

燃料电池式电动汽车（二）

程振彪

3、研发动向

①世界一般情况 21世纪60-70年代，美国率先将燃料电池用作航天飞机的主要电源，后来，该国及其他主要工业发达国家又将此技术的研发转向民用发电和用作汽车、潜艇等的动力源。从80年代后期和90年代起，一些极具创新活力和高科技风险(投资)企业及世界著名大型汽车公司开始系统地、前瞻性地研发燃料电池电动汽车技术。1993年，加拿大著名的电池公司——巴拉德动力系统公司研制出世界首辆燃料电池公共汽车。一年后，德国奔驰公司以其厢式车为基础开发出燃料电池样车。今日，甚至可以说，几乎所有的世界著名汽车公司均在有计划、有目的地实施各自燃料电池电动汽车研发计划。据称，至2005年，戴姆勒—克莱斯勒(D/C)、福特、通用和丰田等汽车公司用于燃料电池车的研发经费预算均分别达到20亿美元左右，日产—雷诺的投资额约为10亿美元。这些公司的目标也基本相同，就是在2005年前后，以一定的批量生产燃料电池车，并以普通的交易方式投放市场。为适应这一形势和尽占市场先机，巴拉德公司2000年底宣布，其燃料电池技术已走出实验室，将建立世界首座名符其实的以工业化方式作业的燃料电池工厂。这也从另一个侧面说明了燃料电池市场需求的快速增长和燃料电池车应用试验业务量的扩大。

由于燃料电池电动汽车技术研发费用高、难度大、涉及范围广泛、风险大，仅靠一家之力很难较快地取得满意成果和获得突破，因此，近期出现了跨国、跨地域、跨行业的企业集团之间进行联合研发的局面，各大公司既竞争、又在一定程度上合作。为推动燃料电池的技术进步和更快应用于汽车，巴拉德公司先后与D/C和福特公司建立了资本联盟关系，现在，三家构成一个研发联盟，投资高达数十亿美元，采用从甲醇里制取氢的技术方案。2000年12月，丰田、通用和埃克森石油公司宣布，三家将共同开发新一代燃料电池车，选用以汽油为间接燃料制氢的技术方案。丰田早已与通用公司建立了合作开发燃料电池车的联系，其间遇到了仅靠汽车企业而难以解决的技术难题——重整汽油时硫含量高的障碍。埃克森公司加入其中，可利用其先进的燃料技术而加速研发进程。此外，在未来燃料电池车大规模上市时，该石油公司遍布各地的加油站可为用户提供相应的服务，使之平稳而方便地由使用传统汽车过渡到使用燃料电池车，这无疑会增强丰田、通用品牌汽车的市场吸引力。大众、PSA与意大利燃料电池公司德诺拉(DeNora)进行合作，但具体的计划尚未公布。2000年5月，雷诺、BMW和德尔福(汽车零部件集团)就进一步共同开发作为轿车和载货汽车辅助能源的燃料电池技术签署了一项文件。据称，该项技术的开发成功，将使雷诺、BMW品牌汽车增添更多电子、电气方面的特色，使汽车性能更好，排放更低。

②美国

1) 联邦政府及有关的州市 在20世纪80年代后期，联邦政府能源部就认识到在交通运输业应用燃料电池技术具有巨大的潜在意义，至今，全美已开发出具有代表性的燃料电池公共汽车，轿车达30余种。1987年，该国着手开发用于大客车的磷酸燃料电池，从1990年起，又重点研发性能更优越的质子交换膜燃料电池。1993年，联邦政府与美国汽车联合会(USCAR)提出了著名的“PNGV”计划，其中，就包括研发燃料电池汽车，而燃料电池技术又处于优先发展的地位。为此，能源部和USCAR共同创立了燃料电池联盟(The Full Cell Alliance)，有力地推动了燃料电池技术进步。近几年，能源部资助该联盟的研发资金已接近一亿美元。该部还提出了在2004年之前要使燃料电池(动力系统)与内燃机相比在价格上具有竞争力的奋斗目标。该部旨在调整能源消费结构而制定了一个所谓的“中长期”“氢计划”，要求推广使用燃料电池汽车，按不同年份还有一个市场份额(指导性)指标，为缩小燃料电池汽车与传统汽车在价格上的竞争力差距，近年美国参众两院有些议员在不同场合提出建议，至2007年底，对零售商销售每加仑甲醇(燃料电池汽车的间接燃料)减税50美元，代用燃料加注站建设费减税10万美元，蓄电池式电动汽车购置税减免10%(最高4000美元)，燃料电池汽车再减5000美元。

1999年，加利福尼亚州成立了一个燃料电池合作开发组织，由19个汽车公司、石油公司、燃料电池制造商和政府有关部门等组成，总的经费预算额超过150亿美元。在2000年该组织召开的一次联合开发项目会议上决定，从2000年11月至2003年，有关的厂家要提供50辆燃料电池车进行实际应用试验(与传统的日常使用完全一样)。

巴拉德设于美国的子公司与有关的汽车厂家合作开发的第二代燃料电池公共客车已在芝加哥市正式运营。

由D/C、福特和巴拉德研发联合体研制的6辆燃料电池大客车已在温哥华和芝加哥市运行了4万多km。

b) 汽车公司 通用不仅参与PNGV项目中燃料电池汽车的研发和其他部门组织的有关研发工作，而且还于1998年成立了通用全球汽车新动力技术中心(即所谓的全球替代动力中心，英文缩写为CAPC)。该中心是一个跨区域的研究机构，除底特律本部外，还分别在德国美茵茨(即子公司欧宝的所在地区)、美国纽约和密歇根的沃伦等设有分支机构，目前总计有250名员工，包括顶尖级的汽车工程师和技师、环保专家、理化专家、软件专家以及电子工程师等。本部以基础研究为主，纽约分部负责燃料电池技术(包括间接燃料重整技术等)的开发，欧宝分部从事整车技术开发(包括试验、测试等)。2000年，该公司研制成功直接以氢为燃料的“氢动一号”燃料电池概念车，以欧宝赛飞利厢式车为基础，该车曾作为悉尼奥运会马拉松比赛的引导车而出尽风头。此后，有两辆“氢动一号”被送至中国展示，由此也可以看出通用的长远市场战略意图。对于燃料电池汽车未来的商业化和市场开拓，该公司不仅着眼于发达国家和地区，而且也关注新兴市场，尤其是中国。CAPC的负责人舒伯特指出，以较长远的眼光看，中国有可能成为世界未来燃料电池汽车的重要市场，因为中国人口多，未来的环境问题会变得越来越严峻，要彻底解决今后的汽车污染问题恐怕非转向燃料电池汽车不可，一旦时机成熟，通用将在中国建厂生产燃料电池汽车。2001年8月，该公司又宣布，在其雪佛兰牌轻型燃料电池载货车上安装了汽油重整器，并将这种装置的体积缩小了3倍，为实际装用于汽车创造了条件。迄今为止，尽管该公司在燃料电池汽车技术方面硕果甚丰，但要达到可与传统汽车进行竞争(或曰媲美)的水平还有很长的路要走。按照其最近修订后的发展计划：在2005年之前，选定大批量生产燃料电池汽车的技术、车型及相应的生产平台；从2005年起，正式开始进入燃料电池汽车生产平台的设备制造阶段；2008年，燃料电池汽车正式投入批量生产(这比其原来宣布的投产日期推迟了几年)。

福特公司不仅在美国本部从事燃料电池汽车的研发，而且还在德国子公司投资3500万美元，建立了燃料电池汽车欧洲研究中心。在其21世纪环保汽车开发计划中，燃料电池汽车被置于重要地位。1998年，该公司推出首辆以甲醇为间接燃料的P2000型燃料电池概念车(以Mondeo牌车为基础)，此后，又研制出P2000HFC型燃料电池车，车载燃料为液态氢。在研发以甲醇为间接燃料的燃料电池汽车时，福特将美孚石油公司作为合作伙伴，共同开发小型化的甲醇重整装置。最近，该公司又以Focus牌轿车为原型开发出一种小型燃料电池轿车，一共试制出两辆(开发费用高达400万美元)进行道路及实际应用试验。如果研发计划顺利，则这种车有望在2004年前后投入一定批量的生产，并供应市场。

③日本

a) 政府部门 该国正在实施一个雄心勃勃的综合利用氢能(其中包括研发燃料电池技术)计划，至2020年，计划投资20亿美元，未来5年的预算为8800万美元。通产省组织有关的企业和科研机构成立了燃料电池实用化战略研究会(为一种民间组织)，以推进该技术早日成熟并走向市场。近年来，中央政府已向各有关燃料电池研究机构拨款5000万美元用于关键技术的研发。在燃料电池实用化研究会提出的一份研究报告的基础上，日本政府确立了燃料电池技术未来10年发展目标，即在2010年前后使燃料电池技术达到实用化程度，并向家庭普及。具体步骤是：在2005年之前，攻克燃料电池的关键技术难题，并进行实际应用试验；2010年前后，首先在政府部门等推广应用燃料电池汽车(例如小泉上台伊始，就做出指示，要求把中央政府各省厅的约7000辆公务车逐渐改换成低公害车，这其中就包括使用电动汽车)；2010年之后，把燃料电池汽车的燃料电池组的价格降低到与汽油发动机相当的水平，即为15万日元~25万日元，以便为公众所接受。为使燃料电池技术及其应用朝着正确方向发展，日本资源和能源厅已决定向欧美国家提出建议，国际社会应尽早制定燃料电池的安全技术标准及其他有关的规范。

b) 汽车企业 在日本，丰田公司走在燃料电池汽车技术研发的前列，并保持优势地位。该公司把至2003年这一期间作为技术研发和攻关阶段，然后使成熟技术转化为商品。作为基础性研究，丰田公司1996年就已研制出首辆直接使用液态氢作为燃料的RAV4型燃料电池汽车，1997年第二辆以甲醇为间接燃料的燃料电池汽车问世，标定功率为25kW，同时组合了镍—氢蓄电池和制动能量回收系统。2001年，该公司又试制出FCHV—4型燃料电池车(原型车为Kluger V型车)并投入道路行驶试验。该车最高车速达到150km/h，据称，若一切工作进展顺利，则此车可望于2003年进行试探性销售。此外，该公司还研制出一辆可乘坐63人的公共汽车，最高时速达到80km。前不久，丰田又设立了一个燃料电池技术开发部。过去，该公司有一个未来型动力系统和能源开发部，其中，包括一个电动汽车和混合动力汽车技术科，这些不同的部门均参与有关燃料电池的开发工作。现在，有了燃料电池开发部，可集中各部门的力量专攻此项技术，避免不必要的重复和资源浪费。此开发部归汽车开发中心管辖，其近期目标是，开发出能量转换效率为传统汽车汽油机2.5倍而价格又较低的燃料电池组。为早日取得技术突破，燃料电池技术开发部还邀请日本电装和爱信精机等公司的相关专家来丰田公司工作，汽车开发中心总共有110名人员从

事燃料电池汽车的研发。

本田公司当然不愿意在燃料电池汽车技术上落后于人，宣布将投资5亿美元用于此技术的研发，计划在2004年前后生产燃料电池汽车。实际上，该公司近年来一直在从事这项技术的基础性开发，1999年9月，首次制出两辆燃料电池汽车，其中一辆是独立自主开发的，以甲醇为间接燃料，另一辆装用巴拉德公司提供的燃料电池系统，其所需燃料一氢由车载金属氢化物提取。2000年，又推出FCX型燃料电池概念车。2001年7月，其FCX-V3型燃料电池车投入公路试验，其中，在美国进行的试验样车已累计行驶56000km。

日产公司一向重视战略技术的研发和储备。2000年，向公众展示了一种以甲醇为间接燃料的燃料电池汽车，其原型车为Altra牌电动汽车。车载甲醇储箱容积为40L，甲醇重整器容积80L，整个燃料电池系统的总尺寸为(1000×1000×600)mm。据称，该公司至2003年将基本完成这种燃料电池汽车的研发工作，然后进入实质性的生产准备阶段。日产与雷诺结成资本联盟后，为两家联合起来从事这种高投入、高风险的前瞻性研发创造了有利条件相互之间可资源共享、信息共享，这将降低研发成本。两家于2001年决定在今后五年内，共同投资850亿日元用于燃料电池汽车的研发(每方各出一半资金)，将有300名专业人员参与此项工作。日本其他公司如三菱、马自达等公司也开展燃料电池汽车的研发，由于它们已分别加入D/C和福特公司集团联盟，因此，今后将主要在联盟体内发挥作用。

④欧洲

a) 地区及部分国家一般情况 1993年，欧盟委员会通过了一个所谓的“JOULE”计划，主要是资助用于汽车的燃料电池技术基础性研究。自1998年以来，一个名为欧盟研发委员会的机构也一直在促进和帮助有关的燃料电池技术研发项目，并拨款2800万欧元，用于1998~2002年五年间的研究活动。

20世纪90年代前期，英国能源部成立了国家燃料电池开发中心，其研究重点在于电池的燃料供给、间接燃料重整、气体净化技术等。

2000年，瑞典政府和该国几大汽车公司联合宣布，将在今后五年里共同投资18亿瑞典克朗用于新能源清洁汽车的研发和传统汽车技术改进，其中，燃料电池汽车和混合动力汽车是研发的重点。在18亿克朗总投资中，5亿克朗来自政府，13亿克朗分别由沃尔沃轿车公司(现为福特全资子公司)、沃尔沃载货汽车公司和斯塔尼亚载货汽车公司承担。

b) 汽车企业 在世界各地汽车公司中，D/C是研发燃料电池汽车最积极的厂家之一，并将此项研究视为企业重要的长远发展战略。包括与之合作的单位，该公司从事燃料电池汽车技术研发的人员多达千名。从90年代后期以来，D/C一直在开发以其普通型轿车和轻型客(货)车为原型的燃料电池汽车(称为Necar)，2000年10月已推出第五代样车(即Necar5，德国总理施罗德曾作为公司贵宾而收到一辆这样的轿车“礼品”)，每一代车的燃料供给方式略有不同，例如Necar4型车燃料电池使用液态氢为燃料，而Necar5型车则以甲醇为间接燃料。2000年底，该公司向市场正式售出首辆奔驰Sprinter牌厢式(货)车，成为首个以通常交易方式销售燃料电池汽车的汽车制造厂家。此车买主是德国汉诺威包裹快递服务公司，将完全按照实际应用条件使用两年，用以检验各项设计指标和性能。2001年，D/C又与荷兰阿姆斯特丹市一家公交客运公司签署一项汽车购销合同，前者将向后者出售30辆奔驰Citaro牌燃料电池大客车，从2002年底开始交货。据称，这也是世界首个正式的燃料电池公共客车小批量购销合同。此种大客车为每辆售价125万欧元，用户将以常规的运营方式使用，同时，也将按照与D/C达成的协议，在使用过程中收集车辆的各种数据并积累经验，然后将之反馈给制造厂家，以便作为进一步改进的参考。按照一项比较乐观的预测，D/C将在2005年前后使燃料电池汽车技术实现商品化，然后开始批量投产(为初步计划)。该公司专家认为，燃料电池轿车的年生产规模只有达到5-10万辆才不至于亏本。由此看来，要真正实现这一目标，绝非轻而易举。同时，该公司还计划至2020年，燃料电池客车的产量要其客车总产量的40%以上。

PSA也是积极从事新能源清洁汽车研发的重要汽车厂家，对于长远的基础性研究项目多采取与人合作的方式。2001年，该集团分别与法国原子能委员会(CEA)和国家科学研究中心(CNRS)就燃料电池技术的开发签署了两项战略性框架协议，其意图是，借助这两个合作者的实力将自己的研发水平得到进一步提高。目前，PSA约有100名员工在CEA从事燃料电池技术的研究，今后将有更多的人加入进去。与CNRS签署的协议，将强化双方已具有的合作关系，推动双方实验室网络建设，提高企业科研人员的专业素质等。除此之外，PSA还直接参与了欧洲有关机构组织的燃料电池技术研发项目：Hydro-Gen燃料电池汽车项目；以研究甲醇重整技术为重点的Nemecel项目。据悉，PSA已制定出一个燃料电池汽车发展战略计划，主要内容有：2005~2010年，将以氢为直接燃料(即不需要车载燃料重整器)的小型燃料电池组应用于轻型商用汽车，并为车载蓄电池充

电，例如前不久开发的TaxiPac牌出租车样车就是首辆这样的(混合动力)燃料电池车；2010~2020年，推出以生物乙醇为间接燃料的燃料电池汽车；2020年以后，重点研发纯氢燃料的燃料电池汽车，这就是现今在标致Partner牌车上进行的Hydro-Gen项目的最终目标。

2001年5月，瑞典斯堪尼亚客车公司研制出一辆燃料电池大客车，其动力源为燃料电池和制动能量回收系统。据称，这种大客车与同类型柴油机大客车相比，能耗减少60%。此车的氢燃料供给系统由瑞典Air Liquide公司提供，燃料电池是意大利Nuvera公司制造的。参与研发工作的还有Genua大学和瑞典电子消费者协会等单位。该研究项目总投资约为900万马克(折算货币值)，其中一半由欧盟委员会资助。

⑤中国 中央政府及有关的科研机构也认识到燃料电池技术的巨大发展潜力和前景，因此，在国家“863”计划、“九五”和“十五”科技攻关计划中均包括燃料电池动力系统的研发项目，并已取得初步成果。

清华大学设有一个电动车研究室，早些时候，已研制出我国最早的燃料电池游览车。目前，该校为迎接北京2008年举办的奥运会，已受北京市的委托开展“京零一号”燃料电池轻型研发。

2000年10月，以胡里清博士为总经理的上海神力科技有限公司推出“氢动力首号”游览车，并在其时举办的上海工博览会展示，可供9人乘坐。2001年，由东风汽车公司(为牵头单位并负责整车设计和组装)、清华大学、中科院大连物化所等三家共同研制的我国首辆燃料电池轻型客车概念车在十堰市问世并进行试验，这是国家“九五”电动车攻关项目之一。该车装用物化所提供的30kW质子交换膜燃料电池组，车速最高可达114km/h，加注一次燃料可连续行驶260km，由零加速至50km/h的速度，时间为9.8s。