

证券研究报告|行业专题报告

公用事业

行业评级 **强于大市** (维持评级)

2023年4月25日



时机已到，绿氢迎来产业化拐点

华福低碳研究氢能专题报告（一）：制氢篇

证券分析师：

汪磊 执业证书编号：S0210523030001

研究助理：陈若西

- **氢能是实现深度脱碳的终极选择。**氢能能够实现真正的零碳排放，并且能够帮助风光等可再生能源实现大规模消纳，实现电网大规模调峰和跨季节、跨地域储能，是我国实现低碳转型的重要载体。近年来氢能的能源属性已经得到政府认可，多重利好政策下发助力氢能发展，由于氢能在我国低碳转型的过程中扮演着多重重要角色，预计其消费需求将持续增长，其中化工和交通领域对于氢能的需求快速增长。
- **破局在即，绿氢制取迎来产业化拐点。**化石能源和工业副产制氢为主流制氢方式，在全球及我国氢能制取中占比合计95%以上，而电解水制氢受限于技术难度大以及制氢成本高，尚未实现大规模推广应用。电解水制氢的成本构成中电费占比约80%，工业用电价格变动对于制氢成本影响显著。未来随着风电、光伏等可再生能源LCOE持续下降，绿氢制取成本有望明显下降。
- **电解槽供需两旺，光储龙头和设备厂商加速布局。**电解槽是电解水制氢系统中的核心设备，2023年Q1中国已公开招标的制氢项目电解槽需求量约835MW，已经超过2022年全年电解槽出货量。中国电解槽竞争格局相对集中，CR3厂商2022年电解槽出货量占比约80%，然而，随着近年来越来越多的厂商进军电解槽行业，行业竞争将不断加剧，预计具备技术、资金和渠道优势的厂商将更加受益于电解槽市场增长。
- **投资建议：**化工集团、能源集团强力布局制氢项目，电解槽行业高速增长，设备环节有望最先兑现利润，重点关注制氢+火电灵活性改造双逻辑的华光环能，建议关注双良节能、华电重工、昇辉科技。
- **风险提示：**项目推进不及预期；政策支持力度不及预期；制氢技术发展不及预期；市场竞争加剧；研究报告中使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时的风险。

- 氢能是实现深度脱碳的终极选择
- 破局在即，绿氢制取迎来产业化拐点
- 电解槽供需两旺，光储龙头和设备厂商加速布局
- 投资建议
- 风险提示

- **氢能来源丰富且能够实现真正的零碳排放。** 氢能是指氢在物理与化学变化过程中释放的能量，它来源丰富、绿色低碳且下游应用广泛；由于氢燃烧的产物是水，因此氢能能够实现真正的零碳排放，是世界上最干净的能源。与其他能源类型相比，氢能还具有燃烧热值高、无地域和时间限制、储运形式多样等多种优点；但与此同时，受能源属性和技术手段限制，氢能也存在着生产储存难、易燃易爆、运输成本高、扩散系数大等问题。

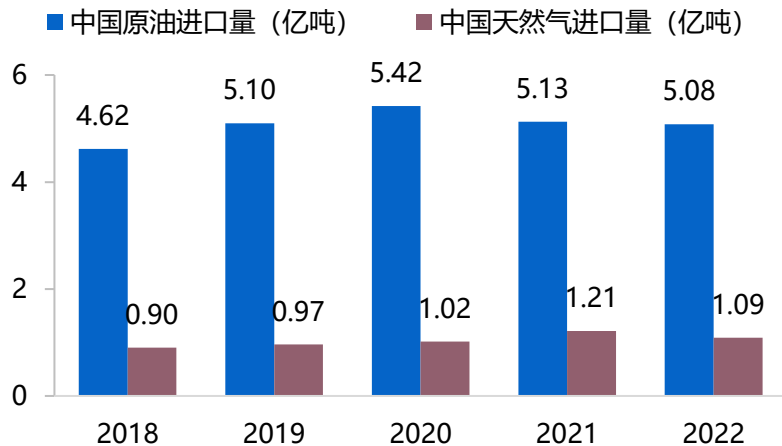
图表：氢能的特点

| 优点 | | 存在的问题 | |
|-----------------|----------------------------------|--------------|--|
| 供应量充足 | 氢是宇宙中分布最广泛的物质，它构成了宇宙质量的75%，是二次能源 | 生产难度大 | 氢在地球上主要以化合态的形式出现，将其与其他物质分离的难度较大 |
| 零碳排放 | 氢燃烧的产物是水，且能够重复利用，能够实现真正的零碳排放 | 储存难度大 | 氢在恒定温度的状态下为气态，且密度仅为空气的四分之一，极易挥发 |
| 燃烧热值高 | 氢的燃烧热值是汽油的3倍，酒精的3.9倍以及焦炭的4.5倍 | 易燃易爆 | 氢气的燃点较低，爆炸极限宽，当氢气浓度为4.1%-74.2%时，遇火即爆 |
| 无地域和时间限制 | 与风、光等能源相比，氢的制取无需受限于地域和时间 | 运输成本高 | 受氢气属性影响，氢气的运输难度大且成本高 |
| 储运形式多样 | 具有气、液、固三种储运形式 | 扩散系数大 | 氢气的扩散系数约为 6.11×10^{-5} 平方米/秒，远高于天然气、汽油蒸汽等能源 |

来源：中国氢能联盟，国际能源网，华福证券研究所

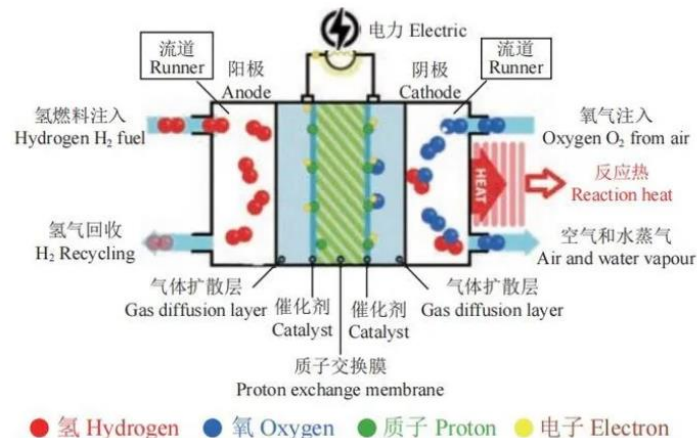
- **我国具有富煤贫油少气的资源特征，实现低碳转型需大力发展可再生能源。** 2022年我国原油和天然气进口量分别达到了5.08亿吨和1.09亿吨，对外依存度分别高达71.2%和40.2%。在此背景下，大力发展以风电、光伏为代表的可再生能源成为了我国打破对外能源依赖的重要途径。2018年至2022年，我国风电和光伏装机占比由18.87%增长至29.62%，可再生能源逐渐成为我国电力结构的重要组成部分。
- **氢能可参与解决可再生能源的消纳与波动问题。** 风电、光伏等可再生电源具有间歇性、波动性等问题，而氢能能帮助此类可再生能源实现大规模消纳，并实现电网大规模调峰和跨季节、跨地域储能，是我国实现低碳转型的重要载体之一。

图表：中国原油和天然气进口体量庞大



来源：国家统计局，中国石油和化学工业联合会，氢能技术情报，华福证券研究所

图表：氢气发电示意图



- **利好政策相继下发，大力支持氢能发展。**近年来随着我国风光建设加速，氢能可以与电相互转换、帮助可再生能源消纳的作用得到高度重视。2019年3月，氢能首次被写入《政府工作报告》；2022年3月，国家发展和改革委员会发布《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》，明确氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体；2023年4月，国家能源局发布《2023年能源工作指导意见》，提出要加快攻关新型储能关键技术和绿氢制储运用技术，推动储能和氢能规模化应用。

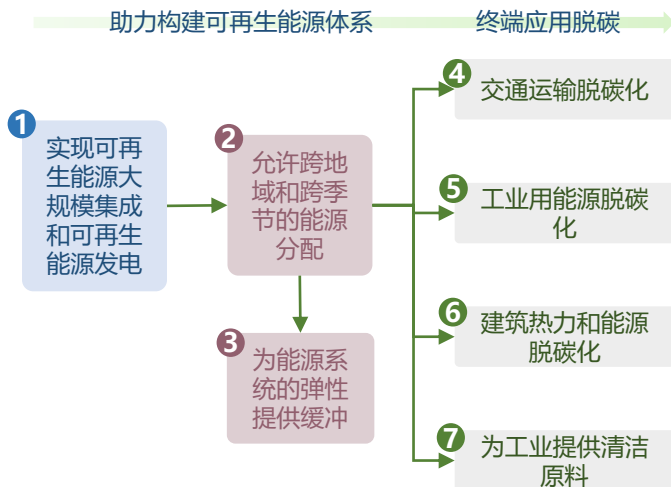
图表：氢能相关政策要点梳理

| 政策名称 | 机构 | 发布时间 | 氢能相关要点 |
|---------------------------|-------------|--------|---|
| 《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》 | 国家发改委 | 2022.3 | 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；2030年形成较为完备的氢能产业技术创新体系、清洁能源至制氢及供应体系；2035年形成氢能产业体系，可再生能源制氢在终端能源消费中的比重明显提升 |
| 《“十四五”可再生能源发展规划》 | 国家发改委、国家能源局 | 2022.6 | 推动可再生能源规模化制氢利用，开展规模化可再生能源制氢示范；推进化工、煤矿、交通等重点领域绿氢替代 |
| 《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划》 | 工信部、财政部 | 2022.8 | 加快制氢、氢燃料电池电堆等技术装备研发应用，加强氢燃料电池关键零部件以及长距离高管道输氢技术攻关 |
| 《2023年能源工作指导意见》 | 国家能源局 | 2023.4 | 加快攻关新型储能关键技术和绿氢制储运用技术，推动储能和氢能规模化应用 |

来源：国家发改委，工信部，财政部，国家能源局，华福证券研究所

- 氢能是实现绿色低碳转型的重要载体，在各行业脱碳路径中扮演多重角色。根据Hydrogen Council统计，氢能能够实现能源体系从骨干到终端应用的脱碳，其在能源转型中发挥的作用包括实现可再生能源大规模集成和发电、允许跨地域和跨季节能源分配、为能源系统的弹性提供缓冲以及助力工业、交通、建筑、电力系统等多个行业实现脱碳，是我国实现绿色低碳转型的重要载体。

图表：氢能在能源低碳转型中发挥多种作用



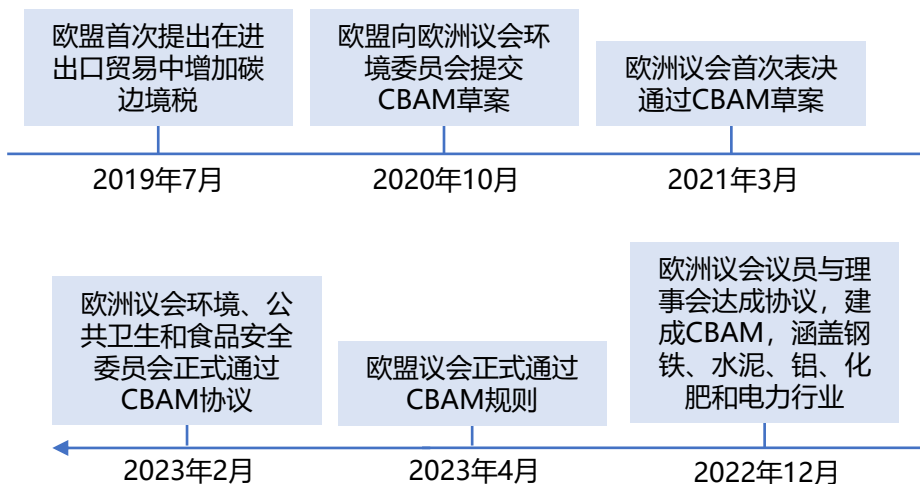
图表：氢能在各行业脱碳路径中可承担的角色

| | | 各脱碳路径 | | | | |
|------|--------|--------|--------|--------|------------------|------|
| | | 氢能相关 | | | | |
| | | 电力 | 氢能 | 氢基燃料 | 生物质 | 碳捕集 |
| 重工业 | 钢铁 | | 还原铁 | | | |
| | 水泥 | 技术尚不成熟 | 可能热源 | | 热源 | |
| | 化工 | 热源 | 热源原料 | | 主要作为原料 | |
| 交通 | 轻型路面交通 | | | | | |
| | 重型路面交通 | | 长途重型运输 | | | |
| | 航运 | 仅限短途 | 仅限短途 | 氨 | | |
| | 航空 | 仅限短途 | 仅限短途 | 合成燃料 | 生物航空燃油 生物质能供热 | |
| 建筑 | | | | | | |
| 电力系统 | | | 灵活性服务 | | | 成本较高 |
| | 不扮演角色 | 扮演较小角色 | 扮演一定角色 | 扮演主要角色 | | |

来源：Hydrogen Council, RMI – Energy Transformed, 华福证券研究所

- 氢能将被纳入欧盟碳边境调节机制覆盖行业，绿氢发展进入快车道。**4月18日欧盟议会支持欧盟碳市场改革（EU ETS）方案并通过欧盟碳边境调节机制（CBAM），同意对进口钢铁、水泥、铝、化肥、电力和氢气征收二氧化碳成本。根据CBAM协议，中国向欧盟出口产品时，2023年10月起需要报告产品碳排放信息但无需缴费，2026年1月1日起则需要支付碳关税。从行业覆盖来看，由于氢能纳入CBAM法案意味着氢能中仅有制取过程完全无碳排放的绿氢能免征关税，因此该法案通过有望倒逼我国绿氢消费占比提升并逐步替代灰氢。

图表：欧盟碳边境调节机制发展关键节点



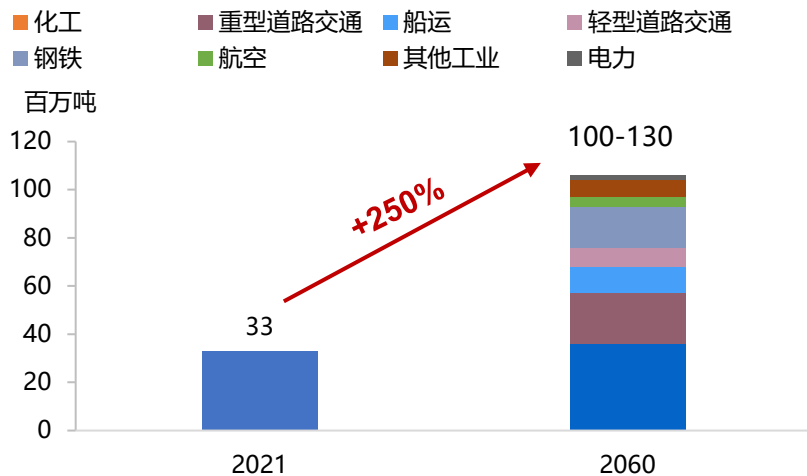
来源：European Parliament, 《可持续发展经济导刊》，华福证券研究所

图表：欧盟碳边境调节机制主要内容

| | 内容 | 具体细则 |
|----------|------------------|---|
| 过渡期 | 2023.10-2025.12 | 六大行业的进口商无需缴纳相应费用，但需要提交进口产品的进口量、进口国、产品所含碳排放以及间接碳排放、产品在原产国支付的碳价 |
| 实施期 | 2026.1 | 六大行业的进口商需要为其进口产品支付碳价 |
| 征收碳关税的行业 | 钢铁、水泥、铝、化肥、电力、氢气 | 欧盟会考虑是否扩大行业范围 |
| 征收范围 | 直接排放 | 初步适用于直接排放，过渡期结束后可能考虑扩大至间接排放 |

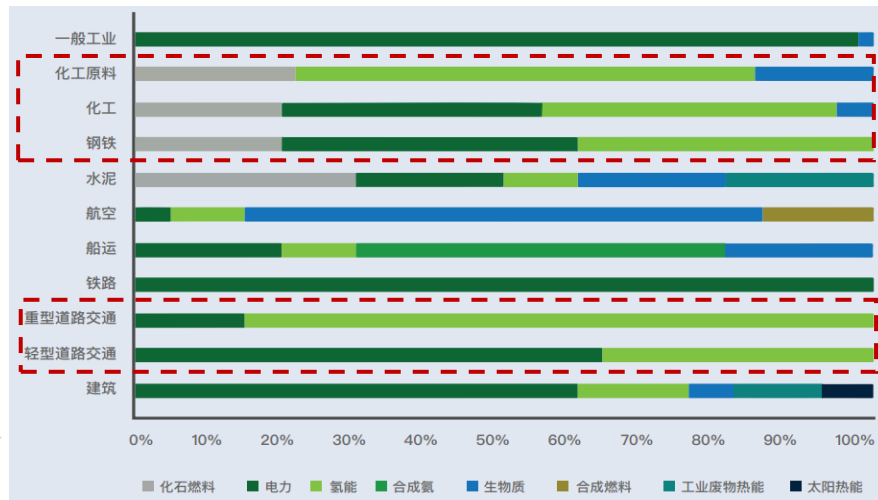
- 零碳背景下氢能需求有望达到1.0~1.3亿吨。**在双碳战略目标下，随着我国能源结构逐步向清洁化和低碳化转型，化石燃料在终端能源需求中的占比将逐渐下降，而以氢气为代表的清洁燃料消费占比将持续提升。根据中国氢能联盟的预测，以2060年实现碳中和为目标，届时我国各行业氢能需求合计将增长至1.0~1.3亿吨左右。
- 化工和交通为氢能消费的重要突破口。**从各行业能源消费结构来看，化工原料、道路交通等行业对于氢能的需求增长较快，零碳情境下氢气在上述行业的终端能源消费中占比有望达到40-80%，进而成为其主要电源类型，但由于一般工业、航运、航空等高碳排行业对化石能源依赖度较深，预计届时氢能还无法实现大规模的能源替代。

图表：零碳情境下我国氢能需求有望达到1.0~1.3亿吨



来源：中国氢能联盟，华福证券研究所

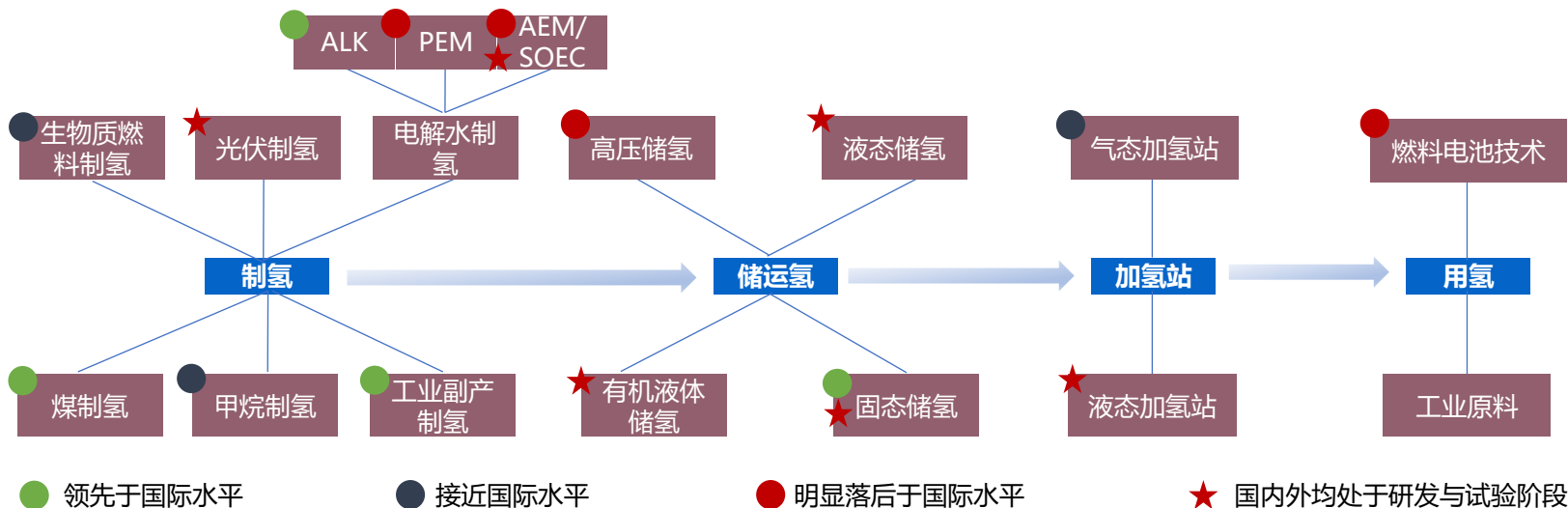
图表：零碳情境下氢气在化工和交通等行业消费占比较高



- 氢能是实现深度脱碳的终极选择
- 破局在即，绿氢制取迎来产业化拐点
- 电解槽供需两旺，光储龙头和设备厂商加速布局
- 投资建议
- 风险提示

- 氢能产业链包括制氢到用氢一系列环节，我国在技术、材料、装备等环节与国外先进水平仍有一定差距。从氢气制备到使用过程来看，氢能产业链可分为制氢、储运氢、加氢和用氢四个环节。根据清华大学的研究，我国氢能相关技术已取得长足发展，但在氢气的制取、储运、应用等环节仍存在关键技术未被突破，与国外先进水平相比还有一定差距。

图表：氢能产业链以及我国技术与国外对比情况



来源：清华大学，华福证券研究所

- 化石能源和工业副产制氢为主流制氢方式。**根据制取过程的碳排放强度，氢被分为灰氢、蓝氢和绿氢。灰氢是指通过化石燃料燃烧产生的氢气，在生产过程中会有大量二氧化碳排放；蓝氢主要为天然气重整得到，并使用CCUS技术固碳以降低碳排放，但目前因固碳成本较高也难以普及；绿氢主要通过可再生能源制造，以电解水制氢为代表，制氢过程无碳排放，未来有望替代灰氢成为主要氢气来源。

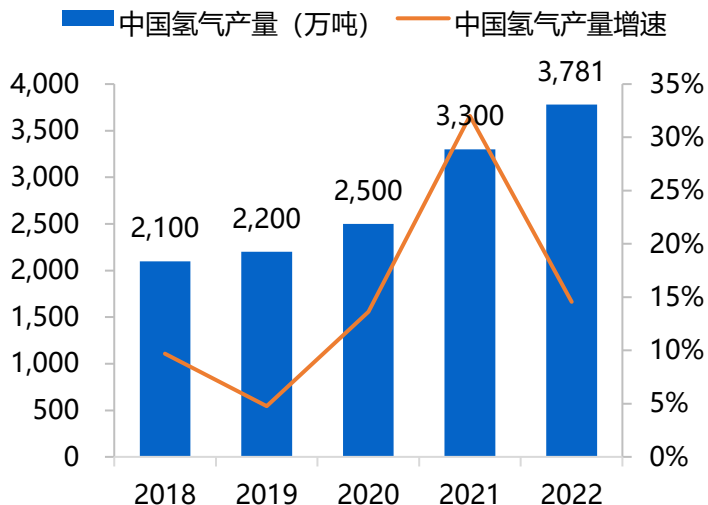
图表：三种制氢技术路线对比

| 制氢方式 | 氢气类型 | 优点 | 缺点 | 氢气价格 (元/kgH ₂) | 氢气成本 (元/Nm ²) | 碳排放 (kgCO ₂ /kg H ₂) |
|---------|-------|-------------------|--|-------------------------------|------------------------------|---|
| 化石能源制氢 | 天然气制氢 | 产量高且成本低 | 资源储备有限，制取过程产生碳排放，且产品纯度较低，需进一步提纯 | 13-20 | 0.6-1.2 | 10 |
| | 煤制氢 | 商业化技术成熟，产量高且成本低 | | 10-15 | 1-1.2 | 20-25 |
| 工业副产物制氢 | 焦炉气制氢 | 成本较低 | 焦炉气具有污染性，且制取地点受限于原料供应，不能作为大规模集中化的氢能供应源 | 6-11 | 1.2 | <5 |
| | 氯碱制氢 | 产品纯度高，原材料丰富 | | 10-17 | 1.3-1.5 | <5 |
| 电解水制氢 | 绿氢 | 产品纯度高，且制取过程不产生碳排放 | 耗电量较大，成本较高，尚未形成规模化应用 | 13-46 | 3-5 | / |

资料来源：中国氢能联盟，煤化客，华福证券研究所

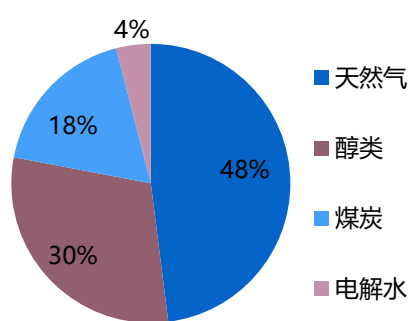
- **中国为世界第一大产氢国，煤炭占制氢原料的比重在60%以上。**根据中国煤炭工业协会统计，2022年中国氢气产量3,781万吨，同比增长14.58%，是世界第一大产氢国。从制氢原料来看，全球人工制氢原料主要为天然气和醇类，而我国由于资源禀赋差异，制氢原料以煤炭为主，该技术方式下制氢时的碳排放相对最高。此外，电解水在全球和中国的制氢原料中占比均不到5%，未来提升空间广阔。

图表：我国氢气产量快速增长



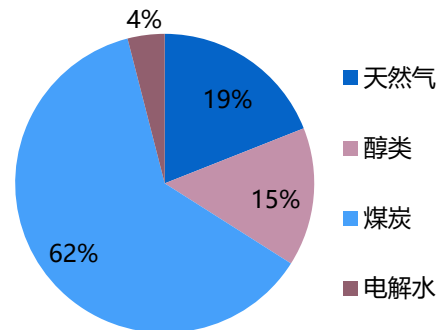
资料来源：中国煤炭工业协会，中国氢能联盟，华福证券研究所

图表：全球人工制氢原料占比



资料来源：《人工制氢及氢工业在我国“能源自主”中的战略地位》，华福证券研究所

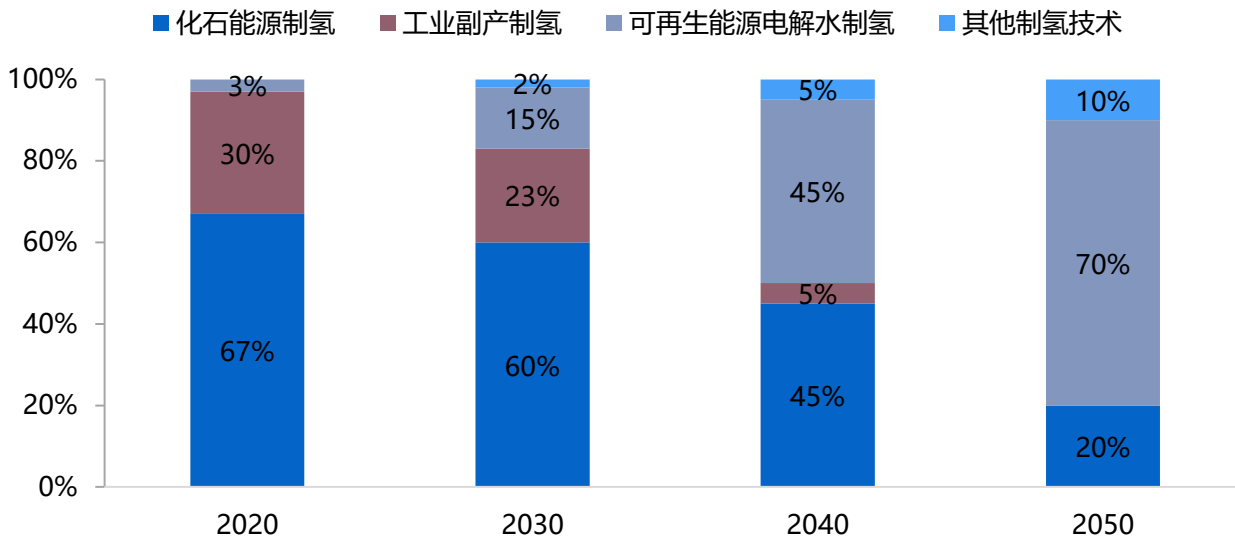
图表：中国人工制氢原料占比



资料来源：《人工制氢及氢工业在我国“能源自主”中的战略地位》，华福证券研究所

- **2050年电解水制氢占比有望超过70%**。在氢能市场发展初期，工业副产制氢由于具备成本优势和技术成熟优势，是我国氢气制取最为主流的方式；随着氢能制取技术的持续发展以及氢能供需量的增长，煤制氢配合CCS技术以及电解水制氢的占比将有所提高。根据中国氢能联盟预测，2050年我国氢气供给结构中，可再生能源电解水制氢占比将达到70%，成为最有效的供氢主体之一。

图表：电解水制氢占比将不断提升



资料来源：中国氢能联盟，华福证券研究所

- 中国电解水制氢技术近年来快速发展。电解水制氢是指在充满电解液的电解槽中通入直流电，使水分子在电极上发生电化学反应，从而分解成氢气和氧气的过程。根据智慧芽统计，2004年至2022年中国共申请“电解水制氢”相关专利8,904个，且近两年申请数量维持在每年近2,000个的高位。

图表：可再生能源电解水制氢技术路线



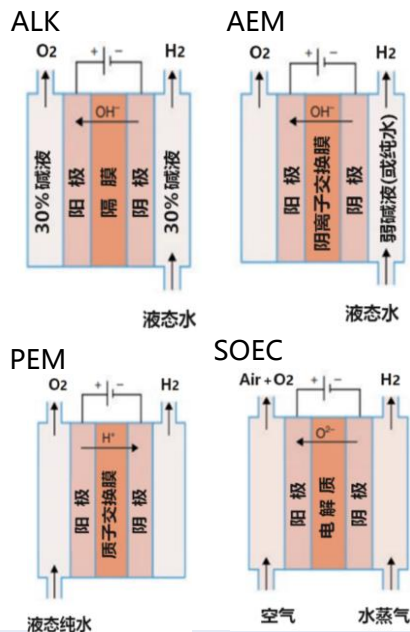
图表：中国电解水制氢专利申请数量快速攀升



资料来源：《碳中和目标下制氢关键技术进展及发展前景综述》，智慧芽，华福证券研究所

- **当下电解水制氢主要有四种技术路径。**根据电解质种类不同，电解水制氢主要分为碱性电解水制氢（ALK）、质子交换膜电解水制氢（PEM）、阴离子交换膜电解水制氢（AEM）和固体氧化物电解水制氢（SOEC）四种技术路线。
- 其中，ALK较为成熟且已经实现了大规模应用，是目前使用最广泛的电解水制氢方式；而PEM由于在车规级氢能、波动性可再生能源等应用场景中优势明显，近年来研发进展较快且已经进入商业化早期；AEM和SOEC作为新兴技术还未实现规模量产，前者在耐久性、制造工艺等方面有待提升，后者还处于基础材料的研发阶段。

图表：电解水制氢电解槽示意图



图表：电解水制氢四种技术路线对比

| | ALK | PEM | AEM | SOEC |
|-------------------------------|-----------|------------|---------|------------|
| 技术成熟度 | 大规模应用 | 小规模应用 | 尚未商业化 | 尚未商业化 |
| 运行温度 | 70-90°C | 70-80°C | 40-60°C | 600-1000°C |
| 单台装置制氢规模 (Nm ³ /h) | 0.5-1000 | 0.01-200 | 1-200 | 1-10 |
| 电解槽能耗 (kWh/Nm ³) | 4.5-5.5 | 3.8-5 | 4.2-4.8 | 2.6-3.6 |
| 系统转化效率 | 60-75% | 70-90% | 52-67% | 85-100% |
| 启停速度 | 分钟级 | 毫秒级 | 较快 | 较慢 |
| 动态响应能力 | 较强 | 强 | 强 | 较弱 |
| 电源质量需求 | 稳定电源 | 稳定或波动电源 | 稳定或波动电源 | 稳定电源 |
| 系统运维 | 运维成本高 | 运维成本低 | 以技术研究为主 | 以技术研究为主 |
| 占比面积 | 较大 | 较小 | / | / |
| 电解槽价格 (元/kW) | 2000-3000 | 7000-12000 | / | / |

- 电解水制氢成本高昂，其中电费占比近70%。**现阶段电解水制氢的成本较化石燃料制氢更高，导致其大范围应用受到限制。以目前国内较为成熟的碱性电解水制氢（ALK）为例，其成本中电费占比近70%。考虑到电费等于度电价格乘以电耗，因此通过降低可再生能源度电成本以及降低电耗，将能够显著降低制氢成本。

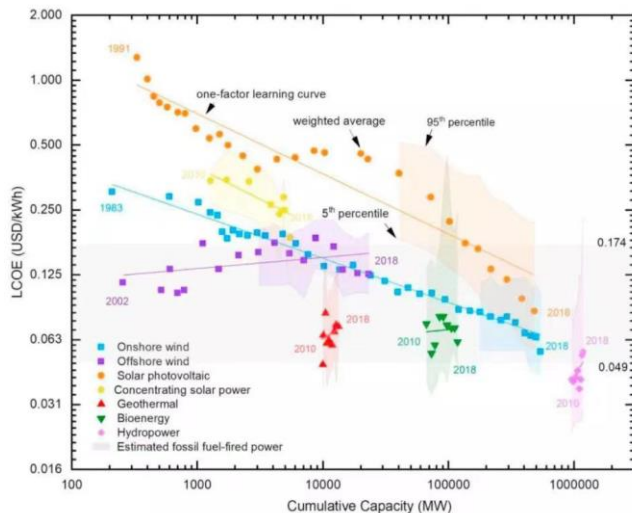
图表：电解水制氢成本拆分

| | | | | | | | | |
|------------------|------------------|-------------|-------------------------|-----------------|----------------|--------------|-------------------------|--------------------|
| (1) 氢气产能 | 产能 | 1,000 | Nm ³ /h | (3) 人工 | 人工和维护成本 | 40 | 万元/年 | |
| | 年工作时间 | 2,000 | h/年 | | 人工和维护成本 | 0.2 | 元/Nm³ | |
| | 年产能 | 2,000,000 | Nm ³ | | (4) 耗水 | 消耗原料水 | 0.001 | 吨/Nm ³ |
| | 密度 | 0.0899 | kg/m ³ | | | 消耗冷却水 | 0.001 | 吨/Nm ³ |
| | 年产能 | 179800 | kg | | | 水价 | 5 | 元/吨 |
| (2) 土地和设备 | 电解槽价格 | 850 | 万元 | 水电费 | | 0.01 | 元/Nm³ | |
| | 电力转换模块 | 553 | 万元 | (5) 耗KOH | | 耗KOH | 0.0004 | kg/Nm ³ |
| | 水循环系统 | 298 | 万元 | | KOH单价 | 10 | 元/kg | |
| | 氢气处理系统 | 276 | 万元 | | KOH费用 | 0.004 | 元/Nm³ | |
| | 其他系统组成部分 | 149 | 万元 | (6) 耗电 | 耗电 | 4.8 | kWh/Nm ³ | |
| | 土建和设备安装 | 150 | 万元 | | 工业用电价格 | 0.4 | 元/kWh | |
| | 设备折旧期 | 15 | 年 | | 电费 | 1.92 | 元/Nm³ | |
| | 土建和安装折旧期 | 15 | 年 | | 总成本 | 2.89 | 元/Nm³ | |
| | 系统和电气设备折旧 | 0.71 | 元/Nm³ | | 总成本 | 32.17 | 元/kg | |
| | 土建和安装折旧 | 0.05 | 元/Nm⁴ | | | | | |

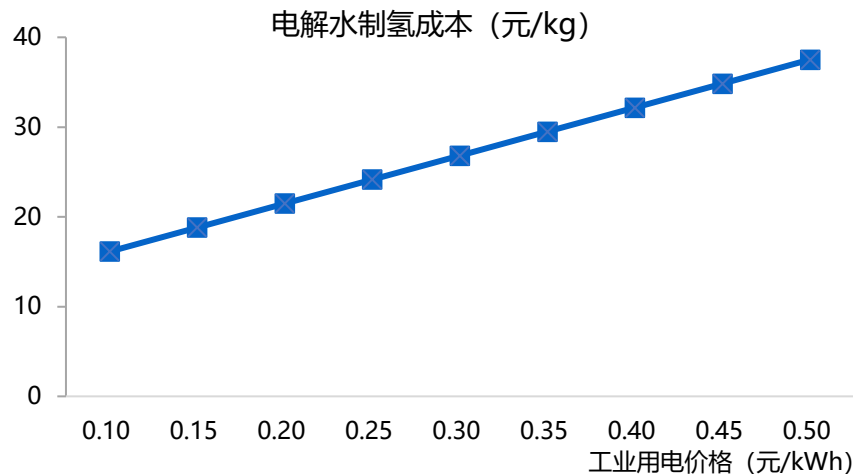
资料来源：气象局，中国水力发电工程学会，氢能技术网，《电解水制氢成本分析》，华福证券研究所拆分

- **可再生能源LCOE快速下降。**根据北京大学能源环境政策研究室测算，以光伏、陆风为代表的可再生能源发电成本随着装机容量的提升而快速下降，经济性逐渐提升。
- **电解水制氢成本对电价敏感度高，可再生能源LCOE下降有望电解水制氢成本下探。**根据测算，当单位电耗不变时，工业用电价格每降低0.1元/kWh，电解水制氢的制氢成本就下降5.56元/kg；当工业用电价格降至0.25元/kWh及以下时，电解水制氢和天然气制氢的制氢成本将逐渐靠拢，而当工业用电价格降至0.1元/kWh及以下时，电解水制氢的经济性将有望赶上煤制氢和氯碱制氢。当前我国光伏已实现平价上网，预计随着未来可再生能源LCOE的持续下探降低电解水制氢成本将不断下探。

图表：可再生能源LCOE快速下降



图表：电解水制氢成本和电价敏感度分析



资料来源：北京大学，华福证券研究所测算

- 工业用电价格和制氢系统年工作时间是决定制氢成本的关键因素。**在其他因素不变的条件下对电解水制氢成本做电价与年工作时间的敏感度分析，可以看到制氢成本和电价呈正比关系，与年工作时间成反比关系。在情景1条件下，当年工作时间 ≥ 3000 小时且工业用电价格低于0.20元/kWh时，电解水制氢成本在10~18元/kg之间，可具备初步的经济性。

图表：电解水制氢成本与电价/年工作时间敏感性分析（元/kg）

| 年工作时间(h)/工业 用电价格(元/kwh) | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.10 | 19.71 | 16.15 | 14.02 | 12.6 | 11.59 | 10.82 |
| 0.15 | 22.38 | 18.82 | 16.69 | 15.27 | 14.26 | 13.49 |
| 0.20 | 25.05 | 21.49 | 19.36 | 17.94 | 16.93 | 16.16 |
| 0.25 | 27.72 | 24.16 | 22.03 | 20.61 | 19.6 | 18.83 |
| 0.30 | 30.39 | 26.83 | 24.7 | 23.28 | 22.26 | 21.5 |
| 0.35 | 33.06 | 29.5 | 27.37 | 25.95 | 24.93 | 24.17 |
| 0.40 | 35.73 | 32.17 | 30.04 | 28.62 | 27.6 | 26.84 |
| 0.45 | 38.4 | 34.84 | 32.71 | 31.29 | 30.27 | 29.51 |
| 0.50 | 41.07 | 37.51 | 35.38 | 33.96 | 32.94 | 32.18 |

资料来源：华福证券研究所测算

- 氢能是实现深度脱碳的终极选择
- 破局在即，绿氢制取迎来产业化拐点
- 电解槽供需两旺，光储龙头和设备厂商加速布局
- 投资建议
- 风险提示

- **电解槽是电解水制氢系统的核心设备。**电解水制氢系统主要由电解槽、分离器、洗涤器、冷却器、供水、加碱等设备组成，其中电解槽是电解水制氢系统的核心设备。电解槽工作原理为：电解池的隔膜两边分别有阳极板与阴极板，电解槽内充满电解液，在两个电极通上直流电后，在阳极析出氧气，在阴极析出氢气。

图表：电解槽工作原理示意图



- 2023Q1电解槽需求大幅增长。**根据氢云链统计，2023Q1中国已公开招标的制氢项目共有13个，其制氢系统对应的电解槽容量达到了835MW，该容量已经超过了2022年全年中国电解槽出货量。根据BloombergNEF预测，2023年我国电解槽出货量有望达到1.4-2.1GW，有望占当年全球出货量的60%以上，同比增加75%-163%。

图表：2023年Q1中国制氢项目招标情况统计

| 招标时间 | 项目名称 | 招标人 | 电解槽容量 (MW) | 制氢方式 |
|-----------|---|-------------------|------------|------|
| 2023.1.6 | 国能宁东可再生氢碳减排示范区一期工程 | 国华投资宁夏分公司 | 25 | 碱性 |
| 2023.1.16 | 涑源县300MW光伏制氢项目 | 涑源氢阳新能源开发有限公司 | 6 | 碱性 |
| 2023.1.29 | 深圳能源库尔勒绿氢制储家用一体化示范项目 | 深能库尔勒发电有限公司 | 5 | 碱性 |
| 2023.2.11 | 广汇能源绿电制氢及氢能一体化示范项目 | 广汇能源 | 5 | 碱性 |
| 2023.2.11 | 平凉海螺崆峒区峡门乡100MW风力发电及制氢项目 | 平凉海螺水泥有限责任公司 | 5 | 碱性 |
| 2023.2.16 | 鄂托克前旗上海庙经济开发区深能北方光伏制氢项目 | 长江勘测规划设计研究有限责任公司 | 45 | 碱性 |
| 2023.2.16 | 鄂尔多斯风光融合绿氢示范项目 | 中石化新星内蒙古绿氢新能源有限公司 | 390 | 碱性 |
| 2023.2.18 | 七台河勃利县200MW风电制氢项目 | 七台河润沐新能源有限公司 | 7.5 | 碱性 |
| 2023.2.23 | 大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目 | 吉林电力股份有限公司 | 195 | 碱性 |
| 2023.3.1 | 华能清能院1300Nm ³ /h碱性电解制氢系统试制设备招标 | 华能集团清洁能源技术研究院 | 6.5 | 碱性 |
| 2023.3.6 | 海水制氢产业一体化示范项目 | 大连洁净能源集团有限公司 | 60 | 碱性 |
| 2023.3.20 | 大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目 | 吉林电力股份有限公司 | 50 | PEM |
| 2023.3.27 | 华电潍坊氢储能示范项目 | 华电潍坊发电有限公司 | 35 | 碱性 |

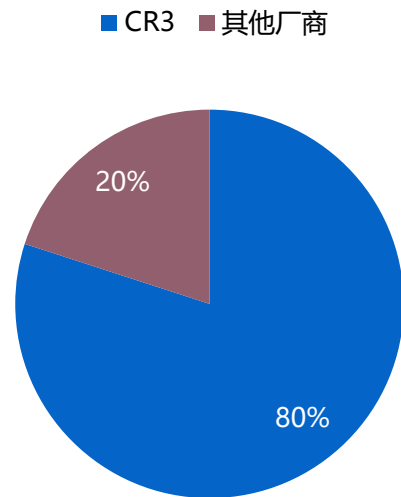
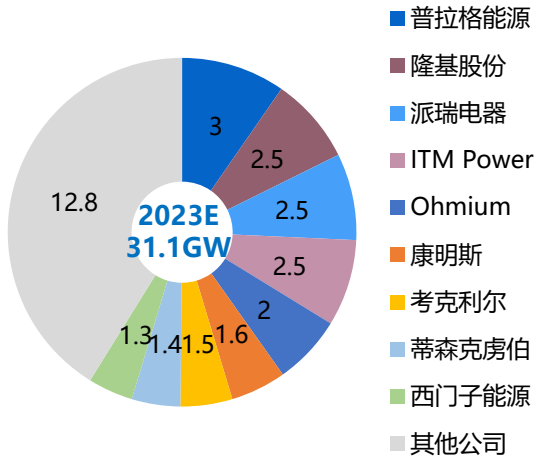
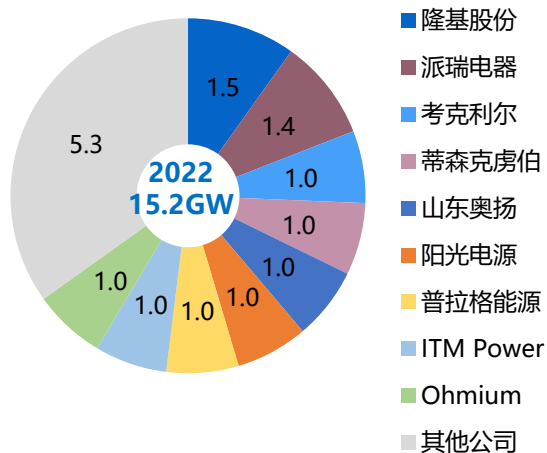
资料来源：氢云链，华福证券研究所测算

- 中国电解槽市场竞争格局相对集中。**根据BloombergNEF统计，全球电解槽市场竞争格局相对分散，以隆基氢能为首的CR10厂商2022年合计出货量占比约50%。而中国电解槽市场竞争格局更为集中，以中船派瑞氢能、考克利尔竞力和隆基股份为代表的CR3市占率在80%左右。

图表：全球电解槽出货厂家对比

图表：2022年中国电解槽出货厂家对比

单位：GW



资料来源：BloombergNEF, 《中国氢能与燃料电池产业年度蓝皮书2022》，华福证券研究所测算

- 三大老牌龙头企业稳健发展。**当前国内三大老牌电解水制氢企业为中船重工718所（派瑞氢能）、考特利尔竞立（苏州竞立）和天津大陆，其中中船重工718所同时具备ALK、PEM两种技术路线，考特利尔竞立和天津大陆则采用ALK技术路线。三大企业多年来深耕电解水制氢行业，在积累了深厚的技术经验以外，还积累了稳定丰富的客户资源，整体上电解水制氢业务发展稳健。
- 光储龙头和设备厂商加速布局。**近年来以隆基股份、阳光电源为代表的的光储龙头和华电重工、双良节能等设备厂商也开始布局电解槽业务，其中隆基股份、华电重工等企业以ALK技术路线为主，阳光电源、国富氢能等企业则以PEM技术路径为主。

图表：国内部分电解槽厂商和技术路径

| 公司名称 | 氢能相关业务简介 | 技术路径 | 公司名称 | 氢能相关业务简介 | 技术路径 |
|----------------|--|----------|------|---|----------|
| 考特利尔竞立（苏州竞立） | 2022年产能达1GW，具备生产超大型电解水制氢设备的技术和能力，2023年预计产能达到1.5GW。 | ALK | 国富氢能 | 2022年公司首台1000方电解槽下线，此外公司开发MW级PEM水电解制氢系统 | ALK, PEM |
| 中船重工718所（派瑞氢能） | 制氢装备产品规格为16Nm ³ /h-2000Nm ³ /h,具有年生产PEM制氢设备120台套的生产能力 | ALK, PEM | 昇辉科技 | 盛氢制氢设备公司成为佛山首家同时拥有100标方和1000标方碱性制氢成套设备的设备生产商 | ALK |
| 隆基 | 2021年3月31日在西安正式成立隆基氢能科技有限公司，根据彭博预计，2022/2023隆基的电解槽产能分别为1.5GW/2.5GW。 | ALK | 双良节能 | 2022年9月，由双良自主研发的首套“绿电智能制氢系统”正式下线，最大制氢量可达1200Nm ³ /h | ALK |
| 天津大陆 | 大陆公司可生产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。 | ALK | 塞克塞斯 | 国内唯一实现PEM制氢电堆全型号覆盖的公司，2021年公司第一个单槽1MW产品落地，2022年单堆5MW PEM设备已经到了中试的阶段，年底实现产品的落地 | PEM |
| 华光环能 | 公司于2023年3月16日成功下线1500 Nm ³ /h 碱性电解槽，已经具备年产1GW电解水制氢设备的制造能力 | ALK | 阳光电源 | 2021年，阳光电源发布了国内首款、最大功率SEP50 PEM制氢电解槽，功率250kW（50标方） | ALK, PEM |
| 华电重工 | 2020年，100Nm ³ /h的电解槽在四川泸定开始示范应用，2022年1200Nm ³ /h碱性电解槽产品下线 | ALK | 明阳智能 | 2022年10月，明阳智能全球首发的2000 Nm ³ /h碱性水电解制氢装备正式下线，这也是目前全球最大的单体碱性水电解制氢装备 | ALK |

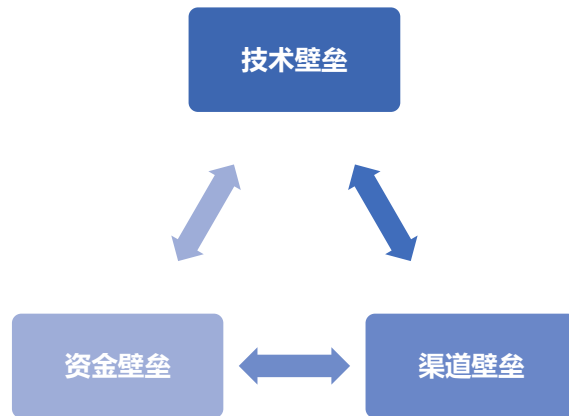
资料来源：公司官网，公司公告，华福证券研究所

- **电解槽技术和生产工艺壁垒较高。**电解槽的成本构成中电解电堆占比近一半，而该部分的研发制造相对复杂，且涉及电化学、工程设计、金属材料等多个学科领域，此外还需要掌握电极涂层及配套工艺。与此同时，电解槽厂商还需要大量时间来验证其产品地稳定性与可靠性，进而积累行业应用经验，因此对于新进入厂商会形成一定的技术壁垒。
- **电解槽资金与渠道壁垒较高。**电解槽的下游厂商主要包括各类能源集团或电力运营商等，其资金回款周期普遍较长，而电解槽生产需要大量的资金投入，这对于新进入厂商形成了一定壁垒；此外电解槽出货规模多取决于下游各企业的采购订单或项目合作等，而电解槽制氢厂商的核心生产设备，目前只能通过客户长期使用验证来印证产品的质量。在此背景下，具有渠道优势的电解槽厂商更容易获得下游客户青睐，进而也更容易抢占市场份额。

图表：碱性电解槽的成本组成



图表：电解槽的竞争壁垒



资料来源：氢云研究，华福证券研究所

- 氢能是实现深度脱碳的终极选择
- 破局在即，绿氢制取迎来产业化拐点
- 电解槽供需两旺，光储龙头和设备厂商加速布局
- 投资建议
- 风险提示

- **锅炉制造业务起家，能源与环保双主业。**公司横跨能源与环保领域，涉及业务包括装备制造、工程服务、项目运营。公司为中大型电站锅炉制造企业，在锅炉制造领域处于国内第二梯队前列；在热电运营领域，公司占无锡市区热电联产供热市场的70%左右。
- **布局火电灵活性改造新技术。**公司与中科院合作研发，基本完成了煤粉预热燃烧的关键技术和中试研究。煤粉预热技术通过使用小型流态化装置作为燃料预热装置，将燃料的预热和燃烧分开，燃料先在预热燃烧器中加热，再进炉膛燃烧。2023年1月12日，公司和中科院工程热物理研究所针对该技术进行签约，获得20-300MW机组的独家技术授权。公司累计销售锅炉数量超过5000台，具有强大的存量客户基础，可提供全流程解决方案。该项技术可以降低锅炉出力水平，提升火电机组的灵活性。
- **1500Nm³/h碱性电解槽下线。**公司已成功实现碱性水电解槽制氢技术、装备以及系统集成的成功落地，并于2023年3月16日成功下线1500 Nm³/h 碱性电解槽。这标志着公司已经具备年产1GW电解水制氢设备的制造能力，迈入了规模化电解水制氢的新赛道，并具备随时批量化生产交付能力。

图表：公司氢能相关研发进展

与大连理工大学合作成立“零碳工程技术研究中心”，在碱性电解水制氢先进技术方面实施了系统的研发工作；重点关注聚焦流场分布、新型电极催化剂和隔膜材料的研制

2022年2月

成功研制产氢量30Nm³/h碱性电解水制氢中试示范工程设备，并在中试试验的基础上，利用业内首个自主开发的智能、参数化设计系统，形成了2000Nm³/h及以下的全系列碱性电解水制氢系统技术

2022年10月

完成1500Nm³/h碱性电解槽产品下线，正式迈入规模化电解水制氢的新赛道，并具备随时批量化生产交付能力；目前公司已形成年产1GW电解水制氢设备制造能力，具备了2000Nm³/h以下多系列碱性电解水制氢系统技术

2023年4月

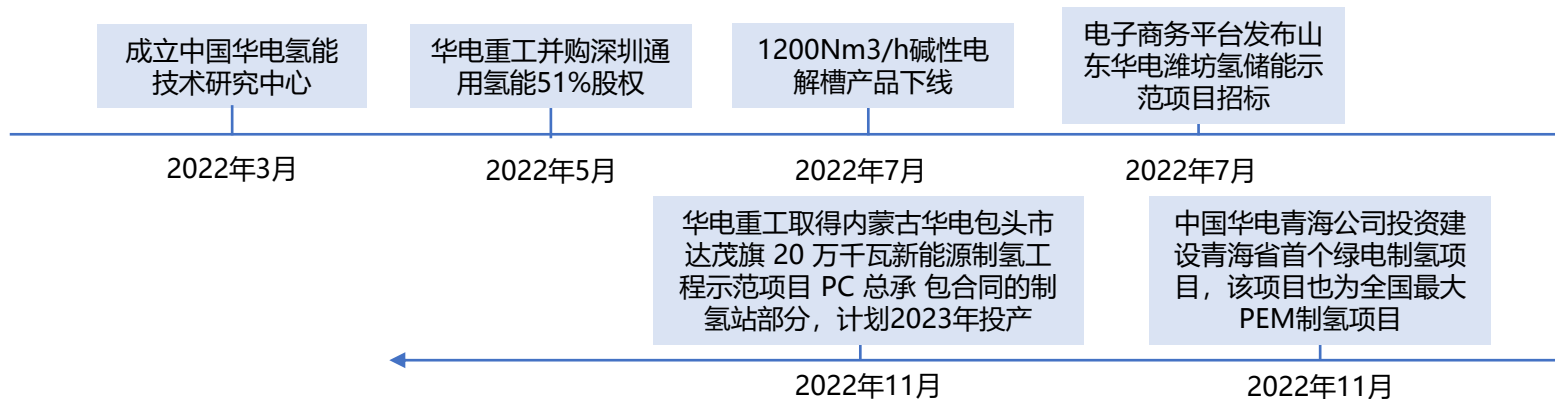
- **一体化智慧解决方案服务商，加速氢能源汽车规模化推广。**公司是国内领先的一体化智慧解决方案服务商，将新能源作为重点攻坚赛道并成立了昇辉新能源有限公司。2022年初公司已初步打通氢能全产业链，目前已具备自主生产5-1500Nm³/h全系列制氢成套设备的能力；此外公司积极布局新能源汽车运营平台，加快氢能源汽车规模化推广。
- **1000Nm³/h碱性电解槽下线。**公司已于2023年1月成功下线佛山首台套1000Nm³/h碱性水制氢设备，这标志着公司已完成制氢设备100Nm³/h到1000Nm³/h的量级跨越。本次下线的1000Nm³/h电解水制氢设备优势明显，单方耗电低至0.4度，转化率较平均指标提高了20%，进而达到77%，这也意味着公司成为佛山首家同时拥有100Nm³/h和1000Nm³/h碱性制氢成套设备的生产商，并具备随时交付能力。
- **与大连市普兰店区政府签订氢能项目合作协议。**公司于2023年3月15日与大连市普兰店区政府签订氢能产业项目战略合作协议，致力于进一步发挥各自组织、资源和技术优势，协助打造大连市临港新能源新材料产业集聚区。后续公司将参与建设普兰店区滩涂光伏离网制氢项目以及氢能港口规划和建设，为项目提供装备解决方案并助力氢能应用。

图表：公司2022年以来氢能业务相关合作

| 合作对象 | 合作时间 | 合作内容 |
|-----------|-----------|---|
| 大连市普兰店区政府 | 2023.3.15 | 公司将参与建设普兰店区滩涂光伏离网制氢项目，在制氢环节为项目提供装备解决方案；参与大连市普兰店区的氢能港口规划与建设，将氢能应用到氢能船舶、氢能交通装备以及专用装卸机械等各类场景中；积极推动区内“氢高速走廊”建设，助力打造跨区域的氢能高速干线，带动区内氢能交通应用规模化发展 |
| 包头青山区政府 | 2022.6.17 | 与包头青山区政府签署了《关于零碳产业园示范项目的战略合作协议》，根据协议，昇辉科技计划联合合作方与包头市青山区政府共同投资建设以制氢装备、制氢工厂、氢燃料电池及核心零部件等氢能产业链为主要业务内容的零碳产业园，推动氢能产业在包头市集聚发展 |
| 盛丰物流 | 2022.1.5 | 为盛丰物流提供基于氢能源的零碳物流解决方案，包括氢燃料电池运输设备配置，以及针对物流运输路线的用氢与加氢规划，此外还将牵头产业链上下游合作企业，为盛丰物流提供符合其需求的氢能物流车、叉车、自卸车、搬运车等新能源车辆和运载装备 |

- **公司是工程解决方案龙头，后强势入局氢能领域。**公司是工程整体解决方案龙头，业务范围包括物料输送工程、热能工程、钢结构工程、煤化工工程和海洋风电工程的系统设计、装备研发制造以及EPC承包。公司自2020年起开始筹划发展氢能业务，并于2022年3月成立中国华电氢能技术研究中心，目前主要生产碱性电解槽、气体扩散层等。2022年5月，公司通过并购深圳通用氢能51%股权获得了气体扩散层及质子交换膜生产能力；同年7月，公司1200Nm³/h碱性电解水制氢装置与气体扩散层产品成功下线。
- **灵活性改造叠加氢能业务拓展双轮驱动。**当前我国煤电机组改造规划已经出台，公司具备灵活性改造业务和电厂综合能效提升的系统总包能力，热能工程业务有望受益于煤电机组改造扩容。此外公司背靠华电集团，并通过并购股权、订单拓展、海外合作等方式实现了氢能业务的快速突破，未来该部分业务收入有望快速提升。

图表：华电集团氢能业务布局



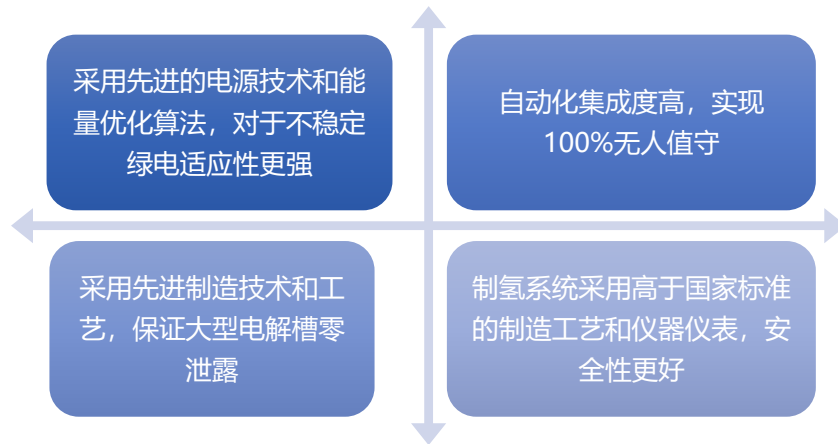
资料来源：公司公告，华福证券研究所

- **节能节水设备与还原炉龙头，新能源业务快速成长。**公司主营业务包括节能节水系统和新能源系统，其中节能节水系统作为公司传统起家业务，近年来营收稳健增长且占比维持在65%以上。2015年公司以重组并购的方式切入光伏多晶硅还原炉领域，目前市占率稳居行业第一；2021年起公司开始布局光伏硅片和组件业务，2022年受益于多晶硅还原炉规模交付以及硅片业务放量，公司新能源系统业务收入占比快速提升。
- **强势进军绿电制氢市场，电解槽已获订单认可。**2022年公司进军氢能市场，成立了氢能产业专业技术研究机构——氢能研究中心，面向集团新布局的电解制氢产业，规划氢能产业链技术研发。2022年9月公司首套1000Nm³/h绿电智能制氢系统成功下线，该系统核心部件电解槽具有先进性、稳定性、智能化、零泄漏、安全性等特点，氢气纯度可达99.9999%，从而实现真正的低成本、低能耗和高性能，目前已获订单认可。

图表：双良节能碱性电解水装置



图表：双良节能绿电制氢系统的特点和优势



- 氢能是实现深度脱碳的终极选择
- 破局在即，绿氢制取迎来产业化拐点
- 电解槽供需两旺，光储龙头和设备厂商加速布局
- 投资建议
- 风险提示

- 项目推进不及预期
- 政策支持力度不及预期
- 制氢技术发展不及预期
- 市场竞争加剧
- 研究报告中使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时的风险

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

一般声明

华福证券有限责任公司（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，该等公开资料的准确性及完整性由其发布者负责，本公司及其研究人员对该等信息不作任何保证。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，之后可能会随情况的变化而调整。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。

在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。

本报告版权归“华福证券有限责任公司”所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

特别声明

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。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。

投资评级声明

| 类别 | 评级 | 评级说明 |
|------|------|----------------------------------|
| 公司评级 | 买入 | 未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在20%以上 |
| | 持有 | 未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于10%与20%之间 |
| | 中性 | 未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-10%与10%之间 |
| | 回避 | 未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-20%与-10%之间 |
| | 卖出 | 未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在-20%以下 |
| 行业评级 | 强于大市 | 未来6个月内，行业整体回报高于市场基准指数5%以上 |
| | 跟随大市 | 未来6个月内，行业整体回报介于市场基准指数-5%与5%之间 |
| | 弱于大市 | 未来6个月内，行业整体回报低于市场基准指数-5%以下 |

备注：评级标准为报告发布日后的6~12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；香港市场以恒生指数为基准；美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

诚信专业 发现价值

联系方式

华福证券研究所 上海

公司地址：上海市浦东新区浦明路1436号陆家嘴滨江中心MT幢20层

邮编：200120

邮箱：hfyjs@hfzq.com.cn

