

# 2026

**iNSNEX**

## 光伏电池板表面缺陷检测项目

---

InsWorks VDE 行业应用解决方案：2026.07

# 项目说明：

## 项目背景：

光伏电池作为太阳能发电的核心组件，其生产制造过程对质量控制提出了极高的要求。在电池板的生产过程中，表面容易产生多种缺陷，如：划痕、散点状脏污、胶状异物、发黑等。这些缺陷不仅会影响组件的美观，更严重影响其电性能和使用寿命，造成发电效率下降甚至安全隐患。

## 检测工序与对象：

视觉系统在电池板外观质检工位采集整板图像，先定位有效区域，再使用 AI 实例分割识别和分类表面缺陷，输出缺陷区域、尺寸、面积及整板 OK/NG 数据

## 检测目标：

本项目旨在构建一套高精度、高效率、易部署的视觉检测系统，实现对光伏电池板表面缺陷的全面智能识别与分类判断。



光伏-太阳能电池板

## 检测需求与项目难点：

### 检测需求：

- **缺陷类型**  
划痕、散点脏污、胶状异物、边缘发黑、中心发黑
- **检测精度**  
最小识别缺陷尺寸 $\leq 0.2\text{mm}$
- **检测效率**  
识别准确率： $\geq 98\%$ ；单图处理时长： $\leq 2\text{秒}$
- **系统稳定性**  
7×24小时连续运行无故障

### 项目难点：

- 缺陷形态差异大，种类多样
- 产线速度快，实时处理压力大
- 缺陷边界模糊，易与背景混淆
- 整板高分辨率图像带来推理时间和显存压力

## 整体方案：

### 方案说明：

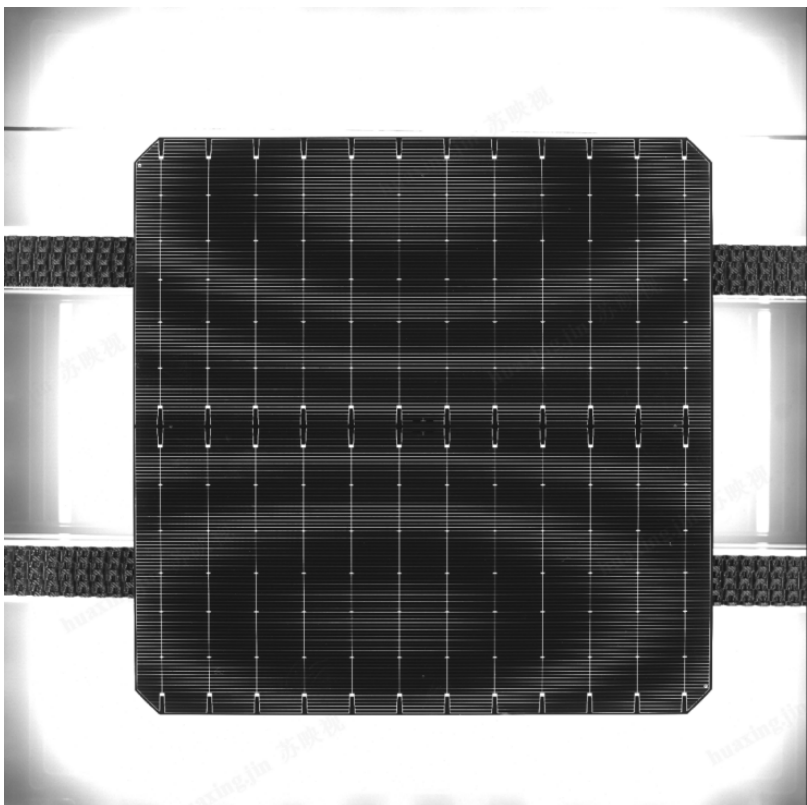
使用高分辨率工业相机搭配远心镜头，在标准光源照明下获取整块电池板图像。通过VDE软件支持的工业相机接口采集为InsImage8Grey灰度图，保证图像的稳定性与一致性。

图像采集完成后，使用找线工具定位电池板边缘并建立跟随产品的坐标空间，限定有效检测区域；随后使用 AI 实例分割工具，输出每个缺陷实例的类别和掩码。结合最小面积、位置和工艺标准进行后处理，汇总整板结果。

### 检测流程：

触发取图 → 检查图像质量 → 抓边定位 → 有效区域裁剪 → AI实例分割 → 输出结果

## 硬件选型与搭建：



太阳能板成像示意图

### 高分辨率相机镜头

相机视野覆盖整板时仍需保证 0.2 mm 缺陷具有足够像素，远心镜头有助于降低图像畸变，使用高分辨率工业相机搭配远心镜头，在标准光源照明下获取整块电池板图像。照明需兼顾划痕、胶状异物和发黑区域，通过VDE软件支持的工业相机接口采集图像。

#### 选型要点

- 按最大视野和 0.2 mm 目标计算像素分辨率
- 控制镜头畸变、景深和整板照度均匀性
- 验证纹理、反光和不同颜色批次的成像稳定性



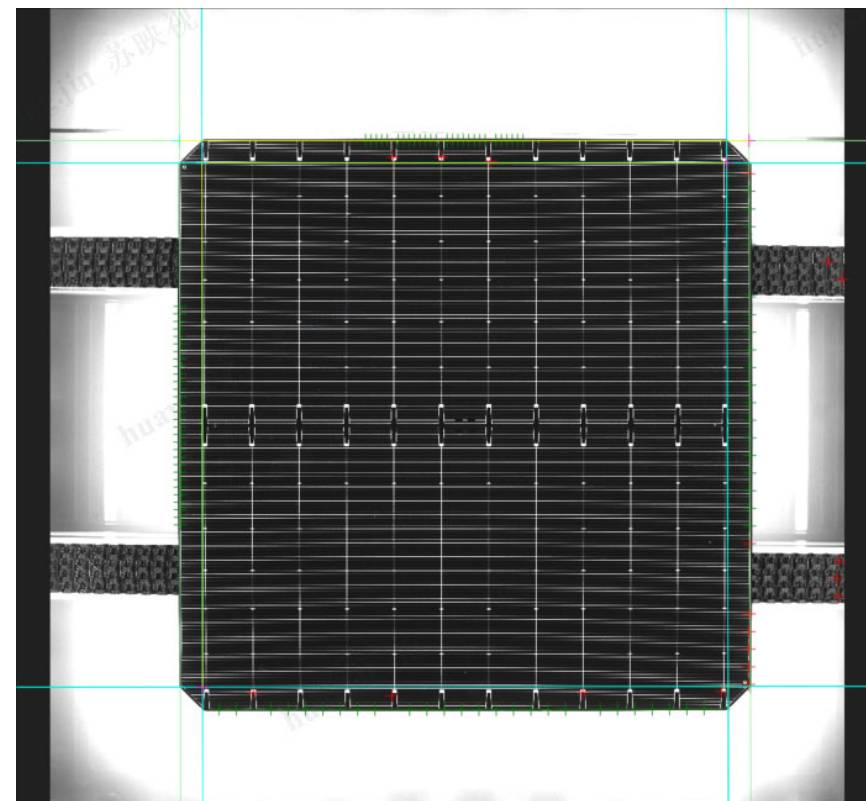
# 定位、标定与预处理：

## 处理方式

使用InsFindLineTool,对电池板进行抓边定位，并生成定位后的空间，后续处理都在定位空间上进行。

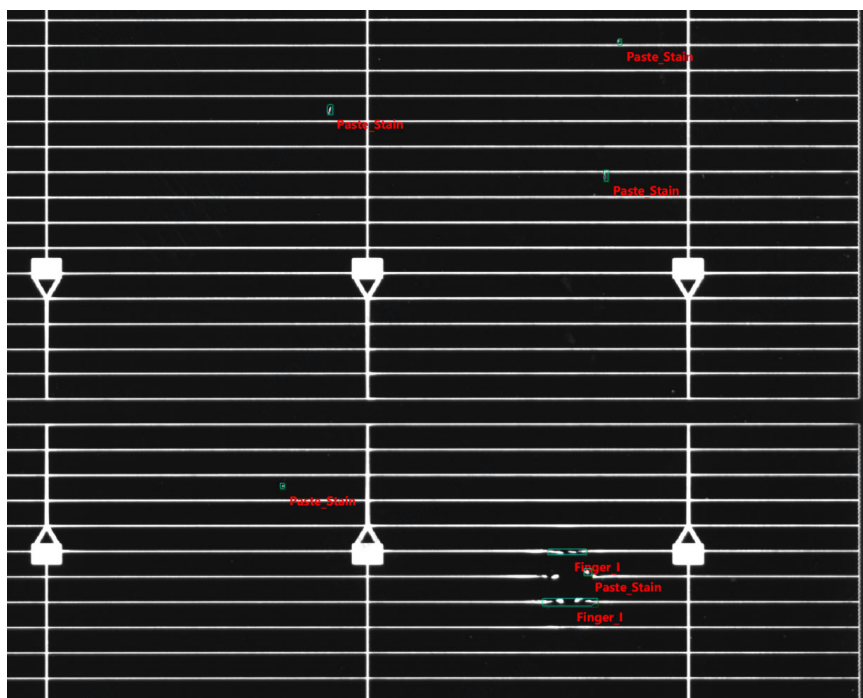
边缘定位同时用于屏蔽夹具和背景，并区分边缘发黑与正常边界。定位失败或边缘不完整时应输出异常。

- 采集整体图像
- 抓边定位
- 建立坐标空间



抓边定位

# AI缺陷检测:



分割结果示例图

## 检测方法

使用InsAllInstanceSegTool工具对图形进行AI分割识别，模型输出缺陷类别，适合形态不规则的划痕、脏污和胶状异物。训练集应覆盖五类缺陷、正常纹理、边缘反光及批次变化；推理后结合面积、位置和区域规则过滤。

- 样本标注，进行模型训练和验证
- 在VDE的InsAllInstanceSegTool工具中导入训练好的模型
- 对图像进行缺陷分割识别
- 输出缺陷种类和结果

## 方案优势与项目价值：

- **多种缺陷一站式检测，全面覆盖质量问题**

系统涵盖五大类典型缺陷，识别精度高、误判率低。

- **模块化架构，灵活适配不同产线**

所有检测工具通过VDE平台图形化配置，无需复杂代码开发，支持快速部署与参数调整，适应多种规格电池板。

- **高稳定性、高通用性**

系统结构稳定，支持长时间无故障运行。

- **低代码，易上手**

VDE软件模块化程度高，我们的工程人员只需短时间学习就能独立完成配置维护，极大降低了使用门槛

- **替代人工，全覆盖检测**

实现了对光伏组件表面缺陷的全覆盖检测，替代了以往不稳定的人工目检，出厂良率明显提升。

- **高效率运行，助力产线提速**

检测时间小于2秒，满足高速流水线在线检测需求；显著提升缺陷发现率，保障出厂良率。