



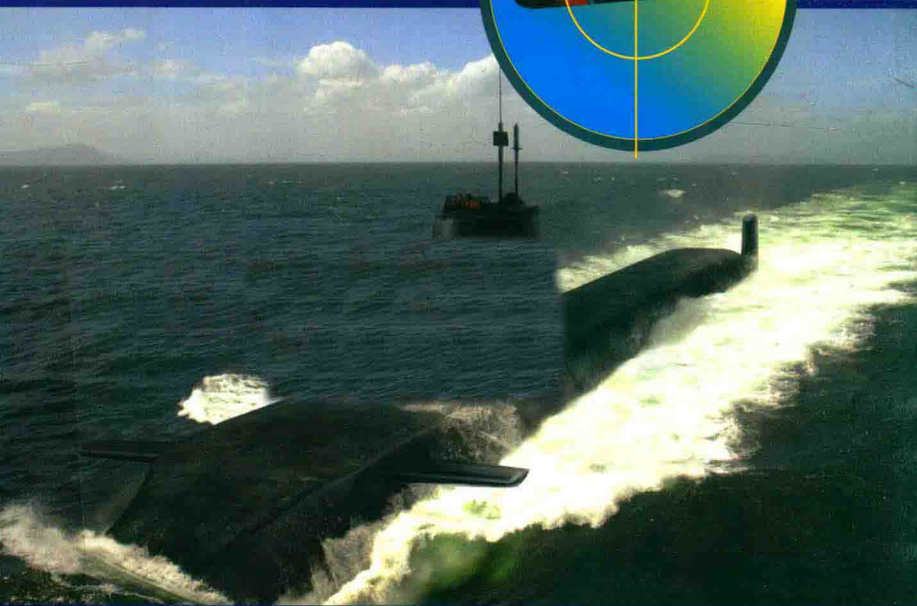
国防科技图书出版基金

水中兵器技术丛书

Test and Test Technique of Underwater Weapons

水中兵器试验与测试技术

苑秉成 高俊荣 等编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press



水中兵器技

国防科技图书出版基金

水中兵器试验与 测试技术

Test and Test Technique of
Underwater Weapons

苑秉成 高俊荣 等编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

水中兵器试验与测试技术 / 苑秉成, 高俊荣等编著.
—北京: 国防工业出版社, 2016. 9
(水中兵器技术丛书)
ISBN 978-7-118-10869-9

I. ①水… II. ①苑… ②高… III. ①水中武器—测试技术 IV. ①TJ6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 219673 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)

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 15⁵/₈ 字数 394 千字

2016 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 70.00 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

第六届评审委员会组成人员

主任委员 王 峰

副主任委员 宋家树 蔡 镭 杨崇新

秘 书 长 杨崇新

副 秘 书 长 邢海鹰 贺明

委 员 于景元 才鸿年 马伟明 王小谟
(按姓氏笔画排序)

甘茂治 甘晓华 卢秉恒 邬江兴

刘世参 芮筱亭 李言荣 李德仁

李德毅 杨 伟 肖志力 吴有生

吴宏鑫 何新贵 张信威 陈良惠

陈冀胜 周一宇 赵万生 赵凤起

崔尔杰 韩祖南 傅惠民 魏炳波

“水中兵器技术丛书”

编委会

主任委员	钱建平				
副主任委员	徐德民	侯正明	杜刚		
委员	李迺晋	蔡志鹏	王志杰	王中	段桂林
(排名不分先后)	董春鹏	石月明	高洪林	肖昌美	王根余
	马爱民	高俊荣	孙明太	唐献平	宋保维
	张效民	苑秉成	龚沈光	陈刚	赵治平
	余湖清	李凝	郭育	许波建	
办公室	赵京丽	张仁花	王正义	李嫣	

序

我国水中兵器事业走过了半个多世纪的发展历程,经历了仿制、自行设计、试验、生产、装备使用和更新换装的全过程。曾研制生产了多个型号的产品,装备部队使用,并大力开展国际交流与合作,为国防现代化做出了贡献,与此同时,也造就了一支科研、教学、生产、试验和维修服务的技术队伍。

我国水中兵器事业的发展及其在诸领域取得的巨大成绩,是老一代科研、教学、生产、试验、使用专业人员的辛勤工作和无私奉献的结果。在世纪之交和新老科技工作者交替的时刻,如何继承和发扬水中兵器界已有的宝贵的实践经验,总结所取得的具有突破性发展的高新水中兵器技术,已属当务之急。随着我国水中兵器技术的发展,也造就了一批有突出贡献、学术成就显著和有较高造诣的老中青科技优秀人才。他们的科技成就和工作经验是我国水中兵器事业的宝贵财富,及时地记录这些成就,是十分必要的。为进一步促进我国水中兵器的现代化发展,培养新一代科技人才,认真总结在型号研制、预先研究、科学试验和教学中的丰硕成果,编著一部以工程技术人员、大学高年级学生和研究生为对象,具有理论与工程实践相结合,具有指导和参考作用的技术丛书是十分必要的。

因此,当水中兵器界的专家们提出编写出版“水中兵器技术丛书”时,就立即得到了业界的热烈响应,得到了各领导机关的重视与支持,得到了国防科技图书出版基金评委会和国防工业出版社的鼎力资助,才使编写出版“水中兵器技术丛书”的计划得以实施。借此机会,特向上述各位领导和专家们致以热忱的谢意。

“水中兵器技术丛书”将包括该领域内的鱼雷和反鱼雷技术、

水雷和反水雷技术、深水炸弹及发射技术,以及相关的总体技术、系统技术和试验及测试技术。相信该丛书的出版将对我国水中兵器事业的发展具有承前启后,继往开来的重要作用,将是一件具有里程碑意义的工作。

李长印

2003年2月18日

前 言

水中兵器试验与测试技术属于水中兵器和试验科学的交叉技术领域,涉及机械、动力、电气、电子、信息、控制、计算机和仪器科学与技术等多个学科,是一个复杂的系统工程。当今水中兵器的性能越来越高,技术越来越复杂,研制、试验和技术保障要求不断提高。为获得更多顶用、耐用、实用、性能优越的水中兵器,满足高技术条件下现代海上战争,迫切需提高科研和使用阶段的水中兵器试验和测试技术水平,本书正是应这一需求而撰写的。目前水中兵器试验和测试技术发展主要体现在3个方面。一是科研阶段水中兵器试验应体现高效性,即试验方案最优,投入经费最省,信息获取量最大,试验周期最短,试验数据能够满足深入开展研制工作需要。近年来通用化、系列化、组合化的内外场试验测试平台、陆上半实物仿真试验平台发展迅速,提高了试验效率,节省了大量的人力、物力和财力,缩短了水中兵器的研制周期。二是使用阶段水中兵器技术保障试验测试体现了实效性,即注重功能检测,保障设备少,测试时间短,可靠性高。近年来在通用化测试平台、机动技术保障设备、水中兵器不分段整体测试技术等方面发展迅速,提高了测试设备的通用化水平,优化了技术准备流程,缩短了测试时间,减少了操作人员的工作强度。三是为水中兵器研制服务的基础性研究不断增强,即海洋场、目标场和水中毁伤效果等基础数据的获取,为新型水中兵器的设计、研制奠定了基础。如水下

噪声测量系统、水下目标声场、磁场、水压场测量系统、水下爆炸威力测量系统等,有效提高了现代水下武器的对抗反对抗能力和打击效果。本书根据现代水中兵器试验与测试技术领域的发展现状,内容安排上在兼顾系统性的基础上,论述了水中兵器试验与测试技术的基本概念、原理和方法,同时重点突出了水中兵器试验与测试技术领域,包括水中兵器实航试验、水下武器对抗试验、水下导航试验、水中兵器战斗部试验与测试、水中兵器自动测试与半实物仿真试验、水中兵器运动弹道测量等领域,近年来的研究取得了新理论、新方法和新技术成果。

在中国造船工程学会水中兵器学术委员会组织下,海军工程大学兵器工程系承担了《水中兵器试验与测试技术》的编著任务,组织了全书的编写工作。学校有关职能部门和相关院系、教研室、中国船舶重工集团公司第七五〇试验场、海军试验基地第四试验区等给予了大力支持,保证了本书的编写进度与质量。

本书作者长期从事水中兵器试验与测试技术领域的教学和科研工作,积累了大量的理论研究成果和丰富的工程实践经验,将水中兵器试验与测试技术的有关研究成果总结升华为本书内容。全书共分10章,其中:第1章对水中兵器试验与测试技术的基本问题、试验分类、技术发展、试验的总体设计等进行了介绍;第2章介绍了水中兵器试验相关的抽样检验、小子样试验、试验测量误差处理等基础理论;第3章详细阐述各种水中兵器及相关分系统的湖海实航试验和陆上试验方法;第4章讨论了水中兵器战斗部与引信的试验方法,重点讨论了水中爆炸机理和水中兵器爆炸试验测量等问题;第5章介绍了自动测试技术的发展,讨论了水中兵器自动测试系统的体系结构,重点介绍了声制导鱼雷的自动测试系统设计问题;第6章讨论了水中兵器陆上半实物仿真试验问题,重点

讨论了声制导系统的半实物仿真试验,讨论了系统的原理、组成及关键技术的解决方法;第7章讨论了水中兵器水下运动弹道测量问题,讨论了水声定位技术的原理、方法和定位误差,对主动式(合作目标)水下弹道测量系统和被动式(非合作目标)水下弹道测量进行了系统介绍;第8章讨论了水中兵器的遥控和遥测技术;第9章讨论了水中兵器的基础性信息获取问题,讨论了系统组成及工作原理,重点讨论了声场、磁场和水压场同点测量等关键技术;第10章讨论了水中兵器的空中弹道测量问题,内容涉及发展现状、系统组成原理,对空中弹道测量误差进行了分析。

本书主要作者有:苑秉成、唐波(编写第1章、第5章、第6章);胡伟文(编写第2章);高俊荣、周穗华、魏平(编写第3章);侯海量、张永坤(编写第4章);张明敏(编写第7章);林春生(编写第8章);刘忠乐(编写第9章);江南(编写第10章)。全书的框架结构、统稿与修改工作由苑秉成完成。邢瑶、连志强提供了部分章节的初稿。

本书的出版得到了中国造船工程学会水中兵器学术委员会、海军工程大学、西北工业大学航海学院、中国船舶重工集团公司第七五〇研究所、海军试验基地第四试验区等有关单位领导和专家的关心和支持。海军工程大学周曾素教授、周徐昌教授、张振山教授对本书的相关内容进行了审查,中国船舶重工集团公司第七五〇试验场组织有关专家对本书进行了全面审查并提出了许多宝贵意见和建议,孟蕾、熊宏锦参加了本书书稿的编辑、校对工作,在此一并表示衷心的感谢!作者在撰写过程中参阅了许多国内外发表的文献资料,亦谨向原劳动者表示谢意。

本书可供从事水中兵器设计的科研人员,以及在此领域内从事生产、试验和使用的技术人员使用,也可供高等院校有关专业的

师生参考。

由于作者水平有限,书中难免有不妥甚至错误之处,敬请读者批评指正。

编著者

2015年8月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 水中兵器试验与测试的作用与地位	7
1.3 水中兵器试验与测试技术发展	11
1.4 水中兵器试验分类	25
1.4.1 水中兵器试验	25
1.4.2 水中兵器试验分类	26
1.5 试验总体技术与设计方法	35
1.5.1 试验总体技术	36
1.5.2 试验设计方法	37
第 2 章 基础理论	40
2.1 抽样理论	40
2.1.1 抽样试验与中心极限定理	40
2.1.2 抽样检验	45
2.2 小子样试验分析评估	52
2.2.1 小子样试验	52
2.2.2 Bayes 统计分析的基本思想	53
2.2.3 验前信息获取	55
2.3 试验测量误差	56
2.3.1 误差的概念	56
2.3.2 测量误差分类	57
2.4 误差理论	59
2.4.1 系统误差估计	59
2.4.2 减少系统误差方法	60

2.4.3	减小随机误差方法	61
2.4.4	误差的传递和合成	63
第3章	水中兵器试验方法	65
3.1	概述	65
3.2	鱼雷总体性能试验	68
3.2.1	鱼雷航行稳定性试验	69
3.2.2	鱼雷航行机动性试验	69
3.2.3	鱼雷全航程试验	71
3.3	鱼雷自导控制系统试验	72
3.3.1	攻击固定靶试验方法	74
3.3.2	攻击活动靶试验方法	75
3.4	鱼雷尾流自导系统试验	77
3.4.1	可检测尾流长度试验	81
3.4.2	鱼雷沿尾流追击目标的速度试验	83
3.4.3	鱼雷沿尾流追击目标导引弹道试验	84
3.5	鱼雷线导系统试验	85
3.5.1	线导系统试验	88
3.5.2	线导导引攻击水下目标试验	89
3.5.3	线导导引攻击水面目标试验	90
3.5.4	复合制导导引攻击固定靶试验	91
3.6	鱼雷自导系统水声对抗试验	92
3.6.1	对抗气幕弹试验	96
3.6.2	对抗干扰器试验	97
3.6.3	对抗自航式声诱饵试验	98
3.6.4	综合对抗试验	99
3.7	水雷试验	100
3.7.1	水雷布放试验	101
3.7.2	目标通过试验	104
3.7.3	抗水中爆炸试验	108
3.7.4	火箭雷上浮试验	110

3.7.5	抗流和抗自然干扰试验	110
3.7.6	水雷服役期试验	112
3.7.7	水雷攻击目标试验	114
3.8	远程自航水雷导航与定位试验	115
3.8.1	概述	115
3.8.2	导航定位精度试验	117
3.9	声制导深弹试验	120
3.9.1	声自导搜索角试验	121
3.9.2	引信定时精度试验	122
3.9.3	触发引信灵敏域试验	122
3.9.4	隔爆效果试验	123
3.9.5	全弹 12m 跌落试验	124
3.9.6	爆炸毁伤试验	124
3.9.7	载机空中投放试验	126
3.9.8	飞机投放打击水下潜艇试验	128
3.10	超空泡射弹试验	130
3.10.1	超空泡产生机理	130
3.10.2	影响超空泡因素	132
3.10.3	超空泡射弹试验方法	134
第 4 章	战斗部试验与测试	138
4.1	概述	138
4.2	水中兵器引信试验	140
4.2.1	引信试验概述	140
4.2.2	鱼雷电磁引信试验	143
4.3	水中爆炸测量	147
4.3.1	水下爆炸基本现象	147
4.3.2	水下爆炸冲击波	149
4.3.3	水下爆炸气泡	155
4.3.4	水中兵器爆炸威力表征及测量方法	157
4.4	水下爆炸试验测量系统	162

4.4.1	系统组成及工作原理	162
4.4.2	系统工作流程	163
4.4.3	系统主要设备	164
4.5	水下爆炸威力试验及评估方法	168
第5章	水中兵器自动测试技术	178
5.1	概述	178
5.2	现代自动测试技术	179
5.2.1	现代自动测试系统体系结构	179
5.2.2	程控设备互连协议	181
5.2.3	现代自动测试系统分类	187
5.3	水中兵器自动测试系统	191
5.3.1	系统功能	191
5.3.2	系统组成与工作原理	192
5.3.3	基于 VXI 鱼雷自动测试系统	195
5.3.4	测试系统软件	196
5.4	自动测试系统接口调理	203
5.4.1	主要功能及指标	204
5.4.2	接口调理组成与工作原理	207
5.5	水中兵器热动力系统试验	213
5.5.1	测试参数	214
5.5.2	系统组成	215
5.5.3	系统工作原理	219
5.5.4	测试数据处理	221
5.5.5	数据处理结果曲线	223
第6章	水中兵器仿真试验技术	224
6.1	仿真试验技术概述	224
6.1.1	系统仿真的作用	224
6.1.2	系统模型	225
6.1.3	仿真试验的主要技术要求	226
6.2	声制导鱼雷仿真试验技术	229