

MBR 膜生物反应器调试与管理

一. 浸没式 MBR 膜组件的运行方法

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。推荐采用 MLSS 浓度在 20,000mg/L 左右的种泥。
- (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 7,000mg/L 以上。

* 请勿使用接种剂。

3、 运转开始

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。二 浸没式 MBR 膜组件的运行管理

1、 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、黏度、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。

又，必须添加消泡剂来除去膜分离槽内的泡时，请使用不易积垢的酒精类消泡剂。

此外，表 1-1 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 1-1 膜组件的标准运行条件

项目	单位	运行条件
MLSS	mg/L	7,000~18,000
污泥粘度	MPa*s	250 以下
DO	mg/L	1.0 以上
pH	-	6~8
水温	°C	15~40
膜过滤流速	m ³ /m ² /d	0.75 以下

2、 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) 空气出口压力
- (3) 透过水流量或膜过滤流速
- (4) 膜间压差 (TMP)
- (5) 透过水水质 (BOD、COD、浊度、T-N、T-P 等)
- (6) 反应池水温
- (7) 原水水质 (BOD、COD、浊度、T-N、T-P 等)
- (8) 剩余污泥排除量
- (9) DO (溶解氧浓度)
- (10) 膜浸没槽 pH
- (11) MLSS
- (12) 污泥粘度
- (13) 污泥沉降性能 (SV60 或 SVI120)

3、 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堵塞的发生，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，检查下列参数并采取必要的行动，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：如除去曝气管的结垢，检查安装情况，检查鼓

风机以及调整曝气等。

(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茶褐色有凝集性、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、污泥黏度、DO、pH、水温、BOD 负荷等数值进行检查。

(4) MLSS

正常的 MLSS 在 7,000~18,000mg/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) 污泥粘度

正常的污泥应在 250mPa*s 以下。没有满足该条件的场合，可能无法达到既定性能，因此请调整到正常的粘度范围：过高时，可采取更新污泥、增加排向污泥浓缩停留池的污泥排放量等措施。

(6) DO

正常的 DO 是膜生物反应器内均为 1mg/L 以上。没有满足该条件时，如果未超过最大曝气量，可采取调整曝气条件等必要的措施。

(7) 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，请添加酸或碱来调整 pH。

(8) 水温

正常的水温为 15~40℃。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。

(9) 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：

- ①液面计的检查，
- ②透过水泵的检查，
- ③膜元件膜间压差的检查等。

二、 维护管理

1、 维护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：每天一次）

(2) 膜元件的药液清洗（频率：同一过滤流量下跨膜压差比初期稳定运行时的跨膜压差高 5kPa 时，或者每半年一次，择两者间更短时间内进行一次药液清洗。）

(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。

* 所更换零件的详细规格、取得方式等详情请向东丽公司咨询。

* 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

曝气装置的曝气孔阻垢可能会造成曝气不均匀和膜的堵塞。为了防止膜的堵塞，请每天进行一次曝气管的清洗（建议设置自动阀进行曝气管的自动清洗）。

清洗时，通过打开排空气阀释放曝气管内的压力使污泥逆流进入曝气管内，通过流经曝气管内的空气将污泥排出。

(1) 曝气管清洗流程

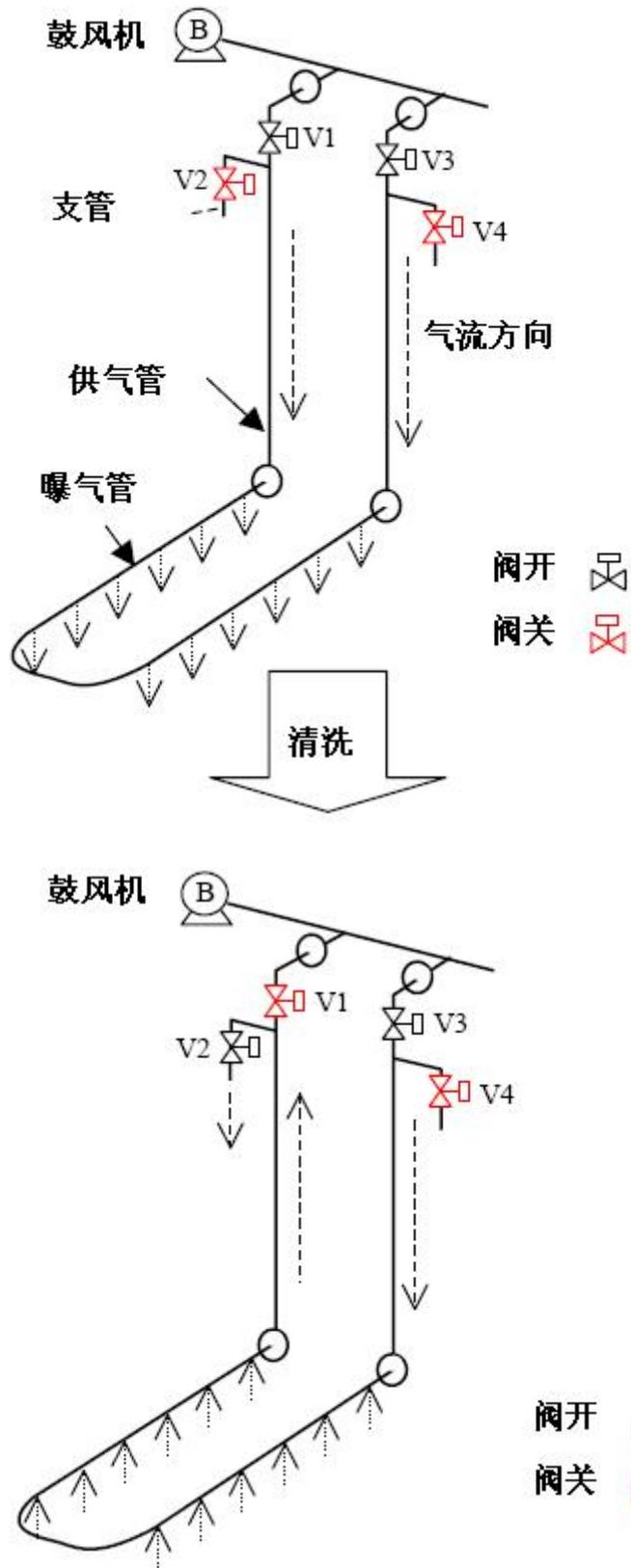


图 8-1 曝气管清洗示意

(i) 停止过滤运行。

- (ii) 关闭阀门 V1。
- (iii) 打开清洗用阀门 V2。通过该操作使膜浸没槽的污泥从曝气孔中逆流进入曝气管，同空气一起被排放。
- (iv) 保持阀门 V2 开 1 秒钟。
- (v) 关闭阀门 V2，接着打开 V1。
- (vi) 用同样的方式清洗另一条管路。
- (vii) 关闭阀门 V3。
- (viii) 打开清洗用阀门 V4。通过该操作使膜浸没槽的污泥从曝气孔中逆流进入曝气管，同空气一起被排放。
- (ix) 保持阀门 V4 开 1 秒钟。
- (x) 关闭阀门 V4，接着打开 V3。
- (xi) 重新开始过滤。

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 5kPa 时，或者每半年一次，择两者间更短时间内进行一次药液清洗。

(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地去除膜表面的孔堵塞。

(3) 如果 6 个月内，膜间压差高 5kPa 时，观察花费了多长时间。使药液清洗常规化，这能有效延长膜的寿命。

4、使用的药品

使用的药品及其标准使用条件如表 4-1 所示。请选择与污染物质对应的药品。

表 4-1 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	2000~6000mg/L (有效氯浓度)	5L/膜元件	1~3 小时

无机物	草酸	0.5~1.0wt%	5L/膜元件	1~3 小时
无机物	柠檬酸	1~3wt%	5L/膜元件	1~3 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/（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/ $\text{HOOCC}_2\text{H}_4(\text{OH})$ ($\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH}$

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。

①药液箱处于较低位置时的药液清洗流程

按图 8—2 依次进行表述。

- (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（1~3 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。

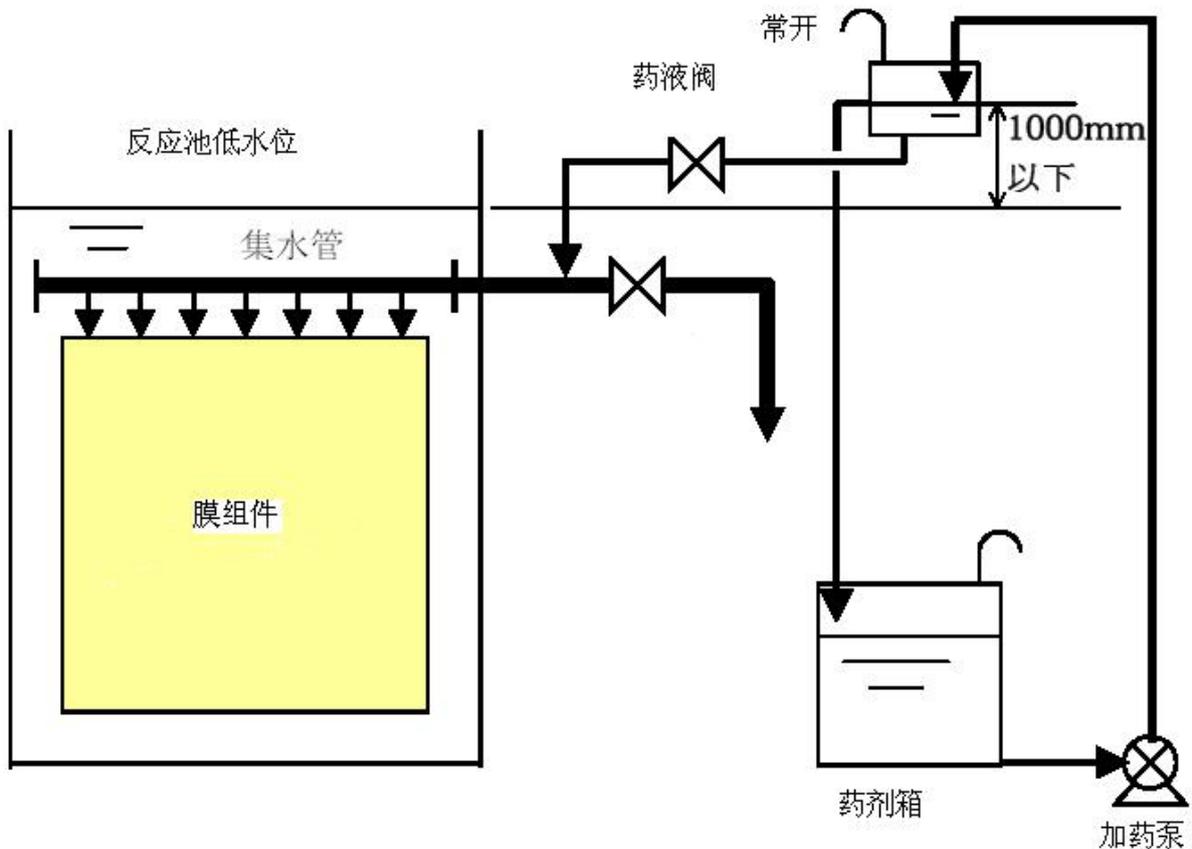


图 8-2 药液箱处于较低位置时的药液清洗流程

②药液箱处于较高位置时的药液清洗流程

按图 8—3 依次进行表述。

- (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。
- (f) 注入后，放置给定时间（1~3 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。

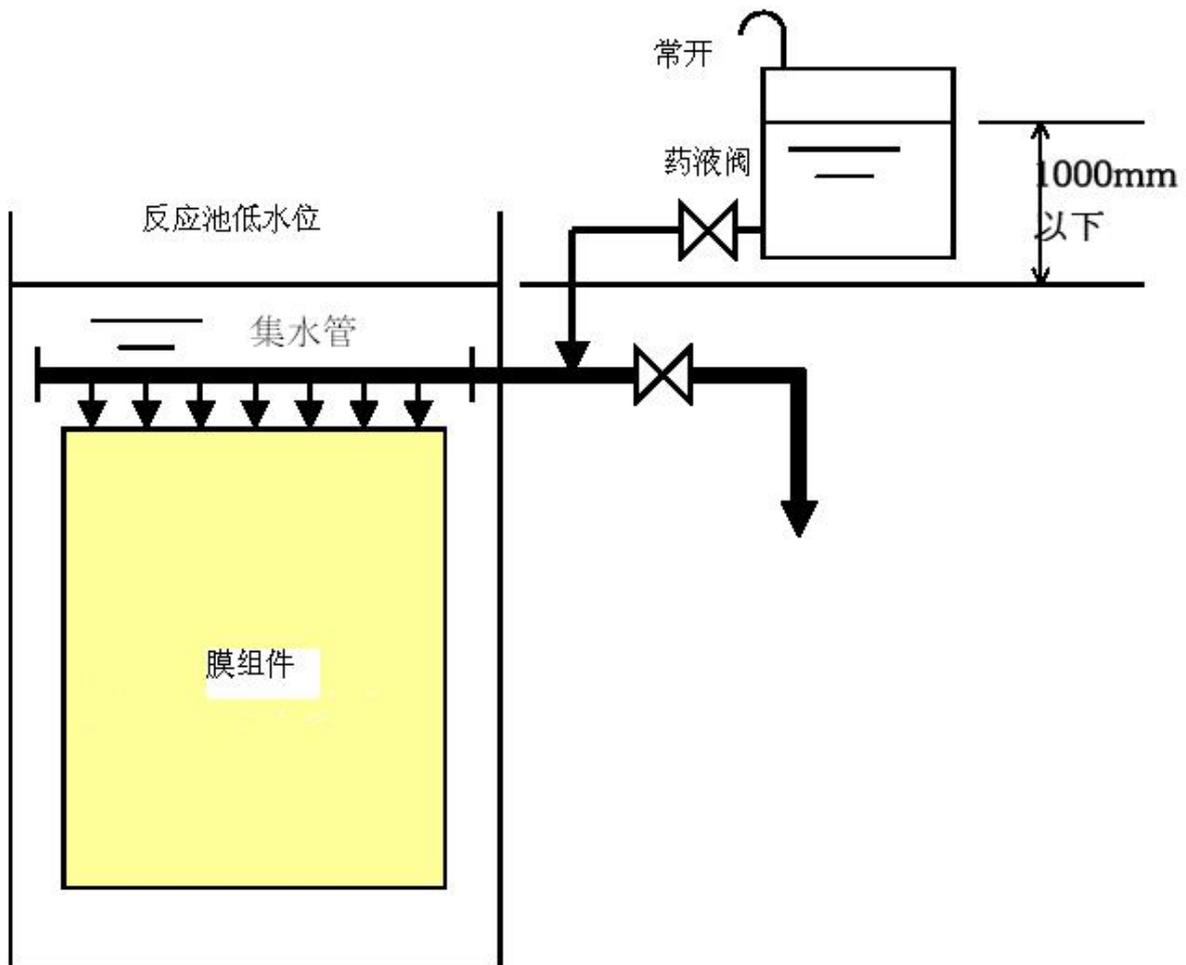


图 8-3 药液箱处于较高位置时的药液清洗流程

(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在较高的水平。

(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。

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。对于 TMR140-200W 而言，如果集水管连接到两个膜元件箱，卸下螺栓取下集水管。

(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 8-1 问题、原因和解决方法

问题	原因	处理方法
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
膜组件内或膜组件间曝气状态不稳定	该膜组件的曝气管堵塞	清洗该膜组件的曝气管
透过水量减少或膜间压差上升	有膜堵塞	进行药洗
	曝气异常导致对膜面没有良好地冲洗	改善曝气状态
	污泥形状异常导致污泥过滤性能恶化	改善污泥性状 <ul style="list-style-type: none"> • 调整污泥排放量 • 阻止异常成分的流入（油分等） • BOD 负荷的调整 • 原水的调整 • （添加氮、磷等）
透过水的悬浊成分增多	膜元件或软管损坏	封住* ¹ 该膜元件或集水管的导流管
	透过水的配管管线泄漏	调查* ² 、修复不良部分
	透过侧生长有细菌	对透过水管路进行有效氯浓度为 100～200mg/L 的次氯酸钠的注入清洗

*1)即使原因是软管的问题，膜元件内部也可能有污损，因此膜元件也要封住。

*2)对配管连接部分和焊接部位进行泄漏检查而进行加压操作时，请勿改变膜元件的压力。