



“十二五”国家重点出版规划项目

国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FUNDATION

野战火箭装备与技术

野战火箭 弹技术

Technology of Field Rocket

汤祁忠 李照勇 王文平 编著 |



国防工业出版社
National Defense Industry Press



“十二五”国家重点出版规划项目

国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

野战火箭装备与技术

野战火箭弹技术

汤祁忠 李照勇 王文平 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书内容共分两篇。第一篇为野战火箭弹总体设计原理与方法,概述了火箭弹的总体研制程序和各阶段的设计内容,主要论述了弹体气动特性、结构特性、战斗部、火箭部和制导控制系统。第二篇为野战火箭弹制造工艺,阐述了火箭弹工艺设计依据和制造工艺特点,详细论述了塑料制品成形、热处理、焊接、精密机械加工的原理和工艺特点,介绍了火箭弹装配的具体要求和内容。

本书可以作为火箭弹总体设计人员以及火箭弹装配和工艺设计人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

野战火箭弹技术/汤祈忠,李照勇,王文平编著.—北京:国防工业出版社,2015.12

(野战火箭装备与技术)

ISBN 978-7-118-10600-8

I. ①野... II. ①汤... ②李... ③王... III. ①野战—火箭弹—研究 IV. ①TJ415

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 284153 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司印刷

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 23¼ 字数 480 千字

2015 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—1500 册 定价 116.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

《野战火箭装备与技术》丛书编委会

顾 问 刘怡昕 包为民 杨绍卿

主 编 韩珺礼

副主编 汤祁忠 周长省

编 委 (按姓氏笔画排序)

马 幸 王文平 王良明 王雪松

史 博 刘生海 汤祁忠 李 鹏

李臣明 李照勇 杨 明 杨晓红

陈四春 陈志华 周长省 郝宏旭

韩 磊 韩珺礼 蒙上阳 樊水康

秘 书 杨晓红 韩 磊

序

炮兵是陆军火力打击骨干力量,装备发展是陆军装备发展的重点。野战火箭是炮兵的重要装备,以其突然、猛烈、高效的火力在战争中发挥了重要作用。随着现代高新技术的飞速发展及其在兵器领域的广泛应用,20世纪90年代初,国外开始应用制导技术和增程技术发展制导火箭,使火箭炮具备了远程精确点打击和精确面压制能力,推动了炮兵由覆盖式面压制火力支援向点面结合的火力突击转变。同时,随着贮运发箱模块化发射技术的应用,火箭炮摆脱了集束定向管的束缚,实现了不同弹径、射程、战斗部种类火箭弹的共架发射,具有射程远、精度高、火力猛、点面结合、毁伤高效、反应快速、机动灵活和保障便捷的特点,标志着野战火箭装备技术水平发展到了一个新的高度,夯实了野战火箭在陆军火力打击装备中的重要地位。

我国一直重视野战火箭装备技术发展,近年来更是在野战火箭武器的远程化、精确化、模块化和信息化等方面取得了长足进步,野战火箭装备技术总体水平达到了世界先进水平,部分达到领先水平。韩珺礼研究员带领的陆军火箭科研创新团队,长期从事野战火箭武器装备论证、预先研究、型号研制和作战运用研究等工作,取得了大量成果,相继推出的多型野战火箭武器系统均已成为陆军炮兵的火力骨干装备。

《野战火箭装备与技术》丛书(共14册)系统分析了未来战争形态的演进对陆军炮兵远程精确打击装备的需求,明晰了我国野战火箭武器装备的发展方向,从多角度研究了我国野战火箭武器装备的理论技术与运用问题,是对我国近年来野战火箭特别是远程火箭发展的总结与升华。该丛书在国内首次系统建立了涵盖野战火箭论证、设计、制造、试验和作战运用等多个方面的理论体系和技术体系,是近年来国内野战火箭装备技术和作战运用研究的理论结晶,为野战火箭向更远程、更精确、更大威力发展奠定了坚实理论与技术基础。《野战火箭装备与技术》丛书对于推动我国野战火箭武器深入发展具有重大意义!相信在各级机关的支持下,在广大科研人员的共同努力下,我国野战火箭武器将更加适应基于信息系统的打击需求,在未来信息化战争中将发挥更重要的作用!

刘怡昕

二〇一五年十一月

刘怡昕:中国工程院院士、南京炮兵学院教授。

试读结束: 需要全本请在线购买: www.ertongbook.com

自序

炮兵是陆军火力打击力量的重要组成部分,具备突然、猛烈、密集、高效的火力特点,在历次战争中发挥了重要作用,有“战争之神”的美誉。随着制导技术、电子信息技术等诸多高新技术在炮兵装备中的应用,陆军炮兵的远程精确打击能力得到大幅提升,炮兵已由过去的火力支援兵种向火力主战兵种转型,这与野战火箭武器的发展密不可分。为适应现代战争需求,野战火箭武器系统正朝着远程压制、精确打击、一装多能、高效毁伤、模块通用的方向发展。

为了提高我军炮兵作战能力,我国十分重视野战火箭武器的发展,从装备仿研、技术引进到自主研发,经过多年的积累与创新,在远程化、精确化、模块化、信息化等方面达到了较高水平。在基于信息系统的体系作战中,野战火箭主要担负战役战术纵深内对面目标精确压制和点目标精确打击任务。以贮运发箱模块化共架发射和精确化为主要特征的先进远程野战火箭武器系统,集远程综合压制、精确打击、实时侦察和效能评估于一体,为复杂战场环境下远程精确火力打击提供了重要保证,是我国陆军未来火力打击装备发展的重点。

野战火箭装备技术的发展已进入到一个新的更高阶段,立之弥高,逾之弥艰,需要有完整的基础理论加以支撑,需要有关键技术不断突破和创新,需要在基础研究上下功夫。但是,目前该领域的学术理论、技术研究成果相对分散,成系统的装备技术和理论文献很少,不利于野战火箭武器装备的优化发展。因此,迫切需要对该领域的理论与技术进行系统梳理、结集出版,以满足论证、研制、生产、作战使用等各领域参考资料缺乏的急需,为野战火箭领域人才培养和装备发展提供系统的理论与技术支撑。《野战火箭装备与技术》丛书立足野战火箭发展,填补了国内野战火箭理论与技术体系空白,被列入“十二五”国家重点图书出版规划项目,并得到了国家出版基金的资助。本丛书共有14个分册,全面系统地对我国陆军野战火箭研究成果和国内外该领域的发展趋势进行了阐述,着重对我国野战火箭基础研究和工程化研究方面取得的创新性成果进行了提炼,是我国野战火箭领域科技进步的结晶。本丛书的出版,对推动我国野战火箭装备技术不断自主创新、促进陆军武器装备发展、提升我国武器装备竞争力以及培养野战火箭领域专业人才具有重要意义。

本丛书的撰写得到了机关和广大专家的指导和帮助。感谢中国科学院院士包为民和中国工程院院士刘怡昕、中国工程院院士杨绍卿的悉心指导,感谢徐明友教授等我国野战火箭领域老一辈科研工作者奠定的基础,感谢总装备部某研究所各位领导和诸位同事的支持,感谢南京炮兵学院、南京理工大学、北京理工大学、兵器工业导航与控制技术研究所、国营 743 厂、国营 5137 厂等单位领导和科研工作者的支持,感谢国防工业出版社和陆军火箭科研创新团队为本丛书所做出的大量工作!在本丛书的撰写过程中参考了相关文献和资料,在此对相关作者一并表示感谢!

由于水平所限,书中难免有错误和不当之处,恳请读者不吝赐教。

韩珺礼

二〇一五年十一月

前言

多管野战火箭武器系统以猛烈、密集的火力著称,是现代战争中一种不可缺少的强有力的压制武器,得到了世界各国的高度重视。火箭弹是野战火箭武器系统的核心组成部分,其按照有无控制系统及制导控制方式可分为无控火箭弹、简易控制火箭弹和制导火箭弹。无控火箭弹主要由引信、战斗部、火箭发动机、尾翼稳定装置组成,简易控制火箭弹和制导火箭弹还包括控制舱。近年来,制导技术的成功应用为多管野战火箭武器系统开辟了更为广阔的应用前景,传统的无控火箭弹或简控火箭弹已很难适应现代化战争的需要。火箭弹的低成本制导化改造已成为陆军武器系统在现代战争中实现远程打击精确化和密集化的必然选择,相关的研究也方兴未艾。

多管野战火箭弹是一种特殊产品,所涉及的加工工艺非常广泛,不仅采用了冲压、焊接、热处理、机械加工、表面处理等传统工艺方法,还采用了预制体刨槽、钢珠套注塑、隔热涂料涂敷、装药装配、交验试验等特有的工艺方法。对于火箭弹制造工艺的广泛应用和研究,不仅保证了产品质量,而且提高了生产效率,同时也推动了产品的发展和提升。为了推动野战火箭弹总体设计技术的发展,提高火箭弹的制造工艺水平,作者汇集了多年研究成果写成此书。

全书共两篇 13 章,第一篇为野战火箭弹总体设计原理与方法(第 1~7 章)。第 1 章为概论,简要评述了野战火箭武器系统的历史及国内外发展现状,主要阐述了野战火箭弹的具体组成与功能以及火箭弹的总体研制程序和各阶段的设计内容。第 2 章为总体设计,主要论述了野战火箭弹总体设计的思想和内容,概括阐述了主要战术技术指标的意义和内容,简要介绍了战斗部、火箭部和制导控制系统的选择方法。第 3 章为空气动力特性,系统论述了野战火箭弹常用的气动布局形式与控制特点,给出了气动热分析、设计与计算的具体方法。第 4 章为弹体结构,详细论述了野战火箭弹的受力分析、模型简化、气动载荷计算、强度分析和结构动力学特性分析的具体方法。第 5 章为固体火箭发动机,系统论述了发动机性能计算以及发动机总体参数和结构形式的确定方法,具体包括内弹道性能预示、装药设计及结构完整性分析、燃烧室结构设计、喷管设计和点火装置设计等。第 6 章为战斗部系统,详细阐述了战斗部的分类和具体组成、各类战斗部的设计和装药方法、引信设计和引战配合等。第 7 章为制导控

制系统,概述了野战火箭弹制导控制系统的原理、制导律选择、控制执行机构选择以及自动驾驶仪设计的具体方法。第二篇为野战火箭弹制造工艺(第8~13章),具体阐述了野战火箭弹工艺设计依据和制造工艺特点。其中第8章为金属塑性成形,具体包括强力旋压、金属挤压、热冲冷拔、锻造的原理及工艺特点。第9章为塑料制品成形,包括压塑、注塑、发泡的原理和工艺特点,并给出了相关的设计实例。第10章为热处理,详细介绍了热处理的分类、常见金属的热处理工艺及火箭弹各部件的热处理方法。第11章为焊接,具体阐述了各类焊接方法的原理、特点及选择方法,并给出了相关的设计实例。第12章为精密机械加工,具体介绍了机械加工基本原理、常用设备以及火箭弹各部件的加工原理和工艺特点。第13章为火箭弹装配,系统论述了火箭弹各部件以及全弹装配的具体要求和内容,并给出了相关实例。

全书由汤祁忠主编。第1、2、4、5、6章由汤祁忠负责编写,第3、7章由杨明负责编写,第8、9、10、11章由李照勇负责编写,第12、13章由王文平负责编写。在本书的成稿过程中,毛昱天、霍文娟、成红刚、申丽、曹刚、刘巍浩、樊建华、等同志付出了辛勤的劳动,在此深表谢意!

在本书编写过程中,参考了许多国内外文献资料和兄弟院校和单位的相关教材,在此对这些文献的作者深表谢意。本书由北京理工大学苗瑞生教授、兵器科学研究院郑民达研究员、晋西集团刘生海研究员等专家审阅并进行指导,在此,谨向他们表示诚挚的感谢。

作者

第一篇 野战火箭弹总体设计原理与方法

第1章 概论	003
1.1 野战火箭武器系统的发展	003
1.1.1 野战火箭弹发展现状	003
1.1.2 火箭武器系统组成与功能	007
1.1.3 未来发展趋势	009
1.2 野战火箭弹组成与功能	010
1.3 研制程序	011
1.3.1 可行性论证阶段	011
1.3.2 方案论证阶段	012
1.3.3 工程样机阶段	012
1.3.4 设计定型阶段	013
1.3.5 生产定型阶段	013
参考文献	013
第2章 总体设计	015
2.1 总体设计方法	015
2.1.1 总体设计思想	015
2.1.2 总体设计内容	016
2.2 主要战术技术指标	017
2.2.1 主要战术技术指标的意义	017
2.2.2 主要战术技术指标的内容	017
2.2.3 战术技术指标对总体方案的约束	020

2.3	战斗部系统	022
2.3.1	战斗部类型选择	022
2.3.2	引信的选择	023
2.4	固体火箭发动机	024
2.4.1	固体火箭发动机设计技术要求及主要内容	024
2.4.2	固体火箭发动机主要性能参数	025
2.4.3	固体火箭发动机设计指标	027
2.5	制导控制系统	029
2.5.1	制导控制系统设计的基本要求	029
2.5.2	制导控制系统的功能和组成	031
2.5.3	制导律的选择	033
	参考文献	034
第3章 空气动力特性		035
3.1	火箭弹的气动特性分析与计算	035
3.1.1	阻力	035
3.1.2	升力与俯仰力矩	036
3.1.3	侧向力和偏航力矩	038
3.1.4	滚转力矩	039
3.1.5	舵面铰链力矩	039
3.2	气动布局设计	040
3.2.1	气动布局设计的要求	040
3.2.2	气动布局形式与控制特点	041
3.3	火箭弹的气动热分析与计算	044
3.3.1	概述	044
3.3.2	气动热特性分析及计算	045
3.3.3	气动热防护措施	047
	参考文献	048
第4章 弹体结构		049
4.1	火箭弹受力模型	049
4.1.1	火箭弹受力分析	049
4.1.2	计算模型简化	050

4.2	火箭弹飞行中的载荷计算与分析	051
4.2.1	作用在弹体上的气动载荷分析	051
4.2.2	弹体气动载荷计算	052
4.2.3	作用在翼面上的气动载荷分布	054
4.3	火箭弹弹体强度分析	055
4.4	火箭弹弹体刚度分析	058
	参考文献	064
第5章 固体火箭发动机		065
5.1	固体火箭发动机内弹道性能预示	065
5.1.1	零维内弹道微分方程	065
5.1.2	零维内弹道计算	067
5.1.3	一维定常内弹道计算	068
5.2	固体火箭发动机装药设计	070
5.2.1	推进剂选择	071
5.2.2	装药药型的选择	072
5.2.3	单孔管状药的装药设计	072
5.2.4	星孔药的装药设计	076
5.2.5	包覆层设计	080
5.3	装药结构完整性分析与设计	082
5.3.1	固体推进剂的力学特性	082
5.3.2	推进剂载荷环境分析	082
5.3.3	装药破坏模式	084
5.3.4	装药完整性设计方法	084
5.4	固体火箭发动机燃烧室设计	087
5.4.1	连接底设计	088
5.4.2	燃烧室壳体设计	091
5.5	喷管设计	098
5.5.1	喷管型面设计	099
5.5.2	喷管结构设计	101
5.5.3	喷管热防护设计	101
5.6	点火装置设计	106
5.6.1	点火装置类型	107

5.6.2	点火药种类	108
5.6.3	点火药量估算	109
	参考文献	111
第6章 战斗部系统		112
6.1	战斗部概述	112
6.1.1	战斗部的分类	113
6.1.2	战斗部系统的结构组成	114
6.1.3	战斗部壳体设计	116
6.2	战斗部设计	120
6.2.1	杀爆战斗部设计	120
6.2.2	子母战斗部设计	121
6.3	引信设计	125
6.3.1	引信安保机构设计	125
6.3.2	触发引信设计	126
6.3.3	近炸引信设计	127
6.4	引战配合	128
6.4.1	引战配合的意义	128
6.4.2	引战配合效率概念	128
6.4.3	影响引战配合的基本因素	130
6.4.4	引战配合设计与研究方法	131
	参考文献	133
第7章 制导控制系统		134
7.1	制导控制系统原理	134
7.2	制导火箭弹弹道特性分析	136
7.2.1	概述	136
7.2.2	制导火箭弹射表编拟	136
7.2.3	远程制导火箭弹外弹道特性	137
7.2.4	机动变轨控制弹道	138
7.3	制导火箭弹导引律	140
7.3.1	速度追踪导引律	140
7.3.2	弹体追踪导引律	140

7.3.3	比例导引律	142
7.3.4	弹道成型导引律	143
7.4	控制执行机构	143
7.4.1	对舵机的基本要求	143
7.4.2	舵机的负载特性	144
7.4.3	舵机非线性特性的影响	145
7.5	自动驾驶仪设计	146
7.5.1	自动驾驶仪的设计任务	146
7.5.2	自动驾驶仪的组成	147
7.5.3	侧向稳定控制回路设计依据	148
7.5.4	横向过载驾驶仪	150
7.5.5	滚转稳定控制回路	154
7.6	制导火箭弹精度分配	154
7.6.1	相关名词物理意义及换算	154
7.6.2	精度分配原则	156
7.6.3	误差源分析	156
7.6.4	精度分配	158
	参考文献	158

第二篇 野战火箭弹制造工艺

第8章	金属塑性成形	161
8.1	强力旋压	161
8.1.1	概述	161
8.1.2	旋压的分类及成形原理	162
8.1.3	旋压设备	168
8.1.4	旋压工艺	169
8.1.5	火箭弹典型零件旋压	177
8.1.6	旋压缺陷分析及控制措施	187
8.2	金属挤压	190
8.2.1	概述	190
8.2.2	金属挤压成形原理	190

8.2.3	挤压设备	193
8.2.4	挤压实例	194
8.2.5	挤压制品问题	195
8.3	热冲冷拔	196
8.3.1	概述	196
8.3.2	主要设备	196
8.3.3	热冲冷拔实例	197
8.3.4	常见问题及分析	200
8.4	锻造	202
8.4.1	概述	202
8.4.2	锻造生产的一般工艺过程	203
8.4.3	火箭弹零件锻造坯工艺实例	204
	参考文献	204
第9章 塑料制品成形		205
9.1	概述	205
9.2	压塑成形	206
9.2.1	压塑成形概述	206
9.2.2	压塑成形原理	207
9.2.3	压塑成形设备	209
9.2.4	压塑成形典型例子	210
9.2.5	压塑制品成形缺陷分析	212
9.3	注射成形	212
9.3.1	概述	212
9.3.2	注射成形原理	212
9.3.3	注射成形工艺流程	213
9.3.4	注射成形工艺参数的确定	214
9.3.5	注射机的选择	215
9.3.6	工装、模具原材料	217
9.3.7	典型模具结构	220
9.3.8	常见问题分析	223
9.4	发泡成形	224
9.4.1	概述	224

9.4.2	发泡成形原理	224
9.4.3	发泡成形工艺流程	224
9.4.4	发泡成形方法简介	224
9.4.5	发泡设备	225
9.4.6	实例介绍	225
	参考文献	226
第10章 热处理		227
10.1	概述	227
10.2	热处理工艺的分类	228
10.3	金属热处理的加热	230
10.3.1	加热介质	230
10.3.2	钢在空气中加热时的氧化和脱碳	230
10.3.3	钢在盐浴中加热时的氧化和脱碳	231
10.3.4	金属热处理的加热时间	232
10.3.5	加热熔盐	233
10.3.6	真空中的加热	236
10.4	热处理设备	237
10.5	钢的热处理	238
10.5.1	铁碳合金状态图与钢的平衡组织	238
10.5.2	奥氏体	241
10.5.3	过冷奥氏体的转变	244
10.5.4	钢的退火和正火	247
10.5.5	钢的淬火和回火	248
10.6	铝合金的热处理	252
10.6.1	变形铝合金	252
10.6.2	变形铝合金的热处理	253
10.7	火箭弹零件的热处理	254
10.7.1	火箭弹燃烧室的热处理	254
10.7.2	战斗部壳体Ⅰ的热处理	257
10.7.3	战斗部壳体Ⅱ的热处理	258
10.7.4	其他零件的热处理	260
10.8	火箭弹零件热处理的疵病分析	262

参考文献	266
第 11 章 焊接	267
11.1 焊接方法概论	267
11.1.1 焊接方法分类	267
11.1.2 焊接方法的选择	269
11.1.3 应用于火箭弹领域的常用焊接方法	272
11.2 钨极氩弧焊	273
11.2.1 钨极氩弧焊的原理及特点	273
11.2.2 钨极氩弧焊的设备	274
11.2.3 钨极氩弧焊的钨极和氩气	276
11.2.4 钨极氩弧焊的工艺及参数	277
11.2.5 钨极氩弧焊应用实例	280
11.2.6 钨极氩弧焊常见缺陷、原因及解决方法	287
11.3 真空电子束焊接	289
11.3.1 真空电子束焊接的原理、特点及分类	289
11.3.2 真空电子束焊接设备和装置	291
11.3.3 真空电子束焊接工艺及参数	293
11.3.4 应用实例	299
11.3.5 真空电子束焊接焊缝常见缺陷及解决措施	303
参考文献	304
第 12 章 精密机械加工	305
12.1 概述	305
12.2 金属切削原理	306
12.3 机械加工基本原理	307
12.3.1 机械加工基本知识	307
12.3.2 工件获得尺寸精度的方法	308
12.3.3 工件获得形状精度的方法	309
12.3.4 工件获得位置精度的方法	310
12.3.5 加工余量	311
12.3.6 加工精度	312
12.3.7 表面质量	313