

现代船舶电站自动化和机舱监控系统

福建交通职业技术学院 许明华

随着社会的发展,船舶电气化从直流到交流,电压等级从 500V 至 3.3KV,以及船舶轴带发电机的应用,船舶电站自动化程度越来越高。船舶电站自动化装置,从六十年代采用继电器控制技术及其后来的晶体管分立元件控制技术,到七十年代的小规模集成电路及其后来的中大规模集成数字,模拟电路控制技术,至八十年代的微处理控制技术,九十年代的 PLC 控制技术,船舶电站已形成完善的船舶自动电力管理系统。

一、船舶电站自动化

船舶电站综合自动化的主要任务是保证供电的安全可靠和改善劳动条件,同时也提高运行的经济性。无论是数字——模拟集成电路组成的、还是微机或 PLC 控制的船舶自动电力管理系统,其大致功能有:

- (1)发电机组根据负载需要,自动起动、投入运行和自动停车;
 - (2)发电机和电网母线自动同步和自动并车;
 - (3)实现电网电压和频率的自动恒定;
 - (4)并联运行机组间自动实现负载(有功和无功)的分配和转移;
 - (5)按电站负载情况能自动卸除或投入次要负载;
 - (6)重载控制;
 - (7)发电机组运行程序的选择,以符合规定检修方案所给出的总运行时间;
 - (8)故障的自行报警自动保护与按一定程序自动投入相应的完好机组,并切除故障机组;
 - (9)自动巡回检测、报警和打印记录。
- (一)数字——模拟集成电路的自动电力系统:

基于可行性、灵活性及在控制系统局部发生故障时,从能最大限度保留自动控制功能等情况出发,世界各生产厂家大多朝着模块化方向发展着的,随着模块与模块间连接的构思不同,大致可分为成两种类型的结构组成形式。

1. 采用总体控制方式: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。总体控制单元与各子单元间是直接联系,而各子单元间是互不相连。子单元控制有:

- (1)柴油发电机组的起、停控制器;
- (2)并联运行控制器;
- (3)汇流排监测;
- (4)发电机组监视与电网监视器;
- (5)备用机组准备工作单元;
- (6)重载询问装置;
- (7)重要负荷自动分级重合闸。

2. 积木块式:积木块式自动化电站主要由五种功能块组成。如下:

(1)自动起动——停车装置:控制柴油机的起动,监视柴油机运行中的所有重要运行参数。当其参数超过规定极限时柴油机则立即或延迟停车。因此本装置也是一个安全保护系统。

(2)并车装置:建立和检查发电机并入主汇流排的条件、执行并车功能。

(3)电网监视器:作为安全系统监视电网电质和频率是否低于和超过允许值,鉴别故障机组并使其脱离船舶电网,保证电网的继续供电,电网断电后电网监视器也有自动恢复供电的功能。

(4)负荷控制器:保证机组运行在经济工况下,也就是使运行机组的台数与电站的负荷量相适应。

(5)功率分配器:使运行中的柴油发电机组均匀地承担负荷,需要时也可实现频率调节。这些功能块是以独立装置或模块形式出现的,主要是应用具有一定程度的集成功能块的模拟技术和数字技术实现的。

(二)微机或 PLC 控制的自动电力系统

无论是微机控制的还是 PLC 控制的自动电力管理系统,系统结构形式大至也可分成两大类。一类是由一套微机对整个电站进行控制,另一类是每台发电机组由一套 PLC(或微机)进行控制,为适合不同要求的电站自动化程度,也可在此基础上再加一套 PLC(或微机)进行并联运动总体控制。

总之,如果采用大型计算机总体控制,它的优点是能提高计算机的有效利用率,处理能力较强,而它的缺点是系统较复杂,有故障发生时,可能整个系统都将无法工作。如果使用多台微型计算机对电站并车、负荷控制等进行分别控制。虽然在处理数据的能力,规模和速度上较大型计算机小,但由于元件少而可靠性较高,且还具有体积小,功耗低,易于管理和维修方便等优点,此外,即使当某台微机因故障而暂停工作时,并不影响控制系统其它部分的工作。由于船舶机舱环境的恶劣,微机控制系统在防电磁干扰上或多或少存在一些问题,因此电站的微机控制系统并没有被船电领域一些著名企业所接受。现代船舶电站自动化控制系统采用了通用性的 PLC 作为控制核心器件,淘汰了其八十年代闻名于世的微机控制系统。因此 PLC 控制系统将在电站自动化得到广泛应用。

(三)船舶自动电站控制功能程序流程:

综上所述,自动电站的功能较多,其中每一部分都有其相对独立性,由总体控制将各部分工作有机地协调起来,组合成为一个系统。在系统的安排上,应考虑充分利用各单元的独立性,使系统运用起来更加灵活。其主要控制功能流程为:

- (1)周期性预润滑流程;
- (2)机组起动控制流程;
- (3)并车调频流程;
- (4)并车合闸流程;
- (5)恒频与功率分配控制流程;
- (6)功率管理原则流程。

所有自动电站功能流程,并非固定模式,随着自动电站的进一步发展,以及微型计算机的引入,PLC 控制系统不断更新换代,船舶自动电站的功能将更为完善。

二、机舱监控系统

(一)目前船舶机舱监控系统,它是在总结了以往机舱监控系统的设计、生产、使用经验的基础上,根据新世纪对机舱监控系统的要求,凭借船舶运输控制系统国家工程研究中心先进的 EAD 设计手段与 SMT 生产工艺研制生产。它是一个“标准化”、“模块化”、“系列化”的产品。它主要是包括下列六大系统:高中速柴油机主机遥控系统;低速柴油机主机遥控系统;机舱监视报警系统;液(油)货舱监控系统;电站监控系统;损管管理系统。

1. 网络结构:系统一般采用现场总线,系统为双层网,上层为数据采集与传送网,下层为控制网。为保证系统的可行性,下层控制网络采用冗余结构。考虑到危险分散原则,下层网按系统又分成若干个子

网,如:主机遥控系统与电站监控系统各自是一个独立的子网。船舶机舱监控系统的网络结构是满足全数字,全分散、全开放系统的要求。

2. 硬件:船舶机舱监控系统的硬件是模块化的硬件,其模块分成四大类:

- (1)管理类模块:工业控制计算机;
- (2)控制类模块:多功能 CPU + 通讯模块、多功能、I/O 模块、操作显示模块、智能逻辑控制模块、电源模块;
- (3)数据采集模块:热电阻输入模块、热电偶输入模块、模拟量输入模块、开关量输入模块、脉冲模块、混合型输入模块。
- (4)通讯类模块:Lonworks 智能通讯卡、以太网卡。

3. 软件:软件采用通用标准要求编写,按积木式要求分块,对于不同要求的船舶,只要改变软件的模块组合及修改人机对话界面软件即可满足要求。

船舶机舱监控系统的软件一般分为五大类:管理类、控制类、数据采集类、通讯类及调试类。

(1)管理类:只有一套程序,主机遥控系统、监测报警系统、电站控制系统其上位管理机均采用相同的管理程序。一般情况下,主机遥控系统的管理机可在主菜单上选择“推进系统”或“遥控系统”,此时其 CRT 上的人机界面均为该二系统的界面。监测报警系统可在主菜单上选择“监测报警”此时其 CRT 上显示的人机界面为监测报警的有关界面。同样,对于电站监控系统的上位管理机可在主菜单上选择“电站监控”,此时其 CRT 上的显示同样出现电站系统所需的界面。从形式上看各时在运行各自的程序,实质上是运行相同的程序。一旦当某一系统的管理机损坏,另一系统的管理机不仅能完成自己系统的一切工作,还能完成已损坏管理机所需进行的工作。这就构成的多重冗余,提高了可靠性。

(2)控制类:控制类程序有三套,一套为电站控制程序;另二套为主机遥控程序,控制程序采用高级语言编写,汇编语言执行。

(3)数据采集类:数据采集程序采用一套,不论是何种数据采集模块(热电阻输入模块、热电偶输入模块……)均可执行该套程序,对于采集点的多少,或各采集点名称的变化,这套程序不用修改,只要修改管理机的部分程序即可。

(4)通讯类:通讯类程序为 Lonworks 通讯程序。

(5)调试类:调试类程序按调试需要分为三种,遥控系统,监测系统和电站系统各有已自的调试程序。

4. 机械结构:船舶机舱监控系统的(下转第 37 页)

300, 根据不同土质及其上部建筑物荷载选用, 桩身构造有标准图, 一般在施工现场预制, 长度一般为 2m 和 2.5m, 桩达到强度后, 通过打桩机将桩静压入土。其桩的终压力是由油压表读出, 从而控制桩身入土深度, 一般桩身终压力取桩承载力 R_k 的 1.8 倍, 所有桩基施工完毕后还需进行验收, 验收主要有两个内容, 承载力及桩位验收, 承载力主要采用静载, 试桩数量不少于总桩数 1% 且不少于 3 根, 桩位验收要求桩位偏差在规范允许范围内 (15cm), 否则视为废桩, 需在周围补桩。龙岩市禽产品加工厂综合楼 (六层框架) 和车间均采用此类基础现已交付使用, 效果良好, 静压桩基础有着诸多的优点, 它在闽南沿海地区已广泛使用, 近年在闽西正在推广。

结论

(1) 对于场地覆有较大厚度的杂填土, 下部有较好的地基土, 且地下水位较深, 可采用基础深埋, 在 -0.15 处加地圈梁的处理方法。

(2) 对于场地上面覆有较大厚度软土地基, 下部有较好的地基土, 且地下水位很浅, 而且地下水位常年稳定, 可采用打松圆木桩的处理方法。

(3) 对于局部场地覆有大厚度的软弱地基土, 而且地基土含水率较高, 属高压缩性粘土, f_k 大约在

120KPa 左右, 可采用打振冲孔灰砂桩基础方法来处理。

(4) 亚粘土类地基, 场地泡水, 可充分利用周围地势的高差, 通过排水盲沟将场地地表水位降至基础底以下 500mm 以便基础施工, 提高亚粘土的承载力。

(5) 基础施工时, 遇到古井、暗沟、暗塘, 需将古井、暗沟、暗塘探明清楚后, 将其杂填土挖除干净, 再浇筑含 25% 抛石砼, 并加入 5% 过滤剂, 将其填实再做基础。

(6) 遇到表面覆有较大厚度的粉质粘土层, 大约有 6.7 米厚, f_k 在 120KPa 左右, 其下面有大厚度卵石粘土层, f_k 为 180KPa 以上, 其上面建六、七层建筑, 其基础可采用静压桩基础, 即安全又较经济。

以上是本人十四年来从事设计工作中, 在施工现场较常遇到的几种特殊地基基础处理方法的论述。深深体会到, 遇到一种特殊地基必须首先进行现场察看, 分析地质勘探资料, 了解周围情况, 进行必要的探测, 试验, 再根据工程结构要求, 荷载大小, 当地水文土质, 土的性质等, 提出几种处理方案, 从安全、经济和方便施工等方面确定一种, 最经济合理的方案, 这样才能做到真正为用户服务。

(上接第 34 页) 控制箱、操纵台均采用国际通用标准箱体与操纵台结构, 设计制造已达到无纸化。产品的设计与制造均在船舶运输系统进行。

(二) 主机遥控系统由四种标准部件构成, 即遥控发讯器 (复合车钟), 自动控制板、半自动控制板、以及智能控制器 (简称控制器)。控制器装入不同的软件就构成遥控制器; 柴油机控制器; 柴油机安全保护控制器; 变矩桨及齿轮箱离合器等。

遥控系统有三种操作方式: 驾驶台或集控室全自动遥控, 集控室自动遥控以及机旁应急操作。

全自动遥控时, 各种控制器与控制板用现场总线相连, 用通信方式完成遥控操作。半自动控制时, 各种控制器与控制板采用电缆联接, 指令由人工发出, 操作则由控制器完成。控制板设置在驾驶台及集控室, 而控制则分散在现场, 从而做到了分散控制、集中管理。由于采用了现场总线, 大大节省了线缆。主机遥控系统一般分为二套, 可适用于各种类型柴油机动力装置的遥控。

(三) 监测报警系统: 是由两种标准部件构成, 即管理机与数据采集模块。数据采集模块又分为热电阻输入模块、热电偶输入模块……。数据采集模块都带有现场总线通讯接口卡, 通讯现场总线与上位管理

机相连。

不同类型的船舶根据监测点的性质与数量选用不同类型及数量的数据采集模块, 根据用户要求适当修改上位于管理机的人机界面程序即可, 测点不受限制。

(四) 电站监控系统由两种标准部件构成, 即管理机与机组控制器。电站监控系统既可以满足单机的要求, 也可以满足各种发电机组要求, 甚至可满足扩展数十台机组的要求。只要改变装入机组控制器内的程序就可构成全自动电站控制器及半自动电站控制器。

(五) 船舶机舱监控系统是一个完整的系统, 也是一个相对独立的系统, 也可单独采用其中的一部分, 如: 主机遥控系统或机舱监测报警系统或电站监控系统或液 (油) 货舱监控系统或损管管理系统, 如此等等。不仅如此还可以只采用上述这些子系统的一部分, 如: 全自动电站监控系统或半自动电站监控系统或应急电站控制系统等。

综上所述, 新一代船舶机舱监控系统确实是一个满足全数字、全分散、全开放要求, 符合标准化、模块化、系列化要求, 同时也满足实现电站的综合自动化和无人机舱的要求。