

前 言

本标准等同采用 IEC 891:1987《晶体硅光伏器件的 $I-V$ 实测特性的温度和辐照度修正方法》及其第 1 号修改单 1992)。

国际电工委员会第 82 技术委员会:太阳光伏能源系统,于 1987 年至 1989 年间,先后发布了“光伏器件”方面的四项国际标准。除本标准外,还有:

IEC 904-1:1987 光伏器件 第 1 部分:光伏电流-电压特性的测量

IEC 904-2:1989 光伏器件 第 2 部分:标准太阳能电池的要求

IEC 904-3:1989 光伏器件 第 3 部分:地面用光伏器件的测量原理及标准光谱辐照度数据

这四项国际标准的主要内容在原国家标准 GB 6493—86《地面用标准太阳能电池》和 GB 6495—86《地面用太阳能电池电性能测试方法》中已不同程度地包含。为了尽快适应国际贸易、技术和经济交流的需要,等同采用这四项国际标准,转化为我国标准是完全有基础的,也是适时的。

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由全国太阳光伏能源系统标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:西安交通大学。

本标准主要起草人:黄嘉豫等。

IEC 前言

1) IEC(国际电工委员会)在技术问题上的正式决议或协议,是由对这些问题特别关切的国家委员会参加的技术委员会制定的,对所涉及的问题尽可能地代表了国际上的一致意见。

2) 这些决议或协议,以推荐标准的形式供国际上使用,并在此意义上为各国家委员会所认可。

3) 为了促进国际上的统一,IEC 希望各国家委员会在本国条件可能的情况下,采用 IEC 标准的文本作为其国家标准。IEC 标准与相应国家标准之间的差异,应尽可能在国家标准中指明。

序 言

本标准由 IEC 第 82 技术委员会:太阳光伏能源系统制定。

本标准文本以下列文件为依据:

六个月法	表决报告
82(CO)3	82(CO)7

表决批准本标准的详细资料可在上表列出的表决报告中查阅。

中华人民共和国国家标准

晶体硅光伏器件的 $I-V$ 实测特性的温度和辐照度修正方法

Procedures for temperature and irradiance corrections to measured $I-V$ characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices

GB/T 6495.4—1996
idt IEC 891:1987

代替 GB 6495—86 部分
GB 6493—86

本标准规定了作温度和辐照度修正应遵循的方法,仅适用于修正晶体硅光伏器件的实测 $I-V$ 特性。

1 范围

本标准规定了晶体硅光伏器件的 $I-V$ 实测特性的温度和辐照度修正方法,包括测定温度系数、内部串联电阻和曲线修正系数。这些方法在测试所用辐照度的 $\pm 30\%$ 范围内都能适用。

注

1 这些方法仅适用于线性器件。

2 光伏器件包括单体太阳能电池,太阳能电池组合或平板式组件。各种不同的数据适用于各种器件。虽然组件(或电池组合)的温度系数可通过测量单体电池计算出来,但应注意,对组件或电池组合应分别测量其内部串联电阻和曲线修正系数。

3 术语“试样”用来表示这类器件的任一种。

2 修正方法

实测的电流-电压特性应按照以下公式修正到标准测试条件或另外选定的温度和辐照度值。

$$I_2 = I_1 + I_{SC} \left[\frac{I_{SR}}{I_{MR}} - 1 \right] + \alpha(T_2 - T_1)$$

$$V_2 = V_1 - R_S(I_2 - I_1) - KI_2(T_2 - T_1) + \beta(T_2 - T_1)$$

式中: I_1, V_1 —— 实测特性点的坐标;

I_2, V_2 —— 修正特性对应点的坐标;

I_{SC} —— 试样的实测短路电流;

I_{MR} —— 标准太阳能电池的实测短路电流,在测量 I_{MR} 时,如有必要应对标准电池的温度作修正;

I_{SR} —— 标准太阳能电池在标准的或其他想要的辐照度下的短路电流;

T_1 —— 试样的实测温度;

T_2 —— 标准温度,或其他想要的温度;

α 和 β —— 试样在标准的或其他想要的辐照度下,以及在关心的温度范围内的电流和电压温度系数(β 为负值);

R_S —— 试样的内部串联电阻;

K —— 曲线修正系数。

注

- 1 上式中所有参数的单位应当统一。
- 2 在 IEC 第 27 号标准《电工技术中使用的文字符号》中所作的一般规定均适用。若在本标准中给出不同的规定,则应以本标准为准。
- 3 在 IEC 第 27 号标准中,建议 V 仅作为备用符号,本标准建议用 V 作为表示电压及其导出量的另一个主要符号,原因是很多国家在光伏器件及电子学领域中已经如此使用。
- 4 倘若在一次测量中,标准太阳能电池的温度 T_R 和标定条件下的温度之差大于 2°C ,则 I_{SR} 应按下式修正:

$$I_{SR} = I_{SR0} \alpha_R (T_R - T_0)$$

式中: I_{SR0} ——标准太阳能电池在标定条件下的短路电流;

α_R ——标准太阳能电池的电流温度系数;

- 5 α 和 β 仅表示组件的温度系数,如果组件本身配有一个串联二极管,则电压的温度修正应排除此二极管的温度特性。如果该二极管是不易受影响的,则应提供它的作为温度函数的特性曲线。

3 温度系数的测定

电流温度系数 α 和电压温度系数 β 随辐照度而改变,而且也随温度的不同而略有变化。

温度系数的测定,最好是在由 IEC 标准规定的模拟太阳光(该标准正在制定中)下进行,至少要测量二个具有代表性的,其面积和结构特征与相应的组件完全相同的太阳能电池。

注

- 1 组件内电池间的任何失配,都将对组件 I - V 特性的修正准确度带来不良影响。
- 2 采用脉冲式模拟器是较好的选择,因为这种模拟器在测量过程中所产生的附加热量很小,不足以对测量产生影响。

测量步骤如下:

- 3.1 用一个适当的温度传感器紧贴于被测电池,务使温度测量的准确度能达到 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。
- 3.2 将被测电池以良好的热接触安装在温控部件上,并利用紧贴在其上的传感器提供控制信号。
- 3.3 将被测电池和一个适当的标准太阳能电池尽可能靠近放置。其有效面都应在测试平面内,被测电池和标准电池的法线都应和光束的中心线相互平行,偏差小于 $\pm 5^\circ$ 。
- 3.4 把测试平面上的辐照度调节到能使标准太阳能电池(在 $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$)产生短路电流标定值的水平。
- 3.5 当被测电池稳定在,或接近于所关心的温度范围的最低点时,测量短路电流 I_{sc} 和开路电压 V_{oc} 。
注:在低于环境温度的情况下,须注意防止被测电池和标准太阳能电池的有效表面上形成冷凝物。作为预防措施,可以在有效表面上吹过干燥的氮气,或把电池密闭在真空室内。
- 3.6 使被测电池的温度稳定在比前一温度约高 10°C 的水平上,重复测量短路电流 I_{sc} 和开路电压 V_{oc} ,然后每增高约 10°C 就作一次重复测量,直到所关心的温度范围的最高点为止。
- 3.7 对其余每一个被测电池,均采用 3.1~3.6 条规定的步骤重复测量。
- 3.8 把 I_{sc} 和 V_{oc} 作为温度的函数逐点描绘下来,并贯穿每一组数据绘制一条最小二乘方拟合曲线。
- 3.9 根据电流和电压温度曲线的斜率,在所关心的温度范围的最高点、最低点以中间点处,计算单体电池的温度系数 α_c 和 β_c 。
- 3.10 对于组件,或电池的其他组合,可按按下式计算温度系数。

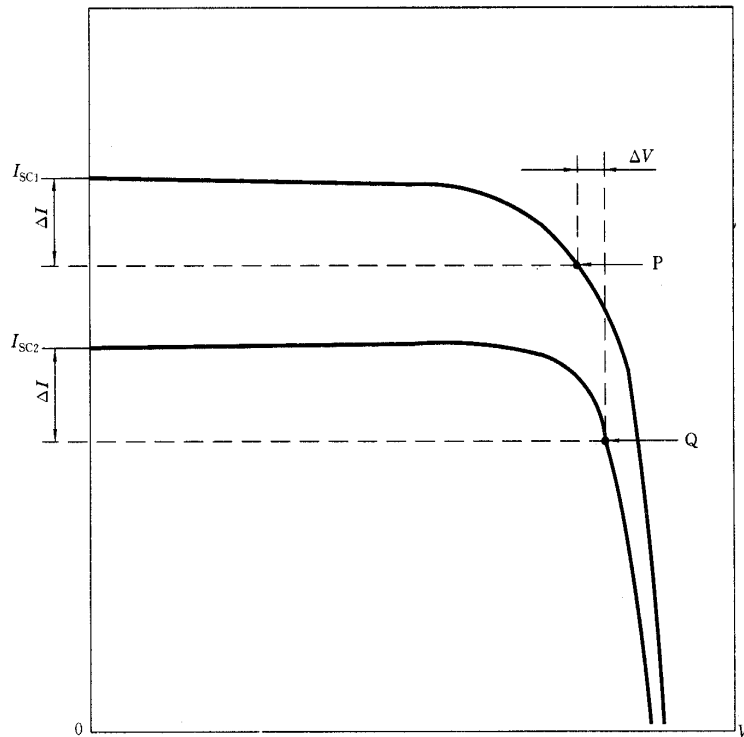
$$\alpha = n_p \cdot \alpha_c$$

$$\beta = n_s \cdot \beta_c$$

式中, n_p 是并联的电池数, n_s 是串联的电池数。

4 内部串联电阻的测定

串联电阻 R_s 可按下述步骤在模拟太阳光下测定:(见图 1)

图 1 R_s 的测定

- 4.1 在室温下,用两种不同的辐照度(不必知道数值)来测量试样的电流-电压特性曲线。在两次测量中电池的温差应不大于 2°C 。
- 4.2 在较高的一条特性曲线上,电压略高于 V_{pmax} 处选择一点 P,测量 P 点的电流与 I_{sc1} 之差 ΔI 。
- 4.3 在较低的一条特性曲线上确定一点 Q,使该点的电流等于 $I_{sc2} - \Delta I$ 。
- 4.4 测量 P 和 Q 点之间的电压差 ΔV 。
- 4.5 按下式计算 R_{s1} :

$$R_{s1} = \frac{\Delta V}{I_{sc1} - I_{sc2}}$$

式中, I_{sc1} 、 I_{sc2} 分别为两次测量的短路电流。

- 4.6 在相同的温度下再取第三个辐照度值,再测量一条曲线。将第三条曲线和前两条曲线中的每一条相配合,重复 4.3~4.5 条,可确定出 R_{s2} 和 R_{s3} , R_s 是 R_{s1} 、 R_{s2} 和 R_{s3} 的平均值。

5 曲线修正系数的测定

曲线修正系数 K 的测定,可按下述步骤在模拟太阳光下进行:

- 5.1 测量试样的电流-电压特性曲线时,辐照度要在选用值的 $\pm 30\%$ 范围以内;温度要在所关心的,不小于 30°C 的范围内取三个不同的点 (T_3 、 T_4 、 T_5)。

注:测量组件的特性时,应注意确保电池温度均匀,并在预定值的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内。(例如,把组件密闭在具有透明窗口的温控箱内)。

- 5.2 设定一个 K 值(例如,晶体硅电池的典型值取: $1.25 \times 10^{-3} \Omega/^{\circ}\text{C}$),用下式把温度 T_3 下测得的电流,电压换算到温度 T_4 :

$$I_4 = I_3 + \alpha(T_4 - T_3)$$

$$V_4 = V_3 - KI_4(T_4 - T_3) + \beta(T_4 - T_3)$$

式中： I_3 、 I_4 ——温度为 T_3 时，特性曲线上点的坐标；

V_3 、 V_4 ——温度为 T_4 时，特性曲线上对应点的坐标。

5.3 如果换算后，对应于 T_4 的特性曲线和实测特性曲线的重合程度达到所需的准确度，可插入不同的 K 值，重复执行 5.2 条，直到由换算所得的，对应于 T_4 的特性曲线和实测特性曲线相重合为止。

5.4 确定了一个适当的 K 值后，将 T_3 、 T_4 的特性序贯地分别换算到与 T_5 特性相匹配，如果换算所得的特性与实测特性不重合，应换用略微不同的 K 值再重复换算，直到这个 K 值适用于每种情况为止。

5.5 取三个 K 值的平均值作为 K 的测定值。
