

《污水厂利用外部管网碳源及原位工艺调整实现减污
降碳方法指南》
(征求意见稿)

编制说明

二〇二五年四月

目 录

一、项目背景	1
二、项目来源	1
三、标准制定工作概况	1
3.1 标准制定相关单位及人员	2
3.2 主要工作过程	2
四、现状要求	2
4.1 污水厂利用外部管网碳源及原位工艺调整实现减污降碳方法指南相关要求	2
4.2 国家、行业相关标准要求	4
4.3 团体、企业相关标准	4
五、标准编制原则、主要内容及确定依据	5
5.1 编制原则	5
5.2 主要内容	5
六、标准先进性体现	5
七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性	8
7.1 目前已有的标准情况	8
7.2 与相关法律、法规、规章、强制性标准相冲突情况	8
7.3 规范性引用文件情况	8
八、社会效益	8
九、重大分歧意见的处理经过和依据	8
十、废止现行相关标准的建议	8
十一、提出标准强制实施或推荐实施的建议和理由	8
十二、贯彻标准的要求和措施建议	8
十三、其他应予说明的事项	9
十四、反馈意见处理情况	9
十五、制订过程材料附件	9

一、项目背景

随着我国城镇化进程的加快和环保要求的日益严格，污水处理厂在实现高效脱氮除磷的同时，面临着低碳氮比（C/N）进水导致的脱氮效率不足、外加碳源投加成本高以及碳排放强度增加等多重挑战。传统工艺中，为弥补碳源不足，污水厂普遍采用乙酸钠、甲醇等外加碳源强化反硝化，但这一方式不仅显著提高了运营成本（碳源成本约占污水厂总成本的 20%-30%），还会因碳源生产、运输及过量投加导致全生命周期碳排放量增加，与“双碳”战略目标存在矛盾。

与此同时，城市排水管网中潜在的有机碳源（如餐厨垃圾发酵液、食品加工废水、商业综合体高浓度有机废水等）长期未被有效利用，造成资源浪费；而污水厂内部工艺单元（如初沉池、厌氧段）的碳源分配与回流系统也存在优化空间。在此背景下，亟需探索一种系统性解决方案，通过外部管网碳源协同利用与原位工艺优化调控相结合的方式，实现“以废治废、降本减碳”的目标。

近年来，国内外研究表明，通过定向收集管网中有机废弃物、构建碳源精准调配系统，并耦合污水厂工艺参数动态调控（如初沉池旁路发酵、多段进水比例优化、污泥回流碳源释放等技术），可在不依赖外加碳源的前提下，显著提升脱氮效率，降低药剂消耗与温室气体排放。然而，此类技术的规模化应用仍面临管网碳源收集稳定性、工艺协同控制复杂性及碳核算方法缺失等问题，需通过方法指南的编制，为行业提供可复制推广的技术路径与管理模式。

本指南项目旨在整合管网碳源挖掘、工艺优化调控、智慧化管控平台及碳排放核算体系，形成覆盖“碳源识别-输配调控-工艺适配-效能评估”全链条的技术方案，推动污水厂从“能源消耗者”向“资源回收者”和“碳减排贡献者”转型，助力城镇水系统绿色低碳发展。

二、项目来源

由安吉国源水务集团有限公司向浙江省生态与环境修复技术协会提出立项申请，经浙江省生态与环境修复技术协会论证通过并印发了《关于发布浙江省生态与环境修复技术协会 2024 年度第十批团体标准制定计划的通知》（浙生环协〔2024〕75 号），项目名称是《污水厂利用外部管网碳源及原位工艺调整实现减污降碳方法指南》。

三、标准制定工作概况

3.1 标准制定相关单位及人员

本标准主要起草单位：安吉国源水务集团有限公司。

本标准参与起草单位：、×××、×××。。。

本文件主要起草人：钱炯、何洁、张小茜、方霄、×××、×××。。。

3.2 主要工作过程

3.2.1 前期准备工作

2024年10月，与浙江省生态与环境修复技术协会开展对接工作。整理相关应用案例和技术成果、深入了解污水厂外部来水及内部生产工艺情况，初步形成标准框架。

2024年11月，浙江省生态与环境修复技术协会正式立项，标准名称为：《污水厂利用外部管网碳源及原位工艺调整实现减污降碳方法指南》。

2024年11月，成立以安吉国源水务集团有限公司作为主要技术支持单位的标准编制组和工作团队，收集了相关基础资料，并制定了工作计划。通过资料收集整理、现场调研和专家咨询的方式，编制组对污水厂利用外部管网碳源及原位工艺调整实现减污降碳工作进行了调查研究。

2025年2月，编制组研究确定县级给水工程水力模型理论计算技术标准指南的编制思路、基本原则，起草了标准的总体框架。明确了主要思路和任务分工，制定了编制工作方案。

2025年2月至3月，编制组编制完成标准草案及编制说明，并将标准名称修改为《污水厂利用外部管网碳源及原位工艺调整实现减污降碳方法指南》。

3.2.2 征求意见

2025年4月10日，团体标准在全国团体标准信息平台和协会主页上公开征求意见，征求意见时间为30天。

3.2.3 专家审评

四、现状要求

4.1 现状管理要求

污水厂利用外部管网碳源及原位工艺调整实现减污降碳方法指南相关要求

通过污水收集管网输送至污水处理厂的、具有较高可生化性的有机废水，可作为补充碳源用于污水处理过程中的反硝化等生物处理工艺。在污水处理厂现有工艺基础上，通过对工艺参数、设备运行等进行优化调整，实现减污降碳目标的操作。

目前市政污水厂的核心工艺仍以活性污泥为主，活性污泥法理想的营养平衡式为 $BOD:N:P=100:5:1$ 。如原污水 BOD 值为 150mg/L ，通过一级处理 BOD 去除率 30%，则按营养平衡式计算，氮的需要量仅为 $5\text{-}6\text{mg/L}$ 。而在城市污水中，一般二级污水处理厂对氮和磷的去除率较低，出水氮、磷过剩，营养不均衡是主要原因。

生物脱氮主要分为氨化、硝化及反硝化，其中硝化菌是自养型细菌，有机物浓度并不是它的生长限制因素，故在硝化反应过程中，混合液中的含 C 有机物浓度不应过高，一般 BOD 值应在 20mg/L 以下。若 BOD 浓度过高，会使增殖速度较高的异养型细菌迅速增殖，从而使自养型的硝化菌得不到优势，硝化反应无法进行。

反硝化反应是指硝酸氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 和亚硝酸氮 ($\text{NO}_2\text{-N}$) 在反硝化菌的作用下，被还原为气态氮 (N_2) 的过程。反硝化菌是属于异养型兼性厌氧菌的细菌，在厌、缺氧条件下，以硝酸氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 为电子受体，以有机物（有机碳）为电子供体。影响反硝化反应的环境因素包括碳源、PH 值、溶解氧、温度等，其中，一般认为，当污水中 BOD_5/TN 值 $>3\text{-}5$ 时，即可认为碳源充足，无需外加碳源；当原污水中碳、氮比值过低，如 BOD_5/TN 值 $<3\text{-}5$ 时，即需另投加有机碳源。

所谓生物除磷，是利用聚磷菌一类的微生物，能够过量地，在数量上超过其生理需要，从外部环境摄取磷，并将磷以聚合的形态贮藏在菌体内，形成高磷污泥，排出系统外，达到从污水中除磷的效果。

目前市政污水厂碳源消耗量根据进出水水质、生产工艺等不同普遍在 $0.05\text{-}0.12$ 元/吨的范围内。为响应国家关于推进污水处理减污降碳协同增效的号召，实现处理过程节能降碳，助力实现碳达峰碳中和目标，拟结合污水厂外部管网来水情况利用外部管网碳源及原位工艺调整实现减污降碳的目标。

4.2 国家、行业相关标准要求

(1) 国家标准

经查询，目前暂无相关国家标准。

(2) 行业标准

经查询，目前暂无相关行业标准。

4.3 团体、企业相关标准

(1) 团体标准

经查询，目前暂无相关团体标准。

(2) 企业标准

经查询，目前暂无相关企业标准。

五、标准编制原则、主要内容及确定依据

5.1 编制原则

贯彻衔接国家已有的标准规范。本团体标准的起草应符合相关法律法规要求，不突破现有法律法规，同时也要满足相关国家、行业的标准要求。

根据来水情况判别差异化技术要求。根据来水污染物中常见的污染物种类（如 COD、BOD、TN、TP 等），分别制定具体的技术要求和利用措施。针对不同类型的外部管网碳源，根据其特定的组成成分、水量、可生化条件，提出差异化的技术要求，确保利用外部管网碳源及原位工艺调整实现减污降碳达到预期目标。

稳定优先原则：在制定技术规范时，将维持污水厂稳定运行放在首位，优先考虑现有设施（如调节池、预处理单元）能否兼容外源碳源的波动性等，采用对活性污泥系统影响小、减少碳源投加量明显的外部管网碳源。在技术选择上，注重考虑技术的长期效益和可持续性。采用具有良好的可生化降解外水来源确保长期保持并持续保障生产运行稳定。

资源循环利用原则：强调节能减排成效。将管网中的有机碳转化为脱氮除磷的“原料”，契合循环经济理念，减少碳排放。

5.2 主要内容

（1）标准适用范围

本文件规定了污水厂利用外部管网碳源及原位工艺调整实现减污降碳方法指南的术语与定义、总体要求、利用外部管网碳源的减污降碳方法、原位工艺调整实现减污降碳的方法、效果评估、运行管理。

本文件适用于城镇污水处理厂在运行过程中进水化学需氧量（COD）不足、B/C 较低的情况下通过利用外部管网碳源及原位工艺调整实现减污降碳的规划、设计、运行与管理。

（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。

DB33/2169 城镇污水处理厂主要水污染物排放标准

CJJ 60 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程

HJ 978 排污单位自行监测技术指南

(3) 术语和定义

明确规定了“减污降碳协同增效”和“外部管网碳源”两个核心术语的定义，并增设“原位工艺调整”的术语定义，明确其技术边界与操作范畴，以增强标准的规范性和指导性。

(4) 总体要求

提出了一般规定和运输的要求。

(5) 利用外部管网碳源的减污降碳方法碳源适配性

本部分主要规定了污水厂利用外部管网碳源的系统性方法，涵盖碳源潜力评估、引入调控、技术经济分析及运行管理要求。首先通过定期监测管网水质水量，建立动态数据库评估碳源可利用性；其次通过管网设施优化与智能调控系统实现碳源精准引入生物处理单元；同时明确了葡萄糖、乙酸钠、复合碳源的技术指标（如 DE 值、pH、杂质限值等）及其适用场景，并给出不同碳源的 BOD/COD 折算公式，为碳源选择提供量化依据。此外，通过表 2 严格规定外部碳源的水质阈值（COD 500-6000 mg/L、B/C \geq 0.4 等）和引入水量比例（5%-40%），结合 15 天中试验证安全性与去除效率（COD \geq 200 mg/L 时去除率 \geq 85%），确保运行稳定性。经济性方面，对比不同类型碳源的投加成本（复合碳源吨水成本最低 0.025 元/m³），并量化 B/C 提升带来的药耗降幅（0.6 时可达 65%），通过成本效益分析指导碳源优选。这些规定基于化学需氧量理论计算、实际工程运行数据、中试实验验证以及经济模型推演综合确定，既满足工艺需求又实现降本增效，形成科学系统的碳源利用技术框架。

(6) 原位工艺调整实现减污降碳的方法

本部分主要规定了污水厂通过优化内部工艺参数实现减污降碳的具体技术路径和控制要求，涵盖工艺参数动态调控、关键运行指标精细化管理和典型工艺的标准化操作示例。其核心内容包括：1) 通过调整污泥回流比

(20%-100%)、曝气量(好氧区 DO 2-4mg/L, 缺氧区 DO 0.2-0.5mg/L)、水力负荷($0.5-2.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$)、污泥龄(夏季 8-12 天, 冬季 10-15 天)等参数, 平衡生物反应效率与能耗; 2) 针对 AAO、MSBR、MBBR 等主流工艺, 明确硝化/反硝化控制条件(如 AAO 厌氧段 $\text{ORP} < -250\text{mV}$)、运行周期(MSBR 缺氧 60-90min)、填料负荷(MBBR $2-5\text{kgBOD}/\text{m}^3$ 填料/天)等关键指标, 确保脱氮除磷效能; 3) 结合生物膜动态特性(如 MBBR 膜厚 $> 400\ \mu\text{m}$ 时提高气水比至 12:1) 和水质变化(通过闸门切换调整水力停留时间), 制定适应性调控策略。这些具体参数和限值基于污水处理生化反应动力学理论、长期工程运行数据(如 MLSS 浓度与污泥龄的关联性)、中试实验验证(如不同 DO 浓度下的硝化速率测定)以及工艺优化案例(如曝气联动控制节能效果实测)综合确定, 同时兼顾不同工艺特性(如生物膜法与活性污泥法的差异)和季节性影响(冬季污泥龄延长), 形成兼顾普适性与灵活性的技术规范, 最终实现处理效率提升与碳排放降低的双重目标。

(7) 效果评估

本部分主要规定了污水厂减污降碳技术实施效果的系统化评估方法, 涵盖监测指标、评估周期与分析方法, 确保技术应用效果的可量化验证与持续优化。

(8) 运行管理

本部分主要规定了污水厂在实施减污降碳技术过程中的系统性运行管理要求, 涵盖人员能力建设、设备运维保障及数据追溯机制, 以确保技术稳定运行与持续优化。

六、标准先进性体现

标准先进性主要体现在以下几方面:

1. 技术理念先进性

突破传统工艺局限, 传统工艺依赖甲醇、乙酸钠等高成本商业碳源, 而外源碳源利用突破了“投药治污”的线性思维, 通过打通厂网壁垒, 实现“以废治废”的工艺闭环。

2.构建区域循环经济

根据外部管网碳源利用情况，可与工业企业合作形成“碳源交易”等模式，推动区域资源互补。

3.政策与战略层面

契合国家双碳战略，通过碳源替代，直接支持污水厂碳中和目标，符合《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

7.1 目前已有的标准情况

目前，国家层面无相关标准；行业也未出台相关标准。

7.2 与相关法律、法规、规章、强制性标准相冲突情况

符合团体标准制定要求，无冲突情况。

7.3 规范性引用文件情况

引用了以下规范性文件：

DB33/2169 城镇污水处理厂主要水污染物排放标准

CJJ 60 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程

HJ 978 排污单位自行监测技术指南

八、社会效益

本团体标准的制定，对建立整个行业的标准化体系将起到示范和引领作用。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。

十、废止现行相关标准的建议

无需废止现行相关标准。

十一、提出标准强制实施或推荐实施的建议和理由

本标准为浙江省生态与环境修复技术协会团体标准。

十二、贯彻标准的要求和措施建议

本标准将在全国团体标准信息平台（<http://www.ttbz.org.cn/>）上自我声明采用本标准，其他采用本标准的单位也应在信息平台上进行自我声明。

十三、其他应予说明的事项

无。

十四、反馈意见处理情况

无。