

多帧判定逻辑

一、成像系统

(1) 执行装置：

■ 侧面推拉装置：

构成：电机+伺服控制、导轨、机架（安装光源&相机）

作用：推进或者拉开光源和相机阵列，保持最优拍照工作距离。

原理：通过伺服电机控制光源&相机沿着导轨前后移动。

■ 顶部升降装置：

构成：旋转轴（电机+伺服控制）、升降轴（电机+伺服控制）、机架（安装光源&相机）、丝杆

作用：根据具体车型顶部三维数据进行运动控制仿真，并将数据保存，由 PLC 进行读取、存储，并根据车辆车型信息实现仿形运动，达到最优拍照效果。

原理：通过伺服电机控制丝杆旋转实现机架的上下运动，伺服电机控制转动轴实现机架旋转。

■ 随行装置：

构成：升降轴（电机+伺服控制）、同步装置、齿轮齿条、丝杆

作用：进行尾部垂直面的漆面图像拍摄。

原理：当检测车辆到位后，通过磁铁或者工装吸附在车架上通过导轨实现跟随，并通过伺服电机控制丝杆实现升降运动，最后通过齿轮齿条实现机架的返程。

备注：随行方式视生产环境实际情况和和要求而定

(2) 相机阵列

构成：总共 4 组相机阵列，分为左侧相机阵列、右侧相机阵列、顶部相机阵列、尾部相机阵列

作用：分别负责左侧、右侧、顶部、尾部漆面部分图像采集

原理：基于最大车型和最小车型，通过仿真排列出相机的最佳空间相对位置，目的是在不影响成像质量的情况下达到高覆盖率。

(3) 光源

构成：光源控制器、高密 LED 阵列、条纹膜、平行膜等。

作用：突出不同类型缺陷图像特征，为深度学习提供高质量正样本图像输入。

原理：通过方向不同的条纹光和白光的组合，既可以采集 2D 类缺陷（底层深度划痕 DCLE），也可以采集 3D 类缺陷（颗粒、针孔、坑包等），对于有方向性的缺陷（流挂、流淌等）能够清晰拍摄。如下图所示。

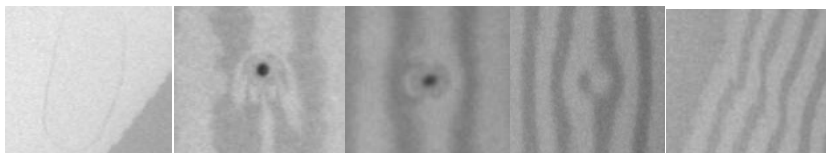


图 1 缺陷图样

二、缺陷检出判定网络

按照系统设计，每个缺陷会被单个相机多次拍摄，并且多次检测出，如图 2 所示。组合逻辑判定网络的作用就是去伪存真，将真正达到检出标准的缺陷保留下来，排除由于条纹光、车身异形等造成的误检和降低由于单次计算带来的大小判定失真导致的过检。

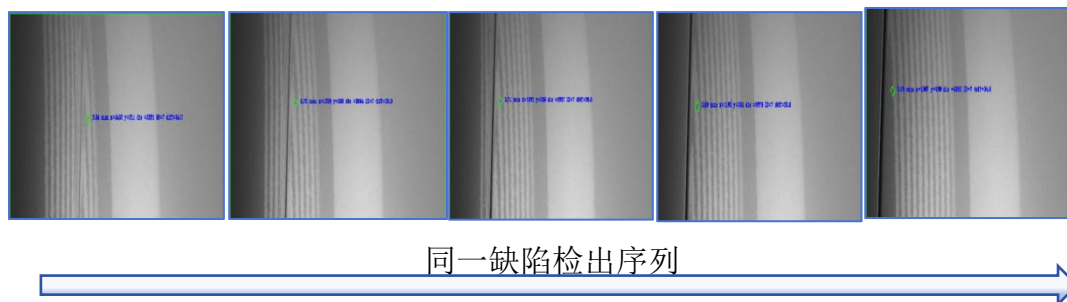


图 2 同一缺陷多帧检出序列

三、缺陷融合

缺陷融合是指将不同相机检测出的缺陷进行同一性判断，避免在车身上出现同一缺陷多次显示的情况。如图 3 中的红线部分，该区域出现的缺陷需要进行融合处理。

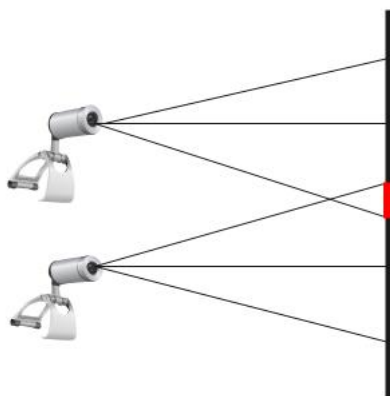


图 3 缺陷重叠区域示意图

四、多帧判定逻辑

应对单帧检测波动问题，设计了多帧融合判断机制。借助光源的冗余采集设计，确保同一缺陷在多帧中被连续捕获。通过融合连续帧的检测与分类结果，有效消除单帧的漏检、误检与误分类问题。对缺陷面积与边界进行多帧归一计算，抑制分割异常波动，提升尺寸判断的稳定性和一致性。如图 4 所示，第二帧（绿色框）分类为颗粒，第四帧漏检，其他帧（蓝色框）分类为漆包，不影响最终的检测结果。

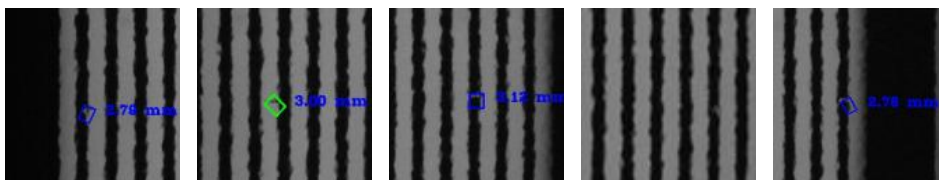


图 4 多帧判断