

污水处理厂给排水设备联动调试工艺应用思考

郝彦博

(秦皇岛排水有限责任公司, 河北 秦皇岛 066000)

摘要 污水处理厂给排水系统作为工艺全流程的核心枢纽, 承担着水量调控的重要职责, 通过动态匹配各单元处理负荷, 实现工序间的无缝衔接, 为污水处理系统的高效、稳定运行筑牢基础。然而, 在实际工作中, 经常出现设备与设备的协同度较低, 自动化控制效果有限, 一旦进水水量和水质发生变化, 系统就容易出现故障。本文以某市政污水处理厂扩建工程为研究对象, 根据其具体调试过程, 对联动调试中的关键技术应用和优化措施进行系统分析, 并对系统的协调性进行验证, 进一步优化自动化控制策略, 旨在构建一套完善的联动调试技术方案, 为相关工程提供参考。

关键词 污水处理厂; 给排水系统; 联动调试

中图分类号: TU992.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.13.039

0 引言

随着自动化水平日益提升, 污水处理厂中的设备类型不断增加, 设备与设备之间的联动机制越发复杂, 若单纯依靠某一设备, 很难对整个系统的稳定性和可靠性进行检验。在具体工程中, 若无法对所有设备进行联动调试, 当设备正式投入运行以后, 容易出现液位控制异常、水泵频繁开启和停止、系统响应速度慢等问题。因此, 要高度重视联动调试工作, 探讨关键技术应用路径和方法。

1 案例概况

本文以某城市污水处理厂扩建工程作为研究对象, 该厂设计处理规模为每天处理 8 万立方米污水。采用活性污泥生化处理工艺对污水中的污染物进行生物降解。该厂主要处理生活污水、附近工厂与企业所产生的部分工业废水。在扩建工程中包含的给排水系统中, 主要涉及以下内容。

一是进水提升泵房。该设施负责将未处理的污水提升, 送到调节池, 满足后续处理需求, 保证供水稳定。二是回流泵系统。该系统主要将活性污泥抽回前面的生化池, 保证池内的微生物数量浓度稳定。三是电动控制阀门。该设施主要对水流路径进行控制, 同时合理分配各个处理单元的水量, 通过与其他实现自动化调整, 确保系统运行更加协调。四是在线流量与液位监测系统。该系统可实时显示水量和液位数据, 将数据传输至系统之中, 为决策提供参考依据。五是

PLC 集中控制系统。系统结合仪表数据和预先设定好的程序, 对泵和阀的启停动作进行自动化控制, 确保设备实现自动化运行, 彼此配合。

工程建设完毕, 刚开始投入运行时, 系统出现以下几个问题。一是液位波动比较频繁, 导致水泵出现频繁启停的现象, 对系统的稳定性造成影响。二是水泵启动和停止过于频繁, 有的水泵持续工作, 有的水泵很少工作, 工作量分配不均匀, 从而增加设备磨损的风险。三是系统对负荷变化的适应能力较差, 存在一定的响应延迟现象, 部分联动设备可能会在较短的时间内出现异常运行的情况。

通过对上述问题进行分析, 发现其主要原因如下: 一是对自动控制系统的程序、规则和判断条件进行设计时, 并未考虑周全, 如应设置液位缓冲区间, 保持多台水泵轮流工作; 仪表信号容易受到水流波动、气泡等因素的干扰, 导致数据不准确; 负荷递增方案不完善。上述原因导致系统很难实现高效和稳定运行。因此, 为了解决上述问题, 需对整个系统展开全面的联动调试。

2 污水处理厂给排水设备联动调试工艺优化

2.1 控制逻辑优化

在传统给排水自动控制系统中, 常用的控制方式为固定启停点和顺序启泵相结合, 当水位靠近启停限值时, 水泵会频繁启动和停止^[1]。根据实际使用情况, 在本项目中, 对 PLC 的控制逻辑进行优化, 保证这一控制程序更加合理。

作者简介: 郝彦博 (1985-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 机电工程。

2.1.1 运行时间自动均衡算法

根据原有的顺序启动逻辑,在PLC程序中新增一个模块,负责对每台泵的运行时间进行记录和统计。当水泵正式运行时,系统开始计时,水泵暂停时,系统也会暂时停止计时,最终获得每台水泵的累计运行时长。当满足启动条件时,会优先启动运行时间短的水泵,通过动态轮换的方式,保证几台水泵轮流工作。引入这一控制逻辑后,可有效避免某一台设备长期处于高负荷运行状态,而其他设备处于闲置状态。同时,每台泵的运行时间分布更加均衡,可有效降低局部设备出现磨损的可能性,为后续设备维护计划的制定奠定基础。

2.1.2 启停滞回控制模块

由于原来设定的开泵水位和停泵水位距离比较近,水位在狭小的区间里出现小幅波动,导致水泵出现频繁启停现象,因此,可在PLC程序中新增滞回控制单元,进一步增加开泵水位和停泵水位之间的差距,形成一个缓冲区间,结合延时判断逻辑,即使水位出现小幅度波动,也不会立刻导致泵启动和停止。通过对液位的变化趋势进行判断,可以有效提高系统运行的稳定性和可靠性。这一措施的目的是提高控制系统的抗干扰能力,即使水位出现迅速和小幅波动,系统也不会轻易受到影响。

2.1.3 信号滤波处理

在污水处理系统中,一旦涌入大量的污水,集水井中的液位就会瞬间升高,导致液位传感器传回的信号不稳定。为保证液位数值更加稳定、真实,在PLC程序中,引入滑动平均滤波和时间延迟判断,将二者相结合,首先利用滑动平均滤波将抖动的信号磨平,再通过时间延迟对信号的有效性进行确认,起到双重保障的作用。当液位的变化幅度在设定范围内,系统会对整个水位的变化趋势进行判断和分析,并不会立刻开启或停止水泵。通过这一机制,可以减少误操作概率,保证控制系统更加稳定、准确。

通过实施这一优化措施,系统的报警次数显著降低,设备运行更加稳定、可靠。

2.2 分阶段负荷调试

为了验证系统的适应能力,需开展负荷调试。若一次性直接开到最大和满负荷运行状态,可能会导致设备出现瞬时过载的情况,还会导致系统出现误操作。因此,需采用分阶段递进式负荷调试技术,保证整个项目运行更加安全和平稳^[2]。

2.2.1 低负荷运行

在低负荷运行阶段,并非验证设备在极限条件下

的能力,而是要对自动控制逻辑的准确性进行验证,同时对连锁关系的完整程度进行判断。在这一阶段,重点关注水泵启停顺序,对备用泵切换逻辑进行检查,确定泵和阀门按照程序要求配合,同时还要对控制单元进行仔细检查。对液位变化和异常情况进行模拟,对报警系统进行测试,保证在异常状态下,系统能够及时做出响应。在低负荷运行阶段,选择相对安全的条件,对程序缺陷进行排查,及时发现和解决问题,避免控制机制发生错乱,对系统造成不利影响,在后续工作中,即使进一步增加负荷,也能保证系统稳定运行。

2.2.2 中负荷运行

确认控制程序与逻辑没有问题后,就要保证系统在重负荷条件下正常运行。此时,对设备进行调试时,要更加关注设备与设备之间的配合程度,以及水流、压力、管理之间的匹配度。通过监测水泵电流的变化、阀门调节速度与准确性、调节池水位波动程度,可以在进水流量一直变化的情况下,综合判断系统运行的稳定性与协调能力。中负荷阶段往往是暴露问题的关键。由于水量波动频率增加,设备运行状态接近真实工况,若存在流量分配不均、阀门响应滞后或液位控制区间设置不合理等问题,会影响系统运行的安全性和可靠性。因此,在该阶段,需根据运行表现对控制参数进行适度修正,如调整液位滞回区间,优化阀门开度比例,完善轮换运行逻辑,使系统控制策略更加贴合实际运行需求。

2.2.3 设计负荷运行

当前两阶段的工作完成以后,将系统逐步增加至设计负荷,保证系统长时间连续运行,持续观察其运行状况。这一阶段的主要目标是验证处于满负荷的系统是否能够保持持久稳定的运行状态。在这一模式下,需持续关注设备的温度升高情况,设备的振动和噪声是否正常,同时,分析系统是否存在频繁报警、不正常停机等现象。若系统在连续运行的过程中并未出现明显的异常情况,可以说明给排水系统能够正常、稳定运行。通过分阶段和逐步增加负荷的方式,使调试工作从最初检查程序逻辑的正确性,逐渐过渡到验证设备运行稳定性和可靠性。这种循序渐进的调试方式,不仅能够有效减少对系统造成的冲击,还可实现参数优化,留出足够时间观察运行效果,找出问题所在,对参数进行修改,从而对系统性能进行全面评估。

2.3 仪表信号稳定性改进

作为自动化控制的基础,仪表系统信号质量与决策息息相关^[3]。在本项目调试过程中,液位数值不够

稳定,这与仪表的安装位置和现场环境密切相关。

2.3.1 安装位置优化

对液位计的安装位置进行重新检查和分析,避免其位于强水流冲击区和进水落差区,这些位置的水位波动比较大,容易导致信号混乱。要保证液位计所在位置有更安静的水流和稳定的水位,从根本上解决信号扰动问题。

2.3.2 信号延时判断机制

在控制程序中,设置信号持续时长判断规则,可为信号达标设置时间门槛,当液位数值需要稳定达到设定值时,PLC 才能执行动作。这一方法可以有效避免由于短暂的信号波动而产生的误启动和停止操作^[4]。

利用上述措施,可以保证原有液位不再出现较大波动,更加平稳,水泵不再出现频繁启停现象,系统不会轻易报警,不会出现误操作,提高整个系统运行的稳定性和可靠性。

2.4 污水运行适应调整

在污水调试阶段,系统面临更加复杂的运行环境,为了进一步提高系统的适应能力,在本项目中,采用综合调整措施。

2.4.1 加强预处理管理

工作人员要做好格栅和沉砂池的日常巡检与清理工作,加大管理力度,尽量减少大块杂物和沙石混入管道与水泵之中,从源头上拦截杂质,减少设备堵塞的可能性。

2.4.2 优化泵前运行策略

根据污水浓度与杂质情况,适当提高泵前冲洗次数。同时,对水泵的启停时间和频率进行合理控制,保证多个水泵彼此配合,避免由于浓度波动较大,导致电流出现异常现象。

2.4.3 阀门与流量匹配调整

在进水量不稳定和负荷出现波动的情况下,对阀门的开度进行合理调整,保证水流在各管路之间得到更加均匀的分配,减少某一区域水位过高或过低等情况,进一步提高系统对复杂环境的适应能力,提高其运行的安全性和可靠性^[5]。

3 应用效果与总结

通过优化调试后,系统的运行呈现以下特点:一是水泵的启停次数减少,设备运行更加平稳;二是设备的运行时间分配更加合理,多个水泵通过轮换的方式运行,保证负载均衡;三是水位不再忽高忽低,信号更加稳定;四是在满负荷运行期间,系统未出现较大的故障。虽然未对系统具体运行参数进行详细统计

和分析,但从实际运行效果来看,系统运行更加稳定可靠。

结合本项目的实际经验,总结出一套可复制和可操作的技术调试方案。一是对每台设备进行单独验证,确认设备自身不存在问题。严格保障调试安全,确保所有人员能够严格按照安全操作法规范标准执行工作,不得随意更改调试顺序。二是正式调试之前,需制定更详细的调试方案与计划,确定各阶段的调试任务和目标,严格按照方案计划逐步开展,确保各环节得到充分验证。三是采用清水进行调试,对启停、连锁、切换和报警等程序进行验证。四是在污水阶段,对系统的适应能力进行验证。五是从小流量到中流量,再到满负荷,逐步增加。六是对自动控制逻辑进行优化和调整。七是及时对数据信息进行记录,为后续分析、改进工作提供依据。调试数据类型众多,数量较大,如设备参数、系统运行参数、故障参数等,需保证所有信息准确、规范。八是及时发现问题,分析问题产生的原因,对问题进行整改,再对整改结果进行验证,形成闭环。总之,联动调试不只要考虑设备是否正常运转,还要对控制系统的控制策略进行调整^[6]。

4 结束语

在污水处理厂中,对给排水设备进行联动调试时,要充分结合设备与现场的实际情况,保证设备互相配合协作,积极对 PLC 控制策略进行调整,提高自动化控制水平。结合具体案例,在设备调试阶段,通过分阶段负荷提升的方式逐渐增加流量,提高信号的稳定性与系统运行的可靠性。在后续实践中,应进一步完善联动调试机制,对问题进行全面排查,优化参数和控制逻辑,确保设备安全运行,提高给排水设备运行质量与污水处理效率。

参考文献:

- [1] 宋广霞.污水处理厂给排水设备联动调试工艺探讨[J].清洗世界,2025,41(06):92-94.
- [2] 张旭.污水处理厂给排水设备联动调试工艺分析[J].清洗世界,2022,38(12):17-19.
- [3] 魏俊.城市给排水设计及污水处理重点研究[J].中国设备工程,2022(06):19-21.
- [4] 谢安斌,李倍,李英华.试析市政给排水设计中污水处理技术要点[J].建材发展导向,2025,23(23):34-36.
- [5] 胡鹏程.城市化进程中市政给排水系统的优化设计探讨[J].陶瓷,2025(11):20-22.
- [6] 李冰阳.市政给排水工程中污水处理技术的应用分析[J].标准生活,2025(07):163-165.