



# 常规兵器环境模拟 试验技术

(上册)

马 力 主 编



国防工业出版社  
National Defense Industry Press

总装部队军事训练“十五”统编教材

科研试验系列

# 常规兵器环境模拟试验技术

(上册)

马力 主编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

常规兵器环境模拟试验技术 / 马力主编. —北京: 国防  
工业出版社, 2007. 12

总装部队军事训练“十五”统编教材. 科研试验系列  
ISBN 978 - 7 - 118 - 05402 - 6

I. 常... II. 马... III. 常规武器 - 环境模拟 - 模拟试验 -  
教材 IV. TJ06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 162252 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)

四季青印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 880 × 1230 1/32 印张 11½ 字数 322 千字

2007 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 50.00 元(上、下册)

---

(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

# 第三届总装备部军事训练教材 常规兵器试验系统编委会

主任委员 邱学臣

副主任委员 冯炳煊

委 员 (按姓氏笔画排序)

田 禾 冯三任 安振涛 赵 宇 侯日升

郭金茂 程永生

秘 书 郑晓娜

## 第三届总装备部军事训练教材 编辑工作委员会

主任委员 张建启

副主任委员 曹保榆 夏长法 侯贺华 郭文敏

委 员 (按姓氏笔画排序)

于俊民 王宜标 王泽民 尤广志

冯 章 朱双华 朱忠刚 刘树军

刘瑞成 安敏建 李方洲 李治三

肖力田 迟宝山 张忠华 张海东

陈永光 胡利民 侯 鹰 姜世忠

聂 皞 倪红星 徐 航 郭 勇

黄伟强 彭华良 裴承新 潘贤伦

秘 书 长 聂 皞

办公室主任 田 禾

办公室副主任 石根柱 郝 刚

办公室成员 李国华 李立法 郑晓娜

# 序

军事训练教材是部队开展军事训练和培养高素质科研试验与管理人才的重要基础。“十五”期间是我军加速武器装备现代化建设的关键时期,随着科学技术不断发展,新武器、新装备大量投入部队使用,急需编写相应的配套教材,来满足部队军事训练和人才培养的需求。为此,总装司令部印发了《总装部队军事训练教材建设“十五”计划》,并组织部分专家、学者编著了这套总装部队军事训练“十五”统编教材。

编著这套总装部队军事训练“十五”统编教材是国防科研试验事业继往开来的大事,也是体现国防科研试验技术水平的一个重要标志。它以新时期军事战略方针为统揽,以军委和总装首长关于加强军事训练工作的一系列重要指示为指导,以《军事训练与考核大纲》、《继续教育科目指南》为依据,坚持科学性、前瞻性和实用性相结合,不断满足军事训练和人才培养对教材的需求,为圆满完成武器装备科研试验和管理保障任务提供了有力的技术支持。

“十五”统编教材共计 69 部,内容涉及科研试验、陆军装备科研订购、通用装备保障和试验后勤等 4 个系列的 28 个系统。这套教材既总结升华了武器装备科研试验和管理保障经验,又反映了国内外最新动态和发展方向,是对国防科研试验工程技术系列教材建设的进一步延续和扩展,是一批高质量的精品教材。其使用对象主要是部队具有大专以上学历的科技人员和管理干部,也可供院校有关专业师生使用或参考。

期望这套教材能够有益于部队高素质人才的培养,有益于武器装备科研试验和管理保障任务的完成,有益于国防科技事业的进步。

总装备部军事训练教材

编辑工作委员会

二〇〇五年十二月

## 本书编写组

主 编 马 力

副主编 张俊斌 李宏伟

主 审 程学林

编著者 (按编写次序排列)

马 力 张俊斌 叶小华 刘 明

李 静 李海青 张继华 翟 峰

冯 杰 孙珑后 马俊英 刘小军

包长林

# 前 言

环境是常规兵器贮存、运输、使用中经常面临的因素,由于它的多样性、普遍性以及武器装备影响的严酷性,工程上常将新研制的武器装备投入环境模拟试验室内,用以考核武器装备的环境适应性。本书旨在系统阐述我国乃至世界各国普遍存在的环境因素的基本概念、影响机理及环境模拟试验的实施和实现技术。

本书共16章。第1章为概述;第2章介绍了环境的定义、特点、影响方式、分析方法以及环境模拟试验;第3、4章介绍了自然环境因素和诱发环境因素的分类及定义;第5章介绍了环境效应及其对武器装备的影响机理;第6章介绍了环境试验条件的制定、试验方法的确定以及对环境试验的评估;第7章至第15章介绍了环境模拟试验设备的组成、原理、操作使用、维护保养及相关知识;第16章介绍了压力、温度、湿度、尘土浓度等物理量测控方法及手段。

本书由马力主编,张俊斌、李宏伟负责部分章节的统稿工作。参加编写的有:马力(第1章至第6章)、张俊斌(第1章至第6章)、叶小华(第6章、第12章)、刘明(第6章)、李静(第7章)、李海青(第7章)、张继华(第8章、第15章)、翟峰(第9章、第13章、第16章)、冯杰(第10章、第11章)、孙珑后(第10章)、马俊英(第12章)、刘小军(第14章)、包长林(第16章),全书由程学林最后审查定稿。

由于编者水平有限,书中疏误在所难免,恳望读者予以指正。

编 者



# 目 录

(上册)

第1章 概 述 .....	1
1.1 环境工程和环境试验 .....	1
1.2 环境对武器装备的影响 .....	4
1.2.1 对武器表面保护层的影响 .....	5
1.2.2 侵蚀 .....	6
1.2.3 腐烂和衰退 .....	6
1.2.4 腐蚀 .....	6
1.2.5 电性能 .....	7
1.2.6 对使用寿命的影响 .....	7
1.2.7 武器装备的特殊要求 .....	8
1.2.8 军用规范 .....	8
1.2.9 对作战的影响 .....	8
1.3 常规兵器面临的环境 .....	9
第2章 环境定量描述、组合及分析 .....	11
2.1 环境及其特点 .....	11
2.1.1 环境定义 .....	11
2.1.2 环境因素 .....	12
2.1.3 分类系统 .....	13
2.2 环境定量描述 .....	14
2.3 环境条件及环境预测 .....	17
2.3.1 环境条件 .....	19

---

---

2.3.2 环境条件的预测 .....	21
2.4 环境因素的组合 .....	21
2.4.1 环境特性的评定 .....	21
2.4.2 环境因素组合 .....	22
2.4.3 实际组合 .....	24
2.4.4 感应环境因素组合 .....	27
2.4.5 与任务有关的环境组合 .....	27
2.5 环境分析 .....	28
2.6 环境影响 .....	32
2.6.1 性能恶化 .....	33
2.6.2 降低可靠性 .....	34
2.6.3 降低产品的有用寿命 .....	35
2.6.4 增加产品研制经费,加大产品维修、防护和 后勤供应的负担 .....	35
2.7 武器寿命期的环境历程 .....	35
2.7.1 运输阶段 .....	36
2.7.2 贮存及后勤供应阶段 .....	36
2.7.3 执行任务阶段 .....	36
2.8 环境保护 .....	38
2.9 环境模拟试验及其特点 .....	40
<b>第3章 自然环境因素 .....</b>	<b>43</b>
3.1 概述 .....	43
3.2 自然气候概述 .....	44
3.3 地表 .....	55
3.4 温度和湿度 .....	58
3.4.1 温度 .....	58
3.4.2 湿度 .....	60
3.5 压力 .....	63
3.6 降雨 .....	65
3.7 太阳辐射 .....	69

---

---

3.8	固体沉降物 .....	71
3.9	雾和乳白天空 .....	73
3.10	风 .....	74
3.11	盐、盐雾和盐水 .....	76
3.12	臭氧 .....	79
3.13	生物和微生物 .....	81
3.13.1	生物 .....	81
3.13.2	微生物 .....	84
3.14	河流 .....	89
3.14.1	河道水流的基本特性 .....	89
3.14.2	河流泥沙的来源及组成 .....	90
3.14.3	泥沙的矿物成分与分类 .....	91
3.14.4	河流泥沙的几何特性 .....	97
3.14.5	悬移质含沙量沿垂线的分布 .....	97
<b>第4章</b>	<b>诱发环境因素 .....</b>	<b>99</b>
4.1	污染物质 .....	99
4.2	沙和尘 .....	100
4.2.1	沙尘环境的特性 .....	101
4.2.2	影响沙尘的环境因素 .....	108
4.3	机械因素 .....	111
4.3.1	振动 .....	111
4.3.2	加速度 .....	129
4.3.3	冲击 .....	132
4.4	辐射能 .....	148
4.4.1	概述 .....	148
4.4.2	电磁环境 .....	149
4.4.3	电磁辐射的检测和测量 .....	161
4.5	声 .....	164
4.5.1	引言 .....	164
4.5.2	定义和单位 .....	165

---

---

4.5.3	军事声学环境	167
4.5.4	声音的测量	167
4.5.5	噪声和爆炸声对听力的影响	168
4.5.6	生理(非听觉的)对噪声暴露的反应	171
4.5.7	听力保护	173
<b>第5章</b>	<b>环境效应</b>	<b>174</b>
5.1	温度效应	174
5.1.1	高温效应	174
5.1.2	低温效应	177
5.1.3	温度冲击效应	180
5.1.4	温度与其它环境因素的综合效应	182
5.2	湿度效应	183
5.3	太阳辐射效应	195
5.4	电磁辐射效应	208
5.4.1	对设备的影响	209
5.4.2	对人的影响	223
5.5	盐雾效应	232
5.6	淋雨效应	235
5.7	沙尘效应	239
5.8	冲击、振动、加速度效应	241
5.8.1	冲击效应	241
5.8.2	振动效应	242
5.8.3	加速度效应	247
5.9	微生物、化学环境效应	249
<b>第6章</b>	<b>环境试验</b>	<b>260</b>
6.1	环境试验条件的制定原则及编制过程	260
6.1.1	环境条件标准化的原则	260
6.1.2	气候环境条件标准化方法	262
6.1.3	试验方法标准化的基本要求	263
6.1.4	环境条件严酷等级的分类	264

---

---

6.1.5	编制试验条件的一般要求	274
6.1.6	环境条件及工作条件的内容	275
6.2	综合环境试验条件	277
6.3	可靠性环境试验	281
6.3.1	环境试验的必要性	281
6.3.2	环境试验分类	283
6.3.3	可靠性研制试验和可靠性增长试验	287
6.3.4	加速试验和工作环境试验	287
6.3.5	可靠性鉴定试验	290
6.3.6	现场试验	293
6.4	试验方法的确定	294
6.4.1	试验方法的内容	294
6.4.2	试验条件的剪裁	295
6.4.3	试验顺序的安排	297
6.4.4	环境试验射弹量的确定	298
6.4.5	统计试验方案的设计	299
6.5	环境应力水平的确定	300
6.5.1	确定原则	300
6.5.2	常温	300
6.5.3	高温	301
6.5.4	低温	302
6.5.5	淋雨试验	302
6.5.6	扬尘试验	305
6.5.7	扬尘淋雨	309
6.5.8	砂尘试验	309
6.5.9	河水	312
6.5.10	盐雾	315
6.5.11	泥水	316
6.5.12	脱脂	316
6.5.13	太阳辐射	317

6.6 环境适应性评估	317
6.6.1 数据的采集与录取	317
6.6.2 评估的数学模型	318
6.6.3 指标的转换及分配	322
6.6.4 数据的处理方法	323
6.6.5 评估方法	325
6.7 常规兵器环境试验方法	326
6.7.1 轻武器环境模拟试验	326
6.7.2 重兵器环境模拟试验	332
6.8 常规兵器环境试验典型设施	334
6.8.1 温度试验设施	335
6.8.2 重兵器综合环境试验设施	339
参考文献	346

## (下 册)

第7章 低温试验设备	347
7.1 制冷技术的热力学基础	347
7.1.1 制冷基本原理及获得低温的基本方法	347
7.1.2 逆向可逆循环、制冷循环的热力完善度	351
7.2 蒸汽压缩式制冷循环	356
7.2.1 逆卡诺循环	356
7.2.2 单级压缩蒸汽式制冷循环	357
7.2.3 双级压缩蒸汽式制冷循环	358
7.2.4 复叠式制冷循环	360
7.3 空气制冷循环	361
7.3.1 无回冷空气制冷循环	361
7.3.2 回冷空气制冷循环	362
7.4 蒸汽吸收式制冷	363
7.4.1 蒸汽吸收式制冷技术基础	363

7.4.2	蒸汽吸收式制冷原理 .....	363
7.4.3	溴化锂吸收式制冷设备组成 .....	365
7.5	氨制冷设备 .....	366
7.5.1	氨制冷系统设备 .....	367
7.5.2	氨制冷系统的运行 .....	371
7.5.3	氨制冷系统的安全技术 .....	372
7.6	液氮制冷技术 .....	377
7.6.1	液氮制冷技术基础 .....	377
7.6.2	液氮制冷主要设备 .....	378
<b>第8章</b>	<b>空气调节设备 .....</b>	<b>380</b>
8.1	环模室空气调节技术基础 .....	380
8.1.1	环模室的空调工艺条件 .....	380
8.1.2	环模室空调设备的组成概况 .....	381
8.2	环模室空气调节设备 .....	384
8.2.1	环模室的空调工艺流程 .....	384
8.2.2	室内空调设备 .....	386
8.2.3	夹套空调设备 .....	387
8.2.4	室内排烟系统 .....	388
8.2.5	除湿补气空调系统 .....	388
8.2.6	蒸汽加湿系统 .....	389
8.3	空调设备的工作原理和工作过程 .....	390
8.3.1	空调箱的降温过程 .....	390
8.3.2	电加热器的加热过程 .....	391
8.3.3	空调箱的加湿过程 .....	392
<b>第9章</b>	<b>沙尘试验设备 .....</b>	<b>394</b>
9.1	沙尘试验技术基础 .....	394
9.1.1	试验用沙尘 .....	394
9.1.2	试验装置的基本组成 .....	397
9.2	扬尘试验设备 .....	415

---

---

9.2.1	设备组成 .....	415
9.2.2	工作原理 .....	420
9.3	砂尘试验辅助设备 .....	422
9.3.1	标定设备 .....	422
9.3.2	砂尘加工设备 .....	423
<b>第 10 章</b>	<b>淋雨试验设备 .....</b>	<b>425</b>
10.1	淋雨试验技术基础 .....	425
10.1.1	基本定义 .....	425
10.1.2	降雨设备基础知识 .....	426
10.2	振动式淋雨试验设备 .....	431
10.2.1	设备基本原理及组成 .....	431
10.2.2	布雨器及雨强控制 .....	432
10.2.3	辅助设备 .....	441
10.2.4	设备操作 .....	441
10.2.5	设备的维护保养 .....	443
10.3	防水性试验和滴雨试验设备 .....	443
10.3.1	防水性试验设备 .....	443
10.3.2	滴雨试验设备 .....	444
10.3.3	设备相关问题说明 .....	446
10.3.4	典型的试验程序 .....	448
<b>第 11 章</b>	<b>浸河水试验设备 .....</b>	<b>450</b>
11.1	浸河水试验技术基础 .....	450
11.1.1	河水含沙量和流速 .....	450
11.1.2	泥沙的性质与分析 .....	451
11.1.3	试验装置的基本组成 .....	454
11.2	浸河水试验设备 .....	460
11.2.1	浸河水试验设备组成及工作原理 .....	461
11.2.2	浸河水试验装置操作使用 .....	469
11.2.3	维护保养 .....	472



11.2.4	设备常见的故障及解决方法 .....	473
<b>第12章</b>	<b>盐雾试验设备 .....</b>	<b>476</b>
12.1	概述 .....	476
12.2	盐雾试验技术基础 .....	478
12.2.1	盐雾的破坏作用 .....	478
12.2.2	盐雾的腐蚀机理 .....	479
12.2.3	试验的基本因素 .....	479
12.3	盐雾试验箱 .....	481
12.3.1	技术指标 .....	481
12.3.2	设备原理及组成 .....	482
12.3.3	设备操作 .....	485
12.3.4	设备维护保养及注意事项 .....	486
12.3.5	设备常见故障及排除 .....	487
12.4	步入式盐雾试验设备 .....	488
12.4.1	试验室组成 .....	488
12.4.2	盐雾试验设备组成 .....	488
12.5	盐雾试验的实现 .....	502
12.5.1	盐雾干燥交变试验 .....	502
12.5.2	连续喷雾试验 .....	503
<b>第13章</b>	<b>力学试验设备 .....</b>	<b>504</b>
13.1	力学试验技术基础 .....	504
13.1.1	力学试验 .....	504
13.1.2	力学试验相关问题说明 .....	505
13.2	振动试验设备 .....	507
13.2.1	振动试验 .....	507
13.2.2	振动试验设备 .....	507
13.3	冲击试验设备 .....	519
13.3.1	冲击试验 .....	519
13.3.2	冲击试验设备 .....	521