



蓝皮书系列·2021

执行摘要

零碳中国·氢能

以实现碳中和为目标的未来能源

中国投资协会能源投资专业委员会、腾讯研究院



北京市西城区木樨地北里
甲11号国宏大厦A座1120
<http://zero-caboh.org.cn>



腾讯研究院
Tencent
Research Institute

北京市海淀区北四环西路
66号中国技术交易大厦5层
<https://www.tisi.org>



*中国投资协会、腾讯研究院版权所有。



腾讯研究院
Tencent
Research Institute

作者与鸣谢

作者

中国投资协会：姜艺、孙耀唯、邵诗洋、邬佳益、张杰、郑冬冬。

腾讯研究院：蔡雄山、乔婷婷、温博欣、张钦坤、张雪琴。

*按姓氏首字母顺序排列。

联系方式

郑冬冬:ccei_zd@163.com

张钦坤:qinkunzhang@tencent.com

鸣谢

我们向为本研究提供意见和建议的来自企业和研究机构的专家们表示诚挚的感谢。

*封面及文中部分图片来源于pexels。

*本蓝皮书用纸属于中国森林认证产品。

关于我们



中国投资协会 (The Investment Association of China, IAC)

中国投资协会 (The Investment Association of China, IAC) 是经中华人民共和国民政部登记注册，具有社团法人资格的全国性社会团体，是中国投资建设领域权威性、综合性社团组织，其政策和业务指导部门为国家发展和改革委员会。中国投资协会下设16个投资委员会，拥有超过1000家大中型投资企业会员单位。本报告由中国投资协会能源投资专业委员会执行。2020年，中国投资协会能源投资专业委员会牵头联合50多家国内外机构发起“零碳中国”倡议，将以实现“碳中和”为目标，为推进国家能源转型和绿色发展做出应有的贡献。



腾讯研究院

Tencent
Research Institute

关于腾讯研究院(Tencent Research Institute)

腾讯研究院是腾讯公司的智库，旨在依托腾讯公司多元的产品、丰富的案例和海量的数据，围绕产业发展的焦点问题，通过开放合作的研究平台，汇集各界智慧，共同推动互联网产业健康、有序的发展。围绕互联网法律、公共政策、互联网经济、大数据等研究方向，与国内外研究机构、智库开展多元化的合作，不断推出面向互联网产业的数据和报告，为学术研究、产业发展和政策制定提供有力的研究支持。我们坚守开放、包容、前瞻的研究视野，致力于成为现代科技与社会人文交叉汇聚的研究平台。

目录

前言	06
一、发展氢能已成为全球共识	07
二、我国发展氢能的必要性	09
三、我国氢能发展现状	11
四、“双碳”背景下我国氢能发展趋势	13
五、氢能发展面临的的关键问题	17
六、氢能产业发展建议	20





前言

2020年9月22日，习近平主席在第75届联合国大会上宣布“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。实现碳达峰、碳中和，是以习近平同志为核心的党中央统筹国内国际两个大局做出的重大战略决策，是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展的必然选择，是构建人类命运共同体的庄严承诺。

能源绿色低碳发展和经济社会全面发展的全面绿色转型是实现“双碳目标”的关键。2020年1月11日，中国投资协会联合多家行业组织和机构共同发起《零碳中国倡议》，倡议以“零碳中国，绿色投资，推动中国能源革命，实现中国能源转型”为宗旨，由中国投资协会能源投资专委会执行和推进落实，围绕能源及主要耗能产业领域，向社会普及低碳、零碳、负碳投资理念，把握全球低碳发展新机遇，培育经济发展新动能，以绿色投资为手段，推动零碳项目的落地，探索和开创符合中国国情的绿色、低碳、循环发展道路。

氢能作为一种取之不竭、来源广泛、高能量密度的清洁能源，可逐步替代石油、天然气等大宗、战略性能源商品，保障能源安全和多元化，也是一种非常灵活智慧的二次能源载体，是唯一可以耦合电网、热网和气网的能源，是形成高效、安全、稳定的多能互补能源系统的理想能源品类，是未来实现碳中和的突破性解决方案。但从产业发展阶段来看，氢能产业整体处于早期发展时期，期望值远高于产业发展实际和技术成熟度，需警惕低质量发展、低水平扩张和盲目投资的风险。

基于此，中国投资协会能源投资专业委员会（简称能投委）与腾讯研究院共同编制此《零碳中国·氢能》蓝皮书，旨在通过整理国内外氢能发展的政策环境，分析我国发展氢能的意义和背景，梳理氢能产业上下游技术现状和应用情况，研究提出以实现碳达峰、碳中和为目标的氢能发展定位，针对氢能产业各环节的发展瓶颈，提出针对性的解决方案和政策建议，为氢能及先关领域的从业者、投资者和政策制定者提供参考和借鉴。

01

发展氢能已成为全球共识



发展氢能已成为全球共识

在全球碳减排的趋势背景下，各国对于发展氢能产业的热情空前高涨，这一现象有众多的推动因素，包括保障能源安全、促进能源供应多元化、拉动经济增长等等，其中最重要的推动因素是氢能（绿氢）将在减排脱碳中发挥的关键作用，特别是在某些难以利用清洁电力深度脱碳的领域，例如锂电池替代能力较差的重载交通领域、利用灰氢的传统炼化、合成、炼钢等领域的深度脱碳等。

截止目前全球已有17个国家（包括欧盟）发布国家级的氢能战略或者氢能路线图，且有另外十余个国家正在制定和计划发布氢能战略。这些国家既包括如日韩、欧盟等西方发达国家，也包括印度、俄罗斯等发展中国家；既包括如荷兰、挪威等可再生能源利用较为普及的国家，也包括沙特、澳大利亚等以化石能源为主的国家。说明不同的国家均认可氢能在未来能源领域具有潜在的价值和广泛的应用。



02

我国发展氢能的必要性



我国发展氢能的必要性

氢能的资源禀赋保障我国能源安全

受“富煤贫油少气”的资源禀赋限制，2020年我国的石油、天然气对外依存度分别达到73%和43%，在全球贸易摩擦越演越烈、中美关系不确定因素增大和新冠疫情对全球能源贸易的影响下，我国的能源安全风险进一步加大。

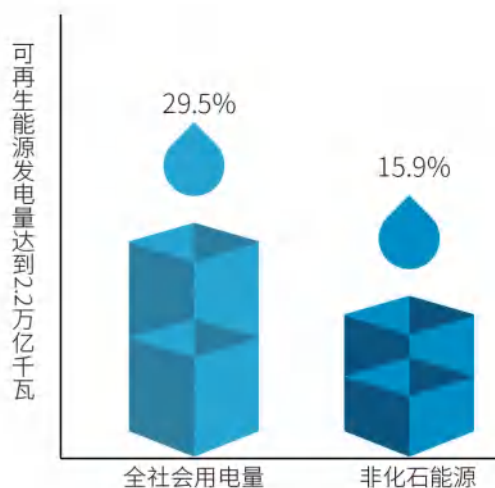
我国是世界第一产氢（灰氢）大国，具备非常成熟的制氢工业基础，但煤制氢的产量占比超过60%，如果不考虑排放的情况下，我国的煤炭储量可以在很大程度上保证氢气的供应。另外我国具备非常丰富的可再生能源开发潜力，截至2020年底我国可再生能源发电装机总规模达到9.34亿千瓦，但风能和太阳能已开发量仅为技术可开发资源量的1/10，这意味着可再生能源制氢（绿氢）潜力巨大，可在根本上对能源安全起到关键作用。

绿氢促进我国可再生能源高比例开发

截至2020年底，我国可再生能源发电装机达到9.34亿千瓦，其中风电装机2.81亿千瓦、光伏发电装机2.53亿千瓦。同时我国可再生能源发电量达到2.2万亿千瓦时，占全社会用电量的比重达到29.5%，非化石能源占一次能源消费比重达15.9%，如期实现2020年非化石能源消费占比达到15%的承诺。2020年习近平主席在气候雄心峰会上发表重要讲话，宣布我国2030年非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上。



可再生能源发电装机达到9.34亿千瓦



我国可再生能源迅猛发展的同时，可再生能源电源侧与负荷侧不匹配，资源集中的“三北”地区受到外送通道建设滞后、本地消纳能力不足的影响等制约凸显。我国“三北”集中了全国60%以上的风电和近50%的光伏发电装机，但只占全国负荷比例32%，同时“西电东送”的10条特高压线路送电量仅为设计输送量的40%，部分线路输送比例不到20%，具备大规模、长周期优势的氢储能的发展有望破解在消纳和外送瓶颈下的可再生能源开发困局。

氢能是实现我国“碳中和”的重要手段

增加清洁电力的比例和促进终端电气化是我国各环节低碳转型的主要手段，但是这两者并不能解决所有的问题，特别是在有些难以通过电气化深度减排的环节。如在工业（作为燃料或原料）和交通（如长途货运、航运和航空）部门使用氢气和生物燃料等低碳燃料。考虑到二氧化碳封存对地下构造要求较高，且建造时间周期较长，规模化水平较难评价，如通过捕捉的二氧化碳与绿氢合成氨、甲醇、乙醇等燃料和合成乙烯、丙烯、芳烃等有机材料，能有效降低二氧化碳或解决二氧化碳碳捕集后的规模化利用问题。



我国氢能发展现状

1、政策环境

2019年氢能首次写入《政府工作报告》，提出“推动充电、加氢等设施建设”；在2020年4月发布的《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》将“氢能”纳入能源范畴；2020年国家发展和改革委员会发布《关于2019年国民经济和社会发展计划执行情况与2020年国民经济和社会发展计划草案的报告》，提出要制定国家氢能产业发展战略规划；在2020年9月国家五部委发布的《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》，国家采取“以奖代补”的形式鼓励符合条件的地区开展燃料电池汽车示范。2021年9月《中共中央 国务院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》里提出，要统筹推进氢能“制储输用”全链条发展，推进可再生能源制氢，加强氢能生产、储存、应用关键技术研发、示范和规模化应用。

全国部分省市也出台了一系列政策规划和行业标准，鼓励氢能产业链的集群化发展。目前北京、上海、广东、江苏、山东、河南等超过四十多个省市纷纷出台氢能和燃料电池支持政策。

我国部分省市氢能发展规划目标

省市	规划年份	产业规模	龙头企业	燃料电池车	加氢站
北京	2023年	85亿	3-5	3000	37
	2025年	240亿	5-10	10000	74
广东	2022年			首批氢能乘用车示范运行	300
上海	2023年	1000亿		10000辆	100
	2025年	全球产业发展高地			70
河北	2021年	100亿		产业链全覆盖	产业链全覆盖
	2022年	150亿		产业链全覆盖	产业链全覆盖
河南	2025年	100亿		5000	80
江苏	2021年	500亿		2000	20
	2025年	完整产业链		10000	50
浙江	2022年	100亿		1000	30
	2022年	产业全面起步		5000	30
山东	2025年	完整产业链	10家	20000	100
	2030年	建立氢能产业与大数据、人工智能等新一代信息技术和智慧交通、新型智慧城市等新业态深度融合商务新型智慧生态体系。			

2、产业格局

我国的氢能产业发展呈现自下而上的趋势，氢能与燃料电池产业集中在广东、江苏、山东、浙江、上海等地。其中上海、北京和佛山通过整合本地优势资源，并和周边地区进行协同合作，逐步形成以上海为中心的长三角氢能产业集聚区，以北京为中心的京津冀氢能产业集聚区，和以佛山为中心的珠三角氢能产业集聚区，这三个地区也是第一批燃料电池汽车城市群示范入选名单。除此之外还有以成都为中心的西南产业集聚区，以武汉为中心的中部产业集聚区和山东产业集聚区。



3、氢能生产消费结构

据中国氢能联盟统计，我国2019年产氢量3342万吨。从生产原料看，主要包括煤炭、天然气等化石能源以及工业副产氢。其中煤制氢产量达到2124万吨，占比63.5%；工业副产氢708万吨，占比21.2%；天然气制氢460万吨，占比13.8%；电解水制氢产量约50万吨，占比不到1%。产能主要集中于西北、华北和华东地区，合计占比75%。

从消费结构看，我国多数氢气用于合成甲醇、合成氨和石油炼化，少量作为工业燃料使用。根据中国氢能联盟统计，从2019年氢气终端消费来看，合成氨是最大下游消费领域，需求量占比32.3%，约1079万吨；生产甲醇（包括煤经甲醇制烯烃）需求量占比27.2%，约910万吨；石油炼化与煤化工需求量占比24.5%。交通领域需求量占比<0.1%，可以忽略不计。



“双碳”背景下我国氢能发展趋势

1、可再生能源制氢将成为主流

由于氢能下游应用场景的大幅扩充，制氢领域将会快速发展。而可再生能源电解水制氢在整个过程中的无碳化，未来从平价上网还将发展到低于煤电上网电价，确定了其在双碳背景下未来的主导地位。

2020年，全球光伏发电竞价中标电价屡破最低记录，其中葡萄牙700MW光伏项目中标电价达到1.32美分/KWH，2021年4月，沙特600MW的AL SHUAIBA光伏IP项目1.04美分/KWH的低价创造了当前最低记录，比2020年全球中标电价最低价（1.32美分/KWH）降低了21.2%。光伏电价在越来越多的国家和地区已经低于火电电价，成为最具竞争力的电力产品。与此同时可再生能源制氢是全球氢能发展最热的环节，无论欧美还是国内。

对于海上风电，POWER-TO-HYDROGEN（储氢）是前景较为明朗的储能方式。目前主要有两种形式：第一种是将产生的电量通过海底电缆传送至沿岸的电解槽，将水电解产生氢气后储存起来运往各处；第二种是将电能传送至海上油气平台，在油气平台将水电解后利用现有的天然气管道将氢能传送至陆地，目前该解决方案已被工业气体生产商广泛用于供应化工和炼油行业。

我国漳州也在积极探索“核光风储氢一体化”发展路径，建设海上风电制氢基地，发展氢燃料水陆智能运输装备，形成“海上发电—制氢储氢”的产业链。2021年我国首台漂浮式海上风电试验样机—“三峡引领号”正式下线，为海上风电制氢提供了额外的思路。

2、交通领域氢电协同，燃料电池或成商用车及非道路运输减排之选

由于锂电池本身的电能充放特点，电动汽车在中短距离运输中适用性较高。相比之下，燃料电池车能量密度高，加注燃料便捷、续航里程较高，更加适用于长途、大型、商用车领域，可有效解决商用货车污染排放大等问题。未来有望形成燃料电池汽车与纯电动汽车互补并存的格局。

燃料电池重卡

2021年9月，生态环境部发布《中国移动源环境管理年报（2021年）》。年报显示，2020年，全国货车一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）、氮氧化物（NO_x）、颗粒物（PM）排放量分别为207.3万吨、46.0万吨、517.8万吨、5.8万吨，占汽车排放总量的29.8%、26.6%、84.3%、90.9%，是道路交通中综合排放占比最高的车型。

根据《节能与新能源汽车技术路线图2.0》的规划，到2030-2035年燃料电池汽车将达到100万辆左右，以客车和城市物流车为切入领域，逐步推广至载重量大、长距离的中重卡、牵引车、港口拖车及乘用车。在随后五部委出台的《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》的政策中，再次明确了重点推动中长途、中重型燃料电池商用车示范应用。

目前国内超过20家汽车制造商推出燃料电池重卡，车型包含各类环卫和工程车辆，主流的燃料电池公司都已推出大功率电堆及系统，同时成本下降显著；港口牵引和运输、城际货运和物流、矿石和渣土运输、工程建筑和城市环卫等多种场景的应用已全面开展探索。

燃料电池船舶

航运业是温室气体主要排放源之一，零排放的燃料电池技术应用于船舶被普遍视为一种有效的解决方案，目前包括挪威、日本、加拿大、荷兰、法国、德国等国家均已对船用燃料电池技术展开探索。

2018年，交通运输部发布了《关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》，全面扩大我国沿海和内河水域船舶大气污染物排放控制区范围，我国对船舶的排放日趋严格。我国东部沿海位列世界十大港口的就占7席，2019年年底，全国拥有水上运输船舶13.16万艘，我国船舶排放的NO_x、PM（颗粒物）和HC占非道路移动源排放的比例分别为28.2%、24.2%和19.8%，未来船舶和港口等低碳化势在必行。

2021年7月，国家海事局组织制定了《氢燃料动力船舶技术与检验暂行规则（征求意见稿）》，面向社会公开征求意见，氢能船舶的应用将会很快打开局面。

3、氢能应用场景多点开花，能源、工业领域是主要催化剂

碳中和大背景下，氢能在我国能源转型中的作用和定位主要包括：实现大规模、高效可再生能源消纳；在不同行业和地区间进行能量分配；充当能源缓冲载体，提高能源系统韧性；降低交通运输过程中的碳排放；降低工业用能领域的碳排放；代替焦炭用于冶金工业降低碳排放；降低建筑采暖的碳排放等。

交通

在交通运输领域，氢能不仅应用于燃料电池车，目前正向其他交通运输领域扩展，例如氢燃料电池船舶，氢燃料电池飞机。到2050年，氢燃料电池船舶与氢燃料电池飞机的氢气需求将会远超氢燃料电池车对于氢气的需求。到2050年，随着氢燃料电池的技术突破与规模效应带来的成本下降，由于氢燃料电池续航能力强、低温适应能力强、能源补给时间短等优势，不仅氢燃料电池车的渗透率将快速上升，其他交通运输领域对于氢能的应用也有望迎来重要转折点。

储能（氢储）

随着可再生能源发电在发电侧占比逐渐增大，其随机性、间歇性、能量密度低等特点，会加剧电力系统供需两侧的双重波动性与不确定性，系统调峰难度大。在此场景下，储能迎来发展机遇。氢能兼具清洁二次能源与高效储能载体的双重角色，是实现可再生能源大规模跨季节储存、运输的最佳整体解决方案。目前我国依旧存在弃风、弃光等问题，利用富余的可再生能源电解水制氢，再将氢能运输至能源消费中心转化为电能利用，可以有效解决可再生能源不稳定及运输问题，氢储能将在储能领域占据一席之地。

发电

燃料电池分布式发电是氢能除了交通领域应用之外最大的应用场景。根据美国能源部报告，若以质量为基础，氢燃料电池能量密度几乎是汽油的三倍。目前全球燃料电池分布式发电累计装机容量近1GW。其中美

国和韩国分别具有超过500MW和超过300MW的装机规模，其单机功率几乎都在100KW以上。日本已安装超过35万台的家用燃料电池热电联供系统，700W是多数的功率配置。我国在燃料电池分布式发电领域应用非常少，仅有百台级小功率通信基站备用电源应用的经验及一些示范项目，技术和商业模式尚不成熟。随着科技部“氢进万家”项目的推进，燃料电池分布式发电将得到规模化示范，技术和商业模式会得到进一步的研究和探索，必将加快商业化的推广。

能源互联网

能源互联网是以清洁能源为基础，通过多能互补、信息传递、智能管控等先进技术，实现能源生产和消费的协同与平衡，具有清洁化、智能化、便捷化等特点，是未来能源发展的理想形式。氢能具有来源广、热值高、无污染的优势，且具备长周期储存和远距离运输的特点，可作为能量源、能量储存和转换媒介在能源互联网构建中发挥重要作用。能源互联网的重要内容是实现电网、气网、热网的深度耦合和互联互通，氢能在发电、供热及储能等方面的优势将推动氢能作为重要的分布式能源和能源互联网的重要组成部分，并能极大提高能源互联网能量储存与转化的灵活性和操作弹性，进而推动我国能源系统的清洁化和智能化转型。

冶金

目前的炼钢企业大都采用通过燃烧焦炭提供还原反应的高炉炼铁技术，因此钢铁行业碳排放量大，污染严重。截至2020年，我国钢铁企业平均吨钢碳排放量为1765公斤。采用基于天然气的炼铁工艺，可以将吨钢碳排放降至940公斤；而使用80%的氢气和20%的天然气则可以降至437公斤；如果完全使用氢气炼钢，则可以实现二氧化碳的“零排放”。国内外氢能炼钢应用案例包括瑞典钢铁HYBRIT项目、萨尔茨吉特SALCOS项目和奥钢联H2FUTURE项目、河钢集团与卡斯特兰萨共建120万吨氢冶金示范性工程项目等。

我国粗钢产量超过世界产量50%，90%以上的粗钢由高炉-转炉长流程工艺生产，每年煤炭消耗约6.4亿吨，占到我国总消耗量的17%。利用绿氢的氢冶金技术，是钢铁产业绿色低碳发展的终极方向。目前河钢已经在国内率先开启了氢冶金工程建设，宝武钢铁、河北钢铁、鞍钢、酒钢等已纷纷启动立项。

化工

氢气在现代工业中主要应用于石油领域的炼油和化学工业的主要原料。全球每年在工业领域消耗的氢气体积超过了500亿NM³。目前，为了改善石油和天然气等化石燃料品质，必须对其进行精炼，如烃的增氢、煤的气化、重油的精炼等，这些过程都需要消耗大量的氢气。在化工行业中，制备甲醇和合成氨均需要氢气做原料，尤其是合成氨的用氢量最大。未来工业领域的应用将主要在氢能炼钢、绿氢化工和天然气掺氢三大场景，由此助力工业部门深度脱碳。

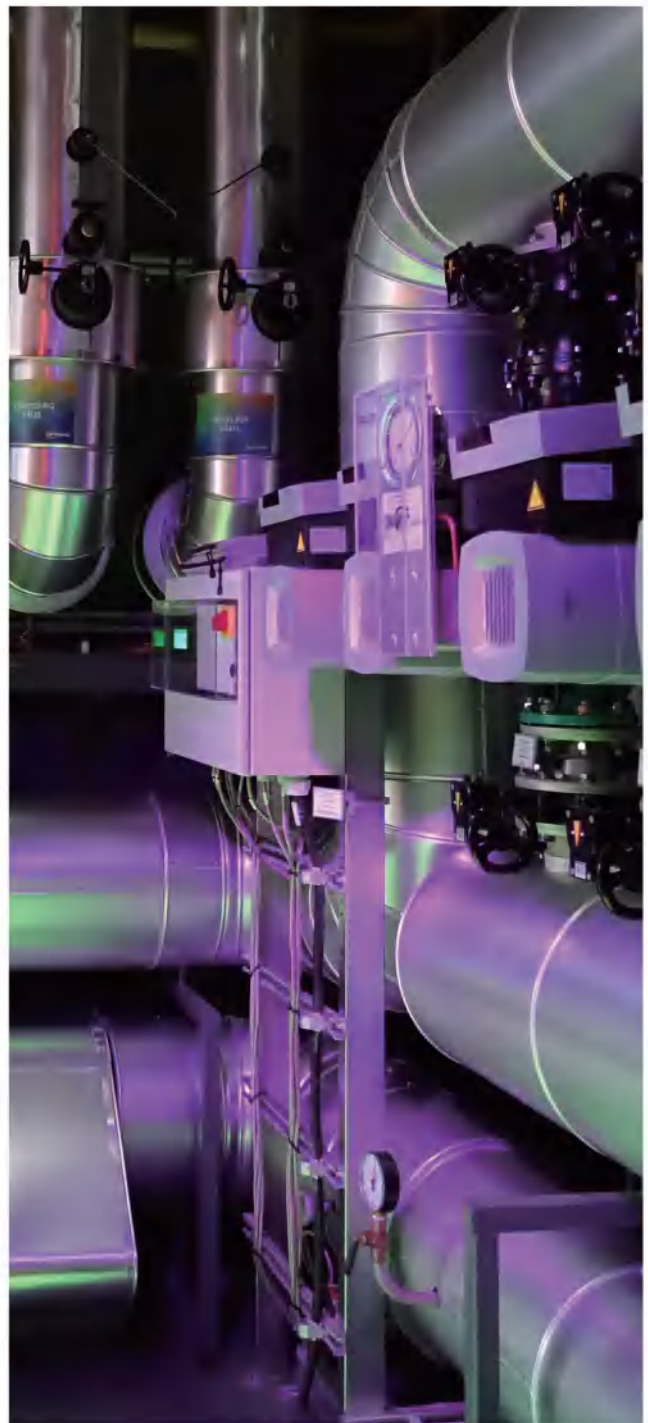
如今的化工行业建立在碳氢化合物之上，碳氢化合物既被用作原料，也用作能源。在钢铁业同样如此，焦炭同样是原料又是能源，造成这两个行业无法依靠清洁电力实现深度的脱碳，利用绿氢就尤为关键。通过绿氢能够合成最终构成化工行业二氧化碳排放量一半以上的9个关键产品（氯、氨/尿素、甲醇、乙烯/丙烯、苯/甲苯/二甲苯）。中石化、中石油等为代表的石油化工央企，东华能源、宝丰能源等为代表的民营化工上市公司均已在布局绿色化工。

建筑

目前，以日本、韩国、欧洲为代表正在应用户用燃料电池装置，日本应用居多，为建筑发电的同时，产生余热用于供暖、洗浴热水。我国目前技术路径尚不清晰，因人口密度大，管道系统复杂，用能特点不同等，与国外有较大差异。

氢气可以与天然气混合使用，未来是少数能与天然气竞争的低碳能源方案之一。通过与天然气混合（<20%），借助基于燃气轮机或燃料电池的电热联产（CHP）技术，提供灵活连续的热能电能，进而有望取代

化石燃料CHP。低百分比的氢气可以安全地混合到现有的天然气网络中，无需对基础设施或设备进行重大调整。基于1.5摄氏度目标，根据国际氢能委员会（HYDROGEN COUNCIL）预测，至2050年，10%的建筑供热，8%的建筑供能将由氢气提供，每年可减少700 MT二氧化碳。



05

氢能发展面临的的关键问题



氢能发展面临的的关键问题

1、氢能政策亟待完善和创新

氢能作为一种战略新兴能源，需要重新建立一条除石油、天然气、电力之外的第四种能源支撑体系。目前氢能发展已不仅限于交通领域，而是涉及到传统石化能源、可再生能源、新型化工、低碳交通、低碳建筑、规模化储能等领域的大氢能概念，需上升为国家战略给予高度重视。

与国外发达国家相比，我国亟需出台正式的、从能源角度定位的、国家层面的氢能中长期发展战略规划。规划的出台，一方面有利于从“全国一盘棋”的角度统筹规划，另一方面可以保障氢能产业发展的连续性。

2、发展绿氢需解决稳定性、经济性和技术成熟度问题

稳定性：是指由于可再生能源的波动性、间歇性和随机性的特性而带来的对制氢设备耐久性和制氢产能稳定性的影响。

经济性：是指可再生能源制氢的成本能够匹配化石能源制氢的成本，这样才能具备绿氢下游市场真正商业化的潜力。局部优势地区的光伏电价并不代表普遍价格，废弃的电力在用于水电解制氢时也并非意味着零成本，成本较低的碱性水电解制氢需要在特定的条件下才能具备一定的经济性，而纯水PEM电解制氢目前还谈不上经济性。

技术成熟度：是指目前的水电解装备需要提升对波动工况的稳定性，提升电解的效率和突破核心材料的国产化。国内碱性电解槽技术成熟，国产化水平高，对比国外具备明显成本优势，PEM水电解槽技术与国外存在一定差距，单机功率较低，部分核心材料依赖进口，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。

3、规模化储运面临挑战

我国发展氢能最大的挑战在氢的储运，特别是长距离、大容量、低成本的储运。目前我国氢能应用区域主要集中在东南沿海地区，远离三北地区等绿氢氢源富集区域，地域不匹配问题严重，长距离、大容量、

低成本的储运手段和技术尚未实现产品化，大规模的氢能应用将面临较大考验。

目前我国氢气的储运主要以20MPa高压长管拖车高压气态运输方式为主，运输能量密度较低，单车运氢量约350KG，充装和卸载时间约4-5个小时，适合150KM内短距离运输，在氢资源丰富且用氢规模较小的情况下可满足短期需求，但随着用氢体量放大，这种模式将不可持续。提高高压输氢长管压力至45MPa或50MPa是一种较快能实现的方式，另外液氢储运适合较大规模的储运，但整个体系的建立和验证尚需时间。管道输氢是“西氢东输”最理想的方式，但需要供需双方实现规模化、稳定化，需要国家重点投资建设。



4、加氢站商业模式需要建立

2019年底国内建成加氢站约60座，2020年底国内建成加氢站128座，跃居全球第二，到2021年9月，国内加氢站已近190座，同时还有超过100座加氢站在建中，国内的加氢站增速和总数位居全球第一，但加氢站建设仍然存在诸多亟待解决的痛点。

加氢站建设待解决的痛点

1 氢气目前仍然作为危化品管理，其危险性被扩大化，加氢站主管部门仍未明确，审批流程不清晰，也没有统一的安全监控体系。

2

已建成的加氢站中，严重缺乏真正具备商业化能力的大容量加氢站，多数站点均为内部实验站，无法对公共车辆提供加氢服务。

3

国内车载高压氢瓶中仍以35MPa碳纤维缠绕III型瓶为主流，适用于重卡和乘用车的70MPa加氢站数量稀少，与欧美日采用的70MPa压力标准有较大差距；液氢加氢站尚未突破。

4

加氢站建设成本高昂，日加注能力和日加注率的不足，导致盈利能力严重不足，整个加氢站投资、建设、运营的商业模式仍未建立。



5、用氢格局需要厘清

据中国投资协会《2020零碳中国·绿色投资蓝皮书》预测，到2050年我国绿氢需求量达到8100万吨，其中用于原料的氢气（炼化、合成、炼钢等）是应用大头。如果全部用光伏电解水制氢来满足市场需求，光伏装机量将达到27亿千瓦。

在氢能交通应用中，燃料电池汽车仍存在技术路线风险。过去十年及未来的长时间内，锂电池电动汽车仍是国家重点的支持方向，保有量超过600万辆，锂电池技术正在朝着高能量密度发展、长续航里程、短充电时间方向发展。燃料电池汽车如果不能在短期内形成规模效应和合理的商业模式，将会面临被锂电池挤压的风险。

06

氢能产业发展建议



氢能产业发展建议

1、大力发展“风光氢化”协同战略，加快产业转移

可再生能源+电解水制氢模式潜力较大，除了可以有效地消纳风电、光伏等不稳定电力，实现富余波谷储能，并且副产绿色环保、高价值的氢气和氧气，可以作为绿色原材料进入后续的甲醇、合成氨等产业。随着我国新能源发电平价上网，电解水制氢的成本将会持续下降，有利于氢能的推广应用。

建议将冶金、化工等高耗能企业或生产环节转移到西北、东北、华北、西南等可再生能源资源禀赋丰富地区，利用沙漠、荒漠、戈壁滩等荒地资源建设大规模“零碳工厂”，通过源网荷储一体化、多能互补配合水电解制氢，有效解决耗能企业的清洁能源供给，同时解决可再生能源大规模消纳储存问题，同时副产的绿氢就地保障工业氢气需求，大力发展绿色冶金、绿色化工，助力最难减碳的钢铁、化工行业实现碳中和。

2、加快和完善氢能管理体系、技术标准体系

2020年国家统计局首次将氢气纳入能源统计报表中，各地方加氢站管理条例中也多以燃气管理条例作为管理标准。有关部门应加紧研究、尽快建立有效的协调联动机制，科学分析燃料电池用氢的安全性，确定安全合理的氢管理模式，最终把氢能纳入国家能源战略体系。可参考借鉴欧美等国经验，将氢能作为能源管理而非危化品处理。在制定新的发展规划过程中，尽快破除制约氢能和燃料电池汽车发展的标准检测障碍和市场准入壁垒。

3、激励技术创新，突破卡脖子环节

氢能装备和核心部件方面是我国氢能产业发展最主要的短板，存在明显卡脖子环节，进口依赖较高。在氢能储运加方面，高压储氢瓶用高强度碳纤维材料、瓶口组合阀亟待突破，低温液氢的全套装备几乎都缺乏成熟的国产化产品，加氢站装备中国产压缩机有待验证，特别是70MPa压缩机，其他的高精度氢气流量计、传感器、以及加氢枪等核心零部件均依赖进口。

在燃料电池方面，目前国内氢燃料电池电堆的质子交换膜、催化剂、碳纸等核心材料对外依存度总体较高，与国外先进水平相比还有较大差距；燃料电池系统零部件中，国产空压机性能还有待验证，氢气循环系统和增湿器的企业非常少，进口比例较高。此外，要重视和鼓励支持在合成氨领域利用绿氢转化绿氨的低温、低压、催化剂等关键技术的开发应用。



4、加强人才培养，鼓励人才引进

氢能是一个新兴行业，相关涉氢企业来自于各行各业，包括上游的制氢、材料，中游的运氢、储氢以及下游的应用等。特别是氢能正处于发展初期，各环节需要协同发展，也需要上下游相关人员相互了解全产业链。随着氢能的推广，涉氢人员会逐渐增加，而氢能技术发展迅速、行业千变万化，大量的氢能技术人员或转行技术人员、已经在岗的技术人员也需要持续的教育和培养。除了氢能技术研发和管理相关的高级人才，还有更多的相关行业普通岗位需要非学历专业培训。依托高校和各类研发机构，推动培养氢能技术研究、产品开发和应用检测等创新型人才，推动氢能领域职业教育和继续教育体系建设，培养各类高技能应用型人才。

5、鼓励社会资本进入，成立产业基金

据统计，2021年1-7月，氢能产业名义总投资金额超过2500亿元。央企、国企和民营上市公司成为氢能产业发展的重要支柱力量。但也要清醒认识到，氢能涉及的产业链非常长，技术上涉及面广且复杂，除了大型支柱企业，也要鼓励支持一批重点攻关关键技术和卡脖子环节的“专精特新”中小企业发展，服务于整个氢能产业链的完善。这需要不断改善氢能产业的投融资环节，通过建立产业基金的方式支持企业发展、技术创新。

6、发挥碳定价对氢能发展的促进作用

2021年7月16日，我国碳排放权交易开市。首批被纳入全国碳排放配额管理的是发电行业，“十四五”期间，将逐步纳入石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、和民航等其他数个高耗能行业。减碳项目将获得额外收益，氢能在各领域的应用市场将进一步打开，产业将迎来一波新的发展机遇。在全球碳中和的背景下，以欧洲和美国为代表的“碳边境税”或“边境调整费”形成的绿色国际贸易壁垒正在成为一种长期趋势，我们需要提前做好应对之策，比如积极利用氢能开展绿色化工，开展氢冶金等，减少产品各环节的碳足迹。

