

---

附件四：

HJ

# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-201□

---

## 膜生物反应器法污水处理工程技术规范

Waste Water Treatment Project Technical Specification  
of Membrane Bioreactor Process

（征求意见稿）

201□-□□-□□ 批准

201□-□□-□□ 实施

---

环 境 保 护 部 发布

---

# 目 次

前 言 .....	II
1 适用范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 设计流量和设计水质 .....	3
5 总体要求 .....	4
6 工艺设计 .....	5
7 主要工艺设备和材料 .....	9
8 检测与过程控制 .....	10
9 主要辅助工程 .....	11
10 施工与验收 .....	12
11 运行管理 .....	14
附录 A 符号（规范性附录） .....	16
附录 B 膜组器完整性检测（资料性附录） .....	17
附录 C 膜运行记录表（资料性附录） .....	19

---

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，改善环境质量，规范膜生物反应器法在污水处理工程中的应用，制定本标准。

本标准规定了采用膜生物反应器法的污水处理工程设计、主要工艺设备、检测与控制、施工与验收、运行与维护的技术要求。

本标准由国家环境保护部科技标准司组织制定。

本标准起草单位：中国环境保护产业协会（水污染治理委员会）、江西金达莱环保研发中心有限公司、北京碧水源科技股份有限公司、惠州市雄越保环科技有限公司。

本标准环境保护部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部科技标准司解释。

---

# 膜生物反应器法污水处理工程技术规范

## 1 适用范围

本标准规定了采用膜生物反应器法的污水处理工程工艺设计、主要工艺设备和材料、检测与控制、施工与验收、运行与维护的技术要求。

本标准适用于采用膜生物反应器法的城镇污水及有机工业废水处理和回用工程；可作为环境影响评价、设计、施工、环境保护验收及设施运行管理的技术依据。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 3096	城市区域环境噪声标准
GB 5226.1	机械安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB 18599	一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB 18918	城镇污水处理厂污染物排放标准
GB 50014	室外排水设计规范
GB 50015	建筑给水排水设计规范
GB 50040	动力机器基础设计规范
GB 50053	10kV 及以下变电所设计规范
GB 50187	工业企业总平面设计规范
GB 50204	混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50222	建筑内部装修设计防火规范
GB 50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50235	工业金属管道工程施工及验收规范
GB 50268	给水排水管道工程施工及验收规范
GB 50352	民用建筑设计通则
GBJ 16	建筑设计防火规范
GBJ 87	工业企业噪声控制设计规范
GBJ 141	给水排水构筑物施工及验收规范
GB/T 3797	电控设备 第二部分: 装有电子器件的电控设备
GB/T 12469	焊接质量保证 钢熔化焊接头的要求和缺陷分级
GB/T 18920	城市污水再生利用·城市杂用水水质
GB/T 18921	城市污水再生利用·景观环境用水水质
GB/T 20103	膜分离技术 术语
GBZ 1	工业企业设计卫生标准

GBZ 2	工业场所化学有害因素职业接触限值
CJ/T 51	城市污水水质检验方法标准
CJJ 60	城市污水处理厂运行、维护及其安全技术规程
HG 20520	玻璃钢/聚氯乙烯（FRP/PVC）复合管道设计规定
HJ/T 91	地表水和污水监测技术规范
HJ/T 260	环境保护产品技术要求 鼓风潜水曝气机
HJ/T 263	环境保护产品技术要求 射流曝气器
HJ/T 353	水污染源在线监测系统安装技术规范（试行）
HJ/T 354	水污染源在线监测系统验收技术规范（试行）
HJ/T 355	水污染源在线监测系统运行与考核技术规范（试行）
《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局，2001 年）	

### 3 术语和定义

GB/T20103 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 膜生物反应器法 membrane bioreactor

指把生物反应与膜分离相结合，利用膜作为分离介质替代常规重力沉淀固液分离获得出水，并能改变反应进程和提高反应效率的污水处理方法，简称 MBR 法。

#### 3.2 膜组器 membrane bio-rea

指由膜组件、布气装置、集水装置、框架等组装成的一个基本水处理单元，置于生物反应池中，进行固液分离的装置。

#### 3.3 浸没式膜生物反应器 submerged membrane bioreactor

指膜组器浸没在生物反应池中，污染物在生物反应池进行生化反应，利用膜进行固液分离的设备或系统。可采用负压产水，也可利用静水压力自流产水。简称 S-MBR。

#### 3.4 外置式膜生物反应器 recirculated membrane bioreactor

指膜组器和生物反应池分开布置，生物反应池内的活性污泥混合液泵入膜组器进行固液分离的系统。产水排放或深度处理，浓缩的泥水混合物回流到循环浓缩池或生物反应池形成循环，简称 R-MBR。

#### 3.5 超细格栅 super fine screen

指栅孔直径或栅距小于 1mm 的格栅。

#### 3.6 膜生物反应池（膜池） membrane bio-reactor

指用于安装膜组器，同时进行污水生物处理与膜分离的构筑物。

#### 3.7 离线清洗 off-line cleaning

指将膜组器从膜池中取出，浸入化学溶液中进行清洗，除去膜污染物的过程。

#### 3.8 开停时间比 ratio of suction time to pause time

指膜组器一个运行周期中开启时间与停止时间的比值称为开停时间比。

#### 3.9 膜完整性检测 membrane integrity inspection

指用于判断膜泄漏的检测方法。常有气压法和浊度法。

### 3.10 膜泄漏 membrane leakage

指由于膜组器接头泄漏或膜孔破裂、断裂，导致出水水质受影响的故障。

### 3.11 膜抗氧化性 anti-oxidation of membrane

指膜材料抗氧化剂氧化的能力。

## 4 设计流量和设计水质

### 4.1 设计流量

#### 4.1.1 城镇污水设计流量

4.1.1.1 城镇旱流污水设计流量应按下列公式计算。

$$Q_{dr} = Q_d + Q_m \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$Q_{dr}$  —— 旱流污水设计流量，L/s；

$Q_d$  ——综合生活污水设计流量，L/s；

$Q_m$  ——工业废水设计流量，L/s。

4.1.1.2 城镇合流污水设计流量应按下列公式计算：

$$Q = Q_{dr} + Q_s \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$Q$  —— 污水设计流量，L/s；

$Q_{dr}$  —— 旱流污水设计流量，L/s；

$Q_s$  —— 雨水设计流量，L/s。

4.1.1.3 综合生活污水设计流量为服务人口与相对应的综合生活污水定额之积。综合生活污水定额应根据当地的用水定额，结合建筑物内部给排水设施水平和排水系统普及程度等因素确定，可按当地相关用水定额的80%~90%设计。

4.1.1.4 综合生活污水量变化系数应根据当地实际综合生活污水量变化资料确定，没有测定资料时，可按GB50014中相关规定取值。如表1。

表1 综合生活污水量变化系数

平均日流量 (L/s)	5	15	40	70	100	200	500	≥1000
变化系数	2.3	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3

4.1.1.5 排入市政管网的工业废水设计流量应根据城镇市政排水系统覆盖范围内工业污染源废水排放统计调查资料确定。

4.1.1.6 雨水设计流量参照GB50014的有关规定。

4.1.1.7 在地下水位较高的地区，应考虑入渗地下水量，入渗地下水量宜根据实际测定资料确定。

#### 4.1.2 工业废水设计流量

---

4.1.2.1 工业废水设计流量应按工厂或工业园区总排放口实际测定的废水流量设计。测试方法应符合 HJ/T91 的规定。

4.1.2.2 工业废水流量变化应根据工艺特点进行实测。不能取得实际测定数据时可参照国家现行工业用水量的有关规定折算确定。或根据同行业同规模同工艺现有工厂排水数据类比确定。

4.1.2.3 工业废水与生活污水合并处理时，工厂内或工业园区内的生活污水量、沐浴污水量的确定，应符合 GB50015 的有关规定。

4.1.2.4 工业园区集中式污水处理厂设计流量的确定可参照城镇污水设计流量的确定方法。

#### 4.1.3 不同构筑物的设计流量

4.1.3.1 污水处理构筑物的设计流量，应按分期建设的情况分别计算。当污水为自流进入时，应按每期的最高日最高时设计流量计算；当污水为提升进入时，应按每期工作水泵的最大组合流量校核管渠配水能力。其中生物反应池的设计流量，应根据生物反应池类型和曝气时间确定。曝气时间较长时，设计流量可酌情减少。

4.1.3.2 合流制污水处理构筑物的设计流量，应考虑截流雨水进入后的影响，并应符合下列要求：

- a) 提升泵站、格栅、沉砂池，宜按合流设计流量计算；
- b) 初次沉淀池宜按旱流污水量设计，用合流设计流量校核，校核的沉淀时间不宜小于 30min；
- c) MBR 处理系统，按旱流污水量设计，必要时宜考虑一定的合流设计流量计算；
- d) 污泥处理系统，按合流水质水量计算确定，可按旱流情况加大 10%~20% 计算；

4.1.3.3 管渠应按合流设计流量计算。

#### 4.2 设计水质

4.2.1 城镇生活污水设计水质的确定可参照 GB50014 的规定。

4.2.2 工业废水水质的确定，可采用在总排放口 120h 旱流污水连续采样检测数据的加权平均值，或按照有关规定取得数据；新建项目可参考同类企业的排放数据作为处理水质的设计依据。

4.2.3 MBR 进水应符合下列条件：

化学需氧量 (COD)  $\leq 500\text{mg/L}$ ；五日生化需氧量 ( $\text{BOD}_5$ )  $\leq 300\text{mg/L}$ ；悬浮物 (SS)  $\leq 150\text{mg/L}$ ；氨氮  $\leq 50\text{mg/L}$ ；动植物油 (n-Hex)  $\leq 50\text{mg/L}$  且矿物油 (n-Hex)  $\leq 3\text{mg/L}$ ；pH 值 6~9。

对达不到以上水质的原水应进行预处理。

#### 4.3 出水水质

MBR 对 COD、BOD、SS、氨氮的去除效率应分别在 90%、93%、95% 及 90% 以上。

### 5 总体要求

5.1 应根据可能发生的运行条件，设置不同的 MBR 工艺运行方案。

5.2 MBR 污水处理厂（站）应遵守以下规定：

a) 污水处理厂厂址选择和总体布置应符合 GB50014 的有关规定。总图设计应符合 GB50187 的有关规定。

b) 污水处理厂（站）的防洪标准不应低于城镇防洪标准，且有良好的排水条件。

c) 污水处理厂（站）建筑物的防火设计应符合 GBJ16 和 GB50222 的规定。

d) 污水处理厂(站)区堆放污泥、药品的贮存场应符合 GB18599 的规定。

e) 污水处理厂(站)建设、运行过程中产生的废气、废水、废渣及其它污染物的治理与排放,应执行国家环境保护法规和标准的有关规定,防止二次污染。

f) 污水处理厂(站)的噪声和振动控制设计应符合 GBJ87 和 GB50040 的规定,机房内、外的噪声应分别符合 GBZ2 和 GB3096 的规定,厂界噪声应符合 GB12348 的规定。

g) 污水处理厂(站)的设计、建设、运行过程中应重视职业卫生和劳动安全,严格执行 GBZ1、GBZ2 和 GB12801 的规定。污水处理工程建成运行的同时,安全和卫生设施应同时建成运行,并制定相应的操作规程。

5.3 城镇污水处理厂应按照 GB18918 的相关规定安装在线监测系统,其他污水处理工程应按照国家或当地的环境保护管理要求安装在线监测系统。在线监测系统的安装、验收和运行应符合 HJ/T353、HJ/T354 和 HJ/T355 的相关规定。

## 6 工艺设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 膜生物反应器法污水处理工程出水的再生利用应符合下述规定:

- a) 回用于城市杂用水,应符合 GB/T 18920 要求;
- b) 回用于景观环境用水,应符合 GB/T 18921 要求;
- c) 回用于工业用水,应符合该行业用水标准要求;
- d) 为后续深度处理设备提供水源,应符合后续深度处理设备进水要求;
- e) 出水直接排放时,应符合国家或地方排放标准要求。

6.1.2 应根据污水的性质、浓度、水量选择 MBR 的型式。对易于产生膜污堵的污水或水量大的污水,宜采用外置式膜生物反应器。

6.1.3 水质和(或)水量变化大的污水处理厂,宜设置调节水质和(或)水量的设施。

6.1.4 于出水含磷量要求较高时,应设置化学除磷装置。

6.1.5 污水厂应设置对处理后出水消毒设施。

6.1.6 进水泵房、格栅、沉砂池、初沉池和二沉池的设计应符合 GB50014 的规定。

6.1.7 吨水能耗指标应小于 0.5kwh/t。

### 6.2 预处理和前处理

6.2.1 MBR 污水处理工程进水应设置格栅,进入膜池前应设置超细格栅,城镇污水预处理还应设沉砂池。

6.2.2 进水中含有毛发、织物纤维较多时,应设置毛发收集器或超细格栅。

6.2.3 进水中动植物油含量大于 50mg/L,矿物油大于 3mg/L 时,应设置除油装置。

6.2.4 进水的 BOD<sub>5</sub>/COD 小于 0.3 时,宜采用水解酸化等预处理措施。

6.2.5 进水进入膜反应池之前,须去除尖锐颗粒等硬物。

6.2.6 进水的 BOD<sub>5</sub> 含量大于 1500mg/L 时,MBR 系统宜设置厌氧池或缺氧池。

### 6.3 MBR 工艺设计



6.3.1 MBR 工艺的运行方式

MBR 工艺分为浸没式膜生物反应器 and 外置式膜生物反应器两种，基本工艺流程如下：

a) 浸没式膜生物反应器系统基本工艺流程为：污水→预处理装置→膜生物反应器→后处理装置→排放或回用。

处理系统由预处理装置、膜生物反应器、后处理装置和控制装置等单元组成。推荐基本工艺流程见图 1。

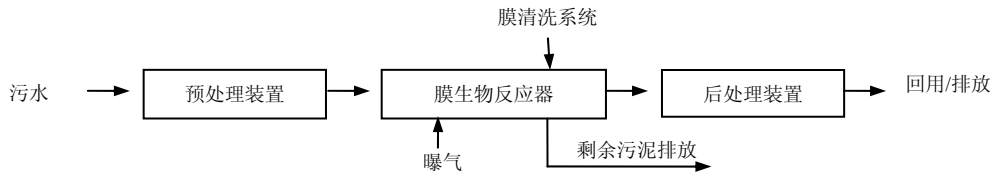


图 1 浸没式膜生物反应器系统基本工艺流程示意图

b) 外置式膜生物反应器系统基本工艺流程为：污水→预处理装置→生化处理装置→循环浓缩池→膜组器→清水池→排放或回用或深度处理。

处理系统由预处理装置、生化处理装置、循环浓缩处理装置、膜分离系统、污泥处理装置、动力系统和控制装置等单元组成。推荐基本工艺流程见图 2。

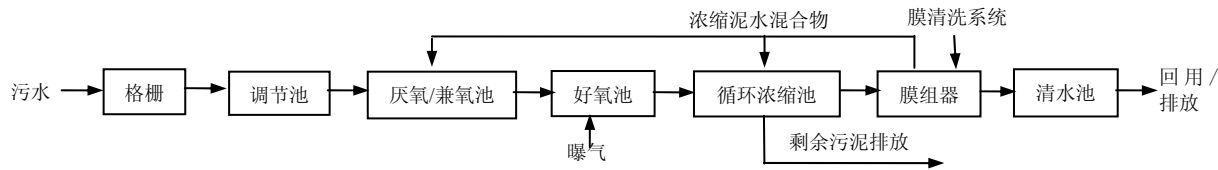


图 2 外置式膜生物反应器系统基本工艺流程示意图

6.3.2 反应池设计计算

6.3.2.1 浸没式 MBR 反应池有效反应容积可按下列公式计算：

$$V = \frac{24Q(S_o - S_e)}{1000 L_s X} \quad (3)$$

$$X = f \cdot X_v \quad (4)$$

式中：V——膜生物反应池的容积，m<sup>3</sup>；

Q——膜生物反应池的设计流量，m<sup>3</sup>/h；

S<sub>o</sub>——膜生物反应池进水五日生化需氧量，mg/L；

S<sub>e</sub>——膜生物反应池出水五日生化需氧量，mg/L；

L<sub>s</sub>——膜生物反应池的五日生化需氧量污泥负荷，kgBOD<sub>5</sub>/(kgMLSS·d)；

X——膜生物反应池内混合液悬浮固体（MLSS）平均浓度，gMLSS/L；

f——系数，城镇污水一般取0.7~0.8，工业废水应通过试验或参照类似工程确定；

X<sub>v</sub>——膜生物反应池内混合液挥发性悬浮固体平均浓度，gMLVSS / L；

注：有脱氮要求的生化反应池的容积计算参照GB50014。

6.3.2.2 浸没式 MBR 反应池水力停留时间宜按下列公式计算：

$$t = \frac{24(S_o - S_e)}{1000L_s X} \dots\dots\dots (5)$$

式中 t —— 水力停留时间（HRT）。

$S_o$  —— 膜生物反应池进水五日生化需氧量，mg/L；

$S_e$  —— 膜生物反应池出水五日生化需氧量，mg/L；

$L_s$  —— 膜生物反应池的五日生化需氧量污泥负荷，kgBOD<sub>5</sub>/(kgMLSS·d)；

X —— 膜生物反应池内混合液悬浮固体（MLSS）平均浓度，gMLSS/L；

6.3.2.3 浸没式 MBR 反应池污泥负荷与污泥浓度等设计参数应由试验确定。在无试验数据时，可按表 2 选取。

表 2 浸没式膜生物反应器处理污水的设计参数

污泥负荷 kgBOD <sub>5</sub> /(kgMLSS·d)	混合液悬浮固体浓度（MLSS） mg/L	水力停留时间(HRT) h	过膜压差（TMP） KPa
0.05~0.15	6000~12000	2~5	0~50

6.3.2.4 浸没式 MBR 生物反应池的超高宜为 0.5m~1.0m；外置式 MBR 生物反应池的超高宜为 0.3m~0.5m。生物反应池的设计水温宜为 8℃~38℃，北方地区冬季采取保温或增温措施应符合 GB 50014 的规定。

#### 6.3.2.5 曝气系统设计

- a) 生物反应池所需空气由鼓风机提供，通过进气管将空气输入池内曝气管网；
- b) 浸没式 MBR 生物反应池宜采用射流曝气与穿孔曝气相结合的曝气方式，也可采用穿孔曝气与微孔曝气相结合的曝气方式；
- c) 曝气管网应均匀布置在膜组件的下方，曝气管应密封连接，管路内无杂物；
- d) 膜表面清洗所需的空气量，应由试验确定。

6.3.2.6 外置式 MBR 生物反应区容积、水力停留时间 HRT、污泥负荷与污泥浓度、曝气系统等设计参数可参照浸没式 MBR 工程设计，膜系统宜参照下列参数进行设计：

- a) 过滤方式：错流式过滤。
- b) 膜系统正常运行回收率 10%~15%；
- c) 回流浓水为 85%~90%；
- d) 膜面流速为 3m/s~5m/s；
- e) 膜通量为 40L/m<sup>2</sup>·h~150L/m<sup>2</sup>·h；
- f) 操作压力为 0.2MPa~0.4MPa；
- g) 污泥浓度为 10g/L~40g/L。

6.3.2.7 外置式 MBR 工艺循环浓缩池，应符合下列规定：

- a) 容积应能贮存膜系统正常运行 15 分钟所必须的水量；
- b) 污泥沉淀区，深度应有 0.5m~1.5m。底部设有排泥管；
- c) 进水管和浓水回流管设在上部；

d) 大流量循环泵进水口应设在池顶 - 1m ~ - 2m 处。

### 6.3.3 污泥系统

6.3.3.1 剩余污泥量可按下列公式计算：

$$\Delta X = YQL_r - K_d VX \quad \text{-----} \quad (6)$$

式中  $\Delta X$  —— 产生的剩余污泥量，kg/d；

$Y$  —— 氧化 1kgBOD 所产生的污泥量；

$Q$  —— 生物反应池的设计流量，m<sup>3</sup>/h；

$K_d$  —— 污泥自氧化速率（1/d），可取 0.04 ~ 0.075。

$V$  —— 膜生物反应池的容积，m<sup>3</sup>；

$X$  —— 生物反应池内混合液悬浮固体平均浓度，gMLSS/L。

6.3.3.2 浸没式膜生物反应器应设计污泥回流，当生物处理系统中要求除磷脱氮时，应设计污泥回流，膜生物反应池溶解氧高于 2mg/L 时，混合液应回流到缺氧池。混合液回流比一般为 100% ~ 300%。

6.3.3.3 外置式膜生物反应器处理工艺，宜将曝气池混合液直接排入循环浓缩池。并从循环浓缩池底部定期排泥。

6.3.3.4 剩余污泥的排放在条件允许时可增设流量计、污泥浓度计，用于监测、统计污泥排出量。

6.3.3.5 污泥处理和处置应符合 GB50014 的规定。

### 6.3.4 后处理

6.3.4.1 对出水的除臭和脱色有严格要求时，应具有除臭或脱色功能。可采用活性炭吸附或化学氧化处理。

6.3.4.2 对出水微生物有严格要求时，可采用氯化、紫外线或臭氧消毒。

### 6.4 MBR 特殊工艺

6.4.1 以脱氮为主的膜生物反应器法污水处理，推荐工艺流程见图 3。

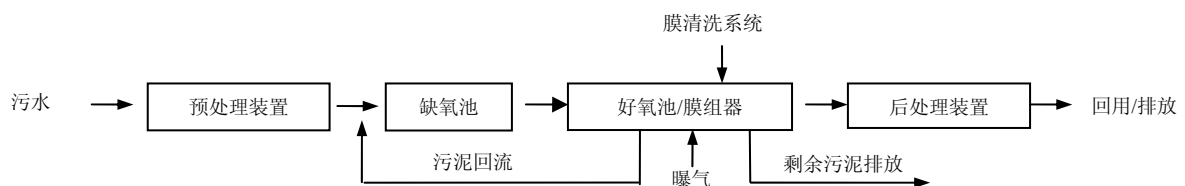


图 3 以脱氮为主的 MBR 基本工艺流程

6.4.2 同时脱氮除磷的膜生物反应器法污水处理，推荐工艺流程见图 4。

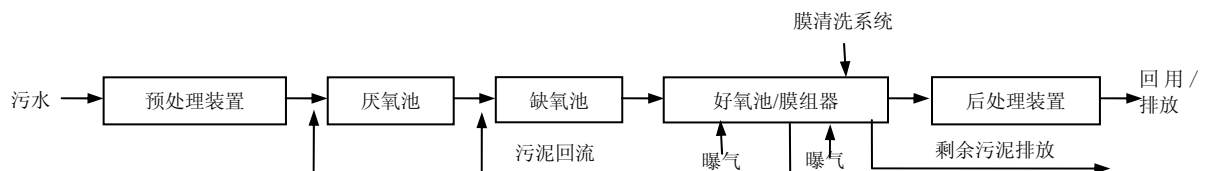


图 4 同时脱氮除磷的 MBR 基本工艺流程

## 7 主要工艺设备和材料

### 7.1 浸没式膜组器

7.1.1 中空纤维膜通常采用帘式或柱式，平板膜通常采用板框式；其膜组器应耐污染和耐腐蚀；膜材料宜选用聚偏氟乙烯（PVDF）或聚乙烯（PE），也可选用聚丙烯（PP）、聚砜（PS）、聚醚砜（PES）、聚丙烯晴（PAN）以及聚氯乙烯（PVC）等；膜的孔径应在  $0.01\ \mu\text{m}\sim 0.4\ \mu\text{m}$  之间；在生活污水处理中，使用寿命应在 3 年以上。

7.1.2 选择膜组件应遵循以下原则：

- a) 纯水通量  $60\sim 750\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{h}(10\text{KPa})$ ；
- b) 膜的机械强度高，单丝抗拉强度不小于 3N；
- c) 膜孔分布均匀，孔径范围窄；
- d) 抗氧化，pH 范围越宽越好；
- e) 对被截留溶质的吸附性小；
- f) 机械稳定性好，延伸率小于 10%。

7.1.3 膜的设计通量可按  $10\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{h} \sim 30\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{h}$  取值。

7.1.4 膜组器的结构应简单，便于安装、清洗和检修。焊缝检验应符合 GB/T12469 的规定。膜组器的支撑材料应防腐，宜选用不锈钢或其它耐腐蚀材料。

7.1.5 膜组器布置

a) 平面布置

膜组器应均匀分布于曝气池内，膜组器两边与池壁距离不少于 300mm。

b) 高层布置

以正常运行时的最低水位为基准，膜组件顶部至水面间距离应不小于 400mm；散气管（膜组件底部）至曝气池地面间距离应不少于 300mm；应合理设计膜生物反应池内的水流循环通道，使处理水的流向形成通过膜组件的向上流循环。

7.1.6 膜出水系统

7.1.6.1 膜组器可采用抽吸水泵负压出水，也可利用静水压力自流水，但应保持出水流量相对稳定。

7.1.6.2 应本着高效、节能的原则，选配抽吸泵：

a) 设定膜组器的运行频率，即泵间歇运行的开、停时间（如：出水 9 分钟，停止 1 分钟）。开停比应通过试验设定。由此计算出膜组器每天实际运行小时数

b) 流量：膜系统设计流量÷每天实际运行小时数×安全系数（取值 1.2~1.5）。

c) 吸程：应包括最大工作膜压+管路损失+高位差（膜区水面到水泵轴线或管道最高点距离）+水泵系统损失（2 m~3 m）。

7.1.6.3 每台抽吸泵可对应 1 个~8 个膜组器。4 台抽吸泵（含）以下宜备用 1 台泵，4 台以上时宜备用 2 台泵。

7.1.6.4 小型 MBR 工程宜采用自吸泵，大、中型 MBR 工程宜用真空泵、气水分离罐和离心泵代替。

7.1.6.5 出水系统应设置在线监测压力表、流量计和浊度仪。

---

### 7.1.7 膜清洗系统

#### 7.1.7.1 在线清洗

- a) 在线清洗系统包括加药泵、药液罐、管路系统、计量控制系统;
- b) 清洗频次: 每月不宜少于一次;
- c) 在线清洗药剂通常采用  $\text{NaClO}$ , 药剂用量  $1.0 \text{ L/m}^2 \cdot \text{次} \sim 2.0 \text{ L/m}^2 \cdot \text{次}$ , 药剂浓度宜  $1\text{‰} \sim 3\text{‰}$ 。

#### 7.1.7.2 离线清洗

- a) 离线清洗设备包括清洗槽、吊装设备、曝气系统;
- b) 清洗频次: 通常半年到一年一次;
- c) 离线清洗药剂通常采用  $\text{NaClO} + \text{NaOH}$  (配合使用)、柠檬酸, 药剂浓度宜为  $3\text{‰} \sim 5\text{‰}$ 。

#### 7.1.7.3 应根据膜的机械性能确定膜组器的反冲洗工艺。

### 7.1.8 曝气系统

#### 7.1.8.1 曝气的风量应同时满足生物处理需氧量和减缓膜组器污染的要求。气水比 $20 \sim 30: 1$ 。

#### 7.1.8.2 曝气设备应兼有供氧、混合等功能, 宜选用射流曝气、鼓风潜水曝气等。

#### 7.1.8.3 射流曝气器应符合 HJ/T263 的规定; 鼓风潜水曝气器应符合 HJ/T260 的规定。

#### 7.1.8.4 设计风机台数应考虑备用原则。

### 7.1.9 排泥系统

#### 7.1.9.1 排泥管和污泥泵的设计应符合 GB50014 的规定。

## 7.2 外置式膜组器

7.2.1 由管式膜封装的管式膜组件, 壳体一般由不锈钢或 U-PVC 制造; 膜材料宜选用聚偏氟乙烯 (PVDF), 支撑层为聚乙烯 (PE); 膜的孔径在  $0.03\mu\text{m} \sim 0.5\mu\text{m}$  之间; 最高运行温度  $60^\circ\text{C}$ ; 使用寿命应在 5 年以上。由中空纤维膜封装的管式膜组器, 壳体一般由 U-PVC 或 PVC 制造; 最高运行温度  $45^\circ\text{C}$ ; 膜组器的出水管应设置化学清洗用的清洗液接口。

### 7.2.2 增压设备

7.2.2.1 由管式膜封装的管式膜系统, 由大流量循环泵 (卧式) 推动出水。循环泵的进水流量应为该系统产水流量的 6 倍  $\sim 9$  倍。进水压力宜选择  $0.2 \text{ MPa} \sim 0.4 \text{ MPa}$ 。

7.2.2.2 由中空纤维膜封装的管式膜系统, 进水泵为卧式离心泵。流量为设计进水流量。进水压力宜选择  $0.1 \text{ MPa} \sim 0.2 \text{ MPa}$ 。

### 7.2.3 膜清洗系统

- a) 清洗系统包括药液泵、药液罐、管路系统、计量控制系统;
- b) 清洗频次, 一般  $30\text{min} \sim 120\text{min}$  反冲洗一次, 每次冲洗时间  $20\text{s} \sim 30\text{s}$ ; 化学清洗通常每月不少于一次。
- c) 化学清洗药剂碱清洗通常采用  $\text{NaClO} + \text{NaOH}$ , 碱洗药剂浓度宜  $1\text{‰} \sim 2\text{‰}$ , 酸清洗一般采用盐酸或柠檬酸, 盐酸浓度一般为  $2\text{‰} \sim 3\text{‰}$ , 柠檬酸浓度一般为  $3\text{‰} \sim 5\text{‰}$ 。

## 8 检测与过程控制

### 8.1 检测

8.1.1 设施运行应平稳、可靠，并配置相应的检测仪表和控制系统。根据工程规模、工艺流程、运行管理要求确定检测和控制的内容。城镇污水处理厂应按照GB18918的规定安装污水在线监测系统，其他污水处理工程应按照国家或当地的环境保护管理要求安装在线监测系统。

8.1.2 自动化仪表和控制系统应保证处理设施的安全和可靠，方便运行管理。参与控制和管理的机电设备应设置工作和事故状态的检测装置。监控膜系统的压力和流量；进水pH值应控制在6.5~8.5之间；终端应设置pH、化学需氧量、悬浮物、流量等检测设备和仪表。

8.1.3 电气柜柜体无变形、漆面无损伤；防护等级 IP55。元、器件选择、内外布线、安全接地保护、设备短路保护、过载保护、绝缘电阻值均应符合 GB/T3797 的要求。电线、电缆选择应符合 GB5226.1 的要求。

## 8.2 过程控制

### 8.2.1 生物反应池控制

8.2.1.1 生化系统宜设溶解氧检测仪和水位计，大、中型污水处理厂，宜增设污泥浓度计。污泥浓度计宜设置在好氧池平稳段。

8.2.1.2 厌氧池的溶解氧浓度应控制在0.2mg/L 以下，缺氧池的溶解氧浓度应控制在0.2mg/L~0.5mg/L，好氧池的溶解氧浓度宜不小于2.0mg/L。

### 8.2.2 污泥浓度控制

8.2.2.1 设置污泥浓度计，用于监测污泥浓度。

8.2.2.2 浸没式MBR好氧池污泥浓度宜控制在3000mg/L~10000mg/L。

8.2.2.3 外置式MBR循环浓缩池污泥浓度宜控制在10g/L~40g/L。

### 8.2.3 自动化控制方式及对工艺控制过程的要求

8.2.3.1 整套设备系统应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。并应设置水位、压力和事故等声光报警装置。

8.2.3.2 大型MBR污水处理厂应采用集中管理、分散控制的自动控制系统。中、小型MBR污水处理厂的主要处理工艺单元，应采用自动控制系统。采用成套设备时，设备本身控制宜与系统控制结合。

8.2.3.3 系统控制装置应具有手动和自动两种方式。控制柜面板上应设有水泵、风机、电磁阀等运行状态的显示灯，以及表示膜堵塞的信号灯。

### 8.2.3.4 系统自动运行时应具有下列功能：

a) 膜生物反应池，水位下降到设计低水位时：抽吸水泵自动停止，水位上升至设计高水位时恢复运行；小型（设备化）工程膜生物反应池，水位上升至设计高水位时进水泵自动停止，水位下降到设计低水位时进水泵恢复运行。

b) 膜堵塞造成抽吸水泵负压上升至 0.04 MPa 时报警，上升至 0.05 MPa 时抽吸水泵自动停止。

c) 自动进行周期性产水和膜清洗。

## 9 主要辅助工程

### 9.1 建构筑物

9.1.1 堆放污泥、药品的贮存场应符合GB18599 的规定。

---

9.1.2 设计、建设、运行过程中应执行GBZ1、GBZ2和GB12801的规定。

9.1.3 建构筑物设置防护栏杆并采取防滑措施，应符合GB50352的规定。

9.1.4 建设规模小于等于 500m<sup>3</sup>/d 的污水处理工程宜设备化，宜采用钢结构或其他结构形式的设备；1000m<sup>3</sup>/d 以上的污水处理工程宜采用钢筋混凝土设备。

## 9.2 电气系统

### 9.2.1 电压等级与用电负荷

9.2.1.1 高、低压电压等级应与其供电的电网电压等级相一致。接地系统宜采用三相五线制系统（TN-S）。用电负荷为二级负荷。

### 9.2.2 配电设备布置

9.2.2.1 中央控制室的仪表电源应配备在线式不间断供电电源设备（UPS）。变电所低压配电室的配电设备布置，应符合GB50053的规定。

## 10 施工与验收

### 10.1 施工

#### 10.1.1 施工前准备工作

10.1.1.1 应按工程设计图纸、设备图纸等技术文件要求，调配工程施工组织。

10.1.1.2 按设计图纸和设备安装对土建的要求，预留预埋件的准确位置，对有高程要求的设备基础要严格控制在设备要求的误差范围内。

10.1.1.3 应进行施工组织设计或编制施工方案，明确施工质量负责人和施工安全负责人，经批准后方可实施。

10.1.2 工程建设、施工安装和调试，应符合《建设工程质量管理条例》的要求。

10.1.2.1 施工材料、零部件、膜组器等应符合国家现行标准和设计要求，并有供货商的合格证，严禁使用不合格产品。设备安装应符合GB50231的规定。

10.1.2.2 膜组器的安装应做好必要的防护，防止划伤、脱水，且安装后应及时注水。

10.1.2.3 管道工程的施工和验收应符合GB50268的规定；混凝土结构工程的施工和验收应符合GB50204的规定；构筑物的施工和验收应符合GBJ141的规定。

10.1.2.4 各种机电设备安装后试车应满足下列要求：

- a) 启动时应按照标注箭头方向旋转，启动运转应平稳，运转中无振动和异常声响；
- b) 运转啮合与差动机构运转应按产品说明书的规定同步运行，无阻塞、碰撞现象；
- c) 运转中各部件应保持动态所应有的间隙，无抖动摇摆现象；
- d) 试运转用手动或自动操作，设备全程完整动作5次以上；
- e) 各限位开关动作灵敏，安全可靠；
- f) 电机运转中温升在正常值内；
- g) 各部轴承注入规定润滑油，应不漏、不发热，温升小于60℃。

10.1.2.5 水质在线监测系统的安装应符合HJ/T353的规定。

10.1.2.6 管道安装平直，走向合理，符合工艺要求。塑料管道阀门的连接应符合 HG20520 规定，金

---

属管道安装与焊接应符合 GB50235 的要求。

10.1.3 工程竣工后，建设单位应将有关设计、施工和验收的文件立卷归档。

## 10.2 验收

### 10.2.1 预验收

10.2.1.1 工程竣工后，环保验收前进行预验收，由建设单位组织设计、施工单位，并报请当地环保部门联合进行。

10.2.1.2 预验收包括：按污水处理工程设计方案验收主体工程（土建构筑物）、设备（含自控）及安装部位。应按相应的标准进行检验，并填写预验收记录。

10.2.1.3 预验收应提供以下资料：

- a) 施工图及设计变更文件；
- b) 主要材料和制品的合格证或试验记录；
- c) 施工测量记录；
- d) 混凝土、砂浆、焊接及水密性、气密性等试验、检验记录；
- e) 施工记录；
- f) 工程质量检验评定记录；
- g) 工程质量事故处理记录。

10.2.1.4 预验收时应核实上述资料，进行必要的复查和外观检查，并对下列项目做出鉴定，填写验收鉴定书。验收鉴定书应包括以下项目：

- a) 构筑物的位置、高程、坡度、平面尺寸，设备、管道及附件等安装的位置和数量；
- b) 结构强度、抗渗、抗冻的标号；
- c) 构筑物的水密性；
- d) 外观，构筑物的裂缝、蜂窝、麻面、露筋、空鼓、缺边、掉角以及设备、外露的管道安装等是否影响工程质量。

10.2.1.5 生物反应池竣工后，应按照GBJ141的规定进行满水试验，地面以下渗水量应符合设计规定，最大不得超过 $2\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

10.2.1.6 泵站、风机房、膜组器等都应按设计的最多开启台数作48小时运转试验，水泵和污泥泵的流量和机组功率应作测定，有条件的应测定其特性曲线。

10.2.1.7 鼓风曝气系统安装平整牢固，布置均匀，曝气头无漏水现象，曝气管内无杂质，曝气量满足设计要求，曝气稳定均匀。

10.2.1.8 其它要求：

- a) 检查导流板的安装强度，不得有振动现象。
- b) 闸门、闸阀和溢流堰不得有漏水现象。
- c) 排水管道应做闭水试验，上游充水管保持在管顶以上2米，应24小时无漏水现象。
- d) 空气管道应做气密性试验，24小时压力降不超过允许值为合格。
- e) 进口设备除参照国内标准外，必要时参照国外标准和其它相关标准进行验收。
- f) 仪表、化验设备应有计量部门的确认。



---

g) 变电站高压配电系统应由供电局组织电检、验收。

## 10.2.2 环境保护验收

10.2.2.1 污水处理工程投入使用之前，建设单位必须向环境保护行政主管部门提出环境保护设施竣工验收申请。

10.2.2.2 污水处理工程环境保护验收应按照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定进行。

## 11 运行管理

### 11.1 一般规定

11.1.1 处理城镇污水时，污水处理设施的运行、维护及安全管理参照CJJ60执行。

11.1.2 污水处理设施的运行管理应配备专业人员和设备。

11.1.3 污水处理设施在运行前应制定设备台帐、运行记录、定期巡视、交接班、安全检查等管理制度，以及各岗位的工艺系统图、操作和维护规程等技术文件。

11.1.4 操作人员应熟悉本厂处理工艺技术指标和设施、设备的运行要求；经过技术培训和生产实践，并考试合格后方可上岗。

11.1.5 各岗位的工艺系统图、操作和维护规程等应示于明显部位，运行人员应按规程进行系统操作，并定期检查构筑物、设备、电器和仪表的运行情况。

11.1.6 工艺设施和主要设备应编入台帐，定期对各类设备、电气、自控仪表及建（构）筑物进行检修维护，确保设施稳定可靠运行。

11.1.7 运行人员应遵守岗位职责，坚持做好交接班和巡视。

11.1.8 应定期检测进出水水质，并定期对检测仪器、仪表进行校验。

11.1.9 污水处理工程运行中应严格执行经常性和定期安全检查，及时消除事故隐患。

11.1.10 各岗位人员在运行、巡视、交接班、检修等生产活动中，应做好相关记录。

### 11.2 水质管理

11.2.1 污水处理厂应设水质检验室，配备检验人员和仪器。检验人员应经培训后持证上岗，并应定期进行考核和抽检。检验方法应符合CJ/T51的规定。

11.2.2 膜生物反应器法城镇污水处理工程污水正常运行检验项目与周期，应符合CJJ60的规定。

11.2.3 膜生物反应器法有机污水处理工程的检验项目与周期，可参照CJJ60执行。

11.2.4 在线监测系统的运行维护应符合HJ/T355的规定。

11.2.5 应定期检测各生化池的溶解氧浓度和混合液悬浮固体浓度，当浓度值超出规定的范围时，应及时调节曝气量。

### 11.3 设备管理

#### 11.3.1 通用设备

11.3.1.1 对鼓风机和关键控制元器件（电磁阀、液位控制器）等通用设备进行日常维护。并进行周期性的保养和维护。

11.3.1.2 鼓风机需要及时清洗进气口的滤网，否则鼓风机电机易过热损害。同时应检查空气管路上阀门是否开启正常。

---

11.3.1.3 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。

### 11.3.2 膜系统

11.3.2.1 膜系统运行前须排除膜组件和出水管路中的空气。

11.3.2.2 当污水中含有大量的合成洗涤剂或其他起泡物质时，膜生物反应池会出现大量泡沫，此时可采取喷水的方法解决，但不可投加硅质消泡剂。

11.3.2.3 膜生物反应池出水浑浊，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。

### 11.4 生化过程管理

11.4.1 活性污泥的培养和驯化，可分为间歇培养和连续培养：

11.4.1.1 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 2.0mg/L～2.5mg/L 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，检测上清液化学需氧量达到设计去除率时，即培养出成熟的活性污泥。

11.4.1.2 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，当活性污泥达到设计浓度后可转入正常运行。

11.4.1.3 进水温度低于 12℃时，活性污泥的活性受到影响，应适当降低出水量，保证污水中有机物在反应池内得到充分的降解，从而确保出水水质，减缓膜堵塞。

11.4.1.4 应避免对微生物新陈代谢有抑制作用的消毒液、消毒剂混入生物反应池。防止微生物的正常生物机理受到破坏，导致出水恶化。

---

## 附录 A 符号（规范性附录）

- $Q_{dr}$  —— 旱流污水设计流量，L/s；
- $Q_d$  —— 设计综合生活污水量，L/s；
- $Q_m$  —— 设计工业废水量，L/s；
- $Q_s$  —— 雨水设计流量，L/s
- $Q$  —— 合流设计流量，L/s；
- $V$  —— 膜生物反应池的容积， $m^3$ ；
- $Q$  —— 膜生物反应池的设计流量， $m^3/h$ ；
- $S_o$  —— 膜生物反应池进水五日生化需氧量，mg/L；
- $S_e$  —— 膜生物反应池出水五日生化需氧量，mg/L；
- $L_s$  —— 膜生物反应池的五日生化需氧量污泥负荷， $kgBOD_5/(kgMLSS \cdot d)$ ；
- $X$  —— 膜生物反应池内混合液悬浮固体平均浓度，gMLSS/L；
- $f$  —— 系数，城镇污水一般取0.7~0.8，工业废水应通过试验或参照类似工程确定；
- $t$  —— 水力停留时间（HRT）。
- $\Delta X$  —— 产生的剩余污泥量，kg/d；
- $Y$  —— 氧化 1kgBOD 所产生的污泥量；
- $Q$  —— 生物反应池的设计流量， $m^3/h$ ；
- $K_d$  —— 污泥自氧化速率（1/d）；

## 附录 B 膜组器完整性检测（资料性附录）

膜组器完整性检测的原理如下：将膜润湿后，在膜丝的一侧加入压缩空气。当空气低于泡点压力时，膜的气孔仍能保持润湿，除了扩散出来的极少量空气流出，没有明显的气流通过润湿的膜孔。但是若膜存在缺陷（如纤维断裂），则在远低于泡点压力下空气就会自缺陷处溢出，观察在膜丝充满液体一侧出现的连续气泡，或者检测气体一侧压力的变化情况，可以判断膜丝及组件的完整性。

### A.1 外置式管式膜组件的完整性检测和修补操作程序如下：

#### A.1.1 一头产水型外置式管式膜组件检测和补漏操作程序

- 1) 将破损的膜组件从系统上卸下，竖直装到检测架上（产水端在上）。
- 2) 将组件内部注满水，保存膜丝处于湿润状态；
- 3) 除去产水端卡箍、端盖和产水管；
- 4) 用塞子将浓水排放口堵上；
- 5) 从进水口通入压力为 0.05~0.1Mpa 的气体；
- 6) 用烧杯均匀加水到膜丝浇铸面上；
- 7) 观察膜丝截面，如果膜丝断裂或者浇铸层泄漏，会有连续不断的气泡从端面上冒出来，据此确认破损的膜丝或者浇铸层泄漏点；
- 8) 泄漏膜丝找到后，关闭气源，用一个圆锥形的塑料胶钉插到泄漏的膜丝口处，把胶钉敲到 2/3 处时，就剪断并敲平，再打开气压阀，倒水到膜丝口上，确认堵漏完好止。如果是浇铸层泄漏，则用环氧胶补漏待环氧胶固化之后再重新通气，确认修补效果。
- 9) 重复步骤 5)~8)，直到找到并修补好全部破损膜丝或泄漏点。

#### A.1.2 双头产水型外置式管式膜组件检测和补漏操作程序

双头产水组件检测和补漏程序与单头产水组件略有不同。双头产水组件设有上下两个产水口。在进行完整性检测时，不仅需要用塞子将浓水排放口堵上，还要堵住进水口、下端产水口，卸下上端产水口端的卡箍和端盖，进行完整性检测，其操作检测步骤与单头产水型步骤 5)~9) 相同。当上端产水口浇铸层截面检测、修补完毕，需要将组件装上卡箍和端盖堵上产水口，同时拆下另一个进水口的卡箍和端盖，上下颠倒，对另外一端进行检测和修补。

#### A.1.3 膜组件整体检漏

- 1) 将产水端卡箍、端盖重新装好；
- 2) 用塞子将产水口、浓水口堵上（对于双头出水型还要堵上进水口）；
- 3) 将组件平放入水槽中，保证膜组件完全浸没在水中；
- 4) 通入压力 0.1Mpa 的气体，观察从组件外壳、各进口处卡具处是否有气泡出来，如果有气泡冒出，标记泄漏点；
- 5) 如果是组件使用不当或超过使用期后造成外壳泄漏，可以用环氧胶修补，或者是各进水口卡具处泄漏，更换密封圈或者密封垫。
- 6) 重复步骤 4)、5)，直至组件不再泄漏。

### A.2 浸没式中空纤维膜组件的完整性检测和修补操作程序如下：

- 
- 1) 将破损的膜件从系统上卸下，清除膜表面的污染物；
  - 2) 将集水管接口与气源连接；
  - 3) 在检测槽中放入适量的 50%甘油水溶液，容积以可以浸没膜丝根部 2cm 为宜；将集水管朝下垂直放入检测槽中，打开气阀保持气压约 0.05~0.08MPa，进行膜丝根部检测；
  - 5) 仔细观察集水管粘接处、膜丝根部是否有气泡冒出，如果有的话就要用进行修补；
  - 6) 在检测槽中放入适量的清水，将待检组件浸没其中，通入气体，维持压力为 0.05~0.08MPa，进行膜组件整体检测。观察有无连续性气泡从组件或者膜丝上冒出。
  - 8) 如果膜丝破损，截断膜丝的破损段，用堵漏针将膜丝密封；如果是浇铸层泄漏，则用胶修补；
  - 9) 重复 3)~8) 操作，直到找到并修补好全部破损的膜丝和泄漏点。
  - 10) 将修补好的组件放入水池中，通入压力为 0.05~0.08Mpa 的气体，确认组件不再漏气。

附录 C 膜运行记录表（资料性附录）

构筑物		格栅		集水池		调节池		曝气池		风机房		沉淀池											
设备名称		格栅机		潜污泵		潜污泵		回流泵		鼓风机		污泥泵											
累计运行时间(h)																							
功率（kw/h）																							
耗电量（kw）																							
运行记录																							
膜参数  记录次数		记录时间		跨膜压差（MPa）		膜通量（m3/m2•h）		膜曝气量（m3/h）		总曝气量（m3/h）		反冲洗流量（m3/h）											
一																							
二																							
三																							
四																							
膜清洗记录：日期和时间：				进水检测						出水检测													
清洗药剂种类		清洗时间（h）		检测项 次数		COD <sub>Cr</sub> （mg/L）		BOD <sub>5</sub> （mg/L）		NH <sub>3</sub> -N （mg/L）		SS（mg/L）		检测项 次数		COD <sub>Cr</sub> （mg/L）		BOD <sub>5</sub> （mg/L）		NH <sub>3</sub> -N （mg/L）		SS（mg/L）	
酸溶液				一										一									
碱溶液				二										二									
氧化剂溶液				三										三									
其他				四										四									
清洗前膜通量 （m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> •h）				出水 COD <sub>Cr</sub> 达标率										出水 BOD <sub>5</sub> 达标率									
清洗后膜通量 （m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> •h）				出水 NH <sub>3</sub> -N 达标率										出水 SS 达 标率									
				化学药品用量（kg）					自来水用 水量（吨）	每月总功 率（kw）	废水总提 升量（吨）	废水总处 理量（吨）	COD <sub>Cr</sub> 总去 除量（吨）	SS 去除量 （kg）	干泥产量 （kg）								
				N		P		其它															
清洗方式																							