



T/CECS 1224-2022

中国工程建设标准化协会标准

膜生物反应器城镇污水处理厂 原位改造技术规程

Technical specification for in-situ retrofit of municipal wastewater
treatment plants based on membrane bioreactor processes

中国建筑工业出版社

中国工程建设标准化协会标准

膜生物反应器城镇污水处理厂 原位改造技术规程

Technical specification for in-situ retrofit of municipal wastewater
treatment plants based on membrane bioreactor processes

T/CECS 1224-2022

主编单位：亚太建设科技信息研究院有限公司
清 华 大 学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2023 年 5 月 1 日

中国建筑工业出版社

2022 北 京

中国工程建设标准化协会标准
膜生物反应器城镇污水处理厂
原位改造技术规程

Technical specification for in-situ retrofit of municipal wastewater
treatment plants based on membrane biorcactor processes
T/CECS 1224 -2022

英

中国建筑工程工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
廊坊市海涛印刷有限公司印刷

黄

开本: 850毫米×1168毫米 1/32 印张: 2% 字数: 56千字
2023年4月第一版 2023年4月第一次印刷
印数: 1—800册

定价: 34.00元

统一书号: 15112 • 40533

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社图书出版中心退换
(邮政编码100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

中国工程建设标准化协会公告

第1392号

关于发布《膜生物反应器城镇污水处理厂 原位改造技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2020〕14号）的要求，由亚太建设科技信息研究院有限公司、清华大学等单位编制的《膜生物反应器城镇污水处理厂原位改造技术规程》，经本协会城市给水排水专业委员会组织审查，现批准发布，编号为T/CECS 1224-2022，自2023年5月1日起施行。

中国工程建设标准化协会
2022年12月22日

前 言

《膜生物反应器城镇污水处理厂原位改造技术规程》(以下简称规程)是根据中国工程建设标准化协会《关于印发(2020年第一批协会标准制订、修订计划)的通知》(建标协字〔2020〕14号)的要求进行编制,编制组经深入调查研究,认真总结实践经验,参考国内外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程共分6章,主要内容包括:总则,术语,基本规定,工程设计,施工、调试与验收,运行管理。

本规程的某项内容可能直接或间接涉及专利,本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会城市给水排水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。执行过程中,如有意见或建议,请反馈给亚太建设科技信息研究院有限公司(地址:北京市西城区德胜门外大街36号,邮编:100120,邮箱: xinxiyuanbiaozhun@163.com)。

主 编 单 位: 亚太建设科技信息研究院有限公司

清华大学

参 编 单 位: 浙江开创环保科技股份有限公司

中国科学院大学

北京林业大学

中信环境技术(广州)有限公司

中建环能科技股份有限公司

北京首创生态环保集团股份有限公司

北控水务(中国)投资有限公司

北京北排装备产业有限公司

上海世浦泰膜科技有限公司
 中国市政工程中南设计研究总院有限公司
 中国市政工程西南设计研究总院有限公司
 中国市政工程西北设计研究院有限公司
 金科环境股份有限公司
 江苏凯米膜科技股份有限公司
 江苏富淼科技股份有限公司
 北京坎普尔环保技术有限公司
 瑞坤工程咨询(杭州)有限公司
 海南立昇净水科技实业有限公司
 中国市政工程东北设计研究总院有限公司
 广州市市政工程设计研究总院有限公司
 中国市政工程华北设计研究总院有限公司
 广州大学
 浙江大学
 江苏沛尔膜业股份有限公司
 成都美富特膜环保科技有限公司
 科力菲姆(珠海)膜科技有限公司
 深圳市凯宏膜环保科技有限公司

主要起草人: 黄霞 陈永 谢柏明 肖康 梁帅
 温禾 万年红 王胤 雷克刚 谢胜
 王雪莉 史腾华 魏春海 柏金标 张宝林
 狄剑英 卢爱平 张慧静 王哲晓 苗雪娜
 秦栽根 艾冰 张静松 王国田 宋子明
 闫钰 王广华 张一航 刘绪为 白海龙
 黎泽华 桂祖晟 关晓琳 何家华 陈清
 孟广祯 刘牡 刘尚福 朱亮 宋超
主要审查人: 李艺 罗万申 李骏飞 李军 俞开昌
 阜巍 杨进春

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(4)
4	工 程 设 计	(6)
4.1	一般规定	(6)
4.2	厂区平面与高程布置	(6)
4.3	预处理与一级处理设施	(7)
4.4	生物处理系统	(7)
4.5	药剂投加	(9)
4.6	膜过滤系统	(10)
4.7	消毒与剩余污泥处理设施	(14)
4.8	主要辅助工程	(14)
5	施 工、调 试 与 验 收	(16)
5.1	施工前准备工作	(16)
5.2	土建施工	(16)
5.3	设备安装	(17)
5.4	系统调试	(19)
5.5	工程验收	(22)
6	运 行 管 理	(23)
6.1	一般规定	(23)
6.2	检测与控制	(23)
6.3	维护管理	(24)
6.4	应急措施	(27)
	用词说明	(28)
	引用标准名录	(29)
	附：条文说明	(31)

1 总 则

1.0.1 为规范对城镇污水处理厂采用膜生物反应器工艺进行原位改造，做到技术先进、安全可靠、环保低碳、经济合理，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于采用中空纤维膜和平板膜的膜生物反应器工艺进行城镇污水处理厂扩容提标原位改造工程的设计、施工、调试、验收以及运行管理。

1.0.3 城镇污水处理厂采用膜生物反应器工艺进行原位改造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。

2 术 语

2.0.1 原位改造 in-situ retrofit

为使城镇污水处理厂处理水量及出水水质满足设计要求，在城镇污水处理厂既有主体建(构)筑物的基础上，对既有污水处理建(构)筑物及相关附属设施进行改造的工程措施。

2.0.2 膜生物反应器 membrane bioreactor(MBR)

将生物反应与膜过滤相结合，利用膜作为分离介质替代常规重力沉淀进行固液分离获得出水的污水处理系统。

2.0.3 膜 membrane

作为过滤介质，对物质具有选择性筛分能力的多孔薄膜材料。

2.0.4 膜组件 membrane module

由片状、管状或中空纤维丝状膜、内连接件、端板、密封圈以及壳体等构成的器件，是膜过滤的基本单元。

2.0.5 膜组器 membrane cassette

由若干膜组件、布气装置、集水装置、框架等组装而成可进行独立运行的过滤单元。

2.0.6 膜通量 membrane flux

单位时间单位膜面积通过的水量。

2.0.7 膜污染 membrane fouling

活性污泥混合液中的污泥絮体、胶体粒子、溶解性有机物和无机盐类，由于与膜存在物理、化学或机械作用而引起在膜表面或膜孔内吸附与沉积，使膜孔径变小或堵塞、水通过膜的阻力增加、膜过滤性能下降，从而使膜通量下降或跨膜压差升高的现象。

2.0.8 跨膜压差 transmembrane pressure

膜进水侧与出水侧之间的压力差值。

2.0.9 超细格栅 ultrafine screen

孔径不大于1mm, 用以拦截污水中毛发和纤维状物质等的格栅。

2.0.10 膜完整性检测 membrane integrity inspection

判断膜是否泄漏的检测过程。

2.0.11 膜泄漏 membrane leakage

由于膜、膜组件或膜组器部件的破损或断裂, 导致混合液不经过滤而穿透至膜、膜组件或膜组器部件出水侧的现象。

2.0.12 在线化学清洗 on-line chemical cleaning

不拆卸膜组器, 不放空膜池, 利用在线清洗泵将药液注入膜组件进行化学清洗, 以去除膜孔内和膜表面污染物的膜清洗方法。

2.0.13 离线化学清洗 off-line chemical cleaning

将膜组器从膜池中取出, 浸泡在装有化学药剂的清洗池中, 或将膜池中的活性污泥抽空, 直接将化学药剂注入膜池, 对膜组器进行浸泡, 以去除膜孔内和膜表面污染物的膜清洗方法。

2.0.14 膜吹扫 membrane air scouring

通过曝气系统在膜组器下方曝气, 在膜表面形成水流剪切力, 以减少膜表面污泥沉积的膜清洗方法。

2.0.15 膜寿命 membrane lifespan

从开始使用到由于膜性能下降、破损、膜框架以及设备老化等原因导致膜生物反应器工艺无法稳定运行, 或能耗和成本超过设计上限所经过的运行时间。

2.0.16 平均通量 average flux

一个过滤周期的平均膜通量。

3 基本规定

3.0.1 改造工程应符合城镇总体规划、排水专项规划以及各地污水处理厂改扩建的有关规定。

3.0.2 改造工程处理后水质应满足排放、回用或后续处理单元进水水质的要求。

3.0.3 改造工程应遵循因地制宜、充分利用污水处理厂既有建(构)筑物及设备的原则。

3.0.4 改造工程规划设计应优化平面布局,保持高程衔接合理,必要时应重新勘察地质条件。

3.0.5 方案设计应对既有工程各处理单元的处理情况进行调查分析,确定工程设计、施工建设、运行调试和运行管理内容及新旧建(构)筑物之间的衔接方案。

3.0.6 施工除应符合现行国家标准《城镇污水处理厂工程施工规范》GB51221 的有关规定外,还应符合下列规定:

- 1 污水处理厂施工前应提前进行报备;
- 2 不停水改造应按照批准的施工组织方案实施;
- 3 应合理安排施工场地,做好搭建临建设施准备,必要时应设置临时处理设施;
- 4 应编写工艺调试方案,调试期间不应影响污水处理厂正常处理效果,调试结束应及时编制工艺调试报告。

3.0.7 工程验收应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268、《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB50334、《城镇污水处理厂工程施工规范》GB 51221 的有关规定。

3.0.8 运行管理应符合下列规定:

1 应根据改造后运行要求编制运行操作说明和管理规章制度；

2 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》CJJ60 的有关规定。

4 工 程 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 膜生物反应器的类型和配套设施应根据水质、水量和处理要求，并结合用地、用电、改造时间、流量控制等限制条件，经技术经济比较后进行选择和设计。

4.1.2 改造工程设计前，应评估建(构)筑物的结构安全性，对既有建(构)筑物结构进行验算，并制定相应的安全保障方案。

4.1.3 应根据膜生物反应器的工艺需求，对水泵、鼓风机、污泥脱水机、加药装置等既有设备进行复核。

4.1.4 在设计构筑物单体的过流能力时，应考虑回流量、污泥浓度等因素。

4.2 厂区平面与高程布置

4.2.1 平面布置应统筹考虑厂内既有和新建建(构)筑物的功能和流程要求，结合场地条件，满足便于施工、安装、维护、检修、消防和管理等要求，经技术经济比较后确定。

4.2.2 平面布置应紧凑集中，既有和新建建(构)筑物应集约化布置，有条件时宜合建。

4.2.3 管线应进行统筹布置，避免互相干扰，满足施工和维护要求。

4.2.4 膜设备间应靠近膜池布置。

4.2.5 高程布置应考虑新建或改建超细格栅、膜池等处理单元带来的水头损失变化，校核既有构筑物的高程，并确保新旧构筑物的合理衔接。

4.3 预处理与一级处理设施

4.3.1 膜生物反应器工艺的前序构筑物可包括进水泵房、格栅、沉砂池、初次沉淀池等，其设计应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB50014 和现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS 152的有关规定。

4.3.2 进水泵房应根据改造工程设计水量、水头损失等对既有提升设施进行流量和扬程校核，当流量或扬程不足时，应对相应设备和设施进行改造或更换。

4.3.3 格栅的设计应符合下列规定：

- 1 宜包括粗格栅、细格栅和超细格栅；
- 2 应根据改造工程水质水量特点判断是否保留、增设或更换原有粗格栅和细格栅；
- 3 超细格栅应设置在初次沉淀池之后，应根据原水中的杂物类型、膜组件及膜组器的型式进行选择；
- 4 增设超细格栅时，应校核增设超细格栅后，前序各处理单元水头能否满足要求，必要时可增加各处理单元高度以满足水力条件，并校核进水泵房水泵运行工况是否满足要求。

4.3.4 沉砂池应根据改造工程的水质水量特点，结合既有沉砂池的类型、有效容积、水力停留时间等参数，判断改扩建需求。

4.3.5 初次沉淀池应根据改造工程的水质水量特点，结合既有初次沉淀池的类型、有效容积、表面水力负荷等参数，判断改扩建需求。

4.4 生物处理系统

4.4.1 生物处理系统的设计应符合下列规定：

- 1 应先核算既有系统，再核算改造后的系统；核算内容应包括生物处理单元容积、回流比、污泥产量和曝气量，以及搅拌、回流、曝气、加药等设备及管路的规格；

2 生物处理工艺宜沿用既有生物处理工艺类型，根据处理目标的不同，在既有工艺流程基础上改造，必要时可增设新的处理构筑物；

3 当生物除磷效果不能满足设计要求时，应配备化学辅助除磷设施；

4 既有生物处理单元、二沉池等构筑物可根据需要，整体或局部改造为厌氧区(池)、缺氧区(池)、好氧区(池)、膜池等；

5 生物处理单元之间的管渠设计，应充分考虑既有构筑物与新建构筑物之间的空间衔接；

6 宜利用既有的回流、搅拌、曝气等设备及管渠设施。

4.4.2 生物处理单元的设计应符合下列规定：

1 在设计生物处理单元时，应根据膜生物反应器的特点，核算水力停留时间和污泥龄，并可通过设置后缺氧区(池)等方式利用内源碳强化反硝化过程。

2 宜根据试验资料或参考类似工程运行数据确定主要设计参数，当无试验资料时，可按现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS 152 的有关规定取值。

3 当需要提升厌氧/缺氧/好氧-膜生物反应器(AAO-MBR)的生物脱氮除磷效果时，可采用强化内源反硝化的厌氧/缺氧/好氧/缺氧-膜生物反应器工艺、两级或多级缺氧/好氧-膜生物反应器工艺，以及其他改进工艺等。

4 与氧化沟或其他活性污泥法结合的膜生物反应器工艺的设计，可按现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014 的有关规定执行，并结合膜生物反应器的特点，适当调整单元容积、回流比、污泥龄以及曝气量等。

5 在核算生物处理单元时，应考虑超细格栅、初次沉淀池等预处理或一级处理设施的改变对生物处理单元进水水质的影响。

6 生物处理理论需氧量的计算，应考虑膜池富氧混合液回流对好氧区(池)需氧量的补偿作用。将需氧量换算为标准状态下的清水需氧量时，应根据膜生物反应器污泥浓度高的特征，核算氧传质系数的修正系数(α 系数)。计算方法可按现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS 152 的有关规定执行。

7 混合液回流点与回流比的设计，应综合考虑混合液回流对污染物降解、溶解氧浓度以及污泥浓度等的影响因素，在运行中应根据实际需要进行调整。当利用既有设备及管渠时，应进行校核。

4.4.3 混合、回流与曝气设备的设计应符合下列规定：

1 厌氧区(池)的进水宜采用淹没出流方式，不得造成跌水复氧；

2 好氧区(池)宜采用循环流或完全混合池型，并应综合考虑推进、搅拌、曝气等条件对水力流态的影响，采取防止混合液返混至缺氧区(池)的措施；

3 后缺氧区(池)宜采用推流形式，混合液回流起点宜设置于后缺氧区(池)的后半部；

4 既有搅拌设备功率应满足改造要求；

5 在好氧区(池)混合液回流至缺氧区(池)或厌氧区(池)前，宜设置消氧区；

6 选用曝气设备时，应综合考虑供氧效率、能耗、维护检修、混合液流态等因素，好氧区(池)曝气宜采用密集型曝气系统；

7 混合、回流与曝气设备的配套管路设计可按现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014的有关规定执行。

4.5 药剂投加

4.5.1 应优先利用进水和污泥内碳源进行脱氮除磷，当膜生物

反应器出水总氮和总磷不能满足设计要求时，可通过外加碳源和除磷药剂的方式进行强化去除。

4.5.2 脱氮碳源药剂的投加应符合下列规定：

- 1 药剂的种类、剂量和投加点宜根据试验资料确定；
- 2 药剂可采用甲醇、乙酸钠等；
- 3 无试验资料时，可按所需去除硝态氮质量4倍～6倍当量的五日生化需氧量 (BOD) 计算投加量；
- 4 药剂可多点投加，宜投加在缺氧区(池)优先满足反硝化需求；后缺氧区(池)的投加点宜设置于后缺氧区(池)中部。

4.5.3 除磷药剂的投加应符合下列规定：

- 1 药剂可采用铝盐、铁盐等；
- 2 投加量应满足除磷量和出水总磷浓度的要求，并应根据实际运行情况调整；
- 3 可在生物处理单元后段投加，也可在膜池前端投加，宜采用多点投加；
- 4 应对设备和管道采取防腐蚀措施。

4.6 膜过滤系统

4.6.1 膜过滤系统的设计应符合下列规定：

- 1 膜过滤系统应包括膜组件、膜组器、膜池、产水系统及产水辅助系统、膜吹扫系统、清洗系统、膜设备间等；
- 2 膜过滤系统应优先考虑对既有建(构)筑物的利用，宜在既有生物处理单元和二沉池的基础上进行改造设计，必要时可增设新的建(构)筑物或设施；
- 3 膜过滤系统应优先考虑集中布置，当既有条件无法满足设置需求时，可考虑分散布置，并兼顾合理性和经济性；
- 4 在既有构筑物中设置膜过滤系统时，应充分考虑膜组器的排布对膜污染的影响，在充分利用既有构筑物空间的同时确保

膜组器的合理排布；

5 设计新增膜过滤系统时，宜保持与既有建(构)筑物的平面布置、管路设置等相契合，保持处理工艺的整体性和简洁性。

4.6.2 膜材料应符合下列规定：

- 1 膜材料宜选用微滤膜或超滤膜；
- 2 应选择具有优良的生物、物理、化学稳定性以及抗污染性能的聚偏二氟乙烯 (PVDF)、聚四氟乙烯 (PTFE)、氯化聚氟乙烯 (CPVC)、聚氯乙烯 (PVC) 等有机高分子材质或陶瓷等无机材质膜材料，膜寿命应大于5年；

- 3 中空纤维膜的单丝断裂强力不应小于7N。

4.6.3 膜组件应符合下列规定：

- 1 膜组件应结构简单，便于安装、清洗及检修；
- 2 可选择中空纤维或平板膜组件，中空纤维膜组件型式宜为帘式，平板膜组件型式宜为板框式或柔性支撑式。

4.6.4 膜组器应符合下列规定：

- 1 膜组器的尺寸应充分考虑既有构筑物的池形特点，依据集水均匀、结构紧凑、空间利用率高、防污泥淤堵能力强以及能耗低等原则确定；

- 2 膜组器的设置应充分考虑既有构筑物的水力流态，确保膜组器内部水流循环通道与既有构筑物的水力流态相适应；

- 3 膜组器应均匀分布于构筑物池内，膜组器周边与构筑物池壁的距离不宜小于300mm，膜组器顶部距正常运行时最低水位的距离宜大于500mm，膜组器底部曝气管距膜池池底的距离宜为150mm～500mm；

- 4 膜组器出水管的设置应确保集水的均匀性，并在出水管上预留用于在线化学清洗的接口和阀门。

4.6.5 膜池的设计应符合下列规定：

- 1 宜设置在改造后的既有构筑物中，必要时可新建膜池；

2 新建膜池的设计可按现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS152 的有关规定执行；

3 可将二沉池或其他既有构筑物改造为膜池；

4 将二沉池改造为膜池时，膜池空间应满足膜组器的安装要求，并应合理布置膜过滤系统的相关设备；

5 同一廊道的各膜组器宜均匀分布，并保障产水均匀，各膜组器间的产水量差值应小于5%，膜池应预留10%~20%的冗余膜组器空位，膜组器的布置应为安装维护留有足够的操作空间；

6 膜池底部按混合液流动方向宜留有不小于2%的坡度，并在最低处设置膜池排空坑；

7 膜池上方应设置用于膜组器安装和检修的起吊设备；

8 新建膜池应尽量靠近前序构筑物的出水口，通过重力流管渠配水，并确保满足设计进水量的要求；

9 每列膜池宜设置独立的进水闸门、出水堰门、产水系统、膜吹扫系统、溢流管等；

10 膜池应设置排泥泵。

4.6.6 采用有机膜时，平均膜通量宜为 $12\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{h})\sim 25\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，采用陶瓷膜时，平均膜通量宜为 $20\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{h})\sim 35\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，并应根据峰值出水流量校核膜通量，峰值膜通量宜在设计通量的范围内。

4.6.7 膜产水系统及产水辅助系统的设计应符合下列规定：

1 产水系统应包括产水泵和集水管路系统；

2 产水泵可采用自吸泵或离心泵，当改造工程的设计规模较小时，产水泵可采用自吸泵；当设计规模较大时，产水泵宜采用离心泵；

3 产水辅助系统可采用真空发生器或真空引水装置；当膜池廊道为1条或2条时，可采用真空发生器；当膜池廊道多于2条时，可采用真空引水装置；

4 产水泵流量应按改造工程最大流量进行设计，对于采用恒通量间歇运行模式的改造工程，产水泵宜采用变频控制，每小时启动次数应满足每小时过滤周期数的要求；

5 集水管路系统的设计应确保廊道内各膜组器集水的均匀性，集水管流速宜为 $0.5\text{m/s}\sim 1.0\text{m/s}$ ；采用汽水分离罐时，罐前吸水干管的流速宜为 $0.8\text{m/s}\sim 1.0\text{m/s}$ ；

6 膜产水管路系统上宜设置用于实时监测出水水质的在线浊度仪，且宜在每列膜池产水管路上均设置一台在线浊度仪。

4.6.8 膜吹扫系统的设计应符合下列规定：

1 可采用连续曝气的方式，也可采用间歇、交替曝气的方式，并宜采用脉冲曝气等低能耗方式；

2 曝气量可采用膜组器生产厂家的推荐值，或参考类似工程实例确定；

3 空气管路包括供气干管和膜池廊道设置的独立供气支管；供气干管水流速宜为 $10\text{m/s}\sim 15\text{m/s}$ ，高度高于膜池最高水位的距离不应小于 500mm ；独立供气支管的设置应便于安装拆卸，可采用软管或硬管连接，并宜设置控制阀门；

4 膜吹扫风机可根据实际改造工程选型和设计，宜采用变频控制。

4.6.9 膜化学清洗系统的设计应符合下列规定：

1 膜化学清洗系统应包括在线化学清洗系统和离线化学清洗系统，设计可按现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS 152的有关规定执行；

2 在线化学清洗系统应包括化学清洗泵、化学药剂投加与计量系统、储药罐和管道混合装置等；

3 在线化学清洗系统的清洗强度应具备满足维护性清洗和强化清洗等不同需求的可调节性；

4 在线化学清洗管路中宜设置清洗水过滤器；

5 离线化学清洗系统应包括清洗池、吊装装置和配药管道

系统等；

6 离线化学清洗池的设置宜结合既有工程的实际条件确定，既可将膜池作为原位清洗池，也可单独设置清洗池；当采用膜池原位清洗的方式时，宜设置备用的单独清洗池；

7 膜池和化学清洗系统应采取耐酸碱等防腐措施。

4.6.10 膜设备间的布置宜集约紧凑。

4.7 消毒与剩余污泥处理设施

4.7.1 应根据改造工程出水水质水量特点，判断既有消毒设施的改扩建需求；消毒设施的改扩建可按现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS 152 的有关规定执行。

4.7.2 改造工程的剩余污泥处理与处置应符合下列规定：

1 剩余污泥应自膜池通过剩余污泥泵排出，脱水时应根据膜生物反应器工艺剩余污泥的特点选择合理的药剂和投加量；

2 剩余污泥的排放口宜设置流量计，用于监测剩余污泥排放量；

3 剩余污泥处理与处置应符合国家现行标准《室外排水设计标准》GB50014 和《城镇污水处理厂污泥处理技术规程》CJJ 131的有关规定。

4.8 主要辅助工程

4.8.1 主要辅助工程的设计应包括建筑、结构、电气、自控仪表、暖通空调、给水排水等专业内容。

4.8.2 新建建(构)筑物和既有建(构)筑物改造后的风格宜与原厂保持协调。

4.8.3 新增电气设备应进行用电负荷及容量校核，应与既有系统兼容；新增电气设备的供配电、控制、连锁及建(构)筑物照明、防雷接地、防静电接地设计应符合相关专业标准的规定。

4.8.4 新增自控系统应满足膜生物反应器工艺自控要求，应采用可编程逻辑控制器 (PLC) 远程自动控制、现场手动控制两种运行方式，宜增加可编程逻辑控制器冗余并应与既有系统兼容。

5 施工、调试与验收

5.1 施工前准备工作

5.1.1 施工前应对既有建(构)筑物的高程、平面位置以及水力高程进行复测，对厂区内各种埋地设施进行探测并提出相应保护方案。

5.1.2 施工前应进行施工组织设计，加强设施基础的勘察设计与施工审核，明确施工质量负责人和安全负责人。

5.1.3 施工前应由设计单位进行技术交底，应按工程设计图纸、设备图纸等技术文件编制施工方案，准备施工设备及设施，合理安排施工场地，做好技术准备和临建设施准备，施工准备过程中应进行质量控制。

5.1.4 施工前应就土建施工和设备安装制定保障污水处理厂正常运行的措施预案。

5.2 土 建 施 工

5.2.1 构筑物的施工应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141 的有关规定，管道工程的施工应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定，混凝土结构工程的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定。

5.2.2 施工活动应符合职业卫生和劳动安全方面的规定，并应符合现行国家标准《生产过程安全卫生要求总则》GB/T 12801、《工业企业设计卫生标准》GBZ1 和《工业场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》GBZ2.1 的有关规定；在有限空间作业时，应符合现行国家标准《密闭空间作业职业危害防

护规范》GBZ/T 205的有关规定。

5.2.3 对既有建(构)筑物进行改造施工时，应符合下列规定：

- 1 对基础梁、柱、过梁等结构构件应进行加固；
- 2 加固施工前应对加固部位进行充分支撑和结构卸载；
- 3 进行膨胀螺栓等钻孔作业时，严禁破坏既有钢筋。

5.2.4 预埋预留施工应符合下列规定：

- 1 施工前，应根据设计图纸绘制预留图，并做正确性复核；
- 2 进行模板工程施工时，应根据施工图坐标和标高在模板上进行准确标记，并确保模板牢固固定；
- 3 施工中，应定期检查模板，防止模板跑位、损坏、漏留。

5.3 设备 安 装

5.3.1 机械设备安装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 的有关规定；设备、零部件、施工材料等的选择应符合设计要求和国家现行有关标准的规定，并提供供货商的合格证，严禁使用不合格产品。

5.3.2 膜组器的安装应符合下列规定：

- 1 膜组器安装前应清理干净膜池内的焊渣等杂物，膜组器安装过程应做好防止膜表面划伤、脱水的防护工作，膜组器安装后应及时注水；
- 2 膜组器使用的零部件、焊接和粘结等材料应符合国家现行有关标准的规定，焊接质量应符合现行国家标准《焊接工艺规程及评定的一般原则》GB/T19866 的有关规定，金属管道安装与焊接应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235的有关规定；
- 3 膜组器应按膜生产厂家提供的安装使用说明进行安装，并应做好安装记录；
- 4 膜组器吊装完成后，应向膜池注入清水进行膜组件完整性检验，检验方法及标准应符合膜生产厂家完整性检验标准和现

行国家标准《中空纤维超滤膜和微滤膜组件完整性检验方法》GB/T 36137的有关规定。

5.3.3 膜吹扫系统的安装应符合下列规定：

1 膜组器供气管路的安装应符合膜生产厂家的安装要求和现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定；

2 膜吹扫鼓风机的安装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 和《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275的有关规定；

3 曝气管道改造施工完成后，应进行管道吹扫。

5.3.4 膜产水系统及产水辅助系统的安装应符合下列规定：

1 水泵的安装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》GB50231 和《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB50275 的有关规定；

2 集水管路和阀门的安装应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定；

3 当采用真空发生器或真空引水装置时，安装应符合生产厂家要求和现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231 的有关规定；

4 当采用压缩空气系统时，空压机、冷干机、储气罐及相应气体净化装置的安装应符合生产厂家要求和现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231 的有关规定。

5.3.5 膜化学清洗系统的安装应符合下列规定：

1 化学清洗泵、在线加药泵、离线加药泵的安装应符合现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275的有关规定；

2 清洗水过滤器、管道混合装置应按照生产厂家的安装说明进行安装；

3 储药罐宜设置高于200mm 的设备基础，应设置储药罐

围堰，并对围堰进行防腐处理；储药罐的容积大小可根据实际需要调整，当储药罐较高时，应设置钢梯平台，钢梯宜增加防护围挡等装置；固体药剂宜设置独立的药剂储存间；

4 化学药剂投加与计量系统的管路及阀门安装应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定，加药计量仪表的安装应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093的有关规定。

5.3.6 在线监测系统的安装应符合下列规定：

1 水污染源在线监测系统的安装应符合现行行业标准《水污染源在线监测系统 (COD、NH₃-N 等) 安装技术规范》HJ 353、《水污染源在线监测系统 (COD、NH₃-N 等) 验收技术规范》HJ354 和《水污染源在线监测系统 (COD、NH₃-N 等) 运行技术规范》HJ355 的有关规定；

2 自控仪表设备的安装应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093的有关规定。

5.3.7 其他改造或新增设备的安装应符合下列规定：

1 泵的安装应符合现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275的有关规定，其余机械设备的安装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 的有关规定；

2 电气设备及装置的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254、《电气装置安装工程 电力变流设备施工及验收规范》GB 50255、《电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范》GB 50256 和《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257的有关规定。

5.4 系统调试

5.4.1 系统调试宜包括单机调试、清水联动调试、带负荷调试

以及试运行等，工艺稳定运行后进入正常运行模式。

5.4.2 系统调试前准备工作应符合下列规定：

1 设计人员应向调试人员做设计交底，交底内容包括工程概况、工艺流程和工艺参数等；

2 调试人员应编写工艺调试方案，明确调试时长、调试流程和调试方法；

3 应准备好调试用工具、实验设备、仪器和药品等，并应落实接种污泥来源；

4 调试期间应做好调试记录，不宜影响污水处理厂正常出水水质，调试结束应及时编制工艺调试报告。

5.4.3 单机调试应符合下列规定：

1 除鼓风机外，设备单机调试前应将进水管道的注满水，并应保证反应器内的液位满足设备试运转的要求，离心泵、加药泵、搅拌机等设备的单机调试应符合国家现行有关标准的规定，设备的电动调试应在厂家专业人员的指导下进行；

2 超细格栅单机调试应符合现行行业标准《环境保护产品技术要求 格栅除污机》HJ/T 262的有关规定；

3 鼓风机单机调试应符合现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275的有关规定；

4 管道系统调试应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB50235 和《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定；

5 电气系统调试应符合现行国家标准《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254的有关规定；

6 自控系统调试应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的有关规定；

7 膜系统相关设备的调试应按照控制柜冷态调试、设备检查、控制系统模拟调试、电气设备接地和绝缘检查、系统参数设置、系统单机调试、故障报警测试、控制系统模拟动作试验、热

态调试以及24 h 试运转等步骤进行。

5.4.4 清水联动调试应符合下列规定：

1 调试前，应完成膜系统设备单机调试、管道试压试漏和电气自控测试等单项测试并合格，完成各设备电机正反转检查、阀门控制检查、管路检查、电控状态检查并合格，各设备应能逐步完成动作，并满足工艺要求；

2 调试应按照全流程的运转和操作模式进行，清水水位高出膜组器0.5m~1m，并保持各膜组器曝气均匀；当有并列膜组器时，应依次进行联动调试；如有设置抽真空系统，应一并进行联动调试；应调节加药系统的出口安全阀和背压阀压力值，确保加药工序正常、安全；

3 调试中，应调节产水量至设计水量，记录水温、产水量、抽吸负压、反洗水量、反洗压力、加药等数据；

4 调试时，应检查各设施水位落差、水流速度、水流分布、好氧单元曝气效果以及各设施和设备之间的匹配程度，并调整至满足工艺要求。

5.4.5 生物处理系统带负荷调试应符合下列规定：

1 调试前，应保证池内有污水，污水水量满足生物处理系统带负荷运行的要求，并应检测进水水质，确认有关工艺参数；

2 应根据现场情况导入原厂或类似工程生物处理系统混合液作为活性污泥来源，且混合液应经过超细格栅进行过滤除渣；

3 待前段生物处理工艺调试稳定后，可开展膜系统进水调试工作；

4 调试时，各膜组器曝气量应充分、均匀，且满足工艺设计要求；

5 应调节膜系统产水量，使系统运行逐步提高到满负荷；

6 膜组器的跨膜压差应根据膜生产厂家建议值进行调节，并应对污泥回流系统进行调试。

5.5 工 程 验 收

5.5.1 工程竣工后，建设单位应及时将改造工程的立项、设计、施工、调试等相关文件立卷归档。

5.5.2 工程验收时，应具备满足工程验收的各项资料，并应符合设计要求和现行国家标准《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334的有关规定。

5.5.3 系统设备应按批准的图纸和技术文件制造，设备的材料、外购件等应有制造厂、供应商提供的合格证明，设备性能考核验收应在设备完成安装并经7d运行调整后进行，验收试验及试验步骤由双方共同安排，且试验不应妨碍现场设施的正常运行。

5.5.4 验收工作以用户单位确认的运行数据为依据，进水应满足设计水质、水量指标，出水水质、水量应达到设计要求，并应符合国家或地方有关现行标准的规定。

6 运 行 管 理

6.1 一 般 规 定

6.1.1 运行管理制度的建立、执行及标识管理应符合下列规定：

1 应完善并执行定期巡查及安全检查、运行台账管理、档案管理 etc 制度；

2 应建立膜池运行档案，档案内容宜包括每日透水率、跨膜压差、清洗情况、故障统计等内容；

3 改造后的系统工艺流程图、新增设备或构筑物的操作规程和维护规章等应标示于明显位置。

6.1.2 水质取样和检验方法应符合国家现行标准《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/T51、《水质采样 样品的保存和管理技术规定》HJ493 的有关规定，并应重点关注悬浮物 (SS)、总磷 (TP)、总氮 (TN)、重铬酸盐指数 (COD_{Cr})、粪大肠菌群等指标的变化。

6.1.3 运行管理人员应符合下列规定：

1 应参加专业技术培训并经考试合格后上岗，特殊岗位应持证上岗，并应定期进行考核；

2 应熟悉膜生物反应器工艺技术指标和设施的运行要求，熟知管理制度和应急预案，工作人员在对系统进行运行管理和应急处置时，应做好记录。

6.1.4 运行、维护及安全管理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》CJJ60 的有关规定。

6.2 检测与控制

6.2.1 污水处理厂进出水相关项目的检测应符合国家和地方有

关现行标准的规定，可根据当地环境保护主管部门的要求对进出水检测仪表的配置进行适当调整。

6.2.2 检测应符合下列规定：

- 1 膜池应重点检查膜组器和集水管路上的连接件是否松动或损坏，如有损坏应及时更换；
- 2 膜清洗药剂投入使用前，应进行检测分析；
- 3 膜组件和出水管路中的空气应在膜系统运行前检测并排除；
- 4 应定期对片状、管状或中空纤维丝状膜取样检测，及时调整运行和维护方案。

6.2.3 混合液调控应符合下列规定：

- 1 当膜池中的污泥浓度或溶解性微生物代谢产物浓度累积过高，导致膜过滤性能恶化时，可采用混合液调控方法提高膜过滤性能；
- 2 混合液调控剂可采用氯化铁、硫酸铝、聚合氯化铁、聚合硫酸铝等混凝剂或粉末活性炭等吸附剂；
- 3 应严格控制膜池内的污泥浓度，当污泥浓度过高时，可通过增大排泥量来降低膜池污泥浓度。

6.2.4 自动化控制系统应符合下列规定：

- 1 改造工程宜采用自动化控制系统进行控制；
- 2 自动化控制系统应根据工程规模、工艺流程以及膜的运行要求确定检测和控制内容，设计和选择应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB50014 的有关规定；
- 3 改造工程自动化控制系统应满足生产管理、运行维护以及膜系统对自动化控制的要求，并应与全厂的自控系统相适应，保证自动化控制系统在配置上的完整性和适应性。

6.3 维 护 管 理

6.3.1 预处理系统的维护管理应符合下列规定：

- 1 格栅工作台数可根据流量、水深、最佳过栅流速等确定；
- 2 应及时清运格栅栅渣，并做好计量与记录，确保污水全部通过超细格栅，而无旁路和溢流现象；
- 3 泵组的运行宜采用大小泵搭配的方式，各泵的投运次数及时间应保持均衡；
- 4 有限空间作业应遵守“先通风、再检测、后作业”的程序，宜设置安全通风换气设备和气体检测设备，在操作人员巡检必经处应设置有毒气体标志，操作人员应穿戴必要的防护用品，每位操作人员在有限空间内的工作时间不宜超过30min。

6.3.2 生物处理系统和膜过滤系统的维护管理应符合下列规定：

- 1 定期检查并调整曝气池配水系统和污泥回流系统，确保各池的污水、污泥均匀；
- 2 膜池运行时应进行膜吹扫曝气，定期检查膜池自控气动阀门、吹扫放空阀等；
- 3 膜池液位应控制在设计范围内，如膜池液位低于膜组器高度，应停止曝气和产水；
- 4 每年宜将膜池放空检修1次，清理底部积砂，检查水下设备、管道、池底与设备的配合等是否出现异常，并及时修复；
- 5 宜建立膜污染预警机制，分析膜池产水率衰减原因，根据产水率高低合理安排清洗计划。

6.3.3 膜清洗应符合下列规定：

- 1 膜的物理清洗可采取膜吹扫、清水反冲洗等方式进行。
- 2 膜的在线化学清洗可按膜生产厂家的要求进行，化学清洗的药剂种类及浓度、注药量、注药方式、浸泡时间、空曝气时间等参数应根据污染类型与程度进行调整。
- 3 膜的离线化学清洗可在专门设置的化学清洗池中进行，也可在原膜池内进行，应结合改造工程的实际条件确定。膜池不能完全隔离的或膜池化学清洗有效容积无法满足清洗要求的，不宜在原膜池内实施离线化学清洗。

4 应对膜清洗前后的跨膜压差、流量设定、清洗时间和日期、透水率、药耗等进行记录。

5 膜清洗其他要求应符合现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS 152 的有关规定。

6.3.4 膜组件保存应符合下列规定：

- 1 未使用过的膜组件应置于阴凉、无阳光直射处保存；
- 2 膜组件宜保持湿润状态；
- 3 使用过的膜组件在长时间停止使用前，应先进行离线化学清洗，再涂覆保护液进行封装或放入保护液中予以浸泡保存，且应避免冻结；

4 停止使用不超过30d时，再次使用前宜进行在线化学清洗；停止使用超过30d时，再次使用前应进行离线化学清洗。

6.3.5 当膜的运行时间达到规定的使用寿命或在使用过程中遭受损坏，或经化学清洗不能恢复性能时，应对膜进行更换，并应符合下列规定：

- 1 应由专业人员或生产厂家进行更换；
- 2 采用间歇曝气时，宜保持同一间歇曝气系列内的膜组器状态一致。

6.3.6 当采用紫外线消毒时，应定期清洗紫外线灯管的石英玻璃套管表面，并应符合下列规定：

- 1 宜采用在线机械清洗和化学清洗的方式；
- 2 紫外线消毒系统运行维护时应不影响其正常运行。

6.3.7 当采用二氧化氯、次氯酸钠和氯消毒时，应符合下列规定：

- 1 应定期巡视检查加药装置、管道导管及辅助设施；
- 2 药品储存车间严禁放置易燃易爆及其他危险品。

6.3.8 污泥处理设备在正常运行过程中，应定期对脱水机进行巡查，加强脱水设备的维护。

6.3.9 其他设备的维护管理应符合下列规定：

1 应对产水泵、反洗泵、气动阀门、鼓风机和电磁阀、液位控制器等关键控制元器件进行周期性维护保养；

2 应定期对水泵加注润滑油，更换盘根或检修，同时检查进水管路是否通畅；每次停泵后，应检查填料或油封处的密封情况，并应根据需要添加或更换填料、润滑油；

3 应及时清洗鼓风机进气口的滤网，并应检查空气管路上阀门是否开启正常；

4 应保障通风除臭系统正常运行，定期检查自动化控制系统，评估腐蚀性气体对自动化控制设备的腐蚀程度；

5 应定期检查加药系统过滤器堵塞情况，进行必要的处理；化学除磷时，对接触腐蚀性物质的设备和管道应采取防腐蚀措施；

6 室外安装的仪表应加装防护罩，宜采取电源防雷、信号防雷、防感应电流冲击措施。

6.4 应急措施

6.4.1 应及时修订突发环境事件应急预案。

6.4.2 当出现环境污染事故时，应立即采取应急措施，并报告相关部门。

6.4.3 应急响应终止后，应及时评估应急处置工作，提交分析报告并存档，完善事故应急预案和防范措施。

用 词 说 明

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：
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”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用本规程。

- 《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
- 《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231
- 《工业金属管道工程施工规范》GB 50235
- 《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254
- 《电气装置安装工程 电力变流设备施工及验收规范》GB 50255
- 《电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范》GB 50256
- 《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275
- 《城镇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
- 《生产过程安全卫生要求总则》GB/T 12801
- 《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918
- 《焊接工艺规程及评定的一般原则》GB/T 19866
- 《中空纤维超滤膜和微滤膜组件完整性检验方法》GB/T 36137

《工业企业设计卫生标准》 GBZ1

《工业场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》 GBZ 2.1

《密闭空间作业职业危害防护规范》 GBZ/T 205

《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》 CJJ60

《城镇污水处理厂污泥处理技术规程》 CJJ131

《城镇污水水质标准检验方法》 CJ/T51

《环境保护产品技术要求 格栅除污机》 HJ/T 262

《水污染源在线监测系统 (COD_r、NH₃ - 等) 安装技术规范》 HJ353

《水污染源在线监测系统 (COD_r、NH₃ -N 等) 验收技术规范》 HJ354

《水污染源在线监测系统 (COD_r、NH₃ - 等) 运行技术规范》 HJ355

《水质采样 样品的保存和管理技术规定》 HJ493

《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》 T/CECS 152

中国工程建设标准化协会标准

膜生物反应器城镇污水处理厂
原位改造技术规程

T/CECS 1224-2022

条 文 说 明

制 定 说 明

本规程制定过程中，编制组对采用膜生物反应器进行提标改造的城镇污水处理厂进行了调查研究，通过广泛调研分析和实践经验总结，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，取得了药剂投加量、平均膜通量、集水管流速等参数范围。

本规程更新了超细格栅等术语，对膜生物反应器城镇污水处理厂原位改造技术的工艺设计、施工与调试、运行管理等方面作出了规定，可为污水处理厂原位改造提供工艺设计、工程施工、设备安装、系统调试、工程验收、运维管理全流程的精准指导，有助于实现膜生物反应器工艺与原有污水处理工艺的衔接，提高污水处理厂出水水质标准。本规程基于现有经验积累对膜生物反应器城镇污水处理厂原位改造技术进行总结，但随着市场发展和科技进步会产生新的需求，本规程中涉及的设计、施工、运维要求及工艺参数范围需及时更新。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《膜生物反应器城镇污水处理厂原位改造技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(35)
3	基本规定	(37)
4	工 程 设 计	(40)
4.1	一般规定	(40)
4.2	厂区平面与高程布置	(40)
4.3	预处理与一级处理设施	(41)
4.4	生物处理系统	(42)
4.5	药剂投加	(48)
4.6	膜过滤系统	(49)
4.7	消毒与剩余污泥处理设施	(52)
4.8	主要辅助工程	(52)
5	施 工、调 试 与 验 收	(54)
5.1	施工前准备工作	(54)
5.2	土建施工	(54)
5.3	设备安装	(54)
5.4	系统调试	(55)
5.5	工程验收	(55)
6	运 行 管 理	(56)
6.1	一般规定	(56)
6.2	检测与控制	(57)
6.3	维护管理	(58)
6.4	应急措施	(59)

1 总 则

1.0.1 现行的膜生物反应器相关标准适用范围较为宽泛，涉及的技术环节较为单一，难以满足当前污水处理厂在扩容提标目标下的改扩建需求，难以提供工程设计、施工建设、运行调试、运维管理等全流程更精准的指导。本规程旨在为具备原位改扩建条件的城镇污水处理厂提供采用膜生物反应器工艺进行扩容提标原位改造的全流程技术指导。

在城镇用地紧张、改造空间有限的条件下对既有污水处理厂进行扩容提标改造，如何对膜生物反应器工艺进行科学设计以充分利用空间并提高污水处理能力，实现与前序和后序工艺的合理衔接，是污水处理厂扩容提标改造时需要解决的问题。扩容提标原位改造后的污水处理厂需重点关注出水稳定达标和安全运行。

1.0.2 通过对膜生物反应器工艺的科学设计和应用以提高污水处理能力并实现扩容目标。因此，本规程侧重规定了采用膜生物反应器工艺进行原位扩容提标改造的工程设计、膜生物反应器与既有工艺的有效衔接、原位改造时施工、验收以及运行管理的相关要求。

1.0.3 有关国家现行标准和现行协会标准有：《室外排水设计标准》GB50014、《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《给水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、《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335、《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918、《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T18921、《城市污水再生利用 地下水回灌水质》GB/T19772、《城市污水再生

利用 农田灌溉用水水质》GB 20922、《膜生物反应器通用技术规范》GB/T33898、《 城市污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ60、《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ/T 120、《膜分离法污水处理工程技术规范》HJ579、《 膜生物法污水处理工程技术规范》HJ2010 和《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS 152等。

3 基本规定

3.0.1 改造工程在设计阶段需充分考虑与城市总体规划、城市远景发展规划、城市近景发展规划、城市土地利用总体规划、城市生态修复与保护规划、城市防洪排涝规划、城市排水专项规划、城市污水处理回用规划等相关规划的衔接，并要满足业主的相关要求。

3.0.2 污水处理厂污水排放标准需符合现行国家标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918 的规定。《水污染防治行动计划》强调，现有城镇污水处理设施要因地制宜进行改造，2020 年底前达到相应排放标准或再生利用要求。重点湖泊、重点水库、近岸海域汇水区域等敏感区域城镇污水处理设施应于2017 年底前全面达到一级 A 排放标准。建成区水体水质达不到地表水IV类标准的城市，新建城镇污水处理设施要执行一级 A 排放标准。

北京市、天津市、浙江省、湖南省、云南省昆明市等地区，以及广东省茅洲河流域、江苏省太湖流域、安徽省巢湖流域、重庆梁滩河流域、四川省岷沱江流域、河北省大清河流域、河北省子牙河流域、陕西省黄河流域等陆续以地方标准形式发布水污染物排放标准，对总氮、总磷提出了更为严格的去除要求，详见表1。

表 1 部分地区最近发布的水处理厂污染物排放标准

地区	标准名称	标准编号
北京市	《城镇污水处理厂水污染物排放标准》	DB 11/890
天津市	《城镇污水处理厂水污染物排放标准》	DB 12599
浙江省	《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》	DB 33/2169

续表1

地区	标准名称	标准编号
湖南省	《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》	DB43/T 1546
云南省昆明市	《城镇污水处理厂主要水污染物排放限值》	DB5301/T 43
广东省茅洲河流域	《茅洲河流域水污染物排放标准》	DB 44/2130
江苏省太湖流域	《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》	DB 32/1072
安徽省巢湖流域	《巢湖流域城镇污水处理厂和工业行业主要水污染物排放限值》	DB 34/2710
重庆市梁滩河流域	《梁滩河流域城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》	DB 50/963
四川省岷沱江流域	《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准	DB 51/2311
河北省大清河流域	《大清河流域水污染物排放标准》	DB 13/2795
河北省子牙河流域	《子牙河流域水污染物排放标准》	DB 13/2796
陕西省黄河流域	《陕西省黄河流域污水综合排放标准》	DB 61/224

当城市污水再生利用时，需满足回用去向水质需求，详见表2。

表2 部分中水回用参考标准

回用去向		标准名称	标准编号
农田灌溉		《农田灌溉水质标准》	GB 5084
杂用水	冲厕、道路清扫，消防、车辆冲洗等	《城市污水再生利用城市杂用水水质》	GB/T 18920
工业用水	工业生产过程中冷却用水、洗涤、除尘、冲渣(灰)、锅炉补给、工艺和产品用水水源	《城市污水再生利用工业用水水质》	GB/T 19923
景观环境用水	营造或维持景观水体、湿地环境等	《城市污水再生利用景观环境用水水质》	GB/T 18921
绿地灌溉	公园绿地、防护绿地等	《城市污水再生利用绿地灌溉水质》	GB/T 25499

3.0.3 本条规定了工程改造的原则。改造工程需复核、分析用地条件，充分论证其必要性和可行性。对既有污水处理工艺流程和既有建(构)筑物的池型、容积、管道、进出水口等进行核查，对改造方案的处理能力、水力高程、设计参数等进行核算。计算改造前后水质、水量变化，评估既有工程的可利用程度和达标影响因素。改造中要尽可能利用污水处理厂已有的设备设施，新建建(构)筑物要与已建建(构)筑物风格统一。以良好稳定运行为目的，在达到出水标准的前提下，力求方案经济合理、运行管理方便、科学节约占地。设备选型和仪表配置需根据实用、优质、先进的原则，选用运行可靠、性能稳定、性价比高、维护量小、维修率低的产品。

3.0.8 本条对运行管理作出了规定。

1 管理规章制度内容包括明确岗位职责、操作规程、运行巡检、安全生产、设备维护、人员考核培训、信息记录和档案管理等。

4 工 程 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 原则上不改变生化池主体结构，重点改造和利用既有建(构)筑物，建议优先选择浸没式膜生物反应器构型。膜组件可选中空纤维式、平板式等。改造后生化池、膜池与膜设备间的布置，力求集约、紧凑、水力流程顺畅。

4.2 厂区平面与高程布置

4.2.1 原位改造或多或少会改变厂区平面布局，在厂区平面设计时有诸多限制，需要通盘考虑。污水处理厂改造后会改变厂区建筑密度、容积率、绿化率等，改造方案需充分协调相关规划。建议污水处理厂改造新建建(构)筑物的形式、外观与既有建筑风格相似，使改造后建筑群体的效果与周围环境协调。关于平面布置的其他相关标准规定，可参照现行国家标准《室外排水设计标准》GB50014 和《建筑设计防火规范》GB 50016等。

4.2.2 新建建(构)筑物一般与既有建(构)筑物合建，以减少扩建用地。对污水处理厂有远期扩建需求时，需在维持总体规划布局基本框架不变的基础上，结合既有设施的合理利用，按现实需求进行平面布置，并统筹考虑再生水利用、水质进一步提升等远期可能发展需求进行平面布置。

4.2.3 管线的布置需为施工和维护留有足够的操作空间。在管线密集区或有分期建设计划时，可采用管沟的敷设方式，以方便管线的维护、保养和增设。

4.2.4 当膜设备间距离膜池较远时，会导致产水泵吸水动力不足。因此，膜设备间的布置需靠近膜池，以保证产水畅通。

4.2.5 当增设超细格栅、膜池等处理单元时会带来水头损失的变化。因此，需校核既有构筑物的高程是否满足要求，并确保新旧构筑物的合理衔接，以保证水流畅通。

4.3 预处理与一级处理设施

4.3.1 当进水中毛发、织物纤维较多时，建议设置毛发收集器或其他针对性的处理设施；当进水中砂粒较多时，建议设置曝气沉砂池等预处理设施；当进水中油脂含量较高时，建议配备具有除油功能的设施，如现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS152 中提及的曝气沉砂池或隔油池、气浮池等；当进水水质硬度较高时，可能会在膜表面形成无机污染层，在膜的在线或离线化学清洗时，可适当结合使用酸性药剂进行清洗，具体可参照现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS152 中关于膜化学清洗的有关规定。

4.3.3 粗格栅和细格栅的设置需符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014 的有关规定。根据污水的水质水量特点，选定格栅的数量和规格，使格栅的过栅流速、安装角度等参数符合规定。若原有粗格栅和细格栅不能满足设计要求，需加以更换或增设。除粗格栅和细格栅以外，膜生物反应器工程还需设置超细格栅，以去除毛发及细小纤维状物质，避免此类物质缠绕膜丝或堵塞膜间隙和曝气口，保障膜组器的稳定运行。除了格栅，亦可使用栅网等其他满足处理要求的设施。

4.3.4 条件许可时，建议将沉砂池改建为带有表面浮渣撇除装置的曝气沉砂池，以减轻浮渣和油脂对后续膜系统的影响。当进水含砂量较高时，可适当延长沉砂池的水力停留时间，以减轻砂粒和悬浮物对后续膜系统的影响。对于设置初次沉淀池的改造工程，可适当减少前面沉砂池的水力停留时间。

4.3.5 根据现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS152 的有关规定，当进水悬浮物浓度较高时建

议设置初次沉淀池，沉淀时间为0.5h~2.0h，相应的表面水力负荷为 $1.5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})\sim 4.5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。当碳源缺乏时，可不设初次沉淀池或设置短时初次沉淀池、初次沉淀池的超越设施，短时初次沉淀池的沉淀时间一般为0.5h~1.0h，表面水力负荷一般为 $2.5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})\sim 4.5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

4.4 生物处理系统

4.4.1 本条对生物处理系统的设计原则作出了规定。

1 膜生物反应器生物处理系统设计需核算既有构筑物总容积和各单元容积是否满足工程改造后的需求。若总容积满足需求，则尽量在既有构筑物范围内改造，根据生物处理要求进行合理分区，可将膜组器置于既有生化池内；若总容积不足，则需要新建构筑物单元，可将膜组器置于生化池外。

2 进行膜生物反应器生物处理工艺设计时一般尽量沿用既有生物处理工艺类型，例如将既有的厌氧/缺氧/好氧（AAO）工艺顺势改造为厌氧/缺氧/好氧膜生物反应器（AAO-MBR），以减少改造幅度，节约改造成本，但也不须完全拘泥于此。根据实际处理需求和场地利用等情况，也可完全变更既有工艺类型，例如除了将 AAO 工艺顺势改造为 AAO-MBR 之外，实际工程中也有将 Orbal 氧化沟改造为 AAO-MBR、将 CASS 工艺改为 AAO-MBR 的案例。

3 生物除磷效果的估算，可参照现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS 152 的有关规定。根据磷的物料平衡，出水磷的浓度可按下式估算：

$$P_c = P_0 - \frac{\Delta X_p}{Q} \approx P_0 - \frac{X \cdot P_A}{1000} \cdot \frac{HRT}{24 \cdot SRT} \quad (1)$$

式中：P——出水磷的浓度（mgP/L）；

P_0 ——进水磷的浓度（mgP/L）；

ΔX_p ——剩余污泥日排磷量（gP/d）；

Q——日处理水量 (m^3/d);

X——生物处理系统平均污泥浓度 (gMLVSS/L);

P_x——单位剩余污泥含磷量 (kgP/kgMLVSS), 一般为
 $0.03\text{kgP/kgMLVSS}\sim 0.07\text{ kgP/kgMLVSS}$;

HRT——水力停留时间 (h);

SRT——污泥龄 (d)。

4 一般方池更容易改造为厌氧/缺氧/好氧 (AAO) 生物反应池或膜池。如辐流式二沉池等圆池改造为膜池、设备间、配电间等方形构筑物时, 需在既有圆形区域内合理布设与分隔方形空间。

膜生物反应器和传统污水处理工艺之间的最大区别之一, 就是用膜池替代二沉池进行固液分离。在既有工艺改造为膜生物反应器工艺时, 膜池和既有二沉池的设置可视情况采取如下选项: ①既有二沉池改造为膜池或膜池与设备间; ②既有二沉池改造为生化池或拆除, 新建膜池; ③既有二沉池保留, 与新建膜池并行设置。

5 管渠设计需充分考虑新旧构筑物之间的空间衔接, 以便改造工程施工。

6 具有利旧价值的设备包括回流、搅拌、曝气等设备, 以及诸如二沉池污泥回流井等管渠设施, 这些设施设备需合理利用。

4.4.2 本条对生物处理单元的设计原则作出了规定。

1 本款规定设计生物处理单元时一般根据膜生物反应器污泥浓度高、污泥负荷低等特点核算水力停留时间和污泥龄, 以优化设计参数。膜生物反应器与传统工艺的典型工艺参数对比如表3所示。对工艺参数差异的解释, 可参照协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS 152-2017 的有关条文说明, 其要点如下: 由于膜对污泥絮体和菌体的完全截留, 污泥龄和水力停留时间能够完全分离, 使得膜生物反应器能够在较

长的污泥龄条件下运行，因而具有较高的污泥浓度和较低的污泥有机负荷，进而导致微生物的内源衰减速率增加、污泥总产率系数降低。

表 3 膜生物反应器与传统工艺的典型工艺参数对比

工艺参数	单位	膜生物反应器	传 统 A A O
总污泥龄	d	15~30	10~20
污泥浓度	gMLSS/L	6~15(中空纤维膜) 10~20(平板膜)	2.50~4.50
污泥有机负荷	kgBOD/ (kgMISS·d)	0.03~0.10	0.05~0.15
污泥总 产率系数	kgMI. SS/kgBOD	0.25~0.45 (有初次沉淀池时) 0.5~0.9 (无初次沉淀池时)	0.3 (有初次沉淀池时) 0.6~1.0 (无初次沉淀池时)
污泥理论 产率系数	kgMLVSS/kg BOD	0.3~0.6	0.3~0.6
污泥内源呼吸 衰减系数	d ⁻¹	0.05~0.20	0.040~0.075

本款也在工艺路线设计上给出了强化脱氮的可选措施，例如通过后置缺氧区，充分利用内源碳以强化反硝化过程。

2 当无试验资料时，厌氧/缺氧/好氧-膜生物反应器(AAO-MBR)工艺的设计参数，可按现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS152 的规定取值。除了本规程表3中所示数值外， MLVSS/MLSS 比值可按0.4~0.7取值，20℃时硝化菌最大比增长速率可按0.66d⁻¹取值，最大比硝化速率可按0.02 kgNH₄⁺-N/(kgMLSS·d)~0.10kgNH₄⁺-N/

(kgMLSS·d) 取值，硝化作用中氨氮去除的半速率常数可按
0.5mgNH₄⁻N/L~1.0mgNH₄⁻N/L 取值，反硝化脱氮速率可
按

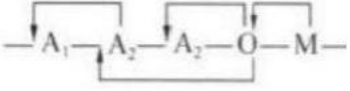
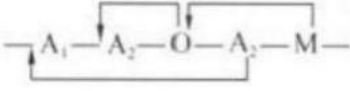
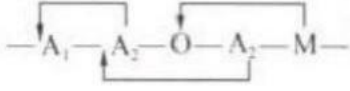
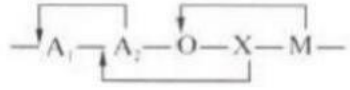
$0.03\text{kgNO}_3\text{-N}/(\text{kgMISS}\cdot\text{d})\sim 0.06\text{kgNO}_3\text{-N}/(\text{kgMISS}\cdot\text{d})$ 取值,
单位污泥的含磷量可按 $0.03\text{kgP}/\text{kgMLVSS}\sim 0.07\text{kgP}/\text{kgMLVSS}$ 取值。

3 本款规定了AAO-MBR 的改进工艺方案，以强化生物脱氮除磷效果。通过改变厌氧区、缺氧区和好氧区在工艺流程中的位置、容积比例以及混合液回流路线，厌氧/缺氧/好氧 (AAO) 工艺可衍生出各种变体，例如 UCT 工艺、多级 AO 工艺、改良 Bardenpho 工艺、强化内源反硝化工艺等等。表4列举出了一些典型的厌氧/缺氧/好氧-膜生物反应器 (AAO-MBR) 工艺变体。特别地，当要求出水 TN 低于 10mg/L 或 TN 去除率超过75% 时，可设置后缺氧区。后缺氧区的主要功能是强化反硝化脱氮，一般设置在主好氧区之后、膜池之前，首先利用内源碳来进行反硝化，当内源碳不足以完成脱氮需求时，可在后缺氧区补加外源碳。膜池可视为后好氧区，有助于恢复好氧微生物活性，并进一步去除残余氨氮和有机物。

表4 厌氧/缺氧/好氧-膜生物反应器 (AAO-MBR) 工艺的典型变体

工艺流程	工艺特点
	同步生物脱氮除磷，但需注意好氧区回流混合液对厌氧区厌氧环境的冲击
	倒置AAO工艺，以节约用于反硝化的碳源；一部分进水分流至厌氧区，以保障释磷过程
	UCT工艺，好氧混合液回流至缺氧区，缺氧混合液回流至厌氧区，以缓冲回流混合液对厌氧环境的影响
	分流式的UCT工艺，一部分进水分流至缺氧区，以保障用于反硝化的碳源

续表 4

工艺流程	工艺特点
	改进的UCT工艺，增加一个缺氧区，以强化内源反硝化
	后置缺氧区，以强化内源反硝化的一种工艺流程
	后置缺氧区，以强化内源反硝化的一种工艺流程
	设置可在好氧/缺氧模式之间切换运行的过渡区X, 以增加反硝化工艺运行的灵活性
注：*A ₁ 代表厌氧区，A ₂ 代表缺氧区，()代表好氧区，M代表膜池	

注：表内容参考关于我国膜生物反应器工程应用的综述文章 *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 2014, 8(6); 805-819,

4 在氧化沟与膜生物反应器相结合的生物处理工艺中，氧化沟与膜池的组合方式可采取分体式或一体式。

5 格栅、初次沉淀池等预处理或一级处理设施会部分截留污水中的有机质，从而影响生物处理系统的进水水质。因此在进行工艺改造、核算生物处理单元时，需考虑超细格栅、初次沉淀池等预处理或一级处理设施的改变对生物单元进水水质的影响。参照协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS152-2017 的条文说明，对于传统工艺，预处理及一级处理对BOD₃ 的整体去除率为20%~30%;对于膜生物反应器工艺，超细格栅对 BOD₃ 的去除率为5%~50%, 初次沉淀池对

BOD_2 的去除率约为 $t/(1+t) \times 50\%$, 其中 t 为初次沉淀池的
停

留时间。当碳源缺乏时，也可视情况设短时初次沉淀池、不设初次沉淀池，或设置初次沉淀池的超越设施。

6 计算生物处理理论需氧量时，需特别注意膜池富氧混合液对好氧区需氧量的补偿作用，避免过度设计。根据曝气设备的特征、水深、水温、海拔、混合液中氧传质系数的修正系数（ α 系数）、溶解氧浓度等因素，将需氧量换算为标准状态（温度 20℃、标准大气压）下的清水需氧量。其中，需特别注意氧传质系数的修正系数（ α 系数）的选取。与传统活性污泥工艺相比，膜生物反应器由于污泥浓度较高、污泥中有机物和无机物比例不同、污泥胞外多聚物含量和性质不同等原因， α 系数具有较大差异，不建议照搬传统活性污泥法的取值。膜生物反应器系统中 α 系数的取值，可参照现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS 152 的有关规定。

7 以缺氧池至厌氧池、好氧池至缺氧池、膜池至好氧池的混合液回流为例，回流比的选择及控制要点举例说明如表 5 所示。

表 5 混合液回流比的选择及控制要点举例说明

回流路径	回流比	控制要点
缺氧池至厌氧池	100%~200%	为厌氧池补充无氧、无硝氮、含聚磷菌污泥。回流比不建议过大，以防破坏厌氧环境
好氧池至缺氧池	300%~500%	为缺氧补充污泥和硝氮。回流比保证缺氧池硝氮为 2mg/L, 缺氧池末端溶解氧低于 0.5mg/L, 兼顾充分利用进水碳源和节省回流能耗。当进水碳源充足且缺氧区 HRT 足够时，可通过增加回流比提高系统脱氮效果；当进水碳源不足时，仅增加回流比无法提高系统脱氮效果，通常需投加外碳源
膜池至好氧池	400%~600%	为好氧池补充污泥和溶解氧。建议大回流比，避免膜池污泥浓度过高，同时降低膜池溶解氧以减少内源衰减，但需兼顾回流能耗

4.4.3 本条对混合、回流与曝气设备的设计原则作出了规定。

1 跌水复氧可导致额外的碳源消耗，需尽量避免。

2 循环流或完全混合流的池型，对进水水质波动的缓冲作用较强。

3 后缺氧区采用推流型，有助于提升反应效率，降低出水TN 浓度。含后缺氧区的回流路线如图1所示。

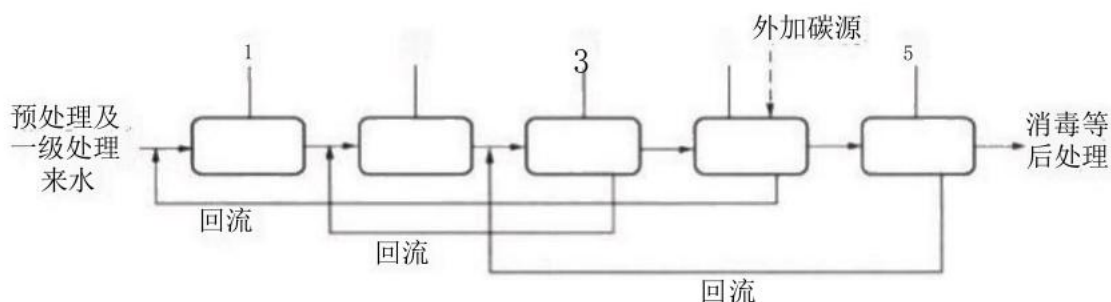


图 1 含后缺氧区的生物处理工艺流程示例

5 好氧区的混合液回流至厌氧区或缺氧区时，所携带的溶解氧可能会影响厌氧或缺氧反应环境，有条件时建议采取消氧措施，以减轻此影响。回流设施建议采用不易产生复氧的设备。

4.5 药剂投加

4.5.2 本条对脱氮碳源药剂的投加原则作出了规定。

2 传统碳源药剂包括甲醇、乙醇等小分子醇类，甲酸、乙酸等小分子有机酸和有机酸盐类，以及葡萄糖、果糖等糖类物质。新型碳源包括由剩余污泥资源化利用所产生的碳源等。

3 参照德国 ATV-DVWK-A131E 标准，增加外部碳源时，反硝化1kg 硝酸盐氮需要约5kg 的有效 COD 。本规程以 BOD₅作为有效COD，以 BOD₅计，按照所需去除硝态氮质量的4倍~6倍投加碳源。

4 缺氧区碳源投加点不建议设置在混合液回流点、进水点附近，是为了避免溶解氧对碳源的消耗。可采用多点投加，以优

化控制碳源投加量。碳源投加点建议设置于后缺氧区中部，可减少前段残留的溶解氧对外源碳的消耗。

4.5.3 本条对除磷药剂的投加原则作出了规定。

1 除磷药剂往往兼具混凝功能，对混合液过滤性、沉降性等性质具有调节作用。当追求混凝效果时，需谨慎使用如聚丙烯酰胺等有机高分子助凝剂，以免造成膜污染。

2 对于传统生物处理工艺，按现行国家标准《室外排水设计标准》GB50014 的有关规定，当采用铝盐或铁盐作为除磷药剂时，投加的铝或铁与污水中所需去除总磷摩尔比为1.5~3.0；对于膜生物反应器工艺，由于膜能截留颗粒物和部分胶体，根据现行协会标准《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS152 的有关规定，投加的铝或铁与污水中所需去除总磷的摩尔比可取为1.5~2.5。

3 根据类似工程经验，在生物池内多点投加化学除磷剂是最经济、除磷效果较好的方式。在膜池投加铁盐时要充分注意膜污染情况，因为铁盐过多易造成膜污染。

4.6 膜过滤系统

4.6.2 本条对膜材料的选取原则作出了规定。

1 根据实际调查，在膜生物反应器实际工程中，以微滤膜和超滤膜的应用为主。目前业界关于微滤膜和超滤膜的孔径范围和界限尚未形成共识。国家标准《膜分离技术 术语》GB/T 20103-2006中规定微滤膜孔径为大于或等于 $0.1\mu\text{m}$ ；行业标准《膜分离法污水处理工程技术规范》HJ579-2010 中规定微滤膜孔径范围为 $0.1\mu\text{m}\sim 10.0\mu\text{m}$ ，超滤膜孔径范围为 $0.002\mu\text{m}\sim 0.100\mu\text{m}$ 。国际纯粹与应用化学联合会出版的《膜与膜过程术语》（Pure and Applied Chemistry 1996,68:1479-1489）给出微滤膜孔径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上，超滤膜孔径为 $0.002\mu\text{m}\sim 0.100\mu\text{m}$ ；美国材料与试验协会出版的《微滤、超滤、纳滤和反渗透膜过程的标准术

语》(ASTM D6161-98) 给出微滤膜孔径为 $0.05\ \mu\text{m}\sim 2.00\ \mu\text{m}$ 。根据目前膜生物反应器实际工程中满足处理要求的常用膜孔径范围为 $0.02\ \mu\text{m}\sim 0.40\ \mu\text{m}$ ，并综合考虑国际和国内的术语标准和工程使用惯例，本规程规定用于膜生物反应器工程的微滤膜孔径为 $0.1\ \mu\text{m}\sim 0.4\ \mu\text{m}$ ，超滤膜孔径为 $0.02\ \mu\text{m}\sim 0.10\ \mu\text{m}$ 。实际工程的应用经验表明，膜的孔径对处理效果和膜污染发展等具有复杂影响，需结合具体工程处理目标和需求进行合理选择。例如，当膜生物反应器后接纳滤工艺对水质要求较低时，建议采用微滤膜；当后续工艺采用反渗透工艺对水质要求较高时，建议采用超滤膜。

2 关于膜寿命，目前尚无统一公认的定量判定标准。膜厂家常依据膜丝的膜污染清洗恢复率衰减情况，或膜丝的断丝率等对使用寿命进行评判。在实际工程中，可依据其运行效果进行判定，当工程运行效果无法满足设计要求时则判定膜丝的寿命完结。有机高分子材料适用于中空纤维膜组件、平板膜组件等，无机材料适用于平板膜组件和管式膜组件。

4.6.4 本条对膜组器的设置作出了规定。

2 为防止活性污泥在膜表面沉积，保持膜组器内部良好的水流循环非常重要。对于浸没式膜生物反应器膜组器，其内部的水流循环靠膜组器底部的膜吹扫曝气装置所提供，膜间流速取决于膜吹扫强度和膜片间距；对于外置式膜生物反应器膜组器，其内部水流循环由混合液循环泵提供，膜间流速取决于混合液的循环流速和膜片间距。

4.6.5 本条对膜池的设计作出了规定。

3 膜池可通过分隔部分生化池改造、二沉池改造或拆除二沉池新建的方式建造。

4 对于圆形辐流式二沉池，建议将二沉池分隔成多条廊道，构筑物周围剩余圆弧区域可作为新增生物池容、膜设备间、混合液回流区或旁滤系统等加以利用，并需设置曝气或搅拌装置，防

止污泥沉积；对于矩形平流式二沉池，建议将矩形池分隔成多条廊道，便于膜组器的布置。

5 对于中小规模工程，建议廊道单排布置膜组器的数量不超过12个；对于大型和超大规模工程，建议廊道双排布置膜组器的数量不超过24个。

6 本款规定膜池底部坡度及排空坑的设置原则，以便于在原位清洗或检修时通过排空泵排空膜池。

4.6.6 本条根据国内膜生物反应器污水处理厂的工程经验，规定了膜通量的参考取值范围。

4.6.7 本条对膜产水系统及产水辅助系统的设计原则作出了规定。

1 包括产水泵和集水管路系统的产水系统设计流量应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB50014 的有关规定外，还要与系统前端的提升泵流量匹配。

3 真空发生器是指利用高速压缩空气或水射流产生负压的装置，通常一个设备只能服务一条膜池廊道。真空引水装置是指利用真空泵辅助引水的装置，一组装置可通过设置气动阀门服务多条膜池廊道。

6 在线浊度仪需定期维护和清洗。

4.6.8 本条对膜吹扫系统的设计原则作出了规定。

3 独立供气支管需设置控制阀门，以防止停止曝气时膜池内水回流到管路中。

4 风机包括罗茨、单级、多级、空气、磁悬浮、螺杆风机等类型。建议采用变频控制型风机，便于依据工况调整参数。

4.6.9 本条对膜化学清洗系统的设计原则作出了规定。

3 膜的在线化学清洗分为维护性化学清洗和强化化学清洗，可根据实际工程的运行情况选择不同的在线化学清洗模式。

4 在工程运行过程中，清洗水可能受到外源污染物或内生物膜等的污染，为了防止在线清洗过程中清洗水中污染物对膜

组件的污染，根据实际工程情况设置清洗水过滤器，阻止清洗水中的污染物进入膜组件，保证膜清洗效果。

6 根据工程实际情况，离线化学清洗废液的中和处理可直接在清洗池中进行，也可设置独立的中和池进行处理；当在清洗池中直接进行中和处理对后续膜清洗造成影响时，一般根据需要进行选择直接随膜池污泥回流至上游生化池，或设置独立的中和池进行处理，处理后的废液排放至厂区生物处理系统之前，且排放水量和水质不影响生物反应池的处理效果。

清洗池的设置需以保障清洗效果并尽量减少维护工作量为原则，当改造后膜池不能够完全隔离、膜池化学清洗无效体积较大或原位清洗效果不佳时，不建议在原池内实施离线化学清洗，建议设置独立清洗池。在膜池内进行原位清洗时，需要特别注意药剂对污泥混合液生化性质的影响。设置独立清洗池的优点是有利于节约清洗药剂，例如清洗液可重复使用，避免药剂对污泥混合液造成不利影响，并且便于必要时对膜组器进行清洗和维修，但缺点是会增加占地面积。

4.7 消毒与剩余污泥处理设施

4.7.2 与传统活性污泥工艺的剩余污泥相比，膜生物反应器工艺的剩余污泥往往沉降性能和脱水性能更差。在设计污泥处理系统时，应对此加以考虑，适当提高污泥处理系统的效能并选择合理的药剂和投加量。

4.8 主要辅助工程

4.8.3 膜生物反应器改造工程供配电系统的电压等级和容量需根据工艺设备、建筑设备的装机容量和运行情况，结合现状污水厂供电情况和发展规划等因素综合考虑确定，需符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052、《建筑物防雷设计规范》GB50057、《民用建筑电气设计标准》GB 51348、《电力变压器

能效限定值及能效等级》GB 20052 的有关规定。

4.8.4 通常将新改造的膜生物反应器系统设置成一个高度自动化的控制系统，再与既有的控制系统组合在一起，其可编程逻辑控制器 (PLC) 的品牌、通信协议、传输方式需保持一致，还需符合国家现行标准《数据中心设计规范》GB50174 和《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ/T 120 的有关规定。在线监测仪表的设置应符合现行行业标准《城镇排水水质水量在线监测系统技术要求》CJ/T 252 和《自动化仪表选型设计规范》HG/T 20507的有关规定。由于膜生物反应器系统的产水一般是通过泵动力产水，在进出水水量匹配、断电、设备损坏、自控系统等出现问题时，极易造成系统跑水。因此系统设计上必须考虑足够的安全措施：供电和关键控制系统采用双电源设计；关键仪表设置冗余，数据分别上传至不同的 PLC；报警信号上传中控室，并设声光报警；设置连锁程序，必要时自动执行等。

5 施工、调试与验收

5.1 施工前准备工作

5.1.3 改造工程施工前，施工人员要充分与设计技术人员沟通，了解和熟悉设计意图和设计图纸，施工前的准备工作需着重重复测既有建（构）筑物的标高，以便复核高程是否满足设计及改造要求。

5.2 土建施工

5.2.2 职业卫生及劳动安全需充分重视，认真学习和领会相关标准内容，认真执行。

5.3 设备安装

5.3.1 改造工程涉及的其他新增设备，包括超细格栅、潜水搅拌机、生化风机、污泥/硝化液回流泵、剩余污泥泵、污泥脱水设备、加药设备、消毒设备、排污泵、闸门、起重设备等。

5.3.2 膜组件零部件材料及焊接、管道安装及焊接需遵循国家现行有关标准的规定，膜组件与膜组器安装的一般要求、膜组件安装后完整性检验的方法需遵循国家现行有关标准的规定。考虑到平板膜的情况，故将“膜丝”调整为“膜表面”。

膜组件验收应在设备组装前进行，根据设计要求检验膜组件的规格尺寸是否符合要求，合格后可做清水测试，清水测试的时间一般控制在30min之内，记录膜组件的基本性能参数，全部检验合格后进行设备组装。

5.4 系 统 调 试

5.4.4 膜组器曝气量有两种计算方式，一是按照膜面积计算，二是按照投影面积计算。可根据膜产品的特点设计曝气量，在此不作相关规定。调试期间，建议逐步调节膜系统产水量，初始通量调整为设计通量的50%，连续稳定运行24h后调整为设计通量的80%，再连续稳定运行48h后可满负荷运行。

5.5 工 程 验 收

5.5.4 水质指标以第三方检测结果为依据。

6 运 行 管 理

6.1 一 般 规 定

6.1.1 本条对运行管理制度作出了规定。

1 污水处理厂的运行管理是计划、组织、控制和协调等工作的总称，指从接纳原污水至净化处理排出“达标”污水的全过程管理，包括设备的日常维护与保养、运行工艺参数的测量、处理水量与质量的把控、能源消耗与安全生产等。污水处理厂水质管理工作的核心和目的，是保证水质“达标”。水质管理制度一般包括：水质管理机构责任制度、“三级”（指环保监测部门、总公司和污水站）检验制度、排放标准与水质检验制度、水质控制与清洁生产制度等。

运行记录需包含该系统运行状况、系统辅助设备运行状况、系统校准工作等必检项目，并需包含仪器使用说明书中规定的其他检查项目和校准、维护保养、维修记录等，可通过信息化平台采集并显示设备运行信号，实现远程监控管理。

6.1.3 本条对运行管理人员作出了规定。

1 运行人员的职责与任务是充分发挥各种处理方法的优点，根据设计要求进行科学管理，在水质条件和环境条件发生变化时，需充分利用各种工艺的弹性进行适当的调整，及时发现并解决异常问题，使处理系统高效低耗地完成处理作用，以获得理想的环境效益、经济效益和社会效益。污水与污泥的处理是依靠物理、化学及生物学的原理来完成的，要利用大型的构筑物、机械、设备与自控装置，还涉及各种测试手段，这就要求运行管理人员除了具有一定的文化程度外，还需具备物理、化学及微生物学方面的知识，也包括机械机电方面。

2 制定规章制度为了保障污水处理厂稳定运行，除了岗位责任制以外，还包括设施巡视制、设备保养制、交接班制、安全操作制等。

6.2 检测与控制

6.2.1 污水处理厂进出水一般检测流量、温度、pH、COD_{Cr}、氨氮、总磷、总氮及其他相关水质参数。

6.2.2 本条对检测作出了规定。

1 在对故障膜组器的检查过程中，将故障范围缩小到其中个别膜组器后，需要进一步检测确定膜组器上出现泄漏的具体位置，主要方法是：通过向膜组器内部接入压力不大于10kPa 的压缩空气，并将膜组器放入清水池中，通过观察出现气泡的位置和剧烈程度来检查泄漏，确定并记录需要检修的位置，进行修复。

3 任何情况下，要停止曝气，必须先停止抽吸产水，当曝气量不足时，必须降低膜出水量。

6.2.3 当采用粉末活性炭等吸附剂时，需要考虑与膜的兼容性问题，例如物理磨损对膜性能和使用寿命的影响，使用前需要经膜厂家的确认。

6.2.4 本条对自动化控制系统作出了规定。

1 污水处理厂一般设中央控制室进行集中运行监视、控制和管理，自动化控制系统需能够监视主要设备的运行工况与工艺参数，提供实时数据传输、图形显示、控制设定调节、趋势显示、超限报警及制作报表等功能，对主要生产过程实现自动控制。

2 国家标准《室外排水设计标准》GB 50014-2021 规定自动化控制系统的设计应符合下列规定：

- 1) 系统宜采用信息层、控制层和设备层三层结构形式；
- 2) 设备应设基本、就地、远控三种控制方式；

- 3) 应根据工程具体情况，经技术经济比较后选择网络结构和通信速率；
- 4) 操作系统和开发工具应运行稳定、易于开发、操作界面方便；
- 5) 电源应做到安全可靠，留有扩展裕量，采用在线式不间断电源 (UPS) 作为备用电源，并应采取过电压保护等措施。

6.3 维 护 管 理

6.3.1 本条对预处理系统的维护管理作出了规定。

1 通过污水处理厂前部设置的流量计、水位计可得知进入污水处理厂的污水流量及渠内水深，再按设计推荐或运行操作规程设计的入流污水量与格栅工作的关系，确定投入运行的格栅数量。也可通过最佳过栅流速的计算来确定格栅投入运行的台数。

2 格栅除污机清污主要利用格栅前后液位差来控制，必要时结合时开时停方式来控制。值班人员需经常巡视，及时发现格栅除污机的故障；及时压榨、清运栅渣；做好格栅间的通气换气。定期检查渠道的沉砂情况，由于污水流速的减慢，或渠道内粗糙度的加大，格栅前后渠道内可能会积砂，建议定期检查清理积砂，或修复渠道。做好运行测量与记录，测定每日栅渣量的重量或容量，并通过栅渣量的变化判断格栅是否正常运行。

3 污水处理厂的污水进入泵房前一般不设调节池，为保证抽升量与来水量一致，泵组的运行调度最好不用阀门来调节，以减少管路水头损失，节能降耗；保持集水池的高水位，可降低提升扬程。

注意真空表、压力表、电流表、轴承温度表、油位表等各种仪表指针的变化，若指针发生偏位或跳动，要查明原因，及时解决。做好运行记录，每班需记录的内容有主要仪表的显示值、各时段水泵投运的台号、异常情况及其处理结果。

6.3.3 膜池不能够完全隔离，膜池化学清洗无效，膜池由二沉池改造而成、污泥斗体积较大的不建议在原池内实施膜的离线化学清洗。

6.3.6 紫外线消毒设施需定期检查，确保紫外线灯的正常运行。紫外线灯建议持续处于开启状态，反复开关会严重影响灯管的使用寿命。

为确保紫外线消毒效果，保持渠道内紫外线有效剂量，需定期清洗紫外线灯管的石英玻璃套管表面，将清洗剂(弱酸或玻璃清洗液)喷洒在玻璃套管表面，用酒精棉或纱布擦拭灯管，将污垢清洗掉后再用清水冲洗，以免影响紫外线的透过率而影响杀菌效果。

进口灯管连续使用9000h 以上或1年后，需更换紫外线灯管，以确保高效杀菌。更换灯管时，先将灯管电源插座拔掉，拔出灯管，再将擦拭的新灯管小心地插入消毒器内，装好密封圈，检查有无漏水现象，再插上电源。注意勿用手指触及新灯管的石英玻璃，否则会因污点影响杀菌效果。

启动紫外线消毒灯时，需避免对人体直接照射，使用防护眼镜，不可直接用眼睛直视光源，以免灼伤眼膜。玻璃套管清洗剂有腐蚀性，操作时需戴橡胶手套，避免溅到皮肤与眼睛。

6.3.9 其他设备包含空压机、鼓风机、曝气器、泵阀(含产水、反洗、化学除磷加药及膜清洗加药等)、在线监测、污泥脱水等，改造过程中可能存在对原设备的利旧，部分设备可能满负荷或接近满负荷运转，建议对该类设备加强管理维护。

6.4 应急措施

6.4.1 企业事业单位需按照国家环境保护主管部门的规定，在开展突发环境事件风险评估和应急资源调查的基础上制定应急预案，并按照分类分级管理的原则，报县级以上环境保护主管部门备案。企业事业单位需按照环境保护主管部门的有关要求和技术

规定，完善突发环境事件风险防控措施，包括有效防止泄漏物质、消防排水、污染雨水等扩散至外环境的收集、导流、拦截、降污等措施。

6.4.2 事故发生后需要立即启动突发环境事件应急预案，采取切断或者控制污染源以及其他防止危害扩大的必要措施，及时通报可能受到危害的单位和居民，并向事发地县级以上环境保护主管部门报告，接受调查处理。应急处置期间，企业事业单位要服从统一指挥，全面、准确地提供本单位与应急处置相关的技术资料，协助维护应急现场秩序，保护与突发环境事件相关的各项证据。

需本标准可按如下地址索购：

地址：北京百万庄建设部中国工程建设标准化协会

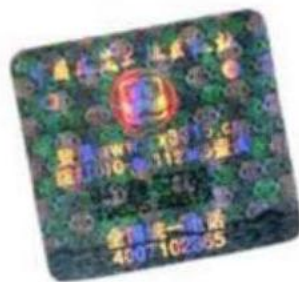
邮政编码：**100835**

电话：**(010)88375610**

不得私自翻印



1 5 1 1 2 4 0 5 3 3



统一书号: 15112 • 40533

定价: 34.00元