

远程火炮武器系统 射击精度分析 Firing Accuracy Analysis for Long Range Gun Weapon Systems

郭锡福 著

國防工業出版社

National Defence Industry Press
<http://www.ndip.cn>



远程火炮武器系统 射击精度分析

Firing Accuracy Analysis for
Long Range Gun Weapon Systems

郭锡福 著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

远程火炮武器系统射击精度分析/郭锡福著. —北京:
国防工业出版社, 2004.2

ISBN 7-118-03249-2

I.远... II.郭... III.火炮-武器系统-射击精
度-计算 IV.E920.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 085462 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 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 12 $\frac{3}{4}$ 315 千字

2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月北京第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:31.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。
2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。
3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。
4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承

担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金

评审委员会

国防科技图书出版基金 第四届评审委员会组成人员

名誉主任委员 陈达植

顾问 黄 宁

主任委员 刘成海

副主任委员 王 峰 张涵信 张又栋

秘书长 张又栋

副秘书长 彭华良 蔡 锺

委员 于景元 王小谟 甘茂治 冯允成

(按姓名笔画排序) 刘世参 杨星豪 李德毅 吴有生

何新贵 佟玉民 宋家树 张立同

张鸿元 陈火旺 侯正明 常显奇

崔尔杰 韩祖南 舒长胜

前 言

远程火炮武器系统的射击精度是重要的性能参数。在火炮武器系统总体论证和总体设计、研制和试验中,在火炮战斗使用和维护中,都是十分关键的参数。在高新技术条件下,战场火力对抗加剧,探测器材广泛使用,突然猛烈准确的开火,是火炮制胜的关键。远程火炮武器系统的首发(首群)命中(覆盖)率,具有重要意义,近20年来,国内外有关部门,普遍开展了对远程火炮武器系统的射击精度研究。

国内外火炮武器系统使用和研制部门,在火炮武器系统的战术技术指标中,已从只有射击密集度指标转为列有射击精度指标。我国远程火炮武器系统的战术技术指标中,一直只列有射击密集度指标,从20世纪80年代开始,随着远程火炮武器系统的研制,战术思想和射击方法的变化,已开始重视对射击精度的研究。

远程火炮武器系统的射击精度研究,包括基本概念和基本理论;计算模型与计算方法;战术技术指标论证;试验原理、方法、数据处理和评定标准;还包括与射击精度有关的应用问题;它应是系统完整的理论与应用的学科。但是,到目前为止,关于远程火炮武器系统射击精度方面的理论与应用,还没有形成完整的体系,这给远程火炮武器系统的研制和使用带来不少问题。由于理论、方法和标准没有建立,无章可循,会造成不必要的麻烦和浪费。

本书的作者长期从事远程火炮武器系统的研制工作,在理论指导下,通过总结研制经验,参考国内外有关资料,初步形成了这本著作,限于作者水平,错误之处,望读者指正。

本书的出版,得到了参加远程火炮武器系统研制的领导和同

事的支持,得到国防工业出版社的领导和编辑的支持,得到国防科技图书出版基金委员会各委员的支持,在此致谢。

本书在编写过程中,有些内容参考了几位同志的有关资料,其中有郑津生教授编写的有关单炮多发同时弹着射击方法和射击精度的算例;梁世超教授所写的有关测速雷达数据分析;张广金教授所写的有关测速雷达精度分析;周彦煌教授所写的有关装药温度测量装置的精度分配;博士生王兆胜同志所写的有关射击精度的算例。对上述同志一并表示诚挚的感谢。

作 者

目 录

第一篇 远程火炮武器系统射击精度一般原理和方法

第一章 绪论	1
1.1 远程火炮武器系统射击精度的意义与作用	1
1.2 提高远程火炮武器系统射击精度的方法	2
1.3 火炮武器系统射击精度的发展现状	4
1.4 本书研究的主要问题	5
第二章 远程火炮武器系统的设计质量对射击精度的影响	7
2.1 概述	7
2.2 远程火炮武器系统的组成	8
2.3 系统工程方法是保证完成火炮武器系统射击精度指标的有效方法	12
2.4 系统工程方法在远程火炮武器系统射击精度研究中的应用	20
2.5 远程火炮武器系统射击精度研究中应用系统工程方法举例	25
2.6 远程火炮武器系统射击精度研究需要现代科学技术的支撑	29
2.7 生产过程的质量控制对系统射击精度的影响	32
2.8 试验质量对射击精度研究的影响	34
2.9 使用保养维修质量对射击精度研究的影响	34
第三章 远程火炮系统射击密集度的计算模型与	

计算方法	35
3.1 概述	35
3.2 影响射击密集度的因素	37
3.3 确定射击密集度的条件	39
3.4 射击密集度的确定方法	40
3.5 射击密集度的理论计算模型与算法	42
3.6 试验与理论结合法确定射击密集度	49
3.7 统计比较法确定射击密集度	49
3.8 统计试验法确定射击密集度	57
3.9 射击试验法确定射击密集度	62
3.10 对几个问题的讨论	63
第四章 远程火炮武器系统射击准确度的计算模型 与计算方法	79
4.1 概述	79
4.2 射击准确度的计算条件	79
4.3 影响射击准确度的因素	80
4.4 几个射击准确度的概念	81
4.5 射击准确度的计算方法	82
4.6 火炮武器系统射击准确度计算的几种情况	85
4.7 与射击准确度有关问题的讨论	88
第五章 远程火炮武器系统射击精度计算与分析	94
5.1 概述	94
5.2 射击精度的表示方法	98
5.3 射击精度的计算方法	102
5.4 射击精度分析	111
5.5 对几个问题的讨论	117
第六章 远程火炮武器系统与射击精度有关的参数 误差限的确定方法	125
6.1 概述	125
6.2 初速误差限的确定	126

6.3	弹重级的确定	132
6.4	药温误差限的确定	135
6.5	气象诸元误差限的确定	140
6.6	其它器材误差限的确定	141
第七章	远程火炮武器系统射击精度试验技术	143
7.1	概述	143
7.2	试验用弹量的确定	146
7.3	射击密集度试验	164
7.4	射击准确度试验	175
7.5	射击精度试验	180
7.6	火炮武器系统设计定型试验和部队训练的 几个问题	183

第二篇 保障装备的精度对射击精度的影响

第八章	远程火炮初速预测技术	185
8.1	概述	185
8.2	对初速雷达数据的基本要求	186
8.3	影响初速预测精度的因素	187
8.4	初速预测模型的建立	188
8.5	初速数据的贮存	191
8.6	初速预测方法	192
8.7	初速预测举例与方法验证	194
第九章	气象诸元对远程火炮武器系统射击精度的影响	199
9.1	概述	199
9.2	中国炮兵标准气象条件和北约炮兵标准 气象条件	200
9.3	地面炮兵计算机气象通报	202
9.4	地面炮兵弹道气象通报	207
9.5	气象条件对远程火炮射击的影响	222
9.6	火炮试验气象条件控制的论证	228

9.7	火炮试验气象诸元的精确探测	229
9.8	炮兵作战(训练)气象保障的几个问题	229
9.9	气象诸元对射击精度影响的分析	232
第十章	远程火炮武器系统火控弹道模型精度对射击精度的影响	253
10.1	概述	253
10.2	射表编制的几个问题	254
10.3	弹道微分方程组的选择	266
10.4	提高远程火炮火控弹道模型精度的途径	272
第十一章	定位定向精度与目标探测精度对射击精度的影响	274
11.1	概述	274
11.2	定位定向器材的精度对射击精度影响的分析与计算	275
11.3	目标和弹着点探测器材的精度对射击精度影响的分析与计算	280
11.4	侦校雷达探测精度对射击精度影响的分析与计算	284
第三篇	提高射击精度的新射击方法和新型弹药	
第十二章	远程火炮武器系统提高射击精度的新射击方法	287
12.1	概述	287
12.2	单炮多发同时弹着射击方法	287
12.3	利用 GPS 提高远程火炮射击精度的方法	317
12.4	利用侦校雷达提高远程火炮射击精度的方法	318
12.5	利用气象诸元辨识提高远程火炮射击精度的方法	319
12.6	特种弹药射击诸元解算方法	320

第十三章	大幅度提高远程火炮武器系统射击精度 的精确弹药	323
13.1	概述	323
13.2	远程火炮配用的精确弹药的分类	326
13.3	弹道修正弹药与简易控制弹药	329
13.4	精确制导弹药	336
13.5	远程火炮发射的末段敏感弹药	346
13.6	远程 GPS 惯性制导弹药	353
13.7	精确弹药射击精度的比较	355
符号表		356
参考文献		369

Contents

Part I .General Principles and Methods for Firing Accuracy(FA) of Long Range Gun Weapon System(LRGWS)

Chapter1. Introduction	1
1.1 Meaning and Function for FA of LRGWS	1
1.2 Methods for Improving FA of LRGWS	2
1.3 Development Status for FA of LRGWS	4
1.4 The Main Topics Studying in This Book	5
Chapter2. The Effects of Design Quality of Long Range Gun Weapon System on Firing Accuracy	7
2.1 Summary	7
2.2 Constitution of LRGWS	8
2.3 System Engineering Methodology is Valuable Way to fulfill the Criteria for FA of Gun Weapon System	12
2.4 Application of System Engineering Methodology to Research on FA of LRGWS	20
2.5 Examples of System Engineering Methodology to Research on FA of LRGWS	25
2.6 Advanced Scientific Technology is Necessary for Research on FA of LRGWS	29
2.7 Effects of Quality Control in Manufacturing Process on System FA	32
2.8 Effects of Test Quality on FA Research	34
2.9 Effects of Servicing and Maintaining Quality on	

FA Research	34
Chapter3. Computational Modeling and Algorithms of Firing Precision(FP) of LRGWS	35
3.1 Summary	35
3.2 Factors of Affecting FP	37
3.3 Conditions of Determining FP	39
3.4 Determination of FP	40
3.5 Theoretic Computational Modeling and Algorithms of FP	42
3.6 Combined Test And Theory Method of Determining FP	49
3.7 Statistical Comparison Method of Determining FP	49
3.8 Statistical Test Mechod of Determining FP	57
3.9 Firing Test Method of Determining FP	62
3.10 Discussions	63
Chapter4. Computational Modeling and Numerical Algorithms of Firing Bias Error(FBE) of LRGWS	79
4.1 Summary	79
4.2 Conditions of Computation of FBE	79
4.3 Factors of Affecting FBE	80
4.4 Some Concepts about FBE	81
4.5 Computational Algorithms of FBE	82
4.6 Some Cases for Computing FBE of Gun Weapon System ...	85
4.7 Discussions	88
Chapter5. Analysis and Computing of FA of LRGWS	94
5.1 Summary	94
5.2 Designation of FA	98
5.3 Computational Algorithms of FA	102
5.4 Analysis of FA	111
5.5 Discussions	117

Chapter 6. Definition of Data Error Limits Related to FA of LRGWS	125
6.1 Summary	125
6.2 Definition of Error Limits of Muzzle Velocity	126
6.3 Definition of Projectile Weight Zone	132
6.4 Definition of Error Limits of Propellant Temperature	135
6.5 Definition of Error Limits of Meteorological Data	140
6.6 Definition of Error Limits of Other Constituents	141
Chapter 7. Test Techniques of FA of LRGWS	143
7.1 Summary	143
7.2 Definition of Quantity of Test Ammunition	146
7.3 Test of FBE	164
7.4 Test of FA	175
7.5 Test of FA	180
7.6 Design Qualification Test of Gun Weapon System and Its Training	183

Part II . Effects of Accuracy of Support Equipment on Firing Accuracy

Chapter8. Muzzle Velocity Prediction Techniques of Long Rang Gun	185
8.1 Summary	185
8.2 Basic Requirement of Velocity Data Via Radar	186
8.3 Factors of Affecting Velocity Predicting Accuracy	187
8.4 Modeling of Velocity Predicting	188
8.5 Storage of Velocity Data	191
8.6 Methods of Velocity Predicting	192
8.7 Examples of Velocity Predicting and Its Qualification Methods	194

Chapter 9. Effects of Meteorological Data on FA of LRGWS	199
9.1 Summary	199
9.2 Standard Meteorological Conditions of Artillery both in China and NATO	200
9.3 Meteorological Messages of Computer of Ground Artillery	202
9.4 Meteorological Messages of Trajectory of Ground Artillery ...	207
9.5 Effects of Meteorological Conditions on Firing of Long Rang Gun	222
9.6 Demonstration of Meteorological Condition Controls in Gun Test	228
9.7 Exact Detection of Meteorological Data in Gun Test	229
9.8 Meteorological Support of Artillery Battle(Training)	229
9.9 Analysis of Effects of Meteorological Conditions on FA ...	232
Chapter 10. Effects of Fire – Control Trajectory Model Accuracy on FA of LRGWS	253
10.1 Summary	253
10.2 Production of Firing Table	254
10.3 Selection of Differential Equations on Trajectory	266
10.4 Ways to Improve Trajectory Model Accuracy of Modern Long Rang Gun	272
Chapter 11. Effects of Fire – Positioning/Orienting and Target Detecting Accuracy on FA	274
11.1 Summary	274
11.2 Analysis and Computing of Effects of Positioning/ Orienting Device Accuracy on FA	275
11.3 Analysis and Computing of Effects of Target/ Impact Point Detecting Device Accuracy on FA	280
11.4 Analysis and Computing of Effects of Target – search/ Gun – Pointing Adjustment Radar Detecting Accuracy on FA	284