

2025 中国绿氢产业发展蓝皮书

高工氢电产业研究所 (GGII)

参编单位

JUNA
莒纳科技

润世华氢能源
RUNSHI HUA HYDROGEN ENERGY

青骊骥
QING QI JI

前 言

在碳中和目标驱动下，氢能凭借零碳排放、高效储能及多场景应用特性，既能有效破解可再生能源消纳难题，又可为工业、交通等高碳领域提供深度脱碳解决方案。2025 年 1 月 1 日，《中华人民共和国能源法》开始正式施行。氢能正式进入《能源法》，标志着在法律层面对氢能作为能源的认可，氢能的能源属性得到进一步明确。

自 2020 年 9 月国家提出“双碳目标”以来，国内绿氢产业蓬勃发展，可再生能源制氢项目数量（即“绿氢项目”）显著增加，投建规模不断刷新纪录。截至 2025 年 5 月，国内已建成绿氢项目制氢规模超过 1.2GW，在建及公开规划绿氢项目制氢总规模超过 110GW。

2024 年国内电解槽出货量达到 1.1GW，从技术路线来看，碱性电解槽电解槽出货占比高达 92%，占据市场主流。PEM 电解槽出货量将近 90MW，同比大幅增长 150%，市场占比从 3%跃升至 8%。AEM 电解槽出货量快速增长，国内首个兆瓦级 AEM 制氢示范项目启动建设。从下游应用来看，高压气氢、管道输氢、液态氢及固态氢储运等氢储运方式多样化发展，车载储氢、储氢容器、氢气压缩机等氢气储运装备的需求加快增长。

近年来，国内绿氢产业制、储、运、加、用全产业链技术水平不断提升，与海外先进水平差距逐步缩小。在碱性电解槽的大型化及规模化应用、绿氢项目投建数量及下游应用场景拓展、加氢基础设施建设等方面均处于世界领先水平。

本蓝皮书是一份集产业研究、技术分析、市场预测为一体的全面性报告，共分为产业发展背景、技术现状及趋势、市场现状及发展前景、绿氢示范项目分析、代表性企业介绍、投融资分析、总结与展望等七个章节。通过详实的数据对中国绿氢产业发展现状及未来趋势进行深入剖析，为该行业的从业者提供一份全面而有价值的资料。

特别说明：

1. 免责声明：本报告中的内容，仅供企业经营参考，不得用于其他商业用途。因此引起的任何后果，本报告的共同发布方不承担任何责任。

2. 权利声明：本报告归属于本报告的共同发布方，任何第三方引用本报告内容，非商业用途需注明出处；如用于商业用途，需经得发布方的书面同意。

目录

第一章 中国绿氢产业发展背景.....	1
第一节 国家及地方氢能产业政策.....	1
第二节 绿氢项目建设及规划现状.....	7
第三节 绿氢项目下游应用介绍.....	9
一、化工行业.....	9
二、石油炼化.....	12
三、钢铁冶金.....	13
四、交通运输.....	14
第二章 中国绿氢产业氢能装备技术现状及趋势.....	16
第一节 电解水制氢装备技术现状及趋势.....	16
一、碱性制氢.....	16
二、PEM 制氢.....	19
三、AEM 制氢.....	20
四、SOEC 制氢.....	22
第二节 电解槽核心材料技术现状及趋势.....	24
一、制氢电极/催化剂.....	24
二、制氢隔膜.....	26
三、气体扩散层.....	28
第三节 制氢电源技术现状及趋势.....	29
第四节 氢气储运装备技术现状及趋势.....	29
一、储氢技术现状及趋势.....	29
二、运氢技术现状及趋势.....	31
第三章 中国绿氢产业市场现状及发展前景.....	33
第一节 电解槽市场现状及发展前景.....	33

一、电解槽市场现状.....	33
二、电解槽市场前景.....	37
第二节 电解槽核心材料市场现状及前景.....	43
一、碱性电解槽核心材料市场现状及前景.....	43
二、PEM 电解槽核心材料市场现状及前景.....	44
第三节 制氢电源市场现状及前景.....	44
第四节 绿氢项目氢气储运市场现状及前景.....	45
第四章 中国绿氢产业典型示范项目分析.....	49
第一节 工业领域绿氢示范项目.....	49
国华沧州 10 万吨/年合成氨及配套项目.....	49
大唐多伦风光一体化制氢项目.....	50
中能建松原氢能产业园（绿色氢氨醇一体化）项目.....	51
第二节 交通用氢领域示范项目.....	53
大冶市矿区绿电绿氢制储加用一体化氢能矿场综合建设项目.....	53
第五章 中国绿氢产业链代表企业介绍.....	55
第一节 电解水制氢装备代表企业.....	55
深圳市润世华氢能源有限公司.....	55
青骊骥中能（江苏苏州）氢能源科技有限公司.....	61
第二节 电解槽核心材料代表企业.....	66
第六章 中国绿氢产业投融资分析.....	69
第一节 绿氢产业投融资动态.....	69
一、绿氢项目投融资动态.....	69
二、绿氢产业环节投融资动态.....	70
第二节 绿氢产业投融资特点.....	73
一、制氢核心材料热度提升.....	73
二、资本和企业更关注产业链协同发展.....	73
三、融资数量同比下滑，资方态度趋于谨慎.....	73

第七章 总结与展望	74
第一节 中国绿氢产业发展总结.....	74
第二节 中国绿氢产业展望.....	74
关于高工咨询	76
高工氢电	76
高工氢电产业研究所（GGII）	76
研究咨询服务介绍.....	77

图表目录

图表 1	2025 年国家级氢能产业政策	1
图表 2	2025 年部分省市氢能产业政策介绍	2
图表 3	中国工业领域氢能应用相关政策	4
图表 4	国内氢能车辆高速通行费减免政策汇总	5
图表 5	2024-2025 年国内部分绿氢项目投建情况	7
图表 6	2024 年已建成绿氢项目-按企业属性	9
图表 7	合成氨下游应用场景介绍	10
图表 8	2025 年国内部分绿氢合成氨项目概况	10
图表 9	绿色甲醇下游应用场景介绍	11
图表 10	2025 年国内部分绿氢合成绿色甲醇项目概况	12
图表 11	国内炼化行业绿氢项目概况	13
图表 12	国内冶金行业绿氢项目概况	14
图表 13	2024 年国内建成绿氢项目-分下游应用场景占比	14
图表 14	国内部分交通应用绿氢项目概况	15
图表 15	2024-2025 年国内部分碱性电解槽新品介绍	16
图表 16	2024-2025 年部分兆瓦级 PEM 电解槽新品介绍	19
图表 17	2024-2025 年国内大功率 AEM 电解槽新品介绍	21
图表 18	2024-2025 年国内部分 SOEC 厂商电解槽新品介绍	23
图表 19	电解水制氢核心材料技术现状对比	24
图表 20	2024-2025 年碱性制氢电极企业新品动态	25
图表 21	PEM 制氢催化剂发展趋势	26
图表 22	2024-2025 年国内部分碱性制氢隔膜新品介绍	27

图表 23 国内主要质子交换膜厂商产品介绍	28
图表 24 不同储氢方式对比介绍	29
图表 25 国内主要IV型储氢瓶厂商产品介绍	31
图表 26 2024-2025 年国内部分氢液化设备厂商新品介绍	32
图表 27 国内代表性建成绿氢项目电解槽配置情况	33
图表 28 2021-2024 年中国电解槽出货量（单位：GW）	35
图表 29 2024 年中国电解槽出货量占比-按技术类型（单位：%）	35
图表 30 2024 年国内碱性电解槽出货量 TOP10	36
图表 31 2024 年国内 PEM 电解槽出货量 TOP5	37
图表 32 国内在建绿氢项目电解槽技术路线占比	38
图表 33 国内规划绿氢项目电解槽技术路线占比	38
图表 34 2024 年中国电解槽厂商主要海外订单介绍	39
图表 35 2024 年中国电解槽厂商公开中标及签约订单量占比	40
图表 36 国内部分“碱性+PEM”组合绿氢项目简介	41
图表 37 2024-2030 年中国电解槽出货量及预测（单位：GW）	42
图表 38 2024-2030 中国电解槽系统市场规模及预测（单位：亿元）	42
图表 39 2024-2030 年国内碱性电解槽核心材料市场规模及预测（单位：亿元）	43
图表 40 2024-2030 年国内 PEM 制氢核心材料市场需求规模（单位：亿元）	44
图表 41 2024-2025 年国内制氢电源中标信息（部分）	45
图表 42 国内部分绿氢项目储氢罐配置	46
图表 43 国内绿氢项目输氢管道建设情况	47
图表 44 国华沧州 10 万吨/年合成氨及配套项目一期 LCOH 测算	49
图表 45 大唐多伦风光一体化制氢项目 LCOH 测算	51
图表 46 中能建松原氢能产业园（绿色氢氨醇一体化）项目 LCOH 测算	52
图表 47 大冶市矿区绿电绿氢制储加用一体化项目 一期 LCOH 测算	53
图表 48 润世华氢能源主要产品介绍	55
图表 49 青骐骥主要产品介绍	61

图表 50 莒纳科技主要产品介绍.....66

图表 51 国内部分绿氢项目投资规模介绍.....69

图表 52 2025 年国内部分电解槽厂商产线投建情况.....70

图表 53 2024 年国内氢能制储运环节投融资动态.....72

图表 54 2025 年 1-5 月国内氢能制储运环节融资动态.....72

第一章 中国绿氢产业发展背景

第一节 国家及地方氢能产业政策

2024 年 11 月 8 日,《中华人民共和国能源法》正式发布,首次将氢能明确纳入能源管理体系。作为我国能源领域的基础性、统领性法律,能源法明确国家将积极有序推进氢能开发利用,促进氢能高质量发展。2025 年 1 月 1 日,《中华人民共和国能源法》开始正式施行。氢能正式进入《能源法》标志着在法律层面对氢能作为能源的认可,其能源属性得到进一步明确。

据 GGII 统计,2025 年前 4 月国家各部委发布氢能相关政策 22 项,全国 23 个省市发布氢能专项政策 86 项。相关政策从核心技术攻关、财政补贴扶持、示范工程建设,探索能源管理机制,推动氢能行业高质量发展。

图表 1 2025 年国家级氢能产业政策

序号	发布时间	规划文件名	相关内容
1	2025.2	《2025 年能源工作指导意见》	稳步发展可再生能源制氢及可持续燃料产业,稳步推动燃料电池汽车试点应用,有序推进全国氢能信息平台建设,稳妥有序探索开展管道输氢项目试点应用,推动各地建立完善氢能管理机制
2	2025.3	《可再生能源绿色电力证书核发实施细则(试行)》 (征求意见稿)	风光制氢(氨/醇)、燃煤自备电厂可再生能源替代项目,可再生能源发电电量核发不可交易绿证
3	2025.3	《2025 年能源行业标准计划立项指南》	明确了 2025 年能源行业标准计划立项的重点方向,在氢能专业方向中,基础与通用,氢制备,氢储存和输运,氢加注,燃料电池等氢能应用列入重点方向

序号	发布时间	规划文件名	相关内容
4	2025.4	《绿色低碳先进技术示范项目清单(第二批)》	其中包含绿氢制储输用一体化 3 项, 可再生能源制氢 2 项, 绿色氢氨醇一体化 2 项, 绿氢装备检测 2 项, 固体氧化物燃料电池示范项目 2 项

资料来源: 公开资料, GGII 整理, 2025 年 5 月

2025 年以来, 江西省、内蒙古、甘肃等省份发布氢能产业政策, 积极推进绿氢项目建设, 培育氢能产业链, 壮大氢能装备制造, 推动氢能试点工作, 打造氢能产业集群。

图表 2 2025 年部分省市氢能产业政策介绍

序号	发布时间	省份	政策名称	相关内容
1	2025.1	江西省	《江西省未来产业培育发展行动方案(2024-2026 年)》	以南昌、九江、赣州、吉安等地为重点, 培育氢能产业链, 加速发展“绿氢”制取、储运和应用等技术装备
2	2025.2	内蒙古	《2025 年自治区国民经济和社会发展规划》	落实绿氢产业先行区行动方案, 推进绿电制氢氨醇项目建设, 力争绿氢产能达到 20 万吨。开工建设中石化乌兰察布至燕山石化输氢管道、赤峰至锦州港至上海绿氢走廊。加快推进“绿氢+工业”、“绿氢+交通”等应用消纳场景试验示范, 壮大氢能装备制造产业
3	2025.2	甘肃省	《打造全国重要的新能源及新能源装备制造基地行动方案》	打造河西“绿氢走廊”。加快电解水制氢装备、高压气态储氢容器、离子液压缩机等产品研发试制及推广应用。拓宽氢能应用场景和领域, 推广绿氢制氨制醇, 试点燃煤机组掺烧绿氢发电, 推动氢能在交通、冶金等领域应用, 构建风光氢氨醇一体化产业体系
4	2025.3	甘肃省	《甘肃省打造全国区域性现代制造业基地行动方案》	实施绿电交易、新能源直供、离网等绿电制氢项目, 按照“绿氢—绿氨—绿色甲醇”发展模式, 拓展清洁低碳氢在工业领域应用场景, 谋划打造

序号	发布时间	省份	政策名称	相关内容
				“疆煤入甘”氢能走廊，构建百亿级风光氢氨醇一体化产业体系
5	2025.4	内蒙古	《自治区工业和信息化厅 2024 年亮点工作和 2025 年工作安排》	探索现代煤化工与绿氢、二氧化碳捕集等耦合发展模式。培育做大绿色氢氨醇产业。合理确定规模化供给布局和发展模式，推进绿氢-绿氨（绿醇）一体化发展，加快赤峰、兴安盟等地绿色氢氨醇产业园建设，打造蒙东绿色氢氨醇基地，大力拓展绿色氢氨醇应用场景，推动沪蒙合作构建绿色燃料产供储销用一体化发展格局
6	2025.4	海南省	《打造新质生产力重要实践地的意见》	大力发展绿色新能源。推动绿氢“制储输用”全链条发展，培育氢氨醇特色产业链。打造“风光氢储”一体化装备制造产业链
7	2025.4	四川省	《四川省新能源产业链建圈强链工作方案（2025—2027 年）》	持续培育壮大成德自攀氢能产业集群，重点解决氢源不足、氢能基础设施滞后、利用率不足、应用场景不多等短板，加速催化剂、质子交换膜、气体扩散层、双极板、膜电极等核心材料器件研发应用，发展氢燃料电池电堆、氢气压缩机、氢能轨道交通等。聚焦可再生能源制氢、高密度储运、液氢储罐真空绝热和超低温储运、长寿命燃料电池、固体氧化物燃料电池等氢能技术攻关，加快形成标志性系列产品

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

工业作为清洁低碳氢规模化应用的重点领域，可再生能源制氢是难脱碳行业实现低碳与零碳发展的重要媒介，不仅能解决可再生能源储存问题，还能有效解决电气化无法减少的碳排放，推进难脱碳行业的低碳与零碳化改造。2024 年 12 月，工业和信息化部等三部门印发《加快工业领域清洁低碳氢应用实施方案》，提出加快工业副产氢和可再生能源制氢等清洁低碳氢应用，是推动氢能产业高质量发展、培育新质生产力的重要方向，是促进节能降碳、推进新型工业化的重要路径。

图表 3 中国工业领域氢能应用相关政策

序号	时间	政策名称	相关内容
1	2024.12	《加快工业领域清洁低碳氢应用实施方案》	加快清洁低碳氢替代应用，有序提升氢冶金应用水平，大力发展氢碳耦合制绿色甲醇，积极推动氢氮耦合制绿色合成氨，加快氢燃料电池汽车应用，稳步发展氢动力船舶、航空、轨道交通装备，探索发展氢电融合工业绿色微电网
2	2025.2	《国家重点推广的低碳技术目录(第五批)》	可持续航空燃料(SAF)制备-适航验证混掺-储运-加注-应用和碳足迹全产业链低碳技术、纯氢竖炉还原技术、富氢碳循环氧气高炉低碳冶金技术、高效还原“3R”碳氢高炉技术、氯冶金直接还原炼铁工艺技术、甲醇双燃料直流综合电力推进智能散货船关键技术、大功率船用甲醇燃料发动机、氢燃料动力船舶关键技术、新型氢-电混合动力系统集成控制关键技术
3	2025.3	《四川省零碳工业园区试点建设工作方案》	探索推广应用低碳零碳原料燃料替代、短流程制造、氢冶炼等颠覆性技术，实现传统工业流程再造和生产工艺深度脱碳
4	2025.3	《关于加快经济社会发展全面绿色转型的若干政策举措》(征求意见稿)	大力推进可再生能源替代，重点推动钢铁、化工、建材、造纸等行业与可再生能源深度融合，推广电锅炉、电窑炉、电加热等技术，积极探索绿氢炼化、氢冶炼等绿色工艺

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

2024 年 2 月，山东省交通运输厅等三部门发布《关于对氢能车暂免收取高速公路通行费的通知》，是我国首个针对氢能车辆减免高速通行费的支持政策。此后，共有九省三市先后发布有关氢能车辆高速通行费减免政策。高速通行费减免大大降低了氢能源车辆的运行成本，仅考虑氢气加注费用的情况下，氢能源货车或重卡单位运输成本将低于同类型燃油车。氢能源车辆加氢需求扩大的背景下，绿氢“产-消”深度协同可解决消纳困局，进而推动绿氢项目投资与规模化落地。

图表 4 国内氢能车辆高速通行费减免政策汇总

序号	发布时间	地区	政策名称	主要内容
1	2024.2	山东省	《关于对氢能车辆暂免收取高速公路通行费的通知》	对行驶山东高速公路安装 ETC 套装设备的氢能车辆暂免收取高速公路通行费。减免期限 2024 年 3 月 1 日至 2026 年 3 月 1 日
2	2024.5	内蒙古鄂尔多斯市	《鄂尔多斯市交通运输局关于印发氢能源车辆奖补通行费实施方案的通知》	对氢能源车辆通行费进行全额奖补，奖补范围：（一）通行鄂尔多斯市境内的氢能源车辆（二）行驶路段为鄂尔多斯市境内收费公路。减免期限 2024 年 6 月 1 日至 2026 年 6 月 1 日
3	2024.8	山西吕梁市	《关于印发吕梁市推动氢能产业发展若干政策措施(试行)的通知》	减免氢能车辆过路费用。对氢能车辆吕梁市范围内高速及收费公路通行费用通过补贴方式予以减免。减免期限自印发之日起两年
4	2024.8	吉林省	《省交通运输厅 省财政厅 省发展和改革委员会关于对氢能车辆行驶吉林省高速公路实施优惠的通知》	安装 ETC 套装设备的吉林省籍氢能车辆，在吉林省各高速公路收费站间点对点免费通行，相应的高速公路通行费由省财政统一支付。减免期限 2024 年 9 月 1 日至 2026 年 8 月 31 日
5	2024.8	陕西省	《关于支持开展高速公路分布式光伏、加氢站建设及氢能汽车通行有关事项的通知》	对安装使用 ETC 装备的氢能车辆，在陕西省全额免除高速公路通行费。减免期限 2024 年 9 月 1 日至 2027 年 9 月 1 日
6	2024.11	四川省	关于印发《四川省进一步推动氢能全产业链发展及推广应用行动方案（2024—2027 年）》的通知	全省范围内对氢能车辆(危险运输物品车辆除外)在市区道路通行不限行或少限行。 对行驶我省高速公路且安装使用电子不停车收费(ETC)设备的氢能车辆免收高速公路通行费。专项优惠部分资金由省级财政承担。减免期限 2024 年 11 月 6 日至 2027 年 11 月 6 日

序号	发布时间	地区	政策名称	主要内容
7	2024.11	湖北省	关于征求《湖北省加快发展氢能产业行动方案（2024-2027 年）（征求意见稿）》意见的公告	对省内高速公路行驶的安装使用楚天 ETC 装备的氢能车辆，省级财政给予为期 3 年的高速公路通行费全返补贴支持。减免期限 2024 年 11 月 8 日至 2027 年 11 月 8 日
8	2024.12	青海省	关于印发《青海省加快推动氢能产业高质量发展的若干政策措施》的通知	对安装 ETC 设备的氢燃料汽车、绿氢储运车辆实施差异化收费政策(仅通行我省境内路段，且出入口均在我省境内)。减免期限 2024 年 12 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日
9	2024.12	内蒙古包头市	《包头市人民政府办公室关于印发包头市支持氢能产业高质量发展若干措施（试行）的通知》	通过政府补贴方式，减免氢能车辆市内过路费；积极争取自治区对通过辖区内的高速公路、国省干线收费站的氢能车辆减免过路费。减免期限 2025 年 1 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日
11	2025.1	河南省	《关于对通行河南省收费公路的氢能货车和电动货车减免通行费政策的实施细则》	符合享受通行费减免政策条件的车辆通行河南省高速公路时，上下站记录和站间行驶路径均在河南省内；通行普通收费公路时，通过河南省内收费站即可。对在河南省综合交通运输管理服务平台运政系统登记（新增车辆登记完成 10 个工作日后可享受优惠政策）的氢燃料电池货车免收通行费。减免期限 2025 年 1 月 25 日至 2025 年 12 月 31 日
12	2025.5	辽宁省	关于印发《辽宁省推广高速公路差异化收费对氢燃料电池货车免收车辆通行费的实施方案》的通知	对行驶我省高速公路且正常使用 ETC 的氢燃料电池货车采取预约制，通过“辽宁高速通”微信小程序，预约登记并审核通过后，通过差异化方式免收车辆通行费。减免期限 2025 年 5 月 16 日至 2028 年 5 月 15 日

序号	发布时间	地区	政策名称	主要内容
13	2025.5	山西省	《关于对通行山西省高速公路的氢能货车实施通行费补贴的通知（试行）》	对氢能货车高速公路通行费实施全额补贴。补贴对象为在山西省综合交通运输管理服务平台运政系统登记，且安装并使用ETC设备的氢能货车；行驶路段为山西省境内高速公路，且上下站记录和站间行驶路径均在山西省境内。符合上述条件的货车，通行山西省境内高速公路，通行费由省财政予以补贴、统一支付。减免期限2025年6月1日至2027年5月31日

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

第二节 绿氢项目建设及规划现状

根据 GGII《中国电解水制氢项目数据库》统计，截至 2025 年 5 月，国内公开在建及规划绿氢项目制氢总规模超过 110GW（含测算装机，下同），其中在建绿氢项目规模超过 11GW。从已建成项目看，2024 年国内建成绿氢项目将近 500MW。2025 年国内规划建成绿氢项目 2.9GW（仅统计已开工项目），绿氢项目投建规模持续扩大。

图表 5 2024-2025 年国内部分绿氢项目投建情况

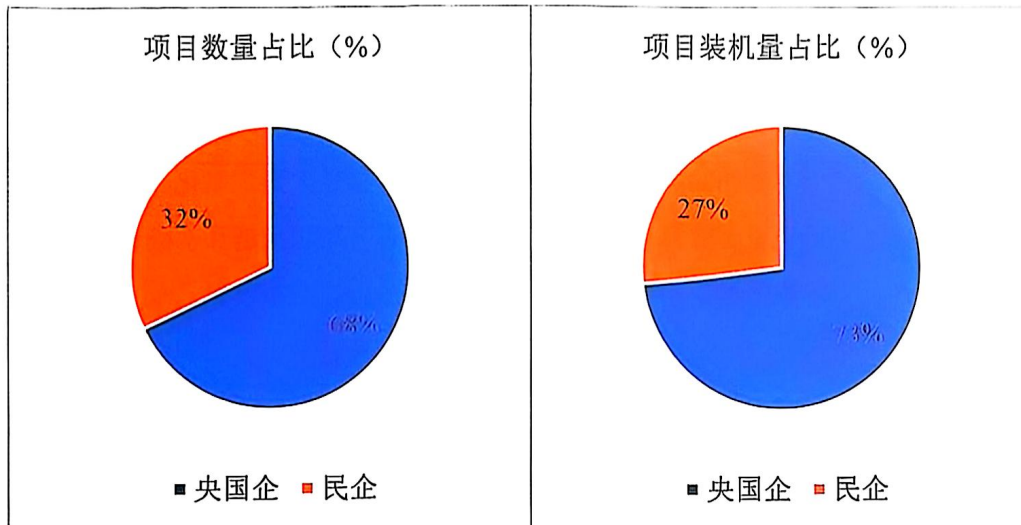
序号	省份	城市	项目名称	制氢规模 /MW	项目状态	建成年份
1	内蒙古	包头	内蒙古华电达茂旗 20 万千瓦新能源制氢工程示范项目	60	建成	2024
2	甘肃	玉门	玉门油田 160 兆瓦可再生能源制氢示范项目	15.5	建成	2024
3	山东	潍坊	华电潍坊制氢加氢一体站试点项目/山东华电潍坊氢储能示范项目	25	建成	2024
4	内蒙古	赤峰	内蒙古赤峰市风光制绿氢绿氨一体化示范项目一期 P0	30	建成	2024

序号	省份	城市	项目名称	制氢规模 /MW	项目状态	建成年份
5	内蒙古	锡林郭勒盟	大唐多伦 15 万千瓦风光制氢一体化示范项目	70	建成	2024
6	湖北	黄冈	大冶市矿区绿电绿氢制储加用一体化氢能矿场综合建设项目 一期	27	建成	2025
7	吉林	白城	吉电股份大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目	245	在建	2025E
8	新疆	伊犁哈萨克自治州	伊犁州伊宁市绿色氢能创新应用工程项目	60	在建	2025E
9	吉林	松原	中能建松原氢能产业园（绿色氢氨醇一体化）项目	336	在建	2025E
10	河北	沧州	国华沧州 10 万吨/年合成氨及配套项目	65	在建	2025E
11	吉林	辽源	中国天楹风光储氢氨醇一体化项目	280	在建	2025E
12	江苏	盐城	盐城吉电绿氢制储运加用一体化（一期）示范项目	40	在建	2025E
13	内蒙古	呼伦贝尔	呼伦贝尔氢通风光制氢一体化项目	200	在建	2025E

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

从已建成项目投资方来看，2024 年国内建成 28 个绿氢项目，其中 68% 为央国企或地方国企政府主导。相较于 2023 年，民企投资的项目数及占比显著提升，反映了多地试点绿电制氢政策松绑与氢能纳入地方碳排放考核指标后，为民企进入绿氢项目建设注入了活力。叠加电解槽技术进步和规模化生产等因素导致的电解槽价格不断下探，民企参与绿氢项目建设门槛持续降低，为绿氢产业多元化注入新动能。

图表 6 2024 年已建成绿氢项目-按企业属性



资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

第三节 绿氢项目下游应用介绍

一、化工行业

绿氢在化工领域主要应用在合成氨、合成甲醇等场景，替代传统工艺中的灰氢，减少碳排放。合成氨和甲醇氢气需求量巨大，未来也将是绿氢的主要消纳场景。

(1) 合成氨

氨主要应用于尿素制造，占比约 61%，化工用途占 20%，其他化肥占比约 19%。未来绿氨还有望应用于航运、掺混发电。绿氢合成绿氨技术难度较低，但相对绿色甲醇，在安全性、运输方面挑战较大。绿氨应用于航运和掺混发电场景在技术上仍需验证，预计在 2030 年前后逐步实现商用。

图表 7 合成氨下游应用场景介绍

合成氨应用场景	应用场景介绍
尿素	以化石能源为原料制造的传统合成氨，下游应用以农业为主，占比 70%-80%，其中多用来制取尿素等化肥。
船运	远洋船舶的船用动力机以燃油为主，排放大量二氧化碳。绿氨动力船舶能量密度远高于氢气，且可利用现有氨供应链和基础设施，在集装箱船等大型船舶远航领域具有较好的推广应用前景。
掺混发电	推进火电机组掺烧氨或纯氨等低碳燃料是发电领域碳减排的重要技术方向。掺混燃烧发电为煤电厂提供减碳方案，并弥补可再生能源发电的不稳定性和间歇性。

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

国内绿氢项目以化工消纳场景为主，打造氢氨一体化运行模式，配套建设合成氨装置，项目集中落地在内蒙古、东北等地区。2025 年以来，中能建、国电投、深能集团等企业积极推进绿氢项目，目前国内在建及规划绿氢项目中绿氢产能超 1700 万吨。

图表 8 2025 年国内部分绿氢合成氨项目概况

序号	时间	项目进展	项目名称	制氢规模 (MW)	合成氨规模 (万吨)
1	2025.1	签约	中能建敖汉旗及元宝山区风光制氢一体化项目（元宝山区制氢氨部分）	322	12.79
2	2025.2	制氢系统 招标	深能鄂托克旗风光制氢一体化合成绿氨项目	240	15
3	2025.3	备案	乌拉特后旗风电制氢合成氨一体化项目	230	16.7
4	2025.4	调试	吉电股份大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目	245	18
5	2025.4	土建招标	内蒙古天楹能源有限公司风光储氢氨一体化产业园示范项目	600	45

序号	时间	项目进展	项目名称	制氢规模 (MW)	合成氨规模 (万吨)
6	2025.4	EPC 招标	沙湾市年产 10 万吨绿氢制 60 万吨绿氨 生产线项目	1400	60
7	2025.4	备案	再生绿氢能源（内蒙古）有限公司新建 年产 80 万吨绿色氢氨合成工厂项目	560	80

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

（2）合成甲醇

合成甲醇应用场景以烯烃合成、船运、车辆为主。甲醇制烯烃作为甲醇主要应用场景，有望成为绿色甲醇主要需求增长市场。甲醇船舶正处于小批量应用阶段，多数订单将于 2025 年之后交付。欧洲 FuelEU Maritime 法规已于 2025 年 1 月 1 日正式实施，该法规将对船舶碳排放量进行考核，进而推动绿色甲醇船舶需求增长。

图表 9 绿色甲醇下游应用场景介绍

应用场景	场景介绍
烯烃合成	甲醇制烯烃（MTO）在中国已经成为甲醇的新型消费领域，需求量占甲醇消费总量的 70% 以上。技术打通了传统煤化工到石油化工的全新路径，实现了煤炭资源对石油资源的重要替代。
船运市场	LNG 船用燃料可减少 30% 左右碳排放，但无法实现完全脱碳。现有船运燃料局限性催生绿色甲醇燃料需求。
道路交通	车用甲醇燃料是指利用工业甲醇或燃料甲醇加变性醇添加剂与现有国标汽柴油按一定体积调配制成的一种新型清洁燃料。使用甲醇燃料替代后，可以大幅降低排放。

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

2024 年 8 月，国家能源局发布《关于组织开展绿色液体燃料技术攻关和产业化试点的通知》（征求意见稿），拟组织开展绿色液体燃料技术攻关和产业化试点。其中提出以捕集的二氧化碳、可再生能源制氢为原料，通过催化合成生产绿色甲醇，对符合条件的试点项目优先纳入制造业中长期贷款项目予以支持。积极推动将相关绿色液体燃料纳入国家核证

自愿减排量(CCER)机制，加快实现生态价值。据 GGII 统计，目前国内在建及规划绿醇产能超 2300 万吨。

图表 10 2025 年国内部分绿氢合成绿色甲醇项目概况

序号	时间	项目进展	项目名称	制氢规模 (MW)	合成甲醇规模 (万吨)
1	2025.3	备案	明阳绿色化工(赤峰)有限公司绿色制氢制醇示范项目	326.2	17.5
2	2025.4	设计招标	明阳海上风电制氢和氢能综合利用示范暨百万吨级绿色电氢氨醇实证项目	175	10
3	2025.4	可研招标	全离网制氢一体化项目	1400	50
4	2025.4	备案	黑龙江粤桦能源投资有限公司桦南风电制氢合成绿色甲醇一体化项目	875	50
5	2025.5	制氢系统 中标	中煤鄂尔多斯能源化工有限公司 10 万吨年液态阳光——二氧化碳加绿氢制甲醇技术示范项目	216	10

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

二、石油炼化

石油炼化过程中，氢气主要用于石脑油加氢脱硫、粗柴油加氢脱硫、燃料油加氢脱硫、改善飞机燃料的燃烧性能和加氢裂化等方面。目前炼化领域用氢主要来自煤制氢、天然气制氢等灰氢，碳排放量巨大。2024 年 5 月，国务院发布《2024—2025 年节能降碳行动方案》，提出要加快推广新一代离子膜电解槽等先进工艺。大力推进可再生能源替代，鼓励可再生能源制氢技术研发应用，支持建设绿氢炼化工程，逐步降低行业煤制氢用量。

根据 GGII 数据库，国内已建成及规划绿氢项目中，用于炼化场景的绿氢项目仅 5 个，

绿氢渗透率远不及煤化工场景。中国石化新疆库车绿氢示范项目，是全球已建成最大炼化场景绿氢项目，产出绿氢用于中石化塔河炼化，为炼化场景实现绿氢替代积累运行经验。

图表 11 国内炼化行业绿氢项目概况

序号	时间	项目进展	项目名称	制氢规模 (MW)
1	2022.12	建成	中石化中原油田兆瓦级质子膜电解水制氢示范项目	2.5
2	2023.5	建成	胜利油田新能源开发中心石化总厂光伏发电电解水制氢示范工程	2.5
3	2023.6	建成	中国石化新疆库车绿氢示范项目	260
4	2024.1	备案	乌兰察布 10 万吨/年风光制氢一体化项目	1000
5	2024.3	建成	玉门油田 160 兆瓦可再生能源制氢示范项目	15

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

三、钢铁冶金

钢铁行业是碳排放密集程度最高、脱碳压力最大的行业之一，碳排放约占全球排放总量的 7%。中国粗钢产量占全球粗钢产量 50%以上，钢铁行业脱碳在中国尤其重要。近年来，全球积极进行氢冶金实践，如瑞典 HYBRIT 项目、萨尔茨吉特 SALCOS 项目、奥钢联 H₂ Future 项目等。国内部分钢铁企业发布氢冶金规划，河北昌黎兴国铸业 30 万 m³/d 可再生能源电解水制氢-450m³ 高炉富氢冶炼工业化应用示范项目等已建成投产。但整体来看，国内氢冶金示范工程仍属于工业级试验过程。氢冶金主要用氢场景包括高炉富氢冶炼、氢能直接还原炼钢、氢能熔融还原冶炼等，目前相关技术成熟度较低，设备改造成本较高，短期内炼钢行业实现绿氢替代挑战较大。

图表 12 国内冶金行业绿氢项目概况

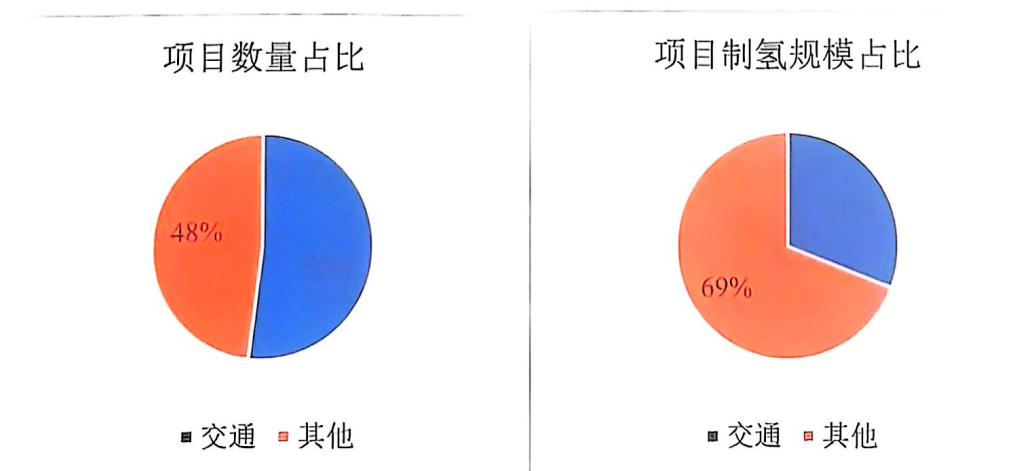
序号	时间	项目进展	项目名称	制氢规模/MW
1	2024.5	EPC 招标	国际氢能冶金化工产业示范区新能源制氢联产无碳燃料配套风光发电一体化示范项目一期	750
2	2024.9	建成	河钢集团张宣科技氢冶金示范工程	120
3	2024.11	建成	鞍钢绿氢零碳流化床高效炼铁新技术示范项目	75
4	2024.12	建成	河北昌黎兴国铸业 30 万 m ³ /d 可再生能源电解水制氢-450m ³ 高炉富氢冶炼工业化应用示范项目	60
5	2025.4	在建	吉林松原绿电-绿氢-纯氢冶金项目	100

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

四、交通运输

绿氢在交通领域的应用主要包括公共交通、重卡、轮船、飞机等难以直接实现电气化的应用场景。相比传统燃料车和电动车，氢燃料电池汽车适合固定路线、中长途干线和高载重场景。据 GGII 统计，2024 年建成绿氢项目中，交通场景数量占比超过 50%，但对应制氢规模仅占 31%。交通运输是当前绿氢下游消纳热门场景，主要用于燃料电池重卡。目前在建及规划绿氢项目中，交通场景制氢规模占比降低至仅 3%，主要由于化工场景绿氢项目制氢数量及规模快速扩张，而交通场景制氢规模多在 30MW 以内。

图表 13 2024 年国内建成绿氢项目-分下游应用场景占比



资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

目前交通场景绿氢项目集中于西北地区建设，产出绿氢用于加氢站供给氢燃料汽车。例如，内蒙古华电达茂旗 20 万千瓦新能源制氢工程示范项目，项目年制氢量 7800 吨，可满足约 1000 辆燃料电池重型卡车需求。近年绿电制氢加氢一体站项目数量增长较快，制加一体站可显著节省氢气运输成本，具备广阔发展前景。

图表 14 国内部分交通应用绿氢项目概况

序号	时间	项目进展	项目名称	制氢规模（MW）
1	2024.9	建成	兆联清通伊宁市制氢加氢一体站	3.5
2	2024.11	设备中标	盐城吉电绿氢制储运加用一体化（一期）示范项目	40
3	2025.1	获批	华电正能圣圆风光制氢一体化示范项目	100
4	2025.02	设备签约	燕山钢铁电解水制氢加氢项目	20
5	2025.3	建成	大冶市矿区绿电绿氢制储加用一体化氢能矿场综合建设项目	27
6	2025.5	制氢电源招标	华电乌鲁木齐绿电制氢制储加运一体化示范项目一期工程	15
7	2025.5	EPC 招标	粤水电巴楚县 5MW 分布式光伏制储加氢一体化（试验示范）项目标段四制储加氢一体化（试验示范）项目	3

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

第二章 中国绿氢产业氢能装备技术现状及趋势

第一节 电解水制氢装备技术现状及趋势

一、碱性制氢

1、技术现状

碱性电解水制氢自 20 世纪初开始实现工业化应用，至今发展百余年，经历了单极性到双极性、小型到大型、常压型到加压型、手动控制到全自动控制等演变，在电厂、玻璃、半导体、多晶硅等行业已成熟应用。2020 年以来，绿氢项目拉动大型电解槽需求，碱性电解槽朝着大标方、高电密、低电耗、宽负荷、轻量化的趋势不断发展，2024-2025 年，多家电解槽厂商发布 3000 标方以上电解槽产品，在制氢效率、单小室有效面积、槽体重量等多方面进行了优化，为大规模绿氢制取提供创新型解决方案。

图表 15 2024-2025 年国内部分碱性电解槽新品介绍

序号	企业名称	发布时间	产品规格	产品优势
1	希倍优氢能	2024.8	2000Nm ³ /h	1、采用双模块设计，最大可扩至 3000 Nm ³ /h 2、额定工况 5000 A/m ² 下，直流能耗可达 4.0 kWh/Nm ³ H ₂ 3、可在 15%超低负荷下长期稳定运行
2	明天氢能	2024.9	1000Nm ³ /h	1、直流电耗可达到 3.9-4.5 kWh/Nm ³ H ₂ 2、电流密度可达 4000 A/m ² 以上 3、功率波动范围可达到 20-120%
3	中车株洲所	2024.10	2000Nm ³ /h	1、最高电流密度可达 4000A/m ² ，较传统电解槽提升约 40% 2、直流能耗≤4.3 kWh/Nm ³ 3、匹配自研柔性绿电制氢智控系统，功率调节范围可达 25%-110%
4	双良新能源	2024.10	5000Nm ³ /h	1、90℃工况运行时，双良电解槽最高电流密度可达 10600A/m ² ，能耗 4.7 kWh/Nm ³ H ₂ 2、负荷调节范围 10%-110%，可实现在最低 10%的负荷下

序号	企业名称	发布时间	产品规格	产品优势
				稳定运行，同时确保氧中氢含量 $<1.50\%$ 3、自主研发和生产的高性能、高质量的催化剂电极，使用高含量硫酸钡作为填充料的垫片，该垫片具有低蠕变、热膨胀系数低、强度高等优点
5	航天工程	2024.10	2000Nm ³ /h	1、直流能耗为 4.28 kWh/Nm ³ H ₂ @2500A/m ² 2、小室电压不一致率不大于 5% 3、常温（20℃）冷启动时间不大于 50min，热启动（50℃）时间不大于 20min 4、最大电流密度可以达到 6000A/m ² (对应小室平均电压 2V)
6	华电科工	2025.1	3300Nm ³ /h	1、产品运行电流密度 ≥ 6000 A/m ² ，槽体重量较传统同规模电解槽减少约 50% 2、在满负荷工况下，电解槽直流电耗 ≤ 4.4 kWh/Nm ³ 3、电解槽负荷调节范围 20%-110%
7	天合元氢	2025.3	1000Nm ³ /h	1、天擎系列第二代碱性电解槽额定电流密度提升至 4000A/m ² ，其直流电耗低至 3.898 kWh/Nm ³ 2、实现 5%的调节速率，冷启动仅需 104 秒即可达到额定电流密度，实现额定产氢量，荷随源动有保障 3、新的设计让电解槽小室数量由第一代的 319 个缩减至 230 个，设备重量减少近 10%、体积缩小 21.9%，设备成本降低 30%
8	中车株洲所	2025.3	4000Nm ³ /h	1、最高电流密度可达 6000 A/m ² ，直流能耗 ≤ 4.4 kWh/Nm ³ 2、负荷调节范围可达 20%~110% 3、打造材料、小室、槽体、系统到软件五层安全纵深防控体系，使用寿命 ≥ 20 年

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

从碱性电解槽结构来看，目前主要分为圆形带压、方形常压两种。国内多数电解槽厂商采用的是圆形带压结构，采用拉杆紧固设计，耐压性好更容易实现压力密封。方形常压电解槽由氯碱行业演变而来，以蒂森克虏伯电解槽为代表，运用零间隙技术，电极与隔膜

几乎做到零距离，减小了溶液电阻，并且该结构碱性电解槽的单元槽之间互相独立，有利于后期拆装检修。国内部分企业推出方形带压电解槽，如三一氢能、海德氢能。

从技术指标来看，实际运行的 1000 Nm³/h 碱性电解槽电流密度仍集中在 2500-4000 A/m²，直流电耗 4.3-4.6kWh/Nm³ H₂，负荷调节范围多数集中在 30%-110%，工作压力以 1.6-1.8MPa 为主。市面碱性电解槽新品电流密度可高达 10000 A/m² 以上，但受限于实际使用工况、能耗高低、核心材料寿命等多方面原因，业主方综合选择最优方案，而不是单一追求某项指标。

碱性电解槽的核心性能指标（如电流密度、寿命、动态响应能力等）需通过绿氢项目的实际运行数据进行系统性验证，并基于运行反馈迭代优化设计与制造工艺，从而系统性提升产品的可靠性与长期安全性。青骊骥电解槽在国内实际运行的绿氢项目中表现较好。在中石油玉门油田绿氢项目中，青骊骥 1000 Nm³/h 电解槽直流能耗低至 3.92kWh/Nm³ H₂（2500A/m² 电密条件下），项目累计运行超过 3500 小时，衰减率<0.1%/1000h。在华能张掖绿氢项目中，青骊骥 1300Nm³/h 电解槽实现 15%-120%宽负荷调节，电流调节速率突破 10%/s，具备了匹配风光发电波动性的工业级调节能力。

2、技术发展趋势

碱性电解水制氢存在多种技术路线，从终端业主方需求来看，低成本、运行稳定、运维简便等因素是业主方最为关注的部分，碱性电解槽也将朝着这一方向逐渐演变。

一、降低设备制造成本。为延长碱性电解槽核心材料寿命，实际应用中多以较低电流密度运行。随着碱性隔膜、催化电极等材料更新迭代，通过电流密度提高，可减少材料使用面积，从材料端实现降本。

二、提升设备运行效率。为耦合可再生能源发电的波动性和随机性，碱性电解槽需提高快速启停能力，拓宽负荷范围。碱性电解槽在低负荷状况下运行，会导致氧中氢数值升高，易造成停机和安全隐患。碱性电解槽负荷范围受到碱液流速、运行压力、隔膜气密性等多种因素影响。

三、降低设备运行成本。碱性电解槽结构复杂、工艺参数调整难度高，对操作人员要求较高，导致碱性电解槽运维不便。可通过减少串并联数量以及模块化设计，以及提升电

解槽产线自动化程度等方面，降低运维复杂程度，减少人工成本。

二、PEM 制氢

1、技术现状

PEM 电解水制氢可负荷范围宽、制氢效率高，更适配可再生能源制氢的波动性和随机性。大型风光制氢项目对单电解槽产氢规模要求较高，带动 PEM 电解槽朝大标方发展。据 GGII 统计，国内超 20 家厂商具备 MW 级 PEM 电解槽生产能力，国内 PEM 电解槽在技术指标和产氢规模上持续向上突破。国内 PEM 制氢厂商陆续推出 500Nm³/h 电解槽，在单槽产氢率方面初步满足大型绿氢项目制氢需求，降本提质成为行业首要目标。

图表 16 2024-2025 年部分兆瓦级 PEM 电解槽新品介绍

序号	企业简称	发布时间	单槽额定产氢量
1	氢蓝时代	2024.8	200 Nm ³ /h
2	明天氢能	2024.9	200 Nm ³ /h
3	国氢科技	2024.10	500Nm ³ /h
4	赛克赛斯氢能	2024.10	500Nm ³ /h
5	鹭岛氢能	2024.10	500Nm ³ /h
6	兴燃科技	2024.11	250Nm ³ /h
7	中车株洲所	2024.12	500Nm ³ /h
8	华电科工	2025.1	500Nm ³ /h
9	氢器时代	2025.1	300Nm ³ /h
10	氢辉能源	2025.3	500Nm ³ /h

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

目前 PEM 电解槽结构设计多样化，各家在材料用量、镀层厚度等均有差别。另一方面，PEM 电解槽核心材料供应链尚不成熟，尤其是质子交换膜国产化率较低，一定程度上阻碍了 PEM 电解槽降本及市场化推广进程。

2、技术发展趋势

一、提升系统集成能力。PEM 单槽产氢量增大需要更高的电流密度，现有 500 Nm³/h 电解槽额定电流密度已达 20000A/m²，运行中大单槽局部过热、气体分布不均会影响电解槽寿命及效率。通过 1 拖 2、1 拖 4 等方式组成系统，不仅能通过多槽协同控制更快地响应风光电力的间歇性输入，也能达到增加产氢量同时降低 BOP 成本的效果。同时，目前 PEM 槽缺乏长期运行数据支撑电解槽及其组件稳定性，模块化集成能够局部替换故障组件，降低维护成本。

二、标准化设计。PEM 电解槽推出时间较短，尚未形成标准化设计，膜电极尺寸、镀层厚度、气体扩散层材料选择等均有较大差别。差异化设计使企业在生产以及向第三方采购核心材料时的成本增加。

三、加快核心材料国产化进程。据 GGII 调研，目前 PEM 核心材料国产化率不足 50%，进口质子交换膜、钛毡等多为国产材料价格的 2 倍，核心材料实现国产化替代后将有效降低 PEM 电解槽制备成本。

四、核心材料降本增效。一种方式是通过低铈载量催化剂设计、双极板及气体扩散层镀层厚度降低、低成本大面积膜电极涂布及成型工艺等方面的研发；另一种方式是使用替代材料来降低成本，如开发非贵金属催化剂，非钛双极板、非贵金属双极板及气体扩散层镀层等。核心材料作为 PEM 电解槽主要的成本构成，性能提升有助于 PEM 电解槽降本，并解决 PEM 电解槽无法大型化的难题。

三、AEM 制氢

1、技术现状

AEM 电解水制氢尚处于发展前期，在单槽产氢量和产品性能上均有较大发展空间。近一年，10 余家 AEM 电解槽厂商推出新品，如清能股份推出 500kW 电解槽及 5MW AEM 制氢系统，亿纬氢能发布 MW 级电解槽。从应用端看，AEM 电解槽开始向大规格应用转变，2024 年 9 月稳石氢能中标南网储能公司 1.25MW AEM 电解槽项目，2025 年 5 月卧龙英耐德首台国产兆瓦级 AEM 制氢设备正式交付海外，AEM 商用进程加速。

AEM 制氢技术结合了碱性与 PEM 制氢的优点，能够实现高电流密度和高电解效率，具备快速响应的能力。同时，该技术能在弱碱性环境下运行，可以使用铁、镍等成本低资源丰富的金属作为电极催化剂，相较于 PEM 电解水技术其装置制造成本显著降低。但受限于阴离子交换膜的技术水平，AEM 电解槽使用寿命较短，多在 10000h 以内。为解决这一核心技术难点，多家企业布局阴离子交换膜研发。

图表 17 2024-2025 年国内大功率 AEM 电解槽新品介绍

序号	企业名称	发布时间	单槽规格	产品介绍
1	中电丰业	2024.9	10kW	单槽产氢速率 2Nm ³ /h，直流电耗 4.4 kWh/Nm ³ ，整套系统最高功率可达 500kW，具备 10%-120% 的宽负荷调节能力
2	氢鸢科技	2024.10	200kW	产氢速率 40 Nm ³ /h，功率负荷范围 10-110%，能耗 4.3-4.8 kWh/Nm ³ ，工作温度 60±5℃
3	清能股份	2024.10	500kW	系统产氢速率可达 1000 Nm ³ /h，最大产氢压力范围在 2.0-3.0MPa，运行温度满足 5-50℃，热启动时间<10s，冷启动时间<10min，直流电耗 3.6~4.3kWh/Nm ³ ，功率负荷范围在 5-120%；氢气纯度高达 99.999%
4	卧龙英耐德	2024.10	1MW (系统)	产氢速率为 210 Nm ³ /h，采用了先进的阴离子交换膜技术，电流密度高达 8000A/m ² ，电解槽直流效率为 4.2kWh/Nm ³ ，全系统效率为 4.8kWh/Nm ³ ；动态响应速度快，0-100%满功率加载时间仅需数十秒
5	绿能氢创	2025.3	1MW	具备宽泛的运行温度范围，可在 4℃低温环境下瞬时启动，可 30 秒内冷启动出氢，并能适配波动电源，实现绿氢与绿电的动态匹配
6	大陆制氢	2025.3	50kW	产氢速率为 10Nm ³ /h，功率负荷范围 20%-120%，功率覆盖范围 50-100kW，额定电流密度为

序号	企业名称	发布时间	单槽规格	产品介绍
				10000A/m ² @4.3kWh/Nm ³ H ₂ , 运行压力为 1.6MPa, 直流电耗为 3.6-4.5kWh/Nm ³
7	亿纬氢能	2025.3	1MW	产氢速率 230 Nm ³ /h, 单位电耗低至 4.6-4.8 kWh/Nm ³ , 依托自主研发的非贵金属催化体系与新型离子传导技术, 综合成本较传统 PEM 路线降低 40%, 核心组件国产化率超 95%。电解槽工作压力提升至 1.4 MPa, 冷启动时间缩短至 15 分钟。采用一体化流场设计, 实现了效率与寿命的双重提升; 采用新一代电极技术, 电流密度提升了 20%; 通过小室结构创新, 体积缩减 30%

资料来源: 公开资料, GGII 整理, 2025 年 5 月

2、技术发展趋势

一、提升单槽产氢规模。目前国内已推出的 AEM 最大单槽制氢功率为兆瓦级, 实际应用仍多以百千瓦级以下产品为主。为加快 AEM 商业化进程, 一种方式是继续提高 AEM 单槽产氢量, 但 AEM 膜、催化剂等配套材料技术发展仍有局限, 难以匹配大标方 AEM 电解槽。另一种方式是采用堆叠式、模块化设计, 将小规格单槽组合成 AEM 制氢系统, 提升产氢量。这一方式拆卸简单, 方便运维, 对膜材料面积要求较低, 但在水热管理等方面不及大型电解槽。

二、提升阴离子交换膜耐久性。现阶段阴离子交换膜技术水平尚未得到明显突破, 导致 AEM 电解槽使用寿命短, 影响 AEM 电解槽多场景推广进程。

三、解决催化剂一致性和放大性的问题。AEM 制氢多用镍基催化剂, 使用在 kW 级电解槽性能尚可, 但应用在大标方电解槽上存在挑战。

四、SOEC 制氢

1、技术现状

SOEC 电解水制氢凭借全固态结构, 无碱液泄露和腐蚀风险、无需使用贵金属、制氢

效率高，成为最具发展前景的制氢技术之一。国内 SOEC 制氢单系统产氢量多在 $25\text{Nm}^3/\text{h}$ 以内，电流密度 $1\text{--}2\text{A}/\text{cm}^2$ ，单电池面积以 $10*10\text{cm}^2$ 、 $12*12\text{cm}^2$ 、 $15*15\text{cm}^2$ 为主。SOEC 制氢系统功率较低，限制了应用场景的拓宽，其中大面积单电池片的制备是制约 SOEC 朝向大功率发展的原因之一。

图表 18 2024-2025 年国内部分 SOEC 厂商电解槽新品介绍

序号	企业名称	产品介绍
1	质子动力	质子动力推出了新一代 20kW 级撬装式大功率 SOEC 系统产品。该系统的单位氢气直流电耗仅 $3.105\text{kWh}/\text{Nm}^3\text{H}_2$ ，电堆电解效率达到 94.7%
2	氢邦科技	电解槽功率涵盖 1-20kW，最大制氢速率 $5.6\text{Nm}^3/\text{h}$ 以上。系统可在 $5000\text{A}/\text{m}^2$ 电流下持续电解水蒸气制氢，同时可实现 CO_2 电解合成燃料运行模式， 750°C 运行温度下，通入 CO_2 和 H_2 ，以 $3000\text{A}/\text{m}^2$ 恒定电流密度运行接近 2000h，电解槽综合能量转化效率 $\geq 95\%$
3	中广核	25kW SOEC 系统成功实现满功率高效运行，该系统电解槽直流电耗低至 $3.2\text{kWh}/\text{Nm}^3$ ，峰值制氢功率突破 30kW
4	陕西氢能	系统功率指标小于 200kW，制氢耗能不超过 $3.8\text{kWh}/\text{Nm}^3$ ，电解效率 $>90\%$ 、性能衰减 $<2\%/年$ 、最大电流 $>105\text{A}$

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

2、技术发展趋势

一、降低运行温度。SOEC 制氢多在 600°C 以上的高温中长期运行，对核心材料要求较高。随着 SOEC 运行中低温化，可选热驱金属材料增多，将有效降低 SOEC 系统成本。

二、核心材料及配套 BOP 标准化。现阶段各家企业采用的材料参数均不同，以定制化生产为主，制约了 SOEC 的批量化应用。

第二节 电解槽核心材料技术现状及趋势

碱性、PEM、SOEC、AEM 四种制氢技术路线各有优缺点，对应核心材料也有较大差别。碱性和 AEM 制氢采用碱液为电解质，而 PEM 采用纯水，SOEC 为全固态电解质。根据制氢过程的酸碱度，运行温度等因素不同，各技术路线催化剂、隔膜等选型差异较大。

图表 19 电解水制氢核心材料技术现状对比

技术路线/ 核心材料	碱性	PEM	SOEC	AEM
电解质	30%KOH (常见)	纯水	固态氧化物 (YSZ、 ScSZ 等)	10%KOH (常见)
催化剂	雷尼镍/镍基合金	阴极：铂碳 阳极：氧化铱	阴极：LSM、YSZ 等 阳极：镍、YSZ 等	Ni、Co、Fe 等非 贵金属催化剂
隔膜	PPS/复合隔膜	全氟磺酸质子交 换膜	陶瓷电解质	阴离子交换膜
气体扩散层	镍网	钛毡 (常见)	/	/
极板	碳钢	钛板	/	碳钢

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

一、制氢电极/催化剂

1、碱性制氢电极

碱性电极分为雷尼镍电极、镍基合金电极、贵金属电极等，目前以雷尼镍电极为主。雷尼镍电极以镍网或泡沫镍为基材，在上面喷涂雷尼镍（镍铝合金）催化剂，通过增加比表面积来提升电流密度。目前雷尼镍电极喷涂后实际应用电流密度多维持在 2500-3500A/m²。

传统雷尼镍电极经过长期使用，稳定性已被验证。莒纳科技推出多元合金电极，通过改善元素配比来提升电流密度。多元合金电极处于推广初期，价格高于雷尼镍电极 2 倍以上，目前处于测试验证阶段。碱性制氢电极与电解槽的制氢效率紧密相关，因此碱性制氢

电极将持续朝着高电密、增加电极有效面积的方向发展。

图表 20 2024-2025 年碱性制氢电极企业新品动态

序号	企业名称	发布时间	新品动态
1	济平新能源	2024.7	通过特殊工艺将贵金属催化层均匀的加工于镍纺织网上，在 5000A/m ² 的运行电密情况下，使用济平贵金属碱性电极相较于传统镍网，电压可降低 270mv
2	保时来	2024.9	推出新开发柔性支撑一体电极和除雾丝网支撑结构，优化电解槽流场，实现零极距的设计，从而在同等条件下降低能耗、减小室数量，进一步提升了电解槽的性能
3	北矿新材	2025.1	推出二元镍铝电极，电极内铝含量不超过 0.3wt%。在 3000A/m ² 的电流密度下，阴极析氢性能电压较同类产品降低了 20 至 45mV，阳极析氧性能电压亦领先 18 至 30mV，持续恒流负载 1000 小时，其过电位仅微增 3mV
4	莒纳科技	2025.1	JA10000 万安级高性能碱液电极产品在 6000A/m ² @1.8V 的工况下，实现长达 2000 小时不间断稳定运行，是业内少有的高电密条件下长时间稳定运行的工业电解槽验证数据。 实验室模拟工况环境下测试，在 6000A/m ² 已保持稳定 10000h，且在等不同电密、工况下具有良好的稳定性

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

2、PEM 制氢催化剂

PEM 制氢的运行环境为强酸性，非贵金属催化剂极易被腐蚀，从而影响电解槽的工作效率。PEM 制氢阴极催化剂多为铂碳，催化活性较高。阳极承受着高电位和高腐蚀，碳基材料易被降解，因此阳极催化剂多为铱、钌以及铱钌氧化物等贵金属材料。

据 GGII 调研，目前 PEM 制氢阴极铂碳催化剂主流铂用量 0.3-0.5mg Pt/cm²，阳极氧化铱主流铱用量 1-2mg Ir/cm²。贵金属催化剂成本高昂，降低催化剂中的贵金属载量及研发非贵金属催化剂是 PEM 制氢催化剂的发展方向。另一方面，随着未来国内 PEM 电解槽的大批量应用，铱、铂等贵金属的回收将促使贵金属循环应用，有望降低催化剂成本。

图表 21 PEM 制氢催化剂发展趋势

序号	发展方向	主要内容
1	催化剂本身的结构、配比设计	通过改善催化剂本身的结构、添加非贵金属、更换载体等方式，降低贵金属载量
2	在膜电极层面对催化层结构进行优化设计	膜电极催化层结构是电子、质子、水、气体等物质的传输通道，优化催化层结构可有效提升贵金属利用率
3	贵金属回收	贵金属铱、铂保有量低，批量回收后可促使贵金属循环利用，但贵金属回收技术仍不成熟，应用案例较少
4	批次均一性	贵金属催化剂在 10g、100g、公斤级的制备难度逐步上升，产量放大时会影响催化剂成品性能，因此需提升催化剂批次均一性，保证产品质量

资料来源：GGII，2025 年 5 月

二、制氢隔膜

1、碱性制氢隔膜

目前国内碱性电解槽多使用 PPS 隔膜，复合隔膜处于小批量应用阶段。近年来，国产 PPS 隔膜研发进展加快，推动国产 PPS 隔膜市场化进程。据 GGII 调研，在性能和价格的双重优势下，2024 年 PPS 隔膜国产化率接近 50%。

复合隔膜是在 PPS 上增加涂层，改善亲水性、气密性、电阻等参数，增强隔膜耐久性并降低电解槽能耗。复合隔膜尚处于商业化验证阶段，搭载复合隔膜的碱性电解槽运行时间尚短。未来随着复合隔膜性能提升、应用案例增多，规模化生产有望进一步降低复合隔膜价格，使复合隔膜应用进展加快。

图表 22 2024-2025 年国内部分碱性制氢隔膜新品介绍

序号	技术路线	企业名称	产品介绍
1	PPS 隔膜	月莫新材料	低能耗型：厚度 0.6-0.7mm，气密性 $\geq 600\text{mmH}_2\text{O}$ ，面电阻 $\leq 0.15\Omega\cdot\text{cm}^2$ 。最大有效宽幅 2.5m 低渗透型：厚度 1.1-1.2mm，气密性 $\geq 750\text{mmH}_2\text{O}$ ，面电阻 $\leq 0.25\Omega\cdot\text{cm}^2$ 。最大有效宽幅 2.5m
2	复合隔膜	碳能科技	1、TN-ICM500 复合隔膜与雷尼镍电极搭配，可实现直流能耗 4.3-4.5kWh/Nm ³ H ₂ @1.8V，电流密度 4000-5000A/m ² ，与高活性电极搭配电流密度可高达 10000A/m ² 2、Zirmbrane®500 厚度 500 $\pm$ 50 μm ，膜面电阻 0.3 $\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，起泡点 5 $\pm$ 1bar，孔隙率 60% $\pm$ 10%； Zirmbrane®200 厚度 200 $\pm$ 30 μm ，膜面电阻 0.2 $\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，起泡点 3.5 $\pm$ 1bar，孔隙率 60% $\pm$ 10%
3	复合隔膜	通微新能源	可提供厚度从 220 μm -500 μm ，宽幅最高可达 2 米，泡点压力 2-3bar，孔隙率 60% $\pm$ 5%，孔径 100 $\pm$ 20nm
4	复合隔膜	微道能源	厚度 300-500 μm 可调，膜面电阻 $\leq 0.2\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，孔隙率 50% $\pm$ 5%
5	复合隔膜	普力特克	厚度 500 $\pm$ 50 μm ，膜面电阻 0.2 $\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，孔隙率 65% $\pm$ 10%，起泡点 >5bar

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

2、PEM 制氢质子交换膜

目前商业化应用中，PEM 制氢采用的质子交换膜多为全氟磺酸质子交换膜。PEM 制氢质子交换膜分为均质膜和增强膜。均质膜以科慕的 Nafion115 和 Nafion117 为代表，厚度分别为 127 μm 和 183 μm ，是目前 PEM 电解槽主流规格。增强膜是在质子交换膜合成过程中增加一层增强层，降低膜厚度并提升机械性能，增强膜厚度多在 100 μm 以内。2023 年以来，戈尔、东岳未来氢能等质子交换膜厂商陆续推出增强型电解水质子交换膜，厚度集中在 50-80 μm 。当前，国内 PEM 制氢质子交换膜仍以进口产品为主，国产均质膜在寿命、耐久性、批次一致性上还需验证。

图表 23 国内主要质子交换膜厂商产品介绍

企业名称	型号	厚度/ μm	结构
科慕	N-117	183	均质型
	N-115	127	均质型
东岳未来氢能	DME670	175 $\pm$ 10	均质型
	DM6321	120 $\pm$ 10	均质型
	DM6525	80 $\pm$ 4	复合增强型
	DM6725	50 $\pm$ 3	复合增强型
戈尔	M275.80	80	复合增强型
汉丞科技	HPM-2080	80	复合增强型
	HPM-2055	55	复合增强型

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

三、气体扩散层

气体扩散层传递水、氢气、氧气、催化剂，并为这些材料提供机械支撑作用，并具备良好的导电性、低电阻率及耐腐蚀性。PEM 电解槽结构设计多变，各家在气体扩散层的材料选择上都有细微差别。目前常见的有双侧多孔钛、双侧钛毡、以及阴极碳基材料（碳纸、碳布等）和阳极钛基材料（钛毡、钛网等）搭配等结构。

使用钛基材料做气体扩散层时，为避免发生钝化和氢脆现象，通常在钛基材料表面涂覆一层贵金属以提高耐腐蚀性。目前主流的钛毡孔隙率集中在 50-80%，厚度 0.2-0.4mm，常见镀层厚度有 0.2、0.3、0.5 μm 。

据 GGII 调研 2024 年钛毡国产化率已超过 50%。然而市场上客户对钛毡镀铂工艺和涂层厚度的需求不同，导致镀铂成本范围波动较大，增加 PEM 电解槽制备成本，因此在性能提升同时降低镀层厚度是气体扩散层的研发方向之一。另一方面，钛毡仍需接触电阻、表面平整度的方向进行优化。随着 PEM 电解槽出货量不断增长，标准化、规模化的气体扩散层和大批量出货产品一致性的问题需逐渐解决。

第三节 制氢电源技术现状及趋势

制氢电源是将交流电转为直流电，起到向上承接电网电力，向下为制氢电解槽供电的功能。制氢电源主要结构包括整流柜、变压器、控制及冷却系统等，目前制氢电源技术路线主要分为晶闸管和 IGBT。晶闸管电源属于半控型流器，应用时间长、技术成熟，可通过 12 脉波-96 脉波实现多脉波整流，降低谐波，同时配置有载调压装置实现高功率因数。IGBT 制氢电源属于全控型整流器，响应速度快、交直流侧电能质量好、具备高制氢效率和高离网质量，但功率器件价格高昂。

晶闸管凭借技术成熟、价格较低的优势，成为国内绿氢项目的主流选择。IGBT 电源更适配可再生能源制氢场景，但价格是晶闸管电源的 2 倍以上。2024 年，国华沧州 10 万吨/年合成氨及配套项目、盐城吉电绿氢制储运加用一体化（一期）示范项目等均招标 IGBT 电源，IGBT 电源市场推广速度加快。

第四节 氢气储运装备技术现状及趋势

一、储氢技术现状及趋势

根据氢气的形态，其存储方式可分为：高压气态储氢、液态储氢（低温液态储氢、有机液态储氢）、固态储氢。高压气态储氢是目前主流储氢方式。

图表 24 不同储氢方式对比介绍

储氢技术	高压气态储氢	低温液态储氢	固态储氢	有机液态储氢
技术原理	将氢气压缩于高压容器中，储氢密度与储存压力、储存容器类型相关	低温（20K）条件下对氢气进行液化	利用金属合金、金属框架无、碳质材料等对氢的吸附储存和释放的可逆反应实现	有机液态化合物一定条件下与氢气反应生成稳定化合物，并通过改变反应条件实现氢的释放

储氢技术	高压气态储氢	低温液态储氢	固态储氢	有机液态储氢
质量储氢密度 (wt.%)	4.0-5.7	5.7-14	1-4.5	>5.7
体积储氢密度 (g/L)	18-70	70	50	40-50
主要优点	技术成熟、 充放氢速率可调、 成本及能耗低	储氢密度高、 液态氢纯度高、 储氢容器体积小	安全性高、 储存压力低、 运输方便、成本低 体系可逆	储氢密度高、安 全性较好、 存储设备简 单、储运方便
主要缺点	体积储氢密度低、 容器耐压要求高	液化过程能耗高、 容器绝热性能要求 高、成本高	普遍存在价格高、 寿命短或者储存、 释放条件苛刻	涉及化学反应、 技术操作复杂、 含杂质气体、往 返效率相对较低
技术成熟度	发展成熟，广泛应 用于车用氢能领域	国外多使用液氢运 输，安全运输问题 验证充分	大多处于研发实验 阶段	距离商业化大规 模使用尚远

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

根据材质的不同，高压储氢瓶分为纯钢制金属瓶（I 型）、钢质内胆纤维缠绕瓶（II 型）、金属内胆纤维缠绕瓶（III 型）和塑料内胆纤维缠绕瓶（IV 型）4 种。根据实际使用场景不同，高压储氢容器可应用在运输、加氢站、车载等环节。

（1）高压储氢容器在运输环节应用时，主要是采用长管拖车将制取氢气运输到使用地，输送量约 300-400kg/车，适用于中短距离运输，运输成本较高。

（2）固定式加氢站用储氢容器分为储氢瓶组为主，储氢罐少量应用。储氢瓶组具备场地能力强、单个容器的水容积较大、调峰能力强等优点。从储氢压力来看，已建成 35MPa 加氢站配备储氢容器多在 45-50MPa，70MPa 加氢站配备储氢容器多在 80-100MPa。国内企业以中材科技、中集氢能、浙江蓝能等企业为代表，积极推进站用储氢瓶组研发与应用。站用储氢容器作为固定式加氢站的基本配置，未来随着加氢站数量增多，将迎来巨大增量空间。

（3）车载储氢容器主要是用于氢燃料电池汽车的车载供氢系统，据 GGII 调研，目前

国内氢燃料电池汽车以搭载 35MPa III 型瓶为主，占比超过 95%；70MPa 储氢瓶应用受限于成本、加氢站配套基础设施不完善等因素，短期内仍以小批量示范为主。储氢瓶由碳纤维、内胆、玻纤、管阀件等材料组成，其中碳纤维占据车载储氢瓶成本一半左右。近年来，国产碳纤维厂商和车载储氢瓶厂商协同努力，共同推进车载储氢瓶降本，并实现了车载 IV 型瓶的批量化应用。

图表 25 国内主要 IV 型储氢瓶厂商产品介绍

序号	企业名称	产品介绍
1	中材科技 (苏州)	推出了 63L、132L、210L 三款 70MPa-IV 型储氢气瓶，70MPa-IV 型 210L 已成功搭载国内某款新型重卡上路试跑，配置 10 只 210L 气瓶，车辆续航升级到 800 公里
2	天海氢能	完成 35MPa-450L IV 型瓶（单瓶储氢 10.8kg，质量储氢密度 7.2%）国标认证，形成了工作压力 20/35/70MPa、容积 58L~1080L 全系列产品覆盖
3	未势能源	70MPa-57L IV 型储氢瓶，质量储氢密度达到 6.1wt%，全系产品均已实现关键核心技术 100% 自主可控
4	中集安瑞科	70MPa IV 型储氢瓶实现量产，重量储氢密度 6.8wt%，通过了欧洲 TPED（移动式压力容器指令）认证
5	佛吉亚	IV 型瓶工作压力涵盖 35MPa、70MPa，70MPa 储氢瓶储氢量可达 0.7-17kg

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

二、运氢技术现状及趋势

从运氢环节来看，短期内“高压气态储氢”+“长管拖车运氢”仍是主要模式。据 GGII 调研，配套 I 型瓶的氢气长管拖车市场占比在 90% 左右，储运氢压力多为 20MPa，适用于运输距离较近（运输半径 200 公里）和输送量较低的场景，30MPa 的氢气长管拖车进入小批量应用阶段。30MPa 管束车采用高强度轻量化合金与模块化结构设计，相较传统 20MPa 车型，30MPa 管束车卸氢量提高一倍、单车运氢成本可降低约 30%，对推动氢能商

业化应用具有重要意义。

目前国内正在放宽对储运压力的标准，鼓励采用 30-50MPa 管束集装箱车辆运输氢气，推进 II 型和 III 型瓶管束式集装箱的研发与应用。III 型与 II 型氢气管束集装箱相比，更轻量化，具有更高的储氢压力，可有效提升加氢站氢气储运和加注效率。

液态和固态储运也是未来氢气储运的重要发展方向。液态储氢与固态储氢的储氢密度、安全性均高于高压气态储氢，但配套设施尚不完善，整体应用成本较高，仍处于示范初期。目前，国内氢气运输仍以短距离运输为主，未来随着下游应用场景不断丰富，长距离运输需求将逐渐提升。随着配套基础设施不断完善以及技术进步，液态储氢、固态储氢等新型储运氢方式有望迎来规模化应用。

图表 26 2024-2025 年国内部分氢液化设备厂商新品介绍

序号	时间	企业名称	产品介绍
1	2024.9	中国航天科技集团六院北京航天试验技术研究所、航天氢能科技	国内首套氢膨胀 5t/d 氢液化系统，该系统攻克了氢克劳德循环氢液化工艺流程设计、大型高效连续性正仲氢转化换热技术、高速气浮轴承氢气透平膨胀机、大型深低温卧式冷箱分区集成工艺以及变工况自适应一键启停控制逻辑等 5 大关键核心技术
2	2024.12	中科氢能	发布 5t/d 氢液化装备该设备由一系列精密组件构成，包括高精度除油系统、高速透平膨胀机、真空绝热系统、连续正仲氢催化转换换热器以及深低温精密测控系统。基于氢制冷工质的逆布雷顿循环技术，该产品技术成熟、自主性强，同时具备高安全性、可靠性、整体效率、高度自动化、精确测量控制以及制造集成化等显著优势
3	2025.5	科安创能	柔性氢液化装置系统额定产能达 520kg/d，液氢产品过冷度 $\geq 2\text{K}$ ，仲氢含量 $\geq 98\%$ ，实现了预冷后热启动 30 分钟之内实现产液，液氢产能能够在 20-100%之间大范围有效调节且能效不变，产能爬坡速度最高可达 2.5%/min

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

第三章 中国绿氢产业市场现状及发展前景

第一节 电解槽市场现状及发展前景

一、电解槽市场现状

1、绿氢项目电解槽应用现状分析

1000 Nm³/h 碱性电解槽自 2017 年首次推出以来，应用案例丰富，是目前大型电解水制氢项目主流规格。随着绿氢项目制氢规模不断扩大，2000Nm³/h 以及更大标方碱性电解槽新品陆续推出，并逐渐得到示范应用。2024 年国内首个应用 2000Nm³/h 和 3000 Nm³/h 碱性电解槽项目陆续交付投运。2025 年，内蒙古华电达茂旗首期 100 万千瓦风光制氢项目等多个绿氢项目计划应用 2000Nm³/h 碱性电解槽。

从 PEM 电解槽应用来看，2022 年以来 MW 级 PEM 电解槽逐步在绿氢项目实现应用。吉电大安合成氨项目、长春市风光绿色氢醇储一体化示范项目等均使用 200 标方 PEM 电解槽。此外，AEM 电解槽应用实现重大突破，100kW AEM 电解槽成功投运，MW 级 AEM 制加氢站项目启动，AEM 商用化进程加快。

图表 27 国内代表性建成绿氢项目电解槽配置情况

序号	项目名称	项目状态	技术路线	制氢规模 (MW)	电解槽规格
1	国能宁东可再生氢碳减排示范区 一期清水营制氢项目	建成	碱性	80	16*1000 Nm ³ /h
2	深能北方鄂尔多斯市鄂托克前旗 上海庙经济开发区光伏制氢项目	建成	碱性	45	9*1000 Nm ³ /h
3	内蒙古华电达茂旗 20 万千瓦新 能源制氢工程示范项目	建成	碱性	55	11*1000 Nm ³ /h
			PEM	5	5*200Nm ³ /h
4	兴国铸业高炉富氢冶炼工业化应 用示范项目	建成	碱性	60	4*3000 Nm ³ /h

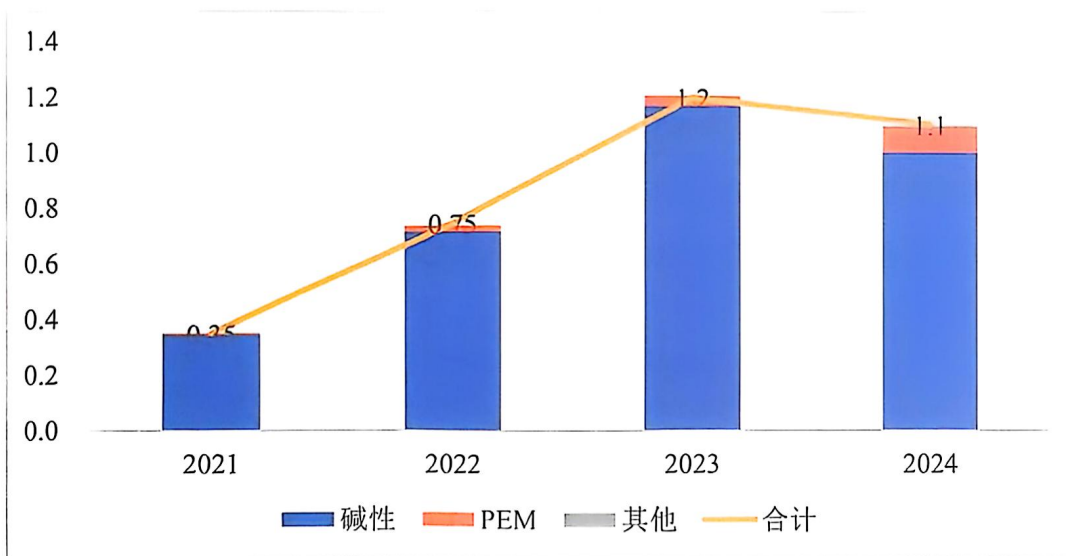
序号	项目名称	项目状态	技术路线	制氢规模 (MW)	电解槽规格
5	大唐多伦 15 万千瓦风光制氢一体化示范项目	建成	碱性	70	12*1000Nm ³ /h+ 1*2000Nm ³ /h
6	吉电股份大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目	在建	碱性	195	39*1000 Nm ³ /h
			PEM	50	50*200Nm ³ /h
7	中能建松原氢能产业园（绿色氢氨醇一体化）项目	在建	碱性	336	64*1050Nm ³ /h
8	中天合创乌审旗风光制氢一体化项目制氢工程	在建	碱性	280	48*1000 Nm ³ /h +4*2000 Nm ³ /h
9	内蒙古华电达茂旗首期 100 万千瓦风光制氢项目	招标	碱性	600	60*2000 Nm ³ /h
10	长春市风光绿色氢醇储一体化示范项目	签约	碱性	400	80*1000 Nm ³ /h
			PEM	20	20*200Nm ³ /h
11	南方电网兆瓦级阴离子交换膜电解水制氢加氢一体化示范站	在建	AEM	1.25	1*200 Nm ³ /h+ 1*50 Nm ³ /h
12	荣程钢铁集团“光伏一制氢一高炉富氢冶炼”项目	在建	AEM	10	2*1000 Nm ³ /h
13	中煤绿能(鄂尔多斯)乌审旗风光制氢一体化项目	备案	碱性	1080	112*1500 Nm ³ /h +24*2000Nm ³ /h
14	再生绿氢能源（内蒙古）有限公司新建年产 80 万吨绿色氢氨合成工厂项目	备案	碱性	560	56*2000 Nm ³ /h

资料来源：GGII《中国电解水制氢项目数据库》，2025 年 5 月

2、2024 年电解槽市场分析

根据高工氢电产业研究所调研统计，2024 年国内制氢电解槽出货量达到 1.1GW（含出口，不含研发样机），同比小幅下滑 8%，不及行业预期。2024 年国内电解槽市场出货量出现下滑的主要原因是，受制于项目资金、制氢经济性以及前期落地项目运营表现不佳等多方面因素，绿氢项目投建进度暂缓，电解槽招标及交付滞后。

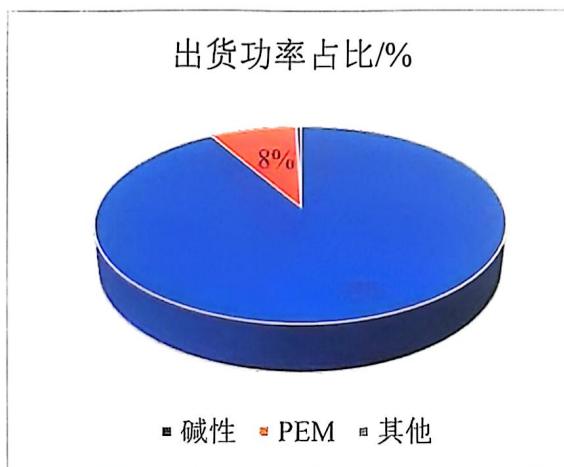
图表 28 2021-2024 年中国电解槽出货量（单位：GW）



数据来源：高工氢电产业研究所（GGII），2025 年 5 月

从技术类型来看，碱性电解槽凭借高性价比占据市场主要份额，2024 年电解槽出货占比超过 91%。2024 年国内 PEM 电解槽出货量将近 90MW，同比大幅增长 150%，市场占比从 3%跃升至 8%，主要得益于大安风光制绿氢示范项目批量出货。近年来国内 PEM 制氢行业发展迅猛，已有超过 20 家电解槽厂商推出 MW 级 PEM 电解槽，随着市场竞争加剧以及核心材料国产化，PEM 电解槽市场价格大幅下降，市场渗透率有望进一步提升。

图表 29 2024 年中国电解槽出货量占比-按技术类型（单位：%）



数据来源：高工氢电产业研究所（GGII），2025 年 5 月

从市场竞争格局来看，碱性电解槽市场呈现出较高的集中度。2024 年派瑞氢能出货量蝉联第一，隆基氢能位列第二，阳光氢能跻身第三。碱性电解槽出货量 TOP3 厂商市占率合计超过 55%，同比大幅提升 13 个百分点；TOP10 厂商市占率合计将近 90%，较上年大幅提升将近 20 个百分点，市场集中度显著提高。整体来看，由于国内绿氢市场需求增速不及预期，同时央国企、风光上市巨头等玩家众多，市场竞争提前进入白热化阶段，部分企业因竞争压力开始退出市场，未来市场竞争格局仍有较大不确定性。

图表 30 2024 年国内碱性电解槽出货量 TOP10

排名	企业简称	地区
1	派瑞氢能	河北邯郸
2	隆基氢能	江苏无锡、陕西西安
3	阳光氢能	安徽合肥
4	考克利尔竞立	江苏苏州
5	氢器时代	上海
6	三一氢能	湖南长沙
7	大陆制氢	天津
8	中电丰业	山东潍坊
9	青骊骥	江苏苏州
10	双良氢能	江苏江阴

备注：排名依据电解槽厂商实际生产并出货功率（以兆瓦计）

数据来源：高工氢电产业研究所（GGII），2025 年 5 月

从 PEM 电解槽市场格局来看，2024 年国内 PEM 电解槽出货量约 90MW，同比大幅增长 150%以上。其中，长春绿动凭借吉电大安绿氢项目交付，出货量超过 50MW，跻身第一；赛克赛斯氢能位列第二，代表出货项目为中核北方 3MW 制氢项目；华电科工排名第三，主要配套华电达茂旗绿氢项目。据 GGII 调研，2024 年出货量 $\geq$ 1MW 的 PEM 电解槽厂商达到 18 家，较上年增加 5 家，市场供应格局日益分散。

图表 31 2024 年国内 PEM 电解槽出货量 TOP5

排名	企业简称	地区
1	长春绿动	吉林长春
2	赛克赛斯氢能	山东济南
3	华电科工	安徽合肥
4	氢辉能源	广东深圳
5	阳光氢能	安徽合肥

备注：排名基于电解槽厂商实际生产及出货功率（以兆瓦计）

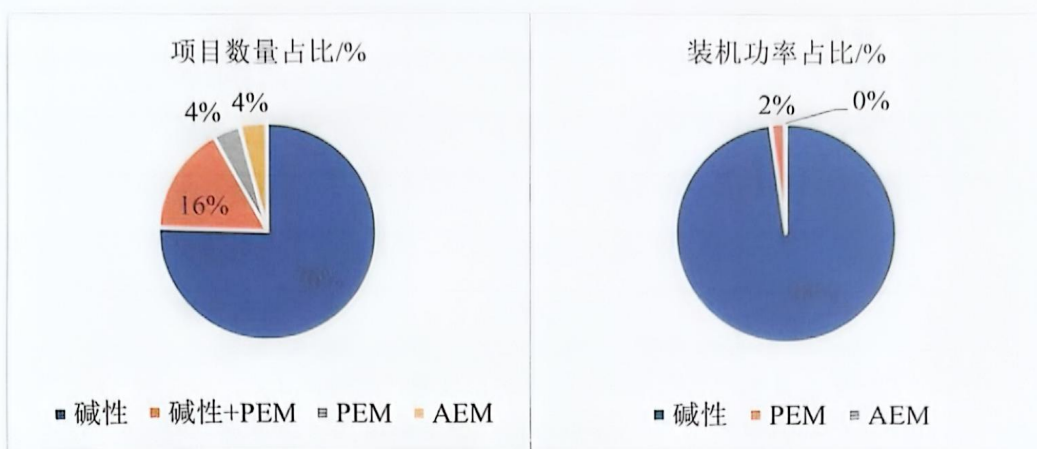
数据来源：高工氢电产业研究所（GGII），2025 年 5 月

二、电解槽市场前景

1、国内市场需求分析

根据 GGII《中国电解水制氢项目数据库》统计，截至 2025 年 5 月，国内公开在建及规划绿氢项目制氢总规模超过 110GW，其中在建绿氢项目规模超过 11GW。已披露技术路线的在建绿氢项目中，碱性制氢项目数量占比为 76%，碱性+PEM 组合制氢项目数量占比为 16%，纯 PEM 及 AEM 制氢绿氢项目仅为 4%。从电解槽装机功率来看，碱性制氢装机占比超过 98%，远高于 PEM、AEM 制氢，中短期内国内绿电制氢项目仍以碱性电解槽为主。

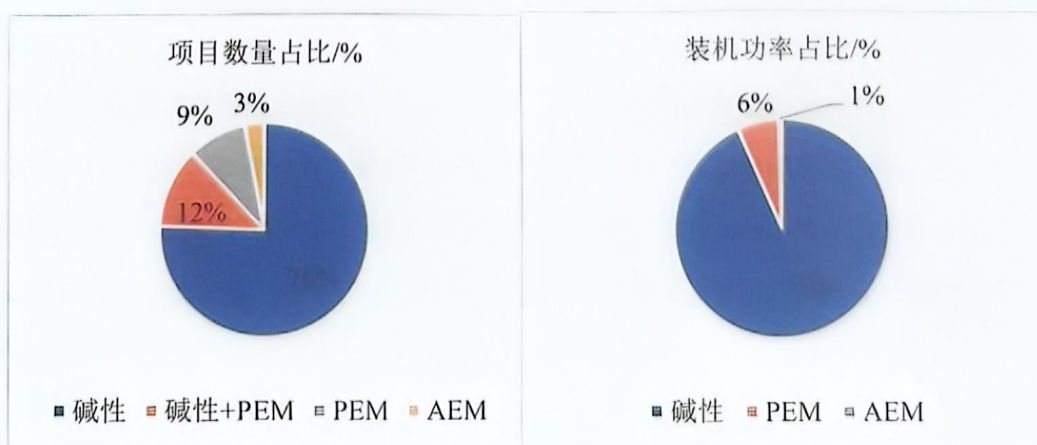
图表 32 国内在建绿氢项目电解槽技术路线占比



数据来源：高工氢电产业研究所（GGII），2025 年 5 月

已公开制氢技术路线的规划绿氢项目（含签约、备案、获批、EPC 招标等）中，碱性制氢项目数量占比为 77%，“碱性+PEM”组合制氢项目数量占比达到 12%，纯 PEM 制氢项目数量占比由 4%增加至 9%。从电解槽装机功率来看，碱性制氢装机占比为 93%，PEM 制氢装机占比从 2%上升至 6%，AEM 制氢规模也有所提升。与在建绿氢项目相比，规划绿氢项目 PEM 应用占比明显增加。随着技术进步和成本下降，PEM 制氢在未来市场的渗透率有望逐步提升。

图表 33 国内规划绿氢项目电解槽技术路线占比



数据来源：GGII，2025 年 5 月

AEM 制氢兼具碱性制氢和 PEM 制氢的优点，市场应用前景广阔。2024 年，海外 AEM 头部厂商 Enapter 全年新增订单金额高达 5300 万欧元，同比大幅增长 165%，显示出 AEM 制氢设备全球市场需求快速扩张。Enapter 预计 2025 财年收入将达到 3900-4200 万欧元，同比增长 83%-97%，同时公司计划通过优化生产流程和提高运营效率，努力实现盈亏平衡。2024 年以来，国内 100kW AEM 电解槽实现投运，同时多家电解槽厂商发布 MW 级 AEM 电解槽及系统产品。随着 AEM 技术成熟度不断提高，其应用场景将进一步拓宽，有望在绿氢项目中实现规模化应用。

2、海外市场需求分析

根据高工氢电产业研究所（GGII）统计，2024 年中国电解槽厂商国内公开中标邀标订单及海外签约订单量合计将近 2.6GW（不含中国能建 2024 年度集采），同比 2023 年大幅增长 1.6GW，主要得益于海外需求的迅猛增长。其中，2024 年中国电解槽厂商海外订单签约量合计达 1.7GW，较 2023 年增长 10 倍以上。

图表 34 2024 年中国电解槽厂商主要海外订单介绍

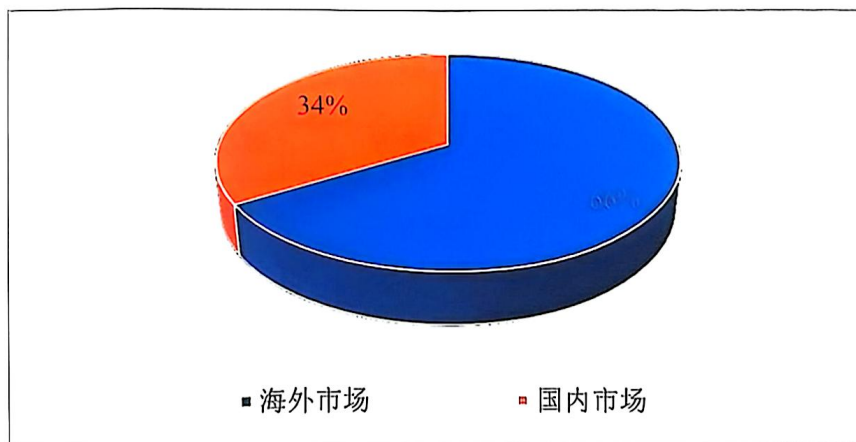
地区	项目名称	投资方	装机规模/MW	中标厂商
印度	印度 AM Green 公司首个百万吨级绿氨项目	AM Green 公司	640	考克利尔竞立
阿曼	印度 ACME 阿曼日产 300 吨绿氨项目	印度 ACME 集团	320	双良氢能、阳光氢能等
墨西哥	墨西哥 Oaxaca-H2Methanol 项目	美国 GLOBAL PARTSAUTO INC	300	安思卓
巴西	年产 90,000 吨可持续航空燃料（SAF）生产项目	巴西 H2B 可再生燃料公司	200	明阳氢能
西班牙	西班牙 Arbro 集团 韦尔瓦 160MW 绿氢项目	西班牙 Arbro 集团、天合集团	160	天合元氢

地区	项目名称	投资方	装机规模/MW	中标厂商
乌兹别克斯坦	ACWA Power 乌兹别克斯坦一期年产 3000 吨绿氢项目	ACWA Power	20	隆基氢能
澳大利亚	澳大利亚 Murray Valley 氢能公园	/	10	隆基氢能
塞尔维亚	塞尔维亚某 5MW 制氢加氢一体化项目	/	5	派瑞氢能

数据来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

从 2024 年国内电解槽厂商公开披露订单区域来源来看，国内市场公开中标量合计约 0.9GW，占比 34%；海外市场占比高达 66%，签约订单量合计接近 1.7GW，远超国内市场公开中标量。

图表 35 2024 年中国电解槽厂商公开中标及签约订单量占比



数据来源：高工氢电产业研究所（GGII），2025 年 5 月

3、市场需求预测

目前，碱性制氢凭借性价比优势，占据电解槽市场主要份额。碱性制氢技术成熟但适配风光波动性能较差，PEM 制氢适用离网制氢但单槽产氢规模小、成本高昂。随着国内 PEM 电解槽往大型化快速发展，在供应链成熟与技术进步的共同推动下实现快速降本。

“碱性+PEM”组合式制氢技术路线可兼顾经济性和适配风光电力波动性，逐渐成为大型绿氢项目的发展方向。2024 年以来，“碱性+PEM”组合制氢绿氢项目逐渐增多，PEM 制氢设备有望在大型绿氢项目中实现批量应用。

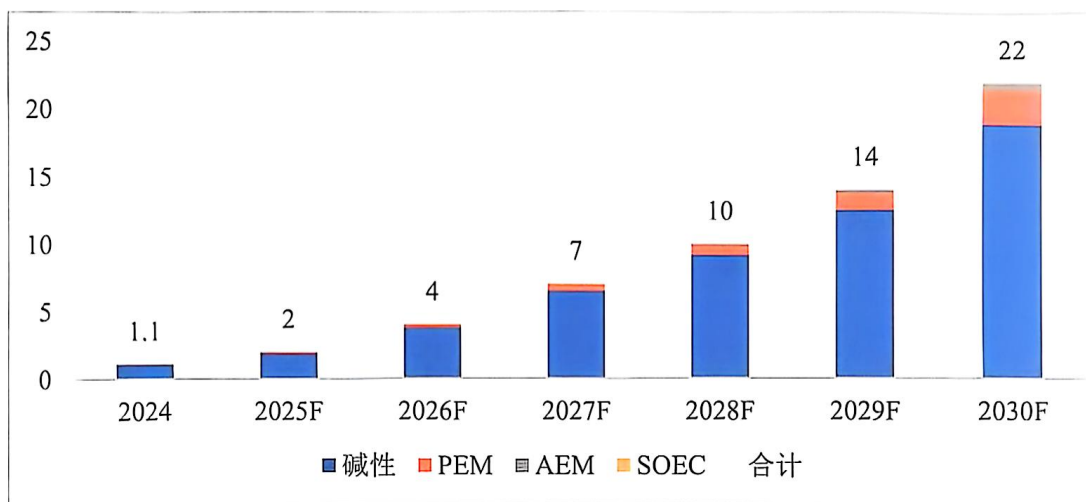
图表 36 国内部分“碱性+PEM”组合绿氢项目简介

序号	项目名称	碱性制氢 规模（MW）	PEM 制氢 规模（MW）	项目状态
1	内蒙古华电达茂旗 20 万千瓦新能源 制氢工程示范项目	55	5	建成
2	大冶市矿区绿电绿氢制储加用一体 化氢能矿场综合建设项目 一期	25	2	建成
3	吉电股份大安风光制绿氢合成氨一 体化示范项目	195	50	调试
4	洮南上海电气风电耦合生物质制绿 色甲醇一体化示范项目	40	1	调试
5	宁夏太阳山年产 10 万吨绿氢制储输 用一体化示范项目 一期	285	22	在建
6	晋储喀喇沁旗风光制氢一体化项目 制氢厂建设项目	170	10	规划
7	白城分布式发电制氢加氢一体化示 范项目	5	1	建成

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 6 月

GGII 乐观预计，随着国内绿氢项目不断落地，以及海外需求快速增长，2025 年国内电解槽出货量有望达到 2GW，到 2030 年有望快速增长至 22GW 以上。2024 年至 2030 年，国内电解槽出货量年复合增长率预计将达到 60% 以上。从技术路线来看，中短期内碱性制氢仍将是国内主流制氢路线。未来，随着 PEM、AEM 供应链不断完善，产品验证逐渐成熟，市场需求加速增长带动成本快速下降，碱性制氢市场应用占比将逐步下滑。

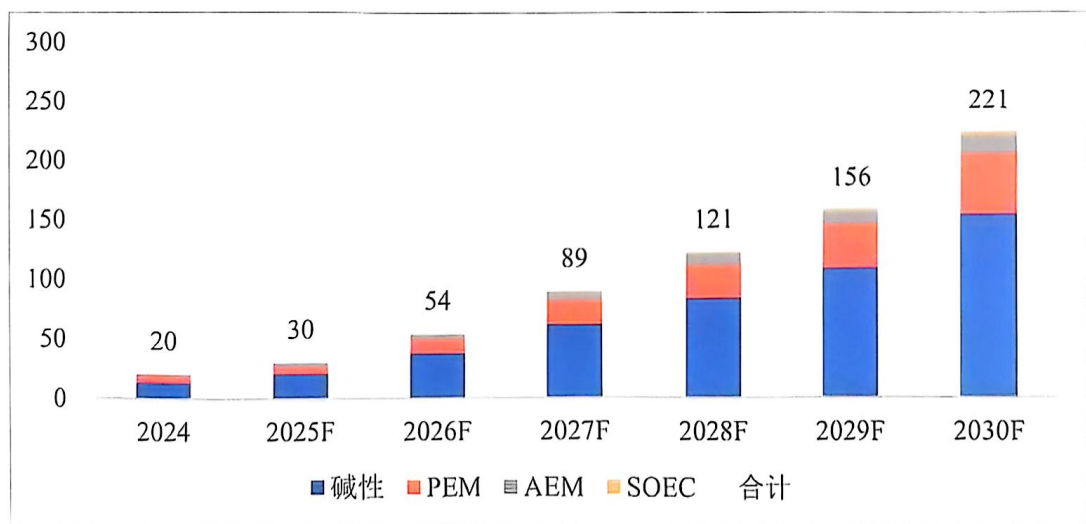
图表 37 2024-2030 年中国电解槽出货量及预测（单位：GW）



数据来源：GGII，2025 年 5 月

从电解槽系统市场规模来看，据 GGII 调研测算，2024 年中国电解槽系统出货规模达到 20 亿元，随着国内外绿氢项目持续推进，预计到 2030 年中国电解槽系统出货规模将超过 220 亿元，2024-2030 年市场规模年复合增长率达到 49% 以上。

图表 38 2024-2030 中国电解槽系统市场规模及预测（单位：亿元）



备注：以上电解槽系统包含电解槽、气液分离、氢气纯化等辅助设备，不含制氢电源

数据来源：GGII，2025 年 5 月

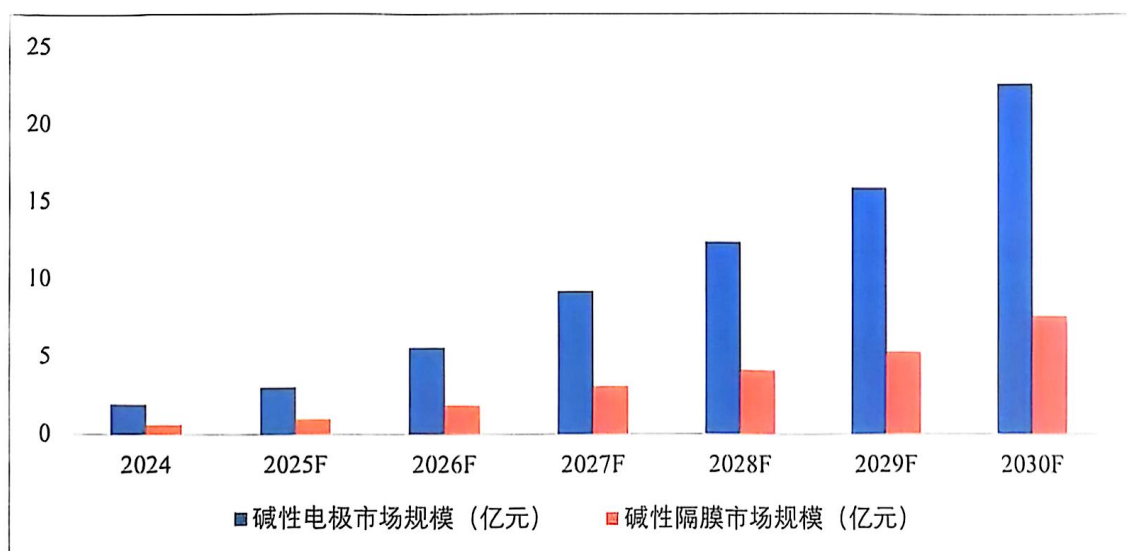
第二节 电解槽核心材料市场现状及前景

一、碱性电解槽核心材料市场现状及前景

目前碱性电解槽中仍以雷尼镍电极为主。以 1.85 米直径圆形雷尼镍电极（1000Nm³/h 电解槽常见规格）为例，市场价格约 1500-2500 元/片，1000Nm³/h 电解槽通常使用 500-600 片电极。根据 GGII 调研测算，2024 年国内碱性制氢电极市场需求面积约 41 万平方米，对应市场规模约 2 亿元。国内碱性制氢隔膜以 PPS 隔膜为主，其中国产 PPS 隔膜价格多在 300-400 元/平，进口 PPS 隔膜价格 400-500 元/平。近两年隔膜国产化率不断提升，同时国产碱性复合隔膜进入小批量应用阶段。按照碱性电解槽出货需求测算（1000 标方电解槽约使用 1200 平米隔膜），2024 年国内电解槽出货量对应隔膜市场需求约 24 万平方米，对应市场规模约 0.7 亿元。

GGII 预计，2030 年国内碱性制氢电极和隔膜的市场需求规模将分别增长至 23 亿元和 7.5 亿元以上。

图表 39 2024-2030 年国内碱性电解槽核心材料市场规模及预测（单位：亿元）



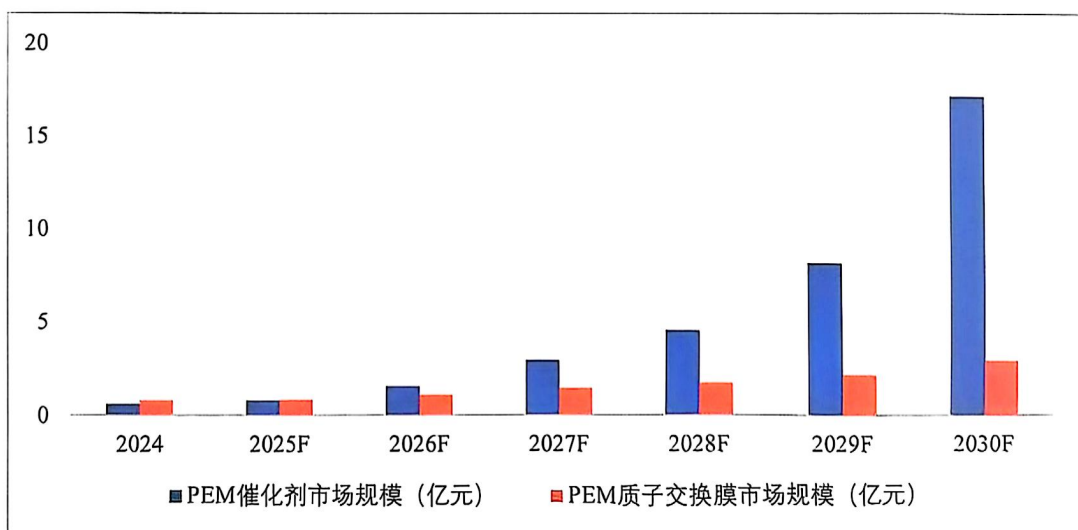
数据来源：GGII，2025 年 5 月

二、PEM 电解槽核心材料市场现状及前景

PEM 制氢催化剂主要使用铂碳和氧化铱催化剂，根据国内 PEM 电解槽实际出货口径测算，2024 年国内 PEM 制氢催化剂市场需求规模约 0.6 亿元。PEM 制氢用质子交换膜长期依赖美国科慕等进口品牌，其中工业级 PEM 电解槽质子交换膜国产化率不足 20%。国产质子交换膜推出时间较晚，产品耐久性和稳定性仍有待提升。2024 年国产质子交换膜价格在 4000-6000 元/平米，进口质子交换膜在 8000-10000 元/平米左右。据 GGII 调研测算，2024 年国内 PEM 电解槽用质子交换膜市场出货量接近 1 万平米（含氢健康产品、科研需求等），对应市场规模约为 0.8 亿元。

GGII 预计，到 2030 年，国内 PEM 制氢催化剂和质子交换膜市场需求规模将分别增长至 17 亿元和 3 亿元以上。PEM 制氢核心材料部件还有气体扩散层，例如钛毡、碳毡等。

图表 40 2024-2030 年国内 PEM 制氢核心材料市场需求规模（单位：亿元）



数据来源：GGII，2025 年 5 月

第三节 制氢电源市场现状及前景

目前国内制氢电源市场以晶闸管电源为主，但 IGBT 电源市场份额呈现上升趋势。随着新能源制氢项目增加，尤其是离网制氢项目发展，IGBT 电源的优势逐渐显现。据 GGII

调研目前 5MW 晶闸管整流器价格 20-30 万元，搭配变压器后整套价格在 100 万元左右，而 5MW IGBT 电源配上变压器后价格在 150-200 元左右。国内制氢电源市场基本国产化，部分企业制氢电源出口海外，在全球市场具备一定竞争力。

图表 41 2024-2025 年国内制氢电源中标信息（部分）

序号	中标项目	制氢规模 (MW)	中标供应商	中标信息
1	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	70	中车时代	9 套 5MW 的晶闸管制氢电源，1 套 10MW 的晶闸管制氢电源
			中车时代	4 套 5MW 的 IGBT 制氢电源
2	中能建松原氢能产业园(绿色氢氨醇一体化)	336	英特利	30 套晶闸管制氢电源
			中车时代	16 套 IGBT 制氢电源
			阳光氢能	16 套 IGBT 制氢电源
3	国华沧州 10 万吨/年合成氨及配套项目	65	中车时代	13 套 5MW IGBT 制氢电源
4	新疆华电乌鲁木齐制储加氢一体化站项目	15	英特利	3 套 5MW 的 IGBT 制氢电源
5	吉电股份盐城绿氢制储运加用一体化项目	40	三一氢能 EPC	8 套 5MW 的 IGBT 电制氢电源

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

第四节 绿氢项目氢气储运市场现状及前景

一、储氢市场分析

绿氢项目储氢多配置球罐作为储氢容器，球罐受力均匀，占地面积小，更适合绿氢项目应用场景。目前大型绿氢项目中，常见球罐规格为 1500-3000m³，如内蒙古四子王旗风光储氢氨一体化示范项目配置 36 个 2000m³ 球罐；中能建松原氢能产业园（绿色氢氨醇一体化）项目配置 14 个 2500m³，1 个 1500m³ 球罐。截止到 2025 年 5 月，国内在建及规划绿

氢项目制氢规模超过 110GW，单项目制氢规模不断增大，球罐也需朝着大型化、集约化的方向不断发展，节省占地面积并提高储存效率。

图表 42 国内部分绿氢项目储氢罐配置

序号	项目名称	项目状态	制氢规模 (MW)	氢气球罐规格
1	内蒙古四子王旗风光储氢氨一体化示范项目	在建	960	36*2000 m ³
2	鄂尔多斯市乌审旗风光融合绿氢化工示范项目	在建	280	6*1875 m ³
3	中煤鄂尔多斯能源化工有限公司 10 万吨年液态阳光——二氧化碳加绿氢制甲醇技术示范项目	在建	216	10*2000 m ³
4	中能建松原氢能产业园（绿色氢氨醇一体化）项目	在建	336	14*2000 m ³ +1*1500 m ³
5	深能鄂托克旗风光制氢一体化合成绿氨项目	在建	240	12*1875 m ³ +2*200m ³

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

二、运氢市场分析

三北地区风光资源丰富，具备推广可再生能源制氢的天然优势，但当地对绿氢消纳有限，可通过配套建设输氢管道，将绿氢运送到有绿氢应用需求的地区，促进绿氢规模化应用。2025 年 3 月 14 日，内蒙古能源集团子公司内蒙古蒙氢管网有限公司发布《内蒙古能源绿氢及绿色燃料管网第一阶段重点工程前期工作及可行性研究项目招标公告》，项目分为 2 个标段 14 条管线，包括 10 条绿氢管道、3 条绿醇管道、1 条绿氨管道，设计绿氢管道运输量高达 500 万吨/年。该管网全长 4400 公里，途径内蒙古、宁夏、陕西、京津冀、辽宁等七省（市、自治区），将内蒙古丰富的绿氢资源输送到京津冀、东北等氢气消纳场景，填补区域能源缺口，减少能源浪费，实现新能源的高效利用。

氢气的存储与运输是连接生产端与需求端的关键环节，随着绿氢需求量的增长，市场针对输氢管道、储氢容器和氢气压缩机的需求将不断增长。2024 年，《氢气输送工业管道技术规程》、《氢气输送管道完整性管理规范》、《氢气储输管道用钢管国家标准》等文件发布，从材料选择、管道设计、运行维护等多方面进行了规定，弥补了输氢管道建设标准空缺，推动输氢管道建设的标准化和规模化。

图表 43 国内绿氢项目输氢管道建设情况

序号	时间	项目名称	项目状态	具体信息
1	2024.4	内蒙古乌兰察布至京津冀地区氢气输送管道示范工程	环评	拟建内蒙古乌兰察布至京津冀地区氢气输送管道示范工程，管道全长约 1145km，管径 DN457、DN610，管道近期设计输量为 10 万吨/年，远期规划输量为 50 万吨/年
2	2024.11	包头-临河输气管道工程	建成	国内首条具备掺氢输送能力的长距离高压管道项目，实际全长约 249 公里，管径 D457mm，设计压力 6.3 兆帕，管道年设计输气能力 3.93 亿立方米，增压后可实现 20 亿立方米/年
3	2024.12	康保-曹妃甸氢气长输管道项目	勘察测量	管道起自康保制氢和液化工厂，途经张家口市、承德市和唐山市 3 市的 20 个县区，终至唐山市曹妃甸区。总长度约为 1037.82 公里，管道设计压力 7.2MPa，管径为 DN813，设计年输送氢气量 155 万吨
4	2025.1	中能建石家庄鹿泉商用绿氢管道	在建	国内首条产销一体区域商用纯氢管道，管道总长度 49.5 公里，其中干线 45 公里，管径 DN150（设计输量 4000 吨/年）；支线 4.5 公里，管径 DN80（输量 800 吨/年），设计压力 3.9MPa
5	2025.1	中能建深圳能源纯氢输送管道工程	建成	内蒙古自治区的首条绿氢输送管道，主要用于连接深能厂区光伏制氢站与润阳悦达厂区

序号	时间	项目名称	项目状态	具体信息
				间氢能输送。长度 1.25 公里，管径 DN150mm，设计输量 5000 标方/小时
6	2025.3	内蒙古能源绿氢及绿色燃料管网第一阶段重点工程	可研	打造“一干双环四出口”的绿氢输送管网，全面打通蒙京津冀、蒙陕、蒙宁、蒙辽等多条绿氢外送通道。分为 2 个标段 14 条管线，包括 10 条绿氢管道、3 条绿醇管道、1 条绿氨管道；共计 4400 公里

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

第四章 中国绿氢产业典型示范项目分析

第一节 工业领域绿氢示范项目

国华沧州 10 万吨/年合成氨及配套项目

一、项目概况

国华沧州 10 万吨/年合成氨及配套项目规划在沧州临港经济开发区东区建设一个年产 10 万吨合成氨的工厂。工厂采用光伏和风电作为供电来源，通过电解水制氢，再与制氮装置混合产出合成氨。项目制氢规模为 $1300 \text{ Nm}^3/\text{h}$ (1747 t/a)，采用 13 台 $1000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 碱性电解槽，2 套 $4000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 气液分离装置，2 套 $5000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 氢气纯化装置。

二、经济性分析

项目一期制氢规模为 65MW，所产氢气用于合成氨。据 GGII 测算，当风光电价为 0.3 元/kWh 时，项目单位制氢成本为 17.26 元/kg，接近天然气制氢成本的上限水平。

图表 44 国华沧州 10 万吨/年合成氨及配套项目一期 LCOH 测算

项目		单位	数值	备注
绿氢年产量		吨/年	10089	项目设计值
制氢电费成本	年制氢量	亿 Nm^3	1.13	项目设计值
	电价	元/kWh	0.3	电力采用上游光伏、风电电站供电
	年耗电量	亿 kwh	5.537	假设电耗为 $4.9 \text{ kWh}/\text{Nm}^3$
	年制氢电费	万元	16611	
制氢水费成本	水价	元/吨	4	
	单位制氢耗水量	kg/Nm^3	0.8	假定水耗为 $0.8 \text{ kg}/\text{Nm}^3$

项目		单位	数值	备注
	年制氢量	亿 Nm ³	1.13	
	年制氢水费	万元	36.1	
制氢设备 折旧成本	设备价格	万元	5678	据中标第一候选人报价测得
	设备折旧年限	年	10	
	设备年折旧额	万元	567.8	不考虑残值
制氢运维 成本	年人工成本	万元	200	
制氢总成本		万元	17414.9	
单位制氢成本		元/kg	17.26	

数据来源：公开资料，GGII，2025 年 5 月

大唐多伦风光一体化制氢项目

一、项目概况

大唐多伦风光一体化制氢项目，紧邻大唐内蒙古多伦煤化有限责任公司。项目新建 120MW 风电，30MW 光伏，新建额定产氢量 14000Nm³/h，最大产氢量为 15400Nm³/h 的电解水制氢装置。其中，生产单元包括：电解水制氢、氢气储存与外送及辅助设施等，所产氢气送至多伦煤化工甲醇合成原料气入口管线，替代部分现有多伦煤化工生产的灰氢。

该项目电解槽配置：水电解制氢单元设备 4 套，其中 3 套 4000Nm³/h 水电解制氢单元设备（单套配置为 4*1000 Nm³/h 电解槽+4000 Nm³/h 气液分离器+4000 Nm³/h 纯化装置）、1 套 2000 Nm³/h 水电解制氢单元设备（单套配置为 2000 Nm³/h 电解槽+2000 Nm³/h 气液分离器+2000 Nm³/h 纯化装置）。电源配置：9 台 5MW 的晶闸管电源（8 备 1），4 台 5MW 的 IGBT 制氢电源，1 台 10MW 的晶闸管制氢电源。

二、经济性分析

据 GGII 测算，当风光度电成本为 0.198 元/kWh 时，项目单位制氢成本达到 13.2 元/kg，接近传统天然气制氢成本的平均值。

图表 45 大唐多伦风光一体化制氢项目 LCOH 测算

项目	单位	数值	备注
绿氢年产量	吨/年	6300	项目设计值
制氢电费成本	年制氢量	亿 Nm ³	项目设计值
	电价	元/kWh	电力来源风电占比 75%，光伏占 25%
	年耗电量	亿 kwh	假设电耗为 4.9kWh/Nm ³
	年制氢电费	万元	
制氢水费成本	水价	元/吨	
	单位制氢耗水量	kg/Nm ³	假定水耗为 0.8kg/Nm ³
	年制氢量	亿 Nm ³	
	年制氢水费	万元	
制氢设备折旧成本	设备价格	万元	据中标报价测得
	设备折旧年限	年	10
	设备年折旧额	万元	1190 不考虑残值
制氢运维成本	年人工成本	万元	250
制氢总成本	万元	8313.9	
单位制氢成本	元/kg	13.2	

数据来源：公开资料，GGII，2025 年 5 月

中能建松原氢能产业园（绿色氢氨醇一体化）项目

一、项目概况

中能建松原氢能产业园项目是首批“氢动吉林”的示范项目，聚焦绿电、绿氢、绿氨、绿醇一体化全链条发展，打造完整的制、储、运、加、消、研体系。项目一期总投资 69.46 亿元，规划建设配套建设 750MW 风电、50MW 光伏发电及年产 20 万吨级绿色合成氨和绿

色甲醇。制氢规模达 64800 Nm³/h，采用 64 套 1050 Nm³/h 电解槽、32 套 2100 Nm³/h 气液处理器和 8 套 8400 Nm³/h 氢气纯化设备。

二、经济性分析

据 GGII 测算，当风光度电成本为 0.183 元/kWh 时，项目单位制氢成本为 11.8 元/kg，低于天然气制氢成本均值，达到煤制氢成本的水平。

图表 46 中能建松原氢能产业园（绿色氢氨醇一体化）项目 LCOH 测算

项目		单位	数值	备注
绿氢年产量		吨/年	45000	设计值
制氢电费成本	年制氢量	亿 Nm ³	5.04	
	电价	元/kWh	0.183	中能建松原氢能产业园用电来源为自发风力发电占比 93.8%，光伏发电占比 6.2%
	年耗电量	亿 kwh	24.7	假设综合电耗为 4.9kWh/Nm ³
	年制氢电费	万元	45194	/
水费成本	水价	元/吨	4.75	
	单位制氢耗水量	kg/Nm ³	0.8	假定水耗为 0.8kg/Nm ³
	年制氢量	亿 Nm ³	5.04	按 1kg=11.2Nm ³ 换算
	年制氢水费	万元	191.5	/
制氢设备折旧成本	设备价格	万元	74460	据中标第一候选人报价测得
	设备折旧年限	年	10	
	设备年折旧额	万元	7446	不考虑残值
制氢运维成本	年人工成本	万元	250	
制氢年总成本		万元	53081.5	/
单位制氢成本		元/kg	11.8	/

数据来源：公开资料，GGII，2025 年 5 月

第二节 交通用氢领域示范项目

大冶市矿区绿电绿氢制储加用一体化氢能矿场综合建设项目

一、项目概况

大冶市矿区绿电绿氢制储加用一体化氢能矿场综合建设项目一期，规划总用地面积 24818m²，规划总建筑面积 4784.05m²，总投资 17828 万元。项目采用碱性电解水制氢技术+质子交换膜电解水制氢技术，制氢规模为 5400 Nm³/h (1747t/a)，采用 5 台 1000 Nm³/h ALK 电解槽，2 台 200 Nm³/h PEM 电解槽；2 套 2000 Nm³/h、1 套 1000 Nm³/h、1 套 400 Nm³/h 的气液分离装置和 2 套 2000 Nm³/h、1 套 1000 Nm³/h、1 套 400 Nm³/h 的氢气纯化装置。

二、经济性分析

项目制氢规模为 27MW，所产氢气用于加氢站供氢能公交加注氢气使用。据 GGII 测算，当制氢平均电价为 0.28 元/kWh 时，项目单位制氢成本为 19.9 元/kg，项目运营经济性高于传统加氢站外购氢气模式。

图表 47 大冶市矿区绿电绿氢制储加用一体化项目一期 LCOH 测算

项目		单位	数值	备注
绿氢年产量		吨/年	1747	设计值
年制氢量		亿 Nm ³	0.196	
碱性制氢电费成本	年制氢量	亿 Nm ³	0.181	碱性制氢占比 92.6%
	电价	元/kWh	0.28	项目 69%的用电来自谷电，31%来自光伏
	年耗电量	亿 kwh	0.887	假设综合电耗为 4.9kWh/Nm ³
	年制氢电费	万元	2483	/
PEM 制氢电费成本	年制氢量	亿 Nm ³	0.015	PEM 占比 7.4%
	年耗电量	亿 kwh	0.075	假设综合电耗为 5kWh/Nm ³
	年制氢电费	万元	210	

项目		单位	数值	备注
水费成本	水价	元/吨	4.19	
	单位制氢耗水量	kg/Nm ³	0.8	假定水耗为 0.8kg/Nm ³
	年制氢量	亿 Nm ³	0.196	按 1kg=11.2Nm ³ 换算
	年制氢水费	万元	6.57	/
制氢设备 折旧成本	设备价格	万元	7794.8	据中标第一候选人报价
	设备折旧年限	年	10	
	设备年折旧额	万元	779.48	不考虑残值
制氢运维成本	年人工成本	万元	100	项目运营期新增员工 10 人。假设 平均人力成本为 10 万元
制氢年总成本		万元	3479.05	/
单位制氢成本		元/kg	19.9	/

数据来源：公开资料，GGII，2025 年 5 月

第五章 中国绿氢产业链代表企业介绍

第一节 电解水制氢装备代表企业

深圳市润世华氢能源有限公司

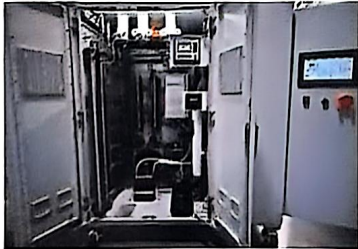
1、公司介绍

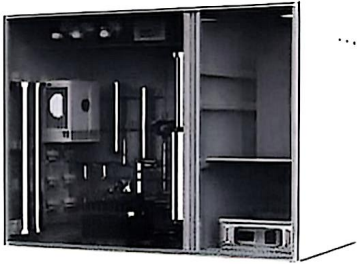
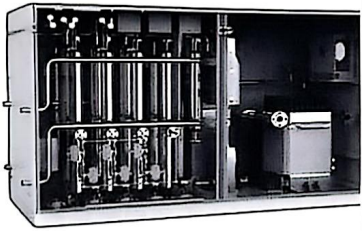
深圳市润世华氢能源有限公司所属广东省润世华控股集团有限公司，成立于 2019 年 8 月，位于深圳市龙岗区，国家高新技术企业，工信部“专精特新”企业。公司拥有质子交换膜（PEM）水电解制氢系统、EMS 能量管理系统、CVM 电压巡检装置等核心产品，并提供与再生能源+PEM 电解水制氢项目总承包等能量高效管理和应用服务。

主要产品既可面向小型制氢设备的工商业用户，亦可实现大型风、光场站离网制氢，真正实现风光储氢一体化应用，与集团核心发电业务板块上下游联动，实现产业协同，优势互补。具有高安全、高效率、高动态、高智能的技术特点，是中国最具科技创新力的可再生能源制氢企业之一，为全球新能源客户提供绿氢制取、氢氨储能的解决方案及产品服务，为不同应用场景提供一站式解决方案，助力客户成为具有全球影响力的绿氢领跑者。

2、产品介绍

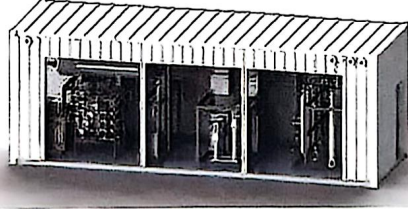
图表 48 润世华氢能源主要产品介绍

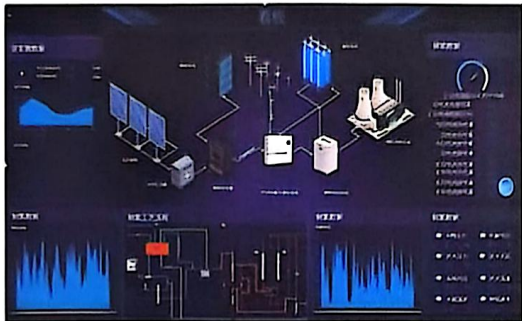
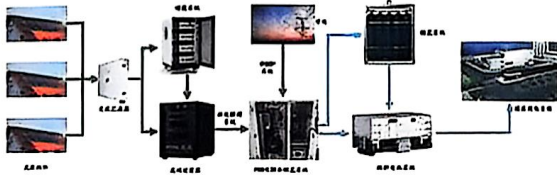
产品	氢气产量	氢气纯度	环境温度	工作压力	电解效率
	0.6-1 Nm ³ /h	99.99999 %	5~65 °C	0~3 Mpa (压力可 调)	>82.2%

产品	氢气产量	氢气纯度	环境温度	工作压力	电解效率
RSH@-0.6~1 制氢系统					
 RSHS@-1~6 制氢系统	1-6 Nm ³ /h	99.999%	5~65 °C	0~3 Mpa (压力可 调, 氢氧 双侧高 压)	>82.2%
 RSHM@-10~50 制氢系统	10~50 Nm ³ /h	99.999%	5~65 °C	0~3 Mpa (压力可 调)	>80%
 RSHL@-100~200 制氢系统	100~200 Nm ³ /h	99.999%	5~65 °C	0~3 Mpa (压力可 调, 氢氧 双侧高 压)	>78%

产品	氢气产量	氢气纯度	环境温度	工作压力	电解效率
 制加氢一体站	200 Nm ³ /h	99.999%	5~75 ℃	0~3 Mpa (压力可 调)	>78%

3、核心技术

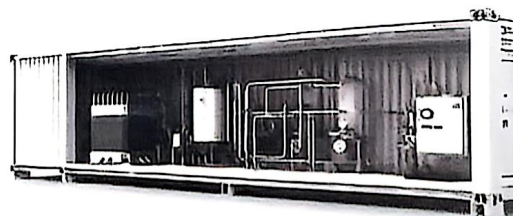
核心技术	技术水平	技术发展趋势
PEM 制氢系统	通过多学科、跨尺度联合仿真计算，完成电解槽换热量、换热器、水泵、管道直径、压降及不同工况下系统模型，根据需求对设备进行定制化设计，可满足客户不同需求定制化设计，氢氧双侧差压式、恒压式，双塔 PSA 变压吸附纯化、三塔 TSA 变温吸附纯化，产氢纯度最高可达 99.99999%；运行环境温和，风光耦合性能高，完美适配风电、光伏波动性特点；具有高安全、高效率、高动态、高智能的技术特点 	推进标准化与模块化设计：当前氢能项目多依赖定制化设计，需通过标准化降低建设周期和成本。推动行业统一技术标准，促进产业链协同发展
EMS 能量管理系统化氢工艺与氢能	结合制氢系统、智能系统控制与数字化技术突破现有技术瓶颈，开启可再生能源离网制氢生产数据采集与管理新思维，最终实现制氢生产	AI 驱动的预测控制：利用机器学习模型预测风光发电波动，动态调整电解功率与纯化流程，实现效率最大化

核心技术	技术水平	技术发展趋势
	“智能、高效、安全、可靠”运行，构建出一套适应数字化管理的一体化能量管理系统 	
EPC 一站式解决方案	润世华交钥匙方案提供可再生能源+PEM 电解水制氢项目总承包，包括项目前期开发，项目设计，项目施工建设，项目后期运维等全生命周期建设管理。该模式实现了绿电与绿氢之间的高效转换，对能量进行充分的管理和利用，为用户提供一站式交钥匙制氢解决方案 	源网荷储：深度融合多能互补与柔性制氢技术，通过风光储氢协同优化及智能算法动态匹配，最大化绿电利用效率；构建氢电双向互济网络，集成可逆装置与电网灵活交互，拓展氢能交通、工业及衍生品多元化应用场景；创新分级储运与数字化调度体系，实现氢能高效调配与供需精准衔接，同步推进模块化快速部署与智能运维

4、应用案例

案例 1	江苏常州某综合氢能项目
客户所属行业	PEM 电解槽厂商
项目需求点	集测试、生产为一体的 PEM 水电解制氢设备
面临挑战	安全稳定高纯度的现场制氢测试电解槽需求
项目应用核心技术点	兆瓦级 PEM 电解水制氢设备通过测试与生产深度耦合的一体化设计，实现研发验证与规模化制造的高效衔接。其核心在于将实验室研发技术快速转化为工业级产品；采用模块化电解槽结构，通过预

	装测试平台对膜电极、催化剂等关键材料进行性能验证与工艺优化，同步完成生产线的标准化适配。 系统可结合风光波动模拟系统，在出厂前进行动态响应、宽负荷运行等全工况测试，确保投产后与可再生能源的实时匹配性；同时依托规模化产线（如千兆瓦级膜电极产线），实现“测试-改进-量产”闭环迭代，缩短技术转化周期，降低边际成本。 这种“边测试边生产”模式兼顾了产品可靠性与产业化效率，推动了 PEM 制氢技术从示范项目向大规模绿氢工厂的加速落地。		
解决方案	模块化高度集成设计：采用一体化撬装设计，将电解槽、电源、气液分离等系统高度集成，占地面积小，便于快速部署和扩展； 宽负荷波动快速响应：优化电解槽功率调节范围，支持宽负荷动态快速响应，提升与可再生能源的波动匹配性。 集测试、生产为一体的 PEM 水电解制氢设备，通过标准化工艺和规模化制造加速技术迭代和成本控制，属于国内顶尖、国际领先水平，具有里程碑意义。		
指标要求 1	氢气纯度>99.999%	指标要求 2	最大产气量≥ 200Nm ³ /h
产品用量	200 标方制氢设备		
项目成效及效益体现	项目为兆瓦级测试和生产一体设备，可实现快速研发验证并为规模化生产提效，实现了“测试-改进-量产”的闭环迭代，加快了技术从示范到规模应用的落地速度。		
产品图片			

案例2名称	甘肃兰州某综合氢能项目		
客户所属行业	三桶油		
项目需求点	“制-储-运-加-用”一体化综合氢能站		
面临挑战	耦合光伏风电等可再生能源，实现离网和分布式制氢，需要具备较高的响应速度和较小的占地面积。		
项目应用 核心技术点	实现了可再生能源+PEM 电解水制氢项目总承包 EPC，包括项目前期开发，项目设计，项目施工建设，项目后期运维等全生命周期建设管理。 PEM 制加氢一体站的解决方案通过技术创新与系统集成，实现了制氢、储氢、加氢环节的高效协同，一体站采用撬装式模块化设计，集成制氢机组、储氢罐、压缩设备和加氢机等核心组件，占地面积小且部署灵活。 结合光伏、风电等可再生能源绿电资源，实现零碳制氢，通过“绿电-制氢-储运-加注”全链条整合，降低氢气运输成本，兼具经济性和环保性。		
解决方案	应用场景：加氢站建设、大型化工工业、可再生能源氢储能项目等氢气需求量较高的产业。 技术优势：较强的抗波动性、快速的反应时间与快速高效的制氢能力，可以满足用氢端间断的用氢需求。		
指标要求1	最大产气量≥100Nm³/h	指标要求2	制氢效率>80%
产品规格	100 标方 PEM 电解水制氢设备		
项目成效及 效益体现	全流程零碳排放，助力“双碳”目标，推动氢能技术发展和应用； 模块化设计减少设备投资，进一步降低绿电制氢的能源成本，推动规模化生产应用； 解决氢气运输难题，就地制氢避免长距离运输和储存，节省物流成本并提高使用安全性。		
 			

青骐骥中能（江苏苏州）氢能源科技有限公司

1、公司介绍

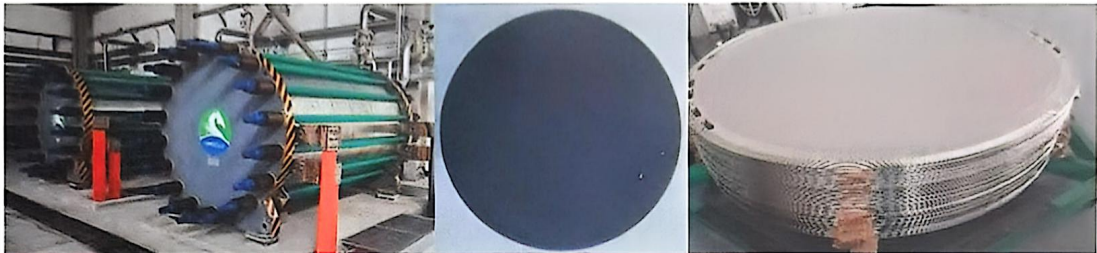
青骐骥中能（江苏苏州）氢能源科技有限公司（以下简称“青骐骥”）聚焦氢能技术研发、装备制造与产业化应用，是国内氢能领域全产业链布局的领军企业。公司以绿氢装备技术创新为核心战略，重点布局电解槽核心材料与关键部件研发，在电极催化剂、双极板以及电解槽结构优化设计方面取得了突破性进展，构建了从关键材料到系统集成的全链条自主创新体系。

青骐骥是目前国内绿氢电解槽领域产业链最齐全、最完整的企业之一，核心材料自给率达到 68%以上，其中制氢催化剂技术、双极板产能全行业领先。青骐骥建立了苏州材料研发中心和酒泉电解槽测试中心，已形成氢能材料研发、装备制造、系统集成、测试认证的完整生态链。

2、产品介绍

图表 49 青骐骥主要产品介绍

产品类别	碱性电解槽	电极催化剂	双极板
参数 1	0.3-3000Nm ³ /h 全规格 碱性电解槽	非贵金属镍基合金	平板+支撑网结构，也可配合客户生产乳突结构双极板
参数 2	直流电耗 3.92kWh/Nm ³ H ₂ @2500A/m ²	催化剂额定电流密度≥ 5000A/m ²	采用复合镀镍工艺， 镀层孔隙率为零
参数 3	电流密度大于等于 4000 A/m ²	析氢过电位仅 -243mV (5000A/m ²)	极板平整度≤1mm
参数 4	系统负荷调节速率≥ 10%/s	电极经过停机反向电流耐受性测试 100 次以上，催化剂析氢性能无衰减	双极板经过 200 次启停测试，双极板镀层无蓝点

产品类别	碱性电解槽	电极催化剂	双极板
参数 5	宽负荷波动范围 15%-120%	通过成功应用案例验证了 产品的高活性、长寿命	长周期波动性电源条 件下电化学测试，极 板镀层无剥离、鼓泡
参数 6	工程投运一年以上实测 衰减率<0.1%/1000h	产品通过必维国际认证	产品通过必维国际认 证
			

3、核心技术

核心技术	技术水平	技术发展趋势
非贵金属镍基合金电极催化剂	1.青骊骥催化剂的析氢过电位仅为-175mV (@2500A/m²)、-243mV (@5000A/m²)；析氧过电位仅为 237mV (@2500A/m²)、268mV (@5000 A/m²)。相对于目前工业应用的催化剂，过电位降低了 15%。 2. 催化剂经过超声强度试验，平均失重率小于 2%。另外，在 180° 强化弯折实验中，催化剂无剥落情况，结合强度显著优于行业要求的 120° 弯折实验。 3. 催化剂具备耐反复启停和反向电流冲击能力，经过多次反向电流冲击验证，析氢析氧性能无衰减，适配电解槽反复启停的运行工况。	在推进碱性电解水制氢技术发展的过程中，当前电极催化剂面临的核心挑战在于其机械强度不足，以及在系统启停或波动时难以承受反向电流冲击。这些缺陷直接制约了电解槽的效率和长期稳定运行。 为了系统性解决这一系列相互关联的问题，关键在于革新催化剂的合成与结构设计方法。通过“自活化催化层构建技术”显著提升物理层面的结构完整性和抗气体剥离性能；同时，结合“声波耦合合成技术”，在制备过程中精准控制镍基等活性材料的纳米结构生长、分散度及其与导电基底的结合强度，从材料本征层面大幅提升其晶格稳定性和抗电化学腐蚀能力，特

核心技术	技术水平	技术发展趋势
		别是增强其在苛刻的反向电流冲击下的耐受性。
碱性电解槽的结构设计优化	1.单位面积产气量提升：1000Nm³/h 电解槽的运行电流密度由 3000A/m² 提升到了 4000A/m²，单位面积产氢量分别提升了 33%；1300Nm³/h 电解槽的运行电流密度由 3000A/m² 提升到了 5000A/m²，单位面积产氢量分别提升了 66%。 2.制氢能耗下降：直流电耗由 4.3-4.5kWh/Nm³ H₂ 下降至 3.92kWh/Nm³ H₂ (@2500A/m²)，能耗降低了 8-13%。 3.电解槽小型化、轻量化：1000Nm³/h 电解槽长度由传统的 5.6m 减少至 4.9m，降低了 12.5%；重量由 50t 减轻到 41t，降低了 18%。	重点解决高电流密度运行下的热管理和气体分离效率问题，进一步提升电解槽的整体性能。 通过优化电解槽结构，使用新型改进材料，减少冷热交替的影响，使电解槽具备良好的动态响应能力。同时，利用青骊自主研发的高性能催化剂，使电解槽具备能耗低、衰减率低等优势。
双极板制造工艺	1.开发化学镀和电镀耦合的复合镀镍工艺。化学镀不受极板尺寸、性状和导电性的限制，镀层更加均匀，厚度偏差可以控制在±5%以内；电镀工艺的进一步耦合，保障镀层厚度满足耐腐蚀的要求，将孔隙率（蓝点率）降低至 1 个/m² 以下，显著优于行业内低于 5 个/m² 的要求。 2.设计开发了从极框卷制、到极板焊接、再到孔槽车铣等双极板加工全流程工序，双极板加工能力达到 10 万片/年，是目前全行业产能最大的企业之一。其中，极框和极板间采用激光焊接工艺，焊缝余高不大于 1.2 mm，极板焊接应力消除后不平度偏差<1mm，极大提升了电解槽装配过程精度控制能力。 3.经 CNAS 实验室和必维集团均对双极板进行了检测验证。报告表明青骊双极板镀层无孔隙、无剥离、盐雾试验中保护等级达到 9 级，为同行业中最高标准。	使用新型密封材料和结构设计有效解决传统双极板在高电流密度运行下的泄漏问题，优化后的流道设计和极板厚度进一步降低了电阻损耗，提升电解槽的整体效率。 开发无硫、无磷双极板镀镍工艺，进一步提升镍层结构的致密性，同时提升镀层硬度，增强其耐碱液冲刷磨损的能力。

4、应用案例

案例 1	中石油玉门油田规模化可再生能源制氢项目
客户所属行业	石油化工
项目需求点	解决企业用氢需求
面临挑战	该项目系中石油集团首个规模化可再生能源制氢项目
项目应用核心技术点	1.直流能耗：3.92kWh/Nm³ H₂@2500A/m² (4.13kWh/Nm³ H₂@4000A/m²) 2.负荷调节范围：30%-120% 3.冷启动时间：<45min 4.热启动时间：<1min 5.性能衰减：<0.1%/1000h
解决方案	该项目系中石油集团首个规模化可再生能源制氢项目，青骊骥是该项目一期二期唯一中标单位。青骊骥创造了行业内最快的交货速度：2 个月设备到场、3 个月完成安装、4 个月实现产气，累计运行超过 3500h，衰减率<0.1%/1000h，是目前少数几个长期在运行的项目。 电解槽整体表现：能耗低、操作范围宽、性能衰减小。 规模：4 台 1000Nm³/h 电解槽+4000Nm³/h 分离纯化系统。 成果：直流电耗 3.92kWh/Nm³ H₂，衰减率<0.1%/1000h，项目投运数据通过中国氢能联盟、必维国际双重认证。
产品用量	4 台 1000Nm ³ /h 电解槽



案例 2	华能集团张掖光伏制氢示范项目
客户所属行业	新能源发电
项目需求点	氢能交通需氢
面临挑战	光伏离网制氢
项目应用核心技术点	1.额定电密：5000A/m ² 2.负荷调节范围：15%-120% 3.负荷调节速率：10%/s 4.冷启动时间：<45min 5.热启动时间：<1min
解决方案	青骊驥 1300Nm³/h 电解槽在该项目中实现 15%-120%宽负荷调节，具备了匹配风光发电波动性的工业级调节能力。该项目系目前央企已投运工程项目中指标要求最高的项目之一。 创新点：电解槽长度 4.6 米（行业平均 5.6 米），功率调节范围 15%-120%，电流调节速率达 10%/s。通过 TÜV 现场测试。
产品用量	1 台 1300Nm ³ /h 电解槽



第二节 电解槽核心材料代表企业

上海莒纳新材料科技有限公司

1、公司介绍

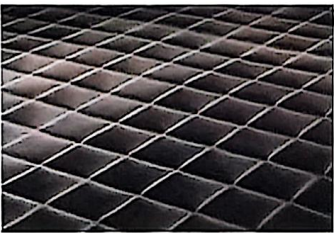
莒纳科技成立于 2019 年，是一家高新技术企业，一直聚焦电催化材料科技的创新与产业应用，致力于成为绿氢电极材料科技的领跑者，是全球第二家可生产 12000A 电极的供应商、全球少有的同时拥有碱性电解水技术（ALK）、质子交换膜电解水技术（PEM）、固体聚合物阴离子交换膜电解水技术（AEM）三大技术储备的高新技术企业。

公司技术团队由来自中科院硅酸盐所的研发人员领衔，管理团队则由全球 500 强跨国公司高管组成，中西合璧的创业团队既具备全自主的创新能力，又拥有国际化的经营理念。

目前公司在电催化材料领域已取得及申报 194 项国家发明/实用新型专利、10 多项技术秘密，并获得两轮融资，共计 1.5 亿元，以此快速实现了该项“卡脖子”技术的成果转化。

2、产品介绍

图表 50 莒纳科技主要产品介绍

产品矩阵高清图		
		
JA 产品	JP 产品	JE 产品

JA 系列-万安级高性能碱液电极	
电流密度	1000 - 11900 A/m ²
尺寸	≤ 1900 × 1900 mm
厚度	0.5-5.0 mm
催化剂成分	Ni、Pt 等
析氧过电位 η_{10}	≤ 250 mV@10mA/cm ² @25°C
析氢过电位 η_{10}	≤ 90 mV@10mA/cm ² @25°C
基底材料	泡沫镍、镍网、镍毡等

产品	JP 系列-面向氢能市场的超低成本 JP20000 膜电极	JP 系列-面向氢能市场的高性能 JP30000 膜电极
电流密度	5000 - 20000 A/m ²	3000 - 30000 A/m ²
直流电压	1.6-1.85 V	1.5-1.9 V
性能	≤ 1.7 V@1A/cm ² 60°C	≤ 1.70/1.80 V/@2A/cm ²
阴极 Pt 载量	≤ 0.35mg/cm ²	≤ 0.35 mg/cm ²
阳极 Ir 载量	≤ 0.3-0.4 mg/cm ²	≤ 0.86 mg/cm ²
尺寸	定制各种规格	≤ 500× 600 mm
厚度	100 μm	70/150 μm
工作温度	RT-90 °C	RT-90 °C
质子交换膜	国产质子膜	50μm/127μm

JE30000 阳极-适用于弱碱环境的高活性、低成本扩散电极	
电流密度	10000 - 30000 A/m ²
工作电压	1.7-2.0 V
尺寸	可定制（最大宽幅 1200mm）
工作温度	25-80 °C
析氧过电位 η_{10}	230 ± 10 mV@10mA/cm ² @25°C
电极成型方式	GDE
基底材料	镍毡、泡沫镍等

3、核心技术

核心技术	技术水平	图例
原位沉积碱性电极制备技术	开创性采用原位生长工艺和电沉积工艺批量化制备出适用于工业碱性电解水制氢电极产品，该电极产品特点如下： 高电密：工业槽实测数据可达 $10000\text{A}/\text{m}^2@1.87\text{V}@85\pm 5^\circ\text{C}$ 低衰减：工业槽 $6000\text{A}/\text{m}^2$ 电流密度下运行 2500h 电压衰减率小于 1% 耐启停：启停累计~3000 次，电解槽正常运行	 配方及结构 ▷ 多活性位点组合优化配方 ▷ 尺寸精准调控的有序化纳米结构 工艺 ▷ 大面积催化剂均匀电沉积技术 ▷ 大面积催化剂原位化学合成策略及技术
全自主知识产权 PEM 膜电极量产工艺	PEM 制氢膜电极 JP 系列产品，阴极 Pt 载量低至 $0.35\text{mg}/\text{cm}^2$，阳极 IrO_2 载量低至 $0.86\text{mg}/\text{cm}^2$，降本约 20%。目前，第一代 JP-30000 膜电极已在 20 方工业槽验证中实现了 $1.84\text{V}@2\text{A}/\text{cm}^2$，$65^\circ\text{C}$，N115 的稳定运行；其改良型二代产品也已在实验室中实现了 $1.75\text{V}@2\text{A}/\text{cm}^2$，$65^\circ\text{C}$，N115 的稳定运行	 低 Pt 合金催化剂 阴极低铂 使用 Pt-M 合金涂层，增强活性位点协同作用，提高导电性促进电荷传递 ○ M 合金涂层 ● Pt 阳极低铂 采用自研铂壳结构，表面 IrO_2 原位生长于导电核心上，提高活性位点利用率，均匀包覆形成化学结合，增强结构稳定性 低 IrO_2 膜电极结构优化 ○ IrO_2 ● Ir Ir 基催化剂包覆

4、应用案例

案例名称	项目说明
JA 系列产品案例-普通电解槽应用项目	作为碱性电解水制氢核心部件供应商，莒纳科技自主研发的碱液电极已实现规模化应用。在与知名企业合作交付的 500 方项目中，莒纳碱液电极稳定运行，以低能耗实现高电流密度，极大提升了电解水制氢效率，降低整体生产成本，助力企业在相关业务中获得显著效益，增强市场竞争力。
JA 系列产品案例-燃料电池叉车市场项目	在燃料电池叉车应用领域，莒纳科技与头部企业深度合作，凭借先进的莒纳碱液电极技术，有效保障了燃料电池叉车高效、稳定运行。经实际应用验证，搭载莒纳电极的叉车优化了能源转化效率，缩短加氢时间，延长续航里程，让叉车在仓储物流等高强度作业环境下，也能持续高效工作，为燃料电池叉车的广泛应用提供了坚实支撑。

第六章 中国绿氢产业投融资分析

第一节 绿氢产业投融资动态

一、绿氢项目投融资动态

根据 GGI《中国电解水制氢项目数据库》，截止到 2025 年 5 月，国内在建及规划绿氢项目总投资高达 16600 亿元。绿氢项目具有前期投资大、建设周期长的特点，需要大量资金支持。央国企相较于民企拥有资金实力雄厚、政策支持力度大等优势，目前国内绿氢项目投融资呈现央国企为主，民企为辅的发展态势。

图表 51 国内部分绿氢项目投资规模介绍

序号	时间	项目名称	投资主体	项目状态	制氢规模 (MW)	投融资金额 (亿元)
1	2024.7	安达市天楹风光储氢氨醇一体化项目	中国天楹	环评	1400	169.5
2	2024.12	呼伦贝尔氢通风光制氢一体化项目	上海氢通能源集团	环评	200	18.51
3	2025.1	内蒙古华电乌拉特前旗 47 万千瓦风光制氢项目	华电集团	招标	253	37.57
4	2025.1	源网荷储新能源科技(丰镇市)有限公司丰镇市风光制氢一体化氢储能调峰电站项目	山西国际能源集团	招标	540	85
5	2025.1	中煤绿能(鄂尔多斯)能源科技有限公司乌审旗风光制氢一体化项目	中国中煤	备案	1080	172
6	2025.1	中能建敖汉旗及元宝山区风光制氢一体化项目（元宝山区制氢氨部分）	中能建	获批	322	19.5

序号	时间	项目名称	投资主体	项目状态	制氢规模 (MW)	投融资金额 (亿元)
7	2025.3	长春市风光绿色氢醇储一体化示范项目	长春龙源新能源有限公司	签约	420	28.77
8	2025.3	大冶市矿区绿电绿氢制储加用一体化氢能矿场综合建设项目一期	湖北光谷东国有资本投资运营集团	建成	27	34.37

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

二、绿氢产业环节投融资动态

1、电解槽产线投建

面对国内绿氢项目投建数量激增，电解槽厂商正加速产能布局以应对未来潜在市场需求。尽管电解槽市场长期稳步提升，但企业在产线投建中仍要考虑电解槽结构性产能过剩风险，并注重研发投入占比、企业现金流压力等，保障企业稳步、健康发展。

图表 52 2025 年国内部分电解槽厂商产线投建情况

序号	时间	企业名称	技术路线	新增产能	介绍
1	2025.1	派瑞氢能	碱性、PEM	2.5GW	中船派瑞氢能位于邯郸的装备产业园项目正式投产，该氢能装备产业园完全由派瑞氢能出资新建，项目建成后，氢能装备的产能将会由原来的 1GW 提升至 3.5GW
2	2025.1	永氢能源科技	碱性	2.25GW	永氢(内蒙古)能源科技有限公司 2.25GW 碱性电解槽产线落地内蒙古乌海市。一期建设电解槽体生产车间及配套公辅设施，年产 100 套 1000Nm ³ /h 电解槽。二期建设电解槽体生产车间，年产 150 套 1000Nm ³ /h 电解槽。三

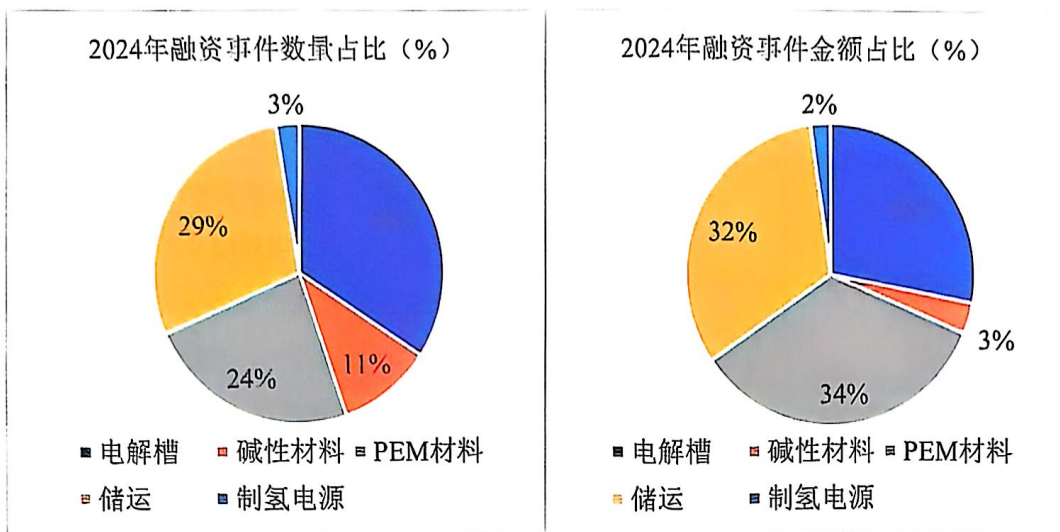
序号	时间	企业名称	技术路线	新增产能	介绍
					期建设电解槽体生产车间，年产 200 套 1000Nm ³ /h 电解槽
3	2025.1	毅镭新能	碱性	0.75GW	内蒙古毅镭新能源科技有限公司乌海市毅镭制氢设备生产基地建设项目备案。总投资 15000 万元，计划建设年产 150 台套 1000Nm ³ /h 碱性电解槽及其配套公辅设施等
4	2025.2	氢致能源	/	1GW	氢致能源常州生产基地已完成主体建设，项目一期已正式投产，产能达 500MW。公司计划 2025 年年中追加产线，届时产能将提升至 1GW
5	2025.4	中集中电	碱性	1GW	江苏扬州仪征开发区新能源产业链项目集中签约仪式上，中集中电绿氢零碳装备产业园项目签约。项目总投资 20 亿元，一期项目总投资 10 亿元，主要从事碱性电解水制氢设备生产、碱性电解水技术研发及绿氢制甲醇设备生产建成后可形成年产 1GW 电解槽的生产能力

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

2、电解水制氢设备及核心材料投融资动态

2024 年国内氢能制储运环节公开融资事件 38 起，披露融资金额 22 亿元。从电解槽环节来看，电解槽融资数量占比 34%，但融资金额占比 28%，随着电解槽行业竞争加剧，利润空间的下降让资本市场对电解槽项目投资更加谨慎。从 PEM 核心材料端来看，质子交换膜的研发及生产受到资本市场青睐，科润新材料 C+轮融资超 4 亿元，汉丞科技 B 轮融资 1.2 亿元用于生产线建设及扩产。从储运环节看，液态及固态储氢均为融资热门。

图表 53 2024 年国内氢能制储运环节投融资动态



资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

据 GGII 统计，2025 年 1-5 月国内氢能制储运环节公开融资事件 8 起，披露融资金额约 2 亿元。从融资轮次分布观察，获投企业多集中在天使轮至 A 轮区间，大量具备细分领域技术壁垒的创业团队正通过资本赋能，加速实现核心技术向商业化产品的转化。

图表 54 2025 年 1-5 月国内氢能制储运环节融资动态

序号	制氢相关环节	企业	融资时间	融资轮次	融资金额	投资方
1	PEM 电解槽	锋华氢能	2025.1	天使轮	千万	杭州科发临卓天使基金领投
2	碱性电极	力炆电极	2025.1	A 轮	/	扬州冀建投一期科技创业投资合伙企业
3	电解槽	锦美能源	2025.4	A 轮	数千万	/
4	电解槽	天芮科技	2025.4	天使轮	数千万	永鑫方舟领投，清新资本、某上市公司产业方跟投
5	固态储氢	镁源动力	2025.4	A 轮	数千万	中财融商、合肥创新投资
6	固态储氢	艾氢技术	2025.5	A 轮	数千万	池州投控

序号	制氢相关环节	企业	融资时间	融资轮次	融资金额	投资方
7	液态储氢	氢合科技	2025.5	天使轮	1500 万	浙大友创旗下基金
8	液态储氢	科安创能	2025.5	Pre-A+轮	数千万	熔拓资本领投，东方嘉富、中方财团跟投

资料来源：公开资料，GGII 整理，2025 年 5 月

第二节 绿氢产业投融资特点

一、制氢核心材料热度提升

制氢催化剂及隔膜/质子交换膜是电解槽性能提升的核心环节，受到资本市场广泛关注。2024 年以质子交换膜为代表的 PEM 核心材料融资金额占比 34%，反映了资方对 PEM 电解槽降本的关注。另一方面，获得投资的核心材料企业多为初创企业，通过投资技术验证期项目，具备技术创新能力且估值较低，投资回报前景被看好。

二、资本和企业更关注产业链协同发展

氢能产业链较长，涉及制储运加多个环节。投资者在选择标的时，更看重能够整合产业链资源的企业。企业在选择资方时，也希望资方具有产业链相关资源，比如投资过绿氢产业相关标的，或者具备央国企背景可增强企业拿单能力，纯粹的财务融资对企业吸引力下滑。资方和企业资源整合，产业链上下游协同发展，更有助于标的企业长久发展。

三、融资数量同比下滑，资方态度趋于谨慎

2025 年 1-4 月国内氢能制储运环节融资事件数量较上年下滑 33%。氢能产业发展速度不及行业预期，市场竞争激烈导致产品毛利率不断下滑，产业链上相关企业利润空间持续被压缩，直接削弱资方投资项目收益预期。另一方面，新型技术路线尚不成熟、核心材料国产化迟滞，使得投资风险敞口扩大。多重因素叠加下，资方更倾向观望技术路线成熟及规模应用场景验证，暂缓大规模投入以规避投资风险。

第七章 总结与展望

第一节 中国绿氢产业发展总结

上游制氢环节，碱性制氢技术凭借成熟工艺和低成本优势持续主导市场。针对市场主流需求，建议企业重点打磨 1000Nm³/h 级产品的运行稳定性，降低运维成本。碱性制氢动态响应速度慢、难以适应波动性电网，为更好匹配风光波动电力，碱性+PEM 组合方案开始受到下游业主关注，并有望真正实现离网制氢。大功率 AEM 电解槽新品频发，AEM 制氢集成技术快速发展，驱动 AEM 制氢商用进程加速。

碱性制氢核心材料环节，行业正处于国产碱性复合隔膜、新型高电密电极应用验证期，碱性电解槽性能指标不断刷新。PEM 制氢方面，降低电解槽中铱、铂等贵金属用量和质子交换膜成本是主要降本方向。AEM 制氢仍处于商业化初期，阴离子交换膜耐久性制约 AEM 电解槽使用寿命，未来随着产品验证成熟，有望逐步拓展应用场景。

氢能储运环节，短距离运输国内以“高压气态储氢”+“长管拖车运氢”为主，30MPa 氢气管束式集装箱开启商业化，有效提高单车运载能力、卸气量和运输距离，降低运输费用。长期来看，50MPa 级别高压氢气运输是行业发展方向。长距离运输以天然气掺氢管道运输作为过渡，但纯氢管道运输发展势在必行。随着氢液化装备和固态储氢材料技术进步、配套基础设施不断完善，整体应用成本降低，液态储氢、固态储氢有望迎来规模化应用。

第二节 中国绿氢产业展望

中国绿氢产业正迎来规模化发展的关键阶段，政策支持与技术创新共同驱动市场加速扩张。随着全球能源结构加速向低碳化转型，绿氢产业凭借其零碳属性与技术突破将会迎来爆发式增长。当前，国内绿氢项目进入集中建设与招标阶段，电解槽长时间运行稳定性及经济性成为产业规模化落地的关键因素，企业亟需强化产品可靠性验证，提升制氢效率。

未来，随着可再生电力成本逐步降低、电解槽提质降本，叠加碳税机制补贴，绿氢全生命周期生产成本（LCOH）将不断降低，下游应用将从交通领域向工业领域（合成甲醇、

合成氨、炼化等)、电力领域等场景不断拓展。

GGII 乐观预计,随着国内绿氢项目不断落地,以及海外需求快速增长,2025 年国内电解槽出货量有望达到 2GW,到 2030 年有望快速增长至 22GW 以上,2024-2030 年复合增长率预计将达到 60%以上。从技术路线来看,中短期内碱性制氢仍将是国内主流制氢路线。未来,随着 PEM、AEM 供应链不断完善,产品验证逐渐成熟,市场需求增长带动成本快速下降,碱性制氢市场应用占比将逐步降低。从电解槽系统市场规模来看,2024 年中国电解槽系统出货规模达到 20 亿元,随着国内外绿氢项目持续推进,预计到 2030 年中国电解槽系统出货规模将超过 220 亿元,2024-2030 年市场规模年复合增长率达到 49%以上。

中国电解槽企业出海正迎来战略机遇期,但也面临着诸多挑战。中东、北非及欧洲绿氢需求激增,为中国电解槽出口提供广阔的市场空间。凭借成本优势和成熟的供应链,中国企业极具竞争力,电解槽有望成为中国新能源装备出口的“第四大件”。然而,产品出口需要企业完善产品资质认证,深入了解各地区不同的产业政策,提升产品质量、售后服务和本地化运营能力。企业在积累自身产品优势、交付能力和服务质量的同时,可以通过开展本地化合作,创造与当地市场合作的机会,并借助海外金融工具降低出海风险,加速海外市场布局,系统性提升国际竞争力。

高瞻远瞩 工于精深

联系我们

高工氢电产业研究所 (GGII)

电话: 15622360391

邮箱: pl.liu@gaogong123.com



高工氢电
官方微信公众号



高工氢电
官方微信视频号



高工氢电
官方小程序