

日本氢能源技术发展动向及启示

黄锦龙

(农业部全国农业技术推广服务中心, 北京 100026)

摘要: 本文分析了氢能源技术优势和发展前景以及目前面临的困难和问题; 阐述、对比了日本及一些发达国家推进氢能源技术研究与应用的做法; 对日本大力推进氢能技术研发与应用的背景和原因进行了分析和概括; 提出了应由国家主导、加大投入、加强国际合作、通过官民共同努力, 推进我国氢能源技术研发与推广的建议。

关键词: 日本; 氢能源; 氢能技术

中图分类号: G327.313; TK91 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2015.11.002

1 以丰田燃料电池车 (FCV) 量产为标志, 日本率先迈进“氢元年”时代

氢能源技术涵盖相互关联、互相促进的氢气制造、储运和利用三个领域。其中, 氢燃料电池车 (FCV) 等氢能利用技术研发是氢能技术应用的重点和难点, 发挥着引领作用。自 1955 年, 美国首次研发出固体高分子燃料电池 (PEFC) 并于 1965 年装载在 Gemini5 号载人航天器以来, 发达国家纷纷加快氢能技术研发, 取得了令人瞩目的成就。

美国自 Gemini5 号后, 经不断改良, 固定式氢燃料电池作为动力系统搭载在阿波罗计划以来的所有宇宙航天器; 1978 年, 加拿大研发出氟系树脂做电介质膜的固体高分子燃料电池, 使燃料电池搭载汽车成为可能; 1982 年, 日本东芝在川崎建成 50KW 的磷酸燃料电池设备, 并于 1991 年在东京建成 1.1 万 Kw 的燃料电池发电所; 1994 年, 戴姆勒-奔驰和本田合作开发出 FCV 样车; 1997 年, 丰田在东京车展展出 FCV 试验车, 并于 2002 年同本田分别推出实用型 FCV 各一辆; 2009 年, 松下和东京燃气合作推出利用天然气制造氢气来发电、面向普通家庭的小型固定式燃料电池 (ENE-FARM),

截至目前已累计销售、安装 7 万余台 (套)。^[1]

氢能技术利用集大成的 FCV 可实现零排放, 燃料添加速度和续航里程等于或优于传统汽车, 被称为混合动力车、纯电动汽车等下一代汽车的终极车型。日本丰田在 FCV 制造领域先行一步, 自 1992 年起, 经过 22 年的潜心研发, 于 2014 年 12 月 15 日正式发售 FCV-“MIRAI”。截至目前订购数量已超过 1 500 辆, 计划 2016 年实现销售 2 000 辆/年。“MIRAI”的量产标志着氢能利用技术取得了划时代的突破性进展, 必将促进氢能制造、储运及其利用技术研发和应用的全面提速。

2015 年 1 月 15 日, 日本丰田汽车公司总裁丰田章男在首相官邸“MIRAI”交车仪式上说,“(FCV 发售是)面向氢社会迈出的第一步”; 首相安倍给予高度评价, 称其“开辟了新时代”、“氢时代帷幕已经拉开”。近期日本各大媒体纷纷报道, 宣称日本已率先迈入“氢元年”时代。^[2]

2 氢能源技术优势与展望

面临石油、煤炭等传统能源日趋枯竭、全球温暖化等能源、社会问题, 新能源逐步替代传统能源是人类社会可持续发展的必然选择。作为新能源中

作者简介: 黄锦龙 (1965—), 男, 高级农经师, 主要研究方向为科技政策与技术, 农业经济。

收稿日期: 2015-10-20

令人瞩目的氢能源，其技术优势明显，未来发展前景广阔。

一是制造氢气的原材料取之不尽。氢气虽然在自然界并不单独存在，但作为氢气制造原料的水在地球上无处不在；依据目前技术，不仅化石燃料，由工业副产物、下水污泥、生物质以及太阳光热等可再生能源也能大量制造氢气。二是可减少CO₂排放，降低环境负荷。氢能源在利用阶段不排出CO₂，如果在生产环节使用可再生能源制造氢气，将基本实现从氢气制造到利用整个过程的CO₂零排放。三是可提高能源利用效率。目前，日本家庭用固定式燃料电池发电效率达35%~60%，如果能够有效利用发电时产生的热量，则综合能源效率可达80%以上；另据测算，目前内燃机车能源效率为20%~30%，燃料电池车则可达55%~60%左右。四是可用于能源储存和低成本运输。由于地域和时间关系，可再生能源的生产会出现峰值，对传统电网产生冲击。利用氢燃料电池可大量储存富余电量，同时不需要电网等大规模基础设施，即可实现能源的低成本运输。在防灾和临时供电等非常时期可发挥重要作用。这也是未来氢能源技术最令人期待的一点。^[3]

氢能源具备传统能源不可比拟的优势与潜力，随着FCV以及工业和家庭用固定式燃料电池的逐步普及，将带动氢气制造和储运技术研发和应用的快速发展；而未来氢能发电和大规模氢能供给系统的建立也将不断促进氢能技术利用产业的发展，形成良性循环。随着日新月异的科技进步，从氢气制造、储运到利用全过程CO₂零排放、安全高效低成本的氢能源技术应用系统终将实现，成为保证能源安全、优化能源结构的有效途径和现实选择，为人类社会可持续发展做出贡献。

3 目前面临的困难和问题

一是技术问题。丰田FCV大众化车型的推出表明车载燃料电池技术已进入实用化阶段，但搭载的燃料电池耐久性、可靠性和安全性仍有待实践检验。同时FCV以外氢能利用技术以及使用可再生资源的高效、环保氢气制造和安全储运技术亟待开发。

二是成本问题。目前化石燃料仍然是制造氢气

的主要原料。日本计划2015年氢气销售成本达到90日元/Nm³，仍然较高，如利用太阳光热、风能等可再生能源，则生产成本是使用化石燃料的3倍以上；基础设施方面，目前一座加氢站建设费用达5亿日元，是加油站的5倍；从丰田FCV售价看，消费者实际购买费用为500万日元左右（各级政府补贴200万日元左右），但其维护成本是丰田普锐斯混合动力车的2倍，是电动汽车的4倍。过高的制造、使用成本和产业准入成本，阻碍、延缓了氢能技术的普及和应用。

三是制度问题。氢能进入日常生活和产业活动，将带来产业结构调整、社会资源分配、人员物资流动等一系列问题，相应政策、制度面临较大范围调整和重新制定。

四是基础设施建设问题。目前不论是氢气储运设施设备，还是加氢站等基础设施仍处于起步阶段。日本全国目前仅有9处商用加氢站；大型氢气储运设施设备还处于研发推广阶段。基础设施的不足同样阻碍了FCV等氢能技术应用产品的推广。^[4]

4 日本及一些发达国家推进氢能技术的做法和动向

1973年第一次石油危机后，氢能源引起世界各国重视。1976年在美国召开了第一届世界氢能源会议。20世纪80、90年代，欧洲、美国陆续启动了氢能源技术研究。

近年来，美国以能源部为中心开展燃料电池和氢能源技术研究，2013年成立了以汽车厂家、基础设施厂家共同参与的氢能基础设施研讨组织（H2USA）。欧盟把燃料电池和氢能作为5个重点推进领域（其他有创新医疗、纳米电子学、航空宇宙、嵌入式系统）之一，产学研联合开展研究和推广。德国在2004年实施氢和燃料电池技术创新研究，计划2007—2016年10年间投入14亿欧元，开发氢和燃料电池技术，到2023年建设400处加氢站。韩国以知识经济部为主推进氢能和燃料电池研究，并于2009年制定了《氢和燃料电池路线图》，计划到2020年生产FCV5万台，建设500处加氢站。^[5]

日本在第一次石油危机爆发的1973年，成立了《氢能源协会》，以大学研究人员为中心开展氢能技术研讨和技术研发。1993年，新能源和产业

技术综合开发机构(NEDO)牵头实施为期10年,由国有科研机构和民间会社共同参与,涉及氢气生产、储运和利用等全过程的“氢能系统技术研究开发”综合研发项目。2010年,日本政府出台《能源基本计划》,将氢能有效利用定位为构建中长期社会系统的重要一环。2013年,安倍政府推出《再兴战略》,明确政府将大力普及家庭和工业用燃料电池以及FCV。2013年,成立由产学研各界代表广泛参与的“氢和燃料电池战略协议会”。2014年,出台《氢能源白皮书》和《氢和燃料电池战略路线图》,就日本氢能源政策、技术和发展方向等方面进行了全面阐述,制定了具体发展路线图:计划通过扩大氢能利用、建立氢能发电和大规模氢气供给系统、确立CO₂零排放氢气供给系统三个阶段,利用25年左右的时间全面普及氢能技术,实现环保型氢能社会^[6]。

从日本的做法看,采取的是自上而下、政府主导、广泛参与的氢能技术研发与推广模式。一是把氢能技术作为国策予以定位,制定路线图和研发推广时间表;二是以国有研究部门为主,开展氢能技术综合研发,同时民间会社广泛参与开发FCV、家庭和产业用固定式燃料电池、氢能发电、氢气储运等技术,并取得较大进展;三是政府加大投资力度,从财政和基础设施方面予以全力支持。据报道,仅经产省2015年度有关氢能技术开发与推广的预算较2014年增加30%,达到737亿日元;日本政府计划到2020年全国建设1000处加氢站,到2030年达到5000处,形成全国范围的氢气供给网络。^[7]

5 日本大力推进氢能技术研发与应用的背景和原因^[8]

氢能技术前景广阔,但目前面临众多的技术障碍、需要巨额的投入以及安全性等一系列重大课题。2009年,美国政府迫于财政压力宣布大幅削减FCV研发联邦预算。日本政府明晰现实,却孤注一掷大力推进周期长、风险高的氢能源技术,有其深层原因。

一是能源安全问题。经过三次石油危机、特别是“3·11”大地震后,日本政府痛感能源对日本国直接和潜在的威胁。一方面日本化石燃料等一次能源几乎100%进口,能源自给率仅为4%(核电

除外,截至2015年4月,日本54座核电站仍全部处于停机状态),对外依赖度大;另一方面“3·11”大地震后,核能安全神话破灭。自然灾害频发的日本,亟待优化能源结构、寻求可替代能源保证工业和生活全天候用电需要。氢气制备来源的丰富性和便利的储运特性,不仅可以弥补其自然资源的贫乏,还可抵抗自然灾害威胁。日本政府寄希望于利用氢能技术来消除一直以来束缚其国家安全和经济发展瓶颈因素。

二是日本氢能技术领先,主导国际标准,有先机优势。与石油和天然气等领域在资源和标准方面的受制于人不同,日本氢能源技术水平处于国际领先地位。据统计,截至2009年,全球燃料电池专利申请数为42019件,其中日本国籍申请数为24448,占58.2%,是位居第2位美国的5倍多。近年来,日本民间企业在氢气制备、储运等领域开发出各种实用技术,并已商业化。如,污水厂沼气制氢、压缩氢气罐车、小型氢储罐等;北九州建成全长1.2KM的氢气输送管道,供设置在博物馆和居民楼等处的燃料电池发电。

2013年6月,联合国欧洲经济委员会“世界汽车法规协调论坛”(WP29)第160次会议在瑞士日内瓦召开。在日本经产省和国土交通省的全力运作下,日本国土交通省于2005年制定的有关“防止氢泄露标准”、“防止触电标准”、“交通事故发生时安全性标准”以及“氢储罐强度标准”等FCV国家安全标准全部被采纳为国际标准。大大提升了日本FCV技术研发、推广优势,为未来日本FCV顺利进入国际市场铺平了道路。

三是氢能产业市场预期巨大,日本期待通过产业创新,提振国家经济。近30年的经济徘徊,使日本政府面临国内国际双重压力,氢能技术一旦得以普及推广,意味着一个新的产业诞生,有巨大的市场潜力。据测算,到2030年仅日本国内氢气和燃料电池市场规模将达1万亿日元,到2050年将达8万亿日元。日本政府期待氢能产业全面拉动国内经济,重塑日本在国际上的经济、政治大国地位。^[9]

四是减排压力。日本政府已承诺到2050年,CO₂排放较1990年减少80%。利用可再生资源制备氢气技术一旦实用化,可大大减少CO₂排放,据测算,FCV如使用太阳光热等可再生资源制氢,

其综合 CO₂ 排放量可达 15g/km，不到汽油车的 1/10。在减少自身排放的同时，还可扩大减排技术出口。

6 启示

日本通过科技创新，在战后几十年的时间里发展成为世界经济强国，但自然资源稀缺、自然灾害频发的现实，使其时时充满了危机感，从核电技术到可再生能源，寻求能源安全与保证成为日本政府的不懈追求。氢能技术经过多年的技术积累，已进入实用化阶段，日本政府认识到氢能技术发展的未来潜力和对于日本国的独特意义，尽管风险巨大仍不惜代价、放手一搏也就成为其必然选择。

我国氢能技术研究开始较早，多年来取得了一些重要成果。早在 20 世纪 90 年代，我国就研制出质子交换膜燃料电池；1999 年，清华大学研制出我国第一辆氢燃料电池车；2015 年 3 月 19 日，世界首列氢燃料电池有轨电车在青岛下线。但总体说，我国燃料电池技术水平仍较低，在燃料电池技术指标、寿命及成本方面，与日、美等国有较大差距。

从目前氢能技术发展看，氢能在优化能源结构、保证能源安全方面的优势明显。特别是利用可再生能源制备氢气和储备氢气等技术，非常适合国土辽阔、可再生能源丰富的国家，对于消减电力峰值、高效储运电力作用显著。加快氢能技术与推广，对于推动我国可再生能源产业健康发展、优化能源结构、防灾抗灾等都有重要意义。为此，应参照发达国家做法，由国家主导氢能技术研发、推广，尽快成立由产学研各界广泛参与的国家级氢能战略研究、协调组织（协会）；制定氢能和燃料电池发展路线图；加大投入，支持国有科研机构和民间企业联合技术攻关；加强国际间氢能技术交流与合作。通过官民共同努力，加快氢能和燃料电池技术研发与推广，以应对世界氢能和燃料电池技术领域的激烈竞争。■

参考文献：

[1] 新エネルギー・産業技術総合開発機構《NEDO 水素エネルギー白書》2014 年 7 月 30 日 http://www.nedo.go.jp/library/suiso_ne_hakusyo.html.

- [2] 《日刊工業新聞》2014 年 10 月 - 2015 年 4 月等。
- [3] みずほ情報総研株式会社《水素エネルギーの活用に向けた日本の取組みと将来展望》2014 年 02 月 1 日 http://result.mizuho-ir.co.jp/i-viewer_s/?p_no=1&m_p=8&p_id=1138880&file_name=http%3A%2F%2Fwww.mizuho-ir.co.jp%2Fpublication%2Freport%2F2013%2Fpdf%2Fmhir06_hydrogen.pdf&t=%E6%B0%B4%E7%B4%A0%E3%82%A8%E3%83%8D%E3%83%AB%E3%82%AE%E3%83%BC%E3%81%AE%E6%B4%BB%E7%94%A8%E3%81%AB%E5%90%91%E3%81%91%E3%81%9F%E6%97%A5%E6%9C%AC%E3%81%AE%E5%8F%96%E7%B5%84%E3%81%BF%E3%81%A8%E5%B0%86%E6%9D%A5%E5%B1%95%E6%9C%9B&kw=%E6%B0%B4%E7%B4%A0%E3%82%A8%E3%83%8D%E3%83%AB%E3%82%AE%E3%83%BC%E3%81%AE%E6%B4%BB%E7%94%A8%E3%81%AB%E5%90%91%E3%81%91%E3%81%9F%E6%97%A5%E6%9C%AC%E3%81%AE%E5%8F%96%E7%B5%84%E3%81%BF%E3%81%A8%E5%B0%86%E6%9D%A5%E5%B1%95%E6%9C%9B.
- [4] 和田憲一郎《壮大な夢「CO₂フリー水素チェーン構想」、未利用資源と液化水素を組み合わせる》2015 年 02 月 17 日 <http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1502/17/news031.html>.
- [5] 石田雅也《2040 年に化石燃料を代替する、「水素・燃料電池」の技術革新》2014 年 08 月 04 日 <http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1408/04/news016.html>.
- [6] 水素・燃料電池戦略協議会《水素・燃料電池戦略ロードマップ》平成 26 年 6 月 23 日 <http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140624004/20140624004-2.pdf>.
- [7] 日本経済新聞《日本には、水素エネルギーの技術資産がある》2011 年 4 月 4 日 http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK3102D_R30C11A300000/.
- [8] 経産省《水素・燃料電池について》2013 年 10 月 http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/008/pdf/008_008.pdf.
- [9] 岸宣仁《世界が注目！水素エネルギー新市場》2014 年 5 月 5 日 <http://president.jp/articles/-/12407>.

(下转第 26 页)

Strategic Measures of Wanxiang in Acquisition and Making up the Losses of the A123

LEI Hong-mei

(Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Beijing 100862)

Abstract: The author investigates the event that Wanxiang America Corporation successfully acquired A123 by interviewing related layers, consultants, entrepreneurs and officers. The article analyzes the external conditions and difficulties in the acquisition and strategies taken by Wanxiang to solve these problems. The article also analyzes how Wanxiang made up the losses of A123 in less than 18 months after the acquisition. Factors that saved A123 include the huge Chinese market and the internal reorganization and so on. The conclusion can be got that applied technologies must rely on market to achieve win-win; the professional talents who are knowledgeable of American acquisition rules are key for a successful merger made by Chinese companies; the scale for measuring a good merger is to obtain the core technologies of acquired corporations.

Key words: USA; A123 Systems; merger and acquisition; strategy; measures

(上接第 8 页)

Development of Japanese Hydrogen Energy Technology and its Implications to China

HUANG Jin-long

(National Agricultural Technology Extending Service Center, Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, Beijing 100026)

Abstract: This article analyzes the advantages and development prospects of hydrogen energy technology and the difficulties and problems in process of its development. Also, it reviews the research situation of hydrogen energy technology and its applications in Japan and some other developed countries. Meanwhile, the article analyzes the background and reasons that Japan has been implementing the hydrogen energy development strategy. Finally, some suggestions are put forward for the research on hydrogen energy technology and its applications in China, such as strengthening government's role in hydrogen energy technology research and promotion, increasing financial inputs, and enhancing the international cooperation, etc.

Key words: Japan; hydrogen energy; hydrogen energy technology