



T/CECS ×××-202×

中国工程建设标准化协会标准

污水处理厂智能加药
控制系统技术规程

Technical specification for intelligent dosing control system of
wastewater treatment plant

(征求意见稿)

×××××出版社

中国工程建设标准化协会标准

污水处理厂智能加药

控制系统技术规程

Technical specification for intelligent dosing control system of
wastewater treatment plant

T/CECS XX-20XX

主编单位：亚太建设科技信息研究院有限公司

中国市政工程华北设计研究总院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年XX月XX日

XX出版社

2024 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023年第一批协会标准制定、修订计划>的通知》（建标协字〔2023〕10号）的要求，编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分6章，主要内容包括：总则，术语和缩略语，基本规定，系统设计，安装、调试及验收，运行维护。

本标准的某项内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会智慧水务专业委员会归口管理，由亚太建设科技信息研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：北京市西城区玉桃园三区13号楼，邮政编码：100035，邮箱：xinxiyuanbiaozhun@163.com）。

主编单位：亚太建设科技信息研究院有限公司

中国市政工程华北设计研究总院有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则.....	1
2 术语和缩略语.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 缩略语.....	3
3 基本规定.....	5
4 系统设计.....	7
4.1 一般规定.....	7
4.2 硬件部分.....	9
4.3 软件部分.....	11
4.4 系统安全.....	15
5 安装、调试及验收.....	16
5.1 一般规定.....	16
5.2 安装与调试.....	17
5.3 系统验收.....	17
6 运行维护.....	20
6.1 一般规定.....	20
6.2 运行管理.....	20
6.3 系统维护.....	21
6.4 应急事件管理.....	22
用词说明.....	24
引用标准名录.....	25

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and abbreviations	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Abbreviations	3
3	Basic requirements.....	5
4	System Design	7
4.1	General requirments.....	7
4.2	Hardware Section.....	9
4.3	Software Section	11
4.4	System Security	15
5	Installation, commissioning and acceptance.....	16
5.1	General requirments.....	16
5.2	Installation and Debugging.....	17
5.3	System Acceptance.....	17
6	Operation and Maintenance	20
6.1	General requirments.....	20
6.2	Operation Management.....	20
6.3	System Maintenance	21
6.4	Emergency Event Management	22
	Explanation of wording.....	24
	List of quoted standards	25

1 总则

1.0.1 为规范污水处理厂智能加药控制系统的设计、安装与验收以及运行维护，做到技术先进、低碳环保、精细化管理，制定本规程。

【条文说明】本条明确了编制本标准的目的。

近年来，随着污水处理提质增效、黑臭水体治理等政策的驱动，我国污水处理厂不论是数量还是处理能力都保持着高速增长的态势。然而，城市污水处理行业目前侧重在设施建设，而对于推动污水处理流程的自动化、智能化运行，以及节能减排方面的探索与实践，尚需进一步加大关注与投入。污水处理厂智能加药控制能够针对加药、消毒等关键环节实施精准的智能控制，从而确保污水处理过程中的关键工艺参数得以迅速调整、工艺流程更加稳定可靠，并且整体运行成本更为经济合理。

1.0.2 本规程适用于新建、改建、扩建污水处理厂和既有污水处理厂改造中智能加药控制系统的设计、安装、调试、验收以及运行维护。

【条文说明】本条规定了本标准的适用范围。

本规程不仅适用于新建、改建、扩建污水处理厂中智能加药控制系统的设计、安装、调试、验收以及运行维护，也适用于既有污水处理厂现有加药控制系统的升级改造。

1.0.3 污水处理厂智能加药控制系统的设计、安装、调试、验收与运行维护，除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和缩略语

2.1 术语

2.1.1 智能加药控制系统 intelligent dosing control system

基于加药过程受控对象的目标值，结合受控对象的实时在线反馈值、进水前馈的实时在线检测值，实时计算、调节并最终输出为满足目标值所需投加药剂量的过程控制系统。该系统包括智能除磷加药控制系统、智能碳源投加控制系统、智能消毒控制系统等。

2.1.2 智能除磷加药控制系统 intelligent dosing phosphorous removal system

根据进水总磷负荷、出水总磷浓度等参数，自动控制污水处理厂化学除磷药剂的投加量，确保出水总磷浓度稳定达标的过程控制系统。

2.1.3 智能碳源投加控制系统 intelligent external carbon addition control system

根据进水负荷、出水总氮浓度等参数，自动控制污水处理厂生化池缺氧段或反硝化滤池的反硝化作用的碳源的投加量，确保出水总氮浓度稳定达标的过程控制系统。

【条文说明】针对 SBR、CASS 工艺或其他序批式活性污泥工艺，碳源投加过程为缺氧环境的工艺时间段。

2.1.4 智能消毒控制系统 intelligent disinfection control system

基于水质变化和流量波动，自动控制污水处理厂消毒剂量，确保出水粪大肠杆菌群数量稳定达标的过程控制系统。

【条文说明】目前，国内污水处理厂常用的消毒方式有加氯法、紫外线法和臭氧法等。其中加氯法包括次氯酸钠、液氯、二氧化氯消毒等。紫外消毒和次氯酸钠消毒为主流消毒方式，经常单一应用或组合联用。本规程主要针对加氯法，其他方法可参照执行。

2.1.5 先进过程控制 Advanced Process Control

区别于经典控制方法的统称。其主要用来处理常规控制效果不好，甚至无法控制的复杂工业过程控制问题。

2.1.6 模型预测控制 Model Predictive Control

通过模型预估被控变量未来的变化趋势，提前做出控制决策的控制方法。

【条文说明】模型预测控制通过模型预测、反馈校正和滚动优化三大核心步骤，使模型适配、外部干扰等引起的不确定性及时得到克服，从而改善控制系统的动态性能。

2.1.7 模糊控制 fuzzy control

以模糊集合论、模糊语言变量和模糊逻辑推理为基础的智能控制方法，又称模糊逻辑控制。

【条文说明】模糊控制实质上是一种非线性控制，属于智能控制的范畴。

2.1.8 控制策略 control strategy

对某一系统或设备进行控制的策略和方法。

2.1.9 开环控制 open-loop control

不存在反馈回路的系统控制方式。

【条文说明】开环控制的特点是系统的输出量不会对系统的控制作用发生影响，不具备自动修正的能力。

2.1.10 闭环控制 Closed loop control

根据控制对象输出反馈来进行校正的系统控制方式。

【条文说明】闭环控制的特点是输出量直接或间接反馈到输入端形成闭环并参与控制，在输出端和输入端之间存在反馈回路，输出量对控制过程有直接影响。

2.1.11 前馈控制 Feedforward Control

在正式工作开始前，通过预测干扰或变化趋势，随后直接对控制系统的输入端采取相应调整措施，旨在抵消或减少这些干扰对系统输出结果产生负面影响的控制方式。其不依赖于系统的反馈信息，而是通过提前干预来维持系统的稳定性和期望的性能。

2.1.12 反馈控制 Feedback control

通过比较系统的实际输出与期望输出（或设定值），根据差值（误差）调整控制输入，使系统的输出尽可能接近期望值的控制方法。

2.2 缩略语

DCS Distribute Control System 分布式控制系统

PAC Polyaluminium Chloride 聚合氯化铝

PID Proportional Integral Derivative 比例积分微分

PLC Programmable Logic Controller 可编程逻辑控制器

SCADA Supervisory Control and Data Acquisition 监视控制与数据采集

征求意见稿

3 基本规定

3.0.1 污水处理厂智能加药控制系统宜纳入污水处理厂工程设计，与污水处理厂工程统一规划，同步设计、同步施工、同步验收。

3.0.2 对于具有药剂投加的污水处理厂，宜设置智能加药控制系统，包括并不限于碳源投加过程、除磷加药过程、消毒药剂投加过程等。

【条文说明】智能加药控制系统新建或改建前，应充分了解污水处理厂的运行情况或加药系统现状，明确建设的目的和需求。

3.0.3 污水处理厂智能加药控制系统应具备下列主要功能：

- 1 应根据进出水水质或流量等参数的变化以及药剂特性和工艺要求，自动调整药剂的投加量，确保所作用工艺段稳定运行；
- 2 应增加人工干预机制，当自动控制不能满足加药需求或仪表、加药泵等硬件出现异常时，应能报警并切换到手动加药模式；
- 3 应设定加药量临界值延迟保护机制，避免计量泵和阀门频繁启停；
- 4 应充分考虑工艺运行的安全性，在水质稳定达标的前提下实现药耗的节约。

【条文说明】本条规定了污水处理厂智能加药控制系统的功能要求。

2 智能加药控制系统应提供自动控制模式和手动控制模式，自动控制模式下可实现加药的全自动控制，手动控制模式下能够实现人工远程手动启停或调节加药设备，当出现特殊情况，应启用人工干预机制，确保运行稳定。智能加药控制系统运行和停止切换过程应能够平滑过渡、无缝对接，避免切换过程对加药过程产生冲击、震荡等影响。

- 4 出水水质应符合排放、回用或后续处理单元进水水质的要求。

3.0.4 污水处理厂智能加药控制系统的设计与安装应遵循科学性、可靠性、安全性、经济性、实用性、开放性的原则。

【条文说明】本条规定了污水处理厂智能加药控制系统设计与安装的原则。

1 科学性原则：建设智能加药控制系统应基于科学的理论和技术，结合实际情况进行合理设计，确保药剂添加量的精确控制和污水处理效果的优化。

2 可靠性原则：确保智能加药控制系统的设备和技术可靠性，选择高质量、稳定性好的设备，减少系统故障和停工对污水处理的影响。

3 安全性原则：在智能加药控制系统设计和建设过程中，注重安全生产，制定安全高效的通信机制、身份认证、权限管理，设有紧急故障报警功能，确保系统安全运行，防止事故发生。

4 经济性原则：系统设计应充分利用现有网络资源、硬件设备、软件系统、人力资源和数据资源，并在满足污水处理要求的前提下，尽量选择成本合理、效益较高的智能加药控制系统方案，降低建设和运营成本，提高投资回报率。

5 实用性原则：根据污水处理厂的实际情况和处理需求，设计和选择适用的智能加药控制系统方案，宜综合考虑处理规模、水质特性、运行管理等因素。

6 开放性原则：智能加药控制系统建设应具有一定的开放性和可扩展性，能够根据需要进行系统更新和升级，适应未来污水处理技术发展和业务需求变化。

征求意见稿

4 系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 智能加药控制系统应接入污水厂工业控制系统或污水厂生产管理系统，核心控制逻辑应采用高级编程语言或 PLC 编程语言。

【条文说明】智能加药系统的控制软件宜设置独立的控制系统，控制系统自带针对加药系统的智能化控制软件，此系统宜独立于现有的污水厂工业控制系统，通过通讯的方式将加药系统的各种数据及远程控制功能与上位机进行交互。

4.1.2 智能加药控制系统的设计应根据污水处理厂自身的规模、工艺条件、设备状态、日常加药模式以及智能化水平等因素综合确定，应提供控制系统原理示意图。

【条文说明】本条规定了污水处理厂智能加药控制系统设计的要求。

根据加药设备管路的布置情况、加药设备与加药点对应关系等，确定加药过程的最小独立控制单元。最小独立控制单元包含对应的工艺处理单元、受控对象、受控对象所对应的加药设备等，受控对象应设置合理的设定值。

1. 化学除磷

智能化学除磷加药控制系统原理示意图如图 1 所示。

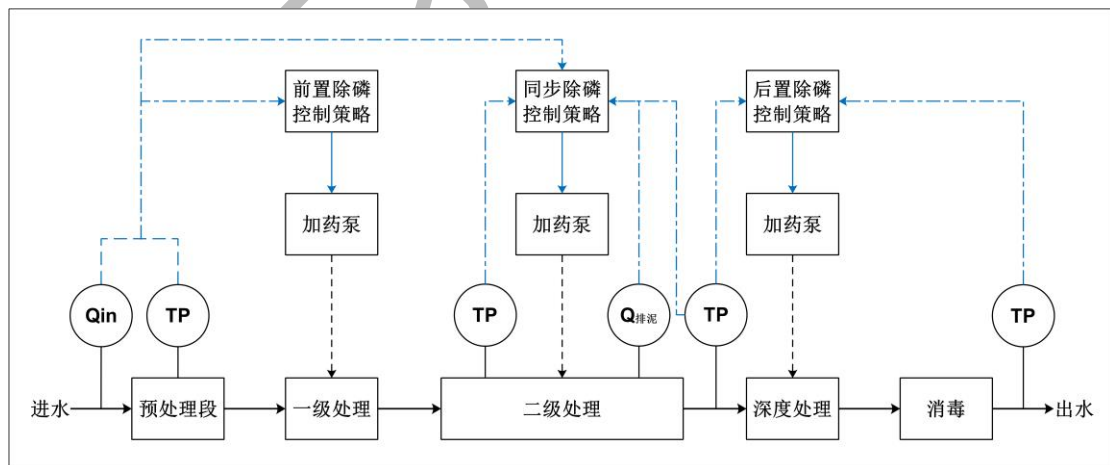


图 1 智能化学除磷加药控制系统原理示意图

污水处理厂化学除磷过程主要有三级过程，分别为前置除磷、同步除磷和后置除磷。其中，前置除磷即在预处理段投加除磷药剂；同步除磷即在二级处理生化段投加除磷药剂，强化除磷效果；后置除磷即在深度处理段投加除磷药剂确保

出水稳定达标。前置除磷过程应根据进水总磷负荷的波动自动调整，并为后续活性污泥代谢预留合适的总磷浓度；同步除磷过程应综合考虑生物除磷过程，并与排泥过程协同控制，二级处理后的总磷浓度应维持在一定范围内，确保深度处理单元能够去除剩余总磷；后置除磷应根据出水总磷浓度实时调整加药量，确保出水稳定达标。

2. 碳源投加

智能碳源投加控制系统原理示意图如图 2 所示。

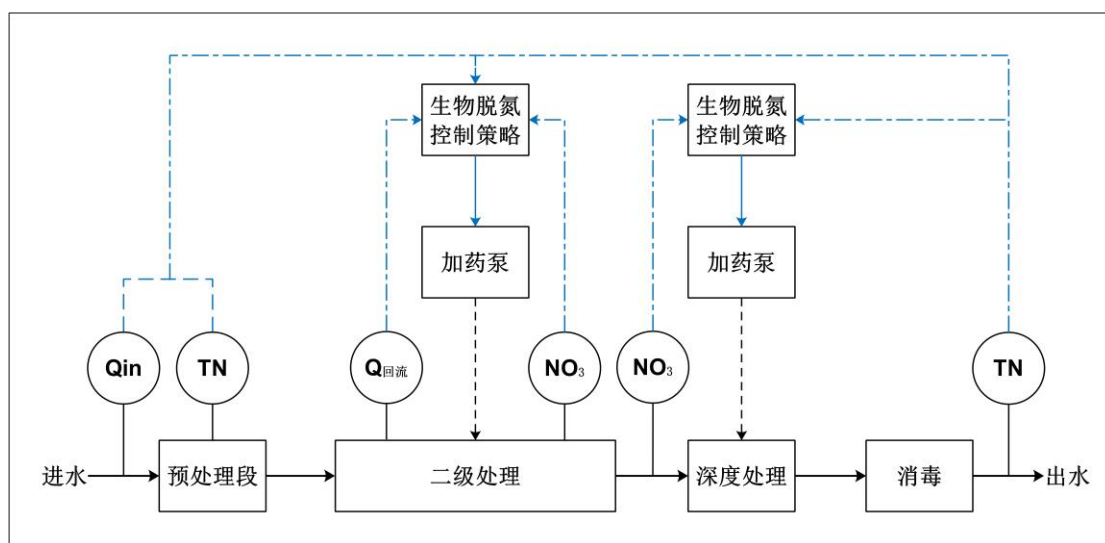


图 2 智能碳源投加控制系统原理示意图

污水处理厂碳源投加过程主要有两级过程，分别为二级处理生物脱氮和深度处理生物脱氮。其中，二级处理生物脱氮即在二级处理生化段缺氧环境投加碳源，弥补反硝化过程碳源不足的情况；深度处理生物脱氮即在深度处理段投加碳源进一步去除总氮，确保出水稳定达标。二级处理生物脱氮过程应根据进水总氮负荷的波动自动调整，应充分利用污水自身碳源进行脱氮处理，并与污泥回流过程协同控制，只有二级生物脱氮过程的投加系统，应确保二级处理出水能够达标。有深度处理生物脱氮过程的，二级处理后的总氮浓度应维持在一定范围内，确保深度处理单元能够去除剩余总氮；深度处理生物脱氮应根据深度处理单元进水总氮与出水总氮浓度实时调整加药量，确保出水稳定达标。

3. 消毒剂投加

智能消毒控制系统原理示意图如图 3 所示。

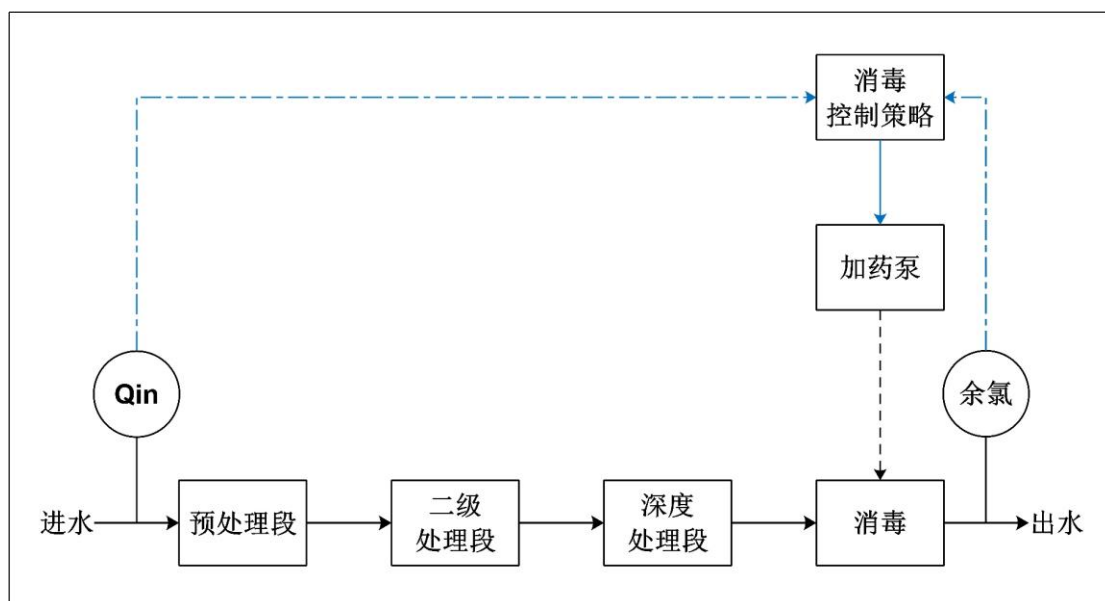


图 3 智能消毒控制系统原理示意图

污水处理厂加氯法消毒剂投加过程应以消毒单元进水水量的波动和总出水的余氯浓度调整加药量，确保总出水余氯维持在合理范围内。

4.1.3 污水处理厂智能加药控制系统的设计应符合国家现行标准《室外排水设计标准》GB 50014 和《城镇排水系统电气与自动化工程技术规程》CJJ 120 的有关规定。

4.2 硬件部分

4.2.1 智能加药控制系统硬件应由工程师站、操作员站、服务器、控制柜、仪表以及执行机构等构成。执行机构包括加药泵、变频器、阀门等。仪表包括液位计、流量计、在线水质仪表等。

【条文说明】智能加药控制系统应将加药单元相关的所有仪表、设备数据采集至系统，包括进出水流量、过程水质仪表、加药设备状态等。

加药泵用于控制药剂的投加量，应根据控制信号调整加药泵的频率/转速/冲程等，实现加药量的调整。

阀门用于控制药剂的投加点或投加量。

仪表用于监测污水处理过程中的进水流量、过程水质等参数，为智能加药控制系统加药量计算提供数据支撑。

控制柜应包括 PLC、触摸屏，还应配置就地操作箱。触摸屏提供直观的操作界面，显示系统状态、水质参数、加药量等信息，并允许操作员进行手动控制和

参数设置。PLC 组件应包括控制器、电源模块、以太网模块、IO 模块等。PLC 处理器的内存应符合有关技术要求。

智能加药系统部署在控制柜时，控制柜根据预设的控制逻辑进行计算并输出控制信号；智能加药系统部署在服务器/工程师站时，系统根据预设的控制逻辑进行计算，将加药泵或阀门控制命令输出至控制柜。

4.2.2 仪表监测点应根据智能加药控制目标、工艺流程等进行布置，并应符合下列规定：

1 智能除磷加药控制系统采用前置除磷时，应在总进水监测总磷与进水流量；采用同步除磷时，应监测总进水总磷与进水流量、二级处理出水总磷浓度；采用深度除磷时，应监测深度处理进水流量与总出水总磷浓度，宜在深度处理进水增加总磷浓度监测。

2 智能碳源投加控制系统采用二级处理生物脱氮时，应监测总进水化学需氧量、总氮与进水流量，二级处理缺氧段应监测出水硝酸盐氮浓度或总氮浓度，采用多级缺氧脱氮时，应在二级处理总出水监测硝酸盐氮/总氮浓度，每个独立的碳源投加过程宜增加硝酸盐氮或总氮浓度监测；采用深度处理生物脱氮时，应监测深度处理单元进水流量以及进出水硝酸盐氮或总氮浓度。

3 智能消毒控制系统应监测消毒单元进水流量与总出水余氯浓度。

【条文说明】本条规定仪表布置位置的要求。

仪表用于前馈数据和反馈数据的获取，以指导正确加药量。其中进水和出水在线监测设备是通用仪表硬件设备。除此之外，应根据工艺环节要求设置仪表，有条件时应采集前后工艺单元的仪表数据，用于预警与交叉比对。

同时，仪表的安装位置是影响控制准确性的重要因素，仪表安装位置宜选择在具有代表性、避免其他工艺环节干扰的位置。

4.2.3 仪表技术要求应与实际安装环境条件、水力条件、工艺情况相匹配，应满足易安装维护、稳定性强、可靠性高等要求。仪表数据采集的时间间隔应能满足控制要求。

4.2.4 仪表宜采用模拟量硬接线方式或 EIA-485/232/422 等通用接口标准接入 PLC，执行机构宜采用开关量、模拟量等硬接线方式接入 PLC。接入后应通过 TCP/IP、ModBus TCP 等通信协议以有线的方式接入工业控制系统，不具备有线

接入条件时宜通过 MQTT、HTTP(s)、TCP/IP、UDP 等传输方式以 SL/T 427、SL/T 651、HJ 212 等通信协议以无线的方式接入物联网管理平台。

4.3 软件部分

4.3.1 软件应包括加药控制软件和基础支撑软件。

4.3.2 加药控制软件应基于加药控制算法实现药剂投加量的自动控制，应包括数据采集模块、数据预处理模块、数据分析模块、数据存储模块、需药量计算模块、故障诊断模块、安全保障模块等模块。

【条文说明】加药系统是大时滞、多变量耦合影响的复杂控制回路，建议采用先进的加药控制算法。加药控制算法的设计需充分考虑工艺的滞后性、化学药剂的反应时间以及仪表检测的滞后时间。

加药控制算法是加药控制软件的核心内容。加药控制算法应建立合理的数学模型，将采集的相关参数输入至数学模型，得到当前工况条件的理论加药量，再通过加药设备与加药量之间的对应关系，将理论加药量转换为加药设备的控制信号下发至设备，以实现智能加药。

4.3.3 数据采集模块应对加药工艺单元关键设备以及相关仪表的数据进行实时采集。

4.3.4 数据预处理模块应对采集到的数据进行质量验证和数据处理，以满足加药控制算法的需求。

【条文说明】本条规定数据预处理模块的功能。

为了避免由于数据异常造成控制效果的偏离或失真，应设置数据预处理模块。

1. 数据质量验证应对数据缺失、数据超限、数据变化率超过阈值、数据方差不在合理范围、数据存在漂移等情况进行检验，可采用趋势分析、交叉比对等方式重点对受控对象仪表数据的准确性进行判定，避免出现合理异常值被清洗、不合理异常值被采用的情况。

2. 缺失和异常的数据应采用相关数据处理和修复方法进行处理，经处理后的数据方可作为控制模型的输入。缺失和异常数据应提供线性插值、均值填补、相似数据平移、数据平滑等数据处理方法，还可以利用神经网络、回归分析等方法建立不同指标间的相关关系来进行数据修复。

4.3.5 数据分析模块应对历史数据进行趋势分析、统计分析，宜进行数据预测分

析。

【条文说明】本条规定数据分析模块的功能。

趋势分析用于分析历史水质、水量数据、加药量数据，可识别水质变化的规律和趋势，为智能加药控制提供重要依据。统计分析可对常规数据进行统计，揭示数据的内在规律和特性，包括日加药量、吨水加药量等，为优化加药策略提供支持；数据预测用于预测未来的水质变化和加药量需求，可为智能加药控制提供前瞻性的决策支持，对于实现精准控制、减少药剂浪费和提供处理效率具有重要意义。

4.3.6 数据存储模块应满足控制策略对历史数据频率的需求和数据查询对时间周期、频率的需求。

【条文说明】本条规定数据存储模块的功能。

存储周期不宜大于1分钟，历史存储时间跨度不宜低于1年。

4.3.7 需药量计算模块应内置加药控制算法，根据受控目标和药剂的关系实现加药量的自动计算。

4.3.8 加药控制算法的开发和优化，应按照“一厂一策”的原则，综合考虑污水处理厂实际进水水量水质情况、工艺类型、调控方式、加药点位置、设备状态等现状进行开发，满足加药环节安全稳定运行需求，并应符合下列规定：

1 算法开发应充分调研污水处理厂现状，开发过程应包括数据采集、模型建模、模型率定和验证；模型验证应包括空载运行和负载试运行，空载运行中输出的加药量和加药设备控制信号合理后，方可进行负载试运行。

2 算法可选择模型控制算法、反馈控制算法、预测控制算法、人工智能算法等的一种或多种组合，也可根据实际工况定制开发算法。

3 算法应具备扩展性和易维护性。

4 算法应考虑仪表和设备的异常情况，当出现异常或故障时，算法应自动切换至基于经验的预设控制策略。

5 算法应考虑加药量和设备的安全保护，对设备开启程度和加药量设置合理阈值。

6 算法关键控制参数的查询和修改宜开放至人机交互界面。

【条文说明】本条规定加药控制算法的要求。

1 规定算法开发的过程。模型经率定和验证满足要求后，方可投入使用。控制算法在投运之前，应先采用空载运行的方式进行安全验证，让智能加药控制系统接入真实的在线数据，通过控制策略实时计算理论加药量，但并不对加药设备等执行机构施加干预，同时期的加药设备仍按人工控制或其它传统控制方法运行。观察相较于同期的实际加药量，理论加药量的数量级是否在合理范围内，变化是否符合预期的逻辑，进而判断和检验控制算法的合理性。在验证结果合理的前提下，方可进行负载试运行。

2 加药控制算法的数学模型包括工艺模型、数据驱动模型和组合模型，数学模型的选择应充分考虑加药环节的安全稳定运行，能够有效应对冲击负荷。当采用工艺模型时，宜根据工艺设计参数建立合适的模型，并利用历史数据对工艺模型进行验证。当采用数据驱动模型控制时，应先收集足够多的历史数据集，数据集能覆盖加药过程的大部分工况。当采用组合控制时，需要梳理清不同控制环节之间的主次关系，避免相互冲突。

3 算法应具有可扩展性和易维护性，方便算法升级和算法之间的耦合。

4 本款用于提高控制系统的强壮性，以充分保障系统运行安全。

5 当模型计算的理论加药量因输入数据或参数取值不合理得出异常结论（负值、低于或高于加药泵的实际输出能力）时，控制系统应具备自动纠正能力，将理论加药量自动约束在实际加药泵的真实输出能力范围之内，进而指导实际加药量的输出。

6 算法的关键控制参数宜开放至人机交互界面，可便于日常运行过程中根据工艺状况及时调节。

4.3.9 故障诊断模块包括故障的识别与报警、故障处理等，保障智能加药控制系统的稳定运行与生产安全需求，并应符合下列规定：

1 应能识别加药过程相关仪表故障与设备故障。

2 一旦检测到故障，系统应立即触发相应的报警信号，并将这些信号传输至工业控制系统，同时以声光报警、弹窗报警等方式发出报警信息。

3 故障处理应建立故障分级处理机制，并应符合下列规定：

1) 当非关键仪表/设备发生故障时，系统应执行预设的备用控制算法实现自动加药过程；若所有备用控制策略均无法满足需求，系统应输出报警

信号，提示运行人员进行人工干预。

- 2) 当关键仪表/设备发生故障时，若存在冗余仪表或设备，系统应自动切换至冗余仪表或设备；若无冗余仪表或设备，控制系统应立即发出报警信息，并将系统切换至手动状态，保证生产控制的灵活性和安全性。

4.3.10 安全保障模块应确保加药控制系统安全，并应符合下列规定：

- 1 应能实时监测受控对象或出水水质，当监测值超出预定阈值时，系统应立即发出报警信息并自动退出智能控制模式，安全切换到手动控制模式；

- 2 对于智能加药控制系统输出的加药量，应支持设定加药量阈值，将系统所能真正输出的加药量限定在安全合理的范围内。

【条文说明】本条规定安全保障模块的要求。

- 1 表明智能加药控制系统失能，应立即切换到手动控制模式。

4.3.11 加药控制软件人机交互界面的设计应友好、直观，满足不同层级用户的操作需求，并应符合下列规定：

- 1 人机交互界面应能显示工艺监控、实时数据变化、过程曲线、报警状态、参数设置等。

- 2 人机交互界面的标识应符合现行国家标准《人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则》GB/T 4025 的有关规定。

【条文说明】本条规定人机交互界面的要求。

人机交互界面包括上位机界面和HMI触摸屏界面，分别位于系统的中控室控制和现地控制。上位机界面应方便工作人员及时获取现场设备运行状态和各项参数，并应通过报警信息、历史数据查询等功能实现数据可视化。HMI触摸屏界面应具有智能加药控制系统的启停控制操作按钮，同时可以对控制过程的关键控制参数进行设置。

人机交互界面上的各种开关、指示灯、表计均应设中文标签，表明其代表的回路号及功能，其中按钮和指示灯的颜色应符合现行国家标准《人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则》GB/T 4025 的有关规定，面板仪表宜采用数字显示。

4.3.12 基础支撑软件包括操作系统、数据库等。数据库应提供标准化接口，宜采用时序数据库采集实时数据和历史数据，宜采用压缩算法存储历史数据。

4.4 系统安全

4.4.1 智能加药控制系统安全应满足公安部和工业和信息化部信息安全防护等级的要求，应包括系统安全、网络安全和软件安全等内容。

4.4.2 系统安全应确保加药工艺环节运行安全，包括出水水质稳定达标和设备运行安全等。

4.4.3 网络安全应确保网络通讯顺畅和安全，防范网络攻击、通讯中断等风险，并应符合下列规定：

1 智能加药控制系统应采用本地化现场部署方式，部署于污水处理厂内部工控网络中。当需接入外部网络时，应设置网络隔离措施或配置防火墙。

2 智能加药控制系统应实时监测通讯情况。通讯异常时，应及时发出通讯故障报警信号，并应维持通讯故障前的控制参数继续运行，直到通讯恢复正常或由运行人员接管。

4.4.4 软件安全应确保软件和数据的安全，防范恶意利用、数据丢失及损坏等风险，并应符合下列规定：

- 1 用户权限应对浏览权限、操作权限和系统参数修改权限等进行分级控制；
- 2 应建立运行日志记录机制，记录核心控制参数的修改、人员访问等操作；
- 3 应定期对数据进行备份，并制定数据恢复计划。

【条文说明】本条规定软件安全的内容。

1 合理设置用户权限，确保不同用户根据其角色和职责拥有适当的访问和操作权限，避免人员随意操作与越权操作。重要控制参数应仅限于高级工艺控制人员修改。

2 通过记录控制参数修改、人员访问等操作日志，便于追溯故障原因。

3 应定期对数据进行备份，并制定详尽的数据恢复计划，以确保在数据丢失或损坏时能够迅速恢复，保障系统的连续性和可靠性。

5 安装、调试及验收

5.1 一般规定

5.1.1 智能加药控制系统的安装、调试及验收除应根据设计要求确定，尚应符合国家现行标准《城镇污水处理厂工程施工规范》GB 51221、《城市污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334、《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231、《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268、《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093、《水污染源在线监测系统安装技术规范》HJ/T 353 和《城镇排水系统电气与自动化工程技术规程》CJJ 120 的有关规定。

【条文说明】本条规定了智能加药控制系统安装、调试及验收应遵循的相关标准。

智能加药控制系统安装、调试应符合《城镇污水处理厂工程施工规范》GB 51221 的有关规定；验收应符合《城市污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334 的有关规定；设备安装与验收应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的相关规定；电气和自动化控制系统安装与验收应符合现行国家标准《城镇排水系统电气与自动化工程技术规程》CJJ 120 的相关规定；水质监测站的安装应符合《水污染源在线监测系统安装技术规范》HJ/T 353 的有关规定。

5.1.2 智能加药系统的安装与调试应遵循安全、环保、健康、高效等原则。

【条文说明】本条规定了智能加药控制系统安装与调试应遵循的原则。

1 安全原则。设备安装前，应检查设备清单，复核有关设备型号、规格和数量等，满足工程设计和随机技术文件的要求，设备外观应无变形、损坏和锈蚀等，应设置产品标识，且标识清晰，确保设备符合安全标准和设计要求，防止因设备不匹配或不合格引发的安全事故。设备安装基础和预埋件应满足设计要求。同时，应确保车间起重设备、电气、照明、通风等辅助配套设施，满足安装使用要求，确保辅助设施的安全性和可用性，为设备安装提供安全的环境。

2 环保原则。安装时，应保证施工安全，满足环保要求。

3 健康原则。保持安装、调试现场的良好通风，减少有害物质的浓度，为工作人员提供健康的工作环境。

4 高效原则。安装和调试团队应具备专业技能和经验，高效完成安装和调

试工作同时，调试阶段，需对系统进行全面的测试和调整，以确保在实际运行中能达到预期性能，包括优化系统参数、校准仪表等，以实现精确的加药控制。

5.2 安装与调试

5.2.1 智能加药控制系统设备和材料进场时，应按设计要求核查控制柜、执行机构、仪表等产品、部件和附件，对其品牌、型号、规格、数量、编号和主要参数进行验收，验收及核查的结果应经监理或建设单位代表检查认可，并形成相应的验收、核查记录。各种产品和设备的质量证明文件应齐全，并应符合现行国家有关标准。

5.2.2 控制柜、网关、路由器的安装应按照设计要求连接电源线及控制线等线路。

5.2.3 执行机构和仪表应接入统一的控制柜。

5.2.4 系统安装后，应进行系统调试，系统调试包括单机调试和联合调试。单机调试完成后，方可进行联合调试。联合调试分为空载运行和负载运行，空载运行满足要求后，方可进行负载运行。

5.2.5 智能加药控制系统联合调试时，应满足下列要求：

- 1 水处理主工艺系统正常投入运行。
- 2 储罐内有足够药剂，系统需要的供水正常，能满足药剂的稀释和冲洗。
- 3 控制逻辑动作正确，连锁保护动作正确。
- 4 按顺序投运智能加药系统，验证控制步序是否符合设计要求。
- 5 投运在线仪表、结合在线仪表数据进行自动化加药，在满足水质要求的前提下，调试最佳自动化运行参数，实现药剂智能化投加。

6 在智能系统调试前，应先进行手动调试，通过人工调节，确保水质正常，将人工调节参数设置到控制系统内，作为系统出现异常时应急投加使用的依据。在智能控制系统调试过程中，如果出现在线仪表数据波动异常，并且智能控制系统不能自动调节到稳定，智能控制系统应自动退出智能控制，并且启用内置的应急投加参数，并发出报警提醒操作人员进行干预。

5.3 系统验收

5.3.1 智能加药控制系统应经过竣工验收合格后，方可投入使用。应在联合调试完成并满足设计规定的指标、具备稳定运行条件后方可验收。隐蔽工程应经过隐

蔽工程检查验收合格后，方可进行下一工序施工。

5.3.2 智能加药控制系统的验收文件应包括下列内容：

- 1 竣工图纸和设计变更文件；
- 2 设备材料合格证、产品说明书、出厂检验报告及进场检验记录和设备开箱检验记录；
- 3 分项工程质量验收记录；
- 4 隐蔽工程检查验收记录；
- 5 进场设备清单；
- 6 安装调试记录；
- 7 单机试运行和联合试运行记录；
- 8 可靠介质的加药控制软件及安装说明；
- 9 系统检测记录；
- 10 其他必要的材料。

5.3.3 智能加药控制系统验收宜建立性能评价指标体系，对控制系统性能进行评价。宜从系统稳定达标、安全运行、节药效果等方面进行评估。

【条文说明】稳定达标主要评估控制系统的控制精度，可采用受控对象设定值上下一定幅度作为合格范围，可通过以下公式计算稳定达标率：

$$P = \frac{T_1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中：P —— 稳定达标率，%；

T_1 —— 系统运行过程中受控对象监测值在受控对象设定值±15%范围内的数据个数；

T —— 系统运行过程中受控对象监测值数据总个数。

安全运行主要评估控制系统的强壮性，可通过连续稳定运行时长、报警、应急保护功能等统计信息表示，可通过以下公式计算系统可靠性：

$$R = \frac{D_1}{D} \times 100\% \quad (2)$$

式中：P —— 系统可靠性，%；

D_1 —— 系统开始运行后自动运行，稳定达标天数；

D —— 系统开始运行后除去设备、仪表等硬件问题导致系统无法运行的总天数。

节药效果主要评估控制系统的控制效果,可通过实施智能加药控制系统前后吨水药剂投加量表示:

$$S = \frac{U_B - U_A}{U_B} \times 100\% \quad (3)$$

式中: S —— 药剂节省率, %;

U_A —— 实施智能加药控制系统前的单位药剂投加量, t 药剂/t 水;

U_B —— 实施智能加药控制系统后的单位药剂投加量, t 药剂/t 水。

也可通过实施智能加药控制系统前后污染物单位消减量药耗表示:

$$S' = \frac{U'_B - U'_A}{U'_B} \times 100\% \quad (4)$$

式中: S' —— 药剂节省率, %;

U'_A —— 实施智能加药控制系统前的污染物单位消减量药耗, t 药剂/t 污染物;

U'_B —— 实施智能加药控制系统后的污染物单位消减量药耗, t 药剂/t 污染物。

污染物单位消减量计算公式如下:

$$U' = \frac{A}{W_{in} \times Q - W_{out} \times Q} \quad (5)$$

式中: U' —— 污染物单位消减量药耗, t 药剂/t 污染物;

A —— 药剂投加量, t 药剂;

Q —— 处理水量, t 水;

W_{in} —— 进水的指标污染物浓度, mg/L;

W_{out} —— 出水的指标污染物浓度, mg/L。

6 运行维护

6.1 一般规定

6.1.1 智能加药控制系统的运行维护应根据系统运行要求编制运行操作说明和管理规章制度，并应符合现行行业标准《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60 的有关规定。

6.1.2 智能加药控制系统运行期间，应按照本规程第 5.3.3 条的要求定期分析系统性能。

6.1.3 应定期检查智能加药控制系统的运行状态，并及时进行维护、修理或更换。

6.1.4 智能加药控制系统运行维护人员应通过厂家技术培训，具备系统运行、系统维护、故障排查和应急事件处理的能力。

【条文说明】本条规定运行维护人员的要求。

智能加药系统的运行与维护人员，应了解智能加药的控制算法逻辑，具备较强的设备和仪表操作和维护能力，能熟练操作使用相关控制系统与软件，并对加药系统所使用的碳源、除磷药剂等药品的基本特性有一定的了解。

6.1.5 应采用技术手段监控智能控制系统瘫痪、检测仪表故障、加药设备故障等特殊情况，并应制定对应的应急管理预案。

6.2 运行管理

6.2.1 运行管理应根据污水处理工艺特点、智能加药系统要求、检测仪表和设备特性以及污水处理厂运行水平，制定智能加药系统的运行管理规范。

6.2.2 应根据不同季节、不同水质和硬件配置情况合理选择智能加药系统的控制模式和控制参数，并在运行管理过程中关注加药控制曲线、进出水质曲线等控制效果。

6.2.3 操作人员应定期对设备运行状态进行监视并记录运行数据；定期对执行机构、系统软件画面的工作状态、技术指标及画面显示的参数和药剂储量等进行检查，每次巡查应做好巡查记录并分析，发现异常应及时上报。

【条文说明】运行管理的要求。

控制系统的显示参数应与现场设备、仪表的运行状况相符，并应定期维护和

校核。

应按照班组或天为周期记录进出水量、进出水质、加药量、药剂余量等数据，计算药剂消耗总量、吨水药耗量、药剂投加摩尔比等数据，当数据出现跳变或异常时及时查找原因并处置。

在现场运行巡检过程中查看并记录智能加药系统的药剂储量、设备运行状况、仪表数据及工作情况、加药点药剂投加情况进行巡回检查。

6.2.4 智能加药控制系统运行异常或者故障，应及时汇报和通知维护人员。

6.3 系统维护

6.3.1 系统维护应建立控制系统日常巡检、周期维保和故障维修机制，保证系统软硬件工作正常。

6.3.2 加药设备、检测仪表、控制系统、药剂的维护应符合现行国家标准《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60、《城镇排水系统电气与自动化工程技术规程》CJJ 120 的有关规定。

【条文说明】 加药设备、检测仪表、控制系统、药剂维护的有关要求。

加药设备应定期清理和冲洗储药罐、加药管路及过滤装置，检查出药口流态，确保加药管路畅通，防止管路堵塞。定期检查储药罐、加药设备和管路的防腐及密封性能，及时采取防腐措施，按期更换密封装置，以防药剂泄漏。定期检查和测量搅拌器、计量泵的温度、电流、振动、噪音情况，按要求更换润滑油、轴封、隔膜等耗材。定期清洁和校准计量泵、调流阀等设备，检查脉冲阻尼器压力，保证加药流量准确、稳定。配置备用计量泵时，备泵应与主泵交替使用，避免长期使用或停用同一个泵，以延长泵的寿命。

药剂的保存与使用应当严格按照药剂说明进行。在药剂配制、添加过程中应当做好相关防护措施，保证人身安全，并维护作业场地整洁卫生。应每日盘点药剂的用量与库存量，合理制定药剂采购和库存计划。

6.3.3 应定期对仪表进行清洗、标定、更换易损件，频率应不低于 1 个月 1 次。

【条文说明】 仪表维护的有关要求。

使用浮子或叶轮等带有可动机械部件的流量计时应经常清理流量计内壁和机械部件，防止药剂杂质或结晶卡阻机械部件。

使用电磁流量计时应保证前后直管段长度和接地措施满足要求，定期清理流

量计内壁，防止内部结垢影响测量精度。

使用电化学原理的分析仪表时应定期清洗电化学探头，定期取样化验校核仪表数据准确性，当仪表偏差较大时应及时校准或更换探头等耗材。

使用分析法原理的分析仪表时应定期补充药剂和更换耗材，定期使用标液校准，仪表废液应参照危化品处置要求妥善收集与处置。

仪表信号长期停滞或瞬间跳变时应立即进行现场检查和校核。

6.3.4 应定期分析数据，优化加药控制策略和控制系统参数。当发现效果变差时，应分析原因。

6.3.5 当工艺调整、运行条件改变或加药控制算法无法满足出水稳定达标的要求时，应对加药控制算法进行调整和优化。

6.3.6 智能加药控制系统相关软件应定期升级和备份，并应符合下列规定：

1 加药控制软件无修改的，应一年备份一次；有修改的，修改前后应各备份一次。

2 安全防护软件应定期升级。

3 历史数据应一年备份一次。

6.3.7 应保持控制系统 PLC、计算机、UPS 等设备正常工作的温度和湿度，并定期清灰保洁，保证设备正常散热。

6.4 应急事件管理

6.4.1 应针对智能加药系统可能出现的突发情况，结合污水处理厂实际情况和生产厂家的建议制定应急预案。

【条文说明】当出现出水水质超出预警值，智能加药系统未发出报警和执行相关控制操作时，运行人员应先将智能加药系统切换为手动，并手动加大药剂投加量或增开备用泵，确保水质低于预警值，再对智能加药系统的加药泵、管道、仪表、药剂等进行逐一检查，排查系统原因，同时智能加药系统的控制参数进行校核，若所有硬件和参数都正常，则需要联系系统生产厂家排查原因。

6.4.2 当出现检测仪表故障的情况时，智能加药控制系统应能切换为开环控制模式或暂时屏蔽仪表信号保持故障前的加药控制输出，待仪表故障修复后恢复正常加药控制。

6.4.3 当出现加药设备故障的情况时，智能加药控制系统应能自动启动备用设备，

或维持必要的加药控制输出，待设备故障修复后恢复正常加药控制。

6.4.4 当出现智能加药系统计算错误时，运行人员需先将加药控制切换为手动，人工重启智能加药系统，并结合理论计算和现场出水水量、水质等参数，人工校验其计算的准确性。

6.4.5 当出现加药泵频繁启停和调节时，需查看现场的水量、水质变化情况，若进出水水质、水量波动较大，需调整加药系统参数，减少加药泵的启停和调节频次；若进出水水质、水量较稳定，则运行人员需先将加药控制切换为手动，人工重启智能加药系统，观察其调节频次，如果还出现此情况，则需联系系统生产厂家。

征求意见稿

用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，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：

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：

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：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

征求意见稿

引用标准名录

本标准引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

《室外排水设计标准》GB 50014

《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231

《给排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

《城市污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334

《城镇污水处理厂工程施工规范》GB 51221

《人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则》

GB/T 4025

《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60

《城镇排水系统电气与自动化工程技术规程》CJJ 120

《水污染源在线监测系统安装技术规范》HJ/T 353