

# ZJSEE

## 浙江省电力学会标准

T/ZJSEE XXXX-YYYY

---

### 光伏组件衰退率户外测试技术规范

Outdoor test technical specification for decline rate of photovoltaic module

征求意见稿

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

浙江省电力学会 发布

# 目 次

目 次.....	I
前 言.....	II
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	3
4 设备要求.....	4
5 测试准备.....	5
6 组件抽样.....	6
7 衰退率测试.....	6
8 评价方法.....	8
9 测试报告.....	8
附录 A（资料性附录）测试记录.....	9
附录 B（资料性附录）测试流程图.....	11
附录 C（资料性附录）抽样方案.....	11

## 前 言

本标准依据 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第 1 部分：标准文件的结构与起草规则》的规则起草。

本标准由浙江省电力学会标准工作委员会提出并解释。

本标准起草单位国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、浙江浙能技术研究院有限公司，浙江省电力实业总公司，华电电力科学研究院有限公司，浙江芯能光伏科技股份有限公司等。

本标准主要起草人：

本标准首次发布。

# 光伏组件衰退率户外测试技术规范

## 1 范围

本标准规定了光伏电站现场已安装并具备发电能力的光伏组件衰退率的测试方法,其它户外场景可参照执行。

本标准适用于光伏组件衰退率的户外测试及评价。

## 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。

GB/T 2828.1 计数检验程序第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 6495.1 光伏器件 第1部分:光伏电流-电压特性的测量

GB/T 9535 地面用晶体硅光伏组件设计鉴定和定型

GB 26860 电力安全工作规程

IEC 60904-9 光伏器件 第9部分:太阳模拟器性能要求

IEC 61215-2 地面用光伏组件—设计鉴定和定型—第2部分:试验程序 (Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval - Part2: Test procedures)

CNCA/CTS 0004 并网光伏发电系统工程验收基本要求

CNCA/CTS 0016 并网光伏电站性能检测与质量评估技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 光伏组件 Photovoltaic module

具有封装及内部连接的、能单独提供直流电输出的、最小不可分割的太阳能电池组合装置,又称为太阳能电池组件。

### 3.2 光伏组件衰退率 Recession rate of photovoltaic module

随着光照时间的增加,光伏组件输出功率不断呈下降趋势的现象。光伏组件衰退率数值大小是光伏组件STC峰值功率与铭牌功率的差值占铭牌功率的比值。

### 3.3 标准测试条件 Standard Test Conditions

标准测试条件(STC): AM1.5、1000W/m<sup>2</sup>、25℃。AM1.5,即指光线通过大气的实际距离为大气垂直厚度的1.5倍;1000W/m<sup>2</sup>,指标准测试光伏组件的光线的辐照度。25℃,指光伏组件在25℃的温度下工作。

### 3.4 光伏组件峰值功率 Maximum power of photovoltaic module

光伏组件I-V特性曲线上电流电压乘积最大值处的功率，也叫最大功率，不同辐照温度下的峰值功率不一样。

### 3.5 光伏组件铭牌功率 Nameplate power of photovoltaic module

贴在光伏组件背面，标识有铭牌功率或Maximun Power，一般为同一批次组件在生产线上测试STC峰值功率后确定。

### 3.6 对比基准件 Reference photovoltaic module

选定的光伏组件中，测得的STC峰值功率与铭牌功率偏差最小的光伏组件。

### 3.7 多通道对比测试仪 Multichannel contrast tester

用于本标准中光伏组件衰退率基准、户外测试的设备名称，至少包含1个辐照探头和3个及以上的I-V、温度测试模块，能实现各类测试参数的同步采集。

### 3.8 衰退率系数 Coefficient of recession rate

光伏组件与对比基准件实时峰值功率偏差与两者STC峰值功率偏差的比值，衰退率系数大小随着辐照值的变化而变化。

### 3.9 偏差允许值 Allowable deviation

本标准中用于评价光伏组件衰退率是否满足技术要求的指标。偏差允许值为对比基准件STC峰值功率和考虑允许衰退率后铭牌功率的差值与衰退率系数的乘积。

## 4 设备要求

应具备太阳辐照度、光伏组件 I-V 特性曲线、光伏组件背板温度等参数的测试及采集功能。

### 4.1 辐照度测量

辐照度测量装置应满足下列要求：

- a) 辐照度测量范围：0W/m<sup>2</sup>~1500W/m<sup>2</sup>；
- b) 辐照度测量精度：5%；
- c) 倾斜角测量范围 0°-90°；
- d) 倾斜角测量精度：2%。

### 4.2 温度测量

温度测量装置应满足下列要求：

- a) 测量范围：-50℃~+100℃；
- b) 测量精度：0.5℃；
- c) 温度测量通道数量应与光伏组件 I-V 特性曲线测试通道相匹配。

### 4.3 I-V 特性曲线测量

I-V 特性曲线测量装置应满足下列要求：

- a) 测量精度：电流精度 0.5%，电压精度 0.5%，最大功率精度 0.5%；

- b) 具备储存曲线和参数的功能；
- c) 测量通道不小于 3 路。

#### 4.4 同步采集

同步采集装置应满足下列要求：

- a) 采集通道应满足测量参数数量的要求；
- b) 各通道的采集时差不大于 50ms；
- c) 各通道的最短采集周期不大于 1s。

### 5 测试准备

#### 5.1 项目信息搜集

光伏组件衰退率户外测试，应搜集以下项目信息：

- a) 光伏组件类型（铭牌）；
- b) 光伏组件数量；
- c) 光伏组件安装倾角和方位角；
- d) 光伏组件供货技术合同；
- e) 光伏逆变器或汇流箱容量，接入的光伏组串、组件数量；
- f) 光伏系统主接线图和光伏方阵总平面布置图；
- g) 光伏电站运行维护、故障检修和事故处理台账。

#### 5.2 安全要求

测试现场、测试人员应满足 GB 26860 中规定。

a) 光伏系统正常工作电压一般在 500V-1500V 之间，人员不慎触碰到绝缘不良的导线、电缆、裸露金属接头等部位，存在触电伤害的危险。

b) 现场使用设备必须绝缘良好，现场临时电源线的外绝缘应良好，不得使用绝缘破损的电源线。

c) 光伏组串解列过程中存在高电压风险，解列后的逆变器、汇流箱、光伏组串、光伏组件的电缆接头应做好安全防护措施。

d) 光伏组件表面温度高，表面清洗工作应在辐照低于 200W/m<sup>2</sup> 的情况下进行，不得使用与组件温差较大的液体清洗组件。

e) 测试人员应按规范穿戴工作服、安全帽、绝缘鞋、绝缘手套等防护设备。

f) 登高作业人员需持有登高作业证，并配备安全带等防护设备。

g) 注意屋顶地面情况，特别留意无安全防护措施的“女儿墙”、“坑”和“洞”。

h) 严禁在下雨天开展现场测试及准备工作。

i) 测试前完成危险源辨识、风险预控措施、安全技术交底等工作。

j) 测试工作开始后，严禁无关人员进入工作区。

### 5.3 测试条件

测试工作应满足以下条件：

- a) 光伏组件按施工图纸连接正确，组串按施工图纸与逆变器连接正确。
- b) 光伏方阵的接地正确且符合要求。
- c) 开关设备和控制设备能确保系统正常运行。
- d) 测试设备调试完成，连接回路导通良好及接地良好，测量参数可正常采集并记录。
- e) 被测光伏组件在实际阳光下照射的累计辐射量已超过  $5.5\text{kWh/m}^2$ 。
- f) 屋顶光伏项目，通往屋顶的楼梯符合安全使用要求；屋顶临空侧有防高空坠落的安全措施；屋顶斜面处作业时有规范的登高作业安全防护措施。
- h) 各方人员到位，测试记录表格齐全，通讯已建立。

## 6 组件抽样

### 6.1 抽样数量

根据光伏组件供货技术合同约定，确定抽样光伏组件数量。如无合同约定，则按照标准 GBT2828.1 中第 10.1 相关规定执行：根据光伏组件总数量，按一般检验水平 II 确定抽样数量，当要求鉴别力较低时可使用水平 I，当要求鉴别力较高时可使用水平 III，附表 1。

### 6.2 抽样方法

根据光伏组件供货技术合同约定，确定光伏组件的抽样方法。如无合同约定，集中式光伏发电项目和大容量分布式光伏发电项目按照 CNCACTS0016 中 7.1 相关规定执行：

a) 对每一型号的光伏组件按位置分布至少抽取 30 个朝向、倾角一致的组串连续监测发电量，将被测组串的单位千瓦发电量从大到小排序，按照 1:3:1 的比例分为好、中、差三档，根据光伏组件抽样数量的要求按比例随机选择相应数量的组串进行测试。组串单位千瓦发电量=测试时段组串直流发电量/组串额定功率。

b) 如果没有条件对光伏组串进行连续发电量监测，或者受时间、成本的限制，也允许对光伏组串简单功率对比抽样。在现场辐照度高于  $700\text{W/m}^2$ ，对每一型号的光伏组件按位置分布至少抽取 30 个朝向、倾角一致的组串，对被测组串进行峰值功率的测试，测试方法及步骤参照 IEC62446-1 中 7.2 相关规定，并修正到同一辐照度和温度，根据组串功率比（修正后的组串功率/组串额定功率）从大到小进行排序，按照 1:3:1 的比例分为好、中、差三档，根据光伏组件抽样数量的要求按比例随机选择相应数量的组串进行测试。

小容量分布式光伏发电项目，可采取随机抽样的方法。

## 7 衰退率测试

### 7.1 基准测试

确定对比基准件和不同辐照度下被测组件与对比基准件峰值功率的偏差允许值,可在光伏组件衰退率户外测试前完成,不影响测试周期,测试步骤如下:

a) 按 6.1、6.2 选择待测的光伏组件。

b) 在待测的光伏组件中选择 2~5 块外表面完好的光伏组件,清洗干净后,采用符合 IEC60904-9 要求的 B 级或更优太阳模拟器,对光伏组件进行 STC 峰值功率测试。

c) 选择与铭牌功率最为接近的光伏组件作为对比基准件,记为  $P_0$ ,记录其余光伏组件与对比基准件  $P_0$  的 STC 峰值功率偏差,记为  $S_a$ 、 $S_b$ 、 $S_c$ 、 $S_d$ 。

d) 将上述光伏组件放置在朝向、倾角、高度、水平面一致的测试支架上,在户外太阳光条件下,采用符合第四章要求的测试设备,同步测试并采集光伏组件在不同辐照度下的峰值功率,记为  $P_0(\text{rad})$ 、 $P_a(\text{rad})$ 、 $P_b(\text{rad})$ 、 $P_c(\text{rad})$ 、 $P_d(\text{rad})$ ,并记录辐照度和光伏组件背板温度。

e) 同步测试期间要求光伏组件与对比基准件的背板温度偏差在  $1^\circ\text{C}$  以内,如偏差过大,可按 GB/T 6495.1 中的 3.2 部分进行温度一致性处理。

f) 计算光伏组件与对比基准件在各个辐照度下峰值功率偏差,并分别与  $S_a$ 、 $S_b$ 、 $S_c$ 、 $S_d$  进行比对,得到各个辐照度下的衰退率系数  $f_a(\text{rad})$ 、 $f_b(\text{rad})$ 、 $f_c(\text{rad})$ 、 $f_d(\text{rad})$ 。

g) 取衰退率系数  $f_a(\text{rad})$ 、 $f_b(\text{rad})$ 、 $f_c(\text{rad})$ 、 $f_d(\text{rad})$  的平均值,得到各个辐照度下的平均衰退率系数  $f_{\text{avg}}(\text{rad})$ ;可根据评价水平高低,取衰退率系数的最大值  $f_{\text{max}}(\text{rad})$  或衰退率系数的最小值  $f_{\text{min}}(\text{rad})$ 。

h) 将平均衰退率系数  $f_{\text{avg}}(\text{rad})$  与辐照度的对应关系绘制成曲线或表格。

i) 按光伏组件供货技术合同约定的光伏组件投运年限对应的衰退率保证值  $d\%$ ,得到各辐照度下光伏组件与对比基准件峰值功率偏差允许值:  $[P_0 - \text{铭牌功率} \times (1 - d\%)] \times f_{\text{avg}}(\text{rad})$ 。

## 7.2 户外测试

测试被测光伏组件与对比基准件在户外太阳辐照 ( $>200\text{W}/\text{m}^2$ ) 下的峰值功率偏差,步骤如下:

a) 将待测光伏组件玻璃外表面清洗干净。

b) 将待测光伏组件与对比基准件放置在朝向、倾角、高度、水平面一致的测试支架上,在户外太阳光条件下,待辐照度较为稳定时 (波动  $\leq 5\text{W}/\text{s}$ ),采用符合第四章要求的测试设备,同步测试各光伏组件与对比基准件峰值功率,并记录对应测试辐照度和光伏组件背板温度。该温度和基础测试时相同辐照度工况下的光伏组件背板温度相差不宜过大。

c) 可同时进行户外测试的光伏组件数量取决于测试设备中 I-V 模块的测试通道数量及测试支架大小。测试期间如各光伏组件与对比基准件的背板温度偏差大于  $1^\circ\text{C}$ ,按 7.1 (e) 部分处理。

d) 计算测试辐照度下被测光伏组件与对比基准件的峰值功率差,分别记  $T_1(\text{rad})$ ,  $T_2(\text{rad})$ 、 $T_N(\text{rad})$ 。

e) 按上述 a) ~c) 方法,完成所有待测光伏组件的户外测试。

## 8 评价方法

### 8.1 光伏组件

将 7.2 测试得到的光伏组件与对比基准件的峰值功率差  $T_N$  (rad) 与对应辐照度下的偏差允许值进行比较, 若峰值功率差  $T_N$  (rad) 不大于对应辐照度下的偏差允许值, 则该光伏组件衰退率符合要求。

### 8.2 抽样批次

抽样批次的衰退率判定标准, 按光伏组件供货技术合同约定执行。如无合同约定, 按 GBT2828.1 中 AQL2.5 或 AQL4.0 标准执行, 附表 2。每一类型的光伏组件批次应分开评价。

## 9 测试报告

测试报告应包括但不限于以下内容:

- a) 标题、编制单位、日期;
- b) 光伏组件规格参数;
- c) 现场测试环境、测试时间;
- d) 编写、校核、技术负责人签名;
- e) 测试内容;
- f) 测试结果;
- g) 测试设备及校验证证书;
- h) 原始数据记录表;
- i) 危险源辨识表、安全技术交底表
- j) 其他相关内容。



表 A.2 户外测试记录表

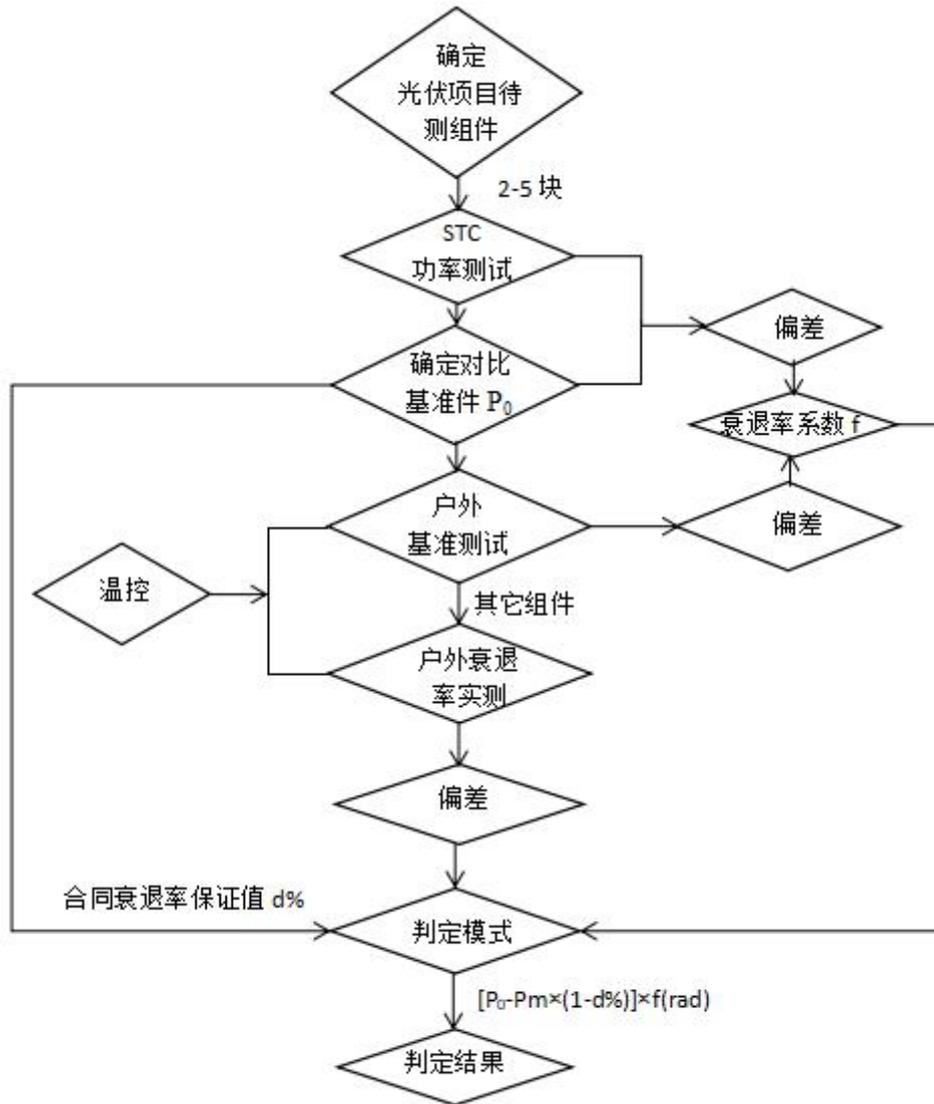
记录编号：

项目名称						
委托单位						
测试地点				测试日期		
组件型号				铭牌功率		
投运年限				抽样总量		
仪器设备	名称	编号		精度	校验日期	
1						
2						
辐照度	序号	组件编号	峰值功率	偏差	允许值	结果
	1	对比基准件				
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
辐照度	序号	组件编号	峰值功率	偏差	允许值	结果
	1	对比基准件				
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
辐照度	序号	组件编号	峰值功率	偏差	允许值	结果
	1	对比基准件				
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					

附录 B  
(资料性附录)

测试流程图

图 B.1 光伏组件衰退率户外测试流程图



**附录 C**  
**(资料性附录)**  
**抽样方案**

表 C.1 样本量字码

批 量	特殊检验水平				一般检验水平		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2~8	A	A	A	A	A	A	B
9~15	A	A	A	A	A	B	C
16~25	A	A	B	B	B	C	D
26~50	A	B	B	C	C	D	E
51~90	B	B	C	C	C	E	F
91~150	B	B	C	D	D	F	G
151~280	B	C	D	E	E	G	H
281~500	B	C	D	E	F	H	J
501~1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201~3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201~10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001~35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001~150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001~500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 及以上	D	E	H	K	N	Q	R

