

绿色氢能技术发展现状及应用展望

白韡

神木职业技术学院, 中国·陕西 神木 719300

摘要: 绿色氢能属于新兴的可再生能源, 此种能源具有零排放、环境友好等优点, 因此被广泛关注。论文概述了绿色氢能技术的发展现状、面临的挑战以及未来应用展望。绿色氢能主要借助电解水技术生产, 相较于传统氢气生产方式环保优势更为明显。但是尽管如此, 绿色氢能的成本问题、技术效率瓶颈以及基础设施建设等依然是制约该技术发展的主要障碍。论文探讨了推动绿色氢能技术发展的有效措施, 并展望了其在交通运输、工业生产、电力储存以及城市基础设施建设中的广泛应用前景, 希望在未来可以促使绿色氢能广泛应用开来, 加快中国能源结构转型的步伐。

关键词: 绿色氢能技术; 发展现状; 应用展望

Development Status and Application Prospects of Green Hydrogen Energy Technology

Wei Bai

Shenmu Vocational and Technical College, Shenmu, Shaanxi, 719300, China

Abstract: Green hydrogen energy is an emerging renewable energy source that has the advantages of zero emissions and environmental friendliness, and has therefore received widespread attention. This paper provides an overview of the current development status, challenges, and future application prospects of green hydrogen energy technology. Green hydrogen energy is mainly produced through electrolysis of water technology, which has more obvious environmental advantages compared to traditional hydrogen production methods. However, despite this, the cost issue, technical efficiency bottleneck, and infrastructure construction of green hydrogen energy are still the main obstacles restricting the development of this technology. This paper explores effective measures to promote the development of green hydrogen energy technology and looks forward to its broad application prospects in transportation, industrial production, power storage, and urban infrastructure construction. It is hoped that in the future, green hydrogen energy can be widely applied to accelerate the transformation of China's energy structure.

Keywords: green hydrogen energy technology; development status; application prospects

0 前言

在全球能源结构转型的背景下, 绿色氢能技术逐渐成为各国能源政策以及科技研发的重点。绿色氢能通过可再生能源电解水产生, 生产过程中几乎不产生温室气体, 可以促使碳中和目标的尽快实现。随着全球对环境保护需求的日益增加, 绿色氢能凭借较强的环保优势, 使其在能源储存、交通运输、工业生产等多个领域展现出巨大的应用潜力。

1 绿色氢能概述

绿色氢能是由可再生能源电解水所产生的氢气, 相较于传统化石燃料制氢技术, 在整个生产过程中几乎不产生二氧化碳等温室气体, 被视为实现碳中和目标的有效路径之一。绿色氢能不仅具备零排放的环保优势, 还可以在可再生能源发电过剩时, 作为能源储存介质储存并转化能量, 以此在不稳定的电力供应体系中发挥调节作用。绿色氢能与传统能源形式相比原材料来源更为广泛, 生产过程更加清洁, 在多个领域均具有较强的应用潜力。尤其是在风能、太阳能等可再生能源电力价格逐渐下降的背景下, 借助电解水技术生

产氢气正逐步成为提升经济竞争力的重要选择。这意味着在全球共同应对气候变化、减少碳足迹的过程中, 绿色氢能将发挥越来越重要的角色。绿色氢能为能源存储、交通运输、工业制造等多个领域提供了新的技术解决方案, 并加快了能源结构转型的步伐^[1]。

2 绿色氢能技术的发展现状

绿色氢能技术是实现全球能源转型与碳中和目标的关键要素。近年来, 绿色氢能技术发展异常迅速, 特别是在能源危机与环保压力不断增加的背景下, 绿色氢能正逐渐从前沿科技朝着大规模商业应用全面普及开来。绿色氢能技术的发展主要体现在电解水制氢、氢储运、氢能利用等多个环节, 各国纷纷加大研发投入, 并出台相关政策, 促进产业链的进一步完善。纵观绿色氢能的发展, 电解水制氢属于最具潜力的绿色制氢方式, 凭借在源头上彻底摆脱化石燃料依赖的优势, 成为各国重点突破的技术方向。现阶段, 碱性电解水制氢技术最为成熟, 已经大规模应用开来, 而质子交换膜 (PEM) 电解槽凭借响应快、效率高的优点, 在未来发展

中也拥有广阔的前景。但是尽管相关技术已取得显著进展,如何有效平衡成本和能效之间的关系,依然是绿色氢能规模化推广面临的难题之一。据统计,当前电解水制氢的成本约为每千克 4~6 美元,其生产成本远远高于传统的化石燃料制氢方式。氢气的储存问题和运输问题在绿色氢能推广中也非常重要。传统的高压气态储氢技术成本较高且存在诸多安全隐患,低温液态储氢技术虽然可以大幅提高储运效率,但液化过程耗能较大。近年来,新型储氢材料的研究成为氢能技术的重要突破口,金属有机框架(MOFs)等储氢材料已展现出巨大的潜力,预计将在 2030 年之前将实现技术层面的重大突破,由此降低储氢成本并提高生产安全性。氢能利用方面,燃料电池技术是推动绿色氢能应用的核心,尤其在交通运输领域,氢能具有广泛的应用前景。根据国际氢能委员会的报告,到 2050 年,燃料电池车辆有望占据全球车队的 20% 以上。但是当前燃料电池的高成本与基础设施的不完善成为使其广泛普及的重大障碍。例如,燃料电池汽车的成本远高于传统内燃机车辆,且氢燃料加注站的建设速度没有跟上市场需求的增长。值得关注的是,丰田、本田等汽车制造巨头已在这一领域投入重金进行研发,并预计到 2035 年可以显著降低氢燃料电池的成本,使其与电动汽车竞争的能力进一步增强。政策支持与国际合作也是推动绿色氢能技术快速发展的重要因素。2020 年,欧盟发布了“氢战略”,计划到 2030 年实现至少 6 吉瓦的可再生能源制氢装置的装机容量。中国在“十四五”规划中也提出了大力发展氢能产业的目标,并设定了到 2025 年氢能车辆达到 10 万辆的宏伟蓝图。以上政策为绿色氢能技术的研发应用提供了强大的支持,促进了全球范围内技术层面和产业布局上的合作^[1]。

3 绿色氢能发展面临的挑战

据调查现阶段绿色氢能技术发展依然面临诸多挑战。一是制氢成本较高。目前,绿色氢的生产主要依赖于水电解技术,电解所需的电能来自可再生能源。尽管可再生能源成本逐渐下降,水电解制氢的成本依然较高,这难免降低了绿色氢能的经济竞争力,使其在与传统化石能源氢的竞争中处于不利地位。二是技术效率瓶颈。尽管水电解制氢属于相对清洁的生产方式,但是电解水的能量转换效率有限,一般在 60%~80%。如何进一步提高电解效率并减少能耗是技术层面迫切需要突破的瓶颈。三是储运基础设施不完善。氢气作为气体能源,此种能源的运输和储存管理难度较大。低密度的氢气在常温常压下需要大量空间,这就需要较高的运输成本。但是现有的运输和储存基础设施不完备,缺乏大规模氢气储存、管道运输、加氢站等配套设施,不免很大程度上限制了氢能的大规模推广。四是可再生能源波动性较大。绿色氢能的产生依赖于太阳能和风能等可再生能源,但是这些间歇性、波动性的可再生能源导致供能方式异常不稳定。如何满足电力资源的稳定供应,保证水电解过程的连续性,一直

是绿色氢能技术发展中面临的一大挑战。五是政策支持及市场推广不足。尽管全球范围内一些国家已经出台了促进氢能技术发展的政策,但是与化石燃料相比,给予在绿色氢能技术发展上的政策支持依然非常有限,特别是在碳价格、补贴以及税收优惠等方面的政策支持力度依然不足。加上没有充分激发公众认知和市场需求,也会增大氢能的推广难度。

4 推动绿色氢能技术稳定发展的有效措施

4.1 加大技术层面突破

绿色氢能生产企业可以积极改进催化剂材料,开发具有高活性、低成本且耐用的新型催化剂材料。例如,借助纳米技术制造高效的非贵金属催化剂,或者在现有材料中引入合金化、多孔结构等新设计,以上措施均可以进一步提高催化效率,降低电解水的能耗。在电解水设备的设计及工艺优化方面,要进一步提高电极的导电性、优化电解池的设计,或者采用离子交换膜等新技术减少电力消耗,提高整体电解效率。此外,适当调整电解过程中的温度、压力等相关参数也可以加快能量转换效率^[2]。

4.2 积极降低生产成本

绿色氢能生产企业可以积极扩大氢能生产规模,以此来降低生产成本。在现阶段的技术框架下,氢能的生产成本与生产规模呈现明显的反比关系。提高生产规模可以提高设备利用率,并降低单位生产成本。因此,企业要积极建设大型化、集约化的氢能生产基地,在风能、太阳能等可再生能源资源丰富的地区打造绿色氢能的集中生产中心,起到摊薄生产成本的作用。此外,企业还要积极优化供应链体系,借助规模效应降低原材料、设备采购、运输等产生的成本。绿色氢能生产企业可以积极与国外企业展开合作,彼此分享技术和生产经验,这样也可以降低氢能生产成本。绿色氢能生产企业加强与先进国家在氢能技术研发和生产设备上的协作,充分借鉴国际领先技术可以减少重复性研发投入,加速技术创新的步伐,以此在全球范围内降低生产成本^[4]。

4.3 推进基础设施建设

推进基础设施建设是推动绿色氢能技术稳定发展非常关键的一环。企业在氢能生产设施建设方面,要重点推进电解水制氢和其他绿色制氢技术的工业化规模化。大规模的制氢设施在降低单位氢气生产成本的前提下,还可以加快生产效率。政府和企业要展开合作,投资建设现代化的电解水制氢厂,依托先进的设备提高绿色氢能生产效率。针对氢气的储存与运输环节也需要积极完善基础设施,企业要大力研发并推广金属氢化物、化学氢储存材料等新型储氢材料,借助新型储氢材料提高氢气的储存密度,保证储存安全性。完善氢气管道、加氢站等氢气运输网络,依靠完善的运输网络降低氢气运输过程中的损耗,保证氢能供应的稳定性。此外,相关部门要妥善部署氢燃料电池汽车的加氢站、氢能发电设施。针对这一环节国家和地方政府可以制定相关政策,鼓励

并支持氢能应用领域的基础设施建设。例如,政府部门可以借助设立专项资金、提供建设补贴等措施促进加氢站建设。除此之外,相关部门还要积极推动氢能产业与电力、交通、化工等其他相关产业的深度融合,借助跨领域的协同合作进一步优化配置各类资源,提升绿色氢能生产企业整体效率^[5]。

5 绿色氢能技术未来应用展望

5.1 交通运输领域的应用

传统燃料车的排放问题日益严重,氢燃料电池车(FCEV)作为有效的替代方案,凭借零排放、长续航、高效能的特性使其正在逐步获得市场认可。氢燃料电池车不仅显著降低了二氧化碳及其他污染物的排放,还具备快速加氢的优势,这些特点使其在缓解传统电动汽车续航和充电时间上的不足起到了非常重要的作用。随着氢燃料生产成本的下降,氢燃料电池车的普及也会成为现实。但是要实现这一目标,相关部门也需要加快氢气加注站的建设,积极完善氢能基础设施网络,促进氢燃料电池车的广泛应用^[6]。

5.2 工业生产领域的应用

钢铁冶炼、化肥生产等传统工业,其生产过程需要用到大量的化石燃料,这导致了高额的碳排放。而这些传统工业借助绿色氢能技术则可以实现低碳化转型。氢气作为还原剂可以替代焦炭用于钢铁冶炼,由此显著降低了二氧化碳的排放量。特别是在钢铁生产领域应用氢能不仅可以减少温室气体的排放,还可以提高钢铁的生产效率。相关企业为了推进这一转型需要加快技术改造,并在政策支持下积极投资于绿色氢能技术的研发应用。政府也要制定相应的激励措施,鼓励工业领域积极采用绿色氢能技术,加快整个产业链的绿色转型速度^[7]。

5.3 电力储存领域的应用

由于风能、太阳能等可再生能源的生产具有间歇性的特点,使其电力储存变得格外重要。氢能作为高效的储能介质可以将多余的电力转化为氢气,并在需求高峰时将氢气重新转换为电力,从而平衡电力供需。此种储能方式可以显著提升电力系统的可靠性,并促使能源利用效率也得以优化,进而减轻电网负担。随着氢能储存技术的成熟,未来大规模的能源储存及调度也有希望实现,可以推动可再生能源广泛地普及应用开来。

5.4 城市基础设施建设中的应用

氢能此种清洁能源可以为城市提供环保的供热解决方案和供电解决方案。比如氢燃料电池供热系统可以为城市居

民提供稳定且环保的热能,而氢能电池供电系统则可以为城市中的关键设施、公共服务提供可靠的电力支持。氢能这种清洁能源广泛应用于城市基础设施建设中不仅可以减少城市空气污染,还可以提升居民的生活质量。因此政府部门需要制定相应的政策,推动氢能在城市基础设施中的应用。政府要积极鼓励企业以及科研机构在这一领域深入探索,以此确保氢能技术应用的顺利落地^[8]。

6 结语

综上所述,绿色氢能技术正经历从前沿科技到大规模商业应用的迅猛发展。尽管期间面临着诸多挑战,但借助技术创新、生产成本降低、基础设施建设等措施,绿色氢能的广泛应用前景依然值得期待。未来,随着氢能技术的不断成熟,绿色氢能有望在交通运输、工业生产、电力储存以及城市基础设施建设等领域发挥更加重要的作用,为全球能源结构的绿色转型做出更大贡献。

参考文献:

- [1] 王宏铎.绿色氢能技术发展现状及应用展望[J].山东化工,2024,53(6):96-98.
- [2] 张智,赵苑瑾,蔡楠.中国氢能产业技术发展现状及未来展望[J].天然气工业,2022,42(5):156-165.
- [3] 王士博,孔令国,蔡国伟,等.电力系统氢储能关键应用技术现状、挑战及展望[J].中国电机工程学报,2023,43(17):6660-6680+11.
- [4] 叶柳言.探讨氢能产业发展现状及未来展望[J].中国战略新兴产业,2023(9):92-94.
- [5] 王肇祺.BiVO₄光电化学燃料电池的构建及其增强制氢性能的研究[D].山东:山东大学,2023.
- [6] 敖伟东.钨、钇-氢氧化镍异质结催化剂的可控制备及其在小分子电化学重整中的应用[D].河南:河南大学,2023.
- [7] 王培灿,万磊,徐子昂,等.碱性膜电解水制氢技术现状与展望[J].化工学报,2021,72(12):6161-6175.
- [8] 孙雪婷,林堂茂.炼厂制氢技术发展现状[J].当代化工,2022,51(2):451-455.

作者简介:白韡(1983-),男,中国陕西神木人,硕士,副教授,从事动力工程、新能源发电领域研究。

基金项目:榆林市科技局专项科研计划项目,“双碳”目标下榆林氢能产业发展研究——以神木绿氢与煤化工融合示范项目为例,项目编号:CXY-2022-191。