



国防科技基金资助专著

地雷引信近场特性 计算机仿真技术

Simulation Technology of Mine Fuze Near Field Characteristic

—— 娄文忠 刘云剑 熊永家 编著 ——



国防工业出版社

National Defense Industry Press

地雷引信近场特性 计算机仿真技术

Simulation Technology of Mine Fuze
Near Field Characteristic

娄文忠 刘云剑 熊永家 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

地雷引信近场特性计算机仿真技术/娄文忠,刘云剑,
熊永家编著. —北京:国防工业出版社,2008. 8

ISBN 978-7-118-05756-0

I. 地... II. ①娄...②刘...③熊... III. 地雷引信 -
计算 - 计算机仿真 IV. TJ43-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 080659 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)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850 × 1168 1/32 印张 9 字数 224 千字

2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

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 第五届评审委员会组成人员

主任委员	刘成海			
副主任委员	王峰	张涵信	程洪彬	
秘书长	程洪彬			
副秘书长	彭华良	蔡镭		
委员	于景元	王小谟	甘茂治	刘世参
(按姓氏笔画排序)	李德毅	杨星豪	吴有生	何新贵
	佟玉民	宋家树	张立同	张鸿元
	陈冀胜	周一宇	赵凤起	侯正明
	常显奇	崔尔杰	韩祖南	傅惠民
	舒长胜			
本书主审委员	赵凤起			

前 言

自从地雷诞生之日起,就在各种战争中大量使用。由于地雷使用的灵活性和极高的效费比,使地雷在武器装备中始终占有重要地位。特别是传感器技术、微电子技术、信号处理技术以及人工智能技术突飞猛进的发展,使新体制探测与识别技术在研制新型反坦克、反直升机雷弹方面得到广泛的应用,重新赋予了地雷在现代高科技战争中的新使命、新要求,使地雷的作战效能进一步提高,其地位和作用也更加显著。

近年来,智能化和网络化是地雷的发展趋势。它采用对目标声、磁、震动、红外、毫米波及它们的复合信号敏感的特征,通过信号处理及数据融合,能自动探测、搜索、识别、攻击目标,从而使地雷从防御型变成自主攻击型的、可大范围攻击目标的弹药。这也使地雷结构日趋复杂,加大了新型地雷,尤其是新型地雷引信的研制难度和研制进度。

地雷引信的发展离不开先进理论的指导和科学试验。装备性能的测试和评价是地雷装备研制中极其重要的一环,而其相关技术研究也是新型地雷引信发展的必然要求。目前对地雷装备性能测试评价技术仍基本停留在采用增量式理论,实物试验为主的方法,采用这种常规方法对新型智能地雷引信进行性能测试评价时,不可避免地存在着试验周期长、效费比低等缺陷,也难以复现复杂战场情况下的新型非触发地雷引信的性能,从而影响到新型智能地雷引信的研制进度和装备。采用现代仿真技术,可以较好地解决这个问题。

三位编者根据地雷引信近场仿真系统开发过程中的经验与体会,在本书中较为系统地阐述了地雷引信技术、地雷引信目标特性

测试方法和技术、目标特性信号处理方法和技术、地雷引信仿真系统软件和数据库设计技术,以及地雷引信仿真系统的系统设计方法,把电路仿真技术、引信技术、软件技术、测试技术和信号处理技术有机结合起来,对从事地雷引信研制、性能评价、仿真系统开发以及使用技术研究都有较为重要的参考价值。

由于水平及经验有限,本书的缺点、错误在所难免,敬请学术界前辈、同行和广大读者批评指正。

编著者

2007 年 11 月于北京

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 引论	1
1.1.1 基本概念和定义	3
1.1.2 仿真系统组成	4
1.1.3 仿真系统分类	5
1.2 仿真系统的设计流程	5
1.2.1 仿真系统构造流程图	6
1.2.2 仿真系统设计过程	7
1.2.3 仿真系统集成与验收	7
1.3 仿真系统实现过程	8
1.3.1 仿真系统论证与设计	8
1.3.2 先期验证	15
1.3.3 总体管理	15
1.3.4 运行环境保障	16
第 2 章 地雷引信与近场特性	17
2.1 引论	17
2.1.1 地雷概述	17
2.1.2 地雷装备现状与发展趋势	19
2.1.3 地雷引信现状与发展趋势	20

2.2	引信基础	22
2.2.1	引信的组成及作用过程	22
2.2.2	引信爆炸序列	26
2.2.3	近感引信作用原理	26
2.2.4	引信分类	28
2.3	地雷引信探测机理	29
2.3.1	声探测引信	29
2.3.2	震动探测引信	30
2.3.3	红外探测引信	32
2.3.4	磁引信	36
2.4	地雷引信近场模型	40
2.5	地雷引信近场特性分析	42
2.5.1	声近场特性分析	42
2.5.2	地震动近场特性分析	56
2.5.3	红外近场特性分析	62
2.5.4	磁近场特性分析	66
第3章	目标特性测试技术	67
3.1	测试系统	67
3.1.1	概述	67
3.1.2	测试信号及其描述	70
3.1.3	信号连接方式	71
3.1.4	传感技术	73
3.1.5	信号调理原理	75
3.1.6	信号采集原理	77
3.2	目标声特性测试技术	83
3.2.1	声测试系统构成	83

3.2.2	典型声目标	89
3.2.3	典型测试环境与场地	90
3.2.4	测试方案与方法	91
3.2.5	测试结果	94
3.3	目标震动特性测试技术	94
3.3.1	震动特性测试系统构成	94
3.3.2	典型目标	95
3.3.3	测试环境与场地	96
3.3.4	测试方法与方案	96
3.3.5	测试结果	99
3.4	目标磁特性测试技术	99
3.4.1	测试系统概述	99
3.4.2	典型目标	100
3.4.3	典型测试环境与场地	101
3.4.4	试验方法与方案	101
3.5	目标红外特性测试技术	103
3.5.1	红外辐射基础知识	103
3.5.2	测试系统概述	106
3.5.3	典型目标	108
3.5.4	典型测试环境与场地	108
3.5.5	测试方案与方法	109
3.5.6	测试结果	109
第4章	目标特性分析技术	111
4.1	数据分析技术基础	111
4.1.1	数据预处理原理	111
4.1.2	数据的抽取与插值	113

4.1.3	信号的时域分析	118
4.1.4	信号的频率分析	121
4.1.5	信号的时频分析	132
4.2	声信号特性分析	135
4.2.1	噪声信号预处理与分析	135
4.2.2	噪声信号特征处理	137
4.3	震动信号特性分析	141
4.3.1	坦克地震动信号分析与处理	141
4.3.2	典型地震动干扰信号分析	144
4.4	磁特性信号处理技术	148
4.4.1	磁场分布统计模型	148
4.4.2	坦克磁场理论模型	153
4.5	红外特征信号处理技术	166
4.5.1	红外引信探测器参数	166
4.5.2	红外图像预处理	167
4.5.3	数据编程转换处理	168
第5章	仿真软件设计技术基础	171
5.1	引论	171
5.1.1	软件生存周期	171
5.1.2	可行性研究	172
5.1.3	需求分析	173
5.2	软件设计	175
5.2.1	概述	175
5.2.2	软件体系结构设计	176
5.2.3	数据设计	182
5.2.4	用户界面设计	184

5.2.5	软件过程设计	185
5.2.6	软件重用技术	186
5.2.7	软件设计模型	190
5.2.8	模型—视图—控制器框架	192
5.3	数据库系统设计	193
5.3.1	数据库设计概述	193
5.3.2	数据库需求分析	197
5.3.3	数据库概念设计	197
5.3.4	数据库逻辑设计	201
5.3.5	数据库物理设计	205
5.3.6	数据库实施	208
5.3.7	数据库运行和维护	210
第6章	地雷引信近场计算机仿真系统实现	212
6.1	系统简介	212
6.1.1	系统开发背景	212
6.1.2	系统结构	213
6.1.3	系统功能	213
6.1.4	系统设计目标及原则	214
6.2	系统总体设计	215
6.2.1	系统总体结构	215
6.2.2	系统安全技术	219
6.2.3	软件环境	221
6.3	应用支撑平台设计	227
6.3.1	跨数据库引擎设计	227
6.3.2	应用程序框架设计	229
6.4	数据库系统设计	230

6.4.1	数据库设计原理	230
6.4.2	系统设计与模块设计	232
6.4.3	数据结构与数据设计	236
6.4.4	表结构设计	238
6.5	系统实现	243
6.5.1	插件管理	243
6.5.2	菜单列表	245
6.5.3	基础数据管理	247
6.5.4	仿真数据管理	249
6.5.5	仿真操作	254
6.5.6	系统辅助工具	262
参考文献		263

CONTENTS

Chapter 1	Generalization	1
1.1	Introduction	1
1.1.1	Basic conception and definition	3
1.1.2	Composition of the simulation system	4
1.1.3	Classification of the simulation system	5
1.2	Design procedure of the simulation system	5
1.2.1	Building flow of the simulation system	6
1.2.2	Design process of the simulation system	7
1.2.3	Integration and acceptance of the simulation system	7
1.3	Realizing procedure of the simulation system	8
1.3.1	Verification and design of simulation system	8
1.3.2	Pre-type approval	15
1.3.3	System management	15
1.3.4	Running environment security	16
Chapter 2	Mine fuze and near field characteristic	17
2.1	Introduction	17
2.1.1	Mine summary	17

2. 1. 2	Current and development trend of mine	19
2. 1. 3	Current and development trend of minefuze	20
2. 2	Basic knowledge of fuze	22
2. 2. 1	Composition and mechanism of the fuze	22
2. 2. 2	Explosive trains in fuze	26
2. 2. 3	Action principle of proximity fuze	26
2. 2. 4	Classification of the fuze	28
2. 3	Detection mechanism of mine fuze	29
2. 3. 1	Acoustic fuze	29
2. 3. 2	Seism fuze	30
2. 3. 3	Infrared fuze	32
2. 3. 4	Magnetism fuze	36
2. 4	Near field model of the mine fuze	40
2. 5	Near field characteristic analysis of mine fuze	42
2. 5. 1	Acoustic near field characteristic analysis	42
2. 5. 2	Seism near field characteristic analysis	56
2. 5. 3	Infrared near field characteristic analysis	62
2. 5. 4	Magnetism near field characteristic analysis	66
Chapter 3	Test technique of target characteristic	67
3. 1	Test system	67

3.1.1	Summary	67
3.1.2	Test signal and description	70
3.1.3	Model of signal connection	71
3.1.4	Sensing technology	73
3.1.5	Signal conditioning theory	75
3.1.6	Signal acquisition theory	77
3.2	Test technology of target acoustic characteristic ...	83
3.2.1	Configuration of acoustic test system	83
3.2.2	Typical acoustic target	89
3.2.3	Typical test environment and field	90
3.2.4	Test project and mothod	91
3.2.5	Test results	94
3.3	Test technology of target seism characteristic	94
3.3.1	Configuration of seism test system	94
3.3.2	Typical seism target	95
3.3.3	Typical test environment and field	96
3.3.4	Test project and mothod	96
3.3.5	Test results	99
3.4	Test technology of target magnetism characteristic	99
3.4.1	Configuration of magnetism test system ...	99
3.4.2	Typical magnetism target	100
3.4.3	Typical test environment and field	101
3.4.4	Experimentation project and mothod	101
3.5	Test technology of target infrared characteristic	103
3.5.1	Basic knowledge on radiation of	