

电气自动化系统在污水处理厂的应用实践

张红记

(重庆川仪控制系统有限公司, 重庆 400707)

摘要: 新时代发展背景下, 污水处理厂的污水处理系统正常运行和整个社会效益具有直接关系。但是, 该系统在运行过程中产生较高成本, 不断降低污水处理厂经济效益。因此, 相关工作人员积极开展和应用电气自动化技术, 实现污水处理的半自动、全自动监控, 全面提升污水处理效果。本文主要分析污水处理厂针对电气自动化系统的实践应用, 有效提高污水处理厂的综合效益。

关键词: 电气自动化系统; 污水处理厂; 应用实践

中图分类号: X703

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2021.44.026

污水处理厂结合自身实际需求, 合理设计和应用电气自动化系统, 发挥其重要应用价值, 保证系统安全稳定运行, 节约资源, 获得更多综合效益。因此, 如何将电气自动化控制工艺有效应用到污水治理系统中, 是人们亟待处理的难点问题。

一、电气自动化应用发展现状分析

电气自动化技术包含计算机、电机电器等多种内容, 具有较强的综合性, 逐渐朝向智能化和信息化的方向发展, 具有一定的应用优势, 在化工生产和污水处理等多个领域中被广泛应用, 得到了显著的成绩。电气自动化需要凭借多种先进技术和设施设备在多项工程中应用, 采用计算机、网络等先进技术控制工程实际运行中的相关参数, 有效防止工程运行中出现相关故障问题, 减少运行损耗, 实现更好的实际运行效果。另外, 电气自动化中对相应的设施设备进行应用的过程中, 能够合理规范的调节, 提升运行安全可靠。我国社会各界更多的关注该技术的研发和利用, 给予相应的支持和保障, 进一步推进其得到良好的发展。目前, 主要对集散型控制系统进行广泛应用, 不断深入研究工作, 提升其智能程度。工作人员对自动化电气工作进行研究的过程中, 需要不断优化相关内容, 投入充足的资金, 聘用专业人士参与研究工作。

二、污水处理厂的电气自动化系统及优势

该系统设计应用过程中主要包含电气供配电、自控系统和检测仪表几个方面。电气自动化系统在污水处理厂中的应用设计, 需要针对工厂的配电系统做好设计工作, 以工厂的进线端处为设计节点, 将工厂内变电所当作起点, 针对各个单体内的不同用电设备做好供配电工作。另外, 自控系统设计中, 科学合理地设置不同区域现场控制单元, 结合仪表等检测数据单独管控该区域内部相关电气设备自动运行, 同时借助网络系统和中控室有效连接, 借助中控室优化和控制各个现场控制单元, 详细显示和记录不同单元检测信息数据^[1]。自控系统监控污水处理厂不同重要生产环节, 结合各个环节的实际运行参数情况, 自动调整设备实际运行状态, 从整体上科学合理地协调各个环节, 提高自动控制效果。

三、污水处理厂电气自动化系统存在问题

当前污水处理不断出现新工艺和技术, 通过电气自动化系

统的应用, 可以有效实现污水处理低耗能、高效率的工作效果。但是, 部分污水处理厂应用电气自动化系统中, 存在以下几方面的限制性问题: 一是电气自动化系统实际运营过程中, 出现测试工具不稳定的问题, 谈污水处理过程中, 该系统通过气味检测、深度除磷等技术能够有效去除污染, 但是其稳定性难以得到有效保证。二是污水处理过程中, 系统中的传感器能够有效发挥自身检测功能, 但是难以有效应用污水量和前馈控制, 对污水控制带来一定阻碍和制约。三是部分污水处理厂建设时间较长, 受到自己控制水平的显著, 造成污水排放不能符合相关标准要求, 对电气自动化系统设计和应用实践产生不良影响。四是电气自动化系统设计人员自身专业素养和水平需要进一步提升, 没有全面认识污水处理工艺过程, 造成 PLC 控制站设置存在不合理现象, 难以进行现场调试和后期维护。五是电气自动化系统设计过程中, 部分软件和仪表存在一定问题, 难以和新时期智慧水务发展相匹配, 大大降低污水处理效果。六是部分污水处理厂管理人员没有正确认识到电气自动化系统的重要作用, 在该系统建设过程中, 缺乏高度重视, 出现机械设备老化严重, 污水处理效果较低等现象, 不能充分发挥该系统污水处理价值。

四、污水处理厂中电气自动化系统设计及应用实践

(一) 设计

1. 污水处理厂电气供配电设计

第一, 加强污水处理厂用电符合计算。相关工作人员结合机电设备实际工作电压、功率、运行时间等多方面信息数据计算负荷, 查表明确机电设备功率和效率因数, 从而有效借助负荷计算出各单体的用电负荷和整个污水处理厂的用电重负荷, 初步明确变电所内变压器、总进线、各单体的供电容量, 之后将污水处理厂区合理划分成几个供电区域。不同供电区域包含一个或者几个单体, 同时在配电室设计进线柜^[2]。

第二, 合理选择变压器。工作人员结合污水处理厂用电设备符合计算获得数据, 结合自身投资、运行经济性、节能减排等多种因素之后明确变压器容量。通常情况下, 污水处理厂变电所选址在全厂的负荷中心位置, 接近鼓风机、提升水泵等用电量较大的机电设备, 但是受到地理和周围环境等相关因素的

影响, 变电所的选址可能造成某段用电线路较长, 损耗大的现象。因此, 工作人员选择变压器的过程中需要合理增加容量有效抵消该部分功率损耗, 综合考量经济和线损等多方面因素, 变压器的负荷率通常在 70-80 (%) 最佳。变压器应选用负载、空载消耗低的节能产品, 容量适当, 否则当变压器容量较大的情况下, 流过的电流大, 发热能耗可观, 但是散热更加困难, 同时电路阻抗随着温度的上升不断加大; 变压器容量较小时, 增加负荷率, 当其大于 85% 的情况下, 造成变压器效率和寿命明显减少。因此, 单台变压器容量需要保持在 1250kVA 之内, 当设计需要超过该容量的变压器时, 可以选择多台变压器并联运行的模式^[3]。

第三, 设计低压配电系统。污水处理厂用电设备呈现出以下几种特点: 一是通常情况下, 提升泵和鼓风机房、紫外线消毒池包含大功率用电设备。提升泵和鼓风机房通常应用软启动器有效防止电机启动电力较大, 维护用电设备安全; 或者由于工艺流程对风量、流量等具有准确调节的要求, 应用新型环保技能的变频器, 有效实现电机软启动, 有效调节电机。用电设备功率较大, 其配电方式大多应用直接从变电所低压配电柜出线至末端电控柜的一级放射式配电。二是各个单位内部包含大量小功率低压设备, 如污泥泵、搅拌和推流器、格栅机等, 主要特征是低于 15kW 设备, 通常应用直接启动的形式。当工艺流程对污泥泵、搅拌器等相关机电设备具有调速要求的情况下, 设置变频器实现变频控制。小功率设备数量较多的情况下, 可以应用二级放射式配短, 在不同流程分区设计二级配电总箱, 通过其末端箱供电, 减少变电所出线。三是建筑物内部包含轴流风机用于通风、风机盘管进行取暖、起重器安装设备等非工艺流程设备, 可以通过周边的二级配电总箱供电。另外, 部分仪表、控制和监测机电设备, 可以设计 UPS 不间断电源供电, 保证停电的情况下持续采集和监测数据^[4]。

2. 自控系统设计

污水处理厂自控系统通常包含现场设备控制和上位检测系统, 同时两者之间应用相应的网络连接方式, 主要将自控系统的各现场控制站借助光纤环状网络和上位检测系统有效连接。如, PLC 控制站和现场智能设备之间应用现场总线联系, 是现场总线中的一个站, 同时是太网中一个站点, 上位检测系统的上位机仅仅是太网中的节点, 以太网上各站点之间互相交换数据。上位机可以通过以太网从 PLC 寄存器中读取现场多种检测信息, 同时可以借助以太网下传控制参数到主站 PLC 的寄存器, 之后通过现场总线主/从协议下传到各个从站。

第一, 合理选择现场控制器。污水处理厂结合需要建设若干个现场控制器, 遵守相应的建设原则, 便于其和不同设备的通信连接, 防止和各个设备距离较远造成通信不良问题。通常情况下, 4-20mA 电流模拟量信号和以太网网线的传送距离小于 100m, 同时合理设置控制器信号接点数量, 不宜过多, 出现故障的情况下, 扩大影响范围; 过少出现资源浪费现象, 增加自控系统资金投入。

当前应用 PLC 当作污水处理厂自动系统的现场控制器的设

计方式比较常见, 同时部分污水处理厂应用构建 DCS 控制系统的方式设计, 选择专用 DCS 现场控制器, 属于一种“分散控制系统”, 而 PLC 是通用控制装置, 相比较 DCS 控制系统, 在传输网络、协调控制、安全性和扩展性等多个方面具有一定劣势。但是, PLC 系统稳定性较高, 处理数据能力和容错能力较佳, 价格低廉, 如果对安全性和可扩展性等相关要求不高的情况下, 应用 PLC 是比较合适的方案^[5]。

第二, 上位监测系统。该系统是整个污水处理厂的中心控制系统, 对整个电气自动化系统的设备和运行结果具有以下四种主要功能: 控制、监控和设定参数等多项功能; 结合工艺和逻辑要求, 控制设备的开启和停止、故障或者紧急停止等功能; 读取电气自动化系统状态信息、操作实现多种控制功能; 选择相应的自动运行措施, 促进整个系统正常有序运行, 符合污水处理工艺要求; 设备控制参数接近非正常状态, 声光报警, 记录报警历史, 有利于后续查询; 历史数据库储存历史数据, 在人们需要的情况下随时调用和打印。

上位监测系统通常在中控室设置, 增加多台工控计算机、大屏显示、网络通信设备和打印机等, 同时可以采用组态软件迅速创建一套符合污水处理厂的运用系统, 采用图形的形式更加直观清晰地显示出工艺流程, 并且可以操控各个变量。底层和现场控制器相连的 I/O 驱动程序接口, 底层 I/O 检测数据与上位机之间通过中间层的实时数据库实现数据间的关联和控制, 经过人机界面显示出实时监测信息, 同时能够将操作员和自控系统下达控制命令有效转变成底层的 I/O 信号, 远程控制电气设备。

3. 检测仪表设计

污水处理厂电气自动化系统监测仪表主要包含能够有效检测生产环节中温度、流量、压力和液力等相关物理参数的仪表, 同时包含用于污泥浓度、氧化还原反应电位、生物耗氧量等化学物质含量检测的仪表。检测仪表设计过程中, 需要结合工艺流程、监测点工艺参数、安装位置等相关因素合理选择仪表型号。如: 一是粗细格栅位置应用液位差计, 有效检测其前后液位差, 通常应用超声波液位差计, 能够有效结合液位差的数值有效管控格栅机开启和停止^[6]。二是提升泵和调节池大多安装出口压力、流量检测, 结合压力和流量的实际检测数值控制水泵投入和运行情况, 由于污水是检测介质, 防止颗粒状固体堵塞仪表内部导管, 大多选择隔膜密封式传感器。三是污水管道的流量检测大多应用电磁流量计, 具有精准度高、安全可靠的优势。污水管道通常在不便于操作的池壁上或者井下等位置安装, 需要应用传感器和变送器分开设计的分体式流量计, 在便于人员操作的位置安装变送器, 在池壁和井下等有利于检测的位置放置传感器, 应用仪表专用的配套电缆有效连接两者。

(二) 应用实践

1. 电气自动化系统应用要求

污水水质状况相对比较恶劣的情况下, 可能存在酸碱度和重金属含量超标等现象, 该种恶劣水质可能对电气控制设备产

生不同程度的损害。因此，污水处理厂需要污水处理过程中电气自动化设备在恶劣环境下保持正常运行作业的性能。另外，污水处理中应用的电气自动化控制设备需要呈现出较高的灵敏度和较快的反应速度，能够实时精准的监测污水水质，同时能够及时发现污水处理中存在问题，进行迅速反馈调节。污水处理中应用电气自动化技术设备能够有效检测污水中能够多种参数，如温度、PH 值、水位和电导率等多种参数，实现信息的自动化处理。

2. 参数测量和管控

污水处理环节中采用电气自动化技术主要应用包含酸碱度、温度测量和控制、溶氧量测定和管控等内容。

第一，酸碱度测量和管控。污水处理过程中通常需要测定废水中的酸碱度，选择电位法获取污水中酸碱度的电信号，通过处理之后传送给控制器，有效实现实时控制。

第二，温度测量和管控。污水处理厂采用电气自动化技术中的传感器技术，能够有效测定污水的实际水温。污水处理厂大多家住铂热电阻当作传感器，测定污水处理各个环节的水温，具有较高的灵敏度，在实际测量过程中将污水中水温信号有效转变成相关电压信号传出去，凭借分析软件获得水温的详细值。

第三，溶氧量测定和控制。污水中通常包含一定量的氧气，测定其溶氧量主要为制定合理有效的曝气防范提供有力的参考依据。因此，污水处理厂需要应用电气自动化精准测定溶氧量。

3. 自主化操控格栅装置

格栅设施的自主化操作主要包含粗式、细式格栅，前者能够有效治理大直径悬浮颗粒，避免其堵塞管路和水泵；后者主要治理小直径的悬浮颗粒、粗式和细式格栅共同发挥作用，能够有效实现污水净化工作。液位感应器测试水位讯息之差和顺序编排时间能够有效操控格栅组件，大多依托于 PLC 管制工艺。传入水泵大多应用雷达式高度指示计，自动检测和控制具体水位。

变频机构主要结合液位的涨落状况进行自动化调试，剩余的水泵整体通过工频软件控制；可编程感应控制装置会结合液位的涨落情况操作工频泵的开关、污水处理厂相关工作人员预先编写相关程序，应用 PID 进行合理调节，实现抽水泵房作业的自动化控制，进而有效消除电机设备频繁反复性操作现象，避免出现电能无功损耗问题。

4. 优化 PLC 操控程序和作业装备

污水处理过程中检测人员需要结合实际情况和报警信息全面修正相关代码，结合这一过程中发生的状况和难以，对 PLC 程序控制机构技术具有较高要求。因此，污水处理厂需要不断改进和编译其中的源程序，优化和完善污水净化作业中的控制、流程和液位等相关问题。PLC 操控程序能够满足污水净化工艺程序的控制要求，同时促进运转设备的平整性和安全可靠得到较大提升，在这个过程中逐渐减少容易发生的问题，提升运转质量和效率。

改进作业装备需要结合生产装备之间的电路设置问题，当

污水处理厂工作人员在污水净化流水线上增加一台脱水装置和 PLC 控制柜，能够将其运转信息有效传送到中枢操纵室，和其他相关运行装备共同采用统一化集中控制，选择交换装置实现两个运行装备的有效连接，有效节省二次布线工程，优化实际工作的复杂等级。

现场设备配线格式的调整，消除设置线路上的新添要求，有效消除中控机构对设备的控制内容，同时凭借氧化器自身的变频型曝气机构。变频器件传送量在 6-25mA 电流传输的状态下，电路切断变频式曝气装置的控制机构功能丧失，同时难以顺利运行。变频装置的频率讯息不能有效转变成运行机构的信号，传送到 PLC 控制柜中，造成上位装置不能有效判断曝气设施是否能够稳定运行。工作人员实施相应的改进过程，只要发出变频装置的频谱信号，就能够有效保证作业装备运行的安全稳定性。

5. 增设自控装备，提升系统应用效果

污水处理厂应用电气自动化系统中引进先进自控机构，同时采用自动污水净化厂提升污水净化能力。例如，德国制造的威德高控制系统，该机构操控方式选择液位管控实现紫外线杀菌，电动式阀门体的运行主要通过出水层液位参数进行调控，在液位始终维持在 1.8m 状态，紫外线光灯开启 ± 5 左右，是一款对紫外线灯光进行良好的自动控制模式。

污水排放过程中可以采用电气自动化系统随时查询某个具体步骤出现问题，或者不符合相应规定标准，同时能够及时查找出设备出现各种故障问题，立即报警，详细记录设备的故障问题情况，便于设备故障排查和管理、维护，全面提升自动化污水排放效率。

五、结束语

电气自动化系统在污水处理过程中具有较大优势，全面提升污水处理厂各项工作开展质量和效率。污水问题包含较多可变性因素，电气自动化系统能够灵敏精准地应对这些变化，但是需要更加完善的系统有效解决污水水量、浓度等问题，自动控制污水处理过程，进一步保证污水处理效果。

参考文献：

- [1] 吴宝华. 电气自动化系统在污水处理厂的设计应用 [J]. 科技创新导报, 2020, 17 (05): 66-68.
- [2] 张艳刚. 电气自动化控制在城市污水处理厂的优化应用 [J]. 电子乐园, 2021 (10): 2.
- [3] 李坡. 电气自动化技术在污水处理过程中的应用 [J]. 新型工业化, 2020, 10 (05): 19-20.
- [4] 张剑, 袁峰, 陈三元. 电气工程自控系统在污水处理工艺中的运用探索 [J]. 电子工程学院学报, 2020, 9 (02): 1.
- [5] 郭轸伦. 电气自动化控制技术在污水处理厂曝气量控制中的应用分析 [J]. 休闲, 2020 (21): 1.
- [6] 张悦. 关于污水处理系统的电气控制策略试析 [J]. 现代制造技术与装备, 2021, 57 (07): 198-199.

作者简介：张红记 (1984-), 男, 山西临汾人, 硕士, 工程师, 重庆川仪控制系统有限公司, 从事工业和污水电气自动化研究。