

久吾高科 (300631.SZ)

陶瓷膜龙头，平台化扩张空间可期

肩负陶瓷膜国产化使命，打造国内领先膜集成技术平台。我国陶瓷膜发展起步较晚，长期被欧美企业技术垄断，90 年代“九五”科技攻关项目成功实现突破，以徐南平院士、时钧院士为首的技术团队联合创办了公司前身，肩负陶瓷膜产业化历史使命。经过二十余载深耕，公司发展成为国内领先的膜集成技术整体解决方案商，产品覆盖陶瓷膜、有机膜、锂吸附剂及下游系统，承担国家“973”、“863”计划项目，是国内多项陶瓷膜标准制定者。公司是膜分离高端应用开拓者，实现全膜法盐湖提锂等多领域国内首套项目应用，未来将持续向高附加值膜分离应用领域拓展。

陶瓷膜市场空间广阔，“一带一路”背景下海水淡化国内外需求共振。高性能膜材料是国家重点发展战略新兴产业，预计 2025 年我国膜产业总值达 5000 亿元。陶瓷膜具有优异的机械性、耐化学性、过滤精度，上世纪 40 年代由颇尔博士于曼哈顿计划发明，经过 70 余年发展，应用领域由核电、军用、航空航天逐渐向半导体、新能源、生物医药等民用领域，2023 年全球市场规模达 68.3 亿美元。中东地区水资源紧缺，2023 年计划或已在进行的海水淡化项目支出总计高达 393 亿美元，未来有望迎来长期高速扩张期。传统热法海水淡化单位立方米耗能约 5 kWh，而膜法耗能仅为 2.5-3 kWh，“一带一路”背景下膜法替代热法有望持续打开国内分离膜出口需求空间。

借鉴巨头 PALL 发展历程，聚焦膜分离高端化应用场景。PALL 由陶瓷膜发明者颇尔博士于 1946 年创立，目前成为全球过滤解决方案龙头，2014 年营收达 27.9 亿美元。国内分离膜产品主要集中于低端水处理下游，高端化渗透空间广阔：半导体：先进制程对洁净度要求大幅提升，刻蚀、抛光、特气过滤等环节过滤需求增长；医药&食品：陶瓷膜可用于抗生素、氨基酸、疫苗、酒类、果汁、牛奶过滤提纯；新能源：下游辐射锂电、光伏、风电。

吸附剂助力藏区盐湖资源开发，订单落地打开第二成长曲线。锂资源是保障我国新能源产业链稳定发展的重要基石，目前“吸附+膜”已成为国内盐湖提锂工艺主导路线，更适用于我国高镁锂比盐湖，高选择性、低溶损的吸附剂是产线高效低成本运行的核心环节。公司自 2013 年开始盐湖提锂技术研发，公司同时掌握铝系、钛系吸附剂生产工艺，可全面覆盖国内西藏碳酸型、青海硫酸型盐湖资源，已建成吸附剂产能 6000 吨。2023 年公司盐湖提锂项目订单集中落地，合同金额超过 7 亿元，有望带来新的业绩增长点。

盈利预测与估值建议。我们预计公司 2023-2025 年营业收入分别为 6.90/11.46/16.43 亿元；归母净利润 0.39/1.99/2.87 亿元；对应 PE 分别为 87.6/17.1/11.9 倍。首次覆盖，给予“买入”评级。

风险提示：产品价格不及预期、项目建设进展不及预期、测算存在误差。

财务指标	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	540	741	690	1,146	1,643
增长率 yoy（%）	1.6	37.3	-6.9	66.0	43.4
归母净利润（百万元）	70	43	39	199	287
增长率 yoy（%）	-15.2	-38.3	-10.0	411.4	44.1
EPS 最新摊薄（元/股）	0.57	0.35	0.32	1.62	2.34
净资产收益率（%）	7.7	3.6	3.5	15.4	18.1
P/E（倍）	48.6	78.8	87.6	17.1	11.9
P/B（倍）	3.2	2.8	2.8	2.4	2.0

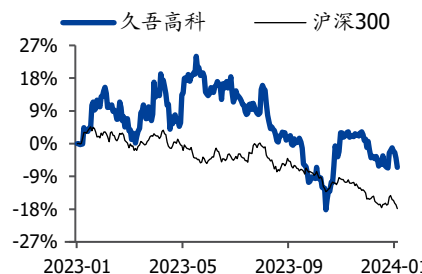
资料来源：Wind，国盛证券研究所 注：股价为 2024 年 1 月 8 日收盘价

买入（首次）

股票信息

行业	环保设备
1 月 8 日收盘价(元)	27.80
总市值(百万元)	3,409.45
总股本(百万股)	122.64
其中自由流通股(%)	98.77
30 日均成交量(百万股)	0.94

股价走势



作者

分析师 尹乐川

执业证书编号：S0680523110002

邮箱：yinlechuan@gszq.com

分析师 杨心成

执业证书编号：S0680518020001

邮箱：yangxincheng@gszq.com

分析师 杨义韬

执业证书编号：S0680522080002

邮箱：yangyitao@gszq.com

分析师 王席鑫

执业证书编号：S0680518020002

邮箱：wangxixin@gszq.com

相关研究



请仔细阅读本报告末页声明

财务报表和主要财务比率

资产负债表 (百万元)						利润表 (百万元)					
会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E	会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
流动资产	1079	1330	1236	2411	2341	营业收入	540	741	690	1146	1643
现金	86	196	501	548	786	营业成本	340	574	471	722	1029
应收票据及应收账款	295	457	243	918	747	营业税金及附加	6	7	7	12	17
其他应收款	16	26	13	53	42	营业费用	49	45	66	64	96
预付账款	49	59	41	125	113	管理费用	44	41	67	64	89
存货	160	242	88	418	303	研发费用	43	42	53	52	75
其他流动资产	474	350	350	350	350	财务费用	5	-2	-7	6	20
非流动资产	444	493	423	559	700	资产减值损失	0	0	0	0	0
长期投资	108	79	48	18	-13	其他收益	10	12	0	0	0
固定资产	243	280	245	395	561	公允价值变动收益	2	1	1	1	1
无形资产	49	50	52	51	50	投资净收益	38	0	10	13	15
其他非流动资产	43	85	78	95	102	资产处置收益	0	0	0	0	0
资产总计	1523	1824	1660	2970	3041	营业利润	87	41	46	239	333
流动负债	363	532	340	1424	1175	营业外收入	1	3	3	3	2
短期借款	0	0	0	615	492	营业外支出	0	0	1	1	0
应付票据及应付账款	264	344	155	610	481	利润总额	88	43	48	241	335
其他流动负债	99	188	185	199	203	所得税	5	0	4	18	19
非流动负债	79	87	80	100	119	净利润	83	43	44	223	316
长期借款	10	8	1	21	41	少数股东损益	13	0	5	24	30
其他非流动负债	69	79	79	79	79	归属母公司净利润	70	43	39	199	287
负债合计	443	619	420	1524	1295	EBITDA	111	64	61	274	394
少数股东权益	0	0	5	29	59	EPS (元/股)	0.57	0.35	0.32	1.62	2.34
股本	120	123	123	123	123	主要财务比率					
资本公积	425	522	522	522	522	会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
留存收益	535	560	593	764	1007	成长能力					
归属母公司股东权益	1080	1204	1235	1417	1687	营业收入 (%)	1.6	37.3	-6.9	66.0	43.4
负债和股东权益	1523	1824	1660	2970	3041	营业利润 (%)	-22.5	-53.0	12.1	419.7	39.6
现金流量表 (百万元)						归属母公司净利润 (%)	-15.2	-38.3	-10.0	411.4	44.1
会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E	获利能力					
经营活动现金流	26	-49	254	-419	541	毛利率 (%)	37.0	22.5	31.8	37.0	37.4
净利润	83	43	44	223	316	净利率 (%)	13.0	5.8	5.6	17.4	17.5
折旧摊销	25	26	23	30	45	ROE (%)	7.7	3.6	3.5	15.4	18.1
财务费用	5	-2	-7	6	20	ROIC (%)	7.1	3.0	2.6	10.7	14.4
投资损失	-38	0	-10	-13	-15	偿债能力					
营运资金变动	-101	-118	206	-665	176	资产负债率 (%)	29.1	33.9	25.3	51.3	42.6
其他经营现金流	52	1	-1	-1	-1	净负债比率 (%)	-1.5	-10.3	-35.1	11.0	-10.1
投资活动现金流	-56	49	58	-151	-169	流动比率	3.0	2.5	3.6	1.7	2.0
资本支出	23	73	-40	166	171	速动比率	1.5	1.4	2.4	1.1	1.4
长期投资	-39	90	30	30	31	营运能力					
其他投资现金流	-72	211	49	45	33	总资产周转率	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
筹资活动现金流	-24	79	-7	2	-11	应收账款周转率	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
短期借款	-22	0	0	0	0	应付账款周转率	1.5	1.9	1.9	1.9	1.9
长期借款	-190	-2	-7	20	20	每股指标 (元)					
普通股增加	11	3	0	0	0	每股收益 (最新摊薄)	0.57	0.35	0.32	1.62	2.34
资本公积增加	192	97	0	0	0	每股经营现金流 (最新摊薄)	0.22	-0.40	2.07	-3.42	4.41
其他筹资现金流	-14	-19	0	-18	-30	每股净资产 (最新摊薄)	8.81	9.82	10.07	11.55	13.76
现金净增加额	-54	78	305	-569	361	估值比率					
						P/E	48.6	78.8	87.6	17.1	11.9
						P/B	3.2	2.8	2.8	2.4	2.0
						EV/EBITDA	29.0	49.9	47.7	12.9	8.2

资料来源: Wind, 国盛证券研究所 注: 股价为 2024 年 1 月 8 日收盘价

内容目录

1. 陶瓷膜国产化破局者，持续探索高端应用领域	6
1.1. 公司是国内领先膜集成技术整体解决方案商	6
1.2. 业绩短期承压，订单兑现打开盈利成长空间	7
2. 无机陶瓷膜市场空间广阔	9
2.1. 陶瓷膜是我国膜产业重点发展品类	9
2.1.1. 高性能膜材料是国家重点发展战略新兴产业，2035 年国内产值达万亿级	9
2.1.2. 陶瓷膜性能优异，军转民后应用领域持续拓展	12
2.2. 水处理“万金油”，海水淡化国内外需求共振	17
2.2.1. 废水处理：工业+市政	17
2.2.2. 海水淡化：“一带一路”背景下国内外需求共振	19
2.2.3. 化工过程分离：陶瓷膜应用场景丰富	23
3. 借鉴巨头 PALL 发展历程，分离膜龙头展翅翱翔	25
3.1. 他山之石：全球过滤解决方案“领跑者” PALL	25
3.2. 对标 PALL，聚焦高附加值精细过滤星辰大海	26
3.2.1. 半导体：先进制程下各环节洁净度要求大幅提升	26
3.2.2. 生物与医药：陶瓷膜已实现成熟产业化应用	28
3.2.3. 食品饮料：分离性能优异且保留饮品营养成分	30
3.2.4. 新能源：应用领域涵盖锂电、光伏、风电	30
3.3. “九五”陶瓷膜项目国产化破局者，打造一站式膜集成技术方案解决商	32
3.3.1. 公司是陶瓷膜研发“国家队”，起源于“九五”项目攻关团队	32
3.3.2. 国内陶瓷膜龙头，全品类布局辐射诸多高附加值领域	32
4. 吸附剂助力藏区盐湖资源开发，提升国内锂资源保障能力	36
5. 盈利预测与估值建议	40
5.1. 关键假设	40
5.2. 盈利预测	40
5.3. 估值分析与投资建议	41
6. 风险提示	42

图表目录

图表 1: 公司发展历程	6
图表 2: 公司股权结构图（截至 2023Q3）	7
图表 3: 公司营业总收入（百万元）	7
图表 4: 公司归母净利润（百万元）	7
图表 5: 公司毛利率、净利率	8
图表 6: 公司费用率	8
图表 7: 公司各业务营收体量（百万元）	8
图表 8: 公司各业务毛利率	8
图表 9: 膜产业链及分类	9
图表 10: 我国膜产业总产值（亿元）	10
图表 11: 我国膜产业市场分布（截至 2020 年 6 月）	10
图表 12: 我国膜产业市场前景预测（部分）	10
图表 13: 不同孔径分离膜在水处理中性能	11

图表 14: 不同孔径分离膜应用过滤范围	12
图表 15: 中国分离膜市场结构 (2021 年)	12
图表 16: 陶瓷膜最早在核电领域用于富集铀-235	12
图表 17: 陶瓷膜错流过滤原理	13
图表 18: 非对称陶瓷膜结构分解 (SiC 膜为例)	14
图表 19: 陶瓷膜渗透示意图 (SiC 膜为例)	14
图表 20: 不同陶瓷膜产品结构及特点	14
图表 21: 不同膜材质对应陶瓷膜产品性能 (以久吾高科产品为例)	15
图表 22: 陶瓷膜相比传统过滤分离技术优势	15
图表 23: 有机膜、陶瓷膜建设及运行成本拆分	16
图表 24: 有机膜、陶瓷膜成本/价格曲线	16
图表 25: 全球陶瓷膜产量 (万平方米)	17
图表 26: 陶瓷膜市场规模预测 (亿美元)	17
图表 27: 2016-2020 年陶瓷膜安装领域分布 (预计值)	17
图表 28: 全球陶瓷膜产量份额分布 (2016 年)	17
图表 29: 膜法水处理工艺	18
图表 30: 陶瓷膜水处理工艺及过滤效果	18
图表 31: 我国城市污水、工业废水排放量 (亿立方米/吨)	19
图表 32: 我国 MBR 系统累计处理能力 (万吨/天)	19
图表 33: 海水淡化主流技术路线	19
图表 34: 中国海水淡化工程规模 (万吨/日)	20
图表 35: 2022 年我国海水淡化工程技术结构	20
图表 36: 中东和北非地区水资源压力情况 (2020 年)	20
图表 37: 2022 年全球海水淡化份额占比	21
图表 38: 全球海水淡化项目分布 (2009 年)	21
图表 39: 2023 年中东各国海水淡化投资规模 (亿美元)	21
图表 40: 中东地区海水淡化项目分布	21
图表 41: 阿联酋主要海水淡化项目 (部分)	22
图表 42: 陶瓷膜盐水精制出水质量统计	23
图表 43: 公司 MCM 钛石膏与钛石膏与传统钛石膏对比优势	24
图表 44: 陶瓷膜用于磷酸精制处理	24
图表 45: PALL 由陶瓷膜发明者颇尔博士创立, 深耕 70 余年	25
图表 46: 公司产品布局 (部分)	25
图表 47: PALL 公司发展历程	25
图表 48: 2009-2014 年 PALL 公司营收、净利润 (亿美元)	26
图表 49: 2015Q3 PALL 公司营收拆分 (百万美元)	26
图表 50: 精细过滤产品广泛应用于半导体制程	27
图表 51: PALL 半导体气体过滤系统	28
图表 52: PALL 半导体气体过滤产品	28
图表 53: 膜过滤材料在半导体制程领域应用场景	28
图表 54: 陶瓷膜过滤在生物医药领域应用优势	29
图表 55: 超滤技术在医药领域的工艺应用 (以 PALL 300KD SPTFF 系统为例)	29
图表 56: 膜分离技术在食品饮料领域作用 (以 PALL SUPRAdisc™ II 为例)	30
图表 57: Pall Profile II 滤芯可用于电池正负极浆料、隔膜浆料过滤	31
图表 58: PALL Schumalith® Filter 陶瓷膜用于光伏领域	31
图表 59: Schumalith® Filter 陶瓷膜性能指标	31
图表 60: 过滤器在风电中的应用场景	32

图表 61: PALL 风电滤芯及系统	32
图表 62: 公司是国内领先膜集成技术整体解决方案商	33
图表 63: 公司承接国家及省级科研项目（部分）	33
图表 64: 公司膜产品（部分）	34
图表 65: 公司膜系统（部分）	34
图表 66: 公司陶瓷膜产能、产量情况	34
图表 67: 公司陶瓷膜产品具备优良性能	35
图表 68: 公司下游产品及客户情况（部分）	35
图表 69: 全球锂资源产量占比（2022 年）	36
图表 70: 全球锂资源储量占比（2022 年）	36
图表 71: 我国目前拥有盐湖提锂产能约 13 万吨，规划建设 43 万吨以上产能	37
图表 72: 吸附法+膜法为目前国内盐湖提锂主流工艺	38
图表 73: 吸附法提锂工艺流程	38
图表 74: 钛系吸附剂吸附原理示意图	39
图表 75: 铝系吸附剂吸附原理示意图	39
图表 76: 公司盐湖提锂项目合同	39
图表 77: 公司板块收入拆分表（百万元）	41
图表 78: 可比估值分析（使用 Wind 一致预期）	42

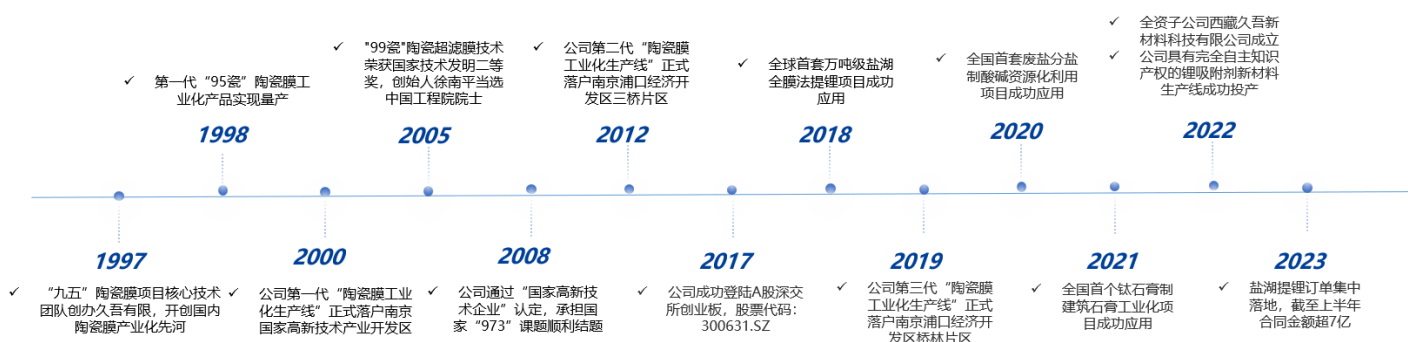
1. 陶瓷膜国产化破局者，持续探索高端应用领域

1.1. 公司是国内领先膜集成技术整体解决方案商

诞生于“九五”项目技术团队，公司是我国领先膜集成技术整体解决方案商。公司专注于陶瓷膜、有机膜、锂吸附剂等分离材料和分离技术的研发与应用，是国内具有自主知识产权的陶瓷膜龙头企业。陶瓷膜最早被欧美企业技术垄断，90 年代我国“九五”陶瓷膜技术重点科技攻关项目成功实现突破，徐南平、时钧院士及其他南京工业大学技术专家于 1997 年正式成立公司前身久吾有限公司，名称取自“九五”谐音。经过二十余载深耕，公司发展成为我国领先膜集成技术整体解决方案商，产品覆盖无机陶瓷膜/有机膜及下游组件、系统，承担国家“973”、“863”计划项目，是国内多项陶瓷膜标准制定者。

膜分离高端应用开拓者，实现多领域国内首套项目应用。1999-2022 年，公司先后实现含油废水、苏氨酸提取、抗生素提取、盐水精制、保健酒过滤、自来水处理、油田回注水处理、船舶尾气脱硝、工业尾气制乙醇、全膜法盐湖提锂、钛石膏综合利用、磷酸铁废水沉淀反应耦合等多项领域国内首套陶瓷膜项目应用。

图表 1：公司发展历程



资料来源：公司官网，公司公告，国盛证券研究所

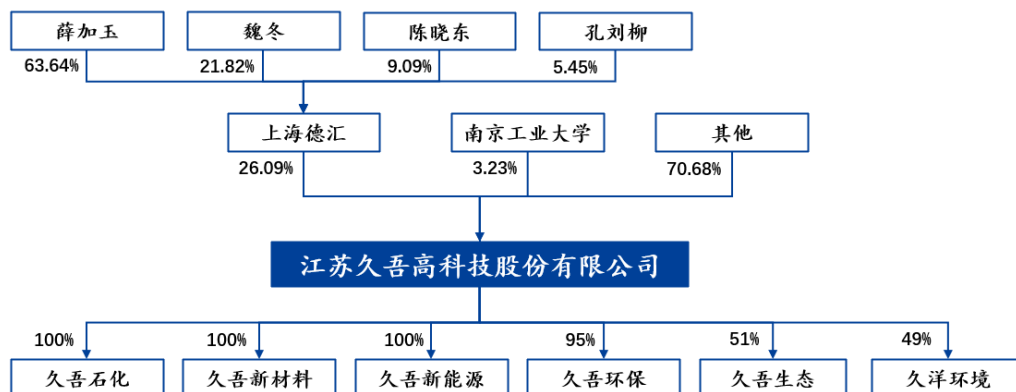
公司具备膜材料制备到组件及成套设备开发能力，掌握完整膜分离工艺技术：

- ✓ **膜材料制备技术：**公司拥有陶瓷膜产品制造的关键基础技术，陶瓷膜的单位膜面积、通量、稳定性、膜层孔径分布均一性等主要技术指标达到或接近了国际领先水平，同时公司已通过技术研发掌握了有机膜生产技术；
- ✓ **膜组件与成套设备开发技术：**在高性能陶瓷膜材料制备的基础上，公司已实现膜组件的大型化和构型多样化以及膜成套装备材质和选型的系列化，可针对不同物料体系、应用环境的特点提供高效膜分离成套设备；
- ✓ **膜分离工艺应用技术：**公司膜分离技术工艺已在生物与医药、发酵液提取、氯碱化工、石油化工、工业废水处理、酿酒等行业中得到成功应用。由于不同应用领域下的物料体系特点、分离需求、工况环境等均存在差异，公司针对不同应用环境，通过工艺设计、实验装置验证以及设备调试等掌握了相关已应用领域膜分离应用工艺技术，并不断开发针对新应用领域的膜分离应用工艺技术。

公司股权结构合理。上海德汇为公司控股股东，截至 2023Q3 持股比例 26.09%，南京工业大学持股 3.23%。薛加玉持有上海德汇 63.64%股权，为公司实际控制人。公司控

股子公司包括久吾石化、久吾新材料、久吾新能源、久吾环保、久吾生态环境、久洋环境，其中西藏久吾新材料主要承担提锂及吸附剂相关生产销售，久洋环境主要负责连云港徐圩新区的工业园区水处理业务。

图表 2: 公司股权结构图 (截至 2023Q3)

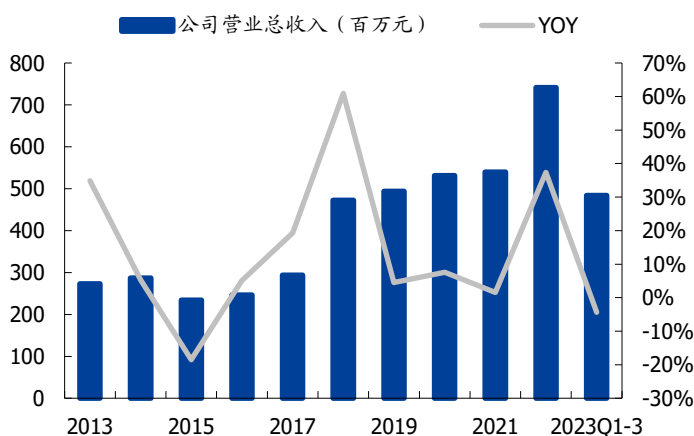


资料来源: wind, 国盛证券研究所

1.2. 业绩短期承压，订单兑现打开盈利成长空间

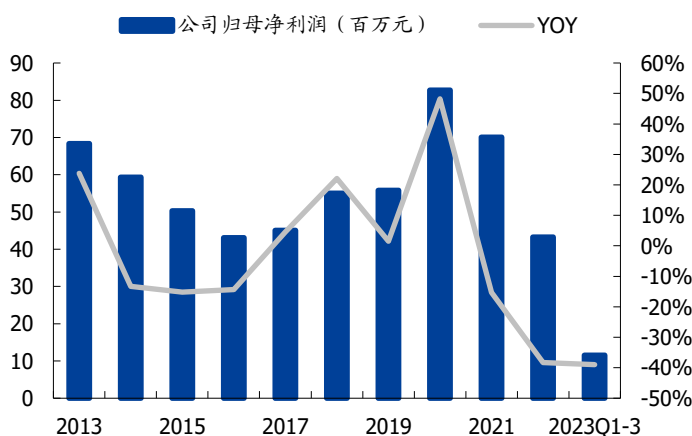
2022 年公司实现营收 7.41 亿元，同比增长 37.3%；实现归母净利润 0.43 亿元，同比下滑 38.3%。公司营收增长主要系盐湖提锂、磷酸铁清洁生产、钛白酸性废水资源化利用等项目需求增长拉动，净利润下滑主要系市场竞争加剧、原材料成本上升、工程施工成本上升、人力成本上涨，以及市政水处理、水环境治理类业务市场需求下滑影响。2023 年前三季度，公司实现营收 4.84 亿元，同比下滑 4.4%；实现归母净利润 0.12 亿元，同比下滑 39.0%，公司净利润下滑主要系账龄计提的信用减值损失增加较多以及传统水处理下游需求波动影响。

图表 3: 公司营业总收入 (百万元)



资料来源: wind, 国盛证券研究所

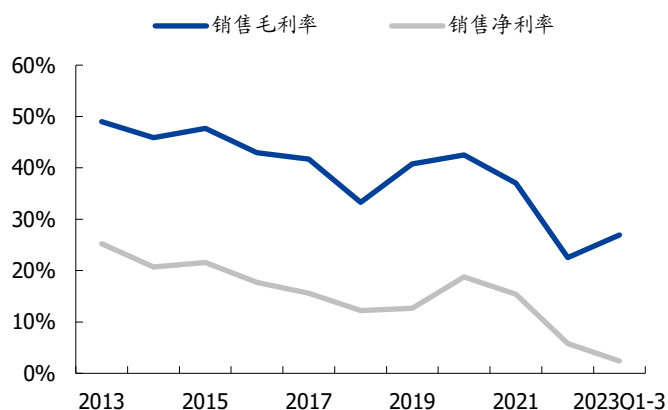
图表 4: 公司归母净利润 (百万元)



资料来源: wind, 国盛证券研究所

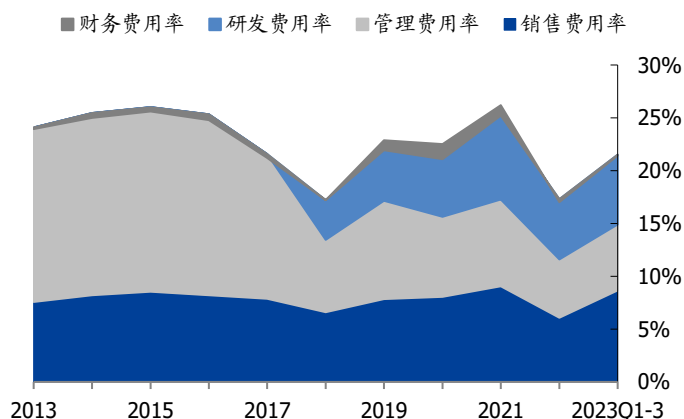
2023 年前三季度，公司毛利率、净利率分别为 26.95%、2.39%，净利率下滑主要系公司账龄计提的信用减值损失增加较多、研发投入提升所致。2023 年前三季度，公司销售费用率、管理费用率、研发费用率、财务费用率分别为 8.66%、6.25%、6.61%、-0.09%，其中公司研发投入 3195 万元，同比提升 21.11%，新兴领域产品布局持续加码。

图表 5: 公司毛利率、净利率



资料来源: wind, 国盛证券研究所

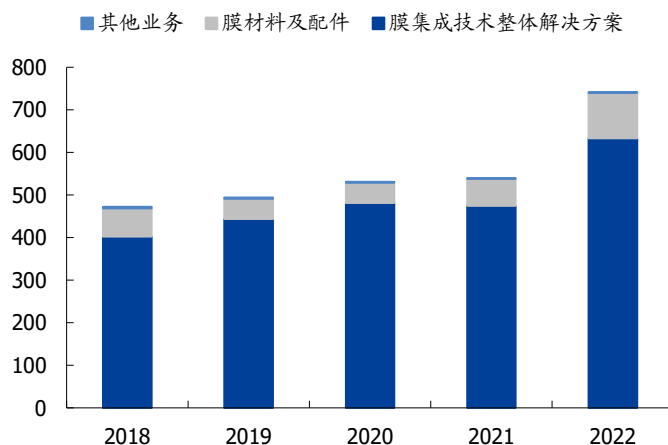
图表 6: 公司费用率



资料来源: wind, 国盛证券研究所

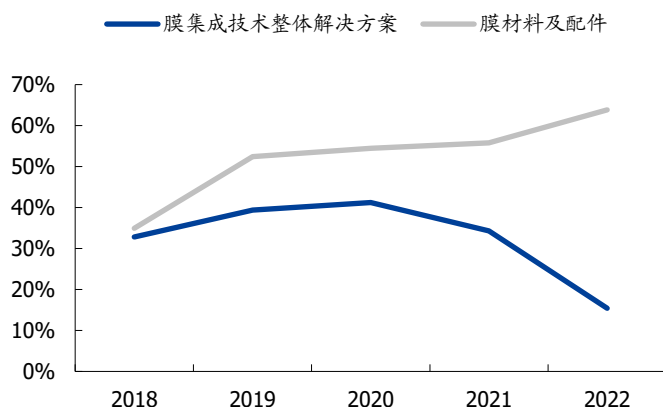
2022 年公司膜集成技术整体解决方案、膜材料及配件营收分别为 6.33、1.07 亿元，占比分别为 85.4%、14.4%，其中膜材料及配件业务增速较快，份额同比提升 2.83pct。从盈利能力来看，膜集成技术整体解决方案业务受宏观经济波动影响较大，利润率有所下滑，2022 年毛利率为 15.42%；膜材料及配件业务随着公司产品结构高端化转变，盈利能力持续提升，2022 年毛利率为 63.84%，同比提升 8.06pct。

图表 7: 公司各业务营收体量 (百万元)



资料来源: wind, 国盛证券研究所

图表 8: 公司各业务毛利率



资料来源: wind, 国盛证券研究所

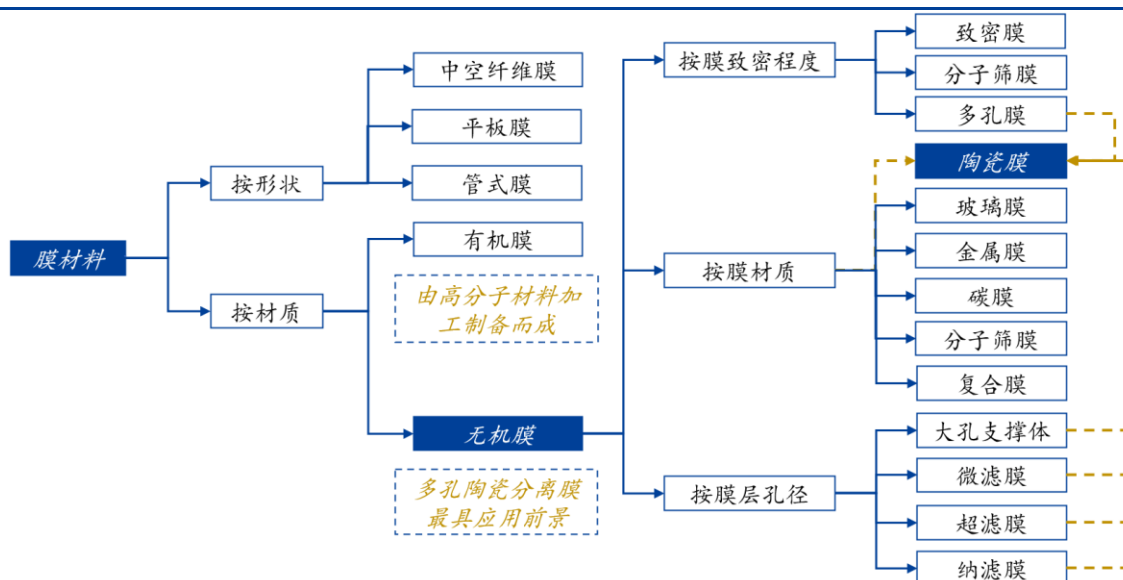
2. 无机陶瓷膜市场空间广阔

2.1. 陶瓷膜是我国膜产业重点发展品类

2.1.1. 高性能膜材料是国家重点发展战略新兴产业，2035 年国内产值达万亿级

膜材料广泛应用于液体、气体的选择性分离，无机膜材料具有性能优势。膜是具有选择性分离功能的材料，当膜两侧存在压力差、浓度差、电位差等推动力时，原料组分选择性地透过膜，实现不同液体或气体组分的分离、分级、浓缩与提纯。从材质上看，膜材料分为有机膜与无机膜，其中无机膜具有分离精度高、化学稳定性好、耐酸碱、耐高温、耐有机溶剂、机械强度高优异性能。无机膜在高温、溶剂反应体系等苛刻环境下的过程工业分离和强腐蚀性、高温、高盐、含油、高悬浮物等特种水处理领域体现了良好的适用性，成为膜材料中极具发展前景的重要品种，应用端也从传统水处理向半导体、食品、医药、新能源等高附加值下游不断延伸。

图表 9: 膜产业链及分类

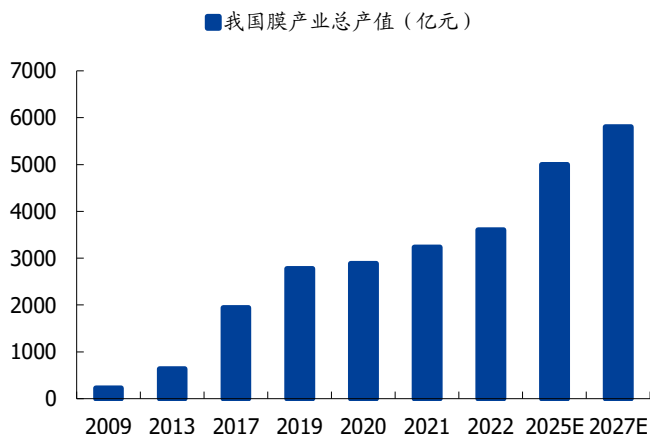


资料来源：中国粉体网，国盛证券研究所

中国膜技术研究始于上世纪六十年代初，21 世纪以来进入快速发展阶段：1) 上世纪 80 年代：研究起步阶段。我国在微滤膜技术、超滤膜技术、气体分离膜技术等领域开始探索性研究；2) 上世纪 90 年代：应用研究阶段。我国开展膜技术在电力、电子、石化、化工、医药等工业领域的应用研究，形成了一批成熟先进的应用技术，膜产业雏形基本形成；3) 21 世纪以来：快速发展阶段。国内研究范围基本与国外先进国家同步，反渗透、纳滤、超滤、微滤、MBR、陶瓷膜等高端膜材料陆续实现产业化。

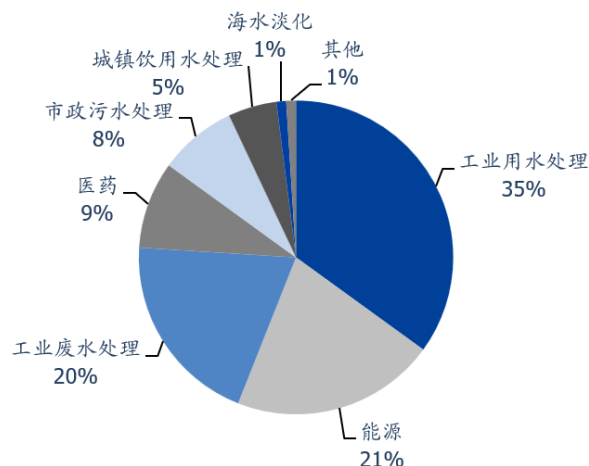
我国膜产业复合增速超 20%，高端应用领域渗透空间广阔。据中国膜工业协会数据，2009 年我国膜产业总值仅 227 亿元，2021 年增长至 3230 亿元，12 年复合增长率高达 24.77%，预计 2025 年、2027 年我国膜产业产值分别增长至 5000、5800 亿元。目前我国膜产业应用领域以传统工业水处理为主，其中工业用水/废水处理占比较高，分别为 35%、20%，能源、医药、市政污水处理、城镇饮水处理占比分别为 21%、9%、8%、5%。随着高端材料产业化技术的进步，我国膜产品在半导体、食品、医药、新能源等高附加值领域迎来黄金发展机遇。

图表 10: 我国膜产业总产值 (亿元)



资料来源: 华经产业研究院, 国盛证券研究所

图表 11: 我国膜产业市场分布 (截至 2020 年 6 月)



资料来源: 《中国膜产业发展状况与展望》(郑根江), 国盛证券研究所

高性能膜材料是国家重点发展战略新兴产业, 2035 年国内产值达万亿级。《中国制造 2025》中把膜产品作为关键材料的发展重点, 提出到 2025 年水处理膜材料的成本下降 20%以上, 特种分离膜和气体分离膜能耗下降 20%, 以分离膜材料为核心的分离装备成为石油化工、煤化工等行业的主要分离手段, 分离效率提高 30%。预计到 2035 年, 我国膜产业总值将达到 8000-10000 亿元。

图表 12: 我国膜产业市场前景预测 (部分)

市场领域	市场前景分析	2025 市场规模预测 (亿元)
海水淡化	预计“十四五”新增海水、苦咸水淡化 150 万吨, 每年 30 万吨。	15
工业纯水、超纯水	预计工业用纯水、超纯水新增产量 1000 万吨/日, 每年 200 万吨/日。	85
工业废水资源化	2020 年功能工业废水排放量降至 130 亿吨左右。预计“十四五”下降 30 个百分点, 则需零排放处理量 50 亿吨, 每年 10 亿吨, 每天 300 万吨。	200 ~ 250
城镇污水再生回用	2025 年全国城镇污水排放量 545 亿吨, 按再生利用率 10%计, 预计 2020 年, 城镇污水排放量约 500 亿吨。预计“十四五”期间再生利用率提高 20 个百分点, 每年污水再生回用量约 20 亿吨, 每天 300 万吨, 再生回用量将达到 1000 万吨/日。	350 ~ 450
城镇自来水提质改造	2017 年我国供水总量 594 亿吨, 并逐年增加, 很多自来水厂都面临着膜法提质改造, 预计达总供水量的 20%, 需总处理量 120 亿吨, 每年 25 亿吨, 每天 800 万吨, 如包括农村微污水处理, 预计每天处理总量达 1200 万吨以上。	400 ~ 500
医用膜	2019 年全球接受血液透析达 350 万人, 销售额 800 亿美元, 预计至 2025 年达 1000 亿美元。如透析率从目前的 14%达到 37%国际水平, 我国市场需求巨大。	600 ~ 700
新能源用膜	预计至 2025 年, 包括其它燃料电池隔膜的销售达 60 亿平方米, 全球光伏背板膜需求量约 8.4 亿平方米, 我国市场需求约 2.1 亿平方米。	150 ~ 180
特种分离市场	纳滤膜、扩散渗析膜等膜技术在医药、生物、化工等行业的物料浓缩、分离和纯化应用发展, 预计“十四五”期间的特种分离市场有较大突破。	100 ~ 120
家用净水器市场	家用净水器市场发展迅速, 年增长率在 10%以上。	600 ~ 700
气体分离膜	气体分离膜市场保持高速增长。	50 ~ 100
配套产品	膜配套产品市场保持高速增长。	800 ~ 1000
出口	预计 2025 年, 出口额占总产值的 15%左右。	500 ~ 600

资料来源: 《中国膜产业发展概况及市场分析》(郑思伟等), 国盛证券研究所

分离膜国内千亿级市场，孔径越小分离精度越高。分离膜是膜产业中重要组成部分，依托膜的选择性透过来实现料液不同组分的分离、纯化和浓缩，与传统分离技术相比具有耗能低、无二次污染、操作简单、分离效率高等优势。分离膜按孔径由大到小包括微滤（MF）、超滤（UF）、纳滤（NF）、反渗透（RO），分离膜孔径越小则分离精度越高，例如：微滤膜孔径 $>0.1\mu\text{m}$ ，在水处理领域只能过滤大体积的悬浮颗粒，而纳滤膜孔径 $<0.01\mu\text{m}$ ，在水处理中可用于分离小分子有机物。根据《现代化工》，2018 年我国分离膜产值约 2348 亿元，预计 2025 年分离膜市场规模达 3853 亿元。

图表 13：不同孔径分离膜在水处理中性能

分离膜类型	孔径范围	推动力	透过物	截留物	过滤效果及应用领域
微滤（MF）	$>0.1\mu\text{m}$	压力差	水、溶剂溶解物	悬浮物颗粒	截留 0.1 微米以上的颗粒，对悬浮固体、细菌、大分子量胶体等物质进行分离，可作为一般料液的澄清、保安过滤以及空气除菌等，主要应用于污水、废水处理以及工业特种分离领域。
超滤（UF）	$0.01-0.1\mu\text{m}$	压力差	水、溶剂小分子	胶体和超过截留分子量的分子	截留分子量在 1000-300000 范围内，能对细菌、胶体、悬浮固体、大分子有机物等进行分离，广泛应用于料液澄清、污水处理、海水淡化预处理等领域。
纳滤（NF）	$<0.01\mu\text{m}$	浓度差、压力差	水、一价离子、多价离子	有机物、多价离子	截留分子量在 150-1000 范围内，能对小分子有机物、二价离子等与水、无机盐进行分离，可实现水的软化、小分子有机物的浓缩。
反渗透（RO）	可达 $0.0001\mu\text{m}$	浓度差、压力差	水、溶剂	溶剂、溶质、溶解盐	反渗透技术已成为制备高纯水、海水淡化、制药、电子行业制备精纯溶液的重要方法之一。同时反渗透膜还可以去除水中的细菌、病毒和重金属等有害物质。

资料来源：《中国水处理膜产业分析》（吴湘），招股说明书，爱采购，国盛证券研究所

根据分离孔隙的不同，分离膜过滤应用范围不断拓展：

- ✓ 一般过滤— $1\mu\text{m}$ 以上孔径：可用于沙砾、煤粒、头发、花粉、面粉、酵母分离；
- ✓ 微滤— $>0.1\mu\text{m}$ 孔径：可用于颜料色素、细菌、脂肪球、油乳剂分离；
- ✓ 超滤— $>0.01\mu\text{m}$ 孔径：可用于碳黑、病毒、胶体硅、酪蛋白胶束、乳清蛋白分离；
- ✓ 纳滤— $>0.001\mu\text{m}$ 孔径：可用于热源、糖、合成染料、维生素分离；
- ✓ 反渗透— $>0.0001\mu\text{m}$ 孔径：可用于盐分、金属离子、蔗糖分离。

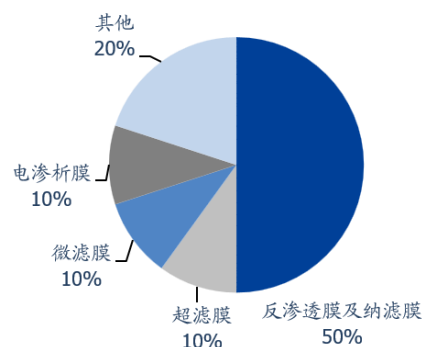
2021 年我国膜产品市场中反渗透及纳滤膜占比约 50%，超滤、微滤、电渗析膜占比分别为 10%。

图表 14: 不同孔径分离膜应用过滤范围

	μm	0.0001	0.001	0.01	0.1	1	10	100	1000
	A	1	10	100	1000	10^4	10^5	10^6	10^7
过滤对象		离子	合成染料	乳清蛋白	维生素	Azbestos	酵母	沙砾	
		盐	糖	病毒	碳黑	脂肪球	花粉	煤粒	
过滤方法		反渗透	纳滤	超滤	微滤	一般过滤			

资料来源: LIQTECH, 国盛证券研究所

图表 15: 中国分离膜市场结构 (2021 年)

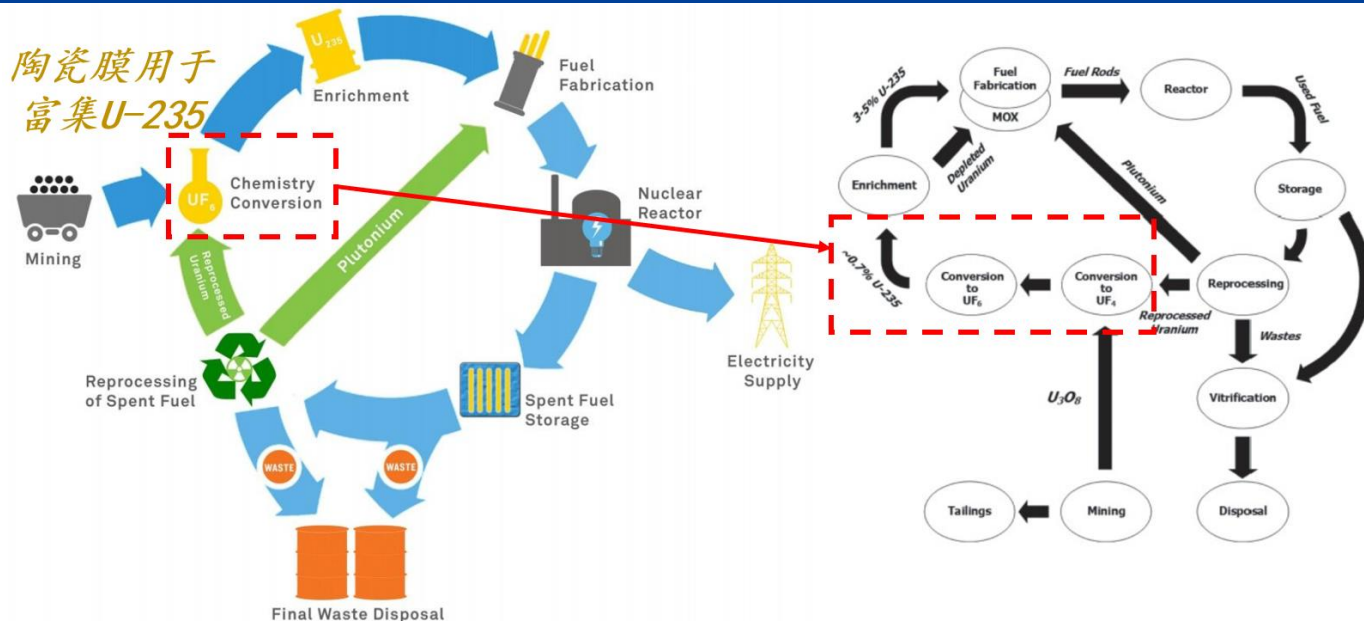


资料来源: 《中国膜产业发展概况及市场分析》(郑思伟等), 国盛证券研究所

2.1.2. 陶瓷膜性能优异, 军转民后应用领域持续拓展

陶瓷膜起步于上世纪 40 年代, 军转民后应用领域持续拓展。陶瓷膜是一种无机膜, 具有优异的分离精度以及耐化学性、热稳定性、机械强度。第二次世界大战期间, 为了实施曼哈顿原子弹计划, 欧美等国家采用气体扩散分离技术, 利用多孔陶瓷膜材料从天然铀矿中分离 UF_6 , 以用于制备核裂变原料 ^{235}U , 可将铀矿中的铀 235 富集到 3%。由于 UF_6 具有腐蚀性, 因此陶瓷材料过滤膜具备良好的适配性。美国橡树岭国家研究实验中心和法国原子能研究中心建造了微孔无机膜多级分离 ^{238}U 和 ^{235}U 的气体扩散工厂, 同时前苏联也建成类似工厂以满足核工业需要。80 年代欧洲国家联合在法国建立了大型气体扩散分离工厂, 可为 90 座 90 兆瓦核反应堆提供浓缩铀。自上世纪 80 年代以来, 美国、德国、法国、日本等发达国家陆续实现了陶瓷过滤膜的规模化生产, 在酸碱、溶剂、高温高压环境等领域取得了商业化应用, 解决了传统有机膜在以上领域应用不理想的问题, 同时应用端由传统军用不断转向水处理、能源、医药食品、半导体等民用领域。

图表 16: 陶瓷膜最早在核电领域用于富集铀-235

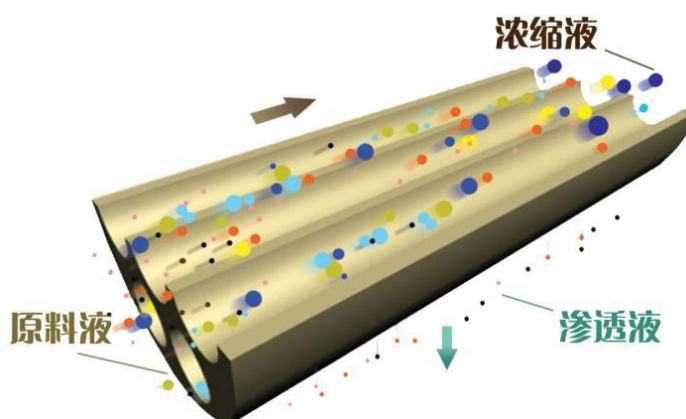


资料来源: SCIELO, Nuclear Industry Association, 国盛证券研究所

国内陶瓷膜起步较晚，90 年代由徐南平院士团队打破海外技术封锁。徐南平院士是中国陶瓷膜产业和材料化学工程学科的开拓者之一，先后担任国家 863 领域专家、国家 973 项目首席科学家、国家基金委重大项目负责人；获得国家技术发明二等奖 1 项、国家科技进步二等奖 2 项、国家科技进步三等奖 1 项和省部级科技奖励 20 项；出版著作 5 部，发表 SCI 论文 300 余篇；授权中国发明专利 150 余项，国际发明专利 10 项；兼任《Advanced Membranes》、《高校化学工程学报》、《化工学报》、《膜科学与技术》等学术期刊编委。徐院士团队从上世纪 80 年代就开展了低温烧结管式陶瓷膜的研究开发工作，于 90 年代实现自有技术国产化，并将研究成果转化培育了久吾高科等国内领先企业，目前产品及技术在水处理、氯碱、造纸、饮料、酿酒等多种特种分离领域广泛应用。

陶瓷膜管壁密布微孔，通过错流过滤实现良好分离效果。陶瓷膜是以氧化铝（ Al_2O_3 ）、氧化锆（ ZrO_2 ）、氧化钛（ TiO_2 ）等粉体原料经烧结工艺制备而成的膜。陶瓷膜管壁密布微孔，膜两侧的静压差作为过滤时的推动力，小分子物质（或液体）透过膜，大分子物质（或固体颗粒、液滴）被膜截留从而达到料液不同成分的分离、浓缩和纯化目的。陶瓷膜过滤机制包括错流过滤与死端过滤，其中错流过滤具有性能优势，公司产品主要以错流过滤为主：错流过滤：原料液流体以切线流过膜表面的方式高速循环流动，过滤液（或称渗透液）在压力作用下透过膜表面滤出，通过原料液的循环冲刷有效抑制了传统终端过滤方式中过滤介质易被阻塞的问题，保障分离过程的连续运行，提高了分离效率与分离精度，并有效降低了分离过程的能耗；死端过滤：在过滤浓度较高的料液时，容易使料液的大颗粒被截留在膜的表面形成膜污染，造成分离效率的快速下降，只适合处理固体含量非常低的液体。

图表 17：陶瓷膜错流过滤原理

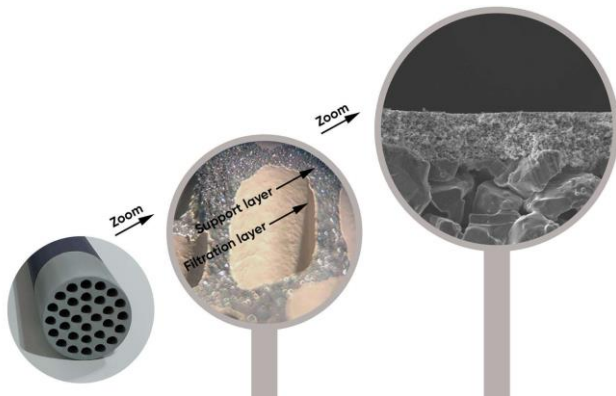


资料来源：招股说明书，国盛证券研究所

非对称陶瓷膜结构具有优异过滤效果，是目前主流技术路线。陶瓷膜按结构可分为对称和非对称型，其中非对称陶瓷膜具备更优异的过滤、渗透性能：对称陶瓷膜：一般为单层结构，使用的原料粒径相近，可直接应用于工业过滤、除尘、汽车尾气处理等；非对称陶瓷膜：一般为三层结构，包含支撑体层、过渡层、分离膜层，分离膜层要求具有良好的分离效率，非对称陶瓷膜具有过滤、渗透性能优势，是目前主流路线：

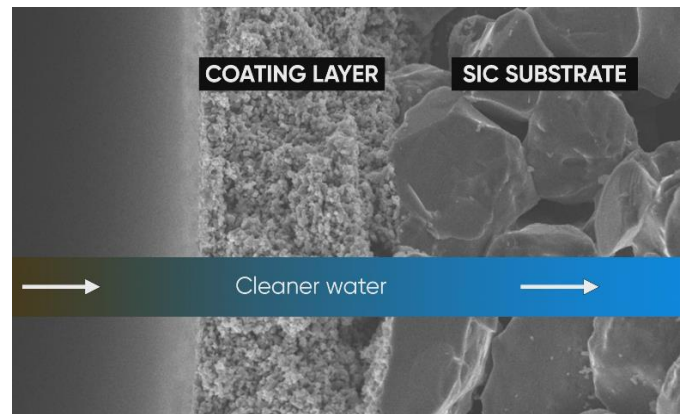
- ✓ **支撑体层**：支撑体层是构成陶瓷膜的主体结构，为膜层提供必要的机械强度，孔隙率较高、平均孔径较大，是陶瓷膜机械强度、化学稳定性等性能的主要决定因素，孔径一般为 1~20μm；
- ✓ **过渡层**：过渡层是膜层与支撑体层之间的一层过渡结构，其作用在于防止膜层内的陶瓷粉体渗入支撑体层，帮助膜层与支撑体层更好的结合，孔径一般为 1~5 μm；
- ✓ **分离膜层**：膜层是涂于过渡层表面经烧结而成的一层致密陶瓷薄膜，通过对膜层的孔径大小、孔径分布等进行调节，从而控制陶瓷膜的过滤范围、分离精度等功能指标，孔径一般为 0.8 nm~ 1μm。

图表 18: 非对称陶瓷膜结构分解 (SiC 膜为例)



资料来源: LIQTECH, 国盛证券研究所

图表 19: 陶瓷膜渗透示意图 (SiC 膜为例)



资料来源: LIQTECH, 国盛证券研究所

多通道管式膜具有膜层面积大、强度高等优点，是陶瓷膜主流应用构型。陶瓷膜按构型通常分为管式膜、板式膜、中空纤维膜，管式膜具有安装方便，易于物理和化学清洗等优势，其中多通道管式膜因其单位体积内的膜层面积大、机械强度高以及安装方便等优点，适合于大规模应用，而成为工业应用的主要品种。

图表 20: 不同陶瓷膜产品结构及特点

膜组件类型	优点	缺点	水处理适用范围	产品图
管式	安装方便，易于物理和化学清洗	装填密度小，压力损失大	中小型水厂，水源水质要求较低	
板式	操作灵活，组装简单，可靠性高，可通过增加层数增大处理量	成本高，装填密度小	实验室规模、小型水厂	
卷式	结构简单，造价低廉，装填密度较高，产水量大	不易清洗	中大型水厂	
中空纤维	装填密度高	不易清洗，更换困难，压力损失大	中大型水厂	

资料来源: 粉体网, 公司官网, 全球塑胶网, 国盛证券研究所

从材料构成来看，目前最主流的陶瓷膜成分包括氧化铝 (Al_2O_3)、氧化锆 (ZrO_2)、氧化钛 (TiO_2)、氧化硅 (SiO_2)。具体来看，氧化铝优势在于工艺简单，氧化钛优势在于耐化学性强，氧化锆优势在于易获得特定膜表面电荷，氧化硅优势在于成本较低。新型陶瓷膜材料包括碳化硅、石墨烯、粉煤灰等，其中碳化硅具有优异的强度、耐腐蚀、抗氧化性，在高温高压气体分离领域应用前景广阔；石墨烯具有优异的导热性能、力学性能，然而成本较高；粉煤灰在高温烧结后可形成化学稳定性高、热稳定性强的莫来石，

作为陶瓷膜材料成本优势显著。以久吾高科产品为例，目前 4-8nm 小孔径超滤膜主要采用 TiO_2 ，50nm 孔径超滤膜采用 ZrO_2 ，200-5000nm 孔径微滤膜采用 Al_2O_3 。

图表 21：不同膜材质对应陶瓷膜产品性能（以久吾高科产品为例）

陶瓷膜类型	常用膜孔径 (nm)	膜材质	纯水通量 ($\text{L}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)	截留分子量 (kDa)	跨膜压差 (bar)
小孔径超滤	4	TiO_2	≥ 100	10	3-10
	8	TiO_2	≥ 300	40	3-10
超滤	50	ZrO_2	≥ 600	300	1-5
微滤	200	Al_2O_3	≥ 800	-	≤ 3
	500	Al_2O_3	≥ 1000	-	≤ 3
	1200	Al_2O_3	≥ 1200	-	≤ 2
	1400	Al_2O_3	≥ 1500	-	≤ 2
	5000	Al_2O_3	≥ 3500	-	≤ 2

资料来源：公司官网，国盛证券研究所

对比传统过滤分离技术：陶瓷膜性能优异，易于运行维护：
1) 机械性能强：无机陶瓷膜机械强度高，可耐压 3Mpa 以上，在高压条件下不会变形，且耐高速冲刷、耐磨，便于反冲和清洗，长期运行产水水质稳定；
2) 化学稳定性高：陶瓷膜耐酸碱，耐强氧化剂，耐高温，耐有机溶剂，耐清洗，在 800℃ 以下的工作环境中可稳定使用，适用于高温、高粘度流体；
3) 亲水性高：陶瓷膜单只组件产水量大，有效降低投资和运行成本；
4) 过滤精度高：陶瓷膜可实现纳米级过滤，能有效去除水中颗粒物、胶体、微生物、微量有机物等污染物质；
5) 寿命长：陶瓷膜全生命周期内综合投资成本低；
6) 抗污性能强：无机陶瓷膜抗污染性能好，长期运行通量稳定，清洗频率低；
7) 过滤效率高：陶瓷膜采用大直径蜂窝状一体式设计，水力分布均匀，运行效率高；
8) 支撑层孔隙率高：过滤和反洗通量高，过滤、反洗效率高；
9) 运行成本低：陶瓷膜系统预处理要求低，降低系统总投资和运行成本；
10) 安装简易：标准模块化设计，降低系统管路投资成本；
11) 可用于食品级：陶瓷膜安全性能强，具有饮用水卫生安全产品卫生许可批件。

图表 22：陶瓷膜相比传统过滤分离技术优势

应用领域	陶瓷膜相比传统过滤分离技术优势	
医药提取	1) 分离精度高，滤液质量好，通量高且稳定； 2) 产品收率高，废水量小。	3) 无需添加助剂，浓缩物（菌丝体、蛋白）可回收； 4) 可保证发酵菌体细胞 95% 以上的完整和活性。
化工废水	1) 流程简短，加入两碱反应后可直接过滤； 2) 采用错流过滤技术，适用钙镁比例挂的原盐； 3) 膜材料寿命长，过滤精度高。	4) 降低电解电耗，延长离子膜寿命； 5) 无需絮凝剂，避免管道设备腐蚀和离子膜污染； 6) 节省投资和占地，易于扩建和改造。
生物提取	1) 降低基础建设和生产线投资费用； 2) 减少工序，缩短生产周期； 3) 节省溶媒，降低原料成本和治污成本。	4) 有效成分降解和流失少，色素不增加； 5) 能同时去除悬浮颗粒、菌体、鞣质、淀粉、胶体、蛋白、部分色素等大分子，澄清度高。
含油废水	1) 占地面积小，工艺流程短； 2) 陶瓷膜除油效果好，膜容易再生。	3) 陶瓷膜寿命长，维护成本低。
印染废水	1) 退浆废水回用于生产过程，出水浊度低于 0.5NTU，水回收率高于 95%； 2) 碱、精炼剂和螯合分散剂均得到回用。	3) 陶瓷膜设备运行稳定，污染易于清洗； 4) 难降解的浆料等成分不进入生化系统； 5) PLC 全自动控制，减轻人工成本支出。
油田回注水	1) 油截留率高，耐污染，长时间维持高通量； 2) 出水水质满足回注水 A1 标准； 3) 工艺相容性强，易与相关技术集成。	4) 耐酸碱及氧化性物质，耐微生物侵蚀； 5) 占地空间小，组装方便，易操作维护； 6) PLC 全自动控制，劳动强度低。

资料来源：招股说明书，国盛证券研究所

对比有机膜：陶瓷膜具备核心竞争优势，未来有望持续替代。分离膜材料主要包括有机膜与无机膜，其中有机膜中常用的材料包括聚丙烯、聚四氟乙烯、聚偏二氟乙烯等。有机膜开发应用较早，且孔径更细、过滤精度更高，成本相对较低，目前渗透率远高于无机陶瓷膜。然而我们认为，未来趋势下陶瓷膜将持续替代传统有机膜，主要原因包括：

- ✓ **高分子膜易腐蚀，膜材料更换成本占比高达 61%：**在严苛的环境中，高分子膜材料表面易被料液腐蚀污染、被冲击易发生形变，因此造成分离性能降低、需要频繁更换等问题。根据 SPRINGER 杂志 2023 年研究，膜材料替换费用占有机膜运行成本高达 61%。而陶瓷膜克服了有机膜在耐高温、耐酸碱、耐有机溶剂、机械强度等方面的不足，适用于各种苛刻环境或复杂条件下的膜分离应用；
- ✓ **陶瓷膜结构更优，运行中清洗便利、流量衰减慢：**无机陶瓷膜组件一般是由多根或者多片单通道或者多通道单件膜组合而成，与有机高分子膜相比不易引起膜堵塞，因此陶瓷膜在提纯或浓缩时可以获得较高的浓度比例。陶瓷膜流量衰减速度慢，同时清洗简单且效率高、成本低，膜组件内积存物较少；
- ✓ **适用于北方低温环境：**有机膜在低温下通量会显著降低，温度每降低 1 摄氏度，通量会降低 2/100。而陶瓷膜具有优异的耐高低温性，在北方地区极具渗透前景。

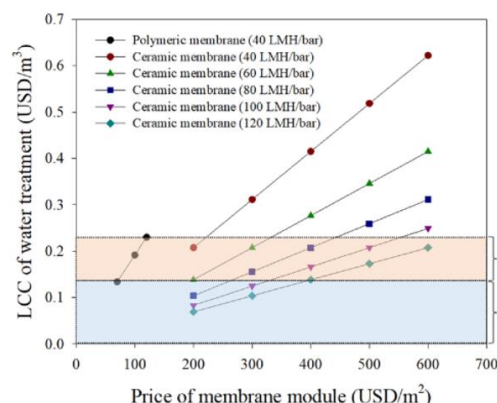
降本叠加先进技术研发，陶瓷膜核心制约因素持续解除。成本、工艺壁垒是目前限制陶瓷膜大规模渗透的核心因素，**成本上来看：**根据 SPRINGER 研究，40 LHM/bar 的有机膜组件价格约 100 美元/平米，而 40-120 LHM/bar 的陶瓷膜组件价格超 200 美元/平米。陶瓷膜组件价格虽高于有机膜，但后期运行过程膜清洗、替换等费用较低，同时目前国内各大陶瓷膜厂商持续推进降本，陶瓷膜综合性价比有望持续提升；**工艺上来看：**陶瓷本身脆性大且制备工艺相较高分子膜较难，同时其结构孔径也难以控制，目前国内南京工业大学、久吾高科等院校、厂商已实现较为成熟的设计、生产能力，陶瓷膜工艺及技术壁垒持续弱化。

图表 23：有机膜、陶瓷膜建设及运行成本拆分

膜成本拆分						
建设成本						
成本明细	膜组件	人工	设备及调控	建设费用	电费	其他
陶瓷膜	24%	30%	17%	9%	7%	13%
有机膜	13%	28%	16%	17%	8%	18%
运行成本						
成本明细	电费	化学品	维护费用	膜替换费用		
陶瓷膜	42%	25%	33%			
有机膜	18%	6%	15%	61%		

资料来源：SPRINGER，国盛证券研究所

图表 24：有机膜、陶瓷膜成本/价格曲线

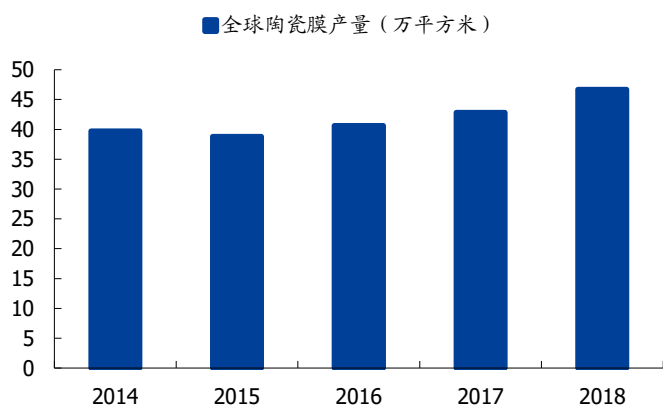


资料来源：SPRINGER，国盛证券研究所

五年百亿美元市场，国产化+高端化渗透空间广阔。2018 年全球陶瓷膜产量约 46.7 万平方米，随着新兴高附加值领域需求拉动，陶瓷膜市场规模快速提升，根据 Mordor Intelligence，2023 年全球陶瓷膜市场规模约 68.3 亿美元，预计 2028 年增长至 104.6 亿美元，复合增速约 9%：

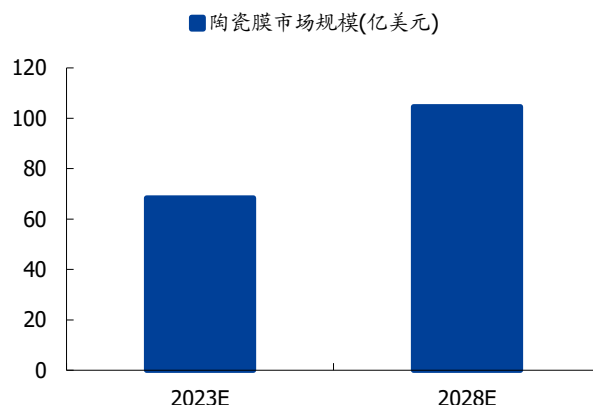
- ✓ **从产品应用领域来看：**目前陶瓷膜应用领域以中低端水处理为主，2016-2020 年水处理占陶瓷膜安装量比例约 58%，生物发酵、化工、食品饮料占比分别为 21%、16%、5%，未来半导体、医药食品、新能源等高端化应用有望加速渗透。

图表 25: 全球陶瓷膜产量 (万平方米)



资料来源: 华经产业研究院, 国盛证券研究所

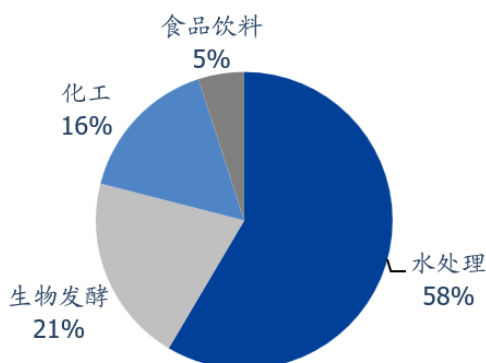
图表 26: 陶瓷膜市场规模预测 (亿美元)



资料来源: Mordor Intelligence, 国盛证券研究所

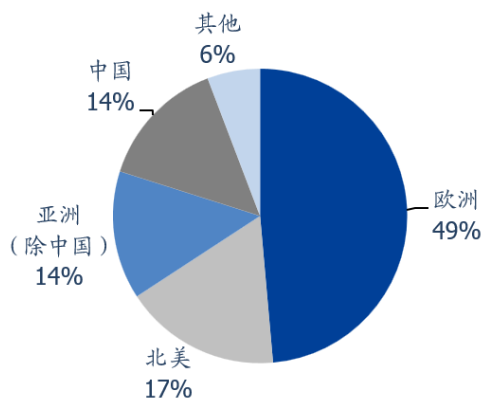
- ✓ 从供给结构来看: 根据 QYResearch, 2016 年中国陶瓷膜产量仅占全球 14%, 欧洲、北美等发达国家地区占据产能主导, 份额分别为 49%、17%, 陶瓷膜国产化空间广阔。

图表 27: 2016-2020 年陶瓷膜安装领域分布 (预计值)



资料来源: 粉体网, 国盛证券研究所

图表 28: 全球陶瓷膜产量份额分布 (2016 年)



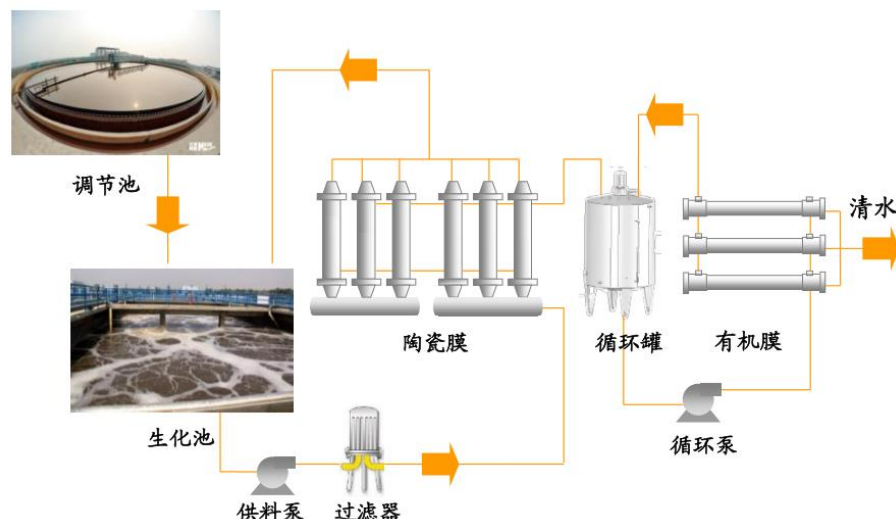
资料来源: QYResearch, 国盛证券研究所

2.2. 水处理“万金油”，海水淡化国内外需求共振

2.2.1. 废水处理：工业+市政

膜法水处理方案具备技术先进性，广泛应用于工业污水处理、工业污水回用、生活污水深度处理、纯水超纯水制备、海水淡化等领域。自上世纪九十年代开始，膜分离技术因为其具有选择性高、分离效率好、节能、环保等优点，已被广泛应用于水处理领域。早在 20 世纪 90 年代，美国和日本陶瓷公司已经开发出低成本的无机陶瓷膜生产线，在各个工厂进行了初步的废水处理推广，我国陶瓷膜水处理市场也在持续增长。

图表 29: 膜法水处理工艺



资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

陶瓷膜在废水处理中主要应用于工业废水、生活废水（市政废水）。陶瓷膜处理废水主要包括生活废水和工业废水两类，工业废水对于环境的污染尤为严重，主要包括了纺织印染废水、造纸废水、含油废水、放射性废水等，其在工业生产过程中排放量大、成分复杂、污染程度恶劣。利用陶瓷膜的小孔径优势可除去这些工业废水中的染色剂、大分子污染物、小分子有机物、重金属污染物等，对烃类、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等成分去除率高于 90%。

图表 30: 陶瓷膜水处理工艺及过滤效果

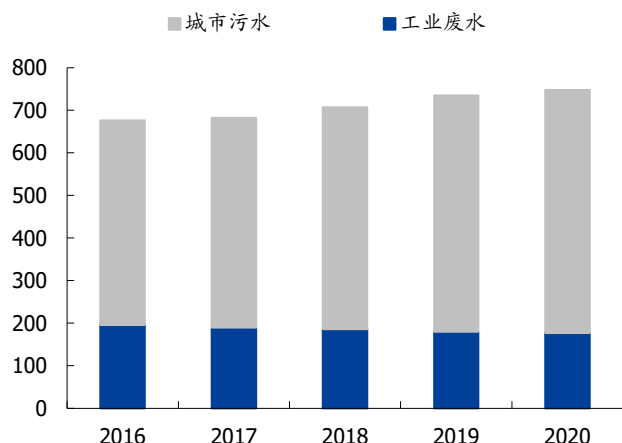
污水种类	处理工艺	去除率
污水厂出水	臭氧氧化-陶瓷膜过滤	UV ₂₄₅ 63%、色度 97%
工业园污水	纳米陶瓷膜 MBR	COD _{Cr} 92%、氨氮 93.9%、TP 78.1%
污水厂出水	电氧化耦合陶瓷膜处理	COD _{Cr} 64.1%、总磷 37.7%
医院污水	电氧化耦合陶瓷膜处理	悬浮物 99.94%、TP 57.6%、抗生素 98.1%

资料来源: 《陶瓷膜水处理技术应用与膜污染缓解研究进展》（黄晓帆等），国盛证券研究所

水处理膜材料千亿级市场，国产化率有望持续提升。据《中国水处理膜产业分析》（吴湘），2020 年全球水处理膜材料市场规模达 297 亿美元，其中中国市场规模 85 亿美元，约占全球的 28.53%。预计 2027 年全球水处理膜市场规模将增长至 390 亿美元，国内市场增长至 128 亿美元，全球占比提升至 32.78%。从广义水处理膜工业的总产值角度来看，2019 年底我国水处理膜工业总产值高达 1641 亿元，已形成千亿级别的庞大市场。

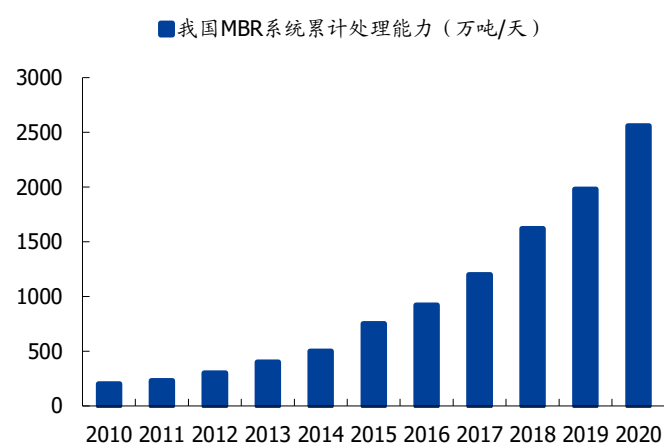
- ✓ 排放端来看——基本盘稳定增长: 2020 年中国工业废水排放量约 177 万立方米，城市污水排放量约 571 万立方米，合计排放量呈现复合增速 2.6% 的小幅增长趋势；
- ✓ 处理端来看——处理能力快速提升: 我国污水处理能力近 10 年来持续快速增长，2020 年我国 MBR 系统（膜生物反应器，即一种膜分离与生化技术结合的新型污水处理技术，久吾高科亦有相关产品）累计处理能力由 2010 年的 200 万吨/天大幅提升至 2020 年的 2560 万吨/天，目前投入运行或在建的 MBR 系统已达 200 多个。

图表 31: 我国城市污水、工业废水排放量 (亿立方米/吨)



资料来源: 观研报告网, 观知海内信息网, 国盛证券研究所

图表 32: 我国 MBR 系统累计处理能力 (万吨/天)

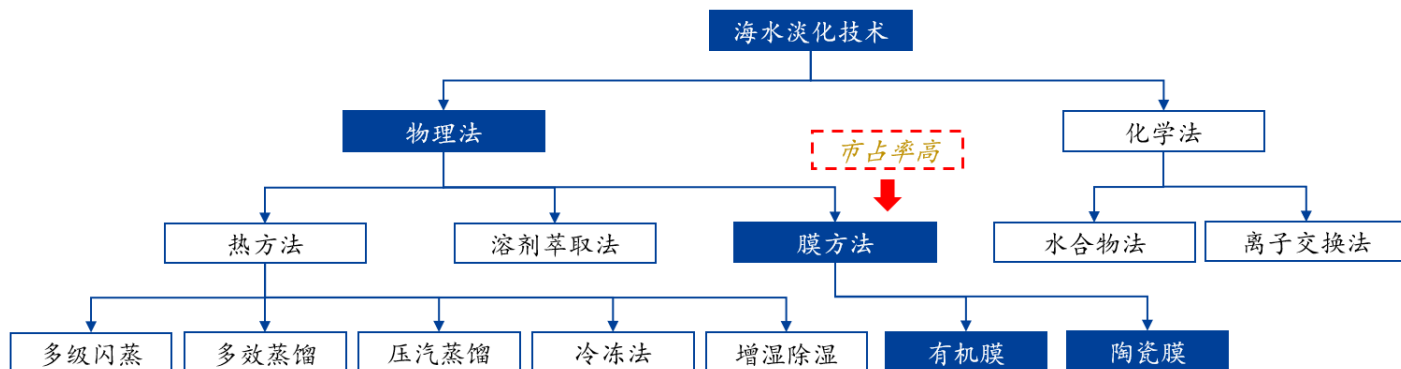


资料来源: 易普咨询, 国盛证券研究所

2.2.2. 海水淡化: “一带一路”背景下国内外需求共振

海水淡化技术路线以膜法为主。海水淡化也称海水化淡、海水脱盐, 是指将海水中多余的盐分和矿物质去除得到淡水的工序, 使海水可以达到使用标准的生产活动。海水淡化技术路线包括物理法与化学法, 其中物理法包括热法、萃取法、膜法, 化学法包括水合物法、离子交换法。其中膜法具有能耗低、流程简易等优点, 是我国最主流的海水淡化路线, 主要采用反渗透 (RO), 材质上有有机膜为主, 陶瓷膜作为新兴方案可用于海水淡化预处理环节, 替代反渗透膜及砂滤婚戒。多级闪蒸能源成本较高, 主要为中东等低能源成本地区采用。

图表 33: 海水淡化主流技术路线



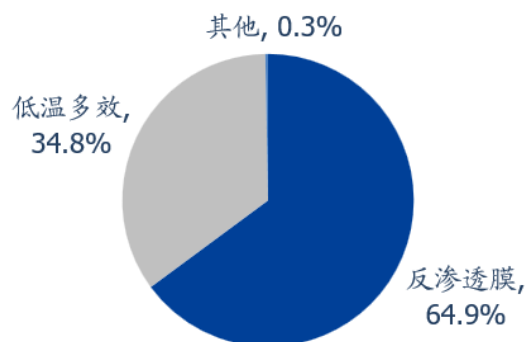
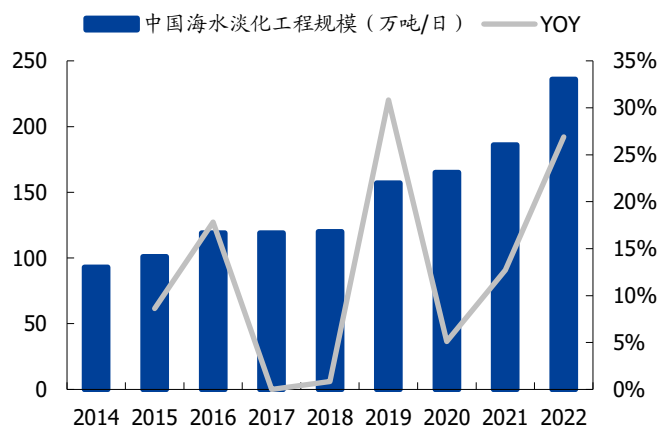
资料来源: 《一种新型陶瓷膜改性方法研究及水处理的应用》(钱若婵), 国盛证券研究所

全球海水淡化市场超亿立方米/日, 我国仍处于起步阶段。全球来看: 根据 GWI (Global Water Intelligence) 统计数据, 截至 2022 年 10 月全球海水淡化工程规模每日可生产淡水 10795 万立方米, 海水淡化厂数量达 22757 家; 国内来看: 2022 年我国存量海水淡化工程 150 个, 工程规模 235.7 万吨/日, 占全球海水淡化规模仅 2%。其中万吨级及以上海水淡化工程 50 个, 工程规模 214.5 万吨/日; 千吨级及以上、万吨级以下海水淡化工程 52 个, 工程规模 19.8 万吨/日; 千吨级以下海水淡化工程 48 个, 工程规模 1.3 万吨/日。根据国家发展改革委联合自然资源部印发《海水淡化利用发展行动计划 (2021-2025 年)》, 2025 年全国海水淡化总规模计划达到 290 万吨/日以上, 新增海水淡化规模 125 万吨/日以上。同时海水淡化关键核心技术装备自主可控, 产业链供应链现

代化水平进一步提高。工艺路线看：2022 年我国海水淡化工程中反渗透膜、低温多效路线占主导地位，份额分别为 64.9%、34.8%。

图表 34：中国海水淡化工程规模（万吨/日）

图表 35：2022 年我国海水淡化工程技术结构

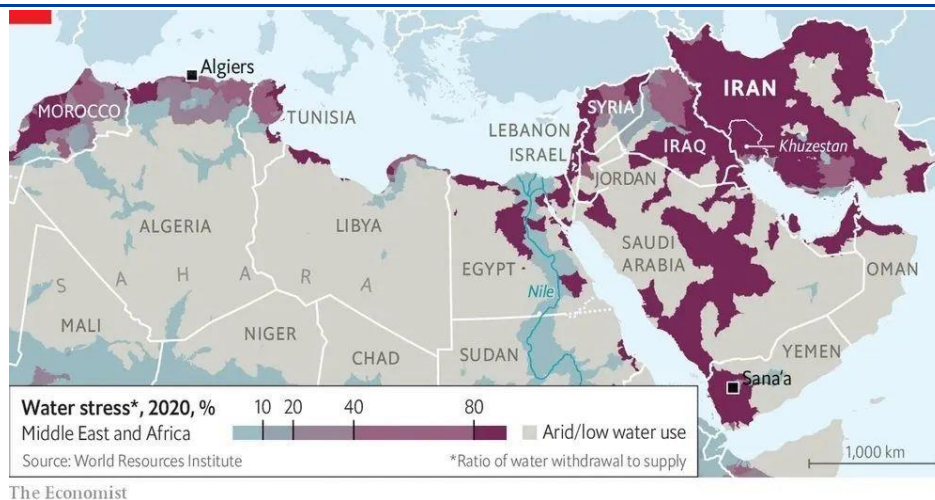


资料来源：前瞻产业研究院，中国膜工业协会，国盛证券研究所

资料来源：中国膜工业协会，国盛证券研究所

中东地区水资源高度短缺，海水淡化依赖度高。中东是全球重点水资源短缺地区，淡水地表水和可再生地下水等常规水资源极其有限，超过 60% 人口生活在高水资源压力（stress hydrique）地区。受资源分布影响，中东地区淡水资源对海水淡化路线依赖较大，其中阿联酋、科威特、阿曼、沙特阿拉伯国内饮用水来自海水淡化的比例分别为 42%、90%、86%、70%。

图表 36：中东和北非地区水资源压力情况（2020 年）

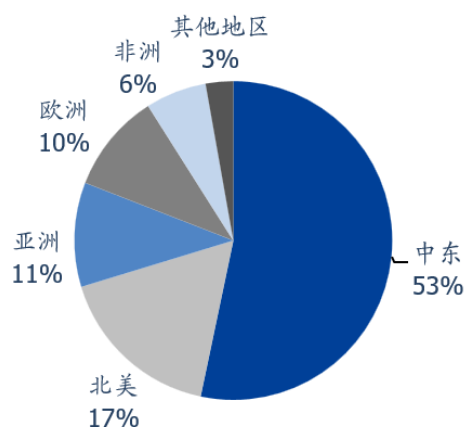


资料来源：essra, Economist, 国盛证券研究所

中东占全球海水淡化 53% 市场份额，膜法路线持续替代传统热法。根据 Statista，2022 年中东占全球海水淡化市场约 53%。据 utilities 数据，仅沙特阿拉伯的海水淡化能力就达到每天 900 万立方米，预计 2026 年沙特阿拉伯和阿联酋的反渗透海水淡化项目装机容量将增长 700 万立方米/日。中东的海水淡化厂很大程度上受益于基于化石燃料的能源结构，可以实现廉价的海水淡化。从技术路线上来看，中东地区过去主要以多级闪蒸为主，该方法属于热法，对于能源消耗较大。由于中东地区能源成本较低，因此应用普遍。2005 年至 2020 年期间，沙特阿拉伯海水淡化用电量增加了三倍，2020 年达到该国总用电量的约 6%，即 17TWh。热法海水淡化单位立方米耗能约 5kWh，而膜法耗能仅为

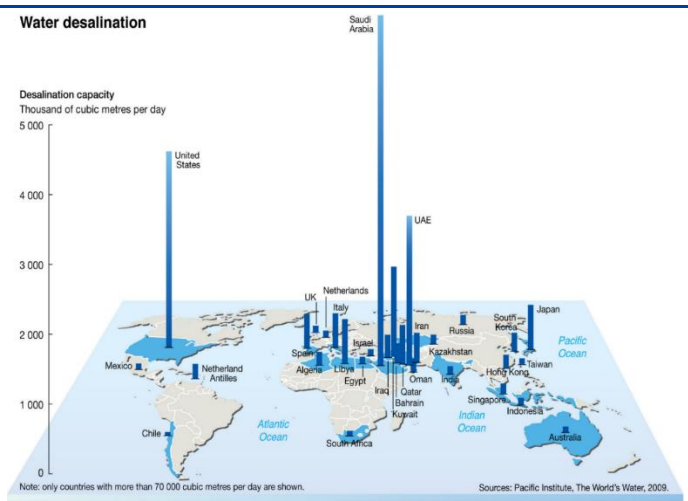
2.5-3kWh，能源成本大幅削减。在海水淡化规模不断提升的趋势下，传统热法工艺占比持续下降，以反渗透为主的膜法将为新增产能的主要技术选择。

图表 37: 2022 年全球海水淡化份额占比



资料来源: Statista, 国盛证券研究所

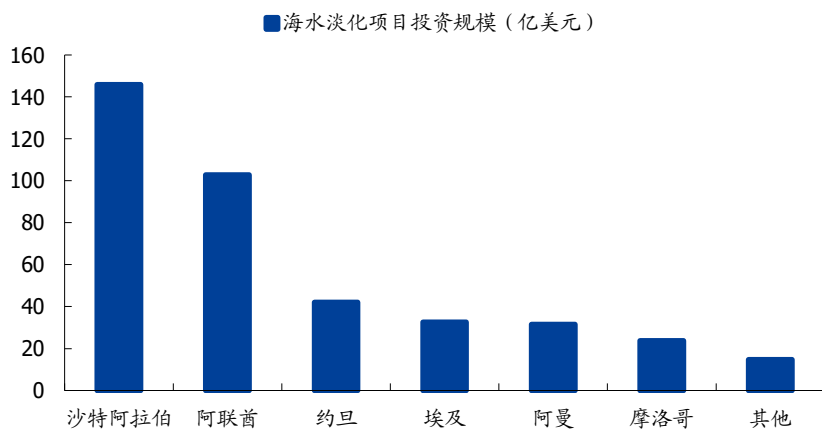
图表 38: 全球海水淡化项目分布 (2009 年)



资料来源: watermanaustralia, 国盛证券研究所

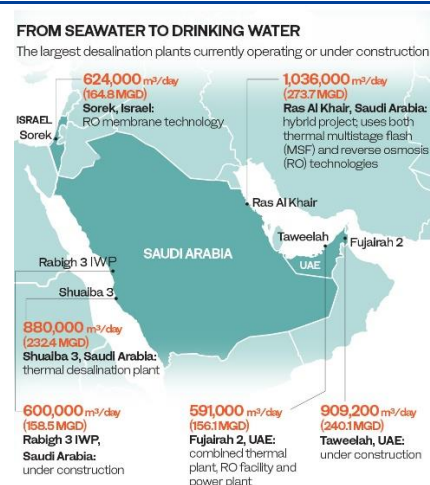
投资总额近 400 亿美元，中东海水淡化项目有望迎来高速扩张期。据中国水业统计，阿联酋各地区在运行海水淡化装置规模合计达 2225.5 百万加仑/日。根据 2023 年第四次中东和北非海水淡化项目报告统计，中东地区目前计划或已在进行的海水淡化项目支出总计高达 393 亿美元，其中沙特、阿联酋、约旦支出总额最高，分别为 145.8、102.8、42.0 亿美元。预计未来中东海水淡化市场将迎来快速增长，从而拉动上游膜材料需求。

图表 39: 2023 年中东各国海水淡化投资规模 (亿美元)



资料来源: Statista, 国盛证券研究所

图表 40: 中东地区海水淡化项目分布



资料来源: arabnews, 国盛证券研究所

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/988140045110006024>