



中咨公司氢能中心



能景研究EnerScen



氢基能源产业链发展阶段及破局路径探讨

2024年3月

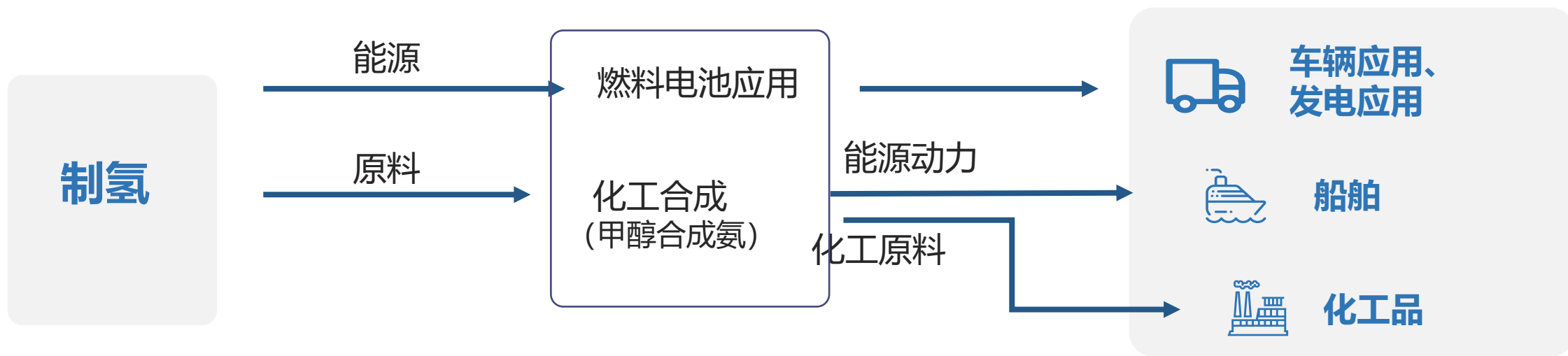
氢能具有能源和原料属性，各领域的发展阶段与要求各不相同



《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》

- ◆ 氢能是未来国家能源体系的重要组成部分
- ◆ 氢能是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体
- ◆ 氢能产业是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向

从**能源转型**和**行业脱碳**中实现
新兴产业的发展



当前阶段

需求规模

存量市场
增量市场

法规及要求

限制类
鼓励类
标准类

技术阶段

科学技术
工程技术

成本比较

设备成本
全生命周期成本

未来趋势

01

制氢：为规模应用需求奠定基础

>> 除需求拉动外，能源结构转型推动绿氢项目上马



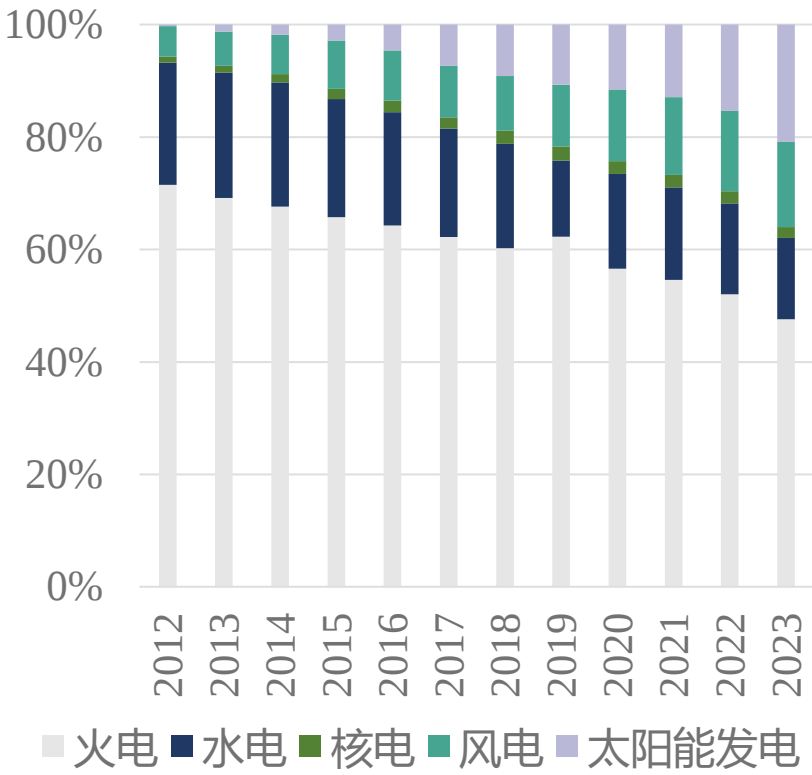
风电、光伏发展受限：

- 并网指标受限：
- 上网要求提高：强制配储、发电运营不得早于绿氢建成。

表 近两年各地区光伏、风电消纳情况要求的通知

地区	政策	内容
广东	《关于发布接网消纳困难的县（市、区）名单及低压配网接网预警等级的公告》	11个县（市、区）分布式光伏已无可接网容量。
辽宁	《关于分布式光伏项目备案有关工作的通知》	营口备案未并网光伏容量远超分布式电源承载能力，暂缓新增分布式电源项目备案。
湖北	《关于加强分布式光伏发电项目全过程管理的通知（征求意见稿）》	分布式光伏发电项目未取得接入意见自行建设则电网企业不受理并网申请。
青海	《2022年青海省新能源开发建设方案》	增量混改、普通市场化项目：配置15%*4小时储能。
江西	《关于拟取消建设规模风电、光伏项目的公示》	电网消纳矛盾突出，38个风电、光伏项目将因无法接入被取消。
湖南	《湖南省发展和改革委员会关于规范光伏发电项目备案管理有关事项的通知》	暂停未纳入全省“十四五”风电、光伏发电项目建设的“全额上网”小型地面光伏电站项目备案工作。

图 2012-2022年国内电力装机容量结构



鼓励类政策也在破除绿氢生产的核心障碍



管理政策、补贴政策加快出台，支持绿氢发展

1

管理
深化

- 已有13省市发布化工园区外制氢“松绑”规定，如：《河北省氢能产业安全管理办法（试行）》
 - 允许在**化工园区外**建设电解水制氢（太阳能、风能等可再生能源）等绿氢生产项目和制氢加氢一体站；
 - 氢能企业按行业类别归口监督管理；
 - 绿氢生产**不需取得危险化学品安全生产许可**。
- 确保绿氢消纳绿电，如：《内蒙古自治区风光制氢一体化项目实施细则2023年修订版（试行）》
 - 风光制氢一体化项目的电源、电网、制氢、储能等部分应为同一投资主体控股，作为一个市场主体运营；
 - **新能源部分不得早于制氢负荷、储能设施投产**，且与制氢负荷项目运行周期匹配；
 - 并网型风光制氢一体化项目年上网电量不超过年总发电量的20%，年下网电量不超过项目年总用电量的10%。

2

扶持
补贴
增多

- 指标、资源倾斜，如：新疆《自治区支持氢能产业示范区建设的若干政策措施》
 - 支持**优先配置风光资源**；
 - 制氢项目可**优先消纳新能源市场化交易电量**。
- 生产电价补贴，如：《成都市优化能源结构促进城市绿色低碳发展政策措施实施细则（试行）》
 - 对绿电制氢项目市区两级联动给予0.15-0.2元/千瓦时的电费支持。
- 定向消费场景补贴，如：《宁东基地促进氢能产业高质量发展的若干措施2024年修订版（意见征求稿）》
 - 对在宁东基地实施**绿氢替代的化工项目**按5.6元/公斤标准给予用氢补贴，单个企业每年不超过500万元，最多补贴3年。

工程技术是解决绿色、安全、稳定、大规模、经济性的关键

风电、光伏制氢3种项目模式，“离网”对电网压力最小：

- “离网”：不连接电网；“弱并网”：电网做制氢补充；
强并网”：余电上网

“离网”模式为未来趋势，技术、工程要求更高：

- 装备技术：电解槽功率调节范围、响应速度、启动速度.....
- 智能化控制：风电制氢配比、系统控制策略.....
- 经济性：风电、光伏年利用小时数、装备成本.....

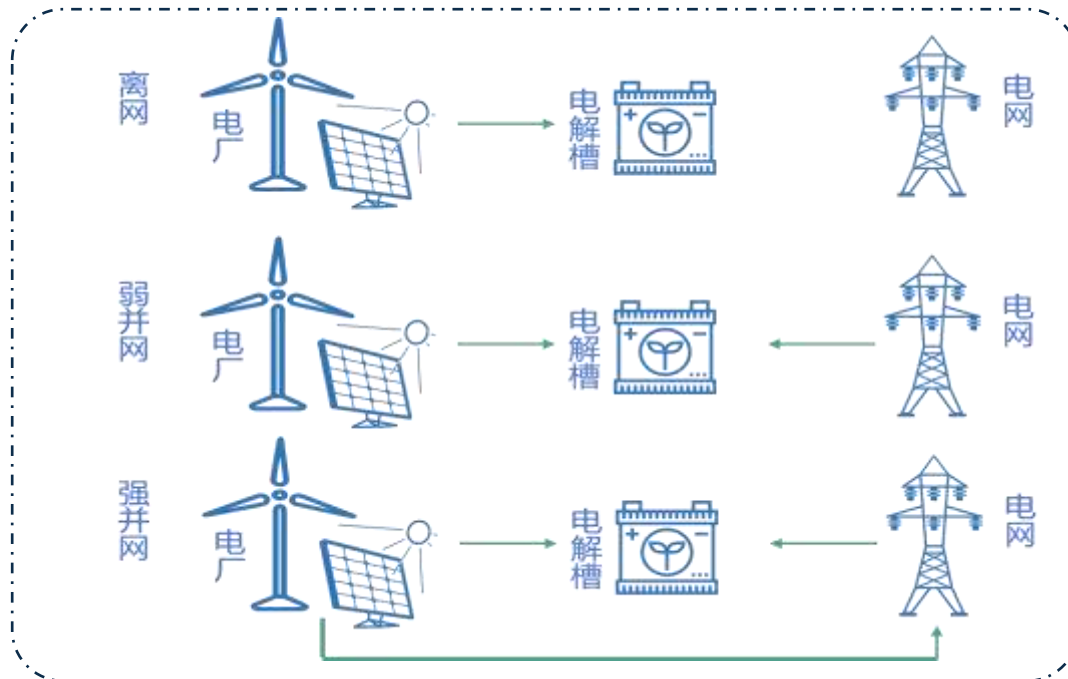
表 2023年中国3种制氢模式代表项目

进展	地点	制氢项目	电力来源	电网形式	规模（MW）
建成	内蒙古	纳日松光伏制氢项目（一期）	光伏	强并网	40
建成	新疆	新疆库车绿氢示范项目	光伏	弱并网	260
建成	甘肃	张掖氢能综合应用示范项目（一期）	光伏	离网	5
在建	辽宁	铁岭25MW风电离网制氢项目（一期）	风电	离网	25
规划	内蒙古	中煤10万吨/年液态阳光项目	风电/光伏	离网	231

离网项目数量增多、规模增长：

	2022年	2023年	2026E
累计建成	3项	7项	>20项
最大	<1MW	<5MW	>100MW

图 3种风电/光伏制氢模式：

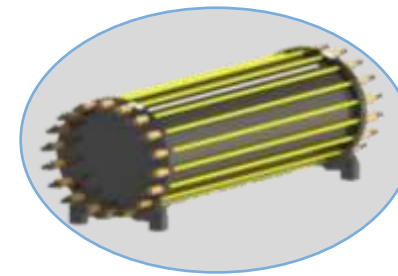


装备技术靠产业链拉动，国内外产品在阶段及方向上存在差异



当前需求驱动技术发力点及要求不同。

- **欧盟、美国：**电解制氢“小时匹配”、“离网”等标准严格，电解槽响应速度、负荷调节范围、长期稳定性要求高。
- **中国：**看重制氢能耗等经济性指标，并网、半离网为主。



ALK电解槽中国与海外在规模化制氢方面的设计路线不同。

- **海外以低压、模块化路线为主。贵金属催化剂为主。**
 - 负荷调节范围更宽，可实现10%-100%的宽负荷；
 - 单槽制氢量较低，多在1000 Nm³/h以下；
 - 电密高，贵金属多；
- **中国以中压、大标方路线为主，金属镍催化剂为主。**
 - 25%-110%区间；
 - 单槽向大标方迈进，如3000 Nm³/h；
 - 电密低，贵金属少；

PEM电解槽中国与海外则在应用场景与发展阶段上有所不同。

- **海外**
 - 规模化制氢MW级为主，千方级”阵列化成熟。
 - 单槽贵金属用量更低，负荷范围更广
- **中国**
 - 分布式或示范性小规模制氢项目，单槽为主。

零部件国产化及系统整体能力提升，带来电解槽技术性能的优化



2023年中国碱性电解槽技术迭代阶段

- 新型合金催化剂等零部件性能提升;
- 结构改进，中压柱形；低压方形；阵列式

2023年中国PEM电解槽水平逐渐提升

- 核心零部件的国产化;
- 需求及竞争推动

碱性

额定制氢电耗降低，电流密度升高；

负荷调节范围更宽；

PEM

制氢电耗逐步降低，电流密度逐渐升高；

贵金属用量逐渐降低；

图 2021年-2025年中国ALK电解槽制氢电耗及电流密度发展趋势

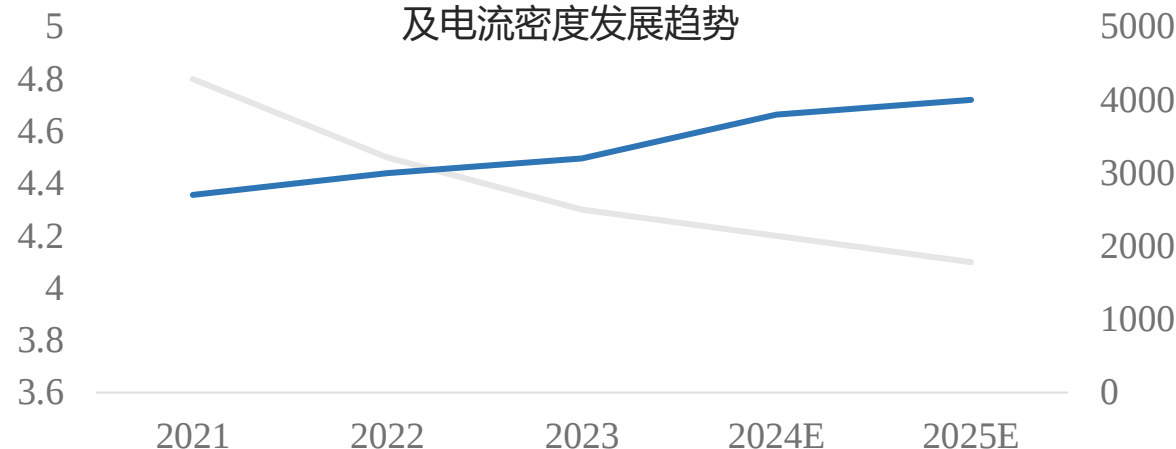
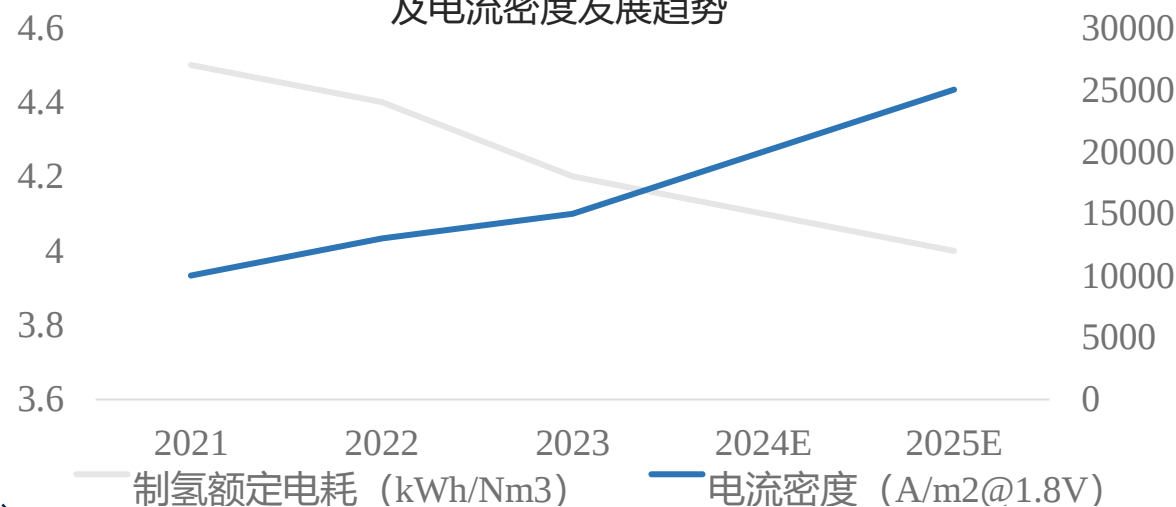


图 2021年-2025年中国PEM电解槽制氢电耗及电流密度发展趋势

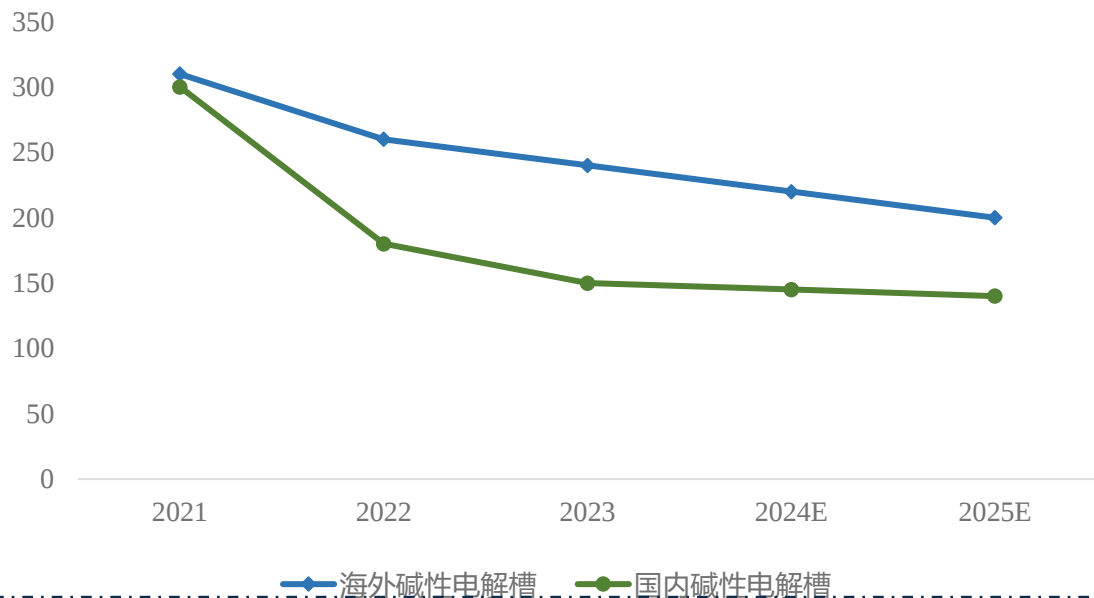


注：根据前十电解槽市场份额厂家披露数据汇总取平均

碱性电解槽

- 2023年，海外5MW级市场均价约在**240万元/MW**，处于较高价格水平。
- 2023年，中国5MW级中标平均价格约**151万元/MW**，相较2022年下降了约16%。

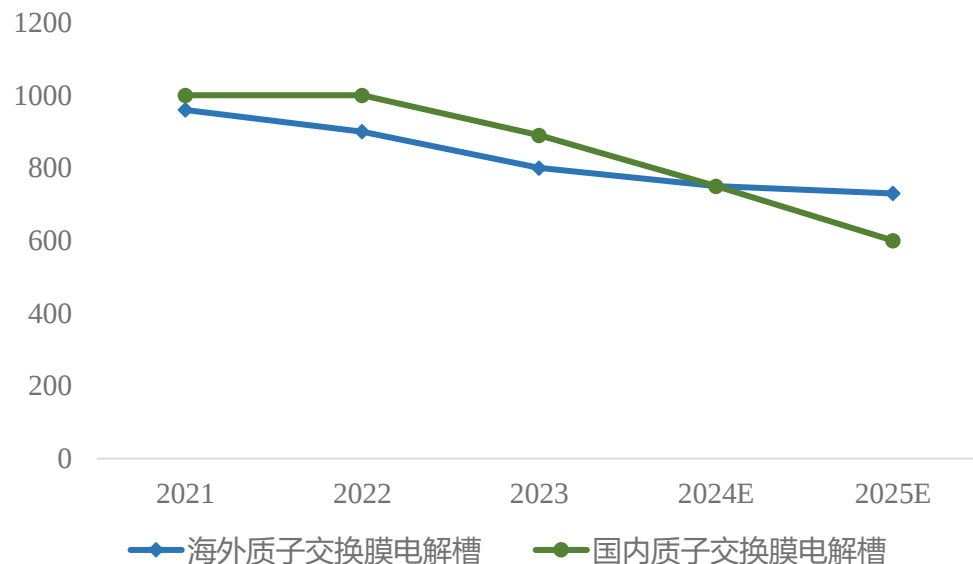
2021年-2025年国内外5MW级碱性电解槽市场均价（万元/MW）下降趋势



PEM电解槽

- 2023年，海外兆瓦级PEM电解槽市场均价约**800万元/MW**左右。
- 2023年，中国兆瓦级PEM电解槽中标均价约**890万元/MW**，相较2022年下降了约11%。

2021年-2025年国内外兆瓦级质子交换膜电解槽市场均价（万元/MW）下降趋势



工程化技术及装备技术的综合提升，将推动绿氢快速降本

折旧、电力占绿氢生产最大成本：

- 电力：以平准化发电成本估算，约占46%。
- 折旧：以ALK电解槽购置成本等估算，约占32%。

光伏/风电持续降本：

- 2019年至2022年中国风电平准化发电成本约下降了31%，
- 固定式光伏（1800h/年）平准化发电成本约下降了35%，
- 分布式光伏平准化发电成本约下降了28%，降至约0.2元/kwh。

图 2023年6h/天时固定式光伏发电ALK制氢成本

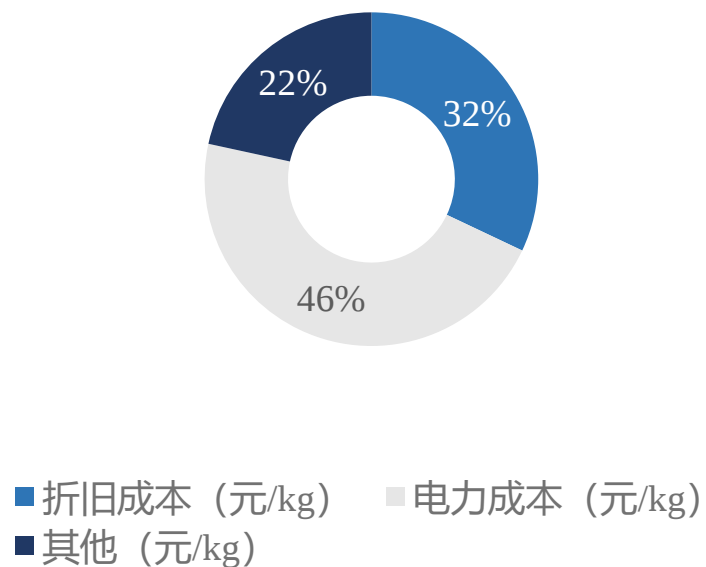
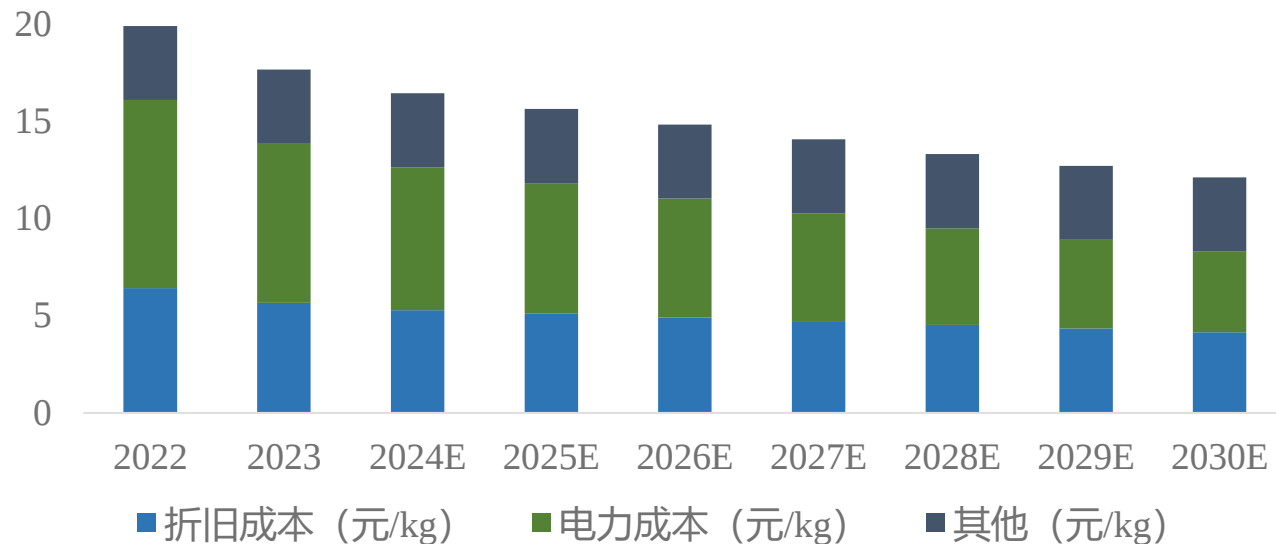


图 2022-2030年6h/日下ALK固定式光伏制氢成本



02

需求1：氢能重卡等交通领域确定性不断增强

重卡等汽车成为氢能最先示范领域，场景空间为发展规模奠定基础



重卡市场：

- 年销售90~160万辆；
- 市场空间1~1.7万亿元。

细分（2021年）：

- **场景：**物流行业半挂牵引车销量占5成左右；
- **地域：**吉林、山东、陕西、北京等北方4省占6成以上。

- 2023年燃料电池重卡销量达到3612辆，同比增长47.1%，占比达到50%。
- 重卡的应用场景多为长距离运输，氢能重卡相比纯电拥有更长的续航里程、更大的载重量和更短的补能时间。
- 重卡主要运行在相对固定的线路上，对加氢站的依赖相对较低。

图 2018-2023年中国重卡汽车销量

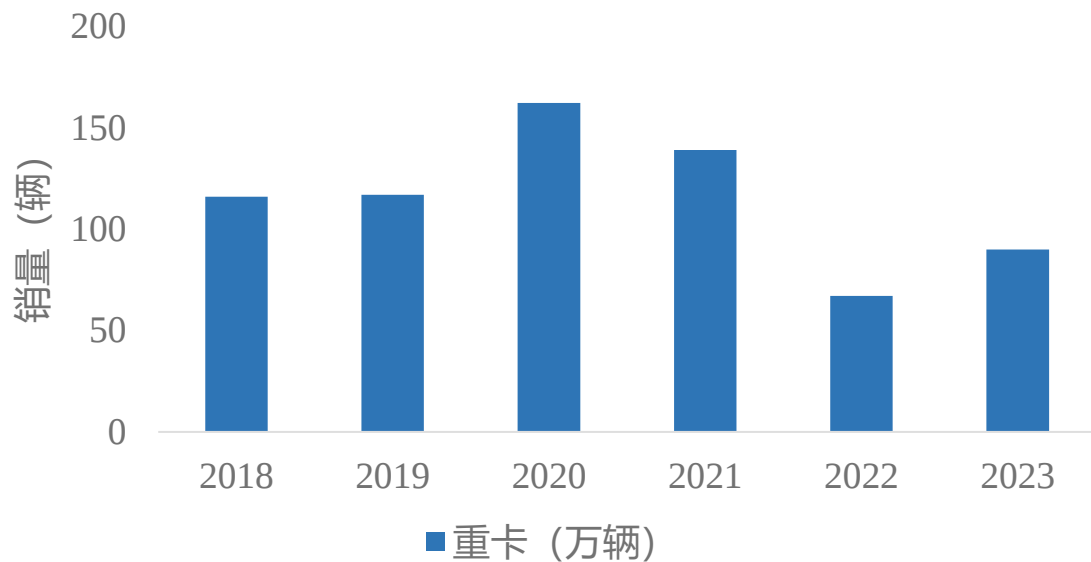
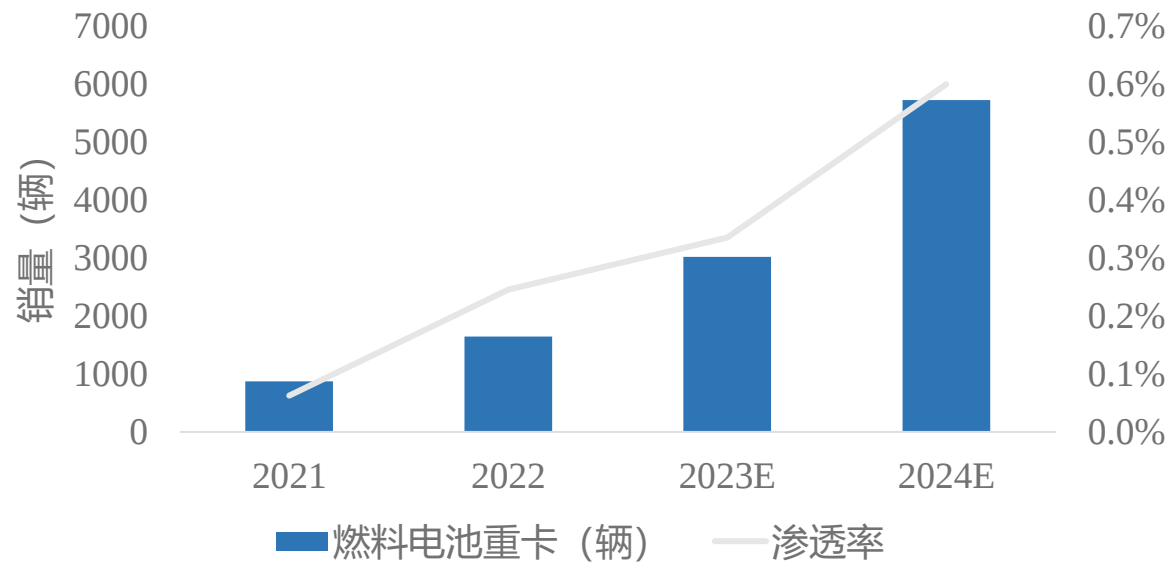


图 2018-2024年中国燃料电池重卡销量及渗透率



1

补贴

路权、补贴等政策支持燃料电池行业发展

新疆“氢十条”政策措施

- 鼓励氢燃料电池汽车、强化金融政策支持等方面。

广东省加快氢能产业创新发展的意见：

- 满足要求的车辆按燃料电池系统额定功率补贴3000元/千瓦等

沈阳市大东区政府发布公开征求《大东区支持氢燃料电池汽车产业高质量发展的若干政策措施（征求意见稿）》意见。

- 对满足条件的氢燃料电池汽车给予100万元奖励，对实现产业化的关键零部件最高不超过500万元奖励。

焦作市人民政府发布关于印发《焦作市支持氢燃料电池汽车示范应用若干政策》的通知。

- 对购置符合要求的氢燃料电池汽车价格补贴，2023年每车补贴3%、2024年每车补贴1%、2025年每车补贴0.5%。

2

路权

安阳市加快燃料电池汽车产业高质量发展若干政策：

- 对燃料电池汽车给予路权激励，对符合密闭运输等要求的氢燃料市政工程车、氢燃料箱式物流配送货车开放道路通行权等

《包头市交通运输局关于印发交通运输行业新能源重卡路权优先保障措施的通知》

- 在全市普通公路收费站设置新能源重卡路权优先公告栏等措施。

《山东省交通运输厅&山东发改委&山东科学技术厅免收高速公路过路费》

- 自2024年3月1日起，对山东省高速公路安装ETC套装设备的氢能车辆暂免收高速公路通行费。政策试行期2年。
- 山东、河南等地，既是重卡货运的主线，也是比较富裕的高速集团；
- 高速集团的参与可行性高、将加快高速干线氢车的推广；

燃料电池技术水平已达到国际一流水平，支撑多领域应用



表 2023年中国燃料电池部分核心零部件技术指标

	性能指标	平均指标	前沿指标
膜电极	功率密度 (W/cm ² @0.6V)	1.6	1.8
质子交换膜	厚度 (μm)	15	8
	质子电导率 (S/cm)	——	0.3
碳纸	电阻 (MΩ·cm ²)	——	3
催化剂	铂负载量 (mg/cm ²)	3.3	3

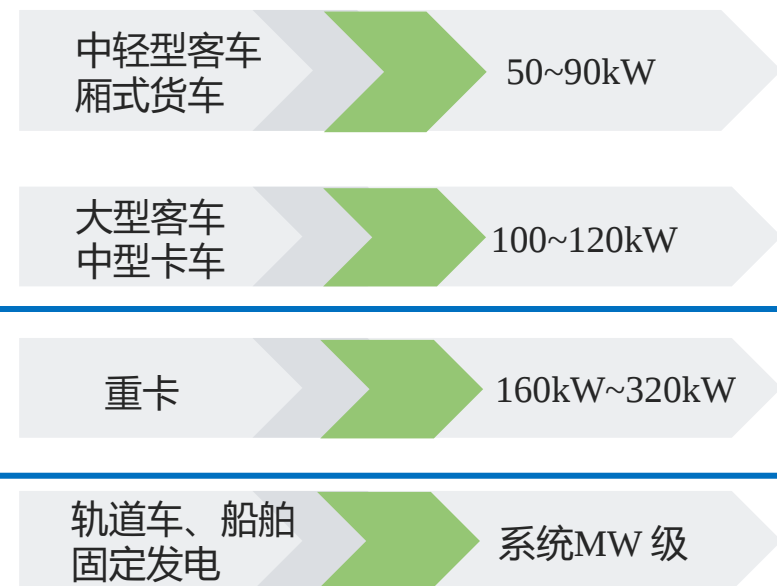
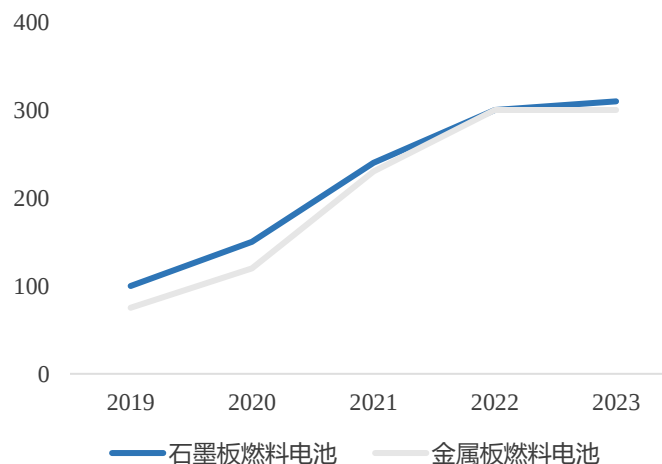
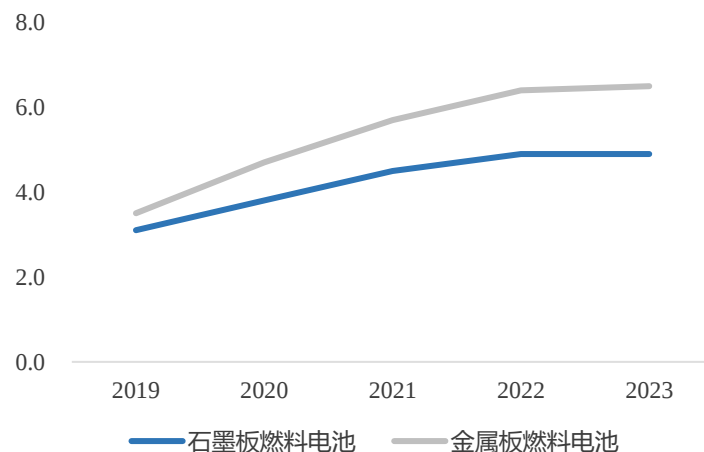
最大功率密度超过国际龙头品牌

- ❑ 石墨板燃料电池电堆最高体积功率密度（不含端板）为4.9kW/L，如巴拉德石墨板电堆功率密度4.3kW/L；
- ❑ 金属板燃料电池电堆最高体积功率密度（不含端板）为6.5kW/L，丰田金属板燃料电池电堆5.4 kW/L。

单台最大功率达到国际商用产品最高行列

- ❑ 石墨板燃料电池电堆最高功率为310kW
- ❑ 金属板燃料电池电堆最高功率密度为300kW。

2019-2023年国内新发布燃料电池产品最大功率（kW） 体积功率密度（kW/L）

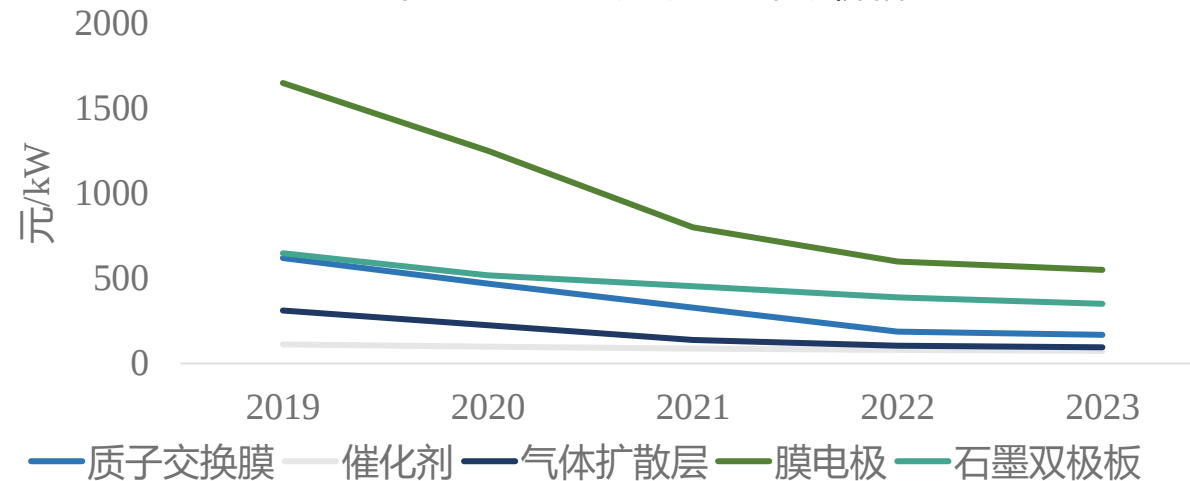


零部件国产化已基本实现，规模起量将成为下一步降本核心影响因素

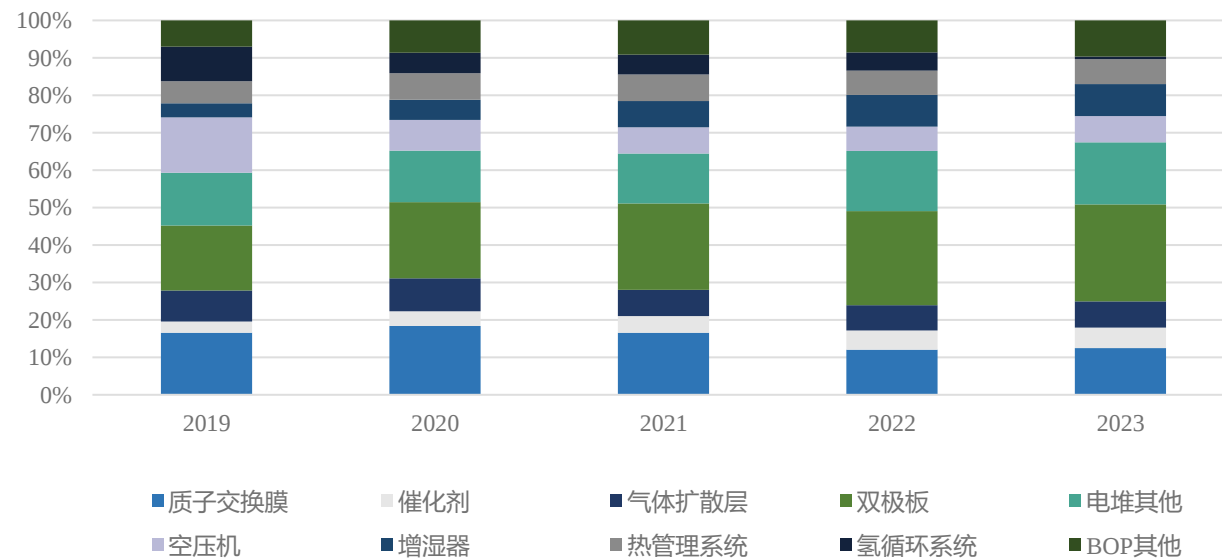


- **质子交换膜、气体扩散层**：2023年质子交换膜价格降低至约170元/kW，相较2022年降低约10%；气体扩散层价格降低至约95元/kW，相较2022年降低约9%。
- **催化剂**：2023年催化剂价格降低至约75元/kW，相较2022年降低约9%。
- **极板**：2023年燃料电池极板价格降低至约350元/kW，相较2022年降低约11%。
- **燃料电池系统成本中**，电堆部分成本占比逐年增大。2019年至2023年，电堆部分成本在燃料电池系统总成本中的占比由59.3%提高到67.5%。这源于电堆部分零部件的采购价格降幅不及BOP部分零部件。
- **BOP零部件中**，空压机、氢循环泵等的市场价格相较2022年降幅仅约5%左右。

2019-2022年燃料电池系统零部件市场价格



2019-2023年中国燃料电池系统成本组成



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/236045215135010145>