

《小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺规范》

（征求意见稿）

编制说明

《小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺规范》编制组

二〇二六年五月

目 次

1 工作简况	1
2 标准制定必要性、编制依据、编制原则	4
3 标准主要编制内容和关键条款说明	6
4 实际应用	10
5 标准涉及的相关知识产权说明	14
6 标准实施的环境效益与经济技术分析	14
7 标准实施建议	15
8 征求意见处理情况说明（送审稿）	15
9 技术审查工作情况说明（报批稿）	15

1 工作简况

1.1 任务来源

本任务来源于中华环保联合会。建立基于小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺的标准, 能为污水处理企业提供明确技术和质量准则。通过规范工艺流程、技术推广等, 促进技术创新、促进行业有序发展。中华环保联合会于 2025 年 4 月下达了关于《小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺指南(规范、导则)》的标准编制任务, 浙江永续环境工程有限公司担任该标准的编制工作。

1.2 主要工作过程

1.2.1 成立标准制订编制组

2025 年 4 月任务下达后, 项目承担单位浙江永续环境工程有限公司即成立标准制订编制组(以下简称编制组)。编制组初步拟定了标准制订的原则、工作目标、工作内容和技術路线, 讨论了在标准过程中可能遇到的问题、标准定位及侧重点, 并根据标准编制任务, 制定了详细的标准编制计划与任务分工。

1.2.2 查询国内外相关标准和文献资料、编制大纲及草案

编制组根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》(国环规科技〔2017〕1号)、等相关规定, 检索、查询和收集国内外相关标准和文献资料, 对现有关于小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺的方法、研究进展以及存在的问题进行了调研, 在整理借鉴的基础上进行归纳和总结, 对方法中涉及的布设、技术研究、技术应用等的确定和选择等主要內容进行了初步的探讨和总结, 确定了技术规程的技术路线和主要研究內容。小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强

化工艺作为一种高效节能的污水处理新技术，已在市政污水、工业废水等领域展现出显著优势，但目前国内外尚缺乏专门的技术标准对其进行规范。本项目通过发布本技术规范，旨在为该工艺的设计、调试、运行和维护提供统一的技术依据，推动其规范化应用和产业化发展。

1.2.3 编制开题论证报告及标准草案

编制组根据拟定的技术路线，开展了小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺等相关实验研究，并在此基础上编写了《小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺指南》开题论证报告及标准草案。

1.2.4 召开专家指导审查会

邀请行业内相关院士、专家进行了标准方向、内容和规划等方面的审查，并提出了标准草案相关修改意见。邀请专家对团体标准制定流程及相关要求进行深度解析，标准主编人员汇报标准编制进度、修改情况及待解决的问题，专家对存在的问题提出可行性建议。

1.2.5 召开立项评审会

中华环保联合会组织召开了本项目立项评审会。专家委员会听取了编制汇报，经质询和讨论，通过了本项目的立项审查，并提出以下主要修改意见：

- (1) 污水处理环节文字描述较为冗杂，应进行细分优化；
- (2) 应补充工业废水处理和污泥处理相关内容；
- (3) 进一步提高标准语言表述的间接性和逻辑性；
- (4) 将微生物孵化器和自动投加装置分别进行描述。

会后，编制组根据意见进一步对标准草案进行了修改，并对方法验证方案进行了完善，并将标准题目修改为《小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺》。

1.2.6 召开专家组讨论会

中华环保联合会组织召开了专家组讨论会。专家委员会听取了标准编制汇报，经讨论，提出了以下主要修改意见：

- (1) 补充活性生物菌剂、生物增效载体的定义；
- (2) 适用范围从适用水质修改为适用工艺；
- (3) “原位”定义与行业理解冲突不正确，建议删除；
- (4) 完善药剂投加量与药剂投加频率；
- (5) 菌剂、载体怎么选择需说明；
- (6) 孵化器，自动化投加装置需说明如何使用；
- (7) 工艺控制参数需简要说明

会后，编制组根据专家修改意见对标准草案进行了进一步修改和完善，并对格式进行了修改。

1.2.7 召开征求意见稿技术审查会

中华环保联合会组织召开了本项目的征求意见稿技术审查会。专家组听取了标准编制组的汇报，经过质询、讨论，专家组通过了该标准征求意见稿的技术审查，并提出以下修改意见和建议：

- (1) 按照 GB/T1.1-2020 标准语言要求修改标准条文描述；
- (2) 根据专家具体意见完善标准内容。

会后，编制组按照专家意见对标准文本征求意见稿和编制说明进行了修改，编制说明中完善了最新的国内相关标准，简化了技术说明，增加了污泥处理相关内容。

2 标准制定必要性、编制依据、编制原则

2.1 制定必要性和重要意义

根据 2023 年的《中国统计年鉴》中所显示的数据，在我国主要的城市，工业和生活污水中的主要污染物是 COD、TN、TP。因此，如何对污水中的 COD、TN、TP 进行高效的去除，是污水处理的关键。降能耗、减药剂、减污泥量在水污染治理领域存在重大需求，但当前广泛使用的硝化反硝化生物脱氮除磷技术存在停留时间长、能耗药耗高等突出问题，导致工程投资和运行费用均较高。

近年来，小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺作为一种高效节能的污水处理方式已经在垃圾渗滤液、市政污水、工业废水等污水处理厂中得到了广泛的研究和应用。小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺应用于污水处理厂，大幅度降低了财政投入、提高出水水质，具有显著的环境效益和经济效益。小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺从基础研究到实际应用克服了种种困难，为污水处理可持续发展提供关键核心技术。目前小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺在我国的研究和应用处于蓬勃发展阶段，不仅在科学研究方面不断取得突破，而且有越来越多的将小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺应用于污水处理厂案例。由于小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺具有高度复杂性，工艺运行上具有不稳定性，且尚未发现有公开的相关技术规范，需制订一套完整的小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺规范加以指导。

制定小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺规范是弥补我国现阶段高效节能的水污染治理领域技术空白的迫切需求。该技术标准的制定还可以进一步提高小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺的规范性，为小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺的

调试和运行提供标准化指引，强化出水水质的管控以及方便工程的监督和管理的工作，具有重要的经济效益和社会效益。

2.2 编制依据

2.2.1 政策法律依据

《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国水污染防治法》

《中华人民共和国水法》

《城镇排水与污水处理条例》

2.2.2 技术依据

建城 2000-124 号 《城市污水处理及污染防治技术政策》

GB 18918-2002 《城镇污水处理厂污染物排放标准》

HJ/BAT-2002 城镇污水处理厂污泥处理处置污染防治最佳可行技术指南（试行）

GB 14554 恶臭污染物排放标准

2.3 编制原则

1) 规范性原则

本标准按照 GB/T 1.1-2020 有关规定，确定标准的结构和内在关系，标准条文层次的划分符合 GB/T 1.1 的规定。

2) 统一性原则

本标准的编写和表达方式在三个方面实现统一：一是标准结构的统一，即标准中的章、条、段、表、图和附录的排列顺序与 GB/T1.1 的要求统一；二是文体的统一，即类似的条款由类似的措辞来表达，相同的条款由相同的措辞来表达；三是术语的统一，即同一个概念使用同一个术语，每一个术语尽可能只有唯一的含义。

3) 通用性原则

本文件适用于市政污水、工业园区污水、大型工业企业污水提标、提量改造工程及地表水(河道、湖泊)生态治理工程。

4) 指导性原则

本文件规定了小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺的基本原理、基材构成、微生物孵化与驯化方式、工艺调试、运行维护与水质检测等要求

5) 协调性原则

本技术规划与现有标准、规范、指南协调统一，互不交叉。仅作为一种实用型、适用性技术规范对目前标准、规范、指南进行补充与完备。

3 标准主要编制内容和关键条款说明

3.1 工艺介绍

本文规定了小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺的原理和及处理流程。

小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺是对世界百年活性污泥工艺的变革，是一种复杂种群，高浓度微生物挂膜形成的小粒径双泥膜颗粒，改变了靠丝状菌连接桥架的原结构，推出了（外部好氧、中部兼氧、内部厌氧）的特殊结构新固定化技术。

以生物增效载体为基核（图 1），通过投入抗逆性极强的复合微生物，在高效厌氧，兼氧，好氧微生物孵化系统的独特造粒功能作用下，微生物 EPS 及微生物 Sour（比好氧速率）等功能合理协同作用（图 2）使微生物大量富集，挂膜后形成的一种相对规则、结构紧密并且具有多层结构的微生物聚集体的特殊污泥结构，并以流化床形式

存在于生化池中。

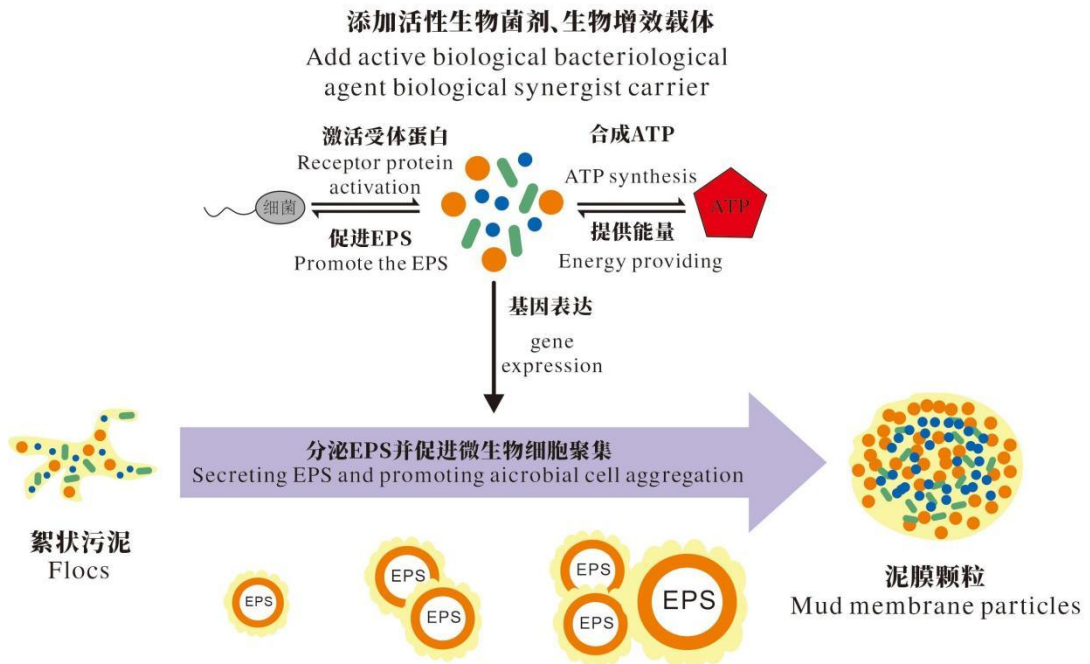


图 1

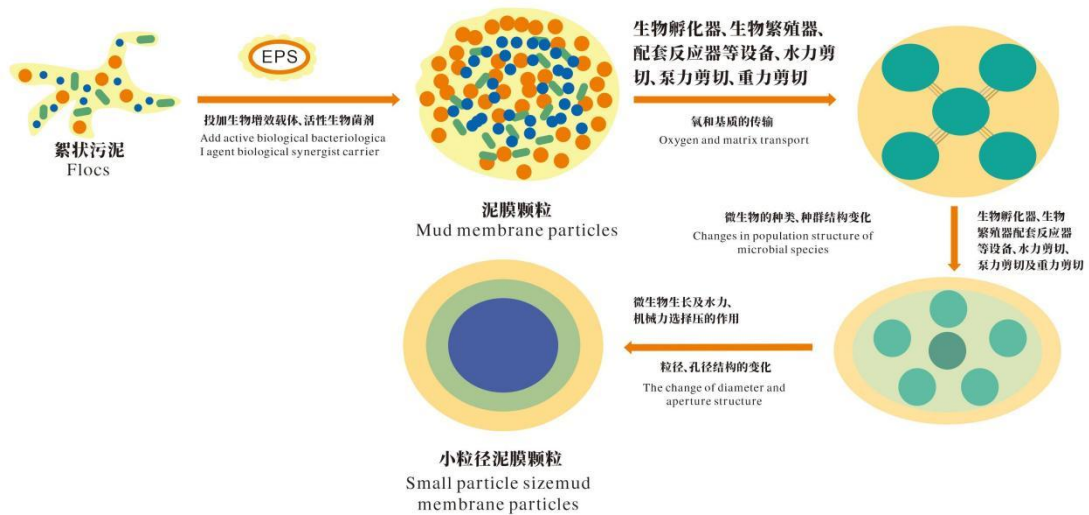
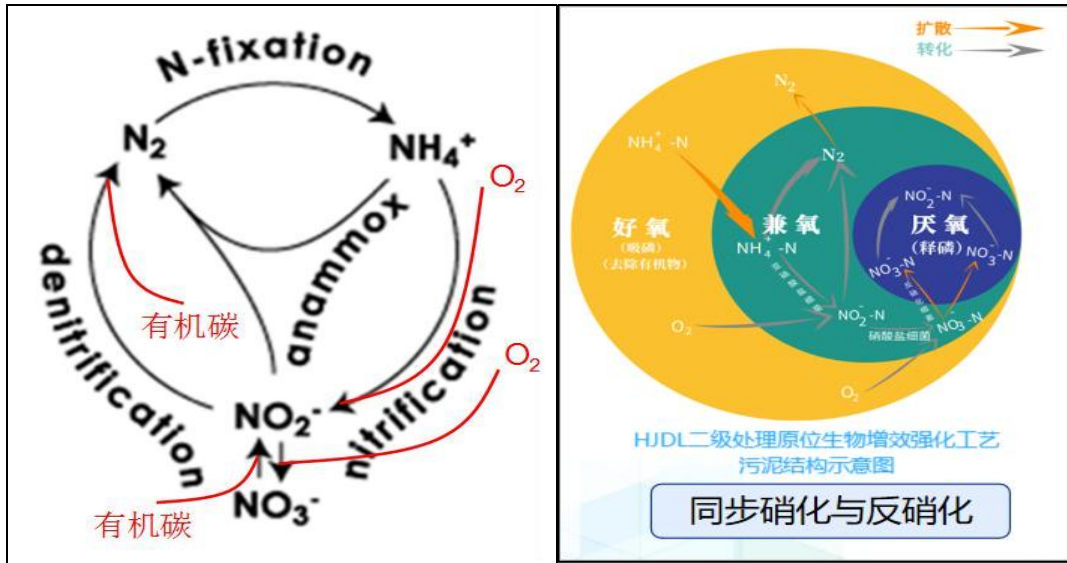


图 2



原理结构图

3.2 微生物孵化器

本文规定了微生物孵化系统的工作原理和用途。

微生物孵化系统是一个特制的微生物培养模块，可以根据需要设定，提供各种不同微生物的最佳生存条件。

微生物孵化系统融合在线自动检测及数据调整模块、云端大数据收集模块（正在建设）、视频监控处理模块和智能化配比基材投加比例四大模块。

三位一体的实现自动搜集水质信息，自动配比生物增效载体与活性生物菌剂投加比例，全覆盖无死角培育优势菌群和自动反馈污染物去除效率。

该装置可结合不同项目要求及参数进行配置。



微生物孵化器示意图

3.3 小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺的基材构成：

菌剂系列	载体系列	孵化器及自动投加装置系列
复合脱氮菌	微孔载体	生物膜反应器
复合脱硫菌	综合型专用载体	排气型生物膜反应器
复合除油菌	挂膜型专用载体	复合脱硫菌的流动床生物膜反应器
复合聚磷菌	富集型专用载体	复合菌种生物流动床膜反应器
活性生物菌剂	沉降型专用载体	厌氧微生物孵化器系列
厌氧生物菌剂	悬浮型专用载体	缺氧微生物孵化器系列
三合一系列	原色型专用载体	好氧微生物孵化器系列等
四合一系列	吸附型专用载体	
五合一系列	多孔型专用载体	
六合一系列等	流动生物床微孔载体等	

3.4 驯化方式

本文规定了小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺菌剂、载体的投加与驯化方式。具体驯化方式如下：

在不停产、不停水、不动土建的情况下：

(1) 将厌氧菌剂系列按设计方案中确定的比例投加于厌氧段、缺氧段的进水口处，共计 30 天。

(2) 将好氧菌剂系列按设计方案中确定的比例投加于好氧段的进

水口处，共计 30 天。

(3) 将生物增效载体系列按设计方案中确定的比例投加于厌氧段、缺氧段、好氧段的进水口处，共计 30 天。

(4) 在后续的稳定期运维中，视现场水质稳定情况与受冲击情况，适时的补充部分驯化基材，以维持整个系统稳定运行。

4 实际应用

4.1 小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺典型案例

编制组对国内小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺进行了广泛调研，并对典型项目的工艺进行了重点梳理。结果如表 1 所示。

表 1 小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺典型案例列举

序号	项目名称	系统规模	工艺路线
1	广州中部净水厂提量 30%示范工程	4 万吨/日	CASS 工艺
2	广州钟村净水厂提量 50%示范工程	4 万吨/日	氧化沟工艺
3	前锋净水厂提升改造项目	20 万吨/日	AAO 工艺

4.2 广州中部净水厂提量 30%示范工程

4.2.1 项目概况

项目位于广州市，厂区处理规模为 4 万吨/日，服务面积 2345 公顷，现需要在不停产、不新增土建的条件下，对该项目生化系统进行优化改造，提升污水处理能力至 5.2 万吨/日（生产提量 30%）。

4.2.2 项目介绍

项目	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TP	TN	pH
进水	≤300	≤150	≤250	≤30	≤4.5	≤35	6-9

出水	≤40	≤10	≤10	≤1.5	≤0.4	≤9	6-9
----	-----	-----	-----	------	------	----	-----

本项目执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB4426-2001)第二时段一级标准的较严值,出水氨氮年均浓度不超过 1.5 毫克/升,总磷年均浓度不超过 0.4 毫克/升。

4.2.3 项目检测报告

报告编号: YQ202202-010




检测报告

项目名称: 广州市番禺污水处理有限公司中部净水厂
扩容服务采购项目

委托单位: 浙江永续环境工程有限公司

受检单位: 广州市番禺污水处理有限公司中部净水厂

检测类别: 委托检测

编制: 姜洋 审核: 董永升 批准: 陈进华

报告签发日期: 2022年02月21日

广东粤丘检测科技有限公司

四、检测结果

表 3 废水检测汇总表

采样日期	检测点位	检测项目及结果 (单位: mg/L, 除有备注外)	标准限值
2022.02.11	中部净水厂出水口	pH 值 (无量纲)	7.2 6-9
		悬浮物	<4 10
		色度 (铂)	4 30
		化学需氧量	12 50
		五日生化需氧量 (BOD ₅)	4.0 10
		氨氮	0.092 5
		总氮	7.89 15
		总磷	0.37 0.5
		石油类	<0.06 1
		动植物油	0.12 1
		阴离子表面活性剂	<0.05 0.5
		六价铬	<0.004 0.05
		总铬	<0.03 0.1
		铅	<0.018 0.1
		镉	<0.0066 0.01
		总汞	<0.0004 0.001
		砷	<0.0003 0.1
粪大肠菌群 (MPN/L)	<20 10 ⁶		
总余氯	未检出	不得检出	

备注: 1、检测结果参照《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)表 1 一级标准中的 A 标准及表 2 标准;
2、上表中括号内检测值为“<0.010mg/L”,以“未检出”报出;
3、“~”的表示该数值于测试方法检出限,后面的数值为检出限;
4、检测结果仅对此次采样样品负责。

4.3 广州钟村净水厂扩容服务采购项目

4.3.1 项目概况

项目位于广州市,厂区处理规模为 8 万吨/日,服务面积 47.26km²,现需要在不停产、不新增土建的条件下,对该项目一期 4 万吨/日生化系统进行优化改造,提升污水处理能力至 6 万吨/日(生产提量 50%)。

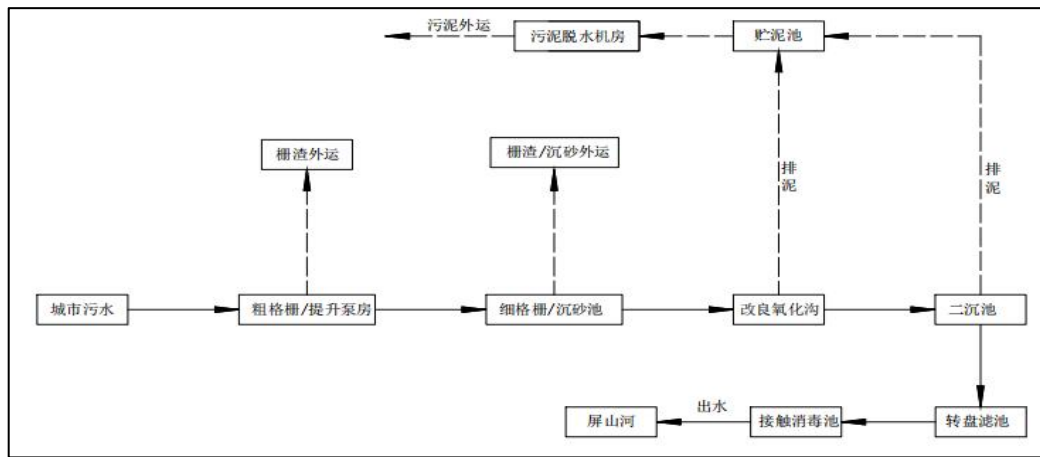
4.3.2 设计进出水水质

项目	CODcr	BOD5	SS	NH3-N	TP	TN	pH
进水	≤250	≤140	≤200	≤25	≤5	≤35	6-9

出水	≤40	≤10	≤10	≤1.5	≤0.4	≤8.3	6-9
----	-----	-----	-----	------	------	------	-----

本项目出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB4426-2001）第二时段一级标准的较严值，出水氨氮年均浓度不超过 1.5 毫克/升，总磷年均浓度不超过 0.4 毫克/升。

4.3.3 工艺流程



工艺流程图

4.3.4 项目运行情况总结

该项目存在的问题：现有污水处理能力无法满足污水处理需求，红线范围内建设用地不足，无法通过新增污水处理设施的手段增加污水处理规模。

经过小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺的应用，充分发挥了该工艺在技术、经济上的价值和优势。在不停产、不新增土建的条件下，提量污水处理能力 50%，快速地扩大了污水厂处理规模，节省了大量基建投资，同时对治理污染，保护当地流域水质和生态平衡起到了十分重要的作用。

4.4 广州前锋净水厂提量 25%示范工程

4.4.1 项目概况

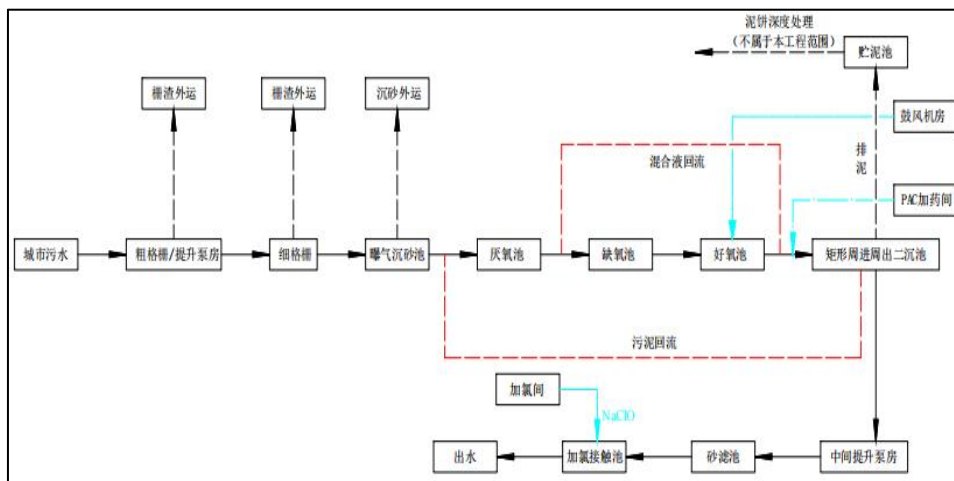
项目位于广州市，厂区处理规模为 40 万吨/日，现需要在不停产、不停水、不新增土建的条件下，对该项目三期 20 万吨/日生化系统进行提量改造，提升污水处理能力至 25 万吨/日（生产提量 25%）。

4.4.2 设计进出水质

项目	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TP	TN	pH
进水	≤280	≤140	≤200	≤25	≤5	≤35	6-9
出水	≤40	≤10	≤10	≤1.5	≤0.4	≤9	6-9

本项目出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB4426-2001）第二时段一级标准的较严值，出水氨氮年均浓度不超过 1.5mg/L，总磷年均浓度不超过 0.4mg/L，总氮年均浓度不超过 9mg/L。

4.4.3 工艺流程



工艺流程图

4.4.4 项目运行情况总结

本项目应用小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺后，充分发挥了该工艺在技术、经济上的价值和优势。污水处理厂的出水水质能够达到准四类标准，有效缓解了污水处理压力，大大降低污水对生态环境的污染，进一步完善城市功能，推进区域环境综合治理，努力实现让广州的水更清、山更绿、环境更美好。

5 标准涉及的相关知识产权说明

本技术规范的某些内容可能直接或者间接涉及专利及软件著作权，本规程的发布机构不承担识别这些专利及软件著作权的责任。

6 标准实施的环境效益与经济技术分析

小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺技术是目前国内领先水平，与传统工艺相比其优势是颠覆性的。小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺对现有污水处理厂进行提标，顺利实现GB3838-2002 四类水排放标准。对现有污水处理厂进行提量，日处理量可稳定提高 30%-60%。污泥减量较普通活性污泥法能减量 20~40%（根据众多项目案例实际计算）。小粒径双泥膜颗粒工艺在进行提标提量时，可以减药剂、减能耗、减污泥量，降低生产成本，提高经济效益。

本标准的实施，将为推广应用提供引领，对污水处理行业将产生深远影响，带动传统污水处理模式发生革命性变化，提高我国环保产业的核心竞争力；显著降低水体富营养化的风险，源源不断为我国提供高品质再生水，助力打造优质景观水体和水生态系统，提高公众对环境的满意度，形成良好的社会效应和环境效益。

7 标准实施建议

本标准发布后，可为小粒径双泥膜颗粒二级处理生物增效强化工艺的设计、调试和运营提供技术依据。建议标准发布后，作为行业的一种推荐标准实施，在污水处理厂（场）、设计院、研究院、工程公司等相关单位进行广泛宣贯。

8 征求意见处理情况说明（送审稿）

9 技术审查工作情况说明（报批稿）