

目 次

前言	I
IEC 前言	II
1 范围和目的	1
2 引用标准	1
3 测量方法(方法 A 和 B)	2
4 设备	2
5 程序	2
6 准确度	4
附录 A(提示的附录) 术语	6

中华人民共和国国家标准

晶体硅光伏(PV)方阵 *I-V* 特性的现场测量

GB/T 18210—2000
idt IEC 61829:1995

Crystalline silicon photovoltaic (PV) array—
On-site measurement of *I-V* characteristics

前 言

本标准等同采用 IEC 61829:1995《晶体硅光伏(PV)方阵 I - V 特性的现场测量》。

本标准是太阳光伏能源系统中一项基础标准,所使用的名词术语与有关标准协调一致。

在与 IEC/TC82 秘书处交换意见之后,本标准对 IEC 61829:1995 中错误作如下修正:

1. “辐照度 H ”和“辐照度 G ”统一用符号“ G ”表示;
2. 用术语“标准光伏器件”代替“标准器件”和“标准 PV 器件”。术语“标准光伏器件”的定义列于附录中。
3. 对不同场合测得的开路电压 V_{oc} 加以编号;
4. “ T_j ”和“ T_1 ”统一为“ T_j ”。
5. 在 5.1a) 测量组件背表面中心温度时,增加一个限定条件——靠近电池处。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由中华人民共和国信息产业部提出。

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:信息产业部电子第十八研究所、秦皇岛市华美光电设备总公司。

本标准主要起草人:由志德、李涛勇。

IEC 前言

1) IEC(国际电工委员会)是由各国家电工委员会(IEC 国家委员会)组成的世界性标准化组织。IEC 的目的是促进电工电子领域标准化问题的国际合作。为此目的,除其他活动外,IEC 发布国际标准。国际标准的制定由技术委员会承担,对所涉及内容关切的任何 IEC 国家委员会均可参加国际标准的制定工作。与 IEC 有联系的任何国际,政府和非官方组织也可以参加国际标准的制定。IEC 与国际标准化组织(ISO)根据两组织间协商确定的条件保持密切的合作关系。

2) IEC 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。

3) 这些决议或协议以标准、技术报告或导则形式发布,以推荐的形式供国际上使用,并在此意义上,为各国家委员会认可。

4) 为了促进国际上的统一,各 IEC 国家委员会有责任使其国家和地区标准尽可能采用 IEC 标准。IEC 标准与相应国家或地区标准之间的任何差异应在国家或地区标准中指明。

国际标准 IEC 61829 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:

DIS(国际标准草案)	表决报告
82(CO)36	82(CO)61

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。

附录 A 为提示的附录。

晶体硅光伏(PV)方阵
I-V特性的现场测量

GB/T 18210—2000
idt IEC 61829:1995

Crystalline silicon photovoltaic (PV) array—
On-site measurement of I-V characteristics

1 范围和目的

本标准描述晶体硅光伏方阵特性的现场测量及将测得的数据外推到标准测试条件(STC)或其他选定的温度和辐照度条件下的程序。

光伏方阵在实际现场条件下的 I-V 特性测量及其验收测试条件(ATC)下的外推值,能够提供(参见附录 A 和 IECQ QC001002):

- a) 功率额定值的数据;
- b) 验证已安装的方阵功率性能是否符合设计规范;
- c) 检测现场组件特性与实验室或工厂测量之间的差异;
- d) 检测组件和方阵相对于现场初期数据的性能衰减。

对于某一个组件,现场测量经外推到标准测试条件(STC)的数据,可以直接与先前在实验室和工厂得到的结果相比较。条件是两者测量中使用的标准光伏器件具有相同的光谱响应和相同的空间分布响应。参见 GB/T 6495(或 IEC 60904)的相应标准。

由于现场方阵测量的数据包括了二极管、电缆以及失配损失。因此,它们不可直接同各组件数据之和相比较。

如果一个光伏方阵是由不同仰角、方位角、工艺、电气结构的若干个子方阵组成,这里描述的程序将只适用于每一个光伏子方阵。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。IEC 和 ISO 成员国要备有现行有效的国际标准的目录。

- GB/T 6495.1—1996 光伏器件 第1部分:光伏电流—电压特性的测量(idt IEC 60904-1:1987)
- GB/T 6495.2—1996 光伏器件 第2部分:标准太阳能电池的要求(idt IEC 60904-2:1989)
- GB/T 6495.3—1996 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(idt IEC 60904-3:1989)
- GB/T 6495.4—1996 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(idt IEC 60891:1987)
- IEC 60904-2:1989 Amendment 1(1998) 光伏器件 第2部分:标准太阳能电池的要求 第一号修正
- IEC 60904-6:1994 光伏器件 第6部分:标准太阳能电池组件的要求

IEC 60904-6:1994 Amendment 1(1998) 光伏器件 第 6 部分:标准太阳能电池组件的要求 第一号修正

IEC QC 001002:1986 IEC 电子元器件质量评定体系 程序规则

IEC QC 001002:1986 Amendment 1(1992) IEC 电子元器件质量评定体系 程序规则 第一号修正

3 测量方法(方法 A 和 B)

本章介绍两种可以采用的现场测量方法。两种方法使用 GB/T 6495.4 给出的程序,对测得的 $I-V$ 特性进行温度和辐照度修正:

- a) 方法 A 由直接的温度测量确定方阵有效结温 T_j ;
- b) 方法 B 由不同辐照度下记录到的子方阵开路电压 V_{oc} 数据推导出有效结温 T_j 。

4 设备

4.1 方法 A 和 B 共用的设备

- a) 按照 GB/T 6495.2 或 IEC 60904-6 选择并标定的标准光伏器件;
- b) 校验标准光伏器件和被测组件为共平面(在 $\pm 2^\circ$ 之内)适用的设备;
- c) 符合 GB/T 6495.1 要求的电压和电流测量仪器;
- d) 功率范围适当的可变负载:低功率情况下(小于 2 kW),可以选用可变电阻或电子负载;高功率情况下,最好选用电容性负载;
- e) 为连续跟踪 $I-V$ 曲线,需要一个 X-Y 记录仪,或记忆示波器,或其他类似设备;
- f) 两个辐射计,用以检验平面内辐照度的均匀性。

4.2 方法 A 需要的附加设备

- a) 测量组件背表面温度的装置,准确度优于 $\pm 1^\circ\text{C}$;
- b) 用于测量标准光伏器件开路电压和短路电流的转换系统。

4.3 方法 B 需要的附加设备

测量环境空气温度的装置,准确度优于 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

5 程序

- a) 本程序要求组件表面是干净的。否则,应采取适当措施,如清扫(可能时)和/或报告表面状态。
- b) 除下列各项要求外,验证环境条件满足 GB/T 6495.1 的要求。
 - 1) 电压和电流测量准确度应优于 $\pm 1\%$;
 - 2) 对于外推到 STC 的测量,被测平面内总辐照度必须大于等于 $700 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,并且太阳光入射线与组件法线的夹角小于 45° 。
- c) 使用合适的辐射计,校验被测面积上的辐照度均匀性,并选出具有典型辐照度位置上的组件。
- d) 被测方阵必须跟蓄电池和/或功率调节器一类负载断开。
- e) 使用 5.1 或 5.2 描述的方法 A 或方法 B,确定结温和 $I-V$ 特性。

5.1 方法 A

a) 测量选定的中心位置上的组件背表面中心靠近电池处的温度 T_{SM} ,组件的选择应基于图 1 所示的原理及示例。

b) 由所有选定方阵中的组件,计算平均温度 T_{SA} 以及这个温度与中央位置上选定组件的温度 T_{SM} 之差 dT :

$$dT = T_{SA} - T_{SM} \dots\dots\dots (1)$$

c) 测量标准光伏器件的开路电压 V_{OC} , 并计算它的结温 T_{JR0} :

$$T_{JR0} = (V_{OC} - k \cdot V_{OCR,STC}) / \beta + 25^{\circ}\text{C} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: β ——为标准光伏器件的电压温度系数, $\text{V} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$;

$V_{OCR,STC}$ ——标准光伏器件在标准测试条件下的开路电压;

k ——为考虑测量状态与 $1\,000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 辐照度偏差的一个系数:

当辐照度为 $1\,000\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 时, $k=1.000$;

当辐照度为 $900\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 时, $k=0.996$;

当辐照度为 $800\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 时, $k=0.989$;

当辐照度为 $700\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 时, $k=0.983$ 。

d) 测量标准光伏器件中心处背表面的温度 T_{SR} 。 T_{SR} 、 V_{OC} 的测量以及 T_{SM} 的再次测量(称为 T'_{SM}) 都应在较短时间内进行(即 1 min 之内)。

e) 计算修正后方阵的结温:

$$T_0 = T'_{SM} + dT + T_{JR0} - T_{SR} \quad \dots\dots\dots (3)$$

f) 连接可变负载与光伏方阵, 记录连接点的情况。

g) 如果使用慢速扫描(如手动调节可变电阻负载的扫描), 在 I - V 扫描刚开始时, 立即记录标准光伏器件的开路电压 V_{OC1} 。

h) 改变负载扫描 I - V 曲线, 并使有足够多的测量点, 用以确定平滑的 I - V 特性曲线。如果使用慢速扫描, 标准光伏器件的短路电流必须与每一个 I - V 点同时测定, 以获得相应于那个点的辐照度 G 。辐照度在整个扫描期间的总的变化应当小于 10% 。如果不是这样, 重复 5.1g)。当使用诸如电容器快变化负载扫描(总扫描时间小于 0.1 s) 时, 只在扫描开始时记录标准光伏器件的短路电流就足够了。

i) 如果使用慢速扫描, 当扫描结束时重测标准光伏器件的开路电压 V_{OC2} 。如果这个值跟 5.1g) 得到的 V_{OC1} 相差大于 2% , 从 5.1g) 开始重复测量。

j) 计算方阵在测量期间的修正结温:

$$T_J = T_0 + (T_{JR1} - T_{JR0}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: T_{JR1} ——由 V_{OC1} 计算得到的标准光伏器件的计算结温。

k) 当标准光伏器件温度测量值不同于它的标定值对应的标准温度时, 对 I_{SR}^D 和 I_{MR}^D 进行修正。用 I_{SR0} 代替 I_{SR} , $I_{MR3} + \alpha_R(T_{R0} - T_3)$ 代替 I_{MR} 。

式中: T_{R0} ——标准光伏器件的标准温度, 它的标定值是在这个温度下给出的;

T_3 ——标准光伏器件的实测温度;

I_{SR0} ——标准光伏器件在标准温度 T_{R0} 、标准辐照度或其他选用辐照度下的短路电流;

I_{MR3} ——在实测温度 T_3 时测得的标准光伏器件短路电流;

α_R ——标准光伏器件在研究的温度范围内, 处于标准辐照度或其他选用的辐照度下的电流温度系数。

1) 按 GB/T 6495.4 描述的方法, 外推实测的 I - V 数据到要求的验收测试条件。 R_s 由提供者给出, 或按 GB/T 6495.4 测量得到。

5.2 方法 B

a) 在一天当中, 重复测量方阵的开路电压 V_{OC} , 特别是在低辐照度 ($100\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 到 $300\text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$) 情况下不能进行 I - V 扫描时, 同时记录环境温度读数 T_A 和辐照度读数 G (由标准光伏器件的短路电流及其标定曲线求得)。计算每个方阵相应外推值 $V_{OCA,STC}$ 的平均值 (V) 和标准误差。使用下列公式计算外

1) 关于 I_{SR} 和 I_{MR} 的定义, 参见 GB/T 6495.4。

推的 $V_{ocA,STC}$ 值:

$$V_{ocA,STC} = V_{oc} + N_s \times [A \times \ln(1\ 000/G) + B \times G + \beta \times (25 - T_A)] \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中: N_s ——方阵中串联的电池个数;

A ——热电压(每个单体电池大约 25 mV)与非理想化因子(每个单体电池大约 1.5)的乘积, A 值约为每个单体电池 38 mV;

β ——单体电池电压温度系数(每个单体电池约为 2.2 mV/°C);

$B = \beta \times dT_J/dG$ (对于单独安装的方阵,电池额定工作温度(NOCT)为 45°C时, dT_J/dG 大约为 0.03°C/W·m⁻²)。在特殊安装方式下,即指屋顶安装,系数 B 应由 V_{oc} 数据回归分析(最小二乘法)得到。

如果必要,应用回归分析,改进其他系数的精度。

b) 如果使用慢速扫描,在 $I-V$ 扫描刚开始时立即记录被测组件的开路电压 V_{oc3} 。

c) 改变负载扫描 $I-V$ 曲线,并使有足够多的测量点,用以确定平滑的 $I-V$ 特性曲线。如果使用慢速扫描,标准光伏器件的短路电流必须与每一个 $I-V$ 点同时测定,以获得相应于那个点的辐照度 G 。辐照度在整个扫描期间的总的变化应当小于 10%。如果不是这样,从 5.2b)开始重复测量。当使用诸如电容器快变化负载扫描(总扫描时间小于 0.1s)时,在扫描开始时,记录标准光伏器件的短路电流就足够了。

d) 如果使用慢速扫描,把 $I-V$ 扫描结束时测得的被测组件的开路电压 V_{oc4} 同 5.2b)的测量结果 V_{oc3} 相比较。

e) 如果这些值相差大于 2%,从 5.2b)开始重复测量。

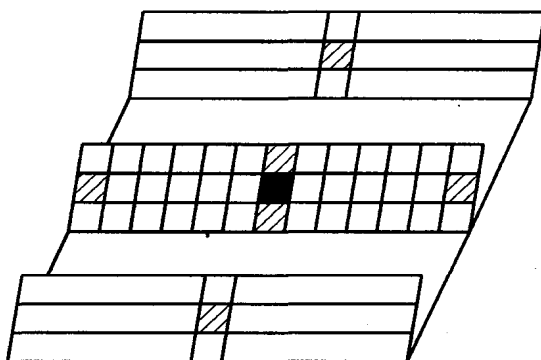
f) 计算方阵在测量期间修正后的结温:

$$T_J = 25 + [(V - V_{oc3})/N_s - B \times G - A \times \ln(1\ 000/G)]/\beta \quad \dots\dots\dots(6)$$

g) 按照 GB/T 6495.4 描述的方法,把实测的 $I-V$ 数据外推到要求的验收测试条件。 R_s 由提供者给出,或按 GB/T 6495.4 测量得到。

6 准确度

改进精度的各种技术都应采用。现阶段,难以保证外推的功率值总准确度优于±5%。



a

图 1 边缘组件和中心组件的举例

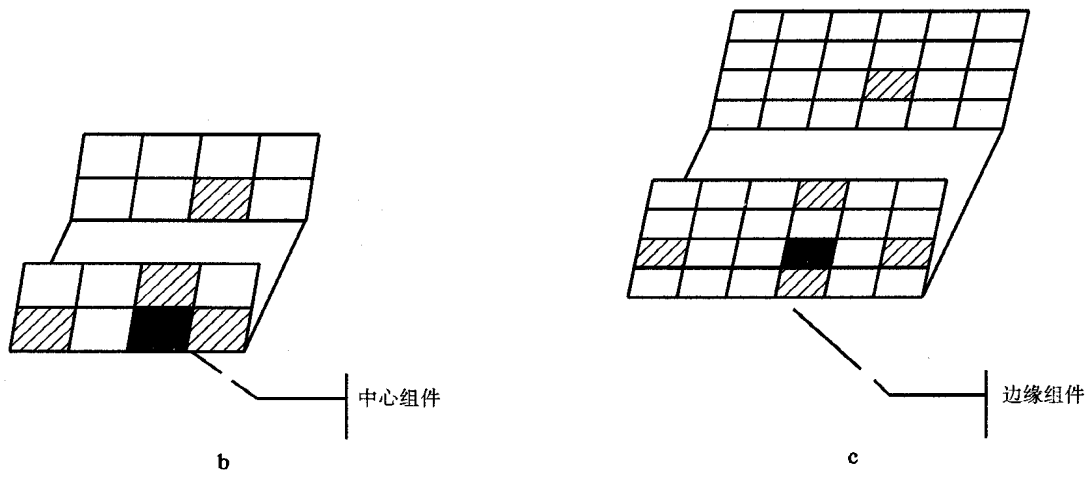


图 1(完)

附 录 A
(提示的附录)
术 语

验收测试条件(ATC) **acceptance test conditions(ATC)**

对于光伏方阵的功率额定值所规定的环境温度,测量平面的辐照度以及光谱分布的标准值。

标准测试条件(STC) **standard test conditions(STC)**

组件温度、测量平面的辐照度以及光谱分布的标准值,用于室内(模拟器)测量:

- a) 组件温度:25℃;
- b) 测量平面内辐照度:1 000 W·m⁻²;
- c) 光谱分布:AM1.5(总辐照);
- d) 见 GB/T 6495.3。

标准光伏器件 **reference device**

标准光伏器件是特殊标定的太阳电池、多电池封装件或组件,用于测量辐照度。

当在自然太阳光下测量,如果直接辐射光偏离法线入射时,建议使用与被测者同类型、同尺寸的标准光伏组件,或使用由一个标定过的太阳电池周围布有多片其他电池(模拟的或真实的)的多电池封装件,使其边框、封装系统、形状、尺寸和空隙都与被测组件相同。
