

基于 PLC 与变频器的离心泵自动稳压供水控制系统研究

阎建峰 (西山煤电(集团)有限责任公司公用事业分公司, 山西 太原 030053)

摘要: 针对现有的污水处理厂离心泵站存在自动化程度低, 运行效率低, 稳定性差和设备易损坏的问题, 基于 PLC 技术对原有的控制系统进行变频技术改造。该控制系统以 PLC 控制为核心, 变频调速技术为基础, 结合压力传感器、变频器、离心泵、继电器、交流接触器等组成。同时, 对离心泵自动化控制系统的硬件和软件系统架构进行设计, 实践运行效果良好, 以 PLC 为核心的变频控制系统, 成本低、运行稳定性高, 抗干扰能力强, 节能效果显著。

关键词: PLC 控制器; 变频改造; 传感器; 自动化控制

1 引言

离心泵作为污水处理厂是主要机电设备。传统的离心泵采用人工操作, 无法实现排量与涌水量的自动匹配, 为实现污水处理厂离心泵自动化控制成为了重要的研究课题, 此前唐基成对水电站集水井的离心泵的选型进行研究, 综合考虑涌水量较大, 选用了流量较大的离心泵, 同时对离心泵的技术参数和选型进行研究。史文超针对矿井中央水泵房的升级改造, 基于 PLC 控制技术设计了水泵变频自动化控制系统, 为污水处理厂稳压供水系统的自动化升级改造奠定了基础。本文基于 PLC 控制器对污水处理厂离心泵控制系统进行设计研究, 实现了污水处理厂离心泵控制系统的自动化控制, 为污水处理厂自动化升级改造提供参考。

2 变频控制系统的组成

本系统采用 PLC 构成自动控制系统, 可实现手动开环调节、自动闭环调节、远程控制及本地控制。每台电机均设置单独的控制面板, 具有频率显示、工作状态显示功能; 变频器故障、PLC 故障都可实现声光报警。变频控制系统原理图如图 1 所示。

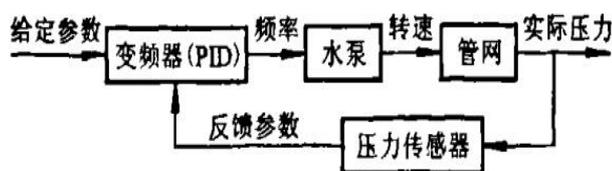


图 1 变频控制系统原理图

3 控制系统的硬件设计

在污水处理厂离心泵站控制系统由多台设备构成, 一台离心泵往往不能满足污水处理厂稳压供水需求, 相应增设离心泵虽能在一定程度上满足污水处理厂的污水输送、排放需求, 增加生产成本。通常情况下, 污水处理厂会采用一台主离心泵正常工作, 当出现污水处理厂水处理量较大时, 会启用另外一台离心泵, 实行双泵工作模式。在此之外还需备用一台离心泵, 所以在整个污水处理厂的污水输送与排放系统需三台离心泵, 其中每台排离心泵都拥有自身的电控系统和稳压供水管路。

基于 PLC 的污水处理厂离心泵变频控制系统改造一般由如下功能组成: ①自动化控制功能, 通过 PLC 控制实现自动

化稳压供水的功能; ②通讯监控系统, 通过传感器及传输光缆进行数据的交互, 实现数据的采集、传输至污水厂调度指挥中心; ③故障诊断功能, 通过温度传感器、电流传感器等对系统的温度、电压、电流等进行动态监管, 当水泵的运行温度、电压、电流超过限定值时, 立即发出报警, 避免出现事故; ④参数监控系统, 通过人机界面对温度、稳压供水量及管道压力等参数进行监控。

为保证水泵的正常运行, 配套选定三台 YB25604-8900kW 型三相异步电机, 电动机的功率为 900kW, 转速为 1480r/min, 电动机的额定电压为 10kV。

对污水处理厂离心泵系统的检测元件进行优化设计, 系统中的检测单位包含有水位传感器、温度传感器、压力传感器、超声波流量计等。水位传感器选用超声波传感器, 其工作原理为利用探头发送超声波, 从而得到不同超声波数据, 根据声波在空气中的传播差, 给出水位距离探头的距离, 将超声波传感器布置在 2 个配水箱内, 防止水位过高。温度传感器选用 PT100 无源接触式传感器。压力传感器将水管内部的压力信号进行转化, 得出压力信号, 将压力信号传输至 PLC 控制器, 从而提供电动阀启动、停止的判断。

离心泵的控制系统的自动控制、故障报警、自动监测及动态显示组成。系统通过自动监测得出电机温度、稳压供水管压力等数据, 将数据传输至 PLC 控制器, PLC 将接收到的信号进行判断, 发出控制命令, 对三台离心泵进行自动化控制。同时水池水位、电机温度、稳压供水管压力等参数会在上位机的界面进行显示, 如若系统检测出故障后会对故障进行报警, 同时弹出故障界面, 并留存故障数据, 以备故障分析。

PLC 控制器作为变频控制系统的核心, 主要对监控数据进行处理及存储, 通过运算逻辑输出控制命令, 达到离心泵的自动启停控制。充分考虑现场设备较为分散的特征, 选定 I/O 的方式进行控制及数据采集, 选用 CPU315-2DP 带 SINECL2-DP 接口的 CPU, 本文选定西门子 ET200M 为远程处理核心。数字量输入模块对设备状态进行采集, 开关量包含球阀到位信号、断路器状态、闸阀到位信号、控制命令等, 在 PLC 控制器两侧配置 32 路开关输入模块 2 块。I/O 部分配置 32 路开关量输入模块 1 块。在现场实际应用过程中, 通过 RS-232、R-S485 串联通讯模块实现通讯。

4 控制系统的软件设计

变频控制系统的软件部分设计,需具有以下功能:①自动解除功能和备用选用功能,三台排离心泵可以任意选定备用机组,同时在离心泵没有实际运行过程中可以进行切换,当一台泵机发生故障时可以迅速解除备用,保持正常运行;②手动启动,提供人工操作界面,可以对某台设备进行人工启动;③顺序启动,通过设定启动间隔时间实现电机的顺序启动;④水位显示,当水池水位低于后高于某一数值时,及时显示水位;⑤自动控制,在无人监管时可以自行运转,当出现水位过高时及时抽排,当水位过低时及时补水。

开始时先进行系统检测,当存在故障时,系统进行手动操作,当无故障或者故障排除后方可进行自动、半自动操作。系统启动后,第一步需要与开关柜进行联通,启动 I/O 处理程序,通过判断选定三种运行方式,操作人员可以通过控制板按钮位置判断运行模式,当处于自动操作模式时,自动进行系统运行,完成轮换工作,出现故障时,及时停止报警,当处于半自动操作模式时,需要人工选定哪台离心泵运行,后续进行自动模式,选定手动模式时,PLC 不介入运行。变频水泵启动程序图如图 2 所示。

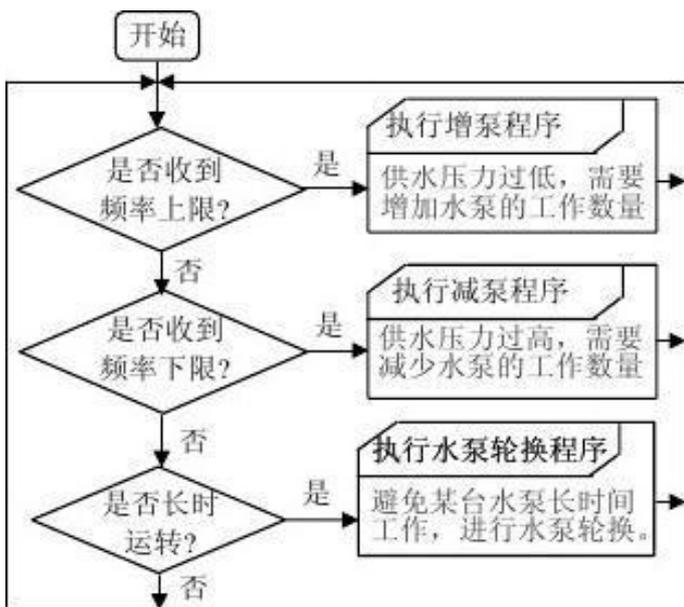


图 2 变频水泵启动程序图

传感器是污水处理厂离心泵系统的重要部件,其精度不足会大大降低系统的可靠性,传感器按照范围可分为全局传感器和局部传感器,全局传感器采用超声波液位仪对全系统的数据进行检查,同时采用双传感器冗余配合,使得可靠性及精度都有一定幅度的提升。

5 运行效果分析

某污水处理厂在集输系统安装三台变频器,分别对三台不同型号的离心泵进行变频控制。经过实际应用表明,变频调速泵的使用周期明显延长,维修率大大降低,在节能降耗和运行稳定性方面取得良好效果。系统改造前后水泵耗电量的对比见表 1。

表 1 电机消耗功率对比

机泵序号	电机消耗功率 /kW	
	变频改造前	变频改造后
1*	35.5	19.5
2*	118.6	73.4
3*	136.3	86.5
合计	290.4	179.4

6 结论

本文以 PLC 控制器为核心对污水处理厂稳压供水系统进行变频改造:①基于 PLC 变频改造实现污水处理厂离心泵控制系统的自动化控制,并设计出离心泵自动化控制系统硬件配置架构和自动控制软件流程;②通过分析传感器工作形式,保障了传感器运行的可靠性及精度性。以 PLC 为核心的变频控制系统,成本低、运行稳定性高,抗干扰能力强,节能效果显著。

参考文献:

- [1] 唐基成. 水电站集水井稳压供水泵控制回路的改造 [J]. 湘潭师范学院学报:自然科学版,2009(002):116-117.
- [2] 史文超. 基于 PLC 技术的矿井中央稳压供水系统改造 [J]. 机械管理开发,2020(09):221-222.
- [3] 赵华军, 钟波. 基于 PLC 和变频器控制的恒压供水系统设计 [J]. 自动化与信息工程,2006,027(003):24-26.
- [4] 孙延永, 刘美侠. 基于 PLC 与变频器的水泵自动稳压供水控制系统的开发 [J]. 机械设计与制造工程,2012,041(023):85-88,99,104.
- [5] 朱丽琴. 基于 PLC 和变频器的供水控制系统设计研究 [J]. 电子世界,2018,No.548(14):150-151.
- [6] 曹锦梅, 王明辉. 基于 PLC 与变频调速的恒压供水 / 消防控制系统的设计与分析 [J]. 机电工程技术,2007,548(14):150-151.
- [7] 王红梅, 方贵盛. 基于 PLC 与变频器的恒压供水节能技术研究 [J]. 浙江水利水电专科学校学报,2009(04):29-31.
- [8] 赵东波. 基于 PLC 与触摸屏的变频恒压供水控制系统设计 [J]. 浙江水利水电学院学报,2015,027(001):72-77.
- [9] 覃昱, 刘飞, 顾立新. 基于 PLC 控制的恒压供水系统研究 [J]. 机电工程技术,2018,v.47;No.314(05):160-163.
- [10] 朱卓城. 基于变频器 PLC 控制的恒压供水系统 [J]. 实验室研究与探索,2010,29(011):182-185.