



中华人民共和国国家标准

GB XXXXX—XXXX

膜生物反应器组器能效水效限定值及等级

The minimum allowable values and grades of energy efficiency and water efficiency
for Membrane Bioreactor Cassette

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(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

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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。

本文件由国家标准化管理委员会提出并归口。

膜生物反应器组器能效水效限定值和等级

1 范围

本文件规定了膜生物反应器组器的能效水效等级、技术要求和试验方法。

本文件适用于单台日产水量不小于500立方米的膜生物组反应器组器。

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 8979 污水综合排放标准

GB/T 20103 膜分离技术 术语

GB/T 31962 污水排入城市下水道水质标准

GB/T 33898 膜生物反应器通用技术规范

CJ/T 221 城镇污泥标准检验方法

3 术语和定义

GB/T 20103、GB/T 33898 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

膜生物反应器 **membrane bioreactor (MBR)**

将菌体的生物反应过程与多孔膜的固液分离过程相结合的污水净化装置或系统。

[来源：GB/T 20103——2006，定义6.3.3，有修改]

3.2

膜生物反应器组器 **membrane bioreactor cassette**

由若干膜组件、曝气装置、积水管路、框架等组装成的，利用膜进行固液分离的水处理单元，简称膜组器。

[来源：GB/T 33898—2017，定义3.6，有修改]

3.3

膜组器净产水量 **net water production of cassette**

在本文件规定的条件下，扣除自身消耗水量后，实际获得的膜组器的净产品水量。

注：单位为立方米（m³）。

3.4

膜组器能效水效限定值 **energy efficiency & water efficiency of cassette**

在本文件规定试验条件下，膜组器所允许的最大单位产水量能耗和最小单位膜面积产水量。

4 能效水效等级

4.1 膜组器能效水效等级分为 3 级，其中 1 级能效水效最高。

4.2 各能效水效等级模组器单位产水量能耗和单位膜面积产水量应符合表 1 的要求。按照表 1 中两项指标所达到的最低等级判定。

表1 膜组器能效水效等级指标

能效 水效 等级	中空纤维膜组器		刚性平板膜组器		柔性平板膜组器		陶瓷平板膜组器	
	单位产水量 能耗	单位膜面积 产水量	单位产水量 能耗	单位膜面积 产水量	单位产水 量能耗	单位膜面 积产水量	单位产水 量能耗	单位膜面 积产水量
1级	≤0.10	≥0.60	≤0.20	≥0.60	≤0.12	≥0.60	≤0.25	≥0.70
2级	≤0.15	≥0.50	≤0.30	≥0.50	≤0.20	≥0.50	≤0.35	≥0.60
3级	≤0.20	≥0.40	≤0.50	≥0.40	≤0.30	≥0.40	≤0.50	≥0.50

5 技术要求

5.1 浑浊度

出水的日均浑浊度不应大于 5NTU。

5.2 跨膜压差

日均跨膜压差增幅不应大于 0.5kPa，且日均最高跨膜压差值不应大于 30kPa。

5.3 能效水效限定值

中空纤维膜组器、刚性平板膜组器、柔性平板膜组器和陶瓷平板膜组器能效水效限定值为能效水效等级 3 级规定的单位产水量能耗和单位膜面积产水量。

6 试验和计算方法

6.1 试验平台

试验平台应符合附录A的要求。

6.2 试验要求

6.2.1 膜组器的日净产水量不应小于 500m³/d。

6.2.2 应统计膜组器的型号、规格以及膜面积、气水比、最小运行水深、膜通量等技术参数。

6.2.3 应制定膜组器的测试运行方案。其中，在线清洗的药剂种类、药剂浓度、清洗周期、清洗历时等，应与膜组器常规运行方案一致。

6.2.4 振动式膜组器应配套振动驱动电机及相应动力装置。

6.3 试验方法

试验方法应符合附录 B 的要求。

6.4 计算方法

6.4.1 单位膜面积产水量

单位膜面积产水量按公式（1）计算：

$$Q_e = \frac{Q_{20}}{D \cdot S} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q_e ——单位膜面积产水量，单位为立方米每平米每天（ $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ）；

Q_{20} ——测试期间，水温为20℃时膜组器的标准净产水量，单位为立方米（ m^3 ），按公式（2）计算；

D ——膜组器的测试天数，单位为天（ d ）；

S ——膜组器的实际膜面积，单位为平方米（ m^2 ）。

$$Q_{20} = Q_T \times 1.025^{(20-T)} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Q_T ——测试期间，膜组器的实际净产水量，单位为立方米（ m^3 ）；

T ——测试期间，膜组器实际运行的平均水温，单位为摄氏度（℃）。

6.4.2 单位产水量能耗

单位产水量能耗值按公式（3）计算：

$$W_e = \frac{(P_a + P_w)}{Q_{20}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

W_e ——膜组器的单位产水量能耗，单位为千瓦时每立方米（ $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ）；

P_a ——测试期间，膜组器吹扫曝气风机或振动系统的运行总能耗，单位为千瓦时（ $\text{kW} \cdot \text{h}$ ）；其中，吹扫曝气风机的运行总能耗按公式（4）计算；振动系统的运行总能耗，按实测值确定；

P_w ——测试期间，膜组器产水泵的运行总能耗，单位为千瓦时（ $\text{kW} \cdot \text{h}$ ），按公式（5）计算。

$$P_a = \frac{L_s \cdot P_{wi} \times 24D}{3600 \times 1000} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

L_s ——测试期间，膜组器吹扫曝气风机标准工况下的平均运行风量，单位是立方米每小时（ Nm^3/h ）；

P_{wi} ——测试期间，膜组器吹扫曝气风机实际运行的平均风压，单位是帕斯卡（ Pa ）；

D ——测试期间，膜组器运行的天数，单位是天（ D ）。

$$P_w = \frac{\rho_{20} \cdot g \cdot Q_{20} \cdot H_{TMP}}{3600 \times 1000} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

ρ_{20} ——测试期间，水温为20℃时水的密度，单位是千克每立方米（ kg/m^3 ），按998.2 kg/m^3 计；

g ——重力加速度，单位是米每二次方秒（ m/s^2 ），按9.81 m/s^2 计；

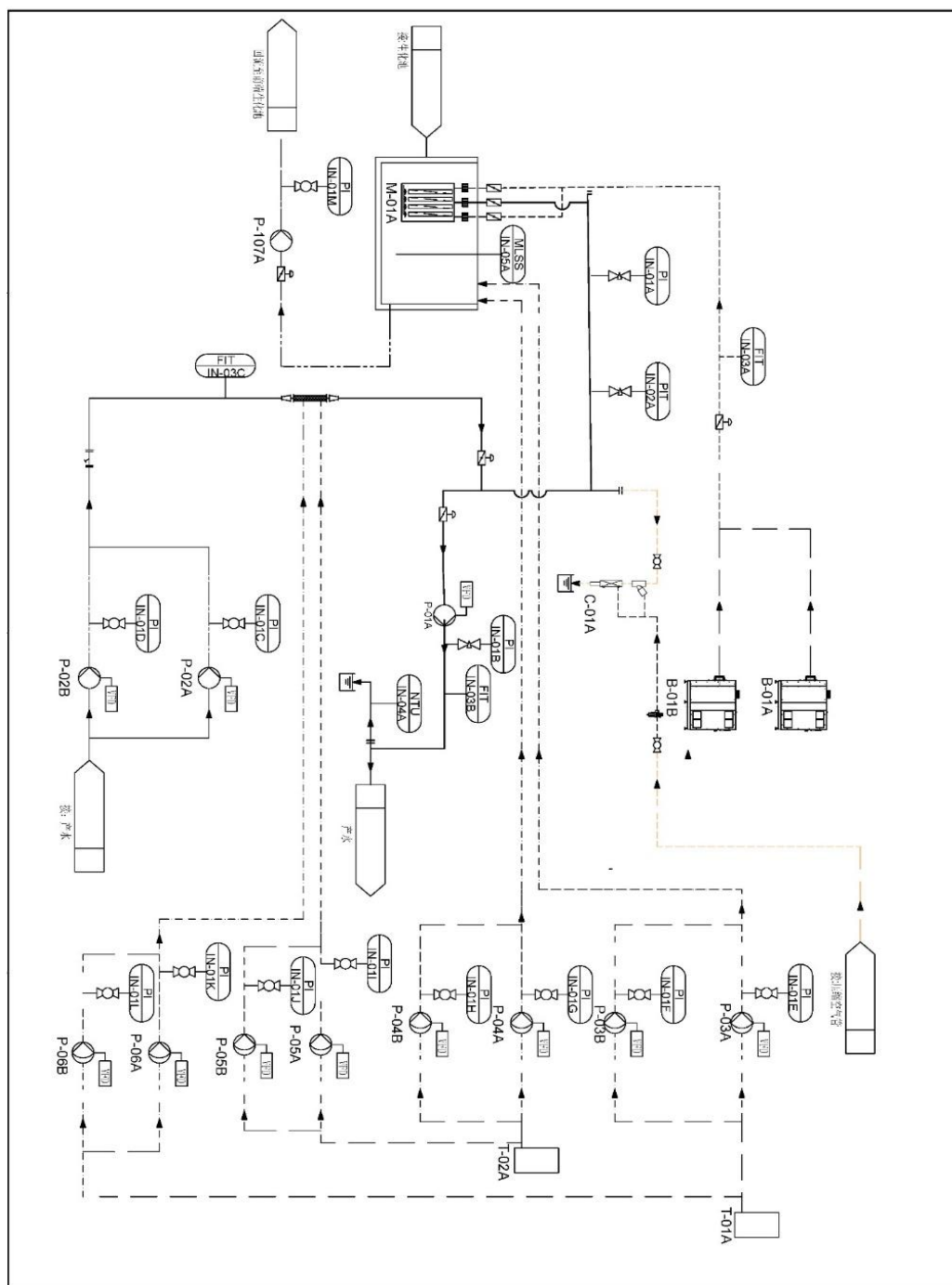
H_{TMP} ：测试期间，膜组器实际运行的平均跨膜压差，单位是米（ m ）。

附录 A
(规范性)

试验平台

A.1 试验平台设置在已运行膜生物反应器工艺、原水为城镇污水的污水处理厂。

A.2 试验平台应平行于现有污水处理厂的膜系统,单独建立一套含膜池以及配套设备的膜系统。试验平台膜系统示意图见图A.1,设备及仪表名称见表A.1。



表A.1 膜组器试验平台示意图对应的设备及仪表名称

编号	名称
M-01A	膜组器
P-01A	产水泵
P-02A	反洗泵
P-02B	反洗泵
P-03A	RC 碱洗加药泵
P-03B	RC 碱洗加药泵
P-04A	RC 酸洗加药泵
P-04B	RC 酸洗加药泵
P-05A	MC 酸洗加药泵
P-05B	MC 酸洗加药泵
P-06A	MC 碱洗加药泵
P-06B	MC 碱洗加药泵
B-01A	空气悬浮风机
B-01B	空气悬浮风机
T-01A	碱储药罐
T-02A	酸储药罐
C-01A	真空发生器
IN-01A	产水压力表
IN-01B	产水泵后压力表
IN-01C	反洗泵后压力表
IN-01D	反洗泵后压力表
IN-01E	RC 碱加药泵后压力表
IN-01F	RC 碱加药泵后压力表
IN-01G	RC 酸加药泵后压力表
IN-01H	RC 酸加药泵后压力表
IN-01I	MC 酸加药泵后压力表
IN-01J	MC 酸加药泵后压力表
IN-01K	MC 碱加药泵后压力表
IN-01L	MC 碱加药泵后压力表
IN-02A	产水压力变送器

IN-03A	热质式气体流量计
IN-03B	产水流量计
IN-03C	反洗流量计
IN-04A	产水浊度仪

A.3 当原水中油含量过高，应配置相应的隔油装置，确保进入膜池的动植物油含量低于 30mg/L，矿物油含量≤3mg/L。

A.4 原水应经过膜格栅预处理，且膜格栅间隙≤1mm，格栅类型为网状或网孔格栅，格栅池不存在泄漏及溢流情况。

A.5 试验平台应配套设置下述设备及仪表：

- 配套设置温度计、污泥浓度计、流量计、压力传感器或者压力表、风量计、电能表，精度或准确度等级不应低于 0.5 级；
- 配套设置固定型号的产水泵 2 台，一用一备，采用变频控制；安装位置应位于膜池液位以下；
- 配套设置固定型号的吹扫曝气风机 2 台，一用一备，采用变频控制。
- 配套设置固定型号的反洗泵 2 台，一用一备，采用变频控制。
- 膜池配套设置固定型号的加药泵 2 台，一用一备，采用变频控制。
- 采用振动方式控制膜污染的膜组器，由提供振动驱动电机及相应动力装置，并安装经校准的电能表；
- 测试期间不应更换设备和仪表。

A.6 试验平台的进水及膜池中混合液应满足下列要求：

- 膜池进水的动植物油含量≤30mg/L，矿物油含量≤3mg/L；
- 活性污泥混合液上清液中溶解性 COD≤30mg/L；
- 活性污泥混合液的 pH 值位于 6~9；
- 活性污泥混合液上清液中硬度≤400mg/L；
- 活性污泥混合液中的 MLSS 位于 8000~12000mg/L；
- 活性污泥混合液中 MLVSS/MLSS 比值位于 0.5~0.8；
- 活性污泥混合液 SVI 值位于 60~150；
- 混合液过滤时间（TTF，Time To Filter）≤100s。

A.7 试验平台的混合液过滤时间测试设备：

a) 测试仪器应包含 Whatman 934AH 玻纤滤纸、100mm 布氏漏斗、1000mL 锥形抽滤瓶、改良的 100mL 量筒、真空泵和秒表；

b) 测试过程应从 MBR 膜池取 250mL 的混合液，采用 90mm 直径过滤精度 1.5μm 的玻璃超细纤维滤纸，在真空泵 51kPa 负压抽吸过滤，分别记录滤出 25、50 和 100mL 的时间（以秒计），以 100mL 的时间作为 TTF 值。

附录 B (规范性)

试验方法

B.1 应结合膜组器性能特征和试验平台膜池的实际尺寸,提供合理的膜组器,以及型号、膜面积等技术参数、标准技术手册和测试期间的运行方案。其中,模组器的在线清洗频率、药剂种类、药剂浓度等,均应与标准技术手册模组器的常规运行方案一致。

B.2 膜组器运抵试验平台后,应复核膜组器的型号、膜面积等技术参数,并沟通测试运行方案。

B.3 根据测试运行方案,将复核后的膜组器,安装入试验平台的膜池内,开始调试运行。调试运行期间,主要应完成以下工作:

- a) 测试并调整进水以及膜池内混合液各项指标,使其满足本文件 A.6 的要求;
- b) 根据实际情况,再次确认运行通量、气水比、最小水深等运行参数,但在线清洗方案不得调整;
- c) 确认进出水管路及设备、电气及自动控制系统、测试仪表等均处于正常状态。

B.4 调试运行结束后,即开始正式测试运行。

B.5 测试运行周期应不小于 6 个月,且应满足以下要求:

- a) 测试运行期间,日平均水温不大于 20℃,位于 12℃~28℃之间;
- b) 测试运行期间,最高、最低日均水温的差值不应小于 10℃。

B.6 测试运行期间,膜系统应正常平稳运行,膜池液位波动应 $\leq 0.5\text{m}$ 。并按如下要求检测进水水质和膜池混合液指标:

- a) 进入膜池的动植物油和矿物油含量,每月 1 次;
- b) 活性污泥混合液的 pH 值,每日 1 次;
- c) 活性污泥混合液上清液中溶解性 COD,每 3 日 1 次;
- d) 活性污泥混合液上清液中硬度,每 3 日 1 次;
- e) 活性污泥混合液中的 MLSS,每 3 日 1 次;
- f) 活性污泥混合液中 MLVSS/MLSS,每 3 日 1 次;
- g) 活性污泥混合液 SVI 值,每周 1 次;
- h) 混合液过滤时间 TTF,每 3 日 1 次;
- i) 活性污泥混合液水温,每日 2 次。

B.7 动植物油含量、矿物油含量、pH 值和 COD 含量的测试方法应符合 GB 8979 的要求;水温测试方法应符合 GB/T 31962 的要求;硬度的测试方法应符合《水和废水监测分析方法》(第四版增补版,国家环保总局 2002)的要求;MLSS、MLVSS、SVI 测试方法应符合 CJ/T221 的要求;TTF 的测试方法应满足附录 C 的要求。当测试精度满足要求时,可以采用在线仪表进行监测。

B.8 测试运行期间,应按如下要求检测技术指标,并取三次测试的平均值作为测试值:

- a) 膜系统的出水浑浊度,每日 1 次;
- b) 膜系统的净产水量,每小时 1 次;
- c) 膜系统的运行跨膜压差,每小时 1 次;
- d) 采用曝气吹扫控制膜污染的膜组器,标准工况下的风量(Nm^3/h)和运行风压(kPa),每小时 1 次;采用振动方式控制膜污染的膜组器,振动电耗,每小时 1 次;

注:当膜组器与池壁间距大于 400mm,需要增设搅拌曝气时,该搅拌曝气应由另外的设备提供,其能耗不计入统计范围。

- e) 膜系统的运行液位,每小时 1 次。

B.9 测试运行期间,根据实际情况,及时调整膜组器的运行通量。

B.10 膜池的混合液指标，若不满足A.6的要求时，判断是否调整膜系统的运行方案并继续测试，并在测试结论中注明。

B.11 测试运行期间，当膜系统的出水浊度不能满足本文件5.1的要求，或者跨膜压差不能满足本文件5.2的要求时，终止测试，并判定膜组器能效水效等级为不合格。

参考文献

- [1] HJ 2527 环境保护产品技术要求 膜生物反应器
 - [2] HJ 2528 环境保护产品技术要求 中空纤维膜生物反应器组器
 - [3] T/CECS 152 膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程
 - [4] HY/T 252 水处理用浸没式平板膜元件
-