

《水中兵器技术》丛书

Technology on Torpedo Warhead and Fuze 鱼雷战斗部与引信技术

沈哲 主编 肖素娟 南长江 步相东 副主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

《水中兵器技术》丛书

鱼雷战斗部与引信技术

Technology on Torpedo

Warhead and Fuze

沈 哲 主编

肖素娟 南长江 步相东 副主编

赵保瑚 马 珺 陈 喜 编 著

蒋 涛 白志科 徐亚绒

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

鱼雷战斗部与引信技术 / 沈哲主编. —北京: 国防工业出版社, 2009. 9

(水中兵器技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 118 - 06251 - 9

I. 鱼... II. 沈... III. ① 鱼雷战斗部 ② 鱼雷引信
IV. TJ63TJ43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 034804 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 8 字数 196 千字

2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 30.00 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 侯正明

《水中兵器技术》丛书

编委会

主任委员 陈天立

副主任委员 牟安成 侯正明 徐德民

委 员 张金奎 陈庆作 黄永庆 杜 刚 李乃晋

(排名不分先后) 蔡志鹏 邢文华 钱建平 于大方 段桂林

陈立强 杨赅石 陆 伟 金文凯 马爱民

唐献平 王坡麟 刘文化 宋锡东 张效民

宋保维 苑秉成 姬利晨 秦混乾 高俊荣

龚沈光 董春鹏 李 凝

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,为国防现代化作出了贡献,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,理论与工程实践相结合的,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。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '张杰' (Zhang Jie), with a long vertical stroke extending downwards from the right side.

2003 年 2 月 18 日

前 言

鱼雷是海军的主战武器,鱼雷战斗部与引信是鱼雷最终毁伤目标、实现作战目的必不可少的重要组成部分。各国海军都十分重视鱼雷战斗部与引信技术的研究,取得了显著的成果,并已应用到各型鱼雷中,使鱼雷的威力有了很大的提高。

在中国造船工程学会水中兵器学术委员会组织下,中国船舶重工集团公司第七〇五研究所承担了《鱼雷战斗部与引信技术》等书的编著任务,所内组成了主管领导负责的编写领导小组,组织了编写工作,有关职能部门和研究室给予了重要支持,保证了本书的编写进度和质量。

本书作者长期从事鱼雷型号研制、鱼雷战斗部与引信的设计、研究、试验和教学工作,在工作中积累了大量的理论知识和实践经验,总结升华为本书内容。全书共分9章,第1章概要介绍了鱼雷战斗部的作用、组成、发展趋势及战斗部的总体设计;第2章详细论述了爆破型战斗部和聚能战斗部的设计与试验;第3章概要介绍了鱼雷引信的作用、地位、组成、发展趋势及总体设计的原则、要点;第4章详细论述了主动电磁引信的原理与设计;第5章详细论述了主动声引信的原理与设计;第6章详细论述了磁感应引信的原理与设计;第7章详细论述了触发引信的原理与设计;第8章详细论述了引信安全系统的类型、原理及设计;第9章详细论述了传爆序列的类型、结构、原理、设计和试验。

本书作者有赵保瑚(第1章),步相东(第2章),肖素娟(第3、4、6章),陈喜、蒋涛、白志科(第5章),南长江(第7、8章),马

珺(第9章)。白志科参加了第3、5章,徐亚绒参加了第4、6章部分内容的编写。全书的框架结构与统稿、编辑工作由沈哲研究员、肖素娟研究员完成。

本书的编写得到了中国造船工程学会水中兵器学术委员会、第七〇五研究所、海军工程大学等有关单位领导和专家的关心和支持,七〇五所郭儒政研究员审查本书并提出了许多宝贵意见;在编辑过程中,七〇五所吕汝信等同志给予了很多帮助,丁平、朱健同志为本书制作了部分插图,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,亦谨向原著者表示谢意。

本书可供从事鱼雷总体、战斗部及引信专业的科研人员,以及在此领域内从事生产、试验和使用的技术人员参考,也可供高等学校相关专业的师生参考。

由于作者水平有限,书中难免有不妥甚至错误之处,请读者批评指正。

编著者

2008年6月

目 录

第1章 鱼雷战斗部概论	1
1.1 战斗部的组成和在鱼雷上的地位与作用	1
1.1.1 战斗部的组成	1
1.1.2 战斗部在鱼雷上的地位和作用	2
1.2 鱼雷战斗部的发展趋势	4
1.3 鱼雷战斗部总体设计	10
1.3.1 鱼雷战斗部总体设计的目标及内容	10
1.3.2 鱼雷战斗部的安全设计技术	11
1.3.3 鱼雷战斗部的威力设计	16
1.3.4 鱼雷战斗部的方案设计	17
第2章 鱼雷战斗部类型及试验	32
2.1 鱼雷爆破战斗部	32
2.1.1 概述	32
2.1.2 鱼雷爆破战斗部在水下爆炸的物理过程分析	33
2.1.3 鱼雷爆破战斗部水中爆炸参数计算	37
2.1.4 鱼雷爆破战斗部装药设计	41
2.2 鱼雷聚能战斗部	45
2.2.1 概述	45
2.2.2 自锻破片研究	48
2.2.3 聚能装药结构设计	52
2.3 鱼雷战斗部试验	54
2.3.1 鱼雷爆破战斗部静爆试验	54
2.3.2 鱼雷聚能战斗部威力试验	57
2.3.3 鱼雷战斗部环境条件试验	60
第3章 鱼雷引信概论	62

3.1	概述	62
3.2	鱼雷引信的分类、组成和特点	63
3.3	鱼雷引信的现状及发展趋势	66
3.3.1	国内外鱼雷引信现状	66
3.3.2	鱼雷引信技术的发展展望	67
3.4	鱼雷引信系统设计	69
3.4.1	鱼雷武器系统对引信的要求	69
3.4.2	引信系统总体方案设计	73
3.4.3	引信系统仿真技术	76
第4章	主动电磁引信	80
4.1	概述	80
4.2	主动电磁引信的工作原理	81
4.3	系统设计	83
4.3.1	电磁场在海水中的传播	83
4.3.2	反射电磁场	87
4.3.3	发射、接收天线配置方式	89
4.3.4	目标信号分析	90
4.3.5	系统参数设计	93
4.4	发射—接收天线设计	95
4.4.1	收发天线设计原则	95
4.4.2	发射天线	96
4.4.3	接收天线	98
4.5	电子组件设计	100
4.5.1	概述	100
4.5.2	引信接收机主要电路设计	104
4.6	抗干扰设计	111
4.6.1	引信干扰场分析	111
4.6.2	引信误动概率计算	113
4.6.3	引信抗干扰设计	115
第5章	主动声引信	118
5.1	概述	118
5.2	主动声引信系统原理	119

5.2.1	线性调频法测距原理	120
5.2.2	脉冲法测距原理	121
5.3	主动声引信主要技术指标分析	121
5.3.1	发射参数的选择	122
5.3.2	发射功率	123
5.3.3	关于门限值的选取	124
5.3.4	工作特性曲线	124
5.4	抗干扰技术	128
5.4.1	干扰成因分析	129
5.4.2	超声引信采用的主要抗干扰措施	135
5.5	声引信电路设计	137
5.5.1	鱼雷主动超声引信常用的原理方案	137
5.5.2	反潜通道声引信常用电路设计	140
5.5.3	反舰通道声引信常用电路设计	142
5.6	换能器探测装置设计	143
5.6.1	方向性的分析	143
5.6.2	安装部位的分析	147
第6章	磁感应引信	149
6.1	概述	149
6.2	磁感应引信目标信号分析	149
6.2.1	舰船磁场	149
6.2.2	感应引信目标信号特性	151
6.3	磁感应引信环境干扰分析	154
6.3.1	鱼雷运动形成的干扰	155
6.3.2	鱼雷机械振动干扰	157
6.3.3	水中爆炸引起的磁干扰	157
6.4	系统设计	158
6.4.1	磁感应引信的工作原理	158
6.4.2	系统参数设计	159
6.4.3	主要部件设计	161
第7章	触发引信	166
7.1	概述	166

7.2 惯性开关的设计	168
7.2.1 动作原理及结构	168
7.2.2 惯性开关的性能指标	169
7.2.3 设计计算	170
7.3 磁电触发开关	175
7.3.1 主要部件及工作原理	175
7.3.2 弹性惯性工作部件受力状态分析计算	176
7.4 触发探测及信号快速处理	180
第8章 安全系统	182
8.1 引信安全系统设计要求	182
8.2 安全系统的特征环境及信息控制	187
8.2.1 安全系统工作环境与选择原则	187
8.2.2 鱼雷发射及弹道环境分析	187
8.2.3 机电一体化(全电子)引信安全系统的信息控制	190
8.3 机电式安全系统	191
8.3.1 工作原理	191
8.3.2 水压保险机构	194
8.4 鱼雷全电子安全系统	199
8.4.1 全电子安全系统简述	199
8.4.2 全电子安全系统的设计原则	199
8.4.3 全电子安全系统的组成	203
8.4.4 鱼雷全电子安全系统	208
8.5 基于机电技术的鱼雷引信安全系统	212
第9章 传爆序列	216
9.1 概述	216
9.2 起爆方式组合	217
9.2.1 组合原则	217
9.2.2 典型组合顺序	217
9.2.3 典型元件组合框图	217
9.2.4 各元件的结构特点	218
9.3 各级施主与受主的能量与感度匹配	220
9.3.1 起爆器感度(起爆能量)	220

9.3.2	爆轰的传递	222
9.3.3	主发药柱与被发药柱传递	225
9.3.4	聚能起爆	226
9.3.5	隔爆安全性	227
9.3.6	常用装药品种	228
9.4	试验	228
9.4.1	性能试验	228
9.4.2	环境试验	229
参考文献		230

Contents

Chapter 1 Introduction to torpedo warhead	1
1.1 The components of warhead, and its status and functions in torpedo	1
1.1.1 The components of warhead	1
1.1.2 Status and functions of the warhead in torpedo	2
1.2 The development trend of torpedo warhead	4
1.3 The general design of torpedo warhead	10
1.3.1 Aims and contents of the torpedo warhead general design	10
1.3.2 Safety design technologies of the torpedo warhead	11
1.3.3 Power design of the torpedo warhead	16
1.3.4 Project design of the torpedo warhead	17
Chapter 2 Types and Tests of the torpedo warhead	32
2.1 Torpedo blasting warhead	32
2.1.1 Summary	32
2.1.2 Physical processes analysis of underwater explosion of torpedo blasting warhead	33
2.1.3 Parameters calculation of the torpedo blasting warhead underwater explosion	37
2.1.4 The charge design of the torpedo blasting warhead	41
2.2 Torpedo shaped-charge warhead	45
2.2.1 Summary	45
2.2.2 Study on the self-formed flinders	48
2.2.3 Configuration design of the shaped - charge	52
2.3 Test of the torpedo warhead	54