

AcecleanTM

——值得信赖的膜技术专家

超滤膜技术手册

www.acecleantec.com

目 录

第一章 Aceclean™ 简介	5
1.1 关于 Aceclean	5
1.2 品质保证	5
1.3 研发与服务	6
第二章 超滤技术介绍	8
2.1 超滤技术简介	8
2.2 超滤技术术语	8
2.3 超滤特点	9
2.4 超滤膜的孔分布	9
2.4 亲水性与疏水性	10
2.6 超滤运行方式	11
2.6.1 传统过滤和错流过滤	11
2.6.2 内压式和外压式	11
2.7 超滤的清洗方式	11
2.8 影响超滤产水量的因素	12
2.8.1 温度	12
2.8.2 压力	13
2.8.3 进水浊度	14
第三章 超滤系统设计	15
3.1 超滤设计步骤	15
3.2 Aceclean™ 超滤使用条件	16
3.3 建议设计通量	16
3.4 系统运行流程	17
3.5 系统运行参数	18
3.5.1 原水信息	18
3.5.2 预处理设计	18
3.5.3 过滤方式	18

3.5.4 通量及回收率	18
3.5.5 膜面积和膜组件选择	19
3.5.6 反洗装置	19
3.5.7 化学加强反洗（CEB）	19
3.5.8 化学清洗装置	20
3.6 超滤系统设计计算实例	21
3.6.1 原水分析	21
3.6.2 预处理选择	21
3.6.3 膜型号选择	21
3.6.4 操作模式选择	21
3.6.5 通量和回收率确定	21
3.6.6 水量和超滤膜数量设计	22
3.6.7 其他辅助装置设计	23
3.7 Aceclean™ 超滤装置程控步序表	23
第四章 超滤膜装置的运行	25
4.1 启动	25
4.1.1 启动前的检查	25
4.1.2 启动	25
4.1.3 运行参数的调整	27
4.2 超滤系统停机	28
4.3 超滤系统的停机保存	28
第五章 膜元件的完整性测试	30
5.1 完整性测试理论	30
5.2 完整性测试方法	31
5.2.1 气泡观察法	31
5.2.2 压力衰减法	31
第六章 超滤膜元件的清洗、储存、包装与运输	32
6.1 膜元件的清洗	32
6.1.1 需要进行化学清洗的条件	32
6.1.2 安全注意事项	33

6.1.3 清洗液的配制	33
6.1.4 化学清洗步骤	34
6.1.5 化学清洗注意事项	35
6.2 储存	36
6.3 包装与运输	37
第七章 系统维护与故障分析	38
7.1 超滤系统的日常维护	38
7.2 故障分析	38
第八章 工程实例	40
附录一 工艺流程图	49
附录二 安装示意图	51

第一章 Aceclean™ 简介

1.1 关于 Aceclean

Aceclean™ 注册于美国，是以美国纽约哥伦比亚大学和中国科学院为技术依托，以北京英诺格林科技有限公司为研发与产业化基地，经过多年实践推出的超滤膜产品。

Aceclean™ 超滤拥有国际先进的超滤膜生产配方和技术，超过 15000 平方米的生产基地和一支专业技术队伍从事超滤膜产品的研究、生产和应用，有丰富的膜系统设计、实施经验。PS、PES 和 PVDF 材质的常规型和高抗污染型中空纤维膜已成功应用于化工、电力、造纸、食品、电子、水处理等领域。

1.2 品质保证

★Aceclean™ 采用国际先进的超滤膜生产工艺，从而保证了产品的优越性能；

★Aceclean™ 产品实施严格的测试程序，保证每一支膜元件的高品质性能；

★Aceclean™ 中空纤维超滤产品的生产过程中，严格依照 ISO9001 国际质量体系标准的要求进行全程管理和控制，包括了采购控制、进货检验、生产过程控制与检验、成品检验等各过程；

★Aceclean™ 同时也将为您提供最全面、最优异的服务品质保证。为您提供最佳的解决方案，协助您完成高品质的工程，为您创造最佳的品质形象。



膜丝



膜组件切面

1.3 研发与服务

AcecleanTM在北京英诺格林总部设有与中国科学研究院合作的研发团队，并与多个国家建立研发合作伙伴，拥有 23 名国内外环境工程专业专家及新锐。

AcecleanTM研发中心拥有系列膜生产设备、膜性能检测设备以及水质全分析仪器等先进设备和仪器，如扫描电子显微镜、接触角测定仪、纤维强度拉伸仪、离子色谱仪、原子吸收分光光度计、COD/BOD 测定仪、膜截留率测定仪等一流制膜设备和仪器，同时配套微滤、超滤、反渗透、纳滤、连续电去盐、海水淡化、离子交换等先进设备。可进行膜分离技术在不同领域的应用（如物料浓缩、分离、提纯，化工物料脱盐等）模拟小试、中试实验。

AcecleanTM超滤膜研发中心加大对相关新技术、新工艺、新装备的研究开发，开展对行业重大关键性、基础性和共性技术的研究，对国内外技术进行消化、吸收和再创新，成为企业吸取国内外先进技术、提高产品质量的技术依托。



显微镜检测仪



接触角测试仪

根据英诺格林公司在过去十五年中设计和应用的案例所积累的丰富技术经验，我公司可提供专业的设计方案，模块化的组件设备，膜产品的技术交流与技术培训，工程现场的技术指导以及膜相关的异常情况的紧急处理措施建议。

❖ 系统的设计及设备的选型

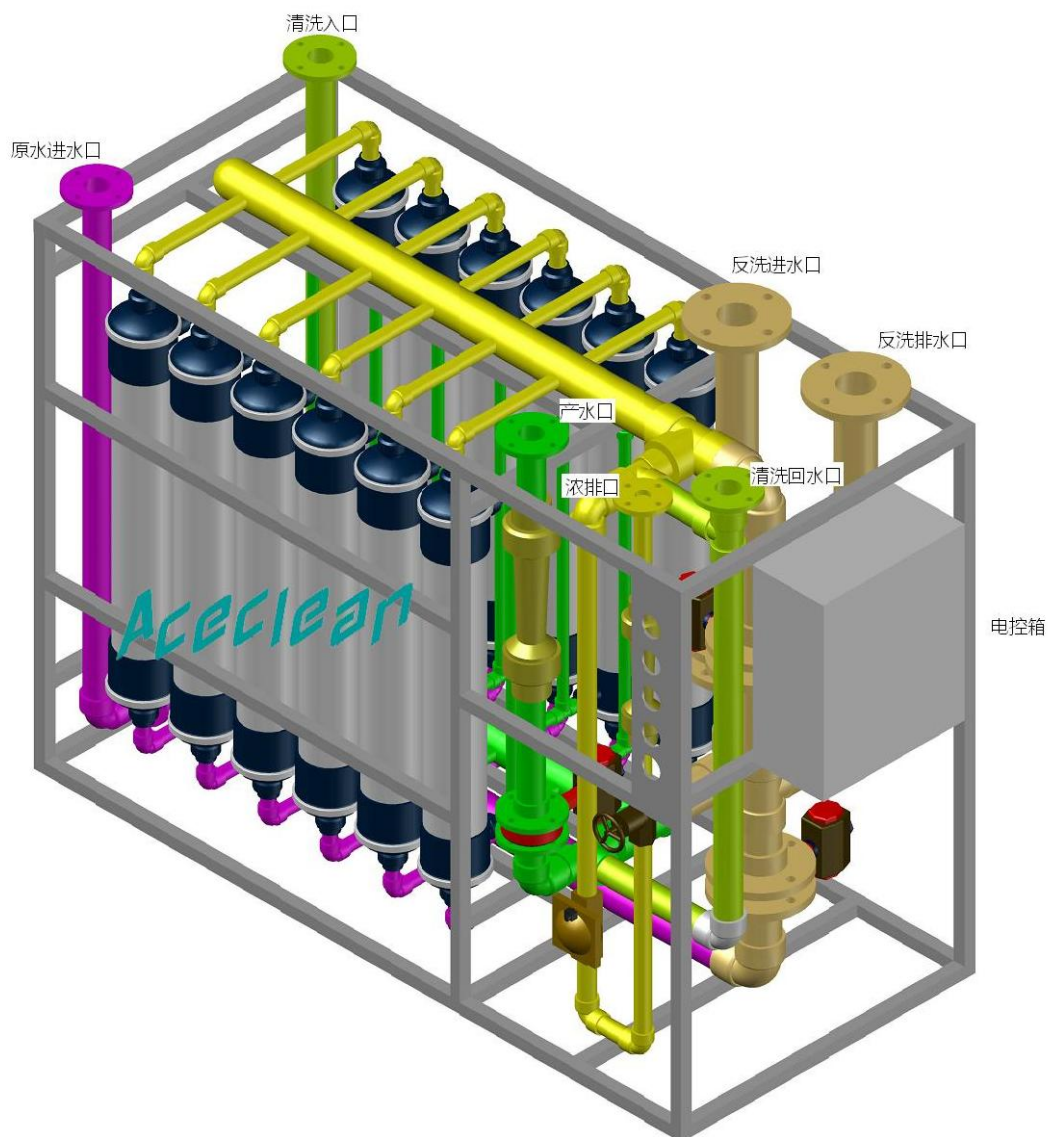
根据客户需要的处理的水质及水量，我公司选择性价比最优的产品，并有强大的服务队伍可以提供前期方案设计、施工设计、系统集成、自动控制设计及系统集成、设备安装调试以及售后全过程的服务。

❖ 整机设备的制作

根据膜的型号及数量，结合项目的特征，按照合理、美观、稳定、降低客户投资及运行成本的宗旨，提供超滤主机制作的服务。

❖ 完善的售后服务

我公司在北方地区的主要城市都建有分公司或办事处，定期安排膜产品的技术交流、技术培训和工程现场的技术指导，具有多种应急措施，可在 3 小时内响应，24 小时以内到现场。



ACE-UFT-15: ACE-160 集成系统，处理水量 15 吨/小时

第二章 超滤技术介绍

2.1 超滤技术简介

超滤技术是膜法分离的领域的重要技术之一，它的分离机理主要为“筛分”机理，即含有杂质的水源在压力作为驱动力的作用下，根据膜分离层孔径的不同，大于膜孔径的物质被膜截留下来，小于膜孔径的物质通过膜，这样达到分离的目的。过滤过程是以膜两侧压差为驱动力，以机械筛分原理为基础的一种溶液分离过程。

超滤使用压力通常 0.01~0.6 MPa，筛分孔径从 0.001~0.1 μ m，截留分子量为 1000~500,000 道尔顿左右。对于水中悬浮，固体、胶体、大分子物质、细菌有较高的去除率，对 BOD 和 COD 有部分的去除率。超滤膜去除的物质主要为：水中的微粒、胶体、细菌、热源和各种大分子有机物；小分子有机物、无机离子则几乎不能截留。

2.2 超滤技术术语

1) 原水

进入超滤系统的水；

2) 产水

正常过滤时，透过超滤膜的那部分水，水中基本无颗粒物、细菌、胶体和微生物等；

3) 浓水

原水中不能透过膜的那部分，它包含了比原水浓度高的颗粒、胶体、细菌和胶体等；

4) 通量

产水透过膜的流速，通常表示为单位膜面积单位时间内的产水量，单位为 L/m².h；

5) 反洗

从中空纤维超滤膜丝的产水侧，把优于或等于超滤产水水质的水输向进水侧，与正常制水时水流方向相反；因为水被从反方向透过超滤膜丝,从而松懈并冲走了膜表面的污物。
注意：在此过程中中空纤维膜内侧无压力；

6) 透膜压差

产水侧和原水进出水口平均压力差异，即膜两侧平均压力差；

7) 正洗

利用超滤原水泵和原水从超滤进水侧进入，从浓水侧的排放口排出，可冲掉或冲散膜表面覆盖的污染物，常与反洗过程一起配合使用；

8) 分散化学清洗（CEB）

在中空纤维膜膜丝外侧即原水侧加入具有一定浓度和特殊效果的化学药剂，通过循环浸泡、流动等方式，将膜表面在过滤过程中形成的污染物清洗下来的方式；

9) 化学清洗（CIP）

用单独设置的化学清洗泵，将配置好的药液由超滤原水进水侧进入，从浓水侧回流至化学清洗箱并循环进行清洗的方式，是恢复膜通量的一种重要方法

10) 回收率

产水占总进水原水的百分比，回收率% = 产水/原水 × 100%。

2.3 超滤特点

2.3.1 分离过程不发生相变化，分离过程可以在常温下进行，适合一些热敏性物质如果汁、生物制剂及某些药品等的浓缩或者提纯；

2.3.2 设备占地面积小，易于模块化设计，扩展能力强；

2.3.3 分离过程仅以低压为推动力，耗能少；

2.3.4 设备及工艺流程简单，易于操作、管理及维修；

2.3.5 应用范围广，凡溶质分子量为 1000~500,000 道尔顿或者溶质尺寸大小为 0.001~0.1μm 左右，都可以利用超滤分离技术。

2.4 超滤膜的孔分布

现有超滤膜均不是单一孔径，而是按一定孔径分布存在，其孔径分布范围从纳米至微米。各厂家生产不同孔径的膜，更确切的讲是生产了不同孔径分布的膜。显然，孔径分布越窄，其分离性能越佳。若膜的分离皮层存在过多过大的孔，虽然膜的透水能力由于大孔提供更大的透量而增加，但是由于分离性能劣化，将导致产水水质下降、膜孔易堵塞，膜通量衰减很快，反洗效率低，最终由于清洗困难而不能使用。因此，判断超滤膜优劣不仅视其水透过能力，更主要看其孔径分布的宽狭和有无大孔缺陷的存在。

图 2-1 中可以得出如下结论：

孔分布窄（如图中红线）

没有大孔缺陷（如图中阴影部分）

A: 为质量好的超滤膜

B: 为质量差的超滤膜

实际应用中的具体表现

A 膜形成表面污染，透量易恢复，

B 膜易形成孔污染，透量不易恢复

A 膜透量衰减的慢，B 膜衰减的快

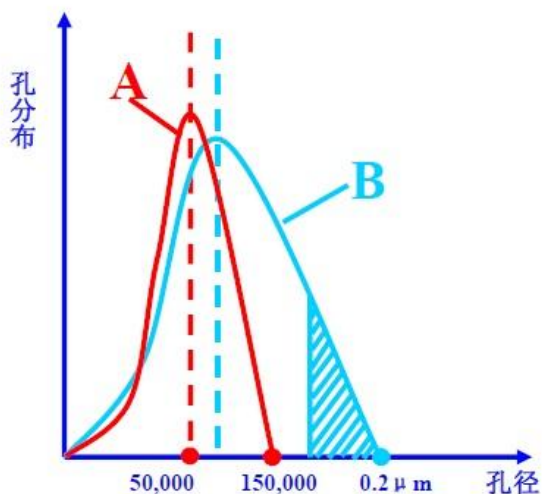


图 2-1 孔分布比较

2.4 亲水性与疏水性

若膜表面呈亲水性，在水处理中它具有更好抗污染能力，因为水中绝大多数污染物如蛋白质、脂肪等都是疏水性物质。当制膜材料为亲水材料（如醋酸纤维、聚丙烯腈、聚乙烯醇）制成，这类膜被为亲水超滤膜。这类膜虽具有较好亲水性，但其化学稳定性稍差，只允许在较狭 pH 范围内使用。聚砜、聚醚砜、聚偏氟乙烯等疏水高分子聚合物材料制成的疏水膜，其化学性能更为稳定，机械强度高，而被广泛采用。为改进疏水膜的抗污染能力，现各厂家采用不同化学改性方法，使其原疏水膜改性为偏亲水性。这类膜也被称为亲水超滤膜。目前，常被采用的多属这类改性的亲水超滤膜，其亲水改性程度因各厂家改性方法不同而不同。 参见图 2-2。

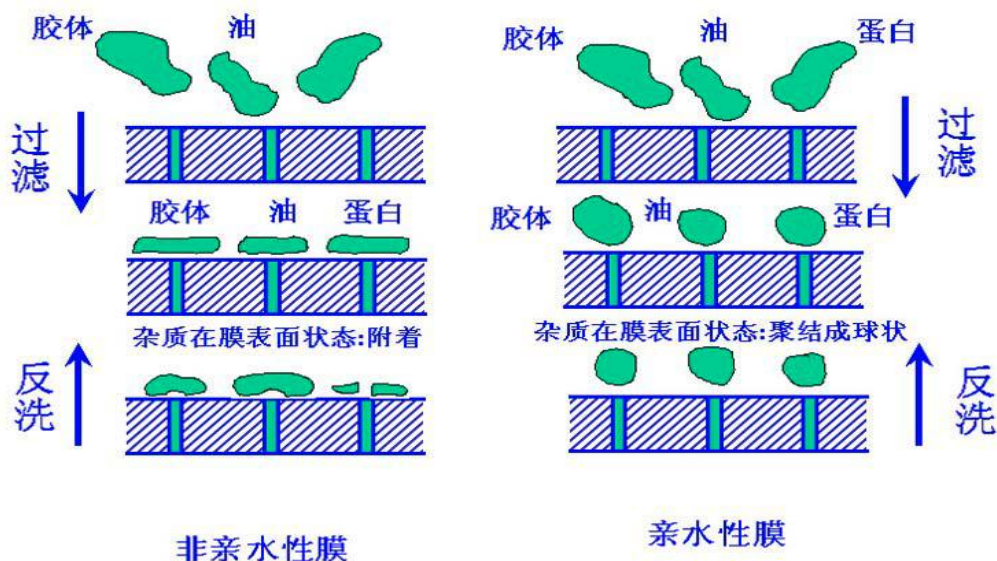


图 2-2 膜表面亲水性示意图

2.6 超滤运行方式

2.6.1 传统过滤和错流过滤

传统过滤时，进水全部透过膜表面成为产水；而错流过滤时，部分进水透过膜表面成为产水，另一部分则夹带杂质排出成为浓水。

传统过滤能耗低、操作压力低，因而运行成本更低；而错流过滤则能处理悬浮物含量更高的流体。具体的操作形式宜根据水中的悬浮物含量来确定。



图2-3 过滤形式示意图

2.6.2 内压式和外压式

原液先从膜丝内孔进，经压力差驱动，沿径向由内向外渗透过中空纤维成为透过液为内压式过滤，参见图 2-4。

原液经压力差驱动沿径向由外向内渗透过中空纤维膜丝成为透过液，而截留的物质汇集在中空膜丝的外部时为外压式过滤，参见图 2-5。

内压式过滤可以使用高压大流量的顺冲洗，使冲洗水流与膜孔成切向方向快速流过，从而可以将吸附在膜内孔表面上的污染物冲去，恢复膜的水通量。外压式超滤膜密封在膜壳内，水流的死角多，无法使用快速直冲的方法清除膜表面附着的污染物，因而不能完全去污。

2.7 超滤的清洗方式

超滤的清洗方式包括水的正洗、反洗，气洗，分散化学清洗，化学清洗等。其中正洗、反洗可以清除膜面的滤饼层，而气洗则利用气水混合液的强力湍动，更有效地清除膜表面的污染层。

分散化学清洗和化学清洗则通过化学药剂来清除胶体、有机物、无机盐等在超滤膜表面和内部形成的污堵。清洗频率提高、清洗强度增大都有利于更彻底地清除各类污染物。

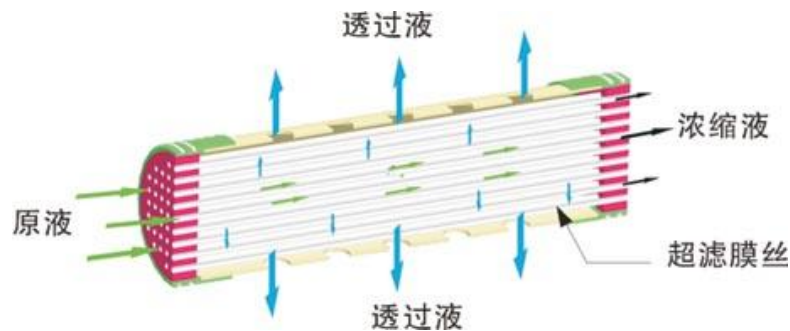


图 2-4 内压式超滤膜

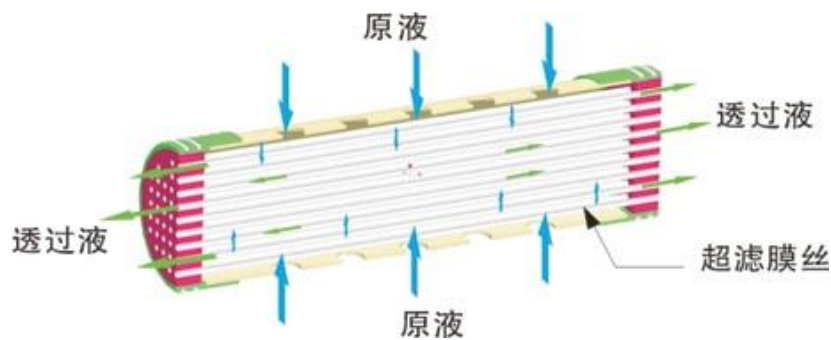


图 2-5 外压式超滤膜

2.8 影响超滤产水量的因素

2.8.1 温度

温度对超滤膜的产水量的影响是比较明显的，温度升高水分子的活性增强，粘滞性减小，故产水量增加。反之则产水量减少，因此即使是同一超滤系统在冬天和夏天的产水量的差异也是很大的，温度与产水量的关系见图 2-6 所示。

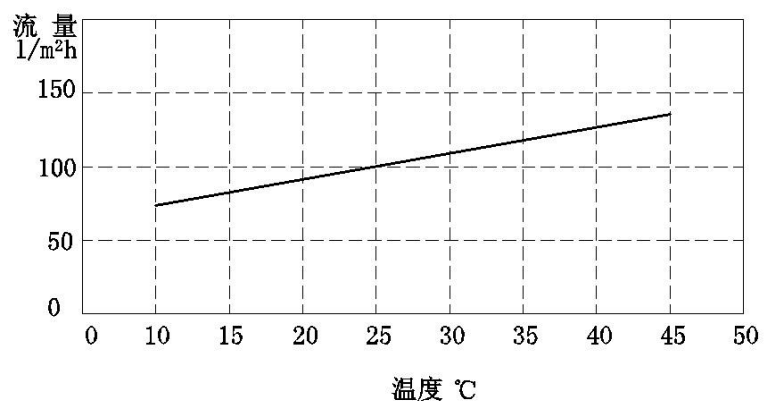


图 2-6 温度与产水量关系曲线

一般在允许的温度条件下，

温度每上升 1 度，则相应的产水量增加 2.15%，因此可以使用调节水温的方法来实现

超滤系统的产水量的稳定一致。在确定超滤膜水通量时需要进行温度修正，图 2-7 是以液体温度为 25℃为基准时设定修正系数为 1，按实际温度从表中读出校正系数，那么此时标准化通量=此温度下的通量/校正系数。

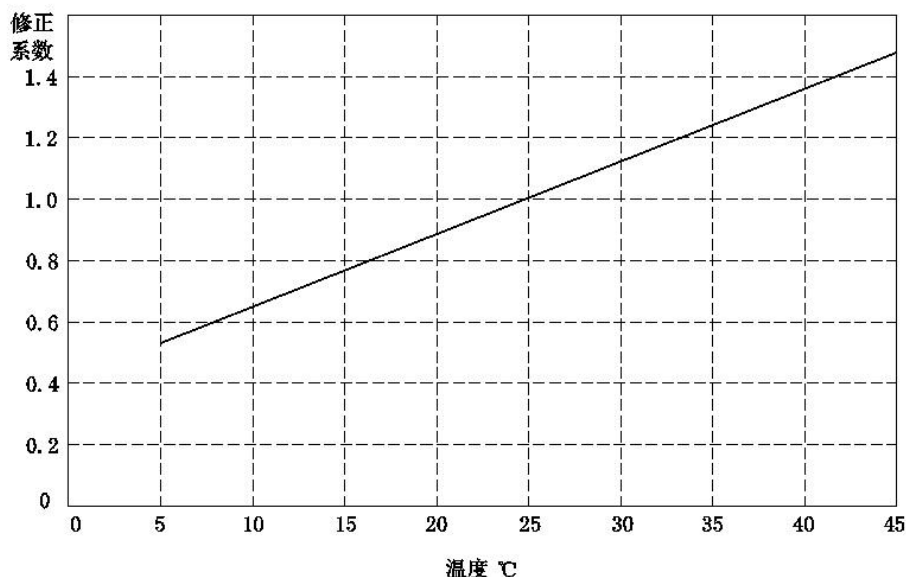


图 2-7 温度校正系数图

2.8.2 压力

由图 2-8 中曲线我们看出，在低压段时超滤膜的产水量与压力成正比关系，即产水量随着压力升高而增加，但当压力值超 0.3MPa 时，即使压力再升高，其产水量的增加也很小，主要是由于在高压下超滤膜被压密而增大透水阻力所致，因此在超滤系统设计应注意：

A、实际操作中，任何时候操作压力都不应超过 0.3MPa，即使是瞬间超过也可能会损坏膜结构，甚至打破超滤膜；操作压力应控制在超滤膜透水速率变得与静压力无关，而凝胶层刚开始形成时所对应的那个压力。因为此时再增加压力只会增加凝胶层厚度和致密性，而不会增加透水率。

B、许多膜组件组成的超滤系统，每个膜组件之间的最大压力降不应超过 0.05MPa，见图 2-5，压力从 0.1MPa 增加到 0.2MPa 时其相应的产水量也增加了一倍，因此如膜组件布局不合理时，临近给水泵处的膜组件获得较大的进水压力，产水量大，而远离给水泵的膜组件因管路压降大获得进水压力小，在总产水量相同的情况下，可能会出现临近给水泵处的膜组件在超负荷制水，而远离给水泵的膜组件还没有充分出力的情况。

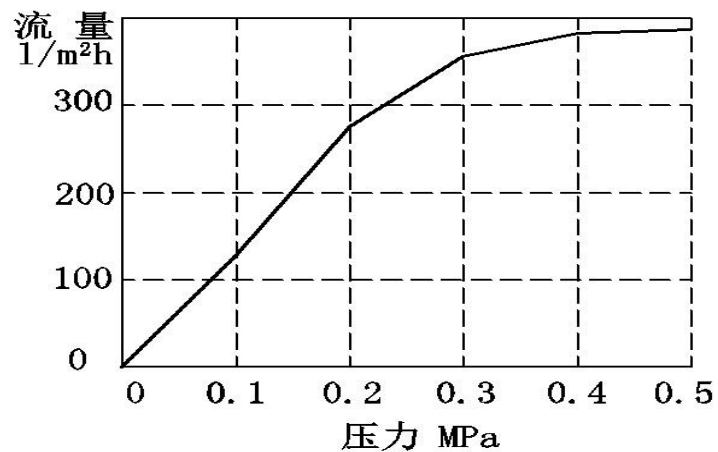


图 2-8 压力与产水量关系图

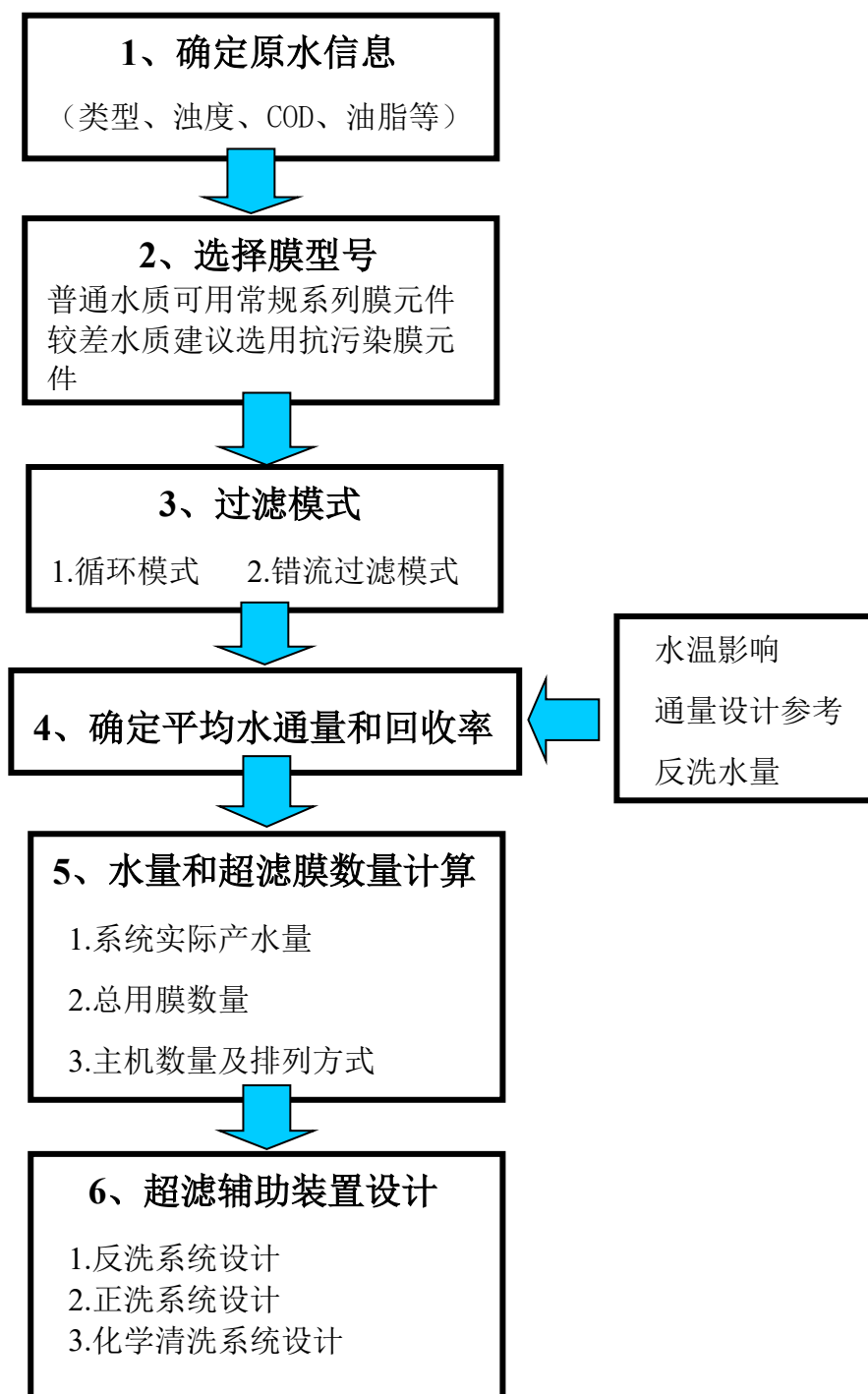
2.8.3 进水浊度

进水浊度越大时，超滤膜的产水量越少，而且进水浊度大更易引起超滤膜的堵塞，在确定超滤膜产水量时应考虑进水浊度的影响。一般可采用以下方法降低进水浊度的影响：

- A、 增加前级预处理降低原水浊度；
- B、 使用错流过滤方式，并降低系统回收率。

第三章 超滤系统设计

3.1 超滤设计步骤



3.2 Aceclean™ 超滤使用条件

表 4-1 超滤使用条件

PH 值范围	2-13
最大进水浊度	50NTU(抗污染型);15NTU（常规型）
最大进水压力	0.3MPa
最大透膜压差	0.2MPa
最大反洗透膜压差	0.13MPa
使用温度范围	5°C-45°C
最大短时余氯浓度	500ppm
最大连续余氯浓度	10ppm
最大有机溶剂接触	避免接触
最大紫外线接触	避免暴露于日光直射下

3.3 建议设计通量

表 4-2 建议设计通量

设计参数	自来水	地表水	地下水	深度回用水	海水
设计通量（lmh）	60-120	40-90	50-110	30-80	40-80
回收率（%）	95 以上	80-95	85-95	80-90	80-90
死端过滤模式	可选择	不推荐	不推荐	不推荐	不推荐
反洗频率	60 分钟一次	40 分钟一次	50 分钟一次	30 分钟一次	30 分钟一次
每次反洗时间	1min	1min	1min	1min	1min
反洗流量（lmh）	产水 2-3 倍	产水 2-4 倍	产水 2-3 倍	产水 2-4 倍	产水 2-4 倍
反洗压力	0.15-0.2	0.15-0.2	0.15-0.2	0.2	0.2
加药反洗	不需要	需要	可选择	需要	需要

注：表中数据仅供估算参考。

3.4 系统运行流程

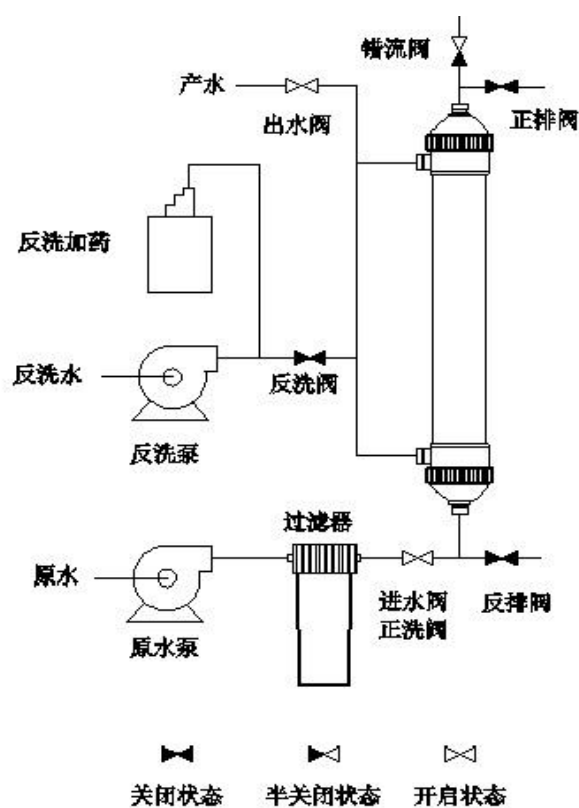


图4-1 超滤运行状态流程图

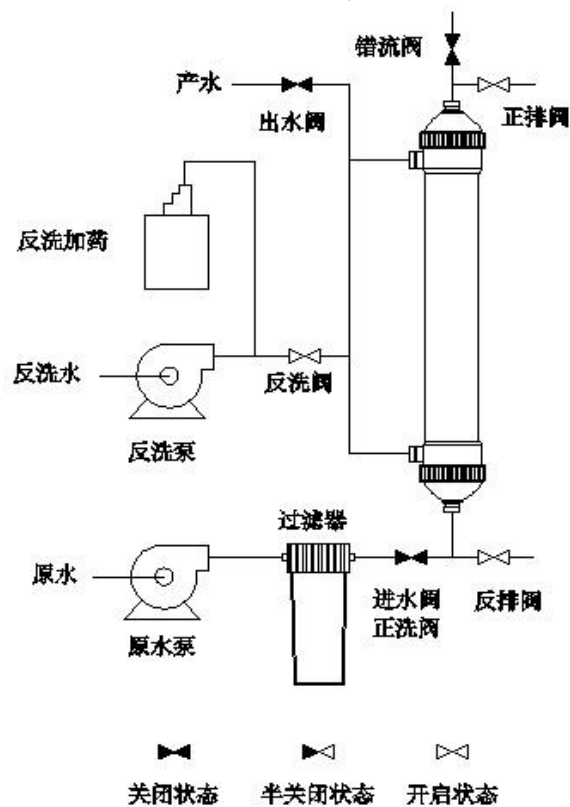


图4-2 超滤反洗状态流程图

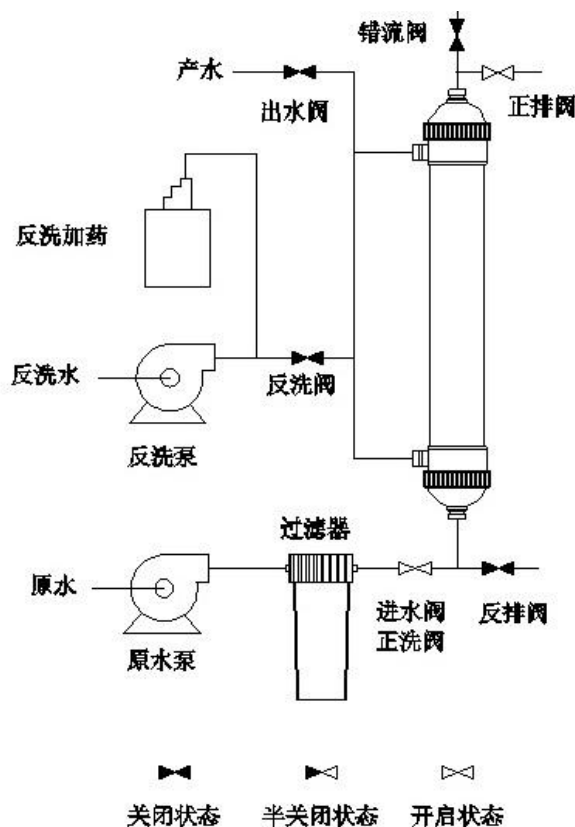


图4-3 超滤正洗流程图

3.5 系统运行参数

3.5.1 原水信息

原水的相关信息，主要为原水类型、浊度、固体悬浮物、COD、pH、温度、含油量等。根据客户的需求选择合理工艺，达到最好的产水效果。

3.5.2 预处理设计

根据原水信息，选择合理的预处理，如：多介质过滤、絮凝加药、盘式过滤、保安过滤器等，保安过滤器为必选系统，过滤精度 50 微米。

3.5.3 过滤方式

根据原水水质选择错流过滤或死端过滤模式。可参照表 4-2 。

3.5.4 通量及回收率

超滤膜的水通量与回收率是表征其性能的两个重要指标，受多方面因素的制约，除了膜本身的影响因素外，其他的主要影响因素有透膜压力、温度、粘度、颗粒浓度等。按照表 4-2 选择合适的通量后，要根据实际温度进行通量校正。并选择合适的回收率，原水浊度大相应的回收率应低，浊度小，可适当调高回收率。

3.5.5 膜面积和膜组件选择

根据原水条件，选择好运行通量，并根据客户要求的处理量，确定膜面积。一般情况下，计算所得膜面积乘以一个设计系数，才为实际应用的膜面积。根据计算所需膜面积与选用的膜组件型号计算出膜组件数量。

膜组件可按照以下原则选择：

- 1、1 - 10T/H 选：ACE90
- 2、10-20T/H 选：ACE90、ACE160
- 3、20-50T/H 选：ACE160、ACE225
- 4、50T/H 以上选：ACE225

3.5.6 反洗装置

反洗装置包括反洗水箱、反洗水泵及加强反洗加药装置。

A、反洗水箱

超滤反洗一般采用超滤产水，所以可以不用在额外设置反洗水箱，直接和产水箱共用即可。

B、反洗水泵

由于采用频繁的反洗方式，所以应单独设置反洗水泵，反洗水泵参数可按以下选取：

流量：膜元件反洗通量按产水通量的 2-4 倍考虑，折合成膜组件流量后在乘以单套装置组件数量即可获得。

压力：考虑管路损失，在满足流量要求下，一般控制压力 1~2bar。

泵材质：过流部分不锈钢

3.5.7 化学加强反洗（CEB）

化学加强反洗的过程包括：正常的反洗过程、加入化学药剂反洗过程、浸泡过程、将药剂冲出过程。化学加强反洗过程中药剂的选用要根据原水中污染物的类型来选择，例如：原水为地表水，主要污染物为原水中的细菌、微生物等，可以通过加入次氯酸（10~50ppm）来去除或在原水中持续加入次氯酸（1~5ppm）；原水为地下水，主要污染物为铁锰等，可以投加 HCl(PH=2)或其他酸来去除；若原水中有有机物胶体等较多时，可加入 NaOH(PH=12)。

加药装置一般如下：

加药箱：一般按一昼夜以上的药品贮存量，加药箱配低液位开关，低液位报警并停止计量泵。

计量泵：按加入到反洗水中药剂的浓度比例来确定计量泵的流量，压力大于 0.3Mpa。

3.5.8 化学清洗装置

化学清洗系统包括清洗溶液箱、清洗水泵及清洗过滤器，该清洗为手动过程，通常采用手动配药方式在装置停机后进行。

A、清洗溶液箱

通过计算膜管的体积得到单套超滤系统的容积，在加上清洗管路和清洗过滤器的容积，再增加 20%左右的余量，即可得出清洗溶液箱的容积。

B、清洗水泵

流量：化学清洗通量一般按设计通量的 1—1.5 倍计算，折合成膜组件流量后再乘以单套装置组件数量即可获得清洗泵流量。

扬程：考虑管路损失，在满足流量要求下，一般控制化学清洗扬程 15-20m 水柱。

泵材质：过流部分不锈钢

C、清洗过滤器

清洗过滤器流量按清洗水泵流量选取，材质：不锈钢,过滤精度 50—100 微米。

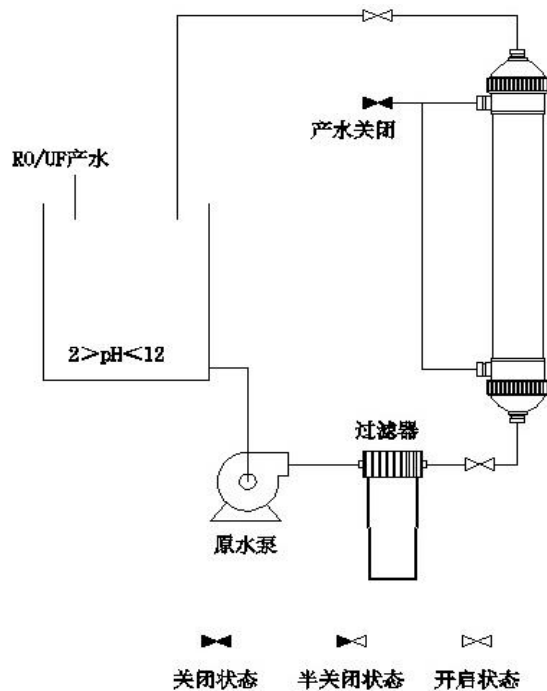


图 4-4 超滤化学清洗流程图

3.6 超滤系统设计计算实例

3.6.1 原水分析

原水类型：河水

产水用途：反渗透预处理

产水量：100 吨每小时

原水水质见下表：

检测项目	计量单位	检测结果
色	度	<20
浑浊度	NTU	<5
PH		6-8
总硬度	(以 CaCO_3) mg/l	平均 327, 最大 400
耗氧量	(以 O_2 计) mg/l	正常 ≤ 10 , 最大 25
悬浮性固体	mg/l	平均 ≤ 7 , 最大 10
偏硅酸 (以 SiO_2 计)	mg/l	15
电导率	$\mu\text{S/cm}$	1250
铁	mg/l	0.6
氯离子	mg/l	≤ 150
温度	摄氏度	4-40

3.6.2 预处理选择

因为原水为河水，存在季节性的水质变化情况，建议预处理采用多介质过滤，并加絮凝剂处理，选择 50 微米的精密过滤器。

3.6.3 膜型号选择

选用 ACE-225-01 超滤膜组件，膜面积 40 平方米。

3.6.4 操作模式选择

根据《表 4-2 建议设计通量》选择错流过滤模式。

3.6.5 通量和回收率确定

根据《表 4-2 建议设计通量》选择通量 $V=80\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{hr}\cdot 25^\circ\text{C}$

如果温度不是 25°C ，则需要参照《图 2-7 温度校正系数图》，修正设计通量，也可按

温度每升高或降低一度，通量增加或降低 2.15%来校正设计通量。

本项目设计建议设置换热系统，调节系统温度为 25℃。

设计回收率取 95%。

3.6.6 水量和超滤膜数量设计

1、设计产量的计算

选定每 29 分钟(t_1)一次反洗，反洗时间 40s (t_2)，反洗前后各一次正洗，正洗时间 10s(t_3)。
每次反洗正冲时间 t_4 以 60s 计。即每一个运行周期为 30 分钟

$$\begin{aligned}\text{每天正洗、反洗次数为 } M &= 60 / 30 \times 24 \\ &= 48 \text{ 次}\end{aligned}$$

$$\text{每天反洗及正洗时间为 } t \text{ 反洗正冲} = t_4 \times M = 60 \times 48 = 2880 \text{ s}$$

$$\text{每天真正产水时间为 } t = 24 \times 3600 - t \text{ 反洗正冲} = 24 \times 3600 - 2880 = 83520 \text{ s} = 1392 \text{ min}$$

因每天的实际产水量只有 1392 分钟，而客户需要连续产水为 $Q=100 \text{ m}^3/\text{hr}$ ，故每小时需产出客户需要的产水量 Q_X 为：

$$Q_X = Q \times 24 \times 60 / t = 100 \times 24 \times 60 / 1392 \approx 103.4 \text{ m}^3/\text{hr}。$$

本工艺采用超滤产水进行反洗，考虑反洗水流量为产水流量的 2 倍，正洗水用原水。
故小时反洗水量(Q_F)为：

$$\begin{aligned}Q_F &= 2Q_{\text{设计}} \times t_2 / 3600 \\ &= 2 \times 103.4 \times 40 / 3600 \\ &\approx 2.3 \text{ m}^3/\text{hr}\end{aligned}$$

综上：每小时的真正产水量及设计产水量 (Q_S) 为：

$$\begin{aligned}Q_S &= Q_X + Q_F \\ &= 103.4 + 2.3 \\ &= 105.7 \text{ m}^3/\text{hr} \\ \text{取产水量为 } &106 \text{ m}^3/\text{hr}。$$

2、超滤组件数量计算

$$\text{所需超滤膜面积(S)为: } S = Q_S / V = 106 / 0.080 = 1325 \text{ m}^2$$

$$\text{需用 ACE-225-01 组件数 N 为: } N = S / 40 = 1325 / 40 = 33.15 \text{ 支 (取 34 支)}$$

本项目采用两套超滤膜堆，每套 17 支，共 34 支 ACE-225-01 组件。

3、超滤原水泵的选择

按每套产水量及回收率的计算，每套超滤原水泵的流量为： $106 / 2 / 0.95 = 56 \text{ m}^3/\text{hr}$ ，原水泵的扬程选择约为 30m (此方案选用恒流控制，用变频器控制原水水泵)。

3.6.7 其他辅助装置设计

1、反洗设计

此项目选定每 30 分钟一次反洗，反洗时间 40s，反洗水为超滤产水。两组超滤膜堆分别反洗。

单套系统反冲洗水量为 $2 \times Q_{\text{设计}} = 112 \text{ m}^3/\text{hr}$ 。

反洗水泵扬程约为 20m(此方案选用恒流控制，用变频器控制反洗水泵)。

2、正洗设计

本方案中采用每次反洗前后各一次正洗，每次正洗 $t_3 = 10\text{s}$ ，正洗水可用原水。正洗可与原水水泵共用一台。

正洗水量为进水水量，本方案为 $56 \text{ m}^3/\text{hr}$ 。

3、化学清洗设计

该项目设计两组超滤膜堆分别清洗，共用一套清洗系统，化学清洗为水量取： $100 \text{ L}/\text{m}^2\text{h}$ 故，

化学清洗水泵流量为： $0.1 \times 17 \times 40 = 68 \text{ m}^3/\text{hr}$ 。

化学清洗水泵扬程为：20m。

选择 50 微米的精密过滤器。

清洗水箱体积：

$$\begin{aligned} V_{\text{洗}} &= (\text{膜组件体积} \times \text{膜组件数量} + \text{管路体积}) \times 1.2 \\ &= (0.225^2 \times 0.785 \times 1.5 \times 17 + 150 (\text{清洗管道为 DN100, 长 20m})) \times 1.2 \\ &\approx 1.8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

取 2 m^3 ，清洗系统也可与反渗透系统共用。

4、其他系统设计

加药系统可参照药剂厂家的药剂使用量，选择计量泵，计量泵压力应大于 0.3MPa，加药箱体积，应满足 2-3 天的加药量。本系统设置原水絮凝加药装置及 NaClO 化学加强反洗装置。

3.7 Aceclean™ 超滤装置程控步序表

超滤装置为自动运行，每 20~60 分钟需反洗一次。因超滤系统进水水质差异较大，具

体的运行及清洗参数、程序控制等宜根据现场调试情况最终确定。当水质较差时，需增加反洗和化学清洗的频率。

表 4-1 给出了建议的步骤。

表 4-1 超滤装置程序控制步序表

序号		1	2			3	4	5	6	7	8
运行步骤		过滤	反冲洗			排污 (空)	CEB1	CEB2	正洗	化学清洗 药液循环	停机
			上	下	两端						
水泵、 阀门状态	给水泵	◆							◆		
	反洗水泵		◆	◆	◆		◆				
	化学清洗泵										
	自清洗过滤器	◆								◆	
	CEB 计量泵 1						◆				
	CEB 计量泵 2							◆			
	进水阀	◆							◆		
	回流阀	◆									
	产水阀	◆									
	反洗进水阀		◆	◆	◆		◆	◆			
	上排阀		◆		◆	◆	◆	◆	◆		◆
	下排阀			◆	◆	◆					
	清洗进水阀										
	清洗产水阀									◆	
	清洗回水阀									◆	
时间		20~ 40min	5~ 10s	5~ 10s	20~ 40s	20~60s	1~2min	1~2min	10~20s	30~60min	
备注		1. 正常反洗运行按照 1—6—2—6—1 程序进行。 2. 化学增强反洗(CEB)运行按照 1—6—2—4（或 5）—3—2—6—1 程序进行。 3. 化学清洗药液循环运行按照 4—8—7—2—3—6 程序进行。 4. 停机时需要打开上排阀，以防止进气阀泄漏导致膜系统憋压。									

第四章 超滤膜装置的运行

4.1 启动

4.1.1 启动前的检查

- 1) 超滤预处理系统运行正常，系统管路洁净通畅，产水符合超滤膜进水水质要求
- 2) 排水系统准备完毕
- 3) PLC 程序正确输入
- 4) 检查电路系统
- 5) 检查管路系统并清洁干净
- 6) 所有的监控仪表都进行了校正并工作正常
- 7) 所有膜组件的阀门处于正确的位置
- 8) 水泵经测试运转良好，无异常噪声和振动

4.1.2 启动

为防止因极限的进水流量或压力、水锤对超滤膜造成损坏，以合适的方式启动与运行超滤系统极为重要。只有按照正确的开机顺序和操作，才能保证系统操作参数达到设计参数，系统产水量和产水水质达到设定目标。测量系统的初始性能是启动过程的重要内容，运行结果应存档并作为今后衡量系统性能的基准。

1) 首次启动

在第一次运行超滤系统之前，必须完成预处理检查、膜元件的安装检查、仪表的校正和系统的其它检查工作。

A、系统开机启动前，在确保原水不会进入膜组件的前提下，按“5.1.1”的内容逐项检查，彻底冲洗原水预处理部分，冲掉杂质和其它污染物，防止进入给水泵和膜组件，特别应该检查进水浊度不应超过进水规范的要求；

B、检查所有的阀门并保证阀门开度设置正确。膜系统进水阀、出水阀、排水阀必须全部打开，避免憋压；

C、用低压、低流量的合格进水赶走膜组件内的空气。进水压力尽可能低，进水应从膜底部进水，冲洗过程中所有的产水和浓缩水均应排放；

D、冲洗过程中，检查所有的阀门和管道连接处是否有渗漏点，如有则紧固或修补渗

漏点；

E、至少应连续冲洗 10 分钟以上确保将超滤膜的保护液冲洗干净；并且所有的产水和浓缩水都应排放；

F、第一次启动时给水泵出水口处的进水控制阀应处于接近全关的状态，以防备水流和水压对膜组件的冲击，此时启动给水泵其启动电流也最小，对电网的冲击较低；

G、启动给水泵；

H、避免对膜组件超流量和超压力冲击十分重要，因此在给水泵启动后应缓慢打开给水泵出口处的进水控制阀均匀升高压力，升压到 0.1MPa 的时间应不小于 5-10 秒；

I、在缓慢打开给水泵出口进水控制阀的同时，缓慢地关闭排放阀，同时观察系统的产水流量，直到产水流量达到系统设计值；

J、检查系统的透膜压差，确保在设计规定的范围内；

K、检查所有的化学药剂投加量是否与设计值一致，如柠檬酸和焦亚硫酸钠，测定进水 PH 值；

L、检查每支膜组件的产水浊度值，分析是否存在有断丝现象、密封圈泄漏或其它故障；

M、检查所有机械、仪表的安全装置操作合适并且工作正常；

N、检查产水水质各项指标是否满足设计要求；

O、让系统运行 1 小时，记录所有的运行参数作为第一组参数；

P、上述第一次系统运行参数一般在手动操作模式下进行，等系统稳定后将系统转换为自动运行模式；

Q、在连续运行 24-48 小时后，查看所有记录的系统性能数据，包括进水压力，透膜压差，温度、流量、回收率及浊度。同时对进水、浓缩水和系统产水取样进行分析，此时系统运行参数作为系统性能的标准值；

R、比较设计参数与系统实际性能参数；

S、在步骤 O-Q 获得的初始性能资料将作为今后评估系统长期性能稳定性的参考标准，在投运一周内，应定期测量系统性能，确保系统在该初始投运的重要阶段处于合适的性能范围内。

2) 日常启动

超滤系统一旦开始投运，理论上应以稳定的操作条件连续地运行下去，而事实上，会经常性的启动和停止膜系统，每一次的启动和停止，都牵涉到系统压力与流量的突变，而

这会对膜组件产生冲击，因此应尽量减少设备的启动和停止的次数。正常的启动、停止过程也应越平稳越好，启动方法原则上与首次投运的步骤相同，关键在于进水压力和流量的上升要缓慢。

日常启动顺序由 PLC（可编程序控制器）、变频器和远程控制阀等自动实现，但要定期校正仪表、检查报警器和安全保护装置是否失灵，并进行防腐和防漏维护。

3) 日常启动的简化流程：

根据进水确定超滤装置的允许最大产水量、工作压力、反洗时间间隔：

A、膜元件进水压力应控制在膜两侧平均压力差 $\leq 1.5\text{bar}$ ，

B、流量和压力的调整程序如下：

a、产水的调整：打开产水阀，缓慢打开进水阀，调整进水阀开度，使产水流量达到设计产水量，如果是错流过滤模式，在调整进水阀时，应同步调整错流阀。

b、反洗水压力的调整：全开上/下排放阀，启动反洗水泵，缓慢打开手动反洗阀门（通常在反洗泵出口处），调整手动反洗阀门至压力 $\leq 2\text{bar}$ 。

当系统由手动控制将所有的流量、压力调整完毕后，装置需要关闭，然后以自动方式重新启动。

A. 关闭所有开关，将手动开关转为自动

B. 启动超滤装置

C. 调整产水压力保护开关，当产水压力高于设定值，错流阀自动开启。

4.1.3 运行参数的调整

任何一个超滤系统都是根据预先确定好的一组参数来设计的，如进水水源、水温、产水量和产水水质，在实际操作中，系统必须具备操作弹性以满足条件变化的需要。

1) 大型超滤系统一般都是采用恒流量的控制方式，其正确的运行方法是保持产水流量、回收率和透膜压差符合设计范围，任何由于温度或污染所引起的系统产水量的变化都需要通过调整膜组件的透膜压差来补偿，然而透膜压差不能超过规定值。

2) 如果进水水质发生波动造成膜污染的加剧，则应采即以下步骤进行调整：

A、增加顺冲洗和反冲洗的频率；

B、使用错流过滤方式、提高过滤流速并减少回收率；

C、在错流过滤方式下增加错流量；

D、增加前级预处理；

E、降低运行压力；

F、增加化学清洗频率。

3) 最常见的情况是根据需要调节超滤系统的产水量，设计时通常按照最高用水高峰确定系统规模，因此不能采取超过设计产水量的操作，系统产水量的调节应只能是降低系统出力。当水量满足需要量，不需要产水时，最简单的方法就是停机，然而系统的频繁启动和停止将会影响膜的性能和使用寿命，为了得到相对平稳的运行，可采用以下方法：

A、设计产水缓冲水箱；

B、使用变频恒压控制方式，降低系统运行压力；

C、多余的产水返回到进水处，可以提高产水水质，同时对膜有一定清洗作用，但功耗较高；

D、减少运行的膜单元数量，停运的膜单元需与系统隔离并作恰当的保存处理。

4.2 超滤系统停机

当停运系统时，必须使用超滤产水或 RO 水冲洗整个膜系统，以便将膜组件的原水置换出来，膜系统不作任何防止微生物生长的保护措施的最长停运时间为 24 小时，如果无法做到每隔 24 小时冲洗杀菌一次但又必须停运 48 小时以上时，必须采用保护液进行封存，同时应注意：

- 1) 防止膜丝失水干裂，膜丝失水后会出现产水量不可逆的下降；
- 2) 采用适宜的保护措施防止微生物的滋生或每隔 24 小时进行定期冲洗；
- 3) 应避免系统受到极限温度的影响。

4.3 超滤系统的停机保存

所有的膜系统在停机保存前应进行一次化学清洗和杀菌处理，尤其是了解到膜组件已存在污染时，先清洗后保存就更为重要，具体的清洗程序请参阅超滤反洗和化学清洗章节。清洗和杀菌之后，按以下步骤在 5 小时之内进行保存：

- 1) 赶走膜组件内的空气，使膜组件完全浸泡在保护液溶液中，为使膜组件内残留的空气最少，应用清洗泵以低压循环，保护液从膜组件底部注入，从上部溢出的方式；
- 2) 关闭所有阀门以防止空气与保护液接触，因为保护液中焦亚硫酸钠与空气接触后会氧化而失效；
- 3) 每周检查一次保护液，当保护液出现混浊时应更换保护液；

- 4) 每月检查一次保护液的 PH 值, 如 PH 值 ≤ 3 时应及时更换保护液;
- 5) 注意系统停运期间防止结冰, 温度不可超过 45°C, 满足以上条件时保存温度越低越好。
- 6) 停机期间, 应始终保持超滤膜处于湿态, 一旦脱水变干, 将会造成膜组件不可逆的损坏。
- 7) 长时间停用后, 再重新投入运行时, 应将超滤装置进行连续冲洗至排放水中无药剂为止。

注意:在任何时候都必须保持膜处于湿态, 膜丝一旦脱水变干, 将造成膜丝不可逆的损伤。

第五章 膜元件的完整性测试

5.1 完整性测试理论

泡点测试是表征膜最大孔径的一种简单方法和常用方法，这种方法主要是将空气吹过充满液体的膜所需要的压力。假设膜对液体介质是完全浸润的（即全部气孔均充满液体介质），液体使膜润湿，此时膜所有的孔都充满了液体。如果在膜的一侧通入空气，且压力逐渐增加，起先由于表面张力的作用，空气不会穿透膜，当压力达到某一临界点时，空气会从一个或多个气孔中溢出，这个临界压力称为泡点。

其中存在着以下关系式：

$$P = 4\cos(\theta)B/d$$

其中：P=泡点压力

θ =接触角

γ =润湿液体的表面张力

d=最大孔径

B=Bechold 毛细作用常数

对于给定的膜，这种方法只能测定最大的孔径，因此成为表征超滤膜的标准方法。

水和空气界面的表面张力比较高($72.3 \times 10^{-3} \text{N/m}$)，当孔较小时，尤其是针对超滤产品，需要较高的压力。然而可以用其他液体代替水，如醇(叔丁醇/空气界面的表面张力为 $20.7 \times 10^{-3} \text{N/m}$)。

常用的液体包括水、甲醇、乙醇、正丙醇、异丙醇等。

该原理可以用来测定膜的最大孔径，在工程则可以用来进行膜丝及组件的完整性检测。将膜完全润湿后（所有气孔中都充满了液体介质），在膜丝的一侧加入压缩空气，当空气的压力低于泡点压力时，膜的气孔仍能保持湿润，除了扩散出来的极少量空气流外，没有明显的气流穿过润湿的膜孔。但若膜存在缺陷（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，或者监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。

5.2 完整性测试方法

5.2.1 气泡观察法

将膜组件中充满测试所用的液体，使膜完全浸润膜丝所有的孔中都充满了液体。

在膜组件的进水侧缓慢通入无油压缩空气，且逐渐提高进气压力，同时通过观察产水侧是否有气泡连续溢出（产水阀门处于打开状态）。当产水侧观察有气泡溢出时，记下进水侧通入空气的压力值，此即为该膜组件的泡点压力。

通常通入空气的压力从 0bar 开始，逐渐增大到 1bar。如果测得的泡点压力小于 1bar，表明膜丝或者组件存在泄漏点。

5.2.2 压力衰减法

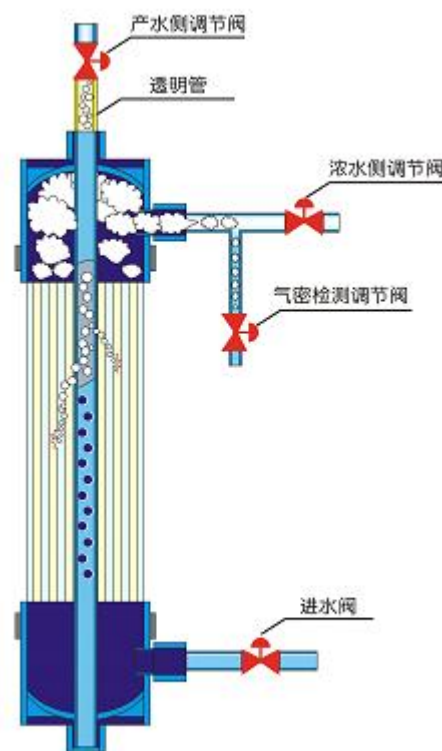
将膜组件中充满测试所用的液体，使膜完全浸润膜丝所有的孔中都充满了液体。

在膜组件的进水侧缓慢通入无油压缩空气（产水阀门处于打开状态），逐渐提高进气压力至设定值。对 ACECLEAN™ 系列超滤膜，保持压力测试的设定值为 2bar。

最初时，进气侧的水会受压穿过膜壁进入产水侧，因此会有一定量的液体排出（大约会持续 2 分钟）。等待压力稳定在设定值时，将进气关闭（产水侧阀门处于打开状态），并密封进气侧保持测试压力，静止保压 10min。

此时组件的进水侧充满带压的空气，并与外界隔绝；产水侧充满水，且与大气相通。若保持压力测试 10min 后进气侧压力降不大于 0.3bar，则表明膜元件完整，没有缺陷。如压力降大于 0.3bar，这表明膜元件有断丝或泄漏等。

压力保持测试即可以针对单个组件进行，也可以针对整套装置或者分组进行，是一种在现场简便易行的方法。



6-1 完整性测试示意图

第六章 超滤膜元件的清洗、储存、包装与运输

6.1 膜元件的清洗

6.1.1 需要进行化学清洗的条件

透膜压差比初始运行压力上升了 0.5bar(相同温度下)或是产水量比初始运行产水量下降了 20%-30%(相同温度下), 且通过上述常规反洗步骤和多次加强反洗不能恢复到理想效果时。

说明: 日常操作时必须随时测量和记录膜组件的透膜压差, 透膜压差是表征超滤膜污染程度的一个重要指标, 新膜在 25℃下运行时, 透膜压差一般为 0.01-0.03MPa, 当污染物在膜表面不断积累时透膜压差随之升高。顺冲洗和反冲洗可降低透膜压差但不能 100%的恢复, 当透膜压差达到 0.1MPa, 便需及时对膜进行化学清洗, 以恢复膜的产水量, 透膜压差的计算方法如下:

$$P = (P1 + P2) / 2 - P3$$

P—表示透膜压差;

P1—表示膜组件原液进口压力;

P2—表示膜组件浓缩液出口压力;

P3—表示膜组件透过液出口压力。

需要注意的是如果进水温度降低, 膜组件的产水量也会下降, 这是正常现象并非膜的污染所致, 同时预处理失效、压力控制失常等故障也会导致产水量的下降, 当观察到系统出现问题时, 应首先排除以上故障现象后, 再确定是否需要对系统进行化学清洗。

※ 清洗注意事项:

1) 下列的各章节中, 不论使用任何清洗化学品, 必须遵循获得认可的安全操作规程, 清洗用药剂的注意事项请咨询化学品制造商;

2) 所有的清洗剂都必须从超滤膜的进水侧进入膜组件内, 防止清洗剂中可能存在的杂质从致密过滤皮层的背面进入膜丝内壁;

3) 超滤装置在进行化学清洗前, 必须进行彻底的反洗或冲洗;

4) 当准备清洗液时, 应确保在进入膜组件之前, 所有的清洗化学品得到很好的溶解和混合;

- 5) 如果清洗后超滤装置停机时间超过三天，必须按长时间关闭的要求进行维护；
- 6) 清洗液必须采用超滤产水或更优质的水配制；
- 7) 必要时可采用多种清洗剂清洗，但清洗剂和杀菌剂不能对膜和组件材料造成损伤。且每次清洗后，应排尽清洗剂，用超滤产水或 RO 产水将系统冲洗干净后，才可用另一种清洗剂清洗；
- 8) 膜组件经清洗液循环清洗后，应采用超滤产水或 RO 水对膜组件进行冲洗（最低温度 20℃），在恢复到正常操作压力和流量前，应注意开始要在低流量和压力下冲洗掉大量的清洗液。此外，在清洗过程中清洗液也会进入净水侧，因此，清洗完后净水侧必须排放 10 分钟以上直到产水不含药剂为止；
- 9) 在清洗循环中，PH 值在 2-13 之间时温度不应超过 45℃。

6.1.2 安全注意事项

- 1) 避免与 NaOH、NaClO 这些药剂直接接触，该类药剂具有程度不同的腐蚀性，而 NaClO 还是一种强氧化剂。
- 2) 清洗时应控制管线的压力，以免压力过高引起化学药品喷溅。
- 3) 化学清洗药剂的质量要求柠檬酸和次氯酸钠为工业级。NaOH 为隔膜碱。
- 4) 清洗系统设备的配置
清洗溶液箱、清洗水泵、清洗过滤器各一台（可以共用 RO 清洗系统）。与超滤装置连接可以用 UPVC 管或软管。

6.1.3 清洗液的配制

针对特定的污染，只有采取相应的清洗方法，才能达到最好的效果。若错误地选择清洗化学药品和方法，有时会使膜系统污染加剧，因此在清洗之前需先决定膜表面的污染种类，一般有以下几种方法：

- 1) 分析进水水质，或许经过分析原水水质报告就能轻易地发现发生污染的可能性；
- 2) 检查前几次的清洗效果；
- 3) 分析膜表面上所截留的污染物的成分；
- 4) 检查进水管内表面及膜组件的进出水端面，如为红棕色，则表示可能进水中铁锈污染；泥状和胶状沉积物通常为微生物或有机物污染；
- 5) 使用单支或几支膜组件进行清洗测试；

表 7-1：不同污染物与化学清洗配方对照表

污染物类型	常见的污染物质	化学清洗配方
无机物	碳酸钙、铁盐 and 无机胶体	PH=2 的柠檬酸、盐酸或草酸溶液
	硫酸钡、硫酸钙等难溶性无机盐	1%左右的 EDTA 溶液
有机物	脂肪、腐质酸、有机胶体等	PH=12 的氢氧化钠溶液
	油脂及其他难洗净的有机污染物	0.1%-0.5%的十二烷基硫酸钠、Triton X-100 等
	蛋白质、淀粉、油、多糖等	0.5%-1.5%的蛋白酶、淀粉酶等
微生物	细菌、病毒等	1%左右的双氧水或 500-1000mg/l 的次氯酸钠溶液

注：对污染物性质不确定的情况下，应使用小试样机进行化学清洗测试，以确定针对特定运行条件下最适合的清洗液配方和清洗效果。

6.1.4 化学清洗步骤

★ 酸洗步骤

- 1) 配制清洗液；
- 2) 加热超滤水（硬度要求 $\leq 60\text{mg/L, CaCO}_3$ ）或 RO 水至 20-35℃之间；
- 3) 缓慢加入柠檬酸（固体）将 PH 值调至 2（0.4%重量比柠檬酸）；
- 4) 低流量混合：首先用清洗泵混合一遍清洗液，加热清洗液时应以低流量和尽可能低的清洗液压力置换出膜组件内的原水，低压置换操作能够最大限度的减低污染物再次沉淀到膜表面，置换出的原水应排放以防止稀释清洗液；
- 5) 循环：当原水被置换后，让清洗液循环回清洗水箱并保持清洗液温度的恒定；
- 6) 高流量清洗：调节并稳定压力至 0.1MPa，流量 100-200L/m².h 进行循环酸洗 20-30 分钟。高流量能够冲洗掉清洗下来的污染物，如果污染严重时也可将流量适当提高到 250L/m².h 进行清洗；
- 7) 随时检查酸液的 PH 值，当 PH 值的增加超过 0.5 个 PH 值单位，就应向清洗箱内补充柠檬酸，如循环清洗时间超过 15 分钟后，PH 值仍不停上升时，为防止清洗下来的污染物再次沉积在膜面上，应将清洗液全部排放掉，重新配制清洗液进行第二遍的酸洗操作；
- 8) 排放酸洗液，用 10-30℃之间的超滤产水将系统彻底清洗干净。

★ 碱洗步骤

- 1) 配制清洗液；

- 2) 加热超滤产水（硬度要求 $\leq 60\text{mg/L, CaCO}_3$ ）或 RO 水至 $20-35^\circ\text{C}$ 之间；
- 3) 缓慢加入氢氧化钠（NaOH）将 PH 值调至 12（0.2%重量比 NaOH）；
- 4) 低流量混合：首先用清洗泵混合一遍清洗液，加热清洗液时应以低流量和尽可能低的清洗液压力置换出膜组件内的原水，低压置换操作能够最大限度的减低污染物再次沉淀到膜表面，置换出的原水应排放以防止稀释清洗液；
- 5) 循环：当原水被置换后，让清洗液循环回清洗水箱并保持清洗液温度的恒定；
- 6) 高流量清洗：调节并稳定压力至为 0.1MPa ，流量为 $100-200\text{L/m}^2\cdot\text{h}$ 进行循环酸洗 20-30 分钟，高流量能够冲洗掉清洗下来的污染物，如果污染严重时也可将流量适当提高到 $250\text{L/m}^2\cdot\text{h}$ 进行清洗；
- 7) 随时检查碱液的 PH 值，当 PH 值的降低超过 0.5 个 PH 值单位，就应向清洗箱内补充氢氧化钠，如循环清洗时间超过 15 分钟后，PH 值仍不停下降时，为防止清洗下来的污染物再次沉积在膜面上，应将清洗液全部排放掉，重新配制清洗液进行第二遍的碱洗操作；
- 8) 排放碱洗液，用 $10-30^\circ\text{C}$ 之间的超滤产水将系统彻底清洗干净；

6.1.5 化学清洗注意事项

进行酸洗或碱洗后在转入正常制水状态前应首先检测超滤膜的产水 PH 是否为 7，必要时应使用柠檬酸或氢氧化钠进行调节或再次使用 RO 水清洗使产水 PH 等于 7。

1) 一些用户在化学清洗完后没有将清洗液冲洗干净，使膜组件在酸性或碱性条件下进入制水状态，由于进水中某些胶体颗粒有时形成的荷电性恰好与膜表面极性相吸时，会立即引起超滤膜的污堵，而用户却错误认为是化学清洗没有效果；

2) 为了最大限度提高清洗效率，清洗液的温度必须高于 25°C ，升高温度有利于帮助清洗液从膜面上除去有机污染物；

3) 使用加氯清洗时，必须在加氯之前加碱，不许在中性或酸性溶液中加入氯。

4) 有些有机物如油类非常难以清洗，此时需要试验各种清洗配方和清洗时间来获得最佳效果，此外最有效果的清洗液通常含有表面活性剂或含有表面活性剂的某些商品清洗剂及洗涤剂，它们能帮助除去油污染。

5) 为了确定合适的清洗液顺序（先酸洗后碱洗或反之），请先使用样品进行测试，针对样品先用酸洗后用碱洗或反之，定性地确认何种顺序更好。如果效果相当，通常先用碱洗清除有机物更为合适。

6) 重新启动系统后，必须等到膜组件和系统达到稳定后才记录系统重启后的运行参

数，清洗后系统性能恢复稳定的时间取决于原先污染的程度，为了获得最佳的性能，有时需要多次的清洗步骤。

6.2 储存

ACECLEAN™ 系列超滤膜在出厂前都经过一道保护液处理工序，它是将膜组件浸泡在标准保护液中 4 小时后取出(1%的食品级焦亚硫酸钠+30%甘油+69%反渗透产水或超滤水)，确保膜丝已获得保护液充分的浸润，同时在密封包装前再注入一定量的保护液，防止膜组件在贮运期间微生物的滋生，每支膜组件的进出水口均形成密封，确保膜丝部分与外界空气隔离。

★ 保存超滤膜组件：

- 1) 膜丝应尽可能贮存在原始包装内；
- 2) 存放地点最好在室内并避免阳光直射；
- 3) 环境温度范围 5-45℃，应按照水平位置存放；
- 4) 已使用的膜组件在贮存前应进行杀菌处理后再注入保护液保存；
- 5) 已使用的膜组件可直接保留在原系统中，并关闭所有阀形成密封；

★ 膜组件投入使用后需要重新包装时应进行以下处理：

- 1) 用 RO 水配制 1% (wt) 的食品级焦亚硫酸钠保护液；
- 2) 对膜组件进行一次杀菌处理，处理方法见“表 7-1”；
- 3) 将膜组件浸泡在保护液中 4 小时以上；
- 4) 将膜组件的进出水口密封后装入外包装纸箱内；
- 5) 在外包装纸箱上注明膜组件编号、保护液成分和重新包装日期；
- 6) 存放时如发现保护液渗漏应妥善处理后再重新密封后保存；
- 7) 用保护液保存的膜组件，每 3 个月检查一次微生物的生长状况，如果保护液混浊或使用期限超过 6 个月或 PH 值 ≤ 3 时，应重新浸泡在新鲜的保护液中 1 小时以上，再密封后贮存；

★超滤系统的停运处理

超滤系统在停止运行 48 小时以上时，必须进行保存处理，以防止微生物的生长，因此在停用前必须进行一次化学清洗和杀菌处理，并在清洗后的 5 小时之内进行以下的保护措施：

- 1) 用清洗泵以低压缓慢注入保护液，将空气从膜组件内部赶走，保护液应从膜组件底部注入上部溢出的方式进行循环；
- 2) 关闭所有阀门以防止空气与保护液接触，因为保护液中焦亚硫酸钠与空气接触后会氧化而失效；
- 3) 每周检查一次保护液，当保护液出现混浊时应更换保护液；
- 4) 每月更换一次保护液；
- 5) 注意系统停运期间防止结冰，温度不可超过 45°C,满足以上条件时保存温度越低越好。

6.3 包装与运输

- 1) ACECLEAN™ 系列膜组件均进行独立包装。膜组件外套有塑料薄膜袋，封口后放入有防震和固定措施的硬质纸板箱内；装卸时注意不剧烈撞击与抛掷。
 - 2) 膜组件运输过程中应将其平放在运输载体上，最大允许叠放层数为 4 层，同时须遮阳避雨，防曝晒及冰冻，运输环境温度高于 0°C。
 - 3) ACECLEAN™ 超滤膜组件出厂时已加好贮存保护液。
 - 4) 寒冷地区应注意防冻；防冻剂可使用超滤或 RO 水配制 30%的甘油溶液注入膜组件中。
- ※ 注意：严禁使用与膜材质不兼容的的防冻剂，否则将严重影响膜组件的使用寿命。

第七章 系统维护与故障分析

7.1 超滤系统的日常维护

1) 压力表

按期校准，必要时及时调整或更换。

2) 水泵

定期检查泵的运行温度以及泵的轴承、垫圈和其他易损件。

3) 流量计

每三个月校正一次流量计。

4) 超滤主机

根据超滤膜进水水质要求检查原水进水水质是否达标，同时检查超滤系统的产水量、运行压力和产水水质，详见“第五章超滤膜装置的运行”。

7.2 故障分析

表 7-1 故障分析表

现象	可能存在的原因	修正措施
膜跨膜压差过高	超滤膜组件被污染	查出污染原因，采取相应的清洗方法；调整冲洗参数；
	产水流量过高	根据操作指导中的要求调整流量
	进水水温过低	提高进水温度
产水流量小	超滤膜组件被污染	查出污染原因，采取相应的清洗方法；调整冲洗参数；
	阀门开度设置不正确	检查并且保证所有应该打开的阀处于开启状态、并调整阀门开度；
	流量仪出问题	检查流量仪，保证正常工作状态；
	供水压力太低	确定并且解决这一问题；
	进水水温过低	调整提高进水温度； 提高进水压力；

产水水质较差	进水水质超出了允许范围	检查进水水质，主要是浊度、COD ；
	膜组件发生破损	查找破损原因，更换膜组件。
在自动状态下系统不能运行	供水泵不启动	排除接线错误可能；将泵置于手动状态重新启动，正常后转换为自动控制；
	进水压力高	检查供水泵； 压力开关设置问题
	产水背压高	产水出口阀门未开启； 后续系统未及时启动； 压力开关设置问题；
	PLC 程序有误	检查程序；

第八章 工程实例

朝阳市扣北水厂水质提标应急工程



应用领域	市政饮用水处理
处理规模	1200m ³ /h
原水类型	地下水
膜型号	ACE-225-01
处理工艺	取水---超滤---反渗透
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。

枣庄市自来水厂



应用领域	饮用水处理
处理规模	20000 吨/天
原水类型	矿井渗漏水
膜型号	ACE-225-01
处理工艺	预处理---超滤---消毒
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。

朝阳水务中水回用项目



应用领域	中水回用
处理规模	10000 吨/天
原水类型	市政污水厂一级 A 出水
膜型号	ACE-225-03
处理工艺	预处理---超滤
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。产水达到《城市污水再生利用-城市杂用水水质》

唐山新宝泰钢铁有限公司



应用领域	锅炉补给水
处理规模	200 吨/小时
原水类型	地下水 + 中水
膜型号	ACE-225-03
处理工艺	自清洗---超滤---反渗透---混床
运行状况	2011 年 10 月运行，出水 SDI<2，设备运行稳定。

海南棋子湾自来水厂



阳谷森泉水厂公司日处理 2 万吨再生水回用设备





应用领域	锅炉补给水
处理规模	10000 吨/天
原水类型	地表水
膜型号	ACE-225-01
处理工艺	混凝沉淀---超滤
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。

项目名称 宁夏恒力生物新材料有限责任公司 5WD/年月桂二酸项目脱盐水处理系

应用领域	微生物发酵
处理规模	800 吨/小时
原水类型	黄河水
膜型号	UF30A225L
处理工艺	多介质+超滤+反渗透+EDI
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。

项目名称 阳谷森泉水厂公司日处理 2 万吨再生水回用项目

应用领域	市政
处理规模	10000 吨/天
原水类型	湿地再生水回用
膜型号	UF30A225L
处理工艺	高密度沉淀池+V 型滤池+超滤+反渗透
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。

项目名称 七台河勃盛清洁能源有限公司除盐水装置

应用领域	焦化行业
处理规模	276 吨/小时
原水类型	地表水
膜型号	ACE-225-01
处理工艺	锰砂过滤+超滤+反渗透+混床
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。

项目名称 文安县众鑫生物质供热有限公司锅炉补给水系统

应用领域	生物质发电
处理规模	2×40 吨/小时
原水类型	井水
膜型号	ACE-225-01
处理工艺	超滤+双级反渗透+EDI
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。

项目名称 西藏世洁热力有限公司 200T/H 除盐水系统

应用领域	热电
处理规模	3×100 吨/小时
原水类型	地下水
膜型号	ACE-225-01
处理工艺	超滤+反渗透+混床
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。

项目名称 北京世纪华扬能源科技有限公司化水除盐水设备系统 2×50T/H

应用领域	垃圾焚烧发电
处理规模	2×75 吨/小时
原水类型	地表水
膜型号	ACE-225-03
处理工艺	超滤+双级反渗透+EDI
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。

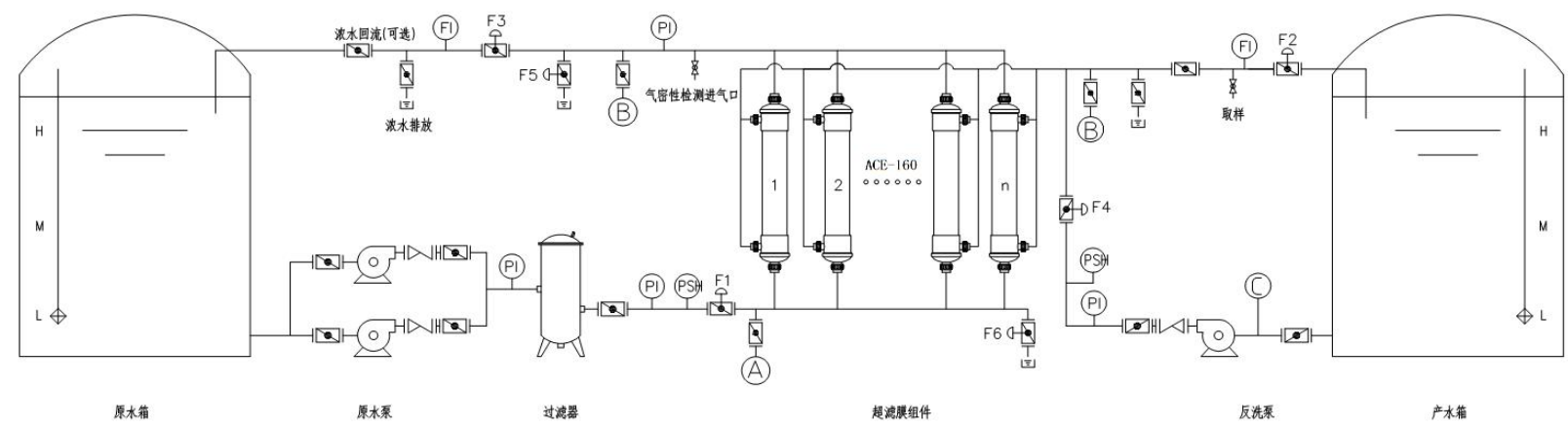
项目名称 鄂尔多斯瀚博科技尾气综合利用制甲醇脱盐水装置

应用领域	化工
处理规模	2×35 吨/小时
原水类型	中水
膜型号	ACE-225-03
处理工艺	多介质+超滤+双级反渗透+EDI
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。

项目名称 中节能（北京）鄂邑区生活垃圾无害化处理焚烧热电产废水处理设备

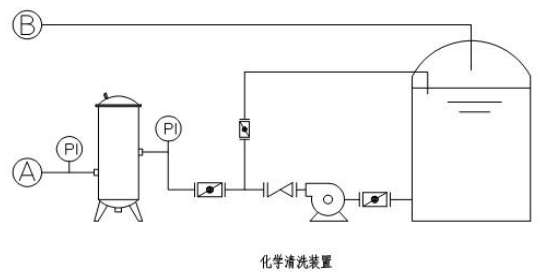
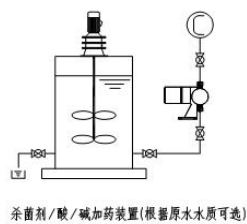
应用领域	中水回用
处理规模	2×30 吨/小时
原水类型	辅机冷却塔补水用水使用标准
膜型号	ACE-225-03
处理工艺	高效+石英砂过滤+超滤+反渗透 +DTRO
运行状况	自投运以来，出水水质一直高于原设计标准，设备运行稳定。

附录一 工艺流程图



图例说明

	自动阀		流量计
	手动阀		高压保护
	球阀		排放
	止回阀		液位开关
	压力表		



图例说明

F1	原水进水阀	F4	反洗进水阀
F2	产水阀	F5	上排放
F3	浓水阀	F6	下排放

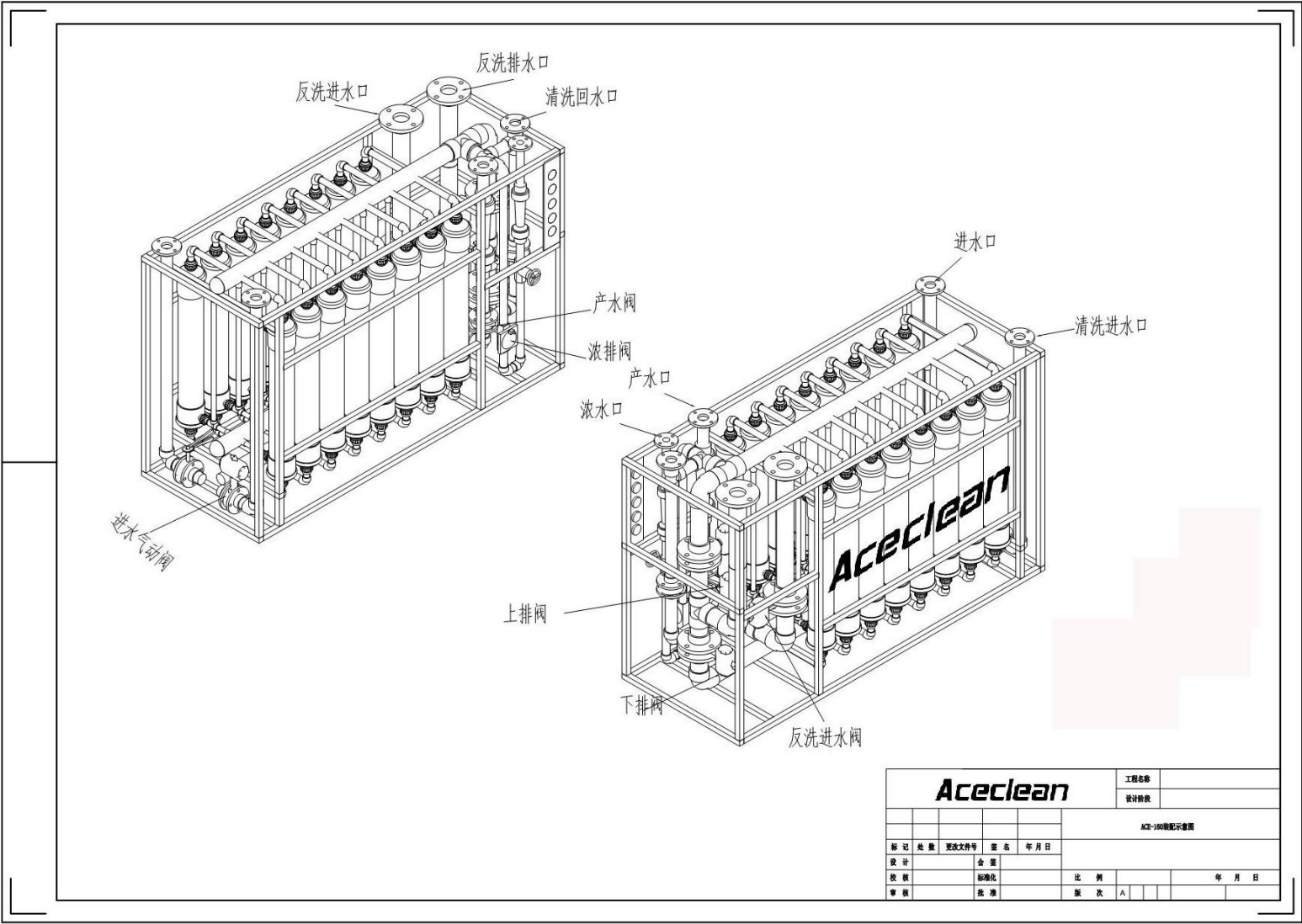
Aceclean					工程名称	
					设计阶段	
ACE-160超滤系统流程图						
标	记	处	数	更	改	文
设	计	会	签	年	月	日
校	核	标	准	比	例	年 月 日
审	核	批	准	版	次	

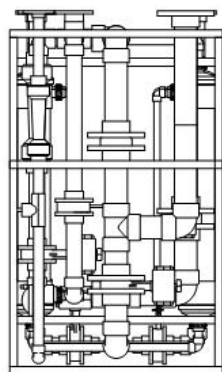


图例说明

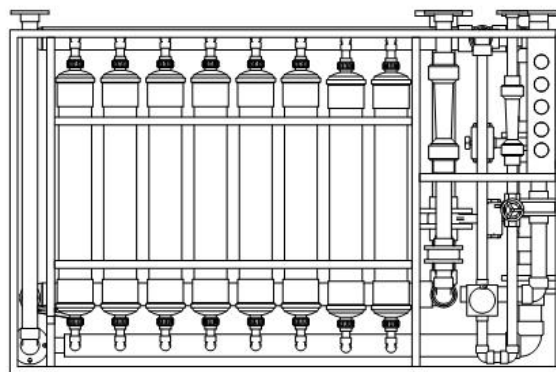
Aceclean					工程名称						
					设计阶段						
					ACE-225超滤系统流程图						
标 记	处 置	更改文件号	签 名	年 月 日							
设 计			金 莹								
校 核			标准		比 例					年 月 日	
审 核			批 准		版 次						

附录二 安装示意图

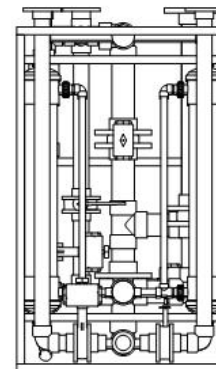




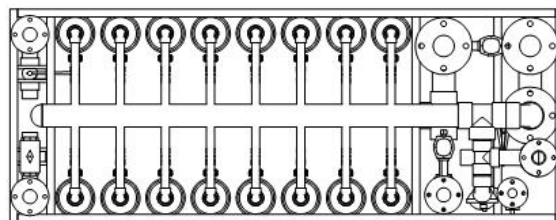
右视图



正视图

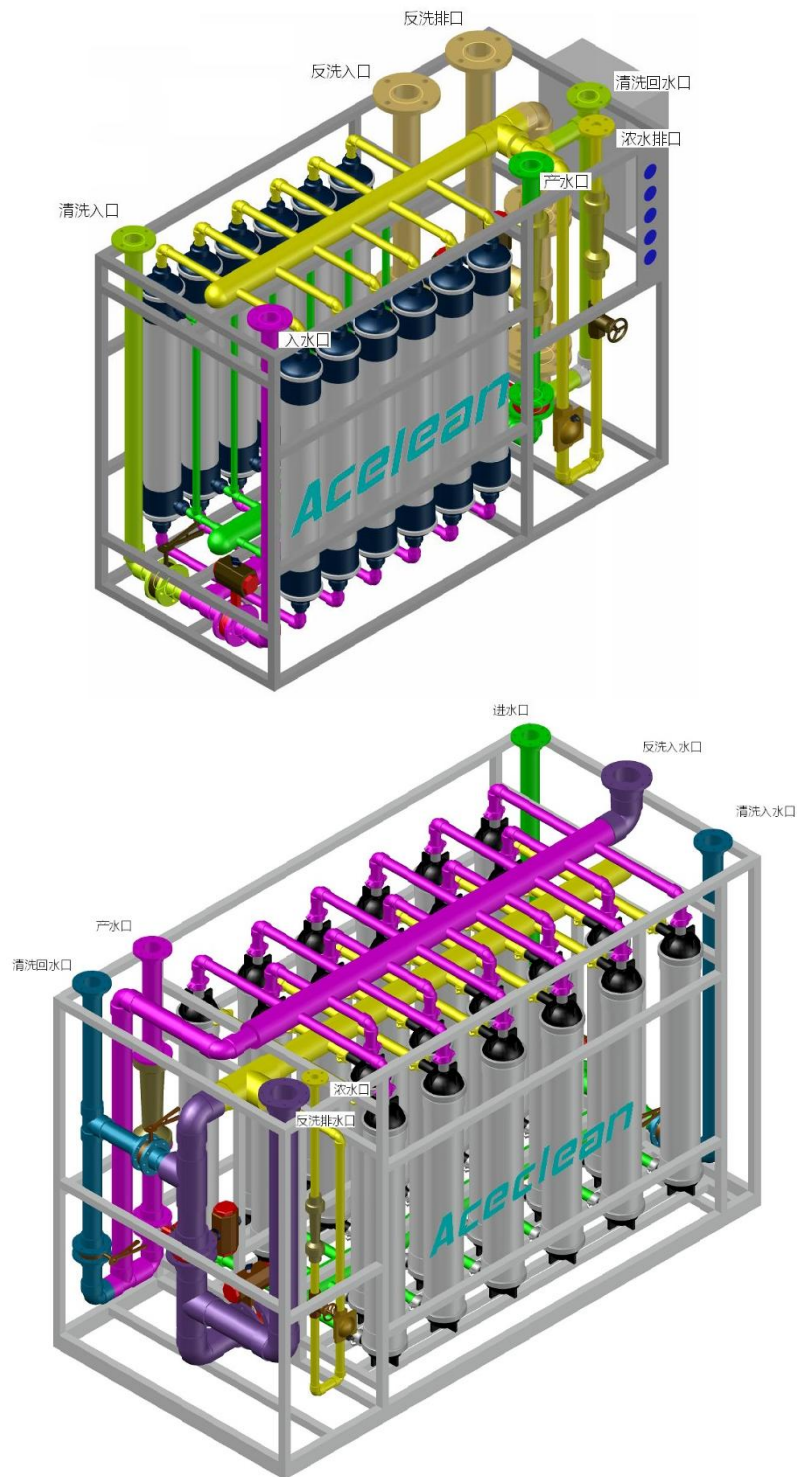


左视图



俯视图

Aceclean					工程名称	
					设计阶段	
ACB-160膜展示图						
标 记	处 理	更改文件号	签 名	年 月 日		
设 计			会 签			
校 对			标 准 化		比 对	年 月 日
审 核			批 准		版 次	△



北京英诺格林科技有限公司

电话：010-64803721

传真：010-64803740

地址：北京市丰台区南三环西路 28 号中林置业大厦 A 座 301 室