

# 团 体 标 准

T/CUWAXXXXX-202X

## A<sup>2</sup>O 污水处理工艺数字化工程技术规程

Technical specification for digital engineering of A/A/O wastewater treatment process

(征求意见稿)

XX-XX-XX 发布

XX-XX-XX 实施

中国城镇供水排水协会 发布

团体标准

# A<sup>2</sup>O 污水处理工艺数字化工程技术规程

Technical specification for digital engineering of A/A/O wastewater treatment process

T/CUWA \*\*\*-20\*\*

批准部门：中国城镇供水排水协会

施行日期：20\*\* 年 \*\*月 \*\* 日

中国 XX 出版社

2022 北 京

## 前 言

根据中国给水排水协会《关于印发〈2020年中国城镇供水排水协会团体标准制定增补计划〉的通知》（中水协秘[2020]41号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本文件。

本文件的主要技术内容是：总则、术语、智慧化目标、途径与模式、数据仓库构建、数字化、信息化、智能化、智能化运行管理。

本规程的某些内容可能直接或间接地涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任，对所涉专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

本规程可能涉及必不可少的专利，编制单位承诺已确保专利权人或者专利申请人同意在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何组织或者个人在实施该规程时实施其专利。

本文件由中国城镇供水排水协会标准化工作委员会归口管理，由同济大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送同济大学环境科学与工程学院（地址：上海市杨浦区密云路 588 号，邮政编码：200092）。

本文件主编单位：同济大学

本文件参编单位：上海同济环境工程科技有限公司

苏州市排水有限公司

广州市创景市政工程设计有限公司

本文件主要起草人员（按姓氏拼音排序）：戴晓虎 黄广华 李 捷 柳剑雄 刘志刚  
沈昌明 谢华林 徐国忠 杨殿海 尹海龙  
周 炜

本文件主要审查人员：

# 目 次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 智慧化目标、途径与模式.....	4
3.1 智慧化目标.....	4
3.2 智慧化技术路线.....	4
3.3 智慧化技术关键.....	5
3.4 智慧化模式.....	5
4 数据仓库构建.....	7
4.1 数据类型.....	7
4.2 数据采集.....	7
4.3 数据传输.....	8
4.4 数据存储.....	9
4.5 数据清理.....	9
5 数字化.....	10
5.1 基本要求.....	10
5.2 实施条件.....	10
5.3 实施步骤.....	11
5.4 数字化系统应用.....	12
6 信息化.....	13
6.1 信息展示.....	13
6.2 监控预警.....	14
6.3 工艺管理.....	15
6.4 设备管理.....	16
6.5 流程管理.....	16
6.6 应急响应.....	17
6.7 统计分析.....	17
7 智能化.....	20
7.1 基本原则.....	20
7.2 技术路线.....	20
7.3 A/A/O 工艺智慧化.....	20
7.4 智能提升.....	21
7.5 智能曝气.....	22
7.6 智能加药.....	22
7.7 智能回流.....	23
8 智慧化运行管理.....	24
8.1 基本要求.....	24
8.2 组织管理.....	24
8.3 维护管理.....	24
8.4 运行管理.....	26
8.5 文档管理.....	27

# 1 总则

1.0.1 为践行智慧水务理念，提高污水处理行业的智慧化水平，以数字化、信息化、智能化为目标，按照统一规划设计、科学实施、严格验收和精心运维，并兼顾安全可靠与实用先进等重要原则，科学确定 A/A/O 污水厂智慧化优化的设计、建设和运行技术要求，在 A/A/O 污水处理厂智慧化全过程中做到安全可靠、技术先进、经济合理、避免信息孤岛，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于 A/A/O 及其改进工艺污水厂新建、扩建和改建工程数字化、信息化、智能化各层次及基础上的智慧化优化的规划、设计、建设、验收和运维，采用其他处理工艺的污水厂可参考。

1.0.3 A/A/O 污水处理厂智慧化应用除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 A/A/O 污水厂 A/A/O wastewater treatment plant

生化处理系统以厌氧、缺氧、好氧功能区串联而成，具有生物脱氮除磷功能的污水厂。

### 2.0.2 建筑信息模型 Building information model (BIM)

BIM 技术是一种应用于工程设计、建造、管理的数据化工具，通过参数模型整合工程项目的相关信息，在项目策划、运行和维护的全生命周期过程中进行共享和传递。污水处理项目借助 BIM 技术，可提升设计效率，完善工程建设管理，提高后期运维质量。

### 2.0.3 数据仓库 Data warehouse

数据仓库是建立在数据服务器（群）上的大型数据库，将不同类型、多源异构的数据融合到数据库中，实现数据的集中式管理。数据仓库是构建智慧 A/A/O 污水厂的基础。

### 2.0.4 污水厂数字化 Wastewater treatment plant digitalization

污水厂数字化是利用 BIM、GIS、三维激光扫描技术将许多复杂多变的信息构建成污水厂建筑、水力、水质系可以度量的数字、数据，再以这些数字、数据建立起适当的数字化模型，经编程输入计算机进行统一处理的数字化基本过程，以实现污水厂三维、四维空间架构、流动场、浓度场虚拟仿真模拟，为实现污水厂优化设计、设施设备管理、应急处置、过程控制、优化运行、员工培训等工作奠定基础。

### 2.0.5 污水厂信息化 Wastewater treatment plant informatization

污水厂信息化是以现代通信，网络，数据库技术为基础，针对污水厂运营管理全过程的生产和管理数据等对象各要素汇总至数据库，进行采集、存储、清理、分析，实现污水厂信息展示、监控预警、工

艺过程控制、流程管理、辅助决策等核心功能，从而提高污水厂运维质量和效率。

#### 2.0.6 污水厂智能化 Wastewater treatment intelligentization

污水厂智能化是在数据化与信息化的基础上针对污水厂稳定运行和节能降耗需求，综合应用水力、水质模拟模型、生化动力学机理模型、大数据分析技术、多目标寻优技术、工艺过程控制理论，实现污水厂管理科学决策和现场精确控制等智能技术的应用，让污水厂运行过程逐步具备类似于人类的感知能力、记忆和思维能力、学习能力、自适应能力和行为决策能力，能动态地感知进水各种水量、水质变化，并按照与人类思维模式相近的方式和给定的知识与规则（如生化动力学机理工艺控制理论、多目标寻优技术）通过大数据分析处理和反馈，对该外部环境变化做出决策并付诸行动，实现污水厂持续自主提升处理效能。

## 3 智慧化目标、途径与模式

### 3.1 智慧化目标

3.1.1 污水厂智慧化目标根据实际应用需求分为三个层次，基本层次目标、优化层次目标和智能决策（智慧）层次目标。

3.1.2 污水厂开展智慧化工作时应充分考虑进水特征、工艺特点和排放要求，保证污水厂出水稳定达标。

3.1.3 污水厂开展智慧化工作应重点考虑高质量发展需求，通过优化运行控制节约污水厂的能耗和药耗，降低运行成本，减少碳排放。

3.1.4 污水厂开展智慧化工作应兼顾考虑日常运营工作效率的提升和应急状态下的快速响应。

### 3.2 智慧化技术路线

3.2.1 A/A/O 污水厂智慧化首先应根据应用需求构建数据仓库，明确数据采集、传输与存储方式。

3.2.2 A/A/O 污水厂智慧化在数据仓库基础上结合生产和管理功能需求建设信息化平台，为污水厂常态化工作和应急响应提供决策支持。

3.2.3 A/A/O 污水厂智慧化利用 BIM、三维激光扫描与 GIS 等技术建立数字化污水厂，为构建数据仓库、水力、水质模型，提升污水厂展示效果，实施模拟仿真培训，强化应急管理奠定基础。

3.2.4 A/A/O 污水厂智慧化应在传统自动控制基础上，利用生化动力学机理、工艺控制原理、多目标寻优技术、大数据分析等技术构建水



力、水质模型，制定智能控制算法，优化供氧、加药、回流等工艺控制环节，实现按需供氧、精确加药、精准回流。

### 3.3 智慧化技术关键

3.3.1 污水厂数据仓库构建应考虑以下三个方面：

a) 数据仓库的数据采集可采用人工手动采集、传感器采集、RFID（射频识别）等。

b) 数据仓库的数据传输可采用有线和无线传输方式。

c) 数据仓库的数据存储可采用云存储方式、自建数据库存储方式。

3.3.2 污水厂信息化平台应包含信息展示、监控预警、工艺管理、设备管理、应急响应、统计分析等核心功能。

3.3.3 污水厂智能化系统由 CFD 模型和 ASM 模型共同构建，应包含并重点考虑以下方面：

a) 污水厂应优化曝气控制模式，实现按需供氧；

b) 污水厂应优化加药控制模式，实现按需加药；

c) 污水厂应优化回流控制模式，实现精准回流。

3.3.4 污水厂可采用 BIM、三维激光扫描、虚拟现实/增强现实等技术构建三维数字化污水厂。

### 3.4 智慧化模式

3.4.1 污水厂可根据实际需求和软硬件水平，选择实施数字化、信息

化、智能化及其组合。

3.4.2 污水厂智慧化体系架构由感知（感知与执行设备）层、基础设施（数据）层、平台层（业务平台、模型平台）、应用层（评估、建设、运维、应急、行政）、用户层（PC 端、手机 APP、微信公众号、微信小程序、监控调度屏等）组成。

3.4.3 污水厂应首先构建信息化系统，提升污水厂的基础管理水平。

3.4.4 污水厂可根据设施设备管理需求，集成数字化和信息化。

3.4.5 污水厂可根据优化控制需求，集成信息化和智能化。

3.4.6 污水厂在条件许可的情况下，集成数字化、信息化和智能化，实现完整意义上的智慧化。

## 4 数据仓库构建

### 4.1 数据类型

4.1.1 数据应按统一规则命名，命名规则中应考虑对象、工艺段、设施、设备、参数名等信息，先定对象全称，再根据全称定对象编码。

4.1.2 数据应确定数据精度、类型和单位，以满足后续应用需求。

4.1.3 根据数据管理性质不同分为4大数据集群，包括设施设备数据、水量水质数据、运行管理数据、生产经营数据。

4.1.4 设施设备数据应从污水厂设计文件、设备台账、仪表台账等资料中获取。

4.1.5 水量水质数据应包括进出水量、进出水水质、过程水质、排放标准等。

4.1.6 运行管理数据应包括运行参数、设备信息、视频信息、操作信息等。

4.1.7 生产经营数据应包括财务数据、成本数据、流程数据、库存数据、人员信息、考核数据、规章制度等。

4.1.8 污水厂如含有污泥处理和臭气处理设施，还应采集污泥和臭气相关数据。

### 4.2 数据采集

4.2.1 数据采集实体集合包括传感数据采集、空间位置数据采集、多媒体数据采集、标识数据采集等实体，获取智慧污水厂数据信息。

4.2.2 数据采集设备包括但不限于设施感知设备、水质感知设备、环境感知设备、图像感知设备、身份感知设备、位置感知设备和其他感知设备。

4.2.3 污水厂数据采集应根据生产需要因地制宜选择手动输入和仪表采集等方式。

4.2.4 传感器采集是智慧化污水厂数据采集的主要方式，在使用过程中应确保传感器安装位置和方式正确，同时应注意传感器的维护和校准。

4.2.5 RFID 采集是智慧化污水厂数据采集的重要方式，利用射频方式进行非接触双向通信，达到识别目的并交换数据。

4.2.6 手动输入是智慧化污水厂不可或缺的数据采集方式，包括报表填写、通过上位机触摸屏输入、移动客户端输入、仪表显示屏输入等方式。

### 4.3 数据传输

4.3.1 污水厂应根据生产需求、设备类型和传输质量要求选择有线或无线数据传输方式。

4.3.2 有线数据传输是利用金属导线、光纤等有形媒质传送数据的方式。

4.3.3 无线数据传输是利用无线电波在无线传输媒介中传输数据的方式。

## 4.4 数据存储

4.4.1 污水厂应根据数据实际管理需求选择数据库的种类，在线数据应采用大数据平台管理，手动输入数据应采用关系数据库管理，数据库应满足智慧污水厂对数据存储周期、数据查询分析速度、数据容灾容错、数据管理权限等方面的要求。

4.4.2 污水厂应根据生产和管理需要选择云平台存储和自建数据库存储。

## 4.5 数据清理

4.5.1 数据清理包括污水厂数据补缺、监测或测量时的噪声数据清理等，是保证数据有效性的重要措施。

4.5.2 数据补缺是在服务器上编译程序检测出缺失数据对象，并通过相应的的算法将缺失值补充，形成完整的数据链。

4.5.3 噪声数据清理是在服务器上编译阈值判断程序，通过云平台将被判定数据与已知的正常值比较，将差异程度大于某个阈值的数据输出到一个表中，然后根据相应原则识别出孤立点，并进行相应处理。

## 5 数字化

### 5.1 基本要求

5.1.1 污水厂数字化建设工作内容包含污水厂设施数据调查采集、录入建库、校核及更新维护。

5.1.2 污水厂数字化建设应遵循客观性原则、系统性原则、动态性原则。

5.1.3 污水厂设施数据采集内容应包括设施空间数据、属性数据、运行维护管理数据。

5.1.4 参照《城市排水防涝设施普查数据采集与管理技术导则（以下简称导则）》进行污水设施数据和监测数据录入预处理系统，对数据进行预处理和编码工作。

5.1.5 应基于地理信息技术或 BIM 开展污水厂数据的采集、录入、校核、使用及更新。地理信息数据格式宜为 shp、File GDB、SDE、DWG 等常用格式。

5.1.6 应建立污水厂设施数据资源的动态更新机制，更新周期不易超过三个月。

5.1.7 应按相关规定要求，进行污水厂数据资源的采集、录入、校核、使用和更新，数据不得丢失和非法使用。

### 5.2 实施条件

5.2.1 污水厂采用 BIM、GIS 系统构建数字化系统时，需要污水厂构

筑物建筑图、平面布置图、高程布置图、管路布置图、设备布置图、设备三视图等电子文件、测量文件等资料。

5.2.2 污水厂采用三维激光扫描技术或 RFID 智能定位系统构建数字化系统时，需要地面三维激光扫描仪或 RFID 智能定位设备及其配套的软件和电脑。

### 5.3 实施步骤

5.3.1 污水厂采用 BIM、GIS 系统构建数字化系统时，主要的步骤包括：

a) 构建污水厂建筑物和设备三维图，并对应整理构筑物及设备参数信息；

b) 整合模型，在新建 revit 项目文件中链接进污水厂平面布置图，根据平面图上构筑物、设备位置将绘制好的构筑物、设备三维图分别链接进新建项目，置于对应位置，并同时在软件信息管理菜单中导入污水厂设施空间数据、属性数据、运行维护管理数据等数据；

c) 绘制管路图，在新建 revit 项目文件中首先根据污水厂管道种类设置对应的管道系统，然后再链接进管路布置图，并根据图上管路信息绘制三维管路图；

d) 优化模型，将新建 revit 项目文件模型导入 navisworks 中进行漫游和碰撞检查，检查模型中不合理之处，并在 revit 中进行优化模型；

e) 渲染模型，将模型导入渲染软件进行渲染，提高模型展示效

果。

5.3.2 污水厂采用三维激光扫描技术或 RFID 智能定位系统构建数字化系统时,主要的步骤包括:

a) 根据现场地形、地势合理规划扫描或定位站点位;在扫描或定位站点上架设仪器,并检查仪器参数,仪器根据设置参数完成点云数据采集;

b) 导入原始点云数据并保存,根据定位物体进行扫描站点拼接直至满足制作要求,同时对点云赋彩色,并手动删除不需要的点云数据;

c) 将采集数据导入三维激光扫描仪或 RFID 智能定位系统配套的建模软件中,软件可根据点云三维坐标信息自动将二维线图转化为三维模型;

d) 将模型导入渲染软件进行渲染,提高模型展示效果。

## 5.4 数字化系统应用

5.4.1 污水厂数字化系统能够仿真展示污水厂的各个单元分布情况和各设备属性,提高管理效率,提升企业对外形象。

5.4.2 污水厂数字化系统映射真实的现场环境,能够对操作人员进行仿真模拟化培训,提高培训演练的真实性和有效性。

5.4.3 污水厂数字化系统可以进行应急管理,通过模拟预测事故发展态势,提高信息获取效率、应急救援的准确性和有效性。



## 6 信息化

### 6.1 信息展示

6.1.1 污水厂信息化平台应能够集成展示污水厂规模，融合地理信息系统对项目的地理位置分部图像化展示，显示关键数据类型汇总与统计，针对核心项目相关信息进行滚动展示。

6.1.2 污水厂信息化平台应能够汇总项目污水排放标准水平，对总体达标率进行统计，利用数据交互功能形成可视化图表等形式展示。

6.1.3 污水厂信息化平台应能够调用在线仪表采集并存储在后台数据仓库相关水量、水质的实时数据，通过数据交互处理形成对水量、水质的统计曲线、各项指标的达标情况统计分析图表。

6.1.4 污水厂信息化平台应能够对进出水水量与水质异常、工艺控制参数、设备运行异常、维护工作通知、库存信息报警等异常情况进行预警提示，以便管理人员迅速响应。

6.1.5 污水厂信息化平台应能够调用数据仓库中电耗、药耗、产泥量等关键成本进行统计，根据不同层级、不同岗位人员的定位，全部或部分展示关键成本信息，以便管理团队开展对污水厂生产环节的成本控制工作。

6.1.6 污水厂信息化平台应能够对污水全部或关键设备的运行状态、主要性能参数和运行能耗水平集中展示。

6.1.7 污水厂信息化平台应根据污水厂运行工艺流程在重点区域设置

摄像头，将视频监控数据实时传输至平台，动态展示现场视频画面。

6.1.8 污水厂信息化平台应能够通过 BIM 工艺模型规划动态巡检路线，仿真展示局部隐蔽工程，提升污水厂日常维护工作效率。

6.1.9 污水厂信息化平台应能够通过 BIM 工艺模型直观显示工艺段实时运行状态，为管理人员进行现场工艺调控提供数据支撑。

6.1.10 污水厂信息化平台应能够对特色工艺、核心设备、创新技术、管理经验、相关荣誉等进行集中展示。

## 6.2 监控预警

6.2.1 污水厂信息化平台应能够对进出水进行预警，具体包括以下四个方面：

a) 对污水厂进水水量、水质设置阈值，当进水水量水质高于上限阈值或低于下限阈值时。

b) 对污水厂出水水质设置内控阈值，当出水水质高于内控阈值时。

c) 利用视频监控和图像识别技术，对污水颜色和泡沫异常状态进行预警。

d) 通过对水量水质历史数据进行相关性和模型分析，建立进出水水质对应关系，从而对潜在的超标风险进行预警。

6.2.2 污水厂信息化平台应能够对进水量、DO、MLSS、回流量、加药量、排泥量、污泥龄等控制参数和过程数据异常进行预警。

6.2.3 污水厂信息化平台应能够对主要设备进行监控预警，具体包括

以下三个方面：

- a) 展示设备的运行状态，对异常停车现象即时报警；
- b) 监控设备性能参数，对超出阈值范围的现象即时预警；
- c) 分析设备运行和维护历史数据相关性，对影响设备运行效率和使用寿命的潜在风险进行预警。

6.2.4 污水厂信息化平台应能够根据运行计划及时通知运行班组开展厂区巡检、设备操作、取样化验等工作。

6.2.5 污水厂信息化平台应能够对库存药剂、备品备件、维修保养耗材等设置库存数量预警值，调取数据分析，发布库存不足的相关预警，提醒管理人员及时安排采购工作。

6.2.6 污水厂信息化平台应能够利用厂区视频监控系统，对厂区安全隐患、人员违规操作、关键区域人员在岗情况等图像识别并预警，提供污水厂的安全保障。

### 6.3 工艺管理

6.3.1 污水厂信息化平台应具备生产计划制定与任务分配功能，使管理人员能够根据运行要求和运行环境的变化制定生产目标和生产计划，并下达任务指令至相关人员。

6.3.2 污水厂信息化平台应能够实施监控并设置关键技术参数，根据季节性变化因素、水质水量变化趋势、处理设施运行状况，调整进水提升量、DO、MLSS、污泥龄等工艺参数。

6.3.3 污水厂信息化平台应具备运行偏差分析功能，使运行人员能够

设置处理量、处理水质、运行能耗、运行药耗、产泥量等目标值，根据实际值与目标值之间的差异评价阶段工作质量，并调整工作计划。

## **6.4 设备管理**

6.4.1 污水厂信息化平台应构建设备信息库，对现场设备的型号、性能参数、安装信息、使用说明、维护信息、厂商信息等进行系统化管理，方便设备台账更新和设备维护保养。

6.4.2 污水厂信息化平台应具备设备监控功能，通过汇总污水厂现场自控采集的设备信息，展示设备运行状态、性能参数与实时能耗情况，以便运行人员根据工艺控制需求对现场设备做出启停、开关量、变频、故障维护等操作。

6.4.3 污水厂信息化平台应具备运维信息统计分析功能，通过在数据仓库分块存储设备运维日志，运行人员可及时调取个别或全部设备的维护情况，优化设备维护保养或大修更换计划。

6.4.4 污水厂信息化平台应具有备品备件管理功能，实现备品备件在维护保养、出入库等过程中的动态管理。

## **6.5 流程管理**

6.5.1 污水厂信息化平台应具有数据采集流程管理功能。

6.5.2 污水厂信息化平台应具有工艺生产流程管理功能。

6.5.3 污水厂信息化平台应具有设备维护保养相关流程管理功能。

6.5.4 污水厂信息化平台应具有资源采购流程管理功能。

6.5.5 污水厂信息化平台应具有行政流程管理功能。

## 6.6 应急响应

6.6.1 污水厂信息化平台应具备异常情况识别功能，根据监控预警功能模块收集的运行异常数据，将异常事件划分为进水冲击、工艺异常、出水超标、设备异常等类型，并形成相应的报警指示。

6.6.2 污水厂信息化平台应具备异常情况诊断与响应功能，在数据仓库中针对各类型运行异常构建相应的应急预案，当污水厂出现同类型或相似异常情况下，运行人员可及时调取预案，结合现场实时情况，采取合理化的应急响应措施。

6.6.3 污水厂信息化平台应具有异常情况处置流程，根据污水厂人员组织，制定异常应急处理执行工作的信息发布、操作指令下达、工单制作、结果上报等流程，保证异常事件得到及时响应、有效处理。

## 6.7 统计分析

6.7.1 污水厂信息化平台应具有运行数据统计功能，具体包括：

a) 针对 CODCr、SS、氨氮、总氮和总磷等进水水质指标进行连续统计，根据使用需求，生成日度、月度、季度等不同时间段下，单一或多指标耦合的水质及对应的运行参数统计，为工艺运行管理人员及时调整当日运行参数、调整生产计划提供数据支撑。

通过对排放口水质在线仪表数据的汇总分析，统计总体达标情况或单个指标的达标情况，为客观污水厂运行质量提供依据。

通过对污水厂在线过程仪表的监测数据统计并自动生成图表，对比水质水量指标变化趋势，可为运行管理人员评价运行参数调整效果提供依据。

6.7.2 污水厂信息化平台应具有经营数据统计功能，具体包括：

a) 通过数据仓库存储的处理水量变化信息，分析统计不同时间跨度下处理水量情况及变化趋势，为运行人员合理调配厂内设施进水量、经营收入分析、成本分析提供基础数据。

b) 针对污水厂各单元用电耗情况进行能耗分项统计，形成可视化图表，以便管理人员掌握厂区能耗分布，采取更为有效的节能措施。

c) 针对污水处理、污泥处理设施的不同加药环节，可根据不同类型、不同部位的药剂使用量统计、单位药剂用量分析，以便对药剂投加效果进行评估分析。

d) 针对 A/A/O 污水厂产泥量数据，通过信息化平台生成总量、单位产量变化趋势图表，以便运行管理人员制定合理排泥和处理工作计划。

6.7.3 污水厂信息化平台应具有基准值设定与偏差分析功能，具体包括：

a) 管理层用户通过统计分析污水厂处理水量、能耗、药耗、产泥量、达标率运营数据及设计参数，设定各项目生产计划考核基准值。

b) 污水厂运行管理人员根据基准值设定运行目标值，并通过工艺管理生产计划流程将目标任务下发至相关负责人。

c) 通过将处理水量、能耗、药耗、产泥量、达标率等实际经营

数据与目标值进行对比分析，形成围绕各目标值变化曲线，根据运营偏差评估运维工作质量，并提出改进措施。

## 7 智能化

### 7.1 基本原则

7.1.1 污水厂智能化应兼顾稳定达标和节能降耗。

7.1.2 污水厂智能化应充分考虑进水特征、排放标准和设施设备质量水平。

7.1.3 污水厂智能化应加强在线仪表的维护，提高采集数据的准确性。

7.1.4 污水厂智能化应制定自控系统无法正常运转情况下的应急预案。

### 7.2 技术路线

7.2.1 污水厂智能化应在综合考虑进水特征、设施设备水平、运维团队能力和出水排放标准的基础上，制定智能化控制的目标。

7.2.2 污水厂智能化应在控制目标的基础上，从提升、曝气、回流、加药、排泥等重要控制环节着手，确定污水厂节能降耗策略。

7.2.3 污水厂智能化应根据生化动力学机理模型和微生物活性在线检测系统，构建工艺优化和加药量优化控制模型，动态优化 DO、回流量和加药量等关键运行参数。

### 7.3 A/A/O 工艺智慧化

7.3.1 A/A/O 工艺在一个处理系统中同时具有厌氧区、缺氧区、好氧区，包括传统 A/A/O、倒置 A/A/O 工艺、多点进水 A/A/O 工艺、改良 Bardenpho、UCT 及改良 UCT 等。



### 7.3.2 A/A/O 工艺的智能化控制要点包括：

A/A/O 污水厂智慧化应在传统自动控制基础上，利用生化动力学机理工艺控制原理、多目标寻优技术、大数据分析等技术制定智能控制算法；在出水达标条件下，以最大化去除污染物、最小耗能、最小碳排放为目标，优化供氧、加药、回流、污泥龄等工艺控制环节，实现按需供氧、精确加药、高效回流、合适的剩余污泥量。

a) 维持活性污泥厌氧释磷环境，避免大量回流污泥硝酸盐进入厌氧区；

b) 分段控制好氧区的溶解氧浓度，在保证硝化效果的前提下避免过量曝气，影响反硝化和生物除磷效果；

c) 控制硝化液回流量，根据进水碳源水平，合理分配生物除磷和生物脱氮碳源；

d) 控制合理的曝气分数，根据生化系统的硝化容量调整过渡区的溶解氧状态。

## 7.4 智能提升

7.4.1 污水厂智能提升应充分考虑排水需求、管网缓冲能力和提升能耗，确定合理的提升井液位控制范围。

7.4.2 污水厂智能提升应根据出水水质的达标情况，采取降低提升或者停止提升的措施。

## 7.5 智能曝气

7.5.1 污水厂智能曝气应从工艺控制全局着手，充分考虑进水水量、进水水质、剩余污泥排放、硝酸盐利用，计算处理系统实际需氧量。

7.5.2 污水厂智能曝气应根据理论需氧量和曝气效率确定供风量，并对各供氧分区的供风量进行合理分配。

7.5.3 污水厂智能曝气应根据生化动力学模型计算曝气系统的合理溶解氧浓度。

7.5.4 污水厂智能曝气系统应建立“前馈+反馈”溶解氧控制系统，在保障运行安全的基础上减少供氧偏差。

## 7.6 智能加药

7.6.1 污水厂除磷加药应首先充分利用生物处理阶段厌氧释磷、好氧吸磷，减少生物池出水的磷含量，在此基础上建立“前馈+反馈”药剂投加模式，同时考虑浊度对总磷的影响。

7.6.2 污水厂在脱氮除磷碳源不足需要投加外碳源时，应考虑以下几个方面：

a) 集约利用进水碳源，通过优化工艺段碳源分配（多点进水）、脱氮和除磷过程碳源分配，实现进水碳源高效利用；同时通过溶解氧和泥龄控制强化活性污泥内碳源利用；

b) 实时计算外碳源需求量，以污水处理动力学和化学计量学方程为基础，耦合进水水质、过程指标等参数，建立碳源投加控制算法模型，实时计算不同处理条件下碳源的投加量。

c) 精确投加外碳源，采用“前馈+反馈”模式，动态调整加药泵的碳源投加量，实现外碳源投加的精确控制。

## 7.7 智能回流

7.7.1 污水厂污泥回流应重点考虑硝酸盐对厌氧释磷的影响，根据厌氧区的 ORP 值调整回流量。

7.7.2 污水厂硝化液回流应根据进水总氮和总氮排放要求计算最小回流量，在此基础上根据进水碳源浓度确定合理的硝化液回流量。

## 8 智慧化运行管理

### 8.1 基本要求

8.1.1 智慧污水厂运行管理包括组织管理、维护管理、运行管理、文档管理。

8.1.2 智慧污水厂运行管理应符合定期性、及时性、规范性、监督性等基本原则。

### 8.2 组织管理

8.2.1 智慧污水厂根据自身需要可采取自行维护或托管服务的办法，指定人员或专门的机构负责系统的运行和管理工作。

8.2.2 智慧污水厂应合理设置岗位和配置专业技术（操作）人员，满足硬件设备检修、软件系统维护、应急响应处理等的需求，并应定期组织人员进行培训并对其进行考核。

8.2.3 应定期对运营管理人员的运行管理水平进行评估，对运行维护服务结果、服务交付过程以及相关管理体系进行监督、测量、分析和评审，并实施改进。

### 8.3 维护管理

8.3.1 智慧污水厂维护管理应包括例行操作、响应支持、优化改善和调研评估。

8.3.2 感知设备维护管理的内容包括：

- （1）感知设备应保持正常工作，各部件保持清洁，无障碍物阻

挡，否则应及时更换和处理；

（2）感知设备附属电气、通信设施应保持正常工作，发现问题应及时更换和处理；

（3）设备遭遇被盗、人为损毁，应及时处理、恢复正常监测。

### 8.3.3 网络传输设备维护管理的内容包括：

（1）网络传输设备的健康状况、整体运行状态、各项硬件资源开销状况应保持正常，否则应及时更换和处理；

（2）服务器电源、CPU、内存、硬盘、网络端口工作情况应保持正常，否则应及时更换和处理；

（3）存储设备控制器、电源、数据存储介质、接口卡工作情况及读写速率、读写命中率情况应保持正常，否则应及时更换和处理。

### 8.3.4 数据仓库维护管理的内容包括：

（1）应建立数据仓库数据维护和更新机制，对变更的数据进行实地修测，及时更新数据；

（2）应核查数据的完整性、变化速率、存储、引用的合法性、备份的有效性、数据安全事件和数据的产生、存储、备份、分发、应用过程；

（3）数据仓库主要运行情况、连接、空间使用、日志、日常备份应保持正常，否则应及时维护处理。

### 8.3.5 应用平台维护管理的内容包括：

（1）应检查应用的请求和反馈响应时间、资源消耗情况、进程状态、服务或端口响应情况、会话内容情况、日志和告警信息、数据

库连接情况、存储连接情况、作业执行情况，发现不正常情况应及时维护处理；

(2) 应定期开展应用版本升级、日志清理、启动或停止服务或进程、增加或删除用户账号、更新系统或用户密码、建立或终止会话连接、作业提交、软件备份等工作。

## 8.4 运行管理

8.4.1 智慧污水厂运行中的相关方一般包括建设单位、行政管理部门、运行管理专家组、运行监理单位、审计部门、运维服务单位、运行测评考核部门等。

8.4.2 智慧污水厂运行管理流程应包括运行准备、运行申报、运行审批、调试运行、运行验收、运行维护。

8.4.5 运行前期应充分理解设计文件，分析可能的水质和流量波动，针对出水稳定达标要求，确定具体目标和任务。

8.4.6 生产运行过程中，智慧污水厂应委托第三方测评机构根据运行要求、设计文件等文档对智慧污水厂软硬件系统进行测评，在完成正常运行后的半年内，组织相关方初步验收工作，运行验收合格后，智慧污水厂根据自身需要可采取自行维护或托管服务的办法，指定人员或专门的机构负责系统的运行和维护工作。

8.4.7 相关方应针对智慧污水厂运行过程中遇到的例如数据精确性风险、工艺改造风险、质量控制风险等，利用已建立的风险类别、风险源和风险管理策略制定的准则，识别和分析风险，以确定其相对重要

性。同时，应定期审查风险清单，重新检查可能的风险源和条件的变化。相关方应针对每个关键风险，根据已定义的风险控制策略，制定风险控制计划(有时还要考虑应急计划)，动态监督其变化，实施风险控制计划。

8.4.8 在智慧污水厂的全生命周期，应全面开展监督管理，各相关方应制定切实可行的监督管理制度和计划，分阶段落实监督任务并确立监督责任制。

## 8.5 文档管理

8.5.1 智慧污水厂各相关方应制定运行文档及记录的管理计划，明确需要的文档、记录的内容、格式和交付形式、交付时间，同时要提出私密性要求、保密要求，文档和数据分发、传递的机制等。

8.5.2 运行维护部门应建立智慧污水厂数据库数据更新维护和更新机制，及时对变更的数据进行实地修测，及时更新数据。

8.5.3 档案信息系统的运行维护可参照《档案信息系统运行维护规范》(DA/T 56) 相关条文执行。

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规程中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。



# 团 体 标 准

## A/A/O 污水处理厂智慧化技术规程

T/CUWA XXXXX—20XX

条文说明

### 3 智慧化目标、途径与模式

#### 3.1 智慧化目标

3.1.1 污水厂智慧化目标分为基本层次目标、优化层次目标和智能决策（智慧）层次目标：

（1）基本层次目标：A/A/O 污水厂开展智慧化工作时应按数字化、信息化、智能化要求配置软件、硬件系统，实现 A/A/O 污水厂的数字化、信息化层次的智慧化运营管理。

（2）优化层次目标：在数字化、信息化基础上综合优化 A/A/O 污水厂的出水水质、运行成本、碳排放等目标。

（3）智能决策（智慧）层次目标：在数字化、信息化、最优化、大数据基础上实现 A/A/O 污水厂信息系统的自学习与优化改进及自我决策，通过各类数据汇聚与模型建立，由智能系统来学习和归纳多年累积的运行、调度、应急、执法经验，为建立实时寻求最优解决方案的智慧化运营管理模式奠定基础。

3.1.2 出水稳定达标是污水厂智慧化先决目标，为了保障这个目标，应对处理对象、处理设施、处理要求进行系统考虑。

3.1.3 节能降耗是污水厂智慧化价值的具体体现，污水厂能耗和药耗是污水厂运行成本主要组成部分，常见节能措施包括优化供氧、回流等，降耗措施主要包括碳源、除磷剂等药剂的优化投加控制。

3.1.4 日常运行状态下通过信息化、智能化相关管理模块提升污水厂运营效率、提高出水水质、降低污水厂能耗。应急状态下通过在线监控、预警报警和数字化模型提高运行团队响应速度。

## 3.2 智慧化技术路线

3.2.1 数据仓库为污水厂数据分析、智能控制应用提供主要的数据来源，污水厂数据仓库构建重点考虑数据类型、数据采集、数据传输、数据存储等。

3.2.2 污水厂信息化解决了污水厂数据碎片化问题，实现信息展示、监控预警、工艺管理、设备管理、流程管理等功能，为污水厂常态化工作和应急响应提供决策支持。

3.2.3 污水厂数字化实现仿真模拟、应急管理、设施设备管理等功能，提高了管理水平，保障了污水厂安全运行，为污水厂集团化集中管理提供技术支持。

3.2.4 智能化是污水厂智慧化核心，智能化目的是通过优化控制实现节能减耗，优化控制包括：

（1）优化供氧：控制好氧区的溶解氧浓度，在保证硝化效果的前提下避免过量曝气，增加运行能耗，并影响反硝化和生物除磷效果；

（2）优化加药：控制药剂投加量，做到药剂精确投加；

（3）优化回流：污水厂污泥回流应重点考虑硝酸盐对厌氧释磷的影响，根据厌氧区的 ORP 值调整回流量；污水厂硝化液回流应根据进水总氮和总氮排放要求计算最小回流量，在此基础上根据进水碳源浓度确定合理的硝化液回流量。

## 3.3 智慧化技术关键

3.3.1 本条介绍了数据仓库采集、传输和存储的常见方式。

3.3.2 污水厂信息化是智慧化基础，对污水厂数据进行采集、存储、

清理、分析，实现污水厂信息展示、监控预警、工艺管理、流程管理、辅助决策等核心功能，能够提升污水厂的基础管理水平。

3.3.3 污水厂智能化目的是通过优化控制实现节能降耗。

(1) 优化曝气控制模式，根据生化动力学模型计算曝气系统的合理溶解氧浓度，再结合曝气效率确定供风量，并对各供氧分区的供风量进行合理分配，采用“前馈+反馈”溶解氧控制系统，在保障运行安全的基础上减少供氧量。

(2) 优化加药控制模式：以污水处理动力学和化学计量学方程为基础，耦合进水水质、过程指标等参数，建立药剂投加控制算法模型，实时计算不同处理条件下药剂的投加量，并建立“前馈+反馈”模式，动态调整药剂投加量，实现药剂投加的精确控制。

(3) 优化回流控制模式：污水厂污泥回流应重点考虑硝酸盐对厌氧释磷的影响，根据厌氧区的 ORP 值调整回流量；污水厂硝化液回流应根据进水总氮和总氮排放要求计算最小回流量，在此基础上根据进水碳源浓度确定合理的硝化液回流量。

3.3.4 BIM、三维激光扫描技术都具有良好的三维建模能力，二者构建模型各具特点，BIM 建模具有参数化建模设计、各专业协同作业、模拟实施场景等优势，三维激光扫描技术建模具有高效率、高精度等优势，在实际应用过程中根据需求选择相应的建模技术。

### 3.4 智慧化模式

3.4.1 智慧化污水厂包含数字化、信息化和智能化模块，在构建时需要因地制宜采取单一或多模块组合。

3.4.2 本条文明确了污水智慧化体系架构。

3.4.3 污水厂信息化是智慧化基础，优先构建污水厂信息化，可解决污水厂数据碎片化问题，为后续污水厂进一步智慧化奠定基础。

污水厂信息化系统以现代通信，网络，数据库技术为基础，并基于各种原理的传感器、测量装置及相应的监测数据采集设备，实现对污水厂设施及其运行状态的在线信息采集、监测和预警，结合 CFD 模型和 ASM 模型共同构建。针对污水厂运营管理全过程的生产和管理数据等对象各要素汇总至数据库，进行采集、存储、清理、分析，实现污水厂信息展示、监控预警、工艺过程控制、流程管理、辅助决策等核心功能，从而提升污水厂的基础管理水平。

3.4.4 对于采用集中化管理以保障设备安全为导向的污水厂，应采用信息化和数字化组合，有利于提高污水厂集中管理水平，提高应急状态下的响应速度，保障污水厂安全运行。

3.4.5 对于规模比较大的、设施条件完善、具备节能降耗效益的污水厂，应采用信息化和智能化组合，通过优化控制实现节能降耗。

3.4.6 对已建、新建大型污水厂或已具备较高智慧化水平的污水厂，应将污水厂数字化、信息化和智能化进行系统集成，进一步提高污水厂综合效益，为区域和行业提供可借鉴范例。

## 4 数据仓库构建

### 4.1 数据类型

- 4.1.1 本条明确污水厂数据命名要求。
- 4.1.2 明确数据精度、类型和单位等信息,有利于保障数据科学使用。
- 4.1.3 本条对污水厂数据集群进行分类。
- 4.1.4 本条明确污水厂设施设备数据来源。
- 4.1.5 本条明确污水厂水量水质数据构成,水量水质数据应与运行参数对应。
- 4.1.6 本条明确污水厂运行管理数据构成,应记录与运行参数对应的水量水质数据。
- 4.1.7 本条明确污水厂生产经营数据构成。
- 4.1.8 污水厂污泥相关数据包括剩余污泥排放量、污泥含水率、挥发性物质、灰分等;污水厂臭气相关数据包括 VOC(挥发性有机物)、硫化氢、甲烷、一氧化碳等。

### 4.2 数据采集

- 4.2.1 本条明确污水厂数据采集的对象。
- 4.2.2 本条明确污水厂数据采集的设备。
- 4.2.3 本条明确数据采集两种方式。
- 4.2.4 本条明确了采用传感器进行数据采集的注意事项。
- 4.2.5 本条介绍了 RFID 数据采集原理。
- 4.2.6 本条明确了手动采集数据的主要方式。

### 4.3 数据传输

4.3.1 本条明确了数据传输方式的选择原则。

4.3.2 本条明确了有线数据传输的方式，常见的有线数据传输有光纤传输、网线传输等。

4.3.3 本条明确了无线数据传输的方式，常见的有线数据传输有 GPRS 无线传输、4G-DTU 传输、NB-IOT 等。

#### 4.4 数据存储

4.4.1 本条明确数据库选型的要求。

4.4.2 云存储和自建数据库存储是目前主要两种存储方式：

云存储是一种网上在线存储的模式，即把数据存放在通常由第三方托管的多台虚拟服务器。数据中心营运商根据客户的需求，在后端准备存储虚拟化的资源，并将其以存储资源池的方式提供，客户便可自行使用此存储资源池来存放文件或对象，这些资源通常被分布在众多的服务器主机上。

自建数据库存储是将数据上传到污水厂数据库服务器中，在服务器中对数据进行储存，可以与污水厂多个用户共享，也可以对存储的数据进行新增、查询、更新、删除等操作。

#### 4.5 数据清理

4.5.1 本条明确污水厂数据清理的内容。

4.5.2 数据补缺方法常见有四种，分别为个案剔除法、均值替换法、回归替换法、多重替换法。

个案剔除法：如果任何一个变量含有缺失数据的话，就把相对应的个案从分析中剔除。在样本量较小的情况下，删除少量对象就足以

严重影响到数据的客观性和结果的正确性。因此，当缺失数据所占比例较大，特别是当缺数据非随机分布时，这种方法可能导致数据发生偏离，从而得出错误的结论：

**均值替换法：**将缺失变量的属性分为数值型和非数值型来分别进行处理。如果缺失值是数值型的，就根据该变量在其他所有对象的取值的平均值来填充该缺失的变量值；如果缺失值是非数值型的，就根据统计学中的众数原理，用该变量在其他所有对象的取值次数最多的值来补齐该缺失的变量值；

**回归替换法：**回归替换法首先需要选择若干个预测缺失值的自变量，然后建立回归方程估计缺失值，即用缺失数据的条件期望值对缺失值进行替换；

**多重替代法：**通过一系列可能的值来替换每一个缺失值，以反映被替换的缺失数据的不确定性。然后，用标准的统计分析过程对多次替换后产生的若干个数据集进行分析。最后，把来自于各个数据集的统计结果进行综合，得到总体参数的估计值。

4.5.3 本条介绍了噪声数据清理的方法。噪声数据主要包括错误数据和重复数据，对于噪声的处理主要有两种方法：一种方法是直接平滑噪声，这种方法假设数据中有噪声，但是不去专门识别噪声，只是通过将含有平滑的数据整体平滑，减小数据的方差；另一种方法是先辨别噪声，然后再根据具体情况处理。这种方法根据噪声和正常数据在数据分布上不同的特点，找出可能的噪声数据，再进行进一步地处理。前一种主要是分箱方法，后一种主要包括人工智能和人机结合的方法。



## 5 数字化

### 5.1 基本要求

5.1.1 本条明确了污水厂数字化建设工作内容。

5.1.2 本条明确了污水厂数字化建设遵循的三原则：

（1）客观性原则：应按排水设施数据采集相关要求，建立智慧污水厂数据化建设质量控制和数据校核机制，数据应真实反映污水厂设施现状；应选用经过质检机构检测合格的仪器设备进行动态监测数据采集；

（2）系统性原则：应从污水厂运行管理的角度，对污水厂运行管理要素进行整体采集，并建立完整的空间拓扑关系及业务数据流；

（3）动态性原则：应及时更新与完善污水厂数据资源，保持数据的现势性，建立污水厂物联网监测平台，实现动态数据和设备的统一运维管理。

5.1.3 本条明确了污水厂设施数据采集的内容。

5.1.4 本条明确了污水设施数据和监测数据录入的参考依据。

5.1.5 本条明确了污水厂地理信息数据的文件格式类型。

5.1.6 本条明确了污水厂设施数据资源的动态更新周期。

5.1.7 本条明确了污水厂数据资源应用注意事项。

### 5.2 实施条件

5.2.1 本条明确了利用 BIM 构建数字化污水厂所需的必要基础材料。

5.2.2 本条明确了利用三维激光扫描技术或 RFID 智能定位系统构建数字化污水厂所需的工具。

## 5.3 实施步骤

5.3.1 本条明确了采用 BIM、GIS 系统构建数字化污水厂的步骤。

5.3.2 本条明确了采用三维激光扫描技术或 RFID 智能定位系统构建数字化污水厂的步骤。

## 5.4 数字化系统应用

5.4.1 污水厂数字化系统仿真展示即“所见所得”，利用 BIM 软件模拟建筑物的三维空间关系和场景，通过漫游、动画和 VR 等形式提供身临其境的视觉、空间感受，大大提高了参观美感，运用生动、形象逼真。

5.4.2 利用污水厂数字化系统对操作人员进行仿真模拟化培训，提高培训演练的真实性和有效性，减少培训演练成本；通过设置各种培训演练内容和方式，适应不同岗位和工种需求。

5.4.3 利用污水厂数字化系统可以实现生产隐患、重大危险源可视化标注，设计安全巡检路线，风险的可视化模拟评估，提高危险的预测、监控、处理能力，有效促进企业对隐患的精细化管理，为管理者开展趋势分析、风险预判、事故预防与应急预案制定工作提供依据。

# 6 信息化

## 6.1 信息展示

6.1.1 本条明确了污水厂信息化平台的基本展示内容。

6.1.2 本条明确了污水厂信息化平台数据展示形式。

6.1.3 污水厂信息化平台的数据统计分析功能主要包括：

(1) 针对 COD、SS、氨氮、总氮和总磷等进水水质指标进行连

续统计，根据使用需求，生成日度、月度、季度等不同时间段下，单一或多指标耦合的水质统计，为工艺运行管理人员及时调整当日运行参数、调整生产计划提供数据支撑；

（2）通过对排放口水质在线仪表数据的汇总分析，统计总体达标情况或单个指标的达标情况，为客观污水厂运行质量提供依据；

（3）通过对污水厂在线过程仪表的监测数据统计并自动生成图表，对比水质水量指标变化趋势，可为运行管理人员评价运行参数调整效果提供依据。

6.1.4 污水厂信息化平台根据污水厂监控预警功能模块收集的运行异常数据，将异常事件划分为进水冲击、工艺异常、出水超标、设备异常等类型，并形成相应的报警指示，通过异常情况处置流程，组织和制定异常应急处置方案，保证异常事件得到及时响应和有效处理。

6.1.5 污水厂信息化平台的经营数据统计分析功能主要包括：

（1）分析统计不同时间跨度下处理水量情况及变化趋势，为运行人员合理调配厂内设施进水量、经营收入分析、成本分析提供基础数据；

（2）针对污水厂各单元用电耗情况进行能耗分项统计，形成可视化图表，以便管理人员掌握厂区能耗分布，采取更为有效的节能措施；

（3）针对污水处理、污泥处理设施的不同加药环节，可根据不同类型、不同部位的药剂使用量统计、单位药剂用量分析，以便对药剂投加效果进行评估分析；

(4) 针对 A/A/O 污水厂产泥量数据，通过信息化平台生成总量、单位产量变化趋势图表，以便运行管理人员制定合理排泥和处理工作计划。

6.1.6 污水厂信息化平台通过汇总污水厂现场自控采集的设备信息，展示设备运行状态、性能参数与实时能耗情况，以便运行人员根据工艺控制需求对现场设备做出启停、故障维护等操作。

6.1.7 污水厂信息化平台通过对运行工艺流程的重点区域设置摄像头，可以实时了解重点区域工艺和设备运行状况，并对人员在岗情况等数据进行图像识别，减少或避免安全隐患。

6.1.8 在设施维护管理过程中，隐蔽工程因为无法直接被观察到，因此给维护管理人员带来很多困难，通过 BIM 工艺模型透视、剖切视图等功能，能有效帮助运行人员“虚拟”看到这些隐蔽工程，从而提高运维工作质量。

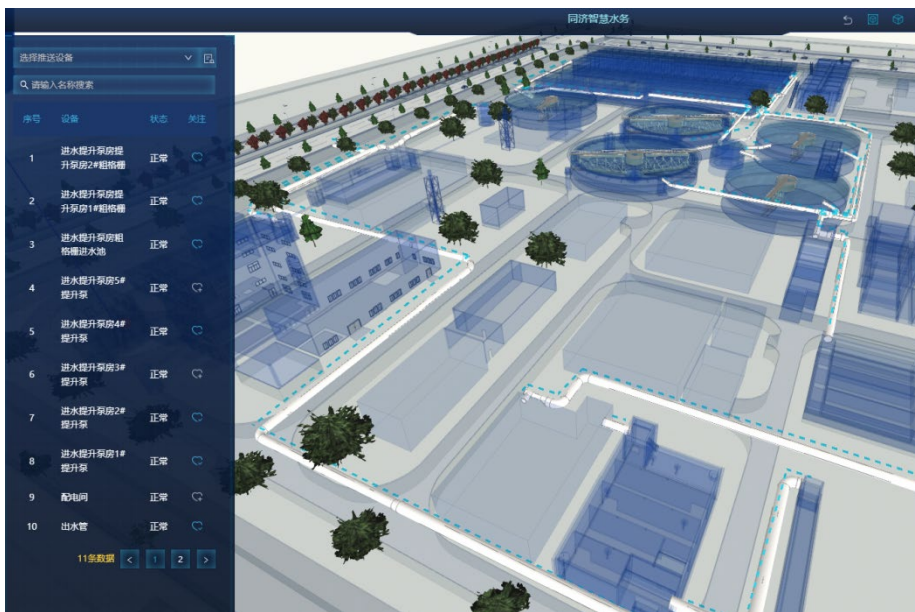


图 6-1 污水厂三维模型透视图

6.1.9 本条介绍 BIM 工艺模型在运维过程中的重要作用。

6.1.10 本条介绍了污水厂信息化平台可展示的有关特色内容。

## 6.2 监控预警

6.2.1 本条明确了污水厂进出水的预警内容。

6.2.2 污水厂控制参数和过程数据异常预警措施包括，阈值预警、波动性预警和关联数据异常预警等三个措施。

（1）阈值预警：对污水厂控制参数和过程数据设置阈值，当数据高于上限阈值或低于下限阈值时发出预警；

（2）波动性预警：对污水厂控制参数和过程数据在设定时间区间内波动性大的情况，信息化平台应发出预警；

（3）关联数据异常预警：对污水厂控制参数和过程数据相关联数据设置阈值，如 COD/TN、BOD/COD、BOD/TP 等关联性数据，当数据高于上限阈值或低于下限阈值时发出预警。

6.2.3 本条明确了污水厂主要设备的监控预警内容。

6.2.4 本条明确了污水厂运维提示功能的主要内容。

6.2.5 本条明确了污水厂库存管理的预警内容。

6.2.6 本条明确了污水厂基于视频监控的预警内容。



图 6-2 污水厂视频监控画面

### 6.3 工艺管理

- 6.3.1 本条明确了污水厂信息化平台的计划制定与任务分配功能。
- 6.3.2 本条明确了污水厂信息化平台工艺控制的要求。
- 6.3.3 本条明确了污水厂信息化平台运行偏差分析的要求。

### 6.4 设备管理

- 6.4.1 本条明确了污水厂信息化平台设备信息库的内容。
- 6.4.2 本条明确了污水厂信息化平台设备监控的要求。
- 6.4.3 本条明确了污水厂信息化平台设备运维信息统计分析的要求。
- 6.4.4 本条明确了污水厂信息化平台备品备件管理的要求。

### 6.5 流程管理

本节介绍了污水厂信息化平台的主要流程类型。

### 6.6 应急响应

- 6.6.1 本条明确了污水厂信息化平台中异常情况的分类。
- 6.6.2 本条明确了污水厂信息化平台中异常情况诊断与响应的要求。
- 6.6.3 本条明确了污水厂信息化平台中异常情况处理流程的要求。

## 6.7 统计分析

6.7.1 本条明确了信息化平台运行数据统计功能的内容。

6.7.2 本条明确了信息化平台经营数据统计功能的内容。

6.7.3 本条明确了信息化平台基准值设定与偏差分析的内容。

污水厂基准值的制定是客观的、量化的质量标准，是评价、预测、控制与治理的重要依据，并在此基础上根据新的客观情况滚动制定新的基准值。污水厂可根据具体情况，适当将当期状况与同期基准值相比较，找出差距，分析原因，并可对指标进行量化或打分。

污水厂基准值以历史运行数据为依据，结合水处理电单耗与处理水量进行分析的基础上，通过计算、统计得出不同季节的日均能耗基准值。因污水厂的进水量、进水水质及不可控因素较大，也可选取数据的一定百分比的覆盖率，作为建立基准值的参考数据，再根据相邻季节的数据实际情况进行。

## 7 智能化

### 7.1 基本原则

7.1.1 出水稳定达标是污水厂智慧化先决目标，节能降耗是污水厂智慧化价值具体体现。

7.1.2 污水厂智能化要同时实现稳定达标和节能降耗，必须对处理对象、处理设施、处理要求进行系统考虑。

7.1.3 在线仪表数据的准确性是智能化的基础，在线仪表的日常维护措施包括：（1）做好在线仪表日常档案资料的管理；（2）在线仪表的定期维护和保养；（3）加强对在线仪表的定期清洗工作；（4）定期对在线仪表进行标定和化学试剂补充工作；（5）确认在线仪表设备的安装位置和运行环境，有针对性地进行防护。

7.1.4 进水异常、在线仪表故障、设备故障都可能影响自控系统正常运行，因此应急预案是污水厂稳定达标的重要保障。

### 7.2 技术路线

7.2.1 本条明确污水厂制定智能化目标的考虑因素。

7.2.2 本条明确污水厂智能化的控制环节。

7.2.3 本条明确了污水厂智能化的理论基础。

### 7.3 A/A/O 工艺智慧化

7.3.1 本条明确了 A/A/O 工艺内涵及其衍生工艺类型。

7.3.2 本条明确了 A/A/O 工艺的控制要点。

### 7.4 智能提升

7.4.1 污水提升泵是污水厂主要能耗设备之一，在实施提升优化控制



时应考虑以下两个方面：一是保障城市安全，发挥污水厂处理能力，防止污水溢流；二是充分利用管网缓冲能力，合理控制泵房液位，降低提升能耗。

7.4.2 污水厂智能化先决条件是出水稳定达标，当出水水质异常时，根据出水水质的情况判断采取降低提升或者停止提升进水措施。

## 7.5 智能曝气

7.5.1 本条明确污水厂实际需氧量计算的影响因素。

7.5.2 本条明确了污水厂供风量的计算方法，可参考《室外排水设计标准》（GB 50014-2021）相关条文。

7.5.3 本条明确了污水厂溶解氧浓度的确定方法，可参考 ASM 模型。

7.5.4 本条明确了智能曝气控制模式，智能曝气“前馈+反馈”投加模式控制逻辑如图 7-5 所示：

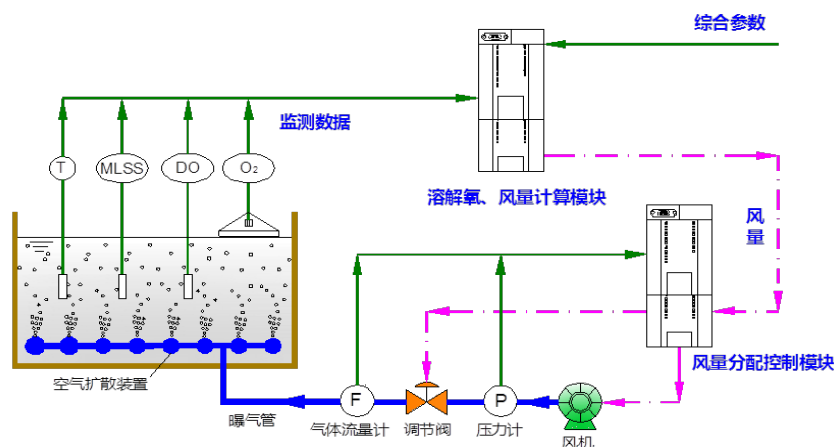


图 7-5 智能曝气系统控制逻辑图

## 7.6 智能加药

7.6.1 本条明确了污水厂除磷加药控制技术路线。

7.6.2 本条明确了碳源精确投加技术路线。

## 7.7 智能回流

7.7.1 硝酸盐会抑制厌氧释磷，污泥量回流过大，会直接破坏厌氧区厌氧状态。

7.7.2 本条明确了硝化液回流策略。

## 8 智慧化运行管理

### 8.1 基本要求

8.1.1 本条明确了智慧污水厂运行管理对象，包括组织管理、维护管理、运行管理和文档管理。

(1) 组织管理：运营管理班组、巡检养护人员。

(2) 维护管理：

1) 感知控制设备：水位计、流量计、水质（COD、TN、TP、氨氮、PH、DO）、工艺过程参数（Q、SRT、R、r、MLSS、污泥界面、DO、COD、TN、硝酸盐、亚硝酸盐、TP、氨氮、PH、污泥含水率）、变频器、控制开关、步进电机等、摄像头等；

2) 网络传输设备：包括局域网、广域网、互联网、网络线路（包括专线、拨号网络、VPN）和网络设备（包括路由器、交换机、防火墙、入侵检测、负载均衡、语音以及通信传输设备等）；

3) 数据库：基础数据库（设施BIM、泵站、水质监测点、视频监控点、污水管网、水位、流量、水质等）、业务数据库（实时工情数据库、预报调度业务成果数据库、水污染数据库、空间数据库、预警数据库等）；

4) 应用平台：PC端、手机APP、微信公众号、微信小程序、监控调度大屏等；

5) 智慧污水厂平台应具备远程自动巡检、预警预报等能力，主动巡检平台各部分健康情况，形成健康报告定时报送运维人员。

(3) 运行管理：运行审批部门、运行专家组、运行采购部门、

运行测评考核部门。

(4) 文档管理：工程竣工资料、巡查、养护、检查与评估、维修和运行、水质水量检测资料、各类设备技术资料、事故处理报告、相关电子文档、摄影和摄像等资料。

8.1.2 本条明确了智慧污水厂运行管理 4 项基本原则，包括定期性、及时性、规范性和监督性。

(1) 定期性：应对污水厂展开定期运行管理，保障智慧污水厂的有效运行；

(2) 及时性：应及时反馈运行管理的结果，对不合理之处应及时制定对策应进行整治；

(3) 规范性：应建立运行管理流程和管理制度，规范运行管理工作的实施。

(4) 监督性：应该明确建立智慧污水厂事故排查和周期性检测评估制度。

## 8.2 组织管理

8.2.1 本条明确了智慧污水厂组织运行和管理的方法。

8.2.2 本条明确了智慧污水厂岗位配置人员的组织要求。

8.2.3 本条明确了智慧污水厂组织运营管理人员考核的内容和方式。

## 8.3 维护管理

8.3.1 本条明确了智慧污水厂维护管理涉及的主要工作类型，包括例行操作、响应支持、优化改善和调研评估。

(1) 例行操作：按约定周期定期对感知设备、网络传输设备、数

数据库、应用平台运行状态进行检查和分析，完成巡检报告；

(2) 响应支持：遇水质水量冲击负荷、设备损坏等突发事件时，应尽快修复故障，提供报告；

(3) 优化改善：针对当前系统运行情况，给出优化建议并实施，提升性能；

(4) 调研评估：根据业务发展趋势，评估感知设备、网络传输设备、数据库、应用平台运行当前及应有性能，提出性能建议。

8.3.2 本条明确了感知设备维护管理的内容。

8.3.3 本条明确了网络传输设备维护管理的内容。

8.3.4 本条明确了数据仓库维护管理的内容。

8.3.5 本条明确了应用平台维护管理的内容。

## 8.4 运行管理

8.4.1 本条明确了智慧污水厂运行管理的单位和个人。

8.4.2 本条明确了智慧污水厂运行管理流程的内容。

8.4.5 本条明确了智慧污水厂运行管理前需了解的内容：

(1) 智慧污水厂运行进出水与运行参数相关分析；

(2) 智慧污水厂各阶段（调试期、低负荷期、满负荷期、冲击负荷阶段、优化运行等）的定义、过程分解、运行参数；

(3) 参与运行各相关方的职责和权限；

(4) 运行各阶段的成果报告形式、考核评价拟采用的标准、方法准则；

(5) 各阶段运行所需资源的配置及要求；

- (6) 智慧污水厂软硬件系统的运行管理要求；
- (7) 资金管理、监督管理、风险管理等方面的要求；
- (8) 文档和数据管理的要求。

8.4.6 本条明确了智慧污水厂软硬件系统进行测评流程。

8.4.7 本条明确了智慧污水厂风险管控方式。

8.4.8 本条明确了智慧污水厂开展监督管理方式。

## 8.5 文档管理

8.5.1 本条明确了文档管理的内容和要求。

8.5.2 本条明确了建立智慧污水厂数据库数据更新维护和更新机制的用途。

8.5.3 本条明确了档案信息系统的运行维护依据。