

电力设备

从电解槽设备看电解水制氢投资机会

近期绿氢项目落地加速，催化以电解槽为主的产业链相关需求。本篇报告主要回答以下问题：1) 电解槽是什么？未来发展空间？2) 绿氢需求端现状及供给侧技术路径如何演变？3) 如何看待电解水制氢环节相关投资机会？

电解槽是什么？未来发展空间？

1) 从制氢产业链价值分布看电解槽重要性：碳减排政策催化全球能源系统转型需求，氢能发展前景广阔，其中电解水制氢（绿氢）工艺简单，且最为清洁，长期有望取代灰氢加速成长。**电解槽是电解水制氢设备中重要一环，占比整体设备成本50%以上。**产业链看，电极和隔膜为碱性电解槽核心壁垒。预计电解槽未来主要朝大产量、高效率和智能化方向迭代演变。

2) 从终端用户经济性看电解槽发展潜力：短期电解水制氢经济性低于其他制氢方式。以广东省谷电电价0.21元/kwh测算，电解水制氢成本为16.6元/kg，略高于煤制氢成本上限。长期，我们判断随着单槽产量提升，叠加可再生能源电价降低，电解水制氢性价比有望提升。

3) 远期空间：2021-22年中国电解水制氢设备出货量超350MW（超9亿元）、约800MW（+128%），我们判断今年行业仍能保持翻倍增长。远期空间看，我们测算2030年电解槽规模有望超80GW，对应市场规模约1160亿元。

绿氢需求端现状及供给侧技术路径如何演变？

落地项目看，绿氢现阶段需求主要为替代灰氢用于工业、能源脱碳减排，少部分用于交通运输，供给加氢站。技术路径看，现阶段电解水制氢主要有四种主流技术：碱性电解槽（技术最为成熟）、质子交换膜电解槽（商业化比例较低）、阴离子交换膜电解槽（未完全商业化）、固体氧化物电解槽（未完全商业化）。我们认为短期碱性电解槽技术更具性价比，长期PEM降本空间更大，且与可再生能源耦合，市场份额有望提升。

如何看待电解水制氢环节相关投资机会？

1) 全球格局份额相对分散，国内格局呈非稳态头部化。全球：2022年碱性电解槽市场CR3为32%，前三公司为隆基、考克利尔竞立、ThyssenKrupp；国内：2021年电解槽CR3达70%，但格局呈现非稳态头部化。

2) 产业链角度看，电解槽行业核心环节在于下游渠道。我们判断供应链逐步完善后厂商间难以凭借上游供应链拉开明显差距，下游为核心环节，具备品牌、客户和渠道优势的厂商有望领跑行业。**投资建议：电解槽企业设备订单加速放量，推荐龙头企业隆基绿能、阳光电源；优质设备厂商双良节能、亿利洁能、华电重工、昇辉科技、华光环能。**

风险提示：政策支持力度不及预期、假设和测算存在误差。

重点标的

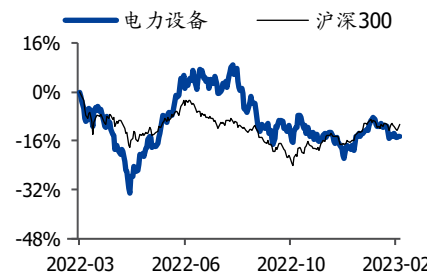
股票代码	股票名称	投资评级	EPS (元)				PE			
			2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E
601012.SH	隆基绿能	增持	1.20	1.95	2.51	2.90	36.78	22.64	17.59	15.22
300274.SZ	阳光电源	增持	1.07	2.03	3.36	4.42	107.85	56.85	34.35	26.11
600481.SH	双良节能	增持	0.17	0.68	1.24	1.43	74.35	18.59	10.19	8.84
600277.SH	亿利洁能	未覆盖	0.23	--	--	--	23.41	--	--	--
601226.SH	华电重工	未覆盖	0.26	0.26	0.37	0.49	26.09	31.38	22.12	16.60
300423.SZ	昇辉科技	增持	0.42	--	--	--	34.62	--	--	--
600475.SH	华光环能	未覆盖	1.04	0.83	1.09	1.26	11.39	13.97	10.65	9.17

资料来源：Wind，国盛证券研究所

注：隆基绿能、阳光电源、双良节能为国盛证券盈利预测，其余公司取Wind一致预期

增持（维持）

行业走势



作者

分析师 杨润思

执业证书编号：S0680520030005

邮箱：yangrunsi@gszq.com

分析师 杨凡仪

执业证书编号：S0680522070008

邮箱：yangfanyi@gszq.com

相关研究

1、《电力设备：硅料价格企稳板块情绪复苏，中科海钠发布钠电新品》2023-02-26

2、《电力设备：今年国内光伏新增装机或达120GW，美国推出充电桩本土化法案》2023-02-19

3、《电力设备：钙钛矿：光伏电池的“明日之星”》2023-02-15

内容目录

1. 电解槽是什么？未来发展空间？	3
1.1 碳减排催化全球能源系统转型需求，绿氢前景广阔	3
1.2 从制氢产业链价值分布看电解槽重要性	4
1.3 从终端用户经济性看电解槽发展空间	7
2. 行业现状：代替灰氢是主要增量，技术方向以碱性为主	9
2.1 需求端：绿氢项目以替代灰氢、供给加氢站为主	9
2.2 供给端：短期碱性电解为最优选择，长期 PEM 具备更大降本潜力	11
3. 自上而下，如何看待产业链投资机会？	13
3.1 行业需求快速增长，竞争格局呈非稳态头部化	13
3.2 各方竞争者快速入局，看好新势力厂商发展潜力	14
风险提示	17

图表目录

图表 1: 氢能典型应用场景	3
图表 2: 全球现有能源结构一览：化石燃料占据主导地位 (%)	4
图表 3: 中国现有能源结构一览：煤炭等化石燃料占据主导地位 (%)	4
图表 4: 2019 年国内产氢方式仍以化石能源制氢为主 (%)	4
图表 5: 电解槽设备主体一览	5
图表 6: 电解水制氢成本：电费、设备成本占比约 73%/14%	5
图表 7: 碱性电解槽整体设备构成一览	6
图表 8: 碱性和 PEM 路径中，电解槽成本占比设备成本均超过 50%	6
图表 9: 电解槽成本占比随设备功率提升而增加	6
图表 10: 碱性电解槽工作原理一览：电极和隔膜为核心部件	7
图表 11: 煤制氢成本随煤炭价格的变化趋势 (纵轴：煤制氢成本，单位为元/kg；横轴：煤炭价格，单位为元/吨)	8
图表 12: 天然气制氢成本变化趋势 (纵轴：天然气制氢成本，单位为元/kg；横轴：天然气价格，单位为元/Nm ³)	8
图表 13: 工业副产品制氢成本 (纵轴：工业副产品制氢成本，单位为元/kg；横轴：各类工业副产品名称)	8
图表 14: 中国电解水制氢成本敏感性分析 (纵轴：电解水制氢成本，单位为元/kg；横轴：电价，单位为元/kwh)	8
图表 15: 电解槽规模测算 (万吨；台；GW；亿元)	9
图表 16: 落地项目看，绿氢现阶段需求主要为替代灰氢用于工业、能源脱碳减排	10
图表 17: 绿氢市场空间展望	11
图表 18: 电解槽技术路径对比一览	11
图表 19: PEM 和碱性电解制氢技术未来发展评估	13
图表 20: 全球碱性、PEM 电解槽厂商产能及预计情况一览 (%)	13
图表 21: 国内 2021 年电解槽厂商份额 (%)	14
图表 22: 国内 2022 年电解槽厂商份额 (%)	14
图表 23: 老牌电解水制氢龙头概况	15
图表 24: 光储龙头电解水制氢布局一览	15
图表 25: 新势力厂商电解水制氢布局一览	17

近期绿氢项目落地加速，催化以电解槽为主的氢能产业链相关需求。本篇报告主要回答以下问题：1) 电解槽是什么？未来发展空间如何？2) 绿氢需求端现状及供给侧技术路径如何演变？3) 如何看待电解水制氢环节相关投资机会？

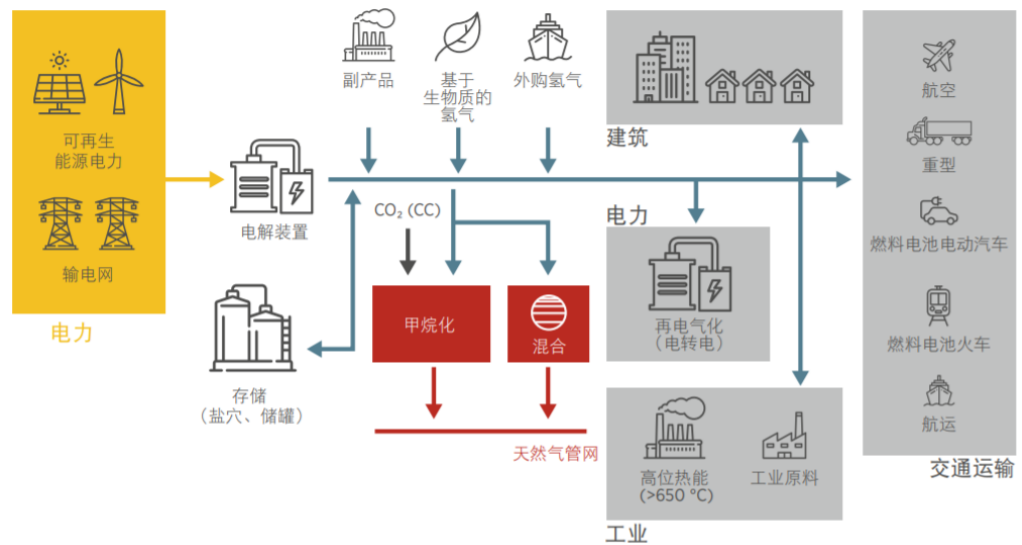
1. 电解槽是什么？未来发展空间？

1.1 碳减排催化全球能源系统转型需求，绿氢前景广阔

碳减排政策催化全球能源系统转型需求，氢能发展前景广阔。2018年11月，欧盟委员会首次提出2050年实现碳中和的欧洲愿景提案，并于2019年获欧洲议会与欧洲理事会通过。2019年2021年，国务院印发“十四五”节能减排综合方案，要求贯彻落实此前国家主席习近平提出的“双碳”目标（2030年实现碳达峰，2060年实现碳中和）。氢能凭借绿色低碳、储量丰富、应用广泛的属性，逐步成为全球能源转型发展的重要载体之一。2022年3月，国家发改委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》（下称《规划》），明确了氢能在国家能源体系的战略地位。

氢能源既是替代化石能源、降低温室气体与污染物排放的最佳目标，又有带动全产业链快速发展的潜力。氢气具有清洁低碳、灵活高效（热值达到140.4MJ/kg）、应用场景丰富等特点。能源安全角度看，氢作为来源广泛的二次能源是理想的替代能源。产业链角度看，氢能产业链长，涉及能源、交通、化工等多个行业，或将带动全产业链的发展。

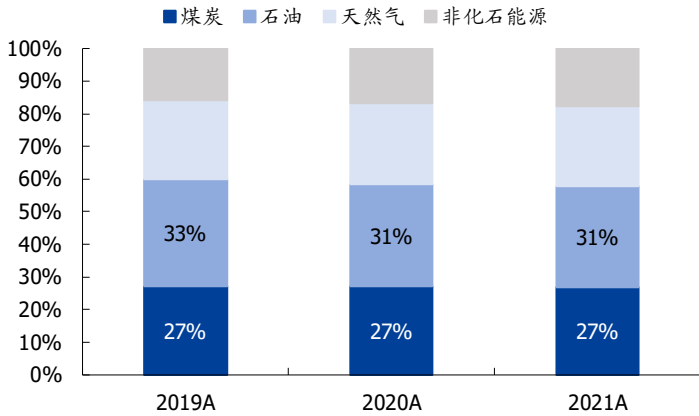
图表1：氢能典型应用场景



资料来源：IRENA，国盛证券研究所

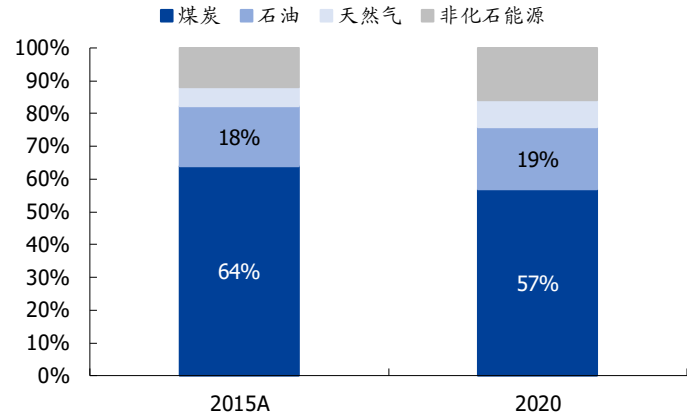
各国政策驱动引领行业发展，预计至2025年氢能占比全球能源18%。目前全球和中国能源结构来看，煤炭、石油等化石燃料仍占据主导地位。随着碳减排政策发布，全球重视氢能发展并出台相关规划。**1) 全球：**据国际氢能委员会预测，到2050年，氢能减少60亿吨二氧化碳，创造2.5万亿美元产值，在全球能源中占比预期达18%。**2) 中国：**《规划》提出，2025年初步建立以工业副产氢和可再生能源制氢就近利用为主的氢能供应体系，燃料电池车辆保有量达到5万辆，可再生能源制氢量达到10-20万吨/年，实现碳减排100-200万吨/年。氢能建设投入成本较高，政策支持强化补贴激励、规模化和集约化释放更强产业化潜能。

图表 2: 全球现有能源结构一览: 化石燃料占据主导地位 (%)



资料来源: 《bpStatisticalReviewofWorldEnergy》, 国盛证券研究所

图表 3: 中国现有能源结构一览: 煤炭等化石燃料占据主导地位 (%)

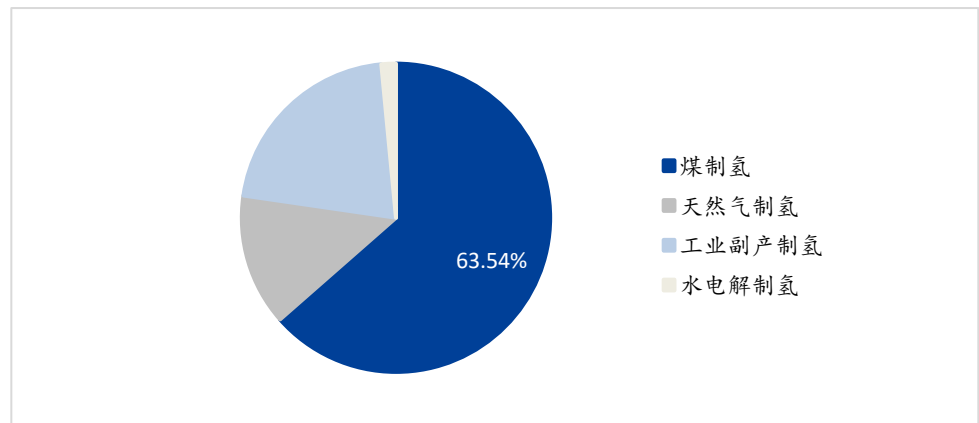


资料来源: 《“十四五”现代能源体系规划》, 国盛证券研究所

绿氢短期占比低但长期发展空间大, 未来绿氢占比有望快速提升并且占据主导地位。根据制氢工艺以及碳排放量的不同, 氢能主要分为灰氢、蓝氢、绿氢三类。灰氢指通过化石燃料燃烧产生的氢气。蓝氢指在灰氢基础上, 结合碳捕获与存储 (CCS) 技术的制取的氢气。绿氢指利用可再生能源等电能通过电解工序制得的氢气, 其过程可实现零碳排。短期工业副产品制氢成本更具优势, 长期电解水制氢零碳排潜力更大。

- **化石能源制氢:** 主要通过煤、石油或天然气与水蒸气反应得到 H_2 和 CO , 再通过 CO 变化、 H_2 提纯等工艺制得高纯度氢气。该方法成本低, 产量较大, 但碳排放高。
- **工业副产品制氢:** 采用变压吸附法 (PSA 法) 将富含氢气的工业尾气回收提纯制氢。工业副产氢的资本投入和原料投入少于化石能源制氢, 具备成本和环保优势。
- **可再生能源制氢 (电解水):** 利用可再生能源所产电能使电解槽阴极产生还原反应从而制得氢气。电解水制氢工艺简单, 且无温室气体排放, 是最为清洁的制氢方法。

图表 4: 2019 年国内产氢方式仍以化石能源制氢为主 (%)



资料来源: 中国氢能联盟, 国盛证券研究所

1.2 从制氢产业链价值分布看电解槽重要性

电解槽是电解水制氢设备中重要一环。氢能产业链主要分为制氢、储运氢和用氢, 其中制氢和储运氢为产业链重要一环, 制氢为上游环节。电解槽是电解水制氢设备中重要一

环。电解水制氢的工作原理为，水分子通电后发生电化学反应，分离出组成水分子的氢和氧。相较于其他制氢方法，电解水制氢具有氢气纯度高、零碳排放等优势。

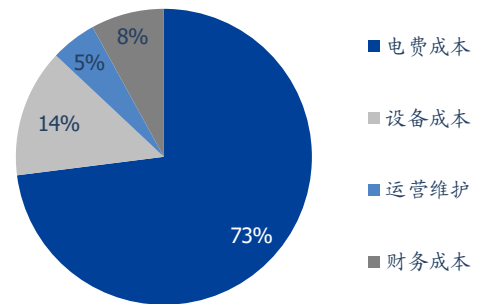
电解水制氢成本主要由电力成本和设备成本构成。据 Oxfordenergy 数据，电解水制氢成本主要由电力成本和设备成本构成，其中电费占电解水制氢总成本的 70% 以上，设备成本占比约为 14%。据北极星氢能网，碱性、PEM 电解水制氢耗电量为 1 标方氢气 5 度电左右，则单槽产量 1000 标方电解槽设备 1 小时耗电量为 5000 度电，电价成本为电解水制氢成本关键。据珠海市氢能发展规划文件，我们判断现阶段电解槽全套设备价格约 800-1000 万元，通常大型设备使用时间需保证在 10 年以上。

图表 5: 电解槽设备主体一览



资料来源：中国电力新闻网，中国华能集团，国盛证券研究所

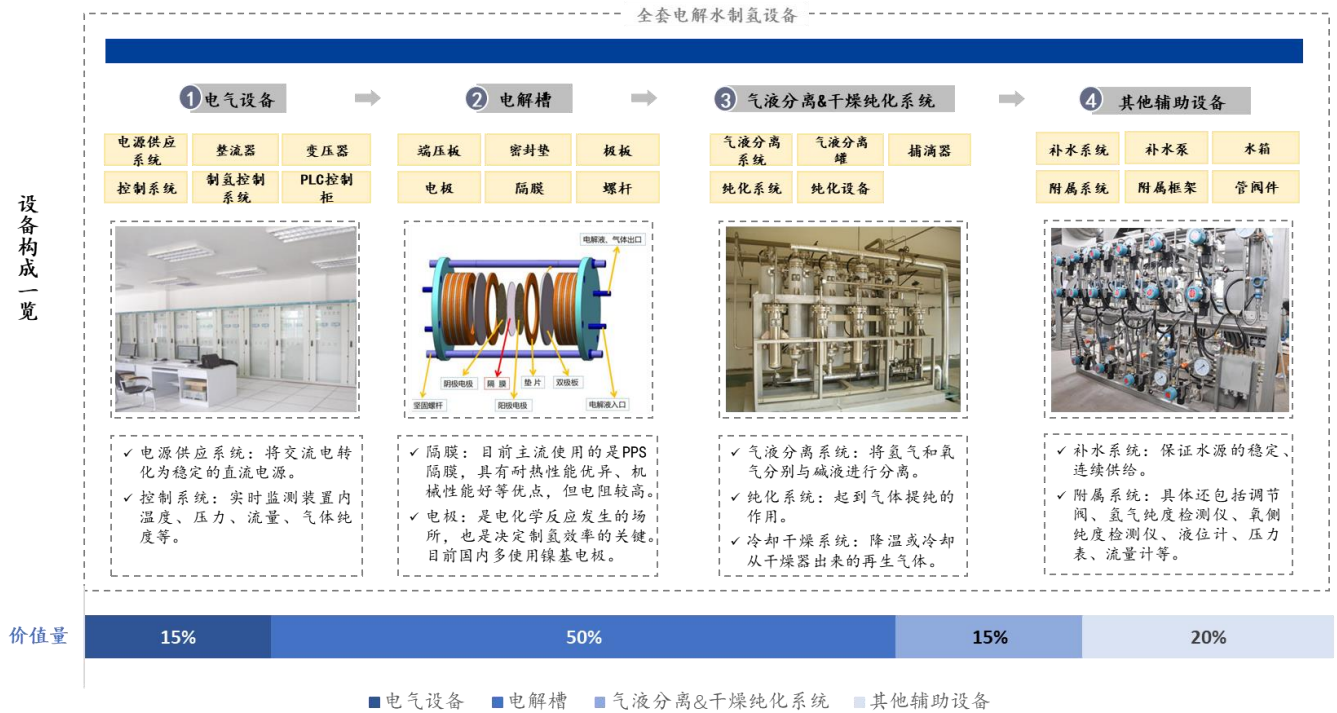
图表 6: 电解水制氢成本：电费、设备成本占比约 73%/14%



资料来源：WoodMackenzie, oxfordenergy, 国盛证券研究所

电解水制氢设备主要由电气设备、电解槽、气液分离&干燥纯化系统构成。全套的电解水制氢设备主要由电气设备（供电系统）、电解槽、气液分离&干燥纯化系统及其他辅助系统（补水、电控、热处理等）构成。其中，电气设备为电解槽主体提供电源，同时控制/调节装置压力；电解槽为电解水制氢设备主体，通过加入电解液，分离出氢气和氧气；气液分离&干燥纯化系统将电解液中的氢气进行分离，同时进行干燥&提纯处理，产出高纯度氢气成品；其他设备包括补水装置等，电解过程需消耗大量的水。

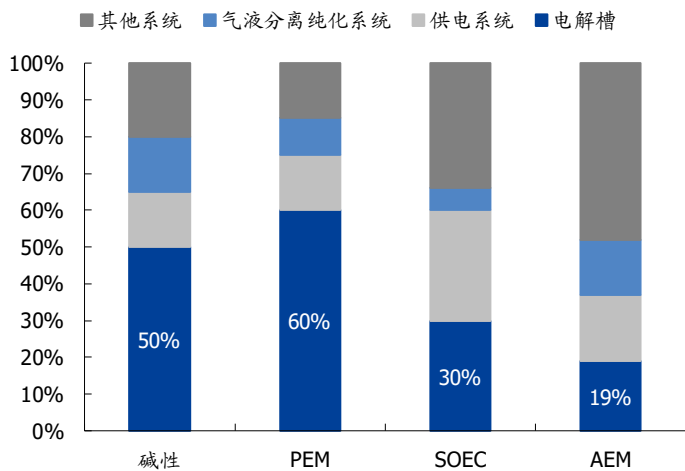
图表7：碱性电解槽整体设备构成一览



资料来源：Oxfordenergy, 《中国电解水制氢产业蓝皮书 2022》，中船 718 官方公众号，国盛证券研究所

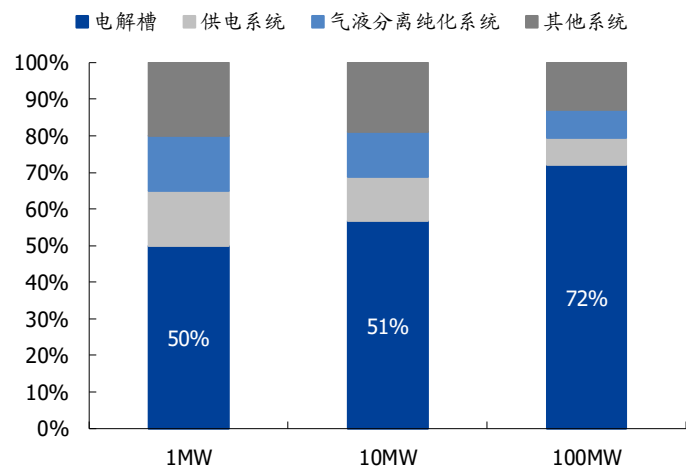
电解槽占比设备成本 50%以上，且成本占比随着设备功率提升而增加。目前主流电解水制氢方案（碱性电解槽、PEM）来看，电解槽仍为设备成本中占比最大的部分，且成本占比随着设备功率提升而增加。考虑到各项电解槽技术仍在发展中、未来设备成本及运维尚有下降空间。据 Oxfordenergy 数据，电解槽成本占比整体设备约 50%，电力设备、气液分离&干燥纯化设备成本占比约 15%/15%。

图表8：碱性和PEM路径中，电解槽成本占比设备成本均超过50%



资料来源：oxfordenergy, 国盛证券研究所

图表9：电解槽成本占比随设备功率提升而增加

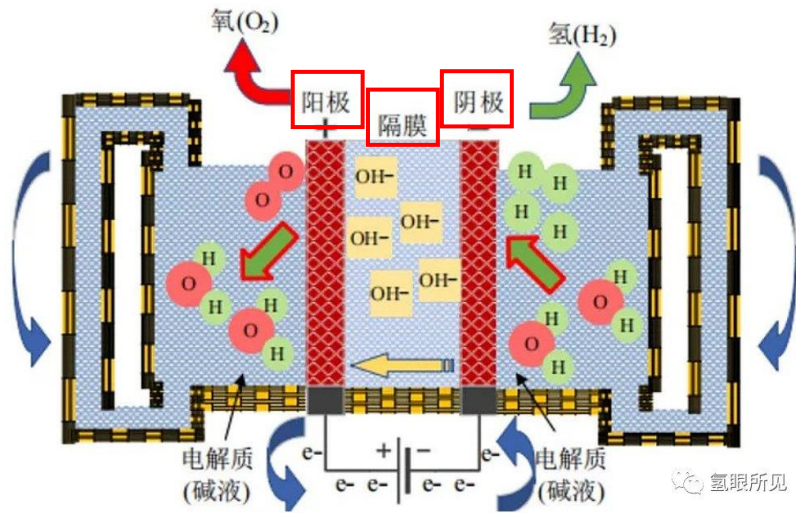


资料来源：oxfordenergy, 国盛证券研究所

产业链来看，电极和隔膜为电解槽设备核心壁垒。1) 电极：电极主要为纯镍的电极材料，以镍网为基底，喷涂以雷尼镍催化剂，是水电解反应的发生场所，影响电解槽制氢效率。原材料镍基电极通常采用外购，喷涂技术为一大壁垒。2) 隔膜：一方面，隔膜

隔离阴极产生的氢气与阳极产生的氧气，保证出口气体的纯度；另一方面，隔膜与电解液相容，减少电解槽内阻及能耗。性能好的隔膜需同时具备高气密性（实现氢氧分离）和低内阻性（实现更低电耗），目前仅日本企业东丽公司和国内天津工业大学做的较好。

图表 10: 碱性电解槽工作原理一览：电极和隔膜为核心部件



资料来源：艾邦氢能技术网，国盛证券研究所

迭代方向看，我们判断电解槽主要朝大产量、高效率 and 智能化方向发展。

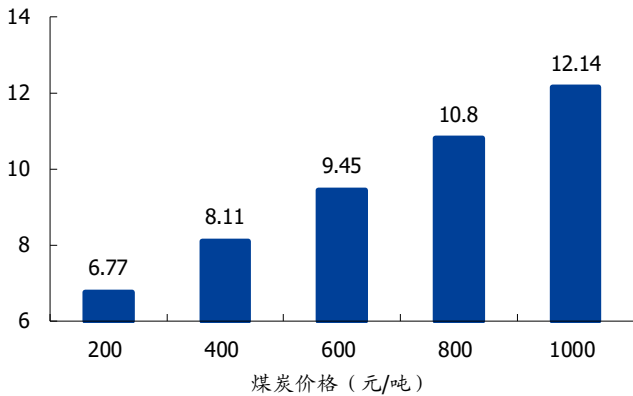
- **单槽设备大型化**：目前市场主流设备容量以 1000 标方为主（即单台设备 1 小时生产 1000 标方氢气，1 公斤=11.2 标方，1000 标方约合 90 公斤），各厂商均致力于提升单槽产氢量从而扩产增收。提升单槽产能可主要通过 1) 增加电解小室数量从而增大电解槽体积，但易造成电解槽中部下沉、影响设备气密性等问题；2) 提升设备电流密度从而提高产氢量，但对设备工艺提出更高要求，例如需采用内阻更小的隔膜，使得设备电流密度提升同时维持能耗，减少投资成本。
- **高效率**：提升设备转化效率意味着同样能耗水平产出更多氢气。现阶段碱性电解槽转化效率较低，SOEC 高温下转化率理论值可达 100%，但材料劣化率高，平衡设备生命周期和转化效率后，性价比低于碱性电解槽。我们认为，提升转化效率核心在于减少设备直流电耗，行业普遍直流电耗水平约 4.7-5.0，头部企业相对更优；
- **智能化**：现阶段，电器设备及其他辅助设备主要调节电解槽主体的电源、电压以及控制电解液浓度。未来随着可再生能源快速扩张，叠加储能规模高速增长，我们判断设备智能化为一大发展方向，即由仅控制设备主体升级为控制设备主体、可再生能源及储能系统等。

1.3 从终端用户经济性看电解槽发展空间

短期电解水制氢经济性低于其他制氢方式。长期，我们判断随着电解槽单槽产量提升，叠加可再生能源发电占比提升带动电价下行，电解水制氢性价比有望提升。

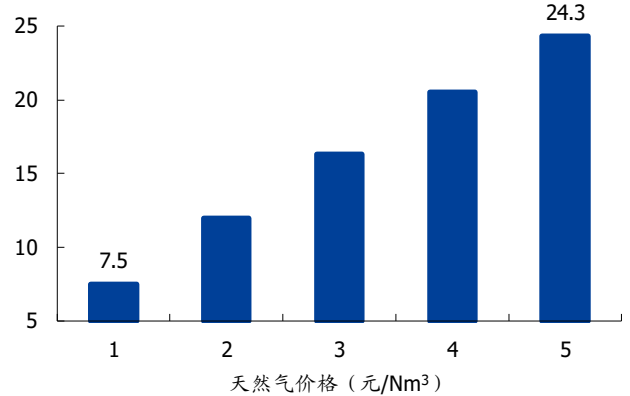
- **煤制氢**：需要的大型气化设备一次装置单位投资成本在 1~1.7 万元/(Nm³/h)之间，在煤价 200~1000 元/吨时制氢成本为 6.77~12.14 元/kg，因此更加适合中央工厂集中制氢的规模化生产方式。
- **天然气制氢**：随天然气价格变化，制氢成本可以从 7.5 元/kg 增加到 24.3 元/kg，其中天然气原料成本占 70~90%。此外，由于我国天然气资源有限且含硫量较高，处理工艺复杂，国内天然气制氢经济型远低于国外。

图表 11: 煤制氢成本随煤炭价格的变化趋势 (纵轴: 煤制氢成本, 单位为元/kg; 横轴: 煤炭价格, 单位为元/吨)



资料来源: 未势能源, 车百智库, 中国氢能发展路线, 国盛证券研究所

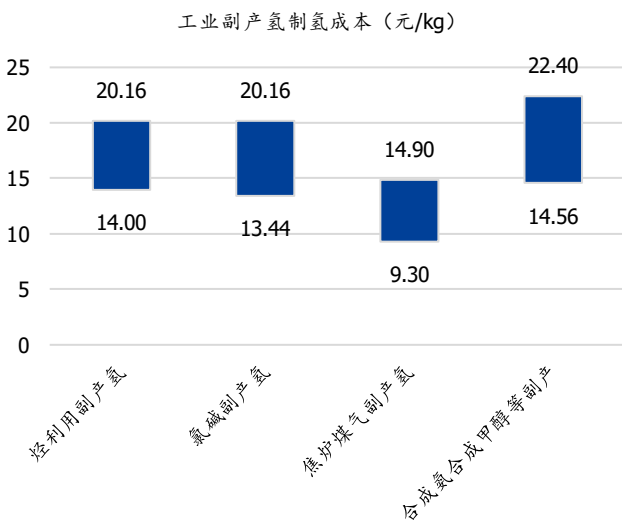
图表 12: 天然气制氢成本变化趋势 (纵轴: 天然气制氢成本, 单位为元/kg; 横轴: 天然气价格, 单位为元/Nm³)



资料来源: 未势能源, 车百智库, 中国氢能发展路线, 国盛证券研究所

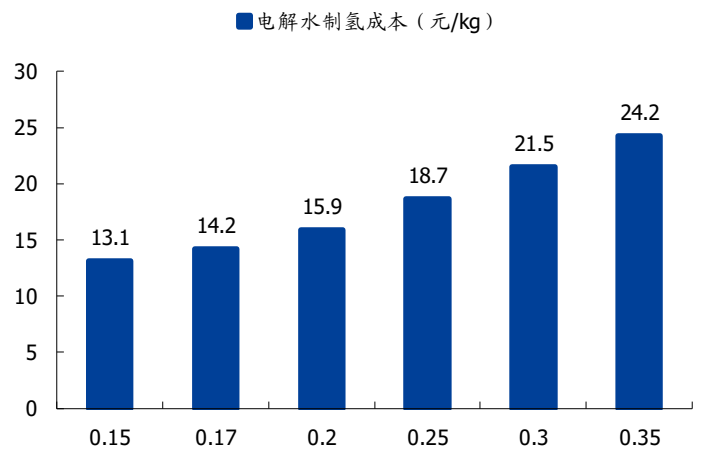
- **工业副产氢:** 除焦炉煤气副产品制氢成本较低外 (约 0.83~1.33 元/Nm³, 折合约 9.3~14.9 元/kg), 其他各类工业副产品制氢成本大多在 1.2~2 元/Nm³, 按 1 公斤等于 11.2 标方折算, 工业副产品制氢成本区间在 13.44 元~22.40 元/kg 不等。
- **电解水制氢:** 以碱性设备为例, 为简化测算, 假设中不包含土建和设备维修成本
 - 1) 假设整套电解槽设备 950 万元, 折旧年限 15 年。
 - 2) 单标方氢气耗电量 5kwh, 单公斤氢气耗水量 10 公斤, 需 4 人启停&维护设备。
 - 3) 产能 1000 标方/h 电解槽工作时间为 8h/天, 合计 300 天/年。
 测算得, 若电价低至 **0.15 元/kwh**, 电解水制氢成本为 **13.1 元/kg**, 略高于煤制氢成本上限。按广东省五市 (广州、珠海、佛山、中山、东莞) 最新大工业谷电电价 0.21 元/kwh 来看 (2021 年 10 月起执行), 电解水制氢成本约 16.6 元/kg。未来随着可再生能源发电占比提升, 电价有望进一步降低, 增强电解水制氢经济性。

图表 13: 工业副产品制氢成本 (纵轴: 工业副产品制氢成本, 单位为元/kg; 横轴: 各类工业副产品名称)



资料来源: 未势能源, 车百智库, 中国氢能发展路线, 国盛证券研究所

图表 14: 中国电解水制氢成本敏感性分析 (纵轴: 电解水制氢成本, 单位为元/kg; 横轴: 电价, 单位为元/kwh)



资料来源: 国盛证券研究所

碳减排政策出台催化电解槽需求, 行业自 2021 年起快速增长。据 GGII 调研统计, 2021

年中国电解水制氢设备市场规模超9亿元，出货量超350MW。据华夏能源网，2022年中国碱性电解槽总出货量约800MW，同比翻番。目前各厂商积极入局电解槽领域，全国绿氢项目落地加速，我们判断今年行业需求仍能翻倍。按2030年中国氢气产量3715万吨，电解水制氢500万吨测算，我们预计2030年电解槽规模有望超80GW，对应市场规模约1160亿元，较2022年水平成长空间广阔。

图表 15: 电解槽规模测算 (万吨; 台; GW; 亿元)

	2021A	2030E
我国氢气产量 (万吨)	3300	3715
氢能占比中国终端能源体系 %	3.1%	5.0%
电解水制氢产量占比 %	0.1%	13.5%
电解水制氢产量 (万吨)	2.01	500
折算碱性电解槽设备数 (台)	94	16577
折算碱性电解槽装机规模 (GW)	0.47	82.89
碱性电解槽出货价格 (万元/台)	950	700
碱性电解槽市场规模 (亿元)	8.9	1160

资料来源: Wind, 华电重工年报, 华夏能源网, 2022年中国氢能行业洞察报告, 国盛证券研究所

2. 行业现状: 代替灰氢是主要增量, 技术方向以碱性为主

2.1 需求端: 绿氢项目以替代灰氢、供给加氢站为主

长期来看, 可再生能源电解水制氢是实现清洁性的必要选择。考虑减排效益, 可再生能源与电解水制氢的结合将是最优发展路径, 综合生产过程碳排放来看, 水电、风电制氢在 $1\text{kgCO}_2/\text{kgH}_2$ 以下, 利用光伏发电, 这一指标在 $3\text{kgCO}_2/\text{kgH}_2$ 以下, 若使用现有电网电力制氢, 则排放在 $38\sim 45\text{kgCO}_2/\text{kgH}_2$ 。预计未来可再生能源制氢占比将快速提升。

从落地项目看, 绿氢现阶段需求主要为替代灰氢用于工业、能源脱碳减排。氢气的下游应用主要包括工业和能源两个领域。在能源领域, 氢气作为内燃机或燃料电池的燃料, 在交通运输、建筑方面发挥作用。同时, 氢气也可作为储能的介质, 具有存储容量高, 供电时间长, 存储成本低等诸多优势。目前内蒙等可再生资源丰富地区绿氢项目加速落地, 制得的绿氢主要替代灰氢用于化工行业减排、供给加氢站等方向。

图表 16: 落地项目看, 绿氢现阶段需求主要为替代灰氢用于工业、能源脱碳减排

项目所在地	项目名称	申报企业	项目类型	制氢配套新能源规模(万千瓦)			制氢能力(吨/年)	用氢场景	总投资(亿元)	计划开工时间	计划投产时间
				风电	光伏	合计					
兴安盟	兴安盟京能煤化工可再生资源绿氢替代示范项目	北京京能能源	离网型	50	0	50	26816	化工合成氨	36.76	2023年4月	2024年12月
锡林郭勒	京能查干淖尔风电制氢一体化项目	京能锡林郭勒能源	离网型	1.2	0	12	383.93	发电厂机冷却及重卡加氢	0.91	2023年4月	2023年6月
巴彦淖尔	三一重能乌拉特中旗甘其毛都口岸加工园区风光氢储氨一体化示范项目	三一重能	离网型	40	10	50	36000	合成氨装置用氧	42.70	2023年4月	2023年12月
巴彦淖尔	中能建巴彦淖尔乌拉特中旗绿电制氢制氨综合示范项目	中能建/中南电力设计院	离网型	21	5	26	10000	其中7000吨制液氨3000吨外销	23.15	2023年6月	2024年12月
兴安盟	中核科右前旗风储制氢制氨一体化示范项目	中核汇能	并网型	50	0	50	21600	一体化制氨	45.00	2023年1月	2024年7月
赤峰	赤峰市能源物联网零碳氢氨一体化示范项目	联合体(远景能源、赤峰集团)	并网型	45	5	50	24200	合成氨	43.62	2023年3月	2023年8月
赤峰	中电建赤峰风光制氢一体化示范项目	新辰新能源	并网型	29	20	49	18600	合成氨	35.22	2023年1月	2024年6月
锡林郭勒	中国大唐集团新能源股份有限公司多伦15万千瓦风光制氢一体化示范项目	大唐新能源	并网型	12	3	15	5419	化工制甲醇	10.94	2023年6月	2024年12月
鄂尔多斯	鄂尔多斯市伊金霍洛旗圣圆能源风光制氢加氢一体化项目	圣圆能源	并网型	12.5	5	17.5	5445	燃料电池汽车应用	13.55	2023年6月	2024年6月
鄂尔多斯	10万吨/年液态阳光-二氧化碳加绿氢制甲醇技术示范项目	中煤鄂尔多斯新能源	并网型	22.5	40	62.5	21000	二氧化碳加绿氢制甲醇	49.00	2023年6月	2025年5月
包头	国际氢能冶金化工产业示范区新能源制氢联产无碳燃料配套风光发电一体化示范项目	水本明拓能源有限	并网型	50	0	50	28009	合成氨	32.48	2023年4月	2024年12月
乌兰察布	乌兰察布兴和县风光发电制氢合成氨一体化项目	中石油华北分公司	并网型	35	15	50	25700	合成氨、制尿素	41.39	2023年年初	2024年年成
阿拉善	国能阿拉善高新区百万千瓦风光氢氨+基础设施一体化低碳园区示范项目	国能源创阿拉善新能源	并网型	40	20	60	22300	绿氢合成氨	50.82	2023年	2024年
阿拉善	腾格里60万千瓦风光制氢一体化示范项目	阿拉善能源	并网型	40	20	60	20827	化工合成氨	40.77	2023年3月	2024年12月
鄂尔多斯	鄂尔多斯库布其40万千瓦风光制氢一体化示范项目	库布其绿电氢能	并网型	25	15	40	15460	销往绿肥企业	29.45	2023年6月	2024年8月

资料来源: 高工氢电网, 国盛证券研究所

➤ 化工领域:

绿氢为石化、化工行业深度脱碳的重要途径。钢铁、冶金、水泥等高耗能工业既是碳排放大户(占全球工业碳排放的45%), 又是深度减碳的难点。氢能具有良好脱碳能力, 可直接还原铁等金属, 若应用于炼钢冶金产业将极大程度降低碳排放。同时, 绿氢是石化、化工行业深度脱碳的重要途径。据中国证券报和中国储能网信息, 2021年4月宝丰能源“国家级太阳能电解水制氢综合示范项目”中, 所产氢气一方面与宝丰能源现有煤化工装置结合, 实现甲醇生产过程的降本增效和节能减排; 另一方面, 通过与城市氢能示范公交线路协作等方式拓展应用场景, 推进氢能产业链的发展。

➤ 能源领域: 运输+储能

氢能亦可应用于运输、储能领域。氢燃料电池系统功率密度大, 动力系统体积小, 相较于锂电池具有更高的能量密度与更长的续航里程, 更适合长距离、重载荷运输领域。储能领域, 现有的风电、水电、光伏等可再生能源储能技术虽能实现零排放, 但是存在随机性、波动性问题, 存在弃电现象。氢能与分布式能源结合, 能够良好解决该问题。

未来绿氢的市场将从2030年开始快速提升并且占据主导地位。目前, 由于灰氢技术成熟度高且成本较低, 灰氢占据氢能主要市场。我们判断2030年后随着绿氢生产成本下降、减排需求的进一步提升, 绿氢的市场将有显著的提升。据中国氢能联盟研究院预计, 远期(2060年)超过75%的氢气供应将来自绿氢, 非化石能源消费占比80%。

图表 17: 绿氢市场空间展望



资料来源: 中国氢能联盟研究院, 国盛证券研究所

2.2 供给端: 短期碱性电解为最优选择, 长期 PEM 具备更大降本潜力

技术路径看, 现阶段电解水制氢主要有四种主流技术: 碱性电解槽 (ALK, Alkaline, 技术最为成熟)、质子交换膜电解槽 (PEM, 商业化比例较低)、固体氧化物电解槽 (SOEC, 未完全商业化)、阴离子交换膜电解槽 (AEM, 未完全商业化)。

图表 18: 电解槽技术路径对比一览

特性	碱性 ALK	质子交换膜 PEM	固体氧化物 SOEC
能源效率	60%-75%	70%-90%	85%-100%
运行温度℃	70-90	70-80	700-1000
电流密度 A/cm ²	0.2-0.4	1-2	1-10
能耗 kWh/Nm ³	4.5-5.5	3.8-5.0	2.6-3.6
启停速度	启停较快	启停快	启停慢
电能质量需求	稳定电源	稳定或波动	稳定电源
电解质	20-30%KOH	PEM(常用 Nafion)	Y ₂ O ₃ /ZrO ₂
系统运维	有腐蚀性液体, 后期运维复杂, 成本高	无腐蚀性液体, 运维简单, 成本低	目前以技术研究为主, 尚无运维需求
系统寿命	可达 20-30 年	已达 10-20 年	-
电解槽成本 (美元/kW)	400-600	约 2000	1000-1500
安全性	较差	较好	较差
占地面积	较大	占地面积小	未知
特点	技术成熟。已实现工业大规模应用, 成本低	较好的可再生能源适应性, 无污染, 成本高(PEM 更换与贵金属电极), 商业化水平低	部分电能被热能取代, 转化效率高, 高温限制材料选择, 尚未实现产业化
国外代表企业	法国 Mephy, 美国 Teledyne, 挪威 Nel	美国 Proton, 加拿大 Hydrogenics	-
国内代表企业	苏州竞立, 天津大陆制氢, 中船重工 718 所	中船重工 718 所, 中电丰业, 大连物化所, 安思卓, 中国航天科技 507 所	-

资料来源: 《中国氢能发展路线》国盛证券研究所

➤ **碱性（ALK）电解槽：**

为目前最成熟技术、具有操作简单、成本较低、产业链成熟等优势，但不足之处在于效率较低、启停较慢、与可再生能源耦合性较差。电解碱水制氢设备主要由电极、电解液、阳极、阴极和隔膜等组成，其中电极和隔膜为核心环节。生产碱性电解槽的公司包括隆基、阳光电源、国富氢能、中国华能等。

1) 设备效率：据北极星储能网援引中国工程科学，通常碱性液体电解质电解槽的工作电流密度约 0.25A/cm²，能源效率约 60%。

2) 与可再生能源耦合性：碱性电解槽难以快速启停，制氢速度难以快速调节，因为须时刻保持电解池的阳极和阴极两侧压力均衡，防止氢氧气体穿过隔膜混合引起爆炸。因此，碱性电解槽难以与具有快速波动特性的可再生能源配合。

➤ **质子交换膜（PEM）电解槽：**

选用具有良好化学稳定性、质子传导性、气体分离性的全氟磺酸质子交换膜作为固体电解质替代石棉膜，能有效阻止电子传递，提高电解槽安全性。PEM 水电解槽主要部件由内到外依次是质子交换膜、阴阳极催化层、阴阳极气体扩散层、阴阳极端板等，其中质子交换膜与催化层成本是制约 PEM 发展的主要因素：

1) 质子交换膜：质子交换膜是电解槽核心部件，目前多采用全氟磺酸膜，制备工艺复杂，长期被美国和日本企业垄断，包括科慕、陶氏、旭硝子、旭化成等，价格长期处于高位。为降低交换膜成本，提升性能，国内外企业在重点研发改性全氟磺酸质子交换膜、有机/无机纳米复合质子交换膜和无氟质子交换膜，技术创新+国产替代，未来有望推动成本下降。

2) 电催化剂：电催化剂需要具备抗腐蚀性、抗氧化、良好的比表面积、气孔率、催化活性、电子导电性、电化学稳定性等性质。目前阴极催化剂材料主要选应用 Pt、Pd 贵金属及其合金，可行的降本路径在于将 Pt 与过渡金属进行复合，或利用石墨烯降低贵金属载量；阳极催化剂主要选用 Ir、Ru 贵金属及其氧化物，降本重点在于研发复合氧化物催化剂、合金类催化剂和载体支撑型催化剂。

ALK 当前阶段成本更低，PEM 长期来看有着更大的降本空间，且可与波动的可再生能源实现耦合。降本空间看，碱性电解槽产业链国产化程度较高，降本逻辑主要在于规模效应摊薄成本。PEM 催化剂贵金属含量较高，降本逻辑主要在于技术迭代进而减少单槽贵金属用量。由于碱性电解槽基本实现国产化，且单槽产能达到 1000Nm³/h，因此碱性电解技术可以实现更低的成本，所占市场份额更高，但是随着质子交换膜与催化剂成本的不断下降，PEM 电解槽成本将具备更大的下降空间，同时考虑到 PEM 能较好适应可再生能源发电的波动性，未来制氢过程可以更好地与可再生能源进行耦合，实现“绿氢”的大规模生产，因而市场占比将逐步提升。

图表 19: PEM 和碱性电解制氢技术未来发展评估

	2025E	2030E	2040E	2050E
PEM 电解槽市场占比	5%	10%	20%	40%
碱性电解槽市场占比	95%	90%	80%	60%
PEM 电解系统设备价格 (元/W)	6~12	3~8	1.5~4	0.8~2
碱性电解系统设备价格 (元/W)	1.25~2	1~1.5	0.8~1.2	0.6~1

资料来源: 车百智库, 《中国氢能产业发展报告 2020》, 国盛证券研究所

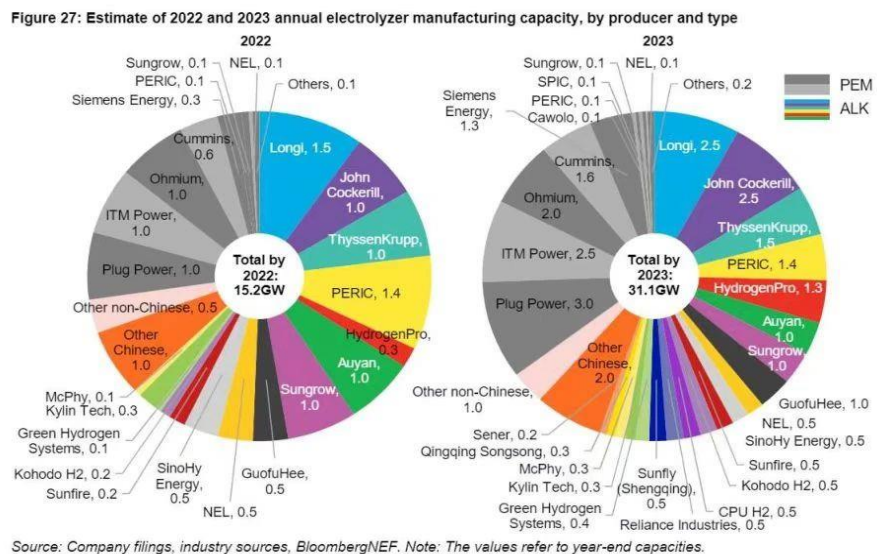
3. 自上而下, 如何看待产业链投资机会?

3.1 行业需求快速增长, 竞争格局呈非稳态头部化

电解槽需求快速增长, 全球格局份额相对分散, 国内格局呈非稳态头部化。

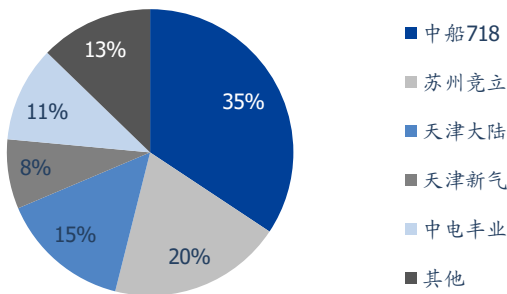
- **全球:** 据 BNEF, 2022 年全球 ALK、PEM 产能分别为 11.1GW/4.3GW, 占电解槽总产能比重 72%/28%。预计 2023 年全球 ALK、PEM 产能同增 65%/154%至 20.2GW/10.9GW, ALK 发展成熟&成本较低, 是电解水制氢的主流技术路径。全球电解槽竞争格局较为分散, 2023 年 ALK 市场 CR3 为 32%, 头部三家生产商为隆基、考克利尔竞立、ThyssenKrupp; PEM 市场 CR3 为 69%, 集中度相对更高, 头部三家生产商为 Plug Power、ITM Power、Ohmium。
- **国内:** 据《2021 中国绿氢产业现状与发展前景》, 2021 年电解水制氢设备 CR3 合计市占率达 70%, 行业前三均为老牌电解水制氢龙头。随着行业需求快速增长, 以隆基绿能、阳光电源为代表的光伏龙头、以双良节能为代表的上游设备厂商, 以及亿利洁能、华电重工、昇辉科技等公司均宣布入局。

图表 20: 全球碱性、PEM 电解槽厂商产能及预计情况一览 (%)

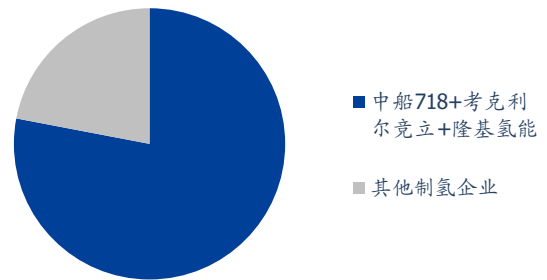


资料来源: 氢电邦, BNEF, 国盛证券研究所

图表 21: 国内 2021 年电解槽厂商份额 (%)



图表 22: 国内 2022 年电解槽厂商份额 (%)



资料来源: 2021 中国绿氢产业现状与发展前景, 国盛证券研究所

资料来源: 隆基绿能官网, 势银, 国盛证券研究所

产业链角度看, 电解槽行业核心环节在于下游渠道。电解槽技术壁垒主要在于电极和隔膜, 考虑到电极为纯镍材料、隔膜成本占比相对较低, 厂商多选择外购以上部件, 我们判断供应链逐步完善后厂商间难以凭借上游供应链拉开明显差距。下游方面, 电解槽为 To B 销售模式, 客户包括能源集团、民企运营商等, 各公司电解槽出货情况与订单/项目规模相关度高。此外, 考虑到国内电解槽具备成本优势, 出口需求有望提升, 该趋势下, 具备品牌、客户和渠道优势的厂商有望领跑行业。

3.2 各方竞争者快速入局, 看好新势力厂商发展潜力

➤ 第一类: 老牌电解水制氢龙头

中船 718 所 (派瑞氢能)

公司 1984 年起利用军工技术开发出加压水电解制氢装置, 截至目前销售水电解制氢装置一千多台套, 目前客户包括中石化、各国能源公司。

考克利尔竞立

苏州竞立为考克利尔竞立中国区总部, 2022 年绿氢产能达 1GW, 全球市场占有率超 35%。

天津大陆

公司可生产 $0.1\text{Nm}^3/\text{h} \sim 1000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的电解水制氢设备和 $2\text{Nm}^3/\text{h} \sim 1000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的气体纯化设备, 碱性水电解制氢装置已形成系列化, 曾参加氢能方面 9 个国家标准的编制工作。

图表 23: 老牌电解水制氢龙头概况

公司	成立时间	技术路线	单台最大产氢率	产能	公司概况
中船 718 所 (派瑞氢能)	718 所创立于 1966 年, 派瑞氢能自 1984 年开发出水电解制氢装置	ALK、PEM	2000 Nm ³ /h	1.5GW	1) 派瑞氢能为中船 718 所全资子公司; 2) 1984 年起利用军工技术开发出加压水电解制氢装置; 3) 目前可年产碱性制氢装备 350 台/套、PEM 纯水制氢装备 120 台/套, 以及进行各型加氢站建设。
苏州竞立	1992 年	ALK	1500 Nm ³ /h	1GW	1) 苏州竞立为 John Cockerill 集团氢能业务在中国区的总部; 2) 2021 年生产超 50 台产氢量 1000Nm ³ /h 电解水制氢设备, 参与了 1200Nm ³ /h 和 1300Nm ³ /h 电解水制氢设备的研发和生产; 3) 2022 年绿氢产能达 1GW, 全球市场占有率超 35%。
天津大陆	1994 年	ALK	1000 Nm ³ /h	-	1) 公司可生产 0.1Nm ³ /h ~ 1000Nm ³ /h 的电解水制氢设备和 2Nm ³ /h ~ 1000Nm ³ /h 的气体纯化设备; 2) 公司主要客户包括普莱克斯亚洲工程有限、宝钢集团、本溪钨钼、洛阳石化、长兴电厂、核工业部 202 厂、福耀浮法玻璃、株洲硬质合金厂等。

资料来源: 高工氢电, 北极星氢能网, 各公司官网, 国盛证券研究所

➤ 第二类: 光储龙头

隆基股份

2018 年起对氢能产业链进行战略研究并于 2021 年 3 月成立隆基氢能控股子公司, 2023 年 2 月发布 ALK Hi 系列产品, 直流能耗满载状态低至 4.1kwh/Nm³。

阳光电源

专注于可再生能源制氢环节, 已推出国内可量产功率最大的 PEM 电解槽, 功率达到 250kw。同时布局光伏离网制氢系统的研发, 最高额定产氢能力为 1000 Nm³/h。

图表 24: 光储龙头电解水制氢布局一览

公司	技术路线	产能 (GW)	氢能布局	客户
隆基绿能	ALK	规划 2022 年末达到 1.5GW	1) 2018 年起对氢能产业链进行战略研究。 2) 2021 年 3 月成立控股子公司隆基氢能, 聚焦电解水制氢设备和可再生能源制氢系统解决方案。 3) 2023 年 2 月发布碱性电解水制氢设备 ALK Hi1 系列产品, 直流电耗满载状况下低至 4.1kWh/Nm ³ 。	万华化学、中国化学等
阳光电源	ALK、PEM	-	2021 年 6 月成立阳光氢能。 2021 年 3 月阳光电源发布国内首款、最大功率 SEP50 PEM 制氢电解槽 (50Nm ³ /h、250kw)。 2022 年 4 月, 阳光氢能与正能集团合作打造鄂尔多斯首个氢能源制储用一体化项目。	-

资料来源: 各公司公告, 各公司公众号, 国盛证券研究所

➤ 第二类：优质设备厂商

双良新能源

2022年9月21日，双良节能子公司双良新能源举行首套1000Nm³/h绿电智能制氢系统下线仪式。双良绿电制氢装备智造基地规划厂房面积超10000平方米，能够实现年化1000-1500Nm³/h电解槽100台套的产能。

亿利洁能

1) 2020年8月投资设立宁波氢能创新中心有限公司（公司持股10%），积极布局氢能产业。

2) 目前公司已完成单台1000标方产量制氢装置气液分离系统、氢气纯化系统的工艺结构设计。

3) 优势：光、氢、化一体化融合发展：公司拥有达拉特、库布其两大工业园区，在制氢和用氢两端拥有近15年丰富的实践和管理经验、成熟的技术和运营团队。

华电重工

1) 已完成电解槽自行开发与生产，并将产品投入市场。

2) 2022年5月以现金2.5亿元收购深圳通用氢能51%股权，通用氢能主要从事质子交换膜燃料电池关键材料的开发与生产，拥有氢能燃料电池核心材料产品气体扩散层、质子交换膜及催化剂的生产配方、生产工艺、核心技术。

昇辉科技

1) 氢能布局：2021年8月设立控股子公司昇辉新能源，聚焦氢能产业，从氢能储能等核心产业环节；资本投资方面，参股氢燃料电池电堆-国鸿氢能、氢能源汽车整车制造-飞驰汽车、膜电极-鸿基创能三家公司，完善产业链布局。

2) 电解槽产品：2023年1月，公司联营企业广东盛氢制氢开发的1000标方制氢设备下线，采用碱性技术路线，氢气纯度达99.9995%，工作压力在1.6Mpa。

华光环能

成功实现了碱性水电解槽制氢技术、装备及系统集成成功落地，完成了30m³/h制氢设备及系统的研发和生产，设备已发往成都进行中试试验。

图表 25: 新势力厂商电解水制氢布局一览

公司	布局电解槽时间	技术路线	氢能布局
双良节能	2022年9月江苏双良新能源首套电解槽发货	ALK	1) 2022年9月子公司江苏双良新能源首套绿电智能制氢系统(最大产氢量1100Nm ³ /h)下线。双良绿电制氢装备智造基地规划厂房面积超10000平方米,能够实现年化1000-1500Nm ³ /h电解槽100台套的产能。 1) 2020年投资设立宁波氢能(公司持股10%),22H1公司已完成单台1000标方产量制氢装置气液分离系统、氢气纯化系统的工艺结构设计。
亿利洁能	2020年投资设立宁波氢能	-	2) 优势:“光伏+氢能+化工”一体化融合发展,拥有达拉特、库布其两大工业园区,制氢产量大。 3) 公司三峡鄂尔多斯签订合作投资协议,共同投资设立三峡亿利(从事光伏治沙及氢能、储能经营),公司持股50%。
华电重工	2022年5月投资&控股深圳氢能,持股51%	ALK	1) 21年公司氢能业务收入10万以上,22年5月公司以现金2.50亿元通过受让股权及增资扩股相结合方式持股深圳氢能51%。 2) 22年末。公司与氢能科技签署《内蒙古华电包头市达茂旗20万千瓦新能源制氢工程示范项目PC总承包合同制氢站部分》,合同金额为3.45亿元(含税),预计2023年内投产。
昇辉科技	21H2设立控股子公司昇辉新能源	ALK	1) 氢能布局:2021年8月设立控股子公司昇辉新能源,聚焦氢能产业,从氢能储能等核心产业环节;资本投资方面,参股氢燃料电池电堆-国鸿氢能、氢能源汽车整车制造-飞驰汽车、膜电极-鸿基创能三家公司,完善产业链布局。 2) 电解槽产品:2023年1月,公司联营企业广东盛氢制氢开发的1000标方制氢设备下线,采用碱性技术路线,氢气纯度达99.9995%,工作压力在1.6Mpa。
华光环能	22H1与大连理工大学合作成立零碳工程技术研究中心,进行电解水制氢等示范项目的开发	ALK	1) 成功实现了碱性水电解槽制氢技术、装备及系统集成的成功落地,完成了30m ³ /h制氢设备及系统的研发和生产,设备已发往成都进行中试试验。

资料来源:各公司公告,各公司公众号,国盛证券研究所

投资建议: 电解槽企业设备订单加速放量, 推荐龙头企业隆基绿能、阳光电源; 优质设备供应商双良节能、亿利洁能、华电重工、昇辉科技、华光环能。

风险提示

政策支持力度不及预期。当前行业发展依赖于政策补贴与政策支持,若后续政策支持力度减弱,行业发展或不及预期。

假设和测算存在误差。文中关于成本与市场规模的测算,均建立在一定假设上,包括技术按照一定节奏迭代创新进而推动应用端成本下降等,经济性提升的背景下,若技术进步过程不及预期,相关市场规模与空间的测算存在下修的风险。

免责声明

国盛证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及其研究人员对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可能会随时调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在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。

本报告版权归“国盛证券有限责任公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何机构或个人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。任何机构或个人如引用、刊发本报告，需注明出处为“国盛证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。

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，本报告所表述的任何观点均精准地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法，结论不受任何第三方的授意或影响。我们所得报酬的任何部分无论是在过去、现在及将来均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。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
评级标准为报告发布日后的6个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。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，美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期基准指数涨幅在15%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在5%~15%之间
		持有	相对同期基准指数涨幅在-5%~+5%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在5%以上
	行业评级	增持	相对同期基准指数涨幅在10%以上
		中性	相对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
减持		相对同期基准指数跌幅在10%以上	

国盛证券研究所

北京

地址：北京市西城区平安里西大街26号楼3层

邮编：100032

传真：010-57671718

邮箱：gsresearch@gszq.com

南昌

地址：南昌市红谷滩新区凤凰中大道1115号北京银行大厦

邮编：330038

传真：0791-86281485

邮箱：gsresearch@gszq.com

上海

地址：上海市浦明路868号保利One56 1号楼10层

邮编：200120

电话：021-38124100

邮箱：gsresearch@gszq.com

深圳

地址：深圳市福田区福华三路100号鼎和大厦24楼

邮编：518033

邮箱：gsresearch@gszq.com

东西智库 | 专注中国制造业高质量发展

东西智库，专注于中国制造业高质量发展研究，主要涵盖新一代信息技术、数控机床和机器人、航空航天、船舶与海工、轨道交通、节能与新能源汽车、电力装备、农机装备、新材料、医疗器械等制造强国战略十大领域，并提供战略咨询、规划编制、项目咨询、产业情报、品牌宣传等服务。

欢迎加入东西智库小密圈，阅览更多制造业精选信息

 知识星球

微信扫码加入星球小密圈

交流 | 分享 | 研究

赠1万+制造业精选资料

