

# 船舶先进自动化电站的设计与实现

赵晓玲

**摘 要** 青岛远洋船员学院在实训室设计并实现了船舶自动化电站,吸收了日本寺崎 GAC-16M 和西门子 PMA71/2 自动电力管理系统的功能特点,应用先进的计算机控制技术和控制算法,采用能量回馈变频整流单元实现最大限度的节能。实现柴油发电机组、轴带发电机、应急发电机、蓄电池组、岸电的复杂系统管理,满足不同船型不同级别船员的培训任务。

**关键词** 船舶自动化电站 能量回馈 电站模拟

中图分类号:U665.12

文献标识码:A

文章编号:1006-7973(2007)08-0019-02

## 一、引言

中远集团远洋船上的船舶电站,最先进的微机控制基本上是日本寺崎产的 GAC-16M 自动电力管理系统,PLC 控制系统是西门子公司产的 PMA71/2 自动电力管理系统。青岛远洋船员学院作为中远集团的教学、培训与研发院校,必须具备先进的船舶自动化电站实训室。本文设计的船舶自动化电站,参考中远最近新下水的远洋船舶现代化电站技术资料,参照大连海事大学“育鲲”轮经过专家充分论证设计的先进自动化电站系统。新建的船舶自动化电站具有较高的可靠性、先进行和节能性。

## 二、船舶先进自动化电站的功能

青岛远洋船员学院的船舶自动化电站实训室,承担不同船型、不同船员等级的教学、培训任务,提高学员的自动化电站管理水平。要求学员认识电站主配电板及配电装置,把船舶电站图纸与实物对照分析,弄清仪表接线方式及信号检测的功能原理、发电机的保护装置、自动空气断路器、逆功率继电器、发电机 AVR 等及其功能,掌握船舶电网频率调整与有功负荷的分配调节、船舶电网电压调整与无功负荷的分配调节、同步发电机组的手动准同步并车、船舶电网绝缘检测等技能,提高船舶电站的维护与保养水平。

随着现代造船技术的进步,船舶自动化电站管理系统更加先进,对船员的要求越来越高。新下水远洋船上的船舶自动化电站管理系统具的功能有:发电机组停机状态下的预润滑和暖机,发电机组的自动起动与自动切换控制,发电机组的自动并车操作、防止 ACB 短路时的重合闸功能,并联运行中功率的自动分配、转移与电网频率的自动调整,发电机组的运行台数管理,大、小应急电源及岸电自动投入控制,负荷管理(重载询问、分级卸载、自动按程序顺序起动)功能,发电机组的机、电故障自动处理与报警(包括自动保护、自动停车),发电机组的自动、故障状态下解列、停机控制,综合保护功能,运行状态显示及故障监视,运行中系统参数的

自动监视、给定参数的修改。

船舶自动化电站管理系统在线监测原动机的滑油压力与温度、冷却水压力与温度、排烟温度、主轴承温度。自动处理超速、绕组温度高,起动/停机失败、建压失败、并车失败、无机可用,主开关合闸、跳闸失败,过压、欠压、失压,过频、欠频,逆功率,过流,短路,过载,电压偏离,三相电流不平衡。根据存储的历史数据进行趋势分析,具有故障诊断能力。

新研发的自动化电站还能在系统硬件或软件上设置故障。在机组停机状态下,可进行电站的模拟(物理模拟而非纯软件仿真)操作训练,可以实现单机并车或无机并车操作训练。NO3 发电机组、应急发电机、岸电均取自市电,轴带发电机用变频电机模拟。机组检修或故障情形下,不影响电站操作训练。电站负载采用变频、逆变技术,把发电机输出的功率反馈到学院电网,克服传统的加热法消耗发电机负荷,克服水电阻体积大、热水沸腾蒸发带来的恶劣影响。电站负载种类齐全,包括侧推、平衡泵等大负荷(内部建模)。有功、无功负荷可变、可调、可并,克服目前的电站负荷只能调节有功,无功不能调如电抗器的缺点。允许学员在自动化电站系统上进行绝缘设置与分析、查找。

## 三、船舶先进自动化电站的系统介绍

本系统具有前面介绍的全部功能,任意两台或三台发电机组可以长期并联运行,轴发及柴发间只能短暂并联运行进行负载转移。实际设主发电机 2 台,功率为 40KW,第 3 台主发电机(40KW)与轴发(65KW)由变频电机来模拟,应急发电机 1 台,由市电模拟替代。在配电板上将为每台发电机配套设施耐德主开关,具有实船的各种保护与控制功能,并附加有通讯模块,实现与 PLC 的通讯。本电站项目将根据大型商船通用配置设计,能够较充分地反应船舶配电系统的结构与设置,具有突出的教学意义,并能发挥科研建设的作用。

配电板的结构形式为钢制,防滴,自然通风,自立式,

收稿日期:2007-5-13

作者简介:赵晓玲 青岛远洋船员学院机电系 (266071)

基金项目:中远集团船舶先进自动化电站实验室建设项目

各屏间安装隔板,板后维修,板前、板后设水平安装的绝缘扶手。防护等级为 IP22,底部进线,设有板前照明与板后维修照明。配电板输入、输出接线端设有永久性标志,结构布置安全可靠,便于接线、便于维修。配电板的内部接线采用 CBVR 型绝缘电线,两端做有标记。仪表选用船用型电表,除手动部分外,多数的开关,模拟量信号经 PLC 汇总,多数的指示的信号来自于 PLC 的输出。所有发电机的电压、电流、频率、功率等指示仪表的表面应在额定值处画出红色标记。配电板上的报警指示灯要包括 380V 绝缘低,220V 绝缘低报警指示灯。应急配电板通过联络线路由主配电板供电,当主配电板失电时,应急配电板联络开关自动断开,应急配电板送起动信号至自起动箱起动应急发电机,如主配电板在 30 秒内未恢复供电,应急发电机主开关合闸,保证 45 秒内向应急汇流排供电,当主配电板恢复供电,应急发电机主开关分闸,联络开关合闸。应急发电机主开关与联络开关连锁。应急发电机为手动停机。主配电板的同步屏中设有主电站自动管理系统,对主发电机,轴带发电机和侧推等进行自动控制与管理,应急发电机控制屏中设置有应急电站自动管理系统,对应急发电机进行控制及监视。

在电站管理模式开关选择自动位置时,除了自动同步,三相电流,电压,功率,功率因数检测,功率分配,自动解列等常规自动电站功能外,其它主要功能举例如下:

1. 具有根据备机顺序选择和发电机实际情况的不同进行第一、二备用机组的判断和动态切换的功能;
2. 主电网失电,这时会对第一备用机组进行起动,如果起动成功并且发电机电压已建立则使发电机运行指示灯亮,发出合闸命令,进行合闸供电,如果合闸成功则合闸指示灯亮,否则发出合闸失败报警。备用机组的起动最多可进行三次,如果三次起动失败,则发出起动失败报警;
3. 如果在网柴发功率 85%,延时后,则会自动如上述 2 所述的起动合闸过程,其中合闸前会进行自动同步;
4. 如果在网轴发功率 90%,延时后,会自动起动第一,第二备用机组,分别并电以转移负载,然后解列轴发。故障情况会发出报警;
5. 电流过载持续一定的时间会进行 1 级或 2 级卸载;
6. 根据发电机的在网数量和承担功率大小,进行判断和自动解列的动能;
7. 具有故障处理功能,如柴油发电机组发生次要故障时进行自动减负、负载转移和起动备用的功能;
8. 具有频率和电压过高过低的自动处理程序;
9. 具有轴发投入与退出的管理功能;

10. 具有重载询问的功能;

11. 具有远程控制等功能。

船舶先进自动化电站的具体配置如下表所示:

序号	分项	规格	数量	备注
1	1 号柴油发电机 DG1 控制屏	40KW 主开关	1	与实际发电机
2	2 号柴油发电机 DG2 控制屏	40KW 主开关	1	
3	3 号柴油发电机 DG3 控制屏	40KW 主开关	1	模拟发电机
4	轴带发电机 SG 控制屏	65 KW 主开关	1	模拟发电机
5	侧推与岸电屏	45 KW 负载开关	1	
6	并车屏(DG1,2,3,SG)	含母联,分区开关	1	
7	组合启动屏		2	
8	380V 负载屏		1	部分模拟负载
9	220V 负载屏		1	
10	充放电屏		1	
11	应急发电机控制屏		1	
12	应急发电机负载屏		2	
13	380V/220V 变压器		2	
14	灯光照明系统改造与接线	正常,应急,小应急	1	
15	电站模拟系统		1	
16	三相电能质量分析仪		1	
17	PLC 控制系统		2	
18	计算机控制系统		1	

#### 四、计算机控制及电站模拟系统

电站系统可通过计算机进行远程控制,可以在计算上进行电站操作,可以实出计算机远程启动与停止,可以进行调频、并车、解列等操作,在计算机上能够显示电站的电流、电压、频率、功率,功率因素等参数,能够显示实时的变化过程。同时能够实现数据备存,画出历史曲线。为有关的科研工作故障诊断提供基础。能够实现使用 PLC 实现的同步并车与解列功能,实现故障报警和自动化电站的各种功能。

当实际电站不运行时,能够与实船配电板一起实现电站仿真系统,整个电站模拟系统具有与本实际电站相一致的结构与过程特性。以单线图的方式展示整个电力系统的运行状态,可以跟踪实际与仿真电站的变化。符合有关电力系统屏的标准。

#### 五、结论

最新研发的船舶自动化电站管理系统,具备当前船舶电站的全部功能,具有全系统集成(TIA)化和控制过程可视(HMI)化的优点。最大限度的实现节能(电站负荷逆变反馈技术),可靠性大大提高(无需机组运行即可实现各种操作训练)。采用先进的计算机、PCS7 技术和控制算法,实现了柴油发电机组、轴带发电机、应急发电机、蓄电池组、岸电的复杂管理。

(参考文献略)