

中银研究产品系列

- 《经济金融展望季报》
- 《中银调研》
- 《宏观观察》
- 《银行业观察》
- 《国际金融评论》
- 《国别/地区观察》

作者：赵廷辰 中国银行研究院
电话：010 - 6659 1558

签发人：陈卫东
审稿：周景彤 李佩珈
联系人：王静 刘佩忠
电话：010 - 6659 6623

* 对外公开
** 全辖传阅
*** 内参材料

氢交易所建设为产业发展和金融支持 创造良好条件*

二十大报告多次就新能源发展提出要求，并指出要重视加强能源产供储销体系建设。氢能本身是一种高能量密度、零终端排放的绿色能源，而且由绿色电力制成的绿氢具备较好的能量储存和运输功能，能够为推动风电、光电等其他新能源产供储销体系建设发挥重要作用。近两年来，全国多地政府制定规划促进本区域氢能产业发展。2022 年 8 月，上海市印发《关于支持中国（上海）自由贸易试验区临港新片区氢能产业高质量发展的若干政策》，其中提出要逐步探索建设全国性氢交易所，这或将有力推动我国氢能产业的发展，并为金融支持氢能产业创造良好条件。

氢交易所建设为产业发展和金融支持创造良好条件

二十大报告多次就新能源发展提出要求，并指出要重视加强能源产供储销体系建设。氢能本身是一种高能量密度、零终端排放的绿色能源，而且由绿色电力制成的绿氢具备较好的能量储存和运输功能，能够为推动风电、光电等其他新能源产供储销体系建设发挥重要作用。近两年来，全国多地政府制定规划促进本区域氢能产业发展。2022年8月，上海市印发《关于支持中国(上海)自由贸易试验区临港新片区氢能产业高质量发展的若干政策》，其中提出要逐步探索建设全国性氢交易所，这或将有力推动我国氢能产业的发展，并为金融支持氢能产业创造良好条件。

一、我国建设氢交易所条件已逐渐成熟

第一，国家已明确对发展氢能源的支持态度，未来产业发展需依托氢交易所支持。在低碳转型中，氢能应发挥怎样的作用？多年来，我国对建设水电、风电和光电支持力度较大，并已取得亮眼成绩，未来是否还有必要大力促进氢能发展？如大力支持氢能发展，氢能与其他可再生能源的关系是怎样的？2021年，党中央、国务院出台《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》，提出“统筹推进氢能‘制储输用’全链条发展”“推进可再生能源制氢前沿技术攻关”等要求，体现了国家对氢能的重视。特别是2022年3月，国家发改委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》（简称《规划》），提出“氢能是未来国家能源体系的重要组成部分”，明确了氢能的政策地位，并提出“充分发挥氢能作为可再生能源规模化高效利用的重要载体作用及其大规模、长周期储能优势，促进异质能源跨地域和跨季节优化配置”“推动氢能、电能和热能系统融合，促进形成多元互补融合的现代能源供应体系”，肯定了氢能在碳中和进程中的战略意义。氢来源广泛，而且化学性质活泼，一方面传统化石能源¹、风电光电²等可通过参与还原反应来制氢，

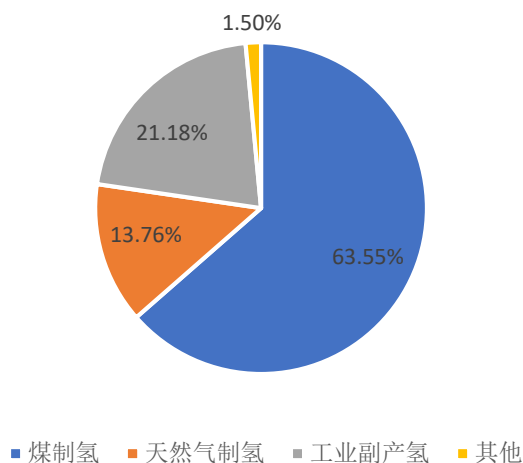
¹ 煤炭、天然气、石油等传统化石能源与水蒸气在高温高压和催化剂作用下产生氢气，但会产生碳排放，这种方法制成的氢气被称为“灰氢”。

² 利用风电、光电等可再生电力进行电转气（Power to Gas, P2G技术），电解水产生氢气和氧气，无碳排放，这种方法制成的氢气被称为“绿氢”。

另一方面氢还可发生氧化反应来发电、产热，从而构成能量形态的循环。此外，将氢气压缩转化为高压气体、液体甚至固体，或转化为氨、甲醇³等形式，有望高效实现能量的储存和运输。因此，《规划》将氢定位为连接化石能源、电能的桥梁，并通过电转气技术，成为储存和运输风电、光电等强周期性可再生能源的重要载体。换言之，发展氢能与发展其他可再生新能源不是竞争关系，而是能够帮助解决其他新能源在储运中遇到的难点和痛点。国家政策的明确表态，为氢能产业发展奠定了坚实基础；而产业的长远发展，也迫切需要氢交易所发挥资源配置作用。

第二，我国化石能源制氢已较为成熟，氢气贸易开始出现。2020 年，我国氢产量约 3342 万吨，高居全球第一。其中，煤制氢产量 2124 万吨，天然气制氢产量 460 万吨，合计占比 77%。其余主要是焦炉煤气、化肥工业等副产氢，产量约 708 万吨，占比 21%（图 1）。当前相关产业已初具规模，技术较为成熟，制氢成本大为降低。例如据测算当煤价格 800 元/吨时，煤制氢成本约为 12-15 元/kg；而工业副产氢作为生产化工产品同时产生的副产品，成本更低。随着制氢规模的扩大，国内跨省氢贸易也已出现，如何为氢定价正在成为困扰相关企业的难题。

图 1:2020 年我国制氢方式（%）

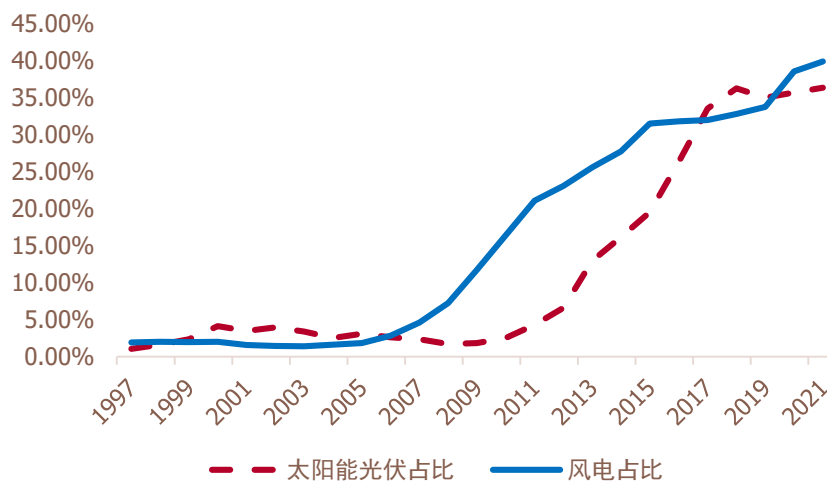


资料来源：作者根据公开资料整理

³ 液氢需低温储存，而氨和甲醇可在常温下保持液态，更便于储存和运输。

第三，发展“绿氢”前景可期，如何定价与交易将成为重要课题。相比于基于化石能源制成的“灰氢”和“蓝氢”（化石能源制氢后，通过碳捕集与封存技术CCUS减少碳排放，但不能完全消除），利用风电、光电等可再生能源电解水制成的“绿氢”具有零排放优势，成为政策支持的重点。但如果风电、光电本身成本过高，发展“绿氢”无异于空中楼阁。近年来，我国风电、光电产业进步迅猛，目前装机容量已在全球遥遥领先（2021年全球占比分别约为40%和36%，图2），在具有优势自然禀赋的地区，度电成本已低于火电。未来我国风电、光电的发电规模仍有巨大提升潜力，度电成本还将进一步降低。这既为发展“绿氢”创造了强力需求（需要通过电转气来发挥氢的储能作用，减少“弃电”并实现能源跨区域、跨季节的优化配置），又为制造“绿氢”提供了低成本的电力保障。为解决未来“绿氢”大规模生产后随之产生的交易、消纳与定价问题，有必要提前着手建设氢交易所。

图2：我国太阳能光伏、风力发电全球占比（%）



资料来源：作者根据公开资料整理

第四，国际氢交易所竞争已打响发令枪。俄乌冲突爆发后，欧洲国家虽然短期内不得不重启煤电，但也更加重视在长期扩展能源来源，降低对俄天然气依赖。尤其是德国，就已于2022年3月与阿联酋签署协议，并将于年内进口氢气。这标志着传统油气大国与制造业大国开始携手共建氢产业链和贸易圈。目前，欧洲地区的氢交易网络已显露雏形，荷兰鹿特丹正在成为欧洲氢交易中心。与原油、液化天然气（LNG）相

似，氢有望在未来全球低碳转型中发展成为又一项重要大宗商品。围绕全球氢交易中心建设以及氢定价权的争夺，或将成为将来国际经贸金融竞争中的又一焦点，为此我国应及早布局、抢占先机。

二、建设氢交易所应在哪些方面有所突破

建设氢交易所全球范围来看都属于新鲜事物，与原油、LNG 等传统能源交易所建设既有相似之处，也有诸多新的领域有待探索突破。

第一，完善市场交易机制建设，加强对氢来源的信息披露。与其他交易所相同，氢交易所应针对期货与现货等产品，建立关于实物交割、资金结算、仓储物流、市场管理等方面的完善机制，并向市场参与主体披露关于产品成交价、成交量、库存量等各类市场信息。此外，氢交易所应特别注意加强对于氢来源的信息披露。制氢方式多种多样，除上文提到的灰氢、蓝氢和绿氢外，还有绿松石氢（甲烷裂解）、粉氢（核能制氢）等等，因此被称为“彩虹氢气”。不同制氢方法的成本和碳排放量差距较大。例如灰氢已具备价格优势，但碳排放量较高；而绿松石氢尚不具备市场竞争力，但裂解后可生成便于回收的固体碳，无二氧化碳排放。仅从成品氢的性状来看，难以区分是由何种制氢方法制得。因此，氢交易所要推动建立关于氢溯源认证的完善机制，例如与第三方机构合作推出原产地证书等。这对于成品氢定价、反映碳减排成效、对接碳市场获得自愿减排收益等具有重要意义。

第二，加强氢交易所基础设施建设，推动健全行业标准体系。首先，氢交易所未来将成为实物氢交割的物理场所，在建设中应高标准配齐有关基础设施。要建设开发远距离输气管道、深水港口、高压储罐、储氢仓库和盐穴⁴等各类设施，将氢交易所打造为“输”和“储”的中枢。此外，氢能行业发展尚处于起步阶段，得益于国家统一规划，尤其要重视建立较为完善的行业标准体系。围绕制储输用全链条各环节，应广泛邀请行业龙头企业参与共同设计标准。例如，输氢管道标准设计中需平衡好经济性

⁴ 盐穴是盐矿开采后留下的矿洞，容积巨大且密封性好（在高温高压下盐具有出现裂缝自动愈合的特点），因此可用于储存天然气等不溶解于盐的物质。而且废弃盐穴本需投入资金进行封堵，以满足环保、安全要求；如用于储气，高压气体可对穴壁形成支撑，避免发生地面塌陷。目前美欧等国均已开发有开发储氢盐穴的尝试。

与稳定性，在控制成本的同时抑制氢脆反应的发生⁵。又如，在全产业链各环节标准设计中应高度重视安全问题⁶。氢气易燃易爆，如果在行业发展初期因操作不当频繁出现安全事故，将给长远发展带来舆论阻力。未来，氢交易所一是应在基础设施建设和运营中严格落实各项制度标准，实现高水平建设和安全运转。二是在引导全行业统一、规范采取相关标准方面发挥积极作用。对于在制储输用等方面始终不能达标的企业，可拒绝其进入氢交易所参与交易。

第三，形成具有代表性的氢价格指数，抢占国际氢能源定价权制高点。我国长期作为全球大宗商品的主要消费国，却既不掌握产品定价权、在国际交易中还要使用美元。在氢能发展和氢交易所建设进程中，我国应推动构建以自身供需状况为基础的定价体系，并为未来推进“氢能人民币”的货币国际化路线创造条件⁷。石油是复杂的烃类混合物，不同产地石油的组成成分差别显著，尚能够形成标准化的期货交易。氢作为纯净的单质，也有望借助期货交易的成熟经验，产生相关交易品种。由于目前远距离输氢仍面临一些障碍，可借鉴建设碳交易所的经验，除上海外在珠三角、环渤海等区域建立多个氢交易试点，反映不同地区氢价格情况。未来随着全国性输氢管道和氢交易体系的建成，逐步形成具有国际影响力的氢价格指数，这或将是氢交易所建设的一项重要使命。

第四，探索发展基于氢的碳自愿减排交易，为氢能企业创造额外经济激励。当前各种低碳制氢和应用技术，普遍仍存在一定技术瓶颈，总体成本偏高（表1），这使得氢能产业仍面临市场竞争力不足的困局。要进一步推动产业发展，可探索将氢能发展的外部社会效益转化为产业内部经济效益。例如，可探索创建基于氢能的碳减排方法学（目前尚属空白），科学度量相关氢能项目的碳减排额外性，成熟后可纳入国家

⁵ 氢脆是指金属材料吸收氢原子后而导致延展性降低。氢原子半径很小，可渗透进固体金属中，从而导致金属脆化甚至断裂。一般来说，强度更大的材料更易发生氢脆反应。

⁶ 只要在科学的规章制度下合规操作，用氢安全性能能够得到保障。例如，氢在空气中的可燃浓度下限（4%）高于汽油（约1.4%），而且氢密度小，扩散速度快不易沉积，因此如能制定规章制度确保用氢场所通风良好并杜绝明火，用氢可能比用汽油更安全。

⁷ 参见陈卫东、边卫红、郝毅、赵廷辰. 石油美元环流演变, 新能源金融发展与人民币国际化研究[J]. 国际金融研究, 2020(12): 10.

自愿核证减排（CCER）方法学体系。按照相关方法学开发的氢能项目经申报、签发、核证等流程后可获取核证自愿减排量，售与有碳排放抵消需求的企业后便可使氢能企业增加经济收入。目前国家自愿核证减排（CCER）申报尚未重启，关于氢能的自愿核证减排项目可依托氢交易所展开试点交易。又如，探索在氢交易所开展氢原产地证书交易。借鉴各国发展绿色电力证书⁸的经验，将氢的能源属性和低碳属性分离开，持有绿氢、蓝氢、粉氢等低碳氢原产地证书的机构，可将证书售与其他具有环保减排需求的企业或个人。除纳入碳市场强制减排的企业外，越来越多的企业出于自身品牌建设、满足监管或 ESG 投资要求等原因，对认购环境权益⁹的需求明显提升，在氢交易所购入低碳氢原产地证书或可成为相关企业抵消自身碳排放的可能选择。

表 1：2021 年初每兆瓦时能源平均价格

	石油（全球）	天然气（美国）	煤炭（欧洲）	灰氢	绿氢
能源价格（美元/兆瓦时）	38	22	14	50	100-140

资料来源：作者根据公开资料整理

三、氢交易所建设为金融支持氢产业发展提供新机遇

氢交易所的建设，有利于发挥价格发现功能并促进整个产业快速成长。依托交易所的建设，金融业支持氢能产业发展也将迎来新机遇。

机遇一：氢能技术进步或将迎来新高潮。实现关键技术突破、降低制储输用的综合成本是我国氢能产业长远发展的核心任务。随着氢交易所的建设，氢能定价更为准确，交易成本大为降低，掌握先进技术的企业更易于在氢交易中获利，这将显著激发技术创新动力，也将产生对发展氢能技术的巨大资金需求。当前，氢能产业的主要关键性技术（例如蒸汽重整、电解槽、甲烷裂解、高压氢气和液氢储存、燃料电池等）大都已经发明，“从 0 到 1”的重要一步已经实现，未来主要是推动技术进一步商业

⁸ 我国的绿色电力证书由国家可再生能源信息中心颁发，是非水可再生能源发电量的确认和属性证明以及消费绿色电力的凭证。

⁹ 环境权益是指某些具有减少温室气体排放的项目，通过一系列认证程序将温室气体减排量量化并形成可独立交易的产品，企业购入环境权益后便可宣称减少了相应碳排放。

化，“从 1 到 2”进程中投资风险相对较低。金融机构通过风险投资、投贷联动、支持上市等方式，可为氢能产业技术进步提供更多金融支持。

机遇二：氢能基础设施建设创造巨大资金需求。未来随着以氢交易所为中心的全国性氢交易网络的形成，覆盖全国的制储输用基础设施网络也将逐步铺开，这将产生巨大的融资需求。例如，管道运输是成本最低的运氢方式，目前美国、欧洲都已建成数千公里的运氢管道，我国只建有不足 500 公里。我国建设输氢管道成本约 600 万元/km（主要包括建设费用、维护费用等，不含土地费用），未来如果要连接全国主要城市，资金投入量巨大。又如，目前建设一座日加氢能力 500 公斤、加注压力为 35MPa 的加氢站投资成本达 1200 万元（不含土地费用），假设到 2050 年全国建成 1 万个加氢站，即使不考虑土地费用，也将产生超过超千亿的设备投资需求（暂不考虑建设成本变化）。因此，氢能行业仅基础设施建设一项，便可能拉动数千亿的投资需求，银行绿色信贷、绿色债券等可对接相关融资项目。

机遇三：氢能重点示范场景建设有待资金支持。当前氢能产业尚处于发展初期，优先集中财政、金融资源支持发展最可能具备商业价值的示范场景，有助于实现产业链重点突破并以点带面促进其他场景均衡发展。目前来看，氢燃料电池重型卡车仍是氢能运用的主要场景。《规划》指出，“重点推进氢燃料电池中重型车辆应用”。重型卡车如何减排是各国在低碳转型中普遍面临的“老大难”问题。一方面，重卡碳排放量较高。例如当前我国重卡保有量约 800 万辆，占全国汽车保有量不到 3%，但产生的排放量却占全部汽车的约 50%。而另一方面，重卡难以采用锂动力电池。锂电池因能量密度偏低、续航里程不足的缺陷，虽然可适用于对续航里程和载重量要求不高的乘用车，但难以满足重卡由于载重较大、长途运输而对供能的大量需求。要想显著降低卡车碳排放，使用氢燃料电池是一个可能选项（氢燃料电池能量密度高，国产领先的氢燃料电池重卡续航里程已可达 1000 公里）。目前一辆氢燃料电池重卡售价通常在 120 万元以上（大幅超过燃油重卡，但国家和地方可提供补贴），据估计到 2035 年氢燃料电池汽车保有量或将达到 100 万辆（以重卡为主），仅氢燃料电池重型卡车便可能产生万亿元级别市场。相关领域具备良好发展前景的企业，有望成为未来金融业服

务的重点对象。此外，氢燃料电池技术还可运用于其他多个难以脱碳领域，在重型工程机械、国际航空、大型远洋船舶等部门同样可能催生具有良好适用性的应用场景，也有望成为金融支持的重点方向。

