

光伏电站晶硅组件电致发光检测及

缺陷判定方法



浙江省电力学会

ZHEJIANG SOCIETY FOR ELECTRIC POWER

Test and defect judgement method for crystalline silicon modules in
photovoltaic power station by electroluminescence (EL) imaging

2023-9-18 发布

2023-12-01 实施

浙江省电力学会 发布



浙江省电力学会
ZHEJIANG SOCIETY FOR ELECTRIC POWER

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体原则	2
4.1 测试样品	2
4.2 检测内容	2
4.3 检测设备	2
5 总体要求	2
5.1 测试样品	2
5.2 抽样比例	3
5.3 检测条件	3
5.4 检测方法	3
5.5 安全	4
6 检测结果	4
6.1 缺陷定义	4
6.2 缺陷判定标准	4
6.3 容许指标	5
7 检测文件	5
7.1 检测文档要求	5
7.2 检测记录	5
附录 A（资料性）EL 缺陷分类示例图	6
A.1 裂纹	6
A.2 碎片	6
A.3 黑片	6
A.4 栅线故障、划伤及混档	6
A.5 其他缺陷	7
附录 B（资料性）检测记录表	8

前 言

为规范光伏电站晶硅组件的电致发光图像缺陷检测方法及判定标准，明确光伏组件晶硅电致发光检测及判定方法的内容和范围，定义晶硅组件缺陷的类型，制定本标准。

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由浙江省电力学会提出。

本文件由浙江省电力学会清洁能源（节能）专业委员会技术归口和解释。

本文件起草单位：浙江省白马湖实验室有限公司、浙江浙能技术研究院有限公司、浙江省新能源投资集团股份有限公司、华电电力科学研究院有限公司。

本文件主要起草人：范海东、寿春晖、洪凌、丁莞尔、袁文清、郭智俊、沈曲、邬荣敏、周楠栩、朱钦辰、黄超鹏、纪培栋、金胜利、黄绵吉、秦刚华、吴荣辉、张士龙。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至浙江省电力学会标准工作委员会（地址：浙江省杭州市南复路1号，邮编：310008，网址：<http://www.zjsee.org/>，邮箱：zjseeorg_bz@163.com）。



浙江省电力学会
ZHEJIANG SOCIETY FOR ELECTRIC POWER

光伏电站晶硅组件电致发光检测及 缺陷判定方法

1 范围

本文件描述了基于电致发光图像的光伏电站晶硅组件缺陷检测及判定方法。
本文件适用于任意类型光伏电站内晶硅组件电致发光图像缺陷的检测及判定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2297 太阳光伏能源系统术语

GB/T 2828.1 技术抽样检验程序第1部分：按接受质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 9535 地面用晶体硅光伏组件设计和定型

GB/T 29298 数字（码）照相机通用规范

GB/T 35694 光伏电站安全规程

IEC 61215-1 地面用光伏组件—设计鉴定与定型—第1部分：测试要求(Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval-Part I: Requirements for testing)

IEC TC 60904-13 光伏设备-第13部分 光伏组件电致发光(Photovoltaic devices-Part13: Electroluminescence of photovoltaic modules)

3 术语和定义

GB/T 2297, GB/T 29298, GB/T 35694 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电致发光 electroluminescence (EL)

指电能转化为光能的物理现象，通过加在两电极的电压产生电场，被电场激发的电子碰击发光中心或两种载流子发生复合，使电子在能级间跃迁、迁移、复合，从而导致发光的一种物理现象。

[来源：IEC TC 60904-13，有修改]

3.2

缺陷 defects

光伏组件在电致发光作用下可视的影响光伏电池及光伏组件性能的特征，通常有裂纹、碎片、黑片、栅线故障、划伤、混档等。

3.3

地面 EL 成像系统 ground EL imaging system

在地面利用移动式相机拍摄的 EL 成像系统，一般由成像探测器、成像镜头、相机支架、操作软件组成。

3.4

无人机 EL 成像系统 UAV EL imaging system

利用无人机开展 EL 检测的成像系统，一般由成像探测器、成像镜头、相机云台、操作软件、无人机组件组成。

3.5

电势诱导衰减 potential induced degradation (PID)

光伏组件的封装材料和其上、下表面的材料以及电池片与其接地金属边框之间的高电压作用下出

现离子迁移，而造成组件性能衰减的现象。

4 总体原则

4.1 测试样品

本文件涉及的测试样品为单片或若干片光伏组件、光伏组串。

4.2 检测内容

检测应包含以下内容：

- 测试样品因外力损伤引起的 EL 图像异常；
- 测试样品因功率偏低或电势诱导衰退引起的 EL 图像异常；
- 测试样品因制造工艺或工艺污染引起的 EL 图像异常。

4.3 检测设备

4.3.1 直流电源

能为光伏组件或组串检测提供恒定直流电源的装置。直流电源应能够提供稳定的输出电压使得电源的输出电流不低于组件或组串的标称短路电流 (I_{sc})，且可实现输出电流在 0.1-1 倍的 I_{sc} 范围内连续可调。一般认为直流电源的输出电压应在组件或组串的标称开路电压以上 (V_{oc})。

4.3.2 成像系统

4.3.2.1 成像探测器

成像探测器使用硅 (Si)、碲化镉 (Ge)、铟镓砷 (InGaAs) 等材料制成，须对光伏组件的电致发光波段有响应，对于晶硅组件其响应的波长范围应为 850 nm 至 1100 nm。

4.3.2.2 成像镜头

成像镜头应允许光伏组件产生的电致发光透过。为了避免可见光的影响，可利用滤光片或涂层消除环境杂散可见光的影响，通常可以采用 850 nm 的高通滤光片作为成像波段的下限。根据镜头与探测对象的距离、和图像清晰度要求选择合适的成像镜头，图像清晰度的计算方法和分类可参照 IEC TS 60904-13，EL 图像采集清晰度 S 应不大于 5.0 mm。现场成像镜头的像素应不低于 2400 万。

4.3.2.3 相机增稳平台

在地面 EL 成像系统中，EL 成像镜头一般固定于三脚架等相机稳定支架；在无人机 EL 成像系统中，EL 检测镜头需固定于无人机相机云台上，该云台用于 EL 成像镜头的增稳及角度控制，云台的角度抖动量不大于 0.02° ，可控旋转度不低于 360° ，俯仰向转动范围不低于 $\pm 45^\circ$ 。

4.3.2.4 操作软件

用于控制测试样品检测所需的操作软件，例如可实现直流电源的调节及通断控制、成像系统的曝光控制、成像系统的移动、无人机的飞行控制等。

4.3.3 暗室

在自然检测环境不满足要求时，可利用暗室创造测试样品 EL 检测所需的检测环境，消除环境杂散光对拍摄结果的影响，包括满足 5.3 规定的检测温度、湿度、光照度等要求。暗室可利用箱体、遮光布帘、挡板等结构制造。

5 总体要求

5.1 测试样品

测试样品应满足以下要求：

- 设计与定型应满足 GB/T 9535 的要求；