

我国加氢站发展现状综述及问题分析

段志祥，管坚，石坤

(中国特种设备检测研究院)

摘要：从加氢站工艺设备、标准体系、审批流程、全产业链条及核心技术等方面对我国加氢站发展现状进行了综述，剖析讨论了加氢站发展存在的问题。提出了推进我国加氢站发展的建议，分析了我国加氢站的发展趋势。

0引言

氢能是最具发展潜力的二次能源[1]，可为氢燃料电池汽车提供动力，也是清洁能源的重要组成部分。加氢站是氢能利用过程中重要的一环。合理布局建设加氢站，可以促进燃料电池汽车以及氢能产业迅速发展。目前我国加氢站主要分布于经济发达地区（如长三角、珠三角等），并多以内部试验和测试用途为主，对外运营的加氢站较少，其加注压力一般为35MPa[2]。根据2018年发布的《汽车产业中长期发展规划》，到2025年，将会有5万辆氢燃料电池汽车，加氢站则不少于500座。

本文从我国加氢站工艺设备、标准体系、审批流程、氢能产业链条以及核心技术等方面的发展现状出发，分析我国加氢站发展所面临的主要问题，并提出了我国加氢站的发展建议。

1加氢站发展现状

1.1加氢站工艺设备现状

1.1.1加氢站分类

按照氢气来源分，加氢站可分为外供氢、站内制氢；按加注压力分，可分为35MPa，70MPa；按照是否可移动分，可分为固定式、撬装式、移动式；按照储氢方式分，则可分为气氢、液氢、固态储氢和其他类别。

1.1.2储氢方式

储氢方式一般分为化学储氢（有机液体储氢）、物理储氢、吸附（固态）储氢。物理储氢包括高压气态储氢和液态储氢。几种储氢方式的对比可见表1[4]。

表 1 几种典型储氢方式对比

类项	高压气态储氢	低温液态储氢	固态储氢	有机液体储氢
单位质量储氢密度/%	1.0-5.7	5.7-10	1.0-4.5	5.0-7.2
技术	在高压下，将氢气压缩，以高密度气态形式储存	在高压低温下液化，体积密度达到标准气态时的800多倍	利用固体对氢气进行物理吸附或化学反应等作用，将氢储存在固体材料中，不需要增压和冷冻	基于不饱和液体有机物在催化剂作用下进行加氢反应，生成稳定化合物，当需要氢气时再进行脱氢反应
优点	成本低、技术成熟、充放气速度快、工作条件宽	体积储氢密度大、氢纯度高	体积储氢密度大；不需要压力容器，操作安全风险小；具有纯化功能，氢纯度高	储氢密度大；通过加氢和脱氢过程，有机液体可循环利用；成本较低；安全性较高
缺点	体积储氢密度小；存在泄漏爆炸等隐患	氢液化过程耗能较大，使用过程易蒸发	质量储氢密度小，成本高；吸放氢有温度要求；抗杂质气体能力较弱	氢气纯度不高；成本较高，须配有相应的加氢、脱氢装置；脱氢反应容易使催化剂失活

1.1.3加氢站工艺流程

不同氢源的加氢站示意简图可见图1。目前加氢站一般采用长管拖车外供、高压储存气氢，工艺流程如图2所示。

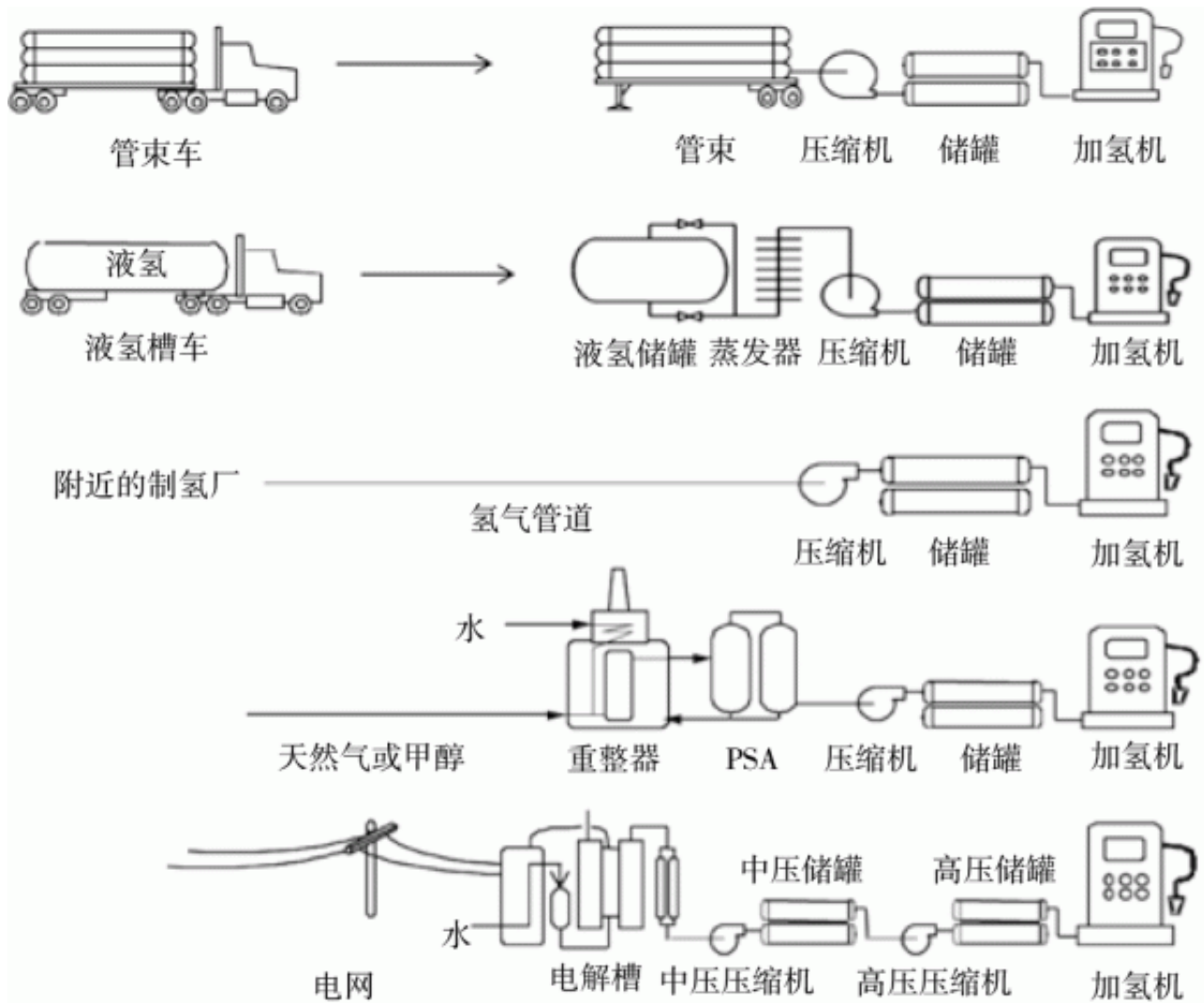


图 1 不同氢源加氢站示意简图

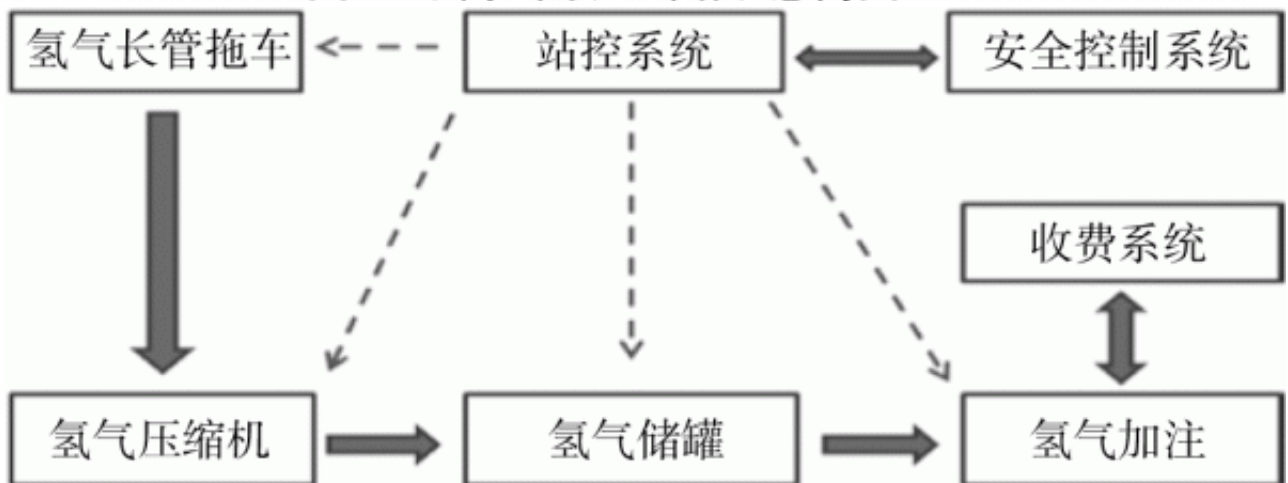


图 2 当前典型加氢站工艺示意图

1.1.4 氢压缩机

氢压缩机的主要目的是将来自长管拖车、管道或缓冲罐的氢气压缩至高压状态，再送往储氢容器或加氢机。根据流量、吸气及排气压力，选择合适类型的氢压缩机。目前加氢站使用的压缩机主要为隔膜式、离子式和液驱式压缩机。

1.1.5 储存装置

加氢站的储存装置一般采用储氢瓶组和高压储氢罐。

(1) 气氢储罐 气氢储罐目前主要有两种，一种为按照国家标准GB/T26466—2011《固定式高压储氢用钢带错绕式容器》[4]制造的钢带错绕高压储氢容器；另一种为多层包扎式高压储氢容器。

(2) 储氢瓶组

储氢瓶组由多个大容积无缝钢质气瓶或瓶式容器组成，自2010年开始应用于国内，但该产品目前缺乏相应的国家或行业标准。

(3) 液氢储罐

国内目前尚且没有液氢储罐应用于民用加氢站。但随着氢液化技术的国产化，液氢储罐使用会越来越广泛。

为了满足车用储氢气瓶35MPa和70MPa压力的加注要求，加氢站的高压储氢装置压力分别应达到45MPa和87.5MPa。储氢装置需要考虑材料抗氢脆性能、材料的抗疲劳性能、使用寿命和定期检验等参数。目前市场监督管理总局正在组织制定专门针对加氢站用储氢装置的设计、安装、运行的管理技术要求。

1.1.6 加注

加氢机由质量流量计、液晶显示屏、顺序控制系统、加气软管、加氢枪、防拉脱装置和安全保护系统等部分组成。整机防爆等级为IICT4，通常加氢流量 $<3.6\text{kg}/\text{min}$ 。

加注协议一般采用SAEJ2601。加注压力一般为35MPa和70MPa。相比35MPa氢气加注，在70MPa条件下氢气加注需满足更高要求，参照SAEJ2601标准，氢气在加注前需要预冷却，最低冷却至 -40°C ，加氢站还须配备制冷机和换热器。

1.2 加氢站标准现状

我国加氢站现行的主要标准可见表2。近年来我国氢能发展速度较快，我国在涉及加氢站的某些环节的标准未能跟上行业发展的步伐，部分标准仍未出台[5]，如液氢运输、高压储氢、液氢储存设备标准等。加氢站加注协议采用SAEJ2601，尚无中国的加注协议标准。在运营过程中，加氢站资质许可条件、加氢站关键设备的检测监测、加氢站安全运营管理等方面的规范具体实施还处于发展阶段。涉及到加氢站具体安全要求、操作流程等的规范还不完善，尚无统一的标准规范，我国亟需建立加氢站安全运行管理方面的标准体系。

表 2 加氢站相关标准列表

标准名称	标准号
《氢气站设计规范》	GB 50177—2005
《加氢站技术规范》	GB 50516—2010
《汽车加油加气站设计与施工规范》	GB 50156—2012
《加氢站安全技术规范》	GB/T 34584—2017
《氢气使用安全技术规程》	GB 4962—2008
《加氢站用储氢装置安全技术要求》	GB/T 34583—2017
《氢能车辆加氢设施安全运行管理规程》	GB/Z 34541—2017
《氢气、氢能与氢能系统术语》	GB/T 24499—2009
《固定式高压储氢用钢带错绕式容器》	GB/T 26466—2011
《氢系统安全的基本要求》	GB/T 29729—2013
《质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气》	GB/T 37244—2018

1.3加氢站规划审批现状

目前我国加氢站的规划审批已有一些成功经验，但仍存在流程不规范、不统一，管理部门不明等问题。

1.3.1管理归属有争议

立项审批是加氢站建设的第一个重要环节。当前，我国还没有发布关于加氢站审批程序的管理规定。部分已建成加氢站的城市，如武汉、佛山等地制定了加氢站的地方管理办法。审批过程中出现的问题主要包括：对氢能管理归属不明、审批过程繁琐等。按照危化品管理，氢气还是按照能源来管理，目前争议颇大。如果按危化品管理，建站审批流程复杂，准入条件较严格；如果按照能源管理，建站的审批程序相对简单，但在安全方面需增加更多要求。部分发达国家一般把氢能作为一种特定能源来管理。

1.3.2主管部门不清晰

《关于落实 政府工作报告 重点工作部门分工的意见》（国发〔2019〕8号）确定“推动充电、加氢等设施建设”的工作，由财政部、工信部、发改委、商务部、交通部、住建部、能源局等部门按职责分工负责。但当前全国各地加氢站的主管部门并不明确。如，广东省的加氢站设计、建设及运营的管理由省住建厅负责；而武汉经济技术开发区（汉南区）的加氢站项目准入管理则由行政审批局负责。

1.3.3 行政许可要求不统一

加氢站的许可证书管理要求各地不一致。例如，佛山市根据《加氢站管理办法》要求，在加氢站投入使用前需取得《加氢站经营许可证》；武汉经济技术开发区（汉南区）根据《加氢站审批及管理暂行办法》，加氢站须参照《城镇燃气管理条例》，取得《燃气经营许可证》后方可运营。

1.3.4 缺乏加氢站规划布局

根据GB/T34584—2017《加氢站安全技术规范》[6]规定，加氢站选址应符合城镇规划，但目前全国各地均未就加氢站选址出台具体的规划方案。

1.3.5 审批程序不清晰

审批程序涉及的主管部门较多。以佛山（云浮）《加氢站管理办法》为例，涉及的主管部门多达十个，在项目选址、用地、立项、规划等审批以及报建等环节都需要审批各种项目，由于缺乏明确的管理办法，一般审批时间都较长。

明确立项审批的程序，可促进加氢站快速建设。目前，审批程序繁琐和不规范是加氢站发展缓慢的一个重要原因。

1.4 加氢站供应体系现状

当前大多数加氢站没有实现商业化运营，一方面是因为氢能供应体系尚未形成，另一方面是因为燃料电池汽车仍没有大规模推广。

我国每年潜在的工业副产氢超过1000亿 m^3 ，发展潜力巨大无比，急迫地需要有更好的储运方式。但工业副产氢主要用于燃料电池汽车，需要对其进行提纯。水电解的价格受制于电费；天然气重整和甲醇裂解制氢的价格相近，是目前主要的制氢手段；煤制氢成本最低，但是规模要求大，成型慢。受多方面因素影响，目前加氢站的氢源基本为外供，站内制氢很少。目前国内的氢源分布不均，有氢源但氢燃料电池汽车没能推广的地区，氢能也无法得到很好的利用。

工业副产氢是加氢站用氢的重要来源。但氢提纯企业较少，产量不足，车用高纯氢价格较高。当前氢气一般采用长管拖车或气瓶集装格运输，且压力较低（通常为20MPa），运输成本较高。虽然不少地方政府出台了加氢站补贴措施，但建站费用高，而且即使加氢站具备运营条件，燃料电池汽车数量及加注频率有限，维持加氢站正常运营也较为困难。

1.5 关键技术现状

加氢站建设费用较高，设备成本占总成本一半以上[7]。建站成本居高不下的主要原因是核心技术没有实现突破，关键设备主要依赖进口，加氢站相关设备也没有实现产业化。储氢装置也是建设加氢站的关键问题，其购置费也是加氢站的主要投资成本。国内企业能生产出符合法规、安全、可靠、经济的储氢设备，是加氢站长期可持续发展的重要条件。

供氢关键技术有待发展。电解水制氢、太阳能光解水制氢成本较高，技术尚待突破；工业副产氢提纯技术发展缓慢；站内制氢技术尚不成熟；采用长管拖车输送氢气的效率较低，输送效率有很大的提升空间；液氢储运的经济性更好，但液氢制取、储运等技术还没有实现民用，且与国际水平相差较大；加氢站的核心装备氢压缩机、加氢机等仍以进口为主。相比于日本、欧美地区汽车普遍已实现70MPa加注压力的情况，我国氢燃料电池汽车车载储氢系统仍以35MPa为主。当前，加氢站技术自主创新和研发，还需要走很长一段路。

2 加氢站发展趋势与建议

2.1 完善加氢站标准体系与管理体系

学习借鉴国外加氢站相关标准，制定和完善适合我国具体国情的加氢站审批、建设、运营、安全管理的法规标准体系。优化加氢站工艺控制，规范加氢站的操作流程，提高安全监测与安全防护能力，保障储氢、用氢过程安全。建立加氢站监测预警平台，对加氢站运行状态进行实时动态监测；做好应急预案，及时应对各种突发情况；构建监管体系，保障加氢站安全运行。

2.2规范加氢站建站审批流程

国家尚无明确的审批流程，各地的相关部门均在探索。审批流程一般包括：项目选址和立项阶段、报建阶段。从国家层面考虑，在充分调研并结合现有的审批管理办法后，出台全国统一的、能有效实施的加氢站审批管理规定。由于气体性质相似，建议可参照《燃气车辆加气站》的审批流程来制定加氢站的审批流程。同时精简审批环节，建议将性质相同或类似的环节合并，如立项环节中的选址和核准，报建环节中的各种审查等。

2.3构建氢能产业良好生态环境

推广风电、水电等可再生能源制氢技术，建设以制氢企业为中心的加氢站网络，推进液氢储存型加氢站等具有未来发展潜力的加氢站建设进程。通过提高充装压力（如将加注压力从35MPa提升到70MPa），研发液氢加氢站或者深冷高压充装加氢站，实现更高的氢能利用率，提升氢运输和加注效率。

做好加氢站网络布局，满足氢燃料电池汽车的出行需求。研究氢油合建站和氢电合建站模式，充分发挥网点优势，提高土地利用率，减少立项审批中的规划、布局等环节。在燃料电池储能和分布式发电等领域，开发氢能利用的多样场景。建立良好的氢能产业生态环境，加速加氢站规模化、产业化进程。

2.4实现关键技术国产化

加氢站规模化发展的关键在于技术和设备国产化，重点需突破液氢制取储存技术，75MPa以上高压储氢技术，提高气氢容器储氢压力，实现液氢储运关键装备国产化目标。聚焦制约加氢站发展的关键技术并开展攻关，如氢压缩机、加氢机关键技术，研发加氢站工艺设备，实现加氢站关键设备自主生产，降低建站及运营的成本。

3结论

从加氢站工艺设备、标准体系、审批流程、全产业链及核心技术等方面对我国加氢站发展现状进行了综述，剖析讨论了加氢站发展过程中存在的问题。提出了促进我国加氢站发展的建议，并分析了我国加氢站的发展趋势，得出如下结论：

- (1) 目前我国的氢能产业还处于发展初期，加氢站技术设备国产化率不高；
- (2) 加氢站审批流程还不规范，急需出台统一的规范性文件；
- (3) 需从氢制取、储运、加氢、氢利用全链条的各个环节共同推进，氢能才能实现良性、健康发展；
- (4) 关键技术装备国产化和完善加氢站标准体系，是我国加氢站未来快速发展的重要保障。

参考文献

- [1]毛宗强.氢能知识系列讲座(1)氢能:人类未来的清洁能源——由《百年备忘录》说开去[J].太阳能, 2007(1):9-11.
- [2]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].节能, 2019, 9(3):202-208.
- [3]李璐伶, 樊栓狮, 陈秋雄, 等.储氢技术研究现状及展望[J].储能科学与技术, 2018, 7(4):586-594.
- [4]全国锅炉压力容器标准化技术委员会.固定式高压储氢用钢带错绕式容器:GB/T26466—2011[S].北京:中国标准出版社, 2011.
- [5]王赓, 郑津洋.氢能技术标准体系与战略[M].北京:化学工业出版社, 2012.
- [6]全国氢能标准化技术委员会.加氢站安全技术规范:GB/T34584—2017[S].北京:中国标准出版社, 2017.
- [7]张志芸, 张国强, 刘艳秋, 等.我国加氢站建设现状与前景[J].节能, 2018, 37(6):16-19.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/202826.html>