

政策建议

氢能革命:驱动全球低碳转型与气候治理的战略选择

吴吟

摘要 在全球低碳转型与气候治理的关键阶段,氢能凭借零碳属性与能源互联优势,成为破解碳中和困局、驱动能源体系重构的战略抓手。聚焦氢能产业发展,阐述了全球气温升高背景下能源转型的紧迫性,明确了氢能在保障能源安全、推动产业升级、拉动经济增长中的核心价值;分析了全球及中国氢能产业的发展态势,涵盖各国战略布局、可再生能源制氢进展,以及中国在政策支持、产业规模、应用拓展和价格下降方面的显著成效;剖析了产业面临的技术性、经济性、应用性及政策性瓶颈;指出了技术突破、融合发展、政策红利与市场需求带来的重大发展机遇;提出了通过科技创新、管理创新、模式创新与制度创新构建现代化氢能产业体系的发展路径。氢能革命是一场持久战,必须坚持系统布局,统筹发挥可再生能源优势、深挖工业应用场景、健全市场机制,加快推动氢能成为驱动能源转型、产业升级及经济社会高质量发展的核心引擎。

关键词 氢能;低碳转型;能源革命;碳中和;产业发展;技术创新;瓶颈制约;发展路径

当前,全球正经历以低碳转型为目标的能源体系重构,氢能凭借“零碳属性+能源互联”双重优势,被国际能源署(International Energy Agency, IEA)定义为“未来能源系统的基石”。氢能产业是破解碳中和困局的战略抓手,其创新性发展将同步驱动能源系统重构、工业深度脱碳与全球气候治理规则重塑。中国作为全球最大能源生产和消费国,能源活动碳排放占比超过 80%。氢能不仅是连接传统化石能源与可再生能源的重要桥梁,而且是工业领域深度脱碳的关键路径,更是重构能源网络、重塑

中国能源研究会,北京 100045

工业流程、重启全球绿色竞赛的战略抓手。

1 能源转型的紧迫性与氢能战略定位

1.1 全球气温屡创新高

根据世界气象组织(World Meteorological Organization, WMO)发布的报告,全球气温屡创新高。2023 年底, WMO 发布的《10 年期气候状况报告》^[1]指出, 2011—2020 年是有记录以来最热的 10 年; 2025 年 3 月 19 日发布的《2024 年全球气候状况报告》^[2]显示, 2024 年成为有记录以来最热的一年, 全球平均气温较工业化前水平高

1.46℃, 极端高温、暴雨等气候灾害频发, 对全球生态系统与经济社会发展构成严重威胁。

1.2 能源转型是关键变量

能源活动是气候变热的“始作俑者”。根据《中华人民共和国气候变化第二次两年更新报告》, 中国碳排放总量的近 87% 来自能源活动。《中国长期低碳发展战略与转型路径研究》^[3]进一步预测, 2030 年中国能源活动碳排放占温室气体净排放量的比例仍将高达 80%。这意味着, 抓住能源转型就抓住了低碳发展的“牛鼻子”, 而构建清洁低碳、安全高效的新型能源体系成为必然选择。

收稿日期: 2025-12-20; 修回日期: 2026-01-13

作者简介: 吴吟, 高级经济师, 研究方向为能源战略与规划, 电子信箱: w68502407@126.com

引用格式: 吴吟. 氢能革命: 驱动全球低碳转型与气候治理的战略选择[J]. 科技导报, 2026, 44(3): 95-102; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2025.12.00126

1.3 加快能源转型成为必然

当前,能源转型已呈现出“三向转型”的鲜明特征:一是能源结构向非化石能源转型,可再生能源成为增量能源的主体;二是能源形态向二次能源转型,电气化与氢能等零碳载体协同发展;三是排放特征向低碳化转型,从源头削减碳排放成为核心目标。截至2025年9月底,中国可再生能源装机已接近22亿kW,同比增长27.2%,约占电力总装机的59.1%,其中风电、太阳能发电合计装机突破17亿kW^[4]。

1.4 氢能将发挥关键作用

氢能作为理想的储能载体与零碳能源,能够有效衔接能源生产与消费两端,成为破解可再生能源消纳难题、推动能源体系,乃至经济社会深度脱碳的关键支撑。氢能的战略价值体现在:一是保障能源安全,中国煤炭产销量占全球1/2左右,工业副产氢年潜在量1500万~2000万t,可为“灰氢转蓝氢”提供低成本原料,降低能源特别是油气对外依存度;二是促进产业升级,氢能可驱动钢铁、建材、化工等高碳行业深度脱碳;三是拉动经济增长,预计2030年中国氢能产业规模达1.2万亿元,带动就业超500万人,成为继光伏、锂电池后的“第三增长极”。

2 氢能产业呈加速发展态势

2.1 全球氢能发展加快布局

氢能已成为低碳发展的重要选项。截至2024年底,全球已有58个国家和地区发布了氢能发展战略或路线图,覆盖全球经济总量的93%。这表明氢能已成为全球

推动能源系统深度脱碳、保障能源安全和培育新质生产力的战略共识和关键举措。例如,欧盟制定了详细的氢能战略,计划到2030年部署至少40GW的可再生能源电解槽,生产1000万t绿氢^[5];日本也提出了“氢能社会”的愿景,致力于在交通、工业、建筑等领域广泛应用氢能。

2.2 可再生能源制氢进展迅猛

全球可再生能源制氢已进入快速发展阶段。IEA数据显示,截至2024年10月,全球已公布低碳氢(可再生能源制氢、化石能源制氢+CO₂捕集、利用与封存)项目超过2800个,规划产能达4800万t/a,其中水电解制氢项目规划产能约3700万t/a,占比77%。这显示出水电解制氢在低碳氢生产中的主导地位。随着可再生能源技术的不断进步和成本的降低,可再生能源制氢规模将不断扩大,为

氢能产业的发展提供充足的氢源。

2.3 中国氢能发展超出预期

1) 政策支持力度加大。中国积极推动氢能产业布局,《中华人民共和国能源法》明确提出,积极有序推进氢能开发利用,促进氢能产业高质量发展。目前,国家层面已出台6项氢能政策,各地累计出台氢能政策超过560件。吉林、广东、河北、山东、内蒙古等地放开制氢化工园区选址限制;山东、四川、陕西、鄂尔多斯等地减免氢燃料电池汽车高速公路通行费。这些政策的出台为氢能产业的发展提供了良好的政策环境,促进了氢能产业的快速发展。2024年,中国氢气生产结构及区域分布如图1所示。

2) 产业规模增长超出预期。《中国氢能源及燃料电池产业白皮书2020》^[6]预计,2030年中国氢需求量3715万t(图2)。国家能源

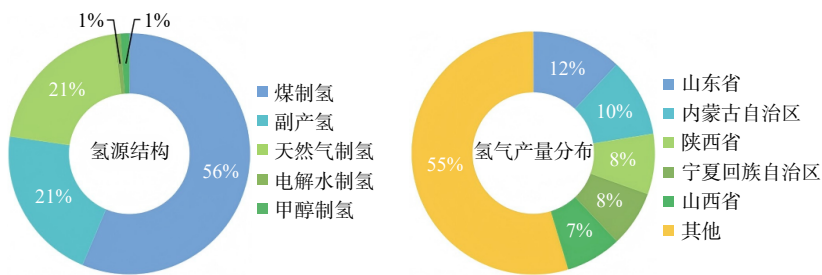


图1 2024年中国氢气生产结构及区域分布
(数据来源: 国能氢创统计)

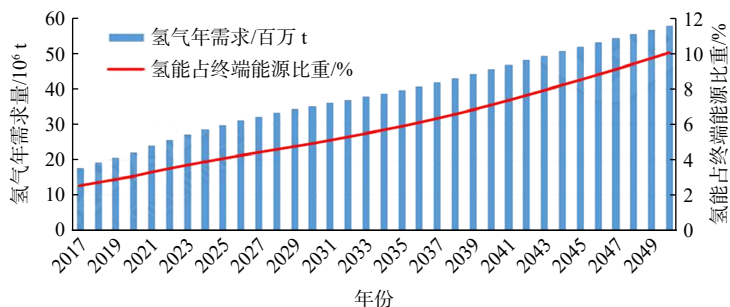


图2 中国中长期氢能需求预测
(资料来源: 中国氢能源及燃料电池产业创新战略联盟)

局科技司指导发布的《中国氢能发展报告(2025)》^[7]显示,中国氢能产业规模不断扩大。全国氢气产能超过 5000 万 t/a,氢气产量超过 3650 万 t/a;全国规划可再生能源制氢项目超 600 个,已建成可再生能源制氢项目超 90 个、产能约为 12.5 万 t/a。这表明中国氢能产业发展超出预期,为加快发展奠定了坚实基础。

3) 应用领域不断拓展。从应用上看,全国各地坚持以市场应用为牵引,稳步推进氢能多元化示范应用。在工业领域,全国规划绿氨、绿醇项目 100 余个,合计产能超 5000 万 t,氢能在化工原料替代方面发挥着重要作用;在交通领域,全国氢燃料电池汽车保有量近 2.5 万辆,累计建成加氢站超 540 座,氢燃料电池汽车在商用车领域的应用逐渐普及;在电力领域,多类型氢燃料电池发电和热电联供装机规模超 2 万 kW,为电力系统的稳定运行和能源供应提供了新的选择。

4) 价格呈逐步下降趋势。在风光电价下降、电解槽国产化率提升、政策性补贴等多重效应叠加影响下,氢能价格进入快速下降通道。氢能生产侧价格加速下行(图 3),下降效应逐步传导至消费侧,氢燃料电池汽车示范等政策在氢能生产消费价格方面的引导效应逐步显现。这有助于降低氢能

的使用成本,提高氢能的市场竞争力,促进氢能产业的规模化发展。

3 氢能产业发展受到制约

3.1 技术性瓶颈

1) 制氢环节。在制氢环节,绿氢生产成本高是制约其大规模应用的主要因素之一。目前,电解槽效率有待提升,导致制氢能耗较高。此外,工业副产氢提纯技术存在能耗高、碳排放残留等问题,影响了氢气的质量和环保性能。例如,传统的工业副产氢提纯方法需要消耗大量的能源,并且在提纯过程中会产生一定量的 CO₂ 排放,不符合低碳发展的要求。

2) 储运环节。储运环节是氢能产业发展的另一个技术瓶颈。高压气态储氢密度低,需要较大的储氢容器,增加了储运成本;液态储氢能耗高,需要将氢气冷却至极低温度,消耗大量的能量;固态储氢材料成本高、循环寿命不足,限制了其大规模应用。同时,长距离输氢管道网络缺失,掺氢、纯氢管道材料技术有待突破,影响了氢能的大规模输送和分配。

3) 应用环节。在应用环节,氢燃料电池寿命不足、低温启动性能差等问题制约了其在交通等领域的应用。电解槽动态响应速率低,难以匹配风光波动性电源,限制了氢能在可再生能源消纳方

面的作用。例如,氢燃料电池汽车在低温环境下启动困难,影响了其在实际使用中的便利性;电解槽在可再生能源发电波动时,无法及时调整制氢速率,导致能源浪费。

3.2 经济性瓶颈

目前,氢能的生产成本较高,主要原因是制氢技术不够成熟、能源消耗大等。同时,核心技术依赖进口增加了产业发展的成本和风险。此外,氢能产业规模化不足,导致生产成本难以降低;基础设施不完善,如加氢站数量不足、输氢管道网络缺失等,限制了氢能的市场推广;市场化机制不完善,缺乏有效的价格形成机制和市场竞争环境,影响了氢能产业的健康发展。

3.3 应用性瓶颈

受技术成熟度不足、标准建设滞后、基础设施不完善、商业模式不清晰、补贴退坡预期等因素叠加影响,氢能在高碳排放领域的替代进程缓慢,短期内难以形成规模化应用。在交通领域,中国氢燃料电池汽车集中在商用车领域,通常需要政府补贴维持运营,乘用车市场尚未打开。在工业替代方面,氢冶金、氢化工等关键工艺尚处于示范阶段,技术稳定性不足,距离大规模商业化应用还有一定距离。在能源储运方面,绿氢成本仍依赖低价绿电和政策支持,其作为长时储能参与电力系统灵活调节的商业化路径尚未成熟,尚难规模化满足系统调节需求。

3.4 政策性瓶颈

1) 管理与政策协同不足。氢能管理涉及能源、交通、环保等部门,存在职能交叉、职责不明,



图 3 中国氢气价格变化情况

(资料来源:中国氢能源及燃料电池产业创新战略联盟)

导致政策制定执行协调难;同时,不同地区和部门在氢能产业政策制定上缺乏协同性,导致政策冲突和重复建设等现象时有发生,二者均影响产业发展效率与政策实施效果。

2) 标准体系不完善。企业在氢能生产、运营等环节缺乏针对性强的标准规范指引。目前,氢能产业的标准体系尚不完善,缺乏统一的技术标准、安全标准和检测认证标准等,导致产品质量参差不齐,安全隐患增加,制约了氢能产业的健康发展。

3) 政策落实不到位。部分氢能政策在地方实际执行过程中落实不到位。一些地方政府在政策执行过程中存在打折扣、搞变通等现象,导致政策无法真正落地生效,无法充分发挥政策对氢能产业的引导和支持作用。

4 氢能产业发展面临重大机遇

4.1 技术突破重塑产业发展格局

前沿技术的持续突破为氢能产业发展注入新动能。制氢领域,阴离子交换膜、碳电极水解离、多面体钛酸锶聚光制氢等技术不断迭代,有望显著提升电解槽效率、降低绿氢成本;海水直接制氢、核能制氢等前沿方向的探索,将进一步拓宽氢能来源渠道。储运领域,液态有机储氢、固态储氢技术逐步走向产业化,柔性非金属输氢管道、长距离掺氢管道等技术加速研发,将破解氢能跨区域运输难题。应用领域,固态氧化物燃料电池技术不断突破,能量转化效率与耐久性持续提升,为氢能在交通、

电力等领域的广泛应用奠定了技术基础。

4.2 融合发展拓展产业发展空间

氢能与新能源、传统产业的深度融合,正催生多元化的发展场景。“绿氢+新能源”模式,将西部廉价风光电转化为绿氢,实现可再生能源的就地消纳与高附加值转化,破解“弃风弃光”难题。“绿氢+煤化工”“绿氢+冶金”等耦合模式,推动传统高耗能产业深度脱碳,培育绿色甲醇、绿氨、绿色直接还原铁等新兴产业,实现产业升级与减排目标的协同推进。“风光储氢一体化”“制储输用一体化”模式,将氢能产业链各环节有机衔接,提升产业协同效率,降低综合成本。此外,氢能与数字技术的融合,推动产业数字化、智能化转型,为管理创新与效率提升提供支撑。

4.3 政策红利持续释放发展动能

国家层面的战略布局与政策支持为氢能产业发展提供了坚实保障。国家发展和改革委员会发布的《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》提出,发挥好中央预算内投资引导作用,支持氢能相关产业发展^[8]。财政部等5部门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。地方层面,上海、山东、广东等地将氢能设施建设纳入新基建范畴,海南、内蒙古等地允许在非化工园区探索建设可再生能源制氢及制氢加氢一体站项目,上海积极构建绿色氢基燃料供应、交易与认证体系,各地因地制宜的政策创新不断破解产业发展堵点。此外,国家能源局首

批能源领域氢能试点名单的正式确定,聚焦重点区域与典型场景开展集成示范,旨在通过技术创新、商业模式验证和管理机制突破,加速形成可复制、可推广的制度经验与技术路径,为“十五五”期间氢能产业由示范引领迈向规模化、商业化发展奠定坚实基础。

4.4 市场需求驱动产业规模扩张

“双碳”目标下,工业、交通等领域的深度脱碳需求日益迫切,为氢能产业提供了广阔的市场空间。京津冀、长三角等地区绿电需求持续高速增长,2024年,京津冀、长三角等地区绿电需求持续高速增长,2024年京津冀地区绿电交易电量达203亿kW·h,同比增长约80%,为绿氢的消纳提供了巨大市场。同时,全球能源转型进程加快,国际氢能市场需求持续扩张,中国凭借可再生能源资源优势与产业规模基础,在绿氢生产与出口方面具有潜在竞争优势,有望抢占全球氢能市场的战略制高点。

5 氢能产业发展的创新路径

5.1 加强科技创新,突破低效率高成本困局

1) 制氢低碳化。发展常温常压制氢技术,降低制氢能耗和成本。探索海水直接制氢、核能制氢、光解水制氢等新型制氢技术,拓宽氢气来源,减少对传统能源的依赖,实现制氢过程的低碳化。例如,海水直接制氢技术可以利用丰富的海水资源,不需要额外的淡水供应,具有广阔的应用前景;核能制氢技术可以利用核能的高能量密度特点,实现大规模、高效制氢。

2) 储氢多元化。推进高压气态、深冷液态、多基固态储氢等技术的研发和应用。高压气态储氢技术成熟度高,但储氢密度较低,可通过优化储氢容器设计和材料选择,提高储氢密度;深冷液态储氢技术储氢密度高,但能耗较大,可通过改进冷却技术和绝热材料,降低能耗;多基固态储氢技术具有储氢密度高、安全性好等优点,但成本较高,可通过研发新型储氢材料和优化制备工艺,降低成本。

3) 输氢高效化。完善掺氢天然气管道输送技术,提高氢气在天然气管道中的掺混比例,降低输氢成本。发展柔性非金属输氢管道设计制造技术,解决传统金属输氢管道成本高、易腐蚀等问题,提高输氢管道的灵活性和安全性。例如,柔性非金属输氢管道可以根据地形和用户需求进行灵活铺设,减少管道建设成本和施工难度。

4) 加氢便捷化。研发快速加氢技术和设备,缩短加氢时间,提高加氢效率。建设智能化加氢站,实现加氢过程的自动化控制和远程监控,提高加氢站的安全性和运营管理水平。例如,快速加氢技术可以在几分钟内完成氢燃料电池汽车的加氢过程,大大提高了车辆的使用便利性。

5) 电池高端化。加强关键材料、核心部件研发,提高燃料电池的效率、耐久性和可靠性。研发新型催化剂、质子交换膜等关键材料,降低燃料电池成本;优化燃料电池结构设计,提高电池的性能和稳定性。例如,新型催化剂可以提高燃料电池的催化活性,降低贵金属用量,从而降低成本;优化质子

交换膜的结构和性能,可以提高燃料电池的质子传导效率和耐久性。

6) 应用多元化。拓展氢能在交通、工业、建筑等领域的应用。在交通领域,除了氢燃料电池汽车外,还可以发展氢燃料电池船舶、飞机等交通工具;在工业领域,扩大氢能在冶金、化工、建材等行业的应用,实现工业过程的深度脱碳;在建筑领域,推广氢燃料电池热电联供系统,为建筑物提供清洁能源。

5.2 加强管理创新,推进产业数字化发展

1) 管理数字化。将数字化思维融入企业战略,构建全链条的数字孪生系统。通过数字孪生技术,对氢能产业的生产、储运、应用等环节进行实时模拟和优化,提高产业的运营效率和管理水平。例如,利用数字孪生系统可以对制氢工厂的生产过程进行实时监控和优化,提高制氢效率和质量;对输氢管道进行模拟分析,提前发现潜在的安全隐患,保障输氢安全。

2) 安全智能化。部署人工智能驱动的风险预警系统,利用传感器、大数据分析等技术,实时监测氢能产业各环节的安全状况,及时发现安全隐患并发出预警。构建数字安防+物联应急防护体系,提高氢能产业的安全应急处置能力。例如,在加氢站安装智能监控设备,实时监测加氢过程中的压力、温度等参数,一旦发现异常情况立即采取措施;建立智慧应急指挥平台,实现应急资源的快速调配和多部门高效协同。

3) 服务生态化。开发氢能交易平台与用户端 APP(应用),提供

“制—储—运—用”一体化增值服务。通过氢能交易平台,实现氢能的生产、销售、运输等环节的信息化管理和交易,提高市场透明度和交易效率;用户端 APP 可以为用户提供氢能使用信息查询、加氢站导航、在线支付等服务,提高用户的使用便利性。例如,用户可以通过 APP 查询附近的加氢站位置和价格信息,并在线预约加氢服务。

4) 组织敏捷化。设立跨领域数字化团队,打破部门壁垒,推动“技术+业务+数据”协同发展。跨领域数字化团队可以整合企业内外的技术、业务和数据资源,共同开展氢能产业的数字化创新项目,提高企业的创新能力和市场响应速度。例如,跨领域数字化团队可以由制氢技术专家、市场营销人员、数据分析师等组成,共同研发适合市场需求的氢能产品和解决方案。

5) 供应链协同化。应用区块链技术实现绿氢溯源与碳足迹认证,提升供应链透明度。区块链技术具有不可篡改、可追溯等特点,可以记录氢能从生产到消费的全过程信息,确保绿氢的真实性和环保性。通过碳足迹认证,可以为氢能产品赋予环境价值,提高产品的市场竞争力。例如,消费者可以通过扫描产品二维码,查询氢能产品的碳足迹信息,了解产品的环保性能。

5.3 加强模式创新,促进各类要素融合发展

1) 分布式制氢加氢站模式。大力推进分布式制氢加氢站建设,将制氢设备与加氢站集成在一起,实现氢气的就地制取与加注。这种模式具有诸多优势,一方面,减

少了氢气长途运输环节,降低了运输成本和运输过程中的安全风险;另一方面,能够根据不同区域的氢能需求灵活布局,提高氢能供应的及时性和灵活性。例如,在一些工业园区、物流园区等氢能需求较为集中的区域,建设分布式制氢加氢站,可直接为园区内的氢燃料电池车辆、设备等提供加氢服务,满足其日常运营需求。同时,分布式制氢加氢站还可以与当地的可再生能源发电相结合,利用富余的电能进行制氢,实现能源的高效利用和低碳转型。

2) 氢能产业集群模式。构建氢能产业集群,以核心企业为引领,吸引上下游相关企业集聚发展,形成完整的产业链条。产业集群内企业之间可以实现资源共享、技术交流和协同创新,降低生产成本,提高产业整体竞争力。例如,以大型制氢企业为核心,吸引储氢设备制造商、输氢管道建设企业、燃料电池研发生产企业、加氢站运营商等围绕其布局,形成从制氢到应用的完整产业生态。在产业集群内,企业可以共同开展技术研发项目,共享研发成果,加速氢能技术的迭代升级;还可以通过集中采购原材料、统一物流配送等方式,降低生产成本和运营成本。

3) 氢能与传统能源融合发展模式。推动氢能与传统能源在生产、储存、运输、应用等环节的融合发展,实现能源的互补和优化配置。在生产环节,可以利用传统能源发电产生的余热进行制氢,提高能源利用效率;在储存环节,将氢能储存与传统能源储存设施相结合,构建多元化的能源储存体系;

在运输环节,探索氢能与传统能源运输管道的共用或改造,降低运输成本;在应用环节,发展氢能与传统能源混合动力系统,提高能源利用的灵活性和可靠性。例如,在工业领域,将氢气与天然气混合燃烧,既可以减少碳排放,又能保证工业生产的稳定运行;在交通领域,研发氢能-燃油混合动力汽车,在氢能供应不足的情况下,仍可使用传统燃油作为动力,扩大车辆的使用范围并提高适应性。

4) 氢能金融创新模式。引入金融创新手段,为氢能产业发展提供多元化的金融支持。设立氢能产业专项基金,吸引社会资本参与,为氢能企业的研发、生产、项目建设等提供资金保障。开展氢能项目融资租赁业务,降低企业购置氢能设备和基础设施的资金压力。推出氢能相关的金融衍生品,如氢能期货、期权等,帮助企业规避市场价格波动风险,稳定生产经营。例如,金融机构可以根据氢能企业的不同发展阶段和需求,设计个性化的金融产品和服务方案,为初创期企业提供天使投资、风险投资等,为成长期企业提供项目贷款、供应链金融服务等,为成熟期企业提供并购重组、上市融资等支持。

5.4 加强制度创新,激发全产业链协同活力

1) 完善标准规范体系。加快制定和完善氢能产业从制取、储存、运输到应用全链条的标准规范。在制氢环节,明确不同制氢技术的质量标准、安全标准和环保标准;在储氢环节,规范高压气态、深冷液态、多基固态等储氢方

式的技术要求和安全规范;在输氢环节,制定输氢管道的设计、建设、运行和维护标准;在应用环节,建立氢燃料电池汽车、船舶、飞机等交通工具的安全标准和性能标准,以及氢气在工业、建筑等领域应用的技术规范。通过完善标准规范体系,确保氢能产业的安全、有序发展,提高产品质量和市场竞争能力。例如,制定严格的氢气纯度标准,保证氢燃料电池的正常运行和使用寿命;建立加氢站的安全运营标准,规范加氢操作流程,保障加氢过程的安全可靠。

2) 强化政策扶持力度。政府出台一系列扶持政策,鼓励氢能产业的发展。在财政补贴方面,对氢能企业的研发创新、项目建设、设备购置等给予资金补贴,降低企业的成本压力;在税收优惠方面,在一定时段内对氢能企业实行税收减免政策,如减免增值税、企业所得税等,提高企业的盈利能力;在土地政策方面,优先保障氢能项目的用地需求,降低土地成本。同时,设立氢能产业发展专项奖励资金,对在氢能技术研发、产业应用、市场推广等方面取得突出成绩的企业和个人给予奖励,激发市场主体的积极性和创造性。例如,对购买氢燃料电池汽车的消费者给予购车补贴,提高消费者对氢能汽车的接受度和购买意愿;对建设分布式制氢加氢站的企业给予建设补贴,加快分布式制氢加氢站的布局和推广。

3) 建立监管协调机制。由于氢能产业涉及多个领域和部门,需要建立跨部门的监管协调机制,加强对氢能产业的全链条监管。明

确各部门的职责分工,加强部门之间的沟通协作和信息共享,形成监管合力。建立健全氢能产业的安全监管体系,加强对制氢、储氢、输氢、加氢等环节的安全监管,制定应急预案,定期开展安全检查和应急演练,防范安全事故的发生。加强对氢能产品质量的监管,规范市场秩序,打击假冒伪劣产品,保护消费者权益。例如,成立由能源、环保、交通、市场监管等部门组成的氢能产业监管协调小组,定期召开联席会议,研究解决产业发展中遇到的重大问题;建立氢能产业监管信息平台,实现对企业安全状况、产品质量等关键信息的动态监测与协同管理。

4) 推动国际合作与交流。积极参与国际氢能领域的合作与交流,引进国外先进的技术、管理经验和资金,提升中国氢能产业的国际竞争力。加强与国际氢能组织、科研机构和企业合作,开展联合研发项目,共同攻克氢能产业发展的关键技术难题。参与国际氢能标准的制定,提高中国在国际氢能领域的话语权和影响力。鼓励国内氢能企业开展国际市场拓展,推动中国氢能产品和服务“走出去”。例如,与国际知名氢能企业建立战略合作伙伴关系,共同开

展氢能技术研发和产业应用示范项目;组织国内氢能企业参加国际氢能展会和论坛,展示中国氢能产业的发展成果和技术实力,加强与国际同行的交流与合作。

氢能革命绝非一蹴而就的,而是一场考验战略定力、系统思维与创新能力的持久战,要求超越对单一技术或产品的追求,转而致力于构建一个“技术自主化、产业生态化、要素市场化、规则国际化”的现代化氢能产业体系。

党的二十届四中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展的第十五个五年规划的建议》明确指出,推动氢能成为新的经济增长点。面对“十五五”及更长远的未来,中国氢能产业的发展,必须坚持“全国一盘棋”的系统布局,以科技创新破解成本困局,以管理创新提高效率效益,以模式创新抢占市场先机,以制度创新完善政策生态,将丰富的可再生能源优势、庞大的工业应用场景与逐步完善的市场机制紧密结合。唯有如此,方能使氢能真正从“未来的希望”成长为驱动能源转型、产业升级和经济高质量发展的“现实引擎”,为建设能源强国和美丽中国、应对全球气候变化作出贡献。

参考文献(References)

- [1] World Meteorological Organization. Global climate 2011–2020: A decade of acceleration[R]. Geneva: World Meteorological Organization, 2023.
- [2] World Meteorological Organization. State of the global climate 2024[R]. Geneva: World Meteorological Organization, 2025.
- [3] 清华大学气候变化与可持续发展研究院. 中国长期低碳发展战略与转型路径研究[M]. 北京: 中国环境出版集团, 2021.
- [4] 王铁辰. 新能源供给比重持续提升[N]. 经济日报, 2025–12–23(6).
- [5] 2024年欧盟对氢能投资预计增长140%[EB/OL]. (2024–11–15) [2025–12–20]. https://eu.mofcom.gov.cn/jmxxw/art/2024/art_d835d3fe7243438186e04ea7ecb0b5cc.html.
- [6] 中国氢能源及燃料电池产业创新战略联盟. 中国氢能源及燃料电池产业白皮书2020[M]. 北京: 人民日报出版社, 2021.
- [7] 国家能源局能源节约和科技装备司, 国能氢创科技有限责任公司. 中国氢能发展报告(2025)[M]. 北京: 人民日报出版社, 2025.
- [8] 国家发展和改革委员会, 国家能源局. 氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)[A/OL]. (2022–03–23) [2025–12–20]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203/t20220323_1320038.html.

Hydrogen energy revolution: A strategic choice driving global low-carbon transition and climate governance

WU Yin

China Energy Research Society, Beijing 100045, China

Abstract At the critical stage of global low-carbon transition and climate governance, hydrogen energy, leveraging its zero-carbon properties and energy interconnection advantages, has emerged as a strategic cornerstone for addressing the "carbon neutrality" dilemma and driving the restructuring of the energy system. This paper focuses on the development of the hydrogen energy industry, elaborates on the urgency of energy transition against the backdrop of global warming, and clarifies hydrogen energy's core value in safeguarding energy security, promoting industrial upgrading, and boosting economic growth. It analyzes the development trends of the global and Chinese hydrogen energy industries, covering the strategic layouts of various countries, progress in renewable energy-based hydrogen production, as well as China's remarkable achievements in policy support, industrial scale expansion, application diversification, and price reduction. Furthermore, the paper examines the technical, economic, application-oriented, and policy-related bottlenecks confronting the industry, identifies significant development opportunities brought by technological breakthroughs, integrated development, policy dividends, and market demand, and proposes a development path for building a modern hydrogen energy industry system through technological innovation, management innovation, model innovation, and institutional innovation. The paper emphasizes that the hydrogen energy revolution is a protracted battle, requiring systematic layout, comprehensive utilization of renewable energy advantages, in-depth exploration of industrial application scenarios, improvement of market mechanisms, and accelerated efforts to make hydrogen energy a core engine driving energy transition, industrial upgrading, and high-quality economic and social development.

Keywords hydrogen energy; low-carbon transition; energy revolution; carbon neutrality; industrial development; technological innovation; bottleneck constraints; development path ●



(责任编辑 王丽娜)