

污水处理厂自动化控制设计要点分析

邹小慧
中国市政工程华北设计研究总院有限公司
DOI:10.12238/etd.v6i3.14382

[摘 要] 为推动城镇污水处理厂的现代化建设与优化运营管理方法,实现节约电能、节约药耗、减少设备损耗、减少人员工作强度的目标,使得优化污水处理厂不同工艺段各设备的自动化控制要求极为重要。基于此,本文主要对污水处理厂预处理工段、生物处理工段、V型滤池、鼓风机房、加药间的测点设置、控制要求及设计要点进行描述和分析。

[关键词] 污水处理厂; 自动化; 生物池; V型滤池; 加药控制

中图分类号: TU992.25 **文献标识码:** A

Analysis of Key Points in the Automation Control Design for Sewage Treatment Plants
Xiaohui Zou

North China Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd., Tianjin China

[Abstract] To advance the modernization and optimize the operational management of urban sewage treatment plants, it is crucial to achieve energy savings, reduce chemical consumption, minimize equipment wear, and decrease personnel workload. Elaborating on and optimizing the automation control requirements for various equipment across different process stages in these plants is paramount. This article primarily describes and analyzes the measurement point arrangements, control requirements, and design considerations for the pre-treatment, biological treatment, V-shaped filtration, blower room, and dosing areas in sewage treatment plants.

[Key words] treatment facility; Automation; Biological tank; V-shaped filter; Chemical dosing control

引言

污水处理厂作为城市尾水处理的最终环节,处理的质量和效率影响到整个城市水资源循环系统。随着污水处理厂高水平、高质量发展的需求,污水处理厂排放标准日益提高,优化工艺流程各设备自动化控制水平成为提高水处理能力及质量的重要手段。

1 污水处理厂自动化控制设计思路

自控系统架构的设置应根据污水处理厂规模、工艺流程选择、建构筑物布置、投资情况合理配置。总体来说,自控系统软硬件应选择开放性好、可拓展性强的产品。自控系统采用工业以太网通讯,厂区通过光纤进行通讯,形成环网结构,确保网络中某处光纤断开时不影响系统通讯^[1]。同时分区域设置控制站,各分控站可独立运行,可靠性高。中央控制室与各现场分控站的连接采用基于光纤的工业以太网,现场分控站与工艺成套设备控制柜的连接采用基于工业以太网的数字传输。

一般仪器仪表都是根据生产工艺的要求决定仪表的安装位置,这样也就从而决定了现场PLC控制基站的实地位置、数量和控制的范围^[2]。设置分控站时宜按工艺流程段划分,完成各工艺

段及功能区域内的工艺数据采集,工艺设备控制,工艺过程协调。不同功能段分区控制,保证相关工艺段设备信号集中,便于各设备连锁控制,如图1所示。

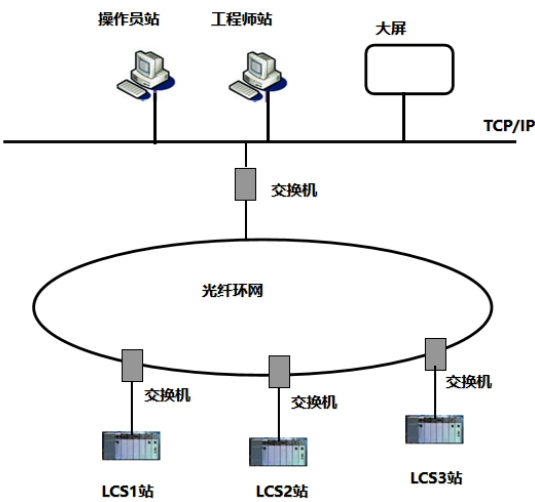


图1 自控系统环网图

仪表的选择在满足工艺参数检测精度要求、保证生产管理要求的前提下,应选用经济性优良的产品,尽可能节约投资,获得良好的经济指标,应尽量选择精度高、带自清洗、便于维护及免维护的产品。

2 自控设计要点及关键参数

2.1 格栅

格栅自动控制选用时序控制与液位控制结合,时序控制根据设定的固定时间间隔运行及停止。通过液位控制,设置超声波液位差计,当格栅前后液位差达到设定值时格栅、螺旋输送机、渣水分离器启动。启动顺序:(1)渣水分离器启动,(2)螺旋输送机启动,(3)格栅启动。停止顺序:(1)格栅停,(2)螺旋输送机停,(3)渣水分离器停。

格栅、螺旋输送机和渣水分离器需具备故障报警功能,发生故障时需发出报警信号,以便运营人员及时处理。同时还需设置备用格栅,当一台格栅发出报警信号时,运营人员可开启备用格栅保障工艺顺畅运行。常见格栅布置如图2所示。



图2 格栅布置图

2.2 提升泵

进水提升泵池特点是连续进水,水量稳定,变化幅度小,水泵运行时间长。根据运行工况需要,一般采用变频水泵与定频水泵结合的方式组合运行。实时监测泵池液位变化,根据泵池液位自动调节水泵运行频率和开停水泵台数,每台泵设置液位高限值和液位低限值,液位达到高限值时,启动泵,调节频率使得提升泵池液位保持在正常工作液位,液位达到低限值时,停止泵。当水泵发生故障时,输出报警信号至控制站,备用泵自动启动,保证液位一直处于稳定区间。此外,因为进水泵24h运行,损耗较大,自控系统应记录各水泵开启总时长,故障次数,故障原因,巡检记录,定时轮换水泵启动顺序,定期保养设备,对水泵运行的合理调整可保证水泵提升系统可长期处于最佳运转状态,减少设备损耗。水泵自动控制系统可提前设置水泵的开泵顺序,若一台水泵无法满足使用需求的话,可及时自动开启另外一台水泵,在整个系统工艺中,可和污水处理厂的外部水流量结合起来,对水泵自动运行状态进行合理调整^[3]。

2.3 生物池

厌氧区设置氧化还原电位检测或溶解氧检测,判断处于厌氧环境的依据:(1)氧化还原点位值(ORP)低于-300mV;(2)溶解

氧值(DO)低于0.2mg/L。厌氧区设置氨氮检测,用于调节曝气量。厌氧区进口设置悬浮固体浓度检测,用于调节二沉池污泥回流量。

缺氧区氧的存在对反硝化速率有非常大的影响,反硝化速率会显著降低^[4],在缺氧区设置氧化还原电位在线监测;好氧池末端部分混合液回流至缺氧池,含大量的硝酸盐,在缺氧池设置硝氮检测可调节混合液回流量。

好氧区设置溶解氧检测,好氧环境溶解氧浓度(DO)最小平均为2.0mg/L;

生物池出水端设置氨氮检测,确认生物池氨氮去除情况;氨氮分析仪常用原理有氨气敏电极法、离子选择电极法和水杨酸靛酚蓝法。

生物池出水端设置硝氮检测,确认生物池硝氮去除情况;硝氮分析仪常用原理有紫外吸收法和离子选择电极法。其中紫外吸收法精度高,无须试剂,维护量少,运行成本低,在投资允许时宜选择紫外吸收法。

生物池出水端设置悬浮固体浓度检测,判断生物池运行状态。

生化池可将好氧区划分为多个曝气区域,每个区域单独设置溶解氧分析仪,每个区域的曝气管道上设置电动调节阀和气体流量计,根据污水处理厂进水负荷和各曝气区域实际溶解氧状态及时分配气量。

2.4 二沉池

当二沉池排泥不及时,污泥泥位增高,降低二沉池有效深度,减少二沉池处理效率,同时导致溶解氧降低,当水中含有硝酸盐时,会发生反硝化作用,产生的氮气气泡附着在絮凝体上,导致跑泥的情况。因此二沉池需设置泥水界面仪,联动排泥泵及时排泥。

二沉池排泥泵出口压力需远传,用于判断排泥泵工作状态。二沉池出口回流污泥及剩余污泥需设置流量计量,结合相关工艺段运行情况可定期调节排泥泵排泥量。

2.5 V型滤池

V型滤池常为多组运行,可设置现场IO箱,通过总线与分站通讯,该结构系统架构清晰,投资少,便于施工接线及后期维护,如图3所示。

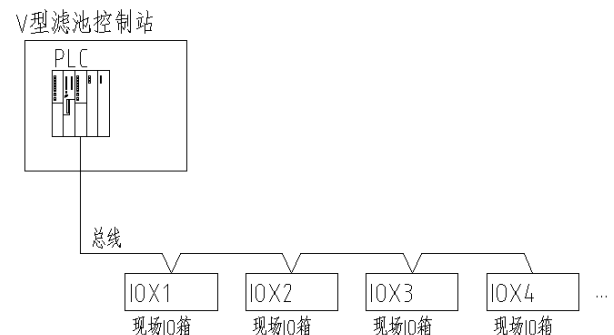


图3 滤池通讯架构图

V型滤池采用恒水位过滤方式,滤池设置液位计,输出模拟量信号控制滤池出水气动调节阀开度,使滤池实现进出水平衡。每组滤池出水处需设置浊度分析仪,根据浊度值判断滤池的处理效果。滤池出水管设置压力变送器,根据出水压力值可辅助判断调整反冲洗周期和参数,从而确保滤池工作效率。

当达到过滤周期设定时间或滤池出水管压力到达设定值时进行反冲洗。反冲洗的流程如下:(1)关闭进水闸门,开出水阀。(2)水位下降至中间排水槽顶面以下时,关出水阀,开排水阀。(3)开2台鼓风机,延时开反冲洗气阀,气冲洗1min。(4)关1台鼓风机。(5)开反冲洗水阀,开1台反冲洗水泵,气水同时冲洗5~6min。(6)关反冲洗气阀,关第2台鼓风机,开排气阀,开第2台反冲洗泵5~6min。(7)关闭2台反冲洗水泵,关反冲洗水阀。(8)关闭排水阀,开进水闸门,等待水位上升至正常过滤液位时开启初滤水排放阀,排放完毕后关闭初滤水阀。(9)开启出水阀,恢复过滤^[5]。

2.6 鼓风机房

鼓风机曝气系统是污水处理厂电能消耗最大的板块之一,根据生物池水处理需氧量进行气量合理分配是减少水厂运营成本的重要手段。

生物池好氧段应分为若干个曝气分区,每个曝气分区空气支管设置电动调节阀和气体流量计,每个曝气分区内设置不少于1台溶解氧分析仪。同时在相应分控站设置精确曝气系统控制柜,系统以工艺计算DO值为目标,根据进水负荷、进水流量等信号,采用前馈加反馈的方式在线实时对单元的支管风量计算、总风量计算、调节阀开度计算,对鼓风机的风量、调节阀开度进行控制,实现各单元曝气量精确控制。

鼓风机房需设置鼓风机出口总管压力检测,流量监测。每台鼓风机出口均设置压力表。风机运行状态及各运行数据包括电机温度、进气温度、排气温度、滤网状态、滤网差压、排气压力等均以Ethernet通讯上传至PLC控制站。

2.7 加药间

污水处理厂加药控制现状:采用人工手动调节加药隔膜泵,当天的加药量采用前1天的出水水质及累计流量分析得出。因进水水质存在波动性、严重的滞后性和不确定性,为保证出水达标率,人为有意地提高药剂投加量,从而造成了药剂的浪费^[6]。

2.7.1 加药控制

加药控制系统对进水量、水质信号、处理后的水质反馈信号数据进行采集,加药系统模型通过这些数据计算出每个处理单元的实际药剂需求量,控制加药泵进行按需供药。加药泵采用变频式隔膜泵,通过调节变频泵投加需要的药量,加药管道上设置流量计,反馈记录加药量,控制室对加药流量计的实际数值

与投加设定值进行实时比对,进一步对加药泵变频器频率进行调节,实现闭环控制。

在加药的自动化控制设计中,还需注重节能降耗,通过优化控制策略,避免药剂的浪费和过度投加。同时,采用高效节能的加药设备和控制技术,降低加药过程的能耗,提高污水处理厂的整体运营效率。

2.7.2 卸药控制

卸药时,手动控制卸药泵启动,储罐设置液位计,须包括现场显示液位的功能,当液位到达高报警液位,手动停止卸药泵。

当单种药剂储罐大于等于2座时,储罐设置液位计,储罐进药管设置电动阀门,储罐液位低于低液位设定值时联锁打开进药管电动阀,液位高于高液位设定值时联锁关闭进药管电动阀。储罐至少有1台电动阀打开时,PLC控制柜输出允许开泵接点信号至卸药泵控制箱。卸药时,现场操作人员手动操作卸药泵控制箱进行卸药。

3 结语

准确全面设置各工艺段测点,合理自动控制电气设备运行,配电系统电能信号采集上传进行电耗分析,保证感知层和控制层满足配置要求,采用先进的自动化控制技术,构建完善的自动化控制系统,对污水处理厂的生产过程进行实时监控和自动化控制,实现污水提升、加药、曝气、污泥回流等工艺环节的自动调节和运行管理,提高生产效率和运行稳定性,优化细化控制逻辑,完善监控画面显示,有效减少运营人员劳动强度,提高自动化水平。

[参考文献]

- [1]王霞.关于污水处理自控系统升级改造方案的探讨[J].科技风,2012,(1):98.
- [2]周凌忠.污水厂自动化及仪表通信问题的探讨[J].九江学院学报(自然科学版),2013,102(03):19-20.
- [3]黄及福.市政工程中污水处理自动化控制研究[J].建材与装饰,1673-0038(2016)33-0113-02.
- [4]王佳伟,周军,甘一萍.溶解氧对A2O工艺脱氮除磷效果的影响及解决方法[J].给水排水,2009,35(1):35-37.
- [5]郭逸,何军红,魏晓晴.基于嵌入式的V型滤池控制系统的设计[J].计算机测量与控制,1671-4598(2012)09-2432-03.
- [6]安泳,柯崇宜,陈飞.青岛娄山河污水处理厂自动加药系统研究[J].工业水处理,2018,38(02):102-105.

作者简介:

邹小慧(1995--),女,汉族,陕西延安人,大学本科,工程师,从事市政电控设计工作。