

团 体 标 准

JH/CAA 003-2024

污水处理智能控制系统技术规范

Technical Specifications for Intelligent Control Systems in Wastewater Treatment

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中国自动化学会发布

目 次

前 言.....I

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 智能控制系统架构.....2

5 数据采集.....3

6 数据存储与传输.....3

7 智能优化决策.....4

8 智能控制.....5

9 智能运行平台.....5

前 言

本文件按照GB/T1.1—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。

本文件由中国自动化学会提出并归口。

本文件起草单位：北京工业大学。

本文件主要起草人：乔俊飞、杨翠丽、耿志力、陈鼎元。

污水处理智能控制系统技术规范

1 范围

本文件规定了污水处理过程智能控制系统的技术要求，包括智能控制系统架构、数据采集、数据存储与传输、智能优化与决策、智能控制技术、智能运行平台。

本文件适用于市政污水处理厂工艺设备机组启停决策和运行参数调控。

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。

HJ/T 92 水污染物排放总量监测技术规范

HJ/T 354 水污染源在线监测系统验收技术规范

HJ/T 355 水污染源在线监测系统运行与考核技术规范

HJ/T 372 水质自动采样器技术要求及检测方法

HJ91.1 污水监测技术规范

HJ212 污染物在线监控(监测)系统数据传输标准

HJ353 水污染源在线监测系统(COD_{Cr}、NH_g-N等)安装技术规范

HJ354 水污染源在线监测系统(COD_{Cr}、NH_y-N等)验收技术规范

HJ355 水污染源在线监测系统(COD_{Cr}、NH_g-N等)运行技术规范

HJ477 污染源在线自动监控(监测)数据采集传输技术要求

HJ494 水质采样技术指导

HJ574 城市生活污染控制技术规范标准

HJ2038 城市污水处理厂运行监督管理技术规范

DB32/T2774 环境监控物联网系统建设要求水环境质量监测信息传输技术规范

DB32/3462 农村生活污水处理设施水污染物排放标准

CJJ 60 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程

CJJ/T 228 城市污水处理厂运营质量评价标准

CJ/T252 城镇排水水质水量在线监测系统技术要求

GB/T40201-2021 《农村生活污水处理设施运行效果评价技术要求》

GB/T5134-2019 城市污水处理工程技术标准

GB18918 城镇污水处理厂污染物排放标准

3 术语和定义

GB/T 18919-2002界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 污水处理过程 Municipal Wastewater Treatment Process

使污水达到水质排放要求的净化过程。

3.2 智能控制系统 Intelligent Control System

指利用先进的信息技术、人工智能算法和数据分析手段，对污水处理过程进行实时监测、优化调度和自动控制的系统。

3.3 实时监控 Real-time Monitoring

通过在线或现场安装的传感器实时收集污水处理过程中的数据，以便对系统进行即时调整和控制。

3.4 数据分析 Data Analysis

指利用统计学、机器学习等方法，对收集到的大量污水处理数据进行分析，以识别模式、预测趋势和制定决策的过程。

4 智能控制系统架构

污水处理过程智能控制系统架构如图 1 所示，应包括数据采集、数据存储与传输、智能优化决策、智能控制、智能运行平台。各部分功能要求包括：

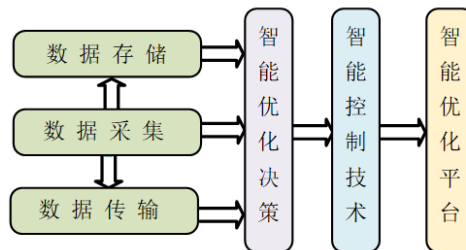


图 1：污水处理过程智能控制系统技术架构

a) 应具有数据采集能力，能够采集污水处理过程的水质数据、工艺参数、过程数据、设备运行数据和运行维护管理数据等；

b) 应具有数据存储能力，利用无线或有线进行数据传输，为后续制定智能优化决策、智能控制技术和智能运行平台提供有效信息；

c) 应具有设备按需自动配置的能力，包括：污水处理过程动态性能评价、过程控制变量优化设定、设备启停调度和运行参数优化，制定污水处理过程设备的实时调度方案，供智能控制技术和智能运行平台调用；

d) 应具有设备精准控制的能力，包括：控制性能评价、设备智能控制策略设计，实现污水处理过程关键工艺参数的智能调控；

e) 应具备云边端协同调控的能力，实现污水处理过程全流程智能调控。

5 数据采集

5.1 技术要求

数据采集的技术要求如下：

- a) 能够实时、连续监测污水处理过程中水质数据、工艺参数、过程数据、设备运行数据和运行维护管理数据等，并具备数据传输能力；
- b) 对污水处理过程缺失数据或不准确的数据进行现场探测；
- c) 数据获取频率与数据采样频率一致；
- d) 多通道数据获取方式。

5.2 功能要求

数据采集技术功能要求如下：

- a) 采用人工采集、系统自动采集等多种途径，满足交叉比对需求。因特殊原因确无法实现自动采集时，可采用人工采集录入数据；
- b) 应具有支持不同格式数据获取、转换的功能；
- c) 应具有支持多通道数据获取的功能；
- d) 应具有支持多源数据获取的功能。

6 数据存储与传输

6.1 技术要求

数据存储与传输技术要求如下：

- a) 数据存储应具有持久性，存储单元断电后所存储数据不丢失；
- b) 可以存储大量数据，并且可以随着数据量的增加进行扩容；
- c) 数据存储需要保证数据的安全性，可以通过数据加密、访问控制、备份等措施来保护数据的安全；
- d) 数据存储需要保证数据的高效性，可以通过数据索引、缓存、压缩等技术来提高数据的读写速度和存储效率；
- e) 具有数据校验等安全保障功能，以确保数据传输的准确性和可靠性；

f) 支持一对一或者一对多的数据传输方式;

g) 数据传输过程丢包率不高于 3%。

6.2 功能要求

数据存储与传输的功能要求如下:

a) 能够根据相应机制对数据进行检查、更新和删除等操作;

b) 应可查询实时数据、历史数据、异常报警记录等;

c) 进行统一的数据定义、数据存储,对多源、多格式、多类型数据进行分类建设数据库;

d) 应具有多通道、多串口传输的功能;

e) 应具有无线/有限传输的功能。

7 智能优化决策

7.1 技术要求

智能优化决策的技术要求如下:

a) 基于采集的数据和人工经验知识,利用径向基神经网络等人工智能技术建立包含出水水质、设备效能、过程控制变量等的污水处理过程优化运行评价指标模型;

b) 污水处理过程优化运行评价指标模型的评价指标不少于 2 个;

c) 利用启发式动态优化策略、多目标差分进化算法等智能优化技术求解污水处理过程优化运行评价指标模型,动态更新过程控制变量(溶解氧浓度、硝态氮浓度、污泥停留时间等)设定值;

d) 过程控制变量组合的设定值优化方案不少于 2 个;

e) 利用分级递阶优化、线性规划等智能计算技术,将不同时间尺度控制变量的优化设定值分解为设备开启台数、设备运行参数调整等,实现污水处理过程设备的实时调度;

f) 设备实时调度方案不少于 2 个,每个调度方案至少包括设备启停顺序、设备运行参数设置的信息。

7.2 功能要求

智能优化决策的技术要求如下:

a) 应具有污水处理过程优化运行评价指标模型参数自校正功能;

- b) 应具有污水处理过程优化运行评价指标模型输入变量、输出变量个数动态调整的功能；
- c) 应具有过程控制变量设定值自动调整的功能；
- d) 应具有设备调度方案自动更新的功能；
- e) 应具有污水处理过程优化运行评价指标、过程控制变量设定值、设备调度方案可视化功能。

8 智能控制

8.1 技术要求

智能控制的技术要求如下：

- a) 结合智能优化与决策模块的指令，利用前向人工神经网络等人工智能技术建立包含跟踪误差与控制输入的控制性能评价模型；
- b) 基于控制性能评价模型，利用自适应控制、模糊控制等智能控制技术制定设备操作模式和参数调控方案；
- c) 在水质超标等紧急事件发生时，应结合模糊逻辑等智能技术完成不同紧急事件下的设备操作模式和参数调控方案；
- d) 确保控制系统的安全、稳定运行，具备故障检测与自我修复功能；
- e) 控制精度不少于 80%。

8.2 功能要求

智能控制的功能要求如下：

- a) 应具有设备操作模式和参数调控方案自动更新的功能；
- b) 应具有自动、手动两类设备操作模式；
- c) 应具有处理紧急事件的功能，并对基金情况和设备控制方案差异化输出；
- d) 应具有智能控制方案可视化功能。

9 智能运行平台

9.1 技术要求

智能运行平台的技术要求如下：

- a) 结合工业互联网建设体系，搭建云边端污水处理全流程智能调控技术；
- b) 云测部署智能优化与决策技术，实现全流程控制变量优化和工艺设备实时调度；
- c) 边测部署智能控制技术和设备实时调控技术，实现设备精准控制；
- d) 端侧主要完成过程数据采集、存储和传输，实现污水处理过程的实时检测。

9.2 功能要求

智能运行平台的功能要求如下：

- a) 应全面控制污水处理的各个阶段，包括搅拌、曝气、沉淀等关键步骤，确保处理效率和效果；
- b) 支持远程操作和监控，使管理人员能够在任何地点调整处理设施的运行状态；
- c) 执行机构应正确执行控制室发出的指令，且无超出工艺控制要求的延时；
- d) 控制设备开启时，继电器动作应与设定一致，不得有超出工艺控制要求的延时；
- e) 应具有数据采集、智能优化与决策、智能控制分类显示的功能；
- f) 应具有良好的人机交互功能。