

# SolarIV系列 太阳能电池伏安特性测试系统

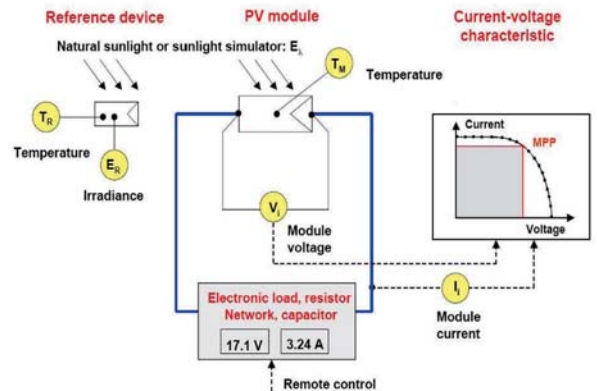
在太阳能光伏器件的所有特性表征手段中，I-V 特性测试无疑是最直观、最有效、最被广泛应用的一种方式。通过测量 I-V 特性曲线，可以获得光伏器件的主要物理性能，包括光电转换效率、短路电流、开路电压和填充因子等。这些数据为光伏器件的研究、质检以及应用提供可靠的依据。卓立汉光提供高性价比的 I-V 特性测试系统，并提供完善、专业的技术支持。

## 主要功能:

- 测量太阳能电池在光照条件和暗场条件下的I-V曲线
- 测量太阳能电池短路电流、短路电流密度、开路电压、最大功率、最大功率电流、最大功率电压、填充因子、光电转换效率、串联电阻、并联电阻
- 可实现正反向调速扫描与暗电流扣除功能
- 标准太阳电池校准功能
- 实现自动多次周期扫描

## 主要特点:

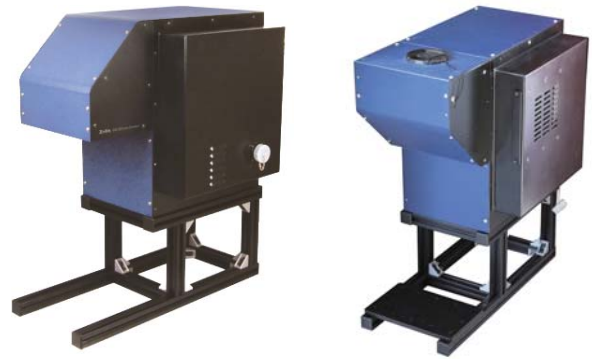
- 完整I-V特性测试和数据处理分析的解决方案
- 多种太阳模拟器选型，满足不同测试需求
- 可更换照射方向，适配多种测试环境
- 使用高精度数字源表，提供精确测量结果
- 符合IEC 60904-9国际标准
- 最小化探针阴影，提高测量精度
- 温度控制功能，符合IEC标准测试条件
- 真空吸附功能，样品固定更为方便
- 图形化界面，软件操作更加方便
- 支持TXT、Excel等通用格式数据导出
- 报表打印功能，自动生成完整测试报告



## 系统选型表

| 部件       | 参数                 | SolarIV-150A          | SolarIV-300A          |
|----------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| 太阳模拟器    | 辐照面积 (mm)          | 40 × 40               | 60 × 60               |
|          | 光谱匹配度              | 0.75-1.25 A级 (AM1.5G) | 0.75-1.25 A级 (AM1.5G) |
|          | 不均匀度 (%)           | ≤2 A级                 | ≤2 A级                 |
|          | 不稳定性 (%)           | ≤2 A级                 | ≤2 A级                 |
|          | 出光方向               | 向下                    | 向下                    |
| 数字源表     | IV-2400            | 标配                    | 标配                    |
|          | IV-2450            | 选配                    | 选配                    |
| 标准单晶硅电池  | QE-B1              | 标配                    | 标配                    |
| 伏安特性测试软件 | IV-Software        | 标配                    | 标配                    |
| 一体机电脑    | JSJ-Integrated-V19 | 标配                    | 标配                    |
| 样品台      | 系统内不含样品台，需另配       |                       |                       |

# Sirius系列 太阳模拟器



太阳模拟器可以用来模拟实验、生产所需的真实太阳光辐照条件，可实现全天候不间断的光辐照条件，使实验、生产不受测试条件与环境的约束，因而在光伏器件的研究和质检中被广泛的应用。

太阳模拟器具备光斑均匀、辐照稳定、太阳光谱匹配的特点，使用户可足不出户的完成需要太阳光照条件的测试。卓立汉光提供多规格高品质的太阳模拟器，可适用于单晶硅、多晶硅、非晶硅、染料敏化、有机、钙钛矿等各种太阳能电池的模拟太阳光照条件的应用。

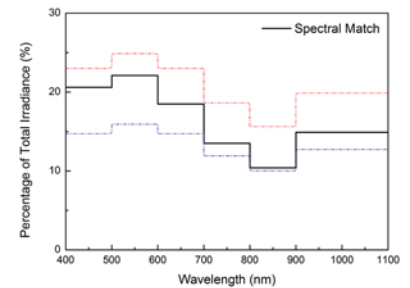
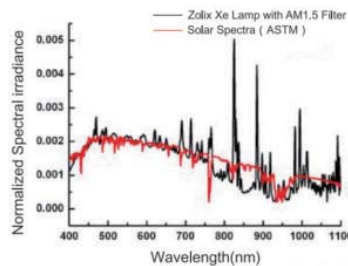
## 主要特点

- A级太阳光谱匹配度
- 超高光强不稳定性，<0.5%
- 自动计时器，随时监控氙灯寿命
- 电动、遥控快门控制
- 向上向下或水平出光方向可调
- 满足IEC 60904-9标准
- 光强0.2-1.2sun连续可调

## 太阳模拟器评价指标

### 光谱匹配度

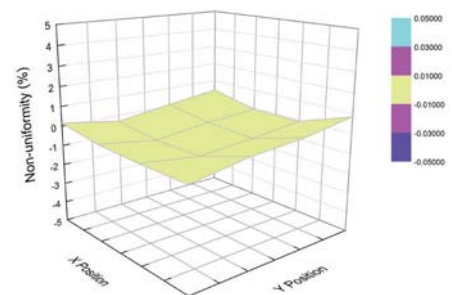
光谱匹配度定义为在6个光谱波段内，积分得到的光谱辐照度占总辐照度的百分比，与标准太阳光谱中各个波段所占百分比的比例。例如A级光谱匹配度规定，各个波段的占比与标准光谱的占比的比例，范围不得超过0.75-1.25。



### 空间不均匀度

在有效工作区域内的光辐照不均匀度是高品质太阳模拟器的一项重要指标。在使用太阳模拟器进行光伏测试中，不均匀的光辐照会造成测试结果的严重偏差，从而导致太阳能电池测量效率或分级的错误。而高均匀度的太阳模拟器提供更加精确的测试条件保证结果准确。

卓立汉光太阳模拟器为了提高输出光斑的均匀度，在光路结构中采用了阵列式透镜组来均化光斑，从而使太阳模拟器辐照不均匀度达到A级要求。

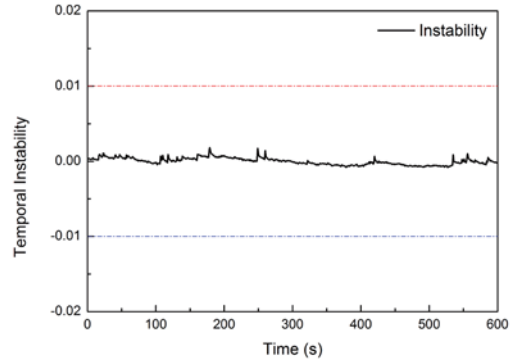


# Sirius系列 太阳模拟器

## 时间不稳定性

太阳模拟器时间不稳定度的定义是在一段时间内有效辐照面内最大和最小光强的比例。该项指标要求太阳模拟器长时间光辐照度稳定，确保测试结果不失真。

卓立汉光太阳模拟器采用了长寿命高稳定性短弧氙灯作为光源，并使用低波纹高稳定电源供电，保证太阳光模拟器输出光的长时间、短时间稳定度满足 A 级要求。



## AM 1.5G标准太阳光谱辐照度分布：

| 波段数 | 波长范围 (nm) | 各个波段占400-1100nm总辐照度的百分比 |
|-----|-----------|-------------------------|
| 1   | 400-500   | 18.4%                   |
| 2   | 500-600   | 19.9%                   |
| 3   | 600-700   | 18.4%                   |
| 4   | 700-800   | 14.9%                   |
| 5   | 800-900   | 12.5%                   |
| 6   | 900-1100  | 15.9%                   |

为了确保太阳模拟器输出光谱匹配度最佳，卓立汉光使用了专业高稳定性标准光谱校正滤光片。在确保光谱匹配度达到 A 级的同时，该滤光片还能够承受高强度的光照输出，从而保证光谱特性可以保持一致，不会因此而发生变化。

## 太阳模拟器等级评价标准

| 品质    | 方法  | 等级        |         |         |
|-------|---|-----------|---------|---------|
|       |   | A         | B       | C       |
| 光谱匹配度 | 计算6个波段（400-500-600-700-800-900-1100nm）的光谱辐照度在整波段占比与标准光谱各波段占比的比值 | 0.75-1.25 | 0.6-1.4 | 0.4-2.0 |
| 不均匀度  | 计算在有效辐照面内最大和最小光强的比例   | ≤2%       | ≤5%     | ≤10%    |
| 不稳定性  | 计算在一段时间有效辐照面最大和最小光强的比例  | ≤2%       | ≤5%     | ≤10%    |

## 型号与规格

| 型号              | 光谱匹配度          | 不均匀度 (%) | 不稳定性 (%) | 辐照面积 (mm) | 最大辐照度 (W/m2) | 平行度 | 出光方向 |
|-----------------|----------------|----------|----------|-----------|--------------|-----|------|
| Sirius-SS150A   | 0.75-1.25 (A级) | ≤2 A级    | ≤2 A级    | 40×40     | 1200         | ±4° | 向上   |
| Sirius-SS150A-D | 0.75-1.25 (A级) | ≤2 A级    | ≤2 A级    | 40×40     | 1200         | ±4° | 向下   |
| Sirius-SS150A-L | 0.75-1.25 (A级) | ≤2 A级    | ≤2 A级    | 40×40     | 1200         | ±4° | 向左   |
| Sirius-SS300A   | 0.75-1.25 (A级) | ≤2 A级    | ≤2 A级    | 60×60     | 1200         | ±4° | 向上   |
| Sirius-SS300A-D | 0.75-1.25 (A级) | ≤2 A级    | ≤2 A级    | 60×60     | 1200         | ±4° | 向下   |

# Sirius系列 太阳模拟器

## 高精度数字源表

IV2400、IV2450 高精度数字源表是 IV 测试系统的核心部件，提供可变电压的同时，精确测量器件输出电流，因此测量精度、和准确度越高，测量结果更精准。

### 主要特点

| IV2400         | IV2450             |
|----------------|--------------------|
| 5位半高精度测量       | 6位半高精度测量           |
| 基本测量准确度0.012%  | 基本测量准确度0.012%      |
| 读数缓存5000       | 读数缓存 > 250,000     |
| > 2000读数/秒     | > 3000读数/秒         |
| 非触屏            | 触屏（5英寸彩色显示屏）       |
| 接口： GPIB、RS232 | 接口： GPIB、RS232、以太网 |
| 香蕉插孔           | 香蕉插孔或三轴接口          |
| 电流量程1 μ A-1A   | 电流量程10nA-1A        |
| 电压量程200mV-200V |                    |
| 功率20W          |                    |

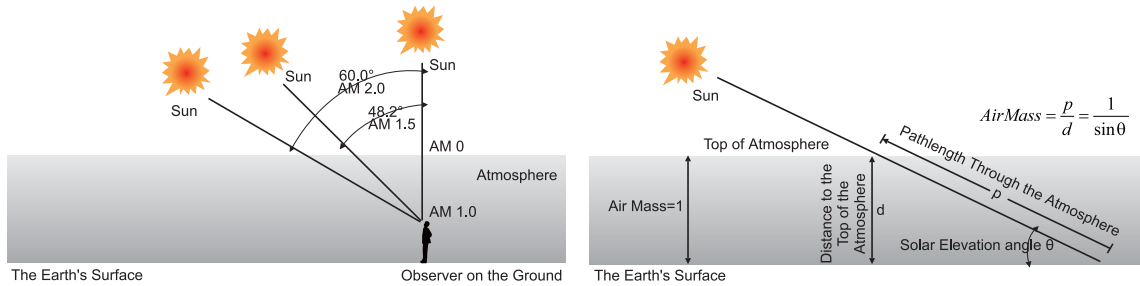


## 太阳光谱校正滤光片

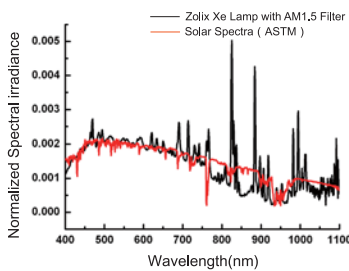
太阳表面温度约 5800K，氙灯的色温约为 6000K，因此采用氙灯来模拟太阳光是最合适不过的。但为了使氙灯光谱进一步接近太阳光谱，需要抑制氙灯的一些特征谱峰，因此还需要一套太阳光谱校正滤光片（Air Mass Filter）。根据太阳光辐射地球角度不同，以及是否通过大气层等，不同的模拟条件需要配套不同的太阳光谱滤光片，其中，AM 1.5G 太阳光谱滤光片是最经常被使用的。

### Air Mass说明

AM 1.5G（Air Mass 1.5 Global）表示太阳光按 48.2° 角度、透过大气层斜射到地面后的光谱分布：



### AM 1.5G滤光片用于太阳光谱匹配



### AM 1.5G标准光谱与太阳模拟器光谱匹配度

| 波长范围 (nm) | 标准光谱能量分布 (%) | 太阳模拟器光谱能量分布 (%) | 光谱匹配度 | 光谱匹配级别      |
|-----------|--------------|-----------------|-------|-------------|
| 400-500   | 18.4         | 18.8            | 1.02  | A级0.75-1.25 |
| 500-600   | 19.9         | 21.0            | 1.06  |             |
| 600-700   | 18.4         | 19.1            | 1.04  |             |
| 700-800   | 14.9         | 14.9            | 1.00  |             |
| 800-900   | 12.5         | 11.5            | 0.92  |             |
| 900-1100  | 15.9         | 14.7            | 0.92  |             |

备注：AM 1.5G标准光谱分布、光谱匹配度等级参考国际标准（IEC 60904-9:2007）

## QE-B1标准太阳电池

在太阳能电池分析测试过程中，采用标准太阳电池来校准光源的绝对光辐照度，从而计算出被测太阳能电池的光电转换效率，进而进行分析与对比。尤其是测试太阳能电池 I-V 特性时，通常采用标准太阳电池对太阳模拟器的光照强度进行标定。

### 主要特点

- 符合IEC与WPVS标准的标准太阳电池
- 配备不同滤光片的标准太阳电池可选
- 单晶硅、多晶硅、非晶硅多种材质可选
- 标定数据溯源至NIST



## 太阳光谱测量系统

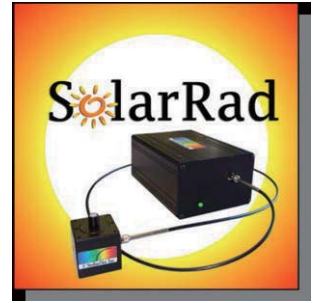
Stellarnet Solar-Rad 太阳光谱测量系统，是紧凑的小型化低成本光谱测量系统，并可以提供 NIST 溯源校准证书。

### 系统功能

- 测量绝对辐照度，单位为W/m<sup>2</sup>
- PAR-光合有效辐照强度检测
- 光谱匹配度在线检测
- UVa/b/c辐照强度检测
- 光谱区间辐照度检测
- CIE色度、照度分析

### 系统应用

- 太阳能领域
- 光源及太阳模拟器
- 光化学
- 光生物学
- 环境科学



### 系统选型

| 规格/型号        | SolarRad       | SolarRad-DSR                        |
|--------------|----------------|-------------------------------------|
| 光谱范围         | 220nm-1100nm   | 200nm-1700nm                        |
| NIST溯源光谱校准范围 | 300nm-1100nm   | 200nm-1700nm                        |
| 光谱分辨率        | <1.5nm         | <1.5nm (VIS) & <3.0nm (NIR)         |
| 探测器          | 2048 Pixel CCD | 2048 Pixel CCD/512 Pixel InGaAs PDA |
| 光接收器         | CR2余弦校准器/IC2   | CR2余弦校准器/IC2                        |
| 波长准确度        | <1/4nm         | <1/4nm                              |
| 光强准确度        | ± 5%           | ± 5%                                |

## 伏安特性测试专用分析软件IV-Software

伏安特性测试软件是基于 24XX 系列高精度数字源表而开发的，数据精度高，操作便利。

### 软件特点和功能：

- 图形化界面，软件操作更加方便
- 直接显示太阳能电池短路电流、短路电流密度、开路电压、最大功率、最大功率电流、最大功率电压、填充因子、光电转换效率、串联电阻、并联电阻
- 可实现正反向调速扫描与暗电流扣除功能
- 自动多次周期性扫描
- 双电压周期变化IT扫描
- 报表打印功能，自动生成完整测试报告





## OAI模拟器

OAI 太阳光模拟器 AAA 指标得到美国国家可再生能源实验室认证

40 多年来，OAI 利用其在光学技术方面的专长，为工业和研究不断生产先进产品。为了更好地为太阳能电池和模块制造商、太阳能安装商、新的太阳能初创企业和测试 / 认证实验室服务，OAI 开发了各种太阳模拟器、IV 测试仪、校准参考电池、滤波器、太阳能功率计、太阳能电池阵列测试仪、测试夹具等产品。OAI 模拟器符合 JIS、IES、ASTM 标准。并提供开发定制解决方案的服务。



### 特点:

- 光斑尺寸覆盖52mm到500mm
- 光谱匹配度AM1.5G, AM1.5D, AM0可选
- 光谱匹配范围: 400-1100nm、300-1800nm、280-1800nm可选
- 发散半角小于 $\pm 2.5^\circ$
- 光强0-1.2sun可调
- 快门计算机控制, 集成快门定时器可提供5ms-200ms脉冲输出 (选配)
- 超长工作距离大于250mm

### 选型列表

| 型号        | TSS-52                           | TSS-100   | TSS-156         | TSS-208   | TSS-300   | TSS-500   |
|-----------|----------------------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| 光斑尺寸 (mm) | 52 × 52                          | 100 × 100 | 156 × 156       | 208 × 208 | 300 × 300 | 500 × 500 |
| 光谱类型      | AM1.5G、AM1.5D、AM0                |           |                 |           |           |           |
| 光谱范围      | 400-1100nm、300-1800nm、280-1800nm |           |                 |           |           |           |
| 发散半角      | $< \pm 2.5^\circ$                |           | $< \pm 2^\circ$ |           |           |           |
| 输出强度      | 100mW/cm <sup>2</sup> (1sun)     |           |                 |           |           |           |
| 光谱匹配度     | $\leq \pm 15\%$ (A+)             |           |                 |           |           |           |
| 时间不稳定性    | $< 0.5\%$ STI、 $< 2\%$ LTI (A)   |           |                 |           |           |           |
| 光斑不均匀性    | $\leq 2\%$ (A)                   |           |                 |           |           |           |
| 工作距离      | 10 ± 1in                         | 20 ± 1in  | 22 ± 1in        | 25 ± 1in  | 30 ± 1in  | 36 ± 1in  |
| 灯功率       | 300W                             | 1000W     | 1000W           | 1600W     | 2500W     | 7000W     |