



光学测量中参考点在车身尺寸测量的研究与应用

□ 上汽大众汽车有限公司/白云亮 戴宏骏 黄萃蔚 田晓松 钱亮 王佳乾

光学测量中，数据的有效拼接和坐标系的精准转换是保证测量结果精度的关键因素。当前光学数据拼接有多种方式，其中，参考点拼接由于其精度高，使用方便等优势被广泛应用于非接触式光学测量中，在使用过程中为了适应不同的应用场景，需要设计多种改进型参考点，本文主要介绍了每种类型参考点的优势及不同应用场景。

应用背景

在车身尺寸测量领域，随着光学检测技术的发展，光学非接触式尺寸测量已经越来越普遍，光学测量的优势主要体现在以下几个方面：

1) 光学检测不需要接触被测物表面，所以对零件材质强度没有特殊要求，同时也不会对零件表面造成测量损伤。

2) 光学测量可快速获取大量

零件表面尺寸数据，例如零件型面点云数据，通过后期分析软件可直观表达零件尺寸缺陷。

3) 光学测量可利用自身测量大景深优势，实现“远距离”非接触尺寸检测，可以适当解决由测量支架或零件自身结构等引起的遮挡测量不可达问题。

与传统的接触式测量相比，光学测量有着明显的技术优势和效率提升，尤其在汽车制造行业，车身尺寸检测已经由传统的三坐标接触式测量逐渐向非接触式光学测量过渡。

然而，在光学测量中，数据的有效拼接和坐标系的精准转换是保证测量结果精度的关键因素，当前光学数据拼接主要有几种方式：底座式光学追踪拼接、机械臂坐标转换拼接、被测物自身特征拼接和参考点拼接。相应的典型应用设备见表1。

表1 光学尺寸测量领域主要数据拼接方法及设备

光学数据拼接方法	典型应用设备
基座式光学追踪拼接	莱卡的激光追踪仪、CREAFORM的MetraSCAN
机械臂坐标转换拼接	海克斯康的CMS、蔡司的Eagle Eye
被测物自身特征拼接	德国GOM公司的ATOS光学检测设备
参考点拼接	

这几种测量数据坐标转换方式中，兼顾精度和效率有较大优势的是参考点拼接，这种拼接方式也是当前应用较广泛的一种，本文就是针对参考点拼接方式进行的简单介绍及应用过程中的一些新探索。

参考点拼接原理

为实现大尺寸被测物体的高精度三位测量，如汽车车身及四门两盖等大尺寸外覆盖件等，经常使用非编码点即参考点的三维重建控制全局误差，解决多次扫描拼接累计误差造成的较大问题。参考点拼接原理如图1所示，要完成参考点拼接，理论上两幅光学拍摄的照片或两组要拼接的数据之间至少要有3个公共参考点来限制所有自由度，但一般实际使用过程中，建议至少有5个参考点以上，这样可以增加拼接的稳定性和拼接精度。在测量过程中，软件会自动将测头获取的首幅照片中的参考点进行编码，在需要拼接的另一幅照片中根据公共参考点的空间位置识别出相同的参考点，将两幅照片中的公共参考点进行拼接，最终实现测量数据的高精度拼接，完成大尺寸零件的高精度三维测量。

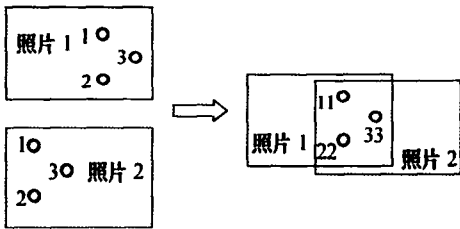


图1 参考点拼接照片原理示意

参考点应用类型

参考点根据现场实际使用方式可以分为5种改进类型，每种类型都有自己的优势和适用场合。

(1) 粘贴式参考点 厚度为0.1mm，一面是黑底白圆，另一面是用于粘贴在被测物表面粘接胶的高精度打印的圆形贴纸。如图2所示，此种参考点的优势是厚度较薄，尺寸较小，对被测物表面要求不高，同时对被测特征遮挡较小，更易于软件对被遮挡部分的后期尺寸还原。但也有不足之处：第一，不可重复回收再利用，属消耗品行列，增加单次检测成本；第二，使用时需逐个粘贴在被测物表面，被测物表面如有油渍或异物应先清理干

净，如此会增加测量前准备时间，不利于测量效率提升。此种类型参考点主要用于特殊情况下的非批量测量方式。

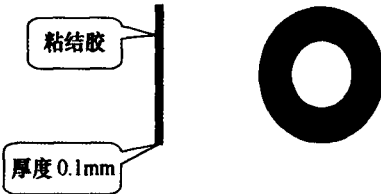


图2 粘贴式单个参考点

(2) 磁力吸附式参考点 将第一种参考点背面的粘接胶用磁片取代，利用磁力将参考点吸附在被测金属零件表面。如图3所示，此种参考点是第一种原始参考点的改进型，主要解决了不可重复回收利用的问题，同时对零件尤其是金属冲压件表面油渍无必须处理干净要求，减少了测量前准备时间，提升了测量效率，同时降低了单次测量成本。磁力吸附式参考点制作简单，应用方便，适用于能够磁性吸附的金属被测物，缺点是不能应用于类似于塑料、铝和玻璃等非磁性吸附的材料，同时也需要在测量前逐一布置于被测物表面，不利于批量测量时测量效率的提升。

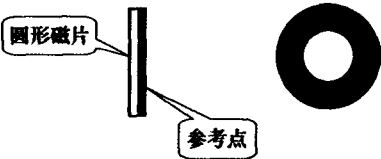


图3 磁力吸附式参考点

(3) 磁条式组参考点 将单个参考点粘贴在磁条表面，把多个参考点通过一整根磁条组成一个参考点组，如图4所示。此种参考点组制作简单，可重复回收利用，同时可快速地将大量参考点布置于被测物表面，降低了测量成本的同时提升了测量效率，很大程度上减少了

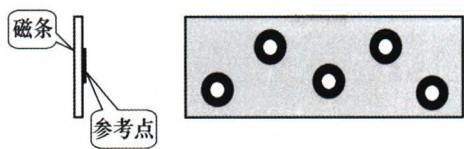


图4 磁条吸附式组参考点

测量准备时间。磁条式组参考点适用于尺寸较大且结构简单的被测物，例如白车身或者四门两盖等外覆盖件。这种参考点的不足之处是对被测物覆盖面积较大，有较大零件面积被磁条遮挡，真实数据还原较难，不适用于全型面数据测量情况。

(4) 立体式参考点集成系统 如图5所示，将参考点粘贴在立体结构表面组成一个立体的参考点组，此结构内部装有磁铁，每次使用时只需吸附在被测零件合理位置即可，测量结束后可回收反复利用，降低了测量成本的同时提升了测量效率。由于前几种参考点形式都是直接或间接吸附在零件表面，所以参考点法向就是零件表面法向，这样在测头拍摄过程中，测头对参考点的兼顾性不好，很多时候需要为了兼顾更多参考点而调整测头角度和位置，但立体参考点结构中，每个都有朝向不同的参考点，所以无需考虑测头对参考点的可达性和兼顾性，测头可以在空间拍摄位置和角度上有更多选择。

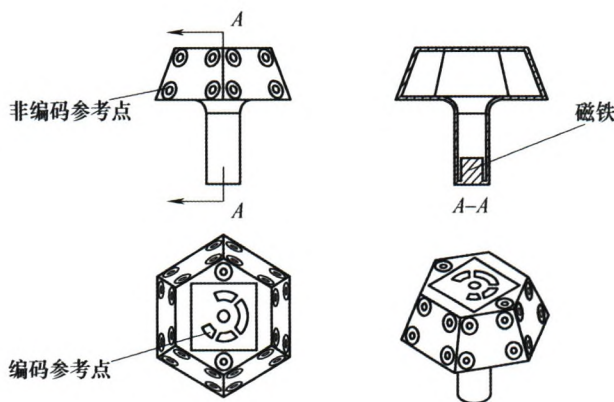


图5 蘑菇形参考点集合原理示意

在使用过程中，将蘑菇形参考点放置于零件表面，光学设备可从不同角度获取到参考点信息，不用刻意去兼顾参考点位置可达性，这样可提升获取零件表面点云能力。同时由于与零件表面接触面积较小，光学设备拍摄或扫描过程中可尽可能多地获取零件表面的真实数据。在每次使用完之后可快速回收，提升测量效率的同时也降低了参考点消耗的成本。

(5) 参考点框架 如图6所示，参考点框架是利用光学设备大景深大幅面特点，将参考点粘贴在预先设计好的框架上。这种参考点适用于批量零件测量，每次只需保持参考点框架不动，更换被测零件即可。同一批参考点可反复使用，省去了每次都放置参考点的准备时间。不足之处是柔性较差，尺寸形状相差较大的零件无法共用同一套参考点框架。



图6 参考点框架示意

结语

本文主要介绍了参考点在实际车身尺寸检测中的几种不同使用方式，每种方式都有自己的优缺点和适合的应用场景，随着光学测量技术的普及和推广，后续会有更多的改进型参考点形式，例如纸质参考点改进成电子参考点、利用投影技术直接将参考点投影到指定位置等先进技术，其目标始终向着保证精度、方便使用和成本最小化的方向发展。



白云亮：

2015年毕业于同济大学，在上汽大众先后从事手动光学、自动光学等光学检测工作，期间获得多项光学检测相关的国家专利。

AUTO1950