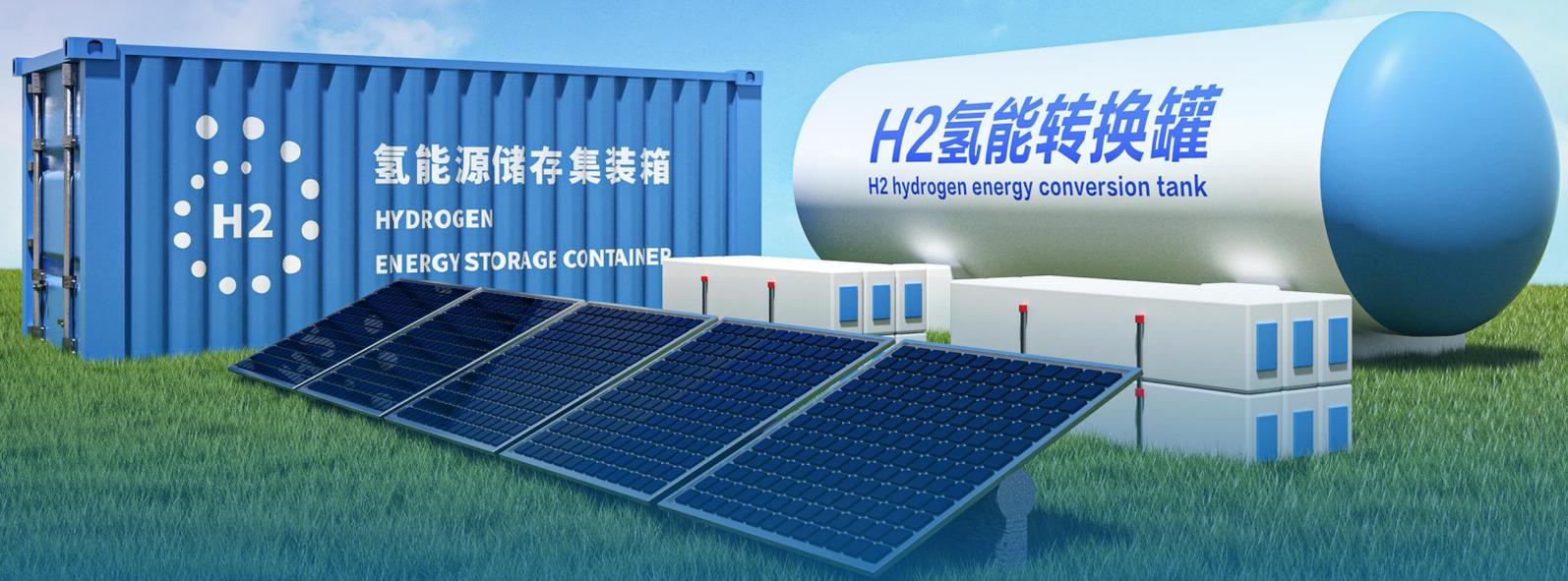


# 碳中和时代下氢能产业链发展 研究报告



# 碳中和时代下氢能产业链发展研究

火石创造 王桃清

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，正逐步成为全球能源转型发展的重要载体，也是战略性新兴产业和未来展业重点发展方向，在交通、工业、建筑、电力等多领域拥有丰富的落地场景，未来有望获得快速发展。本文将从氢产业发展形势、氢能产业链及各环节发展概况进行梳理，展望未来发展趋势。

## 一. 氢能产业发展形势

### （一）世界各国将氢能产业发展提升到国家战略层面

当前全球范围正兴起“氢能经济”和“氢能社会”的发展热潮，氢能已进入产业化快速发展新阶段，欧美日韩等 20 多个主要经济体已将发展氢能提升到国家战略层面，相继制定发展规划、路线图以及相关扶持政策，加快产业化发展进程。其中，日本构建全球“氢能社会”，力求在全球范围内打造日本主导的氢能产业链；美国强化全链条技术储备，助力实现其在气候领域做出的减排承诺；欧盟以绿氢助力脱碳经济，重点发展风光电制氢；澳大利亚成为亚洲氢能出口大国，正大力发展氢能枢纽、推动行业尽快实现规模经济。2022 年，全球共有 814 座加氢站投入运营，主要国家氢燃料电池汽车保有量达到 6.7 万辆。

表：世界主要国家氢能发展政策主要内容

颁布部门	颁布时间	政策名称	重点内容
美国	2020.11	《国家清洁能源战略和路线图（草案）》	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 设定氢能全链条中重点发展技术的技术和经济指标，期望通过技术创新，提高技术稳定性和效率，降低成本，加快一批氢能技术或产品的商业化应用；</li> <li>· 提出氢能其他技术的设定和技术攻关。通过研究可再生能源、化石能源和核能制氢技术，开发多种氢源；通过开发氢能分配先进技术、储氢介质及储氢设施，满足各种规模的氢储运的需求；通过进一步开发高性能燃料电池和合成燃料产品等，拓展氢能应用领域</li> <li>· 开展氢能标准的研究和制定。为了配合氢能技术、设备、材料、制造工艺的产业化，美国计划开展标准化制造流程、质量控制和优化制造设计等研究，期望制定适用、统一的标准，保障氢能生产、输配、储存和应用等安全性、规模化、统一化和质量流程，以提供最佳实践经验和做法。</li> </ul>
日本	2021.10	《第六次能源基本计划》	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 围绕应对气候变化与日本能源供需结构转型两大核心目标制定，将氢能定位为一种新资源，力争 2030 年将氢的成本降低至与化石燃料同等水平，加速社会应用，并通过设置绿色创新基金支持技术创新，以实现 2050 年碳中和目标。</li> </ul>

颁布部门	颁布时间	政策名称	重点内容
欧盟	2020.10	《欧盟氢能战略》	<p><b>欧盟的氢能发展将分为三个阶段进行：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 一是从 2020 年到 2024 年，支持欧盟安装至少 6 吉瓦的可再生氢电解槽，生产多达 100 万吨的可再生氢。</li> <li>· 二是从 2025 年到 2030 年，氢成为欧盟综合能源系统的内在组成部分，欧盟至少要有 40 吉瓦的可再生氢电解槽和多达 1,000 万吨的可再生氢生产。氢的使用将逐步扩展到新领域，包括冶金、卡车、铁路以及一些海上运输应用。</li> <li>· 三是从 2030 年到 2050 年，可再生氢技术成熟，并在所有难以脱碳的部门大规模部署。为保障氢能战略的实施，欧盟同步启动了欧洲清洁氢联盟筹建，壳牌、西门子等公司作为首批单位加入。</li> </ul>
德国	2020.6	《国家氢能战略》	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 确立绿氢战略地位，并努力成为绿氢技术领域的全球领导者，将采用两步走策略，2023 年前重点打造国内市场基础，加速市场启动，并将在清洁氢制备、氢能交通、工业原料、基础设施建设等领域采取 38 项行动。在巩固国内市场的基础上，2024—2030 年积极拓展欧洲与国际市场。</li> </ul>
澳大利亚	2020.1	《国家氢能战略》	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 确定了 15 大发展目标，57 项具体行动，意在将澳大利亚打造为亚洲三大氢能出口基地，同时在氢安全、氢经济以及氢认证方面走在全球前列。力争到 2030 年成为全球氢能产业的主要参与者，2050 年绿氢产能达到 3000 万吨/年。</li> </ul>
韩国	2019.1	《氢能经济活性化路线图》	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 该路线图涵盖了氢能生产、运输、存储、使用全产业链，重点在氢燃料电池汽车的推广、燃料电池在家庭和商业建筑中的使用、建立氢能生产-储备-分配的完整体系 3 个领域展开部署。计划到 2040 年，韩国通过发展氢能经济，每年可以减排 2373 万吨二氧化碳，提供 42 万个就业岗位，同时创造出 43 万亿韩元的经济附加值。</li> </ul>

来源：火石创造根据公开资料整理

## （二）国家政策不断加码，推进氢能产业发展

我国是世界上最大的制氢国，年制氢产量约 3300 万吨，其中，达到工业氢气质量标准的约 1200 万吨。可再生能源装机量全球第一，在清洁低碳的氢能供给上具有巨大潜力。国内氢能产业呈现积极发展态势，已初步掌握氢能制备、储运、加氢、燃料电池和系统集成等主要技术和生产工艺，党的十八大以来，国家将生态文明建设和绿色发展放在了前所未有的高度，国家对氢能产业的支持力度不断加大。以氢燃料电池汽车示范应用为牵引，将氢能列入国家能源发展战略的组成部分，鼓励氢能开发利用技术的研究与示范，产业发展已形成良好氛围，全产业链规模以上工业企业超过 300 家，集中分布在长三角、粤港澳大湾区、京津冀等区域。2022 年，全国加氢站 310 座，氢燃料电池汽车保有量 12682 辆。<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 数据来源：中国氢能联盟研究院

2021-2023 年氢能产业政策表

颁布主体	颁布时间	政策名称	核心内容
国家发改 委、能源 局等 9 部 门	2022.6	《“十四五” 可再生能源 发展规划》	推动光伏治沙、可再生能源制氢和多功能互补发 展力推动可再生能源规模化制氢利用。
国家能源 局	2022.3.29	《2022 年能 源工作指导 意见》	因地制宜开展可再生能源制氢示范，探索氢能技 术发展路线和商业化应用路径，加快新型储能、 氢能等低碳零碳负碳重大关键技术研究，围绕新 型电力系统、新型储能、氢能和燃料电池等重点 领域。增设若干创新平台
国家发改 委 国家能源 局	2022.3.23	《氢能产业 发展中长期 规划 (2021-2035 年)》	明确氢能产业是战略性新兴产业和未来产业重 点发展方向，统筹推进制氢设施、储运体系、加 氢网络等基础设施建设，有序推进氢能在交通领 域的示范应用，拓展在储能、分布式发电、工业 等领域的应用，加快探索形成有效的氢能产业发 展的商业化路径
国家发改 委、国家 能源局	2022.3.22	《“十四五” 现代能源体 系规划》	新能源技术水平持续提升，安全高效储能、氢能 技术创新能力显著提高，减污降碳技术加快推广 应用。
国家发改 委 国家能源 局	2022.3.21	《“十四五” 新型储能发 展实施方案》	拓展氢(氨)储能、热(冷)储能等应用领域，开展依 托可再生能源制氢(氨)的氢(氨)储能、利用废弃矿 坑储能等试点示范，因地制宜促进多种形式储能 发展，支撑综合智慧能源系统建设
国家发改 委 国家能源 局	2022.2.10	《关于完善 能源绿色低 碳转型体制 机制和政策 措施的意见》	推进氢能等清洁能源交通工具，完善加氢站点布 局及服务设施。探索输气管道掺氢输送、纯氢管 道输送、液氢运输等高效输氢方式。
国家能源 局	2021.11.29	《“十四五” 能源领域科 技创新规划》	突破氢气制储运加、燃料电池设备及系统集成、 氯安全防控及氯气品质保障等方面的关键技术， 开展氢能和燃料电池技术研究

来源：火石创造根据公开资料整理

### (三) 众多省市制定氢能发展目标，推进氢能产业发展

中国氢能产业已逐步形成长三角、珠三角、环渤海、川渝鄂等集聚地。各个省市积极制定并发布氢能产业发展规划，制定氢能发展目标。从下表中各地已制定的氢燃料电池汽车和加氢站目标来看，到 2025 年，全的氢燃料电池汽车将超过 11.64 万辆、加氢站将超 987 座，产值将达到 1 万亿元。

表：全国主要省市氢能产业发展规划目标

地	省市	发布时	政策文件	目标（2025 年）
---	----	-----	------	------------

地区	省市	发布时间	政策文件	目标（2025年）		
				燃料电池汽车（万辆）	加氢站（座）	氢能产业产值（亿元）
环渤海	北京	2021.08	《北京市氢能产业发展实施方案(2021-2025年)》	1	37	1000
	天津	2022.02	《天津市能源发展“十四五”规划》	0.09	5	-
	河北	2021.07	《河北省氢能产业发展“十四五”规划》	1	100	500
	山东	2020.06	《山东省氢能产业中长期发展规划(2020-2030年)》	1	100	1000
	辽宁	2022.8	辽宁省氢能产业发展规划（2021-2025年）	0.2	30	600
	山西	2022.10	《氢能产业发展中长期规划（2022-2035年）》	1	若干	-
	内蒙古	2022.2	《内蒙古自治区“十四五”氢能发展规划》	0.5	60	1000
长三角	上海	2022.6	《上海市氢能产业发展中长期规划(2022-2035年)》	1	70	1000
	江苏	2019.8	《江苏省氢燃料电池汽车产业发展行动规划》	1	50	-
	浙江	2021.11	《浙江省加快培育氢燃料电池汽车产业发展实施方案》	0.5	50	-
	安徽	2022.11	《安徽省氢能产业发展中长期规划》	2	120	1200
泛珠三角	广东	2022.8	《广东省加快建设燃料电池汽车示范城市群行动计划（2022-2025年）》	1	200	-
	福建	2022.12	《福建省氢能产业发展行动计划(2022—2025年)》	0.4	40	500
	江西	2023.1	《江西省氢能产业发展中长期规划(2023-2035年)》	0.05	10	300
	四川	2020.9	《四川省氢能产业发展规划（2021—2025年）》	0.6	60	-
	重庆	2022.06	《重庆市能源发展“十四五”规划(2021-2025年)》	0.15	30	-
	湖南	2022.10	《湖南省氢能产业发展规划》	0.05	10	-

地区	省市	发布时	政策文件	目标（2025年）		
	贵州	2022.07	《贵州省“十四五”氢能产业发展规划》	0.1	15	-

来源：火石创造根据公开资料整理

## 二. 氢能产业发展概况

### (一) 氢能产业链

氢能作为二次能源，必须从一次能源转换得到，再运输至用能终端，转化为电力、热能或机械动力。因此，氢能主产业链可概括为“氢能制取、氢能储运、氢能加注、氢能能力转换、氢能使用”等环节。其中，上游制氢、中游储运氢和加氢、下游多元化应用场景，主要分布于交通、工业、发电以及建筑领域。目前工业和交通领域，建筑、发电等领域仍然处于探阶段。



来源：火石创造根据公开资料整理

### (二) 氢能产业链各环节概况

#### 1. 制氢

从制氢市场规模来看，中国已成为全球最大的制氢国，总规模保持快速增长。2022年中国制氢产值规模达到4833亿元，随着国家对制氢产业的不断支持及投入，预计到2026年我国制氢产值规模将达到7825亿元。依托化石能源资源优势，西北和华北地区是制氢生产主要区域。其中，内蒙和山东产量超过400万吨，达到最大；新疆、陕西和山西产量超过300万吨，而长三角、珠三角制氢产量较少。

从制氢结构来看，我国制氢以化石原料和工业副产氢为主，电解水制氢规模小，可再生能源制氢将成主导。2022年化石能源制氢、工业副产制氢、电解水制氢的产值规模分别为3271亿元、1120亿元、435亿元；占比分别为68%、23%、9%。根据相关数据预测，中短期中国氢气来源仍以化石能源制氢为主，以工业副产氢作为补充，可再生能源绿氢制取占比将逐年升高；到2050年，由可再生能源绿氢约占70%、化石能源制氢占20%、生物制氢等占10%。



来源：火石创造根据公开资料整理

从市场竞争格局来看，我国制氢规模市场格局分散，国家能源集团和中国石化是国内氢气产量最大的两家企业，合计占比30%，其他多为中小企业，制氢规模小。企业主要集中在化石能源等灰氢领域，绿色制氢领域企业布局较少，宝丰能源等绿氢制造企业具有先发优势。宝丰能源是我国首家实现规模化生产绿氢的企业，目前已形成全球最大的3亿标方绿氢/年、1.5亿标方绿氢/年产能，计划将通过以新能源制氢代替化石燃料制氢。

从制氢技术来看，质子交换膜、电解槽等核心技术尚未突破，高速率制氢设备还在研发阶段。目前国内电解水制氢路线以碱性电解槽为主，主要是碱性电解槽技术路线成熟，成本具有显著优势。PEM电解槽由于成本高，商业推广依然需要时间，且技术优势不明显。固体氧化物水电解槽采用水蒸气电解，高温环境下工作，能效最高，但尚处于实验室研发阶段。目前，电催化剂、质子交换膜、膜电极、双极板等核心组件技术国内外差距较大，大量依赖外国进口。其中，质子交换膜作为PEM制氢技术的核心材料被国外企业占据主导，全球市场占有率超过90%。国内的质子交换膜制造企业面临技术、市场、人才和资金的四大壁垒，目前山东东岳集团已研制出接近杜邦Nafion性能的产品，阳光电源与中国科学院大连化学物理研究所合作推出SEP50PEM电解槽，功率为250kW，是目前国内具备量产能力的PEM电解槽。

**表：中国制氢主要技术及优缺点比较对比**

制氢方式		制氢成本	优点	缺点	现状
化石燃料制氢 (灰氢)	煤制氢	1.08-1.21元/m <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 技术成熟，制氢纯度高 (&gt;99%)</li> <li>· 制氢效率高 (&gt;80%)</li> <li>· 成本较低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 储备有限</li> <li>· 制氢过程碳排放量大 (约 14kg.CO<sub>2</sub>/kg.H<sub>2</sub>)</li> <li>· 需提纯以及去除杂质</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 全球和国内大规模市场应用</li> </ul>
	天然气制氢	1.81-3.42元/m <sup>2</sup>			

制氢方式		制氢成本	优点	缺点	现状
工业副产制氢 (蓝氢)	焦炉煤气/氯碱化工/丙烷脱氧	2.46-2.69元/m <sup>2</sup>	·制氢纯度高(>99%) ·成本适中	·需提纯以及去除杂质 ·建设地点受原材料供应限制 ·无法作为规模化集中化的氢能源供应	·大规模市场应用
	碱性电解制氢	2.77-4.59元/m <sup>2</sup>	·技术成熟 ·成本低	·电流密度低 ·体积和重量大 ·碱液有腐蚀性	·商业化成熟
	质子交换膜电解制氢	3.30-5.15元/m <sup>2</sup>	·电流密度高 ·体积小重量轻 ·无碱液带来腐蚀 ·产品气体纯度高	·设备成本相对高 ·催化剂成本高且稀缺	·小规模应用
	固体氧化物电解制氢	-	·效率高 ·单机容量大 ·无腐蚀性电解液	·装置体积较大 ·工作温度过高 ·技术处于试验阶段	·试验研发阶段

来源：火石创造根据公开资料整理

## 2. 储运氢

在高压气态储运氢方面，由于成本低、使用方便、储存条件易满足等优势成为目前储运氢的主流方式。国内由于高端碳纤维技术不够成熟，无法规模化生产且复合材料成本较高，目前主要以 35MPaIII 型瓶为主，所以低成本高压临氢环境用新材料将是研发的重点。

在低温液态储运氢方面，在欧洲、美国、日本等国家和地区液氢技术发展已经相对成熟，液氢储运等环节已进入规模化应用阶段。我国液氢技术主要应用在航天领域，民用领域尚处于起步阶段，氢液化系统的核心设备（氢透平膨胀机与低温阀门等）仍然依赖于进口，液氢储罐制造技术与装备与国外也有一定的差距。因此，如何降低液化与贮存成本是低温液态储氢产业化发展方向。

在固态金属氢化物储运氢方面，由于其安全性、稳定性优点成为我国未来发展的重点。目前，国内金属氢化物储氢应用还较少，正处于研发与示范阶段，提高金属氢化物的储氢量、降低材料成本、提高金属氢化物的可循环性等将是未来的研究重点。

在管道储运氢方面，管道储运氢气可以分为纯氢管道运输和利用现有天然气管道掺氢运输两种模式。低压纯氢管道适合大规模、长距离的运氢方式。目前，美国、欧洲已分别建成 2400km、1500km 的氢管道，而我国氢气管道里程约 400km，在用管道仅有百公里左右。在运行的管道有：济源—洛阳的氢气输送管道全长为 25km、巴陵—长岭输氢管道全长 42km、乌海—银川焦炉煤气输气管线管道全长为 216.4km、金陵—扬子氢气管道全长超过 32km。

表：三种氢储运比较

储运方式	核心技术	经济距离	适应场景	优点	缺点	技术成熟度
------	------	------	------	----	----	-------

气态储运	长管拖车	高压压缩	$\leq 150$	·短途 ·小规模	·成本较低 ·前期投资少	·装卸时间长 ·储氢容器体积大、储氢密度小	·技术成熟，当前应用场景最为广泛
	管道		$\geq 500$	·固定站点式超大规模	·安全性高 ·大规模、多领域	·前期投资大	·存在“氢脆”技术难点，处于起步阶段
液态储运	液氢槽罐车	低温绝热	$\geq 200$	·中长距离 ·大规模	·能量和纯度密度高 ·加注时间短	·成本较高 ·制冷能耗大	·技术成熟，主要在航空航天领域
	槽罐车	有机储氢介质	$\geq 200$	·存储成本高	·储氢密度大 ·稳定性高 ·安全性好 ·运输便利	·成本较高 ·脱氢温度高 ·能耗大	·尚处于研发阶段
固态储运	长管拖车、管道均可	物理或学附氢	$\leq 150$	·短距离 ·大规模	·安全性好 ·储氢密度大 ·规模大 ·可快速充放氢 ·应用前景广	·成本高 ·放氢率低 ·吸放氢有温度要求 ·储氢材料循环性差	·实验研发阶段

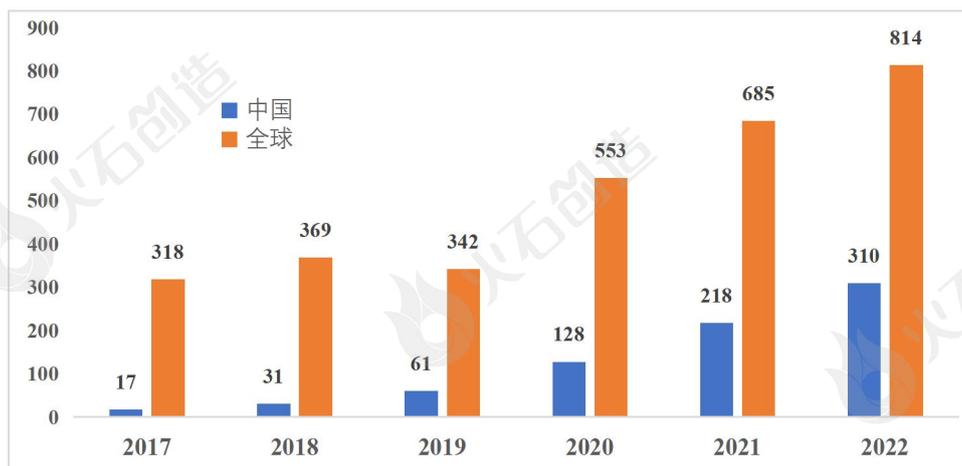
来源：火石创造根据公开资料整理

从关键技术来看，当前中国氢气储运仍处于发展初期，相关技术及产业标准较国外水平落后，固态储运和化学液态储运方式发展亟需技术突破，产业发展空间较大。

### 3.加氢

从市场规模来看，中国加氢站数量居全球首位，具有区域集中性特征。2022 年全球新增 129 座加氢站，累计建成 814 座；中国新建 92 座，累计建成 310 座，占比全球 38%，已跃居首位，在营加氢站超过 160 座。2022 年，中国加氢站市场规模达 49.4 亿元、集成设备（压缩机、氢气储存容器、加氢系统）占据加氢站建设的主要成本，市场规模为 24.7 亿元。氢燃料电池汽车的需求将带动加氢站保持良好的增长，预计到 2026 年，中国加氢站市场规模将达到 151.2 亿元，集成设备市场规模将为 71.1 亿元。

从市场竞争格局来看，国内加氢站市场集中度较高。从加氢站拥有数量来看，以中石化、中石油、厚普股份三家企业为主，中石化已建成 74 座，中石油为 8 座，厚普股份在建加氢站 78 座。从加氢站设备制造商来看，国富氢能、液空厚普、舜华新能源、海德利森、上海氢枫等五大设备集成商市场占有率占达 90%。其中，国富氢能市场占有率为 28.4%，居全国第一。



2017-2022年，全球和中国加氢站数量（座）

来源：火石创造根据公开资源整理

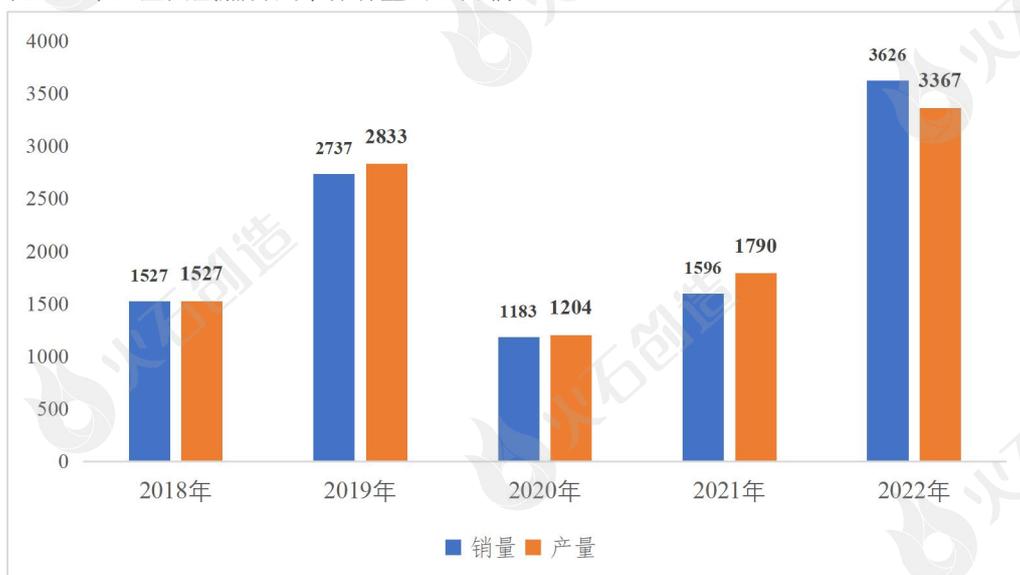
从分布区域来看，我国加氢站主要涉及华北、华东和华南地区，呈现出明显的产业集聚效应。其中，广东依托政府的支持，加氢站布局遥遥领先其他省市，数量超过60座，其次为上海，建设数量44座。

## 4. 场景应用

### (1) 交通领域

在交通领域，以氢燃料为动力，可以实现车辆使用端的零碳排放，应用主要包括汽车、航空和海运等，其中氢燃料电池汽车是交通领域的主要应用场景。

从市场规模来看，整体保持加快增长态势，市场空间大。2022年，我国氢燃料电池汽车产销累计分别完成3626辆和3367辆，同比分别增长127.2%和88.1%。目前，国内的氢燃料电池车辆购置成本远高于燃油车和电动车，中短期内需依赖国家补贴。但随着技术进步、生产经验积累与规模扩大，燃料电池系统和储氢系统成本将逐步下降，氢燃料电池汽车将保持增长态势，预计到2025年，全国氢燃料汽车保有量约5万辆。



图：2018年-2022年中国燃料电池汽车产销数量（辆）

来源：火石创造根据公开资料整理

从区域分布来看，氢燃料电池汽车主要集中在环渤海等东部沿海城市群。2021年8月，京津冀、上海、广东三大城市群成为首批燃料电池汽车示范应用城市群；2021年12月，河北、河南入选第二批城市群，形成目前的“3+2”全国燃料电池汽车示范，并计划为期四年的示范推广目标。到2025年，京津冀、上海、广东、河北、河南城市群氢燃料汽车分别为5300辆、5000辆、10000辆、7710辆、5000辆。



图：五大氢燃料电池汽车示范城市群

来源：火石创造根据公开资料整理

从氢燃料电池关键技术来看，目前，日本和韩国拥有相对成熟的氢燃料电池汽车技术，已应用于乘用车、商用车、叉车、列车等。国内当前燃料电池汽车的技术、成本和规模是限制其市场化的主要因素，购置成本还较高，尚不具备完全商业化的能力，发展仍然依靠政府补贴和政策支持。现阶段国内氢燃料电池车以客车和重卡等商用为主，乘用车主要用来租赁，占比不及0.1%。

## (2) 工业领域

在工业领域，氢气主要作为化工原料。目前全球约55%的氢需求用于氨合成、25%用于炼油厂加氢生产、10%用于甲醇生产，10%用于其他行业。钢铁领域，用氢气代替焦炭作为还原剂，大幅度降低碳排放量，促进清洁型冶金转型。目前全球已有少数国家发布了氢冶金技术案例，国内部分钢铁企业也发布了氢冶金规划，建设示范工程并投产，但有关示范工程尚处于工业性试验阶段，基础设施不完善、相关标准空白、成本较高、安全用氢等问题依然存在。但在“双碳”目标的背景下，利用氢能进行钢铁冶金是钢铁行业实现深度脱碳目标的必行之路。

## (3) 建筑领域

在建筑领域，氢气可代替或掺入天然气燃烧供热，也可通过氢燃料电池实现热电联供。以北京为例，目前终端居民天然气价格约为2.63元/标准立方米，提供1标准立方米天然气等值热量需要2.82标准立方米氢气。因此当氢气价格低于10元/千克时，燃氢供热方能与天然气形成竞争力。小型氢燃料电池热电联供系统目前已在欧美、日本实现商业化应用，而中国小型氢燃料电池热电联供系统仍处于试点阶段，千瓦级系统的度电成本超过2元/千瓦时，在经济性方面具有很

大的进步空间。在建筑领域，氢能不具备经济性，但仍是备用电源的良好选择。可选择逐渐由氢和天然气混合用氢逐步向纯氢转变。

### 三. 碳中和时代绿氢产业发展挑战与展望

目前全球氢能行业总体处于发展初期，在终端能源消费量中占比仍然很低。国内氢能产业发展也面临着一些挑战，主要表现在：关键核心技术仍被国外垄断，如 PEM 制氢技术中的核心部件质子交换膜技术突破难度大；电解水制氢电价成本过高，短期仍无法代替碳排放较高的化石燃料制氢；氢能制取和需求端在时间和空间错位，尚未形成完善的氢气存储和输运网络渠道；当前用氢端需求关注方向过于单一，主要集中在氢燃料电池及其交通工具方面，目前成熟度偏低、规模不大。

在“双碳”目标和技术进步的驱动下，氢能制取和应用成本将不断下降，氢能产业发展空间广阔，主要表现在：

“绿氢”将成为氢能主要发展方向。我国是世界最大的制氢国，现在年制氢量达 3300 万吨，但“绿氢”占比不到 1%，主要限制因素是低成本。目前绿色制氢仍面临生产升本高、缺少专用基础设施、制取过程中能量损失严重等难题。其中，电解水制氢过程的电耗成本占总成本的 75%-85%。我国可再生能源制氢潜力巨大，风电、光伏装机容量均为世界第一。电解水制氢在消纳风、光等可再生能源方面具有巨大的潜力，被看作是未来主流制氢方式。“双碳”目标和成本下降驱动“绿氢”发展，据预测，2030 年可再生能源制氢成本有望实现平价，2050 年可再生能源制氢将成为主流的制氢技术，2060 年绿氢产量将达到 1 亿吨，占氢气年度总需求的 80%。

氢燃料电池关键材料、加氢站设备国产化将成为氢能行业热门赛道。目前国内的氢燃料电池、电堆、催化剂等核心关键技术和部件仍处于研发阶段或依赖进口，国产化率较低。核心零部件降本为国产化发展重要因素。据相关数据显示，2022 年，燃料电池系统、电堆价格均下降 30%，质子交换膜、扩散层、膜电极、催化剂、双极板、空压机、氢循环系统等核心零部件及材料价格下降幅度在 10%至 40%不等。未来，压缩机、电子器件、储氢零部件、阀件、金属双极板等燃料电池的部分原材料价格持续下降，液氢装备国产化再提速为氢能储运能力提升打开新空间。

在交通领域率先实现氢能规模化商业化应用。当前中国氢能产业总体处于市场导入期，应用需求主要受下游行业脱碳进程、政策支持、技术成熟度等因素影响。短期内，氢燃料电池汽车的大规模推广成为关键驱动因素；长期工业领域有望成为氢能应用的第一大领域，需求在政策推动和技术进步下进一步释放。随着燃料电池系统生产规模化与燃料电池电堆核心零部件国产化推动成本下降，在 2025 年燃料电池汽车保有量达超 10 万辆政策指引下，预计未来几年我国氢燃料电池汽车产销量迅速上升。

在区域上将加快形成氢能产业生态化发展集群格局。氢能产业布局与区域资源禀赋高度相关，且短期内氢能长距离、大规模储运的成本瓶颈依然存在。预计在产业发展初期阶段，各地将优先打造区域内产业生态，随着产业进一步成熟，区域之间通过输氢管道等基础设施，由近及远连接形成全国性网络。随着区域间协同发展的不断加强，氢能产业链分工协作也将进一步深化，各区域产业发展定位更加明晰，除制氢、氢储运、燃料电池汽车等核心环节形成产业集群外，氢能研发、科技服务、整车集成等集群效应也会不断涌现。

表：目前重点区域氢能产业发展特征

区域	特征
长三角	以上海和江苏为代表，区域辐射城市数量最多，区域内高校集聚、研发实力强劲，燃料电池汽车研发与示范经验丰富，氢产业总体实力雄厚。

珠三角	以广州、佛山、深圳为核心形成三大氢燃料电池汽车创新核心区，加氢网络规划领先全国，当前广东省正加快打造一条湾区“氢”走廊，形成广州-深圳-佛山-环大湾区核心区车用燃料电池产业集群。
京津鲁豫	以北京为中心，已具备氢能全产业链发展的基础条件，能源转型动力强，交通和钢铁两大领域的氢能应用示范项目有望快速推进。
西北、西南	以内蒙古为代表的西北地区，以川渝、云南为代表的西南地区，以氢能供给为主，是国内可再生能源制氢和燃料电池电推研发的重要地区，担负着实现大规模低成本制氢、推动可再生能源制氢与氢储能融合发展，保障构架能源供给安全的重任。

## 文献参考

- 1.流程工业.氢能工业现状、技术进展、挑战及前景[J]
- 2.头豹研究院.2022年中国氢能产业链全景图研究报告[J]
- 3.亿渡数据.2022年中国制氢行业短报告[J]