

2023 年 03 月 13 日



华鑫证券
CHINA FORTUNE SECURITIES

氢能行业星辰大海，电解水制氢如日方升

—氢能专题报告

推荐(首次)

投资要点

分析师：黎江涛 S1050521120002

✉ lijt@cfsc.com.cn

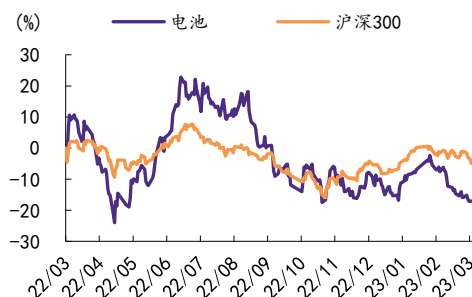
联系人：潘子扬 S1050122090009

✉ panzy@cfsc.com.cn

行业相对表现

表现	1M	3M	12M
电池(申万)	-11.5	-6.4	-20.5
沪深 300	-4.3	0.5	-7.9

市场表现



资料来源：Wind，华鑫证券研究

相关研究

■ 碳中和步履临近，氢能战略意义突出

碳中和成为全球范围重要议题，氢能源具有来源多样、清洁低碳、灵活高效、应用场景丰富等特性，将逐步替代石油、煤炭等化石燃料，成为全球能源重要载体。目前，氢能在全球能源占比仅 0.1%，根据全球主要能源研究机构预测，2050 年氢能占比将达到 12-22%，空间广阔。

全球主要经济体均针对氢能制定了国家层面的发展战略。日本规划 2030 年氢气供应量达 300 万吨/年，2050 年进一步提升至 2000 万吨/年；美国规划 2030 年清洁氢产能达到 1000 万吨/年，此外，美国通过 IRA 对制氢进行税收抵免；欧洲规划 2025-2030 年安装至少 40GW 可再生氢能电解槽，生产 1000 万吨可再生氢能，并通过碳关税支持氢能发展；中国则明确氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，将其提升至国家能源战略高度。综合而言，氢能在碳中和背景下战略意义突出，全球政策向氢能高度倾斜，增长确定性强。

■ 电解水制氢经济性渐显，行业迎发展良机

主流制氢方式包括化石燃料制氢、工业副产氢、电解水制氢。根据我们测算，在 0.4 元/kWh 电价下，碱性电解制氢成本约为 25.79 元/kg，PEM 电解成本为 32.57 元/kg，碱性电解制氢成本已低于氢气售价，与蓝氢成本相近。电解水制氢成本对电价高度敏感，若电价低于 0.2 元/kWh，电解水制氢成本将低于多数场景下的灰氢成本，若低于 0.1 元/kWh，则可完全平价。在市场化电价环境下，零电价甚至负电价时有发生，若充分利用电价波动性，电解水制氢可实现高额收益。

目前全球电解水制氢占比仅 0.15%左右，展望未来，绿氢有望受益于氢能占能源比重提升、绿氢占氢能比重提升双重逻辑，迎来高速增长，电解水设备将率先受益。我们预计 2025 年全球电解水设备市场规模将达 167 亿元，2022-2025 年 CAGR 达 106%，2050 年全球电解水设备累计市场规模将近 1.5 万亿。

■ 多方入局，抢占先机

目前，中国企业占据全球电解槽设备主要份额，根据氢能观察，2022 年全球电解槽市场出货量约 1GW，国内电解槽出货

量则近 750MW。国内电解槽设备有三类参与者，第一类为 718 所、竞立、大陆等老牌电解槽企业，其技术沉淀深厚，市占率高；第二类为隆基绿能、阳光电源等光伏龙头企业，资金、技术实力雄厚，光伏业务与电解水制氢业务高度协同；第三类为昇辉科技、华电重工、华光环能等新兴势力，各自凭借技术优势、订单优势等切入电解水制氢设备市场，对传统企业形成冲击。目前中国电解槽市场 CR3 达 80%，随各方势力入局，未来竞争格局或将重塑。

行业评级及投资策略

受益于氢能占能源比重提升、绿氢占氢能比重提升双重逻辑，电解水制氢行业将高速增长，给予行业“推荐”评级。重点推荐昇辉科技、华电重工、华光环能、科威尔，建议关注隆基绿能（电力设备组覆盖）、阳光电源（电力设备组覆盖）、亿利节能、双良节能（电力设备组覆盖）等。

风险提示

氢能发展不及预期；电解水设备降本不及预期；电价高于预期；招标项目落地情况不及预期；推荐公司业务进展不及预期。

重点关注公司及盈利预测

公司代码	名称	2023-03-13 股价	2021	EPS 2022E	2023E	2021	PE 2022E	2023E	投资评级
600475.SH	华光环能	11.32	1.06	0.82	1.09	11	14	10	未评级
688551.SH	科威尔	59.22	0.71	0.77	1.45	83	77	41	未评级
601226.SH	华电重工	7.9	0.26	0.26	0.37	30	31	22	未评级
601012.SH	隆基绿能	41.99	1.69	2.06	2.70	25	20	16	买入
300274.SZ	阳光电源	111.41	1.08	1.91	3.84	103	58	29	买入
600481.SH	双良节能	13.88	0.19	0.68	1.24	73	20	11	买入

资料来源：Wind，华鑫证券研究（注：未评级公司盈利预测取自万得一致预期）

正文目录

1、 战略意义突出，氢能将成为重要终端能源.....	5
2、 氢能崛起，制氢先行.....	8
2.1、 技术路径：碱性电解槽发展成熟，PEM 徐徐图之	10
2.2、 经济性：低电价地区将率先平价	12
2.3、 需求：氢能重要性凸显，需求将逐步放量	16
2.4、 供给：多方势力布局，抢占市场先机	19
3、 行业评级及投资策略.....	23
4、 重点推荐个股.....	24
4.1、 昇辉科技（300423）：氢能领域全面布局	24
4.2、 华电重工（601226）：依托华电集团，电解槽订单具较高保障.....	24
4.3、 华光环能（600475）：主营环保与能源装备制造，与电解槽深度协同.....	25
4.4、 科威尔（688551）：专注测试电源，向电解槽检测设备横向延伸.....	25
5、 风险提示.....	26

图表目录

图表 1：氢能特性.....	5
图表 2：各国际能源机构对 2050 年氢能在全球能源总需求中占比预测	6
图表 3：海外氢能相关政策.....	6
图表 4：中国氢能相关政策.....	7
图表 5：氢能产业链.....	8
图表 6：各类制氢方式对比.....	8
图表 7：2020 年中国制氢结构	9
图表 8：2020 年全球制氢结构	9
图表 9：各类电解槽技术对比	10
图表 10：碱性电解槽工作原理.....	11
图表 11：PEM 电解槽结构	11
图表 12：1MW 碱性电解槽成本构成	12
图表 13：1MW PEM 电解槽成本构成	12
图表 14：氢气价格走势（单位：元/m ³ ）	13
图表 15：天然气制氢成本随天然气价格变化趋势	13
图表 16：煤制氢成本随煤炭价格变化趋势	13
图表 17：中国工业副产氢制氢成本（单位：元/Nm ³ ）	14
图表 18：电解水制氢经济性对比基准线	14
图表 19：碱性电解全生命周期制氢成本测算	15

图表 20: PEM 电解全生命周期制氢成本测算..... 15

图表 21: 碱性电解槽制氢成本敏感度测算 (单位: 元/kg) 16

图表 22: PEM 电解槽制氢成本敏感度测算 (单位: 元/kg) 16

图表 23: 全球氢应用场景占比 17

图表 24: 中国电解水制氢项目梳理 18

图表 25: 全球电解水制氢设备市场规模测算 19

图表 26: 2021 年中国电解水制氢设备竞争格局..... 20

图表 27: 2022 年中国电解水制氢设备竞争格局..... 20

图表 28: 718 所、竞立、天津大陆发展历程..... 21

图表 29: 全球电解槽企业产能梳理 22

图表 30: 电解槽相关标的梳理 23

图表 31: 重点关注公司及盈利预测 23

1、战略意义突出，氢能将成为重要终端能源

现阶段，全球气候变化、环境污染、资源紧缺等问题日益凸显，碳中和成为全球范围重要议题。氢能作为清洁能源，正逐步替代石油、煤炭等化石燃料，成为全球能源重要载体。

氢能具多点特性，在碳中和背景下，战略意义突出。**1) 来源多样**：作为一种二次能源，氢能可以通过化石能源重整、生物质热裂解、微生物发酵、工业副产气、电解水等方式制取；**2) 清洁低碳**：氢能转化为电与热时产物为水，且不排放温室气体或细粉尘，生产的水还可继续制氢，循环使用，真正实现低碳甚至零碳排放；**3) 灵活高效**：氢热值高，是同质量焦炭、汽油等化石燃料的 3-4 倍；**4) 应用场景丰富**：可作为燃料电池发电，用于汽车、航空等交通领域，亦可作为燃料气体或化工原料投入生产，此外，可以作为储能介质平抑可再生能源波动。

图表 1：氢能特性

生态友好

与传统的化石燃料不同，氢在转化为电和热时只产生水并且不排放温室气体或细粉尘，与全球降低碳排放的目标契合。



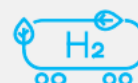
高效性

氢燃料电池的发电效率可以达到 50% 以上。这得益于燃料电池的转换特性将化学能直接转换为电能，而没有热能和机械能（发电机）的中间转换。



储运方式多样

光伏、风电等可再生能源近年来获得快速发展，装机量不断提升，但其也具有波动性和间歇性等短板。氢储能可以利用可再生能源发电制氢，再以气态、液态存储于高压罐中，或者以固态存储于储氢材料中，可以成为解决电网调峰和“弃风/弃光”等问题的重要手段。



应用场景广泛

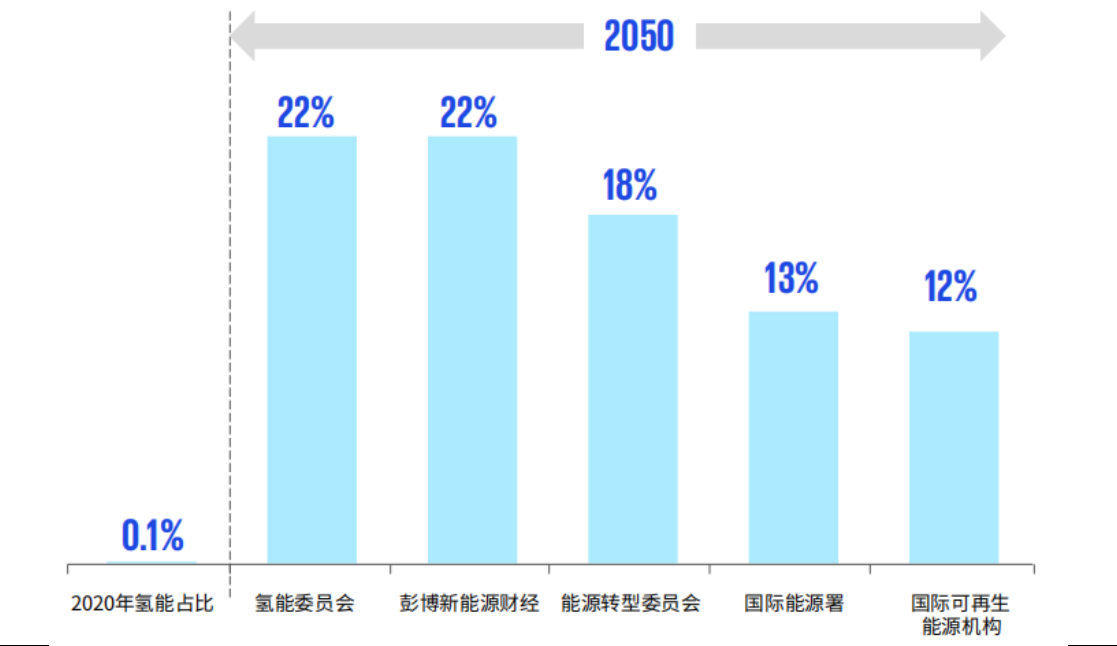
氢能既可以用作燃料电池发电，应用于汽车、火车、船舶和航空等领域，也可以单独作为燃料气体或化工原料进入生产，同时还可以在天然气管道中掺氢燃烧，应用于建筑供暖等。



资料来源：毕马威，华鑫证券研究

氢能占全球能源比重将大幅提升。目前，由于制取及储运成本高等因素，氢能在全球能源占比仅 0.1%。随全球能源转型进程加速，氢能将在全球能源结构中占据重要地位，多家国际能源研究机构对 2050 年氢能需求占全球能源比重做出预测，预测结果均在 12% 以上，氢能委员会、彭博新能源财经预测结果高达 22%，相较目前 0.1% 的水平大幅提升。

图表 2：各国际能源机构对 2050 年氢能在全球能源总需求中占比预测



资料来源：毕马威，华鑫证券研究

由于氢能在碳中和议题下具重大战略意义，全球主要经济体均针对氢能制定了国家层面的发展战略。日本规划 2030 年制氢成本降至 30 日元/Nm³，氢气供应量达 300 万吨/年，2050 年成本进一步降至 20 日元/Nm³，氢气供应量提升至 2000 万吨/年；美国则规划在 2026-2029 年将电解水制氢成本降低至 2 美元/kg，基本实现与灰氢平价，至 2030 年成本进一步降至 1 美元/kg，清洁氢产能达到 1000 万吨/年，此外，美国通过 IRA 对制氢税收进行抵免；欧洲规划 2025-2030 年安装至少 40GW 可再生氢能电解槽，生产 1000 万吨可再生氢能，并通过碳关税支持氢能发展。

图表 3：海外氢能相关政策

国家	主要政策文件/事件	发布时间	重点内容	发展目标
日本	《第六次能源基本计划》	2021.1	到2030年氢/氨发电占比将实现突破，将从第五期计划设定的0%提高到本次设定的1%（2019年氢/氨发电都还未部署应用），以实现清洁能源多元化	2030：制氢成本降至30日元/Nm³；氢气供应量达300万吨/年 2050：制氢成本降至20日元/Nm³；氢气供应量达2000万吨/年
美国	《国家清洁氢能战略和路线图（草案）》	2022.9	宣布投入4700万美元推进清洁氢能技术的研发和示范，以降低氢能成本并改进技术性能，促进氢能基础设施部署，实现氢能多个部门的应用	2022-2025：从生命周期、可持续性、成本、区域和公平角度评估路径，以优先考虑策略，确定差距；建立清洁氢标准；为今后的部署制定严格的数据收集和监测框架 2026-2029：大规模部署可再生能源、核能、化石+CCS的清洁氢；实现电解制氢成本2美元/kg 2030-2035：大规模部署可再生能源制氢、核能制氢和化石能源结合CCS制氢 2030年，清洁氢产能至少达到1000万吨/年，成本达到1美元/kg
	《美国通胀法案（IRA）》	2022.8	对美国能源系统现代化投入3690亿美元的补贴和制氢税收抵免	/
欧盟	《欧洲气候中立氢能战略》	2020.7	未来三十年计划全面投资制氢、储氢、运氢的全产业链以及现有天然气基础设施、碳捕集和封存技术等，预计总投资超过4500亿欧元，战略明确欧盟的首要任务是开发主要利用风能和太阳能生产的可再生氢能	2020-2024：安装至少6GW的可再生氢能电解槽，生产100万吨的可再生氢能 2025-2030：安装至少40GW的可再生氢能电解槽，生产1000万吨的可再生氢能 2030-2050：可再生氢能技术应成熟并大规模部署，覆盖所有难以脱碳的领域，计划2030年电解槽成本降至450欧元/kW，2040年电解槽成本降至180欧元/kW
	《碳关税或碳边境税》（CBAM）	2019.12提出 2023.02通过 2023.10实施	通过要求进口商支付进口到欧盟的进口产品其生产地和欧盟ETS碳价的差额，以确保进口产品与本土产品承担相同的碳排放成本，降低由于免费配额减少导致的碳泄漏风险	/
	欧盟地中海国家领导人峰会	2022.12	西班牙、葡萄牙与法国共同公布28亿欧元的H2Med管道建造计划	管道将在2030年前投入使用，每年输送绿氢200万吨，约占欧盟绿氢消费量的10%

资料来源：毕马威，欧盟地中海国家领导人峰会，美国财政部，美国能源局，欧盟委员会，华鑫证券研究

中国亦积极推进氢能战略。2019 年氢能首次被写进政府工作报告，随后，各部委密集出台各项氢能支持政策，内容涉及氢能制储输用全链条关键技术攻关、氢能示范应用、基础设施建设等。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）》，明确了氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，是战略性新兴产业的重点方向，将氢能产业上升至国家能源战略高度。

图表 4：中国氢能相关政策

发布时间	发布机构	政策文件	政策解读
2022.10	国家能源局	《能源碳达峰碳中和标准化提升行动计划》	内容： 开展氢制备、氢储存、氢输运、氢加注、氢能多元化应用等技术标准研制，支撑氢能“制储输用”全产业链发展。重点围绕可再生能源制氢、电氢耦合、燃料电池及系统等领域，增加标准有效供给。建立健全氢能质量、氢能检测评价等基础标准
2022.10	国家发改委、商务部	《鼓励外商投资产业目录（2022年版）》	内容： 目录包括氢能制备与储运、加氢站建设、燃料电池发动机、膜电极等多个氢能领域，中西部地区中7个省市均鼓励氢储能产业
2022.09	国家发改委、工信部、财政部、生态环境部、交通运输部	《关于加快内河船舶绿色智能发展的指导意见》	内容： 到2025年，液化天然气（LNG）、电池、甲醇、氢燃料等绿色动力关键技术取得突破，加强船用氢燃料电池动力系统、储氢系统、加注系统等技术装备研发，探索氢燃料电池动力技术在客船等应用，鼓励采用太阳能等可再生能源电解水产生的绿氢
2022.06	发改委、国家能源局等9部门联合印发	《“十四五”可再生能源发展规划》	内容： 推动光伏治沙、可再生能源制氢和多能互补开发，推动可再生能源规模化制氢利用 意义： 明确要推动可再生能源规模化制氢利用，为“十四五”期间氢能产业的发展明确了方向
2022.05	生态环境部、商务部、发改委等8部门联合印发	《关于加强自由贸易试验区生态环境保护推动高质量发展的指导意见》	内容： 支撑服务国家区域发展重大战略。支持北京、天津、河北自贸试验区参与碳排放权、排污权交易市场建设；开展绿色能源供应模式试点，在确保安全的前提下，研究试点建设一批兼具天然气、储能、氢能、快速充换电等功能的综合站点
2022.03	发改委、国家能源局	《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》	内容： 分析了我国氢能产业的发展现状，明确了氢能在我国能源绿色低碳转型中的战略定位、总体要求和发展目标，提出了氢能创新体系、基础设施、多元应用、政策保障、组织实施等方面的具体规划 意义： 氢能上升至国家能源战略高度
2021.11	国家能源局、科技部	《“十四五”能源领域科技创新规划》	内容： 攻克高效氢气制备、储运、加注和燃料电池关键技术，推动氢能可与可再生能源融合发展 意义： 就氢能制储输用全链条关键技术提供了创新指引，为氢能的示范应用和安全发展提供了重要指导
2021.10	国务院	《2030年前碳达峰行动方案》	内容： 积极扩大电力、氢能、天然气等新能源、清洁能源在交通运输领域应用 意义： 明确了氢能对实现碳达峰碳中和的重要意义
2021.03	第十三届全国人大	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	内容： 在氢能与储能等前沿科技和产业变革领域，组织实施未来产业孵化与加速计划，谋划布局一批未来产业 意义： 氢能作为国家前瞻谋划的六大未来产业之一写“十四五”规划
2020.12	发改委、商务部	《鼓励外商投资产业目录（2020年版）》	内容： 氢能与燃料电池全产业链被纳入鼓励外商投资的范围 意义： 产业对外开放程度提高
2020.04	国家能源局	《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》	内容： 能源，是指产生热能、机械能、电能、核能和化学能等能量的资源，主要包括煤炭、石油、天然气、核能、氢能等 意义： 首次将氢能列入能源范畴，从法律层面明确了氢能的能源地位
2019.03	国务院	《政府工作报告》	内容： 稳定汽车消费，继续执行新能源汽车购置优惠政策，推动充电、加氢等设施建设 意义： 氢能首次被写入《政府工作报告》

资料来源：毕马威，国家能源局，人民政府网，华鑫证券研究

2、氢能崛起，制氢先行

制氢处于氢能产业链上游，主流制氢方式包括化石燃料制氢、工业副产氢、电解水制氢等。根据氢能制备过程中碳排放程度，可将制氢划分为灰氢、蓝氢、绿氢，化石燃料制氢及工业副产氢碳排放较高，均为灰氢；在灰氢基础上应用碳捕捉、碳封存等技术防止碳排放至大气，可大幅降低碳排放，通过此方式制得氢气为蓝氢；通过可再生能源电解水制氢过程无碳排放，产生“零碳氢气”，即绿氢。

氢气制备完成后，将通过高压或液态等方式存储、运输，并进一步通过加氢站等方式传递至下游，氢储运处于产业链中游。最终，氢气可用于交通、工业、发电、建筑等下游领域，实现对传统能源的替代。在氢能大规模应用前夕，制氢设备将逐步放量，率先受益。

图表 5：氢能产业链



资料来源：毕马威，华鑫证券研究

化石燃料制氢主要包括煤制氢与天然气制氢两种方式，此方式技术成熟，成本较低，为目前全球主流制氢手段，但煤与天然气储量有限，且制氢过程碳排放较高，未来应用比例将逐步降低；工业副产主要通过焦炉气或氯碱制氢，由于使用工业副产物，此种方式成本亦较低，但制氢场所需与化工厂配套建设，建设地点相对受限，且制氢过程存在污染；电解水制氢将水分解为氧气及氢气，全过程没有温室气体排放，且制成氢气纯度高，是未来主要发展方向，但现阶段成本较高，为限制其发展主要因素。

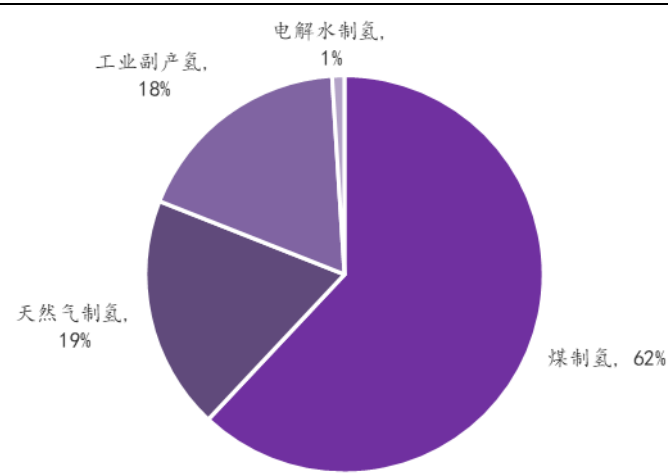
图表 6：各类制氢方式对比

制氢方法	反应原理	优点	缺点	适用范围
化石燃料制氢	煤制氢	煤焦化和煤气化	我国煤炭储量较为丰富，成本较低，技术成熟	合成氨、合成甲醇、石油炼制等
	天然气制氢	蒸汽转化法为主，部分氧化法及催化裂解	成本较低	
工业副产制氢	焦炉气制氢	变压吸附法直接分离提纯氢气	使用工业副产，成本低	合成氨、石油炼制等
	氯碱制氢	- 氯酸钠尾气:脱氧脱氯、PSA分离纯化 - PVC尾气:变压吸附净化、变压吸附PSA提氢	产品纯度高、原料丰富	
电解水制氢	直流电分解水	工艺简单，制氢过程不存在碳排放，制氢纯度高，建设地点较灵活	电耗大、成本高	电子、有色金属冶炼等对气体纯度及杂质含量有特殊要求的场景

资料来源：毕马威，车百智库，华鑫证券研究

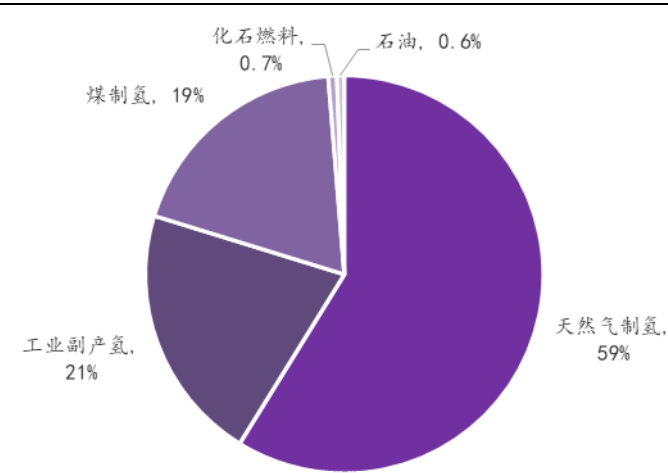
化石燃料为制氢主要方式，电解水制氢占比极低。目前，全球与中国主要制氢方式均为化石燃料制氢，在全球与中国占比分别为 79%、81%，其次为工业副产氢，全球与中国占比分别 21%、18%。电解水制氢目前应用较少，在中国占比仅 1%。

图表 7：2020 年中国制氢结构



资料来源：中国煤炭工业协会，华鑫证券研究

图表 8：2020 年全球制氢结构



资料来源：IEA，华鑫证券研究

展望未来，风光等清洁能源发电成本将持续降低，占比持续提升，带动电价下行。此外，电解水设备技术快速迭代，带动成本下降、效率提升。在此背景下，电解水制氢成本有望持续降低，提升绿氢经济性，带动绿氢占比提升。绿氢有望受益于氢能占能源比重提升、绿氢占氢能比重提升双重逻辑，迎来高速增长。电解水设备受益于绿氢高增速，有望迎来需求爆发。下文中，我们将围绕电解水设备经济性、需求、供给等因素，探讨产业未来演进方向，并进一步做出投资判断。

2.1、技术路径：碱性电解槽发展成熟，PEM 徐徐图之

电解水制氢主流技术包括碱性电解、质子交换膜（PEM）电解与固体氧化物（SOEC）电解，其中，碱性电解已大规模应用，PEM 电解则处于小规模应用阶段，SOEC 电解尚处实验室阶段，未商业化，因此在本章节中，我们将重点讨论碱性电解槽与 PEM 电解槽技术。

碱性电解技术成熟，单台装置规模可达 1000Nm³/h 以上，系统寿命长，成本较低，易于实现大规模应用，是目前主流电解技术。PEM 电解相较碱性电解，处于相对早期阶段，成本较高，但其电流密度高、系统转化效率高、能耗低、体积能量密度高、响应速度快、与不稳定电源适配性更强，综合性能更具优势，且未来降本空间更大，渗透率有望逐步提升。

图表 9：各类电解槽技术对比

	碱性电解	PEM 电解	SOEC 电解
技术成熟度	大规模应用	小规模应用	尚未商业化
运行温度	70-90℃	70-80℃	600-1000℃
电流密度 (A/cm ²)	0.2-0.4	1-2	1-10
单台装置制氢 规模 (Nm ³ /h)	0.5-1000	0.01-200	/
电解槽能耗 (kWh/Nm ³)	4.5-5.5	3.8-5	2.6-3.6
系统转化效率	60-75%	70-90%	85-100%
系统寿命	可达20-30年	已达10-20年	/
启停速度	较快，分钟级	快，毫秒级	慢
动态响应能力	较强	强	较弱
电源质量需求	稳定电源	稳定或波动电源	稳定电源
负荷调节范围	15-100%额定负荷	0-160%额定负荷	/
系统运维	有腐蚀液体，后期运维复杂，运维成本高	无腐蚀性液体，运维简单，运维成本低	目前以技术研究为主，尚无运维需求
占地面积	较大	较小	/
电解槽价格(元/kW)	2000-3000	7000-12000	/
特点	技术成熟、成本低、易于实现大规模应用，但实际电能消耗较大、需要稳定电源	可承受差压大、易于实现小型化与轻量化、响应速度快，但成本较高、规模较小	高温电解能耗低、可采用非贵金属催化剂，但存在电极材料稳定性问题、需要额外加热
与可再生能源的结合	适用于装机规模较大的风力发电系统，但需针对不稳定电源特点开发	适用于装机规模较小、波动性大的光伏发电系统	适用于产生高温、高压蒸汽的光热发电系统

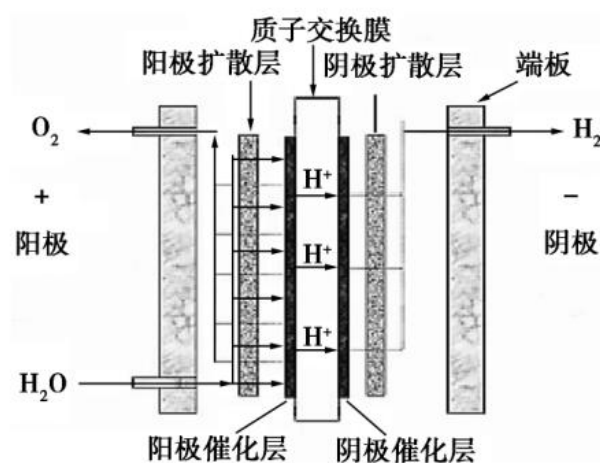
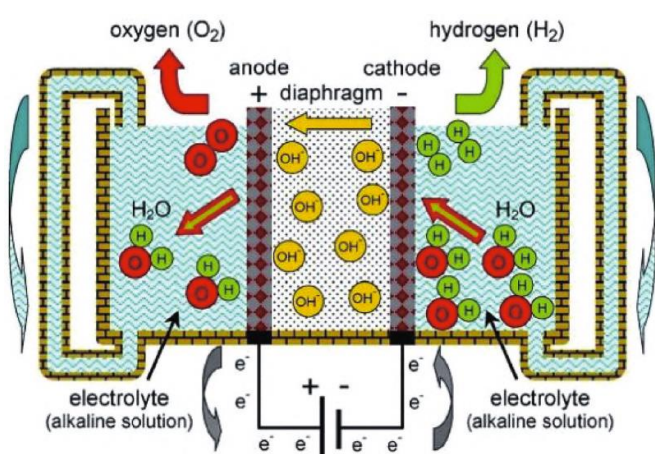
资料来源：车百智库，华鑫证券研究

碱性电解槽在 20 世纪中期便实现商业化，其工作原理为：在电流作用下，水通过电化学反应分解为氢气和氧气，并在电解池的阴极和阳极析出。水是弱电解质，需增强其导电能力，因此通常在水中加入 NaOH、KOH 等碱类物质形成碱性电解质。此外，隔膜为碱性电解槽重要组成，早期，碱性电解槽以石棉作为隔膜材料，但其在碱性电解液中具溶胀性，且石棉对人体有害，现以逐步被耐热性能优异、机械强度高、电性能优良的聚苯硫醚（PPS）替代。

PEM 电解槽与 PEM 燃料电池结构类似，主要结构为质子交换膜、阴极/阳极催化层、气体扩散层及双极板。PEM 电解过程中，水在阳极催化分解为氧气和 H^+ ， H^+ 穿过电解质隔膜到达阴极，并在阴极得电子生成氢气。

图表 10：碱性电解槽工作原理

图表 11：PEM 电解槽结构



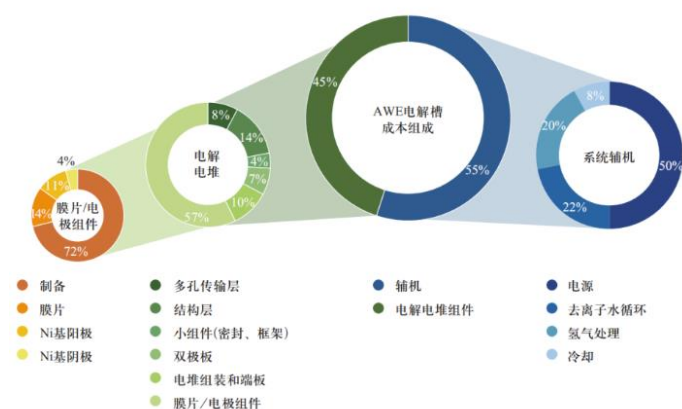
资料来源：《中国制氢技术的发展现状》，华鑫证券研究

资料来源：《质子交换膜水电解制氢技术现状与展望》，华鑫证券研究

根据 IRENA，在碱性电解槽与 PEM 电解槽中，电解电堆组件成本占比均为 45%，电源、去离子水循环、氢气处理、冷却等辅机占比为 55%。在碱性电解槽中，膜片/电机组件为电堆组件核心成本，占比达 57%，其中又以制备成本为主，双极板成本占比较低。在 PEM 电解槽中，双极板与膜电极为电堆组件核心成本，双极板成本占比高达 53%，膜电极则为 24%，在膜电极中，全氟磺酸膜以及 Ir、Pt 等贵金属为核心成本来源。

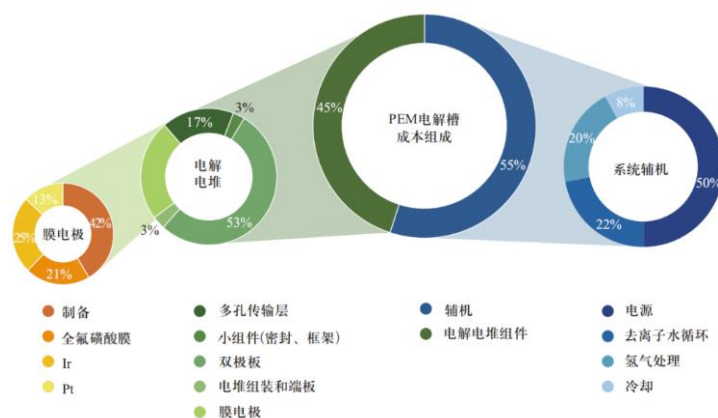
碱性电解槽与 PEM 电解槽成本构成核心差异在于，PEM 电解槽双极板成本占比远高于碱性电解槽，这主要是由于碱性电解槽双极板设计及制造简单，材料便宜（镀镍钢）。此外，全氟磺酸膜及 Ir、Pt 等新材料/贵金属在 PEM 膜电极中成本占比高，碱性电解槽膜/电极核心成本为制备成本。

图表 12: 1MW 碱性电解槽成本构成



资料来源: IRENA, 华鑫证券研究

图表 13: 1MW PEM 电解槽成本构成



资料来源: IRENA, 华鑫证券研究

展望未来, 电解水制氢设备仍有较大降本空间。碱性电解槽而言, 目前所用 PPS 隔膜以进口为主, 国产化可助力成本下降; PEM 电解槽而言, 核心材料质子交换膜、气体扩散层等均依赖进口, 国产产品尚存差距, 国内企业正加速追赶, 国产化将带来较高降价空间。此外, PEM 膜电极使用较多 Pt、Ir 等贵金属, 降低贵金属用量亦有助于成本下行。

除设备降本外, 提升电解水设备转化效率、提升设备利用率、降低电费等均为提升电解水制氢经济性重要因素。下一章节中, 我们将围绕电解水制氢经济性进行探讨。

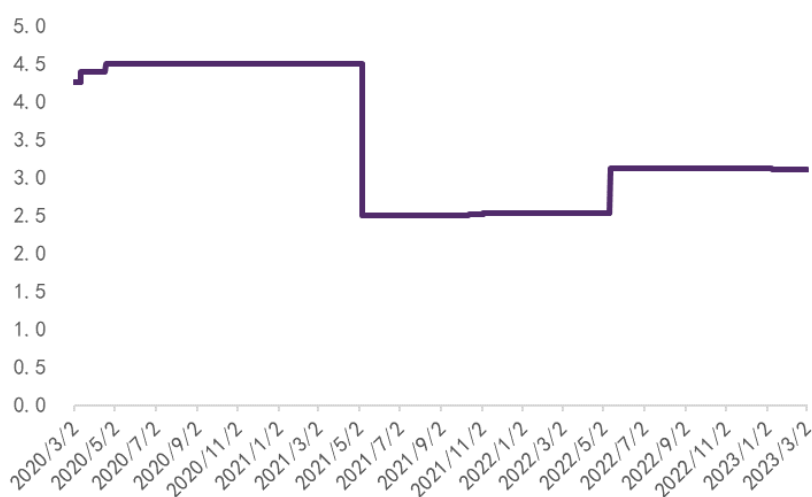
2.2、经济性：低电价地区将率先平价

对于电解水制氢是否具备经济性进行判断, 首先需要建立合适参考系, 我们认为, 主要参考系应为: 1) 氢气售价; 2) 灰氢、蓝氢等其他方式制氢成本。

1) 氢气价格

氢气价格相对稳定, 目前为 3.11 元/m³, 对应约 34.6 元/kg。2020 年, 氢气价格一度高达 4.5 元/m³, 后降低至 2.5 元/m³水平, 现在 3.11 元/m³左右保持稳定。

图表 14: 氢气价格走势 (单位: 元/m³)



资料来源: 百川盈孚, 华鑫证券研究

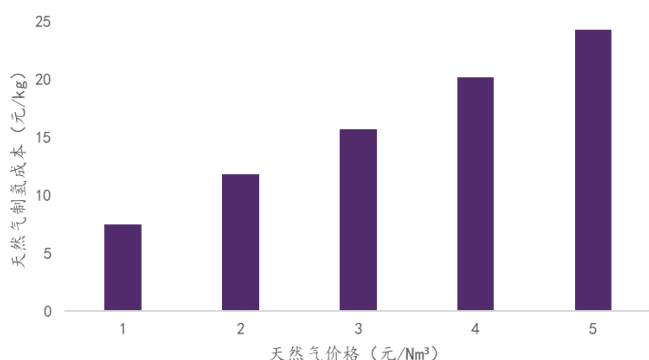
2) 灰氢、蓝氢等

灰氢主要包括天然气制氢、煤制氢、工业副产氢等, 其中, 天然气制氢与煤制氢成本与天然气、煤炭价格关联度较高, 在不同原料价格下, 二者分别在 7.5-24.3 元/kg、6.77-12.14 元/kg 波动。以 4 元/Nm³ 天然气价格、1000 元/吨煤炭价格计量, 天然气制氢与煤制氢成本分别为 20 元/kg、12 元/kg。

工业副产氢主要包括轻烃利用副产氢、氯碱副产氢、焦炉煤气副产氢、合成氨合成甲醇副产氢等, 根据车百智库, 四者制氢成本分别为 1.25-1.8、1.2-1.8、0.83-1.33、1.3-2 元/Nm³, 对应约 13.9-20、13.3-20、9.2-14.8、14.5-22.2 元/kg。

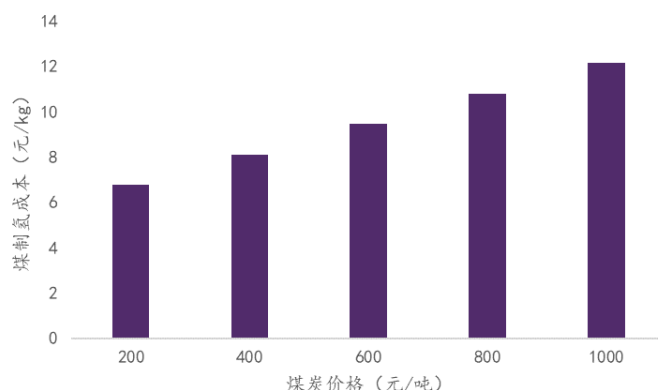
此外, 根据 IEA, 结合 CCUS 的煤制氢所得蓝氢, 将增加约 1.1 元/Nm³, 即约 12.2 元/kg 成本, 结合 1000 元/吨煤炭价格, 煤制氢+CCUS 制氢成本约为 24.2 元/kg。

图表 15: 天然气制氢成本随天然气价格变化趋势



资料来源: 车百智库, 华鑫证券研究

图表 16: 煤制氢成本随煤炭价格变化趋势



资料来源: 车百智库, 华鑫证券研究

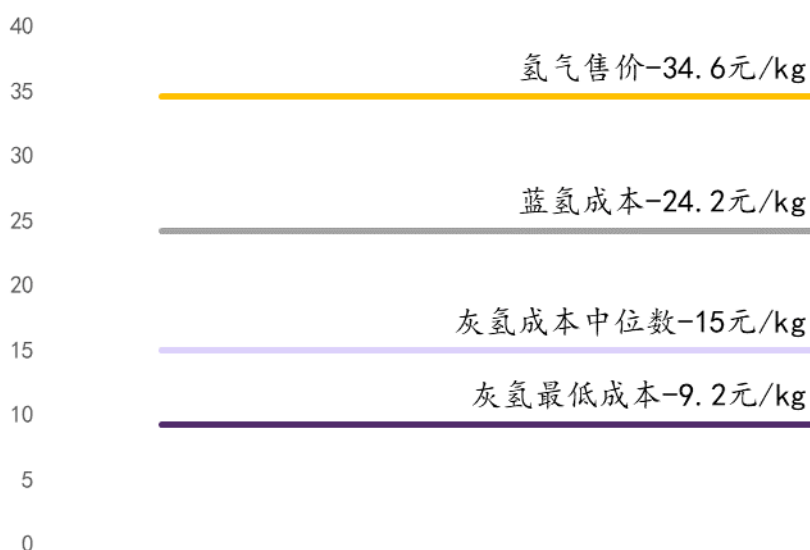
图表 17：中国工业副产氢制氢成本（单位：元/Nm³）



资料来源：车百智库，华鑫证券研究

由于电解槽制氢可用于不同场景，若制氢后就地使用，则其成本应与氢气售价对比，即低于 34.6 元/kg 即可实现经济性；若需经过储运，异地使用，则需与其他制氢方式成本进行对比，最低成本为焦炉煤气副产氢的 9.2 元/kg，若低于该成本则可完全实现经济性；各灰氢成本中位数在 15 元/kg 左右，若低于此价格可在大部分场景实现经济性；蓝氢成本约为 24.2 元/kg，低于此价格可率先替代蓝氢。

图表 18：电解水制氢经济性对比基准线



资料来源：华鑫证券研究

我们对碱性电解槽及 PEM 电解槽全生命周期制氢成本进行测算，以与灰氢、蓝氢成本对比，判断其经济性。测算基于以下假设：1) 电解设备功率为 1000kW；2) 年工作时长 3000 小时，使用寿命 15 年；3) 电费为 0.4 元/kWh；4) 年运维费用为 9 万元；5) 贴现率为 6%；6) 碱性电解设备价格为 1500 元/kW，耗电量为 4.7kWh/Nm³，场地建设费用为 40 万元；7) PEM 电解设备价格为 5000 元/kW，耗电量为 4.8kWh/Nm³，场地建设费用为 30 万元。基于以上假设，计算得出碱性电解全生命周期制氢成本为 25.79 元/kg，PEM 电解为 32.57 元/kg。碱性与 PEM 电解相较氢气售价已具备经济性，且碱性电解与蓝氢成本相近，但相较

灰氢尚不具备经济性。

图表 19：碱性电解全生命周期制氢成本测算

	0	1	2	3	4	5	15
设备及场地支出(元)	1900000						
用电成本(元)		1200000	1200000	1200000	1200000	1200000	1200000
原料成本(元)		4468	4468	4468	4468	4468	4468
运维费用(元)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
合计费用(元)	1900000	1284468	1284468	1284468	1284468	1284468	1284468
产氢量(kg)		57383	57383	57383	57383	57383	57383
费用净现值(元)	1900000	1211762	1143172	1078464	1017419	959829	535964
产氢净现值(kg)		54135	51071	48180	45453	42880	23944
制氢成本(元/kg)	25.79						

资料来源：DNV，车百智库，华鑫证券研究

图表 20：PEM 电解全生命周期制氢成本测算

	0	1	2	3	4	5	15
设备及场地支出(元)	5300000						
用电成本(元)		1200000	1200000	1200000	1200000	1200000	1200000
原料成本(元)		4375	4375	4375	4375	4375	4375
运维费用(元)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
合计费用(元)	5300000	1284375	1284375	1284375	1284375	1284375	1284375
产氢量(kg)		56188	56188	56188	56188	56188	56188
费用净现值(元)	5300000	1211675	1143089	1078386	1017345	959760	535925
产氢净现值(kg)		53007	50007	47176	44506	41987	23445
制氢成本(元/kg)	32.57						

资料来源：DNV，车百智库，华鑫证券研究

设备成本与电价为电解水制氢成本的关键变量，我们对其进行敏感度测算，得出结论：1) 电解水制氢成本对设备价格敏感度较低，以碱性电解槽为例，在 0.4 元/kWh 电价下，当设备价格由 1500 元/kW 降低至 500 元/kW，制氢成本仅由 25.79 元/kg 降低至 24 元/kg，降幅仅 6.9%，与设备价格 67%的降幅差距极大；2) 电解水制氢成本对电价敏感度相对较高，在 1500 元/kW 设备价格下，当电价由 0.4 元/kWh 降低至 0.1 元/kWh，制氢成本由 25.79 元/kg 大幅降低至 10.11 元/kg；3) 当电价低于 0.35 元/kWh，碱性电解相较蓝氢具备经济性，当电价低于 0.2 元/kWh，碱性电解成本低于大部分灰氢成本，当电价低于 0.1 元/kWh，碱性电解基本可完全实现经济性。

由于各地区、各时段电价存在差异，因此无法对电解水制氢经济性进行直接判断。综合而言，碱性电解制氢在部分场景已可实现经济性。例如，购电侧，广东、江苏等多地谷时电价低至 0.3 元/kWh 以下；上网侧，部分地区及机组在极端条件下报出零电价甚至负电价。由于电费为电解水制氢最主要成本，其对电费敏感度极高，若能够合理利用电价波动性，在特定场景下，电解水制氢已可获得较高盈利空间。

图表 21：碱性电解槽制氢成本敏感度测算（单位：元/kg）

横轴：电费(元/kWh)	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
纵轴：设备价格(元/kW)							
1500	25.79	23.18	20.57	17.95	15.34	12.72	10.11
1400	25.61	23	20.39	17.77	15.16	12.54	9.93
1300	25.43	22.82	20.21	17.59	14.98	12.36	9.75
1200	25.26	22.64	20.03	17.41	14.8	12.18	9.57
1100	25.08	22.46	19.85	17.23	14.62	12.01	9.39
1000	24.9	22.28	19.67	17.05	14.44	11.83	9.21
900	24.72	22.1	19.49	16.87	14.26	11.65	9.03
800	24.54	21.92	19.31	16.7	14.08	11.47	8.85
700	24.36	21.74	19.13	16.52	13.9	11.29	8.67
600	24.18	21.56	18.95	16.34	13.72	11.11	8.49
500	24	21.38	18.77	16.16	13.54	10.93	8.31

资料来源：华鑫证券研究

图表 22：PEM 电解槽制氢成本敏感度测算（单位：元/kg）

横轴：电费(元/kWh)	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
纵轴：设备价格(元/kW)							
5000	32.57	29.9	27.23	24.56	21.89	19.22	16.55
4500	31.65	28.99	26.32	23.65	20.98	18.31	15.64
4000	30.74	28.07	25.4	22.73	20.06	17.39	14.72
3500	29.82	27.15	24.48	21.81	19.14	16.47	13.8
3000	28.91	26.24	23.57	20.9	18.23	15.56	12.89
2500	27.99	25.32	22.65	19.98	17.31	14.64	11.97
2000	27.07	24.4	21.73	19.06	16.39	13.73	11.06
1500	26.16	23.49	20.82	18.15	15.48	12.81	10.14
1000	25.24	22.57	19.9	17.23	14.56	11.89	9.22
500	24.32	21.66	18.99	16.32	13.65	10.98	8.31

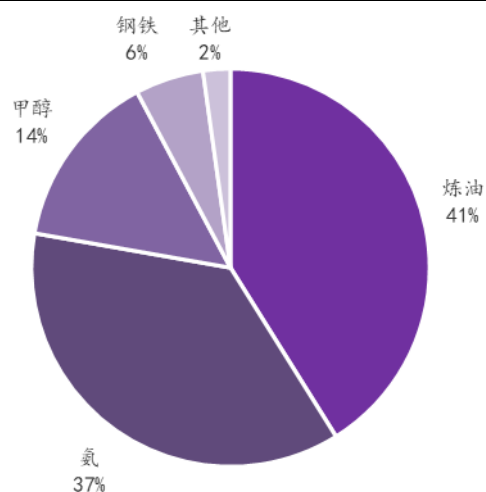
资料来源：华鑫证券研究

2.3、需求：氢能重要性凸显，需求将逐步放量

2020 年，全球氢能用量约 9000 万吨，炼油、氨、甲醇、钢铁为四大最主要应用场景。其中，炼油为氢最大消费来源，2020 年用氢量约 3700 万吨，主要用氢降低柴油硫含量，并将重质渣油升级为价值更高的石油产品；制氨为第二大应用场景，用氢量约 3300 万吨，其中 70%用作生产肥料的重要前体物；甲醇 2020 年用氢量约 1300 万吨，用于生产化学甲醛及塑料、涂料等；此外，每年有近 500 万吨氢在钢铁生产中直接还原铁，目前，化石燃料以焦炭形式在炼钢过程中用作还原剂，并用于炼钢及炼铁过程中各热密集阶段，这些未来将被低碳氢逐步取代。

未来，随绿氢生产成本、储运氢成本逐渐降低，氢能性价比将提升，未来将被用于储能、燃料电池等更多应用场景。

图表 23：全球氢应用场景占比



资料来源：DNV，华鑫证券研究

在碳中和大目标引领、各国家政策支持下，氢能源需求迎来快速增长，电解槽项目招标随之大幅增长。我们对中国电解水制氢项目进行不完全统计，处于招标至投运阶段的项目达 37 个，其中 25 个项目公布电解水设备规模，已公布规模的项目合计功率需求达 2.4GW，而 2022 年全球电解槽设备出货仅 1GW，高增趋势明确。

图表 24：中国电解水制氢项目梳理

项目名称	项目状态	规模	技术路径
鄂尔多斯市风光融合绿氢示范项目	制氢设备招标	390MW	碱性
中石化新星石油公司新疆库车绿氢示范项目	设备发运	52*1000Nm³/h (260MW)	碱性
大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目	制氢设备招标	39000Nm³/h (195MW)	碱性
鄂托克前旗250兆瓦光伏电站及氢能综合利用示范项目	制氢设备招标	9000Nm³/h (45MW)	碱性
国能宁东可再生氢碳减排示范区一期项目	制氢设备招标	5000Nm³/h (25MW)	碱性
国电投浙江台州大陈岛氢能综合利用示范工程	已投运	4*1000Nm³/h (20MW)	碱性
黑龙江七台河勃利县200MW风电制氢项目	制氢设备招标	1500Nm³/h (7.5MW)	碱性
河北涿源县300MW光伏制氢项目	制氢设备招标	2×600Nm³/h (6MW)	碱性
甘肃平凉100MW风电制氢项目	已开工	5MW	碱性
中能绿电张掖氢能综合应用示范项目	在建	1000Nm³/h (5MW)	碱性
白城分布式发电制氢加氢一体化示范项目	完成整体启机，正式顺利投产	2*1000Nm³/h (10MW-ALK)； 1*200Nm³/h (1MW-PEM)	碱性/PEM
金麒麟风力制氢项目	已发车	1200Nm³/h (6MW)	PEM
青海华电德令哈3兆瓦光伏制氢项目	已开工	600Nm³/h (3MW)	PEM
三峡乌兰察布“源网荷储一体化”关键技术与示范“制-储-运-加”氢能综合示范项目	2020年10月开工建设	2.5MW	PEM
中石化中原油田兆瓦级可再生能源电力电解水制氢示范项目	调试阶段	2.5MW	PEM
国电投安徽六安兆瓦级制氢综合利用项目	已建成投产	1MW	PEM
宁夏京能宁东发电有限责任公司氢能制储加一体化项目	项目通过审查	200Nm³/h (1WM)	PEM
长江电力三峡坝区PEM制氢加氢一体站项目	2023年1月设备调试完成	200Nm³/h (1MW)	PEM
国电投白城兆瓦级PEM电解制氢系统装备项目	电解槽通过审核	单台设备功率为50Nm³/h	PEM
国电投绿电氢能综合能源示范项目	完成项目备案	73000Nm³/年	PEM
中国石化内蒙古鄂尔多斯风光融合绿氢示范项目	启动	3万吨/年	未披露
中国石化新疆库车绿氢示范项目	投建	2万吨/年	未披露
内蒙古达拉特旗20万千瓦新能源制氢项目	2023年内投产	12000Nm³/h (60MW)	未披露
辽宁大连普兰海水制氢产业一体化示范项目	已开工	60MW	未披露
河北建投沽源风电制氢综合利用示范项目	运行中	10MW	未披露
浙江宁波慈溪氢电耦合直流微网示范工程	完工	400kW	未披露
三一重能100万千瓦风电制氢制氮项目	规划建设	1GW风电制氢制氮一体化	未披露
京能清洁能源 500 兆瓦风能光伏发电制氢	建设	500MW风电+制氢； 500MW光伏+制氢	未披露
内蒙古阿拉善60万千瓦风光制氢一体化项目	2023年4月开工，24年12月并网	600MW风光+制氢	未披露
通辽50万千瓦风电制氢制氮一体化项目	已签约	500MW制氢制氮一体化	未披露
国家电投30万千瓦光伏+制氢应用示范项目	建设	300MW风电+制氢	未披露
中国石油玉门东 160 兆瓦光伏制氢示范项目	建设	160MW光伏+制氢	未披露
上海临港四团中日产业园氢能示范项目（一期）	正式启用	2MW光伏制氢、加氢一体化	未披露
黑龙江勃利县20万千瓦风电制氢联合运行示范项目	预计2024年建成	2MW风电+制氢	未披露
山东潍坊风光储氢一体化项目	签约完成	总投资500亿	未披露
国家能源集团陕西电力有限公司光储氢综合应用一体化项目	签约完成	总投资20亿	未披露
云南省首个光伏制氢与电网氢储能综合示范工程	实验室调试运行	/	未披露

资料来源：氢云链，国际氢能网，CFLP，高工氢电，北极星氢能网，华鑫证券研究

预计 2025 年全球电解水设备新增市场规模达 167 亿元，22-25 年 CAGR 达 106%，2050 年累计市场规模近 1.5 万亿。测算基于以下假设：1) 基于氢能作为清洁能源，应用占比将逐步提升，我们预计 2022-2030 年，氢气需求将以 1000 万吨/年的增速增长，2030 年达到 1.5 亿吨，2050 年达到 5 亿吨；2) 2022 年电解水制氢占比约为 0.15%，2023 年增长至 0.3%，后逐步提升至 2025 年 1.5%，2030 年 12%，2050 年 70%；3) 电解水制氢平均耗电量由 2022 年 4.8kWh/标方逐步降低至 2025 年 4.5kWh/标方，2030 年 4kWh/标方，2050 年进一步降低至 3.8kWh/标方；4) 电解槽年利用小时数由 2022 年 3000h 逐步提升，2025 年提升至 3500h，2030、2050 年分别为 4000h、5000h；5) 碱性电解槽占据目前主要市场，2050 年碱性电解槽与 PEM 电解槽占比各半；6) 2050 年，碱性电解槽与 PEM 电解槽单价均降低至 500 元/kW。

图表 25：全球电解水制氢设备市场规模测算

	2022	2023E	2024E	2025E	2030E	2050E
氢气需求 (万吨)	7000	8000	9000	10000	15000	50000
电解水制氢占比	0.2%	0.3%	0.7%	1.5%	12%	70%
耗电量 (kWh/标方)	4.8	4.7	4.6	4.5	4.0	3.8
年利用小时 (h)	3000	3200	3350	3500	4000	5000
电解槽累计需求 (GW)	1.9	3.9	9.6	21.5	200.2	2958.8
碱性电解占比	95%	95%	95%	95%	90%	50%
碱性电解设备单价 (元/kW)	2000	2000	1750	1500	1000	500
PEM电解占比	5%	5%	5%	5%	10%	50%
PEM电解设备单价 (元/kW)	5000	4800	4400	4000	2000	500
碱性电解累计市场规模 (亿元)	36	74	160	306	1802	7397
PEM电解累计市场规模 (亿元)	5	9	21	43	400	7397
电解水制氢设备合计累计市场规模 (亿元)	40	84	181	349	2202	14794
电解水制氢设备合计新增市场规模 (亿元)	20	44	97	167		

资料来源：毕马威，德勤，DNV，车百智库，华鑫证券研究

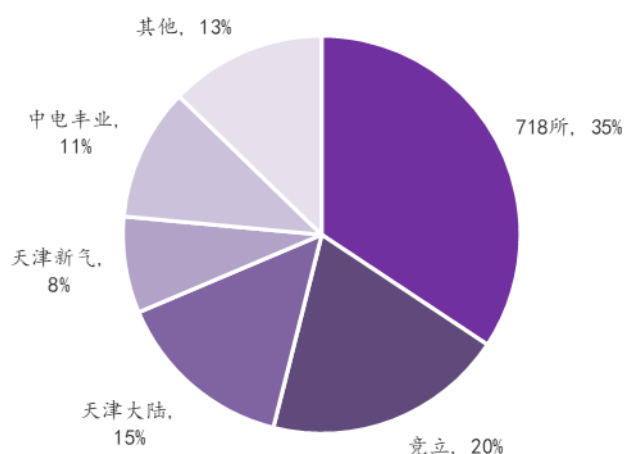
2.4、供给：多方势力布局，抢占市场先机

全球电解水设备供给以中国为主，中国市场集中度较高。根据氢能观察，2022 年全球电解槽市场出货量约 1GW，国内电解槽出货量则近 750MW，中国为全球电解槽设备主要来源。中国电解槽设备集中度较高，2022 年 CR3 达 80%，派瑞氢能（718 所子公司）、考克利尔竞立、隆基氢能排名前三。隆基氢能 2022 年电解槽出货快速提升，其 2021 年出货未在前五名行列。

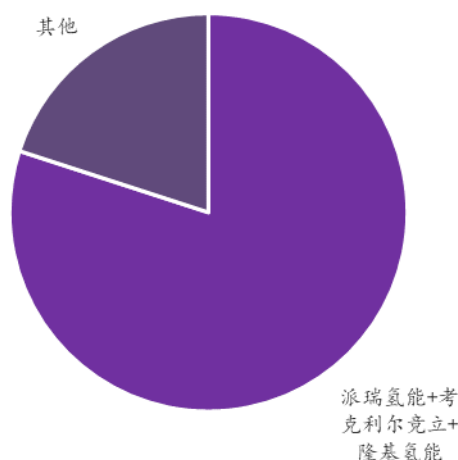
综合而言，国内电解槽设备有三类参与者，第一类为 718 所、竞立、大陆等老牌电解槽企业，其技术沉淀深厚，市占率高；第二类为隆基绿能、阳光电源等光伏龙头企业，资金、技术实力雄厚，光伏业务与电解水制氢业务高度协同；第三类为昇辉科技、华电重工、华光环能等新兴势力，各自凭借技术优势、订单优势等切入电解水制氢设备市场，在行业发展前期抢占份额。

图表 26：2021 年中国电解水制氢设备竞争格局

图表 27：2022 年中国电解水制氢设备竞争格局



资料来源：高工氢能，华鑫证券研究



资料来源：势银能链，华鑫证券研究

718 所、竞立、大陆为传统三巨头，技术同源。上世纪 80 年代，主攻核潜艇大气生命维持系统的 718 研究所通过技术融合，顺势而为，发展出氢能技术。90 年代，研究所部分电解槽工程师独立创业，分别创办苏州竞立、天津大陆，至此，我国碱性电解槽行业三足鼎立格局大致形成。目前，国内新兴电解水制氢企业仍有许多研发人员来自 718 所、苏州竞立及天津大陆。

中船 718 研究所：718 所 1984 年即利用军工技术开发出加压水电解制氢装置，现已成为国内外主要制氢装备系统供应商。2008 年，718 所成立全资子公司派瑞氢能，开展电解水设备相关业务。2022 年，中船 718 所举办全球首台套单体产氢量 2000Nm³/h 水电解制氢装备发布仪式，派瑞氢能成为北京冬奥会绿氢制氢装置唯一供应商。2023 年，718 所与中国能建国际集团签署战略合作协议，行业地位。目前，派瑞氢能拥有碱性电解槽产能 350 台，PEM 电解槽产能 120 台，合计产能约 1.5GW。

考克利尔竞立：公司核心团队来自 718 研究所，在苏州竞立时期已着手研发制造多个大容量电解槽设备，参与国家 973 重大科研项目“大规模非并网风电规模化制氢”。2019 年，比利时 John Cockerill 集团承接苏州竞立制氢设备有限公司全部人员和知识产权，增大研发力量、更新设备、扩大产能，建立考克利尔竞立。2021 年，公司分别下线国际首台套 1200Nm³/h 和 1300Nm³/h 的电解水制氢设备，出货量达 160MW。公司现有产能约 1GW，预计 2023 年将扩充至 1.5GW。

天津大陆：公司成立于 1994 年，由苏州竞立部分工程师北上创业建立。公司 2014 年生产出 200Nm³/h 电解槽，2018 年生产出 1000Nm³/h 电解槽，现可生产 0.1-1000Nm³/h 的电解水制氢设备和 2-1000Nm³/h 的气体纯化设备，是我国生产分立式循环水电解制氢设备的专业厂家。

图表 28：718 所、竞立、天津大陆发展历程



资料来源：各公司官网，CHC 氢能大会，北极星氢能网，华鑫证券研究

多方势力参与角逐，中国企业产能快速扩张。目前，隆基氢能、派瑞氢能、阳光氢能电解槽产能全球领先，且隆基氢能为主的国内企业产能规划充足，快速扩张。另有希倍优氢能、氢元科技等新兴势力处于产能 0-1 扩张阶段，带动行业整体产能扩张。海外参与者主要包括蒂森克虏伯、Nel、HydrogenPro、Sunfire、McPhy 等。

图表 29：全球电解槽企业产能梳理

企业	国家	2022年产能 (GW)	备注
隆基氢能	中国	1.5	预计2023年产能2.5GW，2025年5-10GW
派瑞氢能	中国	1.5	产能包括ALK、PEM
阳光氢能	中国	1.1	产能包括ALK、PEM
考克利尔竞立	中国	1	预计2023年产能1.5GW
蒂森克虏伯	德国	1	预计2023年产能1.5GW
奥扬科技	中国	1	/
Nel	挪威	0.6	产能包括ALK、PEM
中电丰业	中国	0.5	/
国富氢能	中国	0.5	预计2023年产能1GW
瑞麟科技	中国	0.5	/
HydrogenPro	挪威	0.3	预计2023年产能1.3GW
凯豪达氢能源	中国	0.3	预计2023年产能0.5GW
Sunfire	德国	0.3	预计2023年产能0.5GW
McPhy	法国	0.1	/
Green Hydrogen Systems	丹麦	0.1	/
希倍优氢能	中国	不详	预计2023年产能0.5GW
盛氢制氢	中国	不详	预计2023年产能0.5GW
Reliance Industries	印度	不详	预计2023年产能0.5GW
亿利氢田	中国	0.25	预计2024年产能2.5GW
双良节能	中国	不详	100套1000Nm ³ /h产能
氢元科技	中国	不详	预计2023年产能1.5GW

资料来源：氢能前沿，华鑫证券研究

在电解槽相关标的中，隆基绿能技术、出货、产能均处领先地位，2023年2月，隆基氢能推出ALK Hi1系列产品，在直流电耗满载状况下可低至4.3kwh/Nm³，同时推出ALK Hi1 plus产品，直流电耗满载状况下低至4.1kwh/Nm³，在2500A/m²电流密度下，更可低至4.0kwh/Nm³。隆基氢能2022年电解水设备出货排名全国第三，产能达1.5GW，23年产能将进一步扩张至2.5GW，25年规划5-10GW。

阳光电源对碱性电解槽、PEM电解槽均有布局，二者单机功率分别可达1000Nm³/h、200Nm³/h，2022年底，配备阳光氢能200Nm³/h PEM电解槽的长江电力绿电绿氢示范项目产氢成功，产氢纯度达99.999%，阳光氢能技术实力已获龙头企业验证。

此外，昇辉科技通过子公司盛氢制氢开展氢能相关业务，业务包括电解槽、零部件及服务；华电重工同步布局碱性电解槽与PEM电解槽，依托华电集团，产业协同效应高，获取订单能力强；华光环能则与中石化深度合作，预计将参与中石化在新疆的风光制氢二期项目，该项目有120台电解槽需求；亿利节能在内蒙古有氢能一体化园区，可自行消化电解槽设备产能，其现有碱性电解槽耗电量为4.6kWh/Nm³，下一代产品预计将降低至4.3kWh/Nm³；双良节能单台电解槽功率可达1000-1500Nm³/h，现有年产能100套。

综合而言，电解水制氢行业增长确定性强，多方参与者积极切入，各具优势，抢占市场先机，虽目前市场集中度较高，未来格局仍未可知。

图表 30：电解槽相关标的梳理

公司	技术路径	功率（标方/h）	电流密度（A/m²）	耗电量（kWh/标方）	压力（MPa）	营收（2023E）	电解槽收入占比	市值（亿元）	备注
隆基绿能	ALK	1000	2500	4-4.1	/	1,509	较低	3,183	公司22年产能1.5GW，23年2.5GW，25年5-10GW
阳光电源	ALK/PEM	1000 (ALK) 200 (PEM)	/	/	/	673	较低	1,655	公司22年产能1.1GW
昇辉科技	ALK	1000	/	/	/	30	13.3%	65	氢能业务包括电解槽、零部件、服务等，23年收入目标4亿元
华电重工	ALK/PEM	1200-1500 (ALK) 200 (PEM)	/	4.6以下	1.6	129	较低	92	公司依托华电集团，获取订单能力强
华光环能	ALK/PEM	1500	/	4.1	3.2	111	较低	107	公司30标方/h设备正在中试，1500标方设备已下线
亿利节能	ALK	/	3000	4.6	1.6	/	/	158	公司在内蒙古有一体化园区供氢能消纳；第二代电解槽耗电量4.3标方/h
双良节能	ALK	1000+	/	/	/	250	较低	260	1000-1500标方设备产能100套

资料来源：各公司公告，华鑫证券研究 注：1）2023 年营收预测取自 Wind 一致预期；2）市值为 2023 年 3 月 13 日收盘数据；3）部分数据为预测值，具体以上市公司口径为准。

3、行业评级及投资策略

受益于氢能占能源比重提升、绿氢占氢能比重提升双重逻辑，电解水制氢行业将高速增长，给予行业“推荐”评级。重点推荐昇辉科技、华电重工、华光环能、科威尔，建议关注隆基绿能（电力设备组覆盖）、阳光电源（电力设备组覆盖）、亿利节能、双良节能（电力设备组覆盖）等。

图表 31：重点关注公司及盈利预测

公司代码	名称	2023-03-13 股价	EPS			PE			投资评级
			2021	2022E	2023E	2021	2022E	2023E	
600475.SH	华光环能	11.32	1.06	0.82	1.09	11	14	10	未评级
688551.SH	科威尔	59.22	0.71	0.77	1.45	83	77	41	未评级
601226.SH	华电重工	7.9	0.26	0.26	0.37	30	31	22	未评级
601012.SH	隆基绿能	41.99	1.69	2.06	2.70	25	20	16	买入
300274.SZ	阳光电源	111.41	1.08	1.91	3.84	103	58	29	买入
600481.SH	双良节能	13.88	0.19	0.68	1.24	73	20	11	买入

资料来源：Wind，华鑫证券研究（注：未评级公司盈利预测取自万得一致预期）

4、重点推荐个股

4.1、昇辉科技（300423）：氢能领域全面布局

公司主营业务包含电气成套设备、LED 照明与亮化、智慧城市等相关产品，涵盖从居家到城市的全场景解决方案，为客户提供专业的一站式配套服务。2022H1 公司高低压成套设备实现营收约 9 亿元/yoy+8%，毛利率 21%；LED 照明设备及安装业务实现营收约 2 亿元/yoy+20%，毛利率 28%；智慧社区业务实现营收约 2 亿元/yoy+110%，毛利率 20%。公司发布 2022 年业绩预报，归母净利润预计亏损 9.05-10 亿元。亏损主要原因为并购昇辉控股有限公司而产生的商誉计提减值 9.8-10.8 亿元。展望未来，公司商誉减值基本完成，轻装上阵，随氢能业务逐渐放量，有望实现业绩反转。

2021 年起公司新增氢能业务板块，成立子公司昇辉新能源有限公司作为氢能业务的运营主体，对氢能产业链的部分环节进行投资，并自主运营氢能源汽车运营平台、大规模电解水制氢设备、氢能相关电气设备及关键零部件。在氢能领域，公司已初步形成“3+3”业务模式，即参股投资 3 家氢能产业链头部企业，自主经营 3 大氢能业务板块。参股 3 家产业链企业包括：膜电极龙头鸿基创能、电堆龙头国鸿氢能、整车制造企业飞驰汽车。三大氢能业务板块包括：1) 成立氢能源汽车物流运营平台子公司，通过搭建运营平台推动应用规模的扩大，带动产业链上游燃料电池零部件及整车的发展；2) 成立子公司佛山安能极，依托昇辉科技现有电气主业，快速实现氢能相关领域电气设备的生产制造能力，产品包括燃料电池 DC/DC，整流柜、控制器、AC/DC 等电气设备；3) 参股设立电解水制氢装备公司盛氢制氢，现 1000Nm³/h 碱性电解设备已下线，能耗低至 4.3kWh/Nm³，领先行业平均水平。

4.2、华电重工（601226）：依托华电集团，电解槽订单具较高保障

公司为工程整体解决方案供应商，业务集工程系统设计、工程总承包以及核心高端装备研发、设计、制造于一体，致力于为客户在物料输送系统工程、热能工程、高端钢结构工程、海洋工程、工业噪声治理工程、氢能工程等方面提供工程系统整体解决方案。2022H1 公司物料输送系统工程业务实现营收约 13 亿元/yoy+65%，毛利率 12%；高端钢结构工程实现营收约 12 亿元/yoy+57%，毛利率 15%；热能工程实现营收约 6 亿元/yoy+139%，毛利率 12%；海洋与环境工程实现营收约 4 亿元/yoy+75%，毛利率 9%。

电解水制氢设备领域，公司 1200Nm³/h 碱性电解水制氢装置与气体扩散层产品已成功下线，具有高电流密度、高电解效率、大容量、高响应速度等特点，运行平稳、性能先进、结构紧凑。此外，公司持续加大 PEM 电解设备研发投入，双技术路线并行发展。华电集团为公司控股股东，依托华电集团，公司与内蒙古华电氢能签署《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》，电解槽订单消化具高保障。

4.3、华光环能（600475）：主营环保与能源装备制造，与电解槽深度协同

公司主营业务涉及环保与能源两大领域，环保领域主要为固废处置提供专业设计、环保设备制造、工程建设、处置运营的全产业链系统解决方案和综合服务，能源领域涉及锅炉设计制造、传统及新能源电力工程总包、热电运营、光伏电站运营的全产业链业务。2022H1 公司地方能源供应行业收入约 17 亿元/yoy+52%，毛利率 19%；工程综合服务行业收入约 15 亿元/yoy+25%，毛利率 17%；装备制造业务收入约 9 亿元/yoy-3%，毛利率 25%。

电解槽领域，公司与大连理工大学合作成立零碳工程技术研究中心，进行电解水制氢示范项目开发。公司在环保与能源装备制造领域的成功经验，助力公司快速切入电解槽行业，2022 年仅耗时 70 天完成 30Nm³/h 碱性电解水制氢设备研发与制造，现已完成产品中试。

4.4、科威尔（688551）：专注测试电源，向电解槽检测设备横向延申

公司专注于测试电源设备制造，依托电力电子技术平台，融合软件仿真算法与测控技术，为多行业提供专业、可靠、高性能测试电源和系统。目前，公司测试电源和系统主要应用于新能源发电、电动车辆、燃料电池及功率器件等工业领域，新能源发电领域客户包括阳光电源、华为、SMA、台达、锦浪科技、特变电工等，电动车客户包括比亚迪、吉利汽车、长城汽车、ABB、法雷奥西门子、纳铁福传动等，燃料电池行业终端用户包括上汽集团、宇通客车、潍柴动力等。2022H1 公司测试电源业务实现营收约 1.2 亿元/yoy+61%，功率半导体测试及智能制造装备业务实现营收 0.18 亿元/yoy+500%，氢能测试及智能制造装备业务实现营收 0.12 亿元/yoy-50%。

公司在燃料电池测试系统布局较早，技术领先，于 2017 年推出燃料电池专用回馈式电子负载，用以模拟燃料电池实际工况中的负载特性，改变了行业中之前主要用 Kikusui（日本）和 EA（德国）小功率电子负载并机且不回馈的测试方式，满足了国内燃料电池系统向大功率发展的行业趋势和能量回收利用的测试要求。公司通过 IPO 募集资金 1.5 亿元，用于“高精度小功率测试电源及燃料电池、功率半导体测试装备生产基地建设项目”，加大燃料电池检测设备领域投入。PEM 电解槽与质子交换膜燃料电池工作原理类似，在燃料电池检测设备成熟经验下，公司业务进一步拓展至 PEM 电解槽检测设备，完成氢能产业链上下游检测设备全方位布局。

5、风险提示

- (1) 氢能发展不及预期；
- (2) 电解水设备降本不及预期；
- (3) 电价高于预期；
- (4) 招标项目落地情况不及预期；
- (5) 推荐公司业务进展不及预期。

■ 新能源组介绍

尹斌：理学博士，新能源首席，所长助理。4 年实业+5 年证券+1 年基金从业经验，曾先后任职于比亚迪、中泰证券、东吴证券、博时基金、国海证券。作为核心成员之一，多次获得新财富、水晶球最佳分析师称号。2021 年加入华鑫证券，目前主要覆盖锂动力电池、燃料电池、储能及相关上市公司及新能源汽车相关产业链研究。

黎江涛：新能源组长，上海财经大学数量经济学硕士，1 年知名 PE 从业经历，4 年证券从业经验，2021 年加入华鑫证券，从事新能源汽车及上市公司研究。

潘子扬：伦敦大学学院硕士，2021 年加入华鑫证券。

■ 证券分析师承诺

本报告署名分析师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。

■ 证券投资评级说明

股票投资评级说明：

	投资建议	预测个股相对同期证券市场代表性指数涨幅
1	买入	> 20%
2	增持	10% — 0%
3	中性	-10% — 10%
4	卖出	< -10%

行业投资评级说明：

	投资建议	行业指数相对同期证券市场代表性指数涨幅
1	推荐	> 10%
2	中性	-10% — 10%
3	回避	< -10%

以报告日后的 12 个月内，预测个股或行业指数相对于相关证券市场主要指数的涨跌幅为标准。

相关证券市场代表性指数说明：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；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以道琼斯指数为基准。

■ 免责声明

华鑫证券有限责任公司（以下简称“华鑫证券”）具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。本报告由华鑫证券制作，仅供华鑫证券的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告中的信息均来源于公开资料，华鑫证券研究部门及相关研究人员力求准确可靠，但对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。我们已力求报告内容客观、公正，但报告中的信息与所表达的观点不构成所述证券买卖的出价或询价的依据，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。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时结合各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就财务、法律、商业、税收等方面咨询专业顾问的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，华鑫证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露。

本报告中的资料、意见、预测均只反映报告初次发布时的判断，可能会随时调整。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。在不同时期，华鑫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。华鑫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。

本报告版权仅为华鑫证券所有，未经华鑫证券书面授权，任何机构和个人不得以任何形式刊载、翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若华鑫证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，华鑫证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成华鑫证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。如未经华鑫证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。华鑫证券将保留随时追究其法律责任的权利。请投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的华鑫证券研究报告。