

我国十一五可再生能源发展展望

国家发展和改革委员会能源研究所 时璟丽 李俊峰

近年来，可再生能源在世界范围内得到迅速发展，一些可再生能源技术的市场应用和产业，如光伏发电、风电等年增长速度都在 20% 以上，可再生能源已成为实现能源多样化、应付气候变化和实现可持续发展的重要替代能源，尤其是近两年，随着国际石油价格大的波动以及《京都议定书》的生效，可再生能源发展得到世界许多国家的广泛关注，成为国际能源领域的热点。随着我国发展循环经济概念和建设资源节约、环境友好型社会目标的提出，我国的可再生能源发展步伐加快，开发利用可再生能源已经成为我国能源战略的重要内容。2005 年 2 月，我国颁布了《中华人民共和国可再生能源法》，该法于 2006 年 1 月 1 日开始实施，同时，国家已经开始制定法律相应的配套法规和政策，主要有提出可再生能源发展的总量目标，制定可再生能源发展中长期规划，提出鼓励可再生能源发电的具体管理办法（电价和费用如何分摊），出台可再生能源有关技术标准，制定鼓励可再生能源发展的经济政策等，这些将有力地推动对我国可再生能源发展的进程。

我国有丰富的可再生能源资源，近年来其开发利用取得了较快进展。根据 2004 年的统计，我国可再生能源的利用总量已经达到 4 亿吨标准煤，在我国的能源结构中占 20%，其中传统方式的生物质能利用提供了 2.5 亿吨标准煤，水电装机容量达到 1 亿千瓦，提供 1.25

亿吨标准煤，太阳能、风电、现代技术生物质能利用等提供 2500 万吨标准煤的能源。可再生能源已经开始在我国的能源供应体系中发挥作用。

1、 大型并网风电进入快速发展阶段

大型并网风电近年来在世界范围内发展迅速，2000 年到 2005 年期间的年增长率为 28%。我国的并网风电在十五期间也得到迅速发展，到 2004 年底，全国风电装机总容量为 76.4 万千瓦，位居世界第 10 位，其中 2004 年新投入运行的风机容量为 19.7 万千瓦，年增长率达到 34%。初步统计 2005 年底全国风电装机将超过 100 万千瓦。目前新装机主力机型为 600 千瓦到 1.5 兆瓦。我国已经建成了 43 个风电场，掌握了风电场运行管理的技术和经验，培养和锻炼了一批风电设计和施工的技术人才，为风电的大规模开发和利用奠定了良好的基础。目前我国在准备阶段中的风电项目装机已经又达到百万千瓦以上，十一五将进入我国风电场开发的黄金时期，根据国家发展规划中提出的目标，到十一五末期，全国风电总装机容量将达到 500 万千瓦。将在我国风能资源丰富的地区，即东部沿海和西北、华北和东北地区，建设 30 个左右十万千瓦等级的大型风电项目，从而在江苏、河北、内蒙古等地形成百万千瓦风电基地，营造出风电场开发的广阔市场。

营造风电场开发市场的一个主要目的和基础是发展我国的风电制造业。目前我国已经基本掌握单机容量 750 千瓦以下大型风力发电设备的制造技术，通过十五期间的科技攻关和 863 项目，又支持了兆瓦级的大型风电设备的开发和设计，2005 年样机开始试运行。兆

瓦级风电设备的产业化也被列入 2005 年 3 月出台的“可再生能源产业化发展专项”的资金支持领域中。因此，在十一五期间，我国的风电产业一方面要实现 1-3 兆瓦风电装备的产业化生产和成功运行，另一方面还要根据世界先进技术，开发更大规模的风电设备。

2、太阳能光伏发电稳步发展

我国有十分丰富的太阳能资源。据估算，陆地表面每年接收的太阳辐射能约为 5×10^{22} 焦耳，约相当于 17000 亿吨标准煤。太阳能发电技术的开发和利用主要是光伏发电，其用户分布在工业和商业利用、边远地区供电和城市照明电源等。2005 年我国光伏发电装机容量达到 7 万千瓦以上，主要为边远地区的居民供电。其中边远地区居民供电站 50% 以上，每年的增长速度在 20% 以上。除了在边远无电地区得到应用外，十五期间也开展了并网屋顶光伏发电的示范，取得了一定的技术和工程经验。光伏发电在工业和商业利用领域也有稳定的市场，城市照明灯具的年生产量超过了 10 兆瓦，占世界市场的 70%。2005 年我国光伏电池的制造能力已超过 10 万千瓦，生产企业有 10 多家，近两年，国际市场，尤其是在德国和日本极为优惠的经济政策的激励下，光伏市场需求强劲，我国的光伏产品也大量出口，刺激了国内产业建设的热潮，目前还有几条万千瓦级的组件生产线正在建设之中。

与其他发电方式相比，目前的光伏发电的成本还是很高，因此，考虑到经济成本和支持我国光伏产业持续发展的需要，我国的光伏发电应采取稳步发展的原则和策略。十一五期间，我国的光伏发电系统

的应用一方面还将以采用户用光伏发电系统和建设小型光伏电站为主，来解决偏远地区无电村和无电户的供电问题，将建设光伏发电 20 万千瓦，为 200 万户偏远地区农牧民（即目前我国三分之一的无电人口）提供最基本的生活用电。另一方面，借鉴发达国家发展屋顶系统的经验，在经济较发达、城市现代化水平较高的大中城市，在公益性建筑物和其他建筑物以及在道路、公园、车站等公共设施照明中推广使用光伏电源，到 2010 年建设总容量 5 万千瓦的屋顶光伏发电项目。此外，还将开展大型并网光伏系统的示范，为在光伏发电成本下降到一定水平时开展大型并网光伏系统的大规模应用作准备。十一五末期，光伏系统的这三个方面的应用总量将达到约 40 万千瓦。

3、太阳能热水器继续在能源供应方面发挥巨大作用

太阳能热利用方式主要是用于城乡居民热水供应，太阳能热水器技术在我国已经完全商业化，生产量和使用量都居世界第一，到 2005 年底，全国太阳能热水器使用量超过 7000 万平方米，约占全球使用量的 50%，在过去十年中增长率达到 27%，8%的家庭用户拥有太阳能热水器。目前我国太阳能热水器生产厂家超过 3000 家，生产量超过 1000 万平方米，全真空玻璃管热水器在市场上占据主导地位。近年来，太阳能热水器和建筑结合的问题得到社会各界的广泛关注，2005 年 12 月，建设部出台了“民用建筑太阳能热水系统应用技术规范”，太阳能热水器建筑一体化将是今后的技术发展和应用方向。

根据 2004 年的统计数据，如果不考虑水电和传统的生物质利用，在我国 2500 万吨标准煤的其它可再生能源利用量中，太阳能热水器

就提供了一半。太阳能资源潜力巨大，热水器利用技术成熟，具有经济性和市场竞争力，因此太阳能热利用在我国的可再生能源利用中，甚至在今后的能源的供应中可以扮演一个重要的角色。十一五期间，我国将继续在城市推广普及太阳能一体化建筑、太阳能集中供热水工程，并建设太阳能采暖和制冷示范工程。在农村和小城镇推广户用太阳能热水器。目标是到 2010 年，全国太阳能热水器总集热面积达到 1.5 亿平方米，加上其它太阳能热利用，年替代能源量达到 3000 万吨标准煤。

4、生物质能现代技术利用多样化

我国的生物质能源资源主要是农业废弃物、森林和林产品剩余物及城市生活垃圾等。农业废弃物资源分布广泛，其中农业秸秆年产量超过 6 亿吨，其中约三分之一可作为能源用途，农产品加工和畜牧业废弃物理论上可以生产沼气近 800 亿立方米。森林和林业剩余物的资源量也相当丰富。能源作物是具有商业开发前途的生物能源资源，适合我国种植的能源作物品种很多，主要有油菜籽等油料作物和一些野生植物，如漆树、黄连木和甜高粱等。

目前，我国生物质能源的开发和利用仍然以传统的燃烧技术为主，现在，逐步发展了生物质气化、液化和发电等技术。气化以厌氧发酵技术的推广和应用为主，同时发展生物质能源的直接气化技术，目前，全国已经建成小型户用沼气池 1200 多万口，大中型沼气工程 1500 多座，年产沼气 50 多亿立方米。在生物质能源液化技术方面中国尚处于探索和试验的阶段，目前主要开发和利用的技术是乙醇燃料技术

和生物油技术，全国已经建成南北两大乙醇燃料生产基地，形成了100多万吨的生产能力，生物油产量已经达到5万吨左右。生物质能源发电技术主要集中在糖厂的热电联产和稻壳发电，其装机约200万千瓦，其他形式的生物质能源发电，例如气化发电、混合燃料发电技术的应用还不具备规模。

根据目前我国生物质能利用技术状况，生物质能利用重点将是生物质发电、沼气和生物质液体燃料等。生物质发电主要有农林废弃物发电、垃圾发电和沼气发电。在十一五期间将形成500多万千瓦的装机能力，在资源丰富区，建设区域型的兆瓦级的以秸秆、稻壳、蔗渣、灌木林和木材废弃物为原料的生物质发电厂；在经济较发达、土地资源稀缺地区建设垃圾焚烧发电厂；在规模化畜禽养殖场、工业废水处理和城市污水处理厂建设沼气工程，合理配套安装沼气发电设施等。

沼气和农林废弃物气化技术产生的沼气可以为农村地区提供部分生活用燃气，生物质气化技术还可以作为解决农村废弃物和工业生产废弃物环境治理的重要措施。因此，十一五期间将继续扩大农村地区的户用沼气、特别是与农业生产结合的沼气技术的应用范围，在城镇发展以大型畜禽养殖场沼气工程和工业废水沼气工程为气源的集中供气。

生物质液体燃料是重要的石油替代产品，主要包括燃料乙醇和生物柴油。近期内我国重点的技术研发方向是利用非粮食原料（主要为甜高粱、木薯以及木质纤维素等）生产燃料乙醇技术和以麻疯树为原

料制取生物柴油，并建设规模化原料供应基地，建立生物质液体燃料加工企业。到 2010 年，燃料乙醇的年生产能力达到约 200 万吨，生物柴油的年生产能力达到 20 万吨，总计年替代 200 万吨成品油。

5、水电是我国可再生能源发展的重要领域

水电作为我国最重要的可再生能源，在今后二三十年内仍将是可再生能源发展的重要领域。我国水电资源十分丰富，根据最新水能资源复查结果，全国水电资源技术可开发量为 4 亿千瓦，分布广泛，遍及全国 30 个省（区、市）的 1600 多个县（市），65%的小水电集中西部地区。西南地区的小水电资源占全国的 50%以上。我国政府对水电的开发实行了积极的扶持政策，小水电被纳入农村电气化发展和建设规划，水电已经在中国的电气化，特别是农村电气化方面发挥了重要作用。目前，国家正在西部地区实施以退耕还林和天然林保护为目的的“小水电代柴”计划，小水电具有很大的发展潜力。大型水电的开发将综合考虑资源分布特点、开发利用条件、经济发展水平和电力市场需求等因素，重点开发大江大河等，到 2010 年，水电装机容量达到 1.8 亿千瓦。

6、总结

我国的可再生能源处于快速发展阶段，一些技术已经达到或接近商业化发展的水平，无论从资源、技术和产业的角度，在近期都有大规模发展的潜力。可再生能源已经开始在我国的能源供应中发挥作用，在未来能源供应构成中可以具有举足轻重的地位。根据政府制定的国家发展目标，2020 年可再生能源的发电比例可以达到 15%以上，

2040年之后可以达到30%或更高的水平，成为重要的替代能源。十一五将是我国风电、光伏发电和生物质能大规模利用的起步阶段，能否抓住机遇，迅速形成可再生能源市场和产业非常重要。到十一五末期，水电、风电、太阳能以及现代技术的生物质能利用等将达到2.7亿吨标准煤，满足10%的能源需求。

注：此文发表于《中国科技成果》