



CECS 152 : 2003

中国工程建设标准化协会标准

一体式膜生物反应器污水处理 应用技术规程

**Technical specification for application of integrative
submerged membrane bioreactor for wastewater treatment**



2003 北 京

中国工程建设标准化协会标准

一体式膜生物反应器污水处理
应用技术规程

**Technical specification for application of integrative
submerged membrane bioreactor for wastewater treatment**

CECS 152 : 2003

主编单位:北京碧水源科技发展有限公司

北京中关村国际环保产业促进中心

批准单位:中国工程建设标准化协会

施行日期:2 0 0 3 年 1 0 月 1 日

2003 北 京

前 言

一体式膜生物反应器是一种将生物处理技术与膜分离技术相结合的高效污水处理装置。为了规范这种装置的应用,根据(2002)建标协字第12号文《中国工程建设标准化协会2002年第一批标准制、修订项目计划》的要求,制定本规程。

本规程共有6章12节,规定了一体式膜生物反应器污水处理装置的设计、调试、验收、系统运行和维护等的技术要求,适用于该装置进行污水处理和回用等的工艺设计、安装、调试及运行管理。

根据国家计委计标[1986]1649号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求,现批准协会标准《一体式膜生物反应器污水处理应用技术规程》,编号为CECS 152:2003,推荐给工程设计、施工、使用单位使用。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理,由北京中关村国际环保产业促进中心(北京市海淀区苏州街丙78号,邮编100080)负责解释。在使用中如发现需要修改或补充之处,请将意见和资料径寄解释单位。

主 编 单 位:北京碧水源科技发展有限公司
北京中关村国际环保产业促进中心

参 编 单 位:北京市环境保护科学研究院
清华大学环境科学与工程系

主要起草人:马世豪 徐 云 文剑平 黄 霞 何星海
杨建洲 高 沛 梁 辉 陈亦立 李桂平
王 彤 李万金

中国工程建设标准化协会

2003年8月12日

目 次

1	总则	(1)
2	术语、符号和代号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号和代号	(2)
3	处理系统设计	(4)
3.1	基本构成	(4)
3.2	工艺参数	(4)
3.3	膜材料选择和反应器设计要求	(5)
3.4	处理系统设置	(6)
4	系统的调试	(8)
4.1	调试	(8)
4.2	活性污泥的培养驯化	(8)
5	验收	(10)
6	系统的运行和维护	(11)
6.1	运行	(11)
6.2	膜组件维护	(12)
6.3	膜的化学清洗	(12)
6.4	膜更换	(12)
	本规程用词说明	(13)

1 总 则

1.0.1 为了促进一体式膜生物反应器污水处理装置(以下简称反应器)在污水处理和回用方面的开发和应用,提高污水处理和回用的效率,使反应器的设计、应用符合适用、高效、经济、安全等要求,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于以中空纤维膜组件构成的内置式膜生物反应器处理污水和污水回用的设备设计、安装、应用及运行管理。对采用平板式膜组件和管式膜组件构成的反应器,也可参照执行。

1.0.3 采用反应器进行污水处理和回用时,反应器必须根据原水水质、水量和处理要求确定。污水在进入反应器前应进行必要的预处理。反应器的出水水质应达到相应的国家污水排放标准和回用水水质标准的要求。

1.0.4 反应器处理工艺的设计,除应遵守本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号和代号

2.1 术语

2.1.1 膜分离技术 membrane separation technology

利用膜的选择透过性进行分离或浓缩的技术。一体式膜生物反应器通常使用中空纤维有机高分子微滤膜,孔径 0.1~0.4 μm 。

2.1.2 膜生物反应器 membrane bioreactor

将生物处理技术和膜分离技术相结合的一种高效处理装置。按膜组件的设置可分为一体式和分体式两种类型:一体式膜生物反应器是将膜组件置于生物反应器内部的浸没式膜生物反应器;分体式膜生物反应器是将膜组件置于生物反应器外部。

2.1.3 膜组件 membrane module

按一定的技术要求,由膜(板式膜、管式膜或中空纤维式膜)组成的分离元件。中空纤维式膜组件是将数百根或更多根中空纤维膜组成的纤维束,两端用环氧树脂粘结在可收集净化水的集合管上而构成。

2.1.4 膜处理单元 membrane treatment unit

由一个或数个膜组件以某种形式组装成的基本处理单元。其中包括膜组件、出水管、固定支架等。

2.2 符号和代号

2.2.1 符号

V ——反应器的有效容积;

Q ——反应器的设计处理水流量;

F_w ——反应器的 BOD 污泥负荷;

X ——反应器内混合液悬浮固体的平均浓度;

F_v ——反应器内 BOD 容积负荷；
 O ——需要的氧气量；
 L_r ——去除的 BOD 浓度；
 a ——氧化每千克 BOD 的需氧量；
 b ——污泥自身氧化的需氧率；
 ΔX ——产生的剩余污泥量；
 Y ——氧化每千克 BOD 所产生的污泥量；
 K_d ——污泥自氧化速率。

2.2.2 代号

SMBR——一体式膜生物反应器；
BOD——生物化学需氧量；
COD——化学需氧量；
MLSS——混合液浓度；
VSS——挥发固体；
SS——悬浮物；
HRT——水力停留时间；
TN——总氮量；
TP——总磷量。

3 处理系统设计

3.1 基本构成

3.1.1 处理系统应由膜组件、生物反应池、供气系统、控制系统、进水管路、在线清洗系统等构成。(图 3.1.1)。

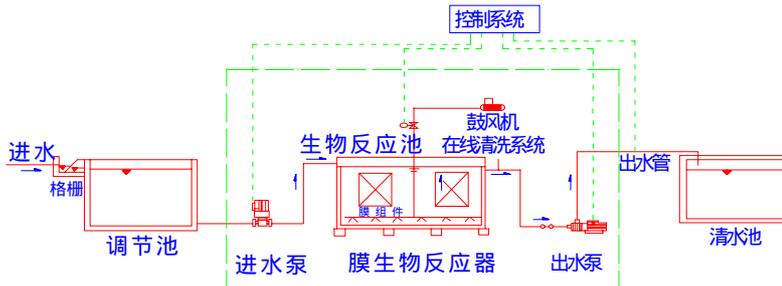


图 3.1.1 处理系统的基本构成

3.2 工艺参数

- 3.2.1 反应器的容积可按污泥负荷或容积负荷计算确定。
- 3.2.2 反应器装置内必须保证一定的活性污泥浓度和水力停留时间。平均停留时间应根据原水水质和处理要求设计确定。
- 3.2.3 反应器处理污水的设计参数应由试验确定。在无试验数据时,可按表 3.2.3 选取。

表 3.2.3 一体式膜生物反应器处理污水的设计参数

项目	污泥负荷 F_w ($\text{kg}/\text{kg} \cdot \text{d}$)	MLSS X (g/L)	容积负荷 F_v ($\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$)	处理效率 (%)	原污水水质 (mg/L)
城镇污水回用	0.2~0.4	2.0~8.0	0.4~0.9	95~98	BOD100~500
杂排水中水处理	0.1~0.2	1.0~4.0	0.2~0.5	90~95	BOD50~150

续表 3.2.3

项目	污泥负荷 F_w (kg/kg·d)	MLSS X (g/L)	容积负荷 F_v (kg/m ³ ·d)	处理效率 (%)	原污水水质 (mg/L)
综合生活污水回用	0.1~0.2	2.0~8.0	0.4~0.9	95~98	BOD100~500
高浓度有机废水处理	0.2~0.5	4.0~18	0.5~2.0	98~99	BOD500~5000

3.2.4 反应器的生物好氧反应所需的供气量可根据活性污泥法按下列公式计算：

$$O = aQL_r + bVX \quad (3.2.4)$$

式中 O ——日平均需氧量(kgO₂/d)；
 Q ——设计处理水流量(m³/d)；
 L_r ——去除的 BOD 浓度(kg/m³)；
 a ——氧化每千克 BOD 的需氧量(kgO₂/kgBOD)，可取 0.42~1.0；
 b ——污泥自身氧化的需氧率(1/d)，可取 0.11~0.188；
 V ——反应器的有效容积(m³)；
 X ——反应器内混合液悬浮固体的平均浓度(kg/m³)。

3.2.5 反应器膜表面清洗所需的空气量，应由位于膜组件下部的曝气管产生的向上水和空气流清除膜表面污染物的试验确定。

3.2.6 反应器的剩余污泥量可按下列公式计算：

$$\Delta X = YQL_r - K_dVX \quad (3.2.6)$$

式中 ΔX ——产生的剩余污泥量(kg/d)；
 Y ——氧化每千克 BOD 所产生的污泥量，可取 0.4~0.8；
 K_d ——污泥自氧化速率(1/d)，可取 0.04~0.075。

3.3 膜材料选择和反应器设计要求

3.3.1 反应器采用的膜及其膜组件应耐污染和耐腐蚀，使用寿命应在 2 年以上。

- 3.3.2 膜的工作水通量宜大于 $10\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 。有效膜面积应根据处理水量和所采用膜的通量计算,并增加 10%~20%的富裕量。
- 3.3.3 膜组件的结构应简单,便于安装、清洗和检修。
- 3.3.4 膜组件可采用水泵抽吸负压出水,也可利用静水压力自流出水,但应保持出水流量相对稳定。
- 3.3.5 反应器内的水流循环通道应合理设计。处理水的流向形成通过膜组件的向上流循环,膜组件宜设置在相应的位置。
- 3.3.6 反应器应设置进水口、溢水管、排泥管和液位计等,定期排放剩余污泥。
- 3.3.7 膜组件的出水管应设置化学清洗用的清洗液接口。

3.4 处理系统设置

3.4.1 应根据原水水质和处理要求等具体情况,设计或选择处理工艺、反应器的型号规格和配套设施。当采用反应器进行污水处理和中水回用时,典型的工艺流程如下:

污水→格栅→调节池→膜生物反应器→(消毒)清水池→排放或回用

- 3.4.2 处理系统宜由预处理装置、膜生物反应器、后处理装置、清水池和控制装置等单元组成。预处理装置和后处理装置应根据污水水质和出水水质要求选择设置。
- 3.4.3 预处理装置宜由格栅和进水调节池组成。
- 3.4.4 当调节池进水的油脂含量大于 $50\text{mg}/\text{L}$ 时,应设置除油装置。
- 3.4.5 当调节池进水的 BOD 含量大于 $1500\text{mg}/\text{L}$ 时,可设置厌氧或缺氧污水预处理工艺,经过预处理的污水再进入反应器。
- 3.4.6 当对出水的氨氮或总氮有严格限制时,反应器应具有脱氮功能。可采用间歇曝气工艺或设置脱氮区。
- 3.4.7 当对出水的除嗅或脱色有严格要求时,后处理装置应具有除嗅或脱色功能。可采用活性炭或化学氧化处理工艺。

3.4.8 当对出水的灭菌或消毒有专门要求时,可采用氯化、紫外线或臭氧的消毒工艺。

3.4.9 系统控制装置应具有手动和自动两种方式。面板上应设有水池液位和电磁阀、风机、水泵等运行状态的显示器,以及表示膜是否堵塞的信号灯或图标。

3.4.10 整套设备系统的控制,可采用可编程序控制器(PLC)自动控制加触摸面板操作,也可仅由可编程序控制器(PLC)自动控制加面板按钮操作。

3.4.11 系统应设置水位和事故等声光指示和报警装置。

4 系统的调试

4.1 调试

4.1.1 膜处理装置在正式运行前必须进行系统调试。调试可按下列步骤进行：

1 系统空车调试。先检查各种设备的安装是否符合设计要求,特别是曝气池中的膜组件安装是否符合设计要求以及曝气管是否在同一个高程上,其误差不得超过设计规定值。然后按照设备说明书的规定,对各种设备进行空车调试,达到要求后方可转入下一步。

2 清水联动试车。试车前应检查反应器池水位高度是否满足设计要求,观察反应器系统自动控制和其他机械设备的运行状况。清水联动试车时,水温应大于 4℃。

(1)启动设备。应在做好启动准备后进行。操作前应在开关处悬挂指示牌。操作人员启闭电器开关,应按电工操作规程执行。

(2)膜组件出水手动试运行。当反应池内水达到中水位时,手动开启出水泵并调节出水阀门,观察出水泵进口处压力和出水口流量的变化。调节出水量至膜片设计清水最大出水量。

(3)系统自动控制运行调试。当系统进入自动运行状态时,系统自动完成进水、曝气、出水、消毒等程序,然后进行带负荷调试运行直至达到设计要求。

4.2 活性污泥的培养驯化

4.2.1 活性污泥的培养和驯化,可分为间歇式和连续式两阶段进行：

1 间歇培养:在反应器内接种一定量的活性污泥,开启鼓风机曝气,控制溶解氧在适当范围内,随时检测溶解氧、pH 值、MLSS和用显微镜观察生物相变化。间歇培养数日。

2 连续培养:当反应池内有一定量的活性污泥时可连续培养。连续培养数日,当活性污泥达到一定浓度后可转入正常运行。

5 验 收

- 5.0.1** 验收可分为膜组件验收、设备验收和处理系统验收 3 类。
- 5.0.2** 膜组件验收应在反应器组装前进行,先检验膜组件的规格尺寸是否符合设计要求,然后做清水试验。检验时应记录膜组件的基本性能参数,检验合格后方可进行反应器装配。
- 5.0.3** 反应器设备验收应按设备标准和有关标准的规定进行,并应符合下列技术要求:
- 1 反应器应按批准的图纸和技术文件制造;
 - 2 反应器的材料、外购件等应有供应厂的合格证明。无合格证的,制造厂应在检验合格后使用;
 - 3 所有的零、部件应在检验合格后进行装配;
 - 4 焊接件的各部分焊缝应平整、光滑,不应有裂缝、未融合、未焊透等缺陷;
 - 5 反应器应实现自动控制,各种仪表应安全可靠;
 - 6 电源相线、中线与地线之间的绝缘电阻应大于 $2M\Omega$,控制按键应灵活可靠;
 - 7 泄漏电流不应大于 $5mA$ 。
- 5.0.4** 污水处理系统验收应按设计要求或国家现行有关标准的规定进行。处理出水水质应达到设计要求和有关标准的规定。

6 系统的运行和维护

6.1 运行

6.1.1 反应器可连续进水,应间歇出水。出水运行时间宜占总时间的80%~90%。

6.1.2 处理系统自动运行时应具有下列功能(图3.1.1):

1 调节池低水位时进水泵自动停止,高水位时恢复运行。

2 反应池低水位时出水泵自动停止,高水位时恢复运行。

3 清水池低水位时供水泵自动停止,高水位时恢复运行。

4 膜堵塞造成出水泵吸水管负压上升达到0.04MPa时报警,且出水泵自动停止。

5 自动进行周期性出水,自动进行膜清洗。

6.1.3 手动运行时应按操作规程依次开启设备按钮开关。先启动进水泵,再开启鼓风机;反应池水位正常后,再启动出水泵。

6.1.4 出水泵应根据进水量变化和工艺运行情况调节水量。当环境温度低于0℃,且出水泵长期不使用时,必须放空泵壳内的存水。

6.1.5 当鼓风机长期不使用时,应关闭进、出气闸阀和冷却系统,并将系统内存水放空。鼓风机的冷却、润滑系统应定期检修与清洗。

6.1.6 反应器应通过调节污泥负荷、污泥龄或污泥浓度等方式进行工艺控制。应每年放空并清理生物处理池一次,疏通曝气管,检修各种装置。

6.1.7 日常分析测定的项目应包括:进出水的pH值、COD、SS、氨氮和污泥浓度、污泥指数等。测定应采用标准方法。

6.2 膜组件维护

- 6.2.1 反应器运行时应保持一定的活性污泥浓度。应在反应器运行基本稳定后开始膜的出水运行。
- 6.2.2 必须保持使膜面有良好水力冲刷作用的曝气量。
- 6.2.3 应保持操作条件稳定,以减少膜污染。
- 6.2.4 运行时,吸水管负压应保持在第 6.1.2 条第 4 款规定的范围内,保证设计出水量。如出水量下降超过设计值或吸水管负压超过指定范围,则应对系统进行化学清洗。

6.3 膜的化学清洗

- 6.3.1 当膜污染严重而无法恢复设计出水量时,必须进行化学清洗。
- 6.3.2 化学清洗应由专业人员进行。化学清洗药剂可采用次氯酸钠或氢氧化钠和盐酸。

6.4 膜 更 换

- 6.4.1 当膜的运行时间达到规定的使用寿命或在使用中造成损坏,化学清洗不能恢复其功能时,应对膜进行更换。
- 6.4.2 膜更换应由专业人员或生产厂家进行。
- 6.4.3 新膜投入运行前,应按要求进行调试和验收。

本规程用词说明

一、为便于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”或“可”;反面词采用“不宜”。

二、条文中指定应按其他有关标准执行时,写法为“应符合……的规定”。非必须按所指定的标准执行时,写法为“可参照……执行”。