

《水中兵器技术》丛书

Torpedo Launching Technology

鱼雷发射技术

段浩 李经源 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

《水中兵器技术》丛书

鱼雷发射技术

Torpedo Launching Technology

段 浩 李经源 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

鱼雷发射技术 / 段浩, 李经源主编. — 北京: 国防工业出版社, 2015.4

(水中兵器技术丛书)

ISBN 978-7-118-10054-9

I. ①鱼… II. ①段…②李… III. ①鱼雷发射装置
IV. ①TJ63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 058323 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 插页 1 印张 14 字数 354 千字

2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 75.00 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

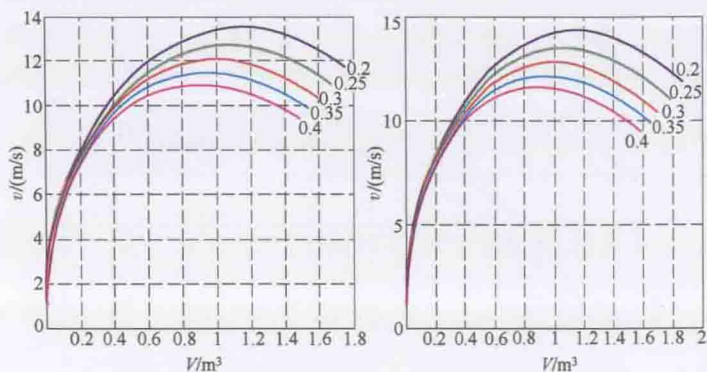


图 4-5 速度与压出水量的关系

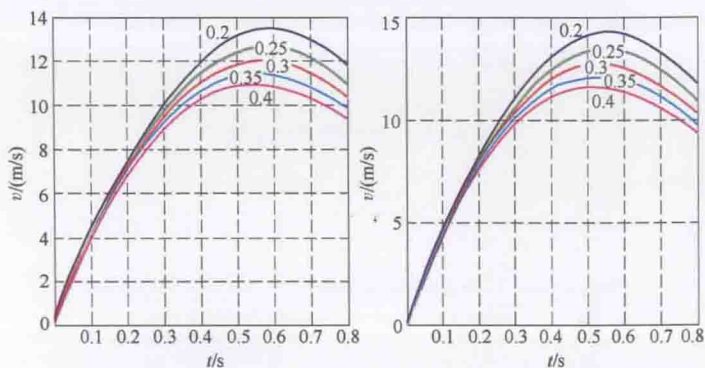


图 4-6 速度与时间的关系

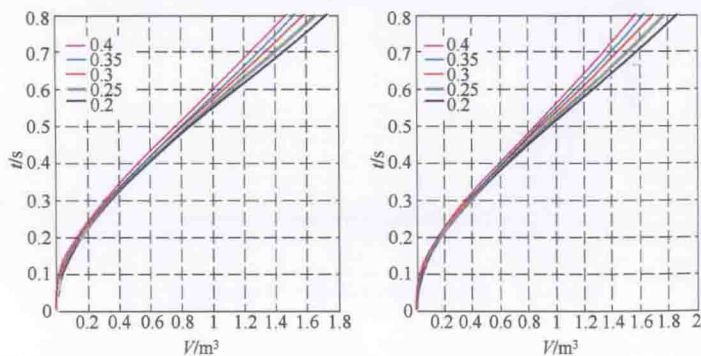


图 4-7 压出水量与运动时间的关系

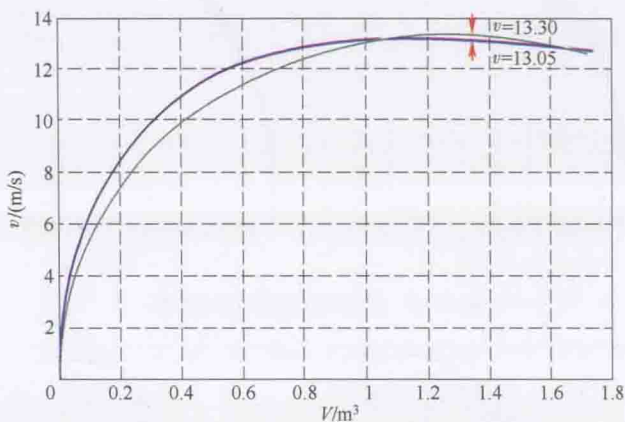


图 4-15 运行速度的比较

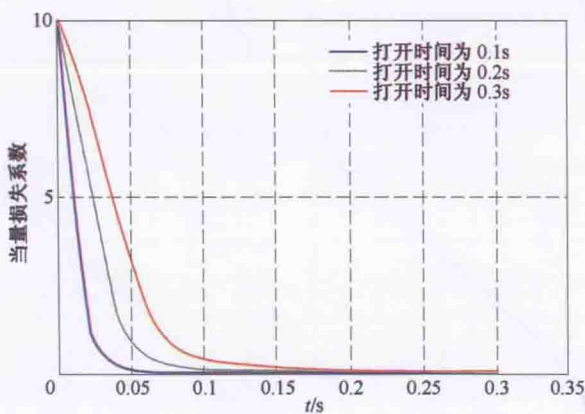


图 4-17 闸阀当量损失系数与开启时间的关系

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 杨崇新

秘书长 杨崇新

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	陈庆作	张宁	崔立	王光宇	李乃晋
(排名不分先后)	蔡志鹏	杨赅石	熊克仁	段桂林	董春鹏
	石月明	高洪林	肖昌美	姬利晨	马爱民
	高俊荣	孙明太	唐献平	宋保维	张效民
	苑秉成	龚沈光	黎佑铭	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。

李长印

2003年2月18日

前 言

鱼雷发射技术是实施鱼雷及类似武器发射所涉及的技术总称,是鱼雷发射装置的研发以及基于鱼雷发射装置发射(含布放、回收)鱼雷等武器、器材的技术基础。鱼雷发射装置(系统)则是实施鱼雷等武器发射的平台,能发射的武器和器材包括鱼雷、水雷、导弹、诱饵、干扰器等。

自鱼雷发射技术研究室建立以来,经历长期的科研实践磨砺,一大批从事鱼雷发射技术研究的工程技术人员成长为资深的研发专家和工程技术骨干。为了将长期科研实践中形成的鱼雷发射技术理论和工程技术经验进行科学总结,形成一套完整的鱼雷发射技术专著十分必要。由第七〇五研究所刘家铨研究员于2003年主编的《鱼雷发射装置概论》一书介绍了鱼雷发射装置的发展历史,概述了各型鱼雷发射装置的基本原理及组成。

作为承上启下之作,本书侧重于详细阐述各型主要发射系统的分析计算方法、设计原理和设计方法、瞬态发射过程的动态特性分析及弹道仿真、发射过程振动噪声的分析控制、发射控制技术、仿真技术在鱼雷发射装置研制中的应用、发射装置使用寿命验证技术等内容。

本书作为发射技术专著,旨在为从事鱼雷发射技术及鱼雷武器系统科研、生产、教学和保障的专业人员提供参考。

全书共分为10章,其中:第1章叙述了国内外鱼雷发射装置

的发展概况,鱼雷发射的任务、方法及技术,鱼雷发射装置的定义、分类及基本组成,各种发射方式的特点及适用性,以及鱼雷发射装置的主要参数体系。第2章阐述了水面发射的技术特点、总体设计、运动分析、载荷分析和中间弹道及空中弹道计算等方面的内容。第3章叙述了水下发射涉及的技术问题、安全互锁设计,以发射管管体为例的大型薄壁圆筒的现代设计方法,以涡轮泵叶轮为例的关键结构件应力应变分析等内容。第4章以弹性发射系统为例,阐述了水下平衡式发射的内弹道分析方法和过程,推演相关的内弹道方程;阐述了气动不平衡式发射系统设计的方法、思路;阐述了基于数值模拟、模型试验的涡轮泵发射系统关键组部件的性能优化技术。第5章阐述了管内武器控制、发射系统动作机构控制、发射能量释放的瞬态控制、发射控制设备设计等方面的内容。第6章系统阐述了仿真技术在发射过程动态分析及发射系统研制中的应用,主要包括发射系统物理仿真及模型试验的相似原理、发射装置研制过程中的数学仿真、鱼雷发射的物理仿真试验及可视化技术在发射控制中的应用等内容。第7章阐述了水面舰艇及水下鱼雷发射装置的试验种类、试验内容及试验方法、试验设施及专用设备,发射装置试验测试技术。第8章阐述了发射噪声产生机理及其危害、水下发射装置管体结构声辐射特性、发射振动的控制、发射噪声的治理等内容。第9章主要阐述了武器装备使用寿命验证技术研究方法、基于现场使用的使用寿命验证技术、基于加速试验的使用寿命验证技术等内容。第10章叙述了弹性发射技术、液压储能发射技术、水下共管发射技术、外置发射技术、水面模块化发射技术、电磁发射技术等新型鱼雷发射技术,以及鱼雷发射装置与水下航行器相结合而衍生的新装备、新技术,并对鱼雷发射技术未来发展趋势做出了展望。

本书第1章由刘家铨、郑奇辉、何佳磊编写;第2章由刘家铨、何佳磊、吴彬、师杰编写;第3章由刘家铨、丁翔、王浩源、李经源、黄科、高兴编写;第4章由段浩、杨华斌、王行元编写;第5章由谢忠、赵林华、苟春、吴斌、贾国涛、马雄、李婷编写;第6章由段浩、郑枫、郑涛、刘家铨编写;第7章由刘家铨、赵林华、郑涛、吴一帆编写;第8章由廖长江、鲁子双、叶明刚、周川编写;第9章由李经源、欧阳翠波编写;第10章由段浩、李经源、周宁波、许磊、史宇辉、丁乃川编写。全书由段浩、李经源组织编写,张严主审。李继永、董明阳、王晶、王艳萍等也参加了部分编写、编辑的工作。

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、国防工业出版社、第七〇五研究所、海军工程大学、西北工业大学、海军装备研究院等有关单位领导和专家的关心和支持。第七〇五研究所的杨頔石、熊克仁、郝宝安、王云、胡云松、马云、聂晶、黎佑铭、陈刚、陈彦勇、吴文、周辉等专家对书稿的编写进行了指导,国防工业出版社的唐应恒、许波建、七〇五研究所的赵京丽等同志给予了诸多帮助,七〇五研究所昆明分部主管研究生教育的吴峻青、甘璐也对本书的出版提出了希望,在此一并表示衷心地感谢!作者在撰写过程中参阅了许多国内外发表的文献资料,亦谨向原著者致以谢意!

由于作者水平有限,书中难免有不足之处,敬请广大读者批评指正。

编著者

2014年8月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 鱼雷发射装置的发展概况	1
1.1.1 鱼雷与潜艇的发明与发展	1
1.1.2 水面鱼雷发射装置发展概况	4
1.1.3 潜艇鱼雷发射装置发展概况	7
1.2 鱼雷发射的任务、方法及技术	9
1.2.1 鱼雷发射装置的任务	9
1.2.2 鱼雷发射的方法及技术	10
1.3 鱼雷发射装置的定义、分类及基本组成	12
1.3.1 鱼雷发射装置的定义、演变及扩展	12
1.3.2 鱼雷发射装置的分类	15
1.3.3 鱼雷发射装置的基本组成	18
1.4 各种发射方式的特点及适用性	24
1.4.1 自航式发射的特点及适用性	24
1.4.2 气动不平衡式发射的特点及适用性	25
1.4.3 往复泵式发射的特点及适用性	26
1.4.4 气动冲压式发射的特点及适用性	29
1.4.5 涡轮泵式发射的特点及适用性	30
1.5 鱼雷发射装置的主要参数体系	32
1.5.1 鱼雷发射装置的主要战术技术指标	32
1.5.2 鱼雷发射装置的功能与性能	37
1.5.3 发射装置与舰艇和武器系统的接口关系 及装船要素	42

第2章 水面发射技术	44
2.1 水面发射的技术特点	44
2.2 水面发射装置的总体设计	46
2.2.1 总体方案设计	46
2.2.2 发射装置总体参数设计与计算	49
2.2.3 发射装置的总布置设计	65
2.3 水面发射装置运动分析	67
2.3.1 运动坐标系	67
2.3.2 运动分析	76
2.4 水面发射装置载荷分析	88
2.4.1 载荷种类	88
2.4.2 载荷分析	89
2.5 发射鱼雷的中间弹道及空中弹道	96
2.5.1 中间弹道及空中弹道的定义	96
2.5.2 静态发射时鱼雷的中间弹道和空中弹道	97
2.5.3 动态发射(有舰速、有摇摆)时鱼雷的中 间弹道和空中弹道	102
第3章 水下发射技术	110
3.1 水下发射涉及的技术问题	110
3.2 安全互锁设计	114
3.3 大型薄壁圆筒的现代设计方法	118
3.3.1 管体结构强度和稳定性	118
3.3.2 管体结构优化设计方法	122
3.4 结构件应力—应变分析	127
3.4.1 利用解析法求解应力—应变特性	127
3.4.2 利用能量法研究叶轮转动过程中的能 量特性	138
第4章 内弹道与发射系统设计	146
4.1 水下发射过程的内弹道分析	146
4.1.1 发射管内流动的基本方程	146

4.1.2	基于受力分析法的发射过程数学模型	150
4.1.3	发射过程动力学方程(内弹道方程)解的特性及求解方法分析	152
4.1.4	基于能量分析法的发射过程数学模型及求解分析	162
4.1.5	动态特性求解结果	166
4.1.6	考虑发射阀开启过程的参数特性	177
4.2	气动不平衡式发射系统设计	180
4.2.1	气动不平衡式发射系统工作原理和组成 ..	180
4.2.2	不平衡式发射规律的控制	183
4.2.3	无泡无倾差系统的控制	192
4.3	涡轮泵发射系统混流泵水力性能优化	202
4.3.1	武器运动与混流泵性能的关联性	202
4.3.2	混流泵水力优化设计	204
4.3.3	结论	214
第5章 发射控制技术		215
5.1	管内武器控制	215
5.1.1	温度监控	215
5.1.2	武器设定	216
5.1.3	与武器电连接解脱控制	219
5.2	发射装置控制	220
5.2.1	装置动作机构控制	220
5.2.2	发射能量释放的控制	223
5.3	发射控制设备设计要点	235
5.3.1	系统架构	235
5.3.2	控制流程设计	239
5.3.3	发控设备模拟训练功能设计	242
第6章 仿真技术在发射装置研制中的应用		245
6.1	概述	245
6.2	物理仿真及模型试验的相似原理	246