

ICS 13.030.20
CCS P 03

DB21

辽宁省地方标准

DB21/T 4162—2025

城镇污水处理厂低碳运行技术规程

Technical standards for low-carbon operation of urban sewage treatment plants

2025-07-30 发布

2025-08-30 实施

辽宁省住房和城乡建设厅
辽宁省市场监督管理局

联合发布

辽宁省地方标准

城镇污水处理厂低碳运行技术规程

Technical standards for low-carbon operation of urban sewage treatment plants

DB21/T 4162—2025

主编单位： 沈阳环境科学研究院
批准部门： 辽宁省住房和城乡建设厅、辽宁省市场监督管理局
施行日期： 2025 年 8 月 30 日

2025 沈 阳

前 言

根据辽宁省住房和城乡建设厅《2023 年度辽宁省工程建设地方标准制修订计划》的要求，由沈阳环境科学研究院会同有关单位编制完成本规程。本规程编制过程中，编制组经广泛调查研究，参考国内外先进工作经验及其他相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定完成本规程。

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。

本规程共分为 8 章，主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 碳排放核算；5. 处理构筑物的运行优化；6. 设备改造；7. 替碳路径；8. 运行管理。

本规程由辽宁省住房和城乡建设厅、辽宁省市场监督管理局负责管理，由沈阳环境科学研究院负责具体技术内容的解释。本规程发布实施后，任何单位或个人如有意见或建议，均可来电和来函等方式进行反馈。（归口管理部门：辽宁省住房和城乡建设厅 地址：沈阳市和平区太原北街 2 号；联系电话：024-23447652。规程起草单位：沈阳环境科学研究院 地址：沈阳市浑南区全运三路 98 号，邮编：110167，联系电话：024-24520880，电子邮箱：zhangl_2016@163.com）。

本规程主编单位：沈阳环境科学研究院

本规程参编单位：哈尔滨工业大学

天津工业大学

大连市市政设计研究院有限责任公司

中国科学院大连化学物理研究所

辽宁省生态环境事务服务中心

沈阳市城乡建设事务服务中心

国能辽宁环保产业集团有限公司

天津汉晴环保科技有限公司

大连市生态环境事务服务中心

本规程主要起草人：张 磊 魏亮亮 王 捷 王泳璇 刘 强 王艳青 陶 冶 周 鑫 彭 帅
王金龙 葛树成 贾 辉 韩永良 战 栎 王溪泮 王中阳 裴江涛 魏春飞
蒋 帅 于 洋 孙 坦 吴 波 张 静 任海燕 孙 莹 曹小磊 古林利

本规程主要审查人：李亚峰 王庆辉 夏志忠 罗 庆 王 帅 吕学东 白 阳

目 录

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	碳排放核算	4
4.1	一般规定	4
4.2	核算边界	4
4.3	核算方法	4
5	处理构筑物的运行优化	6
5.1	一般规定	6
5.2	预处理	6
5.3	生化处理	7
5.4	深度处理	7
5.5	污泥处理	8
6	设备改造	9
6.1	一般规定	9
6.2	耗能设备	9
6.3	控制系统	9
6.4	暖通空调系统	10
7	替碳路径	11
7.1	污泥消化	11
7.2	光伏发电	11
7.3	污水源热泵	11
8	运行管理	13
8.1	水质管理	13
8.2	设备管理	13
8.3	档案管理	13
附录 A	常用化石燃料相关参数缺省值	14
附录 B	常用药剂碳排放因子	15
本规程	用词说明	16
引用标准	名录	17
条文	说明	18

1 总则

- 1.0.1 为提高辽宁省城镇污水处理厂的低碳运行水平，促进污水处理行业低碳绿色发展，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于城镇污水处理厂运营期间的碳排放核算、碳减排方案制定与实施和低碳运行管理。
- 1.0.3 城镇污水处理厂低碳运行除应符合本规程外，尚应符合国家和辽宁省现行相关标准的规定。

2 术语

2.0.1 低碳运行 low-carbon operation

以低能耗、低排放、低污染为目标，通过优化运行、技术改造、管理升级等措施，减少碳排放的运行模式。

2.0.2 活动水平数据 activity level data

导致碳排放的生产或消费活动的活动量，例如各种燃料的消耗量、购入的电量和热力的数量等。

2.0.3 污泥处置 sludge disposal

对污泥的最终消纳过程，一般包括土地利用、混合填埋、综合利用等。

3 基本规定

- 3.0.1 城镇污水处理厂低碳运行不应影响污水处理系统的安全生产和稳定运行。
- 3.0.2 城镇污水处理厂应建立低碳运行管理目标，并应通过技术措施及制度要求逐步实现该目标。
- 3.0.3 低碳运行管理目标的建立，应考虑国家和地方相关法律法规和其他要求，同时考虑财务、运行、经营条件、可选择的低碳技术等因素。
- 3.0.4 低碳运行管理目标宜根据城镇污水处理厂的实际运行碳排放情况进行年度动态调整。
- 3.0.5 碳排放核算应采用基于活动水平数据和碳排放因子的计算方法进行。
- 3.0.6 城镇污水处理厂应制定碳排放核算制度，定期对碳排放数据进行核算，并形成报告。
- 3.0.7 城镇污水处理厂在开展低碳运行专项技术改造时，应对现有技术路线、建（构）筑物、设备设施等进行科学系统评价，经技术和经济论证后，合理选用成熟可靠的新技术、新工艺、新设备和新产品。
- 3.0.8 宜将低碳运行工作纳入城镇污水处理厂的运行质量评价中，以促进减污降碳工作持续开展。

4 碳排放核算

4.1 一般规定

- 4.1.1 统计报告期内，城镇污水处理厂实际污水处理量不宜低于设计处理能力的 60%。
- 4.1.2 城镇污水处理厂在统计报告期内必须连续运行，达到国家和地方污染物排放（控制）标准规定的相关要求，无超标情况。
- 4.1.3 能源计量器具的配备和管理应符合《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB 17167 的要求，药剂计量器具应按照《计量器具检定周期确定原则和方法》JJF 1139 要求定期检定。
- 4.1.4 城镇污水处理厂应建立碳排放数据记录管理体系，包括数据来源、数据获取时间以及相关责任人等信息的记录管理。

4.2 核算边界

- 4.2.1 城镇污水处理厂运行阶段碳排放核算范围包括主要生产系统、辅助生产系统和附属构筑物的碳排放量，不包括污染物转化过程中产生的碳排放量。
- 4.2.2 主要生产系统包括预处理系统、生化处理系统、深度处理系统、污泥脱水系统和除臭系统，不包括污泥（脱水后）运输和处置系统。
- 4.2.3 辅助生产系统包括供电系统、机修车间、锅炉房、热泵机房、库房等。
- 4.2.4 附属构筑物包括办公室、化验室、食堂、车间浴室、休息室、更衣室等。

4.3 核算方法

- 4.3.1 城镇污水处理厂进行碳排放核算应符合《工业企业温室气体排放核算和报告通则》GB/T 32150 的相关规定，工作流程包括以下步骤：

- 1 识别排放源；
- 2 收集活动数据；
- 3 选择和获取碳排放因子；
- 4 计算城镇污水处理厂的碳排放量。

- 4.3.2 城镇污水处理厂生产运行过程中的碳排放量等于核算边界内化石燃料燃烧、消耗外购电力、消耗药剂和消耗外购热力产生的碳排放当量之和，按下式计算：

$$E = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{外购电}} + E_{\text{药剂}} + E_{\text{外购热}} \dots \dots \dots (1)$$

式（1）中：

E ——生产运行过程中产生的碳排放总量（t CO₂-eq）；

$E_{\text{燃烧}}$ ——化石燃料燃烧产生的碳排放量（t CO₂-eq）；

$E_{\text{外购电}}$ ——外购电力消耗产生的碳排放量（t CO₂-eq）；

$E_{\text{药剂}}$ ——药剂消耗产生的碳排放量（t CO₂-eq）；

$E_{\text{外购热}}$ ——外购热力消耗产生的碳排放量（t CO₂-eq）。

- 4.3.3 城镇污水处理厂运行阶段所涉及的化石燃料燃烧排放包括煤炭、汽油、柴油、天然气等化石

燃料在各种类型的固定和移动生产设备中发生氧化燃烧过程产生的碳排放。化石燃料燃烧产生的碳排放量按下式计算：

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (M_{rl,i} \times NVC_i \times CC_i \times O_i \times \frac{44}{12}) \dots\dots\dots (2)$$

式（2）中：

$M_{rl,i}$ ——统计报告期内消耗的第*i*种化石燃料总量（t 或 10⁴Nm³）；

NVC_i ——第*i*种化石燃料的平均低位发热量（GJ/t 或 GJ/10⁴Nm³），可自行检测、委托检测或由供应商提供，无实测时可按本标准附录 A 确定；

CC_i ——第*i*种化石燃料的单位热值含碳量（tC/GJ）；

O_i ——第*i*种化石燃料的碳氧化率；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的分子量之比；

i——使用化石燃料的种类数量。

4.3.4 城镇污水处理厂消耗的外购电量产生的碳排放量按下式计算：

$$E_{\text{外购电}} = E_d \times EF_d \dots\dots\dots (3)$$

式（3）中：

E_d ——统计报告期内外购电力总消耗量（MWh）；

EF_d ——电力排放因子（t CO₂-eq/MWh），采用主管部门最新发布的全国电网平均碳排放因子。

4.3.5 城镇污水处理厂消耗药剂包括生产运行过程中消耗的混凝剂、絮凝剂、消毒剂、清洗剂、碳源等化学药剂。药剂消耗产生的碳排放量按下式计算：

$$E_{\text{药剂}} = \sum_{i=1}^n (M_{cl,i} \times EF_{cl,i}) \dots\dots\dots (4)$$

式（4）中：

$M_{cl,i}$ ——统计报告期内第*i*种药剂的总消耗量（t）；

$EF_{cl,i}$ ——第*i*种药剂的排放因子（t CO₂-eq/t），采用主管部门最新发布的数据或按本标准附录 B 确定；

i——使用药剂的种类数量。

4.3.6 城镇污水处理厂消耗的外购热力产生的碳排放量按下式计算：

$$E_{\text{外购热}} = E_h \times EF_h \dots\dots\dots (5)$$

式（5）中：

E_h ——统计报告期内外购热力总消耗量（GJ）；

EF_h ——热力供应的二氧化碳排放因子（t CO₂/GJ），采用主管部门最新发布的数据或采用缺省值 0.11。

5 处理构筑物的运行优化

5.1 一般规定

- 5.1.1 城镇污水处理厂应持续开展工艺运行优化工作,提高处理效率,降低碳排放,实现减污降碳、协同增效。
- 5.1.2 城镇污水处理厂宜与排水管网、泵站建立联动机制,统筹制定工艺优化调控方案,实现高效稳定运行。
- 5.1.3 城镇污水处理厂应定期采集排水管网、泵站的水质、水量数据,加强源头管控。
- 5.1.4 城镇污水处理厂应开展工艺全流程分析,建立全流程运行优化控制策略,充分发挥处理效能。
- 5.1.5 城镇污水处理厂的工艺运行优化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 和《城镇污水处理厂运行监督管理技术规范》HJ 2038 有关规定。
- 5.1.6 城镇污水处理厂应定期评估污水处理系统的低碳运行效果,评估结果用于指导工艺调控。

5.2 预处理

- 5.2.1 在满足管网设计要求的前提下,构建厂网联动机制,优化进水水泵运行台数和运行时间。
- 5.2.2 应按栅渣量和工艺要求控制开启格栅机的运行台数、时间和频次。
- 5.2.3 集水井、调节池的运行应符合以下要求:
 - 1 多台水泵不得同时开启,应间隔启动;
 - 2 水泵开启应避免出现抢水问题,相邻水泵不宜同时开启,宜采用编组轮值和动态液位联合控制;
 - 3 水泵运行过程中发现异常情况,如突然发生异常声响或振动等,必须立即停机;
 - 4 集水井和调节池应定期清洗,防止井(池)底积泥、浮渣厚度过大,并定期检查液位计,确保液位数据准确有效。
- 5.2.4 沉砂池的运行应符合以下要求:
 - 1 应定期检测分析污水中的含砂量及其去除效率,并根据含砂量变化和沉砂池类型及时调整沉砂池的流速、排砂时间和排砂频次;
 - 2 沉砂池连续运行时,应保持排砂管通畅,并定期检查积砂情况;
 - 3 选用曝气沉砂池时,曝气系统宜单独控制,曝气空气量应根据水量的变化进行调节;
 - 5 应定期检查沉砂池池底淤积沉砂量,宜采用抽砂设备及时清理沉砂,并对清理出的沉砂进行妥善处理或处置。
- 5.2.5 初次沉淀池的运行应符合以下要求:
 - 1 应根据池组设置和进水量变化调节配水量,各池组配水应均匀,并合理控制运行负荷;
 - 2 当进水 SS 浓度小于 150 mg/L 或初次沉淀池出水 BOD₅ 浓度明显降低时,可采取超越初次沉淀池模式运行。

5.3 生化处理

5.3.1 生物反应池的运行应符合以下要求：

- 1 按池组设置情况及运行方式，调节各池进水水量，使各池均匀配水，并合理控制运行负荷；
- 2 多点进水的生物反应池应根据进水水质合理分配各个进水点的水量，充分利用污水中的碳源；
- 3 生物反应池好氧区宜实时监控溶解氧浓度、ORP、pH 和出水口氨氮浓度，并采用梯度溶解氧控制策略，避免过度曝气；
- 4 应定期核算生物反应池的污泥负荷，并根据季节变化和实际进水负荷及时调整污泥浓度，避免污泥浓度过高造成搅拌设备和鼓风机能耗过高；
- 5 采用鼓风曝气的生物反应池，应定期检查气体管道、阀门，运行风量应高于喘振曲线的限定风量；
- 6 采用转刷曝气的氧化沟，应根据运行负荷调整叶片（轮）浸没深度、转速和开启台数；
- 7 生物滤池应按设计要求及实际运行情况，合理调整滤池反冲洗周期，并控制气、水反冲洗强度，降低反冲洗水头损失。

5.3.2 二沉池排泥周期一般不宜过长，当排泥不彻底时应停止工作，采用人工冲洗的方法彻底清除污泥。

5.3.3 泥水分离选用膜分离工艺时，运行应符合以下要求：

- 1 每个膜组件宜设置独立的空气调节阀，以精确控制膜池曝气量；
- 2 抽吸泵宜低于液位安装，以确保抽吸泵有足够的吸程；
- 3 抽吸泵宜与曝气系统联动，曝气停止时抽吸泵自动停止工作。

5.3.4 碳源宜选用低分子有机物，应在生物反应池缺氧区选取溶解氧浓度低、搅拌效果好的点位进行投加。

5.3.5 城镇污水处理厂可在依法依规的前提下利用淀粉制造、酒精制造等行业排放的可生化性良好的工业废水作为碳源补充。

5.4 深度处理

5.4.1 絮凝剂、除磷剂应按照《水的混凝、沉淀试杯试验方法》GB/T 16881 要求进行小试试验，选择合适的药剂类型和投加量。

5.4.2 配制、稀释药剂宜优先选用回用水。

5.4.3 滤池过滤介质应定期检测，并及时更换。

5.4.4 常规次氯酸钠、二氧化氯等消毒方式宜将出水余氯指标作为控制参考指标，结合出水粪大肠菌群指标，及时调整消毒剂投加量。

5.4.5 采用紫外线消毒时，应根据水量和出水粪大肠菌群指标确定紫外线灯管开启数量。

5.4.6 用于净化尾水的人工湿地运行应符合以下要求：

- 1 湿地植物成熟后应及时收割、处理和利用；
- 2 应防止湿地内杂草滋生，并及时清除植物的枯枝落叶；
- 3 宜采用间歇运行、定期清淤、局部基质更新等方法，防止湿地出现淤堵现象。

5.5 污泥处理

- 5.5.1 污泥处理系统宜通过合理控制浓缩池运行方式提高污泥浓缩效果，提升污泥脱水系统运行效率，有效降低污泥脱水系统的能耗和药耗。
- 5.5.2 应定期对加药螺旋、加药泵、反冲洗泵等进行维护保养，保持加药装置运行精准。
- 5.5.3 应定期检测污泥泥质，当污泥性质发生变化时，及时调整药剂的种类及投加比例。

6 设备改造

6.1 一般规定

6.1.1 应根据碳排放核算报告结果制定科学、合理的设备改造方案，改造方案应包括下列内容：

- 1 污水处理厂基本情况介绍，包括但不限于实际水质水量、污染物排放标准、工艺流程、主要设备和构筑物等；
 - 2 设备运行现状和改造需求分析；
 - 3 设备改造的工程量、设备选型、成本估算及施工组织方案；
 - 4 设备试运行方案；
 - 5 开展经济效益、环境效益及其它效益分析，测算成本回收期。
- 6.1.2 设备改造完成后，应及时对相关操作、维护人员进行培训和技术交底。
- 6.1.3 应建立设备节能改造设计、施工、验收、运行管理档案，便于故障问题的排查及追溯。

6.2 耗能设备

- 6.2.1 应对变压器运行年度的实际负荷率进行评估，若实际负荷率大于 85%，则宜更换容量合适的变压器。
- 6.2.2 宜更换或改造高耗能设备，选用的通用耗能设备应符合相关的用能产品经济运行标准要求，电动机系统应符合《三相异步电动机经济运行》GB/T 12497 的节能评价要求，泵系统应符合《离心泵、混流泵与轴流泵系统经济运行》GB/T 13469 的节能评价要求，风机系统应符合《通风机系统经济运行》GB/T 13470 的节能评价要求，电力变压器应符合《电力变压器经济运行》GB/T 13462 的节能评价要求。
- 6.2.3 宜采用线路优化、设备更换等措施提高功率因数，减少无功功率，降低线路损耗，实现节能降耗。

6.3 控制系统

- 6.3.1 应根据低碳运行的管理目标，建立或升级具有精确曝气、精确加药和精确排泥功能的控制系统。参与精确控制的设备应采用变频控制方式。
- 6.3.2 控制系统的选择应符合以下要求：
- 1 应采用成熟、安全和兼容性良好的软硬件设备和技术；
 - 2 应具备可监控的远程控制、诊断修复及故障报警等功能；
 - 3 应具备良好的全开放功能；
 - 4 应具备自动控制和手动控制两种模式；
 - 5 应具备存档备份功能。
- 6.3.3 控制系统建立或改造完成后，应由具备资质和经验的调试人员，进行控制系统调试。

6.4 暖通空调系统

6.4.1 有条件的城镇污水处理厂宜选用污水源热泵供热和制冷。

6.4.2 对于采用散热器供热，且供热效率低的建构筑物，宜对末端散热器及热水供热管网系统进行改造以提升供热系统能量利用效率。

6.4.3 宜由专业人员定期对建筑的保温隔热性能和气密性进行检测评估，建筑围护结构的保温隔热性能应满足《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的有关要求。

7 替碳路径

7.1 污泥消化

7.1.1 污泥消化技术应根据污泥性质、环境要求、工程条件和污泥处置方式综合选用，工程设计应符合《室外排水设计标准》GB 50014 和《大中型沼气工程技术规范》GB/T 51063 有关规定。

7.1.2 污泥挥发性固体含量低或污泥消化系统未满足负荷运行时，可以和餐厨垃圾、畜禽粪便等生物质进行协同处理。

7.1.3 污泥消化池的运行应符合以下要求：

- 1 进料中不宜含有粒径大于 0.2mm 的粗砂或长度大于 40mm 的纤维；
- 2 进料中油脂含量不宜大于 15%（以干泥计）；
- 3 空池启动前，应对气相空间、沼气储罐及管线进行氮气置换；
- 4 应定期检测池内的发酵温度、pH、挥发性脂肪酸、总碱度，并测定沼气成分，根据检测数据调整消化池运行参数；
- 5 沼气系统中的压力安全阀应至少半年校验 1 次；
- 6 消化池顶部应设置避雷针，并定期检查。

7.2 光伏发电

7.2.1 光伏工程应进行勘察和可行性评估，并根据城镇污水处理厂的规划设计进行发电量预估。

7.2.2 新建城镇污水处理厂的光伏工程应纳入建筑工程管理，应有专项设计或作为节能工程设计的一部分，建（构）筑物设计应根据光伏组件的类型、安装位置和安装方式，为光伏组件的安装、使用、维护和保养提供必要的承载空间。

7.2.3 在既有城镇污水处理厂安装光伏系统，必须进行建（构）筑物结构安全复核，必要时增加支撑结构，并应符合《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 相关要求，电气安全应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 相关要求，防雷设计应符合《建筑物防雷设计规范》GB 50057 相关要求。

7.2.4 光伏系统应优先选用环保低碳、节能高效的设备和材料。

7.2.5 光伏系统的最大系统电压不宜大于 1000V DC。

7.2.6 光伏系统应设置远程自动控制系统，实现无人值守，并定期查看设备运行工况；具备条件的，宜布置远程视频监控系统。

7.2.7 光伏系统的设计安装、运行维护按照《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368 有关规定执行。

7.3 污水源热泵

7.3.1 污水源热泵系统可利用的污水主要包括城镇生活污水、城镇污水处理厂尾水和再生水。

7.3.2 污水源热泵系统的设计方案，应根据污水源条件、建（构）筑物用途及功能、冷热负荷构成特点等，通过技术经济比较确定。设计中应优先采用新工艺、新技术、新材料和新设备。

- 7.3.3 污水源热泵系统的污水源水质应符合《城镇污水热泵热能利用水质》CJ/T 337 的规定。
- 7.3.4 污水源热泵系统设计前，应评估污水热能利用对城镇污水处理厂稳定、安全运行的影响。
- 7.3.5 污水源热泵系统的设计、施工和运行应符合《水源热泵系统经济运行》GB/T 31512 有关要求。
- 7.3.6 污水源热泵机组的能效等级宜达到《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 要求的 2 级及以上标准。

8 运行管理

8.1 水质管理

8.1.1 城镇污水处理厂应对进水、出水等进行检测，检测项目、检测方法和检测周期应符合《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918、《城镇污水水质标准检验方法》CJ/T 51 和《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。

8.1.2 城镇污水处理厂应建立水质检测化验室，化验室的设置、仪器配置和管理应符合《城镇供水与污水处理化验室技术规范》CJJ/T 182 的要求。

8.1.3 化验室应建立岗位责任制和检测质量保证体系，检测人员应持证上岗，每年宜进行不少于 1 次的培训和考核。

8.1.4 化验室不具备检测能力时，必须委托具有资质的检测机构对水质进行检测。

8.1.5 应定期检查自动监测系统输出数据，汇总水质报表，并作为存档资料保存。

8.1.6 人工检测结果和自动监测数据应进行汇总分析，指导污水处理厂运行调控。

8.2 设备管理

8.2.1 应制定并实施耗能设备及系统运行管理制度，包括但不限于节能管理制度、节水管理制度、巡检维护制度等，并应定期评估和修订。

8.2.2 应建立完整的设备档案资料，内容应包括但不限于：出厂资料、设备编号、主要技术参数、关键备品备件信息、维修保养记录、故障记录、更新和报废等记录。

8.2.3 应制定调试制度，定期由专业人员对设备和控制系统进行调试，优化系统运行状态。

8.2.4 应定期开展设备预防性维修保养工作，防止出现设备意外停机等情况，实现设备的稳定、低耗运行。

8.2.5 城镇污水处理厂应按照《能源管理体系要求》GB/T 23331 有关要求建立能源管理体系，对能耗原始记录、台账等文档进行管理。

8.3 档案管理

8.3.1 城镇污水处理厂应建立碳排放档案管理制度，配备专（兼）职人员负责，做好档案资料的收集、整理和归档工作。

8.3.2 鼓励使用数字化档案管理，宜采用电子版和纸质版本双重存档模式，并能随时调阅。

8.3.3 档案收集应包括但不限于以下内容：

- 1 碳排放源一览表；
- 2 化石燃料、电力、药剂和热力消耗报表；
- 3 外购电量、药剂和热量（含发票或结算单等结算凭证）；
- 4 计量器具检定记录；
- 5 引用排放因子和其他估算参数的规范性文件、参考文献等；
- 6 碳排放核算报告的编制说明及最终文本。

附录 A 常用化石燃料相关参数缺省值

A. 0. 1 相关参数缺省值按表 A. 0. 1 选取。

表 A. 0. 1 常用化石燃料相关参数缺省值

燃料种类	平均低位发热量 (GJ/t 或 GJ/10 ⁴ Nm ³)	单位热值含碳量(tC/GJ)	碳氧化率
原煤	20. 908	26.37×10^{-3}	0. 94
洗精煤	26. 344	25.41×10^{-3}	0. 94
其他洗煤	10. 454	25.80×10^{-3}	0. 94
焦炭	28. 435	29.50×10^{-3}	0. 93
其他焦化产品	33. 778	29.20×10^{-3}	0. 98
原油	41. 816	20.10×10^{-3}	0. 98
汽油	43. 070	18.90×10^{-3}	0. 98
煤油	43. 070	19.60×10^{-3}	0. 98
柴油	42. 652	20.20×10^{-3}	0. 98
燃料油	41. 816	21.10×10^{-3}	0. 98
其他石油制品	40. 200	20.00×10^{-3}	0. 98
液化石油气	50. 179	17.20×10^{-3}	0. 98
炼厂干气	46. 055	15.70×10^{-3}	0. 98
天然气	389. 31	15.30×10^{-3}	0. 99
焦炉煤气	173. 54	12.10×10^{-3}	0. 98
其他煤气	169. 70	12.10×10^{-3}	0. 98

附录 B 常用药剂碳排放因子

B.0.1 常用化学药剂及其碳排放因子如表 B.0.1 所示。

表 B.0.1 常用化学药剂及其碳排放因子

化学药剂	碳排放因子 (t CO ₂ -eq/t)
碱度	1.74
氢氧化钠	1.12
甲醇	1.54
乙酸钠	0.623
聚合氯化铝 (PAC)	1.62
硫酸铝	0.50
六水三氯化铁	2.71
聚丙烯酰胺 (PAM)	1.50
石灰	0.68
其它絮凝剂	2.50
次氯酸钠	0.92
液氯	2.00
双氧水	1.14
其它消毒剂	1.40

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”。

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”或“可”；

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 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《三相异步电动机经济运行》GB/T 12497
- 《电力变压器经济运行》GB/T 13462
- 《离心泵、混流泵与轴流泵系统经济运行》GB/T 13469
- 《通风机系统经济运行》GB/T 13470
- 《水的混凝、沉淀试杯试验方法》GB/T 16881
- 《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB 17167
- 《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918
- 《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577
- 《能源管理体系要求》GB/T 23331
- 《水源热泵系统经济运行》GB/T 31512
- 《工业企业温室气体排放核算和报告通则》GB/T 32150
- 《室外排水设计标准》GB 50014
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
- 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411
- 《大中型沼气工程技术规范》GB/T 51063
- 《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368
- 《城镇污水水质标准检验方法》CJ/T 51
- 《城镇供水与污水处理化验室技术规范》CJJ/T 182
- 《城镇污水热泵热能利用水质》CJ/T 337
- 《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60
- 《城镇污水处理厂运行监督管理技术规范》HJ 2038
- 《计量器具检定周期确定原则和方法》JJF 1139

辽 宁 省 地 方 标 准

城镇污水处理厂低碳运行技术规程

DB21/T 4162—2025

条文说明

1 总则

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。

3 基本规定

3.0.1 本条规定了城镇污水处理厂开展低碳运行工作的基本原则。

3.0.7 城镇污水处理厂的原设计方案均经过专业设计和审核，因此开展低碳改造时，应充分了解原设计的用途和目的，结合现有情况寻找原设计存在的问题，经技术和经济论证后调整优化，制定技改实施方案。

3.0.8 目前对城镇污水处理厂的监督考核主要是保证污水处理厂安全生产和达标运行，为了引导城镇污水处理厂减污降碳工作的开展，行业主管部门和运营单位可将低碳运行纳入到运营管理质量考核工作中。

4 碳排放核算

4.1 一般规定

4.1.3 本条规定了能源计量器具和药物计量器具的性能要求和管理要求。

4.2 核算边界

4.2.1 污水中的有机污染物在厌氧过程中释放的 CH_4 ，生物脱氮过程由于反应不彻底产生的中间产物 N_2O 均为温室气体。上述过程中的碳排放量主要受城镇污水处理厂的水质、水量和排放标准影响，与城镇污水处理厂的运行管理水平相关性较弱。因此污染物转化过程中产生的碳排放量不纳入核算范围。

4.2.2~4.2.4 本条规定城镇污水处理厂碳排放的核算范围，强调了污泥（脱水后）运输和处置过程中产生的碳排放量不纳入核算范围。

4.3 核算方法

4.3.1 本条给出了城镇污水处理厂在生产运行过程中的碳排放核算工作步骤。

4.3.2 本条给出了城镇污水处理厂在生产运行过程中的各种碳排放来源，包括化石燃料燃烧、外购电力消耗、药剂消耗和外购热力消耗。

4.3.3~4.3.6 本条给出了城镇污水处理厂碳排放量的计算方法。

5 处理构筑物的运行优化

5.1 一般规定

5.1.2 城镇污水处理厂的进水水质、水量变化主要受排水管网和泵站调配的影响，因此排水管网和泵站与污水处理厂工艺运行效率密切相关。建立厂网联动机制是为了实现污水收集、调配和处理的高效衔接。城镇污水处理厂应根据污水的水质、水量特点及时调整工艺运行模式和运行参数，在确保达到排放标准的前提下，实现节能降碳。

5.1.3 由于受到服务区域社会经济发展情况、自然条件、管网类型等多种因素影响，排水管网的水质、水量会在不同时段出现波动，进而影响城镇污水处理厂的运行效果。掌握排水管网、泵站的水质、水量变化规律，可以及时调控污水处理厂的进水负荷，优化工艺参数，降低能耗物耗。

5.1.4 城镇污水处理厂应将全流程工艺分析工作列入低碳运营水平的管理范畴，通过分析主要污染物指标的时空变化特征，合理开展运行调度，建立全流程运行优化控制策略。

5.1.6 城镇污水处理厂定期分析水质水量、能耗药剂成本等，评估工艺优化效果，为控制碳排放提供依据。

5.2 预处理

5.2.1 在满足管网设计要求的前提下，可利用管网的调蓄空间降低水质、水量波动对污水处理系统的影响，合理调整提升水泵的运行台数和运行时间，降低能耗。

5.2.2 格栅运行时间过短，易造成格栅堵塞，导致水泵吸程增加，降低水泵运行效率；运行时间过长，存在能耗浪费和机械磨损。

5.2.3 水泵处在最佳运行状态时，能够充分发挥水泵效率，降低运行能耗，提高使用寿命。

并联运行多台水泵时应间隔开启，避免间距较近的两台水泵之间产生涡旋影响，导致不能正常抽水。

集水井、调节池内的淤泥、浮渣等会降低有效池容，并造成水泵堵塞，造成水泵启停次数增加。配套安装液位计可根据液位实现水泵的自动控制，但是液位计异常则可能造成水泵空转，因此需要定期检查。

5.2.4 沉砂池运行应根据工艺要求和进水水质、水量进行调整，合理安排排砂时间和频次。排砂间隙过长，会堵塞排砂管、排沙泵；排砂间隙过短，会增大排砂量，造成设备损耗和能耗增加。合理的运行调度可以保持污泥系统的有机组分和无机组分含量均衡，并避免进水中的碳源流失，减少生化处理系统外加碳源的使用。

5.2.5 当进水中无机组分含量偏低时，污水可部分或全部超越初次沉淀池，以减少进水碳源的损耗。

5.3 生化处理

5.3.1 城镇污水处理厂通常包含多组生物反应池，两座及以上生物反应池如存在配水不均衡问题，会造成出水水质不稳定，并降低生物反应池运行效率。

传统多点进水也称为分段进水活性污泥法，目的是减少生物反应池需氧量和供氧量的差异，起

到节能降耗的作用。改进后的多点进水也称为多模式 A²/O 工艺，能够根据进水水质灵活调整运行模式，可以在降低能耗的同时提高污水中的碳源利用效率。

城镇污水处理厂宜实时监测生物反应池好氧区的运行参数及出水口氨氮浓度，作为曝气量调整的依据。过量曝气既造成能源浪费，也会破坏厌氧区和缺氧区环境，影响脱氮除磷效果。

针对生物滤池，合理控制反冲洗时间和反冲洗强度，能够减少反冲洗的电耗和水耗，同时能够保持生物膜厚度，保证污水处理效果。

5.3.2 二沉池排泥时间过长会导致污泥由于反硝化作用上浮和厌氧释磷，影响出水水质，并可能导致需要额外投加碳源。

5.3.3 膜组件在正常工作状态下可以依靠虹吸作用出水，抽吸泵低于液位安装能够降低能耗。

5.3.4 低分子碳源更有利于活性污泥吸收，具有较高的有效利用率。根据传统生物脱氮机理，污水中含有溶解氧时，反硝化细菌会优先选择游离氧作为氧化碳源的电子受体。生物反应池内搅拌强度不足时，易出现污泥沉积等问题，影响传质效率，导致脱氮效果差。因此碳源的投加点位应具有低溶解氧、搅拌效果好的特征。

5.4 深度处理

5.4.1 不同城镇污水处理厂由于水质条件差异，应通过小试试验来确定投加药剂类型和投加量，提高处理效果和节约成本。

5.4.2 采用回用水配制、稀释药剂能够减少新鲜用水量，但是外加碳源、聚丙烯酰胺等药剂配制应先确认回用水是否对药剂性能产生影响，确定无影响后方可使用。

5.4.4 加氯消毒是城镇污水处理厂最常用的消毒方式。可根据有效氯投加量、粪大肠菌群数和出水余氯含量等参数调控消毒效果，并确定最佳投加量。

5.5 污泥处理

5.5.1 合理控制污泥浓缩时间，提高污泥浓缩效果和污泥含固率，可以提升污泥脱水系统的运行效率，优化脱水设备的运行台数和营运时间，进而降低污泥脱水系统的能耗和药耗。

6 设备改造

6.1 一般规定

6.1.2 设备改造完成后，设备经调试，各项技术参数达到设计要求后，应按有关规定进行空载运行和联动运行。项目验收后，安装施工单位必须向设备管理部门交齐各种技术资料。同时需要对运维人员的运行管理、维修管理及操作规程进行交底及相关培训。

6.1.3 建立完整、系统的档案，有利于设备改造的全过程管理，提高工作的连续性，不因机构、人员的调整和变动而中断。

6.2 耗能设备

6.2.2 除本条规定外城镇污水处理厂的各处理工序宜优先选用配备先进的节能设备，最大限度地实现节能降耗。

6.3 控制系统

6.3.1 城镇污水处理厂的低碳运行工作不应在降低电力消耗和药剂消耗的同时，增加人工等管理成本，因此鼓励建立自动化的精确控制系统实施工况调控。采用精确控制系统时，大功率设备应设置变频控制。

7 替碳路径

7.1 污泥消化

7.1.1 污泥厌氧消化可以实现生物质能的回收，进而替代外部能源或对外供给热能和电能。污泥消化可分为中温厌氧消化、高温厌氧消化等工艺。

7.1.2~7.1.3 有机物含量将影响沼气产量和消化效率，当污泥有机物含量低时可以添加餐厨垃圾、畜禽粪便等协同厌氧消化。协同消化过程必须设置相应的污泥预处理单元，对污泥及协同消化物料中的油脂、砂砾及其它杂质进行去除。

7.2 光伏发电

7.2.1 城镇污水处理厂的光伏系统设计应综合考虑辐照条件、建筑条件、并网条件、雷电环境及有关安全防护条件、安装和运输条件等因素。

7.2.2 在新建城镇污水处理厂安装太阳能光伏系统，应该将其作为建筑节能工程设计的一部分，做到和污水处理厂同时设计、同步施工、同步验收。

7.2.3 在既有城镇污水处理厂安装太阳能光伏系统，其重量会增加建筑荷载，安装过程也会对建筑结构、建筑功能及建筑热工性能有影响。因此，必须进行建筑结构安全、建筑电气安全等方面的复核和检验。

7.2.7 光伏系统验收合格交付用户后，为确保光伏系统的正常、安全运行和发挥其最大效益，应按照《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368 的规定进行维护管理。

7.3 污水源热泵

7.3.1 应避免利用强酸、强碱或高盐度的高腐蚀性水质。

7.3.2 污水源热泵系统设计前，应对城镇污水处理厂进行勘测和调查，并编写污水资源勘测报告，报告应至少包括：可利用的污水类型，引水和退水的位置与方式，输水线路、距离和高差，可利用引水点的污水流量、水温、压力等参数及其变化规律。

8 运行管理

8.1 水质管理

8.1.1 城镇污水处理厂应对历年的进、出水水质变化规律数据进行统计，通过对进水可生化性、碳氮比、碳磷比和污染物去除率等因素的分析，及时调整运行参数，将运行工况调整至最优状态，降低能耗物耗。

8.2 设备管理

8.2.2 建立设备档案有利于实现对设备的全过程管理，保证设备管理工作的连续性，确保设备保持良好性能和运行效率。

8.2.4 预防性维修主要是指在设备没有发生故障或未造成损失的情况下即开展一系列维修的维修方式，通过对设备的系统性检查、测试和易损配件更换以防止故障发生，避免设备因保养不及时影响设备性能，保证其正常、高效运转。

8.2.5 鼓励有条件的城镇污水处理厂建立能效管理体系，加强控制综合能耗限值，做好运营过程中能源消耗的计算、管理、评价和监督。