

供热泵房水处理自动化控制系统的开发

摘要: 本文主要描述了氧化铝蒸发冷凝回水处理控制系统开发。在该系统中利用施耐德电气公司的 Twido PLC, 实现 PID 控制和恒压供水控制, 和设备的连锁启动, 完成对水处理过程的动态管理和控制。此系统在冷凝水整合改造项目中体现良好的检测和控制性能。

一、引言

中国铝业山东分公司动力厂水处理供热泵房(下筒供热泵房)作为氧化铝生产蒸发冷凝回水处理的主要设施, 担负回水的检测分离、储存和转供用户的重要任务, 以及锅炉用水的除氧工作。改造前泵房控制和管理是处于相当落后的状况, 在电气控制上, 自动化控制程度低, 供水的安全性低和可靠性差, 大部分的泵仅有单级的常规控制, 现场操作频繁, 劳动强度大。在管理上, 分离工艺的管理记录和统计都是手工操作。随着氧化铝生产规模扩大, 异地蒸发设备蒸发后的冷凝水需要进一步集合回收分离处理, 为提高冷凝水分离能力, 稳定回水导电率, 控制在规定范围内以下, 增加合格回水产量, 降低消耗, 我们对原有供热泵房控制和管理进行了彻底改造和完善。该项目是以供热泵房水处理为中心、分离设备、锅炉除氧器、水泵等为实施对象, 进行整个供热泵房的自动化控制和管理改造。

二、概述

供热泵房位于动力厂水处理中心位置, 有回水泵 6 台, 中继泵 5 台, 给水泵 2 台, 30 平方米除氧器 2 台, 加热器 2 台, 水箱 7 个, 100 立方米水池 2 个, 多套电导率仪和快速汽动阀构成了冷凝水检测、分离回收、控制、分析、储存、转供的供水体系, 回水温度 60-80℃, 部分回水加温至 102-105℃, 再转供用户。

控制要求

以供热泵房为设施对象, 进行整个泵房的自动化控制和管理改造。

- (1) 建 48 平方米集控室, 对泵站实施两级控制, 在控制室内设置微机监控和信号处理柜。
- (2) 用 Schneider 系列低压电器对泵房的水泵控制开关柜进行改造, 使之具有就地和远程控制的功能。
- (3) 采用 Schneider 系列 PLC 和变频器, 对整个泵房实现自动化控制, 水泵将根据泵的状态, 供水管网的压力等工况自动投切。
- (4) 通过在线电导率仪检测回收冷凝水导电率值来判别水质, PLC 控制电磁阀驱动汽动薄膜调节阀进行水的分离。
- (5) 通过对除氧器安全水位和压力、温度的检测, 及时通过电动执行机构对除氧器的加热阀门自动调节。
- (6) 用微机对整个水分离系统、供水系统和计量系统进行动态监控管理、故障报警、工况记录及数据打印。
- (7) 通信接口, 可通过工业以太网联网进行监控并可将数据传送给生产调度。

三、PLC 和变频器配置

根据前述的要求, 我们采用施耐德的 Twido 系列 PLC 开发了一套新的自动化监控系统。主要的配置如下:

- (1) 主控制器模块 (CPU): 选用 TWD LCAA24DRF, 共 2 块, 采用主从方式。
- (2) 数字量输入模块 (DI): 选用 TWD DDI 32DK, 共 2 块 (32 点/块)。处理 60 点输入信号。
- (3) 数字量输出模块 (DO): 选用 TWD DDO 32UK, 2 块为 32 点/块。处理 39 点输出信号。
- (4) 模拟量输入模块 (AI): 选用 TWD AMI 2HT, 共 4 块 (2 路/块)。处理 7 点输入信号。
- (5) 通信模块: 选用 TWD NAC485D、以太网 TCP/IP 模块 174CEV30010。
- (6) ATV38HD46N4 型变频器 3 台。

装置的信号都是通过数字量或模拟量点对点入与 PLC 连接。

四、系统控制软件的开发

自动化监控系统的软件主要有两部分: PLC 控制软件和上位机工业组态软件。采用软件 Twidosoft2.1 对控制系统进行设计和编程。Twidosoft2.1 是一个对 Twido 系列 PLC 编程的软件包, 除了可以编制程序以外, 还可以设定各

种参数、在线检测、查询故障等。本系统采用模块化编程，根据工艺流程，按照不同的连锁关系组成几种运行方式，在集控室中连锁控制泵的运转。在编程实现的过程中又可根据运行方式的不同编写不同的功能块，以满足不同控制要求。PLC控制程序由几大模块组成。

4.1 系统检测和故障处理控制模块

系统检测处理所有的输入信号，处理的信号有：泵的电流；合格水和不合格水池液位；供水管网压力；电导率检测值；硬度检测值；冷凝水温度；供水流量；汽动薄膜调节阀开停状态信号。

系统故障分类为三级：一级故障定义为最高级。当发生此类故障，将禁止所有控制输出。声光报警，记录打印，在显示屏上显示故障类型和解决方法。只有在排除故障，按人工复位键后系统恢复正常工作。二级故障定义为次级。当发生此类故障时将禁止故障点的控制输出，系统作自动调当前操作。故障报警和恢复同一级故障。三级故障定义位最低级。当发生此类故障时，仅声光预警，不中断当前操作。根据系统中产生的各种故障实施相关的故障声光报警和记录。此刻在显示屏进入故障报警画面，显示故障内容，性质，地点，时刻和解决方案，并打印。

4.2 恒压供水模块

保持供水压力的恒定、提高供水质量是相当重要的，同时要保持供水的安全性和可靠性。我们分组设计供水方式和控制系统，由主供水回路、备用回路及泵房组成。其中，控制系统采用了已具有丰富功能的施耐德电气公司的PLC为核心的多功能可靠控制系统。为防止系统给变频器反送电，造成变频器损坏，采用了施耐德的交流接触器进行机械互锁，ATV38HD46N4变频器的AI2的X、Y端接受压力变送器（4-20MA）信号对泵速度进行PID调节，利用变频器的两个可编程继电器输出端口R2A、R2C进行功能设定。当变频器达到最高频率时，一个端口的常开触点闭合；当变频器达到最低频率时，另一个端口的常开触点闭合。以此作为给PLC的输入信号，判断是否加泵和切泵。使每组泵在PLC的控制下能够有序而平稳的切换运行。

4.3 水泵启动连锁控制。

- ①当故障信号置位，置二级故障报警，由<系统故障处理>模块处理。
- ②根据信号状态点亮或熄灭有关指示灯。
- ③当泵开关柜的开关选择，可实施三种设备运行方式：手动方式；自动方式；检修方式。
- ④在微机显示屏上对每台泵设置有各自的状态指示灯；手动操作按钮和选择开关。
- ⑤单台泵的选择开关有四档：停止；检修；手动和自动。当设置手动档时可实施手动或预抽空操作。在自动档时则允许该泵进入系统自动运行状态。
- ⑥在系统操作上设置有三档的选择开关：停止；自动和预抽空。<停止>禁止所有泵的运行；<自动>允许单台泵选择开关设置在自动档的泵进入自动运行状态。<预抽空>允许单台泵选择开关设置在手动档的泵预抽空运行。
- ⑦泵的启动和停止要求依次延时投入和退出。
- ⑧水泵的基本连锁条件：A.一级故障，电源故障禁止泵运行；B.泵电机故障，泵启动柜故障禁止对应泵运行；C.泵的不同运行要符合柜面开关及操作界面间的正确设置；D.水位连锁。
- ⑨当满足上述不同连锁条件时，泵可进入手动，检修，自动运行。
- ⑩在水泵自动运行时，要根据供水管网的压力，水池水位点和水位区来确定需运行的泵数；判断需投入自动运行的泵是否满足上述要求，如不满足，则故障报警。

4.4 冷凝水导电率的检测和分离控制

用数字工业电导率仪检测凝结水硬度和碱度，判别水质标准后，输出4-20mA模拟量信号给PLC，PLC输出开关控制信号给电磁阀，用汽源开闭驱动汽动薄膜调节阀进行水的快速分离。

4.5 PID功能，通过除氧器安全水位、压力、温度的模拟检测和默认的[0-10000]格式的给定值完成PID修正，并提供相同模式模拟命令给电动执行机构对除氧器的加热阀门PID自动调节。

4.6 数据处理和人机界面处理

①数据统计：水泵启动柜交流接触器的动作计数；泵运行的时间累计；泵房供水流量的累计；用电量的累计。

②数据设置：水箱水位值、供水管网压力值、回水泵、中继泵运行台数。

③数据显示：计算机显示屏

④打印机打印处理：故障随机打印；运行状态打印；参数设置打印；工作报表打印；动态曲线打印；设备状态打印；数据统计打印；显示屏幕打印。

上位机用三维力控工业组态软件,I/O 驱动采用内置 MOUDBUS RTU 方式,对应内部寄存器地址从 4001 开始。设计了良好人机界面。水泵运行监控;故障报警;记录和排除提示;参数设置;模拟键盘操作;计量数据存储;工艺曲线显示;工况模拟显示;泵房概貌显示;电导率仪运行一览显示;除氧器运行显示。通过选择画面对水分离、供水、除氧、计量进行过程监视和操作。

流量计量系统采用组态软件提供的脚本语言,对采集的流量模拟值进行开方和温度补偿处理,在程序初始化时采用浮动指针二维函数建立密度表。

通过 WEB,实时在网上发布动态水分离工况信息,用户可通过局域网采用 IE 浏览器访问。

五、结语

泵房自动化控制系统改造后正常运行证明:整个系统设计合理、先进;操作简便;可靠性高;完全符合改造预期的要求,可以将其推广应用。

耿建国 男 1957 年 4 月出生,大专学历 中国铝业山东分公司动力厂计量管理科 科长 工程师

邮编: 255065

通讯地址: 山东淄博市张店区山铝西山二街 51 号楼 6 号

电话: 0533-2942589 传真: 0533-2944275

e-Mail: ZBSLDLGJG@eyou.com