

我国新能源发展障碍与应对: 全球现状评述

闫 强, 陈毓川, 王安建, 王高尚, 于汶加, 陈其慎

中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心, 北京 100037

摘 要: 以化石能源为主的能源消费模式已经难以满足可持续发展的要求, 改善能源消费结构、减少对化石能源的依赖势在必行。在此背景下, 发展环境友好、地域分布相对均衡且潜力无限的新能源成为各国共识。新能源包括太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能、氢能、天然气水合物、核能、核聚变能等共 9 种类型。由于种类繁多、资源禀赋和物化特征差异悬殊, 开发利用新能源需要面对比化石能源复杂得多的规划、管理和技术问题。如果措施不当, 不但会造成经济损失, 而且可能会威胁到人类安全。在全面深入了解全球新能源发展现状的基础上, 认真总结各国经验教训, 制定合理的发展战略, 是开发利用新能源的先行性工作, 具有重要意义。本文对国内外新能源资源情况、技术水平、总体发展现状进行分析, 并对我国新能源发展过程中的制约因素进行深入剖析, 结合我国国情提出新能源发展的对策建议。

关键词: 新能源; 发展现状; 障碍分析; 战略对策

中图分类号: TK01; F062.1 文献标志码: A 文章编号: 1006-3021(2010)05-759-09

Development Obstacles of New Energies in China and Countermeasures: A Review on Global Current Situation

YAN Qiang, CHEN Yu-chuan, WANG An-jian, WANG Gao-shang, YU Wen-jia, CHEN Qi-shen

Research Center for Strategy of Global Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037

Abstract: It is difficult for the current energy consumption pattern dominated by fossil energy to meet the demand of sustainable development. So it is imperative to optimize energy consumption structure and to cut down the dependence on fossil energy. Under this background, development of new energies with friendly environment, comparatively balanced distribution and infinite potential has become common understanding in various countries. New energies include totally nine types: solar energy, wind energy, biomass energy, geothermal energy, ocean energy, hydrogen energy, gas hydrate, nuclear energy and fusion energy. In exploiting and using new energies, many problems have to be tackled in planning, management and technology, and these problems are more complicated than problems existent in fossil energy. This is because of the abundant sorts of new energies and their great differences in the aspects of resource endowment and physical-chemical characteristics. Improper development measures would not only cause economic loss but also possibly endanger human security. On the basis of overall and deep understanding of global new energy development, the earnest summarization of experience and lessons of other countries and the formulation of the development strategy constitute the antecedence work with important significance in developing and utilizing new energies. Based on a review of the resource potential, technological level and general development situation and a thorough analysis of obstacles in the new energy development process in China, this paper puts forward new energy development policies in accordance with the reality of China.

Key words: new energy; development status; analysis of obstacles; strategic countermeasures

随着化石能源尤其是石油供应的日趋紧张, 以及由化石能源使用所带来的环境与全球气候变暖问

本文由中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(编号: ywf0906, ywf1007, K0812)和国家开发银行研究项目(编号: E0811)联合资助。

收稿日期: 2010-07-21; 改回日期: 2010-08-31。

第一作者简介: 闫强, 男, 1972 年生。博士。主要从事能源发展战略研究。通讯地址: 100037, 北京市西城区百万庄大街 26 号。电话:

010-68999655。E-mail: cagsyq@163.com。

题日益严峻,人类迫切需要改变传统的能源消费模式和消费结构。在全球金融危机还远未结束的背景下,以及发展低碳经济越来越成为全球各国共识的形势下,开发利用种类繁多、资源丰富、环境友好、渗透性高的新能源既是培育新的经济增长点、提振低迷经济之路,也是提升经济发展质量、提高人们生活水平之需。世界各国正为此做不懈努力,新一轮对新能源的研发与投资竞争正在迅速展开。奥巴马政府计划在 10 年内投资 1500 亿美元来资助新能源的研究,并计划在 2030 年前将能源效率提高 50%,争取 2050 年前实现温室气体排放减少量达到 80%。我国对新能源研发和投资的重视程度丝毫不亚于发达国家。据报道,我国已于 2009 年成为对新能源投资最多的国家,达 346 亿美元,相当于美国的 2 倍。

各国对新能源开发给予前所未有的重视必将推动人类能源消费结构从第一阶段的薪柴、第二阶段的煤炭、第三阶段的油气过渡到终极阶段的新能源。面对不再遥不可及的新能源社会,相关预警性和前瞻性战略研究也日益升温,近年来已取得颇为丰富的成果(王安建等, 2010; 王安建, 2010; 王高尚, 2010; 王高尚等, 2002; 于汶加等, 2010; 邹愉等, 2010; 李铭等, 2010; 林建等, 2010; 徐铭辰等, 2010; 李建武等, 2010; 李晓明等, 2010; 李玉喜等, 2009)。不过,从已有成果来看,多为就某一新能源品种或某一国家或地区情形做的分析,少见从全球着眼、从某国着手由面到点、由浅入深进行全局性、针对性剖析的研究成果。在本次研究中,笔者试图以此为思路进行探索,以期能为我国新能源发展中存在的问题把脉,同时提出针对性的战略对策。

1 新能源范围的界定

相对传统能源而言,新能源一般具有以下特征:第一,尚未大规模作为能源开发利用,有的甚至还处于初期研发阶段;第二,资源赋存条件和物化特征与常规能源有明显区别;第三,开发利用技术复杂,成本较高;第四,清洁环保,可实现二氧化碳等污染物零排放或低排放;第五,资源量大、分布广泛,且大多具有能量密度低的缺点。按照上述特征,可以把新能源范围确定为以下 9 个品种:太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能、氢能、天然气水合物、核能、核聚变能。其中,生物质能分为传统生物质能和现代生物质能,传统生物质能属于非商品能源,利用方式主要为柴草、秸秆等免费生物质的直接燃烧,用于烹饪和供热;现代生物质能包括

生物质发电、沼气、生物燃料等,是生物质原料加工转换产品。新能源中的生物质能仅指现代生物质能。传统生物质能与水电可合称为传统可再生能源,太阳能、风能、现代生物质能、地热能、海洋能则合称为新型可再生能源,是新能源的主要组成部分。

2 新能源技术发展现状

自 20 世纪后期以来,新能源技术得到快速发展,生产成本也随之降低,部分新能源率先进入产业化阶段。美国、日本、欧洲非常重视新能源技术的研发,水平处于全球领先地位,产业化和市场化水平也领先于世界。近年来,我国明显加大了新能源技术研发力度,在太阳能热水器、户用沼气等个别领域已经处于世界先进水平。2001 年 11 月,《京都议定书》中引入的灵活履约机制 - 清洁发展机制(CDM)正式启动,该机制为发展中国家开发和引进新能源所需要的资金和技术提供了绝佳机会,我国成为清洁发展机制的最大受益国之一。

按照技术水平成熟度和技术转化情况,新能源的发展可分为研发、示范、推广和产业化 4 个阶段(图 1)。核电、太阳能热水器、沼气等技术已经成熟,进入产业化成熟阶段;太阳能光伏发电、风电、生物质发电、地热发电、生物燃料等技术基本成熟,已经进入产业化初期或中期阶段;地源热泵、大中型沼气池需要靠规模化来降低成本,处于推广阶段;太阳能热发电、潮汐发电、氢能的制备和储存、燃

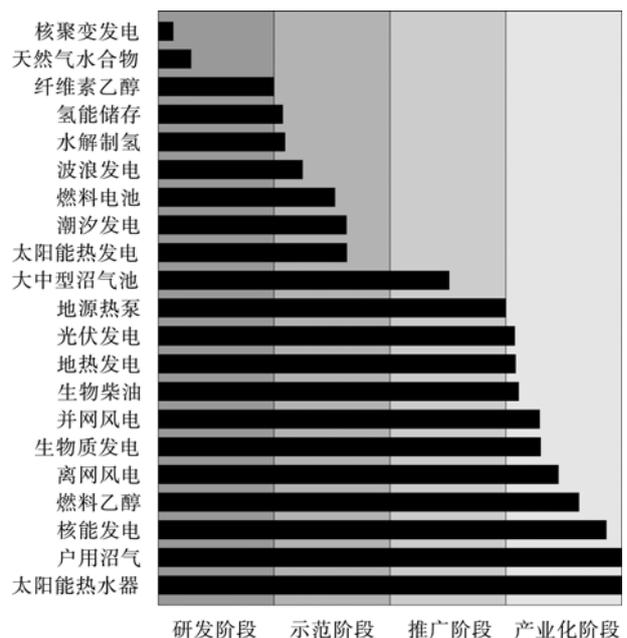


图 1 新能源技术发展阶段

Fig. 1 New energy development stages

料电池在技术上已经成功,但需要做进一步的提升,目前还处于示范阶段;纤维素乙醇、天然气水合物勘探和开采、受控核聚变等技术尚未成熟,还处于研发阶段。

目前,商业化晶体硅电池的转换效率不到 20%,太阳能光伏发电技术需要进一步克服光电转换效率低和电池材料成本高等问题。在太阳能热利用技术方面,除了已经成熟的太阳能热水器和太阳能温室技术外,太阳能热发电技术还需要进一步降低发电成本,美国在此领域走在世界前列。

欧洲和美国的大型并网风电技术在世界领先。目前,单机功率最大的风电机组为 7000 kW,正在研制中的风电机组最大功率为 10000 kW。未来的风电技术将在叶片材料、风速调节、齿轮箱、发电机等关键环节上做进一步提高,以提高适应风速变化的能力、延长设备寿命及降低发电成本。

生物质能开发技术主要包括燃料乙醇技术、生物柴油技术、生物质发电技术和沼气技术,美国和巴西在燃料乙醇技术方面领先,欧洲则在生物柴油和沼气技术方面具有优势。生物质能技术的未来发展方向是纤维素乙醇技术,该技术以农林废弃物中所含的纤维素和木质素为原料,不消耗粮食或糖类。如果纤维素乙醇的生产成本降至可接受水平,可在很大程度上缓解人类的粮食供应和环境保护压力,这将是生物质能技术发展史上最具意义的重大突破。

地热的开发主要包括直接利用和地热发电两个方面。地源热泵技术属于地热直接利用技术,可充分利用无处不在的低温地热资源,目前技术已基本成熟。采用梯级开发和综合利用的办法可提高地热利用率,如热电联产联供,热电冷三联产,先供暖后养殖等。

海洋能发电包括潮汐发电、波浪发电、海流发电、温差发电、盐差发电,目前只有潮汐发电技术相对比较成熟,其他发电技术还处于示范或研发阶段。潮汐发电技术与传统水力发电技术在原理上一样,不过由于潮汐能的品质较差加之海水腐蚀等问题,投资和发电成本难以在短时间内下降。

制备氢的原料包括化石燃料、水和生物质,以天然气制氢的成本最低。水是无处不在的氢矿,以水制氢是未来的发展方向,主要方法有电解法、热解法、光解法、热化学法等,技术上已可以实现,但因耗电量巨大而导致成本高昂。氢能普及的另一个重大障碍是氢的安全高效储运技术,目前仍处于发展之中,主要有加压气态储氢、液化储存、金属氢

化物储存、非金属氢化物储存、碳材料储氢等。

绝大多数天然气水合物资源分布在海底,开采技术分为热解法、降压法、化学试剂法等。由于天然气水合物的开采可能会诱发地质灾害及引起生态和环境问题,勘探和开采技术需要充分考虑多方面因素,预计商业化开采还需要较长时间。

核电技术是最成熟的新能源技术之一,目前已经运行的商业核反应堆基本上都采用第二代核电技术。国外在建的核反应堆大多采用来自于由美国和欧洲研发的第三代核电技术。第四代核电技术在安全性、经济性、核燃料利用率、防扩散性等方面有了进一步提高,目前技术正在完善之中。

2006年11月,中国、美国、欧盟、俄罗斯、韩国、日本和印度等7方启动了国际热核聚变实验反应堆(ITER)科研项目,该项目共投资100亿欧元,主要目的是集中各方的财力和技术,联合研发受控核聚变发电技术。如果进展顺利,2035年左右将建成示范堆,2055年前后将有可能实现商业化发电。

3 新能源开发利用现状

2007年,全球一次能源供应总量为120.29亿toe,其中,包括传统生物质能和水电在内的可再生能源为14.92亿toe,占总量的12.4%(图2)。核能为7.1亿toe,约占5.9%。目前全球核电装机容量已达3.73亿kW,年发电量2.6万亿kWh。

生物质能是利用量最大的可再生能源,相当于全部可再生能源的四分之三,占全球一次能源供应量的比例为9.6%。生物质能绝大部分为传统生物质能,约占全部生物质能的80%,而现代生物质能仅占20%。水电是第二大可再生能源,占全部可再生能源的17.7%,在全球一次能源供应量中的比例为2.2%。新型可再生能源的开发利用程度很低,在全球一次能源供应量中的比重仅为2.4%左右,占全部

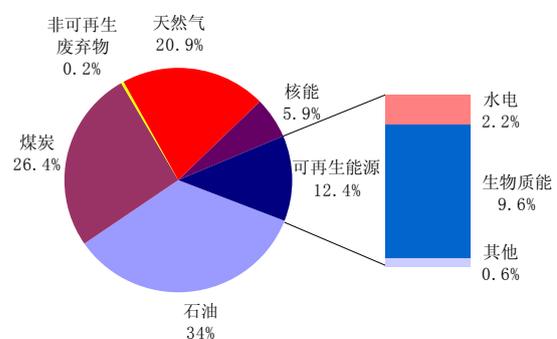


图2 2007年全球一次能源结构

(来源: 国际能源机构(IEA), 2009)

Fig. 2 Global primary energy structure in 2007 (source: International Energy Agency(IEA), 2009)

可再生能源的比例也仅为 19%左右,意味着新型可再生能源发展潜力巨大(图 3)。

2007 年,全球新型可再生能源发电装机容量达 1.65 亿 kW,相当于全球电力装机总容量的 3.7%(表 1)。德国、美国、西班牙、日本等发达国家的可再生能源产业化水平已达到较高程度,其市场规模和装备制造水平跟其他国家相比具有明显优势。我国也是世界重要的可再生能源大国,太阳能热水器产量和保有量、光伏电池产量、地热直接利用量以及沼气产量都位居世界第一。近几年,我国风电发展势头迅猛,据全球风能理事会最新统计,2009 年我国风电新增装机容量达 1300 万 kW,居世界第一位,累计装机容量达 2510 万 kW,已跃升为世界第三位。不过,我国在更为重要的太阳能发电方面却非常落后,2008 年度的光伏发电容量只有 14.5 万 kW,仅占世界的 1%。总的来说,我国对新型可再生能源的开发多集中在技术含量较低的供暖和制热领域,在可再生能源发电尤其是太阳能发电的技术水平和利用规模方面跟其他国家相比存在很大差距(SHC, 2009; EPIA, 2010; GWEC, 2010; Licht, 2008; RFA, 2009; REN21, 2009; 中国地质调查局, 2006; IGA, 2010;

Lund, 2006; Bertani, 2007; WNA, 2010)。

核能在我国一次能源结构中比重不足 1%,目前核电装机容量为 859 万 kW,发电量 653 亿 kWh,分别占世界的 2.3%和 2.5%。我国核电发展前景良好,在建规模高达 2000 多万 kW。按照目前发展形势,我国将在 10~20 年后成为世界第一核电大国。

4 我国新能源发展障碍分析

我国是世界上举足轻重的新能源应用大国,在

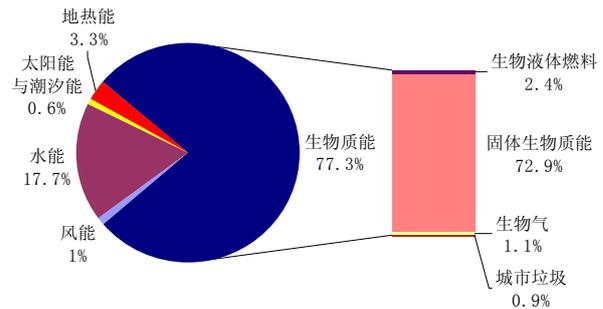


图 3 2007 年全球可再生能源结构

(来源: IEA, 2009)

Fig. 3 Global renewable energy structure in 2007

(source: IEA, 2009)

表 1 全球及我国新能源开发利用现状

Table 1 Global and China's development status of new energy

种类	统计年份	单位	中国	全球	中国占全球比重(%)	分列前三的国家(地区)
新型可再生能源发电装机容量	2007	万 kW	905	16504	5.5	德国、美国、西班牙
太阳能热水器产量	2007	万 kW	1480	1987	74	中国、美国、德国
太阳能热水器保有量	2007	万 kW	7990	14558	55	中国、美国、土耳其
光伏电池产量	2008	万 kW	260	680	38.2	中国、德国、日本
光伏电池新增安装量	2008	万 kW	4.5	556	0.8	西班牙、德国、美国
光伏电池累计安装量	2008	万 kW	14.5	1473	1	德国、西班牙、日本
风电新增装机容量	2009	万 kW	1300	3747	34.7	中国、美国、西班牙
风电累计装机容量	2009	万 kW	2510	15790	15.9	美国、德国、中国
风电发电量	2008	亿 kWh	128	2600	4.9	德国、美国、西班牙
燃料乙醇产量	2008	万 toe	106	2857	2.9	美国、巴西、欧盟
生物柴油产量	2007	万 toe	8	756	1.1	欧盟、美国、印度尼西亚
沼气产量	2007	万 toe	534	1693	31.5	中国、美国、德国
生物质发电装机容量	2007	万 kW	300	4850	6.2	欧盟、美国、中国
生物质发电量	2006	亿 kWh	64	2394	2.7	美国、日本、德国
地热直接利用装机容量	2005	万 kW	369	2827	13	美国、瑞典、中国
地热直接利用量	2005	万 toe	108	653	16.6	中国、美国、瑞典
地热发电装机容量	2007	万 kW	3	973	0.3	美国、菲律宾、印度尼西亚
地热发电量	2006	亿 kWh	1	592	0.2	美国、菲律宾、墨西哥
海洋能发电装机容量	2007	万 kW	1.1	30	3.7	法国、加拿大、中国
海洋能发电量	2007	亿 kWh	0.2	6	3.3	法国、加拿大、中国
核电装机容量	2010	万 kW	859	37269	2.3	美国、法国、日本
核电发电量	2008	亿 kWh	653	26010	2.5	美国、法国、日本

注: 全球生物质发电装机容量、全球沼气产量、全球海洋能发电量、中国海洋能发电量为估算数。

太阳能热利用、沼气生产、地热直接利用等方面居世界领先地位，为优化能源结构、改善环境状况、提高农村能源品质等发挥着重要作用。尽管我国在部分新能源产业领域已具备相当规模，但跟发达国家相比，在资源评价、技术水平、成本控制、市场机制等多个方面存在较大差距，新能源发展过程中的许多障碍和瓶颈仍未消除。

4.1 资源评价工作不充分

摸清新能源的资源家底是制定新能源发展战略、设定新能源发展目标、开发新能源技术的前提。新能源种类繁多、情况复杂，分布区域往往在偏远地区，新能源资源评价是一项技术要求高、投入资金大且费时费力的工作。太阳能的资源评价相对简单，现在比较缺乏的是大比例尺和分区域的太阳能资源分布图。多个机构对我国风能资源量进行过评估，现被引用最多的是我国气象部门公布的数据，但这个数据比其他机构公布的数据要低得多，其准确性难以判断。对风能资源的评价还需要在技术指标、参数设置、评价标准等方面进行完善和统一。生物质能资源的评价多集中在现有农林作物的资源量上，对不同情景下边际土地的资源潜力以及发展生物燃料对粮食安全的影响没有进行系统评估。我国对地热资源评价所投入的地质工作量不够充分，尤其是对东部城市所在区域的低温地热资源情况及其潜力还没完全摸清楚。我国对五类海洋能都做过资源评价，对具有开发潜力海域的地质工作需进一步加强。我国海域和冻土带具有天然气水合物的成矿条件，随着政府对天然气水合物勘查力度的不断加大，南海海域和藏北高原地区有重大发现，但比较准确的全国性天然气水合物资源量数据至今还没有公布。我国是铀矿资源贫乏的国家，已发现的资源量远不能满足未来核电发展的需求，主要原因之一一是铀矿地质工作程度低，仍然存在大量的找矿盲区。

4.2 技术总体水平较低

新能源技术研发对资金投入、人才素质要求很高，我国一直存在研发投入不足且高端技术人才短缺的困扰，总体技术水平跟欧美发达国家相比还有较大差距。发达国家对新能源关键技术进行严密控制，我国即使以高昂的代价也难以获取国外核心技术，以市场换技术不一定能够取得良好效果。我国的大功率风电机组、生物质直燃发电锅炉、多晶硅炉以及基于新一代技术的核电设备基本依赖进口，对花巨资购买的技术装备未能充分诱发技术扩散，

缺乏有效消化、吸收和再创新，导致利润的大部分被发达国家所获取。虽然我国已经拥有金风、尚德等具备抗衡国外生产商的科技型新能源企业，但绝大多数新能源设备生产厂家仍然存在规模偏小、集约化程度低、工艺落后等问题，产品技术含量普遍较低且质量不稳定，仅能满足低端需求。此外，我国可再生能源集成应用技术不成熟，开发可再生能源产生的经济效益和社会效益不明显，难以产生良好的示范效应。

4.3 成本跟常规能源相比明显偏高

新能源的高成本、高价格是影响其推广应用的障碍。由于技术复杂、规模偏小，新能源基建和单位投资成本普遍高于常规能源，导致新能源产品的单位成本也难以下降。目前，产品成本比常规能源低或相当的只有太阳能热利用、地热直接利用、沼气，各类新能源发电成本都高于燃煤发电和水力发电。假定燃煤发电成本为 1，则核能发电的成本略高于煤电，生物质发电成本为 1.5，风力发电成本为 1.7，太阳能光伏发电成本为 11~18。燃料乙醇和生物柴油的成本也高于汽油和柴油。成本过高会抑制新能源市场容量的扩大，反之，市场狭小又会给新能源的成本降低造成障碍，形成恶性循环。市场自身的力量无法打破这种恶性循环，必须依靠政府的优惠政策和激励措施。

4.4 产业投资不足，融资渠道不畅

新能源初期投资的单位成本比常规能源高，投资回收期长且风险高，对投资者的吸引力不足，需要广开投资渠道。迄今为止，我国新能源建设项目还没有规范地纳入各级财政预算，没有为新能源建设项目设立类似常规能源的固定资金渠道，投资者经常受融资渠道不畅的困扰。从我国国内情况来看，由于新能源市场前景不明朗，国内银行贷款审批较严，取得贷款尤其是超过 15 年的长期贷款难度较高。从国际资本市场来看，尽管国际贷款期限较长，但目前国际金融组织已经取消了原来对我国的软贷款。利用国际金融组织贷款的谈判过程长且管理程序繁琐，造成贷款成本较高。值得引起注意的是，世界银行的管理政策越来越趋于政治化，如对腐败、民间参与、政府管理、移民、环境等问题的关注，使项目工作复杂化，一般投资者难以接受。融资障碍造成的资金来源不足限制了新能源的发展，使我国新能源行业难以达到经济规模，应有的规模效益得不到体现，影响了各方面对新能源的投资信心。与新能源大部分领域出现投资不足的现象相反，在新

能源的个别领域却现出了投资过热的现象,可能会带来产能严重过剩及环境污染问题,这种现象同样值得关注。

4.5 市场规模偏小,公众消费意愿不强

我国大部分新能源产品缺乏统一技术规范、质量认证标准和质量监督体系,相关的信息服务也没有及时跟进,整个市场处于无序状态,干扰了市场的开发。新能源在成本上无法与常规能源直接竞争,但是缺乏竞争又会使新能源过高的价格长期得不到降低,从而限制了新能源市场的扩大。我国还出现了新能源市场与产业脱节的现象,一个典型的例子是太阳能光伏发电。我国的多晶硅原料严重依赖进口,而所生产的光伏电池又几乎全部出口,国内市场狭小。对消费者而言,选择新能源产品时所考虑的因素主要是价格和品质。当新能源价格超过消费者的承受能力时,消费者只能选择常规能源,即使价格可以承受,如果新能源产品的品质较差或使用不便,也不会对消费者产生吸引力,从而限制了新能源产品的市场规模。例如,太阳能热水器的综合使用成本低于电热水器和燃气热水器,但由于易受天气状况影响且维护不便,难以成为大多数消费者的首选,热水器三足鼎立的局面在很长一段时间内不会打破。作为我国最为成熟、普及率最高的新能源产品,太阳能热水器尚且如此,其他新能源产品更是不可能短期内激发公众消费意愿,成为市场上的主流。

5 我国发展新能源的对策建议

目前我国已是世界第一大碳排放国,能源消费总量与美国非常接近。并将很快超过美国而成为世界第一能源消费大国。根据中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心的预测,我国一次能源需求量将由2009年的21亿toe增加至2030年的35~41亿toe,其中,核能与可再生能源的比重将由11%增加至27%,成为我国的主流能源(王高尚等,2002;王安建等,2010)。我国发展新能源具有优化能源结构、保障能源安全、增加能源供应、减轻环境污染等多重意义,同时也是全面落实科学发展观,促进资源节约型、环境友好型社会和社会主义新农村建设,以及全面建设小康社会和实现可持续发展的重大战略举措。各方应努力创造有利条件,充分考虑各类新能源的资源条件、技术成熟度、经济可行性等方面的差异,因地制宜、分类指导,有区别、有重点地推动新能源的开发和使用(江泽民,2008)。我国政府已把发展新能源上升到国家战略的高度而加以重视,

陆续出台了多部法律法规和配套措施。国内外学者也提出不少有关我国新能源发展战略或政策方面的观点,为政府的决策提供参考。结合国内外新能源发展的历史和现状,借鉴全球各国新能源发展经验,针对目前我国新能源发展过程中存在的问题,特提出如下对策建议:

5.1 正确选择新能源发展方向

根据资源状况和技术发展水平,确立以太阳能为核心、核能和风能为重点的发展方向。太阳能是资源潜力最大的可再生能源,化石能源、风能、生物质能及某些海洋能都间接或直接来自于太阳能,地球每年接收的太阳辐射能量相当于当前世界一次能源供应量的1万倍。我国的太阳能热利用已经走在世界的最前列,太阳能光伏电池的产量也已经跃居世界第一,不过在太阳能光伏发电方面却与光伏电池生产大国的地位极不相符。我国应进一步扩大在太阳能热利用方面的优势,同时把发展并网光伏和屋顶光伏作为长期发展重点。风能是利用成本最低的新型可再生能源,风电成本可以在几年内降低到常规发电的水平,目前已经初步具备市场化运作的条件。我国风力资源较丰富的区域为西部地区及东部沿海,属于电网难以到达或电力供应紧张的地区,发展风电应是近期和中期的努力方向。核燃料的能量密度远高于常规能源,核电站可以在较短时间内大量建造,迅速弥补电力装机缺口,最近国家发改委已经把核电规划容量提高了一倍多。

5.2 加强与有关国家在资源开发方面的合作

我国是铀矿资源贫乏的国家,已发现的资源量远不能满足未来核电发展的需要,铀矿供应必须依赖国际市场。世界上铀矿资源丰富的国家有澳大利亚、美国、哈萨克斯坦、加拿大、俄罗斯等,这5个国家的资源量合计占全球的比重为三分之二。其中,澳大利亚和哈萨克斯坦都是无核电国家,所生产的铀矿主要用于出口。我国与澳大利亚、哈萨克斯坦国家关系良好,可作为实施铀矿“走出去”战略的两个最重要目的国。合作重点应该放在最上游的勘探、开采领域,争取获得尽可能多的探矿权和采矿权,为我国核电站提供稳定、长期的核燃料来源。

目前全球对天然气水合物的地质工作程度还非常低,这为我国获取海外天然气水合物资源提供了绝好的机会。在油气资源领域,美国、日本等发达国家已经把全球大部分优质资源瓜分完毕,而在天然气水合物领域,我国还存在较多获取海外资源的机会。太平洋边缘海域陆坡、陆隆区及陆地冻土带

的天然气水合物资源非常丰富,这一地带所涉及的国家主要是俄罗斯、美国、加拿大,应努力争取获得跟上述三国合作开发的机会。拉丁美洲国家沿海的天然气水合物资源也比较丰富,要充分利用这些国家技术力量薄弱、研究程度低的现状,加强与这些国家合作,以期获得更多的勘探、开采机会。

东南亚处于热带地区,自然植被以热带雨林和热带季雨林为主,特别适合油料作物的生长,是发展生物柴油产业的理想区域。东南亚国家是我国的近邻,可为我国的生物柴油产业提供丰富而廉价的原料。我国可采取以技术、市场换资源的合作方式,在当地设立林油一体化生产基地,产品以供应我国国内为主。

5.3 加大新能源技术研发力度

我国从事新能源技术研究的机构分布在上百所高校和科研机构,数量虽多,但由于力量分散,具有世界水平的研究成果并不多。建议整合具有一定实力的新能源研究机构,参照美国成立新能源技术方面的国家实验室。抓住当前因金融危机而引发全球裁员潮的有利时机,积极创造条件吸引国外高端研究人才。以新能源重大基础科学和技术的研究为重点,加强科研攻关,尽快改变我国新能源科学技术落后的面貌。密切与国外的技术合作与交流,充分利用 CDM 机制,注重先进技术引进并进行消化吸收与再创新,努力实现技术水平的跨越式发展。

可再生能源大多具有能量密度低、资源分布不均衡等缺点,对其进行低成本、高效率利用是新能源开发的首要问题。显然,可再生能源开发技术的复杂程度要比常规能源高得多,涉及资源评价、材料和设备制造、工程设计、配发和管理等多个领域,必须进行跨学科联合攻关,这对我国目前相对封闭的科研体制提出了挑战。国家需要在搞活科研创新机制、打造科研合作平台、加大知识产权保护力度等方面做更多的努力,营造良好的科研环境。

5.4 有序推进新能源产业化和市场化进程

只有实现新能源的大规模产业化和市场化,才有可能使新能源的利用成本降至具有竞争力的水平,为新能源的普及打下基础。在新能源开发成本较高、使用不便的情况下,推进新能源产业化和市场化必须由政府作为推手。促进产业化和市场化的措施涉及电价、配额、示范工程、技术转化、税费减免、财政补贴、投资融资等,要对各种新能源的不同特点进行充分分析,分门别类地制定合适的激励政策。为保证政策的长期有效要建立完善的督促检查机制,对违规行为进行惩处,以维护国家政策措施

的严肃性。

国家应及时更新新能源产业的投资指导目录,引导、鼓励企业和个人对新能源的投资。同时,也要对新能源投资行为进行规范,避免一哄而上,造成局部重复投资或投资过热。防止企业借投资新能源套取财政补贴、减免税费或增加火电投资配额等不良行为。约束高污染新能源行业的投资行为,尤其是多晶硅副产品四氯化硅所带来的环境污染问题值得关注。

5.5 调整、完善新能源发展规划和政策措施

我国已经出台的新能源发展规划有《可再生能源中长期发展规划》、《可再生能源发展“十一五”规划》、《核电中长期发展规划(2005-2020年)》等,部分行业部门和地方地府也针对实际情况制定了各自的发展规划。国家级的规划存在两个问题,一是发展目标定得偏低,如风能到2010年的发展目标为1000万kW,到2020年的发展目标为3000万kW,而事实上,1000万kW的目标已经于2008年实现,3000万kW的目标也可能提前于2010年实现;二是缺乏设备制造产业和资源评价方面的目标。

国家有关部门应密切跟踪国外新能源现状,充分考虑新能源资源量、技术发展水平、环境减排目标、常规能源现状等因素,对我国新能源发展规划做出适当调整和完善,为新能源产业发展提供指导。我国有关新能源与可再生能源的规定和政策措施并不比国外少,但这其中有许多已经不再符合我国的实际,应立即对不合时宜或相互矛盾的规定和措施进行清理,制定出切实可行、可操作性高的配套法规和实施细则。

5.6 建立符合国际标准的新能源统计体系

做好新能源的统计可为新能源科学研究、政府部门决策、企业发展目标的制定等提供重要依据和参考。我国在新能源统计方面比发达国家有着相当大的差距,目前对新能源的统计主要依靠行业协会或学会,但这些机构所提供的统计数据在系统性、时效性、科学性等方面很难令人满意。迄今为止,我国没有任何机构和个人能够对新能源发展现状进行系统、全面、及时地统计,许多涉及我国的新能源统计数据只有国外网站才能提供。建议国家有关部门调集各方力量成立专门的新能源统计机构,通过各种渠道收集国内外新能源统计数据,并把数据及时公布。

国际能源机构(IEA)对一次能源进行统计时,将可再生能源的发电量直接换算成油当量,并不按火

电容量因子进行折算。但我国有关部门在统计时,往往按火电容量因子(约为 33%左右)把可再生能源发电量进行折算,这意味着有关部门的统计结果要比国际能源机构所提供的统计结果大 2 倍左右,极易引起误解和混乱。国际能源机构是全球最大、最权威的能源统计和研究部门,所采取的统计方法和公布的统计数据被世界各国广泛认可。为了便于对国内外新能源发展状况进行对比研究,建议国家有关部门在统计方法方面采用国际能源机构标准。

6 结语

新能源大多存在能量密度低、资源分散、获取困难等不足,开发成本较高。各类不同的新能源在资源禀赋、物理和化学性质、开发利用技术等多个方面存在着很大差异,因此,不同品种新能源的技术成熟度、产业化水平及市场竞争力各不相同。太阳能热利用、风力发电、生物质发电、糖基燃料乙醇、沼气利用、核能发电、地热等开发利用成本跟化石能源比较接近,甚至具有一定的市场竞争优势,而太阳能光伏发电、核聚变、天然气水合物、海洋能、氢能等开发成本高昂或技术上不成熟,对其商业化利用还需要一定的时间。可以预料,随着传统能源资源的不断耗竭、人类可持续发展理念的不断加强,以及新能源技术的突飞猛进,在世界各国的共同努力下,以取之不尽、用之不竭的安全清洁的太阳能或核聚变能为主要能量来源的能源消费模式将于本世纪或下世纪实现,经济社会发展永不再为能源问题所困扰,人类将进入一个全新的发展阶段。

参考文献:

- 江泽民. 2008. 对中国能源问题的思考[J]. 上海交通大学学报, 42(3): 345-359.
- 李建武, 王安建, 王高尚. 2010. 中国能源效率及节能潜力分析[J]. 地球学报, 31(5): 733-740.
- 李铭, 王高尚, 于汶加, 刘占成. 2010. 中国石油资源安全评价[J]. 地球学报, 31(5): 686-692.
- 李晓明, 王安建, 于汶加. 2010. 基于能源需求理论的全球 CO₂ 排放趋势分析[J]. 地球学报, 31(5): 741-748.
- 李玉喜, 张道勇, 朱杰. 2009. 我国油气储量、产量增长趋势影响因素分析[J]. 地球学报, 30(6): 855-867.
- 林建, 王安建, 于汶加, 邹愉. 2010. 石油期货市场机制及对中国石油安全的影响[J]. 地球学报, 31(5): 693-698.
- 王安建, 王高尚, 陈其慎, 于汶加. 2010. 矿产资源需求理论与模型预测[J]. 地球学报, 31(2): 137-147.
- 王安建. 2010. 世界资源格局与展望[J]. 地球学报, 31(5):

621-627.

- 王高尚, 韩梅. 2002. 中国重要矿产资源的需求预测[J]. 地球学报, 23(6): 483-490.
- 王高尚. 2010. 后危机时代矿产品价格趋势分析[J]. 地球学报, 31(5): 693-698.
- 徐铭辰, 王安建, 陈其慎, 杜雪明. 2010. 中国能源消费强度趋势分析[J]. 地球学报, 31(5): 720-726.
- 于汶加, 王安建, 王高尚. 2010. 中国能源消费“零增长”何时到来[J]. 地球学报, 31(5): 635-644.
- 中国地质调查局. 2006. 我国地热资源及其开发利用现状[R]. 北京: 中国地质调查局.
- 邹愉, 王高尚, 于汶加, 林建. 2010. 典型国家部门石油消费轨迹及对中国的启示[J]. 地球学报, 31(5): 666-672.

References:

- BERTANI R. 2007. World Geothermal Generation in 2007[R]. Unterhaching, Germany: Proceedings European Geothermal Congress.
- CGS. 2006. Geothermal Resources and Current Status of Development in China[R]. Beijing: China Geological Survey(in Chinese).
- EPIA. 2010. Global Market Outlook until 2013[R]. Brussels, Belgium: European Photovoltaic Industry Association.
- GWEC. 2010. Global Wind Power Boom Continues Despite Economic Woes[R]. Brussels, Belgium: Global Wind Energy Council.
- IEA. 2009. Renewables Information 2009[R]. Paris: International Energy Agency.
- IGA. 2010. Geothermal in the World (Direct Uses)[R]. Reykjavik, Iceland: International Geothermal Association.
- JIANG Ze-min. 2008. Reflections on Energy Issues in China[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 42(3): 345-359(in Chinese with English abstract).
- LI Jian-wu, WANG An-jian, WANG Gao-shang. 2010. An Analysis of China's Energy Efficiency and Energy Conservation Potential[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 733-740(in Chinese with English abstract).
- LI Ming, WANG Gao-shang, YU Wen-jia, LIU Zhan-cheng. 2010. An Evaluation of China's Oil Security[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 686-692(in Chinese with English abstract).
- LI Xiao-ming, WANG An-jian, YU Wen-jia. 2010. A Trend Analysis of Carbon Dioxide Emissions Based on the Energy Demand[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 741-748(in Chinese with English abstract).
- LI Yu-xi, ZHANG Dao-yong, ZHU Jie. 2009. Factors that Affect the Increasing Trends of China's Oil and Gas Reserves and Products[J]. Acta Geoscientica Sinica, 30(6): 855-867(in Chinese with English abstract).
- LICHT F O. 2008. Database of World Commodity Statistics[R]. Kent, UK: Agra Informa Ltd.

- LIN Jian, WANG An-jian, YU Wen-jia, ZOU Yu. 2010. An Analysis of Petroleum Futures Market Mechanism and Its Influence on China's Oil Security[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(5): 693-698(in Chinese with English abstract).
- LUND J W. 2006. Geothermal Energy Focus: Tapping the Earth's Natural Heat[R]. *Refocus*, 7: 48-51.
- REN21. 2009. Renewables Global Status Report 2009 update[R]. Paris: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century.
- RFA. 2009. 2008 World Fuel Ethanol Production[R]. Washington, USA: Renewable Fuels Association.
- SHC. 2009. Solar Heat Worldwide: Markets and Contribution to the Energy Supply 2007[R]. IEA Solar Heating & Cooling Programme.
- WANG An-jian, WANG Gao-shang, CHEN Qi-shen, YU Wen-jia. 2010. The Mineral Resources Demand Theory and the Prediction Model[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(2): 137-147(in Chinese with English abstract).
- WANG An-jian. 2010. Global Resource Structure and its Perspective[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(5): 621-627(in Chinese with English abstract).
- WANG Gao-shang, HAN Mei. 2002. The Prediction of the Demand on Important Mineral Resources in China[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 23(6): 483-490(in Chinese with English abstract).
- WANG Gao-shang. 2010. Mineral Commodity Prices Trend in the Late Crisis Times[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(5): 629-634(in Chinese with English abstract).
- WNA. 2010. World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements[R]. London, United Kingdom: World Nuclear Association.
- XU Ming-chen, WANG An-jian, CHEN Qi-shen, DU Xue-ming. 2010. Trend Analysis of China's Energy Consumption Intensity[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(5): 720-726(in Chinese with English abstract).
- YU Wen-jia, WANG An-jian, WANG Gao-shang. 2010. A Prediction on the Time of Realizing Zero Growth of Energy Consumption in China[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(5): 635-644(in Chinese with English abstract).
- ZOU Yu, WANG Gao-shang, YU Wen-jia, LIN Jian. 2010. An Analysis of Sectorial Oil Consumption Track in Typical Countries and Its Implications to China's Trend[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(5): 666-672(in Chinese with English abstract).