界各国都十分重视发展导弹。美国和前苏联两国在德国



“V-2”和“V-1”等导弹的基础上研制成功了射程达数百公里的弹道式导弹和飞航式导弹。50年代以后,科学技术取得了飞跃发展,近代力学、高能燃料、特种材料、无线电电子技术、电子计算机技术、自动控制、精密仪表和机械等学科的发展为导弹技术提供了进一步发展的基础,美、苏两国相继研制成功了中程和洲际导弹,以及发射卫星的运载火箭。同时还大力发展了各种战术导弹,相继发展并装备了多种型号的地(舰)对空导弹、空对空导弹、空对地(舰)导弹、反舰(潜)导弹、巡航导弹和反坦克导弹等。特别是在地(舰)对空导弹方面,目前美、俄已经发展装备了可攻击超低空、低空、中低空、高空、超高空目标以及反洲际导弹的各种导弹。与此同时,西欧国家如英国、法国、德国和意大利等国也研制了不同类型的导弹,并且在战术导弹的某些方面还处于先进地位。然而,美、俄两国却是第二次世界大战后发展导弹最早、研制品种和型号最多的国家,代表了当前导弹技术的水平,并处于领先地位。

第二次世界大战后,导弹不仅装备了军队,而且从20世纪50年代起就应用到实战中了。特别是在某些局部战争中,更是大量使用,例如:90年代的海湾战争和以美国为首的北约对南斯拉夫联盟的战争中,多国部队和北约部队大量使用了“战斧”式巡航导弹和精确制导武器。

导弹是现代战争中的重要武器,也是国防现代化的标志之一。

### 1.1.3 火箭导弹武器发展趋势

现代火箭武器的发展趋势主要表现在以下几个方面:

#### 1. 增大射程,提高威力

增大射程是火箭武器发展趋势中最为明显的特征。早期的火箭武器作为一种战场火力压制支援武器,射程只有6~9 km,从20世纪70到80年代末期国际形势有了新的发展,强调在对敌前沿部队作战时还要攻击其后续部队的纵深目标,因此开始对远程压制火力提出了增大射程的强烈要求。随后,各国火箭武器的射程不断增加。近年来,高强度钢材、塑料和高比冲固体火箭推进剂制造技术取得了长足的发展,并研制了具有新型结构型式的火箭发动机,这些成果广泛地应用于中、小口径火箭武器系统的改进中。在实践中,“冰雹”多管火箭炮体现的最为明显,自1998年以来,其射程不断增加,现在已经增加到41 km。“旋风”火箭发动机的改进使其最大射程增加到90 km,但火箭发动机的体积和重量没有改变,而且这个射程并不是极限。

增大射程的同时,还必须提高火箭弹威力。预制破片弹和子母弹是歼灭暴露有生力量的主要弹种,其炸药起爆点和起爆方式的选择,以及如何在最佳高度上引爆,才能够最大限度地提高目标杀伤面积,是需要重点进行研究的问题。

同时火箭弹的研究热点还包括带高能混合炸药的爆破弹、云爆弹,能倾斜发散破片毁伤壕沟内人员和设备的子弹药,用于摧毁隐蔽在工事中的有生力量和技术装备的侵彻爆破弹,对付位于战车和装甲输送车中有生力量的带重金属预制破片或杀伤子弹的大口径火箭弹药,能从顶部攻击装甲车辆(主要是坦克)的灵巧弹药等。



## 2. 提高射击精度和密集度

随着多管火箭武器最大射程的不断增加,提高射击精度和密集度的问题变得越来越突出。因为在精度和密集度水平没有提高的情况下,火箭武器射程越大,火箭弹对目标的偏差就越大。传统的提高火箭武器射击精度和密集度的方法主要是减小初始扰动、降低推力偏心和在火箭弹上加阻力环,这些方法现在已经很难再提高了。在这种情况下,需要对空气动力学、弹道学和发射动力学领域,以及可以改进多管火箭炮射击修正和制导系统的新技术方案进行深入的研究。俄罗斯“旋风”多管火箭炮的火箭弹通过使用简易制导技术使其射击精度达到了火炮的射击水平,其采用的弹道修正原理可以应用到更小口径的火箭弹,特别是 122 mm 口径火箭弹上。

同时,火箭弹的连续控制方法这一新技术建立在从发射瞬间到战斗部引爆全过程惯性传感器所发回的信息的基础上。研究表明,与弹道修正方法相比,连续控制方法可将射击精度提高 2~3 倍。这种系统适用于射程增加到 90 km 或更远的火箭弹。同时,“旋风”火箭弹所采用的修正系统可继续进行现代化改进,例如:该修正系统换用新的电子元件后可使重量和尺寸减少近 1/2,最终增加战斗部或火箭发动机的装药量。除此以外,该修正系统还可以通过消除角度稳定相位误差,进一步提高修正系统的精度。距离修正算法也可应用到被动段弹道,将补偿火箭弹的空气动力学性能散布。综合采取这些措施,将使密集度性能改善一倍,即达到 1/500~1/600 的水平。

## 3. 发展模块化发射箱,具备“一专多能”“一物多用”的性能

火箭武器采用箱式发射技术后,可以发展模块化发射箱,使一种发射系统能够发射多种口径不同、射程不同、管数不同的火箭弹。采用“一炮多弹”的方式可以满足不同的战术要求。例如:巴西“阿斯特罗斯”II 火箭炮采用模块化发射箱,配备了三种口径火箭弹的发射箱,覆盖了从 9~80 km 的射程;SS-30 式 127 mm 火箭弹,长 3.9 m,配用标准的杀伤爆破战斗部,每门炮装载两个发射箱,每箱含 16 枚火箭弹,最大射程 30 km;SS-40 式 180 mm 火箭弹,长 4.2 m,配用杀伤爆破战斗部或反装甲杀伤子母弹战斗部,每门炮配两个各装 8 枚火箭弹的发射箱,最大射程 40 km;SS-60/SS-80 式 300 mm 火箭弹,长 5.6 m,配用杀伤爆破战斗部或子母弹战斗部,每门炮配两个各装 2 枚火箭弹的发射箱,最大射程 60 km/80 km。

美国的 M270 火箭炮也采用了模块化设计,可以根据需要装填火箭弹或导弹。

高新技术的发展导致火箭武器发射技术与制导技术相融合,由火箭发射装置发射末敏制导火箭弹和导弹,以攻击敌方高价值目标。一炮多用使火箭发射装置既可发射作用不同、射程不同的普通火箭弹,又可发射末敏制导火箭弹和导弹,这样既可以使火箭发射装置的通用性、利用率提高,又可以大幅节约经费,同时保证了在数字化战场上,弹药系统供应的可靠性和高效性。

## 4. 向信息化、数字化、智能化方向发展,提高火力突击和快速反应能力

加强火箭武器系统对信息的收集和数字化处理能力是火箭武器发展的必然趋



势。未来,火箭武器将配备性能更好的计算机系统,安装高精度的定向定位系统、卫星定位接收系统和气象雷达系统,使单门火箭发射装置变成集侦察、测地、指挥、通信、机动和发射于一体的综合体——火箭发射系统,火箭发射系统能自动调平、自动定位定向、自动收发计算诸元、自动装填、自动瞄准和自动发射,操作智能化水平不断提高,使火箭武器真正具有“停下就打,打了就跑”的能力,极大提高武器系统的快速反应能力和火力突击能力。俄罗斯提出发展新一代“智能化”的武器系统是,一个火箭武器系统分为4个子系统,即:信息系统、瞄准系统、控制系统和火力系统,实现侦察—火力综合化。

### 5. 发展轻型火箭武器,提高战略、战役机动性

未来战争对高机动、大威力武器系统的需求越来越强烈,因此在发展重型火箭武器的同时,还要考虑火箭武器系统的轻型化,以适应空运、空投,能够向全球任何“热点”快速投送的需要。俄罗斯研制的BM-21B式122 mm轻型火箭炮就是由BM-21式40管火箭炮改进而成的,战斗部全重从13 300 kg减轻到6 000 kg,可以用直升机运输。美军已经列装的高机动性多管火箭炮“HIMARS”是M270多管火箭炮的变型,由轮式装甲车(6×6)底盘和六联装发射架组成,全重13.7 t,比履带式底盘原型炮(12联装)轻约46%,适于机载和舰载,可以方便地利用C-130运输机进行远距离运输,抵达战场后可以迅速装卸发射箱,投入战斗。英国也研制了轻型火箭炮“LIMAWS-R”系统,该系统采用高机动越野底盘、美国M142“HIMARS”火箭炮系统的发射/装填模块及火控系统,全炮重量约为8.8 t,能够利用CH-47“支努干”运输直升机悬吊运输,还可以直接利用C-17或C-130运输机运输。

虽然目前导弹技术已经发展到相当高的水平,但是由于现代战争的更高要求以及科学技术的飞速发展,导弹技术还在继续向前发展,其发展的主要动向有以下几个方面:

① 一弹多用,增强通用性。利用部件模块组装导弹,以减少导弹品种。

② 研究和改进制导技术和方法。采用新的如毫米波、热成像、电视、数字地图以及光导纤维等制导技术,采用复合制导方法(两种或多种制导方法结合使用),提高导引精度和抗干扰能力。

③ 采用先进的动力系统。发展固-液组合火箭发动机和火箭-冲压组合发动机,不仅可以提高发动机的比冲,而且前者易于实现推力调节,多次点火,后者能够简化导弹结构,减小导弹尺寸和重量。

④ 提高机动发射能力。简化发射系统和设备,使之小型化、轻便化;采用储运发射箱技术,组成“集装箱”式多联装发射系统,便于维护、使用、车载和机载。

⑤ 发展全天候和快速反应的完全自动化的导弹武器系统。

⑥ 提高战斗部威力。大威力战斗部不仅可以降低对制导系统精度的要求,而且对装甲类目标,如舰艇和坦克具有特殊的意义。



## 1.2 火箭导弹发射系统的分类和组成

火箭武器经过多年的发展,其系统组成在逐渐扩展,功能也在逐步完善,而且种类不同,其系统组成也不同。早期的火箭武器结构简单,主要包括火箭发射装置和火箭弹,一般称为火箭炮,火箭发射装置有时也称为火箭发射架。

现代化的火箭武器系统一般包括火箭发射系统(装置)、火箭弹、装填机构(装填车)、火控系统、通信系统、检测维修系统和模拟训练系统等。

### 1.2.1 火箭发射系统的分类

当前,各军、兵种都装备了多种类型的火箭发射系统,为了使用和研究方便,需要对火箭发射系统进行分类。

火箭发射系统分类的方法很多,这里介绍几种常见的分类方法。

按火箭弹是否制导分类,可分为:无控火箭发射系统;有控火箭发射系统,即导弹发射系统。

按军种分类,可分为:陆军装备使用的野战火箭发射系统,海军装备使用的舰载火箭发射系统和空军装备使用的机载火箭发射系统(也称为航空火箭)。野战火箭发射系统又有以下几种分类方法:

① 按战术使用分类(通常按这种方法分类),可分为:战术火箭发射系统,多联装火箭发射系统和单兵火箭发射系统。

② 按运动方式分类,可分为:自行式火箭发射系统、拖车式火箭发射系统和携带式火箭发射系统。

③ 按兵种分类,可分为:炮兵用火箭发射系统、工程兵用火箭发射系统、装甲兵用火箭发射系统……等。

④ 按口径分类,可分为:大口径,一般为 200 mm 以上,称为火箭炮,有时称为战术火箭发射系统;中口径,一般为 100~200 mm,通常称为火箭炮;小口径,一般为 100 mm 以下,称为火箭炮,单管的通常称为火箭筒。

按结构型式分类,可分为:滑轨式火箭发射系统、笼式火箭发射系统、筒式火箭发射系统和箱式火箭发射系统等。

火箭发射系统的分类如图 1-1 所示。

### 1.2.2 火箭发射系统的组成

火箭发射系统类型较多,结构差异很大,其中陆军用的野战火箭发射系统较复杂,其一般组成和相互位置关系如图 1-2 所示。它们的功能和用途简介如下:

定向器用来支承或盛装火箭弹,并在发射时赋予火箭弹起始飞行的方向,以保证获得一定的初速度。



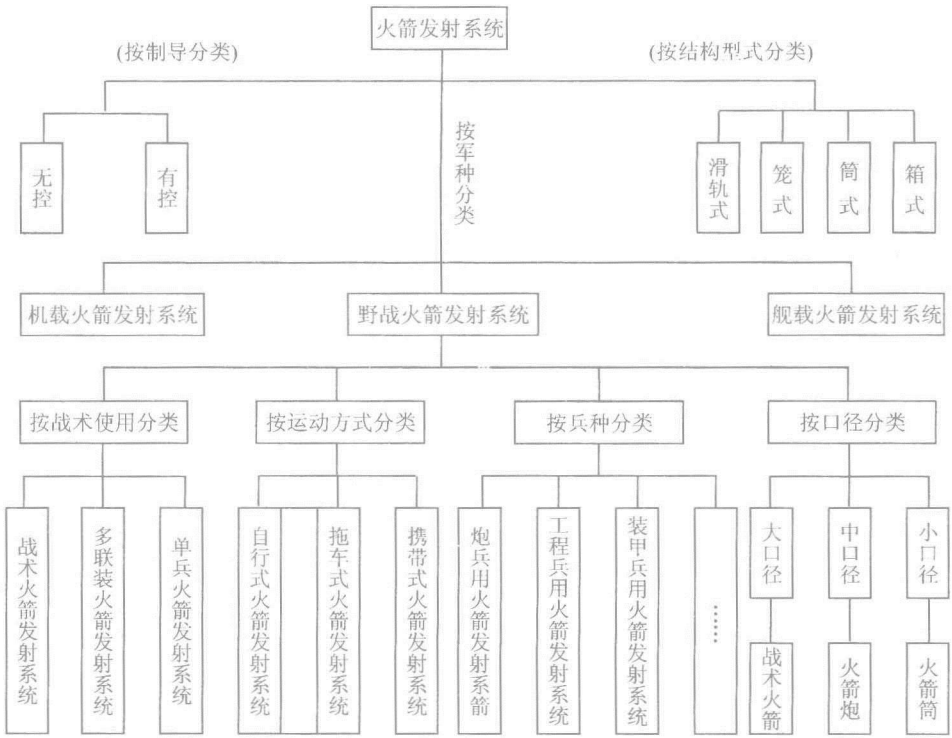


图 1-1 火箭发射系统的分类

起落架用来支撑和固定定向器,并使定向器以耳轴为中心作俯仰运动。

回转体是火箭发射系统回转部分的主体,回转体下方一般有立轴或回转支承座,作为方向回转轴。回转体上方的支臂上一般安装耳轴,通过耳轴连接起落架,支撑起落部分。

底座通过立轴或回转支承座与回转体相配合,是方向回转部分的支撑体。

运行体是发射系统的基座和机动发射系统的行走部分,它包括车体、车体改装部分、射击时的制动及支撑机构、工具箱及备附件等。

闭锁挡弹器用来对火箭弹起闭锁作用和挡弹作用。

电分离器用来将弹外信号电缆插头安装在弹体上;发射时电插头自动脱离,将弹外信号切断。

导电装置用来将电源的点火电流传输给火箭弹。

瞄准装置用来装定射击诸元,与高低机、方向机配合进行瞄准。

平衡机用来平衡俯仰部分的重力矩,使高低瞄准轻便平稳。

高低机用来进行高低瞄准,使起落部分绕耳轴转动,将起落部分支撑在某一射角。