

2026

iNSNEX

汽车显示屏 Gap 3D 测量方案

行业应用解决方案：2026.07

结构光 RangImage | CrossSection 降维 | Fixture 定位 | 间隙距离计算

项目说明:

检测要求:

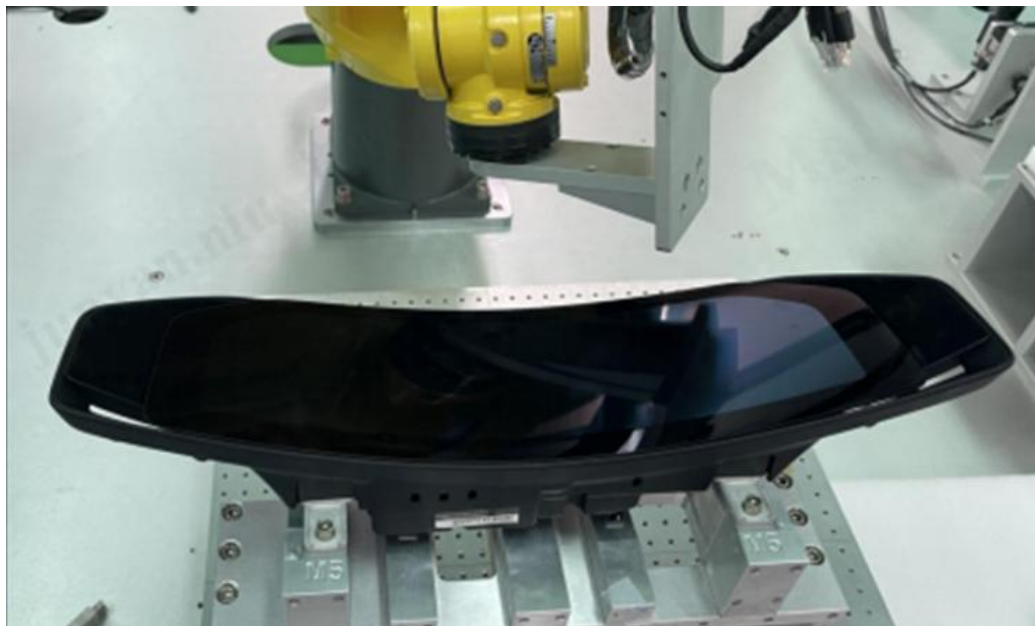
检测对象为汽车中控显示屏面板与外壳之间的装配 Gap。系统在装配后自动采集 3D 深度数据，在指定测点计算间隙宽度并形成单件记录。

目标:

- 自动测量多处 Gap，方案目标精度 $\pm 0.1\text{ mm}$
- 单件检测目标 3 s 内，并支持高速产线在线测量
- 保存测量图像与数值，支持 MES/SPC 质量闭环

项目挑战:

- 01 玻璃与高光塑料易造成 3D 数据缺失和异常反射
- 02 不同来料的曲线峰宽、深度存在变化，固定 ROI 容易偏移
- 03 全图逐点计算效率低，过稀抽样又可能漏掉局部超差
- 04 目标精度、现场资料中的 $\pm 0.2\text{ mm}$ 反馈与 $\pm 0.1\text{ mm}$ 目标需在验收中统一



样品实物图

需求与验收边界：

检测内容

- 01 间隙通常需控制在 0.8 mm 以内，具体以车型图纸为准
- 02 覆盖多个不规则分布测点，兼顾节拍与漏测风险
- 03 玻璃和高光塑料表面需具备抗反射能力
- 04 输出各测点数值、最大/最小值及整件判定

验收口径

- 覆盖车型所有测点及公差边界样本
- 与标准间隙块/量具的相关性
- 同件重复和重新装夹重复性
- 反光、黑色和不同批次材料覆盖
- 整机节拍和多测点最坏时间
- 连续运行、标定复核和 MES 输出

指标说明：±0.1 mm、3 s、3-5 倍与客户反馈 ±0.2 mm 均来自案例资料，最终指标需统一到验收协议。

总体方案：

方案概述

系统使用 3D 结构光相机获取 InsImage16Range 深度图。完成标定后，在检测区域生成 CrossSection 截面曲线，将二维深度数据降维为高度轮廓；通过峰/谷特征提取、点线构造和距离计算得到 Gap。为适应来料位置与高度变化，使用 PMAAlign 建立 Fixture 坐标空间，使各算子 ROI 随曲线特征同步定位。

数据与控制流程



核心原则：先建立稳定坐标与有效数据，再进行特征计算、阈值判定和结果追溯。

方案思路与步骤：

每一步说明为什么做、处理什么数据，以及形成什么输出。

01 深度质量判断

检查测量区域缺点、飞点和饱和比例，反光导致数据不足时输出异常。

02 截面定位

按产品或曲线特征确定截面位置，避免测点落在结构变化或遮挡区域。

03 Fixture 跟随

根据曲线整体偏移更新各峰谷算子 ROI，提高不同批次来料适应性。

04 距离计算

在物理坐标中计算峰谷/点线距离，并输出每个测点 Gap。

05 整件判定

比较车型配方上下限，输出最大值、最小值、超差点和 OK/NG。

06 截面策略

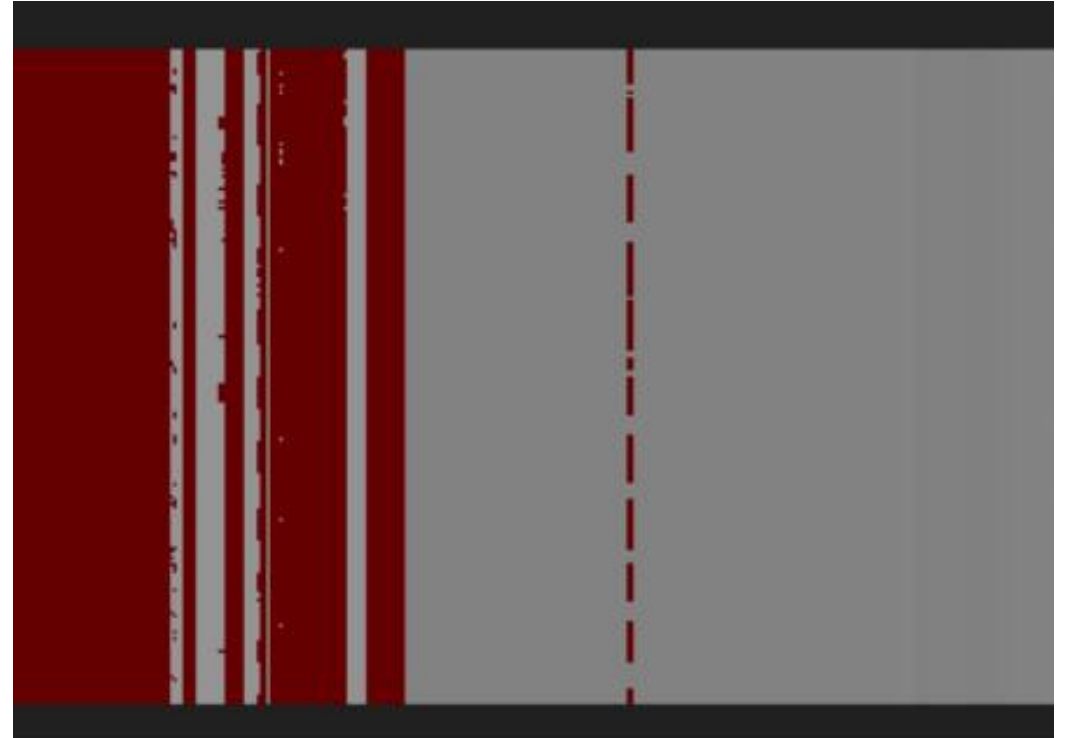
测点数量与分布需覆盖直线、拐角和高风险装配位置，不能仅依赖单点。

硬件与成像方案：

3D 结构光成像

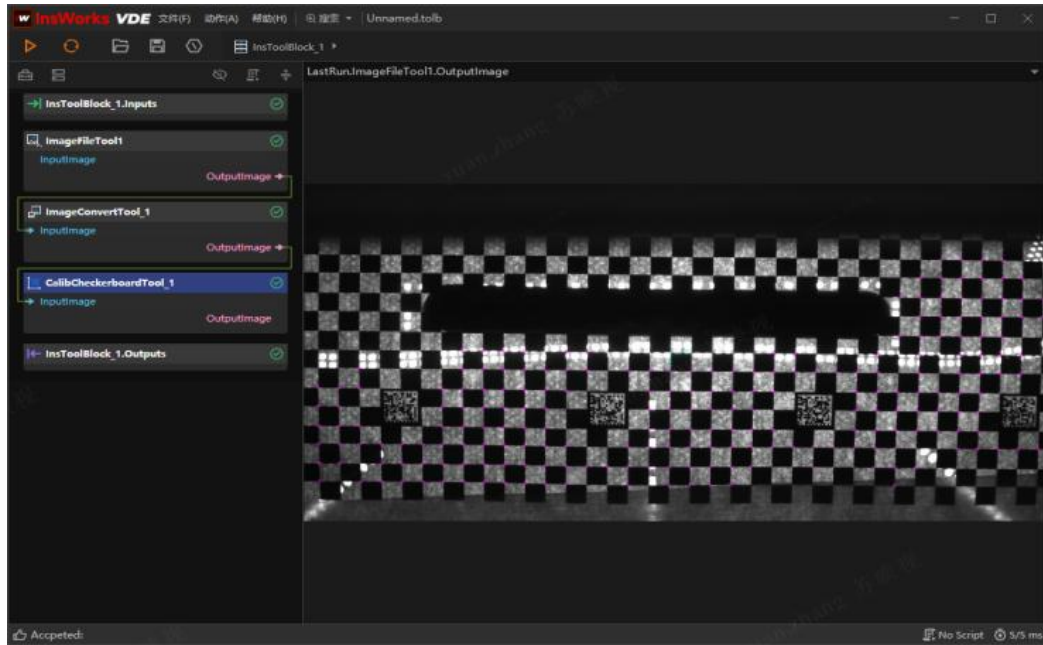
3D 相机输出带 Z 高度信息的 RangelImage 和点云。相机量程、横向分辨率、Z 重复性和反光材质适应性需覆盖实际 Gap 与表面材料。光机安装应保证测量方向垂直于关键结构，并减少环境光和振动影响。

- 01 验证黑色、高光、玻璃等典型材料的数据完整性
- 02 依据最小 Gap 和精度目标计算 X/Z 分辨能力
- 03 固定工作距离和安装角度，控制振动与遮挡



硬件与工位示意

标定、定位与预处理：



标定与预处理效果

标定与 CrossSection 截面生成

标定建立像素/深度与物理坐标的映射。随后在每个测点沿预设方向提取截面，将 RangImage 投影为高度曲线。截面宽度、平均方式和方向会影响噪声与空间分辨率，需要在稳定性和局部缺陷敏感度之间平衡。

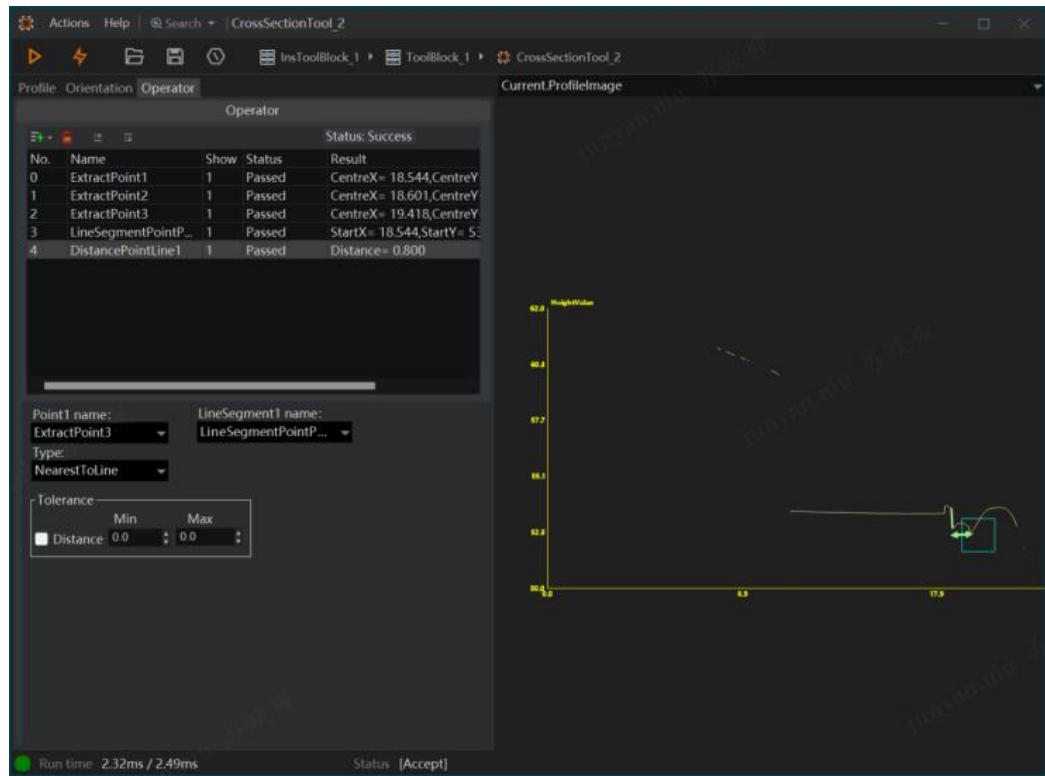
- 01 扫描标定板并生成参数
- 02 在标定空间采集 RangImage
- 03 定义测点与截面方向
- 04 生成并检查 CrossSection 曲线

核心算法与检测逻辑:

Fixture 定位与间隙计算

先用 PMAlign 获取 CrossSection 结构特征的 X/Y 偏移, 建立 Fixture 坐标空间; 峰值、谷值和连线算子的 ROI 均挂载在该空间。提取两侧结构峰/谷点后, 通过点到线或特征间距离得到 Gap, 并按车型公差判定。

- 01 PMAlign 定位曲线特征
- 02 提取峰值点和谷值点
- 03 构造参考线/点线关系
- 04 计算物理 Gap
- 05 多测点汇总并判定



算法处理与特征结果

结果计算与判定逻辑：

- 01

深度质量判断

检查测量区域缺点、飞点和饱和比例，反光导致数据不足时输出异常。
- 02

截面定位

按产品或曲线特征确定截面位置，避免测点落在结构变化或遮挡区域。
- 03

Fixture 跟随

根据曲线整体偏移更新各峰谷算子 ROI，提高不同批次来料适应性。
- 04

距离计算

在物理坐标中计算峰谷/点线距离，并输出每个测点 Gap。
- 05

整件判定

比较车型配方上下限，输出最大值、最小值、超差点和 OK/NG。



方案详解：

关键设计点需要同时回答技术目的、参数边界和异常处理方式。

截面策略

测点数量与分布需覆盖直线、拐角和高风险装配位置，不能仅依赖单点。

反光处理

通过曝光、HDR/多次采样、安装角度和数据过滤提高玻璃/高光表面完整性。

定位鲁棒性

Fixture 模板应覆盖稳定结构特征，并设置匹配分数和偏移范围异常门限。

输出设计

输出车型、测点编号、Gap、上下限、最大/最小值、结果及 RangeImage 路径。

验证与验收：

验证结论与边界

案例说明通过 CrossSection 降维和 Fixture 定位可实现在线 Gap 测量。资料中方案目标为 $\pm 0.1\text{ mm}$ ，而客户反馈为稳定达到 $\pm 0.2\text{ mm}$ ；两种口径不能混用，需以量具对标和正式验收结果确定最终能力。

建议验收项目

- 01 覆盖车型所有测点及公差边界样本
- 02 与标准间隙块/量具的相关性
- 03 同伴重复和重新装夹重复性
- 04 反光、黑色和不同批次材料覆盖
- 05 整机节拍和多测点最坏时间
- 06 连续运行、标定复核和 MES 输出



结果与验证示例

常见问题：

Q1 高光表面出现缺点怎么办？

调整曝光和安装角度，评估 HDR/多次采样，并对数据完整性设置门限。

Q2 CrossSection 峰谷找错怎么办？

检查截面方向、Fixture 模板和 ROI 范围，增加峰宽/高度等结构约束。

Q3 来料变化后 ROI 偏移怎么办？

确认 Fixture 匹配分数和偏移量，必要时按车型建立独立模板。

Q4 多测点导致节拍超限怎么办？

优化截面宽度与测点数量，分段计时定位采集、投影和测量瓶颈。

Q5 与塞尺结果不一致怎么办？

统一测量位置、基准方向和接触/非接触定义，使用标准间隙块相关性验证。

Q6 测量值长期漂移怎么办？

检查相机温漂、安装刚性和标定状态，配置标准件定期点检。

交付内容与项目价值：

交付内容

- 01 相机、光源、镜头、安装与通讯配置清单
- 02 工位标定、定位、检测/引导流程与参数配方
- 03 结果图、测量值、OK/NG、报警与 MES/SPC 字段
- 04 调试记录、验收报告、维护说明与异常恢复方法

项目价值

- 01 3D 高度数据减少二维反光边界的不确定性
- 02 CrossSection 降维降低计算量，适合在线多测点测量
- 03 Fixture 跟随来料偏移，减少复杂治具依赖
- 04 检测数据可进入 MES/SPC，支持装配趋势监控

实施说明：±0.1 mm、3 s、3-5 倍与客户反馈 ±0.2 mm 均来自案例资料，最终指标需统一到验收协议。