

2026

iNSNEX

锂电pack外观检测项目

InsWorks VDE 行业应用解决方案：2026.07

项目说明：

项目背景：

在锂电池模组（Pack）制造过程中，外观质量检测是保障产品品质、降低售后风险、提升客户满意度的关键环节。Pack 通常由多个电芯、连接件、母排、电路板、结构件等组成，结构复杂，生产节拍快，检测要求高。当前仍有企业以人工目检为主，存在以下显著问题：

- ①检测效率低：无法满足高节拍自动化产线的需求；
- ②一致性差、主观性强：不同质检员标准不一，易出现漏检、误检；
- ③人力成本高：依赖大量熟练工，重复劳动强度大；
- ④微小缺陷难发现：划痕、压痕、异物等微小问题难以精准识别、易漏检。

因此，构建一套基于AI视觉算法+高分辨率相机+自动化设备的 Pack 外观智能检测系统，实现对模组表面缺陷的自动、稳定、高效识别，已成为锂电制造质量管理的迫切需求。



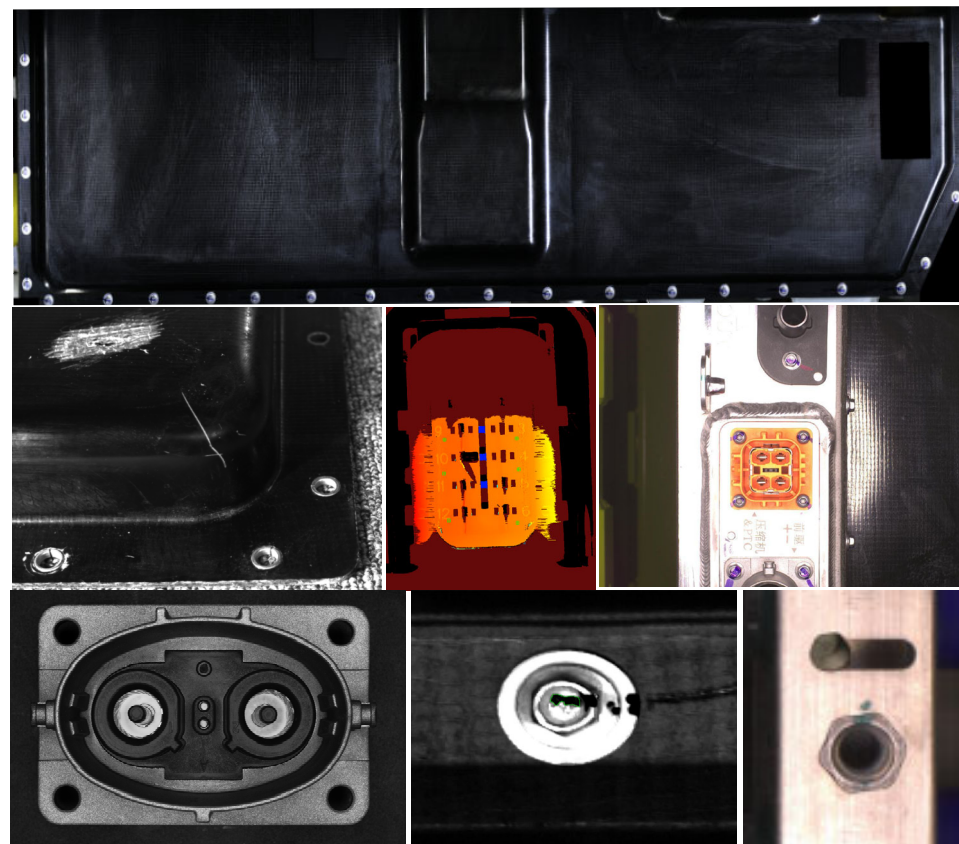
pack外观示意图

检测需求:

检测需求:

本项目针对 Pack 模组在生产过程中常见的外观缺陷，需构建具备高精度、高效率的自动化检测系统，主要覆盖以下缺陷类型，实物图如图1所示：

- 标签/条码内容错误、缺失、模糊、划痕
- 用错螺栓、螺栓漏放、螺栓垫片残缺、螺栓垫片变形
- 小缺陷检测轮廓误差:<5 pixel
- 铭牌缺失、安装歪斜、内容错误、内容缺失、字体模糊、粘贴位置错误、划痕、翘起
- 上盖表面脏污、裂纹、色差、破损、箱体划痕、划伤等
- 防爆阀二维码缺失、破损、划痕、异物、密封圈/垫断裂
- 连接器安装错误、漏放螺栓、安装歪斜、破损等
- pin针缺失、歪斜、高度偏差等。



部分检测项点图

整体方案：

方案说明：

Pack外观机检测项点较多，主要包括了两部分：一部分为传统算法，如2D定位图像裁切掩膜、偏移检测、3D测量等；一部分为深度学习算法，如顶面、侧面、零部件缺陷检测等。

AGV 将 Pack 送入设备，顶升机构建立稳定基准；顶部多轴和端侧轴系分时完成线扫、2D 与 3D 采集。系统先按产品型号加载配方并完成坐标对齐，再将各项点分派给传统算法或深度学习模型，汇总为产品级判定并回传 PLC/MES。

检测流程：

AGV入站 → 顶升定位 → 多面采集 → 标定对齐 → 项点采集 → 结果汇总

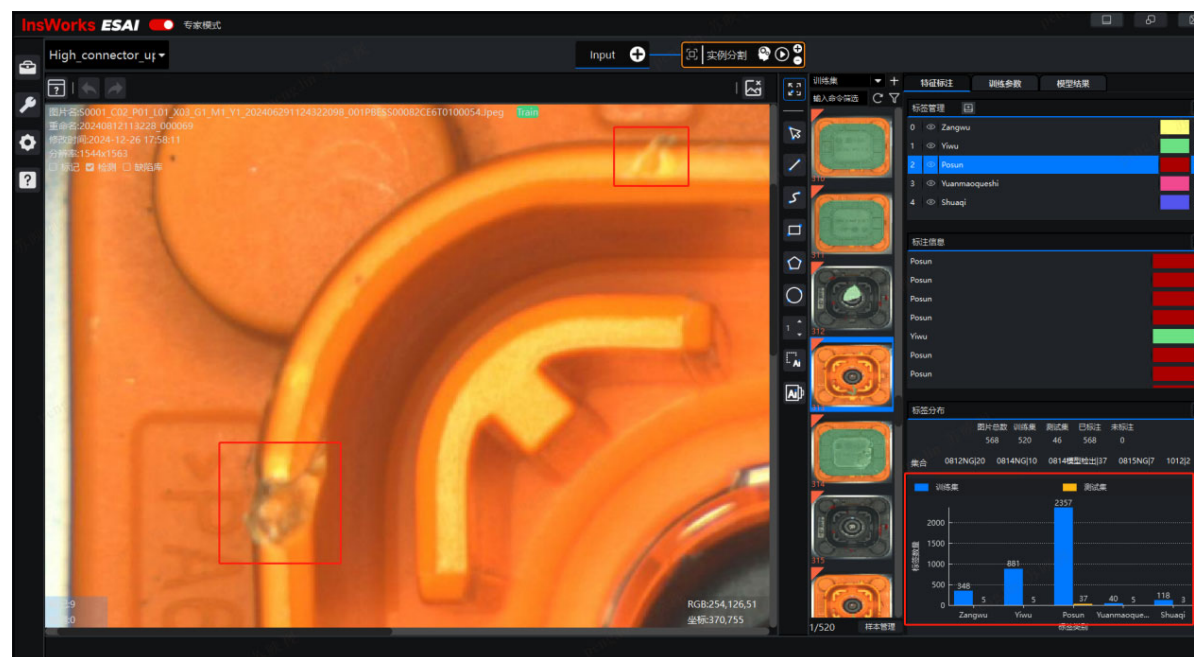
缺陷数据收集：

Pack外观机检测项点繁杂，部署了十几个AI模型，该部分仅以高低压连接器为例，简要叙述下数据收集过程。

高低压连接器数据收集经历了两个阶段：

第一阶段为P图造缺陷阶段，该阶段完成了模型的初步迭代，但P图缺陷与产线真实缺陷存在较大差异，上线后仍存在极个别漏杀现象；

第二阶段为产线模拟收集故障阶段，该阶段主要通过检验经验丰富的质检员，模拟产线上出现过或可能出现的缺陷。最终得到训练集520例，其中NG图415例，OK图105例。数据分布及破损缺陷如图所示：



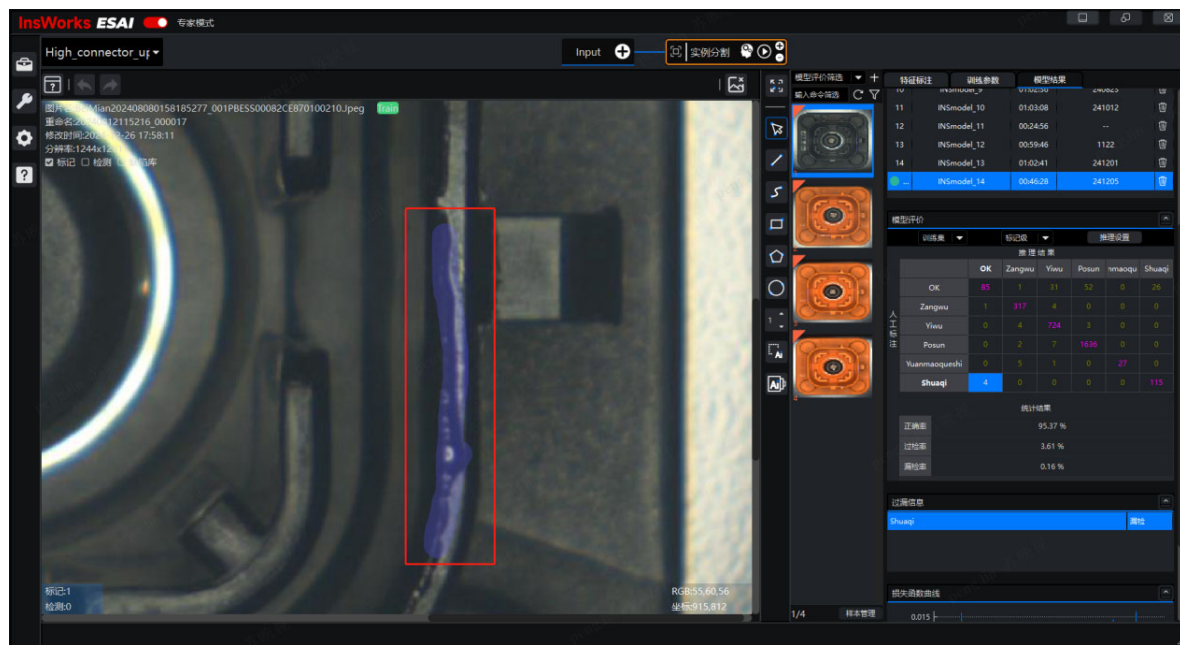
高低压连接器数据分布图

模型训练：

标签/OCR、偏移和 3D 高度采用可解释的传统测量；顶面、侧面和连接器破损等复杂缺陷采用深度学习。每个项点返回有效性、数值或缺陷、置信度与局部结果图，最后由规则引擎统一汇总。

通过不断迭代收敛各模型，达到项目验收的条件。

高低压连通器通过引入刷漆干，对比学习破损与干扰信息方法，最终仅1个细小的脏污漏检，满足客户验收条件，最终结果如图所示：



电池片成像示意图

项目总结：

最终效果：

当模型过检率、漏检率等核心指标达到产线设定阈值后，产线点检验证模型可靠性。本项目的主要技术挑战在于缺陷特征尺度跨度大，部分特征数量严重不足，且Pack 箱体型号复杂多样，得益于InsWorksESAI软件的特征筛选、缺陷生成及模型管理等功能，项目团队高效推进了算法模型的训练、部署与验证，圆满实现了模型上线及产线落地目。

最终模型在实际产线环境下的各项核心指标均满足以下指标：

- ①检测速度（CT时间）：70s/pcs
- ②漏检率：< 0.01%
- ③过杀率：< 0.5%
- ④换型时间：< 4H

项目总结：

- 搭载先进的分时频闪成像系统，显著提升图像采集质量，为高精度缺陷识别提供了坚实基础
- 构建标准化的Pack产线检测流程，有效降低现场人力依赖，提升产线自动化水平
- 实现一键式电池包切拉换型，在不影响客户产线节拍的前提下，保障多型号产品快速切换
- InsWorksESAI软件的缺陷样本生成及多样性的数据增强技术，提升了模型在困难样本上的识别能力，大幅增强了模型的泛化能力，实现对多种类型Pack 箱体缺陷的稳定识别