

# 太阳能电池组件参数测量方法 (地面用)

GB/T 14009—92

Measurement procedures for parameters  
of solar cell modules

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了地面用太阳能电池组件、板及方阵的伏安特性、绝缘电阻、绝缘强度、工作温度、总反射率和热机械应力等参数的测量方法。

本标准适用于各种类型的非聚光型太阳能电池组件、板及方阵的室内和室外测量。

## 2 引用标准

- GB 998 低压电器 基本试验方法
- GB 2297 太阳光伏能源系统术语
- GB 6495 地面用太阳能电池电性能测试方法
- GB 11011 非晶硅太阳能电池电性能测试的一般规定

## 3 电性能参数的室内测量

### 3.1 标准测试条件

按GB 6495中2.1条规定。

### 3.2 测量仪器和装置

#### 3.2.1 参考组件和标准太阳能电池

3.2.1.1 测量太阳能电池组件、板及方阵时,应采用参考组件来校准辐照度。也可以直接用标准太阳能电池。

3.2.1.2 参考组件应尽可能和待测组件的结构、形状、尺寸及其他状况保持一致。

3.2.1.3 参考组件应采用一定的方法直接标定,也可以用一级或二级标准太阳能电池来产生,参照有关规定。

3.2.2 测量仪表、取样电阻、可变负载及其他有关要求按GB 6495中2.1条规定。

3.2.3 用于测量非晶硅太阳能电池的参考组件除应符合3.2.1.2外,还应满足非晶硅太阳能电池的稳定性要求、光谱响应要求等,按GB 11011中5.3和5.4条的规定。

## 4 电性能参数的室外测量

### 4.1 测试场地及周围环境

按GB 6495中4.1条规定。

### 4.2 气候及阳光条件(第一种情况)

4.2.1 天气晴朗,太阳周围无云。

4.2.2 阳光总辐照度应不低于标准总辐照度的80%。

4.2.3 天空散射光所占比例应不大于总辐射的25%。

4.2.4 在测试周期内，辐照的不稳定度应不大于±1%。

4.3 气候及阳光条件（第二种情况）

4.3.1 天气晴朗，太阳周围少云。

4.3.2 阳光总辐照度应不低于标准总辐照度的60%。

4.3.3 天空散射光所占比例应不大于总辐射的25%。

4.3.4 在测试周期内，辐照的不稳定度应不大于±10%。

4.4 安装要求

按GB 6495中4.3条规定。

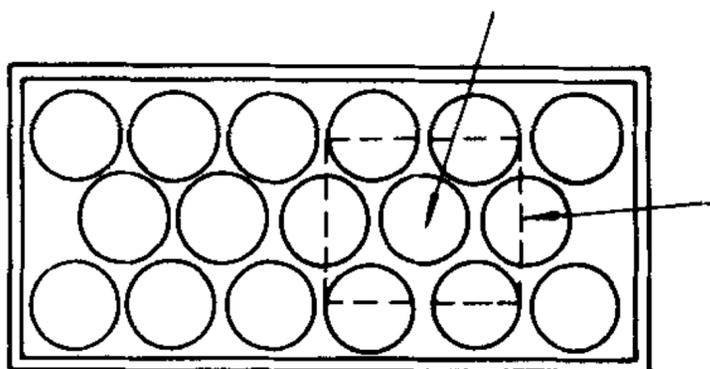
4.5 测量方法

4.5.1 气候及阳光条件属于第一种情况时，按GB 6495中3.2.3条进行测量。

4.5.2 气候及阳光条件属于第二种情况时，按附录B进行测量。

4.6 测量仪器和装置

4.6.1 参考组件可以采用较小的尺寸，最小允许尺寸见下图。



在室外阳光下测量时，参考组件的最小允许尺寸如图中虚线所示。

4.6.2 当待测件的功率在百瓦级以上时，推荐采用电容负载（见附录A）。

4.6.3 对测量仪器和装置的其他要求均参照室内测量，见第3章。

## 5 其他参数测量

5.1 工作温度的测量和估算

5.1.1 工作温度的直接测量，可选用以下二种方法

5.1.1.1 在待测组件内紧靠太阳能电池Pn结的位置埋入体积足够小的温度传感器。测量温度传感器的输出讯号可以确定工作温度。

5.1.1.2 选用和待测组件结构完全相同的一块组件，在紧靠Pn结处埋入温度传感器，将此组件紧靠待测组件，并处于相同的状态中。测定它的温度，即得待测组件的温度。

5.1.1.3 用上述二种方法测量温度，一般应在同一组件的二个不同位置埋入二个或二个以上温度传感器，取其平均输出来确定温度。

5.1.2 工作温度的估算法

5.1.2.1 额定工作温度法：额定工作温度（Nominal operating cell temperature简称NOCT）是指太阳能电池组件在辐照度为 $80\text{mW/cm}^2$ ，环境温度 $20^\circ\text{C}$ ，及风速为 $1\text{m/s}$ 的环境条件下，太阳能电池的工作温度（见附录C）。某种组件的NOCT和实际工作温度 $t_r$ ，环境温度 $t_e$ 之间的经验公式为：

$$t_r = t_e + \frac{(\text{NOCT} - 20)}{80} E \dots\dots\dots (1)$$

式中： $E$ 为测量时的实际辐照度， $\text{W/m}^2$ 。

据上式，可由 $t_e$ 及NOCT估算出工作温度 $t_r$ ，单位是 $^\circ\text{C}$ 。

**5.1.2.2 电压温度系数法：**若已知组件在某温度下的开路电压，并已知或测知其电压温度系数，即可以从该组件在工作时的实际开路电压来估算实际工作温度。

## 5.2 绝缘电阻测量

**5.2.1 绝缘电阻**是测量输出端和金属基板间的绝缘电阻。

**5.2.2 测量绝缘电阻**前应先作安全检查，对已安装使用的方阵应先检查对地电位及静电效应，金属基板和支架接地是否良好。

**5.2.3 建议**用额定电流大于待测方阵短路电流的断路器把待测方阵输出端正负极短路后，再进行测量。

**5.2.4 兆欧表**的电压等级应略高于待测件的开路电压。开路电压低于250V时，选用250V兆欧表，开路电压高于250V，低于500V时，选用500V兆欧表。以此类推。测量结果应不低于50兆欧。

**5.2.5 环境气候条件：**大气相对湿度应不大于75%。

## 5.3 最低耐压水平测量

**5.3.1 最低耐压水平测量**是确定待测输出端和金属基板间所具有的最低限度的绝缘强度。

**5.3.2 最低耐压水平测量**应在绝缘电阻测量合格后进行。试验前的安全检测及准备工作同5.2.2条及5.2.3条。环境气候条件同5.2.5。

**5.3.3 试验电压**从规定值的 $\frac{1}{2}$ 开始升压，以5s左右时间稳步升至规定值，持续1min，再以1s左右时间使电压降至零，并保持5min。

**5.3.4 用直流电压**作试验时，试验电压应取待测件在标准测试条件下的开路电压的2~3倍。也可以用交流电压作试验，试验电压的有效值大致取为等于或略高于待测件的开路电压。如对待测件的耐压有特殊要求，例如，在光伏系统实际承受的电压较高，或和其他电网并网运行等场合，试验电压可按使用条件另行确定。

**5.3.5 在按5.3.3条和5.3.4条**加压的过程中，若始终无异常现象出现，则所加试验电压值即为被测器件的最低耐压水平值。

## 5.4 总反射率的测量

**5.4.1 将待测件**水平置放于避光的暗室内，用测试光束照射。入射角取 $48.2^\circ \pm 0.5^\circ$ 。

**5.4.2 测试光束**的光谱应接近于日光。

**5.4.3 用光学装置**使入射光成为一束平行光，准直角不大于 $5^\circ$ 。

**5.4.4 入射光束**的辐照度应不低于 $600 \text{ Wm}^{-2}$ 。

**5.4.5 辐射检测器**的光谱响应应能覆盖整个太阳光谱的波段范围。检测时应对准被检光束。

**5.4.6 测量反射光束**和入射光束的辐照度比值。

**5.4.7 改变光束入射区**的位置，重复5.4.6条。

**5.4.8 重复5.4.7条**，测量5次以上，求出反射辐照度和入射辐照度的比值的平均值，即为总反射率。

## 5.5 热、机械应变和应力测量

**5.5.1 组件安装使用前**，在需要监测热、机械应力的位置粘贴电阻应变片。

**5.5.2 组件安装使用后**，用电阻应变仪可监测在粘贴应变片位置产生的应变，并从材料的弹性模量计算出应力。

## 6 数据处理及测试报告

**6.1 伏安特性及电性能参数**的测量结果应按GB 6495中2.5条规定的方法换算到标准测试条件。

**6.2 所有参数测量**均应重复3~5次取平均值，给出不确定度。

**6.3 转换效率**应按组件的全面积作为受光面积来计算。

**6.4 测试报告**中应给出各项测量所用仪表的精度。

**6.5 测试报告单**应按附录D填写。

### 附录 A 电容负载 (补充件)

- A1** 用太阳电池使电容器充电，充电电压的变化范围为  $0 \sim V_{oc}$ ，充电电流的变化范围为  $0 \sim I_{sc}$ ，整个充电过程中，电流和电压的变化等效于太阳电池从短路到开路的变化，可用来描绘一条完整的  $I-V$  特性曲线。特别适用于测量大功率太阳电池方阵。该电容器和可变负载等效。
- A2** 电容负载的直流耐压应不低于待测开路电压的二倍。
- A3** 电容负载应选用泄漏电阻足够小的电容器。
- A4** 电容负载的电容量应加以选择，以保证恰当的测量周期。
- A5** 使用电容负载的测量电路框图见图 A1。

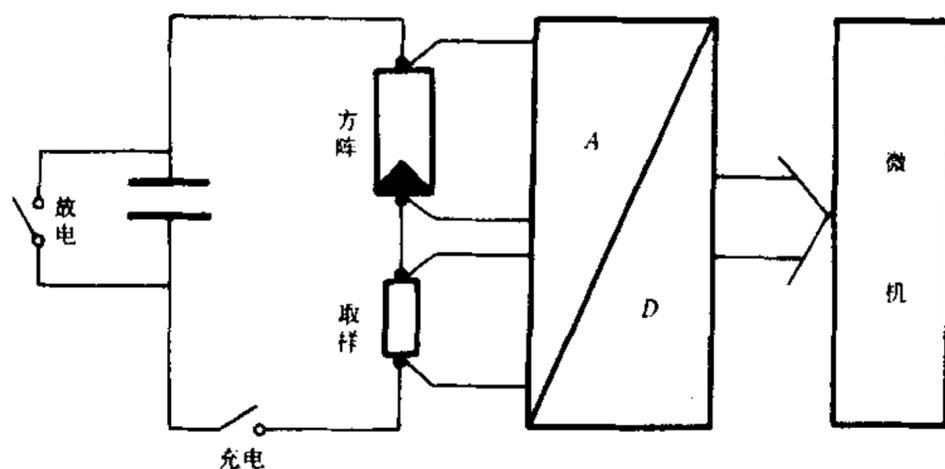


图 A1

### 附录 B 辐照不稳定时电性能的测量方法 (补充件)

- B1** 在测试周期内，若辐照不稳定性大于  $\pm 1\%$ ，小于  $\pm 10\%$ ，可按本附录测量电性能参数。
- B2** 阳光总辐照度应不低于  $600 \text{ Wm}^{-2}$ 。
- B3** 和气候及阳光条件、测量场地、安装及测量仪器等有关的其他规定分别按 GB 6495 中 4.1、4.2、4.3 及 2.2 等条。
- B4** 在一次测量周期内，用双通道记录仪器，以同样的扫描方式，同时记录下伏安特性曲线 1 及相应的标准太阳电池短路电流变化曲线 2，见图 B1。曲线 2 即和太阳电池输出电流、电压变化相对应的辐照度变化曲线。
- B5** 把测试周期取得足够短，便可忽略温度变化的影响，从曲线 1 和 2 的对应点求出辐照度不变时的  $I-V$  曲线。按 GB 6495 的 2.5 条所规定的方法进行。

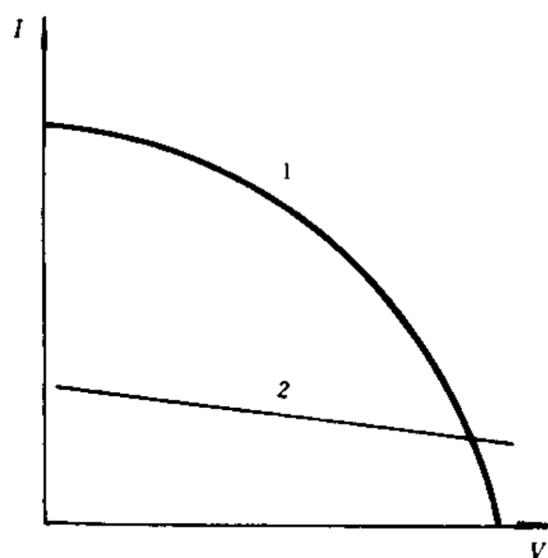


图 B1

### 附录 C 额定工作温度 (NOCT) (补充件)

**C1** 额定工作温度 (NOCT) 是太阳能电池组件 (板、方阵) 在辐照度为  $800 \text{ Wm}^{-2}$ , 环境温度  $20^\circ\text{C}$  及风速为  $1 \text{ m/s}$  的环境条件下的运行温度。

**C2** NOCT 随组件的封装材料、结构及工艺而改变, 某些典型组件的 NOCT 可以采用以下数值

组件封装状况	NOCT ( $^\circ\text{C}$ )
用玻璃做基板的无气隙封装	41
用玻璃做基板的有气隙封装	60
采用带有散热片的铝质基板	40
采用不带散热片的铝质基板	43
采用塑料基板	47

**C3** NOCT 的测量方法见有关规定。

### 附录 D 太阳能电池组件参数测试报告单格式 (补充件)

**D1** 太阳能电池组件参数测试报告单分为二部分, 即组件电性能参数测试报告单和组件其他参数测试报告单。

**D2** 组件电性能参数测试报告单按 GB 6495 中附录 E 的规定填写。

**D3** 组件其他参数测试报告单按下列格式制表:

参数名称	测量方法要点	测量仪器	测量结果	测试人
工作温度				
绝缘电阻				
最低耐压水平				
总反射率				
热机械应变				
测试单位公章	审核人签名(章)			测试日期

**附加说明:**

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由西安交通大学负责起草。

本标准主要起草人黄嘉豫。