

对我国可再生能源发展的 战略思考^{*}

周凤起

(国家发展和改革委员会能源研究所 北京 100038)

摘要 积极推动可再生能源发展已为世界共识。本文分析了我国可再生能源发展现状及问题、国际社会发展可再生能源的经验和中国已具备规模化发展可再生能源的条件,并针对 2020 年可再生能源的发展目标,提出了相应的发展战略和政策建议。

关键词 可再生能源,目标,战略



周凤起研究员

1 积极推动可再生能源发展已为世界共识

国际上将可再生能源划分为传统利用的可再生能源和新的可再生能源。传统利用的可再生能源

主要包括大水电和直接燃烧的生物质能,新的可再生能源利用主要指现代技术利用的小水电、太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能和固体废弃物等。

2002 年全世界消费的可再生能源为 19.66 亿吨标准煤^[1],相当于全球一次能源消费总量的 13.4%。其中传统利用的可再生能源约占 77.5%,新的可再生能源利用约占

22.5%。可再生能源发电量占总的发电量 17.9%,仅次于煤电 39.0%和气电 19.1%,高于核电 16.6%。

提高能源效率和发展可再生能源已成为全球无可争议的可持续发展能源的两个车轮。从战略上看,人类最终将转入可再生能源的永续利用。所以世界各国都将推动可再生能源的发展当作 21 世纪能源发展的基本选择。

欧盟规定可再生能源在一次能源中的比例要由 1997 年的 6%提高到 2010 年的 12%,2020 年的 20%,2050 年将达到 50%;可再生能源电力在整个电力中的比例由 1999 年的 14%提高到 2010 年的 22%^[2]。美国提出到 2025 年除水电外可再生能源生产将为 2000 年的两倍,其中生物质发电 4 500 万千瓦、风电 1 000 万千瓦、光伏发电 3 000 万千瓦、光热发电 2 000 万千瓦,加利福尼亚可再生能源发电将从 2002 年的 12%提高到 2017 年的 20%。印度则在 2012 年可再生能源发电装机达到 10%。泰国在未来几年中

^{*} 收稿日期:2006 年 4 月 17 日

要建立 30 万千瓦生物质发电,未来 10—20 年 5%—10% 的电力要来自光电。拉丁美洲 2010 年整个能源的 10% 要来自可再生能源。

国际社会发展可再生能源的动力主要出于以下 6 点考虑:(1)能源安全和能源供应多元化;(2)减少温室气体排放;(3)减少化石燃料引起的城市环境污染;(4)替代核能;(5)创造就业机会和发展中小企业;(6)扩大技术和装备出口。

2 中国为什么要大力发展可再生能源^[3]

2.1 可持续发展的需要

化石能源不可再生,迟早要枯竭。可再生能源资源丰富,可循环使用,又无污染,必将取代化石能源成为能源供应的主体。

2.2 调整能源结构的需要

世界能源结构早就由以煤为主的时代转变为石油天然气时代,油气和水电、核电等清洁化石能源在一次能源中的比例达 70%,而我国仍停留在以煤为主的时代,煤在一次能源中占 60%—70% 以上。大量煤炭的直接燃烧引起了严重的环境污染。用清洁能源替代煤炭,调整能源结构是近期的重要任务。可再生能源对此可做出贡献。

2.3 保护环境的需要

可再生能源对当地、区域和全球的环境保护都是友好的,基本不排放污染物。

2.4 开发西部的需要

西部地区可再生能源资源丰富,占全国资源总量的 70% 以上。其中风力资源占 85% 以上,太阳能资源占 90% 左右,小水电资源占 65% 以上。发展可再生能源必将带动西部经济发展和保护该地区的生态环境。

2.5 解决农村用能及边远地区用电和生态建设的需要

目前农村依然有约 3 亿吨生物质能供给 70% 的农民,作为传统利用的生活能源。现在我国边远地区仍有 700 万农户没有电

力供应,有的农民连基本的生活用能都没有保障。因而,因地制宜地开发利用当地可再生能源资源,为他们提供电力和清洁能源,不仅对促进地区经济发展、农牧民脱贫致富有重要的作用,而且对改善这些地区生态环境提供切实可靠的保障。

2.6 提高能源供应安全的需要

可再生能源属本地资源,不仅可转换为电力,还可转换为代油的液体燃料,如乙醇燃料、生物柴油和氢燃料,可为移动设备提供能源。因此发展可再生能源,不仅可以提供新的能源,而且可以提高能源供应安全。

2.7 开辟新的经济增长点的需要

世界跨国石油公司 BP, Shell 等纷纷建立了太阳能、氢能等可再生能源的研发和生产部门。他们已经认识到可再生能源在 21 世纪将逐步取代化石能源,成为全球新的经济增长点。在这种国际竞争的大潮面前我国应当抓住机遇,勇于创新,培育可再生能源产业这个新的经济增长点。

3 中国可再生能源发展现状及问题

3.1 现状

2000 年中国消费了可再生能源 25 630 万吨标准煤,占一次能源消费量的 19.7%,其中新的可再生能源利用为 3 720 万吨标准煤,占可再生能源总量的 14.5%,而小水电又占新的可再生能源利用总量的 78%,可再生能源发电量 83.1 亿千瓦时,占总发电量的 6.17%。

3.2 问题

尽管中国可再生能源具有巨大的资源潜力,部分技术实现了商业化,产业也有一定的发展,但与发达国家相比,无论在技术、规模、水平还是发展速度上仍然存在较大的差距,可再生能源产业发展还面临许多问题和障碍。主要是:多数可再生能源技术发电成本过高和市场容量相对狭小。目前,除了

小水电外,中国可再生能源发电成本远高于常规能源发电成本。例如,小水电发电成本约为煤电的 1.2 倍,生物质发电(沼气发电)为煤电的 1.5 倍,风力发电成本为煤电的 1.7 倍,光伏发电为煤电的 11—18 倍。显然,成本高会抑制可再生能源市场。反之,市场狭小又会给可再生能源的成本降低造成障碍,形成恶性循环,使可再生能源产业的发展陷入困境。

4 国际社会发展可再生能源的经验^[4]

专家们预计今后几十年不会产生严重的油气资源短缺,煤的资源又相当丰富,因而不可能期望在今后几十年中,由于资源的限制而提高化石燃料的价格。要转换到以可再生能源为基础的能源系统,在很大程度上要依赖于:将环境成本内部化,以增加化石燃料的价格;大力发展可再生能源技术,降低推广成本,以提高其竞争力。

很多国家已采用了各种各样的机制以促进可再生能源的发展。主要是:和传统能源的成本相竞争、经济激励政策、强制市场政策、采用新技术。

4.1 和传统能源的成本相竞争

主要是减少对化石能源的补贴和内部化环境成本。由于补贴常常带有政治动机,所以去掉它常常是困难的。内部化成本可实行征收硫税和碳税。

4.2 经济激励政策

包括对可再生能源补贴和税收减免政策。补贴有不同的方法:投资补贴、生产补贴、消费补贴和各种间接补贴,如贴息贷款、加速折旧、研究和开发及示范项目拨款等。

4.3 强制市场政策

通过法律、法规和政府规定强制可再生能源占有一定的市场,其增量成本以公平的方法转嫁给消费者。具体有以下形式:

(1) 可再生能源配额制 (Renewable

Portfolio Standard): 这是一个以数量为基础的政策机制。它要求可再生能源发电量在总发电量中占一定的比例,其电价由市场决定。一般尚有给予生产者颁发有价的绿色能源证书和绿色能源证书交易机制相配套。

(2) 上网法 (Feed in Law): 这是一个以价格为基础的政策机制。它要求电力公司以规定的价格购买可再生能源发电商生产的电量。可再生能源的发电量由市场决定。

(3) 竞争性招标制度: (Non Fossil Fuel Obligation) 政府发标并管制竞争性招标过程。通过和可再生能源电力供应商签订长期购电协议去实现目标。这也是一个以数量为基础的政策。

4.4 采用新技术

很多可再生能源技术仍处于发展阶段,尚不成熟。目前除在工业化国家的一些合适的市场和发展中国家非联网的应用外,新的可再生能源还不能在严格的财务成本基础上与传统燃料相竞争。为了进一步提高可再生能源的竞争力,必须进一步采用新技术,降低成本,扩大市场,使生产能力规模化。

5 中国已具备规模化发展可再生能源的条件

中国要全面建设小康社会,不仅有需要而且有可能快速发展可再生能源。

5.1 我国有丰富的可再生能源资源

据专家估计,我国可再生能源资源可获得量为每年 73 亿吨标准煤,2000 年的开发量不足 4 000 万吨标准煤,有足够的资源以供使用。

5.2 技术逐步趋于成熟

其主要特征是:能量转换效率不断提高;技术可靠性进一步改善;系统日益完善和稳定;产业化不断发展,已涌现一批商业化技术,如小水电、地热发电、太阳能热水器、地热采暖技术和微型光伏系统等。

5.3 经济性不断改善

应当说目前大多数可再生能源技术在经济上与化石能源还缺乏竞争能力,但生产成本已有明显的下降,如风电。

5.4 巨大的潜在市场

中国 60%的人口生活在农村,每年要消耗 6 亿多吨标准煤的能量,其中一半的能源是靠作物秸秆和砍伐树木获得,这使得生态环境变坏,荒漠化加剧。因此,因地制宜地开发利用可再生能源,既可满足这些地区人民基本生活用能,又有利于生态环境的改善。所以,在中国可再生能源有巨大的市场。

6 2020 年可再生能源发展目标

6.1 总体目标

(1)建立可再生能源规模化发展的产业基础,形成完备的产业体系;规模化发展可再生能源,2020 年后使其在多元化能源供应系统中占有越来越重要的地位;

(2)加快技术进步,大多数可再生能源技术达到国际水平;

(3)降低成本,实现商业化;

(4)以可再生能源的现代利用技术,全面推进农村燃料结构的改变,逐步实现农村能源优质化,为保护生态环境,推进循环经济,促进农村经济和社会发展做出贡献;

(5)用可再生能源彻底解决偏远地区无电供应问题。

6.2 数量目标

如包括大中型水电,到 2010 年和 2020 年全国可再生能源开发利用量分别达到 2.7 亿吨标准煤和 5.3 亿吨标准煤,分别约占届时一次能源消费量的 10%和 16%,成为我国能源产业的重要组成部分。

可再生能源开发利用将带来显著的环境效益。2020 年可再生能源开发利用可减少二氧化硫年排放量约 800 万吨,减少二氧化碳年排放量约 11 亿吨。减少林木砍伐面

积约 3 亿亩。

6.3 装机容量

2020 年发电装机可达 1.3 亿千瓦以上(不包括大中型水电)。

6.3.1 持续稳步发展小水电达到 7 500 万千瓦

我国具有一定经济性的可开发水能资源约 4 亿千瓦,年发电量约 1.7 亿千瓦时,其中 5 万千瓦及以下的小水电资源量约为 1.28 亿千瓦。

2005 年全国水电装机容量 1.16 亿千瓦,其中小水电装机容量 3 800 万千瓦,到 2010 年,全国水电装机容量达到 1.65 亿千瓦,其中小水电 5 000 万千瓦;到 2020 年,全国水电装机容量达到 2.9 亿千瓦,其中小水电 7 500 万千瓦。

我国小水电资源分布在全国 1 600 多个县(市、区),是地方将资源优势转为经济优势的首选资源。实践证明,小水电是解决“三农”问题的一个非常重要的途径,具有显著的社会效益和环境效益,在解决农村电力供应、保护环境、促进扶贫、解决就业、推动生产力发展等方面具有显著的作用。目前全国 1/2 的地域、1/3 的县、1/4 的人口主要靠小水电供电。50 多年来,小水电充分发挥发、供电成本低的优势,向边远山区、少数民族地区和革命老区提供廉价电力,解决了 3 亿多无电人口的用电问题。

我国 5 万千瓦以下小水电,西部地区占 65.6%。截至 2005 年底,已开发装机容量 3 800 万千瓦,年发电量 1 100 亿千瓦时。全国已建成 653 个农村水电初级电气化县,并正在建设 400 个小康水平的农村水电电气化县。我国小水电已形成完备的产业体系。

6.3.2 加快发展风力发电,装机 3 000 万千瓦

到 2005 年底,全国已建成并网风电场

总装机容量 126 万千瓦,过去 10 年年均增长 55%。由于风力发电建设周期短,只要政策到位,完全可以做到当年建设,当年见效。考虑到今后政策和体制等环境的不断改善,风力发电还会以较快的速度发展。

到 2010 年全国风电总装机容量将达到 500 万千瓦以上,重点在东部沿海和“三北”(西北、华北和东北)地区,建设高 30 米左右 10 万千瓦等级的大型风电项目,形成江苏、河北、内蒙古三个 100 万千瓦风电基地。

到 2020 年全国风电装机容量可达 3 000 万千瓦。在广东、福建、江苏、山东、河北、内蒙古、辽宁和吉林等具备规模化发展条件的地区,进行集中联片开发,建成若干个总装机容量 200 万千瓦以上的风电大省。建成 6 个百万千瓦级大型风电基地,并建成 50 万千瓦海上风电基地。

6.3.3 大力推进生物质能发电,总装机

3 000 万千瓦

生物质发电是生物质能利用的重要方向。生物质发电包括:农林废弃物直接燃烧蒸气发电和利用先进的小型燃气轮机联合循环发电、垃圾发电和沼气发电。2005 年生物质发电为 200 万千瓦。未来建设重点:

(1)直接燃烧发电。在农作物集中种植区,建设以秸秆为燃料的发电厂,或将已有燃煤小火电机组改造为秸秆发电机组。在大中型粮食加工企业、林区、大型木材厂,建设以稻壳、蔗渣、灌木林和木材废弃物为原料的生物质发电厂。到 2010 年,农林生物质发电总装机容量达到 400 万千瓦,到 2020 年达到 2 400 万千瓦。在宜林荒山、荒地开展能源林建设,为生物质发电提供燃料。

(2)垃圾发电。在不能实施垃圾填埋的

地区发展垃圾焚烧发电。到 2010 年垃圾焚烧发电装机达到 50 万千瓦,2020 年达到 200 万千瓦以上。积极推广垃圾卫生填埋技术,在大中型填埋场建设沼气回收和发电装置,到 2010 年垃圾填埋气发电装机容量达到 20 万千瓦,2020 年达到 100 万千瓦。

(3)沼气发电。在大中型禽畜养殖场、工业废水处理和城市污水处理厂建设大中型沼气工程,并配套安装沼气发电装置。到 2010 年沼气发电容量为 80 万千瓦,2020 年达到 300 万千瓦。

6.3.4 积极发展太阳能发电,装机 200 万千瓦

2005 年太阳能光伏发电 7 万千瓦,到 2010 年为满足约 200 万户偏远地区农牧民用户生活用电,共建设太阳能光伏发电约



西藏光伏村庄供电系统

20 万千瓦。在“十二五”期间再增加太阳能光伏发电约 20 万千瓦,用于解决偏远地区农牧民用户生活用电。

在经济较发达、城市现代化水平较高的大中城市,建设与建筑物一体化的太阳能并网光伏发电设施。到 2010 年建成 1 万个屋顶光伏发电项目,总容量 5 万千瓦。到 2020 年建成 20 万个,总容量 100 万千瓦。

建设较大规模太阳能光伏电站和太阳能热发电站。到 2010 年建成 2 座光伏示范

电站,总容量2万千瓦,2020年达到20万千瓦,太阳能热发电总容量达到20万千瓦。

到2010年,太阳能光伏发电总量达到40万千瓦,其中偏远农村地区应用25万千瓦,建筑物和公共设施应用10万千瓦,大型并网光伏电站达到2万千瓦,其它商业应用达到3万千瓦。到2020年,光伏发电总容量达到200万千瓦,其中偏远农村地区应用50万千瓦,建筑物和公共设施应用100万千瓦,大型并网光伏电站达到20万千瓦,太阳能热发电电站20万千瓦,其它商业应用达到10万千瓦。

综上所述,不包括大中型水电,到2010年可再生能源发电装机容量将达到6000万千瓦,年发电量约1800亿千瓦时,装机容量将占届时全国总装机容量的8%,发电量将占届时全国总发电量的6%。按发电量计算,小水电约占可再生能源发电量的83%,生物质发电占11%,风力发电约占5.5%,其它可再生能源发电约占0.5%。到2020年可再生能源发电总容量将达到1.37亿千瓦,年发电量约4200亿千瓦时,发电容量预计将占届时全国发电总容量的12%,发电量预计将占届时全国发电量的8%。按发电量计算,在可再生能源发电中小水电约占57%,生物质发电约占25%,风力发电约占17%,其它可再生能源发电约占1%。到2020年可再生能源年发电量相当于替代化石能源约1.4亿吨标准煤。

6.4 其它可再生能源利用

6.4.1 可再生能源供热

2005年太阳能热水器保有量8000万平方米,2010年预计达到约1.5亿平方米(集热面积),加上其它太阳能热利用,年替代化石能源约2000万吨标准煤;地热采暖将达2500万平方米,可再生能源的热利用相当于2300万吨标准煤。到2020年太阳

能热水器保有量约3亿平方米,加上其它太阳能热利用,年替代化石能源约4000万吨标准煤;地热采暖将达5000万平方米,可再生能源的热利用相当于4600万吨标准煤。

6.4.2 可再生能源供气

2010年预计约3000万户(约1.5亿人)农村居民的生活燃气由可再生能源提供,年供气能力达到约110亿立方米。到2020年约7000万户(约3亿人)农村居民的生活燃气由可再生能源提供,年供气能力约180亿立方米,可再生能源供气量相当于替代化石能源约1700万吨标准煤。

6.4.3 生物质液体燃料

2005年生产生物质酒精102万吨,生物柴油5万吨。2010年预计将分别达到200万吨和20万吨,相当于替代化石能源230万吨标准煤。2020年车用酒精将达到1000万吨,生物柴油达到100万吨,相当于替代化石能源1200万吨标准煤。

6.4.4 生物质固体成型燃料

生物质固体压缩成型燃料可作为城乡居民的炊事和取暖燃料。使用方便,清洁环保。2010年前,建设100个示范点,年利用量达到100万吨。2020年达到5000万吨,可替代2000万吨标准煤。

7 可再生能源发展战略

推动中国可再生能源规模化发展的战略可归纳为:政府支持、法律保证、引入竞争、依靠科技。

7.1 政府支持

国内外的经验表明,没有政府的支持,可再生能源不可能迅速发展。可再生能源是新技术,仍在成长发展阶段,需要扶持。可再生能源的优点是有益于环境,但是市场的调节作用对环境是失灵的,因而只有政府的支持,才能加快可再生能源的发展。政府的支持,

持包括实行促进可再生能源发展的强制市场政策和经济激励政策。

7.2 法律保证

早期各国发展可再生能源都首先发展技术,一旦技术成熟,注意力就转向示范和降低成本。只有成本足够低,市场才能发展。近年,一些想要大规模发展可再生能源的国家,通过立法,强制电力公司供应或购买再生电力,对未完成任务者予以惩罚。这样,就不再需要沿袭过去的顺序而直接跨跃到创立市场的阶段。有了可再生能源强制市场的立法,就可以吸引民间资本,提高可再生能源开发者的信心。

7.3 引入竞争

要想规模化发展可再生能源,只有依靠市场,通过竞争,优化资源配置,降低成本,扩大市场,最终实现商业化。

7.4 依靠科技

可再生能源的发展在根本上要依靠科技进步,不断创新,提高技术水平,研究开发具有自主知识产权的可再生能源技术。要提高元件的转换效率,降低产品生产成本,改进系统的稳定性和兼容性。

8 政策建议

8.1 尽快颁布可再生能源法实施细则

立法和相应配套政策的实施是世界各国发展可再生能源的成功经验。全国人大常委会通过的可再生能源法^[5]已于2006年1月1日开始执行,该法对促进可再生能源的开发利用、增加能源的供应、改善能源结构、提高能源安全、保护环境、实现我国经济社会的可持续发展,具有十分重大的意义。但是可再生能源法的一些关键条款,如总量目标制度、并网发电和全额收购制度、上网电价与费用分摊制度、财政税收鼓励措施等,都有待国务院能源、物价财政等主管部门制定实施细则。尽快研究和制定合理而又可操

作的实施细则,实为当务之急。

8.2 可再生能源发电装备制造实现本地化

目前,小水电已经商业化,风电和生物质发电已接近商业化,但是这些发电装备多数是进口设备,价格高,阻碍了大量应用。要鼓励外资和民间资本进入可再生能源产业,实现装备制造本地化,从而降低成本。

可再生能源发电装备实现本地化制造的关键是引进技术、自主创新、调查资源、完善标准、建立测试中心和质量认证机构、加强人才培养,支持本地化制造。

用立法建立了市场需求后,形成本地化的制造能力就成为首要的任务。

8.3 增加我国对可再生能源的投入

迄今为止我国可再生能源建设项目还没有规范地纳入各级政府财政预算和计划。我国能源研究开发费用占GDP的比例只有日本的1/70、法国的1/30、美国的1/25,占全国研究开发费用比例也大大低于发达国家。由于投入太少,缺乏足够的资金进行研究和开发,不少关键设备依赖进口,导致产业化、商业化程度低,发展缓慢。建议将可再生能源的发展列入各级政府的产业发展和科研攻关计划,增加投入,并纳入财政预算。

8.4 加强可再生能源的科技攻关

可再生能源的发展必须依靠科技进步,依靠自主创新。

(1) 要确定各类可再生能源的技术难点,纳入自然科学基金、“973”、“863”和产业化攻关计划;

(2) 要用地理信息系统研究风资源的分布和动力性能;

(3) 要研究可再生能源发电联网对电网的影响;

(4) 要选择和培育油料作物;

(5) 要突破半导体元件材料的垄断和封锁;

(6)要提供太阳能 PV 元件和应用系统的效率。

8.5 积极利用清洁发展机制(CDM)

为应对全球气候变暖,京都议定书规定了清洁发展机制。允许发达国家提供附加的资金和技术,在发展中国家实现温室气体减排。其减排量可计入发达国家实现的减排义务。发展中国家所获得的附加资金和技术则有利于本国的可持续发展。目前京都议定书已经进入实施阶段,我们应该积极利用 CDM 为可再生能源的发展争取附加的资金和技术,加快可再生能源规模化发展。

可再生能源的发展在国际上越来越受到重视,在国内越来越受到政府的关注和民间的拥护。可再生能源是可持续发展的能源、未来的能源,谁掌握了可再生能源,谁就掌握了能源的未来。

形势清晰地表明,中国全面建设小康社

会要求可再生能源做出更多的贡献,可再生能源的发展已经做好了准备,“十一五”中国可再生能源将进入快速发展期。

主要参考文献

- 1 International Energy Agency. World Energy Outlook. Paris;2005,2004,2003.
- 2 Energy Information Administration, U.S.A. International Energy Outlook 2005. Washington:D. C.,2005.
- 3 中国科学院能源战略研究组. 中国能源可持续发展战略专题研究. 北京:科学出版社,2006.
- 4 李俊峰,时景丽.国内外可再生能源政策综述与进一步促进我国可再生能源发展的建议.可再生能源,2006,1:1-6.
- 5 毛如柏,安建主编. 中华人民共和国可再生能源法释义.北京:法律出版社,2005.
- 6 Energy Information Administration, U.S.A. Annual Energy Outlook 2006. Washington:D.C.,2006.

The Renewable Energy Development Strategy in China

Zhou Fengqi

(Energy Research Institute of National Development & Reform Commission, 100038 Beijing)

Developing renewable energy is an international concept. Introduce current status and existing issues. Analyzed international experience on developing Renewable energy. Point out condition for China to develop scale up renewable energy. In order to reach renewable energy developing target by 2020,Propose renewable energy development strategy and policy recommendations.

Keywords renewable energy, developing target, strategy

周凤起 国家发改委能源研究所高级顾问、研究员。1959年毕业于清华大学电机工程系。1981年为国家能委能源研究所副所长,1987—1999年为国家经委、国家计委能源研究所所长。现任中国节能协会副理事长、中国科学院能源委员会委员、“973”计划能源咨询专家组成员等。联合国政府间气候变化专门委员会第2次、第3次评论报告和技术转让特别报告主要撰稿人,1999年世界能源评论报告主要撰稿人。主要研究领域为能源规划、能源发展战略、能源政策、节能、可再生能源、清洁煤技术、能源和环境等。