



水中兵器技术丛书

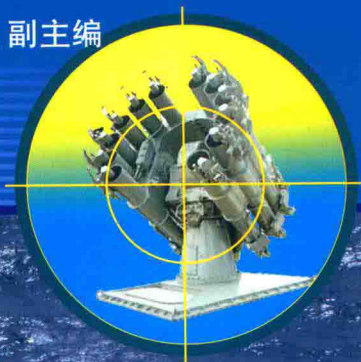
国防科技图书出版基金

Depth Charge Technology

深水炸弹技术

罗会彬 主编

贾跃 袁志勇 孙明太 副主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press



国防科技图书出版基金

水中兵器技术

深水炸弹技术

Depth Charge Technology

罗会彬 主编

贾跃 袁志勇 孙明太 副主编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

深水炸弹技术 / 罗会彬主编. —北京: 国防工业出版社, 2016.9

(水中兵器技术丛书)

ISBN 978-7-118-10842-2

I. ①深… II. ①罗… III. ①深水炸弹 IV.
①TJ65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 122869 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 850×1168 1/32 印张 12 $\frac{1}{8}$ 字数 302 千字

2016 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 60.00 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 邢海鹰 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

“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

深水炸弹是海军主要水中兵器之一,也是海军反潜作战的主战武器之一,自导深水炸弹技术的快速发展,特别是水下自动寻的和精确制导技术的应用,大大提升了深水炸弹打击潜艇目标的命中概率,从而使深水炸弹技术越来越受到海军的重视。

深水炸弹总体、引信、自导与控制、攻潜原理与方法是提高其水下自动寻的和精确制导能力的关键技术问题。微电子技术、计算机技术和信息处理技术等快速发展,促进了深水炸弹技术的不断进步。为了适应现代海战的需要,深水炸弹已由原来的无控火箭深水炸弹向具有自导和水下弹道控制的自导深水炸弹的方向发展。本书除叙述了无控火箭深水炸弹技术外,还较全面、系统地阐述了自导深水炸弹的技术,以求推动深水炸弹行业的进步与发展。

在中国造船工程学会水中兵器学术委员会的组织下,中国船舶重工集团公司第七一〇研究所(简称七一〇所)承担了《深水炸弹技术》一书的主编任务,有关职能部门及研究室给予了多方支持,海军大连舰艇学院、海军工程大学、海军航空工程学院的有关专家参与了本书的编写工作,保证了本书的编写进度和质量。

本书作者长期从事深水炸弹技术研究、设计、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,归纳总结而成本书。本书按深水炸弹、深水炸弹发射、深水炸弹作战作用的层次逻

辑展开著述,共9章。第1章简要介绍深水炸弹的历史沿革、现状、特点、分类、火箭深水炸弹、航空自导深水炸弹的组成和工作过程、深水炸弹及系统的发展趋势;第2章论述深水炸弹战术技术指标,射程、密集度及其影响因素,战斗部结构、装药、尾翼结构与原理,深水炸弹击水与过载、水下弹道等内容;第3章论述深水炸弹触发引信、定时引信、主动声脉冲引信的结构、原理;第4章论述深水炸弹自导技术的目标检测声学环境、目标检测理论以及参数估计和数字信号处理等内容;第5章论述深水炸弹水下弹道控制系统的导航器件、捷联惯导控制系统、舵机、俯仰控制系统、横滚控制系统的基本原理和控制规律等内容;第6章论述深水炸弹的空中火箭动力和水下电动力的结构与原理;第7章论述深水炸弹发射装置、发射装置控制系统、发射控制等内容;第8章论述火箭深水炸弹外弹道、攻潜原理与方法,航空深水炸弹攻潜原理与方法等内容;第9章论述深水炸弹攻潜作战时的各种射击误差分析与综合、深水炸弹攻潜命中概率计算的解析法和统计试验法,并分析深水炸弹命中概率影响因素及提高命中概率措施等内容。

本书主编七一〇所罗会彬研究员编写了第1、3、4章,其中海军大连舰艇学院贾跃教授、海军工程大学袁志勇教授、海军航空工程学院孙明太教授参与了第1章的编写,七一〇所王思丽研究员编写了3.2、3.3节,七一〇所陈韶华博士编写了4.4.4~4.4.6、4.4.8小节和4.7节,七一〇所贾云东工程师编写了4.5节;贾跃教授编写了第8、9章;袁志勇教授编写了第2、6、7章;孙明太教授编写了第8、9章中有关航空深水炸弹部分;七一〇所吴小涛博士、西北工业大学袁绪龙博士编写了第5章。全书的框架结构和统稿工作由罗会彬研究员、贾跃教授完成,袁志勇教授、孙明太教授协助统稿和校对工作。书中插图由七一〇所张翠兰研究员、陈兴球

高级工程师、汶宏刚工程师、喻剑工程师绘制。

本书的编写工作得到了国防工业出版社、中国造船工程学会水中兵器学术委员会、海军大连舰艇学院、海军工程大学、海军航空工程学院、七一〇所等有关单位领导和专家的关心和支持。本书编写过程中七一〇所姜世寰研究员、海军工程大学龚沈光教授给予了大力帮助,并多次审阅了书稿。海军大连舰艇学院马爱民教授、海军装备技术研究所罗永达高级工程师、海军装备研究院何心怡博士、西北工业大学王海燕教授、七一〇所杨有金研究员和喻国兆研究员审查了书稿,并提出了许多宝贵意见。编辑过程中得到了国防工业出版社许波建编辑的指导,得到了水中兵器学术委员会李凝,七一〇所穆廷善、韩召、张仁花、李嫣、张崇、鲍捷等同志的帮助,七一〇所陈雄洲研究员进行了书稿的文字校对工作。在此一并表示衷心的感谢!在本书编写过程中,参考了许多文献资料,但在参考文献中未能全部列出,在此向所有原创作者表示敬意!

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。

作者

2015年8月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 引言	1
1.1.1 历史沿革	1
1.1.2 现状	2
1.1.3 特点及分类	5
1.1.4 深水炸弹武器系统	6
1.2 火箭深水炸弹的组成和工作过程	7
1.2.1 组成	7
1.2.2 工作过程	8
1.3 航空自导深水炸弹的组成和工作过程	9
1.3.1 组成	9
1.3.2 工作过程	10
1.4 火箭深水炸弹发射装置	12
1.5 深水炸弹及系统的发展趋势	12
1.5.1 采用自导方式以提高精确打击能力	13
1.5.2 增大射程提高打击距离	14
1.5.3 提高威力以增强毁伤效果	15
1.5.4 扩展功能以适应不同作战需求	16
1.5.5 加装水下动力以扩大打击范围	19
1.5.6 实现武器系统自动化以提高快速反应能力	19
第 2 章 深水炸弹总体	20
2.1 总体战术技术指标	20
2.1.1 射程	20

2.1.2	威力	21
2.1.3	精度	21
2.1.4	安全性	23
2.1.5	可靠性	24
2.2	最大射程及其影响因素	24
2.2.1	主动段终点处的弹道切向倾角	26
2.2.2	主动段终点处的弹道系数	26
2.2.3	最大理想速度	28
2.3	密集度及其影响因素	29
2.3.1	方向散布的估算	29
2.3.2	距离散布的估算	30
2.3.3	影响距离散布因素分析	35
2.3.4	炮口速度	36
2.4	战斗部结构	40
2.4.1	战斗部外形	41
2.4.2	圆柱部长度	46
2.5	战斗部装药及威力	48
2.5.1	炸药类型	48
2.5.2	装药量的确定	50
2.5.3	聚能(破甲)作用	53
2.6	尾翼及空中稳定性	56
2.6.1	尾翼	56
2.6.2	空中稳定性	57
2.7	深水炸弹水下运动	60
2.7.1	附加质量和附加转动惯量	60
2.7.2	深水炸弹质心运动的矢量方程	61
2.7.3	深水炸弹质心运动微分方程组	63
2.7.4	深水炸弹的水中弹道特性	66
2.8	击水与过载	67
2.8.1	击水时的物理现象	67

2.8.2	最大撞击力的计算	69
2.8.3	过载系数	72
第3章	深水炸弹引信	74
3.1	概述	74
3.1.1	引信分类	74
3.1.2	不同类型引信的作用范围	76
3.1.3	引信主要技术指标	76
3.2	压电式触发引信	77
3.2.1	第一类压电引信	78
3.2.2	第二类压电引信	85
3.3	时间引信	88
3.3.1	阻容时间引信	88
3.3.2	专用电子时间引信	94
3.4	近炸引信	97
3.4.1	换能器及基阵指向性	97
3.4.2	探测距离与发射参数	99
3.4.3	目标判别	100
3.4.4	抗邻弹声干扰	102
3.4.5	触发优先	102
3.5	深水炸弹主动声脉冲多普勒引信	102
3.5.1	目标多普勒频差	102
3.5.2	多普勒频率提取	104
3.5.3	目标尺度识别	105
第4章	深水炸弹自导技术	106
4.1	自导系统组成	106
4.2	潜艇目标声学特性	113
4.2.1	潜艇目标被动声学特性	113
4.2.2	潜艇目标主动声学特性	114
4.2.3	目标特性研究方法	116
4.3	目标检测声学环境分析	116

4.3.1	海洋环境噪声	117
4.3.2	混响	118
4.3.3	流噪声	119
4.4	目标检测理论基础	120
4.4.1	发射波形	120
4.4.2	傅里叶变换与快速傅里叶变换	123
4.4.3	相关与频谱分析	123
4.4.4	时频分析	126
4.4.5	自适应滤波	128
4.4.6	小波分析	131
4.4.7	检测阈与 ROC 曲线	132
4.4.8	恒虚警检测	133
4.4.9	预处理(归一化处理)	136
4.5	参数估计	138
4.5.1	窄带信号方位估计方法	138
4.5.2	宽带信号方位估计方法	140
4.6	数字信号处理有关问题	141
4.6.1	混叠	141
4.6.2	泄漏	142
4.6.3	栅栏效应	142
4.6.4	量化信噪比与所需字长的关系	142
4.6.5	信号预处理	143
4.7	自导信号处理方法设计及实现举例	145
4.7.1	发射信号与波束设计	145
4.7.2	检测能力预测	145
4.7.3	预处理	146
4.7.4	检测与参数估计	147
第 5 章	深水炸弹水下弹道控制系统	150
5.1	概述	150
5.1.1	弹道控制系统的功能	150

5.1.2	组成和原理	151
5.2	导航器件	152
5.2.1	陀螺仪	152
5.2.2	深度传感器	159
5.3	舵机与舵回路	163
5.3.1	概述	163
5.3.2	电动舵机	165
5.3.3	电磁舵	165
5.4	捷联惯导系统基础	166
5.4.1	导航坐标系和参数定义	166
5.4.2	姿态解算	168
5.5	俯仰控制系统	171
5.5.1	系统的基本要求	172
5.5.2	系统组成	172
5.5.3	系统基本原理	173
5.5.4	系统常用控制规律	175
5.6	横滚控制系统	176
5.6.1	横滚的形成与影响	176
5.6.2	系统组成	176
5.6.3	系统基本原理	177
5.6.4	系统常用控制规律	178
5.7	弹道控制仿真	179
第6章	深水炸弹动力	181
6.1	火箭动力	181
6.2	电动力	196
6.2.1	电动力系统	196
6.2.2	电动机工作原理	197
6.2.3	螺旋桨	202
6.2.4	变速装置	205
6.2.5	电池	206