

基于 PLC 的船舶电站控制系统设计与应用

查辅江

(江苏海事职业技术学院, 南京 211170)

提 要 为解决船舶电站自动控制系统中的继电器系统和电子电路控制系统的线路复杂、可靠性差、维修工作量大等缺点,给出了解决方案。阐述了基于 S7-200 PLC 的船舶电站自动控制系统的设计和实现,自动电力管理系统参数的在线监视与在线修改。

关键词 船舶电站 自动控制系统

中图分类号 TP273 **文献标识码** A

1 引言

随着工业自动化产业的高速发展,自电气自动化控制领域的重要组成部分 PLC(Programmable Logic Controller)问世以来,引起了国内外电气行业的普遍关注,现已成为具有发展前景和影响力的一项高新技术产品。现代 PLC 控制技术因其可靠性高、耐恶劣环境、使用极为灵活方便三大特点,广泛应用在自动化控制系统领域。船舶自动化控制系统更是如此。目前我国的船舶电站控制系统,虽有一定程度的自动化控制,但控制系统基本上分为两种:一种是继电器系统,另一种是电子电路控制系统。这两种系统存在的缺点是系统线路复杂、可靠性差、维修工作量大。为提高船舶的安全性、可靠性,提高船舶的生产效率,采用 PLC 控制技术来实现船舶电站的自动控制,具有广泛的市场前景。本文介绍用 S7-200 PLC 开发的船舶电站自动控制系统。

众所周知,PLC 适用于多种场合中的检测、监控自动化。S7-200 PLC 具有丰富的指令集成和内置集成功能,如高速计数器 HSC、自整定 PID 和脉冲输出 PTO/PWN 等,实时特性和通讯能力强,扩展模块丰富,可靠性高^{[1],[2]}。

基于 PLC 的船舶电站系统采用模块化设计,结构紧凑,便于在线故障诊断。基于 PLC 技术设计的人机界面,组态调试方便,用 S7-200 PLC 开发的船舶电站控制系统,性价比高,在远洋船舶得到了成功应用,表明 PLC 技术值得在轮机自动化中推广。

PLC 控制的自动电力管理系统,系统结构形式

大至可分成两大类。一类是由一套 PLC 对整个电站进行控制,另一类是每台发电机组由一套 PLC 进行控制。为适合不同自动化程度要求的电站,也可在此基础上再加一套 PLC 进行并联运行总体控制。本文所述的是后一种控制方式。

2 PLC 控制的船舶电站系统的设计

PLC 控制的船舶电站逻辑框图如图 1 所示, PLC 控制系统主要由 PLC 信号处理板、电源板、操作控制显示板所组成。系统配置是按每台发电机组一台 PLC、一块信号处理板,整个系统配一块电源板,系统参数的在线监视与在线修改是通过 PLC 的编程器实现的。PLC 主要承担发电机组启动、停车控制,机组故障处理,调节频率,并联运行控制,机组运行台数及大功率负荷投入管理等任务。该 PLC 采用的是 S7-200 CPU224 模块,用于输入信号的采集、处理和输出信号的转换、执行。转速调节环节驱动直流伺服电动机执行,并在 PLC 内部实现自整定 PID 算法,指令丰富,速度快,具有较强的运算能力。信号处理板产生 PLC 所能接收的系统所需的开关量、模拟量信号,如 u 、 i 、 p 、 f 、 \cos 等参数。电源单元输入 DC24V、AC220V,输出 DC24V、+15V、-15V,向系统所有单元、部件包括启动、停机电磁阀提供工作电源。操作板即编程器可以完成程序的编辑,在运行中可监视、修改系统给定各类参数。

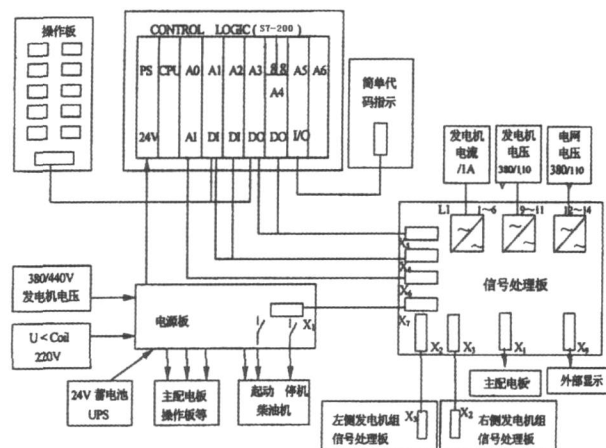


图 1 电站逻辑控制框图

作者简介:查辅江(1960-),男,副教授。

3 PLC 船舶电站自动操纵程序系统的实现

柴油发电机组及电站的自动控制系统,该电站有两台相同容量的发电机,正常航行时,用一台机组即可满足全船供电,各台柴油机(包括主机)的冷却水系统连通,利用运行机组的余热来预热备用机组。并装设了实现周期性预润滑的电动滑油泵及自动控制装置。

备用机组的起动,有“机旁”、“半自动”(遥控)和“自动”三种方式。当备用机组置于“自动”时,只要电网一停电,就形成起动指令。柴油机用压缩空气起动,可以实现“三次起动”。成功后,若电网无电,能直接自动合闸。停机的控制是由电磁铁切断燃油供应而实现的,控制系统具有“模拟试验”的功能。

该电站自动操纵时的程序方框图如图2所示,两台机组中,一号机为运行机,二号机为备用机。由图可知,对运行机的故障,分为电气故障和机械故障两大类来处理。电气故障包括过流、逆功、欠压(发电机的故障)和短路(电网的故障)。机械故障为滑油压力低和柴油机超速。当发生电气故障时,将导致主开关跳闸,跳闸后运行机立即甩开电气故障,因此机组又恢复到正常运行,这时,控制系统给予跳闸的机组一次“重合闸”的机会,以便迅速恢复供电。若因机械故障,则形成停机指令,并给予报警、记录。不论机或电的故障,均将导致电网断电,因而形成备用机组的起动指令。

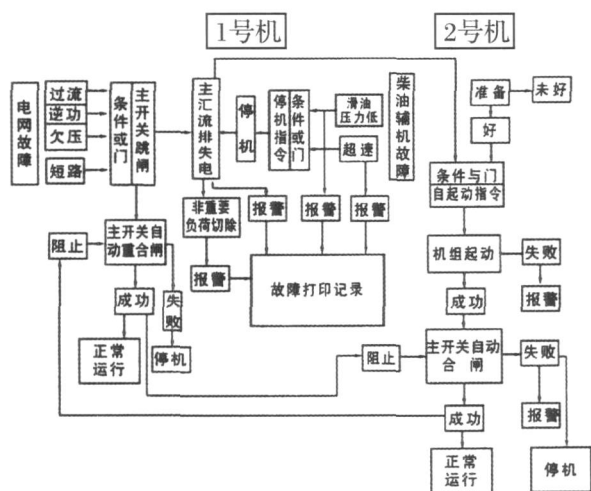


图2 自动操纵时的程序方框图

备用机组起动成功后,若电网无电则可能直接自动合闸,若因为运行机组重合闸成功,则因电网已恢复供电,备用机组将因为不能在限定的时间内自

动合闸,而作为“合闸失败”处理,使已经起动了的备用机自动停机。若备用机先合闸成功,则运行机不能再合闸,也将在规定的时限后自动停机^{[3],[4]}。

至于两台机组中,哪一台作为一号运行机,可以按需要,用转换开关进行选择,按机舱中机组的固定编号顺序依次而定。该控制程序已属 PLC 全自动控制电站,但因为一般情况下均为单机运行、无并车和负荷分配的操作,任何故障甚至是过载的情况下均允许断电,因此其总体的控制比较简单。

总体控制单元相当于人的大脑,把来自各台发电机组的机、电信息及主开关、汇流排与各大用户的必要信息给以综合分析、判断,然后发布相应命令,确保电力系统安全、可靠且经济运行,保证供电质量。其树形结构方框图如图3所示。由图可见,总体控制单元与各子单元间是直接联系的,而各子单元间是互不相连。

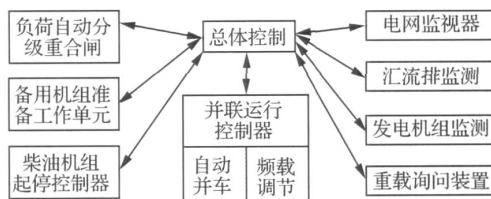


图3 总体控制 PLC 自动化电站结构框图

4 电力管理系统参数在线监视与在线修改

为适合不同类型的柴油发电机组,及随着机组累计运行时间加大而致机组性能的变化,系统参数的在线监视机组当前运行工况的变化随时做出相应的修改是必要的。如调整脉冲的宽度:对于液压调速器来说,新建船舶大约可调整在 0.5 ~ 2s 之间的不同档次上,以匹配不同程度的频差与功差综合信号;当船舶陈旧时,调速器脉冲宽度可能要整定在 1 ~ 5s;某些保养不当的船舶应调整在 5 ~ 20s,调速器才会起作用。

对发电机的过载、过流、失压、超速、逆功率保护的各项整定值,其中各项动作整定值可以允许用户调整,而从运行安全方面考虑时,通常在安装调试时设定,一般不允许用户修改。

系统参数的在线监视与在线修改,一般数字在模拟集成电路构成的系统中做不到,有些较好的、经改良后的系统,通过数码拨盘也只能修改极少量的参数;微机控制的系统,船员一般做不到,对于 PLC

[下转第31页]

通过专用的通信模块才能实现,其构成的网络又称之为 N N 网络。三菱 FX2N 系列 PLC 之间的链接是通过通信接口模块 FX2N-485-BD 来实现的。PLC 与 PLC 之间的链接单元最多为 8 个,该链接又称为并联链接,并联链接时其 PLC 内部用于通信的位软元件与字软元件被 N N 网络的各个站点的 PLC 同时占用,用户不能用作其他用途。

4.2 N N 网络中的数据传输

N N 网络的数据传输分为两种情况。

(1) 通过通信的位软元件进行位数据传输。例如在模式 1 时,如果在 1 号站点的 PLC 用户程序中驱动内部辅助继电器 M1064 ~ M1095 中的任何一个,则 N N 网络中所有站点的 PLC 中的相应的继电器的常开与常闭接点均会发生相应的动作,利用此项功能,可以很方便地在一个站点的 PLC 输入端接入控制信号而使其他站点的 PLC 产生用户所需要的动作。

(2) 通过通信的字软元件进行字数据传输。例如在模式 1 时,如果在 0 号站点的 PLC 用户程序中将某个 16 位数据传送到 D₀,则 N N 网络中所有站点的 PLC 中均可以从 D₀ 中读出该数据。注意数据只能从相应站点对应的字软元件写入,而数据的读出无此限制,即从某个站点写入的数据可以从其他任意一个站点读出。

N N 网络的数据传输是通过用于通信的位软元件与字软元件进行的,前者相对简单方便,但只能用于 1 位数据的传输;后者可用于 16 位数据的传输,但在模式 0、模式 1、模式 2 时,可以用于 16 位数据传输的数据寄存器,每个站点分别只有 4 点、4

点、8 点,而在处理较为复杂的控制任务时,有时需要传输的数据可能多达几十个以上,并且数据会随时间不断更新变化,例如在用 PLC 构成的监测与控制系统中,工业现场的大量参数如温度、压力、流量等需要通过现场的 PLC 传输到集中控制室(台) PLC,此时直接利用这些通信用字寄存器进行数据传输,其通信用字寄存器的数目往往显得不够用。

内河船舶集成监控系统中,解决有大量数据传输问题的办法是利用 N N 网络的数据传输的特点,编制 N N 网络中各个站点 PLC 用于数据发送、数据接收的用户程序。用户编制的用于数据发送、接收程序的优劣,不仅影响数据传输的质量,而且会影响到 N N 网络中各个站点 PLC 的运行安全及整个系统的控制质量。

5 结论与探讨

内河船舶集成监控系统依据内河船舶的现状,考虑到内河船舶的组成等客观条件,采用当前先进的 PLC 技术、数字传输与显示技术,进行了高度集成化设计,用软件取代了大量传统自动控制系统中的硬件设备,大大降低了系统投入成本,节约大量人力、物力,具有维护管理方便,使用简单可靠等特点,基本达到在中小型船舶上直接推广应用的要求。

6 参考文献

- 1 张桂臣,任光.基于 PLC 的船舶主机遥控系统设计与实现.船舶工程,2007,(4):65
- 2 林其明,杨胜国,梁前超,等.大型船舶机舱监测报警通讯系统.中国修船,2007,(6):31

[上接第 28 页]

控制的系统,在这方面是轻而易举的,只要借助于 PLC 的编程器或与之配套的操作器就能很容易地做到。

5 结论

由于 PLC 可靠性高、耐恶劣环境、使用极为灵活,功能扩展方便。在船舶电站自动控制系统中应用 S7-200 PLC 实现船舶电站的逻辑控制和总体控制,替代继电器系统和电子电路控制系统,故障率大大减少。在 PLC 内部实现自整定 PID 算法控制转速调节环节,驱动直流伺服电动机执行,负荷分配及

时均衡。PLC 船舶电站控制系统便于系统参数的在线监视与在线修改。

6 参考文献

- 1 Siemens Simatic S7-200 PLC System. 2005.
- 2 吴中俊.可编程序控制器原理及应用.北京:机械工业出版社,2005.
- 3 郑凤阁.轮机自动化.大连:大连海事大学出版社,1998.
- 4 林华峰,李华,赵克威.船舶电站及电力拖动.哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2006.