

全球可再生能源现状及展望

Present situation and prospects of global renewable energy

■文 / 苗红



发展现状

进入 21 世纪以来，全球面临的能源安全和生态环境保护问题日趋严峻，可再生能源已经成为许多国家的能源战略的重要组成部分及能源转型的核心及主流发展领域。根据可再生能源应用的不同领域，不难看出，电力系统建设正在发生结构性转变，可再生能源发电已开始成为全球电源建设的主流。其中，风能和太阳能光伏新增发电容量创下新纪录，

加速转型进程；可再生能源在供热与制冷行业的角色逐步被发现和认识，但面临包括低油价的诸多挑战；可再生能源在交通运输行业这样的新的市场应用崭露头角。

可再生能源发电

在全球对化石能源补贴仍然继续、化石燃料价格处于历史低位，以及可再生能源发展继续面临诸

多挑战的今天，可再生能源发展，特别是可再生能源电力发展仍然交了一份不俗的成绩单。据“21世纪可再生能源政策网络”最新统计，2015年全球非水可再生能源新增装机120GW，首次超过新增化石能源发电装机。其中风电和太阳能新增装机分别为63GW和50GW，并连续六年保持了年增长率达8%以上的强劲势头。到2015年底，全球累计非水可再生能源装机达到785GW，其中风电433GW、太阳能发电227GW，生物质能发电106GW，地热能发电13GW，太阳能热发电约4.80GW。根据联合国环境计划署（UNEP）统计，虽然2015年可再生能源（包括小水电）占世界总发电装机容量的比重还不小，但这一比例在不断攀升，与2010年相比提升了约6个百分点；同时，2015年可再生能源的实际发电量占全球总发电量的比重达到10.3%，比2010年提升了近4个百分点。谈及全球2015年可再生能源发电的成绩单中，就不能不提中国的贡献。2015年，中国风电新增装机31GW，约占全球新增装机的50%，累计装机145GW；太阳能光伏15GW，约占全球新增装机的30%，累计装机43.5GW，无论是新增还是累计装机都继续着领先的势头。

可再生能源供热制冷

可再生能源在全球建筑和工业供热制冷服务终端能源消费中的比重约为8%，虽然促进可再生能源供热制冷的政策还远远不及可再生能源电力发展的支持力度，但在2015年前后，越来越多的可再生能源，例如太阳能，接入到区域供热系统中，但可再生能源在区域制冷系统中的应用仍比较罕见。

可再生能源燃料

尽管支持可再生能源在交通运输行业发展的政策仍比较滞后，且受到低油价及一些市场不确定性的挑战，2015年，可再生能源还是满足了4%的全球道路运输燃料需求，其中液体生物燃料对交通运输行业的贡献还是比较显著的。可再生能源燃料在新市场和应用，如航空生物燃料等领域出现显著进展。生物甲烷的应用也由于天然气机动车基础设施和燃料供应站的扩张会有更多的机会。电动汽车研究进一步推进，轻型和重型电动汽车出现新进展，与此同时，将可再生能源接入电动汽车充电站的方

法研究工作也继续推进。

更为重要的是，近年可再生能源在应对气候变化和促进可持续发展方面的作用越来越多地获得了世界各国广泛共识，特别是在促进经济发展方面，2015年非水可再生能源（包括小水电）就为全球创造了810万个新的就业岗位。随着市场和投资及多种创新融资产品的持续增长，可再生能源技术持续进步，包括智能电网、可再生能源热泵、储能等关乎发电、供热制冷等技术应用得到了显著的发展，而且随着可再生能源竞争力不断增强，可再生能源经济性的改善，也为进一步的规模化发展奠定了基础。

全球对可再生能源发展的预期

根据国际可再生能源署的研究，2030年可再生能源在全球能源构成中的比例可达到36%以上。截至2015年底，已有170多个国家制定了可再生能源发展目标。其中，全球几个主要的可再生能源发展主力国家和新兴经济体的发展目标更为雄心勃勃；欧盟作为全球可再生能源发展的领跑者，2012年就发布了《能源2050路线图》，提出了以可再生能源为核心的清洁低碳能源转型路线，未来将继续推进风能、太阳能、生物质能以及智能电网的建设，以期在2050年实现可再生能源占能源消费总量50%的目标。美国也在2012年就发布了《未来可再生能源电力》研究报告，提出了高比例可再生能源发展情景，2014年又发布了《多元化能源战略》，提出包括可再生能源在内的低碳清洁能源技术发展思路。美国能源部的相关研究提出，2030年风电将占全部发电量的20%，2050年全部发电量的80%将来自可再生能源。尽管由于特朗普的上台，美国联邦政府层面的可再生能源政策面临较大的不确定性，但各州政府在发展可再生能源方面的雄心不减，已有29个州和华盛顿特区建立了可再生能源配额制。日本在福岛事故后，加快了可再生能源的发展步伐，日本陆续出台了《面向2030年能源环境创新战略》等战略计划，提出了推进可再生能源等战略框架，并提出2030年可再生能源发电比重将达到22%~24%。中国近年来更是通过不断完善可再生能源支持政策，已逐步成为全球可再生能源发展的中坚力量。中国2050年高比例可再生能源发展情景研究指出，2050年可再生能

源可以满足全国 60% 以上的一次能源需求。印度、巴西等新兴经济体也正在加快速度发展风能、太阳能等可再生能源。2014 年，印度政府提出到 2027 年太阳能电力装机要达到 1 亿千瓦，风电装机达到 1.5 亿千瓦。

技术应用及发展趋势

从技术应用来看，陆上风电已经进入持续稳定的发展阶段，单机功率逐步提高，投资成本逐步降低。但大规模陆上风电面临的资源与负荷相比的困境会继续存在，在储能技术取得商业化应用突破还需时日，长距离架空入地建设输电网面临包括投资成本等诸多困难的情况下，通过继续完善风电预测水平、可再生能源优先调度，同时增强可再生能源与现有基础设施的融合互动也不失为积极应对风电“出力受限”的措施，例如需求侧响应是未来电网企业应对波动性电源最主要、最经济的手段之一。随着海上风电项目的开发，进一步加快了大容量风电机组的发展。由于受资源条件、负荷需求、整体技术水平等的限制因素，海上风电装机容量占风电总装机的比重仍较低，项目主要集中在英国、丹麦、德国、中国等少数几个国家。

太阳能发电是增长最快、潜力最大的新能源。目前晶硅电池占据了市场的主导地位，未来的技术进步主要在于提升电池转换效率、减少电池的硅用量等方面。同时，太阳能发电应用的创新模式也因其技术特点，将与能源互联网、微网，及分布式等新技术新模式更紧密地结合。太阳能热发电由于出力稳定，正受到越来越多国家的重视。但由于成本较高，未来市场规模的增长不容乐观。太阳能热利用技术成熟，在全球范围内已得到普及。中国是太阳能热利用保有量最多的国家。随着集热器技术的进步，太阳能热利用领域正由生活热水的供应拓展到建筑物供暖与制冷、工农业的热力供应等领域。

生物质能由于能源产品多样和用途广泛，被认为是未来全方位替代化石能源的主力。前面提到的，2030 年全球 36% 的能源消费来自可再生能源，其中生物质将占到 60%，包括发电、供热和为交通提供的液体燃料。但由于受到生态环境、粮食安全、技术进步、开发经济性等多重因素的影响，大规模开发利用仍面临严峻挑战。

地热能利用是地热开发利用的主要方式，占地热总利用量的 2/3，其余 1/3 是地热发电。地源热泵是地热能利用最主要的也是增长最快的领域，在许多国家都得到了广泛应用。中国地源热泵的供暖（部分制冷）面积已超过 2 亿平方米，随着对空气质量提高的呼声诉求不断升温，政府对清洁供暖的发展目标也会落实成为具体的行动方案，并破解市场规范和标准缺乏，以及运维服务不到位等难题。地热发电项目主要集中在美国、菲律宾、印度尼西亚等高温地热资源丰富的国家。

海洋能不同的技术处于不同的成熟化阶段。除了潮汐能、波浪能技术相对成熟外，整体上还不具备规模化、商业化开发的条件，已有的项目多数是处于试点示范阶段。目前全球近 30 个沿海国家在开发海洋能，英国在技术上处于领先地位。

随着可再生能源规模的快速扩大，特别是新能源发电装机规模的不断增长，由于风能、太阳能等自然条件的不稳定性，电力供需平衡的难度也进一步加剧，可再生能源发展迅速的国家，如中国，近年来弃风弃光现象愈演愈烈，造成巨大的经济损失，也阻碍了能源转型的整体步伐。未来，基于能源互联网的分布式清洁能源多能互补系统将有效解决这一问题。这类项目可高效集成分布式光伏、生物质、水源及地源热泵、分布式天然气、储能、充电桩等多种能源技术，通过源-网-荷-储整体优化配置，实现能源设施互联互通、冷热电气多能融合等功能，同时，可显著降低系统冗余容量，降低系统投资成本和运营成本，提高系统运行效率和经济性。

展望未来，国际社会对可再生能源在全球能源转型方面发挥更加重要作用的预期不断增强。发展可再生能源将为经济发展创造出新的机会和增长点，也会为生产和制造业带来更可预测、更低的能源成本，为人民带来更清洁的空气和水。同时，在一些国家和地区的实践已经证明了，可以通过发展可再生能源来抑制能源价格波动、降低能源消费成本，提升竞争力，并带动新的就业机会。不管以什么借口重回以化石能源为核心的时代的做法都是有悖联合国提出的人人享有可持续能源的美好愿景，有悖人类对未来发展所需要的更可靠、更具经济性、更清洁能源的诉求。■

作者单位：世界资源研究所