

船舶电气工艺 设计与施工

CHUANBO DIANQI GONGYI
SHEJI YU SHIGONG

◎主编 郑 恩



船舶电气工艺设计与施工

◎主 编 郑 愚
◎副主编 赵 群 李佳宇
◎参 编 管 旭 冯海侠 方丽华
◎主 审 史鸿屿

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是根据船舶工业最新造船工艺标准和现代区域造船模式,结合高等教育人才培养目标及教学特点,按照项目导向、任务驱动教学模式编写的。全书内容包括船舶电气设计与建造概述、电气铁舾装件施工作业、船用电缆敷设、船舶电气设备的安装、船舶电气设备接线施工、系统完整性检查、船舶电气系泊试验、船舶电气航行试验等方面的知识。

本书既可作为高等院校船舶电气类专业的教材,也可作为从事船舶电气建造工作人员的参考资料。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

船舶电气工艺设计与施工 / 郑恳主编. —北京:北京理工大学出版社,2014.9

ISBN 978 - 7 - 5640 - 9113 - 2

I. ①船… II. ①郑… III. ①船用电气设备-工艺设计 ②船用电气设备-设备安装-工程施工 IV. ①U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 075739 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 18.5

字 数 / 434 千字

版 次 / 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

定 价 / 55.00 元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 张慧峰

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

“船舶电气工艺设计与施工”是高等教育船舶电气技术专业的一门重要专业课程，它的宗旨是为船舶行业的电气建造工作培养工艺人才和施工人才。

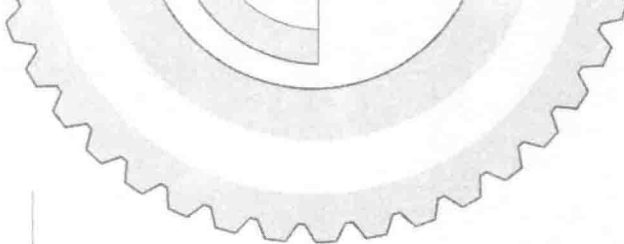
在本教材的编写过程中，编者结合我国现行造船行业的新动态和新工艺流程，本着实用性、实时性、易读性、多层面性的原则，对所参考的有关船舶电气建造的原理、规范、工艺、检验等方面的内容进行了精心的提炼和加工，并以船舶建造的实际顺序为主线来组织本书的各知识模块。

全书共分为八个项目，主要阐述了船舶电气设计与建造概述、电气铁舾装件施工作业、船用电缆敷设、船舶电气设备的安装、船舶电气设备接线施工、系统完整性检查、船舶电气系泊试验、船舶电气航行试验等方面的工艺要求和工艺方法。

本书的项目一由李佳宇编写，项目二由管旭编写，项目三及附录由赵群编写，项目五由冯海侠编写，项目四、项目六、项目七由郑悬编写，项目八由方丽华编写。同时，在教材的编写过程中，也得到了渤船重工电装分厂史鸿屿、曹东、刘长涛、李志东等同志的大力支持和帮助，在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限，经验不足，书中难免会存在一些缺点和不足，诚挚希望广大读者批评指正。

编 者

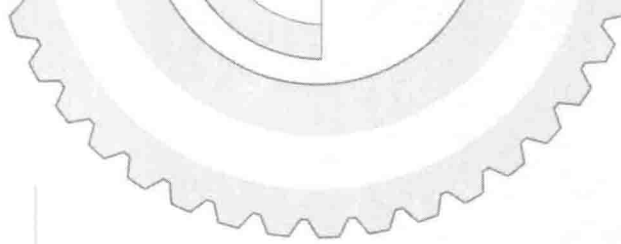


《《《 目 录

项目一 船舶电气设计与建造概述	1
【任务描述】	1
【项目目标】	1
【教学任务】	1
任务一 电气部分生产设计概述	2
【知识链接】	2
1.1.1 主要业务现状	2
1.1.2 工作流程	3
1.1.3 设计程序	3
1.1.4 电装设计业务	5
【任务实施】	15
1.1.5 实训准备	15
1.1.6 编制船舶电气初步设计任务书及订货单	16
【任务测试】	16
任务二 编制电缆表册及托盘管理表	17
【知识链接】	17
1.2.1 电缆册的编制	17
1.2.2 编制电气托盘	18
【任务实施】	25
1.2.3 实训准备	25
1.2.4 编制船舶电气托盘管理表	25
【任务测试】	26
任务三 船舶电气建造概述	26
【知识链接】	26
1.3.1 电气建造工艺概述	26
1.3.2 船舶电气系统的组成	28
1.3.3 电气建造流程及各部分内容	30
1.3.4 电气建造流程图	31
【任务实施】	32
1.3.5 实训准备	32
1.3.6 制订船舶电气建造流程及内容	32
【任务测试】	32
【知识拓展】	33

目 录 >>>

1.4.1 造船生产设计	33
项目二 电气铁舾装件施工作业	38
【任务描述】	38
【项目目标】	38
【教学任务】	38
任务一 船舶电气铁舾装件的选择	39
【知识链接】	39
2.1.1 船舶舾装	39
2.1.2 电舾件	39
【任务实施】	54
2.1.3 实训准备	54
2.1.4 正确选择船舶电气铁舾装件	54
【任务测试】	55
任务二 电气铁舾装件的施工作业	56
【知识链接】	56
2.2.1 电舾件施工作业内容	56
2.2.2 电气铁舾装件安装一般工艺要求	58
【任务实施】	58
2.2.3 实训准备	58
2.2.4 电气铁舾装件的烧焊施工检验	59
【任务测试】	59
【知识拓展】	60
2.3.1 船体结构上开孔及其补强	60
项目三 船用电缆敷设	63
【任务描述】	63
【项目目标】	63
【教学任务】	63
任务一 船用电缆的选择	64
【知识链接】	64
3.1.1 船用电缆的结构、型号	64
3.1.2 船用电缆的分组、命名与代号	66
3.1.3 船用电缆的规范要求	67

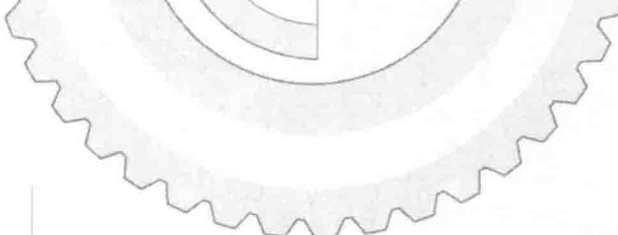


目录

3.1.4 船用电缆的选择	75
【任务实施】	78
3.1.5 实训准备	78
3.1.6 某舱室电缆选择	78
【任务测试】	78
任务二 电缆备料切割	79
【知识链接】	79
3.2.1 电缆备料	79
3.2.2 主干电缆切割的方法及注意事项	79
3.2.3 舱室电缆的切割方法及注意事项	80
【任务实施】	80
3.2.4 实训准备	80
3.2.5 电缆备料质检	81
【任务测试】	81
任务三 船舶电缆敷设	82
【知识链接】	82
3.3.1 电缆敷设的规范要求	82
3.3.2 船舶电缆敷设路线的确定	86
3.3.3 电缆拉敷原则	87
3.3.4 电缆穿过甲板、舱壁和船体构件	87
3.3.5 限制火焰沿成束电缆传播的措施	91
3.3.6 电缆敷设	93
【任务实施】	103
3.3.7 实训准备	103
3.3.8 船舶电缆敷设质检	104
【任务测试】	105
任务四 船舶电缆密封	106
【知识链接】	106
3.4.1 防火区域划分及电缆密封规范要求	106
3.4.2 电缆密封施工	107
3.4.3 电缆贯通的形式	113
3.4.4 电缆密封的效果检验	116
【任务实施】	117
3.4.5 实训准备	117

目 录 >>>

3.4.6 船舶电缆密封质检	118
【任务测试】	118
【知识拓展】	119
3.5.1 特殊情况和场所电缆的敷设	119
项目四 船舶电气设备的安装	122
【任务描述】	122
【项目目标】	122
【教学任务】	122
任务一 船舶电气设备安装	123
【知识链接】	123
4.1.1 船舶电气设备安装概述	123
4.1.2 船舶电气设备安装方法	126
4.1.3 住舱电气设备的布置	130
4.1.4 机舱区域电气设备的布置	134
【任务实施】	138
4.1.5 实训准备	138
4.1.6 船舶电气设备安装施工	138
【任务测试】	139
任务二 船舶电气接地	140
【知识链接】	140
4.2.1 电气接地概述	140
4.2.2 电气设备的接地方法	143
4.2.3 电缆金属护套的接地	145
4.2.4 电气设备和电缆的接地方式	146
【任务实施】	153
4.2.5 实训准备	153
4.2.6 船舶电气接地施工	153
【任务测试】	154
【知识拓展】	155
4.3.1 油船电气设备安装的附加要求	155
项目五 船舶电气设备接线施工	157
【任务描述】	157



《《《 目 录

【项目目标】	157
【教学任务】	157
任务一 电缆引入设备	158
【知识链接】	158
5.1.1 电缆引入设备的工艺程序及要求	158
5.1.2 电缆引入设备时的分支形式和引入方法	160
5.1.3 电缆引入部分设备举例	162
【任务实施】	166
5.1.4 实训准备	166
5.1.5 电缆引入部分设备实际操作	167
【任务测试】	167
任务二 电缆的切割、标记及线芯包扎	168
【知识链接】	168
5.2.1 电缆切割	168
5.2.2 电缆标记	171
5.2.3 电缆端头的包扎	172
【任务实施】	175
5.2.4 实训准备	175
5.2.5 电缆的切割、标记及包扎	176
【任务测试】	176
任务三 电缆引入设备接线施工	177
【知识链接】	177
5.3.1 电缆引入设备的紧固	177
5.3.2 设备的接线	178
【任务实施】	181
5.3.3 实训准备	181
5.3.4 船舶电缆引入设备接线施工	181
【任务测试】	181
任务四 电缆纵向密封施工	183
【知识链接】	183
5.4.1 电缆密封工具、材料	183
5.4.2 主干电缆的纵向密封	183
5.4.3 舱室电缆的纵向防湿密封	187
【任务实施】	187

目 录 >>>

5.4.4 实训准备	187
5.4.5 电缆纵向密封施工	187
【任务测试】	188
任务五 电力一次系统图和接线图的识读	189
【知识链接】	189
5.5.1 电力一次系统图	189
5.5.2 电力一次接线图	189
【任务实施】	189
5.5.3 实训准备	189
5.5.4 识读电力一次系统图和接线图	197
【任务测试】	197
【知识拓展】	198
5.6.1 热缩材料在造船和修船中的应用	198
项目六 系统完整性检查	202
【任务描述】	202
【项目目标】	202
【教学任务】	202
任务一 船舶电气施工危害辨识	202
【知识链接】	202
6.1.1 船舶电气施工危害辨识	202
【任务实施】	204
6.1.2 实训准备	204
6.1.3 编制船舶电气施工危害辨识	204
【任务测试】	205
任务二 系统完整性检查	205
【知识链接】	205
6.2.1 配电板送电前及大型电机送电前接线工序质量过程控制	205
6.2.2 船舶下水前传感器、电极绝缘检验工序质量过程控制	210
6.2.3 船舶艉轴传感器安装工序质量过程控制	212
【任务实施】	215
6.2.4 实训准备	215
6.2.5 完成主配电板送电前接线质量过程控制	215
【任务测试】	216

项目七 船舶电气系泊试验	218
【任务描述】	218
【项目目标】	218
【教学任务】	218
任务一 船舶试验概述	219
【知识链接】	219
7.1.1 系泊试验	219
7.1.2 航行试验	220
【任务实施】	221
7.1.3 实训准备	221
7.1.4 制订船舶电气系泊试验计划	221
【任务测试】	222
任务二 电气系统系泊试验	222
【知识链接】	222
7.2.1 试验用仪器仪表及使用注意事项	222
7.2.2 船舶辅助组合锅炉系泊试验	223
【任务实施】	232
7.2.3 实训准备	232
7.2.4 船舶辅助组合锅炉系统系泊试验模拟仿真	232
【任务测试】	232
【知识拓展】	234
7.3.1 船舶电气系泊试验大纲	234
项目八 船舶电气航行试验	247
【任务描述】	247
【项目目标】	247
【教学任务】	247
任务一 制订船舶电气航行试验计划	248
【知识链接】	248
8.1.1 船舶电气航行试验概述	248
8.1.2 航行试验的准备工作	251
8.1.3 航行试验的基本内容及要求	255
【任务实施】	257

目录 >>>

8.1.4 实训准备	257
8.1.5 编制船舶电气航行试验计划	257
【任务测试】	258
任务二 船舶电气设备、电气系统的航行试验	259
【知识链接】	259
8.2.1 助航设备航行试验	259
8.2.2 无线电通信设备的航行试验	261
8.2.3 船舶自动化系统航行试验	263
【任务实施】	271
8.2.4 实训准备	271
8.2.5 船舶自动化系统航行试验模拟仿真	272
【任务测试】	272
【知识拓展】	273
8.3.1 某船厂航行试验数据记录标准	273
附录 船舶英语对照	277
1.1 船舶的种类	277
1.2 船舶尺度	279
1.3 船舶总体构造	280
1.3.1 杂货船主要部位和舱室名称	280
1.3.2 驾驶台内布置	282
参考文献	284



项目一 船舶电气 设计与建造概述

【任务描述】

船舶电装设计基本业务分为基本设计（包括初步设计和详细设计）和生产设计两部分。基本设计主要包括电气系统图、布置图、详细布置图、负荷计算、电气材料清单、主干电缆走向、接线图、航海/系泊试验大纲等；生产设计主要包括设计完成开孔图、电缆敷设和电气设备安装图、制作和安装托盘表等。

船舶电气建造概述主要介绍船舶电气系统的组成，船舶配电系统线制，对船舶电气的相关规定，船舶电气建造的流程和内容等。

【项目目标】

- ① 掌握船舶电气部分生产设计内容。
- ② 掌握电缆表册及托盘管理表的编制内容和方法。
- ③ 了解船舶电气建造相关知识。

【教学任务】

- ① 编制船舶电气部分初步设计任务书。
- ② 编制船舶电气托盘管理表。
- ③ 制订船舶电气建造施工流程。

任务一 电气部分生产设计概述



【知识链接】

1.1.1 主要业务现状

1. 电装设计基本业务

① 编制技术规格书，设计计划制订（图纸，工程，业务量及特殊业务的步骤等）及管理。

② 编制订货清单。

③ 每个系统与2家以上制造厂签订技术协议。

④ 制造厂认可图纸核对及退审意见回复工作。

⑤ 送审设计及转化设计图纸的发放。

⑥ 船东及船级社图纸退审意见处理。

⑦ 生产意见处理（现场确认，协议等）。

⑧ 标准化作业（标准，惯例，手册，核查清单）。

⑨ 电算教育（TRIBON，CAD，P/C）及职业教育。

⑩ 参加海上试航（确认性能及做成试运行报告）。

⑪ 整理完工图向船东交流。

⑫ 设计图纸外租业务管理。

⑬ 其他业务（教育，会议，计划书编制等）。

2. 基本设计

① 电气系统图（动力，照明，导航，内部通信，自动控制，火灾报警系统等）。

② 布置图。

③ 详细布置图（驾驶室，天线）。

④ 负荷计算。

⑤ 电气材料清单。

⑥ 供应品清单。

⑦ 主干电缆走向。

⑧ 接线图。

⑨ 航海及系泊试验大纲。

⑩ 维修手册。

⑪ 备品备件清单。

⑫ 随机备品清单。

3. 生产设计

① 设计完成开孔图。

- ② 设计完成电缆敷设及电气设备安装图。
- ③ 设计完成电缆托架及电气设备基座制作图。
- ④ 设计完成制作及安装托盘表。
- ⑤ 测量电缆长度。
- ⑥ 编制生产设计规则（如无特殊要求，见先进船舶设计惯例 ASDP）。

1.1.2 工作流程

电装设计工作流程如图 1-1-1 所示。

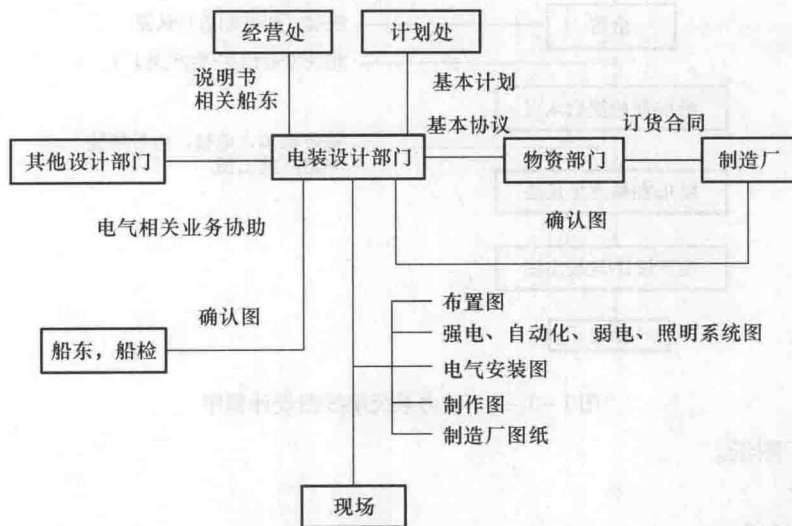


图 1-1-1 电装设计工作流程

1.1.3 设计程序

1. 动力系统单线图

(1) 设计基准

- ① 技术规格书及相关规范规则。
- ② 参照电力负荷计算书。
- ③ 参照电气配电示意图。

(2) 校对

参照核对清单。

(3) 设计程序

设计程序如图 1-1-2 所示。

2. 电气设备布置图

(1) 设计基础

- ① 技术规格书及有关规范规则。
- ② 参照系统图。
- ③ 相关专业布置图。

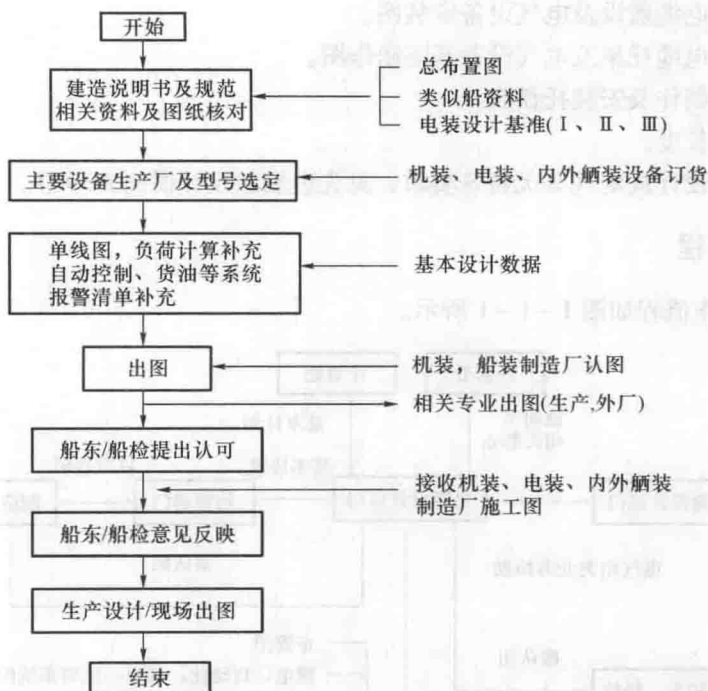


图 1-1-2 动力系统单线图设计程序

④ 制造厂图纸。

(2) 校对

参照核对清单。

(3) 设计程序

设计程序如图 1-1-3 所示。

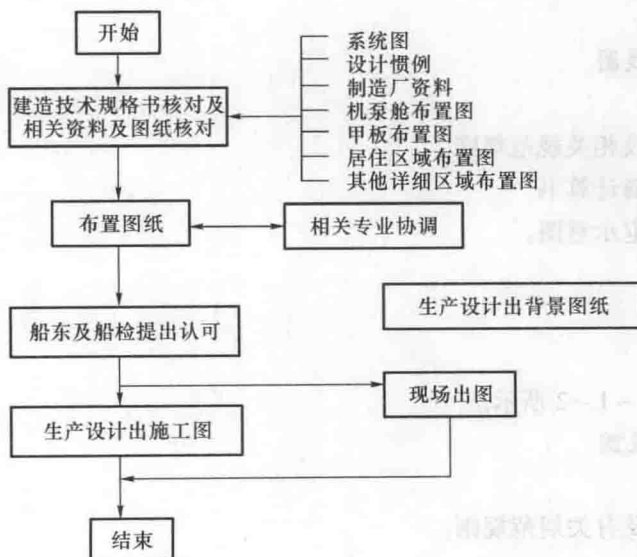


图 1-1-3 电气设备布置图设计程序

3. 生产设计图纸

(1) 设计基准

- ① 技术规格书及相关规范规则。
- ② 参照布置图。
- ③ 参照系统图。
- ④ 参照先进船舶设计惯例 (ASDP)。

(2) 校对

参照核对清单。

(3) 设计程序

设计程序如图 1-1-4 所示。

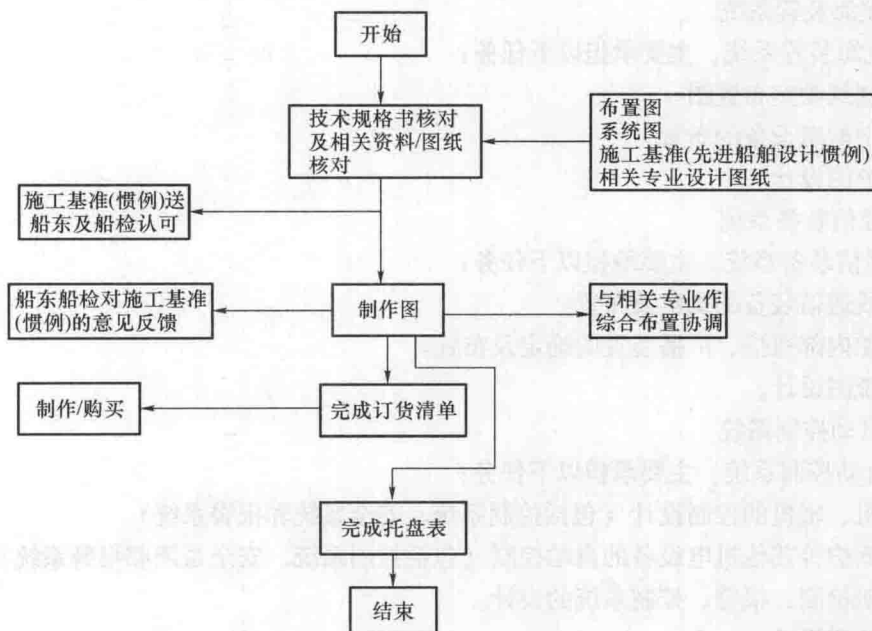


图 1-1-4 生产设计图纸设计流程

1.1.4 电装设计业务

1. 主要业务

担当船舶内所有电气设备的系统设计及设备的布置工作。

(1) 电力系统

对于电力系统，主要承担以下任务：

- ① 决定船舶供电系统的电压、频率和配电系统。
- ② 选择电源装置，如发电机容量和台数的选择、应急发电机容量的选择、电力和照明变压器容量的选择和蓄电池容量的选择等。
- ③ 设计配电装置，如主配电板、应急配电板和蓄电池充放电板的结构设计和配电开关的选择。