

一、基本条件

1、进水水质要求

根据《膜生物法污水处理技术规范》HJ2010-2011 标准，进入膜池进水水质应符合下列限值。

名称	限值
化学需氧量 (COD _{Cr})	500mg/L
生化需氧量 (BOD ₅)	300mg/L
悬浮物 (TSS)	150mg/L
氨氮 (NH ₃ -N)	50mg/L
动植物油 (n-Hex)	30mg/L
矿物油 (n-Hex)	3mg/L
PH	6-9

对不符合以上水质要求的污水，不得直接进入膜池，应进行预处理后方可进入。

2、标准运行条件

膜组件的标准运行条件如表 1-1 所示。

为了保持良好的处理能力，必须确保 MLSS 浓度、B/C、DO（溶解氧）及 pH 等处理条件在合适的范围。原水中含有较多的夹杂物或粗粒的 SS（悬浮物质），以及油脂成分比重较大时，必须进行适当的前处理。

此外，表 1 所示的为标准的运行条件，并不是适合各种废水处理的条件范围。使用环境（特别是污泥性状）不同时，可能会有所差异。

表 1 膜组件的标准运行条件

项目	单位	运行条件
MLSS	mg/L	8000-10000
DO	mg/L	2.0 以上
pH		6-8
水温	°C	15-35
B/C		≥0.3
矿物油	mg/L	≤2

悬浮物 SS 的控制：进入膜池的废水中不应该有大颗粒的悬浮物或较硬的胶体，如果有此物，平板膜膜面会在运行过程中出现擦伤，甚至膜面会损毁。

3、运行管理项目

膜组件的运行性能随原水水质和所设运行条件变化而变化。为了维持稳定的运行，推荐您进行各项管理项目的数值等的记录，从而把握贵公司的膜组件的运行性能的变化和特征。

以下为运行管理项目的示例。

- (1) 曝气量
- (2) 出水水流量即通量
- (4) 跨膜压差 (TMP)
- (5) 膜出水水质 (BOD、COD、浊度、油等)
- (6) 反应池水温
- (7) 原水水质 (BOD、COD、浊度、油、T - N、T - P 等)
- (8) 剩余污泥排除量
- (9) DO (溶解氧浓度)
- (10) 膜池 pH
- (11) MLSS
- (12) 污泥沉降性能 (SV30)

建议将以上项目作为常规项目进行记录入档，尤其是对跨膜压差的记录，最好一个小时记录一次，这样就可以随时掌握膜污染的情况，决定通过调整出水流量或决定进行化学清洗。

4、膜生物反应器的日常检查

为了膜组件的稳定运行，曝气状态及生物处理的稳定尤其重要。请实行以下所示的日常检查。

- (1) 跨膜压差

检查跨膜压差的稳定性。跨膜压差的突然上升表明膜污染的发生，这可能是不正常的曝气状态或污泥性质的恶化导致的。这种情况发生时需采取必要的措施，例如膜组件的化学清洗。

- (2) 曝气状态

检查曝气空气量是否为标准量、以及是否为均一曝气。发现曝气空气量异常、有明显的曝气不均一时，请进行必要的措施：如通过空气冲刷管调节，检查安装情况以及调整曝气等。

(3) 活性污泥的颜色及气味

正常的活性污泥的颜色及气味为土褐色有凝集性、无令人不快的气味。如果外观及气味不是这种状态时，请适当地对 MLSS、DO、pH、水温、BOD 负荷等数值进行检查。

(4) MLSS

正常的 MLSS 在 8000 ~ 10000mg/L。没有满足该条件的场合，可能无法达到既定性能，因此请适当地调整 MLSS 范围：MLSS 过低时，可采用投入种泥或停止污泥排放等措施；MLSS 过高时，可采取增加通向污泥浓缩停留池等的污泥排放量等措施。

(5) DO

正常的 DO 是膜生物反应器内均为 2mg/L 以上。没有满足该条件时，可采取调整曝气条件等必要的措施。

(6) pH

正常的 pH 为 6 ~ 8。没有满足该条件的场合，可能会发生无法达到既定性能的情况，请在预处理池中添加酸或碱来调整 pH。

(7) 水温

正常的水温为 15 ~ 35 °C。没有满足该条件的场合，可能会发生无法达到既定性能的情况，因此如有可能请采取冷却、保温等必要措施。

(8) 水位

请检查膜生物反应器的水位是否在正常范围内。发生异常时请进行以下检查：可通过自动控制检查。

(9) 出水色度

微生物在死亡后，会分泌一种带有色素的惰性物质，从而导致出水颜色略黄。此时，需排掉一些死泥，恢复出水颜色。

二、平板膜组件的初运行

1、清水运行

(1) 检查和设置

清水运行前，请先进行以下检查准备工作。

- (a) 请再次确认空气管、污水管的正确连接。
- (b) 确认膜元件箱体在曝气箱上已固定好。
- (c) 确认膜组件放置的反应池内已清洗完毕。打开保护盖。泥土和灰尘可能会对损坏膜组件。
- (d) 将清水放入池内之前，打开空气排放阀，排出膜元件中的空气。
- (e) 将清水（自来水或过滤水）放至运行水位。
- (f) 放水完毕后，将空气排放阀关闭。

(2) 清水运行

请按以下要领进行清水运行。

- (a) 曝气鼓风机启动后，请确认曝气量和曝气的均匀性。

* 清水运行时可能会有泡沫产生。这种现象可能是由于膜中含有的不溶性的可生化的亲水性物质导致的。可以不管这一现象而继续运行。

(b) 一台鼓风机对多台膜组件送风时，应供给保证各个膜组件的空气量相同。如果有严重的不同，请检查管道构造（接口管粗细等）和各送气管情况，使送气量达到一致。

- (c) 清水调试时，请检查控制设备的性能。

(d) 清水调试时，请测定设计过滤水量（通常时及最大、最小流量时）下的膜间压差、水温，并进行记录保管。

- (e) 清水调试时，性能测试结束后，请马上停止过滤和曝气。

2、 种泥的投加

必须进行种泥的投加。如果不进行种泥投加，直接用膜分离原水，可能较早地产生膜的堵塞。

请按以下要点实施种泥的投加。

- (1) 请预备好处理同种废水的种泥。

(2) 投加种泥后紧接着开始投入原水。请通过微细格栅（缝隙 5mm 以下）等来投入，从而去除夹杂的物质。

- (3) 种泥投入的量应能使膜浸没槽 MLSS 浓度在 3,000mg/L 以上。

*** 请勿使用接种剂***

3、 调试开始

种泥投加完毕后，首先开始曝气，接着开始过滤运行，同时开始原水供给。过滤水量稳定时，请测定、记录下实际运行的过滤水量下的膜间压差、水温。运

行管理相关的事项在后面进行说明。

1) 培菌

由于污泥刚刚接种，还处于休眠阶段，此时污泥的絮凝性和沉降性很差。为了防止膜的污染，起步水量为设计水量的 1/3-1/4，在保障膜不被污染的曝气下，调整曝气供氧量，并且观察负压表指数，运行周期为 5-7 天，同时注意营养比，C:N:P=100:5:1。

2) 小水量运行

经过 5-7 天的污泥驯化，污泥从休眠中醒来，兼氧菌转为好氧菌。此时加大水量，约设计水量的 1/4-1/2,在此水量下运行，维持 8-15 天。观察负压表读数，并做好记录。

3) 满负荷运行

当污泥沉降性和浓度都分别提高至 15%和 5000mg/L 左右，曝气强度和水量提至设计要求运行。密切注意负压表读书，做好相关的调试记录。


4) 以上参数按照现场实际运行过程中的数据变化来确定。

三、 运行管理

1、管理项目及实施频率

为了维持膜组件的性能，维护管理项目及其实施频率按以下所述进行。

(1) 曝气管的清洗（频率：每周一次）

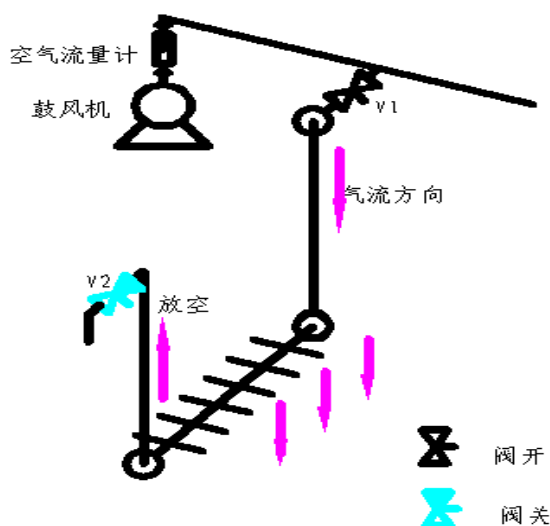
(2)  **注意** 膜元件的药液清洗，每个月采用 0.3-0.5%的次氯酸钠溶液清洗一次，浸泡 2-3 小时（或者过滤流量下跨膜压差比初期稳定运行时的跨膜压差达到-25~-30kPa 时，观察负压表的参数，也进行一次药液清洗）。每 6 个月应进行一次恢复性清洗，清洗采用碱洗（0.5%的次氯酸钠溶液，浸泡 2-3 小时）、酸洗（1%草酸《柠檬酸》溶液，浸泡 1-2 小时）。

(3) 出水管的更换（频率：大约为每 3 年一次，但因使用情况各异）

- * 更换出水管时，请使用指定的型号。
- * 更换出水管时，将出水管牢固的插入出水口根部。
- * 更换出水管时，避免对膜元件和集水管进水口用力过度，防止损坏。

2、曝气管的清洗方法

膜组件的曝气系统长时间的运行后曝气管的穿孔可能因污泥堵塞，这样会导致膜组件的曝气不够均匀。通过现场的观察，如果发现曝气不均匀就应该按下面的方法进行调节。



曝气管冲洗方法：

- (1) 自吸泵停止运行。
- (2) 打开清洗用阀门 V2。通过该操作使曝气管中的污泥逆流进入 V2 阀控制的放空管路，同空气一起被排放。
- (3) 保持阀门 V2 开一段时间后关闭阀门 V2，如果曝气稳定则曝气系统已经正常，若曝气仍然不均匀重复上面的操作。
- (4) 自吸泵开启重新启动 MBR 系统。

3、膜元件的化学清洗

当跨膜压差上升过大时，需要进行化学清洗。当膜表面的孔堵塞时，这样的压力上升就会发生。化学清洗的周期如下所示：

- (1) 同一过滤流量下膜间压差比初期稳定运行时的膜间压差高-25kPa 时，进行一次药液清洗。
- (2) 当跨膜压差上升很快时，尽早进行药液清洗。尽早进行的化学清洗可以有效去除膜表面的孔堵塞。



清洗方式：详见三节，第 1 条款（2）中采用的清洗方式。

4、使用的药品

使用的药品及其标准使用条件如表 2 所示。请选择与污染物质对应的药品。

表 2 清洗所用的标准药品及其使用条件

污染物质	药品名	药液浓度	注入药液量	清洗时间
有机物	次氯酸钠	(市面上的 15%有效液氯浓度)兑成 0.5%的浸泡药液	2-5L/膜元件	2-5 小时
无机物	草酸	0.5-1.0wt%	2-5L/膜元件	2-5 小时
无机物	柠檬酸	1-3wt%	2-5L/膜元件	2-5 小时

5、药品的使用操作

清洗使用的药品可能含有触及人体时会造成伤害的物质，因此请在仔细阅读药品的产品安全手册（MSDS）的基础上，务必装备有保护眼镜、手套等保护用具，操作时请非常小心作业。附着到皮肤时，请按照 MSDS 进行该药品对应的处理措施。

（1）次氯酸钠溶液/（NaClO）

①操作上的注意事项

- (a)请避免通风换气不充分、避开高温物体、火花等，避免与酸的接触。
- (b)请勿进行使容器颠倒、掉落、被撞击或过度拉动等粗暴的操作。
- (c)请勿擅自造成粉尘或蒸气，以免发生泄漏、溢出、飞洒等事件。
- (d)使用后请密闭容器。
- (e)操作后，请仔细清洗手、脸等部位，并漱口。
- (f)指定场所以外请勿饮食、抽烟。
- (g)请勿将手套及其他已污染的护具带入休息场所。
- (h)操作场所无关者禁止入内。
- (i)请穿着合适的护具，以免吸入药品和眼睛、皮肤及衣服接触到药品。

(j)操作场所在室内时，请使用局部排气装置。

②保管上的注意事项

(a)避免日光的直接照射，请于阴暗处保管；密闭保存，避免与空气的接触。

(b)储液槽请采用耐腐蚀的容器。

(2)草酸/ $(\text{COOH})_2$

①操作上的注意事项

(a)远离强氧化剂、强碱。

(b)请勿进行使容器颠倒、掉落、被撞击或过度拉动等粗暴的操作。

(c) 请勿擅自造成粉尘或蒸气，以免发生泄漏、溢出、飞洒等事件。

(d)使用后请密闭容器。

(e)操作后，请仔细清洗手、脸等部位，并漱口。

(f)指定场所以外请勿饮食、抽烟。

(g)请勿将手套及其他已污染的护具带入休息场所。

(h)操作场所无关者禁止入内。

(i)请穿着合适的护具，以免吸入药品和眼睛、皮肤及衣服接触到药品。

(j)操作场所在室内时，请使用局部排气装置。

②保管上的注意事项

(a)避免日光的直接照射，请于通风良好尽量阴凉的地方密闭保管。

(b)储物槽请采用耐腐蚀的容器。

(3)柠檬酸/ $\text{HOOCCH}_2\text{C}(\text{OH}) (\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH}$

①操作上的注意事项

(a)远离强氧化剂、强碱。

(b)请勿进行使容器颠倒、掉落、被撞击或过度拉动等粗暴的操作。

(c) 请勿擅自造成粉尘或蒸气，以免发生泄漏、溢出、飞洒等事件。

(d)使用后请密闭容器。

(e)操作后，请仔细清洗手、脸等部位，并漱口。

- (f)指定场所以外请勿饮食、抽烟。
- (g)请勿将手套及其他已污染的护具带入休息场所。
- (h)操作场所无关者禁止入内。
- (i)请穿着合适的护具，以免吸入药品和眼睛、皮肤及衣服接触到药品。
- (j)操作场所在室内时，请使用局部排气装置。

②保管上的注意事项

- (a)避免日光的直接照射，请于通风良好尽量阴凉的地方密闭保管。
- (b)储物槽请采用耐腐蚀的容器。

6、 膜元件的药液清洗方法

(1) 膜元件的在线化学清洗流程

将药液沿透过水导流管徐徐注入充满膜元件，使药液从膜的里侧向外侧渗出。

药液注入时，请利用自然水头。根据药液槽的不同设计位置，由图依次进行说明。

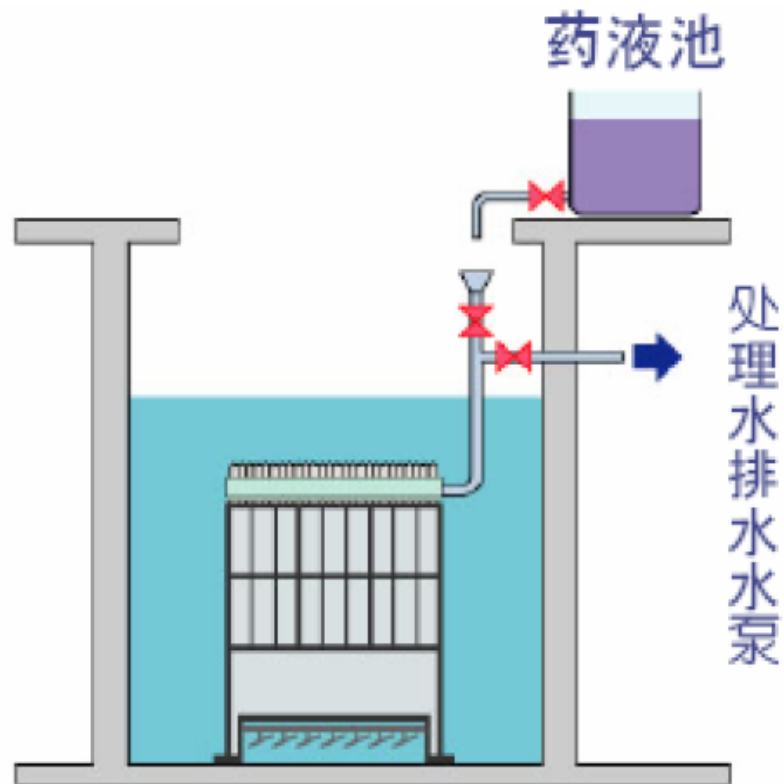


图 2 在线清洗示意图

(1) 关闭出水管阀门③，开启阀门①及阀门②，将清洗液从高位水箱由漏斗注入抽吸管道至膜元件；

(2) 注入清洗液为 2~5 L/片，注满后关闭阀门②，碱洗液浸泡 3~5 小时即可；

(3) 浸泡完毕后关闭阀门①，重新开启阀门③，开启设备正常出水。

若漏斗设置于室外，在不使用时需加盖，防止脏物跟随清洗液进入抽吸管影响正常运行。

①药液箱处于较低位置时的药液清洗流程

(a) 请确认药液阀门已关闭、药液泵已停止。

- (b) 药液箱内药液调整到给定状态。
- (c) 停止过滤运行、关闭透过水阀（继续曝气）。
- (d) 确认已打开药液泵、确认药液的循环。
- (e) 徐徐打开药液阀，开始注入药液。
- (f) 注入给定量的药液，注入终了后停止药液泵。
- (g) 放置给定时间（2~5 小时）。
- (h) 关闭药液阀，打开透过水阀，重新开始过滤运行。

*由于开始运行初期时的透过水中残留有药液，请将其返送回原水池。无法返送时，请根据使用场所的环境来实施废液处理。

②药液箱处于较高位置时的药液清洗流程

- (a) 请确认药液阀门已关闭。
- (b) 药液储槽内药液调整到给定状态。
- (c) 停止过滤运行、关闭透过水阀（继续曝气）。
- (d) 徐徐打开药液阀，开始注入给定量的药液。
- (e) 药液冲洗结束时，膜元件内及透过侧配管中会残留药液。再次进行过滤运行时，在药液对过滤水水质的影响消失前，请将过滤水返送到原水或者作为废水进行处理
- (f) 注入后，放置给定时间（2~5 小时）。
- (g) 关闭药液阀，打开透过水阀，重新开始过滤运行。

*由于开始运行初期时的透过水中残留有药液，请将其返送回原水池。无法返送时，请根据使用场所的环境来实施废液处理。

(2) 膜元件药液清洗操作时的注意事项

- (a) 请使用重力方式进行药液注入，压力控制在 10kPa 以下。如果直接通过泵注入，压力可能会在 10kPa 以上，将导致膜元件的损坏。因此绝对请勿如此操作。
- (b) 请在膜元件处于浸没状态下进行注入。为了确保操作者的安全，请确保水面到膜元件上部的水深在 500mm 以上。
- (c) 药液清洗时，曝气搅拌也应继续。但是，药品种类等的影响会导致膜浸没槽产泡。这时请下调曝气量。
- (d) 药液温度越高，则冲洗效果越好。但是温度请勿超过 40 度。另一方面，温度太低时，无法发挥冲洗的效果，可能会无法恢复膜性能。因此，请尽量保持膜浸没槽内的温度。

(2) 离线化学清洗流程

平板膜经过一段时间的运行和在线清洗后膜污染仍然不能很好的解决，此时就需要进行离线清洗，这样才能更好的解决膜污染问题。

离线清洗的步骤：

- 1) 膜池前端提升水泵、自吸泵、鼓风机停止工作。
- 2) 对膜池进行放空，当膜组件部分的 2/3 露出水面时停止放空。
- 3) 准备两个一定容积的器皿且能够放置多片膜元件，并在两个容器内分别配置 0.5%的次氯酸钠溶液和 1%左右的草酸溶液。
- 4) 将膜组件露出水面的部分用高压水枪冲洗干净，工作人员准备必要的劳动保护装置及拆卸工具。
- 5) 工作人员将硅橡胶软管、膜组件压板及硅橡胶软管小心拆卸下来，放置在安全区域。
- 6) 依次将膜元件从 MBR 膜池中小心拿出，并用高压水枪将膜表面的污垢冲掉然后放入碱液池进行浸泡。
- 7) 浸泡 1 个小时后将膜元件拿出且到掉膜里剩余的碱性药剂后放入酸性药液清洗 1 个小时。
- 8) 酸碱清洗完成后按照膜元件的安装说明小心完成安装。
- 9) 安装完成后首先开启鼓风机，曝气一段时间后开启自吸泵，调节出水流量 1/3-1/4，运行 4-8 小时后，逐步调整到规定值并记录出水负压值。

7、膜组件的取出

取出膜组件时，请按以下顺序操作。

- (1) 将膜生物反应器内的活性污泥全部排出。
- (2) 仅取出膜元件区时，请取下集水管配管。若曝气区也需要取出时，请也取下曝气管配管。
- (3) 仅取出膜元件区时，请卸下曝气管区的联结螺栓。这样才能取出膜元件区。
- (4) 若曝气区也需要取出时，请卸下固定锚。这样才能取出曝气区。

8、故障的处理方法

膜元件的故障一般有：曝气异常、膜间压差上升以及透过水流量减少、透过水质恶化。以下所示为针对各种情况而产生的问题、原因和处理方法。

表 3 问题、原因和解决方法

问题及故障	可能原因	解决办法
曝气空气达不到标准量	鼓风机故障	检查鼓风机
	曝气管堵塞	清洗曝气管
膜组件内或膜组件	该膜组件的曝气管堵塞	清洗该膜组件的曝气管
抽吸口不出水 抽出水中还有大量气泡	抽吸泵转动方向错误	检查并调整转向
	开始启用时泵内无水所致	向泵腔内注水后启动检查
	抽吸泵入口管路严重漏	抽吸管路有漏气点检查漏气点并修补
	初次使用	向膜池注水时打开清洗药口
出水水量减少或膜间压差上升	有膜堵塞	进行药洗
	抽吸通量偏高	降低抽吸通量
	曝气异常导致膜面没有良好的冲刷	改善曝气状况
	污泥形状异常导致过滤性能恶化	改善污泥性状及排泥
	污泥浓度过高或过低	检测活性污泥并恢复到正常范围
抽吸出水浑浊	一块或几块膜元件严重损坏	检查出水浑浊的膜元件并更换
	膜元件与集水管的连接软管脱落抽	检查修补并重新连接好
	污泥浓度过高	检查并做排泥措施
	透过侧生长有细菌	对透过水管进行有效次氯酸钠清洗