

团 体 标 准

T/JSSSES XXXX—XXXX

污水处理厂低碳运行管理技术规范

Technical Specification for Low-carbon Operation and Management of
Wastewater Treatment Plant

(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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

江苏省环境科学学会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 关键产碳环节及降碳措施 2

5 通用耗能设备降碳措施 3

6 污水处理系统降碳措施 4

7 污泥处置系统降碳措施 5

8 可再生资源能源利用 6

9 智能控制系统 6

10 碳管理 6

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—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。

本文件由江苏省科学学会环境科学学会提出并归口。

本文件起草单位：江苏省环境科学研究院、江苏常环环境科技有限公司、宜兴市公用环保集团有限公司、中冶生态环保集团（滁州）研究院有限公司、昆山市石牌琨澄水质净化有限公司。

本文件主要起草人：高爽、刘树洋、孙瑞、刘智强、王大春、曹伟、陈春霄、张远、毛丽、朱梁、朱毅平、李家梦、韩鹏程、刘昀、张雷燕、马志飞、徐慧敏、张燕、卫钦文。

污水处理厂低碳运行管理技术规范

1 范围

本文件规定了城镇污水处理厂（以下简称污水处理厂）在通用耗能设备降碳措施、污水处理系统降碳措施、污泥处置系统降碳措施、可再生资源能源利用、智能控制系统、碳管理方面的低碳运行管理技术规范。

本文件适用于有低碳运行需求的城镇污水处理厂。

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。

- GB/T 12497 三相异步电动机经济运行
- GB/T 13462 电力变压器经济运行
- GB/T 13466 交流电气传动风机(泵类、空气压缩机)系统经济运行通则
- GB/T 13469 离心泵、混流泵与轴流泵系统经济运行
- GB/T 13470 通风机系统经济运行
- GB 18613 电动机能效限定值及能效等级
- GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准
- GB/T 19409 水(地)源热泵机组
- GB 20052 电力变压器能效限定值及能效等级
- GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
- GB/T 31512 水源热泵系统经济运行
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- GB 37483 污水处理用旋转曝气机能效限定值及能效等级
- GB 37485 污水处理用潜水推流式搅拌机能效限定值及能效等级
- GB 50014 室外排水设计标准
- GB/T 51063 大中型沼气工程技术规范
- CJJ 60 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程
- CJJ 131 城镇污水处理厂污泥处理技术规程
- CJ/T 337 城镇污水热泵热能利用水质
- HJ 2015 水污染治理工程技术导则
- HJ 2016 环境工程 名词术语
- HJ 2038 城镇污水处理厂运行监督管理技术规范
- JB/T 14154 污水处理用鼓风机能效限定值及能效等级

3 术语和定义

《污水处理及其再生利用行业清洁生产评价指标体系》、GB 18918、HJ 2015、HJ 2016 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 低碳运行管理 low-carbon operation and management

贯彻可持续发展理念，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，提高能源资源利用效率，减少碳排放的运行管理模式。

3.2 精确控制 precise control technology

基于自动化系统的开发,通过污染物指标或指示参数的反馈进行自动化设计与系统建立,实现曝气系统、加药系统(消毒除磷、碳源、脱水等药剂)及排泥系统的精确控制技术。

3.3 源网站厂河一体化 the integration of sewage source, sewage network, pumping station, sewage treatment plant and river

根据水质水量等情况,协同调整污水源、污水管网、泵站、污水处理厂、纳污河道的运行状态。

4 关键产碳环节及降碳措施

污水处理厂碳减排关键环节包括通用耗能设备、污水处理系统、污泥处置系统、可再生资源利用、智慧化控制系统和碳管理。污水处理全流程及各环节碳排放类型见图 1, 污水处理碳减排关键环节与降碳措施见表 1。

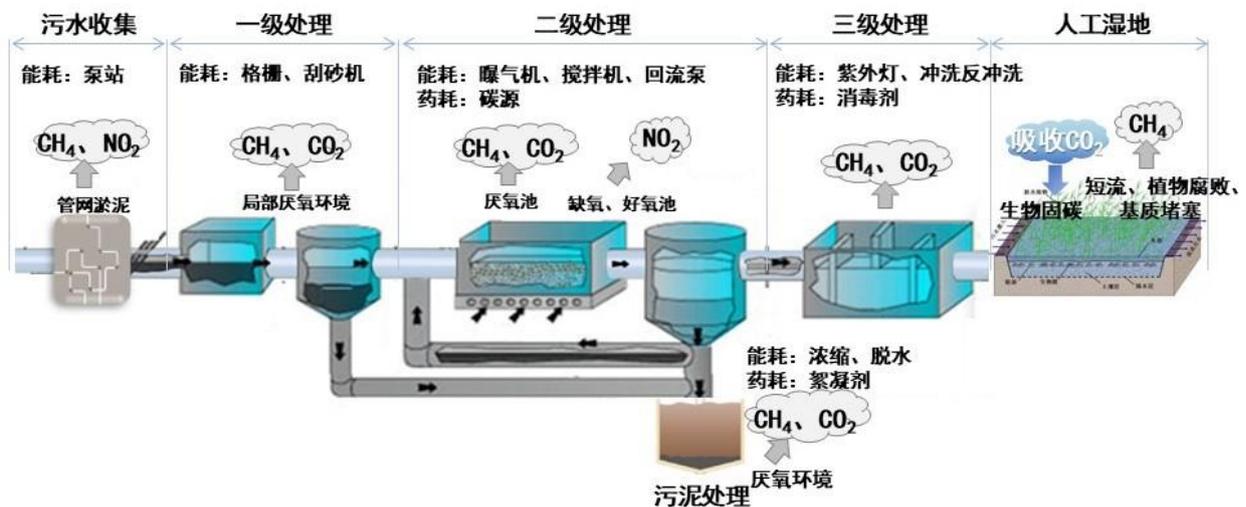


图 1 污水处理全流程及碳排放类型示意图

表 1 污水处理碳减排关键环节与降碳措施 (包括但不限于)

碳减排关键环节	降碳措施
通用耗能设备	定期开展节能评估与改造
	提升系统、曝气系统、除臭系统等选用一级能效设备,配置变频器
	照明分时分区控制
污水处理系统	厂站网一体化联合调度运行
	配备污染物浓度、溶解氧含量等在线监测设备,全流程监测并优化工艺参数
	一级处理优先选用吸附-生物降解技术等先进技术
	二级处理优先选用短程硝化反硝化、后置反硝化 AOA、厌氧氨氧化、好氧颗粒污泥、侧流活性污泥水解发酵生物除磷、侧流短程硝化-厌氧氨氧化、厌氧膜生物处理、基于高负荷活性污泥法的低 COD 污水碳源高效捕集等技术
	三级处理优先选用藻膜生物反应器、基于膜处理的再生水回用技术
污泥处置系统	人工湿地优先选用尾水深度净化生物电化学-人工湿地 降汇碳、基于微藻强化尾水的人工湿地菌-藻碳汇等技术
	配备污泥浓度等监测设备,根据污泥浓度、性质等优化絮凝剂投加比例
	采用热水解预处理、余热干化、污泥脱水上清液磷回收等技术
可再生资源利用	污泥处置优先选用污泥掺烧发电、污泥碳化、热水解污泥-餐厨共厌氧消化-耦合热电联产等技术
	建设光伏发电、尾水发电、微风发电及储能等多能互补的源网荷储综合能源系统 采用污水热泵技术,对厂内及周边区域供暖供冷

碳减排关键环节	降碳措施
	多途径利用再生水，如市政杂用、生态补水、工业回用等
智慧化控制系统	配套反馈系统的智慧曝气系统
	配套反馈系统的自动加药系统
	配套反馈系统的精确排泥系统
	配备 OA（办公自动化）、SCADA（数据采集与监控系统）等信息化管理与控制系统
碳管理	建立低碳化管理制度
	建立碳排放核算和报告制度
	开展全生命周期碳足迹分析
	参与碳交易

5 通用耗能设备降碳措施

5.1 泵、通风机、鼓风机、空气压缩机

泵、通风机、鼓风机、空气压缩机应符合以下要求：

- 应根据泵的性能曲线及运行工况确定其高效运行区间。
- 泵系统应符合 GB/T 13469 要求。
- 通风机系统应符合 GB/T 13470 要求。
- 鼓风机应符合 JB/T 14154 规定的 1 级能效要求。
- 鼓风机运行风量应高于喘振曲线的限定风量。
- 泵、通风机、鼓风机、空气压缩机应符合 GB/T 13466 要求。

5.2 曝气机与搅拌机

曝气机与搅拌机应符合以下要求：

- 旋转曝气机的能效限定值应符合 GB 37483 规定的 1 级能效要求。
- 旋转曝气机应选用使用系数为 1.75~2 的配套减速机，不宜选用使用系数 >2.4 的减速机，减速机的传动效率应大于 95%。
- 潜水推流式搅拌机的能效限定值应符合 GB 37485 规定的 1 级能效要求。
- 潜水推流式搅拌机选用的减速机应是传动效率不低于 95% 的星轮减速、环齿减速、少齿差减速或平行轴齿轮传动减速装置。

5.3 电动机

电动机应符合以下要求：

- 电动机应符合 GB 18613 规定的 1 级能效要求。
- 三相异步电动机应符合 GB/T 12497 要求。
- 电动机应配置变频器。

5.4 电力变压器

电力变压器应符合以下要求：

- 电力变压器的空载损耗和负载损耗应符合 GB 20052 规定的 1 级能效要求。
- 电力变压器应符合 GB/T 13462 要求。
- 每年开展电力变压器实际负荷率评估，若大于 85% 则应更换电力变压器。

5.5 其他通用耗能设备

泵、通风机、鼓风机、空气压缩机设备应符合以下要求：

- 设备控制灵活，预留远程自动化控制接口。
- 厂区照明分时分区控制，办公大厅及走廊照明采用声光或红外感应控制。
- 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。

6 污水处理系统降碳措施

6.1 源网站厂河一体化

污水处理厂、泵站与管网布局应符合下列要求：

- a) 合理规划污水管径、管道坡度，减少不必要的弯头及阀门数量
- b) 缩短污水输送距离与提升高度，降低能耗产生的间接碳排放。

6.2 协同运行机制

建立源网站厂河一体化的协同运行机制，包括但不限于以下内容：

- a) 根据管网来水情况，合理调整泵站提升流量与压力。
- b) 开展管网、河道水位水质联动分析，水厂及调蓄池联动等，加强汛期污水调控。
- c) 提高管网流速。
——采用机械清淤、水力冲洗等方式，清除管道内的污垢和杂物，保持管道内壁的光滑，提高水流速度。
——合理设置污水提升泵的运行参数，避免因泵的运行不合理导致流速过低或过高。
——利用调节池，对污水流量进行调节和缓冲。

6.3 全流程工艺低碳优化

6.3.1 城镇污水处理厂年平均实际处理污水量低于设计处理能力的 60%时，应调整运行工艺和技术参数，避免浪费。

6.3.2 城镇污水处理厂的工艺运行优化应符合现行行业标准 CJJ 60 和 HJ 2038 有关规定。

6.3.3 依法依规接管可生化性较好的高 COD 工业废水，改善污水可生化性，从而提高后续处理效率、减少碳源投加。

6.3.4 定期检测分析进出水水质、运行过程参数、主要污染物降解能耗和药耗，建立模拟模型，开展全流程工艺测试和模拟试验，确定工艺优化条件。

6.3.5 曝气系统应符合以下要求：

- a) 曝气系统应单独控制。
- b) 配置溶解氧在线监测仪、独立的空气调节阀，及时精确调节曝气量。
- c) 采用分区曝气等措施梯度控制溶解氧。
- d) 采用表面曝气时，依据水质水量与溶解氧浓度等指标，调整叶片（轮）浸没深度、转速和开启台数。
- e) 及时清理曝气器表面的污垢、杂质，防止堵塞，维持良好的曝气效果和氧转移效率。

6.3.6 一级处理应符合以下要求：

- a) 集水井和调节池定期清洗，防止井（池）底积泥、浮渣厚度过大，并定期检查液位计。
- b) 沉淀池应符合以下要求：
——及时排放污泥，避免污泥在沉淀池底部长时间积累而厌氧发酵产生碳排放。
——及时清除沉淀池表面的浮渣和池底的污泥，防止浮渣和污泥腐败产生碳排放。

6.3.7 二级处理应符合以下要求：

- a) 生物反应池应符合以下要求：
——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，充分利用原水碳源。
——好氧区宜实时监控溶解氧浓度、pH 和出水口氨氮浓度，避免过度曝气。
——好氧区溶解氧浓度宜大于 2mg/L，不过度曝气的情况下，可保持在 3.5mg/L~4.5mg/L。

——污泥浓度可按照 CJJ 60 中 3.6 和 GB 50014 中表 7.6.17 的规定执行，宜控制在 3500mg/L~3700mg/L。

——定期核算反应池有机负荷，校核并调整污泥龄和回流比等指标。

b) 采用反硝化池时，在满足脱氮效果的情况下，尽可能降低碳氮比，减少碳源投加量，碳氮比宜控制在 5~6。

c) 采用生物滤池时，依据水质水量与滤池压力等指标，调整滤池反冲洗周期与气、水反冲洗强度。

d) 膜生物反应器的分离系统：

——每个膜组件独立设置曝气调节阀，以精确控制膜池曝气量。

——抽吸泵应与曝气系统联动，曝气停止时抽吸泵自动停止工作。

——对膜组件进行定期检查和清洗，修复或更换损坏的膜片，保证膜的分离性能。

e) 选用低分子有机碳源，在缺氧区选取溶解氧浓度低、搅拌效果好的点位进行投加。

6.3.8 三级处理应符合以下要求：

a) 采用紫外线消毒时，应根据水量和出水类大肠菌群指标调整紫外线灯管开启数量。

b) 采用次氯酸钠、二氧化氯等消毒时，应根据水量和出水类大肠菌群指标调整消毒剂投加量。

c) 配制、稀释药剂优先选用回用水。

6.3.9 人工湿地应符合以下要求：

a) 应保持良好的通风条件，避免植物过于密集，降低温室气体的产生。

b) 合理设计人工湿地水流路径，避免出现死水区和短流现象。

c) 及时收割人工湿地中的植物，避免植物残体在湿地内大量积累和腐烂。

d) 合理利用收割的植物，如作为生物质能源或有机肥料等。

6.4 污水处理减污降碳协同技术

6.4.1 一级处理应根据污水特征合理选择变频调速格栅、曝气沉砂池等设备与技术。

6.4.2 二级处理优先选用短程硝化反硝化、厌氧氨氧化、好氧颗粒污泥、侧流活性污泥水解发酵生物除磷、侧流短程硝化-厌氧氨氧化、厌氧膜生物处理、基于高负荷活性污泥法的低 COD 污水碳源高效捕集等技术。

6.4.3 三级处理优先选用藻膜生物反应器、基于膜处理的再生水回用等技术。

6.4.4 人工湿地优先选用尾水深度净化生物电化学-人工湿地降碳汇碳、基于微藻强化尾水的人工湿地菌-藻碳汇等技术。

7 污泥处置系统降碳措施

7.1 污泥处置系统应符合 CJJ 131 要求。

7.2 污泥浓缩、脱水应符合以下要求：

a) 关注污泥进泥量、含固率等，合理缩短污泥在浓缩脱水设备中的停留时间，降低污泥因厌氧发酵产生的碳排放。

b) 定期检测污泥泥质，通过试验，测定不同污泥性质下的药剂最佳投加比例，及时调整药剂的种类及投加比例，降低药剂消耗。

c) 定期检修加药设备，确保加药装置精准运行。

7.3 污泥厌氧消化应符合以下要求：

a) 污泥厌氧消化前可采用碱处理、热水解、超声波等方式预处理，缩短后续产沼周期。

b) 污泥厌氧消化技术应符合 GB 50014 中 8.3 和 GB/T 51063 的规定。

c) 餐厨垃圾可与污泥协同处理，协同处理前需进行筛分、除渣等预处理。

- d) 有条件的污水处理厂鼓励开展厌氧消化沼气综合利用，如制氢、耦合热电联产等。
- e) 有条件的污水处理厂鼓励开展污泥及消化液磷回收，如沉淀法回收鸟粪石等。

7.4 污泥干化应符合以下要求：

- a) 有条件的污水处理厂可利用电厂蒸汽余热、工厂烟气余热等干化污泥。
- b) 优先选用太阳能、风能等清洁能源为干化设备供电。
- c) 定期维护干化设备，及时清理积尘、污垢，防止污垢堆积影响热量传递。

7.5 有条件的污水处理厂可采用污泥炭化技术进一步处理。

7.6 污泥处置可采用以下措施进行资源能源回收：

- a) 制备建筑材料，如制成砖块、水泥、陶粒等。
- b) 污泥干化后运至电厂，与其他燃料掺烧发电。
- c) 仅接受生活污水的城镇污水处理厂污泥经稳定化、无害化处理后，可堆肥处理后制备有机肥料、土壤改良剂等。

8 可再生资源能源利用

8.1 可再生资源能源包括但不限于风能、太阳能、污水热能及污泥消化产生的沼气等。

8.2 有条件的污水处理厂，可采用污水热泵利用污水热能：

- a) 结合污水污泥处理系统自身需求或水温用热需求，采用多级热泵提取。
- b) 污水热泵的水源水质应符合 CJ/T 337 的规定。
- c) 污水热泵的运行、维护应符合现行国家标准 GB/T 31512 和 GB/T 19409 的规定。
- d) 根据季节、使用时段、室外环境温度变化、负荷变化等因素，调整污水热泵运行台数。

8.3 建设光伏发电、尾水发电、微风发电及储能等多能互补的源网荷储综合能源系统。

8.4 在符合相关水质标准的前提下，多途径利用再生水，如市政杂用、生态补水、工业回用，设备冲洗、药剂配制等环节优先选用回用水等。

9 智能控制系统

9.1 配套反馈系统的智慧曝气系统，实现依据溶解氧浓度等在线监测数据自动精确控制曝气量与曝气模式。

9.2 配套反馈系统的精确加药系统，依据水质水量等在线监测数据精确实现药液的自动配制、输送和投加。

9.3 配套反馈系统的精确排泥系统，依据污泥浓度、沉降比等在线监测数据精准自动精确控制排泥量。

9.4 配备 OA、SCADA 等信息化管理与控制系统。

9.5 智能控制系统应接入中控系统。

9.6 智能控制系统应具备可监控的远程控制、故障报警及主要运行参数的历史数据查询等功能。

9.7 定期检测和校核智能控制系统关键参数，开展运行效果和性能评估。

10 碳管理

10.1 建立低碳化管理制度，包括但不限于：

- a) 界定各部门岗位的低碳工作职责，设立负责人统筹协调。

- b) 可参照本文件附录 A 制定电耗削减目标，细化分解至各部门、设备及生产环节。
- c) 按照 GB/T 23331 建立能源管理体系。
- d) 生活用电单独计量，生产用电按处理单元分区计量。
- e) 定期开展耗能分析、节能评估与改造。
- f) 制定预防性维修计划，建立并动态更新设备巡检维护管理台账。
- g) 开展低碳制度培训宣贯，提升员工低碳意识与能力。

10.2 建立碳排放核算和报告制度，按照 GB/T 32150 规定定期开展核查，包括但不限于：

- a) 核算边界。
- b) 碳排放清单，包括：
 - 污水处理量、污染物进出水浓度（TN、COD）、CH₄回收量。
 - 污泥干物质产生量、处理量及外运量，污泥干物质中有机质含量。
 - 外购电量、外购热量清单。
 - 化石燃料消耗清单，包括煤炭、汽油、柴油、煤油、液化石油气、天然气等。
 - 化学药剂消耗清单，包括混凝剂、絮凝剂、碳源、消毒剂等。
- c) 碳排放活动数据获取方法，说明监测设备、监测方法或提供结算凭证等。
- d) 碳排放核算系数取值依据。
- e) 碳排放核算报告的编制说明及最终文本。
- f) 有条件的污水处理厂可部署物联网传感器实时监测关键排放源（如沼气产量、曝气能耗），利用数字化平台生成动态排放报告。

附录 A

表 A.1 江苏省城镇污水处理厂单位污水电耗先进值与基准值 单位：kWh/吨污水

规模（万 t/d）	先进值	基准值
大于 10	0.320	0.350
5~10	0.338	0.369
1~5	0.344	0.411
小于或等于 1	0.518	0.687

注：规模中的数值含上限。
