

# 简论发展我国太阳能电池及多晶硅产业

## On the Development of Solar Cell and Polycrystalline Silicon Industry in China

沈 辉/SHEN Hui<sup>1</sup>, 闻立时/WEN Li-shi<sup>1,2</sup>

1. 中山大学太阳能系统研究所, 广州 510006

2. 中国科学院金属研究所, 沈阳 110016

1. Institute for Solar Energy Systems, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510006, China

2. Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China

**[摘要]** 对国内外太阳能光伏发电产业的发展现状进行了评述,指出了我国光伏发展在政策、技术和应用方面存在的一些问题,并就我国太阳能电池与多晶硅材料关键技术的发展提出了看法与建议。

**[关键词]** 太阳能电池;多晶硅;光伏

**[中图分类号]** TN304.1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1000-7857(2006)06-0008-03

**Abstract:** In this paper the recent development status of solar photovoltaic industry in the world is reviewed. According to the domestic photovoltaic development, several problems of policies, technologies and applications are pointed out. Finally, opinions and suggestions related to the key technologies of solar cell and polycrystalline silicon feedstock are showed.

**Key Words:** solar cell; polycrystalline silicon; photovoltaics

**CLC Number:** TN304.1

**Document Code:** A

**Article ID:** 1000-7857(2006)06-0008-03

近几年来,国内外太阳能光伏发电产业得到迅猛发展。从目前的发展趋势来看,太阳能光伏发电技术的推广应用,不仅依赖于光伏技术本身和应用市场的发展,更要依靠国家制定的合理的能源政策和发展战略。本文主要针对国内外太阳能光伏技术与产业的发展现状,并结合我国的实际情况,对我国太阳能电池与多晶硅生产技术的发展以及光伏发电应用方面提出一些初步看法与具体建议。

### 1 国内外太阳能电池产业现状

太阳能电池产业首先在日本、德国、美国等发达国家得到高度重视和工业化发展<sup>[1-5]</sup>。在世界十大太阳能电池生产企业中,日本有4家企业名列其中。自1999年以来,日本几乎占了世界太阳能电池产量的一半。多年来,Sharp公司稳居世界太阳能电池厂家榜首<sup>[2]</sup>。美国GE收购太阳能电池著名企业Astropower的举动,说明GE也正在进入太阳能电池产业,这将加大国际光伏产业的发展步伐。德国Schott公司在前几年购买RWE Solar的50%股份后,去年又从RWE公司完全收购太阳

电池产业而成立了独资的Schott Solar<sup>[3]</sup>。最近,德国Solar World兼并了Shell Solar的整个晶体硅太阳能电池生产厂,对整个行业产生很大的震动效应<sup>[4]</sup>。

我国太阳能光伏产业也在近5年得到迅速的发展<sup>[5]</sup>。首先是以珠江三角洲地区的太阳能灯具产业在国际市场率先取得成功,随即长江三角洲和河北等地的太阳能电池产业飞速发展,迅速提升了我国太阳能电池产业的发展水平和国际地位。在我国大陆出现了无锡尚德电力、保定天威英利、南京中电光伏、宁波太阳能、上海太阳能科技、云南天达太阳能、后东林洋新能源等多家具有20 MW以上规模的太阳能电池生产企业。无锡尚德电力在提升我国太阳能电池生产技术水平与规模发展方面作出了重大贡献。

就我国可再生能源技术的发展水平、产业规模和国际竞争水平,太阳能技术是发展最好的,这主要表现在太阳能光热和光伏产品质量和产业规模等方面。我国的太阳能产品,如太阳能热水器,特别是太阳能电池组件,大量出口德国、西班牙等欧洲国

家。从太阳能产品的质量和生产技术来看,我国与发达国家的水平相差不大,近几年德国大量进口我国太阳能电池组件产品的事实充分反映了这一点。

迄今为止,我国没有像德国、日本一样,实施光伏发电并网补贴政策。事实上,与许多发达国家相比,我国面临更为严峻的能源短缺和环境污染问题。但由于我国没有相应的优惠政策和激励措施,几乎所有企业生产的太阳能电池组件和相关产品都主要供应国外市场。

在光伏发电的推广方面,德国、日本的光伏推广模式都非常成功,值得借鉴。这两个国家发展的基本思路是将晶体硅太阳能电池作为主导产品,并采用屋顶计划和并网发电的基本形式,发展的主要推动力是政府的光伏发电补贴政策和银行贷款的激励机制<sup>[1,6]</sup>。德国政府带头利用太阳能,像柏林的议会大厦、柏林火车站等许多公共设施与场所,都大量采用光伏发电设备。我国的香港、深圳等城市也在公共建筑上安装光伏示范系统,如香港科技园、深圳园博园等。其中深圳园博园的光伏功率达到1 MW

收稿日期: 2006-05-21

作者简介: 沈 辉,男,广州市中山大学东校区(广州大学城)中山大学太阳能系统研究所,教授,主要研究方向为太阳能材料、纳米功能材料、太阳能电池与光伏系统应用; E-mail: shenhui1956@163.com





在我们采取以上对策的同时还应坚持以下原则。① 市场发展与政府引导相结合,以依靠市场机制为主;② 自主创新与引进技术相结合,以自主创新为主,同时又不排除在合理有利条件下吸收利用国外先进技术;③ 提高技术水平与企业上规模相结合,起步阶段首先以扩大企业,靠技术带动上规模,实现规模超越为目标;第二步则以实现技术水平超越为目标,靠规模实力推动技术水平提高,最终达到产业规模和生产技术双领先。

总之,在发展高纯多晶硅产业上,要充分发挥国家和地方两个积极性,加强相互沟通,依照市场机制进行协调;并且还要引导投资人、科技人员、大学和科研单位走合作发展之路,增加按企业和按项目的投资强度,增加企业技术密度,提高技术成果应用效率的道路;加大科技投入,特别注重培植企业的高纯多晶硅技术研发中心、企业体制的地区性高纯多晶硅技术研发中心和企业体制的国家级高纯多晶硅技术研发中心。

我国高纯多晶硅产业的落后状态已成为太阳能利用和微电子技术发展的瓶颈,必须下决心尽快解决。造成这一落后状态的外部原因是西方大公司的技术垄断和市场垄断,但对于自主创新的支持不够和企业体制不适合生产力发展的需要,则是我国自身的问题,是能否前进的关键。通过对于国内外高纯多晶硅生产线技术和市场现状的科学分析,可以建立正确的发展战略,拟定对路的技术方案和政策措,认清必然成功的发展前景。

#### 4 对太阳电池产业发展的看法与建议

##### 4.1 对我国太阳电池工业发展需形成共识

从国内外的发展现状来看,要实现我国太阳电池工业的跨越式发展,必须解决相关的技术瓶颈和更新发展观念。我们认为应对以下问题形成共识。

1) 硅材料是信息技术、电子技术和光伏技术的最重要的基础材料。从某种意义上讲,硅材料就是高新技术和可再生能源。我们必须打破国际垄断,尽快发展我国硅材料工业,应该从战略的高度,像发展两弹一星与神舟飞船一样来重视太阳能光伏技术的发展。

2) 晶硅太阳电池作为地面主导产品在 10 年内不会改变。继续以晶硅太阳电池技术与产品为发展重点,并集中力量加快研究开发非晶硅、铜铟(镓)硒(硫)及多晶硅薄膜太阳电池技术。

3) 太阳能光伏建筑一体化和太阳能建筑材料是一个重要的发展方向,有可能在近几年形成一大产业。一座建筑本身就是

一座太阳能转换工厂,通过瓦、窗户以及幕墙等建筑材料就可实现光热转换、光电转换等等。

4) 照明级 LED 的技术突破为太阳电池的广泛应用开辟了新的契机,LED 与太阳电池都是半导体结型器件,通过系统优化可实现绿色照明。

5) 优先发展太阳能应成为我国可再生能源发展的基本策略。我国大部分地区太阳能资源丰富,从西部到东部沿海有大量适合利用太阳能资源的海岛、沙漠等场所,可结合旅游与生态资源建设,选择一些省份,如云南、海南等地,作为太阳能光伏利用的示范基地。在我国某些地区率先将太阳能光伏发电作为一种重要的能源形式是可能实现的。

6) 像计算机产业一样,太阳能工业具有很大的发展空间,在本世纪将会形成一个巨大的产业链、产业群。我国可以成为世界太阳能产品重要的制造基地和重要的利用场所。

##### 4.2 发展我国光伏产业的建议

为加快发展我国光伏产业,必须尽快采取一些必要的、行之有效的措施,在此提出如下具体建议。

1) 为保证我国光伏产业的健康发展,应建立相应的行业测试标准和规范。我国还没有国际公认的太阳电池测试机构,这对发展我国太阳能光伏产业极为不利。国内的太阳能光伏研究人员奇缺、队伍分散。建立 1~2 个国家级、高水平太阳能光伏研究开发机构是当务之急。

2) 建议政府聘请一批真正具有理论基础和实际经验的国内外专家作为可再生能源发展科技顾问;成立我国可再生能源领导小组,负责统一领导和规划我国可再生能源的发展计划和制订政策;有计划地实施太阳能半导体照明,可从公共照明入手。太阳能半导体照明将是人类照明的最佳选择,将为解决世界性的能源危机提供一个有效的途径。

3) 我国应在太阳能光伏发电系统示范方面有大手笔动作,如建立标志性与实用性结合的特大型光伏发电示范系统(5 MW 以上),一方面起到可再生能源科普教育作用,更为重要的是可为大规模推广应用积累经验和提供数据。

4) 可考虑在 1~2 年内选择若干发达城市 and 地区,实施太阳能光伏发电的 10 万屋顶计划,并在合适的时候在全国范围内推出太阳能光伏发电的“百万屋顶”甚至“千万屋顶”计划,为此可进行先期的相关软科学研究,提前考虑与策划测试评估体系。

#### 5 结论

1) 加快发展多晶硅生产技术和继续提

高晶硅电池的生产技术水平。加强非晶硅、铜铟(镓)硒(硫)及多晶硅薄膜等薄膜太阳电池的研究开发,为开发低成本的太阳电池找到一条解决的途径。

2) 优先发展太阳能技术,其理由是:

① 我国现有的太阳能技术,包括光热和光伏,是在可再生能源技术中发展最好的,产品大量出口,并主要在发达国家使用;② 我国是地震、台风等多自然灾害发生地区,太阳电池构成的光伏系统安装安全、可靠性好,而大型近海风场和大型风力发电机的应用受到一定的制约,特别是抵御自然灾害的能力需要进一步技术论证和考察。

3) 开展城市太阳能光伏并网发电示范和逐步推广利用,继续在西部缺电地区发展光伏发电,在合适的时机实施太阳能光伏发电的百万屋顶计划。德国、日本主要发展并网光伏发电和光伏建筑集成技术,我们应该从中学学习并借鉴其发展经验。

4) 积极发展小型风力发电与光伏系统结合技术,风光互补以及将来与燃料电池结合是发展趋势,也是分布式能源最佳形式。从能源安全和可持续发展的角度来看,分布式能源系统是比较合理、科学与安全的能源利用形式之一。

5) 政府应该带头推广太阳能技术,有可能的话,应率先在政府大楼、公共建筑、市政工程等推广太阳能的利用。

#### 参考文献(References)

- [1] AITKEN D W. ISES White Paper [M/OL]. <http://whitepaper.ises.org>.
- [2] 沈辉,舒碧芬.国内外太阳电池材料的研究与发展[J]. 阳光能源,2005 (10):42.
- [3] SCHMEL A M. Super sonic solar market [J]. Photo International, 2005(3): 66-82.
- [4] SCHMEL A M. A bullish PV year[J].Photo International, 2003(3): 42-48.
- [5] 沈辉,舒碧芬,闻立时.我国太阳能光伏产业的发展机遇与战略对策 [J]. 电池,2005 (6): 430.
- [6] Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien in Strombereich[S]. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil 1 Nr.40.
- [7] BAUMANN S, GLUNZ S, et al. Highly efficient silicon solar cell on thin wafers [R]. Fraunhofer ISE- Annual Report,2004: 36.
- [8] BERNREUTER J. Solar-grade silicon: expensive and in short supply [J]. Sun & Wind Energy, 2005(1): 76-83.
- [9] WODITSCH PETER, WOLFGANG KOCH. Solar grade silicon feedstock supply for PV industry [J].Solar Energy Materials & Solar Cells, 2002 (72): 11-26.

(责任编辑 胡春华)