

电力设备与新能源

氢能深度系列五——膜电极篇：核心材料国产化，助推氢能车商业化

投资建议： 强于大市(维持评级)

上次建议： 强于大市

投资要点：

膜电极——氢燃料电池技术与成本中枢

膜电极是氢燃料电池的最核心部件，是多项物质传输和电化学反应唯一场所，决定着电堆性能、寿命和成本的上限，高性能、长寿命、低成本的膜电极对于加速氢燃料电池商业化进程具有重要的意义。目前膜电极占据电堆成本的70%左右，其成本主要由质子交换膜、催化剂和气体扩散层构成。

“以奖代补”加速氢燃料电池车产业化，膜电极有望迎来需求增长

随着“以奖代补”、氢能城市示范圈、氢能发展中长期规划等重磅政策陆续推出，氢燃料电池已具备商业化落地基础，膜电极产业有望迎来需求的快速增长，据我们保守测算，到2025年及2030年，国内氢燃料电池车产销规模将分别达到2万辆及10万辆，对应膜电极需求分别为24万、150万平米，市场规模分别为23.4亿元、57.2亿元。

膜电极核心材料国产化加速进行，成本进入下行通道

当前国内氢燃料电池系统产业链几大核心环节中，电堆集成、辅助系统、膜电组件已实现国产批量化生产，且性能达到国际水平，而膜电极核心材料基本依赖于进口，其国产化进程直接影响氢燃料电池产业降本节奏，我们认为未来3-5年膜电极核心材料（质子膜、催化剂、扩散层）有能力实现完全国产化，推动氢燃料电池快速降本：

- 1) 质子膜：**国产质子膜正开始从试样检测向小批量商用阶段过渡，其中东岳未来氢能、苏州科润进展较快，具备批量供应能力；
- 2) 催化剂：**国内参与者众多，解决规模化供应产品一致性、寿命是关键，国内济平新能源、氢电中科等进展较快，产品覆盖已国内多数电堆企业；
- 3) 扩散层：**参与企业相对较少，目前通用氢能已打通碳纸工艺，并建成国内首条卷对卷连续化生产线。

投资建议

“以奖代补”等重磅政策陆续推出后，氢燃料电池已具备商业化落地基础，成本占比最高的膜电极有望迎来需求高速增长：

- 1) 关注具备一体化先发优势的膜电组件企业。**建议关注：美锦能源（参股鸿基创能）、亿华通（参股亿氢科技）、威孚高科。
- 2) 关注具备设计&制备能力，打通核心工艺的膜电极原材料企业。**质子膜建议关注：东岳未来氢能、苏州科润、泛亚微透；催化剂建议关注：济平新能源、中自科技、康普顿（参股创启新能）；扩散层建议关注：华电重工（控股通用氢能）。

风险提示

- 1) 政策不及预期；2) 技术突破不及预期；3) 基础设备配套不及预期；4) 行业空间测算偏差风险

简称	EPS			PE			3年CAGR	评级
	2022E	2023E	2024E	2022E	2023E	2024E		
亿华通-U	-1.46	-0.80	0.23	-	-	380	-	增持
威孚高科	2.01	2.41	2.57	8.8	7.3	6.9	0%	增持

数据来源：公司公告，iFinD，国联证券研究所预测，股价取2022年11月3日收盘价

注：亿华通2022年-2023年测算净利润为负值，暂不给予PE

相对大盘走势



分析师：贺朝晖

执业证书编号：S0590521100002

邮箱：hezhang@glsc.com.cn

分析师：吴程浩

执业证书编号：S0590518070002

邮箱：wuchenghao@glsc.com.cn

相关报告

- 1、《小鹏 G9 正式交付，光伏玻璃价格触底回升 电力设备与新能源》2022.10.30
- 2、《硅料价格迎来拐点，下游及辅材有望持续受益 电力设备与新能源》2022.10.29
- 3、《潮州规划 43GW 海风，亿纬锂能储能新品亮相 电力设备与新能源》2022.10.23

投资聚焦

本文从燃料电池堆成本及技术中枢的膜电极环节着手，通过解析膜电极及三大核心原材料工艺技术难点和国产化进展，判断氢燃料电池产业链商业化进程。

研究背景

“以奖代补”政策已正式落地执行，氢燃料电池汽车产业化有望得到加速，当前国内氢燃料电池系统产业链几大核心环节中，电堆集成、辅助系统、膜电极组件已完成国产规模化生产，且性能达到国际水平，而膜电极作为成本中心，三大核心原材料仍依赖于进口，其国产化进程直接影响氢燃料电池产业降本及商业化节奏，因此，研究膜电极核心材料国产化痛点及推动进程有助判断燃料电池汽车商业化拐点。

创新之处

本文深度解析了膜电极及材料工艺技术难点及创新方向，对各环节市场规模做出了预测，并对各环节相关的核心标的进行了统计梳理。

核心结论

(1) 重磅政策陆续推出后，氢燃料电池已具备商业化落地基础，各大环节需求将迎来高速增长。随着“以奖代补”、氢能城市示范圈、氢能发展中长期规划等重磅政策陆续推出，氢燃料电池产业链已具备产业化基础，进入放量、降本、技术进步的正向循环，将推动燃料电池堆，及上游膜电极、核心材料有望迎来需求高速增长。

(2) 膜电极组件已实现国产批量化生产，先发企业优势显著。当前膜电极组件已实现国产批量化生产，产品性能满足商业化需求，考虑到氢燃料电池仍处在导入阶段，下游新兴企业需求呈现多样化特点。先发布局企业 know-how 积累丰富，面对“定制化”需求响应速度和产品质量都更有保证。建议关注：美锦能源（参股鸿基创能）、亿华通（参股亿氢科技）、威孚高科。

(3) 膜电极核心材料具备高技术工艺壁垒，可享受高估值溢价。由于膜电极三大核心材料工艺技术复杂，稳定性、寿命、一致性等方面与进口产品仍存在差距，其国产化进程直接影响氢燃料电池产业规模降本节奏，我们认为未来 3-5 年膜电极核心材料有能力实现完全国产化，推动氢燃料电池快速降本，同时这些企业可享受高技术壁垒下的估值溢价。质子膜建议关注：东岳未来氢能、苏州科润、泛亚微透；催化剂建议关注：济平新能源、中自科技、康普顿（参股创启新能）；扩散层建议关注：华电重工（控股通用氢能）。

正文目录

1 膜电极：氢燃料电池技术与成本中枢	5
1.1 膜电极占氢燃料电池成本的 60%	5
1.2 技术特征：电化学反应唯一场所，设计制造技术壁垒高	6
1.3 市场规模：氢能车加速推进，2030 年国内膜电极规模有望达 57 亿元.....	8
1.4 竞争格局：国产膜电极加速扩张，性能与国际先进水平接近.....	10
2 核心材料国产化加速推进，成本将进入下行通道	12
2.1 膜电极原材料现靠进口，规模降本依赖国产化	12
2.2 质子膜：提升国产膜寿命及传质效率是关键	13
2.3 催化剂：低铂、高活性、长寿命、一致性是长期研究方向	17
2.4 扩散层：海外企业把控碳纤维，打通碳纤维到碳纸工艺是关键.....	20
3 盈利预测及投资建议	23
3.1 关注具备一体化先发优势的膜电极组件企业	23
3.2 关注具备设计&制备能力，打通核心工艺的膜电极原材料企业	24
3.3 重点标的	25
4 风险提示	30

图表目录

图表 1：膜电极及燃料电池结构图	5
图表 2：膜电极位于燃料电池产业链上游核心位置	5
图表 3：氢燃料电池汽车成本构成	6
图表 4：电化学反应发生在膜电极内部的“三相界面”	6
图表 5：膜电极工艺技术路线图	7
图表 6：氢燃料电池重卡与纯电重卡对比	8
图表 7：“以奖代补”新政中各燃料电池车型奖励金额（万元）	9
图表 8：我国氢燃料电池车销量预测	9
图表 9：我国车用氢燃料电池膜电极及主要原材料市场规模	10
图表 10：国内外膜电极性能参数对比	11
图表 11：国内部分膜电极企业设备及产能情况	11
图表 12：进口膜电极市场份额（%）	12
图表 13：燃料电池核心材料及部件国产化进程	12
图表 14：国内外主流车用燃料电池堆性能对比	13
图表 15：膜电极核心材料国产化实现路径	13
图表 16：全氟磺酸质子交换膜产品图	14
图表 17：理想的质子交换膜性能	14
图表 18：各类质子交换膜优缺点比较	14
图表 19：全氟磺酸树脂制备工艺流程及主流磺酸膜参数	15
图表 20：全氟磺酸质子膜成膜工艺（熔融挤出法、浇铸成膜法）	16
图表 21：国内外氢燃料电池质子交换膜（树脂）供应商	17

图表 24: Pt/C 催化剂 ORR“三相界面”反应示意图.....	17
图表 25: 铂具有最佳的 HOR 及 ORR 催化活性.....	17
图表 26: ORR 微观反应机理复杂, 反应动力学缓慢.....	18
图表 27: 燃料电池催化剂改性研究方向.....	19
图表 28: 国内外氢燃料电池催化剂供应商.....	20
图表 29: GDL 微观结构示意图.....	20
图表 30: GDL 由基底层和微孔层组成.....	21
图表 31: 不同基底层种类 GDL 性能指标.....	21
图表 32: 碳纸制备工艺流程.....	22
图表 33: 气体扩散层技术创新方向.....	22
图表 34: 国内外氢燃料电池气体扩散层供应商.....	23
图表 35: 通用氢能扩散层与海外竞品性能对比.....	23
图表 36: 国内膜电极及关键材料供应商简述.....	27

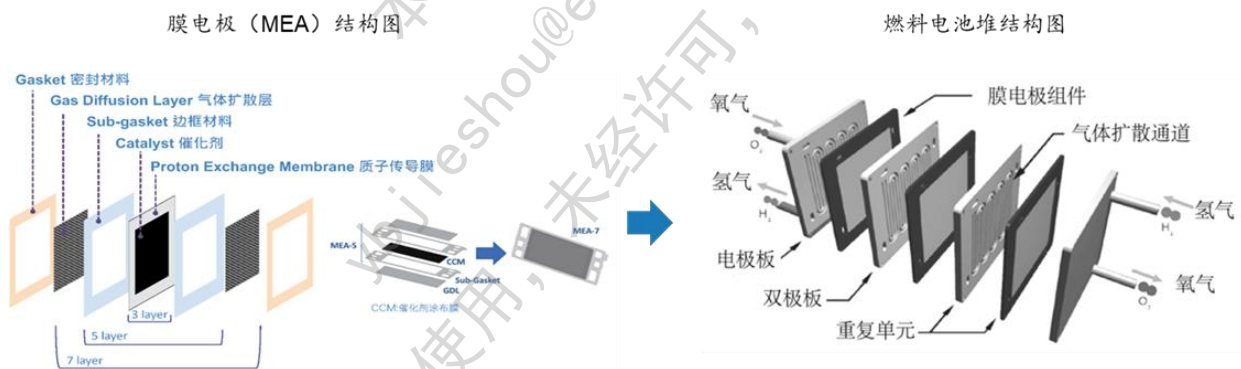
本研究报告仅供机构投资者使用，未经书面许可，不得外传。
ybjieshou@eastmoney.com
邮箱所有人使用，未经许可，不得外传。

1 膜电极：氢燃料电池技术与成本中枢

1.1 膜电极占氢燃料电池成本的 60%

膜电极 (MEA) 是氢燃料电池的最核心部件，是多项物质传输和电化学反应的核心场所，被称为燃料电池的“心脏”。膜电极是由质子交换膜 (PEM)、催化层 (CL)、气体扩散层 (GDL)，在相应温度和压力下，热压而成的三合一组件，与双极板组成燃料电池电堆。膜电极决定了电堆性能、寿命和成本的上限，高性能、低铂载量、低成本、长寿命的膜电极对于加速氢燃料电池商业化进程具有非常重要的意义。

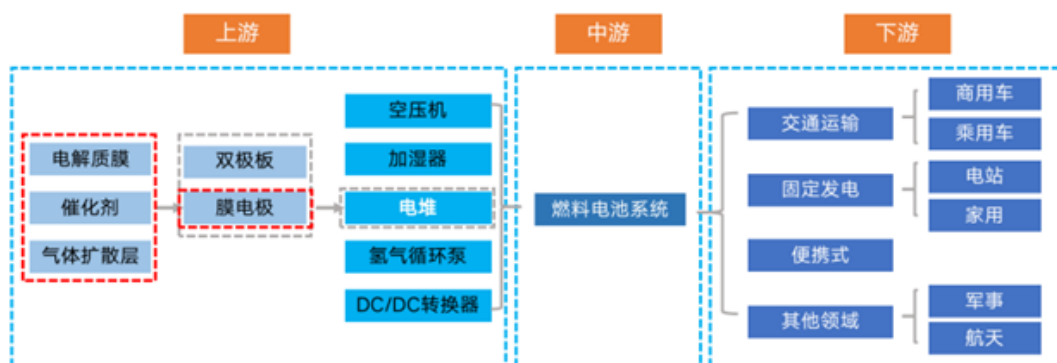
图表 1：膜电极及燃料电池结构图



来源：群盟能源，国联证券研究所

膜电极处于燃料电池产业链上游环节，是燃料电池技术和成本中心。催化剂、质子交换膜、气体扩散层组成膜电极和双极板构成电堆的上游，电堆与空压机、氢气循环泵、储氢瓶系统等其它组件构成燃料电池动力系统，下游应用对应交通领域和备用电源领域，主要是商用车、轿车、叉车、固定式电源和便携式电源等。

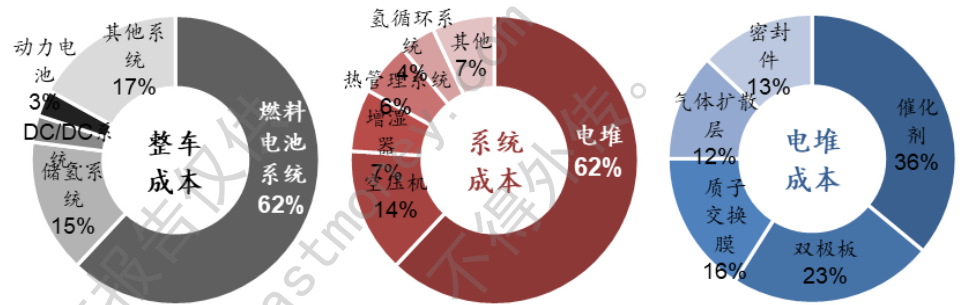
图表 2：膜电极位于燃料电池产业链上游核心位置



来源：马里亚娜氢电，国联证券研究所

从成本端来看，燃料电池系统在氢能车购置成本中占比超过 60%，而电堆成本在系统中占比同样超过 60%，是氢燃料电池汽车成本占比最高的环节。

图表 3：氢燃料电池汽车成本构成

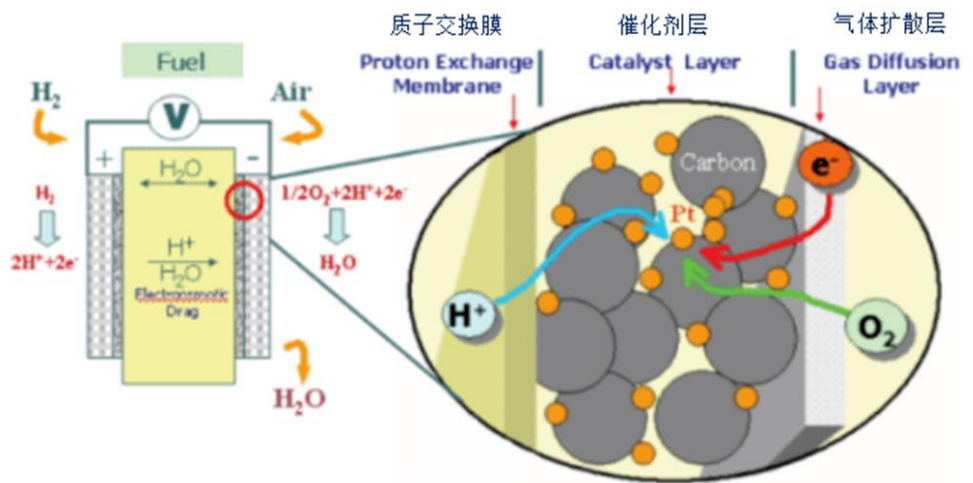


来源：DOE，国联证券研究所

1.2 技术特征：电化学反应唯一场所，设计制造技术壁垒高

在燃料电池反应过程中，氢气通过扩散层至阳极催化层，在催化层作用下生成氢离子和电子，电子传递到阳极气体扩散层向外电路传递，氢离子由阳极催化层通过质子交换膜传导至阴极催化层，外电路的电子经由阴极气体扩散层向阴极催化层传递，在阴极催化剂的作用下电子、质子、氧气在阴极催化层生成 H_2O ， H_2O 通过阴极气体扩散层排除。

图表 4：电化学反应发生在膜电极内部的“三相界面”



来源：群盟能源，国联证券研究所

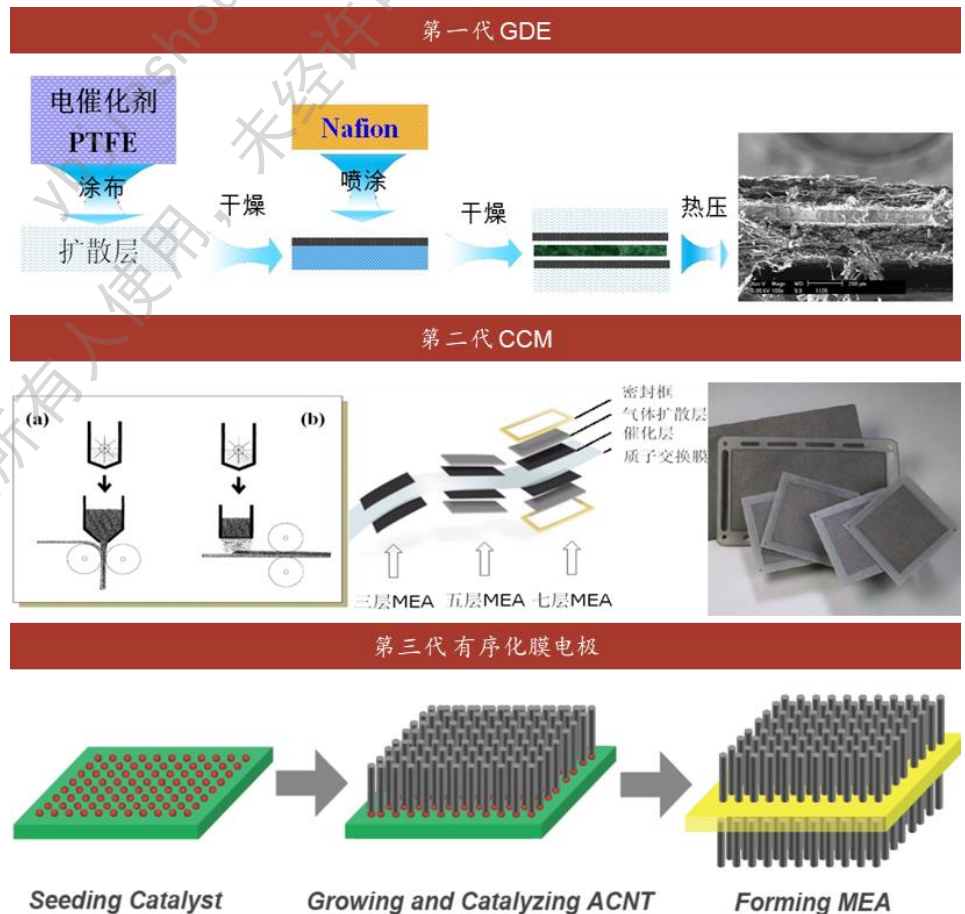
膜电极承担了燃料电池全部电化学反应，以及电子、质子、气体和水的传导，因此，膜电极的制备工艺、催化剂的选择与载量、质子膜厚度与磺酸基含量、扩散厚度

与微孔量，这些因素最终共同影响燃料电池的发电性能及效率，而膜电极的设计制造需同时考虑这些因素，具备较高的技术壁垒。

➤ 膜电极技术演化：CCM 是主流，有序化膜电极为降本提效的新方向

20 世纪 60 年代，美国通用电气公司采用铂黑作为燃料电池催化剂，当时膜电极铂载量超过 4 mg/cm^2 ；20 世纪 90 年代初，美国洛斯阿拉莫斯国家实验室采用碳载铂取代铂黑的油墨（Ink）制造工艺后，使得膜电极的铂载量成倍降低；2000 年后，低温、全固态的膜电极技术逐渐成熟，使得 PEMFC 进入面向示范应用的阶段。伴随着 PEMFC 几十年发展，膜电极技术经历了几代革新，大体上可分为 GDE 热压法、CCM 法和有序化膜电极三种类型：

图表 5：膜电极工艺技术路线图



来源：《MEA 生产工艺及关键材料研究进展》，国联证券研究所

1) 第一代热压法膜电极 (GDE)，指将催化剂涂布在气体扩散层上，然后用热压法将气体扩散电极和质子交换膜结合在一起。该方法优点是制备工艺简单，缺点是催化剂利用率低 ($\approx 4 \text{ mg/cm}^2$)，总体性能不高，目前已基本淘汰。

2) 第二代 CCM 膜电极，指采用卷对卷直接涂布、丝网印刷、喷涂等方法直接

将催化剂、磺酸树脂和适当分散剂组成的浆料涂布到质子交换膜两侧。该方法优点是提高了催化剂的利用率（小于 $0.4\text{mg}/\text{cm}^2$ ）与耐久性，缺点是催化层结构具有不稳定性。CCM 法目前商业化程度最高，已大批量生产。

3) **第三代有序化膜电极**，指把 Pt 催化剂制备到有序化的纳米结构上，使电极呈有序化结构，获得坚固、完整的催化层。该方法进一步提高了燃料电池性能，降低催化剂铂载量（ $\approx 0.1\text{mg}/\text{cm}^2$ ），是目前膜电极制造研究的热点，但仍处于研发试验阶段，只有小部分公司实现量产，如 3M。

1.3 市场规模：氢能车加速推进，2030 年国内膜电极规模有望达 57 亿元

► 氢燃料电池为商用车减排优选方案，“以奖代补”政策加速推动销量

当前交通领域电动化技术解决方案主要为纯电动及燃料电池，两者对比各有明显优劣势。其中，氢燃料电池优势在更高的功率和能量密度，在载重和续航方面有优势，而在加氢站等配套设施方面相较纯电存在劣势；而对于纯电车，虽然续航能力有弱势，但是满足城市内的公交、物流车、环卫等短途行驶的续期，由于当前的成本优势，短期内城市内交通工具的纯电化会更加迅速。因此，从技术特性上，氢燃料电池汽车适用包括固定路线、中长途干线、高载重应用场景的商用车。

图6：氢燃料电池重卡与纯电重卡对比

	纯电动汽车 (BEV)	燃料电池汽车 (FCEV)	
性能	功率密度表现	1-1.5KW/L	3-4KW/L (电堆)
	能量密度表现	~170 Wh/kg (磷酸铁锂电芯)	>500 Wh/kg
	续航能力	200-300公里 (配备：300-400KWH电量)	~400公里 (配备：110KW氢燃料系统+100KWH锂电) > 35兆帕*8标准气罐：~400公里 > 70兆帕*8标准气罐：600-700公里 > 液氢储罐：~1000公里
可靠性	使用寿命 ~3万小时	1.5-2万小时	

来源：罗兰贝格，国联证券研究所

“以奖代补”新政鼓励车型朝大功率与重载方向发展。在 2020 年 9 月发布的“以奖代补”新政中，大功率、高载重的重卡同样成为补贴最多的车型，我们以 2021 年积

分标准测算，其中功率 $\geq 110\text{kw}$ ，载重 31 吨以上的重卡最多可享受国补 50.4 万元，假设地补按照 1:1 比例实施，则该型号重卡最多可享受补贴 100 万元，而当前配备 110kw 功率的燃料电池重卡售价仍普遍在 130~150 万元左右，对比同规格的柴油重卡销售价格，实施完补贴后的氢燃料重卡将在初次购买成本上获得优势。

图表 7：“以奖代补”新政中各燃料电池车型奖励金额（万元）

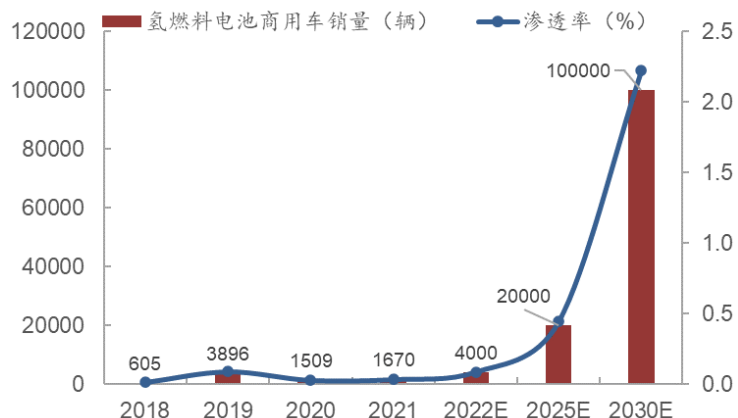
车型	功率	总质量	奖励金额			
			2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
重卡	$\geq 110\text{KW}$	31 吨以上	54.6	50.4	46.2	37.8
		25-31 吨	47.3	43.7	40.0	32.8
		12-25 吨	40.0	37.0	33.9	27.7
	$\geq 80\text{KW}$	31 吨以上	37.1	34.2	34.2	25.7
		25-31 吨	32.1	28.1	28.1	22.2
		12-25 吨	27.2	25.1	23.0	18.8
轻型货车、中型货车、中小型客车	$\geq 80\text{KW}$		20.8	19.2	17.6	14.4
	$\geq 50\text{KW}$		13.0	12.0	11.0	9.0
乘用车	$\geq 80\text{KW}$		24.7	22.8	20.9	17.1
	$\geq 50\text{KW}$		13.0	12.0	11.0	9.0

来源：《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》，国联证券研究所

➤ 氢燃料电池汽车开启放量，预计 2030 年有望达到十万辆水平

政策正式落地将加速国内氢燃料电池车产销，根据《氢能产业中长期发展规划（2021-2035）》，到 2025 年国内氢燃料电池车保有量达到 5 万辆，对应 2025 年销量 2 万辆左右。规模化、国产化推动下，燃料电池成本有望快速下降，据我们保守测算，到 2030 年国内氢燃料电池车全生命周期成本将实现与柴油重卡平价，经济性优势驱动下，氢燃料电池车将持续放量，2030 年产销规模至少达到 10 万辆水平。

图表 8：我国氢燃料电池车销量预测



来源：中汽协，国联证券研究所

➤ 预计 2030 年膜电极需求近 150 万平米，对应国内市场规模 57 亿元

假设 2025、2030 年燃料电池车需求达 2 万辆、10 万辆，考虑燃料电池重卡放量，预计到 2030 年，单车系统额定容量将由此前 110kW 为主逐步提升至 220kW 左右，膜电极功率密度由目前 1W/cm² 逐步升至 1.5W/cm² 以上，对应 2030 年膜电极需求近 150 万平米，年市场规模在 57 亿元。

图表 9：我国车用氢燃料电池膜电极及主要原材料市场规模

	2020	2022E	2025E	2030E	
氢燃料电池汽车销量 (辆)	1126	4000	20000	100000	
单位电堆价格 (元/kW)	5000	2500	1200	400	
额定功率 (kW)	110	130	150	220	
燃料电池市场规模 (亿元)	6.2	13.0	36.0	88.0	
膜电极	功率密度 (W/cm ²)	0.9	1	1.25	1.5
	单价 (元/kW)	3250	1625	780	260
	单车用量 (m ²)	12.2	13.0	12.0	14.7
	单车价值量 (万元/辆)	35.8	21.1	11.7	5.7
	需求量 (万 m ²)	1.4	5.2	24.0	146.7
	市场规模 (亿元)	4.0	8.5	23.4	57.2
	质子交换膜	单车用量 (m ²)	12.2	13.0	12.0
需求量 (万 m ²)		1.4	5.2	24.0	146.7
Pt/C 催化剂 (60%Pt, 阴阳极合 计)	铂载量 (mg/cm ²)	0.4	0.35	0.3	0.2
	单车用量 (g)	49	46	36	29
气体扩散层	单车用量 (m ²)	24	26	24	29
	总需求量 (万 m ²)	2.8	10.4	48.0	293.3

来源：GGII，中汽协，国联证券研究所

注：暂不考虑裁剪切边等工艺带来的原料损失

1.4 竞争格局：国产膜电极加速扩张，性能与国际先进水平接近

目前主流膜电极的厂商分为两类，一类是具备膜电极批量产业化能力，能自给自足的车企或燃料电池厂商，以丰田、现代、巴拉德为代表。另外一类是专业的膜电极供应商，包括戈尔、杜邦和国内的鸿基创能、武汉理工氢电、新源动力、苏州擎动等。

我国膜电极企业主要来自于国外企业如巴拉德等技术专家回国创业，以及国内高校如武汉理工、上海交大、清华大学、南京大学等技术成果转化。国内企业膜电极主要参数已经与国际先进水平接近，部分参数可以超过国外先进水平。国内领先膜电极企业鸿基创能、武汉理工新能源、擎动科技膜电极产品功率密度均超过 1W/cm²，鸿基创能达到 1.4W/cm²，测试使用寿命超过 1~2 万小时，已基本满足产业化应用需求。

图表 10：国内外膜电极性能参数对比

	国外	国内	鸿基创能	武汉理工氢电	擎动科技	未势能源	唐锋能源
功率密度 (W/cm ²)	1.2~1.6	1~1.4	1.4	1.4	1.2	1.3	1.3
铂载量 (mg/cm ²)	0.2~0.4	0.25~0.4	0.3	0.28	-	0.35	<0.25
测试寿命 (h)	>20000	>20000	>20000	-	>10000	>10000	>10000
运行环境 (°C)	-40~-90	-40~-90	-	-	-	-	-
抗反极能力 (min)	>200	>200	-	-	-	>120	-

来源：TrendBank，华经产业研究院，国联证券研究所

2019 年后鸿基创能、擎动科技、武汉理工氢电以及泰极动力国产生产线先后正式落成，我国的膜电极领域逐步开启批量化生产步伐。到 2021 年，国内膜电极企业扩张步伐明显加速，尤其头部企业鸿基创能完成了百万片下线里程碑。

图表 11：国内部分膜电极企业设备及产能情况

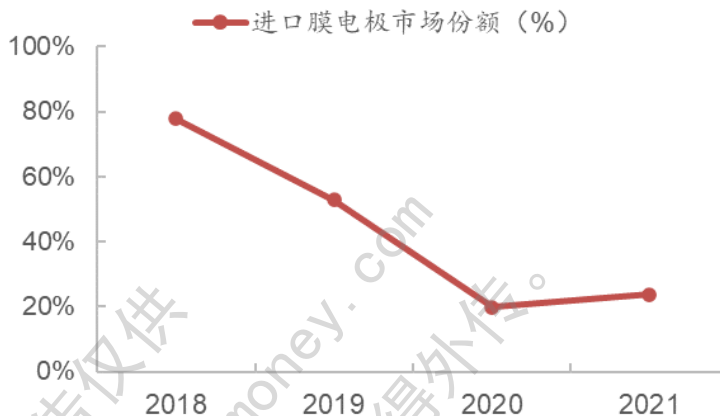
企业	生产工艺	设计年产能
鸿基创能	双面涂布	30 万平，1000 万片
理工氢电	卷对卷	2 万平，目标 10 万平
擎动科技	卷对卷	100 万片
唐锋能源	卷对卷	2000 台套（100KW 级）
亿氢科技	卷对卷	50 万片
桑莱特	喷涂+涂布	1 万平
国电投氢能	卷对卷	2000 片/天
清能股份	卷对卷	3 万平
东方电气	喷涂	1 万平
爱德曼	卷对卷	>100 万片
泰极动力	喷涂	5-10 万片
新源动力	喷涂	4 万片
苏州纳尔森	喷涂	4000 平（二期 1 万平）

来源：华经产业研究院，国联证券研究所

注：统计截止 2021 年

据势银（Trendbank）数据显示，2018-2019 年进口膜电极占据了国内市场主要份额，分别占国内市场份额 77.8%和 52.9%，20 年开始进口膜电极市场份额明显降低，约占市场份额 20%。可以看出，随着技术的发展，国产膜电极市场份额从 2020 年开始快速上升，进口量大幅减少。

图表 12: 进口膜电极市场份额 (%)



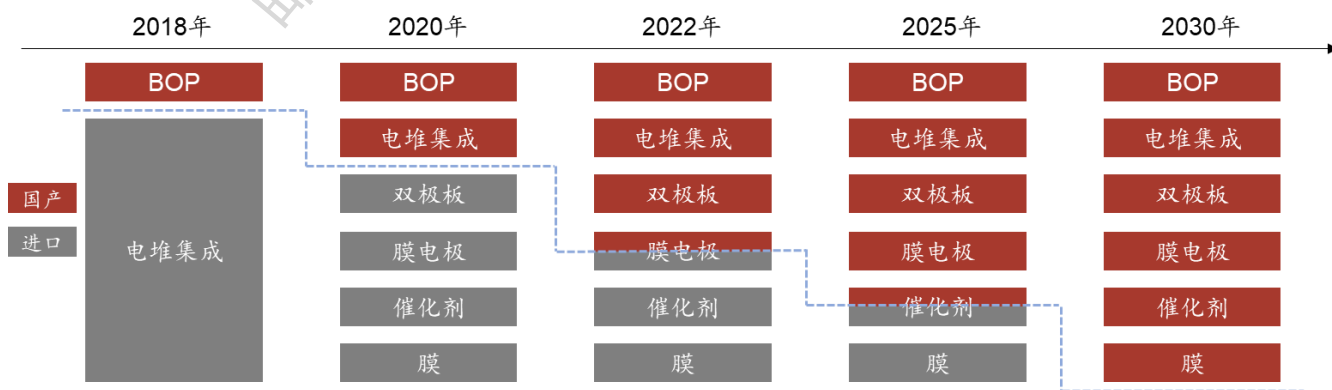
来源: TrendBank, 国联证券研究所

2 核心材料国产化加速推进, 成本将进入下行通道

2.1 膜电极原材料现靠进口, 规模降本依赖国产化

据 2022 世界新能源汽车大会欧阳明高院士所示国内外燃料电池堆性能, 以及我国燃料电池核心材料部件国产化进程, 当前国内燃料电池堆性能已达到国际先进水平, 且在系统集成及辅助系统 BOP 已完全实现国产化及规模化量产, 但膜电极核心材料质子膜、催化剂、扩散层的国产化水平依然较弱。膜电极作为燃料电池成本中枢, 其国产化进程快慢很大程度上影响未来规模化生产的降本节奏。

图表 13: 燃料电池核心材料及部件国产化进程



来源: 2022 世界新能源汽车大会-欧阳明高, 国联证券研究所

图表 14：国内外主流车用燃料电池堆性能对比

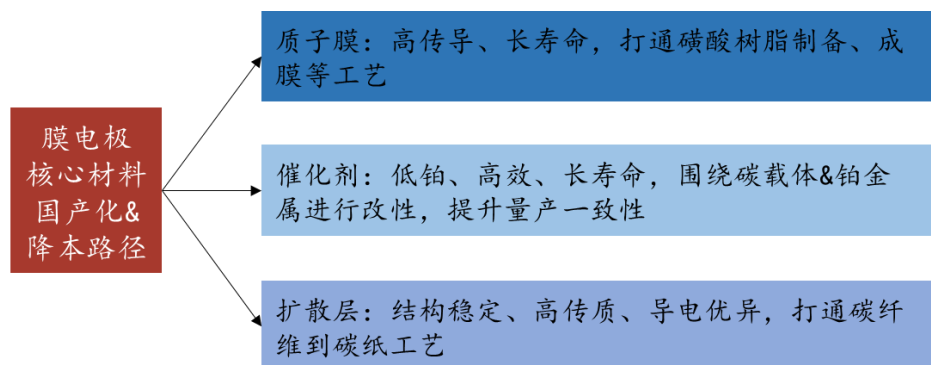
	丰田	上燃动力	新源动力	上海捷氢	巴拉德	亿华通	上海重塑	潍柴动力
年份	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021
FCE照片								
电堆体积功率密度	5.4kW/L	4.2kW/L	4.5kW/L	3.7kW/L	4.3kW/L	3.5kW/L	4.4kW/L	>4.0kW/L
重量功率密度	/	428W/kg	/	631W/kg	385W/kg	701W/kg	702W/kg	560W/kg
总功率	128kW (电堆)	108kW	120kW	117kW	100kW	120kW	130kW	120kW
寿命	2~3万	1~2万	1~2万	1~2万	2~3万	1~2万	1~2万	1~2万
峰值效率	/	56%	/	60%	57%	57%	/	60%(号称)
重量	/	252kg	/	185kg	260kg	171kg	185kg	214kg
低温能力	-40°C启动	-30°C启动	-30°C启动	-30°C启动	-25°C启动	-35°C启动	-30°C启动	-30°C启动
双极板	金属板	金属板	金属板	金属板	石墨板	石墨板	石墨板	石墨板

来源：2022 世界新能源汽车大会-欧阳明高，国联证券研究所

➤ 膜电极核心材料国产化突破及降本的实现路径

膜电极核心材料国产化突破及降本，主要体现在催化剂、质子交换膜、气体扩散层这三部分：1) 催化剂方面，优化铂基催化剂结构，降低铂载量减少贵金属使用成本，并寻找新型非铂催化剂；2) 质子交换膜方面，加强磺酸树脂材料的自主研发，开发低成本成膜量产制备工艺；3) 气体扩散层方面，打通从高性能碳纤维到碳纸的制备工艺，开发标准化低成本的扩散层工艺平台。

图表 15：膜电极核心材料国产化实现路径



来源：国联证券研究所

2.2 质子膜：提升国产膜寿命及传质效率是关键

➤ 全氟磺酸膜是主流质子交换膜，影响燃料电池性能、寿命

质子交换膜是一类同时具备离子电导率和化学-机械稳定性的离子导电聚合物薄膜，在氢燃料电池中，可以为质子的迁移和输送提供通道，在运行过程中只允许水和

质子（或称水合质子， H_3O^+ ）穿过，使得质子能够经过膜从阳极到达阴极，而电子通过外电路转移从阴极到达阳极，从而形成电流。

理想的质子交换膜必须具有良好的质子传导率、良好的热和化学稳定性、低气体渗透率、适度含水率、高机械强度和结构强度等，对氢氧化反应、氧化还原反应和水解具有稳定性，同时膜表面对电催化剂有强附着力，使用寿命长。

图表 16：全氟磺酸质子交换膜产品图



来源：东岳未来氢能官网，国联证券研究所

图表 17：理想的质子交换膜性能

气体渗透性低	阻隔燃料和氧化剂的作用
高质子传导率	保证在高的电流密度下，膜的欧姆电阻降低，以提高电池效率
较好的化学和电学稳定性	耐酸碱性、耐氧化性等，以保证电池的工作寿命
热稳定性	承受在电池加工和运行中不均匀的热量冲击
干湿转换性能好	膜的尺寸稳定、含水量等具有很好的干湿转换性能
机械性能好	耐磨损，高温、高湿环境下，不易热降解、溶胀率低
合适的性价比	降低成本满足商业化需求

来源：《氢燃料电池质子交换膜研究现状及展望》，国联证券研究所

全氟磺酸膜是目前主流的氢燃料电池质子交换膜。质子交换膜按其氟含量，可分为全氟质子交换膜、部分氟化质子交换膜、无氟质子交换膜。其中全氟磺酸由于碳-氟键的键能高，其力学性能、化学稳定性、热稳定性佳，使用寿命远好于其他膜材料，同时由于分子支链上存在亲水性磺酸基团，具有优秀的离子传导特性，全氟磺酸膜是目前应用最广泛的质子交换膜体系。

全氟磺酸质子交换膜最早由杜邦公司于 20 世纪 70 年代开发并实现商业化生产（Nafion 系列），其结构包括一条类聚四氟乙烯主链以及含有磺酸基团的短侧链，这一结构特点使得全氟质子膜兼具高稳定性和高质子电导率。目前除杜邦 Nafion 系列产品之外，美国陶氏化学的 Xus-B204、比利时苏威公司的 Aquivion 系列、日本旭化成的 Aciplex 系列、日本旭硝子的 Flemion 系列以及我国山东东岳集团的 DF 系列均以全氟磺酸作为基材，其主要差异在于全氟烷基醚侧链长短和磺酸基含量的不同。

图表 18：各类质子交换膜优缺点比较

类别	结构	优点	缺点
全氟磺酸质子膜	氟化主链；侧链上存在磺酸基	质子电导率高；在燃料电池条件下具备优异的化学	价格高；在高温、无水条件下，性能显著下降

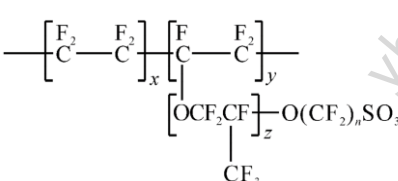
		和物理稳定性；燃料电池条件下的耐久性	
部分氟化聚合物质子膜	氟碳基；碳氢化合物或芳香侧链	价格低廉；侧链结构中的质子交换膜基团的接枝可以提高质子电导率	寿命短、稳定性差；常温下性能不及全氟磺酸质子膜
非氟化聚合物质子膜	羟基，通常带有质子导电基团	机械强度高；价格低廉	化学和热稳定性差；质子电导率低

来源：《氢燃料电池质子交换膜研究现状及展望》，国联证券研究所

➤ 技术难点及趋势：磺酸树脂合成&聚合、成膜加工具备极高壁垒

1) 在树脂合成&聚合方面。全氟磺酸树脂（PFAR）是全氟磺酸质子交换膜的主要材料，PFAR 由全氟烷基乙烯基醚（PSVE）单体和四氟乙烯等共聚制得全氟磺酰树脂（PFSR）后，经水解酸化制成。

图表 19：全氟磺酸树脂制备工艺流程及主流磺酸膜参数

结构式	结构参数	制造商	EW 值/ (g·mmol ⁻¹)	厚度/μm
	n=1,x=5-13.5,p=2	杜邦	1100-1200	25-250
	n=0-1,p=1-5	Asahi Glass	1000	50-120
	n=0-1,p=2-5,x=1.5-14	Asahi Chemical	1000-1200	25-1000
	n=0,p=2	陶氏	800	125
	n=0,p=2	solway	800	125
	n=1,x=5-13.5,p=2 或 n=0,p=2	东岳	800-1200	50-150

来源：《MEA 生产工艺及关键材料研究进展》，国联证券研究所

在 PSVE 单体树脂合成过程中，由于全氟磺酸树脂中的侧链磺酸基团是实现质子传导的关键，如何制备能酸化为磺酸基的磺酰基单体 PSVE 是各个厂家的研究重点，而 PSVE 单体的合成需要在严格无水、惰性气体保护、非质子溶剂、碱金属氟化物作用下进行，反应条件极为苛刻。此外，各厂家为了规避专利纠纷，开发了不同结构的 PSVE 单体。

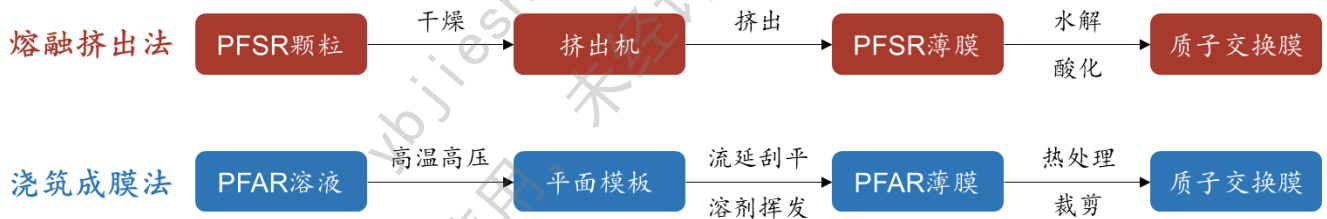
在 PFSR 树脂聚合过程中，PFSR 通常以 PSVE、四氟乙烯等经过两元、三元甚至四元共聚生成，其共聚难点体现在：1) 常用的乳液聚合法由于少量磺酰氟基团会发生水解从而使得高分子链发生缔合，导致加工时出现熔体粘度增大的情况，使得加工困难；2) 乳液聚合得到的磺酰树脂平均分子量不高，从而降低成品膜的机械强度。

(2) 在全氟磺酸树脂成膜方面。质子膜工艺直接影响质子膜的微观结构，进而决定制品的最终性能。工业中全氟磺酸膜常用的成膜工艺有两种，熔融成膜法和溶液成膜法两种方法，两种成膜方法都存在工艺难度：

熔融挤出法后处理复杂，平整度难保持。熔融成膜法制备过程是将树脂熔融后通过挤出流延或压延成膜，经过转型处理后得到最终产品，这种方法适合用于连续化生产，且生产过程中无需使用溶剂。但熔融挤出法成膜后还需进行水解转型才能得到最终产品，较难保持膜的平整度。

溶液成膜法连续化不足，后处理要求高。溶液成膜法制备过程是将聚合物和改性剂等溶解后进行浇铸或流延，最后经过干燥脱除溶剂后成膜。溶液成膜法适用于绝大多数树脂体系，易于实现杂化改性和微观结构设计，还可用于制备超薄膜。但是生产过程中使用的有机溶剂的回收和后处理要求比较高，并且在揭膜时难度较大，需要更多的经验和技术的积累才能实现连续化。

图表 20：全氟磷酸质子膜成膜工艺（熔融挤出法、浇铸成膜法）



来源：《氢燃料电池质子交换膜研究现状及展望》，国联证券研究所

➤ 国产化情况：国产质子膜商用化加速推进，整体热度提升

从市场竞争格局来看，据高工氢电数据，目前国内氢燃料电池质子交换膜市场仍以国外品牌为主，其中车用氢燃料电池质子膜应用最为广泛的是美国戈尔的 e-PTFE 复合膜，全球市场占比超过 90%，电解水质子膜使用最多的是杜邦-Nafion 膜。

国内质子膜企业正在加速开启国产化进程。近两年来，采用国产质子交换膜的电堆已经实现装车，在氢能重卡、公交等领域开启示范运营。国内多家企业都取得了不同程度的进展，国产质子交换膜正开始从试样检测向小批量商用阶段过渡。国内发展较快的有东岳未来氢能、科润新材料、浙江汉丞、武汉绿动、东材科技等几家公司。

在质子交换膜国产化率上，根据 GGII 数据，2020 年国产质子交换膜的市场占有率为 7.5%，2021 年提升到 11.61%。其中东岳未来氢能发展较快，2021 年在国内燃料电池质子交换膜的市场份额达到 9%，较上年提升约一倍。

图表 21：国内外氢燃料电池质子交换膜（树脂）供应商



来源：各公司官网，国联证券研究所

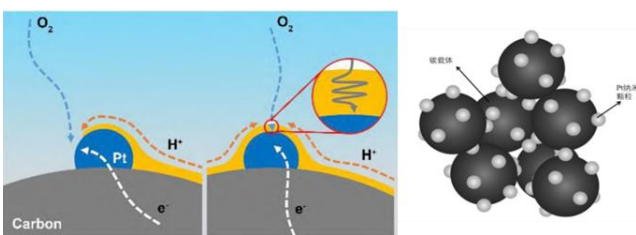
2.3 催化剂：低铂、高活性、长寿命、一致性是长期研究方向

➤ 铂基催化剂是常用商业催化剂，低铂、高活性、长寿命是主要方向

催化剂层作用是降低反应的活化能，促进氢气和氧气在电极上的氧化还原过程，扮演着电化学反应“工厂”的作用。目前常用的商用催化剂是铂基催化剂，通常用高比面积的碳搭载铂纳米颗粒，然后将铂碳催化剂均匀分散在电极表面，这是由于铂对阳极氢氧化反应（HOR）和阴极氧还原反应（ORR）均具最适宜的吸附自由能。

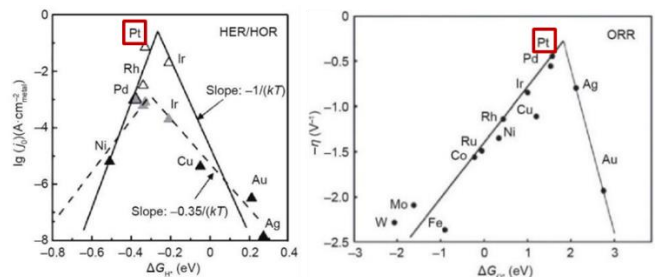
但由于铂的价格昂贵、储量有限和易中毒等缺点，导致催化剂成本、电池效率和稳定性等均难以满足大规模商业化需求。因此降低贵金属铂的用量、提高催化活性、耐久性性和抗中毒能力，是氢燃料电池催化剂的主要研究方向。

图表 22：Pt/C 催化剂 ORR“三相界面”反应示意图



来源：《质子交换膜燃料电池催化剂研究进展》，国联证券研究所

图表 23：铂具有最佳的 HOR 及 ORR 催化活性



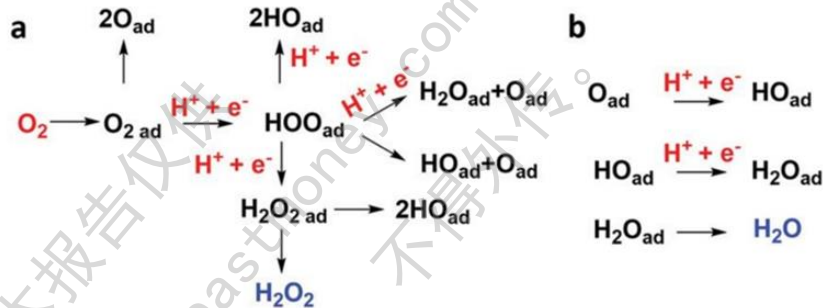
来源：《质子交换膜燃料电池催化剂研究进展》，国联证券研究所

➤ 技术难点及趋势：降低阴极侧催化剂成本是降低催化剂总成本的关键

氢燃料电池反应过程中，阳极 HOR 反应是一个快速动力学过程，阴极 ORR 反应比较复杂，涉及多步电子的得失和耦合质子的转移，是一个缓慢的动力学过程，ORR 相较 HOR 慢 6 个数量级，氢燃料电池的能量损失主要来自阴极，因此阴极相对阳极需要更高的催化剂载量。以商业 Pt/C 催化剂为例，一般阳极侧仅需 0.05Pt/cm²

就可以保持很好的催化活性，而在同样电流密度条件下，阴极侧铂载量通常是阳极为 5-8 倍，因此如何在解决阴极 ORR 缓慢问题的同时减少铂载量，对降低氢燃料电池堆催化剂成本起着很大的作用。

图表 24：ORR 微观反应机理复杂，反应动力学缓慢



来源：《质子交换膜燃料电池铂基催化剂技术发展》，国联证券研究所

目前通过提高铂稳定性、活性、降低铂载量来降低催化剂成本的研究方向如下：

1) 对碳载体进行改性处理，包括对炭黑进行石墨化处理提高碳载体的稳定性，以及选择导电性更好、更稳定的新型结构碳载体；2) 对 Pt 进行改性处理，包括 Pt 合金化（利用过渡金属催化剂提高其稳定性、质量比活性，包括 Pt-Co/C、Pt-Fe/C、Pt-Ni/C 等二元合金催化剂）、Pt 单原子层化、Pt 核壳化（以非 Pt 材料为支撑核、表面壳为贵金属，由金属合金通过化学或电化学反应，去除活性较高的金属元素，保留活性较低的 Pt 元素。该方法降低 Pt 载量，提升催化剂活性）。

此外，非贵金属催化剂在学术界同样被大范围开展，其研究主要包括过渡金属原子簇合物、过渡金属氮化物等。其中，过渡金属（Fe、Co、Ni、Mn 等）-氮-碳催化剂（M-N-C）因其具有较高的 ORR 活性，被认为是最有可能替代 Pt 基催化剂的非 Pt 催化剂之一。

图表 25：燃料电池催化剂改性研究方向

途径	定义	优点	举例	
	炭黑石墨化	提高热处理温度	碳的石墨结构增多，抗氧化能力提高，耐腐蚀性提升	-
碳基改性	新型碳载体	采用新型结构碳载体替代 XC-72 炭黑	改善催化剂与载体的相互作用，增强载体的导电性和耐腐蚀性，提高铂基催化剂的活性和稳定性。	功能化碳纳米管、功能化石墨烯、纳米导电陶瓷载体、杂原子掺杂碳载体、碳载体空间结构调控等方法
	铂合金化	铂与过渡金属合金催化剂	通过过渡金属和铂之间的电子与几何效应，在提高稳定性的同时提高质量比活性，减少了贵金属的用量，从而大幅降低成本。	如 Pt-Co/C、Pt-Fe/C、Pt-Ni/C 等二元合金催化剂
铂改性	铂单原子层化	活性组分以单个金属原子的形式均匀分散并固载于载体表面的催化剂	有效降低 Pt 用量、提高 Pt 利用率，同时改善催化剂的 ORR 性能的方式	如单原子分散的铂、钴、铁
	铂核壳化	非铂材料作为支撑结构，表面贵金属作外壳的催化剂	降低铂用量，提高质量比活性	如 Pt-Pd-Co/C 单层核壳催化剂、Pt-Cu-Co/C 核壳催化剂、Pd-Pt/C 核壳催化剂
非铂化	非贵金属催化剂	主要包括过渡金属原子簇合物、过渡金属螯合物、过渡金属氮化物等	显著降低催化剂成本	如 Fe/N/C 催化剂、Co-Mo-N 催化剂、Co-Mo-S 催化剂等

来源：《质子交换膜燃料电池催化剂研究进展》，国联证券研究所

➤ 国产化情况：国产参与者逐渐增多，规模化生产下寿命、一致性待提升

从竞争格局来看，我国的催化剂市场基本海外企业占据，国内企业还处在小批量或研发阶段。主要进口日本田中贵金属、英国庄信万丰和比利时优美科等几家全球最大的燃料电池催化剂供应商，海外供应商催化剂制备技术处于领先地位，已经能够实现批量化生产（大于 10kg/批次），而且性能稳定，可靠性高。

这是由于燃料电池催化剂不同于一般的催化剂，对活性、稳定性、耐久性等各项性能指标要求很高，需要在不断使用过程中，经过不断测试、积累、完善，才能慢慢形成可以规模化生产的商用产品，而国内燃料电池尚处于起步阶段，铂催化剂载量及活性衰减方面仍有差距。目前国内进展较快的催化剂供应商如济平新能源、氢电中科、喜马拉雅氢电等正加速追赶海外产品性能，其产品普遍通过了下游膜电极和电堆客户的认证，进入规模化量产阶段。

图表 26：国内外氢燃料电池催化剂供应商

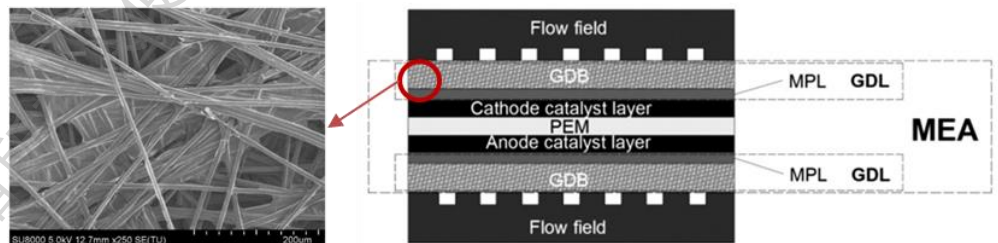


来源：各公司官网，国联证券研究所

2.4 扩散层：海外企业把控碳纤维，打通碳纤维到碳纸工艺是关键

在燃料电池中，气体扩散层（GDL）位于流场和催化层之间，其作用是支撑催化层、稳定电极结构，并具有质/热/电的传递功能，同时为电极反应提供气体、质子、电子和水等多个通道，通常 GDL 厚度为 100~400μm。因此，GDL 必须具备良好的机械强度、合适的孔结构、良好的导电性、高稳定性。

图表 27：GDL 微观结构示意图

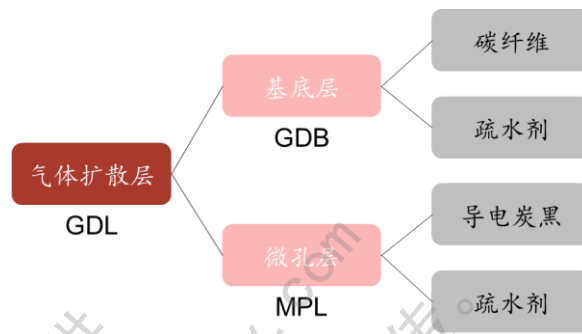


来源：《质子交换膜燃料电池气体扩散层研究进展》，国联证券研究所

GDL 通常由基底层（GDB）和微孔层（MPL）组成，基底层经过疏水处理后（浸渍聚四氟乙烯溶液+高温烧结），在其上涂覆单层或多层微孔层，从而制成气体扩散层：

- 1) **基底层**。通常由碳纤维辅以黏合剂，经抄纸工艺而制得的纸状材料，其直接与双极板接触；
- 2) **微孔层**。由碳基粉末和憎水剂混合而成，采用丝网印刷、喷涂或涂布方式将其涂覆到基底层表面，经过高温固化，得到微孔层，其直接与催化层接触。

图表 28: GDL 由基底层和微孔层组成



来源:《质子交换膜燃料电池气体扩散层研究进展》, 国联证券研究所

- **技术难点及发展趋势: 高性能碳纤维原料国产化, 分散、碳化及高温石墨化工艺存壁垒**

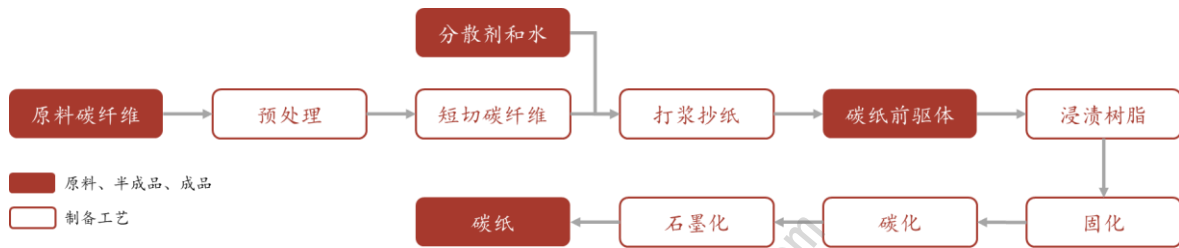
基底层的选材及生产技术是生产 GDL 的核心: 1) 基材方面, 碳纸为首选, 上游高性能碳纤维原材料待国产化。目前可作为基底层的材料包括碳纤维纸、碳纤维编织布、无纺布与碳黑纸等, 其中碳纤维纸因为质量轻、表面平整、耐腐蚀、孔隙均匀且强度高, 厚度可根据使用要求调整, 适合耐久性燃料电池使用, 是 GDL 基底层首选。此外, 构成碳纸的高性能碳纤维材料主要掌握在日本东丽、美国赫氏等巨头手中, 国内碳纤维企业正加速追赶; 2) 碳纸生产工艺方面, 分散、碳化及高温石墨化是核心。短切碳纤维分散效果的好坏直接影响 GDB 的均匀性, 从而影响电池性能, 此外, 碳化好坏影响扩散层的机械强度和传质效果, 而石墨化工序需要经过 2000℃ 以上的高温才能制备, 在高温石墨化设备方面, 目前主要由国外企业垄断。

图表 29: 不同基层种类 GDL 性能指标

指标	碳纤维层	碳纤维编织布	炭黑纸	无纺布
厚度 (mm)	0.2~0.3	0.1~1	<0.5	0.1~1
密度 (g/cm ³)	0.4~0.5	-	0.35	0.35
强度 (MPa)	16~18	3000	-	-
电阻率 (Ω·cm)	0.02~0.1	-	0.5	0.08
透气率	70%~80%	60%~90%	70%	40%~99%
优点	具有均匀的多孔质薄层结构; 导电性、化学稳定性和热稳定性优异	强度高, 不易折断, 具有更大极限电流	具有良好导电性和透气性, 成本低廉	质轻, 有利于定型, 孔隙率可进行控制
缺点	纸脆性大, 缺乏柔性, 制备过程中易损坏	表面平整度较差, 表面制备微孔层存在厚度差异	机械强度差	工艺复杂, 强度和耐久性差

来源: sixlens, 国联证券研究所

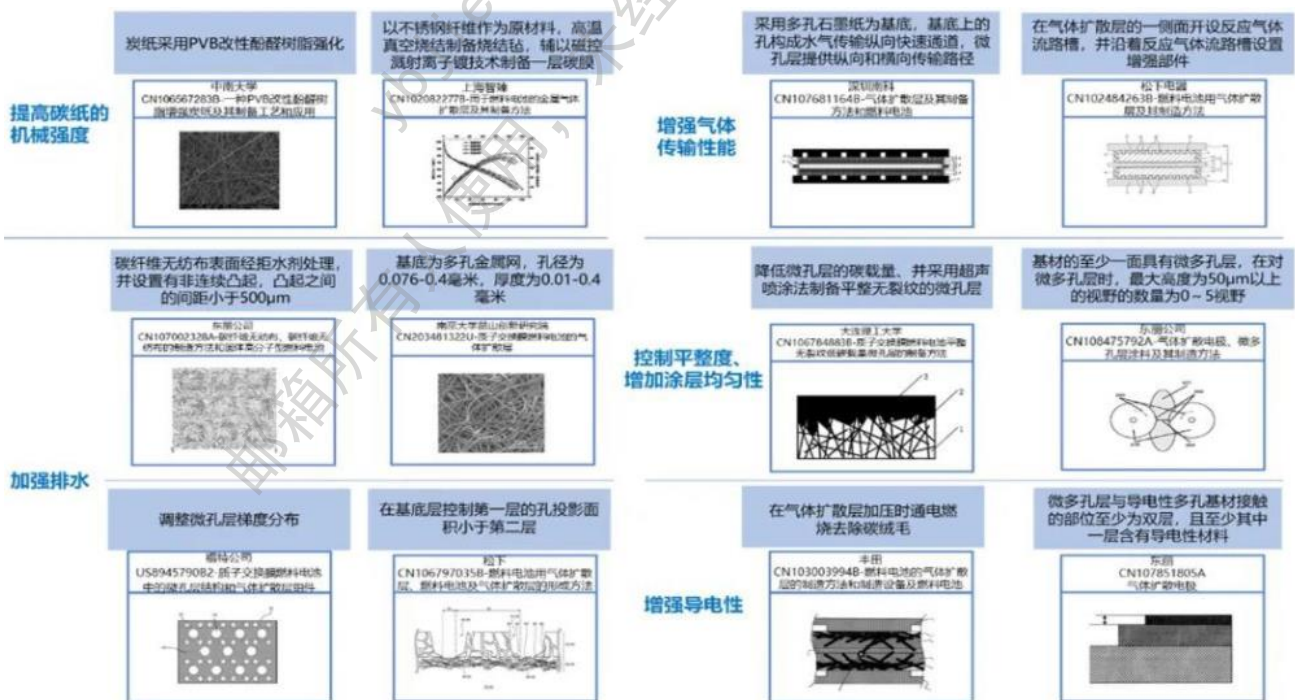
图表 30：碳纸制备工艺流程



来源：《质子交换膜氢燃料电池气体扩散层的研究》，国联证券研究所

气体扩散层技术创新方向主要集中在提高碳纸基底的机械强度、增强气体传输性能、加强排水、控制渗透深度、平整度，降低粗糙度、增加涂层均匀性以及增强导电性等方面。此外，国内还积极推进高温石墨化设备等的全面本土制造，加快推进气体扩散层的产业化进程。

图表 31：气体扩散层技术创新方向



来源：sixlens，国联证券研究所

➤ 国产化情况：海外占主流，国产化逐步打开市场应用突破口

目前燃料电池生产商大多采用日本东丽、美国 Avcarb、德国 SGL 等厂商的气体扩散层产品，其中日本东丽、Avcarb 占据较大的市场份额。东丽和 SGL 的产品价值链始于自己生产的碳纤维碳纸，一直到微孔层 MPL 涂布，具备深厚的基础碳材料开发和规模化生产能力。

图表 32: 国内外氢燃料电池气体扩散层供应商



来源: 各公司官网, 国联证券研究所

由于扩散层生产链条长、生产环节复杂, 研发周期长、资金投入大, 国内只有通用氢能、上海嘉资等少数企业涉足研发气体扩散层并在众多膜电极企业端有多种产品进行测试、装堆。但从气体扩散层的技术指标来看, 随着近几年国内燃料电池产业的快速发展, 国产气体扩散层技术水平也明显提升, 如通用氢能已实现与进口扩散层同等的性能, 且实现了扩散层的规模化生产, 目前通用氢能已建成年产能 10 万平方米的国内首条卷对卷连续化气体扩散层生产线, 年产 100 万平米的气体扩散层产线也在建设中。

图表 33: 通用氢能扩散层与海外竞品性能对比

海外竞品		GH 通用氢能 GENERAL HYDROGEN
180~250μm	最薄厚度	160μm
700~1000m ³ /(m ² h)	高气通量 @0.1bar	>1000m ³ /(m ² h)
9~12 mΩ·c m ²	低体电阻 @0.6MPa	7±1 mΩ·c m ²
12±2 MPa	高拉伸强度	12±2 MPa

来源: 通用氢能官网, 国联证券研究所

3 盈利预测及投资建议

3.1 关注具备一体化先发优势的膜电极组件企业

决定膜电极组件企业核心竞争力的要素在于:

1) 材料体系认知力。膜电极组件设计制造涉及多学科多领域, 自身技术壁垒高, 尤其在当前国内氢燃料电池应用发展初期阶段, 需满足下游燃料电池堆&系统多样化

的参数需求，包括能量密度、使用寿命、体积&重量等要求，因此膜电极的设计制造需建立在对原材料体系及自身工艺的充分认知基础之上，包括催化剂的选择与载量、质子膜厚度与磺酸基含量、扩散厚度与微孔量、以及膜电极自身的制备工艺，这些因素共同影响着燃料电池的发电性能及效率。

2) 工程化解决能力。“以奖代补”等重磅政策陆续推出后，氢燃料电池已具备商业化落地基础，膜电极未来随着成本的逐步下移，有望迎来需求高速增长，如何保障未来规模化稳定供应，兼顾生产效率及产品一致性，体现的是膜电极组件企业足够的工程化解决能力。

因此，我们建议关注具备先发优势及一体化能力的膜电极组件企业，先发布局的企业产品开发试错经验丰富，面对多样化需求响应速度和产品质量都更有保证，而具备一体化能力的企业对于膜电极核心原材料的理解与选择更有优势，便于缩短研发、生产及认证周期，核心标的包括：美锦能源（参股鸿基创能）、亿华通（参股亿氢科技）、威孚高科。

3.2 关注具备设计&制备能力，打通核心工艺的膜电极原材料企业

决定膜电极原材料企业核心竞争力的要素在于：

1) 材料设计&制备能力。质子膜、催化剂、扩散层涉及基础材料的设计，包括形貌控制、元素掺杂、分子链控制等，还涉及到原材料的制备，需控制反应温度、压力、时间等条件，因此高性能、长寿命、低成本的原材料，体现的是企业对材料设计及制备能力。

2) 核心工艺实现能力。膜电极三大核心原材料具备高技术工艺壁垒，包括质子膜的树脂合成及成膜、催化剂的低铂化制备、扩散层的碳纸制备等，目前三大原材料国产化普遍存在产品性能、寿命、一致性问题，因此基本依靠进口，其国产化进程直接影响氢燃料电池产业的商业化。此外，目前国产原材料普遍生产销售规模偏小，缺乏足够的技术验证市场及迭代基础，核心工艺的突破能够帮助国产原材料尽早打开国内市场，建立产品生态圈。

我们认为未来 3-5 年膜电极核心材料有能力实现完全国产化，推动氢燃料电池快速降本，建议关注质子膜核心标的如：东岳未来氢能、苏州科润、泛亚微透，催化剂核心标的如：济平新能源、中自科技、康普顿（参股创启新能），扩散层核心标的如：华电重工（控股通用氢能）。

3.3 重点标的

➤ 亿华通：国内领先的燃料电池系统供应商，市占率位居第一

深耕燃料电池领域，国内系统头部供应商。公司成立于2012年，是中国最早实现具有自主知识产权燃料电池系统及电堆的批量化制造的企业之一，公司成立至今始终专注于设计、开发及制造燃料电池系统及核心零部件电堆，产品主要面向商用车领域应用，2021年公司燃料电池系统装机量市场份额位列第一。

产品覆盖范围广，最高功率达到240kW。公司能够提供及出售具有不同输出功率的各种燃料电池系统型号持续迭代开发出30kW、40kW、50kW、60kW、80kW及120kW型号，并于2021年12月向市场发布首个240kW型号，为国内首款额定功率达到240kW的高功率车用燃料电池系统，计划于2022年开始批量生产。

纵向一体化研发，不断扩展及强化供应链。公司采取纵向一体化研发路径，循序渐进完成了燃料电池动力系统总成、燃料电池系统、燃料电池电堆及主要电堆部件双极板的自主开发与制造，并通过联营公司上海亿氢开发及制造另一主要燃料电池电堆部件膜电极。除了强化自身研发水平外，公司还积极引入外部资源，收购神力科技逐步实现电堆自主化，与丰田汽车合作加深突破电堆技术。

持续加码与整车企业合作，打开“地域”限制。燃料电池汽车产业仍处于发展初期，行业特性和政策上都表现出“地域性”，公司与重点车企客户合作，针对性地开展地域项目，最终开拓地区公交公司客户。分别联合北汽福田、宇通客车、中植汽车和苏州金龙共同开发北京、上海、郑州、成都、苏州等地燃料电池汽车市场。

盈利预测及投资建议。我们预计公司2022-2024年营业收入分别为7.32亿元、12.67亿元、16.8亿元，3年复合增速为38.7%，归母净利润分别为-1.45亿元、-0.8亿元、0.23亿元。考虑到当前氢燃料电池汽车产业发展初期，渗透率水平低，我们认为公司作为燃料电池系统龙头供应商，存在较高的增长空间；参考全球燃料电池系统可比公司估值，包括普拉格能源、巴拉德动力系统、燃料电池能源，可比公司全部以PS法进行估值，平均PS倍数为15-20倍，因此保守给予亿华通2022年15倍PS，对应目标价109.6元，首次覆盖给予“增持”评级。

风险提示。氢燃料产业政策进展不及预期；公司产品量产进展不及预期；氢燃料申池技术升级不及预期。

➤ **威孚高科：传统柴油车零部件核心供应商，全力切入氢能赛道**

“外延并购+自主研发”布局氢能产业，实现第二增长曲线。2019 年及 2020 年，公司先后收购丹麦老牌燃料电池部件公司 IRD 的股权，及全球最大的独立金属双极板一站式集成技术供应商比利时 Borit，通过收购实现并掌握“一膜两板”（膜电极、石墨双极板、金属双极板）关键技术能力。此外，2021 年，威孚高科进一步布局了商业化较为明朗的上游制氢领域，启动了 PEM 电解水制氢示范线项目，完善整体氢能业务结构。

制定氢能业务发展战略规划纲要，全力推进氢能布局。2022 年 1 月，公司公告制定氢能业务发展战略规划纲要：1) 公司氢能业务聚焦于产业链中上游的氢燃料电池核心零部件、可再生能源制氢两大板块，推进亚太、欧洲、北美三大基地建设；2) 至 2025 年，公司氢能业务累计规划投入约 30 亿元，其中氢燃料电池核心零部件业务投资约 26 亿元，PEM 电解水制氢系统装备业务投资约 4 亿元；3) 公司拟出资 2.25 亿元（合计持股 75%）与子公司 IRD、子公司 Borit、RBINT 合资设立无锡威孚氢燃料电池技术有限公司，主营氢燃料电池零部件，合资公司将独立面向中国市场，并积极拓展潜在亚太市场。

盈利预测及投资建议。我们预计公司 2022-2024 年营业收入分别为 125.6 亿元、141.3 亿元、157.6 亿元，3 年复合增速为 4.8%，归母净利润分别为 20.3 亿元、24.3 亿元和 25.9 亿元，2023/2024 年复合增速为 12.9%。考虑到公司作为传统柴油车零部件核心供应商，扎根商用车产业链多年，在商用车领域具备先发优势，此次转型氢能将有望复制柴油时代成功的辉煌，由于当前公司业务仍以柴油车零部件为主，氢能业务占比较小，因此以柴油零部件可比公司进行估值对比，包括潍柴动力、银轮股份、中国重汽，以及威孚高科历史 PE-band，给予威孚高科 2022 年 10 倍 PE，对应目标价 20.14 元，首次覆盖给予“增持”评级。

风险因素。重卡需求低于预期；非道路第四阶段实施推迟；氢能业务发展不及预期；贵金属价格持续上涨等。

图表 34：国内膜电极及关键材料供应商简述

公司		简述
膜电极	鸿基创能 (美锦能源参 股)	公司成立于 2017 年，是我国首家实现燃料电池膜电极大规模产业化的企业，填补国内在该领域的空白。核心技术团队成员包括加拿大国家工程院院士叶思宇博士（曾任巴拉德首席科学家）、邹渝泉博士、唐军柯博士（中国著名质子交换膜产业化专家）等。公司开发了 CCM 阴阳极两面直接涂布技术、膜电极一体化成型技术、膜电极自动化快速封装技术。2021 年 10 月，公司 100 万片膜电极正式下线，2022 年 6 月，公司举行 500 万片膜电极项目投产仪式。
	武汉理工氢电 (雄韬股份参 股)	公司前身是 2006 年成立的武汉理工新能源，由武汉理工大学和雄韬股份联合发起成立，致力于膜电极（MEA）技术开发和大规模产业化。公司很早就给全球氢电巨头普拉格能源批量供应膜电极，近两年与雄韬合作，是其燃料电池重要支撑。产品大批量出口美国、德国、韩国等国际市场的，累计销售超过 200 万片，是国内领先、国际一流的膜电极供应商。
	亿氢科技	公司成立于 2019 年，由亿华通、东岳集团、水木清华联合创立，创始人贺萍博士有 18 年的巴拉德膜电极开发经验。2020 年累计完成 209 台商用车堆用膜电极，约占国产膜电极市场 25%，实现销售收入 >2000 万。目前，亿氢科技已经初步建成年产 50 万片膜电极的中试生产线。
	擎动科技	公司成立于 2016 年，拥有催化剂产线一条（产能 1000kg/年），全自动膜电极直接涂布生产线和膜电极封装生产线 2 条，MEA 年产能可达 200 万片。擎动科技已累计销售膜电极约 30 万片，催化剂超 100 公斤，国产催化剂和膜电极装机量排名前三。
	桑莱特	公司成立于 2011 年，最初由南京大学邹志刚院士团队组建。2021 年膜电极累计出货量超过 2 万片，累计销售国内外燃料电池企业 150 多家，高校和研究机构达 60 多所。公司新建厂线将达到年产 30 万平方米的膜电极、1000 公斤的催化剂的产能。
	唐锋能源	公司成立于 2017 年，技术源于上海交大，能够实现对低铂膜电极的开发和批量制备，自主开发的 CCM 涂敷工艺、MEA 自动封装工艺及膜电极成型工艺，实现效率与性能的平衡，年产能达到 100 万片，处于行业领先水平，得到了多家行业龙头客户的认可。
	太极动力 (道氏技术参 股)	公司成立于 2018 年，由马东生担任董事长，核心团队来源于巴拉德。其主要核心产品是膜电极+双极板，致力于推动核心材料国产化。
	未势能源	2021 年 9 月，公司宣布全新“卷对卷”工艺高性能膜电极开启规模化量产，该产线全面达产后，可年产膜电极百万片以上，预计年产值超 3 亿元。
	威孚高科 (000581.SZ)	2022 年 5 月，公司与无锡国家高新技术产业开发区签署合作协议，计划在十四五期间启动并完成国内氢能研发中心二期建设，建立 500 万片石墨双极板、200 万片金属双极板、400 万片膜电极以及相关 BOP 关键零部件国内基地小批生产能力。
	纳尔股份 (002825.SZ)	2021 年 4 月，公司与胡里清博士合资成立纳尔终能氢电有限公司，进入燃料电池膜电极生产领域，胡里清博士曾担任巴拉德公司及国外著名大学高级项目负责人、上海神力科技有限公司创始人，是中国燃料电池产业化先驱，具有深厚的产业经验。公司计划配套先进的 CCM 生产线，目标成为国内最大的膜电极研发制造企业。
质子膜	东岳未来氢能	公司成立于 2017 年，主业是氟化工产业链下游高端含氟精细化学品，包括高性能燃料电池膜、高性能含氟聚合物等。公司是国内最早布局质子交换膜的企业，公司 150 万平米燃料电池膜一期项目已经在 2020 年年底正式投产，成为国内首家实现燃料电池质子膜规模化量产的公司，与巴拉德、亿华通、重塑等国内外燃料电池企业展开应用合作。

	苏州科润	公司成立于 2019 年，是国内目前唯一一家能够批量生产钒液流电池用全氟质子交换膜的企业，和少数批量生产氢燃料电池用质子交换膜的企业之一。公司目前拥有国内首家钢带流延法全氟离子膜生产线 3 条，可年产全氟离子膜 30 万平米，燃料电池用质子交换膜 10 万平米。公司计划 100 万平米质子交换膜项目预计将于 2023 年建成投产，用于氢燃料电池、电解水制氢、钒电池。
	武汉绿动氢能	公司成立于 2020 年 7 月，是国家电投氢能公司的全资子公司，专注于质子交换膜、水电解膜、膜电极、电堆及燃料电池系统等。2021 年 12 月，武汉绿动年产 30 万质子交换膜生产线正式投产，产品已实现在大功率燃料电池电堆应用。
	泛亚微透 (688386.SH)	公司成立 1995 年，掌握 e-PTFE 膜核心技术，具备微透膜及膜组件全产业链能力，其自主创新研发的微透膜产品应用于汽车、包装及其他保护性透气领域。公司于 2022 年 1 月发布公告，拟发起设立合资公司“江苏源氢新能源科技股份有限公司”，投资建设 ePTFE 功能膜和氢燃料电池工程技术研究院以及 150 万平米氢质子交换膜产业化项目。
	济平新能源	公司成立于 2018 年，是国内第一家实现公斤级量产催化剂的企业。首席技术官邹裕民博士在欧美电化学/能源产业有近 30 年工作经验，其中 16 年在燃料电池领域。公司催化剂自动化产线已投入生产，催化剂年产量 2 吨，其性价比较同类进口催化剂有明显提升。应用方面，业务范围已覆盖国内多数膜电极及燃料电池堆企业。
	氢电中科	公司成立于 2018 年，公司技术带头人为华南理工大学曾建皇教授(深耕催化剂领域近 20 年)。公司铂碳催化剂、铂基系列催化剂已经实现商业化量产，产能可达到 500kg/年，第二代储备产品——铂合金催化剂已实现完全自主研发。产品已通过巴拉德、爱德曼、上汽捷氢、武汉理工氢电、鸿基创能、氢航科技等知名企业的验证。
	中科科创	公司成立于 2015 年，依托中科院上海高等研究院人才队伍、技术优势而打造。中科科创现在拥有两大类燃料电池催化剂：铂基类催化剂、铂镍碳类催化剂。目前主推的高载量 Pt/C 催化剂，已经实现了公斤级规模化制备，建立了 300 余家客户群体。
催化剂	南京东焱	公司成立于 2015 年，由南京大学、江苏启迪科技园等共同创办，从事燃料电池催化材料、医药新材料等。预计 2022 年一期项目量产规模日产 500-1000 克。
	南京动量	公司成立于 2018 年，公司主要产品为纳米多孔碳膜和纳米多孔碳粉，广泛用于氢气燃料电池、锂电池、液流电池等领域。基于纳米多孔碳粉，公司开发出铂碳催化剂。
	喜玛拉雅氢能	2015 年 1 月，武汉喜玛拉雅与清华大学签订技术成果转让合同，并成立了清华喜玛拉雅氢燃料电池产业化基地，目前喜玛拉雅已完成燃料电池用催化剂、膜电极、双极板等关键材料的研发和生产能力的建设，目前 Pt/C 催化剂日产能达到 200g。
	中自科技 (688737.SH)	公司成立于 2005 年，2021 年科创板上市，在燃料电池催化剂方面，中自科技已经开发出第一代 SEC100 铂碳催化剂和第二代 SEC200 具有核-壳结构的低铂催化剂，两代产品处于小、中试阶段。
	创启新能 (康普顿参股)	公司成立于 2019 年，由澳大利亚技术科学与工程院院士甄崇礼教授领头，公司研究方向集中于电解水制氢催化剂、液态有机物 (LOHC) 储氢催化剂，燃料电池催化剂。
	通用氢能 (华电重工控股)	公司成立于 2018 年，主要技术人员来自于南方科技大学教授王海江团队，目前已建成年产能 10 万平方米的国内首条卷对卷连续化气体扩散层生产线，年产 100 万平方米的气体扩散层产线也在建设中。
扩散层	上海嘉资	公司成立于 2007 年，长期专注于碳纤维复合材料的研发与设计。于 2017 年成功批量制备出了第一代碳纸产品，后经过反复迭代升级，2019 年量产的第五代碳纸产品完全满足了氢空燃料电池对核心材料气体扩散层应用方面的全部技术要求。2022 年实现气体扩散层产品年产能 10 万平米，并于 2024 将产能扩产至 40 万平。
	仁丰特材	公司成立于 2006 年，是国内领先的特种纸材料骨干生产企业，生产规模为年产 50 万吨特种纸材料。拥有 GDL 生产的自主知识产权成果，于 2021 年开始工程设计和建设 150 万 m ² /年 GDL 生产线，其中一期 50 万 m ² GDL 将于 2022 年下半年建成

投产,该项目已列入淄博市“十四五”氢能产业重大示范及山东省能源领域重点技术攻关项目。从短切碳纤维原料起,包括制浆、抄造、涂胶、热压、碳化、石墨化、疏水层涂布、微孔层涂布、烧结全链生产,卷对卷产品规模化实现。

来源:各公司官网, Wind, 国联证券研究所

本报告仅供
ybjieshou@eastmoney.com
邮箱所有人使用, 未经许可, 不得外传。

4 风险提示

1) 政策不及预期。氢燃料电池产业仍处于产业导入期，产业发展节奏与政策扶持力度密切相关。若后期政策导向变化，退坡幅度超预期，行业发展节奏将受到影响。

2) 核心技术突破不及预期。膜电极是典型的高技术壁垒产业，目前三大核心材料仍处于低国产化水平，距离进入无补贴平价仍需要规模化降本及技术持续优化，如果未来行业相关关键技术研发进度和国产化水平不及预期，造成成本下降缓慢，将影响行业发展。

3) 基础设施配套不及预期。基础设施配套不足是当前氢燃料电池汽车发展滞后的核心因素之一，包括加氢站、氢能配套供应链等，如果基础设施配套建设低于预期，同样对氢燃料电池汽车商业化形成负面影响。

4) 行业空间测算偏差风险。市场空间测算是基于相应前提假设，存在假设条件不成立、市场发展不及预期等因素导致市场空间测算结果偏差。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的6到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准；韩国市场以柯斯达克指数或韩国综合股价指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表指数涨幅 20%以上
		增持	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于 5%~20%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表指数跌幅 10%以上
	行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表指数涨幅 10%以上
		中性	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~10%之间
		弱于大市	相对同期相关证券市场代表指数跌幅 10%以上

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属国联证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“国联证券”）。未经国联证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为国联证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，国联证券不因收件人收到本报告而视其为国联证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但国联证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，国联证券及其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，国联证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

国联证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。国联证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。国联证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，国联证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到国联证券及其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

版权声明

未经国联证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、转载、刊登和引用。否则由此造成的一切不良后果及法律责任有私自翻版、复制、转载、刊登和引用者承担。

联系我们

无锡：江苏省无锡市太湖新城金融一街8号国联金融大厦9层

电话：0510-82833337

传真：0510-82833217

北京：北京市东城区安定门内大街208号中粮置地广场4层

电话：010-64285217

传真：010-64285805

上海：上海市浦东新区世纪大道1198号世纪汇广场1座37层

电话：021-38991500

传真：021-38571373

深圳：广东省深圳市福田区益田路6009号新世界中心29层

电话：0755-82775695