



T/CECS ×××-202×

中国工程建设标准化协会标准

污水处理厂智能曝气控制系统 技术规程

Technical specification for intelligent aeration 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

污水处理厂智能曝气控制系统 技术规程

Technical specification for intelligent aeration control system of
wastewater treatment plant

T/CECS XX-20XX

主编单位：

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

2025 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023 年第二批协会标准制定、修订计划>的通知》（建标协字〔2023〕50 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，运行与维护。

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.....	3
2.1 术语.....	3
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.....	8
4.3 软件部分.....	10
4.4 系统安全.....	15
5 安装、调试及验收.....	17
5.1 一般规定.....	17
5.2 安装与调试.....	18
5.3 系统验收.....	19
6 运行与维护.....	22
6.1 一般规定.....	22
6.2 运行管理.....	22
6.3 系统维护.....	23
6.4 应急事件管理.....	25
用词说明.....	27
引用标准名录.....	28

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and abbreviations	3
2.1	Terms.....	3
2.2	Abbreviations	3
3	Basic requirements.....	5
4	System Design	7
4.1	General requirments.....	7
4.2	Hardware Section.....	8
4.3	Software Section	10
4.4	System Security	15
5	Installation, commissioning and acceptance.....	17
5.1	General requirments.....	17
5.2	Installation and Debugging.....	18
5.3	System Acceptance	19
6	Operation and Maintenance	22
6.1	General requirments.....	22
6.2	Operation Management.....	22
6.3	System Maintenance	23
6.4	Emergency Event Management	25
	Explanation of wording.....	27
	List of quoted standards	28

1 总则

1.0.1 为规范污水处理厂智能曝气控制系统的设计、安装、调试、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。

曝气量是影响污水处理厂出水水质的关键性技术参数，在污水处理厂运行能耗中，曝气系统占据总耗电量的 50%以上，是污水处理厂节能潜力最大的系统之一。相关研究结果显示，现阶段国内污水厂曝气过程大多采用传统的手动调控和简易的自动控制系统，曝气控制系统存在精确度不高及硬件成本过高的问题。在污水处理厂生物处理过程中，如果曝气量不足，会导致工艺运行恶化，出水水质超标；如果曝气量过多，会导致高能耗，造成污水处理厂运行成本增加。污水处理厂智能曝气控制系统能够对曝气量进行精确控制，对于优化污水厂管理、降低污水处理成本、减少资源浪费具有重大意义。

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过程中，采用鼓风曝气方式的智能曝气控制系统的设计、安装、调试、验收以及运行管理。采用表面曝气方式的智能曝气控制系统的设计、安装、调试、验收以及运行管理可参照本规程执行。

【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曝气控制系统的设计、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曝气控制系统的升级改造。

根据曝气装置的供氧方式，污水厂曝气常用鼓风曝气和表面曝气两种方式，鼓风曝气一般是指曝气装置安装在曝气池底部，通过鼓风机等把高压气体送入到曝气池底部，然后逸出到曝气池的混合液中；表面曝气是指曝气装置安装在曝气池水体表面，通过搅动水流方式把空气带入到曝气池的混合液中。

本标准主要针对鼓风曝气进行设计，表面曝气可以参考鼓风曝气的控制逻辑进行相应设计。表面曝气可以根据溶解氧或者氨氮对表曝机进行频率或启停的组合控制，从而实现曝气的智能控制。

1.0.3 污水处理厂智能曝气控制系统的设计、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。

征求意见稿

2 术语和缩略语

2.1 术语

2.1.1 智能曝气控制系统 intelligent aeration control system

根据进水负荷、溶解氧浓度、污泥浓度、出水水质等参数，动态计算生化需氧量，并联动调节鼓风机、空气调节阀门等设备，实现曝气量的按需分配，确保工艺运行稳定或出水水质稳定达标的过程控制系统。

2.1.2 表面曝气 surface aeration

通过安装在曝气池液面的叶轮或其他机械装置旋转，利用物理作用将空气与污水混合，从而提升水体溶解氧浓度的曝气方式。

2.1.3 鼓风曝气 blast aeration

通过外部动力设备将空气加压后输送至曝气池底部，利用空气扩散装置将空气分散为气泡，通过气泡在污水中的上升过程实现氧气的溶解与混合，满足活性污泥法处理污水时微生物对溶解氧需求的曝气方式。

【条文说明】外部动力设备包括鼓风机或空压机等。

2.1.4 曝气控制算法 aeration control algorithm

在污水处理过程中，用于优化曝气控制系统运行的数学计算方法和控制策略的总称，主要包括需气量计算算法和风量控制算法。

2.1.5 需气量计算算法 air demand calculation algorithm

根据污水处理工艺要求、水质参数及生物反应动力学特性，计算曝气系统所需气量的数学模型。

2.1.6 风量控制算法 airflow control algorithm

根据需气量计算算法的结果，结合鼓风机性能曲线、管网压力分布及能耗优化目标，调节鼓风机运行参数，确保供气量与工艺需求相匹配的数学模型。

2.2 缩略语

DCS Distribute Control System 分布式控制系统

EIA Electronic Industries Alliance 电子工业联盟

HTTP(s) HyperText Transfer Protocol (Secure) 超文本传输协议（安全）

IP Internet Protocol 网际协议

MQTT Message Queuing Telemetry Transport 消息队列遥测传输

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

TCP Transmission Control Protocol 传输控制协议

UDP User Datagram Protocol 用户数据报协议

征求意见稿

3 基本规定

3.0.1 污水处理厂智能曝气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 对于具有曝气充氧过程的污水处理厂，应设置智能曝气控制系统，实现按需供气。

【条文说明】智能曝气控制系统的应用范围宜为采用活性污泥法工艺的污水处理厂好氧段。对于多级 AO 工艺，宜将每一个好氧段设置为独立的曝气控制区。

3.0.3 污水处理厂智能曝气控制系统应具备下列主要功能：

1 应根据进水水量、水质及出水水质要求，自动计算好氧过程所需曝气量，通过自动调整阀门和鼓风机，按需分配各曝气控制区域的供气量，精准控制曝气量，确保所作用工艺段稳定运行；

2 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曝气量的有效控制与曝气能耗的节约；

3 应增加人工干预机制，当自动控制出现故障时，应能报警并切换到手动运行模式；

4 应设定曝气量临界值延迟保护机制，避免鼓风机频繁启停。

【条文说明】本条规定了污水处理厂智能曝气控制系统的功能要求。

1 智能曝气控制系统设计方案应充分考虑进水水质水量情况，应能满足新建污水处理厂前期运行水量较少的情况。

2 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 智能曝气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曝气的全自动控制，手动控制模式下能够实现人工远程手动启停或调节曝气设备，当出现特殊情况，应启用人工干预机制，确保运行稳定。智能曝气控制系统运行和停止切换过程应能够平滑过渡、无缝对接，避免切换过程对曝气过程产生冲击、震荡等影响。

3.0.4 智能曝气控制系统宜具备前馈、模型和后馈相结合的多参数控制模式保障，自动对风机和各受控曝气单元的气量进行及时准确的分配与控制，以实现按需曝气，满足工艺运行需求。

3.0.5 污水处理厂智能曝气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曝气控制系统设计与安装的原则。

1 科学性原则：建设智能曝气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，确保曝气量的精确控制和污水处理效果的优化。

2 可靠性原则：确保智能曝气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：在智能曝气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硬件设备、仪器仪表、软件系统和数据资源，并在满足污水处理要求的前提下，尽量选择成本合理、效益较高的智能曝气控制系统方案，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曝气控制系统方案，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：智能曝气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升级和更新，适应未来污水处理技术发展和业务需求变化。系统宜支持与其他智能控制系统（如智能加药系统、智能污泥处理系统等）的集成，实现整体优化运行。

4 系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 智能曝气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】智能曝气控制系统的控制软件宜设置为独立的智能化控制软件，此系统宜独立于现有的污水厂工业控制系统，通过通讯的方式将曝气系统的各种数据及控制与上位机进行交互。

4.1.2 智能曝气控制系统的设计应根据污水处理厂自身的规模、工艺条件、曝气方式、设备状态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曝气控制系统设计的要求。

1 智能曝气控制系统原理示意图如图 1 所示。

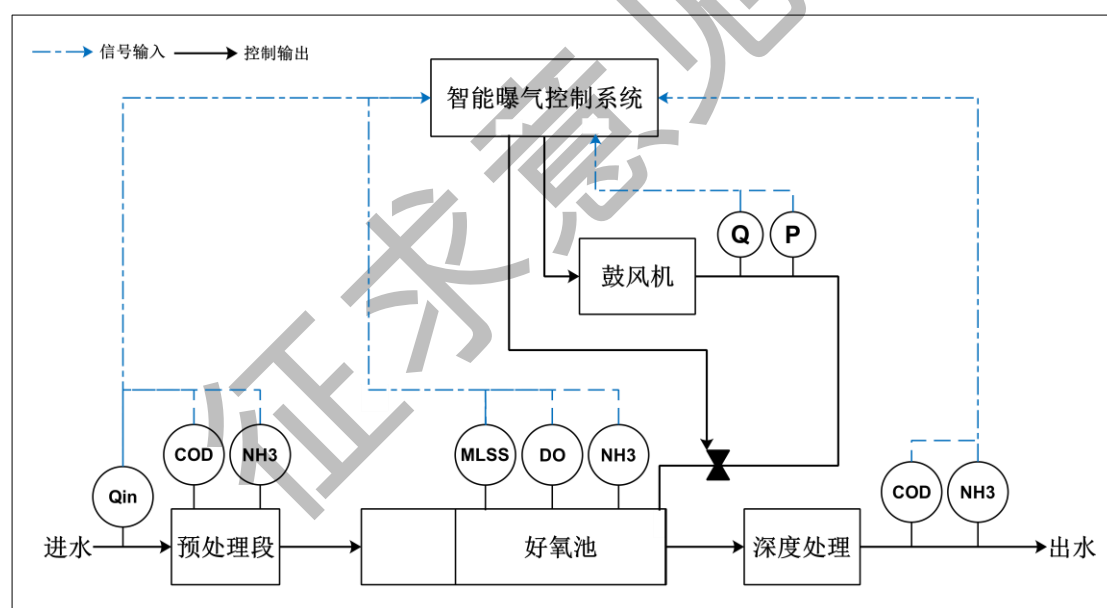


图 1 智能曝气控制系统原理示意图

2 智能曝气控制系统需要与其他系统进行数据交互时，宜提供网络拓扑结构图。

4.1.3 污水处理厂智能曝气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。

4.1.4 智能曝气控制系统应结合污水处理厂工艺特点确定控制目标，进行智能曝气控制系统的设计，并应符合下列规定：

1 当采用溶解氧作为过程控制目标时，应综合考虑反硝化过程需求，合理设定溶解氧目标值，避免因溶解氧过高影响反硝化脱氮效果；

2 当采用氨氮、化学需氧量等出水水质指标作为控制目标时，应充分考虑水质数据的滞后性，避免水质超标。

4.1.5 智能曝气控制系统应根据曝气管路布置情况和单组生物池设计规模确定控制方式，可选择分区控制方式或整体控制方式。

【条文说明】本条规定了污水处理厂智能曝气控制系统的控制方式。

曝气管路布置支持分区控制时，宜优先采用分区控制方式；曝气管路布置不支持分区控制或单组生物池设计规模偏小时，建议采用整体控制方式。

4.1.6 采用整体控制方式时，智能曝气控制系统应根据控制目标与实际工艺参数计算生物池总需气量，并控制鼓风机输出的曝气量与计算需气量相匹配，从而实现生物池曝气过程的按需曝气。

4.1.7 采用分区控制方式时，控制分区的划分应符合下列规定：

1 控制分区的空气管路应相互独立；

2 控制分区的设计应符合污染物降解的梯度变化规律，每组生物池宜设置2-3个控制分区。

【条文说明】采用分区控制方式时，应对空气管路进行优化设计，确保不同曝气控制区的空气管路相互独立，曝气支管优选采用枝状分布形式，不建议采用环状分布或级联分布形式。

4.2 硬件部分

4.2.1 智能曝气控制系统硬件应由工程师站、操作员站、服务器、控制柜、仪表、曝气设备和执行机构等构成。执行机构包括变频器、空气调节阀门等。曝气设备包括鼓风机、表面曝气机、射流曝气器等。仪表包括液位计、流量计、压力计、溶解氧仪、在线水质仪表等。

【条文说明】智能曝气控制系统应将曝气充氧过程相关的所有仪表、设备数据采集至系统，包括进出水流量、过程水质仪表、曝气设备状态等。

仪表可用于监测污水处理过程中的进水流量、过程水质等物理、化学参数，

实时监测污染物降解情况和控制效果，为智能曝气控制系统曝气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、曝气量等信息，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。

智能曝气控制系统部署在控制柜时，控制系统根据预设的控制逻辑进行计算并直接输出控制信号；智能曝气控制系统部署在服务器/工程师站时，系统根据预设的控制逻辑进行计算，将风机、变频器或空气调节阀门等设备的控制命令输出至控制柜。

智能曝气控制系统部署在控制器时，应配置高性能中央控制器，以满足系统高算力的需求。应配置数据存储功能，用于独立存储智能曝气控制系统运行关联数据及后续数据调用与分析，且存储空间应能满足至少 1 年的数据存储需求。同时，应配置灵活的网络接口。

4.2.2 鼓风机应能根据控制信号调整风机的输出风量，实现曝气量的调节。鼓风机的选型和功能应满足下列要求：

- 1 应具备远程控制性能，能够对鼓风机的启停、频率、转速或导叶开度进行调节，应具有一定的风量调节范围。
- 2 单台鼓风机应配置就地控制柜，多台鼓风机应配置集中控制柜。
- 3 选型时应充分考虑出口压力和流量调节范围，避免多台风机运行时由于出口压力过低影响风量调节范围或产生风量调节盲区。

【条文说明】鼓风机用于提供曝气所需空气。

4.2.3 表面曝气机和射流曝气器等曝气设备应能根据控制信号进行转速、浸没深度等参数的调整，改变空气与水的接触情况，实现曝气量的调节。

4.2.4 空气调节阀应能根据风量需求精准调节所控管道的气体流量，在一定范围内应具备良好的线性调节性能，确保曝气量与实际需求相匹配。

【条文说明】本条规定了空气调节阀的要求。

空气调节阀口径应根据曝气量设计工作范围进行合理选型。空气调节阀的选型应采用专业用于精准调节气体流量的阀门，同时需考虑过阀压损，尽可能减少阀门压力损失。空气调节阀和执行机构应能满足实际工况的快速响应需求，最快

可实现分钟级别的调节频率。

4.2.5 仪表选型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。

4.2.6 仪表监测点和空气调节阀的布置应综合考虑测量数据的准确度、检测频次和维护成本等因素，根据智能曝气控制目标、控制策略需求和工艺流程等进行合理设计，并应符合下列规定：

- 1 空气总管及空气管路上应安装压力变送器；
- 2 当出水氨氮标准要求较高时，宜在每组生物池中安装在线氨氮仪表；
- 3 当采用分区控制策略时，每个曝气控制分区应设置空气调节阀和气体流量计，并在每个控制分区设置溶解氧仪表、污泥浓度仪表、氨氮仪表等检测仪表，实现对控制分区的监测和控制。

【条文说明】本条规定仪表布置位置的要求。

仪表用于前馈、反馈或模型数据的获取。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。

4.2.7 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，以无线的方式接入物联网管理平台，并应符合现行行业标准《水资源监测数据传输规约》SL/T 427、《水文监测数据通信规约》SL/T 651、《污染物在线监控（监测）系统数据传输标准》HJ 212 的有关规定。

4.3 软件部分

4.3.1 智能曝气控制系统软件应包括曝气控制软件和基础支撑软件。

4.3.2 曝气控制软件基于曝气控制算法实现曝气量的自动控制，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、需气量计算模块、风量

控制模块、故障诊断模块、安全保障模块等模块。

【条文说明】曝气控制算法的设计需充分考虑工艺的滞后性以及仪表检测的滞后时间。

曝气控制算法是曝气控制软件的核心内容。曝气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曝气量，再通过曝气设备与曝气量之间的对应关系，将理论曝气量转换为曝气设备的控制信号下发至设备，以实现按需曝气。

4.3.3 数据采集模块应对曝气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，以满足曝气控制算法的需求。

【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。

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。

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、曝气量数据，可识别数据变化的规律和趋势，为智能曝气控制提供重要依据。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，包括曝气总电耗、吨水电耗等，为优化曝气控制策略提供支持；数据预测可对未来的水质变化和曝气量需求进行预测，为智能曝气控制系统提供前瞻性的决策支持，对于实现精准控制、减少曝气过程的能源浪费和提高

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 5 分钟，历史存储时间跨度不宜低于 1 年。

4.3.7 需气量计算模块应内置需气量计算算法，根据控制目标和需气量的关系建立合理的数学模型，实现需气量的自动计算。

【条文说明】控制目标包括溶解氧、氨氮等。

4.3.8 需气量计算算法应按照“一厂一策”的原则进行开发和优化，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、曝气管道布置、设备状态等现状进行开发，满足曝气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，空载运行中输出的曝气量和曝气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，算法应自动切换至安全备用策略或基于经验的预设控制策略。

5 算法应考虑曝气量和设备的安全保护，对设备开启程度和曝气量设置合理阈值。

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】本条规定需气量计算算法的要求。

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，让智能曝气控制系统接入真实的在线数据，通过控制算法实时计算理论需气量，但并不对曝气设备等执行机构输出控制信号，同时期的曝气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曝气量，理论曝气量计算值是否在合理范围内，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 需气量计算算法的数学模型包括工艺模型、数据驱动模型和组合模型等，数学模型的选择应充分考虑曝气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，数据集能覆盖曝气过程的大部分工况。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 当模型计算的理论曝气量因输入数据或参数取值不合理得出异常结果（负值、低于或高于曝气设备的实际输出能力）时，控制系统应具备自动纠正能力，将理论曝气量自动约束在实际曝气设备的真实输出能力范围之内，进而指导实际曝气量的输出。

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 风量控制模块应内置风量控制算法，根据需气量计算模块得到的需气量，对空气调节阀或鼓风机等设备进行控制，使实际曝气量匹配需气量。

【条文说明】风量控制模块的要求。

当采用分区控制方式时，风量控制模块根据控制分区需气量计算得到分区空气调节阀开度，并输出至阀门，所有分区需气量之和为总需气量，输出至鼓风机主控制柜 MCP；当采用整体控制方式时，风量控制模块根据总需气量计算得到鼓风机总风量或转换为主管压力，并输出至鼓风机主控制柜 MCP。

当污水处理厂鼓风机房未配置主控制柜 MCP 时，智能曝气控制系统应包含鼓风机控制模块，能够根据总需气量自动调整鼓风机的开度/频率等参数或自动启停鼓风机，满足总风量的控制需求。

智能曝气控制系统在多个气量控制区的调控中应实现合理调配，稳定单个控制区气量的同时减少对其它控制分区气量的扰动，实现在不同曝气控制单元的快速、精确配气。

4.3.10 故障诊断模块包括故障的识别与报警、故障处理等，保障智能曝气控制

系统的稳定运行与安全生产需求，并应符合下列规定：

- 1 应能识别仪表故障、设备故障以及曝气系统故障，
- 2 一旦检测到故障，系统应立即触发相应的报警信号，并将报警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) 当非关键仪表或设备发生故障时，系统应执行预设的备用控制算法实现自动曝气过程；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) 当关键仪表或设备发生故障时，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。

4.3.11 安全保障模块应确保曝气控制系统安全，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 应能够设置控制系统输出的曝气量、阀门开度、鼓风机开度和频率等参数阈值，将系统实际输出的控制值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 表明智能曝气控制系统失能，应立即切换到手动控制模式。
- 2 智能曝气控制系统应综合考虑设备安全，在阀门调控过程中，应适当降低调节频率，减少执行机构的磨损以延长使用寿命。智能曝气控制系统在调节阀门开度控制各分区气量时，应综合考虑风量调节与曝气系统压力，减小阀门调节造成系统压力增加的情况。

4.3.12 智能曝气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、实时及历史曲线、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，分别用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与智能曝气控制系统相关联的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曝气控制系统的启停控制操作按钮，空气调节阀门设定、手动/自动切换等按钮，同时应开放所有与工艺控制和系统控制相关的参数设置。

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。

4.3.13 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 智能曝气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 系统安全应确保曝气环节工艺和设备运行安全，包括控制系统运行安全、工艺运行安全和设备运行安全等。

【条文说明】本条规定系统安全的要求。

控制系统运行安全是指智能曝气控制系统具有良好的抗干扰能力，可对仪表信号故障/偏差、工艺/设备运行处于非正常工作状态、设备突发性故障或人工异常介入/恢复等异常因素实现稳定应对，确保系统正常使用。

工艺运行安全是指智能曝气控制系统运行过程中应具备抗负荷冲击和保障工艺运行稳定的能力；具备足够的响应速度应对水质和水量的急剧变化。

设备运行安全是指智能曝气控制系统运行过程中应在功能范围内具备对关联设备的保护能力。例如：防止鼓风机的频繁启停和喘振，防止空气调节阀过度频繁调节。

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 智能曝气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 智能曝气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控制。

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 智能曝气控制系统的安装、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】本条规定了智能曝气控制系统安装、调试及验收应遵循的相关标准。

智能曝气控制系统安装、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 智能曝气控制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】本条规定了智能曝气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，调试阶段需对系统进行全面测试和调整，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，以实现精确的曝气量控制。

5.2 安装与调试

5.2.1 智能曝气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 空气调节阀门的安装位置应便于操作检修，前端应配有手动阀门及伸缩器，宜采用法兰或法兰对夹式安装方式。

5.2.3 控制柜宜安装在现场控制室，与污水处理厂自控系统的PLC站位置接近。

5.2.4 执行机构和仪表直接入统一的控制柜。

5.2.5 在智能曝气控制系统调试前，应先进行手动调试，通过人工调节，确保曝气效果正常，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运行的依据。

5.2.6 系统调试应在曝气系统相关仪表、设备和管路安装完毕，并符合安装验收规范要求之后进行。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。

【条文说明】本条规定了系统调试的要求。

5.2.7 智能曝气控制系统联合调试时，应满足下列要求：

- 1 污水处理主工艺系统正常投入运行；
- 2 鼓风机、曝气器等曝气设备处于良好状态，供气系统正常，满足曝气需求；
- 3 控制逻辑动作正确，连锁保护动作正确；
- 4 按顺序投运智能曝气控制系统，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曝气调节，在满足水质要求的前提下，调试最佳自动化运行参数，实现曝气系统的智能化控制；
- 6 在智能曝气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

智能曝气控制系统不能自动调节到稳定状态，智能曝气控制系统应自动退出智能控制模式，并且启用内置的应急运行参数，并发出报警提醒操作人员进行干预。

【条文说明】本条规定了联合调试的要求。

首先进行风量给定追踪测试，风量限值测试，风机自动启停等；系统切到自动运行后，根据各控制区设定的控制目标进行在线自动计算运行，计算气量设定值或压力值给到鼓风机MCP，由MCP控制风机的风量输出及启停。实现按需曝气，稳定生物池工艺运行，达到曝气能耗节约目的。

5.2.8在系统调试过程当中，若出现曝气设备、仪表故障，应检查故障原因，及时恢复，若出现出水水质达到预警值或有超标风险时，应及时切换为手动状态，并手动调节鼓风机风量或空气调节阀，确保水质指标恢复正常，检查导致超标风险的原因并解决后，方可恢复自动状态。

【条文说明】本条规定了调试过程中故障的处理方式。

1 在系统调试过程当中，鼓风机出现故障停机，检查故障原因，并进行恢复，如有必要可以先恢复手动，查找明确原因并解决后，方可恢复系统自动。

2 在系统调试过程中，发现控制区仪表出现故障时，可屏蔽该控制区，待仪表维修后，再将此控制区加入到自动控制序列。

3 在系统调试过程中，实时观察溶解氧调节效果及其他水质指标变化，发现控制效果离指标相差过大等情况，需将此控制区阀门切换为手动，查找原因并解决后，方可恢复系统自动。

5.3 系统验收

5.3.1 智能曝气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。

【条文说明】本条规定了智能曝气控制系统验收的要求。

智能曝气系统在连续运行验收期间，生产应满足基本运行条件，其中测量仪表应准确，鼓风机风量连续可调，空气调节阀可控，同时进水水质水量满足设计要求。

5.3.2 智能曝气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 可靠介质的曝气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 智能曝气系统的性能指标比较，宜选取进水水量水质接近的时间段进行比较，其变化范围不宜过大。智能曝气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、能耗节省等方面进行评估。

【条文说明】性能评价指标体系的要求。

稳定达标主要评估控制系统的控制精度，可采用控制目标（如溶解氧、氨氮等）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：

$$P = \frac{T_1}{T} \times 100\%$$

式中：P —— 稳定达标率，%；

T₁ —— 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：

$$R = \frac{D_1}{D} \times 100\%$$

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。

能耗节省主要评估系统对鼓风机能耗节省效果，可通过实施智能曝气控制系统前后吨水鼓风机电耗表示：

$$S = \frac{U_B - U_A}{U_B} \times 100\%$$

式中： S —— 吨水鼓风机电耗节电率，%；

U_A —— 实施智能曝气控制系统前的吨水鼓风机电耗， kWh/m^3 ；

U_B —— 实施智能曝气控制系统后的吨水鼓风机电耗， kWh/m^3 。

也可通过实施智能曝气控制系统前后单位耗氧污染物电耗的节能效果表示：

$$S' = \frac{U'_B - U'_A}{U'_B} \times 100\%$$

式中： S' —— 单位耗氧污染物电耗节电率，%；

U'_A —— 实施智能曝气控制系统前的单位耗氧污染物鼓风机能耗， kWh/kg ；

U'_B —— 实施智能曝气控制系统后的单位耗氧污染物鼓风机能耗， kWh/kg 。

单位耗氧污染物鼓风机能耗计算公式如下：

$$\omega = \frac{\sum_1^T W \times 1000}{\sum_1^T \{[(BOD_{in} - BOD_{out}) + 3.5 \times (NH4_{in} - NH4_{out})] \times Q_{in}\}}$$

式中： ω —— 单位耗氧污染物鼓风机能耗， kWh/kg ；

W —— T 时间内鼓风机能耗， kWh ；

Q_{in} —— 进水水量， m^3 ；

BOD_{in} —— 进水 BOD 指标污染物浓度， mg/L ；

BOD_{out} —— 出水 BOD 指标污染物浓度， mg/L ；

$NH4_{in}$ —— 进水氨氮指标污染物浓度， mg/L 。

$NH4_{out}$ —— 出水氨氮指标污染物浓度， mg/L ；

6 运行与维护

6.1 一般规定

6.1.1 智能曝气控制系统的运行与维护应包括日常运行控制、曝气设备维护、检测仪表维护、控制系统维护，人员管理和应急事件管理等。

6.1.2 智能曝气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。

6.1.3 智能曝气控制系统运行期间，应按照本规程第 5.3.3 条的要求定期分析系统性能。

6.1.4 应定期检查智能曝气控制系统的运行状态，控制效果未达到预期时应及时调整相关参数。

6.1.5 智能曝气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。

智能曝气控制系统的运行与维护人员，需接受相关培训，了解智能曝气的控制算法逻辑，具备较强的设备和仪表维护能力，能熟练操作使用相关控制系统与软件，并对生化系统脱氮除磷的基本原理有一定的了解。

6.1.6 应采用技术手段监控智能曝气控制系统瘫痪、检测仪表故障、曝气设备故障等特殊情况，并制定对应的应急管理处置预案。

6.2 运行管理

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

【条文说明】运行管理的要求。

智能曝气控制系统运行过程中，应重点关注曝气系统设备状态、仪表数据是否正常，及时处理系统故障信息。

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曝气系统的控制模式和控制参数，并在运行管理过程中关注出水水质和沿程控制参数等控制效果，

如控制目标波动频率超出范围应及时关注水质变化、检查仪表和其他硬件，并合理调整控制参数，必要时需切换至手动控制模式。

【条文说明】本条规定运行中关注控制目标波动和水质变化的要求。

根据现场生产条件，选择和切换合适的控制模式，如手动控制、恒 DO 控制、变 DO 控制、间歇曝气模式、氨氮控制模式等。

在切换至手动控制模式时，应详细说明操作步骤和注意事项，确保操作人员能够在手动期间安全有效地控制曝气过程。

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风机效率、气水比、曝气吨水电耗、削减单位耗氧污染物曝气单耗等指标进行检查，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。保证仪表的测量范围、精度、灵敏度符合工艺要求。

应按照班组或天为周期记录进出水量、进出水质、曝气量、溶解氧等数据，计算曝气能耗、吨水曝气单耗等数据，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检查并记录智能曝气控制系统的控制效果、设备运行状况、仪表数据及工作情况等内容。

6.2.4 智能曝气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 曝气设备、检测仪表、控制系统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】曝气设备、检测仪表、控制系统维护的有关要求。

曝气设备包括鼓风机、空气调节阀门、曝气器装置等。

应确保鼓风机的管路随时保持畅通,无堵塞。定期检查鼓风机的各连接部位、过滤棉、进气口和出气口,及时清理灰尘和其他堆积物,并按维保计划定期更换风机过滤棉、风机过滤器、散热风扇、传感器,以维持设备的正常运行。磁悬浮风机定期检查和更换过滤袋、变频器风扇、变频器风扇电容、变频器驱动风扇、换气管、电机冷却风管,保证备件完好。单级离心风机定期检查和更换压力传感器、油压调节阀、联轴器、隔音棉,保证备件完好。定期更换电机减速箱齿轮油,保证齿轮箱无缺油、油质正常。定期紧固风机机体固定螺栓,要求无松动。定期紧固电气控制接线端子,无接触不良、电源线无老化破损。定期对风机所有轴承加注黄油,轴承运行无异响,并按维保计划定期更换。注意设备各部件防腐,要求无生锈腐蚀部件。检查鼓风机房的温度和湿度,应满足要求。保障风机通讯畅通,定期校准和更换监测系统传感器,以确保准确监测气流和压力。

应定期检查曝气装置的管路,特别注意管路连接处的完整性,紧固阀门及连接处固定螺栓,防止空气泄漏。定期清理和检查曝气装置,特别是曝气头和曝气盘,确保空气分布均匀,必要时采取酸洗及更换曝气膜片。定期排空管道中的冷凝水。

作为曝气的通道,应确保所有阀门的开关状态符合操作需求。定期检查阀门和管路,确保没有裂缝、渗漏,以维护管路的完整性。定期检查法兰、气管、确保无泄漏。检查电磁阀密封件、检查气缸 O 型圈,视情况进行维护和更护。定期对阀门进行润滑,确保阀门灵活可靠地开启和关闭。定期检查阀门各部件防腐情况,确保无生锈腐蚀部件。

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。

DO 在线分析仪表定期进行标定,通过比对空气溶解氧进行校准。定期需要更换探头。

热式气体流量计定期清洁仪表外观、紧固变送器接线端子，定期标定空气流量计，要求数值显示准确。

定期对氨氮在线分析仪进行标定，要求与标液氨氮值一致。定期对探头进行更换，并进行校正。

定期校正在线仪表输出信号，要求数据与中控系统、数采仪显示一致。

进出水流量计、水质仪表需委托有资质第三方检测公司定期校验仪表，需第三方提供检测报告。

6.3.4 应定期分析数据，优化曝气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、运行条件改变或曝气控制算法无法满足出水稳定达标的要求时，应对曝气控制算法进行调整和优化。

6.3.6 智能曝气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 曝气控制软件无修改的，应一年备份一次；有修改的，修改前后应各备份一次。
- 2 曝气控制软件出现问题，应及时联系厂家进行维护和升级；
- 3 安全防护软件应定期升级。
- 4 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 应针对智能曝气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（如溶解氧浓度异常、氨氮超标），且智能曝气控制系统未发出报警或未执行相关控制操作时，运行人员应先将智能曝气控制系统切换为手动模式，并手动调节鼓风机风量或空气调节阀，确保水质指标恢复正常。随后，应对智能曝气控制系统的鼓风机、空气调节阀、仪表、管道等设备逐一检查，排查系统故障原因。同时，对智能曝气控制系统的控制参数进行校核。若所有硬件和参数均正常，则需联系系统生产厂家进一步排查原因。

6.4.2 当出现检测仪表故障的情况时，智能曝气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曝气控制输出，待仪表故障修复后恢复自动控制控制。

6.4.3 当出现鼓风机等曝气设备故障的情况时，智能曝气控制系统应能自动启动备用设备，或维持必要的曝气量控制输出，待设备故障修复后恢复自动控制模式。

6.4.4 当出现智能曝气控制系统计算错误时，运行人员需先将曝气控制切换为手动模式，人工重启智能曝气控制系统，并结合理论计算和现场进水水量、水质等参数，人工校验其计算的准确性。若问题仍未解决，应联系系统生产厂家进一步排查原因。

6.4.5 当出现空气调节阀频繁动作时，运行人员需检查进水水质、水量变化情况。若水质、水量波动较大，应调整曝气系统参数，减少风量调节阀的动作频次；若水质、水量较稳定，则运行人员应先将曝气控制切换为手动模式，人工重启智能曝气控制系统，观察其调节频次。若问题仍然存在，则需联系系统生产厂家进行排查和处理。

6.4.6 当出现智能曝气控制系统崩溃或与自控通讯中断的情况时，中控系统应当给出报警信息（包括声光报警、弹窗报警等），运行人员需先将曝气控制切换为手动，人工重启智能曝气控制系统，若重启后系统不能恢复运行，则需上报厂内运行负责人或联系智能曝气控制系统提供厂家。

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

《污染物在线监控（监测）系统数据传输标准》HJ 212

《水污染源在线监测系统安装技术规范》HJ/T 353

《水资源监测数据传输规约》SL/T 427

《水文监测数据通信规约》SL/T 651