

水质监控与自动化控制技术在供排水电气中的集成应用

陈良良

嘉兴澳赛科技有限公司 浙江 嘉兴 314000

摘要:在现代供排水电气系统中,水质监控与自动化控制技术的集成应用正掀起一场革新。本研究深入剖析二者融合的技术架构,从先进的水质监测传感器,到精密的自动化控制算法,再到高效的数据通信网络。阐述其在精准水质监测预警、提升运行效率、保障水质安全及节能降耗等多方面的卓越表现。同时直面挑战,展望未来,为推动供排水电气系统迈向智能化新高度提供坚实理论支撑。

关键词:水质监控;自动化控制技术;供排水电气

引言

供排水电气系统宛如现代社会的“生命线”,维系着生产生活的有序运转。水质安全直接关乎公众健康,系统高效运行则影响着能源利用与社会发展。然而,传统供排水电气系统在水质监测上依赖人工巡检,存在滞后性;控制环节多为人工操作,效率低下。

1 水质监控与自动化控制集成技术基础

1.1 水质监测传感器技术

水质监测传感器是整个集成系统的“感知触角”。当下,多种先进传感器广泛应用。光学传感器利用光的吸收、散射等特性,可精确检测水中的溶解氧、浊度、叶绿素等指标。例如,荧光法溶解氧传感器,通过特定波长的蓝光激发水中溶解氧分子,根据其返回的荧光信号强度,快速且精准地测定溶解氧浓度,精度可达 $\pm 0.1\text{mg/L}$ 。电化学传感器则依据电化学反应原理,对水中酸碱度(pH值)、重金属离子浓度等进行监测^[1]。以pH传感器为例,其玻璃膜电极在不同氢离子浓度溶液中会产生电位差,通过测量该电位差就能准确得出pH值,测量范围广且精度高。

1.2 自动化控制算法与系统

自动化控制算法与系统是集成应用的“智慧大脑”。常见的控制算法包括比例-积分-微分(PID)控制算法,在供排水系统中,当水质参数如余氯含量偏离设定值时,PID算法可根据偏差的比例、积分和微分计算出控制量,自动调节加氯设备的投加量,使余氯含量迅速恢复至正常范围。模型预测控制(MPC)算法也崭露头角,它基于系统的数学模型,对未来一段时间内的水质变化和系统状态进行预测,并根据预测结果优化控制策略^[2]。

1.3 数据通信与传输网络

数据通信与传输网络是连接水质监测传感器与自动化控制系统的“信息高速公路”。在供排水电气系统中,多种通信技术协同工作。有线通信方面,以太网凭借其高速、稳定的特点,在中心控制站与各监测站点之间搭建起数据传输主干通道,能快速传输大量水质监测数据与控制指令。光纤通信更是以其高带宽、低损耗的优势,在长距离数据传输中发挥关键作用,确保数据传输的准确性与实时性。无线通信技术也不可或缺,如物联网中的低功耗广域网(LPWAN)技术,包括LoRa、NB-IoT等,适用于分布广泛、布线困难的小型监测点。这些技术可实现传感器数据的远程无线传输,极大拓展了监测范围。

2 集成应用对供排水电气系统的优化

2.1 精准水质监测与预警

集成应用实现了对水质的精准监测与及时预警。遍布供排水管网、污水处理厂、水源地等关键位置的水质监测传感器,持续、实时采集水质数据,涵盖酸碱度、溶解氧、化学需氧量、重金属含量等多项指标。通过数据通信网络,这些数据迅速传输至自动化控制系统^[3]。系统中的数据分析模块运用先进算法,对海量水质数据进行深度挖掘与分析。一旦水质指标超出正常范围,系统立即触发预警机制,通过短信、邮件、声光报警等多种方式,向相关管理人员发送预警信息。

2.2 自动化控制提升运行效率

自动化控制技术的融入,显著提升了供排水电气系统的运行效率。在供水系统中,根据实时水质监测数据与用水量变化,自动化控制系统自动调节水泵转速、阀门开度。当用水高峰期来临,系统增大水泵功率,提高供水流量;用水低谷时,降低水泵转速,减少能耗。在污水处理厂,依据水质监测结果,自动化控制曝气机、

作者简介:陈良良(1986-04),男,民族:汉,籍贯:余姚,最高学历:本科,职务职称:工程师,研究方向:供排水电气、自动化及相关机械

搅拌器、加药设备等运行参数^[4]。例如,当污水中有机物含量升高时,自动增加曝气量,促进微生物分解有机物;当水质达标时,适当降低设备运行功率,避免能源浪费。在电气系统方面,自动化控制实现了对供配电设备的智能管理,根据用电负荷变化自动调整变压器分接头、投切电容器组,提高电力供应稳定性与电能质量,减少设备损耗,提升系统整体运行效率。

2.3 多系统协同保障水质安全

水质监控与自动化控制技术的集成,促进了供排水电气系统各环节的协同工作,全方位保障水质安全。在水源地,水质监测传感器实时监测原水水质,将数据传输给自动化控制系统,系统根据水质情况控制取水设备,确保优质原水进入供水系统。在供水过程中,根据管网末梢水质监测数据,自动化控制系统调节消毒设备加药量,保证水中余氯含量既满足消毒需求又符合卫生标准。在污水处理环节,进水水质监测数据指导处理工艺参数调整,确保污水达标排放。同时,电气系统为整个供排水过程提供稳定电力支持,当水质监测或处理设备出现故障时,自动化控制系统及时通知电气系统切断故障设备电源,启动备用设备,保障系统不间断运行,从水源到用户,全过程协同保障水质安全。

3 集成应用助力节能降耗

3.1 能耗分析与优化策略制定

集成系统具备强大的能耗分析能力,通过对供排水电气系统中各类设备的用电、用水数据采集与分析,深入了解系统能耗状况。在供水系统中,分析不同时段、不同区域的用水需求与水泵能耗关系,发现夜间用水低谷期,部分水泵仍以高功率运行,造成能源浪费。基于此,制定针对性优化策略,采用变频调速技术,根据用水量实时调整水泵转速,降低能耗^[5]。在污水处理厂,分析曝气机、提升泵等设备能耗,发现曝气机能耗占比较大,通过优化曝气控制策略,如采用间歇曝气、精准曝气等方式,在保证污水处理效果的前提下,降低曝气机运行时间与功率,有效减少能耗。

3.2 智能设备节能技术应用

智能设备节能技术在集成应用中得到广泛应用。在照明系统方面,采用智能感应灯具,结合人体红外感应与光照度传感器,人来灯亮,人走灯灭,并根据环境光照度自动调节亮度,相比传统照明方式,可节能30%-50%。在供排水设备中,应用高效节能电机、智能阀门等设备。高效节能电机采用新型材料与优化设计,相比普通电机,效率可提高5%-10%。智能阀门能根据水流压力、流量等参数自动调节开度,减少水力损失,降低能

耗^[6]。此外,利用智能控制系统对设备进行优化调度,合理安排设备启停时间,避免设备空转与频繁启停,进一步降低能耗。

3.3 峰谷电利用与优化调度

集成系统充分利用峰谷电政策,优化电力调度。通过对历史用电数据与供排水生产规律分析,将可调整的用电设备安排在低谷电价时段运行。例如,在夜间低谷电价时段,启动污水处理厂的污泥脱水设备、供水系统的蓄水池补水作业等。同时,利用储能设备在低谷电价时储存电能,在高峰电价时段释放电能,满足部分设备用电需求。通过优化电力调度,不仅降低了用电成本,还减轻了高峰时段电力供应压力,提高能源利用效率,实现经济效益与社会效益双赢^[7]。

4 集成应用面临的挑战

4.1 技术复杂性与兼容性难题

水质监控与自动化控制技术集成涉及多种先进技术融合,技术复杂性高。不同品牌、型号的水质监测传感器、自动化控制设备以及通信模块,其接口标准、通信协议可能各不相同,导致系统集成时兼容性问题突出。例如,某品牌的pH传感器采用RS-485通信接口与Modbus协议,而自动化控制系统支持的是CAN总线与Profibus协议,需要额外的转换设备与复杂的编程才能实现数据传输与控制,增加了系统建设成本与调试难度。此外,新技术的不断涌现,如新型水质监测传感器的研发、先进控制算法的更新,也要求系统具备良好的可扩展性与兼容性,以适应技术发展需求,这对系统设计与集成提出了更高挑战^[8]。

4.2 数据安全与隐私保护问题

集成系统在运行过程中产生大量数据,包括水质监测数据、用户用水信息、设备运行数据等,这些数据面临严重的数据安全与隐私保护风险。在数据传输过程中,若通信网络防护薄弱,易遭受黑客攻击,数据可能被窃取、篡改或泄露。例如,黑客篡改水质监测数据,可能导致系统误判,影响水质安全;泄露用户用水信息,侵犯用户隐私。在数据存储环节,若数据库安全防护措施不到位,同样面临数据丢失、被非法访问等风险。因此,需要建立完善的数据加密、访问控制、防火墙等安全机制,保障数据安全与隐私,确保系统稳定可靠运行。

4.3 专业人才短缺困境

水质监控与自动化控制技术集成应用需要既懂供排水电气专业知识,又掌握水质监测、自动化控制、通信技术等多领域知识的复合型专业人才。目前,这类专业

人才严重短缺。传统供排水电气行业从业人员对新兴的水质监测技术、先进自动化控制算法了解有限,难以有效操作与维护集成系统。高校相关专业设置与人才培养模式尚未完全跟上技术发展步伐,课程体系跨学科知识融合不足,培养出的学生难以满足市场对复合型人才的需求。企业内部针对员工的技术培训体系也不够完善,导致行业内专业人才匮乏,制约了集成应用的推广与发展。

5 集成应用的未来展望

5.1 应用场景拓展方向

集成应用的场景将不断拓展。在智慧城市建设中,供排水电气系统与城市其他基础设施系统,如交通、能源、环境监测等,将实现深度融合。通过共享数据与协同控制,打造智能化、一体化的城市运行管理体系。在农村地区,随着乡村振兴战略推进,供排水电气系统将逐步实现智能化升级,提升农村供水水质、优化供电稳定性,改善农村生产生活条件。在工业领域,集成应用将助力工业企业实现节能减排、绿色生产,根据生产工艺对水质的要求,精准控制供排水系统,提高水资源利用效率,降低生产成本。

5.2 行业标准完善与规范

随着集成应用的广泛推广,行业标准的完善与规范至关重要。目前,相关行业标准尚不完善,不同企业、不同项目在系统设计、设备选型、数据接口、施工安装等方面缺乏统一标准,导致系统质量参差不齐,后期维护困难。未来,需要政府部门、行业协会、科研机构与企业共同参与,制定涵盖技术规范、安全标准、验收流程等全方位的行业标准,促进市场规范化发展,保障集

成应用的质量与安全,推动水质监控与自动化控制技术在供排水电气领域持续健康发展。

6 结论

水质监控与自动化控制技术在供排水电气中的集成应用,已展现出提升水质安全保障、优化系统运行效率、助力节能降耗等显著优势。尽管面临技术复杂、数据安全、人才短缺等挑战,但随着技术创新发展、应用场景拓展及行业标准完善,这一集成应用必将在未来大放异彩。持续推动二者深度融合,将为供排水电气系统智能化、高效化、绿色化发展注入强大动力,为社会可持续发展贡献关键力量。

参考文献

- [1]赵连丰.煤矿生产中电气自动化控制技术[J].电子元器件与信息技术,2022,6(09):239-242.
- [2]马腾.自动化控制技术在矿井供排水系统的应用[J].内蒙古煤炭经济,2022,(11):157-159.
- [3]李继军,白茹玺,梁占泽,等.自动化控制技术在矿井供排水系统的应用[J].陕西煤炭,2019,38(03):106-109+113.
- [4]王吉.供排水系统自动化监控技术的研究与应用[J].电脑编程技巧与维护,2019,(09):13-15.
- [5]刘吉源.试论电气工程及自动化建设存在的问题及对策[J].农家参谋,2018,(14):230-231.
- [6]陶文娟,韩冰.乡村振兴视域下的污水处理设备自动化启闭技术[J].自动化与仪器仪表,2022,(08):138-141.
- [7]林炯铨.基于PLC电气自动化控制水处理系统.陕西省,西安利源环保科技有限公司,2022-05-12.
- [8]张文清.智能化水处理设备的自动化系统[J].建材与装饰,2018,(29):294-295.