



“十二五”国家重点出版规划项目

野战火箭装备与技术

野战火箭 武器系统效能分析

Efficiency Analysis of
Field Rocket Weapon System

韩珺礼 杨晓红 徐豫新 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

野战火箭武器系统效能分析

韩珺礼 杨晓红 徐豫新 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书介绍了基于目标毁伤的射击效能评估技术体系、指标、流程和方法,细致分析了野战火箭射击任务、毁伤模式,系统建立了野战火箭打击目标的易损性评估原理与方法,详细阐述了野战火箭射击精度评估、战斗部威力评估方法,并以火箭侵爆弹、火箭杀爆弹、火箭子母弹为实例给出不同弹种野战火箭射击效能分析的具体方法,进一步探讨了远程制导火箭弹射击效能验证技术。

本书读者对象为在兵器科学研究领域从事总体设计、系统仿真、战斗部设计、引战配合研究及试验研究的研究员、工程师和高等学校相关专业的研究生,以及野战火箭部队的广大指战员。

图书在版编目(CIP)数据

野战火箭武器系统效能分析/韩珺礼,杨晓红,徐豫新
编著. —北京:国防工业出版社,2015. 12

(野战火箭装备与技术)

ISBN 978-7-118-10594-0

I. ①野... II. ①韩... ②杨... ③徐... III. ①野
战—火箭炮—武器效应—研究 IV. ①TJ393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 284486 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 18 字数 375 千字

2015 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—1500 册 定价 90.00 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。

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。以贮运发射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

远程火箭可实现密集的火力攻击,在现代战争中的地位是不言而喻的。它是一体化联合作战中陆军远程火力打击主装备,在使用灵活性、反应迅速性和全天候作战能力等方面具有独特的优势。

伴随着军事需求和技术的进步,火箭武器射程不断增加,具备更宽的机动火力,以有效毁伤在敌纵深方向上的典型目标群,并减少遭受敌方回击的风险。在增大射程的同时,火箭武器的射击误差大幅度增加,制导化改造以提高火箭弹射击精度成为火箭武器系统改进的主要方向,而提高射击精度也增加了制造成本。因此,基于火箭弹射击效能量化评估的远程制导火箭武器性能评价就显得重要了,火箭武器系统效能评估工作也逐渐受到重视。

远程制导火箭武器系统作为一类摧毁战术作战区域内集结的有生力量、武器装备和防御工事的武器系统,是对付敌火炮、炮兵连/排/组,自行炮和迫击炮排,火箭炮、自行高射炮及防空导弹阵地、起落平台上的飞机等独立或集群目标、移动或固定目标的有效手段,其作战应用范围伴随打击目标的增加有明显增长趋势。尤其近年来,远程制导火箭弹实现了由概略压制向精确打击升级转型,能够精确命中远纵深内多类目标,是适应信息化战争要求的新技术兵器。此外,为了提高新型远程制导火箭弹的威力,新型高爆炸药的应用使其毁伤特点不同于传统 TNT 基装药。新的射击及毁伤特点带来的好处为:大幅度减少用弹量,在一次战斗或战役中,发射较少的制导火箭弹就可达到预期的毁伤效果。同时,也牵引出了新的问题:①远程制导火箭弹强调基于效果的精确作战,作战打击模式不同于无控火箭弹,火箭弹对真实目标实战毁伤能力的可靠鉴定以及客观的量化描述尚无经验可借鉴,没有系统、客观、权威的标准化数据和理论技术体系支撑,无法指导火箭弹研制中引战配合等关键技术攻关以及服务于部队的作战应用;②实战运用中多发齐射,若火箭弹的瞄准点仍如无控火箭弹一样

为同一点,则因火箭弹落点精度提高造成对瞄准点附近目标实施的是重复打击,对昂贵的制导火箭弹而言是一种浪费,武器系统的费效比就会很低,这就需要合理规划好每一发火箭弹的瞄准点。因此,面对新的武器系统如何根据单个火箭弹的实战效能合理规划实战运用中的瞄准点,确定某一区域毁伤任务实现所需的用弹量是一个亟待解决的问题,而这一问题的解决恰恰需要以射击效能分析结果为基础进行。

远程制导火箭武器系统的研发和运用是一项复杂的系统工程,具有很强的探索性和综合性,需要解决许多新的问题,并对远程制导火箭武器系统的固有能力进行评价和估量。武器系统射击效能评估是指武器完成预定的火力毁伤作战任务的能力的评价与估量,其固有能力的核心体现,也是武器装备研制时及运用前必须解决的重要问题。评估结果是制定作战火力计划、有效控制战争进程的重要依据,是科学论证、设计武器弹药技战术指标的有效支撑,对武器装备研究、制造、生产、装备和使用具有重要的支撑作用。

作者

第1章 绪论	001
1.1 野战火箭武器系统简介	002
1.1.1 野战火箭武器系统及组成	002
1.1.2 野战火箭炮武器系统的现状	003
1.1.3 火箭弹的基本组成与分类	007
1.2 野战火箭武器系统地位、作用以及发展趋势	009
1.3 武器系统射击效能评估研究现状及作用	010
1.3.1 武器系统射击效能评估研究现状	010
1.3.2 武器系统射击效能评估作用	011
第2章 基于目标毁伤的射击效能评估技术体系	013
2.1 武器系统效能、作战效能与射击效能	013
2.1.1 武器系统的概念及一般组成	013
2.1.2 火箭炮武器使用系统工程	014
2.1.3 效应、效能、效果与效率	015
2.1.4 武器系统效能结构与量度	016
2.1.5 武器系统效能与作战效能	019
2.1.6 火炮射击效能及评价指标	020
2.2 基于目标毁伤的射击效能评估技术框架	023
2.2.1 毁伤、毁伤效应、毁伤效能与毁伤效果	023
2.2.2 目标毁伤影响及效果表征	025
2.2.3 基于目标毁伤的射击效能评估指标、流程及方法	032
第3章 野战火箭射击任务、毁伤模式与打击目标的易损性	041
3.1 火箭射击任务与毁伤模式	041

3.1.1	射击任务	041
3.1.2	射击与火力分配模式	043
3.1.3	火箭弹毁伤模式	047
3.2	野战火箭打击目标分类及优选打击原则	059
3.2.1	火箭弹战场可能打击的目标	059
3.2.2	战场目标火箭优选打击原则	059
3.3	典型目标易损性评估原理与方法	061
3.3.1	目标易损性概念及主要研究内容	061
3.3.2	毁伤等级	062
3.3.3	目标等效模型建立方法	063
3.3.4	目标的毁伤律	069
第4章 野战火箭射击精度评估方法		078
4.1	火箭弹射击精度的影响因素	078
4.1.1	制导火箭弹射击误差组成	078
4.1.2	射击精度的主要影响因素	079
4.2	野战火箭射击精度的确定方法	080
4.2.1	实验统计法	080
4.2.2	解析法	081
4.2.3	仿真法	082
4.3	单发火箭弹命中给定区域的概率	082
4.3.1	单发火箭弹命中给定半径圆内的概率	082
4.3.2	单发火箭弹命中复杂图形区域的概率	088
第5章 野战火箭战斗部威力的评估方法		090
5.1	试验法	090
5.1.1	静态威力评估	090
5.1.2	动态威力评估	098
5.2	数值仿真法	103
5.2.1	数值仿真技术的工程应用	103
5.2.2	典型数值仿真实例	105
5.2.3	数值仿真技术的未来发展	110
5.3	理论分析法	112
5.3.1	杀伤威力分析理论	112

5.3.2	弹体侵彻威力分析理论	120
5.3.3	爆破威力分析理论	123
5.3.4	破甲威力分析理论	130
第6章	火箭侵爆弹射击效能分析	136
6.1	侵爆弹的作用原理	136
6.2	火箭侵爆弹打击目标的易损性分析	138
6.2.1	坚固目标特性分析	138
6.2.2	毁伤等级的划分	148
6.2.3	目标等效模型	148
6.3	侵爆战斗部的终点效应及目标毁伤判据	150
6.3.1	侵爆战斗部终点效应分析	150
6.3.2	目标毁伤判据	153
6.4	火箭侵爆弹威力工程计算公式	153
6.4.1	火箭侵爆弹侵彻威力计算公式	154
6.4.2	火箭侵爆弹爆破威力计算公式	168
6.5	火箭侵爆弹射击效能的表征与计算	170
6.5.1	火箭侵爆弹射击效能的表征	170
6.5.2	火箭侵爆弹射击效能的计算	170
6.5.3	评估程序设计与计算结果分析	175
6.6	计算结果及分析	180
6.6.1	计算条件	180
6.6.2	计算结果分析	182
第7章	火箭杀爆弹射击效能分析	188
7.1	火箭杀爆弹的作用原理	188
7.2	火箭杀爆弹打击目标的易损性分析	189
7.2.1	有生力量(人员)目标	189
7.2.2	轻型装甲车辆目标	196
7.2.3	防空导弹阵地	202
7.2.4	桥梁	209
7.2.5	野战工事	210
7.3	火箭杀爆弹终点效应计算模型	211
7.3.1	冲击波威力计算公式	212

7.3.2	破片威力计算公式	213
7.4	火箭杀爆弹射击效能的表征与实例分析	221
7.4.1	火箭杀爆弹射击效能的表征方法	221
7.4.2	火箭杀爆弹射击效能的分析实例	222
第8章	火箭子母弹射击效能分析	230
8.1	火箭子母弹的作用原理	230
8.2	火箭子母弹打击目标的易损性分析	233
8.2.1	坦克目标	233
8.2.2	坦克集群目标编队方式分析及队形模拟	238
8.3	火箭子母弹射击效能表征与实例分析	243
8.3.1	火箭子母弹射击效能表征方法	243
8.3.2	火箭子母弹射击效能实例分析	244
第9章	野战火箭射击效能验证试验技术及展望	257
9.1	射击效能验证试验的意义	257
9.2	射击效能验证试验关键技术及技术实现探讨	257
9.2.1	射击效能验证试验关键技术	257
9.2.2	射击效能验证试验技术实现探讨	258
9.3	射击效能验证试验技术发展需求	266
9.3.1	数字化仿真技术	267
9.3.2	目标易损性分析技术	268
9.3.3	火箭弹动态毁伤威力的测试与数据分析技术	268
9.3.4	试验数据图像识别获取及分类存储、后续挖掘技术	270
参考文献	271

第1章

绪论

当前,科学技术的快速发展正在世界范围内推动着新军事变革的深入展开。战场技术环境正在由机械化向信息化、数字化进行快速转变。空、天、地、海一体化的作战体系正在成为各国的发展方向;作战模式正由“平台中心战”向利用现代信息技术的“网络中心战”转变,“网络中心战”大幅度增强了综合作战能力和体系对抗能力,作战模式不是以单一平台为基础,而是基于不同传感器的联合使用和信息融合,将传统平台上的一些功能转移到“网络”节点(信息基础设施、传感器和执行器等)上,甚至可能使武器节点和信息节点相结合,通过节点的散布和信息的流动扩大传感器和武器的作战范围,最大限度地提高平台的作战效能。由此,引发了作战方式方法的改变和军事思想的变化,以及随之发生的军队装备体制和编制的变革,以四代装备为骨干、三代装备为主体的信息化、数字化、多用途装备体系建设将成为新时期武器装备体系的建设方向,进一步突出了军事信息技术和精密制导武器在战争中的作用。

随着装备体系建设信息化水平的不断深入,基于微电子、计算机、精确探测和空间技术的精确打击弹药得到了跨越式发展,火箭炮武器系统的远程精确打击成为了可能。因此,火箭炮武器系统的作战地位不断上升,成为世界各国陆军特别关注的武器装备。在这一新的历史条件下,把高新技术融入远程精确打击火箭武器使之成为未来战场上有效的火力打击压制武器,已成为各国火箭炮武器系统发展的指导思想。例如美国的 GMLRS 系列 227mm 制导火箭弹,如图 1-1 所示;塞尔维亚研发的 R400 制导火箭弹,制导舱段如图 1-2 所示。

对于任何武器系统,客观、精确地评估其射击效能是该类武器系统体系建设、装备论证、系统设计、试验定型和作战运用中的重要内容之一。战争规律认识与作战经验的获取固然可以通过实践,但实战演习也将耗费巨大的人力、物

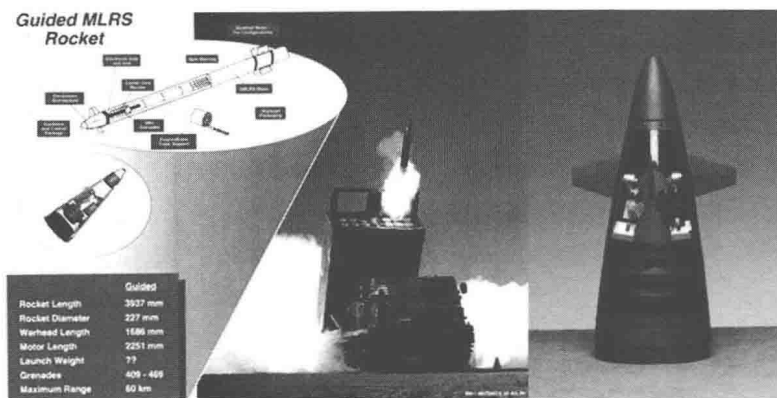


图 1-1 GMLRS 系列 227mm 制导火箭弹及制导舱段

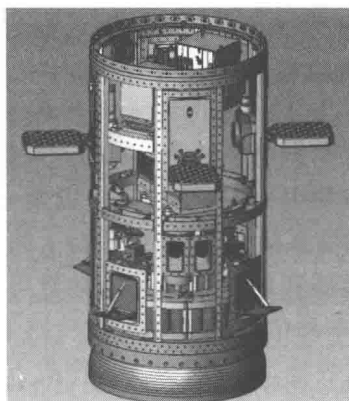


图 1-2 R400 制导火箭弹配用的制导组件

力与财力且限制太多,又不能反复进行,如何有效解决这一矛盾,进行准确的射击效能评估是当前亟待解决的问题。武器系统射击效能是伴随军事运筹学的发展而产生与成长的,并由于系统工程形成而逐步完善,涉及兵器科学与技术、力学和军事学等,是多学科交叉的新兴工程应用学科。武器系统射击效能评估主要以射击精度评估、目标易损性评估、战斗部威力评估等技术为基础,采用计算机辅助分析,进行实战模拟与评价,相关研究对于武器装备发展论证、研发及作战训练等具有重要的现实意义和长远的战略意义。

1.1 野战火箭武器系统简介

1.1.1 野战火箭武器系统及组成

武器系统:指用于完成某一作战任务的单一军事装备、装置和设备或联合

使用的军事装备、装置和设备的总和,如战机、坦克、火炮、舰艇、潜艇等。

大型武器系统:指军种、兵种以及各种武装力量总体用于执行某种作战任务的、联合使用的多种武器总和。大型武器系统可以由一种类型武器或不同类型武器组成。此外,“大型武器系统”这一术语还具有“完成作战任务的设备总和”的含义。大型武器系统通常包括侦察、控制、动力和目标毁伤等多个子系统。对于目标毁伤子系统(火箭、导弹、炮弹、辐射源等)和保障其作战功能的车载、机载、航天、水面、水下以及地面等子系统,进行发生前维护、装填等的装置和设备。此外,大型武器系统还可以直接含侦察、制导子系统,必要时可以在执行特定任务时与侦察、制导子系统结合使用(如对付活动目标时),或编入某个更高级别的系统中(如自动侦察火力系统)。

火箭炮武器系统是一类典型的大型武器系统,包含对目标杀伤、压制、破坏的火箭弹子系统以及保障其作战功能的发射子系统(或称发射装置),如图1-3和图1-4所示。通常,火箭弹的发射前期准备和发射后的控制,由弹上设备和地面装置完成;发射装置完成火箭弹的发射,并为火箭弹提供必需的方向和初始速度。因为火箭弹是对目标毁伤的直接单元,所以是火箭炮武器系统的主体。因此,许多时候也将火箭炮武器系统简称为火箭弹或火箭。

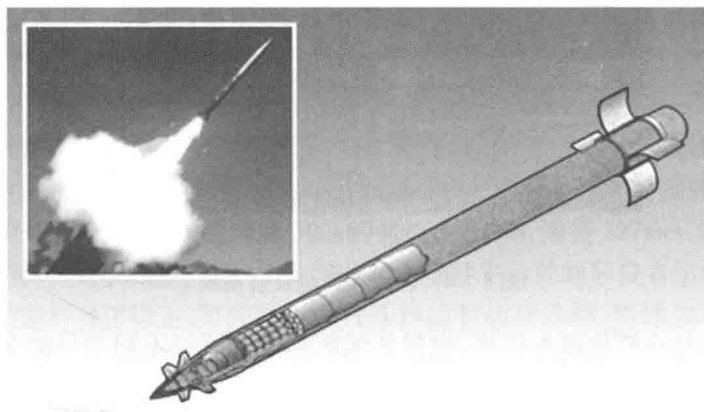


图1-3 火箭弹子系统

此外,火箭炮武器系统还包括用于指挥的自动化指挥系统,用于战地气象条件测试的气象系统,用于自动测定连测点的直角坐标和标定方向、地形勘察和导引部队的测地系统以及给火箭炮装卸弹药、运输以及必要时存储火箭弹的运输装填车等。

1.1.2 野战火箭炮武器系统的现状

在第二次世界大战中,原苏军首次使用“喀秋莎”BM-13火箭炮,其机动、快速、突然猛烈的火力使火箭炮威震疆场,奠定了火箭炮在压制武器中的骨干

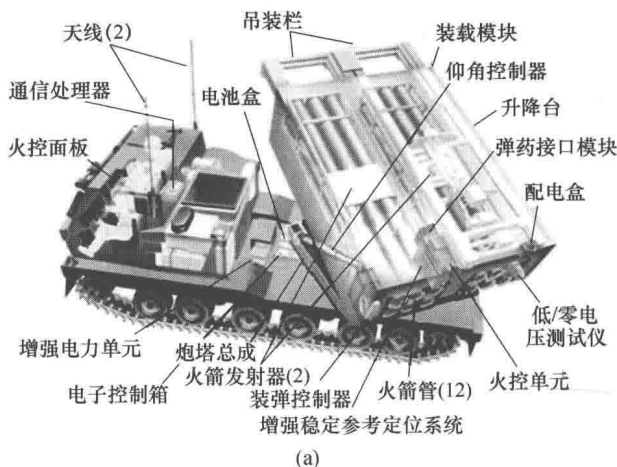


图 1-4 箱式火箭炮发射系统

火力地位。从火箭炮诞生以来,世界各国都相继发展了不同型号的多管火箭炮武器系统,种类达数十种,射程从几千米到 100km 以上,口径从几十毫米到 300mm 以上。在众多的多管火箭炮中,具有代表性的多管火箭炮武器系统有俄罗斯的火箭炮系列和以美国为代表的北约标准化的多管火箭炮武器系统 MRLS。

原苏军火箭炮的发展促使许多国家大力发展多管火箭炮武器系统,БМ-21 式 122mm 火箭炮的变形装备成为世界上几十个国家的制式装备。特别是“旋风”火箭炮武器系统,在世界上射程 70km 级别的远程多管火箭炮武器中处于领先水平。“旋风”火箭炮武器系统装备于俄方面军“旋风”火箭炮兵旅,以营为基本作战单位。进入 21 世纪,俄罗斯改进了“旋风”多管火箭炮,使射程从 70km 增大到 100km,并进一步提高射击准确性,减少火力准备时间,提高快速反应能力,正在积极研制射程 130km、射击精度 CEP 小于 50m 的“旋风”制导