



“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 射表理论与技术

Firing Table Theory and Technology of
Field Rocket Weapon System

韩珺礼 王良明 杨晓红 著 I



国防工业出版社
National Defense Industry Press



“十二五”国家重点出版规划项目

野战火箭装备与技术

野战火箭射表理论与技术

韩珺礼 王良明 杨晓红 著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书以野战火箭的射表编制所需的相关理论和技术为主线,介绍了野战火箭射表编制的基本原理和工作规范,建立了基于凯恩方程的野战火箭六自由度刚体运动微分方程组,提出了适合我国野战火箭的炮兵超高空标准气象条件,介绍了野战火箭线性与非线性气动力和力矩系数计算的工程算法和数值算法,提出了基于雷达测量、MIMU/GPS 组合测量和 MIMU/雷达组合测量的气动参数辨识方法,介绍了野战火箭多类弹种射表弹道模型、射表试验方案和射表编制格式。

本书可作为从事野战火箭射表论证、试验和编拟工作的科技人员的参考用书,也可作为高等院校野战火箭相关专业的研究生参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

野战火箭射表理论与技术/韩珺礼,王良明,杨晓红著.

—北京:国防工业出版社,2015.12

(野战火箭装备与技术)

ISBN 978-7-118-10666-4

I. ①野... II. ①韩... ②王... ③杨... III. ①野战—
火箭弹道—射表—模型 IV. ①TJ013

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 284485 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 20 $\frac{1}{4}$ 字数 430 千字

2015 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—1500 册 定价 102.00 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

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

野战火箭以突然、猛烈、密集的火力著称,世界各军事强国都不遗余力地打造陆战之箭。作为远程精确打击和火力突击的骨干装备,野战火箭在我国陆军远程压制火力体系内具有特殊地位。随着野战火箭的发展,以及各类新技术的应用,野战火箭的射击精度大幅提高,在使用中如何快速准确地确定野战火箭的射击诸元,是迫切需要解决的关键问题。确定射击诸元就需要射表。射表是野战火箭武器实现有效射击不可缺少的重要装备,其中包含了在各种地理、气象和弹药条件下确定野战火箭射击诸元所需的基本数据。射表编制是一项理论性很强的复杂工作,涉及外弹道学、空气动力学、射击学、气象学、应用力学与数学、参数辨识和测试技术等多种学科。作者结合多年的科研工作经验,在总结相关理论和技术成果的基础上编写了本书,以期我国的射表编制工作提供一定的指导和参考。

20多年来,我国野战火箭武器取得了长足发展,成功研制了许多新型的野战火箭武器装备,特别是在火控系统和弹道控制等方面取得了重要成就,武器系统的射程和精度都大为提高。与此同时,这也对射表技术提出了更高的要求,迫切需要系统的射表编制理论和技术。

本书针对野战火箭的特点,系统总结了射表编制所需的相关理论和技术。全书共分11章:第1章概述,介绍了野战火箭射表编制的基本原理和工作规范以及基本概念和术语;第2章野战火箭弹道基础理论,介绍了基于椭球模型的地球与重力模型,提出了野战火箭六自由度运动描述和受力分析方法,建立了基于凯恩方程的刚体运动微分方程组;第3章野战火箭气象条件,介绍了大气的特性和高空风场特性,提出了适合我国野战火箭的炮兵超高空标准气象条件;第4章野战火箭气动力计算,针对野战火箭外形结构,介绍了线性与非线性气动力和力矩系数计算的工程算法及数值算法;第5章野战火箭射表试验,介绍了射表试验的主要内容和技术要求,包括试验准备、静态试验、射击试验和遥测试验等;第6章气动参数辨识技术,介绍了UKF滤波算法在气动参数辨识中的应用,提出了基于雷达测量、MIMU/GPS组合测量和MIMU/雷达组合测量的

气动参数辨识方法;第7章普通火箭射表的编制,提出了普通火箭射表弹道模型、射表试验方案、弹道符合方法和射表编制格式;第8章火箭子母弹射表的编制,提出了火箭子母弹射表弹道模型、射表试验方案和射表编制格式;第9章简易控制火箭射表的编制,提出了简易控制火箭射表弹道模型、射表试验方案和射表编制格式;第10章火箭末敏弹射表的编制,提出了火箭末敏弹射表弹道模型、射表试验方案和射表编制格式;第11章激光末制导火箭弹射表的编制,提出了激光末制导火箭弹射表弹道模型、射表试验方案和射表编制格式。

本书适合从事野战火箭射表编制、弹道研究以及兵器试验的工程技术人员和高校师生阅读。

本书在编写过程中,得到了总装备部炮兵与防空兵装备技术研究所的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,欢迎读者批评指正。

作者

目录

第1章 概述	001
1.1 野战火箭射表的作用	001
1.2 国内外研究状况和发展趋势	002
1.3 野战火箭射表的形式和要求	003
1.4 野战火箭射表编制的基本原理和工作规范	004
1.4.1 现代野战火箭射表的特点	004
1.4.2 现代野战火箭射表编制的基本原理	005
1.4.3 射表编制的工作程序	006
1.5 基本概念和术语	006
第2章 野战火箭弹道基础理论	008
2.1 地球与重力模型	008
2.1.1 地球参考椭球模型	008
2.1.2 大地坐标系	009
2.1.3 大地投影坐标	011
2.1.4 地面上任意两点间的距离计算	016
2.1.5 地面上任意两点连线与真北的方位角计算	017
2.1.6 地球重力场	018
2.2 坐标系及其转换关系	019
2.3 作用在火箭上的力和力矩	021
2.3.1 作用在火箭上的力	021
2.3.2 作用在火箭上的力矩	022
2.4 火箭运动微分方程组	023
2.4.1 基本假设	023
2.4.2 火箭运动描述	024
2.4.3 火箭动力学方程推导	025
2.4.4 火箭空间运动的一般方程组	029

第3章 野战火箭气象条件	030
3.1 大气的特性	030
3.1.1 大气结构及特点	030
3.1.2 大气状态方程	032
3.1.3 高空温度和密度随高度的变化规律	034
3.2 高空风场的特性	037
3.3 野战火箭超高空标准气象条件	041
3.3.1 建立我国炮兵超高空标准气象条件的原则	041
3.3.2 我国野战火箭超高空标准气象条件	041
第4章 野战火箭气动力计算	045
4.1 气动参数工程算法	045
4.1.1 旋成体气动力计算	049
4.1.2 尾翼气动力计算	060
4.1.3 组合体的气动力计算	068
4.1.4 大攻角气动力计算	076
4.2 野战火箭气动参数数值算法	092
4.2.1 流体动力学理论模型	092
4.2.2 流场网格划分	116
4.2.3 野战火箭气动数值计算	120
第5章 野战火箭射表试验	131
5.1 射表试验准备	131
5.1.1 火箭炮准备	131
5.1.2 火箭弹准备	132
5.1.3 气象准备	133
5.2 射表静态试验	134
5.2.1 火箭结构参数静态测试	134
5.2.2 火箭发动机静态推力测试	134
5.2.3 控制系统参数测试	134
5.3 射表射击试验	135
5.3.1 火箭弹离轨速度和转速测试	135
5.3.2 火箭弹主动段飞行速度测试	135
5.3.3 火箭弹主动段末的速度和坐标测试	135
5.3.4 火箭弹被动段速度和坐标测试	135

5.3.5	火箭弹射程、偏流和地面密集度试验	136
5.3.6	气象条件测试	136
5.4	射表遥测试验	138
5.4.1	火箭弹组合测姿方案	138
5.4.2	卫星/惯性组合测量方法	138
5.4.3	组合测量的误差分析	139
5.4.4	陀螺的交叉耦合干扰问题及解决方法	141
5.4.5	组合系统姿态测量精度的仿真分析	141
第6章	气动参数辨识技术	145
6.1	UKF 滤波算法与平滑器设计	145
6.1.1	UKF 滤波算法	145
6.1.2	平滑器设计	147
6.2	基于雷达测量的气动参数辨识方法	149
6.2.1	状态方程	149
6.2.2	量测方程	150
6.3	基于 MIMU/GPS 组合测量的气动参数辨识方法	151
6.3.1	状态方程	151
6.3.2	量测方程	152
6.4	基于 MIMU/雷达测量的气动参数辨识方法	153
6.4.1	状态方程	153
6.4.2	量测方程	153
第7章	普通火箭射表的编制	155
7.1	普通火箭射表弹道模型	155
7.1.1	滑轨段弹道模型	155
7.1.2	主动段弹道模型	162
7.1.3	被动段弹道模型	164
7.1.4	符号表	164
7.2	火箭射表试验方案	165
7.3	弹道符合方法	166
7.3.1	弹道符合体制	166
7.3.2	弹道符合方法	168
7.4	射表编制格式	168
7.4.1	概述	168

7.4.2	射表常用定义	170
7.4.3	普通火箭弹射表的完整结构	172
7.4.4	普通火箭弹基本射表格式	174
第8章 火箭子母弹射表的编制		183
8.1	火箭子母弹射表弹道模型	183
8.1.1	子母弹的弹道特征	183
8.1.2	子母弹抛撒过程模型	183
8.1.3	子弹弹道模型	186
8.1.4	子弹弹道初始条件	187
8.1.5	子弹散布计算模型	188
8.1.6	母弹落点计算模型	189
8.1.7	符号表	190
8.2	火箭子母弹射表试验方案	192
8.3	火箭子母弹射表编制格式	192
8.3.1	火箭子母弹射表的完整结构	193
8.3.2	火箭子母弹射表格式	193
第9章 简易控制火箭射表的编制		199
9.1	简易控制火箭射表弹道模型	199
9.1.1	简易控制火箭弹系统描述	199
9.1.2	简易控制火箭弹控制弹道一般模型	200
9.1.3	滑轨段弹道模型	202
9.1.4	主动段弹道模型	204
9.1.5	被动段弹道模型	207
9.1.6	分离体弹道模型	210
9.1.7	子弹弹道模型	211
9.1.8	符号表	212
9.2	简易控制火箭射表试验方案	215
9.3	简易制导火箭弹射表编制格式	216
9.3.1	简易制导火箭弹的弹道特点	216
9.3.2	简易制导火箭弹的射表内容	217
9.3.3	简易制导火箭弹射表的完整结构	217
9.3.4	简易制导火箭弹的射表格式	218
第10章 火箭末敏弹射表的编制		225
10.1	火箭末敏弹射表弹道模型	225

10.1.1	末敏弹系统描述	225
10.1.2	母弹弹道模型	229
10.1.3	分离体弹道模型	229
10.1.4	子弹减速段弹道模型	230
10.1.5	子弹扫描段弹道模型	236
10.1.6	符号表	245
10.1.7	中间过程弹道模型	248
10.2	火箭末敏弹射表试验方案	257
10.3	火箭末敏弹射表编制格式	258
10.3.1	火箭末敏弹弹道特点	258
10.3.2	普通火箭末敏弹射表的完整结构	258
10.3.3	普通火箭末敏弹射表格式	259
10.3.4	简易制导火箭末敏弹射表的完整结构	261
10.3.5	简易制导火箭末敏弹的射表格式	262
第 11 章	激光末制导火箭弹射表的编制	265
11.1	激光末制导火箭弹射表弹道模型	265
11.1.1	激光末制导火箭弹的工作原理	265
11.1.2	激光末制导火箭弹六自由度运动描述	269
11.1.3	作用在激光末制导火箭弹上的力和力矩	272
11.1.4	火箭弹飞行动力学方程	277
11.1.5	激光末制导火箭弹惯性制导段姿态控制模型	279
11.1.6	激光末制导火箭弹末端制导段姿态控制模型	281
11.1.7	激光末制导火箭弹捕获域和攻击区计算	289
11.1.8	激光末制导火箭弹弹道方案规划	292
11.1.9	激光末制导火箭弹有控弹道方程组	292
11.1.10	激光末制导火箭弹有控弹道计算程序编制	295
11.2	末制导火箭弹射表试验方案	296
11.3	末制导火箭弹射表编制格式	297
11.3.1	末制导火箭弹的基本弹道特性	297
11.3.2	末制导火箭弹射表内容	298
11.3.3	末制导火箭弹射表的完整结构	298
11.3.4	末制导火箭弹射表格式	299
参考文献		306

第1章

概述

1.1 野战火箭射表的作用

确定野战火箭的射击诸元需要射表。野战火箭的射表理论与技术研究长期停滞,为弥补该领域研究的不足,本书试图构建野战火箭的射表理论与技术体系,力求为编制高精度的野战火箭射表和确定野战火箭高精度射击诸元提供技术支撑。

影响野战火箭射击精度的因素包括射击准备的精度和射表的精度。射击准备包括野战火箭准备、弹药准备、气象准备和测地准备等。随着野战火箭武器系统自动化和信息化程度的提高,射击准备的精度已有很大的提高,这也为野战火箭首群覆盖打击创造了良好的条件。

射表是野战火箭武器实现有效射击不可缺少的重要装备,射表中包含了在各种地理、气象和弹药条件下确定野战火箭射击装定诸元所需的基本数据。准确的射表是炮兵对敌实现精确打击的重要条件,世界各国对射表技术的研究都极为重视,在射表理论与试验方法上都在不断地发展和改进,射表精度也在不断提高。

(1) 现代战争需要更为精确的射表。现代战争的重要特点是,快速反应和精确打击。现代野战火箭武器系统随着自动化、数字化和信息化水平的极大提高,已基本具备不经试射即可实现对敌目标的快速首群覆盖打击的能力,提高射表精度成为迫切的需要。

(2) 传统的射表编制方法已不能满足远程弹箭射表编制的要求。如随着弹箭射程的大幅提高,原来在一定假设条件下的射表计算模型将带来明显的误差。为了获得高精度的射表,必须改进和发展新的射表编制方法。

(3) 传统的射表形式已不能满足射击诸元精确解算的需要。传统的射表主要以纸质文本的形式存在,要求简单实用,便于携带。由于射表形式的简化,

采用射表数据解算弹道诸元时必然带来误差,如插值误差和修正方法误差等。随着弹道计算机的广泛使用,纸质射表已退居次要地位,取而代之的将主要是电子射表,电子射表可直接配备于火控系统,完成精确的弹道诸元解算。

(4) 随着弹箭技术的不断发展,需要同步建立和完善制导弹箭等新型弹箭的射表编制方法。末制导炮弹、全程制导火箭弹、末敏弹等目前尚无成熟的射表编制方法。

1.2 国内外研究状况和发展趋势

射表是炮兵武器不可缺少的重要文件,射表中包含了射击所必需的全部信息,利用射表可确定火箭弹弹道命中目标所需的野战火箭装定诸元。在一般情况下,射表的信息应包括:在对具体目标进行射击时用以形成瞄准装置装定的弹道基本诸元;考虑了各种射击因素变化后,对落点坐标和瞄准装置装定的修正量以及火箭弹的散布量等。

如何准确地计算和使用射表一直是各个国家努力研究的课题。目前,国际上具有代表性的射表形式主要是以俄罗斯为代表的华约射表和以美国为代表的北约射表,我国炮兵的射表形式参照了华约射表。两类射表的差异主要包括:

- (1) 所采用的标准气象条件不同;
- (2) 气温和气压变化量的计算方法不同;
- (3) 对海拔高度的修正方法不同;
- (4) 射表信息的编制方法不同。

综合比较来说,华约射表使用更方便一些,北约射表使用精度高一些。经过多年的军贸往来,目前我国已完全掌握了这两类射表的编制技术。

弹道学是射表编制的基础,随着弹道理论的发展和完善,射表编制的方法得到不断的改进,射表的精度也在不断提高。

射表计算所采用的弹道模型也经历了由简单到复杂的过程,典型的弹道模型有简单质点弹道模型(3D)、修正质点弹道模型(4D)和刚体弹道模型(6D)。在简单质点弹道模型中,火箭弹被看成一个在空间运动的质点,只考虑作用在火箭弹上的重力和空气阻力。修正质点弹道模型是在简单质点弹道模型的基础上,增加考虑了火箭弹的自转运动和与此相关的火箭弹的动力平衡角的计算模型。在空气动力方面,考虑了作用在火箭弹上的升力和马格努斯力,在动力平衡角计算时,考虑了火箭弹的静力矩的作用。刚体弹道模型是最为精确的弹道模型,空间运动的火箭弹被看成刚体,考虑火箭弹质心的三个自由度以及绕质心转动的三个自由度,考虑作用在火箭弹上的全部力和力矩。对火箭弹需要

考虑推力的作用,对制导情况还需考虑控制力的作用。

对于尾翼稳定火箭弹,可采用简单质点弹道模型进行射表计算,该模型产生的误差较大,一般采用修正质点弹道模型。修正质点弹道模型由于考虑了动力平衡角以及由此产生的升力和马格努斯力,因此计算结果与实际比较接近。但修正质点弹道模型中动力平衡角的计算公式是近似的,特别在高射角时,动力平衡角的近似计算会有很大的误差。刚体弹道模型理论上是最为精确的,但在实际计算时必须用很小的步长,需花费的计算时间很长,在进行远程野战火箭射表计算时将不能满足射表编制进度的要求,因此刚体弹道模型在射表编制中很少采用。

空气阻力系数是射表计算的重要参数,最早射表编制时采用的是43年阻力定律或西亚切阻力定律,随着弹形的逐步改进,这些阻力定律与实际火箭弹的阻力系数的变化规律有很大的差异,从而影响了射表编制的精度。随着空气动力学理论和风洞测试技术的发展,人们开始采用火箭弹的自身阻力系数,从而大大提高了射表编制的精度。但是理论计算和风洞吹风试验获得的阻力系数与实际仍存在一定的差异,在一定程度上影响射表的精度。为此,人们在射表试验时采用雷达进行弹道跟踪测量,从火箭弹的飞行速度数据中提取火箭弹的阻力系数,从而为射表编制提供准确可靠的数据。

1.3 野战火箭射表的形式和要求

射表的主要用途是解算野战火箭发射特定弹药的射击诸元。射表格式的改进是为了提高射表的解算精度。根据用途的不同,可以把射表分为三类:

(1) 简易射表。以基本射表数据为主,并包含简易的修正量数据。射表为纸质形式,篇幅不大,数据量有限,便于查阅和携带。简易射表可在完整射表基础上简化得到。

(2) 完整射表。包括射击诸元解算必需的全部数据,基本数据表、修正量表、附属表格、弹道曲线及射表使用说明等齐全,还包括野战火箭炮、火箭弹和弹道方面的相关知识。与老射表相比,改进射表格式的多项数据更加完整,射程间隔和海拔高度间隔减小,全面采用非线性修正量,地球地形修正量更加精确,增加了弹道精确层权和气象层号的确定方法。完整射表主要为纸质文件和电子文档形式,篇幅较大,作为野战火箭的配备技术文件,是弹道计算机或火控系统弹道解算软件开发的基础。

(3) 电子射表。由完整射表电子文档和计算机软件组成,存储于弹道计算机和火控系统。电子射表具有射表数据查阅和弹道诸元精确解算功能,并能接收大地坐标系的数据和实际测量的空中气象数据,便于炮兵作战使用。