



浙江大学
高分子科学与工程学系
(高分子化学与物理)

黄 小 军

三十年风雨兼程，三十秩春华秋实

聚合互联 开拓进取 走在前列
DEPARTMENT OF POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING

星空

于同隐 教授
1917-2017
1938年毕业于浙大
1951年起浙大任教



潘祖仁 教授
1926-2012
1947年毕业于浙大
1950年起浙大任教



钱人元 院士
1917-2003
1939年毕业于浙大
1948-1951年浙大任教



杨士林 教授
1919-2016
1937年起浙大学习、任教
曾任浙大校长



沈之荃 院士
1931-至今
1979年起浙大任教



唐本忠 院士
1957-至今
浙大光彪讲座教授



王葆仁 院士
1907-1986
1941年浙大任教
1947年任教务长



冯新德 院士
1915-2005
1941年起浙大学习、任教



徐僖 院士
1921-2013
1944年毕业于浙大
1994年浙大兼职教授



沈家骢 院士
1933-至今
1952年毕业于浙大
浙大双聘院士



陈文兴 院士
1964-至今
1999年毕业于浙大

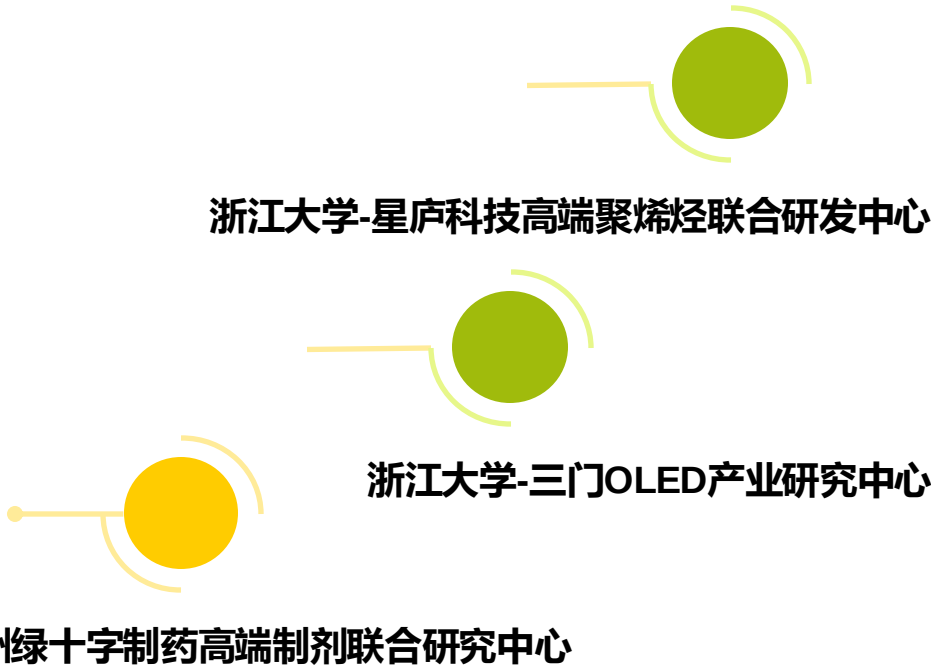


大不自多 海纳江河
惟学无际 际于天地

习坎示教 始见经纶

DEPARTMENT OF POLYMER SCIENCE
AND ENGINEERING
ZHEJIANG UNIVERSITY

无日已是
无日遂真



校企合作平台

专利技术	完成人	作价 (万)
石墨烯制备、组装、复合、器件化	高超	2041 (转让)
二氧化碳基聚合物合成技术	张兴宏	1000 (许可)
梯度分离膜技术	黄小军	945 (转让)



浙江大学

膜与水处理技术教育工程研究中心

中心中文名称

膜与水处理技术教育工程研究中心

中心英文名称

MOE Engineering Research Center
of Membrane and Water Treatment
Technology

学科分类

化学, 材料, 化工, 环境……

发展历程

2001年 教育部批准立项建设

依托单位

浙江大学, 高分子系, 化工学院





浙江大学分离膜研发团队



浙大膜团队2024年发表《Science》成果

Science

Current Issue First release papers Archive About Submit manuscript

GET OUR E-ALERTS

HOME > SCIENCE > VOL. 386, NO. 6722 > JANUS CHANNEL OF MEMBRANES ENABLES CONCURRENT OIL AND WATER RECOVERY FROM EMULSIONS

RESEARCH ARTICLE MEMBRANES

Janus channel of membranes enables concurrent oil and water recovery from emulsions

XIN-YU GUO, LEI ZHAO, HAO-NAN LI, HAO-CHENG YANG, JIAN WU, HONG-QING LIANG, CHAO ZHANG, AND ZHI-KANG XU

Affiliations

SCIENCE • 7 Nov 2024 • Vol 386, Issue 6722 • pp. 654-659 • DOI:10.1126/science.adg6329

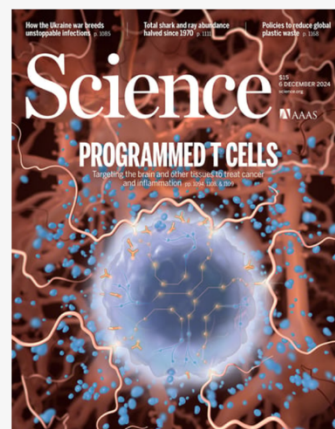
6,957 3



Editor's summary

Surfactants can stabilize oil and water in an emulsion, and this property is useful in a range of industrial processes and in oil recovery from spills. However, this means that the surfactants then make it challenging to separate the oil and water when needed, especially if there is a desire to recover both components while trying to achieve near-zero waste discharge streams. Guo *et al.* stacked a hydrophilic and a hydrophobic membrane one in front of the other to form a square channel between them, with a size that can be varied between 4 and 125 millimeters. As an emulsion of oil and water is forced to circulate through the slit, water passes through the hydrophilic membrane, and the increased concentration of oil in the emulsion creates increases the rate of oil permeation through the hydrophobic membrane (see the Perspective by Yang and Jandaghian). —Marc S. Lavine

CURRENT ISSUE

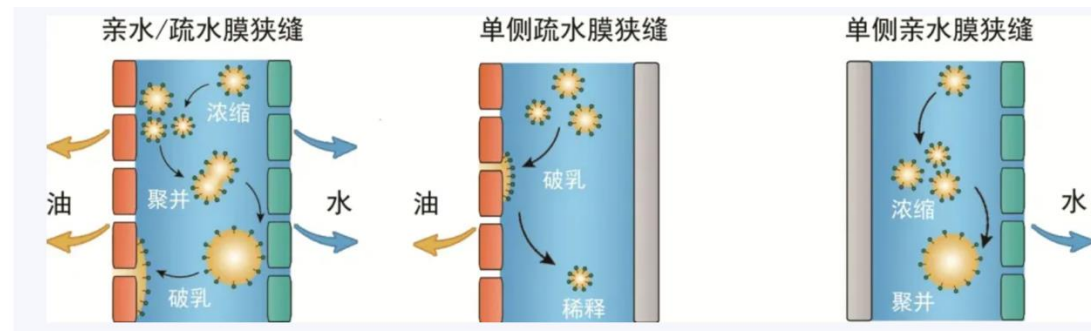


Programming tissue-sensing T cells that deliver therapies to the brain

BY MILOS S. SIMIC, PAYAL B. WATCHMAKER, ET AL.

Engineering synthetic suppressor T cells that execute locally targeted immunoprotective programs

BY NISHITH R. REDDY, HASNA MAACHI, ET AL.



浙大膜团队2024年发表《Science》成果，突破传统膜分离范式，提出了一种基于亲水膜/疏水非对称限域空间狭缝分离膜新范式与原型。

“Janus channel of membranes enables concurrent oil and water recovery from emulsions”
《Science》 386 (6722) , 654-659.

浙江大学聚合物分离膜团队成果

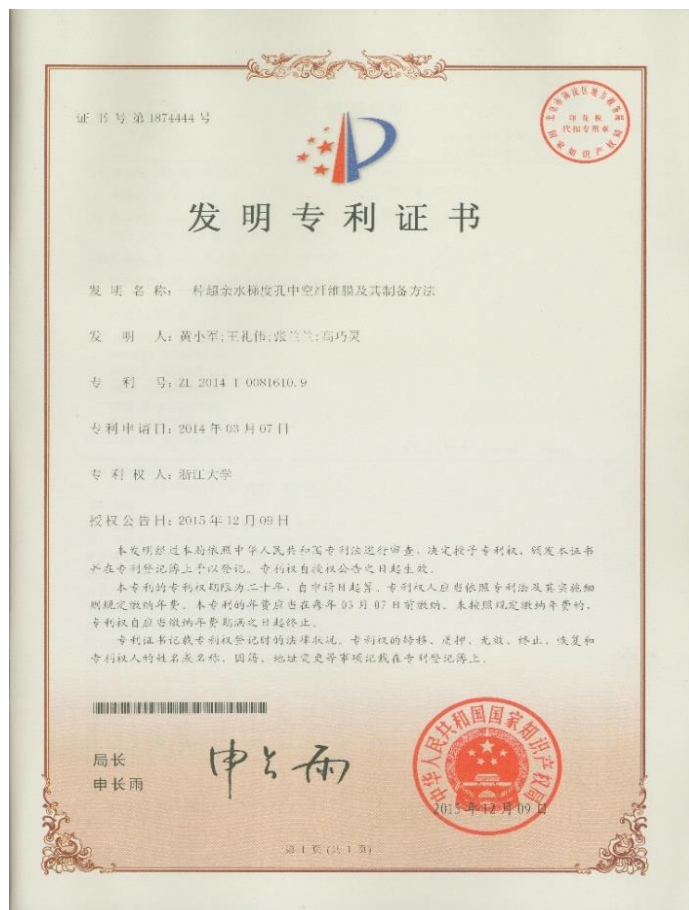


- **国家科学进步二等奖1项**
- 出版中英文研究专著3部
- 获授权发明专利总计68项
- 获省部级及以上奖励3项
- 微滤、超滤和纳滤膜产业化
- 国际SCI论文100余篇

J. Membr. Sci.; J. Mater. Chem. A



浙江大学知识产权：梯度膜技术体系转让



浙江大学校务会议 决定事项通知单

〔 2017 〕 14 号

会议时间	2017 年 4 月 27 日下午
主办单位	科学技术研究院、计划财务处、工业技术转化研究院
协办单位	

决定事项与办理要求:同意申请的“梯度微结构、超亲水、低压高通量聚合物膜技术”按 974.37 万元(浩华评字〔2017〕第 170 号资产评估报告评估价值 974.37 万元)协议投资转化,同意黄小军团队申请,将该成果作价 974.37 万元入股中的 70%奖励给黄小军团队,其余 30%由受让方出现金 292.311 万元受让。

浙江大学

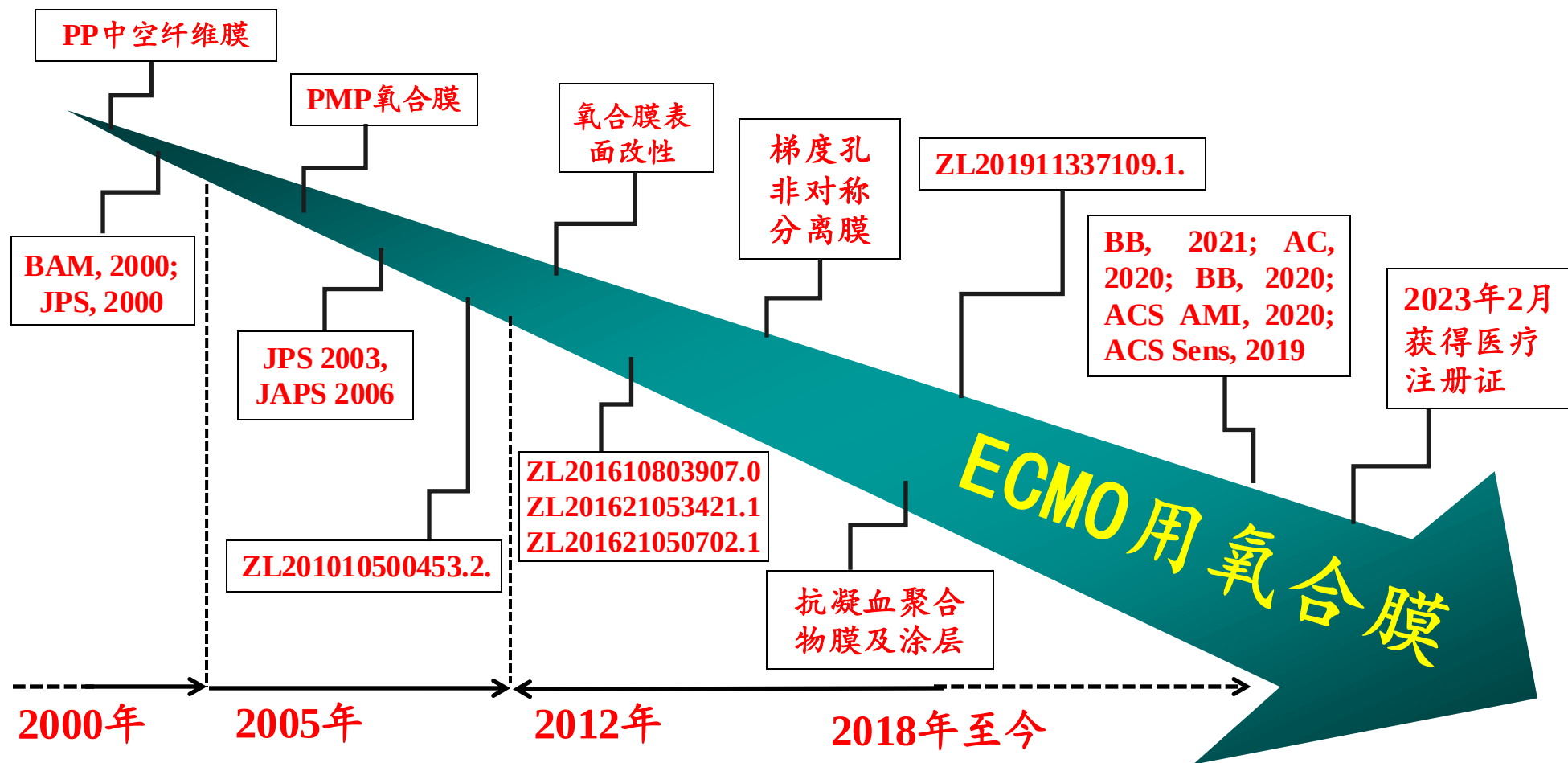
知识产权

“梯度膜”

整体转让

“浙江大学” 产学研技术创新技术，专利整体系转让974万元

MABR透氧膜技术启发：浙江大学—人工肺氧合膜



PP膜研制，
实现 O_2/CO_2
分离

PMP氧合膜研制，
实现 O_2/N_2 与
 O_2/CO_2 分离

梯度孔非对称膜材料达商业化要求，梯度透氧膜成果不断涌现，ECMO氧合膜、MABR透氧膜、碳捕集膜

氧合膜-MABR

名词解释

MABR

M-Membrane

高透氧中空纤维疏水膜

A-Aerated

超低气压、高效传质透氧

B-Biofilm

生物友好生化反应的载体

R-Reactor

膜丝提供O₂生化反应器

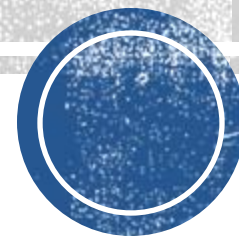


浙江大学
Zhejiang University



透氧膜MABR技术简介

类似“人肺氧合”
生化反应器-革命技术



发展历程



短程工艺

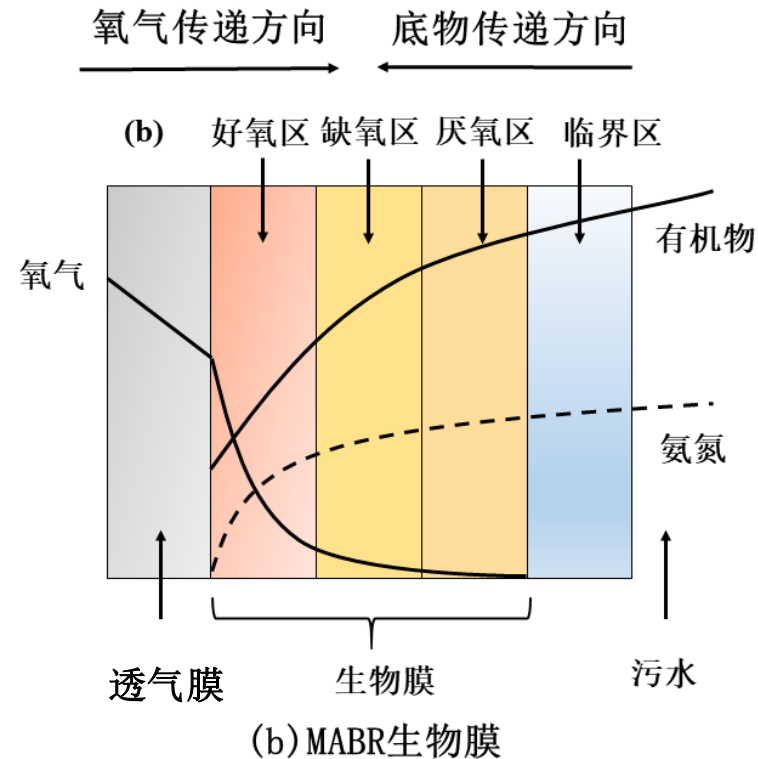
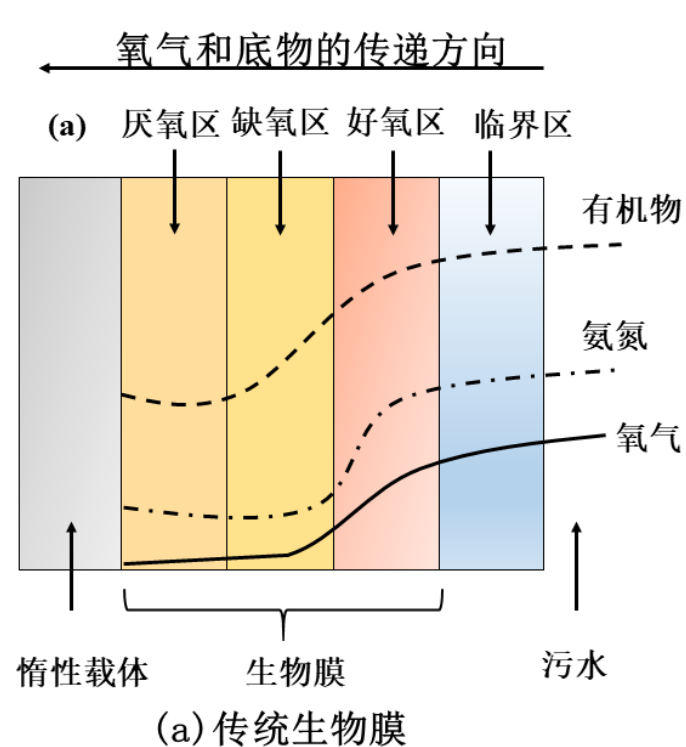
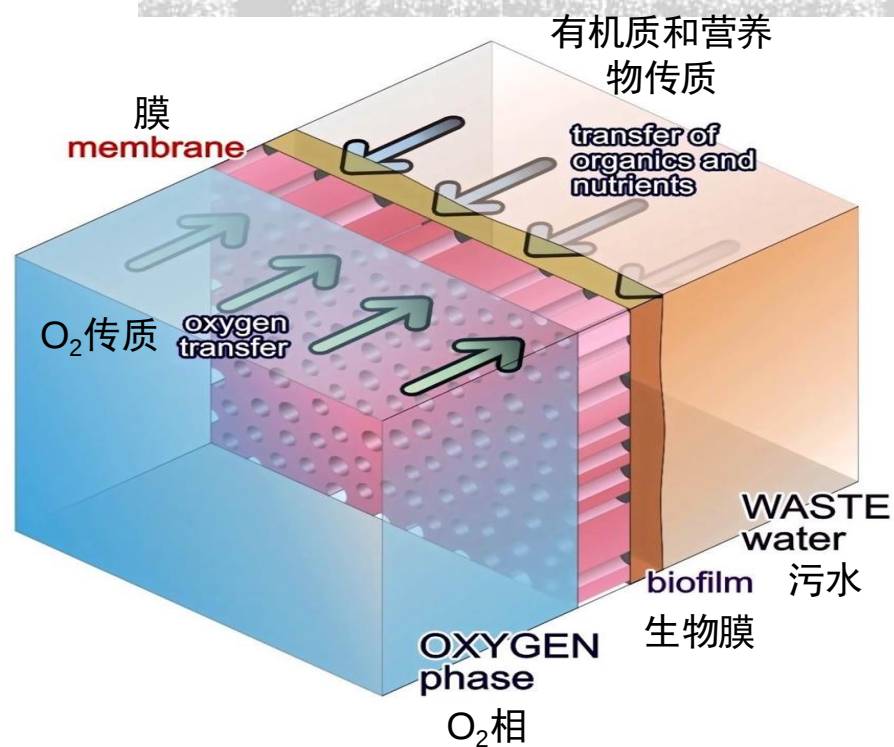


定义概述

工作原理

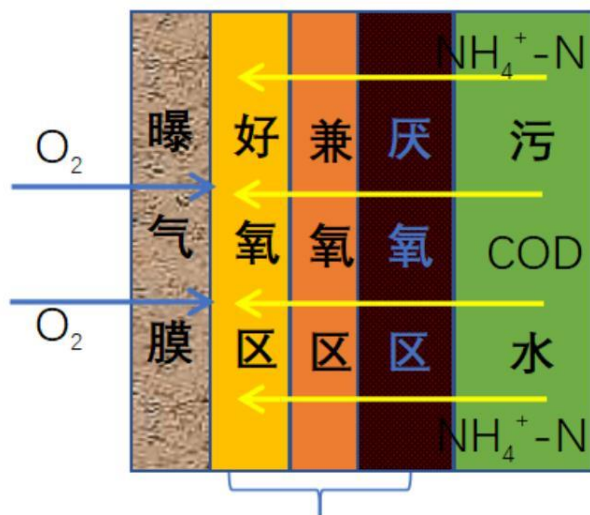
优势项目

实际应用



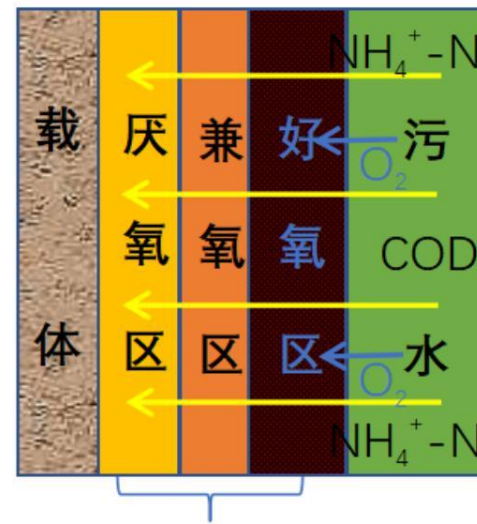
异向传质

透氧膜用于污水处理反应器中，**微生物以透氧膜为载体**在透氧膜外侧生长，风机设备将空气或**氧气通过透氧膜输送**给生物膜，污染物从另外一侧进入生物膜，这样氧气和污染物从生物膜不同的方向进入生物膜。



生物膜
MABR
异向传质

VS

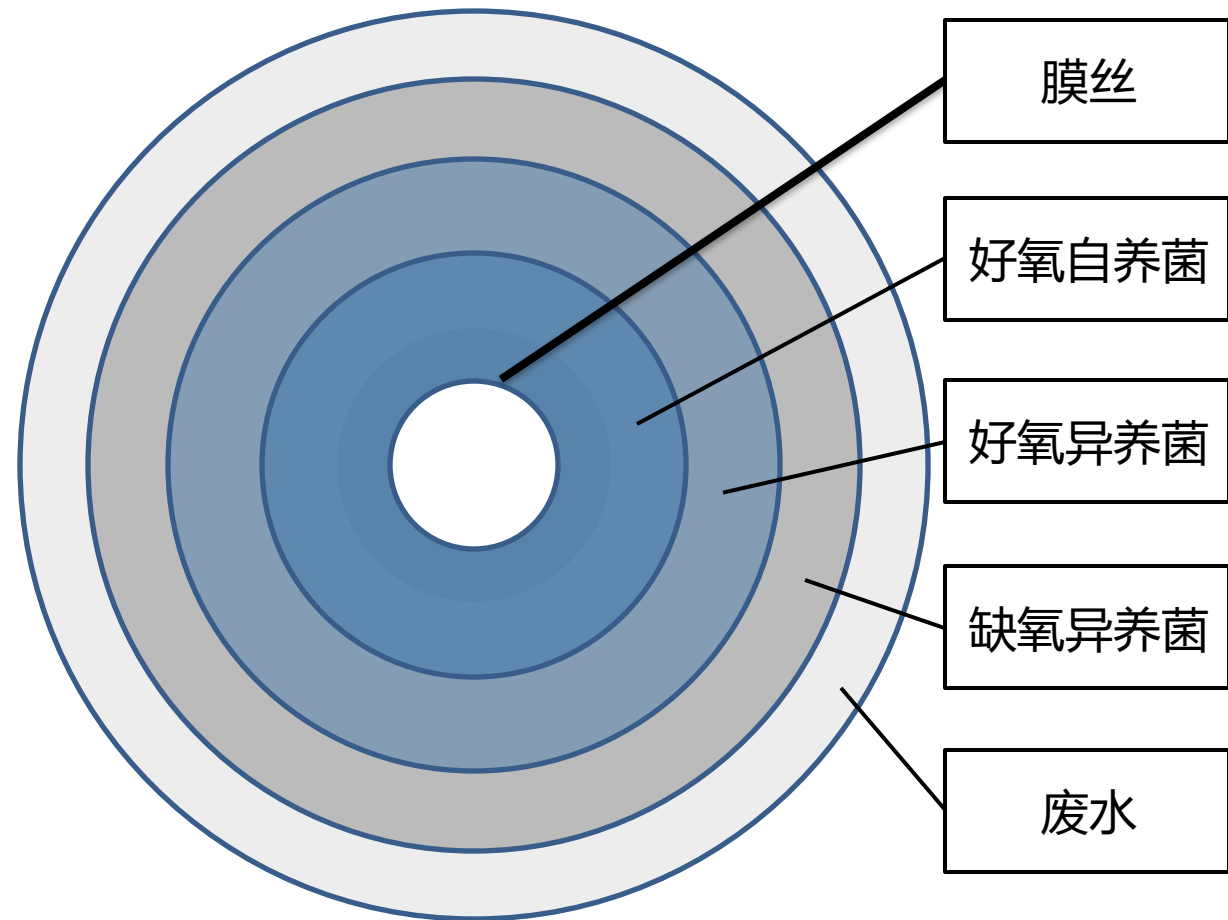


生物膜
传统生物膜
同向传质

分层结构

由于氧气和污染物浓度的不同

生物膜和透氧膜 接触区域	中间层	生物膜和污水 接触区域
好氧区	兼氧区	厌氧区
NH ₄ ⁺ -N等 小分子污染物 一部分有机碳	有机碳和氧 气浓度较高	污染物浓度最高 氧气浓度最低
氨氮氧化 硝化细菌生长	有机碳去除	有机碳去除 反硝化细菌生长



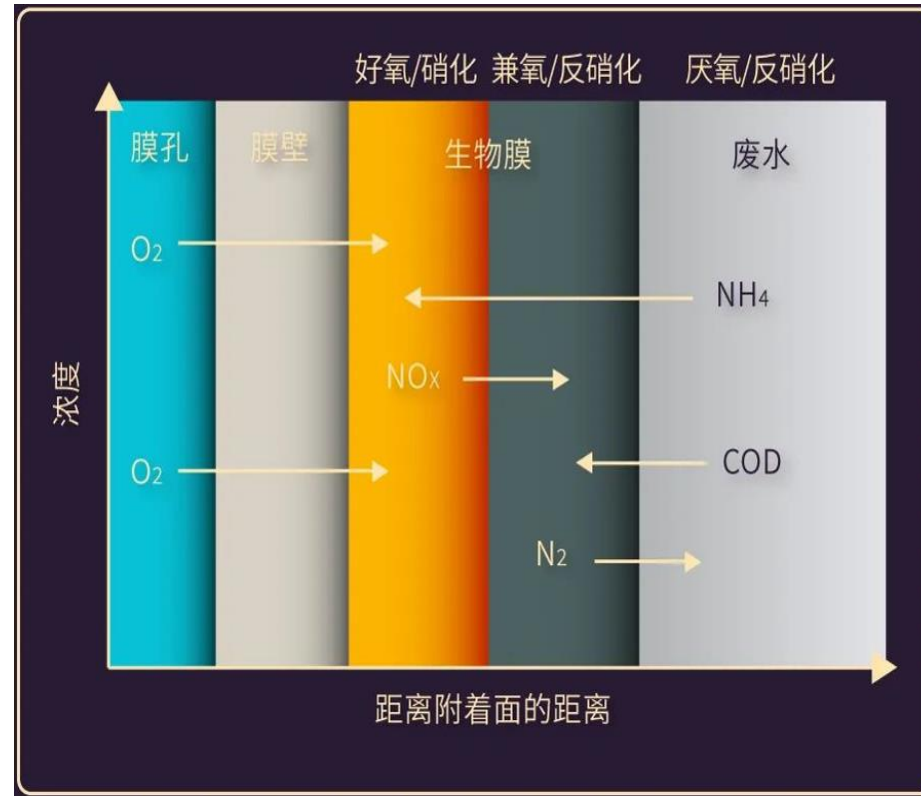
同步硝化反硝化-处理高氨氮

MABR生物膜反应器原理

MABR膜作为微孔渗氧和生物膜生长载体。空气中氧气通过膜孔渗透至膜表面，膜表面附着生物膜，靠近膜表面的微生物形成好氧区，中间形成缺氧区，远离膜表面形成厌氧区，实现同时硝化反硝化。

优势：

- 高有机负荷；
- 无需气泡曝气；
- 资源利用率30-50%；
- 降低剩余污泥—50%；
- 降低运行成本—30%；
- 占地小，易组装。



在大型市政项目升级改造、高浓度有机废水处理、分布式处理等领域有极大优势。

传氧效率高

O₂压力低于膜组件泡点
透氧过程不产生气泡
传质效率高达100%

O₂传递不经过液相边界层
传质阻力远小于常规透氧
传输速率大大提高

扩散器类型	氧气传输速率(kgO ₂ /kW·h)
粗泡扩散器	0.5-1
精密气泡扩散器	3-4
表面透氧器	1
射流透氧器	1
人工肺氧合膜-MABR	14.8

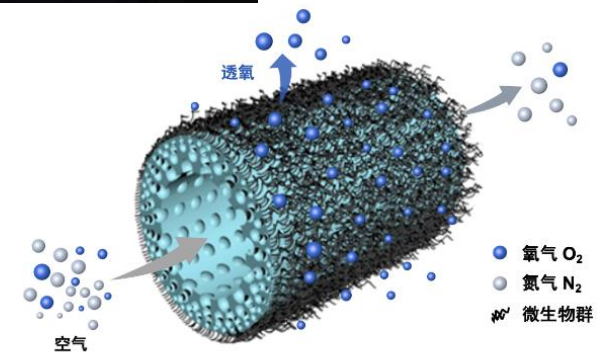
MABR氧合膜-国内外对比



美国杜邦 (Dupont)



富朗士 (Fluence)



内疏水/外亲水的非对称膜-氧合负载微生物 示意图

浙大巨澜纳米

国内外MABR对比

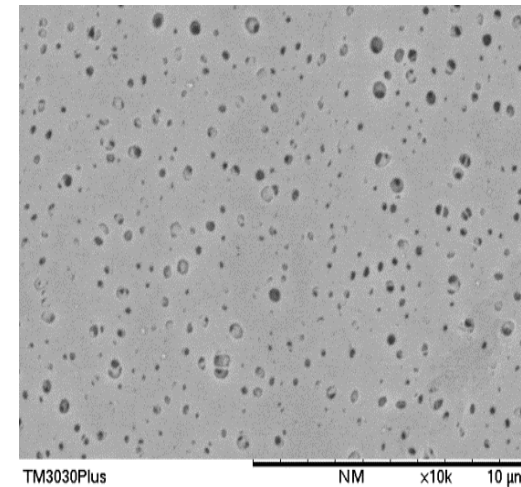
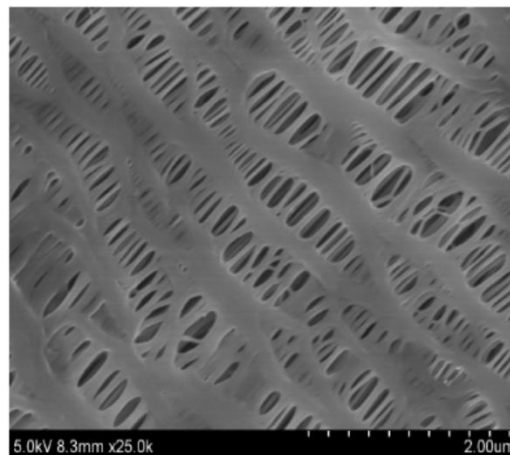
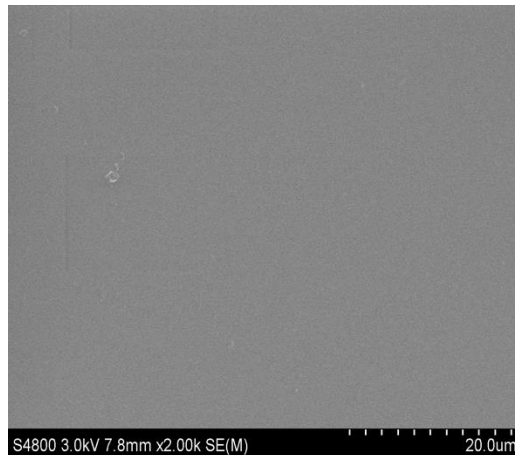
类型	致密无孔型	多孔微孔型
膜材质	有机框架气体分子筛无孔共聚物	聚丙烯（PP）/聚四氟乙烯（PTFE）/ 聚偏氟乙烯（PVDF）
孔径	无孔（-305 nm）	泡点法/压汞仪
孔径测试方法	气体吸附法（BET）	0.1-0.2um
氧气传质机制	溶解扩散	压力传输
生物相容性	优	差
使用年限	>10年	? 年
代表品牌	美国杜邦、苏伊士、以色列富朗士、巨澜纳米	海之*、世来*、绿泽*、绿*

对比国内外MABR

致密无孔型

多孔微孔型

SEM



孔径

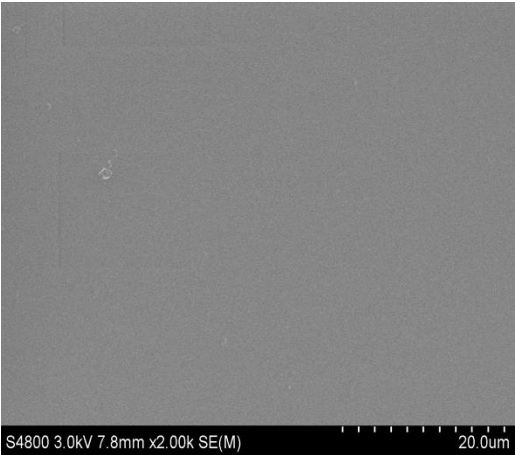
无孔

0.1-0.2um

对比国内外MABR

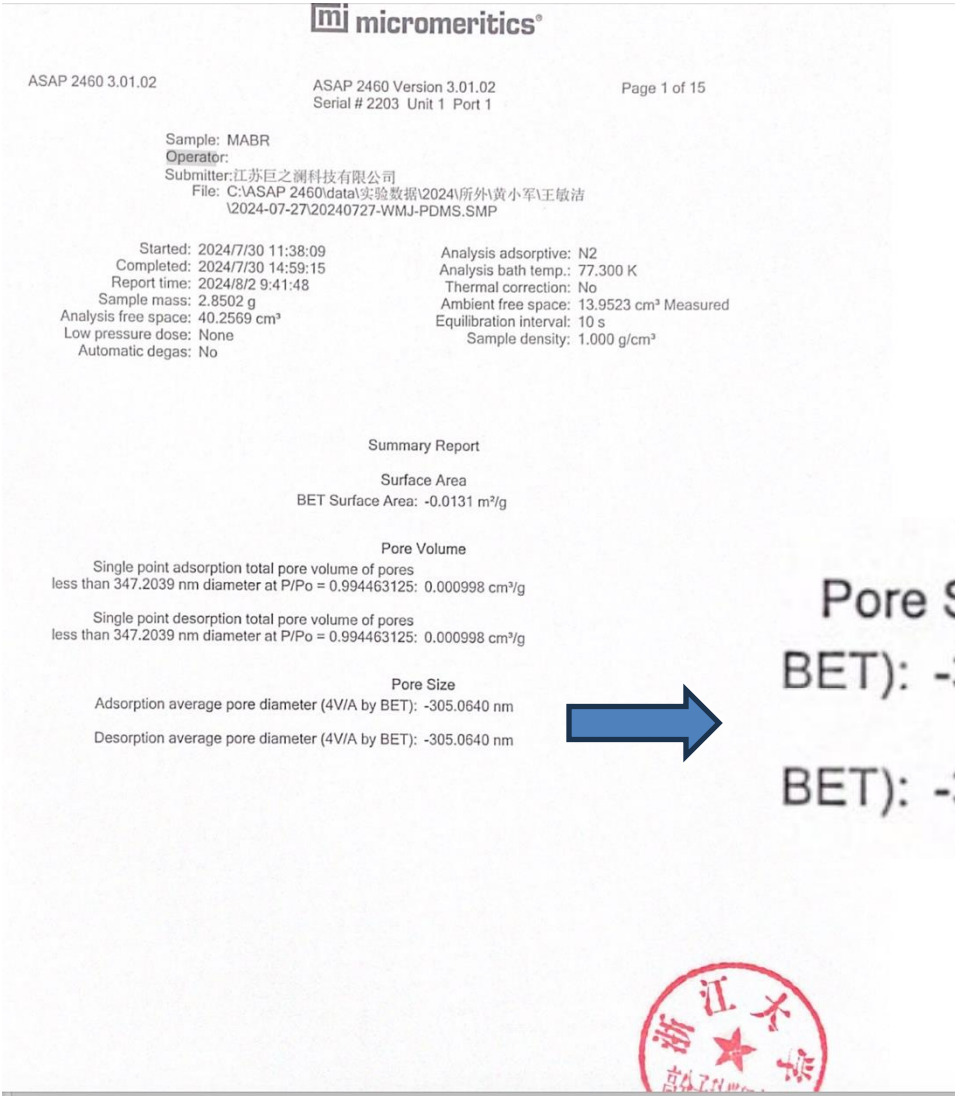
致密无孔型

SEM



孔径

无孔



不同类型MABR的优劣势

致密无孔型（优势）

膜材：

- 有机框架气体分子筛**无孔共聚物**
- ，促进 O_2 、 CO_2 双向传输效率
- 具有良好生物相容性，易形成**生物稳定挂膜**。

孔径：

- 无孔无气泡，适用于**缺氧池同步硝化**
- 无孔结构**防膜污染，延长寿命降成本**。

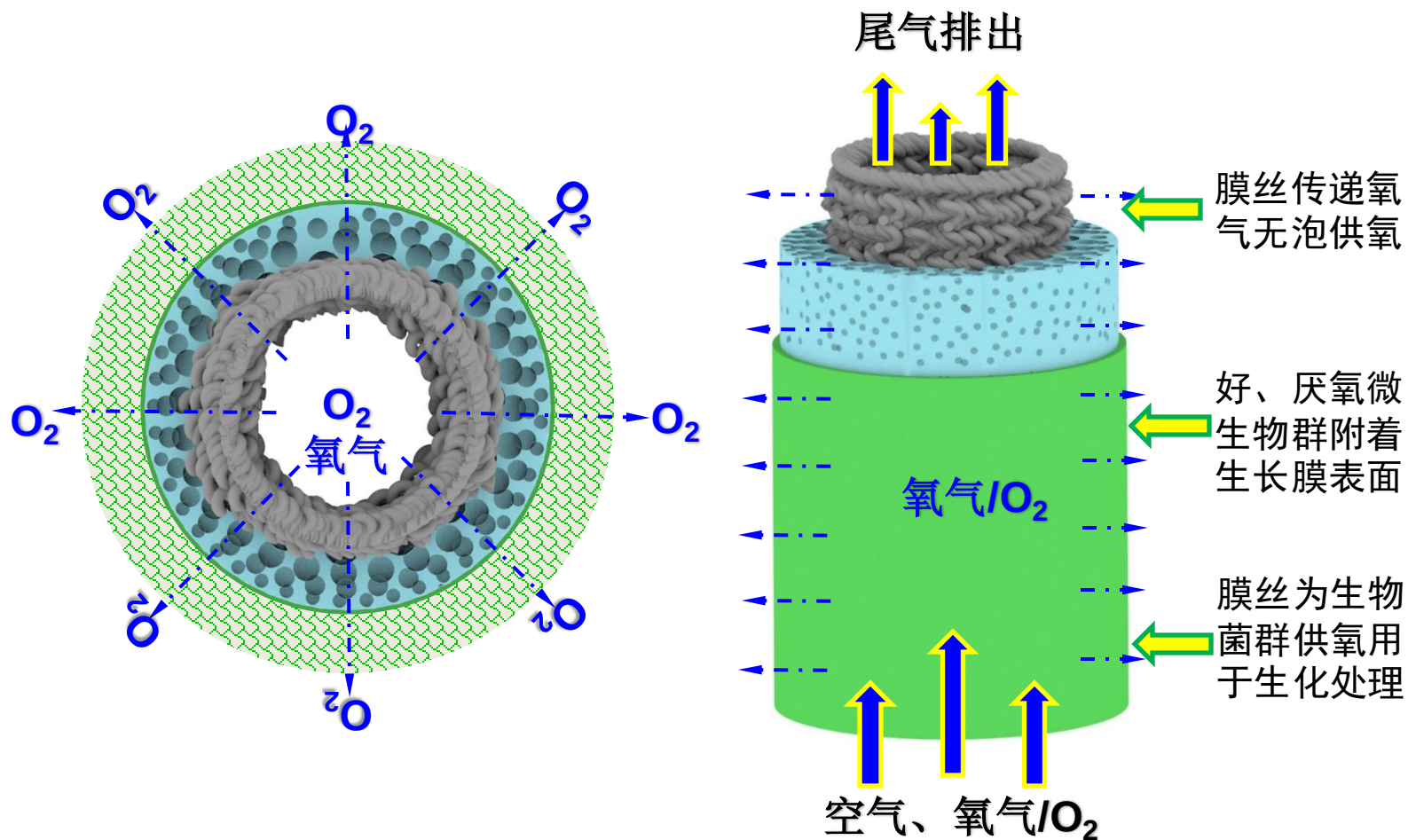
多孔微孔型（劣势）

膜材：

- PP、PVDF等含氟材料生物相容性差。

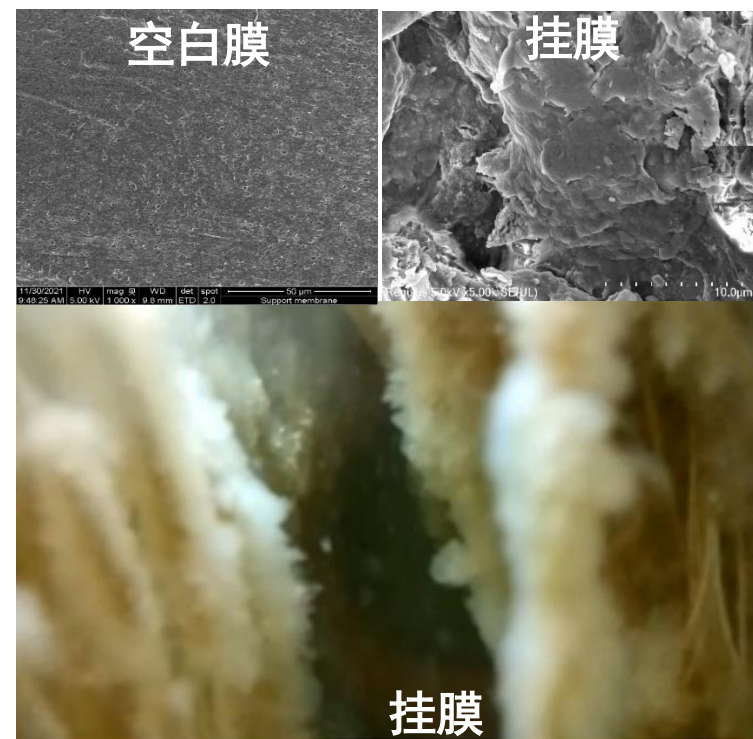
孔径：

- **微孔易产生气泡**，破坏缺氧池环境、难挂膜
- **微孔导致胶体附着**，膜性能下降，缩短使用寿命，
增加维护和更换频率。



MABR膜与生物挂膜:

- 膜丝无泡传质氧气;
- 氧气直接传质给微生物
- 微生物代谢促进氧气传质



一种MABR氧合膜、制备方法及应用; 发明专利: ZL201911337109.1.

微生物高效挂膜-MABR氧合膜

膜材料挂膜情况对比

挂膜条件:

市政污水, COD 250 mg/L,

氨氮 40mg/L, 总磷6.0 mg/L

每隔12h更换进料液

(a)



(a) PTFE微孔膜

(b)



(b) iGENOME

(c)



(c) COMPOSITE

生物量 (g/m ²) \ 组件	PTFE微孔膜	iGENOME	COMPOSITE
	PTFE微孔膜	iGENOME	COMPOSITE
7d	1.57 ± 0.13	10.5 ± 1.01	12.73 ± 0.83
25d	3.44 ± 0.43	24.51 ± 1.33	26.33 ± 2.15

高氨氮废水治理-氧合膜-MABR

MABR生物膜--污水氨氮处理能力强



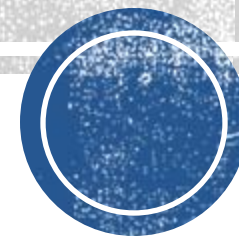
水质情况				
水量： 25 m ³ /d	废水名称：生活污水			
综合水质参数	COD _{cr}	BOD	NH ₃ -N	TN
进水水质 (mg/L)	350	200	35	45
期望出水水质 (mg/L)	20	4	1.5	10
指标减量-mg/L	330		33.5	35
期望减量-kg/d	8.25	4.9	0.8375	0.875

膜丝表面挂膜效果好，出水水质达到一级A



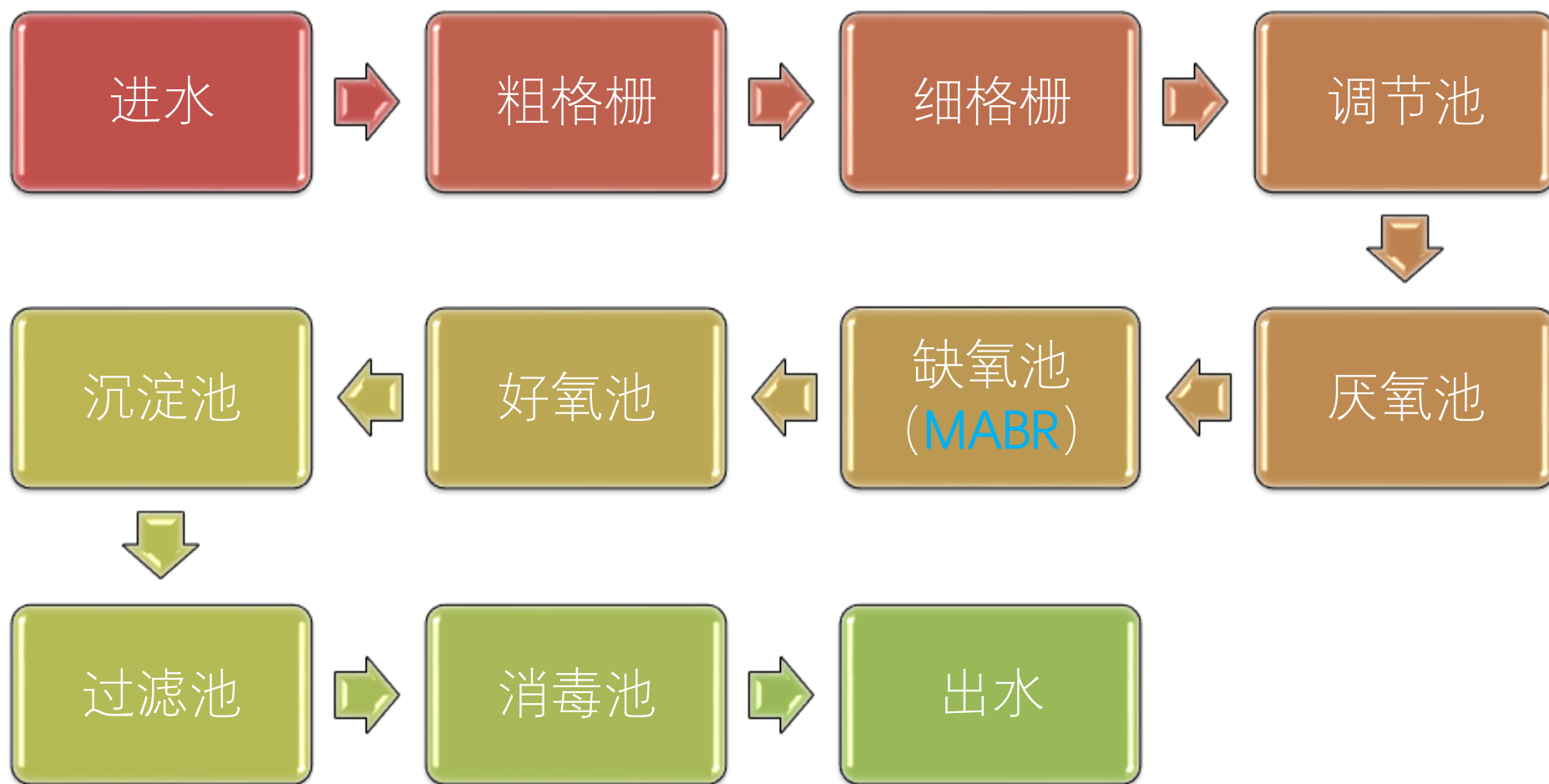
2.MABR用于氨氮废水处理

技术优势 & 投资与运行费用



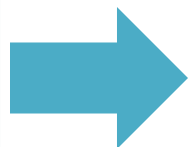


MABR-同步消化反硝化处理氨氮



山东养殖—氨氮废水MABR治理项目

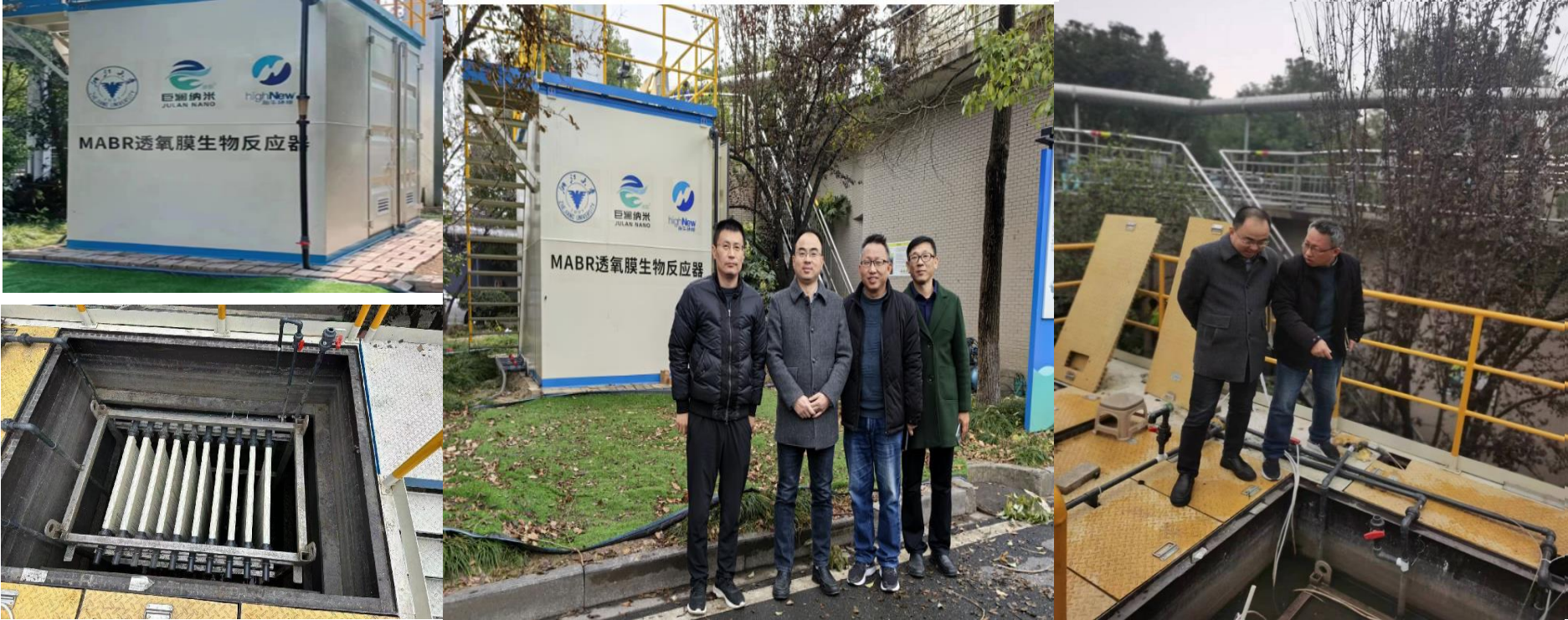
□ 养殖MABR深度处理成套装备



水质处理效果: COD去除率84.2%, COD、TN和氨氮去除负荷分别为7.46、1.38 和0.92 g/(m²·d), 约为其他技术1.5-2倍。

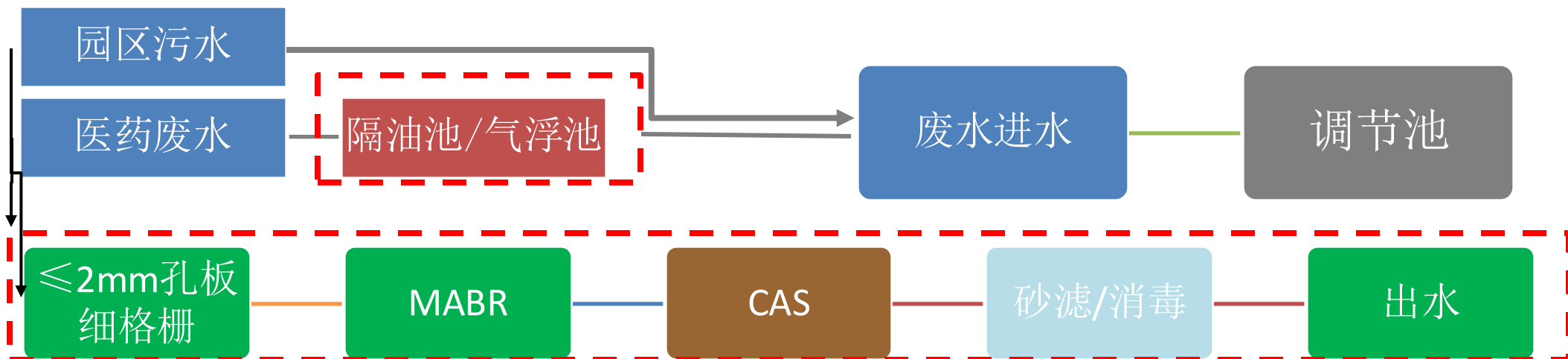
浙江省首台套——MABR分散式一体化设备

60	杭 市	余 杭 区	MABR 分散式污水 处理一体化装备	300	浙江海牛环 境科技股份 有限公司	浙江大 学、 江苏巨澜 纳米科技 有限公司	装 备	先 进 环 保 装 备	2023/06- 2024/12	1) 膜丝拉伸断裂强度 $\geq 100\text{N}$; 2) 透氧率 $\geq 0.75\text{gO}_2/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 25°C 10KPa ; 3) 供氧透气量 $\geq 20\text{kg/kw}\cdot\text{h}$; 4) 膜产品国产化率: 全产业链国产化; 5) 工作气压: $0.1\text{-}0.3\text{bar}$; 6) 适用水体 PH 值 $2\text{-}12$; 7) 适用水体盐度 $<10000\text{mg/L}$; 8) 一体化设备无人值守, 远程智能化管理;	
----	--------	-------------	-----------------------	-----	------------------------	-----------------------------------	--------	----------------------------	---------------------	--	--

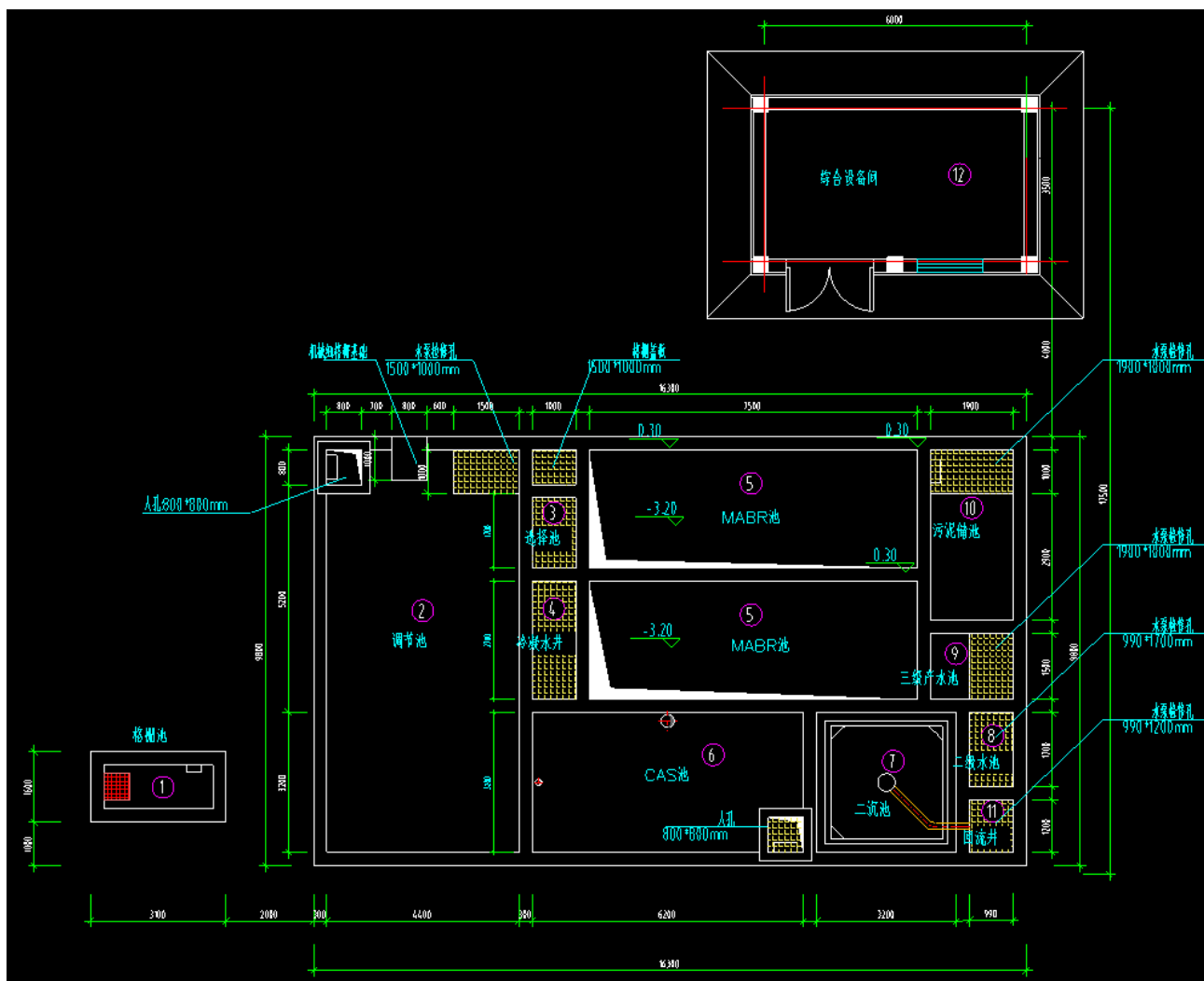


应用场景——150吨/天制药高氨氮废水

序号	项目	单位	范围	设计参数	出水要求	去除量	去除量	备注
1	COD _{Cr}	mg/L	200-350	350	/	~300	45kg/d	
2	BOD ₅	mg/L	120-210	210	20	190	28.5kg/d	
3	SS	mg/L	100-200	200	10	190	28.5kg/d	浊度
4	氨氮	mg/L	40-80	80	20	60	9kg/d	



应用场景——150吨/天制药高氨氮废水



项目	泥膜法	综合性能
MABR膜面积	2套膜组	7kg-N/d
调节池	150.9m ³	/
1#MABR膜池	70.8m ³	3.5kg-N/d
2#MABR膜池	70.8m ³	3.5kg-N/d
好氧池	69.4m ³	5.9kg-N/d
沉淀池	35.8m ³	/



MABR-高速服务区污水应用案例



2018年建成-湖北高速服务区污水-200吨/日，运行费1.15元/吨（传统月4元/吨）



2022年建成-湖北高速服务区污水400吨/日，运行费仅仅为传统工艺1/3



江苏盐阜宁-12000吨MABR污水提标改造



江苏省投资项目备案证

备案证号：阜高投备〔2024〕61号

项目名称：阜宁高新技术产业开发区工业污水处理厂提标改造工程项目 项目法人单位：阜宁县工业污水处理有限公司

项目代码：2408-320957-04-01-112584 项目单位登记注册类型：其他有限责任公司

建设地点：江苏省：盐城市 江苏阜宁高新技术产业开发区 官王路6号 项目总投资：30000万元

建设性质：其他 计划开工时间：2024

建设规模及内容：项目总占地71.86亩，处理规模12000立方米/d，处理对象为园区工业废水及部分生活污水。主要工艺流程：针对高浓度难降解废水，建设新装置采用AOPs工艺进行处理，提高可生化性之后与其他低浓度废水均质混合进入综合调节池→水解酸化池→一级缺氧池→MABR膜池→三级好氧池→二沉池→深度处理（混凝沉降池→臭氧催化氧化→活性炭吸附池）。建成后可实现日处理工业废水12000吨，同时满足江苏省地方标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）A标准。（该项目必须通过安全、环保等审批后方可开工建设，通过竣工验收后方可投入生产。项目不得产生化学反应，不得新上产业政策及行业规范等文件限制、淘汰类产品、设备和工艺）

项目法人单位承诺：对备案项目信息的真实性、合法性和完整性负责；项目符合国家产业政策；依法履行相关手续后开工建设；如有违规情况，愿承担相关的法律责任。

安全生产要求：要强化安全生产管理，按照相关规章制度压实项目建设单位及相关责任主体安全生产及监管责任，严防安全生产事故发生；要加强施工环境分析，认真排查并及时消除项目本身与周边设施相交相邻等可能存在的安全隐患，保障施工安全。



阜宁高新区经济发展局
2024-08-08

湖北郧西县-1万吨MABR污水提标改造

1. 招标条件

本招标项目郧西县城关污水处理厂设备更新改造工程已由郧西县区发展和改革委员会以关于郧西县城关污水处理厂设备更新改造工程可行性研究报告的批复（西发改审批[2024]107号）批准建设，项目业主为郧西县城乡污水处理有限公司，建设资金来自上级扶持及自筹，出资比例为100%，招标人为郧西县城乡污水处理有限公司，招标代理机构为：华春建设工程项目管理有限责任公司。项目已具备招标条件，现对该项目的工程总承包进行公开招标。

2. 项目概况与招标范围

2.1 项目概况

建设地点：郧西县城关镇污水处理厂内。

建设规模：**（1）拟采用改良AO+MABR+MBBR工艺组合，提高系统容积负荷。**（2）新增2座直径为32m的二沉池（含配水井及污泥泵房），与现有2座二沉池一起共同满足设计水质条件下5万m³/d处理规模。（3）构建智慧水务系统，重新铺设光纤，更换光电交换机，恢复全厂通讯，进行污水厂数字化、智慧水务系统建设。

其他：/

标段划分：1个标段

计划工期：540日历天，计划开工日期2024-12-30

合同估算价：13325.21万元



MABR-市政污水应用案例

2022年建成

- 市政污水8万T/日
- 湖南衡阳江东污水厂
- MABR-IFAS工艺





1 PART 厂区概况

长沙市开福污水处理厂简介

长沙市开福污水处理厂位于长沙市开福区沐霞路9号，占地面积105.8亩，总纳污面积24.42平方公里，总处理规模为45万吨/日。核心处理工艺采用IFAS、BAF、AAO、MBR膜及微砂高效沉淀池等工艺。

出水水质中化学需氧量、氨氮、总氮、总磷执行《湖南省城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》（DB43/T1546-2018）中的一级标准，其它因子执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A标准，尾水排入浏阳河。

剩余污泥经离心脱水处理至含水率80%以下后外运至长沙市污泥处置中心进行无害化处理。

废气排放达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中大气污染物排放标准中的二级标准。

2022年建成-长沙开福污水厂-45万吨/日



MABR-市政污水应用案例



2022年建成-长沙鑫远股份-5万吨/日

应用场景——高氨氮废水MABR立项工程

序号	项目名称	处理水量	COD	氨氮	C/N比
1	2万T/日杭埠镇医药园区（二期）尾水	20,000	200	40	5:1
2	5000吨/天北京某区医药废水处理工程	5000	200	45	5:1
3	1000吨/天广西某医药废水处理工程	1000	1200	400	3:1
4	150吨/天广西高速公路服务区废水处理工程	150	250	60	4:1
5	100吨/天酒泉西湖湿地废水处理工程	100	250	50	5:1
6	150吨/天浙江台州医药废水处理工程	50	150	42	3.7:1

近3年，国内MABR立项近100余项，涉及工程金额近20亿余元

应用场景 —— 其他MABR废水工程案例清单

序号	项目公司名称	应用案例	项目地点	MABR膜供应商
1	湖北协诚交通环保有限公司	湖北高速公路收费及服务区生活污水处理项目	湖北孝感	富朗世
2	浙能大唐天地环保有限公司	浙能集团秦山核电非放废水处理项目	浙江嘉兴	富朗世
3	兰州雁儿湾污水处理厂	甘肃省兰州市雁儿湾污水处理厂提标改造	甘肃兰州	杜邦
4	华润环保	佛山华润雪花啤酒厂	广东佛山	杜邦
5	美国约克维尔市污水厂	美国约克维尔市（YBSD）污水厂升级改造项目	美国	苏伊士
6	加拿大黑斯佩市污水厂	加拿大黑斯佩（Hespeler）污水厂升级改造	加拿大	苏伊士
7	武汉青山区工业园	武汉市青山区工业區区生活污水处理项目	湖北武汉	巨澜纳米



MABR-优势

	极高的增氧效率，能源效率4-8kgO ₂ /kW.h
	可实现同步硝化反硝化SND，同步去除TN
	只需供气压力0.3bar，极低的风机运行成本
	膜丝表面更多活性生物，4倍的有效微生物
	可在现有池体中不停水升级，即装即用
	单位处理能力大，最大可扩容50%能力



MABR-优势

项目	MABR	CAS	MBR	MBBR
扩建池体	无需	需要	无需（原池改造）	无需（原池改造）
施工周期	短/以周计	长/以年计	长/以月计	长/以月计
原系统影响	无需停水	需停水	需停水清空	需停水清空
风机（功率）	需要（小）	需要（大）	需要（极大）	需要（较大）
拦截系统	无需	无需	无需	需要
化学清洗	无需	无需	需要	无需
回流/提升系统	无需	需要（较大）	需要（极大）	需要（大）
管理要求	低	较高	高	中



MABR-经济优势

项目	MABR	CAS	MBR	MBBR
施工周期	短/周	长/年	长/月	长/月
运行能耗	极低/0.2-0.4kW.h	高/0.4-0.7kW.h	极高/0.6-1kW.h	较高/0.6-0.8kW.h
出水水质	优	良	优+	优-
脱氮能力	高	中	高-	中+
操作难度	低	中	高	中
占地面积	小	大	小	小
污泥产率	极低	高	低	较低
运行成本	极低	高	极高	较高
设备寿命	~10年	≥10年	3~5年	~5-10年



MABR-经济优势

Item	JLNM-MABR	MBBRp	MBBRs
设计水量	20000m ³ /d	20000m ³ /d	20000m ³ /d
总池容	8960m ³	10433m ³	10433m ³
产品价格	¥2000万	¥258.4万	¥500万
安装附件价格	¥120万	¥188.9万	¥82.6万
池体土建投资	¥1344万	¥1565万	¥1565万
系统设备投资	¥3584万	¥4173万	¥4173万
10年更换产品和附属设施	使用寿命≥10年	¥1516.8万	¥2000万
安装和更换期间停水损失	即装即用不停水	¥720万	¥720万
10年周期总投资	¥7048万	¥8422.1万	¥9040.6万
10年能耗费用	¥1138.8万	¥3066万	¥3066万
10年总支出（投资+能耗）	¥8186.8万	¥11488.1万	¥12106.6万
全周期成本	-	+3301.3万	+3919.8万

10年周期节省费用约3000万元

- 进水为市政污水，出水水质为GB 18918-2002 标准中的一级A。
- 土建投资：1500元/池体立方米。设备投资：4000元/池体立方米。
- MBBR停水更换填料和拦网等设备：90天/次。

- MABR: 0.62kgNH₃-N/KW.h，能耗0.26KW.h/m³
- CAS+MBBR: 0.169kgNH₃-N/KW.h，能耗0.42kW.h/m³



- 系统设计处理能力**55000m³/d**，进出水水质数据如下：

项目	单位	进水			出水	
		最小值	平均值	最大值	一级A	类准Ⅳ类
流量	m ³ /d		55000		升级前	升级后
TSS	mg/L	50	180	550	≤10	≤10
COD	mg/L	100	350	800	≤50	≤30
BOD	mg/L	50	200	500	≤10	≤6
TN	mg/L	10	35	70	≤15	≤10
NH ₃ -N	mg/L	3	30	42	≤5(8)	≤1.5 (3)
TP	mg/L	1	7	15	≤0.5	≤0.3



MABR-优势

项目	单位	CAS+MABR	CAS	CAS+MBBR	CAS+MBR
/	/	提标后	提标前	提标后	提标后
出水标准	/	准四类	一级A	准四类	准四类
标准供氧效率	kgO2/kW.h	5.4	2.1	3	0.98（含膜擦洗）
增氧能耗	kW.h/d	5259	7200	12480	28875
能耗对比	%	73	100	173.3	301
能耗变化	%	节能27	/	增加73.3	增加201
投资费用	RMB 元	32,200,000	/	42,171,700	44,000,000
吨水投资费用	RMB 元/m3	585	/	767	800
吨水能耗费用	RMB 元/m3	0.12	/	0.27	0.42
备注	/	MABR+纳米曝气	现有系统	MBBR+纳米曝气+混合曝气+搅拌	MBR+纳米曝气+膜擦洗+化学清洗+高回流

- 工艺风机：4.5 *2 *24= 216 kW.h，气洗风机：18.6/60*8= 2.48 kW.h；
- 总电量消耗：216+ 2.48= 218.5 kW.h/d；
- 吨水能耗（提标部分）：0.004 kW.h/m3。

- 建安费：以造价的15%计，共计420万元。
- 纳米曝气盘改造以500万元计。

MABR-经济性分析案例

- 150T/D某污水处理项目，总节能：0.95元/m³，对于1000吨/日的系统，**每年可节约35万元。**

项目	MBR	MABR	备注
处理水量	3500m ³ /d (350*10套)	150m ³ /d	药剂仅包括次钠，柠檬酸，PAC，无碳源投加
出水水质	COD: < 20mg/l 氨氮: 0~1.5mg/l TN: 15~18mg/l TP: < 0.3mg/l	COD: < 20mg/l 氨氮: 0~1.5mg/l TN: 8~12mg/l TP: < 0.5mg/l	
池容	设计: HRT 9.8h (2.05+2.05+4.3+1.4) 实际: HRT 14.1h (2.9+2.9+6.15+2.0)	设计: HRT 14.6h (1.80+4.84+6.34+1.63) 实际: HRT 9.72h (1.13+3.03+3.93+1.63)	
药剂费用	0.1572元/m ³	0	
污泥处置费用	0.0539元/m ³	0.0539元/m ³	
能耗	0.8~1.0kWh/m ³	0.53kWh/m ³	
人工	0.2933元/m ³	0.0978元/m ³	

膜基地



硬件设施



- 全自动监控平台
- 10,000平米洁净车间
- 自主设计核心工艺设备
- 国际先进检验检测仪器



国内首条全自动多级微张力梯度微纳米孔膜-500万平米规模化生产线!



浙江大学
Zhejiang University

THANK YOU!

《勇攀科技之巅》

山，快马加鞭未下鞍。
惊回首，离天三尺三。

山，倒海翻江卷巨澜。
奔腾急，万马战犹酣。

山，刺破青天锷未残。
天欲堕，赖以拄其间。



——毛泽东《十六字令》

浙江大学

聚合物分离膜微结构与界面研究室
黄小军

Zhejiang University, Microdimension and Interface of
Polymer Membranes