

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2024.06.001

浙江省汽车加氢站建设专项规划思路探索

许小良¹, 张恒铭², 周 鹏², 王晓坤², 陈永进¹

1.浙江省城乡规划设计研究院; 2.浙江省城市化发展研究中心

摘 要: 国土空间规划体系分为“五级三类”, 三类为总体规划、详细规划和专项规划。汽车加氢站建设专项规划涉及到加氢站地上用地和输氢管道地下资源的空间开发保护利用, 是属于供能基础设施领域的专项规划。氢燃料电池汽车产业正处于发展起步阶段, 加氢基础设施是行业发展的必备条件。但加氢站属于新生事物和“邻避设施”, 在规划选址布局时面临更多的困境和不确定性。本文从浙江省推进加氢基础设施网络建设的背景出发, 提出加氢站建设选址的要求, 并从资源禀赋、应用场景、技术演进、政策驱动、公众参与等5个方面提出专项规划编制的思路, 以期落实加氢站用地布局, 加快推进建设进程。

关键词: 加氢站; 氢源; 制氢加氢; 规划选址

1 引言

气候变化是人类面临的全球性问题, 2015年巴黎气候变化大会通过的《巴黎协定》正式确定了具体数值的温升目标^[1]。随着技术的进步和应对气候变化的行动目标, 近几年欧美日韩等主要工业国家均提出了氢能战略或路线图, 氢能正式上升为国家战略。2022年国家发展改革委、国家能源局联合印发了《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》, 明确了氢的能源属性, 在氢能发展目标、创新体系、基础设施建设、多元化应用、政策和制度保障等方面提出了规划目标和方向。

氢能是优质的二次能源, 具有环境友好、无碳排放, 质量能量密度高、获取渠道丰富、可被存储且应用广泛等优点, 在实现双碳目标、保障能源安全、调整能源结构中可发挥重要作用。交通运输是脱碳较为困难的领域, 且碳排放比例不低, 已经超过10%^[2]。发展氢能交通, 是交通运输领域实现碳达峰碳中和的重要途径。

加氢站是支撑氢燃料电池汽车产业发展的重要基础设施, 首先建设好加氢基础网络, 才能推动氢燃料电池汽车的应用。但加氢站属于邻避设施的一类, 且相比于加油站, 更需要综合考虑与周边设施和用地的衔接与协调。在国土空间规划体系框架下, 加氢站的建设专项规划需要从行业发展趋势、空间布局要求、自身建设特点、数字化治理等多方面进行统筹考虑, 提出适宜的规划思路。

2 浙江省加氢站发展现状

2.1 加氢站现状情况

浙江省第一座加氢站于2019年建成, 位于嘉兴市嘉善县, 为加油加氢合建站, 占地2 784m²。该站由原来的加油站改造而成, 拥有2个汽油罐、2个柴油罐、3个储氢罐的二级加油加氢站。储氢罐总容量为15m³, 站内设置2台双枪双计量加氢机, 日加氢能力为500kg。

第一座液氢加氢站于2021年建成, 位于嘉兴市

平湖市，为加油加氢合建站，设有1座14m³的液氢储罐，2台90MPa的高压储氢瓶，以及1台35MPa加氢机，日加氢能力为1 000kg。

至2022年底，浙江省已建成加氢站22座，数量上居全国第4位，各加氢站分类情况如图1所示。

2.2 存在的主要问题

加氢站是新生事物，公众对氢气的安全有较大的担忧，且新能源汽车中电动汽车发展迅猛，对氢燃料电池汽车的推广应用有很强的竞争性。因此当前加氢站建设主要存在以下几方面的问题：一是经济性约束了加氢站的建设，包括氢燃料电池汽车、氢气价格和加氢站建设成本等方面。二是加氢站选址建设困难，包括选址区域的局限性和邻避效应的影响等。三是政策机制滞后于加氢站建设需求。

加氢站建设专项规划编制过程中，需要根据加氢基础设施的特点，确定合理的技术路线和规划策略，以期解决建设过程中面临的困境。

3 建设布局思路

国内氢能及燃料电池汽车产业正处于发展的推广阶段，且加氢站属于新生事物，因此存在国家标准与法规体系有待突破和进一步完善、关键材料和核心技术未完全自主、加氢基础设施点位不足、燃料电池车辆购置和使用成本较高等困境^[3]。加氢站的建设规划与行业发展特点密切相关，需要本着“统筹协调、多规合一、安全环保、适度超前”的原则进行布点建设。结合浙江省实际，提出以下5个规划思路。

3.1 以氢源禀赋确定加氢站推进路线

在制氢、储运、加氢产业链体系中，储运环节的成本占终端氢气成本比例较高，如采用长管拖车运输

的成本，一般占1/4~1/3左右。当前浙江省已建成的加氢站均采用站外供氢的方式，近期规划加氢站也以站外供氢为主。因此氢源的距离是影响加氢站建设的重要经济因素。

目前氢气来源主要为化石燃料制氢和工业副产品制氢，另有少部分可再生能源制氢。浙江省氢气资源丰富，石化企业生产过程中以副产品提取制氢的方式产量较大，其中宁波镇海炼化园区、嘉兴独山港园区、嘉兴港园区等三大工业园区副产氢合计量约可达到22 230t/a^[4]。结合现有氢源布局，将全省各县市区加氢站建设时序主要分成试点建设期、推广建设期、网络建设期3个阶段。试点建设期以氢气运输距离80km~100km以内的县市区作为优先选址建设区域，以降低运输成本，利于应用，选择嘉善、平湖、镇海等26个县市区作为试点建设区域。

通过2年—3年的试点建设后，随着技术装备的逐步成熟和成本的下降，以氢气运输距离100km~150km的县市区作为推广建设区，选择长兴、淳安、象山等26个县市区作为推广建设区域。

甲醇重整制氢、可再生能源制氢等，也是加氢站氢源的可选择方式。现阶段已有广东、吉林、内蒙古等省份放开了可再生能源制氢的区域限制，允许在化工园区以外利用可再生能源制氢，建设制氢加氢一体站。因此在离氢源合理运输距离外的地区，以及可再生能源富足的地区，可选择站内制氢，成为加氢基础设施网络化建设阶段的重要方式。

3.2 以服务对象确定加氢站空间布局

至2022年底，全球氢燃料电池汽车保有量已经达到67 315辆，同比增长36.3%。其中，中国保有量达到12 682辆，韩国保有量达到29 369辆，美国保有量达到14 979辆，日本、德国保有量分别为8 150辆和

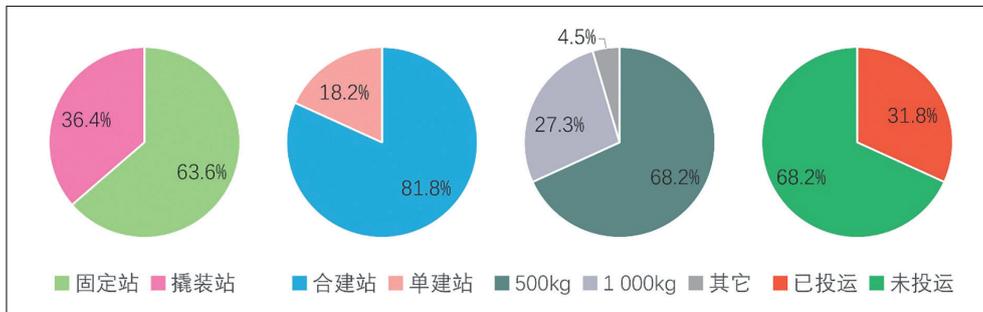


图1 现状加氢站基本情况分析图

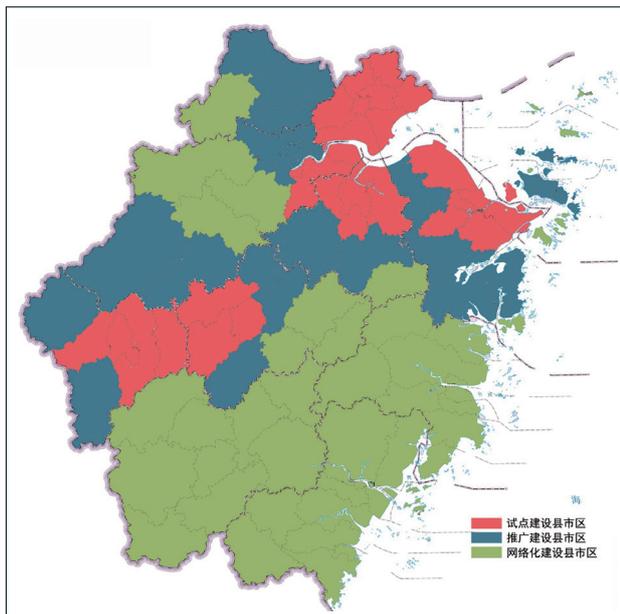


图2 以氢源确定加氢站建设分区规划图

2 135辆。国外氢燃料电池汽车高度集中在乘用车领域，如韩国92%，美国99%，日本98%左右^[5]。国内氢燃料电池汽车主要为商用车，浙江省首先从公共交通领域推广使用氢燃料电池汽车，并在货运车辆、专用车辆上逐步试点推广。

在对全省氢燃料电池汽车进行分类预测的基础上，确定加氢站在空间区域的选址。近中期氢燃料电池汽车发展对象为公交车、物流车、中重型卡车、通勤车辆、环卫车辆等，远期则逐步向乘用车发展。针对不同用户服务目标，提高加氢站利用率和经济性，提出加氢站建设区域。从宏观区域考虑，一是以城市燃油公交替代为对象，选择经济条件好的城市优先建设；二是以燃油货运卡车替代为对象，选择港区、工业园区等优先建设；三是以城际运输车辆为对象，选择干线公路为建设区域。从中微观区域考虑，在城镇开发边界内，优先聚焦于交通设施用地（如交通枢纽、交通场站等）、物流园区、快递产业园、保税园区、工业区等；在城镇开发边界外，优先聚焦于氢燃料电池汽车集中运行的路线，如国省道、高速公路、城乡公交运行线等。在站点建设推进方向上，从城郊向中心城区逐步推进，以便于远期服务乘用车。

3.3 以技术发展确定加氢站建设方案

经过近年来的快速发展和技术攻关，我国已在氢能产业链实现系统集成和关键零部件的自主化，但在

电解槽的膜催化剂、氢瓶密封管阀件材料、加氢枪套管材料等原材料和基础制造工艺方面等，国产化率还比较低^[6]。在加氢站关键技术中，压缩机、储氢瓶、加氢枪、流量计、调压阀等硬件设备，国内与国外的技术水平仍有一定差距，如压缩机国内主流水平为45MPa，国际主流水平为90MPa，储氢瓶国内Ⅲ型瓶为主，国际上则以Ⅳ型瓶为主，液氢储罐处于试制阶段，国外已有成熟产品。

加氢站设备成本则主要集中在压缩机、储氢设施、加氢机等，国产设备的替代利用，可以大大降低建站成本。在氢燃料电池汽车推广发展阶段，加氢站日均服务用户规模较小，导致加氢运营企业处于亏损状态，建站成本高企制约了行业的发展。因此加氢站的建设方案需要根据技术自主化的演进而推进。目前国产90MPa压缩机、70MPa加氢机、Ⅳ型储氢瓶已经逐步趋于成熟，并有部分应用案例。同时国内企业在氢液化设备、液氢储罐方面已有一定突破，通过试制并应用推广后，可降低液氢加氢站建设成本。

浙江省已建加氢站中，以日加注能力500kg，加注压力35MPa为主。根据当前国内装备技术水平发展，以适应经济社会发展需求为目标，适当超前积极稳妥推进加氢站建设为实施方案，主要分成3个阶段的建设期：试点建设期以日加注能力500kg和1 000kg，加注压力35MPa为主建设；推广建设期以日加注能力1 000kg~3 000kg、加注压力35/70MPa为主建设；在氢能产业全面发展的网络化建设阶段，则以加注压力70MPa、液氢储运和逐步确定中心城区的选址为建设推进路径。

3.4 以政策导向确定建站方式

加氢站是一项特殊的建设工程，在国内的发展历程不长，因此在规划建设过程中，面临行业管理与监管体系尚不完善的局面，各主管部门对加氢站的规划建设验收等程序审批缺乏法规依据与实际案例，缺少自上而下的技术论证与标准支撑，导致“审批难、审批慢”^[7]。在国家加快建立健全氢能产业政策的背景下，各级主管部门通力协作，逐步完善各项管理办法与实施政策。因此加氢站在规划布局时需要紧跟政府政策，以政策导向确定不同区域的规划布点和建站方式。浙江省在推进加氢站建设过程中，借鉴国内先进地区的政策、结合省内情况，主要从土地资源要素、

氢气供应途径和政策制定等方面进行探索。

一是加快推进合建站建设。在土地资源紧约束的条件下,利用已有加油加气站等扩建加氢站,形成综合供能站,是集节约利用土地资源、降低加氢站投资、快速推进加氢站建设工作的有效途径,合建站的建设方式是未来加氢站建设的主要方式。因此编制加氢站建设专项规划时,需要对已有的加油加气站等供能站点进行全面分析和评估,从供能布局需求、安全要求、技术条件、场站用地等方面评估合建站的可行性,并确定站点建设时序。

但现有加油加气站在用地性质未改变的情况下,其功能布局、使用性质、设施设备等均发生了变化,面临规划调整和规划验收的堵点。因此在土地市场配置方面需要进一步创新和探索,消除加氢合建站投运的前置制约因素。

二是积极推进制氢加氢一体站的建设。制加一体站有利于降低氢气终端销售成本,在低成本氢气经济运输距离外的区域推进加氢站建设时,优先考虑制氢加氢一体站。但制氢加氢一体站建设成本约为站外供氢加氢站的2倍~3倍左右,如文献^[8]通过成本估算,500kg/d外供氢加氢站建设成本约1 450万元,同等规模的甲醇重整制氢加氢一体站约需2 834万元,而电解水制氢加氢一体站则需约4 686万元。制氢加氢一体站中制氢装置成本仍偏高,预期未来成本下降较快。因此制加一体站的建设,在近期以试点方式进行探索,中远期逐步加以推广。

三是破题政策机制空白。加快出台可再生能源制氢区域限制的松绑政策和利用氢燃料电池汽车运输减免通行费等优惠政策,以政策激励氢燃料电池汽车发展和加氢站的建设。

3.5 以公众视角加强重要影响因素分析

加油站、加气站、加氢站等属于邻避设施,其外部负面效应比较明显。在加油站的建设过程中,杭州也发生过因邻避冲突而取消建设或停业迁建的案例,如天目山路某加油站和婺江路某加油站。氢气是一类危化品,且属于新兴事物逐步进入公众视野。公众对氢燃料电池汽车和加氢站仍处于初级了解阶段,在心理接受程度上比加油站更低,易引起强烈的抵触情绪。因此加氢站在初期推广阶段,更需要从公众视角出发,加强安全影响、环境影响、社会影响等重要影响

因素的分析 and 评估,提高规划的可操作性和落地性。

GB 50516-2010, 2021年版《加氢站技术规范》、GB 50156-2021《汽车加油加气加氢站技术标准》等标准规范已经确定了加氢站的氢气工艺设施与站外建筑物、构筑物的安全距离要求,在选址时从技术层面做到安全可靠较为容易。但在公众心理敏感区域,如接近居住区、学校等,加氢站建设规划选址时,需要考虑一定的心理隔离距离,宜有道路、河流、绿地等与敏感用地形成空间屏障,降低甚至消除邻避效应。

加氢站建设专项规划是一项涉及公共利益的事物,需要提高规划的透明度,让公众积极参与。尤其是涉及站点周边的利益相关方,更需要做好规划的公众参与环节,听取公众的意见和建议,以便于在决策过程中予以相应的调整。同时,公众参与不仅仅是单向了解和听取公众的想法,也是加氢站宣传推广的一个渠道,有利于促进此类新生事物在公众心里扎根发芽生长。

4 加氢站建设选址要求

基于上节的规划思路,从宏观层面先确定加氢站的建设区域和技术推进路线,然后在微观层面进行选址建设。结合加油站、加气站以及其他基础设施的选址要求,对于加氢站具体点位的选址主要从地形地质、国土空间规划、加氢网络、交通组织、防灾减灾、设施邻避、基础配套等因素考虑,确定单个站点选址要求如下。

4.1 地形地质

站址应具有适宜的地质、地形条件,应避开滑坡、泥石流、塌陷区和地震断裂地带等不良地质构造。应避开溶洞、采空区、明和暗的河塘、岸边冲刷区、易发生滚石的地段,尽量避免或减少破坏林木和环境自然地貌。

4.2 国土空间规划

站址需与国土空间规划相协调,不得占用永久基本农田、生态保护红线、风景名胜區、水源保护区、自然保护地、公益林、历史文化等重要控制线。

应充分考虑节约集约用地,合理使用土地,尽量利用荒地、劣地、不规则用地,不占耕地和经济效益高的土地。宜避开地下构筑物、地下交通设施、各类

地下管线等。

4.3 加氢网络

站址应接近远期规划充分考虑氢气的来源、稳定性和运输经济性、安全性。

应根据服务车辆的分布,选址在用氢车辆集中的区域,如为公共交通车辆服务的,尽量靠近交通场站设施;为物流车辆服务的,尽量靠近物流枢纽或物流主干路线附近;为专用车辆服务的,靠近专用车使用区域。

4.4 交通组织

对外经营加氢站应选址在交通便捷的位置,并与当地交通管理措施相衔接,宜靠近公路、城市道路等,但不应在主干道交叉路口附近,站址出入口距离城市道路交叉口的距离不得小于100m^[9],同时应避开交通事故高风险路段。

近中期加氢站服务对象为公交车、物流车辆等为主,需要考虑车辆进出加氢站的转弯半径,车辆等待对周边道路的交通影响等。

4.5 防灾减灾

场地标高应满足防洪及防涝的要求,否则应采取防洪及防涝措施。站址选址时,需要衔接隐患排查、自然灾害综合风险普查等资料,避开城市涝点、洼地等内涝隐患点。沿海城市还需避开台风带来的内涝区域,无法避开的需要采取工程措施。

4.6 设施邻避

氢气在常态下空气中燃烧极限(体积分数)范围广(4%~75%),燃烧速度快(约为汽油的7倍~8倍)^[10],因此其安全要求更高。公众对加氢站的邻避心理更甚于加油站,因此加氢站建设选址需尽量远离居住、学校等敏感区域和人流密集区域,将邻避效应降低到最小。

4.7 基础配套

站址所处位置的供水、排水、供电、通信、环卫等市政基础设施的配套条件需比较完善,能满足加氢站的建设和运行需求。

5 结论

在氢燃料电池汽车产业发展的起步阶段,适度超前建设加氢站是支撑行业发展的重要基础设施。在规划-建设-审批-验收-运行全流程中,编制专项规划

是推进站点落地建设的有效途径。本文以浙江省加氢站建设专项规划编制为例,以氢源、服务对象、技术演进、政策导向和公众关切为出发点,合理确定加氢站建设区域、技术路线、规划思路、布局策略和选址要求,以期破解加氢站建设过程中经济、选址和政策等方面的困境,供各地在编制加氢站专项规划和推进建设过程中参考借鉴。

参考文献

- [1] 高云,高翔,张晓华.全球2℃温升目标与应对气候变化长期目标的演进[J].中国工程院院刊,2017,3(2):272-278.
- [2] 中国长期低碳发展战略与转型路径研究课题组,清华大学气候变化与可持续发展研究院.读懂碳中和:中国2020-2050年低碳发展行动路线图[M].北京:中信出版集团,2020:316.
- [3] 谭旭光,余卓平.燃料电池商用车产业发展现状与展望[J].中国工程科学,2022,05:152-158.
- [4] 陈义,苏伟,钱至远,等.关于浙江省加氢站建设有关问题的思考[J].可再生能源,2020,01:42-45.
- [5] 中国汽车工程学会.世界氢能与燃料电池汽车产业发展报告(2021)[M].北京:机械工业出版社,2022:11-12.
- [6] 李全生,凌文,张凯.我国氢能产业发展战略研究[J].中国工程科学,2022,24(03):81-89.
- [7] 凌文,刘玮,李育磊,等.中国氢能基础设施产业发展战略研究[J].中国工程科学,2019,21(03):76-83.
- [8] 李妍,常皓明,林世响,等.外供氢与现场制氢加氢站的氢气成本分析[J].煤气与热力,2022,42(03):26-29.
- [9] 许永平.加油站的布局选址与规划实施——以南京市河西新城区为例[J].现代城市研究,2003(S2):41-44.
- [10] 毛宗强.氢安全[M].北京:化学工业出版社,2022:2-3.

城市燃气

订阅方法:

敬请登录杂志社官方网站
www.gas800.com

