

## 我国可再生能源的成就与发展对策

王仲颖 张正敏

21 世纪将是可再生能源逐渐发展成为能源供应主体的世纪,必将成为世界各国竞相开发的一个重要领域。

可再生能源属于清洁能源,是未来能源系统的希望。世界各国发展可再生能源的经验已经证明,这是一个具有无限发展前景的,代表人类未来能源的一个领域。

### 1 我国可再生能源技术产业的成就

同国外可再生能源技术发展情况相比较,近十几年我国的可再生能源技术的发展亦较迅速,并取得了一系列成就。这些成就大体可概括为两方面。

(1)技术开发取得实质性进展。目前已开发出一批实用化和商业化的装置,初步具备了设计、建造某些大型的现代化的生产企业的生产能力;兴建了一批国家级试验基地,培养造就了一大批科技人才,独立研究、开发和创新能力大为提高;同时涌现了一批新的开发利用技术,设备性能不断提高,技术水平逐步向国际水平靠拢。但发展不平衡,技术成熟程度也大相径庭。从技术商业化的发育程度来看,我国可再生能源技术发展状况基本上可分为 4 类:

a. 已经商业化的技术,包括小水电、太阳能热水器,地热采暖、传统生物质利用技术等。值得指出的是我国太阳能水器使用量和生产量均居世界前列。

b. 技术基本成熟、需要政府扶持才能实现商业化的技术如大型并网风电机组、光伏发电、潮汐发电、生物质气化与供气、生物质发电、生物质(甜高粱)液体燃料和地源热泵等技术。

c. 处于试点示范阶段的技术,包括太阳能空调、太阳能干燥、生物质 IGCC、波力发电技术、潮流发电和高温气冷堆等技术。

d. 正在研发的技术,以验证科学可行性为目的、处在实验室到工程化验证阶段的技术。包括:太阳热发电技术、以纤维素、木质素为原料制取生物液体燃料技术(如生物柴油技术)、海洋温差发电技术、制氢新技术、氢能储存和运载及应用技术等。

(2)产业建设初现规模。随着能源科学技术的进步与发展,我国可再生能源产业也逐步发展,并形成了一定的规模。目前新技术开发利用的可再生能源和核能每年近 5200 万 tce,约相当于 2003 年全国一次能源总消费量的 3.1%。

据粗略估计，现有可再生能源产业已为社会提供了 100 多万个就业机会，并创造了数百亿元的经济产值。

水能。据最新复查成果，我国经济可开发的水能资源量为 4 亿千瓦，年发电量 1.7 万亿千瓦时，其中 5 万千瓦及以下的小水电资源量为 1.25 亿千瓦，分布非常广泛，遍及全国 30 个省(自治区、直辖市)的 1610 多个县(市)，尤以西南地区最为丰富，占全国的 50% 以上。到 2004 年底，我国已建成水电发电装机容量 10826 万千瓦，其中小水电装机容量 3410 万千瓦。

风能。全国约 20% 左右的国土面积具有比较丰富的风能资源，主要分布在东南沿海及其岛屿，西北、华北和东北“三北”地区，特别是新疆和内蒙古，风能资源极为丰富。我国可开发的风电潜力至少在 20 亿千瓦。国际上风电发展前列的国家，都对本国的风资源作过详查，而我国还未作过这方面的详查。

经过近 20 年的发展，2004 年全国已建成并网风电场 44 个，发电装机容量为 76, 4 万千瓦；此外，还有边远地区农牧民使用的小型风力发电机约 20 万台，装机容量约 3 万千瓦。

生物质能。我国农业废物资源分布广泛，其中可作为能源用途的秸秆可折合 1.8 亿吨标准煤工业有机废水和禽畜养殖场废水资源量，理论上可以生产的沼气量相当于 5700 万吨标准煤。薪炭林和林业及木材加工废物的资源量相当于 3 亿吨标准煤。目前，我国城市生活垃圾年产生量约 1.2 亿吨，预计 2020 年将达到 2.1 亿吨。如果将垃圾填埋回收气体或焚烧垃圾发电用于能源使用，每年可替代 1300 万吨标准煤。此外，一些油料作物还可用于制取液体燃料，主要有麻疯树等。预计到 2020 年，我国以农业油料作物、木本油料作物以及能源作物种植等生物质资源用于生产生物柴油和乙醇燃料的潜力达 1 亿吨标准煤。初步估算，每年可利用生物质能源总量约 6.5 亿吨标准煤。

生物质能源总量约 6.5 亿吨标准煤。

另外，全国农村年产沼气约 33 亿  $m^3$ ；大中型沼气工程 2200 多处，年产沼气约 12 亿  $m^3$ ；生物质发电装机容量 200 万千瓦。

太阳能。我国每年接收到的太阳辐射能相当于 17000 亿吨标准煤，非常丰富。到 2004 年底，全国已安装光伏电池约 5 万千瓦，主要为边远地区居民及交通、通信等领域供电，现在已开始进行并网光伏发电系统的试验和示范工作。全国已有太阳能光伏电池及组装厂 10 多家，制造能力超过 10 万千瓦。

近年来，我国太阳能热水器的使用量和生产量均居世界前列。到 2004 年底，全国太阳能热水器使用量为 6000 万  $m^2$  约占全球使用量的 40% 年生产量为 1200 万  $m^2$ ，市场竞争力很强，显示出了良好的发展前景。据测算，每平方米的太阳能

热水器每年相当于节约 340 公斤标准煤。

其他可再生能源。除上述水能、风能、太阳能、生物质能外，还有地热能、海洋能等可再生能源资源，也具有一定的资源潜力和广泛的利用前景。

今后 20 年我国可再生能源和新能源产业将出现快速发展的局面，2020 年前后总体开发利用量可达 4-5 亿吨标准煤。详见表 1。

**表 1 2010 年和 2020 年中国可再生能源发展目标**

	2000	2010	2020 基本方案	2020 加速方案
小水电/Mtce	29.000	39.348	60.813	68.283
小水电/GW	24.80	36.710	54.340	59.797
微水电/GW	0.170	1.053	6.517	9.803
生物质能/Mtce	222.410	210.977	258.514	313.543
传统利用/Mtce	219.100	170.094	146.273	138.979
新技术利用/Mtce	3.310	40.883	112.243	174.564
其中沼气/亿 m <sup>3</sup>	35.900	93.115	241.517	376.704
发电/GW	0.80	3.236	13.093	20.039
其它/Mtce	0.020	30.000	77.812	121.367
太阳能/Mtce	3.840	15.331	63.970	100.715
热水器/Mm <sup>2</sup>	26.000	105.185	425.530	651.275
太阳房/Mm <sup>2</sup>	18.000	72.820	294.598	414.687
其它热利用/Mtce	0.170	0.688	2.782	6.405
发电/GW	0.020	0.276	3.801	7.975
风力发电/Mtce	0.350	4.262	17.153	26.222
并网发电/GW	0.344	4.742	19.185	29.363
小型发电/GW	0.017	0.044	0.072	0.072
地热/Mtce	0.650	2.224	7.670	10.726
热利用/Mtce	0.600	2.037	6.914	8.985
发电/GW	0.028	0.113	0.458	1.055
海洋能/Mtce	0.006	0.600	3.715	5.588
发电/GW	0.006	0.600	3.715	5.588
总计/Mtce	256.300	272.741	411.839	525.077

资料来源：经济出版社，《中国能源发展战略与政策研究》，2004 年。

## 2 我国发展可再生能源的障碍

尽管中国可再生能源技术产业有一定发展，部分技术实现了商业化，但与国外发达国家相比，无论在技术、规模、水平还是在发展速度上仍然存在较大的差距，进一步发展还存在许多障碍。

(1) **成本障碍。**当前可再生能源的高成本、高价格是制约其技术商业化和推广应用的**最大障碍**。与同类技术相比，可再生能源生产成本比化石燃料高得多。以发电技术为例，如以燃煤发电成本为 1，则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，从而大大削弱它的经济竞争力。

导致生产成本居高不下的原因很多，其中生产规模小是一个重要原因。

**(2)市场障碍。**其主要表现是：规模小、非确定性，而且缺乏相应的发展机制。目前中国可再生能源仅有一个弱小的，并且非确定的市场。尽管中国小水电和太阳能热水器等少数几种技术已形成了一定的市场，但同其资源开发潜力和市场需求来说仍然很小。必须进一步降低成本，提高技术可靠性。现在可再生能源仍需要避免与常规能源直接竞争，但是缺乏竞争又会使可再生能源过高的价格长期得不到应有的降低，可再生能源反而得不到发展。这需要根据我国国情，采取适当的市场发展机制。

**(3)制造业薄弱使可再生能源设备制造的国产化和商业化进程严重受阻。**国外经验表明，强大的制造业是可再生能源产业发展的重要基础。无论是德国、西班牙等，其可再生能源产业的迅速发展，除了有相关的政策支持和法律外，一个重要的方面就是这些国家拥有雄厚的技术实力和强大的制造业为支撑。美国国内风机制造业 1990-2000 年生产性投资年递增均在 15% 以上。在欧洲，过去 5 年的风机市场规模年均增长率为 8.8%。2003 年底，德国的风电装机达到 1461 万千瓦，位居世界第一，西班牙 642 万千瓦，全球风电装机达到了 4030 万千瓦。在未来几年，欧洲风能领域将增加投资 30 亿美元，使风机市场规模达到 80-100 亿美元。而我国大部分可再生能源产品的生产厂家由于长期投入不足，结果是无专业化的制造厂，生产规模小、过于分散、集约化程度低、工艺落后、产品质量不稳定、经济效益低和本地化制造比例较低，从而难以降低工程造价和及时提供备件。可以断言，如果我国不迅速建立强大的制造业作为整个可再生能源产业发展的支撑，则目前关键技术与主要设备依靠进口的局面短期内不可能得到根本扭转，我国的可再生能源产业则可能成为永远也长不大的“老小孩”。

### **3 实施可再生能源发展战略的对策和措施**

为了保障整个可再生能源健康发展，建议采取以下对策。

#### **(1)以发展目标为驱动力，逐步扩大市场规模**

首先，要组织力量逐步完成可再生能源产业的“十一五”规划以及中长期远景规划，而且要定量地确定发展目标。要以实际资源和技术发展潜力为基础，结合考虑我国能源和电力发展规划，分析可再生能源发展与整个能源和电力发展的关系和变化趋势。其次，可再生能源发展规划要落实具体的承担者，国家规划目标要通过省级规划和产业规划落实到每个省、每种技术直至到每个项目。第三要将规划目标落实到具体的时间表上，分阶段实施，持续而系统地落实目标的完成进度。最后，可再生能源发展规划目标的完成受国家法律法规和政策的保障，只

有强制性要求承担者完成各阶段的发展目标，才能吸引更多的投资者发展可再生能源产业，逐步形成经济规模，最终步入商业化。

### **(2)建立标准和规范，消除可再生能源开发利用的市场障碍**

尽快制定有关可再生能源发电并网的国家标准和技术规范，采取措施消除可再生能源发电上网、生物质燃气及液体燃料供应和太阳热水器推广应用的障碍。

制定相应的国家标准，消除生物柴油和乙醇燃料进入交通燃料销售体系的障碍，争取利用现有石油销售设施实现替代油品的销售。

制定建筑物太阳能利用国家标准，修改各种建筑标准、工程规范和城市管理规定中不利于太阳能利用的内容。在太阳能资源丰富地区(太阳能年辐射总量达到5000兆焦/m<sup>2</sup>)，新建建筑物要合理利用太阳能，各地政府提出各类建筑物太阳能利用的最低数量或比例的要求。

### **(3)支持可再生能源技术研发机构的建设**

以风力发电为例，国外的成功经验在于，德国等都有自己的风机研发能力、制造技术和产业基地。风力发电遥遥领先于我国的近邻印度不但有自己的风机制造业，其产品已出口世界各地。因此，在近5年内，为了形成我国可再生能源技术的持续创新能力，国家发展和改革委员会和国家科学技术部应安排专项资金分别支持建立几个国家可再生能源技术开发应用中心和国家可再生能源技术实验研究中心。这不仅对2006年开始的下一个5年可再生能源和新能源技术产业优先领域发展指南的实施是有力的支持，同时也是未来我国可再生能源和新能源技术产业可持续发展的坚实的物质基础。

### **(4)建立有保障的可再生能源的投融资机制**

国家的可再生能源和新能源技术产业化优先支持领域指南发布后，各级政府和有关机构应安排相应技术研发专项资金，配套支持具有自主知识产权的可再生能源开发利用企业的发展。另外，国家控股的商业银行应对列入国家优先支持领域，并获得政府提供支持资金的企业提供贷款方便。

建立相应的投融资机制是可再生能源技术产业化的一个重要条件。实际上，国家对优先支持领域的企业提供资金支持，也为商业银行开辟了一个新的商业领域。

### **(5)以风电为突破口，做好可再生能源开发前期资源的勘测和评价**

政府应组织资源普查。建议以风电为突破口，由国家发改委联合安排资金，同时在全国范围内寻找和调查适合建风电场的场地并测风，数量可在30个左右，其中陆地风电场20个，海上10个，总规模300万kW以上。

主要任务为：在前3年完成陆地风电场场址及资源调查，取得至少一整年的

测风数据，并收集风电场建设所需的相关地形、地质和交通等资料，作出分析报告，达到预可研水平。

后两年完成浅海地区风电场场址选择及资源调查，取得至少一整年的测风数据，同时收集风电场建设需要的相关海底地形，地质和交通等资料，并作出分析报告，达到预可研水平。

#### **(6)建议优先发展的领域**

重点领域和项目的选择应遵循科学原则。再结合国内外可再生能源技术发展现状和我国实际，确定以下领域为近期可产业化的优先领域：

风力发电：重点是新型兆瓦级风电机组的本地化制造。

太阳能光伏发电重点是太阳级硅材料生产和高效低成本太阳电池 / 组件及系统控制部件的产业化和国产化。

生物质发电：重点开发适用于农村和小城镇的热(气)电联供示范系统。

可再生能源供热重点是太阳热水器产业升级和地源热泵系统的产业化。

生物质液体燃料重点是生物乙醇燃料和生物柴油生产的规模化。

#### **(7)提高全社会开发利用可再生能源的意识**

提高全社会对可再生能源的认识，增强开发利用可再生能源的意识。政府机构和事业单位要率先使用可再生能源，并建设公用建筑物(或设施)可再生能源利用示范工程；鼓励大型企业利用可再生能源，并积极投入可再生能源的技术开发、设备制造和可再生能源生产；对单位和个人自愿认购高价格可再生能源的行为，采取授予绿色能源标识、节能标识和企业环保评级等方式予以鼓励。建设我国可再生能源人才培训基地，促进国内外信息交流和技术人才的国外合作与培训。

**王仲颖**，副研究员，国家发展改革委员会能源研究所可再生能源发展中心主任，主要从事可再生能源政策研究。