

氢能产业战略机遇洞察报告

君百略咨询公司战略咨询团队研发

2023年11月

目录

前言	1
一、 大势所趋	2
1. 全球变暖	2
2. 能源革命	3
3. 中国承诺	5
二、 点状突破	6
1. 总体	6
2. 制氢	9
3. 储运	11
4. 加注	13
5. 应用	15
三、 未来可期	16
1. 挑战	16
2. 突破	17
3. 展望	19
结语	21

氢能产业战略机遇洞察报告

前言

能源是人类社会赖以生存和发展的生命线，是经济社会持续健康发展的基础保障。自2021年夏季以来，伴随着全球主要国家新冠疫情封锁的逐步解除，全球经济复苏预期使得全球能源价格大幅上涨。俄乌冲突打乱了国际能源供给格局，进一步加剧了能源短缺和能源价格上涨。频发的地缘政治事件使得能源安全问题凸显，如何降低能源的外部依赖，成为各国经济社会发展所必须直面的重要议题。

此外，巴黎协定以来，各国政府的脱碳计划与行动持续推进，各国能源转型政策也在向有利于能源低碳转型的方向调整。但截止目前，全球二氧化碳排放量持续增加。2022年，全球化石能源碳排放甚至创下历史新高。要实现巴黎协定的既定目标、应对全球变暖，全球能源体系必须进一步多元化，且不可避免地朝更可持续的能源系统进行过渡升级。

氢能作为一种来源丰富、绿色低碳且可广泛应用的本地非化石能源，将在未来的能源体系中扮演举足轻重的作用。2016年以来，我国政府先后颁布《能源技术革命创新行动计划（2016-2030）》、《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》、《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》等政策，为氢能在国内的发展，奠定了政策基调并指明了发展方向。

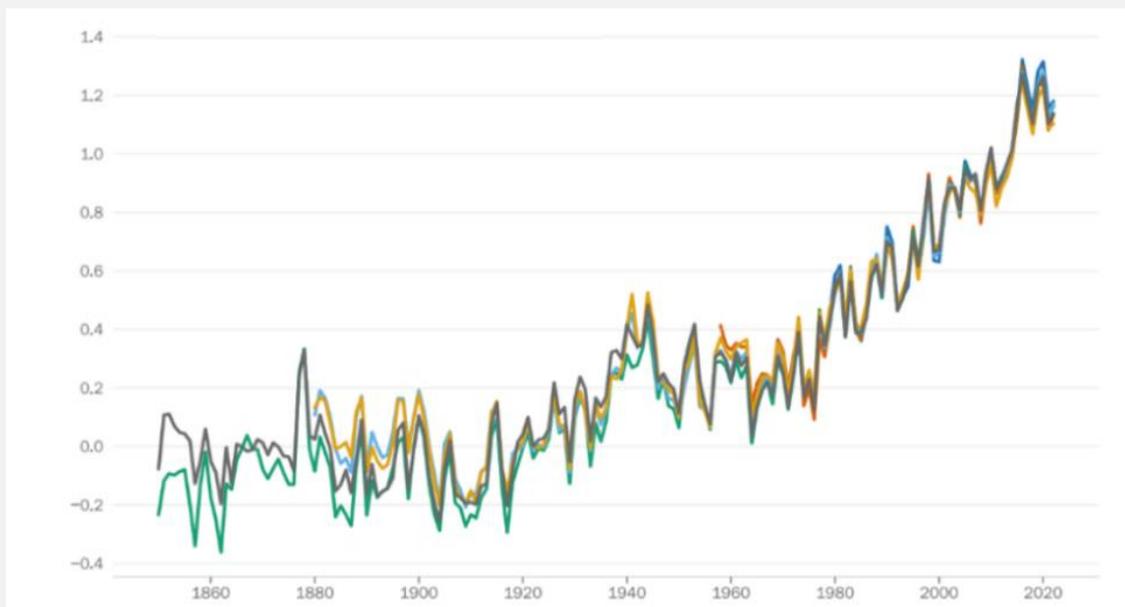
本报告主要从技术、竞争维度的战略视角入手，重点对氢能产业的发展现状进行了分析，并对氢能产业的发展趋势进行了探讨和展望。

一、大势所趋

1. 全球变暖

应对全球气候变暖，已成为全人类的当务之急。第二次工业革命以来，随着石油、天然气等化石能源的大规模使用，二氧化碳等温室气体排放量的不断升高，全球平均气温显著上升。2022年全球平均温度较1850-1900年的平均温度高约1.15摄氏度¹，2023年7月，全球更是经历了有记录以来的最炎热月份，中国、欧洲、美国等全球多地经历了热浪、干旱、风暴和洪水等极端天气。

图1：第二次工业革命以来全球气温变化趋势



资料来源：WMO, 君百略咨询

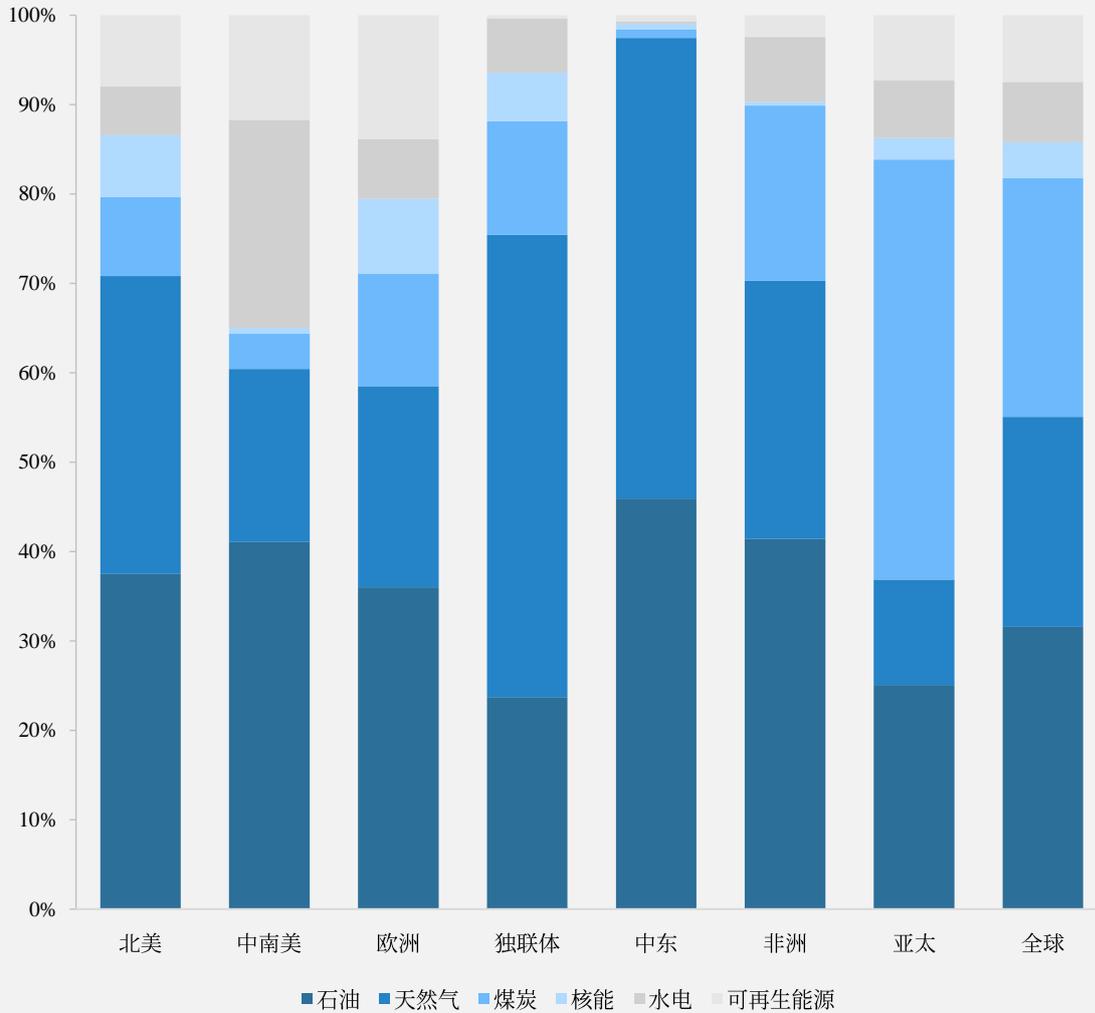
应对全球变暖，能源结构转型势在必行，氢能成重要方向。当前全球能源结构中，化石能源仍占主导，以2022年为例，石油、天然气、煤炭分别占31.57%、23.49%和26.73%，合计占比达81.79%。²而以氢能为代表的可再生能源具有清洁低碳、来源广泛、能效较高以及应用场景丰富等优势，逐渐成为全球能源转型的主要途径。据欧洲能源过渡委员会（ETC）预测，预计到2050年，全球每年将需要5-8亿吨清洁氢，约是当前氢气消耗量的5-7倍。³

¹ WMO: 《WMO Provisional State of the Global Climate 2022》

² 英国能源研究院: 《世界能源统计年鉴 2023》

³ 欧洲能源过渡委员会——《Making the Hydrogen Economy Possible : Accelerating clean hydrogen in an electrified economy》

图 2：全球能源消费结构



资料来源: WMO, 君百略咨询

2. 能源革命

发展氢能产业是人类第四次能源革命的必由之路。能源进化的本质规律遵循从低效到高效、从低密度到高密度、从低储量到高储量，以及从单一主导到多元集成的轨迹。⁴纵观人类能源发展史，每一次能源变革都向着能量密度高、环保、可再生型方向转变。而氢气分子量小，但比热容高，相同条件下较其他能源能够释放出更多的能量，且氢气可由水分解得到，燃烧后只生成水，可实现零碳排放，具有清洁环保、可再生的优势。

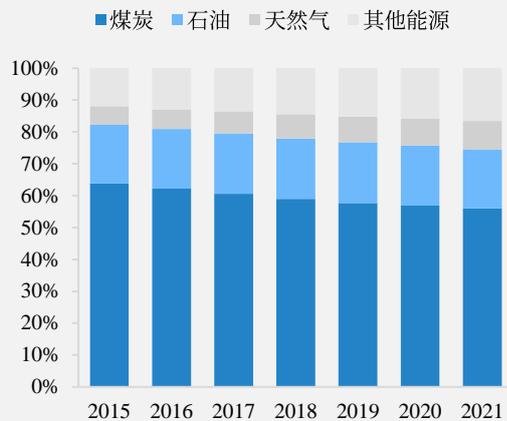
⁴ 张然博士：《全球氢能产业发展的现状与趋势》

图 3：四次能源革命特点



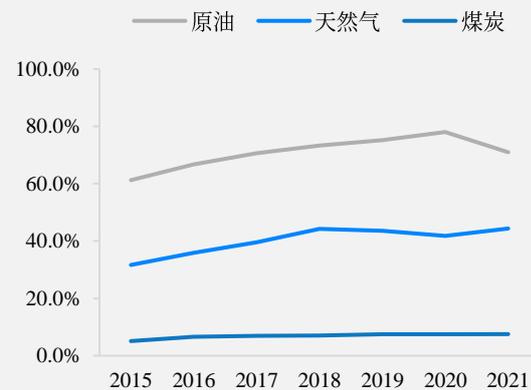
加快氢能产业发展是助力我国进行能源革命、实现双碳目标、保障能源安全的重要途径。在能源革命的大背景下，目前，受到我国“富煤、贫油、少气”资源禀赋的影响，我国能源结构仍呈现出以煤为主、石油及天然气等其他能源为辅的能源消费结构特征，煤炭和石油消费总量占比在70%以上，是我国碳排放的主要来源。此外，我国油气资源对外依存度高企，易受到国际局势影响。随着全球经济的持续低迷、国际局势的日益紧张，以及气候问题的日益严峻，氢能等本地非化石能源的发展越来越成为我国保障能源安全、促进经济可持续发展、实现双碳目标的重要突破口。

图 4：2015-2021 年中国能源消费结构



资料来源：《中国统计年鉴 2022》，君百略咨询

图 5：2015-2021 年中国主要能源对外依存度



资料来源：《中国能源统计年鉴 2022》，君百略咨询

3. 中国承诺

中国承诺将在更短周期内完成碳达峰、碳中和目标。截止2023年9月，全球已有151个国家做出了碳中和承诺⁵。欧美日等发达国家承诺将于2050年实现碳中和，中国则承诺于2030年实现碳达峰、2060年实现碳中和。相比之下，我国碳中和目标虽晚于欧美日等发达国家，但从碳达峰到碳中和的缓冲时间却远低于大多数国家的50-60年的时间周期，这无形中给作为经济大国、产业结构仍旧偏重的中国的减碳目标，带来不小压力。

表 1：全球主要国家碳达峰、碳中和时间或目标

国家	完成工业化时间	碳达峰时间	碳中和时间	碳达峰-碳中和缓冲时间
欧盟	1760-1850 (90 年)	1990	2050	60 年
美国	1810-1920 (110 年)	2007	2050	43 年
日本	1880-1972 (92 年)	2013	2050	37 年
韩国	1960-1995 (35 年)	2013	2050	37 年
中国	1953- (尚未完成)	2030	2060	30 年
印度	1947 年- (尚未完成)	/	2070	/
俄罗斯	1927-1937 (10 年)	/	2060	/

资料来源：可持续准则研究中心，虎扑，君百略咨询

5 清华大学碳中和研究院《2023 全球碳中和年度进展报告》

“双碳”目标的大背景下，加速氢能等清洁能源发展刻不容缓。实现碳达峰、碳中和目标，中国面临巨大压力：一是当前能源结构仍以煤炭为主，转型任务重；二是能源效率较低，单位能耗产生的GDP与美国（2738亿美元）、日本（2384亿美元）、德国（3219亿美元）、英国等国（4275亿美元）仍有较大差距（中国为1148亿美元）⁶；三是高效的碳市场交易机制尚未确立，2022年全国碳交易仅0.51亿吨，全国及各省并未确定碳配额分配和降碳计划。而发展以氢能为代表的清洁能源产业，不仅能够改善我国能源结构，还有助于提升能源使用效率，助力我国实现“3060”双碳目标。

总之，发展氢能，已成全球共识，全球已有40多个国家和地区公布了各自的氢能发展战略⁷。而中国，由于经济体系庞大、产业结构偏重，从碳达峰到碳中和的时间仅30年，远低于国际上其他国家的50-60年的时间周期，因此，我国减碳的任务和压力更重，对绿色能源的需求更为迫切。氢能将与风力、太阳能等可再生能源一道，加速替代传统化石能源，这将是大势所趋。

二、点状拓展

1. 总体

按照产业生命周期理论，产业的发展通常包括初创（即导入）、成长、成熟和衰退四个基本阶段。

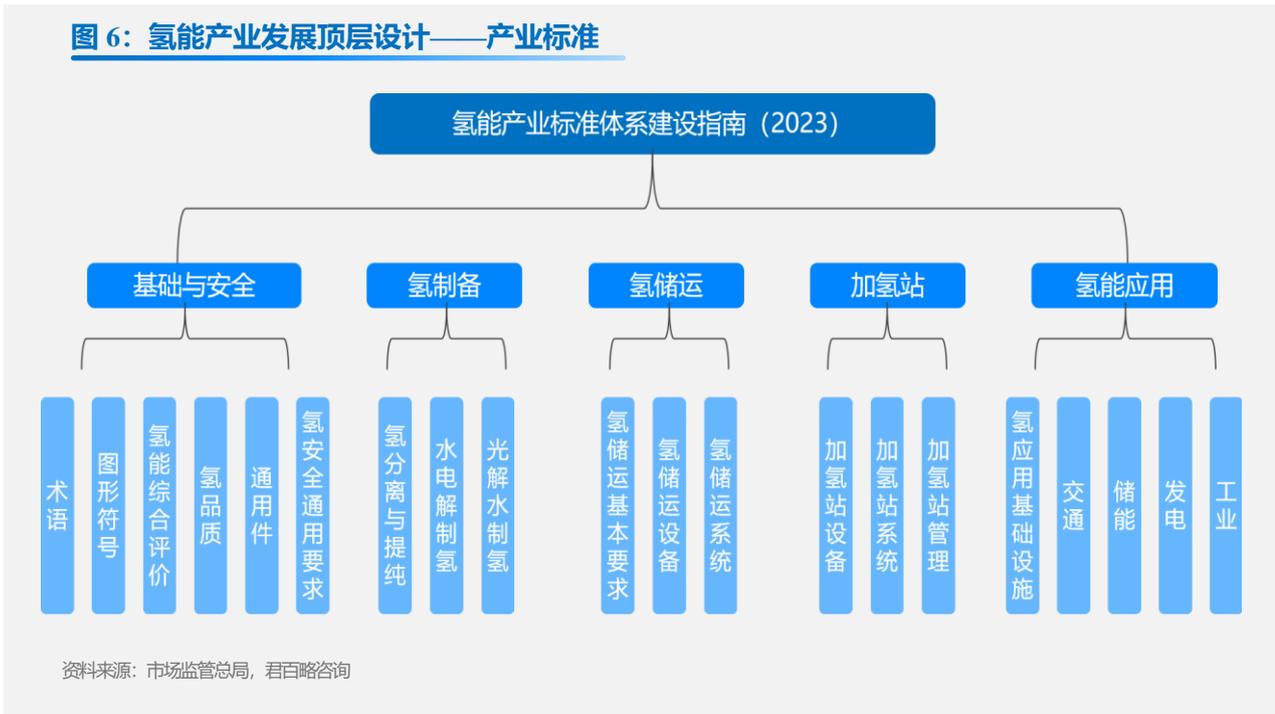
结合产业环境（政策、技术等）、产业供给端（成本、配套、商业模式等）情况、产业需求情况、产业应用情况等要素综合来看，目前，国内的氢能产业整体上还处于第一阶段，即初创期，主要依靠政策驱动，且以项目示范为主，产业发展的“iPhone时刻”尚未到来。

● **产业环境基本具备。**从政策层面来看，伴随着中央对氢能产业能源属性的确立、氢能发展目标及重点任务的明确以及氢能产业标准体系建设指南的正式公布，氢能产业规模化发展顶层设计已然构建完成。与此同时，包括示范城市群在内的各地方政府也积极响应，出台了对于氢能产业的地方产业发展规划与支持政策。以河北省为例，允许在非化工园区开展绿氢制氢、制加一体的氢能项目，这为氢能产业的具体落地做了进一步“松绑”。技术层面，虽与国外存在技术路线差异，在质子交换膜、催化剂、碳纤维、真空泵等关键环节仍旧存在“卡脖子”问题，但国内整体已具备一定的技术储备，且目前在煤制氢、碱性电解水制氢、固态储氢等环节，已领先于国际水平。

⁶ 《BP 世界能源统计年鉴 2022》

⁷ 国研网：国际氢能战略与专利分析 (drcnet.com.cn)

图 6: 氢能产业发展顶层设计——产业标准

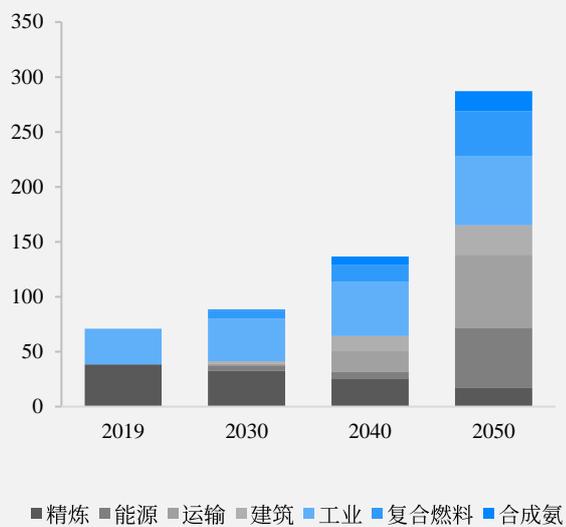


● **产业供给仍待突破。**氢能作为替代能源，其规模化应用的关键是成本的下降。当前，氢能产业各环节依旧成本高企。以终端应用为例，氢燃料电池重卡的补贴前售价在130万以上甚至更高，分别是同重量级别燃油车、电动重卡的3倍、近2倍之多。加氢站的补贴前氢气价格整体约50-60元/Kg，即使考虑补贴，大多数也都在30元/Kg以上，成本仍旧偏高，距离20-30元/Kg的有竞争力的经济性价格区间仍旧有不小差距。由于受到成本、配套等方面的制约，当前国内氢能产业的应用项目多以局部环节或地区的探索、示范为主，规模化、市场化的闭环商业模式尚未形成。

● **产业需求尚未激活。**由于成本高企、储运及加氢站等配套设施不完善，除工业副产氢驱动的极个别场景外，在氢燃料电池汽车、氢气制取等众多环节，即使依托政府补贴，当前氢能相较于传统燃油、锂电等能源仍不具备足够的成本竞争力；加之氢能作为新兴事物，其产品的可靠性、耐久性尚未得到规模验证，需求端的应用动力不足。

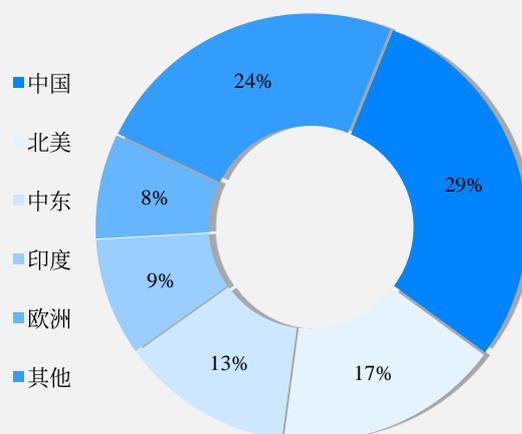
● **产业应用场景受限。**受技术成熟度（TRL）、成本、配套等因素的影响，氢能当前的应用场景相对有限。交通领域，主要以道路交通为主，且主要以重卡为突破口，家用氢燃料电池汽车在国内暂不具备竞争力。工业领域，以氢冶金、绿色化工（如绿氢制甲醇、绿氢合成氨等）为主要探索方向，由于涉及工艺流程的改造、绿氢与化工产品的技术耦合等诸多问题，应用还比较有限。其他如氢发电、热电联供等领域，同样处于零星示范阶段。

图 7：全球氢需求展望（单位：百万吨）



资料来源：IEA, 君百略咨询

图 8：2022 年全球氢气使用情况



资料来源：IEA, 君百略咨询

2. 制氢

从技术角度来看，我国当前以灰氢为主，形成了化石能源制氢+工业副产氢为主的基本格局，蓝氢简短过渡，绿氢正在发力，其余制氢方式多在实验室阶段。

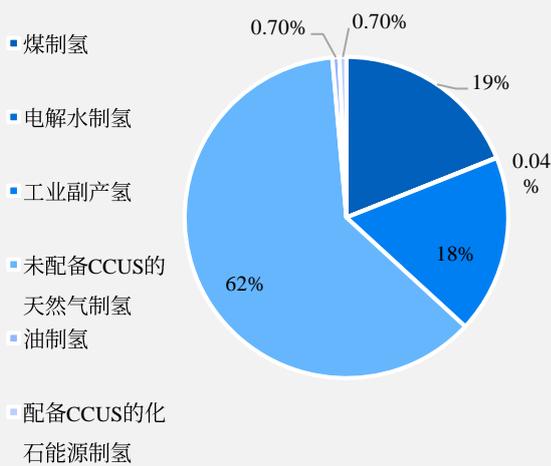
表 2：不同制氢方式碳排放强度

制氢方式	碳排放强度 (Kg CO ₂ /Kg H ₂)
煤制氢 (灰氢)	22-35
天然气制氢 (灰氢)	10-16
石油制氢 (灰氢)	12
煤制氢+CCUS (蓝氢)	3-5
天然气+CCUS (蓝氢)	1.5-2.4
可再生能源电解水制氢 (绿氢)	<0.5
上网电力电解水制氢	33-43

资料来源：《氢能百科》，君百略咨询

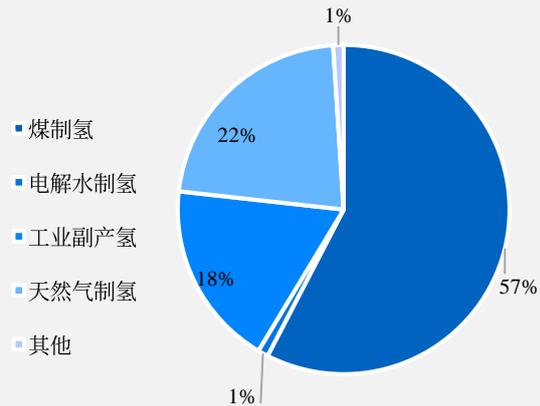
● 与国外以天然气制氢为主的格局不同的是，受我国“多煤少气”的能源格局的影响，当前我国主要以煤制氢为主，兼有工业副产氢，其他方式占比不高。

图 9：2021 年全球制氢来源结构



资料来源：国际能源署《全球氢能回顾 2023》、君百略咨询

图 10：2021 年中国制氢来源结构



资料来源：中国氢能联盟研究院、君百略咨询

● 灰氢+CCUS技术虽可降低化石能源制氢过程中的碳排放，但同时提高了制氢成本，加之绿氢技术发展迅速，蓝氢大概率仅是少数企业、某一时段的过渡路线。

● 绿氢由于是通过与风、太阳能等可再生能源进行电解制氢，碳排放极低甚至零碳，且具备规模化制氢的潜力，是当前制氢设备市场的主要发力点，目前绿氢占比虽仅3%左右，但未来将逐步替代灰氢、蓝氢，成为主流制氢路线，潜力巨大。不同于国外以PEM制氢为主，国内目前主要是碱性电解水制氢（ALK）路线，PEM制氢受制于初始投资成本高企、技术尚不成熟的影响，正在缓慢起量，AEM等其他方式，仍处于实验室阶段。

表 3：不同制氢方式成本比较

制氢方式		原料价格	制氢成本（元/kg）			优点	缺点	测算标准
			下限	上限	中值			
化石能源制氢 (灰氢)	煤制氢	600-1200元/吨	9.3	14.4	11.9	煤炭资源丰富且廉价 商业模式成熟	碳排放量较高	5500 大卡煤价
	煤制氢+CCUS (蓝氢)	600-1200元/吨	16.6	21.7	19.2	较煤制氢碳排放低	捕集成本较高	5500 大卡煤价
	天然气制氢	2.5-5元/Nm ³	19.5	33.1	26.3	生产效率高，耗水量少，成本较低	天然气储量有限 碳排放高	
工业副产氢（灰氢）		600-1200元/吨	16.5	28.7	22.6	产量充足 短期供应潜力大	受地区资源禀赋限制	以焦炉煤气副产氢为例
电解水制氢 (绿氢)	碱性电解水	0.1-0.6元/kwh	9.9	40.5	25.2	碳排放量极少	成本相对高昂	电解槽价格 1000 万元/台， 年利用 4000h
	PEM 电解水		20.6	51.2	35.9			电解槽价格 5000 万元/台， 年利用 4000h

资料来源：中国电动汽车百人会，中国氢能联盟，碳交易网等，君百略咨询

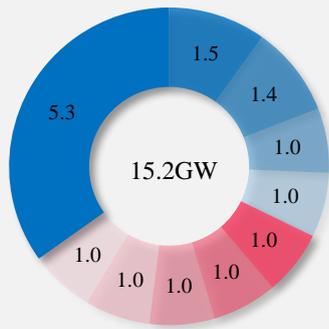
从市场竞争角度来看，制氢作为产业链的技术制高点和价值源头，是现阶段产业布局的重中之重，但格局未定。

- 制氢市场，由于目前以化石能源、工业副产氢为主，产能分散于各能源化工类企业，未来随着制氢方式内部的结构变化，制氢市场格局将趋于集中。

- 制氢设备市场，碱性电解槽，技术比较成熟，起量较快，市场集中度较高，但未来仍将存变。PEM电解槽，由于国内技术落后于国外，且技术壁垒高、落地项目占比偏少，目前参与者相对较少，格局尚不明朗。

图 11: 2022 年全球碱性电解槽市场格局

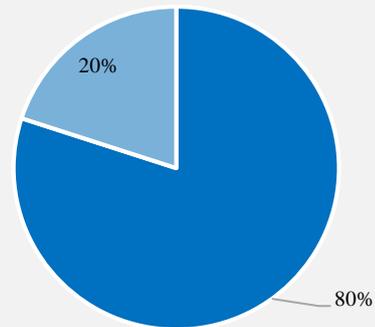
- 隆基绿能
- 派瑞电器
- 考克利尔
- 蒂森克虏伯
- 山东奥扬
- 阳光电源
- 普拉格能源
- ITM Power
- Ohmium
- 其他



资料来源: BloombergNEF, 隆基绿能, 君百略咨询

图 12: 中国碱性电解槽市场格局

- CR3
- 其他



资料来源: 资料来源: 中氢互联, 君百略咨询

Top 3: 隆基绿能, 中船派瑞氢能, 苏州竞立

3. 储运

从技术角度来看，我国目前以高压气运为主，管道输氢正处于示范探索阶段，液态、固态储运方式尚未铺开。有机液态储氢、固态储氢方面，国内国外均处于研发阶段，尚不具备应用条件。国内的低温液态储氢主要应用于非民用领域，民用领域相关技术标准虽已确立，但实际应用有待逐步拓展。

- 高压气运是当前的主流储运方式，但存在运输半径小、储运效率低、成本高、安全性较差等诸多问题，成本对距离敏感，适合200-300公里左右的小规模、短途运输。

- 管道输氢可大规模高效输氢，目前存在掺氢、纯氢两条技术路线，国内目前正在尝试掺氢比例的研究以及下游场景的技术验证。

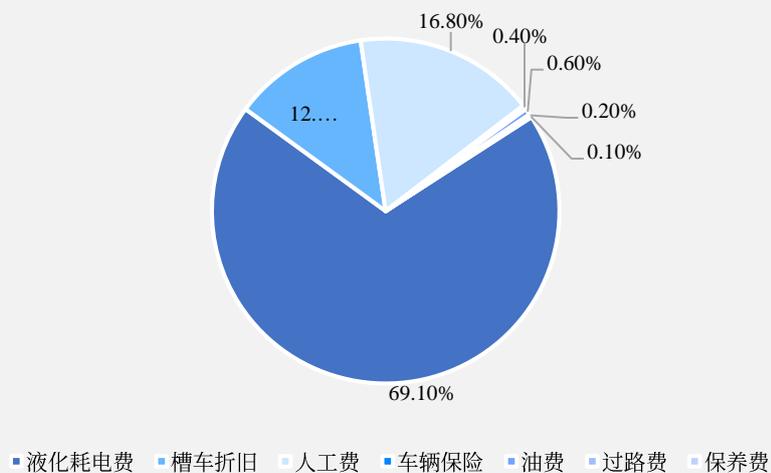
图 13：“西氢东送”管道布局



资料来源：中国石化，阿里云，君百略咨询

- 低温液态储氢适用于500公里左右的中长距离运输，但需要先将氢气在常压下冷却到-253℃才能液化，液化能耗成本占比高，其他成本对距离不敏感。

图 14：低温液氢运输成本构成



资料来源：EVtank, CNKI, 君百略咨询

- 有机液态、固态储氢目前尚处于研发阶段，国内有个别示范项目已在探索，但仍旧偏早期。

从市场竞争角度来看，储运环节当前主要是车载储氢瓶市场起量较快，进入壁垒高，市场格局已初步显现。固定式储氢容器市场，格局尚不明朗。

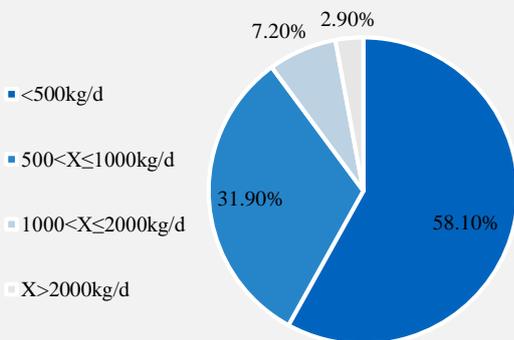
- 移动场景下的车载储氢瓶市场，由于同时涉及材料、工艺、特种装备准入等多个环节，进入壁垒高，目前，以中集安瑞科、国富氢能、京城股份、中材科技等为代表的头部企业，市场占有率高。

- 固定场景下的固定式储氢容器市场，鉴于早期加氢站未设储氢容器而进行直充的缘故，固定式储氢容器市场迟迟未能启动。而随着产业不断发展，基于总成本的考量，新投建加氢站大多都会配备储氢容器，以降低整体能耗、延长压缩机寿命，缩短加注时间。当前国内市场以中集安瑞科、浙江蓝能、东方锅炉等企业为代表，竞争格局尚未确立。

4. 加注

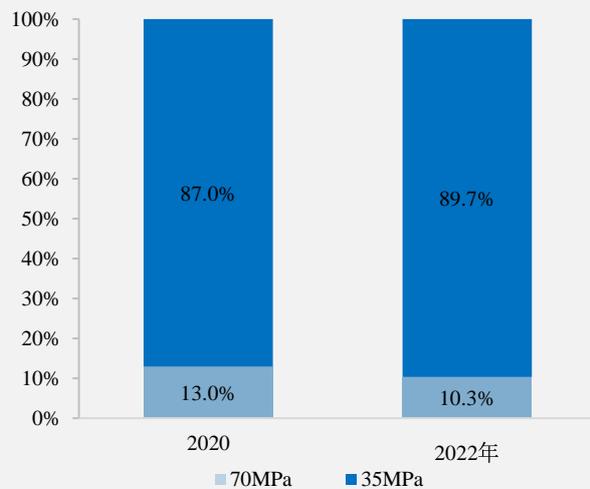
从技术角度来看，与国外高压气态加氢站+液氢加氢站并行的情形不同的是，国内主要是高压气态加氢站，且加注压力以35MPa为主，70Mpa加注压力的加氢站占比较少。从加注设备来看，由于起步晚，压缩机等关键设备仍旧主要依赖进口，正在加速国产化。

图 15: 中国在营加氢站加注能力分布



资料来源: EVtank, CNKI, 君百略咨询

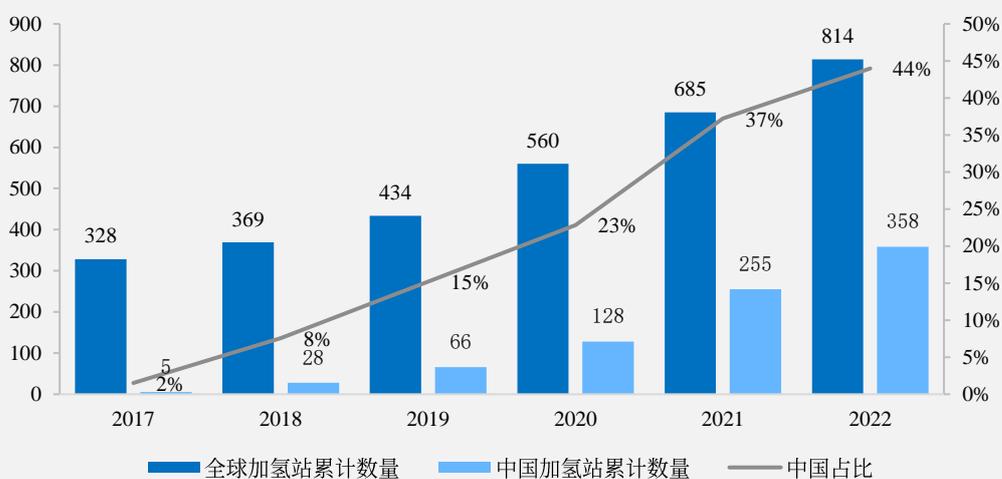
图 16: 中国在营加氢站加注压力分布



从市场竞争角度来看，加注站建设与运营市场，由于贴近应用端，进入壁垒不高，且各地政策存在差异，使得玩家类型众多、市场相对分散、市场集中度不高；加氢设备市场，市场目前高度集中。

- 加注站建设与运营市场，据GGII统计数据显示，截至2022年底，我国已建成加氢站共358座，以中石化、厚普股份等企业为代表。

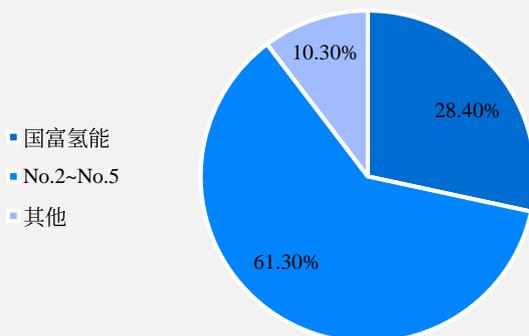
图 17: 2017-2022 年全球及中国累计已投建加氢站数量 (单位: 座)



资料来源: H2stations.org by LBST, 氢能联盟, GGII, 君百略咨询

- 加氢设备市场，集成商模式下，市场集中度高，以国富氢能、舜华新能源、海德利森等为代表，CR5达70%-90%。

图 18: 2021 年中国加氢站设备集成商市场份额



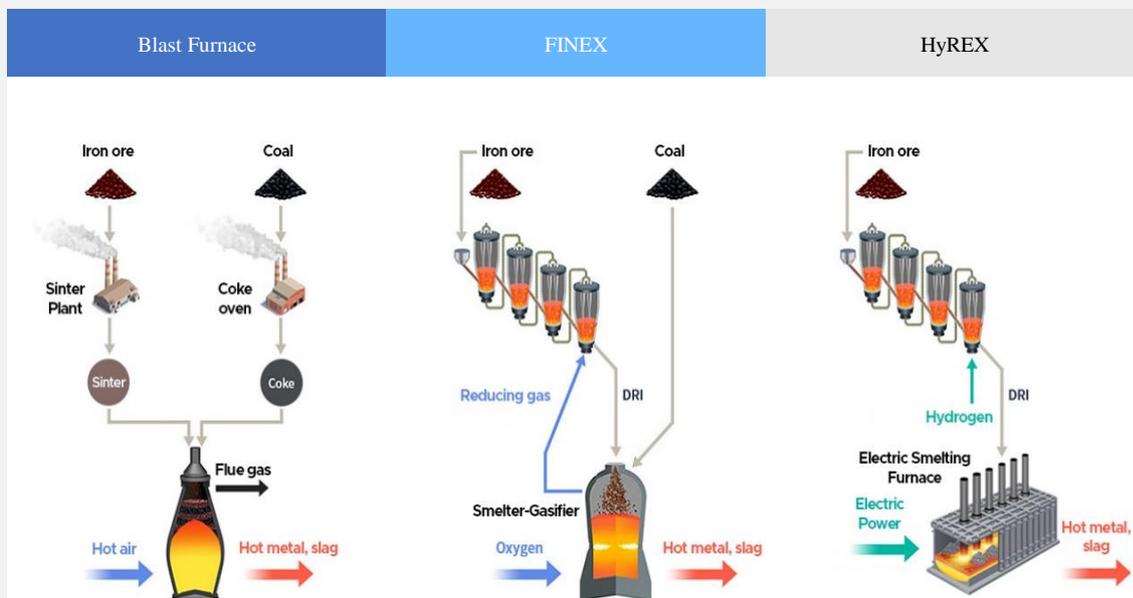
资料来源: GGII, 君百略咨询

5. 应用

氢能产业下游应用场景广泛，当前主要在工业、交通领域，而在分布式发电、热电联供等领域仍然处于探索阶段。

- **工业领域**，目前主要集中在**氢冶金、绿色化工领域**。工业领域是我国的第二大碳排放部门，受国家节能减排、环保管控政策持续收紧的影响，工业领域节能降碳需求持续显现。氢气不仅能够作为**高品质热源**，以**燃料形式来替代化石能源**，还可以以**工业原料的形式替代化石能源**。以氢冶金为例，2022年，工信部等几部委联合发布《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》，提出将制定氢冶金行动方案，加快推进低碳冶炼技术研发应用。在氢冶金项目实际落地中，当前主要有传统改造、新型化工两种模式。以新型化工模式为例，在氢冶金过程中，氢气作为还原剂，与铁矿石直接进行化学反应，将铁矿石中的氧化铁还原成单质铁——直接还原铁（DRI），再进入电炉炼钢，省去了高炉等流程，改变了传统铁矿石与焦炭反应的“高炉+转炉”的长流程炼钢模式。当前，中国宝武、河钢集团等头部钢铁企业正在积极进行氢冶金项目示范。此外，石油精炼目前应用已相对成熟，而绿氢制甲醇、绿氨等方向，还在进行积极的技术探索和商业模式尝试。

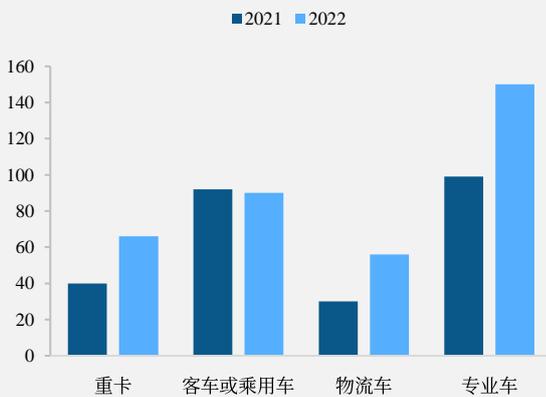
图 19：炼钢工艺对比



资料来源：POSCO，君百略咨询

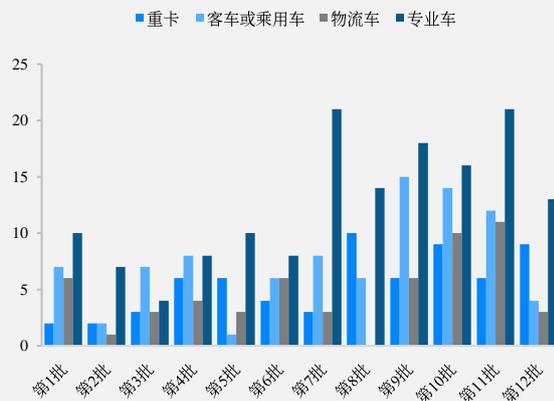
● **交通领域，受益于政策驱动，目前主要在道路交通领域进行推广应用。**我国交通领域碳排放约占我国碳排放总量的10%，是仅次于电力、工业领域的第三高碳排放部门，且其中八成集中于道路交通领域，以重卡碳排放占比最高（近50%）。2021年9月，“示范城市群”政策推行以来，我国氢能汽车销量开始快速增长。据香橙会氢能数据库统计，2018年—2022年，我国燃料电池汽车上险口径销量分别为687辆、3188辆、1500辆、1881辆和5009辆。受我国氢能产业发展阶段、锂电行业发展迅猛的影响，氢能在交通领域的应用主要目前集中于商用车市场，以重卡、专用车、公交车为核心车型。与国外由整车厂主导推动不同，国内主要由上海重塑、亿华通等燃料电池厂商与整车厂协同推动。

图 20：2021&2022 中国氢燃料电池汽车推荐目录车型分布



资料来源：工信部，君百略咨询

图 21：2022 年工信部各批次燃料汽车分车型统计



资料来源：工信部，君百略咨询

● **其他领域，主要是分布式发电、热电联供等方向。**依托于氢燃料电池的快速启动、低碳环保、较高的能源转化效率，氢能可在大型商超、工厂、园区、数据中心等地甚至通信基站、偏远边防驻地等区域替代传统能源，进行氢发电，以降低碳排放强度，或利用氢燃料电池工作时的热量，进行热电联供，提升综合能源利用效率。目前，以东方氢能为例，其已在丽江、乌兰察布（向三峡研究院交付）等地有多个项目示范。

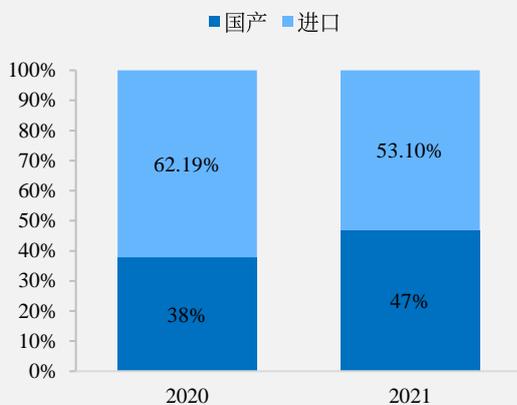
三、未来可期

1. 挑战

产业的发展，都有其规律。氢能产业的发展，并不会一帆风顺，可能会经历一定的反复、波折，产业才会进入下一个发展阶段。

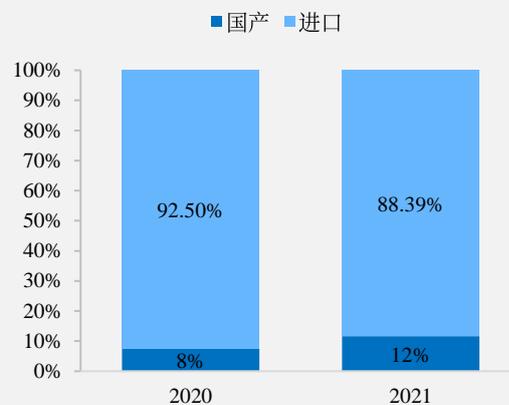
● 从当前的主要驱动因素来看，政策层面已相对完善，但在具体落地层面，关于审批及安全责任等还有待进一步厘清；在产业配套层面，包括氢能储运、加氢站等方面仍需要逐步完善；在技术层面，氢能作为能源产业，产业链能否实现真正的自主化，对产业的安全、可持续发展至关重要，诸如质子交换膜、碳纤维等关键技术及工艺的突破、商业化，时间周期均会较长，而唯有通过技术降本、规模降本双管齐下，将终端应用成本快速降至与传统能源、锂电等能源形式有竞争力的水平，需求端才会被释放，产业的“奇点”才会真正到来。

图 22: 2020-2021 年国内碳纤维国产进口比例



资料来源: 赛奥碳纤维, 君百略咨询

图 23: 2020-2021 国内氢燃料质子交换膜国产进口比例



资料来源: GGH, 君百略咨询

● 从市场竞争来看，当前各市场参与者众多，存在一定的产能过剩和同质化竞争风险。以制氢企业为例，天眼查数据显示，全国注册制氢类企业多达数千家，近1年内注册成立的企业超30家。大量企业的进入，将会推动产业经历市场扩张、市场出清、市场再平衡、市场平稳发展的基本历程。

● 从竞争能源来看，锂电产业通过换电的商业模式创新、固态电池等技术创新，持续克服自身弱点、扩大应用场景，强化锂电产业的整体竞争优势。而这在一定程度上会削弱氢能的优势、压缩氢能产业的发展空间，尤其在产业发展初期。

2. 突破

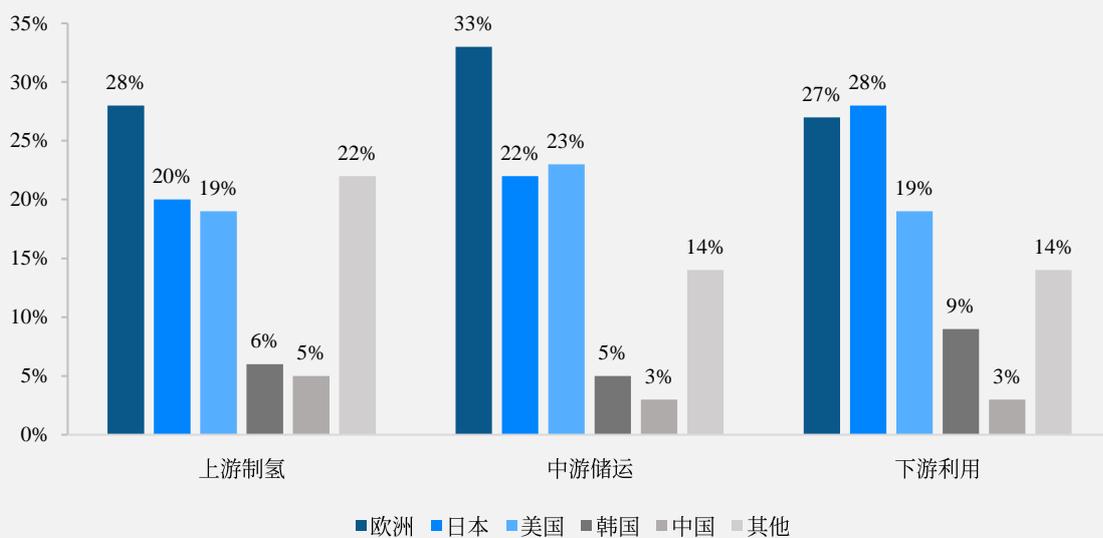
我国氢能产业的未来发展，需要在产业环境、关键技术、产业应用三大维度进行系统破题，才有望推动氢能产业抓住发展窗口期，进入下个发展阶段。

● **产业发展环境持续优化。**政策及标准层面，除中央及各地方的多项政策外，据中国氢能联盟数据，截至2022年底，我国已发布氢能相关国家标准102项、行业标准30项、团体标准136项、地方标准19项，氢能标准体系逐步健全。⁸随着氢能产业的进一步发展，氢气将逐步从各地危化品管理目录中移出，各地关于氢能产业项目的归口管理、考核、追责机制将逐步厘清。其他诸如财政补贴、税收优惠、贷款利率优惠、人才引进奖励等一揽子配套激励措施，也将极大改善氢能产业链企业的经营环境。

● **产业链上下游协同发展。**氢能落地产业应用场景多元，产业链长，集合了化工、材料、制造等多重属性，单一企业较难完全覆盖并实现全链条的技术或成本最优。**基于下游应用场景实现制、储、加、用产业链各环节的灵活协同发展，在产业生态中找准自身定位，将是产业及各环节企业未来实现突破的必经之路。**

● **内外横向联合技术攻关。**氢能产业技术路线较为复杂多样，以固态储氢为例，整体包含物理吸附、化学氢化物储氢两大方向，其中，物理吸附主要通过碳纳米管等具有丰富孔结构的材料来储存氢气，化学氢化物储氢则通过金属氢化物进行储氢，而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，整体技术路线方向复杂，需要企业同大学、科研院所等进行横向联合，共同进行技术攻关，以实现技术突破尤其是关键技术和材料的国产化，打破欧盟、日本、美国在氢能领域的技术专利垄断，找寻真正具有商业化空间和商业可行性的技术方案，促进成本的降低和优化。

图 24: 2011-2020 年全球氢能专利分布情况



资料来源: IEA 《Hydrogen Patents for a Clean Energy Future》, 君百略咨询

● **因地制宜实现产业落地。**我国幅员辽阔，各地区资源禀赋千差万别，在发展氢能产业时需要充分利用当地资源禀赋来探索氢能产业在本区域的落地生根。例如，我国三北地区，风力、太阳能资源丰富，可通过风光电与制氢的耦合，大力发展绿氢，着力解决长远发展的绿色氢源问题。而与此同时，焦炉煤气产能集中于山西、陕西、河北等省份，氯碱产能集中于山东、江苏、浙江、河南等地，在当前氢能产业整体成本偏高的背景下，可充分利用上述省份低成本的工业副产氢资源，撬动区域化的需求场景。

图 25：绿氢、灰氢、工业副产氢潜在产业发展区域



资料来源：公开新闻整理，Choice，阿里云，君百略咨询

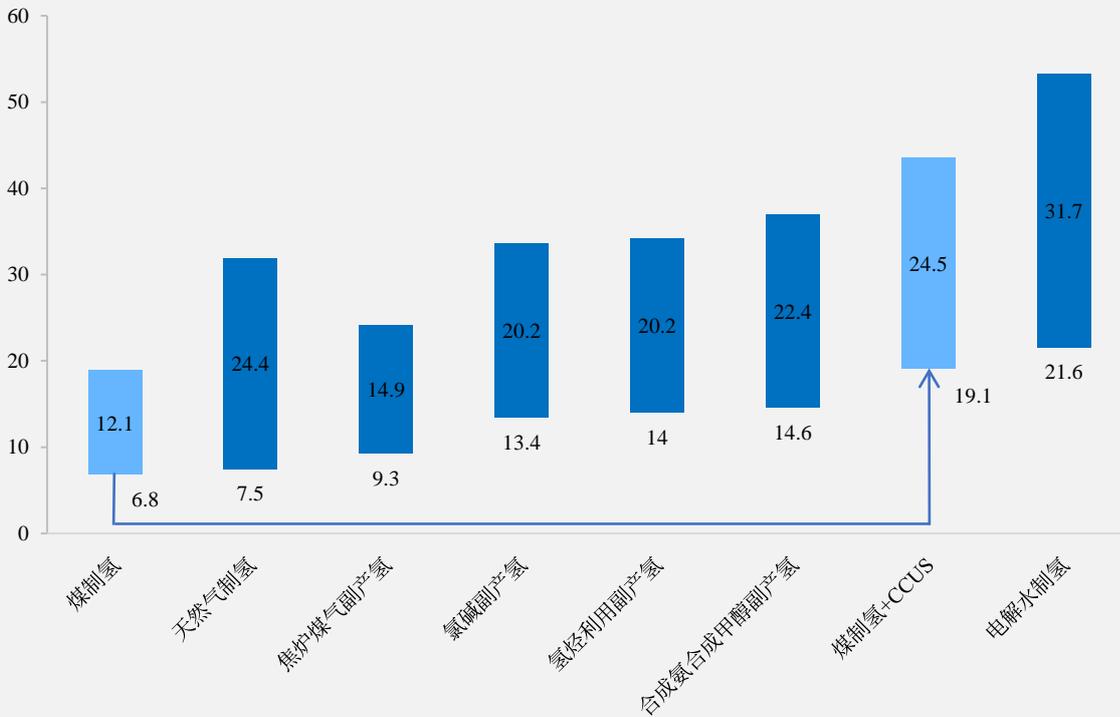
3. 展望

我国氢能产业将沿着绿氢、管道输氢、交通+工业为主的下游应用的主干道向前发展，逐步实现产业链的自主可控，成为国家能源体系中不可或缺的能源形式。

● **制氢端**，预计2030年以前，仍将以化石能源制氢（煤制氢）为主，辅以工业副产氢，但绿氢将快速起量，并逐步接棒化石能源制氢，预计在2050年以后，绿氢将成为占主导的制氢

方式。蓝氢由于受到灰氢、绿氢的双重“挤压”，发展窗口期有限，且相较于灰氢成本抬升明显，较难成为主流制氢方式，大概率仅为阶段性过渡方式或部分大型企业的降碳组合拳之一。

图 26：主要制氢方法成本比较 (元/Kg)



资料来源：平安证券，君百略咨询

- **储运端**，我国氢产能“北多南少”的基本格局和三北地区偏制氢、中东部地区偏应用的“产销分离”的产业链分布现状，使得管道输氢为代表的规模化储运的迫切性更为凸显，预计2035年以后，管道输氢将替代高压气运逐步成为主流储运方式，并极大拓展氢气储运半径。

- **加注端**，受产业发展进程尤其是氢燃料电池汽车推广的预期影响，加注端的投建速度大概率会晚于原有规划，但由于进入门槛不高，随着国产化进程的加快，加注端的投建“弹性”较高，可快速与产业需求保持同步，完善产业基础设施。

- **应用端**，交通、工业仍将是主要的氢能消纳领域，二者合计占比预计超9成。随着水泥、钢铁、铝、化工领域减碳需求的持续“刚性化”，工业将始终领跑应用端，成为持续稳定、规模化的氢能消纳领域。而交通领域，随着氢燃料电池成本的持续下降和加氢站等配套的逐步完善，需求将在中长期逐步释放。其他领域的应用，也将随着诸如氢能度电成本等用氢成本的下降以及零碳排放等附加价值的抬升，需求逐步显现。

结语

习近平总书记在江苏考察时指出,能源保障和安全事关国计民生,是须臾不可忽视的“国之大者”。党的十八大以来,在党中央提出的“四个革命、一个合作”能源安全新战略指引下,我国明显加快了能源绿色低碳转型步伐,能效水平稳步提升,节能降耗成效显著。党的二十大对以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴作出战略部署,并对能源高质量发展提出明确要求。**我国能源产业将持续构建起多轮驱动的能源供应体系,加快推动能源结构调整优化,提升非化石能源安全可靠替代能力,形成风、光、水、生、核、氢等多元化清洁能源供应体系,全面提升我国的能源安全保障水平。**

在国家的整体布局和政策引领下,在成本、配套、资源禀赋的共同作用下,**我国的氢能产业大概率将呈现出由点及面、由区域集群向全国铺开的整体路径。**经过前期的技术积累、模式探索,伴随着产业链国产化率的进一步提升和成本下降,我国氢能产业将迎来加速发展的产业“奇点”,最终成为我国实现碳中和、碳达峰目标的重要支撑。

联系我们

君百略战略咨询团队近年专注为企业提供业务增长战略咨询服务，为企业提供战略机遇洞察、企业诊断及对标、核心竞争力识别、战略设计、战略解码及战略执行等内容的咨询服务，以战略机遇洞察能力、库资源、咨询工具箱开发能力、深度研究能力、精益咨询体系，协助企业准确识别产业、市场、技术、环境演变中的战略机遇和风险点，把握机遇规避风险，找准战略定位，创新商业模式，提升竞争力，获得优先发展，实现有效增长，创造领先优势。

欢迎与我们联系：

刘静

君百略合伙人

010-8518 1198

Jane.liu@kingparallel.com

张旭东

君百略合伙人

010-8518 1198

zhangxd@kingparallel.com

文鸿伟

君百略咨询总监

010-8518 1198

wenhw@kingparallel.com

段兆涵

君百略分析师

010-8518 1198

duanzh@kingparallel.com

地址：北京市东城区东长安街 1 号 东方广场东一办公楼 17 层 1710-11 室

网址：www.kingparallel.com



关于君百略

君百略咨询是领先的基于顶层战略的整合管理咨询服务商，传承了国家级智库的专业和创新精神，拥有为国务院国资委和地方国资委提供鼎力支撑的经验，为上百家央国企提供了基于顶层战略的整合管理咨询服务，擅长为客户解决棘手的战略和管理难题。针对当今时代背景下企业面对的各类挑战，君百略致力于以精益咨询能力协助企业通过战略重构、业态创新、技术创新、管理闭环、组织变革和竞争力提升，实现有效增长，创造领先优势。