

精准发力 拥抱氢能时代

——访清华大学核能与新能源技术研究院教授、国际氢能协会副主席、国家973氢能项目首席科学家毛宗强

□ 本报记者 朱黎

随着“氢能”经济渐行渐近，产业应用推广的步伐越来越大，氢能交通驶上了发展快车道。

面对空前机遇，氢燃料电池汽车为何选择商用车作为突破路径？加氢基础设施建设在“补短板”的同时，怎样才能有效降低成本尽快实现商业化运营？带着这些问题，记者采访了清华大学核能与新能源技术研究院教授、国际氢能协会副主席、国家973氢能项目首席科学家毛宗强。

氢能交通 产业发展突破口

氢能发展已不是水中月、镜中花，但看似近在眼前，实际上产业发展仍需较长的培育时间。那么，应如何突破培育期，谋求快速发展？

“先行发力氢燃料电池汽车是一条正确的发展路线。”毛宗强对记者表示。

据了解，截至目前，我国已有20个省市出台了氢能产业发展相关规划，大多数省市不仅将燃料电池汽车规划纳入其

中，并提出了投用车辆数等具体目标。此外，上汽集团、东风汽车、长江汽车、长城汽车、中国重汽等企业也纷纷宣布进入氢能交通领域。

在政策和资金支持下，国内氢燃料电池汽车产销量实现了快速增长。根据中国汽车工业协会统计数据，今年1月~7月，氢燃料电池汽车产销分别完成1176辆和1106辆，比上年同期分别增长8.8倍和10.1倍。

毛宗强认为，与欧美、日本等国不同，现阶段最适合在我国氢能交通舞台上唱“主角”的不是乘用车，而是商用车，尤其是氢燃料电池客车与专用车，将成为未来发展重心。

OFweek产业研究院统计中机中心合格证数据显示，2018年我国氢燃料电池汽车产量达1619辆，其中客车710辆，专用车909辆。

据记者了解，今年4月以来，共有25款燃料电池客车进入工业和信息化部发布的《新能源汽车推广应用推荐车型目录》。

日前，氢燃料电池公交车应用技术正式入选了交通运输部发布的《交通运输行业重点

节能低碳技术推广目录(2019年度)》。在广东省深圳市、佛山市、云浮市，江苏省苏州市、如皋市、盐城市，辽宁省抚顺市，四川省成都市，河南省郑州市，河北省张家口市，山西省大同市，湖北省武汉市等多个城市，都已陆续开通了氢燃料电池公交车线路，迈出了商业化运营的实质性一步。

“公交等氢能商用车由于路线固定，加氢站建设运营较为便利，能够先将市场培育起来。从长远来看，随着成本下降，氢能乘用车也将大有可为。”毛宗强表示，推广氢燃料电池商用车是提升产业链整体水平的重要抓手，是实现规模化发展的有益尝试。

与此同时，国内企业也积极布局海外市场，开启国际化发展道路。今年5月，由佛山市飞驰汽车制造有限公司自主研发和制造的氢燃料电池公交车成功出口马来西亚，首批3辆公交车已交付并正式投入使用。

“和国外先进水平相比，我国氢能产业虽然在储运等领域差距较大，但商用车等领域目前发展速度较快，差距正在缩

小。”毛宗强对记者分析说。

前店后厂 打造加氢站新模式

作为上游制氢、储氢与下游燃料电池汽车应用的中间桥梁，加氢站的重要性不言而喻。

业内预计，到2030年，我国将有100万辆氢燃料电池汽车上路。而截至今年3月，我国已投运加氢站仅有25座。

“加氢站数量不足，将制约行业的发展。”毛宗强告诉记者，加氢站建设速度滞后、用地审批难等问题，已是困扰氢燃料电池汽车推广应用的关键难题。

采访中记者了解到，近年来，绿色物流的呼声越来越高，氢能物流车开始受到行业青睐，对于加氢站的需求明显增加，然而薄弱的基础设施，让企业在运营时处处碰壁。

“有的企业购买了几百辆氢能物流车，因为缺少加氢站，无法全部投入使用，导致部分车辆闲置。”毛宗强惋惜地对记者表示。

针对加氢基础设施“补短板”建设，多个城市开始着力推动“车”与“站”一体化布局，并安排财政补助，加快加氢站建

设，保障协同发展。

目前出台的补贴方案中，佛山市和济南先行区的力度最大。对于在济南先行区建设运营的商业化、公共服务用的加氢站、油电气氢合建站，建设企业最高可获得900万元建设补贴。佛山市除了对新建加氢站最高补贴800万元之外，还规定2018年~2022年，将根据氢气销售价格，给予运营企业9元/公斤~20元/公斤的补贴。此外，张家口市为鼓励制加一体加氢站建设，将采取“一事一议”的办法给予企业电价补贴支持。

据了解，不包含用地成本，一座日加氢能力500公斤的加氢站，投资金额约为1000万元。

显然，仅依靠政策与补贴推动，加氢站距离商业化运营还较为遥远。通过探索创新模式，有效降低成本，是优化加氢基础设施建设发展环境的一项重要。

今年4月，全国首座制氢加氢一体站在大同投入示范运营。据悉，这座加氢站通过电解槽生产高纯度氢气，先经过净化，以及压缩机增压，最后由加氢机输送到公交车上，加满一台10.5米的氢燃料电池公交车需要10分钟~15分钟，每天可生产氢气500公斤，能满足70多辆公交车的加氢需求。

“这种‘前店后厂’模式的加氢站，节省了大量成本。”毛宗强对记者算了一笔经济账，“后厂”可采用低谷电制氢，按0.3元/千瓦时的价格计算，氢成本每公斤约为19元左右。生产的氢气直接在“前店”销售，无需运输，又节省了氢气运输费用。据了解，目前我国使用高压气态长罐拖车储运氢气的成本约为10元/公斤~15元/公斤。

此外，毛宗强还建议，每个城市可以建设1个~2个制氢加氢一体站作为母站，同时在一定范围内规划好若干个子站，由母站向子站运送氢气。“母站将根据需求来规划产能，选址可在城市附近，便于将氢气提供给同城的子站，进一步降低储运成本。”

加油加氢合建站将有国家标准

本报讯 记者张宇报道 为提高土地集约化利用水平，节约国土资源，住房和城乡建设部近期委托中国石化集团公司主持修编GB50156《汽车加油加气站设计与施工规范》，以适应“油电气电合建站”规范化的新要求。该项标准的修订工作，也被列入住建部《2020年工程建设规范 and 标准编制及相关工作计划》中。

8月20日，中国石化集团公司工程部主持召开了国家标准GB50156《汽车加油加气站设计与施工规范》修订工作会议，住房和城乡建设部标准定额司、中国石化销售股份有限公司、中国石化股份有限公司科技部、中国石化工程建设有限公司、中国电子工程设计院有限公司等16家单位的30名代表参加了会议。

会议讨论通过了3项主要修订内容：一是增加加氢合建站的技术要求，以适应氢燃料电池汽车的发展；二是提高CNG储气压力限值，以增加CNG汽车运行效率，促进产业升级；三是提高加油站环保要求，减少油气排放，防止油品渗漏污染。此外，会议还确定开展加氢合建站等级划分、平面

布置、事故案例分析等6项专题研究，并对修订工作进行了分工。

会议初步制定了标准修订工作计划，2020年4月完成征求意见稿和专题研究报告初稿，2020年8月完成送审稿和专题研究报告，2020年10月完成报批稿。中石化销售事业部发展规划部门将按领导要求继续组织有关省市公司加快推动此项工作的开展。

记者了解到，燃料电池汽车是我国新能源汽车发展的重要方向，也是国家能源技术革命的重点任务，目前已经进入商业化推广阶段，即将迎来市场快速增长长期。加氢站作为氢能基础设施，是影响产业发展的重要因素，市场需求也在快速增长。中国石化拥有遍布全国的加油站网络，具有布局加氢站的先天优势，也是打造中国石化“H链H圈”的重要切入点。加油加氢合建站在现有的加油(气)站网络基础上，提高土地利用率，增加加氢服务，既能支持国家氢能产业的快速发展，也能为中国石化布局氢燃料加注服务市场抢占先机，从而实现向未来“移动能源服务商”的转型。

河北打造氢能产业创新发展高地

本报讯 河北省发改委等部门近日印发《河北省推进氢能产业发展实施意见》(以下简称《意见》)提出，以培育壮大氢能产业为目标，加快构建“政策生态、产业生态、服务生态”三大氢能生态体系，将河北打造成为氢能产业创新发展高地，为全省新旧动能转换、高质量发展提供新的战略引擎。

根据《意见》，河北将主要围绕制氢、储运加注、燃料电池、应用示范和产业集聚发展、创新体系建设、标准体系建设等七个方面推动氢能产业高质量发展。到2022年，氢能关键装备及其核心零部件基本实现自主化和批量化生产，氢能产业链年产值150亿元。到2025年，培育国内领先的企业10家~15家，氢能产业链年产值达到500亿元。到2030年，培育5家~10家具有国际领先的龙头企业，孵化一批科技型企业，拥有全产业链研发实力和工业化

生产能力，氢能产业链年产值突破2000亿元。

《意见》还提出，创建张家口世界级氢能应用示范城市，借助2022年冬奥会举办和张家口可再生能源示范区建设的重大机遇，实施“三个一批”行动，到2022年，在城市公交、物流、旅游及奥运专线等领域规模化商业运行一批；在大型应急电源、通信基站、分布式热电联供、微电网、多能互补等领域重点示范一批；在公务用车、环卫车等领域创新发展一批。

此外，河北省将引导氢能产业在空间布局上趋于集中，功能上趋向集聚，定位上互补发展，防止低水平重复建设。鼓励邯郸、张家口、保定等依托氢能产业基础和特色优势，围绕“制取、储运、加注、应用”4个环节补链强链，建设氢能产业研发、生产、示范中心，打造国内一流的氢能产业集群和装备制造基地。(闫超磊)

武汉率先探索保税区“智慧用电”

本报讯 武汉东湖综合保税区建设投资有限公司日前与国网武汉供电公司签订《武汉东湖综合保税区能源物联合作协议》。双方将依托“泛在电力物联网”探索破解电能管理中普遍面临的“资产分界点”难题，实现智慧用电、智能节电。武汉东湖综合保税区也是国内首个明确开展此项探索的综合保税区。

根据这项协议，双方将以移动互联、物联、人工智能为手段，从东湖综合保税区海量的电力能源消耗大数据中提炼出规律，为能效分析、电能质量治理、智能化精准运维提供准确参考，破解能源分布不均、损失大等共性问题，实现能源精细化管理和“智慧”节电目标。

“泛在电力物联网”是国家电网提出的一项智慧电能策略，将通过科技手段建立一套“状态全面感知、信息高效处理、应用便捷灵活”的智慧服务系统，实现电力系统各环节的关联和交互。根据规划，国家电网将在2021年初步建成“泛在电力物联网”。

据国网武汉东湖新技术开发区供电公司总经理程开春介绍，目前能源管理正朝精细化方向发展，对计量数据的准确性要求更高。靠单一的总电表无法获取这些数据，需在电表和终端间部署更多数据采集设备。

程开春说，探索的难点和意义在于突破电能管理中普遍面临的“资产分界点”问题。他说：“按照传统的资产分界，电表前的部分多为国有电力资产。电表后的多为用户个人资产。只有突破资产分界点，才能实现精细化的数据采集。”

为此，武汉东湖新技术开发区的“泛在电力物联网”将实现跨越融合，利用客户权属的配电设施，把感知终端直接延伸至耗能设备，更精准地收集、分析数据资源，形成“资产互补、数据互通”的能源格局。

武汉东湖综合保税区是国务院于2011年正式批准设立的湖北首个综合保税区，也是湖北自贸区武汉片区的核心，位于武汉东湖国家自主创新示范区，规划面积5.41平方公里。

(冯国栋 李思远)



张家口打造可再生能源 高端装备制造产业集群

近年来，河北省张家口经济开发区抢抓京津冀协同发展机遇，发挥区位优势、交通和资源优势，加快可再生能源高端装备制造产业集聚区建设，取得良好效果。据介绍，目前该区已签约入驻可再生

能源高端装备制造项目14个，总投资76亿元。图为工人在一家风电设备制造企业的生产车间工作。

新华社记者 杨世尧 摄

能源观点

□ 李靖恒

虽然日本、欧美等发达国家都在积极研发和生产氢能源乘用车，但是我国目前生产的氢能源汽车主要以商用车为主，包括客车和专用车。国发能研院、绿能智库认为，目前的技术、成本以及加氢站三个方面决定了我国应该优先发展氢能源公交、大巴等商用车。

当前，燃料电池系统、氢气制备、储运及安全应用等核心技术对外依赖程度偏高、生产成本也偏高。例如，日本丰田氢能源乘用车Mirai的体积比功率为3.1kW/L，而国产的大多不到2kW/L，电池体积较大，不适合放在小轿车使用。此外，产品性能及可靠性仍然差距较大。

在储氢技术方面，目前国内主流的低压储氢技术更适合公交领域。同等体积下，压力越大储氢量越高，车辆行驶里程就更远。受储氢瓶材料限制，我国高压储氢的压力多为35MPa，欧、美、日等国家采取的压力则是70MPa，这限制了我

国氢燃料电池乘用车的发展。低压车载储氢系统的重量是现在高压储氢方式的三倍以上，比较适合重量不敏感的车型。而且，车辆重量的增加，会导致终端用户使用成本的增加，因此该技术目前更适合用于以政府采购为主、成本相对不很敏感的公交领域。另外，公交车作为大量载人的交通工具，对安全性要求更高，使用低压储氢技术更为保险。

作为关键的配套设施，加氢站布局偏少也是制约因素之一。相对于私人乘用车来说，公交车由于数量相对较少、行驶路线固定，对加氢站的数量和分布要求不高。另外，当前国内氢燃料汽车研发、生产、销售、运营、基建等环节基本上都是政府买单。普通消费者对氢能源汽车的了解和关注程度都不高，氢能源乘用车的普及、推广还有很长的路要走。

结合国情、生产技术、成

本、加氢站数量等综合情况，当前国内氢燃料技术更适合于商用车的搭载试用。通过城市公交、班车，物流车等商用车的试运营，不断积累技术、提升产品性能、降低成本，然后逐渐普及到乘用车上。

不过，由于居高不下的整车成本，且电堆、车载氢系统、燃料系统成本都比较高，如果想要实现氢燃料电池商用车的普及，还需要克服诸多挑战。

国发能研院、绿能智库认为，发展氢能汽车，燃料电池系统是关键。随着关键零部件批量化，未来燃料电池系统的成本有望实现大幅度下降。在国家的节能与新能源汽车技术路线图里面，燃料电池成本预计在到2020年达到5000元/kW，到2030年可以达到600元/kW。而电堆成本又是燃料电池系统的关键成本。电堆成本主要包括催化剂、膜和双极板的成本，随着关键材料国产化

和电堆体积功率的提升，电堆成本可以大幅度下降，将从2020年的1000元/kW降低到2030年的150元/kW。

车载氢系统的关键部件也需要规模化和国产化。预计，到2030年，车载氢系统预计从3000元/kg降低到1800元/kg，而氢能源客车整车的成本会降低到60万元左右，也就是和现在传统客车的成本相当。在那个时候，燃料电池客车可以实现大规模的推广和市场化。

对于氢气的成本，国发能研院、绿能智库了解到，目前氢气到站价格基本为35元/公斤~45元/公斤，加上加氢站的服务费用，终端用户用氢价格通常都在60元/公斤以上。如果氢燃料电池汽车要比柴油车更经济，则氢气的零售必须降低到35元/公斤以下。随着大批量规模化制氢和储运，未来氢气到站价格有望降低到25元/公斤，零售价降到35元/公斤是可以预期的。

氢能发展 商用车先行