

探析“碳中和”时代的零碳能源 助力氢能产业企业稳健运行 ——氢期货开辟绿色金融发展之路

上海期货交易所 胡慧 张廷波 高一铭 盛玮辰

一、前言

人类利用能源从草木燃料到自然动力，再到以煤炭为主、以油气为主；伴随着运用能源技术的不断进步，人类文明从农耕文明发展到工业文明。2020年9月，习近平主席在第75届联合国大会上提出：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，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。”这标志着我国能源产业新发展格局的确定，标志着我国能源利用将进入新能源快速发展的低碳时代、社会发展进入生态文明时代。

氢能是一种清洁脱碳、应用场景丰富的二次能源，也是可再生能源储存和转化的理想载体和媒介。在“碳中和”实现的过程中，氢能的地位将越发重要，在传统工业、交通、建筑等领域“脱碳”进程中有望扮演重要角色。在获取成本不断降低的条件下，氢能源有望逐步走上能源舞台，中国氢能联盟预计2050年氢能在能源结构中的占比有望超过10%。

2018年，我国氢能产业进入“氢能元年”。2019年，我国氢能产业开启创新之年，氢能首次纳入我国政府工作报告、首次列入能源统计报表。“双碳”目标的提出，使氢能产业面临前所未有的巨大发展契机，产业进入实践探索阶段。从储备研发品种上市的角度，期货市场服务“双

碳”目标可以有哪些作为？本文结合长期以来对新能源产业的研究和跟踪，从市场角度重点论证推出氢期货的必要性与可行性，切实贯彻服务实体经济的宗旨，积极储备新能源产品期货品种，为实现“双碳”目标贡献期货力量。

二、氢能产业链及市场概况

人类工业化进程对能源的大规模利用首先从煤炭开始，之后随着勘探、开采技术的进步和能源革命，原油、天然气等能量密度更高、污染物排放更少的化石能源又逐步开始替代煤炭。但上述能源燃烧转化的过程中始终会出现二氧化碳的排放。

氢气，化学式为 H_2 ，分子量为2.01588，是最轻的气体。标准情况下密度为0.089克/升，难溶于水，在 $-252^{\circ}C$ 可转化成无色透明液体， $-259^{\circ}C$ 可转化为雪花状固体。常温常压下，氢气无色透明、无臭无味，是一种极易燃烧的气体，爆炸极限为4.0%~74.2%。其燃烧热值 2.82×10^5 J/mol，单位质量氢的热值是煤炭的4倍、汽油的3倍、天然气的2.6倍，是一种非常理想的绿色清洁能源。

氢能作为新一代绿色能源，具有燃烧值高、低排放甚至零排放、利用形式多样等特征，正受到世界各国广泛关注，各国纷纷将其作为能源结构转型的关键能源。

氢能产业链涵盖上游氢气制取、中游氢气储运，以及下游氢气的利用（图1）。氢的制取主

要采用四种工艺：煤制氢、天然气制氢、甲醇裂解制氢和电解水制氢。通过从不同制备方法产生的碳排放程度，可以把氢气划分为三类：“绿氢”、“蓝氢”和“灰氢”。“绿氢”，主要是通过风能和太阳能等可再生能源电解水制取，在制备过程中不排放碳，是最环保的氢气。“蓝氢”，主要是通过煤炭、天然气等化石燃料制取，制取过程中有一定量的碳排放，清洁程度低于“绿氢”，高于“灰氢”，从“净零排放”的角度来讲，需要运用 CCUS 技术¹来实现碳中和。“灰氢”环保效果最弱，主要是通过煤炭、焦炉煤气、氯碱尾气等制取，制取过程中会大量排放二氧化碳。

从全球范围看，目前化工依然是氢气最大的

需求行业，其中炼化需求约占 52.3%，合成氨需求约占 42.7%，其它需求约占 5%；国内方面，目前氢气的年消费量约 2100 万吨，其中合成氨、炼化、工业、其它化工、燃料电池车的需求占比分别约为 47%、43%、6%、4% 和 0.07%。

对于氢的下游应用领域来说，燃料电池产业是电池产业中具有战略性、前瞻性的绿色储能技术，代表着未来新能源的发展方向。其中，燃料电池产业链上游包括核心材料，如双极板、膜电极及密封层等环节；中游主要为燃料电池系统集成，包括电堆及供气系统等环节；下游主要是燃料电池的应用场景，目前重点应用方向为交通领域的燃料电池汽车。



资料来源：隆众资讯

图 1：氢能产业链分布图

随着氢能的进一步开发利用，氢的消费或将进入井喷式发展。据国际能源署（International Energy Agency, IEA）估计：至 2030 年，全球氢气需求量将超过 2 亿吨；至 2050 年，全球氢气需求量或将达到 5.3 亿吨。

在氢能产业链快速发展之际，氢气价格的波动对于氢能产业链上的企业来说影响巨大。产业亟需一个统一、公正、客观、透明的氢气价格，为整条产业链的生产消费提供指导定价，也亟需管理价格波动风险的工具，为企业稳健发展保驾

护航。

三、上市氢期货是践行“双碳”目标，开辟绿色金融发展的必然选择

探索氢能期货衍生品相关工具的应用，是落实国家“双碳”战略目标，建设绿色期货衍生品市场体系的重要路径。

（一）贯彻落实“双碳”目标，赋能国家清洁能源转型发展

2020 年 9 月 22 日，习近平主席在第七十五届联合国大会上宣布我国二氧化碳排放力争于

¹ CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage, 碳捕获、利用与封存) 技术是 CCS 技术新的发展趋势，即把生产过程中排放的二氧化碳进行提纯，继而投入到新的生产过程中，可以循环再利用，而不是简单地封存。

2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。2020年12月12日，习近平主席在气候雄心峰会上发表《继往开来，开启全球应对气候变化新征程》讲话，表示为落实践行《巴黎协定》，“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，力争2030年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”，“到2030年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上。”氢能作为清洁脱碳、应用场景丰富的绿色能源，上市氢期货，是为氢能产业链企业的发展保驾护航，也是贯彻落实习近平主席在气候雄心峰会上讲话的重要举措。

（二）协同国家氢能产业发展规划，践行绿色金融发展

2020年4月，国家能源局发布《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》，氢能首次被我国列入能源范畴，同月国家能源局综合司印发的《关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》提出将应用氢能技术纳入“十四五”可再生能源发展主要任务和重大项目布局。2020年5月，《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“制定国家氢能产业发展战略规划”。2020年10月国务院发布《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》明确提出到2035年实现燃料汽车商业化应用的发展愿景。2021年10月25日发布的《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》和10月26日国务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》明确提出“积极扩大电力、氢能、天然气、先进生物液体燃料等新能源、清洁能源在交通运输领域应用”，“加快氢能技术研发和示范应用，探索在工业、交通

运输、建筑等领域规模化应用”。2022年3月23日，为深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，系统谋划和整体推进我国氢能产业高质量发展，国家发展改革委、国家能源局编制印发了《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》，加强顶层设计，引导产业健康有序发展，应对我国氢能产业仍然处于发展初期，面临产业创新能力不强、技术装备水平不高、支撑产业发展的基础性制度滞后等诸多挑战。上市氢期货，助力氢能产业平稳发展，符合新时代我国能源发展规划。

（三）积极助力地方氢能产业规划与发展

随着国家对氢能产业发展规划的出台，各省市加速开展氢能产业布局，完善氢能产业链。目前，我国氢能产业已形成京津冀、长三角、珠三角三大集聚区，北京、上海、广东等成为具有代表意义的先行城市。据第一财经不完全统计，在已经发布的地方规划中，预计到2025年即将推广燃料电池汽车累计超过12万辆，加氢站超过600座，氢能与燃料电池产业累计产值将超过9000亿元。上市氢期货符合各省份及地方政府关于发展氢能的长期规划，对于促进地方发展具有重要意义与实践作用。

（四）国际市场尚未形成统一的氢气定价体系，有利于建立我国氢气定价基准，提高我国价格影响力

氢能世界范围内仍属于新兴能源，虽然国际市场尚未形成统一的氢气定价体系，但部分国家和国际能源署已开始尝试搭建氢现货贸易平台、对氢能进行定价。比如，荷兰政府于2020年宣布计划开展氢贸易市场建设、相关制度和氢价格指数编制等工作；欧洲能源交易所于2020年启动其首个氢工作组，聚集12个国家的专家讨论氢市场透明度、氢能指数和基准等题目；普氏跟踪全球氢产业投资和贸易情况，先后推出了

美国墨西哥沿岸、加利福尼亚、荷兰、加拿大、英国、日本和澳大利亚的氢估价。在世界能源转型战略的重要发展机遇期，我国应该把握国际市场氢气定价机制尚未确立的宝贵时间窗口，抓紧推出氢期货，形成氢基准价，参与国际秩序及全球治理规则订立，为我国氢能产业发展创造更好的国际环境。

（五）促进统一、公正、客观、透明的氢气定价体系建设

目前，氢气的贸易主要通过储运商进行衔接，价格主要通过询价产生；行业尚未形成统一、公正、客观、透明的定价体系。期货定价已经成为全球大宗商品定价的主要模式，受到市场的普遍认可。推出氢期货，有助于推动氢能产业建立公正客观的定价体系。

四、氢现货市场高质量发展为上市氢期货提供现实支撑

我国的氢气现货市场参与主体众多，市场基础相对成熟。氢气这一产品本身的标准化程度较高，国家也出台了氢气标准。同时，我国目前的氢气储运能力强，能够满足期货市场对交割的基本要求。综合我国氢气现货市场结构及发展情况来看，目前我国已经具备了上市氢期货的基本条件。

（一）现货市场消费量大，未来还将持续增长

目前，我国氢气市场消费量巨大，且随着氢能的进一步发展，氢气需求仍将持续增长。2021年，我国氢气表观消费量约2500万吨，以31813元/吨（华东区域2021年均价2.86元/标方，1吨=11123.5立方米）进行计算，市场规模超过7900亿元。据中国氢能联盟的估计，预计到2050年，我国氢气消费将达到6000万吨。

（二）产品标准化程度高，适宜进行期货交易

我国对氢气品质制定了相应的国家标准GB/T 3634.1-2006《氢气 第1部分：工业氢》（下称《工业氢标准》）和GB/T 3634.2-2011《氢气 第2部分：纯氢、高纯氢和超纯氢》（下称《纯氢标准》）。《工业氢标准》根据氢气的体积分数、氧的体积分数、氮加氩的体积分数、露点、游离水等五个指标，将工业氢分为了优等品、一等品和合格品（表1）。《纯氢标准》根据氢气的纯度、氧含量、氩含量、氮含量、一氧化碳含量、二氧化碳含量、甲烷含量、水分含量、杂质总含量等九个指标，制定了纯氢、高纯氢和超纯氢的质量标准（表2）。在目前氢气的贸易中，90%以上采用纯氢以上质量标准。氢气具有明确的产品品质要求，有利于

表 1：工业氢技术指标

项目名称	指标		
	优等品	一等品	合格品
氢气 (H ₂) 的体积分数 /10 ⁻² ≥	99.95	99.50	99.00
氧 (O ₂) 的体积分数 /10 ⁻² ≤	0.01	0.20	0.40
氮加氩 (N ₂ +Ar) 的体积分数 /10 ⁻² ≤	0.04	0.30	0.60
露点 /°C ≤	-43	-	-
游离水 / (mL/40L 瓶)	-	无游离水	≤ 100

注：管道输送以及其他包装形式的合格品工业氢的水分指标由供需双方商定。
资料来源：国家标准

表 2: 纯氢、高纯氢、超纯氢技术指标

项目名称	指标		
	纯氢	高纯氢	合格品
氢气 (H ₂) 纯度 (体积分数) /10 ⁻² ≥	99.99	99.999	99.9999
氧 (O ₂) 含量 (体积分数) /10 ⁻⁶ ≤	5	1	0.2
氩 (Ar) 含量 (体积分数) /10 ⁻⁶ ≤	供需商定	供需商定	
氮 (N ₂) 含量 (体积分数) /10 ⁻⁶ ≤	60	5	0.4
一氧化碳 (CO) 含量 (体积分数) /10 ⁻⁶ ≤	5	1	0.1
二氧化碳 (CO ₂) 含量 (体积分数) /10 ⁻⁶ ≤	5	1	0.1
甲烷 (CH ₄) 含量 (体积分数) /10 ⁻⁶ ≤	10	1	0.2
水分 (H ₂ O) 含量 (体积分数) /10 ⁻⁶ ≤	10	3	0.5
杂质总含量 (体积分数) /10 ⁻⁶ ≤	—	10	1

资料来源: 国家标准

期货产品的交割, 适宜进行期货交易。

(三) 现货市场参与主体多, 多元化特点显著

由于制氢工艺方式较多, 来源较为广泛, 在制氢环节, 行业集中度较为分散。据隆众资讯相关统计, 全国制氢企业 (包含工业副产等全部工艺) 数量在 1000 家以上, 且制氢规模大小不一。在下游消费环节, 氢的使用行业与主体也较为分散, 主要是电子半导体行业、冶金行业、化工行业以及燃料电池行业等。总体来说, 氢气的现货市场参与主体多, 多元化特点显著, 适宜进行期货交易。

综上所述, 目前我国氢产业链市场化程度较高, 氢气产品标准化程度强, 市场主体活跃, 现货市场发展迅速, 未来发展空间广阔, 企业避险需求强烈, 上市氢期货已具备基本条件。

五、结语

氢能产业的发展对于我国实现能源转型具有重要意义, 符合我国绿色发展目标, 也有利于保障我国能源安全, 是我国能源战略布局的重要部分。在“碳达峰”、“碳中和”的政策指引下, 氢能在传统高耗能工业技术革新、交通、储能、

建筑领域都具有丰富的应用场景, 预计未来 30 年, 氢能的整体需求将增长 8 倍。在我国及全世界能源产业发展进入新格局的情况下, 如何保障氢能产业链企业在快速发展的市场变局中稳健运行, 是值得我们期货市场思考的命题。我们应该以市场跟踪研究为基础, 加快推进氢期货的上市, 充分发挥期货市场发现价格、帮助企业管理价格波动风险、服务实体经济的功能, 不负习总书记在浦东开发开放 30 周年庆祝大会上对上海浦东提出的“增强全球资源配置能力, 服务构建新发展格局”、“提升重要大宗商品的价格影响力, 更好服务和引领实体经济发展”、“成为全球产业链供应链价值链的重要枢纽”的重大使命要求, 积极落实中共中央、国务院《关于支持浦东新区高水平改革开放打造社会主义现代化建设引领区的意见》中关于支持上海浦东建设成为国际油气交易和定价中心的重大任务。

(责任编辑: 吕清华)

作者简介:

胡慧、张廷波、高一铭、盛玮辰, 均任职于上海期货交易所商品二部。