

组态软件在水处理过程自动化监控中的设计与实践

杨浩东

宁夏工业设计院有限责任公司 宁夏 银川 750001

【摘要】：组态软件在水处理过程自动化监控中具有显著的实用价值，能够实现数据采集、流程控制、实时报警与远程监视等多功能集成，有效提升系统运行的智能化与可视化水平。围绕水处理流程的关键环节，构建以组态软件为核心的人机交互界面和控制逻辑，不仅提高了监控效率和管理精度，也降低了运行成本与人工干预风险。研究实践表明，该技术在提升水处理系统稳定性与响应速度方面具有明显优势，具有良好的推广应用前景。

【关键词】：组态软件；水处理；自动化监控；人机交互；系统集成

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.076

1 现有水处理监控系统的运行瓶颈分析

当前多数水处理系统仍依赖传统监控手段，存在自动化水平不足、数据反馈延迟、控制策略单一等问题。由于部分系统采用分布式设备独立运行模式，导致信息整合困难，系统之间缺乏有效的数据共享机制，不能实现全过程的统一调控。在面对水质波动、水量骤变等突发工况时，监控系统响应滞后，不能及时完成参数调整，从而影响处理效率与出水水质的稳定性。此外，水处理工艺涉及多个物理和化学过程，过程变量复杂，现有系统通常只监控有限的几个关键点，无法实现对全流程的精细化感知和动态管理。

人工干预依赖强也是当前运行瓶颈之一。由于缺乏完善的自动化监控架构，操作人员需要定期巡检、手动读取仪表数据并进行操作判断。这种以经验为主导的方式在操作精度和响应时效性方面难以满足现代水处理对高效、稳定、安全运行的要求。特别是在夜间或节假日等值守薄弱时段，系统运行容易因判断延迟或误操作而引发运行事故。此外，由于监控系统界面设计滞后，数据可视化程度低，不利于操作人员快速判断运行状态，也难以进行趋势分析与风险预警。

传统监控系统在数据采集、传输与存储方面存在明显短板，难以支持大数据背景下的深度分析和智能诊断。多数系统仍采用模拟信号传输方式，受噪声干扰和线路老化影响，数据精度和完整性难以保障。同时，数据存储分散且结构不规范，不利于后续数据挖掘、建模分析与管理决策支持。部分老旧系统不具备远程监控和远程维护能力，限制了智能运维的推广，增加了人工运维成本，降低了系统整体运行的经济性与可靠性。因此，构建高集成度、智能化、响应快速的新型水处理自动化监控系统已成为行业发展的必然趋势。

2 组态软件在自动化监控中的集成设计

组态软件在自动化监控中的集成设计，不仅是技术集成的体现，更是功能协调和系统可靠性的综合表达。在现代水处理系统中，自动化监控对实时性、稳定性和可视化界面的要求愈加严苛，而组态软件凭借其开放接口、多协议兼容性以及图形化建模优势，为复杂工艺流程提供了高效、可维护的集成平台。构建系统之初，设计人员需对控制网络架构、通信接口和各子系统功能模块进行分级规划，通过采集层、控制层和监控层的逻辑映射，确保数据采集的连续性与控制命令的准确性。在工艺流程中，传感器信号、PLC逻辑控制与数据库联动形成闭环管理机制，通过组态平台将抽象逻辑具象呈现，为操作人员提供直观、可操作的控制视图。

集成设计中，数据库管理与数据采集系统的对接关系尤为关键。为了提升实时处理性能，常将SCADA系统中数据采集模块与组态软件进行中间层协议封装，通过OPC协议或MODBUS TCP/IP直接通讯，实现对流量计、压力变送器、水质分析仪等终端设备的稳定读取。在设计过程中，须设置冗余通道与故障恢复逻辑，确保在通信中断或PLC重启时系统自动切换数据源，避免监控盲区。冗余通道采用主备双链路架构，主链路异常时备用链路无缝接管，故障恢复逻辑通过心跳检测机制实时监测通信状态，触发切换动作后记录事件日志以便后续分析。组态软件在多平台部署中的集成策略需考虑数据同步的实时性与一致性，移动端、Web端与桌面平台通过多线程并发机制并行处理数据请求，分布式数据库架构采用主从复制与分片技术均衡负载，确保高并发场景下查询效率与写入性能不受影响。权限管理机制基于角色访问控制模型，将用户划分为不同层级并分配最小必要权限，操作日志记录完整审计轨迹，包括操作时间、用户标识与具

体动作,关键操作需二次确认以防止误触发。数据加密传输与存储采用行业标准算法,防止未授权访问与篡改,系统定期自动备份关键配置与历史数据,确保灾难恢复能力。组态软件的图形化界面需支持动态刷新与告警分级展示,实时数据变化通过颜色与闪烁提示,历史趋势曲线支持多维度筛选与对比分析。通信协议栈需兼容多种工业标准接口,适配不同厂商设备的私有协议扩展,协议解析层实现数据归一化处理,统一转换为内部标准格式供上层应用调用。

组态软件集成的最终目标在于实现系统运行的智能化与管理流程的规范化。借助组态平台的脚本编程能力与数据处理逻辑,可对异常参数进行智能预警推送,对超限指标实时触发声光报警,提升运行保障能力。结合大数据分析云平台集成设计,运行历史数据、能耗指标、异常统计等信息被整合至数据分析平台,为管理人员提供决策支持。在实践应用中,通过二次开发接口,将组态软件与ERP系统、MES系统对接,构建“感知-传输-分析-执行”全链路自动化架构,实现从底层传感到高层管理的全过程可视与可控。

3 基于工程实践的系统运行成效评估

在水处理工程中,组态软件系统的运行成效评估是一项综合性技术指标分析过程,涵盖了系统响应速度、数据采集精度、远程操控稳定性、报警机制可靠性等关键参数。通过在多个市政及工业污水处理站项目中的工程部署实践,可以观察到,系统上线初期通过历史数据比对和现场人工巡检结果的交叉验证,对组态软件的实时数据同步能力进行了技术检验。数据显示,组态系统在信号采集点数量增加的情况下依然保持了高达98%以上的数据传输稳定性,这种高可靠性为整个水处理流程的精准监控提供了技术保障。

参考文献:

- [1] 刘建辉.水处理自动化控制系统的组态软件设计研究[J].给水排水,2021,57(7):129-132.
- [2] 王志强.基于组态软件的污水处理监控系统设计与应用[J].中国给水排水,2020,36(12):86-89.
- [3] 张旭东.水处理工艺中自动化系统的优化与实践探析[J].城市建设理论研究,2022(3):144-146.

从操作界面友好性与故障响应效率两个维度进一步评价组态系统的运行效果,可以发现该系统在实际应用中大大提升了工作人员的操作效率和对突发情况的响应能力。通过图形化界面所提供的工艺流程动画模拟功能,使运维人员能够快速识别流程瓶颈与故障节点,并结合历史趋势图和报警日志判断设备运行状态。在一项城市中型污水厂试点项目中,通过接入组态平台后的运行故障率从原先的每月约4次降至不足1次,反映出系统在故障识别与预警方面的实用价值。

系统维护性和扩展性方面的评估也证实组态软件具有良好的工程适应能力。随着处理规模扩大和工艺技术的更新迭代,系统的硬件接口和控制逻辑能够通过脚本配置方式灵活扩展,减少了大量重新编程的工作负担。在与PLC和变频器等控制设备的集成过程中,系统支持多协议接入,保障了控制层与监控层之间数据同步的完整性与一致性。通过对工程项目实际运行指标的长周期跟踪和分析,能够清晰地判断组态监控系统在节能降耗、稳定运行和风险预防等方面的实际贡献,从而为今后在更广泛的水处理应用场景中推广该类系统提供了技术参考与理论支撑。

4 结语

在水处理自动化监控系统的构建过程中,组态软件以其高度集成、灵活配置和稳定运行的技术优势,已逐步成为提升工程管理效率与运行安全水平的重要工具。通过对系统运行成效的工程实践评估,不仅验证了其在实时监控、数据交互、智能预警等方面的应用成效,也体现出其良好的适应性与可扩展性。未来,在水处理工艺日益复杂化、控制要求日益精细化的趋势下,组态软件将继续发挥其在信息化与智能化管理中的关键作用,为实现绿色高效的水资源治理提供有力支撑。