

美国太阳能发电技术及产业发展

禹 庚

(新疆维吾尔自治区科学技术厅, 乌鲁木齐 830011)

摘 要: 本文以 2013 年美国多个超大规模光伏电站并网发电、2014 年多个超大规模聚热太阳能电站投产为主要研究对象, 分析了技术创新驱动和产业扶持政策对美国太阳能发电技术及大规模商业应用发展的推动作用, 以及由此引发的效能提升、价格下降、供需市场兴旺, 乐观预见美国太阳能发电产业的未来发展。

关键词: 美国; 太阳能; 光伏; 聚热太阳能; SunShot 计划

中图分类号: TK51(712) **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2015.07.002

1 发展现状

1954 年, 美国贝尔实验室研制出太阳能硅电池, 为人类开发利用太阳能提供了有效途径, 由此开启了人类太阳文明的大门。太阳能电池技术首先为航天工业领域采用。美国 1958 年发射升空的先锋 1 号卫星 (Vanguard1) 是世界第一个使用太阳能硅电池技术的人造卫星。1980 年后, 太阳能发电技术取得长足进步, 但单位发电成本高、与传统能源同台竞争能力弱等始终阻碍其打破固化的能源市场。

美国太阳能资源丰富, 尤其是位于西南部的 7 个州, 不仅光热资源丰富, 而且降雨量小、可利用土地广袤。以现有的太阳能光伏技术, 仅利用美国国土面积的 0.6% 就可以满足全美的电力需求^[1]。

进入新千年后, 出于环境保护、能源安全等考虑, 美国政府陆续出台了多部促进可再生能源发展的政策法案, 特别是 2009 年颁布实施的《美国复苏与再投资法案 2009》(The American Recovery and Reinvestment Act of 2009), 美国政府将大量资金投入可再生能源领域, 太阳能发电技术的大规模商业应用自此进入快速发展阶段。

2013 年^[2], 美国新增太阳能发电能力 (光伏发电 PV 以及聚热太阳能发电 CSP) 5.2GW, 与 2012 年相比增幅达 53%。累计太阳能发电能力 13GW。在当年新增发电能力排行中, 太阳能仅次于天然气而位居第二。太阳能发电能力的持续增长有助于提高美国能源的多样性, 增强安全性。太阳能行业的发展, 带动了就业市场, 提供了 14.3 万个优质就业岗位 (就业人数超过煤炭行业)。拉动太阳能电池组件市场价格的下浮, 在过去 3 年下降了约 75%, 预计未来 3 年再降 50%。

2014 年上半年^[3], 新增太阳能发电能力 2.673GW, 占同期新增各类发电能力总和的 53%。根据 SEIA 和 GTM 的预测, 2014 年美国太阳能发电市场年增长率约为 26%, 预计全年新增太阳能发电能力可达 6GW。

美国太阳能发电市场分为居民建筑太阳能发电市场 (residential PV)、非居民建筑 (包括政府建筑、商业建筑等) 市场 (non-residential PV) 以及公用事业市场 (utility solar)。据美国国家可再生能源实验室 (NREL) 和劳伦斯伯克利国家实验室 (LBNL) 2014 年 9 月发布的“光伏系统价格走势”研究报告^[4]: 2013 年居民建筑及小型商业建筑太阳

作者简介: 禹庚 (1958—), 男, 国际科技合作处处长, 主要研究方向为国际科技合作管理及农业经济管理。

收稿日期: 2014-12-22

能发电系统（ $\leq 10\text{kW}$ ）的中位数价格为每瓦 4.69 美元，自 1998 年以来每年的平均降幅在 6% 至 8% 之间；大型商业建筑系统（ $> 100\text{kW}$ ）的中位数价格是每瓦 3.89 美元；公用事业规模（ $\geq 5\text{MW}$ ，地面安装系统）的加权平均值为每瓦 3 美元。报告认为，2013 年美国市场光伏电池组件每瓦 0.67 美元的价格创历史新低，虽然仍有降价空间但降幅有限；在此之前，光伏系统价格下降主要受光伏电池组件价格下降的拉动，未来降价动因将主要源自管理即包括审批安装等在内的软成本的下降；受美国对中国大陆及台湾地区太阳能发电产品设置关税壁垒的影响，美国光伏发电产品价格高于国际市场。

2013 年，美国太阳能发电市场呈现以下新趋势：公用事业机构进入居民住宅太阳能发电市场；公用事业机构，在满足政府可再生能源配额标准 RPS 要求的情况下，纯粹出于成本考虑开始购买太阳能发电能力。

2013 年，美国多个超大规模光伏电站建成并实现并网发电。如，美国首个接入 500kV 电网的商业规模太阳能发电站——亚利桑那州 290MW 的 Agua Caliente 碲化镉 CdTe 薄膜太阳能电站，世界规模最大的聚焦式光伏 CPV 电站——科罗拉多州 30MW 的 Alamosa Solar 电站，以动态电压调节 DVR 和故障穿越 FRT 逆变器技术为创新点的加州洛杉矶 230MW 的 Antelope Valley Solar Ranch 光伏电站，应用无线跟踪监测及控制系统 TMAC 和 T-O 单轴跟踪系统提高发电效率为创新点的加州 250MW 的 California Valley Solar Ranch 光伏电站等，成为美国可再生能源发展历史上的一个重要里程碑。

如果说 2013 年美国太阳能发电产业的大发展以超大规模光伏电站建设为主要标志，那么 2014 年的主要标志就是大规模聚热太阳能电站 CSP 的并网投产^[5]。2014 年 2 月 13 日，位于加州和内华达州边界莫哈维沙漠的伊万帕 Ivanpah^[6]（美国能源部贷款计划办公室项目名称为 BrightSource）聚热太阳能发电站正式宣布投入商业运行。电站 2010 年开工建设，总投资 22 亿美元，其中能源部提供政府担保贷款 16 亿美元，谷歌公司投资 1.68 亿美元。总装机 392MW，由三个装机分别为 133MW、133MW 和 126MW 的塔式发电系统组成，

共使用 15 平方米的定日镜 17.35 万套。作为美国第一个大规模的聚热太阳能商业发电项目，伊万帕电站受到广泛关注。出席电站正式并网投运仪式的美国能源部长莫尼兹在致辞中说^[7]：投资清洁能源不是一个限制我们发挥经济潜在能力的决定，而是引领全球正在形成的清洁技术市场的机遇。我们不能容忍坐在火车的车尾，我们必须在前面领导世界的行业发展。

伊万帕电站是美国能源部斥巨资支持的 5 个聚热太阳能电站项目中的一个。美国能源部之所以支持这些项目，验证展示各项相关新技术是其目的之一。如能源部提供政府担保贷款 7.37 亿美元的 Crescent Dunes 聚热太阳能发电站，总投资 22 亿美元，装机 110MW，同样采用塔式聚热发电系统，与伊万帕电站的不同在于该电站是美国部署的第一个以熔盐为热介质实现能量存储技术的项目，利用电站装配的熔盐储能系统，在没有阳光的情况下，可以保障电站满负荷发电 10 个小时。能源部提供政府担保贷款 14.16 亿美元、总投资 20 亿美元的 Solana 聚热太阳能电站，采用的是抛物线槽型聚热系统辅以 6 小时满负荷发电的熔盐储能系统，发电能力 250MW。

如同所有新兴产业的发展一样，美国太阳能发电产业大发展的局面离不开技术创新的驱动、政府的扶持政策、企业的创新精神等要素，非如此，不足以撬动传统化石能源垄断的发电市场。

2 研发与应用

自 1954 年太阳能硅电池问世以来，美国始终重视太阳能发电技术的研发，但限于需求一直不温不火。在常规按部就班研发无法破局的情况下，有感于肯尼迪总统 1962 年提出的登月计划 MoonShot（当时肯尼迪描述的登月目标被绝大多数人认为超越了人类的能力而注定无法实现），美国能源部于 2011 年正式推出了太阳能激进式创新的 SunShot 计划^[8]，目标是以 2010 年太阳能光伏发电系统的价格为基数，到 2020 年，实现降低成本 75%、达到每千瓦时 6 美分的水平，使其能够与常规化石能源发电同等竞争，保证太阳能发电产业的发展，以期在 2030 年实现太阳能发电占全国电力供应的 14%、以及 2050 年 27% 的愿景目标。

为保障 SunShot 计划的实施,能源部也同时进行了组织创新。从项目管理组织的角度,打破了能源部条块分割,实现了能效与可再生能源办公室 EERE、能源先进研究计划署 ARPA-E、科学办公室 SC 等部内机构跨部门的合作及资源整合。SunShot 计划实施以来,能源部累计投入约 9 亿美元,支持了 5 个领域的 350 多个项目。

(1) 聚热太阳能发电系统以及储能系统:抛物线槽型系统、定日镜聚热塔式系统、碟式/引擎系统、线性菲涅耳系统相关的降低成本、提高效率、增强可靠性的研发活动;储能系统研发活动;系统集成的研发活动。目标是到 2020 年把聚热太阳能发电的总成本由 2010 年的每千瓦时 21 美分^[9](其中聚热系统 3 美分、发电系统 4 美分、储能系统 5 美分、以及用地成本 9 美分)降到每千瓦时 6 美分(其中聚热系统 1 美分、发电系统 2 美分、储能系统 1 美分、以及用地成本 2 美分)。到 2013 年底,聚热太阳能发电每千瓦时的成本已经降到 13 美分(其中聚热系统 2 美分、发电系统 4 美分、储能系统 2 美分、以及用地成本 5 美分)。

(2) 太阳能光伏技术:研发活动集中在晶体硅 crystalline silicon、薄膜(包括:非晶硅 a-Si、碲化镉 CdTe、铜铟镓硒 CIGS、铜锌锡硫硒 CZTSSe)、III-V 族多结 multijunction III-V、有机 organic、以及染料敏化 dye-sensitized 太阳能电池 5 个关键技术领域。目标是 2020 年把公用事业规模级光伏电站每千瓦时的成本由 2010 年的 21.4 美分降到每千瓦时 6 美分。经过 3 年多的努力^[10],到 2013 年,每千瓦时成本已降为 11.2 美分(光伏组件由 2010 年的 11 美分降为 3.7 美分,逆变器由 1.6 美分降为 1 美分,电线等其他电器材料由 2 美分降为 1.9 美分,办理许可等的软性成本由 6.8 美分降为 4.6 美分)。

(3) 软性成本:在技术创新的推动下,太阳能发电设施等硬件成本降幅很大,而诸如客户申请、筹资缔约、许可证办理、安装以及运营维护费用等软性成本降幅有限。据 J. Seel, G. Barbose, R. Wiser 等人 2013 年的一份研究报告^[11],美国软性成本约为德国的 5 倍,创新空间巨大。在保证公司合理利益的基础上,有效降低软性成本、成为实现 2020 年目标的关键。能源部的努力旨在通过激励企业创

新理顺关系、规范流程、提高相关机构的办事效率降低办事成本,通过构建适应太阳能发电产业发展的政策及监管环境、提供融资渠道等降低准入门槛,通过孵化提高企业创新能力、培育市场提高成熟度,向可再生能源项目开放联邦政府土地等措施实现大幅度降低软性成本的目标。

(4) 系统集成:支持创新的成本效益解决方案以保证增量发展的太阳能发电与电网实现无缝接入,诸如大规模太阳能接入对电网的规划、运行、调度与安全稳定带来的新挑战与新技术问题,相关电器设备的研发,新技术及系统的验证等。对此,美国能源部分布在各地的区域检测中心 RTCs 将发挥巨大作用。

(5) 技术的市场应用:从技术商业化和商业创新、制造创新和扩大生产、成本分析等入手,支持创新设备以及创新概念的研发活动,早期介入、持续支持,重点解决技术市场在原型机商业化阶段以及商业化扩大生产阶段的资金问题。

美国能源部十分重视技术商业化,在 SunShot 计划之前的 2007 年,能源部就设立了太阳能孵化器计划(PV Solar Incubator Program),主要扶持创新概念验证,开发具有商业前景的尚未实现产业化、处于原型设计阶段的技术,以及处于试生产或已应用于大规模生产但仍需开发并完善制造工艺的技术。自设立以来,累计投入 1.04 亿美元,扶持了 61 个创业公司,引入 17 亿风险投资以及私募股权投资。最近一批孵化器计划支持项目 20 个,总投入 1 460 多万美元。

美国技术创新措施极大促进了太阳能产业的发展,产业的技术进步提升了美国清洁能源技术领域的竞争力,巩固了美国行业的国际领先地位。原本认为过于激进的 SunShot 计划的 10 年目标,经过短短 3 年多的努力就达成一半,这一事实极大鼓舞了行业士气,也坚定了实现目标的决心和信心,人们甚至开始乐观的预计 SunShot 的目标将会提前实现。

3 产业培育政策

技术创新是新兴产业发展的先决条件,产业政策则是新兴产业发展壮大的关键因素。美国在经受了两次石油危机的打击后,把能源安全列为国家安

全的重要内容之一，高度重视能源立法，及时更新使法案具有很强的时效性。

新千年后，美国联邦出台了多部涉能源法案，与太阳能等可再生能源相关的重要法案就有：2005年颁布的《能源政策法案》（The Energy Policy Act of 2005），2007年颁布的《美国能源独立及安全法案》（The Energy Independence and Security Act of 2007），以及2009年颁布的《美国复苏与再投资法案》（The American Recovery and Reinvestment Act of 2009）等。

联邦法案对包括太阳能发电在内的可再生能源的支持大致分为两类^[12]：一是鼓励投资的投资税收减免（investment tax credit, ITC）以及成本加速折旧（Modified Accelerated Cost Recovery System, MACRS）；二是向大规模商业太阳能发电项目提供政府担保贷款，在验证展示新技术的同时，由于大规模使用太阳能发电设备起到了促进规模化生产、降低太阳能设备市场价格的作用。

（1）投资税收减免及成本加速折旧

2005年8月，由时任总统布什签署的《2005能源政策法案》决定对太阳能发电项目实施投资税收减免政策：居民或企业法人在住宅和商用建筑屋顶安装太阳能发电系统所获收益享受投资税收减免，额度相当于系统安装成本的30%。2008年颁布《经济稳定紧急法案》（Emergency Economic Stabilization Act）决定把商业太阳能发电以及其他符合条件的可再生能源发电项目的投资税收减免延长8年到2016年年底，住宅光伏项目的投资税减免政策延长2年，取消每户居民光伏项目2000美元的减税上限。

2005年底实施的成本加速折旧允许商业或公用事业规模太阳能发电、风电等可再生能源项目采用5年期的加速折旧法，且第一年折旧率可达50%，为项目带来实际避税效果。

据测算，对投入大规模太阳能发电的企业而言，美国联邦政府的这两项优惠政策的实际收益相当于获得太阳能发电项目总成本56%的补贴。

（2）政府担保贷款

在美国近期适用的能源法案中，有多项条款涉及对新兴清洁能源技术的展示和大规模应用给予支持：2005年能源政策法案的1703条款（支持核

电发展），2007年能源独立与安全法案的136条款（支持先进汽车制造），2009年恢复与再投资法案的1705条款（支持可再生能源发展）等。正是依据这些政策法案条款，能源部设立了贷款计划办公室LPO并依法提供政府担保贷款。

依据1705条款，美国能源部向特定的2011年9月30日或之前开工建设的清洁能源项目提供担保贷款。在1705条款项下，能源部贷款计划办公室共支持了28个太阳能设备制造、风能发电、生物燃油生产、地热能发电、以及太阳能发电等清洁能源项目，政府提供贷款担保总额161.6亿美元。其中12个太阳能发电项目（7PV，5CSP），政府提供贷款担保总额120亿美元。

政府担保贷款降低了清洁能源项目企业的筹资风险，降低了贷款成本，极大促进了清洁能源行业的规模发展和市场的发展壮大。

要特别指出的是，还有一个对全美可再生能源发展发挥了重要作用的地方法案，即可再生能源配额标准。

可再生能源配额标准（Renewables Portfolio Standards RPS，以下简称标准）是美国政府以法律的形式对可再生能源发电的市场份额做出的强制性规定，即在规定的时间内总电力供应量中必须有规定比例的电力来自可再生能源。美国国会就是否实施以及实施标准一直争论不休，联邦层面的相关法案迟迟出不来。虽然如此，并不妨碍各州政府推行标准。据美国能源部支持的各州可再生能源与能效激励政策数据库截止到2014年9月的数据^[13]：美国已有29个州，以及美国首都华盛顿特区、2个领地通过了可再生能源配额标准立法并付诸实施。其标准由于各州的实际情况不同而千差万别。加利福尼亚州2002年经州议会批准实施的标准规定^[14]：到2020年可再生能源发电要占总电力供给的33%。合规阶段标准为2011年至2013年不得低于20%，2014年至2016年分别为不低于21.7%、23.3%、25%，2017年至2020年分别为27%、29%、31%、33%；华盛顿特区规定2020年实现占比20%；马里兰州规定2022年实现占比20%等。

美国联邦政府以及各州政府鼓励可再生能源发展的政策措施，对支撑可再生能源快速发展壮大发挥了至关重要的作用。

4 其它

太阳能领域技术创新和全球供应链的发展,有助于世界范围生产规模的扩大并拉动价格向下运行,但同时也加剧了世界各国的竞争,贸易争端由此引发。美国能源部贷款计划扶持的太阳能项目中,生产碲化镉(CdTe)薄膜太阳能电池组件的Abound Solar公司,在获得能源部4亿美元政府贷款以扩大生产能力后的2012年申请破产保护,能源部实际拨付的7000万美元投入付之东流。成为继美国明星硒化铜钢镓(CIGS)薄膜太阳能电池制造企业Solyndra之后的又一家获得能源部政府贷款而因经营困难宣告破产的企业。议会政府改革与监管委员会认为,能源部贷款计划办公室管理不善是导致投资失败的主因^[15]。美国国家可再生能源实验室和麻省理工学院专家^[16]经过深入分析后认为,中国在太阳能光伏制造业的主要优势并非廉价劳动力和政府补贴,而是生产规模和健康的供应链。

美国政府支持可再生能源发展,除了从能源安全考虑以外,更主要的是保持美国在未来国际清洁能源市场的技术优势、提升竞争力。从能源部贷款计划实际成效来看,考虑到投资新兴产业的风险,把纳税人资金的损失控制在最小范围,而最大限度的保护资金安全、发挥资金效率,确有难度。美国能源部在坚定的发展战略与困难的实践路途之间还有许多问题亟待解决。

政府是可再生能源的倡导者,也是践行者。2014年5月,由美国公司本土生产的太阳能板在白宫屋顶安装完工,此举显示了奥巴马政府致力发展可再生能源的决心,展示了美国政府推动可再生能源蓬勃发展的成果,也是建筑物能效升级改造的示范。为了支持可再生能源产业的发展,联邦政府决定向可再生能源项目开放联邦政府建筑物屋顶以及联邦土地。内政部计划到2020年将批准在联邦土地上建设20GW的可再生能源项目。国防部的目标是到2025年将在其军事设施部署总发电能力3GW的可再生能源发电装置,包括:太阳能、风能、生物质能、地热能等。联邦政府的目标是到2020年所属办公楼耗能的20%要来自可再生能源。

创新是企业发展的关键。但对企业而言,创新

绝不能仅仅停留在技术创新的层面,创新是涉及技术、管理、营销等的全面创新。在美国太阳能企业中,快速发展的SolarCity公司^[17]无疑是创新的佼佼者。SolarCity成立于2006年,从2010年开始发展速度每年在100%左右,目前雇员6000多,成为美国最大的屋顶光伏发电服务供应商。2013年安装光伏发电设备280MW,2014年预计可达525MW。一个公司成功的关键在于其创新的商务模式:吸引机构投资建设屋顶光伏发电系统,以最大限度地享受政府税收减免、成本加速折旧等优惠政策,通过出租光伏发电系统或出售电力实现收入。此举,可以说是公司、政府、机构投资、终端用户四方受益。终端用户(建筑物的所有者)可以在不承担光伏系统一次性投入的前提下,享受分布式电站带来的低于电网电价的优惠。

5 结语

美国培育和发展太阳能产业战略思路清晰。利用技术创新杠杆,围绕企业主体确立以价格、性能、服务为要素的技术优势;利用政策杠杆,引导富有企业家精神的企业投资先进技术的规模化部署,以培育初级市场;利用市场杠杆,扩大生产和消费,促进技术不断创新,进而形成太阳能产业良性发展所需的环境。

发展清洁能源是世界大势,但路途艰难。就美国而言,一方面近期的国际石油价格一降再降,以及近几年美国国内油气产量稳增、价格持续走低,对可再生能源的生存空间构成严重挤压;另一方面中期选举后,与执政的民主党能源政策有较大分歧的共和党成功掌控议会参众两院,民主党人总统奥巴马的清洁能源战略的实施将更加困难。■

参考文献:

- [1] US Department of Energy. SunShot Vision Study. Washington DC: DOE, February 2012. <http://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/01/f7/47927.pdf>.
- [2] GTM Research and CEIA. US Solar Market Insight Report/ 2013 Year-in-Review/ Executive Summary, 2014. <http://www.seia.org/research-resources/solar-market-insight-report-2013-year-review>.
- [3] GTM Research and CEIA, US Solar Market Insight Report

- Q2 2014, Executive Summary, September 2014. <http://www.seia.org/research-resources/us-solar-market-insight>.
- [4] David Feldman, Galen Barbose et al. Photovoltaic System Pricing Trends – Historical, Recent, and Near-Term Projections 2014 Edition, NREL/PR-6A20-62558, Sept. 2014. <http://www.nrel.gov/docs/fy14osti/62558.pdf>.
- [5] US Department of Energy, 2014: The Year of Concentrating Solar Power, Washington DC: DOE, May 2014 http://energy.gov/sites/prod/files/2014/05/f15/2014_csp_report.pdf.
- [6] BrightSource. Ivanpah Solar Electric Generating System, April 2014. http://www.brightsourceenergy.com/stuff/contentmgr/files/0/3eac1a9fed7f13fe4006aaab8c088277/attachment/ivanpah_white_paper_0414.pdf.
- [7] Energy Secretary Moniz's Remarks at the Opening Ceremony for the Ivanpah Solar Electric Generating System -- As Prepared for Delivery, February 13, 2014. <http://energy.gov/articles/energy-secretary-monizs-remarks-opening-ceremony-ivanpah-solar-electric-generating-system>.
- [8] SunShot Initiative, Solar Energy Technologies Office of DOE, Tackling Challenges in Solar: 2014 Portfolio, Washington DC: DOE, May 2014 <http://www.energy.gov/eere/sunshot/sunshot-initiative>.
- [9] Concentrating Solar Power, the Falling Cost of CSP, [2014.11.14] <http://www.energy.gov/eere/sunshot/concentrating-solar-power>.
- [10] The Falling Price of Utility-Scale Solar Photovoltaic Projects, [2014.11.14] <http://www.energy.gov/maps/falling-price-utility-scale-solar-photovoltaic-pv-projects>.
- [11] J. Seel, G. Barbose and R. Wiser, Why Are Residential PV Prices in Germany So much Lower Than in the United States? February 2013 <http://emp.lbl.gov/sites/all/files/german-us-pv-price-ppt.pdf>.
- [12] Michael Mendelsohn and Claire Kreycik, Federal and State Structures to Support Financing Utility-Scale Solar Projects and the Business Models Designed to Utilize Them, NREL/TP-6A20-48685, April 2012 <http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/48685.pdf>.
- [13] Renewable Portfolio Standard Policies, [2014.11.14] <http://www.dsireusa.org/resources/detailed-summary-maps/>.
- [14] 33% RPS Procurement Rules [2014.11.14] <http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/Renewables/hot/33RPSProcurementRules.htm>.
- [15] Committee on Oversight and Government Reform, US House of Representatives. The Department of Energy's Disastrous Management of Loan Guarantee Programs. Washington DC: US House of Representatives 112th Congress, March 2012. <http://oversight.house.gov/wp-content/uploads/2012/03/final-doe-loan-guarantees-report.pdf>.
- [16] Alan Goodrich, Douglas Powell, et al. Assessing the drivers of regional trends in solar photovoltaic manufacturing. Energy Environ. Sci., 2013, 6:2811-2821.
- [17] <http://www.solarcity.com/> (2014-11-14).

Technology Progress and Industrial Development of U.S. Solar Energy

YU Geng

(Department of Science and Technology of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Wulumuqi 830011)

Abstract: Based on empirical study of the U.S. milestone achievements in 2013 and 2014 which are called the year of utility-scale PV solar power and the year of utility-scale CSP(Concentrating Solar Power) respectively, the article analyses the thrust forces produced by technology innovation and preferential policies on the U.S. solar power technology and industry. It argues that it is technology innovation and policies that safeguard the U.S. solar technology and industry on a fast track with features as lower cost, higher efficiency and booming market. With optimistic expectation, the U.S. solar power will be able to fully compete with traditional fossil energy by 2020, a target set by DOE's SunShot Initiative.

Key words: U.S.; solar energy; photovoltaic (PV); Concentrating Solar Power (CSP); SunShot Initiative