

ICS xx.xxx.xx
CCS X XX

T/SDSES

山东环境科学学会团体标准

T/SDSES XXX—202X

污水处理厂智能化系统建设技术规范

Technical specification for information layer control systems in wastewater treatment plants

(征求意见稿)

2026 - - 发布

2026 - - 实施

山东环境科学学会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 软件系统总体要求.....	1
5 监控操作界面功能要求.....	3
6 数据采集与管理要求.....	4
7 日常数据信息管理.....	5
8 智能分析与诊断功能.....	6
9 应急处理功能.....	7
10 系统安全要求.....	7
11 系统集成要求.....	9
12 实施与验收.....	9
13 运行维护.....	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由XXXX提出。

本文件由山东环境科学学会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

污水处理厂智能化系统建设技术规范

1 范围

本文件规定了污水处理厂智能化系统的总体要求、监控操作界面功能、数据采集与管理、日常数据信息、系统安全及运行维护等内容。

本文件适用于城镇排水系统中的污水处理厂智能化系统的设计、实施、验收和运行维护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 8566 系统与软件工程 软件生存周期过程
- GB/T 20271 信息安全技术 信息系统通用安全技术要求
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 25000 系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价
- GB 50014 室外排水设计标准
- CJJ/T 120 城镇排水系统电气与自动化工程技术标准
- HJ 212 污染物在线监控（监测）系统数据传输标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能化系统 intelligent system

基于计算机网络技术，实现污水处理厂生产过程监控、数据采集、信息管理和决策支持的计算机系统。

3.2

实时数据库 real-time database

用于存储和管理实时数据的数据库系统，支持高速数据写入、查询和历史数据归档。

3.3

联动控制 linkage control

根据预设逻辑，由单一触发条件自动引发多个设备或工艺单元协调动作的控制方式。

3.4

冗余 redundancy

通过设置重复配置的关键组件或功能，当主用组件发生故障时能够无缝切换至备用组件的技术措施。

4 软件系统总体要求

4.1 操作系统要求

4.1.1 系统应采用通用的、支持多任务和多用户的网络操作系统，优先采用安全可靠的国产服务器操作系统，如麒麟、统信 UOS 等。系统软件的开发、维护和退役过程应符合 GB/T 8566 的规定。

4.1.2 操作系统应使用官方发布的中文版本，支持中文界面显示和中文数据处理。

4.1.3 操作系统应具备以下特性：

- a) 高可靠性和稳定性，支持 7x24 小时连续运行；
- b) 良好的硬件兼容性，支持主流服务器和工控设备；
- c) 完善的安全机制，包括用户认证、访问控制、安全审计等；

d) 支持远程管理和维护功能。

4.1.4 接口规范：系统应具有开放的软件接口，支持 OPC UA、Modbus TCP、MQTT 等主流工业通信协议。

4.1.5 系统应支持主流的标准通信协议和接口规范，包括但不限于：HTTP/HTTPS 用于 Web 服务，TCP/IP、UDP 用于网络通信，WebService/REST API 用于系统间数据交换。

4.2 数据库系统要求

4.2.1 数据库系统应具备面向对象、事件驱动和分布处理的技术特征，支持海量数据的高效存储和检索。

4.2.2 数据库系统应提供开放的标准外部数据接口，支持 ODBC、JDBC、ADO.NET 等标准数据库访问接口。

4.2.3 系统应与其他控制软件及数据库进行数据交换，支持 XML、JSON 等标准数据格式。

4.2.4 系统包含的数据库类型应包括：

a) 实时数据库。具有支持毫秒级数据刷新；具备数据压缩和缓存机制；支持实时报警和历史数据归档等功能。

b) 历史数据库。具有支持 TB 级数据存储；具备数据自动归档和清理策略；支持高效的历史数据查询和统计分析等功能。

c) 结构化数据库与非结构化数据库。结构化数据库主要用于存储配置信息、用户数据、业务数据等格式固定的数据，支持事务处理和并发访问控制，具备完善的数据备份和恢复机制；非结构化数据库主要用于存储图片、视频、文档、日志等非结构化和半结构化数据，具备高效的读写性能和灵活的扩展性。系统应根据数据类型选择合适的数据库类型。

4.2.5 数据库设计应满足以下要求：

d) 采用规范化的数据模型设计，避免数据冗余；

e) 关键数据表应建立适当的索引，优化查询性能；

f) 敏感数据应加密存储；

g) 建立完善的权限控制机制，防止未授权访问。

4.3 软件系统构成

4.3.1 软件系统应包括以下部分：

a) 系统软件。具有服务器操作系统；数据库管理系统；中间件和运行环境；防病毒和安全软件等功能。

b) 通信软件。具有数据采集通信模块；协议转换网关软件；网络安全通信组件；消息队列服务等功能。

c) 应用软件。具有监控组态软件；数据管理与分析软件；报警与事件管理软件；报表生成与打印软件；人机交互界面软件等功能。

d) 支持二次开发的软件工具与环境。具有提供完整的 API 接口文档；提供脚本或编程开发工具；支持自定义功能模块开发；提供版本管理和部署工具等功能。

4.3.2 就地控制站软件应包括以下部分：

a) 控制器编程与组态软件：支持梯形图、功能块图、结构化文本等编程语言；支持在线编程、调试和程序下载；提供程序版本管理和备份功能；支持程序加密和知识产权保护等功能。

b) 操作界面(HMI)组态软件：提供丰富的图形库和动画组件；支持多分辨率显示和自适应布局；支持多语言界面切换；提供报警、趋势、报表等标准功能模块等功能。

c) 专用应用软件：具有针对特定工艺的专业控制算法；能耗分析与优化软件；设备维护管理软件；水质预测与工艺优化软件等功能。

4.4 系统性能要求

4.4.1 系统响应时间应满足以下要求：

a) 操作指令响应时间 ≤ 1 秒；

b) 画面切换时间 ≤ 2 秒；

c) 报警弹出时间 ≤ 1 秒；

- d) 历史数据查询响应时间 ≤ 5 秒(1 年数据)。
- 4.4.2 通过采用服务器集群及网络架构的冗余设计，确保系统可用性应 $\geq 99.9\%$ ，平均故障恢复时间 (MTTR) ≤ 30 分钟。
- 4.4.3 系统应支持至少 100 个并发用户同时在线操作。
- 4.4.4 系统应具备良好的可扩展性，支持通过增加服务器节点实现水平扩展。
- 4.4.5 本文件中涉及的污水处理工艺设计基础数据，应与 GB 50014 保持一致。

5 监控操作界面功能要求

5.1 界面设计原则

本文件规定的监控操作界面功能，是污水处理厂监控和数据采集系统的核心组成部分。

系统应采用图形化界面，并支持分层、分类的显示与控制方式，从主界面到最终操作对象的层次不应超过 3 层。

界面设计应符合以下要求：

- 界面布局清晰，操作流程简洁直观；
- 重要信息突出显示，颜色搭配符合工业监控习惯；
- 提供统一的导航和操作方式；
- 支持键盘快捷键和触屏操作。

5.2 显示内容

5.2.1 工艺流程图

工艺流程图应具有以图形化方式展示全厂工艺流程、显示各工艺单元的运行状态和关键参数、支持流程图的缩放/平移和分层显示、重要工艺参数实时刷新周期 ≤ 2 秒等功能。

5.2.2 设备三维布置图

设备平面布置图应具有按实际地理位置显示设备三维分布、支持从全厂视图到单体设备的多级缩放、多视角切换，设备图标应直观反映设备类型和状态、点击设备图标可进入设备详情界面等功能。

5.2.3 关键运行参数显示

关键运行参数显示应具有进水流量、COD、氨氮、pH 等进水参数；出水流量、COD、氨氮、总磷、总氮等出水参数；溶解氧、污泥浓度、回流比等工艺控制参数；电耗、药耗等能耗参数等功能。

5.2.4 实时设备状态

实时设备状态应具有显示所有机电设备的运行/停止/故障状态、显示阀门/闸门等执行机构的开关状态和开度、显示仪表的实时测量值和通信状态等功能。

5.2.5 报警与事件清单

报警与事件清单具有实时显示当前未确认的报警信息；支持按报警级别、工艺单元、设备类型筛选；显示报警发生时间、确认时间、消除时间；提供报警统计分析等功能。

5.3 状态标识

设备状态应以不同颜色清晰表示，建议如下：

- 运行(绿色)：设备正在正常运行；
- 停止(灰色)：设备处于停止状态；
- 故障(红色)：设备发生故障，需要维修；
- 报警(黄色闪烁)：参数超限或异常，需要关注；
- 离线(蓝色)：通信中断或设备不可达；
- 维护(橙色)：设备处于维护模式。

5.4 设备操作功能

- 5.4.1 操作员应从平面图或流程图上直接选中某一设备，并激活针对该设备的操作菜单。
- 5.4.2 应进一步查询并显示被选中设备的详细属性与参数数据，包括设备基本信息(名称、编号、型号、位置等)、实时运行数据(电流、电压、温度、振动等)、累计运行时间和启停次数等功能。
- 5.4.3 应选择设备的控制方式(如“自动/手动/远程”)。
- 5.4.4 在手动模式下，应对单台设备进行启、停、开、关等控制操作。
- 5.4.5 应设定和修改设备的运行参数(如频率、设定值等)。
- 5.4.6 批量操作功能如下：
 - a) 支持按工艺单元或设备类型进行批量操作；
 - b) 批量操作前应显示操作清单，经确认后执行；
 - c) 批量操作过程应显示进度和结果反馈。

5.5 操作权限与提示

- 5.5.1 系统应提供基于角色的多级操作权限保护，不同权限对应不同操作范围。角色划分建议如下：
 - a) 系统管理员：拥有全部权限，负责系统配置和用户管理；
 - b) 工程师：可进行参数设置和程序修改；
 - c) 操作员：可进行日常监控和常规操作；
 - d) 浏览员：仅可查看，不可操作。
- 5.5.2 在进行关键操作（特别是手动控制）时，系统应提供明确的操作提示和必要的帮助信息。
- 5.5.3 手动控制操作应遵循以下原则：
 - a) 一般情况下，一次操作只针对一台设备的一个独立动作；
 - b) 操作应经提示和操作人员确认后方可执行；
 - c) 当系统已预先编制了相关设备的联动控制逻辑，且满足自动运行条件时，允许通过一次操作指令触发一组设备按预定逻辑执行一套协同动作。

5.6 趋势与曲线

- 5.6.1 系统应提供实时趋势和历史趋势显示功能。
- 5.6.2 趋势图应支持多条曲线同时显示与对比、时间轴的缩放与平移操作、游标读数及极值标记、趋势数据导出等功能。

5.7 视频监控集成

- 5.7.1 系统应支持视频监控系统的无缝集成。
- 5.7.2 视频显示应支持在工艺流程图上关联显示对应位置的视频画面、当设备故障或区域报警时自动弹出对应视频报警联动、支持视频录像回放和截图等功能。

6 数据采集与管理要求

6.1 数据采集范围

- 6.1.1 应采集排水泵站及污水处理厂内各工艺单元的运行参数（如流量、液位、压力、水质指标等）。具体包括以下单元：
 - a) 进水单元：进水流量、液位、水质参数；
 - a) 预处理单元：格栅前后液位差、栅渣量；
 - b) 生物处理单元：溶解氧、污泥浓度、回流流量、剩余污泥流量；
 - c) 深度处理单元：浊度、过滤压力、反冲洗参数；
 - d) 污泥处理单元：污泥浓度、污泥流量、消化池温度、沼气产量；
 - e) 出水单元：出水流量、出水水质参数。
- 6.1.2 应采集各机电、电气设备（如水泵、鼓风机、搅拌器、阀门等）的运行状态、故障信号。包括以下内容：
 - a) 运行/停止状态；手动/自动/远程控制模式；
 - b) 故障报警信号；电气参数(电流、电压、功率、功率因数)；

c) 累计运行时间和启停次数等功能。

6.1.3 应采集与系统相连的各接口设备的状态信息。应包括在线仪表的测量值和状态、加药设备的运行参数和液位、电力监控系统的电量数据、视频监控系统的状态信息等功能。

6.1.4 当厂区内建有集散控制系统（DCS）或安全仪表系统（SIS）时，信息层控制系统应与其进行数据集成，并满足以下要求。污水处理厂电气与自动化工程的设计与施工，除应符合本文件规定外，尚应符合 CJJ/T 120 的相关规定。当厂区内建有集散控制系统（DCS）或安全仪表系统（SIS）时，信息层控制系统应与其进行数据集成，并满足以下要求。

- a) 数据采集接口：应通过 OPC UA、Modbus TCP、工业以太网等标准协议，从 DCS/SIS 的控制器或数据服务器中，安全、可靠地采集所需的实时过程数据、报警事件及设备状态信息。
- b) 数据映射与处理：应对采集自 DCS/SIS 的数据点进行规整、映射与质量戳标记，确保数据在信息层系统中的一致性、准确性和可追溯性。
- c) 通信安全与冗余：与 DCS/SIS 的网络通信应部署工业防火墙或采取物理隔离等安全措施。对于关键数据链路，宜采用冗余通信配置，保证通信的可靠性。
- d) 控制权限协调：应明确信息层与 DCS/SIS 的控制权限与边界。信息层系统可以监视 DCS/SIS 的运行状态并接收其数据，但不应绕过 DCS/SIS 对现场设备进行直接控制，确保控制层的独立性和安全性，特别是对于 SIS 相关回路。

6.2 数据存储要求

6.2.1 实时数据库应满足高速、稳定的数据存取需求，应具备数据写入速率 ≥ 10000 点/秒、数据查询响应时间 ≤ 100 毫秒、支持数据压缩存储、压缩比 $\geq 10:1$ 等功能。

6.2.2 历史数据库存储要求如下：

- e) 存储期限。实时数据：保存不低于 1 年；小时统计数据：保存不低于 5 年；日统计数据：保存不低于 30 年；报警和事件记录：保存不低于 5 年；操作记录：保存不低于 10 年。
- f) 容量设计。包括存储系统的容量设计应充分考虑数据增长需求，并具备可扩展性；建议按每年数据增长量预留 30% 的存储余量；支持存储容量在线扩展等。
- g) 备份与恢复。应建立定期、自动的数据备份与灾难恢复机制；关键数据应进行异地备份；备份周期：实时数据每日备份，配置数据每次变更后备份；应定期进行恢复演练，验证备份数据的有效性等功能。

6.2.3 数据归档策略如下：

- a) 热数据（最近 1 个月）：存储在高速存储设备；
- b) 温数据（1 个月至 1 年）：存储在标准存储设备；
- c) 冷数据（超过 1 年）：可存储在本地归档存储、磁带库或经安全认证的私有云/行业云存储平台。采用云存储时，应满足数据安全、合规性及访问性能要求，并建立相应的数据备份与灾难恢复机制。

6.3 数据管理功能

6.3.1 应提供对存储数据的在线查询、统计分析、编辑（授权下）及打印输出等功能。查询功能应支持按时间范围查询、按工艺单元查询、按设备类型查询、组合条件查询等功能。

6.3.2 应与管理信息系统（MIS）进行联网，实现数据上报与接收指令。数据交换应支持实时数据推送、定时批量数据同步、手动数据导出/导入等功能。

6.3.3 应具备标准化的数据交换与共享功能，支持与其他系统的数据交互。应支持 OPC DA/OPC UA、MQTT、WebService/REST API、数据库直连（ODBC/JDBC）等标准接口。

7 日常数据信息管理

7.1 运行数据查询

7.1.1 分类查询各主要工艺设备的运行数据、能耗数据。应包括设备运行时间统计、设备能耗统计（电耗、药耗）、设备效率分析、设备故障统计等功能。

7.1.2 查询各类在线检测仪表的实时数据、历史数据及校准记录。应包括：仪表实时测量值、仪表历史数据趋势、仪表校准记录和证书、仪表更换记录等功能。

7.1.3 应提供灵活的历史数据回溯查询功能，支持按时间、工艺段、设备等多条件组合查询。

7.2 报表管理

7.2.1 基于运行数据的各类统计报表与分类报表内容如下：

- a) 生产运行日报、周报、月报、年报；
- b) 水质分析报表；
- c) 能耗分析报表；
- d) 设备运行报表。

7.2.2 日报表、周报表、月报表、年报表的自动生成与输出内容如下：

- a) 支持定时自动生成(如每日 8:00 生成前一日报表)；
- b) 支持报表自动发送(邮件、系统消息)；
- c) 支持报表打印和导出(PDF、Excel 等格式)等功能。

7.2.3 提供自定义报表功能，允许用户根据需要定义报表格式与内容，内容如下：

- a) 提供报表设计器工具；
- b) 支持拖拽式报表设计；
- c) 支持公式计算和数据统计；
- d) 支持图表展示。

7.3 记录管理

7.3.1 应对系统所有事件/事故记录进行分类存储，并提供查询与统计功能。事件分类应包括以下内容：

- a) 系统事件(启动、停止、配置变更等)；
- b) 工艺事件(工艺流程切换、参数调整等)；
- c) 安全事件(登录、登出、权限变更等)；
- d) 通信事件(连接建立/断开、通信故障等)等功能。

7.3.2 应详细记录所有关键操作，形成操作记录表并可供审计。操作记录应包括操作时间(精确到秒)、操作员账号和姓名、操作类型和内容、操作结果(成功/失败)、操作前值和操作后值(参数修改)等功能。

7.3.3 应管理设备运行记录表，记录设备累计运行时间、启停次数等。

7.3.4 应对所有报警信息进行记录、归档与管理，支持按等级、时间、设备进行筛选。报警记录应包括报警发生时间、报警消除时间、报警确认时间和确认人、报警描述和处理建议、关联的工艺参数和设备等功能。

8 智能分析与诊断功能

8.1 设备预测性检测与诊断

8.1.1 系统应基于设备运行大数据(如振动、温度、电流、功率、启停序列)，构建关键旋转设备(如鼓风机、水泵)的健康状态模型，实现故障预测与剩余使用寿命(RUL)评估。

8.1.2 应建立基于机器学习的设备异常检测模型，自动识别运行参数的偏离模式，实现早期故障预警，减少非计划停机。

8.1.3 在设备发生故障时，系统应能基于案例库和故障树，提供智能诊断建议与维修指导。

8.2 工艺智能分析与优化

8.2.1 精准曝气控制：系统应建立生物处理单元的智能曝气模型，通过融合进水负荷、污泥浓度、溶解氧(DO)、氨氮、硝酸盐等多参数，实时动态计算并优化鼓风机的曝气量或频率设定值，在确保出水水质达标的前提下实现节能降耗。

8.2.2 精准加药控制：系统应建立化学除磷、污泥脱水等环节的智能加药模型。通过分析进水/出水磷酸盐浓度、污泥性质、流量等数据，动态优化除磷剂、絮凝剂的投加量，实现药耗成本的精确控制。

8.2.3 智能回流控制：系统应能基于生化模型和实时数据，对硝化液回流比、污泥回流比等关键参数进行优化，以提升脱氮除磷效率并降低能耗。

8.3 数据智能分析与决策支持

8.3.1 水质软测量与超前预警：系统应利用大数据分析和机器学习算法，建立关键出水水质参数（如COD、氨氮、总磷、总氮）的“软测量”模型。该模型应能基于易于在线监测的进水水质、工艺运行参数，提前数小时预测出水水质变化趋势，并对超标风险进行超前预警。

8.3.2 能效分析与优化建议：系统应进行全厂及单元级的能效分析，计算吨水电耗、吨水药耗等关键绩效指标（KPI）。基于历史数据和运行模式挖掘，自动识别能效瓶颈，并提供具体的节能降耗运行策略建议报告。

8.3.3 运行模式自学习与推荐：系统应能对不同季节、不同进水负荷下的历史最优运行参数组合进行挖掘和学习，形成“知识库”。在面对类似工况时，可自动推荐经过验证的、高效稳定的运行模式。

8.4 模型与算法平台要求

8.4.1 系统应提供或集成机器学习和人工智能算法平台，支持对历史数据和实时数据进行模型训练、验证与部署。

8.4.2 系统应支持第三方优化算法和工艺模型的导入与集成，具备开放的模型接口。

8.4.3 所有智能分析模型应具备可解释性，能提供关键影响因素的分析，并支持工程师对模型参数进行校准和优化。

9 应急处理功能

9.1 应急预案管理

9.1.1 应内置针对不同事故状态(如进水超标、设备大规模故障等)的数字化应急处置预案。预案应包括：事故类型识别和判定条件、应急处理流程和步骤、涉及设备和人员职责、应急资源调配方案等功能。

9.1.2 应内置针对重大设备故障的应急处置流程。应包括关键设备故障的备用设备切换流程、多设备故障的降级运行模式、紧急停机程序等功能。

9.1.3 应对预案的可执行性进行模拟或验证。应包括：预案演练功能；、预案效果评估、预案持续优化等功能。

9.2 报警响应与联动

9.2.1 系统应快速响应相关事件监测系统(如火灾、有毒气体报警)的报警信号。响应时间要求如下：

- a) 报警信号接收至系统响应 ≤ 2 秒；
- b) 自动启动相应应急预案。

9.2.2 在应急状态下，应自动或半自动执行预设的联动控制程序。联动控制应包括：自动关闭相关设备、自动开启应急设备、自动调整工艺参数、自动通知相关人员等功能。

9.2.3 应明确应急状态下的控制优先级，确保关键指令得以优先执行。优先级设置如下：

- a) 人身安全相关指令最高优先级；
- b) 环境保护相关指令次高优先级；
- c) 设备保护相关指令再次；
- d) 正常运行指令最低优先级。

9.3 应急操作界面

9.3.1 应设置独立的应急操作权限，该权限高于常规操作权限。权限管理应包括应急权限仅授予特定人员、应急权限使用时需记录和审计、应急状态结束后自动收回应急权限等功能。

9.3.2 应急操作界面应提供清晰、简捷的操作流程指引。界面设计应满足突出显示应急状态、提供一键式应急操作按钮、显示应急处理进度和状态、提供应急联系人快速呼叫功能等功能。

9.3.3 应急界面应以突出方式显示应急状态、关键参数和核心设备状态。显示内容应包括红色闪烁的应急状态指示、关键安全参数实时显示、应急设备运行状态、应急预案执行步骤提示等功能。

10 系统安全要求

10.1 软件安全

10.1.1 系统的通用安全技术要求应符合 GB/T 20271 的规定；系统的网络安全等级保护应依据 GB/T 22239 进行定级和防护，区分系统管理员、工程师、操作员、浏览员等角色。权限管理要求如下：

- a) 采用最小权限原则；
- b) 定期审查和清理用户权限；
- c) 离职人员账号及时禁用；
- d) 权限变更应审批和记录等功能。

10.1.2 所有重要操作均应记录于不可篡改的操作审计日志中。审计日志要求如下：

- a) 日志内容加密存储；
- b) 日志定期备份，保留期限不少于 5 年；
- c) 支持日志查询和导出；
- d) 禁止非授权人员修改或删除日志等功能。

10.1.3 采用校验机制保证数据的完整性，防止数据被非法修改。包括以下内容：

- a) 关键数据数字签名；
- b) 数据传输 CRC 校验；
- c) 数据库完整性约束；
- d) 定期数据一致性检查等功能。

10.1.4 部署有效的防病毒与防网络攻击措施。安全措施包括以下内容：

- a) 安装正版防病毒软件，定期更新病毒库；
- b) 开启操作系统防火墙；
- c) 部署入侵检测/防御系统(IDS/IPS)；
- d) 定期进行安全漏洞扫描和修复等功能。

10.2 数据安全

10.2.1 对敏感配置数据和历史数据进行加密存储。加密要求如下：

- a) 采用 AES-256 或同等级加密算法；
- b) 密钥安全存储，定期更换；
- c) 敏感数据传输采用 SSL/TLS 加密等功能。

10.2.2 建立定期自动与手动相结合的数据备份策略，并确保可快速恢复。备份策略如下：

- a) 实时数据：每日增量备份，每周全量备份；
- b) 历史数据：每月备份；
- c) 配置数据：每次变更后备份；
- d) 备份数据异地存储。
- e) 对数据的访问、修改、删除等操作进行严格的权限控制。

10.2.3 记录所有对重要数据的访问和操作痕迹，支持审计跟踪。

10.3 网络安全

10.3.1 通过网络防火墙、访问控制列表等技术实施网络访问控制。控制措施如下：

- a) 包括生产控制网络与办公网络物理隔离；
- b) 部署工业防火墙，限制不必要的端口和服务；
- c) 实施网络分段，限制横向移动等功能。

10.3.2 生产控制网络与管理信息网络之间应采取必要的物理隔离或逻辑隔离措施。

10.3.3 系统间通信应采用校验、加密等安全机制。包括以下内容：

- a) 通信双方身份认证；
- b) 传输数据加密；
- c) 通信完整性校验；
- d) 防止重放攻击等功能。

10.3.4 对远程维护访问应进行多重身份认证，并对会话进行全程监控与记录。远程访问要求如下：

- a) 使用 VPN 或专用安全通道；
- b) 双因素认证(密码+动态令牌/短信)；

- c) 会话超时自动断开；
- d) 远程操作全程录屏和记录等功能。

11 系统集成要求

11.1 内部集成

11.1.1 应实现信息层内各子系统(如监控、数据管理、分析模块)之间的无缝数据交换。集成要求如下：

- a) 采用统一的数据模型和接口标准；
- b) 实现数据一次采集、多处共享；
- c) 避免数据孤岛和信息烟囱等功能。

11.1.2 对全厂的控制逻辑进行统一管理和配置，确保一致性。包括以下内容：

- a) 统一联锁逻辑配置；
- b) 统一报警规则配置；
- c) 统一定时任务配置等功能。

11.1.3 建立全厂统一的信息模型与共享机制，消除信息孤岛。

11.2 外部集成

11.2.1 应提供与上级主管部门或监管平台的标准数据接口。接口要求如下：

- a) 符合 HJ 212 污染物在线监控(监测)系统数据传输标准；
- b) 支持实时数据上报；
- c) 支持指令接收和响应等功能。

11.2.2 应提供与实验室信息管理系统(LIMS)的接口，实现化验数据自动录入。包括以下内容：

- a) 化验任务下发；
- b) 化验结果自动接收；
- c) 数据校验和异常处理等功能。

11.2.3 应提供与财务管理系统的接口，支持成本数据(如电耗、药耗)的传递。

11.2.4 应具备与其他业务系统(如设备管理、物资管理)集成的能力。

12 实施与验收

12.1 软件部署

软件部署应包括全部软件的安装、系统参数配置、数据库的初始化及基础数据录入。部署要求如下：

- a) 制定详细的部署计划和回退方案；
- b) 在测试环境充分验证后实施生产部署；
- c) 部署过程应有完整记录；
- d) 关键节点进行备份等功能。

12.2 功能测试

应逐项验证所有软件功能均符合本文件第 4 至 11 章的要求。测试要求如下：

- a) 编制测试用例，覆盖所有功能点；
- b) 测试数据应真实模拟生产场景；
- c) 记录测试结果，对发现的问题及时整改等；
- d) 形成测试报告，作为验收依据。

12.3 性能测试

测试系统在多用户并发访问、大数据量处理时的响应时间、数据处理能力及长时间运行的稳定性。

测试内容：并发用户压力测试；大数据量读写测试；7x24 小时连续运行稳定性测试；故障恢复测试等。

性能指标：系统响应时间满足 4.4.1 要求；并发 100 用户操作时系统无卡顿；连续运行 72 小时无故障等。

系统的软件质量要求与评价应参照 GB/T 25000执行。

12.4 验收交付

供应商应向业主提交完整的技术文档(包括设计、安装、使用、维护手册)并提供必要的系统操作与维护培训。

交付文档清单：系统设计说明书；软件安装配置手册；用户操作手册；系统维护手册；测试报告和验收报告；培训教材和培训记录等。

培训要求：系统管理员培训(不少于 16 学时)；操作员培训(不少于 8 学时)；维护人员培训(不少于 16 学时)；提供培训考核，确保培训效果等。

13 运行维护

13.1 日常运行

操作人员应严格按照经审批的操作规程执行监控与操作任务，并定期执行系统数据备份。日常运行要求：

每日检查系统运行状态；及时处理报警信息；按时完成数据备份；填写运行日志等。

13.2 系统维护

包括定期的软件补丁更新、数据库性能优化与空间维护、以及系统故障的排查与处理。维护内容：

13.2.1 软件维护

包括定期检查并安装操作系统和软件安全补丁；更新病毒库和恶意软件特征库；软件功能升级和版本更新等功能。

13.2.2 数据库维护

包括定期重建索引，优化查询性能；清理过期数据，释放存储空间；监控数据库性能，及时处理异常等功能。

13.2.3 故障处理

包括建立故障分级和响应机制；一般故障：2 小时内响应，24 小时内解决；重大故障：30 分钟内响应，4 小时内解决；建立故障知识库，积累经验等功能。
