

# 无机陶瓷膜实验设备 Experimental equipment

## 膜分离与应用 Membrane Separation & Application

●浓缩 concentrate ●分离 separation ●澄清 clarification

### 一产品概述



CFLB 系列陶瓷膜实验设备广泛应用于科研机构、院所、高校实验室、企业研发中心，在生物、制药、食品、化工、环保等领域的料液分离、提纯、澄清、除菌工艺实验场合。根据料液粘度、悬浮物含量不同选择相应孔径的膜芯，以达到澄清、除杂、分离等目的。可选膜元件孔径范围为 5nm-1200nm 之间。

流体流动方向平行于膜表面，比膜孔径大的颗粒物被截留在膜过滤层表面，而渗透液流动方向则垂直于流体流动方向。错流切向工作方式，避免了死端过滤的浓化极差。该实验设备为大生产前期以及各科研领域场合提供重要数据参考，具有不可或缺的重要意义。

规格型号	可选精度	工作压力	工作温度	PH 范围	材质	工作电压	最小循环体积
0.05m <sup>2</sup>	50-500nm	2-4bar	0-80℃	1-14	S. S316L	220/380ACV	10L
0.1m <sup>2</sup>	5-1200nm	2-4bar	0-90℃	1-14	S. S316L	220/380ACV	25L-30L
0.2m <sup>2</sup>	5-1200nm	2-5bar	0-90℃	1-14	S. S316L	220/380ACV	25L-30L
0.5m <sup>2</sup>	5-1200nm	2-5bar	0-90℃	1-14	S. S316L	220/380ACV	25L-30L
1.0m <sup>2</sup>	5-1200nm	2-5bar	0-90℃	1-14	S. S316L	220/380ACV	30L-50L
3.0 m <sup>2</sup>	5-1200nm	2-5bar	0-90℃	1-14	S. S316L	220/380ACV	50L

表 1-1 无机陶瓷膜实验设备选型

### 一操作方式

- 间歇式（分批）操作为实验室和中试规模中最常用操作方式。截留液不断循环回流入进料罐中，以达到浓缩目的。这是浓缩定量料液最快的方式，同时所要求的膜面积也最小。
- 浓缩液部分再循环的间歇式操作，则尤其适用于需连续处理料液和其它罐不空的时候。
- 进料和排放式操作在开始运转时与间歇操作相似，控制料液进入回路的流量等于透过液流量与浓缩液排放流量之和。其优点是最终浓度在系统一开始就能很快达到。但当连续操作回路过程的浓缩系数与间隙操作最终浓缩时浓缩系数相当时，该操作是比间歇操作方式还要低的通量进行。

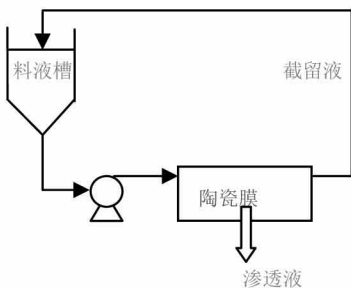


图 2-1 完全循环的间隙式操作

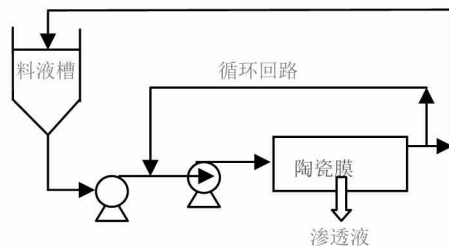


图 2-2 部分再循环的分批操作

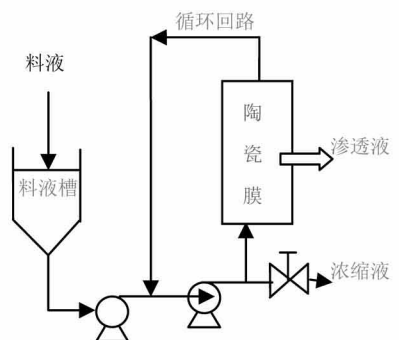


图 2-3 进料和排放式操作

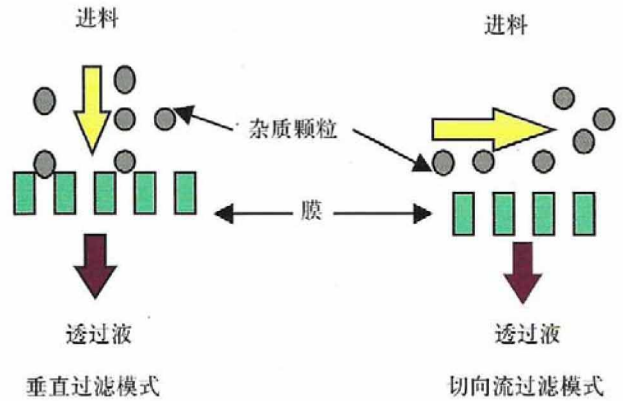


图 2-4 无机陶瓷膜切向错流示意图

-多种膜过滤过程的比较

脱分离过程	驱动力 压力差/MPa	传递机理	透过膜的物质	被膜截留的物质	膜的类型
微滤 (MF)	0.01~0.2	颗粒大小形状	水、溶剂和溶解物	悬浮物、细菌类、微粒子 (0.01~10 μm)	多孔膜
超滤 (UF)	0.1~0.5	分子特性、大小形状	溶剂、离子和小分子 (相对分子质量 < 1000)	生物制品、胶体和大分子 (相对分子质量 1000~300000)	非对称膜
反渗透 (RO)	1.0~10	溶剂的扩散传递	水、溶剂	全部颗粒物、溶质和盐	非对称膜、复合膜
纳滤 (NF)	0.5~2.5	离子大小及电荷	水、溶剂 (相对分子质量 < 200)	溶质、二价盐、糖和染料 (相对分子质量 200~1000)	复合膜

-关于陶瓷膜

陶瓷膜分离技术是根据体系中分子的大小和性状，通过膜筛分作用，在分子水平上进行分离，故可分离相对分子质量为 1000-1000000 的物质。

陶瓷膜过滤元件是采用高纯度 α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 在高温条件下烧制而成，具有筛分过滤作用的多孔固体连续介质。陶瓷膜主体可分为多孔膜和致密膜，呈多层不对称结构，主要由三层组成：支撑层、过渡层和分离层。

支撑层通常由较大颗粒烧结而成，大约数毫米厚，作为膜的载体，主要用于保证膜的机械强度；分离层在膜管表面，一般厚度较薄（微米级），孔径较小，分布较窄，主要起分离作用；在膜分离层和支撑层之间通常可以包含一层或多层中间过渡层。根据过滤精度要求，Bolindustry 通常采用 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub> 或 TiO<sub>2</sub> 进行镀膜作为致密膜分离层。

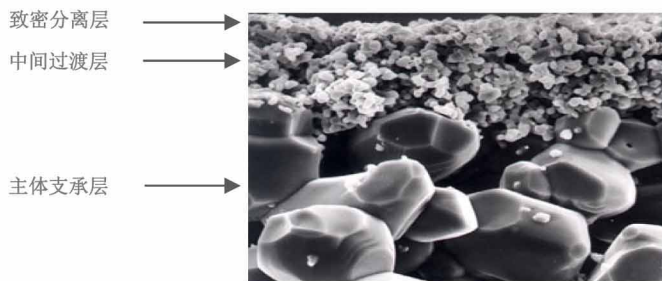


图 4-1 陶瓷膜多层结构高倍电显



图 4-2 陶瓷膜管实物外观

-陶瓷膜特性

- 陶瓷膜厚度均匀，多为多孔膜，孔径通常在 0.004~100 μm、0.1~10 μm 及 0.001~0.05 μm。
- 陶瓷膜不会像有机膜那样，由于长期处在高温、高压状态下或酸、碱体系下而发生膜本体或膜孔的溶胀。同时，陶瓷膜耐高温性能好，可在 350℃ 稳定操作处理高温液体，少数场合还可用蒸汽反冲再生和高温原位消毒灭菌。

- 通常在食品、医药、化工等生产过程中过滤介质的清洗是个难题，由于陶瓷膜分离装置通常采用错流过滤操作方式，以增加能耗来减少膜的表面沉积和浓差极化的影响。所以陶瓷膜膜面不易形成污染，可有效减轻膜领域的浓差极化这一普遍存在现象，有效地保持系统长期稳定的高处理通量，长期运行截留性能无变化。只要通过简便的清洗，即可在短时间内完全恢复膜性能，膜再生性能极强，且清洗成本低。
- 陶瓷膜使用寿命长，是有机膜材质的膜元件使用寿命的几倍甚至几十倍。陶瓷膜的机械强度大，其爆破强度大于 107Pa，pH=0~14 适用范围广，耐酸、耐碱、耐有机溶剂及强氧化剂性能好，而其他有些无机膜材质（如不锈钢）在酸体系内则很难长期工业化使用。

表 5-1 陶瓷膜管规格参数

型号	通道数量	通道直径	膜管外径
BCC0112	1	8.0	12
BCC0730	7	6.0	30
BCC1925	19	3.5	25
BCC3725	37	2.0	25
BCC1930	19	4.0	30
BCC1940	19	6.0	40
BCC3740	37	3.5	40

表 5-2 精度与截留量关系参照表

过滤精度	截留分子量
1.2 μm	>1000KD
0.6 μm	1000KD
0.2 μm	400KD
0.1 μm	200KD
0.05 μm	100KD
0.01 μm	20KD
0.005 μm	10KD

-陶瓷膜组件

用于装填陶瓷膜元件的耐压壳体，我们称之为陶瓷膜组件。陶瓷膜组件主要由不锈钢承压外壳、密封圈组成。博滤工业根据具体工艺需求，可通过设计不同规格的膜组件，以实现装填不同外径及不同面积的陶瓷膜元件。

主体材质	SUS304/SUS316/Ti/FRPP
密封材质	三元乙丙橡胶/氟橡胶/硅橡胶/聚四氟乙烯
装填膜元件数	每个膜组件可装填膜管数量：1、7、19、37、61
接口形式	DN14-400 法兰/卡箍/活接
设计压力	10bar/16bar/25bar
设计温度	100℃
执行标准	卫生级/化工级



- 陶瓷膜过滤分离系统在处理过程中，始终无相变、能耗低。相比传统的工艺方法，可有效降低成本，减轻后续工段操作压力，具有系统过滤分离、浓缩工艺集成化程度高，以及操作与维护简便等优点。

序号	名称	材质	数量	单位	备注
01	泵	S. S316	1	台	三相
02	原料罐	30L, S. S316	1	台	带夹套
03	膜组件	φ 30, L=1016S. S316	1	个	含卡箍活接
04	膜管密封圈	φ 30, EPDM	4	只	
05	陶瓷膜元件	φ 30, L=1016A1203, ZrO2	3	只	BCFC20/50/200-19*30*1016
06	反冲容器	与 0.2m2 设备配套, S. S316	1	只	
07	流量计	0-6m3/h 金属管浮子	1	只	
08	流量计	0-160L/h 玻璃转子	1	只	
09	电磁阀	1/2", 常闭, 阀芯不锈钢	2	只	
10	电磁阀	1/2", 阀芯不锈钢	1	只	
11	截止阀门	1 1/4", 316	2	只	
12	手动球阀	1/2 " - 1 1/4", 316	1	套	两片式
13	管道及配件	316	1	套	抛光处理
14	压力表	0-0.7MPa 不锈钢	3	块	充油
15	控制柜	含自动反冲程序等	1	只	
16	温度计	0-100℃ 不锈钢	1	只	
17	脚轮	标配	4	只	
18	设备支架	S. S304	1	套	



19	空气压缩机	与 0.2m2 设备配套	1	套	
20	其它辅材	标配	1	批	含螺栓等
21	膜管密封圈	EPDM	2	只	
22	专用工具	标配	1	套	

表 7-1 配置清单列表 (0.2m<sup>2</sup>机型为例)

-膜分离设备执行标准:

- 《管式陶瓷微孔滤膜元件》 HY/T063-2002
- 《管式陶瓷微孔滤膜测试方法》 HY/T064-2002
- 《陶瓷微孔滤膜组件》 HY/T104-2008
- 《自动化仪表工程施工及验收规范》 GB50093-2013
- 《控制室设计规定》 HG20508-2014

