

# 太阳电池热斑现象的研究

王军<sup>1,2</sup>, 王鹤<sup>2</sup>, 杨宏<sup>2</sup>, 张伶<sup>1</sup>

(1.新疆大学物理科学与技术学院, 新疆 乌鲁木齐 830046)

(2.西安交通大学理学院, 陕西 西安 710019)

**摘要:**热斑影响太阳电池的寿命,太阳电池热斑的产生主要有两个原因,分别与内阻和太阳电池自身暗电流有关。通过对不同电池片进行遮档实验,分析得出逆电流大的电池更易产生热斑。

**关键词:**太阳电池;热斑;逆电流

## Hot Spot Investigations On Solar Cells

WANG Jun<sup>1,2</sup>, WANG He<sup>2</sup>, YANG Hong<sup>2</sup>, ZHANG Ling<sup>1</sup>

(1.Physics Science and Technology College, Xinjiang University,  
Urumchi Xinjiang 830046, China)

(2.College of Science, Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi 710019, China)

**Abstract:** Hot spot affects the life of solar cells. There are two elements which are related to generation of hot-spot. They are internal resistance and dark current of solar cells. Through the experiment of shaded different PV cells, we have concluded that the higher reverse current is, the easier hot-spot happens.

**Keywords:** solar cells; hot spot; reverse current

中图分类号:TM914

文献标识码:A

文章编号:0219-2713(2008)04-0048-04

## 0 引言

随着社会对能源的需求量越来越大,“能源安全危机”的问题也愈发突显<sup>[1]</sup>。对此,经济和社会学家舍尔赫尔曼曾提出“阳光型世界经济”的概念,指出利用阳光型能源和阳光型原材料即可再生能源来满足人类对能源和原材料的总体需求,可为世界经济发展提供一个可持续增长的长远战略和出路。因此,开发利用可再生能源、实现能源工业可持续发展的任务更加迫切,更具深远的意义。

太阳辐射能具有取之不尽、用之不竭、无污染、廉价、能够自由利用等特点,引起了人们对研究太阳电池的浓厚兴趣。太阳电池具有质量轻、使用安全、不污染环境、工作时不产生热量等优点,

是一种电压稳定性良好的纯直流电源。近年来,太阳电池应用于太阳光发电的技术已经取得了很大进展,很可能成为人类未来主要电力来源之一。因此,太阳电池的研究有极其重要的意义。

随着太阳电池的广泛应用,一些影响电池寿命的不利因素也出现在我们面前。热斑就是其中之一。

## 1 热斑的成因

太阳电池热斑是指太阳电池组件在阳光照射下,由于部分组件受到遮挡无法工作,使得被遮盖的部分升温远远大于未被遮盖部分,致使温度过高出现烧坏的暗斑,如图1所示。热斑可能导致整个电池组件损坏,造成损失。因此,需要研究造成热斑的内在原因,从而减小热斑形成的可能性。太

收稿日期:2007-09-16

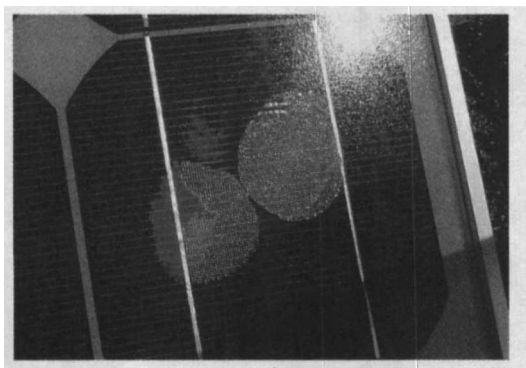


图1 太阳电池出现热斑损坏的实验照片

阳电池热斑的形成主要由两个内在因素构成,分别与内阻和太阳电池自身暗电流大小有关<sup>[4]</sup>。

通常简化假定其温度取决于下列几个主要因素:日照强度  $L$ 、环境温度  $T_0$ ,以及内阻产生的温升  $T_i$ , 组件温度(阵列温度)  $T$  可近似地按下式计算:

$$T = T_0 + a_1 T_i + a_2 L + T_i \quad (1)$$

式中:  $T_0$  为  $L=0, T_i=0, T_i=0$  时阵列的温度;

$T_0, a_1, a_2$  为根据实验数据按最小二乘法处理后所得的系数,与所使用的太阳电池的类型、安装地点、支架形式等因素都有关系。

由式(1)可见,当光伏阵列中太阳电池被云、树叶或其它物体遮挡时,由于光照的变化,其温度将明显不同于阵列中那些未被遮挡的部分。同样,当光伏电池处于开路、短路或典型负载等不同工作状态时,由于流过的电流和内阻均有变化,其温度亦有所不同。当太阳电池组件中部分电池损坏时,其温度差异将更加明显。

## 2 热斑与暗电流的关系<sup>[3]</sup>

由于一个太阳电池组件一般包含 36 或 72 块太阳电池硅片,不同的硅片的暗电流是不一样的,由图 2 所示太阳电池简略示意图可分析如下。

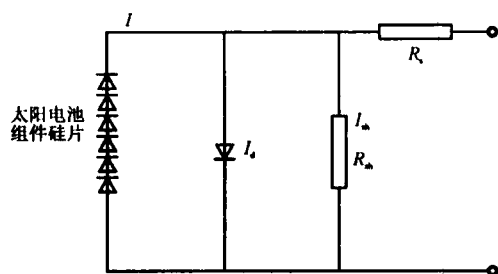


图2 太阳电池简略示意图

在短路情况下,当太阳电池组件其中某个硅片被遮挡时,它就不再正常工作,发挥太阳电池的作用,而是相当于一个内阻,此时由其他太阳电池组件进行供电,由

$$P = I^2 R \quad (2)$$

可知,此硅片生热主要取决于电流  $I$  的大小,而

$$I = I_0 + I_a \quad (3)$$

式中:  $I$  为逆电流;

$I_0$  为暗电流;

$I_a$  为流过并联电阻的电流)对于不同的太阳电池硅片来说,每一块太阳电池硅片的暗电流是不一样的。

因此由式(2)我们可以得出结论,逆电流较大的太阳电池硅片,在外界环境相同的条件下,其产生热斑的可能性较大。

## 3 实验室测试结果

为了验证遮挡造成的温度变化,我们在实验室进行了测试来加以验证。如图 3(a)~图 3(g)所示,是在实验室模拟阳光照射,对一块多晶硅太阳电池组件随机挑选 7 块硅片遮盖所作的升温实验曲线图表,用 Origin7.0 软件进行的拟合:

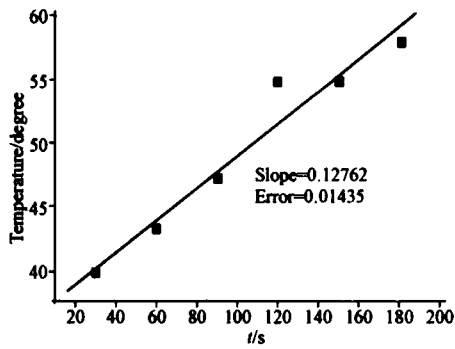
实验数据如表 1 所列,在实验室的测试条件为  $A M 1.5, 1000 \text{ W/m}^2, 25^\circ\text{C}$ 。

从上面分析的图形中分别选出斜率最大和最小的两组数据:即图 3(e)与图 3(a)两组,测量开路电压、短路电流、对比逆电流进行比较,逆电流大的太阳电池硅片产生热斑的可能性较大,符合理论分析。

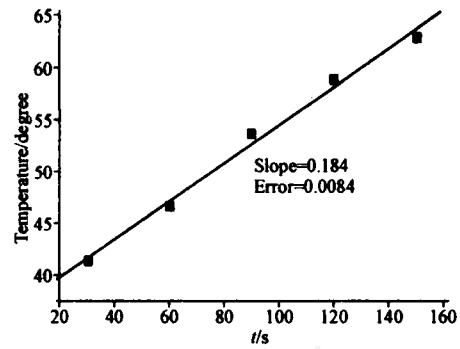
## 4 结语

多晶硅太阳电池用作地面上的电源时,根据需要将单片电池先进行串并联组合,然后密封在透明外壳中以构成太阳能组件<sup>[4]</sup>。外壳通常用强化玻璃和透明的耐水性树脂构成。多晶硅太阳电池在构成组件后,已装有旁路二极管用以消除热斑<sup>[5][6]</sup>。

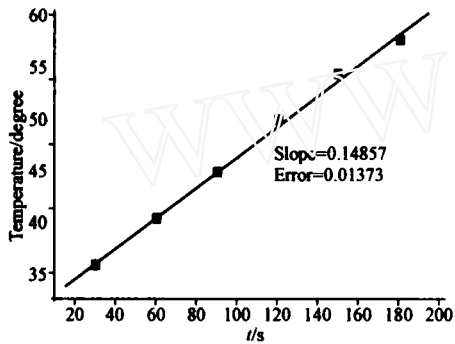
对于暗电流的分析,由于在此实验不易单独区分出暗电流与逆电流。但二者所反映的函数特征是一致的。因为逆电流在现实实验中较暗电流



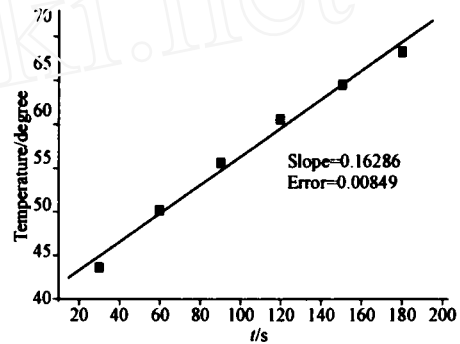
(a) 电池片1被遮挡



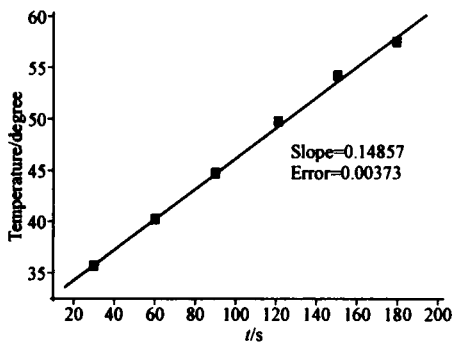
(e) 电池片5被遮挡



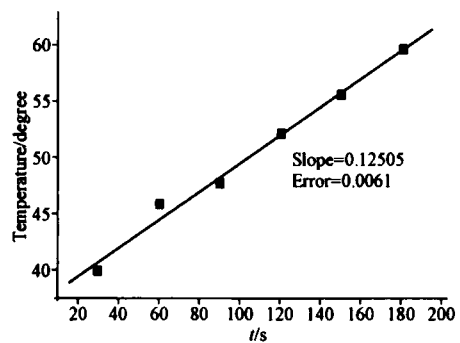
(b) 电池片2被遮挡



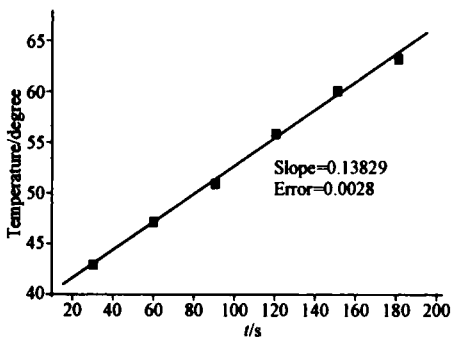
(f) 电池片6被遮挡



(c) 电池片3被遮挡



(g) 电池片7被遮挡



(d) 电池片4被遮挡

图4

表1 实验数据

序号	30s	60s	90s	120s	150s	180s	210s
1	39.8	43.2	47.2	54.8	55.0	58.0	61.4
2	35.8	40.2	44.8	49.8	54.2	57.6	62.4
3	41.8	46.2	51.2	55.4	57.4	61.4	64.6
4	43.0	47.2	51.0	55.8	60.0	63.4	67.4
5	41.4	46.8	53.6	58.8	63.0	70.2	-
6	40.0	45.9	47.8	52	55.6	59.6	63.0
7	43.8	50.2	55.8	60.6	64.6	68.4	-

在实验室测试条件: A M1 5,1 000W/m<sup>2</sup>, 25℃的数据

容易测出,故可用逆电流代替暗电流,试验结果反映曲线的特性也是没有改变的。通过对7片电池

进行遮挡,测量温度变化率及电池的暗电流,进行分析得出结论逆电流大的电池更易产生热斑。

## 参考文献

- [1] 周凌云. 世界能源危机与我国的能源安全[J]. 中国能源, 2001,(1).
- [2] Quaschnig V. Numerical Simulation of Current Voltage Characteristics of Photovoltaic Systems with Shaded Solar Cells[J]. *Solar Energy*, 1996.
- [3] Bernardez L De, Buitrago R H. Dark  $I-V$  Curve Measurement of Single Cells in a Photovoltaic Module[J]. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 2005, 14(4):321-327.
- [4] Wohlgemuth J H, Conway M, Meakin D H. Reliability and Performance Testing of Photovoltaic Modules [A]. *Proceedings of the 28th IEEE Photovoltaic Specialists Conference*[C]. 2000.
- [5] Herrmann W, Wiesner W. Hot Spot Investigations on pv Modules - new Concepts for a Test Standard and Consequences for Module Design with Respect to Bypass Diodes[A]. *26th PVSC*[C]. 1997.
- [6] Danner M, Bücher K. Reverse Characteristic of Commercial Silicon Solar Cells - impact on Hot -spot Temperature and Module Integrity [A]. *Proceedings of the 26th Photovoltaic Specialists Conference* [C]. Anaheim, 1997.

## 作者简介

王 琴(1972-), 男, 西安交通大学硕士, 主要从事太阳能电池及电源技术的研究。

## 安森美半导体的 NCP5810 和 NCP5080 荣获 《电子产品世界》编辑推荐奖

日前, 安森美(ON Semiconductor)宣布其 NCP5810 和 NCP5080 获中国领先电子杂志《电子产品世界》2007 模拟/混合信号 IC 编辑推荐奖。

安森美半导体的双输出直流-直流(DC-DC)转换器 NCP5810 从数百款角逐市场应用奖的候选产品中脱颖而出; 而高压升压驱动器 NCP5080 也成功获得技术创新奖。这是安森美半导体连续第四年获得《电子产品世界》的编辑推荐奖。

NCP5810 在 1.75 兆赫(MHz)振荡器频率下整体电源能效高达 85%, 提供业内最优异的性能。为了互补 AMOLED 显示屏的纤薄外形, 这转换器的开关频率高达 1.75 MHz, 可使用小型电感和陶瓷电容。0.55 mm 厚度的超薄封装使 NCP5810 适用于外形最纤薄的便携设计中。此外, 它在关机模式下的断电功能将显示器泄漏电流限制在 1 $\mu$ A 典型值, 节省电池电能。

NCP5080 是一款带光电传感接口的氙气闪光电容充电器, 工作在全锂离子电池电压, 能够完全支持氙气功能。它具有外部反馈网络, 使其能够动态调节输出电压。这器件能应付在应用中预期的任何类型功率。

安森美半导体数字消费产品部亚太区市场营销经理刘伟强(W.K. Liew)说: “连续第四年获得领先杂志《电子产品世界》颁发的编辑推荐奖, 再一次肯定了安森美半导体在电源管理解决方案领域的领先地位, 及公司对中国市场的承诺。安森美半导积极与客户协同工作, 设计符合他们特定要求的器件。NCP5810 和 NCP5080 是这合作的两个成果。我们将努力不懈为中国市场的特定需求推动创新及开发创新的产品。”

### 关于安森美半导体(ON Semiconductor)

安森美半导体(ON Semiconductor, 美国纳斯达克上市代号: ONNN)拥有跨越全球的物流网络和强大的产品系列, 是电源、汽车、通信、计算机、消费产品、医疗、工业、手机和军事/航空等市场客户之首选高效电源解决方案供应商。公司广泛的产品系列包括电源、模拟、数字信号处理器、混合信号、高级逻辑、时钟管理和标准元器件。公司的全球总部位于美国亚利桑那菲尼克斯, 并在北美、欧洲和亚太地区等主要市场运营包括制造厂、销售办事处和设计中心的强大网络。