

长三角地区加氢站发展现状、障碍分析及对策建议

胡明月¹, 刘萍², 董娅楠¹, 许传博^{1,3,✉}

(1. 华北电力大学 经济与管理学院, 北京 102206; 2. 华北电力大学 能源电力创新研究院, 北京 102206;
3. 新能源电力与低碳发展研究北京市重点实验室, 北京 102206)

摘要: [目的] 为促进我国实现碳达峰、碳中和目标, 深入推进生产和消费革命, 构建清洁低碳、安全高效的能源体系, 发展氢能产业有着重要意义。加速发展加氢站是实现氢能源全链条的关键, 是实现氢能产业健康、快速发展的重要保障。由于长三角地区石化和化工企业氢能消费规模大, 氢燃料电池汽车等发展迅速, 促进加氢站发展及网络建设是氢能推广的重中之重。[方法] 通过文献研究法、个案研究法、调查研究法、经济性测算等研究方法分析长三角地区加氢站建站审批流程、政策环境等现状, 识别制约长三角地区加氢站建设发展的障碍。[结果] 由于氢的能源属性缺乏法律支撑, 建设标准缺乏指导性, 多部门协作机制不健全等因素制约了加氢站的建设, 阻碍了氢能产业的发展。[结论] 应健全氢能有关法律法规, 明确氢能“危化品”与“能源”的边界条件, 完善加氢站建设标准及审批流程, 集中力量攻关核心技术, 增加财政补贴扶持力度, 加速推广燃料电池汽车, 促进氢能产业发展。

关键词: 氢能发展; 加氢站建设; 氢燃料电池汽车; 障碍及对策; 长三角地区

中图分类号: TK91; F426

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2023)03-0001-10

开放科学(资源服务)二维码:



Current Situation, Analysis of Obstacles and Suggestions for Countermeasures for the Development of Hydrogen Refueling Stations in the Yangtze River Delta

HU Mingyue¹, LIU Ping², DONG Yanan¹, XU Chuanbo^{1,3,✉}

(1. School of Economics and Management, North China Electric Power University, Beijing 102206, China;
2. Energy and Power Innovation Institute, North China Electric Power University, Beijing 102206, China;
3. Beijing Key Laboratory of New Energy and Low-Carbon Development, Beijing 102206, China)

Abstract: [Introduction] In order to promote the achievement of "carbon peak and neutrality" goals in China, deeply promote the revolution of production and consumption, and build a clean, low-carbon, safe and efficient energy system, the development of hydrogen energy industry is of great significance. Accelerating the development of hydrogen refueling stations is the key to realizing the whole chain of hydrogen energy, and is an important guarantee to realize the healthy and rapid development of hydrogen energy industry. Due to the large scale of hydrogen energy consumption of petrochemical and chemical enterprises and the rapid development of hydrogen fuel cell vehicles and other vehicles in the Yangtze River Delta, promoting the development of hydrogen refueling stations and network construction is the top priority for the promotion of hydrogen energy. [Method] The current situation of the approval process and policy environment of hydrogen refueling station construction in the Yangtze River Delta was analyzed through literature research method, case study method, survey research method and economical measurement, and the obstacles that restrict the development of hydrogen refueling station construction in the Yangtze River Delta were identified. [Result] The lack of legal support for the energy attributes of hydrogen, the lack of guidance for construction standards, and the inadequate multi-sectoral collaboration mechanism have restricted the construction of hydrogen refueling stations and hindered the development of the hydrogen energy industry. [Conclusion] It is suggested

收稿日期: 2023-04-26 修回日期: 2023-04-27

基金项目: 国家重点研发计划政府间国际科技创新合作重点专项“基于信息物理融合的新型城镇多能源互联系统协同调控研究”(2021YFE0102400); 北京市社会科学基金一般项目“面向碳达峰、碳中和的北京市氢能产业高质量发展路径研究”(22JCC092); 新型电力系统运行与控制全国重点实验室开放课题“考虑电氢耦合的我国低碳低成本氢能供给路径优化研究”(SKLD22KM16)

to improve the laws and regulations related to hydrogen energy, clarify the boundary conditions between "hazardous chemical" and "energy" of hydrogen energy, improve the construction standards and approval process of hydrogen refueling stations, focus on the core technology, increase financial subsidies, accelerate the promotion of fuel cell vehicles, and promote the development of hydrogen energy industry.

Key words: hydrogen energy development; hydrogen refueling station construction; hydrogen fuel cell vehicle; obstacles and countermeasures; Yangtze River Delta

2095-8676 © 2023 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI. This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

0 引言

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的新型二次能源,可助力工业、建筑、交通等领域的深度脱碳,并以电-氢为基础,构建更加具有弹性的能源体系^[1-2]。氢能产业的高质量发展,对促进我国实现碳达峰、碳中和目标,构建新型能源体系,有着十分重要的现实意义^[3-4]。目前,世界上已经有三十多个国家和地区制订了或正在制订氢能发展的路线图,氢能相关战略性新兴产业和前沿技术成为国际绿色发展竞争和合作的重要焦点^[5-6]。我国发布的《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》明确了氢能是未来国家能源体系的重要组成部分、是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向^[7]。

我国长三角地区具有良好的制氢基础与大规模的应用市场,发展氢能优势显著^[8]。氢能发展初期可靠且经济的来源是工业副产氢,长三角是中国副产氢资源最丰富的区域,浙江、江苏、上海均分布有大量副产氢企业,上海周边仅投产的丙烷脱氢装置副产氢量就达 23 万 t/a,长三角区域在建及规划的丙烷脱氢装置副产氢资源总量超过 50 万 t/a,仅已投产装置副产氢即可满足示范城市群燃料电池用氢需求^[9]。

由上海市牵头,联合江苏省苏州市、南通市、浙江省嘉兴市、山东省淄博市、宁夏宁东能源化工基地、内蒙古自治区鄂尔多斯市等 6 个城市(区域)组成的燃料电池示范应用城市群于 2021 年 8 月 26 日正式获批,不仅可以推动燃料电池汽车产业持续健康且科学有序地发展,而且可以支持燃料电池汽车关键核心技术突破和产业化应用,构建完整的燃料电池汽车产业链,为燃料电池汽车规模化发展奠定坚实基础。示范应用城市于 2021 年 2 月至 2022 年 11 月先后发布了氢能产业发展规划,如表 1 所示。其中,上海市提出到 2035 年,将建设海外氢能进口输运码头,布局东亚地区氢能贸易和交易中心,与长三角地区形成协同创新生态。2022 年 4 月 20 日,我国首个氢能交易平台在上海启动。

作为氢能供应链的终端环节,加快建设和发展加氢站是我国氢能产业健康快速发展的重要保障^[10],长三角地区发展氢能的优势以及燃料电池示范应用城市群的获批为加氢站的建设及运营提供了良好的基础。文章从长三角地区加氢站建站审批流程、政策环境、建设成本等方面分析制约长三角地区加氢站建设发展的障碍,提出相应对策建议,以期为加氢站及氢能产业发展提供参考。

表 1 示范应用城市氢能产业发展规划

Tab. 1 Hydrogen energy industry development plan for demonstration cities

城市	相关规划	时间
苏州	《苏州市氢能产业发展白皮书》《苏州市氢能及燃料电池产业发展规划》	2021年2月
嘉兴	《嘉兴市氢能产业发展规划(2021—2035年)》	2021年12月
淄博	《淄博市氢能产业发展中长期规划(2022—2030年)》	2022年8月
上海	《上海市氢能产业发展中长期规划(2022—2035年)》 《关于支持中国(上海)自由贸易试验区临港新片区氢能产业高质量发展的若干政策》	2022年6月 2022年8月
鄂尔多斯市	《鄂尔多斯市氢能产业发展规划》	2022年6月
南通	《南通市氢能与燃料电池汽车产业发展指导意见(2022—2025年)》	2022年11月
宁夏	《宁夏回族自治区氢能产业发展规划》	2022年11月

1 长三角地区加氢站建设现状

据中国氢能联盟统计,截至2023年3月,全国共建成360座加氢站。已建成的加氢站中,在运营250座,占比为69.4%,其中固定站152座,占比为60.8%;从加氢站压力等级来看,35 MPa加氢站216座,占比为84.6%。加氢站的建设分布以及运营情况与各地方的氢气资源、政策支持以及技术实力等紧密相关,国家及各地方也在持续加大对加氢站建设的支持力度,出台多项补贴政策^[11]。经过国家及地方政府、行业组织和企业的共同努力,目前国内运行的加氢站分布在28个省市自治区,其中江苏省位列第4。如图1所示。

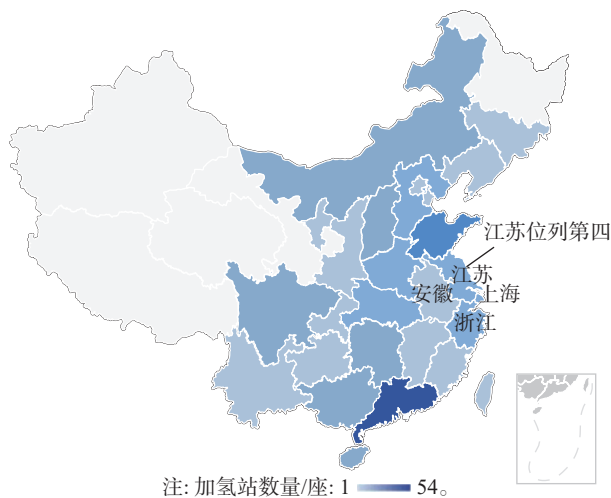


图1 全国加氢站分布图

Fig. 1 Distribution map of nationwide hydrogen refueling stations

1.1 加氢站补贴政策梳理

从时间上来看,2019年及以前我国氢能政策主要是鼓励发展燃料电池技术、建设加氢站基础设施、对燃料电池汽车给予新能源标准的购置补助。经过十余年的探索与讨论,我国逐渐明确了氢能源与燃料电池发展方向,并出台了更多的相关政策^[12]。目前长三角地区逐步根据当地实际情况制定适合本地特点的加氢站补贴政策,以推动我国加氢站建设发展。

加氢站补贴政策分为建设补贴、运营补贴等^[13-15]。建设补贴是对新建或改建的加氢站,根据其日加氢能力、制氢方式、站内设备等条件,给予一次性的建设补贴,一般在100万~500万元之间。运营补贴是对加氢站的氢气售价,给予每千克一定金额的补贴,以降低氢气成本和提高市场竞争力,一般在3~20元

之间,详见附录A。

在建设补贴方面,长三角地区中,上海市的补贴最高^[13]。上海市对于在2025年前完成竣工验收、并取得燃气经营许可证(车用氢气)的加氢站,按照不超过核定投资总额的30%给予补贴,其中2022年取得燃气经营许可证的,每座加氢站补贴资金最高不超过500万元。其次是宁波市,对于日加氢能力大于等于1000 kg的固定式加氢站,予以最高500万元的补贴。嘉兴港区对于日加氢能力不低于500 kg的固定式加氢站,按照实际设备投资额的20%进行补贴,最高不超过500万元。其他地区的建设补贴均低于500万元。

在运营补贴方面,上海市的运营补贴仍是最高。上海市对氢气零售价格不超过35元/kg的加氢站运营主体,按照氢气实际销售量给予补贴。其中,2021年度补贴标准为20元/kg,2022—2023年度为15元/kg;2024—2025年度为10元/kg。

1.2 加氢站审批流程

氢气既是工业气体,属危险化学品,同时又具备能源属性,国家层面目前还没有统一的加氢站建设审批流程,少部分地方政府部门结合当地情况出台加氢站建设运营管理办法,在办法中明确其审批流程,如《上海市燃料电池汽车加氢站建设运营管理办法》中明确上海市行政区域内加氢站建设需按一般项目建设的审批流程进行报批;大部分地区出台的建设运营管理办法中仅明确各部门职能,未明确各环节及各部门的审批流程,如《南京市加氢站建设运营暂行管理规定》中第七条指出,加氢站项目的新建、改建、扩建,应当依法向相关部门提出申请,各有关部门应当依据职能及法律要求,合力简化完善审批流程,有序实现并联审批。

由于加氢站建设审批流程繁冗,涉及多个部门的审批,如规划、土地、消防、安全、环保等二十多个部门,且目前没有明确的主管部门负责加氢站的审批管理,审批效率低下。以如皋加氢站为例,虽在开工前的各项审批流程和验收发证流程都较为清晰,但在项目选址、土地获取、项目立项的基础上,先后完成了十八项前置审查,取得建筑施工许可证后才开工建设^[16],如图2所示。

加氢站项目完工后,建设单位需向住建、规划、消防、质监、气象、档案、环保、市场监管局申请验收,并按照前期安全条件和设施审查意见及相关规

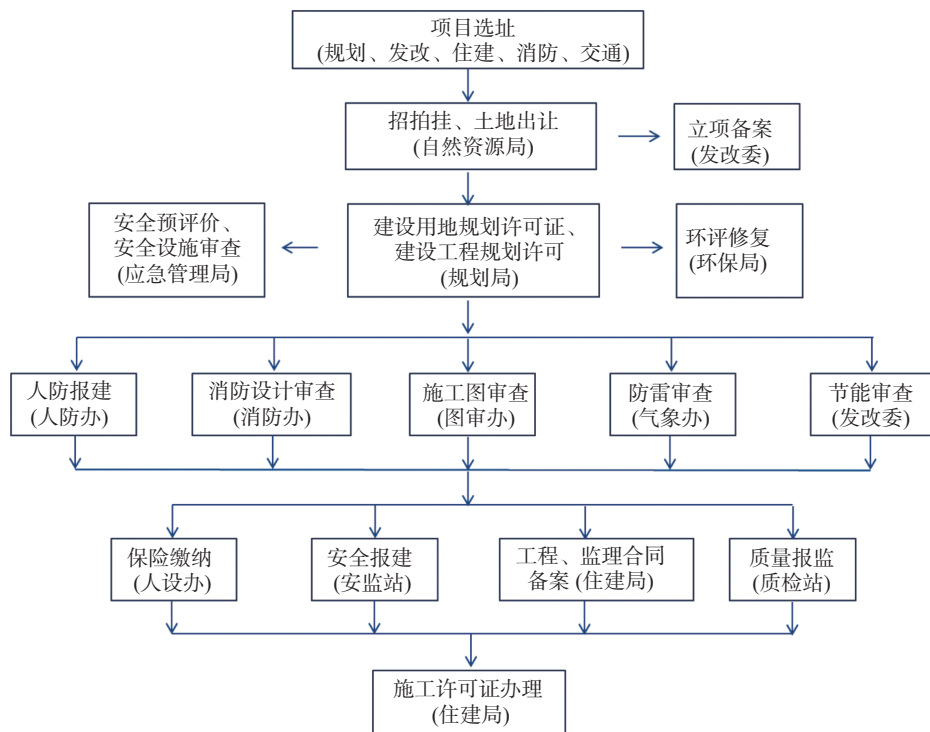


图 2 如皋加氢站开工前具体各项审批流程

Fig. 2 Approval process for various specific links before commencement of Rugao hydrogen refueling station construction

定,自行进行安全和环保的“三同时验收”,并将验收结果报告当地应急管理局。在获得各部门验收合格证明的基础上,由燃气管理部门发放《燃气经营许可证》(部分地方要求发放《危化品经营许可证》),市场监管局发放《气瓶(压力容器)充装许可证》,建设单位持有双证后方可依法进行加氢站商业经营活动。由于当时缺乏明确的制度规定,如皋加氢站“三同时验收”是通过与当地政府部门协商后确定的^[16]。流程如图 3 所示。

1.3 国内外加氢站法律法规及加氢站管理办法

目前,国内外加氢站方面的法律法规要求并不完全一致,在加氢站的选址规划、建设审批、运行管理等方面皆存在差异,国内的标准在某些方面比国外的更严苛,有些方面则相反^[17]。在加氢站的选址和规划方面,国内的《加氢站安全技术规范》(GB/T 34584—2017)^[18]规定,加氢站应符合城镇规划,但目前各省市均未就加氢站出台具体的规划布点方案。国外的一些国家则已经制定了加氢站的布局规划,例如日本、韩国、德国等。在加氢站的建设审批方面,国内的《加氢站安全技术规范》(GB/T 34584—2017)规定,加氢站的建设应按照《建设项目安全设

施“三同时”监督管理办法》等相关法律法规办理审批手续,包括立项审批、设计审批、用地审批、建设审批、竣工验收等。国外一些国家则有不同的审批流程和要求,例如美国的《NFPA 2》规定,加氢站的建设应遵循《NFPA 55》《NFPA 70》等相关标准,并由当地消防部门进行审查和批准^[19]。在加氢站的运行管理方面,国内的《加氢站安全技术规范》(GB/T 34584—2017)规定,加氢站应建立健全安全管理制度和应急预案,并定期进行检查和维护。国外一些国家则有更详细的运行管理要求,例如英国的《BCGA CP33》规定,加氢站应按照《BCGA CP25》等相关标准进行风险评估和控制,并由专业人员进行日常监测和记录。

长三角地区目前还没有出台统一的加氢站管理办法,只有上海市和苏州市已经出台了地方加氢站管理办法。上海市的管理办法主要内容包括加氢站的建设、运营、安全、监管等方面,苏州市的管理办法主要内容包括加氢站的安全管理、事故应急、监督检查等方面。

1.4 氢燃料电池研发及汽车保有量

2021年8月,京津冀、上海、广东三大城市群首批入选燃料电池汽车城市群示范。同年12月,河北

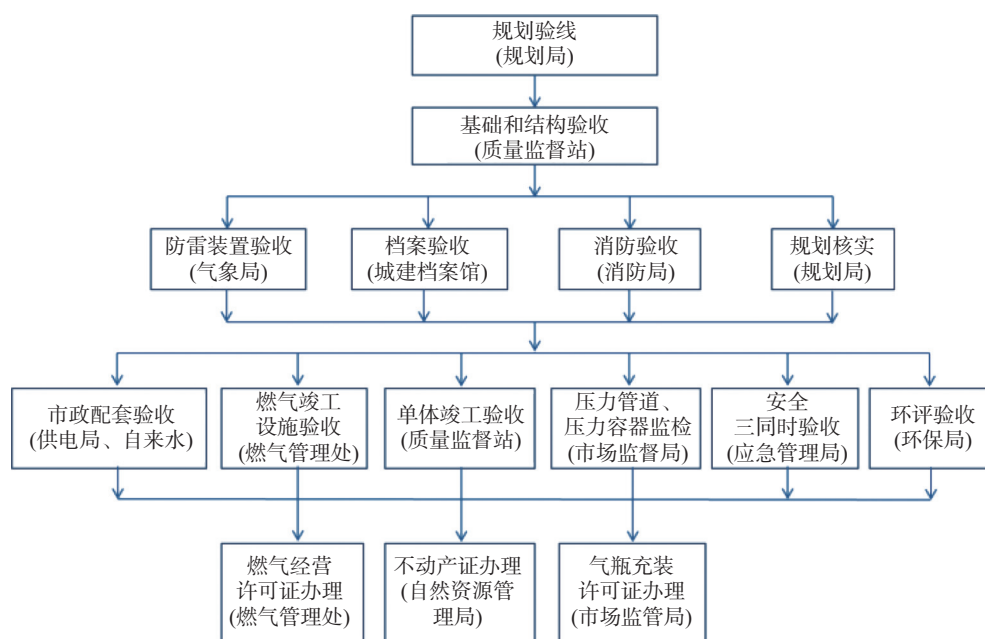


图3 如皋加氢站验收发证流程

Fig. 3 Acceptance and licensing process for Rugao hydrogen filling station

和河南两个氢燃料电池汽车示范城市群获批国家氢燃料电池汽车示范城市群。如图4所示,2022年,上海城市群推广1037辆,低于京津冀城市群推广燃料电池汽车1197辆;高于河南城市群推广的880辆、广东城市群推广的278辆以及河北城市群推广的270辆。从五大示范城市群的燃料电池汽车推广情况来看,整体进展缓慢,区域差异明显。而唯一完成目标的京津冀,主要是得益于冬奥会对燃料电池汽车的阶段性需求。这反映了氢能产业虽然热度高,但燃料电池汽车的市场化应用仍面临诸多障碍。

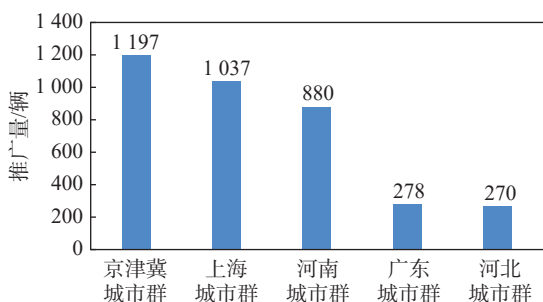


图4 2022年中国氢燃料电池汽车各示范城市推广量

Fig. 4 Number of hydrogen fuel cell vehicles promoted by demonstration cities in China in 2022

2 长三角地区加氢站建设存在的问题

1) 尽管氢的“能源”属性已经明确,但目前尚无

法律法规支撑,仍作为危化品对待,审批和管理较为严格,生产氢气需要在化工园区,这使得各地鼓励建设制氢加氢一体站的政策实施存在一定的困难,且使建站付出的投资、土地、时间、运营等成本更高,影响氢能行业的发展速度。

2) 加氢站建设标准指导性不足,加氢站在选址、规划审批等环节存在一些障碍。首先,利用现有的加油站或加气站网点资源建设油(气)氢一体化的能源网点,理论上不仅可以有效节约土地成本,解决现有加氢站土地规划等问题,还可以依靠多年运营经验及已有的销售网络,为油(气)氢合建站的建设和运行提供基本保障^[20],但围绕油(气)氢合建站是否能够免于规划选址和用地审批的程序尚未有明确规定。其次,在申请加氢站建设时,必须申请使用商业用地,若建设在相对便宜的工业用地上,则加氢站只能内部使用,不能公开运营^[12]。

3) 多部门多领域协调合作机制还不够健全,没有清晰统一的审批流程,审批部门多、流程长、效率低。当前,我国尚未出台统一的加氢站建设和运营标准规范,关于加氢站的批准手续和归口管理部门尚无明晰,我国全国仅佛山和如皋等几个城市制定了相关的行政法规,但由于各个地区的审批手续和归口管理部门不同,存在审批程序错综复杂的现象。

4)受多因素影响,加氢站盈利难。

(1)成本较高。由于压缩机、储氢罐、加氢机等核心设备依赖进口,故前期建设成本主要在于设备投资^[21];我国加氢站主要为外供氢高压加氢站,后期运营成本主要在于氢气成本。以日加注能力约为 1000 kg,储氢压力为 45 MPa,加氢压力为 35 MPa,寿命为 15 a 的三级加氢站项目为例(基本情况见附录 B,分别以购买氢气成本、运营补贴金额、运行负荷为变量,计算分析加氢站的成本及盈利能力。

由测算结果可知,若加氢站规模为 1000 kg/d,在加氢站环节增加的氢气成本为 8.23 元/kg,如表 2 所示。

表 2 加氢站成本测算表

Tab. 2 Hydrogen refueling station costing table

项目	数值	
固定成本	工程费用/万元	1322
	工程建设其他费用/万元	856
	每年折旧/(万元·a ⁻¹)	107
变动成本	人工成本/(万元·a ⁻¹)	65
	管理运营费用/(万元·a ⁻¹)	65
总成本/(万元·a ⁻¹)		237
单位成本/[元·(kg) ⁻¹]		8.23

以购买氢气成本作为测算的变量,加氢站每年运营时间为 360 d,运营负荷 100%,500 万作为一次性建设补贴,折现率 7%,氢气售价 35 元/kg;考虑到长三角地区加氢站使用的氢气大多为工业副产氢,成本较低,故以 12 元/kg 的购氢成本(含运输成本)为最低购氢成本来对加氢站的盈利能力和动态投资回收期进行测算。如图 5 所示,当购氢成本在 23 元/kg 之内时,加氢站具备盈利能力,动态回收期为 13.25 a,加氢站全生命周期可盈利约 98 万元,购氢成本 23.3 元/kg 为盈亏临界值。

现以运营补贴和购氢成本作为测算的变量,售氢价格 35 元/kg,一次性补贴 500 万元,其他条件不变,分别以上海市、宁波市、嘉港区的运营补贴标准进行测算:

①设购氢成本为 26 元/kg,上海市 2023—2025 年的运营补贴分别为 15 元/kg、10 元/kg、10 元/kg。

②设购氢成本为 26 元/kg,宁波市 2023—2025 年的运营补贴分别为 12 元/kg、8 元/kg、6 元/kg。

③设购氢成本为 23 元/kg,嘉港区 2023—2025

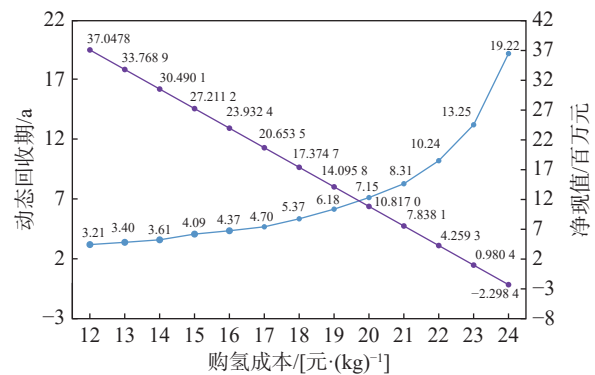


图 5 购氢成本敏感性分析

Fig. 5 Hydrogen purchase cost sensitivity analysis

年的运营补贴分别为 9 元/kg, 6 元/kg, 3 元/kg。

测算结果如表 3 所示,当氢气来源为绿氢时(购氢成本约 26 元/kg),领取上海市运营补贴的加氢站是具备盈利能力的,其动态回收期为 8.52 a,净现值为 227.37 万元;领取苏州市运营补贴的加氢站不具备盈利能力,动态回收期大于其加氢站寿命期;若运营补贴无法达到上海市运营补贴标准,加氢站的氢气来源为灰氢才具有盈利能力。

表 3 运营补贴敏感性分析

Tab. 3 Operating subsidy sensitivity analysis

情景	①	②	③
动态回收期/a	8.52	>15	7.24
净现值/万元	227.37	-54	677.67

运营负荷率也是决定加氢站是否盈利的关键因素,现以购氢成本为 16 元/kg,售氢价格为 35 元/kg 为基础,其他条件不变,分别以负荷率 60%, 80%, 100% 对加氢站的盈利能力进行测算。运营负荷率敏感性分析结果如图 6 所示。由测算结果可知,当负荷率为 60% 时,加氢站在全生命周期内无法实现收益,而当负荷率超过 80% 时,盈利能力可观。经测算,负荷率 62% 为盈亏临界值。

(2)氢价居高不下,氢燃料电池汽车保有量相对较低。加氢站的氢气为 60~70 元/kg,部分地区通过补贴后最低约为 35 元/kg,公交车行驶百公里约需要 8 kg 氢气,即 280 元;若使用柴油,通过补贴后,百公里仅需要 123 元,使用氢气成本较高;普通氢燃料电池乘用车较汽油乘用车的燃料成本具有优势,但由于加氢站点少、位置偏等因素,大大制约了普通消费车

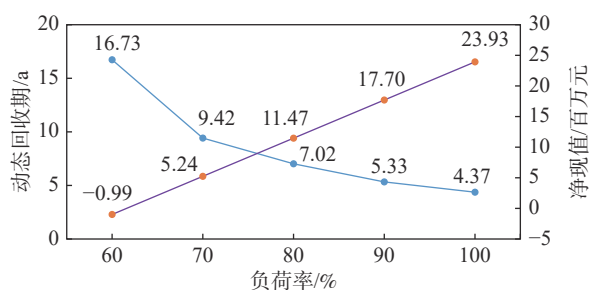


图6 运营负荷率敏感性分析

Fig. 6 Operating load factor sensitivity analysis

购买氢燃料电池车,氢燃料电池汽车保有量较低,加氢站无法高负荷运营。

受多种因素影响,目前我国运营的加氢站几乎无法实现盈利,有些地方甚至出现“有车无站、有站无车”的情况。

在国家政策引导和市场需求推动下,目前长三角地区加氢站数量快速增长。未来可持续发展需要进一步完善地方基础设施配套与相关政策保障机制。

3 对策建议

1)健全氢能有关法律法规,厘清氢能“危化品”与“能源”的边界条件。建议国家层面明确氢能的行业分类,可以考虑将氢和其他工业气体一起并入45大类的“燃气生产和供应业”;允许将小型制氢设施建造在可再生能源发电站、工业用地或加氢站现场,并针对如何安全地执行这些方案制定规范与标准。

2)统一审批标准,简化审批流程。制定和完善加氢站相关的法律法规和标准规范,明确加氢站、制氢加氢一体站的建设条件、运营要求、安全管理等方面的规范要求,统一长三角各地区的政策措施,消除政策障碍和不确定性;建立加氢站建设项目审批协调机制,由一个部门牵头负责协调各部门的审批事项,绘制详细审批流程图,实行一站式审批、数字化审批、并联办理、限时办结等方式,缩短审批时间,提升审批效率。

3)集中精力攻关核心技术,减少加氢站的建设费用。优化配置优势资源,推动关键核心技术攻关,积极研发压缩机、储氢罐、加氢机等核心设备,降低对进口设备的依赖,从而降低建站成本;在氢燃料电池方面,重点发展大功率质子交换膜燃料电池技术、中低温固体氧化物燃料电池技术、基于燃料电池的

系统集成技术、质子交换膜技术、电催化剂技术等。基于上述关键材料和核心组件的技术攻关进步,需要注重转化应用层面,构建科研机构-企业单位的协同创新机制。

4)增加对氢价的财政补贴扶持力度,鼓励加氢站使用绿氢,加强对绿氢的环境价值实现。建议政府在加氢站及氢燃料电池车规模化形成之前,加大对氢价的补贴,既保障加氢站健康运营又保证加氢成本不高于燃油成本,推动氢燃料电池产业发展,提高加氢站运营收益。

5)进一步关注燃料电池车城际间的路权政策协同问题,同时依托长三角地区聚集的多家燃料电池技术研发和产业化的整车生产企业,如通用汽车、上汽集团等,因地制宜推广燃料电池汽车。提升既有加氢站运营负荷。

4 结论

文章对长三角地区燃料电池保有量、加氢站补贴政策、加氢站审批流程、投资成本、国内外加氢站法律法规、长三角地区加氢站管理办法进行梳理,识别制约长三角地区加氢站建设发展的障碍,提出相应的对策建议。

总而言之,长三角地区加氢站发展存在着技术、资金和管理方面的制约,应加大技术投入,完善资金保障体系和管理机制,以推动长三角地区加氢站的发展。技术方面,要加强加氢站压缩机等核心设备科技研发,降低对进口设备的依赖,降低建站成本;加强燃料电池动力系统研发,加速推广燃料电池汽车。资金方面,应当建立一套完善的资金保障体系,增加财政补贴扶持力度,降低氢价,为加氢站的发展提供足够的资金支持。管理方面,要加强加氢站的管理,完善相关的法规制度,统一各地区的审批流程,确保加氢站的高效运行。此外,政府部门也应积极参与到加氢站的发展过程中,对加氢站进行有效监管,以保障其安全运行,促进氢能产业发展。

参考文献:

[1] 卢琛钰,孙浩天,田泽普.中国氢能产业发展的机遇、挑战及对策建议[J].*新经济导刊*,2021(3):26-30. DOI: 10.3969/j.issn.1009-959X.2021.03.005.

LU C Y, SUN H T, TIAN Z P. Opportunities, challenges and suggestions for the development of hydrogen energy industry in

- China [J]. *New economic journal*, 2021(3): 26-30. DOI: 10.3969/j.issn.1009-959X.2021.03.005.
- [2] 穆亚玲, 王香爱. 氢能源研究现状 [J]. *化工时刊*, 2008, 22(22): 10-68. DOI: 10.3969/j.issn.1002-154X.2008.10.019.
MU Y L, WANG X A. The status of research hydrogen energy [J]. *Chemical industry times*, 2008, 22(22): 10-68. DOI: 10.3969/j.issn.1002-154X.2008.10.019.
- [3] 杨勇平. 氢能现代能源体系新密码 [N]. *光明日报*, 2022-05-05(16).
YANG Y P. Hydrogen energy, the new code of modern energy system [N]. *Guang Ming Daily*, 2022-05-05(16).
- [4] 张灿, 张明震, 申升, 等. 中国氢能高质量发展的路径建议与政策探讨 [J]. *南方能源建设*, 2022, 9(4): 11-23. DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2022.04.002.
ZHANG C, ZHANG M Z, SHEN S, et al. Path suggestion and policy discussion for China's high-quality development of hydrogen energy [J]. *Southern energy construction*, 2022, 9(4): 11-23. DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2022.04.002.
- [5] 李婷, 王喆, 张梦露, 等. 开启绿色氢能新时代之匙: 中国2030年“可再生氢100氢发展路线图” [R]. 北京: 落基山研究所, 2022.
LI T, WANG Z, ZHANG M L, et al. The key to a new era of green hydrogen energy: China's 2030 "renewable hydrogen 100" development roadmap [R]. Beijing: Rocky Mountain Institute, 2022.
- [6] 许传博, 刘建国. 氢储能在我国新型电力系统中的应用价值、挑战及展望 [J]. *中国工程科学*, 2022, 24(3): 89-99. DOI: 10.15302/J-SSCAE-2022.03.010.
XU C B, LIU J G. The value, challenges and prospects of hydrogen energy storage in China's new power system [J]. *China engineering science*, 2022, 24(3): 89-99. DOI: 10.15302/J-SSCAE-2022.03.010.
- [7] 国家发展改革委, 国家能源局. 氢能产业发展中长期规划(2021-2035年) [R/OL]. (2022-03-23) [2023-03-20]. http://zfxgk.nea.gov.cn/1310525630_16479984022991n.pdf.
National Development and Reform Commission, National Energy Administration. Medium- and long-term plan for the development of hydrogen energy industry (2021-2035) [R/OL]. (2022-03-23) [2023-03-20]. http://zfxgk.nea.gov.cn/1310525630_16479984022991n.pdf.
- [8] 袁敏, 苗红, 高虎, 等. 长三角地区分布式可再生能源发展潜力及愿景 [R/OL]. (2021-03-01) [2023-03-20]. <https://wri.org.cn/research/potential-and-vision-distributed-renewable-energy-yangtze-river-delta-region>.
YUAN M, MIAO H, GAO H, et al. Potential and vision of distributed renewable energy in Yangtze River delta region [R/OL]. (2021-03-01) [2023-03-20]. <https://wri.org.cn/research/potential-and-vision-distributed-renewable-energy-yangtze-river-delta-region>.
- [9] 中国物流与采购联合会危化品物流分会, 中国氢能储运与应用发展报告(2022版) [R]. 北京: 中国物流与采购联合会危化品物流分会, 2023.
China Federation of Logistics & Purchasing Hazardous Chemicals Logistics Sub-branch (HCLS), China hydrogen energy storage and application development report (2022 edition) [R]. Beijing: HCLS, 2023.
- [10] 毕马威中国. 一文读懂氢能产业 [EB/OL]. (2022-09-15) [2023-03-20]. <https://kpmg.com/cn/zh/home/insights/2022/09/understand-the-hydrogen-energy-industry-in-one-article.html>.
KPMG. Read about the hydrogen energy industry in one article [EB/OL]. (2022-09-15) [2023-03-20]. <https://kpmg.com/cn/zh/home/insights/2022/09/understand-the-hydrogen-energy-industry-in-one-article.html>.
- [11] 李萌, 任哲, 施纪卫, 等. 西安市加氢站建设与管理的政策分析 [J]. *交通节能与环保*, 2019, 15(6): 62-65. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6478.2019.06.017.
LI M, REN Z, SHI J W, et al. Brief analysis of policy reference for construction and management of Xi'an hydrogen station [J]. *Transport energy conservation & environmental protection*, 2019, 15(6): 62-65. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6478.2019.06.017.
- [12] 胡杭健, 刘再斌, 段志祥, 等. 我国加氢站建造趋势分析 [J]. *能源与环境*, 2022(5): 6-9. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9064.2022.05.002.
HU H J, LIU Z B, DUAN Z X, et al. Analysis of the trend of hydrogen refueling station construction in China [J]. *Energy and environment*, 2022(5): 6-9. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9064.2022.05.002.
- [13] 上海市发展和改革委员会, 上海市财政局, 上海市经济和信息化委员会, 等. 关于支持本市燃料电池汽车产业发展若干政策 [EB/OL]. (2021-10-25) [2023-03-22]. https://fgw.sh.gov.cn/fgw_gfxwj/20211123/f687a6f8dd604ac49f88655d90cbfc10.html.
Shanghai Development and Reform Commission, Shanghai Finance Bureau, Shanghai Economic and Information Technology Commission, et al. Several policies on supporting the development of Shanghai's fuel cell vehicle industry [EB/OL]. (2021-10-25) [2023-03-22]. https://fgw.sh.gov.cn/fgw_gfxwj/20211123/f687a6f8dd604ac49f88655d90cbfc10.html.
- [14] 金华市人民政府. 关于加快推动制造业高质量发展的若干政策意见 [EB/OL]. (2021-08-02) [2023-03-22]. http://www.jinhua.gov.cn/art/2021/8/2/art_1229160382_1753514.html.
Jinhua Municipal People's Government. Several policy opinions on accelerating the high quality development of manufacturing industry [EB/OL]. (2021-08-02) [2023-03-22]. http://www.jinhua.gov.cn/art/2021/8/2/art_1229160382_1753514.html.
- [15] 张家港市人民政府. 张家港市鼓励氢能产业发展的有关意见 [EB/OL]. (2020-10-15) [2023-03-22]. <https://www.zjg.gov.cn/zjg/c100038/202010/bd62ce277da1443da663bf5c1b093e2d.shtml>.
Zhangjiagang Municipal People's Government. Opinions on encouraging the development of hydrogen energy industry in Zhangjiagang [EB/OL]. (2020-10-15) [2023-03-22]. <https://www.zjg.gov.cn/zjg/c100038/202010/bd62ce277da1443da663bf5c1b093e2d.shtml>.

- www.zjg.gov.cn/zjg/c100038/202010/bd62ce277da1443da663bf5c1b093e2d.shtml
- [16] 刘飞. 商业加氢站全过程项目管理探讨 [J]. 能源科技, 2020, 18(10): 78-82.
LIU F. Discussion on the whole-process project management of commercial hydrogen filling station [J]. Energy science and technology, 2020, 18(10): 78-82.
- [17] 赵俊玮, 陈轶嵩, 方海峰, 等. 我国燃料电池汽车加氢站发展现状分析及对策建议 [J]. 汽车工程学报, 2019, 9(3): 201-208. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1469.2019.03.06.
ZHAO J W, CHEN Y S, FANG H F, et al. Status and countermeasures of hydrogenation station network layout in China for fuel cell vehicles [J]. Chinese journal of automotive engineering, 2019, 9(3): 201-208. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1469.2019.03.06.
- [18] 国家标准化管理委员会. 加氢站安全技术规范: GB/T 34584—2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
Standardization Administration of China. Safety technical regulations for hydrogen refueling station: GB/T 34584—2017 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [19] 张旭. 油氢合建加氢站建设与设计规范探讨 [J]. 现代化工, 2021, 41(7): 19-25. DOI: 10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2021.07.005.
ZHANG X. Discussion on construction and design specifications of hydrogen refueling station combining with petrol station [J]. Modern chemical industry, 2021, 41(7): 19-25. DOI: 10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2021.07.005.
- [20] 王坤华, 李英, 杨小祥. 加氢站建设及运营研究——以南京港华合作村加气站为例 [C]//中国土木工程学会燃气分会,《煤气与热力》杂志社有限公司. 中国燃气运营与安全研讨会(第十一届)暨中国土木工程学会燃气分会2021年学术年会. 中国河南郑州, 2021: 330-336.
WANG K H, LI Y, YANG X X. Research on the construction and operation of hydrogen refueling station—take Nanjing Hong Kong and China cooperative village gas refueling station as an example [C]// Gas Branch of China Civil Engineering Society, Gas and Heat Magazine Co. Proceedings of China Gas Operation and Safety Symposium (11th) and 2021 Annual Academic Conference of Gas Branch of China Civil Engineering Society. Zhengzhou, Henan, China, 2021: 330-336.
- [21] 中国电动汽车百人会. 中国氢能产业发展报告2020 [R/OL]. (2020-10-18) [2023-03-20]. www.ev100plus.com/report/.
China electric vehicle association. China hydrogen energy industry development report 2020 [R/OL]. Jinan, 2020. www.ev100plus.com/report/.

作者简介:



胡明月

胡明月(第一作者)

1995-, 女, 山东临沂人, 工业工程与管理专业硕士在读, 主要研究方向为能源发展与低碳经济(e-mail)17662886858@163.com。



许传博

许传博(通信作者)

1993-, 男, 江西抚州人, 讲师, 硕士生导师, 博士, 主要研究方向为氢能工程技术经济、电氢耦合规划管理、能源系统建模与优化(e-mail)chuanbo_xu@ncepu.edu.cn。

(编辑 叶筠英)

附录 A 长三角地区加氢站补贴政策

表 A 长三角地区加氢站补贴政策

Tab. A Subsidy policy for hydrogen refueling stations in the Yangtze River Delta

省级	发布单位	补贴政策
上海市	上海市	2025年底前, 车用加氢站经营建设主体在本市区域内按照有关规定建设加氢站, 完成竣工验收并取得燃气经营许可证(车用氢气)的, 本市按照不超过核定的设备购置和安装投资总额30%给予补助, 补助标准向具备70 MPa加注能力的加氢站适当倾斜。其中, 2022年、2023年、2024—2025年底前取得燃气经营许可证的, 每座加氢站补助资金最高分别不超过500万元、400万元、300万元。补助资金分3年拨付。 2025年底前, 对取得燃气经营许可证(车用氢气)的加氢站, 氢气零售价格不超过35元/kg的, 按照年度氢气实际销售量, 给予加氢站运营主体补助。其中, 2021年度补助标准为20元/kg; 2022—2023年度补助标准为15元/kg; 2024—2025年度补助标准为10元/kg。
安徽省	六安市	对于加氢能力达到400 kg/d的35 MPa加氢站或加氢能力达到200 kg/d的70 MPa加氢站, 按加氢站设备投入金额的30%补助, 最高不超过200万元; 对于加氢能力达到1000 kg/d的35 MPa加氢站或加氢能力达到400 kg/d的70 MPa加氢站, 按加氢站设备投入金额的30%补助, 最高不超过400万元。
浙江省	金华市	推动氢能产业完善布局, 对新建运营的加氢站设施, 按设备投资额的30%给予补助; 对建成运营的加氢站按加氢量给予一定补助。

表 A (续) 长三角地区加氢站补贴政策
Tab. A(Cont.) Subsidy policy for hydrogen refueling stations in the Yangtze River Delta

省级	发布单位	补贴政策
浙江省	嘉兴市	2025年底前,对完成竣工验收并取得相关许可证、日加氢能力在500 kg以上的固定式加氢站或综合供能站,按照设备投资额的20%给予补助,最高不超过400万元。 2025年底前,对取得相关许可证的加氢站(综合能源站),氢气零售价格符合国家燃料电池汽车示范城市群考核要求的,按照年度氢气实际销售量,给予加氢站运营主体补助。从2021年6月1日开始,按15元/kg给予加氢补贴,实施退坡补贴,次年6月1日开始逐年降低3元/kg。
	嘉善县	对新设立的企业正式投产后,单个项目实际完成生产性设备投资额300万元以上,按设备投资额的20%给予补助,单个企业最高补助1200万元。
	湖州市	对日加氢能力达到500 kg及以上的固定式加氢站,一次性给予350万元补助;对日加氢能力达到350 kg不到500 kg的固定式加氢站,一次性给予200万元补助。补助资金不超过加氢站造价的60%。
	宁波市	对政策期内建成的并符合标准的加氢站按最高不超过以下标准,且不超过设备购置、安装费、土地施工费总和的50%,享受一次性市级建设补贴:日加氢能力小于500 kg,最高补贴100万元;日加氢能力500 kg以上1000 kg以下,最高补贴300万元;日加氢能力1000 kg以上(包含1000 kg),最高补贴500万元。 对符合标准且补贴后销售价格不高于35/kg的加氢站按年度给予补贴。2022年最高补贴14元/kg;2023年最高补贴12元/kg;2024年最高补贴8元/kg;2025年最高补贴6元/kg。
	温州市	对2022年1月1日至2023年12月31日期间建成投用的日加氢能力1000 kg及以上、500 kg及以上、500 kg以下的加氢站,分别给予每站500万元、300万元、150万元的奖补,且奖补额度以不超过固定资产投资额(不含土地投资成本)的50%为限。
	嘉兴港区	对新建、改建、扩建日加氢能力不低于500 kg的固定式加氢站,按照实际设备投资额的20%进行补助,最高不超过500万元;对移动式加氢站,按照设备投资额的20%进行补助,最高不超过100万元。鼓励和引导加氢站运营企业寻找性价比更优的氢气来源,氢气对外销售价格不高于35元/kg的,按15元/kg给予加氢站运营企业加氢补贴(从2021年开始),逐年补助标准降低3元/kg。
江苏省	苏州市 常熟市	建设补助。单个加氢站按照项目实际建设中设备投资的20%给予一次性补贴,单个加氢站建设最高补贴额不超过400万元;运营奖励。在常熟市内注册的加氢站运营主体,在加氢站运营3年内,给予加氢站加氢业务增值税和所得税地方留成部分全额返还奖励;运营补助。在常熟市内注册的加氢站运营主体,在加氢站运营3年内,给予加氢运营补贴。35 MPa氢气销售价格不高于35元/kg,按20元/kg补助标准给予补助;70 MPa氢气销售价格不高于45元/kg,按25元/kg补助标准给予补助。每年最高不超过100万元。
	张家港市	对日加氢能力达到500 kg/d的35 MPa加氢站或日加氢能力达到200 kg/d的70 MPa加氢站,按加氢站设备投入金额的30%补贴,最高不超过300万元;对日加氢能力达到1000 kg/d的35 MPa加氢站或日加氢能力达到400 kg/d的70 MPa加氢站,按加氢设备投入金额的30%补贴,最高不超过500万元。 加氢站运营采取逐步退坡的运营补贴政策。加氢站2020年度氢气补贴为20元/kg,2021年度氢气补贴为14元/kg,2022年度氢气补贴为9元/kg。每年每座加氢站氢气补贴不超过200万元。

附录 B 项目基本情况

项目基本情况如下:

- 1)加氢站占地为 2277.5 m²;工程费用投资为 1322 万元,工程建设及其他费用投资 856 万元。
- 2)液驱式氢气压缩机单台加氢能力为 40 kg/h,进气 12.5 MPa、排气 45 MPa,共 2 台,日加氢时间为 16 h,平均日加氢量为 1280 kg;同时 1 套 9 m 的储氢瓶组,总储氢量 260 kg,利用率按经验取 35%,为 90 kg;综上加氢站最大加氢能力为 1370 kg/d。
- 3)加氢站每年工作时间为 360 d。
- 4)固定资产折旧:固定资产原值 1728 万元,残值率 4%,其中房屋、建筑按 20 a 折旧,机器设备按 10 a 折旧,年均折旧费为 107 万元。
- 5)加氢站设置员工 8 人,薪资每人 7 万元/a,管理人员 1 人,薪资每人 9 万元/a。