

教育部工程研究中心评估 总结报告

2017年1月-2021年12月

工程中心名称： 膜与水处理技术教育部工程研究中心

所属技术领域： 材料、化工、环保

建设时间： 2001-至今

依托单位： 浙江大学

主管部门： 教育部

工程中心主任： 侯立安

联系人： 朱宝库

联系话： 13957100216

电子邮箱： zhubk@zju.edu.cn

通讯地址： 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号
浙江大学和同苑6号高分子系217室

邮编： 3100058

二〇二二年十月

一、摘要

膜与水处理技术教育部工程研究中心(以下简称“中心”)依托浙江大学化学、化工、材料、环境等多个学科筹建于 2001 年, 2004 年完成建设和验收。中心成立以来, 面向饮用水安全、环境保护、节能减排、海洋资源利用、医疗健康、能源、工业分离等国计民生行业重大需求, 围绕“膜与水处理”共性科学、技术、工程问题, 以解决行业实际问题为导向, 开展了反渗透、纳滤、超滤、微滤、渗透汽化等膜原料、膜材料、膜装备、膜法水处理技术及膜过程应用等全链条的研发工作。目前, 中心现有研究人员 43 人(其中固定人员 0 人、流动人员 22 人), 试验场地 4500 余平方米, 建有中试基地 8 个, 大型仪器设备 30 余台套。过去 5 年中, 在坚持上述工作思路的基础上, 面向国家“双碳”愿景、生态文明建设和国防能力提升等战略目标, 根据膜科学和技术和水处理学科的关键共性科学、技术和工程的内涵, 围绕反渗透膜材料及水处理应用、纳滤膜材料及水处理应用、超微滤膜材料与多场景应用、专用功能膜材料与工业分离应用等四个方向。通过多学科交叉、产学研融合, 利用依托单位内外基地条件和企业的深度参与合作, 四个方向取得的主要成果有: (1) 阐明了界面聚合制备聚酰胺膜形成新机制(成果发表于 *Science* 期刊), 建立了高截留、高通量反渗透膜制备关键技术, 实现了技术转移和膜的规模化生产, 进而开发出新型反渗透膜应用技术, 并应用在电力、煤化工、海洋、国防等水处理行业; (2) 发展了纳滤膜形成和构效关系以及表面工程的新认知, 建立了基于荷电化、多巴胺等高性能化改性纳滤膜制备新技术, 实现新型纳滤膜材料产品的规模化生产以及在饮用水净化中的应用; (3) 发展了超微滤膜构效关系理论和方法, 建立了具有中国特色聚氯乙烯(PVC)超滤膜全链条技术, 实现了原料和 PVC 膜产品的规模化生产和在自来水管网的规模化应用; 开发出高性能的多功能、高性能的聚偏氟乙烯(PVDF)、聚醚砜(PES)、聚砜(PS)、聚烯烃、聚酯等超微滤, 显著提高了超微滤膜的水平, 研发出膜在废水处理等领域的应用技术, 实现了多种产品规模化生产, 并成功应用于自来水、废水处理与回用、海水淡化、医疗、防疫、国防、锂离子电池等行业; (4) 建立了基于分子筛、金属有机框架(MOF)等体系渗透汽化膜构效关系理论与膜制备关键技术, 为国家的双碳战略实施、能源与生物工业分离技术的升级, 形成了新的支持。这些工作, 得到国家、地方政府、企业和学校等 120 余项课题大力支持(纵向项目 52 项, 企业团体项目 50 余项, 依托单位项目 10 余项, 合同经费额 14000 万, 实到经费 8710 万), 发表论文 300 余篇、获得授权国内外发明专利 80 余项, 出版专著 5 部, 获得各类奖励 9 项, 承办、协办国

际学术论坛 20 余次。通过这些工作，为国家的节能减排、饮用水安全、生态环境治理、健康防疫、国防建设、膜行业技术水平和国际地位的提升做出了重要贡献，中心也成为国内外膜行业科学、技术的引领单位之一，得到广泛的认可。过去 5 年中，中心培养研究生 130 余名（毕业 80 余名）、博士后 10 名、访问学者 5 名、行业企业培训 20 余次。同时，中心及成员积极参与众多政府机构和行业协会的咨询、企事业单位的科技服务、科普等活动近百项，为政府政策和科技计划的制定、行业发展、企业战略提供了坚实支持，体现了良好的服务社会功能。

二、评估期基本情况概述

工程研究中心名称		膜与水处理技术教育部工程研究中心				
研发方向		研发方向 1	反渗透膜材料及应用			
		研发方向 2	纳滤膜材料及应用			
		研发方向 3	超滤膜材料及应用			
		研发方向 4	专用功能膜材料及应用			
主任	姓名	侯立安	研发方向	环境工程		
	出生年月	1957.08	职称	教授/院士	任职时间	2017 年-至今
副主任	姓名	朱宝库	研发方向	超滤膜材料及应用		
	出生年月	1967.10	职称		任职时间	2011 年-至今
副主任	姓名	张林	研发方向	反渗透/纳滤水处理膜及工艺		
	出生年月	1972.10	职称	教授	任职时间	2017 年-至今
技术委员会主任	姓名	高从堦	研发方向	膜科学与技术		
	出生年月	1942.11	职称	教授/院士	任职时间	2017-至今
工程技术研发中心	硬件	场地使用面积	4500m ²	科研仪器设备总价值		3600 万
	科技人才	固定人员	21	45 岁以下固定人员		11
		国际学术机构任职	5	流动人员数		22

技术与水平	承担任务 研发经费	项目到帐总经费	8176 万	人均到帐经费（到帐总经费/固定人员数）		408 万
		纵向到帐经费	3489 万元	主持纵向项目数		55 项
		横向到帐经费	4686.761 万元	横向合作项目数		53 项
技术转化成果	专利授权与保有	发明专利	授权数	47 项	保有数	46 项
		实用新型专利	授权数	0 项	保有数	0 项
		国际专利	授权数	2 项	保有数	2 项
		专利转化率	21 %	专利转化到校总经费	377 万元	
	标准与规范制定	国际标准	0 项	国家标准		0 项
		行业标准	5 项	企业标准		5 项
	行业技术培训	开展次数	10 次	培训行业技术人员数		1000 人
	开放共享	大型仪器设备共享率	100%	仪器检测服务收入		10 万元
科普活动举办		5 次				
学科发展与人才培养	主要依托学科	化学，化学工程与技术，材料科学与技术，生物工程与技术，环境科学与技术				
	研究生	毕业学生数	80	在读学生数		50
	学生实践	建立实践基地	8 个	基地实习实践学生数		30
	创新创业	指导学生创新创业项目	10 项	省部级以上创新创业大赛获奖		1 项
运营管理能力	主管部门经费投入（直属高校不填）		/	依托单位经费投入		504 万元
	技术委员会人数		19	其中企业委员人数		7 人
	共计召开技术委员会 议		1 次	是否出现安全事故：是□ 否 <input checked="" type="checkbox"/>		
	是否出现学术不端行为：是□ 否 <input checked="" type="checkbox"/>		是否按期进行年度总结：是 <input checked="" type="checkbox"/> 否□			
其他	（如表中未涉及，可说明）					

三、评估期间工作业绩

1. 产业重大技术突破、共性关键技术供给、自主知识产权成果及其水平，各研究方向标志性技术成果、水平和工程应用与效益。

中心依托 120 余个项目、课题，围绕 4 个方向取得的重大突破如下。

重大技术突破 1. 反渗透膜材料及其在水处理应用

反渗透是目前最可靠的水处理技术，绝大部分反渗透膜是采用界面聚合法制备的芳香聚酰胺复合膜。该制膜方法已有近 50 年的发展历史，虽然工艺成熟，但由于界面反应速度极快(以秒计)，形成的聚酰胺膜层超薄(<200nm)，界面聚合制膜过程的实验表征困难，对界面聚合反应成膜的机理认识不明，膜性能改进与优化基本依赖于经验试错的策略，导致提升膜性能时常面临渗透性与选择性、分离性与稳定性间的“trade-off 效应”的困境。针对这些问题，中心反渗透膜材料与水处理应用团队在国家自然科学基金、“973”计划项目、重点研发项目以及产学研合作项目的支持下，开展了从界面聚合机理到膜制备关键技术再到膜工程应用的全链条研发。通过对聚酰胺反渗透膜过程的深入研究，提出界面聚合制备芳香聚酰胺膜属于“反应-扩散”过程的新论断，在这一新认知的指导下，，简单地引入亲水性聚合物以控制界面聚合中水相单体扩散速度，基于反应-扩散的耦合机制，实现了在快速缩聚反应情况下对聚酰胺膜层形貌和链结构的定向调控(如图 1 所示)，获得了截盐率不变、水通量提高 3 倍的图灵结构聚酰胺膜(Science, 2018, 360:518; J. of Membrane Science, 2021, 628: 119230); 形成了控制水相单体扩散调控膜结构形貌的技术 (Semipermeable Membrane and preparation method thereof, US10828608 B2; 半透膜、およびその製造方法, JP6757990; 一种聚酰胺半透膜、制备方法及其应用, ZL201810120316.2), 突破了高渗透选择性反渗透膜制备的技术瓶颈，与杭州天创环境科技有限公司合作，实现了兼具高通量、高截盐率聚酰胺膜产品批量化制备，产能达到 100 万 m²/年。开发了以迈克尔加成法为主的表面温和改性方法，发明了如图 2 所示的基于表面局部电荷平衡的抗污染长效反渗透膜(一种交联改性聚酰胺复合膜及其制备方法, ZL201510845889.8; Environmental Science & Technology, 2018, 52:4457-4463)和表面牺牲层的耐氧化反渗透膜制备技术(耐氯性能可再生的聚酰胺反渗透复合膜及其制备方法, ZL201510844042.8; 一种纳米共轭聚合物掺杂改性的反渗透复合膜, ZL201510845868.6; Journal of Membrane Science, 2018, 555:318-326; ACS Applied Materials & Interfaces, 2017, 9: 10214-10223), 通过与浙江易膜新材料科技有限公司、

浙江奥氏环境科技有限公司等国内重要反渗透膜企业的合作，该技术成功应用于长效膜组件的开发，年生产高分离稳定性 8 寸膜组件>1000 支。基于所高分离选择性和高应用稳定性的反渗透膜，设计了如图 3 所示的超滤预处理-纳滤脱盐-反渗透提高水回收率的集成工艺（AICHE J, 2019, 65:1076-1087；Desalination, 2021, 498:114728），分别应用于浙江浙能集团下属的多个燃煤电厂的水处理以及舟山东极岛驻岛部队的饮用水处理。

中心在界面聚合膜机理方面的新认知成果重新激发了学界对已有 50 多年发展历史的界面聚合法制备脱盐膜的兴趣，再次成为膜领域研究热点，推动了界面聚合制膜理论的再发展。在高渗透选择性长效反渗透膜制备方面形成了系列核心技术，有力地支持了杭州天创环境科技有限公司、浙江易膜新材料科技有限公司、湖南沁森环保科技有限公司、浙江奥氏科技有限公司和杭州永洁达净化科技有限公司等国内主要的反渗透膜生产和应用企业的发展。近 5 年累计产生经济效益逾 10 亿，减少废弃膜组件逾 5000 只，减少反渗透清洗污水排放近 1 万吨，服务了燃煤电厂等企业减污降碳，取得了良好的经济、社会和环境效益，成果获得 3 项省部级奖励，2 项社会力量设奖，有力地支撑了我国“双碳”目标和生态文明建设的实现。

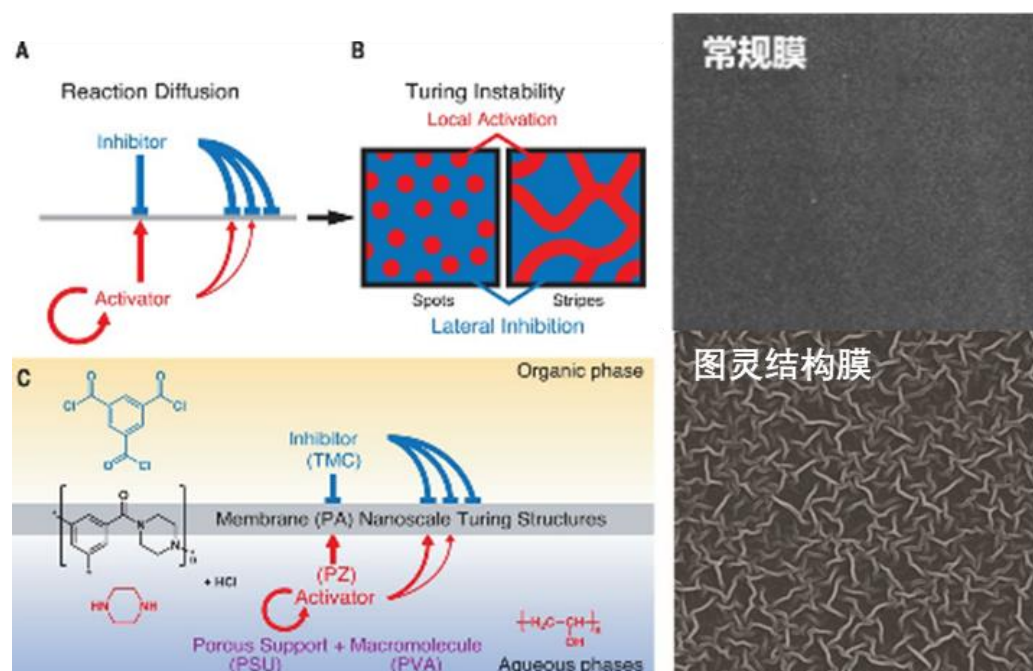


图 1 界面聚合“反应-扩散”机制示意图

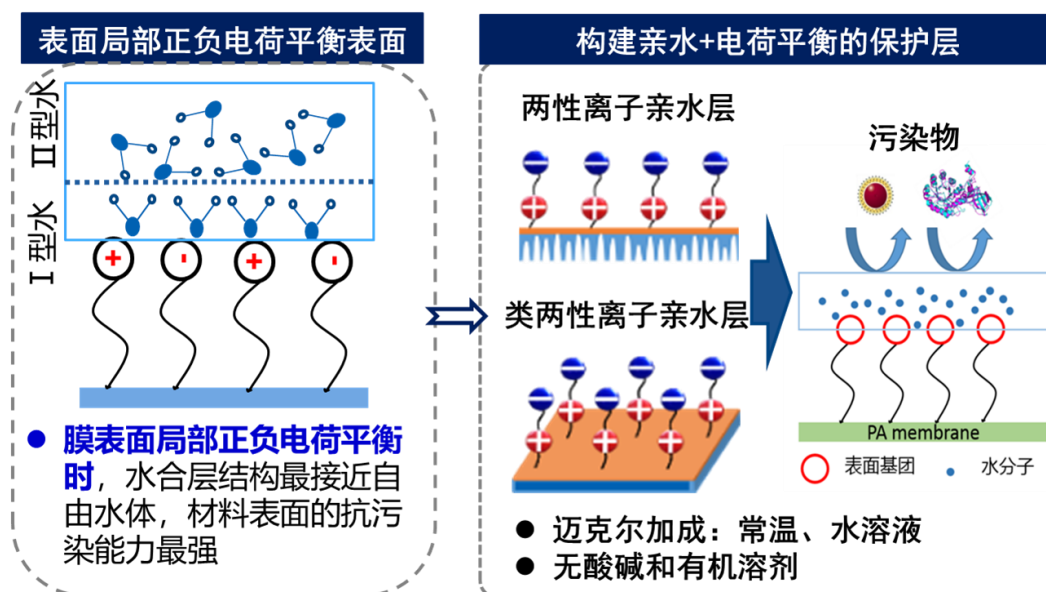


图 2 反渗透膜表面温和改性策略示意图

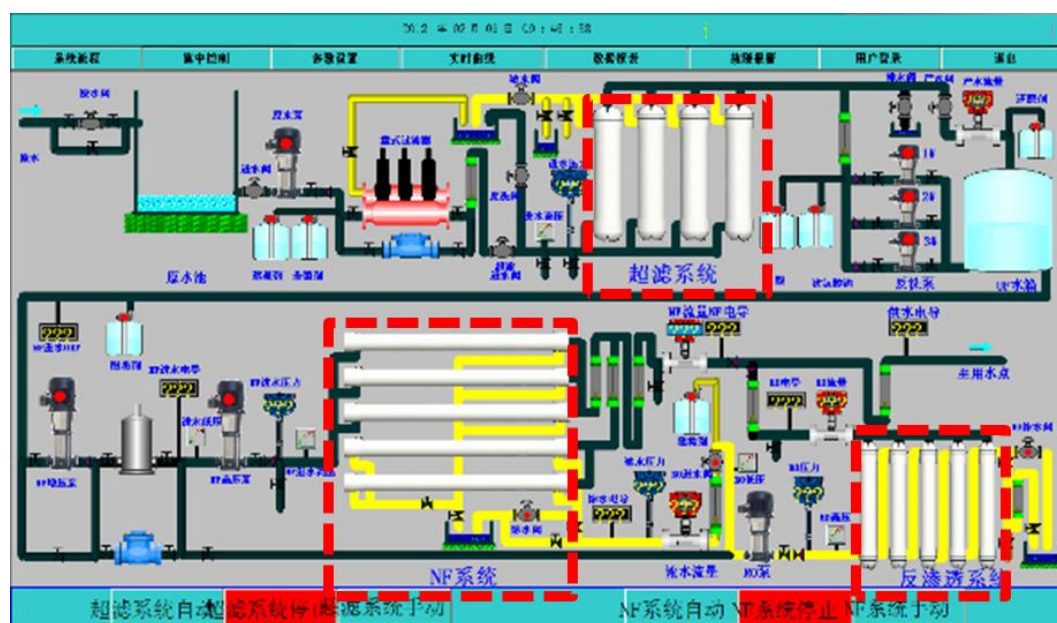


图 3 超滤-纳滤-反渗透集成水处理系统工艺

重大技术突破 2. 纳滤膜材料制备与应用技术

纳滤膜材料及应用方向负责人徐志康教授带领下，团队针对纳滤膜材料制备与应用技术领域存在分离层结构无法调控和纳滤膜性能难以优化这一问题建立了于表面工程的可控界面聚合共性关键技术，创新了界面聚合反应体系，（1）首创烷烃/离子液体界面聚合（图 4，Angew. Chem. Int. Ed., 2021, 60, 14636-14643，图 5）。利用离子液体的强溶剂性能大幅拓展了界面聚合胺类单体的适用性，合成出了一系列结构可调的聚酰胺纳米薄膜。不同种类的聚酰胺薄层复合膜在水相纳滤、有机纳滤、

反渗透、气体分离等领域均显示出了优异的分性能。烷烃/离子液体新型界面聚合体系有望引领界面聚合领域未来的发展。(2) 建立了一维/二维纳米物质复合中间层的界面聚合调控新策略 (J. Appl. Polym. Sci., 2020, 138, e49940)。中间层技术优化单体的分布并为聚合反应提供稳定的界面, 从而在低单体浓度下合成出具有超薄、完整聚酰胺分离层的高性能复合纳滤膜。(3) 提出了基于真空辅助界面聚合法宏量制备聚酰胺复合纳滤膜的新路线 (J. Membr. Sci. 2020, 616, 118557)。实现了单体溶液在基材上的均匀分布和恒量吸附, 提高了反应的均一性, 制得了分离性能优异、均匀、稳定的聚酰胺复合纳滤膜。(4) 建立了甘油调控胺类单体扩散来提高界面聚合反应可控性的新方法 (J. Membr. Sci., 2021, 627, 119142)。使用绿色、无毒、廉价、高粘度、可与水互溶的甘油调节了胺类单体溶液的粘度, 有效调控了界面聚合的反应速率, 制备出了分离层厚度可调、纳滤性能提升的聚酰胺薄层复合膜;(5) 基于荷电单体和内通道单分子纳米粒子实现了纳滤膜的高通量和不同价态粒子的高效分离, 建立了粒子宏量组装制备和界面聚合制备分盐纳滤膜制备的新技术 (图 5, ACS Nano, 2021, 15: 7522-7535, 一种基于聚合物纳米粒子的荷电纳滤膜及其制备方法, CN202111118188.6), 并且以盐湖提锂为目标, 进入膜材料产业化技术开发阶段。

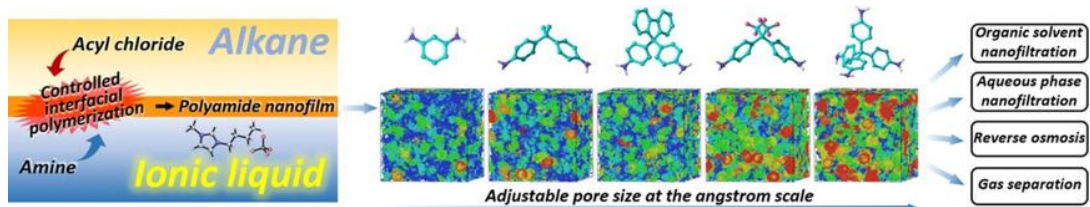


图 4. 烷烃/离子液体界面聚合制备用于多种分离过程的高性能聚酰胺薄纳滤膜

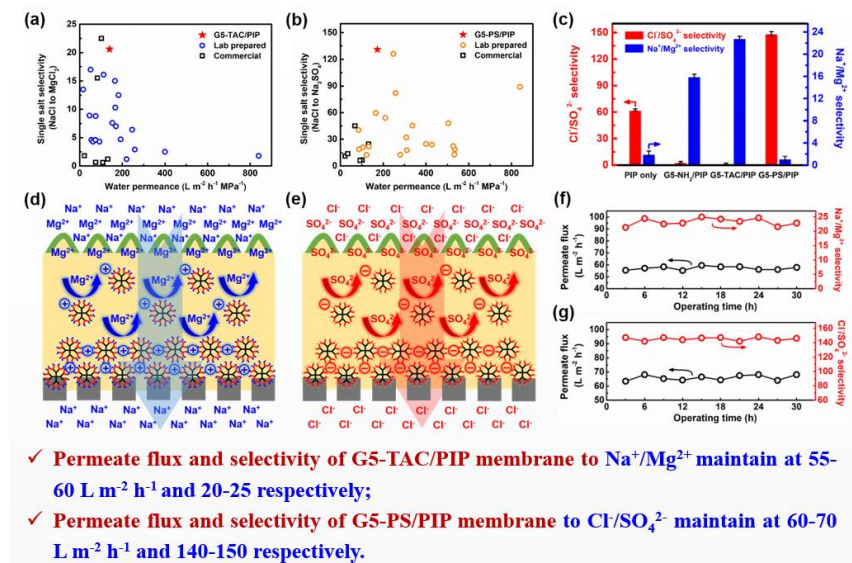


图 5. 基于内通道单分子纳米粒子粒子的分盐纳滤膜

这一系列界面聚合过程调控技术,有效解决了纳滤膜生产中因界面聚合反应速率过快导致分离层结构无法调控的难题,实现了纳滤膜渗透选择性的突破。基于共性关键技术,团队与宁波水艺膜科技发展有限公司展开深入合作。团队研发的界面聚合制备纳滤膜技术近期被该公司应用,已建成全自动复合膜生产线,纳滤膜产品生产能力达 300 万平米/年。此外,团队研发的这些技术为后续与中国科学院长春应用化学研究所、浙江大学、吉林大学等高校与杭州易膜环保科技有限公司、宁波水艺膜科技发展有限公司、浙江巨化技术中心有限公司等多家企业联合申报的国家重点研发计划项目《聚醚醚酮和聚四氟乙烯基制膜材料及其耐溶剂复合膜制备关键技术》奠定基础。该项目总经费 3300 万元,旨在建立具有我国自主知识产权的低成本、高性能的聚醚醚酮和聚四氟乙烯基制膜原料及膜制品体系,开发低成本规模化的耐溶剂纳滤膜生产技术,助力实现“碳达峰、碳中和”远景目标。将表界面工程技术与可控界面聚合技术耦合,有望应用于薄层复合有机纳滤膜的制备,解决目前纳滤膜长期服役稳定性差、分盐选择性能底的等技术瓶颈,推动薄层有机纳滤膜的产业化。

重大技术突破 3. 高性能、多功能超微滤膜全链条制备及应用工程技术

超滤、微滤膜材料的分别是孔径为 10-100nm 和 100nm 以的多孔性材料,在自来水净化、污水处理与回用、海水淡化预处理、工业分离、生物医疗、工业分离、电子、电力、煤化工、锂离子电池等领域具有重要意义。用于这些行业的多孔膜材料,均需要合适的表面组成、结构膜于膜表面不同流体物质浸润和渗透、截留性能的精准控制,尽管已有众多高分子超微滤膜高性能、多功能化的研究报道,但是,并没有解决高性能膜原料成本高、高性能原料缺失、膜结构控制难、制膜过程复杂、具体应用组件和工程技术针对性差等问题。针对这些问题,以中心超微滤膜材料与应用方向朱宝库团队为核心,在国家自然科学基金、科技部重点研发计划、企业合作等众多项目的大力支持下,开展了超微滤膜原料于材料制备、规模化生产于应用等关键、共性科学于技术问题和工程化解决方案的研究。通过研究,发现并充分阐明了两亲高分子等在超微滤改性的原理和构效关系,形成膜亲水化和选择性吸附对膜抗污染、抗菌的新认知(*Journal or Applied Polymer Science*, 2019: 47068-47078; *Journal of Colloid and Interface Science*, 2021, 584: .225-235) (图 6、7)。建立在 PVDF 和 PVC 超微滤原料新体系的制备的关键共性技术技术(图 8)(一种阴离子型含氯两亲聚合物及其制备方法, ZL201811062838.8; 一种叔胺衍生物型含氯两亲聚合物及其由该聚合物制备的分离膜, ZL201811062841.X; ZL202110048102.0; 一种非离子型含氯两亲聚合物及包含该聚合物的分离膜, ZL201811063844),通过与黄山徽梦、海南立升等企业合作,分别实现两亲 PVC 膜新型膜原料和膜材料的规模化生产,将膜原料的成本降低了 70%,形成了具有中国原创和特色超滤膜产品(产能达到 500 万 m²/y),在自来水、工业净水和海水淡化预处理工程中的大规模应用,实现 PVC 膜产品的出口并得到了

国际广泛的认可，同时，所开发的两亲 PVC 及其超滤膜材料的产业化建设，得到国家工信部强基计划的支持，获得支持经费 3090 万元。开发了膜用含氟聚合物膜原料新体系（一种阴离子型含氟两亲聚合物及其制备方法， ZL201811064523.7；一种非离子型含氟两亲聚合物及包含该聚合物的分离膜, ZL201811062843）及规模制备关键技术，建立了 PES、PVDF、PTFE 等超微膜表面儿茶酚改性进行膜抗污染改性、选择性吸附新方法，创新性采用微张力反馈和阶梯温控技术，实现聚合物分离膜的梯度微孔结构精准调控，首创的“梯度微结构、超亲水、低压高通量聚合物膜”理论指导高通量膜的技术开发，成功用于 PVDF、PES 及 PTFE 等膜超微滤材料制备技术（图 9），实现了贯通沟槽结构设计、二次封装制造工艺，解决了膜应用过程中断丝、大尺寸组件制作和使用的难题，延长了膜的服役寿命，阐明了微生物代谢产物对膜过程的污染发展规律及控制方法（J. Membr. Sci., 2018, 552:213-221 ），为“水征”理念下进行水质安全评价、处理特性预测、处理工艺设计和工艺诊断优化提供科学依据，开发出一种模块化的脉冲式曝气方法提高膜应用过程中的抗污染性能，开发出好氧区和兼氧区组成的新型膜生物反应器提高了有机物、氮磷去除效率，系统性降低了膜清洗频率和工程运行能耗，获得一系列专利。 基于这些新认知和关键共性技术，通过技术转让和合作开发，分别在海南立昇、北京碧水源、宁波水艺、宁波方太、江苏巨之澜科、河南迈纳、浙江大东南、浙江信纳等多个企业分别实现 PVC、PVDF、PES、PTFE 等超微滤膜材料、组件、装备等产品的生产，产品大批量自来水净化、污水处理、工业分离、医疗防疫等领域，五年形成产值超过 20 亿元，获得科技成果奖励 2 项，参与、指导制定行业标准若干项，同时支持了工信部“生物医用材料生产用示范平台”建设，形成良好的经济、社会效益。

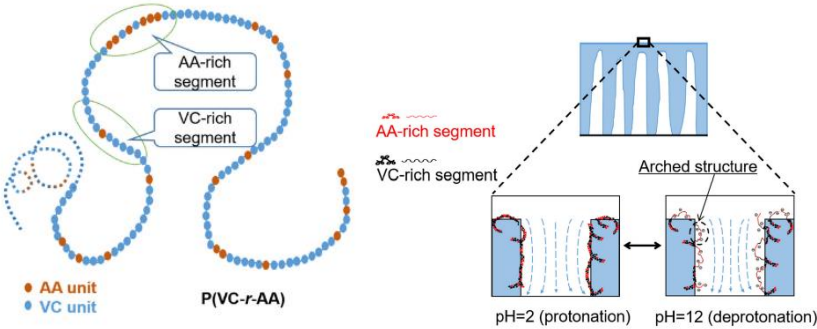


图 6. 两亲 PVC 聚合物及膜高性能表达机制

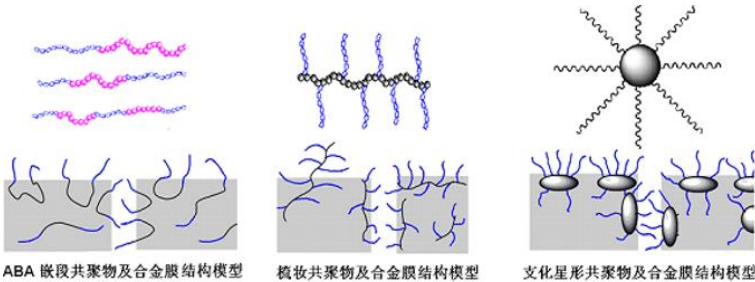


图 7. 不同结构两亲高性能化机制

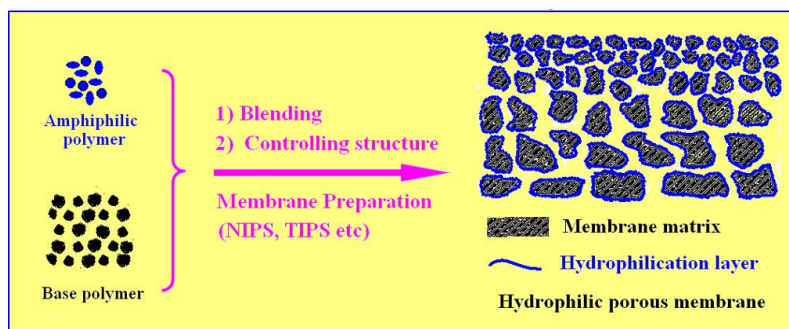


图 8.两亲高分子成膜关键技术

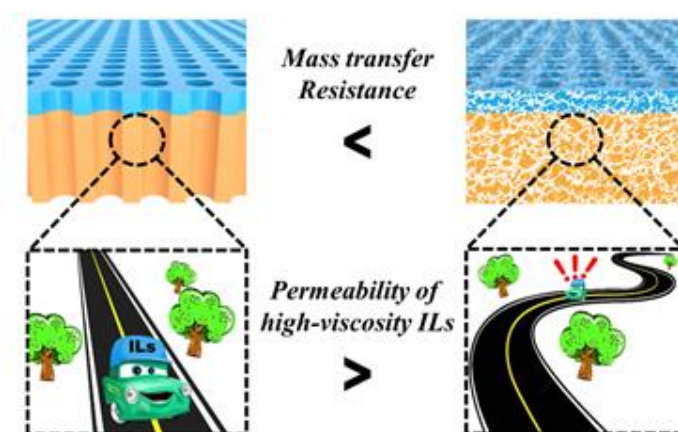


图 9 孔结构膜与高效传输机制

重大技术突破 4. 专用能膜制备及应用研究技术

在反渗透、纳滤、超滤、微滤等膜材料与水处理技术发展的同时，面向医疗医药、健康防疫、生物制造、能源、传感等方向的膜技术的需求越来越强烈，但存在很多“卡脖子”的问题。在双碳等国家战略等战略驱动、补齐国内产业短板、应对国际局势急剧变化变化需要产业技术全面提升等背景下，结合膜行业科学技术与行业的特点，中心在坚持反渗透、纳滤、超微滤膜材料及水处理材料与应用技术等方面研究的同时，基于这些方向膜科学技术的相同性，在这些方向研究成果的基础上，中心瞄准新医疗医药、健康防疫、生物制造、能源等行业相关膜技术重大需求，针对不同行业对膜“专用性”要求，形成“专用能膜制备及应用研究技术”新的研究方向。以王正宝教授为核心的研究团队，通过团队交叉合作，取得如下主要技术突破。（1）有机物脱水渗透汽化膜制备及应用技术。针对化工厂和医药行业的有机溶剂浓缩的广泛需求，开展了沸石分子筛渗透汽化脱水膜材料和应用技术的研究，开发了在氧化铝中空纤维支撑体表面制备分子筛膜（*Journal of Membrane Science*, 2021, 635: 119452）、无溶剂固相法制备沸石分子筛膜（*Journal of American Chemical Society* 2019, 141: 2916）、固相二次生长法和原位晶化法制备 MFI 型分子筛膜（*Microporous and Mesoporous Materials*, 2021, 311: 110714）等膜材料制备技术，解决了目前膜材料大多是在 12mm 外径的多

孔陶瓷支撑体表面制备的分子筛膜填充密度低、组件庞大、成本高等重大问题，在科技部 863 计划项目“面向溶剂循环利用的蒸气渗透膜与应用技术”的资助下。完成了氧化铝中空纤维膜组件和渗透汽化脱水膜中试装置的研制和应用示范。(2) 高效离子液体基 CO₂ 膜捕集材料及技术。创新性地将离子液体及其衍生物引入二维纳米孔道中，实现了超薄支撑液膜的构筑，实现了 CO₂ 的快速高选择性分离；基于阴阳离子特性创造性施加电场实现阴阳离子分离进一步提高 CO₂ 分离特性，并结合理论计算揭示其受限传输机理（图 10，ACS Nano 2018, 12, 5385；J. Mater. Chem. A 2018, 6, 16566；Small 2020, 16, 1907016 等），为 CO₂ 的快速分离与捕集提供了新的新的膜材料与应用技术技术。(3) 海水蒸发发电一体化膜技术。制备了高光热转化效率、高蒸发产电的海水蒸发发电一体化的 MOFs 纳米阵列膜，为实现清洁的太阳能在光热海水淡化和发电膜提供了新的思路和技术（图 11，Small 2019, 15, 1900354；Adv. Sci., 2021, 8, 2004552,。(4) 锂离子传递及高电导电池隔膜。设计制备出阳离子传输 MOFs 膜，在回收金属锂离子的同时实现盐差能发电（ACS Appl. Mater. Interface 2019, 11: 35496-35500；ACS Appl. Mater. Interface 2019, 11: 34039-34045），为废旧锂离子电池中金属的回收提供了新的思路和技术；开发出锂电池隔膜与涂层用锂化两亲高分子及其改性隔膜制备技术（J. Appl. Polym. Sci., 2018,135:46423），正在开展该技术在安全、低电阻隔膜规模化制备技术的研究。

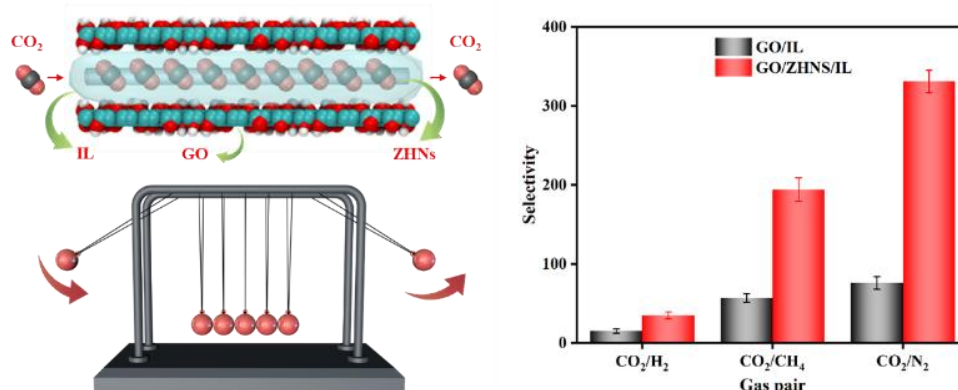


图 10.基于二维受限离子液膜的纳米牛顿摆高效 CO₂ 分离。

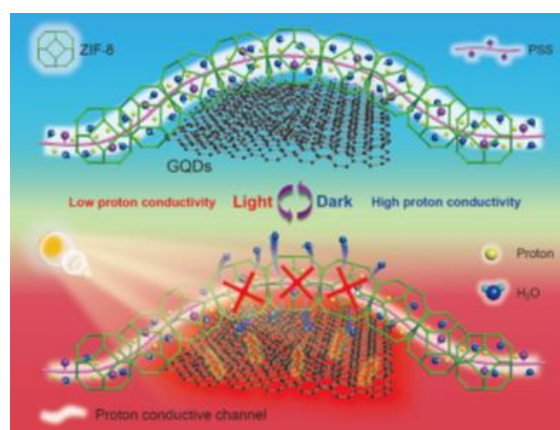


图 11. PSS-CQDs 共修饰的 ZIF-8 MOFs 光热膜及其光控质子开关。

在取得上述四个重大技术突破的研发过程中，取得的具有专门支持意义的重大基础研究成果，对关键技术形成坚强的支撑，形成了 80 余项发明专利等知识产权，不仅实现反渗透、纳滤和超微滤膜水处理膜材料和应用技术的突破，在饮用水安全、废水处理与回用、国防、双碳、医疗等方面也取得标志性应用，成果水平居于国内领先、部分国际领先的地位，全方位地取得良好社会效益。

2. 工程化典型案例实施进展，对产业技术进步与核心竞争力的提升作用、影响与效益贡献。

过去 5 年，中心已前述关键技术突破和自主知识产权为核心，四个方向团队以多形式、多方位、多平台的积极推进膜材料生产及水处理技术的工程化和应用。根据膜材料、膜过程和水处理涉及学科多、技术层次多和应用领域广等特点，中心人员充分发挥工程化推进的积极性，结合国家和行业的重要需求和任务，成功实施或推进了一系列工程化工作。

工程化典型案例 1. 长效反渗透膜材料的规模化制备技术及应用

反渗透膜材料及水处理应用方向的张林教授团队，为了提高反渗透膜及其组件的使用寿命，与杭州天创环境科技有限公司、杭州永洁达净化科技有限公司合作，从抗污染材料机理出发，在国家自然科学基金、“973”计划以及产学研计划的支持下，开发了基于迈克尔加成反应的膜表面温和改性技术，攻克了反渗透膜表面超薄分离层难以改性的难题，通过对膜组件进行离线改性，突破了改性技术在连续化生产中应用的技术难题，制备出具有抗污染和耐氧化的反渗透膜材料及元件(一种交联改性聚酰胺复合膜及其制备方法，ZL201510845889.8；耐氯性能可再生的聚酰胺反渗透复合膜及其制备方法，ZL201510844042.8；一种纳米共轭聚合物掺杂改性的反渗透复合膜，ZL201510845868.6；Journal of Membrane Science, 2018, 555:318-326；ACS Applied Materials & Interfaces, 2017, 9: 10214–10223；；Environmental Science & Technology, 2018, 52:4457-4463)，极大地提高了膜元件的使用寿命（图 12），从 3.5 年延长至 5 年以上，在燃煤电厂、饮用水深度处理得到了良好的应用，2019 和 2020 年新增产值超过 1 亿，成果获得 2021 年第三届中国科技产业化促进科技创新一等奖。



图 12. 长效膜元件批量生产线

工程化典型案例 2. 高性能长效反渗透/纳滤膜材料在燃煤电厂水处理中的应用

针对燃煤电厂冷却水与循环水水温高易滋生细菌，导致水处理膜表面生物污染严重，水处理效率快速下降，膜法水处理运行方案与工艺优化缺失等问题，在国家自然科学基金、国家重点研发计划以及产学研等项目的支持下，开发了抗污染与耐化学药剂膜的制备关键技术，构建了水处理膜智能评估系统，相关技术已由杭州易膜环保技术有限公司实现耐污染抑菌反渗透膜、抗氧化耐氯反渗透膜产品等的生产，并应用于浙江浙能绍兴滨海热电有限责任公司等多家浙江浙能集团下属火电厂的水处理（图 13），电厂将原有六套 150 t/h 反渗透系统中的 DOW 反渗透膜组件全部替换为开发得到的抑菌型反渗透膜组件，抑菌型反渗透膜组件设计净通量为 $20.30 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，单支膜组件最高运行压力为 42 bar，最大压差为 1.0 bar，游离氯容忍量为 0.1 ppm。抑菌型反渗透系统设计回收率 $\geq 77\%$ ，脱盐率 $\geq 96.5\%$ ；应用研发的反渗透优化运维策略对抑菌反渗透系统进行规范化管理，通过延长反渗透膜的清洗周期、减少化学清洗次数、加强反渗透膜污染监测、及时调整加药量及加药方式，有效提升了反渗透膜运行寿命。在确保制水系统安全稳定运行的前提下，提升系统制水量和供热量，减少化学清洗药剂使用量，减少固体废弃物（废膜、废滤芯）的处理量。该技术成果不仅保障了火电厂生产过程的安全稳定，提升了火电厂生产效率，还取得了良好的经济、社会和环境效益：2017-2019 年 3 年累计产生经济效益逾 10 亿，减少废弃膜组件逾 5000 只，减少反渗透清洗污水排放近 1 万吨，降低了固废和废水对环境造成的影响。

成果在浙能集团滨海电厂中试平台(左)和改进后的膜系统(右)



图 13 燃煤电厂的反渗透水处理改进系统

工程化典型案例 3 岛礁反渗透水处理系统

远离陆地的岛礁担负着国防重任，但这些离岛的水资源短缺问题特别突出，中心基于超滤、纳滤和反渗透等膜过程对不同尺度分子截留能力和水通量间的差异，创新性地建立了纳滤浓水进入反渗透的多膜集成系统的思想，设计了“超滤预处理-纳滤脱盐-反渗透提高水回收率”的集成工艺，使低咸度水的回收率从常规工艺的 70% 提高到了 92% 以上，吨水电耗降低至 0.5 度。该技术应用于浙江东极岛苦咸水处理，解决了困扰守岛驻军 31610 部队多年的饮水难题，为国防事业做出了贡献，受到驻岛部队的表扬。成果获 2018 年国家海洋局海洋科技二等奖(排名第 1)



图 14 舟山东极岛坑道苦咸水多膜集成装置和驻岛部队赠送的锦旗

工程化典型案例 4. 高通量纳滤膜的规模化生产及应用

纳滤膜材料及应用方向的徐志康教授团队与宁波水艺膜科技发展有限公司深入

合作，再校企项目《高性能薄层复合纳滤/反渗透膜制备技术》支持下，团队将研发的基于表界面工程的可控界面聚合共性关键技术应用于纳滤膜材料的制备，解决了纳滤膜结构调控窗口窄、性能优化难度高的技术瓶颈，实现了高通量纳滤膜的规模化生产及应用（图 15）。近期，双方共同建成全自动高产能复合纳滤膜生产线（图 16）。生产线具有全封闭漂洗槽，可以实现全自动超声焊放和极低张力热处理，最高车速达 15 m/min，是全球少数几条车速超过 10 m/min 的生产线之一，纳滤膜产品生产能力达 300 万平米/年。



图 15. 团队与水艺共同研发的纳滤膜元件



图 16. 团队与水艺在杭州湾厂区共同建成的纳滤膜生产线

工程化典型案例 3. 物料分离用纳滤膜材料与膜元件制造关键技术及其应用

纳滤膜材料及应用方向的徐志康 教授团队与合作企业宁波水艺膜科技发展有限公司、浙江迪萧科技有限公司、浙江天草生物科技股份有限公司共同承担了宁波市重大科技任务攻关项目《物料分离用纳滤膜材料与膜元件制造关键技术及其应用示范》（总经费 500 万元），解决了薄层复合有机纳滤膜存在长期服役性能差、分离精度低这两个关键问题，研发出物料分离用纳滤膜材料与膜元件制造关键技术，建立国产纳滤膜在千吨级物料分离领域的应用示范，实现高价值物料的分离提纯。双方目前合作

建成有机溶剂纳滤膜分离系统（图 17）；正在进行适用于醇类体系的薄层复合有机纳滤膜的研发与生产（图 18），产品目前能够从乙醇中高效分离染料、药物、均相催化剂。



图 17. 有机纳滤膜分离系统



图 18. 有机纳滤膜生产线

工程化典型案例 5. 两亲 PVC 新原料、超滤膜膜材料及其在自来水厂的应用

超微滤膜材料及应用方向的朱宝库教授，为了制备低成本高性能的自来水、工业净水等方向的超滤膜成本，与海南立昇净水科技有限公司、黄山徽梦高分子科技有限公司、苏州立升净水科技有限公司合作，从源头上研究了 PVC 超滤膜亲水化抗污染、构效关系、以及 PVC 膜专用的原料的研究。在十二五 863 计划、十三五重点研发技术和企业、海南省科技计划和学校的支持下，团队研制出全新的两亲 PVC 膜原料和膜材料制备技术(*Journal of Applied Polymer Science*, 2019: 47068-47078; , 学校(中心)、企业均拥有了相关发明专利等原创性知识产权(一种阴离子型含氯两亲聚合物及其制备方法, ZL201811062838.8; 一种叔胺衍生物型含氯两亲聚合物及其由该聚合物制备的分离膜, ZL201811062841.X; ZL202110048102.0; 一种非离子型含氯两亲聚合物及包含该聚合物的分离膜, ZL201811063844 等), 海南立昇投资 8000 万元在黄山徽梦建成年产 2000 吨两亲 PVC 膜专用原料的基地, 实现膜原料的规模化生产和应用(图 19), 相对于市场 PVDF、PES 等相同功能超滤膜产品, 膜原料成本降低 70 以上(从 15-20 万/t 降低到两亲 PVC 的 4 万/t), 解决其他膜材料(如 PVDF、PES

等)原料被国外卡脖子的风险。在制膜关键技术方面,攻克了膜开孔率率低、通量小的成膜工艺显著提高了膜的性能。在国家工信部强基计划支持下(国拨经费 3090 万元),在海南立升建成年产 500 万 m²/y PVC 中空纤维超滤膜生产线,形成了具有中国原创和特色超滤膜产品,在自来水、工业净水、海水淡化预处理工程和国防净水装备中的获得大规模应用(图 20),并且出口到欧美日澳台等国家和地区,后的良好的声誉,过去 5 年间,形成销售额超过 5 亿元。



图 19 黄山微梦两亲 PVC 膜原料生产及中试基地

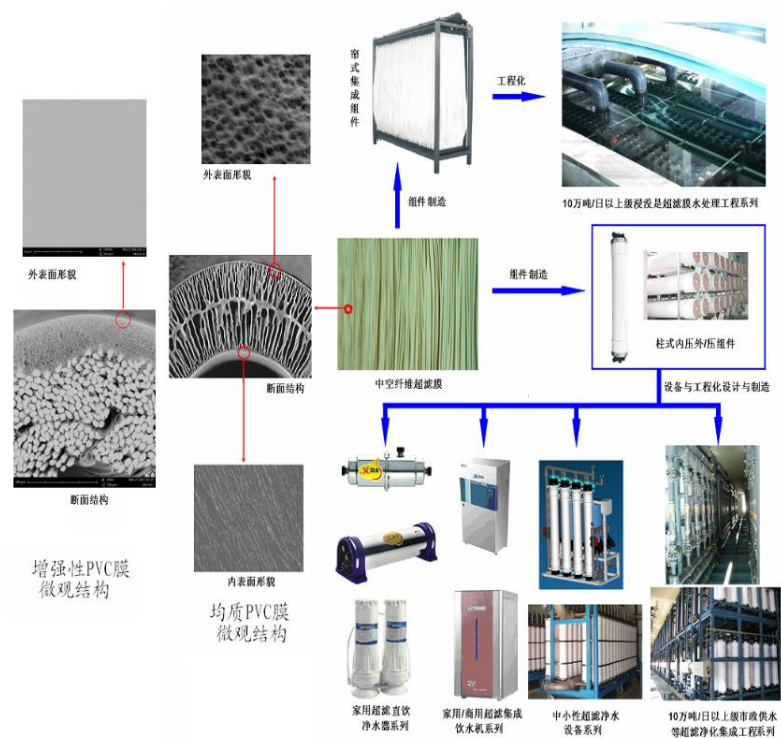


图 20 PVC 中空纤维超滤膜及下游产品和应用

工程化典型案例 6. 含两亲高分子氟氟基超微滤膜及其在污水处理中的应用

由于 PVDF 的本征力学的特点, PVDF 中空纤维超微滤膜目前最适合、使用最广的废水处理与回用膜材料, 其最大的问题是 PVDF 为非极性导致的容易污染, 使用过程中需要频繁清洗, 形成化学清洗剂的消耗、环境污染和降低膜的使用寿命。针对这些问题, 朱宝库教授团队在长期研究基础上, 过去 5 年, 不仅创新型选择出两亲有机硅高分子其他商业化原料用于 PVDF 超滤膜, 更重要的开发出更适合于 PVDF 膜亲水抗污染的含氟聚合物膜原料和膜材料新体系——两亲含氟聚合物新系(一种阴离子型含氟两亲聚合物及其制备方法, ZL201811064523.7; 一种非离子型含氟两亲聚合物及包含该聚合物的分离膜, ZL201811062843 等)。通过与海南立升合作, 实现了干态含两亲高分子氟基超微中空纤维滤膜的规模化生产, 形成产能超过 500 万 m^2/y 。进而与苏州立升合作, 从工程应用的角度验证了膜的应用性能后, 研制出多种组件的生产和应用技术, 形成一系列膜材料、组件、装备等产品(类似于图 XXX)。产品的达到国内领先技术水平, 实现了在污水处理、自来水等行业大规模应用和出口, 形成销售额超过 5 亿元。

工程化典型案例 7. 饮用水吸附净化膜材料及应用

超微滤膜材料及应用方向的朱利平教授, 通过纳米复合技术, 构建兼具过滤功能与选择性吸附功能的新型膜材料。干湿纺丝技术与原位纳米复合技术相结合, 具有一步法、更稳定、易放大等优点。膜材料既可过滤细菌、病毒、胶体等常规有害物, 还能吸附脱除 99% 的重金属离子以及有机微污染物, 但能保留水中的钙、镁离子, 实现安全与健康饮水。该技术在厨电龙头企业宁波方太集团成功实现转化和规模化生产, 成果被首次命名为“净水膜色谱”。2019 年 8 月 12 日, 宁波方太集团在上海世博中心举行盛大的新品发布会, 正式推出基于“NSP 膜色谱双效净水技术”的净水机产品, 或将改变净水行业格局, 被搜狐、网易、新浪、慧聪网、钱江晚报等主流媒体争相报道, 实现研究成果既上“书架”, 又上“货架”。

工程化典型案例 8. 石墨烯基梯度结构聚偏氟乙烯 PVDF 膜材料及应用

黄小军副教授以石墨烯作为添加剂诱导 PVDF 链段在石墨烯二维表面进行有序排列、受限取向和结晶, 形成 PVDF 分子链与石墨烯二维表面相互附着与穿插的微结构, 在相分离过程中形成二维有序的石墨烯导水通道, 同步实现水通量、机械强度和化学稳定性的协同增效提升, 所制得的石墨烯合金膜改性膜的平均孔径小于 30 nm, 纯水通量可达 $600\sim 800 \text{ L}/(\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{bar})$, 断裂拉伸强度高于 5 MPa 且断裂伸长率高于 260%。组件技术方面, 设计出组器中的贯通沟槽结构, 实现中空纤维膜组器具备两端出水和快速排污功能, 同时提高了通量和抗污染性能; 采用膜束列装模式提高了应用过程中耐弯折性能, 采用二次浇注封装工艺突破了组件制作难问题, 解决了膜丝根部容易断裂问题; 通过采用活动性中心膜束实现了膜可更换及维修性, 延长了使用寿命; 通过集成解决了大尺寸、紧凑式组器制作难题, 实现了大型组器和设备的模块化、规模化生产。状装备方面, 开发出一种模块化的脉冲式曝气装置, 该曝气装置主要由主

壳体、通孔导引管、直通管、气体整流罩、气源单向输入接头等部分组成，解决了曝气孔堵塞的难题，通过与组器装配提高了对膜污染的清洗作用和曝气效率。在工程方面，开发出一种由好氧区和兼氧区组成的新型膜生物反应器，结合填料的生化促进效应，提高了有机物、氮磷去除效率，降低了膜污染的形成，显著提升了处理效果和工程寿命，降低了膜清洗频率和工程运行能耗。上述专利技术，集成后以 970 余万元的转让给江苏巨之澜科技有限公司（附件），实现 PVDF 膜产能超过 300 万平方米/年、膜组器产能 3-4 万只/年，膜设备产能 3000 台套/年，过去 5 年建成自来水净化及废水处理工程总量超 100 万吨/d，产品直接销售额超 1.45 亿元、利润超 1700 万元，并且指导企业参与制定国家标准 1 项、行业标准 3 项，形成了显著经济、社会效益效益。

工程化典型案例 9 印染及造纸废水的深度处理与回用技术从源头削减污染

中心成员程丽华副教授参加了十三五水专项“嘉兴市水污染协调控制与水源地质量改善”项目课题二，主持课题任务“印染及造纸废水的深度处理与回用技术研究”，针对造纸废水资源化利用过成中钙粒子的累积问题，完成造纸废水好氧除钙关键技术以及以降钙控钙为核心的造纸废水资源化利用长效稳定调控成套技术研发；针对印染废水膜处理浓缩液处理难问题，研发出印染反渗透浓水的正渗透处理技术研究，为印染废水深度处理与分质回用集成技术、平原河网水污染源头深度削减提供了解决方案，工程化验证正在推进过程章（中国环境报，2020.04.29 特别关注 04 版报道）。

工程化典型案例 10 农村饮用水保障膜技术

浙江大学侯立安院士团队联合江西省灌溉试验中心站、江西省灌溉排水发展中心、江西省水务集团有限公司，针对江西省农村饮用水源水质的现状和污染特征，开展了水源水质分区研究，提出了适合江西省农村饮用水源水质保护策略；构建了涵盖源头控制、过程削减和终端净化的污染控制技术体系。中心成员程丽华主持了江西省水利厅项目“农村饮用水源水质防护关键技术研究及示范”，开发出开展含高浓度铁锰地下水的膜处理关键技术，在江西省新建县建设了含高浓度铁锰地下水的膜处理技术示范工程，建立了江西省农村饮用水源水质防护示范区，为农村饮用水源水质防护提供关键技术支持，实现技术示范研究和推广。

程化典型案例 11. 两亲聚季铵盐抗菌抗病新材料及防疫产品

朱宝库教授团队基于两亲高分子及微孔膜材料良好相关研究基础和技术研究中抗菌功能材料的研究成果，于 2019 年参与工信部“生物医用材料生产应用示范平台”的建设（建设总经费 4 亿元，国拨经费 1 亿元），朱宝库教授担任该项目的首席技术专家。在新冠疫情出现后，在工信部浙江省科技厅、浙江大学支持下，于 2020 年初联合优势企业，集中资源攻关研制非水溶性两亲聚季铵盐类新型安全、环保抗菌抗病原料（获得 ACS 新物质编号），进而研制出基于两亲聚季铵盐新原料的抗菌抗病毒无纺布关键材料（空气过滤用特殊）制备关键技术，在实现聚季铵盐无纺布的抗菌抗病毒性、生物安全性等方面实现关键技术突破。与杭州微纳卫康新材料有限公司、黄

山徽梦、海宁福瑞斯、浙江信纳、建德朝美等合作，分别实现了两亲聚季铵盐抗菌剂、消毒剂、抗菌无纺布过滤材料、抗菌抗病毒口罩的规模化生产并投入市场,参与、。其中的抗菌抗病毒口罩产品，具有表面增强吸附-杀灭致病微生物的功能，在 30 s 内可实现对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌 99%以上的杀灭率，同时可以高效杀灭 H1N1、COVID-19 等流感病毒，有效阻断致病微生物的二次传播。通过二级合作企业彭埠凤凰、东莞利韬、天津济科等企业，将产品成功应用于高铁和乘用车辆的空气净化。相关技术和产品的工程化应用和市场发展，已经后的首轮投资 600 万元。基于该两亲聚季铵盐新原料非溶出、安全、长效、环保、加工等特性和优势,在水处理、医用材料、卫生材料、建筑材料等领域具有巨大的发展潜力，这些方向的工程技术验证也在通过与三鑫医疗等企业合作进入了快速研发阶段。

程化典型案例 12. 超疏水/阻水空气净化材料及其在医疗中的应用

在医疗、发酵、电子、汽车、建筑、服装等行业需要超疏水/阻水、空气环境中固体颗粒物精密截留等功能的无纺布等微滤材料存在广泛的需求，其中，涉及医疗方向的空气净化要求最高。朱宝库团队基于相关高分子合成、分离膜材料等研究背景，过去 5 年在台州科技计划支持下，与浙江信纳医疗器械科技有限公司合作，针对输液器用等最高性能要求的空气净化材料，开发出含氟聚合物及其在无纺布等材料超疏水处理中应用的技术（自交联含氟大分子乳化剂、含所述乳化剂的含氟乳液、其制备及使用方法，发明专利 CN201811005734.3），在浙江信纳完成原料、聚酯无纺布及超疏水空气净化两阶段、三产品的中试化研制，形成年产 500 吨/y 氟酯聚合物乳液涂层原料、20 万 m²/y 超疏水/阻水输液器空气净化无纺布的产能，获得医疗器械材料产品的批件，并批量用于山东威高等国内领军企业输液器。同时，该产品也被列入工信列入了“生物医用材料生产应用示范平台”建设的内容，获得资助 250 万，企业投入 1000 万，为相关产品的发展提供新的支持。

程化典型案例 13. 两亲高分子及其在锂电池隔膜中的应用

锂电池是重要的新能源技术，做为特殊的微滤膜材料，隔膜是电池中极为重要的材料。尽管电池中隔膜的构效关系不同于水处理膜技术，但膜原料、膜材料制备与结构控制的原理和技术是统一的。基于这些前提和中心早期聚烯烃水处理膜和隔膜研究基础上，朱宝库教授团队研究电池隔膜用两亲高分子合成及其对隔膜的改性((J. Appl. Polym. Sci., 2018,135:46423)，在原来隔膜研究的基础上形成新的认知，充分提高了隔膜的电导，抑制了锂枝晶的形成，显著提升了电池的安全性和寿命。目前建立了两亲性羧基锂化聚酯隔膜涂层和电极粘接剂制备技术，正在与河北金力等企业合作进行中试生产和应用的工程化验证，指导企业形成了一系列专利。可以预期，后续研发的成功，对我国锂电行业技术的升级具有重要意义。

工程化典型案例 14. 多孔氧化铝支撑体表面的分子筛膜制备技术与应用

针对分子筛膜成本高，制备重复性低的问题，中心专用功能膜材料与应用方向王正宝教授课题组在国家自然科学基金委重点项目“低成本高性能沸石分子筛膜的构建与分离系统优化”等项目的资助下，研究开发了多孔氧化铝支撑体表面的分子筛膜制备技术，研究开发的晶种修复支撑体缺陷技术（湿法涂晶技术）保证了分子筛膜的脱水性能。在科技部 973 计划项目“生物质制取高品位液体燃料基础问题研究”的资助下将分子筛脱水膜应用到生物质液体燃料的脱水过程，在低温（40 °C 左右）下顺利脱除了十升左右液体燃料中的水分，避免了高温蒸馏和精馏导致的液体燃料油粘稠化问题，保证了液体燃料的品质，使该生物质液体燃料能在柴油发动机中顺利开车。

工程化典型案例 15. 两性离子化表面膜材料与应用技术

针对膜使用过程中膜污染这一共性问题，陈圣福课题组发展了适用不同材料表面的高效两性离子化技术，并解决了表面两性离子化速度慢和高成本的问题。实现了通过功能化两性离子聚合物的修饰时间分别小于 30 分钟；成本小于 0.1 元/cm²；相对阳性对照材料（组织培养聚苯乙烯），非特异性蛋白质吸附量低于 5%，体外血小板粘附低于<1%，革兰氏阳性细菌粘附小于 0.5%，相对医用聚乳酸革兰氏阴性细菌粘附小于 1%。该技术特别是为生物医用膜解决蛋白质、细菌等物质的非特异性吸附问题奠定了基础，可以避免由此导致的大量蛋白质损失、膜通量降低，以及凝血、顽固性生物膜的形成等问题。相关内容正在申请发明专利。

工程化典型案例 16. CO₂ 膜捕集膜材料与应用技术

面向国家碳达峰碳中和重大需求，针对当前基于胺吸附二氧化碳减排过程中高能耗、高污染等问题，彭新生课题组在国家自然科学基金项目“二维层状材料支撑离子液体膜的限域传质机制及高效气体分离”的资助下，创建限域强化二维离子液体膜传质技术，开发出高稳定、高效、高纯的 CO₂ 膜捕集技术，为实现 CO₂ 零排放和资源化利用提供新的技术，为我国 2030 年碳达峰提供技术支撑。

工程化典型案例 17. 通孔有序精密分离膜材料与应用技术

通孔有序膜具有孔径分布窄、膜孔排列有序、膜孔为直通结构等特点，在细胞分离等特种精密分离领域具有潜在的应用价值。在首创以冰面为基底制备呼吸图贯通孔有序膜的基础上，进一步阐明了固态成膜基底对膜结构的影响规律，发展了通用多功能的成膜基底。系统研究了不同分子量及分子量分布聚苯乙烯与环状聚苯乙烯的合成及其有序多孔膜成膜性能；阐明了基底表面性质与膜结构形态特别是膜孔贯通性的内在关系；建立了一种具有普适性的固态基底表面性质调控策略并实现了贯通孔膜的制备，即在固态基底表面引入水溶性涂层，这一策略甚至适用于聚四氟乙烯等高度疏水的基材；进而提出了以水溶性涂层作为多孔膜制备与转移过程中的牺牲层这一新策略，为孔径单分散分离膜的规模化制备解决了关键问题之一，为下一代高性能膜材料的研究

制提供了理论与技术基础。同时，建立了贯通孔膜的表面性能调控方法，提高了面向细胞分离等特种分离过程的表面抗污能力，可望发展一种新型精密分离膜材料。

上述工程化实施案例中的十三项案例，成功的验证了关键技术的工程化的有效性，解决目前科技阶段下从反渗透、纳滤到超微滤膜材料和膜法水处理技术的重大问题，形成一系列高性能产品和先进工程应用，提升了行业技术水平，形成了较强的竞争力和经济、社会、国防效益。以超滤微滤膜材料技术为代表的关键技术医疗、防疫、锂电池等行业的工程化的成功验证与初步应用，显示了中心取得重大、关键科学和技术成果的普遍意义和对其他重要行业发展的支持作用。已经启动的二氧化碳捕集膜、有机物/水分离渗透汽化膜、精密医用生物分离膜等材料与技术的工程化验证的成功，也将对双碳、健康等国家战略的实施，做出新的贡献。

3. 工程化技术成果转移、转化、辐射、扩散情况及其对行业、区域发展影响力，主持或参与制定国家及行业技术标准与规范情况，对创新驱动发展、经济转型升级的作用与贡献。

围绕膜材料和水处理技术的工程化，中心以专利授权使用或授权、承接企业委托或联合研发等多种形式。开展了已有成果的扩散、新成果的形成和转化与转移工作，同时也完成了一些列行业标准制定和咨询服务等工作。

(1) 已有工程技术成果的转移、转化

2017-2021 年度，中心实施了 7 项目、10 件专利的转移、授权的直接转化，合同金额达到 1500 万元。黄小军副教的梯度微结构、超亲水、低压高通量聚合物膜技术的三项发明专利（一种超亲水梯度孔中空纤维膜及其制备方法，ZL201410081610.9; 一种低密度脂蛋白亲和吸附血液透析膜材料的制备方法，ZL201110106503.3; 一种有机-无机复合纳米粒子超亲水改性聚合物膜及其制备方法，发明专利号：201510398692.4.）技术，以 974 万元的价格已成功完成成果转让（中心到款 292 万），实现梯度微结构、超亲水、低压高通量聚合物膜”及“石墨烯梯度合金分离膜产品的生产和应用，各项技术指标均已达到或超越国际先进水平。产品问世以来迅速占领市场，打破了国内高性能家用膜组件领域长期被国外产品把持的被动局面，该科研成果实现产业化后，膜材料及相关产品实现销售产值已达 32,000 万。张林教授团队向北京中环膜材料科技有限公司转让了碱减量废水回收粗对苯二甲酸的纯化工艺（ZL 200910096512.1）专利技术；向杭州永洁达净化科技有限公司许可了一种超疏水改性纳米纤维膜及其制备方法和应用（ZL 201710280034.4）和一种超疏水改性静电纺丝膜及其制备方法和应用（ZL 201710280033.X）两项技术；向利得膜（北京）新材料技术有限公司许可了一种利用改性碳纳米管增强抗菌性的超滤膜的制备方法（ZL 201210512476.4）专利技术，直接提升了相关企业在废水处理与高端膜材料制备方面的技术水平。朱宝库团队向河南迈纳转让了一种原位改性聚砜（一种改性聚芳醚的制

备方法, ZL 201210078458.X),提升聚砜中空纤维的抗污染和通量,解决了目前聚砜原料限制膜性能的问题。这些技术的转移和应用,是中心更早期研发成果,涵盖了反渗透、纳滤、超滤和微滤等水处理膜材料及应用技术方向,提升了不同应用方向膜技术的水平。成果转移、转化面广,其中持了河南第一家中空纤维膜企业—河南迈纳—的成立,生产出系列中空纤维膜产品,填补了中原地区中空纤维膜及因公技术的空白;技术成果转移到北京、江苏、浙江等膜产业发达省市,体现了成果的有效性和先进性。进一步提升这些区域膜技术的领先地位。

(2) 工程化技术成果的同步形成与转化

中心与海南立升、北京碧水源、宁波水艺等国内膜行业龙头已有超过 10 年的合作,形成战略性长期联合研发的模式、平台和团队和良好的条件。过去五年间,通过与这些企业及新合作企业的过共同承担政府项目、中心企业联合公关等模式,实施了 50 个项目的联合研发(中心合同经费约 4000 万元,合同额在 100 万以上的项目 10 余项,5 年到款 2000 元),中心和企业均形成一系列新的工程技术和专利等成果,并在项目实施过程中实现了多项产品工程技术的转移和转化。其中,朱宝库教授团队与立升自 2005 年开始与海南立升合作联合研发中空纤维超滤膜从原料到水处理工程全链条的技术。2017-2022 年间,以中心团队为核心,共同承担国家重点研发计划、工信部强基计划、海南科技计划、中心-企业合作研发等 7 个项目/课题(国家地方政府投入经费 4500 万、企业投入经费超过 2 亿元、中心到位经费 630 万),开发出低成本两亲 PVC 膜原料、PVC 中空纤维膜材料和高性能含氟聚合物中空纤维超微滤膜材料和组件制作技术,以及膜法污水、自来水工程化应用技术,中心和企业获得授权专利 10 余项,其中的新型 PVC 膜原料,不仅解决中国膜行业原料被卡脖子的问题,还大大降低了成本,形成销售额超过 10 万元,解决国家自来水安全保障等重大问题,获得海南科技进步奖一项,也获得广泛的国际认可。张林教授团队与湖南沁森和天津博天环境联合研发了高性能反渗透膜和纳滤膜材料,与沧州绿源联合研发煤化工膜法水处理技术,徐志康教授团队宁波水艺联合研发了复合纳滤反渗透膜并是西安生产,朱利平教授与宁波方太联合研发出膜色谱材料并实现生产和应用,程丽华副教授。这些在中心-企业长期合作前提,通过联合研发形成工程化技术成果并同步实现转化的模式,也是最符合中国产学研特殊和企业要求的模式,大大提高了工程技术研发的成效。

(3) 成果的辐射与扩散

除了水处理膜材料和应用技术在行业内的转移转化等应用外,以中心水处理膜材料和技术形成的成果,以应用非水处理、集成到重大工程用中形似实现了广泛的辐射和扩散,中心人员负责或参与承担政府、企业等项目 20 余项(合同金额超过约 6500 万元,到款超过 2900 万)。其中代表性的工作有,朱宝库教授团队的两亲高分子及膜材料的技术成果辐射医用材料领域,支持中心和浙江信纳进入了“工信部生

物医用材料生产应用示范平台”抗菌敷料和超疏水医用空气净化膜等产品（获得财政支持 600 万元、企业投入 1000 万元），并完成产品的生产和应用；在浙江省科技厅支持下，与杭州信纳、建德朝美、海宁福瑞斯、山东威高等合作，开发出安全环保的两亲聚季铵盐一级产品，成功用于消毒剂、抗病毒口罩、抗菌空气净化器等二级产品；与河北金力合作，开发出两亲高分子改性电池隔膜关键技术，并且进入电池系统工程应用研发阶段。黄小军副教授基于中空纤维膜研究关键技术，与江苏赛腾医疗科技有限公司等合作，开始了人工肺用氧合膜和器件的研发。张林教授将膜法水处理技术集成到水生态保护，成功应用于渔山列岛国家级海洋牧场人工鱼礁建设；把微滤膜技术扩展到空间环境净化领域，开始与企业合作进行工程化技术开发。程丽华副教授将膜过程技术应用到膜法水电解制臭氧领域。这些基于科学技术本质的扩散，进一步体现出中心对其他行业转型升级做出了重要贡献。

（4）制定行业标准

中心积极推进膜材料、水处理及医疗等行业标准制定。代表性的工作包括中心直接促进并参加标准制定化工、生物医学、非制造材料等行业标准 4 项，指导合作企业（立升企业、江苏巨之澜、杭州微纳、杭州科百特、建德朝美）等制定行业标准 10 项。对水处理、医疗器械等领域技术升级的规范建立发挥了重要作用。

（5）咨询与科技服务

中心及成员积极参与政府、行业和企业咨询和科技服务。代表性的工作主要包括参与科技部、工信部立项项目指南的制定，参与中国膜工业协会和浙江省膜协会制定十四五发展规划，建成“医药生物用膜专委会”并主持专委会工作，多位中心成员作为国家行业协会、科学学会的一级、二级大内委员会的委员，在较广范围内促进膜与水处理技术在不同领域的应用和发展。积极参与生态文明与生态建设，位宁波-舟山港梅山港区集装箱码头工程生态修复等多个项目提供科技服务。多位人员作为不同区域政府、企业的专家智库发挥了良好的咨询作用，为政府、企业的决策等做出了贡献。

上述几方面的工作，对行业科技和区域社会 and 经济发展起到多方位的促进作用，为创新驱动发展、经济转型升级做出了重要贡献。

4. 队伍建设及其水平，高层次创新人才培养质量及其在行业中的影响；带头人与团队水平对工程中心建设的贡献。

中心围绕反渗透膜、纳滤膜、超微滤膜、专用功能膜材料及其在水处理、能源、健康、国防等领域的应用技术工程化进行队伍建设，中心及基地拥有人员 43 人（高级职称人员 19 人，拥有博士学位人员 31 人），其中固定人员 21 人、流动人员 22 人（不含在读学生）（附件）。过去 5 年见，培养国家级人才 2 人次（张林、万灵书）、升级人才 2 人次，晋升高级人才 8 人。通过四个方向的协同发展，反渗透膜材料及应

用方向人员为 12 人，纳滤膜材料及应用方向 8 人、超微滤膜材料及应用方向 15 人、专用功能膜材料及应用方向 7 人，专门管理人员 1 人，形成了一支合理、精干的人才队伍。

中心主任、侯立安教授

环境工程专家，中国工程院院士。侯立安教授是我国特种污染防控技术的开拓者之一，长期致力于我国水安全、特种水污染控制、密闭及人居环境有毒有害气体净化等环境工程领域的科学研究和工程设计工作。创新设计了人居环境密闭空间污染监测及治理总体方案，发明了净化“致癌、致畸、致突变”污染物及前驱物和处理放射性废水的组合工艺方法，研制了小型一体化生活污水处理装置、特种污染水处理系列装备、集洗消、淋浴、水处理于一体的应急机动车和密闭空间有毒有害气体净化装置。发明的多项环境污染治理的前瞻性技术和关键性装备解决了特种污染水污染处理和密闭空间有害气体净化等技术难题，开辟了特种污染乃至环境污染治理的新理念、新技术、新领域，丰富了中国环境保理论，推动了人居环境与密闭空间环境保理论的发展，为探索和构建我国特种污染防控体系做出了重大贡献和富有创造性的成就。获国家科技进步一等奖 1 项、二等奖 4 项、三等奖 2 项，军队、省部级科技进步奖和教学成果奖 29 项，国家专利 50 余项；出版专著 8 部，编写国家军用标准 5 项，发表学术论文 400 余篇。作为中心的负责人，侯立安教授提出中心工作的主要任务内容、目标、人才对建设、重大工程化项目等思路，拓展中心工程化的资源，全面统筹中心的工作。同时，反渗透膜材料及应用方向带头人，促进了该方向重大工程化项目的形成和实施，为反渗透膜、水处理技术、环境安全等工程关键技术提出了解决方案。

中心副主任、超微滤膜材料及应用方向及团队带头人，朱宝库教授

中国膜工业协会常务理事及医药生物膜专委会主任，浙江省膜协会副理事长，《膜科学与技术》、《水处理技术》、《功能材料》编委。主要从事两亲高分子设计与合成、离子电池隔膜与电池系统、抗菌/抑菌材料、水处理膜材料与膜法水处理技术等方向的基础和应用技术开发研究，承担/完成科国家 973、863、重点研发计划项目、工信部项目、国家自然科学基金、浙江省科技计划重点项目、企业委托等重要科研项目 30 余项，发表论文 400 余篇（他引 10000 余次，HI=57），申请获得发明专利 80 余项，参与编写专著 6 部，培养研究生 50 余人，建立校企联合研发平台 3 个，开发的 PVC 和 PVDF 超滤膜、超疏水空气净化材料、两亲聚季铵盐抗菌材料、细菌病毒灭活口罩等新产品实现产业化，形成重大经济和社会效益，获得省部级成果奖 5 项。

作为中心副主任，主持中心的日常工作，参与制定中心的发展战略，促进专用功能膜材料及应用方向和团队的形成，在国家行业层面促进了膜技术向能源、医疗等行业的辐射。作为超微滤膜材料及应用方向的带头人，负责制定该方向的发展规划、平台与团队建设，推进了 PVC、PVDF 等膜超微滤膜原料、材料及其在水处理方向的工程化应用，同时主导开展、实现了超滤膜材料在锂电池、医疗、防疫等行业的工程化应用。

中心副主任、反渗透膜材料及应用方向及团队带头人，张林教授

面向空气、水资源和能源方向的重大需求，致力于膜科学与技术在上述领域中应用的关键科学问题开展研究工作，通过设计纳米复合功能材料改进与提高膜性能，构建膜生物反应器来强化过程分离和传递效率为主要研究内容，取得了创新性的结果。获教育部自然科学二等奖 2 项，浙江省科技进步一等奖 1 项，国家知识产权局优秀专利奖 1 项、海洋科学技术二等奖 1 项、中国化工学会科技进步一等奖 1 项；荣获中国石化联合会“青年科技突出贡献奖”、浙江省“千万工程”和“美丽浙江建设”突出个人、中国膜科技中青年突出贡献专家等荣誉称号。入选国家“百千万人才工程”、浙江省“万人计划”领军创新人才；兼任'Environmental Technology'、'Advanced Membrane'、'Recent Innovations in Chemical Engineering'、《水处理技术》、《膜科学与技术》等杂志编委，浙江省化工学会常务理事、浙江省膜学会副秘书长；作为项目负责人承担了包括国家自然科学基金、国家重点研发计划项目、国家重大专项任务、“863”计划目标导向项目等多项国家级科研项目。在 Science、EST、AIChE J、J.of Mater. Chem. A 等顶级期刊上，共发表 SCI 收录论文 150 余篇，累计他引 6000 余次，个人 H-index 为 40。六项研究成果成功地实现了知识产权的转让，多次受邀在国际学术会议上做邀请报告。形成了以膜构效关系协同调控，膜强化反应和分离过程的应用基础研究体系。2018 年，张林教授作为通讯作者在 Science 上发表了研究论文《Polyamide membranes with nanoscale Turing structures for water purification》(Science 2018, 360, 518–521)，报道了团队首先成功研制的具有“图灵结构”有机脱盐膜材料，滤水效率比普通膜材料高 3 到 4 倍。2021 年，中心副主任张林教授主持了国家重点研发计划项目《废弃有机膜材料循环再利用新技术》，针对实际应用过程中脱盐膜性能不可避免地劣化、有机脱盐膜增量快、再用难、资源严重浪费等问题，提出并构建了以“源头减量”、“精深再造”、“循环利用”为三层次目标的废弃有机脱盐膜材料资源化技术体系，对实现废弃有机膜材料的循环利用、推进生态文明建设意义重大。作为中心副主任，全面参与了中心的管理里工作，参与制定中心的发展战略，作为反渗透膜材料及应用方向带头人，制定了该方向的发展计划。指导周志军、姚之侃、王晶分别参与了课题有机脱盐膜性能劣化机理及延寿技术、废弃膜组件的再制造技术及中试应用等的技术攻关。带领团队与浙江浙能技术研究院有限公司、浙江浙能绍兴滨海热电有限公司、浙江理工大学、杭州天创环境科技股份有限公司等合作，发明了温和的膜表面迈克尔加成接枝改性方法，建立了反渗透/纳滤膜分离层表面构建荷电平衡抗污染层的新技术，破解了反渗透/纳滤膜常规抗污染改性技术易造成膜分离性能下降的难题，有效缓解火电厂水处理膜的生物污染问题；发明了膜表面构建可逆牺牲层的膜抗氧化方法与三聚氰氯/芳香族亲核试剂界面缩聚构筑耐酸分离层的方法，解决了火电厂反渗透/纳滤膜因频繁使用化学药剂造成的膜材料氧化或酸化水解、膜性能快速劣化、膜使用寿命缩短的难题；创建了“原位检测-故障诊断-运行优化”集成式诊断系统，形成了膜性能评估分值量化方法和综合运维判据，构建了水处理膜智能评估系统，从工艺上解决了火电厂水处理技

术的运维难题。相关研究成果在 2017-2019 年 3 年累计产生经济效益逾 10 亿，获 2017 年度国家知识产权局第十九届优秀专利奖、2020 年教育部高等学校科学研究优秀成果奖自然科学二等奖、2021 年中华环保联合会科技进步一等奖、2021-2022 年度第三届中国科技产业化促进会科学技术创新一等奖等科研奖励。

纳滤膜材料及应用方向团队带头人，徐志康教授

浙江大学求是特聘教授，国家杰出青年基金获得者，国家优秀科技工作者，浙江省吸附分离材料与应用技术重点实验室主任，兼任 Journal of Membrane Science、Research、Advanced Membrane、高分子学报等期刊编委，中国膜工业协会专家委员会委员、中国化学会理事。1991 年起任职于浙江大学，长期从事聚合物分离膜材料的制备及其表界面工程基础与应用基础研究，建立了系列膜材料的表面性能优化与功能化方法，发表学术论文 430 余篇，他引 17000 余次，H 因子 75，连续七年入选爱思唯尔中国高被引学者榜单；出版英文专著 1 部、中文专著 2 部，获国家发明专利授权 70 多项；担任 2016 年国家自然科学基金重点项目“基于可控表界面工程的聚合物纳滤膜研究”负责人，2021 年成功申请国家自然科学基金重点项目“可控界面聚合宏量合成聚酰胺超薄薄膜及其复合分离膜研究”、省部合作区域创新重点项目“聚合物微孔分离膜的表面性质迥异非对称化及功能集成研究”。自 2000 年起，徐志康教授培养博士 50 余人，毕业博士任职于浙江大学、中山大学、厦门大学等高校和万华、吉利、陶氏、立邦等企业，成为各行业中骨干力量，推进国家教育事业和高新技术的发展。徐志康教授团队引领工程中心有关纳滤膜材料制备与应用技术以及微滤膜表面工程技术的发展。2017~2021 年，团队在可控界面聚合制备薄层复合纳滤膜方向积累了大量工作基础，在 J. Mater. Chem. A、Angew. Chem. Int. Ed.、ACS Appl. Mater. Interfaces、J. Membr. Sci.等期刊发表高质量论文 40 余篇，申报和获得发明专利 20 项，为发展出分离性能可调的薄层复合纳滤膜奠定了基础研究。同时，团队发展了成熟的微滤膜表面贻贝仿生改性技术，可快速与规模化调控微滤膜的表面性质——开发了硫酸铜/双氧水诱导聚多巴胺的快速沉积、左旋多巴/聚乙烯亚胺共沉积、单宁酸/二乙烯三胺共沉积等多种表面工程技术，在均匀性、稳定性、成本可控方面具有显著优势，相关工作发表于 Angew. Chem. Int. Ed.、Nano Lett.、J. Mater. Chem. A 等高水平期刊。聚丙烯微滤膜的表面工程实现了产业化与规模化应用，产生了巨大的经济效益。

作为纳滤膜材料及应用方向团队带头人，制定该方向发展规划、平台和团队建设，组织实施了多个重大项目，实现了纳滤膜材料生产和应用工程化。

专用功能膜材料及应用方向团队带头人，王正宝教授

浙江大学化学工程与生物工程学院教授。早年在美国、日本从事科研十多年，其中在膜开发与应用领域享有盛誉的日本旭化成公司从事膜材料研究开发多年。2006 年底被浙江大学引进，现为中国化学工程学报（英文版）编委，并担任省部共建分离膜与膜过程国家重点实验室专家委员会专家，浙江省膜学会理事。目前主要致力于无

机功能膜材料及其在能源领域的应用研究,在沸石分子筛膜与金属有机框架膜的构建与应用研究、中空纤维沸石分子筛、支撑体构建和分子筛膜结构调控方面取得了突出成果。主持承担了浙江省杰出青年基金,国家自然科学基金重点项目 1 项、面上项目 5 项,参与了科技部 863 计划和重点研发计划等项目 3 项。至今发表了论文九十多篇,其中包括 *J. Am. Chem. Soc.*, *Angewandte Chem* 和 *Advanced Materials* 等著名期刊。获得授权发明专利(美国、日本和中国)十多项,并开始了多孔氧化铝支撑体表面的分子筛膜制备技术与应用方向的工程化研究。

作为该方向团队负责人,负责团队、平台建设和发展规划制定的工作,指导团队开展海水蒸发发电一体化膜、CO₂ 捕集膜、生物医用膜材料的开发及应用工作,取得良好的初步成效。

超微滤膜材料及应用方向骨干,朱利平教授

2001 年 6 月毕业于湖南大学,获工学学士学位;2007 年 6 月毕业于浙江大学高分子化学与物理专业,获理学博士学位;2007 年 7 月至 2009 年 6 月作为师资博士后在浙江大学高分子科学与工程学系从事教学与科研工作,出站后留校任教。其中 2011 年 5 月至 8 月在美国加州大学河滨分校(UC Riverside)进行短期学术访问,2012 年 2 月至 2013 年 2 月在美国宾夕法尼亚大学(UPenn)材料科学与工程系作访问学者。中国海水淡化与水再利用学会青年专委会执行委员/委员、中国膜工业协会工程与应用专委会委员,入选浙江省万人计划科技创新领军人才、浙江省 151 人才工程、浙江大学求是青年学者。担任《功能高分子学报》青年编委、《膜科学与技术》通讯编委、SCI 期刊 *J. Zhejiang Univ.-Sci. A (Appl. Phys. & Eng.)* 编委、*Membranes* 编委、*Chin. Chem. Lett.* 通讯编委,是中国化学会会员、北美膜学会会员、美国化学会会员、国际水协会会员。主要从事高分子化学与物理专业的教学与科研工作,科研方向为分离功能高分子、聚合物分离膜、膜分离技术等。针对传统膜材料存在的透过性/选择性相互制约、膜污染严重、机械强度差等难题,近年来持续开展膜材料高性能化与多功能化的创新性研究,拓展了膜材料与膜分离的科学基础,建立和发展了一系列膜制备与改性的新方法。已主持承担/完成国家自然科学基金项目 7 项、国家重点研发专项课题 1 项,浙江省自然科学基金项目 2 项、浙江省科技计划项目 2 项、中国博士后科学基金 2 项、国际横向科技合作项目(阿联酋大学、西门子(中国)公司)2 项、中央高校基本科研业务费项目 4 项,参与完成 973 计划项目 1 项、国家 863 计划项目 2 项。已在 *Macromolecules*、*J. Mater. Chem. A*、*ACS Appl. Mater. Interfaces*、*Adv. Mater. Interfaces*、*Langmuir*、*Polymer*、*J. Membr. Sci.* 等国内外重要学术刊物发表 SCI 收录论文 130 余篇(其中第一/通讯作者 70 余篇,3 篇论文入选 ESI 高被引论文),他引 4600 余次,个人 H-指数为 38。在基础研究成果的基础上,开发了长效抗污中空纤维膜制备技术,在 4 家企业实现规模化生产,并被应用于大型水处理工程,产生了显著的经济和社会效益,膜材料累计产值超过 10 亿元。在国际上原创性地开发了吸附型净水膜色谱及其制备技术,该膜材料既可过滤细菌、病毒、胶体等常规有害物,还能吸附脱除 99%

的重金属离子以及有机微污染物，但能保留水中的钙、镁离子，从而实现安全与健康饮水。该技术在厨电龙头企业宁波方太集团成功实现转化和规模化生产，成果被首次命名为“净水膜色谱”。2019年8月12日，宁波方太集团在上海世博中心举行盛大的新品发布会，正式推出基于“NSP膜色谱双效净水技术”的净水机产品，或将改变净水行业格局，被搜狐、网易、新浪、慧聪网、钱江晚报等主流媒体争相报道，实现研究成果既上“书架”，又上“货架”。基于上述成果，朱利平获得授权中国发明专利24项，获得2019年中国化工学会科技进步一等奖（1/13）、2015年浙江省科技进步一等奖（2/12）、2013年浙江大学工学杰出成就奖、2019年中国石化联合会青年科技突出贡献奖（个人奖）等科技奖励。

专用功能膜材料及应用方向骨干，彭新生教授

入选教育部“新世纪优秀人才支持计划（2009）”及“浙江省海外高层次人才引进计划（2012）”；主持国家基金面上项目3项与青年1项、浙江省自然科学基金重大项目及浙江省杰出青年基金项目个1项，参与国家基金重点项目1项、973项目1项、科技部重大专项1项；担任科技部重大专项评审专家；欧盟石墨烯旗舰计划等项目评审专家。长期从事新型纳米结构功能无机膜的制备、组装、功能设计 and 应用探索，至今已在 Science, Nature Nanotech., J. Am. Chem. Soc. 等发表 SCI 论文 200 余篇，SCI 他引 11000 余次，H 因子 60；授权中国发明专利 25 件，国际专利 10 件。目前正在推进高光热转化效率的海水蒸发发电一体化的 MOFs 纳米阵列膜、CO₂ 捕集膜材料的开发及应用工作。

专用功能膜材料及应用方向骨干，陈圣福教授

浙江大学化学工程与生物工程学院教授，早年在美国从事博士后研究、讲师等工作，2007 年底进入浙大工作，主要从事抗蛋白质非特异性吸附的生物医用材料及其应用技术研究，涉及体内植入/介入材料、药物传递、环境友好的可降解膜和海洋防污涂料，膜科学与膜分离技术等领域。现为高校化学工程学报编委。迄今已在 Science, J Am. Chem. Soc., Adv. Mater., Biomaterials, ACS Appl. Mater. Inter. 等期刊发表论文 130 余篇，他引 1.5 万次，H-index 53。已授权发明专利美国 7 项，中国 8 项。获海洋科学技术奖二等奖 1 项，教育部自然科学奖二等奖 1 项。作为项目负责人主持国家自然科学基金面上项目 6，主持浙江省自然科学基金重点项目 3 项，参加 973 计划 1 项，国家自然科学基金重点项目 1 项。目前开始了两性离子化表面膜材料与应用技术工程化研究。

纳滤膜材料及应用方向骨干，万灵书教授

万灵书，理学博士，教授，博士生导师。2002 年 6 月本科毕业于南京工业大学，2007 年 6 月获浙江大学高分子化学与物理专业博士学位，毕业后留校任教。2009 年 12 月起任浙江大学副教授，2012 至 2013 年在美国芝加哥大学从事博士后研究。2015 年

12 月晋升教授。2013 年入选浙江大学求是青年学者，2015 年入选浙江省 151 人才工程第三层次培养人员，2015 年获国家自然科学基金委优秀青年科学基金资助，2020 年入选江苏省“双创人才”。主要从事高分子均孔膜及其表界面的基础与应用基础研究。取得的主要学术成绩包括：首创基于呼吸图法的聚合物均孔膜的制备，建立了此类膜材料的多层次结构调控方法，进而实现了细胞等物质在超低压条件下的精密分离；发展了基于胺-醌网络及金属离子-酚醌网络的表界面功能化方法，并应用于高性能分离膜的制备与表面性能优化。主持承担或完成国家自然科学基金优秀青年科学基金、国家自然科学基金面上项目、浙江省自然科学基金重点项目等科研项目。在 *J. Am. Chem. Soc.* 和 *Angew. Chem. Int. Ed.* 等期刊发表论文 120 余篇；应邀在 *Polym. Chem.* 期刊 *Pioneering Investigators 2019* 专辑发表研究论文、在 *Chem. Commun.* 发表综述论文；合作出版中英文专著各 1 部；获中国发明专利授权 10 余项；获国家科技进步二等奖 1 项、浙江省自然科学一等奖 1 项、教育部自然科学二等奖 1 项、浙江省高等学校科研成果一等奖、宁波市科学技术奖一等奖 1 项和“十一五”浙江省自然科学基金优秀论文奖。应邀担任 SCI 期刊《*Chinese Chemical Letters*》青年编委、中国海洋学会海水淡化与水再利用分会青年专家委员会执行委员。目前开始了通孔有序精密分离膜材料与应用技术的工程化研究。

纳滤膜材料及应用方向骨干，黄小军副教授

浙江大学求是青年学者、姑苏创新创业领军人才、南京 321 创新创业人才。主要从事超滤、微滤、纳滤膜材料及其不同领域应用的研究，在 ECMO 人工肺氧合器、透氧膜 MABR、人工肾膜、低压纳滤膜研究取得突出成果，突出膜技术的交叉和扩散应用研究。首创的“梯度微结构、超亲水、低压高通量聚合物膜”理论及石墨烯合金分离膜、PVDF 复合分离膜、低压纳滤膜等产业化成果，获多项国家项目资助，包括“十二五”国家 863 计划重大专项子课题 1 项(2130 万元)、“十二五”国家支撑计划重大专项子课题 1 项和国家自然科学基金 4 项、浙江省社发领域成果转化项目、浙江省自然科学基金项目和企业合作项目 32 项；在德国留学访问期间主持德国费森尤斯医药公司智能人工肾、人工肺膜材料等科研系列项目；其中，首创采用“阶梯控制纺丝新技术”，实现具有梯度孔结构、超亲水、低压超高通量聚合物中空纤维膜规模化生产的集成技术成果，通过“863”重大专项总体专家技术鉴定，并推选为“863”重大专项技术亮点成果。发表 SCI 收录论文 97 篇，H 因子 30；参与编著中英文专著《*有机纳米功能材料*》和《*Surface Engineering of Polymer Membranes*》各一部，分别获 2008 年国家科技进步奖二等奖 1 项(8/10)，2007 年教育部高等学校科学技术奖自然科学奖二等奖 1 项(3/10)，2006 年(2/5)、2009 年(2/3)和 2010 年(2/5)浙江省高校优秀科研成果一等奖各 1 项，2010 年浙江省自然科学学术一等奖 1 项(1/5)，2013 年宁波市科学技术进步奖一等奖 1 项(3/10)，2015 年浙江省自然科学一等奖 1 项(3/5)；获授权国家发明专利 50 余项。创办南京佳乐净膜科技有限公司、江苏巨之澜科技有限公司和江苏

巨之澜纳米科技有限公司，实现“梯度微结构、超亲水、低压高通量聚合物膜”及“透氧膜 MABR、石墨烯合金分离膜、PVDF 复合分离膜”等科研成果的规模化生产及产业化应用，膜材料及相关产品实现销售产值已达 32,000 余万，并指导企业编写行业、军工标准 2 项。

反渗透膜材料及应用方向骨干，周志军副教授

长期致力于膜分离技术在海水淡化、工业废水处理、超纯水制备等方面的工程应用研究，主持建立了包括海岛海水淡化、医用超纯水制备、酸性工业废水处理等在内的膜分离技术相关工程项目，在 AICHE Journal、Journal of Membrane Science、Desalination 等杂志发表论文 30 余篇，授权发明专利 10 余项，获 2016 年浙江省科学技术进步一等奖（5/11）、第十九届中国专利优秀奖（6/6）、2021-2022 年度第三届中国科技产业化促进会科学技术创新一等奖（7/15）等科研奖励。过去五年，在反渗透膜应用技术及工程化方面取得显著成效。

超微滤膜材料及应用方向骨干，程丽华副教授

长期从事环境污染治理、生态修复等基础研究工作，其在废水处理和资源化利用技术研究方面在国内外处于领先水平。浙江大学“环境科学与工程”一级学科入选国家“双一流”建设学科和 A 级学科，环境/生态学科位列 ESI 世界前 1‰，拥有污染环境修复与生态健康教育部重点实验室、浙江省有机污染过程与控制重点实验室、浙江省水体污染控制与环境安全技术重点实验室、水污染控制浙江省工程研究中心等科研平台，为膜法水处理技术验证提供支撑。

反渗透膜材料及应用方向骨干，姚之侃副研究员

姚之侃，男，浙江大学化学工程与生物工程学院，特聘副研究员。主要研究方向包括功能化分离膜材料的设计合成与制备、功能化分离膜的设计与制备、高性能纳滤/反渗透/正渗透膜的设计与制备以及新型膜分离技术在环境与新能源等方面的应用等，作为项目或课题负责人承担了国家自然科学基金等多项国家级科研项目，在 J. Membr. Sci.、Environ. Sci. Technol.、Desalination 等期刊发表论文 70 余篇，授权发明专利 10 余项，获 2021-2022 年度第三届中国科技产业化促进会科技创新一等奖（1/15）、2019 年中国化工学会科技进步一等奖（10/13）、2021 年中华环保联合会科学技术奖科技进步一等奖（6/10）、2013 年教育部高等学校科技进步奖二等奖（10/10）等多项省部级科研奖励，兼任《膜科学与技术》通讯编委。作为中心的新生力量，正在致力于高性能反渗透膜材料和应用的关键技术和工程化问题研究。

上述核心骨干人员，是中心研发和创新性高层人才的骨干，各位人员本身也都成为了行业的重要力量。过去 5 年中，中心他人员晋升高级职称 9 人次，与上述人员一起，对膜行业的的社会服务、产业升级发挥了重要作用。

5. 对工程技术人才培养、人才培养及开放服务。

中心在膜与水处理行业人员技术专门培训、研究生及培养、测试服务与培训等方面开展了众多工作。

(1) 行业培训与科普

中心主任侯立安院士为主编，张林教授、姚之侃副研究员、王晶副研究员为编委，编写了科普类著作 3 部，包括：《看不见的室内空气污染》（2019 年 9 月出版）、《看得见的室内空气污染危害》（2021 年 4 月出版）、《饮不出的水品质》（2022 年 5 月出版）。其中《看不见的室内空气污染》集普及科学知识、弘扬科学精神、传播科学思想、倡导科学方法与趣味性和可读性于一身，以问答形式呈现，内容浅显易懂，版式设计活泼，图案色彩丰富，有助于读者澄清诸多谬误和谣传，关心室内空气环境的老少读者皆可轻松阅读。该作品入选国家新闻出版署《2020 年农家书屋重点出版物推荐目录》及 2020“农民喜爱的百种图书”，获评 2021 年度环境保护科学技术奖唯一科普类奖，具有深远的社会影响。张林与朱宝库积极参与众多行业、区域膜材料与技术培训等 8 次，参培人员超过 1000 人次。

(2) 研究生培养

过去 5 年，培养在读研究生 130 余人，培养毕业研究生 80 人，培养中心基地和合作企业膜专业人才 60 余人。

(3) 对外测试服务与培训

中心及基地拥有完整膜结构与性能表征、膜性能测试设备，以及膜材料制备与用验证等中试等条件，利用这些条件，完成对企业的测试服务 100 余次，企业人员测试技术培训 20 余人次，通过中试验证培训人才 20 人次。

6. 对学科建设支撑作用。

中心依托浙江大学高分子科学与工程学系、化学与生物工程学院、材料科学与工程学院、环境与资源学院等四个院系、5 个以及学科、8 个二级学科建设和运行，通过中心的工作，开设了膜与水处理方向性课程 10 门，形成众多国际合作、联合培养研究生等项目，专门开设了长三角、浙江省膜技术研究省论坛，支持了 50 余项学生创新创业，形成多学科内部的增长点，促进了学科交叉，为依托单位多学科的发展发挥了强大的支撑作用。

四、硬件条件运行情况与质量

1. 研究方向及其相应实验技术平台配置情况

针对反渗透材料及水处理应用、纳滤膜材料及水处理应用、超微滤膜材料与多场景应用、专用功能膜材料与工业分离应用等研究的需要，建成了原料合成、膜制

备、膜性能表征等专用试验技术平台，同时分别依托四个院系、学校的测试分析中心，拥有了齐全的大型设备平台。



图 21 试验技术条件

2. 中试与工程验证能力

针对反渗透膜材料及水处理应用、纳滤膜材料及水处理应用、超微滤膜材料与多场景应用、专用功能膜材料与工业分离应用等研究的需要，由依托单位建设或与合作企业共建等，建成了 10 个原料合成、膜制备、膜性能表征等专用中试试验技术工程化验证平台（基地）。

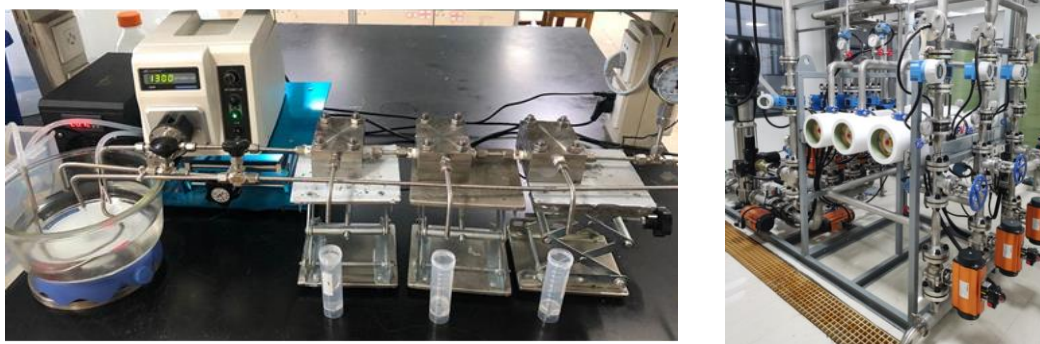


图 22. 反渗透膜元件性能测试及中试工程验证验证装置

3. 配套设施及支撑条件

中心人员分别在浙江大学杭州紫金港校区、浙江大学海宁国际校区、浙江大学宁波研究院化工分院、浙江大学科技园区、浙江大学绍兴研究院等多个部门开展研究，建成了四个方向全链条的研究条件，拥有场地 4500 平方米，在各自部门均有良好的安全、环保、卫生、管理、人员生活、分析测试等支撑条件。

4. 技术成果、文件资料归档情况

中心作为浙大的二级机构，按照浙江大学、部门的制度、教育部中心的要求，除

了按学校部门要求进行技术成果、文件归档的管理，为了保障中心的运行，中心组织建立了办公室，聘用了专门室管理人员，对中心的技术成果、年度报告、文件资料进行归档，做到了从项目、预算申报、试验、验收等全过程跟踪与资料归档。在符合学校规章制度规范制度的前提下，建立了完善的资产管理系统。对中心用印做好记录，建立了相应的用印责任制度。建立了规范的当然管理制度，按照项目进行分类和及时归档。

五、经费情况

1. 经费收支情况

企业得到国家、地方政府、企业和学校等 120 余项课题大力支持（纵向项目 52 项，企业团体项目 50 余项，依托单位项目 10 余项，合同经费额 14000 万，实到经费 8716 万），得到依托单位支持项目 10 余项，实际到位经费超过 200 万元。按照规定，这些经费都用于中心项目研发的材料、设备、测试、差旅、人员、会议交流、知识产权等方面。

2. 技术转让与服务收入情况

2017-2021 年度，中心中心成员朱宝库、张林、黄小军等实施了 7 项目、10 件专利的转移、授权的直接转化，合同金额达到 1500 万元、对外测试 100 余项。除了人员部分直接转让入股外，实际到款转让、测试费 377 万元。

六、运行与管理机制

1. 机构设置

膜与水处理技术教育部工程研究中心是浙江大学科技创新体系的重要组成部分，是浙江大学在膜分离技术领域面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求，组织工程技术研发、促进科技成果转化、推动学科建设发展、培养集聚创新人才、开展国际合作交流的重要基地。

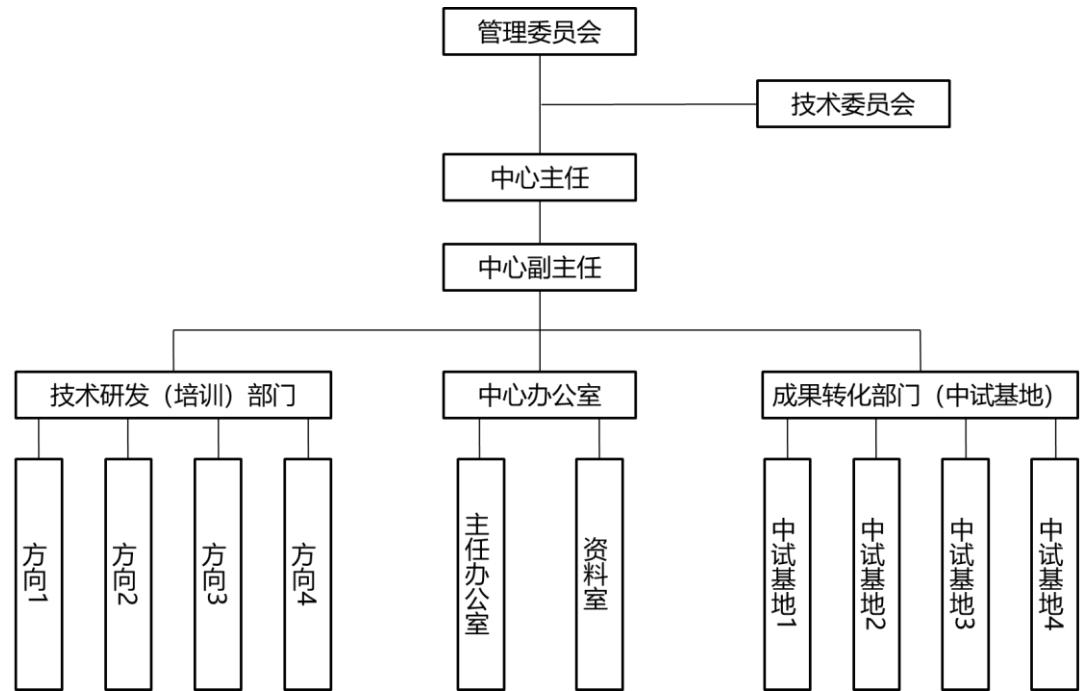
膜与水处理技术教育部工程研究中心的任务是以国家中长期教育、科技发展规划为指导，立足浙江大学基础研究优势，强化分离膜制备与应用关键核心技术攻关，提升膜法水处理技术工程化和系统集成能力，促进高等学校科技成果转化与技术转移，夯实行业技术基础，推动行业技术进步，为国家战略需求提供科学技术支撑。

膜与水处理技术教育部工程研究中心充分发挥科研育人作用，深化科教融合，以人才的创造性精神、创造性思维、创造性能力为核心，通过科学研究和工程实践，培养具有创意、创新、创业能力的膜与水处理技术相关高水平工程化人才，为关键核心技术攻关持续提供人才支撑。

按照教育部相关要求，膜与水处理技术教育部工程研究中心依托浙江大学建设和管理，学校成立由校级相关负责领导牵头，科技、人事、学科、财务、资产等部门参加的建设和运行管理委员会。负责落实条件保障、日常监督管理和年度考核等工作，

研究解决工程中心发展中的重大问题。工程中心实行学校领导下的主任负责制，工程中心主任由浙江大学依据《教育部工程研究中心建设与运行管理办法》公开遴选和聘任，报浙江省教育厅和教育部备案。工程中心主任负责工程中心的全面工作，并设立副主任和专职秘书。

工程中心组织机构如下：



除必要的行政与后勤保障部门外(中心办公室)，工程中心主要由“技术委员会”、“技术研发”和“成果转化”三个部门构成。工程中心设主任 1 名、副主任 2 名。中心的运行与管理实行浙江大学领导下的主任负责制。中心主任全面主持工程中心的工作；副主任负责技术研发与服务、技术成果转化、对外培训、市场咨询与调研及拓展等工作。

2. 管理体制及运行机制

浙江大学负责膜与水处理技术教育部工程研究中心的建设与发展，成立由校级相关负责同志牵头，科技、人事、学科、财务、资产等部门参加的建设和运行管理委员会，负责落实条件保障、日常监督管理和年度考核工作，研究解决工程中心发展中的重大问题，并保障工程中心基本运行经费每年不低于 100 万元。

膜与水处理技术教育部工程研究中心为依托浙江大学建设的相对独立的科研实体，实行人、财、物相对独立的管理机制。工程中心实行浙江大学领导下的主任负责制，工程中心主任负责工程中心的全面工作，并设立副主任和专职秘书。

膜与水处理技术教育部工程研究中心设主任 1 名，副主任 2 名。主任由浙江大学公开遴选和聘任，并报主管部门和教育部备案。工程中心主任的聘任条件是：学术造诣深厚、工程技术研究水平高、开拓创新意识和组织管理能力强，熟悉相关行业国内外技术现状和发展趋势，身体健康，首次聘任时年龄不超过 55 岁，且应为本单位全

职人员。工程中心主任每届任期五年，原则上不超过 2 届。副主任协助工程中心主任分管相关工作。

技术委员会是膜与水处理技术教育部工程研究中心的技术指导机构，其职责是根据膜分离技术与膜行业的发展趋势和需求，指导审议工程中心发展战略和年度计划工作，评价工程设计与试验方案，提供技术经济咨询和市场信息，研究提出工程中心研究方向调整建议等。技术委员会会议每年至少召开 1 次，每次实到人数不少于总人数三分之二。技术委员会由行业与技术领域的科技、工程、企业界优秀专家组成，人数不少于 11 人，其中来自浙江大学的成员不超过总数的三分之一，中青年委员不少于总数的三分之一。技术委员会每届聘期 5 年，原则上不超过 2 届。每次换届须更换三分之一以上成员。技术委员会由浙江大学聘任。技术委员会主任应由浙江大学之外的专家担任，并报主管部门和教育部备案。

膜与水处理技术教育部工程研究中心研发队伍由固定人员和流动人员组成。固定人员应为浙江大学聘用的、聘期在 2 年（含）以上的全职人员，包括研究人员、工程技术人员和管理人员，原则上规模不少于 50 人。工程中心整合浙江大学高分子科学与工程系、化学工程与生物工程学院、材料科学与工程学院、环境与资源学院等相关院系的教师队伍与研发力量，充分利用浙江大学多学科交叉的优势，面向全球引进高层次人才，构建产学研结合、高水平、高素质的工程中心人才队伍，以国家战略需求和膜法水处理行业、区域经济发展需要为导向，围绕膜材料的制备与膜法水处理技术的应用，组织团队开展技术攻关，承担国家、行业和区域的重大科技任务，持续为技术创新和产业进步提供工程化技术成果。

膜与水处理技术教育部工程研究中心发挥浙江大学教育优势，深化科教融合，加强人才培养，吸引优秀本科生参与工程实践，支持研究生参与工程技术攻关，积极与国内外高校、科研机构和企业联合培养创新人才。

膜与水处理技术教育部工程研究中心通过成果转化部门与膜行业相关企业及研究机构协同创新，面向社会开放运行，广泛吸引优秀人才开展技术协同攻关，与国内外知名企业和团队开展稳定的实质性合作。

膜与水处理技术教育部工程研究中心的知识产权依托浙江大学有关部门进行管理，强化技术标准与专利等知识产权的创造、运用和保护，重视对行业发展有影响的技术成果和高价值专利（组合）培育。所有参与工程中心开发项目的人员对研发和服务过程中的各项技术、数据、文档、成果和商业秘密等负有保密责任，严格遵守国家有关保密规定。工程中心有义务、有权采取规范的运行管理程序要求参与人员协助以确保有关技术不泄漏。工程中心应严格按照国际和国家法律、法规、行规的要求，努力避免因知识产权问题导致的法律责任及其相关经济赔偿责任。

膜与水处理技术教育部工程研究中心应着力营造求真务实、潜心问学、诚实公正、水到渠成、理性质疑、协作开放的创新文化，加强自我监督和科研诚信教育，提升科学素养，防范学术不端行为。

膜与水处理技术教育部工程研究中心实行年度统计报告制度，每年3月底之前将上年度总结报告提交至教育部科技管理信息系统，加盖公章后的纸质版报送教育部，并在依托浙江大学相关网站进行公示。

膜与水处理技术教育部工程研究中心发展方向和建设内容需要进行重大调整的，经主管部门同意后，由教育部组织专家进行论证，通过论证的准予调整。

七、 近中期任务、目标和未来规划

浙江大学膜与水处理技术教育部工程研究中心以膜分离技术为主要研究对象，始终面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求，组织工程技术研发、促进科技成果转化、推动学科建设发展、培养集聚创新人才、开展国际交流合作。过程中心期望通过膜分离技术的开发与成果转化，推进我国膜分离技术相关基础研究与技术看创新，服务膜技术相关行业，助力我国实现“碳中和与碳达标”目标的实现，助力我国生态文明建设，具体任务与目标如下：

（1）技术开发

依托国家自然科学基金、重点研发计划、浙江省科技计划、企业横向等项目，持续推进面向应用的创新性科学与技术相结合的产学研用研究，重点开发高性能纳滤膜、超滤膜、医用分离膜、可降解高分子纳米纤维膜等材料及其应用技术，计划2年内新增科研或技术开发项目5项/年以上，合同经费500万/年以上，申请发明专利10项/年以上，发表论文10篇/年以上；5年内新增科研或技术开发项目共计30项以上，合同经费共计3000万元以上，授权发明专利30项以上，发表高水平论文50篇以上，形成包括高性能纳滤膜、超滤膜、医用分离膜、可降解膜等在内的具有自主知识产权的关键技术10项。

（2）成果转化

持续推进抗菌膜、微滤膜、纳滤膜、电池隔膜、空气净化材料与器件、ECMO人工肺氧合膜等成果的技术转化与工程应用，计划2年内实现转化或转让技术、专利4项以上，5年内实现转化或转让技术、专利10项以上。

（3）团队建设及制度优化

在团队建设方面，开展团队内外的多学科交叉和融合，加强对青年学者的培养，同时联合企业、行业，引进校外团队加入中心，促进中心材料及工程应用的发展，未来2年拟引进年青教师2-3名，实现1-2名年青教师的职级晋升，为行业培养优秀的研究生/本科生共计30名；未来5年拟引进并培养青年骨干教师5名，为行业培养优秀的研究生/本科生共计100名以上。

在制度方面，根据国家新形势对科研的要求、国家及学校新政策，建立适合于新时代的中心管理与运行制度。

八、 存在问题及改进措施

（1）受制于编制有限，中心固定人员规模较小。未来一方面将建议和争取依托单位给予人才引进的支持，另一方面，加强人才的培养与引进，聘用外部人员深度参与中心的工作。

（2）受制于审批流程和手续，中心的技术成果转让偏少。未来将进一步加强与企业的多样化合作，采取专利许可的形式，实现技术成果的转让。

九、 依托单位自评估意见

十、 主管部门意见

十一、教育部意见

“膜与水处理技术教育部工程研究中心”

评 估 附 件 材 料

2017年1月-2021年12月

目 录

1、科研项目名称、编号、来源、起止时间及其经费一览表	44
2、代表性成果推广转化证明	50
(1) 高性能反渗透/纳滤膜及其制备方法	50
(2) 碱减量废水回收粗对苯二甲酸的纯化工艺	51
(5) 高性能薄层复合纳滤/反渗透膜制备技术.....	54
(6) 水处理膜材料及应用技术开发	55
(7) 医用聚酯膜材料开发	56
(8) 膜材料改性技术转让	57
(9) 生物医用材料转化与转化	58
(10) 膜色谱材料开发.....	59
(11) 膜材料改性技术开发	60
(12) 水处理膜材料技术服务	61
(13) 中空纤维膜血液样本浓缩研究开发	62
(14) 石墨烯诱导取向梯度功能膜材料及组件研发	63
(15) 微孔阵列滤膜表面修饰	64
(16) 水深度处理集成新技术	65
(17) 基于气液非对称界面的氧合膜研制开发	66
(18) 膜式氧合器生产工艺开发	67
3、代表性成果应用用户证明（希望 10 项以上）	68
(1) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用	68
(2) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用	69
(3) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用	70
(4) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用	71
(5) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用	72
(6) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用	73
(8) 梯度孔分离膜技术应用（江苏巨之澜）	75
(9) PVC、PVDF 膜材料技术应用（海南立升）	76
(10) 水处理膜原料技术应用（黄山徽梦）	77
(11) 高性能膜材料技术应用（河南迈纳）	78
(12) 医用膜材料技术应用（浙江信纳）	79
(13) 两亲高分子抗菌材料及应用（杭州微纳）	80
(14) 水处理膜材料制备技术（北京碧水源）	81
(15) 高性能膜材料技术应用（浙江方太）	82
(16) 膜原料技术应用（浙江东大）	83
4、中试基地证明	84
(1) 反渗透膜材料开发、验证平台（浙江易膜）	84
(2) 反渗透膜材料及水处理技术开发、验证平台（杭州天创）	85
(3) 纳滤膜材料开发与应用技术基地（宁波水艺）	86
(4) 水处理膜材料及应用工程中试基地（立升企业）	87
(5) 水处理膜原材料中试基地（黄山徽梦）	88
(6) 医用膜材料及应用技术基地（浙江信纳）	89

(7) 大东南	错误!未定义书签。
5、培训证明.....	90
(1) 水处理领域专业技术转移转化能力提升高级研修班	90
(2) 2018 首届全国海水苦咸水淡化技术与工艺专题培训班	91
(3) 2019 第三十七届全国膜法水处理技术高级研修班	93
(4) 2021 第三十九届全国膜法水处理技术高级研修班	95
(5) 2022 年第三届全国海水浓盐水淡化技术与工艺高级研修班	97
6、对外测试证明	99
(1) 中心设备仪器共享	99
(2) 代表性对外测试报告	100
(3) 浙大膜中心检测报告 PTFE 膜耐酸碱性	101
7、标注教育部膜中心的代表性论文及对工程化应用的促进作用.....	102
8、推动行业发展的重要论文（高引+CNS）论文首页	103
(1) POLYAMIDE MEMBRANES WITH NANOSCALE TURING STRUCTURES FOR WATER PURIFICATION	103
(2) DOPAMINE: JUST THE RIGHT MEDICINE FOR MEMBRANES	104
(3) A PHOTOTHERMAL AND FENTON ACTIVE MOF-BASED MEMBRANE FOR HIGH-EFFICIENCY SOLAR WATER EVAPORATION AND CLEAN WATER PRODUCTION	105
(4) ANTIFOULING AND ANTIBACTERIAL BEHAVIOR OF MEMBRANES CONTAINING QUATERNARY AMMONIUM AND ZWITTERIONIC POLYMERS	106
(5) POLYANILINE-COATED MOFs NANOROD ARRAYS FOR EFFICIENT EVAPORATION-DRIVEN ELECTRICITY GENERATION AND SOLAR STEAM DESALINATION	107
9、参编标准证明	108
(1) 血液透析器用中空纤维膜原料（聚砜）团体标准	108
(2) 血液透析器用中空纤维膜原料（聚醚砜）团体标准	109
(3) 抗菌抗病毒非织造材料 团体标准	110
(4) 液体过滤用平板过滤膜、过滤微生物截留试验方法	111
10、专著	112
(1) 侯立安，张林等著，《纳滤水处理技术》	112
(2) 侯立安，张林等著，《看不见的室内空气污染》	113
(3) 侯立安，张林等著，《看得见的室内空气污染危害》	114
(4) 侯立安，张林等著，《饮不出的水品质》	115
(5) 徐志康，万灵书，《高性能分离膜材料》	116
11、获奖证书.....	117
(1) 中国专利优秀奖	117
(2) 教育部高等学校科学研究优秀成果奖自然科学二等奖	118
(3) 中华环保联合会科技进步一等奖	119
(4) 中国科技产业化促进会科学技术奖	120
(5) 海洋科技奖获奖证书	121
(6) 浙江省科技进步奖	122
(7) 环境保护科学技术奖—奖	123
(8) 氟基膜材料与装备及其在水处理中的应用	124
(9) 中国化工学会科学技术奖	125

12、重要机构任职	126
(1) 工信部非常规水源标准化委员会委员	126
(2) 浙江省膜学会常务理事兼秘书长	127
(3) 膜科学与技术 编委	127
(4) ADVANCED MEMBRANE EDITORIAL BOARD 编委	128
(5) ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY 编委	130
(6) RECENT INNOVATION IN CHEMICAL ENGINEERING 编委	130
(7) 水处理技术编委	131
(8) 中国膜协工业会专家委员会	132
(9) 中国膜协工业会医药生物膜专委会	132
(10) 中国膜协工业会工程与应用专委会	133
(11) 浙江省膜工业协会副理事长	133
(12) 国家生物医用材料生产应用示范平台专家	134
(13) 山东膜学会特聘专家	134
(14) 膜科学技术编委会委员	错误!未定义书签。
(15) 功能材料编委会	错误!未定义书签。
(16) 水处理技术编委会	错误!未定义书签。
(17) 中国膜协工业协与应用专业委员会委员	错误!未定义书签。
(18) 中国海水淡化与水再利用学会委员	错误!未定义书签。
(19) 浙江省膜产业协会理事	错误!未定义书签。
(20) 浙江大学学报-科学 A 应用物理与工程 (英文版) 编委	错误!未定义书签。
(21) 中国化学快报编委	错误!未定义书签。
(22) 省部共建分离膜与膜过程国家重点实验室专家	错误!未定义书签。
(23) 中国化学工程学报 (英文版) 编委	错误!未定义书签。
13、企业奖学金	错误!未定义书签。
(1) 立升奖学金	错误!未定义书签。
(2) 求事奖学金	错误!未定义书签。
(3) 安吉尔奖学金	错误!未定义书签。
14、中心管理文件	错误!未定义书签。
(1) 膜与水处理技术教育部工程研究中心 (成立文件)	错误!未定义书签。
(2) 浙江大学“膜与水处理技术教育部工程研究中心”技术委员会	错误!未定义书签。
(3) 教育部工程研究中心建设与运行管理办法	错误!未定义书签。
(4) 教育部工程研究中心评估细则	错误!未定义书签。
(5) 浙江省重点实验室(工程技术研究中心)管理办法	错误!未定义书签。
(6) 浙江大学国家及省部级重点实验室建设与运行管理细则	错误!未定义书签。
15、其他	错误!未定义书签。
(1) 郑州市高层次人才	错误!未定义书签。
(2) 台州市“500 精英计划”	错误!未定义书签。
(3) 浙江大学抗击新冠肺炎疫情先进集体	错误!未定义书签。
(4) 浙江大学“挑战杯”竞赛三等奖	错误!未定义书签。
(5) 浙江大学高分子系-河南驼人联合培养协议	错误!未定义书签。
(6) 浙江省研究生教育学会教育成果奖	错误!未定义书签。

1、科研项目名称、编号、来源、起止时间及其经费一览表

序号	项目/课题名称	编号	负责人	起止时间	经费(万元)总 经费/评估期间 到款	来源
1	面向应用的高性能水处理膜设计与制备	2015CB655303	张林	2015.1.1~2019.8.31	88/118	科学技术部
2	基于表面超亲水改性的强耐污染高通量反渗透/纳滤膜的设计与便捷制备	51578485	张林	2016.1.1~2019.12.31	40.5/75	国家自然科学基金委员会
3	我国海绵城市水污染防控技术体系研究	2017-XZ-15	侯立安	2017.1.1~2018.12.31	40/40	中国工程院
4	秦巴山脉水资源经济可持续发展战略研究	2017-ZD-02	周志军	2017.1.1~2018.12.31	20/20	中国工程院
5	填埋场场地地下水污染源削减技术研究	2018ZX07109-003	张林	2018.1.1~2020.6.30	200/200	科学技术部
6	以共价有机框架(COFs)为关键材料构筑规整纳米孔道水处理膜	21776241	张林	2018.1.1~2021.12.31	76.2/76.2	国家自然科学基金委员会
7	2018 年未来核心水技术研究与应用学术研讨会	21881260576	张林	2018.8.13~2018.12.31	5.16/5.16	国家自然科学基金委员会
8	水污染防治措施落实及综合实施情况评估研究	2019-XY-1	侯立安	2019.1.1~2019.4.30	45/45	中国工程院
9	流域水污染防治战略的河长制建设实施战略研究	2019-XZ-23-04	侯立安	2019.3.8~2021.3.8	50/50	中国工程院
10	非常规水资源利用的科学基础	2019XZZX003-04	张林	2019.1.1~2020.12.31	100/100	浙江大学
11	浙江省“万人计划”科技创新领军人才	2018R52010	张林	2019.1.1~2021.5.31	80/80	浙江省科学技术厅
12	基于协同调控策略的反渗透/纳滤膜设计与制备	LZ20B060001	张林	2020.1.1~2023.12.31	16/30	浙江省基金委
13	调节支撑层表面化学组成定向改进聚酰胺纳滤膜分离层结构	21908192	姚之侃	2020.1.1~2022.12.31	28.18/29.84	国家自然科学基金委员会
14	饮用水新兴污染物防控工程科技战略高端论坛	2021-XS-GJ-7	侯立安	2020.12.1~2021.12.31	60/60	中国工程院
15	面向 2035 的饮用水源新兴污染物防控战略研究	L1924069	侯立安	2020.1.1~2021.12.31	80/80	国家自然科学基金委员会
16	面向病毒、细菌拦截的个人防护用高效纳米纤维膜的制备及微结构调控	LQ21B060008	张林	2021.1.1~2023.12.31	10/10	浙江省基金委
17	废弃有机膜材料循环再利用新技术	2020YF1909400	张林	2021.1.1~2023.12.31	230/272	科学技术部

18	基于可控表界面工程的聚合物纳滤膜研究	21534009	徐志康	2015-01-01~2020-12-20	162.4/353	国家自然科学基金委员会
19	基于荷电/糖基协同效应识别 LDL 的聚合物膜表面构建及其性能研究	51473143	黄小军	2015-01-01~2018-12-31	19.5/78	国家自然科学基金委员会
20	聚合物多孔膜的表界面	51522305	万灵书	2016-01-01~2018-12-31	65.4/150	国家自然科学基金委员会
21	聚合物垂直通孔膜的定向结晶模板法制备与应用基础研究	51673166	徐志康	2016-01-01~2020-12-31	43.4/74.4	国家自然科学基金委员会
22	2021 年浙江省新型吸附分离材料与应用技术重点实验室创新券服务补贴	2021-KYY-509111-0001	徐志康	2018-08-01~2021-12-31	0.06/0.06	浙江省科学技术厅
23	基于胡桃醌的表面涂层及其基底选择性研究	51873192	万灵书	2019-01-01~2022-12-31	67.85/70.8	国家自然科学基金委员会
24	聚合物多孔材料表面金属化及其性能研究	2019-KYY-JCHW-1287	万灵书	2020-01-01~2023-12-31	16/30	浙江省基金委
25	基于石墨烯诱导取向的梯度微结构聚合物分离膜可控制备及其性能研究	2019-KYY-GXJS-0242	黄小军	2020-01-01~2022-12-31	10/10	浙江省科学技术厅
26	面向污水处理的功能型有机-无机复合微孔膜	LZ15E030001	徐志康	2021-01-01~2018-12-31	15/30	浙江省自然科学基金会
27	梯度微孔中空纤维膜三维受限空间酶簇束缚排控及其传质响应研究	2020-KYY-JCHW-0465	黄小军	2021-01-01~2024-12-31	34.52/75.1	国家自然科学基金委员会
28	可控界面聚合宏量合成聚酰胺超薄薄膜及其复合膜研究	22135006	徐志康	2022-01-01~2026-12-31	151.5/303	国家自然科学基金委员会
29	2 万吨/日反渗透海水淡化成套设备研发及工程示范	2015BAB11B01	程丽华	2015.04~2017.12	65/65	国家科技部
30	农村饮用水源水质防护关键技术研究及示范	KT201502	程丽华	2016.01~2020.12	40/80	江西省科技厅
31	自支撑高强度水凝胶膜的结构调控及其渗透分离性能研究	51573159	朱利平	2016-01-01~2019-12-31	41.65/77.2	国家自然科学基金委员会
32	凝胶复合分离膜	KN20170736	朱利平	2017-05-01~2018-04-30	4/4	浙江大学
33	印染及造纸废水的深度处理与回用技术研究	2017ZX07206-002	程丽华	2017.1~2020.12	110/110	国家科技部
34	膜技术在医药医疗保健行业中的应用现状前景和发展建议	2017-XZ-08	朱宝库	2017-01-01~2018-12-31	8/13	工程院
35	低成本脱盐及废水处理高分子膜材料制备与应用关键技术	2017YFE0114100	朱宝库	2018-07-01~2020-06-30	135/135	科技部
36	基于儿茶酚化学的自具微孔聚合物复合膜结构调控及其分子分离性能	51773175	朱利平	2018-01-01~2021-12-31	68.6/68.6	国家自然科学基金委员会

37	基于非共价相互作用的超分子分离膜结构调控及其机理研究	51828301	朱利平	2019-01-01~2020-12-31	20/20	国家自然科学基金委员会
38	工信部生物医用材料生产应用示范平台	TC190H3ZV-1	朱宝库	2019-11-01~2022-10-30	297.5/350	工信部
39	高性能分离膜材料与器件的研究	2020-KYY-50911	朱宝库	2020-01-01~2020-12-31	50/50	浙江大学
40	液相分子层沉积制备微孔聚合物超薄膜的结构调控及其有机溶剂纳滤性能研究	2019-KYY-JCHW-0813	朱利平	2020-01-01~2023-12-31	52.08/68.76	国家自然科学基金委员会
41	微孔聚合物有机溶剂纳滤膜的结构调控与分离机理	2020-KYY-JCHW-1328	朱利平	2021-01-01~2023-12-31	15/15	浙江省基金委
42	混合基质膜可控制备共性关键技术	2021YFB3801101	朱宝库	2021-12-01~2025-08-31	62.8/290	科技部
43	耐溶剂复合膜制备和膜性能评价关键技术	2021-KYY-GXJS-0203	朱利平	2021-12-01~2025-11-30	312/780	科学技术部
44	低成本高性能沸石分子筛膜的构建与分离系统优化	21236006	王正宝	2013.01~2017.12	0/300	国家基金委
45	面向溶剂循环利用的蒸气渗透膜与应用技术	2015AA03A602	王正宝	2015.04~2018.03	12/77	国家高技术研究发展计划（863计划）
46	生物油分级调变与催化提质研究	2013CB228104	王正宝	2015.01~2017.12	0/50	国家重点基础研究计划（973计划）
47	乙烯基碳酸乙烯酯的高收率绿色合成工艺和催化剂的开发	KH20161500	王正宝	2016.03~2018.12	10月20日	企业委托研究开发
48	石墨烯宏观体材料的宏量可控制备及其在光电等方面的应用研究（子课题石墨烯宏观体材料在新型能源转化储存方面的应用研究	2016YFA0200204	彭新生	2016.07~2021.06	100/789.36	科技部重大专项
49	高性能 ZSM-5 择形催化剂的构建及催化性能研究	21676238	王正宝	2017.01~2020.12	83.58/83.58	国家基金委
50	二维层状材料支撑离子液体膜的限域传质机制及高效气体分离	21671171	彭新生	2017.01~2020.12.	77.2	国家自然科学基金面上项目
51	有序微孔材料的光子功能构筑基础研究	51632008	彭新生	2017.01~2021.12	70/341.2	国家自然科学基金重点项目
52	金属有机框架材料的微纳结构设计及其功能构筑	LD18E020001	彭新生	2018.01~2021.12	100	浙江省自然科学基金重大项目
53	生物大分子修饰的金属有机框架薄膜的构筑及可控离子传输	21875212	彭新生	2019.01~2022.12	80.6	国家自然科学基金面上项目
54	构建非对称复合支撑体制备 MOF 膜及分离性能研究	21978253	王正宝	2020.01~2023.12	61.83/78.04	国家基金委
55	高性能混合基质 RO/NF 制备关键技术与产业化	2021YFB3801102	王正宝	2021.12.01~2025.8.31	0/52	科技部重点研发计划

56	基于正渗透膜技术的轻便式海水淡化装置研究及产业化	H20141619	侯立安	2014.1.6~2018.12.31	0/15	广东顺德亿港科技有限公司
57	新风机项目技术服务	H20150800	张林	2014.11.1~2019.11.30	0/250	安阳安振环境高科有限公司
58	环保技术服务	H20142871	张林	2014.12.18~2017.12.17	20/60	山西新华化工有限责任公司
59	MBR 处理工业废水新技术研发	KH20162814	张林	2015.1.1~2017.12.31	45/45	沧州绿源水处理有限公司
60	IEQ 室内环境质量控制系统集成技术	H20151139	张林	2015.4.20~2018.5.1	0/120	灵汇技术股份有限公司
61	耐污染、抗氧化纳滤膜材料制备技术	KH20160436	张林	2016.1.1~2017.12.31	30/90	博天环境科技(天津)有限公司
62	高性能反渗透膜开发技术服务	KH20162564	张林	2016.9.1~2019.8.31	0/30	湖南沁森环保高科有限公司
63	煤基炭吸附剂及处理废水性能评价	K 横 20171058	张林	2017.1.1~2017.12.31	30.55/30.55	沧州绿源水处理有限公司
64	渔山列岛国家级海洋牧场综合示范区人工鱼礁建设（2016 年度） 总承包项目	KH20170068	张林	2017.6.28~2018.3.31	1289.8/2150	象山县海洋与渔业局
65	用于废酸循环回用的膜过滤技术和设备	K 横 20171133	周志军	2017.12.25~2019.12.25	15/15	杭州永洁达净化科技有限公司
66	膜法水处理去除水中新兴污染物研究	K 横 20192451	姚之侃	2018.7.1~2019.12.31	17/17	济南市供排水检测中心
67	宁波-舟山港梅山港区 6 号至 10 号集装箱码头工程生态修复（增殖放流） 服务项目	K 横 20201815	张林	2020.8.15~2021.8.14	1127.3/1127.3	宁波梅东集装箱码头有限公司
68	贝壳粉表面功能化	K 横 20201668	姚之侃	2020.9.1~2021.8.31	8/8	万喜人家环保科技有限公司
69	温岭市东部产业集聚区化工产业园规划方案	K 横 20210910	姚之侃	2021.4.26~2021.5.26	19/19	温岭市经济和信息化局
70	反渗透膜季节性微生物污染的控制研究	K 横 20211245	姚之侃	2021.6.10~2022.6.9	7.8/19.5	浙江浙能技术研究院有限公司
71	化学超滤反渗透膜系统运行评估及优化研究	K 横 20211495	姚之侃	2021.6.17~2021.12.31	12/30	浙江浙能绍兴滨海热电有限责任公司
72	温岭市东部产业集聚区化工行业数据调研及分析项目	K 横 20211410	姚之侃	2021.6.22~2021.7.22	11.8/11.8	温岭市东部控股有限公司
73	XY-112106-E82101（96911）	KM20210264	姚之侃	2021.6.30~2022.6.30	17.5/18.5	96911 部队
74	改性聚四氟乙烯膜的开发	K 横 20211714	姚之侃	2021.8.1~2022.7.31	5/10	利得膜（北京）新材料技术有限公司
75	冰箱杀菌除味器的开发	K 横 20213185	姚之侃	2021.11.30~2022.8.31	7/10	杭州永耀科技有限公司

76	膜法切割分离浓缩烟草萃取液的研究	K 横 20213269	张林	2021.11.30~2023.12.30	0/19.19	云南中烟工业有限责任公司
77	高性能薄层复合纳滤/反渗透膜制备技术	K18-509111-009	徐志康	2017-01-01~2023-07-31	120/300	宁波水艺膜科技发展有限公司
78	梯度微结构、超亲水、低压高通量聚合物膜技术的三项发明专利	K17-509111-005	黄小军	2017-05-06~2020-06-05	292.311/292.311	中投广和（北京）科技有限公司
79	基于霍尼韦尔氟树脂的膜样品试制以及相关测试	KH17-509111-001	黄小军	2017-07-25~2017-12-31	26/26	霍尼韦尔综合科技(中国)有限公司
80	XYX-212301-E81801（欠合同）	K18-509111-E010	黄小军	2018-01-01~2021-12-31	15/15	高技
81	膜式氧合器生产工艺开发	K18-509111-006	黄小军	2018-06-01~2018-12-31	15/20	北京米道斯医疗器械有限公司
82	基于气液非对称界面的氧合膜研制开发	2019-KYY-509111-0009	黄小军	2019-10-12~2023-09-30	78.5/160	江苏赛腾医疗科技有限公司
83	单兵饮用水应急保障净水器	2020-KYY-509111-0004	黄小军	2020-01-01~2020-12-31	30.2/30.2	南京佳乐净膜科技有限公司
84	水深度处理集成新技术	2020-KYY-509111-0007	黄小军	2020-06-01~2021-12-31	10/10	广西桦源环保科技有限公司
85	微孔阵列滤膜表面修饰	2020-KYY-509111-0018	黄小军	2020-12-22~2021-12-25	10/10	杭州佰迈医疗科技有限公司
86	石墨烯诱导取向梯度功能膜材料及组件研发	2021-KYY-509111-0014	黄小军	2021-10-21~2024-10-21	9/9	浙江至美环境科技有限公司
87	中空纤维膜血液样本浓缩研究开发	2021-KYY-509111-0016	黄小军	2021-11-20~2022-11-20	30/30	杭州佰迈医疗科技有限公司
88	一种亲水性聚乙烯中空纤维微孔膜及其制备方法	12-112301-005	朱宝库	2012-03-01~2017-02-28	10/10	杭州迈纳
89	高分子功能膜材料研发	2020-KYY-509111-0011	朱宝库	2013-09-01~2018-08-31	60/300	浙江大东南
90	高分子膜材料改性	K16-509111-008	朱宝库	2016-12-01~2019-12-31	10/30	杭州迈纳膜
91	聚酯医用过滤材料的制备与医用	K16-509111-007	朱宝库	2016-06-01~2020-05-31	94/100	浙江信纳
92	水处理膜材料研制与应用	K16-509111-009	朱宝库	2016-08-01~2021-07-31	350/350	海南立升
93	两亲高分子的研制与应用	K17-509111-004	朱宝库	2017-05-01~2020-04-30	10/100	海南立昇
94	聚乙烯电池隔膜材料的高性能化改性	K17-509111-012	朱宝库	2017-09-30~2022-09-30	30/300	河北金力
95	一种改性聚芳醚的制备方法	K18-509111-013	朱宝库	2018-04-20~2021-04-26	50/50	河南迈纳
96	第二代膜色谱材料的研究与开发	2019-KYY-509111-0005	朱利平	2019-09-20~2020-06-30	75/150	宁波方太厨具有限公司

97	抗菌水处理膜材料研制	2020-KYY-509111-0011	朱宝库	2020-01-01~2020-12-31	150/150	海南立昇
98	抗菌抑毒健康材料研究	2020-KYY-509111	朱宝库	2020-04-01~2024-12-01	10/50	杭州微纳
99	PTFE 中空纤维膜亲水改性技术	2020-KYY-509111-0013	朱利平	2020-06-01~2021-03-31	60/200	浙江东大环境工程有限公司
100	污水处理厂 MBR 膜丝性能测试	2020-KYY-509111-0012	朱利平	2020-09-21~2020-09-27	2/2	武汉市城市排水发展有限公司
101	杀灭病原微生物空气净化材料研制	2021-KYY-509111-0008	朱宝库	2021-01-01~2022-12-31	12/12	东莞利韬
102	管式复合过滤膜的研制	2021-KYY-509111-0010	朱宝库	2021-01-01~2023-12-31	200/400	上海安赞
103	PEM 水电解制臭氧发生器开发	2021-KYY-514104-0013	程丽华	2021.06~2024.05	30/100	企业委托
104	抗菌材料	2021-KYY-640001-0002	朱宝库	2021-07-01~2024-06-30	30/100	金水如意
105	锂电池用高电导率活性隔膜涂层配方研制及性能测试	2021-KYY-509111-0019	朱宝库	2021-07-01~2024-06-30	90/90	河北金力
106	两亲聚季铵盐灭活病原微生物口罩研制	2021-07-01~2022-12-31	朱宝库	2021-07-01~2022-12-31	35/35	朝美
107	甲基丙烯醛氧化酯化制甲基丙烯酸甲酯催化剂研究	K18-509102-005	王正宝	2018.03~2020.02	60/60	企业委托
108	亚磷酸阻燃剂研究开发	K 横 20200568	王正宝	2020.03~2021.03	20/20	企业委托
109	依托单位其他投入 10 项		中心人员	2017.1-2022.12	250/250	浙江大学

2、代表性成果推广转化证明

(1) 高性能反渗透/纳滤膜及其制备方法

合同编号: _____

技术转让(专利权) 合同

项目名称: 高性能反渗透/纳滤膜及其制备方法

受让方(甲方): 博天环境集团股份有限公司

让与方(乙方): 浙江大学

签订时间: 2019 年 12 月 19 日

签订地点: 浙江知识产权交易中心有限公司

甲方: 博天环境集团股份有限公司 (盖章)
法定代表人/委托代理人: 邵晓丹 (签名)
日期: 2019 年 12 月 19 日

乙方: 浙江大学 (盖章)
法定代表人/委托代理人: 邵晓丹 (签名)
项目负责人: 邵晓丹 (签名)
日期: 2019 年 12 月 20 日

乙方应当在10日内将本项专利转让的状态的当事人。
生效后,保证履行专利实施许可合同的履行。乙方
专利权和义务,自本合同生效之日起,由甲方承
担,并协助原专利实施许可合同的被许可人与
乙方继续实施本项专利的,按以下③方式构
成实施专利;②签订书面专利实施许可合同。
乙方停止实施。
拥有本项专利权,乙方应向甲方提交以下技术
申请文件和相关技术文件。
技术资料的时间、地点、方式如下:
20 年 月 30日前;
住所:
联系人员当面交付,并出具书面收条。
由甲方负责办理专利转让登记手续。
拥有本项专利,乙方应向甲方转让与实施本项
相关的配方和工艺流程图。
求:按照合同第五条和本条第1款执行。
范围和期限:本项专利有关技术秘密保护范围仅
限实施的有关技术人员,保密期限为专利有效
期限。

第九条 乙方应当保证其专利转让不侵犯任何第三人的合法权益。

中华人民共和国科学技术部印制

(2) 碱减量废水回收粗对苯二甲酸的纯化工艺

合同编号: ZJIPY201800076P

技术转让(专利权)合同

项目名称: 碱减量废水回收粗对苯二甲酸的纯化工艺
受让方(甲方): 北京中环膜材料科技有限公司
让与方(乙方): 浙江大学

签订时间: 2018年4月27日
签订地点: 浙江知识产权交易中心有限公司

中华人民共和国科学技术部印制

交时间: 2018年5月10日前
交地点: 乙方住所地
交方式: 双方联系人当面交付, 并出具书面收条。

本合同签署后, 由甲方负责办理专利转让登记手续。
为保证甲方有效拥有本项专利, 乙方向甲方转让与实施本项
的技术秘密:
技术秘密的内容: 相关的配方和工艺流程图

技术秘密的实施要求: 按照合同第五条和本条第1款执行。
技术秘密的保密范围和期限: 本项专利有关技术秘密保密范围仅
乙方直接接触或实施的有关技术人员; 保密期限为专利有效

乙方应当保证其专利转让不侵犯任何第三人的合法权益。
乙方对本合同生效后专利被宣告无效, 不承担法律责任。
甲方应向乙方支付该项专利转让的价款及支付方式如下:

条 专利转让价款总额为: ¥100000.00元(大写: 壹拾万元整)。
专利转让价款为: 1。
技术秘密转让价款为:

上价款的支付方式为一次性付款。甲方于本合同签署之日起五个
全部转让价款及交易服务费汇入浙江知识产权交易中心有限公
账户(户名: 浙江知识产权交易中心有限公司, 账号:
860986886, 开户银行: 中国建设银行杭州浙江支行); 甲方向
权交易中心有限公司指定结算账户支付交易价款及交易服务费
为甲方履行本合同约定的付款义务。

3. 浙江知识产权交易中心有限公司在收到甲方汇入全部转让价款和交
易服务费之后, 通知乙方按照本合同第六条之规定向甲方提交本合同的定

术评价报告: 元
术标准和规范: 1份
术设计和工艺文件: 元

他: 元
十条 双方约定本合同其他相关事项为:

据税务部门的规定, 乙方将提供与甲方所付款项金额对等的税务
收事业单位收据。

合同执行中, 对其条款的任何变更、修改和增减, 都必须经双方协
签署书面文件, 作为本合同的组成部分, 与合同具有同等效力。

十一条 本合同一式三份, 甲方执一份, 乙方执一份, 浙
权交易中心有限公司留存一份, 具有同等法律效力。

十二条 本合同自国务院专利行政部门登记之日起生效。
下无正文)

甲方: (盖章)
法定代表人/委托代理人: (签名)

合同签署日期: 2018年5月27日

乙方: (盖章)
法定代表人/委托代理人: (签名)
项目负责人: (签名)

2018年5月23日

(3) 一种超疏水改性纳米纤维膜及其制备方法和应用

合同编号:	专利授权文件电子版
项目名称: 一种超疏水改性纳米纤维膜及其制备方法和应用等2项专利许可	2. 乙方提交技术资料的时间、地点、方式如下
受让方(甲方): 杭州永洁达净化科技有限公司	1. 提交时间: 甲方依第七条约定按时足额付清全部款
让与方(乙方): 浙江大学	1. 提交地点: 甲方所在地
签订地点: 浙江杭州	3. 提交方式: 当面交付并验收
	第六条 为证明甲方有效实施本项专利, 乙方向甲方提供
	务和技术指导:
	1. 技术服务和技术指导的内容: 超疏水改性纳米纤维
	膜水改性触电纺丝膜制备
	2. 技术服务和技术指导的方式: 现场指导
	第七条 甲方向乙方支付实施该项专利权使用费及支付方式
	1. 许可实施使用费为: 拾万元
	2. 许可实施使用费由甲方按如下 ① 方式支付给乙方
	① 一次支付。甲方于2020年12月31日之前一次支付给乙
	② 分期支付。共分 期支付。
	第一期: 第二期: 第三期:
	③ 提成支付。计算方法: 支付时间:
	双方确定, 甲方以实施专利技术所产生的利益提成支付乙
	费的, 乙方有权以如下 方式查账: ① 合同约定监督; ② 每
	年或年度一次; ③ 合同约定××审计事务所负责监督; ④ 有知
	因甲方有关的会计账目。
	乙方开户银行名称、地址和帐号为:
	开户银行: 工行杭州市新大支行

技术许可(专利)合同

中华人民共和国科学技术部印制

甲方: (盖章) 乙方: (盖章)

法定代表人/委托代理人: 王明 法定代表人/委托代理人: 王明

项目负责人: 王明 项目负责人: 王明

2020年12月23日 2020年12月23日

(4) 一种利用改性碳纳米管增强抗菌性的超滤膜的制备方法

合同编号: _____

技术许可 (专利) 合同

项目名称: 一种利用改性碳纳米管增强抗菌性的超滤膜的制备方法

受让方 (甲方): 利得膜 (北京) 新材料技术有限公司

让与方 (乙方): 浙江大学

签订地点: 浙江杭州

中华人民共和国科学技术部印制

第七条 甲方应向乙方支付实施该专利使用权使用费及支付方式为: _____

1. 许可实施使用费为: _____ 伍万元

2. 许可实施使用费由甲方按如下 ① 方式支付给乙方。

① 一次支付。甲方于 2020 年 12 月 31 日之前一次支付给乙方 伍 万元。

② 分期支付。共分 _____ 期支付。

第一期: _____

第二期: _____

第三期: _____

③ 提成支付。计算方法: _____

支付时间: _____

双方确定, 甲方以实施专利所产生的利益提成支付乙方许可使用费, 乙方有权以如下 _____ 方式查账: ① 合同约定监督; ② 每月、季、半年度一次; ③ 合同约定 X X 审计事务所负责监督; ④ 有知情权方式查账有关的会计账目。

乙方开户银行名称、地址和帐号为:

开户银行: 工行杭州市浙大支行

地址: 浙江省杭州市西湖区玉古路 160 号

帐号: 1202021609408808891

第八条 乙方应当保证其专利权实施许可不侵犯任何第三人的合法权益

第九条 乙方应当在本合同有效期内以持续缴纳专利年费的方式维持专利权的有效性。

本合同专利被国家知识产权局宣布无效的, 甲方未支付的使用费不再支付, 但甲方已支付的使用费不再退还。

第十条 甲方应当在本合同生效后 60 日内开始实施本项专利; 逾

制备方法 _____, 技术服务和技术指导的方式: _____ 现场指导

(本页为签章页)

甲方: _____ (盖章)
法定代表人/委托代理人: _____ (签名)
_____ 年 _____ 月 _____ 日

乙方: _____ (盖章)
法定代表人/委托代理人: _____ (签名)
项目负责人: _____ (签名)
_____ 年 _____ 月 _____ 日

(5) 高性能薄层复合纳滤/反渗透膜制备技术

技术服务合同

项目名称：高性能薄层复合纳滤/反渗透膜制备技术
委托方（甲方）：宁波水艺膜科技发展有限公司
受托方（乙方）：浙江大学
签订时间：2018年8月1日
签订地点：宁波杭州湾新区

中华人民共和国科学技术部印制

技术评价报告：无；
技术标准和规范：无；
原始设计和工艺文件：无；
其他：无。
五条 双方约定本合同其他相关事项为：2015年1月1日起，浙江认定为一般纳税人，增值税专用发票不预借。
六条 本合同一式六份，甲方执三份，乙方执三份，具有效力。
七条 本合同经双方签字盖章后生效。
： 宁波水艺膜科技发展有限公司（盖章）
代表人/委托代理人：李寒（签名）
人：李寒（签名）
2018年8月1日
： 浙江大学（盖章）
代表人/委托代理人：李寒（签名）
负责人：李寒（签名）
年 月 日

(6) 水处理膜材料及应用技术开发

合同编号: K16-50911-009

技术开发(合作)合同

项目名称: 水处理膜材料研制与应用

甲方: 海南立昇净水科技实业有限公司

乙方: 浙江大学

签订时间: 2016年8月1日

签订地点: 杭州

有效期限: 2016年8月1日-2021年7月31日

中华人民共和国科学技术部印制

可以解除本合同:

1. 因发生不可抗力和技术风险;

2. 技术难度使得项目技术目标不能实现;

3. 甲方决定终止合作开发的所有研发内容。

第二十二条

双方因履行本合同而发生的争议,应协商、调解解决。协商、调解解决杭州仲裁委员会仲裁处理。

第二十三条

双方确定,本合同及相关附件中所涉及的有关名词和技术术语,不需要另行定义和解释。

第二十四条

本合同未涉及、未来履行本合同必须需要补充其他任何文件,商一致并签署后,作为本合同的组成部分。

第二十六条

双方约定本合同其他相关事项为:

(1) 双方合作就本项目的有关研究内容,积极联合申请各级政府项目支持项目另行协商;

(2) 为完成本合同合作项目的研究内容,实现合作研究的目标,双方将积极投入涉及但必需的其他资源;

(3) 合作研究开始后,双方本着长期战略合作的态度,积极寻找新的市场发点,并适时调整本合同的研发内容和目标,或增加投入资源尽快开展合作研发

√(4) 争取在乙方住所设立联合研发中心(实验室),双方适时增加投入相应物力和人力;具体事宜另行协商;

(5) 基于双方已有长期而富有成效的合作以及对行业的支撑,各方积极维护个人的声誉和利益,充分体现“政产学研用”特色,引领膜法水处理事业

第二十七条

本合同一式十份,具有同等法律效力。

第二十八条

本合同经合作各方签字盖章后生效。

合同签署

甲方: (盖章)

法定代表人/委托代理人: (签名)

项目负责人/联系人: (签名)

乙方: (盖章)

法定代表人/委托代理人: (签名)

项目负责人/联系人: (签名)

印花税票粘贴处:

(以下由技术合同登记机构填写)

合同登记编号:

2016年8月1日

乙方: (盖章)

法定代表人/委托代理人: (签名)

项目负责人/联系人: (签名)

2016年8月1日

55

(7) 医用聚酯膜材料开发

技术开发（合作）合同

项目名称：聚酯医用过滤材料的制备与应用

甲方：浙江信纳医疗器械科技有限公司

乙方：浙江大学

签订时间：2016年6月1日

签订地点：杭州

有效期限：2016年6月1日-2020年5月31日

中华人民共和国科学技术部印制

获得政府专项经费支持，专项经费使用的分配比例为：第一申请单位60%；第二申请单位或合作/参加单位：40%；

4、合作双方确定进行产学研的深入、广泛合作，加强产学研交流，乙方向甲方提供该项目及甲方发展战略与建设的全面咨询或建议，为甲方企业升级提供支持；

5、项目执行期间，在相同条件下，甲方拥有乙方由负责人为发明或开发人的其他技术成果的优先使用权，具体事项具体协商并另行签署合同；

6、合作双方确定，双方合作项目的部分或全部成果申报各级政府科技奖励。

第二十一条 合作各方因履行本合同而发生的争议，应协商、调解解决。协商、调解不成的，确定提交杭州市仲裁委员会仲裁；

第二十二条 合作各方确定：本合同及相关附件中所涉及的有关名词和技术术语，按其他约定定义和解释。

第二十三条 与履行本合同有关的技术背景资料、可行性论证报告、技术评价报告、技术标准规范、原始设计和工艺文件、联合申请项目申请资料等，经合作各方以书面方式确认后，可作为本合同的组成部分。

第二十四条 关于本项目的其他未尽事项，合作双方协商一致后另行签署作为本合同的补充。

第二十五条 本合同一式6份，甲方持有2份，乙方持有4份，每份具有同等法律效力。

第二十六条 本合同经合作各方签字盖章后生效。

合同签署：

甲方：浙江信纳医疗器械科技有限公司（盖章）
法定代表人/委托代理人：王（签名）
2016年6月1日

乙方：浙江大学（盖章）
法定代表人/委托代理人：王（签名）
项目负责人：王（签名）
2016年6月1日

56

(8) 膜材料改性技术转让

合同编号: ZJIPY201800060P

技术转让（专利权）合同

项目名称: 一种改性聚芳醚的制备方法

受让方（甲方）: 河南迈纳净化技术有限公司

让与方（乙方）: 浙江大学

签订时间: 2018年04月20日

签订地点: 浙江知识产权交易中心有限公司

中华人民共和国科学技术部印制

2. 提交地点: 乙方住所地

3. 提交方式: 双方联系人当面交付, 并出具书面收条

第七条 本合同签署后, 由甲方负责办理专利权转让登记。

第八条 为保证甲方有效拥有本项专利, 乙方向甲方转让专利权有关的技术秘密:

1. 技术秘密的内容: 本专利技术实施过程中需要、专利明确列出原料、配方、工艺、实验数据等技术的资料。

2. 技术秘密的实施要求: 按照合同第五条和本条第1条

3. 技术秘密的保密范围和期限: 本项专利有关技术秘密限于甲、乙双方直接接触或实施的有关技术人员; 保密期

有效期内。

第九条 乙方应当保证其专利权转让不侵犯任何第三人的

第十条 乙方对本合同生效后专利权被宣告无效, 不承担法

第十一条 甲方应向乙方支付该项专利权转让的价款及支付

1. 专利权的转让价款总额为: 50万 (伍拾万) 元人民币。

2. 转让价款的支付方式为一次性付款。甲方于本合同签署

工作日内将全部转让价款及交易服务费汇入浙江知识产权交易

司指定结算账户 (户名: 浙江知识产权交易中心有限公司, 账

33050161618609886886, 开户银行: 中国建设银行杭州浙大支

浙江知识产权交易中心有限公司指定结算账户支付交易价款及

的行为, 视为甲方履行本合同约定的付款义务。

3. 浙江知识产权交易中心有限公司在收到甲方汇入全部转

易服务费之后, 通知乙方按照本合同第六条之规定向甲方提供

的技术资料, 甲方负责办理专利权转让登记事宜。浙江知识产

权公司待本合同项下专利权转让登记手续完成之日起五个工作

全部转让价款列入乙方指定账户。

第二十条 双方约定本合同其他相关事项为:

1. 根据税务部门的规定, 乙方将提供与甲方所付款项金额对等的普通

发票, 而不是增值税专用发票。

2.

第二十一条 本合同一式三份, 甲方执一份, 乙方执一份, 浙

江知识产权交易中心有限公司留存一份, 具有同等法律效力。

第二十二条 本合同自国务院专利行政部门登记之日起生效。

(以下无正文)

甲方: (盖章)

法定代表人/委托代理人: (签名)

年 月 日

乙方: (盖章)

法定代表人/委托代理人: (签名)

项目负责人: (签名)

年 月 日

57

(9) 生物医用材料转化与转化

2019 年国家新材料生产应用示范平台建设

项目

合同书

根据《中华人民共和国合同法》、《中华人民共和国招标投标法》等有关法律法规以及 2019 年国家新材料生产应用示范平台建设项目的招标结果和招标文件要求，为顺利组织实施完成 2019 年国家新材料生产应用示范平台建设重点项目（项目编号：JCI90H32V/分包号：1），经协商一致，特订立本合同，作为甲乙双方在合同执行过程中遵守的依据。

项目名称：生物医用材料生产应用示范平台

一、项目主要内容和成果要求

- (一) 主要内容：生物医用材料生产应用示范平台建设
- (二) 实施目标：建立完善的生物医用材料应用开发、生产评价、测试验证等数据条件，突破关键领域生物医用材料制备关键技术，完成医用级关键生物医学评价，建设生物医用材料生产应用示范线和应用验证平台，完成各类生物医学评价，实现生物医用材料与终端医疗器械产品同步设计、系统验证、批量应用等协同联动，形成相应

管理单位（甲方）：工业和信息化部原材料工业司

承担单位（乙方）：由河南驼人医疗器械集团有限公司为牵头，河南省驼人医疗器械有限公司、山东威高集团医用高分子制品股份有限公司、山东威高医疗器械有限公司、威海洁瑞医疗器械有限公司、威海新液净化制品有限公司、万华化学集团股份有限公司、江门市优巨新材料有限公司、上海化工研究院有限公司、中国石化集团资产经营管理有限公司、青島明月海濰集团有限公司、青島明月生物医用材料有限公司、青島弘海生物技术有限公司、浙江信納医疗器械科技有限公司、山工有限公司、中国科学院长春应用化学研究所、中山大学、浙江大学、化工大学、河南驼人医疗器械研究院有限公司、河南驼人贝斯特医药有限公司、中原工学院、上海联系化工科技有限公司组成的联合体

十一、本合同签约各方

<p>管理单位（甲方）：工业和信息化部原材料工业司（盖章）</p> <p>法定代表人（或法人代理）：王伟（盖章）</p> <p>联系人（项目主管）：罗志明</p> <p>E-mail: luozm@mit.gov.cn</p> <p>电话：1391156302</p>	<p>2019 年 11 月 01 日</p>
<p>承担单位（乙方）：河南驼人医疗器械集团有限公司（盖章）</p> <p>法定代表人（或法人代理）：张瑞敏</p> <p>项目负责人：崔景强</p> <p>联系人（项目主管）：王园辉</p> <p>E-mail: chemwg@163.com</p> <p>电话：18790602786</p> <p>基本账户银行信息：</p>	
<p>承担单位（乙方）：中原工学院（盖章）</p> <p>法定代表人（或法人代理）：王毅</p> <p>联系人（项目主管）：张恒</p> <p>E-mail: zhangheng26099@zui.edu.cn</p> <p>电话：15639025612, 0371-62506970</p>	<p>2019 年 11 月 01 日</p>
<p>承担单位（乙方）：浙江大学（盖章）</p> <p>法定代表人（或法人代理）：朱永军</p> <p>联系人（项目主管）：朱宝库</p> <p>E-mail: zhubk@zju.edu.cn</p> <p>电话：13957100216, 0571-87953723</p>	

序号	材料名称	材料类别	材料来源	材料规格	材料数量	材料用途	材料备注
3	超高分子聚乙烯人工关节	人工关节	山东威高医疗器械有限公司	超高分子聚乙烯人工关节	1000 个	用于人工关节置换手术	刘洋
4	功能材料	功能材料	河南驼人医疗器械集团有限公司	功能材料	1000 个	用于医疗器械制造	王新成

求和乙方的投标文件内容为准。

(10) 膜色谱材料开发

合同编号: BR-2019041801

技术开发合同

项目名称: 第三代膜色谱材料的研究与开发

甲方: 宁波方太厨具有限公司

乙方: 浙江大学

签订时间: 2019年09月20日

签订地点: 浙江慈溪市

有效期限: 2019年09月20日至2020年06月30日

违反本条约定, 须按原合同总金额的 30% 支付违约金。

4、甲乙双方就本合同研发成果共同发表 SCI 收录论文 2-3 篇、申请发明专利 2 项, 乙方为第一单位、甲方为第二单位, 双方主要研发人员为共同作者 (发明人), 甲方主要贡献人为第二作者 (发明人)。上述成果的知识产权双方共有。

本协议作为原合同的补充, 与原合同同时使用, 自双方签字盖章之日起生效。本补充协议与原合同内容冲突的, 以本协议为准, 未约定部分, 按原合同执行。

甲方: (盖章) 
委托代理人: (签名) 郭永
联系人: (签名) 郭永 2019年9月18日

乙方: (盖章) 
项目负责人: (签名) 张华
委托代理人: (签名) 徐义霞 2019年9月17日

技术开发合同

(11) 膜材料改性技术开发

合同编号:

技术开发(委托)合同

项目名称: PTFE 中空纤维膜亲水改性技术

甲方(委托方): 浙江东大环境工程有限公司

乙方(受托方): 浙江大学

签订地点: 浙江省杭州市西湖区

中华人民共和国科学技术部印制

主要建筑物图形的行为。

甲方(企业方)如出现上述行为,应视为违约;在乙方(浙江大学)指出后,甲方(企业方)应立即停止使用并消除影响,同时还应向乙方(浙江大学)支付不低于合同额的违约金。如违约金低于实际损失额的,乙方(浙江大学)有权要求甲方(企业方)按实际予以赔偿,且此时甲方还应当承担乙方因此支出的律师费、诉讼费、差旅费等合理开支。

3. 双方确定:本合同及相关附件中所涉及的有关名词和技术术语,其定义和解释如下:

- (1) _____;
- (2) _____。

4. 本合同促成过程中,柯桥区科技大市场(上海云财信息科技有限公司)发挥居间协调作用,甲、乙双方承诺其真实有效。

第二十六条 本合同一式 陆 份,甲方执 贰 份,乙方执 肆 份(其中壹份送技术合同登记机构),具有同等法律效力。

第二十七条 本合同经双方签字盖章后生效。

甲方: _____ (盖章)

法定代表人/委托代理人: 邵有强 (签名)

联系人: B.Y.B. (签名)

年 月 日

乙方: _____ (盖章)

法定代表人/委托代理人: 余义虎 (签名)

项目负责人: 邵有强 (签名)

2020年9月17日

(12) 水处理膜材料技术服务

合同编号:

技术服务合同

项目名称: 污水处理厂MBR膜丝性能测试
甲方(委托方): 武汉市城市排水发展有限公司
乙方(受托方): 浙江大学
签订地点: 浙江省杭州市西湖区

中华人民共和国科学技术部印制

及任何相关产品生产、销售与推广活动。因此,甲方(企业方)如将本合同所述技术成果应用到实际生产中,不得出现擅自使用浙江大学无形资产的行为。该使用行为包括但不限于:在产品、产品包装、说明书或产品广告中出现使用“浙江大学监制、研制”、“浙江大学专利、科研产品”等内容的行为,以及使用学校校名或者学校地理标志、主要建筑物图形的行为。

第十二条 本合同一式陆份,甲方执叁份,乙方执叁份,具有同等法律效力。

第十三条 本合同经双方签字盖章后生效。

(以下为盖章页,无正文)

甲方: 武汉市城市排水发展有限公司 (盖章)
法定代表人/委托代理人: 杜建敏 (签名)
联系人: 杜建敏 (签名)

2020年9月28日

乙方: 浙江大学 (盖章)
法定代表人/委托代理人: 余义虎 (签名)
项目负责人: 张 (签名)

2020年9月21日

(13) 中空纤维膜血液样本浓缩研究开发

合同编号:

技术开发 (合作) 合同

项目名称: 中空纤维膜血液样本浓缩研究开发

甲方: 杭州佰迈医疗科技有限公司

乙方: 浙江大学

签订地点: 浙江省杭州市西湖区

执行期限: 2021 年 11 月 20 日至 2022 年 11 月 20 日

中华人民共和国科学技术部印制

术语, 其定义和解释如下:

(1) 无额外定义和解释。

第二十五条 本合同一式 陆 份, 甲方执 叁 份, 乙方执 肆 份 (其中壹份送技术合同登记机构), 具有同等法律效力。

第二十六条 本合同经合作各方签字盖章后生效。

(以下为盖章页, 无正文)

甲方: (盖章)

法定代表人/委托代理人: (签名)

项目负责人: (签名)

2021 年 11 月 20 日

乙方: (盖章)

法定代表人/委托代理人: (签名)

项目负责人: (签名)

2021 年 11 月 20 日

印花税票粘贴处:

(以下由技术合同登记机构填写)

10

11

扫描全能王 创建

(14) 石墨烯诱导取向梯度功能膜材料及组件研发

<p>合同编号:</p> <p>技术开发（委托）合同</p> <p>项目名称: 石墨烯诱导取向梯度功能膜材料及组件研发</p> <p>甲方（委托方): 浙江至美环境科技有限公司</p> <p>乙方（受托方): 浙江大学</p> <p>签订地点: 浙江省杭州市西湖区</p> <p>执行期限: 2021年10月1日至2022年12月30日</p> <p>中华人民共和国科学技术部印制</p>	<p>第二十六条 本合同一式 捌 份, 甲方执 肆 份, 乙方执 肆 份 (其中壹份送技术合同登记机构), 具有同等法律效力。</p> <p>第二十七条 本合同经双方签字盖章后生效。</p> <p>(以下均盖章页, 无正文)</p> <p>甲方: _____ (盖章)</p> <p>法定代表人/委托代理人: _____ (签名)</p> <p>联系人: _____ (签名)</p> <p>乙方: _____ (盖章)</p> <p>法定代表人/委托代理人: _____ (签名)</p> <p>项目负责人: _____ (签名)</p> <p>2021年10月16日</p>
---	---

扫描全能王 创建

[illegible]

扫描全能王 创建



扫描全能王 创建

66

(18) 膜式氧合器生产工艺开发

合同编号:

技术开发(合作)合同

项目名称: 膜式氧合器生产工艺开发

甲方: 北京米道斯医疗器械有限公司

乙方: 浙江大学

签订时间: 2018年6月4日

签订地点: 杭州

中华人民共和国科学技术部印制

甲方: _____ (盖章)
法定代表人/委托代理人: 王维子 (签名)

签署日期: 2018年6月7日

乙方: _____ (盖章)
法定代表人/委托代理人: 江平 (签名)
项目负责人: 江平 (签名)

签署日期: 2018年6月6日



扫描全能王 创建



扫描全能王 创建

3、代表性成果应用用户证明

(1) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用

应用证明

项目名称	面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用			
应用单位	浙江浙能绍兴滨海热电有限责任公司	注册地	浙江省绍兴市柯桥区	
联系人	欧阳丰	联系电话	13758552267	
应用起止时间	2017年1月至2019年12月底			
年度	应用量	新增销售收入 (万元)	新增税收 (万元)	新增利润 (万元)
2017年	3台机组	32650	1254	4695
2018年	3台机组	33820	1339	4978
2019年	3台机组	34330	1457	5347
累计	9台机组	100800	4050	15020
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据:</p> <p>1、2017-2019年分别增加供热产值32650万元、33820万元和34330万元,分别增加直接供热效益4148万元、4404万元、4742万元。</p> <p>2、2017-2019年分别减少反渗透膜更换费用458万元、478万元、492万元。</p> <p>3、2017-2019年分别减少反渗透清洗费用39万元、44万元、49万元。</p> <p>4、2017-2019年分别减少反渗透废水处理费用20万元、22万元、24万元。</p> <p>5、2017-2019年分别减少滤芯更换费用30万元、30万元、40万元。</p>				
<p>具体应用情况:</p> <p>2017年1月,于面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用项目研究中,浙江浙能绍兴滨海热电有限责任公司应用了水处理膜综合试验平台研发得到的一系列技术,包括新型抗氧化反渗透膜材料、加药点调整策略、余氯浓度控制优化、膜污染类型判断、化学清洗模式调整、运行逻辑优化等,有效延长反渗透膜的寿命,降低反渗透膜更换频率,减少清洗频率和产生的废液量,提高供水效率,有效保证机组安全稳定运行,产生了明显的经济、社会及环境效益。该研究成果不仅能为火电厂同类型水处理系统优化改造提供实践依据和借鉴,同时可在后续其他领域的水处理系统中推广和应用,具有广阔的应用前景。</p>				
<p>声明:本单位承诺提供的应用证明内容真实有效,如有材料虚假或违纪行为,愿意承担相应责任并按规定接受处理。</p>				
应用单位法人代表或经办人签名:				
 2021年01月14日	 2021年01月14日	 2021年01月14日		

注:如无经济效益,可不填经济效益相关栏目,不加盖财务专用章。

(2) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用

应用证明

项目名称	面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用			
应用单位	杭州易膜环保科技有限公司	注册地	浙江省杭州市余杭区	
联系人	潘永娟	联系电话	13819189113	
应用起止时间	2017年1月至2019年12月底			
年度	应用量	新增销售收入 (万元)	新增税收 (万元)	新增利润 (万元)
2017年	3款膜产品	2440	0	440
2018年	3款膜产品	3120	0	560
2019年	3款膜产品	2720	0	480
累计	9款膜产品	8280	0	1480
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据:</p> <p>1、2017-2019年耐污染抑菌反渗透膜产品利润: 210万元、270万元、240万元。</p> <p>2、2017-2019年抗氧化反渗透膜产品利润: 195万元、240万元、180万元。</p> <p>3、2017-2019年耐酸纳滤膜产品利润: 35万元、50万元、60万元。</p>				
<p>具体应用情况:</p> <p>针对反渗透膜、纳滤膜产品提升稳定性与寿命的实际应用需求,公司于2014年起参与了浙江大学、浙江理工大学、浙能技术研究院等联合开发的“面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用”项目的研发,并应用了项目所研发的一系列技术,包括耐污染抑菌反渗透膜的制备技术、抗氧化耐氯反渗透膜制备技术、耐酸型纳滤膜制备技术等,开发了耐污染抑菌反渗透膜、抗氧化反渗透膜、耐酸纳滤膜等新型号反渗透/纳滤膜产品,在保证膜产品分离性能的前提下,有效提升了膜产品的耐污染、抑菌、耐氯化解、耐酸等性能,产生了明显的经济效益、社会及环境效益。</p>				
应用单位法定代表人 签名:	 年 月 日		 年 月 日	
				

注:如无经济效益,可不填经济效益相关栏目,不加盖财务专用章。

(3) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用

应用证明

项目名称	面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用			
应用单位	浙江浙能长兴发电有限公司	注册地	浙江省长兴县雒城街道长兴大道 99 号	
联系人	张佳宁	联系电话	13362221019	
应用起止时间	2017 年 1 月至 2019 年 12 月底			
年度	应用量	新增销售收入 (万元)	新增税收 (万元)	新增利润 (万元)
2017 年	2 台机组	40	5	38
2018 年	2 台机组	60	7	50.6
2019 年	2 台机组	60	7	50.6
累计	6 台机组	160	19	139.2
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据:</p> <p>1、2017-2019 年分别增加供热量 40 万元、60 万元和 60 万元, 分别增加利润 16 万元、22 万元、22 万元。</p> <p>2、2017-2019 年分别减少反渗透膜更换费用 14 万元、17 万元、17 万元。</p> <p>3、2017-2019 年分别减少反渗透运行电耗费用 1 万元、1.6 万元、1.6 万元。</p> <p>4、2017-2019 年分别减少清洗药剂费用和清洗废水处理费用 4 万元、7 万元、7 万元。</p> <p>5、2017-2019 年分别减少滤芯更换费用 3 万元、3 万元、3 万元。</p>				
<p>具体应用情况:</p> <p>2017 年 1 月, 于面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用项目研究中, 浙江浙能长兴发电有限公司应用了水处理膜综合试验平台研发得到的一系列技术, 包括新型抗氧化反渗透膜材料、加药点调整策略、余氯浓度控制优化、膜污染类型判断、化学清洗模式调整、运行逻辑优化等, 有效延长反渗透膜的使用寿命, 降低反渗透膜更换频率, 减少清洗频率和产生的废液量, 提高制水效率, 有效保证机组安全稳定运行, 产生了明显的经济、社会及环境效益。该研究成果不仅能为火电厂同类水处理系统优化改造提供实践依据和借鉴, 同时可在后续其他领域的水处理系统中推广和应用, 具有广阔的应用前景。</p>				
<p>声明: 本单位承诺提供的应用证明内容真实有效, 如有材料虚假或违纪行为, 愿意承担相应责任并按规定接受处理。</p>				
应用单位法定代表人	应用单位财务专用章			
签名:  2019 年 1 月 1 日				

注: 如无经济效益, 可不填经济效益相关栏目, 不加盖财务专用章。



(4) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用

应用证明

项目名称	面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用			
应用单位	浙江浙能兰溪发电有限责任公司	注册地	浙江省金华市兰溪市灵洞乡石关村	
联系人	陈晨	联系电话	13566905296	
应用起止时间	2017年1月至2019年12月底			
年度	应用量	新增销售收入 (万元)	新增税收 (万元)	新增利润 (万元)
2017年	2台机组	0	0	26.1
2018年	2台机组	0	0	26.1
2019年	2台机组	0	0	45.6
累计	6台机组	0	0	97.8
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据:</p> <p>1、2017-2019年分别减少反渗透膜更换费用15万元、15万元、30万元。</p> <p>2、2017-2019年分别减少反渗透运行电耗费用2.1万元、2.1万元、2.1万元。</p> <p>3、2017-2019年分别减少清洗药剂费用和清洗废水处理费用6万元、6万元、10.5万元。</p> <p>4、2017-2019年分别减少滤芯更换费用3万元、3万元、3万元。</p>				
<p>具体应用情况:</p> <p>2017年1月,于面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用项目研究中,浙江浙能兰溪发电有限责任公司应用了水处理膜综合试验平台研发得到的一系列技术,包括新型抗氧化反渗透膜材料、加药点调整策略、余氯浓度控制优化、膜污染类型判断、化学清洗模式调整、运行逻辑优化等,有效延长反渗透膜的寿命,降低反渗透膜更换频率,减少清洗频率和产生的废液量,提高制水效率,有效保证机组安全稳定运行,产生了明显的经济、社会及环境效益。该研究成果不仅能为火电厂同类水处理系统优化改造提供实践依据和借鉴,同时可在后续其他领域的水处理系统中推广和应用,具有广阔的应用前景。</p>				
<p>声明:本单位承诺提供的应用证明内容真实有效,如有材料虚假或违纪行为,愿意承担相应责任并按规定接受处理。</p>				
应用单位法定代表人	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div> <p>签名: </p> <p>2021年1月14日</p> </div> <div> <p>应用单位财务专用章</p>  </div> <div>  </div> </div>			

注:如无经济效益,可不填经济效益相关栏目,不加盖财务专用章。

(5) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用

应用证明

项目名称	面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用			
应用单位	浙江浙能电力股份有限公司台州发电厂	注册地	浙江省台州市椒江区前所街道建电路1号	
联系人	王骅杰	联系电话	13736591795	
应用起止时间	2017年1月至2019年12月底			
年度	应用量	新增销售收入 (万元)	新增税收 (万元)	新增利润 (万元)
2017年	2台机组	114	17	91.5
2018年	2台机组	135	19	102.9
2019年	2台机组	135	19	105.0
累计	6台机组	384	55	299.4
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据:</p> <p>1、2017-2019年分别增加供热量114万元、135万元和135万元,分别增加利润54万元、63万元、63万元。</p> <p>2、2017-2019年分别减少反渗透膜更换费用22万元、24万元、26万元。</p> <p>3、2017-2019年分别减少反渗透运行电耗费用2.5万元、2.9万元、3.0万元。</p> <p>4、2017-2019年分别减少清洗药剂费用和清洗废水处理费用9万元、9万元、9万元。</p> <p>5、2017-2019年分别减少滤芯更换费用4万元、4万元、4万元。</p>				
<p>具体应用情况:</p> <p>2017年1月,于面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用项目研究中,浙江浙能电力股份有限公司台州发电厂应用了水处理膜综合试验平台研发得到的一系列技术,包括新型抗氧化反渗透膜材料、加药点调整策略、余氯浓度反馈优化、膜污染类型判断、化学清洗模式调整、运行逻辑优化等,有效延长反渗透膜的寿命,降低反渗透膜更换频率,减少清洗频率和产生的废液量,提高制水效率,有效保证机组安全稳定运行,产生了明显的经济、社会及环境效益,该研究成果不仅能为火电厂内废水处理系统优化改造提供实践依据和借鉴,同时可在后续其他领域的水处理系统中推广和应用,具有广阔的应用前景。</p>				
<p>声明:本单位承诺提供的应用证明内容真实有效,如有材料虚假或违纪行为,愿意承担相应责任并按规定接受处理。</p>				
<p>应用单位法定代表人</p> <p>签名: </p> <p>年 月 日</p>	<p>应用单位</p> <p></p> <p>年 月 日</p>	<p>应用单位公章</p> <p>年 月 日</p>		

注:如无经济效益,可不填经济效益相关栏目,不加盖财务专用章。

(6) 面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与应用




应用证明

项目名称	面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用			
应用单位	浙江浙能台州第二发电有限责任公司	注册地	浙江省三门县浦项港镇能源路1号	
联系人	荣伟	联系电话	13957686959	
应用起止时间	2017年1月至2019年12月底			
年度	应用量	新增销售收入 (万元)	新增税收 (万元)	新增利润 (万元)
2017年	2台机组	0	0	134.6
2018年	2台机组	0	0	157.5
2019年	2台机组	0	0	161.5
累计	6台机组	0	0	453.6
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据:</p> <p>1、2017-2019年分别减少反渗透膜更换费用120万元、142万元、146万元。</p> <p>2、2017-2019年分别减少反渗透运行电耗费用3.6万元、4.5万元、4.5万元。</p> <p>3、2017-2019年分别减少清洗药剂费用和清洗废水处理费用6万元、6万元、6万元。</p> <p>4、2017-2019年分别减少滤芯更换费用5万元、5万元、5万元。</p>				
<p>具体应用情况:</p> <p>2017年1月,于面向火电厂水处理的先进膜材料关键技术与工程应用项目研究中,浙江浙能台州第二发电有限责任公司应用了水处理膜综合试验平台研发得到的一系列技术,包括新型抗氧化反渗透膜材料、加药点调整策略、余氯浓度控制优化、膜污染类型判断、化学清洗模式调整、运行逻辑优化等,有效延长反渗透膜的寿命,降低反渗透膜更换频率,减少清洗频率和产生的废液量,提高制水效率,有效保证机组安全稳定运行,产生了明显的经济、社会及环境效益。该研究成果不仅能为火电厂同类水处理系统优化改造提供实践依据和借鉴,同时可在后续其他领域的水处理系统中推广和应用,具有广阔的应用前景。</p>				
<p>声明:本单位承诺提供的应用证明内容真实有效,如有材料虚假或违纪行为,愿意承担相应责任并按规定接受处理。</p>				
应用单位法定代表人 签名: 荣伟 2021年1月14日	 应用单位财务专用章 2021年1月14日		 应用单位公章 2021年1月14日	

注:如无经济效益,可不填经济效益相关栏目,不加盖财务专用章。

(7) 纳滤膜材料制备与应用技术（宁波水艺）

应用证明

应用单位	宁波水艺膜科技发展有限公司
应用时间	2019 年至今
<p>具体应用情况：</p> <p>自 2015 年起，浙江大学膜与水处理技术教育部工程研究中心围绕“纳滤膜材料制备与应用技术”就纳滤膜的制备原理、合成工艺、优化策略、分离机理、应用场景等多方面进行深入研究，研发出了多种面向不同分离场景的纳滤膜。多年来，工程中心徐志康教授率领团队针对纳滤膜材料制备过程中存在的共性关键技术难题，开发了一系列纳滤膜制备过程调控技术，包括新型离子液体/烷烃体系制备纳滤膜技术、真空抽滤辅助优化反应物分布技术、甘油控制纳滤膜制膜过程技术、中间层降低反应物浓度技术，实现薄层复合纳滤膜分离层物理化学结构的控制和复合膜渗透选择性的提升。</p> <p>2019 年起，我司应用徐志康教授团队研发的核心关键技术，共同建成全自动高产能复合纳滤膜生产线。生产线具有全封闭漂洗槽，可以实现全自动超声焊接和极低张力热处理，最高车速达 15 m/min，是全球少数几条车速超过 10 m/min 的生产线之一，纳滤膜产品生产能力达 300 万平米/年。</p>	
<p>应用单位代表人签名：  </p> <p>应用单位盖章： </p> <p>2022 年 10 月 11 日</p>	

(8) 梯度孔分离膜技术应用（江苏巨之澜）

梯度孔分离膜技术研发与应用—江苏巨之澜科技有限公司

应用证明

应用单位	江苏巨之澜科技有限公司
应用实践	2014 年至今
<p>具体应用情况：</p> <p>自 2014 年起，浙江大学高分子科学与工程学系黄小军副教授突破国内传统指状孔、海绵状孔限制，实现了梯度孔聚合物分离膜的设计与开发，并通过中试放大，实现不同时间、不同批次稳定生产。</p> <p>2014 年起，我司应用黄小军副教授研发的核心梯度膜关键技术，生产了系列化超亲水梯度孔膜、石墨烯合金膜等，性能可达到甚至部分超越国内外同类产品。自产业化以来，销售高达 25000 万元，新增利税 4500 万元。</p>	
<p>应用单位盖章：</p> <p>2021 年 3 月 20 日</p>	

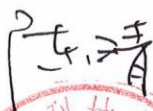
(9) PVC、PVDF 膜材料技术应用（海南立昇）

应用证明

海南立昇净水科技实业有限公司自 2005 年以来，与浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心朱宝库教授团队合作,从事中空纤维超滤、微滤膜材料及应用技术的研究，共同承担和完成科技部重点研发计划、海南科技计划、工信部强基计划、校企合作等多个项目的联合研发，形成了一些自主知识产权技术。

自 2017 年以来，利用朱宝库教授课题组开发的两亲聚氯乙烯原料生产出低成本的聚氯乙烯中空纤维超滤膜，利用朱宝库教授课题组开发的聚偏氟乙烯（PVDF）膜制备关键技术，实现了 PVDF 中空纤维超滤、微滤膜的规模化生产，两种材质的膜材料产能达 1000 万 m²/y，并在自来水工程、工业净水与分离工程、家用净水、污水处理与回用等领域实现规模化应用，实现了产品的出口，合计形成产值超过 10 亿元，形成良好的经济效益。PVDF 中空纤维超滤的生产和应用技术，获得了海南省科技进步一等奖，取得良好的社会效益。

应用单位代表人（签字）：



应用单位（签章）：海南立昇净水科技实业有限公司



2022 年 10 月 8 日

（10）水处理膜原料技术应用（黄山徽梦）

应用证明

黄山徽梦高分子科技有限公司成立与 2013 年，主要从事功能高分子材料的开发生产和销售。自公司成立就开始与浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心朱宝库教授团队合作，从事两亲高分子功能新材料的合作开发，联合完成了科技部重点研发计划、工信部强基计划、安徽省科技计划、校企合作项目的实施。

2017 年以来，利用浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心朱宝库教授团队开发的关键技术，建成 2000 吨/年的两亲高分子生产线，实现了两亲聚氯乙烯的规模化生产，并用于超滤膜材料产品的批量生产；生产出环保性聚氯乙烯水性乳胶新产品，正在替代建材行业的油性粘接剂；开出油墨用新型粘接剂性能达到国外先进铲平水平，并进入销售阶段。几种产品均显示出良好的市场前景和环境、社会效益。

应用单位代表人（签字）



应用单位（签章）：黄山徽梦高分子科技有限公司

2022 年 10 月 8 日

(11) 高性能膜材料技术应用（河南迈纳）

应用证明

河南迈纳净化技术有限公司是 2017 年在依托浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心支持下成立，主要从事水处理膜材料、装备及膜法水处理工程技术开发、生产的单位。以浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心朱宝库课题组专利技术（一种改性聚芳醚的制备方法，专利号 CN201210078458.X）为核心，成功开发出聚乙烯、聚醚砜、聚偏氟乙烯等中空纤维超滤、微滤膜等膜材料产品，形成 200 万 m^2/y 膜的产能，并成功应用与污水处理与回用、自来水厂、工业分离、汽水分离、河道治理等领域 2017-2021 年度形成销售额约 5600 万元。

应用单位代表人（签字）：荆茂峰

应用单位（签章）：河南迈纳净化技术有限公司



2022 年 9 月 28 日

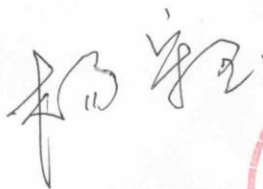
（12）医用膜材料技术应用（浙江信纳）

应用证明

浙江信纳医疗器械科技有限公司（前身为玉环县信谊高分子滤材厂）主要从事医用空气净化、药液净化、制药与微生物分离膜材料的研发生产和销售，自2005年开始一直与浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心朱宝库教授团队合作进行医用、生物膜材料及应用技术的开发，共同承担/完成了工信部、浙江省科技厅、校企合作等项目研发。

自2017年1月以来，利用朱宝库教授团队的关键技术，成功开发和生产出，聚酯类超疏水医用空气净化膜和聚醚砜类药液净化微滤，膜材料产能达到100万 m^2/y ，产品成功用于输液器等行业，形成产值约20000万元。

应用单位代表人（签字）



应用单位（签章）：浙江信纳医疗器械科技有限公司



2022年10月7日

(13) 两亲高分子抗菌材料及应用（杭州微纳）

应用证明

杭州微纳卫康新材料有限公司是在浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心支持下成立，主要从事抗菌、空气净化、卫材等产品开发、生产和销售。

利用与浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心朱宝库教授团队联合开发的两亲高分子合成技术，成功开发出安全、低毒的两亲聚季铵盐抗菌抗病毒新原料，以及下游消毒剂、抗菌抗病毒空气净化无纺布、抗菌抗病毒口罩等多种产品，通过第三方验证和产品注册，成功用于新冠防疫、车辆空气净化、环境消毒等领域，参与并完成两项抗菌、抗病毒产品的团体标准制定，初步取得良好的经济、社会效益。

应用单位代表人（签字）：



应用单位（签章）：杭州微纳卫康新材料有限公司



2022 年 10 月 8 日

(14) 水处理膜材料制备技术（北京碧水源）

应用证明

成果名称	新一代水处理膜材料制备技术			
应用单位	北京碧水源膜科技有限公司	注册地	北京市怀柔区雁栖经济开发区乐园南二街4号	
联系人	罗艳	联系电话	13581929890	
应用起止时间	2016年至2021年			
年度	应用量 (万平方米)	新增销售收入 (万元)	新增税收 (万元)	新增利润 (万元)
2019年	622.70	55709.46	3080.26	12553.51
2020年	1064.90	105321.44	6942.07	28422.20
2021年	1288.60	62002.28	2157.07	5178.09
累计	2976.20	223033.18	12179.40	46153.80
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据： 数据统计口径为2019年-2021年成果应用产品。 新增销售额为当年产品实际销售额；成果新增销售收入、成果新增利润和成果新增税收金额均以公司当年度该成果实际发生金额填列。</p>				
<p>具体应用情况： 本项目研制生产的长效亲水抗污高强度PVDF中空纤维膜，在北京翠湖新源再生水厂、北京格润美云环境治理有限公司、门头沟第二污水处理厂、十堰市神定河污水处理厂等众多企业得到应用，产品质量得到客户充分认可。</p>				
<p>声明：本单位承诺提供的应用证明内容真实有效，如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并按规定接受处理。</p>				
应用单位法人代表或经办人签名：	应用单位财务专用章	应用单位公章		
 2022年8月18日	 2022年8月18日	 2022年8月18日		

注：如无经济效益，可不填经济效益相关栏目、不加盖财务专用章。

(15) 高性能膜材料技术应用（浙江方太）

应用证明

成果名称	选择性过滤中空纤维膜色谱材料制备技术及在家用净水中的应用			
应用单位	宁波方太厨具有限公司	注册地	浙江省宁波杭州湾新区滨海二路 218 号	
联系人	陈承	联系电话	13958054529	
应用起止时间	2015 年~ 至今			
年度	应用量	新增销售收入 (万元)	新增税收 (万元)	新增利润 (万元)
2019 年	479	128.64	11.06	
2020 年	8534	2078.53	114.44	
2021 年	37775	6815.69	485.96	
累计	46784	9022.86	611.46	
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据:</p> <p>数据统计口径为 2019 年-2021 年成果应用产品</p> <p>新增销售额为当年产品实际销售额; 利润表中: 税金及附加、期间费用、其他业务利润、资产减值损失、其他收益、投资收益、公允价值变动损益、资产处置收益及营业外收支金额均根据公司的产品类别销售比例分摊; 成果新增销售收入、成果新增利润和成果新增税收金额均以公司当年度该成果实际发生金额填列; 税费金额根据公司的产品类别按销售比例分摊。</p>				
<p>具体应用情况:</p> <p>本公司以选择性过滤中空纤维膜色谱材料制备技术为核心, 充分利用其具有有效去除水中重金属离子, 保留水中天然矿物元素的技术特点, 达到安全健康净水的功效。目前, 本技术已广泛应用在宁波方太厨具有限公司出品的家用净水机 (M3\M3A\M5\M5A\ME2\M6A\M6L\ME6C\ME6CS\ME6CSS\M7 等系列) 和商用净水机 (领航系列和银睿系列) 产品中, 为用户的饮水健康, 提供了全新的选择。</p>				
<p>声明: 本单位承诺提供的应用证明内容真实有效, 如有材料虚假或违纪行为, 愿意承担相应责任并按规定接受处理。</p>				
应用单位法人代表或经办人签名:		应用单位财务专用章	应用单位公章	
年 月 日		年 月 日	年 月 日	

(16) 膜原料技术应用 (浙江东大)

应用证明

成果名称	超亲水纳米复合 PTFE 中空纤维膜			
应用单位	浙江东大环境工程有限公司	注册地	诸暨市陶朱街道西二环路 300 号	
联系人	张锐钢	联系电话	13819526323	
应用起止时间	2019.01.01-2021.12.31			
年度	应用量	新增销售收入 (万元)	新增税收 (万元)	新增利润 (万元)
2019 年	膜产品	101.7	5.2	21
2020 年	膜产品	686.7	34.3	136
2021 年	膜产品	847.3	42.5	162
累计		1635.7	82	319
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据:</p> <p>数据统计口径为 20219 年-2021 年成果应用产品。</p> <p>新增销售额为当年产品实际销售额; 利润表中: 税金及附加、期间费用、其他业务利润、资产减值损失、其他收益等营业外收支金额均根据公司的产品类别销售比例分摊; 成果新增销售收入、成果新增利润和成果新增税收金额均以公司当年度该成果实际发生金额填列; 税费金额根据公司的产品类别按销售比例分摊。</p> <p>具体应用情况:</p> <p>1、纳米复合 PTFE 中空纤维膜应用于厦门中环、七台河、新昌、诸暨等地农村生活污水处理和河湖水质净化处理项目中, 处理工艺主要为预处理--生化--MBR, 日处理量为 200-1000m³/d, 出水水质稳定, 各项指标达到排放标准, 得到用户好评。</p> <p>2、纳米复合 PTFE 中空纤维膜应用于广州、新疆、江苏淮安、绍兴等地的工业废水处理, 主要工艺为预处理--生化--MBR 和工业废酸废碱回收, 日处理量 1000-6000m³/d, 产水浊度小于 1NTU, 出水水质稳定, 达到工业废水排放标准, 废酸废碱过滤回收后, 减少企业废水排放量和处理成本, 实现资源重复利用, 得到用户的好评。</p> <p>3、纳米复合 PTFE 中空纤维膜应用于空气净化, 诸暨全市幼儿园、中小学均安装了 PTFE 中空纤维膜新风系统, “膜法”新风给学生带来更清新的空气, 提高教室室内空气质量, PM_{2.5}、二氧化碳、甲醛、苯、TVOC 均达到室内空气质量标准, 给教室内的学生提供含氧洁净健康的新风, 提高学生的学习效率, 保障学生的身体健康, 全市共安装 3000 多台中央新风净化机, 得到学生、老师及家长的一致好评。</p> <p>声明: 本单位承诺提供的应用证明内容真实有效, 如有材料虚假或违纪行为, 愿意承担相应责任并按规定接受处理。</p>				
应用单位法人代表或经办人签名: 张锐钢		应用单位财务专用章		应用单位公章
2022 年 8 月 13 日		2022 年 8 月 13 日		2022 年 8 月 13 日

注: 如无经济效益, 可不填经济效益相关栏目, 不加盖财务专用章。

4、中试基地证明

(1) 反渗透膜材料开发、验证平台（浙江易膜）

中试基地证明

浙江易膜新材料科技有限公司是以高性能反渗透膜材料为主要方向的膜行业新兴企业。

浙江易膜新材料科技有限公司与浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心张林教授团队开展了持续深入的合作，2019 年以来公司与浙江大学膜与水处理技术教育部工程研究中心达成协议，做为膜与水处理技术教育部工程研究中心的高性能反渗透膜材料研发中试基地，开展耐氧化反渗透膜材料的开发、验证平台。完成了多项新型反渗透膜材料制备、应用的技术评价和验证，取得良好成效。

中试基地单位代表人（签字）：

中试基地单位（签章）浙江易膜新材料科技有限公司



2022 年 10 月 8 日

(2) 反渗透膜材料及水处理技术开发、验证平台（杭州天创）

中试基地证明

杭州天创环境科技有限公司是以反渗透膜材料和膜法水处理技术为主要方向的膜行业知名企业。

杭州天创环境科技有限公司与浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心张林教授团队开展了长期的实质性合作，2017 年以来公司与浙江大学膜与水处理技术教育部工程研究中心达成协议，做为膜与水处理技术教育部工程研究中心的反渗透膜材料研发中试基地，开展抗污染反渗透膜材料及水处理技术的开发、验证平台。长期以来，完成了多项新型膜材料制备、应用的技术评价和验证，取得良好成效。

中试基地单位代表人（签字）：李小军

中试基地单位（签章）：杭州天创环境科技有限公司



2022 年 10 月 8 日

(3) 纳滤膜材料开发与应用技术基地（宁波水艺）

中试基地证明

宁波水艺膜科技发展有限公司是一家专注于膜法水处理的国家级高新技术企业。水艺膜科技发展有限公司主要从事膜材料、膜组件、膜应用技术、膜处理工艺、膜法处理工程技术的研发和产业化，是业内极少数拥有微滤、超滤、纳滤、反渗透等全系列膜技术与商业化膜产品的厂家之一。

基于宁波水艺膜科技发展有限公司与浙江大学膜与水处理技术教育部工程研究中心徐志康教授团队的长期实质性合作，2018年以来水艺膜科技发展有限公司与徐志康教授团队达成协议，公司作为团队的纳滤膜材料研发中试基地，开展纳滤膜材料的开发、测试、验证与应用。合作以来，完成了多项新型纳滤膜材料制备、应用的技术评价和验证，取得较好的效果。

中试基地单位代表人（签字）：江权良

中试基地单位（签章）：



2022年10月11日

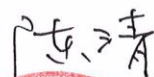
(4) 水处理膜材料及应用工程中试基地（立升企业）

中试基地证明

立升企业是海南立昇净水科技实业有限公司主导的以膜材料和膜技术为主要方向的膜行业龙头企业，苏州立升净水科技有限公司做海南立昇净水科技实业有限公司的全资公司，主要从事膜组件、膜应用技术、装备和膜法水处理工程技术的研发、生产和市场销售。

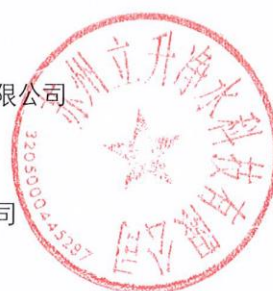
基于立升企业和海南立昇净水科技实业有限公司与浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心朱宝库教授团队合作的长期的实质性合作，2010年以来立升企业与浙江大学膜与水处理技术教育部工程研究中心达成协议，立升企业的海南立昇净水科技实业有限公司作为膜与水处理技术教育部工程研究中心的膜材料研发中试基地，苏州立升净水科技有限公司作为膜法水处理技术中试基地，开展膜法水处理技术的开发、验证平台。长期以来，完成了多项新型膜材料制备、应用的技术评价和验证，取得良好成效。

中试基地单位代表人（签字）：



中试基地单位（签章）：海南立昇净水科技实业有限公司

苏州立升净水科技有限公司



2022 年 10 月 8 日

(5) 水处理膜原材料中试基地（黄山徽梦）

中试基地证明

黄山徽梦高分子科技有限公司成立与 2013 年，主要从事功能高分子材料的开发生产和销售。自公司成立就开始与浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心朱宝库教授团队合作，并达成共建膜与水处理技术教育部工程研究中心膜原料中试基地的协议。

目前已简称包括 5L，50L，200L，500L 和 3000L 的聚合釜及配套设施的中试、小规模生产装备的中试基地，利用这些中试基地条件，完成了多种新材料的中试技术验证与评价，形成两亲 PVC 新原料产品，支持了聚氯乙烯超滤水处理膜产品的研发和生产，取得良好成效。

中试基地单位代表人（签字）



中试基地单位（签章）：黄山徽梦高分子科技有限公司

2022 年 9 月 28 日

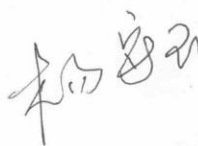
（6）医用膜材料及应用技术基地（浙江信纳）

中试基地证明

浙江信纳医疗器械科技有限公司（前身为玉环县信谊高分子滤材厂）主要从事医用空气净化、药液净化、制药与微生物分离膜材料的研发生产和销售。2005年开始与浙江大学、膜与水处理技术教育部工程研究中心朱宝库教授团队合作以来，就达成协议，在本公司共建膜与水处理技术教育部工程研究中心的医用膜材料及应用技术中试基地。

到 2017 年，建成了包括超疏水涂层合成、相转化法平板超微滤膜试制、超疏水空气净化膜试制、医用膜材料性能评价与应用技术开发等中试条件，投资超过 500 万元，配备场地 1000m²、中试人员 5 位。利用该中试条件，开发出本公司超疏水医用空气净化膜、药液过滤膜等产品，支持了广州中国科学院先进技术研究所、山东威高集团、建德朝美等单位医用膜材料的开发，取得良好成效。

中试基地单位代表人（签字）



中试基地单位（签章）：浙江信纳医疗器械科技有限公司



2022 年 10 月 7 日

5、培训证明

(1) 水处理领域专业技术转移转化能力提升高级研修班

【国家专班·审核参研】水处理领域专业技术转移转化能力提升高级研修班招生通知
mp.weixin.qq.com 2021-09-07 09:41

招生通知
【国家专业技术人才知识更新工程】

水处理领域专业技术转移转化能力提升高级研修班

按二维码可快速报名

主办单位

中国科协科学技术创新部

承办单位

中国海洋学会

中国海洋学会海水淡化与海水利用分会

协办单位

《水处理技术》编辑部

全国膜技术信息网

杭州水处理技术研究中心

宁波大学材料科学与化学工程学院

浙江大學與水處理教育部工程研究中心

前言

为深入贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想，实施和推进水处理领域高质量发展战略，加快建设绿水青山中国，根据中国科协学函改字〔2021〕53号《人力资源和社会保障部办公厅文件（人社部发〔2021〕两个文件通知，结合中国科协创新试点任务，由本会承担的2021年度国家专业技术人才知识更新工程专项处理领域专业技术转移转化能力提升高级研修班（以下简称高研班）定于9月26日-30日在浙江宁波，为开展好组织实施工作，现就有关事项通知如下：

时间地点

研修报到：9月26日（9:00-22:00）

研修授课：9月27日-9月30日

授课课时：26个标准课时

研修地点：宁波宾馆（宁波江北区风华路818号）

交通线路：

线路一：宁波火车站：地铁2号线往清水浦方向，在宁波大学站下车。公交车：火车站北广场乘坐5（始发）到宁波大学站下车。

线路二：栎社机场：距离酒店约30公里，打车35分钟。

授课情况

经培训考核合格，由人力资源和社会保障部专业技术人员管理处颁发《国家专业技术人才知识更新工程高级研修班培训证书》，学员凭姓名和身份证号自行登录“专业技术人员知识更新工程公共服务平台”（地址：zgxmohrss.gov.cn）查询和打印证书。参研学员培训学时同时计入专业技术人员继续教育专业学时数。附证书示例如下：

研修模块

本次研修班将按集中授课、小班研讨、特色突出的原则，设专题精讲、疑难解析、案例观摩、沙龙互动、业考试五个模块开展教学。

研修内容

- （一）水处理领域技术转移转化问题与对策；
- （二）水处理技术创新研究、突破与转移转化；
- （三）水处理关键技术、优化工艺及典型工程应用转化剖析；
- （四）水处理新型材料、优质装备及创新成果转移转化；

（五）水处理技术转移转化模式、路径及方案；

（六）水处理技术转移转化案例实地观摩交流。

邀请授课师资

胡洪营（教授，清华大学环境保护环境微生物与安全控制重点实验室主任）

杨波（教授级高工，杭州水处理技术研究开发中心总工程师）

陈吕军（教授，浙江清华长三角研究院生态环境研究所所长）

刘勇弟（教授，高浓度难降解有机废水处理技术国家工程实验室副主任）

于水利（教授，同济大学环境与工程学院市政工程系主任）

李本高（教授级高工，中国石油与化工集团水处理中心主任）

朱宝军（教授，浙江大学膜与水处理教育部工程研究中心副主任）

郑展望（教授，浙江农林大学农村环境研究所所长）

李砚硕（教授，宁波大学材料与化学工程学院学术委员会副主任）

贾桂芝（高级工程师，西安陆军研究院特种勤务研究所资深专家）

招生范围

本高研班面向全国招生，凡水处理领域内具备中高级职称（持职称证书）的专业技术人员或企业总级（含）以上管理人员均可报名，中西部地区（艰苦地区）将适当政策倾斜。本次研修计划招生80人

（注：为确保专业覆盖面，同一单位原则上不得超过2人），按报名先后次序接收，额满即止。报名确认后不得退出，如确有特殊情况须提前一周以上报备。

注册报名

全员免费。本高研班受中国科协“科创中国”专项计划支撑，相关经费使用标准严格执行财政部《中央和国家机关培训费管理办法》和人力资源和社会保障部《专业技术人员知识更新工程高级研修项目管理办法》文件要求。参研学员除往返交通费自理外，无须缴纳任何费用。研修期间住宿费（两人一间，随机分配）、伙食费、场地费、讲课费、资料费等均由主办单位承担。参研人员请填写附件《水处理领域专业技术转移转化能力提升高级研修班注册表》并加盖公章确认发送至指定邮箱，专业技术人员还需同期附上职业证书复印件（或照片）。

特别说明：不满足报名条件人员将被退回，请对照招生范围要求报名。

防疫要求

为落实中央及地方防疫要求，确保参会人员身体健康，参研学员须已完成两针疫苗接种，并确保14天内无中高风险地区行程经历。参会期间除交流发言外全程佩戴口罩并保持社交距离。

联系方式

会务组：中国海洋学会海水淡化与海水再利用分会秘书处

联系人：张夏卿 曹佳佳

电话：0571-88935347/0571-88935408

邮箱：zh@chinawatertech.com

（2）2018 首届全国海水苦咸水淡化技术与工艺专题培训班

【专业筑造美】2018首届全国海水苦咸水淡化技术与工艺专题培训班舟山成功闭幕

中国海水淡化与水再利用学会 2018-08-10 15:49 发表于北京

专业领域—无畏挑战

题记一

2018.08.03-05

没有华丽的殿堂，也摒弃了闹市的喧哗，在海天一色的昌国，走近百年学府，回归初心，回归使命，用专业的态度和求知的渴望，书写下中国海淡史上又一页新篇章！



培训地点设在浙江大学海洋学院内，风景秀美，安静怡人

2018年8月3日，由中国海洋学会海水淡化与水再利用分会和国家海水淡化产业联盟联合举办的首届全国海水苦咸水淡化技术与工艺专题培训班在国家海水淡化示范基地舟山如期开幕。





授课老师：杭州水处理技术研究开发中心副总工 朱力 敬高
授课题目：《反渗透海水淡化工程案例》



授课老师：浙江大学膜与水处理技术教育部工程中心 张林 教授
授课题目：《海水淡化新材料与新工艺》

(3) 2019 第三十七届全国膜法水处理技术高级研修班

【立身立学·行以致远】2019第三十七届全国膜法水处理技术高级研修班精彩落幕

中国海水淡化与水再利用学会 2019-09-09 16:34 发表于北京



点击蓝字 关注精彩

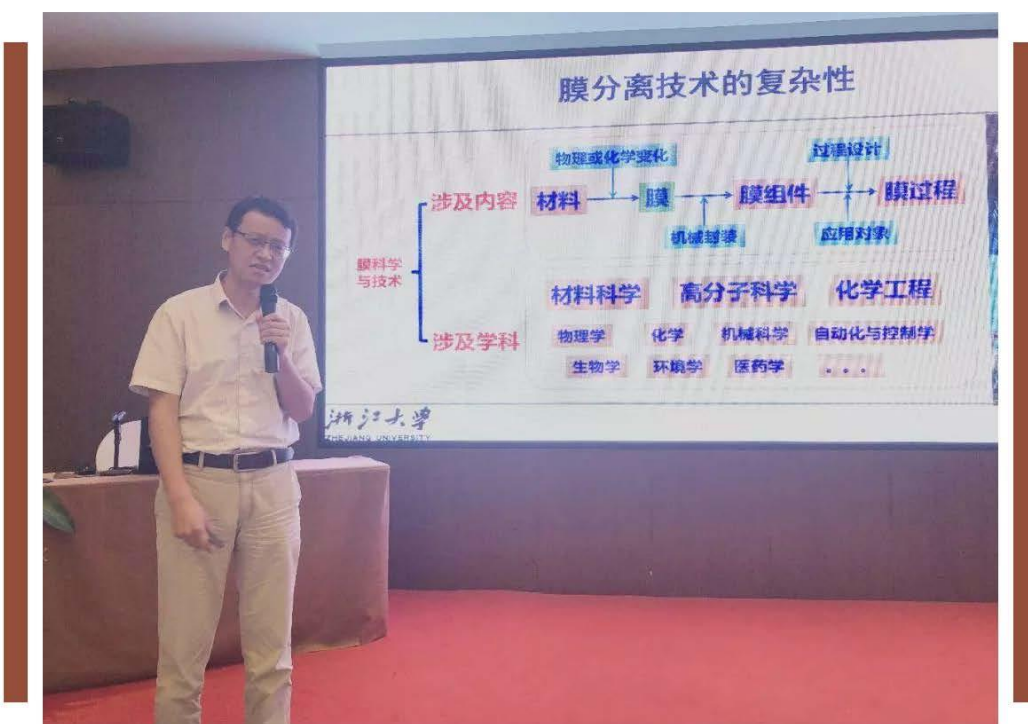


2019年8月28-31日，由中国海洋学会海水淡化与水再利用分会、国家液体分离膜工程技术研究中心主办，时代沃顿科技有限公司、杭州水处理技术研究开发中心承办的2019第三十七届全国膜法水处理技术高级研修班在贵阳成功举办。





徐 平 博士
时代沃顿科技有限公司
授课内容：纳滤膜性能与工业应用



张 林 教授
浙江大学化学与生物工程学院
授课内容：膜分离技术现状与前沿进展



(4) 2021 第三十九届全国膜法水处理技术高级研修班

【弦歌承传·追梦登攀】2021第三十九届全国膜法水处理技术高级研修班圆满落幕！

中国海水淡化与水再利用学会 2021-07-05 15:28 发表于北京

点击蓝字 · 关注我们

2



初心如磐，梦想激扬！6月23-26日，由中国海洋学会海水淡化与水再利用分会、国家液体分离膜工程技术中心与国家净水技术动员中心共同主办，浙江省膜学会与浙江省膜产业协会联合承办，杭州水处理技术研究开发中心、时代沃顿科技有限公司、杭州蓝然技术股份有限公司、清华大学、南京工业大学、浙江大学、天津工业大学等参与协办，全国中文双核期刊《水处理技术》独家播报的“2021第三十九届全国膜法水处理技术高级研修班”在浙江杭州成功落幕。来自全国各相关科研院校及企事业单位的110余位科研及管理人员参加了此次研修。

第三十九届全国膜法水处理技术高级研修班

2021年6月
中国·杭州



6月24日上午8点，研修班正式开班，中国海洋学会海水淡化与水再利用分会理事长单位——杭州水处理技术研究开发中心总工程师、教授级高工杨波女士出席开班式并致欢迎辞，杨总向莅会授课专家及参研学员们表示了热烈欢迎和感谢，并简要回顾了全国膜法高研班发展历程，肯定了发展成绩也提出了远景目标和要求。会上，杨波总工还为“河北奥丰环境工程有限公司崔玉良总经理、杭州天创环境股份有限公司程志军总监、厦门世脉科技有限公司陈忠杰总经理、杭州成华环境工程有限公司潘国宏经理、河北心连心化学工业集团股份有限公司万银霞主任”五位学员颁发了“最美老学员”奖励，隆重表彰和鼓励以他们为代表的一大批高研班学员给予学会的长期支持和帮助，感谢他们为高研班发展与壮大做出的突出贡献。浙江省膜学会秘书长栗鸿强主持开班式。

解，并达成系列有效合作。

西子讲坛



黄霞教授

清华大学环境学院学术委员主任
《膜生物反应器研究、应用与未来展望》



张林教授

浙江大学膜与水处理技术教育部工程研究中心副主任
《膜分离技术基础与新进展》



(5) 2022 年第三届全国海水浓盐水淡化技术与工艺高级研修班

【星火成炬·向远而行】2022年第三届全国海水浓盐水淡化技术与工艺高级研修班成功举办

中国海水淡化与水再利用学会 2022-08-06 16:57 发表于北京





演讲嘉宾：浙江大学膜与水处理教育部工程研究中心张林教授
 演讲题目：纳滤分离机理与膜材料进展



演讲嘉宾：山东电力工程咨询院有限公司黄冬梅正高工
 演讲题目：国外海水淡化技术工程现状、应用及案例解析

6、对外测试证明

(1) 中心设备仪器共享

协议编号：

浙江大学仪器共享服务协议

(校 内)

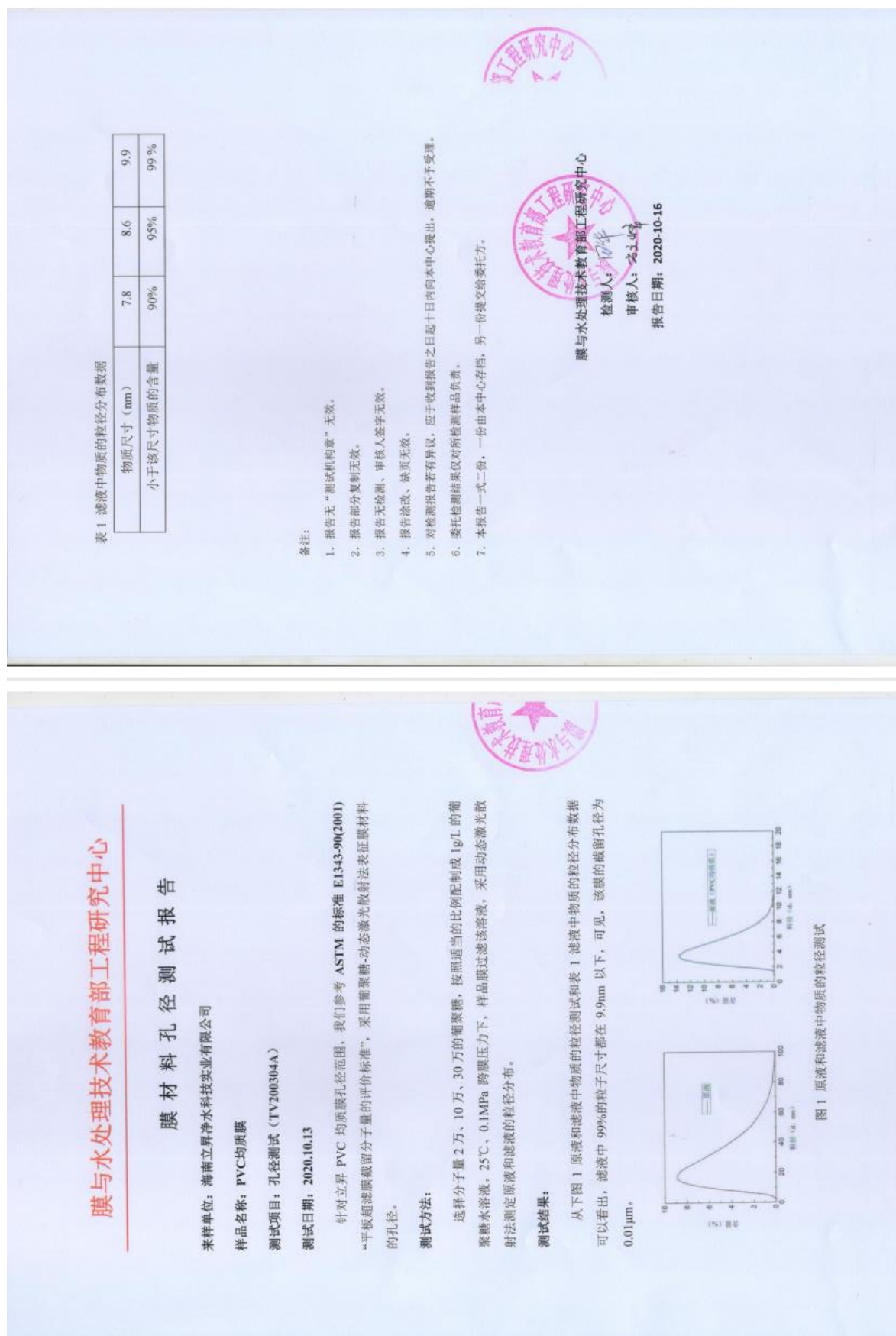
项目名称： 高分子膜材料性能表征

委托方（甲方）： 高分子系朱宝库教授课题组

受托方（乙方）： 浙江大学大型仪器共享平台

签订日期：2021 年 04 月 22 日

(2) 代表性对外测试报告



7、标注教育部膜中心的代表性论文及对工程化应用的促进作用

序号	论文题目	期刊明	年,卷(期), 页码	发表时间	作者	对工程化应用促进作用
1	Polyamide membranes with nanoscale Turing structures for water purification	Science	2018, 360, 6388	2018.4	谭喆, 彭新生, 张林等	“我们发现了图灵结构纳滤膜的形成机理, 下一步将开发性能更为优异的净水膜。”与传统制造工艺相比, 这项膜制备技术不必对现有生产线做任何改造, 就能生产出性能更优的净水膜, 会有良好的应用前景。
2	Dopamine: Just the Right Medicine for Membranes	Advanced Functional Materials	2018, 28, 1705327	2018.1	杨浩成, 徐志康等	综述贻贝仿生表面改性技术的发展, 深入讨论本团队关于膜表界面工程研究进展, 剖析膜表面改性领域存在的关键问题与解决思路, 支撑聚丙烯微滤基膜、聚酰胺薄层复合纳滤膜的产业化。
3	A photothermal and Fenton active MOF-based membrane for high-efficiency solar water evaporation and clean water production	Journal of Materials Chemistry A	2020, 8, 22728–22735	2020.8	马旭, 彭新生等	基于 MOFs 本身的光热性质, 亲水性等开发高开关比的光控质子传输开关及相应的逻辑电路, 揭示了其开关机理和器件工作原理, 微构筑 MOFs 基类神经网络体系提供了基础。
4	Antifouling and antibacterial behavior of membranes containing quaternary ammonium and zwitterionic polymers	JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE	2021, 584: 225-235	2021.2	朱明明, 方立峰, 朱宝库等	高被引论文; 提出非溶出、安全抗菌聚膜抗菌微分离膜材料, 建立制备的关键技术, 支撑聚季铵盐新型抗菌剂及抗疫口罩产品的产业化。
5	Polyaniline-Coated MOFs Nanorod Arrays for Efficient Evaporation-Driven Electricity Generation and Solar Steam Desalination	Advanced Science	2021, 8, 2004552.	2021.8	李卓异, 彭新生等	构筑了高光热转化效率、高蒸发发电的海水蒸发发电一体化的 MOFs 纳米阵列膜, 在获得高效水蒸发的同时实现发电, 为太阳能在水资源化高效利用方面提供了新的思路。

8、推动行业发展的重要论文（高引+CNS）论文首页

(1) Polyamide membranes with nanoscale Turing structures for water purification

RESEARCH

MEMBRANES

Polyamide membranes with nanoscale Turing structures for water purification

Zhe Tan,¹ Shengfu Chen,¹ Xinsheng Peng,² Lin Zhang,^{1*} Congjie Gao^{1,3}

The emergence of Turing structures is of fundamental importance, and designing these structures and developing their applications have practical effects in chemistry and biology. We use a facile route based on interfacial polymerization to generate Turing-type polyamide membranes for water purification. Manipulation of shapes by control of reaction conditions enabled the creation of membranes with bubble or tube structures. These membranes exhibit excellent water-salt separation performance that surpasses the upper-bound line of traditional desalination membranes. Furthermore, we show the existence of high water permeability sites in the Turing structures, where water transport through the membranes is enhanced.

Alan Turing's 1952 paper (1), "The chemical basis of morphogenesis," theoretically analyzed how two chemical substances, activator and inhibitor (2) (Fig. 1A), can, under certain conditions, react and diffuse with each other to generate spatiotemporal stationary structures. Turing's ideas have profoundly influenced theoretical understanding of pattern formation in chemical (3) and biological (4, 5) systems, but it was not until nearly 40 years after his paper was published that experimental evidence was obtained for the chlorite-iodide-malonic acid (CIMA) reaction (6, 7). About 10 years later, stationary Turing states were also observed in the Belousov-Zhabotinsky (BZ) reaction microemulsion consisting of reverse micelles (8). Recently, a variety of two- and three-dimensional stationary structures were studied in chemical (9, 10) and biological (11–15) systems.

Turing structures typically emerge in reaction-diffusion processes far from thermodynamic equilibrium (1), in which the diffusion coefficient of the inhibitor must be larger than that of the activator, resulting in the "local activation and lateral inhibition" phenomenon (Fig. 1B) that underlies diffusion-driven instability (2). However, this condition is not easily satisfied in homogeneous solutions, for most chemical reactions involve small molecules with similar or inappropriately differing diffusion coefficients. In the classic Turing systems, two main approaches have been developed to selectively control the effective diffusion coefficients of reactants: (i) Introduce a macromolecule that reversibly binds the activator, like starch or polyvinyl alcohol (PVA) in the CIMA reaction, and (ii) use a heterogeneous fine-

ly dispersed multiphase reaction system in which the activator resides in a low-mobility phase, such as when polar BZ reagents are confined within nanosized aqueous droplets (6–10). On the basis of theoretical analyses and experimental observations, we successfully applied these chemical and physical approaches to aqueous-organic interfacial polymerization and developed a facile route to generate nanoscale Turing structures with high water permeability under ambient conditions.

Interfacial polymerization is a reaction-diffusion process far from thermodynamic equilibrium (16). It is based on the Schotten-Baumann reaction, in which the irreversible polymerization of two fast-reacting multifunctional monomers occurs near the interface of two immiscible phases of a heterogeneous liquid system (17, 18). This technique has been used to prepare reverse osmosis and nanofiltration membranes for large-scale and low-cost water purification applications (19, 20). In a typical membrane synthesis (fig. S1), organic amines are dissolved in water while acyl chlorides are dissolved in an organic solvent, and a very thin insoluble polyamide (PA) membrane forms on top of a porous support (figs. S2 and S3). In our experiment, piperazine (PZ) is the activator, and trimesoyl chloride (TMC) is the inhibitor (Fig. 1C). The reaction is initiated when the top surface of a porous polysulfone (PSU) support containing an aqueous solution of the activator comes in contact with an organic solution of the

inhibitor. Because the acyl chloride has very little solubility in water, the polymerization occurs predominantly on the organic side of the interface. Initially, the activator reacts with the locally available inhibitor in the reaction zone, later it diffuses to penetrate more deeply into the reaction zone, and finally, a cross-linked PA membrane forms across the region of pore openings of the PSU support (figs. S4 to S11 and table S1). This PA membrane formed by a conventional interfacial polymerization reaction is not of Turing type, for there are not appropriate differences between the diffusion coefficients of the activator and the inhibitor. During the reaction, the aqueous solution of the activator is confined within surface nanometer-sized pores of the PSU support, where physical obstruction blocks dispersed aqueous-phase movement and slows the activator transport. The diffusion coefficient of the organic molecules is around $10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$, whereas the diffusion of the dispersed aqueous phases in the organic phase can be as low as $10^{-6} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ (fig. S12). When a certain amount of macromolecule, PVA, was added to the aqueous solution, it interacted with the activator via hydrogen bonding and increased solution viscosity, further reducing the diffusion rate of the activator (fig. S13). Through the synergetic effects of the physical obstruction and chemical interaction, the systems meet appropriate differences in the diffusion coefficients of the activator and inhibitor (21, 22), leading to a diffusion-driven instability and generating nanoscale spotted (Fig. 1D) and striped (Fig. 1E) Turing structures.

Atomic force microscopy (AFM) measurements (Table 1) show that the surfaces of membranes with the nanoscale spotted (TS-I) and striped (TS-II) Turing structures are relatively rough and heterogeneous. The measured average root mean square roughnesses were 22 and 32 nm, respectively, which is quite different from that of traditional semiaromatic PA membrane (figs. S14 and S15 and table S2) with a relatively smooth and homogeneous surface (23). The spotted and striped structures have virtually the same height, whereas the surface area increase of TS-II is approximately two times greater than that of TS-I, suggesting that the continuous striped structures have a larger surface area relative to the discrete spotted structures in the scan area. To further investigate the nanoscale Turing structures, the membranes were characterized by scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM) analyses. The SEM

Downloaded from https://www.science.org at Zhejiang University on October 10, 2022

Table 1. Surface properties of the Turing-type PA membranes. Comparison of the surface properties of the spotted and striped Turing structures. These results were acquired from AFM measurements over a scanning area of $5 \mu\text{m}$ by $5 \mu\text{m}$. Reported are the averages and standard deviations.

Sample	AFM scans	Height (nm)	Root mean square roughness (nm)	Surface area increase (%)
TS-I	12	137 ± 34	21.7 ± 6.6	18.7 ± 5.3
TS-II	12	119 ± 21	32.2 ± 8.5	35.5 ± 9.7

¹Key Laboratory of Biomass Chemical Engineering, College of Chemical and Biological Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China. ²School of Materials Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China. ³National Engineering Research Center for Liquid Separation Membrane, Hangzhou 310012, China.

*Corresponding author. Email: linzhang@zju.edu.cn

(2) Dopamine: Just the Right Medicine for Membranes

FULL PAPER

Membranes

ADVANCED
FUNCTIONAL
MATERIALS
www.afm-journal.de

Dopamine: Just the Right Medicine for Membranes

Hao-Cheng Yang, Ruben Z. Waldman, Ming-Bang Wu, Jingwei Hou, Lin Chen,
Seth B. Darling,* and Zhi-Kang Xu*

Mussel-inspired chemistry has attracted widespread interest in membrane science and technology. Demonstrating the rapid growth of this field over the past several years, substantial progress has been achieved in both mussel-inspired chemistry and membrane surface engineering based on mussel-inspired coatings. At this stage, it is valuable to summarize the most recent and distinctive developments, as well as to frame the challenges and opportunities remaining in this field. In this review, recent advances in rapid and controllable deposition of mussel-inspired coatings, dopamine-assisted codeposition technology, and photoinitiated grafting directly on mussel-inspired coatings are presented. Some of these technologies have not yet been employed directly in membrane science. Beyond discussing advances in conventional membrane processes, emerging applications of mussel-inspired coatings in membranes are discussed, including as a skin layer in nanofiltration, interlayer in metal-organic framework based membranes, hydrophilic layer in Janus membranes, and protective layer in catalytic membranes. Finally, some critical unsolved challenges are raised in this field and some potential pathways are proposed to address them.

1. Introduction

It has been ten years since the first report concerning mussel-inspired chemistry for surface modification was published.^[1] In the past decade, mussel-inspired chemistry has attracted immense research effort and become a hot research focus in materials science. Dopamine, a well-known neurotransmitter in the human body, can self-polymerize to form polydopamine (PDA) in weak alkaline solutions with the participation of oxygen, and form a surface coating on a variety of material surfaces under ambient temperature. Dopamine is quite similar

in molecular structure to the dihydroxy-phenylalanine in mussel foot proteins, which has been revealed to be responsible for the strong adhesive capacity of mussels onto marine substrates. PDA has been found to adhere onto nearly all kinds of substrates, including some challenging low-surface-energy ones, via similar principles. The adhesive mechanism is caused by a few different interactions including hydrogen bonds, chelation, electrostatic and hydrophobic interactions.^[2–3] Significantly, PDA coatings offer a chemically and physically versatile platform for further modification (Scheme 1).^[4] For instance, the catechol groups can form covalent bonds with thiol- or amino-terminated reagents through Michael addition or Schiff base reactions, which is useful to graft polymers, small molecules, and biomolecules onto PDA-coated surfaces.^[5,6] PDA coatings can chelate metal ions and can coordinate

with metal/metal oxide nanoparticles from the solution, which can initiate further mineralization or metallization.^[7,8] These systems can act as a hydrogen bond donor and also interact with charged molecules through electrostatic interactions.^[9] Moreover, the phenol structure endows PDA with strong reducibility, which can directly reduce silver nitrate (a strong oxidant) to silver nanoparticles after chelating silver ions from solution.^[10] These diverse features render PDA a powerful tool to adjust the surface properties of materials.

Membranes are 2D porous materials with permselectivity, and have a large surface area directly contacting and interacting

Dr. H.-C. Yang, Dr. S. B. Darling
Nanoscience and Technology Division
Argonne National Laboratory
Lemont, IL 60439, USA
E-mail: darling@anl.gov
R. Z. Waldman, Dr. S. B. Darling
Institute for Molecular Engineering
University of Chicago
Chicago, IL 60637, USA
M.-B. Wu, Prof. Z.-K. Xu
MOE Key Laboratory of Macromolecular Synthesis
and Functionalization
Department of Polymer Science and Engineering
Zhejiang University
Hangzhou 310027, China
E-mail: xuzk@zju.edu.cn

DOI: 10.1002/adfm.201705327

Dr. J. Hou
UNESCO Centre for Membrane Science and Technology
School of Chemical Engineering
University of New South Wales
Sydney 2052, Australia
Dr. J. Hou
Department of Materials Science and Metallurgy
University of Cambridge
Cambridge CB3 0FS, UK
L. Chen
Energy Systems Division
Argonne National Laboratory
Lemont, IL 60439, USA
Dr. S. B. Darling
Institute for Molecular Engineering
Argonne National Laboratory
Lemont, IL 60439, USA

(3) A photothermal and Fenton active MOF-based membrane for high-efficiency solar water evaporation and clean water production



Cite this: *J. Mater. Chem. A*, 2020, 8, 22728

A photothermal and Fenton active MOF-based membrane for high-efficiency solar water evaporation and clean water production†

Xu Ma, Zheng Deng,* Zhuoyi Li, Danke Chen, Xinyi Wan, Xiaobin Wang and Xinsheng Peng *

Solar-driven interfacial water evaporation (SDIWE) is a promising way to reduce the fresh water scarcity. However, it is still challenging to generate clean water from volatile organic compound (VOC) contaminated water via SDIWE. In this work, a free-standing MOF-based membrane (Zr-Fc MOF/SWCNT/gelatin, ZSG) with excellent photothermal properties and high Fenton catalytic activity is rationally designed for producing clean water from VOC contaminated water. Thanks to the hierarchical pore structure, excellent photothermal properties and good hydrophilicity of the ZSG membrane, an impressive water evaporation rate of $1.53 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ is achieved under 1 sun irradiation. Meanwhile, the Zr-Fc MOF has been demonstrated to be an efficient Fenton catalyst to promote the generation of $\cdot\text{OH}$ for degradation of methylene blue and phenol. As a result, the VOCs are degraded *in situ* to prevent their accumulation in the collected water, and the COD value of the regenerated water is lower than the drinking water hygiene standards. Besides, its salinity also meets the drinking water standards of the World Health Organization (1‰).

Received 18th August 2020
Accepted 9th October 2020

DOI: 10.1039/d0ta08101a

rsc.li/materials-a

1. Introduction

With the rapid development of society and the excessive use of freshwater resources, many countries and regions are facing the crisis of freshwater shortage. Although there is abundant water on the earth, most of it exists in the form of brine, which must be purified prior to use.^{1–3} More seriously, surface water and groundwater are heavily contaminated by industrial waste, and contain toxic chemicals such as organic compounds and heavy metals. To tackle this freshwater crisis, tremendous efforts have been made to generate clean water from either brine or contaminated water.^{4–7}

Solar-driven interfacial water evaporation (SDIWE) technology, an energy efficient system that uses solar energy to obtain clean water, has been deemed as a very promising solution to the water-shortage problem.^{8–10} SDIWE technology has low quality requirements for raw water. Both seawater and wastewater can be used to produce clean water. Numerous materials have been studied, such as plasma particles, carbon materials, conductive polymers and hydrogels, *etc.*^{11–19} And while some SDIWE devices with a unique design can obtain

energy from the environment, and the evaporation rate has reached $2\text{--}3 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$,^{20,21} deeply understanding the mechanism may be required to get highly reproducible performance. To achieve a high solar-vapor efficiency and desirable water vapor evaporation rate, the SDIWE system must be designed intelligently and several key issues must be taken into consideration.^{11–19} Firstly, photothermal materials must have a high photothermal conversion efficiency to convert more solar energy into thermal energy. Secondly, the generated heat should be concentrated at the water/air interface to reduce heat loss. Thirdly, the water transportation through the evaporator must be enhanced to ensure a high water vapor evaporation rate by introducing a hierarchical pore structure and improving its hydrophilicity. Besides, in order to ensure the service life in seawater, the evaporator should also have a satisfactory salt rejection ability. Generally, inorganic salts and most high-boiling point organic pollutants remain in the residual bulk water during solar distillation, and the quality of the obtained distilled water is high. However, a large proportion of industrial wastewater contains volatile organic compounds (VOCs), such as benzene, toluene, phenol, *etc.*, and these harmful VOCs will also evaporate, condense or even accumulate in distilled water, making all the effort go in vain.^{20–22} This has become the fatal weakness of solar distillation, but only very limited progress has been made in VOC contaminated water. Exploitation of novel SDIWE systems capable of producing drinking water from VOC contaminated water is thus urgent and of high importance.

State Key Laboratory of Silicon Materials, School of Materials Science and Engineering, ERC of Membrane and Water Treatment, Zhejiang University, Hangzhou 310027, People's Republic of China. E-mail: dengzheng@zju.edu.cn; pengxinsheng@zju.edu.cn

† Electronic supplementary information (ESI) available. See DOI: 10.1039/d0ta08101a

(4) Antifouling and antibacterial behavior of membranes containing quaternary ammonium and zwitterionic polymers

Journal of Colloid and Interface Science 584 (2021) 225–235



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Colloid and Interface Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jcis



Regular Article

Antifouling and antibacterial behavior of membranes containing quaternary ammonium and zwitterionic polymers



Ming-Ming Zhu^{a,b}, Yu Fang^a, Yan-Chen Chen^{a,b}, Yu-Qing Lei^{a,b}, Li-Feng Fang^{a,b,*}, Bao-Ku Zhu^{a,b,*}, Hideto Matsuyama^c

^a Department of Polymer Science and Engineering, Key Laboratory of Macromolecular Synthesis and Functionalization (MOE), Zhejiang University, Hangzhou 310027, China

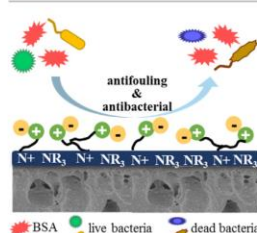
^b Engineering Research Center of Membrane and Water Treatment (MOE), Zhejiang University, Hangzhou 310027, China

^c Research Center for Membrane and Film Technology, Kobe University, Kobe 657-8501, Japan

HIGHLIGHTS

- A dual-functional ultrafiltration membrane containing quaternary ammonium and zwitterionic polymers was prepared.
- The antifouling and antibacterial behavior of the membrane was studied.
- The membrane showed the improved organic-/bio fouling resistance.
- The membrane showed high-efficiency broad-spectrum antibacterial performance.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:

Received 15 June 2020

Revised 3 September 2020

Accepted 13 September 2020

Available online 22 September 2020

Keywords:

Antifouling

Antibacterial

Membrane

Quaternary ammonium

Zwitterionic polymer

ABSTRACT

To overcome the organic-/bio- fouling of the membrane, a dual-functional ultrafiltration membrane containing quaternary ammonium and zwitterionic polymers via quaternization and surface radical polymerization was designed, and its antifouling and antibacterial behavior was studied. In this work, poly(vinylidene fluoride)/poly(methyl methacrylate-co-dimethylamino-2-ethyl methacrylate) (PVDF/P(MMA-co-DMAEMA)) blend membrane was quaternized by *p*-chloromethyl styrene (*p*-CMS), and the double bonds were introduced onto the membrane surface, which further participated in the polymerization of zwitterionic monomers on the membrane surface. The results indicated that the resultant membrane exhibited obviously improved hydrophilicity and weak positive charge (isoelectric point, 7.49). The membrane presented higher flux recovery ratio and lower protein adhesion compared with the pure PVDF membrane. Meanwhile, the membrane showed high-efficiency broad-spectrum antibacterial performance, that is, the bacteria killing efficiency of *S. aureus* and *E. coli* reached 98.2% and 97.0%, respectively. Moreover, the membrane effectively inhibited bacterial adhesion, which is important for the long-term antibacterial properties of membrane. This antifouling and antibacterial PVDF membrane may have potential in the long-term filtration process, especially when dealing with microbiologically contaminated water.

© 2020 Elsevier Inc. All rights reserved.

1. Introduction

Ultrafiltration (UF) membrane has been widely used in water treatment, electronic, energy, biotechnological and chemical areas [1] due to its advantages of low energy consumption and mild

* Corresponding authors at: Department of Polymer Science and Engineering, Key Laboratory of Macromolecular Synthesis and Functionalization (MOE), Zhejiang University, Hangzhou 310027, China.

E-mail addresses: fanglf@zju.edu.cn (L.-F. Fang), zhubk@zju.edu.cn (B.-K. Zhu).

<https://doi.org/10.1016/j.jcis.2020.09.041>

0021-9797/© 2020 Elsevier Inc. All rights reserved.

(5) Polyaniline-Coated MOFs Nanorod Arrays for Efficient Evaporation-Driven Electricity Generation and Solar Steam Desalination

RESEARCH ARTICLE

ADVANCED
SCIENCE

www.advancedscience.com

Polyaniline-Coated MOFs Nanorod Arrays for Efficient Evaporation-Driven Electricity Generation and Solar Steam Desalination

Zhuoyi Li, Xu Ma, Danke Chen, Xinyi Wan, Xiaobin Wang, Zhou Fang, and Xinsheng Peng*

Though evaporation-driven electricity generation has emerged as a novel eco-friendly energy and attracted intense interests, it is typically demonstrated in pure water or a very low salt concentration. Integrating evaporation-driven electricity generation and solar steam desalination simultaneously should be more promising. Herein, a polyaniline coated metal-organic frameworks (MOFs) nanorod arrays membrane is synthesized which inherits the merits of both polyaniline and MOFs, demonstrating nice stability, good interfacial solar steam desalination, and evaporation-driven electricity generation. Moreover, an integrated system based on this hybrid membrane achieves good interfacial solar-heating evaporation and prominently enhanced evaporation-driven electricity generation under one sun. Notably, the realization of effective seawater desalination and efficient evaporation-driven electricity generation simultaneously by the non-carbon-based materials is reported for the first time, which provides a new alternative way for cogenerating both freshwater and electricity by harvesting energy from seawater and solar light.

Introduction

The unrestrained use of non-renewable resources has caused intractable pollution to the environment and resulted in an intensified energy and resource crisis. The dwindling freshwater resources and lack of electricity are still the main problems hindering the development of some rural areas in the world. Many studies have been done about generating electricity^[1–3] and collecting freshwater^[4–6] from the ambient surroundings, but most of them are independent.

Dr. Z. Li, Dr. X. Ma, Dr. D. Chen, Dr. X. Wan, Dr. X. Wang, Dr. Z. Fang, Prof. X. Peng
State Key Laboratory of Silicon Materials
School of Materials Science and Engineering
ERC of Membrane and Water Treatment
Zhejiang University
Hangzhou 310027, P. R. China
E-mail: pengxinsheng@zju.edu.cn

The ORCID identification number(s) for the author(s) of this article can be found under <https://doi.org/10.1002/advs.202004552>

© 2021 The Authors. Advanced Science published by Wiley-VCH GmbH. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

DOI: 10.1002/advs.202004552

Recently, researches about some new kinds of electricity generation have arisen intense interests.^[7,8] Such as moving droplets that could generate millivolts voltage on graphene due to the formation of waving potential.^[7] Different from the waving potential, a voltage of about 1 V has been achieved on carbon black originating from a streaming potential.^[8] Streaming potential is always generated with the help of an external driving force like salinity gradients or pressures that drive the ionic solution to pass through the charged microchannels on the solid surface. The natural process of the evaporation of water at the interface is a promising driving force to generate a streaming voltage. Thus, this evaporation-driven electricity generation provides a new idea of generating electricity by making full use of the ubiquitous natural water evaporation process which

harvests thermal energy from the ambient environment and turns the sensible energy into latent heat.

According to the traditional streaming potential theory,^[9–11] a distinct evaporation-driven potential will be generated if satisfied are the following requirements: 1) good hydrophilic microchannels; 2) the size of the microchannels must meet the ion permeability and be close to or smaller than the Debye length; 3) the overlaps of the electric double layers (EDLs) form on the surface of microchannels. Thus, the material suitable for evaporation-driven streaming potential should have an appropriate pore size for ion and water transportation and a high surface potential for the formation of overlapped EDLs.^[12]

Carbon-based materials such as graphene,^[13,14] carbon black,^[8,15] and carbon nanotubes,^[16] etc. have been widely utilized for evaporation-driven electricity. Though low-cost carbon-based materials show good electricity generation performance, the preparation process of those always involved a high temperature carbonization process^[17] which caused more energy consumption. Other materials like fabric^[18] and natural wood^[19] have also been proved to generate evaporation-driven electricity but with a relatively low output power density.

Recently, due to the high porosity, charged surface, and hydrophilicity of metal-organic frameworks (MOFs) based materials, MOFs have been considered to be a promising candidate for evaporation-driven electricity generation such as in

9、参编标准证明

(1) 血液透析器用中空纤维膜原料（聚砜）团体标准



全国团体标准信息平台

站内搜索

首页 标准化活动 社会团体 团体标准 监督抽查 良好行为评价 教育与培训 出版物 常见问题

热点关注: 上海市可持续发展研究会 中法结硕果: 全球首个商务区可持续发展国际标准正式发布

more

中国生物医学工程学会自我承诺

中国生物医学工程学会发布的T/CSBME 056.1—2022《血液透析器用中空纤维原料 第1部分: 聚砜》团体标准遵循开放、公平、透明、协商一致和促进贸易和交流的原则,按照在本平台公布的《标准制定程序文件_CSBME》制定。T/CSBME 056.1—2022《血液透析器用中空纤维原料 第1部分: 聚砜》团体标准规定的内容符合国家有关法律法规和强制性标准的要求,没有侵犯他人合法权益。

中国生物医学工程学会在自愿基础上作出本承诺,并对以上承诺内容的真实性负责。

中国生物医学工程学会
2022年07月25日

团体详细信息			
团体名称	中国生物医学工程学会		
登记证号	511000005000028972	发证机关	中华人民共和国民政部
业务范围	学术交流、书刊编辑、科学普及、专业培训、咨询服务		
法定代表人/负责人	池慧		
依托单位名称			
通讯地址	北京市东城区东单三条5号医科院基础所行政楼202室		邮编: 100005

标准详细信息	
标准状态	现行
标准编号	T/CSBME 056.1—2022
中文标题	血液透析器用中空纤维原料 第1部分: 聚砜
英文标题	Hollow fiber feedstock for hemodialyzers Part 1: Polysulfone
国际标准分类号	11.040.30 外科器械和材料
中国标准分类号	C45
国民经济分类	C358 医疗仪器设备与器械制造
发布日期	2022年06月18日
实施日期	2022年10月01日
起草人	王国胜、崔景强、王贤文、饶先花、党国栋、李凤文、 <u>朱宝库</u> 、李胜海、郑吉富、付俊、朱建东、刘炳荣、牟倡骏、代朋、程杰、刘志远、何兴强、朱亚萍、宰文静、李冬洋、张恒
起草单位	河南省驼人医疗科技有限公司、广东优巨先进新材料股份有限公司、山东浩然特塑股份有限公司、 <u>浙江大学</u> 、中国科学院长春应用化学研究所、中山大学、江西三鑫医疗科技股份有限公司、山东威高血液净化制品股份有限公司、河南驼人医疗器械研究院有限公司、成都合达自动化设备有限公司、河南驼人医疗器械集团有限公司、中原工学院
范围	本文件规定了血液透析器用中空纤维原料聚砜的技术要求、试验方法、标志、包装、运输和贮存。本文件适用于血液透析器用中空纤维原料聚砜的性能评估。
主要内容	本文件规定了血液透析器用中空纤维原料聚砜的技术要求、试验方法、标志、包装、运输和贮存。 本文件适用于血液透析器用中空纤维原料聚砜的性能评估。

(2) 血液透析器用中空纤维膜原料（聚醚砜）团体标准



中国生物医学工程学会自我承诺

中国生物医学工程学会发布的T/CSBME 056.2—2022《血液透析器用中空纤维膜原料 第2部分：聚醚砜》团体标准遵循开放、公平、透明、协商一致和促进贸易和交流的原则，按照在本平台公布的《标准制定程序文件_CSBME》制定。T/CSBME 056.2—2022《血液透析器用中空纤维膜原料 第2部分：聚醚砜》团体标准规定的内容符合国家有关法律法规和强制性标准的要求，没有侵犯他人合法权益。

中国生物医学工程学会在自愿基础上作出本承诺，并对以上承诺内容的真实性负责。

中国生物医学工程学会

2022年07月25日

团体详细信息			
团体名称	中国生物医学工程学会		
登记证号	511000005000028972	发证机关	中华人民共和国民政部
业务范围	学术交流、书刊编辑、科学普及、专业培训、咨询服务		
法定代表人/负责人	池慧		
依托单位名称			
通讯地址	北京市东城区东单三条5号医科院基础所行政楼202室		邮编：100005

标准详细信息	
标准状态	现行
标准编号	T/CSBME 056.2—2022
中文标题	血液透析器用中空纤维膜原料 第2部分：聚醚砜
英文标题	Hollow fiber feedstock for hemodialyzers Part 2: Polyethersulfone
国际标准分类号	11.040.30 外科器械和材料
中国标准分类号	C45
国民经济分类	C358 医疗仪器设备与器械制造
发布日期	2022年06月18日
实施日期	2022年10月01日
起草人	刘志远、朱亚萍、党国栋、李凤文、崔景强、王贤文、饶先花、牟倡骏、代朋、朱建东、刘炳荣、何兴强、李胜海、郑吉富、付俊、 <u>朱宝库</u> 、 <u>程杰</u> 、白丹丹、夏增斌、张婷芳、张恒
起草单位	河南普临人医疗科技有限公司、山东浩然特塑股份有限公司、广东优巨先进新材料股份有限公司、山东威高血液净化制品股份有限公司、江西三鑫医疗科技股份有限公司、成都合达自动化设备有限公司、中国科学院长春应用化学研究所、中山大学、 <u>浙江大学</u> 、河南驼人医疗器械研究院有限公司、河南驼人医疗器械集团有限公司、中原工学院
范围	本文件规定了血液透析器用中空纤维膜原料聚醚砜的技术要求、试验方法、标志、包装、运输和贮存。本文件适用于血液透析器用中空纤维膜原料聚醚砜的性能评估。
主要技术内容	本文件规定了血液透析器用中空纤维膜原料聚醚砜的技术要求、试验方法、标志、包装、运输和贮存。 本文件适用于血液透析器用中空纤维膜原料聚醚砜的性能评估。
是否包含专利信息	否

团 体 标 准

T/YNIA 001—2021

抗菌抗病毒非织造材料

Antibacterial and antiviral nonwoven materials

2021-12-31 发布

2021-12-31 实施



上海长三角非织造材料工业协会 发布

(3) 抗菌抗病毒非织造材料 团体标准

T/YNIA 001—2021

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由上海长三角非织造材料工业协会提出。

本文件起草单位：浙江宝仁和中科技有限公司、烟台亮彩新材料科技有限公司、上海丰格无纺布有限公司、福建源德福卫生材料有限公司、宝岛嘉鑫新材料科技有限公司、浙江金海高科股份有限公司、杭州萧山纳米材料科技有限公司、杭州正正包材有限公司、上海玉城高分子材料股份有限公司、江苏盛纺纳米科技股份有限公司、烟台泰华非织造有限公司、广东省微生物分析检测中心、广东一洲新材料科技有限公司、浙江广鸿新材料有限公司、安信纳米生物科技股份有限公司、南海南新无纺布有限公司、东莞市大成过滤材料有限公司、盐城广能非织造有限公司、东莞市利顺达新材料有限公司、厦门市纳丝达无纺布有限公司、浙江大学、宁波华业科技有限公司、温州王无纺布有限公司、嘉兴富瑞邦新材料科技有限公司、苏州多森新材料科技有限公司、安徽宜人医用非织造布有限公司、宜兴市鸿大高创科技有限公司、浙江群凯鼎湖新材料科技有限公司、中国石油化工股份有限公司常州分公司、浙江生材新技术有限公司、杭州宜康无纺新材料有限公司、广州市金浪星非织造布有限公司、广州盛源纺织专用设备有限公司、上海世泰国际贸易股份有限公司。

本文件主要起草人：胡德松、徐晓玲、陈伟、焦勇、马信明、黄姚健、陈泓征、冯叶飞、石威国、田超、魏亚青、周源宝、朱云斌、曹仁广、黎玉莲、蔡桂南、梁保亮、吴维平、周家发、金永吉、李翠萍、胡道广、顾智怡、陈运祥、方立峰、王清峰、赵庆、赵兴雷、徐东、江江松、李仁义、胡政辉、曹德新、姚秋华、陈俊峰、冯内辉、程清林、许晓敏。

(4) 液体过滤用平板过滤膜、过滤微生物截留试验方法

标准参编证明

浙江大学：

兹证明贵单位参加化工行业标准《液体过滤用平板过滤膜、过滤器微生物截留试验方法》(2018-1894T-HG)的起草编制工作，张林老师参与该标准的研制及编写工作，该标准目前已完成报批。

特此证明。

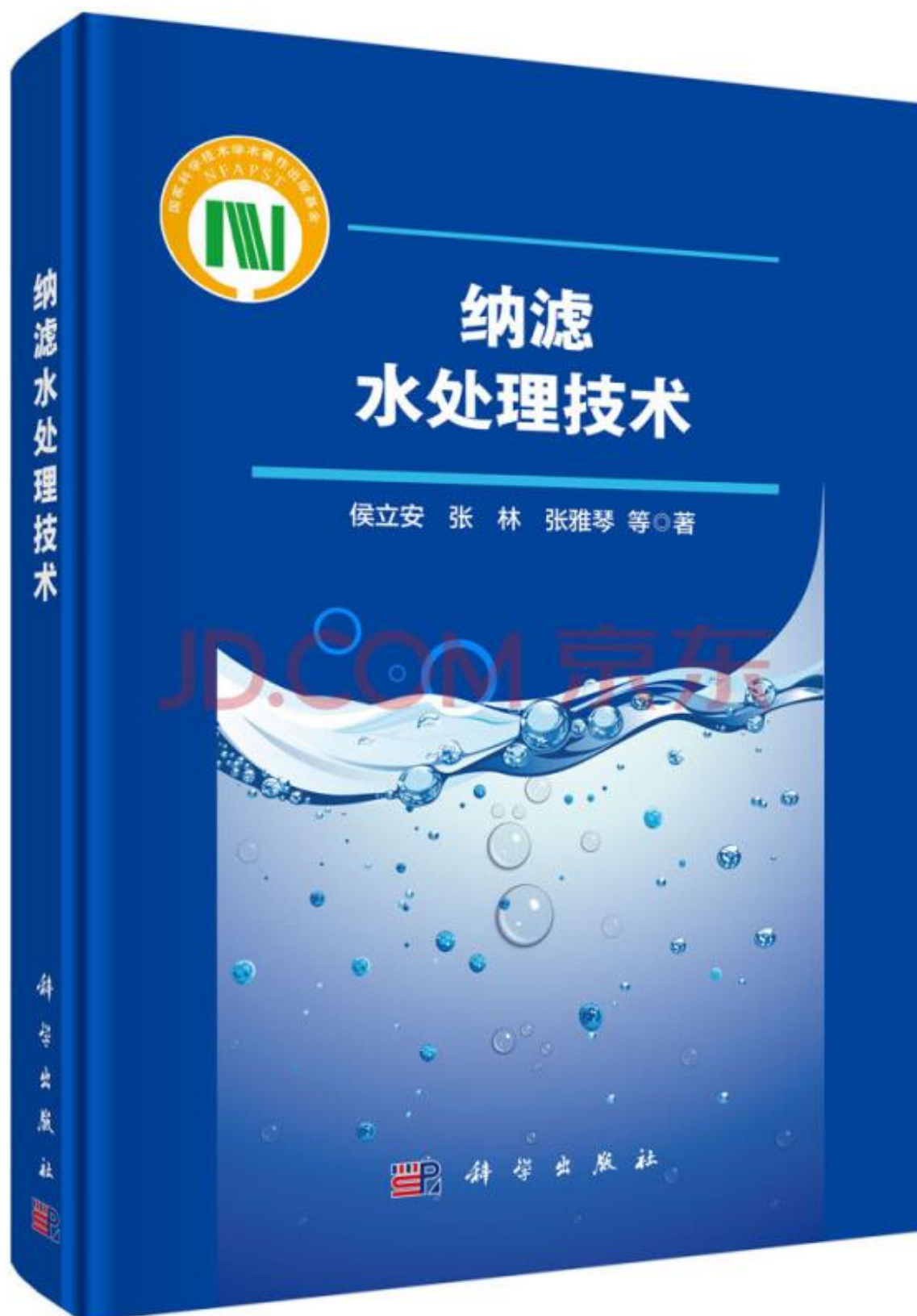
全国分离膜标准化技术委员会

2022年10月09日

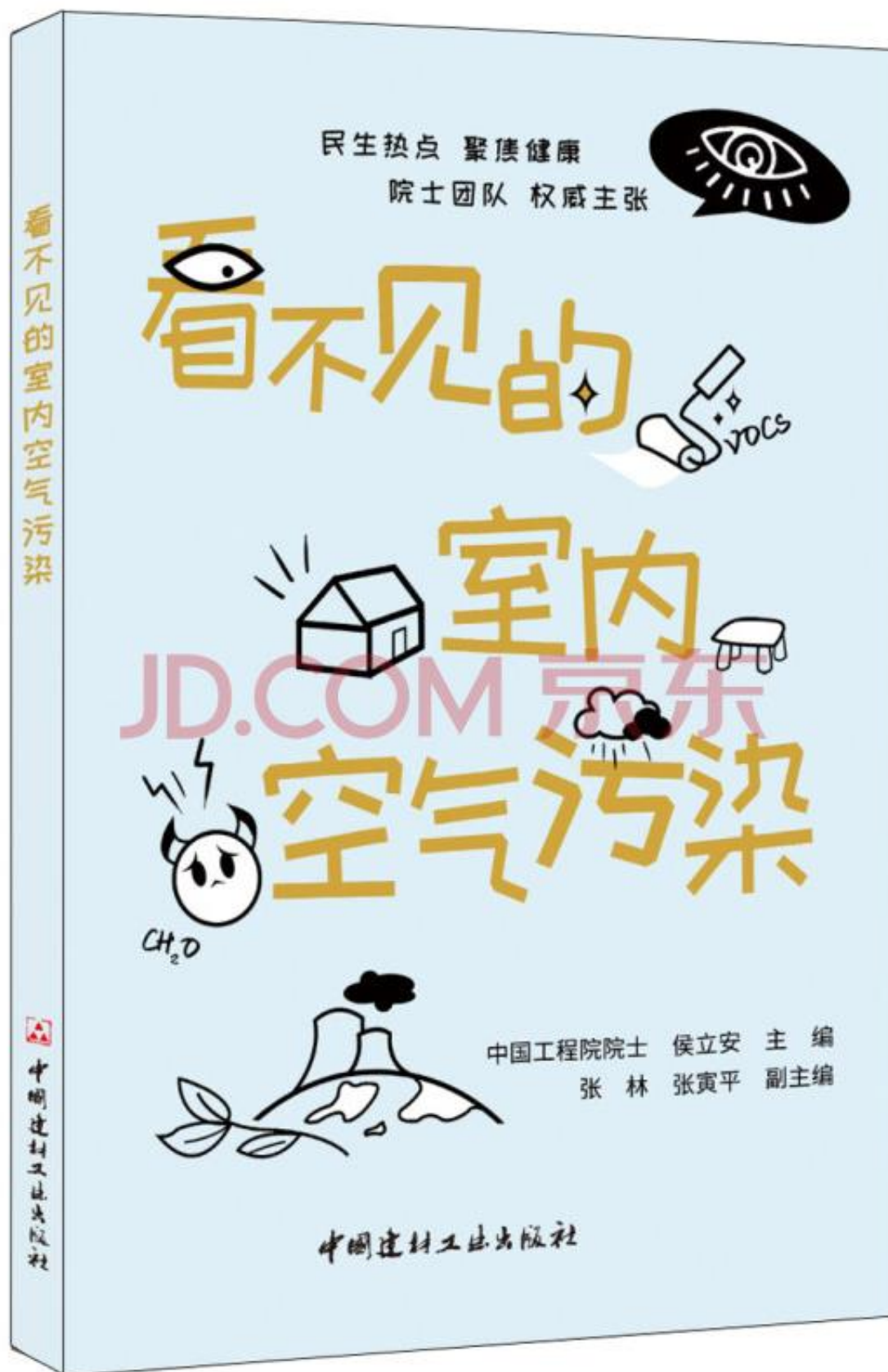


10、专著

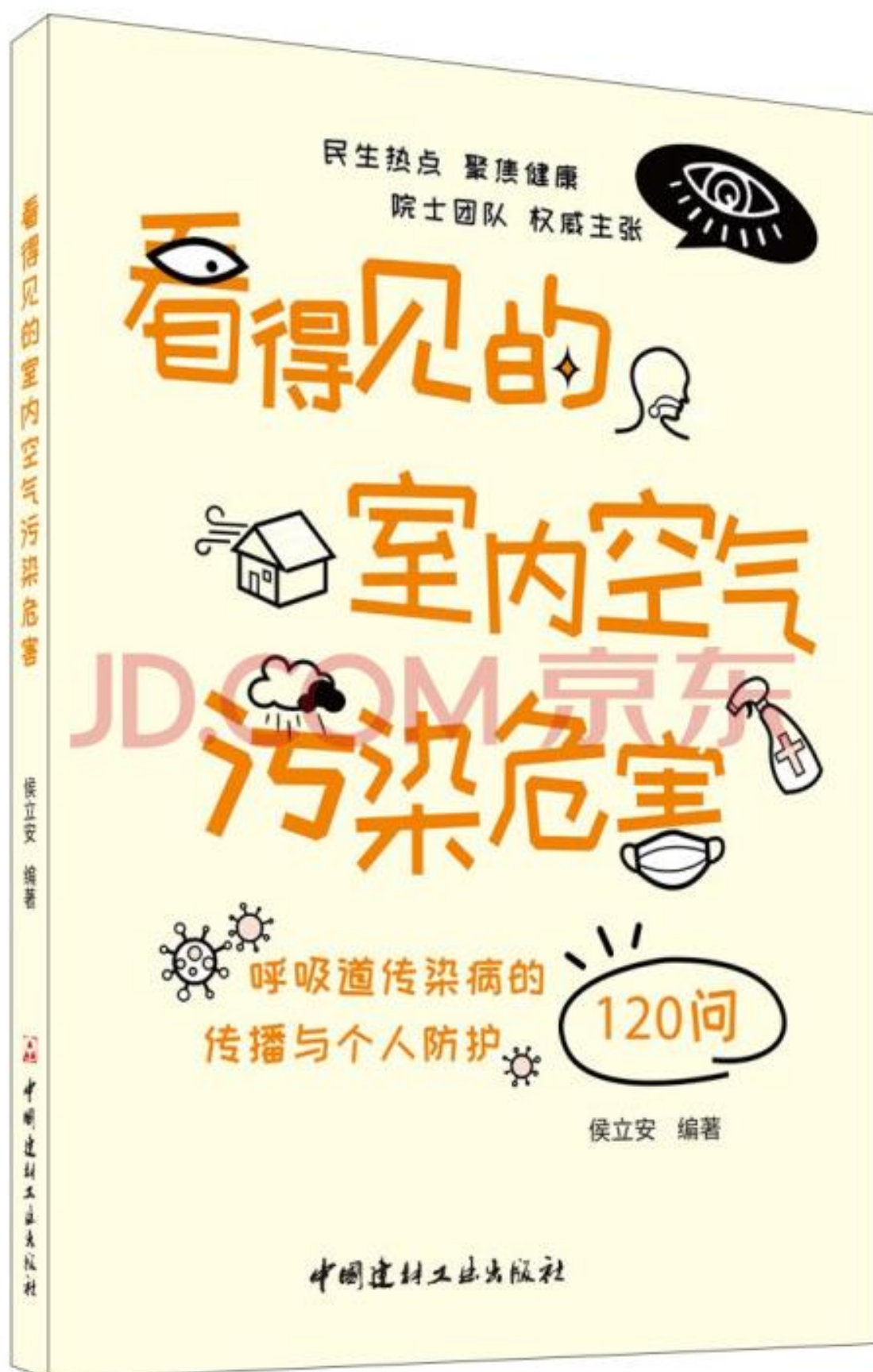
(1) 侯立安，张林等著，《纳滤水处理技术》



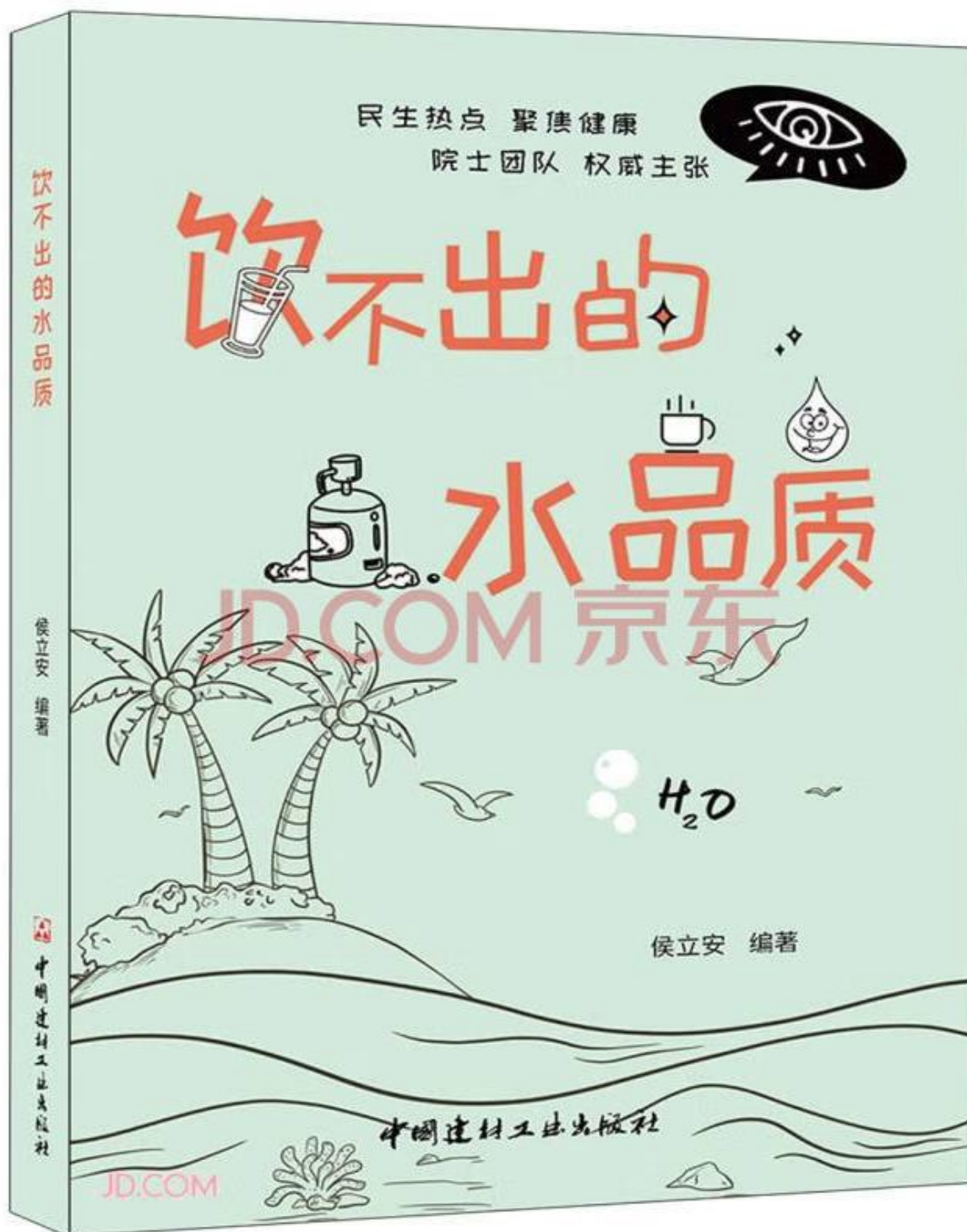
(2) 侯立安, 张林等著, 《看不见的室内空气污染》



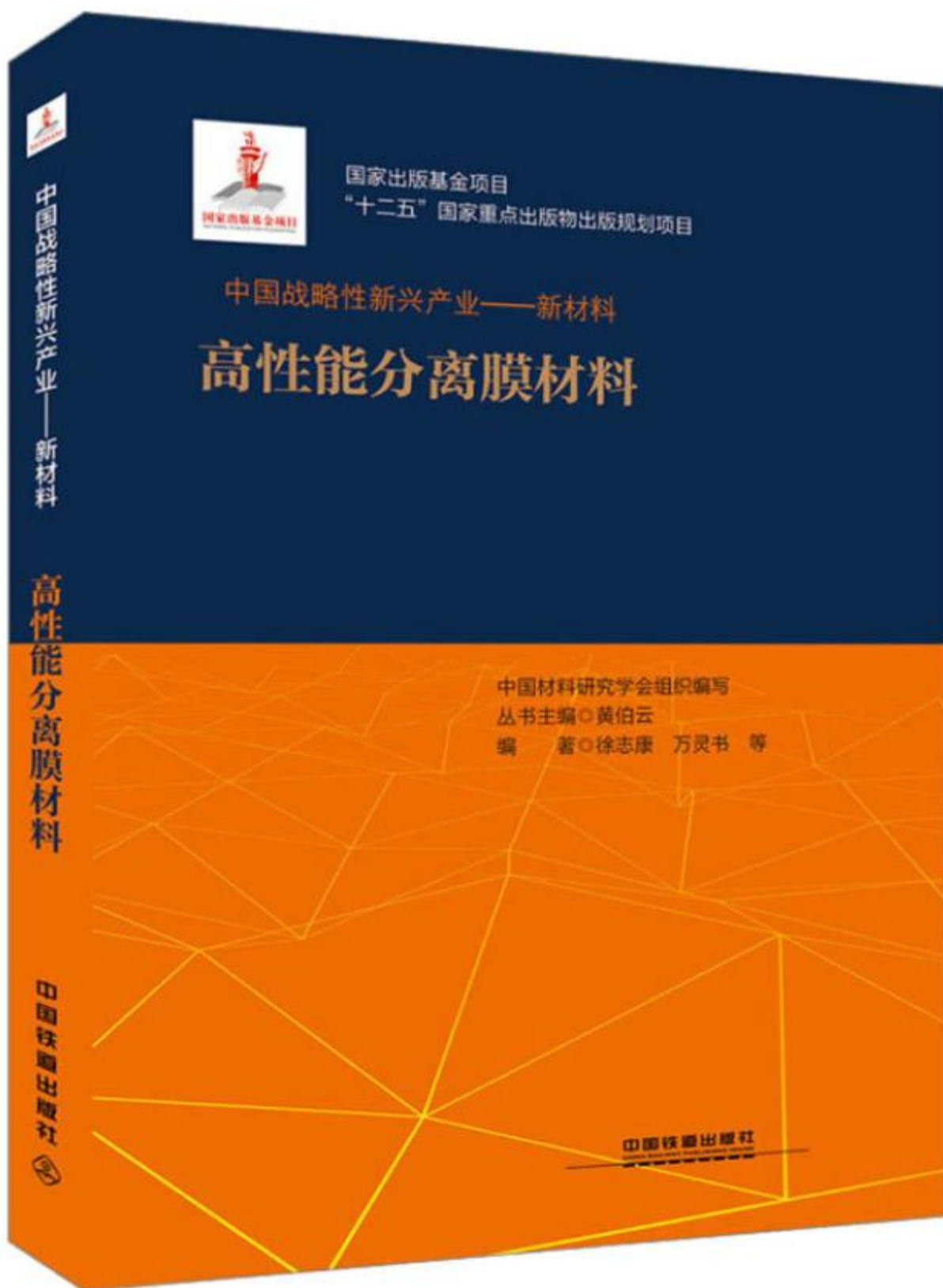
(3) 侯立安, 张林等著, 《看得见的室内空气污染危害》



(4) 侯立安, 张林等著, 《饮不出的水品质》



(5) 徐志康, 万灵书, 《高性能分离膜材料》



11、获奖证书

(1) 中国专利优秀奖



(2) 教育部高等学校科学研究优秀成果奖自然科学二等奖



(3) 中华环保联合会科技进步一等奖

附件 2021年度中华环保联合会科学技术获奖名单				
(一) 科技进步奖 (特等奖2项, 一等奖4项, 二等奖27项)				
序号	项目名称	主要完成单位	主要完成人	获奖等级
1	国家“新污染、高风险”产品名录制定方法体系与政策机制研究	生态环境部环境规划院	虞晓忠、李俊亮、董战峰、李健臣、杜松春、王青、贾真、高山、黄云卿、李俊强、林爱军、李永亮、沈成、潘智旭、程宏云	特等奖
2	挥发性有机物污染特征及控制策略研究	中国科学院大学、重庆交通大学、北京生态环境科学研究院	郝翠平、何斌、张中申、王亚海林、王松、李超军、麻智超、王松、王松、王松	特等奖
3	排污许可信息化智能管理系统研发与应用	烟台世智智能科技有限公司	刘军胜、戴祥麟、司梦晨	一等奖
4	中高密度有机废气低效净化关键技术装备及应用	无锡爱德旺新科技有限公司	曹金庆、毛秀琳、孙伟、梁、谢利、唐正宁	一等奖
5	固体废物处理与工程应用材料关键技术工程应用	浙江理工大学、浙江新能环保科技有限公司、浙江新能环保科技有限公司、浙江理工大学、杭州天创环境科技、杭州天创环境科技、杭州天创环境科技	周敏、张翼	一等奖
6	再生资源行业污染及风险控制关键技术工程应用	中国有色金属工业集团、中国有色金属工业集团、中国有色金属工业集团、中国有色金属工业集团、中国有色金属工业集团、中国有色金属工业集团	周敏、张翼	一等奖
7	智慧农业管理平台	中德智能技术有限公司	周春霖、杨国良、吴迪、周敏、周学元	二等奖
8	浙江流域新污染物-有机磷农药在各类水体中的污染调查及风险评估	成都信息工程大学、四川中德智能技术有限公司、成都信息工程大学、四川中德智能技术有限公司、成都信息工程大学、四川中德智能技术有限公司	周敏、张翼	二等奖
9	黄金冶炼尾渣资源化回收利用项目	山东鸿源矿业(集团)有限公司	刘泽林、唐梅、张乙、周敏、张翼	二等奖

自然科学类奖项共 36 项 (特等奖 3 项, 一等奖 5 项, 二等奖 28 项), 杰出青年科技奖 13 人。

希望各获奖单位和获奖人员继续发扬科技创新精神, 求真务实, 提高创新能力, 以技术进步带动产业发展, 为我国生态环境保护事业和生态环境保护事业的发展做出更大贡献。

附件: 2021 年度中华环保联合会科学技术获奖名单



中华环保联合会办公室 2022 年 4 月 15 日 印发

中华环保联合会文件

中环联字〔2022〕85号

关于公布 2021 年度中华环保联合会科学技术奖获奖项目和个人的决定

各有关单位:

为贯彻落实习近平生态文明思想, 落实“尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造”的方针, 根据《国家科学技术奖励条例》以及《科技部关于进一步鼓励和规范社会力量设立科学技术奖的指导意见》(国科发奖〔2017〕196号), 经中华环保联合会第三届理事会第二次会议暨第三次常务理事会议研究, 决定设立面向全国的“中华环保联合会科学技术奖”。根据《中华环保联合会科学技术奖奖励办法(试行)》的规定, 经过材料受理、形式审查、专家评审、结果公示、异议处理, 结果审批六个阶段, 决定授予 49 个项目及个人 2021 年度中华环保联合会科学技术奖, 其中科技进步奖和自

(4) 中国科技产业化促进会科学技术奖

中国科技产业化促进会

中科促字[2022]21号

中国科技产业化促进会 关于第三届科学技术奖励的决定

各有关单位：

为贯彻落实国家创新驱动战略、科技强国战略，充分调动广大科学技术工作者、科研单位和科技企业的积极性和创造性，助力科技成果转移转化和产业化，助力国民经济建设和社会发展，中国科技产业化促进会于2021年12月启动了第三届（2021-2022年度）科学技术奖的申报和评审工作。根据申报情况，按照《中国科技产业化促进会科学技术奖励办法》规定要求，经形式审查、组织专家初评和复评、向社会公示，并经中国科技产业化促进会奖励工作委员会审定，决定授予144项科技成果、22名个人、3个组织第三届中国科技产业化促进会科学技术奖。其中，科技创新奖98项：授予“水电站群生态环境智慧调控关键技术与应用”等39项成果为科技创新一等奖；“TFT-LCD/AMOLED用高纯高密度大尺寸金属及氧化物靶材的研发与产业化”等59项成果为科技创新二等奖。科技产业化奖38项：授予“油气地球化学与成藏分析技术及其在油气勘探中的应用”等2项成果为科技产业化特等奖，“车用芯片设计制

(5) 海洋科技奖获奖证书



(6) 浙江省科技进步奖



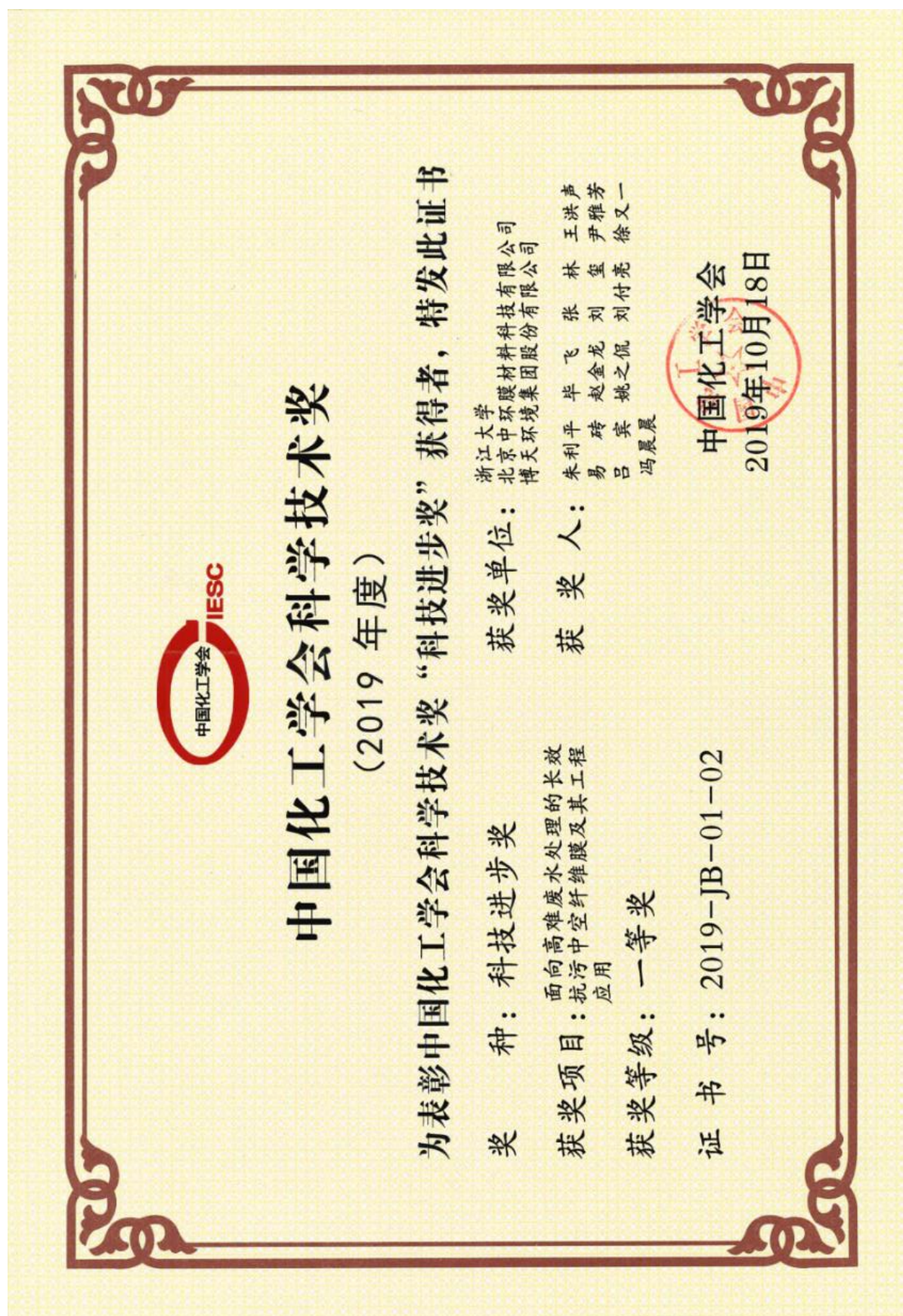
(7) 环境保护科学技术奖一奖



(8) 氟基膜材料与装备及其在水处理中的应用



(9) 中国化工学会科学技术奖



12、重要机构任职

(1) 工信部非常规水源标准化委员会委员

工业和信息化部司局简函

工科函〔2022〕126号

工业和信息化部科技司关于同意成立工业 非常规水利用、石化化工节水、机械 工业节能技术装备、退役电池 回收利用等四个行业 标准化工作组的函

节能与综合利用司：

你司申请成立工业非常规水利用、石化化工节水、机械工业节能技术装备、退役电池回收利用等行业标准化工作组的相关材料已收悉。经审查和公示，并报请部领导同意，现复函如下：

一、同意成立工业非常规水利用行业标准化工作组，主任委员由王孝洋担任，秘书处设在河海大学（委员名单见附件1）；同意成立石化化工节水行业标准化工作组，主任委员由王孝洋担任，秘书处设在中国石油和化学工业联合会（委员名单见附件2）；同意成立机械工业节能技术装备行业标准化工作组，主任委员由王孝洋担任，秘书处设在机械工业节能与资源利用中心（机械工业技术发展基金会）（委员名单见附件3）；同意成立退役电池回收利用行业标准化工作组，主任委员由尤勇担任，秘书处设在中国工业节能与清洁生产协会（委员名单见附件4）。请你司做好对上述

(2) 浙江省膜学会常务理事兼秘书长



(3) 膜科学与技术 编委



(4) Advanced Membrane Editorial Board 编委

LETTER OF APPOINTMENT

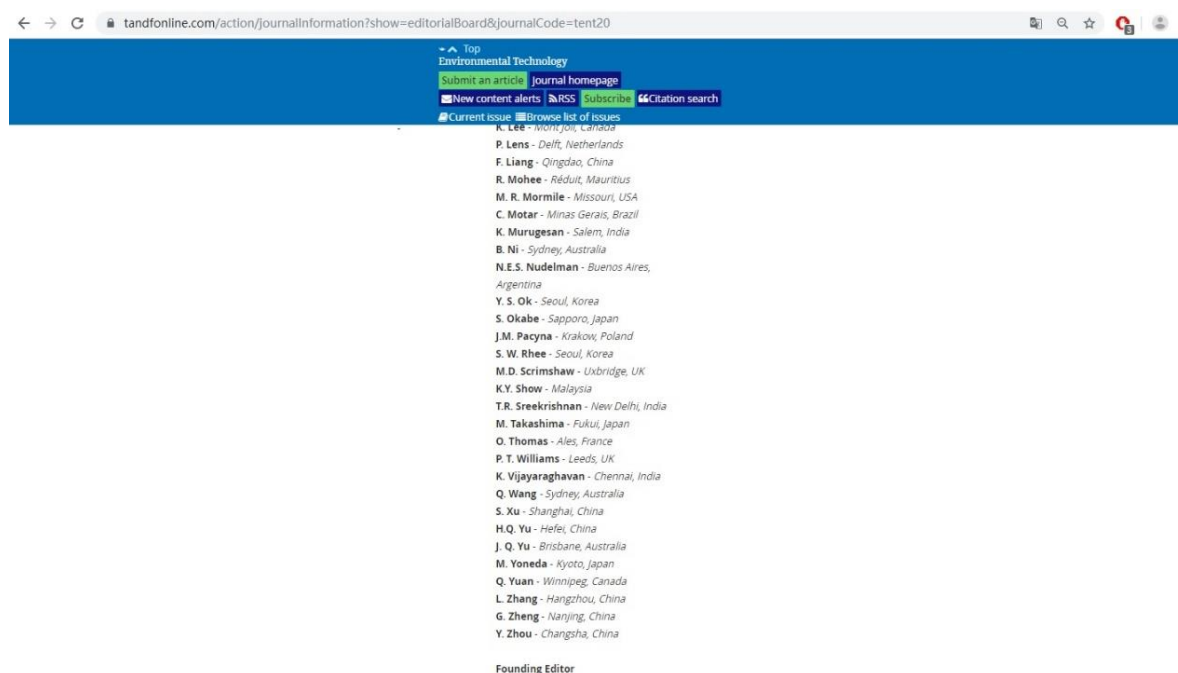
Dear Prof. Lin Zhang,

This is to certify that you have been appointed
as the **Editorial Board Member** of *Advanced
Membranes* for three years.

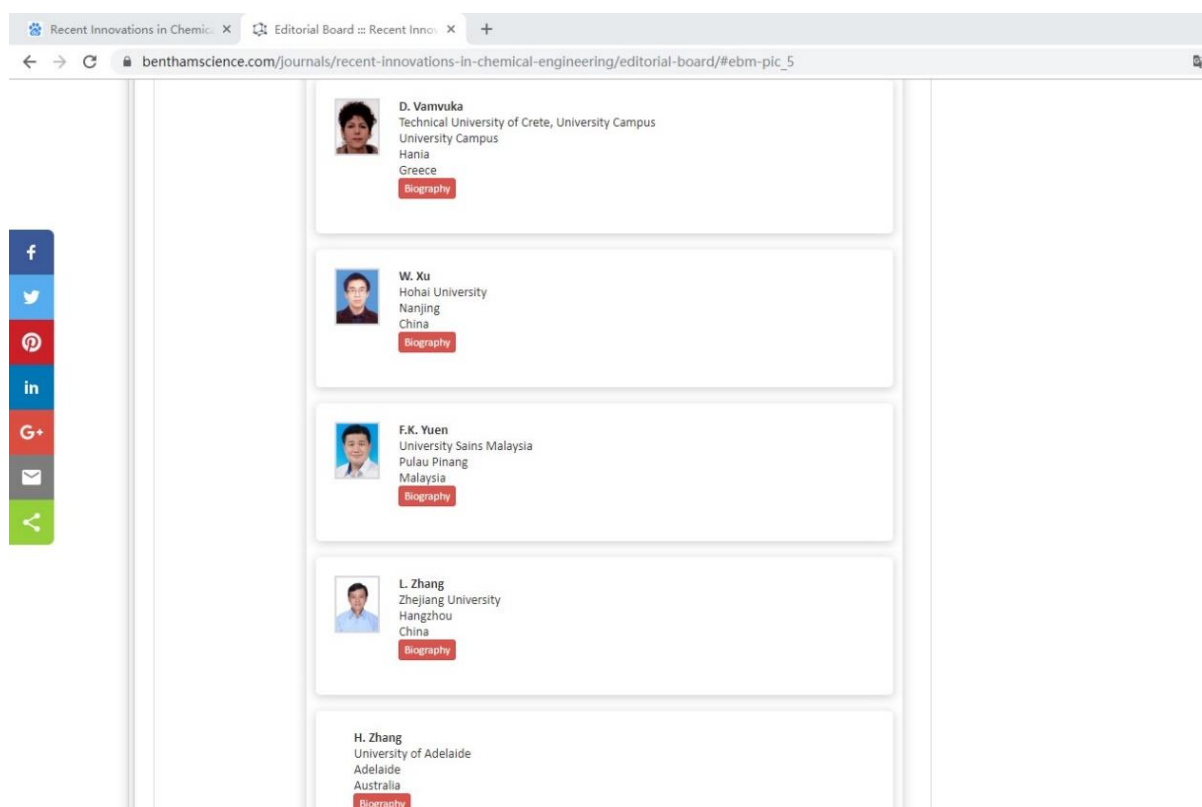
Editorial Office of Advanced Membranes
Nanjing Tech University
June 2021



(5) Environmental Technology 编委



(6) Recent innovation in Chemical Engineering 编委



(7) 水处理技术编委

目次

硅烷/纳米 $\text{CeO}_2 \cdot \text{ZrO}_2$ 复合膜层的制备及其性能研究	王小娟 于娟 高学理等	80
TiO_2 -ACF 复合电极制备及光电催化性能研究	秦舒芸 包芮于 陈宸等	85
钙离子对正渗透中海藻酸钠溶液污染特性的影响	张高爽 张捍民	89
不同污泥接种源对泔脚废油脂定向生产 OCFA 的影响研究	罗锦方 葛	93
MBBR 与 AS 系统静沉与二次启动过程的对比研究	王宁 徐艺铭 刘永红	99
环丙胺改性正渗透膜的制备及耐氯性能研究	邓文贺 李英华 李海波等	104
蒙脱石/氧化石墨烯对 Cr(VI) 的吸附	袁孝康 周江敏 陶月良等	108

应用技术

阶梯湿地基质不同粒径对净化农业生活废水的影响	裴亮 肖靖安 马凌等	114
两段式接触过滤法净化低浊水研究	邢闰辛 邓世俊 张雪娇等	119
泥膜混合生物转盘预处理餐厨垃圾渗滤液的中试研究	闫宝亨 刘涛 周琴等	124
大通量 PVDF 超滤膜在饮用水净化中的应用研究	田野 金韶华 金宇涛等	129
好氧颗粒污泥处理印染废水的特性探究	陆瑶 杨洁 郭智娟	134
海水驱动正渗透浓缩市政污水性能研究	张奎超 丁玥 郭文莹等	138

工程实例

A^2/O -MBR 用于类地表 IV 类水排放标准升级改造	袁志红 张磊 王泳璇等	144
钢铁企业海水淡化工程实例	王为民 郭彩荣 明辉等	148
新型 AMBBR-MBBR-MBR 工艺处理紫外线吸附剂厂废水	吴汉阳 查昊燃 龙日军等	153

信息与简讯

简讯、通知	52、71、118
-------	-----------

第九届编辑委员会

主任委员:

高从增 (中国工程院院士)

副主任委员:

徐南平 (中国工程院院士)

蹇锡高 (中国工程院院士)

彭永臻 (中国工程院院士)

杨波

常务编委: (按姓氏笔画为序)

于水利 马学虎 王琪

王晓琳 邢卫红 吕晓龙

许振良 徐平 黄霞

解利昕 褚良银

高级顾问: (按姓氏笔画为序)

曲久辉 (中国工程院院士)

侯立安 (中国工程院院士)

王世昌

国外高级顾问: (按英文字母为序)

Enrico Drioli

Miriam Balaban

Masaru Kurihara

Norman Li

Pradip Kumar Tewari

Tai-Shung Chung

Zahid Amjad

名誉编委: (按姓氏笔画为序)

丁马太 邓南圣 刘忠洲

葛道才 谭永文

编委: (按姓氏笔画为序)

万印华 于水利 马军 马放

马学虎 王军 王志 王昶

王湛 王磊 王琪 王三反

王乐译 王宗平 王晓琳 韦朝海

卢徐节 叶晓璇 田瑞 朱宝库

朱孟府 伍振毅 刘俊良 刘勇弟

刘振法 吕晓龙 江河清 许振良

邢卫红 安全福 李卫星 李友清

李明玉 李保安 李锁定 宋来洲

汪勇 杨波 张林 张卫东

张玉忠 张忠国 张所波 张振家

张捍民 金焱 郑祥 郑怀礼

郝晓刚 俞汉青 徐平 徐南平

夏四清 高从增 曹义鸣 梁国明

黄霞 彭永臻 蒋兰英 蓝伟光

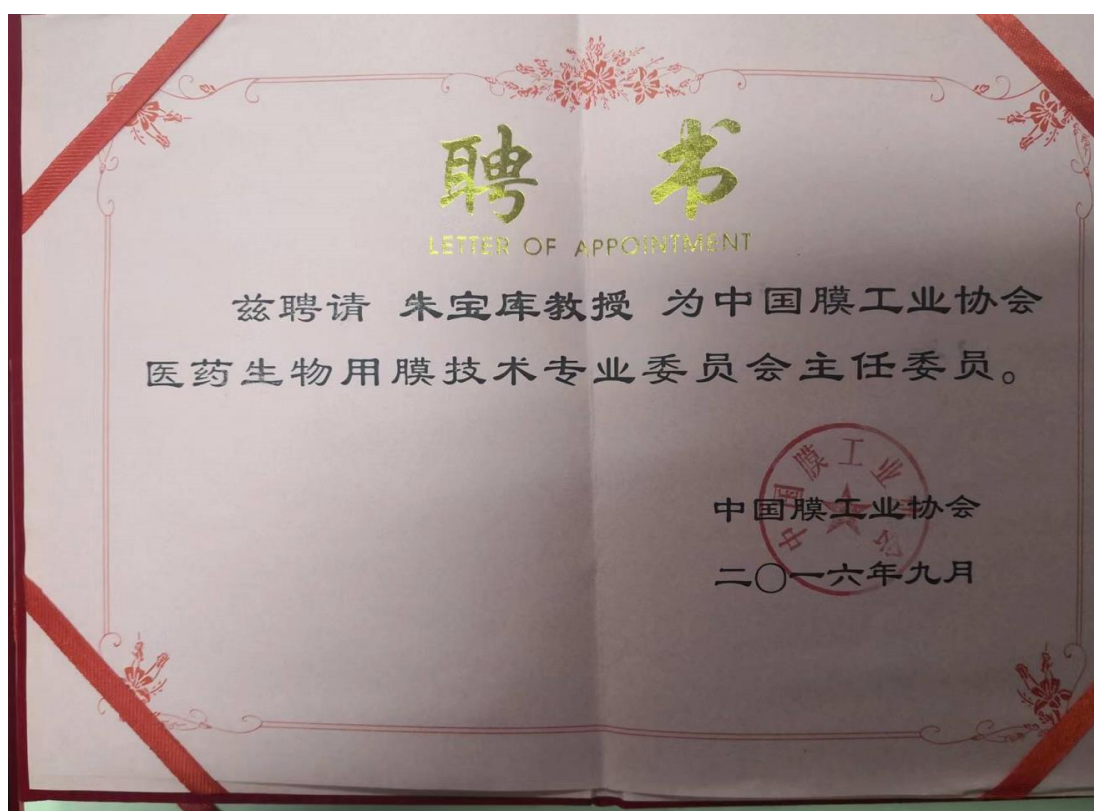
褚良银 解利昕 雷乐成 靳健

樊雄 潘丙才 潘献辉 蹇锡高

(8) 中国膜协工业会专家委员会



(9) 中国膜协工业会医药生物膜专委会



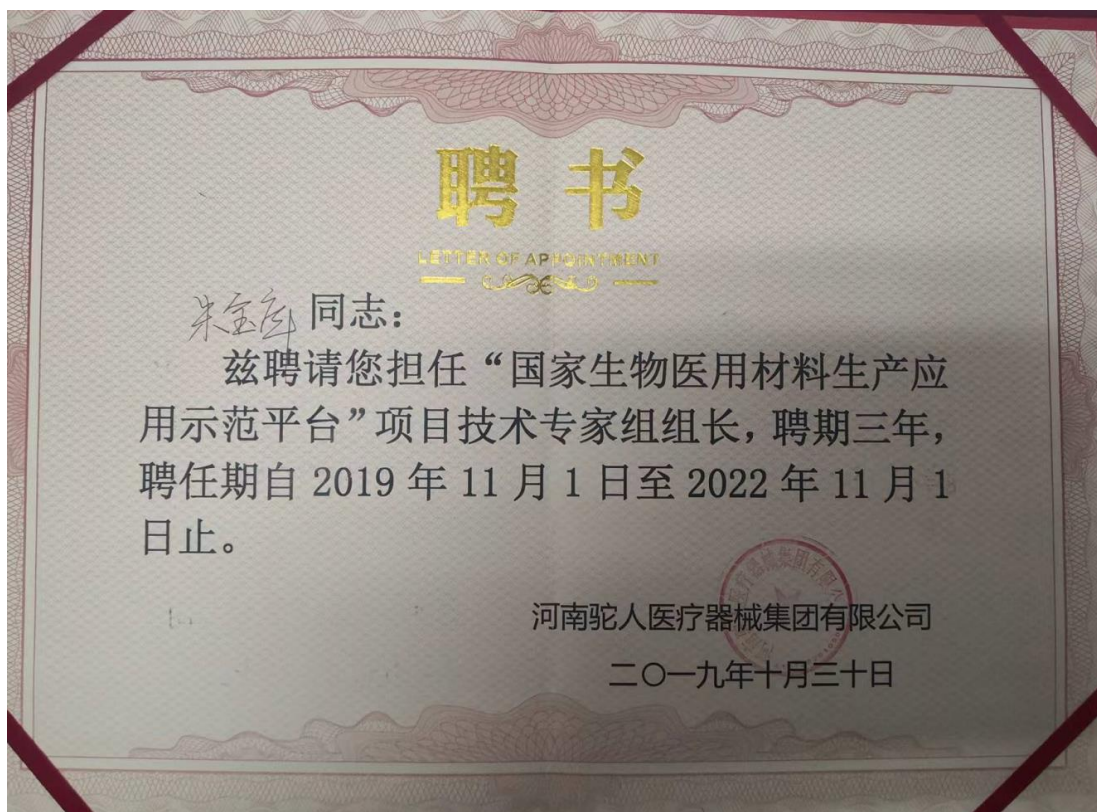
(10) 中国膜工业协会工程与应用专委会



(11) 浙江省膜工业协会副理事长



(12) 国家生物医用材料生产应用示范平台专家



(13) 山东膜学会特聘专家

