



国防科技图书出版基金

Weapon Tests and
Fields Design

兵器试验及试验场 工程设计

王东生 刘戈 李素灵 董文学 顾勇 等著



国防工业出版社

National Defense Industry Press



国防科技图书出版基金

兵器试验及试验场 工程设计

Weapon Tests and Testing Fields Design

王东生 刘戈 李素灵 董文学 顾勇 等著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

兵器试验及试验场工程设计/王东生等著. —北京:
国防工业出版社, 2017. 10

ISBN 978-7-118-11420-1

I. ①兵… II. ①王… III. ①武器试验-试验场
IV. ①TJ01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 243571 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)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 25 字数 487 千字

2017 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 168.00 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

致 读 者

本书由中央军委装备发展部国防科技图书出版基金资助出版。

为了促进国防科技和武器装备发展,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。这是一项具有深远意义的创举。

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中央军委装备发展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,由中央军委装备发展部国防工业出版社出版发行。

国防科技和武器装备发展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。开展好评审工作,使有限的基金发挥出巨大的效能,需要不断摸索、认真总结和及时改进,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 第七届评审委员会组成人员

主任委员 潘银喜

副主任委员 吴有生 傅兴男 赵伯桥

秘书长 赵伯桥

副秘书长 许西安 谢晓阳

委员 才鸿年 马伟明 王小谟 王群书

(按姓氏笔画排序) 甘茂治 甘晓华 卢秉恒 巩水利

刘泽金 孙秀冬 芮筱亭 李言荣

李德仁 李德毅 杨伟 肖志力

吴宏鑫 张文栋 张信威 陆军

陈良惠 房建成 赵万生 赵凤起

郭云飞 唐志共 陶西平 韩祖南

傅惠民 魏炳波

《兵器试验及试验场工程设计》

编 委 会

主 编 王东生

副 主 编 刘 戈 李素灵

编写人员 王东生 刘 戈 李素灵 董文学 顾 勇

杨天保 罗 飞 陶少萍 阎 翀 周 娟

胡晓锋 尚耀锋 张 鹏 孟庆华 荆术祥

王书平 雷 进 卫水爱 代 兰 刘 英

前 言

中华人民共和国成立 60 周年国庆阅兵式上展示了 52 种国产武器装备,近 90% 为首次亮相。30 个地面装备方队中有 ZTZ-99 式主战坦克、ZTZ-96A 式主战坦克、ZTD-03 式履带式伞兵战车、ZTD-05 式两栖步兵战车、ZBL-09 式轮式步兵战车、PLZ-05 式 155mm 履带式自行加榴炮、PLZ-07 式 122mm 履带式自行加榴炮、PHL-03 式 12 管 300mm 远程火箭炮、HJ-9 反坦克导弹、HQ-7B 防空导弹、HQ-9 地空导弹、HQ-12 地空导弹、YJ-83 反舰导弹、YJ-62 岸舰导弹、DF-15B 地地常规导弹及 DF-21C 地地常规导弹等。它们都是通过试验场的试验验收后参加阅兵式的。

研发和装备部队的每一支(挺、具)枪械、单兵发射器,每一门火炮、火箭炮,每一辆坦克、步兵战车,每一批弹药,都要经过试验场的射击试验(抽验)和行驶试验验收,许多则是要经过成百上千次试验场的试验才能得出最优化的兵器。

试验场有的占地很大,如美国的阿伯丁试验场占地 291km^2 ,白沙导弹靶场占地 10117km^2 ,我国有的试验场也占地几千平方千米。人们以为试验场就是一片空白之地,与战场差不多,但事实并非完全如此。

有些试验场就像小城镇一样,不但城镇功能齐全,还建设了许多特殊的建筑。例如,火箭橇试验装置,美国海军军械试验站(NOTS)加利福尼亚州中国湖火箭橇的轨道长度为 6553.28m ,新墨西哥州空军基地火箭橇的轨道长度为 10689.65m ,中国某试验场火箭橇的轨道长度为 6000m ,火箭橇的速度、加速度是高铁的几倍乃至几十倍,轨道的精度比高铁还高;又如,人工气候实验室,兵器可在其内进行 50°C 高温试验、 -70°C 低温试验、淋雨试验、扬尘试验、泥水试验、高原试验、热带试验和寒带试验等特种气候条件试验;再如,爆炸试验塔和爆炸试验井,弹药可在其内进行爆炸试验,以检验其爆炸和杀伤性能等,塔井结构特殊;再如,弹道靶道,可以进行飞行体的空气动力试验,靶道可具有恒温、恒湿、恒压和横风人工制造的气象功能试验条件等。

作者根据多年参加国防工程设计、兵器产品验收和安全评价的经验以及所掌握的材料撰著此书,旨在向大家介绍兵器试验场上的兵器试验项目及其工程设计原则、程序、内容、方法、方案、安全和设备仪器选择等,从工程设计、兵器产品验收、

安全评价及综合技术管理等方面介绍在工作过程中,如何避免出现质量问题甚至是事故,并给出预防措施,为技术管理人员、安全管理人员和有关领导提供技术依据,便于日常管理和培训。因为水中兵器试验内容较多,且有其特殊性,故本书中不包括这部分内容。

在此书的撰写过程中得到了陆军沈阳军事代表局、安徽省国防科技工业办公室、中国五洲工程设计有限公司、北方工程设计研究院有限公司及湖北卫东控股集团有限公司等的大力支持与帮助,南京理工大学外弹道教研室郭锡福教授对本书进行了全面的审阅,提出了许多指导性意见和建议,为本书出版付出了许多宝贵时间,解放军某部门韩立强政委、北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室冯顺山教授、安徽霍山科皖特种铸造有限公司陈象青董事长和西藏高争民爆物质有限责任公司白艳琼总经理提供了许多宝贵意见。本书著作过程中,还参考了许多国内文献资料,对它们的提供者,在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中疏漏之处在所难免,期待您的真知灼见。

作者

2017年5月

目 录

第 1 章 兵器试验场概论	1
1.1 试验场分类	1
1.1.1 按用途分类	1
1.1.2 按任务分类	4
1.1.3 按设置地点分类	4
1.2 试验场组成	5
1.2.1 管理区	5
1.2.2 射击场区	6
1.2.3 技术区	6
1.2.4 后勤支援区	6
1.2.5 危险品总仓库区	7
1.2.6 飞机场或停机坪	7
1.2.7 生活区	7
1.3 中国的试验场	7
1.4 美国的试验场	9
1.4.1 陆军试验机构	9
1.4.2 海军试验机构	9
1.4.3 空军试验机构	9
1.4.4 无仪器试验训练机构	10
1.4.5 三军大型试验场的占地规模	11
1.5 日本的试验场	11
1.6 法国的试验场	13
1.7 苏联(俄罗斯)的试验场	14
第 2 章 轻武器试验场	16
2.1 枪械射击试验	16
2.1.1 概述	16
2.1.2 枪械射击试验项目	17
2.1.3 密集度、准确度、射击精确度和命中概率	19

2.1.4	室内式枪械射击试验场	20
2.1.5	地下式枪械试验场	21
2.1.6	室内式枪械训练射击场	22
2.1.7	露天式枪械训练射击场	23
2.1.8	露天式枪弹射击场	25
2.1.9	高射机枪及枪弹野外射击试验场	29
2.1.10	枪弹头(弹丸)的收集方法	31
2.1.11	事故案例及防范措施	33
2.2	单兵武器试验场	34
2.2.1	手榴弹试验场	34
2.2.2	榴弹弹射器及其弹药试验场	39
2.2.3	自动榴弹发射器试验场	41
2.2.4	单兵火箭发射器及其弹药试验场	44
2.2.5	湖北卫东破甲杀伤枪榴弹试验场	48
2.2.6	火焰喷射器试验场	50
2.2.7	信号枪和信号弹试验场	52
2.2.8	事故案例及防范措施	55
第3章	火炮及弹药试验场	58
3.1	火炮试验	58
3.1.1	大口径自行火炮试验	58
3.1.2	小口径高炮试验	65
3.1.3	中大口径火炮水平射击试验	70
3.1.4	火炮牵引试验	77
3.1.5	地下式小口径舰炮航炮试验	79
3.1.6	机载航炮地面试验	83
3.1.7	事故案例及防范	88
3.2	火炮的弹药试验	90
3.2.1	露天式迫击炮弹试验	90
3.2.2	地下式迫击炮弹射击试验	96
3.2.3	火炮杀伤爆破榴弹试验	98
3.2.4	事故案例及防范措施	105
第4章	火箭及导弹试验场	114
4.1	火箭炮及火箭弹试验	114
4.1.1	概述	114
4.1.2	火箭炮及火箭弹的主要诸元	115

4.1.3	试验任务和试验项目	118
4.1.4	试验场的组成	119
4.1.5	火箭子母弹试验及试验场设计方案	120
4.1.6	靶道的长度和宽度计算	120
4.1.7	火箭弹试验场常用设备仪器的选择	121
4.1.8	事故案例与防范措施	122
4.2	反坦克导弹试验	125
4.2.1	概述	125
4.2.2	试验任务及试验项目	127
4.2.3	试验场组成及设施	127
4.2.4	试验场布置方案	128
4.2.5	反坦克导弹试验靶道设计要求	130
4.2.6	动破甲威力试验钢板靶设计	133
4.2.7	反坦克导弹对活动目标射击试验的要求	140
4.2.8	射击实施	141
4.2.9	反坦克导弹对活动目标靶射击试验方案	143
4.2.10	事故案例及防范措施	149
4.3	炮射导弹试验	151
4.3.1	概述	151
4.3.2	炮射导弹试验项目	152
4.3.3	炮射导弹试验场组成	153
4.3.4	炮射导弹试验场设计方案	154
4.4	肩射防空导弹试验	155
4.4.1	概述	155
4.4.2	肩射防空导弹及其发射装置靶场试验项目	156
4.4.3	肩射防空导弹及其发射装置靶场组成	156
4.4.4	肩射防空导弹及其发射装置对空目标射击靶场设计方案	157
4.5	制导炮弹试验	159
4.5.1	概述	159
4.5.2	制导炮弹及其发射装置试验场设计方案	160
第5章 抛撒空投及静态爆炸试验场		162
5.1	子母炮战斗部(子母弹丸)抛撒试验	162
5.1.1	概述	162
5.1.2	试验场任务	163
5.1.3	无控的炮弹布撒的范围	164

5.1.4	试验场组成及设计方案	165
5.2	航空炸弹空投试验场	170
5.2.1	概述	170
5.2.2	航空炸弹空投试验场主要试验项目	170
5.2.3	航空炸弹空投试验场建设内容及设计方案	171
5.3	弹丸(战斗部)的杀伤爆破试验	172
5.3.1	概述	172
5.3.2	破片的最大飞散半径	175
5.3.3	试验场的设计技术	177
第6章	坦克和步兵战车试验场	185
6.1	概述	185
6.2	坦克试车	186
6.2.1	试验任务	186
6.2.2	坦克试车项目及相应的建筑设施	186
6.2.3	坦克试车场行驶线路	191
6.3	坦克炮、坦克机枪射击试验	191
6.3.1	试验场任务	192
6.3.2	试验场组成	192
6.3.3	坦克炮、坦克机枪射击场方案	192
6.4	坦克装甲抗弹检验试验	193
6.4.1	试验任务	193
6.4.2	试验工艺	193
6.4.3	试验场的组成	193
6.4.4	坦克装甲抗弹检验试验场设计方案	193
6.5	坦克射击试验	195
6.5.1	坦克行进间对固定目标射击	195
6.5.2	坦克直接瞄准射击和在行进间对活动目标射击试验	195
6.5.3	坦克、步兵战车对固定靶及活动靶综合射击试验	196
6.5.4	射击跑道	199
6.5.5	活动靶及其轨道	199
6.5.6	坦克对固定靶射击试验	201
6.5.7	事故案例及防范措施	202
第7章	火箭发动机试验台(站)	205
7.1	火箭发动机试验台的分类	205
7.1.1	卧式固体燃料火箭发动机试验台	205

7.1.2	立式固体燃料火箭发动机试验台	208
7.2	固体燃料火箭发动机试验	209
7.2.1	概述	209
7.2.2	火箭发动机试验台的任务	210
7.2.3	火箭发动机试验台的测试项目	210
7.2.4	火箭发动机试验站的组成	212
7.2.5	火箭发动机试验台工程设计要求	213
7.2.6	火箭发动机试验台的安全要求	214
7.2.7	火箭发动机试验台设备选择	215
7.2.8	火箭发动机试验台的安全距离	216
7.2.9	火箭发动机试验台群布置方案	217
7.2.10	事故案例和防范措施	218
7.3	液体推进剂火箭发动机试验	219
7.3.1	概述	219
7.3.2	LPRM 试验台的任务	219
7.3.3	LPRM 的试验内容和方法	220
7.3.4	LPRM 试验台系统	224
7.3.5	LPRM 试验台(站)的组成及布置	225
7.3.6	液氢液氧 LPRM 试验台的组成及布置的方案	226
7.3.7	事故案例及防范措施	235
7.4	水下火箭发动机试验	237
7.4.1	概述	237
7.4.2	水下火箭发动机试验工艺流程及测试项目	237
7.4.3	水下火箭发动机试验台设计方案	238
7.4.4	水下火箭发动机试验以往出现的问题	239
第 8 章	模拟试验靶道(场)	240
8.1	火箭橇试验	240
8.1.1	概述	240
8.1.2	典型的火箭橇试验	243
8.1.3	火箭橇试验工艺	244
8.1.4	火箭橇试验靶道组成	245
8.1.5	火箭橇试验靶道设计方案	246
8.1.6	火箭橇试验场历史发生的问题和防范	247
8.2	平衡炮试验	248
8.2.1	概述	248

8.2.2	平衡炮试验工艺及设施	248
8.2.3	平衡炮试验场组成	250
8.2.4	平衡炮试验场设计方案	251
8.2.5	历史发生的问题和受到的启发	251
8.3	高速炮试验	251
8.3.1	概述	251
8.3.2	高速炮试验工艺及设施	253
8.3.3	高速炮试验场组成及要求	254
8.3.4	高速炮试验场设计方案	255
8.3.5	事故案例和防范措施	255
8.4	弹道炮试验	258
8.4.1	概述	258
8.4.2	弹道炮试验靶道的组成	261
8.4.3	迫击炮弹道炮的选型和强度计算	261
8.4.4	弹道炮试验靶道的设计方案	263
8.4.5	事故案例及防范措施	264
8.5	飞行体弹射试验	265
8.5.1	概述	265
8.5.2	弹射试验场组成	265
8.5.3	弹射试验工艺	266
8.5.4	弹射试验场设计方案	266
8.6	电磁轨道炮试验	267
8.6.1	概述	267
8.6.2	电磁轨道炮的研制和试验	269
8.7	轻气炮试验	270
8.7.1	概述	270
8.7.2	某研究所轻气炮的试验项目及试验条件	272
8.7.3	轻气炮实验室(靶道)的组成	272
8.7.4	闭式轻气炮实验室系统和建设方案	273
8.7.5	开式轻气炮实验室系统和建设方案	273
8.7.6	弹药安定性试验轻气炮	274
8.7.7	地下式轻气炮靶道	275
8.7.8	气体压力容器爆炸能量的估算	275
8.8	抛射试验	277
8.8.1	抛射试验靶道的试验内容及方法	277

8.8.2	抛射试验靶道设计方案	278
8.9	弹道靶道	278
8.9.1	概述	279
8.9.2	弹道靶道的用途	281
8.9.3	弹道靶道测试项目	281
8.9.4	弹道靶道的主要参数	283
8.9.5	弹道靶道的主要设备仪器	285
8.10	火炮模拟弹试验	286
8.10.1	概述	287
8.10.2	火炮填沙弹试验	287
8.10.3	火炮钢质实心弹丸试验	287
8.10.4	火炮水弹试验	287
8.10.5	火炮易碎弹试验	289
8.11	气候环境模拟试验	290
8.11.1	军用设备气候环境模拟试验内容	290
8.11.2	军用设备气候环境模拟试验的目的及条件	291
8.11.3	大型气候环境模拟实验室方案	292
第9章	爆炸试验塔(井)和销毁塔(井)	294
9.1	爆炸试验塔和销毁塔	294
9.1.1	概述	294
9.1.2	爆炸塔试验任务、试验项目、测试设备和仪器	296
9.1.3	爆炸试验塔和销毁塔几何形式的确定	297
9.1.4	爆炸冲击波超压及其作用时间的测试	299
9.1.5	静超压的计算	305
9.1.6	爆炸试验塔和销毁试验塔的抗爆金属门及通风口挡板的强度计算举例	306
9.1.7	爆炸试验塔超压计算举例	308
9.1.8	湖北卫东双体爆炸试验塔举例	321
9.1.9	事故案例及防范措施	322
9.2	爆炸试验井和销毁井	327
9.2.1	概述	327
9.2.2	爆炸试验井和销毁井试验项目及几何形式	329
9.2.3	江西某厂300g炸药爆炸试验井举例	331
9.2.4	中原某部爆炸试验井举例	332
9.2.5	西南某厂爆炸销毁井举例	333

9.2.6	烧毁炉	334
第 10 章	试验场设计技术	337
10.1	试验场地应具备的条件	337
10.2	试验场的外部安全距离	339
10.2.1	概述	339
10.2.2	枪械射击场的外部安全距离	340
10.2.3	火炮及弹药试验场的外部安全距离	340
10.2.4	射击炮位和枪位	343
10.3	试验场内危险性建筑物的危险等级划分	345
10.4	试验场内建(构)筑物间的最小允许距离	346
10.4.1	概述	346
10.4.2	危险性建(构)筑物间的最小允许距离	346
10.4.3	炮位与建筑物间的最小允许距离	347
10.5	兵器射击试验的振动	348
10.5.1	概述	348
10.5.2	火炮射击测试内容及测点布置	349
10.5.3	火炮射击振动加速度	349
10.5.4	火炮射击振动地面质点传播速度	353
10.5.5	火炮射击振动测试分析	354
10.6	专用车辆行驶的振动	355
10.6.1	靶场火车铁路专用线的振动	355
10.6.2	火炮牵引车行驶道路的振动	357
10.6.3	国内外相关规范的震动破坏标准	357
10.7	兵器试验场的脉冲噪声	358
10.7.1	概述	358
10.7.2	兵器的噪声值和射手位置的噪声值	359
10.7.3	兵器噪声对射手的伤害	361
10.7.4	事故案例及防范措施	363
10.8	未爆弹药的处理	366
10.8.1	试验场地内未爆弹药的清理及处理	366
10.8.2	事故现场未爆弹药的处理	367
	参考文献	371

Contents

Chapter 1 Introduction of Weaponry Testing Ground	1
1.1 Classification of Testing Ground	1
1.1.1 Classification by Purpose	1
1.1.2 Classification by Mission	4
1.1.3 Classification by Location	4
1.2 Composition of Testing Ground	5
1.2.1 Administration Area	5
1.2.2 Firing Range	6
1.2.3 Technical Area	6
1.2.4 Logistics Support Area	6
1.2.5 Hazardous Materials Storage Area	7
1.2.6 Airport or Apron	7
1.2.7 Living Area	7
1.3 China Testing Ground	7
1.4 American Testing Ground	9
1.4.1 Army Test Unit	9
1.4.2 Naval Test Unit	9
1.4.3 Air force Test Unit	9
1.4.4 No Instrument Experimental Training Unit	10
1.4.5 The Size of Large Scale Testing Ground	11
1.5 Japan's Testing Ground	11
1.6 French Testing Ground	13
1.7 Soviet(Russian) Testing Ground	14
Chapter 2 Light arms Testing Ground	16
2.1 Gun Firing Test	16
2.1.1 General Provisions	16
2.1.2 Testing Items of Gun Firing Test	17
2.1.3 Dispersion、Precision、Firing Accuracy and Hitting Probability	19