

2026

iNSNEX

铂电螺丝视觉引导项目

InsWorks VDE 行业应用解决方案：2026.07

项目说明：

项目背景：

在3C电子制造中，内部精密结构件通过微型螺丝进行组装与固定。这些螺钉孔通常尺寸微小（毫米级）、布局紧凑，且位于不同高度的复杂平面上。螺丝安装的精准度直接影响产品的结构强度、可靠性和后续功能组件的对准精度。

人工安装面临的挑战：

- 1.精度要求高：微小孔位需亚毫米级对准。
- 2.视觉要求高：需在窄小空间内定位微小特征。
- 3.效率要求严苛：大批量生产要求单次作业循环时间极短（常低于1秒）。
- 4.一致性难保证：人工操作易产生漏打、错位、滑牙等问题，影响产品良率。

因此，自动化视觉引导螺丝对位系统成为关键解决方案，它通过高速高精度视觉定位，引导机械臂精准执行安装动作，从而大幅提升装配精度、一致性与生产效率，满足3C电子产品大规模、高精度的制造需求。



机器人视觉引导

检测需求与项目目标:

项目目标:

- **定位精度:**
螺钉孔识别精度: $\leq \pm 0.05\text{mm}$ (亚像素级定位)
机械手重复定位精度: $\leq \pm 0.02\text{mm}$ (确保对位稳定性)
- **作业效率:**
单次拍照+坐标输出时间: ≤ 3 (满足CT节拍需求)
- **稳定性与可靠性:**
识别成功率: $> 99\%$;
系统无故障运行时间 $>$ 一个月

项目挑战:

- **微孔超高精度定位**
 $\leq 0.05\text{mm}$ 识别精度: 接近光学极限, 需解决毫米级孔位在复杂平面上的透视畸变与微小特征提取难题。
- **严苛节拍下的系统协同**
全流程 ≤ 3 秒: 图像处理必须在1秒内完成, 且需克服机械臂高速运动带来的动态偏移风险。
- **99%识别率的稳定保障**
复杂干扰: 金属反光、局部遮挡、低对比度孔位 (如黑色主板+黑螺丝孔) 易导致漏检。
长期可靠性: 需保障7x24小时运行下无漏打/滑牙 (单次失误=产品报废)。
- **工程整合极限**
机器人精度 ($\pm 0.02\text{mm}$) 需匹配光学系统精度, 机械+视觉误差累积 $\leq 0.05\text{mm}$, 否则引发滑牙。

整体方案：

方案说明：

使用2D 面阵相机采集灰度图，经过视觉标定之后生成物理坐标映射。在线运行时，先用 PMAlign 匹配稳定结构特征，建立跟随产品偏移的定位空间；在该空间内使用找圆工具抓取螺丝孔边缘并拟合圆心、半径。最后将圆心与标准位置/半径比较，并将合格坐标转换后发送给机器人。

检测流程：

相机取图 → 空间标定 → 模板匹配 → 找圆拟合 → 特征校验 → 机器人引导

硬件与成像方案：

处理说明

使用某品牌的2D面阵相机获取InslImage8Grey图像，
VDE软件支持部分市面上常见的2D相机的基础取图功能，同时支持用户根据相机的SDK自行封装到VDE工具当中。
获得的InslImage8Grey 可以直接在任务流中传给VDE软件中的其他工具，用于后续检测。

硬件选型注意事项：

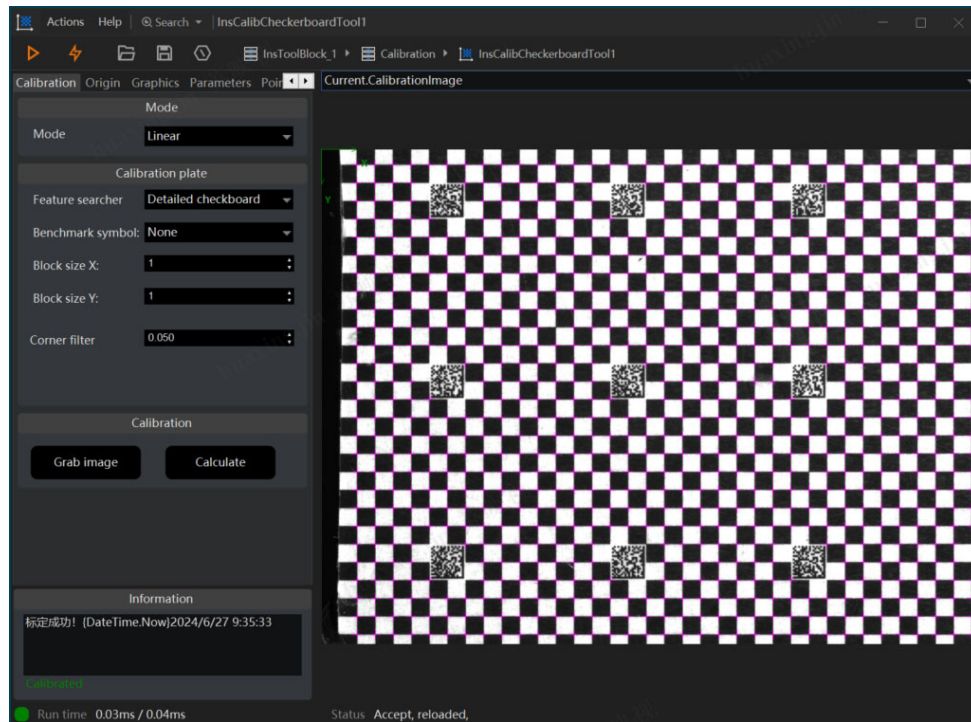
- 相机视野和像素分辨率需覆盖最小孔位定位精度；
- 镜头畸变、安装角度和工作距离必须稳定。
- 机械手重复性、抓具 TCP 和手眼转换精度不能低于视觉要求，否则会放大最终对位误差。



方案示意图

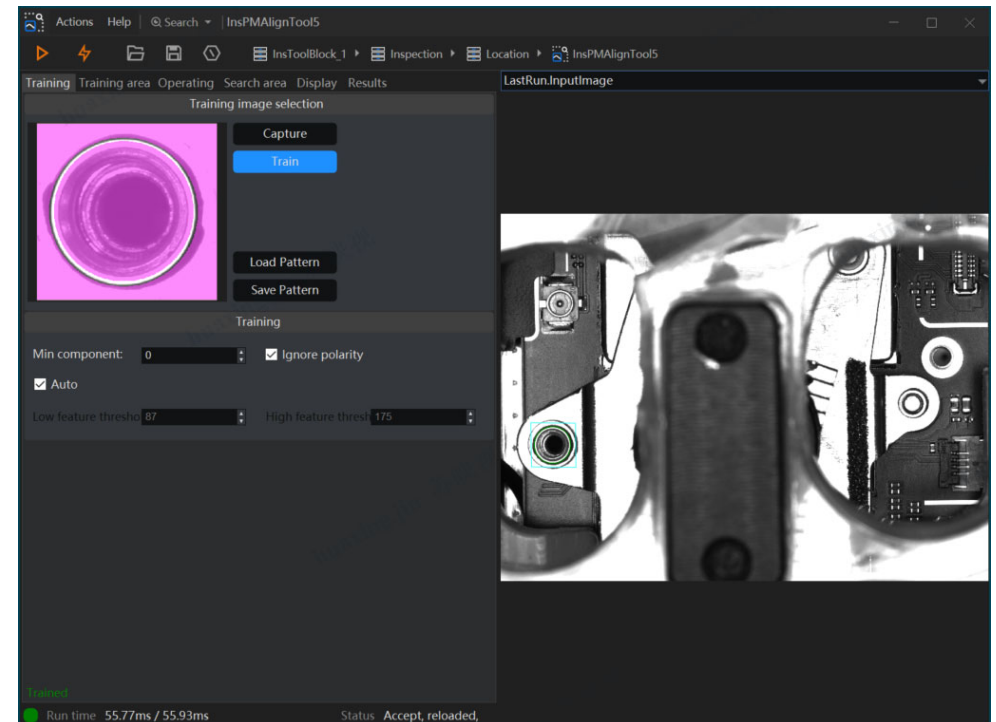
标定与模板匹配：

使用标定板进行相机扫描、标定，生成标定参数文件，实现图像坐标系与实际物理坐标系之间的精准映射与矫正。



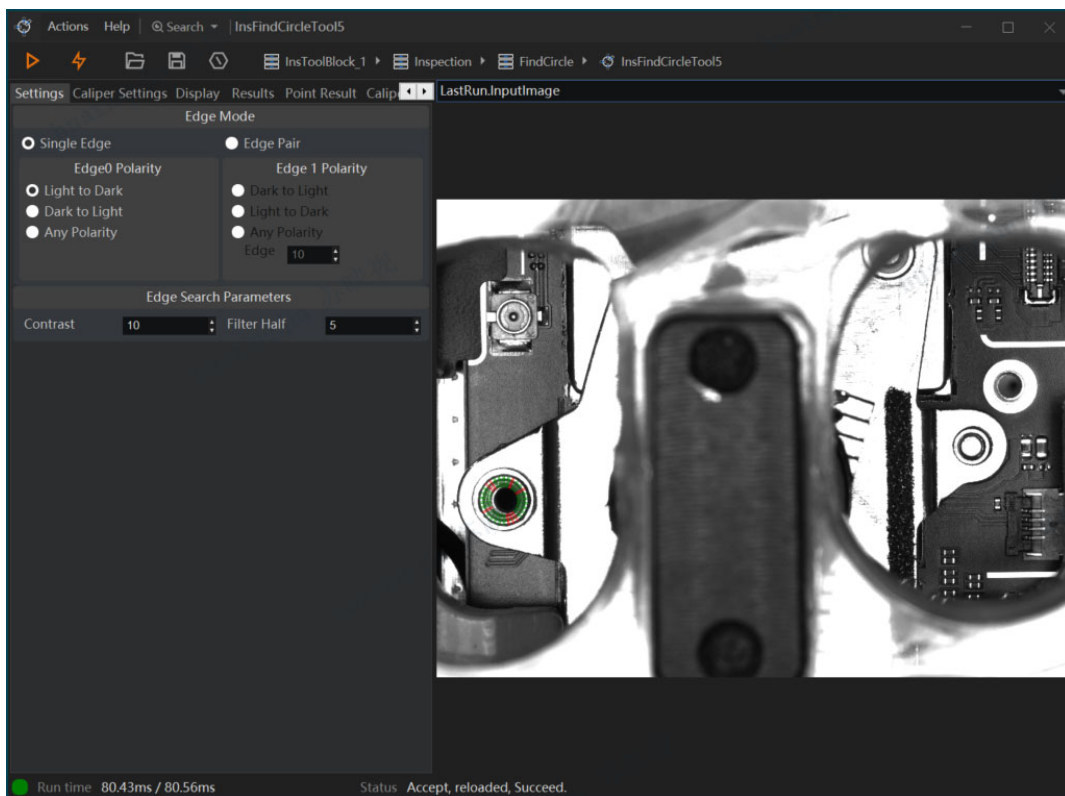
VDE标定工具

标定完成后，相机进行取图。使用InsPMAlignTool匹配工具，匹配出一些图像的特征，用于后续进行定位，并生成定位后的空间，后续检测操作都在定位后的空间上进行操作。



InsPMAlignTool模板匹配工具

找圆与坐标输出：



InsFindCircleTool找圆工具

处理说明：

根据定位，使用InsFindCircleTool找圆工具进行抓边检测，如果抓边成功，测可根据圆心给出螺丝坐标位置。

最后再根据找到的圆与标准图片找到的圆进行对比，判断圆心间距、圆半径大小等结果是否再给定的阈值范围内，得出最终结果。

- 限定找圆 ROI
- 边缘抓取与异常点过滤
- 拟合圆，并得到圆心位置和半径
- 确认位置和半径是否在阈值内。
- 向机器人发送坐标。

方案优势与项目价值:

- **高精度定位，满足微型螺丝装配需求**

采用InsPMAAlignTool与InsFindCircleTool组合，通过亚像素级图像处理算法，实现对毫米级螺丝孔的高精度识别和定位，最大误差不超过 $\pm 0.05\text{mm}$ ，满足3C行业高密度、高精度装配要求。

- **模块化视觉任务流，配置灵活**

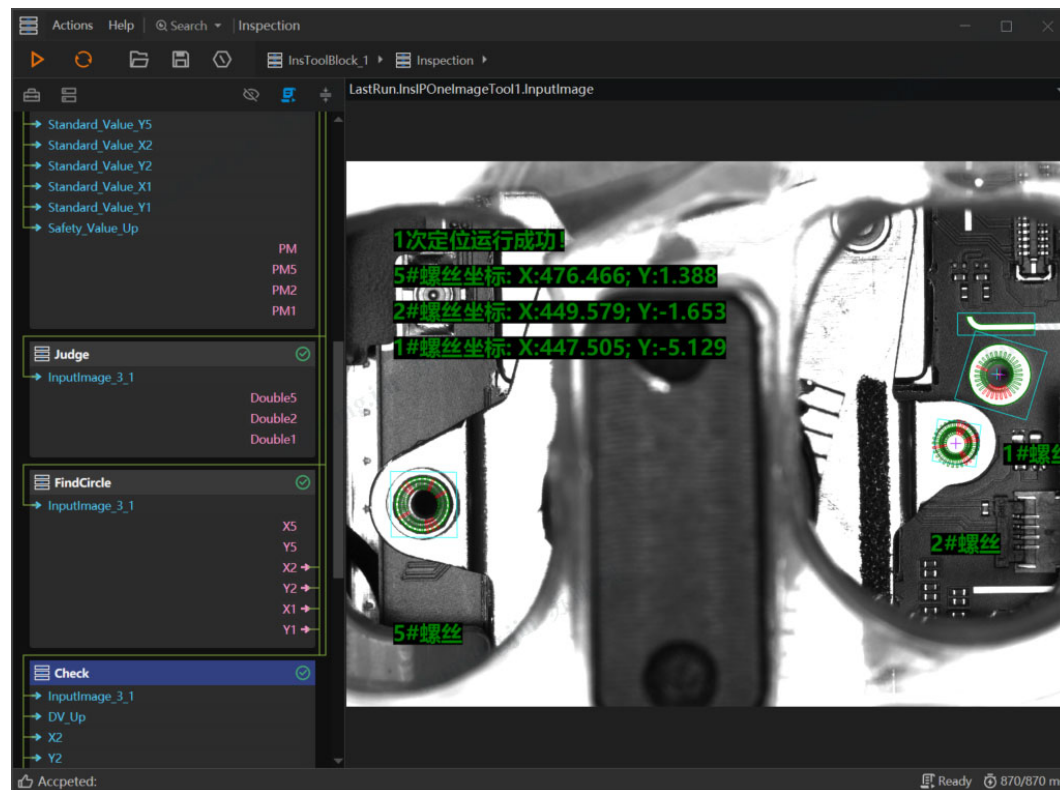
基于VDE软件平台，提供图像采集、标定、模板匹配、边缘检测等工具组件，任务流结构清晰，功能可裁剪与扩展，便于维护与升级。

- **稳定性高，适配长时间工业运行场景**

系统设计兼顾稳定性与容错性，识别成功率高于99%，连续无故障运行周期超一个月，支持7x24小时不间断作业。

- **显著提升生产效率与产品一致性**

整体系统响应快，图像采集与坐标输出时间低于3秒，满足CT节拍要求，有效减少人工误差，提升良率与装配一致性。



检测结果