翊翌陶瓷膜
HONGYI CERAMIC MEMBRANES

南京工业大学
膜科学技术研究所

陶瓷纳滤膜技术

专 注 于 流 体 精 密 分 离

CONTENTS 目录

团队简介

技术介绍

产品规格

定制服务

工程案例

TEAM PROFILE
团队简介

翊翌陶瓷膜
HONGYI CERAMIC MEMBRANES

南京工业大学
膜科学技术研究所

南京翊翌陶瓷纳滤膜有限公司成立于2018年，公司以南京工业大学膜科学技术研究所、材料化学工程国家重点实验室、国家特种分离膜工程技术研究中心为技术依托，是国内首家专业从事陶瓷纳滤膜系列产品研发、生产和提供膜集成技术整体解决方案的高科技公司。

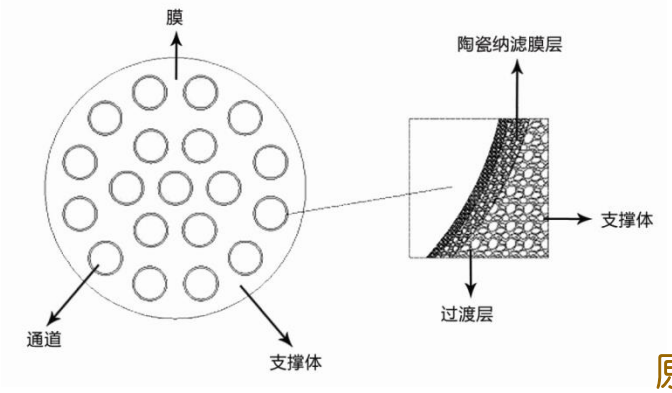
2012年9月，南京工业大学承担国家科技部“863”重大研究计划——高性能陶瓷纳滤膜制备技术及膜反应器课题任务（课题编号：2012AA03A606；起止年限：2012年至2014年）。翊翌研究团队承担该项目中陶瓷纳滤膜的规模化制备关键技术研究，主要包括：陶瓷纳滤膜支撑体的规模化制备技术研究、陶瓷纳滤膜的制备研究、陶瓷纳滤膜的生产线技术、应用技术及应用装备开发等工作。经过三年的刻苦攻关，形成多个品种、多种规格、不同孔径陶瓷纳滤膜的规模化制备技术，并建成5000 m^2/年陶瓷纳滤膜生产线。

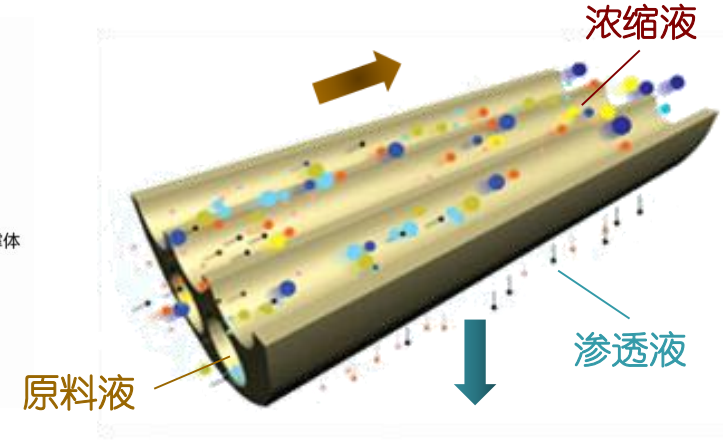
TECHNICAL INTRODUCTION
技术介绍

陶瓷纳滤膜过滤原理

DIAGRAM OF CERAMIC NANOFILTRATION MEMBRANE CROSSFLOW FILTRATION

陶瓷纳滤膜是经高温烧结而成的具有多孔结构的精密陶瓷过滤材料，由多孔支撑体、过渡层及陶瓷纳滤膜组成非对称结构。陶瓷膜过滤是一种“错流过滤”形式的流体分离过程：原料液在膜管内高速流动，在压力驱动下含小分子组分的澄清渗透液沿与膜管呈垂直方向向外透过膜，含大分子组分的浑浊浓缩液被膜截留，从而使流体达到分离、纯化、浓缩的目的。



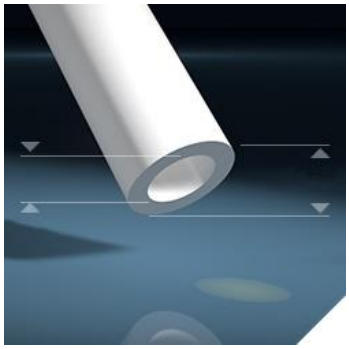
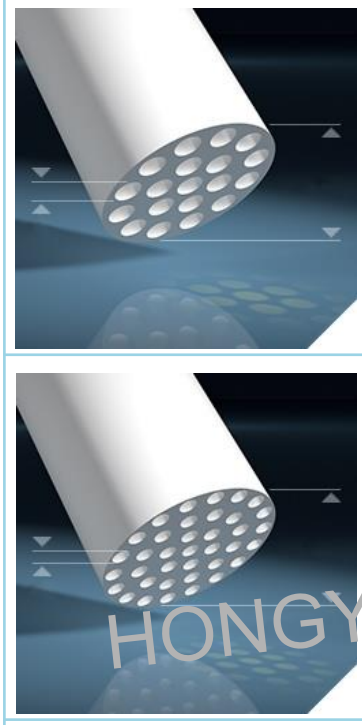
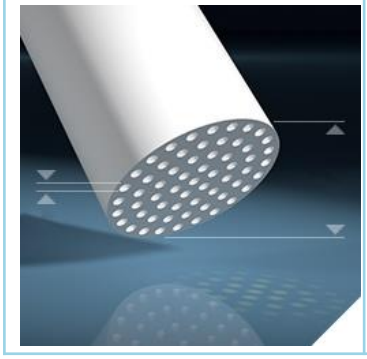


陶瓷纳滤膜优点

CERAMIC NANOFILTRATION MEMBRANE ADVANTAGES

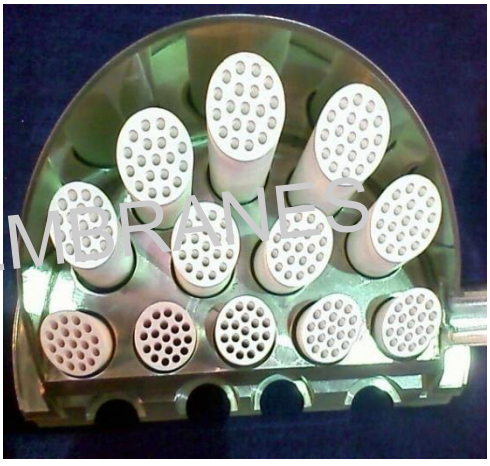
- 耐高温
- 易清洗 再生能力强
- 耐强酸强碱 耐有机溶剂
- 使用寿命长
- 耐高压 机械强度大
- 绿色环保

PRODUCT SPECIFICATIONS
产品规格

外形 Configuration	通道数 Number of channels	长度 Length / mm	膜面积 Surface area / m^2	平均孔径 Average pore size
	1	110 ~ 1200	0.0028 ~ 0.5	1.4 μm 800 nm 500nm 48nm 40nm 30 nm 20 nm 12 nm 10 nm 5 nm 4 nm 2 nm 按需定制
	19			
	37			
	61			

HONGYI CERAMIC MEMBRANES

CERAMIC MEMBRANR MODULES
陶瓷膜组件



HONGYI CERAMIC MEMBRANES

膜组件形式	1芯	3芯	7芯	12芯	37芯	61芯	91芯
装填膜管数	1支	3支	7支	12支	37支	61支	91支
公称长度	1020mm、1200mm（或选配）						
可选配膜长度	110mm~1200mm						
膜组件材质	SUS304、SUS316（L）不锈钢等						
密封件材质	硅橡胶、氟橡胶、丁腈橡胶、三元乙丙橡胶等						

◎ 应用领域及功能

发酵液过滤（如抗生素、维生素、氨基酸、林可霉素、有机酸、生物农药等）
酶制剂浓缩（生姜蛋白酶、菠萝蛋白酶）
糖除杂过滤（甘蔗混合汁除杂、功能性糖）
动、植物提取液的澄清过滤（菊粉、罗汉果、动物蛋白）
饮料的除菌澄清（牛奶、酒类、果汁、茶叶）
调味品的除菌澄清（酱油、醋）
废水处理（石化废水、含油废水、工业酸碱废水、电镀、印染废水）
纳米粉体洗涤

◎ 适用范围

适用于科研机构、高等院校、实验室、研发中心、新产品试制中心等部门，既可作为试验设备，又可作为小型生产设备，从事小批量生产。

CERAMIC MEMBRANR EQUIPMENTS
陶瓷膜设备

0.03 ㎡装置（迷你型）

0.1/0.24 ㎡装置（小试）

1.5 ㎡装置（小试）

3 ㎡装置（中试）

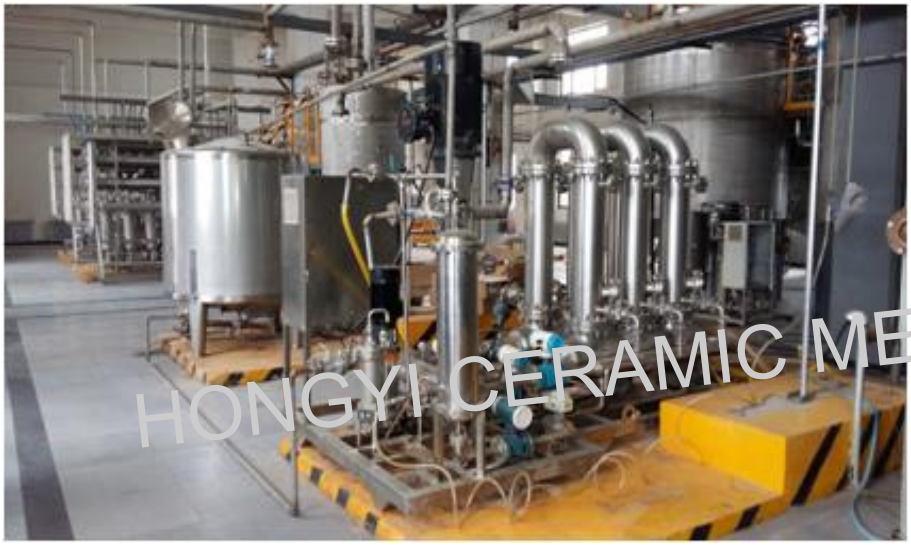
10/20 ㎡装置（中试）

200 ㎡装置（工业化）

HONGYI CERAMIC MEMBRANES

DEMONSTRATION PROJECTS
示范工程现场设备

HONGYI CERAMIC MEMBRANES



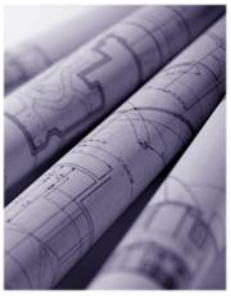
HONGYI CERAMIC MEMBRANES

HONGYI CERAMIC MEMBRANES

CUSTOMIZATION SERVICE
定制服务

资料收集 → 制定初步方案（膜管选型等） → 定制方案 → 生产 → 安装调试

现场考察 → 小试中试 → 签订合同 → 发货 → 售后服务



售后保障
AFTER SALES GUARANTEE

ENGINEERING CASES
工程案例

*食品与饮料行业

- 甘蔗混合汁脱色及纯化（原糖）
- 甘蔗混合汁脱色及纯化（白砂糖）
- 甜叶菊水提液脱色及纯化（甜菊糖）
- 菊粉提取及纯化（菊糖）
- 苦荞黄酮提取液纯化（苦荞酒）
- 食醋除杂纯化
- 茶叶浸提液分离纯化
- 米酒澄清除杂
- 桑叶水提液分离纯化

*生物与医药行业

- 林可霉素碱化液纯化
- 螺旋霉素纯化
- L-色氨酸脱色
- 右旋糖酐铁脱盐除杂

*石油化工行业

- 化纤工业碱液回用
- 催化剂回用
- 高温凝结水处理
- 脱硫烟气处理
- 油田采出水处理
- 催化油浆过滤
- 工业白油脱色新技术

*环保行业

- 含油废水处理
- 脱脂液废水处理
- 研磨切割废水处理
- 造纸黑液回收木质素
- 印染行业碱减量废水回用
- 印染行业退浆废水回用

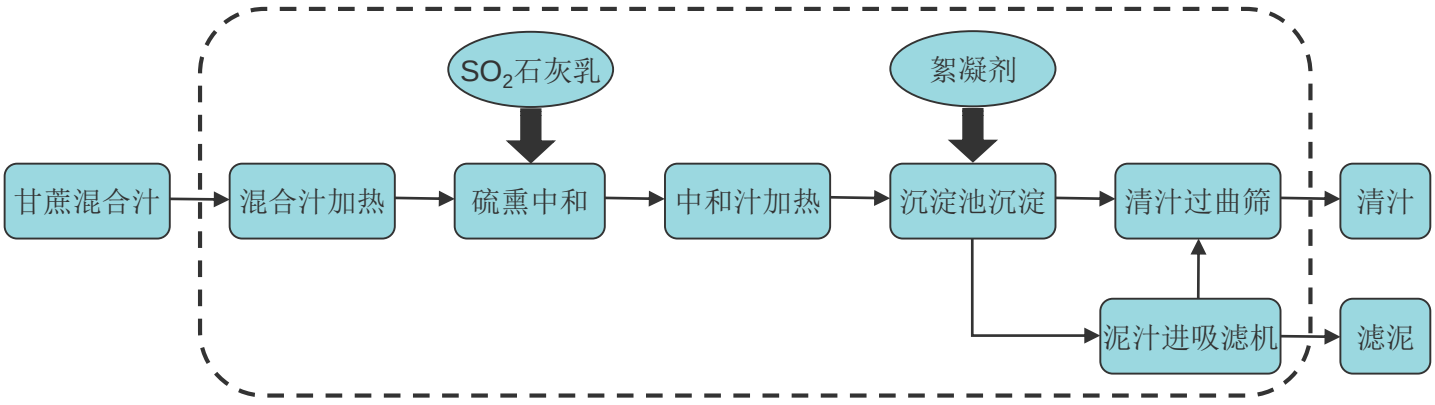
*废旧陶瓷膜再生

FOOD & BEVERAGE
食品与饮料行业

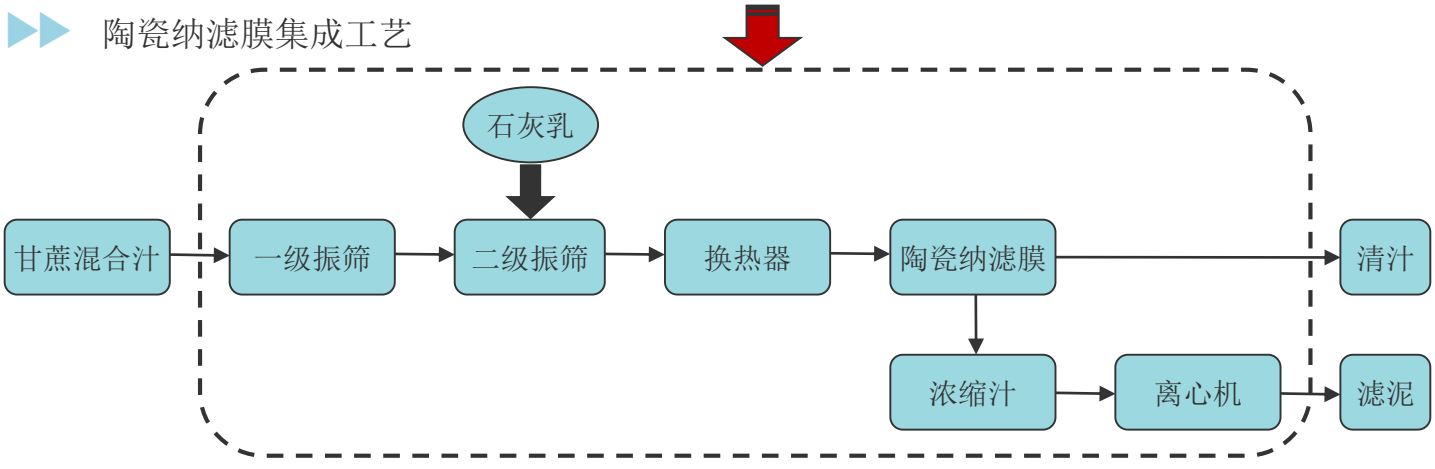
甘蔗混合汁脱色及纯化（白砂糖）

国内目前食糖生产的主流方法有炭法和硫法两种，该方法主要是使用石灰、二氧化硫和聚丙烯酰胺等化学原料，将糖浆絮凝沉淀、脱色。该工艺需要添加硫磺等澄清辅助材料，制备的食糖均有化学物质残留，影响糖的品质和安全。此外，加入石灰产生的大量固体废弃物需要处理，不仅增加了企业的生产成本，还会产生环境污染。

传统工艺



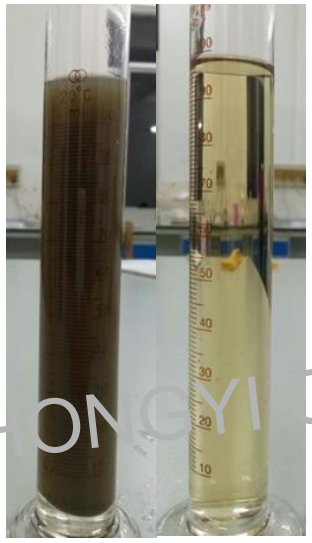
陶瓷纳滤膜集成工艺



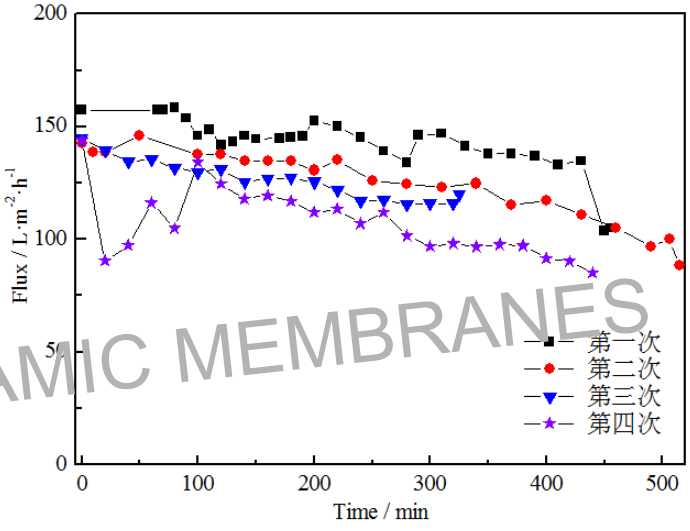
陶瓷纳滤膜工艺优点

- 无硫工艺，减少化学物质残留
- 减少石灰加入量 降低固废处理成本
- 自动化程度提高 人力成本降低
- 清汁色度明显降低 产品质量提高

甘蔗混合汁脱色及纯化（白砂糖）



甘蔗混合汁原液（左）和经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片



陶瓷纳滤膜过滤甘蔗混合汁的通量稳定性

HONGYI CERAMIC MEMBRANES

部分过程参数指标

	pH	锤度（oBX）	简纯度(%)	色值 (IU)	浊度 （NTU）
甘蔗混合汁	5.04	10.5	79.07	3160	1167
陶瓷纳滤膜清汁	5.49	9	80.63	<1000	<1
过滤温度60~80℃，过滤压力8 bar，浓缩7倍以上，陶瓷纳滤膜过程平均通量可达100 L m^{-2} h^{-1}以上。 陶瓷纳滤膜过滤后的清汁色度明显降低，制出的糖可达到一级白砂糖的标准。					

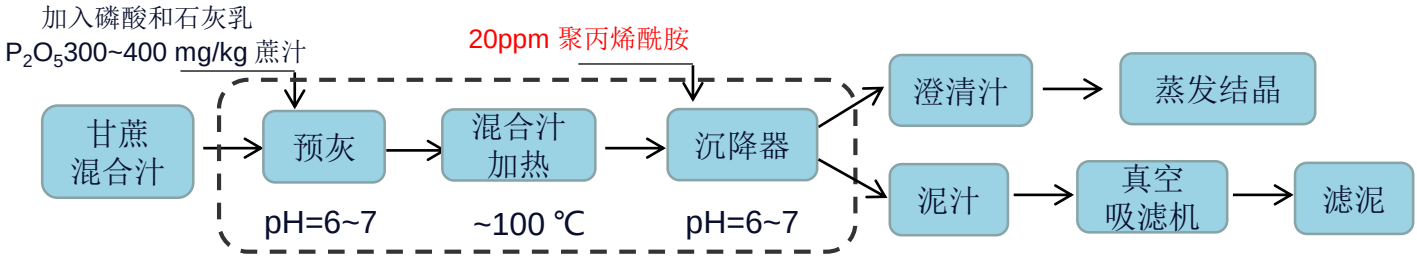
传统工艺与陶瓷纳滤膜工艺对比

	生产成本(元/吨)	化学试剂添加
传统工艺	~100	石灰、二氧化硫和聚丙烯酰胺
陶瓷纳滤膜工艺	~70	无
陶瓷纳滤膜技术节省生产成本约30 %，无化学试剂添加，提升了产品的品质。		

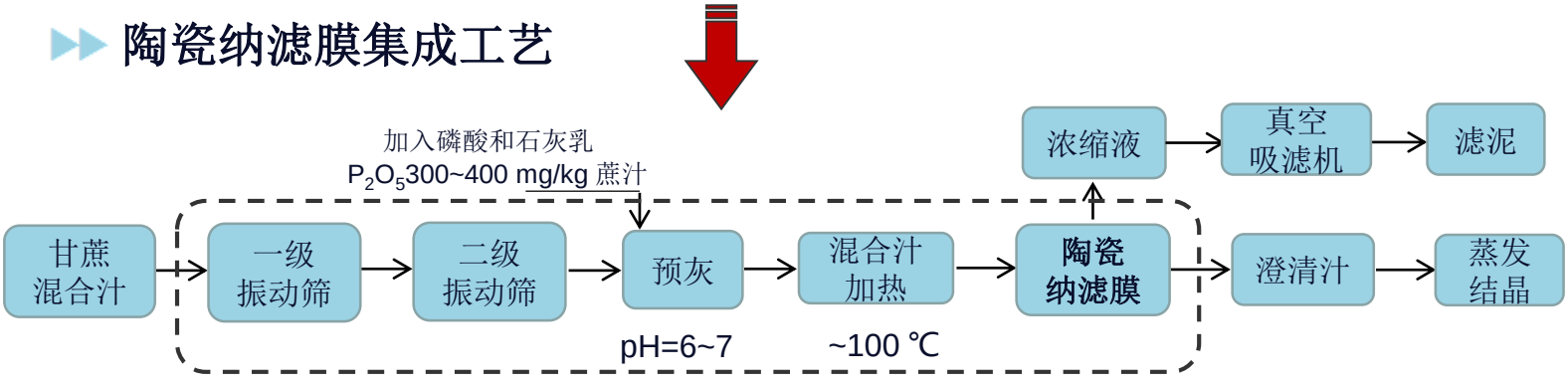
甘蔗混合汁脱色及纯化（原糖）

目前，国内生产原糖的传统工艺为化学沉淀法，其生产工艺段主要包括预灰、化学絮凝沉淀（加入20 ppm聚丙烯酰胺）和蒸发结晶。采用该工艺制备的原糖，含有糖汁中的泥汁和胶体，其纯度不高，且存在一定安全隐患。

化学沉淀法（传统工艺）



陶瓷纳滤膜集成工艺

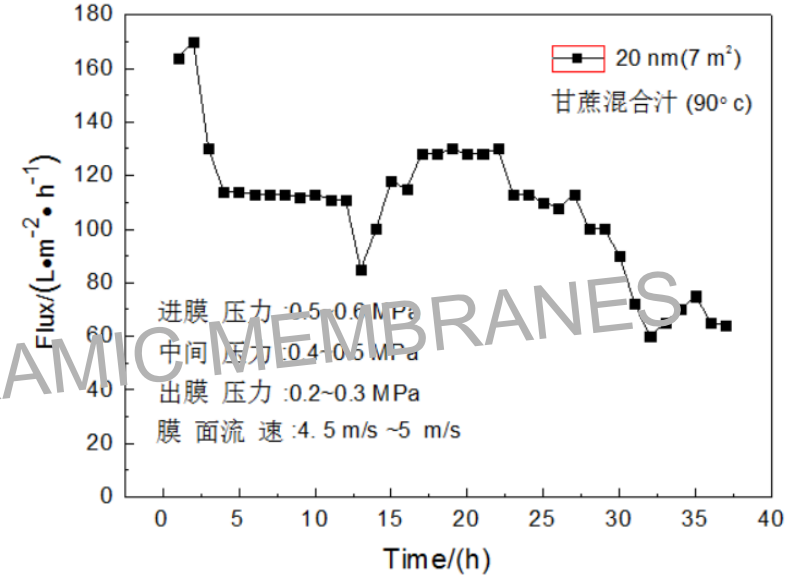


陶瓷纳滤膜工艺优点

- 无絮凝剂工艺 无化学残留
- 清汁色度明显降低 产品质量提高
- 自动化程度提高 人力成本降低
- 原生态糖 安全健康

甘蔗混合汁脱色及纯化（原糖）

甘蔗混合汁原液（左）和经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片



陶瓷纳滤膜过滤混合汁的通量稳定性
(连续运行36小时)

HONGYI CERAMIC MEMBRANES

部分过程参数指标

	pH	锤度（oBX）	简纯度(%)	色值(IU)	浊度（NTU）
甘蔗混合汁	6.89	17.77	92.97	3000	1100
陶瓷纳滤膜清汁	6.84	17.02	90.48	1800~2000	<1
过滤温度90℃，过滤压力4 bar，浓缩10倍以上，陶瓷纳滤膜过程平均通量可达80~100 L m^{-2} h^{-1}。陶瓷纳滤膜过滤后的清汁色度降低30%~40%。					

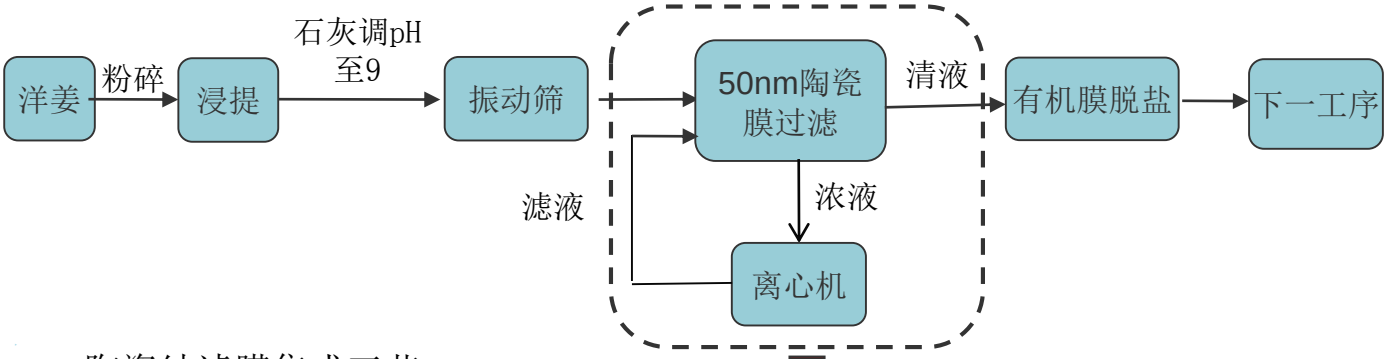
传统工艺与陶瓷纳滤膜工艺对比

	生产成本(元/吨)	化学试剂添加
传统工艺	~70	聚丙烯酰胺
陶瓷纳滤膜工艺	~70	无
陶瓷纳滤膜技术生产成本与传统技术基本一致，品质达到**原生态**，安全又健康。		

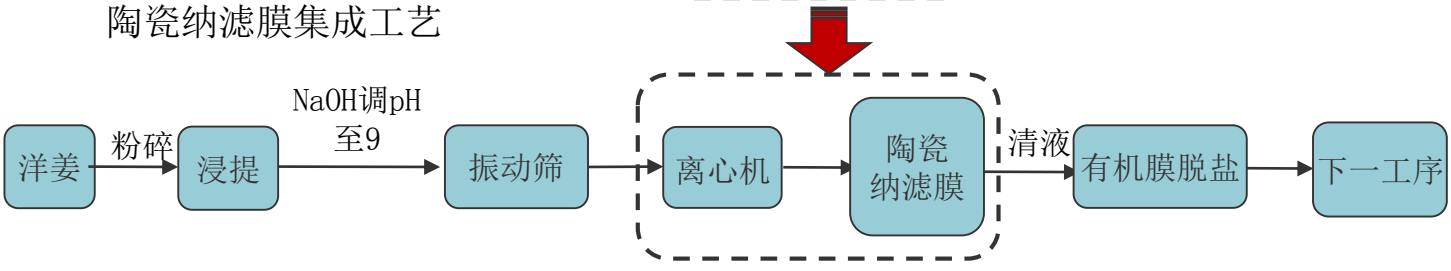
菊粉提取及纯化

菊粉是一种十分理想的功能性食品配料，具有控制血脂、降低血糖、促进矿物质吸收、护肝等功效。目前传统工业提取过程一般为：在洋姜浸提液中加入石灰，蛋白析出，经过50nm陶瓷膜浓缩并除去析出的蛋白后，再经有机膜脱盐。在实际生产过程中，存在以下问题：(1)料液中加入石灰后析出的大量蛋白，极易堵塞50nm陶瓷膜通道，通量急剧衰减，需频繁洗膜；(2)料液中未完全反应的石灰，进入有机膜时会继续絮凝析出蛋白，导致膜孔堵塞，使有机膜失效。

传统工艺



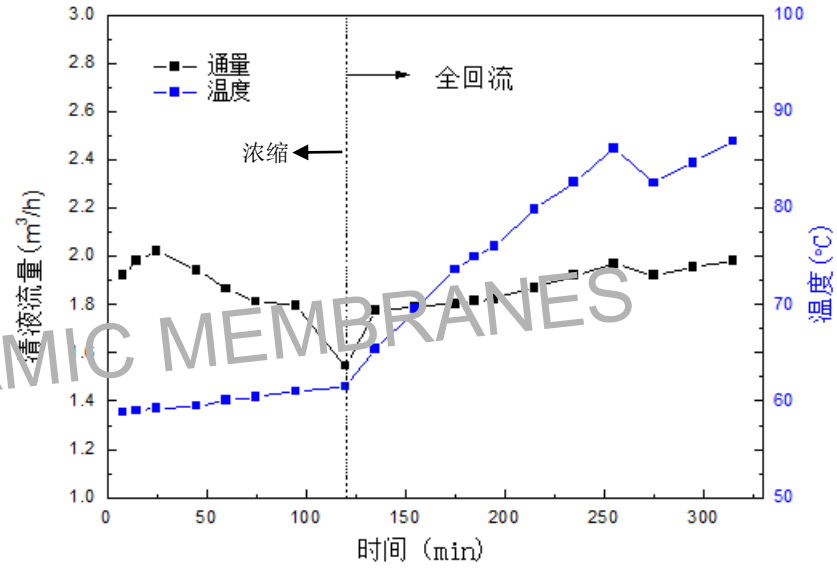
陶瓷纳滤膜集成工艺



1. 采用陶瓷纳滤膜去除蛋白，无石灰加入，可避免后段有机膜堵塞现象
2. 提高产品性能
3. 降低固废处理成本

菊粉提取及纯化

原液(左1)、不加石灰工艺经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液(左2) 、浓缩液(左3)及加入石灰工艺经50nm陶瓷膜过滤后的渗透液(左4)的对比



陶瓷纳滤膜处理洋姜提取液的过程通量随时间的变化

HONGYI CERAMIC MEMBRANES

部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 ($m \cdot s^{-1}$)	过程平均通量 ($L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	蛋白去除率(%)
指标	0.6	40~60	3~5	100	40~60

50nm陶瓷膜工艺与陶瓷纳滤膜工艺对比

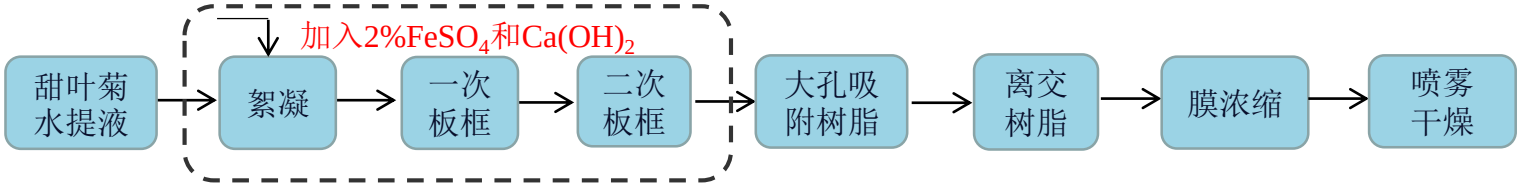
	过程平均通量($L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	蛋白去除率(%)
50nm陶瓷膜	200~300	-
陶瓷纳滤膜	100	40~60
与50nm陶瓷膜工艺相比，采用陶瓷纳滤膜处理洋姜提取液，可有效去除蛋白，满足后续生产需求。同时，料液中无石灰加入，可避免后段工艺中出现有机膜堵塞现象。		

甜叶菊水提液脱色及纯化（甜菊糖）

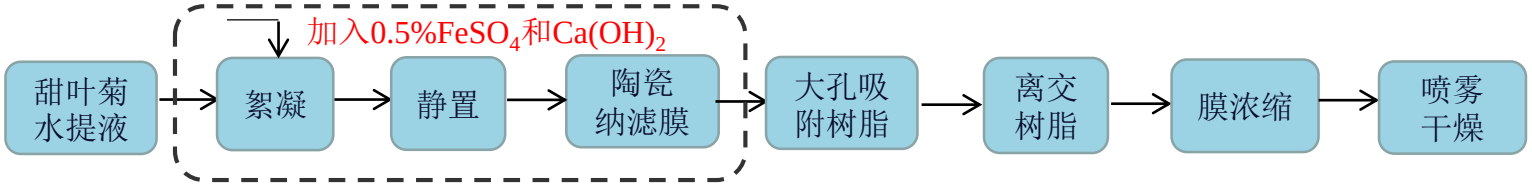
甜菊糖是一种具有不参与人体内代谢、高甜度和低热值等特点的天然甜味剂，适宜像肥胖症、龋齿、糖尿病和高血压等不适宜摄入大量糖类的人群食用。目前，国内甜菊糖纯化技术一般为絮凝二次压滤法。该方法主要使用大量石灰和硫酸亚铁，达到除杂和脱色效果。由于体系中引入大量的无机金属离子，存在固废量大、后段工艺中管道易结垢和后处理难度增大等问题。

饮料、果酒、罐头和调味品
中均使用天然甜味剂甜菊糖

絮凝二次压滤法（传统工艺）



陶瓷纳滤膜集成工艺

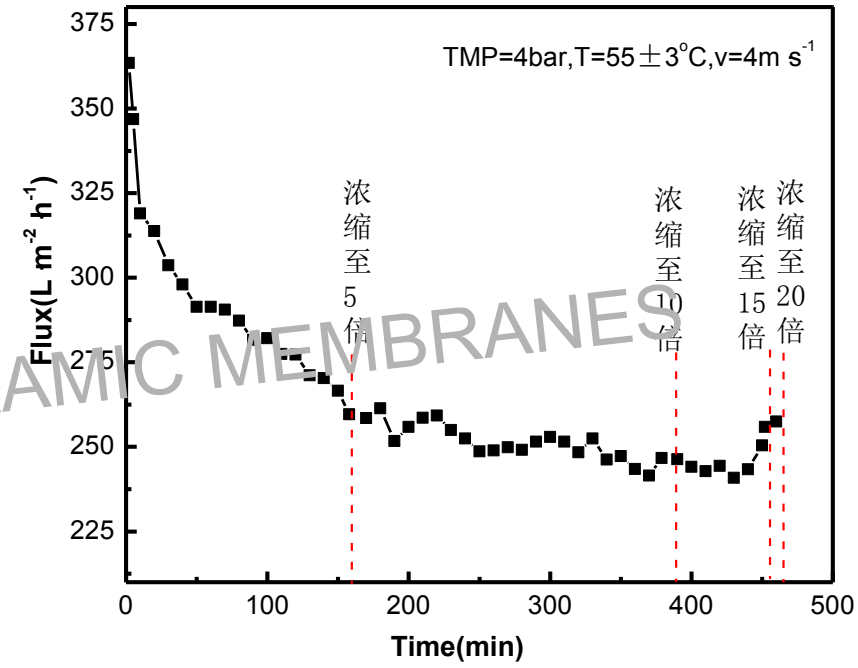


陶瓷纳滤膜工艺优点

- 絮凝剂用量减少75%
- 自动化程度提高 人力成本降低
- 产品品质提升
- 固废处理成本大幅降低

甜叶菊水提液脱色及纯化(甜菊糖)

甜叶菊水提液（上）和
经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（下）照片



陶瓷纳滤膜过滤甜叶菊水提液的通量稳定性

HONGYI CERAMIC MEMBRANES

部分过程参数指标

参数	操作压力（MPa）	过程平均通量 (L m^{-2} h^{-1})	糖苷收率 (%)	糖苷纯度 (%)	糖苷吸光度	糖苷透过率(%)
指标	0.4	182	88.4	89.3	1.3	≥90
陶瓷纳滤膜工艺可以有效去除甜叶菊水提液中的大部分杂质和部分色素，提高料液的质量。糖苷的纯度和吸光度满足企业对产品质量的要求。						

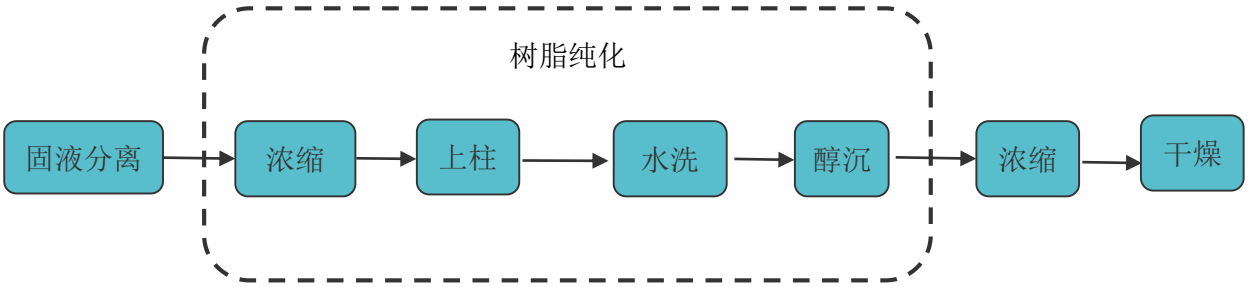
传统工艺与陶瓷纳滤膜工艺对比

	絮凝剂用量（%）	糖苷纯度（%）	糖苷收率（%）
传统工艺	~2	87.2	<85
陶瓷纳滤膜工艺	~0.5	89.3	86.1
与絮凝-二次压滤工艺相比，采用絮凝-陶瓷超滤膜耦合工艺，一方面，可以提高糖苷样品的纯度2.4 %，收率提高~2 %。另一方面，**大幅降低絮凝剂$FeSO_4$的添加量（75%），后段固废处理量降低75 %。**			

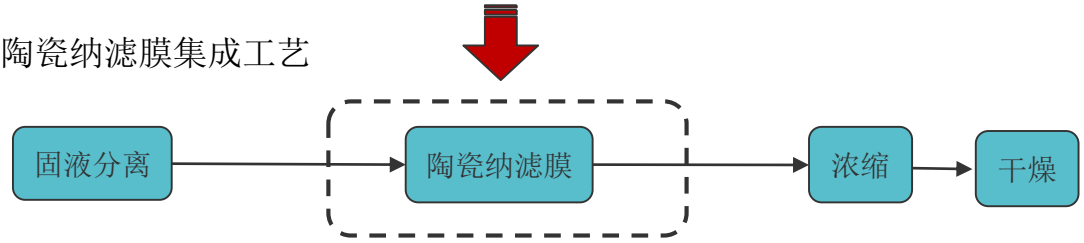
苦荞黄酮提取液纯化

苦荞主要含有机酸类、氨基酸、黄酮类、蛋白质、多肽及镁、硒等微量元素，具有降血糖、降血脂、降胆固醇等功效。目前工业提取过程一般为：苦荞黄酮提取液经固液分离和浓缩后，采用大孔树脂吸附法对提取液进行纯化。在树脂吸附过程中，存在生产周期长和分离精度相对较低等问题，导致产品质量较低，生产成本较高。

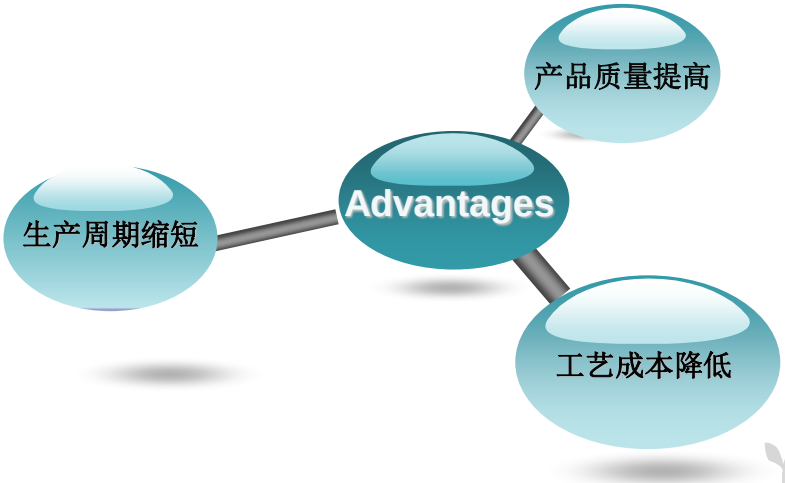
传统工艺



陶瓷纳滤膜集成工艺

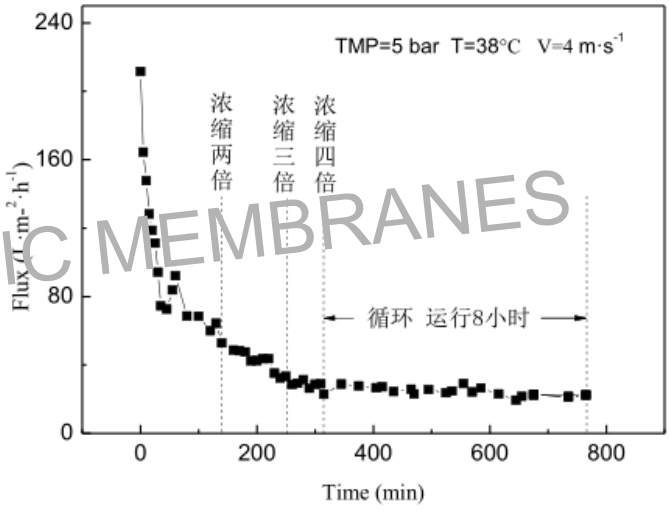


陶瓷纳滤膜工艺优点



苦荞黄酮提取液纯化

原液（左）和经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片

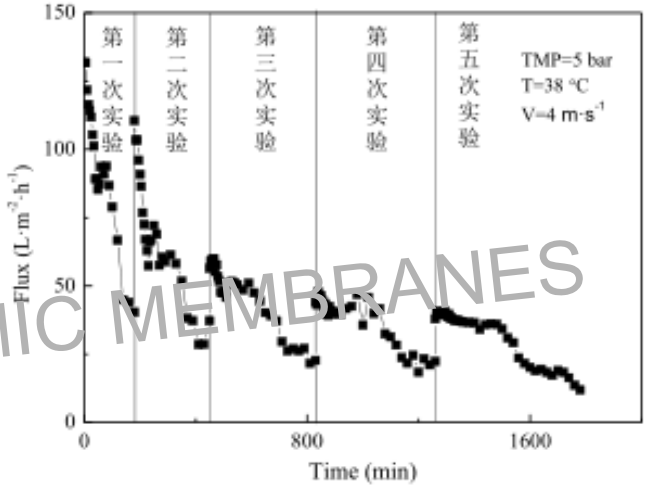


陶瓷纳滤膜浓缩过程中膜通量的变化

部分过程参数指标

过程参数	指标
进口压力(MPa)	0.5
操作温度(℃)	30~50
膜面流速($m \cdot s^{-1}$)	4
过程平均通量($L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	25~40
浊度降低率(%)	≥92
渗透液黄酮含量(%)	≥75

注：黄酮含量合格率(%)≥70%



陶瓷纳滤膜经清洗后通量恢复情况

HONGYI CERAMIC MEMBRANES

食醋除杂纯化

醋是中国各大菜系中传统的调味品。传统醋澄清工艺主要有自然沉降法、沉淀剂法和吸附剂法等，主要存在以下问题：自然沉降法生产周期长且效果差；沉淀剂法处理会影响食醋风味；吸附剂虽能有效吸附悬浮物，但食醋易被脱色，风味略有变化。

与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜技术具有分离精度高、产品风味优和自动化程度高等特点，在降低浊度和去除细菌等杂质的同时，可以保留醋的香味成分，在醋澄清工艺显现了突出的优势。

传统工艺

陶瓷纳滤膜工艺

陶瓷纳滤膜工艺优点

分离精度高　产品风味好　自动化程度提高，人力成本降低

原液（左）及经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片

部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 (m s^{-1})	过程平均通量 (L m^{-2} h^{-1})	细菌截留率 (%)	浊度 (NTU)
指标	0.3~0.4	40	3~5	70~100	99.99	＜1

与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜具有分离精度高（细菌截留率99.99％）、产品风味优和自动化程度高的特点。

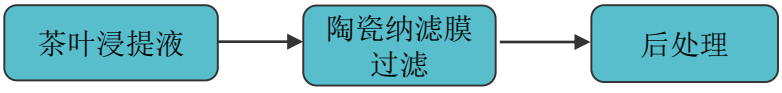
茶叶浸提液分离纯化

茶饮品不仅具有解渴之功效，而且具有多种医疗保健功能。这主要是由于茶叶本身内含特定的化学成份黄烷醇类化合物-茶多酚所决定的。在茶叶浸提过程中，提出有效成分的同时也会浸出胶体、淀粉、纤维、蛋白、色素和鞣质等杂质，在生产过程中必须将之去除。传统过滤方式（硅藻土、板框过滤）过滤精度低，难以彻底截留杂质，造成茶饮品浑浊沉淀导致产品品质低。

相比其它食品体系，茶体系杂质复杂，且分离过程中杜绝引入二次污染物。由于有机膜因材料热稳定和耐酸碱差等缺点，难以应用于茶澄清工艺。与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜具有过滤精度高、产品品质好和自动化程度高等特点，在茶澄清脱色工艺显现了突出的优势。

传统工艺

陶瓷纳滤膜工艺



陶瓷纳滤膜工艺优点

分离精度高　　产品品质优　　自动化程度提高，人力成本降低

原液（左）及经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片

部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 ($m\ s^{-1}$)	过程平均通量 ($L\ m^{-2}\ h^{-1}$)	透光率 (%)
指标	0.3~0.4	50	3~5	50~80	20

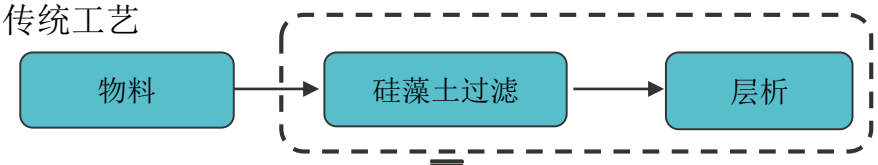
陶瓷纳滤膜对茶叶浸提液中的茶多酚、氨基酸、咖啡碱截留率较小，对蛋白质和果胶的截留效果明显且具有部分脱色效果。
与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜具有过滤精度高、产品品质好和自动化程度高的特点。

米酒澄清除杂

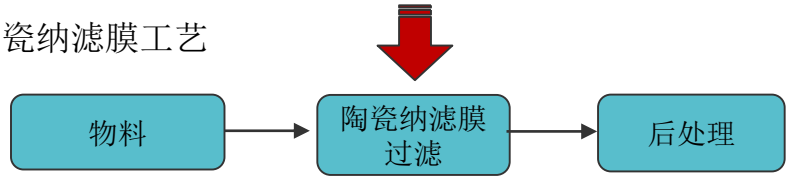
米酒主要是用发酵工艺生产出来的，原液中含有较多固形蛋白、胶体、纤维、大分子色素、细菌和酵母等杂质，会严重影响酒品质。

传统的米酒澄清工艺是发酵液经硅藻土粗滤后再经层析精滤，然而其过滤精度低，导致酒品质较差。巴氏灭菌和高温瞬时杀菌是提高米酒保质期的常用方法，然而口味受到较大影响，部分香味成分也被除去。与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜技术具有无化学相变、过程简单和分离精度高等特点。采用陶瓷纳滤膜技术处理米酒发酵体系，在降低浊度、减少酵母和去除杂质的同时可以保留米酒的香味成分，在米酒澄清除杂工艺显现了突出的优势。

传统工艺



陶瓷纳滤膜工艺



陶瓷纳滤膜工艺优点

分离精度高　　产品口感好　　自动化程度提高，人力成本降低

原液（右二）及经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（左三）照片

部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 ($m\ s^{-1}$)	过程平均通量 ($L\ m^{-2}\ h^{-1}$)	浊度 (NTU)
指标	0.3~0.4	50	3~5	70~100	<1

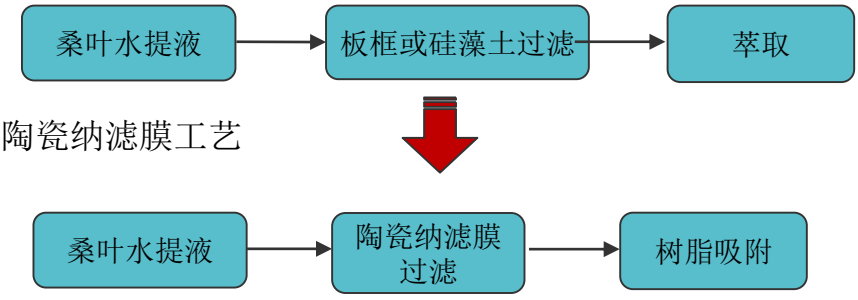
与传统硅藻土过滤相比，陶瓷纳滤膜具有产品口感好、自动化程度高和过滤精度高（产品品质高）的特点。

桑叶水提液分离纯化

桑叶提取物中含有桑叶黄酮、桑叶多酚、桑叶多糖、DNJ和GABA等多种生理活性物质，用于防治心脑血管病、高脂血症、糖尿病、肥胖症和抗衰老等。传统工艺一般为：桑叶水提液经板框预处理后，通过萃取得到产品。该工艺存在生产周期长、收率低和环境污染大等问题。

采用陶瓷纳滤膜过滤和树脂吸附取代传统的板框和萃取工艺，具有工作环境好、绿色环保和收率高等特点，可形成绿色高效的桑叶水提液生产工艺。

传统工艺



陶瓷纳滤膜工艺

陶瓷纳滤膜工艺优点

收率高　　工作环境好　　绿色环保

原液（左）及经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片

部分过程参数指标

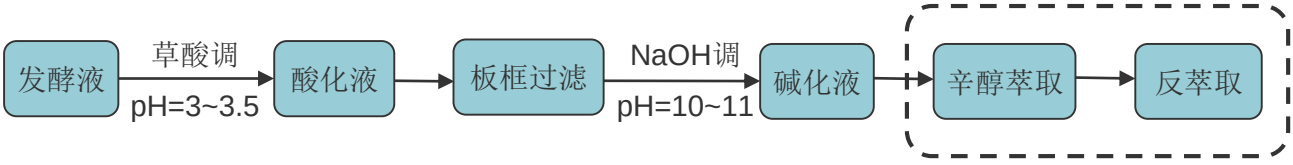
参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 (m s^{-1})	过程平均通量 (L m^{-2} h^{-1})	收率 (%)	纯度提升 (%)
指标	0.3~0.4	50	3~5	40~60	98	20

传统板框和萃取工艺收率在90~95 %。与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜具有收率高（98%）、工作环境好和绿色环保的特点。

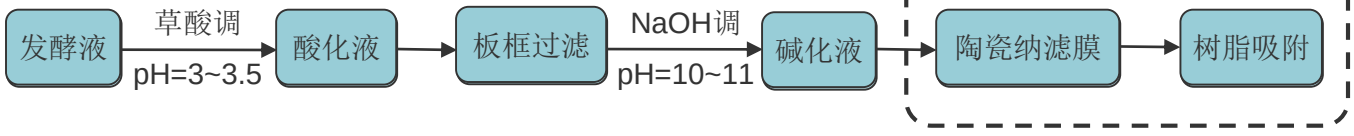
林可霉素碱化液纯化

林可霉素(分子量：461.02 Da)是一种抗革兰阳性菌的碱性抗生素。目前传统工业提取过程一般为：发酵液经预处理后，通过溶媒萃取得到产品。该工艺有机溶剂消耗量大且萃取分配系数较低，导致环境污染和收率低等问题。采用陶瓷膜过滤和树脂吸附取代传统的萃取工艺，可形成绿色高效的林可霉素生产工艺。

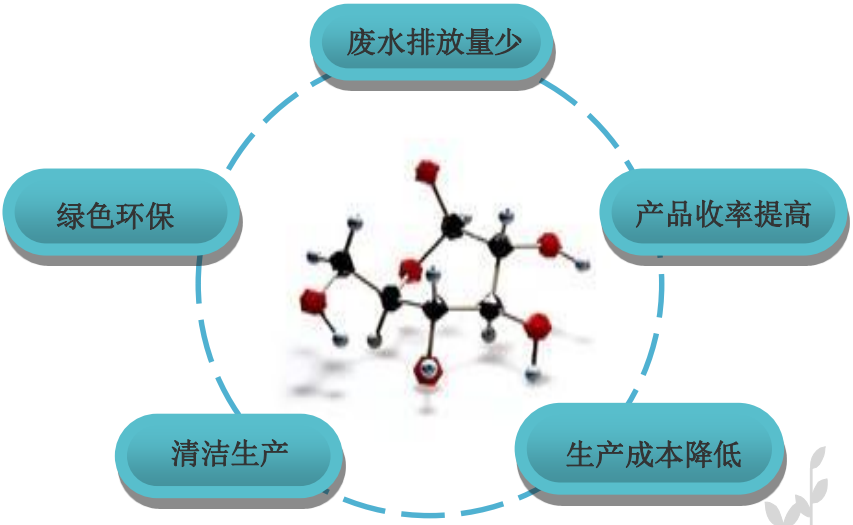
传统工艺



陶瓷纳滤膜集成工艺

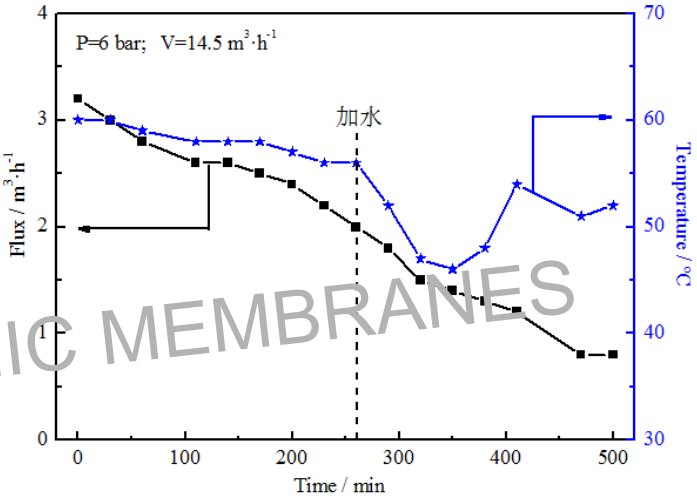


陶瓷纳滤膜工艺优点



林可霉素碱化液纯化

原液（左）和经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片



陶瓷纳滤膜处理林可霉素碱化液的过程通量随时间的变化

HONGYI CERAMIC MEMBRANES

部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	循环流量 (m^3 h^{-1})	过程平均通量 (L m^{-2} h^{-1})	操作温度(℃)	林可霉素收率 (%)	纯度提升 (%)
指标	0.6	14.5	90~100	40~60	≥97	~20
陶瓷纳滤膜工艺可以有效去除林可霉素碱化液中的蛋白质和大部分杂质，纯度提升约20%，提高料液的质量。林可霉素的收率大于97%，渗透液的透光率和色度满足企业对产品质量的要求。						

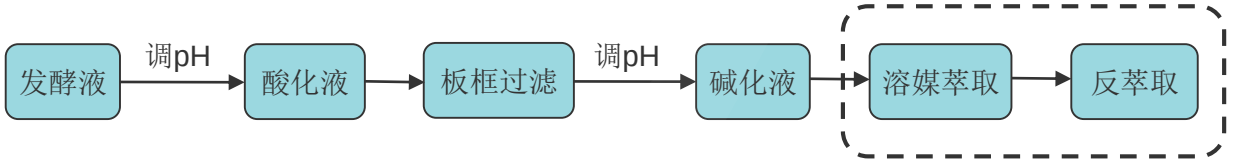
传统工艺与陶瓷纳滤膜工艺对比

项目	生产成本(元/BOU)	高浓度废水排放量(吨/年)
传统工艺(萃取)	~9	600000
陶瓷纳滤膜工艺	~7	280000
陶瓷纳滤膜技术节省生产成本约20 %，高浓度废水排放量减少 50%，满足清洁生产的要求。		

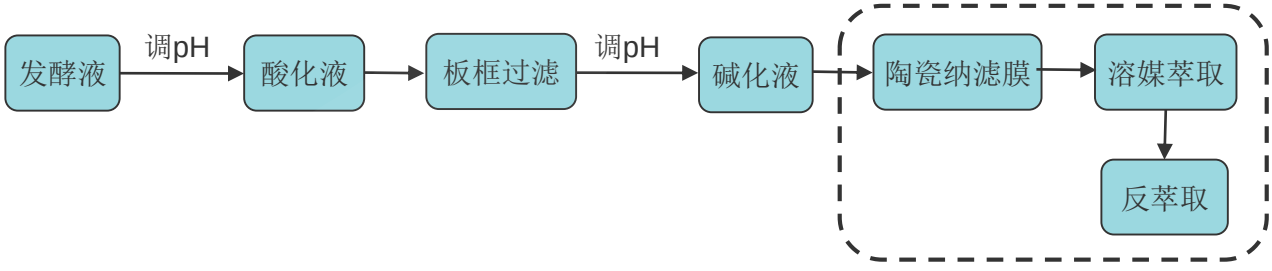
螺旋霉素纯化

螺旋霉素（分子量为843 Da）主要用于治疗由革兰阳性菌和某些革兰阴性菌引起的耳、鼻、喉和呼吸道感染。目前工业提取过程一般为：发酵液经调酸和调碱预处理后，通过溶媒萃取得到产品。在溶媒萃取过程中，存在溶媒消耗量大以及萃取过程中有乳化现象，导致产品质量较低，生产成本提高。

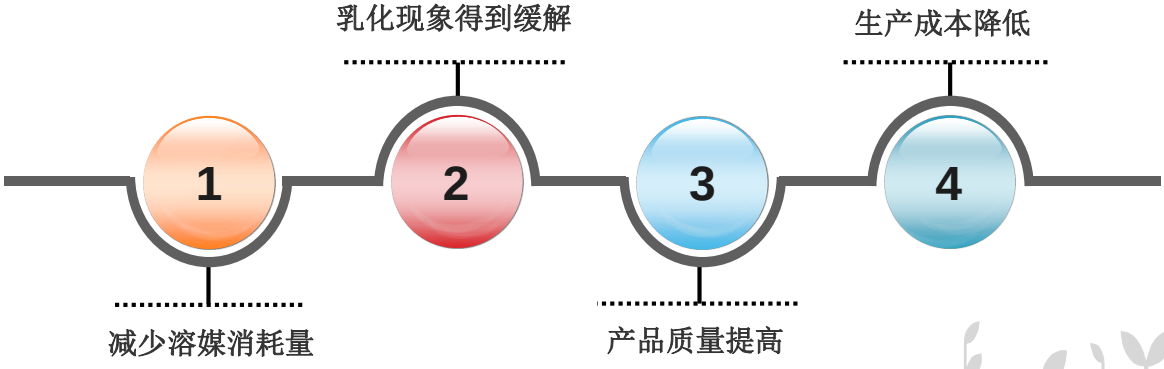
传统工艺



陶瓷纳滤膜集成工艺



陶瓷纳滤膜工艺优点

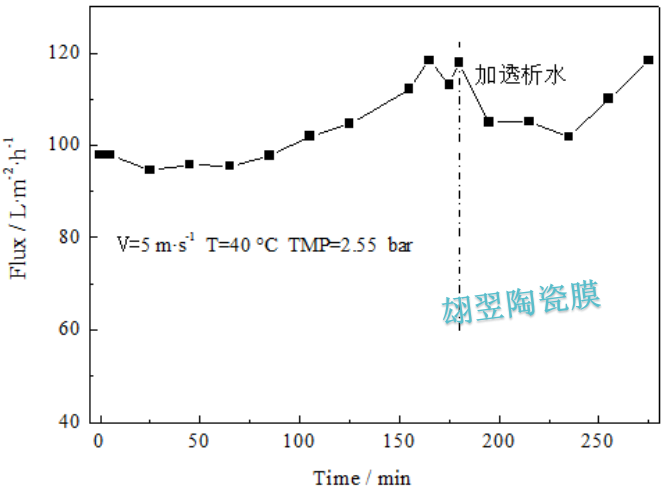


螺旋霉素纯化

未经陶瓷纳滤膜处理的萃取照片

经陶瓷纳滤膜处理后的萃取照片

HONGYI CERAMIC MEMBRANES



陶瓷纳滤膜处理螺旋霉素碱化液的通量随时间的变化

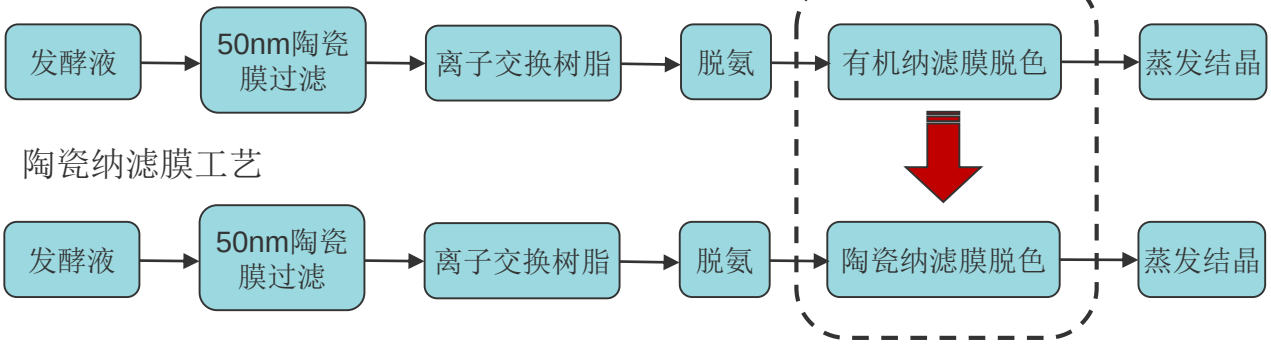
部分过程参数指标

过程参数	指标
进口压力(MPa)	0.3~0.5
操作温度(℃)	40~60
膜面流速(m s^{-1})	3~5
过程平均通量(L m^{-2} h^{-1})	90~120
螺旋霉素收率(%)	≥95
原液透光率(%)	35~40
渗透液透光率(%)	80~90

L-色氨酸脱色

L-色氨酸被广泛应用于食品、饲料添加剂和医药等行业。在L-色氨酸精制过程中，需要进行脱色和去除无机离子。传统工艺有活性炭脱色后重结晶法和有机溶剂萃取后重结晶法两种，但两种工艺均会导致环境污染和资源浪费等问题。目前，有机纳滤膜技术已被应用于色氨酸脱色工艺。但在实际生产中，存在以下问题：(1)运行过程中膜污染现象严重，通量较低；(2)膜的清洗过程繁琐且膜通量较难恢复；(3)膜的寿命较短，成本较高。

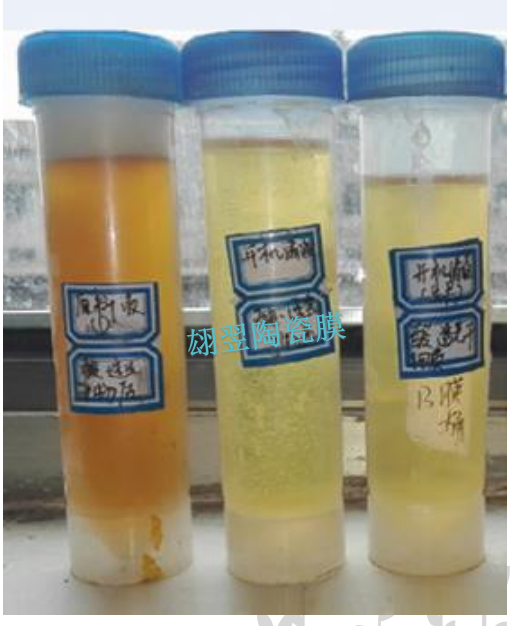
传统工艺



陶瓷纳滤膜工艺

陶瓷纳滤膜工艺优点

- 过程通量高（有机膜的5倍以上）
- 膜污染易清洗，再生能力强
- 运行稳定，产品质量提高
- 膜使用寿命长，生产成本降低

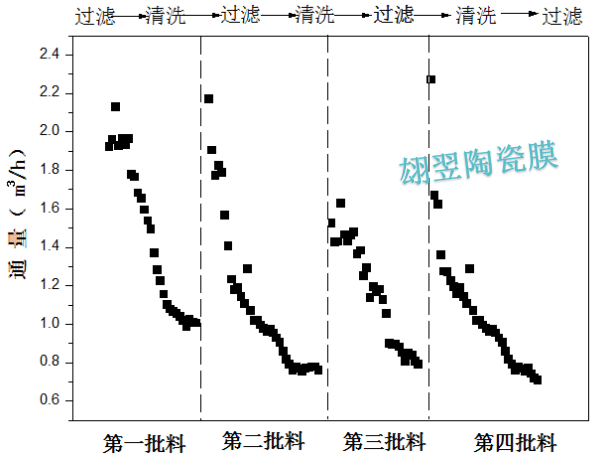


色氨酸原液（左）、经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（中）及经有机膜过滤后的渗透液（右）照片

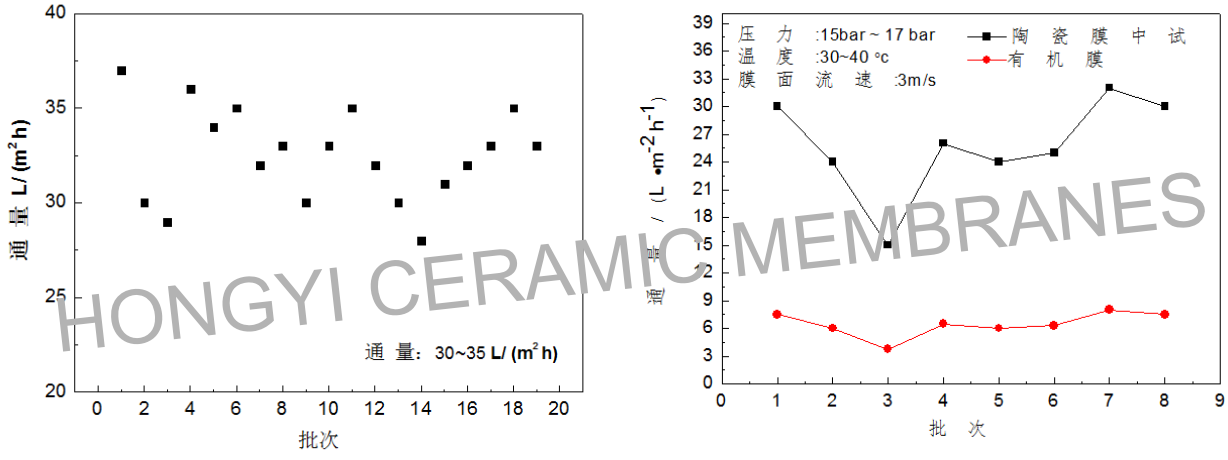
L-色氨酸脱色

部分过程参数指标

过程参数	指标
进口压力(MPa)	1.5~1.8
操作温度(℃)	30~40
膜面流速(m s^{-1})	3~5
过程平均通量(L m^{-2} h^{-1})	20~35
色氨酸收率(%)	≥97



陶瓷纳滤膜经清洗后通量恢复情况



HONGYI CERAMIC MEMBRANES

陶瓷纳滤膜小试及中试过程平均通量与有机纳滤膜的对比

有机纳滤膜工艺与陶瓷纳滤膜工艺对比

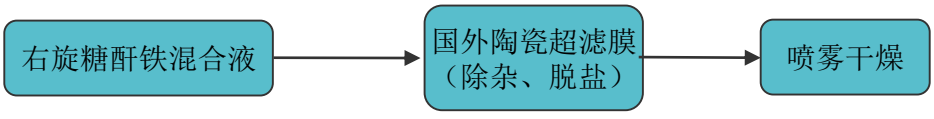
成品指标 / 工艺	含量 ≥97%	干燥失重 ≤0.5%	比旋光度 -29.0 ~ -32.8°	pH值，1%水溶液5.0~7.0	粗灰分 ≤0.5%	生产成本（元/吨）
有机纳滤膜	约99	合格	-30 ~ -31	合格	0.2 ~ 0.4	~1426
陶瓷纳滤膜	约99	合格	-30 ~ -31	合格	0.2 ~ 0.3	~1194

采用陶瓷纳滤膜工艺得到的产品与目前使用有机纳滤膜得到的产品性能基本相同。
与有机纳滤膜工艺相比，陶瓷纳滤膜同等条件下过程通量是有机膜的5倍以上，可节省生产成本约15 %
。

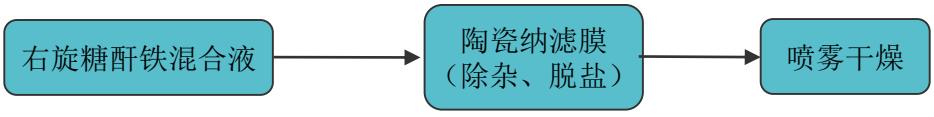
右旋糖酐铁脱盐除杂

右旋糖酐铁是一种保健型药物，主要用于慢性失血、营养不良、妊娠、儿童发育等引起的缺铁性贫血。目前工业提取过程一般为：右旋糖酐混合液经预处理后，采用国外陶瓷超滤膜(MWCO=8000 Da)进行脱盐除杂。在实际生产过程中，存在以下问题：(1) 膜管造价昂贵，投资成本高；(2) 膜孔径属于超滤范围，过滤精度偏低，导致产品质量较差；(3)膜通量相对较低，导致处理成本高。

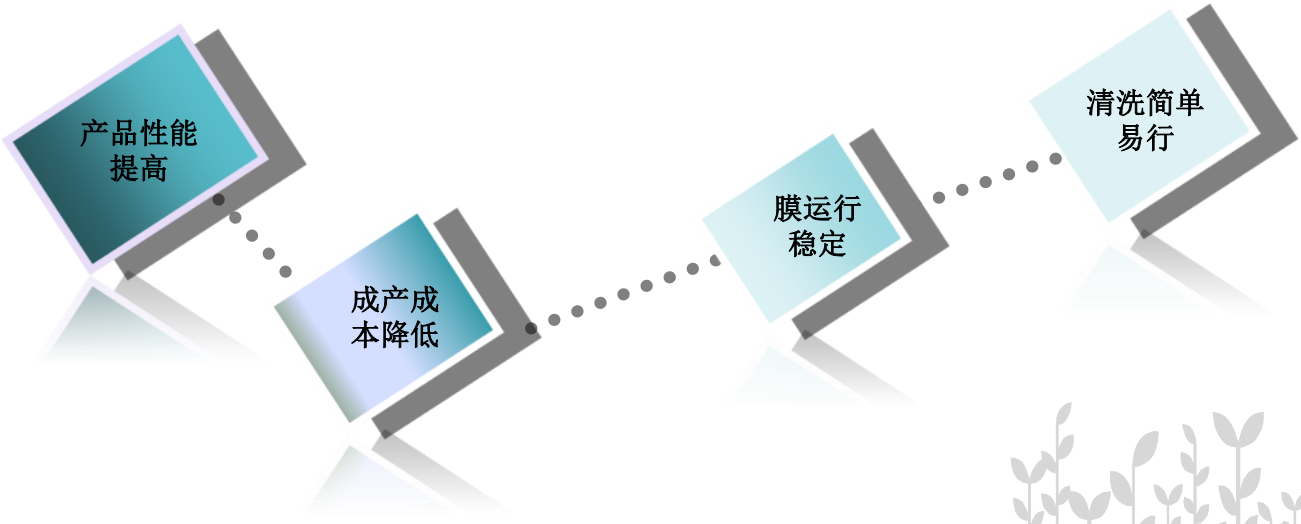
传统工艺



陶瓷纳滤膜工艺

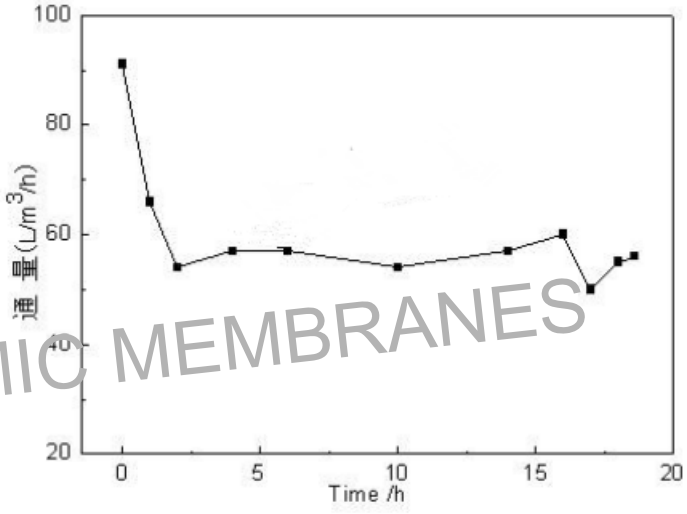


陶瓷纳滤膜工艺优点



右旋糖酐铁脱盐除杂

原液（左）和经过陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片



陶瓷纳滤膜处理右旋糖酐铁混合液的通量稳定性

部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 ($m \cdot s^{-1}$)	过程平均通量 ($L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	清液电导率 ($\mu s \cdot cm^{-1}$)
指标	0.3~0.5	30~50	3~5	50~60	<2000

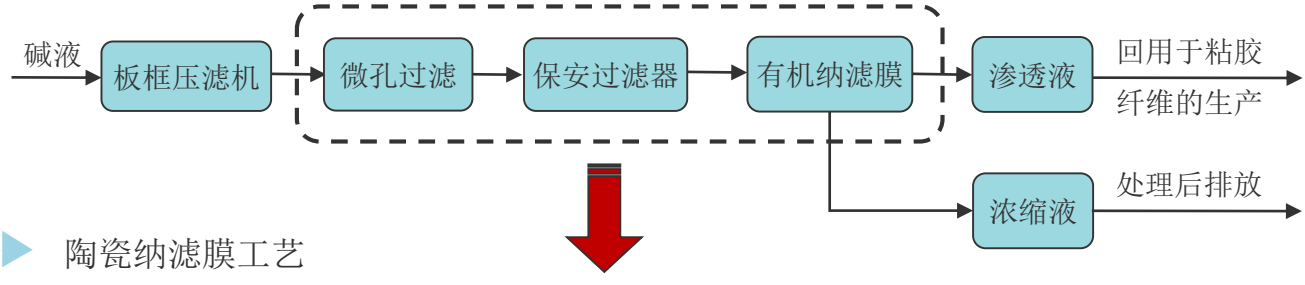
国外陶瓷超滤膜工艺与陶瓷纳滤膜工艺对比

	过程平均通量($L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	清液电导率($\mu s \cdot cm^{-1}$)
国外陶瓷超滤膜	20	<2000
陶瓷纳滤膜	50~60	<2000
与国外陶瓷超滤膜工艺相比，陶瓷纳滤膜处理右旋糖酐铁混合液的通量是国外陶瓷超滤膜的2~3倍，降低了生产成本。		

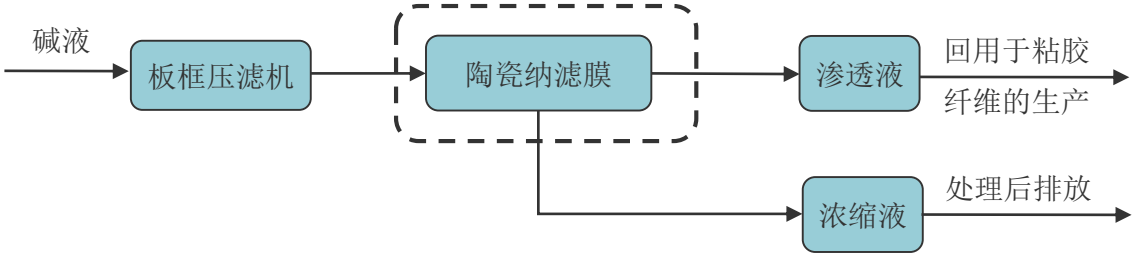
化纤工业碱液回用

粘胶纤维被广泛用于各类服装及装饰用纺织品，分为粘胶长丝纤维和粘胶短丝纤维。在粘胶短丝纤维的生产中，纤维素需要与高浓度碱液反应，随之产生大量需要处理的高COD、高浊度的废碱液(半纤维素含量：35-55 g/L，NaOH含量：180-220 g/L)。从环保和经济角度出发，目前企业一般是采用国外耐碱的有机纳滤膜技术对半纤碱液进行处理，但存在碱液预处理精度要求高，预处理工序复杂且膜管使用周期短、通量低且不稳定等问题。

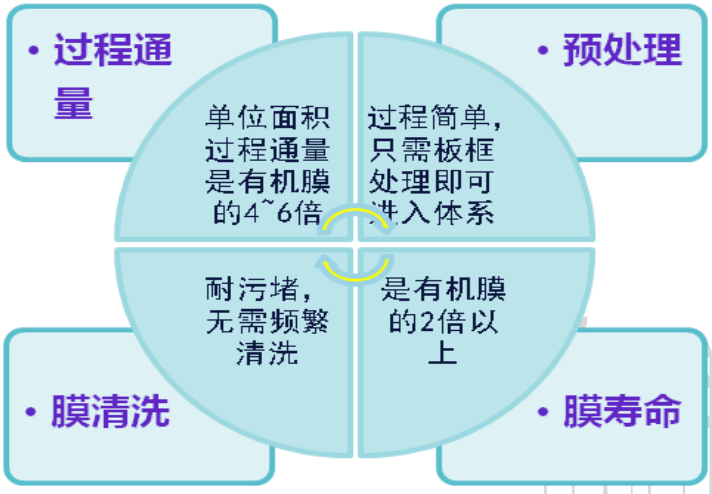
有机膜工艺



陶瓷纳滤膜工艺



陶瓷纳滤膜工艺优点

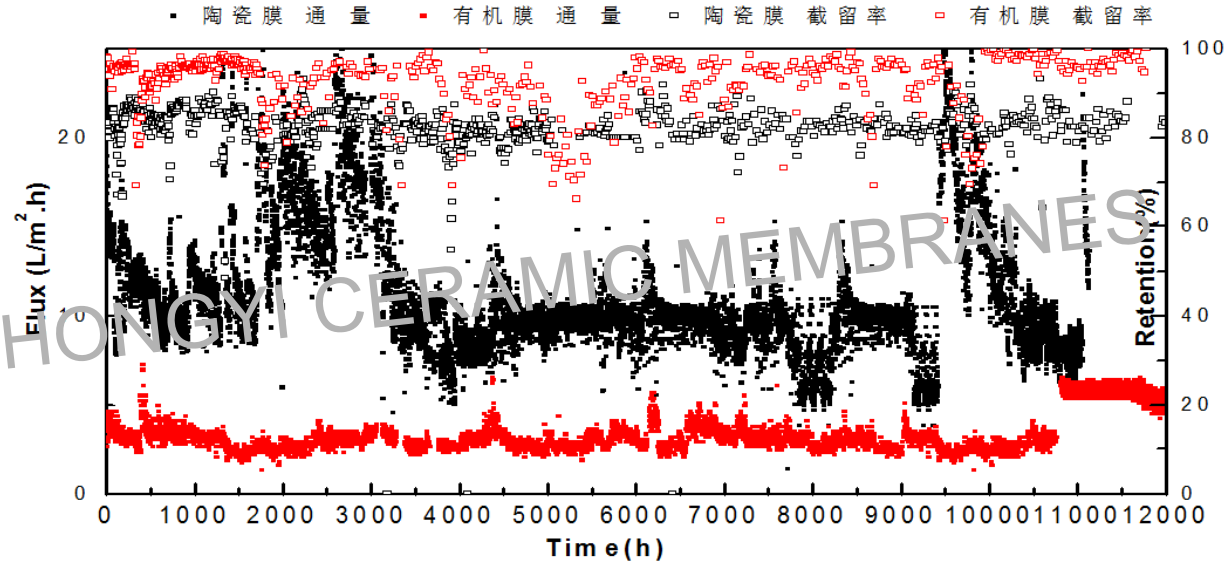


化纤工业碱液回用

原碱液（左）、经陶瓷纳滤膜处理后的渗透液（中）和浓缩液（右）的对比

部分过程参数指标

过程参数	指标
进口压力(MPa)	1.5~2.0
操作温度(℃)	40~70
膜面流速(m s^{-1})	3~4
过程平均通量(L m^{-2} h^{-1})	≥10
渗透液半纤含量(g L^{-1})	5~10
半纤截留率(%)	80~90
碱液回收率(%)	≥50



陶瓷纳滤膜处理粘胶纤维碱液的过程通量、截留率与有机纳滤膜的对比

有机纳滤膜工艺与陶瓷纳滤膜工艺对比

项目 / 工艺	过程平均通量 (L m^{-2} h^{-1})	半纤截留率（%）	清洗时间	膜管使用寿命
有机纳滤膜	2~3	90~95	2h（每运行8h）	一年
陶瓷纳滤膜	≥10	80~90	无需清洗	三年以上

高温凝结水处理

目前，化工、火电等行业广泛使用过热蒸汽作为热动力和热源使用蒸汽作为加热热源。蒸汽凝结水作为除盐水补充水所占的比例可达30 %，其水量不容忽视，是节能减排一个很值得重视的部分。

由于泄露，蒸汽凝结水的带油问题不可避免。这种带油的蒸汽凝结水作为锅炉给水时，会在锅炉汽包内形成焦油似的块状物，影响过热器的传热，甚至引起爆管；或在碱性条件下产生油泡沫、或在生成水中漂浮水渣，促使蒸汽品质恶化；再者，不少炼油设备和管道往往由于某些原因会遭到腐蚀，致使凝结水中带有主要是铁和铜的金属腐蚀产物。因此，炼油厂回收的凝结水必须经过处理后才能作为中低压锅炉补给水。

传统分离工艺

降温 → 精密过滤器 → 吸附或有机膜过滤

陶瓷纳滤膜工艺

精密过滤器 → 陶瓷纳滤膜（除油）

陶瓷纳滤膜工艺优点

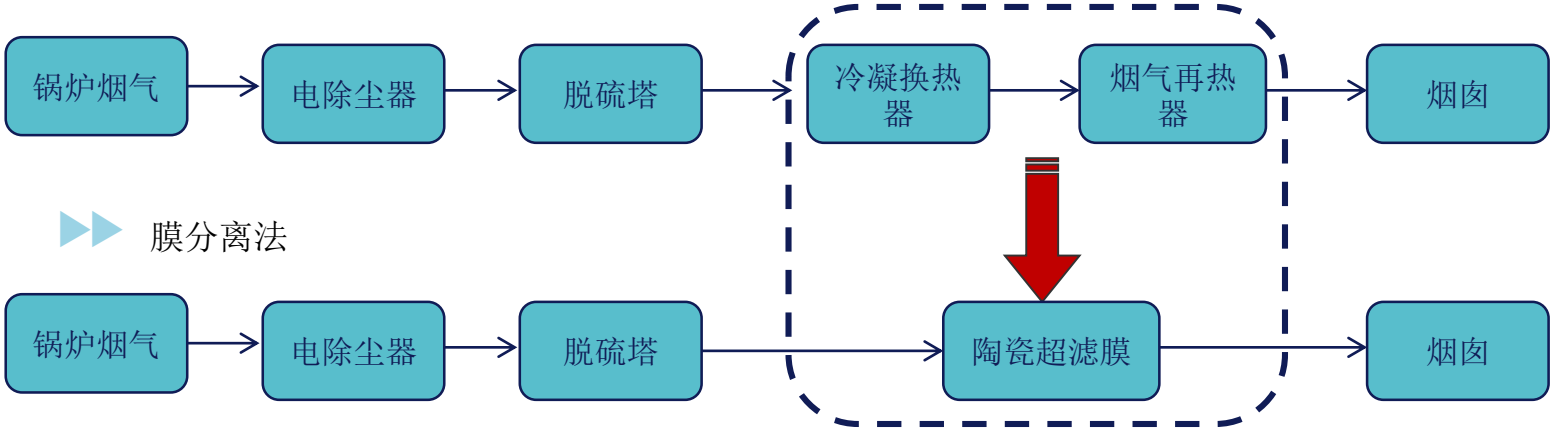
- 过程简单
- 节能
- 使用寿命长
- 装置占地面积小

脱硫烟气处理

湿法脱硫工艺因其脱硫效率高、运行稳定，已成为化工、电力以及炼化等支柱性行业烟气脱硫的主导工艺。在脱硫单元中，烟气含湿量大幅提高，导致烟气在排放过程中难扩散，易形成烟羽以及引发雾霾等环境问题，对城市景观和居民健康造成严重的负面影响。

目前，用于回收烟气中水蒸气的技术主要有冷凝换热法和膜分离法。前者回收得到的水质较差而且设备腐蚀问题严重。膜分离法属于近年来迅速发展起来的除湿技术，其可以回收得到高质量冷凝水，同时其具有装置占地面积小，膜组件易实现标准化制造及模块化安装等特点，使该技术具有良好的工业化应用前景。

冷凝换热法



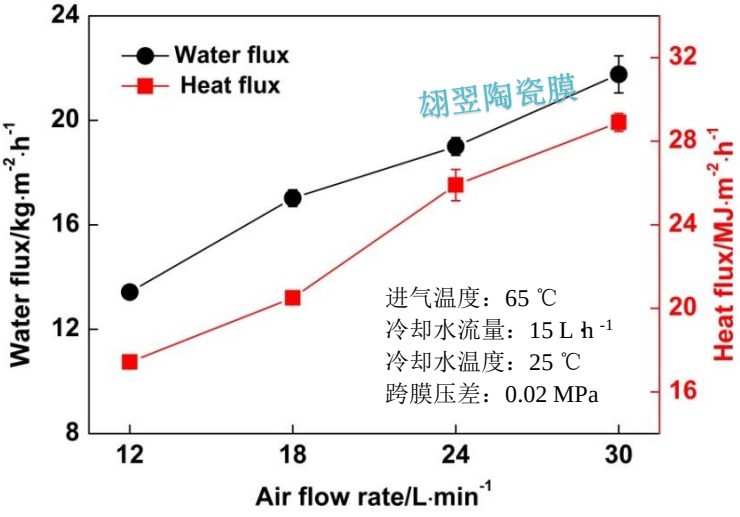
膜分离法

陶瓷超滤膜工艺优点

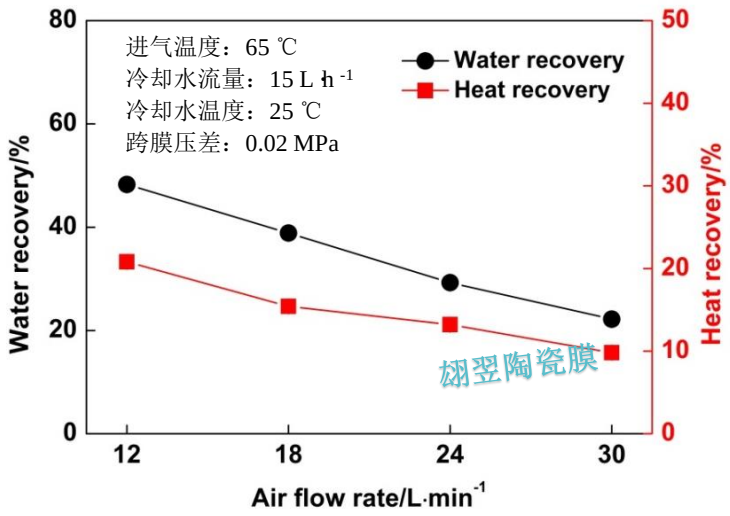
- 膜运行稳定
- 回收水的水质好
- 使用寿命长
- 装置占地面积小

翊翌陶瓷膜
HONGYI CERAMIC MEMBRANES

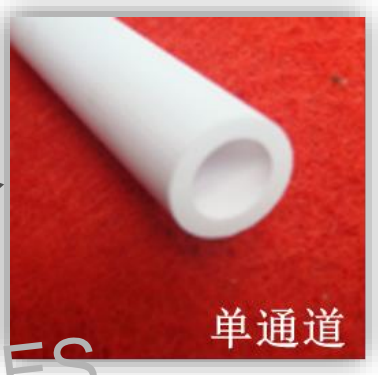
脱硫烟气处理



陶瓷超滤膜小试实验过程中的水通量和热通量



陶瓷超滤膜小试实验过程中的水回收率和热回收率



HONGYI CERAMIC MEMBRANES

经陶瓷膜处理前的模拟湿烟气(左）和经陶瓷膜处理后的模拟湿烟气(右）

陶瓷膜结构	管式外膜
膜孔径/nm	20
长度/m	0.11
有效膜面积/m²	0.0113

部分过程参数指标

参数	进气流量（L min⁻¹）	进气温度（℃）	冷却水流量（L ħ⁻¹）	冷却水温度（℃）	跨膜压差（MPa）	水通量（L·m⁻²·h⁻¹）	水回收率(%)
指标	12~30	55~75	5~20	15~30	0.02	11~23	18~50

催化剂回用

在石化和化工生产中，催化剂的应用非常广泛，反应后一般需要对产物和催化剂进行分离。目前，传统的离心法和板框过滤法存在催化剂损失率高、产品品质较差和自动化程度低的问题。

与传统工艺不同，陶瓷纳滤膜在催化剂与反应产物的固液分离中主要采用错流过滤方式。需分离料液在循环侧不断循环，膜表面能够截留住催化剂，同时让反应产物透过膜孔渗出。由于流体流动平行于过滤介质表面，使过滤阻力大大降低，从而可在较低的压力下保持较高的渗透通量。利用陶瓷纳滤膜技术回收催化剂，具有产品收率高、产品品质好和自动化程度高等特点。

传统工艺

陶瓷纳滤膜工艺

陶瓷纳滤膜工艺优点

产品收率高　　产品品质好　　自动化程度提高，人力成本降低

原液（左）、陶瓷纳滤膜过滤后的浓液（中）及经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片

部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 ($m\ s^{-1}$)	过程平均通量 ($L\ m^{-2}\ h^{-1}$)	收率 (%)
指标	0.3~0.4	80	3~5	80~100	>99

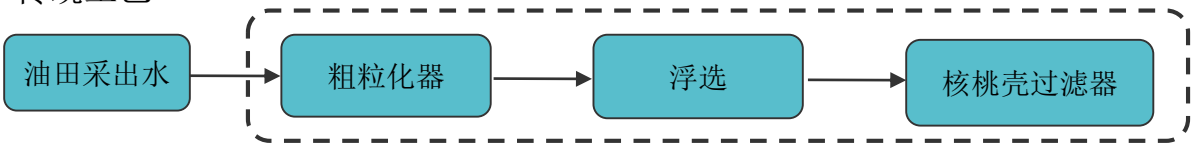
与离心和板框工艺相比（收率85~90 %），陶瓷纳滤膜具有产品收率高（>99 %）、产品品质好和自动化程度高的特点。

油田采出水处理

日益增多的油田废水成分复杂多变，含有大量的乳化油、可溶性有机物、固体颗粒、无机离子、细菌等。若未经处理直接排放，不但造成水资源的极大浪费，同时也造成严重的环境污染，因此需要对油田废水进行适当处理，使得采出水达到二次采油回注水或国家排放标准。

目前，油田采出水的传统处理工艺为粗粒化器、浮选和核桃壳过滤器耦合工艺。该工艺存在处理周期长和出水质量不稳定的特点。陶瓷纳滤膜具有优异的热稳定性、化学稳定性、耐溶剂和分离精度高等特点，在油田采出水过程中，可以高效截留油且出水水质稳定。

传统工艺



陶瓷纳滤膜工艺

陶瓷纳滤膜工艺优点

处理周期短　　出水水质稳定　　装置占地面积小

原液（左）及经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片

部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 (m s^{-1})	过程平均通量 (L m^{-2} h^{-1})	浊度 (NTU)	油含量 (ppm)
指标	0.3~0.4	60	3~5	250~300	<1	<10

与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜技术具有处理周期短、装置占用面积小和出水水质稳定的特点。

催化油浆过滤

重油催化裂化过程中会产生大量的催化油浆，主要成分是稠环芳烃，是有价值的化工原料，但由于油浆中含有较高浓度的催化剂粉尘（一般为3000~6000μg/g，粒径约0~80μm），给油浆的综合利用带来很大困难。工业上除去油浆中固体颗粒的分离方法中，过滤分离法具有操作简单、分离效果稳定、对原料实用性强、易于高温分离的优点。

目前催化油浆中催化剂的分离主要采用不锈钢金属丝网滤芯过滤，滤芯以进口为主；过滤精度不高，滤后的油浆中催化剂粉末含量在几百μg/ g；过滤1~2 h出现堵塞，需要频繁清洗；清洗再生性能差，需要经常更换。利用陶瓷纳滤膜过滤催化油浆，具有成本低、过滤精度高、易再生、绿色环保等优点。

陶瓷纳滤膜工艺数据

项目	密度（20℃）	水分（质量分数）	硫含量（质量分数）	残炭	灰分（质量分数）	镍+钒	钠	铝	镁	钙	硅
单位	Kg/m^3	%	%	%	%	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g
原始油浆	1116.7	0.03	1.06	22.5	0.658	20.1+13.8	8	913	28	9	692
陶瓷纳滤膜过滤后	1040.4	0.06	1.23	7.2	0.0087	0	0	0	4	0	12
去除率/%	/	/	/	68%	99%	100%	100%	100%	86%	100%	98%
使用陶瓷纳滤膜技术（过滤温度200℃，过滤压力0.2~0.4 Mpa），可有效去除催化油浆中的灰分、镍、钒、铝、钙、镁等成分。滤后油浆可用于生产多种化学产品，大大提高油浆的利用价值。											

工业白油脱色新技术

白油，别名石蜡油、矿物油。工业白油主要用于化纤、合纤、纺织机械、橡胶增塑、精密仪器、合成树脂等生产。白油作为溶剂在实际生产中需要重复使用来降低生产成本，但由于其长期处在300度以上高温环境下性质会发生变化，颜色发黄，并影响溶质的溶解，进而影响产品质量。

传统对白油进行脱色处理的方法是在白油中添加白土，升温搅拌后进行过滤。但是，有微量的白土溶于白油中难以去除，影响产品质量，另一方面，此脱色处理方法过滤后产生的含油废土难以处理，容易造成环境污染。

公司采用**陶瓷纳滤膜精制技术**直接脱色，连续生产提高产品质量，产品实现高标号、高闪点，不含微量白土。同时，实现清洁生产，减少环境污染。

试验现场照片

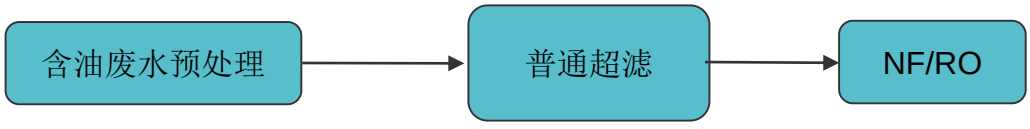
工业白油脱色前后对比
（左1左2：脱色前；左3左4：纳滤膜脱色后）

含油废水处理

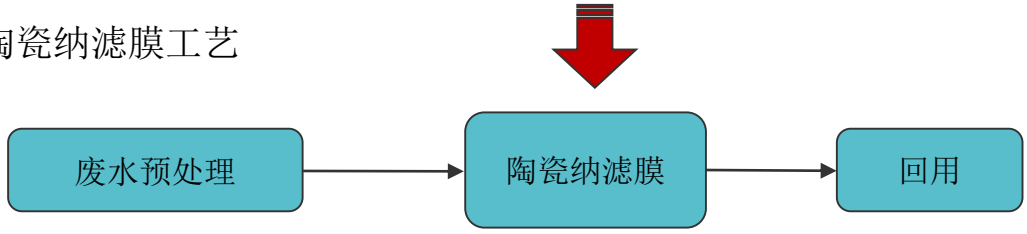
含油废水是一种量大面广的工业废水，具有高COD、BOD及难溶于水等特点，对水体环境、民众健康造成很大的危害。含油处理方法包括：物理法、化学法、物理化学法和生物法。

其中，膜分离方法是一种新兴的物理处理方法。传统膜分离方法为：含油废水预处理→超滤（除油）→NF/RO→达标排放。在实际运行过程中，普通超滤往往无法较好的去除油类，对后段的NF/RO膜造成不可逆转的污染。陶瓷纳滤膜具有截留精度高、抗污染能力强等特点，替代普通超滤，不仅可以有效保护后段NF/RO,而且能够延长系统使用寿命，降低运营成本。

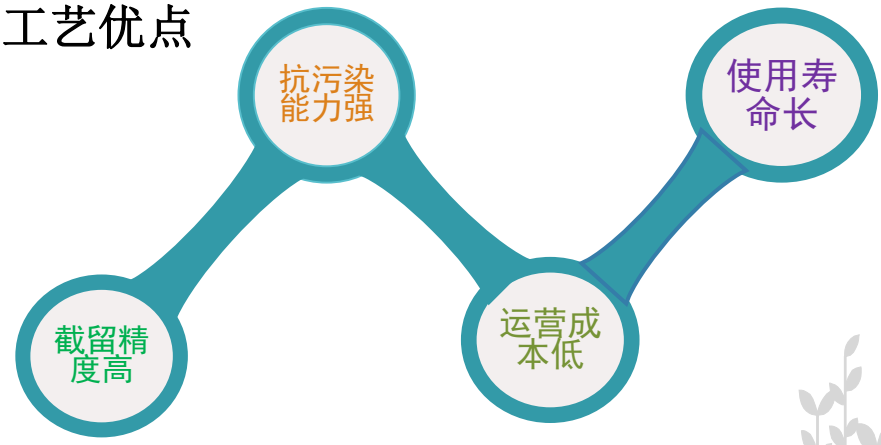
传统膜分离工艺



陶瓷纳滤膜工艺



陶瓷纳滤膜工艺优点



含油废水处理

原液（左）和经过陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片

陶瓷纳滤膜处理含油废水的效果图
原液（左）和经过陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片(机械加工行业)

HONGYI CERAMIC MEMBRANES

部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 ($m \cdot s^{-1}$)	过程平均通量 ($L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	COD含量(mg/L)
指标	0.2~0.3	30~50	3~5	80~100	<2500

陶瓷超滤膜工艺与陶瓷纳滤膜工艺对比

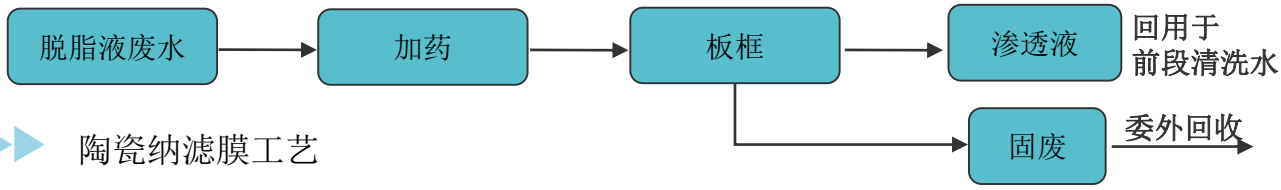
	过程平均通量($L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	COD含量(mg/L）
陶瓷超滤膜（50nm）	~100	4000~6000
陶瓷纳滤膜	80~100	<2500
与陶瓷超滤膜工艺相比，陶瓷纳滤膜除油效果明显好于前者，能够更好的保护后段NF/RO。		

脱脂液废水处理

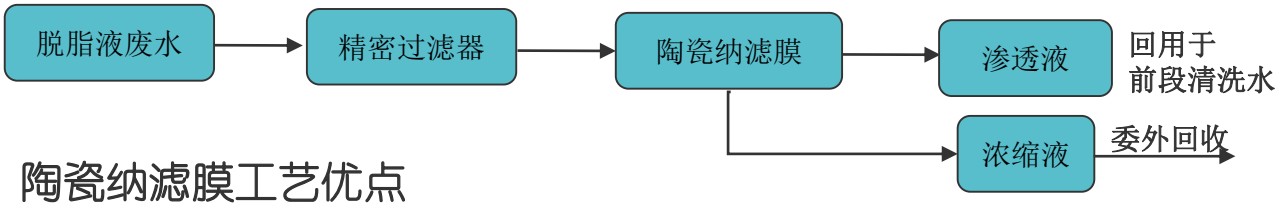
在金属加工、零部件的生产、维护过程中，为了防止污染物对零部件以后的使用以及工艺过程造成影响，均需要进行脱脂处理。脱脂液经一段时间使用后，因含有大量的油、脂、固体悬浮物而失去脱脂能力，需要定期排放的废水中仍然含有大量的脱脂液。如果直接排放会造成试剂的浪费和环境污染等问题。

目前，传统的化学絮凝法存在无法回收脱脂液和后段固废成本高的问题。与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜技术可以通过纯物理方式将脱脂液截留，不仅出水水质可达到清洗水回用标准，同时后段可实现回收脱脂液的效果。

传统工艺



陶瓷纳滤膜工艺



陶瓷纳滤膜工艺优点

绿色环保　　工作环境好　　使用寿命长

原液（左）及经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片

部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 ($m\ s^{-1}$)	过程平均通量 ($L\ m^{-2}\ h^{-1}$)	浊度 (NTU)	SS
指标	0.3~0.4	60	3~5	50~80	<1	<10

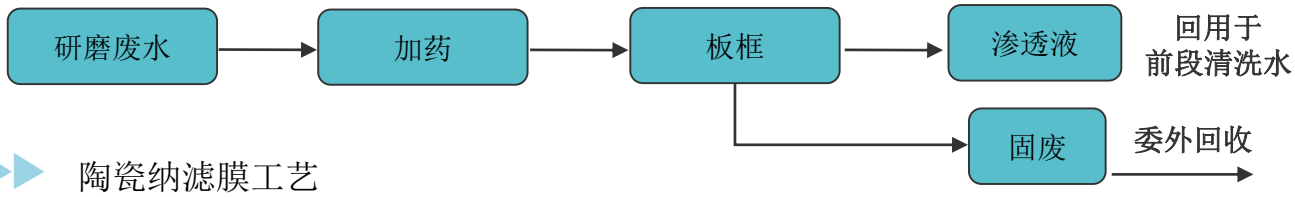
与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜技术具有绿色环保、工作环境好和使用寿命长的特点。

研磨切割废水处理

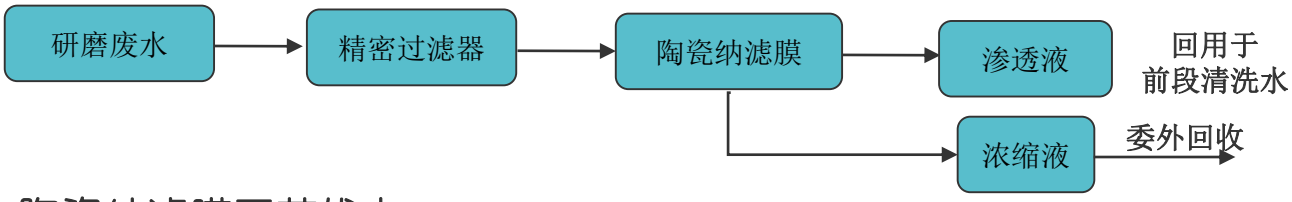
研磨切割废水属于高浓度无机废水，用水量大，污染物主要以粒径极小且不易沉降的稳定悬浮颗粒为主，生化性差并呈弱碱性。

目前，处理研磨切割废水的传统工艺为化学絮凝法，存在无法回收切割液和后段固废成本高的问题。陶瓷纳滤膜可以通过物理方式将悬浮物截留，不仅出水水质可达到原工艺回用标准，后续可通过压滤工艺回收切割液。

传统工艺



陶瓷纳滤膜工艺



陶瓷纳滤膜工艺优点

- 绿色环保
- 工作环境好
- 切割液可回收

原液（左）及经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片

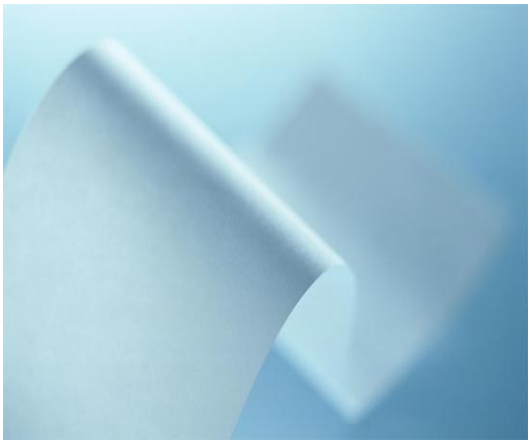
部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 (m s^{-1})	过程平均通量 (L m^{-2} h^{-1})	浊度 (NTU)	SS
指标	0.3~0.4	60	3~5	80~120	<1	<10

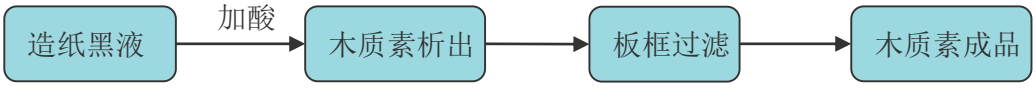
与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜技术具有绿色环保、工作环境好和后段可回收切割液的特点。

造纸黑液回收木质素

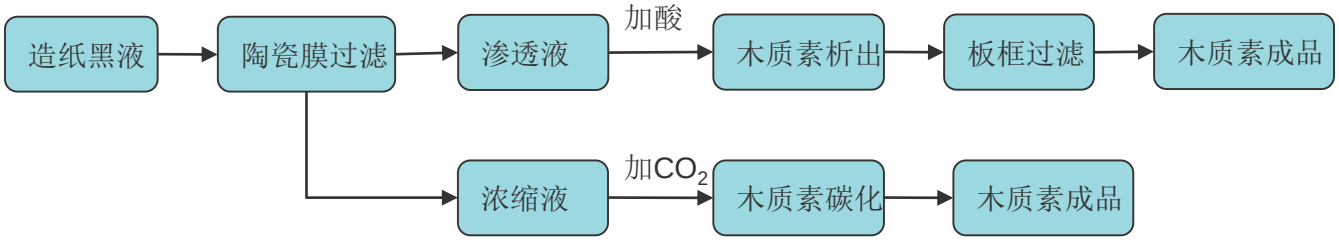
造纸工业的碱法（烧碱法和硫酸盐法）制浆工艺产生的废水中含有大量的木质素，呈黑褐色，故称作黑液。黑液中含有大量的悬浮性固体、有机污染物和有毒物质，直接排放到水体中会造成严重的污染。木质素是一种含有各种生物学稳定的复杂键型的高分子有机物，难以直接进行生物降解，在碱性溶液中以可溶性酚钠盐的形式存在，而加酸时逐渐转变成不溶性的游离酚的状态，从黑液中析出。采用酸析法回收造纸黑液中的木质素可以有效地去除黑液中的有机污染物，降低污染物负荷。



传统工艺



陶瓷膜集成工艺



陶瓷纳滤膜工艺优点

减少酸投加量

去除杂质

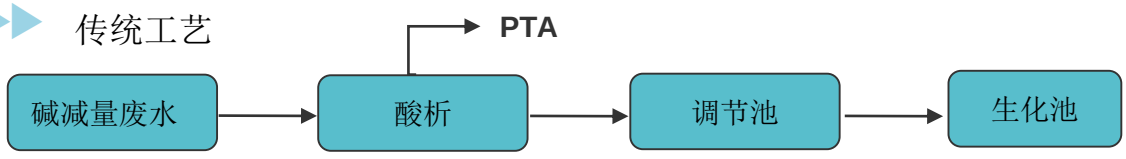
降低二次污染

印染行业碱减量废水回用

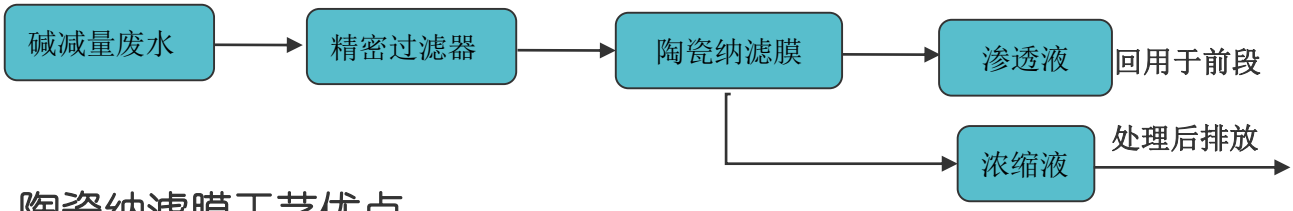
我国工业行业中，纺织工业的排污量排在第4位，其中印染废水占80%。碱减量废水中含有3%～5%的NaOH、对苯二甲酸钠和悬浮物等杂质。该段废水水量小、碱性强、污染重，是印染行业主要排放的废水之一。传统处理工艺为：经酸析工艺回收PTA（精对苯二甲酸），然后经调节pH值后并入生化池。该工艺存在且存在处理周期长、化学试剂用量大和碱液资源浪费等问题。

陶瓷纳滤膜具有优异的热稳定性、化学稳定性、耐溶剂和分离精度高等特点，在处理碱减量废水过程中，可以有效去除悬浮物等杂质，达到回用PTA（精对苯二甲酸）和碱液的效果。

传统工艺



陶瓷纳滤膜工艺



陶瓷纳滤膜工艺优点

处理周期短　　可回收碱液和PTA　　装置占地面积小

原液（右）及经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（左）照片

部分过程参数指标

参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 (m s^{-1})	过程平均通量 (L m^{-2} h^{-1})	浊度 (NTU)	PTA浓度 (%)
指标	0.3~0.4	50	3~5	80~120	<1	99

与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜技术具有处理周期短、装置占地面积小及可同时回收碱液和PTA的特点。

印染行业退浆废水回用

纺织印染业是我国具有出口优势的产业，年用水量超过100亿立方米，排在我国制造业前列。退浆废水是退浆工序产生的废水，具有水量较小、污染物浓度高、可生化性差和pH值较高(pH=12)的特点。目前，印染退浆废水的传统处理工艺为：浆料进入污水处理系统（加药-沉降-生化-后段处理）。该工艺存在生化处理难度大、碱液资源浪费和处理周期长等问题。

陶瓷纳滤膜具有优异的热稳定性、化学稳定性、耐溶剂和分离精度高等特点，在处理退浆废水过程中，可以有效分离PVA和碱液，达到分别回用PVA和碱液的效果。

传统工艺

退浆废水 → 加药 → 沉降 → 生化池

陶瓷纳滤膜工艺

退浆废水 → 精密过滤器 → 陶瓷纳滤膜 → 渗透液 → 碱液回用于前段生产

陶瓷纳滤膜 → 浓缩液 → 收集后上浆

陶瓷纳滤膜工艺优点

- 处理周期短
- 变废为宝
- 装置占地面积小

原液（左）及经陶瓷纳滤膜过滤后的渗透液（右）照片

部分过程参数指标

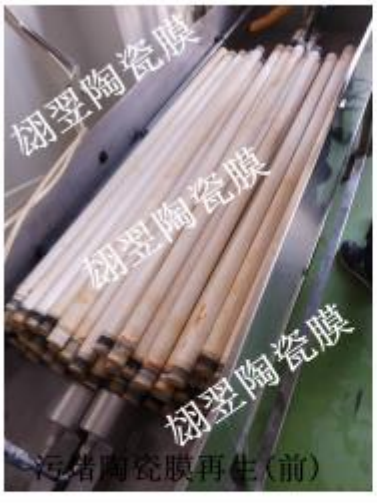
参数	进口压力 (MPa)	操作温度 (℃)	膜面流速 (m s^{-1})	过程平均通量 (L m^{-2} h^{-1})	浊度 (NTU)	PVA浓度 (%)
指标	0.3~0.4	60	3~5	50~80	<1	98

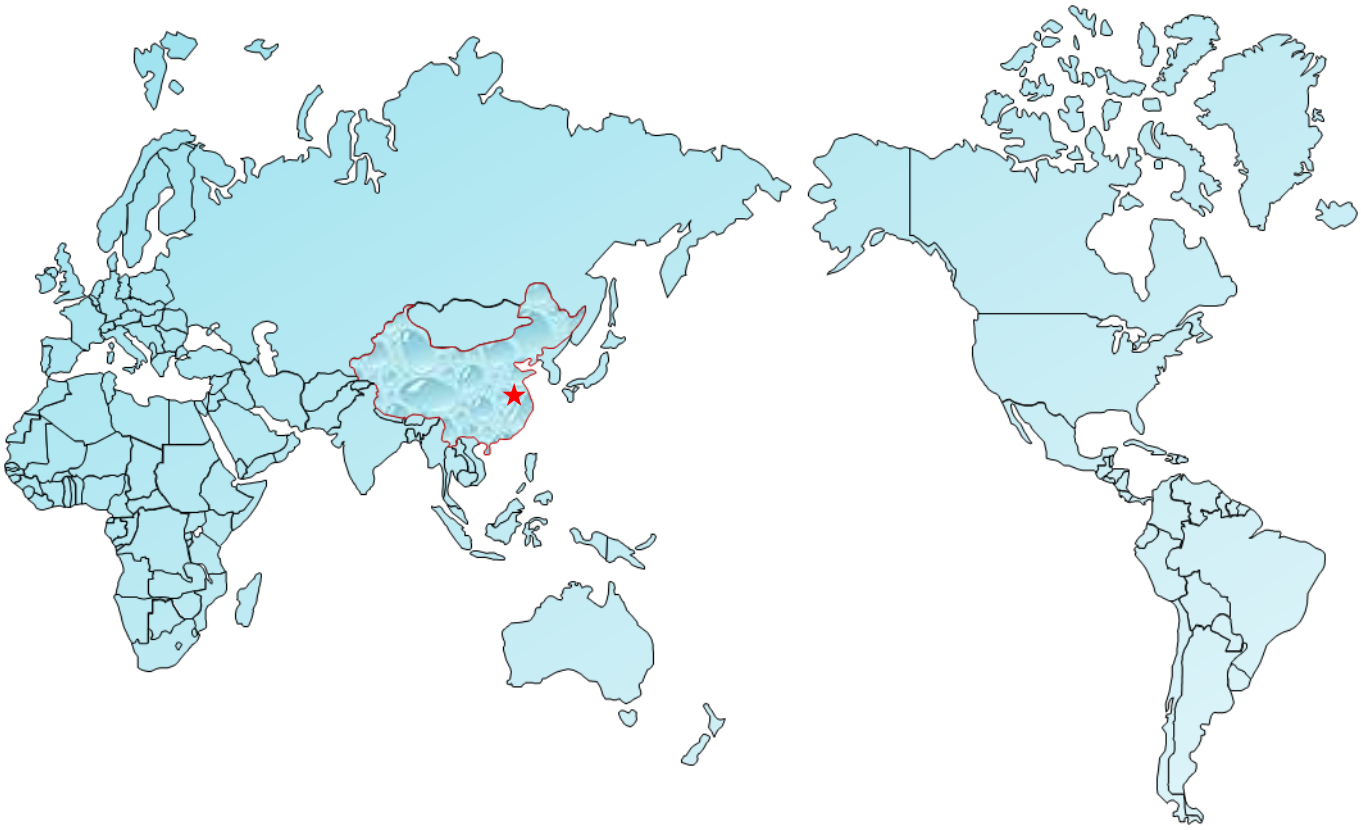
与传统工艺相比，陶瓷纳滤膜技术具有处理周期短、装置占地面积小及可同时回收碱液和PVA的特点。

废旧陶瓷膜再生

目前行业内以常规的酸碱清洗方式来对陶瓷膜进行清洗。然而，陶瓷膜在使用2年左右后，这种常规清洗方式已经效果甚微，表现为物料通量有明显衰减和膜清洗周期明显缩短。上述现象，其主要原因为，经2~3年使用后膜结构内部已全部堵死（污染物渗透进膜结构内部），而一般膜清洗方式仅能恢复膜表面导致的污染。上述情况下，厂家只能选择采购新陶瓷膜。

我公司可以通过特种处理方式，将废旧陶瓷膜进行彻底再生，以节省业主投资成本。图一和图二为已使用三年的废旧陶瓷膜（某发酵液体系），外观呈黄色且膜管内部有明显污堵现象。图三是经过特种处理后的陶瓷膜外观照片，可以看出经处理后膜管呈白色且膜管通道疏通，水通量得到较好恢复。更重要的是，经再生的陶瓷膜，在实际过料过程中已稳定运行两年。

		
图一 再生前陶瓷膜	图二 再生前陶瓷膜	图三 再生后陶瓷膜



翊翌陶瓷膜
HONGYI CERAMIC MEMBRANES

地　址：江苏省南京市浦口区园思路1号
邮　编：211800
电　话：025-58536920 / 13770699551
　　13505177631 / 15950572679
传　真：+86-25-58536920
网　址：http : //www.hqi-group.com
E- mail：hqi@njtech.edu.cn