

基于统计数据的氢能产业基础设施布局建议

韦权玺¹ 贾祎飞² 贾伊茗³ 于航¹ 李玉洁¹

1 东北电力大学, 吉林吉林, 132011;

2 中国电建集团吉林省电力勘测设计院有限公司, 吉林长春, 130022;

3 河北地质大学, 河北石家庄, 050031;

摘要: 随着“双碳”目标推进, 氢能作为清洁能源的重要载体, 其基础设施布局成为产业发展的核心支撑。本文剖析制氢、储氢、运氢、加氢设施的区域分布、技术结构及协同效率, 发现当前存在“西产东需”空间错配、绿氢占比仅 7%、加氢站运营效率不足国际水平 50%等问题。研究提出“三带一圈”空间格局, 通过数据驱动的产业链协同机制、场景适配的技术路径及差异化政策, 实现制氢低碳化、运氢高效化。研究为我国氢能基础设施规模化、低碳化布局提供数据支撑与实践参考。

关键词: 氢能产业; 基础设施布局; 统计数据; 区域协同

DOI: 10. 64216/3104-9672. 25. 01. 025

1 氢能产业基础设施的内涵与发展现状

1.1 氢能基础设施的核心内涵

制氢设施: 氢能产业链起点, 按原料与能源可分为化石能源制氢、工业副产氢及可再生能源制氢(绿氢), 其结构合理性直接关联氢能低碳属性。

储氢设施: 承担氢能缓冲调节功能, 涵盖高压气态、液态、固态三类技术路径, 需与运距、场景深度适配。

运氢设施: 连接制氢与用氢端的关键环节, 包括陆上运输、水上运输及管道运输, 其中管道运输是规模化低成本输氢的核心方向。

加氢设施: 服务终端应用的“最后一公里”, 按服务对象可分为乘用车、商用车及园区分布式站点, 布局密度与运营效率影响氢能交通工具推广进程。

1.2 基于统计数据的氢能基础设施发展现状

制氢设施: 规模领先但结构待优

据行业统计, 我国年制氢规模已居全球首位, 占全球总量近四成, 但结构失衡显著: 化石能源制氢占比超八成, 低碳制氢中工业副产氢占比有限, 绿氢占比仅 7%, 远低于国际规划目标。区域分布上, 制氢设施集中于西北、华北等资源富集区, 与东部沿海需求集中区呈现“西产东需、北产南需”的空间错配。

储氢与运氢设施: 技术单一且规模有限

储氢以高压气态为主, 70MPa 级应用占比低, 液态

储氢仅用于特殊场景, 固态储氢仍处试点阶段; 运氢依赖长管拖车, 仅适用于短途运输, 氢能管道规模不足 200 公里, 远落后于欧美, 难以支撑“西氢东输”“北氢南运”的跨区域输送需求。

加氢设施: 区域不均且效率偏低

我国加氢站数量占全球近半, 但区域集中度高: 长三角、珠三角占比超六成, 东北、西北合计不足两成, 与当地制氢资源富集度脱节。且加氢站平均运营效率不足国际先进水平一半, 约三成站点低负荷运行, 核心源于氢能车辆保有量不足及氢源运输成本高企。

2 基于统计数据的氢能基础设施布局现存问题

2.1 区域布局失衡: 供需错配加剧成本负担

制氢资源 75%集中于西北、华北, 需求 60%集中于东部沿海与城市群, “西产东用”“北产南用”格局下, 运氢设施不足导致跨区域运输成本激增, 绿氢竞争力被削弱; 同时东部加氢站氢源短缺、西部制氢设施闲置, 形成资源浪费与需求缺口的双重矛盾。

2.2 产业链协同不足: 系统效率受限

产业链各环节规划缺乏协同, 数据壁垒、能力错配问题突出: 制氢端仅 15%产量直供加氢站, 加氢站氢源 70%依赖工业副产氢, 绿氢占比不足 5%, 与低碳转型脱节; 储氢与运氢衔接不足, 部分设施因适配性问题降容使用或利用率低, 系统效率受损。

2.3 技术适配性单一：场景覆盖有限

基础设施技术路径高度固化：制氢依赖化石能源、储氢侧重高压气态、运氢以长管拖车为主、加氢聚焦 3 5MPa 乘用车站，难以满足重卡物流、跨区域输氢、园区供能等多元化需求，制约场景拓展与规模化推广。

2.4 政策支持不均衡：发展差距拉大

各区域政策支持力度差异显著，东部沿海对加氢站等设施补贴力度较大，中西部补贴强度偏低且缺乏制氢、储氢专项支持，导致社会资本向东部集中，进一步拉大区域发展差距。同时，全国统一的统计监测体系缺失，数据互联互通不足，布局规划缺乏精准支撑。

3 氢能产业基础设施布局的核心原则

3.1 区域协同匹配原则：以资源禀赋对接需求场景

根据制氢资源富集区与氢能需求集中区的空间分布，构建“产-储-输-用”区域协同格局。对于西北、华北等制氢资源富集区，重点布局规模化制氢设施与低成本储氢设施，打造氢能生产基地；对于东部沿海、城市群等需求集中区，重点布局加氢站集群与分布式储氢设施，打造氢能应用枢纽；对于连接生产基地与应用枢纽的中部地区，重点布局中转储氢设施与管道运氢网络，打造氢能输送通道，实现跨区域氢能高效衔接。

3.2 产业链一体化原则：以数据共享打通协同壁垒

建立氢能产业链各环节的数据共享平台，整合制氢量、储氢能力、运氢效率、加氢需求等统计数据，实现基础设施的精准匹配。通过平台将制氢端与用氢端数据实时对接，优化运输调度；将加氢站运营数据反馈给制氢厂，调整制氢节奏，避免产能闲置；将储氢设施数据与运氢计划联动，提升储氢利用率。同时，推动制氢、储氢、运氢、加氢设施的一体化规划，在重点场景同步布局全链条设施，实现就近制氢、就地使用，降低系统成本。

3.3 技术适配性原则：以场景需求选择最优路径

根据不同应用场景的需求，选择适配的基础设施技术路径，避免“一刀切”式规划。在短途交通场景中，推广高压气态储氢与加氢站，兼顾成本与效率；在长途重卡、船舶等场景中，发展液态储氢与管道运氢，提升续航里程与输氢效率；在园区分布式供能场景中，布局固态储氢与分布式电解水制氢设施，实现安全储氢、就

近供能；在跨区域大规模输氢场景中，推进氢能管道建设，并探索天然气-氢气混输技术，降低改造成本。同时，通过政策引导，鼓励技术多元化发展，避免单一技术路径的风险。

3.4 政策精准赋能原则：以差异化支持平衡区域发展

针对区域发展失衡问题，实施差异化的政策支持。对西北、华北等制氢资源富集区，加大制氢设施的投资补贴，并支持氢能管道、液态储氢设施建设，降低跨区域输氢成本；对东部沿海需求集中区，重点补贴加氢站运营，并鼓励加氢站与加油站、充电站“三站合一”，提升土地利用效率；对中西部中转地区，补贴中转储氢设施与短途运氢网络，打造区域氢能枢纽。同时，建立全国统一的氢能基础设施统计监测体系，定期发布核心数据，为布局规划提供精准支撑。

4 基于统计数据的氢能基础设施布局具体建议

从区域布局、产业链协同、技术优化、政策保障四个维度，提出兼具科学性与可操作性的布局建议，推动氢能基础设施高质量发展。

4.1 区域布局：构建“三带一圈”的空间格局

基于制氢资源与需求的统计分布，建议构建“三带一圈”的氢能基础设施空间格局，实现资源与需求的精准对接：

西北绿氢生产带：覆盖内蒙古、新疆、甘肃等风光资源富集区，重点扩大规模化光伏/风电制氢设施布局。配套建设液态储氢罐与氢能管道，打造“新疆-甘肃-陕西”管道干线以输送绿氢至东部；同步布局区域内分布式加氢站，服务本地重卡物流与园区供能，提升绿氢本地消纳水平。

华北工业副产氢利用带：覆盖山西、河北、山东等工业基地，聚焦提升焦炉煤气、氯碱副产氢的提纯能力。配套建设高压气态储氢设施与短途管输网络，打造“山西-河北-北京”管道支线，供应京津冀地区加氢站与工业用氢需求，降低区域内氢源运输成本。

东部加氢应用带：覆盖长三角、珠三角、环渤海等需求集中区，重点建设加氢站集群。推广“油氢电”综合能源站模式以提升土地利用效率；在港口、物流园区布局 70MPa 重卡加氢站，配套建设分布式储氢设施，缩短氢源运输距离，降低加氢站运营成本。

中部氢能中转圈：覆盖河南、湖北、湖南等中部省份，重点建设中转储氢枢纽（含液态储氢站、地下盐穴储氢库），衔接西北绿氢生产带与东部加氢应用带。布局长管拖车中转站与短途管网网络，实现氢能二次分配，提升跨区域输送效率，缓解东西部氢能供需失衡问题。

4.2 产业链协同：建立“数据驱动”的协同机制

搭建全国氢能基础设施数据平台：由国家能源局牵头，整合各省市的制氢设施、储氢设施、运氢设施、加氢设施统计数据，建立实时监测、动态调度功能。通过平台实现需求预测与生产调度的精准对接，提前规划制氢与运输计划，避免供需错配，提升全链条运行效率。

推动“制储输用”一体化项目试点：选择典型区域开展一体化项目试点，参考现有项目经验，同步规划制氢、储氢、管道、加氢设施。以“新疆-甘肃-陕西-河南-江苏”氢能走廊为试点，目标将试点区域的氢能输送成本降低至 50 元/kg 以下，绿氢在加氢站的占比提升至 30%，形成可复制、可推广的一体化模式。

优化氢源与加氢站的匹配关系：结合统计数据，东部加氢站氢源以工业副产氢为主，建议在东部工业城市周边布局工业副产氢提纯中心，缩短氢源运输距离；在西部制氢基地周边规划“制氢-储氢-加氢”一体化园区，服务本地重卡与园区用氢，提升西部绿氢产能利用率，减少制氢设施闲置。

4.3 技术优化：推广“场景适配”的技术路径

制氢端：提升绿氢占比，推动化石制氢低碳化

结合当前绿氢占比偏低的现状，在西北风光资源富集区推广“光伏+风电+电解水”制氢技术，逐步提升绿氢占比；在华北化石制氢基地推广煤制氢与 CCUS 技术，降低碳排放强度；在东部工业城市推广工业副产氢提纯技术，提升资源利用率以满足加氢站高纯度用氢需求。

储氢端：多元化发展，降低技术成本

针对高压气态储氢占比过高的问题，在长距离输氢场景中推广液态储氢技术，通过技术研发与规模化应用降低成本；在地下盐穴资源丰富区域试点地下盐穴储氢，扩大储氢库建设规模以提升大规模储氢能力；在园区供能场景中推广固态储氢技术，提升安全性与储氢密度，降低园区氢能应用门槛。

运氢端：加快管道建设，优化运输结构

结合当前氢能管道规模较小的现状，加快国家级氢

能管道规划建设，重点打造“西氢东输”主干管道（如“新疆-江苏”管道干线），逐步拓展全国氢能管道里程；在城市群内部推广中低压氢能管道，衔接加氢站集群以提升区域内氢能输送效率；探索天然气-氢气混输技术，利用现有天然气管道资源降低建设成本，初期控制混输比例并逐步提升混输能力。

加氢端：差异化布局，提升运营效率

针对加氢站区域集中与效率低的问题，在东部城市群推广“油氢电”综合能源站，逐步提升综合站占比以优化土地与运营效率；在重卡物流线路加大 70MPa 重卡加氢站布局力度，支撑重卡氢能化推广；在西部制氢基地周边布局“制氢-加氢”一体化站，降低氢源成本，推动西部加氢站氢气价格合理下降，提升加氢站盈利能力。

4.4 政策保障：实施“精准差异”的支持措施

差异化补贴政策：针对区域发展失衡，对西北制氢设施给予 20%-30% 的投资补贴，对东部加氢站给予 0.3-0.5 元/kg 的运营补贴，对中部中转储氢设施给予 15%-20% 的建设补贴。建立补贴退坡机制，随着技术成熟度提升，逐步降低补贴比例，引导市场自主发展，避免政策依赖。

完善统计监测体系：由国家统计局、国家能源局联合建立氢能基础设施统计指标体系，涵盖制氢、储氢、运氢、加氢等核心环节指标，每月发布统计数据，为布局规划提供数据支撑；推动各省市数据互联互通，打破数据孤岛，实现全国氢能基础设施数据一体化管理。

加强标准体系建设：制定氢能基础设施的统一标准，包括制氢设施的碳排放核算标准、储氢设施的安全标准、运氢管道的设计与施工标准、加氢站的运营与计量标准，确保各环节设施的兼容性与安全性；参考国际标准，结合我国实际情况，形成具有国际竞争力的标准体系，推动我国氢能基础设施技术与产品走向国际。

引导社会资本投入：设立国家级氢能基础设施产业基金，重点支持制氢、储氢、管道等重资产项目；鼓励银行、保险等金融机构推出氢能基础设施专项贷款、氢能保险等产品，降低企业融资成本；支持氢能基础设施项目开展 REITs 试点，盘活存量资产，吸引社会资本持续投入。

5 结论

氢能产业基础设施是推动氢能规模化应用、支撑

“双碳”目标的关键基础。基于统计数据的分析表明,我国氢能基础设施已具备一定规模,但仍面临区域布局失衡、产业链协同不足、技术适配性单一、政策支持不均衡等问题,制约了氢能产业的高质量发展。

为解决上述问题,需遵循区域协同匹配、产业链一体化、技术适配性、政策精准赋能的核心原则,通过构建“三带一圈”空间格局优化区域布局,建立数据驱动机制强化产业链协同,推广场景适配技术完善技术体系,实施差异化政策提供保障支持。未来,随着氢能基础设施布局的不断优化,我国氢能产业将逐步实现制氢低碳化、储氢多元化、运氢高效化、加氢便捷化,为能源结构转型提供有力支撑。同时,需持续依托统计数据动态调整布局策略,确保基础设施与产业发展需求相匹配,推动氢能产业迈向高质量、可持续发展新阶段。

参考文献

- [1]刘畅.可再生能源制氢项目与盐穴储氢的时空耦合布局——以宁夏宁东基地为例[J].中国电力,2025,58(5):1-8.
- [2]赵楠.加氢站“油氢电”综合能源站运营效率评价——基于长三角54座站点的实证研究[J].电力系统自动化,2024,48(15):102-109.
- [3]李建勋,王宇航.基于GIS的中国氢能基础设施空间布局优化研究[J].中国能源,2023,45(6):23-28.
- [4]张磊,陈晨.工业副产氢提纯技术在京津冀加氢网络中的应用研究[J].新能源进展,2022,10(4):389-395.
- [5]王志强,刘畅.绿氢储运成本敏感性分析及规模化路径研究[J].中国电机工程学报,2021,41(15):5178-5187.