

Present Situation and Development Trend Analysis of Solar Power Technology in China

Yan Sun¹, Hailong Yu², Changzheng Zhang³

¹Huaneng Xinjiang Energy Development Co., Ltd., Urumqi

²North China Electric Power University, Baoding

³No. 5 Middle School of Youxi County Fujian Province, Youxi

Email: 13503388573@163.com

Received: May 28th, 2014; revised: Jun. 23rd, 2014; accepted: Jul. 2nd, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The combustion and emission of fossil fuels (coal, oil, etc.), is one of the main reasons of air pollution. Vigorously developing renewable energy can help to protect the atmospheric environment and play an important role in the sustainable development of society. Development and utilization of renewable energy has become the main content of the next generation of energy development. As a most important kind of renewable energy, solar power has incomparable advantages. Firstly, the current situation of solar energy utilization technology is analyzed. Secondly, the current situation of solar energy utilization technology in China is introduced. Finally, the solar power generation is discussed.

Keywords

Solar Power, Photovoltaic Power Generation

我国太阳能发电技术现状及发展趋势分析

孙 岩¹, 于海龙², 张长政³

¹华能新疆能源开发有限公司, 乌鲁木齐

²华北电力大学, 保定

³福建省尤溪县第五中学, 尤溪

Email: 13503388573@163.com

收稿日期：2014年5月28日；修回日期：2014年6月23日；录用日期：2014年7月2日

摘要

化石燃料(煤、油等)的燃烧和排放，是大气环境污染的主要原因之一。大力发展可再生能源可保护大气环境，对于社会的可持续发展有着重要的作用。可再生能源的开发和利用已成为下一代能源发展的主要内容，太阳能发电是其中很重要的一种，有着无可比拟的优势。本文首先分析了太阳能利用技术现状，其次，分析了我国太阳能利用技术现状，最后对太阳能发电进行了展望。

关键词

太阳能，光伏发电

1. 引言

太阳能的开发与利用已经成为世界范围内日益关注的热点，其中主要集中在太阳能热利用与太阳能发电等领域。在太阳能热利用领域，太阳能热水器以及热水系统是比较广泛且有效的应用形式。而太阳能发电主要包括太阳能热发电和光伏发电等形式。太阳能热发电主要指聚光类太阳能热发电，是利用聚光集热器将太阳辐射能转换成热能并通过热力循环持续发电的技术。20世纪80年代以来，美、以、德、意等国积极开展了研究开发工作，相继建立起塔式系统、槽式系统和碟式系统等不同形式的示范装置。太阳能光伏发电是通过太阳能电池将太阳辐射能转换为电能的发电形式[1]。晶体硅太阳能电池是目前工程上广泛使用的用以太阳能光伏发电的光电转换器件，且生产工艺成熟，已进入大规模产业化生产，并且发展迅速。自二十世纪九十年代初以来，世界太阳电池的生产实现了持续快速增长，太阳电池及组件生产呈现指数增长[2]。

太阳能电池工作原理(如图1所示)是基于半导体p-n结的光生伏特效应，即太阳光或其它光照射半导体p-n结时，就会在p-n结的两边出现电压，叫做光生电压。

太阳能发电系统由太阳能电池组、太阳能控制器、蓄电池(组)组成(如图2所示)。如输出电源为交流220V或110V，还需要配置逆变器。各部分的作用为：

- 1) 太阳能电池板：太阳能电池板是太阳能发电系统中的核心部分，也是太阳能发电系统中价值最高的部分。其作用是将太阳的辐射能力转换为电能，或送往蓄电池中存储起来，或推动负载工作；
- 2) 太阳能控制器：太阳能控制器的作用是控制整个系统的工作状态，并对蓄电池起到过充电保护、过放电保护的作用；
- 3) 蓄电池：一般为铅酸电池，小微型系统中，也可用镍氢电池、镍镉电池或锂电池。其作用是在有光照时将太阳能电池板所发出的电能储存起来，到需要的时候再释放出来；
- 4) 逆变器：太阳能的直接输出一般都是12VDC、24VDC、48VDC。为能向220VAC的电器提供电能，需要将太阳能发电系统所发出的直流电能转换成交流电能，因此需要使用DC-AC逆变器。

在工程实际应用方面，太阳能光伏发电技术得到了比较普遍的应用，且备受世界各国的钟爱。光伏发电具有不需燃料、环境友好、无转动部件、维护简单、由模块组成、功率可大可小等突出优点，其应用范围十分广阔，遍及各行各业受到普遍欢迎。而光伏发电系统有两大方面：一是大型光伏电站；二是屋面光伏电站。大规模地面光伏电站一般都存在输送距离远、大规模并网和大范围消纳等问题。相比之下，屋面光伏电站更适合光伏发电分布范围广、稳定性欠佳的特点，且易于就地消纳，可以作为补充性

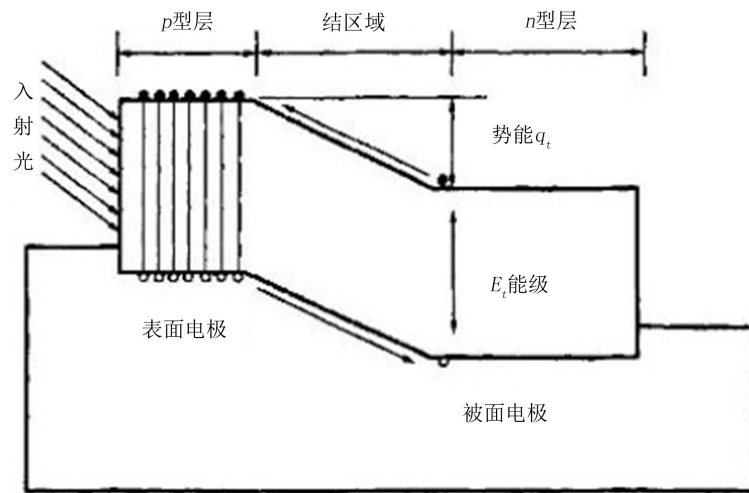


Figure 1. The working principle of the solar cell

图 1. 太阳能电池工作原理

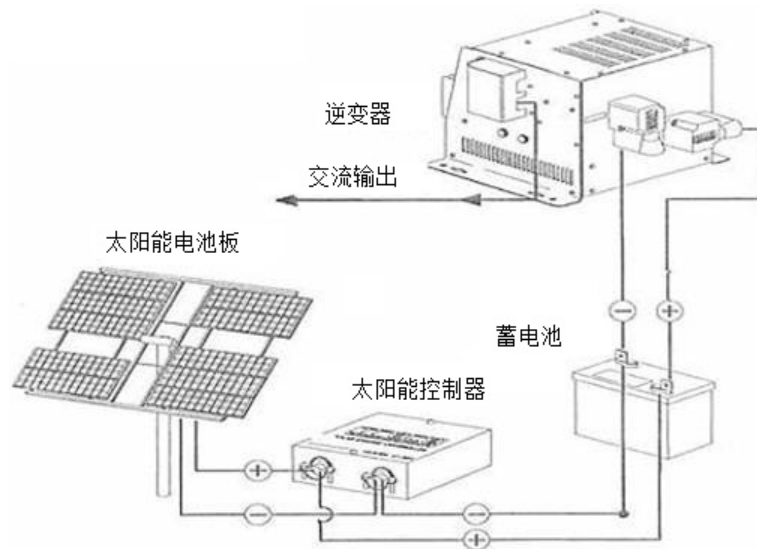


Figure 2. Solar power generation system

图 2. 太阳能发电系统示意图

调峰电源使用，也无须对电网进行大的改造。许多国家和政府都制定了屋顶电站计划并积极推动实施。

德国于 1990 年制定了“千顶计划”。日本于 1994 年实施了“朝日七年计划”。美国 1997 年制定了“百万屋顶计划(Million PV Roof Program)”，并于 1998 年启动该计划，总容量 3000 MW，启动 1 年后，就已在 10000 户住宅屋顶上铺设了光伏器件，每户由太阳能供电 5~10 kW。同一时期，意大利开始实施“全国太阳能屋顶计划”，日本每年投资 110 亿日元于光伏发电，其中半数投入于 500 MW “光伏屋顶计划”。荷兰建立了 1 MW 光伏发电系统，提供 5000 住宅用电。欧盟计划实施“百万光伏屋顶”项目，一半建在欧州。而以以色列在其房屋太阳能热水器安装率达 80% 的情况下，更是明文规定，凡新建房屋必须配置太阳能热水器[3]。2009 年我国出台《关于加快推进太阳能光电建筑应用的实施意见》，并出台了《太阳能光电建筑应用财政补助资金管理暂行办法》，决定有条件地对部分光伏建筑进行每瓦最多 20 元人民币的补贴。

2. 我国太阳能发电的优势

在我国 960 万平方公里的土地上, 每年接受的太阳光辐射能约为 140 大卡每平方厘米, 每年接收的太阳能能量达 5.6×10^{22} 焦耳, 折合成标煤约 $17,000 \times 10^8$ t, 相当于 2008 年一次能源消费量的 654 倍。可见, 我国太阳能资源十分丰富[4]。此外, 我国沙漠、沙漠化及潜在沙漠化土地面积约为 250×10^4 km², 约占国土面积的 1/4。有专家估计, 若利用其中 1%, 按现在的技术水平, 可装机 25×10^8 kW 的太阳能发电装置, 年发电量堪比我国目前的总发电量[5]。这就为大规模的光伏电站的建立提供了良好的条件。

另一方面, 发展太阳能发电的需求主要来自于农村和边远地区的生产与生活用电及我国电力事业持续发展两个方面。同时, 我国在太阳能发电方面具有的得天独厚的有利条件也为规模化的光伏发电奠定了基础。

1) 太阳能资源丰富。我国国土总面积 2/3 以上的地区年平均日照小时数超过 2200 小时, 年平均日辐射量约为 5900 MJ/m²。太阳能资源条件要优于欧洲和日本, 与美国相近, 为世界上太阳能最丰富的地区之一[6]。如此丰富的太阳能资源, 非常适合太阳能的开发与利用, 可以节省太阳能电池的用量, 也有利于太阳能发电在较低成本下加以推广。

2) 太阳能电池生产能力有绝对优势。我国太阳能电池的生产能力已超过日本、美国和欧洲, 居世界第一位。据相关报道, 2009 年世界太阳能电池生产能力约 20 GW (如图 3 所示), 其中中国占 33%、美国占 18%、中国台湾占 15%、德国占 11%、日本占 10%、韩国占 4%、其他占 9%。据悉, 2007 年在全球太阳能生产企业 16 强中, 我国占据了 6 席。我国在太阳能电池和太阳能电池组件的生产上已占有绝对优势, 且产品质量优良, 太阳能的转化效率不逊于日本产品。

3) 技术进步提供支持。逆变技术是太阳能发电的关键技术之一, 而我国在大功率开关器件开发和逆变技术的应用等方面已取得长足进步, 生产出适用于光伏并网、高效率、高可靠性、低污染、低成本的逆变器亦成为可能。

3. 我国光伏技术的发展

我国的太阳能发电领域起步较早, 1958 年开始研究光伏电池, 1971 年首次成功应用于我国发射的东方红二号卫星上, 1973 年开始将光伏电池用于地面[7]。而 1990 年以前, 我国光伏电池的生产能力还只有 4.5 MW/年(如图 4 所示)。2000 年以来, 受到国际大环境的影响、国际合作项目及政府项目的启动和市场的拉动, 我国光伏产业的发展取得了一次飞跃。2004 年, 我国光伏电池的生产能力已达 100 MW, 实际产量为 42 MW, 光伏模块售价现已降为 30~40 元(RMB)/pW。而截止 2009 年, 我国太阳能电池的生产规模增长到 4 GW, 排名世界第一位[8]。

我国对太阳能光伏发电技术的积极研究和开发, 促使其发展迅速。1995 年, 我国在西藏双湖县建成 25 kW 离网式光伏电站, 地处海拔 5100 m, 是世界上海拔最高的一个光伏电站。同年我国在山东一个海岛上建成 30kW 混合式光伏与风力发电系统, 年发电量约 56 MW·h。2004 年, 我国在深圳园林花卉博览园建成 1 MW 并网光伏电站。而截至 2004 年我国光伏发电装机容量累计为 65 MW。据报道, 在我国边疆、沙漠、草原(即荒漠地区)建设光伏电站的计划早已启动。此项计划若完成, 可提供我国西北地区人均 100 W 的电能, 满足 2300 万人口对电的需求。预计我国 2020 年光伏发电装机容量可达 1000 MW[9]。

以位于中国北部的河北保定为例, 保定拥有丰富的太阳能资源, 当地政府正努力把保定建设成为“中国电谷”和“低碳城市”。从 2006 年起, 为了促进可再生能源的利用, 政府一直支持发展 PV-LED 技术, 推广光热产品, 这将使保定成为太阳能使用的示范城市。并且, 一些针对于太阳能产品生产厂商的优惠政策的实施也促进了其“太阳能城市”目标的实现。有许多公司和企业如保定天威集团有限公司, 保定英利绿色能源控股有限公司等落户保定, 形成了光伏产业聚集区[10]。

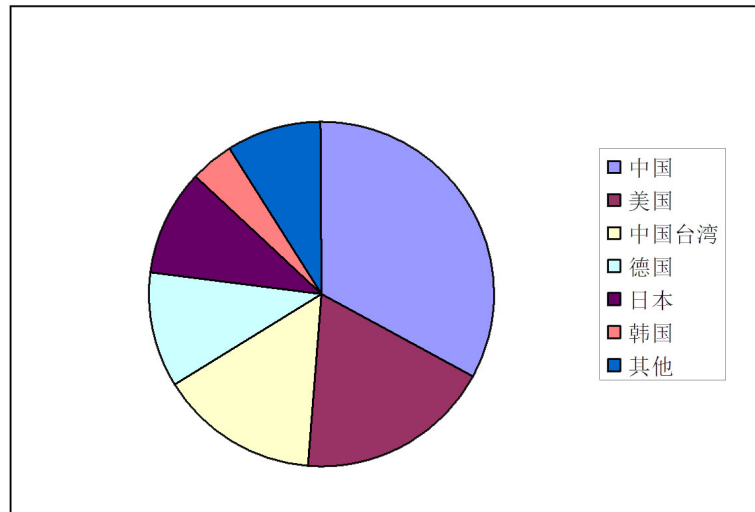


Figure 3. The world solar battery production statistics of 2009
图 3. 2009 年世界太阳能电池生产能力统计

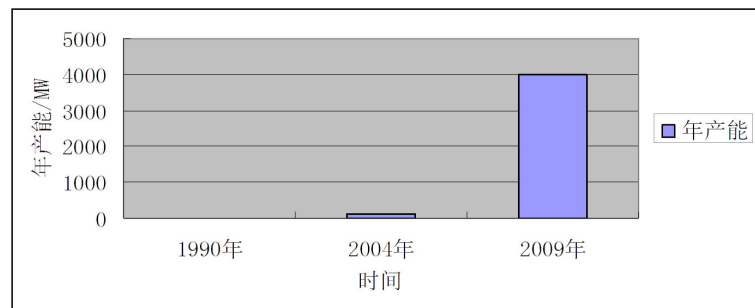


Figure 4. The statistics of photovoltaic battery capacity in China
图 4. 我国光伏电池产能发展统计

保定同时还提出了“中国电谷和低碳”计划项目。太阳能建筑仅是“中国电谷和低碳”城市计划的第一阶段的项目。其他项目包括经济会议中心，商会，专家公寓和职工住房等。所有的项目均将体现人与自然的和谐相处，尽力降低建筑能耗。整个项目将充分利用光伏技术，其容量达到 1.5 MW。因此，年发电量将达 171 万千瓦时，相当于 684 吨标准煤，分别减少排放 CO₂、SO₂ 和灰尘 496 吨、14 吨和 12 吨。

太阳能作为可再生资源，在保定得到了广泛的应用。其中太阳能热水器已经进入中国千千万万个社区，一些其他的大型项目也已出现，如用于城市道路照明的独立太阳能照明系统和混合太阳能照明系统。光伏产品已投入市场，随着价格的不断降低，其竞争力不断增强，越来越受到中国普通消费者的欢迎。

4. 太阳能发电的优缺点

相比其他的能源利用技术，太阳能发电有其无可比拟的优势，主要表现在：

- 1) 太阳能资源没有枯竭危险，且资源分布广泛，受地域限制小；
- 2) 太阳能电池主要的材料硅，原料丰富；
- 3) 无机械转动部件，没有噪声，稳定性好；
- 4) 维护保养简单，维护费用低；
- 5) 系统为组件，可在任何地方快速安装无污染，完全干净。

同时，太阳能发电也有其不足之处：

- 1) 太阳能照射的能量分布密度小, 约 100 W 每平方米;
- 2) 年发电时数较低, 平均 1300 h;
- 3) 不能连续发电, 受季节、昼夜以及阴晴等气象状况影响大;
- 4) 精准预测系统发电量比较困难;
- 5) 目前光伏系统的造价还比较高, 系统成本 40,000~60,000 元/KW。

根据目前光伏发电发展状况和技术难点, 未来的光伏发电研究需要重视以下几个方面:

- 1) 加快太阳能原材料晶体硅生产技术的研究和新型替代材料的开发, 降低材料成本并提高其转化效率。
- 2) 提高系统控制技术, 如实现光伏电池阵列的最优化排列组合和太阳光最大功率跟踪等。
- 3) 研究光伏发电的并网技术, 减少光伏电能对电网的冲击。
- 4) 研究光伏发电与其他可再生能源发电技术的结合应用, 保证供电持续性。

5. 太阳能发电未来的发展趋势

太空太阳能发电一直以来都备受人们的关注, 在外太空捕获太阳能并将其输送到地球, 这有可能是解决人类面临的能源问题的办法之一, 如若能大规模发展, 更甚至于可以永久地解决人类的能源问题, 正如科幻电影里所描述的那样。人们初步的设想是建造一个太空发电站, 利用太阳能发电技术在宇宙空间把太阳能转换为电能, 然后把它转换为微波传输到地球上, 再将微波转换为电能。而且太空太阳能发电也有其巨大的优势。太空中的太阳能电池板没有大气层的阻隔, 没有干扰, 它接受太阳光的强度是地球上的 8~10 倍, 而且更清洁[11] [12]。另外, 太阳能电池可以持续不断地接收阳光来发电, 解决了地面太阳能发电间断和稳定性差的问题。太空的空间是免费的, 目前国际社会尚无对开发太空太阳能的限制和法律约束, 这也给了太空太阳能发电一个庞大的发展空间。决定太空发电能否达到实用目的的关键是, 将电能有效转变为微波的技术以及在微波传往地球的过程中减少损失。目前, 日本和美国在太空太阳能发电技术方面的研究较为先进。据相关报道, 美国早已有计划建立太空太阳能发电站。而日本已成功实现了电能与微波之间的转换, 且已建成太空太阳能发电实验设施[13]。相信随着科学技术的不断发展, 太空太阳能发电站也终将不会只是梦想与科幻[14]。无疑, 利用太阳能发电的光伏发电技术前景广阔。太阳能资源近乎无限, 光伏发电也不产生任何环境污染, 是满足未来社会需求的理想能源[15]。随着光伏发电技术的深入发展, 转换效率的逐步提高, 系统成本的日趋合理, 以及相关的分布式发电技术、智能电网等的完善, 光伏发电这种绿色能源将成为未来社会的重要能源。

6. 结论

在我国能源供需平衡中, 可再生能源已经具有重要地位。太阳能光伏发电的应用是可再生能源的发展趋势。随着各项技术的不断进步以及太阳能光伏发电产业在政府扶持下的阔步前进, 我国的光伏发电将会得到迅速的发展。加速发展大型光伏并网发电, 是改变和优化电力结构的理想选择, 也是可持续电力供应的理想模式。太阳能发电是可再生能源的发展趋势, 它的蓬勃发展将会逐步改变我国传统能源结构, 对克服我国能源紧张、改善生态环境具有重大意义, 发展前景广阔。

参考文献 (References)

- [1] 孟浩, 陈颖健 (2009) 我国太阳能利用技术现状及其对策. *中国科技论坛*, 5, 96-101.
- [2] 李华 (2009) 中国光伏产业发展战略研究. 上海交通大学, 上海.
- [3] 程超, 孙可, 王永 (2009) 太阳能开发和应用的现状. *科技信息*, 36, 150.
- [4] 严陆光 (1998) 我国风力与太阳能发电的发展与展望. *电工电能新技术*, 1, 22-26,69.

- [5] 罗承先 (2010) 太阳能发电的普及与前景. *中外能源*, **11**, 33-39.
- [6] 李春曦, 王佳, 叶学民, 喻桥 (2012) 我国新能源发展现状及前景. *电力科学与工程*, **4**, 1-8.
- [7] 尹淞, 郝继红 (2009) 我国太阳能光伏发电技术应用综述. *电力技术*, **3**, 1-4,8.
- [8] 杨忠 (2008) 太阳能光伏发电现状与发展趋势. *金陵科技学院学报*, **1**, 9-13.
- [9] 龙文志 (2014) 光伏屋面将进入大发展的时代. *建筑技术*, **1**, 6-14.
- [10] 李克平 (2014) 太阳能在保定地区的现状及应用. *华章*, **9**, 379.
- [11] 赵平平 (2012) 太阳能发电的最新发展趋势. *电工文摘*, **1**, 1-3.
- [12] 赵坤 (2011) 太空太阳能发电有望梦想成真. *中国电力报*, **3**, 26006.
- [13] 李继斗, 杨拉燕, 武伟 (2010) 宇宙太阳能发电技术的应用和发展趋势. *科技情报开发与经济*, **9**, 135-136.
- [14] 成靓, 蒋潇, 蒋荣华 (2013) 全球光伏产业发展现状及趋势. *新材料产业*, **10**, 36-42.
- [15] 弓凌箭 (2014) 太阳能发电的重要性和前景展望. *中小企业管理与科技(上旬刊)*, **1**, 167.