

拨云雾，睹“氢”天

从氢能源产业链看行业发展

©2022.6 iResearch Inc.



发展氢能是优化替代传统化石能源，真正实现碳中和的优选之举。我国碳排放量位列全球第一，长期发展会导致生态环境不断恶化且能源危机日益显著，已严重威胁到我国在国际中的能源发展地位，促使我国走上发展新能源之路。其中氢能凭借：**取环保、获多元、储有量、用有需且高效，既为燃料亦为能源发展使用**，成为我国走经济社会可持续发展之路的必要路径。



2060年中国氢能需求量达约1.3亿吨，使用氢能代替传统能源减少碳税效率高达76.7%。从碳排放降本角度看，2060年工业用氢占比最大超过60%，可实现减少碳排放量141.1千万吨，为交通运输领域减少碳排放量7276千万吨和建筑及其他部分减少21.01千万吨。将逐步实现2060年碳中和降本、优化能源格局提升国际地位的多元目标



成本是制约氢能发展最主要的因素，制储运加注各个环节成本均有下降空间。目前，制氢环节上，主要依托化石燃料合化工生产中副产物作为主供氢源的原材料以节省制氢成本，未来最优解绿氢主要通过国家政策引导，从原料供应、技术及相关设备三维度突破；储氢环节上，一方面高压气态瓶改造成为重点，另一方面，需推动低温液态储氢和介质储氢的发展；运氢环节未来趋势主要在液氢运输以及管道运输，通过技术发展与规模化生产双向驱动降成本之路；加注环节加强顶层设计，利用传统能源企业基础设施优势合建加氢站降本。

综述：氢能源行业发展概况

1

深观：氢能源发展现状

2

探究：氢能源应用蓝海

3

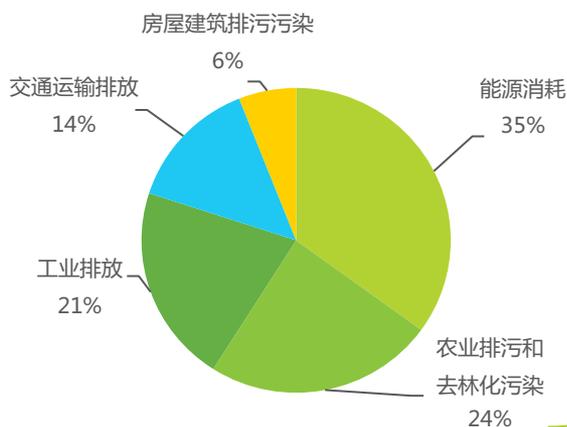
新能源出现的原因和重要性

环境恶化和能源危机促使我国发展新能源

2020中国碳排放量全球范围排名第一，碳减排迫在眉睫。交通工具的普及，叠加工业、农业、建筑等各领域生产制造等因素，使用能源带来了大量碳排放，加剧温室效应形成。据《bp世界能源统计年鉴》，2020年中国碳排放量总计9899.3百万吨。在全球范围内碳排放总量排名第一，约占全球排放总量的30.7%。长期不节制排放会使得气温继续升高，从而引发出区域天气奇变、海洋酸化、自然界生态系统紊乱、物种灭绝等一系列威胁人类生存环境和身体健康等不良后果。所以碳减排迫在眉睫。

转型发展新能源可以助力减少碳排放带来的危害。新能源来源干净（风、水、太阳等）、污染物排放少，可直接实现保护环境目的、遏制温室效应加剧。同时我国能源结构不平衡属于煤多缺油少气，天然气和石油依赖进口使用，发展新能源亦可逐渐减少和替代化石能源的使用，调整能源使用不均衡局面，逐步拜托依赖，建立自有能源发展体系。**开发新能源是保护生态环境、缓解自有能源危机、走经济社会可持续发展之路的必要路径。**

中国碳排放的主要来源对比



碳排放的危害

- 温室效应
- 地下水水位下降
- 生态系统紊乱
- 诱发虫灾 威胁粮食生产
- 异常天气污染环境 且威胁生物安全
- 影响人类 身体健康

对比传统和新能源碳排放率 (以发电为例)

方式	排放率, g碳 (/kwh)
常规燃煤电	304
燃气联合循环发电	118
带烧天然气备用机组的太阳能热发电	47
地热发电	2.5
光伏发电	0
风力发电	0
氢能发电	0

以发电为例对比新老能源方式得碳排放率可以得出：**新能源是真正的清洁能源—可高效减少甚至消除碳排放，从而保护环境，给大家可持续发展的家园**

注释：碳排放总量仅反映石油、天然气和煤炭燃烧的相关活动以及天然气放空燃烧活动，这其中并未考虑任何碳捕获，也未考虑其他二氧化碳排放源和其他温室气体的排放。
来源：国家能源局，2021年《bp世界能源统计年鉴》，艾瑞研究院自主研究绘制。

能源结构布局影响国际发展

碳中和、能源结构布局关乎国际发展格局

截至2021年11月份，全球制定碳中和目标的国家和地区有66个。有191个国家提交了第一轮“国家自主贡献”文件，涉及的减排量涵盖了全球90%以上的二氧化碳排放量。另有27个国家和欧盟已按照《巴黎协定》的要求通报了低温室气体排放的长期发展战略，这其中也包括“净零承诺”。各国均在向碳达峰、碳中和努力推进。

各国碳达峰与碳中和时间表

国家和地区	碳达峰时间	碳中和时间
美国	2007	2050
欧盟	1990	2050
加拿大	2007	2050
韩国	2013	2050
日本	2013	2050
澳大利亚	1990	2050
巴西	2012	2050

各国碳达峰与碳中和进展情况

进展情况	国家和地区（承诺年）
已实现	苏里南共和国、不丹
已立法	瑞典（2045）、英国（2050）、法国（2050）、丹麦（2050）、新西兰（2050）、匈牙利（2050）
立法中	欧盟（2050）、西班牙（2050）、智利（2050）、斐济（2050）
政策宣示	芬兰（2035）、奥地利（2040）、冰岛（2040）、德国（2050）、瑞士（2050）、挪威（2050）、爱尔兰（2050）、葡萄牙（2050）、哥斯达黎加（2050）、斯洛文尼亚（2050）、马绍尔群岛（2050）、南非（2050）、韩国（2050）、日本（本世纪下半叶尽早实现）

能源结构布局影响国际发展

欧洲国家碳排放定价普遍偏高

净零碳承诺需要有严格的短期及中期行动来支持，国家间正在制定愈加严格的碳定价工具。从碳排放交易机制来看，日本、新加坡等亚太国家制定价格为2-3美元/吨二氧化碳；与中国人均碳排放相近的法国、英国等欧洲国家定价已高于20美元/吨，采取更严厉的机制力达净零碳承诺。

各国碳排放价格与碳排放比重

司法辖区	碳价	所覆盖排放量占当地排放量比重	取得的财政收入
	(2021年/美元/吨二氧化碳)	(%)	(2020年/美元)
日本	2.6	75	23.65亿
新加坡	3.7	80	1.44亿
法国	52.4	35	96.32亿
英国	24.8	23	9.48亿
西班牙	17.6	3	1.29亿
南非	9.2	80	4300万
荷兰	35.2	12	
加拿大	31.8	22	34.07亿
阿根廷	2.2	20	<100万
哥伦比亚	5.0	24	2900万
丹麦	23.6-28.1	35	5.75亿
爱沙尼亚	2.3	6	200万
芬兰	62.3-72.8	36	15.25亿
瑞典	137.2	40	22.84亿
智利	5.0	39	1.65亿
爱尔兰	39.3	49	5800万
冰岛	19.8-34.8	55	530万
拉脱维亚	14.1	3	500万
卢森堡	23.5-40.1	65	
墨西哥	0.4-3.2	23	2300万

我国能源结构布局

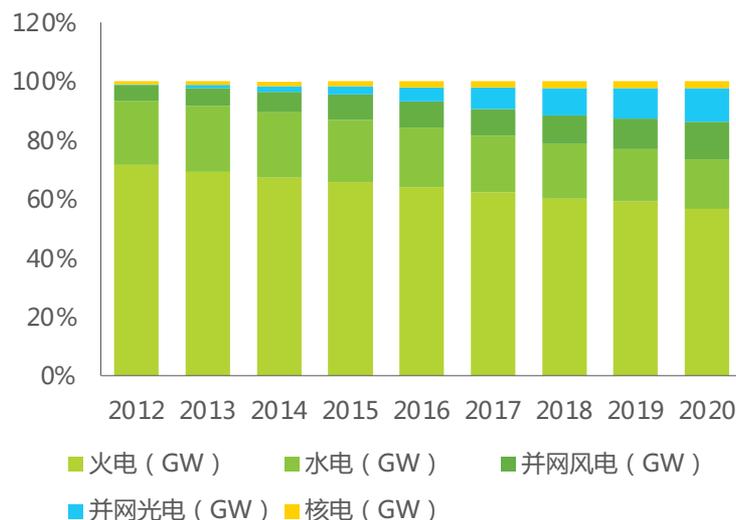
传统能源仍然占据主要地位，政策鼓励氢能开发使用

国际氢能产业进入快速发展期。美国、欧洲、俄罗斯、日本等主要工业化国家和地区都已将氢能纳入国家能源战略规划。根据国际氢能委员会发布的报告，全球范围内已有131个大型氢能开发项目，全球项目总数达到359个。预计到2030年，全球氢能领域的投资将激增到5000亿美元，2050年全球氢能产业将创造3000万个工作岗位，减少60亿吨二氧化碳排放，在全球能源消费占比重的达到18%。

我国计划于2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和。截止2020年，火力发电仍然占据中国发电结构的主导，占比达到57%。同年世界平局水平为33.8%，中国能源结构转变迫在眉睫。

氢气作为高效低碳的二次能源，是双碳目标战略下的必然选择。为了实现碳中和2060的目标，我国氢气的年需求量从目前的3342万吨增加到1.3亿吨左右，在终端能源体系中占比达到20%。中国未来有望领跑全球氢能产业发展。

2012年-2020年我国发电结构图



2021年中国氢能源发展政策

时间	政策	主要内容
2021年12月	《“十四五”工业绿色发展规划》	指出加快氢能技术创新和基础设施建设，推动氢能多元利用
2021年11月	《关于加强产融合作推动工业绿色发展的指导意见》	引导企业加大可再生能源使用、推动电能、氢能、生物质能替代化石燃料；加快充电桩、换电站、加氢站等基础设施建设运营
2021年11月	《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》	明确提到推动氢燃料电池汽车示范应用，有序推广清洁能源汽车
2021年10月	《2030年前碳达峰行动方案的通知》	从应用领域、化工原料、交通、人才建设等多个方面支持氢能发展
2021年10月	《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》	统筹推进氢能“制储输用”全链条发展；推进可再生能源制氢等低碳前沿技术攻关；加强氢能生产储存、应用关键技术研发、示范和规模化应用
2021年8月	《对十三届全国人大四次会议第5736号建议的答复》	将积极配合相关部门制定氢能发展战略，研究推动将氢气内燃机纳入其中予以支持
2021年3月	《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（草案）》	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

来源：国家统计局，中国氢能源及燃料电池行业白皮书，艾瑞咨询自主研究绘制

氢能源与传统能源对比

高效减排，储量丰富，来源广泛，降低使用成本

储藏有量，用有需。中国目前煤炭储量较为丰富，占世界探明储量的13.3%，石油、天然气较为稀缺。但储产比情况不乐观，以目前的探明储量，石油资源还可以继续开采18.2年，天然气43.3年，煤炭37年。

清洁氢能，热值强，缩成本。热值是指单位重量燃料燃烧时所产生的热量，是评价燃料质量的重要指标，单位以兆焦/千克 (MJ/kg) 表示。平均来看，石油为41.87MJ/kg，天然气为38.97MJ/kg，原煤为20.93MJ/kg，而氢气的热值达到142.4MJ/kg。国际上多以标准燃料应用的基热值 (标准煤当量) 29.27MJ/kg计量,石油、天然气折算标准燃料系数分别为1.4286和1.33，氢气达到4.865，是极为优质高效的清洁能源。根据国际货币基金组织给出的全球碳排放平均价格和美国能源协会公布的中国碳排放量数据计算得出，2019年我国煤炭、石油和天然气排放的二氧化碳的碳税价格已经达到323.2亿美元。氢能使用对于实现时间短、任务重的碳中和目标有重大战略意义。

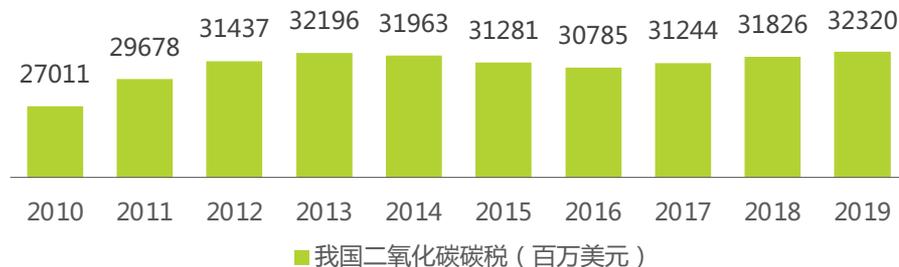
各能源净热值对比

	净热值 (千卡)	原始单位
焦炭	7,000	公斤 (kg)
煤球	3,800	公斤 (kg)
原油	9,000	公升 (liter)
液化油	8,900	公升 (liter)
液化石油气	6,635	公升 (liter)
车用汽油	7,800	公升 (liter)
柴油	8,400	公升 (liter)
燃料油	9,600	公升 (liter)
柏油	10,000	公升 (liter)
石油焦	8,200	公升 (liter)
其他石油产品	9,000	公升 (liter)
天然气	8,000	立方公尺 (m ³)
液化天然气	9,000	立方公尺 (m ³)

中国三大传统能源储量

	探明储量	占世界比例	储产比	全球储产比
石油 (十亿吨)	3.5	1.5%	18.2	53.5
天然气 (万亿m ³)	8.4	4.5%	43.3	48.8
煤炭 (百万吨)	143197	13.3%	37.0	139.0

2010年-2019年我国二氧化碳碳税



来源：《bp世界能源统计年鉴》，国际货币基金组织，美国能源协会 (EIA)，艾瑞咨询自主研究绘制

氢能源与其他新能源对比

氢能综合能力优于其他可再生能源

氢能源与其他新能源对比

	 氢能源	其他新能源
稳定性	无地域限制 无时间限制（无需考虑制取的间歇性和波动问题）	光伏和风电能有间歇性且波动大 需要考虑波峰波谷阶段，受天气和时间影响大 电网消纳压力较大
储能性	有气液固三种储存形式，载体的技术成熟可实现大容量且安全储能	储存形式单一且限制性大 （需要转化成电储能或靠近水源）
	无时间限制（长期储存不影响质量和使用能力）	有时间限制 （储存有周期性，时间过就会影响能源质量和密度）
可获得性	获得来源多样： 化石燃料、可再生能源电解水等均可制氢	主要依靠风、太阳、水自然资源转化获取，相较于氢能获取来源少
应用	同时氢能既可作为燃料亦可作为能源使用：	风能和光伏主要用于发电
	交通运输领域（燃料电池）	
	冶金、化工等工业领域（作为燃料使用）	
	建筑领域（燃料电池）	
	发电	
规模	年制氢量约3300万吨 2020年全国氢气产能超过2000万t/a	2021年光伏发电量3259亿千瓦时 风电6526亿千瓦时
其他	可以利用现有加油站基础转化成加氢站—效率高 成本低	占地面积大，无法在城市大规模铺设设备 需要重新铺设设备，成本高、效率相对低
	有原料供给基础和优势，可以快速实现灰制氢模式，然后同步探索蓝绿氢方式 制氢产业链和天然气供应模式大致相同，落地实现性大	选址有地域限制，容易对当地水土环境造成不良影响



从稳定性、储能性、可获得性、应用范围与其他新能源对比发现氢能是可以**长周期使用、环保、适用范围多元**（供热、供电、燃料等）同时储运相对方便、制取来源广可实现性强的优质能源。

其二：我国可以凭借中石油中石化等能源大型企业相关优势（具备成熟的油气基础设施、原料供给、能源体系供应产业链基础）**快速开启高效率低成本氢能发展之路。**

氢能源相比其他新能源：可获取来源多且取用无时间天气限制、储能形式更多样化、应用范围更广既为燃料亦为能源、规模体量大且现阶段落地可借鉴传统能源形式

来源：国家能源局，艾瑞研究院自主研究绘制。

综述：氢能源行业发展概况

1

深观：氢能源战略价值

2

探究：氢能源发展展望

3

氢能源战略价值

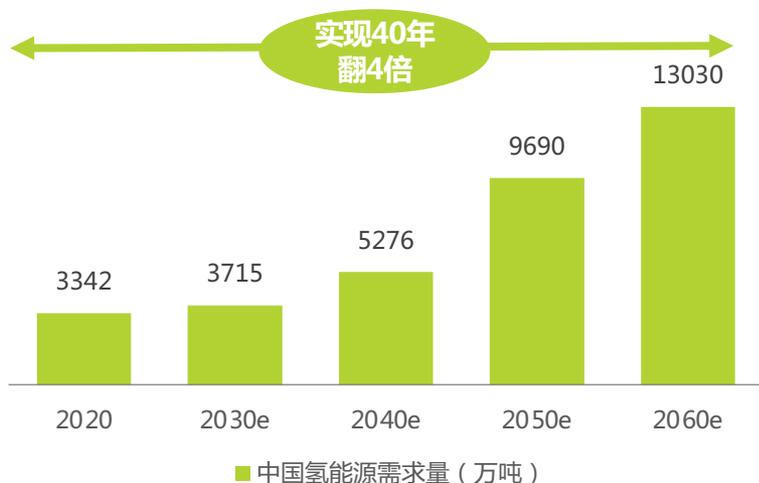
从传统能源替代角度看氢能减排价值

根据《中国氢能源及燃料电池产业白皮书2020》，当前我国氢气产能约每年4100万吨，产量约3342万吨，是世界第一产氢国，到2030年我国可再生能源制氢有望实现平价，在2060年碳中和情境下可再生能源制氢规模有望达到1亿吨。需求方面，2030年我国氢气的年需求量将增加至3715万吨，2050年可到9690万吨，**2060年则增加至1.3亿吨。**

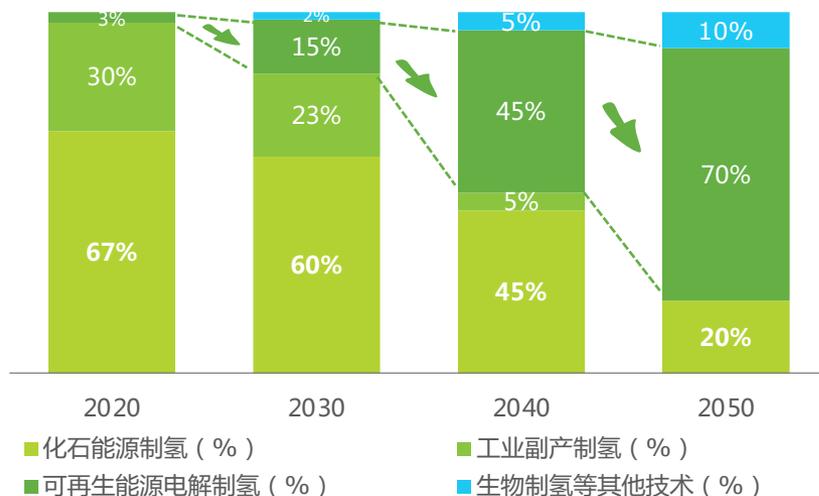
已知2020年中国氢气需求量大约为3342万吨，其中化石能源制氢（灰氢）占比最大，约为67%左右，灰氢量大约为0.224亿吨，而2020年绿氢占比仅3%。《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》预计到2050年，中国氢气需求量将达到9690万吨，其中灰氢制取比例从67%降至20%，绿氢制取比例提升至80%。

因为灰氢通过燃烧化石燃料产氢仍会带来一定的碳排放量，而绿氢完全通过可再生能源和生物制氢等技术将实现零碳排放。相比之下2050年由于绿氢的占比不断增加，优化灰氢，碳排放将会大幅度减少，逐步实现2060年碳中和目标。

2020-2060年中国氢能源需求量



2020-2050年中国氢气制取来源占比及预测



来源：2019中国氢能源及燃料电池产业白皮书，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

使用氢能减少的碳排放

使用氢能代替传统能源减少碳税效率高达76.7%

此处氢能减少的碳排放量计算为：**(氢能需求量同等热量条件下所需传统能源的碳排放量-制取氢能过程中产生的碳排放量) * 每单位碳税价格。**

其中等量氢需求量下所需传统能源的碳排放量可用其产生的热值作为换算依据，以2050年为例：所需的0.969亿吨氢将会释放的能量约等于6.593亿吨煤释放的热量，其产生的碳排放等于6.593亿吨煤*化石燃料燃烧过程二氧化碳排放因子（2.64吨CO₂/吨标煤），也就是17.405亿吨CO₂，假设每单位碳税为3美元，则将会产生52.21亿美元的碳税。

而制取氢能过程中产生的碳排放量，主要理解为非绿氢制取中产生的碳排放量，根据北京理工大学能源与环境政策研究中心发布的《碳中和背景下煤炭制氢的低碳发展》研究可知，煤炭制氢将排放约20.90KG CO₂e/kg H₂，前面信息可得2050年我国灰氢量大约为0.193亿吨，因此灰氢的制取过程将会产生4.05亿吨二氧化碳。

综合来看，到2050年，若氢气完全替代煤炭作为能源，将减少13.346亿吨二氧化碳排放。假设每单位碳税为3美元，则节约的碳税价格达到40.03亿美元，综上，氢能减少的碳税效率高达40.03亿美元/52.21亿美元=76.7%。有效实现降碳税节约我国能源发展成本。



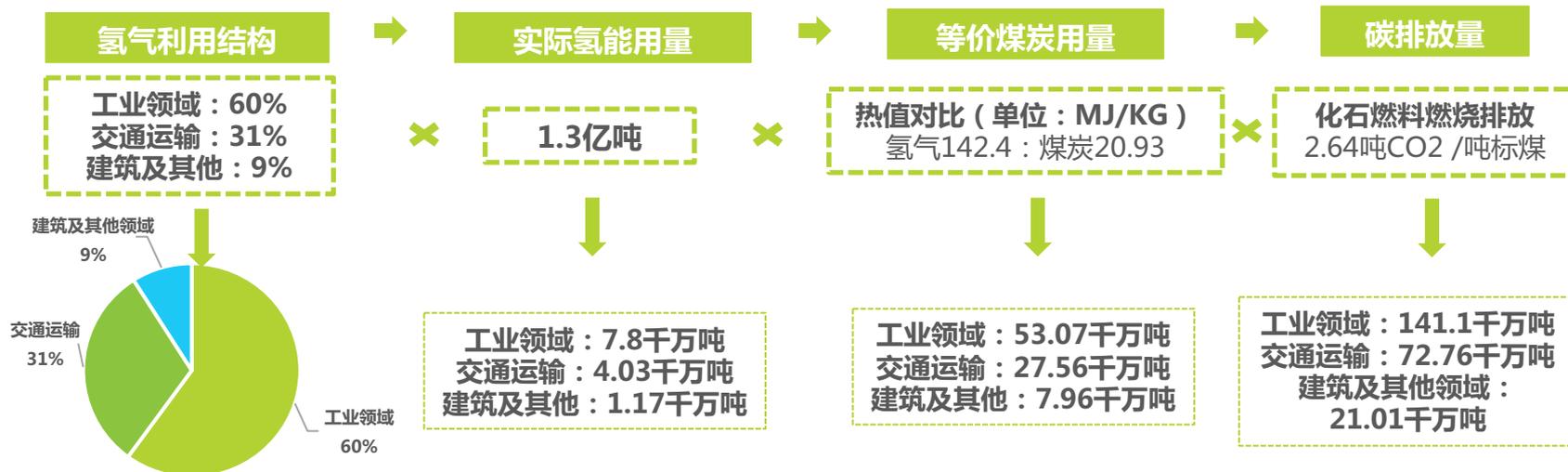
来源：2019中国氢能源及燃料电池产业白皮书，中国气候变化信息网及艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

氢能源战略价值

从不同应用领域看氢能减排价值

到2060年我国氢气利用结构中工业占比最大（约占60%），其次为交通（31%）。利用于工业领域，如炼油、氨生产、炼钢等，氢不仅可以当作能源亦可以当作燃料实现大规模应用。其次氢能凭借其高储能、高效释放和优秀燃料电池等特性，将有31%用于交通领域下，尤其在商用车、重型卡车中替代率高。

在预计2060年我国氢需求量大约为1.3亿吨的前提下：工业领域用氢7.8千万吨，相当于减少53.07千万吨煤炭用量（利用热值对比氢得出）；交通运输领域用氢4.03万吨，相当于减少27.56千万吨煤炭用量，建筑及其他领域用氢1.17千万吨相当于减少7.96千万吨煤炭。根据化石燃料燃烧过程二氧化碳排放因子，工业、交通和其他领域减少的碳排放量分别为41.1、72.76和21.01千万吨，由于工业领域具有规模大占比高、多为B、G端为主导发展制造、自我传统能源转型压力大，产生的碳排放成本庞大等特点，所以氢能优先大规模布局工业领域一方面可以加速实现节能减排绿色环保碳中和目标另一方面高效减少碳税，帮助企业和国家在国际舞台中实现可持续发展，其次是交通领域的用量将提升。



来源：中国氢能联盟，中国气候变化信息网，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

综述：氢能源行业发展概况

1

深观：氢能源战略价值

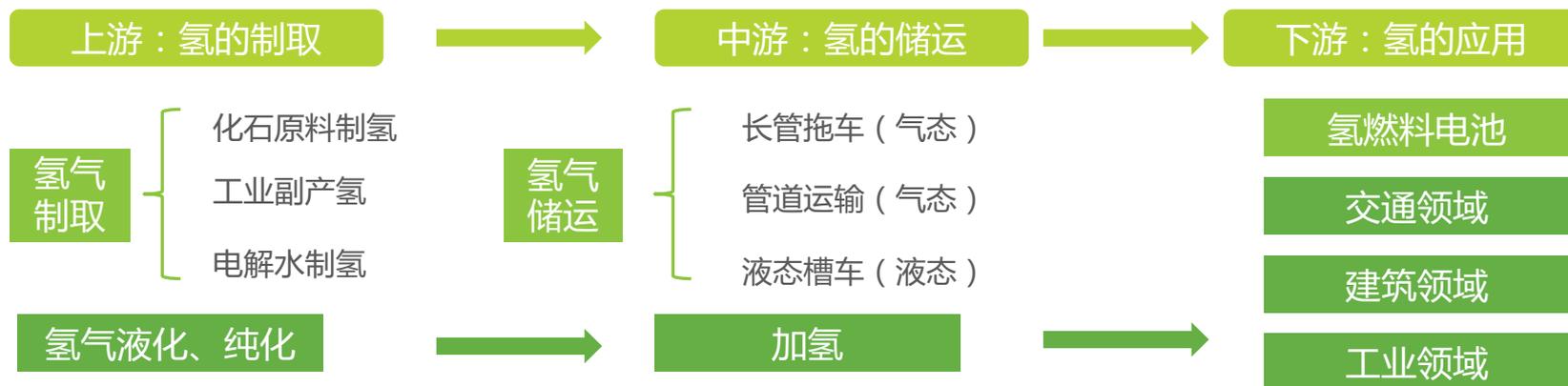
2

探究：氢能源发展展望

3

从产业链看氢能目前发展困境

成本技术为主要制约因素



成本

□ 成本是制约氢能发展最主要的因素，制氢->储运->加注各个环节成本均有下降空间。

- ✓ **制价高**：我国氢能制取方式主要为灰氢，采取化石原料制氢与工业副产氢两种制备工艺。在原来工业流程中进行提纯去除杂质。相较于传统能源采掘增加了提纯，成本有所增加。制氢最理想目标绿氢的方式，需要采取电解水制氢工艺来说，制氢技术和设备尚未成熟，因此未能规模化生产，制造过程中电价成本制约；
- ✓ **储运难**：储运环节高压气态方式效率不高，液氢和管道运输技术成本投入大，尚未成为主流；
- ✓ **加注站替换仍需政策驱动**：加注环节加注站建设速度快，成本高昂主要以政策驱动，未来将探索加注合建站，结合现有基础设施达到降本增效。

□ 我国氢能发展刚刚起步，各类技术设备还在不断的完善改进中，制氢环节上，目前灰氢技术与制备工艺相对成熟，但未能根本解决碳排放；灰氢基础上的蓝氢，碳捕捉、碳储存技术未能实现；对于绿氢来说，无论是技术和设备都在发展过程中，技术的不成熟导致成本高昂。储运环节中，目前我国主要应用高压气态储氢与长管拖车的运输方式，液态储运密度更高，运输周期短，目前技术尚未成熟，有待开发。

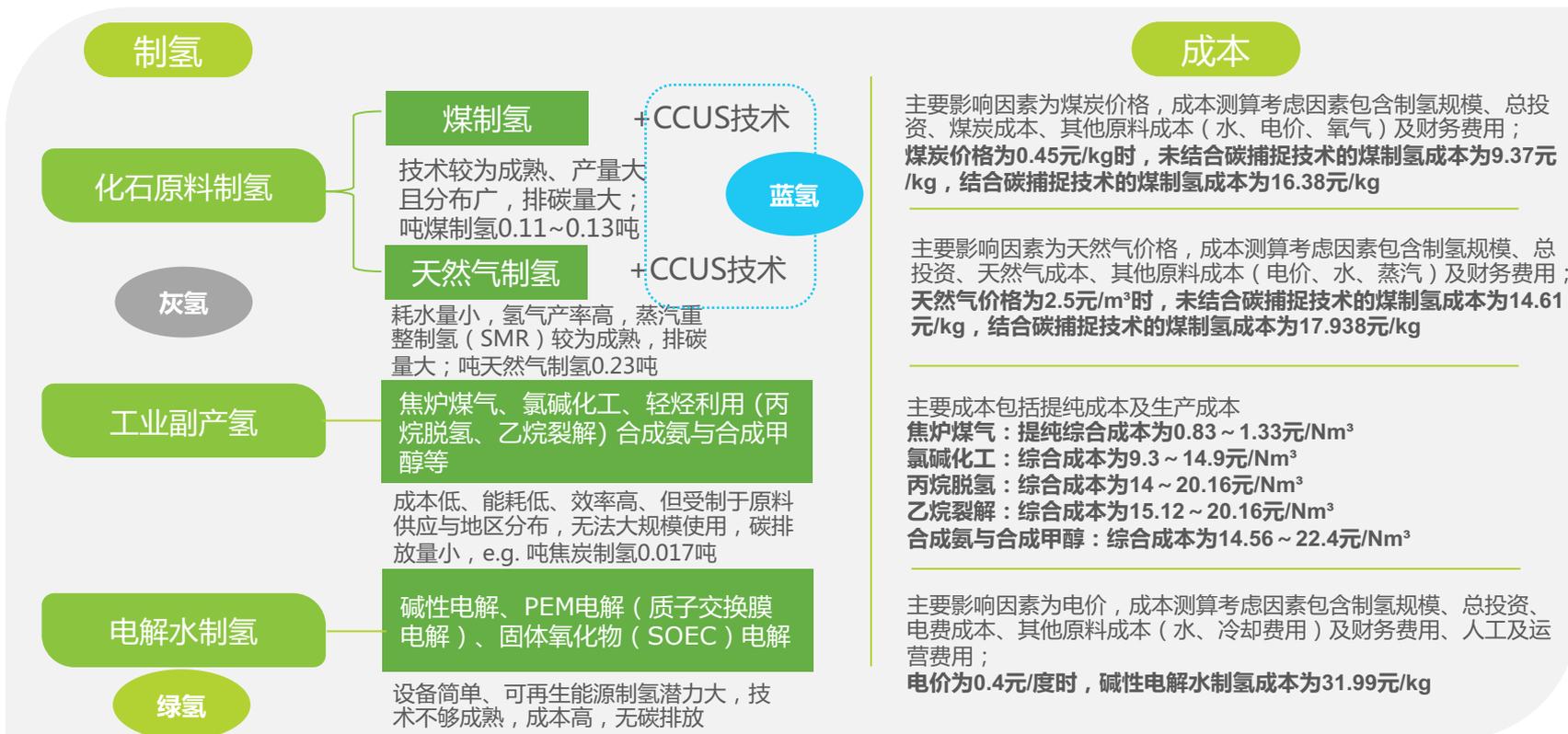
技术

制氢环节现状分析

灰氢仍是主流，绿氢为最终利用理想形态，以蓝氢作为过渡

根据制取方式和碳排放量的不同，分为灰氢，蓝氢及绿氢。灰氢是通过化石燃料（例如石油、天然气、煤）燃烧产生的氢气；蓝氢是在灰氢的基础上，应用碳捕捉、碳封存技术，实现低碳制氢；绿氢是通过光伏发电、风电以及太阳能等可再生能源电解水制氢，在制氢过程中基本上不会产生碳排放，被称为“零碳氢气”。目前主要有三种主流制取路径：

- 1) 以煤炭、天然气为代表的化石能源重整制氢；
- 2) 以焦炉煤气、氯碱尾气、丙烷脱氢为代表的工业副产气制氢；
- 3) 电解水制氢。我国现阶段约97%的氢气都是由化石能源制氢或副产氢获得。



来源：《中国氢能产业发展报告2020》，艾瑞咨询自主研究绘制。

氢能源储运环节现状分析

氢的特性对储运提出挑战，长管拖车高压气态储运为主流

H₂ 质量能量密度最高

氢在常温下为气态，体积能量密度较低，仅为天然气的1/3(20MPa)，约为硬煤的1/20。所以与天然气等相比，氢气的储运更需要考虑压缩密度提高运输效率，**当前的措施主要为高压压缩以及液化处理。**

H₂ 氢流速更快

氢气在管道中的流速大约为天然气的2.8倍，可以改善氢体积密度低的缺陷，采用天然气管道的氢气运输可以达到80%-90%的原始输送能力。

H₂ 氢脆特性

过量的氢原子进入金属基体后，在应力作用下，会引起金属韧性或承载能力的降低，从而发生断裂(通常是亚微观的断裂)或者突然脆性失效。

储运环节是制约氢能源成本的重要因素。氢能源的储运可以分为高压气态储运、低温液态储运、有机液态储运、固态介质储运、合成燃料储运等多种方式。现阶段我国储运处于早期阶段，普遍采用20MPa气态高压储氢与集束管车运输的方式，车载高压储氢瓶我国目前主要采用35MPa。

	气态 长管拖车	气态 管道运输	液态 液氢槽车
储氢原理	在一定温度和体积下，将氢气压缩在高压储氢瓶中，配合拖车运输。	管道运输与天然气类似，使用钢材材料、焊接工艺连接的管道运输氢气。	将氢气在一定条件下压缩冷却液化后再置于绝热真空容器中的一种储氢方式。
设备改造	通过氢气压缩装置对气源压缩后诸如特制高压储气罐或钢制管网进行储存、运输，其中承压储存容器制造难度较低，氢气压缩技术与设计可借鉴现有的空压机及相关技术；氢气输送管道与配套工艺可借鉴现有天然气或者煤气输送管相关技术及设备。		目前，液氢储运技术需采用特制的低温、绝热容器储存液氢。
储氢密度/能效	17.9Kg·m ⁻³ / $>90\%$	5-9Kg·m ⁻³ /95%	70.85Kg·m ⁻³ /75%
成本	运输成本随着距离增长：50km以内5元/kg左右，100km上升至10元/kg，300km为15元/kg。	纯氢管道单位投资额约600万元/km，是天然气管道的2.5倍，但后期运输成本在5元/kg左右。	运输成本随距离不敏感，在12元-15元/kg。
优点	气态储运的成本较低、充放氢速度较快。	适用于中长距离大规模运输，后期单位成本低。	液态氢能密度高(为氢气的856倍)、运输周期短。
缺点	1) 压强不够导致效率低下；2) 运输距离有限，主要在半径200km左右场合；3) 重量和尺度普遍较大，高压储氢钢瓶储存的氢气重量约只占容器的1%-2%左右，储氢量较小。	1) 前期资本投入高；2) 氢气的扩散损失大约是天然气的3倍，材料吸附氢气后产生脆性，会使运输过程中的成本增加。	1) 液化过程实际耗费能量相当于总氢能的30%；2) 对绝热材料的选择标准和储罐设计要求较高，制作难度加大，成本高昂。3) 技术尚不成熟，缺乏液氢相关的技术标准和政策规范。

来源：《氢能储运关键技术及前景分析》(2021)，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

加氢站建设现状分析

加氢站成本较高，顶层设计加快推动企业积极布局

我国加氢站数量处于全球第一，但建设主要受政策驱动，存在审批、成本等困境：1) 加氢站土地审批流程繁琐，还涉及环评、消防审批等；2) 我国加氢站设备成本约占70%以上，据中国氢能联盟数据，建设一座500kg、加注压力35MPa的加氢站的成本为1200万元（不含土地费用），相当于传统加油站的3倍，单位加注成本约13-18元/kg；3) 氢气压缩机、加注机成本占据65%左右，关键设备及其核心零部件的进口依赖度高。

2022年3月发布的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035）》提出部署建设一批加氢站，各地也针对性进行了加氢站布局，如内蒙古提出到2025年累计建成60座加氢站，四川成都最高给予1500万元建设运营补助，合力推动加氢站发展。

成本换算： ≈ 

加氢站工艺流程（站外加氢）



2006-2021年我国每年建成加氢站数量



山西美锦能源股份有限公司
Shanxi Meijin Energy

以传统焦化业务为基，布局氢能源全产业链，加氢环节，公司拥有8座控股的在运加氢站，十四五期间规划建设100座。

中国石化
SINOPEC

2019年7月1日，建成全国首座油氢合建站——广东佛山樟坑油氢合建站。“十四五”期间规划建设加氢站1000座，加氢服务能力达到20万吨/年。

HYFUN 氢枫

氢枫是一家以加氢站投资、建设和运营为主要业务的高新技术企业，加氢站为最早涉及的板块，成功中标河北省6.4t/24h加氢站项目，开创国内单日最大规模加氢站的先河。

全球氢能发展现状

与其他发达国家相比，我国运输环节存在巨大空间

相较我国，美、日、欧发展氢能时间长，技术与产业链更加成熟与完善，在储运环节液态运输技术及配设设施较为成熟，而我国现阶段氢的运输主要以高压气态长管拖车运输为主，管道运输仍为短板弱项，需积极推进进行天然气掺氢、管道输氢、有机液体储运、固体材料储运等技术的开发和布局，尚存广阔发展空间。此外，美、日、欧也建立产业联盟协同上中下游各个企业协同发展。

产业链布局

设备 & 技术

企业布局

电力供应

制氢 储运 加氢

美国

95%天然气制氢，5%为绿氢气氢储运、液氢储运
已建成加氢站86座，在营54座

掌握着液氢储气罐、储氢箱等核心技术，为了确保在新兴技术领域领先地位，美国十分重视氢能产业链上下游的相关技术培育，涉及氢气的生产、储运、燃料电池制造、燃料电池汽车及加氢站基础设施等。美国已有17兆瓦的电解制氢项目在运营，输氢管道容量为1.4吉瓦。

提供氢能基础设施解决方案的AirProduct、Praxair，以叉车燃料电池为主的PlugPower、固定式燃料电池为主的FuelCellEnergy、BloomEnergy等大型燃料电池生产企业

深度脱碳

欧盟

6%为绿氢，94%来自石油化石燃料
气氢储运、液氢储运
累计建成加氢站200余座，在营173座

以德国为代表的欧盟各国已实现了制氢、运输、储存及燃料电池应用的氢能全产业链，且已将燃料电池技术应用到汽车、船可再生的电解制氢被认为是船和发电站等多个领域。制氢的主要途径。欧盟已安装超过140兆瓦的电解专用制氢设备，占全球产能的40%以上。

欧洲清洁氢联盟：包括蒂森克虏伯、西门子、壳牌、空客，以及丹麦和挪威的一些公司等，参与制氢电解槽的相关产业链，并推进实施1吉瓦规模的电解槽项目。

能源安全

日本

电解氢占4%，其余来源于化石能源加工过程中的副产品获得
气氢储运、液氢储运
累计建成加氢站159座。

在日本的战略路径中，不将氢能作为化石能源的替代能源，而是致力干推动氢能与褐煤等多和化石能源及可再生能源的耦合协同发展。日本在氢能的无碳排放生产、氢能发电、氢燃料汽车等领域技术最为成熟和先进。

由丰田、日产、本田、新日本石油、岩谷、东京燃气、日本发展银行等机构联合出资成立，包括氢能产业链各环节，涵盖了研发、示范、推广等各阶段，树立了协同推进的样板。

中国

3%为绿氢，97%来自石油化石燃料
气氢储运
累计建成194座加氢站，在营加氢站超过157座，居世界首位。

目前，工业副产氢是利用重点，电解水制氢工艺中碱性电解已实现大规模工业化应用，PEM电解工艺国内外差距大；储运方面，高压气瓶储氢三型瓶已量产，高压长管拖车技术较为成熟，是当前主流的运氢方式；缺乏成熟量产的加氢站设备厂商，进口设备推高了加氢站建设成本。

制氢环节：隆基股份（电新组）、阳光电源（电新组）、中国旭阳集团
储运环节：中材科技（建材组）、中复神鹰（建材组）
加氢环节：厚普股份、中国石化

来源：《中国氢能产业发展白皮书》，《全球氢能观察2021》，《全球氢能产业发展状况分析》，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

从产业链看氢能未来之路

技术革新+政策引导共同推动绿氢发展之路

我国氢能发展起步晚，速度快，目前主要依托化工生产中的副产物作为主供氢源的原材料，以节省制氢成本。然而，依托于工业原料及副产物所制的“灰氢”及结合CCUS技术的“蓝氢”仍会产生较大碳排放，根据国际氢能委员会测算，2030年碳排成本约为50美元/吨二氧化碳，使得灰氢成本达46.22元/kg，或与“绿氢”同价，须加快推动通过可再生能源、电解水等方法，实现全程百分之百零碳排、零污染的“绿氢”继续发展。目前，“绿氢”的制取方式为电解水制氢，主要的制取工艺为碱性电解、PEM电解（质子交换膜电解）、固体氧化物（SOEC）电解，其中ALK碱性电解与PEM电解技术应用较为成熟。“绿氢”降成本基本路径主要通过国家政策积极引导，从原料供应、技术及相关设备三维度突破。



原料供应

绿氢的制氢工艺：电解水制氢，电价为最主要成本

未来十年我国风电、光伏新增装机规模增加，可再生能源发电成本将进一步下降

“三北”地区大量存在弃风弃电现象，利用未消纳可再生能源，作为“绿氢”基础

国家政策引导，推动可再生能源制氢投资与布局



宝丰能源

斥巨资投入绿氢项目，制定了每年新增3亿标方绿氢产能（对应至少188MW装机规模）的经营规划，预计年产2.4亿标方“绿氢”和1.2亿标方“绿氧”。



技术

ALK技术较为成熟，PEM技术与关键材料依赖进口SOEC技术处于研发阶段；当前电解水制氢效率约为55kWh/kg氢气。

随着制氢技术与制备工艺不断发展完善，关键制备材料性能不断优化，未来电解槽的效率有望降低至40kWh/kg氢气，设备、电池成本等其他原材料成本也会下降50%以上；加快可再生能源与氢能技术的耦合，充分利用可再生能源富集地区资源



中国石化
SINOPEC

中石化建成首座PEM氢气提纯设施，其阴极和阳极催化剂、双极板以及集电器等关键核心材料部件均实现国产化，制氢效率达85%以上。



设备

电解槽是电解水制氢的核心设备，成本占比约40%~50%

关键核心技术的国产化突破与规模化生产推动电解槽的生产成本也将大幅度降低，到2030年电解水制氢设备的固定成本有望降低50-60%。



考克利尔竞立

出货量达到160MW排名第一，主要受益于宝丰能源绿氢项目，其1000标方制氢设备出货量国内领先。

来源：国际氢能委员会，《氢能行业研究：到2030年可再生绿氢或将实现与灰氢平价》，《探究绿氢降本之路》，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

从产业链看氢能未来之路

技术、成本多环节突破，发展多样化储氢方式

从氢的储存来看，氢的大规模应用下，一方面高压气态瓶改造成为重点，另一方面，需推动低温液态储氢和介质储氢的发展。高压氢能瓶未来主流为金属内胆纤维缠绕瓶（III型）和塑料内胆纤维缠绕瓶（IV型），VI型瓶内胆采用树脂，在70MPa标准下可以实现更长的寿命，助力氢储存降本增效。低温液态储氢从储能密度来看是最为理想的储氢方式，但对容器绝热性能要求很高，目前主要应用于航天领域。介质储氢主要分为固态金属、有机液体（甲苯、二苄基甲苯等）、合成燃料（甲醇、氨等）等，其中固态储氢方式通过化学或物理吸附原理将氢气吸附后储存，载体一般为纳米材料或者金属氢化物。液态有机储氢可以利用传统的石油基础设施进行运输、加注，方便建立加氢网络。

氢能瓶的技术方向：耐压和减重，发力塑料内胆纤维缠绕瓶（VI型）

高压气态储氢

现阶段储氢瓶主要采用35MPa，未来70MPa逐渐商用落地，氢能瓶走向更加高效的VI型瓶。

技术难题：缠绕瓶由内胆和碳纤维缠绕层组成，碳纤维为核心材料。高压储氢瓶用碳纤维主要采用T700级及以上规格，这部分成本占总成本的70%以上，目前主要来源于日本东丽。

规模化生产：国产化程度低，规模化应用还未实现。



中复神鹰碳纤维有限责任公司
ZHONGFU SHENYING CARBON FIBER CO.,LTD.

T700级、T800级碳纤维产品主要力学性能与国际同类产品相当，建成千吨级干喷湿防高性能碳纤维生产线，2020年碳纤维国内销量3652吨，市占率7.43%。

低温液态储氢

低温液态储氢技术重点：低温绝热技术突破

1) 实现低温液体储存的核心技术手段在于低温绝热技术；2) 常见的储罐外型有球型和柱形两类，球型表面积最小，应力分布均匀、机械强度高，但大尺寸的球型储罐造价昂贵，制造难度大，且对储氢材料有很苛刻的要求。



中国航天科技集团有限公司
China Aerospace Science and Technology Corporation

航天六院101所

航天六院101所是国内液氢产能和用量最大单位，2021年陇西液氢生产及碳减排示范基地项目来气，规划建设2座液氢生产基地（预计年产6500吨液氢）。

介质储氢

介质储氢：尚未实现商业化，镁基固态储氢落地最快

提升储氢材料储氢量：传统的金属氢化物材料虽然具有较高的体积储氢密度，但在温和条件下有效储氢容量大多低于3%（质量分数）。

降成本：主要是金属氢化物等材料成本，同时节约贵金属。

镁基储氢合金质量轻、密度小、储氢容量高、资源丰富、价格低廉，理论储氢质量分数可达7.7%。



规划建设全球首座35MPa+70MPa镁基固态储氢加氢站示范项目，牵头起草《镁基氢化物固态储运氢系统技术要求》团体标准。

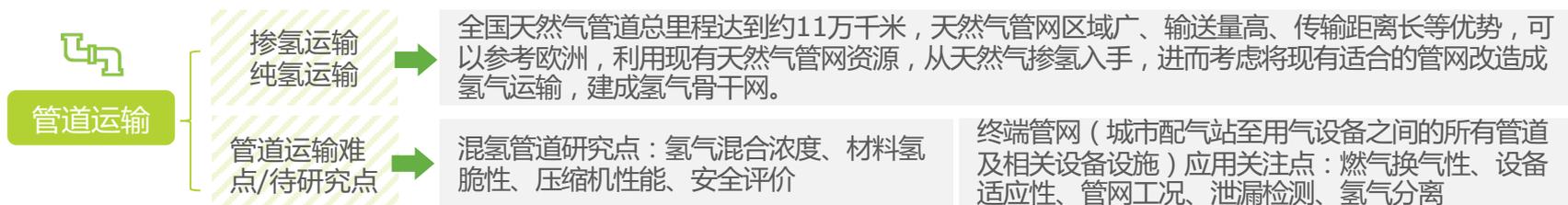
来源：香橙会，亿华通官网，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

从产业链看氢能未来之路

储运环节发力管道输送，加注环节合建加氢站降本

氢能源储运环节主要瓶颈在于解决高成本、低能效、安全性难题，从氢能规模化来看，目前的长管拖车高压气氢不能满足大面积区域辐射，未来趋势主要在液氢运输以及管道运输，其中，液氢技术门槛较高，国产化程度低，大规模应用还难以满足，可先通过驳船应用于洲际运输。美国、欧洲分别已有氢气管道2500km、1598km，我国仅有400km左右，发展较为滞后。管道运输的成本难题主要是初始投入高，但随着规模化应用，后期运输成本很低，是氢能储运的未来所在。

单一的加氢站审批程序复杂，成本高昂，合建加氢站可分为油-氢合建站、CNG-氢合建站以及LNG-氢合建站，可利用现有加油加气站的场地设施改扩建，探索站内制氢、储氢和加氢站一体化的加氢站等新模式部分。中国石油、中国石化等企业拥有庞大的加油站，具有发挥氢能业务的网络优势。



输氢管道	特性
定州-高碑店氢气管道工程 (在建) (纯氢)	管径为508毫米，全长约145公里，是国内目前规划建设的最长氢气管道，采用L245钢管，设计压力4MPa，最大输量约10×10 ⁴ t/a。
张家口掺氢天然气管道示范项目 (在建) (掺氢)	通过研究天然气管道材质选型与氢气相容性分析技术、掺氢比可动态调节的在线掺混技术、天然气掺氢安全防护与实时监测技术，攻克在线掺氢混气控制测量技术难点，目前正在进行民用用户天然气掺氢应用示范改造设计，预计每年可向张家口市区输送氢气400余万立方米。

部分合建加氢站	佛山樟坑油氢合建站	西上海油氢合建站	重庆石油半山环道综合加能站	盛港综合能源服务站 (大连)
	日加氢能力：500kg	日加氢能力：1000kg	每日可满足100辆氢燃料电池汽车加注需求	日加氢能力：500kg

来源：《氢能产业链及储运技术研究现状及发展趋势》，各公司微信公众号，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

艾瑞新经济产业研究解决方案



行业咨询

- 市场进入 为企业提供市场进入机会扫描，可行性分析及路径规划
- 竞争策略 为企业提供竞争策略制定，帮助企业构建长期竞争壁垒



投资研究

- IPO行业顾问 为企业提供上市招股书编撰及相关工作流程中的行业顾问服务
- 募 投 为企业提供融资、上市中的募投报告撰写及咨询服务
- 商业尽职调查 为投资机构提供拟投标的所在行业的基本面研究、标的项目的机会收益风险等方面的深度调查
- 投后战略咨询 为投资机构提供投后项目的跟踪评估，包括盈利能力、风险情况、行业竞对表现、未来战略等方向。协助投资机构为投后项目公司的长期经营增长提供咨询服务

关于艾瑞

艾瑞咨询是中国新经济与产业数字化洞察研究咨询服务领域的领导品牌，为客户提供专业的行业分析、数据洞察、市场研究、战略咨询及数字化解决方案，助力客户提升认知水平、盈利能力和综合竞争力。

自2002年成立至今，累计发布超过3000份行业研究报告，在互联网、新经济领域的研究覆盖能力处于行业领先水平。

如今，艾瑞咨询一直致力于通过科技与数据手段，并结合外部数据、客户反馈数据、内部运营数据等全域数据的收集与分析，提升客户的商业决策效率。并通过系统的数字产业、产业数据化研究及全面的供应商选择，帮助客户制定数字化战略以及落地数字化解决方案，提升客户运营效率。

未来，艾瑞咨询将持续深耕商业决策服务领域，致力于成为解决商业决策问题的顶级服务机构。

联系我们 Contact Us

 400 - 026 - 2099

 ask@iresearch.com.cn



企 业 微 信



微 信 公 众 号

法律声明

版权声明

本报告为艾瑞咨询制作，其版权归属艾瑞咨询，没有经过艾瑞咨询的书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制、传播或输出中华人民共和国境外。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

免责条款

本报告中行业数据及相关市场预测主要为公司研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，部分文字和数据采集于公开信息，并且结合艾瑞监测产品数据，通过艾瑞统计预测模型估算获得；企业数据主要为访谈获得，艾瑞咨询对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽最大努力的追求，但不作任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的观点均不构成任何建议。

本报告中发布的调研数据采用样本调研方法，其数据结果受到样本的影响。由于调研方法及样本的限制，调查资料收集范围的限制，该数据仅代表调研时间和人群的基本状况，仅服务于当前的调研目的，为市场和客户提供基本参考。受研究方法和数据获取资源的限制，本报告只提供给用户作为市场参考资料，本公司对该报告的数据和观点不承担法律责任。

为商业决策赋能

EMPOWER BUSINESS DECISIONS

iResearch

艾 瑞 咨 询