三维白光扫描技术在白车身内间隙检测中的应用

□ 江淮汽车股份有限公司/邵何兴 王学敏
□ 中汽认证中心/韩宇

由于白车身内间隙处于车身内部，常用检测工具直接检测困难。目前汽车行业里，白车身内间隙检测相关的工具和方法十分稀少，导致白车身内间隙无法被合理有效的评价，车身品质提升变得尤为困难。

白车身内间隙定义

白车身内间隙指的是白车身状态下，开闭件处于闭合位置时，在开闭件与车体之间，胶条密封件的安装面和压缩面之间的相对距离。

导致内间隙控制困难的原因主要有两点：一是存在多方面影响车体内间隙的因素；二是车体内间隙的检测缺少合理有效的工具和手段。因此，在大多数的车型开发过程中，车体内间隙一直是一个难以量化的指标。现阶段大部分企业的整车密封性只能靠增大胶条的压缩量来弥补，给整车密封性和车门关闭力的品质提升带来了极大的困难。

传统内间隙检测方法缺点。传统的内间隙检测法是使用油泥（或橡皮泥）挤压在车门与侧围之间，通过逐点测量橡皮泥被压缩部位的高度值来定义为标准白车身内间隙值。

传统检测方法存在以下缺点：

（1）由于受车体空间限制，导致垂直读数有困难，测量结果误差性大，需要复测几次才能得到某一点的精确值。检测耗时长，工作量大。

（2）由于橡皮泥是在车门关闭后挤压成型，在打开车门的瞬间被挤压处的高度有所反弹，与真实的车体内间隙值存在偏差。

（3）由于在白车身状态下，车体表面有油层附着，橡皮泥易滑落，测量失败率大。

三维白光扫描技术简介

三维白光扫描通过收集实物表面的三维坐标点，将大量坐标点进行集合（即点云），将点云看作是被测实体的实物数模。三维白光扫描通过结构光测距，是一种利用图像和可控光源的测距技术。

结构光测距技术的基本思想是利用照明光源中的几何信息帮助提取景物中的几何信息。利用光平面照射在物体表面产生光条纹，在拍摄的图像中检测出这些条纹，它们的形态和间断性，构成了物体各可见表面与相机之间的相对测度。结构光从光源的几何形状上说有点状、条状、网状等许多种，种类上有激光或者白光。这种方法的突出优点是可以减少计算的复杂性，扫描速度快，测量精度高。如图1所示，线光源产生狭窄的激光平面（宽度小于0.4mm），投射于被扫

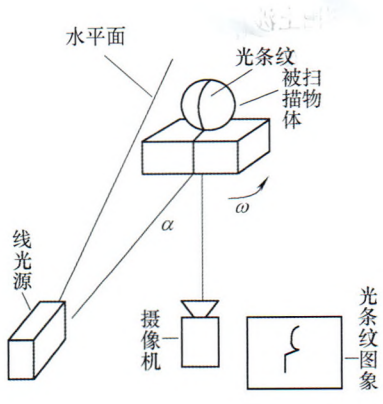

图1 线状结构光测距示意

描物体表面，形成一条光条纹，摄像机光轴与激光投射面L形成一个角度α。这样，摄像机拍摄的光条纹图像不是一条直线，其形状就反映了物体表面的形状，在一幅图像中可以算出所有位于激光照射线上的点的深度和高度。当物体以固定的角速度ω旋转一周，激光投射面L扫过物体表面，其上所有点的表面深度和高低信息都可以算出。如果用柱坐标系，取h轴与物体旋转轴重合，那么物体表面上每一点的极角坐标可以从ω算出。

三维白光扫描技术在内间隙检测中的应用

以我公司某车型为例，三维白光扫描技术对白车身内间隙的扫描过程及分析如下。

（1）车门装配。为排除铰链因素在白车身内间隙分析中的影响，在内间隙检测的白车身上，车门装配采用标准铰链，铰链与车门采用铰链孔径D_1-0.2mm的螺栓联接，铰链与侧围采用铰链孔径D_2-0.5mm的螺栓联接。在铰链螺栓打紧后，不允许对车门进行任何外力调节。

（2）白光扫描。分别对车门和侧围上涉及胶条安装或压缩部位进行显像液喷涂后使用白光扫描。扫描完成后，形成车门和侧围的扫描数据，将扫描数据与理论数模进行重叠对比，得到如图2和图3所示的结果。通过从扫描数据中得到的任意点的实际值与理论值的偏差值，即可分析车门和侧围分别对白车身内间隙的影响情况。同时，通过设定公差范围的方式控制各部位扫描结果的颜色，如图2、图3所示。若设定单件胶条面公差为±0.5mm，则偏差量落在±0.5mm以内的扫描结果均为绿色，而正向超差根据超差程度呈现黄色和红色，负向超差根据超差程度呈现青色和蓝色。从而通过扫描结果的中各种颜色覆盖范围，可对车门或侧围胶条面精度状态进行快速判断。

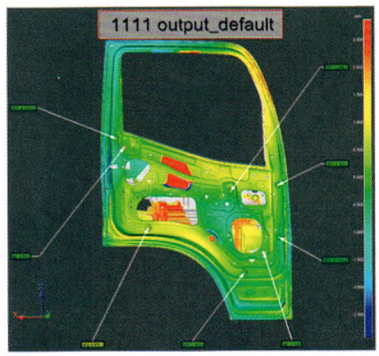

图2 车门的扫描数据

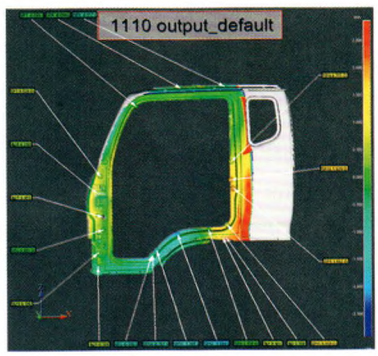

图3 侧围的扫描数据

数据拟合。扫描后的车门和侧围各自的偏差不足以充分展现内间隙的偏差。而内间隙是一个相对功能尺寸，如需白车身内间隙的具体数值，需要对车门和侧围的单边数据进行拟合处理。

将扫描得到的原始点云进行型面拟合，具体步骤如下：

1）将车门和侧围扫描的原始点云进行型面拟合，得到型面特征数据，保存为可装配的三维数据格式。

2）如图4所示，以车身坐标系在三维设计软件中建立装配模型，导入车门和侧围扫描点云型面拟合数据，以铰链安装点为连接点进行几何位置约束。

3）在整车数据中找出车门某一特征点（一般选门锁位置）在车门闭合位置的坐标值，将车门上特征点旋转至车身坐标位置，使车门处于闭合状态，即可进行内间隙的测量，而所得到的数据即白车身内间隙的实际值。

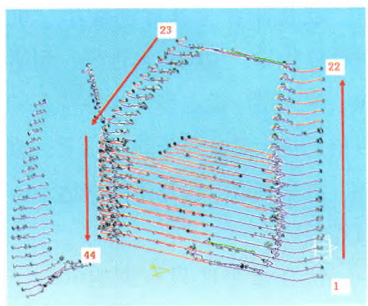

图4 建立几何位置约束

结语

白车身内间隙是后工序胶条密封件装配的基础，是决定整车密封性和车门关闭力的关键因素之一，控制好白车身内间隙，对提升整车品质来说意义重大。与传统内间隙检测方法对比，三维白光扫描技术可以快速、准确地完成白车身内间隙检测，得到更加准确的实际值，便于调试人员迅速精准地找到影响白车身内间隙的偏差位置，为白车身内间隙品质提升提供有效的数据支撑。随着汽车行业的快速发展，三维白光扫描技术在白车身DTS相关检测上必将得到更为广泛地运用。AUTO1950