

船舶电站 设计原理和规范

孟宪尧 孟 松 韩新洁 编著

大连海事大学出版社

船舶电站设计原理和规范

孟宪尧 孟 松 韩新洁 编著

大连海事大学出版社

©孟宪尧,孟松,韩新洁 2009

图书在版编目(CIP)数据

船舶电站设计原理和规范 / 孟宪尧,孟松,韩新洁编著. —大连:大连海事大学出版社, 2009. 4

ISBN 978-7-5632-2291-9

I. 船… II. ①孟…②孟…③韩 III. 船用电站—设计 IV. U665.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 053577 号

大连海事大学出版社出版

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

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

大连天正华延彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm 印张:17.5

字数:434 千 印数:1 ~ 1000 册

责任编辑:史洪源 版式设计:海 韵

封面设计:王 艳 责任校对:高 炯

ISBN 978-7-5632-2291-9 定价:35.00 元

内容提要

本书是根据船舶电站和船舶电力系统的特点和现代船舶发展的趋势而编写的。全书分三篇。第一篇为船舶电站设计原理,包括十章;第二篇为船舶电站设计规范,包括八章;第三篇为船舶电站性能标准,包括六章。

鉴于目前国内船舶电站和船舶电力系统设计方面的参考资料较少,而船舶电站和船舶电力系统方面的论著大多为 20 世纪 90 年代出版的。因此,本书编写过程中,查阅了近年来大量的相关资料,力求使内容体系完整性,并体现时代特征。本书侧重船舶电站设计指南部分,在认真参考了中国船级社《钢质海船入级规范》和国内外有关规则、规范基础上,力求内容符合船舶电站设计的实际需求。同时对船舶电站和电力系统一些重要的基本原理进行了论述,如短路电流计算方法、船舶电站各种控制功能的实现、可靠性、电磁兼容性设计等。设计规范和设计的技术标准部分主要供设计时参考。

本书的读者对象是船舶电气等相关专业的本科生、研究生和工程技术人员,同时也可供船舶制造、设计方面的设计人员和工程技术人员参考。

编者的话

随着全球经济一体化和世界贸易量的不断增加,船舶的作用显得越发重要。进入 21 世纪以来,由于电子技术、计算机技术和自动化技术的飞速发展,船舶现代化的程度越来越高。同时船舶正在向大型化、快速化、专业化的方向发展,出现了几十万吨的超级油船、1 万标准箱的集装箱船、液化气和化学品等特殊用途船,船上的电气设备和自动控制设备越来越多,复杂程度也不断提高。

船舶电站在现代化船舶中所起的作用更加重要。这些年来,我国一直没有船舶电站设计方面的权威指导书,随着船舶自动化的新发展,原有的一些船舶电站和船舶电力系统方面的专著内容已无法满足新型船舶设计和生产的需要。

目前,我国造船事业发展迅猛,正在努力成为世界最大造船强国,摆在我国造船界面前的当务之急是提高船舶的国产化率。为此,国家发改委为加快我国造船事业的发展,近几年,相继为船舶几个重要系统立项开展具有自主知识产权的研究。2005 年 10 月批准立项的《国家重大技术装备研制和重大产业技术开发专项》中的“船舶电站成套设备研制”项目即是其中之一。本书作者承担了该项目中的“船舶电站设计指南、规范和技术标准”部分的研究,并将研究结果进行总结形成此专著。

本书第一篇由孟宪尧负责编写,孟松负责第二篇的编写,韩新洁负责第三篇的编写,最后由孟宪尧统稿。参加本书编写的还有许庆阳、戴利雄、白一鸣、孙涛、高岩、周晓宇等,他(她)们除参与了部分章节内容的编写外,还参与了编辑和绘图等工作。在编写过程中得到大连船舶重工有限公司船舶研究所副总设计师姜世跃的指导。在此,向以上人员表示衷心感谢。

由于船舶电气技术发展很快,而船舶电气设备系统设计涉及范围十分广泛,因此,本书存在很大的局限性,加之编写人员水平有限,难免会有不当之处,敬请各位读者和专家批评指正。

编 者

2009 年 2 月

目 录

第 1 篇 船舶电站设计原理

1 船舶电站设计总论和设计原则	(1)
1.1 船舶电站系统简介	(1)
1.2 船舶电站系统的特点	(2)
1.3 船舶电站系统的重要性	(3)
1.4 我国船舶电站的应用状况	(3)
1.5 本书编写的依据	(5)
1.6 船舶电站设计原则	(5)
1.7 船舶电站的安全性设计	(7)
1.8 船舶电站电气设备的设计要求	(8)
1.9 油船电站系统的安全防护和可靠性	(12)
2 电站发电机容量确定与计算	(15)
2.1 船舶电力系统的基本参数	(15)
2.2 各船级社的规定的船舶电站电压和频率标准	(15)
2.3 电压不同时输电能力的比较及推荐选用原则	(16)
2.4 发电机容量及台数的确定	(17)
2.5 编制电站电力负荷计算书的步骤	(19)
2.6 应急发电机容量的确定	(25)
3 船舶电力系统和船舶电网设计	(27)
3.1 设计要点	(27)
3.2 船舶电网的供电范围	(27)
3.3 一次电力系统的设计	(29)
3.4 二次系统设计	(30)
3.5 船舶电网的设计与分析	(33)
3.6 船舶配电网络的分类	(36)
3.7 电网的配电方式	(37)
3.8 船舶配电装置的分类	(38)
3.9 电网的保护及保护装置	(39)
4 船舶电站的配电系统	(43)
4.1 主配电板	(43)
4.2 现代化船舶主配电板的特点	(51)
4.3 船舶应急电站的设计	(51)

4.4	应急配电板	(54)
4.5	应急发电机组和应急配电盘	(56)
4.6	船用蓄电池	(57)
4.7	交流配电板	(62)
4.8	分配电板	(63)
4.9	岸电箱	(63)
5	船舶照明系统	(66)
5.1	船舶照明系统分类	(66)
5.2	常用灯具的类型	(66)
5.3	船舶照明系统控制线路	(69)
5.4	照明系统的常见故障	(71)
6	船舶电力系统的安全保护	(72)
6.1	船舶电力系统安全保护的目和内容	(72)
6.2	船舶电力系统短路电流的计算	(73)
6.3	短路电流的计算方法	(76)
6.4	各种短路电流计算方法比较	(83)
6.5	船舶电力系统的安全保护设计	(84)
6.6	船舶电力系统中发电机的保护	(86)
6.7	电动机的保护	(94)
6.8	断路器和熔断器的设计选用和保护方法	(99)
6.9	继电保护装置的设计	(102)
6.10	船舶电力系统保护协调	(105)
7	船用电缆	(109)
7.1	船用电缆的种类	(109)
7.2	电缆的结构	(111)
7.3	电缆的短路容量和工作电流定额	(113)
7.4	船舶电站系统电缆的选用原则	(117)
7.5	电压降和计算方法	(118)
7.6	电缆的敷设和维护	(120)
8	船舶电站自动控制系统设计	(121)
8.1	船舶电站控制系统的基本结构和功能	(121)
8.2	发电机组的控制和运行	(123)
8.3	电站的自动控制系统设计	(132)
8.4	发电机组操作方式的选择	(142)
8.5	自动电站控制功能流程	(160)
8.6	失电后顺序启动方式的设计	(161)
8.7	风油切断电路的设计	(162)
9	轴带发电机系统的设计	(163)
9.1	轴带发电机的优缺点	(163)

9.2	轴带发电机的类型	(164)
9.3	轴带发电机功率输出特性	(166)
9.4	轴带发电机控制的设计	(167)
9.5	轴带发电机的报警和保护设计	(168)
10	船舶电站可靠性、电磁兼容性设计	(173)
10.1	系统可靠性设计的原则	(173)
10.2	电磁兼容设计的原则	(173)
10.3	接地和搭接设计	(175)
10.4	系统的屏蔽设计	(179)
10.5	干扰源分析和抑制方法	(180)

第 2 篇 船舶电站设计规范

11	通则	(183)
11.1	范围	(183)
11.2	规范性文件的引用	(183)
11.3	一般定义	(184)
11.4	设计原则	(185)
11.5	图纸资料	(186)
12	船舶电站的配置和布置	(188)
12.1	船舶电站的配置	(188)
12.2	电站的布置要求	(191)
12.3	发电机组的布置	(191)
12.4	主配电板的布置	(191)
13	船舶电站电源设计	(193)
13.1	电站容量和发电机台数的确定	(193)
13.2	电站负荷计算	(193)
14	船舶电站的安全保护	(197)
14.1	一般要求	(197)
14.2	保护装置的选择	(198)
15	电站系统设备	(202)
15.1	发电机组	(202)
15.2	配电装置	(205)
15.3	电缆	(207)
15.4	控制台	(210)
15.5	计算机系统	(211)
16	电力系统的保护	(215)
16.1	通则	(215)
16.2	短路保护电器的选择	(216)

16.3	设备的保护	(217)
16.4	电力和照明变压器的保护及电流互感器的保护	(217)
16.5	自动卸载	(217)
17	船舶电站综合自动化设计	(218)
17.1	通则	(218)
17.2	发电机组的自动控制	(218)
17.3	自动连接到不带电汇流排	(220)
17.4	应急配电板的自动供电转换	(220)
17.5	自动并联	(220)
17.6	自动调整电压和无功功率	(221)
17.7	自动调整频率和有功功率	(221)
17.8	重载询问	(222)
17.9	自动分级卸载	(222)
17.10	自动解列	(223)
17.11	自动停机	(223)
17.12	负载自动分级起动	(224)
17.13	监控用多路数据传输	(224)
17.14	监控用计算机	(224)
18	电站系统的试验规范	(226)
18.1	通则	(226)
18.2	陆上联调试验	(226)
18.3	系泊试验	(226)
18.4	航行试验	(227)
18.5	系泊试验和航行试验的项目安排和实施	(228)

第 3 篇 船舶电站性能标准

19	船舶电站的分类	(232)
19.1	按电流分类	(232)
19.2	按自动化程度分类	(232)
19.3	按照原动机分类	(233)
19.4	按照功能分类	(233)
20	电站主要设备代号编码方法	(234)
20.1	船用发电机组代号编制方法	(234)
20.2	船用电站控制装置代号编制方法	(234)
21	船舶电站的技术要求	(236)
21.1	使用环境要求	(236)
21.2	船舶电站的工作方式	(237)
21.3	船舶电站的电制要求	(237)

21.4	供电品质	(241)
21.5	供电可靠性和连续性的一般要求	(243)
21.6	系统保护	(244)
22	基本型船舶电站的性能要求	(247)
22.1	电站启动和停止的一般要求	(247)
22.2	主配电板的设备和指示	(247)
22.3	主配电板的设计标准要求	(248)
22.4	船舶电站的连锁要求	(248)
22.5	保护要求	(248)
23	自动化船舶电站的性能要求	(249)
23.1	半自动化型船舶电站的性能要求	(249)
23.2	自动化型船舶电站的性能要求	(250)
23.3	安全系统	(250)
23.4	电站的自动化监视项目要求	(251)
23.5	对机组和主配电板的要求	(252)
24	船舶电站性能标准的试验方法	(253)
24.1	自动电站试验与调试前准备工作	(253)
24.2	电站各种设备试验方法	(253)
24.3	电站的调试流程	(257)
24.4	试验规则	(267)
	参考文献	(268)

第1篇 船舶电站设计原理

1 船舶电站设计总论和设计原则

1.1 船舶电站系统简介

船舶电站是船舶的供电中心。随着现代科学技术的发展和世界经济发展的需要,船舶正在向大型化、现代化、专业化和自动化的方向高速发展,对船舶电站及电力系统的安全性、可靠性、供电功率及自动化等提出了更高的要求,使之成为现代化船舶中最重要的系统之一。

船舶电站系统一般由发电、配电、输电和用电四个部分组成,其组成示意图如图 1-1 所示。

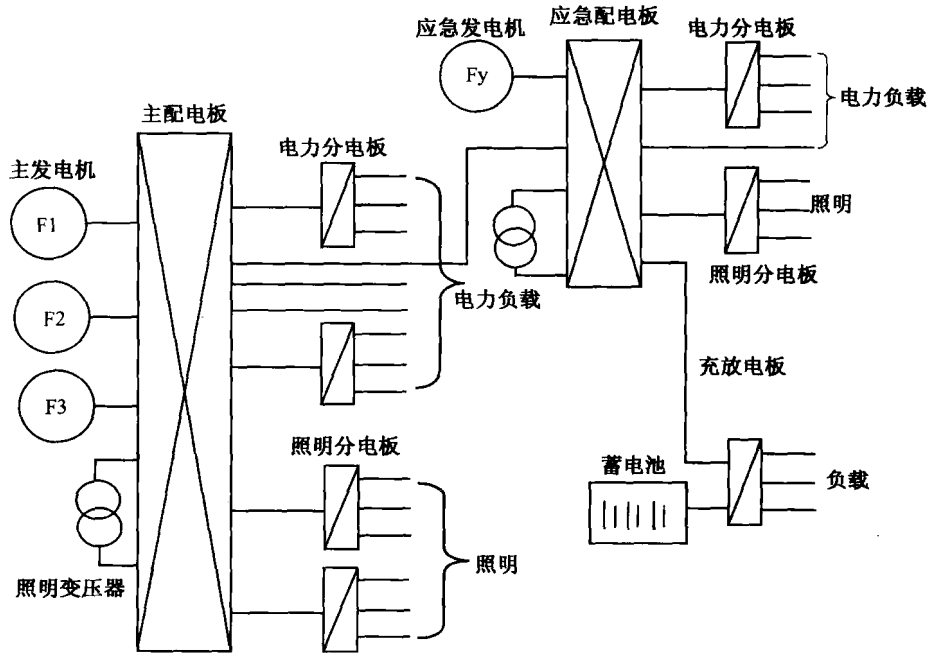


图 1-1 船舶电站系统示意图

1.1.1 发电部分

发电部分是指向用电设备提供电源的装置。按原动机的种类可分为:

- 柴油机发电机组;
- 汽轮机发电机组;
- 蒸汽机发电机组;
- 燃汽轮机发电机组。

目前除军舰采用燃汽轮机发电机组外,大多数船舶采用柴油机发电机组。此外,可变螺距螺旋桨的船舶,采用主轴带动发电机,称为轴带发电机。

1.1.2 配电部分

即配电装置,是指把电能有控制地分配给各种用电系统和设备的装置,通常称为配电板或配电站。对配电装置,根据其功能的不同,可分为:主配电板、应急配电板、分配电板、蓄电池充放电板。

1.1.3 输电部分

输电部分是指连接发电机、主配电板与用电设备之间的电力线路,一般称为船舶电力网或船舶电网。根据连接的负载性质,可分为:动力电网、照明电网、应急电网、临时应急电网、弱电网等。

输电方式分为一次电网和二次电网,或称一次网络和二次网络,也称一次配电系统和二次配电系统。国际电工委员会(IEC)对此下的定义是:

一次配电系统是指与发电机有电气联系的系统;

二次配电系统是指与发电机没有电气联系的系统。

目前,国内习惯的定义是:

一次网络——由主配电板和应急配电板直接供电的系统;

二次网络——由分配电板供电的系统。

1.1.4 用电部分

船舶用电设备大致分为甲板机械、机舱辅机、风机、照明、空调、冷藏、通信导航设备和生活用电设备等。一般将用电设备分为重要设备(指与航行有关的设备)和次要设备。

1.2 船舶电站系统的特点

1.2.1 船舶电站是独立电网

总容量不超过各发电机容量 5 ~ 10 倍的电网称为独立电网。船舶电站系统属于独立电网。由于船舶电站只供一条船上负载的需要,因此单机容量和系统容量都比陆上电站容量小得多,一般单机容量不超过 2 000 kW,装机总功率不超过 10 000 kW(近些年来船舶大型化,并出现电力推进船舶,使得有些船舶电站容量高达几万千瓦)。

船舶电力系统通常只有一个电站工作,因此,任何电站断电事故都将危及船舶航行的安全。

1.2.2 电站线路阻抗低

与陆上系统相比,船舶长度和范围相对有限,发电设备和用电设备之间距离较短,因此输电线路的阻抗很低,特别是在主配电板区域的短路故障很严重,即存在最大不对称状态,这样在断路器和开关在切断故障电流时会产生严重的损害,所以船舶电站系统要求具有完善的安全保护功能。

1.2.3 船舶电站系统工作条件恶劣

由于船舶电气设备设置在船上,工作环境和条件相对恶劣,受高温、振动、摇摆、倾斜、冲击等多方面的影响,此外,相对湿度大,空气中盐雾、霉菌、油雾等腐蚀作用大,因此,对船舶电站

系统的可靠性要求高。

1.3 船舶电站系统的重要性

2004 年我国船舶工业发展的战略要求,提出了要把我国船舶工业建设成为世界第一造船大国的宏伟目标。但与船舶制造业突飞猛进的发展不相协调的是我国的船舶设备配套工业的发展非常滞后,船舶设备装船率呈急速下降的趋势,船舶配套设备工业的水平离造船大国的奋斗目标差距甚远,急需发展强大的船用配套设备工业来适应造船大国目标的需求。

船舶设备配套工业是船舶工业的基础之一,也是一个国家造船能力的真实全面反映。日本在评价船舶配套工业时认为:“如果没有一个强大的具有竞争力的配套工业,那么,日本的造船工业将无立足之地。”可见,日本能成为世界第一造船强国,与他们对配套技术的重视是分不开的。据欧洲船用设备协会对造船市场的预测,从 2001 年至 2005 年,世界船舶设备市场在 1150 亿美元左右;我国船舶设备市场 2005 年达到 240 亿元人民币。如此巨大的船用配套设备市场,一直是国际厂商间技术较量和激烈竞争的焦点。

船舶电站是船舶配套设备的重要组成部分,一般占船舶全部配套设备的 25% ~ 30%,是船舶配套设备中技术附加值相对较高的设备。船舶电站是船舶上的电厂,承担着向全船主动力、动力辅机、通信导航、装卸载设备及其他电力用户提供电源的重任,是船舶航行安全的保障。随着信息技术的发展,船舶电站已经发展成为以计算机为控制中心、船用中/高速柴油机发电机组、配电板和电站监控系统组成的全自动电站,并日益成为当前乃至今后主要发展方向。在这方面,我国船舶工业虽然通过 20 年的技术合作、专利或许可证引进,部分设备已具有一定的生产能力,但仍然不能形成系统配套,也缺少自我成套的系列化产品,无法与国际厂商成套设备供货相抗衡,因此,加强我国船用电站成套设备的研制,对增强我国船舶配套设备的系统成套能力,尽快提高我国船舶设备装船率,推进我国船舶在国内形成行业配套、技术先进、市场占优的产业链和产业群体具有非常重要的意义。同时,以了解船东需求,掌握国际先进设计技术的船舶总装厂牵头完成项目的研制工作,对推进船用配套设备国产化,开展船用重大装备研制工作新领域具有重要的现实意义和深远的推广应用价值。

1.4 我国船舶电站的应用状况

我国从 20 世纪 60 年代以来,一直大力发展船舶工业,并自行设计、研制了一系列船舶柴油机发电机组和汽轮发电机组,应用在海军舰艇和商用船舶上。

20 世纪 70 年代后,随着我国实行对外开放、对内搞活的经济政策,国内船舶开始进入国际市场。为了适应造船业的需要,我国在船舶电站设备方面开始引入国外的产品和技术,如镇江船用柴油机厂、陕西柴油机重工有限公司、洛阳河南柴油机有限责任公司、711 所等先后引进丹麦 MAN B&W 公司于 20 世纪 90 年代中期推出的 16/24、21/31 等系列中速柴油机组专利,安庆柴油机厂引进日本大发公司 DK 系列中速柴油机组专利,广泛地应用到船舶电站设备制造中。

近年来,我国造船业发展更为迅速,目前,造船总吨位已成为仅次于日本和韩国的世界第三造船大国,每年承建大量国内外船舶,正在向造船强国迈进。但目前摆在我们面前的一个重

要问题是我国造船的配套能力还很有限,船上的很多高附加值的设备依赖从国外进口。目前,我国还没有满足船舶市场需要,具有自主知识产权的船舶发电机和发电机组产品。因此,开发研制国产的船舶电站系列产品对我们实现造船强国宏伟目标具有特别重要的意义。

现代船舶技术的发展,很大程度上归功于船舶配套设备技术的发展,而配套技术的快速发展是因为信息技术在机电产品中大量注入,因此,在信息技术的促进下,高效率、自动化、集成化、模块化、数字化和智能化,大功率、长寿命、小体积、无污染、安全、可靠的新型船舶配套产品不断问世。船舶电站主要发展趋势是:

1.4.1 电站容量不断增大,电网电压不断升高

随着世界经济贸易的发展,航运公司为了降低成本,使船舶的平均吨位越来越大,船舶电站的容量也将随之不断地增大。随着船舶自动化程度以及对操纵性要求越来越高,对船舶电站的容量及稳定性等方面提出了更高的要求。在海工程方面及一些高性能船还越来越多地采用了电力推进的方式,使电站容量的增大还涉及机组向中压等级发展,最高已可达 10 kV 等级甚至更高。这对电站的其他部分也都提出了更高的设计要求。

1.4.2 电站成套设备的集成化、模块化

把电站作为一个成套设备直接提供给船厂是目前大多数国际厂商的标准做法,而且他们提供的成套产品可以让船厂进行菜单式的组合。这样的做法是基于他们的各电站设备都已实现集成化设计、模块化制造,而且各分级产品都以标准化接口进行组合拼装。在监控软件编制方面,也都以参数设置来进行适应性转化,而不必重新更改软件程序。在维修性方面,集成化、模块化使设备的维修判断简单化,在故障现场只需进行简单的更换模块或组件即可恢复使用,对维修人员要求简单。

1.4.3 电站智能化趋向

现在所谓的智能化,不只指设备个体的智能化,更主要的是电站整体功能的智能化。现在的大部分工业设备本身已经通过采用工控元件可对设备内部工作状态进行监测和报警处理,但就电站成套整体而言,应该从更上层的系统运行角度对各个设备之间进行控制。例如对负载变化作出供电结构调整,在应急状态下采取过冗余策略等,从而实现无人自动电站。在此基础上,再将电站的智能网络接入整船监控系统,可实现远程控制,如单人船桥。如果再通过整船监控系统连入互联网络,更可以实现陆基的专家诊断系统进行远程诊断、维修,甚至在特殊情况下可实现陆基远程控制。这些都是智能化的发展方向,国外高度智能化船舶已实现单人船桥和远程专家诊断部分。

1.4.4 电站设备趋向于小体积、长寿命、无污染

伴随着电器元器件的集成化、原材料性能的提高和机械加工精度的上升,现在的设备都趋向更小的体积和更长的寿命。例如柴油发电机组,原来 1 000 kW 的机组尺寸要达到 5 160 mm × 2 000 mm × 2 500 mm,而现在 3 000 kW 的机组尺寸也仅 8 350 mm × 2 800 mm × 3 650 mm。功率密度得到了大幅提高。在使用寿命方面,以前的国产柴油机大修期仅为 3 000 h、6 000 h 不等,而现在可延长至 12 000 ~ 18 000 h,进口机器甚至可以更长。在污染控制方面,现在越来越多的国家、地区对柴油机运行排放的废气含量(例如 NO_x)都作出了详细的规定。在有些邮船上还对机组的噪声作出了规定。在设备内部和设备之间的用料(例如电缆)方面,也强调了无毒无害等指标。

1.4.5 新型的船舶电站监控系统

近年来,船舶监控系统技术得到了快速发展,已从早期的以单片机系统和PC机系统为核心的分布式控制系统(DCS)演变成为以工业以太网、工业现场总线、智能图像监控终端、现场数据采集终端等嵌入式网络设备为核心的新型船舶监控系统。这种综合平台式的电站管理系统将使整个船舶电站的控制、操作、综合管理、维护等工作效率大大提高,具有高度开放性、可靠性、可维性与耐用性。船舶电站监控系统的发展方向是逐渐向标准化、模块化、系列化、开放化、小型化、网络化、信息化、人机交互人性化等方向发展。

1.5 本书编写的依据

“船舶电站成套设计技术研究”项目(项目号:发改高技[2005]-2137)国家发改委2005年10月批准立项的《国家重大技术装备研制和重大产业技术开发专项》中的课题之一。本书作者参加了该项目的子课题“船舶电站设计指南、设计规范和设计技术标准”的研究。在该项目研究报告的基础上,经整理完善形成本书。

本书内容的主要依据为:

- (1) 国际电工委员会标准(IEC);
- (2) 中国船级社《钢质海船入级规范》(2006)。同时参考国外主要船级社,如英国劳埃德船级社(LR)、美国船级社(ABS)、挪威船级社(DNV)、日本海事协会(NK)等的标准;
- (3) 船舶电站成套设备研制电站系统技术规格书;
- (4) GB/T12980-91 船舶电站通用技术要求和试验方法;
- (5) 船舶电气实用指南;
- (6) 轮机工程手册;
- (7) 船电工艺手册;
- (8) 船舶电站成套设备研制主配电板(含电站监控系统)技术规格书;
- (9) 船舶电站成套设备研制应急配电板技术规格书;
- (10) 船舶电站成套设备研制柴油机组技术规格书等。

1.6 船舶电站设计原则

船舶电站是应用于船舶上的一个独立的电力系统,由于船舶自身的特殊性和运行环境的多变性,要求船舶电站必须具有安全性、可靠性、经济性的特点,这些特点也是进行船舶电站设计时的基本原则。

1.6.1 设计的主要依据

船舶电站设计特别要注重“设计”和“实用”的特点。本设计指南中列入了国内外相关的规范和规则的基本要求,汇集了国内船舶电气领域的科研成果和实践经验,吸收了国外先进技术,力求使本设计指南能成为具有实用性的、有参考价值的“工具书”。

设计中依据和参考的规范和规则主要来自以下组织和机构:

国际海事组织 IMO—International Maritime Organization;

国际海上人命安全公约 SOLAS—International Convention for Safety of life at Sea;

国际船级社联合会 LACS—International Association of Classification Societies;
国际标准化组织 ISO—International Organization for Standardization;
国际电工委员会 IEC—International Electrotechnical Commission;
中国船级社 CCS—China Classification Society;
日本海事协会 NK—Nippon Kaiji Kyokai;
美国船级社 ABS—American Bureau of Shipping;
挪威船级社 DNV—Det Norske Veritas;
英国劳埃德船级社 LR—Lloyd's Register of Shipping;
德国劳埃德船级社 GL—Gennanischer Lloyd;
法国船级社 BV—Bureau Veritas;
俄罗斯船舶登记局 RS—Russian Register of Shipping;
美国电气与电子工程师学会 IEEE—Institute of Electrical and Electronics Engineers.

1.6.2 设计阶段划分及各设计阶段的任务

一般将设计划分为4个阶段,即

- (1) 论证(方案)设计
- (2) 初步设计
- (3) 技术设计
- (4) 施工图设计

具体设计阶段划分,一般在产品的设计合同中已予以规定,可合并或减少。也可以按基本设计、详细设计和生产设计来划分阶段。一旦设计阶段确定,应按规定的设计阶段工作内容开展设计,前一阶段设计未达到要求时,一般不能转入下一阶段工作。

1.6.3 各设计阶段的任务

(1) 论证(方案)设计

开展多方案的技术设计和论证工作。确定主要电气参数(如电压等级、电流种类和频率)、配电系统以及主电源装置类型等,确定主要通信导航设备的配电及选型,并确定主要电气设备的厂商表。有条件的话,可以绘制全船配电系统单线图,明确自动化水平。

(2) 初步设计

根据任务书要求,研究最优技术方案。主要设计工作为:

- ① 估算全船电力负载——确定发电机组的容量和台数。
- ② 确定全船配电系统——根据全船用电设备,按动力、照明、拖动和通信导航系统绘制配电系统图草图。
- ③ 进行短路电流估算——为主要配电设备选型提供技术数据
- ④ 提出全船主要电气设备初步订货明细表——主要包括电源装置、配电设备、控制设备、电缆、通信、导航和无线电设备。
- ⑤ 估算主要设备尺寸——如主配电板。

(3) 技术设计

技术设计是进行深化设计的重要技术工作阶段。应以“技术任务书”和已经审查认可的初步设计为依据,优化和确定各系统的技术状态并予以固化。主要设计工作包括:

- ① 进一步核算全船电力负载。

②绘制全船各系统的系统图、控制图。

③设计全船电气设备的布置图,特别是电气设备集中的舱室,如驾驶台、海图室、机舱控制室等。

④短路电流计算——为系统保护设计和设备选型提供依据。

⑤确定主干电缆走向。

⑥提出全船电气设备订货明细表。

⑦提出电气设备备品备件明细表。

⑧编制试车试航大纲及有关文件。

⑨其他必要的设计计算——如电压降计算和照度计算等。

1.7 船舶电站的安全性设计

船舶本身是一个相对封闭并不断运动的实体,船舶电站承担全船的供电任务,船舶电站一般由2~3台同型号、同容量的发电机组成发电机组,同时备有一台应急发电机。船舶电站的运行直接关系到船舶的安全,要求船舶电站必须具有较高的安全性和可靠性,因此,在进行船舶电站设计时,必须将船舶电站的安全性和可靠性放在突出的位置上,设计时具体要着重考虑以下几种要求:

1.7.1 安全保护要求

船舶电网容量较小,一般情况下船舶电站由一台或两台发电机向电网供电,所以发电机的转速和电压的变化直接影响电网的频率和电压,同时负载的投入和切除也会直接影响电网的频率和电压,特别较大负载的变化会引起电网的波动。此外,电网的局部故障和误操作都可能引起全船断电,直接威胁船舶的安全。因此,要求船舶电站的发电机组必须有较高品质的调速和调压装置,并合理地配备安全可靠的保护装置,确保船舶电网系统出现断电等故障的发生。

1.7.2 防止短路电流的要求

由于船舶电网的输电距离短,线路阻抗低,各处短路电流大。短路电流所产生的电磁机械应力和热效应非常容易使开关、汇流排等设备遭损坏和破坏,为此,设计中要重点考虑尽量防止短路电流的产生。如输电线路要采用电缆沿船舱舱壁或舱顶走线,电缆的分支和接转均应放在配电箱或专用的分线盒内,连接点不允许暴露在外。此外,电缆的进线口,应设填料函、衬套或电缆贯通等。

1.7.3 设备环境条件要求

由于船舶电站工作环境的特殊性,因此,要求船舶电站系统采用的设备和装置一定要符合船用设备的标准和条件,应具有防振动、摇摆、倾斜的能力,以及在高低温、湿热、盐雾、霉菌、油气等环境条件下能够可靠地工作。

船舶电站设备在选用、安装和维护时,突出考虑的共性问题应该是:①高度可靠性;②防止发生火灾;③避免发生人员触电事故而造成的伤害。

1.7.4 大小和重量要求

根据船舶的特点,船用电气设备在满足性能要求的前提下,外形尺寸和重量尽可能要小,而且要便于搬运、安装、维护和更换其中的备件。