

BGW[®] DTRO 技术手册

浙江博格沃环境服务有限公司

2023 年 02 月

目录

说明	6
第 1 章 概述	7
第 2 章 DTRO 原理	11
2.1 反渗透基础知识	11
2.1.1 反渗透膜性能指标	12
2.1.2 影响反渗透膜性能的主要因素	13
2.1.3 基本术语和定义	14
2.2 DTRO 膜介绍	16
2.2.1 DTRO 膜组件的组成	18
2.2.2 DTRO 结构说明	19
2.2.3 DTRO 优势与特点	21
2.2.4 运行工况说明	22
2.3 膜组件安装维修	23
2.3.1 膜组件的组装	24
2.3.2 膜元件拆卸	27
2.3.3 膜片更换及组装	29
2.3.4 拆装注意事项:	30
2.3.5 DTRO 系统启动检查	31
2.3.6 DTRO 系统关机注意事项	35
2.3.7 DTRO 冲洗步骤	36
第 3 章 DTRO 组件介绍	37
3.1 产品命名方式	37
3.1.1 膜柱命名方式	37
3.1.2 膜包命名方式	37
3.1.3 DTRO 膜产品一览表	37

3.2 DTRO 产品介绍	38
3.2.1 DTRO 安装组件图纸	38
3.3 产品选用指南	41
3.3.1 根据浓水侧含盐量选择膜组件	41
3.3.2 回收率的选择	42
第 4 章 运行介绍	43
4.1 调试准备	43
4.1.1 项目资料	43
4.1.2 工具准备	43
4.1.3 水、电、气等基础条件	43
4.2 工艺核对	44
4.2.1 管路检查	44
4.2.2 仪表核对	44
4.3 电气检查	47
4.4 设备配件安装检查	48
4.5 标识检查	48
4.6 单体试车	49
4.6.1 点动操作	49
4.7 仪表设置及校准	51
4.7.1 pH 计/电导率仪/流量计	51
4.7.2 压力开关	51
4.8 管道试压	51
4.8.1 进水管道试压	51
4.8.2 清洗管道试压	51
4.9 手动调试	52
4.9.1 DTRO 膜柱排气	52
4.9.2 手动开机	52

4.9.3	手动停机	53
4.9.4	系统启动	53
4.9.5	系统停机	54
4.9.6	系统快速停机	54
4.9.7	系统清水冲洗	55
4.9.8	系统清洗运行	55
4.10	故障报警设置	57
第 5 章 清洗流程		59
5.1	反渗透化学清洗概述	59
5.1.1	膜污染的种类	59
5.1.2	膜污染的判断	59
5.2	几种典型清洗与消毒方法	60
5.2.1	清洗方法	60
5.2.2	膜的消毒	61
5.3	反渗透清洗系统的实际设计	61
5.3.1	清程洗流	61
5.3.2	清洗系统容积的计算	61
5.3.3	清洗泵的确定	62
第 6 章 保存		63
6.1	保存	63
6.1.1	短期保存:	63
6.1.2	长期停用保护	63
6.1.3	冬季低温保护	64
6.2	运输	64
第 7 章 故障排除		65
7.1	压力容器泄漏问题:	65

7.2 警告	65
7.3 不合适的扭矩:	65
7.4 透过液排放管受压	66
7.5 进料管或浓缩液管中出现真空	66
附录一 产品配件表	67
附录一 重要进水指标	68

说明

感谢您使用浙江博格沃环境服务有限公司出品的DTRO膜组件。在使用该膜组件之前，请认真阅读使用本手册。当您开始使用我公司的膜产品时，我认为您已经认真阅读了本手册。

本手册是浙江博格沃环境服务有限公司根据产品测试及工程经验所制定。如有疑问，请及时与浙江博格沃环境服务有限公司取得联系，以免您对膜产品的使用。

浙江博格沃环境服务有限公司
杭州市莫干山路 1418-40 号 901 室
电话：0571-87560771
传真：0571-87560771
网址：www.bogriwul.com

第 1 章 概述

这部分内容主要涵盖 BGW 碟管式膜 (DTRO) 系统的日常操作维护相关知识。作为提供给 OEM 客户的技术支持文件，请参考对照该操作运行指南用于指导您的膜系统的启动、调试和运行。由于在应用领域、系统集成商的设计思路和系统范围的不同，我们并无可能提供一套完全适用于所有特定 DTRO 系统的操作手册。但阅读此指南，您将会发现关于我们碟管式膜系统的基本信息和运行导则，包括安全须知、操作要领、过滤原理、安装运行和化学清洗操作要领等。

安全须知及注意事项

请您在尝试运行系统前仔细阅读本指南内容，以避免造成人体伤害和死亡，或设备和系统的损坏。

请您特别仔细阅读安装和准备运行的相关内容，并且尤其注意其中关于危险、注意和警告的相关描述。

除非您已充分了解您的膜系统，并且是具备实际运行经验的工程技术人员，否则请勿擅自改造您的管式膜系统，也请勿随意调整运行参数。

管式膜系统的操作运行涉及腐蚀性和有潜在危险性的化学品，需要保持小心谨慎以避免事故发生以及人体伤害。

1、安全须知

在系统运行之前应仔细阅读这份操作维护指南，特别注意其中建议的安全操作规程。此外，我们对第一节总结了小心、警告和安全建议之类标识的含义。如有疑问，请按常规判断和工程规范考虑，必要时可联系 BGW 技术支持人员。本操作维护手册中的规程和指南是基于 BGW 公司相关经验而制定，只有在咨询我方技术支持人员或者工程团队人员之后方可进行修改调整。

只有正确的谨慎操作，时刻关注安全操作，才能使得你的管式膜系统获得更长运行寿命，更可靠和有效的性能。

以下是相关警示标识分类：

危险：违反操作可能导致严重人体伤害乃至死亡。

警告：违反操作可能导致人体伤害乃至死亡。

注意：违反操作可能导致设备故障。

切记，违反注有**危险**的操作可能导致严重的人体伤害甚至死亡。请注意以下分类总结中，关于**危险**标识的条目。

防护措施：化学品相关

警告 当处理化学品、更换槽液、检查化学品输送管路连接状况、化学品取样等操作时，**始终**穿戴护目镜面罩，戴橡胶手套和，穿耐化学品的工作裙和靴子。**避免化学品飞溅到机器或衣服上面。**

警告 拆解管道或软管之前请始终确保已泄压完毕，重新连接时确保连接处已紧固，**缓慢**增压以避免溢出及漏泄，特别注意计量泵周边。

警告 **切勿将水加入高浓度酸溶液或直接将强酸与强碱直接混合**，会发生剧烈反应和大量的热量散发，这种化学反应可能导致严重的人体伤害。相似的，切勿将双氧水直接加入酸溶液中，因为反应产生高温可能损坏系统设备组建。

危险 **切勿将漂白水与酸溶液直接混合**，此类操作会导致有毒的氯气泄漏，可能造成严重的人体伤害，在化学清洗操作时尤其需要注意这点。在将漂白水注入到系统前确保其已用自来水（或稀释的碱液）完全冲洗干净。

注意 **始终**确保进入管式膜系统的化学清洗药液温度已降低到 37.8℃ 以下，确保所有将做清洗的部件在清洗前、清洗中和清洗之后都做了完全的冲洗。碟管式反渗透膜常用的化学品有硫酸、盐酸、氢氧化钠、次氯酸钠、石灰、亚硫酸氢钠、硫酸亚铁、二甲基二硫氨基甲酸（DTC）和双氧水等。

- 警告** 始终确保足够的通风效果，当混合或补充粉末状化学品时，要戴防毒面具，或使用其他必要的个人防护装备。
- 警告** 始终仔细阅读和遵照化学品包装桶上的指示执行，在不了解可能发生后果的情况下，切勿随意混合化学品。（如有需要，可在实验室做少量混合实验，采取所有安全预防措施例如实验室通风橱、挡溅板等）
- 警告** 如果使用铁柱来生产亚铁离子试剂，请确保足够的通风效果，不要将顶盖完全旋紧。过程中会产生一些氢气，应确保其从敞口处逸出。切勿在 19℃ 以下使用 50%的氢氧化钠溶液，因为在此温度下容易结晶，应在较低的温度使用更稀的低于 30%浓度的氢氧化钠溶液。
- 警告** 不要将水加入到碱液内，因为会有大量热量产生，正确做法是缓慢地将碱液加入到水中。
- 警告** 不要将水加入到酸液内，因为会有大量热量产生，正确做法是缓慢地将酸液加入到水中。

防护措施：电力相关

- 危险** 在操作任何电控柜或接线盒之前，永远确保动力电已断开。电气相关的故障检修工作应只能有受过相关培训的人员来执行。
- 永远遵照公司操作规范或者国家相关操作规范指明的，停机/挂牌的规章制度执行。
- 永远确保电气设备、线路和连接规格符合相应的国家和地方规范。

防护措施：机械部件

- 危险** 始终避免手、宽松服装、长发靠近回转的轴浆、泵或搅拌机。确保这些回转设备运行之前所有保护性的盖子或罩子都已正确安装。
- 注意** 始终确保带水冲洗装置的机械密封的水泵运行时，有足够的工艺水用于冲洗，即便极为短暂的冲洗水停供都可能导致机械密封的严重损坏。
- 警告** 始终缓慢的开启和关闭阀门以避免水锤冲击，操作失误可能导致连接件或设备损坏。

注意 始终确保液位控制浮球的正确设置，使得液位足够，以避免泵的干抽现象出现。

警告 为避免损坏塑料配管和连接件，切勿在超过 40℃ 的情况下启动系统运行，一般情况下操作温度应不高于 38℃。

注意 始终确保用于气动隔膜泵的油杯（或用于阀门，如果有的话）内含有足够量的润滑油，并正确设置以供压缩空气。（此项不适用于山田系列的序列号由 N 开头的气动隔膜泵，任何情况下这一系列泵的用气都不能经过润滑）

防护措施：通用相关

建立一个预防措施进度计划并确保遵照执行和实施监控。

始终对相关数据和系统运行操作信息做详细记录，包括化学消耗量和透过水水质。

日常的对所有电极的清洗和校正应每天进行，并记录在运行日志中。

警告 严禁关闭或跳过系统报警和安全互锁运行。

第 2 章 DTRO 原理

2.1 反渗透基础知识

反渗透又称逆渗透，一种以压力差为推动力，从溶液中分离出溶剂的膜分离操作。对膜一侧的料液施加压力，当压力超过它的渗透压时，溶剂会逆着自然渗透的方向作反向渗透。从而在膜的低压侧得到透过的溶剂，即渗透液；高压侧得到浓缩的溶液，即浓缩液。若用反渗透处理海水，在膜的低压侧得到淡水，在高压侧得到卤水。

反渗透时，溶剂的渗透速率即液流能量 N 为：

$$N = Kh(\Delta p - \Delta \pi)$$

式中 Kh 为水力渗透系数，它随温度升高稍有增大； Δp 为膜两侧的静压差； $\Delta \pi$ 为膜两侧溶液的渗透压差。

稀溶液的渗透压 π 为：

$$\pi = iCR'T$$

式中 i 为溶质分子电离生成的离子数； C 为溶质的摩尔浓度； R 为摩尔气体常数； T 为绝对温度。

反渗透通常使用非对称膜和复合膜。反渗透膜能截留水中的各种无机离子、胶体物质和大分子溶质，从而取得净制的水。也可用于大分子有机物溶液的预浓缩。由于反渗透过程简单，能耗低，近 20 年来得到迅速发展。现已大规模应用于海水和苦咸水（见卤水）淡化、锅炉用水软化和废水处理，并与离子交换结合制取高纯水，其应用范围正在扩大，已开始用于乳品、果汁的浓缩以及生化和生物制剂的分离和浓缩方面。

反渗透技术通常用于海水、苦咸水的淡水；水的软化处理；废水处理以及食品、医药工业、化学工业的提纯、浓缩、分离等方面。此外，反渗透技术应用于预除盐处理也取得较好的效果，能够使离子交换树脂的负荷减轻 90% 以上，树脂的再生剂用量也可减少 90%。因此，不仅节约费用，而且还有利于环境保护。反渗透技术还可用于除于水中的微粒、有机物质、胶体物，对减轻离子交换树脂的污染，延长使用寿命都有着良好的作用。

2.1.1 反渗透膜性能指标

脱盐率和透盐率

脱盐率= (总的给水含盐量-总的产水含盐量) /总的给水含盐量 × 100%

有时出于方便的原因，也可以用下列公式来近似估算脱盐率：

脱盐率= (总的给水导电度-总的产水导电度) /总的给水导电度 × 100%

盐透过率=产水浓度(电导)/进水浓度(电导) × 100%

概括来说，影响反渗透膜脱盐率的因素如下：

- 1、离子价数：脱盐率随着离子价数的增加而提高，二价、三价盐的脱盐率要高于单价盐；
- 2、分子大小：脱盐率随分子直径的增加而提高；
- 3、原水温度：原水温度升高时，由于水的粘度降低脱盐率提高；
- 4、原水浓度：原水浓度提高时，脱盐率下降；
- 5、工作压力：工作压力提高时，脱盐率有所提高但不明显；
- 6、pH 值：酸性条件下虽然膜不容易堵塞，但脱盐率要有所下降；
- 7、溶解气体：可溶解性气体在游离状态下容易渗透而不脱除 CO₂、SO₂、O₂、Cl₂、H₂S 等；
- 8、氢键趋势：对于含有强氢键的化合物，脱除率很低，如水、酚和氨等（也正因此才实现脱除水中杂质和溶解物而达到水与其他物质分离的目的）；
- 9、有机物质：水中的有机物对膜有污染作用，有机物越多膜的性能越易变坏；
- 10、水的硬度：水的硬度越高膜越容易堵塞，对于高硬度水应先软化处理，降低硬度再进反渗透；
- 11、固体颗粒：固体颗粒对反渗透膜的危害极大，必须进行预处理；
- 12、微生物：水中的微生物、细菌对膜有危害，必须进行预处理；
- 13、氧化物：金属氧化物进入反渗透不能进行自行清除，应定期化学药物清除。

渗透流率（水通量）

产水量——指反渗透系统的产水能力，即单位时间内透过膜水量，通常用吨/小时或加仑/天来表示。

渗透流率——也是表示反渗透膜元件产水量的重要指标。指单位膜面积上透过液的流率，通常用加仑每平方英尺每天 (GFD) 或升每平方 (LMH) 表示。过高的渗透流率将导致垂直于膜表面的水流速加快，加剧膜污染

回收率

回收率——指膜系统中给水转化成为产水或透过液的百分比。依据预处理的进水水质及用水要求而定的。膜系统的回收率在设计时就已经确定，

$$\text{回收率} = (\text{产水流量} / \text{进水流量}) \times 100\%$$

2.1.2 影响反渗透膜性能的主要因素

进水水质

进水水质含有较多因素会对反渗透，盐分是一个重要参数，渗透压是水中所含盐分或有机物浓度的函数，含盐量越高渗透压也增加，进水压力不变的情况下，净压力将减小，产水量降低。透盐率正比于膜正反两侧盐浓度差，进水含盐量越高，浓度差也越大，透盐率上升，从而导致脱盐率下降。

进水 PH 值

进水 pH 值对产水几乎没有影响；而对脱盐率有较大影响。由于水中溶解的 CO₂ 受 pH 值低时以气态 CO₂ 形式存在，容易透过陶氏 RO 反渗透膜，所以 pH 低时脱盐率也较低，随 pH 升高，气态 CO₂ 转化为 HCO₃⁻ 和 CO₃²⁻ 离子，脱盐率也逐渐上升，在 pH7.5~8.5 间，脱盐率达到最高。

进水压力

进水压力本身并不会影响盐透过量，但是进水压力升高使得驱动反渗透的净压力升高，使得产水量加大，同时盐透过量几乎不变，增加的产水量稀释了透过膜的盐分，降低了透盐率，提高脱盐率。当进水压力超过一定值时，由于过高的回收率，加大了浓差极化，又会导致透过量增加，抵消了增加的产水量，使得脱盐率不再增加。

进水温度

反渗透产水电导对进水水温的变化十分敏感，随着水温的增加，水通量也线性的增加，进水温度每升高 1℃，产水通量就增加 2.5%~3.0%；其原因在于透过膜的水分子粘度下降、扩散性能增强。进水温度的升高同样会导致透盐率的增加和脱盐率的下降，这主要是因为盐分透过膜的扩散速度会因温度的提高而加快。

2.1.3 基本术语和定义

回收率：

指膜系统中给水转化成产水或透过液的百分率。膜系统的设计是基于预设的进水水质而定的，设置在浓水管道上的浓水阀可以调节并设定回收率。回收率常常希望最大化以便获得最大的产水量，但是应该以膜系统内不会因盐类等杂质的过饱和而发生沉淀为它的极限值。

回收率的计算公式如下：

$$R = F_p / F_f \times 100\%$$

式中：F_p——膜系统的产水量

F_f——膜系统的进水量

R——膜系统的回收率

一旦系统的回收率确定，即可大致推算出 DTRO 系统对原水含盐量的浓缩倍数，而浓缩倍数也被称为浓缩因子。系统浓缩因子的计算公式如下：

$$CF = 1 / (1 - R) = F_f / F_c$$

式中：CF——浓缩因子

F_c——膜系统的浓水流量

脱盐率：

脱盐率是通过反渗透膜从系统进水中除去总可溶性的杂质浓度的百分率。其计算公式如下：

$$SR = (C_f - C_p) / C_f \times 100$$

式中：SR——脱盐率

C_f——系统进水含盐量

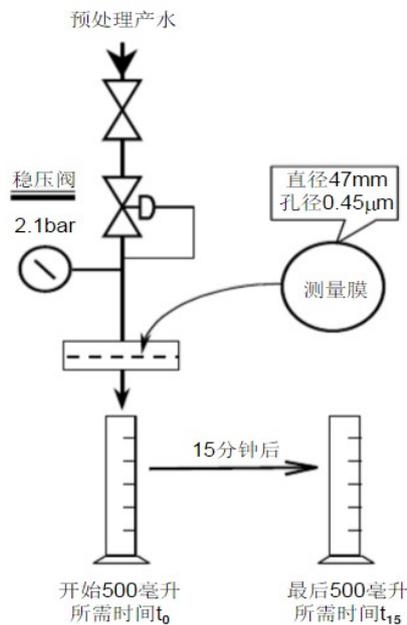
C_p——系统产水含盐量

通量:

是指单位时间内通过单位膜面积的水量，通常以 $L/m^2 \cdot h$ 和 GFD
浓差极化因子

2.1.3.1 SDI:

判断反渗透进水胶体和颗粒污染程度的最好技术是测量进水淤积指数（SDI 值），有时也称为污染指数（FI 值）。它是设计 DTRO 预处理系统之前应该测定的重要指标，同时在 DTRO 日常操作中也需要定时地检测。淤积指数测定方法在美国材料工程协会 ASTM 标准测试方法 D4189-82 中已作了规定。



测试步骤:

测试膜片（孔径 $0.45 \mu m$ ）小心放在测试膜盒内，用少许水湿润膜片，少量进水排尽膜盒内空气，拧紧 O 型密封圈，将膜盒垂直防止。

调节进水压力至 2.1bar（30psi）并立即计量开始过滤 500mL 水样的时间 t_0 （通过连续调节，使进水压力式中保持不变）。

在进水压力为 2.1bar（30psi）下连续过滤 15min.

15min 后继续记录过滤同样 500mL 水样所需的时间 t_{15} ，保留过滤后的膜片以便作进一步的分析计算

$$SDI_{15} = (1 - t_0/t_{15}) \times 100/15$$

2.1.3.2 朗格里尔饱和指数 (LSI) :

对于苦咸水而言，由溶解总固定 (TDS)、钙浓度、总碱度、PH 值和溶液的温度，计算得到的一种表明碳酸钙在水溶液中沉淀或溶解的一种指数。其计算公式如下：

$$LSI = PH - PH_s \quad (TDS \leq 10000 \text{mg/L})$$

2.1.3.3 斯蒂夫和大卫饱和指数 (S&DSI) :

对于海水而言，由溶解总固定 (TDS)、钙浓度、总碱度、PH 值和溶液的温度，计算得到的一种表明碳酸钙在水溶液中沉淀或溶解的一种指数。

$$S\&DSI = PH - PH_s \quad (TDS > 10000 \text{mg/L})$$

电导率:

在一定温度下， 1cm^2 相距 1cm 的电极，带电荷离子在水中迁移的电阻率的倒数，通常以 $\mu\text{S/cm}$ 表示。

2.2 DTRO 膜介绍

碟管式反渗透技术是板式膜构型中最先进的形式之一。由于该反渗透膜柱具有独特的流体力学，从而保证膜的最优化清洗，防结垢性能好，能有效处理高浊度流体，用于 DTRO 的膜片寿命可长达 3-5 年。

由于节能减排、零排放等环保政策的实施，国家对于高浓度废水的处理日益关注。反渗透膜在处理废水时需要一定的压力才能完成淡液分离，而高浓度废水含盐量高，需要较高的运行压力才能处理，因此反渗透膜的耐受压力需要达到分离要求所需的压力，而 DTRO 膜很好的适应了这方面的需求。

传统卷式反渗透膜由于结构的限制，因此对进水的水质要求通常很严格，包括 TDS/COD/SS/使用压力等均有相应的进水限制指标。且在使用中易于产生膜污堵、不易清洗等现象，造成膜元件的寿命只有 2~3 年。而 DT 膜柱的开发则完全突破了传统反渗透膜结构的缺点，可用于进水 COD 高达上万的应用中，并获得 TDS 高达 120g/L (以氯化钠计) 的浓水渗透压。在业界公认的最难处理的垃圾渗滤液废水的处理的行业中获得了普遍的成功。除此以外，在其他工业废水的回用、零排放上都获得了市场的认可，不但远远突破

传统反渗透要求的严格的进水指标、压力要求的限制，也获得了更长的膜寿命，迄今为止，在垃圾渗滤液行业的未经更换的最长膜使用年限已经超过了 5 年。

众多国内外参考资料证实，DT 膜柱被成功使用在被专家称为废水处理中的“最糟情况”的废水处理领域中。

DTRO 已被证实其在大多数特殊难处理废水的应用中具有极高的适用性，例如：

- 填埋场、焚烧厂渗滤液处理
- 中转站、厨余垃圾渗滤液处理
- 渗滤液浓缩液处理
- 沼液资源化处理
- 煤化工废水零排放
- 电力脱硫废水
- 油气田采出水处理
- 矿山废水
- 钢铁废水零排放
- 电镀废水零排放
- 制药行业高浓废水处理
- 化工行业高浓废水处理
- 生物发酵工业物料浓缩减量
- 饮料行业物料浓缩减量
- 食品行业物料浓缩减量

DTRO 膜柱及废水处理系统具备如下特征：

- 高操作可靠性
- 高可加工性
- 高灵活性
- 恒定高通量

2.2.1 DTRO 膜组件的组成

» DTRO膜组件结构图

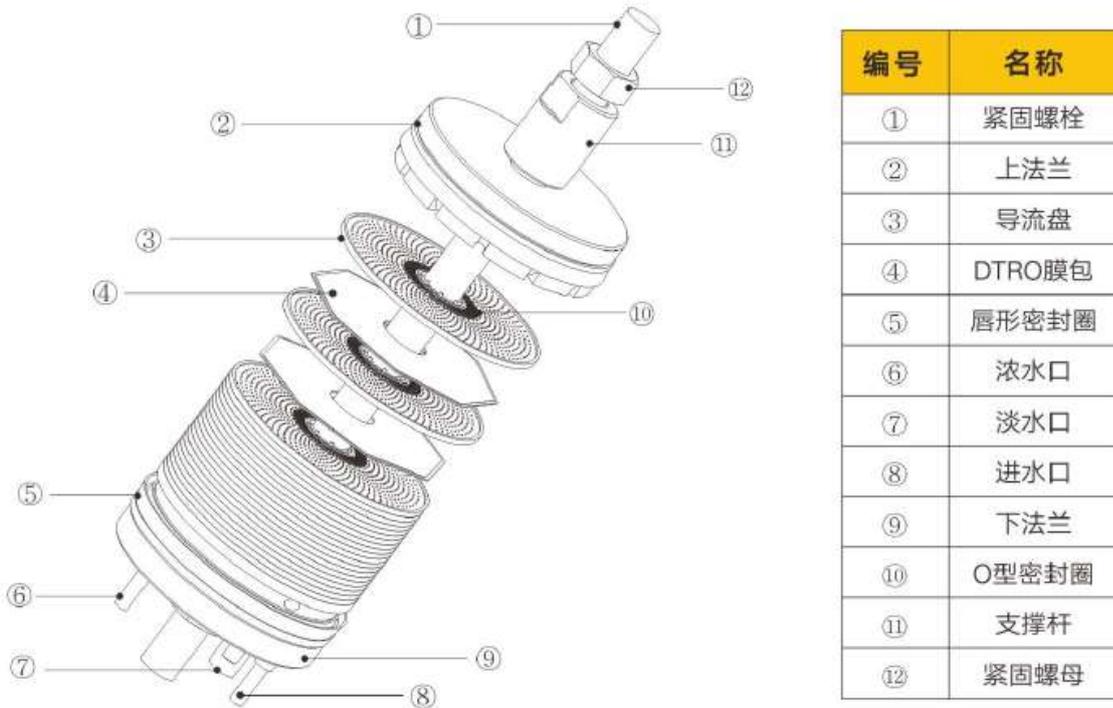


图 2.2-1DTRO 膜组件结构图

Disc Tube 膜柱（“DT 膜柱”）是平板膜柱技术中的最先进产品。

此膜柱由压力外壳、中心拉杆固定的圆形压盘片构成。八角形膜片布置在两个盘片之间。膜片由两片滤膜组成，这两片滤膜通过超声波焊接密封且中间采用分离层分离。

DTRO 高压反渗透膜是实现淡水和杂质分离的核心元件，由高分子材料制成，而芳香族聚酰胺具有优异的化学性能被选为碟片式膜片的材质。废水在进水泵增压获得初步压力并经过保安过滤器过滤后即进入高压泵提供压力，而循环泵提供较大流量以满足 DTRO 膜面的流速要求，液体在碟片式流道正/反“S”向流通，液体中的小分子颗粒物、溶解态的离子等被截留在浓水侧，透过的淡水被收集起来成为清洁的过滤液。

2.2.2 DTRO 结构说明

2.2.2.1 DT 膜柱

DTRO 膜组件构造与传统的卷式膜着截然不同，该组件构造与传统的卷式膜着截然不同，原液流道：碟管式膜组件具有专利的流道设计形式，采用开放式流道。料液通过入口进入压力容器中，从导流盘与外壳之间的通道流到组件的另一端，在另一端法兰处，料液通过 8 个通道进入导流盘中，被处理的液体以最短的距离快速流经过滤膜，然后 180° 逆转到另一膜面，再从导流盘中心的槽口流入到下一个导流盘，从而在膜表面形成由导流盘圆周到圆中心，再到圆周，再到圆中心的双”S”形路线，浓缩液最后从进料端法兰处流出。DTRO 组件两导流盘之间的距离为 3mm，导流盘表面有一定方式排列的凸点。这种特殊的水力学设计使处理液在压力作用下流经滤膜表面遇凸点碰撞时形成湍流，增加透过速率和自清洗功能，从而有效地避免了膜堵塞和浓度极化现象，成功地延长了膜片的使用寿命；清洗时也更容易将膜片上的积垢洗净，保证碟管式膜组适用于恶劣的进水条件。

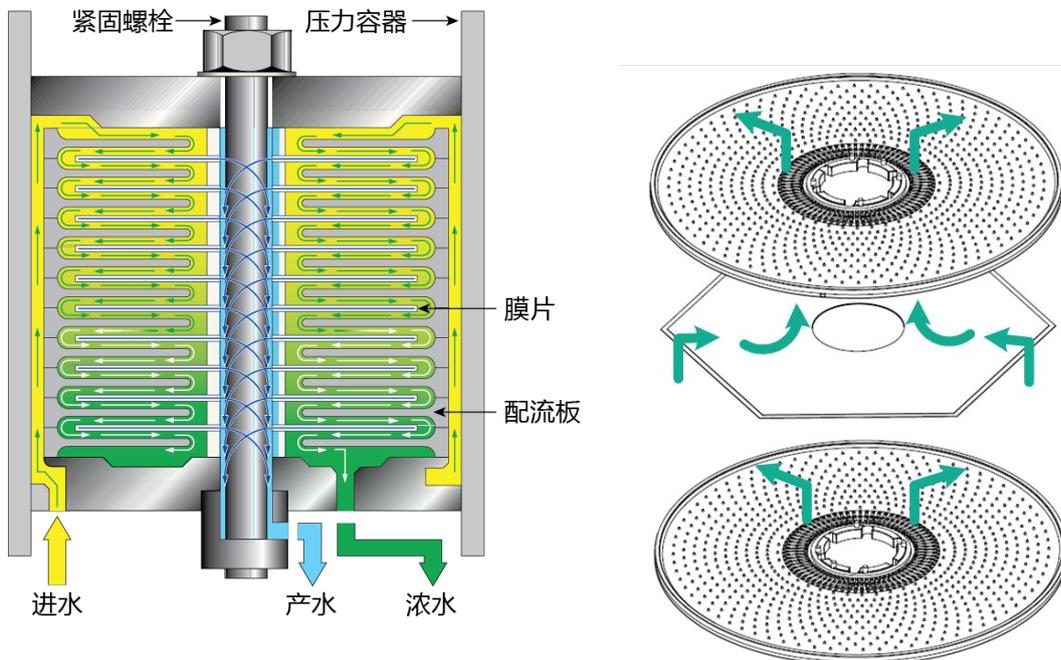


图 2.2-2 DTRO 膜介质流向示意图

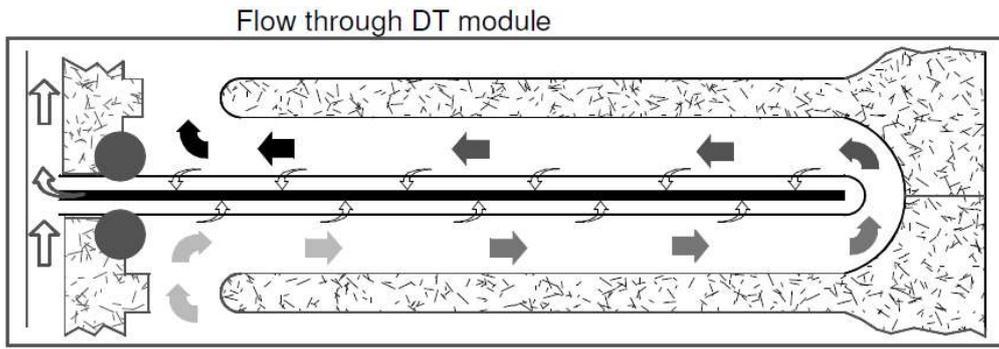
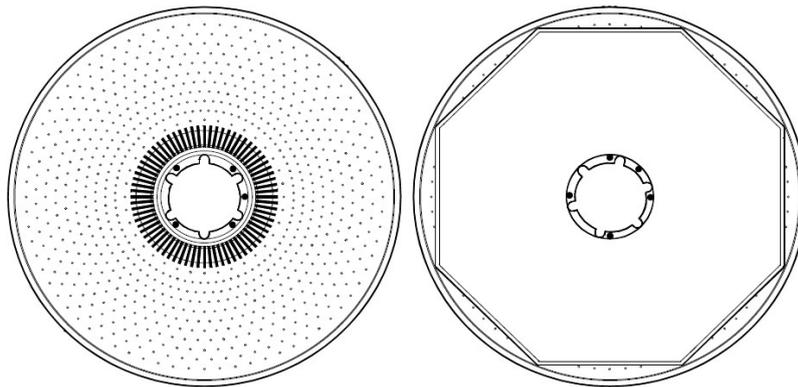


图 2.2-3 膜内流量示意图（放大版）

上图为局部放大图，料液流过膜表面，纯水透过膜片，经淡侧流道布汇集到渗透液通道。导流盘上的 O 型圈防止料液进入渗透液通道。

2.2.2.2 DT 膜包



注：上图左边是导流盘，右边是膜片与导流盘的安装形式

图 2.2-4 膜包及导流盘示意图

DTRO 膜包由带有分离层的两片复合膜片及一层格网构成。膜片由聚酰胺制成，中间格网的材料是聚酯。和传统的卷式膜元件相比，DT 膜柱中取消了进水流道的中间格网。卷式膜中，中间格网的作用在于给两层膜之间提供空间，但由于其结构，同时也使得中间格网间截留进水污染物，加大了膜元件表面的污堵作用。而 DTRO 的设计因取消了此格网，而有效地减少了污染物在膜表面的堆积。

此外，DTRO 膜包为八角形，当水流绕过膜片外围时，由于每个部位的流程不一样及通道不一样（膜包角部位置流程最长、通道最小，膜包边部位置流程最短、通道最大）导致每个部位的流速及流态都不一样，加大了水流的湍流程度，降低了膜的抗污染能力。

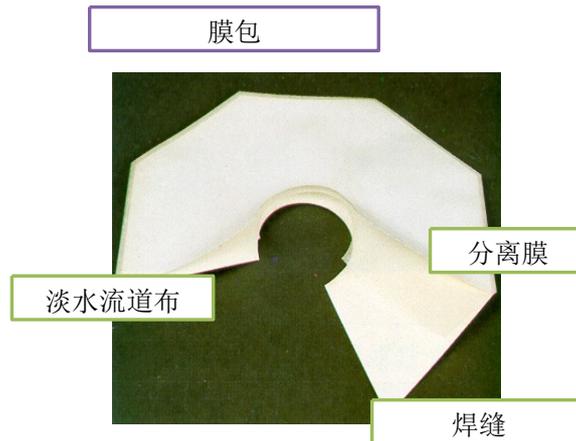


图 2.2-5 膜包详细示意图

膜袋是有两片膜片组成，边缘采用超声波焊接，膜表面容易损伤，请小心处理。

2.2.3 DTRO 优势与特点

渗透液从膜外侧垂直进入膜内侧得以分离，由滤膜分离的渗透液通过中心拉杆流出膜柱。浓缩液及渗透的分离是借助盘片与膜片之间的密封圈实现的。

从结构上看，DT 膜柱和普通卷式膜相比具有如下的优势：

➤ 膜的更换和维护

DT 膜柱的维护非常容易：当松开拉杆的固定螺母，即可轻易地移出盘片及膜片。膜柱的无损伤打开方式使得客户可以采用低成本即可实现滤膜的更换。

卷式膜则无法进行此类更换，一旦无法清洗或遭到破坏后，就必须整支膜进行更换。

➤ 最低程度的膜结垢和污染现象

如前所述，DT 组件具备开放式宽流道及独特的带凸点导流盘，料液在组件中形成湍流状态，最大程度上减少了膜表面结垢、污染及浓差极化现象的产生，使得 DT 组件即使在高压 120bar 的操作压力下也能体现其优越的性能。

➤ 耐受污染性

由于其特殊的结构，耐有机污染浓度高，COD 高达 10000mg/l 的垃圾渗滤液原液只要简单的出悬浮物后就可以直接进 DTRO 膜进行处理，并能稳定的运行，这是常规卷式膜无法比拟的。

➤ 膜的清洗效果及膜寿命

DTRO 组件具备 3mm 开放式宽流道及独特的带凸点导流盘，料液在组件中形成湍流状态，最大程度上减少了膜表面结垢、污染及浓差极化现象的产生。DTRO 膜组件有效避免膜的结垢，膜污染减轻，使反渗透膜的寿命延长。DTRO 的特殊结构及水力学设计使膜组易于清洗，清洗后通量恢复性非常好，从而延长了膜片寿命。

而传统卷式膜的膜片之间仅靠狭窄的格网进行分离，由于格网的结构，导致污染物被截留在膜柱内，因此卷式膜元件在运行一段时间后通常无法得到有效的清洗，随着连续运行时间的加长，膜元件最终需要进行更换，膜柱的使用寿命通常为 2~3 年，而在高污染废水中使用，仅仅两三个月后膜元件就必须要进行更换。

➤ 过滤膜片更换费用低

2.2.4 运行工况说明

DTRO 膜作为高分子有机材质膜片，为保证膜运行的稳定、高效，对进水水质有一定的要求，具体见下表：

序号	控制指标		允许值
1	氧化性物质	余氯	<0.1mg/L
2	油和脂	总油	一般不允许含有油和脂 <5mg/L
3	金属氧化物	总铁	<0.3mg/L

4	运行条件	PH 值	5~9
5		温度	10-35℃
6	结垢物质	总硬度（以 CaCO ₃ 计算）	防止 CaCO ₃ , CaSO ₄ , SrSO ₄ , BaSO ₄ , 和 CaF ₂ 垢等，浓水中各种盐离子积须小于相应的溶度积，一般 DTRO 浓水侧总硬度 ≤800mg/L
7		二氧化硅（以 SiO ₂ 计）	浓水侧不允许析出 SiO ₂ , 纯水 25℃时，浓侧 ≤200mg/L
8	污染物	SDI15	<20，原则上经过砂滤处理即可，最好引入微滤或超滤预处理
9		SS	不允许大于 5um 的颗粒物，
10		有机物	浓侧 ≤30000mg/l
11		浊度	≤1 NTU
12		其他	控制水中胶体、有机物和细菌含量，可在预处理前端加入非氧化性杀菌剂

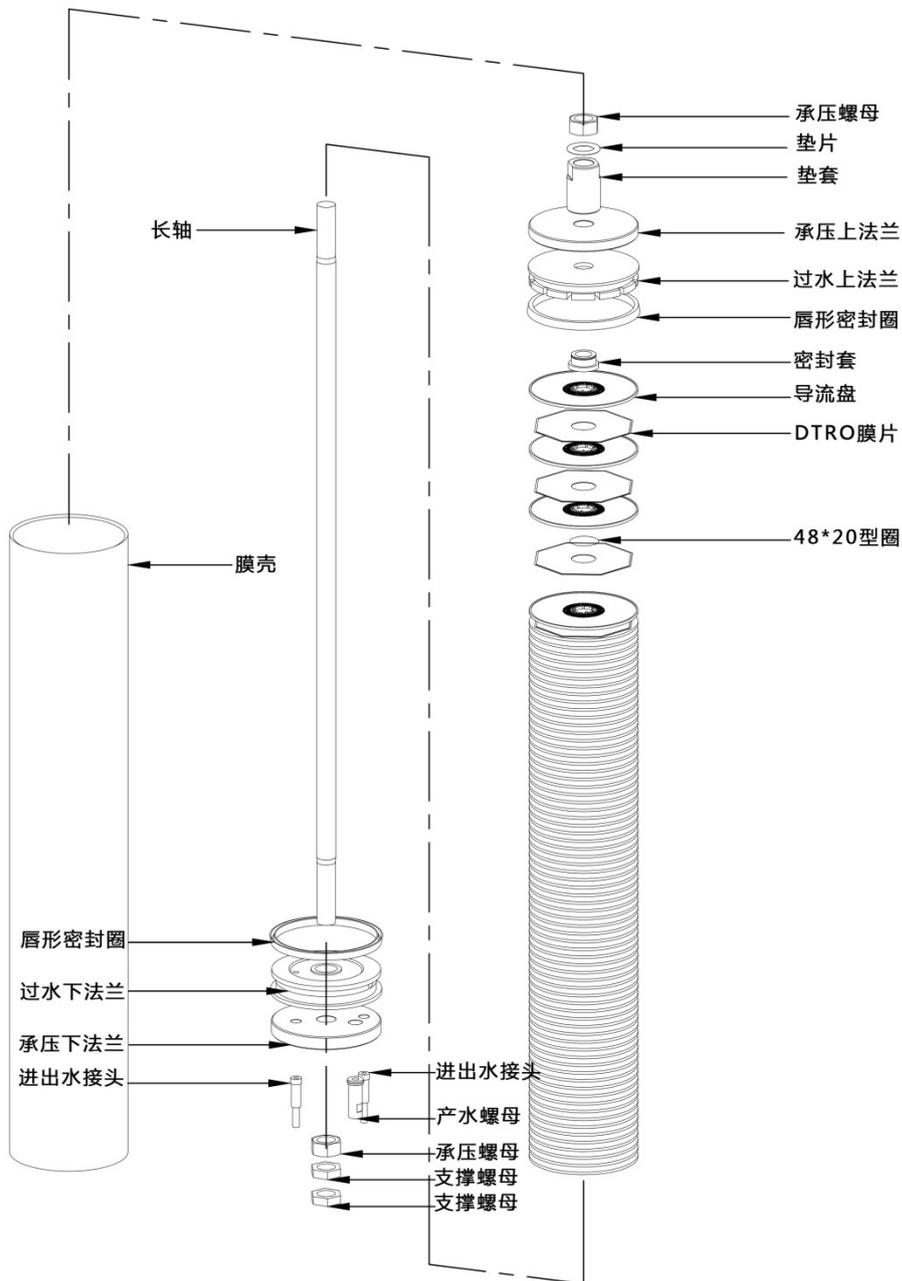
DTRO 膜进水限制性要求

2.3 膜组件安装维修

- ✓ 扭力扳手
- ✓ 50mm 套筒
- ✓ 50mm、22mm、17mm 扳手



2.3.1 膜组件的组装



2.3.1.1 中心轴上台

- 1、拆下短螺纹端外侧的一个支撑螺母
- 2、将中心轴安装至测试台孔内
- 3、拧上拆下的支撑螺母并拧紧
- 4、用酒精将中心轴擦拭干净

2.3.1.2 下法兰上柱

- 1、拧下中心轴长螺纹端螺母，放置在固定的位置；
- 2、在进出水接头上装上 $\text{O}16\times 2$ 的O型圈；在产水接头上装上 $\text{O}22\times 2$ 的O型圈；在过水下法兰内圈装上 $\text{O}34\times 3$ 的O型圈；
- 3、在过水下法兰内圈装上 $\text{O}34\times 3$ 的唇形密封圈；
- 4、将装上O型圈的进出水接头/产水接头装入过水下法兰；
- 5、将承压下法兰套入中心轴上；
- 6、将过水下法兰套入中心轴上；

2.3.1.3 装填O型圈

- 1、按30个导流盘一叠叠好，共7叠；
- 2、在导流盘的正面装入O型圈，装完一个后将该导流盘放置在本叠旁边，再装下一个导流盘O型圈，然后叠在前一个导流盘上面，前一个盘侧面‘一点’与后一个盘‘三点’对正，依次将一叠盘片正面全部装完。O型圈一圈需均匀卡入导流盘槽内，装填过程中检查每个盘片是否有缺陷、凸点及固定点是否有断裂痕迹；
- 3、然后将该叠盘片翻转，装填导流盘反面O型圈，装填方式同正面；
- 4、将正反面均装好O型圈的导流盘放置在相应区域；

2.3.1.4 装填膜包

- 1、将导流盘堆及膜片堆放置在相应位置；
- 2、取下最上面一个导流盘放置在靠近导流盘堆的位置，将一张膜片放入导流盘的正上方，膜片中心孔卡入导流盘的5个固定脚外侧；

- 3、然后将下一个导流盘叠在已装好膜片的导流盘上；
- 4、依次将每个导流盘装上膜片，其中一堆最上面导流盘不装膜片；
- 5、注意事项：装膜片时，需观察导流盘正反面，确保 O 型圈没有跑出或缺失；
- 6、观察膜片正反面，确保膜片无残缺、污损、划痕等。

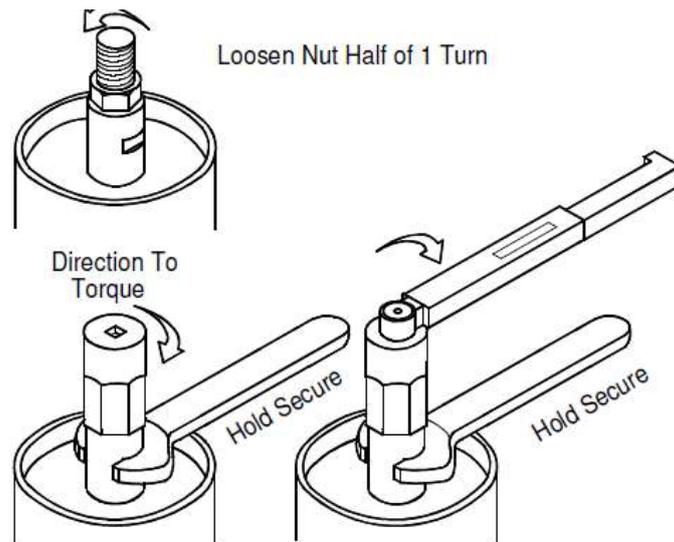
2.3.1.5 膜堆上柱

- 1、将 7 堆膜堆装入中心轴上，膜堆与膜堆之间侧面‘一点’与‘三点’要对正；
- 2、最后将半堆膜堆装上；

注意：安装时，膜片垂直朝上，并确定每个堆最下面 O 型圈未跑出，上柱时查看最下面的 O 型圈是否卡实未跑出

2.3.1.6 上法兰上柱

- 1、将 O 型圈装入内密封套内；
- 2、将唇形密封圈装入过水上法兰内；
- 3、依次将过水上法兰、承压上法兰、垫套、垫片套入已装好膜堆的中心轴上；
- 4、装上上承压螺母，并拧紧至 110NM，50mm 的扳手固定螺杆同时保持不动；
- 5、检查转矩负载 3 次，确保负载正确无误。



2.3.1.7 膜壳上柱

- 1.将卡簧 1、卡簧 2 及接头螺母装入高压软管端头，用手拧至底。
- 2.将拧好的高压软管套入进出水接头内，捅到底部，然后用扳手拧紧。
- 3.将产水接头 2 拧入产水接头 1 上，然后将产水软管接上；
- 4.将膜壳套上。

2.3.2 膜元件拆卸

2.3.2.1 膜组件的固定

拆卸 DT 组件时，应该首先将其直立并固定。如下图所示，这样可以正确地对组件进行操作，避免损坏组件。

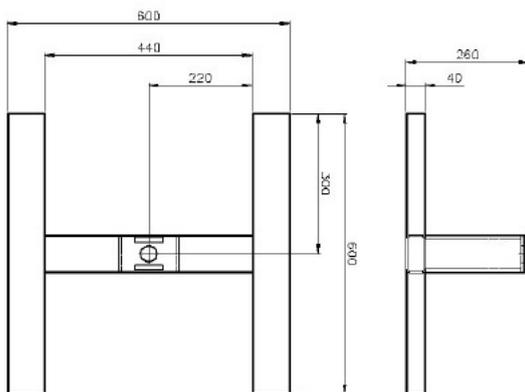


图 2.3-1 维修架

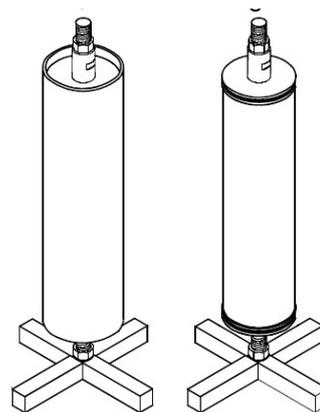


图 2.3-2 膜组件外壳拆除

从工作位置拆除膜组件，像上图一样固定在组件维修架上。

2.3.2.2 膜组件的清洗

照图 2.3-2 拆除压力容器，彻底清洗膜堆外表面，清洁检查接头和末端法兰上的唇形密封圈，清洗压力容器，检查压力容器与唇形密封圈接触位置是否有划痕或沉积物，如有则及时去除。

注意：当打开组件时要小心操作尤其是在重新组装组件时要小心操作，注意观察并且要有足够的耐心。

2.3.2.3 膜组件配套检查

检查导流盘是否有异样，注意顶部导流盘与以下导流盘之间的位置。

用扳手夹住支撑杆，逆时针转动螺母将其拧下（图 2.3-3 左）

取下扳手，当转矩被释放后导流盘自然会发生膨胀（见图 2.3-3 右）。

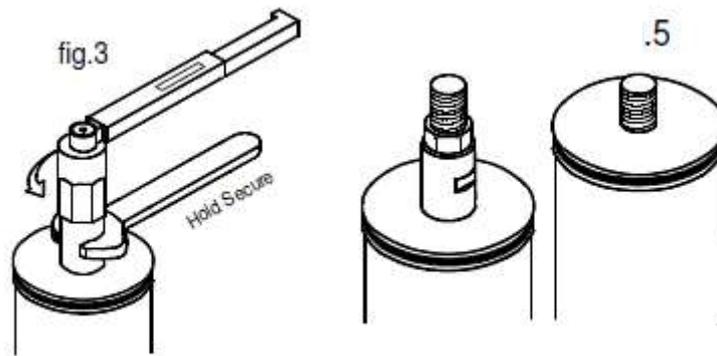


图 2.3-3 膜组件承压螺母拆除

在取下末端法兰之前，再次检查导流盘。如果在卸下螺母之前发现有导流盘变形，此时应该会更加明显。取下末端法兰，清洗，检查唇形密封件是否有损坏和沉积物。将末端法兰放置在一个清洁的表面。

为了检查盘面扭曲的地方 O 型圈是否被错位，采用一根直径 2mm、1.5m 长的直铁丝，透过液通道逐一检查，检查是否有阻碍物。如果有则在连接杆上标明所在位置，将这个标记转移到膜柱外侧。有的时候 O 型圈只是从安装位置上偏离出部分，并没有进入透过液通道，当这种情况发生的时候，2mm 的探针就无效了。

最容易发生 O 型圈损坏的位置是顶部以下第 10 块导流盘位置，请仔细检查，小心一次性拆除前 10 片导流盘和膜片，将这些导流盘放在一个干净的台面上，将它们按照一定次序摆放以便于用相同方式安装回去。

当拆除 O 型圈时可能发生粘连的情况，如果发生，请小心取出膜片，并将其放在配置好的 A 清洗剂桶里，浸泡 20 分钟后，将 O 型圈小心取下。如果 O 型圈上粘连了任何膜面上的材料，请更换新的膜片和 O 型圈。

当损坏的 O 型圈被找到：仔细检查该位置的或上一位置的导流盘，如发现异常请更换新的导流盘和 O 型圈。膜片必须更换成新的。如果发现膜片有被导流盘损伤的情况，必须更换膜片。

O 型圈损坏一般会产生连锁反应，上下 6 个导流盘或膜片会发生损坏，如果发生以下情况，所有的部件均需检查，1、探针发现损坏，2、前十片未发生问题

探针发现损坏 O 型圈：拆除到损坏部位上方 4-20 片位置，损坏位置上 3 片，下 3 片的膜片、O 型圈、导流盘均需检查，如果导流盘有损坏必须更换，如果导流盘 O 型圈产生应力伤痕，则导流盘必须更换，膜片与 O 型圈接触位置必须仔细检查，如果有任何损伤，必须更换。重装按照先拆的最后装的原则装回去，用双手拆卸，O 型圈必须安装到位。

2.3.3 膜片更换及组装

按照下面的操作步骤做：先取下 10 片导流盘放在一边，然后每次取下 20 片导流盘，并将他们按顺序放在一边。倒序放置，很容易装回原样。20 片的设置，双手大小合适、重装比较方便。

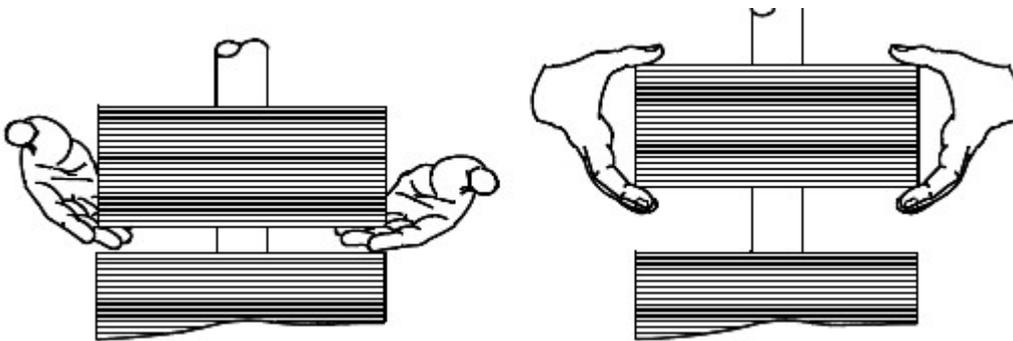


图 2.3-4 导流盘的拆除

双手小心将导流盘从拉杆上取下，倒序放置，以便归位。如果在拆除过程中不小心拿到中间的导流盘则需打开检查 O 型圈与膜片是否安装正确。

重新组装组件前应先检查以下问题：

所有 O 型圈安装正确；

- 1) 膜片没有任何的损坏，无针眼、划痕；
- 2) 导流盘位置正确：

检查导流盘是否安装正确，导流盘一侧是一个凸点，另一侧是三个凸点，必须按照图 2.3-4 左所示安装。

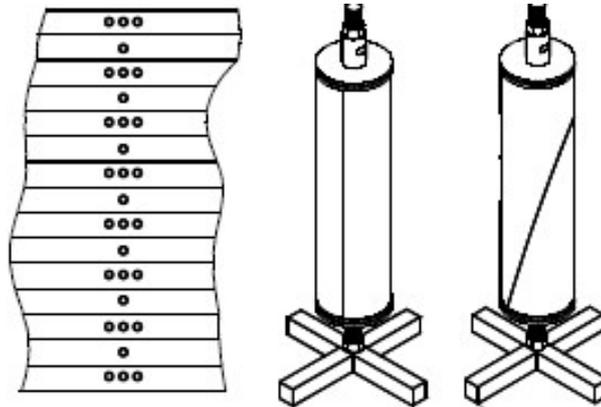


图 2.3-5 导流盘重装示意图

安装端面法兰的时候，可能需要用力将端面法兰按下才能装上紧固螺母，拧紧螺母时需检查垂直性。导流盘上的标记应像图 2.3-5 中所示，在一条直线上，而不应该像图 2.3-5 右，那样导流盘定位销容易被打破。当紧固螺栓被加压到 110NM 后不允许端面法兰发生转动，那样会扭转整个膜堆。润滑唇密封，润滑压力容器，装回至固定位置。

膜片安装注意：进水法兰和第一片导流盘之间，最后一块导流盘和端面法兰之间不装膜片。当所有的组件重装完成，安装回去时检查密封圈是否安装到位。

第一块导流盘的定位销是否面向端面法兰安装。

安装上第二组导流盘，检查 O 型圈和标记位置是否正确，如图 2.3-5 左

注意：安装完毕之后按照前述步骤重新检查扭矩负载

2.3.4 拆装注意事项：

1. 入口法兰和第一个导流盘之间以及出口法兰和最后一个导流盘之间不要安装薄膜包，其它所有导流盘之间都有薄膜包。
2. 一定要在清洁的环境中拆卸组件，确保没有灰尘和其他细微颗粒落在薄膜包、导流盘和 O 型密封圈上。

3. 如果在重新组装过程中有一个密封圈被遗漏，进料水就会流入透过液通道中，此时必须将组件拆卸下来，查找故障，并再次重新组装。
4. 如果导流盘难以从连接杆上取下，应该仔细检查 O 型密封圈的密封部位是否有损伤迹象，通常显示为一条线或颜色比导流盘浅的几条线（有时呈灰白色）
5. 如果发现导流盘扭曲或者有应力损伤，应予以更换。
6. O 型密封圈如果粘有薄膜垫层的物质应予以更换，通常在 O 型密封圈上显示为白色。
7. 表面有应力损伤的薄膜包应予以更换，这些痕迹包括表面划痕、凹陷和针孔，可将其放置在强光下检查是否有瑕疵。
8. 每次组装时可用大拇指和食指轻轻拉动新的 O 型密封圈。观察密封圈上是否有伤口和划痕。
9. 在使用新的薄膜包之前必须彻底检查表面是够有瑕疵，所有薄膜包外边缘是够焊接完好。
10. 薄膜包应该存放在密封容器中，放置在阴凉的地方避免阳光照射。
11. 如果 O 型密封圈不停滑动位置，稍微用力拉拽一下，用手掌下半部分将 O 型密封圈按压入位可以起到较好效果。
12. 有时在安装一组导流盘时底部 O 型密封圈会滑动位置，发生这种情况时，在密封圈与导流盘接触的部位涂上少许软皂。
13. 重新连接高压软管时不要将流向接错，否则组件会被损坏。
14. 压力容器密封件和高压接头不得出现过长时间的泄露，否则会导致元件被腐蚀，必须予以更换。
15. 导流盘上的销钉必须一致朝向末端法兰。
16. 当安装新薄膜包时，一定要彻底检查是否有瑕疵/损坏。仔细检查表面是否有装运和搬运时造成的划伤。如果发现有划伤应该及时更换。

2.3.5 DTRO 系统启动检查

2.3.5.1 试运行前检查

- (1) 在膜柱接入系统前，必须对系统进行如下检查：

文件名称: BGW® DTRO 技术手册		
Rev. 1.0	2023-02-15	31 of 69

- 从预处理到反渗透装置的所有设备、管路、加药系统等材料满足防腐要求；
- 所有管路和设备防腐与日常操作及化学清洗时的 PH 范围兼容；
- 所有的预处理系统已经进行反洗或清洗并处于清洁状态；
- 保安过滤器安装了新的洁净滤芯；
- 保安过滤器必须无表面活性剂、润滑剂、织物；
- 给水管路已经进行了冲洗，一般在高压泵与系统连接前完成；
- 预处理中如果使用了氯等氧化药剂，确保进水采用了相关措施除去余氯；
- 确认所有的灰尘、油脂、润滑油、金属残渣等都已经从管道安装处清除；
- 加药点位置正确，加药系统处于操作状态；
- 加药管路上正确安装了相关阀门；
- 化学药品进入 DTRO 系统前得到了正确的混合；
- 加药计量泵停机或药品断流时确保系统能够连锁停机；
- 系统停机时确保加药系统连锁停机；
- 配置相关仪表足以监测系统运行参数及进行标准化；
- 相关仪表已经进行了安装、校正；
- 系统安装了压力卸放阀并处于正确设定位置；
- 任何时候产水压力不会超过进水或浓水压力 0.7bar；
- 所有连锁、延时及报警装置安装正确并经过测试；
- 确保能对进水、产水、浓水进行取样；
- 压力容器与清洗管路连接正确；
- 所有的压力容器安全地固定在支架上；

(2) 膜元件安装完毕后，排出管道系统的空气，包括集水管和压力容器，用经

过预处理的原水低压冲洗至少 1 小时，浓水阀门全部打开。注意不要超过允许的流量和压差范围。在排气过程中，由于“气水混合”流动条件，最初的水流速度非常高。最好低流量启动系统，以免排气过程中的任何冲击。浓水管出水后，建议增加冲洗流量以有效地排出气体。在以排气为目的的冲洗过程中，重复启动和关闭系统几次是有效的办法。持

续不断的增加冲洗压力可以使空气体积变小，然而，在关机过程中，空气体积恢复正常，在下次冲洗时非常容易排出。每支膜的流量应该小于单支膜最大进水流量。

在冲洗过程中，打开产水阀门并保持产水侧不产生背压非常重要。浓水压力应该总是高于产水侧压力以避免产生背压问题。详细的冲洗过程说明，请参见冲洗步骤。

(3) 系统排气完成后，可以根据设计运行参数开始初次试运行。特别注意检查

和调整以下参数到设计值：

- 产水流量
- 回收率
- 操作压力

最后试运行评测前，系统至少运行 1 小时并检查产水水质。在试运行过程中，排掉产水和浓水。如果系统有浓水循环管路，不要启动此项功能。

(4) 按照如下要求检测产水水质和系统性能：

- 检测每支压力容器的产水电导率。如果产水电导率高出预计值很多，检查 O 型圈和浓水密封圈等配件，如果必要进行更换。记录所有的数据和采取的措施。
- 应认真记录启动后 1、24、48 小时的数据。这些数据将被用来作为标准化时的标准数据。
- 进水：进水压力、温度、TDS（电导率）、PH、污染指数（SDI15）、浊度（NTU）、余氯（检测不到）
- 跨膜压差
- 浓水：浓水流量，TDS（电导率）、PH
- 产水：每支产水流量和系统产水流量，每支膜和系统产水 TDS（电导率）

- 如果条件允许，建议取水样进行单个离子的检测
- 典型的数据记录表参见运行监控部分。
- 在投加 NaHSO_3 去除余氯的系统中，务必确保任何时候浓水中的 HSO_3^- 浓度不得低于 0.5 mg/l。

2.3.5.2 日常操作中的定期启动校验

- (1) 校验给水质量是否符合膜元件系统的进水要求；
- (2) 在启动高压泵之前，用预处理的产水低压冲洗反渗透系统；
- (3) 调节高压泵/循环泵频率，使进膜流量慢慢增加，以避免水锤作用，使得膜元件受损；
- (4) 在进行浓水节流时，逐渐地增大膜元件的给水压力和给水流速；
- (5) 将反渗透系统运行参数调节到期望的产水和浓水流量。在操作的任何阶段，都不要超过设计的系统回收率。
- (6) 在产品水水质达到要求之前，将其排掉。
- (7) 尽量避免频繁地启停系统。

2.3.5.3 启动过程参数

在 DTRO 系统启动过程中，必须遵守以下参数。系统必须按照这些参数进行设计和控制。

- (1) 在启动过程中，压力增加速度 $< 0.1 \text{MPa}(15 \text{psi})/\text{秒}$
- (2) 进水流量增加 $<$ 最终流量的 5%/秒
- (3) 产水压力低于浓水压力，特别是在启动过程中的冲洗阶段。

注意：务必确保在冲洗过程中产水管线确实无压力，并且产水压力始终低于浓水压力，或将产水管线和浓水管线连在一起排放以实现两个管道的静压相等。

系统初始启动顺序如下：

- a. 在系统启动之前，完成所有事项的检查；
- b. 检查所有阀门处于正确位置，系统进水阀、产水阀、浓水阀处于全开状态；
- c. 用低压、低流量合格预处理产水赶走压力容器内的保护液及系统内的空气，冲洗压力为 2-4bar；
- d. 所有的产水及浓水可以直接进行排放；
- e. 低压低流量冲洗阶段仔细检查所有的管路、阀门及设备有无泄漏，否则予以修理；
- f. 检查浓水管路上卸压阀处打开状态，直到排出所有的空气才停止低压低流量冲洗；
- g. 重复 b-f 步骤可以最大限度排出空气；
- h. 再次确认浓水、产水处于全开状态；
- i. 高压泵启动，具体过程参考以下高压泵启动程序；

2.3.6 DTRO 系统关机注意事项

1. 在 DTRO 系统停机时，用高品质的进水在低压条件下冲洗系统，确保浓盐水从压力容器中完全排出。
2. 在废水回用的 DTRO 系统中，应该用 DTRO 产品水替代 DTRO 进水冲洗系统。
3. 在高 PH 进水的 DTRO 系统中，比如 PH 为 10 的二级进水，可以用不含 NaOH 的一级 DTRO 产水或二级 DTRO 产水做为冲洗用水。
4. 冲洗水中不得含有任何氧化剂并且 PH 范围为 3-8.5.
5. 确保膜元件在停机过程中始终处于湿润状态、被适当的杀菌并且采取了必要的防冻措施。
6. 确保在停机过程中可以监控保存液的温度和 PH。
7. 注意在任何情况下都要保证产水背压不得超过 0.05MPa。产水背压是指产品水的压力分别减进水压力和浓水压力。如果几台 DTRO 装置的产水管汇入产水总管，在切换过程中，需要特别注意。在每台 DTRO 装置上必须单独安装合适的配件比如止回阀和安全阀。

8. 膜元件在任何条件下，都不得接触含有余氯的水。任何这种接触都可能造成膜元件不可恢复的损伤，通常导致的后果是透盐率的增加。
9. 在如下的的操作中必须格外小心以免余氯的接触。
10. DTRO 装置前的管道或预处理设备的消毒
11. 清洗或储存液的配制
12. 必须确保在 DTRO 系统的进水中不得还有任何剂量的余氯
13. 如果 DTRO 进水中含有余氯，必须通过投加亚硫酸氢钠（SBS）去除，并考虑到充分的接触时间以保证完全的去除余氯

2.3.7 DTRO 冲洗步骤

冲洗是一种去除污染物的简单方法。在低压、大流量条件下用大量的进水冲洗可清洁膜元件表面。在显著的性能下降之前，冲洗对于清除轻度有机物污染是有效的。在 DTRO 系统关闭之后，最好进行几小时的的冲洗，利用浸泡效果使污染层从膜表面分离。 具体冲洗操作条件如下：

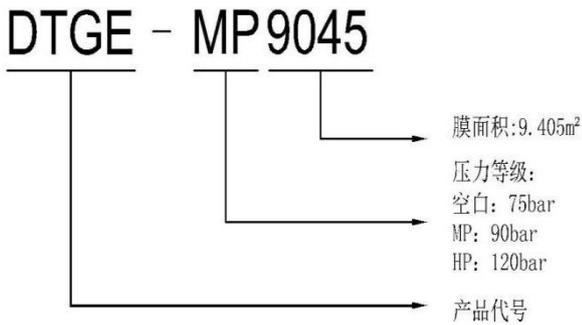
冲洗用水	<ul style="list-style-type: none"> ● 经过预处理的进水或 DTRO 产水 ● 在污水回用 DTRO 装置中，应该用 DTRO 产水替代 DTRO 进水作为冲洗用水 ● 冲洗水中不得含有任何氧化剂并且 PH 范围为 3-8.5
压力	低压 2-4bar
流量	大流量，每支膜进水量 800-1200L/h
温度	小于 40℃
时间	0.5-1h

注意：在冲洗过程中，打开产水侧阀门并保证不产生产水侧背压非常重要。浓水压力应该始终高于产水侧压力避免产生产水背压问题。分段冲洗，不要循环使用冲洗水。

第 3 章 DTRO 组件介绍

3.1 产品命名方式

3.1.1 膜柱命名方式



3.1.2 膜包命名方式

BW: 苦咸水膜包

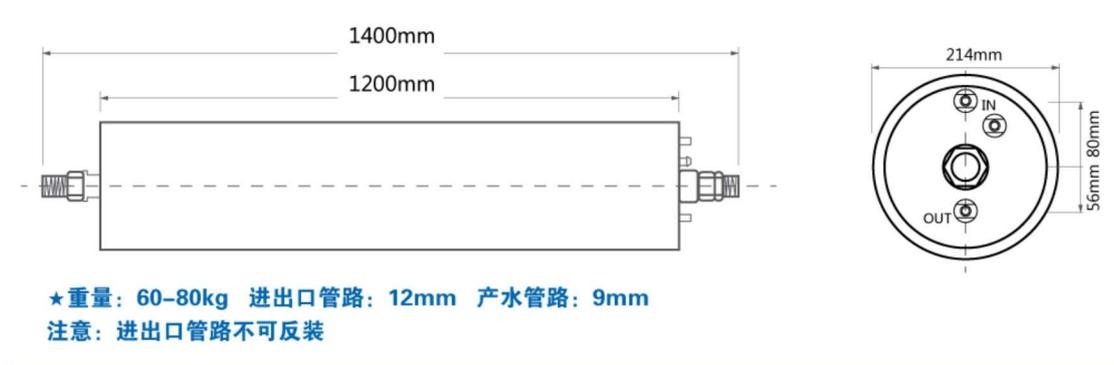
SW: 海淡膜膜包

3.1.3 DTRO 膜产品一览表

项目	Units	DTGE-9405	DTGE-MP9405	DTGE-HP9405
运行流量	l/h	500-1200		
最高运行温度（清洗）	°C	40（45）		
最高操作压力	bar	75	90	120
正常运行压力	bar	30-75	40-90	60-120
总长度	mm	1400		

外部尺寸	mm	214	218	224
导流板数量	U	210		
单支膜面积	m ²	9.405		
运行重量	Kg	74	90	96
25℃脱盐率	%	>98.5%	>98%	>97.5%
材料				
压力容器	FRP			
配水法兰	POM			
压力法兰	Stainless Steel			
导流板	ABS			

例：DTGE-9405



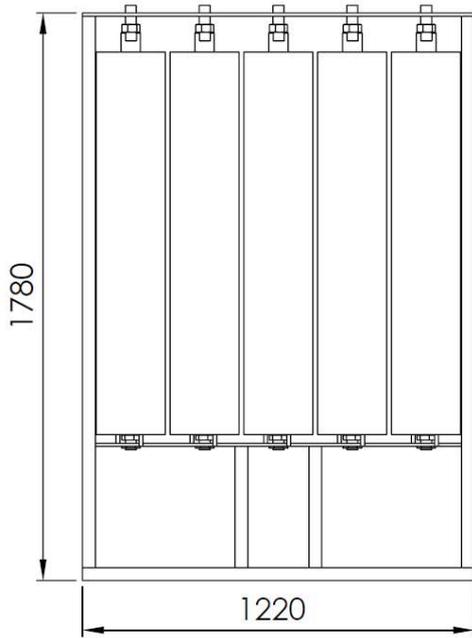
注：高压进出口为Φ12 tube 管，用高压软管连接；

产水口为 9mm 塑料接头，用 PU 管连接（详细配件参照附录，安装方法参照章节 5.1）。

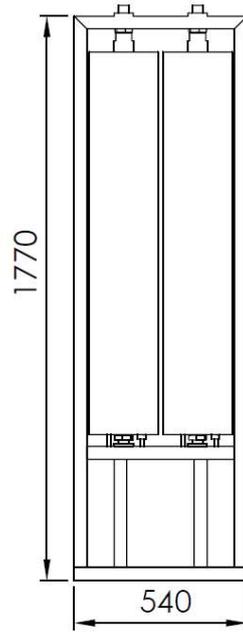
3.2 DTRO 产品介绍

3.2.1 DTRO 安装组件图纸

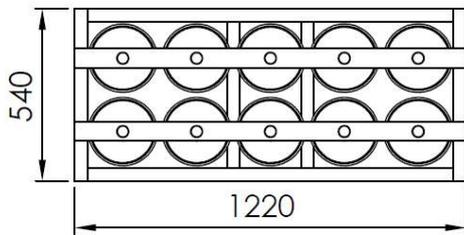
1、 DTRO 安装图纸



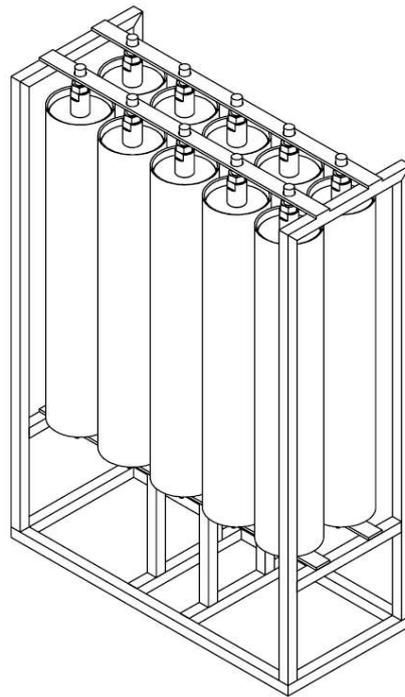
主视图



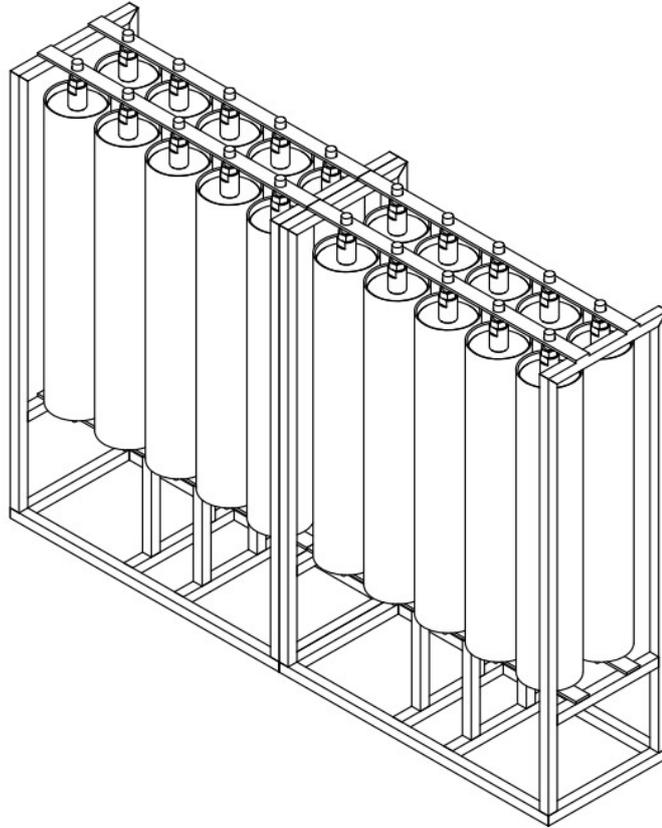
左视图



俯视图

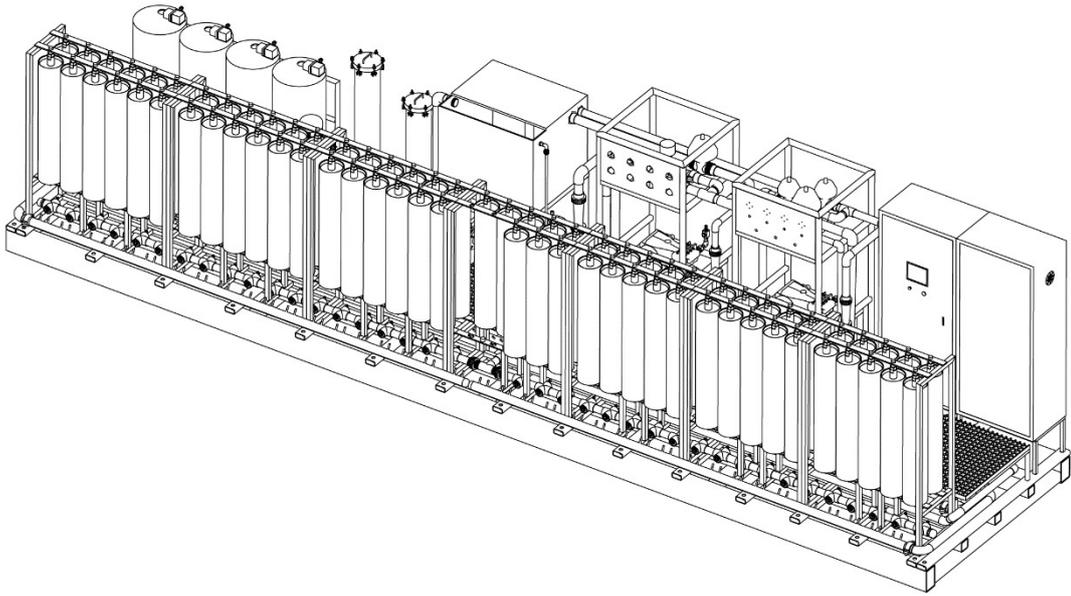


2、 DTRO 设备图纸



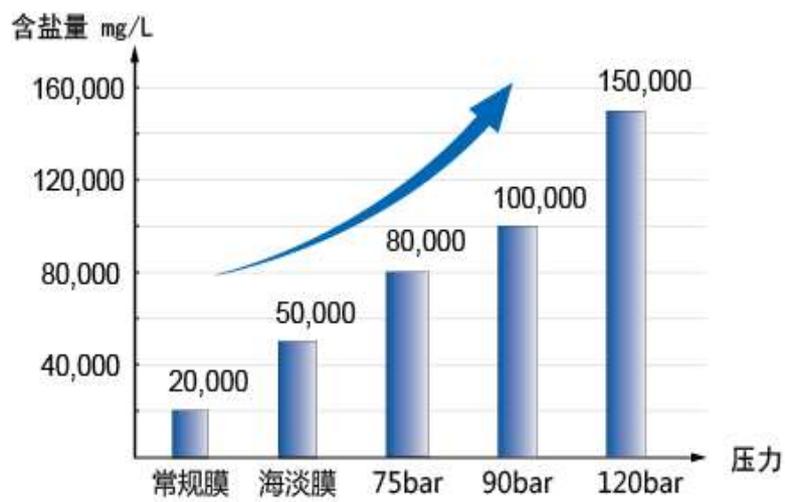
20 支膜组件膜堆安装

3、 整体设备图

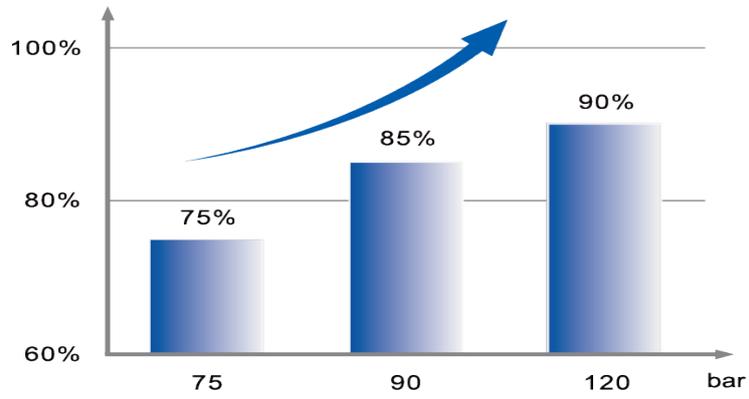


3.3 产品选用指南

3.3.1 根据浓水侧含盐量选择膜组件



3.3.2 回收率的选择



注：1. 以进水含盐量 18ms/cm 为测试条件

2. 仅考虑含盐量，不考虑含硬离子等其他影响因素。

第 4 章 运行介绍

4.1 调试准备

4.1.1 项目资料

调试人员在调试前应 与电气、工艺的负责人员进行技术交接，取得项目资料，熟悉设备的工艺流程，拟定调试及试运行计划安排。相关资料如下：

- 1) 工艺流程图；
- 2) 设备安装图；
- 3) 电气原理图；
- 4) 自控步序表；
- 5) 操作维护手册；
- 6) 先关设备及仪表的使用说明书；
- 7) 其他需要的资料。

4.1.2 工具准备

- 1) 内六角扳手、开口扳手、活动扳手、扭力扳手、螺丝刀、万用表等；
- 2) 必须的检测设备、装置（PH 试纸、电导率检测仪）。

4.1.3 水、电、气等基础条件

- 1) 水：水源能保证连续供水，并水压稳定；
- 2) 电：膜系统的低压配电室的电源已接通，并能正常供电，电气设备绝缘良好；
- 3) 气：空压机提供稳定的气源；
- 4) 药剂：酸、杀菌剂、清洗剂、阻垢剂等药剂准备到位。

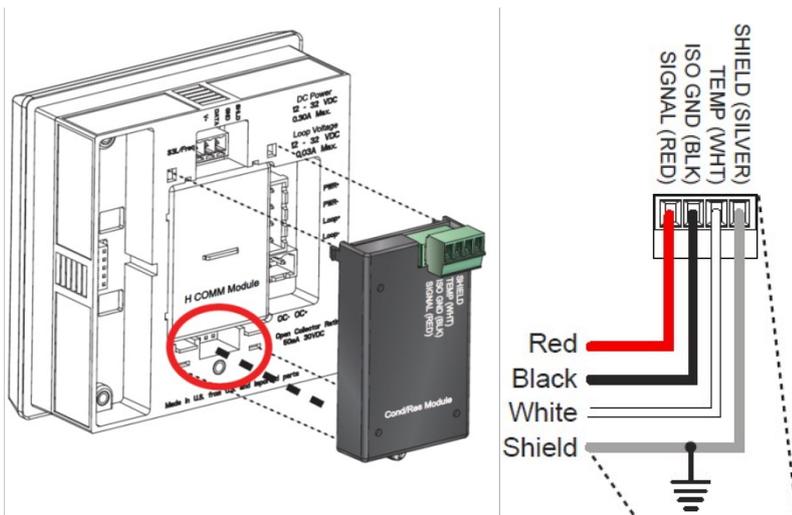
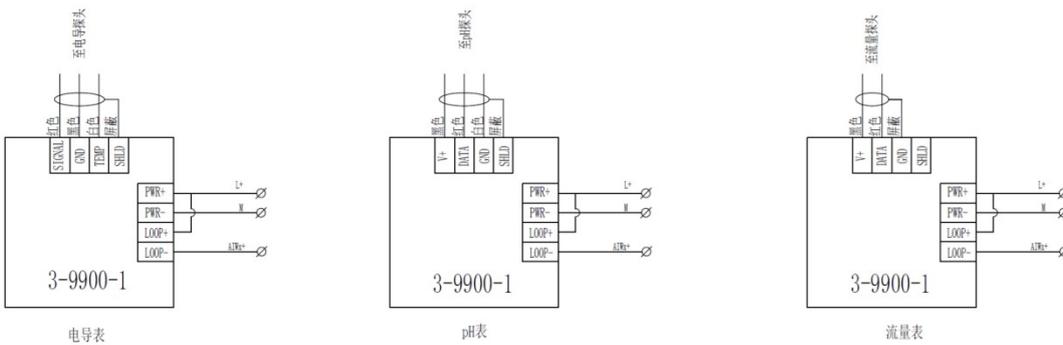
4.2 工艺核对

4.2.1 管路检查

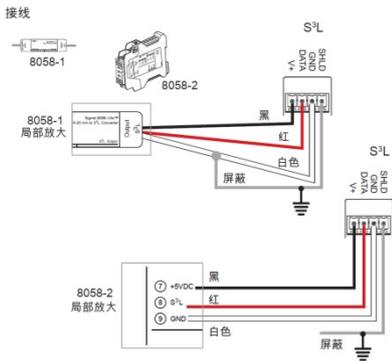
按工艺流程图及设备安装图对设备管路进行复核校对，检查所有的配管是否按设计图要求连接完毕、配管的固定支架安装牢固、法兰间的紧固件符合相应标准的要求，注意检查常开常闭阀门的安装位置是否正确。

4.2.2 仪表核对

(1) 流量计、pH计、电导率接线

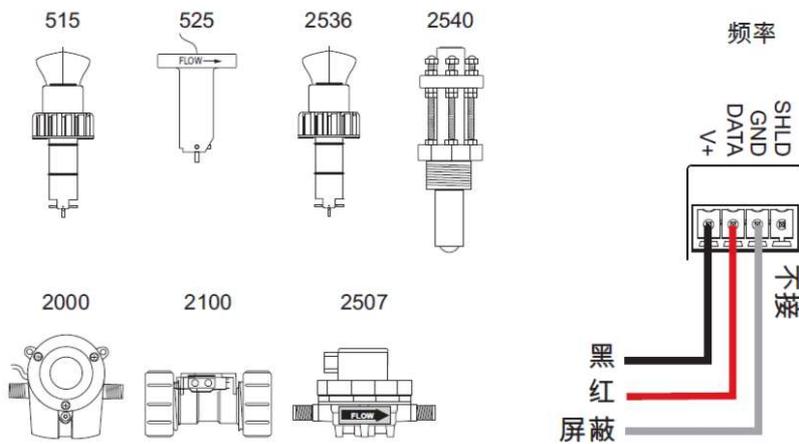


电导率仪现场接线位置

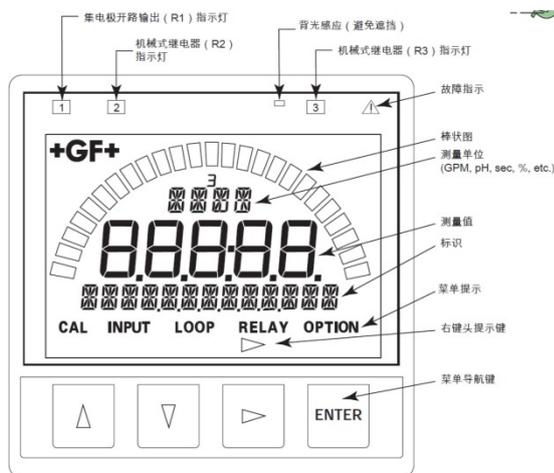


pH 现场接线图

如下传感器接线：



流量计现场接线图



上图列出了所有可能的符号。变送器软件控制这些符号在特定时间出现。只有棒状图和+GF+图标在变送器断电时仍可见。

系统设定:菜单导航

9900变送器基本操作步骤：

1. 按 ENTER 键3秒进入菜单
2. 按 ▶ 移动到所需菜单然后按 ENTER 进行选择 (可能会需要密码)
3. 按 ▲ 或 ▼ 选择所需菜单进行编辑
4. 按 ▶ 编辑数值/选择菜单
5. 按 ENTER键保存新数值/选择。
6. 按 ▲ 或 ▼ 选择其他菜单, 根据需要重复按3-5次
7. 按 ▲ 或 ▼ 选择不同菜单, 根据需要重复按2-5次。
8. 完成所有的菜单设定后, 按 ▲+▼ 两次返回主界面。

菜单为循环结构, 所以向前或向后均可选择同一菜单。在保存设置后 (按ENTER键), 显示会返回原先菜单。

GF 仪表现场界面图

(2) 压力变送器

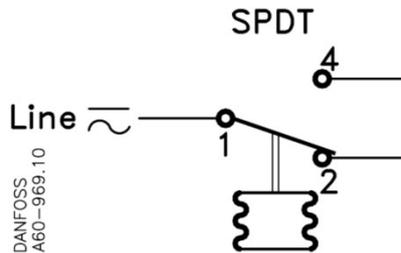
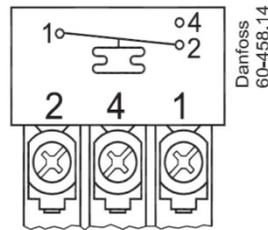
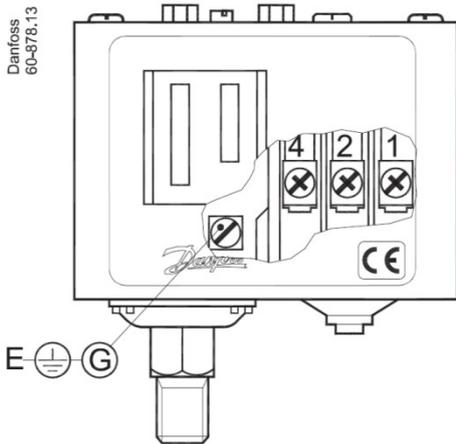


(3) 液位变送器



(4) 温度变送器

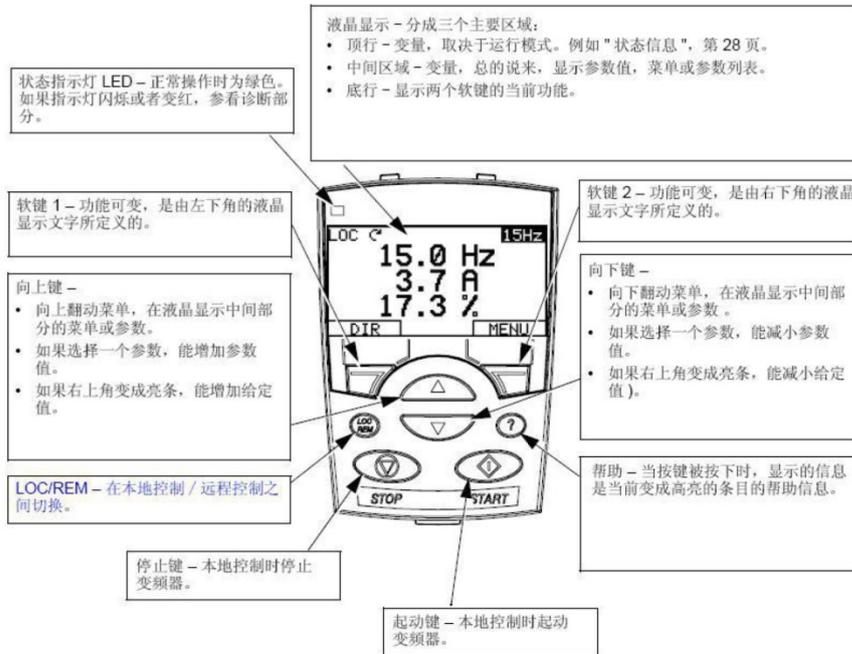
(5) 压力开关



4.3 电气检查

检查电气、控制设备定位并安装牢固，设备、仪表、阀门等按设计图已接线完毕，并经查线，校验处于完好备用状态。确认油水分离器是否安装，确认气动阀气管是否连接完毕。

ABB 变频器调试



按照变频器带动电机设置初始化参数

电机参数如下：

电机额定功率 4KW、功率因数 0.88 、效率 85%、额定电流 8.1A、
额定电压 AC 380V 角形接法 50Hz、电机转速2880 r/min

① 变频器参数设定

变频器内部参数设定如下：

序号	参数地址	地址含义	参数设定
1	9901	语言	中文
2	9905	电机额定电压	380V
3	9906	电机额定电流	8.1A
4	9908	电机额定转速	2880 rpm
5	9909	电气额定功率	4 kw
6	9915	电机功率因数	0.88
7	1001	外部1命令	DI1
8	1003	转向	正转
9	1103	给定值1选择	AI2
10	1403	继电器输出	故障
11	1501	AO1赋值	输出频率
12	1502	AO1赋值下限	0Hz
13	1503	AO1赋值上限	50Hz
14	1504	AO1最小值	0mA
15	1505	AO1最大值	20mA
16	2202	加速时间1	30S
17	2203	减速时间1	20S

变频电机正反转建议更改相线

4.4 设备配件安装检查

- 1) 柱塞泵是否按要求加注润滑油；
- 2) 篮式过滤器中滤袋是否安装；
- 3) 砂滤器中石英砂是否装填；
- 4) 保安滤器中滤芯是否安装。

4.5 标识检查

确认所有设备、仪表、阀门等名称编号标签已标识清楚，管道流向标识清晰。

4.6 单体试车

4.6.1 点动操作

1) 水泵

1) 立式离心泵点动：逐个点动立式离心泵，观察电机转动方向与标示方向是否一致，水泵开机是否发出异常响声或震动，如有则查明原因并加以消除，确定所有水泵处于完好备用状态。

2) 柱塞泵点动：根据设计参数设置好变频器，点动柱塞泵，观察泵转向与标示方向是否一致。

A、一般变频电机为高压柱塞泵配套电机，风扇与电机之间独立供电，风扇为工频运行即 50Hz 运行，电机按照给定频率运行

B、电机运转方向与泵

电机控制泵的转向，按照柱塞泵朝着泵头方向（可能会与风扇方向相反也属于正常），如遇到反转可在变频线接线端改变取两根供电线变相，电机设置 10HZ，电动以皮带轮动作为基准

3) 在线泵（循环泵）调试：打开进水相关阀门和产水、浓水的所有阀门，启动进水泵，达到进水压力 30s 后启动高压泵，启动在线泵，在线泵出口压力应高于高压泵后压力约 2~4 bar（与在线泵扬程和在线泵变频器设置有关），否则可能是在线泵线路接反，换相序后测试。

注意：DTRO 循环泵严禁空机点动测试。

4) 加药泵调试：点动测试各加药泵是否能正常工作，调试前应排气，方法：在加药箱中加入少量水，启动加药泵，将频率和冲程调到最大，打开排气阀。如果排气慢可以先在加药泵进口管中加满水。

2) 阀门

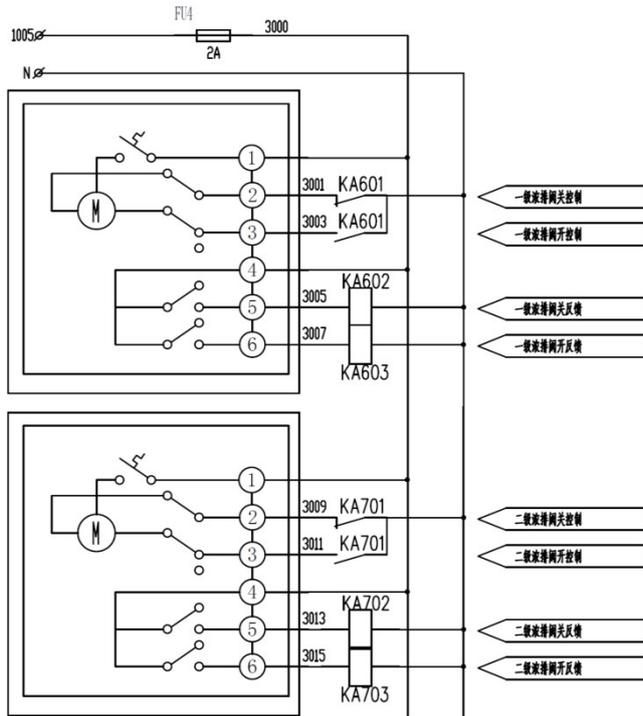
a. 气动阀门

对气动阀门逐个进行点动，观察阀门的反馈动作是否正确。每一个阀建议点动 3 次。

b. 电动球阀

1) 按下电动球阀“开”按钮，观察电动球阀指针是否转向 open 端，等待数秒后，观察开到位指示灯是否亮起；

2) 按下电动球阀“关”按钮，观察电动球阀指针是否转向 close 端，等待数秒后，观察关到位指示灯是否亮起。



c. 伺服电机控制阀

1) 按下浓水调节阀“开”按钮，观察中心杆刻度线是否往上，等待数秒后，观察开到位指示灯是否亮起；

2) 按下浓水调节阀“关”按钮，观察中心杆刻度线是否往下，等待数秒后，观察关到位指示灯是否亮起；

3) 在开关过程中，按下浓水调节阀“停”按钮，观察中心杆刻度线是否停止。

4.7 仪表设置及校准

4.7.1 pH 计/电导率仪/流量计

pH 计/电导率仪/流量计仪表设置方法及步骤详见附录一。

4.7.2 压力开关

压力开关设置方式详见附录二，设定值详见表 4.7-1。

表 4.7-1 压力开关设定参考值

序号	名称	设定值
1	进水低压开关	1bar
2	浓水高压开关	3.5bar
3	产水高压开关	3.5bar
4	进气低压开关	3.5bar

4.8 管道试压

4.8.1 进水管道试压

- 1) 在原水箱中加注自来水或工业水，将设备切换至手动状态；
- 2) 将所有膜短接，将滤器前后手动阀切换至打开状态；
- 3) 打开产水清洗回流阀、冲洗阀、冲洗排放阀、进水阀，浓水调节阀全开，开启进水泵，冲洗 5-10min，观察低压管道、仪表连接处是否有渗漏，如有漏水则停机对渗漏处进行处理。
- 4) 渗漏处理完毕后，重复步骤 1~3；
- 5) 低压冲洗完成后开启高压泵，30s 后开启循环泵，20s 后关闭冲洗阀，调节浓水调节阀，观察进膜压力表，逐步提高进膜压力，从 10bar 缓慢调节至 50bar，在 50bar 压力下运行 15-30min。观察高压部分管道及仪表连接处是否有渗漏，如有漏水则停机对渗漏处进行处理。
- 6) 对所有渗漏处处理完毕后，重复管道试压步骤，确认没有问题后，进水管道试压完毕。

4.8.2 清洗管道试压

- 1) 在清洗水箱中注入自来水或工业水，将清洗水箱出水手动阀、清洗滤器前后手动阀打开；

2) 打开冲洗阀、浓水调节阀、产水清洗回流阀、浓水清洗回流阀、清洗进水阀，3s后开启清洗水泵，运行 5-10min，观察低压管道、仪表连接处是否有渗漏，如有漏水则停机对渗漏处进行处理。

3) 渗漏处理完毕后，重复步骤 1~3；

4) 清洗管道试压完毕。

4.9 手动调试

4.9.1 DTRO 膜柱排气

DTRO 膜设备经过单机点动调试之后，需对首次使用的 DTRO 膜组件进行排气，直到 DTRO 膜组件内部的空气基本排尽为止。

1) 在清洗水箱中注入自来水或工业水；

2) 将清洗水箱出水手动阀、清洗滤器前后手动阀打开；

3) 打开冲洗阀、浓水调节阀、产水清洗回流阀、浓水清洗回流阀、清洗进水阀，3s后开启清洗水泵，进行低压循环冲洗，一般持续 1h。

4) 关闭清洗水泵，排空清洗水箱中自来水，重新往清洗水箱注入自来水或工业水。

5) 再次启动清洗水泵，运行 1h 左右，关闭冲洗阀，开启高压泵，运行 0.5h 左右，观察产水管内有无气泡，如气泡较少，按步骤停止设备，DTRO 膜组件排气结束。

注意：每次拆装 DTRO 膜组件都需要排气，但不需要严格按照上述步骤进行，低压冲洗半小时基本满足，还是需要根据现场实际情况处理。

4.9.2 手动开机

1) 在原水箱中配置电导约 20000 μ s/cm 的盐水作为原水。

2) 按要求安装进出膜高压软管，安装后检查确认进出膜软管连接正确。

3) 冲洗排气：打开产水清洗回流阀、冲洗阀、冲洗排放阀、进水阀，浓水调节阀全开，开启进水泵，冲洗 5-10min。

4) 完成冲洗排气后，打开浓水排放阀、产水阀，关闭冲洗排放阀、产水清洗回流阀。启动高压泵（频率设置 30HZ 左右），30S 后启动循环泵（频率设置 30hz 以上），20S 后关闭冲洗阀。

- 5) 确定高压泵和循环泵的运行频率：调整高压泵频率使流量达到设计值，观察循环泵出口和高压泵出口压差，根据循环泵的扬程调整循环泵频率。
- 6) 调节浓水调节阀：根据回收率调节阀门，使产水流量和浓水流量达到设计值。
- 7) 系统启动完成。
- 8) 手动开机过程中对所有仪表反馈值进行现场仪表与触摸界面显示值进行比对，按照程序设定范围进行现场仪表范围调整。

4.9.3 手动停机

- 1) 打开冲洗排放阀、产水清洗回流阀，关闭浓水排放阀、产水阀；
- 2) 泄压：浓水调节阀调至最大开度，打开冲洗阀；
- 3) 关闭循环泵，原水冲洗 120s；
- 4) 打开冲洗进水阀，3s 后启动冲洗水泵，5s 后关闭进水泵，5s 后关闭进水阀，清水冲洗 300s；
- 5) 关闭高压泵，30s 后关闭冲洗水泵，10s 后关闭冲洗进水阀；
- 6) 系统停机过程完毕。
- 7) 自控调试

进入自控调试需确认以下条件：

- 1) 单体试车已经完成；
- 2) 膜柱手动进水过程完毕；
- 3) 系统参数设置完毕；
- 4) 各个控制开关调至自动模式；
- 5) 系统中各个手动阀处于正确状态（系统中手动阀在调试期间已经调好，平时操作过程中不需再做调整）

4.9.4 系统启动

- 1) 激活启动模式：按下“启动”按钮，系统启动；
- 2) 待机：确认常开阀门（产水清洗回流阀、浓水清洗回流阀）开启状态；

- 3) 冲洗排气：全开浓水调节阀，打开冲洗阀、冲洗排放阀，关闭浓水清洗回流阀，打开进水阀，3s 后打开砂滤增压泵，开始冲洗排气（300s）；
- 4) 开高压泵：冲洗排气时间结束后，并且滤器出口压力大于 1bar 启动高压泵；
- 5) 开循环泵：高压泵启动 30s 后启动循环泵；
- 6) 关冲洗泵：循环泵启动 20s 后关闭冲洗阀；
- 7) 调节产水流量：反馈到位 30s 后开始调节产水流量，调节阀关 1 秒停 3 秒，直到产水流量到设置值；
- 8) 浓水、产水切换：打开浓水排放阀、产水阀，关闭冲洗排放阀、产水清洗回流阀；
- 9) 系统运行：运行中，开始计算系统运行时间。

4.9.5 系统停机

- 1) 系统运行：系统运行中；
- 2) 激活停机程序：按下“停机”按钮，系统停机；
- 3) 管路切换：打开冲洗排放阀、产水清洗回流阀，关闭浓水排放阀、产水阀；
- 4) 泄压，慢慢全开浓水调节阀，开 1s 停 3s；
- 5) 开冲洗阀：浓水阀全开后打开冲洗阀；
- 6) 原水冲洗：阀门反馈到位后，关闭循环泵，开始原水冲洗（120s）；
- 7) 停机清水冲洗：原水冲洗结束后开冲洗进水阀，打开冲洗泵，关闭进水泵后关进水阀，开始清水冲洗（300s）；
- 8) 关高压泵：清水冲洗结束后关闭高压泵；
- 9) 关冲洗水泵：高压泵关闭 30s 后，关闭冲洗泵；
- 10) 待机：关闭冲洗进水阀，进入待机状态。

4.9.6 系统快速停机

- 1) 系统运行：系统运行中；
- 2) 激活停机程序：按下快速停机按钮，系统开始快速停机；
- 3) 开阀泄压：全开浓水阀，打开冲洗阀，反馈到位；

- 4) 关循环泵：10s 后关闭循环泵；
- 5) 关高压泵：10s 后关闭高压泵；
- 6) 关进水泵：10s 后关闭进水泵；
- 7) 待机：阀门恢复状态，进入待机状态；

4.9.7 系统清水冲洗

- 1) 激活冲洗程序：按下清水冲洗按钮，系统开始清水冲洗程序；
- 2) 开阀进水：打开冲洗排放阀、冲洗阀，反馈到位 3s 后打开冲洗进水阀，关闭清洗回流阀；
- 3) 开进水泵：3s 后启动进水泵；
- 4) 清水冲洗：10s 后启动循环泵，开始清水冲洗（300s）；
- 5) 清水置换：清水冲洗结束后停止循环泵，开始清水置换（120s）；
- 6) 关冲洗泵：清水置换结束后停止冲洗泵；
- 7) 关阀：10s 阀门恢复待机状态；
- 8) 待机：进入待机状态。

4.9.8 系统清洗运行

- 1) 激活清洗程序：按下“清洗”按钮，系统开始清洗程序；
- 2) 开阀：开冲洗阀、清洗进水阀；
- 3) 进清洗液：开清洗泵，10s 后开高压泵；
- 4) 循环清洗：高压泵启动后 30s，启动循环泵，开始循环清洗（0.5h）；
- 5) 浸泡：循环清洗完成后关闭循环泵，10s 后停高压泵，30s 后停清洗泵开始浸泡（1h）；
- 6) 再次进液：浸泡完成后开清洗泵，10s 后开高压泵，30s 后开高压泵；
- 7) 再次循环清洗：高压泵启动后 30s，启动循环泵，开始循环清洗（0.5h）；
- 8) 关循环泵：关闭循环泵；
- 9) 冲洗：打开冲洗进水阀，开冲洗水泵；关闭清洗水泵，关闭清洗进水阀冲洗 180s；

- 10) 关泵：冲洗完成后，关闭高压泵，30s 后关闭冲洗水泵；
- 11) 关阀：阀门恢复待机状态；
- 12) 待机：进入待机状态。

4.10 故障报警设置

序号	项目	内容	调试结果	备注
1	进水泵故障	手动使热继电器动作，检查是否有相应的报警		
2	清洗水泵故障	手动使热继电器动作，检查是否有相应的报警		
3	冲洗水泵故障	手动使热继电器动作，检查是否有相应的报警		
4	高压泵故障	手动使变频器动作，检查是否有相应的报警		
5	循环泵故障	手动使变频器动作，检查是否有相应的报警		
6	进膜压力过大	在运行程序中根据实际压力设定一个较低的值，检查是否有相应的报警		
7	膜压差过大	在运行程序中根据实际压差设定一个较低的值，检查是否有相应的报警		
8	进水低压	在运行程序中根据实际压力设定一个较高的值，检查是否有相应的报警		
9	产水高压	在运行程序中短接压力开关接线端子，检查是否有相应的报警		
10	浓水高压	在运行程序中短接压力开关接线端子，检查是否有相应的报警		
11	进气低压	在运行程序中根据实际压力设定一个较高的值，检查是否有相应的报警		
12	原水箱中液位	根据实际液位设定一个较低的值，检查系统能否因低液位发生的停机能自动重新启动		
13	原水箱低液位	根据实际液位设定一个较高的值，检查是否有相应的报警		该液位时，手动无法启动进水泵
14	产水箱高液位	根据实际液位设定一个较低的值，检查是否有相应的报警，运行时进入停机程序		
15	产水箱中液位	根据实际液位设定一个较高的值，检查系统能否因低液位发生的停机能自动重新启动		
16	产水箱低液位	根据实际液位设定一个较高的		该液位

序号	项目	内容	调试结果	备注
		值，检查是否有相应的报警，冲洗时则进入快速停机步序		时，手动无法启动冲洗水泵
17	浓水箱高液位	根据实际液位设定一个较低的值，检查是否有相应的报警，运行时进入停机步序		
18	浓水箱中液位	根据实际液位设定一个较高的值，检查系统能否因低液位发生的停机能自动重新启动		
19	清洗水箱低液位	根据实际液位设定一个较高的值，检查是否有相应的报警，清洗时进入停机步序		该液位时，手动无法启动清洗水泵
20	阻垢剂计量泵开关	检查是否与进水泵同步		
21	杀菌剂计量泵开关	检查是否与进水泵同步		
22	酸计量泵开关	检查是否与进水泵同步		
23	进水电导高	根据实际电导设定一个较低的值，检查是否有相应的报警		
24	出水电导高	根据实际电导设定一个较低的值，检查是否有相应的报警		
25	脱盐率低	根据实际脱盐率设定一个较高的值，检查是否有相应的报警		

第 5 章 清洗流程

5.1 反渗透化学清洗概述

5.1.1 膜污染的种类

1)、吸附污染

有机物在膜表面的吸附通常是影响膜性能的主要因素。随着时间的延长，污染物在膜孔内的吸附或累积会导致孔径减少和膜阻增大，这类污染是难以恢复的，主要污染物是溶解物、乳化物等；

2)、沉淀污染

原水中氢氧化物或碳酸盐、硫酸盐等浓度超过了其溶解度，在膜上形成沉淀或结垢，主要是胶体和微粒，有机物如脂肪、蛋白质、腐质酸、胶体、凝胶及多羟基芳香化合物等；无机物如钙盐、磷盐、铁盐、镁盐等；

3)、生物污染

微生物在膜-水界面上积累，从而影响系统性能的现象。膜的生物污染分两个阶段：粘附和生长。在溶液中没有投入杀菌剂或投量不足时，粘附细胞会在进水营养物质的供养下成长繁殖，形成生物膜，如细菌和藻类等。

5.1.2 膜污染的判断

如何判断膜污染，以下是一些关键的参数：

1、最重要的是对照同等操作条件下（相同压力、温度、循环流量）的膜通量（LMH 或 LPM 等单位）的差距，通常旧膜的通量低于新膜通量的 85%，即视为膜已经被污染；

2、膜污染通常会导致膜截留性能的变化，当然这种变化可以是升高或降低；

3、在同等的操作条件下，膜污染后膜组件前后的压力差有所增加，即过膜阻力变大。

5.2 几种典型清洗与消毒方法

5.2.1 清洗方法

配置化学清洗剂：根据所生产的料液判断污染物，针对污染物选择清洗配方（参看下表），按清洗配方配制清洗液到 CIP 罐（或与料罐共用）内。

清洗时注意，设备一般会切换到内部循环，循环时需要严格控制运行温度低于 40℃，否则会损伤 DTR0 膜片。

化学清洗：按标准化测水通量的方法开机运行，按清洗方案的要求进行清洗，化学清洗前后必须采用去离子水冲洗至中性。

清洗方法：物理清洗、化学清洗

◇ 物理清洗：利用机械作用，进行浓水流量调节清洗，清洗时单支膜组件进水流量可在 500-1200L/h 进行调节。

物理清洗方法仅可能使膜的透水性得到一定程度恢复。

◇ 化学清洗：使用化学清洗剂（酸、碱、氧化型、表面活性剂、络合剂等）；

清洗剂种类 参数与作用	酸性清洗剂	碱性清洗剂
清洗条件	将盐酸溶液 PH 值调至 3-4 左右，在 35-40℃ 条件下循环 30-45 分钟。	将 NaOH 溶液 PH 值调至 10-11 左右，在 35-40℃ 条件下循环 30-45 分钟。
清洗作用	1)、广泛用于钙镁离子等金属离子、可溶于酸性清洗剂的污染源； 2)、同时因为酸有使膜孔收缩、提高膜强度的作用，因此常用于膜经过长时间碱性清洗后的收缩性清洗。 3)、酸性清洗一定不要超过膜	1)、广泛用于油性污染与其他有机物污染。清洗； 2)、同时因为碱性清洗剂可以使膜孔放松，可以使粘附的污染源松动，可以起到增大膜通量和清洗污染源的双重作用； 3)、碱性清洗一定不要超过膜的耐受 PH。

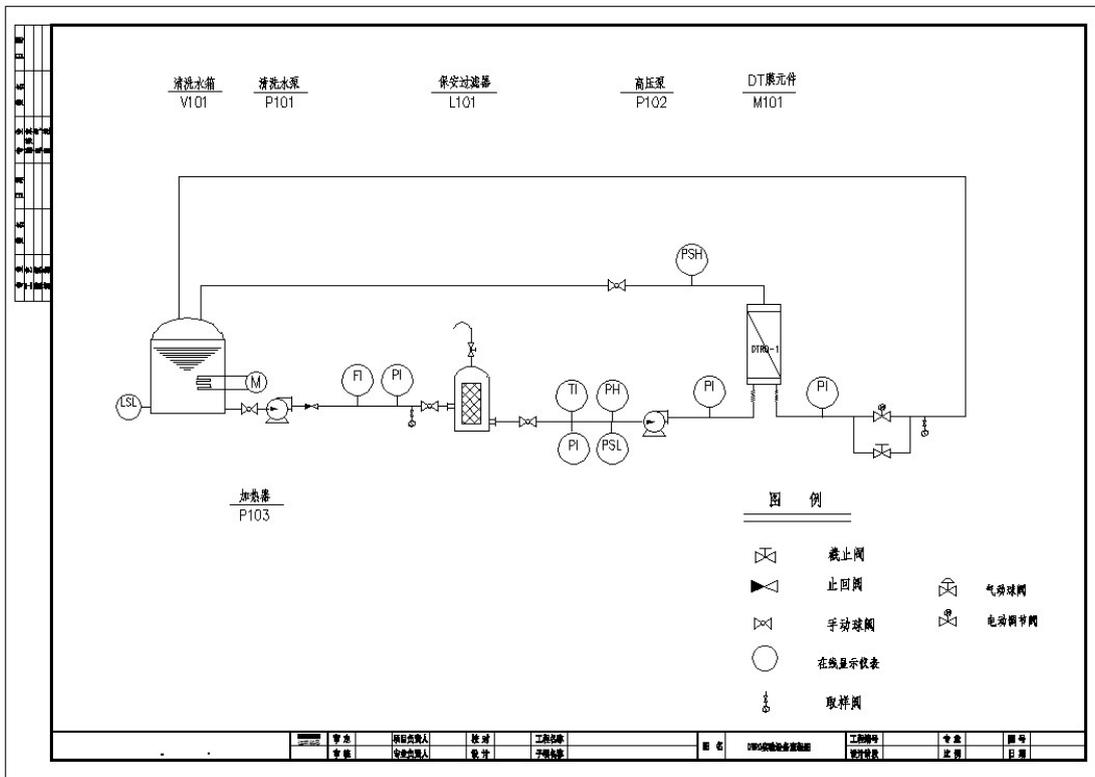
	的耐受 PH。	
--	---------	--

5.2.2 膜的消毒

为了防止在生产过程中由膜组件带入杂菌，可在料罐中配制 0.5% W/W 亚硫酸氢钠溶液，开启泵，循环 40-60 分钟，然后用去离子水冲净。

5.3 反渗透清洗系统的实际设计

5.3.1 清程洗流



清洗流程图

5.3.2 清洗系统容积的计算

计算清洗容器，即清洗水箱的容积，除了计算膜元件所必需清洗液的体积外，还要考虑到系统中其它设备的容积，如清洗管路，保安过滤器等。计算方法如下：

清洗水箱的容积 $V = A + B$,

其中: $A =$ 所有膜元件所必需的清洗液的体积, 每支膜元件 12L;

$B =$ 其它设备的容积, 如清洗管路, 保安过滤器等。

5.3.3 清洗泵的确定

(1) 流量: 清洗泵的流量与进水泵的流量相当

(2) 压力: 清洗泵的扬程可由下列参数 (估计值) 确定, 但是扬程要小于 45m。

- 高压泵最小进口压力 (约 0.1MPa);

管道系统的压力损失和压力容器的压降 (0.05 MPa);

清洗保安过滤器的压差 (大约 0.05 MPa);

第 6 章 保存

6.1 保存

6.1.1 短期保存：

短期保存方法适用于那些停止运行 5 天以上 30 天以下的反渗透系统。此时反渗透膜元件仍安装在 DTR0 系统的压力容器内，具体步骤如下：

- (1)、用清水冲洗反渗透系统，同时注意将气体从系统中完全排除；
- (2)、将压力容器及相关管路充满水后，关闭相关阀门，防止气体进入系统；
- (3)、每天按上述方法冲洗一次。

6.1.2 长期停用保护

适用于停止运行 30 天以上，膜元件仍安装在压力容器中的反渗透系统。保护操作的具体步骤如下：

- (1)、清洗系统中的膜元件；
- (2)、用清水配制保护液保留于系统中，应确认系统完全充满。
- (3)、如系统温度低于 27℃，应每隔 30 天用新的保护液进行 2、3 步的操作；如系统温度高于 27℃，则应每隔 15 天更换一次保护液。

保护液的配制：1%的亚硫酸氢钠溶液

$$M = (V_1 + V_2 + X \times V) / 100$$

式中：M 为所需亚硫酸氢钠剂量，kg；

V₁ 为管路体积，L；

V₂ 为清洗水箱体积，L；

X 为膜支数；

V 为单支膜柱体积，12L；

- (4)、在反渗透系统重新投入使用前，用低压水冲洗系统，在恢复系统至正常操作前，应检查并确认产品水中不含有任何保护剂。

6.1.3 冬季低温保护

适用于环境温度低于 0℃ 的保存。保护操作的具体步骤与长期停用保存相同，其中保护液配制不同。

低温保护液的配制：甘油与水与亚硫酸氢钠的比例为 20:80:1

6.2 运输

已经安装在系统装置上的膜组件要固定牢靠，不能晃动、转动；

未安装的膜组件要装在专用的包装箱内；

单独的膜片、导流盘等配件要注意防止挤压

第 7 章 故障排除

7.1 压力容器泄漏问题：

当膜组件泄压排空时，会产生一定的真空度，端面法兰的唇形密封圈会因失压而打开，密封件周围的小颗粒污染物会被吸入密封边缘。当膜组件加压时，小颗粒污染物就会留在密封圈内，水就会从密封圈内泄露。

排除这种故障，需要做以下步骤：

停止设备运行，膜组件泄压，握住压力容器边缘，转动玻璃钢压力容器，转过 45° 到 90°。重启系统，在达到工作压力前可能还会有少许的泄露，当系统达到工作压力后停机重启，这次重启后就不会漏水了。

如果是唇形密封圈泄露，则按照以下步骤：

将膜组件从系统中拆除，再拆除压力容器，检查压力容器与唇形密封圈的接触位置是否有划痕或黑色沉积物，如发现则用精细砂纸磨平或去除，如已完全拆下压力容器，另一头也仔细检查一下。

检查唇形密封圈上是否有缺陷，如有则更换新密封圈。在密封圈上加一些润滑剂，再安装回去压力容器及组件。

7.2 警告

以下四种情况会损坏 DT 膜元件

- 1、不合适的扭矩
- 2、透过液排放管受压
- 3、进料管或浓缩液管中出现真空
- 4、维修后的第一次起动前冲洗不当

7.3 不合适的扭矩：

如果紧固螺栓上的转矩负载不合适，组件底部的流体冲力会将导流盘和 O 型密封圈向入口法兰挤压，导流盘上 O 型密封圈会因此脱离原来位置，进料会流入透过液通道，设备因为透过液电导率过高而关停。

7.4 透过液排放管受压

设备停机状态，透过液淡侧不能有任何压力，如果产生压力，会导致膜片和 O 型圈分离或膜片被配流板上的凸点刺破的情况出现，产水流量变大，且产水品质下降

7.5 进料管或浓缩液管中出现真空

进料管或浓缩液管中出现真空会造成于透过液排放管受压类似的损坏。

维修后第一次起动前冲洗不当

维修后，起动前必须冲洗设备，主要是排除组件中的空气。冲洗的时间取决于组件的数量，确保组件中不存在空气，有时自动冲洗无法完成，必须手动操作设备。如果用户无法实施，应交由服务工程师指导进行，否则一切后果由用户自行承担。

附录一 产品配件表

序号	名称	规格/型号	单位	数量
1	O 型圈 5	Ø47×2	个	420
2	盘片		片	210
3	八角膜片		片	209
4	中心轴	1400	根	1
5	唇形密封圈		个	2
6	O 型圈 3	Ø22×2	个	1
7	O 型圈 4	Ø16×2	个	2
8	过水下法兰	Ø201.5-44.5	块	1
9	承压下法兰	Ø200-25	块	1
10	支撑螺母	50/M34×1.5-15	个	2
11	承压螺母	50/M34×1.5-25	个	2
12	进出水接头	Ø20×12-94.5	个	2
13	产水接头 1	Ø25-60	个	1
14	产水接头 2	G1/4	个	1
15	O 型圈 1	Ø40×3	个	1
16	O 型圈 2	Ø34×3	个	2
17	内密封套		个	1
18	过水上法兰	Ø201.5-32	块	1
19	承压上法兰	Ø200-20	块	1
20	垫套	Ø60×36-80	个	1
21	垫片	Ø60×36-6	个	1
22	玻璃钢壳	Ø215×202-1200	个	1
23	进出水堵帽	Ø11-20	个	2
24	出水堵帽	Ø8-20	个	1
	组件			1

附录二 重要进水指标

项目	符号	单位	数值
化学需氧量	COD _{Cr}	mg/L	
生化需氧量	BOD ₅	mg/L	
氨氮	NH ₄ -N	mg/L	
悬浮物	SS	mg/L	<800
电导率	LF	us/cm	
进水 PH 值	PH		
总固体含量	TDS	mg/L	
钙离子	Ca ²⁺	mg/L	
硫酸根离子	SO ₄ ²⁻	mg/L	
镁离子	Mg ²⁺	mg/L	
二氧化硅	SiO ₂	mg/L	<40
余氯	Cl ₂	mg/L	<0.1
铁离子	Fe ³⁺	mg/L	
总碱度		mg/L	
进水水温	T	°C	5-30