



辽宁省首批“十二五”普通高等教育本科省级规划教材

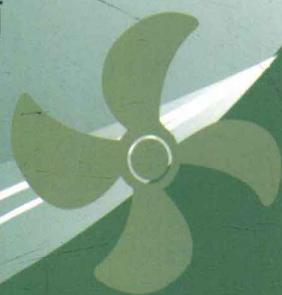
航海类专业精品系列教材

船舶电气设备与系统

(第2版)

主编 赵殿礼 张春来 赵楠楠

主审 孙培廷



大连海事大学出版社
DALIAN MARITIME UNIVERSITY PRESS

内容简介

2017 赵殿礼 张春来



辽宁省首批“十二五”普通高等教育本科省级规划教材

航海类专业精品系列教材

船舶电气设备与系统

(第2版)

主编 赵殿礼 张春来 赵楠楠

主审 孙培廷

大连海事大学出版社 大连 电话: 0411-8471399

http://www.dmupress.com

大连海事大学出版社 大连 电话: 0411-8471399

2017年9月第1版 2017年9月第1版

印张: 29.25 开本: 787mm × 1092mm

册数: 150千 定价: 30.00元

出版人: 孙培廷

责任编辑: 孙培廷

封面设计: 孙培廷

印刷: 大连海事大学出版社

印刷: 大连海事大学出版社

大连海事大学出版社

© 赵殿礼 张春来 赵楠楠 2017

图书在版编目(CIP)数据

船舶电气设备与系统 / 赵殿礼, 张春来, 赵楠楠主
编. — 2版. — 大连: 大连海事大学出版社, 2017.9
辽宁省首批“十二五”普通高等教育本科省级规划教
材. 航海类专业精品系列教材
ISBN 978-7-5632-3544-5

I. ①船… II. ①赵… ②张… ③赵… III. ①船用电
气设备—高等学校—教材 IV. ①U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 230691 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路1号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连住友彩色印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2017年9月第1版

2017年9月第1次印刷

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm

印张: 29.25

字数: 720 千

印数: 1 ~ 3000 册

出版人: 徐华东

责任编辑: 沈荣欣

责任校对: 董洪英

封面设计: 解瑶瑶

版式设计: 解瑶瑶

ISBN 978-7-5632-3544-5

定价: 66.00 元

内容简介

本书是根据大连海事大学航海类专业精品系列教材大纲编写的。全书分20章,介绍了电与磁、变压器、直流电机、异步电动机、同步电机、控制电机、电力拖动基础、船舶交流及直流电动机控制电路、船舶甲板机械电力拖动及其电气控制系统、船舶舵机的电力拖动与控制系统、船舶辅助机械的电力拖动与控制系统、船舶电力系统的组成、同步发电机的并联运行、同步发电机电压及无功功率自动调整、电力系统频率及有功功率自动调整、船舶电站自动控制、船舶照明系统管理、船舶安全用电知识、油船及特种船舶电气系统的安全管理和船舶电气管理人员的安全职责。

本教材根据现代船舶电气工程技术和船舶管理的实际需要,结合多年理论教学和实践教学的体会,注重理论与应用技术相结合,突出应用性,取材新颖,深浅适度。内容基本反映了20世纪90年代以后船用电气设备、船舶电气管理与维护技术的主要现状。

本书是大连海事大学航海类(轮机工程专业)精品系列教材之一,也可以作为船舶电气工程和轮机工程技术人员的参考书。

编者根据轮机工程技术的发展需要,对第1版的部分内容进行了修改及重新编写,重点对基础部分的第1~5章的部分内容和船舶电力系统及电站自动控制部分的第12~16章进行调整、修改及重新编写。第2版教材的编写及修改工作主要由张春米和赵楠楠完成,吴浩俊、孙才勤、史成军、康宝仲、张金男、王浩、王浩亮对本书的编写提出了宝贵意见并参与了部分内容的修订。

赵毅礼负责全书的修订工作,刘殿辉、王志勇、吕自涛负责图文编辑。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2017年3月

第2版前言

《船舶电气设备与系统》是大连海事大学航海类专业精品系列教材,被许多航海类院校采用,并被评为“辽宁省首批‘十二五’普通高等教育本科省级规划教材”。

“船舶电气设备与系统”是为轮机工程专业学生开设的专业课程,本课程涉及的内容较多,具有较强的理论性和实践性,又是涉及电工技术和控制技术在船舶上应用的一门综合性课程。通过对本教材的学习,学生可从中获得船舶电气设备的工作原理和运行管理方面的基本知识、基本理论和基本技能。

本书第1版由大连海事大学赵殿礼任主编,孙培廷任主审,张春来任副主编,大连海事大学船舶电气教研室教师集体编写。具体编写工作如下:第1、2、6、7、17、18、19章由赵殿礼编写;第3章由武云晶编写;第4、5章由武云晶、张春来编写;第8章由孙才勤、张春来编写;第9章由朱周编写;第10、11、20章由张春来编写;第12、13、14、15章由吴浩峻、张春来编写;第16章由孙才勤、赵殿礼编写。全书由赵殿礼、张春来统稿。大连海事大学赵楠楠、张金男参加了第1版教材的编写和图文修订工作。

编者根据轮机工程技术的发展需要,对第1版的部分内容进行了修改及重新编写,重点对基础部分的第1~5章的部分内容和船舶电力系统及电站自动控制部分的第12~16章进行调整、修改及重新编写。第2版教材的编写及修改工作主要由张春来和赵楠楠完成,吴浩俊、孙才勤、史成军、康宝仲、张金男、王满、王浩亮对本书的编写提出了宝贵意见并参与了部分内容的修订。

赵殿礼负责全书的修订工作,刘晨焱、王志勇、吕自涛负责图文编辑。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2017年3月

这套航海类专业精品系列教材以履行修订后的《STCW公约》为前提,结合海上运输业发展的国际性和信息性等特点,以更新教学内容为重点,对原有教材做了大量的增删与修改,注重理论基础及内容阐述的逻辑性和准确性,力求反映国内外航海科技领域的新成就与新知识,适应21世纪海上运输业对航海类人才的知识、能力和素质结构的要求,兼顾各教材内容之间的衔接与整合,避免重复与遗漏。我衷心地希望,通过全体编写人员的不懈努力,这套精品系列教材,能够进一步加强我校航海类专业的建设,为国内兄弟院校航海类专业的发展提供有益的借鉴,为我国高等航海教育发展尽微薄之力。

教材在编写和出版过程中,得到了方方面面领导、专家和同仁的大力支持和热心帮助(具体名单附后)。我谨代表大连海事大学及教材编写全体成员对以上单位和个人致以最诚挚的谢意。各位专家和同仁渊博的专业知识、严谨的治学态度、精益求精的学术风范以及细致入微

第 1 版前言

海上运输是交通运输的重要组成部分,在促进外贸运输发展和推动对外贸易增长等方面以其他运输方式不可比拟的优势发挥出越来越重要的作用。(1)

大连海事大学作为我国唯一的国家重点航海类专业院校,多年来为我国乃至国际海上运输业培养了大量的航海类专业高级人才,对促进航运业的发展起到了重要作用。近年来,随着科学技术的进步和交通运输业的发展,学校针对航海类专业的鲜明特色,在人才培养方案、教学内容及课程体系改革等方面进行了一系列的研究和实践。在此基础上,我校组织编写出一套与新的培养方案、教学内容及课程体系相适应的航海类专业精品系列教材,旨在加强航海类专业建设,提高航海类专业人才培养的质量和水平,进一步推动高等航海教育的发展。(5)

为了保证航海类专业精品系列教材顺利出版,学校在人力、物力和财力等方面予以充分保证。组织校内航海类专业的资深专家、骨干教师和管理干部做了大量工作,从筹备、调研、编写、评审直至正式出版,历时三载有余。2005年5月,学校先后组织召开了两次航海类专业教学改革研讨会,来自交通部海事局、辽宁海事局、中国远洋运输(集团)总公司、中国海运(集团)总公司、中国船级社等单位的专家为教材编写的筹备工作提出了中肯的意见和建议。2006年初,教材编写工作正式起动,确定重新编写航海类专业教材22种,其中航海技术专业教材13种、轮机工程专业教材9种。教材编写大纲先后征求了中国远洋运输(集团)总公司、中国海运(集团)总公司及大连海事大学等单位10多位专家的意见。学校组织教材主要编写人员分赴北京、天津、青岛、上海、广州、武汉及厦门等多家航运企事业单位进行调研,收集了大量的最新技术资料,同时听取了有关领导和专家的意见。2007年我校先后召开了五次评审会,来自交通部海事局、驻英大使馆海事处、中国海事服务中心考试中心、辽宁海事局、山东海事局、中国远洋运输(集团)总公司、中国海运(集团)总公司、大连港引航站、上海海事大学、海军大连舰艇学院、大连水产学院、集美大学、青岛远洋船员学院及大连海事大学等单位的多位专家对22种教材的初稿就内容、文字及体例等方面逐一评审,反复推敲,几易其稿,逐步完善,反复审核,最终正式出版。该套教材中共有16种教材入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材。(21)

这套航海类专业精品系列教材以履行修订后的《STCW公约》为前提,结合海上运输业发展的国际性和信息性等特点,以更新教学内容为重点,对原有教材做了大量的增删与修改,注重理论基础及内容阐述的逻辑性和准确性,力求反映国内外航海科技领域的新成就与新知识,适应21世纪海上运输业对航海类人才的知识、能力和素质结构的要求,兼顾各教材内容之间的衔接与整合,避免重复与遗漏。我衷心地希望,通过全体编写人员的不懈努力,这套精品系列教材,能够进一步加强我校航海类专业的建设,为国内兄弟院校航海类专业的发展提供有益的借鉴,为我国高等航海教育发展尽微薄之力。(24)

教材在编写和出版过程中,得到了方方面面领导、专家和同人的大力支持和热心帮助(具体名单附后)。我谨代表大连海事大学及教材编写全体成员对以上单位和个人致以最诚挚的谢意。各位专家和同人渊博的专业知识、严谨的治学态度、精益求精的学术风范以及细致入微

的工作作风为教材的顺利出版做出了卓越的贡献,在很大程度上可以说,这套教材的成功出版,是全体编写人员,各港航企事业单位的领导、专家和同人共同努力的结果。

航海类专业精品系列教材的编写是一项繁重而复杂的工作,鉴于时间和人力等方面的因素,这套教材在某些方面还不是十分完善,缺点和不妥之处在所难免,希望同行专家不吝指正。同时,希望以此为契机,吸引更多航海技术领域的专家、学者参与到这项工作中来,为我国航海教育献计献策,为我国乃至国际海上运输事业培养出大量高素质的航海类专业人才。

王祖温

2008年3月

目 录

第1章 电与磁	(1)
1.1 磁场的基本概念和基本物理量	(1)
1.1.1 磁场的基本概念	(1)
1.1.2 磁场的基本物理量	(1)
1.2 铁磁材料的磁性能	(4)
1.2.1 磁性材料的 $B-H$ 曲线	(4)
1.2.2 剩磁和矫顽力	(5)
1.2.3 磁滞回线	(6)
1.2.4 磁滞损失	(6)
1.2.5 涡流及涡流损耗	(7)
1.3 磁路的基本概念	(9)
1.3.1 磁路	(9)
1.3.2 磁路的基本定律与磁路的特点	(9)
1.3.3 恒定磁通无分支磁路的计算	(11)
1.4 电磁感应	(13)
1.4.1 电磁感应现象	(13)
1.4.2 导体中的感应电动势	(14)
1.4.3 导体上的洛伦兹力	(15)
1.4.4 自感	(16)
1.4.5 铁芯线圈电路	(17)
本章小结	(19)
第2章 变压器	(21)
2.1 变压器的分类	(21)
2.2 变压器的基本结构和铭牌	(21)
2.2.1 变压器的基本结构	(21)
2.2.2 变压器的铭牌数据	(22)
2.3 变压器的工作原理及运行特性	(23)
2.3.1 变压器的工作原理	(23)
2.3.2 变压器的同名端标志	(23)
2.3.3 极性(同名端)测试	(24)
2.3.4 空载理想变压器的电压比	(25)
2.3.5 阻抗比(等效阻抗)	(26)
2.4 实际变压器	(27)

2.4.1	铁芯对变压器的影响	(27)
2.4.2	变压器的等效电路	(28)
2.4.3	电压调整(变压器的运行特性)	(29)
2.5	特殊变压器	(30)
2.5.1	双电压输出变压器	(30)
2.5.2	自耦变压器	(30)
2.5.3	仪用互感器	(31)
2.6	三相变压器	(33)
2.6.1	三相变压器组的磁路	(33)
2.6.2	三相变压器的磁路	(34)
2.6.3	三相变压器的基本性质	(34)
2.6.4	三角形-三角形联结	(35)
2.6.5	三角形-星形联结	(36)
2.6.6	星形-星形联结	(36)
2.6.7	开口三角形联结	(37)
	本章小结	(37)
第3章	直流电机	(40)
3.1	直流电机的结构与工作原理	(40)
3.1.1	发电机的工作原理	(40)
3.1.2	直流发电机的磁场及励磁方式	(42)
3.1.3	电枢、换向器和电刷	(43)
3.1.4	直流电机的额定值	(45)
3.2	电枢绕组的感应电势、电磁转矩和电磁功率	(45)
3.2.1	感应电势(感应电压)	(45)
3.2.2	电磁转矩	(47)
3.2.3	电磁功率	(47)
3.3	直流发电机的运行特性	(48)
3.3.1	发电机带载运行时的能量转换过程	(48)
3.3.2	电枢反应	(48)
3.3.3	换向极	(50)
3.3.4	直流发电机的空载特性	(50)
3.4	直流电动机	(55)
3.4.1	机械功率、电磁转矩和转速	(55)
3.4.2	直流电动机的机械特性	(56)
3.4.3	电枢反应	(58)
3.4.4	换向极	(59)
	本章小结	(59)
第4章	异步电动机	(61)
4.1	三相异步电动机结构与铭牌数据	(61)

4.1.1	三相异步电动机的基本结构	(61)
4.1.2	三相异步电动机的铭牌数据	(64)
4.2	异步电动机的旋转磁场与工作原理	(64)
4.2.1	三相异步电动机的旋转磁场	(64)
4.2.2	异步电动机的转动原理	(68)
4.2.3	异步电动机的转差率	(68)
4.3	异步电动机的定子与转子电路	(69)
4.3.1	定子电路中各电量的关系	(69)
4.3.2	转子电路中各电量的关系	(70)
4.3.3	定子和转子各量的相互关系	(72)
4.4	三相异步电动机的电磁转矩与机械特性	(74)
4.4.1	电磁转矩	(74)
4.4.2	三相异步电动机的转矩特性与机械特性	(75)
4.5	三相异步电动机工作特性与选择	(81)
4.5.1	三相异步电动机的工作特性	(81)
4.5.2	三相异步电动机的选择	(83)
4.6	单相异步电动机	(84)
4.6.1	单相异步电动机的结构	(84)
4.6.2	单相异步电动机的转矩-速度特性	(85)
4.6.3	单相异步电动机的工作原理	(86)
4.6.4	堵转转矩	(87)
4.6.5	电阻起动异步电动机	(88)
4.6.6	电容分相式异步电动机	(89)
4.6.7	罩极式单相异步电动机	(89)
4.6.8	通用型单相异步电动机	(90)
	本章小结	(91)
第5章 同步电机		(94)
5.1	三相同步发电机	(94)
5.1.1	发电机的基本类型与基本结构	(94)
5.1.2	定子与转子的主要特性	(95)
5.1.3	励磁与励磁机	(96)
5.1.4	三相同步发电机额定值	(97)
5.2	同步发电机的电枢反应	(98)
5.2.1	电枢电流 I_a 与空载电势 E_0 同相位(即 $\psi = 0^\circ$)时的电枢反应	(99)
5.2.2	电枢电流 I_a 比空载电势 E_0 滞后 90° (即 $\psi = 90^\circ$)时的电枢反应	(99)
5.2.3	电枢电流 I_a 比空载电势 E_0 超前 90° (即 $\psi = 90^\circ$)时的电枢反应	(100)
5.2.4	同步发电机实际运行时的电枢反应	(101)
5.3	同步发电机的电势方程和相量图	(103)

5.3.1	凸极式同步发电机	(103)
5.3.2	隐极式同步发电机	(105)
5.4	同步发电机的运行特性	(105)
5.4.1	同步发电机的空载特性	(105)
5.4.2	同步发电机的短路特性	(107)
5.4.3	同步发电机的外特性(输出特性曲线)	(107)
5.4.4	同步发电机的调节特性	(109)
5.4.5	同步发电机的功角特性	(109)
5.4.6	三相同步发电机单机运行时特点	(111)
5.5	同步电动机	(112)
5.5.1	概述	(112)
5.5.2	同步电动机的起动	(112)
5.5.3	同步电动机带载运行	(113)
5.5.4	功率和扭矩	(114)
5.5.5	励磁与无功功率	(115)
5.5.6	V形曲线	(116)
5.5.7	同步电动机的停止	(117)
	本章小结	(118)
第6章	控制电机	(120)
6.1	伺服电动机	(120)
6.1.1	交流伺服电动机	(120)
6.1.2	直流伺服电动机	(122)
6.2	测速发电机	(124)
6.3	自整角机	(125)
6.3.1	力矩式自整角机	(126)
6.3.2	控制式自整角机	(128)
	本章小结	(130)
第7章	电力拖动基础	(131)
7.1	电力拖动系统运行的基本概念	(131)
7.1.1	生产机械的负载转矩特性	(131)
7.1.2	电动机的工作状态及电力拖动系统运行方程式	(133)
7.2	三相异步电动机的起动、制动与调速	(135)
7.2.1	异步电动机的起动	(135)
7.2.2	异步电动机的制动	(139)
7.2.3	异步电动机的调速	(142)
7.3	直流电动机的起动、制动与调速	(147)
7.3.1	直流电动机的起动及改变转向	(147)
7.3.2	直流电动机的制动	(148)
7.3.3	直流电动机的调速	(151)

(本章小结	(153)
第8章 电力拖动控制电路及系统	(155)
(8.1 常用控制电器	(155)
(8.1.1 主令电器	(155)
(8.1.2 熔断器	(157)
(8.1.3 接触器	(159)
(8.1.4 继电器	(160)
(8.2 电动机的基本保护环节	(162)
(8.2.1 短路保护	(163)
(8.2.2 过载保护	(163)
(8.2.3 失电压(欠电压)保护	(163)
(8.2.4 缺相保护	(164)
(8.3 三相异步电动机控制电路的基本控制环节	(164)
(8.3.1 电气控制系统图	(164)
(8.3.2 点动控制	(166)
(8.3.3 连续控制	(166)
(8.3.4 多地点控制	(167)
(8.3.5 行程控制	(167)
(8.3.6 互锁控制	(168)
(8.3.7 联锁控制	(168)
(8.3.8 双位控制	(168)
(8.4 典型控制电路	(169)
(8.4.1 电动机正反转控制电路	(169)
(8.4.2 海(淡)水柜水位自动控制电路	(170)
(8.4.3 三相异步电动机起动控制电路	(171)
(8.4.4 三相异步电动机的制动控制电路	(173)
(8.4.5 变极调速控制电路	(175)
(8.4.6 直流电动机起动控制电路	(176)
(8.5 可编程序控制器	(177)
(8.5.1 PLC的基本组成和工作原理	(178)
(8.5.2 S7-200 PLC概述	(180)
(8.5.3 S7-200 PLC使用举例	(185)
(本章小结	(190)
第9章 船舶甲板机械电力拖动及其电气控制	(191)
(9.1 船舶甲板机械的特点及驱动与控制方法	(191)
(9.1.1 电动甲板机械	(191)
(9.1.2 液压甲板机械	(192)
(9.2 起货机的电力拖动与控制的基本要求	(193)
(9.2.1 船舶起货机的类型及特点	(193)

9.2.2	电动起货机的结构和运行特性	(193)
9.2.3	船舶起货机电力拖动的基本要求	(196)
9.3	起货机的电力拖动控制线路分析	(198)
9.3.1	交流恒功率变极调速起货机控制系统	(198)
9.3.2	恒转矩交流三速起货机的线路分析	(202)
9.4	锚机和系缆设备的电力拖动与控制	(206)
9.4.1	锚机、绞缆机的类型及运行特点	(206)
9.4.2	锚机、绞缆机械对电力拖动系统的基本要求	(208)
9.4.3	交流三速锚机电气控制线路分析	(208)
	本章小结	(210)
第 10 章	船舶舵机的电力拖动与控制	(211)
10.1	舵机电力拖动与控制的基本要求	(211)
10.2	单动舵	(212)
10.3	随动舵	(213)
10.4	自动舵	(214)
10.4.1	自动舵的基本类型	(214)
10.4.2	自动操舵系统的基本要求	(217)
10.4.3	自动舵的工作原理	(218)
	本章小结	(226)
第 11 章	舱室辅助机械的电气控制	(228)
11.1	泵组自动切换控制电路分析	(228)
11.1.1	机组的手动操作	(228)
11.1.2	机组的自动切换操作	(228)
11.2	空压机控制电路分析	(230)
11.2.1	空压机“手动”起动	(230)
11.2.2	空压机“手动”停止	(230)
11.2.3	空压机控制系统的保护措施	(230)
11.3	船舶辅锅炉的电气自动控制	(233)
11.3.1	船舶辅锅炉电气自动控制系统的主要环节	(233)
11.3.2	辅锅炉电气自动控制系统实例分析	(242)
	本章小结	(246)
第 12 章	船舶电力系统概述	(248)
12.1	船舶电力系统的组成与特点	(248)
12.1.1	船舶电力系统的组成	(248)
12.1.2	船舶电力系统的运行特点	(250)
12.1.3	船舶电力系统设计的规范和标准	(250)
12.1.4	船舶电力系统的类型	(250)
12.2	船舶电站	(252)
12.2.1	船舶电站的分类和特点	(252)

12.2.2	船舶电力系统的基本参数	(253)
12.2.3	船舶电力负荷的计算	(254)
12.2.4	船舶电站发电机组功率和数量的确定	(256)
12.3	船舶配电装置和电器	(257)
12.3.1	配电装置的功能	(257)
12.3.2	主配电板	(257)
12.3.3	船用开关	(259)
12.3.4	船舶应急配电板	(268)
12.3.5	充放电板和蓄电池	(269)
12.3.6	船用保护电器	(272)
12.4	船舶电力网	(275)
12.4.1	船舶电网的基本要求	(275)
12.4.2	船舶电网的线制	(276)
12.4.3	船舶电网基本类型	(277)
12.4.4	船用电缆	(278)
12.5	船舶电力系统的继电保护	(280)
12.5.1	船舶电力系统保护对保护装置的基本要求	(280)
12.5.2	同步发电机的保护	(280)
12.5.3	船舶电网的保护	(287)
12.6	船舶轴带发电机系统	(288)
12.6.1	轴带发电机的特点	(288)
12.6.2	轴带发电机系统的组成原理	(290)
12.7	船舶中压电力系统	(293)
12.7.1	“泰安口”半潜式电力推进船中压电力系统的结构	(293)
12.7.2	“泰安口”半潜式电力推进船电力系统的运行模式	(295)
12.7.3	中压电力系统的隔离开关和接地开关	(296)
	本章小结	(296)
第13章 船舶同步发电机的并联运行		(298)
13.1	船舶同步发电机并联运行的特点	(298)
13.2	船舶同步发电机并联运行原理	(299)
13.2.1	并联运行名词术语	(299)
13.2.2	同步发电机并联运行的条件	(299)
13.2.3	同步发电机并联运行分析	(300)
13.2.4	并联运行对原动机的要求	(302)
13.3	同步发电机并联运行操作方式	(303)
13.4	手动准同步并车装置	(305)
13.4.1	操作的依据	(305)
13.4.2	同步指示灯	(305)
13.4.3	同步指示器	(306)

13.4.4 手动并车操作过程	(308)
13.5 粗同步并车	(310)
13.6 半自动同步并车装置	(311)
13.6.1 同步脉冲发生器	(311)
13.6.2 带并车指令的同步指示器	(311)
13.7 自动准同步并车装置	(313)
13.7.1 自动准同步并车装置的基本功能	(313)
13.7.2 自动同步装置的工作原理	(314)
本章小结	(323)
第 14 章 同步发电机电压及无功功率自动调整	(324)
14.1 励磁自动调整装置概述	(324)
14.1.1 励磁自动调整装置的作用	(324)
14.1.2 励磁自动调整装置的技术指标	(325)
14.2 励磁自动调整装置的分类	(326)
14.3 励磁自动调节系统的调节原理	(327)
14.3.1 调节特性	(327)
14.3.2 按机端电压偏差调节	(328)
14.3.3 按负载电流大小及相位进行调节	(328)
14.3.4 综合调节	(329)
14.4 自动电压调节器	(330)
14.5 自励同步发电机起压条件	(332)
14.6 不可控相复励自励调压装置	(333)
14.6.1 不可控相复励自励发电机	(333)
14.6.2 相复励原理	(333)
14.6.3 电流叠加相复励自励调压装置	(334)
14.6.4 电磁叠加相复励自励调压装置	(336)
14.6.5 三绕组相复励自励调压装置	(336)
14.7 可控相复励自励调压装置	(340)
14.8 晶闸管励磁自动调整装置	(341)
14.9 并联运行同步发电机之间无功功率的分配	(343)
本章小结	(346)
第 15 章 同步发电机频率及有功功率自动调整	(348)
15.1 调频调载概述	(348)
15.2 原动机调速器及其调速特性	(349)
15.3 并联运行发电机之间有功功率的分配	(351)
15.4 自动调频调载装置	(355)
15.4.1 自动调频调载装置的功能	(355)
15.4.2 自动调频调载装置的工作原理	(355)
15.4.3 T4800 型功率自动分配装置	(360)

() 本章小结	8(363)
第 16 章 船舶电站自动控制系统	8(364)
() 16.1 船舶电站自动控制系统概述	8(364)
() 16.2 船舶电站自动控制系统的组成及功能	(365)
() 16.3 柴油发电机组自动起停控制	8(368)
() 16.4 主柴油发电机组的控制电路分析	8(370)
() 16.4.1 对控制电路的基本要求	8(370)
() 16.4.2 控制电路的组成和工作原理	8(371)
() 16.5 船舶电站自动控制系统实例分析	(375)
() 16.6 电站的功率管理	8(378)
() 16.7 船舶应急电站自动控制	8(388)
() 16.7.1 供电电源的自动转换	(388)
() 本章小结	(391)
第 17 章 船舶照明系统及信号灯系统的管理	(393)
() 17.1 船舶照明系统管理	(393)
() 17.1.1 照明系统概述	(393)
() 17.1.2 船舶照明系统分类	(393)
() 17.1.3 船舶照明系统特点及要求	(394)
() 17.1.4 航行灯与信号灯系统	(395)
() 17.2 船舶常用灯具与控制线路	(395)
() 17.2.1 船舶常用灯具的基本类型	(395)
() 17.2.2 船舶照明属具	(396)
() 17.2.3 油船及特殊船舶的附加要求	(396)
() 17.2.4 船舶照明系统控制线路	(396)
() 17.3 灯光信号设备	(398)
() 17.3.1 号灯的特性	(398)
() 17.3.2 号灯的类型	(399)
() 17.3.3 号灯的控制	(399)
() 17.3.4 自动雾号汽笛	(401)
() 17.4 船舶照明系统的维护保养	(403)
() 17.4.1 照明系统的维护周期和要求	(403)
() 17.4.2 船舶照明系统维护保养注意事项	(403)
() 17.5 船舶照明系统的常见故障检查	(403)
() 17.5.1 短路故障	(403)
() 17.5.2 接地故障	(404)
() 17.5.3 断路故障	(404)
() 本章小结	(404)
第 18 章 船舶内部通信及信号装置	(406)
() 18.1 船内电话通信系统	(406)

18.1.1	船用声力电话	(406)
18.1.2	船用自动电话	(407)
18.1.3	船用指挥电话	(407)
18.2	船舶操纵信号设备	(408)
18.2.1	电气传令钟	(409)
18.2.2	舵角指示器和电动舵角传令钟	(412)
18.2.3	交流型舵角指示器及电车钟常见故障分析	(413)
18.2.4	主机转速测量系统	(413)
18.3	船舶内部电气信号装置	(414)
18.3.1	通用紧急报警系统	(416)
18.3.2	火灾自动探测系统及可燃气体探测报警系统	(416)
18.4	船用广播系统	(419)
	本章小结	(422)
第 19 章 船舶电气安全管理与维护		(423)
19.1	船舶安全用电	(423)
19.1.1	人体安全保护	(423)
19.1.2	船舶电气设备接地与保护措施	(424)
19.2	船舶电气设备防火、防爆和防静电	(427)
19.2.1	电气设备的防火、防爆	(427)
19.2.2	电气设备的灭火	(427)
19.2.3	防静电常识	(427)
19.2.4	船舶防静电的措施	(428)
19.3	油船电气设备的安全管理	(428)
19.3.1	油船的舱室区域划分与电气装置要求	(428)
19.3.2	油船静电起火的预防	(429)
19.3.3	油船电气设备的管理要求	(430)
	本章小结	(431)
第 20 章 船舶电气管理人员的职责		(432)
20.1	船舶修理时的职责	(432)
20.1.1	船舶电气设备的修理类别、期限和范围	(432)
20.1.2	修理项目的确定和修理后的检验	(432)
20.2	监造新船时的职责	(433)
20.2.1	审图和监造	(433)
20.2.2	系泊试验和航行试验	(433)
20.3	船舶主要电气设备调试	(439)
20.3.1	主开关和综合保护装置的调试	(439)
20.3.2	锚机、绞缆机拖动电气控制系统的调试	(440)
20.3.3	舵机拖动电气控制系统的调试	(440)
20.4	船舶航行期间的职责	(442)