

国外氢能技术路线图及对我国的启示

顾 钢

(国务院发展研究中心国际技术经济研究所,北京 100089)

摘 要:随着化石能源的不断消耗和对环境影响的加剧,发展可替代能源已成必然趋势,其中氢能是未来最有可能替代石油的动力燃料,并由此使人类进入“氢经济时代”。由“石油经济”跨入“氢经济”是一个渐变过程,需要逐步完善和推广氢能技术,为此,美、欧已制定了氢能技术路线图。本文着重介绍其路线图计划,并对我国加快发展氢能提出几点建议。

关键词:能源; 氢能技术; 路线图; 政策

中图分类号:TK91 **文献标识码:**A

2003年世界石油产量约34.04亿吨,比2002年增长4%,同期我国石油消耗增长超过15%,成为仅次于美国的全球第二大原油消耗国。而按目前石油的探明储量和消耗速度,世界石油的平稳供应仅能维持40多年,石油枯竭是必然趋势,开发可替代能源已成为全球性紧迫课题。许多国外学者认为,从经济性、技术性、机动性、环境友好特征等因素综合考虑,氢能是未来最有可能替代石油的动力燃料。作为清洁能源,开发氢能还将带动各种可再生能源的发展,引发新的能源革命,使人类进入“氢经济时代”。

目前,美、欧、日都从国家可持续发展和安全战略的高度,制定了长期的氢能源发展战略。美能源部2001年1月公布了《向氢经济过渡的2030年远景展望报告》;2002年11月出台了《国家氢能源发展蓝图报告》;2003年1月布什总统在《国情咨文》中正式宣布启动《国家氢燃料研究计划》。欧盟2002年10月成立了由欧盟委员会副主席帕拉西奥领导的氢能源和燃料电池高级专家组,并在2003年6月发表了《未来氢能和燃料电池展望总结报告》;欧盟委员会主席普罗迪2003年还宣布将在未来5年内投入20亿欧元进行氢能研究,并将有关研究列入第六个研究框架计划。日本通产省1993年启动了发展氢能和燃料电池的“新阳光计划”;2003年又推出投资110亿美元开发氢能的《WE-NET》计划。

收稿日期:2004-07-09

作者简介:顾钢,国务院发展研究中心国际技术经济研究所,副研究员。

从美、欧、日情况来看,对氢能未来的前景已有非常清楚的认识。氢能已不是该不该发展的问題,而是如何加快发展的问題。正如美国《向氢经济过渡的2030年远景展望报告》中阐述的,“氢能是美国清洁能源的必然选择”,不容置疑。战略上明确了,合乎逻辑的进展就是要制定国家发展氢能的路线图,使政策和战略落到实处。一个好的战略需要有一个好的路线图来保障,欧美近年来在实施重大科技战略中,非常强调路线图的概念。路线图通俗地说就是按照既定的方针,有时间性和阶段性地实施计划。

一、美国氢能技术路线图概况

目前美国的氢能发展路线图从时间上分为4个阶段,即2000年至2040年,每10年一个阶段,每个阶段发展的侧重点不同,但相互关联。美国氢能路线图时间的设定基本与世界三大石油公司预测的世界石油短缺年限一致,2003年Shell、Exxon、BP的报告都预测,世界石油的正常供应只够维持40多年。

从路线图计划的内容来看,美国第一阶段称为技术、政策和市场开发阶段,重点是:降低燃料电池制造成本;开发固定储氢装置,主要是金属氢材料,也包括开发碳结构(如纳米管)和玻璃微球状结构;天然气继续作为制氢的主要原料;开发氢内燃机和继续完善氢燃料电池;进一步发展固定式质子交换膜燃料电池;汽车制造商开始批量生产氢燃料汽车;在建筑物中增加燃料电池组合供热、供能的试验;继续开发便携式氢燃料电池装置。第一阶段还包括出台与氢能有关的能源和环境政策,包括减少能源进口;控制温室气体排放;控制大气污染。在全球制定和完成安全使用氢能的标准;在美国完成电和天然气的市场结构重组,扩大分布式能源系统的应用,政府加强责任、许可和法律、法规的制定,构筑氢能商业化发展框架。

第二阶段称为向市场过渡阶段。在此阶段适用于氢经济的许多重要技术进一步被挖掘,最重要的突破是通过发展大批量的固定和移动装置,从而降低燃料电池成本;氢能供应的初始阶段已经就位,尤其是氢能廉价的生产和储存;天然气依旧是制氢的主要途径,煤的汽化、核能及可再生能源技术使用比重增加;重量轻、成本低的储氢装置开始商业化;能源生产基地和燃料供应站将包含分布式氢能生产系统,有些还包括可再生能源(如太阳能和风能);一些将使用光生物和光化学技术;将进一步开发和广泛使用水力氢内燃机。联邦和州政府在推动氢能技术向市场过渡方面将扮演重要角色。许多政府或公共部门将成为氢能的“第一用户”,如公共汽车,城市管理部门、消防、公安将使用分布式能源装置,以确保连续供应,氢能系统以其对环境的优势将被重点采纳。氢能系统的军事应用也将出现,如车辆、舰艇和飞机。建筑物将大量使用氢燃料电池供热和供能。

第三阶段被称为市场和基础设施扩张阶段。这一阶段先进技术已极大地减少制氢成本,公交车辆和政府车辆将普遍使用氢燃料电池。氢能的开发已从局部向全面推广,建立国家氢能基础设施。尽管氢已能通过多种途径生产,但煤和生物质还是作为主要的原料。大大小小的压力储氢容器将开始大规模生产,其他一些储存技术,如碳结构将根据商业化需要进入开发阶段。国家政策将支持氢能市场化扩展,国家和地方标准开始实施,使氢技术的效

率变得更高。

第四阶段是走进氢经济时代。这一阶段氢能最终取代化石能源成为市场上最广泛使用的终端能源。经济性和对环境友好特性意味着氢将大量和廉价地来自于可再生能源制造,利用生物系统的氢“农场”,如藻类作物就可以制造氢,从煤和生物质汽化工厂也能大量地制造氢,生产中碳的回收减少了大气污染,被回收的碳还可以作为原料,制造其他材料。国家支持氢燃料和电力生产基础设施到位,美国公司花费数十年开发的氢技术开始向全球出口和提供服务。美国公民将享受到清洁能源系统带来的经济和环境的诸多好处。随着技术、市场和政策的完善,个人氢能交通车辆的市场自然形成。氢能车辆无论白天、黑夜都能提供动力和热能,能源的生产和运输部门的界限变得越来越模糊,氢经济将真正成为现实。

二、欧盟氢能技术路线图概况

欧盟氢能技术路线图从时间上划分为三个阶段,即短期,从 2000 年到 2010 年;中期,从 2010 年到 2020 年;中远期,从 2020 年到 2050 年。三阶段开发氢能的目标和侧重点各有所不同,但基本上也体现了欧盟发展氢能政策的连续性和一贯性。欧盟在由化石能源向氢能和可再生能源转型过程中,重点引入了可再生能源概念,利用风能、太阳能和生物质等生产氢能,强调利用可再生资源对减少温室气体和污染的作用。

欧盟实施氢能技术路线图的第一阶段重点内容是:提高使用可再生能源生产电的比例,由此通过电解等方法制取氢;提高化石能源技术的功效和化石液化燃料的质量;开始氢能和燃料电池的初级市场的应用,通过示范项目使公众逐步接受氢能概念;建设氢能管道系统,实施用于固定和移动应用的氢燃料加注 IC 工程;支持氢能基础设施的早期开发,解决关键技术瓶颈,如氢的制取、储存、安全;完善燃料电池的性能和价格。这一阶段将开发小于 500 千瓦的固定式高温燃料电池系统(MCFC/SOFC);开发小于 300 千瓦的固定式低温燃料电池系统(PEM)。

技术路线图的第二阶段重点内容是:继续增加生物质液化燃料的使用;继续使用通过化石原料(包括煤)转化为氢和燃料电池,这将有利于逐步实现氢经济和减少二氧化碳,这样产生的氢适合于常规的燃烧系统、氢气涡轮发电机和燃料电池系统,减少温室气体和污染物排放;完善可再生能源制氢系统,继续研究和开发其他无碳能源,如太阳能和先进的核能;系列化生产燃料电池汽车和其它运输工具,并使具有价格竞争力的氢能汽车进入家庭;建造分布式燃料电池电力供应站,使高温燃料电池系统(SOFC)达到小于 1 万千瓦级水平。欧盟要求到 2020 年,新的氢燃料乘用车比例要达到 5%,其他氢燃料交通工具比例达到 2%。所有车的平均二氧化碳排放量减少 2.8g/km,二氧化碳年排放量减少 1500 万吨。

第三阶段将使氢能满足不断增长的能源需求,通过大量使用可再生能源和先进核能生产氢能;扩大氢能的分配网络,保持环境的良性循环;将目前 30%的加油站改建成加氢站,氢燃料汽车成为家庭用车的首选;逐渐改变目前以电力生产和电网分配为中心的能源供应模式,取而代之的是以燃料电池和智能网络分配为特征的分布式供能模式,氢能经济基本取代传统的化石能源经济。欧盟要求到 2040 年,新的氢燃料乘用车比例要达到 35%,其他氢

燃料交通工具比例达到 32%。所有车的平均二氧化碳排放量减少 44.8g/km,二氧化碳年排放量减少 2.4 亿吨。

三、国外氢能技术路线图对我国的启示

从美国和欧盟的氢能技术路线图来看,两者不约而同地都将氢能作为可持续能源政策的核心内容,从能源安全、环境保护以及国家安全的战略高度来规划路线图。强调路线图计划的现实性和可操作性,强调政府的宏观调控与市场机制的结合;强调基础设施建设并要循序渐进;强调法律、法规和国际合作的重要性。这些政策框架基本符合了发展氢能的战略需求,因此我认为,制定我国氢能技术路线图也应在此前提下考虑。

目前我国经济的高速增长正越来越受到能源和环境问题的制约,能源短缺和环境恶化成为影响中国可持续发展最棘手的问题,所以尽快制定符合我国国情的氢能源发展战略和具有明确议程的氢能技术路线图显得尤为重要。为此,提出如下几点建议:

(一) 将开发氢能列入国家长期能源战略

目前,我国还没有制定专门关于氢能的中长期发展战略和详细的实施计划。由于能源政策不到位,一些部门和地方产业政策不符合未来能源发展和环境保护要求,导致能源供求关系经常失衡、能源浪费和环境破坏。因此政府有必要从有利于我国经济长期稳定发展、有利于资源利用和环境保护、有利于能源安全和减少国际冲突前提出发,制定符合我国国情的长期氢能源发展战略,在此基础上规划我国未来氢经济的发展模式和产业模式,加大对氢能源开发的投资力度。

(二) 制定目标明确的氢能源开发路线图

虽然国家有关部门制定的我国中长期能源发展计划中涉及到氢能,但没有阶段性的明确目标和具体行动议程,结果造成盲目研发、重复研发、资金浪费、难见成效。因此,政府和有关部门需制定有阶段性目标和衡量指标的氢能源发展路线图,并落实到具体研发机构。实施氢能产业化还需要政府有关部门通力合作,除了政府主导和投资外,还应进一步促进地方和民间私有资本发展氢能源。

(三) 建立产、学、研合作机制和合作平台

目前我国的氢能开发还处于跟踪国外技术阶段,国家“863”和“973”计划虽然已投入一定的经费,但离产业化目标还相去甚远。要实现这一目标,需要借鉴国外的经验,尽快建立产、学、研合作平台,集中各方优势,完善氢能技术评估、交流、合作机制,以此推动中小企业参与氢能技术和产品开发。应建立几个国家氢能源重点实验室,并促使国家大型能源企业和汽车制造企业参与氢能开发进程。

(四) 加快基础设施和示范项目建设

“氢经济时代”不是自然而然,不可能坐享其成,需要提前发展基础设施,包括氢能管道网、储存设施、加氢站等。在目前的城市天然气管线、加油站等基础设施建设中,要考虑与未来氢能源的兼容性,将氢能基础设施建设纳入国家基础设施建设和城市建设的整体规划中。另外需加快氢燃料公交车等示范项目的研发和普及,通过政府扶持的公共(转第6页)

结 语

为保障国民经济持续、快速发展对能源的需求,为改善能源结构和提高能源效率以有效地减少污染物和温室气体排放,为可靠地供应充足的液体燃料以增强经济抵御石油价格动荡冲击的能力和保障国家安全,为从根本上建立能源生产和利用的科学技术自主发展能力,我们需要高度认真地对待国家能源 R&D 计划。

这一计划将为面向 21 世纪可持续发展的能源工业建立具有战略意义的关键高技术基础,并通过其产业化推动相关产业的发展和为新的经济增长点创造有利条件。

(转接 37 页)

项目,使公众逐步认识氢能源可能给经济、社会和生活带来的巨大变化。

(五) 开发有中国特色的氢能源技术

我国研究部门应加强自主知识产权的氢能源技术和产品开发,应根据我国煤炭、风能、太阳能资源丰富的特点,开发有中国特色的氢能源生产技术。中短期内应利用现有的石油和化工制氢能力,发展天然气与氢气混合的富氢技术,研究清洁煤和可再生能源制氢技术。中长期内应使清洁煤制氢技术和可再生能源制氢技术实现产业化,逐步实现高效、廉价、安全的氢能源生产和使用。

(六) 加强标准化研究和国际合作

氢能产品制造规范、技术标准、以及安全性和可靠性研究将直接关系到未来产业化实施,因此,研究部门要关注技术标准和产业化研究。美、欧、日、中等 16 个国家已正式建立了“氢能经济国际伙伴关系”(IPHE),中国也已成为国际能源署(IEA)的重要成员。我国应充分利用各种国际合作机制,发展有中国特色、与国际接轨的氢能源经济。