

ICS 27.160

F 12

团 体 标 准

T/CPIA 0012—2019

晶体硅标准光伏组件制作和使用指南

Guideline for make and use of crystalline silicon reference module

2019-09-27 发布

2019-10-15 实施

中国光伏行业协会 发布

前 言

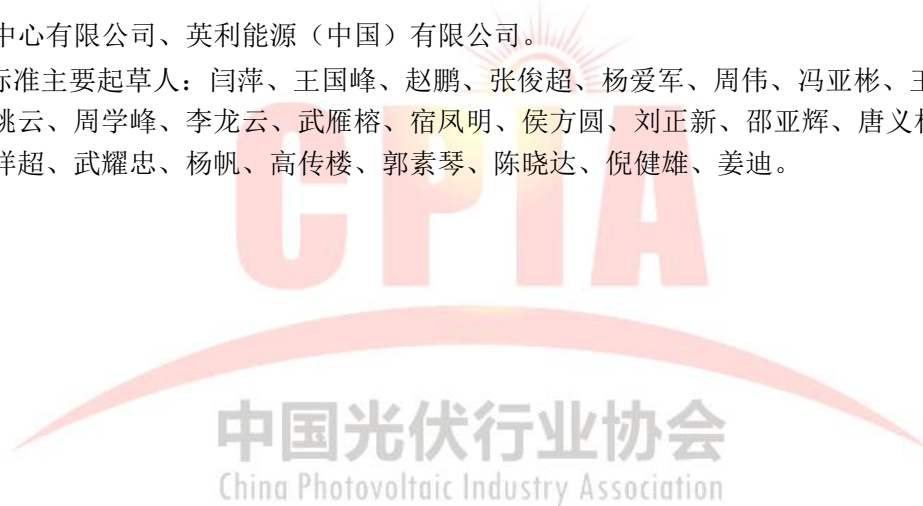
本标准根据GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》和GB/T 1.2-2002《标准化工作导则 第2部分：标准中规范性技术要素内容的确定》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国光伏行业协会标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：天合光能股份有限公司、张家港协鑫集成科技股份有限公司、国家电投集团电站运营技术（北京）有限公司、中国计量科学研究院、福建省计量科学研究院、中国电子技术标准化研究院、江苏峰谷源储能技术研究院有限公司、中科院上海微系统研究所、隆基乐叶光伏科技有限公司、国家太阳能光伏产品质量监督检验中心、陕西众森科技有限公司、TUV SUD、中国建材检验认证集团股份有限公司、常州合创检测技术有限公司、常熟阿特斯阳光电力有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、英利能源（中国）有限公司。

本标准主要起草人：闫萍、王国峰、赵鹏、张俊超、杨爱军、周伟、冯亚彬、王赶强、恽卫娟、肖桃云、周学峰、李龙云、武雁榕、宿凤明、侯方圆、刘正新、邵亚辉、唐义林、王亿、宋昊、曾祥超、武耀忠、杨帆、高传楼、郭素琴、陈晓达、倪健雄、姜迪。



晶体硅标准光伏组件制作和使用指南

1 范围

本标准规定了晶体硅标准光伏组件的量值稳定及符合量值溯源链传递的作业规范。
本标准适用于采用晶体硅标准光伏组件进行测试组件电能量值溯源的实验室或生产线。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO/IEC 17025 实验室管理体系检测和校准实验室能力的一般要求（General requirements for the competence of testing and calibration laboratories）

IEC 60904-1 光伏器件 第1部分:光伏电流 电压特性的测量（Photovoltaic devices-Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics）

IEC 60904-2 光伏器件 第2部分: 光伏基准设备的要求（Photovoltaic devices-Part 2: Requirements for reference solar devices）

IEC 60904-4 光伏器件 第4部分: 光伏标准器件的溯源链建立程序(Photovoltaic devices - Part 4: Reference solar devices - Procedure for establishing calibration traceability)

IEC 60904-7 光伏器件 第7部分: 光伏器件测量过程中引起的光谱失配修正的计算（Photovoltaic devices - Part 7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices）

IEC 60904-9 光伏器件 第9部分:太阳模拟器的性能要求（photovoltaic devices-Part 9:Solar simulator performance requirements）

IEC 60904-10 光伏器件 第10部分:线性测量方法 (Photovoltaic devices-Part 10:Methods of linearity measurement)

IEC 61836 太阳光伏能源系统术语（Solar photovoltaic energy systems - Terms, definitions and symbols）

CNAS-CL06 测量结果的溯源性要求（Requirements on the Traceability of Measurement Results）

3 术语和定义

IEC 61836、IEC 60904-2和IEC 60904-4确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

标准光伏器件 reference devices

专门校准过的光伏器件，用来测量自然或模拟太阳光的辐照度，或者设定模拟器的辐照度从而测试其它光伏器件的性能。

注1:根据量值溯源的不同方法，分为一级标准光伏器件，二级标准光伏器件和工作标准器件。

注2;主要包括标准太阳电池(或称为“标准光伏电池”,简称“标准电池”)和标准太阳电池组件(或称为“标准光伏组件”,简称“标准组件”)。

一级标准光伏器件 primary reference device

以溯源到国际单位制的辐射计或标准探测器或标准光源为基准校准的标准光伏器件。

注:按照 IEC 60904-4规定的方法中3.5定义的等级;参照附录A,本标准里对应于一级标准太阳电池。

3.2

二级标准光伏器件 secondary reference device

在自然或模拟太阳光下,对照一级标准光伏器件校准的标准光伏器件。

注:按照 IEC 60904-4规定的方法中3.5定义的等级;参照附录A,本标准里对应于一级标准光伏组件。

3.3

工作标准光伏器件 working reference device

在自然或模拟太阳光下,对照二级标准光伏器件校准的标准光伏器件。

注:按照 IEC 60904-4 规定的方法中 3.5 定义的等级;参见附录 A,本标准里对应于二级标准光伏组件。

3.4

标准电池 reference cell

由单个太阳电池组成的标准光伏器件,主要用来传递校准值。

注1;标准电池亦分为一级标准太阳电池、二级标准太阳电池和工作标准太阳电池;

注2;WPVS(World Photovoltaic Scale)标准电池属于一级标准太阳电池。

注3;实际应用中,标准太阳电池的面积较小,通常安装到固定装置上,以确保安装、温度控制和电气连接的再现性。

3.5

标准组件 reference module

由太阳电池串联和/或并联连接封装组成的标准光伏器件。

注1;其短路电流、开路电压以及最大功率等参数的测量和校准可溯源到国际或国家的标准太阳电池组件计量标准。

注2;宜使用该类型标准太阳电池组件测量其它组件,以使标准太阳电池组件和测试组件在尺寸、机械结构、光学特性和电路上达到一致,减小由模拟器不均匀度、内部反射或温度分布所引起的误差。

注3;是实验室和组件生产线使用最多的标准器件,用于进行组件量值比对和传递,以及用于调整模拟器的辐照度和修正补偿电学、温度、阻抗等的测量偏差。

注4;光伏行业一般俗称:第三方实验室标定的光伏组件为“一级”标准光伏组件,与本标准定义方式不同,需关注两定义差异。

4 实验室要求

4.1 遵循 IEC 17025 体系开展运行管理。

注:一级标板组件必须通过CNAS认可或具有同等资质的第三方机构评审。

4.2 量值溯源应满足 CNAS-CL06,通过组织实验室开展定期和不定期的比对,具有实现标准组件统一量值的形成和复现机制。

4.3 拥有向下进行量值传递的高级别的标准光伏器件。

注1;对于采用 WPVS (World Photovoltaic Scale) 标准电池作为直接量值溯源依据的实验室,其 WPVS 标准电池标定值 (CV) 应溯源到 SI 单位制。

注2;WPVS 标准电池校准周期应不超过12个月,并应定期进行期间核查。

4.4 具有测量参数对应测量结果不确定度的评估能力,主要影响因子最大功率测量结果的测量不确定度应小于 2.5% (至少评估 4 项影响因子:参考组件,设备,样品,温度)。

4.5 提供一级标准组件标定的实验室,必须拥有 WPVS (World Photovoltaic Scale) 标准电池或其它一级标准光伏器件,且应通过 CNAS 认可或具有同等资质的第三方机构评审认可。

5 仪器设备要求

5.1 总体要求

用于标定的所有设备均应在计量有效期内。

5.2 太阳模拟器 (组件测试仪)

5.2.1 应满足 IEC 60904-9 中 AAA 的要求,应有温度测量系统和电子负载的校准记录。

5.2.2 电流电压测试特性应定期委托有资质的第三方机构进行校准。对于量值溯源过程中不需要考虑光谱失配的组件,至少电流电压测试系统的线性能够满足要求。

5.3 电致发光成像检测仪 (简称 EL 检测仪)

空间分辨率应大于 0.5mm/1p。

5.4 标准光伏器件

WPVS 标准电池或使用标准光伏组件。

5.5 组件温度探头

应满足精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 重复性 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

6 标准组件制作

6.1 测试环境要求

6.1.1 温度: $(25 \pm 2)^{\circ}\text{C}$;

6.1.2 湿度: 不大于 75% RH, 符合设备使用的环境要求。

6.2 制作过程

6.2.1 标准组件的选择

6.2.1.1 组件外观要求: 应不存在影响其电性能的任何外观缺陷检查。

6.2.1.2 组件内部隐裂要求: 组件 EL 测试应无明暗片、裂纹、裂片、短路、虚焊、过焊和混档等。

6.2.1.3 电性能要求: 组件的电流曲线应无明显的突变、阶梯和毛刺等异常特征,且在不同辐照度下所选取的组件的输出特性成线性变化。

注: 用于工作标准光伏组件制作时,光谱响应、机械结构、光学特性、尺寸和电路上需要满足不同的要求在原辅材料相同,生产工艺相同情况下,选择太阳能电池的关键性能,如: I_{sc} 、 V_{oc} 、 P_{max} 、FF 等与平均值在 $\pm 1\%$ 差异内的组件。

6.2.2 标准组件的光衰预处理

6.2.2.1 组件应先进行 EL 和电流电压性能测试检查,EL 无缺陷;电流电压曲线光滑,无突变、阶梯和毛刺等异常特征。

6.2.2.2 组件应经过至少 60kWh/m² 的辐照量。

注1：进行光衰预处理时辐照度计应和组件在同一平面上。

注2：进行户外光衰预处理时，只有瞬时辐照强度大于500W/m²的才能纳入总辐照度的统计。

注3：进行光衰预处理时，组件保持开路，且须保护好接头不受污染。

6.2.2.3 组件进行光衰预处理 60kWh/m² 后，测试功率为 P_1 (W)，再对组件进行 10kWh/m² 的光衰预处理，并测试功率记为 P_2 (W)，按公式(1)计算出功率变化率 Δ_P 要小于±0.5%；如未小于±0.5%，则需重复增加 10kWh/m² 的光衰预处理，直至达标为止。

$$\Delta_P = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

6.2.2.4 组件进行光衰预处理后，电流电压曲线应无突变、阶梯和毛刺等异常特征，且经测试确定组件的短路电流与辐照度呈线性关系。

6.2.3 标准组件光电性能标定前处理要求

标准光伏组件接线盒旁路二极管要求：

- a) 通用型标准光伏组件不宜含有旁路二极管，该类型标准光伏组件用于测量某一系列类型和排布的组件。旁路二极管的存在与否应记录，并结合测试条件研究其产生的影响，尤其是测试时组件表面的辐照不均匀度。
- b) 特定类型的标准光伏组件，其旁路二极管（如果存在的话）的数量、类型和连接方式应与待测组件相匹配。

6.2.4 标准组件的标定

6.2.4.1 一级标准组件（二级标准光伏器件）标定

标准组件标定宜使用 WPVS 标准电池或量值可直接溯源到其 WPVS 标准电池的标准组件作为量值传递器；一级标准组件标定检测机构除满足第4章要求外，还需要满足以下要求：

- a) WPVS 标准电池与待标定光伏组件光谱失配如大于 0.5%，应参照 IEC 60904-3 对 WPVS 标准电池标定值进行修正；
- b) 宜采用长脉冲模拟器双向扫描模式，以消除光伏组件的电容效应。根据正反向扫描最大功率差异确定最短脉宽要求，宜最大功率正反向扫描差异 0.5% 之内，取正反向扫描结果平均值作为单次测量结果；
- c) 待标定组件放在 (25±2) °C 环境里保持 4h 以上，使 WPVS 和待标定组件温差控制在 ±1 °C 之内；
- d) 用 WPVS 标准电池校准太阳模拟器的辐射照度；
- e) 每个待标定组件连续测试 (3~5) 次，当连续 3 次测试数据差异不大于 0.3% 时，取其测试数据的平均值作为测试结果；
- f) 间隔一段时间（间隔时间以测试结果之间互不干扰为准），按照 c)~d) 的操作程序测试三遍；
- g) 取其不同时间段测试结果的中位数作为一级标准组件的标定值。

6.2.4.2 二级标准组件（工作标准光伏器件）标定

二级标准组件宜使用一级标准组件给出的参数校准模拟器后，使量值溯源到WPVS标准电池，给出二级标准组件参数。其样品已经过光率预处理，符合稳定性要求，按如下流程完成参数的标定：

- a) 选用与二级标准光伏器件同尺寸同类型光伏组件作为工作标准光伏器件，以减小光谱失配电流失配及电子负载测量线性的影响；
- b) 将二级标准组件和待标定组件放在 (25 ± 2) ℃环境里，保持4h以上，使二级标准组件和待标定组件温差控制在 ± 1 ℃之内；
- c) 用二级标准组件对太阳模拟器进行校准；
- d) 每个待标定组件应连续测试(3~5)次，当连续三次测试数据差异不大于0.3%时，取其测试数据的平均值作为测试结果；测试结束后，测试一级标准组件功率与其标称功率进行比较，当差异不大于0.25%时，本次测试结果有效，记录并保存本次测试结果；
- e) 至少在三个不同的时间段（间隔时间以测试结果之间互不干扰为准），重复上述测试；连续三次测试再现性差异应不大于0.5%时；分别记录并保存三次不同时间段的测试结果；
- f) 取其不同时间段测试结果的平均值作为二级标准组件的标定值。

7 标准组件质量控制要求

7.1 标准光伏组件的电气连接的设计

应满足IEC 60904-1的要求。

7.2 标准光伏器件（一级标准组件和二级标准组件）的定期稳定性检查

宜使用可拆卸的四线并联电阻，根据IEC 60904-10进行电流电压曲线测试，参见附录B，确认电流电压符合线性要求。

7.3 工作标准组件的特性稳定可靠性保证

定期进行期间核查，产线日常监测的工作标准组件应与二级标准组件进行周期性比对，保证其特性的稳定。

注：工作标准组件标定时一般同时标定三片，其中一片用于日常使用，一片用于监控，另一片作为控制件备用。

7.4 标准组件的报废

标准组件的当前校准值与标定值偏差超过2.5%时则应报废。

8 标准组件使用规范

8.1 适用范围

标准组件的功率与被测组件平均档位的功率差异不宜超过5%。

8.2 期间核查

8.2.1 工作级标准组件期间核查

核查周期应不大于3个月。

8.2.2 核查方式

可通过标准组件间的交叉互校方式进行。

8.2.3 合格要求

当标定值与当前校准报告值偏差不大于0.5%，视为合格。

8.2.4 标准组件主要检查内容

主要检查内容应包括以下内容：

- a) 标准组件使用前应检查其外观是否正常，有无污损，端子松动、划伤等损坏，并做相应记录；
- b) 进行 EL 检测，应无新增 EL 缺陷；
- c) 进行电流电压曲线检测，观测电流电压曲线是否平滑，无明显突变、台阶；
- d) 在使用标准组件校准太阳模拟器时，其短路电流和最大功率值分别与其标称值偏差不大于 0.5%。

8.2.5 检查结论

检查结论为以下其中的一种，并把结论记录在质量记录单上。

- a) 继续使用；
- b) 重新标定；
- c) 报废处置。

8.3 搬运拿取过程

轻拿轻放，四角抬起，避免损伤和污染。

8.4 使用记录

标准组件使用记录应包含使用情况说明、启用、校准、期间核查、停用、调出等时间及其检测数据，并应保存相关证明文件。

8.5 标准组件的存储

标准组件应存储在专用的避光保存柜里，其湿度应在不大于 75%RH，温度应在 20℃~30℃ 范围内。

9 标准组件的报告

报告应至少包含以下内容：

- a) 标准组件应有唯一的序列号或标识号；
- b) 制造厂家、型号名称、序列号；
- c) 太阳能电池的类型；
- d) 标准组件的等级（二级或工作标准）；
- e) 组件的结构和尺寸、电气结构；
- f) 标定机构、标定地点和日期、标定方法；
- g) 在标准测试条件下的短路电流标称值以及最大功率标称值；
- h) 测量不确定度等信息；
- i) 组件EL图片；
- j) 旁路二极管存在与否。若存在，记录其数量和类型。

10 标准光伏组件的标识

每件标准光伏组件都应带有清晰且不易擦掉的序列号或识别号，以便查找相应的数据单。

附录 A
(资料性附录)
标准光伏器件溯源链示意图

参照IEC60904-4, 量值溯源值链示意图, 晶体硅标准组件中的WPVS参考电池、一级、二级标准组件对应的均是标准光伏器件级别, 对应的级别如下图A.1黄色标注部分。

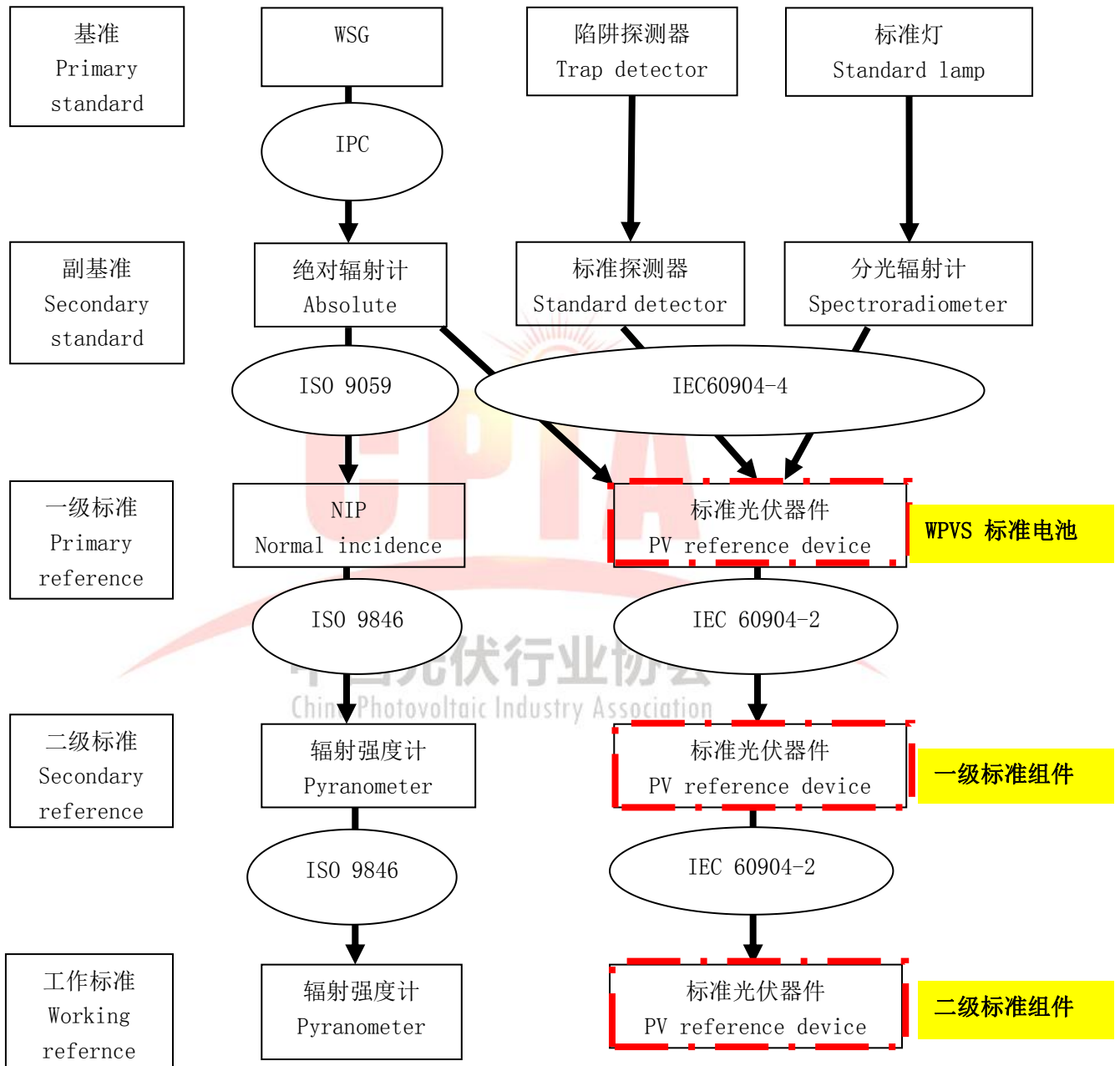


图 A.1 标准光伏器件溯源链示意图

附录 B
(资料性附录)
标准光伏组件线性度判定方法

参照 IEC 60904-10, 对标准光伏组件线性度进行判定, 标准组件在 200W/m² 到 1100W/m² 辐照度范围内, 组件短路电流变化呈线性, 评定方法和步骤推荐如下:

- a) 对于不同的辐照度 X_i (200W/m², 400W/m², 600W/m², 800W/m², 1000W/m², 1100 W/m²), 测试得到对应的短路电流 Y_i ,

计算辐照度和短路电流的平均值 X , Y :

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}; \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

- b) 做线性拟合, 计算斜率 m :

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X) \cdot (Y_i - Y)}{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2} \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

- c) 计算电流的线性偏离值 Z_i :

$$Z_i = Y - m \cdot (X_i - X) \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

- d) 线性偏离度 D_i :

$$D_i = |100 * (1 - Y_i/Z_i)| \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

D_i 不能超过 2。


中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association