

《污水处理厂智能化系统建设技术规范》

编制说明

一、工作简况

本文件由山东省环科院股份有限公司提出，经山东省环境科学学会归口，依据标准化工作相关要求，结合污水处理厂智能化系统建设的实际需求，启动《污水处理厂智能化系统建设技术规范》团体标准的制定工作，旨在规范平台建设的全流程，为相关领域的设计、开发、运维等提供统一依据。

二、制定标准的必要性和意义

（一）制定标准的必要性

1. 填补行业细分领域标准空白，规范信息层建设

随着智慧水务建设的推进，多数污水处理厂已不再满足于底层的设备控制（PLC/DCS），而是迫切需要构建一个统一的数据汇聚与分析平台（即“信息层”）。现行国家标准主要聚焦于工艺设计与土建、电气与自动化控制等领域，针对“智能化系统”（信息层控制系统）的软件架构、数据接口、存储规范及功能边界，长期缺乏专门的、成体系的技术标准。本规范的制定，正是为了填补这一关键空白。它首次明确了污水处理厂信息层应包含“实时数据库、历史数据库、结构化与非结构化数据库”的混合架构，并强制规定了 OPC UA、MQTT、REST API 等开放接口的采用。这意味着，未来污水厂建设将告别过去各软件厂商各自为政、数据难以互通的“烟囱式”建设模式，为全行业的数字化顶层设计提供了统一的技

术标尺和实施依据。

2.推动国产化与安全可控，保障基础设施网络安全

污水处理厂作为城市生命线的关键基础设施，其控制系统的安全性直接关系到公共环境安全与社会稳定。文档中特别强调了“安全可控”的技术路线：一方面，明确要求操作系统优先采用麒麟、统信 UOS 等国产服务器操作系统；另一方面，从软件权限分级、数据加密存储到网络物理隔离与工业防火墙部署，构建了全链条的安全防护体系。在当前复杂的国际网络安全形势下，制定本标准具有极强的现实意义。它不仅有助于国内环保企业摆脱对国外单一软硬件体系的依赖，规避潜在的“后门”风险，更是落实国家《网络安全法》的具体实践，确保了污水处理数据“不出厂、不外泄”，实现了从底层硬件到上层软件的全方位自主可控。

3.赋能智慧化运营与精细化管理，促进节能降耗

本标准突破了传统系统仅用于“监视与记录”的局限，大篇幅引入了智能分析与诊断及应急处理的硬性指标。要求记录数据，更要求建立基于机器学习的设备健康状态模型，以及实现“精准曝气”和“精准加药”等动态优化算法。将工业大数据、人工智能与传统水处理工艺深度融合的标准导向，推进污水处理厂运营转向基于数据模型的“精细化运营”。通过在信息层实现能耗与药耗的闭环优化，能够在确保出水水质稳定达标的前提下，大幅降低污水处理厂的吨水电耗与药剂成本，积极响应国家“双碳”战略，推动污水处理行业向绿色、低碳、智能的高质量方向发展。

（二）制定标准的意义

1、推动行业数字化转型，提升工程建设规范化水平

本标准是行业内首个专门针对信息层控制系统的工程技术规范，为设计单位、集成商及业主提供了清晰的选型依据和建设蓝图。它将原本碎片化的信息化建设工作标准化、模块化，有助于提升整个行业在软件工程、系统集成及项目管理方面的规范化水平，降低沟通成本与试错成本。

2、赋能精细化运营管理，助力“双碳”目标落地

标准突破了传统监控系统的局限，前瞻性地纳入了“智能分析与诊断”及“精准控制”要求。通过规范设备预测性维护、精准曝气与加药算法的应用，引导污水处理厂从依赖人工经验的粗放式运行，转向基于数据模型的精细化运营，从而在确保出水达标的前提下，显著降低电耗与药耗，具有显著的经济效益与环境效益。

3、构建全生命周期管理体系，保障系统可持续运行

标准不仅规定了系统的建设与验收，还详细制定了运行维护及数据管理的要求。这标志着污水处理厂信息化建设从单一的“交付系统”向“交付持续服务能力”转变，有助于建立长效的运维机制，延长系统生命周期，确保智慧化改造成果的长期有效。

三、主要工作过程

（一）启动筹备阶段（2026.1-2026.2）：山东环境科学学会发起标准制定倡议，组建起草组与协作组，明确工作目标、分工及时间节点，同步收集国内外相关标准、政策文件及行业实践案例。

（二）调研分析阶段（2026.2-2026.3）：起草组深入各级环保监管部门、相关企业开展调研，梳理大气溯源污染数据智能核算信息的业务流程、技术需求及现存问题，分析现有系统的优缺点，结合 GB/T 35282—2017 等国家标准的要求，确定标准核心框架。

（三）草案编制阶段（2026.3-2026.4）：基于调研结果，起草组按照 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》，编制标准草案，明确术语定义、总则、总体架构及各层级技术要求，形成初稿。

（四）讨论立项阶段（2025.4-2025.5）：组织行业专家、监管人员及技术人员召开工作组研讨会，对标准初稿的结构、技术指标、条款表述等进行逐一讨论，针对总体架构的合理性、技术参数的可行性等提出修改意见，形成工作组讨论稿，申请立项。山东环境科学学会于2026年5月7日组织专家召开立项评审会，经专家论证，符合立项条件，批准立项。

（五）征求意见阶段（2026.5-2026.6）：根据立项评审会专家意见，标准起草组修改完善了标准文本及编制说明，形成征求意见稿，面向社会公开征求意见。

四、制定标准的原则和依据

（一）标准制定的基本原则

1. 合规性原则

严格遵循现行环境管理、数据安全、信息技术相关法律法规和标准要求。所有技术指标、安全规范、数据管理等内容，均与国家

强制性标准和推荐性标准保持一致，确保标准的合法性和权威性。

2.科学性原则

在结构上，严格遵循信息技术的分层架构思想，通过统一接口实现软硬件解耦，确保系统的开放性与扩展性；在功能上，深度融合工业机理与人工智能算法，利用数据科学替代传统经验判断，实现从底层控制到上层决策的定量化、模型化闭环管理。

3.实用性原则

标准通过提供大量可直接执行的量化指标与具体操作规范，不仅规定了建设期要求，更设计了完整的运维流程，确保了规范在实际工程建设和长期运营中具有极强的指导性、可验证性和可操作性。

4.扩展性原则

标准要求系统具备面向未来的兼容能力。通过主流工业通信协议及 Web 服务接口，确保系统“即插即用”；同时，要求系统支持通过增加服务器节点实现水平扩展，配合关于存储容量在线扩展及冷热数据分层存储的策略，使得整个信息层控制系统在业务规模扩大或数据量激增时，能够通过线性扩容而非推倒重来来实现升级。

5.安全性原则

标准构建了从底层硬件到上层应用、从物理网络到数据资产的全方位安全体系。在技术路线上明确要求优先采用国产操作系统，确立了基础设施的自主可控根基；在管理机制上严格执行最小权限原则与多因素身份认证，形成纵深防御闭环，保障关键基础设施的网络安全与数据安全。

（二）标准制定的依据

1.法律法规依据

以《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》等环境领域核心法律为根本遵循，落实污水处理达标排放的法定要求，确保标准与环境管理立法精神一致。

2.国家标准与行业标准依据

直接引用多项现行国家标准和环保行业标准，包括数据治理（GB/T 44109）、存储规范（GB/T 37732）、数据挖掘安全（GB/T 37988）、城镇污水处理厂工程质量验收规范（GB 3095）、污染物监测数据传输（HJ 212）等，确保技术要求的统一性和兼容性。

3.实际应用需求依据

该标准紧密围绕污水处理厂智能化转型的实际痛点与应用需求制定。针对传统运维依赖人工巡检、故障发现滞后、能耗药耗居高不下等问题，标准明确了基于国产操作系统与多协议接口的软硬件架构，强制要求毫秒级实时数据库与智能分析功能，旨在解决数据采集滞后与工艺调控粗放的难题，满足城镇污水厂对生产过程透明化、精细化管理的迫切需求。

同时，标准充分响应国家信息安全与产业自主可控的战略导向。鉴于水务系统的关键基础设施属性，标准硬性规定采用麒麟、统信等国产系统，并实施物理隔离与多重加密，以应对日益严峻的网络安全威胁。

五、主要条款的说明

本标准共分为 13 个章节，核心内容为第 4 章至第 13 章各类技术要求，以下结合标准制定依据、行业实践、国家规范、参数来源对主要条款逐项说明：（一）软件系统总体要求（第 4 章）

本章确立智能化系统底层架构标准，依据 GB/T8566《系统与软件工程软件生存周期过程》、国家网络安全与自主可控战略、污水处理厂稳定运行场景制定，确保系统稳定、安全、可扩展。

4.1 操作系统要求

落实国家关键信息基础设施安全可控、国产化替代战略，遵循《网络安全法》对工业控制系统安全的强制要求；同时满足工业软件多任务、中文环境、远程运维等工程刚需。

采用国产服务器操作系统，参照国家信创目录、工业级操作系统选型规范；要求支持多任务、中文环境，匹配污水处理厂不间断生产需求。

4.2 数据库系统要求

依据 GB/T37732《信息技术云数据存储和备份服务数据中心存储设备通用规范》、GB/T44109《数据治理术语》，结合污水厂毫秒级采集、TB 级存储、30 年长周期留存的行业痛点。

参照工业实时数据库通用性能指标；要求实时数据库 ≥ 10000 点/秒刷新、高压缩比，历史数据库支持 TB 级存储、30 年日数据统计，匹配环保核查、运维追溯的法定留存要求。

4.4 系统性能要求

依据 GB/T25000 《系统与软件工程系统与软件质量要求和评价》、工业监控系统高可用规范。

参照城镇水务自动化系统通用性能阈值，满足生产监控实时性与稳定性，要求操作指令 ≤ 1 秒、画面切换 ≤ 2 秒、可用性 $\geq 99.9\%$ ，

（二）监控操作界面功能要求（第 5 章）

本章依据 CJJ/T120 《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》、工业人机交互（HMI）设计规范制定，聚焦操作直观、权限可控、联动可视。

5.1 界面设计：不超过 3 层分层显示，依据工业监控简洁高效、减少操作层级的通用设计原则。

5.2 显示内容：强制涵盖工艺流程图、设备三维图、水质/能耗参数，依据污水厂全流程监控、工艺可视化刚需，匹配 GB50014 《室外排水设计标准》工艺参数要求。

5.5 操作权限：六级角色保护，依据 GB/T22239 《网络安全等级保护基本要求》最小权限原则。

5.7 视频监控集成：视频与工艺联动，依据工业安全应急联动、故障快速定位的工程实践。

（三）数据采集与管理要求（第 6 章）

依据 HJ212 《污染物在线监控（监测）系统数据传输标准》、GB/T37988 《数据安全能力成熟度模型》制定，覆盖全工艺采集、规范存储、开放互通。

6.1 数据采集范围：覆盖进水至污泥处理全工艺段，依据 GB50014《室外排水设计标准》污水处理工艺单元划分，满足生产监控与环保监管数据采集全覆盖。

6.2 数据库存储

环保核查数据留存法定要求、工业数据冷热分层存储规范。

实时数据存 1 年、日统计数据存 30 年，参照环保数据长期归档标准；热数据 SSD、冷数据归档，依据海量数据存储成本与性能平衡行业实践。

6.3 数据管理：采用 OPCUA、MQTT、RESTAPI 接口，依据工业互联网开放协议标准，破除数据孤岛，实现系统互通。

（四）日常数据信息管理（第 7 章）

依据环保核查、内部审计、生产运营数字化需求制定，满足数据可查、报表自动、记录可追溯。

7.1 运行数据查询：多维组合查询，依据污水厂工艺分析、设备管理、能耗核算的日常运营需求。

7.2 报表管理：自动生成日报/月报/年报、支持 PDF/Excel 导出，依据环保上报、生产管理、成本核算通用报表规范。

7.3 记录管理：不可篡改审计追踪，依据 GB/T22239《网络安全等级保护基本要求》审计日志要求，满足环保核查与合规审计。

（五）智能分析与诊断功能（第 8 章）

本章为标准智能化核心章节，依据工业大数据、机器学习与水处理工艺融合趋势，响应国家“双碳”战略，解决传统运维粗放、能耗药耗高痛点。

8.1 设备预测性检测：依据设备健康管理、预测性维护（PdM）工业标准，基于振动、温度大数据构建模型，实现故障预警与寿命评估。

8.2 工艺智能优化：精准曝气、精准加药模型，依据生物处理工艺机理、节能降耗工程实践，在水质达标前提下降低电耗、药耗。

8.3 数据智能分析：水质软测量、超前预警，依据机器学习算法在水务行业应用成熟案例，实现水质趋势预判与风险前置处置。

（六）应急处理功能（第 9 章）

依据安全生产法、城镇污水处理厂应急处置规范制定，坚守安全底线，明确应急流程、响应时效、控制优先级。

9.1 应急处置预案：内置进水超标、设备故障预案，依据污水处理厂突发环境事件应急指南。

9.2 报警响应与联动：报警响应 ≤ 2 秒，依据工业应急系统极速响应指标；控制优先级：人身安全>环境保护>设备保护，遵循安全处置通用原则。

9.3 应急操作界面：独立应急权限、一键操作，依据紧急状态下快速处置、防止误操作工程要求。

（七）系统安全要求（第 10 章）

依据 GB/T20271 《信息安全技术信息系统通用安全技术要求》、GB/T22239 《网络安全等级保护基本要求》、工业控制系统网络安全规范制定，构建全链条安全防护。

10.1 软件安全：AES-256 加密、不可篡改审计日志，参照国家密码管理局商用密码标准、等保三级要求。

10.3 网络安全：生产网与办公网物理/逻辑隔离、工业防火墙、远程 VPN+双因素认证，依据工业控制网络安全隔离与信息交换技术规范，防范网络攻击。

（八）系统集成要求（第 11 章）

依据 HJ212 污染物在线监控数据传输标准、智慧水务系统集成规范制定，解决信息孤岛，实现内外部系统无缝对接。

11.1 内部集成：统一信息模型，依据工业互联网系统集成架构，实现监控、数据、优化模块数据共享。

11.2 外部集成：对接监管平台、LIMS、财务系统，依据环保监管数据上报、企业数字化管理刚需，确保数据自动流转。

（九）实施与验收（第 12 章）

依据 GB/T8566 《系统与软件工程软件生存周期过程》、工程建设验收规范制定，确保系统可落地、可交付、可运维。

12.2 功能测试、12.3 性能测试：100 用户并发、逐项验证功能，依据软件测试通用规范、工业系统验收标准。

12.4 验收交付：交付文档清单、管理员培训 ≥ 16 学时，依据工程项目交付与培训行业标准，保障业主自主运维。

（十）运行维护（第 13 章）

依据工业软件运维规范、污水处理厂长效运营需求制定，从日常运维、故障响应建立全生命周期保障。

13.2 系统维护：补丁更新、索引重建，依据数据库运维、系统安全加固通用流程。

13.2.3 故障处理：一般故障 2 小时响应/24 小时解决、重大故障 30 分钟响应/4 小时解决，参照水务行业运维服务等级协议（SLA），保障系统连续稳定。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在制定过程中广泛征求了参与者与相关单位专家的意见，进行多次修改，无重大意见分歧。

七、采用国际标准的程度及水平的简要说明

目前还尚未有专门针对污水处理厂智能化系统建设方面的国际标准，因此，并未采用相关国际标准。

八、贯彻山东环境科学学会团体标准的要求和措施建议

（一）组织措施

成立标准起草工作组，协调核心起草成员，制定详细的工作计划与分工，确保标准按时保质完成。标准发布与实施后，积极组织贯宣，及时面向生态环保部门及企事业单位进行标准的宣传推广，确保标准落地执行与动态优化。

（二）技术措施

继续完善污水处理厂智能化系统建设技术规范内容，对标准执行情况跟踪调查，及时发现标准执行过程中的问题，不断修改完善，提升标准水平，提高标准的科学、合理性和协调、可操作性。

九、其他应予以说明的事项

无