新能源制氢及氢能应用的发展

邓立涛

宁夏电投太阳山能源有限公司　宁夏　银川　750017

摘　要：新能源制氢及氢能应用作为能源转型的关键方向，具有广阔发展前景与战略价值。本文围绕新能源制氢及氢能应用展开分析，阐述了电解水制氢原理、利用富余新能源电制氢优势及制氢用水问题，剖析了氢能在天然气领域、储能、碳中和碳达峰方面的重要作用。提出发展策略，包括政策支持引导构建全链条政策闭环与标准体系；通过技术创新突破制氢与储运环节瓶颈；推动能源端与应用端产业协同；强化人才培养引进，构建多层次人才支撑体系，以推动新能源制氢及氢能应用产业规模化发展。

关键词：新能源制氢；氢能应用；发展

引言

在全球能源转型与碳中和目标驱动下，新能源制氢及氢能应用凭借其清洁高效、储能灵活等优势，成为破解能源供需矛盾与碳排放难题的关键路径。然而，当前产业发展仍面临技术瓶颈、成本高企、标准缺失及人才短缺等挑战。本文从新能源电解水制氢技术原理与优势切入，系统分析氢能在天然气、储能及碳中和领域的应用价值，并提出政策引导、技术创新、产业协同与人才支撑四大发展策略，为推动氢能产业规模化、商业化发展提供理论参考与实践指引。

1 新能源电解水制氢技术分析

1.1 电解水制氢原理

新能源电解水制氢技术以电解装置为核心，通过直流电驱动水分子在电极表面发生氧化还原反应实现制氢：阴极作为电子接收端使水分子得电子还原生成氢气，阳极作为电子释放端使水分子失电子氧化生成氧气，整个过程本质是电能向化学能的转化。该技术需持续消耗电能，其能源利用效率直接受电源特性影响，当采用太阳能、风能等新能源电力时，可构建清洁能源闭环转化系统——新能源发电产生的电能直接驱动电解装置，将间歇性、波动性的可再生能源转化为可稳定存储的氢能，既解决了新能源消纳难题，又通过氢能存储实现了能源的时空转移。技术体系涵盖电解槽、电源系统、气体分离纯化等关键单元，其核心是通过电化学反应实现水的定向分解，通过构建“发电 – 电解 – 储氢”完整产业链，为可再生能源大规模存储与高值化利用提供了可行路径，成为能源转型过程中连接电力系统与氢能体系的关键技术纽带。

1.2 利用富裕新能源电制氢的优势

其一为化学储能优势，新能源发电存在间歇性与波动性特征，如光伏发电白天出力大、夜间无出力，风电受风速影响出力不稳定。当新能源电力出现富余时，电解水制氢可将电能转化为氢能实现长期存储。氢能作为化学储能载体，具有储能密度高、储存周期长的特性，储存的氢能可通过燃料电池等装置按需转化为电能，既解决了新能源电力供需时空错配导致的消纳难题，又为电网提供稳定调峰能力，提升能源系统灵活性[1]。其二为环保效益优势，传统制氢方式以化石燃料重整为主，需消耗大量煤炭、天然气等一次能源，过程中伴随大量二氧化碳排放，加剧温室效应。新能源电解水制氢以水为原料，通过清洁电力驱动电解过程，从原料到能源输入全环节实现零碳排放，从源头规避了传统工艺的污染物排放问题。

1.3 制氢用水问题

从用水量特征看，电解水制氢虽需以水为原料，但实际消耗量较低，大规模生产场景下每立方米氢气仅需约 0.9 千克水，且电解过程中水分子分解后氧元素以氧气形式释放、氢元素转化为氢气，水体未完全损耗。通过构建水资源循环体系，对电解环节产生的冷凝水进行回收净化并重新注入电解系统，可显著降低净用水需求。在水资源保障层面需采取多元化解决方案：针对水资源紧缺区域，可优先利用工业废水、生活污水等非传统水源，经深度处理达标后作为制氢原料，实现水资源梯级利用；在水资源丰沛地区，可依法依规开发地表水或地下水资源，严格遵循取水许可审批、用水总量控制等管理制度，确保开发强度与区域水资源承载力相匹配；对

于沿海地区，海水淡化技术可通过反渗透、低温多效蒸馏等工艺将海水转化为合格淡水，尽管当前面临投资成本高、能耗较大等挑战，但随着膜材料创新与能效提升，其经济性与适用性将持续增强[2]。通过水源结构优化、循环利用强化和技术迭代升级的协同推进，可系统破解制氢用水约束，为电解水制氢技术规模化应用提供可持续的水资源支撑。

2 氢能应用领域分析

2.1 氢能在天然气领域的应用

在燃烧效率优化方面，氢气具有高热值与快速火焰传播特性，将其按一定比例掺入天然气后，可显著改善混合气体的燃烧性能。氢气的加入使天然气燃烧更充分，减少了因燃烧不完全产生的一氧化碳、碳氢化合物等污染物排放，同时提升了能源转化效率。在燃气轮机等设备中应用时，掺氢天然气可提高发电效率并降低单位能耗，增强能源利用的经济性。在碳排放控制方面，天然气主要成分甲烷燃烧会产生二氧化碳，而氢气燃烧产物仅为水，无二氧化碳排放。通过天然气加氢技术，可有效稀释天然气中的碳含量，从源头减少燃烧过程的碳排放量。该技术在工业锅炉、民用燃气设备等场景推广后，可显著降低能源活动对大气环境的影响，助力碳达峰、碳中和目标实现。天然气加氢技术通过燃烧性能优化与碳排放削减的协同作用，为传统天然气能源体系向低碳化转型提供了可行路径。

2.2 氢能作为储能对电网的重要作用

氢能作为储能介质对电网运行具有关键支撑作用，主要体现在负荷平衡与系统可靠性提升两方面。针对新能源发电的间歇性与波动性特征，氢能储能通过电-氢-电双向转换机制实现电力时空转移，在新能源出力高峰时段，利用富余电能驱动电解水制氢，将波动性电力转化为化学能稳定存储；当用电负荷攀升时，通过燃料电池或氢能燃气轮机将氢能重新转化为电能，有效填补电力供需缺口，平抑电网负荷曲线。该技术路径突破了传统储能方式在容量规模与存储周期上的限制，为大规模可再生能源消纳提供了可行方案。在电网灵活性构建方面，氢能储能系统具备毫秒级响应能力与兆瓦级调节容量，可快速跟踪电网频率、电压波动，实现功率的实时精准调节。当电网遭遇故障或极端天气时，氢能储能可作为备用电源独立供电，保障关键负荷持续运行[3]。此外，其与分布式光伏、风电等源端设备的协同部署，可提升局部微电网的自治能力，通过“产－储－用”一体化设计增强电网韧性，为构建新型电力系统提供重要技术支撑。

2.3 氢能对碳中和碳达峰的重要作用

作为清洁能源载体，氢能可跨领域替代化石能源：在交通领域，氢燃料电池通过氢氧电化学反应驱动车辆，全程无二氧化碳排放，且加氢时间短、续航能力强，为重型运输、长途客运等场景提供低碳解决方案；在工业领域，氢能可作为还原剂替代煤炭用于钢铁冶炼，或作为原料替代天然气合成化工产品，从生产源头削减碳排放；在建筑领域，氢能可通过燃料电池热电联供系统实现冬季供暖与电力供应，替代燃煤燃气锅炉。在能源结构优化层面，氢能发展可加速能源体系低碳化进程：通过构建“绿电-绿氢”产业链，将风电、光伏等间歇性可再生能源转化为稳定氢能，既解决新能源消纳难题，又提升清洁能源占比；随着氢能储运网络完善与终端应用普及，能源消费结构将逐步从化石能源主导转向清洁能源主导，推动全社会碳排放强度持续下降。此外，氢能产业延伸可带动电解槽、燃料电池、储氢装备等核心技术创新，形成低碳技术集群，为经济绿色转型注入新动能。

3 新能源制氢及氢能应用的发展策略

3.1 政策支持与引导

在政策激励方面，政府应通过多维度补贴降低产业推广成本：对新能源电解水制氢项目实施投资补贴、电价优惠及税收减免，覆盖设备购置、技术研发与生产运营全环节，降低企业初始投入与持续运行压力；针对氢能应用终端，对氢燃料电池汽车、分布式氢能供能系统等提供购置补贴、过路费减免及加氢站建设补助，通过消费端激励扩大市场需求，形成“制-储-运-用”全链条政策闭环。在标准规范建设方面，需加快构建覆盖全产业链的技术标准体系：制定制氢设备能效、氢气纯度等生产标准，明确氢能储运容器压力等级、泄漏检测等安全规范，建立氢燃料电池功率密度、寿命等性能指标，确保产品安全可靠；同时完善市场监管机制，通过生产许可、产品认证、定期抽检等手段强化质量管控，严厉打击非标产品流通，营造公平有序的市场环境，为产业规模化发展提供制度保障。

3.2 技术创新与突破

在制氢环节，需深化电解水技术攻关，通过材料科学创新研发高活性、长寿命电解催化剂，降低电极过电位减少电能损耗；结合流体力学与热管理优化电解槽结构，提升反应物传质效率与系统热稳定性，实现单位产能能耗降低与设备寿命延长。同时探索高温固体氧化物电解、光催化分解水等新型制氢路径，利用余热或光能

替代部分电能输入，构建多能互补制氢体系[4]。储运环节需构建多元化技术矩阵，针对不同应用场景同步推进多种储氢技术研发，包括高压气态储氢（35-70MPa储罐）、低温液态储氢（-253?液化）、有机液态储氢（苯/甲苯载体）及固态储氢（金属氢化物/纳米材料）等，重点突破材料储氢密度、充放氢速率及循环寿命等关键指标。配套发展智能化储运装备，集成泄漏监测、压力调控与应急切断系统，借助物联网技术实现全链条安全管控，为氢能大规模商业化应用筑牢技术根基。

3.3 产业协同发展

能源端需构建新能源发电与制氢产业的耦合机制，促使风电、光伏企业与电解水制氢企业通过电力直供、长期购电协议等方式紧密合作，利用新能源波动性电力实现低成本制氢，既解决弃风弃光难题，又为制氢产业提供绿色电力支撑；还可共建新能源制氢产业园区，实现设备共享、物流协同及副产品综合利用，进而降低土地、基建和运维成本，达成规模化降本目标。应用端则要打造覆盖制储运用全环节的产业链生态，上游制氢设备企业与中游储运企业联合攻克高压储氢瓶、液氢储罐等关键装备国产化难题，提升产业自主能力；中游企业与下游应用企业协同开发氢燃料电池汽车、分布式发电系统等终端产品，共享测试平台与认证体系，提高开发效率和产品质量；同时推动钢铁、化工等传统高耗能行业与制氢企业合作，开展氢基竖炉炼钢、氢能合成氨等示范项目，以工艺替代实现深度脱碳，通过跨行业合作形成技术迭代与商业模式创新闭环，推动氢能产业各环节协同共进，为大规模商业化应用创造有利条件。

3.4 人才培养与引进

在人才培养与引进领域，对专业人才的培育，关键在于紧密结合教育体系与产业实际需求。高校应积极优化学科布局，增设电解水制氢工艺、氢能储运工程、燃料电池系统设计等契合产业前沿发展的专业方向，并构建涵盖材料科学、电化学、热力学等多学科交叉融合的知识体系，为学生打下坚实的理论基础。科研机构要与企业深度合作，共同搭建实训基地，开发虚拟仿真实验平台，通过产学研合作项目，让学生有机会深入制氢装备制造、加氢站运维等产业一线进行实践锻炼，从而培养出既拥有深厚理论知识又具备精湛操作技能的复合型人才。在高端人才引进方面，需实施全球引才战略，制定专项政策，为掌握质子交换膜、液氢储罐等核心技术的海外专家提供科研资金、住房补助等优厚待遇，吸引他们投身关键技术攻关。同时，要健全现有人才能力提升机制，定期开展行业技术交流会、标准研讨活动，形成由领军人才、技术骨干、技能工匠构成的层次清晰的人才梯队。

结语

综上所述，新能源制氢及氢能应用，是能源转型的关键方向，对实现碳中和碳达峰意义重大。当前，在制氢技术、应用领域已取得一定成果，但仍面临成本、技术、产业协同等诸多挑战。未来，需政府通过政策支持与引导，为产业发展营造良好环境；企业加大技术创新与突破，提升核心竞争力；行业加强产业协同发展，形成规模效应；同时重视人才培养与引进，提供智力支撑。多方合力，推动新能源制氢及氢能应用朝着规模化、商业化、可持续方向迈进，开启绿色能源新时代。

参考文献

[1] 黄清鲁, 赵丽丽, 无. 新能源制氢及氢能应用的发展前景 [J]. 中国石油和化工标准与质量,2022,42(17):98-100.

[2] 周玉钦, 胡光明, 刘先录, 李甜甜, 石方廷玉. 氢能在化工领域中的应用、挑战及发展方向 [J]. 应用化工,2025,54(2):544-548

[3] 朱旭敏, 王美淇, 刘贵洲, 等. 氢能与化石能源融合发展的路径与应用场景探析 [J]. 天然气与石油,2025,43(5):110-118.

[4] 金丽丽, 杜朋钊, 张凯, 等. 新能源汽车制造关键技术的应用现状与发展趋势 [J]. 汽车电器,2025(12):78-80.

[5] 孙培锋, 吴守城, 卢海勇, 龚晨, 蔡悠然. 新能源制氢及氢能应用浅述 [J]. 能源研究与信息,2021,37(4):207-213.