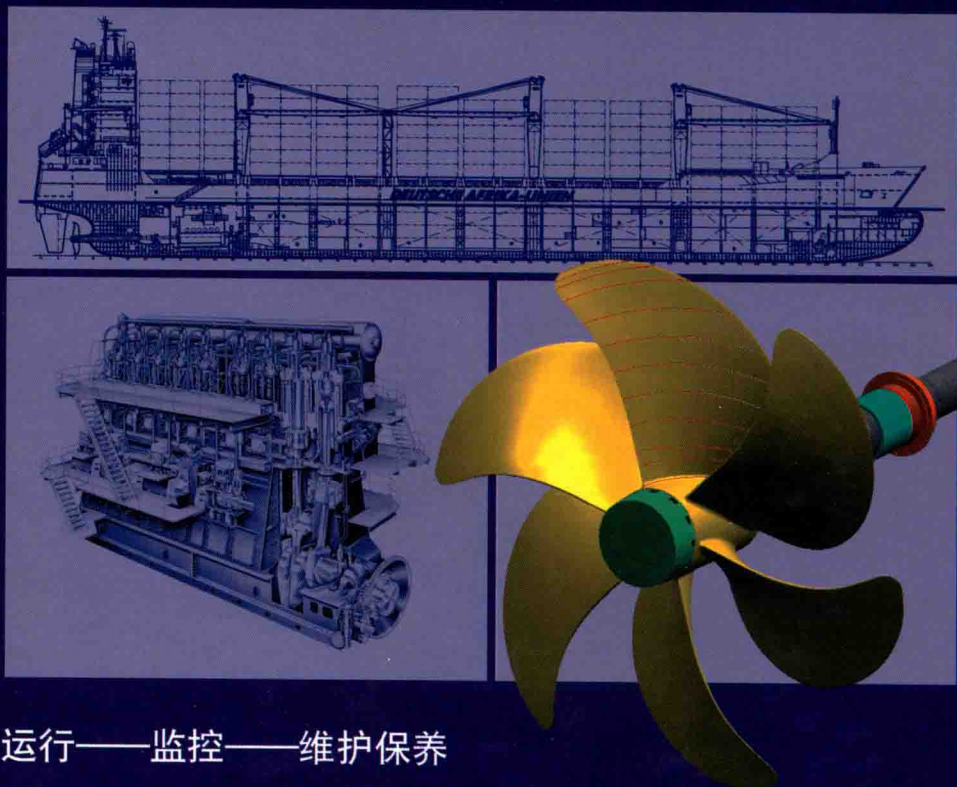


德文版主编 汉斯海因里希·迈尔-彼得 (Hansheinrich Meier-Peter)
弗兰克·伯恩哈德 (Frank Bernhardt)

中文版主审 陈 刚 宋新新

船舶工程技术手册

(修订版)



运行——监控——维护保养



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

船舶工程技术手册

(修订版)

德文版主编 汉斯海因里希·迈尔-彼得 (Hansheinrich Meier-Peter)
弗兰克·伯恩哈德 (Frank Bernhardt)

中文版主审 陈 刚 宋新新



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本手册由德国汉堡的海港(Seehafen)出版社组织德国船舶工程界的 21 位技术权威,历经数年编写而成。

本手册旨在为业界人士提供切实有效的技术解决方案。全手册共分 13 个章节,内容涉及轮机制造、动力推进、导航、船舶电站、检测与控制、保障与废弃物排放、空调与通风、船舶制造、消防与安全救生、船舶维护、船损分析以及相关的管理条例与标准文献等方面。

目前国内该领域尚无如此篇幅的巨作,本手册对了解先进的船舶工程技术有很好的参考价值。

2. unveränderte Auflage 2008

© 2006 bei DVV Media Group Seehafen Verlag

中文版版权拥有人 宋新新

上海市版权局著作权合同登记:图字 09-2009-166 号

图书在版编目(CIP)数据

船舶工程技术手册 / (德)迈尔-彼得(Meier-Peter, H.), (德)伯恩哈德(Bernhardt, F.)主编; 王平庚等译. —2 版. —上海:上海交通大学出版社, 2014

ISBN 978-7-313-11003-9

I. 船... II. ①迈... ②伯... ③王... III. 船舶工程-技术手册 IV. U66-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 057397 号

船舶工程技术手册

(第二版)

主 编: 汉斯海因里希·迈尔-彼得
弗兰克·伯恩哈德

译 者: 王平庚等

出版发行: 上海交通大学出版社

地 址: 上海市番禺路 951 号

邮政编码: 200030

电 话: 021-64071208

出 版 人: 韩建民

印 制: 山东鸿杰印务集团有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 710mm×1000mm 1/16

印 张: 76.25 插页 22

字 数: 1281 千字

版 次: 2009 年 11 月第 1 版

印 次: 2014 年 5 月第 4 次印刷

2014 年 5 月第 2 版

书 号: ISBN 978-7-313-11003-9/U

定 价: 580.00 元

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0533-8510898

《船舶工程技术手册》中文版编译出版委员会

主 任

陈 刚

副主任(以姓氏笔画为序)

王小川	王文祥	王建丰	边信黔	朱兴江	刘郑国	严俊	苏庆运
杨忠明	李文兴	李存扣	李环亭	李青平	辛湘杰	宋恩哲	张琳
陈忠前	陈强	邵周亭	金晓剑	孟昭文	孟梅	胡昊	钟守道
顾一中	徐芝霞	郭腾飞	唐亮武	韩建民	焦依	谢东	虞明星
颜东升	潘再兵						

委 员(以姓氏笔画为序)

马成勇	王大政	王连国	王宏志	王增国	王毅	韦彬	尤学刚
方先勇	冯学宝	刘友勤	刘旭	刘益清	刘涛	刘维亭	安维峥
孙小伟	孙宏亮	孙君	李东亮	肖必强	吴春平	吴贲华	宋恩哲
张延辉	陈传明	陈启生	陈景锋	陈熙源	林云生	林洪山	周迎兵
周洋	周涛	赵跃平	胡安康	柳存根	桂文彬	徐文珊	唐文献
陶晓援	黄国安	董恩春	程照明	谢永和	楼志斌	雷栋	解德

翻译人员(由上海市工程翻译协会组织,以姓氏笔画为序)

王平庚	王增国	尤学刚	田磊	刘乐怡	刘旭	刘积骅	安维峥
许继衡	孙宏亮	李东亮	李松玲	李春清	李树山	李锋	吴国龙
宋新新	初述海	陆怡	陈德吾	金晓剑	周迎兵	郑瑜	施璟
耿惠彬	崔为耀	管新潮	谭虎	魏友亮			

专业审校人员(以姓氏笔画为序)

王伟勇	王婧	刘维亭	孙玉祥	吴春平	宋新新	张中明	张延辉
张昕	陈传明	易小冬	周洋	郑士君	俞志刚	闻雪友	董恩春
富贵根							

德语审校人员

管新潮

项目策划

宋新新 管新潮

《船舶工程技术手册》德文版原著

主 编

汉斯海因里希·迈尔-彼得教授、工学博士(Prof. Dr.-Ing. Hansheinrich Meier-Peter)

弗兰克·伯恩哈德教授、工学博士(Prof. Dr.-Ing. Frank Bernhardt)

参编者

冈特·阿克曼教授、工学博士(Prof. Dr.-Ing. Günter Ackermann)

罗兰德·贝伦斯教授、工学博士(Prof. Dr.-Ing. Roland Behrens)

弗兰克·伯恩哈德教授、工学博士(Prof. Dr.-Ing. Frank Bernhardt)

彼得·博伊教授、工学博士(Prof. Dr.-Ing. Peter Boy)

施特凡·克劳森工学硕士(Dipl.-Ing. Stefan Claußen)

哈克·奥科·迪德里希斯教授、双工学硕士(Prof. Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. (FH)
Hark Ocke Diederichs)

诺贝特·G·埃勒斯工学硕士(Dipl.-Ing. Norbert G. Erles)

约阿希姆·哈内教授、工学博士(Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Hahne)

卡尔-海茵茨·霍赫豪斯工学博士(Dr.-Ing. Karl-Heinz Hochhaus)

彼得·F·科姆工学硕士(Dipl.-Ing. Peter F. Kehm)

施特凡·克吕格教授、工学博士(Prof. Dr.-Ing. Stefan Krüger)

艾克·莱曼大学教授、双工学博士(Uni. Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c.
Eike Lehmann)

彼得·路德维希教授、工学博士(Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Ludwig)

汉斯海因里希·迈尔-彼得教授、工学博士(Prof. Dr.-Ing. Hansheinrich Meier-Peter)

沃尔夫冈·普拉尼茨工学博士(Dr.-Ing. Wolfgang Planitz)

米夏埃尔·拉赫教授、工学博士(Prof. Dr.-Ing. Michael Rachow)

赫尔穆特·绍尔工学与理学博士(Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Helmut Sauer)

克里斯蒂安·沙尔夫爱特工学博士(Dr.-Ing. Christian Scharfetter)

霍尔格·施泰因博克工学硕士(Dipl.-Ing. Holger Steinbock)

霍尔格·瓦特尔教授、工学博士(Prof.-Ing. Holger Watter)

伊夫斯·维尔德工学博士(Dr.-Ing. Yves Wild)

中文版序

现代船舶工程是庞大的系统工程。《船舶工程技术手册》是一部较为全面反映现代船舶工程各领域进展的专业文献,在国际船舶工程界具有重要影响。本手册于 2007 年由德国海港出版社修订再版,其内容分 13 章,涵盖 30 个专业,集中体现了当代船舶工程技术水平,共有 21 位专家参加了本次修订编撰工作。

上海交通大学出版社和《船舶工程》编辑部联手引进出版本手册是一项非常有意义的工作。

经过几代人持续不懈的努力奋斗,我国船舶工业实现了历史性的跨越,取得了全球举足轻重的地位。要实现我国船舶工业健康可持续发展并实现世界造船第一大国、世界造船强国的国家目标,促进科技进步、开展自主创新是重要驱动力。全面系统地了解本领域科技发展前沿及其在工程技术上的应用,是实现自主创新的重要前提条件,也是船舶工业企业事业单位的领导者和工程技术人员迫切需要。相信本手册在我国的出版将有助于满足这样的需求,为相关领域的工程技术人员提供一本高水平的工具类专业参考书。

我国有着长达 18 000 公里的漫长海岸线,有着 300 万平方公里广袤的海洋经济专属区,提升全民的海洋权益意识是重要紧迫而又长期艰巨的任务。希望本手册能为我国普通读者尤其是具有理工教育背景的中青年读者了解船舶工程技术进而提升海洋意识,提供一个新的选择与途径。

本手册在我国的出版拜赐于业界专家学者的共同努力,他们来自于上海交通大学、大连理工大学、哈尔滨工程大学、上海海事大学、江苏科技大学、中国船舶重工集团公司第 701、703、704、726 研究所以及中国船舶工业集团公司 708 研究所。在此,向为本手册在我国出版作出贡献的所有专家学者和相关人员表示衷心感谢,向原编著者和出版商表示衷心感谢!

在此,向《船舶工程》编辑部主任宋新新先生表示特别的谢意!他热情执

着、勤勉敬业的工作有力地推动了本手册在我国的出版。

衷心希望并相信,由我国学者和工程技术专家编撰并具有世界影响力的船舶工程技术工具书与学术专著会更多面世,以不辜负几代造船人的努力,以不辜负这伟大的时代。

是为序。

陈 刚

2009年11月2日

中文版前言

2007年11月在荷兰鹿特丹欧洲港口展览会上,德国港口出版社的市场部经理苏哈奈克先生找到我,希望我把这本书翻译成中文,推荐给中国地区的读者。当时,我就觉得,这是一桩大好事。当然工作量很大,需要组织人力投入……

中国造船业正在蓬勃地发展。按造船完工量来统计,目前已经排在世界第二位。而拥有1000多家规模以上的造船厂和从事造船的人数堪称世界第一。

造船技术的关键是船舶设备制造技术,在这方面中国需要深入地了解来自工业发达国家的成功经验。因此,通过引进版权,把代表欧洲先进的船舶设备制造和使用技术介绍给中国的专业读者,正是符合了当前的需求。

《船舶工程技术手册》内容涉及到船用柴油机、蒸汽轮机、燃气轮机、压缩机、风机、螺旋桨、传动装置、离合器、泵、热交换器、过滤装置、分离器、管路系统、航行物料、推进技术、电气技术、电站、电子报警及安全保护装置、监测控制装置、饮用水系统、废气系统、环保装置、液压系统、压载水系统、舱底水系统、润滑油系统、制冷与空调系统、消防救生系统、货物装载系统以及维修保养。《船舶工程技术手册》对现代船舶制造的总体设计也进行了系统阐述。手册还增加了相关的标准、规范以及常用的实用工具资料。

《船舶工程技术手册》是由21位当今德国船舶技术界的专家集体完成的。这部手册系统、全面,经过了多次修订再版。在国际船舶工程领域有良好的声誉,是难得的一部经典。

经过了2年的努力,我和上海市工程翻译协会的同仁们,终于将这部专著的中文译本奉献给中国造船行业的广大专业读者。如果从中能够汲取一些先进技术来推进中国造船技术的整体水平,我由衷地感到欣慰。

在此,我要感谢上海市工程翻译协会的同仁们。

宋新新

2009年9月于上海

修订版说明

德文版《船舶工程技术手册》“Handbuch Schiffsbetriebstechnik”是德国海港出版社(Seehafen)组织德国船舶工程界汉斯海因里希·迈尔-彼得先生和弗兰克·伯恩哈德先生等 21 位技术权威,历经数十年编撰,经多次修订,最终成书并多次再版。该手册是欧洲船舶工程专业领域的经典工具书,有着良好的美誉,在国际船舶工程领域影响深远。

2009 年中国造船工程学会《船舶工程》编辑部引进版权,组织行业专家和学者共同完成了《船舶工程技术手册》中文版编译工作,并委托上海交通大学出版社出版发行。在之后的三年中,《船舶工程技术手册》在国内船舶行业得到专业读者充分肯定,发行取得了巨大成功。

近年来,国际海事技术发展迅速,造船及海事的相关标准和规范不断更新。2012 年中国造船工程学会《船舶工程》编辑部着手对《船舶工程技术手册》的内容更新修订,并为中文版中的内容勘误,使之更准确、更完美。

《船舶工程技术手册》修订版共有 14 个章节,内容涉及轮机制造、动力推进、导航、船舶电站、检测与控制、保障与废弃物排放、空调与通风、船舶制造、消防与安全救生、船舶维护、故障分析,以及相关的管理条例与标准文献等。该著作对了解国际先进的船舶设备技术有较高的参考价值。

历经 2 年的努力,修订完善的《船舶工程技术手册》即将出版,向为这本书的编译工作付出辛劳的专家和学者们致以深切的感谢!特别是要向上海市工程翻译协会的同仁们、中国造船工程学会《船舶工程》编辑部的同仁们、上海交通大学出版社的专职审校同仁们致以深切的感谢!也要向参与本书编译工作的特邀编委致谢!是在大家共同努力下,才会有这本书的正式出版。

欢迎并接受广大读者对本书的批评和指正。

《船舶工程技术手册》编译委员会

2013 年 12 月 19 日

德文版前言

以前出版的两部船舶工程技术标准专著《轮机工程》(柏林技术出版社,出版人默克、施特里克特和贝格曼)和《船舶工程技术手册》(弗·菲韦格父子出版社,出版人伊利斯)已不再代表当代最新技术水平,而且市场上脱销已久。

本书的 21 位作者都是在船舶技术领域拥有数十年实践经验的专家,他们的目的是,编写一本手册,向高级船员介绍船舶工程技术领域中有关技术问题的知识,并延续先前两部手册的传统。

这部新的标准专著描述已在广泛的基础上得到验证的技术问题的解决方案,但主要是阐述船舶设备使用方面在过去一段时间已经完成和现在正在持续向前发展的大量技术革新。对于故障和异常情况,本书提供帮助和建议,以便系统地查找故障和采取补救措施。

本书主要面向在船上和航运公司管理部门工作的高级技术人员。此外,本书还包括许多经过精选的详尽的技术知识,对于海事领域的其他部门也将是一部有价值的标准专著。

主编和出版社曾经决定,不刻意统一本书每一章的形式和表述方式。对于我们来说重要的是,基本上用作者各自选定的形式表述显然各不相同的选题。

作者和主编感谢海港出版社(Seehafen Verlag)为落实《船舶工程技术手册》这一项目所给予的大力支持和为本书出版所作的准备。各位作者和出版社曾经给自己确定了一个颇为雄心勃勃的目标,即在短短的两年内完成本书的编写。由于大家的努力和坚持以及大量的人力投入,这一目标已经实现。

本书主编特别感谢为落实本书的正式出版作出贡献的出版社编辑、产品管理部门和业务领导。

本书主编感谢各位作者在时间非常紧迫情况下所做的不同寻常的良好合作。

本书主编感谢弗·菲韦格父子出版社转让书名权,使这部新的标准专著得以使用《船舶工程技术手册》这一非常恰当的书名。

汉斯海因里希·迈尔-彼得

2006 年 10 月于格吕克堡

弗兰克·伯恩哈德

2006 年 10 月于瓦尔内明德

目 录

第 1 章 机械设备	1
1.1 船用柴油机	6
1.1.1 柴油机的工作原理	6
1.1.2 热力学基础	11
1.1.3 柴油机的构造	25
1.1.4 换气	65
1.1.5 柴油机混合气形成方法和系统	72
1.1.6 混合气形成、点火和燃烧	97
1.1.7 废气排放	105
1.1.8 船用柴油机增压	119
1.1.9 调节和控制装置	147
1.1.10 运行	152
1.1.11 现场监控	163
1.1.12 维修和保养	170
1.2 蒸汽锅炉	176
1.2.1 蒸汽锅炉的工作原理	176
1.2.2 热力学基础	180
1.2.3 蒸汽锅炉的调节、安全和报警装置	191
1.2.4 蒸汽锅炉的运行	195
1.2.5 典型故障和损坏	198
1.3 涡轮机	200
1.3.1 涡轮机内的能量转换	200

1.3.2	汽轮机装置	207
1.3.3	汽轮机的调节和安全装置	217
1.3.4	汽轮机装置的运行	222
1.4	涡轮增压机和通风机	230
1.4.1	压缩机内的能量转换	230
1.4.2	压缩机装置	235
1.4.3	通风机	241
1.4.4	涡轮增压机和通风机的运行	243
1.5	燃气轮机和废气涡轮增压器	248
1.5.1	燃气轮机循环	248
1.5.2	燃气轮机装置的结构形式和应用	251
1.5.3	燃气轮机装置的组成部件	258
1.5.4	燃气轮机装置的运行	264
1.6	推进器	274
1.6.1	推进器的能量转换功能	274
1.6.2	结构形式和构件	284
1.6.3	运转	292
1.7	传动装置	304
1.7.1	传动装置的功用	304
1.7.2	传动装置的类型和构件	314
1.7.3	运行	321
1.8	联轴器	328
1.8.1	联轴器的功用	328
1.8.2	结构形式和构件	329
1.8.3	运行	343
1.9	泵	347
1.9.1	泵的分类	347

1.9.2 类型	348
1.9.3 运行特性	353
1.9.4 运行和保养	359
1.10 压缩机	365
1.10.1 基础	365
1.10.2 构造细部	367
1.10.3 工作点、调节	371
1.10.4 运行和保养	373
1.11 传热装置	377
1.11.1 对传热装置的基本考虑	377
1.11.2 传热装置的结构形式	379
1.11.3 调节	382
1.11.4 典型故障和损坏	383
1.12 过滤器	385
1.12.1 过滤器的工作原理	385
1.12.2 过滤器的结构形式	387
1.12.3 过滤器的运行和保养	388
1.12.4 故障和损坏	391
1.13 分油器	393
1.13.1 分油器装置的构造	393
1.13.2 分油器的构造	396
1.13.3 控制和监控装置	401
1.13.4 分油器的运行	402
1.14 分离器	404
1.14.1 工作原理	404
1.14.2 结构形式	405
1.14.3 运行和保养	410

1. 14. 4 故障	410
1. 15 管路	411
1. 15. 1 敷设	411
1. 15. 2 运行	417
1. 15. 3 管路元件	421
1. 16 运行物料	429
1. 16. 1 燃料油	437
1. 16. 2 润滑剂	450
1. 16. 3 热传导油	471
1. 16. 4 制冷剂	474
1. 16. 5 饮用水	483
1. 16. 6 蒸汽锅炉水	489
1. 16. 7 发动机冷却水	497
1. 16. 8 蓄电池液	501
1. 16. 9 压载水	507
1. 16. 10 惰性气体	510
 第 2 章 动力技术	 519
2. 1 推进装置	521
2. 1. 1 功用	521
2. 1. 2 结构形式和部件	521
2. 1. 3 运行	555
2. 1. 4 典型应用装置	605
2. 2 动力装置	621
2. 2. 1 功用	621
2. 2. 2 应用实例	621

第3章 电气系统、发电和配电	641
3.1 基本定律、交变电流、三相交流电	642
3.1.1 电工技术的度量单位(约定)	642
3.1.2 电阻	643
3.1.3 电场、电容器	646
3.1.4 磁场、电磁感应、电感	648
3.1.5 交变电流	650
3.1.6 三相交流电	654
3.1.7 船舶电网的额定电压和电压品质	657
3.1.8 集肤效应、涡流	659
3.2 用电设备	661
3.2.1 防护等级	661
3.2.2 异步电动机	663
3.3 变压器	673
3.4 发电和配电	678
3.4.1 一般构造	678
3.4.2 同步发电机	679
3.4.3 轴带发电机	689
3.4.4 电网形式、电网保护、开关、电缆	692
3.4.5 发电机和电网的保护、船舶电网自动化	701
3.5 使用中压的特点	705
3.5.1 使用中压的原因	705
3.5.2 电缆和绝缘材料	706
3.5.3 开关设备	710
3.5.4 电动机和变压器	711

3.5.5	电网和电网结构	712
3.5.6	中性点处理	713
3.5.7	电容性电弧	714
3.5.8	配电装置	714
3.5.9	部分放电	717
3.5.10	中压设备的检测	718
3.6	电力航行装置	720
3.7	危险、安全性	725
3.7.1	标准和规范	725
3.7.2	培训	726
3.7.3	人员防护装备	726
3.7.4	设备的检验	727
3.7.5	开关控制权限	727
3.7.6	安全规则	729
3.7.7	工作许可	731
第4章	测量、控制和调节技术	733
4.1	测量传感器	734
4.1.1	功用、基本结构	734
4.1.2	温度测量	735
4.1.3	力和压力测量	739
4.1.4	液位、液舱容量	741
4.1.5	流量测量	743
4.1.6	电量测量	744
4.2	调节技术	748
4.2.1	调节电路的结构、传递函数、波德图	748
4.2.2	稳定性和动态特性	753

4.2.3	PID 调节器的调整	756
4.2.4	改善调节特性的措施	759
4.3	控制技术	762
4.3.1	逻辑功能和过程	762
4.3.2	可编程控制器(SPS)	766
4.3.3	采用可编程控制器进行调节	770
4.4	分散式自动控制、总线系统	773
4.4.1	分散式自动控制	773
4.4.2	总线系统的基本结构	774
4.4.3	物理级、比特传输层	776
4.4.4	互联级、数据链层	777
4.4.5	时间特性	779
4.4.6	技术结构、总线终端	780
4.4.7	光缆	781
第 5 章	供给和废物处理装置	785
5.1	船上的饮用水系统	786
5.1.1	引言	786
5.1.2	淡水生产	787
5.1.3	饮用水系统	794
5.1.4	饮用水处理	796
5.1.5	蒸馏水的再处理	800
5.1.6	渗透液的再处理	801
5.1.7	船上测定	801
5.2	废气系统	805
5.3	环境	810
5.3.1	引言	810