

太阳能光伏发电将实现平价上网

陈伟(E-mail:chenw@mail.whlib.ac.cn)、张军、李桂菊

审稿专家:中科院广州能源所赵黛青研究员、蔡国田副研究员

1 光伏发电发展现状与挑战

太阳能光伏发电是太阳能发电技术中发展最为迅速且前景最被看好的发展方向。自 2008 年以来光伏发电装机容量年均增长率达 60%，截至 2012 年底，全球光伏累计装机量首次突破了 100 GW^[1]。据国际能源署预测，到 2050 年全球太阳能光伏发电量将占全球发电量约 11%，每年能减少约 23 亿 t 的 CO₂ 排放^[2]。

光伏发电也面临着重大挑战。太阳能能源密度较低，且容易受日照时间、辐照强度等自然因素的影响；其基本发电原理也限制了光伏系统的转换效率难以达到同常规能源发电一样的水平；且材料、制造等方面的因素也导致了大规模光伏发电与常规能源相比，在发电成本上处于明显劣势，上网电价难以与水电、煤电、核电竞争。

2 低成本光伏发电需要突破的关键科技问题

现阶段光伏发电发展离不开政府补贴，而要摆脱政策扶持，实现基于市场经济规律的普及，成为主要替代能源之一的关键在于大幅度降低发电成本，使之达到发电成本与常规能源相当。降低光伏发电成本一般从以下几个方面着手：(1)降低规模化工业生产制造成本；(2)提高太阳能电池主要材料硅的利用效率，降低原料成本；(3)大力发展新材料和新技术提高太阳能转化效率。其核心是提高电池转换效率的同时尽量降低其生产成本，进而降低整体发电成本，实现平价上网。关键科学问题在于如何提高太阳光的吸收率和光激发电子空穴的产生率，以及有效促进光生电子、空穴的转移。涉及到的关键技术包括：提高太阳能电池

能量转换效率的新概念、新机制研究；光伏材料开发与性能改善；光伏器件结构设计；光伏材料和器件的制备与表征技术等。

3 光伏发电的前景与未来

随着原材料价格下降、光伏发电产业技术的日益进步和全球光伏市场规模不断扩大，已为光伏发电实现平价上网提供了产业和技术基础。目前第一代太阳电池以晶硅为材料，成本高，目前商业化后最高转换效率为 22%，而且正进一步向高效率和薄片化发展。同时随着技术进步和制造规模的扩大，第一代太阳能电池成本正迅速下滑，晶硅组件价格已从 2006 年每瓦特约 4 美元降至 2012 年的 1 美元以下。第二代半导体薄膜太阳能电池的实验室转化效率为 12%，工业化发电效率为 8%—10%，成本较第一代太阳能电池低并还在继续下降中，如 2012 年其平均价格就下降了 20%^[3]，未来将继续向高效率、稳定和长寿命方向发展。第三代新概念太阳电池转换效率可达 35% 以上，在未来 10 年有望取得突破，使其电价可与传统能源相比拟。

光伏发电已成为世界主要国家普遍关注和重点发展的战略性新兴产业。各国政府都在加大投入，促进光伏科技突破和产业发展。美国计划到 2020 年光伏系统累计总装机量达到 7 GW，总成本降低 75%，达到约 1 美元/W（相当于 6 美分/kWh），使得到 2020 年与其他能源形式相比，大规模光伏系统能在没有资金补贴的情况下具备市场竞争力，以促进全国范围内太阳能系统的广泛部署^[3]。欧盟光伏产业计划设定了到 2020 年光伏发电满足 12% 欧洲电力需求目标，提出将传统交钥匙光伏

系统成本降至1.5欧元/W以下,日照条件良好的南欧地区光伏发电成本达7—14欧分/kWh^[4]。日本提出的光伏发电路线图坚持以“实现电网平价”为理念,设定了到2017年光伏发电成本降至14日元/kWh、2025年降至7日元/kWh的目标,将太阳能光伏发电发展成为主要能源之一^[5]。

近年来,我国太阳能光伏产业发展迅速,已成为我国为数不多的、可以同步参与国际竞争并有望达到国际领先水平的行业,形成了包括硅材料及硅片、光伏电池及组件、逆变器及控制设备的完整制造产业体系。

在规划上,2009年中科院就启动了太阳能行动计划,重视在新原理、新方法、新材料、新工艺上的突破,确定了2015年分布式利用、2025年替代利用、2035年规模利用共3个阶段目标。在2012年中国政府先后制定了《太阳能发电发展“十二五”规划》和《太阳能发电科技发展“十二五”专项规划》,2013年7月4日又公布了《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》^[6],计划在2015年将太阳能光伏发电的装机容量提高到35 GW,预计中国可能在2015年实现光伏发电上网电价每度电1元的目标。同时计划在2020年使中国光伏装机总量达到50 GW甚至100 GW,在此背景下,实现每度

电0.6—0.8元的目标。

综上所述,随着光伏发电效率不断提高且发电成本的不断降低,预计到2020年前后,光伏发电价格将降低到可以实现平价上网的程度。这一实现将会对可再生能源的利用产生非常积极的促进作用,进而引发能源结构的重大变革。

参考文献

- 1 REN21. Renewables Global Status Report 2013. 2013. http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_highres.pdf.
- 2 IEA. Technology Roadmaps - Solar photovoltaic energy 2010. http://www.iea.org/papers/2010/pv_roadmap.pdf.
- 3 DOE. SunShot Vision Study, 2012. <http://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/47927.pdf>.
- 4 European Photovoltaic Industry Association, European Photovoltaic Technology Platform, 2010. Solar PV European Industrial Initiative Implementation Plan. http://setis.ec.europa.eu/implementation/implementation-plans/Solar_EII_PV_Implementation_Plan_final.pdf/at_download/file.
- 5 NEDO.「太阳光发电ロードマップ(PV2030+)」概要版. 2009-06-08. <http://www.nedo.go.jp/content/100080327.pdf>.
- 6 国务院. 国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见. 2013-07-04. http://www.gov.cn/zwqk/2013-07/15/content_2447814.htm.



中国科学院