

# 绿氢产业发展分析报告（2023 年度）



2024 年 2 月

## 版权声明

本报告仅供香橙会研究院（以下简称“香橙会”）的客户使用。香橙会不因接收人收到本报告而视其为客户。客户应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，香橙会接受客户的后续问询。

香橙会的销售人员和其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或观点。香橙会没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。

香橙会的投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

香橙会系列报告的信息均来源于公开资料和自采信息，我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，投资者据此做出的任何投资决策与香橙会和作者无关。若本报告的接收人非香橙会的客户，应在基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告的版权归香橙会所有。香橙会对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属香橙会。未经香橙会事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯香橙会版权的其他方式使用。未经授权的转载，香橙会不承担任何转载责任

## 目 录

前言：氢能产业发展背景 .....	1
第一章 绿氢产业发展概况 .....	6
1.1 全球绿氢产业发展 .....	6
1.1.1 全球绿氢产业发展概述 .....	6
1.1.2 全球绿氢项目概况 .....	7
1.2 中国绿氢产业发展 .....	10
1.2.1 中国绿氢产业发展概述 .....	10
1.2.2 中国绿氢项目建设概况 .....	15
第二章 2023 年中国绿色氢氨醇项目分析 .....	18
2.1 绿氢项目详情 .....	18
2.2 中国绿色甲醇产业发展概况 .....	25
2.2.1 绿色甲醇及其生产路径 .....	25
2.2.2 中国绿色甲醇项目建设情况 .....	26
2.2.3 绿色甲醇应用场景与前景 .....	28
2.3 中国绿氨产业发展概况 .....	29
2.3.1 绿色合成氨及其生产路径 .....	29
2.3.2 中国绿色合成氨项目建设情况 .....	30
2.3.3 绿色合成氨应用场景与前景 .....	31
第三章 电解槽产业链分析 .....	33
3.1 ALK 制氢产业链 .....	33
3.1.1 ALK 电解槽厂商代表 .....	33
3.1.2 ALK 制氢产业链代表企业及发展现状总结 .....	34
3.2 PEM 制氢产业链 .....	36
3.2.1 PEM 电解槽厂商代表 .....	36
3.2.2 PEM 制氢产业链代表企业及发展现状总结 .....	36
3.3 SOEC 制氢产业发展现状总结 .....	39
3.4 AEM 制氢产业发展现状总结 .....	39
第四章 电解槽市场分析 .....	42

4.1 全球/中国电解槽历年出货情况 .....	42
4.2 2023 年中国电解槽市场格局 .....	43
4.2.1 电解槽新品密集发布 .....	43
4.2.2 电解槽企业类型及竞争力分析 .....	45
4.2.3 国内电解槽现有产能及规划情况 .....	46
4.2.4 中国电解槽市场招投标详情 .....	48
4.3 绿氢及电解槽市场空间预测 .....	51
<b>第五章 绿氢及制氢设备成本分析 .....</b>	<b>53</b>
5.1 ALK 电解槽成本拆分及降本预测 .....	53
5.1.1 碱性电解槽成本拆分 .....	53
5.1.2 碱性电解槽降本分析 .....	56
5.2 PEM 电解槽成本拆分及降本预测 .....	57
5.2.1 PEM 电解槽成本拆分 .....	57
5.2.2 PEM 电解槽降本分析 .....	58
5.3 碱性和 PEM 电解槽制氢成本对比及影响因素分析 .....	59
5.3.1 ALK 和 PEM 水电解制氢系统基准数据 .....	59
5.3.2 ALK 和 PEM 水电解制氢系统制氢成本 .....	59
5.3.3 单因素敏感性分析 .....	61
5.3.4 ALK 水电解系统不同因素下的制氢成本 .....	61
5.3.5 结论与讨论 .....	62
<b>第六章 氢能产业投融资分析 .....</b>	<b>63</b>
6.1 氢能产业投融资整体情况 .....	63
6.2 氢能产业投融资细分领域分析 .....	66
6.2.1 融资领域 .....	66
6.2.2 融资金额 .....	67
6.2.3 融资轮次 .....	68
6.2.4 融资城市 .....	69
6.3 氢能产业 2023 年融资小结 .....	70
<b>第七章 氢储运市场分析 .....</b>	<b>71</b>

7.1 气态储运 .....	71
7.1.1 高压气态储运及发展现状 .....	71
7.1.2 管道输氢市场发展 .....	72
7.1.3 盐穴储氢 .....	74
7.2 低温液态储运 .....	75
7.3 有机液态储运 .....	77
7.4 固态储氢 .....	79
第八章 行业展望 .....	81

## 图表目录

图 1：设定碳中和和制定氢能国家战略的主要经济体 .....	1
图 2：IMO 碳中和目标 .....	3
图 3：替代燃料船舶数 .....	4
图 4：甲醇动力船订单情况 .....	4
图 5：全球清洁氢项目分布 .....	8
图 6：全球历年电解槽实际装机规模 .....	10
图 7：我国绿氢项目区域分布 .....	16
图 8：23 年国内新增绿氢项目区域分布情况 .....	18
图 9：23 年国内绿氢项目建设情况 .....	19
图 10：绿氢规划项目产能分布 .....	20
图 11：绿氢规划项目产能分布比例 .....	20
图 12：国内绿氢项目规划消纳情况 .....	25
图 13：IRENA 建议的甲醇划分标准 .....	26
图 14：合成氨生产链路图 .....	30
图 15：全球/我国电解槽历年出货量 .....	42
图 16：23 年国内电解槽中标 TOP10 .....	51
图 17：中国电解槽系统销售均价 .....	53
图 18：1000 标方电解槽各部分成本比例 .....	56
图 19：PEM 电解槽各部分成本比例 .....	58
图 20：ALK 和 PEM 各环节制氢成本占比 .....	60
图 21：氢能制、储运、加融资分析 .....	66
图 22：制氢设备融资分析 .....	67
图 23：氢能融资金额分析 .....	68
图 24：氢能融资轮次分析 .....	68
图 25：氢能融资轮次占比 .....	69
图 26：氢能融资城市分析 .....	69
图 27：有机液体储氢流程图（以甲基环己烷储氢介质为例） .....	78

表 1：2050 年氢能在能源结构中的比重 .....	1
表 2：全球主要经济体绿氢补贴规划 .....	6
表 3：全球 500MW 以上规模在建/运营电解水制氢项目 .....	7
表 4：我国制氢去危化标签政策 .....	11
表 5：各地绿氢补贴政策 .....	12
表 6：各地区历年绿氢项目数量及规划产能表 .....	17
表 7：国内生物质制氢项目情况 .....	21
表 8：碱性+PEM 联合制氢项目情况 .....	22
表 9：23 年国内已建成绿氢项目 .....	23
表 10：国内绿色甲醇项目情况 .....	26
表 11：国内绿色合成氨项目情况 .....	30
表 12：电解水制氢技术路线 .....	33
表 13：典型电解槽企业代表 .....	34
表 14：碱性电解槽隔膜企业典型产品参数对比 .....	34
表 15：ALK 制氢系统核心部件发展现状及代表 .....	35
表 16：PEM 电解槽代表厂商及产品 .....	36
表 17：国内典型膜电极企业产品情况 .....	37
表 18：PEM 制氢系统核心部件发展现状及代表 .....	38
表 19：Enapter 代表 AEM 电解槽产品参数 .....	40
表 20：历年电解槽新品发布情况 .....	43
表 21：23 年电解槽新品详情 .....	43
表 22：我国电解槽现有产能及规划 .....	46
表 23：23 年中国电解槽招投标详情 .....	48
表 24：1000Nm <sup>3</sup> /h 电解槽零部件成本构成 .....	54
表 25：碱性电解槽降本预测表 .....	56
表 26：2023 年 PEM 电解槽系统成本 .....	57
表 27：PEM 电解槽降本预测表 .....	58
表 28：ALK 和 PEM 水电解制氢系统基准数据 .....	59

表 29 : ALK 和 PEM 水电解制氢成本 .....	60
表 30 : ALK 和 PEM 水电解制氢成本敏感因素分析 .....	61
表 31 : 不同电价和年生产时间场景下制氢成本（元/kg） .....	61
表 32 : 23 年氢能制储运加产业融资事件表 .....	63
表 33 : 23 年储运融资详情 .....	67
表 34 : 氢储运工具及适用场景 .....	71
表 35 : 氢气在不同压力下的密度和压缩因子 .....	71
表 36 : 长管拖车 I 型瓶与 II 型瓶比较 .....	72
表 37 : 中国石化建成的输氢管道 .....	73
表 38 : 2023 年我国代表性输氢管道项目 .....	73
表 39 : 高压气态储运与低温液态储运比较 .....	75
表 40 : 全球主要液氢生产国及其产能 .....	76
表 41 : 2023 年我国液氢代表性项目 .....	77
表 42 : 常见体系固态储氢材料 .....	79

## 前言：氢能产业发展背景

### 双碳是氢能产业发展的第一推动力

全球共有 130 多个国家设定了碳中和目标，剩下很多国家设定了碳减排目标。在这些经济体中有 40 余个国家和地区发布了国家层面的氢能发展战略，以欧洲、美国、日本和韩国为先导，覆盖了占全球 GDP 80% 的经济体。



图 1：设定碳中和和制定氢能国家战略的主要经济体

资料来源：公开资料，香橙会研究院整理

在“双碳”背景下，全球能源迎来革命性机遇，新能源产业爆发式增长，能源消费结构趋向清洁、低碳和多元化。氢能是全球能源结构转型的重要战略方向，也是新能源重要赛道。与传统煤炭、化石能源相比较，氢能几乎是零碳排放能源。另外氢能具有燃烧性能好、单位热值高(143MJ/kg)、可大规模长期储存等优点，被认为是未来最具前景的替代能源。

国际氢能委员会（Hydrogen Council）梳理并预测了未来各领域氢能应用与传统能源和低碳替代能源的竞争力对比。在全球制氢、储运、配送成本快速下降的趋势下，氢能在各领域的应用潜力将逐步凸显。到 2030 年，氢能可在 22 种终端应用中成为最具竞争力的减碳解决方案，包括炼油、化肥、商用车、长途卡车运输、航运和氢冶炼等应用领域。到 2030 年，氢能有望每年替代 140 亿立方米的天然气消费、2000 万吨煤炭消费和 36 万桶石油消费。其中在重工业、公路运输和航运领域替代空间最大。

表 1：2050 年氢能在能源结构中的比重

地区	比重	预测机构
----	----	------

全球	5%	挪威船级社（DNV）
	12%	国际可再生能源机构（IRENA）
	13%	国际能源署（IEA）
	18%	国际氢能委员会 (HydrogenCouncil)
	22%	彭博新能源财经（BNEF）
我国	10%	中国石化经济技术研究院 中国电动汽车百人会、中国工程院院士干勇

资料来源：公开资料，香橙会研究院整理

## 我国氢能发展进入新阶段

我国已将氢能产业发展纳入国家战略。2020 年 9 月，国家主席习近平在第七十五届联合国大会上提出 2030 年实现“碳达峰”与 2060 年实现“碳中和”目标；2022 年 3 月国家发改委发布《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》。

《规划》明确了氢的能源属性，指出氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，是战略性新兴产业的重点方向，是构建绿色低碳产业体系、打造产业转型升级的新增长点。

国家领导层对氢能的重视程度不断在提升，并达到一个新的阶段。2023 年，国家领导人到地方考察时，两次点名氢能。一次是 2023 年 10 月 12 日，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平在江西省南昌市主持召开进一步推动长江经济带高质量发展座谈会并发表重要讲话时说，要“坚持全国‘一盘棋’，继续深化上游地区同中下游地区的能源合作。加强煤炭等化石能源兜底保障能力，抓好煤炭清洁高效利用，注重水电等优势传统能源与风电、光伏、氢能等新能源的多能互补、深度融合，加快建设新型能源体系，推进源网荷储一体化。”这表明国家已经明确氢能是新能源，并且是与风电、光伏地位并列的新能源。

另一次是 2023 年 7 月 25 日至 27 日，国家主席习近平在四川省考察时，也点名了氢能——“要科学规划建设新型能源体系，促进水风光氢天然气等多能互补发展”。

相隔不到两个月，国家最高领导层两次点名氢能，两提“水电等传统能源跟风电、光伏、氢能等新能源多能互补、深度融合”，表明氢能在国家建设的新型能源体系里占据重要位置。

当今世界正经历百年未有之大变局，氢能产业的发展，属于百年未有之大变局之列。新型储能和氢能规模化发展并带动能源系统根本性变革，构建新能源占比逐渐提高的新型电力系统。

## 绿色航运催生绿氢增量需求

2023 年 7 月，在国际海事组织（IMO）海上环境保护委员会第 80 届会议（MEPC 80）上重新修订的船舶温室气体减排战略，提出要尽快使国际航运的温室气体排放量达到峰值，并在考虑到不同国情的情况下，在 2050 年之前或该年前后实现温室气体净零排放。



图 2：IMO 碳中和目标

资料来源：CCS

远洋船舶应用替代燃料进程加快，甲醇燃料动力船舶市场火热。根据克拉克森研究，2023 年是航运业脱碳征程上意义重大的一年，有 539 艘涉及替代燃料船舶的新船订单，按吨位计占比 45%。而在 2021 年，31% 的新订单可使用替代燃料，高于 2020 年的 27%、2016 年的 8%、2012 年的 5%。

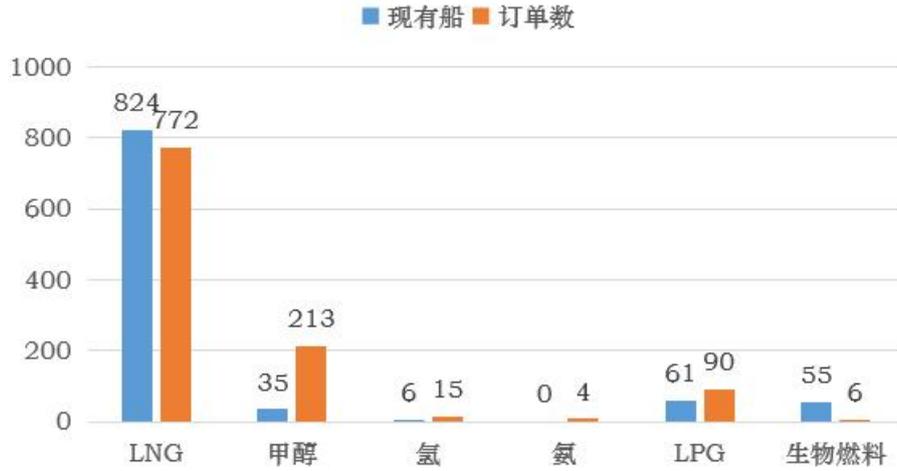


图 3：替代燃料船舶数

资料来源：克拉克森

2023 年甲醇双燃料船订单增加到 125 艘，其中 55 艘新船订单可使用 LPG 燃料，4 艘订单可使用氨燃料。在所有手持订单中，37.4%的吨位将使用 LNG 燃料（916 艘），8.3%将使用甲醇燃料（203 艘），1.7%将使用 LPG 燃料（84 艘），约 3.3%将使用其他替代燃料（约 379 艘），包括氢气（8 艘）、乙烷（43 艘）、生物燃料（10 艘）和电池/混合动力推进（约 310 艘）。这些船只预计 2025 年左右交付后每年绿醇、绿氨的需求将分别超千万吨。此外，有 579 艘现役船舶和新船订单为 LNG 预留状态，322 艘为氨预留，272 艘为甲醇预留。

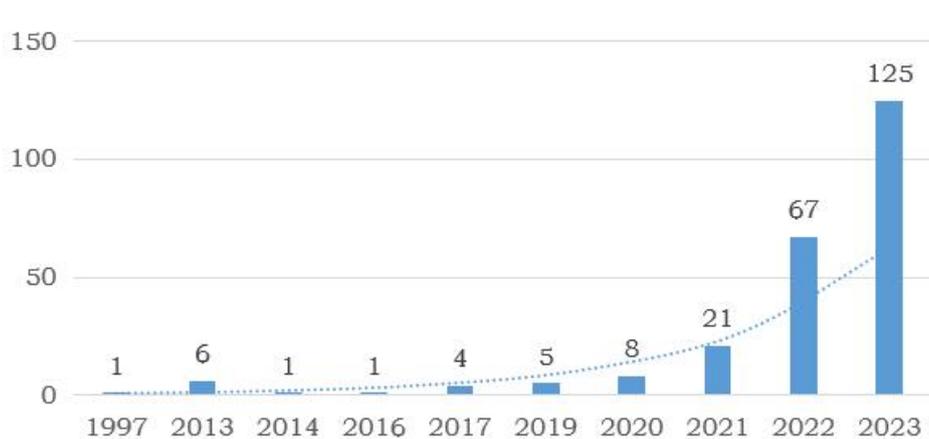


图 4：甲醇动力船订单情况

资料来源：克拉克森

从细分板块看，2023 年 83%的集装箱船新单和 79%的汽车船新单可使用替代燃料，但散货船和油轮板块的比例则要低得多。总体而言，当前全球 6%的船

队运力可使用替代燃料，高于 2017 年的 2.3%。预计到 2030 年底，这一比例将增至约 23%。

2023 年 9 月，由上海港和洛杉矶港共同制定的《上海港-洛杉矶港绿色航运走廊实施计划纲要》发布。根据实施计划纲要，自 2025 年起，航运公司合作伙伴将在本走廊部署具备全生命周期低碳或全生命周期零碳排放能力的船舶；到 2030 年，将在该走廊上展示全球第一艘全生命周期零碳排放集装箱船舶（或船队）的可行性。上海港-洛杉矶港绿色航运走廊倡议是由上海港、洛杉矶港和城市气候领导联盟（C40）共同发起的。参与该倡议的合作伙伴还包括 A.P.穆勒马士基集团、达飞海运集团、中远海运集装箱运输有限公司、海洋网联船务、长荣海运、上港集团、长滩港、宜家、亚马逊、中国船级社、亚洲海事技术合作中心（MTCC-Asia）等机构。在此框架下，未来上海港有望成为国内绿色甲醇消纳的主要市场之一。

## 第一章 绿氢产业发展概况

### 1.1 全球绿氢产业发展

#### 1.1.1 全球绿氢产业发展概述

随着全球能源转型的推进，氢能作为一种清洁、高效的能源，正逐渐成为全球能源体系的重要组成部分。其中绿氢是实现能源清洁转型和全球碳排放净零目标的有利武器。

2023 年由于全球主要国家系列补贴政策落地比预期中更为滞后，叠加项目预期成本（劳动力和材料成本）上升，同时项目开发商因没有大笔补贴，甚至无法明确自己能否获得补贴，都推迟了项目的最终投资决策（特别是美国和欧洲）。公开的可再生氢新项目数量尽管在快速增加但是多数集中在早期的规划设计阶段。

表 2：全球主要经济体绿氢补贴规划

国家/地区	核心内容
美国	2022 年 8 月拜登签署 IRA（通胀削减法案），该对清洁氢能的定义是 4kg-CO2/kg H2，排放低于这个标准都可以获得氢能生产补贴，其氢能补贴最高达 3 美元/kg；
欧盟	欧盟委员会计划于 2023 年 11 月 23 日开始，为欧洲经济区（EEA）的可再生氢生产商提供 10 年最高 4.5 欧元/千克的固定补贴
英国	2022 年 4 月宣布，将在年底前敲定绿氢的差价合约（CfD）补贴计划。英国政府承诺，将“通过 2023 年（2022 年开放）和 2024 年（2023 年开放）的两轮分配”授予对高达 1GW 绿氢项目的支持，所有这些项目将在 2025 年前投运或建设，第一轮资金将支持约 250MW 的项目
澳大利亚	2023 年 5 月 23 日，澳大利亚可再生能源署宣布将投入 20 亿澳元启动“氢能领先计划”（HydrogenHeadstart），用于支持 2-3 个旗舰项目，目标是到 2030 年实现高达 1GW 的电解制产能。预计该计划将从 2024 年开始招标，获批项目将在 2026-2027 年间启动，执行期为 10 年
印度	2023 年 7 月 10 日，印度宣布将展开长达三年的 20.13 亿美元绿氢产量补贴，第一年补贴上限为 0.60 美元/千克，第二年为 0.49 美元/千克，第三年为 0.37 美元/千克
荷兰	2023 年 7 月 11 日，荷兰政府宣布 2024 年开始增加 10 亿欧元财政投入，专门用于补贴可再生能源制氢项目
埃及	埃及政府批复了一项新法案草案，埃及绿氢项目有可能获得高达 55% 的税收抵免

西班牙	2023 年 6 月 6 日，西班牙政府宣布，将向七个大型绿氢项目拨款 1 亿欧元(约合 1.07 亿美元)，旨在促进电解槽示范项目的开发和高容量电解槽在工业环境中的发展。七个大型项目分布在西班牙 5 个不同地区，每个项目分别获得了 1000 万至 1500 万欧元的拨款
-----	--

来源：公开资料，香橙会研究院整理

### 1.1.2 全球绿氢项目概况

据 Hydrogen Council，截至 2023 年 10 月，全球已公布清洁氢项目（绿氢和低碳氢项目）累计达到 1418 个，累计规划产能超过 4500 万吨（绿氢产能占 70%，约 3200 万吨），其中，1011 个项目计划到 2030 年全部或部分投产。

同时，已宣布的 166 个吉瓦级项目中，共有 121 个项目计划在 2030 年投产，其中大多仍处于早期开发阶段，只有 71 个投资额超过 1 亿美元的项目通过最终投资决策，其中有 7 个项目的投资额超过 10 亿美元。此外，通过最终投资决策项目中试点项目仍占很大比例，项目投资额中位数远低于 2000 万美元，也意味着这些项目多为小型示范项目。目前，全球在建和运营中电解水制氢项目中超过 500MW 规模项目共 10 个，其中 4 个位于中国。

表 3：全球 500MW 以上规模在建/运营电解水制氢项目

序号	项目名称	国家	运行时间	电解槽技术类型	电力来源	装机容量 (MW)	年产氢量 kt/y	应用场景
1	HYBRIT demc	瑞典	2025	ALK	电网	500	84.70	氢冶金
2	NFOM Greer Hydrogen Project	沙特	2026	ALK	可再生能源	2000	338.97	—
3	H2 Green Steel (H2GS)	瑞典	2025	ALK	可再生能源	800	135.59	氢冶金
4	Gigastack-Hornsea 2, phase II	英国	2030	PEM	海上风电	900	134.94	—
5	Sinopec-Zhangzhou	中国	2027	ALK	海上风电	1049.43	181.82	—
6	Ben Tre project, phase 1	越南	2024	ALK	—	528.02	89.49	合成甲醇

7	Hydrogen Energy Metallurgical Chemical Demonstration Zone, 2	中国	2025	ALK	陆上风电	1013.37	175.57	合成甲醇
8	Kunming Engineering Corporation - Fengzhen (Ulanbaq)	中国	-	PEM	陆上风电	666.97	100	-
9	Songyuan hydrogen energy industrial park - Ammonia & Methanol	中国	2025	ALK	陆上风电	640	110.88	氨生产、合成甲醇
10	Topsoe Power-to-X	丹麦	2025	SOEC	可再生能源	500	125	-

资料来源：IEA

从项目实施情况看，处于公告阶段、可行性研究阶段、前端工程设计阶段、备案在建和运营阶段的项目比例分别为 30%、22%、13%和 35%。根据已宣布产能，到 2030 年全球清洁氢产能将由当前的 86 万吨/每年提升到 4500 万吨/每年，其中，可再生氢产能约 3200 万吨/年。但从项目部署情况来看，约 50%的产能项目仍处于规划阶段，7%仅为承诺目标，产能规模扩大将面临重大挑战。

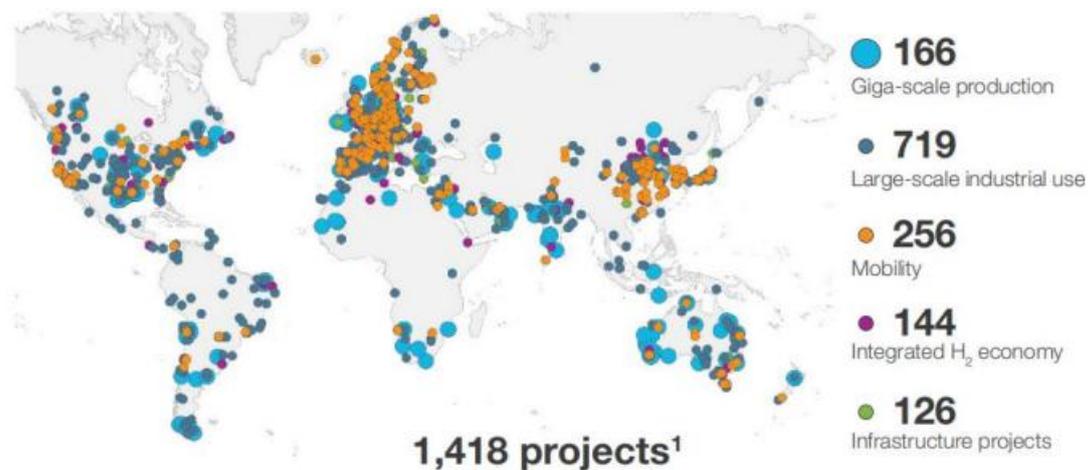


图 5：全球清洁氢项目分布

来源：Hydrogen Council

从区域上来看，根据已宣布产能（其中绿氢 2025 年规划产能 420 万吨/2030 年规划产能达到 3200 万吨），到 2030 年欧洲、美洲和大洋洲将成为排名前三的清洁氢产地。这三个区域合计占规划总产能的 80%以上；中国、印度和中东地区清洁氢产能的相对增长率最高，2023 年 1-9 月，中国清洁氢规划产能增长 50%，印度增长 150%。

而这些项目对应的电解槽装机规模到 2023 年预计也将超过 300GW（其中 2023 年 1-10 月全球累计新增规划装机超 73GW），近 140GW 装机容量正在进行可行性研究或设计规划，12GW 装机容量已经通过项目最终投资决策，其中大部分容量集中在中国（约占 12 GW 的 55%），其次是中东（约 15%）、欧洲（约 15%）和北美（约 5%）。此前，中国约占承诺电解槽装机容量的 40%，这也意味着中国电解槽装机部署速度将超过世界其他地区。

截至 2023 年 10 月，全球电解槽实际装机容量累计达到 1.1GW（装机容量相当于每年 15 万吨绿氢）。与 2022 年相比，2023 年全球电解水制氢能力增长约 60%，从 700MW 增加到 1.1 GW。过去一年的增长大部分是由中国新疆库车项目（260MW 装机）推动，该项目占 2023 年全球装机总增长的 65%。

从已有的电解槽装机规模分布来看，中国电解槽装机规模最大，已部署电解槽规模达到 610MW，全球居首；美国和德国装机规模分别为 60MW；中国台湾地区、瑞典和加拿大电解槽装机规模分别达到 25MW。

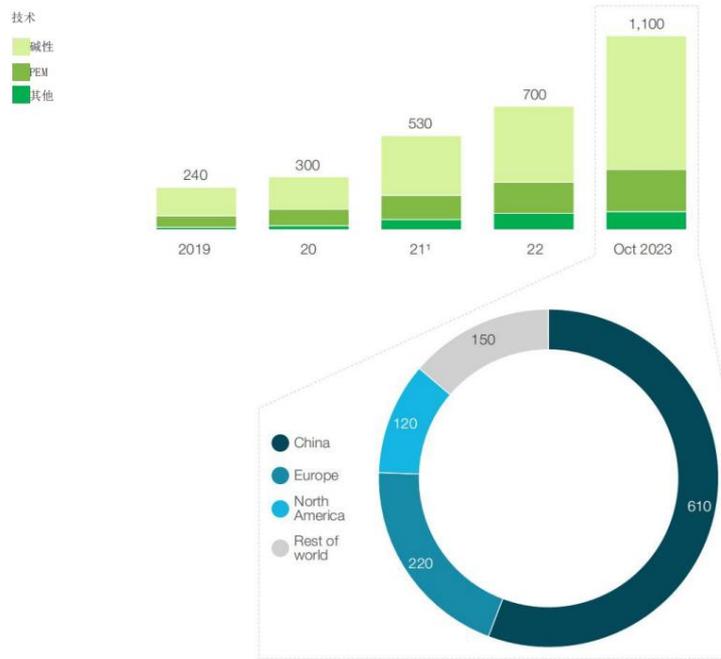


图 6：全球历年电解槽实际装机规模

来源：IEA、Investment tracker

## 1.2 中国绿氢产业发展

### 1.2.1 中国绿氢产业发展概述

2023 年，电解水制氢相关的市场、技术、政策等 3 个方面出现一些积极的信号，有利中国电解水制氢产业继续加速发展。

一是绿氢需求市场逐渐明确，吸引更多企业布局。2023 年，国际上航运、航空等领域的强制性减碳政策逐渐出台，同时马士基、中远海运等航运龙头开始寻找绿色甲醇等低碳替代燃料供应，给绿氢的消纳提供了一个可能的方向。

二是规模化制氢产业链条初步打通，逐步奠定绿氢项目规模化、商业化发展基础。一方面，2023 年中石化新疆库车绿氢项目建成投运，初步打通规模化制、储、运、用绿氢的产业链条，尽管在项目的运行中也暴露出各种问题，但是作为示范项目，其目的之一就是希望能够将大规模制氢会出现的问题及时暴露出来，并针对性提出解决方案逐步完善，最终形成可复制的样板；另一方面，2023 年中国制氢电解槽技术、氢电耦合技术等持续迭代，在波动性可再生电力制氢场景下的安全性、可靠性逐渐增强。

三是部分地区绿氢生产“危化品标签”被摘除，绿氢的地方补贴陆续出台。一方面，2023 年国内氢能相关创新管理的地方性政策增多，如绿氢生产“无需危险化学品安全生产许可”等，打通了项目建设、投运的政策通道；另一方面，国内如陕西等开始出台绿氢补贴政策，能够在部分程度上缩减绿氢与灰氢之间的成本差距。国家层面的绿氢补贴政策或许正在路上。

表 4：我国制氢去危化标签政策

地区	文件	核心内容	时间
河北省	《关于调整化工建设项目备案权限的通知》	除列入国家“十三五”石油和化学行业发展规划、省石化产业发展“十三五”规划以及大型冶金项目现场制气，冶炼尾气制硫酸、硫磺、乙醇等，废弃物生产有机肥，风力发电配套制氢、海水提溴等不适合入园项目外，园区外不得新建、扩建化工项目	2019
江苏无锡	《无锡市促进新能源产业发展若干政策》	探索在非化工园区现场制氢、制储加一体化加氢站及非固定式加氢站建设等领域改革创新	2023
上海临港	《中国（上海）自由贸易试验区临港新片区关于加快氢能和燃料电池汽车产业发展及示范应用的若干措施》	探索在非化工园区现场制氢、制储加一体化加氢站及非固定式加氢站建设等领域改革创新，助力氢能及燃料电池汽车产业进一步加快发展	2021
山东省	《2022 年“稳中求进”高质量发展政策清单（第二批）的通知》	探索可再生能源制氢、制氢加氢一体站试点项目不在化工园区发展，且不受固定投资额不低于 3 亿元的限制	2022
河北唐山	《唐山市燃料电池汽车加氢站建设管理暂行办法（征求意见稿）》	支持在非化工园区建立光伏制氢、风电制氢项目，并依托开展制氢工厂加氢站一体的制氢加氢项目	2022
湖北武汉	《关于支持氢能产业发展的意见》	积极高效利用工业副产氢，探索在非化工园区满足安全生产条件的区域开展能源型氢气制取项目	2022
广东省	《广东省燃料电池汽车加氢站建设管理暂行办法》	允许在非化工园区建设制氢加氢一体站。制氢加氢一体站规模不得超过 3000kg/d，储氢容器总容量不得超过 3000kg	2023
辽宁沈阳	《大东区人民政府发布大东区支持氢燃料电池汽车产业高质量发展的若干政策措施》	绿氢生产项目可不入化工园无需取得危化品生产许可证	2023

吉林省	《吉林省氢能产业安全管理办法》	电解水制氢（太阳能、风能等可再生能源）等绿氢生产项目及其制氢加氢一体站不需在化工园区内建设。绿氢生产不需取得危险化学品安全生产许可	2023
新疆布尔津	《布尔津县加氢站管理办法(暂行)（征求意见稿）》	允许在非化工园区建设制氢加氢一体站。制氢加氢一体站规模不得超过 3000kg/d，储氢容器总容量不得超过 3000kg	2023

来源：公开资料，香橙会研究院整理

作为全球第一产氢大国，我国已正式将氢能纳入国家能源战略体系，而地方层面也积极响应国家政策，通过生产许可补贴、电价补贴、减排等形式推动绿氢生产。

表 5：各地绿氢补贴政策

区域	文件	核心内容	时间
四川攀枝花	《关于支持氢能产业高质量发展的若干政策措施（征求意见稿）》	对于符合条件的氢能（燃料电池）产业企业其增量用电量执行单一制输配电价 0.105 元/kwh（含线损），电解氢项目建成后次年纳入全水电交易范围（川经信电力函〔2018〕220 号）。发展新技术、新工艺、新装备制氢企业落地建设，按照不超过项目建成投产后的实际投资总额（不含土地费用）的 20%，最高 100 万元给予一次性补贴	2022
湖北	《关于支持氢能产业发展的若干措施》	支持创新氢气制取。对在可再生能源富集地区发展风光水规模电解水制氢，按照 1000Nm <sup>3</sup> /h 制氢能力、奖励 50MW 风电或光伏开发资源并视同配置储能。支持电解制氢企业用电参与市场化交易。探索分布式可再生能源制氢，建设规模化制氢产业基地，逐步构建多元化氢能供给体系。	2022

辽宁沈阳	《大东区人民政府发布大东区支持氢燃料电池汽车产业高质量发展的若干政策措施》	支持多元氢气制取。鼓励企业建设工业副产氢提纯装置和集中充装设施，提高低成本车用氢气供应能力，对产氢量给予相应能耗和碳排放扣减，同时对相关项目固投给予最高 10%，最多不超过 100 万元的投资奖励。积极发展光伏、风电等零碳制氢，对相关项目固投给予最高 30%，最多不超过 500 万元的投资奖励；探索应用液氨、甲醇等低碳制氢，对相关项目固投给予最高 20%，最多不超过 300 万元的投资奖励；适度发展天然气（沼气）制氢，对相关项目固投给予最高 10%，最多不超过 100 万元的投资奖励	2022
四川成都	《成都市优化能源结构促进城市绿色低碳发展政策措施》	支持可再生能源和氢能发展利用。统筹推进“制储输用”全链条发展，加快建设“绿氢之都”，对绿电制氢项目市、区（市）县两级联动给予 0.15-0.2 元/千瓦时的电费支持	2022
深圳	《深圳市关于促进绿色低碳产业高质量发展的若干措施(征求意见稿)》	对制氢加氢一体站内电解水制氢用电价格执行蓄冷电价政策，电解制氢设施谷期用电量超过 50%的免收基本电费。允许发电厂利用低谷时段富余发电能力在厂区或就近建设可中断电力电解水制氢项目。到 2024 年，用氢成本降低至 30 元/kg 以下	2022
山东潍坊	《关于支持氢能产业发展的若干政策》	鼓励风电、光伏发电制氢，制氢装机容量视同配建储能容量。企业实施技术改造新增的设备，按照设备购置款的 10%给予补贴，单个项目补贴最高不超过 1000 万元	2022
吉林省	《支持氢能产业发展若干政策措施（试行）》	支持绿氢制取企业。对年产绿氢 100 吨以上（含 100 吨）的项目，以首年每公斤 15 元为标准基数，采取逐年退坡的方式（第 2 年按基数的 80%、第 3 年按基数的 60%），连续 3 年给予补贴支持，每年最高补贴 500 万元	2022

河南濮阳	《濮阳市促进氢能产业发展扶持办法》	加大绿氢制备扶持。建立氢能制备、检测服务建设项目审批“绿色通道”，实行“一站式”行政审批。鼓励企业发展风电、光伏、生物质等绿氢，对绿氢出厂价格不高于同纯度工业副产氢平均出厂价格，且用于本市加氢站加注的，按照年度累计供氢量给予补助。首年给予每千克 15 元补贴，此后逐年按 20% 退坡，每年最高 500 万元，补贴标准根据国家、省相关政策并结合我市实际适时进行调整。对绿氢制备企业给予一定风电、光伏等指标配备支持	2022
新疆克拉玛依	《支持氢能产业发展有关扶持政策》	支持绿氢制取示范项目建设，在 2024-2025 年期间，对落地克拉玛依且氢气产能大于 5000 吨/年的风光制氢一体化项目主体，按照其中绿电制氢的实际消纳量，经第三方认定后给予退坡补贴，2024 年补贴 3000 元/吨，2025 年补贴 1500 元/吨	2023
内蒙古鄂尔多斯	《支持氢能产业发展若干措施》	支持绿氢制取项目建设。在 2022—2025 年期间，对落地鄂尔多斯且氢气产能大于 5000 吨/年的风光制氢一体化项目主体，按绿氢实际销售量（对于一体化绿氢制化学品项目，由第三方公司对绿氢产量进行核定）给予退坡补贴，2022—2023 年补贴 4000 元/吨，2024 年补贴 3000 元/吨，2025 年补贴 2000 元/吨	2023
宁夏宁东	《宁东基地促进氢能产业高质量发展的若干措施 2024 年修订版（征求意见稿）》	鼓励、支持化工企业使用绿氢逐步替代煤制氢和甲醇制氢。对在宁东基地实施绿氢替代的化工项目，经认定，本级财政按 5.6 元/公斤标准给予用氢补贴，单个企业每年不超过 500 万元，最多补贴 3 年	2024
四川成都	《成都市优化能源结构促进城市绿色低碳发展政策措施实施细则（试行）》	支持可再生能源和氢能发展利用。支持分布式光伏试点示范，按装机容量给予最高 300 万元、按发电量给予最高 1000 万元补助。对绿电制氢项目市区两级联动给予 0.15-0.2 元/千瓦时的电费支持。鼓励氢能多领域应用示范，对加氢站建设运营，给予最高 1500 万元补助	2024

来源：公开资料，香橙会研究院整理

## 1.2.2 中国绿氢项目建设概况

自国家层面发布《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》后，各地积极规划可再生能源制氢，根据各地政府发布的相应氢能政策规划，绿氢产能合计规划量到 2025/2035 年达 100/250 万吨。不过，国内实际已公开的绿氢项目产能规划已经远超各地政府层面合计规划量。

截至 2023 年 12 月 31 日，国内累计规划电解水制氢项目已经超过 387 个，合计规划绿氢产能超过 642.98 万吨/年，对应电解槽装机需求合计约为 83.6GW。

从项目的地域分布来看，中国大部分绿氢规划项目主要集中在三北地区（东北、西北、华北），主要是由于这些地区在资源禀赋、政策环境和消纳场景方面具有突出的优势。其中，以内蒙古地区最为突出，规划在该区域落地的绿氢项目数量已经达 122 个，合计规划产能超过 236 万吨，对应电解槽装机需求超过 30GW。

## 全国绿氢项目分布地图

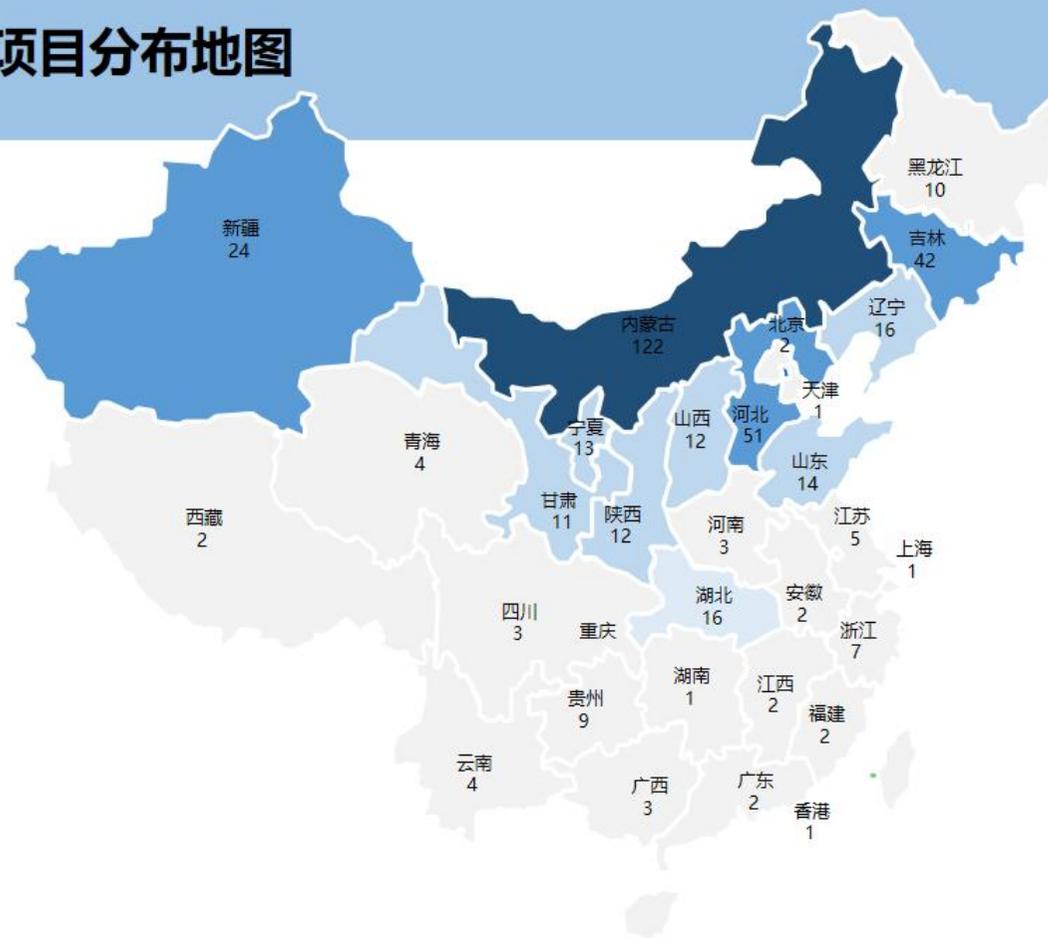


图 7：我国绿氢项目区域分布

表 6：各地区历年绿氢项目数量及规划产能表

地区	规划项目数量	规划产能（万吨/年）
内蒙古	122	236.04
河北	51	99.5
吉林	42	107.97
新疆	24	5.72
湖北	16	0.57
辽宁	16	11.21
山东	14	10.05
宁夏	13	21.71
山西	12	22.84
陕西	12	4.32
甘肃	11	0.43
黑龙江	10	78.14
贵州	9	1.84
江苏	5	2.29
青海	4	0.14
云南	4	0.38
四川	3	0.79
河南	3	1
广西	3	1.07
江西	2	0.03
福建	2	/
西藏	2	0.06
北京	2	0.14
广东	1	/
安徽	1	/
上海	1	36.5
天津	1	/
香港	1	0.22
合计		642.96

来源：香橙会氢能数据库

## 第二章 2023 年中国绿色氢氨醇项目分析

### 2.1 绿氢项目详情

2023 年是我国绿氢产业爆发元年！据香橙会研究院统计，2023 全年国内有 20 个省市新增不同阶段绿氢项目超过 148 个，合计新增规划绿氢产能达 618.02 万吨，对应电解槽潜在的装机需求超过 80GW。

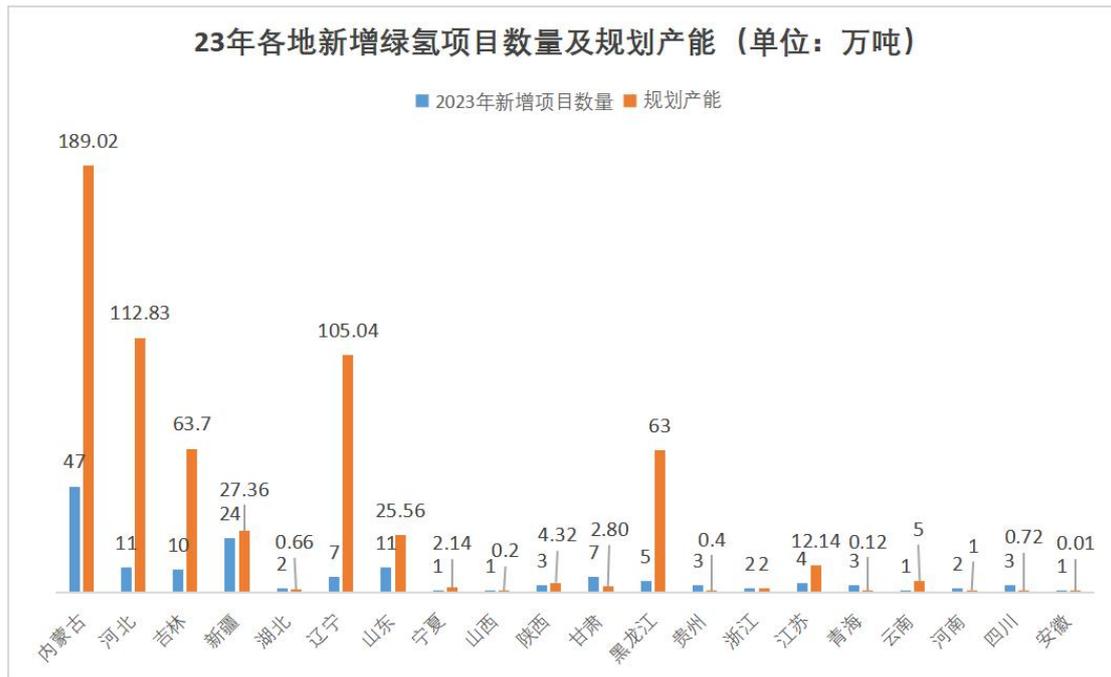


图 8：23 年国内新增绿氢项目区域分布情况

来源：香橙会研究院

从新增绿氢项目的地域分布来看，内蒙古一骑绝尘，2023 年新增绿氢项目数量达 47 个，合计新增规划产能超过 189 万吨。此外，新疆、东北地区（含吉林、黑龙江、辽宁）、河北、山东等资源禀赋较为丰富、政策开放力度较大的地区新增绿氢项目也分别达到 24 个、22 个、11 个，对应新增规划产能分别达到了 27.36 万吨、231.7 万吨、25.56 万吨。

将 2023 年 148 个新增项目依据项目建设的推进阶段做进一步拆分，其中处在签约阶段项目数量占比 32%，新签约绿氢项目规划产能 353.5 万吨，超过 2023 年全部新增规划产能的一半；规划阶段项目数量占比 11%，产能合计约 39.2 万吨；处在备案阶段项目数量占比约为 22%，对应产能约为 124.69 万吨；在建项

目数量占比 27%，在建产能约为 96.95 万吨；建成项目数量占比 8%，已建成产能 3.7 万吨。

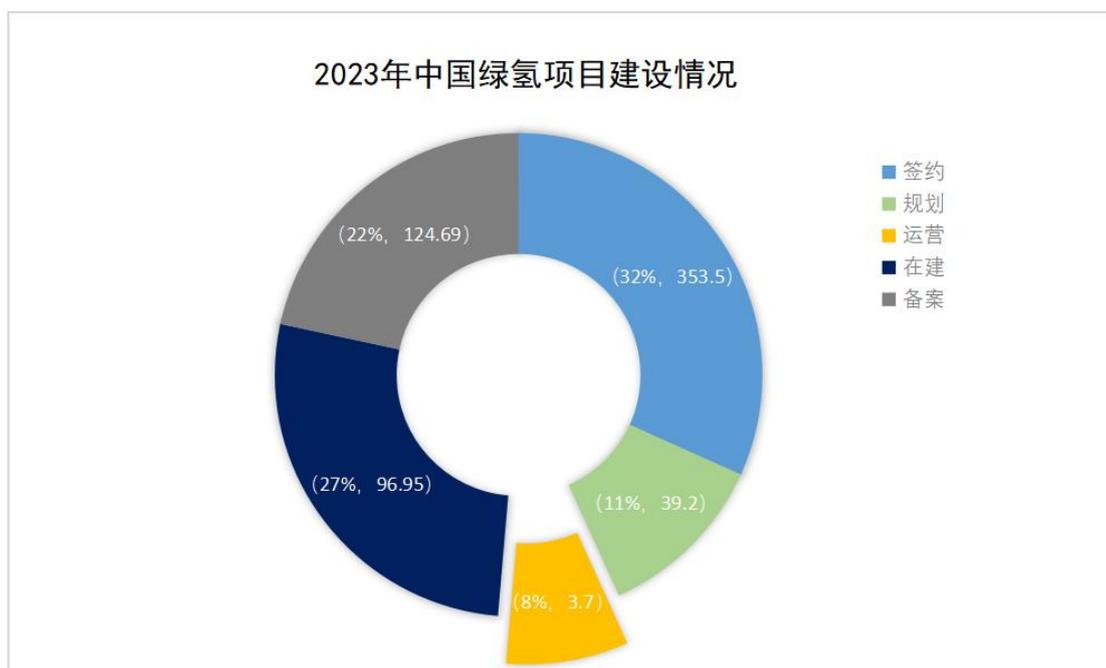


图 9：23 年国内绿氢项目建设情况

来源：香橙会研究院

从项目产能规划来看，制氢产能规模差异巨大。最小项目每年规划产氢规模 50 吨，最大项目规划每年氢气产能 100 万吨每年。148 个项目中 24 个氢气产能在 1000 吨/年（含）以下；产能在 1 千到 1 万吨（含）项目数量 33 个；产能在 1 万到 5 万吨（不含）项目数量 35 个；产能在 5 万吨及以上项目数量 33 个，未公布产能项目 23 个。

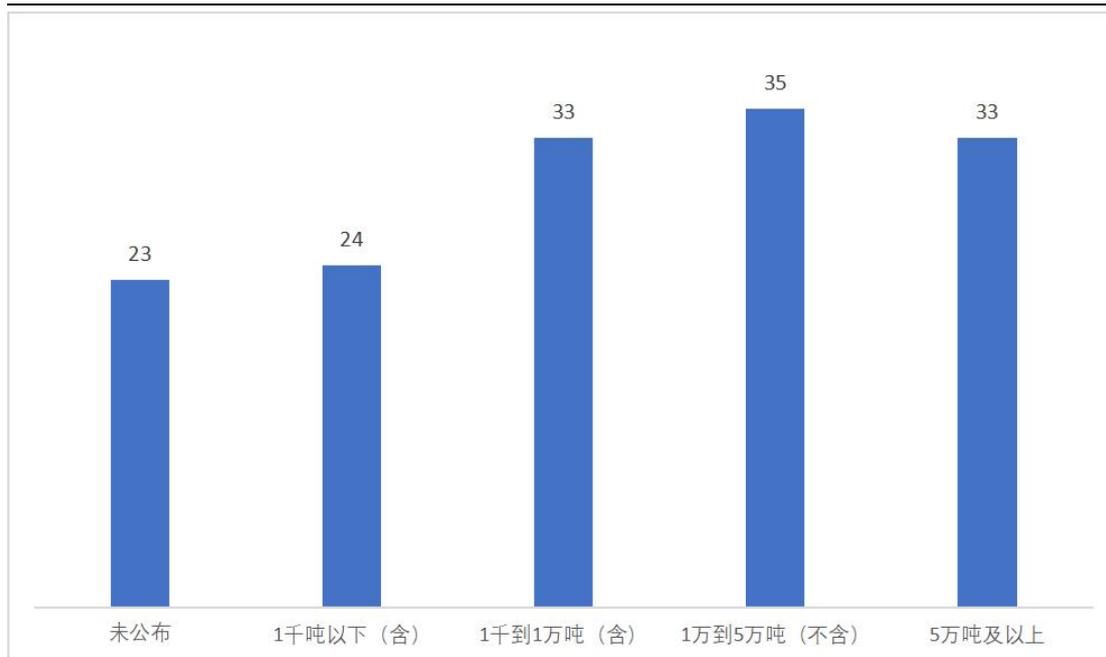


图 10：绿氢规划项目产能分布

来源：香橙会研究院

大型及超大型绿氢项目规划布局正在加快，23 年 33 个产能超过 5 万吨/年的项目对应的规划产能达到 513.8 万吨，占据 23 年全年新增产能的 84%。而 22 年产能规划在 3 万吨/年以上的项目仅 10 个。

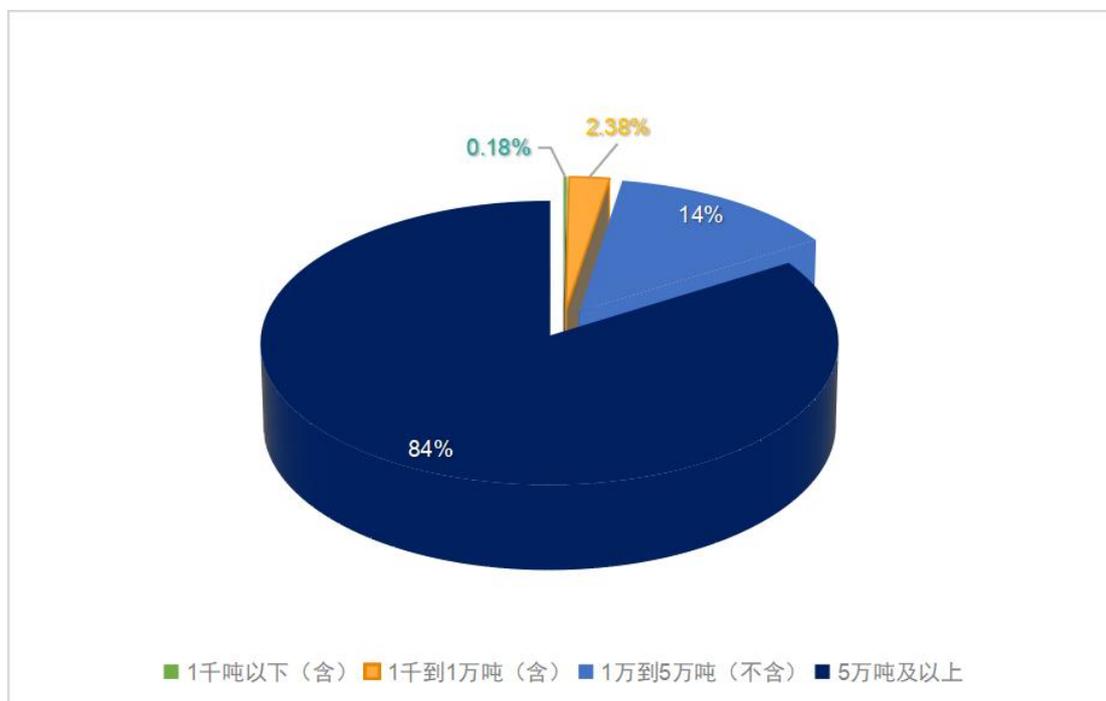


图 11：绿氢规划项目产能分布比例

来源：香橙会研究院

从项目主导建设方来看，相较于 22 年国内电解水制氢项目主要推动者为各大国央企及地方政府，23 年民营能源、化工企业开始增多。但是国央企仍是中国电解水制氢产能增长的主导因素。

2023 年中国新增规划产能中，国央企项目整体可占到 9 成以上。同时，2023 年有更多国央企开始推进万吨级绿氢项目建设，典型如国电投主导的大安风光制绿氢合成氨项目、中能建松原绿色氢氨一体化项目等。

2023 年中国开展绿氢项目建设的民营企业开始增多。其中以风电、光伏领域的新能源企业为主，开展项目规模较大，典型如远景能源在内蒙古赤峰推进的氢氨一体化示范项目。其次是氯碱、特种气体等领域的化工企业，也开展了数项小规模探索项目。

从项目规划的能源使用形式来看，有 51 个项目计划采用光伏制氢的方式，数量占比 34.4%，其中主要以制氢加氢一体化项目为主；25 个项目采用风电制氢方式，数量占比 16.8%，应用方向主要是 5 万吨以下中型化工途径；63 个光伏+风电符合能源制氢方式，数量占比 42.5%，以大型制氢项目为主。除此之外，生物质制氢形式也在 2023 年开始准备进行规模化示范验证。23 年新增 9 个生物质制氢化工应用项目，合计对应 49.55 万吨绿氢产能。其中岚泽能源年产 30 万吨绿色甲醇项目（对应 6 万吨绿氢）已经进入建设阶段。

表 7：国内生物质制氢项目情况

序号	项目名称	状态	省市	氢源	产能（吨）	消纳
1	贵州威宁 500 吨/年生物质制氢项目	规划	贵州	生物质	500	化工
2	巨丰新能源生物质制氢项目	备案	山东	生物质	54000	化工
3	国电投绿氢碳中和产业基地	规划	黑龙江	生物质	16000	化工
4	黑龙江百万吨级绿氢制绿色甲醇生产项目	签约	黑龙江	生物质	200000	化工
5	岚泽能源年产 30 万吨绿色甲醇项目	在建	江苏	生物质	60000	化工
6	新疆师市制氢中心与生物质加氢制生物燃料项目	签约	新疆	生物质	25000	化工
7	巨丰新能源 29000Nm <sup>3</sup> /h 生物质合成气制氢改建项目	备案	山东	生物质	20000	化工
8	岚泽能源 20 万吨绿色航煤项目	签约	河北	生物质	100000	化工
9	浙能生物质气化与绿电制氢合成绿醇项目	规划	浙江	生物质	20000	化工

	合计	49.55 万
--	----	---------

来源：香橙会研究院

从电解槽需求类型来看，88 个已公布电解槽需求类型的项目中，碱性电解槽需求项目 73 个；SOEC 需求项目 1 个；PEM 电解槽需求项目 5 个；而碱性+PEM 联合制氢项目正成为一种趋势，8 个项目计划采用联合制氢方式。早期的大型绿氢项目，基本上只配备碱性电解槽，而今年以来通过审批的大型绿氢项目，“碱性+PEM”组合成为一种新趋势。

碱性电解槽的技术商业成熟度较高，单槽电解制氢量大，且阴阳电极板中不含有贵金属，最大的优势在于生产成本较低；但碱性电解槽对电力稳定性要求较高，不太适合风光等间歇性电能，更适用于电网电解制氢。和碱性电解槽相比，PEM 电解槽具有电流密度大、氢气纯度高、响应速度快等优点，制氢效率更高。正是碱性和 PEM 电解槽的差异化特点，为二者的搭配创造了更多可能。这种模式的市场可行性也正在验证。

表 8：碱性+PEM 联合制氢项目情况

序号	项目名称	项目状态	电解槽类型	氢气产能（吨）
1	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+PEM	32000
2	华电达茂旗 20 万千瓦新能源制氢工程示范项目	在建	碱性+PEM	4000
3	亿华通伊犁州伊宁市绿色氢能创新应用工程	备案	碱性+PEM	4200
4	中石油玉门油田可再生能源制氢示范项目	在建	碱性+PEM	2100
5	哈尔滨民主镇风光一体化耦合绿氢清洁供暖项目	备案	碱性+PEM	200000
6	国电投光伏制氢及纯氢燃机示范项目	备案	碱性+PEM	850
7	吉电梨树风光制绿氢生物质耦合绿色甲醇项目	备案	碱性+PEM	15000
8	大安风光制绿氢生物质耦合绿色甲醇项目	备案	碱性+PEM	25000
			合计	28.32 万

来源：香橙会研究院

整体而言，2023 年国内绿氢项目推进节奏并不激进，全年建成绿氢项目 12 个，历史累计建成绿氢项目 58 个，累计建成产能约 7.8 万吨。

不过，尽管基于中国氢能产业发展良性预期，23 年新增签约、规划项目带来了巨量的绿氢潜在产能，但是这些项目未来落地推进仍会面临较大的不确定性，23 年已有 5 个绿氢项目被取消，最为核心的问题还是在于绿氢消纳，2023 年 12 月 4 日，内蒙古能源局发布全区已废止市场化并网新能源项目清单，涉及 5 个制氢项目，其中除中石化乌兰察布 10 万吨/年风光制氢一体化示范项目已重新申请能源指标并于 2024 年 1 月获得备案，其他已废止绿氢项目对应制氢规模约为 4.7 万吨/年。此外，河北远景丰宁和华电丰宁两个项目也明确不再建设制氢部分。上述绿氢项目一定程度上表明目前国内氢能项目审批日趋严格，规划中的项目如果不能解决氢气下游消纳问题以及项目本身经济性的问题，未来能否顺利落地推进依旧存疑。

表 9：23 年国内已建成绿氢项目

序号	项目名称	所在地	电解槽类型	氢气产能	消纳方向
1	中石化首台套兆瓦级绿电碱性水制氢项目	山东	碱性	123	交通
2	新疆库车绿氢示范项目	新疆	碱性	20000	炼化
3	纳日松光伏制氢产业示范项目	内蒙古	碱性	10000	化工
4	光储氢热综合应用示范项目（一期）	甘肃	碱性	3150	交通
5	京能查干淖尔风光火储氢一体化示范项目	内蒙古	碱性	500	交通
6	德令哈 PEM 电解水制氢示范工程项目	青海	PEM	153	储能
7	赤城风氢储多能互补示范项目	河北	碱性	600	交通
8	华能彭州水电解制氢科技创新项目（一期）	四川	碱性	1800	交通
9	吐哈油田 120MW 源网荷储一体化项目	新疆	碱性	400	工业
10	六安兆瓦级 PEM 制氢综合利用示范项目	安徽	PEM	50	交通
11	深能库尔勒绿氢制储加用一体化示范项目	新疆	碱性	169	交通
12	油气氢电光非全业态全场景综合能源站	江苏	/	/	交通

	总计	3.69 万吨	
--	----	---------	--

来源：香橙会研究院

从 23 年已建成的项目来看，项目既定消纳方向包括交通、炼化、化工、工业和储能。12 个项目中有 8 个项目消纳方向是交通领域，但合计产能仅约 6400 吨，而化工和炼化用途项目 2 个，但是承载绿氢产能消纳 3 万吨。

其中新疆库车绿氢示范项目的投产运行具有重大意义。新疆库车绿氢示范项目，是中国石化第一个贯通风光发电、绿电输送、绿电制氢、氢气储存、氢气输运、绿氢炼化等绿氢生产-利用全流程的项目。即如中石化宣传通稿说的那样，成功实现绿氢生产到利用全流程贯通，标志着我国首次实现万吨级绿氢炼化项目全产业链贯通，对绿氢炼化具有重大示范效应。

库车项目另一个意义，是能整合带动起一系列国产技术与设备。以电解槽为例，在该项目启动之前，国内的 1000Nm<sup>3</sup>/h 电解槽累计需求量不到 30 台，而仅库车绿氢示范项目就需要 52 台。所以绿氢在炼化等石化行业的应用，一旦获得验证将有望在全行业铺开：一方面我国石化行业的脱碳找到解决方案，另一方面催生我国绿氢产业电解槽市场巨大的市场需求，尽管在 23 年下旬关于库车项目有一些非议，但是该项目引导和示范的积极意义是不容忽视的。2023 年 12 月 25 日，中国石化也做出回应表示，新疆库车绿氢示范项目自今年 6 月 30 日顺利产氢以来，截至 12 月 21 日，项目已平稳运行 4200 小时，累计向用户端塔河炼化输送绿氢 2236 万方。随着塔河炼化生产装置完成扩能改造，绿氢输送量将逐渐增加，预计到 2025 年四季度，输氢量将达到 2 万吨/年。

最后，从 23 年整体绿氢项目规划的消纳方向来看，化工（包括化工原料、煤化工、绿色航煤、绿氨、绿醇）、交通、储能（包括发电、供暖、热电联供）是主要方向。其中以化工应用占比最高，化工领域规划消纳规模占比约 91.02%（约合 557.7 万吨绿氢），化工应用中又以绿色合成氨和绿色甲醇生产为主要消纳方向，其中合成氨占比 39.07%，绿色甲醇占比 41.58%。

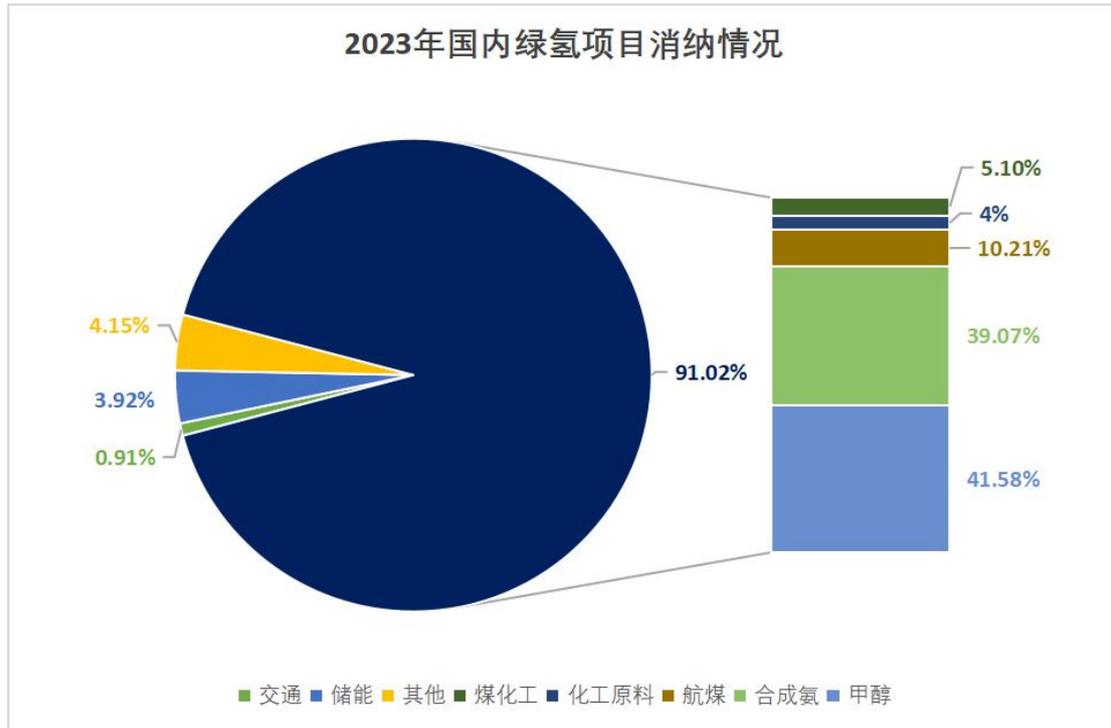


图 12：国内绿氢项目规划消纳情况

来源：香橙会研究院

## 2.2 中国绿色甲醇产业发展概况

我国是全球最大的甲醇生产国和消费国，产能约占全球的 65%。我国甲醇生产原料主要来自于煤炭、天然气和焦炉气，其中煤制甲醇是我国最主要的生产方式，其甲醇产量占国内产量的 80%左右。而传统煤化工生产过程中会排放大量二氧化碳，每生产 1 吨甲醇约排放 3 吨的二氧化碳。随着“碳达峰、碳中和”成为时代新主题，煤制甲醇的发展受到限制，传统能源领域减排迫在眉睫。而绿色甲醇作为一种清洁能源，不仅可以降低二氧化碳的排放，甚至还可以利用二氧化碳生成甲醇，为全球“碳中和”提供了新的路径。

### 2.2.1 绿色甲醇及其生产路径

绿色甲醇以生物质或绿氢加可再生二氧化碳为原料，双碳背景下，作为低碳燃料成为其中短期内最具潜力的需求增长点。目前国际上并无明确的“绿色甲醇”的概念界定。甲醇的绿色与否主要取决于甲醇的合成原料—氢气/合成气及二氧化碳的来源。根据国际可再生能源署（IRENA）的建议，可按甲醇的生产原料来源将其分为绿醇、蓝醇、灰醇和棕醇，当原料氢气和二氧化碳的来源均为可再生

时，合成的甲醇可以认定为绿醇。绿色甲醇分为电制甲醇和生物甲醇，分别对应两条途径生产：

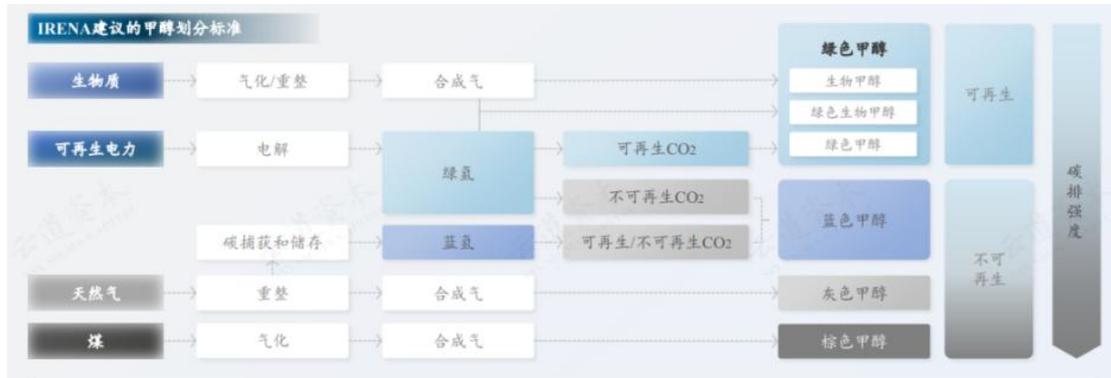


图 13：IRENA 建议的甲醇划分标准

来源：IRENA

1.电制甲醇：利用太阳能、风能等可再生能源获得绿色电力，电解水制绿氢，再由绿氢加二氧化碳转化生产的甲醇被称为电制甲醇。

2.生物甲醇：利用生物质原料生产的甲醇被称为生物甲醇。通过裂解或热解方式，将秸秆等原材料的生物质转化为一氧化碳和氢气，再通过高温热解水制氢，合成甲醇。

### 2.2.2 中国绿色甲醇项目建设情况

据香橙会研究院统计，截至 23 年底国内历年绿色甲醇项目规划数量为 48 个，合计规划产能已超过 1848 万吨，其中已建成项目 3 个（含低碳甲醇）累计产能 31 万吨。仅 2023 年国内新增绿色甲醇项目 39 个，新增规划产能 1639 万吨，其中 23 个项目处在签约、规划等早期阶段，产能合计约为 1053 万吨；2 个项目投产，合计产能 20 万吨/年；已备案项目 12 个，合计产能约为 523 万吨；在建项目仅有两个，在建产能 48 万吨/年。生物质甲醇项目 7 个，绿电制甲醇项目 32 个。

表 10：国内绿色甲醇项目情况

序号	项目名称	项目状态	产能
1	新能源制氢、生物制绿色甲醇项目	签约	/
2	年产 38 万吨绿色甲醇项目	签约	38 万吨/年

3	绿色低碳甲醇工厂	投产	10 万吨/年
4	氢能综合利用项目	规划	21 万吨/年
5	200 万千瓦风电制氢制甲醇项目	签约	50 万吨/年
6	新疆奇台智慧能源装备产业园项目	开工	45 万吨/年
7	巴彦淖尔 200 万千瓦风电制氢制 50 万吨甲醇项目	签约	50 万吨/年
8	多能互补氢醇一体化项目	签约	20 万吨/年
9	绿氢制 50 万吨绿色甲醇项目	启动	50 万吨/年
10	绿色氢氨醇一体化项目	批复	/
11	风光制氢百万吨绿色甲醇项目	签约	100 万吨/年
12	风电制氢合成甲醇项目	签约	1 万吨/年
13	绿氢+一体化项目	签约	/
14	30 万吨生物质甲醇项目	备案	30 万吨/年
15	风光制氢氨醇一体化项目	备案	30 万吨/年
16	黑龙江百万吨级绿氢制绿色甲醇生产项目	签约	100 万吨/年
17	盛虹石化二氧化碳制绿色甲醇项目	投产	10 万吨/年
18	吉道能源年产 70 万吨绿色甲醇示范项目	备案	70 万吨/年
19	吉利/运达临汾绿色甲醇项目	签约	/
20	明阳绿色化工年产 100 万吨绿色甲醇示范项目	备案	100 万吨/年
21	三一吉林长岭风光氢储氨数字化示范项目	环评公示	33 万吨/年
22	齐齐哈尔百万吨级氢能综合利用示范基地项目	启动	30 万吨/年
23	白城市可再生绿色能源一体化项目	签约	30 万吨/年
24	中能建赤峰风光氢醇一体化及氢能配套产业项目	签约	12 万吨/年
25	吉电股份 30 万吨绿色甲醇项目	签约	30 万吨/年
26	年产 100 万吨绿色甲醇示范项目	备案	100 万吨/年
27	阿金特能源 40 万吨/年生物液体燃料及绿色甲醇项目	备案	40 万吨/年
28	年产 500 万吨醇氢清洁燃料产业项目	签约	500 万吨/年
29	制氢中心与生物质加氢制生物燃料项目	签约	26.5 万吨/年
30	云南省绿色氢能源与液态阳光甲醇示范项目	签约	/
31	内蒙 30 万吨绿色甲醇制 10 万吨绿色航空煤油项目	签约	30 万吨/年

32	国能中电集团绿色甲醇项目	签约	16 万吨/年
33	天楹风光储氢醇一体化项目	签约	/
34	梨树风光制绿氢生物质耦合绿色甲醇项目	备案	20 万吨/年
35	大安风光制绿氢生物质耦合绿色甲醇项目	备案	20 万吨/年
36	基于废矿坑绿色修复风光储氢醇一体化项目	备案	30 万吨/年
37	镇原县制氢制甲醇及重卡一体科技园项目	开工	3 万吨/年
38	生物质气化与绿电制氢合成绿色甲醇	启动	10 万吨/年
39	兴安盟京能绿氢/绿甲醇项目	签约	10 万吨/年

来源：香橙会研究院

### 2.2.3 绿色甲醇应用场景与前景

甲醇下游应用场景众多，结构上各下游需求互为增减。总体上，甲醇制烯烃、甲醇燃料、甲醛长期为甲醇最为主要的三大下游需求场景。

另一方面，甲醇作为一种较为清洁、高效的液体燃料，燃料用途在碳中和的大背景下成为甲醇下游最具潜力的需求增长点，可广泛应用于车船用动力燃料或锅炉发电供热燃料，甲醇燃料需求稳步上升，是甲醇最突出的新型需求。

但是从经济性的层面来考虑，现阶段若无“绿色替代”的硬性要求，绿色甲醇并无针对传统煤制甲醇的替代优势。

绿色甲醇（电制甲醇）成本结构主要由合成原料、合成工艺与设备以及运营成本三大部分组成，当前的甲醇合成工艺已然十分成熟，绿氢（绿氢成本核心还是由绿电价格决定）与可再生二氧化碳两大合成原料的价格是决定绿色甲醇成本高低的首要因素。据香橙会研究院测算据香橙会研究院测算，假设二氧化碳成本约 300 元/t，可再生能源电价在 0.3 元/kWh 的情况下，每吨绿色甲醇成本约为 4110 元；可再生能源电价在 0.2 元/kWh 的情况下，每吨绿色甲醇成本约为 2891.6 元。

现阶段，甲醇的市场价格为每吨 2200-3000 元左右，因此，只有在绿氢成本低于 12 元/kg 的情况下，绿色甲醇才能与传统煤化工业甲醇勉强打平，此时就需要可再生能源电价降至 0.2 元/kWh 以下。但是当前国内可在能源电价距离达到 0.2 元/kWh 以下还有不小距离，且国内碳税体系并不完善，碳价同样远远未达到 300 元/t，因此整体而言绿色甲醇的绿色溢价还很难被市场接受。

不过在船运行业，由于减排问题已迫在眉睫，在液化天然气、甲醇、氢、氨等低碳船舶燃料的各种可能替代方案中，甲醇由于其转换成本低、可获得性高、基础设施相对完善、技术成熟度较高等优势，逐渐引起关注，并有望成为中短期内最具可行性的方案。

据克拉克森，2023 年全球各航运集团共计新订购超过 125 艘甲醇燃料船舶，预计 2025 年前后交付，且订单数量还在持续增长，每年将消耗数千万吨绿色甲醇。

以马士基为代表的船运巨头也正在全球范围内寻找绿醇和绿氨以代替化石燃料（当前符合条件的可持续燃料的供应严重不足）。绿色燃料潜在发展空间巨大。2023 年 11 月 22 日，马士基官微公告与国内企业金风科技旗下全资子公司签订年产 50 万吨/年的绿色家传长期采购协议，以支持其首批 12 艘大型甲醇双动力船舶低碳运营（这一协议也是全球首个大规模绿色甲醇采购协议，该协议锁定了金风科技位于内蒙古兴安盟的绿氢制 50 万吨绿色甲醇项目所有产能。

但是受甲醇自身燃料性质（并非完全是零碳的）与政策端的影响，绿醇作为低碳航运燃料的规模化应用窗口期集中在碳中和的前中期阶段，如无法在短时间内解决低成本的可再生碳源与绿醇认证问题，绿色甲醇在航运场景或将难以与绿氢、绿氨形成竞争力。

## 2.3 中国绿氨产业发展概况

氨是下游应用场景十分广泛、需求量巨大的基础化工产品，当前全球的氨年产量及需求约为 2.5 亿吨左右；但氨产业是典型的能量密集型产业，其碳排占全球的 2%，占化工行业的 20%左右，是中国乃至全球碳排最高的化工产业，氨产业向绿色低碳氨转型势在必行。绿氨是由绿氢与氮气经过一定的合成工艺得到的，在清洁动力燃料、清洁电力燃料（火电掺烧）、储氢载体等新应用场景与市场拥有极大的应用潜力。

### 2.3.1 绿色合成氨及其生产路径

根据 2023 年 10 月生态环境部发布的政策文件，完全绿氨的全链条所用网电不得超过 1%-3%。根据氢的碳足迹，氨的制备可分为灰氨、蓝氨、绿氨三类，绿氨是基于可再生能源提供能量来源的前提下，以电解水为绿氢制备方式产出绿

氢，然后与氮气混合通过一定的催化工艺合成无碳的绿氨。由两个核心输入组成：氮气、氢气。可以拆分成水、空气、可再生电力三个要素。首先，氢气由水经可再生电力电解产生，即绿氢；而氮气是从空气中分离出来得到；绿氢与氮通过哈伯-博世等合成氨工艺结合成氨。在整个绿氨的生产过程中，所有过程均需要由绿电驱动，无二氧化碳的排放，满足此标准的生产过程生产出的氨为“绿氨”。

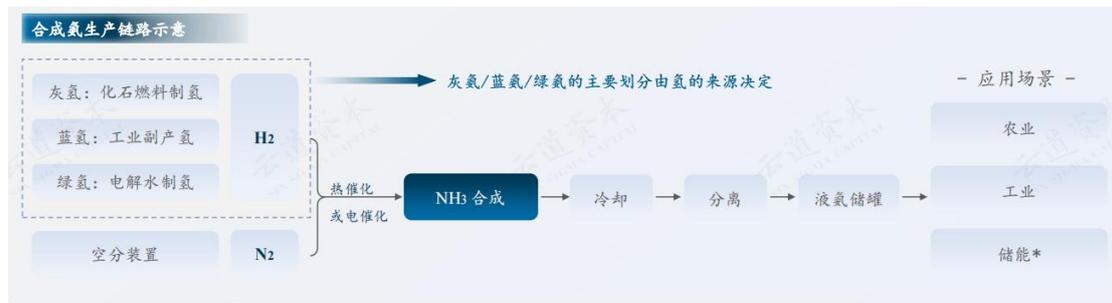


图 14：合成氨生产链路图

来源：IRENA

### 2.3.2 中国绿色合成氨项目建设情况

中国当前合成氨以煤制合成氨为主，大型的灰氨生产工艺与产业体系已经十分成熟，但绿氨产能近乎为零。据香橙会研究院统计，截至 23 年底国内累计规划绿氨项目 39 个，累计规划绿氨产能超过 767.8 万吨，但并无投产项目。2023 年新增绿色合成氨项目 26 个，新增产能 526.8 万吨，其中在建项目 4 个，在建绿氨产能 140.5 万吨。

表 11：国内绿色合成氨项目情况

序号	项目名称	项目状态	绿氨产能
1	乌拉特中旗风光氢储氨一体化示范项目	签约	15 万吨/年
2	甘肃酒泉风光氢储及氢能综合利用一体化示范工程	在建	3.9 万吨/年
3	阿拉善能源 60 万千瓦风光制氢一体化项目	签约	10 万吨/年
4	阳原县风光制绿氢合成绿氨项目	签约	50 万吨/年
5	50 万千瓦风电制氢制氨一体化项目	签约	/
6	绿电绿氢年产 10 万吨绿色液氨项目	备案	10 万吨/年
7	国华(沧州)综合能源有限公司 10 万吨/年合成氨及配套项目	备案	10 万吨/年
8	府谷县绿电制氢与年产 20 万吨绿氨及燃料电池产业研究一体化示范项目	签约	20 万吨/年

9	氢能综合利用项目	规划	28 万吨/年
10	风光电——氢氨一体化产业项目	规划	10 万吨/年
11	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）	在建	120 万吨/年
12	中能建巴林左旗绿色氢基化工基地示范项目	签约	10 万吨/年
13	风光氢储氨一体化示范项目	签约	/
14	国能阿拉善高新区百万千瓦风光氢氨 基础设施一体化低碳园区示范项目	备案	14 万吨/年
15	鄂托克前旗上海庙经济开发区绿氢合成氨项目	备案	15 万吨/年
16	赤峰 15 万吨绿氢合成绿氨项目	备案	15 万吨/年
17	鄂托克旗风光制氢一体化合成绿氨项目	在建	15 万吨/年
18	风电制氢一体化示范项目	备案	2 万吨/年
19	中国能建兰州新区绿电制氢项目	签约	6 万吨/年
20	张掖绿氢合成氨一体化示范项目	在建	1.6 万吨/年
21	科左中旗风光储氢氨一体化产业园示范项目	获批	48 万吨/年
22	鄂托克旗风光制氢一体化及配套合成绿氨项目	规划	15 万吨/年
23	中能建赤峰风光氢醇一体化及氢能配套产业项目	签约	48 万吨/年
24	30 万吨绿氢合成氨项目	规划	30 万吨/年
25	基于废矿坑绿色修复风光储氢氨醇一体化项目	备案	30 万吨/年
26	华锐风电绿电制氢合成氨一体化项目	备案	3000 吨/年

来源：香橙会研究院

### 2.3.3 绿色合成氨应用场景与前景

目前国内合成氨下游消费量主要由农业消费和工业消费两方面组成。其中农业用氨在氨总量中占比超 70%，主要用于肥料生产，产品有尿素、磷肥等。国内甲醇下游应用除了用作化工原料外还用于农林畜牧、添加剂等领域。

但是和绿色甲醇面临同样的问题，氨的传统应用需求并没有较大的增量空间，现阶段绿色合成氨也同样不具备经济性。按照合成氨用氮气 1500 元/吨情况下，香橙会研究院测算得出可再生能源电价在 0.3 元/kWh 的情况下，每吨绿色合成氨成本约为 5409 元/吨；可再生能源电价在 0.2 元/kWh 的情况下，每吨绿色合成氨成本约为 4119.5 元。

现阶段，氨的市场价格为每吨 3000-4000 元左右，同样的，需要可再生能源电价降至 0.2 元/kWh 以下，绿氨生产才具有经济性可言。

绿氨在清洁动力燃料、清洁电力、储氢载体等新市场拥有极大的潜力，双碳战略目标愿景下，氨助力新的清洁能源体系构建，对低碳社会发展具有重要意义。绿氨可作为内燃机的无碳燃料，是未来交通运输、尤其是航运业脱碳的确定性主力燃料、火电机组的掺氨或纯氨燃烧是发电领域碳减排的重要技术路径。克拉克森数据显示，2023 年有 4 个氨燃料船订单，还有更多订单正在酝酿之中。

### 第三章 电解槽产业链分析

电解槽是绿氢产业的“心脏”，根据电解质的不同，目前水电解制氢有碱性水电解（ALK）、质子交换膜水电解（PEM）、固体氧化物水电解（SOEC）和阴离子交换膜水电解（AEM）四种技术路线。其中 ALK 和 PEM 是绿氢项目应用中的主流技术路线，SOEC 和 AEM 路线仍处于萌芽期。

表 12：电解水制氢技术路线

技术路线	碱性电解水制氢	PEM 电解水制氢	固态氧化物电解水制氢	AEM 电解水制氢
电解质	碱性水溶液	质子交换膜	固态氧化物	氢氧根离子
隔膜	PSS/复合膜	质子交换膜	锆级陶瓷膜	阴离子交换膜
工作温度	70-90 °C	50-80 °C	700-850 °C	40-60 °C
电解效率	60%-75%	70%-90%	85%-100%	60%-75%
单槽规模 (Nm <sup>3</sup> /h)	2000	260	50	0.5
寿命 (h)	80000	20000	20000	/
优点	技术成熟	安全无污染，灵活性高，能适应波动电源	安全无污染	使用非铂金属催化剂，能适应波动电源，安全无污染
缺点	存在腐蚀污染问题，维护成本高，响应时间长	质子交换膜等核心技术有待突破，成本高	工作温度过高，实验阶段，技术不够成熟	交换膜技术有待突破，生产规模有待提高
成熟度	商业化成熟	小标方初步商业化	研发示范个别企业商业化尝试	研发示范个别企业商业化尝试

来源：公开资料，香橙会研究院整理

#### 3.1 ALK 制氢产业链

##### 3.1.1 ALK 电解槽厂商代表

碱性电解水制氢系统主要包括碱性电解槽主体和 BOP 辅助系统。其中，碱性电解槽主体由端压板、密封垫、极板、电板、隔膜等零部件组装而成。目前，国内已有超过 200 多家企业布局碱性电解槽或核心零部件的研发生产，包括在碱

性电解水制氢行业深耕多年的传统企业、近几年入局的新能源企业和装备制造企业、以及科研院校背景的氢能初创企业。部分典型碱性电解槽代表企业如下：

表 13：典型电解槽企业代表

序号		企业	最大标方产品 (Nm <sup>3</sup> /h)	技术路线
1	老三家	考克利尔竞立	1500	ALK
2		派瑞氢能	3000	ALK/PEM
3		天津大陆	1000	ALK
4	新入局企业	隆基氢能	3000	ALK
5		阳光氢能	1000	ALK/PEM
6		三一氢能	3000	ALK
7		奥扬科技	2000	ALK
8		氢器时代	1500	ALK
9		华电重工	1200	ALK
10		瑞麟科技	2000	ALK

来源：各公司官网，香橙会研究院整理

### 3.1.2 ALK 制氢产业链代表企业及发展现状总结

对于碱性电解槽而言隔膜和电极是最为核心的部件，其性能对电解槽制氢效率、电密和能耗有比较关键的影响。

目前国内能够提供电极成品的企业超过 10 家。其中以保时来为代表，国内碱性电解槽电极保时来市场占比最高，达 70%，当前其电极产能能够满足 600 台 1000 标方碱性电解槽使用。

隔膜方面，国内市场应用仍以日本东丽 PPS 膜为主，国内部分企业，如碳能科技已在隔膜方面有所突破，研发出复合隔膜，当前已具备 55 万平/年的复合隔膜产能，但是产品是否能大规模商业化仍有待验证。

表 14：碱性电解槽隔膜企业典型产品参数对比

参数	碳能复合隔膜	PPS 膜
亲水性： 电解液浸润时间	s	min
气密性： 泡点 (bar)	$\geq 2.0 \pm 1$	$\leq 0.1$
表面孔径 (nm)	$\leq 150$	$\geq 10000$

孔隙率（%）	60±10	60-70
电阻： 面电阻（Ω·cm <sup>2</sup> ）	≤0.3(30℃)	>1.0(30℃)
抗拉强度（N/mm <sup>2</sup> ）	20	40
厚度（μm）	500±50	≥700
最高使用温度（度）	110	110
使用寿命（年）	≥7	≥7

来源：碳能科技、公开资料

ALK 制氢系统的关键部材发展现状总结如下表：

表 15：ALK 制氢系统核心部件发展现状及代表

核心部件	供应链企业代表	发展现状	市场集中度
极板	氢骐科技、翌嘉（天津）金属、瓦思特能源、章力机械等	极板已经 100%国产化，技术要求较低，槽商多采用委外加工形式	/
电极	保时来、迪诺拉、恒川新材料、莒纳科技、盈锐优创、徕阳氢能、有研工研院、科诚技术等	整体国产化率较高，主流以镍基电极为主，其中保时来市场占比超 70%；部分企业正布局多元合金、贵金属等新型电极，暂未规模化应用	市场集中度较高，保时来市场占比近 70%
隔膜	东丽、爱克发、元泰新材、刻沃刻、中科氢易、碳能科技、苏州钧希、苏州际腾等	国产化率偏低，国产膜还在商业化验证中	集中度高，目前主要由日本东丽占据主要份额
密封垫片	氟达氢能、科赛新材、林炜新材料等	完全国产化	集中度高，氟达氢能等占据大部分市场份额
制氢电源	英特尔、阳光电源、雷动智创、中车时代电气、汇川技术、天马电源、英杰电气等	100%国产化，多为传统电源企业布局，其中英特尔市场占比超 70%	市场集中度高，英特尔市场占比超 70%

来源：香橙会研究院

小结：目前，ALK 产业链整体成熟度较高，除隔膜外其他核心零部件均实现高度国产化。隔膜方面国内代表性企业也已经实现技术突破，等待进一步商业化验证后或将快速实现全面国产替代。

## 3.2 PEM 制氢产业链

### 3.2.1 PEM 电解槽厂商代表

PEM 水电解即纯水电解，是氢燃料电池（PEMFC）的逆反应装置，两者结构一致。与碱性水电解相比，PEM 水电解具备氢气纯度更高、能耗更低、维护更为便利等特点，且启动速度更快，与可再生能源适配性更佳。但是 PEM 电解槽在国内的应用还处在较为早期的示范阶段，大规模应用还需要经过更多的验证支持同时要持续降本扩大单槽产氢规模以适应更广泛的应用场景。当前主流 PEM 电解槽代表厂商及核心产品在 200-300 标方之间，其中康明斯 1000 标方产品为模块化结构，主流厂商代表产品信息如下表所示：

表 16：PEM 电解槽代表厂商及产品

序号	代表企业	核心产品	额定功率(MW)	额定产氢量(Nm <sup>3</sup> /h)	最大工作压力(MPa)	负载范围 (%)
1	赛克赛斯	QLS-M200	1	200	3	0-100
2	派瑞氢能	SDQ-300	1.5	300	3.2	10-100
3	绿动氢能	HYDROFORE	1.25	250	3	8-135
4	阳光氢能	SHT200P	1	200	3	5-110
5	氢辉能源	BriLyzer	1	200	3.5	5-125
6	康明斯	HyLYZER1000	5	1000	3	5-125

来源：各公司官网，香橙会研究院整理

### 3.2.2 PEM 制氢产业链代表企业及发展现状总结

PEM 电解槽是 PEM 电解水制氢装置的核心部分。电解槽的最基本组成单位是电解池，取决于功率的大小，一个 PEM 电解槽包含数十甚至上百个电解池。每个电解池由两个关键部分组成，包括膜电极和双极板，其中膜电极由质子交换膜、催化剂、气体扩散层结合构成。

目前，国内 PEM 电解槽产业链整体的国产化程度较低，且尚未实现大规模商业化。全球知名的 PEM 制氢膜电极供应商如德国的 Siemens、美国的 Bloom Energy、加拿大的 Ballard Power Systems 等拥有先进的生产技术和较强的市场竞争力，在 PEM 制氢膜电极市场中占据了较大的份额。

国内膜电极的市场参与者主要分为两类：一类是赛克赛斯、派瑞氢能、阳光氢能、长春绿动、清能股份、杰锋氢能、淳华氢能等 PEM 电解槽企业，自主掌握膜电极核心技术。另一类是鸿基创能、唐锋能源、武汉理工氢电、擎动科技、亿氢科技、莒纳科技、氢辉能源、中科科创新能源、枞水新能源等主攻氢能关键材料研发、生产的企业，凭借较强的技术背景和高性能材料研发生产经验，杀入电解水制氢膜电极市场。

表 17：国内典型膜电极企业产品情况

	电流密度	催化剂载量 (mgIr/cm <sup>2</sup> )	产能	出货量	寿命	客户
枞水新能源	1.8Ve3A/cm <sup>2</sup>	预计 25 年钕载量降到 0.3	年产能 6000m <sup>2</sup>	23 上半年超 10000 片	80000h	国内大型国企、大型上市公司的示范电解槽项目，海外 Elogen 和 Hoeller 送样进入验证阶段
鸿基创能	1.750Ve2.5A/cm <sup>3</sup>	阳极 1mgIr/cm <sup>2</sup> ； 阴极 0.35mgPt/cm <sup>2</sup>	2022 年 6 月，鸿基创能投资 3 亿元建设的年产 500 万片的高性能膜电极项目及 PEM 电解水制氢项目正式投产	在中石油项目中已实测落地	3000h	亿华通、中石油
擎动科技	/	最低 0.5mg/cm	/	2025 年预计 100 万片/年	/	/

亿氢科技	1.65-1.7Ve2A/cm <sup>2</sup>	铂载量<0.25	2 条产能为 100 万片/年的卷对卷全自动化产线；1 条产能为 50 万片/年的片对片自动化柔性线	/	25000h+	亿华通、神力
莒纳科技	<1.9Ve2A@60° C	阴极 Pt 载量小于 0.2mg/cm <sup>2</sup> ；阳极 IrO2 载量小于 1mg/cm <sup>2</sup>	PEM 膜电极产品将于 2023 年底于成都正式投产	/	/	/

来源：香橙会研究院

PEM 制氢电解槽核心供应链发展现状总结表如下：

表 18：PEM 制氢系统核心部件发展现状及代表

核心部件	供应链企业代表	发展现状
质子交换膜	国外：杜邦（科慕）、陶氏、戈尔、旭硝子、旭化成、德山化学等 国内：东岳未来、浙江汉丞、科润新材料、通用氢能等	质子交换膜是 PEM 电解槽最核心材料，基本外企垄断，国内少数几家有生产能力但产品尚未经过验证
催化剂	国外：优美科、贺力氏等 国内：济平新能源、中科科创、动量守恒、氢电中科、枞水科技等	国内少数企业已具备生产能力但催化剂金属材料依靠进口，降低贵金属载量成突破方向
气体扩散层	国外：SGL、日本东丽、AvCarb、科德宝等 国内：西安菲尔特、浙江玖昱、动量守恒、惠同新材、上海嘉资等	工业级气体扩散层仍依赖进口，国产 PTL 民用领域已有应用
双极板	国外：德纳、SITEC、格雷伯机械等 国内：上海治臻、金泉益、云帆氢能、浙江菲尔特、中钛国创、江苏亿安腾、三佳机械等	国内具备双极板生产能力企业数量相对较少，上海治臻和金泉益有大规模量产线并有出货
膜电极	国外：巴拉德、西门子、Bloom Energy	外采为主，部分整槽厂商也具备自

	国内：枞水新能源、擎动科技、鸿基创能、亿氢科技、莒纳科技、赛克赛斯、阳光氢能等	主生产能力，国产制氢膜电极已有小批量出货，在工业制氢领域制氢成熟度有待继续提高
--	---	---

来源：香橙会研究院

小结：PEM 水电解由于受制于质子交换膜等零部件尚处于产业化初期，且零部件整体国产化率较低，同时大尺寸产品的均一性不佳，目前国内最大单机规模在 200-250Nm<sup>3</sup>/h，无法在电力、工业领域大规模应用。

### 3.3 SOEC 制氢产业发展现状总结

SOEC(solid oxide electrolysis cell)是高温固体氧化物电解池的简称，是在高温下将电能和热能转化为化学能的电解设备。相比常温电解水，SOEC 高温水电解可以提供更高的能源转化效率；此外，由于不需要使用贵金属催化剂，SOEC 还具备材料成本低廉的优势。

相比国外，我国进入 SOEC 市场较晚，与国外在功率和能耗上还存在一定技术差距。国外代表企业有美国 Bloom Energy、丹麦 Topsoe、德国 Sunfire。

目前国内从事 SOEC 制氢系统研发的企业超过 10 家，如潮州三环、质子动力、思伟特、翌晶氢能、氢邦科技、宁波索福人、臻泰能源。部分科研院所也在进行相关研究，如中科院上海应物所、宁波材料所、清华大学核能与新能源技术研究院。

产品方面，现阶段国内企业 SOEC 电解槽制氢功率以千瓦级为主，集中在 2-25kW，电流密度 0.5-1.0A/cm<sup>2</sup>。SOEC 系统效率在 75%以上，部分企业可达 85%。单位制氢直流电耗与功率有关，未来如果 SOEC 与工业余热回收结合，可进一步降低电耗 10%左右。

应用方面，SOEC 可应用于氢储能、二氧化碳/水共电解、电解与甲烷化的耦合等。目前国内 SOEC 应用主要是央企、国企等开展示范项目，示范规模通常较小，多在数十千瓦。

### 3.4 AEM 制氢产业发展现状总结

AEM 电解槽结构与 PEM 电解槽类似，核心组件为膜电极组件（MEA）：膜电极组件主要包括阴离子交换膜、离聚物、阳极和阴极催化剂层。一般采用纯水或低浓度碱性溶液作为电解质。

AEM 电解设备的总体产业化程度较低，仍处于前期研发阶段，全球仅有少数几家企业在尝试将 AEM 技术商业化，典型企业如 Enapter 公司。

Enapter 是市场上第一家完成商业化的 AEM 电解槽公司，也是目前唯一一家完成规模化出货的公司。其在 2019 年开发了全球首款模块化商业产品 Electrolyser EL2.1，目前该产品已升级到 EL4.0 版本。

表 19: Enapter 代表 AEM 电解槽产品参数

	Agnico-EagleMines 电解槽 EL4.0
产氢量	最高 500NL/h, 最高可达 1.0785kg/24h
氢气纯度	在 25℃下、35bar: 99.9%
输出压力	最大 35bar
能耗	4.8KWh/立方米
工作功率消耗	2.4KW
峰值功耗	3KW
备用电源消耗	0.3KW
电源供应器	220-240V 交流电压, 50/60 赫兹
最大进水电导率	在 25℃时为 20ms/cm
耗水量	在 25℃时为 420ml/h
环境工作温度范围	5 摄氏度至 45 摄氏度
环境工作湿度范围	湿度可达 90%, 不冷凝
重量	42kg
控制和监测	全自动通过 2.4GHz 的 Enapter EMSWi-F 和蓝牙, Modbus TCP over Ethernet

来源: Enapter

目前开发的阴离子交换膜仍然无法兼顾工作效率和设备寿命。因此有关 AEM 的研究主要聚焦于开发合适高效的聚合物阴离子交换膜。目前 AEM 膜的主要供应商有美国的 Dioxide Materials、德国的 Fumatech、Evonik 以及加拿大的 Ionomr Innovations。

中国在 AEM 制氢领域布局的企业相对较少。当前，清华大学、吉林大学、山东东岳集团、浙江汉丞、山东天维膜技术有限公司进行了阴离子交换膜研制相关工作，中科院大连化物所重点开展了催化剂的研发工作，中船 718 所开展了

AEM 电解槽的集成与基础研发工作。未来氢能、稳石氢能、清能股份等则在大力推进 AEM 电解槽的产业化。

2023 年包括稳石氢能、亿纬氢能、中电绿波、泰极动力等多家企业相继发布 AEM 电解水制氢新品。

2 月，稳石氢能推出国内首款 2.5kW AEM 电解槽新品和集成系统，单台最大产氢量达 600L/h。

7 月，亿纬氢能发布了自主研发的新型 AEM 电解槽。该公司 2-10kW 的电解槽电流密度达到  $0.1-1\text{A}/\text{cm}^2$ ，10kW 电解槽的能耗可达到  $3.7-4.6\text{kWh}/\text{Nm}^3$ ，具有效率高、体积小、电流密度大、氢气纯度高和波动响应快等优势。

8 月，中电绿波发布全国首台在线运行  $10\text{Nm}^3/\text{h}$  AEM 离子膜电解槽。这台 AEM 离子膜电解槽采用非贵金属催化电极，槽温  $80^\circ\text{C}$ ，碱液浓度 10%、运行压力  $3.2\text{MPa}$  的工况下电流密度达到  $11377\text{A}/\text{m}^2$ ，最快冷启动时间 16min。

11 月泰极动力正式发布 100 标方 AEM 电解水制氢系统。该 AEM 电解槽产氢量达每小时 100 标准立方米，总功率 0.5 兆瓦，根据实际使用情况，生产 1 立方米氢气耗电约 4.8 千瓦时，甚至更低。

## 第四章 电解槽市场分析

### 4.1 全球/中国电解槽历年出货情况

在能源转型以及净零排放预期需求推动之下，世界各地绿氢项目建设的持续推进，带动全球电解槽装机规模的快速增长。据统计，2018 年-2023 年全球电解槽出货分别达到 135MW、250MW、290MW、458MW、1000MW、3000MW（预估），2018-2023 年电解槽出货复合增长率高达 67.67%。

国内方面，2020 年 9 月，国家主席习近平在第七十五届联合国大会上提出 2030 年实现“碳达峰”与 2060 年实现“碳中和”目标。在当年，我国电解槽出货量开始大幅增加，同比增长大约 4 倍（2018-2020 年我国电解槽出货量分别仅为 1.84MW、5.02MW、23.47MW）。

从这一年开始，我国电解槽产品开始向大标方迈进，电解槽行业迎来新的发展阶段。2021 年，我国电解水制氢设备出货量激增，总出货量超过 350MW。2022 年，国内电解水制氢设备出货量持续高速增长达到 800MW，同比大幅增长 106%。2023 年国内电解槽出货进一步增长，全年累计出货超 1200MW。2020-2023 年，我国电解槽出货量在全球电解槽出货总量中的占比分别约为 8.1%、76.4%、80%、40%（预估）。

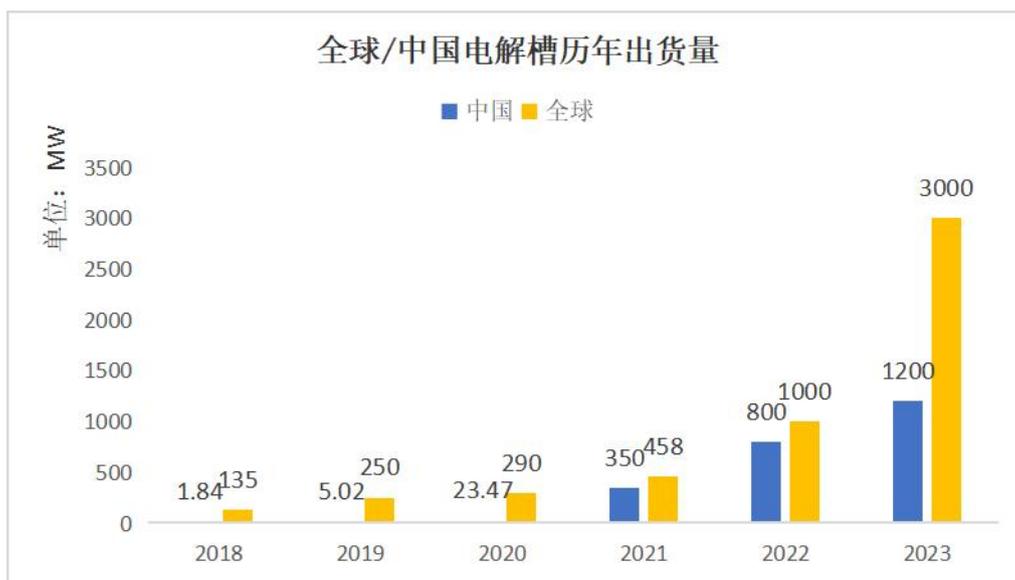


图 15：全球/我国电解槽历年出货量

资料来源：公开资料，香橙会研究院整理（注：2023 年全球电解槽出货量为 Clean Energy Technology Observatory 的预估数据）

## 4.2 2023 年中国电解槽市场格局

### 4.2.1 电解槽新品密集发布

2023 年，是国内电解槽新产品密集发布期，以碱性为主、PEM 为辅、加之少量的 SOEC 和 AEM。电解槽新品发布显示出电解槽在中国市场的火热。

表 20：历年电解槽新品发布情况

	ALK	占比	PEM	占比	SOEC	占比	AEM	占比	合计
2021	3	75%	1	25%	0	/	0	/	4
2022	17	77%	4	18%	1	4.50%	0	/	22
2023	29	63.04%	13	28.26%	2	4.34%	2	4.34%	46

资料来源：香橙会研究院

据香橙会研究院统计，2021 年，国内仅有 4 款电解槽新品发布，碱性电解槽新品占比 75%，PEM 电解槽新品占比 25%；2022 年电解槽新品数量 22 款，其中碱性电解槽新品占比 77%，PEM 电解槽新品占比 18%，SOEC 新品占比 4.5%；2023 年全年电解槽新品达 46 款，其中碱性、PEM、SOEC、AEM 电解槽新品数量分别为 63.04%、28.26%、4.34%、4.34%。

表 21：23 年电解槽新品详情

企业	产氢量 (Nm <sup>3</sup> /h)	类型	运行压力 (MPa)	电流密度 (A/cm <sup>2</sup> )	能耗 (kWh/Nm <sup>3</sup> )	负载范围
盛氢制氢	1000	ALK	1.6	/	4.6	20%-115%
中集集电	1200	ALK	/	0.4	4.3	10%-120%
苏氢氢能	2000	ALK	/	/	4.4-4.3	18%-120%
中集氢能	1000	ALK	/	0.25-0.47	4.2-4.55	20%-120%
稳石氢能	0.6	AEM	3	/	4.3	/
华光环能	1500	ALK	3.2	0.6	4.2	10%-200%
上海应物所	64	SOEC	/	/	3.16	/
绿萌氢能	500	ALK	/	/	4.2	/
华商厦庚	1000	ALK	/	0.6	4.5	/
氢辉能源	50	PEM	3	/	4.3	5%-150%
嘉庚实验室	320	PEM	/	2.5	4.3	/

航天工程	1000	ALK	/	/	/	/
华秦新能源	1000	ALK	/	0.3	4.087	/
山东汉德	1300	ALK	/	/	/	/
亿华通	/	PEM	4	/	4.19	/
思伟特	3.23	SOEC	/	/	3.6	/
氢器时代	2000	ALK	/	0.35	4.15	/
宏泽海樾	2000	ALK	常压	0.8	4.3	10%-110%
兰石重装	1000	ALK	1.6	/	4.3	/
氢晨科技	250	PEM	3.5	3	/	5%-150%
淳华氢能	/	PEM	7.0	2	/	5%-150%
爱德曼	1000	ALK	/		4.4	5%-110%
国氢科技	250	PEM	/	1.8	4.3	8%-135%
宝石机械	1200	ALK	1.6	/	4.2	/
重塑能源	250	PEM	/	3	4.3	5%-150%
中电绿波	10	AEM	3.2	1.14	/	/
东方锅炉	300	PEM	/	/	/	/
双良节能	2000	ALK	/	0.6	/	/
隆基氢能	1200	ALK	1.6	/	4.3-4.5	30%-110%
	1500					
	2000					
	3000					
龙蟠科技	1000	ALK	/	0.4	4.3	20%-120%
奥扬科技	2000	ALK				
京电设备	1500	ALK	/	/	4.3	/
中国中车	1500	ALK	/	/	/	/
蓝拓氢能	/	PEM	/	/	/	/
双良节能	1000	ALK	1.6	0.3	4	最低 20%
华易氢元	1500	ALK				
爱德曼	4000	ALK	/	0.14	/	5%-110%
卡沃罗氢能	250	PEM	/	/	4.3	5%-150%

氢辉能源	200	PEM	3.5	/	/	5%-125%
尧景新能源	1000	ALK	/	/	/	/
三一氢能	3000	ALK	0.5	1	/	10%-120%
铎德氢能源	5	PEM	/	/	4.4	20%-120%
鹭岛氢能	20	PEM	/	2.5	/	/

资料来源：香橙会研究院

在电解水制氢设备出货量激增的同时，我国电解槽不断向大标方迈进。从碱性电解槽新品的制氢规模来看，2022 年国内仅有明阳氢能和派瑞氢能下线了 2000Nm<sup>3</sup>/h 电解槽，2023 年陆续有双良节能、上海电气等 6 家企业下线 2000Nm<sup>3</sup>/h 电解槽；隆基氢能和三一氢能已下线单体 3000Nm<sup>3</sup>/h 电解槽，爱德曼下线 4000Nm<sup>3</sup>/h 并联结构撬装式电解槽。作为制氢产业实现降本增效的重要途径，可见电解槽向大标方发展趋势明显。不过现阶段多数碱性电解槽新产品比较雷同、技术来源也基本一致。许多新产品只是发布，还没有进行生产验证。

#### 4.2.2 电解槽企业类型及竞争力分析

据不完全统计，目前国内制氢相关企业已经超过 300 家，其中公开涉及电解槽企业就已经超过 130 家。目前市场上电解槽企业可以归纳为六大类：

第一类企业是成熟电解槽厂商，有技术积累，已形成自主品牌，包括派瑞氢能、考克利尔竞立、天津大陆、中电丰业、赛克赛斯、中集集电、瑞麟科技等，有历史业绩，产品经过项目验证，订单具有一定的持续性。还有国外的 NEL、康明斯、蒂森克虏伯、西门子等。

第二类是具有央国企背景的能源类企业，多数企业既有应用场景又有自主供应电解设备能力，如中石化、国电投、华电、华能等企业，通过进入氢能行业调整公司能源业务结构，同时布局电解槽业务也有一定的内部消化能力。

第三类是新能源企业，如隆基、阳光电源、明阳智能等为代表的光伏、风电企业，这类企业对于风光可再生能源的特征、应用和技术突破难点有更深入的理解。同时，这些企业都有很深厚的技术积累和产业发展的经验，特别是在设备规模化制造以及智能制造方面，是目前行业内非常有竞争力的一个群体。

第四类企业是聚焦产业链，以自身原本业务为基础向上下游延伸，能够为客户提供制储运加解决方案，如中集氢能、国富氢能、奥扬科技、东方电气、上海电气、双良节能等。

第五类企业是看准氢能商机或投机性企业，一部分人进入这个领域是想拓展新业务或蹭热度融资，原以为氢能行业比较新，能够掌握电解槽技术便可以沾上“氢能”概念，但目前看起来并不那么容易。

第六类企业是从燃料电池和氯碱电解槽派生出来的电解槽企业，凭借技术的相通性能够快速切入到 PEM 电解槽和碱性电解槽领域。燃料电池派生的代表企业如康明斯、国氢科技、丰田、爱德曼、亿华通等，氯碱电解槽派生的有蒂森克虏伯、蓝星北化机、旭化成、宏泽科技等。

#### 4.2.3 国内电解槽现有产能及规划情况

截至 2023 年底，国内电解水制氢设备厂商实际总产能已超过 30GW。从技术路线来看，碱性制氢是国内绝对主流。不过目前，PEM 电解槽已进入商业化推广的前期阶段，各企业均较为看好 PEM 制氢在未来的大规模应用，也纷纷开始规划 PEM 制氢产能。目前国内如石化机械、华电重工、中船派瑞氢能、三一氢能、阳光氢能、奥扬绿能、氢器时代、国富氢能、明阳智能、重塑能源、中电丰业、瑞麟科技、嘉庚创新实验室等企业正在同时布局“PEM+ALK”两条技术路线，其中，采取双线布局的企业大多拥有央国企和上市公司背景。

另外，由于国内 PEM 制氢产业起步较晚，大标方 PEM 制氢设备仍属于示范应用阶段，产能规划相对较少。目前国内 PEM 制氢企业现有产能多在百 MW 级，规划产能最高达到 1GW，其中康明斯恩泽 PEM 制造基地于 2023 年 4 月成功投产，产能达到 500MW。

表 22：我国电解槽现有产能及规划

技术路线	企业名称	2023 年产能 (GW)	24 年及后期规划产能 (GW)
碱性	派瑞氢能	3	6
碱性	隆基氢能	2.5	5—10
碱性	国富氢能	2.5	/
碱性	航天思卓	2.5	/
碱性	考克利尔竞立	1.5	/

碱性	阳光氢能	1	3
碱性	天津大陆	1	1.6
碱性	三一氢能	1.5	/
碱性	华易氢元	1.5	/
碱性	中能氢能	1.5	/
碱性	中电丰业	0.5	/
碱性	亿利洁能	0.25	2.5
碱性	华光环能	1	/
碱性	双良节能	3	/
碱性	昇辉科技	0.1	0.25
碱性	华电重工	0.6	/
碱性	龙蟠科技	1	/
碱性	兰石重装	0.5	/
碱性	上海电气	0.5	/
碱性	中集集电	1	/
碱性	京电设备	1	/
碱性	奥扬科技	1	/
碱性	瑞麟科技	0.5	1
碱性	凯豪达	0.8	/
碱性	希倍优	1	/
碱性	国盛利华	0.3	1
		(MW)	(GW)
PEM	赛克赛斯	50	1
PEM	康明斯恩泽	500	1
PEM	绿动氢能	100	1
PEM	卡沃罗	/	1
PEM	鹭岛氢能	200	/
PEM	上海电气	100	/

资料来源：香橙会研究院

#### 4.2.4 中国电解槽市场招投标详情

2023 年是中国绿氢产业爆发之年，也是中国电解槽需求新高之年。据香橙会研究院统计，2023 年 1-12 月中国电解水设备公开招标需求规模超 1695MW，已达到 2022 年全年出货量的 2 倍有余，2023 年全年累计中标规模达到 1055.5MW，项目详情见下表。（由于中能建 2023 年 565MW 集中采购招标实际结果尚未公布，暂不将其计入中标统计）。

表 23：23 年中国电解槽招投标详情

序列	招标项目	电解槽类型	招标规模	中标企业
1	深圳能源库尔勒绿氢制储加用一体化示范项目	ALK	5MW	厚普股份（EPC）
2	北元化工制氢电解槽成套装置设备采购项目	PEM	1MW	赛克赛斯
3	国电投涿源县 300 兆瓦光伏制氢项目	ALK	6MW	河北工程公司（EPC）
4	华能氢能院碱性电解槽采购项目	ALK	6.5MW	中能（苏州）氢能
5	黑龙江 200MW 风电制氢联合运行项目 EPC 招标	ALK	7.5MW	润世达工程（EPC）
6	华中科技大学发布质子交换膜电解水制氢及燃料电池设备系统采购项目	PEM	/	石化机械
7	深能北方光伏制氢项目	ALK	45MW	阳光氢能
8	大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目	PEM	50MW	长春绿动氢能
	大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目（标段 5）	ALK	75MW	隆基氢能
	大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目（标段 6）	ALK	60MW	阳光氢能
	大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目（标段 7）	ALK	40MW	三一氢能
	大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目（标段 8）	ALK	20MW	派瑞氢能
9	国能宁东可再生氢碳减排示范区一期项目（标段 1）	ALK	25MW	安思卓新能源
	国能宁东可再生氢碳减排示范区一期项目（标段 2）	ALK	80MW	派瑞氢能
10	华电潍坊氢储能示范项目	ALK	25MW	中电丰业
11	绿电制氢及氢能一体化示范项目	ALK	5MW	新奥股份（EPC）
12	内蒙古华电达茂旗 20 万千瓦新能源制	ALK	55MW	华电重工

	氢工程示范项目	PEM	5MW	
13	鄂尔多斯市纳日松 40 万千瓦光伏制氢产业示范项目	ALK	35MW	派瑞氢能
		ALK	20MW	隆基氢能
14	张家口风电光伏发电综合利用(制氢)示范项目制氢子项目	ALK	40MW	派瑞氢能
15	洁净能源集团海水制氢一体化项目(标段 1)	ALK	20MW	阳光氢能
	洁净能源集团海水制氢一体化项目(标段 2)	ALK	20MW	隆基氢能
16	华中科技大学 5Nm <sup>3</sup> /hPEM 水电解制氢装置采购项目	PEM	0.02MW	赛克赛斯
17	清华大学深圳国际研究生院碱性水电解制氢设备采购项目	ALK	/	凯豪达
18	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	ALK	25MW	阳光氢能
		PEM	2MW	
19	1300Nm <sup>3</sup> /光伏绿电制加氢一体化(一期工程)项目	ALK	6.5MW	派瑞氢能
20	新疆俊瑞吉木萨尔规模化制绿氢项目 EPC 招标	ALK	200MW	中铁八局 (EPC)
21	玉门油田可再生能源制氢示范项目(一期)	ALK	10MW	中能(苏州)氢能
22	低碳院煤化工与新能源耦合技术示范制氢项目	ALK	6MW	阳光氢能
23	大唐风光制氢一体化项目制氢 EPC 招标	ALK	70MW	石油化工联合体 (EPC)
24	亿钶气体项目	ALK	9MW	亿利氢田时代
25	东方电气海水直接制氢项目	ALK	1MW	苏州苏氢
26	中广核新能源宁东清洁能源制氢项目电解水制氢	ALK	12MW	隆基氢能
27	30 万 m <sup>3</sup> /d 绿氢—450m <sup>3</sup> 高炉富氢冶金项目	ALK	30MW	隆基氢能
		ALK	30MW	派瑞氢能
28	中能建兰州新区绿电制氢氨项目 EPC	ALK	75MW	招标阶段
29	中国能建 2023 年制氢设备集中采购招标	PEM	15MW	14 家企业入围
		ALK	550MW	
30	中核北方核燃料元件有限公司制氢项目	PEM	3MW	赛克赛斯
31	张家口东润清能察北光伏配套制氢示范项目	ALK	5MW	阳光氢能

32	西湖大学 AEM 制氢电解槽采购项目	AEM	500NL/h	Enapter (北京申乾科技有限公司供货)
合计		已公布中标规模		1055.5MW
		招标总规模		1695.52MW

资料来源：香橙会研究院（注：数据统计范围包括电解槽直接招投标、EPC 招标数据、企业自主公布的签约项目，或有遗漏）

从招标项目、电解槽路线和企业性质来看，2023 年电解槽招投标有三个关键词：大型风光制氢项目驱动电解槽需求、碱性为王、新势力全面突围。

如上表所示，2023 年共计有 32 个公开的电解水设备招标需求，除去 4 个高校科研需求项目外，有 28 个招标需求用于可再生能源电解水制氢项目。其中大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目碱性+PEM 电解槽实际需求就达到 245MW，约占据全年累计中标规模的 25%。超过 50MW 电解槽需求的大型风光项目合计有 8 个，累计电解槽需求规模就达到 870MW，占总需求规模的约 50%。可以看出，国内电解槽需求还是主要以大型可再生能源制氢项目推动。2023 年，中石化库车项目落地投产带动大批大型风光制氢项目规划落地，随着 2024 年这些绿氢项目落地开工或将进一步推动国内电解槽需求。

从技术路线来看，碱性电解槽全年招标需求规模达到 1619.5MW，占总需求的 95.5%，PEM 电解槽招标需求规模 76.02MW，在总需求规模中的占比约为 4.5%。

从中标价格来看，2023 年全年单槽 5MW 规模碱槽每台套中标均价已降至 680 万元-730 万元的价格区间（价格详情见香橙会氢能数据库）。单槽产氢规模大、价格便宜无疑是碱性电解槽的核心竞争优势，据香橙会研究院测算，2023 年国内碱性电解槽成本约为 1200 元/KW，PEM 电解槽成本约为 5000 元/KW。

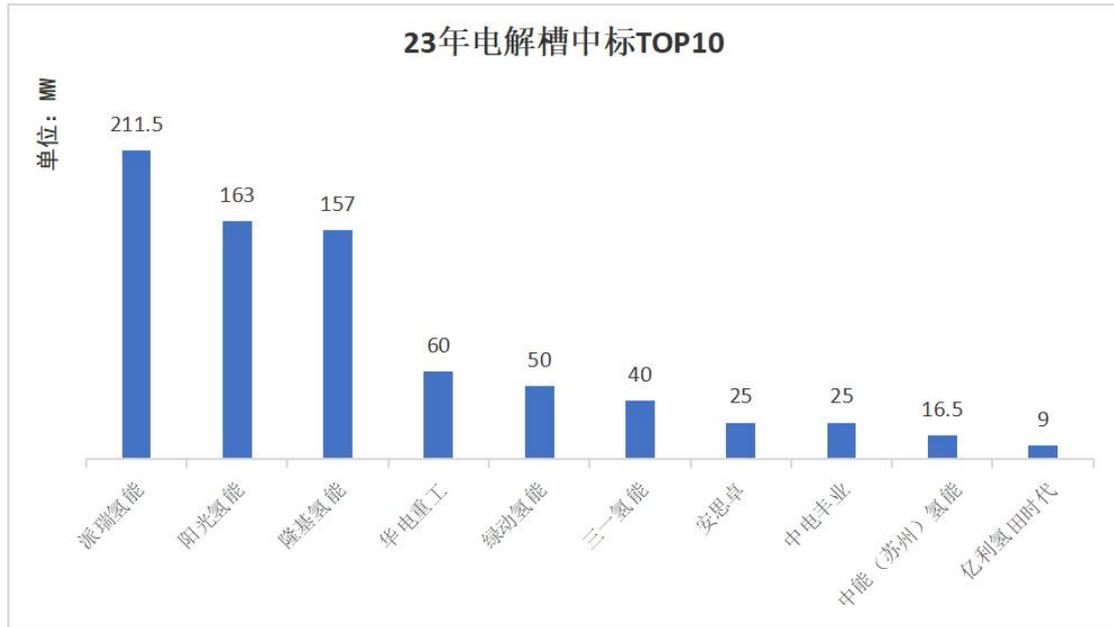


图 16：23 年国内电解槽中标 TOP10

资料来源：香橙会研究院（不含 EPC 中标）

从供给结构来看，电解槽新势力全面突围。截至 2023 年 12 月 31 日，全年 32 个招标项目已经有 30 个公布了招标结果，实际中标量达到 1055.5MW（若考虑中能建集中采购，实际中标量超过 1620MW）其中中标规模前十的企业中，电解槽新势力 9 家，仅有派瑞氢能一家老牌电解槽厂商。

从国内绿氢项目的招投标信息来看，当前国内电解槽市场集中度依旧较高。2023 年电解槽招标中标企业 TOP5 分别为派瑞氢能、阳光氢能、隆基氢能、华电重工、长春绿动氢能，合计中标规模 641.5MW，全年 CR5 约为 60%。

### 4.3 绿氢及电解槽市场空间预测

据国际能源署（IEA）数据，预计 2030 年全球绿氢需求量 6300 万吨，电解槽累计装机达 500GW，主要用于氢化工替代工艺和工业原料，预计 2050 年电解槽装机量将达 5722GW。

据中国氢能联盟统计预测，2030 年我国氢气的需求量约为 3700 万吨，其中绿氢需求量约 770 万吨，全国电解槽装机量达到 102GW。2060 年我国氢气的需求量为 1-1.3 亿吨，绿氢产量约 0.75-1.0 亿吨，电解槽装机量约达 1600GW。2030 年不同行业氢气消费量预测如下，化工行业：可再生氢需求约为 376 万吨，是中国最大的可再生氢需求市场。钢铁行业：总氢气需求约为 174 万吨，其中可再生

氢需求约 94 万吨，其余为工业副产氢。氢燃料电池：总耗氢量每年 434 万吨，其中可再生氢需求约 301 万吨，燃料电池车保有量将达到 62 万台。在 2060 年的中国用氢需求预测中，工业领域用氢需求为 7794 万吨，约占氢气总需求量的 60%，交通运输领域的用氢需求约为 4051 万吨，约占氢气总需求量的 31%，电力和建筑领域用氢约占氢气需求总量的 9%。

## 第五章 绿氢及制氢设备成本分析

随着电解槽市场竞争程度的增加和技术进步，不管是碱性产品还是 PEM 电解槽价格下降很快。碱性电解槽系统在中国的销售均价从 2019 年的 200 万元/MW 已经下降到 2023 年的 150 万元/MW，PEM 系统销售均价从 2019 年的 1200 万元/MW 下降到 2023 年的 700 万元/MW。



图 17：中国电解槽系统销售均价

资料来源：香橙会研究院

### 5.1 ALK 电解槽成本拆分及降本预测

电解槽在绿氢产业之前，主要应用在浮法玻璃、精细化工、火电厂、硅晶片、集成电路等行业中，生产的氢气作为保护性气体、还原剂等，气体需求量普遍不大，对电解槽的单体产氢量要求不高，普遍在 10-500Nm<sup>3</sup>/h。在 2022 年前后，绿氢产业的发展对电解槽单体产氢量提出了更高的要求，目前在建和规划的项目产氢规模普遍在 2000-40000Nm<sup>3</sup>/h 不等，对应电解槽功率为 10-200MW，项目中使用的单体电解槽以 1000Nm<sup>3</sup>/h 为主，因此，电解槽大型化是未来发展的一个主要趋势。由于产业链供应相对成熟，技术路线进入商业化阶段、竞争激烈，在没有大的技术进步情况下，降本将相对缓慢。

#### 5.1.1 碱性电解槽成本拆分

以最常用的 1000Nm<sup>3</sup>/h（5MW）碱性电解槽系统为例，其主要包含电解槽本体以及控制系统、气液分离系统、纯化系统、碱液系统等辅助系统，2023 年，

槽体成本约 300 万元，系统其他成本约 350 万元，整套电解槽系统设备成本在 800 万元左右。

表 24：1000Nm<sup>3</sup>/h 电解槽零部件成本构成

项目	单位	数量	成本（万元）	小计（万元）	
单体电解槽	极板	片	360	66.6	282.36
	镍网	片	720	108	
	镍网喷涂	/	360	18	
	隔膜	片	360	57.6	
	密封垫圈	片	360	23.4	
	左右压板	1	2	6.56	
	其他	/	1	2.2	
控制系统	压力变送器	个	35	14	120.1
	差压变送器	个	25	10	
	温度变送器	个	12	1.8	
	转子流量计	个	10	7.5	
	液位计	个	8	2.8	
	氢氧调节阀	个	8	30.4	
	冷却水调节阀	个	1	1.6	
	手动阀门	套	1	32	
	气动阀门	套	1	20	
碱液系统	碱液冷却器	个	1	15	30.75
	碱液过滤器	个	1	0.6	
	碱液循环泵	个	2	14	
	碱液箱	个	1	0.65	
	补水泵	个	1	0.5	
气液分离系统	氢氧分离器	个	2	9	24.8
	氢氧冷却器	个	2	7	
	气水分离器	个	2	1.9	
	排水器	个	2	0.4	
	氢中氧分析仪	个	1	2	

	氧中氢分析仪	个	1	4.5	
氢气纯化设备	气水分离器	个	1	0.5	45.65
	脱氧塔	个	1	6	
	冷却冷凝器	个	3	10.5	
	干燥塔	个	3	16.5	
	过滤器	个	2	2.6	
	阻火器	个	2	0.3	
	再生冷却器	个	3	4.5	
	玻璃流量计	1	1	0.5	
	微量氧分析仪	个	1	2.5	
	露点仪	个	1	1.75	
电控系统	整流柜	个	1	25	117.8
	低压配电柜	个	1	12	
	整流变压器	个	1	80	
	触摸屏	个	1	0.8	
纯水等其他系统	冷冻水机	个	1	10	15
	原料水箱等	/	1	5	
<b>合计</b>				<b>636.46</b>	

资料来源：香橙会研究院

单体电解槽是碱性系统中成本最高的单一项、占比 44%，但已经少于 BOP 辅助系统。在招标项目中，电解槽、气液分离系统、气体纯化系统、注水注碱设施等统一成套招标，并不包含电控系统，去除电控系统后，单体电解槽占成本的 54.4%，超过一半。

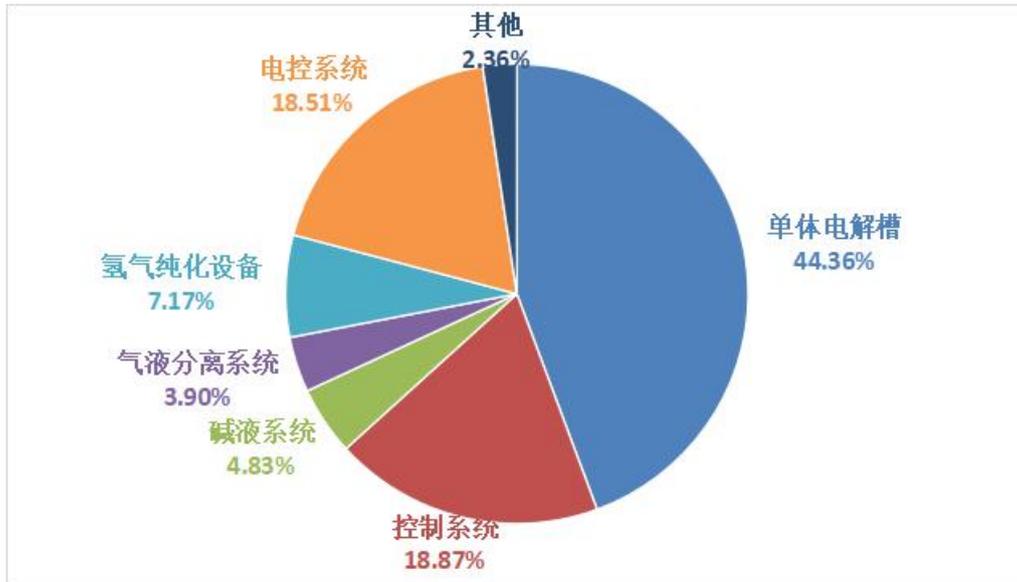


图 18：1000 标方电解槽各部分成本比例

资料来源：香橙会研究院

### 5.1.2 碱性电解槽降本分析

碱性电解槽经过多年的发展，1000 标方以下技术趋于成熟，供应链体系完善，降本空间相对较小，但在技术、工艺进步、国产化替代以及规模化的驱动下仍有一定的下降空间。近年随着国有煤炭、石油等传统能源企业以及风电、光伏新能源企业在碱性电解槽的布局，市场抢夺激烈，从 2023 年的中标价格看，生产企业是微利甚至亏损出售电解槽，以求获得历史业绩、占据市场份额。作为大型设备的电解槽，这种环境对于缺乏雄厚资金基础的初创企业特别不友好；因此，2023 年的初创企业集中在隔膜、电极等零部件领域。

目前，碱性电解槽系统零部件成本为 1272.9 元/kW，预计到 2025 年下降至 1200 元/kW、降幅 5.7%，到 2030 年下降至 1100 元/kW、降幅 13.58%，到 2060 年下降至 750 元/kW。

表 25：碱性电解槽降本预测表

碱性电解槽	2023	2025E	2030E	2060E
BOP 成本	698.2	662	609	400
电堆成本	574.72	538	491	350
碱性系统	1272.92	1200	1100	750

资料来源：香橙会研究院

## 5.2 PEM 电解槽成本拆分及降本预测

PEM 电解水制氢技术可以快速启停，能匹配可再生能源发电的波动性，提高电力系统灵活性，正逐渐成为制氢发展和应用的重要方向。当前国内大功率 PEM 电解水制氢设备处于发展初级阶段。

### 5.2.1 PEM 电解槽成本拆分

在 PEM 电解槽的成本构成中，同样分为辅助系统和电解电堆两部分，分别占比约 53%、47%。辅助系统主要包括电源、去离子水循环系统、氢气处理系统、冷却系统等，其中电源占比接近 50%。电解电堆系统主要由多孔传输层、小组件、双极板、电堆组装和端板、膜电极等构成，其中双极板和膜电极分别占比约 48%、31%。

表 26：2023 年 PEM 电解槽系统成本

构成	单位成本	构成	单位成本	系统成本
	元/kW		元/kW	
BOP	2750	电堆	2483.4	5233.4
供电系统	1375	多孔传输层	382.5	
去离子水循环系统	605	封装框架组件	67.5	
氢气处理	550	双极板	1192.5	
冷却系统	220	电堆组装和端板	67.5	

资料来源：香橙会研究院

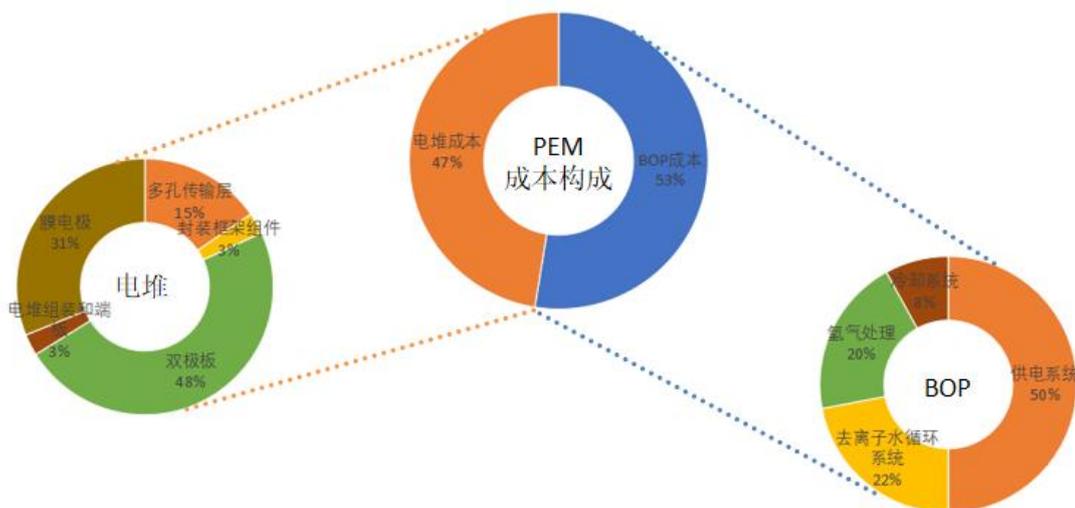


图 19: PEM 电解槽各部分成本比例

资料来源：香橙会研究院

### 5.2.2 PEM 电解槽降本分析

PEM 电解槽技术在国外相对成熟，进入初步商业化阶段，国内发展相对缓慢，除了派瑞氢能、赛克赛斯和大连化物所由较好的积累外，其他都是新进入者。但 PEM 电解槽和燃料电池互为逆反应，材料和结构 90%以上相同或相似，吸引了不少燃料电池企业进入该领域，随着研发力量的投入，将会带来技术的提升；加之材料体系的逐步健全和国产化；以及规模化的应用发展，PEM 电解槽的降本空间较大。电解槽极板和多孔传输层（钛毡）作为核心组件，降本潜力巨大：面向大标方、长寿命电解槽需求，PEM 电解槽金属极板需要突破大面积均一化结构、长寿命运行、低成本制备多重挑战；钛毡仍主要面临接触电阻高、表面平整度差、制备成本高等痛点问题，成本占比高，有待进一步降本。

目前，碱 PEM 电解槽系统零部件成本为 5233.4 元/kW，预计到 2025 年下降至 4196 元/kW、降幅 19.8%，到 2030 年下降至 3040 元/kW、降幅 41.9%，到 2060 年下降至 1250 元/kW。

表 27: PEM 电解槽降本预测表

PEM 电解槽	2023	2025E	2030E	2060E
BOP 成本	2750	2380	1960	580

电堆成本	2483.4	1816	1080	670
系统成本	5233.4	4196	3040	1250

资料来源：香橙会研究院

### 5.3 碱性和 PEM 电解槽制氢成本对比及影响因素分析

本节以假设场景对比碱性和 PEM 电解槽制氢系统的成本对比，并分析影响制氢成本的主要因素。

#### 5.3.1 ALK 和 PEM 水电解制氢系统基准数据

以装机 20MW、年有效运行时间 4000h 的电解水制氢厂为基础进行测算（不含土建）。电解水设备参数取目前市场水平：ALK 水电解系统 150 万元/MW、制氢能耗 5kWh/Nm<sup>3</sup>、使用寿命 80000h、维护费用每年为设备成本的 5%；PEM 水电解系统 700 万元/MW、制氢能耗 5kWh/Nm<sup>3</sup>、使用寿命 40000h、维护费用每年为设备成本的 1%。

表 28：ALK 和 PEM 水电解制氢系统基准数据

序号	项目	ALK	PEM
1	装机功率（MW）	20	20
2	每年生产时间（h）	4000	4000
3	水电解设备成本（万元/MW）	150	700
4	设备寿命（h）	80000	40000
5	系统能耗（kWh/Nm H）	5	5
6	年维护费用占设备比例（%）	5	1
7	员工薪酬及福利（万元/年）	120	120
8	储氢设施	800	400

资料来源：公开资料，香橙会研究院

#### 5.3.2 ALK 和 PEM 水电解制氢系统制氢成本

根据以上基准数据，计算得出 ALK 和 PEM 制氢成本分别是 21.55、29.89 元/kg。具体到细分环节上：主要是电解水设备导致差距较大，PEM 成本是 ALK 的 4.7 倍，并且使用寿命相差较大；由于 PEM 产氢压力高，使用维护方便，在

储氢设施和维护费用上低于 ALK；此外 PEM 占地面积小，考虑土建后，成本劣势将进一步缩小。

表 29：ALK 和 PEM 水电解制氢成本

序号	项目	ALK	PEM
1	水电解系统成本（元/kg）	1.04	9.73
2	员工薪酬及福利（元/kg）	0.83	0.83
3	用电费用（元/kg）	16.69	16.69
4	水费（元/kg）	0.20	0.20
5	储氢设施（元/kg）	0.56	0.28
6	维护费用（元/kg）	1.04	0.97
7	管理费（元/kg）	1.39	1.39
8	合计（元/kg）	21.55	29.89

资料来源：香橙会研究院

从两种电解水系统制氢成本构成看，电力成本分别占 77.42%、55.81%，因此降低绿氢成本，现阶段主要的方向应是降低电力价格。具体到技术路线上，ALK 设备占成本的 4.84%、PEM 设备占成本的 32.56%，因此 PEM 制氢技术路线若要胜出还需要在设备价格上进行大幅的降低和使用寿命上的提高。其余各项两者差别不大。

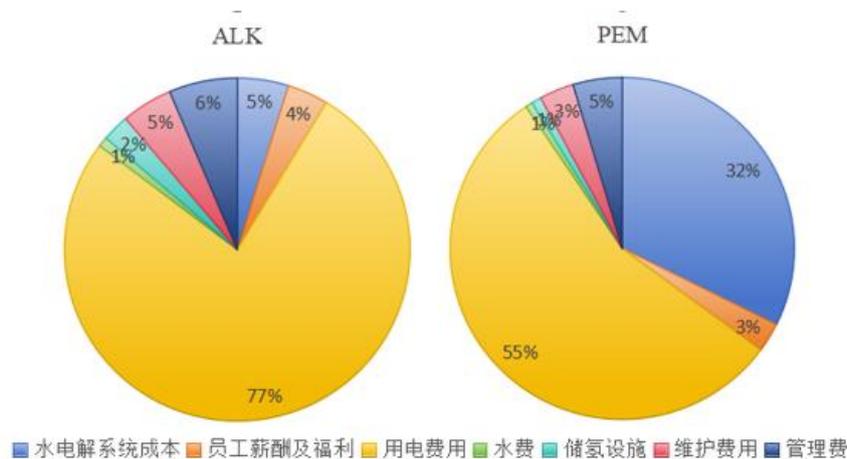


图 20：ALK 和 PEM 各环节制氢成本占比

资料来源：香橙会研究院

### 5.3.3 单因素敏感性分析

对 ALK 和 PEM 电解水制氢成本主要影响因素进行单因素敏感性分析，若每年生产时间提高 10%，则 ALK 制氢成本降低 16%、PEM 减低 11%，反之生产时间减少 10%，则 ALK 制氢成本提高 20%、PEM 提高 13%。在制氢成本影响因素中系统能耗和电价影响最大，而能耗直接影响用电量的多少、定性分析两者相关性较大；在 ALK 中设备成本影响最低、在 PEM 中设备成本影响依然较大；系统年生产时间的敏感系数大于单因素变化率。

表 30：ALK 和 PEM 水电解制氢成本敏感因素分析

序号	敏感因素	变化率	敏感系数	
			ALK	PEM
1	年生产时间	10%	-0.16	-0.11
		-10%	0.20	0.13
2	设备成本	10%	0.10	0.36
		-10%	-0.10	-0.36
3	系统能耗	-10%	-0.95	-0.67
4	电价	10%	0.77	0.56
		-10%	-0.77	-0.56

资料来源：香橙会研究院

### 5.3.4 ALK 水电解系统不同因素下的制氢成本

根据香橙会研究院统计，2021 年中国碱性电解槽出货量占比 97%，2022 年占比 95%，预计 2023 年全年占比 93%，由于较大的成本优势和技术成熟度，ALK 水电解制氢系统占据主要的市场份额。结合上述成本构成、敏感性分析和现实应用场景，电力价格和年生产时间将是影响未来制氢成本的主要因素。当电价低于 0.1 元/kWh 时，制氢成本均在 15 元/kg 以内，当电价低于 0.2 元/kWh、年运行时间 4000h 以上时，制氢成本在 20 元/kg 以内。

表 31：不同电价和年生产时间场景下制氢成本（元/kg）

	2000h	4000h	6000h	8000h
0.7 元/kWh	47.62	43.80	42.52	41.89
0.5 元/kWh	36.50	32.68	31.40	30.76

0.3 元/kWh	25.38	21.55	20.28	19.64
0.2 元/kWh	19.81	15.99	14.72	14.08
0.1 元/kWh	14.25	10.43	9.15	8.52

资料来源：香橙会研究院

### 5.3.5 结论与讨论

1、当前 ALK 制氢系统相较 PEM 成本优势明显，主要在于 PEM 设备成本是 ALK 的 4-5 倍，并且在使用寿命上差距较大。

2、无论 ALK 还是 PEM 制氢成本中，电力成本都是主要构成，在 50-80% 之间。因此，绿氢降本中绿电降本是重要因素，绿氢的发展主要依赖我国西部、北部风光资源丰富地区以及东部海上风电地区。

3、在因素敏感性分析中，年运行时间、设备成本、系统能耗、电价等都是绿氢降本的有效途径，其中系统能耗和电价的降低最有效。

4、ALK 制氢系统中，电价低于 0.1 元/kWh，或电价低于 0.2 元/kWh、年运营时间 4000h 以上时，制氢成本在 15 元/kg 以内。

5、预计未来绿氢成本的降低，将是技术进步、效率提高、规模化生产等多因素共同作用的结果，而且根据事物发展规律，绿氢平价的到来不是按部就班的发展，而是某些因素的突破，迎来这个时间节点。因此，行业内要时刻关注这些因素的发展，随时准备迎接平价时代的到来。

## 第六章 氢能产业投融资分析

### 6.1 氢能产业投融资整体情况

2023 年，氢能制储运加产业共有 24 家企业进行 31 轮次融资，金额近 40 亿元。主要集中在天使轮、种子轮、A 轮等初始阶段；金额集中在千万级和数千万计，中科富海 C 轮融资 8 亿元排第一，阳光氢能以 A 轮 6.6 亿元紧随其后，赛克赛斯和浙江蓝能融资数亿元；投资领域以制氢装备及其零部件为主；企业所在地主要是北京、苏州、合肥、浙江等。

表 32：23 年氢能制储运加产业融资事件表

序号	融资企业	融资领域	融资时间	城市	融资金额	轮次	投资机构	资金用途
1	科润新材料	质子交换膜	2023.1	苏州	2.4 亿	C 轮	红杉中国领投	
2	阳光氢能	碱性、PEM 电解槽	2023.1	合肥	5626.8	增资扩股	增资总额为人民币 5626.8 万元	
			2023.12		6.6 亿元	A 轮	君联资本领投	加速推进柔性制氢技术迭代和产能升级，全面布局海外市场
3	中科氢易	复合隔膜	2023.2	宁波	千万级	种子轮	麟阁创投领投	主要用于电解水制氢复合隔膜及离子溶剂膜中试产线的搭建，团队完善及市场拓展
			2023.7		数千万	天使轮	麟阁创投、国家电投联合领投	主要用于多孔隔膜量产线建设，工艺持续优化及补充现金流。
			2023.11		数千万	Pre-A	高榕资本领投	2023 年期间，共计完成了三轮融资，累计融资金额近亿元。
4	刻沃刻	隔膜	2023.2	中山	千万级	天使轮	险峰长青独家投资	主要用于团队扩张及产线配套设施完善。

			2023.11		数千万级	Pre-A	线性资本领投	主要用于产品研发、产线及配套设施扩建以及团队扩张
5	中太科技	LNG、液氢、OCCS	2023.4	苏州	近亿元	A 轮	浙能基金等	将用于 LNG 及液氢储运领域的技术与产品研发、产业落地及人才储备。
6	氢易能源	有机液体储氢 (LOHC)	2023.4	西安	数千万	Pre-A	重塑集团、华汰资产 陕西高校科创基金	2022 年公司启动了国内首个高度集成化的储放氢流程模拟中试试验,所融资金将会在此基础上用于进行二次开发,定型面向不同应用场景的多个商业化产品
			2023.10		近亿元	A 轮	国中资本领投,西安 财金跟投	将主要用于产线建设与持续研发
7	云帆氢能	双极板	2023.4	苏州	1000 万以上	天使轮	乾融控股领投	这笔资金将极有力地加强云帆氢能的生产能力建设,并加快新产品的开发进度。
8	奥扬科技	车载储氢系统、绿氢装备	2023.5	潍坊	2000 万	增资扩股	美锦氢扬以自有资金 2000 万元增资奥扬科技	
9	福氢氢能	质子交换膜	2023.5	苏州	数千万	天使轮	金浦智能领投	将用于质子交换膜产线建设和技术投入等方面
			2023.10		数千万	A 轮	金浦智能领投	将用于技术研发及产能和团队升级
			2023.12		数千万	A+轮	唐兴资本独家	将用于产能扩建及补充流动性
10	大陆制氢	碱性电解槽	2023.6	天津	1 亿元	/	东方江峡产投、招银国际等	
11	英特尔	整流设备	2023.7	荆门	近亿元	A 轮	朝希资本领投	将进一步加大制氢整流技术研发投入力度,加快新一代产品的迭代更新,并在全球加速渠道布局
12	赛克赛斯	PEM 制氢设备	2023.7	济南	数亿元	B 轮	朝希资本领投,海通 并购资本联合领投	主要用于绿色氢能产业园投建、产品研发、完善知识产权布局和打造顶尖人才团队。

13	稳石氢能	AEM 制氢	2023. 7	深圳	未披露	/		用于建设 AEM 电解槽的产能和开展阴离子交换膜小规模生产
14	保时来	催化电极	2023. 8	苏州	5000 万元	A 轮		
15	中科富海	液氢装备	2023. 8	北京	8 亿元	C 轮	诚通混改基金和建信股权领投	主要用于装备制造和气体生产的规模和能力提升、技术研发、氢能和电子特气以及绿色气体业务布局等方向。
16	碳能科技	复合隔膜	2023. 8	北京	超亿元	A2 轮	朱雀资产领投	产品升级、市场推广、团队建设、研发等
17	氢枫能源	固态储氢、加氢站	2023. 9	上海	未披露	D 轮	青岛海洋投资集团领投	
18	莒纳科技	电极	2023. 10	上海	近亿元	pre-A	长江创新领投	
19	涌氢能源	PEM 催化剂及膜电极	2023. 10	深圳	数千万	天使轮		主要用于公司研发投入、市场拓展以及公司运营扩编等
20	浙江蓝能	储运装备	2023. 10	杭州	数亿元	B 轮	中国石化资本领投	用于氢能及其他清洁能源或气体储运装备的研发和产线建设
21	动氢新能	PEM 电解水催化剂	2023. 11	北京	千万级	种子轮	遨问创投独家投资	
22	力炆电极	电极	2023. 11	杭州	数千万		涌铎投资	主要用于公司在电解水制氢先进催化电极材料的研发投入以及制氢电极工厂的建设等
23	氢羿能源	PEM 电解槽及催化剂、膜电极	2023. 12	北京	数千万	天使轮	中科创星	主要用于从催化材料、膜电极到电解槽及系统的整套技术研发、首期产能建设、兆瓦级大功率电解槽生产及市场拓展。
24	元泰能材	隔膜	2023. 12	北京	千万级	天使轮	/	主要用于团队扩建和产品开发。

资料来源：公开资料，香橙会研究院整理

## 6.2 氢能产业投融资细分领域分析

### 6.2.1 融资领域

将融资数据按制氢、储运和加注分类：制氢环节完成 24 轮、约 22 亿元；储运环节完成 7 轮、约 16 亿元；加注环节没有融资事件完成。可以看出制氢环节是市场的投资热点轮次和金额都较多；储运每笔平均额度较高，其中中科富海和浙江蓝能是两笔大额融资；加注环节没有融资完成，与 2023 年加氢站建设速度放缓相呼应，但压缩机企业中鼎恒盛进行了 IPO 申报。

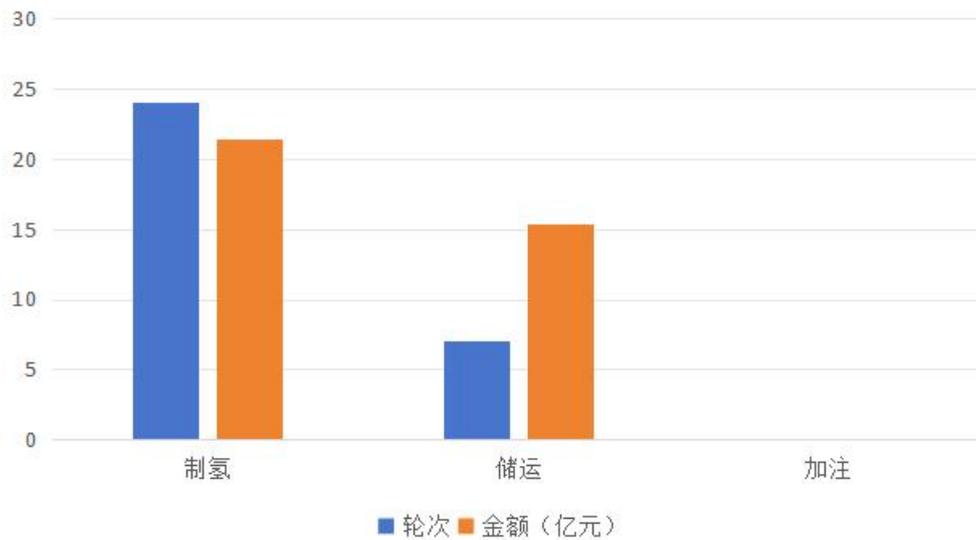


图 21：氢能制、储运、加融资分析

资料来源：香橙会研究院

在 24 起制氢设备融资中，碱性电解槽相关 11 起、约 6 亿元；PEM 电解槽相关 9 起、7.2 亿元，但科润新材料一家占 2.4 亿元；阳光电源推动柔性制氢，产品有 PEM 和碱性电解槽，发生一起增资和 A 轮融资，合计 7.16 亿元；此外 AEM 制氢和整流电源各一起。制氢设备零部件最受投资者关注，碱性隔膜发生 7 起融资，数量最多，其次是 PEM 质子膜 4 起。

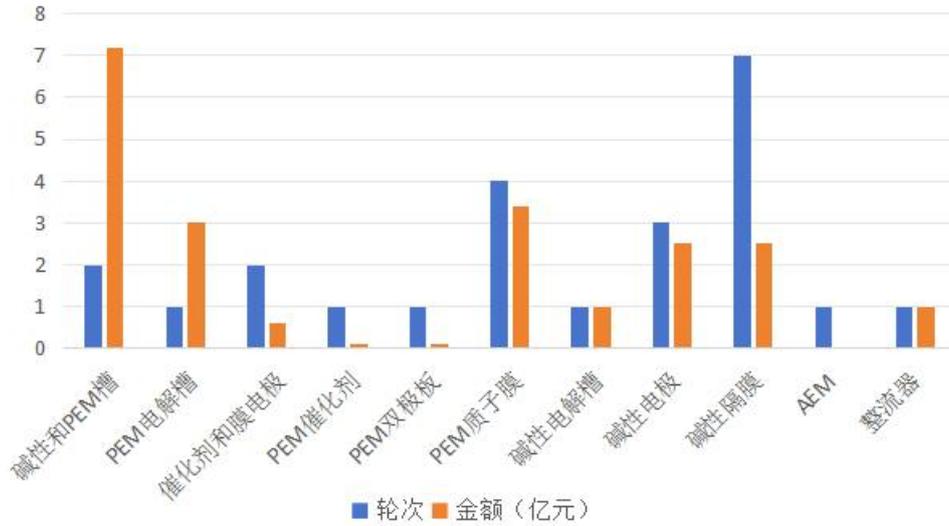


图 22：制氢设备融资分析

资料来源：香橙会研究院

在储运 7 起融资事件中，2 起液氢装备融资，分别是中太科技近亿元和中科富海 8 亿元；2 起有机液态储氢，由氢易能源一家完成；高压气态储运装备 2 起；固态储氢 1 起。氢储运在技术和装备发展上仍然有待突破。

表 33：23 年储运融资详情

储运方式	企业家数	融资次数	融资额 (亿)
高压气态	2	2	数亿元
液氢	2	2	9
有机液态	1	2	亿元
固态	1	1	未披露

资料来源：香橙会研究院

### 6.2.2 融资金额

从融资金额看，千万级融资事件 5 起，全部为天使轮和种子轮；数千万级 13 起，A 轮相关 6 起、天使轮 4 起；一亿元左右 6 起，A 轮相关 5 起；数亿元融资 5 起，B 和 C 轮各两起；未披露金额 2 起。



图 23: 氢能融资金额分析

资料来源：香橙会研究院

### 6.2.3 融资轮次

31 起融资事件中，从轮次上看，种子轮+天使轮 9 起、1.6 亿元；Pre-A、A、A+等 12 起、14 亿元；B 轮两起，都只披露是数亿元；C 轮两起、10.4 亿元；D 轮 1 起，未披露数额，其他增资扩股、未披露的 5 起、约 3 亿元。从融资轮次看，氢能处于发展初期，A 轮及之前占比 67.7%。

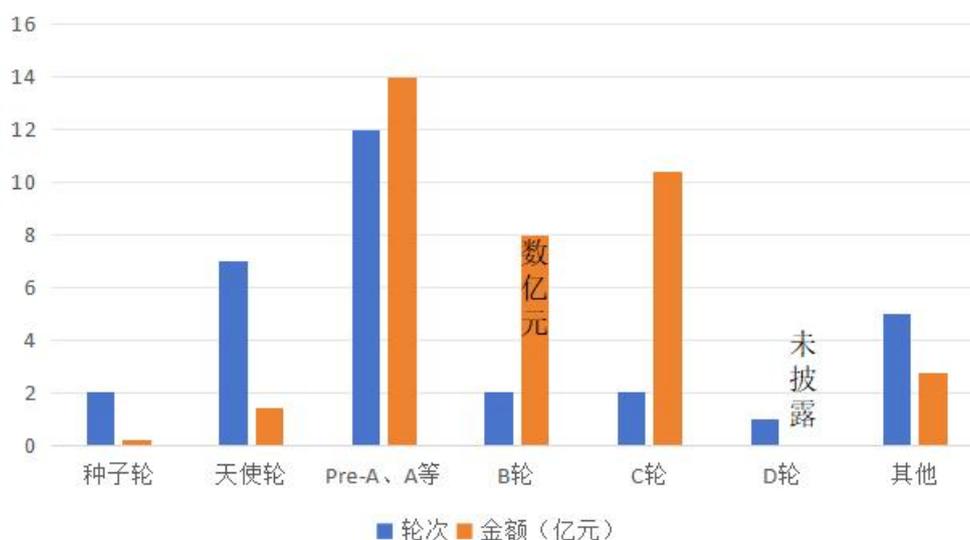


图 24: 氢能融资轮次分析

资料来源：香橙会研究院

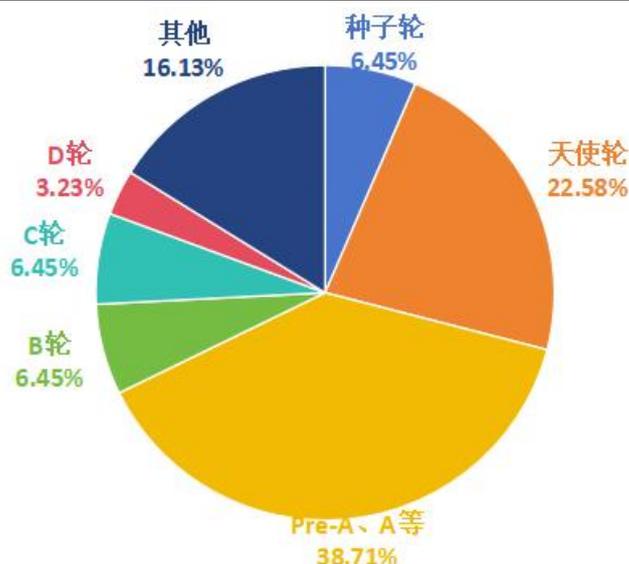


图 25: 氢能融资轮次占比

资料来源：香橙会研究院

### 6.2.4 融资城市

从融资企业所在城市看，北京有有 5 家企业融资、金额 9.5 亿元，但中科富海 1 家占了 8 亿元；苏州有 5 家企业发生 7 起融资事件、金额在 5 亿元；合肥因阳光氢能一家企业占据融资城市榜第二的位置；浙江杭州 2 家企业 2 起，浙江蓝能中国石化资本领投获得数亿元融资，宁波中科氢易一家企业进行了 3 轮近一亿元的融资；其他城市企业发生 8 起融资，共约 7 亿元资金。

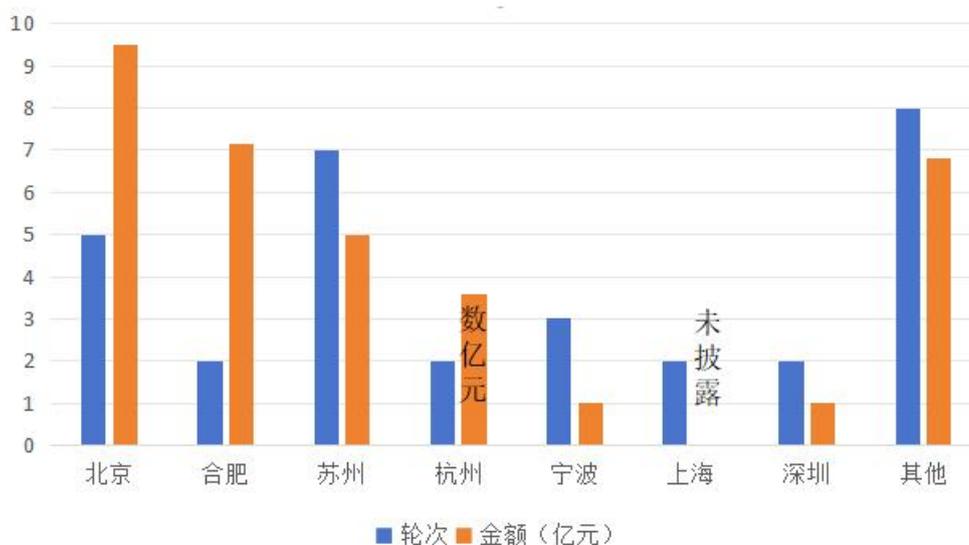


图 26: 氢能融资城市分析

资料来源：香橙会研究院

在氢能领域的制储运方面，无论是融资企业数量，还是融资额度北京都处于领先的位置；苏州得益于良好的基础，融资企业数量最多；合肥因阳光氢能一家企业在 2023 年融资中位于前列，但合肥及安徽的氢能产业基础也不错；浙江氢能杭州、宁波、嘉兴发展较好；上海、深圳在制氢、储运方面稍显落后了；其他城市主要是零星企业带动。但氢端企业尚未有产业集群形成，集群化、规模化的产业效益有待发挥。

### 6.3 氢能产业 2023 年融资小结

上游制氢领域成为现阶段氢能产业爆发力最强的板块，是继氢燃料电池之后，资本最热捧的一个细分赛道。随着国家双碳目标的提出，绿氢在化工、炼钢、储能、建筑以及交通等领域的应用场景打开，电解水制氢产业被认为是一个万亿级的市场。

从事电解水制氢业务的隆基氢能和阳光氢能，是近一两年来成长最快、爆发力最强的氢能“独角兽”。隆基氢能最新估值已经达到 100 亿元，阳光氢能估值也达到了 60 亿元。

电解槽集成企业因隆基绿能和阳光氢能等风光新能源企业的介入，估值快速增长，达到市盈率十几倍甚至二十倍，使得场外资金望而却步。导致结果有两种：一是财务资本进而寻求其上游零部件的投资机会，带动了零部件融资市场的活跃，并推动零部件技术进步、国产化加速；二是产业资本组建团队，下场进行电解槽的研发生产制造，根据香橙会氢能数据库统计电解槽发布新产品 2021 年 4 款、22 年 22 款、23 年 46 款，从新产品的发布数量可见一斑，电解槽投标市场竞争非常激烈。

## 第七章 氢储运市场分析

氢是化学元素周期表中第一个元素，氢气是世界上已知的密度最小的气体，只有空气的 1/14，在 0℃、一个标准大气压下，氢气的密度为 0.0899kg/m<sup>3</sup>，液化温度-253℃。氢气储运成本居高不下成为制约氢能行业发展的主要因素之一，但氢气储运需要根据其理化特性来降本增效。

表 34：氢储运工具及适用场景

储运方式	运输工具	经济距离 (km)	适用场景
气态储运	长管拖车	≤200	城市内配送
	管道	≥500	国际、跨城市与城市配送
液态储运	槽罐车/船舶	≥200	国际、规模化、长距离
有机液态	槽罐车/船舶	≥200	洲际、规模化、长距离
固态储运	货车	≤150	实验研究阶段

资料来源：公开资料，香橙会研究院整理

在 2023 年，管道输氢在科研及示范应用方面都取得一定进展，固态储运氢取得数起示范应用，液氢国家重点项目进入收官阶段、在制氢关键设备和储罐方面都取得突破，有机液态储氢获得市场关注。

### 7.1 气态储运

#### 7.1.1 高压气态储运及发展现状

高压气态储氢是指将空气压缩到容器内进行储运，以提高储氢效率，由氢气在不同压力下的压缩比可知，其密度不会随着压力的升高而呈线性增加，随着储氢压力的增加，其性价比先升高后降低，有一个合适的储氢压力。

储氢容器根据材料和制作工艺分为高压气态储氢容器分为 I 型瓶（钢制）、II 型瓶（钢制、碳纤维环向缠绕）、III 型瓶（铝内胆、碳纤维缠绕）和 IV 型瓶（纤维内胆、碳纤维缠绕），III 型瓶和 IV 型瓶趋于轻量化，首先应用于车载储氢容器。

表 35：氢气在不同压力下的密度和压缩因子

压力 (MPa)	20	30	35	45	70
密度 (kg/m <sup>3</sup> )	14.772	20.897	23.705	28.877	39.700

压缩因子	1.125	1.191	1.225	1.292	1.459
------	-------	-------	-------	-------	-------

资料来源：公开资料，香橙会研究院整理

国内储运环节的有关企业正在将 II 型瓶用于长管拖车，工作压力可从 20MPa 提升至 30MPa，单车氢气装载量由 350~400kg 提升至 600kg，以改变目前长管拖车输运效率低下的局面，未来向更高压力的 50MPa 方向发展。近年高压气态储氢发展总体较慢。

表 36：长管拖车 I 型瓶与 II 型瓶比较

类型	I 型瓶	I 型瓶	II 型瓶
材料	4130X	4130X	4130X+碳纤
工作压力（15°C）（MPa）	20	20	30
外径（mm）	559	715	508（内胆）
单瓶公称水容（L）	2250	3810	1920
瓶组数量	11	7	15
总储氢容积（15°C）（标方）	4408	4690	7240
总储氢质量（kg）	370	392	610

资料来源：公开资料，香橙会研究院整理

中集安瑞科、浙江蓝能、北京科泰克科、天海工业、中材科技（苏州）等是我国高压储氢容器设备供应商的代表企业。具有丰富的经验和较大的市场份额。

### 7.1.2 管道输氢市场发展

管道运输适用于跨省际的更大规模、更长距离氢气运输，分为纯氢管道和天然气管道掺氢两种。由于重新建设纯氢管道的投入巨大，因此，利用现存天然气管道直接掺入氢气或改造后掺入氢气受到学术界和产业界广泛关注。随着氢能行业逐步发展，未来前景受到更多业内外从业者的认可，管道基础设施是向大部分市场运输氢气的最具成本效益和能源效率的方式，普遍认为纯氢管道是氢气输送的终极解决方案。

根据 IEA 数据，截至 2019 年全球有近 5000 公里的输氢管道，多由工业氢气生产商运营，主要用于向化工和炼油设施输送氢气。全球的输氢管道中美国约有 2600 公里，欧洲 1700 公里，其中比利时和德国各有 600 公里和 400 公里，而

国内仅有 400 公里，且在用的管道只有百公里左右。管道输氢的优点是运营成本低，寿命在 40-80 年之间，缺点是建设成本高且需要获得通行权。

表 37：中国石化建成的输氢管道

项目名称	日期	省份	状态	氢气比例	输氢能力	长度	设计压力
巴陵-长岭氢气输送管道	2014 年建成	湖南岳阳	运行	99.5%	4.42 万吨/年	42km	3MPa
济源至吉利氢气管道项目	2015 年 9 月建成	河南	运行	/	10 万吨/年	25km	4MPa
金陵-扬子氢气管道	2007 年建成	江苏	运行	99.9%	4 万吨/年	32Km	4MPa

资料来源：公开资料，香橙会研究院整理

2023 年 6 月 25 日，我国首次高压纯氢管道试验取得成功。此次试验在哈密国家管网集团管道断裂控制试验场进行，工作人员完成了 6.3 兆帕管道充氢测试和 9.45 兆帕管道爆破测试，各项结果均达到预期。为我国今后实现大规模、低成本的远距离纯氢运输提供技术支撑。

2023 年 4 月 10 日，中国石化宣布，“西氢东送”输氢管道示范工程已被纳入《石油天然气“全国一张网”建设实施方案》，标志着我国氢气长距离输送管道进入新发展阶段。管道建成后，将用于替代京津冀地区现有的化石能源制氢及交通用氢，大力缓解我国绿氢供需错配的问题。

表 38：2023 年我国代表性输氢管道项目

项目名称	日期	状态	输氢能力	长度	主要内容
包头—临河输气管道工程	2023. 3. 09	在建	/	258km	3 月 9 日正式开工。该项目是西部天然气公司投资建设的国内首条具备掺氢输送能力的长距离高压管道项目，总投资 9.1 亿元，建设工程起点为包头市九原区，途经巴彦淖尔市乌拉特前旗、五原县，最终到达临河区，管道设计压力 6.3 兆帕，全线共设置 10 座阀室及 3 座场站，最大输气能力可达 12 亿立方米每年。
鲁（扎鲁特旗）—	2023. 3. 20	签约	/	/	3 月 20 日，兴安盟行政公署与内蒙古电投能源股份有限公司蒙东分公司、昆仑氢能有限

乌（乌兰浩特）长输氢混天然气管线					公司共同签署合作开发协议。建设绿色化工（绿电→绿氢→绿氨）全产业链，打造蒙东地区绿电转换产业园示范项目。
内蒙古乌兰察布市——北京市燕山石化	2023. 4. 10	在建	/	400+km	4月10日，中国石化宣布，“西氢东送”输氢管道示范工程已被纳入《石油天然气“全国一张网”建设实施方案》，“西氢东送”管道规划经过内蒙古、河北、北京等3省（市）9个县区。管道一期运力10万吨/年，预留50万吨/年的远期提升潜力。
定州-高碑店-北京	2023. 5. 19	规划	10万吨/年	/	5月19日，定州市政府新闻办公室举行以加快建设能源强市为主题的新闻发布会。启动实施液氢、绿色甲醇等项目，积极规划年输气10万吨定州-高碑店-北京氢气长输管道及定州市天然气管道掺氢等项目
济源-洛阳	2023. 8. 28	规划	10.04万吨/年	25Km	8月28日，河南金源氢能科技股份有限公司于香港联交所主板递表上市。招股书指出，金江炼化从金宁能源采购煤气以生产氢气，并通过连接济源市（其总部所在地）至洛阳市的专用管道输送工业用氢气。该管道公称直径为500毫米，埋于至少1.5米深的地下，设计管内可承受最大压力为4.0兆帕。
玉门油田160兆瓦可再生能源制氢示范项目	2023. 8. 29	投运	7000吨/年	5.77km	8月29日，玉门油田首条中长距离输氢管道正式对外输氢，目的地为玉门市化工产业园区。这条输氢管道连接玉门炼厂氢气加注站，是甘肃省第一条中长距离输氢管道。

资料来源：公开资料，香橙会研究院整理

### 7.1.3 盐穴储氢

盐穴储氢属于地下储氢的一种。地下储氢技术主要有盐穴、枯竭气藏和含水层三种类型，目前，盐穴储存纯氢已成功应用，枯竭气藏和含水层仅有少量混合储氢工业应用，尚无储存纯氢的应用经验。氢气密度低，地面储存设备的容积通常不能满足大量存储的要求。气田、含水层和盐穴等地下储层可以提供存储氢气所需的大量空间，地下储氢(UHS)有可能成为能源转型的关键性技术。

盐穴储氢适合储存纯氢，岩盐对氢的反应是惰性的，不存在产生杂质的风险，而且密封性好，因此氢在盐岩中的扩散损失可以忽略不计，适合储存纯氢。由于盐穴储氢能够在注入与采出间快速转换，可在一年内完成多个注采周期，因此盐

穴储氢可用作日调峰。虽然盐穴是理想的储氢构造，但可用于储氢的盐穴在地理分布上有限，其储存容量也小于枯竭气藏或含水层。盐穴储气库建设仍面临造腔效率低、复杂老腔改造难度大、缺乏适宜建设储气库的盐矿资源等问题。

目前，在全球范围内，已有 4 个盐穴纯氢储存设施运行。美国德克萨斯州有 3 个独立的盐穴储氢库用于石化工业，英国的 Teesside 盐穴储氢库是欧洲唯一一个盐穴储氢库，由 3 个盐穴组成，总容量超过 2 万立方米。该储氢库已经运行了 50 年，储存氢气主要用于合成氨和甲醇生产。

中国目前盐穴储油气库有利选址主要集中在经济发达中东部地区，每年平均溶腔约 500 万 m<sup>3</sup>。最有可能建设盐穴氢能地下储备库的目标地区在江苏、湖北等地。

2023 年 3 月 26 日，大冶市绿电绿氢制储加用一体化氢能矿场综合建设项目开工仪式举行。该项目总投资预计 34.37 亿元，涵盖光伏发电、绿电制氢、岩穴及地下分布式储氢、管道输氢、氢能应用、氢能产业园、数字化管理平台等 7 大板块。本次大冶市绿电绿氢制储加用一体化氢能矿场综合建设项目中岩穴及地下分布式储氢的落地是湖北产学研成果的体现。

## 7.2 低温液态储运

低温液态储氢属于物理储存，是一种深冷氢气存储技术。氢气经过压缩后，深冷到 21K（约-253° C）以下，使之变为液氢，然后储存在专用的低温绝热液氢罐中，密度可达 70.78kg/m<sup>3</sup>，是标准情况下氢气密度的 850 倍左右，体积比容量大，适用于大规模、远距离的氢能储运。缺点是对储氢容器的绝热要求很高，液化和运输过程中能耗大。

表 39：高压气态储运与低温液态储运比较

储运方式	高压气态	低温液态
运输工具	长管拖车	液氢槽车
压力 (MPa)	20 (I 型瓶)	0.6
装载量 (kg/车)	350~400	3000~7000
质量储氢密度 (wt%)	1.1	14
经济半径 (km)	50~200	200~1000
成本 (元/kg 百公里)	10 元	0.4

资料来源：公开资料，香橙会研究院整理

将气态氢深冷到液态需要消耗能量，与制取液氢规模相关。目前，氢液化能耗中小装置为 17.5kWh/kg LH<sub>2</sub>、大型装置为 12.5-15kWh/kg LH<sub>2</sub>。根据理论最小功推算的氢液化单位能耗约为 2.89kWh/kg LH<sub>2</sub>，理论上未来氢液化指标有望达到单位能耗 4.41kWh/kg LH<sub>2</sub>。

目前，国外低温液态储运及液氢加氢站已投入商业化运营，已建成液氢加氢站超过 120 座，美国、加拿大、欧洲和日本等发达国家液氢总产能达 460 吨/天。其中，美国 326 吨/天，加拿大 81 吨/天，欧洲 24 吨/天，日本 43 吨/天。

而国内液氢主要用于航天领域，主要为海南文昌基地、北京 101 所和四川西昌基地，总产能仅为 6 吨/天，民用液氢领域尚处于建设阶段。

表 40：全球主要液氢生产国及其产能

国家	装置/套数	总产能（吨/天）
美国	18	326
日本	11	43
加拿大	5	81
中国	5	6
法国	1	10
德国	1	9
荷兰	1	5
圭亚那	1	5

资料来源：中国制冷学会

2023 年 3 月 29 日，“5 吨/天氢液化器大型卧式冷箱”产品下线仪式在中科富海（中山）低温装备制造有限公司举行。由中科院理化所设计、中科富海（中山）公司生产制造的国内首个国产化 5 吨/天大型氢气液化装置的核心关键设备，集成了氢透平膨胀机、高效低漏率低温换热器等核心部件，整体性能均优于设计指标。

2023 年 12 月 28 日，中集安瑞科旗下的中集圣达因低温装备有限公司宣布，国内首台民用 40 立方液氢罐车研制成功。这一重大突破，不仅打破了我国在液

氢储运装备领域的空白，更标志着我国在液氢制取、储运与加注等关键技术装备及安全性研究方面取得了重大进展。

表 41：2023 年我国液氢代表性项目

项目名称	项目状态	时间	液氢产能	主要内容
乌海中太氢能制储运销一体化工程	备案	2023. 2. 15	10 吨/天	项目依托中太(苏州)氢能源科技有限公司独有的氢气液化、存储技术和碳捕集技术,利用位于乌海市的大型焦化企业黄河集团焦炉煤气资源建设氢能“制-储-运-销”示范工程,项目气氢产能约为3150吨、液氢产能约 3150 吨,配套建设 1000 方液氢储罐。
齐鲁氢能一期氢能一体化项目	建设中	2022. 02 开工, 2023. 5 液化装置到场	10 吨/天	项目总投资约 5.4 亿元,建设内容包括氢气提纯装置、联合制氢装置、液氢罐区、装卸区、控制室等。建成单套国内目前 10 吨/日的液氢装置。
法国液化空气集团天津氢能供应基地	规划	2023. 4	3000 吨/年	项目总投资预计超过 10 亿元人民币,分两期购地建设,一期规划建设 1 套氢气提纯装置、1 套氢气加压充装装置以及配套公用工程设施等,提供车用和工业高纯氢气,年产能 3000 吨,配合已在保税区投产的渤化制氢站,预计 2024 年下半年投产。
中科清能液化氢制储运加一体化科研示范项目	签约	2023. 3. 28	1 吨/天	预计总投资 1.2 亿元,将采用中科清能完全自主知识产权的国产化氢液化设备,整个项目包括水电解制氢、氢液化、氢储存、氢运输、液氢加氢站等的全闭环场景。
攀枝花液氢应用示范区项目	签约	2023. 11. 06	/	各方将从设施建设、产品开发、技术升级以及标准化等多个方面展开深入合作。

资料来源：公开资料，香橙会研究院整理

目前中科富海、航天 101 所、中集圣达因等国内企业走在液氢制取及储运的领先地位。国外液氢技术相对成熟，代表企业有空气产品、液化空气、林德等企业，且市场份额相对集中。

### 7.3 有机液态储运

液氢的另一种储存方式是有机液态储氢，属于化学储存，有机液态储氢是通过加氢反应将氢气与甲烷等芳香族有机化合物固定，形成分子内结合有氢的甲基环乙烷等饱和环状化合物，从而可在常温和常压下，以液态形式进行储存和运输，并在使用地点在催化剂作用下通过脱氢反应提取出所需量的氢气。

有机液态储氢可使用储罐、槽车、管道等已有的油品储运设施，且安全监管部门和公众对有机液态储氢的忧虑相比低温液氢和高压气氢要小得多。但有机液态储氢还存在脱氢技术复杂、脱氢能耗大、脱氢催化剂技术亟待突破等技术瓶颈。

目前国内外研究较多的有机储氢载体有环己烷、甲基环己烷（MCH）、十氢化萘、二苄基甲苯、十二氢-N-乙基咪唑（12H-NEC）等。随着有机液体储氢技术的不断发展，甲基环己烷体系、乙基咪唑体系和二苄基甲苯体系逐步体现商业化潜力。



图 27：有机液体储氢流程图（以甲基环己烷储氢介质为例）

资料来源：氢顿科技，香橙会研究院

有机液态储氢技术凭借储氢量大，储运、维保安全方便且可多次循环使用的特点，可应用于跨季节储存以及大规模、长距离运输。海外方面，有机液态储氢技术发展较早，已形成远洋贸易运输。日本千代田公司建立了甲苯-甲基环己烷示范工程，利用该技术实现了澳大利亚至日本川崎的长距离氢气运输；德国 Hydrogenious Technologies 公司主要技术为二苄基甲苯，目前已在德国多马根建立起工业级有机液态储氢工厂，项目将供应欧洲工业及交通领域。国内技术起步

稍晚，目前多处于示范项目为主，已在加氢站、建筑供热、工业领域推进有机液态储氢应用。

## 7.4 固态储氢

固态储氢技术是通过物理或化学方式使氢气与储氢材料结合，来实现氢气的储存。从材料分类上有金属合金、碳材料等。金属氢化物合金又可细分为稀土系、钛铁/锰系、钒系和镁系等。优点：体积储氢率高，安全性能高、能效高，加氢站成本相对较低。缺点：大多数材料质量密度低，镁系质量密度高，但放氢需要消耗大量热，对热交换装置要求高，尚未达到产业化规模。

目前主要的固态储氢材料有 AB5 型储氢合金、AB2 型储氢合金、AB 型储氢合金、Mg 基储氢合金等。其中，镁基储氢合金的质量储氢密度和体积储氢密度均较高，适用于氢气的规模化高密度储运。而且，我国的镁资源丰富，镁产量占全球比重超过 85%，因此，镁合金大规模制备成本相对低廉，且工业生产技术成熟，可用于固态储氢材料的大规模生产与应用。较于其它储氢方式，镁基储氢合金具有优异的效率、安全性和经济效益，适用于氢气的大规模、中长距离储运过程。

表 42：常见体系固态储氢材料

类型	Mg 基	AB5 型	AB2 型	AB 型
典型代表	Mg, Mg-Ni	LaNi5	ZrM2, TiM2	TiFe
储氢密度 (wt.%)	5.5-7.6	1.4	1.8-2.4	1.9
活化性能	易	易	初期活化困难	困难
吸放氢性能	高温吸放氢	室温吸放氢	室温吸放氢	室温吸放氢
循环稳定性	一般	好	差	反复吸放氢后下降
抗毒化学能	较强	不易中毒	一般	差
原材料成本	价格便宜	相对较高	价格便宜	价格便宜
(元/kg)	40-120	400-2200	小于 100	小于 100

资料来源：氢枫能源，香橙会研究院

2023 年，固态储氢取得较大进展，广州和昆明同时完成全国首次固态储氢并网发电，上海交通大学等相关企事业单位联合研发的吨级镁基固态储氢车正式

亮相，基于固态储氢技术的氢能应急电源车成功在广州南沙供电局试运行，采用固态储氢技术的两轮车新品频出等。

目前国内外正在开发面向应用场景的固态储运氢技术，但是固态储运氢技术仍处于产业化初期阶段，仍需解决材料的规模低成本制备、高温余热耦合集成等技术，实现储氢合金的高效安全吸放氢。今后关键储氢材料的研究需要集中在以下几方面：提高各种固态储氢材料的储氢能力；优化储氢材料的合成和使用条件，降低反应过程中的能耗，降低成本；固体储氢材料机理的探索，从理论层面找到提高储氢密度、降低放氢难度、提高氢气浓度的方法。

## 第八章 行业展望

### 1. 绿氢项目落地将持续提速

随着以年产 2 万吨/年的新疆库车绿氢示范项目以及年产 1 万吨/年的纳日松光伏制氢产业示范项目为代表的大型绿氢项目落地投产，实现了绿电制氢、氢气储存、氢气运输、绿氢炼化等绿氢生产-利用全流程的产业验证。

预计 2024 年将带动我国绿氢项目落地速度进一步加快，更多大型绿氢项目推进节奏也将提速，进而将持续推动对于电解水制氢设备的需求。此外，航运领域的绿色能源转型需求带动之下，绿氢消纳也已经有一个比较明朗的消纳方向，也将持续推动绿氢电化工项目的向前推进。

考虑到 2025 国家 10-20 万吨、各地合计 100 万吨绿氢的产能规划，2024 年绿氢项目将迎来开工潮，带动制氢设备需求高增。乐观预计，2024 年国内电解槽招标量将接近 4GW，同比翻倍增长。

### 2. 电解槽产业热度也将进一步高涨

2024 年，预计电解槽产业热度将持续高涨，相关企业数量将进一步增长，持续带动市场竞争热度，电解槽订单头部高度集中效应将有所缓解。大型能源类企业旗下电解槽产品将在项目中展露锋芒。电解槽产业链出海也将成为订单拓展新的热门方向。

2024 年，行业内玩家仍将持续推出大标方电解槽新品，其中 500-1000 标方 PEM 电解槽新品也将落地问世。此外 PEM 电解槽核心零部件如膜电极、催化剂等的国产替代预计也将有一些新的进展。

碱性电解槽仍将是未来 5-10 年的主要制氢方式，PEM、SOEC 有各自适用场景，AEM 兼具 PEM 和碱性电解槽优势，有望成为未来主流。

一方面，受技术具有较高相似性的燃料电池零部件供应链带动，国内 PEM 电解槽零部件供应链将加快完善；同时，燃料电池零部件供应链成本持续下降，或将在 2024 年推动 PEM 电解槽零部件成本快速降低。

### 3. 氢储运朝高压、多相态发展

能源消费与供给之间的地区错位，是我国能源项目实施的重大阻碍。我国优质的能源主要分布在西北地区，但消费却集中在东部和东南部地区。大规模发展

可再生能源须有长时氢储能的配合，氢的大规模、长距离的廉价输送是发展可再生能源和氢能的前提条件。

当前氢储运仍以 20MPa 气态长管拖车为主；2025 年将以 30MPa 气态长管拖车为主，液氢装备自主化，示范规模化发展管道输氢技术；2030 年，50MPa 以上气态长管拖车，液氢储运规模化，管道运输等多种方式并存。从整体发展趋势来看，氢能储运将按照“低压到高压”“气态到多相态”的技术发展方向，逐步提升氢气的储存和运输能力。

根据有关测算，管道输氢在短距离、长距离均具有储运经济性。在低于 200km 的输氢范围内，运输氢气的经济性从高到低分别为：纯氢管道>高压气态>掺氢管道>液态储氢>固态镁基；在 200-450km 范围内，运输氢气的经济性从高到低分别为：纯氢管道>掺氢管道>液态储氢>高压气态>固态镁基；在大于 450km 的运输范围内，运输氢气的经济性从高到低分别为：纯氢管道>掺氢管道>液态储氢>固态镁基>高压气态。

可再生能源可以通过电解转化为绿氢进行输送，长距离氢气管网是未来绿氢大规模应用的必要前提。因此，纯氢管道是大规模发展应用氢能的终极选择，但高压气态、低温液态、有机液态、固态等多种储运方式也将有各自适用的场景。企业间不同技术路线的布局研发，有利于推动氢储运技术发展和应用。

#### 4. 融资环境将有所改善

从绿氢规划项目看，电解槽市场需求将保持快速增长，预计电解槽估值短期内难以下降，预计 2024 年电解槽产品融资方面，大额融资事件依然较少，整槽初创企业将迎来一定的机会；PEM 电解槽随着燃料电池企业入局的深入，市场活跃度将进一步上升；零部件企业在前期轮次融资的基础上出现分化，将出现一些发展较好的企业进行下一轮次的融资，零部件投资市场依然保持，并由更多的产业资本出现。

储运市场融资可能出现回落，像中科富海、浙江蓝能级别的融资额将减少，但预计在管道输氢方面将出现融资事件；2023 年没有加注企业融资成功，预计在 2023 年将出现数起数千万级的企业融资。

## 香橙会研究院

The Orange Group

### 公司介绍：

上海氢多大数据科技有限公司是上市公司上海大智慧股份有限公司旗下子公司，是中国最早从事氢燃料电池行业研究的专业机构，是上海市高新技术企业。现已成为上海市氢能产业发展专业委员会副秘书长单位、上海市氢能利用工程技术研究中心理事单位。

### 服务客户&项目：

- 1、上海市浦东新区新能源市场调研
- 2、山西省长治市氢燃料电池汽车产业规划/燃料电池汽车示范应用城市群申报
- 3、内蒙古氢燃料电池产业规划/燃料电池汽车城市群示范应用申报方案
- 4、广东省中山市氢能产业规划
- 5、江苏省如皋市氢燃料电池产业招商服务
- 6、江苏省常熟市氢燃料电池产业招商服务
- 7、江苏省张家港市氢燃料电池产业招商全程服务
- 8、浙能集团氢能装备产业园项目规划、可研、招商全程服务
- 9、金华开发区氢燃料电池招商项目尽调
- 10、广州现代汽车氢燃料电池系统事业落地方案
- 11、中油工程制氢项目可行性分析报告
- 12、航天工程氢能产业司研报告
- 13、壳牌湖北氢源市场调研
- 14、EKPO 中国燃料电池产业现状及竞争格局调研报告
- 15、康明斯氢能重卡市场调研
- 16、中化学建投上海氢能市场调研报告
- 17、Nornickel 氢能产业催化剂市场研究报告

## 附：香橙会氢能行业数据库

香橙会研究院依托数十年的金融数据处理经验，深度跟踪氢能行业底层数据，结合大数据处理工具，开发出氢能行业领先的数据库。这些数据是香橙会多年来研究成果的精华，在各种类型的会议上被行业权威机构和人士引用，也频频出现在上市公司公告以及投资者互动里。

### 香橙会氢能数据库

收录了上千家中外头部企业，均实时更新，香橙会氢能数据库内含：

- 1、氢能产业链
- 2、燃料电池汽车产业链
- 3、城市群示范数据库
- 4、氢能行业新创企业项目库
- 5、氢能行业上市公司数据库
- 6、氢能行业跨国企业数据库
- 7、氢燃料电池汽车数据库(中国/全球)
- 8、加氢站数据库(中国/全球)
- 9、氢储能数据库
- 10、氢冶金数据库
- 11、管道输氢数据库
- 12、全国氢能园区数据库
- 13、政策库(中国/全球)
- 14、融资数据库
- 15、香橙会快报
- 16、氢能行业研报数据库

(分门别类收录了几千家中外头部企业实时数据)