



一文读懂 氢能产业



2022年9月

kpmg.com/cn

摘要

能源是国民经济的命脉。随着工业化和城镇化进程的不不断提升，我国已成为全球能源消费大国。与此同时，我国能源对外依存度高、结构有待优化、碳排放量大等问题也不断显现，可持续发展、能源转型、能源安全等成为我国重点发展领域。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之一。

2022年3月，国家发展改革委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》，以实现“双碳”目标为总体方向，明确了氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体，也是战略性新兴产业和未来产业的重点发展方向。氢能作为高效低碳的能源载体，绿色清洁的工业原料，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。

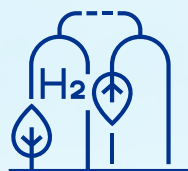
本报告从氢能的特点和主要类型入手，对氢能产业链、各国发展策略、我国氢能产业政策、氢能产业投融资等进行了详细的梳理，并对氢能未来发展趋势进行了展望。主要发现包括：



市场规模

从全球角度来看，当前氢能产量约7,000万吨，且主要为化石能源制氢。随着全球低碳转型进程的加快，氢能特别是清洁氢能将得到迅速发展。根据国际主要能源机构的预测，到2050年，氢能产量将达到5-8亿吨区间，且基本为以蓝氢和绿氢为代表的清洁氢能。从占比角度来看，氢能有望从目前仅约0.1%全球能源占比上升到2050年12%以上的占比。

自2020年“双碳”目标提出后，我国氢能产业热度攀升，发展进入快车道。2021年中国年制氢产量约3,300万吨，同比增长32%，成为目前世界上最大的制氢国。中国氢能产业联盟预计到2030年碳达峰期间，我国氢气的年需求量将达到约4,000万吨，在终端能源消费中占比约为5%，其中可再生氢供给可达约770万吨。到2060年碳中和的情境下，氢气的年需求量有望增至1.3亿吨左右，在终端能源消费中的占比约为20%，其中70%为可再生能源制氢。



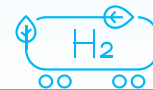
氢能产业链

氢能产业链主要包括上游制氢，中游氢储运、加氢站，以及下游多元化的应用场景。目前来看，其主要应用场景分布于交通、工业、发电以及建筑领域。

制氢：电解水制氢是最有发展潜力的绿色氢能生产方式，特别是利用可再生能源进行电解水制氢是目前众多氢气来源方案中碳排放最低的工艺，与全球低碳减排的能源发展趋势最为吻合。目前电解水制氢主要有3种技术路线：碱性电解（AWE）、质子交换膜（PEM）电解和固体氧化物（SOEC）电解。其中碱性电解水制氢技术相对最为成熟、成本最低，更具经济性，已被大规模应用。PEM电解水制氢技术已实现小规模应用，且适应可再生能源发电的波动性，效率较高，发展前景好。固体氧化物电解水制氢目前以技术研究为主，尚未实现商业化。



储能和运输： 高压气态储氢、低温液态储氢已进入商业应用阶段，而有机液态储氢、固体材料储氢尚处于技术研发阶段。其中，气态储氢是目前发展相对成熟、应用较广泛的储氢技术，但该方式仍然在储氢密度和安全性能方面存在瓶颈。长管拖车为主的气态运输，是当前较为成熟的运输方式。



加氢站： 从规模来看，2021年中国新建100座加氢站，累计建成数量达218座，位居世界首位。2022上半年国家进一步统筹推进加氢网络建设，全国已建成加氢站超270座。从区域分布来看，当前我国加氢站可实现除西藏、青海、甘肃外的省份全覆盖，同时又具有一定的区域集中性特征，位列前4的省份依次为广东省、山东省、江苏省和浙江省。



应用场景： 目前工业和交通为主要应用领域，建筑、发电等领域仍然处于探索阶段。据预测，到2060年工业领域和交通领域氢气使用量分别占比60%和31%，发电领域和建筑领域占比分别为5%和4%。

交通领域：

燃料电池汽车是交通领域主要应用场景，未来有望实现高速增长。2020年由于受到疫情等因素影响，我国燃料电池汽车产销量出现下降，但2021年燃料电池汽车产量和销量分别同比增加49%和35%；今年以来燃料电池汽车产销量进一步增加，上半年燃料电池汽车产量1,804辆，已经超过去年全年。我国《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》显示，计划到2025年我国燃料电池车辆保有量达到5万辆。据此计算，未来几年我国燃料电池汽车保有量的年均增长率将超过50%。燃料电池汽车主要包括燃料电池系统、车载储氢系统、整车控制系统等。其中，燃料电池系统是核心，成本有望随着技术进步和规模扩大而下降。燃料电池汽车适合重型和长途运输，在行驶里程要求高、载重量大的市场中更具竞争力。

工业领域：

氢不仅作为工业燃料，也可以作为工业原料帮助工业减碳发展。在氢冶金、合成燃料、工业燃料等的带动下，2060年工业部门氢需求量将达到7,794万吨，接近交通领域的两倍。例如，在钢铁领域，2020年国内钢铁行业碳排放总量约18亿吨，占全国碳排放总量的15%左右。按照2030年减碳30%目标，需减排5.4亿吨，面临巨大挑战。氢冶金是钢铁行业实现“双碳”目标的革命性技术，绿氢有望逐渐成为化工生产常规原料。就化工行业而言，氢气是合成氨、合成甲醇、石油精炼和煤化工行业中的重要原料。目前，工业用氢主要依赖化石能源制取。随着可再生能源发电价格持续下降，到2030年国内部分地区有望实现绿氢平价，绿氢将进入工业领域，逐渐成为化工生产常规原料。



发电领域：

氢能发电主要有两种方式。一种是将氢能用于燃气轮机，带动电机产生电流输出，即“氢能发电机”。氢能发电机可以被整合到电网电力输送线路中，以此实现电能的合理化应用，减少资源浪费。另一种是利用电解水的逆反应，氢气与氧气（或空气）发生电化学反应生成水并释放出电能，即“燃料电池技术”。燃料电池可应用于固定或移动式电站、备用峰值电站、备用电源、热电联供系统等发电设备。目前两种氢能发电均存在成本较高的问题。燃料电池发电成本大约2.5-3元/度，而其他技术发电成本基本低于1元/度。降低成本是氢能在发电领域发展的关键。

建筑领域：

氢能供热供暖在建筑中不占优势，初期在建筑中主要采用混合氢气。氢气在建筑中的应用相对有限，与天然气供热等比较，氢气供热在效率、成本、安全和基础设施的可得性等方面均有短板。早期氢气在建筑中的使用将主要是混合形式，在2030年代后期，纯氢在建筑中的使用有望超过混合氢气。



国际氢能发展和合作

世界能源结构正面临深刻调整，氢能已成为各国未来能源战略的重要组成部分，近年来全球各国（地区）纷纷出台氢能战略规划。

日本

日本氢能战略的出发点是维护本国能源安全，目标是构建全球“氢能社会”，正寻求在全球范围内打造日本主导的氢能产业链。

美国

氢能是美国能源多元化发展战略的重要方向之一。当前美国正积极储备氢能全产业链技术，助力实现其在气候领域做出的减排承诺。

欧盟

欧盟氢能战略的出发点是实现脱碳，目标是大规模快速部署绿氢。尤其是俄乌冲突爆发以来，欧盟愈发重视摆脱对俄罗斯的能源依赖，加速推进绿氢发展。

澳大利亚

立足本国资源优势打造新型经济增长点，希望成为亚洲氢能出口大国。澳大利亚正大力发展氢枢纽，推动行业尽快实现规模经济。

智利

借助绿氢实现经济增长驱动力转变，从铜矿等不可再生资源驱动，转向风能、光能等可再生能源驱动，目标成为全球绿氢出口领导者。

中国

氢能是中国未来国家能源体系的重要组成部分，中央和地方各级政府不断出台支持政策，氢能有望获得加速发展，在未来几年初步建立起较为完整的供应链和产业体系。



氢能行业融资

今年上半年，氢能行业股权融资延续去年以来的火热，共发生融资事件21笔，融资金额15.9亿元，融资数量和金额分别比去年同期增加50%和137%。

- 由于氢能行业处于起步阶段，氢能企业目前的融资主要集中在早期轮次，其中A轮无论是数量还是金额都位居前列，2022年上半年氢能领域A轮投资7笔，投资金额合计6.5亿元。
- 从地区分布来看，上海、浙江、四川、北京等地氢能企业融资领先其他地区。其中上海、江苏是国内燃料电池车研发与示范最早的地区，四川是国内可再生能源制氢和燃料电池的核心部件电堆研发的重要地区，北京是较早开展燃料电池电堆和关键零部件研发的地区。
- 上半年氢能企业融资主要集中在产业链中游，燃料电池的研发是投资热点，燃料电池的电堆、系统等高精尖技术备受资本青睐，共14笔。产业链上游制氢、储氢和加氢环节的投资共5笔，比去年增加4笔，氢能行业融资从扎堆燃料电池向上游产业延伸，投资者更加注重布局氢能全产业链。
- 随着氢能产业的发展，企业间的国际投资与合作也不断加强。在利用外资方面，我国氢能企业不断加强与技术领先的外资企业合作，设立合资公司深化氢能领域布局。在对外直接投资方面，我国企业主要关注通过收购国外先进的氢能技术企业进入氢能产业。



趋势及展望

在政策支持、企业积极参与、投资扩大等有利因素促进下，氢能产业有望呈现出星火燎原之势。展望未来，氢能产业或将呈现出以下发展趋势。

- **氢能有望在交通运输领域率先实现商业化。**预计“十四五”期间，中国氢能应用的需求增量主要来自于交通运输领域，氢燃料电池汽车的大规模推广是关键驱动力，长期来看工业领域仍是氢能应用的第一大领域，需求会在更有利的政策环境和技术环境下进一步释放。
- **绿色制氢、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。**随着下游应用需求不断释放，目前已有超过三分之一的央企在制定包括制氢、储氢、加氢、用氢等全产业链的布局。大型央企入局产生了强有力的带动作用，预计资本市场对氢能关注度将持续升温，投资者重点关注绿色制氢、氢燃料电池关键材料、加氢站设备国产化等赛道，推动我国氢能科技迭代创新。
- **氢能区域产业布局快速形成。**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。

目录

01	氢能简介	
	1. 什么是氢能	08
	2. 氢能分类	09
02	氢能市场规模	
	1. 全球市场规模	12
	2. 中国市场规模	14
03	氢能产业链梳理	
	1. 制氢：化石燃料制氢目前仍是主流，电解水制氢是未来最有发展潜力的绿色氢能生产方式	19
	2. 储能和运输：高压气态储氢、低温液态储氢已进入商业应用阶段	21
	3. 加氢站：中国加氢站数量居全球首位，具有区域集中性特点	23
	4. 应用场景：工业和交通为主要应用领域，建筑、发电等领域仍然处于探索阶段	25
04	国际氢能发展和合作	
	1. 海外氢能战略	38
	2. 中国氢能战略	43
	3. 国际合作	48
05	氢能行业融资	
	1. 氢能行业股权融资持续升温	50
	2. 燃料电池仍为氢能行业热门赛道，但向上游延伸	51
	3. 氢能领域国际投资与合作不断加强	53
06	趋势及展望	
	1. 氢能在交通运输领域即将迎来大规模商业化	56
	2. 绿色制氢、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	57
	3. 氢能区域产业布局快速形成	58



H₂
HYDROGEN



01

氢能简介

全球气候变化、环境污染、资源紧缺等问题日益凸显，加强对环境、社会、治理的关注已成为全球共识。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之一¹。

¹国家能源局网站，氢能产业发展中长期规划（2021-2035年），2022-3-23，http://zfxgk.nea.gov.cn/2022-03/23/c_1310525630.htm

什么是氢能

氢能是氢的化学能，即氢元素在物理与化学变化过程中所释放的能量。氢气和氧气可以通过燃烧产生热能，也可以通过燃料电池转化成电能。由于氢气必须从水、化石燃料等含氢物质中制得，而不像煤、石油和天然气等可以直接从地下开采，因此是二次能源。氢在地球上主要以化合态的形式出现，是宇宙中分布最广泛的物质，它构成了宇宙质量的75%²，还具有导热良好、清洁无毒和单位质量热量高等优点，相同质量下所含热量约是汽油的3倍。

氢能之所以在全球应对气候变化和碳减排中被寄予厚望，主要由于其所具备的以下几大特性：

生态友好

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



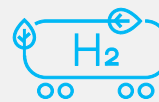
高效性

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



储运方式多样

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



应用场景广泛

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



²上海交通大学能源研究所，氢能，<https://energy.sjtu.edu.cn/Web/Content/66>

氢能分类

目前根据制取方式和碳排放量的不同将氢能按颜色主要分为灰氢、蓝氢和绿氢三种。

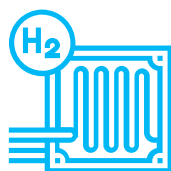
灰氢

通过化石燃料（天然气、煤等）转化反应制取氢气。由于生产成本低、技术成熟，也是目前最常见的制氢方式。由于会在制氢过程中释放一定二氧化碳，不能完全实现无碳绿色生产，故而被称为灰氢。



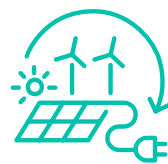
蓝氢

在灰氢的基础上应用碳捕捉、碳封存等技术将碳保留下来，而非排入大气。蓝氢作为过渡性技术手段，可以加快绿氢社会的发展。



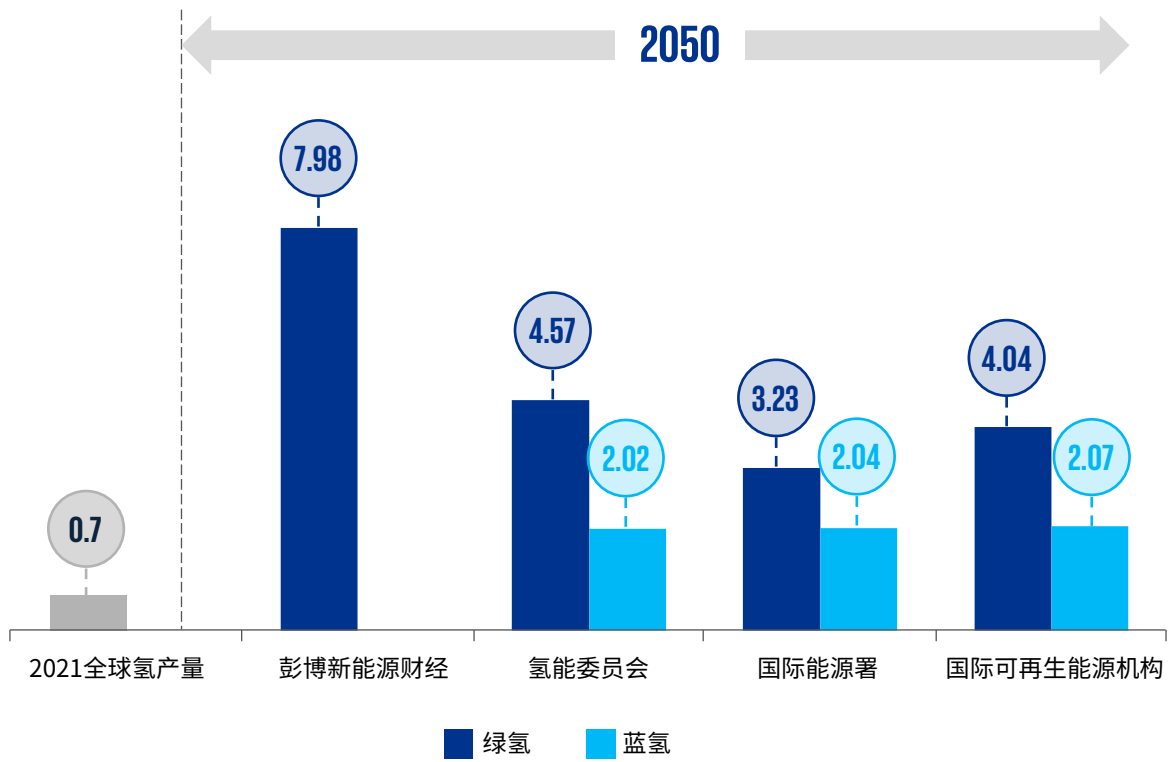
绿氢

通过光电、风电等可再生能源电解水制氢，在制氢过程中基本不会产生温室气体，因此被称为“零碳氢气”。绿氢是氢能利用最理想的形态，但目前受制于技术门槛和较高的成本，实现大规模应用还有待时日。



根据主要国际能源组织的预测，到2050年全球的绿氢产量将远远高于蓝氢（图1）。以国际能源署为例，2050年全球绿氢产量将达3.23亿吨，较蓝氢产量高58%。而彭博新能源财经则预测2050年全球氢能产量将达到8亿吨，且全为绿氢。

图1 主要国际能源机构对2050年全球制氢量的预测，亿吨



数据来源：Statista, 毕马威分析

02

氢能市场规模

2016年《巴黎协定》正式签署，提出本世纪后半叶实现全球净零排放，同时提出控制全球温升较工业化前不超过2°C，并努力将其控制在1.5°C以下的目标（下文简称1.5°C目标）。为了实现2°C的温升目标，全球碳排放必须在2070年左右实现碳中和；如果实现1.5°C的目标，全球需要在2050年左右实现碳中和。至目前已有超过130个国家和地区提出了实现“零碳”或“碳中和”的气候目标，其中包括欧盟、英国、日本、韩国在内的17个国家和地区已有针对性立法³。零碳愿景成为全球范围内氢能发展的首要驱动力，大力发展绿氢是实现碳中和路径的重要抓手。



³ Energy & Climate Intelligence Unit, Net Zero scorecards, <https://eci.u.net/netzerotracker>

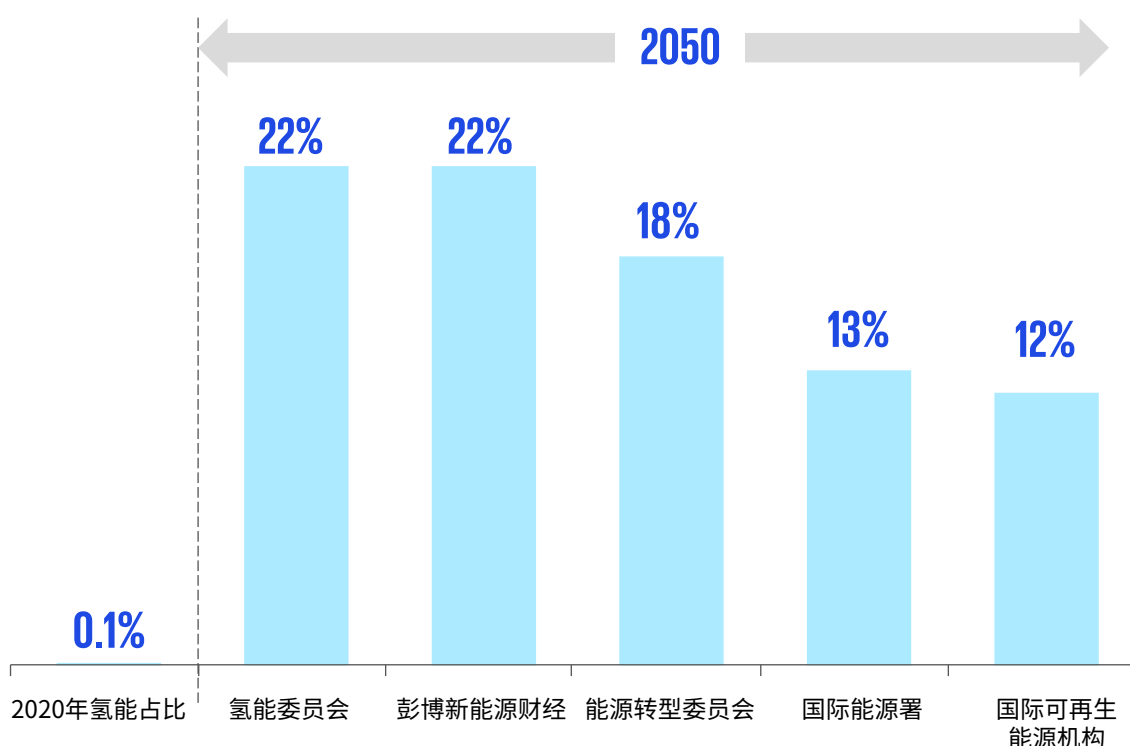
全球市场规模

在全球低碳转型的进程中，清洁氢能将发挥重要作用。根据高盛今年二月公布的报告⁴，目前全球氢能市场的总规模约为1,250亿美元，到2030年将在此基础上翻一番，到2050年达到万亿美元市场规模。随着可再生能源制氢技术的突破和成本的降低，氢能在全球能源市场中的占比也将进一步提升。

国际能源机构针对2050年氢能在全球能源总需求中的占比进行了预测（图2），其中最乐观的为氢能委员会和彭博新能源财经，预测到2050年氢能在总能源中的占比将达22%，其余几家机构的预测值在12%-18%间不等。不管基于哪个预测，与氢能目前在全球能源中约0.1%的占比相比，都将实现质的飞跃。



图2 国际能源机构对2050年氢能在全球能源总需求中占比的预测



数据来源：Statista, 毕马威分析

注：彭博新能源财经（BNEF）预测基于绿色乐观情境（green scenario），能源转型委员会（ETC）预测基于仅实现供应端脱碳情境（supply-side decarbonization only scenario），国际能源署（IEA）预测基于净零排放情境（net zero scenario），国际可再生能源机构（IRENA）预测基于达成1.5°C目标情境。

⁴ Goldman Sachs Research, the clean hydrogen revolution, Feb 2022

以国际可再生能源机构12%的占比预测为例，清洁氢能产量将从目前几乎可以忽略不记的基础提升到2050年的6.14亿吨，在氢能的几大行业重点应用领域，包括交通、工业和建筑中清洁氢能的总消耗量也将在目前基础上得以大大提升。目前清洁氢能在交通能源中的占比约为0.1%，预计到2030年将上升到0.7%，到2050年将达到12%的占比（表1）。

表1 | 国际可再生能源机构对实现1.5°C目标情境下的全球氢能预测

核心指标 ⁵	2020	2030	2050
清洁氢能产量（亿吨/年）	~0	1.54	6.14
清洁氢能在总能源消耗中的占比(%)	<0.1	3.0	12
清洁氢能在交通业总能源消耗中的占比(%)	<0.1	0.7	12
氨、甲醇、合成燃料在交通业总能源消耗中的占比(%)	<0.1	0.4	8
清洁氢能在工业中的总消耗量（艾焦耳/年）	>0	16	38
清洁氢能在建筑中的总消耗量（艾焦耳/年）	~0	2	3.2
氢能及其衍生物的总投资（十亿美元/年）		133	176
氢能及其衍生物对能源行业碳减排的贡献率(%)			10

资料来源：Statista，国际可再生能源机构，毕马威分析

此外，国际氢能贸易的发展潜力也不容忽视。国际可再生能源机构预计⁶，到2050年，全球约25%的氢能可以跨境交易，主要依靠现有天然气管道的改造及氨船进行运输。氢能的进出口将形成新的贸易网络，该机构预计到2050年，通过管道输送氢气的主要出口国将包括智利、北非和西班牙，它们合计将占管道贸易市场的近四分之三。北非和西班牙拥有太阳能资源和靠近欧洲西北部的优势，欧洲地区对氢的需求量很大，但可再生资源贫乏，也有现成的天然气管道可以利用。日本、韩国等国将成为氢能的主要进口国。

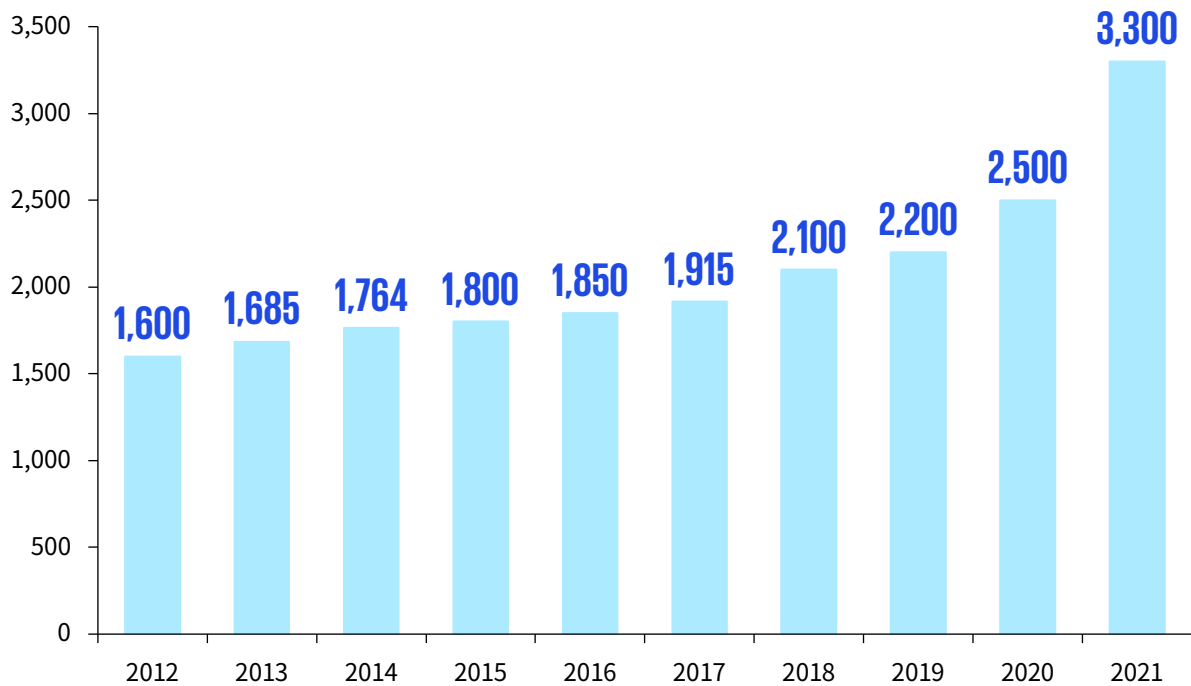
⁵ 清洁氢能主要包括蓝氢和绿氢

⁶ IRENA, World Energy Transition Outlook 2022, Mar 2022

中国市场规模

自2020年“双碳”目标提出后，我国氢能产业热度攀升，发展进入快车道。2021年中国年制氢产量约3,300万吨⁷（图3），同比增长32%，成为目前世界上最大的制氢国。中国氢能产业联盟预计到2030年碳达峰期间，我国氢气的年需求量将达到约4,000万吨，在终端能源消费中占比约为5%，其中可再生氢供给可达约770万吨⁸。到2060年碳中和的情境下，氢气的年需求量将增至1.3亿吨左右，在终端能源消费中的占比约为20%，其中70%为可再生能源制氢⁹。

图3 中国历年氢能产量，万吨



数据来源：中国煤炭工业协会，毕马威分析

⁷ 新浪财经，2021年我国氢气产量居全球之首，2022-4-11，<https://finance.sina.com.cn/jjxw/2022-04-11/doc-imcwipii3567766.shtml>

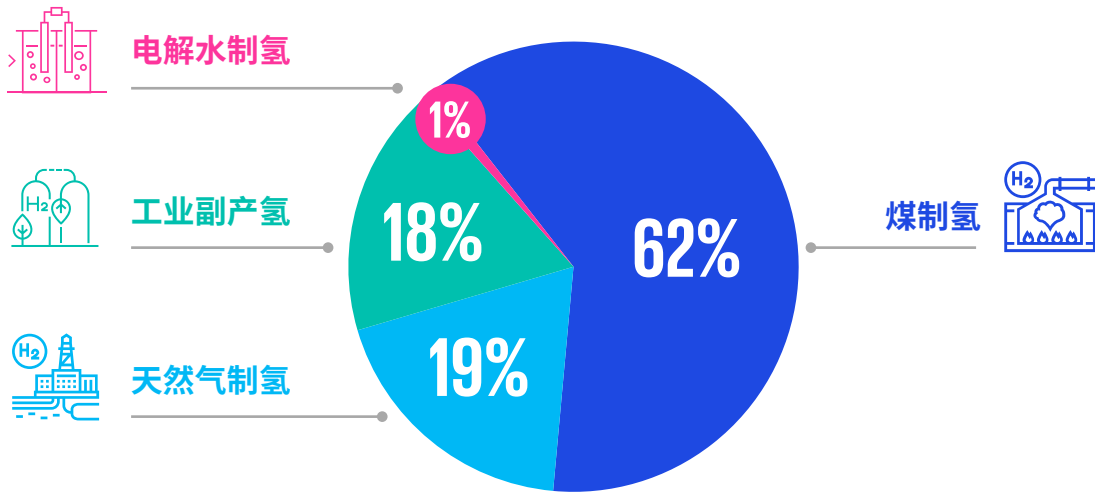
⁸ 落基山研究所联合中国氢能联盟，开启绿色氢能新时代之匙：中国2030年“可再生氢100”发展路线图，2022-6

⁹ 中国氢能联盟，中国氢能源及燃料电池产业白皮书2020，2021-4

从产量结构来看（图4），2020年我国氢气总产量达到2,500万吨，主要来源于化石能源制氢（煤制氢、天然气制氢）；其中，煤制氢占我国氢能产量的62%，天然气制氢占比19%，而电解水制氢受制于技术和高成本，占比仅1%。从全球2020年的制氢结构来看（图5），化石能源也是最主要的制氢方式，其中天然气占比59%，煤占比19%。

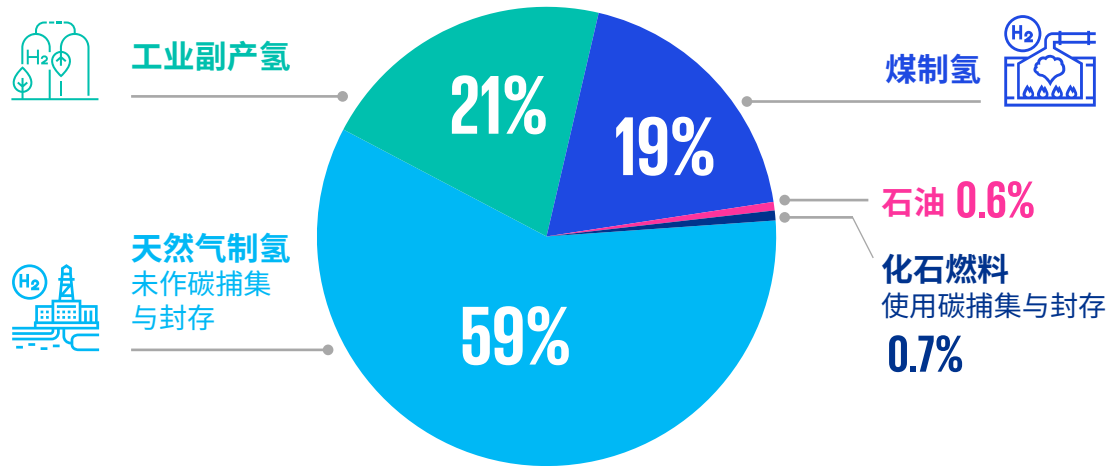
化石能源制氢过程中碳排放巨大，在“双碳”目标进程中将逐渐被淘汰，而工业副产氢既可减少碳排，又可以提高资源利用率与经济效益，可以作为氢能发展初期的过渡性氢源加大发展力度。

图4 2020年中国制氢结构



数据来源：中国煤炭工业协会，毕马威分析

图5 2020年全球制氢结构



数据来源：IEA, 毕马威分析



03

氢能产业链梳理

氢能产业链主要包括上游制氢，中游氢储运、加氢站，以及下游多元化的应用场景，例如交通、工业、发电以及建筑等领域（图6）。

图6 氢能产业链示意



数据来源：毕马威分析

制氢：

化石燃料制氢目前仍是主流，电解水制氢是未来最有发展潜力的绿色氢能生产方式

目前主要的制氢方式包括化石燃料制氢、工业副产制氢和电解水制氢三类（表2）。

1.3 化石燃料制氢

化石燃料制氢是传统的制氢方法，也是目前国际及我国的主流制氢方式。该方式由于离不开对化石燃料的依赖，仍会排出二氧化碳等温室气体，因此所制氢气不属于清洁氢能范畴。化石能源制氢主要包括煤制氢、天然气制氢、石油制氢、甲醇制氢等，其中煤和天然气制氢是化石能源制氢的主要方式。

煤制氢

煤炭目前仍是我国的主要能源之一，也是我国制氢的主要原料。虽然煤焦化副产的焦炉气也可用于制氢，但煤气化制氢目前在国内氢气生产中占据主导地位。煤气化制氢技术的工艺过程一般包括煤气化、煤气净化、CO变换以及氢气提纯等主要生产环节。煤制氢经过多年的发展，技术成熟，被广泛应用于煤化工、石化、钢铁等领域。特别是化工和化肥行业一直在使用这项技术生产氨。但煤制氢工艺的二氧化碳排放量约是天然气制氢的4倍，需结合碳捕集与封存(CCS)技术才能实现减排。据IEA数据，在煤制氢生产中加入CCS预计将使资本支出和燃料成本分别增加5%和130%¹⁰。中国煤炭资源相对丰富、成本较低，配备CCS的煤制氢工艺可以是向清洁制氢中的一个合理过渡。



天然气制氢

天然气制氢是目前全球氢气的主要来源，在北美和中东等地区被广泛使用。与煤制氢装置相比，用天然气制氢产量高，排放的温室气体少，是化石原料制氢路线中较为理想的制氢方式。工业上由天然气制氢的技术主要有蒸汽转化法、部分氧化法以及天然气催化裂解制氢。然而，我国国内目前天然气约40%依赖进口。国内主流的工业制氢方式仍然是煤制氢，天然气制氢之路仍然需要契机。降本和技术突破也是天然气制氢的两大关卡。



¹⁰ IEA, The future of hydrogen: Seizing today's opportunities, Jun 2019

2.3 工业副产制氢

工业副产制氢是指将富含氢气的工业尾气作为原料，主要采用变压吸附法（PSA法），回收提纯制氢。目前主要尾气来源有氯碱工业副产气、焦炉煤气、轻烃裂解副产气。与其他制氢方式相比，工业副产品制氢的最大优势在于几乎无需额外的资本投入和化石原料投入，所获氢气在成本和减排方面有显著优势。由于其丰富的潜在供应量，被广泛认为是燃料电池发展现阶段可行的供氢解决方案。

3.3 电解水制氢

电解水制氢是在直流电下将水分子分解为氢气和氧气，分别在阴、阳极析出，所产生的氢气纯度高（>99%）。该技术是目前最有发展潜力的绿色氢能生产方式，特别是利用可再生能源进行电解水制氢是目前众多氢气来源方案中碳排放最低的工艺，与全球低碳减排的能源发展趋势最为一致。

目前电解水制氢主要有3种技术路线：碱性电解（AWE）、质子交换膜（PEM）电解和固体氧化物（SOEC）电解。其中碱性电解水制氢技术相对最为成熟、成本最低，更具经济性，已被大规模应用。PEM电解水制氢技术已实现小规模应用，且适应可再生能源发电的波动性，效率较高，发展前景好。固体氧化物电解水制氢目前以技术研究为主，尚未实现商业化。

PEM电解装置的双极板需使用镀金或镀铂的钛材料，电堆核心也要使用稀有金属。考虑到阳极侧容易氧化，为增强耐用性，还要使用铱这种地球上最稀有的金属，目前全球的年产能仅7吨左右。阴极侧也需要使用稀有金属铂。稀有金属占PEM电解系统整体成本的近10%，其高成本和供应链的局限性成为了目前推广PEM电解技术的主要瓶颈。为避免关键材料供应短缺和降低成本，PEM电解技术的发展也将努力减少稀有材料的使用，并用价格低廉的常见材料来替代稀有金属。

表2 | 制氢方法比较

制氢方法		反应原理	优点	缺点
化石燃料制氢	煤制氢	煤焦化和煤气化	我国煤储丰富、产量丰富、成本较低、技术成熟	温室气体排放
	天然气制氢	蒸汽转化法为主，部分氧化法及催化裂解	成本较低、产量丰富	温室气体排放
工业副产制氢	焦炉气制氢	采用变压吸附法直接分离提纯氢气	工业副产、成本低	空气污染、建设地点受原料供应限制
	氯碱制氢	氯酸钠尾气：脱氧脱氯、PSA分离纯化 PVC尾气：变压吸附净化、变压吸附PSA提氢	产品纯度高、原料丰富	建设地点受原料供应限制
电解水制氢	碱性电解	直流电分解水	技术较成熟、成本较低	产气需要脱碱，需稳定电源
	质子交换膜电解		操作灵活、装备尺寸小、输出压力大、适用于可再生发电的波动性	需使用稀有金属铂、铱等，成本高且供应链局限大
	固体氧化物电解		转化效率高	实验室阶段
生物质能、光解水等制氢法		太阳光催化水释放氢气、微生物催化水分解制氢	环保	技术不成熟、氢气纯度低

数据来源：公开资料整理，毕马威分析

储能和运输：

高压气态储氢、低温液态储氢已进入商业应用阶段

在氢能产业发展过程中，氢的存储运输是连接氢气生产端与需求端的关键桥梁，因此高效、低成本的氢气储运技术是实现大规模用氢的必要保障。根据氢气的储存状态可将储运方式分为气态储运、低温液态储运、有机液态储运和固态储运等。

目前，高压气态储氢、低温液态储氢已进入商业应用阶段，而有机液态储氢、固体材料储氢尚处于技术研发阶段。不同储氢方式各有优劣（表3），其中气态储氢具有成本低、能耗低、操作环境简单等特点，是目前发展相对成熟、应用较广泛的储氢技术，但该方式仍然在储氢密度和安全性能方面存在瓶颈。低温液态储氢是先将氢气液化，然后储存在低温绝热容器中，目前主要应用在航空领域。有机液态储氢由于其存储介质与汽油、柴油相近，可利用已有基础设施从而降低应用成本，备受业界青睐。相较于气态储氢和液态储氢，固态储氢在储氢密度和安全性能方面的优势更为突出，随着技术研发的深入，也是未来实现氢能高效、安全利用的重要方向¹¹。近年来，固态储氢引发行业的持续关注，吸引多家企业入局，其中，轻量化的小型固态储氢展现出较好的发展势头，以固态储氢为能源供应的电动自行车在深圳市、常州市等多地开展场景试验^{12,13}。

表3 | 储氢技术比较

储存方式	核心技术	优点	缺点	技术成熟度
气态储存	高压压缩	<ul style="list-style-type: none"> 成本较低 常温操作 储氢能耗低 充放氢速度快 	<ul style="list-style-type: none"> 储氢密度小 储存容器体积大 存在氢气泄漏和容器爆破风险 	技术成熟，当前应用最广泛
低温液态储存	低温绝热	<ul style="list-style-type: none"> 能量密度大 体积密度大 加注时间短 	<ul style="list-style-type: none"> 成本较高 制冷能耗大 绝热要求高 	技术成熟，主要在航空等领域得到应用
有机液态储存	有机储氢介质	<ul style="list-style-type: none"> 储氢密度大 稳定性高 安全性好 运输便利 储氢介质可多次循环适用 	<ul style="list-style-type: none"> 成本较高 脱氢温度高 能耗大 氢气纯度不高，有几率产生杂质气体 	已无主要技术障碍
固态储存	物理或化学吸附储氢	<ul style="list-style-type: none"> 安全性好 储氢密度大 氢纯度高，可提纯氢气 运输便利 可快速充、放氢 	<ul style="list-style-type: none"> 成本高 储放氢存在约束，热交换较困难，放氢需在较高温度下进行 	尚在技术提升阶段，已在分布式发电、风电制氢、规模储氢中得到示范应用

资料来源：世界能源蓝皮书¹⁴，清华大学核能与新能源技术研究院¹⁵，毕马威分析

¹¹ 科技日报，固态储氢是未来高密度储存和氢能安全利用的发展方向，2021-05-27，<https://new.qq.com/rain/a/20210527A02UZB00>

¹² 腾讯网，110克氢量可跑120公里，氢能电动自行车在深圳投放试验，2022-06-01，<https://new.qq.com/rain/a/20220601A084G000>

¹³ 腾讯网，首个“氢能自行车系统”投运，首批1000辆氢能共享单车发车，2021-12-24，<https://new.qq.com/rain/a/20211224A0A48400>

¹⁴ 清华大学核能与新能源技术研究院，氢气储运技术的发展现状与展望，2021-11

¹⁵ 黄晓勇，世界能源蓝皮书：世界能源发展报告（2021），社会科学文献出版社，2021-9

在氢气运输方面，根据储氢状态的差异分为气态输送、液态输送和固态输送，气态和液态为目前的主流方式。通常的输氢形式包含长管拖车、槽罐车、管道（纯氢管道、天然气管道混输），不同的储运方式具有不同特点及适应性（表4）。船舶运氢也有望成为未来氢气运输的主要方式之一，但目前离实现商用规模化仍有一定距离，预计在2025-2027年间有望实现商用化¹⁶。

由于中国目前氢能产业处于发展初期，氢能市场规模较小，且氢能示范应用主要围绕工业副产氢和可再生能源制氢地附近，因此多采用长管拖车运输，这也是当前较为成熟的运输方式。

表4 | 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、跨城市与城市内配送
液态储运	液氢槽罐车	≥200	国际、规模化、长距离
	液氢运输船	≥200	国际、规模化、长距离
固态储运	货车	≤150	实验研究阶段

数据来源：《2022年中国氢能行业技术发展洞察报告》¹⁷，公开资料，毕马威分析

从整体发展趋势来看，根据中国氢能联盟报告预测，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¹⁸。《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》指出，我国将稳步构建氢能储运体系，以安全可控为前提，推动氢储运技术研发，提高高压气态储运效率，加快降低储运成本，有效提升高压气态储运商业化水平，体现了“低压到高压”的前进方向。同时，为满足氢能发展后期长距离、大规模运输需求，我国将持续推动低温液氢储运产业化应用，探索有机液体、固态等储运方式应用，整体发展将呈现“气态到多相态”的发展趋势¹⁹。

¹⁶ 航运在线，KSOE预计氢气运输船将在2025~2027年间实现商用化，2022-1-18，<http://news.sol.com.cn/html/2022-01-18/A2A9FF33FBE1F9DA7.shtml>

¹⁷ 财联社，新能源日报等，2022年中国氢能行业技术发展洞察报告，2022-3

¹⁸ 中国氢能联盟，中国氢能源及燃料电池产业白皮书（2019版），2019-6

¹⁹ 国家能源局网站，氢能产业发展中长期规划（2021-2035年），2022-3-23，http://zfxgk.nea.gov.cn/2022-03/23/c_1310525630.htm

加氢站：

中国加氢站数量居全球首位，具有区域集中性特点

加氢站是为燃料电池汽车充装氢气燃料的专门场所，作为服务氢能交通商业化应用的中枢环节，是氢能源产业发展的重要基础设施。

我国高度重视加氢站的建设，并积极发布相关政策规划助推加氢站的建设与布局（表5）。2014年国家首次发布针对加氢站的补贴政策。2019年，推动加氢设施建设正式写入政府工作报告。2020年财政部出台有关开展燃料电池汽车示范应用的政策，将“运营至少2座加氢站且单站日加氢能力不低于500公斤”作为示范城市群申报的基础条件，预计未来加氢站至少会从500公斤/天的加注量起步，这对于后期氢能的产业化将起到良好的带动作用。

表5 | 加氢设施相关政策梳理

政策规划	发布单位	发布时间	补贴政策
《“十四五”全国城市基础设施建设规划》	住房和城乡建设部、国家发展改革委	2022年7月	开展新能源汽车充换电基础设施信息服务，完善充换电、加气、加氢基础设施信息互联互通网络。
《国务院关于加强建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》	国务院	2021年2月	加强新能源汽车充换电、加氢等配套基础设施建设。
《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》	财政部、工业和信息化部、科技部等	2020年9月	燃料电池汽车示范城市群申报需满足已推广不低于100辆燃料电池汽车，已建成并投入运营至少2座加氢站且单站日加氢能力不低于500公斤等条件。
《产业结构调整指导目录（2019年本）》	发改委	2019年11月	氢能和燃料电池将在新能源、有色金属、汽车、船舶、轻工等产业中得到支持发展。
《2019年政府工作报告》	国务院	2019年3月	推动充电、加氢等设施建设。
《关于新能源汽车充电设施建设奖励的通知》	财政部、科技部、发改委等	2014年11月	2013年至2015年符合国家技术标准且日加氢能力不少于200公斤的新建燃料电池加氢站每个奖励400万元，有效期至2015年末。

数据来源：公开资料整理，毕马威分析

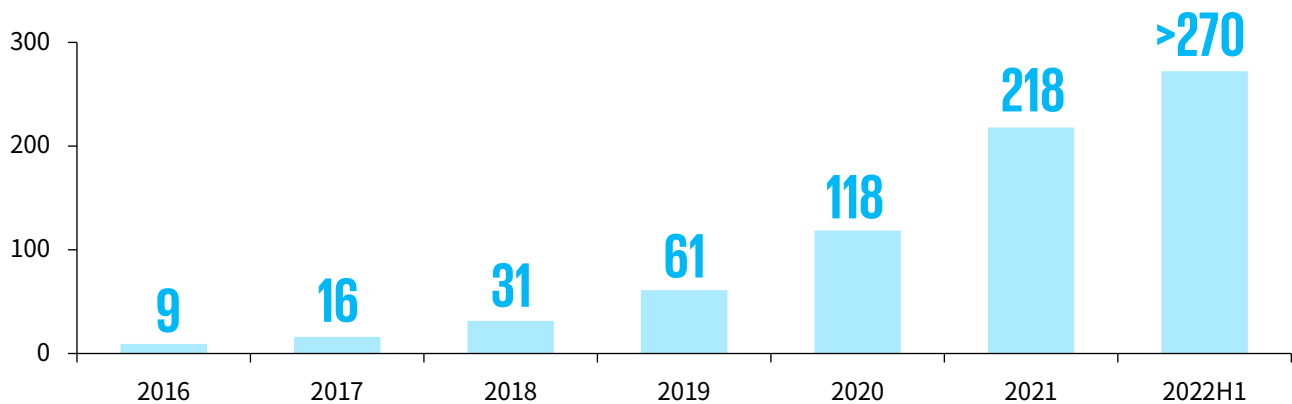
从规模来看，目前中国加氢站的数量正逐年增加（图7），2021年中国新建100座加氢站，累计建成数量达218座，位居世界首位²⁰。2022上半年国家进一步统筹推进加氢网络建设，全国已建成加氢站超270座²¹。

²⁰ 车百智库、百人会氢能中心，中国氢能产业发展报告2022，2022-6

²¹ 中国共产党新闻网，全国建成加氢站超270座，2022-8-14，<http://cpc.people.com.cn/n1/2022/0814/c64387-32501999.html>

从加氢站的区域分布来看，当前我国加氢站可实现除西藏、青海、甘肃外的省份全覆盖，覆盖范围较广，同时又具有一定的区域集中性特征。从目前各省(自治区、直辖市)建站数量来看，位列前4的省份依次为广东省（超50座）、山东省（接近30座）、江苏省（超20座）、浙江省（超20座）²²。此外，上海由于在氢能源领域起步较早及地方政策优势，是建设加氢站数量最多的直辖市。

图7 中国已建成加氢站数量，座



数据来源：公开资料整理，毕马威分析

根据氢气的储存状态，加氢站可分为高压氢气加氢站和液氢加氢站。总体而言，中国加氢站的技术尚未成熟，关键设备依赖进口。高压氢气加氢站主要由压缩系统、储氢系统和加注系统组成，由于国内缺乏成熟量产的加氢站设备厂商，当前设备费用占比较高。目前我国常建的高压氢气加氢站的造价约为1,500万元，据专家推测，未来加氢站仍有30%-40%的降本空间²³。当前国内氢能应用规模有限，但随着未来需求的增加和加氢站的推广，加氢环节的关键设备亟需国产化。国家或将进一步出台支持政策，加快加氢站核心设备自主研发进程，实现关键设备国产化，提高氢能商业化的经济性。

由于液氢密度较高，在相同的加氢量下，液氢加氢站的单位投资低于高压气氢加氢站，具有一定的成本优势。从数量来看，2020年全球液氢加氢站约占加氢站总量的33%。相较之下，中国在液氢加氢站的建设上起步较晚，2021年底全国首座液氢油电综合功能服务站正式启用²⁴。从技术维度来看，液氢装备制造核心技术基本被德国、法国垄断²⁵，中国在液氢站方面的技术研发与攻关还有待加强。

在确保安全的前提下，站内制氢、储氢和加氢一体化的加氢站等新模式也正在积极探索中，《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》中鼓励充分利用站内制氢生产成本低的优势，推动氢能分布式生产和就近利用²⁶。此外，中石化等企业也在探索充分利用固定资产，依法依规利用现有加油加气站的场地设施改扩建加氢站²⁷。

²² 势银、中鼎恒盛，2022中国加氢站产业发展蓝皮书，2022-8

²³ 澎湃新闻，是什么推高了加氢站成本？，2020-10-29，https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_9768848

²⁴ 嘉兴市发展改革委，我国首个液氢油电综合供能服务站将在平湖投入使用，2021-12-10，http://fzggw.jiaxing.gov.cn/art/2021/12/10/art_1229541437_58947474.html

²⁵ 中国能源报，液氢加氢站“卡”在哪，2020-10-12，<https://www.cgmia.org.cn/Web/News/Detail/10306>

²⁶ 国家能源局网站，氢能产业发展中长期规划（2021-2035年），2022-3-23，http://zfxgk.nea.gov.cn/2022-03/23/c_13110525630.htm

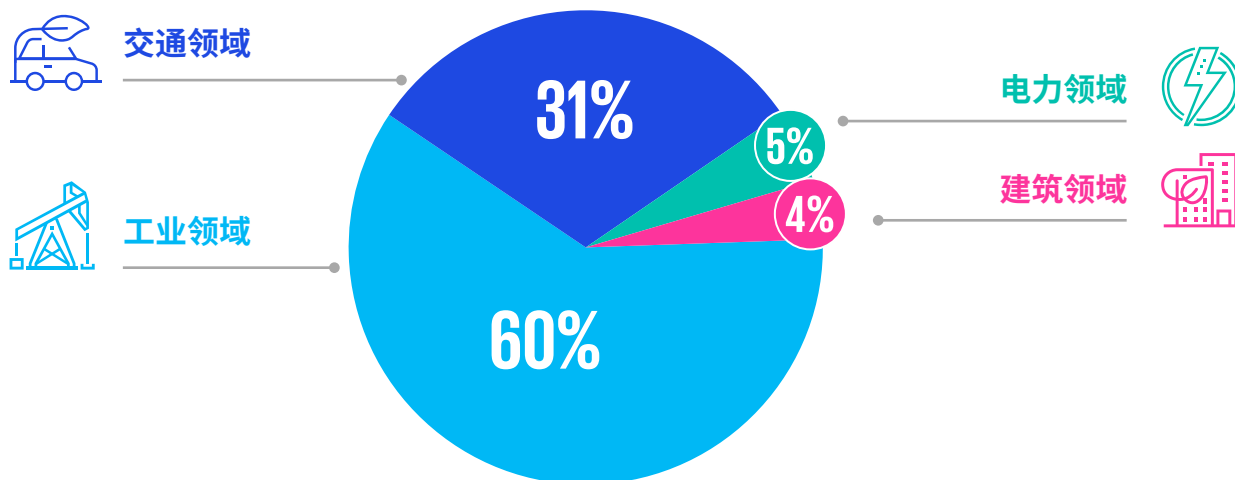
²⁷ 科尔尼，中国氢能产业发展白皮书，2020-3

应用场景：

工业和交通为主要应用领域，建筑、发电等领域仍然处于探索阶段

《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》指出，“2035年形成氢能产业体系，构建涵盖交通、储能、工业等领域的多元氢能应用生态”。氢能源将为各行业实现脱碳提供重要路径。目前氢能的成本较高，使用范围较窄，氢能应用处于起步阶段。氢能源主要应用在工业领域和交通领域中，在建筑、发电和发热等领域仍然处于探索阶段。根据中国氢能联盟预测²⁸，到2060年工业领域和交通领域氢气使用量分别占比60%和31%，电力领域和建筑领域占比分别为5%和4%（图8）。

图8 2060年中国氢气需求结构预测（%）



数据来源：中国氢能联盟，毕马威分析

交通领域

交通领域是目前氢能应用相对比较成熟的领域。从专利申请看，2021年交通领域的氢能技术应用专利申请15,639件，占氢能下游技术应用的71%²⁹。氢能源在交通领域的应用包括汽车、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。

²⁸ 中国氢能联盟，中国氢能源及燃料电池产业白皮书，2019-6

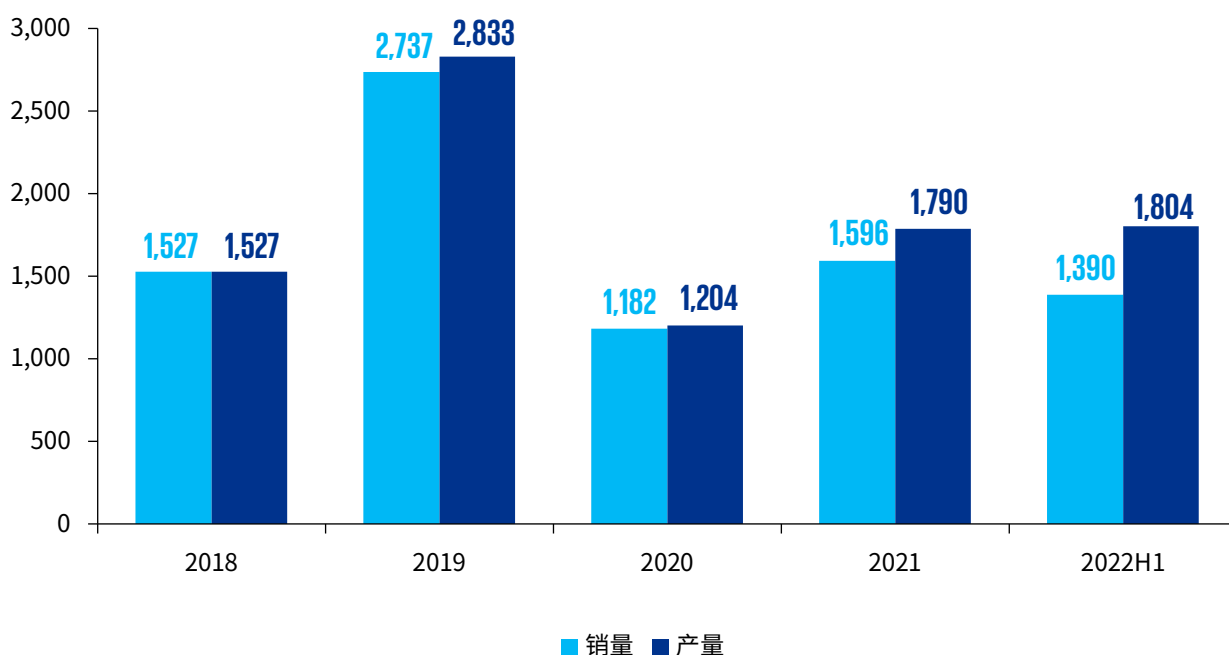
²⁹ 财联社，新能源日报等，2022年中国氢能行业技术发展洞察报告，2022-3

公路

燃料电池车发展现状

燃料电池汽车产业处于起步阶段。燃料电池汽车企业数量较少，技术、成本和规模是进入的主要门槛，燃料电池汽车产销规模较小。2020年由于受到疫情等因素影响，燃料电池汽车产销量出现大幅下降，之后稳步恢复。2021年燃料电池汽车产量和销量分别同比增加49%和35%；今年以来产销量进一步增加，上半年产量1,804辆，已经超过去年全年（图9）。与纯电动汽车和传统燃油车相比，燃料电池汽车具有温室气体排放低、燃料加注时间短、续航里程高等优点，较适用于中长距离或重载运输，当前燃料电池汽车产业政策也优先支持商用车发展。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%。

图9 2018—2022年上半年我国燃料电池汽车产量和销量，辆



数据来源：Wind，毕马威分析

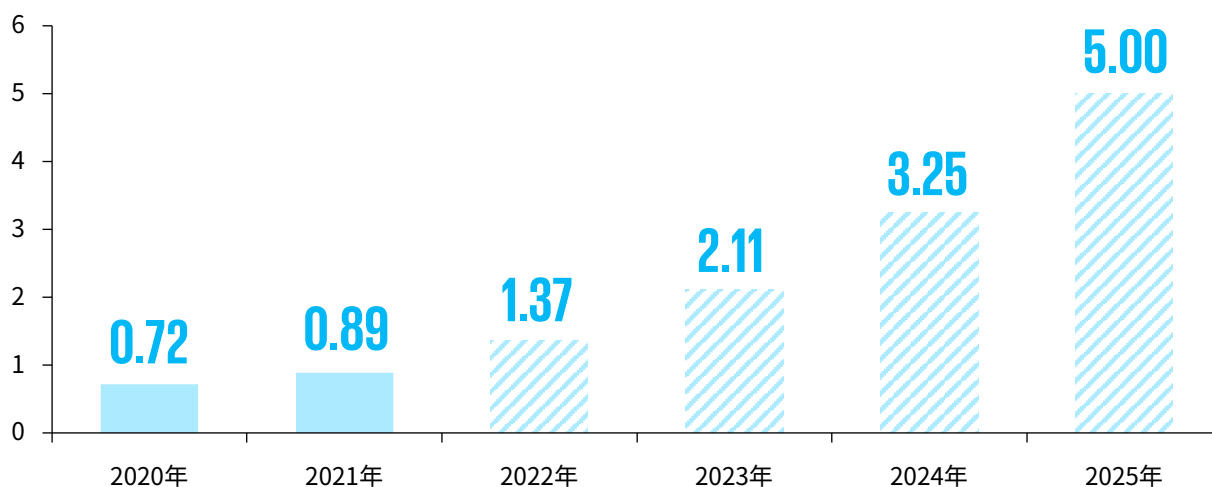
当前燃料电池汽车的购置成本还较高，尚不具备完全商业化的能力。成本是限制燃料电池市场化的主要因素。燃料电池汽车的发展仍然依靠政府补贴和政策支持。2020年氢能公交车推广数量较多，虽然车型规格、系统配套商及功率大小有差异，但多数订单公交车均价在200-300万元/辆³⁰，价格较高。此外，燃料电池汽车对低温性能要求较高，动力系统成本较高，加之基础设施稀缺等限制，目前尚未实现大规模推广，有待未来进一步改善。

³⁰ 腾讯网，从2020年8笔氢能公交订单看行业生态，2020-12-18，<https://new.qq.com/rain/a/20201216A0EVBJ00>

燃料电池汽车发展前景

在实现“双碳”目标的带动下，零碳排放的燃料电池汽车有望保持高速增长。《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》指出，到2025年氢燃料电池车辆保有量约5万辆。据此计算，2022-2025年保有量年均增长率将超过50%（图10）。

图10 2020—2025年我国燃料电池车辆保有量，万辆



数据来源：香橙会研究院，《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》，毕马威分析

*2022-2025年为预测值

燃料电池汽车成本未来有较大下降空间。燃料电池汽车主要包括燃料电池系统、车载储氢系统、整车控制系统等。其中，燃料电池系统是核心，成本有望随着技术进步和规模扩大而下降。根据国际能源署（IEA）研究，随着规模化生产和工艺技术的进步，2030年燃料电池乘用车成本将与纯电动汽车、燃油车等其他乘用车成本持平，其中燃料电池系统的成本将从2015年的30,200美元/辆降低到2030年的4,300美元/辆，单位成本则有望从2015年的380美元/千瓦时降低到2030年的54美元/千瓦时，降幅为86%，是推动燃料电池汽车成本下降的主要动力³¹。

燃料电池车适合重型和长途运输，在行驶里程要求高、载重量大的市场中更具竞争力，未来发展方向为重型卡车、长途运输乘用车等。根据国际氢能协会分析，燃料电池汽车在续航里程大于650公里的交通运输市场更具有成本优势。由于乘用车和城市短程公共汽车续航里程通常较短，纯电动汽车则更有优势。

燃料电池汽车未来发展空间广阔。相比纯电动车型，燃料电池车克服了能源补充时间长、低温环境适应性差的问题，提高了营运效率，与纯电动车型应用场景形成互补。中国氢能联盟研究院预测，到2030年我国燃料电池车产量有望达到62万辆/年³²。

³¹ 国际能源署（IEA），中国能源体系碳中和路线图，2021-9

³² 落基山研究所、中国氢能联盟研究院，开启绿色氢能新时代之匙：2030年“可再生氢100”发展路线图，2022-6

铁路

清洁能源成为许多国家未来能源体系的重要组成部分，氢能作为清洁能源受到铁路领域的广泛关注。氢能在铁路交通领域的应用主要是与燃料电池结合构成动力系统，替代传统的内燃机。目前氢动力火车处于研发和试验阶段，德国、美国、日本和中国等国走在前沿。德国在2022年开始运营世界上第一条由氢动力客运火车组成的环保铁路线，续航里程可达1,000公里，最高时速达到140公里。中国在2021年试运行国内首台氢燃料电池混合动力机车，满载氢气可单机连续运行24.5小时，平直道最大可牵引载重超过5,000吨；于2022年建成国内首个重载铁路加氢科研示范站，将为铁路作业机车供应氢能。

氢动力火车的优点在于不需要对现有铁路轨道进行改建，通过泵为火车填充氢气，并且噪音小、零碳排放。但是现阶段发展氢动力火车也存在一些挑战。一方面，氢燃料电池电堆成本高于传统内燃机，组成氢动力系统后（含储氢和散热系统等）成本将进一步增加，搭载氢能源系统的车辆成本较高。另一方面，由于技术不成熟、需求少等因素，目前加氢站等氢能源基础设施的建设尚不完善。

由于世界主要国家重视以氢能为代表的清洁能源的发展，氢动力火车作为减碳的有效途径，未来发展空间广阔。以欧洲国家为例，法国承诺到2035年、德国提出到2038年、英国计划到2040年把以化石能源（柴油）驱动的国家铁路网络替换成包括氢能源在内的清洁能源驱动的铁路网络³³。

³³ Chris Palmer, Hydrogen-Powered Trains Start to Roll, Engineering , Issue 11, 2022

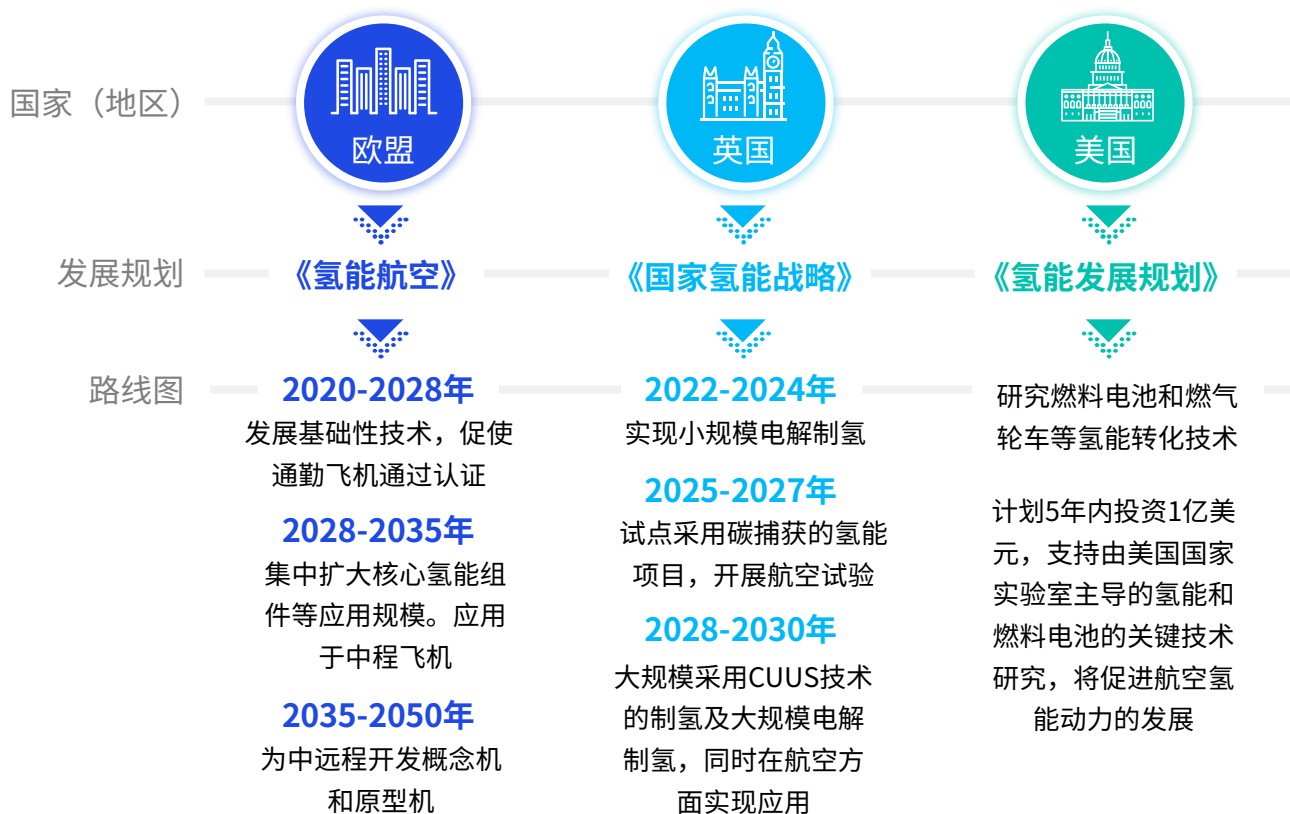


航空

随着能源加速向低碳化、无碳化演变，航空业也面临能源体系变革带来的新挑战。氢能源为低碳化航空提供了可能，氢能可以减少航空业对原油的依赖，减少温室及有害气体的排放。相比于化石能源，燃料电池可减少75%-90%的碳排放，在燃气涡轮发动机中直接燃烧氢气可减少50%-75%的碳排放，合成燃料可减少30%-60%的碳排放³⁴。

氢动力飞机可能成为中短距离航空飞行的减碳方案，但在长距离航空领域，仍须依赖航空燃油。预计2060年氢气能提供5%左右航空领域能源需求³⁵。氢能为航空业提供了可能的减碳方案，美国、英国、欧盟等发达国家和地区纷纷出台涉及氢能航空发展的顶层战略规划（图11）。

图11 各国家（地区）氢能航空发展策略比较



数据来源：根据美国、英国和欧盟氢能发展战略整理，毕马威分析

从发达国家发布的规划可以看出，氢能航空的发展是一个漫长的过程。从现在到2030年主要是发展基础性技术，开展航空试验；到2050年完成远程客机验证机和大规模的氢燃料加注基础设施建设，在航空领域实现更大规模应用。

³⁴ 欧盟，氢动力航空：到2050年氢技术、经济和气候影响，2020（06）

³⁵ 刘玮等，“双碳”目标下我国低碳清洁氢能进展与展望，储能科学与技术，2022（02）

航运

随着航运业迅速发展，柴油机动力船舶引发的环境问题日益显现。2020年我国航运业的二氧化碳排放量占交通运输领域排放量的12.6%。氢能作为清洁能源有望在航运领域减碳中发挥积极作用。根据IEA发布的《中国能源体系碳中和路线图》，航运业的碳减排主要取决于氢、氨等新型低碳技术和燃料的开发及商业化；在承诺目标情景中，2060年基于燃料电池的氢能应用模式将满足水路交通运输领域约10%的能源需求。

氢及氢基燃料是航运领域碳减排方案之一。通过氢燃料电池技术可实现内河和沿海航运电气化，通过生物燃料或零碳氢气合成氨等新型燃料可实现远洋航运脱碳。我国部分企业和机构基于国产化氢能和燃料电池技术进步已经启动了氢动力船舶研制。现阶段，氢动力船舶通常用于湖泊、内河、近海等场景，作为小型船舶的主动力或大型船舶的辅助动力。海上工程船、海上滚装船、超级游艇等大型氢动力船舶研制是未来发展趋势。

总体而言，氢动力船舶整体处于前期探索阶段，高功率燃料电池技术尚未成熟，但随着氢存储优势显现，燃料电池船舶市场渗透率将逐步提升。预计到2030年我国将构建氢动力船舶设计、制造、调试、测试、功能验证、性能评估体系，建立配套的氢气“制储运”基础设施，扩大内河/湖泊等场景的氢动力船舶示范应用规模，完善水路交通相关基础设施；到2060年完成我国水路交通运输装备领域碳中和目标，在国际航线上开展氢动力船舶应用示范，提升我国氢动力船舶产业的国际竞争力³⁶（图12）。

图12 我国氢动力船舶发展路线图



数据来源：《我国氢动力船舶创新发展研究》，毕马威分析

³⁶ 童亮等，我国氢动力船舶创新发展研究，中国工程科学，2022（03）

工业领域

工业是当前脱碳难度较大的应用部门，化石能源不仅是工业燃料，还是重要的工业原料。工业燃料通过电气化可实现部分脱碳，但是工业原料直接电气化的空间有限。在氢冶金、合成燃料、工业燃料等的带动下，2060年工业部门氢需求量将到7,794万吨，接近交通领域的两倍³⁷。

钢铁行业

钢铁冶炼二氧化碳排放量较大，2020年国内钢铁行业碳排放总量约18亿吨，占全国碳排放总量的15%左右。实现“双碳”目标下，钢铁行业面临巨大的碳减排压力。根据各大型钢铁企业公布的碳达峰碳中和路线图，结合中国钢铁行业协会减碳目标，假设到2030年，我国钢铁行业减碳30%，则在此期间钢铁行业需累计减排5.4亿吨³⁸。我国钢铁产量占世界总产量的一半以上，实现钢铁行业的降碳对我国“双碳”目标的达成意义重大。

氢在钢铁行业可应用于氢冶金、燃料等多个方面，以氢冶金规模最大。氢冶金通过使用氢气代替碳在冶金过程中的还原作用，从而实现源头降碳，而传统的高炉炼铁是以煤炭为基础的冶炼方式，碳排放占总排放量的70%左右。氢冶金是钢铁行业实现“双碳”目标的革命性技术。2021年《“十四五”工业绿色发展规划》发布，强调要大力推进氢能基础设施建设，推进钢铁行业非高炉低碳炼铁技术的发展。

现阶段，氢冶金技术的氢气主要来源于煤，整体减碳能力有限。氢冶金技术分为高炉氢冶金和非高炉氢冶金两个大类。高炉氢冶金是指通过在高炉中喷吹氢气或富氢气体替代部分碳还原反应实现“部分氢冶金”，非高炉氢冶金技术以气基竖炉法为主流。我国竖炉氢冶金技术处于起步阶段，同时受氢气制备和储运、高品质精矿等条件制约，距离大规模应用和全生命周期深度降碳仍有一定距离。

从全球范围看，氢冶金的工业化技术也尚未成熟，德国和日本等氢冶金技术领先的国家也处于研发和试验阶段。根据世界能源署统计，传统高炉的使用年限为30-40年，而目前全球炼铁高炉平均炉龄仅为13年左右，在未来很长一段时间内，全球范围内将仍以传统的高炉炼铁工艺为主流，低碳高炉冶金技术将是过渡期内重要的研发方向³⁹。氢冶金的发展可以分步实现：到2025年，验证中试装置研究大规模工业用氢能冶炼的可行性；到2030年，实现以焦炉煤气、化工等副产品中产生的氢气进行工业化生产；到2050年，进行钢铁高纯氢能冶炼，其中氢能以水电、风电及核电电解水为主⁴⁰。

³⁷ 刘玮等，“双碳”目标下我国低碳清洁氢能进展与展望，储能科学与技术，2022（02）

³⁸ 张真，杜宪军，碳中和目标下氢冶金减碳经济性研究，价格理论与实践，2022

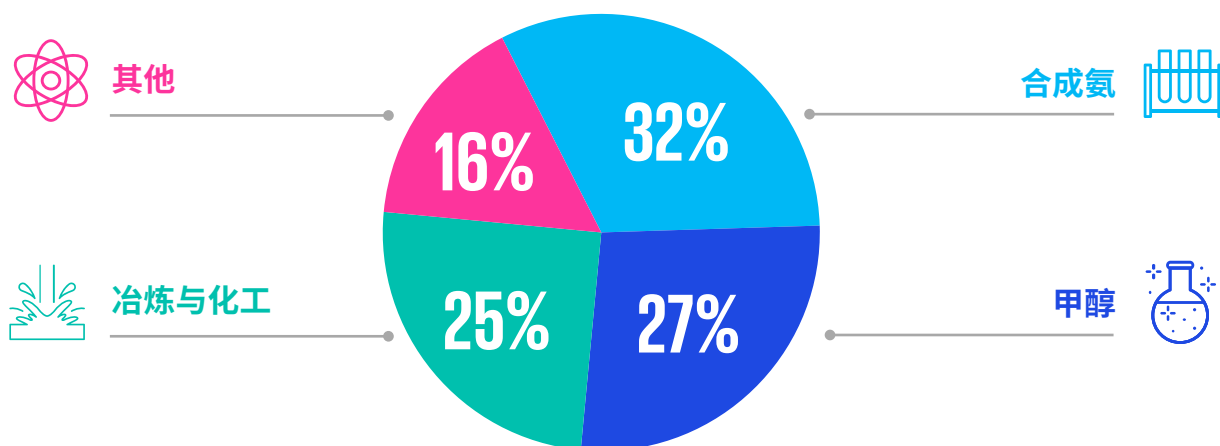
³⁹ 车彦民等，氢的大规模制备及在钢铁行业的应用和展望，中国冶金，2022（06）

⁴⁰ 张龙强，于治民，国外氢冶金发展现状分析，世界金属导报，2020-6

化工行业

氢气是合成氨、合成甲醇、石油精炼和煤化工行业中的重要原料，还有小部分副产气作为回炉助燃的工业燃料使用。中国氢能联盟数据显示，2020年合成氨、甲醇、冶炼与化工所需氢气分别占比32%、27%和25%（图13）。目前，工业用氢主要依赖化石能源制取，未来通过低碳清洁氢替代应用潜力巨大。

图13 2019年我国化工行业氢气消费领域分布（%）



数据来源：中国氢能联盟，毕马威分析

氨是氮和氢的化合物，广泛应用于氮肥、制冷剂及化工原料。合成氨的需求主要来自农业化肥和工业两大方面，其中农业肥料占70%左右。国际能源署预计至2050年，将会有超过30%的氢气用于合成氨和燃料⁴¹。目前，氨生产所需要的氢（化石能源制取，又称灰氢）主要是通过蒸汽甲烷重整（SMR）或煤气化来获取，每生产一吨氨会排放约2.5吨二氧化碳。绿氢合成氨则可减少二氧化碳排放。绿氢合成氨主要设备包括可再生能源电力装备、电解水制氢设备、空分装置、合成氨装置，以上相关技术装备国产化程度较高。其中，碱性电解水与质子交换膜电解水技术能够实现规模化的电解水制氢，我国的碱性电解槽技术水平处于行业领先水平。此外，国内外质子交换膜电解水技术均处于起步阶段，且成本偏高，未来主要取决于燃料电池技术发展进程。

大规模、低成本、持续稳定的氢气供应是化工领域应用绿氢的前提。尽管短期内化工领域绿氢应用面临经济性挑战，但随着可再生能源发电价格持续下降，到2030年国内部分地区有望实现绿氢平价，绿氢将进入工业领域，逐渐成为化工生产常规原料⁴²。

⁴¹ IEA, Net Zero by 2050, A Roadmap for the Global Energy Sector, May 2021

⁴² 国际氢能协会，中国氢能联盟，氢能平价之路，2020-7

绿氢制氨案例

2022年3月28日，远景科技集团与内蒙古自治区赤峰市人民政府签订战略合作协议，计划在赤峰市建设风光制绿氢绿氨一体化示范项目，总投资约为400亿元，预计2028年前建成投产。项目规划年产152万吨零碳工业气体产品，一期项目将于两年内投产，成为全球首个零碳氢氨项目⁴³。

该绿氢绿氨生产基地在建成后将为赤峰经济技术开发区内工业生产提供零碳氨、氢、氧、氮等工业气体产品，削减园区碳排放量，依托零碳工业气体产品优势及先进储能型空分工艺，将元宝山化工园区打造成零碳化工园区。

赤峰市可再生能源资源丰富，于1998年开始发展新能源产业，起步较早，是全国首个地市级百万千瓦风电基地。截至2021年底，赤峰市电力总装机达到1171.41万千瓦，其中风电494.5万千瓦、光伏发电105.3万千瓦、水电4.41万千瓦、生物发电5.7万千瓦，新能源装机达到609.91万千瓦，已超过火电装机规模，占比达到52.1%⁴⁴。

预计零碳产业园建成后，通过利用当地丰富的绿电，实现绿电和绿氢开发的融合，可以实现以10元/公斤的成本生产氢气，比现阶段成本下降约50%-80%。

与此同时，远景科技集团还将在赤峰建设智能风机装备制造中心项目、新能源和储能电站示范项目，同时配合赤峰在能碳双控和森林碳汇方面开展研究探索工作，共同推进区域碳达峰、碳中和工作，并参与赤峰市现代能源经济战略规划研究和矿产资源开发⁴⁵。

发电领域

纯氢气、氢气与天然气的混合可以为燃气轮机提供动力，从而实现发电行业的脱碳。氢能发电有两种方式。一种是将氢能用于燃气轮机，经过吸气、压缩、燃烧、排气过程，带动电机产生电流输出，即“氢能发电机”。氢能发电机可以被整合到电网电力输送线路中，与制氢装置协同作用，在用电低谷时电解水制备氢气，用电高峰时再通过氢能发电，以此实现电能的合理化应用，减少资源浪费。另一种是利用电解水的逆反应，氢气与氧气（或空气）发生电化学反应生成水并释放出电能，即“燃料电池技术”。燃料电池可应用于固定或移动式电站、备用峰值电站、备用电源、热电联供系统等发电设备。

这两种氢能发电均存在成本较高的问题。目前，燃料电池发电成本大约2.50-3.00元/度，而其他发电成本基本低于1元/度。例如，目前火电发电成本大约0.25-0.40元/度，风电发电成本约为0.25-0.45元/度，太阳能发电成本约0.30-0.40元/度，核电发电成本大约0.35-0.45元/度（图14）⁴⁶。对比发电成本可以发现，燃料电池的发电成本要高于其他类型的发电模式。由于质子交换膜、电解槽等核心设备主要依赖进口，成本较高，叠加原材料铂的价格昂贵，导致氢能发电成本较高。

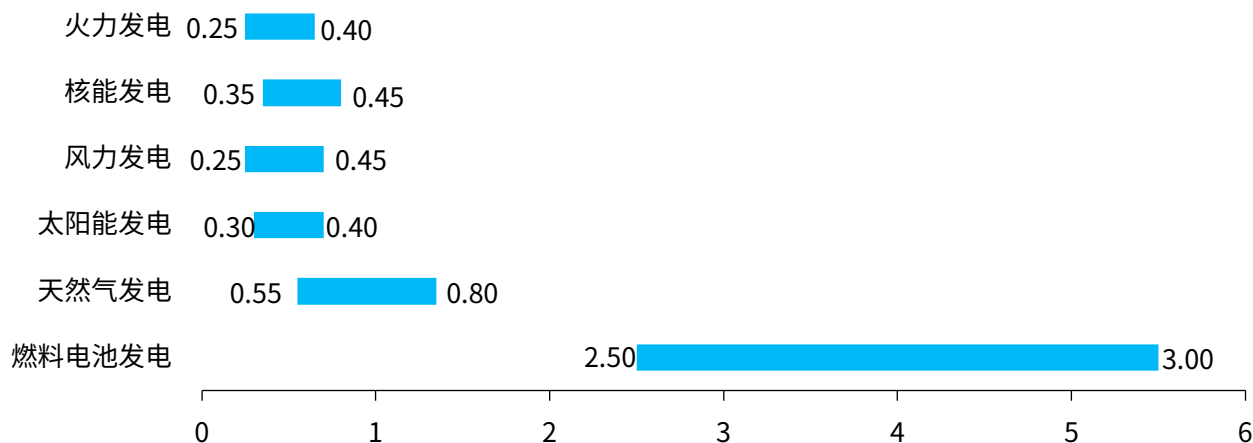
⁴³ 国际氢能网，远景要花400亿在建风光制绿氢绿氨一体化示范项目，2022-3-30，<https://h2.in-en.com/html/h2-2411950.shtml>

⁴⁴ 国际风力发电网，全国第一个地市级百万千瓦风电基地 内蒙古赤峰“风光”无限，2022-7-13，<https://wind.in-en.com/html/wind-2419229.shtml>

⁴⁵ 赤峰乐居网，全球首个零碳氢氨项目落户赤峰，2022-3-28，<https://chifeng.leju.com/news/2022-03-28/11426914054021506726822.shtml>

⁴⁶ 中国核电网，从各类能源发电成本，看核电机组未来竞争力，2021-1，<https://www.cnnpn.cn/article/23072.html>

图14 我国不同类型发电成本区间估算，元/度



数据来源：根据公开资料整理，毕马威分析

随着对清洁能源的重视，风能、太阳能等可再生能源发电占发电量的比例逐步提高。2020年我国风电、太阳能发电总装机容量5.3亿千瓦，占全社会用电量的比重达到11%，到2030年风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上⁴⁷。根据IEA研究，在2050年零碳排放目标的情景下，风电、太阳能发电在发电量中的占比接近70%⁴⁸。可再生能源发电在电力系统中的作用越来越重要。但是，风电、太阳能发电的间歇性和随机性，影响并网供电的连续性和稳定性，因此储能作为相对独立的主体将发挥重要作用。

电力储能方式目前主要有抽水蓄能、锂电子电池、铅蓄电池、压缩空气储能等，其中抽水蓄能占比超过86%。与其他储能方式比，氢储能具有放电时间长、规模化储氢性价比高、储运方式灵活、不会破坏生态环境等优势。另外，氢储能应用场景丰富，在电源侧，氢储能可以减少弃电、平抑波动；在电网侧，氢储能可以为电网运行调峰容量和缓解输变线路阻塞等。

目前，受技术、经济等因素的制约，氢储能的应用仍面临许多挑战。一方面，氢储能系统效率相对较低。氢储能的“电—氢—电”过程存在两次能量转换，整体效率40%左右，低于抽水储能、锂电池储能等70%左右的能量转化效率。另一方面，氢储能系统成本相对较高。当前抽水蓄能和压缩空气储能成本约为7,000元/千瓦，电化学储能成本约为2,000元/千瓦，而氢储能系统成本约为13,000元/千瓦，远高于其他储能方式⁴⁹。

氢储能目前仍处于起步阶段，2021年国内氢储能装机量约为1.5兆瓦，氢储能渗透率不足0.1%⁵⁰。氢储能在推动能源领域碳达峰碳中和过程中将发挥显著作用。国家发展改革委和国家能源局于2021年出台的《关于加快推动新型储能发展的指导意见》提出，到2025年实现新型储能从商业化初期向规模化发展转变；到2030年，实现新型储能全面市场化发展⁵¹。氢储能作为新型储能方式，未来发展空间广阔。

⁴⁷ 中国政府网，国家能源局关于2021年风电、光伏发电开发建设有关事项的通知，2021-5 http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-05/27/content_5612874.htm

⁴⁸ <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/comparison-of-wind-and-solar-share-in-the-ipcc-scenarios-and-the-nze-in-2050>

⁴⁹ 刘建国等，氢储能在我国新型电力系统中的应用价值、挑战及展望，中国工程科学，2022（03）

⁵⁰ 国际储能网，抢滩氢储能发电，2022-9，<https://www.chu21.com/html/chunengy-12436.shtml>

⁵¹ 发展改革委网站，国家发展改革委 国家能源局关于加快推动新型储能发展的指导意见，2021-7-15，http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-07/24/content_5627088.htm

建筑领域

建筑部门能源需求主要用于供暖（空间采暖）、供热（生活热水）等的电能消耗。与天然气供热（最常见的供热燃料）等竞争性技术比较，氢气供热在效率、成本、安全和基础设施的可得性等方面目前不占优势。

由于纯氢的使用需要新的氢气锅炉或对现有管道进行大量的改造，在建筑中使用纯氢气的成本相对较高。例如，欧洲的氢能源使用比其他地区起步要早，但目前氢能源供热成本仍然是天然气供热成本的2倍以上。即便到2050年，当热泵成为最经济的选择时，氢气供暖的成本可能仍将比天然气供热成本高50%⁵²。

氢气可以通过纯氢或者与天然气混合输送，使用纯氢方式对管道要求更高。氢气还可能导致钢制天然气管道的安全风险，需要用聚乙烯管道取代现有管道。这种投资对于较大的商业建筑或地区供暖网络来说可能具有经济意义，但对于较小的住宅单元来说则可能成本过高。

因此，早期氢气在建筑中的使用将主要是混合形式。氢气与天然气混合，按体积计算的比例可以达到20%，而无需改造现有设备或管道。和使用纯氢相比，将氢气混合到天然气管道中可以降低成本，平衡季节性用能需求。随着氢气成本的下降，北美、欧洲和中国等拥有天然气基础设施和有机会获得低成本氢气的地区，有望逐渐在建筑的供热、供暖中使用氢气。

挪威船级社DNV预测，在2030年代后期，纯氢在建筑中的使用有望超过混合氢气；到2050年，氢气在建筑供暖和供热能源总需求中约占比3-4%。

⁵² DNV, Hydrogen Forecast to: Energy Transition Outlook 2022, Jun 2022



04

国际氢能发展和合作

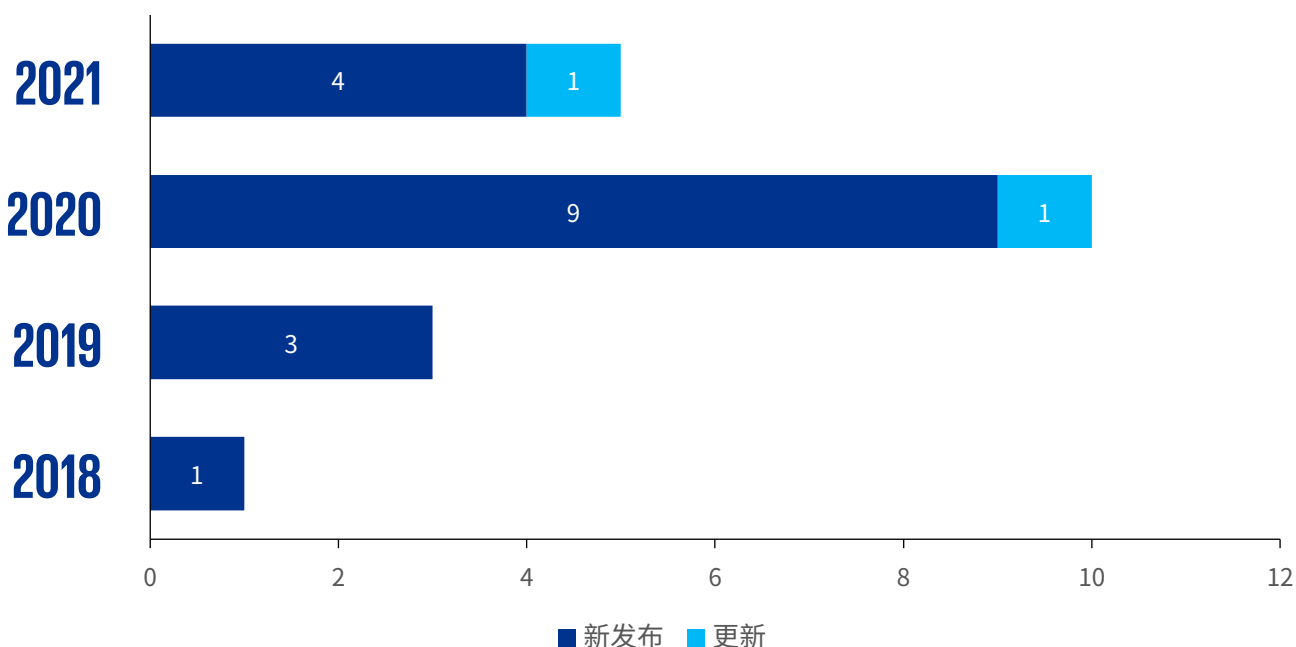
世界各国（地区）均针对氢能制定了国家层面的发展战略，中国也积极参与其中。在国际能源格局发生深刻变革和快速变化的今天，谁能在氢能等新型能源的转型中夺得先机，无疑将在世界未来能源格局中占据更重要的地位。



海外氢能战略

世界能源结构正面临深刻调整，氢能具有清洁、高效、来源广泛以及可再生等特点，已成为各国未来能源战略的重要组成部分，近年来全球各国纷纷出台氢能战略规划（图15），抢占发展制高点，中国身处其中，了解各国氢能战略，有助于我国更好地支持和引导氢能产业的发展。

图15 全球历年发布氢能战略的国家（地区）数量



数据来源：IEA，毕马威分析



日本

构建全球“氢能社会”



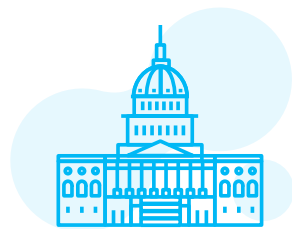
日本氢能战略的出发点是维护本国能源安全，目标是构建全球“氢能社会”，力求在全球范围内打造日本主导的氢能产业链。

受矿产资源匮乏的地理条件限制，以及受石油危机和福岛核泄漏等事件影响，日本在能源安全方面一直存在强烈的危机感。为了更好地维护国家能源安全，日本将氢能作为一个重要突破口。早在2013年，安倍政府便通过《日本再复兴战略》将发展氢能上升为国策；2014年，《第四次能源基本计划》明确了建设“氢能社会”的战略方向，同年，日本经济产业省制定《氢能与燃料电池战略路线图》，清晰规划了实现“氢能社会”目标的三步走路线；2017年，日本政府进一步发布《氢能基本战略》（表6），成为全球首个制定国家层面氢能发展战略的国家。在持续且连贯的政策引导下，“氢能社会”理念逐渐深入日本国民意识，也成为日本建立氢能国际影响力的重要抓手。值得一提的是，在日本2021年发布的第六版《氢能战略计划》中，首次提及氨能，提出到2030年，利用氢和氨所生产出的电能将占日本能源消耗的1%，氨具备作为燃料和氢载体的潜力，随着日本氢能战略转向氢氨融合，各国在氨能方面的战略布局可能也会出现相应调整。

日本对于氢能社会的构想，涵盖了制氢、储氢和氢能利用及基础设施建设等氢能全产业链，仅靠发展国内市场不足以支撑大规模产业化的氢能发展，因此，日本高度重视在全球范围内搭建氢能供应链和创造氢能需求。一方面，制氢需要各种资源尤其是可再生能源，但日本本土资源有限，所以日本不断在海外寻找成本低廉的化石能源结合CCS技术制氢，或直接利用海外可再生能源制氢，再通过液化氢运输等形式保障国内氢能供应，日本与挪威、澳大利亚、文莱和沙特阿拉伯等均进行了相关合作。另一方面，氢能产业化需要下游应用需求带动，日本通过在交通、电力、建筑、工业等领域供应氢气，刺激了这些领域的用氢需求。不过从长期来看，日本国内氢气消费量有限，积极发展全球市场仍是日本氢能商业化的重要战略。

美国

强化全链条技术储备



氢能是美国能源多元化发展战略的重要方向之一。当前美国正积极储备氢能全产业链技术，助力实现其在气候领域做出的减排承诺。

美国“能源独立”战略一直重视新能源，但历届政府优先关注的领域不尽相同，导致氢能产业政策规划缺乏连贯性。不过美国始终保持了对氢能技术的研发投入，尤其是近年来全球气候变化极端事件频发的背景下，拜登政府积极推进“气候新政”，其氢能战略规划逐渐明晰。2020年11月，美国能源部（DOE）发布《氢能计划发展规划》（表6），设定了到2030年氢能发展的技术和经济指标，范围涉及“制氢—运氢—储氢—用氢”全链条，该方案是对2002年的《国家氢能路线图》和2004年启动的“氢能行动计划”的更新，可以看作是美国氢能战略的一次阶段性调整。2021年7月，DOE宣布发起“能源攻关计划”，旨在使清洁氢成本在未来10年内降低80%至1美元/千克，标志着美国开始从化石能源制氢（灰氢、蓝氢）为主，转向以可再生能源制氢（绿氢）为主，以此助推《氢能计划发展规划》落地。

美国重视加强全链条技术储备，加快推进低成本绿氢技术，力求保持其在氢能技术方面的领先优势，建立全球氢能技术主导权。有研究表明⁵³，近10年（2012-2021）尽管美国在氢能专利申请数量上低于中国和日本，但在制氢技术和氢储运技术专利价值度排名中，美国位居榜首，说明其专利技术质量仍领先中日。不过，值得注意的是，美国通过“页岩气革命”，获得了丰富且廉价的天然气，氢能在终端应用上和天然气相比目前价格不具优势，氢能应用推广因此面临一定阻力。同时，当前尽管美国政府力图保证氢能的使用规模并扩大应用市场，但是美国各州氢能发展存在较大差异，氢燃料电池车推广和加氢站建设主要集中在加州，后续美国政府若不能有效刺激其他州的用氢需求，将面临用氢需求增长乏力的风险，不利于氢能大规模发展。

欧盟

以绿氢助力脱碳经济



欧盟氢能战略的出发点是实现脱碳，目标是大规模快速部署绿氢。尤其是俄乌冲突爆发以来，欧盟愈发重视摆脱对俄罗斯的能源依赖，加速推进绿氢发展。

绿色转型是欧洲经济复苏的重要驱动力之一，相关产业政策处于全球领先地位，已建立了包括氢能在内的清洁能源战略布局。近年来，欧盟相继通过《欧洲绿色协议》《欧洲气候法》和“减碳 55”等一揽子计划，逐步构建起相对完善的碳中和政策框架，明确到2030年将温室气体净排放量比1990年至少减少55%，到2050年，欧洲实现“碳中和”。欧盟将发展绿氢作为实现减排目标的重要途径，2020年7月《欧盟氢能战略》出台（表6），提出了氢能发展的渐进式路线，旨在降低可再生能源制氢成本，通过大规模应用绿氢促进经济脱碳，以确保实现总体气候目标。

2022年以来，全球性能源危机进一步加剧，欧洲能源价格大幅走高，再加上俄乌矛盾不断升级，欧盟对外针对俄罗斯实施煤炭禁运等制裁，对内开始加快向可再生能源和氢能过渡，以求与俄罗斯能源脱钩。在欧盟5月份发布的“Repower EU”计划中，再次重申了《欧盟氢能战略》制定的“到2030年实现可再生制氢年产量1,000万吨”的目标，并提出了从不同的来源进口1,000万吨绿氢的目标。

欧盟重点发展风光电制氢，一方面，欧洲南部有丰富的太阳能资源，近海地区可以开展风力发电，根据Ember数据，2021年欧盟风光发电量合计已超过煤电，有望为绿氢生产提供能源支撑；另一方面，欧盟不断完善天然气基础设施网络，后续可为氢能的运输提供支持。不过，目前全球都面临着绿氢成本高的难题，欧盟选择将成本相对更低的蓝氢作为短中期能源选项，本质上还是以天然气作为能量来源，不利于其解决能源依赖问题。此外，在俄乌冲突的背景下，近来部分欧洲国家开始重启煤电以应对能源短缺，一定程度上会拖累欧盟国家整体能源转型的步伐。

⁵³ 陈秋阳,陈云伟. 国际氢能发展战略比较分析[J]. 科学观察,2022,17(2)



澳大利亚

成为亚洲氢能出口大国



澳大利亚立足本国资源优势打造新型经济增长点，目标是成为亚洲氢能出口大国，澳大利亚正大力发展氢枢纽，推动行业尽快实现规模经济。

澳大利亚自然资源丰富，是煤炭、铁矿石、天然气等资源产品的重要出口国。为了适应世界经济向绿色能源转型的大趋势，澳大利亚政府将氢能视为下一个出口增长点。2019年11月，澳大利亚发布《国家氢能战略》

（表6），确立了15大发展目标、57项联合行动，旨在到2030年成为亚洲氢能出口前三，同时在氢安全、氢经济、氢认证方面处于全球前列。2020年9月，澳大利亚发布首份低碳技术排放声明，提出制氢成本要低于2美元/千克，并公布了19亿美元的新能源技术投资计划，其中包括建设本国第一个氢能出口枢纽。2021年12月，澳大利亚工业、科学、能源与资源部发布《2021氢能现状》，在梳理氢能产业现状的基础上，提出了未来发展的三大重点，即建立需求、实现低成本大规模制氢、降低输氢成本，政府将通过创建氢枢纽刺激国内需求，并大力开拓国外市场，推动氢能在2030年左右实现大规模生产。

澳大利亚发展氢能具备资源、技术、市场三重优势。首先，澳大利亚太阳能、风能资源丰富且土地利用强度低，是大规模开展可再生能源制氢的理想地点；其次，煤炭、天然气等能源产业基础较雄厚，氢能发展具备良好的产业环境；最后，澳大利亚成熟的能源贸易关系，很大程度上为其氢能出口铺平了商业化道路。澳大利亚希望在不影响安全、生活成本、水资源、土地使用权和环境可持续性的情况下，实现清洁氢能的新就业和新增长，也需要面对现实中的各种挑战。例如，2021年6月澳大利亚政府就以保护湿地生态为由，暂时搁置为西澳大利亚皮尔巴拉的亚洲可再生能源中心项目发给环境许可证；2022年初澳大利亚国内专家评估认为，正在建设的澳大利亚—日本氢气供应链，实际会使日本碳排放向外转移，如果没有强有力的政策支持低碳制氢，澳大利亚碳排放将会面临上升压力。

智利

依托绿氢促进经济转型



智利希望借助绿氢实现经济增长驱动力转变，从以铜矿等不可再生资源为主，转向风能、光能等可再生能源驱动，成为全球绿氢出口领导者。

智利和澳大利亚同属于出口导向型经济，但智利高度依赖进口煤炭发电。为提高能源自主可控性，智利政府强调摆脱火电，大力发展可再生能源发电，并进一步开展大规模低成本可再生能源制氢，实现经济转型升级。2020年11月，智利能源部发布《国家绿色氢能战略》（表6），提出分三个阶段建设氢能强国，第一阶段完成国内增产和出口准备，第二三阶段则通过出口绿氢、做大做强，成为全球绿氢供应商，目标是到2025年，智利可再生能源发电制氢的装机规模达到500万千瓦；到2030年，智利成为世界上生产绿氢最便宜的国家之一；到2040年，智利实现氢能出口。

智利希望生产“最便宜”的绿氢，除可再生能源储量丰富外，其独特的地形条件也极为重要。一方面，智利国土面积小，北部阿塔卡沙漠是全球阳光直射最集中、稳定的地区之一，南部地区风能资源丰富，且都靠近大型消费中心、天然气管网和港口等物流枢纽，有利于减少国内氢能基础设施建设和运输成本。另一方面，智利海岸线狭长、风力充足，开展海上风力发电，对陆地生态系统的影响较小，在氢能出口贸易中，可以直接利用海上风电制取绿氢，无需额外消耗成本将电力输送到岸上，绿氢也可直接通过海底管道、输氢船等直接销往海外。不过，目前海上风电制氢还面临着海上风电波动大、制氢设备运维难度大、氢储运难等问题，智利海上风电制氢项目和其他大部分绿氢项目尚在规划中，智利能否顺利将资源潜力转变为氢能经济优势，仍需克服诸多挑战。

表6 | 海外氢能战略发展比较

国家	主要政策文件	发布时间	发展目标	重点内容
日本	《第六次能源基本计划》	2021.10	2030：制氢成本降至30日元/Nm ³ ；氢气供应量达300万吨/年	到2030年氢/氨发电占比将实现突破，将从第五期计划设定的0%提高到本次设定的1%（2019年氢/氨发电还未部署应用），以实现清洁能源多元化。
			2050：制氢成本降至20日元/Nm ³ ；氢气供应量达2,000万吨/年	
美国	《氢能计划发展规划》	2020.11	2030：电解槽成本降至300美元/千瓦，运行寿命达到8万小时，系统转换效率达到65%，工业和电力部门用氢价格降至1美元/千克，交通部门用氢价格降至2美元/千克	DOE “氢能计划”使命为：研究、开发和验证氢能转化相关技术（包括燃料电池和燃气轮机），并解决机构和市场壁垒，最终实现跨应用领域的广泛部署。该计划将利用多样化的国内资源开发氢能，以确保丰富、可靠且可负担的清洁能源供应。
欧盟	《欧盟氢能战略》	2020.07	2024：安装600万千瓦的电解设施，产生100万吨绿氢	为欧洲未来30年清洁能源特别是氢能的发展指明了方向，概述了全面的投资计划，包括制氢、储氢、运氢的全产业链，以及现有天然气基础设施、碳捕集和封存技术等投资。预计总投资超过4,500亿欧元。
			2030：安装4,000万千瓦的电解设施，产生1,000万吨绿氢	
			2050：使所有脱碳难度系数高的工业领域使用绿氢替代	
澳大利亚	《国家氢能战略》	2019.11	15大发展目标强调三大重点：发展清洁、创新、安全、有竞争力的氢能；使所有澳大利亚人受益；成为全球氢能产业主要参与者	确定了15大发展目标、57项联合行动，旨在将澳大利亚打造为亚洲三大氢能出口基地之一，同时在氢安全、氢经济以及氢认证方面走在全球前列。
智利	《国家绿色氢能战略》	2020.11	2025：可再生能源发电制氢的装机规模达500万千瓦	系统分析了智利的绿氢发展机会，提出成为全球绿氢出口领导者的战略目标，明确了绿氢产业三阶段发展规划和各阶段的重点目标。
			2030：智利成为世界上生产绿氢最便宜的国家之一	
			2040：实现氢能出口	

数据来源：公开资料整理，毕马威分析

中国氢能战略

1.3 氢能是未来国家能源体系的重要组成部分

自2019年氢能首次被写入《政府工作报告》以来，我国各部委密集出台各项氢能支持政策，内容涉及氢能制储输用加全链条关键技术攻关、氢能示范应用、基础设施建设等（表7）。2022年3月，国家发展改革委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》（以下简称《规划》），以实现“双碳”目标为总体方向，明确了氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，提出了氢能产业的三个五年阶段性发展目标，同时也明确了氢能是战略性新兴产业的重点方向，氢能产业上升至国家能源战略高度。

表7 | 国家层面氢能相关政策（2019-2022）

发布时间	发布机构	政策文件	政策解读
2022.06	发改委、国家能源局等9部门联合印发	《“十四五”可再生能源发展规划》	内容： 推动光伏治沙、可再生能源制氢和多元互补开发；推动可再生能源规模化制氢利用。 意义： 明确要推动可再生能源规模化制氢利用，为“十四五”期间氢能产业的发展明确了方向。
2022.03	发改委、国家能源局	《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》	内容： 分析了我国氢能产业的发展现状，明确了氢能在我国能源绿色低碳转型中的战略定位、总体要求和发展目标，提出了氢能创新体系、基础设施、多元应用、政策保障、组织实施等方面的具体规划。 意义： 氢能上升至国家能源战略高度。
2021.11	国家能源局、科技部	《“十四五”能源领域科技创新规划》	内容： 攻克高效氢气制备、储运、加注和燃料电池关键技术，推动氢能与可再生能源融合发展。 意义： 就氢能制储输用全链条关键技术提供了创新指引，为氢能的示范应用和安全发展提供了重要指导。
2021.10	国务院	《2030年前碳达峰行动方案》	内容： 积极扩大电力、氢能、天然气等新能源、清洁能源在交通运输领域应用。 意义： 明确了氢能对实现碳达峰碳中和的重要意义。
2021.03	第十三届全国人大	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	内容： 在氢能与储能等前沿科技和产业变革领域，组织实施未来产业孵化与加速计划，谋划布局一批未来产业。 意义： 氢能作为国家前瞻谋划的六大未来产业之一写入“十四五”规划。
2020.12	发改委、商务部	《鼓励外商投资产业目录（2020年版）》	内容： 氢能与燃料电池全产业链被纳入鼓励外商投资的范围。 意义： 产业对外开放程度提高。
2020.04	国家能源局	《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》	内容： 能源，是指产生热能、机械能、电能、核能和化学能等能量的资源，主要包括煤炭、石油、天然气、核能、氢能等。 意义： 首次将氢能列入能源范畴，从法律层面明确了氢能的能源地位。
2019.03	国务院	《政府工作报告》	内容： 稳定汽车消费，继续执行新能源汽车购置优惠政策，推动充电、加氢等设施建设。 意义： 氢能首次被写入《政府工作报告》

数据来源：公开资料整理，毕马威分析



根据《规划》，到2025年，中国将基本掌握核心技术和制造工艺，燃料电池车辆保有量约5万辆，部署建设一批加氢站，可再生能源制氢量达到10-20万吨/年，实现二氧化碳减排100-200万吨/年。到2030年，形成较为完备的氢能产业技术创新体系、清洁能源制氢及供应体系，有力支撑碳达峰目标实现。到2035年，形成氢能多元应用生态，可再生能源制氢在终端能源消费中的比例明显提升。

《规划》从国家层面为氢能产业打造顶层设计，首次清晰描述了氢能的战略定位，为中国氢能科技创新和产业高质量发展指明了方向。有利于政府统筹推进氢能产业发展，制定产业发展总体思路、目标定位和任务要求，各地方充分考虑本地区发展基础和条件，在科学论证的基础上，合理布局，共同推动氢能产业健康、有序、可持续发展。

2.3: 地方政府积极推出氢能支持政策

《规划》出台后截止到8月中旬，全国至少有9个省（自治区、直辖市）发布了氢能产业发展规划或“十四五”能源发展规划（表8）。主要包括以长三角（江浙沪）、珠三角（广东）、京津冀（北京）为代表的主要用能区域，以西南（贵州、重庆）、西北（宁夏）为代表的可再生能源供应区域。

其中，主要用能区域着重强调推动以氢燃料电池汽车为代表的氢能交通应用，例如，北京、浙江均明确提及推动氢燃料电池汽车在交通领域的发展。我国氢能产业下游应用目前以氢燃料电池汽车为主，已经在京津冀、上海、广东、河北、河南初步形成五大燃料电池汽车示范城市群。示范城市群受政策驱动积极发展氢燃料汽车产业，并借此带动氢能全产业链布局发展。例如，广东计划加快培育氢气制储、加运、燃料电池电堆、关键零部件和动力系统集成的全产业链；上海重点瞄准氢能冶金、氢混燃气轮机、氢储能等赛道；江苏、浙江则积极探索以风电为主的可再生能源制氢技术。

可再生能源供应区域依托水力、风能、太阳能等资源优势，因地制宜发展可再生能源制氢，例如，宁夏规划到2025年初步建立以可再生能源制氢为主的氢能供应体系。可再生能源供应区域从上游制氢切入，再谋求建立氢能全产业链生态，有利于尽早探索出低成本、可大规模应用的制氢技术路线，并超前布局氢储运等基础设施网络。重庆的氢能产业规划就体现了这一发展思路。

表8 | 近期部分省市发布的氢能发展规划

地区	省市	发布时间	政策文件	主要内容
主要用能区域	辽宁	2022.08	《辽宁省氢能产业发展规划(2021-2025年)》	在氢气制备、氢气储运、燃料电池、氢能应用四方面明确了多项发展重点。 着力构建“一核、一城、五区”的氢能产业空间发展格局，打造大连氢能产业核心区、沈抚示范区氢能产业新城、鞍山燃料电池关键材料产业集聚区等。
	上海	2022.06	《上海市氢能产业发展中长期规划(2022-2035年)》	夯实上海在氢燃料电池、整车制造、检验检测等方面的产业优势。 抢占氢能冶金、氢混燃气轮机、氢储能等未来发展先机。
	江苏	2022.06	《江苏省“十四五”可再生能源发展专项规划》	探索开展规模化可再生能源制氢示范，实现季节性储能和电网调峰，推进化工、交通等重点领域的绿氢替代。 探索开展海上风电柔性直流集中送出、海上风电制氢等前沿技术示范。
	浙江	2022.05	《浙江省能源发展“十四五”规划》	推动氢燃料电池汽车在城市公交、港口、城际物流等领域应用，到2025年规划建设加氢站近50座。 探索应用氢燃料电池热电联供系统。用好全省工业副产氢等资源，探索开展风电、光伏等可再生能源制氢试点。
	广东	2022.04	《广东省能源发展“十四五”规划》	打造氢能产业发展高地。多渠道扩大氢能应用市场，聚焦氢能核心技术研发和先进设备制造，加快培育氢气制储、加运、燃料电池电堆、关键零部件和动力系统集成的全产业链。
	北京	2022.04	《北京市“十四五”时期能源发展规划》	聚焦推动氢能与氢燃料电池全产业链技术进步与产业规模化、商业化发展，加快氢气制备(制造)储运加注、氢燃料电池设备及系统集成等关键技术创新研发。 加快推进氢能基础设施建设和氢燃料电池汽车规模化示范应用。
可再生能源供应区域	贵州	2022.07	《贵州省“十四五”氢能产业发展规划》	“十四五”期末，初步建立氢能全产业链，初步拓展氢能应用场景，为建设西南地区氢能循环经济产业新高地，创造贵州省能源结构转型新增长极筑牢基础。
	重庆	2022.06	《重庆市能源发展“十四五”规划(2021-2025年)》	围绕中国西部(重庆)氢谷、成渝氢走廊建设，稳步提升制氢能力，并探索优化储运方式，适度超前建设加氢基础设施网络。 以两江新区、九龙坡区、西部科学城重庆高新区为龙头，积极打造氢燃料电池及核心零部件产业集群，推动氢气制备、储运、终端供应全产业链发展。 氢能利用示范：建设成渝氢走廊，开展氢能在交通领域示范应用，推广应用氢燃料电池汽车，到2025年规模达到1,500辆，建设多种类型加氢站30座。
	宁夏	2022.05	《宁夏回族自治区氢能产业发展规划(征求意见稿)》	到2025年，形成较为完善的氢能产业发展制度政策环境，产业创新能力显著提高，氢能示范应用取得明显成效，市场竞争力大幅提升，初步建立以可再生能源制氢为主的氢能供应体系。

数据来源：公开资料整理，毕马威分析

自2019年以来，至少有12个省（自治区、直辖市）制定了到2025年的氢能发展量化目标（表9）。和《规划》提出的全国性目标进行对比⁵⁴，仅内蒙古一地规划的可再生能源制氢量便已超过10-20万吨/年，北京、河北、山东、上海四地计划推广燃料电池汽车总量已达4万辆。不难看出，在氢能将迎来广泛应用的确定趋势下，各地对氢能发展普遍持积极态度。一方面，地方政策相较国家层面政策更加具体且有针对性，有利于快速完善从国家到地方各级的氢能政策框架，切实推动各地区氢能产业的发展。但另一方面，政策能有效落地才是关键，当前中国氢能发展尚处于初期阶段，攻克部分关键产业链节点尚需时日，因此各地区应当科学评估当前产业基础、市场空间和发展潜力，制定行之有效的政策规划，响应发改委提出的“严禁各地以建设氢能项目名义‘跑马圈地’、互相攀比”的要求⁵⁵。

表9 | 全国部分省市氢能发展目标

地区	省市区	发布时间	政策文件	氢能发展目标（到2025年）		
				燃料电池汽车（万辆）	加氢站（座）	可再生能源制氢（万吨）
东部	上海	2022.06	《上海市氢能产业发展中长期规划（2022—2035年）》	1.00	70	-
	天津	2022.02	《天津市能源发展“十四五”规划》	0.09	5	-
	北京	2021.08	《北京市氢能产业发展实施方案(2021-2025年)》	1.00	37	-
	河北	2021.07	《河北省氢能产业发展“十四五”规划》	1.00	100	-
	山东	2020.06	《山东省氢能产业中长期发展规划（2020-2030年）》	1.00	100	-
	浙江	2022.05	《浙江省能源发展“十四五”规划》	-	50	-
	广东	2020.09	《广东省培育新能源战略性新兴产业集群行动计划(2021—2025年)》	-	300	-
西部	贵州	2022.07	《贵州省“十四五”氢能产业发展规划》	0.10	15 (含油气氢综合能源站)	-
	重庆	2022.06	《重庆市能源发展“十四五”规划（2021—2025年）》	0.15	30	-
	宁夏	2022.05	《宁夏回族自治区氢能产业发展规划（征求意见稿）》	0.05	10	8
	内蒙古	2022.02	《内蒙古自治区“十四五”氢能发展规划》	0.50	60	48 (氢能供给能力达160万吨/年，绿氢占比超30%)
东北	辽宁	2022.08	《辽宁省氢能产业发展规划(2021-2025年)》	0.20	30	-

数据来源：公开资料整理，毕马威分析

⁵⁴ 到2025年，燃料电池车辆保有量约5万辆，部署建设一批加氢站，可再生能源制氢量达到10-20万吨/年

⁵⁵ 人民网，发改委：严禁各地以建设氢能项目名义“跑马圈地”、互相攀比，2022-3-23，<http://finance.people.com.cn/n1/2022/0323/c1004-32382433.html>

3.3 “以奖代补” 激发创新活力

氢能产业在不同发展阶段存在不同特点，我国的氢能支持政策也在随着行业的发展不断做出调整。在氢能产业发展前期，国家补贴政策聚焦于燃料电池汽车的推广和示范应用。2009年，财政部等发布《节能与新能源汽车示范推广财政补助资金管理暂行办法》，对试点城市示范推广单位购买和使用燃料电池汽车给予补助。2015年《关于2016-2020年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》明确指出“中央财政对购买新能源汽车给予补助，实行普惠制”。2018年，国家进一步调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策，指出“燃料电池汽车补贴力度保持不变，燃料电池乘用车按燃料电池系统的额定功率进行补贴”⁵⁶。此外，加氢站等配套基础设施不健全也成为制约产业发展的重要因素。2019年《关于进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》指出要加大对支持加氢基础设施“短板”建设和配套运营服务等。

在燃料电池汽车补贴方面，近年来国家愈发重视补贴资金的运行效率，2020年9月《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》发布，将对燃料电池汽车的购置补贴政策，调整为燃料电池汽车示范应用支持政策，针对示范期间的城市群，财政部等部门将采取“以奖代补”方式，依据其目标完成情况给予奖励。该政策将推动各地产业互补、企业强强联合，进一步激活产业活力和企业创新力、竞争力，避免企业形成“补贴依赖症”。同年发布的《关于进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》也指出“切实防止重复建设，推动提高产业集中度”，坚决遏制新能源汽车盲目投资等乱象，不断提高产能利用率和产业发展质量。

⁵⁶ 财政部，工业和信息化部等，关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知，2018-2-12，http://jjs.mof.gov.cn/zhengcefagui/201802/t20180213_2815574.htm



国际合作

放眼全球，世界各国（地区）都在积极布局氢能产业，以应对全球气候变化、保障本国能源安全，氢能将成为未来国际合作的重要内容，作为全球氢能产业发展领先国家之一，中国高度重视开展氢能领域的国际合作，积极推动全球氢能产业发展（表10）。

表10 | 中国不断加强氢能国际合作

中日



重点方向

背景：日本寻求在全球范围内构建供应链，中国抓紧攻克氢能关键技术，两国优势互补。

技术合作：在质子交换膜燃料电池，燃料电池系统和车载储氢三大关键技术上，日本技术领先全球，是中国氢能产业技术布局重点。

项目合作：以氢燃料电池汽车项目为主。



近期合作项目

北京2022年冬奥会和冬残奥会期间，丰田向北京奥组委交付2,200余台新能源汽车，其中包括约200台北汽福田氢燃料电池巴士，由丰田与北汽、亿华通合作推出。

中欧



重点方向

背景：中欧在摆脱化石能源依赖、实现大规模绿色制氢等目标方面具有一致性。

技术合作：海上风电、太阳能发电、燃料电池、储能等领域开展技术研发合作，设立或联合成立研发机构。

项目合作：燃气发电、综合能源、海上风电、电力系统灵活性等。



近期合作项目

2022年7月29日，壳牌（中国）宣布与申能集团旗下上海申能能创能源发展有限公司成立合资公司——上海申能壳牌新能源有限公司，双方将通过该合资公司在上海投资建设加氢站网络。该合资公司未来5年内将在上海及长江三角洲地区建成6至10座加氢站，到2030年将打造30座加氢站，每天可以为约3,000辆燃料电池卡车或公交车供应氢气。

H₂

05

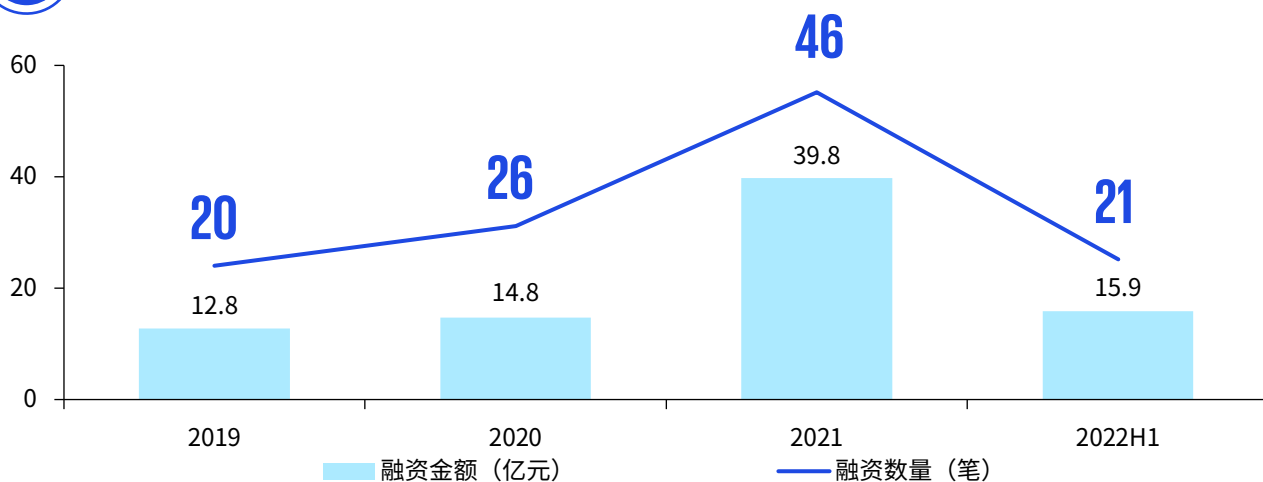
氢能行业融资

在国家氢能政策的支持和引导下，氢能行业发展迅速，各产业链环节均不同程度地受到资本青睐，行业融资持续攀升。

氢能行业股权融资持续升温

根据投中数据，今年上半年，氢能行业股权融资延续去年以来的火热，共发生融资事件21笔，融资金额15.9亿元⁵⁷，融资数量和金额分别比去年同期增加50%和137%（图16）⁵⁸。

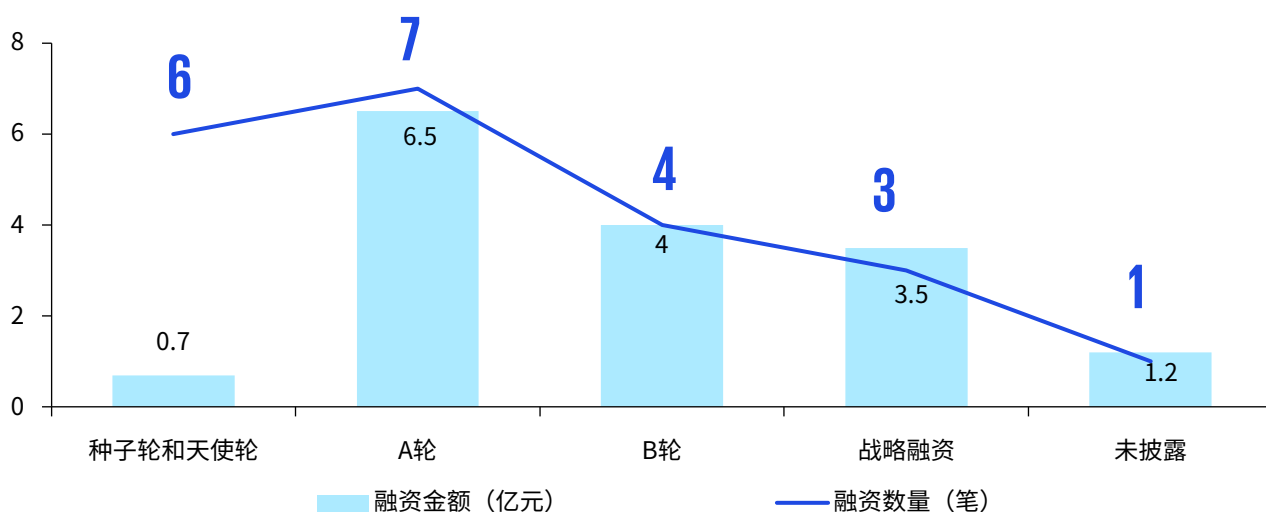
图16 2019-2022年上半年氢能行业股权融资数量和金额



数据来源：投中数据，公开资料，毕马威分析

从融资轮次分布看，由于氢能行业处于起步阶段，氢能企业的融资主要集中在早期轮次，其中A轮无论是数量还是金额都位居前列。从融资数量看，上半年A轮7笔，种子轮和天使轮6笔，B轮4笔，战略融资3笔。从融资金额看，A轮6.5亿元，B轮4亿元，战略融资3.5亿元，种子轮和天使轮0.7亿元（图17）。

图17 2022年上半年氢能行业融资轮次数量和金额



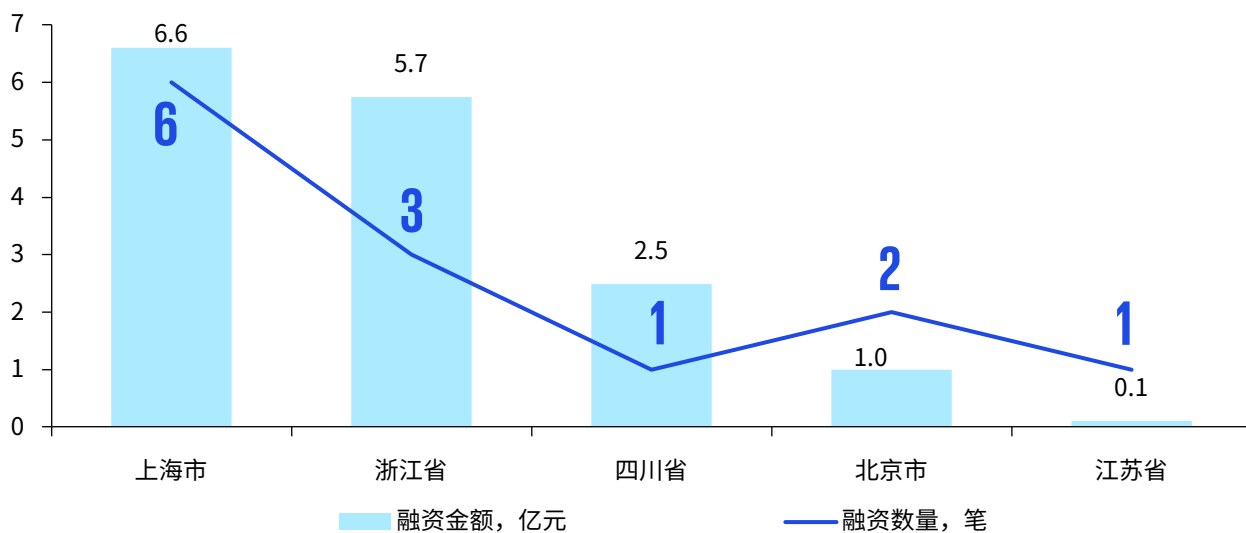
数据来源：投中数据，公开资料，毕马威分析

⁵⁷ 本文的氢能行业融资是指有PE/VC机构参与的一级市场股权融资。

⁵⁸ 由于燃料电池汽车示范政策从2021年8月份开始陆续落地，大量的融资发生在下半年，所以去年上半年融资金额较低，较低的基数拉升了今年上半年融资金额增速。

从地区分布来看，上海、浙江、四川、北京等地氢能企业融资领先其他地区。近年来，这些地区依托自身资源禀赋发布地方氢能发展规划，并先行先试推动氢能及燃料电池产业化进程。其中上海、江苏是国内燃料电池车研发与示范最早的地区，四川是国内可再生能源制氢和燃料电池的核心部件电堆研发的重要地区，北京是较早开展燃料电池电堆和关键零部件研发的地区。经过几年的发展，区域产业集聚效应显著。上半年上海、浙江、四川、北京融资规模分别为6.6亿元、5.7亿元、2.5亿元、1亿元，融资额占上半年氢能行业总融资金额的99%。融资数量上看，上海上半年发生氢能行业融资事件最多，为6笔，浙江和北京紧随其后，分别为3笔和2笔（图18）。

图18 2022年上半年氢能行业融资按地区划分



数据来源：投中数据，公开资料，毕马威分析

燃料电池仍为氢能行业热门赛道，但向上游延伸

从融资企业所在产业链看，上半年氢能企业融资主要集中在产业链中游，燃料电池的研发是投资热点，燃料电池的电堆、系统等高精尖技术备受资本青睐，共14笔（图19）。产业链上游制氢、储氢和加氢环节的投资共5笔，比去年增加4笔，氢能行业融资从扎堆燃料电池向上游产业延伸，投资者更加注重布局氢能全产业链。

图19 2022年上半年氢能融资企业所处产业链



数据来源：投中数据，公开资料，毕马威分析

我国氢能行业处于起步阶段，行业融资以早期轮次为主，融资规模普遍偏小。在实现“双碳”目标的背景下，叠加燃料电池行业经过几年的成长，今年上半年出现一些大额融资项目。其中，骥翀氢能融资5亿元，东方电气（成都）氢燃料电池科技公司融资2.49亿元，氢途科技融资1.24亿元（表11）。大额融资项目的出现为氢能企业发展提供动力，有助于企业进一步发展壮大。

表11 | 2022年上半年氢能企业大于1亿元的融资事件

企业简称	业务描述	交易金额 (亿元)	交易轮次	投资方名称	企业所在地	交易时间
骥翀氢能	燃料电池电堆	5	A	中金汇融 云泽资本 山东江诣创投等	上海市	2022-01
爱德曼	氢燃料电池零部件	4	B+	元禾重元 霍尔果斯华控 北商资本等	浙江省	2022-02
东方氢能	燃料电池电堆	2.49	战略融资	北商资本 广州城发基金 江西大成投资	四川省	2022-05
氢途科技	氢燃料电池的研发	1.24	未披露	中广投资 泰恒投资	浙江省	2022-01
新研氢能	燃料电池研发生产商	1	A	亦庄国投 吉富创投	北京市	2022-06
鲲华科技	燃料电池、储能	1	战略融资	申能能创	上海市	2022-05

数据来源：投中数据，公开资料，毕马威分析

氢能领域国际投资与合作不断加强

随着氢能产业的发展，企业间的国际投资与合作也不断加强。在利用外资方面，我国氢能企业不断加强与技术领先的外资企业合作，设立合资公司深化氢能领域布局。通过设立合资公司，双方可以发挥协同优势，提升合作效率。氢能企业跨境合作主体广泛，国内包括中石化、亿华通等企业，国外主要是美国、日本、欧洲等领先氢能企业（表12）。合作方向从燃料电池向制氢、运氢产业链上游延伸，与氢能企业在国内股权融资市场的产业链分布较为一致。

在对外直接投资方面，我国企业关注通过收购国外先进的氢能技术企业进入氢能产业。例如，潍柴动力通过一系列收购布局燃料电池领域，包括收购巴拉德（加拿大清洁能源燃料电池解决方案提供商）、锡里斯能源（英国氧化物燃料电池技术企业）和ARADEX（德国燃料电池企业）。由于受新冠疫情反复、国内监管部门对企业海外投资加强指导、目的地国家对外商直接投资审批趋紧等因素影响，近两年国内氢能企业海外并购有所放慢。



表12 | 国内氢能企业跨境交易事件

投资方式	公司	投资事件	涉及氢能产业链	时间
境内	液化空气集团	液化空气中国、申能能创能源发展有限公司和上海化工区发展有限公司旗下的化工区投资实业有限公司三方成立合资公司	制氢、运氢	2022
	丰田	丰田和亿华通成立合资公司	燃料电池系统生产和推广	2021
	康明斯	康明斯与中国石化成立康明斯恩泽(广东)氢能源科技有限公司	电解水制氢	2021
	壳牌	与张家口市交通建设投资控股集团有限公司合资成立张家口市交投壳牌新能源有限公司	电解水制氢和加氢	2021
	现代	现代汽车集团与广州市广州开发区政府签订投资合作协议，成立现代汽车氢燃料电池系统(广州)有限公司	燃料电池系统	2021
	博世	博世与商用车制造商庆铃汽车成立合资公司	燃料电池系统	2020
	林德集团	林德集团与冰山集团成立合资公司	加氢	2020
	空气产品公司	诚志股份与空气产品合资成立诚志空气产品(南京)氢能源有限公司	加氢站	2019
境外	威孚高科	控股丹麦IRD燃料电池公司	燃料电池	2019
	潍柴动力	对德国ARADDEX股份有限公司进行战略收购；收购加拿大领先的清洁能源燃料电池解决方案提供商巴拉德；增持英国氧化物燃料电池技术的引领者锡里斯能源	燃料电池	2018 2019

数据来源：公开资料，毕马威分析

06

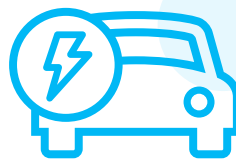
趋势及展望

在政策支持、企业积极参与、投资扩大等有利因素促进下，氢能产业有望呈现出星火燎原之势。展望未来，氢能产业或将呈现三大发展趋势。



氢能有望在交通运输领域率先实现商业化

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、政策支持力度、技术成熟度三方面因素影响。短期内，中国氢能应用的需求增量可能主要来自交通运输领域，氢燃料电池汽车的大规模推广成为关键驱动力。长期来看，工业领域有望成为氢能应用的第一大领域，需求会在政策推动和技术进步下进一步释放。



行业脱碳进程方面

IEA数据显示⁵⁹，2020年中国交通运输部门的二氧化碳排放量约为 9.5 亿吨，占能源体系总排放量的比重约为9%，仅次于燃煤发电和供热（约50%）、工业（36%）。



其中，用于货运和旅客出行的道路机动车，占交通运输排放总量的80%以上，利用氢燃料电池汽车取代此类长距离重载商用车具有较强的经济性，有助于快速推进交通运输行业脱碳。

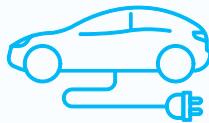
政策支持力度方面



各级政府纷纷将氢能产业发展的重点放在了氢燃料电池汽车相关领域，尤其是在财政方面，国家逐步将新能源汽车的补贴重心转移至氢燃料电池汽车领域，随着五大示范应用城市群项目启动，氢燃料电池汽车有望加大量产。

技术成熟度方面

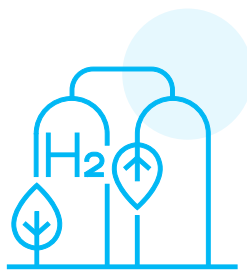
根据IEA评估，交通领域的燃料电池技术基本已进入市场采用阶段，有望比工业领域的低碳氢能技术更早实现大规模部署。



⁵⁹ IEA, 中国能源体系碳中和路线图, 2021-10

绿色制氢、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

随着下游应用需求不断释放，已有超过三分之一的央企在制定包括制氢、储氢、加氢、用氢等全产业链的布局⁶⁰。例如，中石化设定目标“建设中国第一大氢能公司”，大力布局氢能全产业链；中石油基于油气储运零售终端建设和运营基础，布局加氢站建设及运营；国家电投、东方电气等重点布局燃料电池核心材料及关键部件。央企入局能产生强有力带动作用，预计资本市场对氢能关注度将持续升温，投资者重点关注绿色制氢、氢燃料电池关键材料、加氢站设备国产化等赛道，推动我国氢能科技迭代创新。

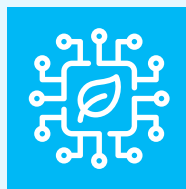


氢能产业链细分赛道前景分析

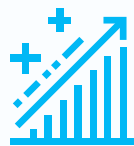
在**氢燃料电池电堆与关键材料、动力系统与核心部件、整车集成**等环节，中国企业实力已接近国际先进水平。

不过，在**质子交换膜等原材料、加氢站设备国产化**等方面，中国氢能发展仍存在明显短板。

在这些领域拥有核心技术，并拥有优质客户资源的企业，有望获得资本青睐。此类企业在细分领域具有一定先发优势，可以在产业层面的低成本制氢技术路线确立后，快速获取商业订单，获得快速增长。



在**下游**应用环节，氢燃料电池汽车应用市场规模增长动力充足，投资者仍会重点关注，并提前寻找发力货运等长途重载类应用场景的优质标的。



在**中上游**加氢站、氢储运等基础设施建设领域，投资规模大、周期长，前期主要依靠大型能源、化工类央企投资布局，小型机构投资者态度较为谨慎。



⁶⁰ 中国政府网，国务院新闻办就2021年上半年中央企业经济运行情况举行发布会，2021-7-18，http://www.gov.cn/xinwen/2021-07/18/content_5625983.htm

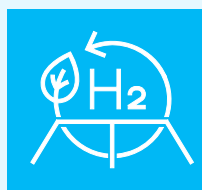
氢能区域产业布局快速形成

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。



区域性氢能产业生态初步形成

以上海和江苏为代表的长三角地区、以广州和佛山为代表的珠三角地区、以北京和山东为代表的京津鲁豫地区，以内蒙古等地为代表的西北地区、以川渝、云南为代表的西南地区，已初步形成氢能产业生态。

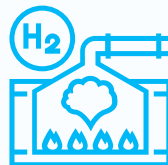


长三角地区辐射城市数量最多，区域内高校集聚，研发实力强劲，燃料电池汽车研发与示范经验丰富，氢能产业总体实力雄厚。



珠三角地区主要包括佛山、广州、深圳三大氢燃料电池汽车创新核心区，加氢站网络规划领先全国，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、西南地区是主要氢能供给区，是国内可再生能源制氢和燃料电池电堆研发的重要地区，担负着实现大规模低成本制氢、推进可再生能源制氢与氢储能融合发展、保障国家能源供应安全的重要任务。

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，除了制氢、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。

联系我们



蔡忠铨

能源及天然资源行业主管合伙人
毕马威中国
邮箱: alex.choi@kpmg.com
电话: 010-8508 5502



林伟

环境、社会和治理主管合伙人
毕马威中国
邮箱: wei.lin@kpmg.com
电话: 021-2212 3508



沈莹

气候变化和可持续发展服务主管合伙人
毕马威中国
邮箱: daisy.shen@kpmg.com
电话: 010-8508 5819



李晶

交易战略与并购融资合伙人
毕马威中国
邮箱: jing.j.li@kpmg.com
电话: 010-2212 3252



谢忆佳

能源及天然资源行业税务合伙人
毕马威中国
邮箱: jessica.xie@kpmg.com
电话: 010-8508 7540



付强

电力及公共事业行业主管合伙人
毕马威中国
邮箱: oliver.fu@kpmg.com
电话: 010-8508 5625



胡颖华

环境、社会和治理服务合伙人
毕马威中国
邮箱: cherry.yh.hu@kpmg.com
电话: 898-6525 3090



康勇

首席经济学家
毕马威中国
邮箱: k.kang@kpmg.com
电话: 010-8508 7198

研究团队: 王薇、马曼、程苑芬、齐宇 (实习生)
报告设计: 梁晓榆

关于毕马威中国

毕马威中国在三十个城市设有办事机构，合伙人及员工超过14,000名，分布在北京、长春、长沙、成都、重庆、大连、东莞、佛山、福州、广州、海口、杭州、合肥、济南、南京、南通、宁波、青岛、上海、沈阳、深圳、苏州、太原、天津、武汉、厦门、西安、郑州、香港特别行政区和澳门特别行政区。在这些办事机构紧密合作下，毕马威中国能够高效和迅速地调动各方面的资源，为客户提供高质量的服务。

毕马威是一个由独立的专业成员所组成的全球性组织。毕马威成员所遍布全球144个国家及地区，拥有超过236,000名专业人员，提供审计、税务和咨询等专业服务。各成员所均为各自独立的法律主体，其对自身描述亦是如此。毕马威国际有限公司是一家英国私营担保有限公司。毕马威国际有限公司及其关联实体不提供任何客户服务。

1992年，毕马威在中国内地成为首家获准中外合作开业的国际会计师事务所。2012年8月1日，毕马威成为四大会计师事务所之中首家从中外合作制转为特殊普通合伙的事务所。毕马威香港的成立更早在1945年。率先打入市场的先机以及对质量的不懈追求，使我们积累了丰富的行业经验，中国多家知名企业长期聘请毕马威提供广泛领域的专业服务（包括审计、税务和咨询），也反映了毕马威的领导地位。

kpmg.com/cn/socialmedia



如需获取毕马威中国各办公室信息，请扫描二维码或登陆我们的网站：
<https://home.kpmg.com/cn/en/home/about/offices.html>

本刊物所载资料仅供一般参考用，并非针对任何个人或团体的个别情况而提供。虽然本所已致力提供准确和及时的数据，但本所不能保证这些数据在阁下收取本刊物时或日后仍然准确。任何人士不应在没有详细考虑相关的情况及获取适当的专业意见下依据本刊物所载资料行事。

© 2022 毕马威华振会计师事务所（特殊普通合伙）— 中国合伙制会计师事务所、毕马威企业咨询（中国）有限公司 — 中国有限责任公司、毕马威会计师事务所 — 澳门合伙制事务所及毕马威会计师事务所 — 香港合伙制事务所，均是与英国私营担保有限公司 — 毕马威国际有限公司相关联的独立成员所全球性组织中的成员。版权所有，不得转载。在中国印刷。

毕马威的名称和标识均为毕马威全球性组织中的独立成员所经许可后使用的商标。

二零二二年九月印刷