

西咸研究

(增刊·第2期)

西咸新区研究院

2022年3月29日

本期导读:

1. 明确氢能是未来国家能源体系的重要组成——首个氢能产业中长期规划发布
2. 欧阳明高: 大力发展可再生能源制氢 有序推进氢能产业高质量发展
3. 景春梅: 积极有序发展氢能 营造良好产业生态
4. 杨上明: 推动氢能产业健康有序发展 助力碳达峰碳中和目标实现

明确氢能是未来国家能源体系的重要组成部分—— 首个氢能产业中长期规划发布

为促进氢能产业规范有序高质量发展，国家发展改革委、国家能源局近日联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》（以下简称《规划》）。作为中国首个氢能产业中长期规划，《规划》明确了氢能产业发展定位和目标并作出部署，同时首次明确氢能是未来国家能源体系的重要组成部分。3月23日，国家发展改革委召开新闻发布会，介绍《规划》有关情况并答记者问。

到 2035 年，形成氢能产业体系

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，对减少二氧化碳等温室气体排放、实现碳达峰碳中和目标具有重要意义。目前，中国可再生能源装机量居于世界首位，在清洁低碳氢能源供给上具有巨大潜力。

国家发展改革委高技术司副司长王翔表示，虽然氢能产业发展态势总体良好，但中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，需加强顶层设计，引导产业健康有序发展。

《规划》明确了氢能产业发展定位，强调氢能是未来国家能源体系的重要组成部分、用能终端实现绿色低碳转型的重要载体，氢能产业是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向。

根据《规划》，到 2025 年，中国将初步建立以工业副产氢和

可再生能源制氢就近利用为主的氢能供应体系。燃料电池车辆保有量约 5 万辆，部署建设一批加氢站。可再生能源制氢量达到 10 万吨至 20 万吨/年，成为新增氢能消费的重要组成部分，实现二氧化碳减排 100 万吨至 200 万吨/年。到 2030 年，形成较为完备的氢能产业技术创新体系、清洁能源制氢及供应体系。到 2035 年，形成氢能产业体系，构建涵盖交通、储能、工业等领域的多元氢能应用生态。可再生能源制氢在终端能源消费中的比重明显提升。

为实现“双碳”目标提供有力支撑

王翔表示，统筹谋划、整体布局氢能全产业链发展，既是能源绿色低碳转型的重要抓手，也为碳达峰、碳中和目标实现提供了有力支撑。

能源供给端，氢能与电能类似。长远看，氢能将成为未来清洁能源体系中重要的二次能源。一方面，氢能能量密度高、储存方式简单，是大规模、长周期储能的理想选择，通过“风光氢储”一体化融合发展，为可再生能源规模化消纳提供解决方案。另一方面，随着燃料电池等氢能利用技术开发成熟，氢能—热能—电能将实现灵活转化、耦合发展。

能源消费端，氢能是用能终端实现绿色低碳转型发展的重要载体。从生产源头上加强管控，严格限制化石能源制氢、鼓励发展可再生能源制氢，赋予了氢能清洁低碳这一关键属性。扩大清洁低碳氢能在用能终端的应用范围，有序开展化石能源替代，能

够显著降低用能终端二氧化碳排放。

工业生产过程，氢气是重要的清洁低碳工业原料，应用场景丰富。例如，作为还原剂，在冶金行业替代焦炭；作为富氢原料，在合成氨、合成甲醇、炼化、煤制油气等工艺流程替代化石能源等。通过逐步扩大工业领域氢能应用，能够有效引导高碳工艺向低碳工艺转变，促进高耗能行业绿色低碳发展。

围绕产业链部署创新链

目前，中国氢能产业处于发展初期，尚未形成高效完备的产业链。如何实现从“跟跑”到“并跑”乃至“领跑”的转换？关键在于围绕产业链部署创新链。

《规划》从四个方面对氢能产业链创新能力建设进行部署——
聚焦关键核心技术。推进绿色低碳氢能制、储、输、用各环节关键核心技术研发，持续推动氢能先进技术、关键设备、重大产品示范应用和产业化发展，构建氢能产业高质量发展技术体系。

聚焦创新支撑平台。围绕氢能产业重点领域和关键环节，构建多层次创新平台。包括支持龙头企业牵头，布局产业创新中心、工程研究中心、技术创新中心、制造业创新中心等创新平台，开展关键技术开发与产业化应用；支持高校、科研院所等发挥科研能力优势，建设重点实验室、前沿交叉研究平台，开展氢能基础研究和前瞻性技术研究。

聚焦专业人才培养队伍。支持引进和培育氢能技术及装备专业高端人才。建立健全人才培养培训机制，加快推进学科专业建设，

逐步扩大氢能创新研发人才群体。鼓励职业院校开设相关专业，夯实技术技能人才和从业人员基础。

聚焦国际合作机遇。充分利用国内市场优势，因势利导开展氢能科学和技术国际联合研发，推动氢能全产业链技术、材料和装备创新合作，构建国际氢能创新链、产业链。

“下一步，我们将坚持创新驱动发展，采用‘揭榜挂帅’等方式，持续加强全产业链技术装备攻关，突破关键核心技术装备。加快氢能创新体系建设，合理布局创新平台，培育一批创新型企业，培养一批高水平人才队伍，有效支撑氢能技术创新和产业化高质量发展需要。”王翔表示。

（来源：人民日报）

大力发展可再生能源制氢 有序推进氢能产业 高质量发展

欧阳明高

期盼已久的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》终于发布了，这对我国氢能产业的高质量发展将发挥重要指导作用。规划科学分析了我国氢能产业的发展现状，明确了氢能在我国能源绿色低碳转型中的战略定位、总体要求和发展目标，提出了氢能创新体系、基础设施、多元应用、政策保障、组织实施等方面的具体规划，为我国氢能产业中长期发展描绘了宏伟蓝图。

结合文件精神，我想简单谈几点初步体会与建议。

一、坚持绿色低碳路线，主攻可再生能源制氢，牢记发展氢能的初心使命

习近平总书记 2020 年 9 月提出“中国力争于 2030 年前二氧化碳排放达到峰值、2060 年前实现碳中和”。实现该目标必须推动可再生能源规模化发展。可再生能源的主要载体就是电和氢，在动力、储能方面两者具有互补性，作为无碳工业原料，氢具有不可替代性。那么，氢能的战略地位和经济合理性主要取决于可再生能源转型中的大规模长周期能量储存与多元化终端利用需求。如果基于化石能源制氢，存在能量利用效率低、二氧化碳排放高等问题，屡遭质疑。虽然可再生能源制氢在生产-储运-利用全链条上也存在能源转化效率问题，但随着可再生能源装机不断扩大，效率问题可转化为成本问题。在国务院批复建设的张家口可再生能源示范区，我们的团队尝试开展从可再生能源制氢到终端应用的全链条工程验证，当可再生能源电力价格低于 0.15 元/千瓦时的时候，可再生能源制氢的经济性就能得以保障。因此，可再生能源制氢是坚持绿色低碳发展道路的必然选择。

《规划》提出“到 2025 年，燃料电池车辆保有量约 5 万辆，可再生能源制氢量达到 10-20 万吨/年”的发展目标，从量上讲，可再生能源制氢量是可以满足燃料电池车辆使用的；从品质上讲，可再生电力电解水制氢纯度很高，能够满足燃料电池对氢纯度的高要求，可以完全避免加氢站、储氢瓶和燃料电池受腐蚀或中毒

等问题。

电解水制氢分为碱性电解水制氢（AEC）、质子交换膜电解水制氢（PEMEC）、高温水蒸气电解制氢（SOEC）等技术路线，一些专家预测，电解水制氢的需求在未来将比燃料电池更大。目前，我国能源行业积极投资可再生能源制氢，例如四川水电制氢、新疆光伏制氢、内蒙风电制氢等，为规模化生产清洁低碳氢能奠定了良好产业基础。

二、坚持创新引领、自立自强，实现氢能科技新突破

氢能技术链条长、难点多，现有技术经济性还不能完全满足实用需求，亟需从氢能制备、储运、加注、燃料电池、氢储能系统等主要环节创新突破，重点突破“卡脖子”技术。例如，严重影响燃料电池寿命和使用成本的质子交换膜；70MPa 高压四型瓶的高强度碳纤维和安全阀；加氢站离子压缩机、加注枪的核心零部件等。同时，也要面向氢能科技前沿开展基础研究和应用基础研究。例如，电解水制氢催化剂和阴离子膜、光电催化制氢、基于超导强磁场高效磁制冷的氢液化循环以及中压深冷气态储氢、新一代固体氧化物燃料电池和能够可逆运行的 SOFC/SOCE 等新一代氢能科技。在全球氢能产业竞争中，我们要抓住机遇，努力实现氢能科技革命性突破，推进氢能与燃料电池技术的全面成熟，促进氢能在交通、工业等重点应用领域大规模市场渗透，抢占国际前沿阵地。

相比于电化学动力电池，我国氢燃料电池在技术储备、产业

基础、人才队伍等方面较为薄弱，与国际先进水平也存在一定差距，建议尽快建立氢能创新平台，开展关键核心技术攻关和人才培养，打造自立自强的科技体系。同时，氢能利用是世界各国共有之义，必须坚持开放合作的态度，不断凝聚各方创新成果，推动形成国际氢能应用良好生态。

三、坚持安全为本、示范先行，探索科学合理的产业生态

类似电池安全之于电动汽车和电化学储能行业，氢安全在氢能产业发展中的作用不言而喻，必须努力做到万无一失。要建立氢能全产业链数据监控平台，建立安全评价和检测体系，尤其是要注重一线工作人员的安全培训，严格按照安全规范进行日常操作。例如，张家口市专门成立张家口氢能研究院，建立氢能全产业链安全监控平台和数据库，并联合中国特检院建设氢能装备检测中心，着力维护张家口市氢能燃料电池公共交通系统安全运营；已成功举办的 2022 年冬奥会，为保障北京和张家口赛区的 1000 余辆燃料电池汽车、20 多座加氢站运营安全，专门设立了冬奥示范氢安全国际专家咨询委员会，汇聚全球氢安全管理经验，确保冬奥会绿色出行安全。

值得注意的是，燃料电池车辆只是氢能应用的突破口，长远发展应逐步拓展到交通、电力、化工、冶金等领域多元应用，充分发挥氢能在能源绿色低碳转型和行业绿色发展中的重要支撑作用。

四、坚持市场主导、政府引导，遵循新兴产业发展规律

我国纯电动汽车应用区域主要集中在东部、中部和南部，而

北部、东北部、西北部分布较少，原因是这些地区冬季温度低，影响动力电池出力。相比之下，燃料电池受温度影响较小，电池余热可灵活转化利用，并且这些地区可再生能源资源较为丰富，由可再生能源制取的清洁低碳氢能供应能力强，燃料电池汽车具有较大的市场应用潜能。

对照我国纯电动汽车从孕育到高质量发展的历程，我国燃料电池汽车产业比纯电动汽车产业发展滞后约 10 年，目前仍处于产品导入期，正在进入应用成本快速下降的成长期。根据国内外主要燃料电池厂商产品测试数据，预计今后十年燃料电池成本将大幅下降、性能稳定提升。

我们注意到，氢能全产业链技术复杂度和中外竞争激烈性不容小觑，全行业必须众志成城、攻坚克难。这段时期，政府支持引导非常重要，尤其是在产业统筹布局、应用场景拓展创新等方面，要因地制宜、量力而行，避免急功近利、盲目投入。

（作者系全国政协常委、中国科学院院士、清华大学教授）

积极有序发展氢能 营造良好产业生态

景春梅

在业界热切期待和国内外高度关注下，《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》（以下简称《规划》）出台的靴子终于落地，这是我国首个氢能产业发展中长期规划。《规划》对我国氢能发展做出顶层设计和积极部署，首次明确氢能是未来国家能源体

系的组成部分，要充分发挥氢能对碳达峰、碳中和目标的支撑作用。同时，《规划》也提出，我国氢能产业仍处于起步阶段，在关键核心技术、产业基础、管理规范等方面仍有完善空间。推动氢能产业高质量发展，需要做好以下几个方面。

一、氢能产业发展要坚持安全为先

近两年全球多起氢气爆炸事故给氢能安全管理敲响警钟，我国近期也出现氢气转注用软管泄漏导致燃爆事故。纵观国内外近两年氢安全事件，韩国发生在氢气制取，美国发生在储运，挪威发生在加氢站，中国是加氢站常用设备出了故障，基本涵盖了氢能供应体系。产业发展初期，如果安全事故频发，将对产业造成严重影响。《规划》指出，我国要将安全作为氢能产业发展的内在要求，尽快建立健全氢能安全监管制度和标准规范，强化对制、储、运、加、用等全产业链重大安全风险的预防和管控，提升全过程安全管理水平。油和气都属于危化品，但由于建立了较为完善的安全生产和供应的标准规范及监管制度，也就将风险关进了“制度的笼子”里。

二、在技术自主可控前提下开展终端应用和国际合作

目前产业链上部分核心关键技术、关键材料和装备制造等尚未实现自主可控，氢能储运容器的基础材料、加氢设备等还较大程度依赖进口，这种情况下要有序拓展终端应用市场。当前氢能技术攻关力量不够集中，存在各自为战的现象，应充分发挥新型举国体制优势，通过产业发展联盟、国家级创新平台等机制，依

托产业链龙头企业打造攻关联合体，全面提升基础研究、前沿技术和原始创新能力，尽快突破关键核心技术，加快国产化进程。同时，要处理好国际合作与自主创新的关系，努力实现高水平的“双循环”，既要避免闭关锁国“自循环”，也要防止国内市场沦为国外技术迭代的“试验场”。

三、地方布局氢能产业要因地制宜

在氢能热中要保持冷思考。一些地方把氢能产业作为重要的新动能培育，纷纷开展全产业链布局，缺乏对本地发展氢能产业比较优势的客观分析，呈现热情高涨、竞争加剧之势。目前，地方逐步出台制定氢能产业规划、实施方案及指导意见，提出燃料电池、燃料电池汽车、加氢站等发展目标，正在积极推动本地氢能产业发展。我国资源禀赋多样，对能源的选择及经济调控的回旋空间较大，各地区应切实从实际出发，从各自资源禀赋、产业基础、市场承载能力及地方财力等多方面系统谋划，理性布局，不能跟风盲从搞政绩工程。

四、以试点示范逐步带动氢能多元应用

目前，我国氢能产业一定程度上存在“过于集中”的问题，各地布局氢能应用场景时，“一窝蜂”扎堆造车，这也是《规划》有针对性作出部署的一个方面。《规划》强调，要积极发挥规划引导和政策激励作用，推动地方结合自身基础条件理性布局氢能产业，实现产业健康有序和集聚发展；未来一段时期，将在供应潜力大、产业基础实、市场空间足、商业化实践经验多的地区稳

步开展试点示范；坚持点线结合、以点带面，积极拓展氢能应用场景，逐步推动氢能在交通、储能、工业等领域实现多元应用。

五、以碳达峰、碳中和目标为引领实现氢能绿色发展并带动可再生能源规模化应用

据行业机构测算，到 2060 年实现碳中和时，我国化石能源消费将大幅度降低，非化石能源消费占比将从目前不足 16% 提升至 80% 以上，非化石能源发电量需从目前的 34% 提升至 90% 左右。由于可再生能源开发利用成本高，业界不少人力挺化石能源制氢的大规模利用。碳达峰、碳中和背景下，《规划》确定了可再生能源制氢是主要发展方向。我国可再生能源装机居全球第一，在“绿氢”供给上具有巨大潜力。随着可再生能源大规模推广，用电成本有望持续下降，从而进一步降低制氢成本。氢能具有长周期、大规模储能优势，能够带动我国可再生能源规模化发展，推动氢能、电能、热能系统融合一体化发展，为能源绿色低碳转型提供支撑。

（作者系中国国际经济交流中心科研信息部部长、研究员）

推动氢能产业健康有序发展 助力碳达峰碳中和目标实现

杨上明

氢能来源丰富、应用广泛，具有绿色低碳特点，是业界公认

能源转型发展的重要载体之一，对碳达峰碳中和目标实现具有积极支撑作用。此次印发的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》（以下简称《规划》），从国家层面为氢能产业打造顶层设计，明确氢能战略定位和发展目标，提出构建创新体系、基础设施建设、多元化示范应用、完善保障体系等重点任务，为加快推动能源革命、科技革命和产业变革注入了新动能。

一、氢能产业发展顶层设计出台正当其时

氢能被国际社会誉为 21 世纪最具发展潜力的清洁能源，氢能科技创新和产业发展持续得到各国青睐。美国、日本等发达国家纷纷将氢能上升为国家战略，抢占产业发展先机和制高点。我国地方政府和企业也在积极推动氢能产业的发展，据行业机构统计，我国多地纷纷制定氢能产业相关规划、实施方案等政策文件，布局建设加氢站等基础设施，推动燃料电池车辆等氢能多元化应用。在氢能产业萌动之际，《规划》的出台符合业界期盼，为氢能科技创新和产业高质量发展指明了方向，将进一步彰显氢能作为可再生能源高效利用重要载体、抢占未来科技发展制高点重要抓手、推动工业低碳转型关键介质，对支撑实现碳达峰碳中和目标的重要意义。

二、碳达峰碳中和目标下氢能将在能源领域释放潜能

近年来，氢能在交通用能终端等领域热度不断上升，围绕燃料电池关键核心技术加速自主研发，以城市客运、物流等商用车型为先导逐步开展一定规模的示范运行。据有关报道，张家口市

以服务绿色低碳冬奥为契机，积极发展以燃料电池汽车为代表的氢能交通系统，取得良好示范效果。同时，氢能作为跨能源网络协同优化的理想媒介，通过风-光-氢-储一体化发展，能够加快构建多能互补应用生态，提高可再生能源电力的上网质量和消纳水平，切实推动能源生产体系和消费体系绿色低碳转型。

《规划》提出了系统构建支撑氢能产业高质量发展创新体系、统筹推进氢能基础设施建设、稳步推进氢能多元化示范应用、加快完善氢能发展政策和制度保障体系等四项重点任务。在《规划》有序引导下，氢能正逐步成为储能、交通用能转型、工业化石能源替代等重点领域创新应用的有力抓手，将进一步拓展我国氢能发展的空间。

三、下一步要以《规划》为指引，科学推动氢能全产业链健康有序发展

氢能产业是面向未来的战略性新兴产业，需要充分发挥我国完整的工业体系和能源体系优势，坚持系统思维、久久为功，力争在全球科技革命和产业变革浪潮中占据主动、赢得先机。

一是加快构建低碳氢能供应体系。建议从全生命周期视角评估氢能产业发展的经济与环境效益。近期因地制宜利用工业副产氢，在不额外新增碳排放的前提下，作为培育氢能产业的启动资源，就近供应交通、工业、建筑等领域应用。中远期加快发展规模化风电、光伏、水电等多种低碳能源制氢，提升制氢关键技术和装备制造水平，逐步完善分布式制氢管理体制机制，探索

灵活的价格机制，将清洁低碳氢能打造成氢源的主要构成，从源头上保障氢能绿色低碳属性。

二是持续提升氢能储运设施效率。我国西部地区可再生能源资源丰富，意味着可再生能源制氢资源也多分布于该区域，但氢能应用市场主要集中在东部沿海地区，长距离运输成本成为影响可再生能源制氢经济性的问题之一。研究制定安全经济的氢能储运管理规定，加速研发低温液氢、固态储氢、化学储氢等新型长距离储运技术和商业化应用，开展管道输氢示范，逐步提升可再生能源制氢规模化发展能力。

三是加快释放氢能多元应用潜力。充分利用已有技术基础，发挥氢能高品质热源、高效还原剂、低碳化工原料等多重属性，推动氢能在交通、冶金、化工等领域替代化石能源使用，降低二氧化碳排放。同时，加快新型储能、分布式热电联供等核心技术自主研发，积极发挥氢能跨能源网络协同优化作用，稳步有序推进氢能示范应用，促进能源电力领域深度脱碳，实现全面绿色低碳发展。

（作者系中国国际工程咨询有限公司总工程师、正高级工程师）

送：西咸新区管委会、西咸集团班子成员。

省委政研室、省政府研究室。

西安市委政研室、市政府研究室。

发：各新城管委会班子成员及部门，各新城集团班子成员及
部门，西咸管委会各部门、西咸集团各部门，各街办（镇）。
