

浅析氢能产业对国家和地区能源供给的保障作用

■ 刘磊

摘要：氢能不仅有利于全力保障能源供应安全，而且有利于推动建设现代能源经济体系，氢能产业和技术研究将成为现代能源经济发展的重要方向。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》明确提出，将氢能产业列为前沿科技和战略性新兴产业。2021年初，《西部地区鼓励类产业目录（2020年本）》修订发布，鼓励内蒙古、贵州省、陕西省发展氢能产业。内蒙古“十四五”规划纲要里提出，“大力发展新能源，推进风光等可再生能源高比例发展，壮大绿氢经济，推进大规模储能示范应用，打造风光氢储产业集群”。本文主要介绍了氢能在经济发展和能源保障中的战略作用、国内外氢能产业发展现状和国内氢能产业发展规划，对我国氢能产业发展形势进行了研判，并指出该产业目前面临的主要问题及发展方向。

关键词：氢能 现代能源经济体系 能源保障

一、氢能在经济发展和能源保障中的战略作用

氢能具有清洁无污染、技术含量高、产业链条长、资本需求大和应用范围广的特点，已经成为经济和科技强国进行国家竞争的重要赛道之一。能源短缺、环境污染是制约我国经济、社会、生态发展的长期重大瓶颈，发展氢能具有重大战略意义。

（一）氢能是构建现代能源经济的重要方向

在优化能源结构方面，氢能作为一种二次能源，可从化石能源中获取，有助于煤炭等一次能源清洁高效利用，提升供给侧质量；通过电解水制取，增加电力系统灵活性，有助于实现多异质能源跨地域和跨季节的优化配置，形成可持续高弹性的创新型多能互补系统。在提高能源安全方面，推动氢能及燃料电池技术在交通领域的大规模应用，率先实现消费端清洁化，有助于大幅度减少中国交通运输领域石油和天然气的消费总量，降低能源对外依存度，



同时提升大气质量。在促进能源革命方面，氢作为能源互联媒介，通过可再生能源电解制取，可实现大规模储能及调峰，耦合电网和电网，能有效解决电力不易长期存储问题，实现不同能源网络之间的协同优化，促进清洁能源发展。在应对气候变化方面，氢气有望成为可再生能源规模化高效利用的重要载体，有助于引导大量可再生能源从电力部门流向交通运输、工业和建筑等终端使用部门实现深度脱碳，履行《巴黎协定》碳减排承诺。

（二）推动能源结构转型、保障能源安全

我国能源消费量巨大，2020年能源消费总量达49.8亿吨标准煤，

其中仍以煤炭、石油等高碳化石能源为主，仍存在一些突出问题。一是能源结构不合理，2020年煤炭消费占比仍达56.7%，石油、天然气分别为19.1%和8.5%，非化石能源为15.7%。二是石油、天然气自给能力不强。我国是油气进口第一大国，2020年对外依存度分别攀升到73%和43%。石油、天然气等对外依存度持续增大，对我国能源安全造成威胁。因此，发展氢能对我国能源低碳转型、降低能源对外依存度具有重要的意义。

（三）降低温室气体排放、促进实现碳中和

2020年9月22日，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话，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。氢能作为零碳能源，是实现这一目标的重要载体，可推动我国能源供需体系向低碳化、无碳化加快转型。美、德、日、韩等发达国家把绿色低碳作为保障

能源安全、引领技术创新的重要方面，积极谋求新的国际竞争优势。随着氢能应用技术发展逐渐成熟，以及全球应对气候变化压力的持续增大，全球范围内已达成了共识，即氢能是促进经济社会实现低碳环保发展的重要创新技术，其大规模应用有助于大幅减少石油和天然气的消费总量，取代传统化石能源，推动能源体系的变革，在能源转型中将占据重要地位。

(四) 顺应新一轮技术变革，提供经济增长点

氢能具有效率高、清洁零碳等多重优势，已经成为新一轮能源技术变革的重要方向，世界各国特别是发达国家不断加大对氢能技术及产业的研发投入，超前布局这一战略性新兴产业。我国正处在转变发展方式、优化产业结构的关键时期，国家能源局发布的《2020年能源工作指导意见》指出，应制定实施氢能产业发展规划，组织开展关键技术装备攻关，积极推动应用示范，从改革创新和新技术产业化发展角度推动氢能产业发展。主动顺应新一轮技术变革国际大趋势，加快推动氢能产业发展布局，全力抢占新技术、新产业发展制高点，对推动新旧动能转换、实现经济高质量发展、建设自主可控产业体系具有重大战略意义。

二、国内外氢能产业发展现状

(一) 世界氢能发展现状

2019—2020年，多个国家和地区相继出台具有实操性的氢能战略和氢能发展路线图。一些国家对氢能技术应用进行具体部署，主要以氢能在交通运输领域的应用为主。部分国家着手设定工业、建筑和发电等部门的氢能发展目标。推动氢能发展的政府计划(包括政府制定的目标、承诺、激励措施等)中，重点聚焦于乘用车、车辆加油站、公共汽车、电解装置、卡车五大应用领域。

1. 德国氢能产业联盟规模效应突出

德国为加大氢能和燃料电池汽车的开发与商业化应用，先后成立多个技术联盟和产业联盟。最为典型的是2015年法国液化空气集团、戴姆勒、林德、OMV、壳牌和道达尔等企业联合组建H₂ Mobility联盟，以社会产业资本的身份与国家氢能和燃料电池技术组织(NOW)一同支持德国氢能产业发展。H₂ Mobility计划在汉堡、柏林、鲁尔、法兰克福、斯图加特、慕尼黑六大都市圈的主干道和高速公路上建成100座加氢站，以上六大都市圈各布局10座，其余40座布局在相邻城市之间，作为加氢站网络的连接站和目的地站，形成环网状氢能高速公路。截至2020年底，H₂ Mobility已建成87座加氢站，其中绝大多数已实现运营。

2. 日本着力构建“氢能社会”

日本高度重视氢能产业发展，明确提出将氢能社会纳入国家发展战略。日本先后发布《日本复兴战略》《能源战略计划》

《氢能源基本战略》《氢能及燃料电池战略路线图》，规划实现氢能社会战略的技术路线。在2019年4月发布的《第五次能源基本计划》中，日本计划将氢能源汽车数量从2020年的4万辆增加到2025年的20万辆，2030年氢能源汽车数量将达到80万辆。

3. 欧盟持续推进氢能及燃料电池研发推广以确保领先地位

欧盟将氢能作为能源安全和能源转型的重要保障。在能源战略层面提出了《2005欧洲氢能研发与示范战略》《2020气候和能源一揽子计划》《2030气候和能源框架》《2050低碳经济战略》《欧盟氢能战略》等文件，

《欧盟氢能战略》把绿氢作为未来发展的重点，主要依靠风能、太阳能生产氢，并制定了三大阶段性目标。第一阶段为2020—2024年，在欧盟境内建成装机容量为6GW的电解槽(单槽功率达100MW)，可再生氢能年产量超过100万吨。第二阶段为2025—2030年，建成多个地区性制氢产业中心，电解槽装机容量提升至40GW及以上，可再生氢能年产量达到1000万吨。第三阶段为2030—2050年，重点是氢能在能源密集产业的大规模应用，典型代表是钢铁和物流行业。

4. 韩国致力打造“氢经济”寻求增长新引擎

韩国政府高度重视汽车产业与氢能协同发展，于2019年10月推出氢能城市计划，当年为氢燃料电池汽车提供财政补贴1304亿韩元。根据韩国政府计划，到

2022 年将为 15000 辆燃料电池汽车和 1000 辆氢气公交车提供资金，还将资助 310 个新的氢气加气站，2019 年起 5 年内用于氢燃料电池以及加氢站的补贴将达到 20 亿欧元。

截至 2020 年底，韩国共建成 43 座商业化运营加气站，在建和拟建加氢站 21 座，主要分布于首尔和釜山两个城市圈周围，同时根据韩国政府发布《氢能经济活性化路线图》显示，韩国计划 2022 年建成 310 座加氢站，2040 年建成 1200 座加氢站。

（二）我国氢能产业政策

2019 年 3 月，氢能源首次写入《政府工作报告》，明确将推动加氢等设施建设。2019 年底，《能源统计报表制度》首度将氢气纳入 2020 年能源统计，15 部门印发《关于推动先进制造业和现代服务业深度融合发展的实施意见》推动氢能产业创新、集聚发展，完善氢能制备、储运、加注等设施和服务。

2020 年初，国家发改委、司法部发布《关于加快建立绿色生产和消费法规政策体系的意见》，将于 2021 年完成研究制定氢能、海洋能等新能源发展的标准规范和支持政策。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）》，氢能被列为能源范畴。2020 年 6 月，氢能先后被写入《2020 年国民经济和社会发展规划》和《2020 年能源工作指导意见》。

2020 年 9 月，国家能源局下发《关于开展燃料电池汽车示范

应用的通知》，通知要求对燃料电池汽车的购置补贴政策，调整为燃料电池汽车示范应用支持政策，对符合条件的城市群开展燃料电池汽车关键核心技术产业化攻关和示范应用给予奖励，形成布局合理、各有侧重、协同推进的燃料电池汽车发展新模式。

（三）内蒙古氢能产业发展基础

内蒙古自治区能源资源丰富，氢能来源广泛，制氢潜力巨大。根据自治区“十四五”新能源倍增计划，到 2025 年，内蒙古新能源发电装机规模将超过 1 亿千瓦，新能源装机规模全国第一，具备发展新能源大规模制氢的良好条件，现有潜在新能源制氢产能超过 330 万吨。自治区氯碱、焦化等行业副产氢资源丰富，初步测算，全自治区工业副产氢超过 130 万吨，具备大规模利用的成本优势。此外，包钢焦化、神华包头煤化工、华信煤焦化、乌海化工等企业均已建成一定规模的化石原料制氢项目，全区化石原料制氢潜在产能超 90 万吨。

内蒙古自治区煤炭及各类矿产资源丰富，重型柴油机车、矿用重型卡车、矿山机械保有数量位居全国前列，各类采运矿车、物流车辆接近 50 万辆，均可考虑采用氢燃料电池车替代。

内蒙古自治区黑色冶炼行业规模较大，铁合金产量全国第一，采用氢能替代煤炭作为还原剂，可实现冶金行业的“低碳”甚至“零碳”。此外，氢能还可应用在的建筑领域，农牧边区采暖、供电等方面。

目前，乌海市已建成加氢站 3 座，包括 1 座固定式加氢站和 2 座移动式加氢站，日加氢能力共计 1800 公斤；2021 年计划投运氢燃料电池公交车 50 辆，其中，20 辆即将投运，16 辆已交付，其余 14 辆已订购。另外，包头市也计划在近期实施氢燃料电池环卫车项目，内蒙古首台 100kW 级氢燃料电池环卫重卡车于 2021 年 2 月 25 日在包头市整装下线。

三、国内氢能产业发展规划

（一）国内氢能产业发展的政策支撑

1. 国家出台相关政策。截至目前，国家已出台相关支撑政策 50 余项，涉及科技创新和新兴产业的政策 45 项，涉及能源保障的 5 项。

2. 内蒙古出台相关政策。截至目前，内蒙古自治区已发布涉及氢能产业相关支持性政策 16 项，覆盖产业链发展、氢燃料电池车、加氢站建设、资金补贴等方面。

（二）氢能产业中长期规划

1. 国家氢能产业规划

国家提出的目标到 2030 年中国的氢气需求量将达到 3500 万吨/年，到 2050 年中国的氢气需求量将达到 6000 万吨/年，产业链年产值约 12 万亿元，其中交通运输方面的氢气需求量将达到 2458 万吨/年。折合新能源装机约 16 亿千瓦，产生经济效益 2 万亿，每年减少碳排放 10 亿吨标煤。

2. 内蒙古氢能产业规划

内蒙古自治区充分发挥自然

资源丰富、工业基础雄厚、应用场景广泛等综合优势，抢抓氢能产业规模化发展的战略机遇，把发展氢能产业作为助力内蒙古产业转型升级和能源结构调整的重要引擎。计划通过 10 年左右的努力，实现自治区氢能生产规模从小到大，产业布局从分散到聚集，技术水平从起步到领先的突破性发展，完成“上万辆、千万吨、过万亿”的“三万”目标，即燃料电池汽车总量增加超过一万辆，绿氢生产规模超过千万吨，带动超过一万亿产值的绿氢产业，形成国内领先的氢能制取、储运和应用一体化发展的产业生态集群，构建全国重要的绿氢生产输出基地、燃料电池重卡示范基地、氢能装备生产制造基地。

其中，“十四五”作为自治区氢能产业起步期，计划通过技术引进等方式，突破绿氢生产、高压气态储氢、液氢储运设备的集成设计及制造技术；开展“多能互补+氢”“源网荷储+氢”等类型示范项目 15 个以上，绿氢供给能力达 100 万吨/年，制氢成本具有一定竞争力；有序布局加氢站等基础设施建设，加氢站（包括合建站）达到 100 座；加速推广中重型矿卡替代，在公交、环卫等领域开展燃料电池车示范，累计推广燃料电池汽车 10000 辆；探索绿氢在储能、冶炼、分布式发电、热电联供等领域示范应用，打造 10 个以上氢能应用示范项目；培育或引进 15-20 家氢能相关核心企业，初步形成一定的产业集群。带动氢能产业总产值超过 1000 亿元。

四、国内氢能产业形势研判

结合已经出台的各省市氢能规划，我国国情、各地方具体情况及我国氢能发展的现状，对各省市氢能发展主要有以下三个初步研判：

1. 从各省市支持的力度看，我国氢能产业发展较快的地区为珠三角、长三角、京津冀和山东等经济发达地区。

2. 从资源禀赋的角度看，西北地区风光资源丰富，具备发展绿氢的优势，有望加码氢能发展政策，支持地方能源转型。

3. 从氢能全产业链角度看，倾向于对加氢站、燃料电池车的应用支持，加氢能力为日加注量 500 公斤和 1000 公斤的加氢站成为支持的重要方向。

五、国内氢能产业发展面临的主要问题及发展方向

1. 绿电制氢成本高。目前，煤制氢成本在 5 元 - 10 元 / 公斤，工业副产氢为 15 元 - 20 元 / 千克，电解水制氢在 45 元 - 50 元 / 公斤。电解水制氢成本远高于传统能源制氢成本，但电解水制氢纯度高。而且随着规模化生产，成本有望降低到 20 元 / 公斤以内，将具有很强的市场竞争力。

2. 氢气的存储技术有待突破。目前国外已基本具备 70Mpa 存储技术，我国正在努力研发相关技术，而且在内蒙古已经开始试点。

3. 关键设备仍需进口，技术壁垒短期存在。由于氢能产业刚启动规模化建设，国内设备制造商产能布局不足，造成订货难、排产难，而且关键设备仍需进口。但随着产业得到大力推动，设备研发和制造已在各地启动，规模化生产指日可待。

目前，自治区能源局、各盟市发改委已在积极申报以新能源发电为主体，通过电解水制氢手段的氢能项目。通过先行先试，促进大规模开发氢能产业，推动引入相关装备制造业，实现全产业链协同发展，努力在“十四五”实现绿氢经济快速、高质量发展。■

参考文献：

[1] 中国氢能及燃料电池产业 [OB/OL], <https://max.book118.2020>.

[2] 马明轩.“氢能社会”，30 年后到来 [N]. 中国石化报, 2020-10-23.

[3] 于大勇. 理想丰满现实骨感 燃料电池汽车何以圆梦 [N]. 中国高新技术产业导报, 2020-11-23

[4] 吴博峰.“氢”装上阵 开启新能源车新时代 [N]. 中国消费者报, 2020-10-20.

[5] 赵俊玮, 陈轶嵩, 方海峰, 刘永涛, 韩天园, 徐鑫. 我国燃料电池汽车加氢站发展现状分析及对策建议 [N]. 汽车工程学报, 2019-05-20.

[6] 符冠云. 氢能在我国能源转型中的地位和作用 [J]. 中国煤炭, 2019-10-22.

[7] 张振, 陈思锦. 国家节能中心重点节能技术典型案例首场发布推介活动在京举行 [J]. 中国经贸导刊, 2020-11-25.

[8] 马梅若. 碳中和目标的提出意味着什么 [N]. 金融时报, 2020-09-30.

（作者系内蒙古现代能源经济研究院产业创新处副处长）

责任编辑：康伟