

行业报告：电力与氢能月报M8

2024年8月13日



中航证券有限公司  
AVIC SECURITIES CO., LTD.

## 电力等公共事业将成为投资优选；电解槽全链加速国产化

**行业评级：增持**

分析师：曾帅

证券执业证书号：S0640522050001

分析师：王卓亚

证券执业证书号：S0640523110001

股市有风险，入市需谨慎

■ **重点组合：皖能电力(月金股)、福莱特(月金股)、比亚迪、中国重汽A+H、亿纬锂能、天赐材料、恩捷股份、潍柴动力A、中集安瑞科H**

■ **月度投资观点：**

➤ **国内外宏观环境变化：**

1) 8月11日国务院发布《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，提到大力推动钢铁、有色、石化、化工、建材、造纸、印染等行业绿色低碳转型。到2030年节能环保产业规模达15万亿元左右。“十四五”时期严格合理控制煤炭消费增长，接下来5年逐步减少。加快西北风电光伏、西南水电、海上风电、沿海核电等清洁能源基地建设，积极发展分布式能源等，推进氢能“制储输用”全链条发展。到2030年，非化石能源消费比重提高到25%左右。深化电力体制改革，进一步健全适应新型电力系统的体制机制。到2030年，抽水蓄能装机容量超过1.2亿千瓦。

2) 8月2日国务院办公厅关于印发《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》的通知，明确指出“十五五”时期，实施以强度控制为主、总量控制为辅的碳排放双控制度。碳达峰后，实施以总量控制为主、强度控制为辅的碳排放双控制度。相较于能耗双控以能源消费总量和能耗强度为指标，碳排放双控则以碳排放总量和碳强度为管控指标。碳排放双控的覆盖面更广，更有利于可再生能源发展。同时，方案指出按照急用先行原则，聚焦电力、燃油、钢铁、电解铝、水泥、化肥、氢、石灰、玻璃、乙烯、合成氨、电石、甲醇、煤化工、动力电池、光伏、新能源汽车、电子电器等重点产品的碳足迹核算。考虑到2024年4月，欧盟发布的《电动车电池碳足迹计算规则草案及附件》，对于动力电池企业的碳足迹提出了较为严苛的标准，即除非使用直供电，否则电力碳足迹将按照整张电网的碳排放因子计算碳足迹。未来不排除向其他领域延伸该碳足迹标准。现阶段规范管理和核算国内重点行业的碳足迹，有助于提前防范和应对由于碳足迹核算标准差异带来的出口贸易障碍。

3) 8月4日国家发改委办公厅、国家能源局综合司《关于2024年可再生能源电力消纳责任权重及有关事项的通知》，根据《2024-2025年节能降碳行动方案》新设电解铝行业绿色电力消费比例目标，各省电解铝行业的绿电消费比例在25%~70%不等。电解铝企业绿色电力消费比例完成情况以绿证核算，2024年只监测不考核。电解铝行业用电成本占比超过40%，未来其他高能耗行业有望效仿该目标，从而拉动新能源的消纳。

4) 8月6日国家发改委、国家能源局、国家数据局制定了《加快构建新型电力系统行动方案(2024-2027年)》提出在2024-2027年重点开展9项专项行动，即电力系统稳定保障行动、大规模高比例新能源外送攻坚行动、配电网高质量发展行动、智慧化调度体系建设行动、新能源系统友好性能提升行动、新一代煤电升级行动、电力系统调节能力优化行动、电动汽车充电设施网络拓展行动、需求侧协同能力提升行动。从电网、煤电、储能、电动车等主体出发，在保证电网稳定、安全、灵活运行的情形下，推动提升电力系统的新能源消纳能力。

5) 风险提示及危中有机：乘联会数据，7月国内新能源车(狭义)销量渗透率达到51%。可以预见未来油电或同权，购置税减免或逐步退出。对于新能源汽车行业或有阶段性冲击，但行业可借此完成整合与淘汰。美国候选人川普释放的政策信号为增加传统能源开发，减少甚至禁止新能源补贴，以及增加贸易关税等。对中国国产工业品、中国企业在墨西哥等海外地区新建产能，都有可能产生较大冲击。据路透社报道，美国太阳能龙头Sun Power已于8月5日正式向特拉华州破产法院申请破产保护。据美国光伏保险网统计，仅2023年内全美破产的光伏企业就多达100多家，且自2023年以来全美共有16家大型光伏企业倒闭。全球光伏寒冬已至亦即春天不远。国内外光伏企业近期发生多起专利诉讼，其中涉及TOPCon技术较多，这有利于头部企业巩固优势，并抑制新产能的过度投放。

## ➤ 电力行业:

- 1) 据国家能源局, 1~6月全社会用电量4658TWh、同比+8.1%, 其中第一/二/三产业/城乡居民用电量分别为62.3/3067/852.5/675.7TWh、同比+8.8%/+6.9%/+11.7%/+9.0%、占比1.3%/65.9%/18.3%/14.5%(2023年为1.2%/65.8%/18.3%/14.7%)。
- 2) 据国家统计局, 1~6月全国发电量累计4435TWh、同比+5.2%, 其中火电/水电/核电/风电/光伏发电量分别为3005.2/552.6/212.2/475.5/189.9TWh、分别同比+1.7%/+21.4%/+0.1%/+6.9%/+27.1%、分别占比67.8%/12.5%/4.8%/10.7%/4.3%。
- 3) 据中电联, 截止6月底全国累计发电装机总容量为3071GW、同比+14.1%。其中, 风电和光伏装机分别467GW和714GW、合计约1181GW, 已超过煤电装机约1170GW。1~6月全国新增发电装机容量约153GW、同比+8.4%, 其中火电/水电/核电/风电/光伏分别新增18.3/5/1.2/25.8/102.5GW, 分别同比-29.9%/-6.9%/0%/+12.4%/+30.7%, 分别占比11.9%/3.3%/0.8%/16.9%/67.1%。
- 4) 据中电联, 1~6月电力交易中心累计交易电量达到28470.3亿千瓦时, 占全社会用电量的61.10%。其中, 中长期电力交易/现货交易占比分别约为78%/22%, 省内交易/省间交易占比分别约为80%/20%。
- 5) 据中电联, 1~6月全国电力工程投资完成额5981亿、同比+11.3%。其中, 电源投资完成额3441亿、同比+2.5%、高基数下保持稳步增长; 电网工程投资完成额2540亿、同比加速至+23.7%。1~6月火电/水电/核电/风电/太阳能分别完成投资535/345/407/790/1634亿元、同比+26.6%/-13.2%/+13.5%/+0.2%/-1.5%。电网工程投资增速自3月以来持续超过电源工程、且增速差距存在扩大趋势。
- 6) 电力行业观点: 据中电联, 预计2024年全社会用电量9.8万亿千瓦时、同比增长6%左右。第二产业受出口影响最大, 随着海外重化工与高端制造产业转入, 以及本土产业升级, 预计未来能源与重化工领域将保持增长, 且此部分工业的用电量远超轻工业。互联网大数据与AI算力行业、交通电动化快速发展, 由此带来第三产业用电量快速增长, 并将在未来几年保持引领作用。可以预见, 随着电气化、数智化和新能源产业的蓬勃发展, 用电量增速表现或将好于工业增加值增速。

火电、核电、水电等传统电源可通过改造可提供调峰、调频等辅助服务。传统电源可提供可靠的容量冗余确保电力用户的需求得到实时满足。未来老能源在电力体系中的定位和角色将向促进新能源消纳的支撑性电源转变, 将发挥提供电量以外的其他作用和服务。从机制设计角度, 电力市场化交易或是新能源并网消纳的大趋势。传统电源、调节性电源提供电力辅助服务的成本与收益价值有望得到重估。叠加老能源出力稳定, 相关龙头发电公司具备行业垄断性地位, 资金周转和收益率表现良好。据北极星电力网不完全统计, 2023年至2024年3月末, 28个省份的240个火电项目取得核准、开工、签约等重要进展。2022年和2023年均十有十台核电机组获得核准, 均创下近十年来新高。预计火电和核电的新机组将有序投产。自2024年初以来火电、核电的投资完成额增速持续超过风电和光伏。电力作为生产和社会活动的主要能源, 在社会用电量稳步增长的背景下, 叠加新型电力系统中老能源的改造扩容和价值重估, 火、水、核等老能源头部企业EPS和分红增长的确定性较强。在用电量增速超过工业增加值增速的经济环境中, 电力龙头“现金牛”价值有望更加凸显。随着新能源消纳能力的提升, 风光等新能源发电资产收益率的稳定性有望提升, 发电装机规模大且稳步增长, 并拥有优质风光发电资产的企业有望充分受益。有望重点关注: 中国核电、皖能电力、国电电力、龙源电力等。

在建设新型电力系统的背景下，新能源装机比例和发电量占比持续提升。新能源电站和负荷侧新型主体的大规模集中接入会对电网的稳定运行产生冲击。今年以来国内电网投资不断提速，并自3月以来持续超越以风光为代表的电源工程投资。国家电网2024年投资将超过6000亿元，同比增加711亿元，主要用于特高压交直流工程、电网数智化升级。预计2024年将迎来国内电网改造投资的高峰，有望拉动电气设备需求。另外，海外发达国家由于电网老化、新能源装机占比提升、终端电气化和AI算力基础设施的发展，对于电网改造的需求较为迫切。重点关注：国内电网设备企业许继电气、平高电气、中国西电、东方电子、四方股份、宝光股份，及电气设备出海公司金盘科技、海兴电力、三星医疗等。

## ➤ 氢能行业：

1) 据势银，截至2024H1电解水制氢已公开的项目中标规模为456.68MW，招标规模为536.68MW。按公开中标口径统计，上半年中标量前五的企业分别为派瑞氢能、阳光氢能、天津大陆、京电设备和隆基氢能，合计中标规模397MW、CR5约87%。国内电解槽格局变化较快，市场竞争激烈、规模快速扩大，AWE和PEM等较为成熟的产品呈降价趋势。

2) 据中汽协，上半年国内氢燃料汽车的累计产销量分别2773和2643辆、分别同比+11.1%和+9.7%。氢燃料汽车的采购方多具有政府背景，采购车型类型包括氢能重卡、氢能半挂牵引车、氢能公交、氢能运输车等。我们认为，多地采购倾向于本地招商引资或孵化的企业。由此，地方保护主义的负面影响或将限制有技术优势的电堆企业全国发展。叠加各省市财政压力导致采购量或低于预期。氢燃料汽车的产销量短期内较难迎来快速放量，并借助规模效应来降低成本，行业景气度短期内或难以扭转向上的。

3) 据氢能汇统计，上半年国内累计56个氢能项目有新进展，其中绿电制氢项目占据约70%，风光资源丰富的内蒙古和东北三省的氢能项目数量居前，央国企为主要的氢能项目开发商。氢能项目出现一体化或全产业链式布局趋势。风光资源丰富的中东地区成为氢能企业出海的重要方向。据香橙会统计，截止2023年10月中东地区氢能项目投资规模达540亿美元，位居全球第五。国内共计约28家企业进军中东氢能项目，主要以建筑工程行业的央国企为代表，合作形式多样化，包括但不限于提供氢能设备、EPC服务、签署合作协议等。

4) 7月15日国家发改委印发《煤电低碳化改造建设行动方案(2024—2027年)》，明确提出生物质掺烧、绿氨掺烧还有碳捕集利用与封存三种煤电机组降低排放路径。其中，绿氨掺烧方面指出利用风电、太阳能发电等可再生能源富余电力，通过电解水制绿氢并合成绿氨，实施燃煤机组掺烧绿氨发电，替代部分燃煤；改造建设后煤电机组应具备掺烧10%以上绿氨能力，燃煤消耗和碳排放水平显著降低。该项政策有望打开绿氢消纳的新突破口，并将有助于降低煤电机组的碳排放和燃煤消耗。

5) 电解槽专题：AWE国产化程度较高，隔膜等环节存国产替代潜力。PEM电解槽国内与国外的差距正在缩小，核心材料的进口依赖度仍较高。

①氢需求主要来自炼化、化工、冶金以及陶瓷、玻璃等传统工业，供热与动力占比较低。未来化工、制造业等领域的绿氢替代较大。电解槽是制绿氢的核心设备，在近三年迎来快速发展。IEA预计2030年全球电解槽累计装机量将在175~420GW之间；据高工氢电，2023年全球电解槽名义产能58GW，其中中国38GW、占比66%，中国AWE槽产能约占全球AWE的70%左右。重点关注：中集安瑞科、石化机械、华电重工等。

②AWE电解槽的极板、密封垫片、制氢电源等环节已经完全实现国产化；AWE用隔膜属于国产化程度较低的关键零部件，进口依赖度仍较大。  
相关公司：碳能科技、藏氢阁等。

③随着PEM电解槽向大标方、高电密、低成本等方向发展，对核心部件PEM膜、催化剂、气体扩散层、双极板等提出新的要求，国产供应链迎来弯道超车的机会。近几年国内PEM电解槽产业链的投融资热度较高，在膜电极、质子交换膜、气体扩散层、PEM电解槽等环节均有多家公司获取千万级及以上的投资。其中，质子交换膜和膜电极环节获得投资较多，相关公司：东岳未来、科润新材料、莒纳科技、唐锋能源等。

6) 氢能行业观点：海外积极推动氢能前沿装备研制，制氢项目跨国合作以及氢能终端新应用场景的开拓。国内重点应用在化工等工业领域，城市燃气掺氢其次、燃料电池整体预期最晚推广，最新的应用场景可能拓展。目前国内以中石油、中能建、华电为代表的央企推出多个制氢项目。

①氢能发展面临成本高企、专利壁垒、全球标准认定不同及由此延伸的贸易壁垒三大瓶颈。当前绿氢的LCOH高于灰氢，电耗成本为主要构成。欧盟对于制氢电源认定更为严格，并对网电的使用设置限制条件。欧美日等发达经济体在电解槽专利数量上较为领先，但在电解槽产能建设上落后于中国。贸易壁垒预计主要出现在主机环节，上游原材料面临的贸易壁垒压力相对较小。

②中国市场领先于全球，据IEA，2023年全球电解槽累计装机量将突破2GW，中国的电解槽累计装机量达到1.2GW，占全球比重约50%。中国电解槽市场竞争格局日趋激烈。主要体现在设备产能快速扩张、制氢性能不断突破、价格下降等。国内电解槽在成本和规模化生产等方面领先于海外，出海趋势日渐明朗。但需摆脱对于海外代理路径的依赖，积极拓展联合研发、双向技术授权、贴牌代工、股权投资、合资建厂(国内或海外)、双向合作开发制氢项目等方式，加强与海外市场潜在购买者的联系，为后续顺利打开海外市场铺垫基础。

③技术路线方面，全球市场AWE槽占据主流。据IEA统计截至2022年全球AWE和PEM电解槽装机占比分别约60%和约30%，而SOEC等其他路线电解槽装机占比合计在10%左右。对比之下，据高工氢电统计，近三年国内市场AWE槽出货量占比超90%，虽PEM槽出货量占比逐年提升，但未超10%。现阶段AWE和PEM技术的成本优势和技术成熟度远高于AEM和SOEC技术路线。我们认为未来5年内的AWE与PEM槽优势会扩大。在AWE和PEM电解槽二者之间，从运行经济性、制造难度、投资强度等角度出发，我们认为AWE技术在未来5~10年内将保持、甚至强化其“主流”角色，PEM也有大的发展机会。

④国内应用场景增加、支撑了国内装备供应商的产品研发与迭代，由此在大标方、高电密、低功耗等方面创新在加速，也因此加速了核心零部件和原材料的国产化、支撑行业降本。

⑤中期内主要的氢能应用场景为化工和冶炼行业的灰氢、蓝氢换绿氢，氢能汽车和民用冷热电联供等场景尚需时日。“电-氢-电”的储能模式和“电-氢-氨/甲醇/甲烷”的化工模式都有可能快速推广，“电-氢-热能/动力”的民用场景相对较慢。

⑥氢能汽车产业大约中期后会进入蓬勃发展期，同时居民管道气掺氢的比例也会大幅提升，届时对于城市内“分布式”制氢的需求将增加，低成本、小标方的PEM槽或将面临需求增长的临界点。

# 1.1 国内能源：电气化、数智化将带动用电需求提升

2024年3月开始出口、企业增加值等数据好转至今。上半年GDP增速+5.0%，Q2当季的GDP增速+4.7%；Q2当季的第二和第三产业GDP增速分别为+5.6%和+4.2%，增速分别较Q1回落0.4pct和回落0.8pct；1~6月出口额121,329.84亿元人民币/17,075.67亿美元、分别同比+6.9%和+3.6%(1~5月分别+6.1%和+2.7%)，汇率因素导致两种口径同比数据差异较大，且显然6月出口明显加速，预计7~9月出口订单仍将饱满，但四季度及之后全球若陷入衰退后全球需求仍不明朗。7月制造业PMI回落至49.4，其中新订单MPI 49.3和新出口订单PMI 48.5、均连续三个月跌破50荣枯线。

制造业为用电支柱性产业，第二产业电力消耗占比仍接近2/3。1~6月全社会用电量4658TWh、同比+8.1%，其中第一/二/三产业/城乡居民用电量分别为62.3/3067/852.5/675.7TWh、同比+8.8%/+6.9%/+11.7%/+9.0%、占比1.3%/65.9%/18.3%/14.5%(2023年为1.2%/65.8%/18.3%/14.7%)。第一和第三产业用电量延续快速增长趋势，主要系农业电气化、电动车普及、互联网、大数据和云计算的快速发展；第二产业用电增速分化明显，高端制造业的用电增速领先，而水泥、玻璃、钢铁等传统高耗能行业的用电量则同比下降。

第三产业对于用电需求的拉动作用较为明显。据中电联，预计2024年全社会用电量9.8万亿千瓦时，同比增长6%左右。农业增产和电气化升级拉动第一产业用电保持快速增长；第二产业中出口影响最大，并随着产业转移和本土产业升级，预计未来能源与重化工领域将保持增长、这部分工业的用电量远超轻工业。互联网大数据与AI算力行业、交通电动化快速发展，由此带来第三产业用电量快速增长、并将在未来几年保持引领作用。

图1：2024年1~6月全社会用电量同比+8.1%，第一、第三产业增速领先

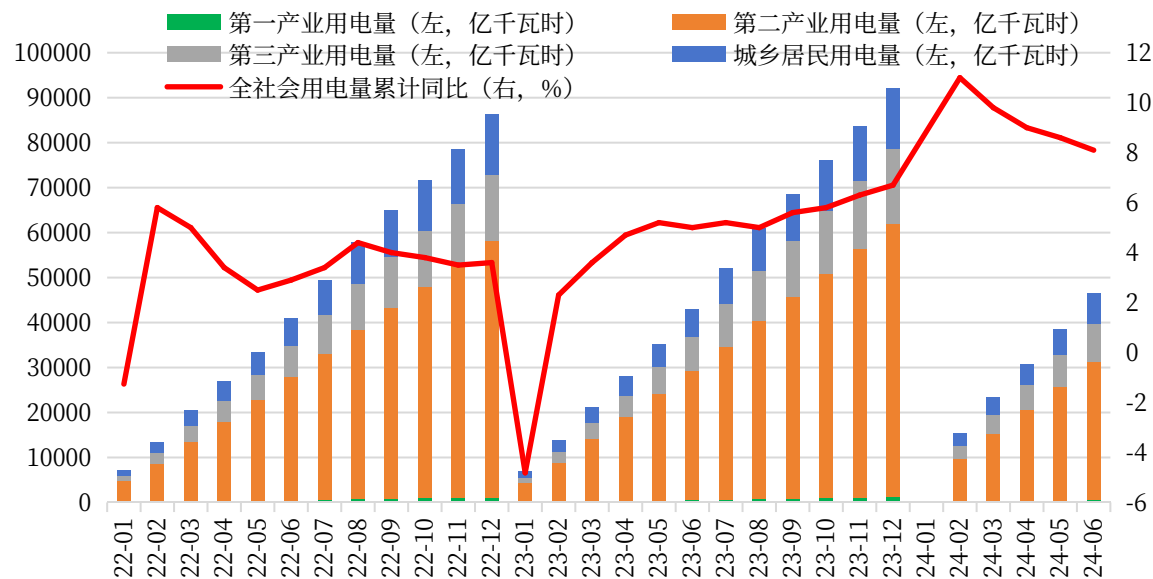
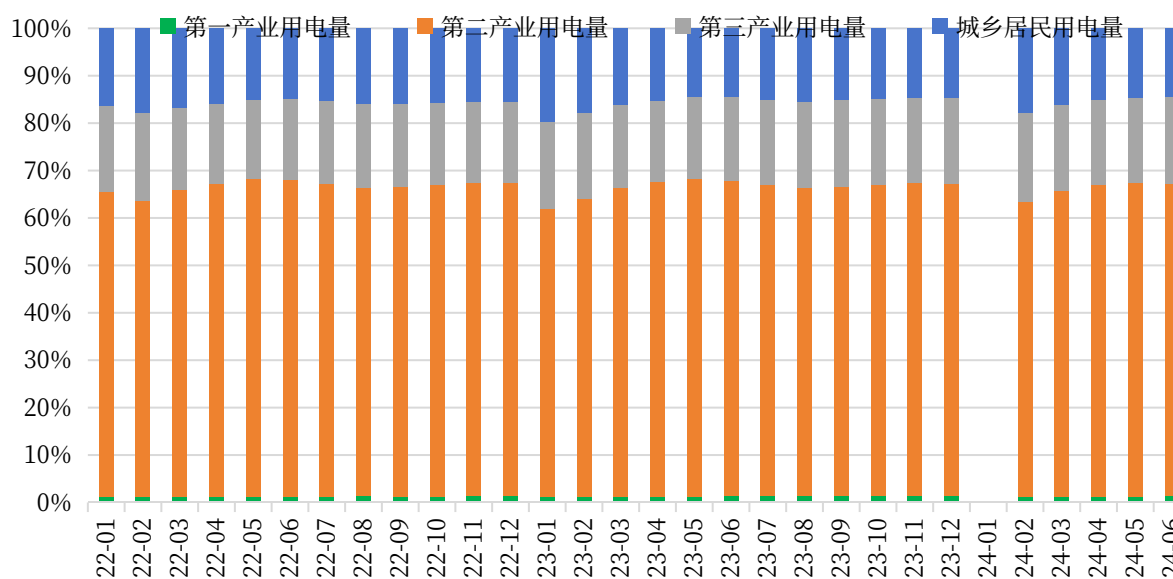


图2：2024年1~6月第二产业用电占比65.9%，第三产业和城乡居民占比32.8%



资料来源：国家能源局，中航证券研究所

## 1.2 国内能源：火电仍是发电支柱，风光发电量占比快速提升

2024年1~6月全国风光发电量合计占比达到15%，新能源发电量增长提速且占比提升。2024年1~6月全国发电量累计4435TWh、同比+5.2%，其中火电/水电/核电/风电/光伏发电量分别为3005.2/552.6/212.2/475.5/189.9TWh，分别同比+1.7%/+21.4%/+0.1%/+6.9%/+27.1%，分别占比67.8%/12.5%/4.8%/10.7%/4.3%。水电、风电、光伏的发电增速较快，水电主要系低基数和南方降雨较多影响，风光主要系装机增长。煤电仍是当前我国电力供应的主力电源，同时随着灵活性火电逐步落地、未来可以用于调节更多间隙性用电峰谷和波动性电源消纳的需求，由此预计风光发电量占比将持续提升。

新能源发电累计装机规模将首次超过煤电装机规模，消纳压力凸显带动储能和辅助服务投资机会。截至2024年6月底，全国可再生能源发电装机达到16.53亿千瓦，同比增长25%，约占我国发电总装机的53.8%。其中，风电装机4.67亿千瓦，光伏装机7.14亿千瓦，风光合计装机11.8亿千瓦，已超过煤电装机11.7亿千瓦。部分地区新能源消纳压力凸显、利用率将下降。由此而来将面临一系列调峰调频的需求，相应的抽水蓄能、锂电/长时液流/压缩空气、灵活性火电等投资需求将显著增加。

截至6月底，全国可再生能源发电装机量达到16.53亿千瓦、同比+25%，约占我国发电总装机的53.8%。其中，水电/风电/太阳能发电/生物质发电装机量分别4.27/4.67/7.14/0.453亿千瓦，风电与光伏发电合计装机达11.8亿千瓦、已超过煤电装机的11.7亿千瓦。

图3：2024年1~6月发电量同比+5.2%，火电发电量同比+1.7% (亿千瓦时)

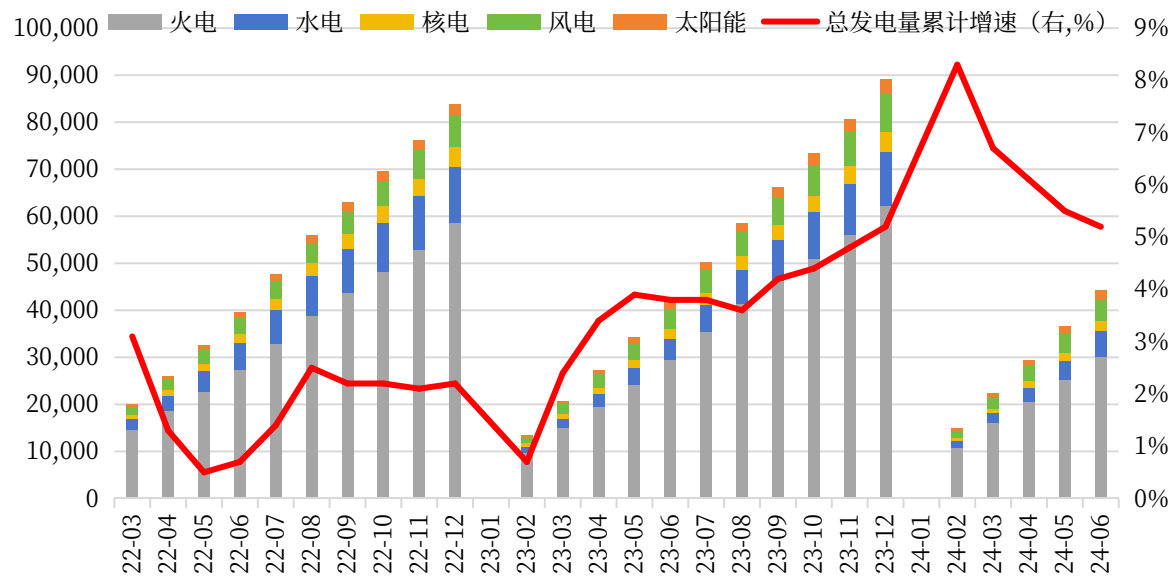
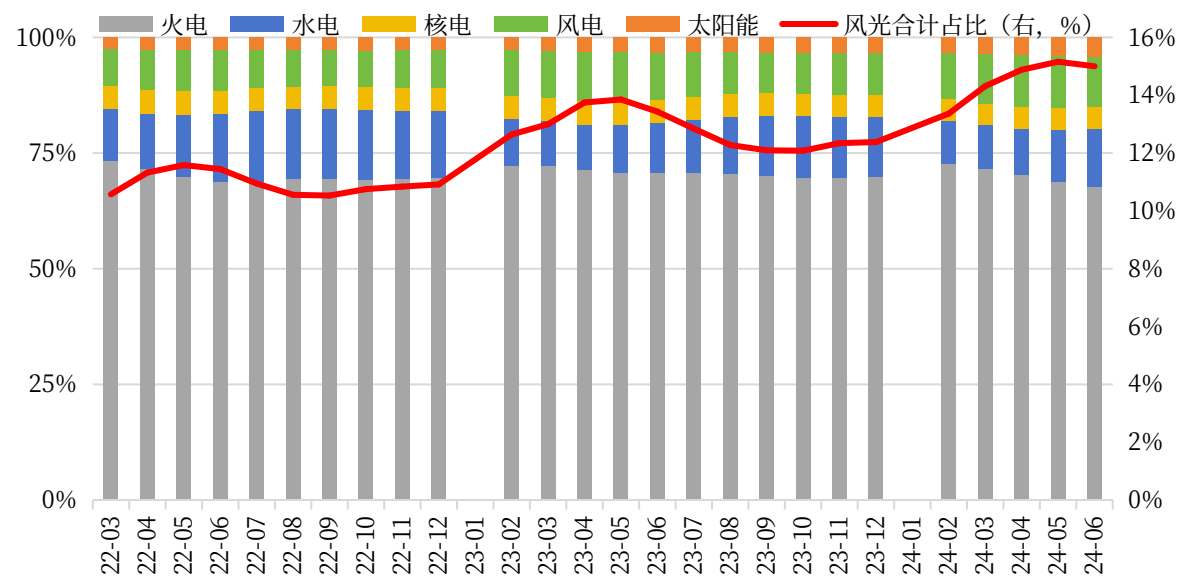


图4：2024年1~6月风光发电量合计占比15%，火电发电量占比约68%



# 1.3 国内能源：新能源装机增速领先，风光总装机占比已超1/3



图5：2024年1~6月新增装机量达152.8GW，同比增长+8.4%(万千瓦)

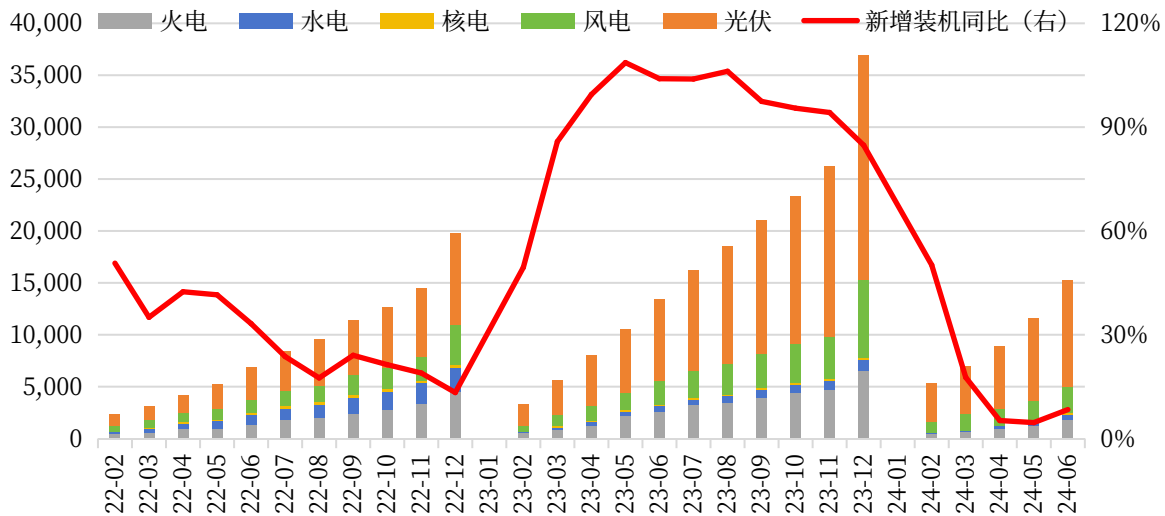


图6：2024年1~6月风光新增装机量合计占比达到84.0%

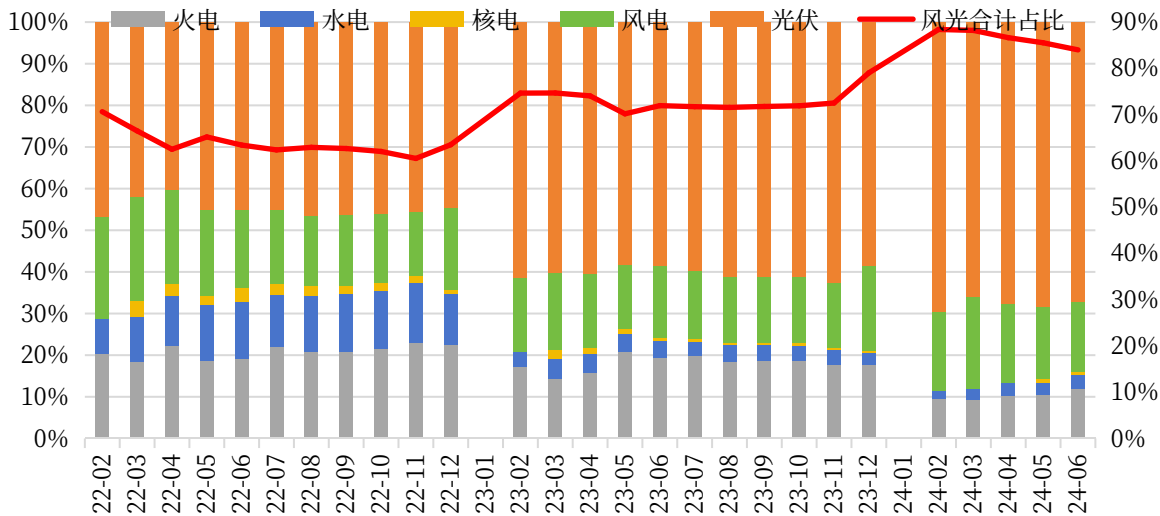


图7：2024年1~6月存量发电装机量达3071GW（亿千瓦）

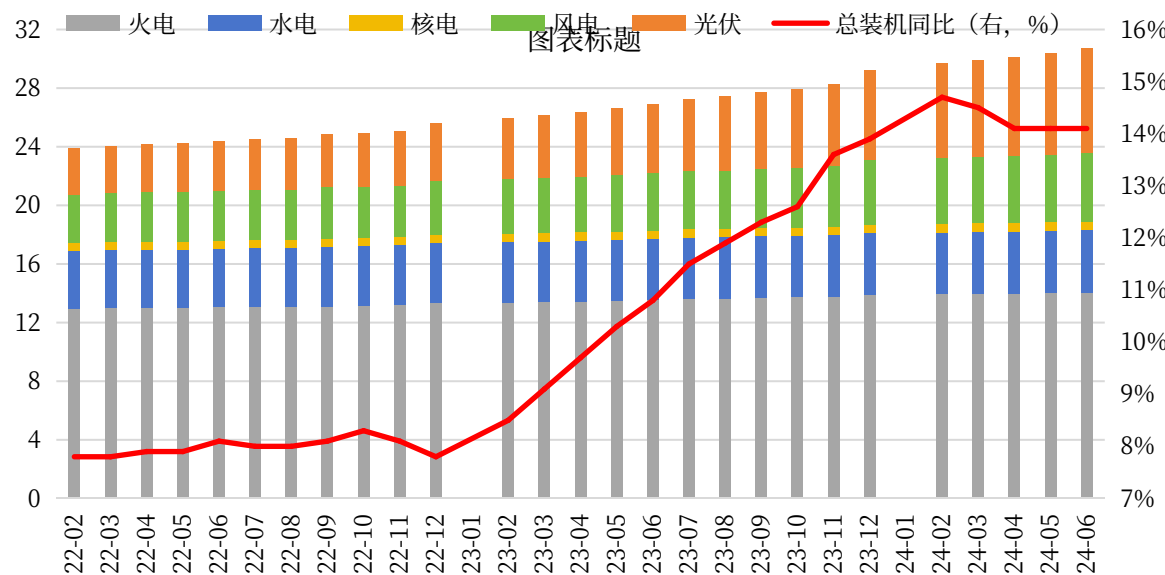
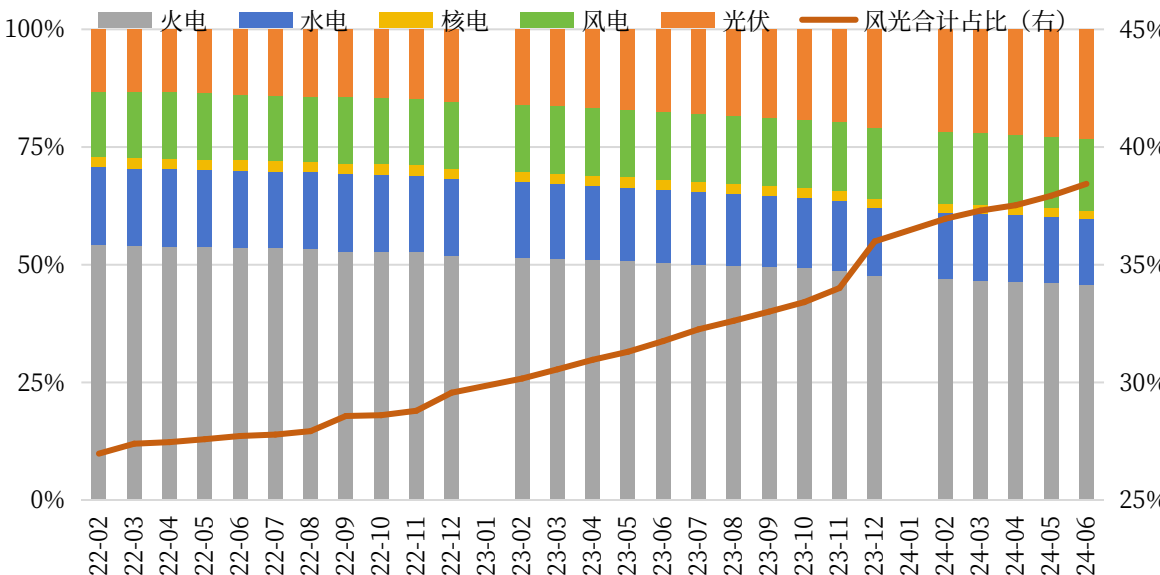


图8：2024年1~6月存量装机量中火电占比仍接近一半，风光合计占比38.4%



资料来源：国家统计局，中电联，中航证券研究所



# 1.4 国内能源：电源投资和电网投资

据中电联数据，1~6月全国电力工程投资完成额5981亿、同比+11.3%。其中，电源投资完成额3441亿、同比+2.5%、高基数下保持稳步增长；电网工程投资完成额2540亿、同比加速至+23.7%。电网工程投资增速自3月以来持续超过电源工程、且增速差距存在扩大趋势。

据中电联数据，1~6月火电/水电/核电/风电/太阳能分别完成投资535/345/407/790/1634亿元、同比+26.6%/-13.2%/+13.5%/+0.2%/-1.5%。火电、核电投资完成额增速领先，主要受新能源装机消纳、电力供需偏紧的影响，彰显传统电源火电、核电的支撑性电源地位。风电、太阳能投资完成额增速受到高基数影响出现下滑。

图9：电源投资和电网投资（亿元）

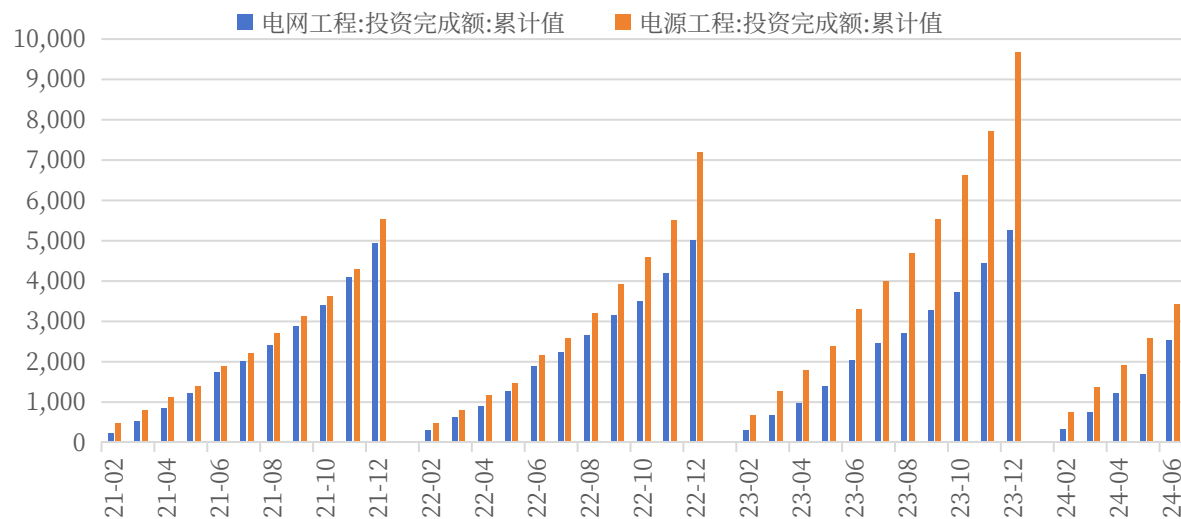


图10：各类电源工程投资情况（亿元）

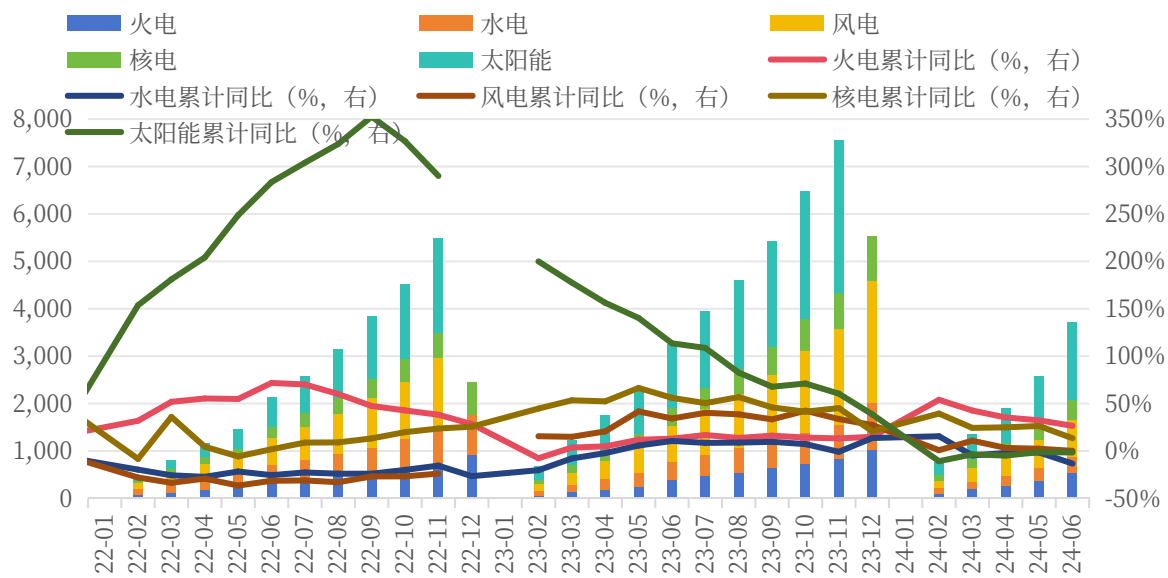
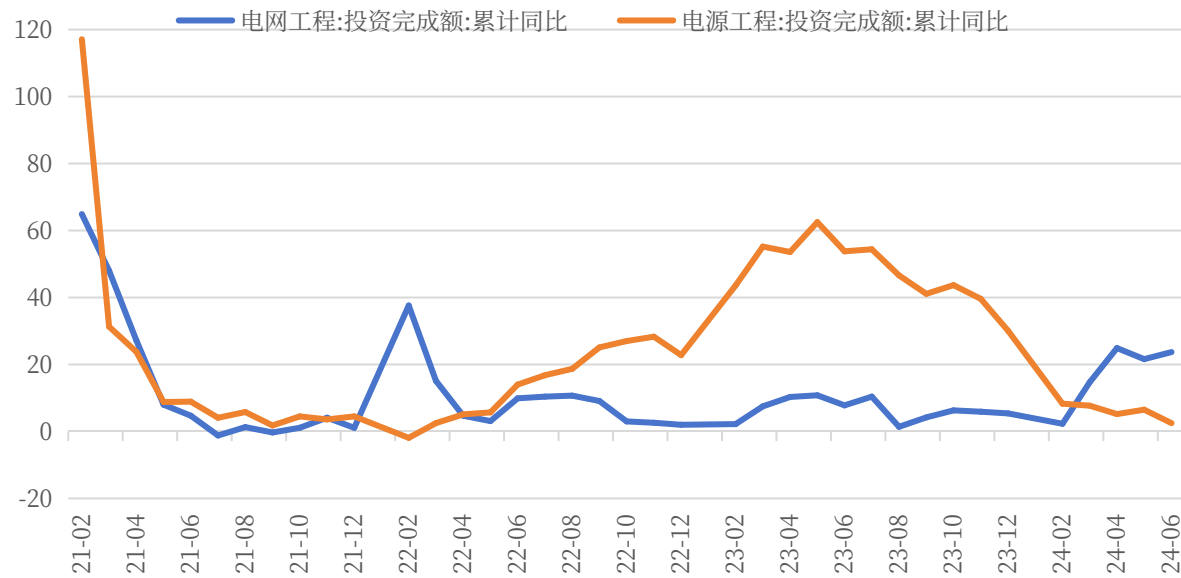


图11：电源投资和电网投资增速比较（%）



资料来源：中电联，中航证券研究所

# 1.5 国内能源：约2/3的省市存在消纳压力，储能有望迎来发展



图12：2024年1~6月电的发电利用小时数高出去年同期，而火电、风电、光伏、核电的发电小时数同比下滑(小时)

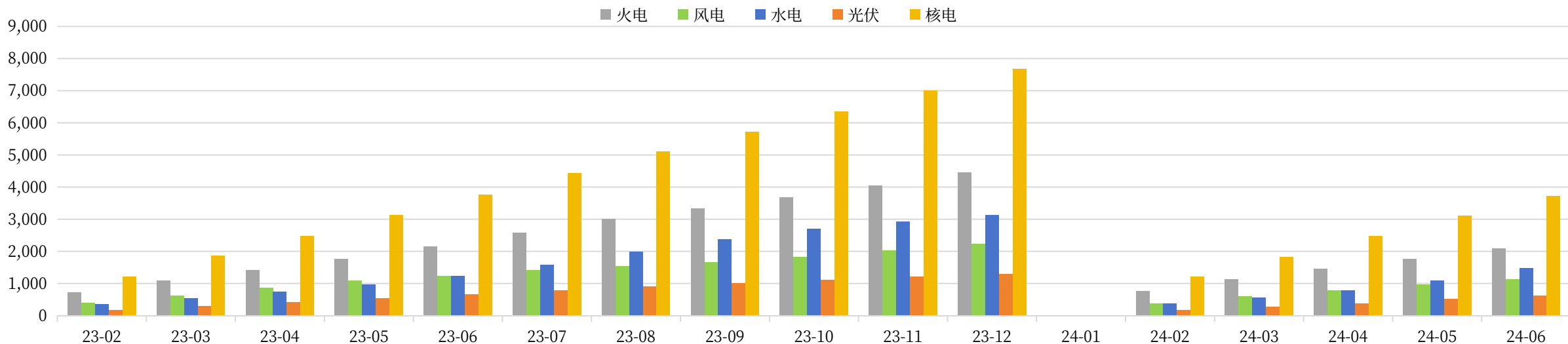


图13：2024年1~6月全国弃风率和弃光率分别为3.9%和3.0%(%)

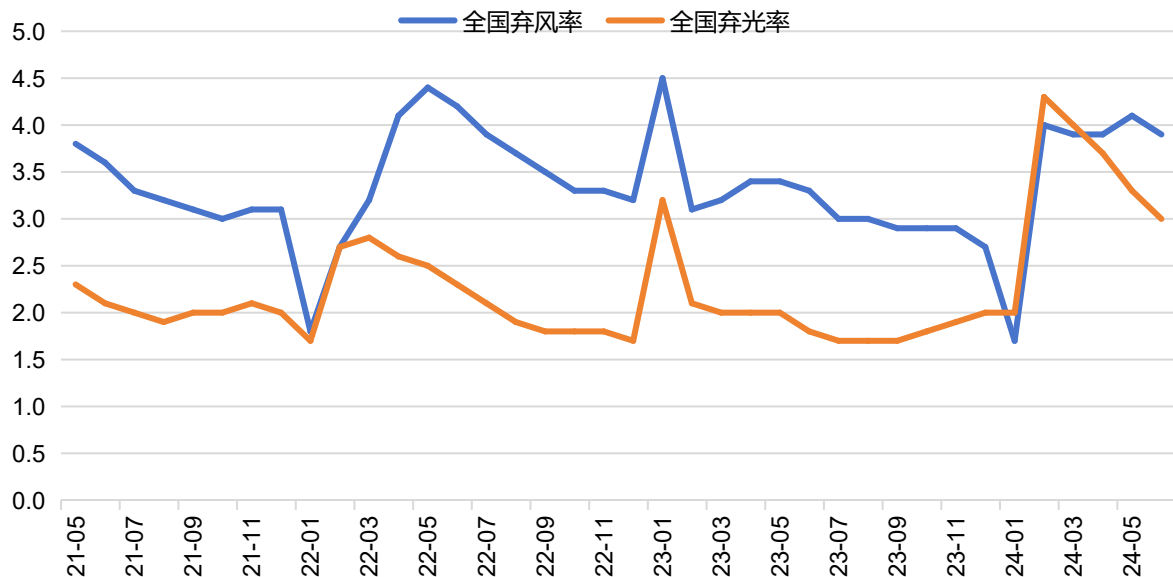
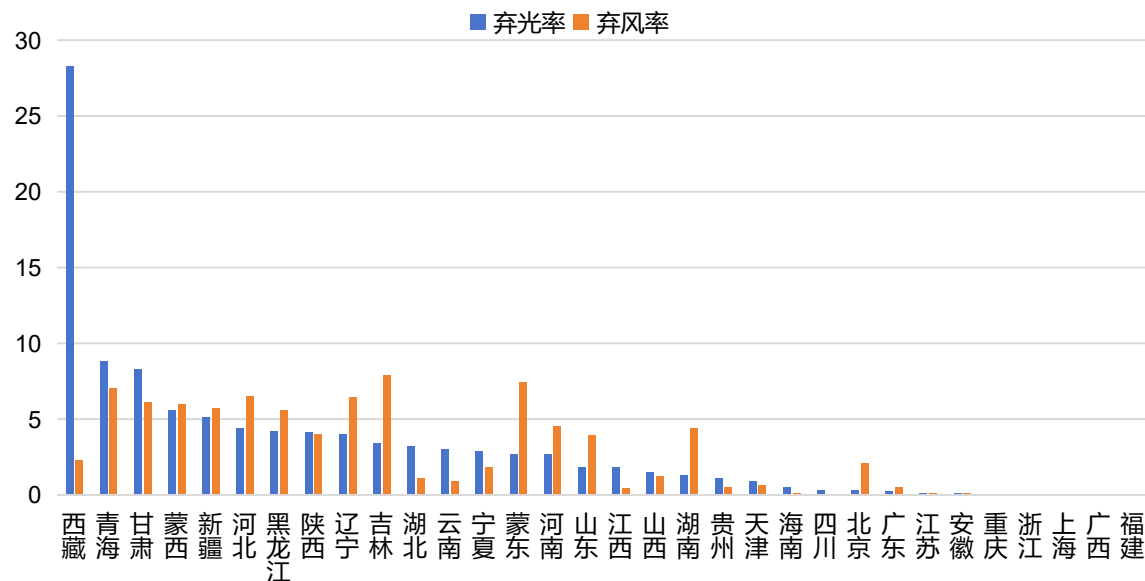


图14：2024年1~6月，全国有27个省市有弃风和弃光现象(%)



资料来源：中电联，全国新能源消纳监测预警中心，中航证券研究所

## 1.6 国内能源：电力相关政策

➤ 8月2日国务院办公厅关于印发《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》的通知，明确指出“十五五”时期，实施以强度控制为主、总量控制为辅的碳排放双控制度。碳达峰后，实施以总量控制为主、强度控制为辅的碳排放双控制度。相较于能耗双控以能源消费总量和能耗强度为指标，碳排放双控则以碳排放总量和碳强度为管控指标。

1) **碳排放双控的覆盖面更广，更有利于可再生能源发展。**在碳排放双控下，可再生能源相较于非可再生能源更加具备优势，有望得到更加广泛的应用。从产业链视角来看，碳排放双控不仅涉及能源消费过程的碳排放，还涉及产业链非能源消费所产生的碳排放。因而碳排放双控相较于能耗双控覆盖和管理的范围更广。

2) **碳排放双控目标自上而下分解到不同层面，有助于碳排放双控目标的落地实施。**地方层面，合理分解碳排放双控指标，建立碳达峰碳中和综合评价考核制度，推动省市两级建立碳排放预算管理制度。重点行业层面，完善重点行业领域碳排放核算机制，并建立行业领域碳排放监测预警机制。企业层面，发挥市场机制调控作用，完善全国碳排放权交易市场调控机制，逐步扩大行业覆盖范围，探索配额有偿分配机制，提升报告与核查水平，推动履约企业减少碳排放。

3) **碳足迹核算和标准制定的加快，有助于国内产业应对国外碳关税等贸易壁垒。**同时，开展固定资产投资项目碳排放评价，和加快建立产品碳足迹管理体系。按照急用先行原则，聚焦电力、燃油、钢铁、电解铝、水泥、化肥、氢、石灰、玻璃、乙烯、合成氨、电石、甲醇、煤化工、动力电池、光伏、新能源汽车、电子电器等重点产品的碳足迹核算。考虑到2024年4月，欧盟发布的《电动车电池碳足迹计算规则草案及附件》，对于动力电池企业的碳足迹提出了较为严苛的标准，即除非使用直供电，否则电力碳足迹将按照整张电网的碳排放因子计算碳足迹。未来不排除向其他领域延伸该碳足迹标准。现阶段规范管理和核算国内重点行业的碳足迹，有助于提前防范和应对由于碳足迹核算标准差异带来的出口贸易障碍。

8月5日国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司《关于2024年可再生能源电力消纳责任权重及有关事项的通知》根据国务院印发的《2024-2025年节能降碳行动方案》新设电解铝行业绿色电力消费比例目标，各省电解铝行业的绿电消费比例在25%~70%不等。电解铝行业企业绿色电力消费比例完成情况以绿证核算，2024年只监测不考核。电解铝行业属于高耗能行业，用电成本占比超过40%，提高该行业的绿电消纳比例要求，有助于推动其提高能效水平，以及拉动新能源的消纳。其中，国内电解铝产能Top5的省市合计占据全国66%的产能，排名依次为山东、内蒙古、新疆、云南、甘肃。但电解铝产能Top5省市的电解铝行业绿电消费比例差距较大，以2024年为例，山东、内蒙古、新疆、云南、甘肃电解铝行业的绿电消费比例分别为21%、28%、23.6%、70%、51.7%。其中，云南以水电为主、甘肃风、光和水电等清洁能源占比高，而山东、内蒙、新疆以火电为主。

## 1.6 国内能源：电力相关政策

- 8月6日国家发展改革委、国家能源局、国家数据局制定了《加快构建新型电力系统行动方案(2024-2027年)》提出在2024-2027年重点开展9项专项行动，从电网、煤电、储能、电动车等主体出发，在保证电网稳定、安全、灵活运行的情形下，推动提升电力系统的新能源消纳能力。
- 1) **电力系统稳定保障行动。**从源、网、荷、技术四方面，明确了下阶段新型电力系统安全保障总体要求和重点任务。
  - 2) **大规模高比例新能源外送攻坚行动。**提出要提高在输电通道新能源电量占比，以及开展新增输电通道先进技术应用。在保障送出通道电力供应能力的前提下，依托先进的发电、调节、控制技术，开展新型交直流输电技术应用，有效降低配套煤电比例，实现高比例或纯新能源外送。
  - 3) **配电网高质量发展行动。**与2024年3月国家发改委、国家能源局发布的《关于新形势下配电网高质量发展的指导意见》的相关要求相辅相成，明确了配电网近、中、远期发展目标，对加快推进新型电力系统建设有关工作作出了系统部署。
  - 4) **智慧化调度体系建设行动。**加强智慧化调度体系总体设计以应对电力系统“双高”问题和新型主体的电力调度要求。并重点在分布式新能源、用户侧储能、电动汽车充电设施等新型主体发展较快的地区，创新新型有源配电网调度模式。
  - 5) **新能源系统友好性能提升行动。**打造一批系统友好型新能源电站，新能源置信出力提升至10%以上。实施一批算力与电力协同项目。统筹数据中心发展需求和新能源资源禀赋，整合调节资源，提升算力与电力协同运行水平，提高数据中心绿电占比，降低电网保障容量需求。建设一批智能微电网项目。提高微电网自调峰、自平衡能力，提升新能源发电自发自用比例，缓解大电网调节和消纳压力。
  - 6) **新一代煤电升级行动。**开展新一代煤电试验示范，以清洁低碳、高效调节、快速变负荷、启停调峰为主线任务。推动新一代煤电标准建设。针对新一代煤电技术路线，推动开展煤电降碳效果核算标准制定。
  - 7) **电力系统调节能力优化行动。**建设一批共享储能电站，同步完善调用和市场化运行机制，提升系统层面的电力保供和新能源消纳能力。探索应用一批新型储能技术，如液流电池、飞轮、压缩空气储能、重力储能、二氧化碳储能、液态空气储能、钠离子电池、铅炭电池等。通过合理的政策机制，引导新型储能电站的市场化投资运营。
  - 8) **电动汽车充电设施网络拓展行动。**完善充电基础设施网络布局。以“两区”（居住区、办公区）、“三中心”（商业中心、工业中心、休闲中心）为重点，因地制宜完善充电基础设施网络。加强电动汽车与电网融合互动。充分利用电动汽车储能资源，全面推广智能有序充电。建立健全充电基础设施标准体系。加快以快充技术为代表的先进充换电技术标准制修订，以及车网互动、充电基础设施等标准。
  - 9) **需求侧协同能力提升行动。**开展典型地区高比例需求侧响应。在尖峰负荷问题突出或新能源消纳困难的地区实施高比例需求侧响应。实现典型地区需求侧响应能力达到最大用电负荷的5%或以上，着力推动具备条件的典型地区需求侧响应能力达到最大用电负荷的10%左右。结合电力保供、新能源发展等需求，利用当地源荷储资源，建设一批虚拟电厂。

## 1.6 国内能源：电力相关政策

➤ 8月11日国务院发布《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》。主要目标是：到2030年，重点领域绿色转型取得积极进展，绿色生产方式和生活方式基本形成，减污降碳协同能力显著增强，主要资源利用效率进一步提升，支持绿色发展的政策和标准体系更加完善，经济社会发展全面绿色转型取得显著成效。到2035年，绿色低碳循环发展经济体系基本建立，绿色生产方式和生活方式广泛形成，减污降碳协同增效取得显著进展，主要资源利用效率达到国际先进水平，经济社会发展全面进入绿色低碳轨道，碳排放达峰后稳中有降，美丽中国目标基本实现。

1) **构建绿色低碳高质量发展空间格局。**优化国土空间开发保护格局。健全全国统一、责权清晰、科学高效的国土空间规划体系，严守耕地和永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线，优化各类空间布局。健全海洋资源开发保护制度，系统谋划海洋开发利用，推进陆海协同可持续发展。健全海洋资源开发保护制度，系统谋划海洋开发利用，推进陆海协同可持续发展。

2) **加快产业结构绿色低碳转型。**推动传统产业绿色低碳改造升级。大力推动钢铁、有色、石化、化工、建材、造纸、印染等行业绿色低碳转型，推广节能低碳和清洁生产技术装备，推进工艺流程更新升级。大力发展绿色低碳产业。加快发展战略性新兴产业，建设绿色制造体系和服务体系，不断提升绿色低碳产业在经济总量中的比重。到2030年，节能环保产业规模达到15万亿元左右。加快数字化绿色化协同转型发展。推进产业数字化智能化同绿色化的深度融合，深化人工智能、大数据、云计算、工业互联网等在电力系统、工农业生产、交通运输、建筑建设运行等领域的应用，实现数字技术赋能绿色转型。

3) **稳妥推进能源绿色低碳转型。**坚决控制化石能源消费，深入推动煤炭清洁高效利用，“十四五”时期严格合理控制煤炭消费增长，接下来5年逐步减少，在保障能源安全供应的前提下，重点区域继续实施煤炭消费总量控制，积极有序推进散煤替代。加快现役煤电机组节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”，合理规划建设保障电力系统安全所必需的调节性、支撑性煤电。加大油气资源勘探开发和增储上产力度，加快油气勘探开发与新能源融合发展。推进二氧化碳捕集利用与封存项目建设。积极安全有序发展核电，保持合理布局和平稳建设节奏。加快西北风电光伏、西南水电、海上风电、沿海核电等清洁能源基地建设，积极发展分布式光伏、分散式风电，因地制宜开发生物质能、地热能、海洋能等新能源，推进氢能“制储输用”全链条发展。到2030年，非化石能源消费比重提高到25%左右。深化电力体制改革，进一步健全适应新型电力系统的体制机制。到2030年，抽水蓄能装机容量超过1.2亿千瓦。

4) **推进交通运输绿色转型。**优化交通运输结构。建设绿色交通基础设施。推广低碳交通工具。到2030年，营运交通工具单位换算周转量碳排放强度比2020年下降9.5%左右。到2035年，新能源汽车成为新销售车辆的主流。

5) **实施全面节约战略。**到2030年，大宗固体废弃物年利用量达到45亿吨左右，主要资源产出率比2020年提高45%左右。

另外，文件在推进城乡建设发展绿色转型、推动消费模式绿色转型、发挥科技创新支撑作用、完善绿色转型政策体系、加强绿色转型国际合作、组织实施等方面做出具体规定。

## 1.7 国内能源：电力市场化交易成大趋势，市场交易量创下新高

新能源有序参与电力交易，电价波动成为新的收入影响因素。2022年发改委等部门印发的《关于加快建设全国统一电力市场体系的指导意见》开启了电价改革的新阶段，目标在2025年和2030年分别初步和基本建成全国统一电力市场。2021年起风光国补取消进入平价时代，并开始有序地参与电力市场化交易，到2030年依据政策规定新能源要全面参与电力市场。新能源上网电价逐步由固定电价向市场供需决定的波动电价转变，成为影响发电收入的重要因素。

全国电力交易市场化参与度约达61%，新能源参与电力市场的程度提升。2024年1~6月电力交易中心累计交易电量达到28470.3亿千瓦时，占全社会用电量的61.10%。2023年新能源市场化交易电量6845亿千瓦时，占新能源总发电量的47.3%，占比较2022年提升8.9个百分点。

图15：2024年6月全国电力交易中心累计交易电量创近年来同时期新高

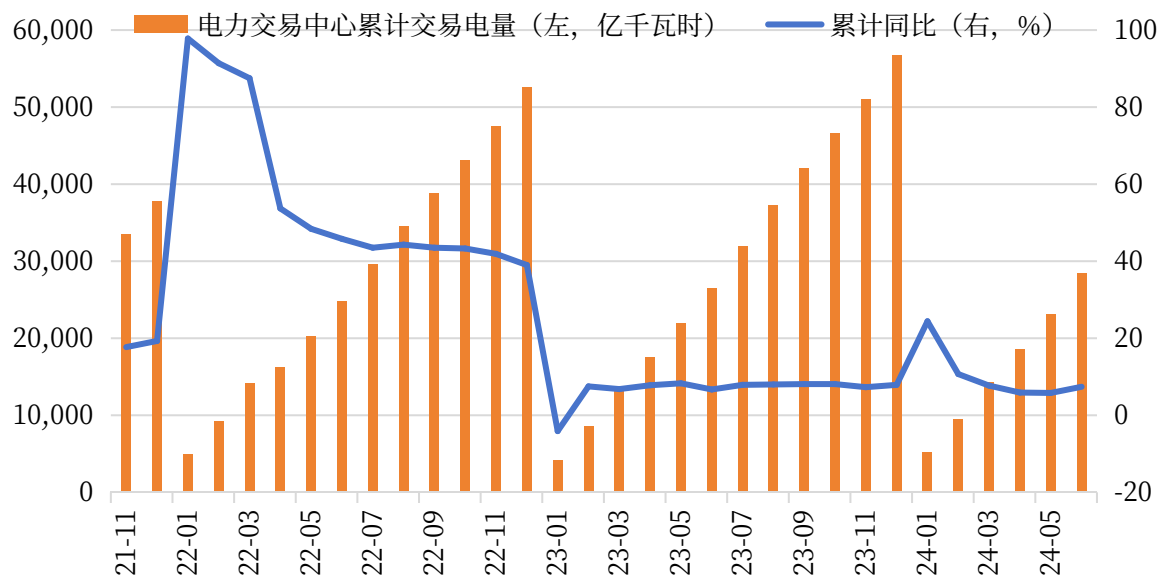
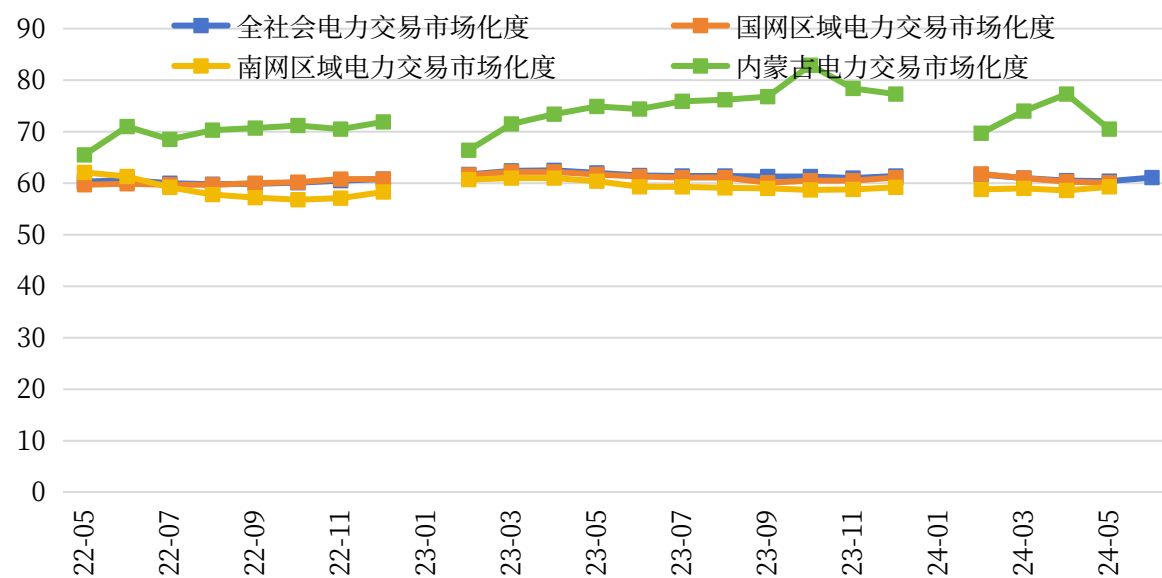


图16：全社会电力交易市场化程度在60%左右，国网区域高于南网区域（%）



## 1.8 国内能源：中长期和省内交易占据电力市场化交易的主流

在电力市场化交易中，分交易时间来看，中长期电力交易占比在2022Q2以来稳居80%左右。中长期电力交易是指通过双边协商、集中交易等市场化方式，开展的多年、年、季、月、周、多日等电力批发交易。现货交易在现阶段占比较低，主要是指日前、日内和实时电能量交易。电力市场化交易改革是循序渐进的过程，而且在“以中长期交易规避风险，以现货市场发现价格”的思路指导下，中长期电力交易预计短期内依然将占据主流。

在电力市场化交易中，分空间来看，省内交易占比在保持在80%左右，而省间交易占比则较少。省内电力交易主要由省内市场成员参与各类交易，而省间交易的参与主体可来源于不同地区。其中，省内交易则以发电企业与用户、售电公司为主体的省内直接交易为主。省间电力交易则以发电厂与电网或送受端电网为主体的省间外送交易为主。

图17：中长期电力交易在电力市场化交易中占据主流

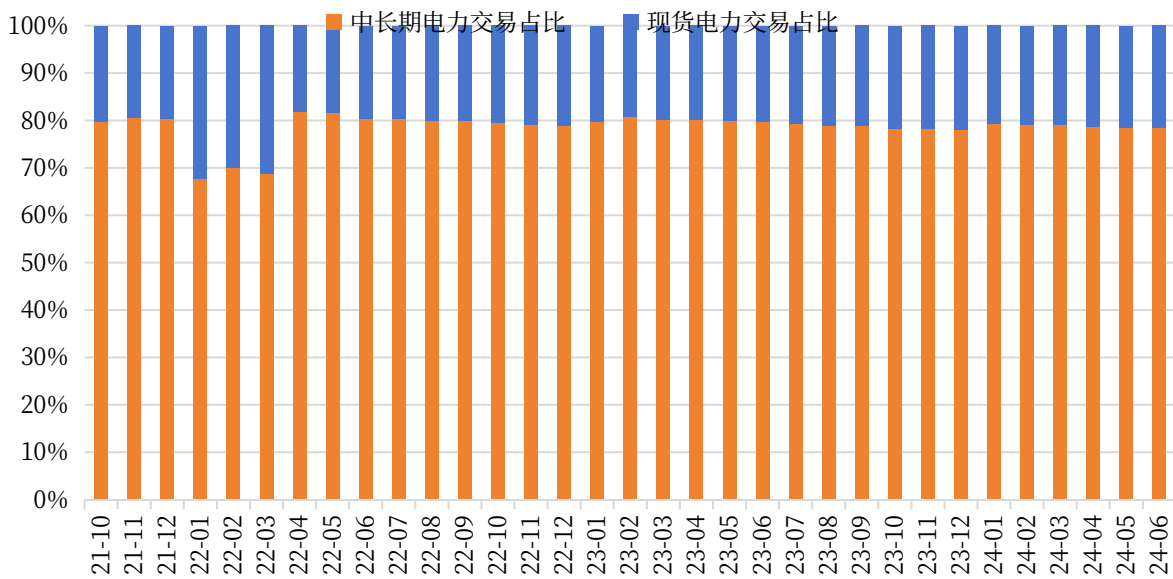
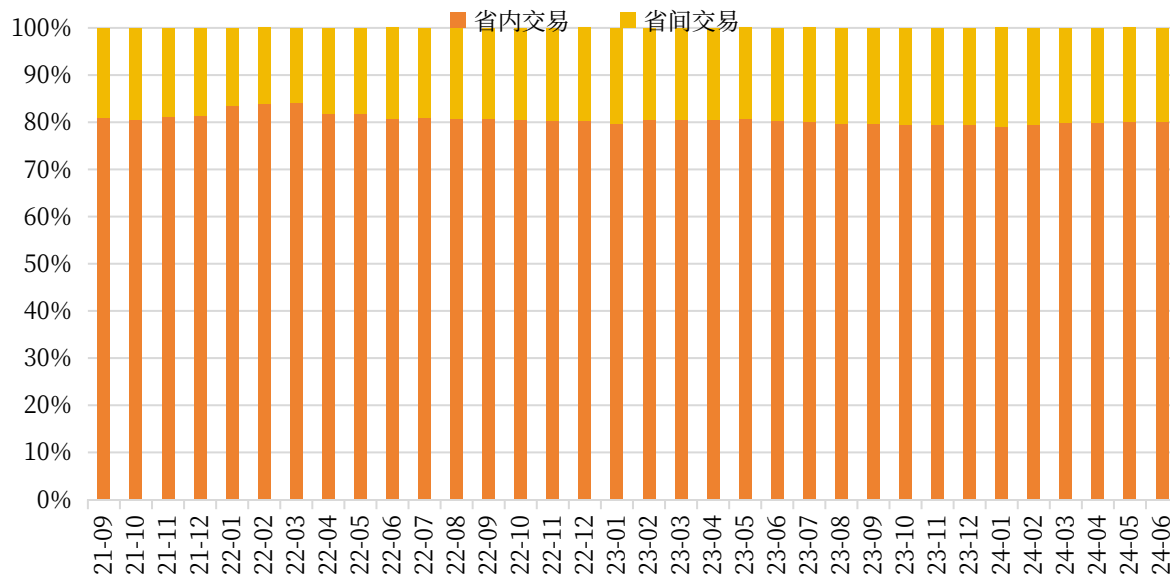


图18：省内交易在电力市场化交易中占主流



## 2.1 氢能行业：燃料汽车产销量和制氢项目进展

据势银(Trend Bank)统计，截至2024H1电解水制氢已公开的项目中标规模为456.68MW，招标规模为536.68MW。按公开中标口径统计，上半年中标量前五的企业分别为派瑞氢能、阳光氢能、天津大陆、京电设备和隆基氢能，合计中标规模397MW、CR5约87%。据势银调研口径，上半年中标量前五的企业分别为阳光氢能、派瑞氢能、天津大陆、氢器时代和明阳氢能，合计中标规模500MW、CR5约77%。相较之下，2023年制氢项目中标量前五的企业包括派瑞氢能、阳光氢能、隆基氢能、翌晶氢能和华电重工，CR5约58%。国内电解槽格局变化较快，新玩家不断涌现并进入中标榜单。国内制氢项目以央国企为主导，而且主要以AWE为制氢技术路线。风电、光伏、石化等企业跨界布局电解槽产业，AWE电解槽产能和厂家数量快速增长。同时，电解槽厂商积极以高电密、低电耗、大标方等为方向迭代升级技术。由于市场竞争激烈、供应规模快速扩大，AWE和PEM等较为成熟技术的电解槽产品价格呈降价趋势。我们预计中短期内，AWE与PEM成熟技术优势将扩大，但AWE依然将占据主流。随着产业链国产替代的有序推进，国内电解槽产业有望推动全球电解水制氢行业的降本和商业化落地。

2024年6月国内氢燃料汽车的产量和销量分别为1181和1117辆，分别同比+51.6%和+11.4%，创下2023年来的新高。截至2024H1，据中汽协，国内氢燃料汽车的累计产销量分别2773和2643辆，分别同比+11.1%和+9.7%。市场端，氢燃料汽车的采购方多具有政府背景，采购车型类型包括氢能重卡、氢能半挂牵引车、氢能公交、氢能运输车等。我们预计氢能汽车产业大约中期以后会进入蓬勃发展期。

图19：国内氢燃料汽车月度销量(辆)

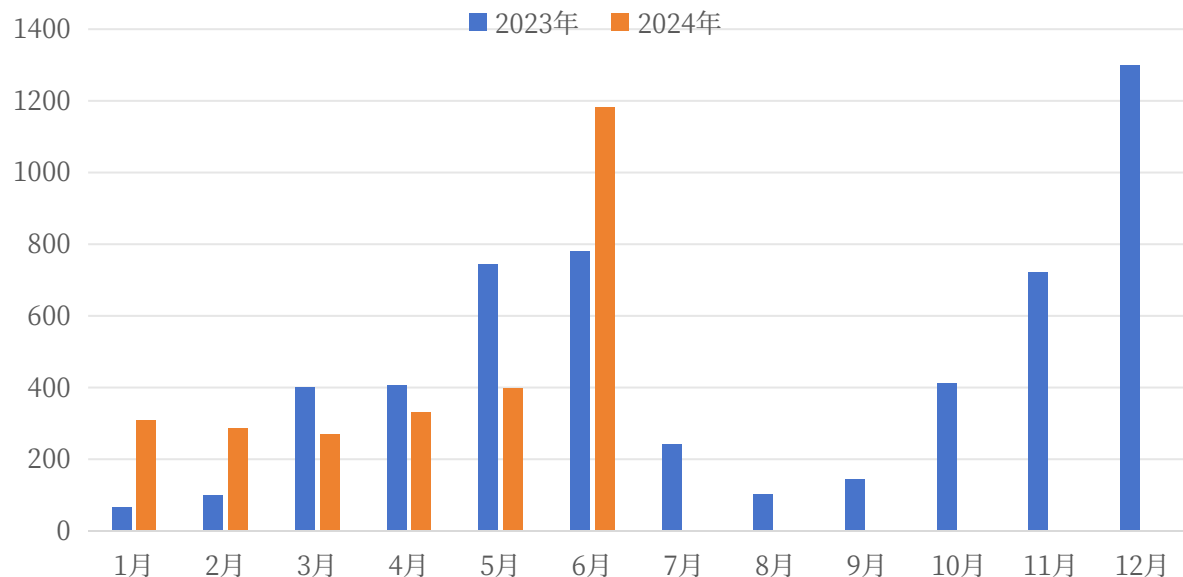
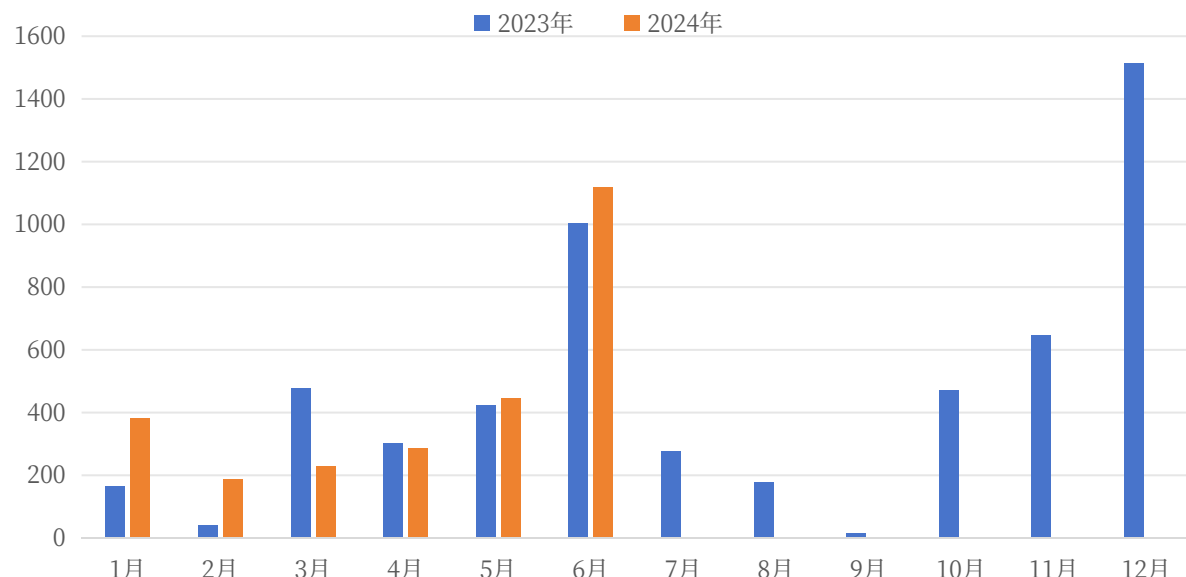


图20：国内氢燃料汽车月度产量(辆)





## 2.2 氢能行业：氢能项目和氢能出海进展

根据氢能汇统计，2024年上半年国内氢能行业平稳发展，累计56个氢能项目有新进展：8个项目被核准、22个氢能项目签约、17个氢能项目开工、7个项目投产。

- 1) 从项目分布的地理位置来看，风光资源丰富的内蒙古和东北三省的氢能项目数量居前。内蒙古共计有9个项目取得新进展，核准/投产/开工/签约的项目分别为5/1/1/2个。东北三省共计有13个制氢项目，辽宁/吉林/黑龙江分别有6/4/3个，核准/投产/开工/签约的项目分别为0/1/4/8个。
- 2) 从项目类型来看，绿电制氢项目达到39个，占据项目数约70%，其余项目包括煤制氢、天然气制氢、焦炉气制氢、生物质甲醇等。其中，部分绿电制氢项目，还进一步将绿氢转化成绿色甲醇和绿氨等绿色原料或能源，方便氢能的储运和下游应用。
- 3) 央国企为主要的氢能项目开发商，代表性企业包括国家能源集团、中国石化、中国石油、中国华能、中国能建、东方电气等央企以及陕煤集团、京能集团、申能集团等地方能源集团。另外，远景能源、隆基绿能、运达能源等头部新能源装备企业也积极参与氢能项目开发。
- 4) 氢能项目出现一体化或全产业链式布局趋势。大部分氢能项目打通制绿氢/甲醇/氨的产业链或走风光储氢一体化路线。项目开发产物更加丰富且链条更长，有利于借助规模化优势降低综合成本，并拓展收入来源和盈利模式，便于提高项目的整体收益率。

国内企业出海成为回避“内卷式”竞争的重要方式，其中风光资源丰富的中东地区成为氢能企业出海的重要方向。

- 1) 据香橙会统计，沙特、阿联酋、埃及等国家已出台氢能发展规划，预计到2030年低碳氢总产能将达到680万吨；截止2023年10月中东地区氢能项目投资规模达540亿美元、全球第五。
- 2) 中东和北非地区投资约90个低碳氢能项目、同比+53%，其中已建成运营项目占7%。国内几家知名氢能企业进军中东市场，据香橙会氢能数据库H<sub>2</sub> PLUS Data统计，中国企业与中东地区的氢能合作达约34项、以绿氢项目合作为主，主要分布在沙特、阿联酋、阿曼、埃及等地区。
- 3) 据香橙会，国内共计约有28家企业进军中东氢能项目，主要以建筑工程行业的央国企为代表，比如中国能建、中国电建、中国建筑。国内的氢能设备企业可通过与央企的合作进入中东市场。中国能建合作项目最多达6项，国富氢能其次达4项。
- 4) 从合作形式来看，中石化、国电投、氢蓝时代等企业通过与中东地区企业、政府签署合作协议或备忘录等方式达成合作意向。国富氢能、隆基氢能、阳光电源、双良节能等企业的单个合作项目通常高达上亿美元，合作形式更为具体。比如，通过在中东地区建氢能装备工厂，或为当地绿氢、绿氨项目提供设备和EPC服务，以及建设加氢站和提供氢能汽车等来开展合作。

## 2.3 氢能行业：氢能项目汇总



表1：2024H1国内企业氢能项目汇总

项目地点	项目名称	项目类别	涉及企业(简称)	产氢规模	日期	状态	项目地点	项目名称	项目类别	涉及企业(简称)	产氢规模	日期	状态
1 陕西榆林	煤炭超临界水气体制氢发电多联产项目	煤制氢	陕西中核交大超洁能源 中核华辰建筑工程	/	1月1日	签约	29 内蒙巴林左旗	内蒙巴林左旗风光制氢制甲醇项目	风电光伏制氢/甲醇	巴林左旗盛步太阳能	20万吨/年	3月22日	被核准备案
2 辽宁朝阳	焦炉气制氢联产LNG项目	焦炉气制氢	中集安瑞科	1.2万吨/年	1月2日	开工	30 河北沧州	国华投资“绿港氢城新材料”项目	可再生能源制氢/绿氢	国华投资氢能公司	5万吨/年	3月28日	开工
3 山东莱州	绿色氢能链示范项目	氢能装备制造	中国氢能有限公司	/	1月8日	签约	31 湖北大冶	绿电绿氢制储加用一体化氢能矿场项目	绿电制氢	华能集团华中分公司	/	3月28日	签约
4 湖南株洲	湘钢梅塞尔株洲制氢项目	天然气制氢	梅塞尔集团	2000Nm <sup>3</sup> /天	1月9日	开工	32 新疆新和县	光伏制氢、氢制合成氨一体化项目	可再生能源制氢	三峡集团海南、北京科锐配电、新疆融颐能源	2万吨/年(氢)	3月30日	签约
5 宁夏吴忠	离网制氢项目	电解水制氢	北京丽丰新能源	2000kg/天	1月10日	签约	33 黑龙江安达	风光储氢氨醇一体化项目	风光制氢合成氨	天楹新能源	10万吨/年(氢)	4月2日	签约
6 陕西榆林	1500万吨/年煤炭分质清洁高效转化示范项目	绿氢耦合化工项目	陕煤集团榆林化学	31500Nm <sup>3</sup> /h	1月15日	被核准	34 吉林四平	年产300万吨低碳醇氢清洁燃料项目	绿电制氢	中民(辽宁)实业集团	300万吨/年	4月2日	签约
7 广东佛山	电解水制氢加氢一体化站项目	电解水制氢	佛铁制氢发展有限公司	3000kg/天	1月16日	开工	35 河南许昌	隆基生物能源年产12万吨绿色甲醇项目	绿色甲醇	隆基绿能	/	4月3日	开工
8 河北邯郸	百万吨绿色甲醇制备示范区项目	绿氢合成甲醇	运达股份、吉利控股集团、招商局太平湾开发	3万吨/年	1月16日	签约	36 吉林辽源	中国天楹首期年产15万吨绿色甲醇项目	绿色甲醇	中国天楹	15万吨/年	4月12日	开工
9 内蒙	亿吨级液态阳光绿色甲醇制造项目	绿氢合成甲醇	内蒙液态阳光能源科技	规划1亿吨/年	1月18日	被核准	37 新疆博乐市	新疆俊瑞博乐新能源规模化制绿氢项目	新能源制氢	新疆俊瑞博乐新能源	1.44万吨/年	4月16日	签约
10 湖北大冶	深地储氢科研中试基地项目	岩洞储氢	中冶武勘工程		1月	开工	38 内蒙乌兰浩特	京能煤化工可再生能源绿氢替代示范项目	风电制氢	京能煤化工	2.5万吨/年	4月18日	开工
11 云南丽江	金山绿氢零碳智慧工厂示范项目	电解水制氢	三峡云南能投	788吨/年	1月22日	投产	39 辽宁铁岭	华电铁岭离网储能制氢一体化项目	风电制氢	华电辽宁能源、华电科工	3000Nm <sup>3</sup> /h	4月20日	商运
12 内蒙鄂尔多斯	上海庙经济开发区深能光伏制氢项目	光伏制氢	深能北方能源控股	6000吨/年	1月25日	投产	40 新疆昌吉州玛纳斯县	兵地融合光伏绿氢一体化示范项目	光伏制氢	国华投资	2座制氢站总规模4000Nm <sup>3</sup> /h 4座加氢站总规模8000kg/天	4月23日	开工
13 内蒙阿拉善	华电李井滩60万千瓦风光制氢一体化项目	风电光伏制氢	内蒙华电李井滩绿色能源	4.5万Nm <sup>3</sup> /h	1月27日	被核准	41 浙江	杭氧集团氢能源装备产业基地项目	制氢设备	杭氧集团	/	5月6日	开工
14 内蒙鄂尔多斯	氢能高端装备制造基地及氢能综合应用项目	氢能全产业链	江苏国富氢能、蒙发能源控股集团		1月29日	签约	42 黑龙江双鸭山	生物质绿色甲醇与绿色航油一体化项目	生物质能气化甲醇	中国能建中电工程	100万吨/年绿色甲醇和绿色航油	5月8日	签约
15 黑龙江哈尔滨	哈尔滨市双城区风光氢氨醇一体化项目	氢能全产业链	中能建氢能有限公司	/	1月29日	签约	43 河北张家口	风电光伏发电综合利用(制氢)示范项目	风光制氢	河北鸿蒙新能源	30吨/日	5月9日	开工
16 内蒙锡林郭勒	远景能源锡林郭勒氢能装备产业链项目	电解水制氢	远景能源	1-4GW/年	2月1日	开工	44 辽宁营口	绿氢合成氨合成甲醇一体化项目	绿电制氢制甲醇	东方电气	6.4万吨/年	5月	签约
17 江西瑞昌	15万吨级生物质气化制备绿色甲醇项目	生物质能气化甲醇	合肥德博生物能源科技	15万吨/年	2月2日	签约	45 陕西榆林	国能榆林化工甲醇下游加工分布式光伏制氢与化工装置耦合示范项目	光伏制氢	国能榆林化工	144万Nm <sup>3</sup> /年	5月27日	被核准
18 内蒙兴安盟	200万千瓦风电制氢制甲醇一体化项目	风电制氢制甲醇	中广核风电 中化学建设投资集团	40-80万吨/年	2月7日	签约	46 吉林省大安市	生物质秸秆气化合成绿色甲醇生产线和风光及储能项目	生物质制甲醇 电解水制氢	运达股份、 招运(辽宁)新能源	20万吨水电解制氢催化合成绿色甲醇	5月29日	签约
19 新疆阿克苏	新疆30万千瓦光伏制氢项目	光伏制氢	国电电力新疆新能源开发	2万吨/年	2月26日	开工	47 宁夏吴忠	太阳山绿氢制储输用一体化项目	光伏制氢	重塑能源、江苏赛拉弗	1.65万吨/年	5月29日	开工
20 河北赤城	赤城风电储氢多能互补示范项目	风电制氢	国华投资河北分公司	/	2月28日	投产	48 新疆新和县	生物质循环利用制甲醇项目	生物质制甲醇	国泰(陕西)能源科技	6万吨/年绿色甲醇	6月1日	签约
21 埃及	埃及大型绿氢/绿氨项目	可再生能源制氢	中国建筑 韩国SK Ecoplant	5万吨/年	3月	签约	49 浙江台州	台州生物质气化制绿色甲醇项目	生物质制甲醇	浙江海畅气体	83.91万吨氨、氮、 氢及绿色甲醇、氢、 CO <sub>2</sub> 、CO	6月11日	被核准
22 吉林省吉林市	绿色甲醇与绿色航煤一体化项目	绿电制氢制甲醇	中国能建中电工程	20万吨/年	3月	签约	50 辽宁锦州	全球单体最大的低温绿氢储运项目	绿氢储运	远景能源	162万吨/年绿氢储运	6月12日	开工
23 内蒙赤峰	华电500MW风光制氢一体化示范项目	风电光伏制氢	白音华金山发电	5万Nm <sup>3</sup> /h	3月4日	被核准	51 中国香港	全港首个绿氢项目	生物质能制氢	威立雅与香港中华煤气	/	6月18日	签约
24 马来西亚	登嘉楼州帕卡200MW绿氢一体化项目	新能源制氢	中国能建国际集团	200MW绿氢	3月9日	签约	52 湖北潜江	年产1500吨绿色氢气示范项目	电解水制氢	潜江清北氢能	1500吨/年	6月18日	环评公示
25 湖南长沙	三一氢能新建设的绿电制氢加氢一体站项目	绿电制氢	三一氢能有限公司	2吨/天	3月13日	投产	53 宁夏	宁东可再生氢碳减排示范区一期项目“绿氢制加一体化”项目	光伏制氢	国家能源集团	1428.6吨/年	6月20日	中交
26 辽宁朝阳	风光耦合制氢制甲醇项目	可再生能源制氢	中国石化	/	3月16日	签约	54 内蒙呼伦贝尔	内蒙呼伦贝尔氢通风光制氢一体化项目	风光制氢	氢通(上海)新能源	/	6月21日	被核准
27 甘肃玉门	玉门油田规模化可再生能源制氢项目	可再生能源制氢	中国石油	2100吨/年	3月16日	投产	55 广东惠州	惠州大亚湾石化区综合能源站项目	天然气掺氢发电	中能建广东院/广东火电	/	6月27日	投产
28 河南濮阳	中石化百千瓦级SOEC电解水制氢项目	SOEC制氢	中国石化中原油田	/	3月20日	开工	56 辽宁抚顺	抚顺清原氢能装备制造产业项目	氢能装备制造	氢盛能源	/	6月28日	开工

资料来源：氢能汇，中航证券研究所

## 2.4 氢能行业：氢能企业出海情况



表2：中国企业与中东地区政府、企业达成氢能合作情况

企业	合作方	签约时间	合作地点	合作内容
中石化广州工程有限公司	沙特国际电力和水务公司 (ACWA Power)	2024年6月	中东	签署合作备忘录。包括共同开发绿色氢能、绿色合成氨等项目，区域覆盖ACWA Power 已拥有开发合作项目的中东、北非、中亚、东南亚及中国在内的全球其他国家和地区
河南中科清能	海默科技	2024年6月	阿曼	签署氢能产业战略合作协议。将在阿曼共同推进液氢制储运一体化项目与产业合作，包括绿电制氢氢气液化技术产业化应用等
善水资本	阿布扎比交通局	2024年2月	阿布扎比	签约新能源项目合作备忘录。并通过威驰腾汽车为阿布扎比提供绿色出行解决方案，包括车型选择(氢能及电动)、充电及加氢设施布局等
国电投、中国银行、中国电建、中国能建及晶科能源	ACWA Power	2023年10月	沙特阿拉伯	签署合作协议。涵盖太阳能、绿色氢能及海水淡化领域，将加深沙特阿拉伯与中国在清洁能源和海水淡化领域的合作
中国南方电网、明阳集团	ACWA Power	2023年9月	沙特阿拉伯	签署战略谅解备忘录。双方将加强在绿色氢能和氨等领域的合作,助力全球可再生能源和综合智慧能源的开发及利用
氢蓝时代	ACWA Power	2023年9月	沙特阿拉伯	双方将在多款氢能产品、多个应用场景和多项商业模式中展开深入合作
中集安瑞科	易达资本	2023年7月	沙特阿拉伯	签署进军沙特市场及加入中沙企业联合会合作备忘录 (MOU)。在氢能、绿色甲醇等清洁能源综合服务和装备制造方面开展深度合作
中国能建	沙特阿尔朱美亚控股集团	2023年6月	沙特阿拉伯	签署战略合作备忘录。共同开拓中东乃至全球市场，在光伏、绿氢绿氨、储能、燃气电站、海水淡化、污水处理等投资建设领域实现新突破，为推动中沙两国共建“一带一路”增添新动力
中国能建	沙特阿尔朱美亚控股集团	2023年6月	沙特阿拉伯	签署战略合作备忘录，共同推进沙特、中东乃至全球能源、水务、基础设施领域投资建设合作
中国电建	ACWA Power	2023年5月	沙特阿拉伯	签署战略合作协议。双方将围绕电力和水务、新能源、绿氢、储能等领域开展深化合作
氢蓝时代	阿联酋皇家战略合作伙伴	2023年4月	阿联酋	启动全面战略合作，推动落实氢能综合利用示范、首条氢能空铁景观线等项目
瑞麟科技	埃及地方政府及企业	2023年3月	埃及	达成合作协议：在埃及共同建设绿氢项目，并成立合资公司，推动电解槽生产项目在埃及落地。合资企业将由瑞麟科技控股,并将具备 500MW 以上的高功率电解槽生产能力
中国石化	沙特阿美	2022年8月	沙特阿拉伯	合作签署合作备忘录，覆盖石油石化项目投资、石油和炼化工程服务、物资供应、装备制造、碳补集、氢能等领域
国氢科技	ACWA Power	2022年7月	沙特阿拉伯	将在绿电制氢、氢能技术推广应用等领域建立战略合作伙伴关系，共同推动ACWA Power 在综合智慧能源项目开发及国氢科技 PEM 制氢与燃料电池产品在项目上规模推广与应用
海德氢能	中国电建迪拜分公司、华为中东中亚数字能源业务部	2023年12月	中东地区	发布绿氢领域战略合作计划。基于华为数字能源智能光储和海德氢能制氢技术,打造面向中东业主的绿色离网制氢联合解决方案

图21：中东和北非国家的氢能项目数量（个）

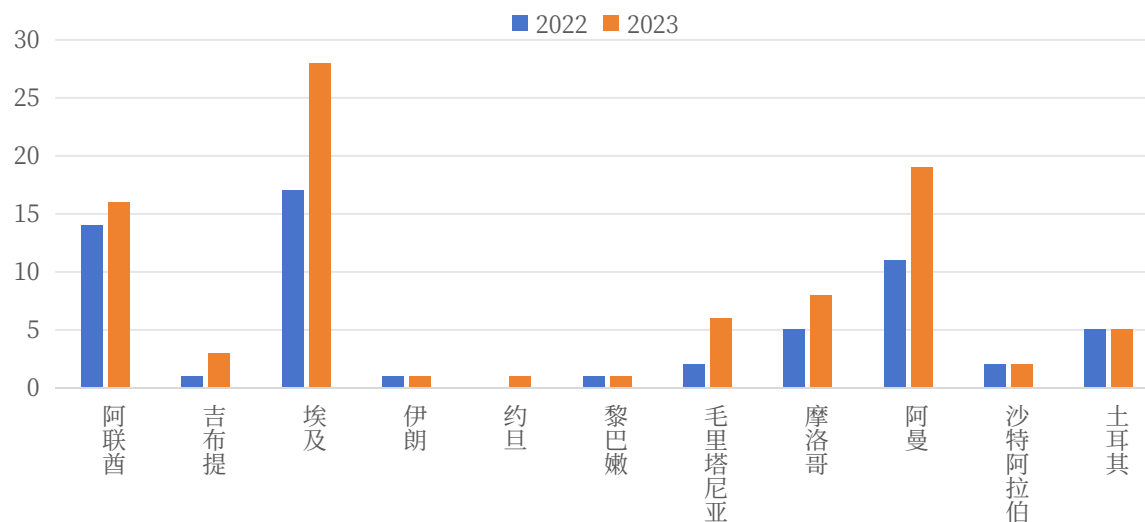
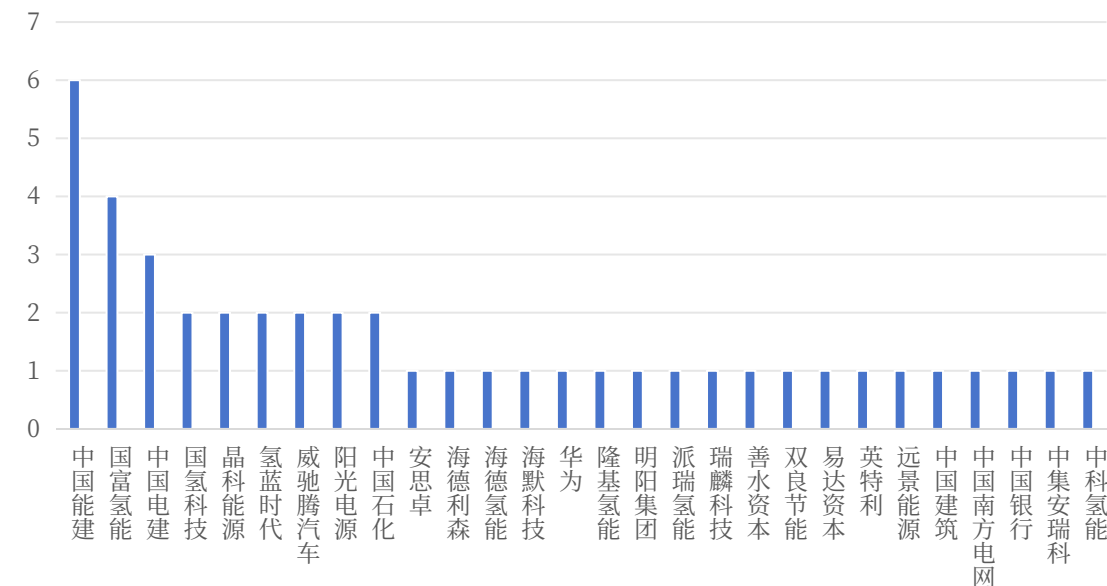


图22：中国企业与中东地区氢能合作项目数量（个）



资料来源：香橙会，中航证券研究所

## 2.5 氢能行业：燃料汽车产销量和制氢项目进展



表3：2024H1制氢电解槽中标情况一览（或有遗漏）

招标单位	项目	电解槽类型	规模 (MW)	中标企业	中标价 (万元)	中标时间
西湖大学	西湖大学阴离子膜电解水制氢电解槽项目	AEM	/	江苏笠泽制道氢能科技有限公司	79.9	2024.1
许继电气软件公司	许继电气软件公司宁夏风光火氢大型能源项目用PEM制氢-固态储氢-燃料电池系统公开招标采购项目	PEM	0.03	豫氢动力	/	2024.2
中国大唐集团新能源股份有限公司	大唐多伦15万千瓦风光制氢一体化示范项目	AWE	70	中车株洲所	11900.0	2024.5
内蒙圣圆氢能源科技有限公司	圣圆能源风光制氢加氢一体化项目50MW光伏及14000Nm <sup>3</sup> /h制氢项目(二期)	AWE	30	派瑞氢能	3996.5	2024.6
		AWE	15	海德氢能	2465.0	2024.6
中能建绿色氢能新能源(松园)有限公司	中能建松园氢能产业园项目	AWE	80	派瑞氢能	/	2024.6
		AWE	80	阳光氢能	/	2024.6
		AWE	160	华光环能、京电设备、氢器时代、天津大陆	/	2024.6
新疆俊瑞绿氢能源有限公司	新疆俊瑞制氢项目	AWE	80	明阳氢能	/	2024.6
三峡科技有限责任公司	三峡科技多场景项目兆瓦级碱性电解水制氢设备研制采购项目(撬装式)	AWE	1	天津大陆	695.3	2024.6

资料来源：碳索氢能，香橙会，中航证券研究所

图23：2024H1电解槽公开中标口径市场份额

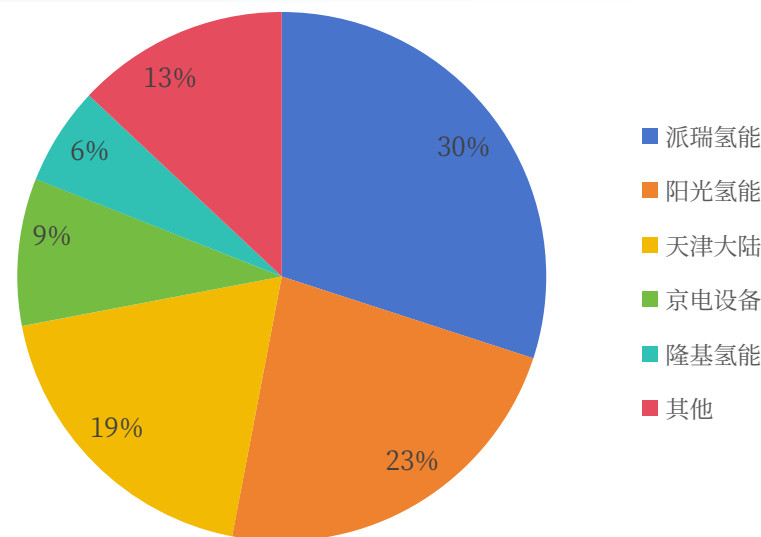
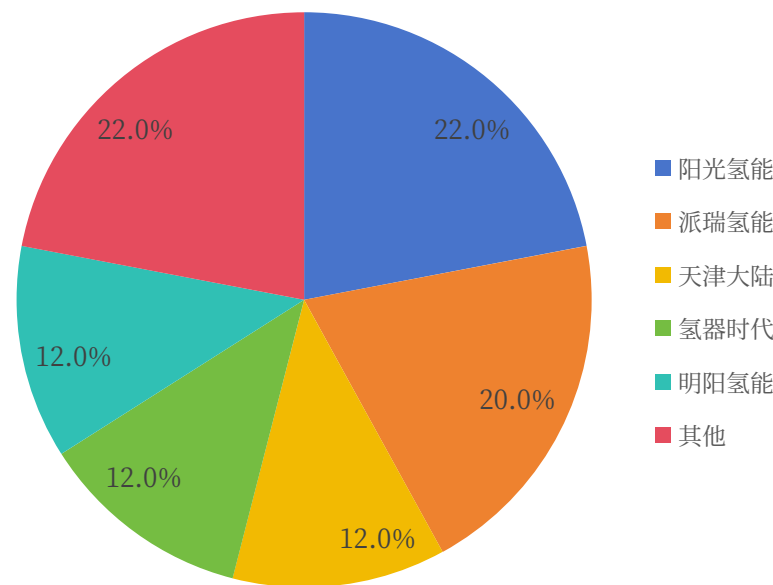


图24：2024H1电解槽含势银调研未公开项目市场份额



- 国内：制氢端，以中石油、中能建、华电为代表的央企推出多个制氢项目。煤电低碳化改造纳入绿氨气掺烧路线，改造后的单个机组掺烧10%以上绿氨，未来绿氢消纳空间可期。储运端，中石化京蒙输氢，固阳-白云鄂博掺氢输气管道均取得进展。应用端进展主要在交通领域。
- 国外：制氢端，国外企业在AEM、AWE用合金电极涂层、废物制氢等前沿技术，以及扩充PEM槽产能等方面取得进展。储运加端，国外企业在车载系统上取得突破。应用端，国外企业在交通领域、热电联产、制造业等领域展开测试。

表4：国内氢能新闻

环节	主要内容
政策	国家发改委印发《煤电低碳化改造建设行动方案(2024—2027年)》，明确提出生物质掺烧、绿氨掺烧还有碳捕集利用与封存三种煤电机组降低排放路径。其中，绿氨掺烧方面指出利用风电、太阳能发电等可再生能源富余电力，通过电解水制绿氢并合成绿氨，实施燃煤机组掺烧绿氨发电，替代部分燃煤；改造建设后煤电机组应具备掺烧10%以上绿氨能力，燃煤消耗和碳排放水平显著降低。
签约/招商	1) 中石油吐哈油田签约700MW光伏制氢项目； 2) 山西国际能源风电制氢一体化项目； 3) 中国能建签约100万吨氢基一体化项目； 4) 氢通1GW风光制氢制氨一体化项目
制氢项目 备案/环评	1) 中煤鄂尔多斯风光制氢一体化示范项目； 2) 中船90万千瓦风电制氢制甲醇项目； 3) 云梦国华4000Nm <sup>3</sup> /h电解水制氢项目； 4) 吉电股份氢氨醇项目
启动/开工	1) 内蒙风光储氢氨一体化示范项目； 2) 东方电气启动高原风电+国产PEM离网示范； 3) 华电山东潍坊制氢加氢一体站试点项目
储运氢/加氢站	1) 长三角规模最大加氢站启用； 2) 中石化京蒙输氢管道启动河北省部分选址工作； 3) 固阳-白云鄂博掺氢输气管道工程正式进入工程实施阶段；
氢能应用	1) 20辆氢能重卡在天津投运； 2) 国氢科技百台氢能物流车辆顺利交付； 3) 新疆首条氢能公交线投运； 4) 国内最大氢能调峰电站项目备案通过

表5：国际氢能新闻

环节	主要内容
制氢	1) 道达尔能源投资建设荷兰海上风电制氢项目； 2) 沙特阿美收购空气产品昆德拉旗下蓝氢工业气体公司50%的股份； 3) 美PEM电解槽企业Ohmium正式启用印度2GW超级工厂； 4) 加拿大Cipher Neutron将研发250kW AEM电解槽； 5) 巴斯夫在德国启动绿氢组件工厂建设； 6) 英国启动首个海上制氢试验项目； 7) 英国科技公司推出突破性碱性电解槽电极合金涂层； 8) 康明斯500MW质子交换膜电解槽工厂开始生产； 9) 西门子 & 卢森堡Boson Energy合作研发废物制氢技术
储运加	1) Cryostar和Verne合作开发重型汽车低温压缩氢燃料解决方案； 2) 英国和澳大利亚将启动V型液氢储罐开发项目；
应用	1) 丰田、可口可乐、液化空气联手开展氢燃料电池重卡测试； 2) 川崎公开测试氢动力摩托车； 3) JEKTA将与ZeroAvia合作开发氢动力水陆两栖飞机； 4) 吉凯恩航基于甲烷热解的绿色钢铁项目获美国能源部资助540万美元启动2MW液氢燃料电池动力系统项目； 5) 本田推出插电式氢动力汽车； 6) 梅塞尔携手丰田建立氢能合资企业； 7) Bloom Energy将为Core Weave部署SOFC； 8) EET启动欧洲第一座氢热电联产工厂； 9) 美国Constellium使用氢气燃烧器成功铸造12吨铝板； 10) 德国将从埃及进口26万吨绿氨； 11) 全球首台200kw高温质子交换膜燃料电池系统成功测试； 12) 美国航空从ZeroAvia订购100台氢动力发动机； 13) Bloom Energy为法拉利提供1MW固体氧化物燃料电池； 14) 东洋玻璃开发现场供氢的氢动力玻璃熔窑技术；

### 3.1 氢能专题：AWE制氢技术成熟、成本低，但目前无法适应波动电源、大标方正在全面验证



碱性电解水技术(AWE/ALK)，以30%(质量比)KOH(目前主流)或26%NaOH的水溶液为电解质，用隔膜(PPS膜或复合膜)将阴阳两极分离开，对两个金属(合金)电极通直流电、水分子分解生成氢气和氧气。在直流电作用下，在阴极，水分子被分解为氢离子H<sup>+</sup>和氢氧根离子OH<sup>-</sup>，其中H<sup>+</sup>得到电子生成氢原子、并进一步生成氢分子H<sub>2</sub>；OH<sup>-</sup>则在电场作用下穿过多孔隔膜到达阳极、进而失去电子生成水分子H<sub>2</sub>O和氧分子O<sub>2</sub>。相应的阴极和阳极化学反应如下：



经百年的发展，AWE技术的主要优势在于技术成熟和成本较低，且超大规格产品陆续发布、更适用于大规模、连续制氢。但AWE技术在能耗、产气纯度和安全等方面存在不足。电阻高和电流密度低易导致生产效率偏低、隔膜孔径大易产生气体杂质、启停慢需要预热、不适应负荷波动较大的可再生能源、体积和重量较大难以小型化、碱液有腐蚀性且无害化处理提高成本等问题影响了其快速推广。

AWE电解槽的结构由两端板和多组长螺杆-螺母结构将数十甚至上百个电解小室串联紧固而成，每个电解槽小室结构主要为“极板-密封垫片-电极-隔膜-电极-密封垫片-极板”。AWE电解槽在设计上存在以下不足：1) **隔膜孔径较大，影响电解效率和气体纯度。**为减少对离子传输的阻碍、允许电解液更容易穿过隔膜并降低电解液电阻，满足较高的电流密度和流量操作要求。缺点是容易无法避免氢气和氧气的扩散，扩散后的氧气易在阴极被还原生成水、降低电解效率，同时还容易出现氢中氧和氧中氢的爆炸隐患。2) **无法快速启停响应。**因为必须时刻保持电解池的阳极和阴极两侧上的压力均衡，防止氢气、氧气穿过多孔隔膜混合，进而引起爆炸。3) **碱性电解槽工作温度为70~90℃，而槽温提升需要时间。**如果间歇式运行导致电解槽温度长期低于工作温度，会影响电解效率、提高能耗。因而AWE电解槽对于具有间歇性、波动性特点的可再生能源适应性较差。

图25: AWE电解水原理图

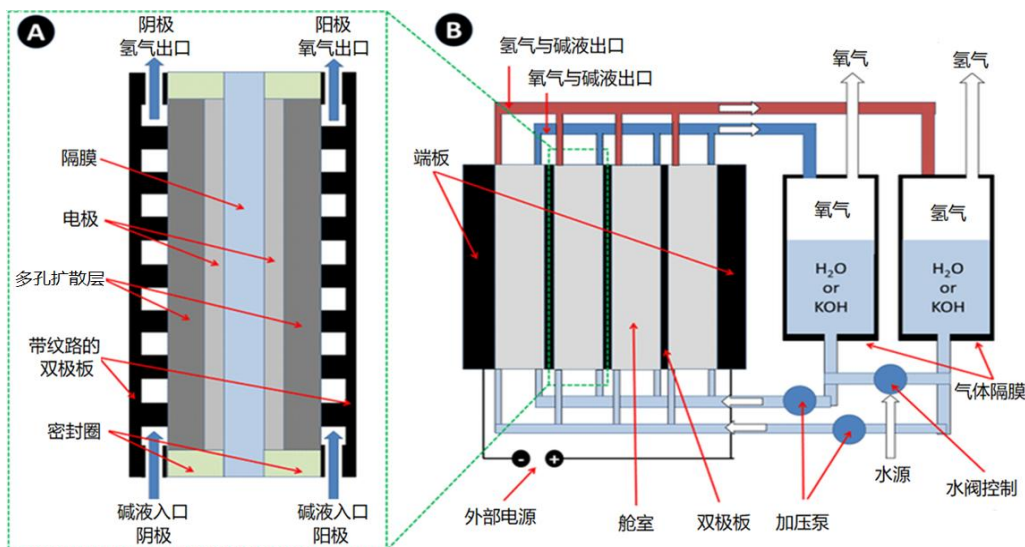
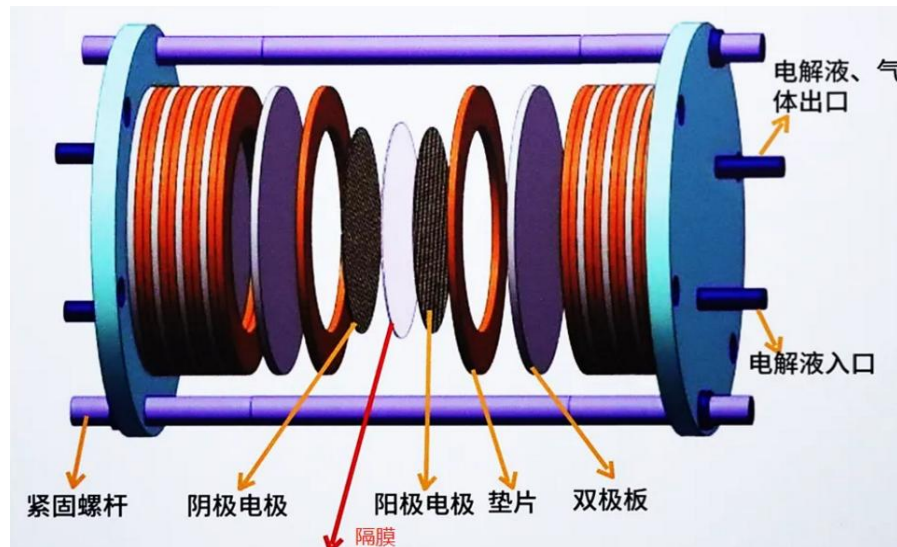


图26: AWE电解槽结构图



## 3.2 氢能专题：AWE路线电解槽国产化较为顺利，隔膜、电极与催化剂最为关键

图27: AWE电解槽电堆的成本构成

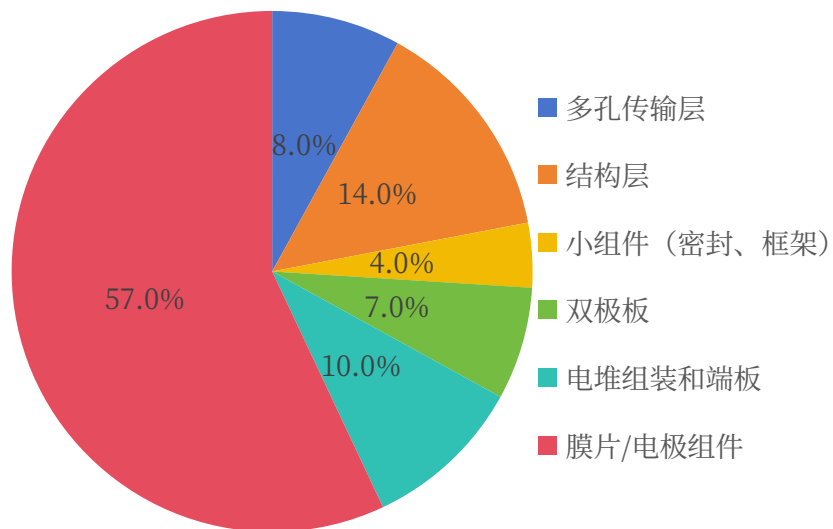
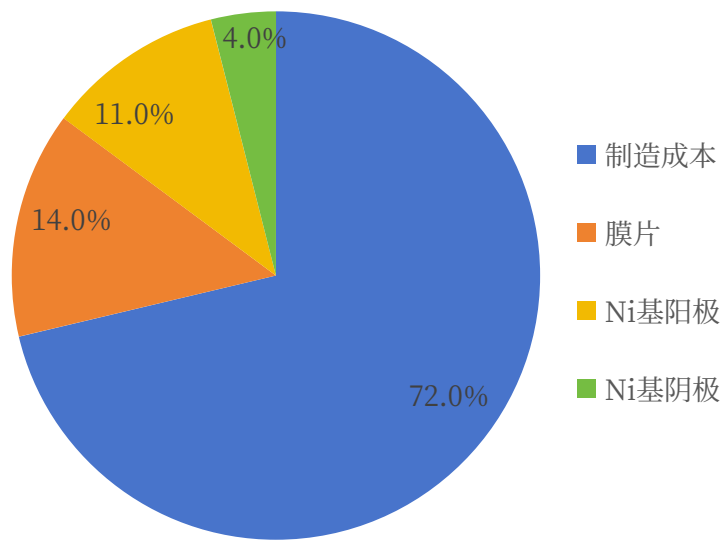


图28: AWE电解槽膜片/电极组件成本构成



AWE电解槽系统由电解电堆(主机)和辅机设备两部分构成。以1MW级别的AWE电解槽系统为例,辅机和电堆的成本占比均约为50%。

1) 辅机设备包括: 电力系统/制氢电源, 包括电源、变压器、整流器等, 将交流电转化为稳定的直流电源, 成本占比30%; 气体分离与干燥纯化设备, 将氢气、氧气、碱液分离并进行气体提纯, 成本占比30%; 其他设备, 包括冷却干燥系统、补水系统、碱液系统等, 发挥保证碱液、水的稳定供应, 降温或冷却气体, 监测气体纯度和系统运行等作用, 成本占比约40%。

2) 电解电堆包括: 膜片/电极组件, 成本占比57%; 多孔传输层, 主要为泡沫镍板或镍丝网等材料与结构, 成本占比8%; 极板, 也称双极板, 成本占比7%, 常用铸铁金属板、镍板或不锈钢金属板; 结构层(极框), 与极板共同实现对电解小室的结构支撑, 成本占比14%; 电堆组装, 成本占比10%, 包含端板、及拉紧螺杆、铜排等零件; 另外还有垫圈密封件、框架等小组件, 成本占比4%。

其中, 膜片/电极组件的制备工艺占其成本的72%, 主要是在电极网上涂布催化层; 而膜片/电极组件的隔膜、镍基阳极和镍基阴极, 分别占成本比重14%、11%、4%。催化剂涂覆是关键工艺, 目前主要为催化剂供应商掌握, 通常为外协加工方式。

3) AWE电解小室(Electrolytic cell)的核心零部件包括极板、极框、隔膜和电极(片):

极板的主要作用是传导电子, 需要电解电流分布更均匀、并减少接触电阻和增加电流密度, 以降低制氢能耗。目前电解槽主要采用双极压滤式结构, 同一块极板在外加电场的作用下一面带正电、另一面带负电, 分别作为阳极区和阴极区的极板。

极框位于极板外部, 设置有气道孔和液道孔, 主要作用包括引导碱液从外部进入小室, 并分流阴极区电解液和阳极区电解液。

隔膜的主要作用是在允许电解液离子通过的同时防止氢气和氧气混合。第一代石棉隔膜已被淘汰; 第二代隔膜包括PBI、PPS(聚苯硫醚), 其国内以PPS隔膜为主流、正在推进国产化; 第三代隔膜包括PPS+无机层涂覆的复合膜等, 目前正在大量商业化验证; 未来研发重点涵盖聚四氟乙烯树脂改性石棉隔膜、聚醚醚酮纤维隔膜、聚砜纤维隔膜等。

电极和催化剂层决定制氢效率。根据法拉第定律, 在电极界面发生化学变化的物质的质量与通电电量成正比。增大电流密度的关键是提高某个单元电压下催化剂表面发生的电化学反应的速度, 这取决于催化剂的两个特性, 即催化位点的数量和催化位点的本征活性。电极结构形式主要为纯镍网、泡沫镍、镍毡等, 通过热喷涂、离子喷涂、气体动力喷涂(冷喷涂)、滚涂煅烧法等工艺将催化剂附着在电极基材上, 目前主流AWE均采用镍基催化剂、最常用热喷涂雷尼镍, 催化剂活性越高通常成本越高, 在特殊应用场景下也会增加含量极低的钌或铱等贵金属催化剂以提高催化效率。

### 3.3 氢能专题：AWE关键材料基本国产化，隔膜环节国产替代空间较大

AWE电解槽已基本实现国产化，但产业链部分环节进口依赖度仍较大。极板、密封垫片、制氢电源等环节已经完全实现国产化，但在具体市场格局上存在差异。密封垫片由国内2~3家企业占据大部分市场份额，主要企业包括氟达氢能、科赛新材等。极板主要采用委外加工的形式。

AWE电源是沟通电网与电解槽、将交流电转变为直流电的设备，成本占比较高，挑战在于面对不同能源场景、电网特性、电解槽规格各异的场景下，保证电氢耦合效率。阳光电源、国电南瑞等传统电源企业已有布局，2023年以来英特尔、雷动智创等制氢电源企业分别获得近亿元和千万元级别投资。

隔膜属于国产化程度较低的关键零部件。国内电解水装备企业主要使用的PPS隔膜由日本东丽占据主要市场份额。而新一代的复合隔膜还处于商业化验证阶段。2023年以来，国内的中科氢易、刻沃刻科技、碳能科技等复合隔膜企业，获取多轮千万级或单轮亿元级别投融资。

表6：AWE电解槽产业供应链现状和主要的供应链企业

关键零部件	供应链现状	供应链企业
电极	国产化率高，以传统镍基电极为主；部分企业正积极布局多元合金、贵金属等新型电极，暂未实现大规模商业化应用	保时来、莒纳科技、扬州玉峰、德清恒川、盈锐优创、力焱电极、图灵科创、辉瑞丝网等
隔膜	国产化率偏低，PPS隔膜市场日本东丽占据主要份额；复合隔膜市场，国产膜技术还需进一步商业化验证	PPS隔膜：东丽、天津凯瑞、天津津纶、德阳科吉、苏州纳磐等； 复合隔膜：爱克发、碳能科技、中科氢易、刻沃刻科技、元素能材、蓝拓氢能等
极板	完全国产化，电解槽设备企业多委外加工	翌嘉(天津)金属、江苏氢骐科技、常州瓦斯特能源、济南章力机械等
密封垫片	完全国产化，2~3家企业占据大部分市场份额	氟达氢能、科赛新材等
制氢电源	完全国产化，多为传统电源企业布局	阳光电源、国电南瑞、中车时代、英特尔、科瑞变流、天马电源等

资料来源：势银《氢能与燃料电池蓝皮书(2023)》，碳索氢能，高工氢电，中航证券研究所

表7：近两年AWE电解槽产业供应链的投融资情况

公司	主营业务	获投时间	获投轮次	获投金额	投资方
中科氢易	复合隔膜	2023.02	种子轮	千万级人民币	麟阁创投领投，夯邦资本、华源资本、中信逸百年跟投
		2023.07	天使轮	数千万人民币	国家电投、麟阁创投联合领投
		2023.11	Pre-A轮	数千万人民币	高榕资本领投，招银国际、雄韬股份、阳光照明、崖州湾创投跟投
刻沃刻科技	复合隔膜	2023.02	天使轮	千万级人民币	险峰长青
		2023.11	Pre-A轮	数千万人民币	线性资本领投，险峰长青跟投
大陆制氢	AWE电解槽	2023.06	/	1亿人民币	东方江峡产投、招银国际
英特尔	制氢电源	2023.07	A轮	近亿人民币	朝希资本领投，深高新投、小禾创投等参与投资
碳能科技	复合隔膜	2023.09	A2轮	1亿人民币	朱雀资产领投，联想之星、力鼎资本跟投
力焱电极	催化电极	2023.11	增资扩股	/	涌铎投资
莒纳科技	催化电极	2023.11	Pre-A轮	1亿人民币	长江创新领投
泰氢晨	AWE电解槽	2024.1	Pre-A轮	1.5亿元	高榕资本领投，博裕资本跟投
明阳氢能	AWE、PEM电解槽	2024.2	A轮	超亿元	高领创投领投
保时来	碱性电极	2024.2	股权融资		三一氢能
通微新能源	碱性隔膜	2024.3	Pre-A轮	数千万元	青松基金领投，明德投资、险峰长青跟投
国富氢能	AWE、PEM电解槽、储运	2024.3	IPO	/	公开发行
绿萌氢能	AWE电解槽	2024.3	天使轮	/	海鸥股份
毅镁科技	AWE电解槽	2024.5	A轮	千万元	知能资本
雷动智创	制氢电源	2024.6	A轮	千万元	保定高新创投、当看同创
隆基氢能	AWE电解槽	2024.6	A轮	数亿元	朱雀投资、厂发信德、青岛涌氢、隐山资本、陕西基金等

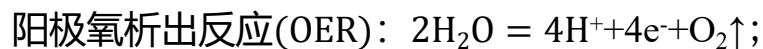


### 3.4 氢能专题：PEM技术日渐成熟，设备成本偏高、更适用波动电源，规模化降本能力需验证



PEM电解水技术，将水分子电离为OH<sup>-</sup>和H<sup>+</sup>、通过质子交换膜(PEM膜)传输H<sup>+</sup>，生成氢气、氧气和可循环使用的水，不需要添加液体电解质，可以避免AWE使用强碱性液体电解质，实现洁净排放。由于PEM槽的阳极处于强酸性和高电压环境、阴极处处于强碱性环境，阳极的非贵金属容易被腐蚀、并容易与PEM膜中的磺酸根离子结合进而降低H<sup>+</sup>传导能力，因此更依赖难加工的钛合金和铂、钯、钌、铱等贵金属，导致成本过高。

与AWE的碱性环境电解水不同，PEM的阳极产生强酸环境、发生氧析出反应，同时在阴极发生氢析出反应的原理有所不同：



相比于AWE电解槽，PEM电解槽在设计和结构上有以下优势：1) PEM槽的隔膜比较薄，阳极/阴极/隔膜采用零间距结构，内阻较低；2) PEM以纯水为反应物、清洁排放，且质子交换膜隔离了氧气、因此氢气纯度较高，后端仅需脱离水蒸气、无需增加其他气体提纯/反应装置；3) 压力调控范围大，输出压力可高达数兆帕，提供高压氢气，减少压缩空气的功耗；4) 可适应快速变化的能源输入、尤其波动性的风光绿电，具备宽负荷工作能力；5) 可在较高电流密度(>2000mA/cm<sup>2</sup>)工作，利于降低成本。

PEM电解槽的不足同样明显：1) 当价格过高，按照相同功率或产氢量的采购成本达到AWE槽的近3倍，源于行业规模小、采用贵金属、单体功率和产氢量规格小等原因；2) PEM槽若适应绿电的波动性，则全天平均功率仅约30~50%、产能利用率较低，若采用储能电池则投资额度会明显增加，若引入网电则没有利用好PEM技术优势；3) 全氟磺酸酯膜的国产化进度慢于AWE的PPS膜国产化进度；4) 减贵金属研究尚不充分。

图29: PEM电解水原理

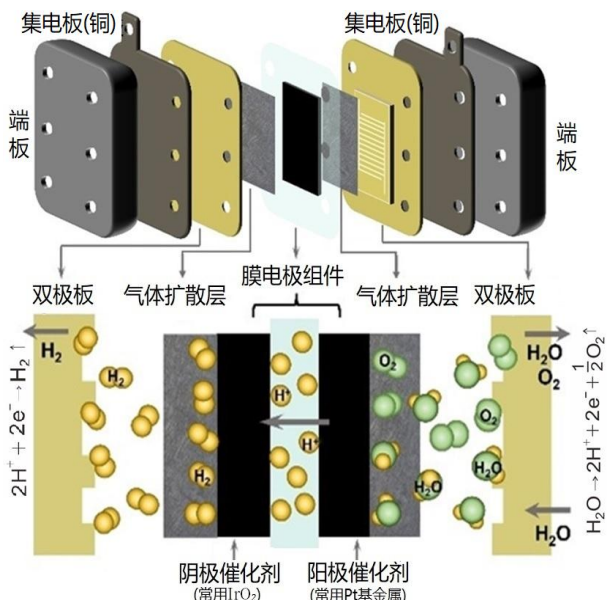


图30: PEM电解槽结构

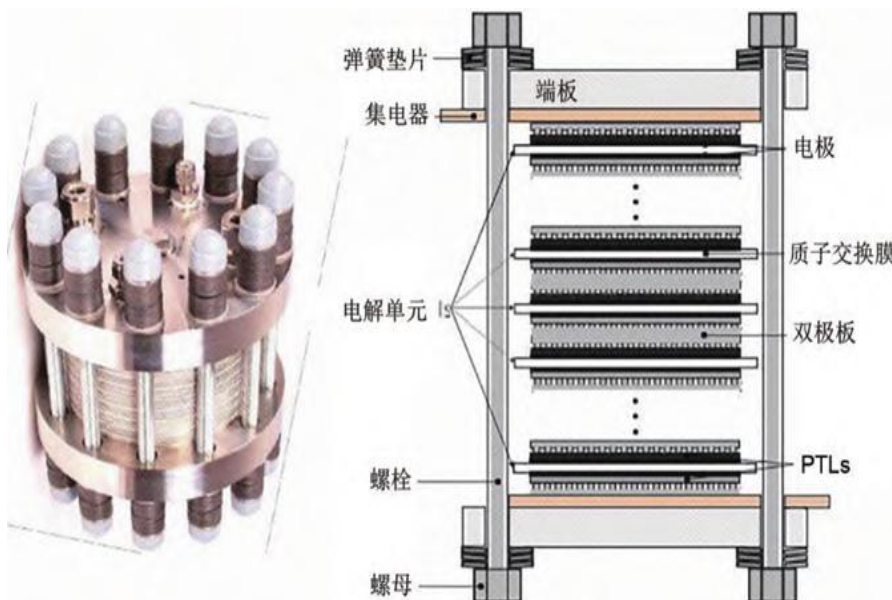
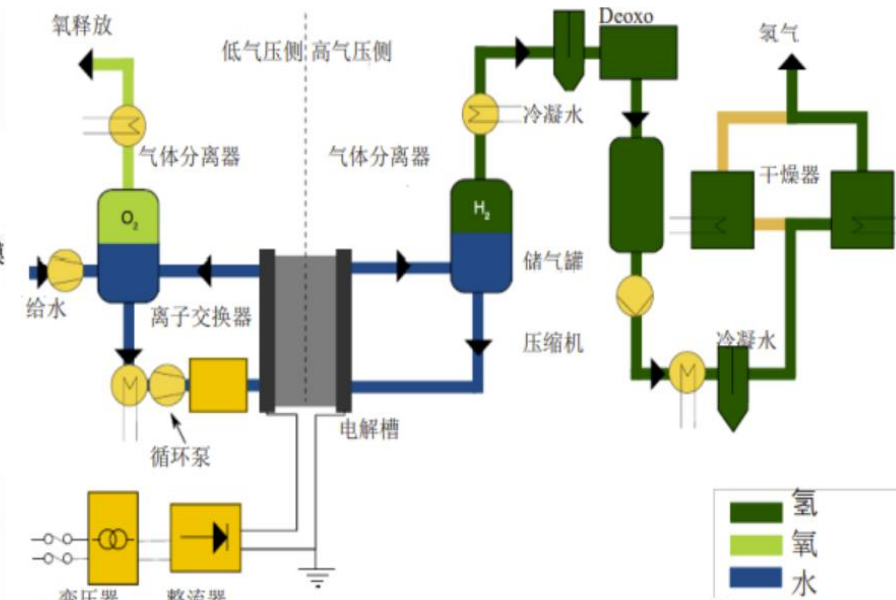


图31: PEM电解槽系统结构原理



资料来源: 《质子交换膜电解水技术关键材料的研究进展与展望》徐滨等, 艾邦氢能技术网, 国家电网, 中航证券研究所

### 3.5 氢能专题：PEM制氢路线电解槽构成中全氟磺酸酯质子交换膜、催化剂与膜电极最为关键



PEM电解槽系统也由电解电堆(主机)和辅机设备两大部分构成。以1MW级别的PEM电解槽系统为例,电堆和辅机成本占比分别为60%和40%。

1) PEM电解槽系统的辅机设备与AWE槽系统相似、甚至部分可以通用,电源、即电力系统,成本占比50%;去离子水循环系统,包括氧气分离器、循环泵等,为电解槽提供达标的去离子水,成本占比22%;氢气处理设备,即氢气纯化设备等,对生产的氢气进行干燥和纯化,成本占比20%;冷却系统,包括换热器、冷凝泵、冷凝器等,负责电解槽热管理,成本占比8%。

2) PEM电解槽电堆成本构成为:双极板53%、膜电极24%、气体扩散层/多孔传输层(钛毡、碳毡)17%、电堆组装和端板3%、小组件(密封件、框架等)3%。

其中,膜电极(MEA)由阴极和阳极催化剂直接喷涂在质子交换膜上构成,其制造成本大约站42%,其构成中质子交换膜29%、铱Ir基催化剂21%、铂Pt基催化剂8%。与AWE相似,PEM槽的催化剂涂覆也是关键工艺,但Pt和Ir等贵金属催化剂用量高、总成本占比明显更高。

3) PEM电解小室的结构为“双极板/阴极扩散层/阴极催化剂/质子交换膜/阳极催化剂/阳极扩散层/双极板”,核心材料包括质子交换膜、阳极/阴极的催化剂+扩散层、双极板:

双极板作为电解小室的支撑结构;气体扩散层的作用是确保气体/水传输和电荷传输;催化剂的配比与电流、电压、温度的适配调节控制制氢速度和效率;质子交换膜(PEM)用于传导质子(正电荷)、隔离氢气和氧气、为催化剂层提供结构支撑,对于电解槽的性能起到重要作用。

PEM电解水过程会构建强酸+强碱环境,因此上述材料均需要具备耐腐蚀性能。同时阳极处于高电位,双极板和阳极扩散层通常以耐腐蚀性最强的工业金属钛基材料为主、甚至需要在双极板表面制防腐涂层;气体扩散层由基底层和微孔层两部分组成,其孔径和孔结构会影响性能,阳极扩散层为防腐还须涂覆Ir或Pt贵金属涂层,而阴极扩散层以碳毡为主;催化剂只有少数贵金属基电催化剂(Pt和IrO<sub>2</sub>)能够在PEM槽的工况环境下表现出合理的催化活性和稳定性,铂基金属作为阳极催化剂参与析氧反应、IrO<sub>2</sub>材料作为阴极催化剂参与析氢反应;PEM膜工作时需要持续承受高压(>3MPa)、低负荷运行和频繁启停的运行环境,对材料机械性能要求极高,目前主流采用全氟磺酸酯材质。

未来技术方向均在追求高性能与低成本的匹配。双极板需要开发新型材料和表面处理工艺,以降低表面涂层贵金属的用量或进行替代;双极板和扩散层的结构都需要结合电解槽工艺特点进行定制优化开发;催化剂领域力求减少Ir和Pt贵金属的用量、甚至寻找非贵金属基催化剂替代物,在极端的年份贵金属回收产业亦会体现投资价值;PEM膜可以通过降低膜厚度、提高离子传导率以降低膜阻与电解能耗两方面降本。

图32: PEM电解槽电堆系统的成本构成

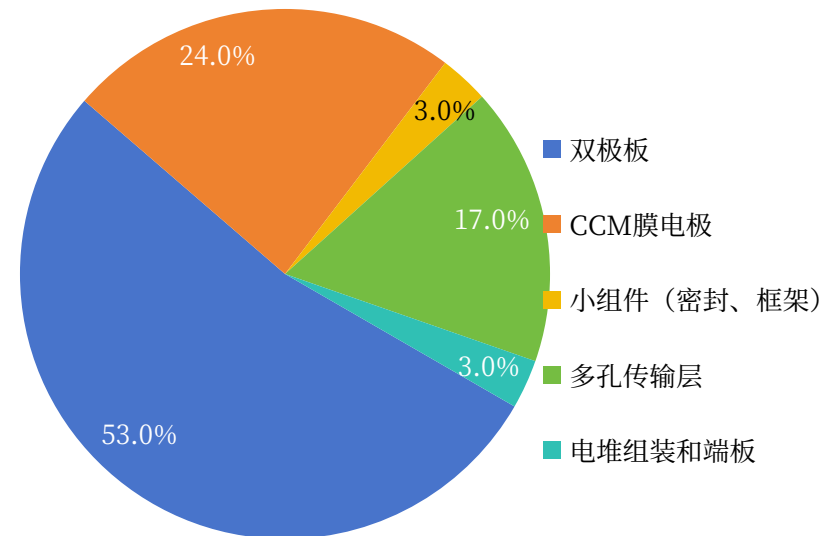
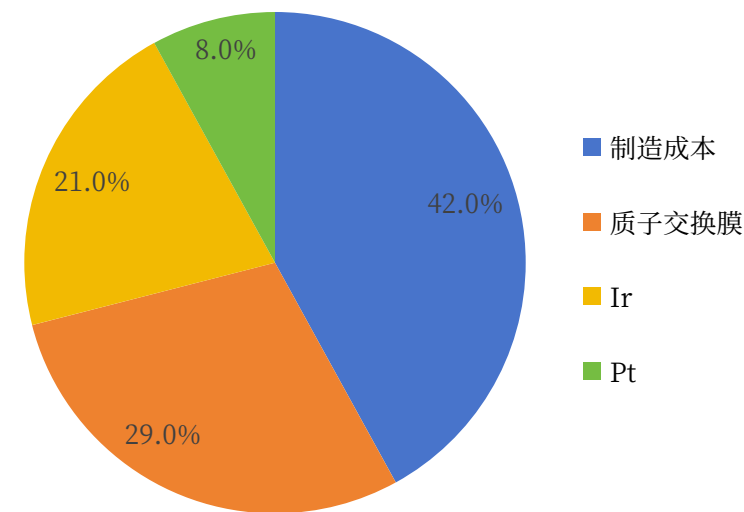


图33: PEM电解槽CCM膜电极成本构成



资料来源:艾邦氢能源,国际能源网,《质子交换膜电解水技术关键材料的研究进展与展望》徐滨等,《Cost-competitive green hydrogen》,中航证券研究所总结

### 3.6 氢能专题：PEM电解槽国内与国外的差距正在缩小，核心材料的进口依赖度仍较高

目前PEM电解槽主要有四类玩家：一是建立初期就定位为PEM电解水的独立企业，这类企业若错过快速发展期后，将面临被并购或被淘汰的局面；二是燃料电池企业转型，原主业订单不足和融资有余力都是驱动力，但客户与销售渠道差异大；三是AWE槽企业或其他领域装备厂家业务扩张，作为技术储备而发展PEM槽技术，若新旧业务的客户重叠度高则可能快速发展，未来可能成为主流；四是氢气终端用户或气体运营商向上游拓展业务，自主发展和并购均为选项。后两股势力未来影响不容小觑。国产装备全面崛起后将对供应链带来积极影响。

国内外PEM电解槽在前沿技术指标上的差距在缩小，除了国内在催化剂铱载量上领先外，国内PEM电解槽的单槽制氢量、电流密度、负荷调节范围等海外更先进的领域将被陆续反超。随着PEM电解槽向大标方、高电密、低成本等方向发展，对核心部件PEM膜、催化剂、气体扩散层、双极板等提出新的要求，国产供应链迎来弯道超车的机会。而国内核心部件在技术和制造能力上存在差距较大，PEM产业链的进口依赖度明显高于AWE，因此PEM产业链的新技术研发得到重视、各环节均有望规模国产。

- 1) PEM膜依赖进口，国内外技术差距较大。2021年国内市场国外/内资企业的PEM膜市占率分别79%和21%。其中市占率最高的产品有科慕公司(原美国杜邦)Nafion膜市占率达76%，具备电阻小、化学稳定性强、机械强度高特点；陶氏XUS-B204膜、日本的旭硝子Flemion膜、旭化成Aciplex-S膜的性能均较接近Nafion膜，但缺少大量工程化实践，在国内市场开拓进度较慢、销量较少；而国产头部企业东岳集团(子公司东岳未来氢能)的市占率达约15%。
- 2) PEM槽的贵金属基电催化剂主要使用的Pt和Ir等贵金属，在国内的储量较少，需从南美、南非、俄罗斯等地区进口。且国内PEM催化剂在工艺、产能上还有差距，其中英国庄信万丰Johnson Matthey、日本田中贵金属TKK、比利时优美科Umicore等三家企业占据国内九成市场份额。国内中科科创、龙蟠科技、凯大催化、贵研铂业、中自科技、济平新能源等企业研制的催化剂产品均已进入批量测试或应用阶段，另外中石化与中石油下属的催化剂公司值得关注。
- 3) PEM槽的气体扩散层的进口依赖度较高。阴极扩散层材料碳纸基本由日本东丽Toray、德国西格里SGL和德国科德宝Freudenberg供应，而阳极的水浸与强酸环境要求使用钛合金材料。目前国内可以生产钛基扩散层的企业较少，仅在民用PEM槽领域取得应用突破，但工业级PEM槽的扩散层产品仍以进口品牌为主。国内动量守恒、玖昱科技、西安菲尔特等企业可提供钛纤维毡产品，而浙江菲尔特、铂瑞电极、亿海鑫等企业可提供带镀层的气体扩散产品。
- 4) PEM槽的双极板基本都为定制化产品，难点在于提升加工精度和降低成本。国内目前能设计并制造PEM槽双极板的企业相对较少。雄韬股份采用等离子体表面扩散合金化方法用铌代替贵金属镀层；上海冶臻采用冲压工艺制备双极板；浙江菲尔特采用自创蚀刻工艺生产双极板，并完全实现国产化和批量生产。
- 5) PEM膜电极常用涂覆工艺，但预计未来会有电化学沉积等更多制备方法来改善质子传导率、贵金属利用率和电化学性能。国内已有鸿基创能、中科科创、苏州擎动、莒纳科技、大连物化所、武理工氢电、枘水、唐锋、氢辉等企业和科研机构布局，派瑞、阳光、赛克赛斯、长春绿动、淳华、清能等主机厂亦有布局。
- 6) 膜电极的降本主要在原材料的改性和国产化降本、自研独特的涂覆工艺两方面，因此PEM膜、电极、催化剂公司纷纷储备膜电极技术，电解槽公司也积极向上游渗透、以降低成本，独立第三方膜电极厂家的生存空间被挤压、被迫往上下游发展方向。

### 3.7 氢能专题：PEM电解槽国内与国外的差距正在缩小，核心材料的进口依赖度仍较高

近几年国内PEM电解槽产业链的投融资热度较高，在膜电极、质子交换膜、气体扩散层、PEM电解槽等环节均有多家公司获取千万级及以上的投资。其中，质子交换膜和膜电极环节获得投资较多。

- 1) 质子交换膜：东岳未来氢能和科润新材料都开发出电解水制氢用产品。东岳未来已开启小批量商用，并规划建设50万平方米/年产线。科润新材料已经拥有成熟的工业制氢用质子交换膜产品，并建有年产能达20万平米/年的液流电池与制氢用质子交换膜混合产线。
- 2) 催化剂：国内企业济平新能源的PEM催化剂产能达1000Kg；中科科创与国内多家PEM设备商达成合作和产品交付；凯大催化、龙蟠科技研制的PEM催化剂产品均已进入批量测试或应用阶段；科学家型企业贵研铂业亦值得关注。
- 3) 气体扩散层：动量守恒、玖昱科技、西安菲尔特等国内企业可提供钛纤维毡产品的企业，其中西安菲尔特已与多家头部PEM设备商展开合作和产品测试；浙江菲尔特、铂瑞电极、亿海鑫等国产企业可提供带镀层的气体扩散产品，其中浙江菲尔特已建有500平方米/月产能的产线，未来将扩张至1万平方米/月。
- 4) 双极板：上海治臻采用冲压艺制备双极板，并在苏州拥有燃料电池和电解水制氢用的双极板混合产线，年产能达到350片/年；金泉益具备7万片/年的PEM电解槽双极板产能；雄韬股份采用等离子体表面扩散合金化方法用钕代替贵金属镀层。

表8：PEM电解槽核心部件的国内外企业

环节	国外企业	国内企业
PEM电解槽	ITM Power, NEL(收购Proton), 西门子能源, 康明斯(收购水吉能), Plug Power, Elogen, 日立造船等	派瑞氢能、石化机械、阳光氢能、赛克赛斯、长春绿动、中电丰业、国富氢能、卡沃罗、淳华氢能、大连化物所、融科氢能等
质子交换膜	科慕Chemours(原杜邦)、旭硝子、旭化成、陶氏、索尔维Solvay、艾杰旭AGC、富马Fumatech	东岳集团(东岳未来氢能)、科润新材料、巨化股份、武汉绿动、国润储能、通用氢能、汉丞科技
催化剂	庄信万丰Johnson Matthey、田中贵金属TKK、优美科Umicore、贺利氏Heraeus、巴斯夫BSF	中科科创、龙蟠科技、凯大催化、贵研铂业、中自科技、济平新能源、中石化催化剂公司、合肥动量守恒、中石大新能源、擎动科技、武汉理工氢电、枞水新能源、氢电中科、青岛创启信德新能源
气体扩散层	贝卡尔特Bekaert、梅利夫MeliCon、吉凯恩GKN Sinter Metals	合肥动量守恒、玖昱科技、浙江菲尔特、西安菲尔特、惠同新材、通用氢能(碳基)、中钛国创、安泰环境、金通科技
双极板与涂层	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 双极板：德纳DANA、格雷伯Grabener、法因图尔Feintool；</li> <li>● 涂层：纳锋科技Nanofilm、毅湃Impact Coatings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 双极板：雄韬股份、上海治臻、浙江菲尔特、金泉益、西安泰金、博远新能源、三佳机械、中钛国创、安泰环境</li> <li>● 涂层：常州翊迈、北京实力源、上海福宜、中科迈格、汇成真空</li> </ul>
膜电极	巴拉德Ballard、西门子、Bloom Energy、庄信万丰Johnson Matthey、迪诺拉De Nora、戈尔Gore、3M、Kolon	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 专业化：鸿基创能、苏州擎动、大连化物所、武汉理工氢电、枞水新能源、氢辉能源、亿氢科技、中科科创、唐锋能源</li> <li>● 主机厂：派瑞氢能、阳光氢能、赛克赛斯、绿动、淳华氢能、清能股份</li> </ul>

表9：2023年以来PEM电解槽产业链的投融资情况

融资企业	核心产品	时间	获投轮次	融资金额	投资机构
重塑股份	PEM槽	2024.03	IPO	108亿	
赛克赛斯	PEM槽	2023.07	B轮	数亿元	朝希资本领投，海通并购资本联合领投，铁泰基金等跟投
暗流科技	PEM槽、膜电极	2024.04	天使+轮	数百万	佛山汇智伟创科技投资有限公司
鸿基创能	膜电极	2024.05			涌铎投资、新鼎资本、凯鼎投资、远见资本
唐锋能源	膜电极	2023.10	C轮	3亿元	金浦智能、前沿投资、东风资管联合领投，陕煤秦岭科创投、上银国际、久奕投资、石雀投资跟投，高瓴创投和朗玛峰创投作为老股东持续追加投资
莒纳科技	膜电极	2023.10	Pre-A轮	近亿元	长江创新领投，东方嘉富、阳光照明跟投
涌氢能源	膜电极	2023.10	天使轮	数千万元	GRC富华资本独家领投
动氢新能	膜电极	2023.11	种子轮	千万级	遨问创投
清氢科技	膜电极	2023.09	种子轮	千万级	启迪之星创投独家投资
动量守恒	膜电极、催化剂、气体扩散层	2024.05	天使轮	千万级	当看同创资本
科润新材料	质子交换膜	2024.04	C+轮	1.4亿元	合肥市种子基金和合肥北城天使基金领投，长丰县长氢企业管理咨询中心(有限合伙)以及个人投资者共同参与投资
		2023.10	C轮	2.4亿	由老股东架桥资本领投，建信北京投资等联合完成
		2023.12	A+轮	数千万元	红杉中国领投，北汽产投、未势能源、宇通集团、通用技术资本、架桥资本盈鼎投资等联合投资
福氢氢能	质子交换膜	2023.10	A轮	数千万元	唐兴资本独家投资
		2023.05	天使轮	数千万元	金浦智能领投，金鼎资本、前沿投资、苏创投、苏高新股份等机构跟投
		2023.05	A+轮	千万级	苏高新金控、苏州高新区科创天使基金及个人共同投资
上海碳际	气体扩散层	2023.01	A轮	数千万元	海望资本独家投资
					武岳峰资本独家投资

资料来源：能景氢能，国际氢能网，高工氢电，东方富海，新思界，势银《绿氢产业发展蓝皮书2023》，中航证券研究所

### 3.8 氢能专题：中石化的重要布局

结合自身优势，全方位投融资布局氢能产业链

中国石化通过设立子公司、合资公司、参股重点企业等方式全方位布局氢能产业链，并结合自身的资金、技术和资源优势，积极以现有业务体系为基础拓展氢能装备、材料、运营和服务等领域。在储运端，2023年4月公司启动“西氢东送”输氢管道示范工程，起点是内蒙古乌兰察布，终点是北京的燕山石化，经过内蒙古、河北、北京等3省9县，全长400公里。管道一期运力10万吨/年，预留50万吨/年的远期提升潜力，是国内首条跨省区、大规模、长距离的纯氢输送管道。

在制氢装备环节，子公司石化机械成功研制AWE和PEM电解槽等设备。与美国康明斯合作设立合资公司康明斯恩泽，引进先进的PEM制氢技术。投资质子交换膜国产替代领先企业科润新材料，以及制氢装备公司奥扬科技等。

在储氢环节，公司通过参股中科富海、浙江蓝能布局低温制冷装备和长管拖车、高压管束集装箱等装备。

在加氢站环节，公司参股加氢站集成设备商海德利森、舜华新能源、中鼎恒盛等公司，布局加氢站核心装备。

表10：中石化投资的十家氢能企业

企业	主营业务	所属地区	投资轮次	投资时间	投资方
科润新材料	质子交换膜	江苏省	C+轮	2024年8月	中石化资本
浙江蓝能	储氢瓶	浙江省	战略股权融资	2023年11月	
中科富海	液氢装备	北京市	B轮	2022年4月	
石化机械	氢能装备制造	湖北省	定向增发	2022年4月	
舜华新能源	供氢系统、加氢站	上海市	战略融资	2022年1月	
中鼎恒盛	隔膜压缩机	芜湖市	/	2021年8月	
重塑能源	燃料电池	上海市	/	2019年8月	
奥扬科技	供氢系统、制氢装备	潍坊市	/	/	
康明斯恩泽	制氢设备	广东省	/	2021年12月	中石化恩泽基金
海德利森	加氢站	北京市	A轮战略融资	2021年8月	

表11：中石化纯氢管道概览

项目	时间	状态	长度(公里)	输氢量(万吨/年)	管径	设计压力	地点
金陵-扬子氢气管道	2008年建成	已建成	32	4	325mm	4MPa	江苏省
巴陵-长岭输氢管道	2014年建成	已建成	42	4.42	457mm	4MPa	湖南省
乌兰察布陆上风电制氢一体化工程和输氢管道	2022年12月披露消息	推进中	400	10	/	/	内蒙古

资料来源：碳索氢能，国际能源网，中航证券研究所

## 5. 风险提示

- 全球经济衰退或复苏不达预期，国内外需求不振、相关的氢能下游行业需求减弱
- 主要经济体“碳中和”政策发生逆转或暂缓，影响新能源投资需求、间接影响板块公司估值
- 国内外各类电力设备装机需求不及预期；美联储加息导致海外资金成本提高、导致整体行业需求减弱
- 地缘冲突、逆全球化等不可抗力影响，导致主要企业供应链受阻、税收壁垒高筑、成本快速攀升
- 国际油、煤、气价格大幅下行，替代性能源的经济性不足、估值体系重构，影响投资项目经济性指标
- 原材料价格距离变化带来盈利大幅波动
- 新技术成熟度不及预期，影响行业推广设备供应商的核心零部件海外供应链断裂、影响投产进度
- 汇率波动影响，人民币贬值致进口原材料成本提高、影响企业盈利能力；人民币升值则导致出口失去竞争力
- 海外主要经济体主权债务违约、汇率波动等因素，引发外资重仓股抛售潮
- 二级市场的短期资金博弈、板块轮动
- 美国大选走向或对其贸易政策、能源政策产生较大影响



### 曾帅

新能源行业首席分析师

先后任职于中银国际证券、天风证券负责机械行业研究，2017年作为团队核心成员获得新财富最佳分析师（团队）机械行业第一名。在锂电装备、光伏装备、机器人与自动化等领域持续深度研究。曾先后就职于航天、医疗器械、钢铁等行业，热爱制造业，对科技和周期均有深入研究，建立了“中国制造业投资周期”研究框架。

SAC证书：S0640522050001



### 王卓亚

新能源行业分析师

山东大学金融学学士，武汉大学国际贸易硕士，覆盖电力设备、氢能与绿色能源行业，2023年加入中航证券。

证券执业证书号：S0640523110001

### 我们设定的上市公司投资评级如下：

- 买入**：未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅10%以上。
- 持有**：未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅-10%-10%之间
- 卖出**：未来六个月的投资收益相对沪深300指数跌幅10%以上。

### 我们设定的行业投资评级如下：

- 增持**：未来六个月行业增长水平高于同期沪深300指数。
- 中性**：未来六个月行业增长水平与同期沪深300指数相若。
- 减持**：未来六个月行业增长水平低于同期沪深300指数。

## 分析师承诺

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，在此申明，本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。风险提示：投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

## 免责声明

本报告由中航证券有限公司（已具备中国证券监督管理委员会批准的证券投资咨询业务资格）制作。本报告并非针对意图送发或为任何就送发、发布、可得到或使用本报告而使中航证券有限公司及其关联公司违反当地的法律或法规或可致使中航证券受制于法律或法规的任何地区、国家或其它管辖区域的公民或居民。除非另有显示，否则此报告中的材料的版权属于中航证券。未经中航证券事先书面授权，不得更改或以任何方式发送、复印本报告的材料、内容或其复印本给予任何其他人。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

本报告所载的资料、工具及材料只提供给阁下作参考之用，并非作为或被视为出售或购买或认购证券或其他金融票据的邀请或向他人作出邀请。中航证券未有采取行动以确保于本报告中所指的证券适合个别的投资者。本报告的内容并不构成对任何人的投资建议，而中航证券不会因接受本报告而视他们为客户。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被中航证券认为可靠，但中航证券并不能担保其准确性或完整性。中航证券不对因使用本报告的材料而引致的损失负任何责任，除非该等损失因明确的法律或法规而引致。投资者不能仅依靠本报告以取代行使独立判断。在不同时期，中航证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告仅反映报告撰写日分析师个人的不同设想、见解及分析方法。为免生疑，本报告所载的观点并不代表中航证券及关联公司的立场。

中航证券在法律许可的情况下可参与或投资本报告所提及的发行人的金融交易，向该等发行人提供服务或向他们要求给予生意，及或持有其证券或进行证券交易。中航证券于法律许可下可于发送材料前使用此报告中所载资料或意见或他们所依据的研究或分析。