

## 目 录

第一章 系统及膜包安装.....	- 2 -
1、MINI-PELLICON 系统的组成.....	- 2 -
2、安装.....	- 2 -
第二章 系统操作.....	- 3 -
1. 初次清洗.....	- 3 -
2. 冲洗步骤.....	- 3 -
3. 标准水通量的测量 (NWP).....	- 3 -
4. 完整性试验.....	- 5 -
第三章 膜的保养.....	- 7 -
1. 总的保养指南.....	- 7 -
1. 1 膜为什么要清洗.....	- 7 -
1. 2 清洗剂的选择.....	- 7 -
1. 3 清洗剂的概述.....	- 7 -
2. 膜堵.....	- 9 -
2. 1 膜堵的影响.....	- 9 -
2. 2 膜堵与浓差极化.....	- 9 -
2. 3 堵塞的机理.....	- 9 -
2. 4 控制膜的堵塞.....	- 10 -
3. 膜的选择.....	- 10 -
4. 操作条件.....	- 10 -
5. 流体的预处理.....	- 10 -
6. 膜的清洗.....	- 10 -
7. 影响清洗效果的因素.....	- 11 -
8. 清洗时间和清洗剂的浓度.....	- 11 -
9. 温度.....	- 11 -
10. 水质.....	- 11 -
11. 清洗效果的确定.....	- 12 -
12. 系统冲洗.....	- 13 -
13. 消毒.....	- 13 -
14. 典型的消毒剂.....	- 13 -
15. 除热原.....	- 14 -
16. 完整性测试.....	- 14 -
17. 保存.....	- 14 -
附录一膜维护手册.....	- 16 -
A. 选择清洗方法:.....	- 17 -
B. 冲洗步骤.....	- 19 -
C. 清洗步骤.....	- 20 -
D. 清洗条件.....	- 23 -
E. 消毒步骤.....	- 24 -
F. 除热原步骤.....	- 25 -
G. 水通量 (NWP) 测量.....	- 26 -
H. 膜堆的完整性检测.....	- 28 -
I. 保存步骤.....	- 31 -

## 第一章 系统及膜包安装

### 1、MINI-PELLICON 系统的组成

- 膜包夹具：3/4"三通，2 或 3 个,压力表，2 或 3 块，回流阀 1 个(选项)，软管接头 3 个，手拷及垫片若干
- 蠕动泵及泵管：一套
- 0.1 平米的 MINI-PELLICON 膜包：若干

### 2、安装

2. 1 泵的安装:将泵头安装到驱动器上,固定泵头的两个螺丝应拧紧

2. 2 夹具的安装:(首先应确认进液口,回流口和透出液口)

按照片的样子安装夹具的连接件,在进液口管路和回流口管路安装三通和压力表,在回流口管路上安装阀门,如没有阀门可选用管夹  
分别在进液管路,回流管出液管路安装软管,用喉箍将管子固定

2. 3 膜包的安装

2. 3. 1 将膜包夹具的上下两个螺母松开,取下外面的一块不锈钢板

2. 3. 2 将膜包从包装合内取出,先安装一块硅胶垫片到夹具上,安装时注意垫片孔的大小(新的硅胶垫片两边有塑料保护膜,安装时应将保护膜揭掉)

2. 3. 3 安装膜包到夹具上,应注意膜包上下的孔的大小,应按孔的大小对齐

2. 3. 4 再安装硅胶垫片到膜包上

2. 3. 5 安装外面的不锈钢板到夹具上,将上下螺母对称拧紧,力矩 180-200inb(如没有力矩扳手,用活扳手轻轻拧紧即口)

## 第二章 系统操作

### 1. 初次清洗

新膜堆在使用前的初次清洗是必须的。清洗剂可参见清洗条件表，在系统使用前，用蒸馏水在系统中循环 30 分钟（把透过液和回流液排放掉）。不必要在最大压力下运行（1bar 的压力已足够），然后再使用推荐的清洗剂进行清洗。

### 2. 冲洗步骤

在用 PELLICON 膜堆过滤溶液、悬浊液和进行之前和之后进行冲洗。此外在每次对膜进行清洗、除热源或消毒之后，必须冲洗，以便除去在这些操作步骤中使用的化学试剂。

2. 1 将透过液和回流液全部排放，并保证在冲洗时没有液体回流到储罐中。
2. 2 储罐中加入清洁的温水（40 - 50℃）或者缓冲液。水应该是反渗透水、去离子水或蒸馏水。如果纯水造成目前系统中的溶质沉淀，则在清洁之前必须使用不能造成溶质沉淀的缓冲液来冲洗系统。

### 3. 标准水通量的测量（NWP）

每个 PELLICON 膜堆在初次使用时均要确定其标准水通量（NWP），在测量 NWP 之前膜首先要经过清洗和冲洗。通过比较新膜的 NWP 值与使用后测定的 NWP，可确定清洁的效果。

因而，在第一次使用膜堆之前测定安装在 MINIPPELLICON 夹持板的膜堆的水通量必要的，该值会成为这些膜堆的水通量的标准值。

由于超滤膜比微孔膜的水通量低，超滤膜的标准水通量可以在比较高的压力下准确地测定。

测量步骤：

3. 1 让透过液和回流液回到储罐或烧杯中。
3. 2 打开回流阀和透过液阀门(如果有)。
3. 2 控制泵速和流量处于最低水平。
3. 4 用纯水加入到清洁的储罐中，水温最好是 25℃，为了准确地计算 NWP 值，水质必须是纯水。
3. 5 启动循环泵，对使用 PELLICON 膜堆，压力条件如下：  
进口压力：0.7bar          回流压力：0.3bar
3. 6 用水循环 5-10 分钟，确定压力和温度条件均稳定。
3. 7 记录透过液流量，水的进口和出口压力、温度。
3. 8 循环完成后，关泵并排出系统内的积水

3. 9 用下面公式计算 NWP，并和新膜的记录比较。

A 测量：

R: 透过液流量 (L/hr)

Pin: 料液进口压力 (bar)

Pout: 回流排放压力 (bar)

Pp: 透过液排放压力 (bar, 其值为 0)

T: 水温 (°C)

B 确定被测试系统中安装滤膜的面积。

A: 总的过滤面积

C 用测量到的温度 T，从表中查得 NWP 的校正系数 K，其值发如下：

T (°F)	T (°C)	K	T (°F)	T (°C)	K	T (°F)	T (°C)	K
125.6	52	0.595	96.8	36	0.793	68.0	20	1.125
123.8	51	0.605	95.0	35	0.808	66.2	19	1.152
122.0	50	0.615	93.2	34	0.852	64.4	18	1.181
120.2	49	0.625	91.4	33	0.842	62.2	17	1.212
118.4	48	0.636	89.6	32	0.859	60.8	16	1.243
116.6	47	0.647	87.8	31	0.877	59.0	15	1.276
114.8	46	0.658	86.0	30	0.896	57.2	14	1.310
113.0	45	0.670	84.2	29	0.915	55.4	13	1.346
111.2	44	0.682	82.4	28	0.935	53.6	12	1.383
109.4	43	0.694	80.6	27	0.956	51.8	11	1.422
107.6	42	0.707	78.8	26	0.978	50.0	10	1.463
105.8	41	0.720	77.0	25	1.000	48.2	9	1.506
104.0	40	0.734	75.2	24	1.023	46.4	8	1.551
102.2	39	0.748	73.4	23	1.047	44.6	7	1.598
100.4	38	0.762	71.6	22	1.072	42.8	6	1.648
98.6	37	0.777	69.8	21	1.098	41.0	5	1.699

D 用下列公式计算 NWP

$$NWP = \frac{P * K}{A * \left[ \frac{pin + pout}{2} - Pp \right]}$$

\*: 此值是 25°C 下的水通量值。K: uT°C/u25°C 或 uF°F/u77°F

3. 10 第一次使用后的膜堆，其 NWP 值将比最初的 NWP 值降低 20% 左右。反复使用后（超过 5 次）NWP 值每次下降不大于 10%。如果 NWP 每次下降很大，可能清洗方法不合适。应尝试改变清洗剂和清洗工艺，并和 MILLIPORE 技术服务处联络寻求帮助。

#### 4. 完整性试验

应该在系统清洁和完全冲洗后进行膜的完整性测试，因为残余的清洁剂会极大地影响检测结果。

测试步骤：

A 确认系统完全清洁并且膜已完全湿润。在 0.7-1.0bar 穿透压下循环 5 分钟，可以保证过滤膜完全湿润。

B 排尽系统中的水。如果需要，用 0.07-0.14bar 的过滤空气通过回流阀门，把残余的水除去。

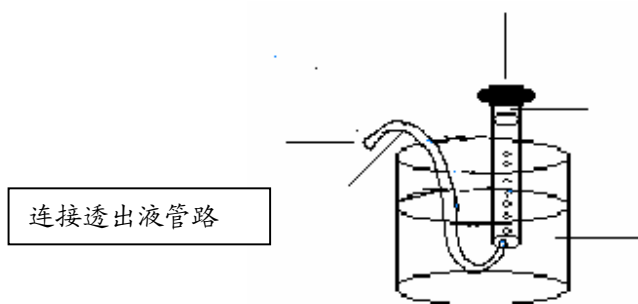
C 在回流口阀门上连接经过过滤的气源。

D 用止血钳夹住进液管以阻断其流道。

E 在整个试验阶段透过液均应敞开。

F 慢慢地升高空气压力到推荐值，等待几分钟，直到透过液管线中的残水排尽。空气的压力不得超过推荐值，而使水从被浸湿的膜孔中排出，造成大量的空气排出。如果发生该种情况，应重新湿润滤膜。

G 测量并记录空气压力、温度和从透过液管线排出的空气流量。空气流量的测定可以用空气流量计，或者测量倒置在水中的量筒中的空气排出量。见图：



H 用测量到的数据和下表中标准数据比较。如果测量值超过标准值，检查 PELLICON 膜堆是否安装正确。如果超滤器安装正确而空气流量仍然超过标准值，请与当地的 MILLIPORE 应用专家联络，以确定 PELLICON 膜堆完整性测试的标准空气流量值。

完好的超滤器完全被湿润的膜的最大空气透过量 (ml / Min)					
膜类型	Per 1ft <sup>2</sup>	Per 5ft <sup>2</sup>	Per 15ft <sup>2</sup>	Per 25ft <sup>2</sup>	试验压力
	unit	unit	unit	unit	Psi(bar)

PTGC	0-3	12	36	60	5(0.34)
PTTK	0-3	12	36	60	5(0.34)
PTHK	0-3	12	36	60	5(0.34)
PTMK	0-12	60	180	300	5(0.34)
PLAC	<10	<48	N/A	<240	30(2.1)
PLBC	<10	<48	N/A	<240	30(2.1)
PLCC	<10	<48	N/A	<240	30(2.1)
PLGC	0-6	30	N/A	<150	5(0.34)
PLTK	0-12	60	N/A	<300	5(0.34)
PHSAG	N/A	12	36	60	5(0.34)
PHSAT	N/A	24	72	120	10(0.70)
VVPP	3	12	N/A	N/A	10(0.70)
GVPP	3	12	N/A	N/A	10(0.70)
HVMP	3	12	N/A	N/A	10(0.70)

完好的超滤器完全被湿润的膜的最大空气透过量 (ml / Min)					
膜类型	截留分子量	Per 1ft <sup>2</sup>	Per 5ft <sup>2</sup>	Per 25ft <sup>2</sup>	试验压力
Biomax 5	5,000	<4	<18	<90	0.7bar
Biomax 8	8,000	<4	<18	<90	0.7bar
Biomax 10	10,000	<4	<18	<90	2.1bar
Biomax 30	30,000	<4	<18	<90	0.7bar
Biomax 50	50,000	<4	<18	<90	0.7bar
Biomax 100	100,000	<4	<18	<90	0.7bar
Biomax 300	300,000	<12	<60	<300	0.7bar
Biomax 500	500,000	<12	<60	<300	0.7bar
Biomax 1000	1,000,000	<12	<60	<300	0.7bar
PLCCC	5,000	<7	<35	<175	2.1bar
PLCGC	10,000	<7	<35	<175	2.1bar
PLCTK	30,000	<4	<18	<90	0.7bar
PLCHK	100,000	<3	<12	<60	0.7bar
PLCMK	300,000	<4	<18	<90	0.7bar
PLCXK	1,000,000	<4	<18	<90	0.7bar

说明：以上所列的数据,用户也可以从 PELLICON 膜包内的质量保证书上查到完整性测试数据,如果所测数据低于上表所列值,可以证明膜包是完整的;一般来说,不完整的膜包的扩散流量是上表所列值的好几倍。

I 测量结束后,关闭空气进口,排放空气压力。

透出液口必须一直敞开以防止反压作用于膜包。

## 第三章 膜的保养

### 1. 总的保养指南

#### 1. 1 膜为什么要清洗

在维护 TFF 设备时，系统中膜的清洗是非常重要的步骤，清洗膜系统有两个基本的原因：

- 1、通过消除膜堵的影响来保持制品的产率。
- 2、通过除去微生物及其代谢物来保持一个清洁和卫生的系统。

由于 TFF 系统是反复使用的装置，所以，清洗方法应该保持一贯性，而且清洗方法不能影响使用寿命。

#### 1. 2 清洗剂的选择

选择 TFF 系统清洗剂时，必须考虑下列因素

- 1、堵塞的类型
- 2、膜的类型
- 3、应用的要求

清洗剂的选择是根据清洗的效果，以及膜与清洗剂的化学兼容性来综合考虑，清洗剂是专门用于除去残留的制品。

许多料液是有机和无机化合物的复杂混合物，可能需要一种以上的清洗剂，因此，了解制品特性，确认其成份，对于选择清洁剂是非常重要的。不同类型的堵塞，可能要求多步清洗步骤才能达到清洗要求。

清洗剂的化学性质必须与系统的材料兼容，包括膜，TFF 膜堆和系统硬件，有些材质的膜能提供较高收率，并且也能承受苛刻的清洗和消毒条件，某些膜材料对 PH 和化学兼容性有限制。

在选择清洁剂时，一个重要的考虑因素是清洗剂与最后被过滤的流体的化学兼容性，在要求苛刻的应用中，如药品，某些清洁剂的使用和除去很难被验证，因为清洁剂的存在很难被测定，那么就不能采用这种清洗剂。

例如，表面活性剂作为清洗剂时不能用于注射产品的生产过程中，因为残留在系统中的微量的清洗剂会污染注射品药液，这是非常危险的。适用于工业废水等应用的清洁剂不能应用于食品，饮料和制药工业，所以，最终产品会影响清洁剂的选择。

#### 1. 3 清洗剂的概述

能清洁 TFF 系统的清洗剂有许多种，每一种清洗剂能除去一部分堵塞或一类堵塞。清洗剂分成几类，每一种清洗剂在除去膜，泵和管道内的堵塞时都有一定作用。这些作用包括湿润，乳化，水解，溶解，分散，胶溶，螯合。下图列出了几种典型的清洁剂和他们主要的作用和应用。

清洗剂	作用方式	堵塞
碱	较高 PH 水解 溶解作用 皂化作用	生物聚合体, 脂肪, 蛋白, 糖类
酸	溶解作用	无机盐
表面活性剂	湿润 乳化 悬浮 分散	生物
氧化剂	氧化作用	生物聚合体, 蛋白, 多糖
酶	酶解作用	生物聚合体, 蛋白, 多糖
溶剂	溶解作用	油, 脂肪

### 典型的清洁剂

**碱** NaOH 是最通用的清洁剂, 浓度为 0.1N-1.0N, NaOH 水溶液与许多类型的膜都兼容, 能除大多数有机物和生物聚合体所造成的堵塞。

**酸** HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HCl 是用于除去无机物堵塞常用酸, 例钙盐, 镁盐。HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 可用于清洗不锈钢表面, HCL 会腐蚀大部分的不锈钢, 推荐用柠檬酸除去含铁化合物造成的堵塞。

### 表面活性剂

表面活性剂是最有效, 对膜的损害最低的清洗剂, 许多表面活性剂和洗涤剂都能用于膜的清洗, 许多表面活性剂是螯合形式, 酶和 NaOH 构成清洁剂的活性基团。两种常用的表面活性剂, SDS 和 Triton-X100 适合大部分膜, 能除去蛋白, 生物聚合体, 脂肪, 黄油, 油和其他油污。表面活性剂和洗涤剂被推荐用于最初对膜和系统的清洗, 用于除去污染物及部分制品。

### 氧化剂

C1<sub>2</sub> 能使堵塞的蛋白和有机物氧化降解, 当 NaOH 和表面活性剂使用效果不佳时, 建议用 C1<sub>2</sub> 作为清洗剂, 或作为 NaOH 和表面活性剂使用之后的第二步清洗, C1<sub>2</sub> 来源于 NaOC1 或 Ca(OC1)<sub>2</sub>, 应使有效氯浓度在 200-400ppm 范围内使用。(等于 400-800ppmNaOC1)。氯作为一种清洗剂和除热原剂在 PH10-11 活性最强, NaOC1 也能作为一种消毒剂, 但用于消毒时应在低浓度下使用 (20-50ppm)。在 PH6-8 时会形 HOC1, 具有最大的杀菌活性。由于氯在清洗过程中会消耗, 因此在清洗过程中应该定时检测氯的浓度, 并加入 NaOC1, 来保持所推荐浓度。

### 双氧水

是一种有用的消毒剂, 但不能有效降解蛋白, 因此不建议用于清洗。



**酶** 酶偶尔用于特殊的清洗应用，但不建议经常使用。

**溶剂** 一般不使用，如果需要使用，请与密理博公司联络

## 2. 膜堵

### 2. 1 膜堵的影响

膜堵是膜和流体内化合物相互作用的结果，它会导致流量的降低，流量的降低或衰减取决于被截留的容质或微粒的浓度，可能会在几十分钟或几小时以后出现膜堵，造成流量衰减。膜堵通常是不可逆的，这就意味着通过流量或压力的改变，堵塞不能被消除。膜堵会出现在几乎所有的 TFF 应用中。

### 2. 2 膜堵与浓差极化

由于膜堵造成的流量减小，与由于回流一侧浓度过高造成的流量减小是有区别的，后者就是通常所指的浓差极化。浓差极化使过滤流量与被截留溶质浓度成反比，膜堵通常取决于时间，并且是不可逆的，浓差极化不取决于时间并且是可逆的。判断膜是否堵塞的方法是测定 NWP，在测定 NWP 之前，必须对系统进行冲洗和清洗。所测定的 NWP 与新膜的 NWP 进行比较，NWP 下降的原因是由于膜的堵塞。

### 2. 3 堵塞的机理

#### 物理化学吸附

在膜表面或膜孔内容质的存在会导致溶质在膜表面的化学吸附。例如蛋白溶液与超滤膜接触会导致流量的衰减，甚至在低蛋白浓度的情况下也会出现流量的衰减。

这种物理化学吸附的溶质，大部分是大分子，象蛋白或多糖，是大分子溶质和膜表面之间的各种化学反应的结果。对于这种类型的堵塞，流量减少受膜的类型、大分子溶质的化学活性和溶液情况，如 PH、温度和离子强度的影响。

#### 膜孔堵塞

当有胶体或悬浮物质存在时，另一种堵塞可能会存在，在这种情况下流量的减少可能是自然的机械堵塞。对于 TFF 微孔过滤，大小与膜孔尺寸接近的颗粒可能会进入孔内，堵塞孔道，从而使流量下降。

#### 被截留的溶质或微粒的积累

过滤过程会导致膜表面截留一侧溶质的积累，如果截留的是可变形的颗粒，过滤压力会使这些积累的颗粒被压缩成紧密的团状，从而导致流量的衰减；同样，如果被截留物的溶解度不大的话，在膜表面的累积会导致截留溶质的析出。例如，盐在

R.O 应用中能在膜表面结晶出来。在许多情况下，通过在最佳的压力和流量条件下操作，可以减少这种类型的堵塞。

膜的堵塞是上面描述的几种机理的复杂组合，特别对复杂的流体，如细菌发酵液或食品，因为它们含有可变的有机物和无机化合物。

## 2. 4 控制膜的堵塞

有一些方法可以控制膜的堵塞，这些方法包括：

- A 膜的选择
- B 操作条件
- C 流体的预处理
- D 膜的清洗

## 3. 膜的选择

流体中化合物的吸附或相互作用受膜材的影响很大。例如，再生纤维素膜比聚砜膜具有较低的蛋白吸附性能，会使膜堵减少并且保持较高的过滤流量。

膜的形状也是一个非常重要的因素，对低分子量的分子，象抗生素，多肽或果汁的澄清，一种各向异性的超滤膜比微孔膜具有较高的过滤流量，这是因为在开放的微孔膜结构内，膜孔较容易被堵塞。

## 4. 操作条件

操作条件，如压力和总流量，会影响过滤流量的稳定性，例如，R.O 应用中，在较高的流速下操作会在膜表面形成湍流，避免不溶盐的析出。为了防止可变形蛋白的沉淀，最好的方法是在较低的压力条件下操作，以避免由于压力原因造成蛋白在膜表面的沉淀。

## 5. 流体的预处理

通过预处理来除去可能堵塞的化合物对减少膜堵非常有帮助，尤其对除去由于悬浮物质引起的堵塞，可用粗一点的预过滤。另一些预处理方法包括流体性质的改变，通过调节 PH 或离子强度，可以改变流体中化合物吸附的性能。当然，这些方法并不是总能行得通的，尤其在制药或生物工程行业中，流体的性质是不能被改变的。

## 6. 膜的清洗

由于以上提到的方法不能完全有效防止堵塞，因此必须有一个清洗规程。由于使用时间长而造成的流量下降，不是清洗膜的主要原因，其他一些重要原因已经讨论过了。然而，作为一种控制膜堵的方法，对膜进行清洗，保证堵塞的物质被除去，使得每批生产对膜的堵塞的渐增影响能被消除，并且，在下次生产之前，膜能被恢复到原来的清洁状态。

## 7. 影响清洗效果的因素

有几种因素会影响清洗过程的效果，这些因素的作用会随着清洗方法和堵塞类型的不同而改变。

## 8. 清洗时间和清洗剂的浓度

建议的清洗剂浓度，通常是要保证在一个合理的时间范围内，除去主要的堵塞，对每一次清洗过程，典型的时间范围是 30 - 60 分钟。对浓度的选择首先要求清洗有效，还应根据化学品的价格和对膜的寿命的影响来选择，浓度也可能会受到清洗剂与膜的化学兼容性的限制。

## 9. 温度

在清洗操作中，温度是一个非常重要的因素，温度以三种方式影响清洗：

- 1、温度降低堵塞的强度
- 2、温度能增加流体内化合物的溶解度
- 3、温度还能增加清洗剂的化学反应速度（当清洗剂起氧化作用和水解作用时）

在 50°C 时，清洁过程非常成功；在 25°C 时，并不总是有效的。这对几乎所有的清洗过程都适用。在 30-70°C 范围内，每增加 20°C 会使清洗速率大约增加一倍。

除有说明以外，一般推荐清洗温度为 40°C - 60°C。

### 液体的流速

通过膜包和系统管路的液体流量必须保持在一定的水平，以保证足够的流速和充分的接触。在清洗过程中，流量应该等于或大于制品过滤的流量，足够的流速可以保证清洗剂在回流通道的充分分配。由于回流量或和透过液量直接受操作压力的影响，因此在清洗时，可通过调节 TMP 来保持透过液通道和收集管内的流速。

## 10. 水质

对于清洗效果评判的主要标准是测定膜的清洁水通量。因此必须用高品质的水进行清洗和冲洗，水质以两种方式影响清洗：

- 1、含有杂质的水对膜造成堵塞，这些杂质的组易形成有机胶或悬浮物，如，胶态硅，腐殖酸，氧化铁等。
- 2、水中的杂质可能会与清洁剂发生反应，形成堵膜的物质，尤其当水中的铁、镁含量高时。

鉴于以上因素，我们建议水质应符合下列要求；

### 水质要求

水质	允许浓度
Fe	<0.05ppm
Mn	<0.05ppm
Al	<0.5ppm
活性硅	<2ppm
胶态硅	Nil
Ca,Mg	<2.5ppm
混浊度	<1.0JTU
SD115 (fouling index)	最好小于 3.0
颗粒物质	没有
油, 脂, 等	没有

无论什么时候，都推荐使用 R.O 水,WFI

## 11. 清洗效果的确定

对一个 TFF 系统，判断清洗得效果的最直接的方法是，在清洗之后测定 TFF 膜堆的 NWP，并且把该值与使用之前的 NWP 比较。当膜的 NWP 值恢复到最初的 TFF 膜堆的 NWP 值时，清洗步骤可以认为是完全的。NWP 等于流量除以压力。

膜堆的 NWP 受两个参数的影响；

A 膜透压 (TMP)

B 水温

水温影响水的粘度，在温度高时，水的粘度较低，因此，在常压下，温度高时，NWP 也较高。为了确定 TFF 膜堆的 NWP，水通量必须在标准温度下标定。

$$NWP = (\text{Water Flux}/\text{TMP}) (\text{TCF})$$

$$\text{Water Flux} = \text{水透过流量} / \text{膜面积} / \text{时间} \quad \text{L} / \text{m}^2 / \text{h}$$

$$\text{TMP} = (\text{Pin} + \text{Pout}) / 2 - \text{Pp}$$

Pin=进口压力

Pout=出口压力或截留压力

Pp = 透过液压力

TCF = 温度校正因子

所有 TFF 系统的标准 NWP，必须在第一次过滤料液之前测定，以作为每次使用后测定 NWP 的衡量基准。

在所有应用中，较好的做法是，在同样的压力和温度条件下测定 NWP。

## 12. 系统冲洗

冲洗的目的是除去系统内残留的制品或清洗剂。在生产之后，首先进行冲洗来除去残留的制品，冲洗能减少污染物质。另外，在清洗过程完成后，也要进行冲洗，来除去残留的清洗剂，保证清洗剂从系统和装置中被除去。

冲洗过程的主要参数是冲洗速度和体积，对于膜上游和下游，速度都必须合适，保证有足够的流速能迅速和有效的，从 TFF 膜堆和系统的收集管内除去残留的制品或清洗剂。

系统回流一侧的流速是通过足够的进料量来实现的。透过液一侧的流速是通过较高的 TMP 条件下操作来实现。

对截留和透过流道的冲洗体积和时间必须考虑，足够的冲洗体积能减少系统内的残留物。

对 TFF 系统有复杂的收集管，所有管子弯头，旁路，排污管等，都应进行冲洗。

在冲洗过程中，回流液和透过液都要直接排放掉；同样，温度也应该考虑，一般推荐使用热水（缓冲液）40℃ - 50℃，主要是为了保证清洗剂在水中有较高的溶解度，当使用表面活性剂作为清洗剂时这一点尤其重要。

## 13. 消毒

消毒步骤能使膜包和系统内微生物数量降低，一般在过滤料液前后进行。但消毒不是对 TFF 系统进行灭菌，而是使系统中微生物污染的机会降低到最小程度。消毒过程要在系统被彻底清洗之后进行。因为清洗好的膜系统更容易消毒。消毒是通过化学或加热的原理来完成的，要根据膜的化学兼容性来选择消毒剂。

## 14. 典型的消毒剂

### C1<sub>2</sub>

C1<sub>2</sub> 是一种通用的消毒剂，用于食品，饮料和制药工业，一般用 NaOCl、C1<sub>2</sub> 是最有效的杀菌剂，在 PH6-8，有效浓度 20-50ppm 的条件下，C1<sub>2</sub> 能杀死大部分细菌，孢子，霉菌，酵母和低活性的一些病毒并且容易被冲洗。

### 过氧乙酸 (CH<sub>3</sub>COOOH)

过氧乙酸在 100 - 300ppm 具有较高杀菌能力，并且与许多类型的膜具有化学兼容性，它能用于 C1<sub>2</sub> 不适用的场合。过氧乙酸很容易被冲洗和检测。

### 福尔马林溶液

福尔马林是一种非常有效的消毒剂，并且能应用于许多类型的膜。福尔马林的毒性和相关的处理要求，限制了它的使用，由于残留的福尔马林会与蛋白类的化合物发生反应，因此在制品进入之前，福尔马林必须被彻底冲洗出去。福尔马林具有长期

的稳定性，因此它是一种很好的储存剂。

#### 碱

NaOH 溶液在 pH12-14 时也具有杀菌效果，虽然 NaOH 没有  $C1_2$  有效，但在 PH 较高时也具有消毒作用。

#### 热水

浸泡在 80℃ 热水，1 小时，也可以替代用化学消毒的场合，但这个方法不能应用到所有的 TFF 装置上，因为有些膜的结构受温度的影响很大。

### 15. 除热原

典型的除热原剂：

#### 碱

0.1-1.0N NaH，能有效除去膜堆和系统中的热原。

#### 酸

INHOCI，也能除热原， $HNO_3$  和  $H_3PO_4$  也可以使用。

$C1_2$  是一种有效的清洗和消毒剂，也是一种有效的除热原剂，在 50-100ppm，PH10-11 条件下，效果最好。

### 16. 完整性测试

TFF 系统的应用效果是通过溶液或悬浮液中溶质的截留率来判断的，有一些方法可以检测膜包的完整性。

一种方法是，通过分析生产过程制品的收率来判断，这是最准确和简单的方法。然而，有些情况是要求，在生产产品之前检查膜装置的完整性，对于这种情况，就要采用一种非破坏性的方法，即空气扩散流量测试方法。这种方法是将膜包完全润湿，然后在膜包的上游通入低压空气，在下游测定通过润湿的膜孔的空气扩散流量。

对于已知的膜包类型和面积，空气的扩散流量都有标准的数据，如果测试结果在该值以下，膜包是完整的，是能够达到指定的截留率的；如果空气流量超过标准值很多，就要考虑膜包是否完整，（即膜或膜包可能对溶质的截留达不到要求）。空气扩散流量的测试可以用同时应用于微孔膜包和超滤膜包的完整性测试。

完整性测试也能测定 O 型圈的损坏。所有 MILLIPORE 的超滤系统在发货之前，都 100% 通过了完整性测试，膜的完整性测试步骤见 # 2-4。

### 17. 保存

关闭膜系统之后，膜堆应该被适当保存，以保持膜的性质和防止微生物的生长。膜堆能被安全保存在系统内 15 天，当储存在系统内时，有可能出现细菌污染，所以 2-3 天应该进行一次消毒。

某些储存溶液不适用在系统内储存，因为他们会腐蚀不锈钢。所以要长期储存，膜堆应该储存在系统外，建议使用密封的防腐容器，聚丙烯容器能适用所建议的储存剂，在重新使用之前，应该对系统进行彻底的冲洗，清洗和消毒。

附录一膜维护手册

# Pellicon & Pellicon 2 超滤膜堆

---

## 维护手册

---



本手册对如何维护 Millipore 公司生产的切向流超滤膜、膜堆和超滤系统提供了一些建议。这些建议是根据我们现有的经验和实践编写的，没有将所有可能用到的清洗、消毒和除热原的方法全部列出。如果本手册中提供的方法不适合于您的应用，请与 Millipore 公司技术服务部门联络，以获取进一步的信息。

### 手册使用方法

本手册详细介绍了以下的维护程序：

- 冲洗
- 清洗
- 消毒
- 除热原
- 水通量 NWP 的检测
- 完整性测试方法
- 保存

本手册介绍了在每一步操作时超滤系统的连接方式，以及建议使用的切向流速和膜透压。

在清洗条件建议表中，列明了各种清洗剂的浓度、pH 值、时间、温度和与膜的化学兼容性。清洗剂选择表可以帮助用户根据不同的应用和污染情况，选择相应的清洗剂。但是很难预测出所有应用所需的清洗剂，所以在清洗剂选择表中也同时列出了可供选择的其他清洗剂。

有一些应用可能需要两步清洗。在这种情况下，必须用水将第一种清洗剂从超滤系统中完全冲洗干净之后，才可以使用第二种清洗剂，以免不同的清洗剂之间发生对膜堆有害的化学反应。

### A. 选择清洗方法：

1. 从清洗剂选择表中，找出类似的应用或可能的污染物。
2. 选择与所使用的膜堆兼容的清洗剂。
3. 从清洗条件建议表中，找出对应的清洗剂的操作条件。

选择消毒、除热原和保存剂的方法与此相同。

注：

1. 一定要确认您选择的清洗剂与膜材质是兼容的。
2. 所有新膜堆在安装后第一次使用之前，必须进行冲洗和清洗。
3. 清洗好的新膜堆要用纯水测定水通量 NWP。

**Pellicon & Pellicon 2 膜堆**

	膜的类型	膜分子量	PH 范围	温度适用 范围℃
PT 系列 聚醚砜	PTGC	10,000	2-14	4-50
	PHSA-G	10,000	2-14	4-50
	PHSA-T	10,000	2-14	4-50
	PTTK	30,000	2-14	4-50
	PTHK	100,000	2-14	4-50
	PTMK	300,000	2-14	4-50
Biomax 系列 改良聚醚砜 复合膜	Biomax 5	5,000	2-14	4-50
	Biomax 8	8,000	2-14	4-50
	Biomax 10	10,000	2-14	4-50
	Biomax 30	30,000	2-14	4-50
	Biomax 50	50,000	2-14	4-50
	Biomax 100	100,000	2-14	4-50
	Biomax 300	300,000	2-14	4-50
	Biomax 500	500,000	2-14	4-50
	Biomax 1000	1,000,000	2-14	4-50
PL 系列 改良纤维素	PLAC	1,000	2-11	4-50
	PLBC	3,000	2-11	4-50
	PLCC	5,000	2-11	4-50
	PLGC	10,000	2-12	4-50
	PLTK	30,000	2-12	4-50
	PLHK	100,000	2-12	4-50
	PLMK	300,000	2-12	4-50
PLC 系列 改良纤维素 复合膜	PLCCC	5,000	2-11	4-50
	PLCGC	10,000	2-12	4-50
	PLCTK	30,000	2-12	4-50
	PLCHK	100,000	2-12	4-50
	PLCMK	300,000	2-12	4-50
	PLCXK	1,000,000	2-12	4-50
Durapore 低蛋白吸附聚偏二 氟乙烯	VVPP	0.01um	2-11	4-50
	GVPP/GVLP	0.22um	2-11	4-50
	HVMP	0.45um	2-11	4-50
	DVPP	0.65um	2-11	4-50

## B. 冲洗步骤

Pellicon 和 Pellicon-2 超滤膜包在使用前后、长时间未用和清洗前都要进行冲洗；同时，在膜包经过清洗、除热源、除菌等步骤之后，都要通过冲洗来除去化学清洗剂。

1. 按照超滤膜包装中说明书的要求安装膜包。
2. 用滤过的去离子水、注射用水或是反渗透水充满 Pellicon 或是 Pellicon-2 膜包。冲洗膜包用的水必须纯净，以避免污染膜包或是给系统引入其它污染物。
3. 全开循环液阀，循环液管直接排放；透过液管也直接排放。
4. 启动进液泵，将水通过进口打入 Pellicon 膜包夹具，按照下表要求调节进口压力：

膜的类型	流道类型	切向流速	进口压力
Pellicon	-	5.0-6.0 lpm/ m <sup>2</sup>	15-20 psi (1.1-1.4 bar)
Pellicon 2	A	2.6-3.4 lpm/ m <sup>2</sup>	10-15 psi (0.6-1.0 bar)
	C	2.6-4.3 lpm/ m <sup>2</sup>	5-10 psi (0.3-0.6 bar)
	V	2.6-4.3 lpm/ m <sup>2</sup>	0.5-2.0 psi (0.03-0.13 bar)

5. 冲洗膜面，直到循环液口流出的水量达到 12 升/m<sup>2</sup>。

部分液体会从透过液口流出，此时，透过液的体积并不重要，它只随膜包的流道类型而变化。

6. 部分关闭循环阀，直到进口压力升至 1.6 bar(25psi)，如果膜包安装严密，进口压力可达 5.0 bar (80psi)。
7. 调整泵速，直到切向流速达到每平方米每分钟 1-2 升，冲洗膜孔，直到透过液口流出液的体积达到每平方米 70 升/m<sup>2</sup> 为止。
8. 排空系统，继续其它操作程序。

**C. 清洗步骤（新膜必须在第一次使用前进行清洗）**

1. 把滤过液和回流液出口连接到清洗罐。
2. 关掉清洗罐的排液阀、打开回流和滤过口的阀门。
3. 如果您的系统采用的是离心泵，可将泵的出口阀关闭；如果您的系统采用的是变速泵，请把泵速调到最低。
4. 从清洗剂选择表中，选出能去除系统内的堵塞物的适当清洗剂，在清洗条件建议表中确认该清洗剂与您所使用的膜材质兼容，同时选定该清洗剂的浓度和条件；将 40-50° C 的水加入到清洗罐中，再把清洗剂按照选定的浓度加入到清洗罐内。如果能在清洗期间保持这一温度对清洗效果会有显著的帮助。
5. 启动泵，并立即开启泵的出口阀或提高泵速到下面所列出的流速。

膜的类型	流道类型	Mini 膜堆 0.1m <sup>2</sup>	标准膜堆 0.5m <sup>2</sup>	Maxi 膜堆 2.5m <sup>2</sup>
Pellicon	-	1.2lpm	6.0lpm	30lpm
Pellicon 2	A	0.6-0.7 lpm	2.8-3.5 lpm	14-18 lpm
	C	1.1-1.3 lpm	5.5-6.5 lpm	27-33 lpm
	V	1.1-1.3 lpm	5.5-6.5 lpm	27-33 lpm

**6. 调节回流阀及泵速达到以下压力条件**

进口压力	25 - 30Psi (1.7bar - 2.0bar)
回流压力	5Psi (0.3bar)

7. 让清洗液循环到指定时间。如果使用的是挥发性清洗剂如氯时，要定时测量清洗剂的浓度，并当浓度下降时补充清洗剂至设定浓度。
8. 如果系统比较复杂有多个歧管的话，要确保所有接触料液的表面都能被清洗剂清洗干净，同样所有接触料液的阀门也需要清洗干净；一个比较好的方法是，在清洗过程中，将阀门开大--关小两次以上，以保证阀体内接触料液的内表面全部都能接触到清洗剂。
9. 清洗循环结束，关闭泵并排空系统。
10. 按照冲洗步骤，用纯水把系统冲洗干净。

## 清洗剂选择表 I

## Pellicon &amp; Pellicon 2 超滤膜堆

料液	可能堵塞物	推荐清洗剂	其他清洗剂
蛋白溶液 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 血液或血清制品</li> <li>▪ 细菌和动物蛋白</li> <li>▪ 酶</li> <li>▪ 疫苗</li> <li>▪ 病毒</li> </ul>	被吸附的蛋白	NaOH NaOCl	Triton X-100 Henkel P3-11 Tergazyme
菌体 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 大肠杆菌</li> <li>▪ 细菌</li> <li>▪ 其他</li> </ul>	吸附的蛋白 消泡剂 脂肪 多糖 细胞碎片	先用 NaOCl 再用 NaOH Henkel P3-11 或 Tergazyme	先用 NaOCl 再用 TritonX-100 或 SDS
细菌裂解液	蛋白 脂多糖 细菌碎片	先用 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 再用 NaOH 先用 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 再用 NaOCl	Tween-80 先用 NaOCl 再用 TritonX-100 或 SDS
多糖 脂多糖、糊精、淀粉 果胶、粘多糖	吸附的多糖	NaOH Henkel P3-11 或 Tergazyme	先用 NaOCl 再用 TritonX-100 或 SDS
除热原 X光显影剂、抗生素 氨基酸、小分子溶液	残留的有机胶体 脂多糖	NaOH	
食品和饮料 酒、果汁、蛋白液、 醋等	蛋白、鞣酸、苯 酚、有机胶体、 腐殖酸	先用 NaOCl 再用 NaOH 先用 NaOCl 再用 Henkel P3-11 或 Henkel P3-53 或 Tergazyme	*Henkel P3-11 *Henkel P3-53 *Tergazyme
水处理	铁的化合物	柠檬酸	硝酸
水处理	矿物鳞片 无机沉淀物	硝酸 磷酸	柠檬酸

## 清洗剂选择表 II

## Pellicon 膜堆

料液	可能堵塞物	推荐清洗剂	其他清洗剂
蛋白澄清 • 重组蛋白 • 血液和血清制品 • 层析前澄清	沉淀蛋白 脂肪蛋白和脂肪	NaOCl Tween-80	Triton X-100 Tergazyme 尿素
哺乳动物细胞培养物	细胞碎片	NaOCl	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
红细胞碎片	细胞壁碎片 沉淀蛋白	NaOCl Tergazyme	Henkel P3-53
细菌发酵液 菌丝体或真菌的 发酵液	吸附的蛋白 消泡剂、细胞碎片 脂肪、多糖 培养基	NaOCl 先用 NaOCl 再用 Henkel P3-53 或 Tergazyme	先用 NaOCl 再用 Triton X-100 或 SDS
溶菌产物澄清	蛋白、脂多糖 细菌碎片	先用 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 再用 NaOCl	Tween 80 先用 NaOCl 再用 Triton X-100 或 SDS
层析前澄清	不溶解变性蛋白	NaOCl 先用 NaOCl 再用 Tween	Triton X-100
多糖 脂多糖、多聚葡萄糖 淀粉、果胶、粘多糖	吸附的多糖	NaOH Henkel P3-53 或 Tergazyme	先用 NaOCl 再用 Triton X-100 或 SDS
果汁和饮料澄清	蛋白、鞣酸、聚苯酚 有机胶体、淀粉	先用 NaOCl 再用 Henkel P3-53	NaOCl
水处理	铁复合物 矿物鳞片	柠檬酸	磷酸
无机盐沉淀澄清	矿物鳞片 无机沉淀物	硝酸 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	柠檬酸

## D. 清洗条件

污染物	膜	清洗剂	浓度	温度 ℃	PH	时间 (分钟)
有机物 生物膜, 蛋白 生物多聚物 多聚石炭酸	PT 系列 Biomax	NaOH	0.1- 0.5N	40-50	13- 13.7	30-60
同上	PLAC, PLBC, PLCC	NaOH	0.1N	20-25	13	30-60
同上	PLGC, PLCGC, PLTK, PLCTK, PLCHK, PLCMK , PLCXK	NaOH	0.1N	25-40	13	30-60
蛋白 生物多聚物 多糖	PT 系列 Biomax Durapore	NaOCl	250pp m 活性 氯	40-50	10-11	30-60
生物多聚物 蛋白, 胶体, 多聚石炭酸脂 油, 消泡剂, 无机物结垢	所有材质的膜	Tergazyme	0.2%	40-50	9-10	30-60
蛋白, 肽, 脂多糖, 油, 消泡剂	所有材质的膜	Triton-X 100 SDS Tween 80	0.1 %	40-50	5-8	30-60
			0.1 %	40-50	5-8	30-60
			0.1 %	40-50	5-8	30-60
蛋白, 蛋白沉淀	所有材质的膜	脲	7M	40-50	8	60
矿物质结垢, 核酸	所有材质的膜	HNO <sub>3</sub> H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.1N	40-50	1.0	30
			0.1N	40-50	1.0	30
铁, 锰结垢	所有材质的膜	柠檬酸 (用氨水将 pH 调到 3)	1%	40-50	3.0	60

## E. 消毒步骤

膜堆的消毒应该在完全清洗和冲洗后才可进行。

消毒时需要的压力、流速等与清洗时所用的一样。请参考清洗步骤。

从下表找出与膜材质兼容的消毒剂：

消毒剂和所用的条件  
用于 pellicon 盒式膜堆

膜材质	消毒剂	浓度	温度(° C)	pH	时间 (分钟)
所有材质的膜	Naocl	20-50ppm 活性氯	20 - 50	6-8	15 - 30
所有材质的膜	过乙酸	100-200ppm (0.25-0.4%)	10-40	3.5	15
PT 聚醚砜膜 Biomax 膜	NaOH	0.1-0.5N	40-50*	13 - 13.7	30
PL 改良纤维素	NaOH	0.1N	40 - 50	13	30
所有材质的膜	甲醛	1 - 2 %	20 - 30	5 - 8	30

\*为了保证膜的使用寿命，对于 PLAC，PLBC 和 PLCC 膜，消毒的温度在 20-25℃ 为佳；对于 PLGC 等大分子量的改良纤维素膜，消毒温度可以达到 25-40℃。



## F. 除热原步骤

膜堆的除热原应该在清洗、消毒和冲洗之后进行。

除热原时的压力、流速及所需液体体积与清洗相同，请参考清洗步骤。

从下表找出与超滤膜材质兼容的除热原试剂：

除热原试剂和应用条件  
用于 pellicon 盒式膜堆

膜材质	除热原试剂	浓度	温度℃	pH	时间 (分钟)
PT 聚醚砜膜 Biomax 膜	NaOH	0.1-0.5N	30-50	13-13.7	30
PL 改良纤维素	NaOH	0.1N	30-50*	13	30
PT 聚砜膜 Durapore 膜 PHSA 膜	NaOCl	300ppm 活性氯 600ppmNaOC 	30 - 50	10 - 11	30
所有材质的膜	HCl	0.1N	30-50	1	30
所有材质的膜	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.1N	30-50	1	30

\*为了保证膜的使用寿命，对于 PLAC，PLBC 和 PLCC 膜，消毒的温度在 20-25℃ 为佳；对于 PLGC 等大分子量的改良纤维素膜，消毒温度可以达到 25-40℃。

## G. 水通量 (NWP) 测量

新膜在第一次使用之前，应测量它的水通量 NWP。先对膜堆进行清洗和冲洗，然后再测 NWP，这时测出的 NWP 将作为标准来检验每次使用后膜堆的清洗效果。

步骤：

1. 把回流管和透过液管引回清洗罐。
2. 把罐的排放阀关闭，打开回流管路和透过液管路或阀门。
3. 如果使用的是变速泵，把泵速调到最小；如果使用的是离心泵，关闭泵的出口阀。
4. 在清洗罐中注满纯水，水温在 25° C 左右，水质应是蒸馏水或过滤后的去离子水。
5. 开启泵，调节到以下压力：
 

进口压	10psi(0.7bar)
回流出口压	5psi(0.34bar)
6. 循环 5 - 10 分钟，保证压力和水温的稳定。
7. 记录透过液的速度、进口和回流压力、水温等数据。
8. 把泵关掉，把系统中的水排空。
9. 用以下的公式计算 NWP，将计算出的 NWP 与最初的标准进行比较。

a 测量：

R = 透过速度 ml/min

Pin = 进口压 psi(bar)

Pout= 出口压 psi(bar)

Pp = 透进口压 psi(bar)

T = 水温° C

b 算出过滤膜的总面积

A = 面积 ft<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>)

c 根据测量的温度，从下表找出的 NWP 温度校正系数 F

d 利用下面公式计算 NWP

$$NWP = \frac{R \times F}{A \times \left\{ \left[ \frac{Pin + Pout}{2} \right] - Pp \right\}}$$

10. 当膜堆使用了一次之后，所测出的 NWP 不应低于最初标准的 80%；在反复使用后，每次 NWP 的衰减不应超过 10%。如果 NWP 衰减幅度较大，说明清洗效果不好，应该试用其它的清洗剂和清洗程序。如有问题，请与密理博公司当地的维修工程师联系。

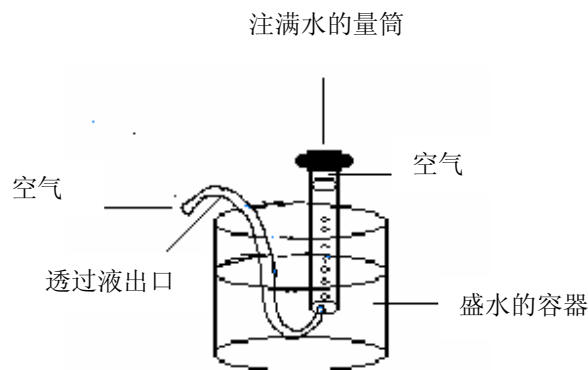
NWP 水温校正因素表 (F)

T (° C)	F	T (° C)	F	T (° C)	F
52	0.595	36	0.793	20	1.125
51	0.605	35	0.808	19	1.152
50	0.615	34	0.825	18	1.181
49	0.625	33	0.842	17	1.212
48	0.636	32	0.859	16	1.243
47	0.647	31	0.877	15	1.276
46	0.658	30	0.896	14	1.310
45	0.670	29	0.915	13	1.346
44	0.682	28	0.935	12	1.383
43	0.694	27	0.956	11	1.422
42	0.707	26	0.978	10	1.463
41	0.720	25	1.000	9	1.506
40	0.734	24	1.023	8	1.551
39	0.748	23	1.047	7	1.598
38	0.762	22	1.072	6	1.648
37	0.777	21	1.098	5	1.699

## H.膜堆的完整性检测

在对膜堆进行完整性检测之前，系统应该经过充分的清洗和冲洗，残留的清洁剂会对结果有很大影响。

- 1.首先确定系统已经清洗好，并且膜已经完全湿透。膜的润湿可以在 TMP 为 2bar 的条件下，用水循环五分钟。
- 2.将系统内的水排空。
- 3.把经过过滤的并且压力可调节的气源接到膜堆的进口或回流口，最好选择位置比较高那一个口。
- 4.把没有接气源的进口或回流口用阀门或其他方法封闭。
- 5.透过液口是开放的。
- 6.慢慢的加压到指定的气压，然后稳定五分钟让残留的水排出。
- 7.测量并记录气压、温度和从透过口出来的气体流量。气体流量可用气体流量计测量或如图示测量一定时间内在倒置的灌满水的量筒中有多少体积水被排走。



手动完整性检测的示意图

- 8.比较测量的流量与表格中的指标，如果测量值大于指标，请检查 Pellicon 膜堆是否按照操作手册的指示正确安装。如果膜堆安装正确，但所测气体流量仍然高于表中所列的指标，请立即和 Millipore 公司当地的办事处联系。

### 验证 Pellicon 膜堆完整性的空气扩散指标

充分润湿的完整的超滤膜的空气流量 (毫升/分钟)

膜	分子量 或孔径	0.1m <sup>2</sup> Mini 膜堆	0.5m <sup>2</sup> 标准膜堆	2.5m <sup>2</sup> Maxi 膜堆	测试压力 psi(bar)
<b>PT 系列</b>					
PTTK	10,000	< 3	< 12	< 60	5(0.34)
PTGC	30,000	< 3	< 12	< 60	5(0.34)
PTHK	100,000	< 3	< 12	< 60	5(0.34)
PTMK	300,000	< 12	< 60	< 300	5(0.34)
PHSA-G	10,000	N/A	< 12	N/A	5(0.34)
PHSA-T	10,000	N/A	< 24	N/A	10(0.68)
<b>PL 系列</b>					
PLAC	1,000	< 3	< 12	N/A	5(0.34)
PLBC	3,000	< 3	< 12	N/A	5(0.34)
PLCC	5,000	< 3	< 12	N/A	5(0.34)
PLGC	10,000	< 10	< 46	N/A	5(0.34)
PLTK	30,000	< 12	< 60	N/A	5(0.34)
PLHK	100,000	< 12	< 60	N/A	5(0.34)
PLMK	300,000	< 72	< 360	N/A	5(0.34)
<b>Durapore 系列</b>					
VVPP	0.1um	< 3	< 12	N/A	10(0.68)
GVLP	0.2um	< 3	< 12	N/A	10(0.68)
HVMP	0.45um	< 3	< 12	N/A	10(0.68)
DVPP	0.65um	< 3	< 12	N/A	10(0.68)

注：如果超滤膜不完整，其所测的空气流量将大大超过表中流速指标的上限。

## 验证 Pellicon-2 膜堆完整性的空气扩散量

充分润湿的完整的超滤膜的空气流量 (毫升/分钟)

膜	分子量 或孔径	0.1m <sup>2</sup> Mini 膜堆	0.5m <sup>2</sup> 标准膜堆	2.5m <sup>2</sup> Maxi 膜堆	测试压力 psi(bar)
<b>Biomax 膜</b>					
Biomax5	5,000	< 4	< 18	< 90	10(0.68)
Biomax8	8,000	< 4	< 18	< 90	10(0.68)
Biomax10	10,000	< 4	< 18	< 90	30(2.1)
Biomax30	30,000	< 4	< 18	< 90	10(0.68)
Biomax50	50,000	< 4	< 18	< 90	10(0.68)
Biomax100	100,000	< 4	< 18	< 90	10(0.68)
Biomax300	300,000	< 12	< 60	< 300	10(0.68)
Biomax500	500,000	< 12	< 60	< 300	10(0.68)
Biomax1,000	1,000,000	< 12	< 60	< 300	10(0.68)
<b>PL 系列</b>					
PLAC	1,000	<10	<48	<240	30(2.1)
PLBC	3,000	<10	<48	<240	30(2.1)
PLCC	5,000	<10	<48	<240	30(2.1)
PLGC	10,000	<6	<30	<150	5(0.34)
PLTK	30,000	<12	<60	<300	5(0.34)
<b>PLC 系列</b>					
PLCCC	5,000	< 7	< 35	< 175	30(2.1)
PLCGC	10,000	< 7	< 35	< 175	30(2.1)
PLCTK	30,000	< 4	< 18	< 90	10(0.68)
PLCHK	100,000	< 3	< 12	< 60	10(0.68)
PLCHK	300,000	< 4	< 18	< 90	10(0.68)
PLCMK	1,000,000	< 4	< 18	< 90	10(0.68)
PLCXK					

## 1. 保存步骤

1. 把回流和过滤管接回清洗罐。
2. 将回流和过滤口的阀门打开。
3. 将泵流速调到最小。
4. 从表上按膜的材质找出合适的保存剂。按浓度的要求开一定量的保存。把保存液放进清洗罐。
5. 调泵速到下列的流速。

膜的类型	流道类型	流速 (lpm/m <sup>2</sup> )	进口压力		压差	
			psi	bar	psi	bar
Pellicon	-	12	25-30	1.7-2.1	5	0.3
Pellicon 2	A	5.6-7	25-30	1.7-2.1	5	0.3
	C	11-13	25-30	1.7-2.1	5	0.3
	V	12-13	6-9	0.4-0.6	1-4	0.07- 0.28

6. 调节回流阀把回流压力和进出口压差调到上表中标明的数值，同时保持要求的流速。
7. 将保存液循环五分钟。
8. 如果膜堆在 1 - 5 天之内还要再次使用，可以将膜堆在系统中保存，只需把泵关闭，把进出膜堆夹具的所有管路上的阀门关闭，让膜堆中充满保存液，然后把膜堆和夹具在 4℃ 下保存。
9. 如果在长时间（如超过 5 天）不会再使用，应把膜堆从过滤器上拆下来，用保存液将膜堆充分润湿后，保存在密封的塑料袋中，或放入装有保存液的容器中，并让保存液将膜堆浸没，放在 4℃ 下保存。

**Pellicon & Pellicon 2 膜包的保存液**

膜的材质	保存剂	浓度	PH	时限
所有材质的膜	NaHSO <sub>3</sub>	1.0%	4-8	两个月
所有材质的膜	NaCl	5.0%	4-8	一天
所有材质的膜	叠氮化钠	0.05%	4-8	三个月
所有材质的膜	甲醛	1-2%	4-8	一年
所有材质的膜	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.1N	2	六个月
聚醚砜 Biomax 系列	NaOH	0.1N	13	六个月
PLGC	NaOH	0.1N 0.05N	13 12.7	四个月 八个月
除了 PLAC, PLBC,PLCC 外 其他的 PL 膜 包	NaOH	0.1N 0.05N	13 12.7	六个月 十二个月

以上所推荐的保存液可以保证膜堆的充分润湿并抑制细菌的生长，避免膜包受损。

再次使用之前，要对膜包进行冲洗、清洗和消毒。

膜包要保存在塑料袋或容器中，在 4℃ 下（但注意不能结冰）保存。



## Pellicon &amp; Pellicon 2 膜堆化学兼容性表

化学品	聚醚砜系列 (PT)	Biomax 系列 聚醚砜复合膜	改良纤维素 系列 (PL)	聚偏二氟乙烯 系列 (PVDF)
醋酸(0.5%)	+	+	+	+
醋酸(5.0%)	+	+	+	+
醋酸(25%)	+	+	+	+
无水醋酸(100%)	-	-	-	-
丙酮	-	-	-	-
乙氧	-	-	-	-
Alconox™(100%)	+	+	+	+
脂类	-	-	-	-
胺	+	+	+	-
氯化氨(1.0%)	+	+	+	+
氯化氨(2.0%)	+	+	+	+
氢氧化氨(5%)	+	+	S	-
芳香烃	-	-	-	-
芳香酯	-	-	-	-
苯(100%)	-	-	-	-
丁醇(1%)	+	+	+	+
醋酸异丁酯(100%)	-	-	-	-
丁基溶纤剂(10%)	-	-	-	-
氯化钙(5%)	+	+	+	+
氯仿(0.8%)	S	S	+	+
柠檬酸(1.0%)	+	+	+	+
环酮	-	-	-	-
环己酮	-	-	-	-
Decon-90(1.0%)	+	+	+	+
二氯苯(100%)	-	-	-	-
二羟乙基胺(5.0%)	+	+	+	-
二甲基乙酰胺 (DMAC)	-	-	-	-
N, N - 二甲基甲酰胺(1.0%)	-	-	-	-
Dimethyl Sulfoxide	-	-	-	-
EDTA 二钠(10%)	+	+	+	+
乙醇(25%)	+	+	+	+
醚类	-	-	+	-
2 - 乙氧基乙醇(1.0%)	+	+	+	+
乙酸乙酯(100%)	-	-	-	-

二氯化乙烯(100%)	-	-	-	-
甲醛(1.0%)	+	+	+	+
甲酸(0.1%)	+	+	+	+
甲酸(5.0%)	+	+	+	+
糖醛(呋喃亚甲基)	-	-	-	-
戊二醛(0.5%)	+	+	+	+
甘油(25%)	+	+	+	+
盐酸胍(6M)	+	+	+	+
卤代烃	-	-	-	-
盐酸(0.01N)	+	+	+	+
盐酸(0.5N)	+	+	+	+
双氧水(1.0%)	S	S	-	+

+ = 兼容 - = 不推荐使用 S = 可能会缩短使用寿命

## Pellicon &amp; Pellicon 2 膜堆化学兼容性表

化学品	聚醚砜系列 (PT)	Biomax 系 列聚醚砜复 合膜	改良纤维素 (PL)系 列	聚偏二氟乙 烯 (PVDF)
Isopar®	-	-	+	+
醋酸异丙酯(1.0%)	-	-	+	-
异丙醇(5%)	+	+	+	+
异丙醇(25%)	S	S	+	+
煤油	-	-	-	-
酮类	-	-	-	-
乳酸(5%)	+	+	+	+
氢巯基乙醇(0.1M)	+	+	+	+
氢巯基乙醇(1.0%)	S	S	+	+
甲醇(5%)	+	+	+	+
甲醇(25%)	+	+	+	+
二氯甲烷(1.0%)	-	-	-	-
甲基乙基酮(1.0%)	-	-	+	-
甲基异丁基酮(1%)	-	-	+	-
M - Pyrol (1.0%)	-	-	-	-
硝酸 1N	S	S	-	+
硝基苯 (100%)	-	-	-	-
硝基乙烷、硝基甲烷	-	-	-	-
十八烯酸(5%)	+	+	+	+
草酸(1.0%)	+	+	+	+
过氧乙酸 500ppm	+	+	+	+
磷酸缓冲液(pH8.2,1.0M)	+	+	+	+
磷酸 (< 10%)	+	+	+	+
极性芳香族	-	-	-	-
叠氮化钠(1%)	S	S	S	+
氯化钠(5%)	+	+	+	+
去氧胆酸钠(5%)	+	+	+	+
硫酸十二烷基钠(0.001M)	+	+	+	+
硫酸十二烷基钠(0.01M)	+	+	+	+
氢氧化钠(0.01N)	+	+	+	-
氢氧化钠(0.1N)	+	+	+	-
氢氧化钠(0.5N)	S	S	-	-
次氯酸钠	S	S	S	S
亚硝酸钠(1.0%)	+	+	+	+

Sodium Thimerosal(0.1%)	+	+	+	+
苯乙烯单体(100%)	-	-	-	-
氨基磺酸(5%)	+	+	+	+
硫酸(1%)	+	+	+	+
Tergazyme®(1.0%)	+	+	+	+
四氢呋喃(5%)	-	-	-	-
甲苯(1%)	-	-	-	-
三羟甲基氨基烷缓冲液 (1M)	+	+	+	+
Triton® X-100 (0.0002M)	+	+	+	+
Triton® X-100 (0.1%)	+	+	+	+
尿素 6M	+	+	+	+

+ =兼容 - =不推荐使用 S = 可能会缩短使用寿命