

鱼雷制造技术

Torpedo Manufacture Technique

李留成 主编 贾同民 王瑜 靳灵均 马小梅 副主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

《水中兵器技术》丛书

鱼雷制造技术

Torpedo Manufacture Technique

李留成 主编

贾同民 王瑜 靳灵均 马小梅 副主编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

鱼雷制造技术/李留成主编. —北京: 国防工业出版社, 2011. 7

(水中兵器技术丛书)

ISBN 978-7-118-07083-5

I. ①鱼... II. ①李... III. ①鱼雷 - 生产工艺
IV. ①TJ630.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 213518 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 12¼ 字数 311 千字

2011 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 45.00 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 第六届评审委员会组成人员

主任委员 刘成海

副主任委员 宋家树 蔡 镭 程洪彬

秘书长 程洪彬

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	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,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。

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '李' (Li), '长' (Chang), and '印' (Yin), which is a common way to sign one's name in Chinese.

2003 年 2 月 18 日

前 言

鱼雷是重要的水中兵器,主要用于攻击潜艇、水面舰艇和港口设施等。鱼雷制造技术就是鱼雷制造过程中的许多关键技术,制造技术为产品性能实现提供保证。制造技术与设计技术随着科技的进步,既共同发展,又相互制约。现代海战对鱼雷提出了更高性能要求,高性能鱼雷对鱼雷制造技术也不断地提出了新的更为严格的要求。在鱼雷研制和生产过程中,随着国内外新工艺、新方法、新设备的采用,使得我国鱼雷制造水平也不断地获得新的发展和提高。本书旨在将鱼雷制造过程中丰富的实践经验科学化、理论化、系统化,使这些宝贵的精神成果,见之于文字,传之于后世,同时为鱼雷制造技术的发展提供有价值的技术资料。

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《鱼雷制造技术》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以及第八七二厂、第八七四厂给予了重要支持,保证了本书的编写进度和质量。

本书作为多年鱼雷武器加工制造工艺方面的实践工作总结,反映了多年鱼雷制造技术的成果。主要由从事鱼雷制造技术研究和其相关专业教学的科技工作者集体编写而成。全书共由7章组成,各章之间既有内在联系,又有一定的独立性。第1章概述鱼雷武器的组成及结构特点(从制造技术角度);第2章阐述鱼雷常用材料及其加工特性;第3章介绍鱼雷的制造工艺;第4章列举鱼雷典型机械零部件的加工技术;第5章描述鱼雷典型电子功能模块

的加工技术;第6章涉及鱼雷研制过程中的典型组部件装配调试和试验技术;第7章简述鱼雷的全雷总装技术。

本书由李留成任主编,由贾同民、王瑜、靳灵均和马小梅任副主编。各章主要作者有李成仁、马小梅(第1章),孟家燕、贾同民、徐红军(第2章),严兴洲、苗洪涛、刘芳荣、石艳、沙莉、原跃宾、卫进虎、杨东力、崔新安、赵云成(第3章),王金棠、王勤娟、高卓(第4章),王永斌、侯军营、王荣军、石艳、甄玲、程武奎、牛得豫、蒋勇、吴英俊(第5章),易红、靳灵均、严光宏(第6章),张余民(第7章)。

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、第七〇五研究所、第八七二厂、第八七四厂、西北工业大学等有关单位领导和专家的关心和支持;在编辑过程中,第七〇五所俎志宏、赵京丽,第八七二厂吴英俊,第八七四厂李子强等同志给予了很多帮助,在此一并表示衷心感谢!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。

本书可供从事鱼雷武器的设计、生产、试验、管理和使用的科研及工程技术人员参考,也可供高等院校相关专业的师生参考。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编著者
2010年4月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 鱼雷武器的结构特点	1
1.1.1 鱼雷武器的基本组成	1
1.1.2 鱼雷武器的结构特点	3
1.2 鱼雷武器的制造技术特点	4
1.2.1 典型零件的机械加工工艺特点	4
1.2.2 鱼雷武器的装配、调试及试验的工艺特点	7
1.2.3 热加工工艺在鱼雷加工技术中的应用	7
1.2.4 鱼雷电子产品的制造工艺特点	7
1.3 鱼雷武器制造技术的发展趋势	12
1.3.1 国外鱼雷武器制造技术的发展趋势	13
1.3.2 国内鱼雷武器制造技术的发展趋势	13
第 2 章 鱼雷用材料及其加工特性	15
2.1 概述	15
2.1.1 材料的力学性能	16
2.1.2 材料的工艺性能	18
2.1.3 金属材料的状态	23
2.2 原材料的准备与检验	26
2.3 鱼雷用金属材料及其加工特性	27
2.3.1 钢铁材料	27
2.3.2 铜及铜合金	31
2.3.3 铝及铝合金	36
2.3.4 镁及镁合金	42
2.3.5 钛及钛合金	43
2.3.6 高温合金	45

2.3.7	精密合金	46
2.3.8	钨基重合金	48
2.3.9	磁性材料	48
2.4	鱼雷用非金属材料的加工特性	51
2.4.1	阻尼材料	51
2.4.2	隔热材料	53
2.4.3	声学材料	54
2.5	陶瓷材料和特种金属材料的加工特性	60
2.6	密封材料的加工特性	61
2.6.1	静密封	62
2.6.2	动密封	65
2.7	涂层材料	69
2.8	胶黏剂	70
2.9	润滑材料和液压油	73
2.9.1	润滑材料	74
2.9.2	液压油	76
2.10	浸银炭石墨材料	77
2.10.1	浸银炭石墨阀座材料的性能	78
2.10.2	关于浸银炭石墨材料的设计、加工和使用	82
第3章	鱼雷制造工艺	84
3.1	概述	84
3.2	机械加工工艺	84
3.2.1	机械加工工艺规程的制定	84
3.2.2	零件机械加工质量	95
3.3	电子产品制造技术	106
3.3.1	电子产品制造工艺规程	106
3.3.2	元器件筛选技术	111
3.3.3	电子产品装联技术	119
3.3.4	电子产品调试技术	125
3.3.5	环境应力筛选试验技术	127
3.3.6	三防处理技术	131
3.3.7	环境试验技术	133

3.4 精密小型零件制造技术	137
3.4.1 扭杆制造技术	138
3.4.2 定子、转子叠片部件制造技术	141
3.4.3 马达房壳体制造技术	145
3.5 热加工工艺	150
3.5.1 锻造与铸造工艺	150
3.5.2 焊接工艺	169
3.5.3 电火花加工工艺	179
3.5.4 热处理工艺	189
3.5.5 表面处理工艺	209
第4章 鱼雷典型机械零部件制造技术	221
4.1 概述	221
4.1.1 零件的典型化	222
4.1.2 零件结构要素和毛坯的典型化	222
4.2 鱼雷壳体加工	223
4.2.1 鱼雷壳体基本要求	223
4.2.2 回转类壳体的毛坯	224
4.2.3 回转类壳体的主要工艺安排	225
4.2.4 回转类壳体零件的加工	226
4.3 异型壳体的加工	229
4.3.1 带鳍板的雷尾壳体的毛坯	229
4.3.2 带鳍板的雷尾壳体的特点	229
4.3.3 带鳍板的雷尾壳体的加工	230
4.4 燃烧室制造技术	232
4.4.1 配气阀体的结构特点及工艺分析	232
4.4.2 鱼雷燃烧室壳体的结构特点和工艺分析	235
4.5 空心细长轴的加工	236
4.5.1 结构特点及功能特性分析	237
4.5.2 结构特点及工艺性分析	238
4.5.3 空心轴类零部件的工艺过程安排	239
4.5.4 空心轴工序内容及加工方法的分析说明	239
4.6 楔环的加工	241

4.7	流量调节器壳体的加工	244
4.7.1	流量调节器壳体的基本要求	245
4.7.2	毛坯形式	245
4.7.3	主要工艺安排	245
4.7.4	流量调节器壳体的加工	246
4.8	推进器制造技术	249
4.8.1	螺旋桨的特点	249
4.8.2	螺旋桨的加工	249
4.8.3	基准的选择	250
4.8.4	主要加工工序的安排	250
4.9	斜轴的加工	253
4.9.1	斜轴的基本要求	254
4.9.2	加工工序的安排	254
4.10	线导线团制造技术	260
4.10.1	线导线团的结构形式	261
4.10.2	线导导线	262
4.10.3	黏结剂	263
4.10.4	绕制	265
4.10.5	检验	266
4.11	光纤线团制造技术	266
第5章	鱼雷典型电子功能模块制造技术	271
5.1	概述	271
5.2	声学装置制造技术	273
5.2.1	换能器单元制造技术	274
5.2.2	声学装置减振器制造技术	275
5.2.3	自导头的橡胶硫化制造技术	278
5.2.4	声学装置匹配调试技术	282
5.2.5	声学装置机械制造技术	283
5.3	控制系统典型组件制造技术	286
5.3.1	控制组件装配与调试技术	286
5.3.2	舵机装配与调试技术	290
5.4	陀螺组件制造技术	291

5.4.1	陀螺电机制造技术	292
5.4.2	信号传感器制造技术	294
5.4.3	力矩马达制造技术	295
5.5	引信系统典型组部件制造技术	297
5.5.1	引信接收器制造技术	298
5.5.2	引信辐射器制造技术	299
5.5.3	引信接收机调试技术	301
5.6	战斗部典型组部件制造技术	302
5.6.1	惯性开关的装配调试	303
5.6.2	爆发器制造技术	305
5.7	计算机芯片应用软件复制和管理技术	311
第6章	鱼雷典型组部件装配调试与试验技术	313
6.1	自导系统水池试验	313
6.1.1	发射波束指向性测试	313
6.1.2	发射波形测试	315
6.1.3	发射声源级测试	317
6.1.4	满功率发射稳定性试验	319
6.1.5	接收波束指向性测试	320
6.1.6	接收灵敏度测试	322
6.1.7	检测灵敏度测试(自导作用距离预估)	324
6.1.8	接收处理增益测试	326
6.1.9	系统参量估计(距离、频率、方位)检测算法试验	328
6.1.10	目标识别功能试验	331
6.1.11	水声反对抗功能试验	332
6.1.12	尾流检测功能试验	333
6.2	发动机装配与调试	334
6.2.1	鱼雷热动力发动机概述	334
6.2.2	发动机装配和调试技术	339
6.3	动力装置试验	346
6.3.1	冷车磨合振动诊断试验	346
6.3.2	热车功率试验	348
6.4	鱼雷壳体强度稳定性试验	355

第7章 鱼雷总装技术	359
7.1 概述	359
7.2 总装操作	360
参考文献	368