

# 我国燃料电池汽车发展现状及未来建议

2012-06-04

大力发展新能源汽车是应对全球能源短缺和环境污染的重大战略举措。在众多的新能源汽车中，燃料电池汽车因其具有零排放、效率高、燃料来源多元化、能源可再生等优势而被认为是未来汽车工业可持续发展重要方向，是解决全球能源问题和气候变化理想方案，因此，世界主要国家和组织投入大量资金用于燃料电池汽车关键技术攻关。目前，国际燃料电池汽车现已进入技术与市场示范阶段。在国际竞争日趋激烈环境中，随着技术研发和试验考核不断深入，我国燃料电池汽车面临着发展后劲不足，技术创新突破难、产业化基础薄弱、专业人才缺乏等难题，严重阻碍了我国燃料电池汽车技术进步，因此，我国要抓住新能源汽车战略性新兴产业培育和发展的政策机遇，发挥政策引导作用，聚焦重大、重点突破燃料电池汽车关键技术和共性技术，稳步推进燃料电池汽车技术进步。

## 一、国外燃料电池汽车发展现状

长期以来，世界各国政府和主要汽车集团都高度重视燃料电池汽车研发，投入大量资金用于燃料电池汽车及氢能研发、试验考核和市场培育。继在第六框架计划中拿出大量资金用于燃料电池汽车和氢能研究，2009年，欧盟批准燃料电池和氢能技术项目行动计划，计划从欧盟第七框架计划中拿出4.7亿欧元，持续资助燃料电池汽车及基础设施技术研发。德国政府高度重视燃料电池汽车及氢能研发，交通部、环境署、经济部等部门联合启动燃料电池及氢能国家创新计划，拟与企业联合资助14亿欧元，用于燃料电池汽车、氢能等关键技术研发，以确定德国在燃料电池汽车领域的国际领先地位和竞争力。以经产省为代表的日本政府高度重视并持续开展燃料电池汽车和氢能开发，在过去30年时间内先后投入上千亿日元用于燃料电池汽车和氢能的基础科学研究、技术攻关和示范推广。隶属于经产省的燃料电池商业化组织(FCCJ)先后与2009年7月和2010年7月发布了《燃料电池汽车和加氢站2015年商业化路线图》，明确指出2011年-2015年开展燃料电池汽车技术验证和市场示范，随后进入商业化示范推广前期。为落实燃料电池汽车在日本的推广，2011年1月，包括丰田、本田、尼桑三大汽车厂商在内的日本13家汽车和能源企业共同签订协议，决定在东京、大阪、名古屋和福冈四大都市圈的市区和高速公路上建立100座加氢站，并通过完善设计、改善生产技术等方法大幅降低燃料电池汽车生产成本，培育燃料电池汽车市场。美国政府对燃料电池汽车支持在布什任职期间达到顶峰，在奥巴马政府期间，美国能源部宣布从美国振兴计划

(American Recovery and Reinvestment Act Funding)中拨款4190万美元支持燃料电池特种车的研发和示范，另在2011年美国财政预算中安排5000万美元用于燃料电池和氢能技术研发。此外，加拿大、韩国、澳大利亚、巴西、法国和英国等国家政府积极支持燃料电池汽车和氢能研发。2009年，戴姆勒、福特、通用、丰田、本田和现代汽车6个世界主要汽车公司签署备忘录，持续开展燃料电池汽车研发，计划于2015大力推广燃料电池汽车，并快速形成几十万辆燃料电池汽车保有量。与此同时，在德国交通部长见证下，德国巴符能源公司(德国第三大电力公司)、奥地利 OMV 石油公司、壳牌公司、法国道达尔公司(全球第四大石油化工公司)和瑞典 Vattenfall(欧洲第五大能源公司)等全球大型能源公司签订备忘录，决定在德国建设燃料电池汽车基础设施以促进燃料电池汽车在德国的推广。

经过长时间、持续稳步的支持，国外燃料电池汽车产品的可靠性、环境适应性(如低温启动性能)取得了重大突破，示范运行不断深入，并陆续推出用于租赁商业化示范的先进燃料电池汽车，燃料电池汽车进入技术与市场示范阶段。产品成本控制与配套基础设施建设成为制约燃料电池汽车商业化推广主要因素。

## 二、国内燃料电池汽车发展现状

在国家“十五”“863”计划电动汽车关键技术重大科技专项和“十一五”节能与新能源汽车重大项目支持下，我国燃料电池汽车技术研发取得重要进展，基本掌握了整车、动力系统与关键零部件的核心技术;建立了具有自主知识产权的燃料电池汽车动力系统技术平台;形成了燃料电池发动机、动力电池、DC/DC 变换器、驱动电机、储氢与供氢系统等关键零部件配套研发体系，具有百量级燃料电池汽车动力系统平台与整车生产能力。研制的“超越”系列、“上海牌”、“帕萨特”、“奔腾”、“志翔”等燃料电池汽车经受住了大规模、高温、大强度示范考核，成功服务于2008北京奥运会和2010年上海世博会。在燃料电池关键基础技术研究方面，开发出高活性、抗聚集的电催化剂，以及高比表面积、抗氧化的担体，开发出了与国际商品化水平相当的增强型符合自增湿质子交换膜，研制出高导电性/高稳定性碳纸，初步解决了双极板的抗腐蚀和导电性问题，掌握了丝网印刷膜电极技术。在燃料电池汽车整车及动力系统平台前沿技术方面，建立了燃料电池汽车动力系统平台设计理论和方法，探索了基于模块化思想的整车柔性适配技术，研发了燃料电池汽车功率控制单元及其它关键零部件，开展了燃料电池汽车整车可靠性、电安全、氢安全、一体化热管理、智能容错

控制、碰撞安全性等关键技术研究。在公共平台建设方面，形成了燃料电池汽车开发软、硬件测试环境，建立了国家级燃料电池、系统平台和车辆工程技术中心或测试基地，制定了8条燃料电池汽车及氢能专用国家标准。但是，受限于传统车辆开发技术水平、燃料电池发动机功率密度、动力系统可靠性、整车环境适应性等性能限制以及商业推广模式研究和基础设施建设滞后等因素，我国燃料电池汽车仍然处于技术验证与特定考核试验考核阶段。

### 三、 国内外燃料电池汽车技术状态对比分析

#### (一)燃料电池整车集成技术

如表1所示，我国自主开发的燃料电池汽车在车型开发、整车动力性、续航里程、燃料电池发动机功率等方面与国外存在一定的差距，在等效燃料经济性水平和车辆噪声水平与国外基本处于同一水平。

在燃料电池汽车车型平台开发方面，国外已经由基于传统车辆平台改造形成燃料电池汽车模式走向为燃料电池汽车打造全新整车平台阶段，如本田汽车公司 Clarity，丰田汽车公司 FCHV,戴姆勒奔驰公司 F-Cell 和通用公司 Chevrolet Equinox 等均是燃料电池汽车动力系统技术平台而全新打造的专用化整车平台，基于这些整车平台，国外汽车公司开展了如空气动力学性能、轻量化、车身碰撞安全性、底盘系统主动控制以及面向舒适性的人机界面与人机工程等研究。在国内，以上汽股份、上海大众、一汽、长安、奇瑞等公司为代表开发的燃料电池轿车均基于传统内燃机车辆进行改制，尚未掌握燃料电池汽车专用车身开发、底盘开发、底盘动力学主动控制等关键技术，与国外存在较大差距。

在车辆动力性能方面，主要受限于燃料电池功率输出水平和整车集成及轻量化技术水平，我国燃料电池汽车整车加速性能明显低于世界主流燃料电池汽车加速性能。

在车辆续航里程方面，到目前为止，我国基本掌握了350MPa 高压储氢和加注系统关键技术，实现高压氢气瓶等部件国产化开发，但某些关键阀门、传感器还依赖进口，700MPa 氢气存储关键技术和关键部件仍然处在研发阶段，其直接制约了我国燃料电池汽车续航里程提高。

在整车燃油经济性水平、车外噪声水平上。我国燃料电池汽车与国外同类型汽车处于同一水平甚至领先地位(参考2006年法国必比登挑战赛结果，燃油经济性等效为传统内燃机汽油消耗：3-3.5L/100公里，车外加速噪声维持在70dB 左右)。

| 参数 \ 车辆制造商       | 上汽集团<br>上海牌        | 戴姆勒<br>B Class<br>F-Cell | Honda<br>Clarity | Toyota<br>FCHV adv | GM<br>Provoq |
|------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------|--------------|
| 整车整备质量 (kg)      | 1833               | 1700                     | 1625             | 1880               | 1978         |
| 百公里加速时间 (s)      | 15                 | 10                       | 11               | /                  | 8.5          |
| 最高车速 (km/h)      | 150                | 170                      | 160              | 155                | 160          |
| 续驶里程 (km)        | 300 <sup>1,2</sup> | 600 <sup>2</sup>         | 570 <sup>2</sup> | 830 <sup>2,3</sup> | 483          |
| 燃料电池发动机最大功率 (kW) | 55                 | 80                       | 100              | 90                 | 88           |
| 储氢系统压力 (MPa)     | 35                 | 70                       | 70               | 70                 | 70           |
| 冷启动温度            | 0°C                | -25°C                    | -30°C            | -30°C              | -25°C        |
| 电机功率/转矩 (kW/Nm)  | 90/210             | 100/290                  | 100/260          | 90/260             | 150/Na       |

注： 1-中国城市循环工况;2-NEDC 工况;3-EPA 工况。

## (二)燃料电池发动机技术

在燃料电池发动机集成度方面，我国轿车用燃料电池发动机输出功率等级、功率密度等性能参数明显低于国外同类型燃料电池汽车用燃料电池技术性能(国外燃料电池电堆质量功率密度已超过1600W/kg，体积功率密度已超过2700W/L;而国内燃料电池电堆质量功率密度维持在700W/kg 左右，体积功率密度维持在1000W/L 左右)。

在燃料电池发动机环境适应性尤其是低温冷启动性能方面，国外燃料电池汽车已经实现甚至环境中冷启动，并在北欧瑞典地区开展冬季寒冷工况下实车道路实验。相比国外，我国燃料电池汽车冷启动性能基本上还处在水平，燃料电池电堆也仅在实验室中实现环境中启动。

在燃料电池发动机可靠性、寿命方面，国外燃料电池电堆2010年寿命水平比2003年提高两倍，其中燃料电池质子交换膜已经超过7300h(采用美国3M 公司的 MEA)，电堆实验室寿命提高到5000h 以上，安全性和可靠性水平基本达到了传统内燃机汽车同等水平。在整车可靠性和寿命方面，其性能已经基本满足整车产品需求。戴姆勒奔驰汽车开发的 F-Cell 系列样车已经进行了总共超过450万公里的路试。美国 UTC 公司通过改进燃料电池系统控制策略，规避或减缓由起停、动态加载、低载怠速、零下储存与启动等过程导致的燃料电池寿命衰减，其与 AC Transit 运输公司合作在加州奥克兰市开展燃料电池汽车示范运行，截至

2010年6月底,其120kW的燃料电池系统(PureMotion Model 120)在没有更换任何部件情况下运行了7000h,远远超过了美国能源部制定的2015年5000h寿命目标。相比国外,我国燃料电池汽车虽然经受住了北京奥运会、美国加州示范运行和上海世博会等大型国际活动的高温、高强度示范运行考验,但燃料电池电堆及关键部件寿命仍然无法满足整车产品寿命要求,低压燃料电池单堆动态循环工况试验运行时间仅突破1500h,预测寿命亦仅2000h。

在燃料电池发动机成本控制关键技术研究方面,国外一方面研究低铂燃料电池技术,减少催化剂用量,另一方面研究催化剂抗毒性,降低其运行成本,同时还开发非铂催化剂来代替贵金属Pt。在低铂燃料电池技术方面,目前国外已经研制低铂用量燃料电池电堆。通用公司通过采用核壳型合金催化剂、有序化MEA等技术,不但提高了燃料电池性能,而且Pt担量也得到了大幅度降低,一台燃料电池发动机中贵金属催化剂Pt的用量从上一代的80g降低到30g,并计划于2015年降低到10g。丰田公司开发的燃料电池电堆Pt用量也降低到原来的30%。催化剂抗毒性已经成为国际研究热点,国外科研机构试图通过提高催化剂抗毒性,使燃料电池可以直接利用粗氢发电,从而降低其运行成本。在非铂燃料电池技术方面,国际积极开发其它类型如碱性聚合物膜燃料电池,实现催化剂材料非Pt化,从而降低燃料电池发动机成本。2010年4月,美国洛斯阿拉莫斯国家实验室宣布,该研究机构已经开发出由碳、铁、钴组成的催化剂,其成本非常低,而其性能可以和铂基燃料电池电堆最高水平相比,且在遏制过氧化氢产生等方面明显优于铂基燃料电池电堆。一系列研究成果直接推动燃料电池汽车成本降低,据美国DOE估计,燃料电池系统成本已由2002年的275美元/kW降低至2009年的62美元/kW(按50万套产量测算)。近期丰田公司高层公开宣布,2015年将实现燃料电池汽车零售价5万美元/辆的目标。此外,随着新研制非铂催化剂大量使用,燃料电池汽车成本还将进一步降低。我国于“十一五”末期已经开始开展燃料电池汽车成本控制研究,受限于燃料电池发动机和氢气存储系统成本,燃料电池轿车成本仍然很高。

### (三)高压储氢系统技术

从表1可以看出,目前国外主流燃料电池汽车车型均采用70MPa的氢气存储和供给系统,而国内燃料电池汽车的高压氢气存储系统压力仍然维持在35MPa水平,一定程度上影响了我国燃料电池汽车整车续航里程能力。与此同时,国内35MPa的氢气存储和供给系

统中的传感器、阀门等零件还依赖进口，直接导致氢气存储与供给系统成本过高。

#### 四、 燃料电池汽车与纯电动汽车技术对比分析

与纯电动汽车相比，燃料电池汽车具有续航里程长、低温冷启动性能好和能量补充快等优点(见表2)，但产品成本高和基础设施稀缺;燃料电池汽车性能基本满足用户需求，必将成为未来高端纯电驱动车辆主体车型。随着新型非铂催化剂的研制成功和应用，燃料电池汽车成本将进一步降低，燃料电池汽车市场化进程将大幅提速。

| 技术参数<br>车辆类型 | 整车动力性能 | 冷启动温度 | 续航里程 (km) | 能量补给速度 (min)                 | 整车成本 (万元) | 基础设施情况 |
|--------------|--------|-------|-----------|------------------------------|-----------|--------|
| 燃料电池乘用车      | 好      | -30℃  | 800       | 5                            | 80-150    | 稀缺     |
| 纯电动乘用车       | 好      | -5℃   | 100       | 快充: 30<br>慢充: ≥300<br>换电: 10 | 30-50     | 缺      |
| 传统内燃机汽车      | 好      | -30℃  | 600       | 5                            | 10        | 完善     |

表2 纯电动、燃料电池及传统内燃机对比分析表

#### 五、 存在问题和建议

##### (一)技术创新与研发投入

##### 1.聚焦重大，重点突破关键技术

燃料电池汽车是一个“机-电-液-氢”相互耦合作用复杂系统，是一个依赖机械、化工、电力电子、材料等工业基础的复杂系统，是一个涉及车辆工程、机械工程、材料工程、管理工程、信息工程、交通工程等多学科交叉融合的系统，是一个涉及基础科学研究、前沿技术开发和新技术应用的科学技术问题综合体。

鉴于我国的机械、化工、电力电子和材料工业基础相对薄弱，应发挥集中力量办大事社会主义制度优势，从国家层面整合资源，聚焦重大，重点突破燃料电池汽车关键技术：

##### 1) 适合燃料电池汽车动力系统技术平台的全新结构整车平台

燃料电池汽车动力系统技术平台由于结构复杂、分布式智能控制、系统电压高、氢气存储压力高、碰撞性能要求高等特点，对整车碰撞安全性、空气动力学、整车热管理、底盘主动控制、舒适性、驱动系统拓扑结构提出了新要求，采用传统车辆改制燃料电池汽车已经无法满足燃料电池汽车整车发展趋势，因此，未来国家科技计划中应进一步聚焦，开展全新结构燃料电池汽车尤其是中高级燃料电池汽车全新结构整车平台开发。

##### 2) 燃料电池汽车动力系统平台柔性模块化技术及其关键零部件开发

借鉴国外同类型燃料电池汽车“E-FLEX”和“十一五”柔性适配技术等，开展全新结构整车下的动力系统平台模块化、一体化、智能化集成设计技术。

### 3) 燃料电池发动机寿命、可靠性和环境适应性研究

在燃料电池发动机寿命、可靠性和环境适应性性能方面，我国已经落后于国外主流燃料电池电堆开发商和系统集成制造商。我国燃料电池发动机处在研发关键时期，国家应集中国内优势资源，强强联合，开展燃料电池发动机寿命、可靠性、环境适应性专项攻关，并同步开展发动机系统成本控制方法研究。

### 4) 低铂、非铂燃料电池电堆研发

低铂、非铂燃料电池技术是降低燃料电池汽车整车成本的重要措施。因此在“十二五”期间科技计划中，应重点研究高稳定性、抗毒、低 Pt 催化剂与抗氧化、长寿命的催化剂载体；高耐久性、低成本、高质子传导性的复合膜和烃类高温质子交换膜；高性能、高导电性炭纸；解决模压金属双极板应力释放问题，提高双极板的平整度和耐温性能；完善表面耐腐蚀导电涂层技术，提高耐久性与稳定性；构建质子、水、电与气体的有效传递通道，研究有序结构的薄层膜电极组件。

研发能满足低湿条件运行非铂/低铂、低成本的 PEMFC 电堆，提高电堆环境适应性(如抗 CO 中毒、抗醇性能)，开发以质子交换膜为电解质、中温、中压为特征的车用燃料电池系统及关键零部件技术。

### 5) 氢能基础设施关键技术及安全风险评估

研究固体聚合物电解槽(SPE)电解制氢技术，包括 SPE 关键材料、电堆结构优化、电堆系统集成等技术；系统评价35MPa 加氢站(移动/固定)模式、经济性、可靠性及安全性，全面优化氢气加注解决方案，开发车载70MPa 高压储氢和快速加注系统关键技术及关键部件。探索适合车用的基于储氢材料的复合储氢原理和技术。

### 6) 燃料电池汽车商业化推广模式与市场培育

研究多元互动政策体系、长期激励机制对燃料电池汽车产业化进程作用模式和效果；探索适合燃料电池汽车的商业推广模式的和市场培育方法；研究燃料电池汽车市场导入评价标准体系；创建基于“技术链”的燃料电池汽车研发和示范推广产业技术创新联盟。

## 2.持续支持，加大研发投入

在国内主流大型整车企业疲于建立传统汽车自主创新能力，小型汽车生产商研发热情高涨但技术研发基础薄弱尴尬情况下，国家政府部门应站在加强自主创新能力，建设社会主义创新型国家战略高度，以支撑培养国家技术创新和知识创新体系建设，支撑汽车产业结构升级，实现汽车工业跨越式发展为目标，发挥政府政策引导作用，发挥社会主义集中力量办大事的优势，发挥市场配置资源的基础作用，持续支持加大新能源汽车研发。此外，燃料电池汽车由于其系统的复杂性、综合性、交叉型等特点，政府部门应进一步加大科技计划投入，支撑燃料电池汽车关键技术和共性技术突破。

| 国别或组织 | 燃料电池汽车和氢能研发投入  |
|-------|--|
| 欧盟    | 第七框架计划中出资 4.5 亿欧元，用于燃料电池汽车及其基础设施研发。  |
| 德国    | 启动国家燃料电池及氢能创新计划，政府和企业拟累计投资 14 亿欧元。   |
| 美国    | 能源部在美国振兴计划中投资 4190 万美元，用于燃料电池特种车研发和示范；2011 年美国政府用于燃料电池和氢能的财政投入约 5000 万美元。                    |
| 日本    | 政府已经持续支持近 30 年，每年平均资助超过 1 亿美元。   |
| 英国    | 继出资 2000 万欧元完成“超低碳汽车示范计划”后，英国政府又启动“低碳汽车创新平台”计划，政府和工业企业联合资助 2.5 亿欧元用于该计划，包含燃料电池汽车在内的低碳排放汽车研发。 |
| 加拿大   | 政府平均每年资助 3000 万美元。   |
| 韩国    | 政府平均每年资助 1 亿美元左右。  |
| 丹麦    | 政府平均每年资助 4800 万美元。   |

表3 全球主要组织、国家和企业投入燃料电池汽车和氢能研发资金统计表

表3给出了世界主要国家对燃料电池汽车和氢能的投入情况，分析得到：我国在燃料电池汽车整体研发基础薄弱现状下，研发投入仍然明显低于世界主要国家的燃料电池汽车研发投入。在国外汽车生产商纷纷将2014~2016年作为燃料电池汽车市场导入起点情况下，我国政府更应加大研发投入力度，抓住留给我国约4~6年时间迎头赶上，提升我国燃料电池汽车技术水平，实现新能源汽车跨越式发展。

### (二)政策引导与发展环境

## 3.加大示范财政补贴额度，实施财政积极引导政策



2009年初，财政部、科技部、国家发展改革委、工业和信息化部(以下简称四部委)联合召开启动会，共同启动“十城千辆”节能与新能源汽车示范推广试点工程，决定在公交、出租、环卫、公务、邮政等公共服务领域开展节能与新能源汽车购买试点工作。与此同时，国家颁布了《节能与新能源汽车示范推广财政补助资金管理暂行办法》，燃料电池轿车、纯电动汽车和纯电动特种车均纳入公共服务用乘用车和轻型商用车类，由于其具有100%节油率水平，分别获得了国家财政补贴25万元/辆、6万元/辆和3000元/kWh标准，如表4。从补贴额度上看，燃料电池汽车获得了更多的国家财政补贴额度，但是从财政补贴与整车成本差值平均值看，由于燃料电池汽车整车成本高，在获得相应国家补贴之后，仍然存在很大的差额，这必将阻碍燃料电池汽车示范推广。因此，政府应调整新能源汽车财政补贴标准，引导燃料电池汽车发展。

表4 国家财政补贴与车辆成本统计表

| 项目<br>车辆类型 | 补贴标准<br>(万元) | 整车平均成本<br>(万元) | 平均差额(成本-补贴)<br>(万元) |
|------------|--------------|----------------|---------------------|
| 燃料电池乘用车    | 25           | 80-150         | 55-125              |
| 纯电动乘用车     | 6            | 30-50          | 24-44               |
| 纯电动特种车     | 3000元/kWh    | 10-50          | 5-20                |

#### 4.标准先行，开展燃料电池汽车标准体系建设

经过联系两个五年电动汽车科技计划攻关，我国累计颁布了56条国家或行业电动汽车技术标准，初步建立了电动汽车技术标准体系，基本能够满足当前电动汽车科学研究、产品试验、产业化生产指导、产品市场准入和商业化示范推广应用需要，被公认为处于世界前列。但分析已颁布技术标准发现，我国燃料电池汽车相关技术标准只有8项，而同期ISO有19项，美国SAE有16项，中国燃料电池汽车技术标准严重缺乏，如表5。与此同时，在现有8项燃料电池汽车技术标准中，其中5项主要围绕氢能基础设施，而燃料电池汽车整车和零部件分别只有1项，燃料电池汽车整车及关键零部件技术标准严重缺乏，因此在“十二五”期间，国家应该加大投入，进行燃料电池汽车(含整车和关键零部件的设计、生产和试验等)技术标准研究，建立燃料电池汽车技术标准体系。

表5 国家财政补贴与车辆成本统计表

| 标准类型     | 中国 |      | ISO |      | 美国 SAE |
|----------|----|------|-----|------|--------|
|          | 现有 | 近期计划 | 现有  | 近期计划 | 现有     |
| 整车及关键零部件 | 2  | 3    | 5   | 0    | 12     |
| 通用标准     | 1  | 1    | 1   | 1    | 1      |
| 氢能基础设施   | 5  | 11   | 13  | 7    | 3      |
| 合计       | 8  | 15   | 19  | 8    | 16     |

### 5.积极筹备、规划未来燃料电池汽车氢气供给网络

目前全世界已经有200余个加氢站，与此同时，欧洲计划在2015年前投资5亿元建设40个加氢站，韩国拟建50个加氢站，意大利拟建25个加氢站，日本于2012年前再增加10个加氢站，并于2015年前在东京、名古屋、大阪和福冈四大城市市区和高速公路建设100座加氢站，德国巴符能源公司(德国第三大电力公司)、奥地利 OMV 石油公司、壳牌公司、法国道达尔公司(全球第四大石油化工公司)和瑞典 Vattenfall(欧洲第五大能源公司)等全球大型能源公司签订备忘录，决定在德国建设燃料电池汽车基础设施以促进燃料电池汽车在德国的推广。我国在2008北京奥运会和2010年上海世博会大型国际活动背景下共建设了3座加氢站，研制了2辆移动加氢车。随着燃料电池汽车由技术验证和试验考核阶段向市场培育过渡，

“能源供应商-基础设施制造商-基础设施运营商-城市规划、环境测评等政府部门”应以价值链为纽带联合起来，结合我国能源分布、产业聚集和现有工作基础，统筹规划，以点带线，以线构面，建立“点-线-面”结合的氢气“制取-运输-存储-加注”网络。在项目初期，应参考日本等经验，设立“氢气社区”项目，探索氢气制取-运输-使用一体化智能社区。

#### (三)人才培养与国际合作

### 6.积极培养国际化人才，实现可持续发展

科技创新，人才为本。燃料电池汽车和氢能具有涉及多行业、多学科交叉特点，应结合国家人才战略，积极主动参与全球教育与科技合作，实现立体式、多层次人才培养，人才支撑燃料电池汽车技术创新。

### 7.面向国际，积极参与国际技术竞争与合作

为共同推进燃料电池和氢能技术进步，德国、日本、英国、加拿大、欧盟、美国、韩国、中国等国家和组织联合成立了国际氢能合作组织，开展学术交流和研发信息共享。与此同时，世界主要国家为促进本国氢能和燃料电池技术创新，设立了形式多样的合作交流平台，如美国 FCHEA、日本 NEDO、德国 NOW、加拿大和英国的 HFCA 等。相关机构依托该平台开展政府攻关、企业技术服务和学术科研交流等活动。中国作为世界燃料电池和氢能重要力量，应积极主动参与国际合作分工，与上述机构开展合作，并积极参与欧盟第七框架计划、联合国环境署、政府间合作协定项目申报和具体实施。在坚持自主创新基础上，实施开发，引入竞争，跟踪并引领燃料电池汽车和氢能技术进步。