光学测量技术在车身尺寸监控中的应用

□ 北京奔驰汽车有限公司/邓磊 张强 田浩 刘晓晶

本文讨论一种将光学测量技术和传统接触式测量技术结合使用的方法，实现协同作业完成复杂测量任务的需求。同时，对光学测量数据加工处理，提出基于车身虚拟匹配的质量预警方法，为后续生产工艺预警可能出现的质量缺陷，提高产品质量。

现代工业中测量技术不断升级，在车身尺寸监控中，除了传统的三坐标接触式测量外，光学测量技术也得到越来越多的应用和发展。光学测量之所以在尺寸监控方面越来越受到欢迎和重视，与其自身所带的优势密不可分。

（1）光学测量效率更高 传统的接触式测量需要在零件上逐个采点，测量元素数量越多，测量时间就越长。而光学测量可以通过快速拍照扫描，实现零件全尺寸测量，单个零件的测量效率提升了10%～20%。

（2）测量结果更加直观 通过将测量点云信息与零件的CAD数据进行比对，可以得到点云色差图。利用色差图可以更加直观、方便地进行尺寸状态对比。

（3）测量数据的可追溯性 由于接触式测量的数据是离散的，因此只能对过往测量数据中已经采集的元素信息进行分析。而光学测量零件的测量信息可以全部被保留，对于过往测量数据的分析更加便利，可以实现诸如增加测量点、重新拟合坐标系等接触式测量无法实现的功能。

但对于复杂测量任务，单纯地采用传统三坐标测量设备或者光学测量设备，由于测量系统的局限性，往往达不到测量目的，因此将两者有机地结合，发挥各自系统的优势，大大拓展了测量问题的广泛性。

此外，利用光学测量的点云数据，可以在冲压工艺阶段就对问题进行分析和预警，为车身尺寸整改提供更多、更早、更准确的数据支持。

光学测量与接触式测量协同作业

针对现有光学测量与接触式测量设备，来自于不同的设备厂家，计算系统相对独立，测量数据不能直接共享的问题，本文提出一种将接触式三坐标测量机和光学测量设备系统作业的方法，通过使用测量球作为中间介质，实现测量坐标系在两套测量系统里面的转换使用。

1.测量准备

上述方法采用ZEISS（蔡司）公司生产的双悬臂三坐标测量机器（CMM）和GOM公司手持式光学测量设备ATOS Triple Scan（以下简称GOM）实现。手持式光学测量设备具有可移动的特点，将GOM移动到CMM测量平台上使用，可获得光学测量设备GOM和接触式测量设备CMM进行坐标系转换的前提。

根据戴姆勒测量规范，接触式测量系统通常使用RPS（参考点系统）创建整车坐标系。整车坐标系的RPS点都在车身底盘的前桥和后桥上，但光学测量设备无法直接测量车身底盘零件。在此情况下，需要引入一种介质作为两个独立测量设备之间数据通信的桥梁，该中间介质需要具备表面质量高以及可吸附在车身的特点。

高强度淬火钢制成的测量球，具有耐磨性高和精度高的特点，故将这种测量球选为两套独立测量系统的中间介质。为了防止测量球在测量过程中发生移动，保持足够的稳定性，可使用玻璃胶将测量球粘在车身表面，如图1所示。

图1　测量球

2.坐标系转换

由于测量球紧紧粘在车身表面，并假设车身在测量过程中没有发生变形，则测量球在车身坐标系下的相对位置就没有发生变化。因此，就可以用测量球来恢复整车坐标系。

为判断整车坐标系是否恢复成功，则可以用公式（1）来判断：

$$W_{CMM}=W_{GOM}+\Delta \tag{1}$$

式中　W_{CMM}——CMM建立的坐标系（mm）；

W_{GOM}——GOM建立的坐标系（mm）；

Δ——因测量随机误差引起的坐标系转换误差（mm）。

如果$|\Delta|\leqslant 0.01$mm，则说明坐标系转换成功。

3.测量结果分析

为了验证该方法的有效性和精度，本文以行李舱盖亮条区域的测量进行试验。如图2所示，本文中在行李舱上粘贴四个测量球来转换工件坐标系，并使用CMM和GOM测量相同的测量点。通过对比结果发现，两种测量设备的测量结果基本一致，说明本文所提出的测量方案是有效的。

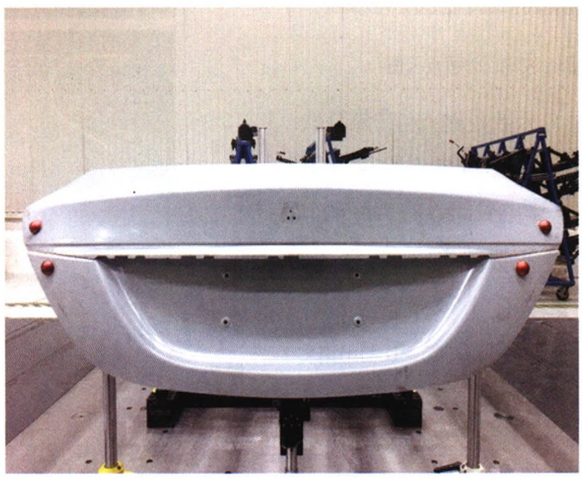

图2　对比试验测量区域

测量数据对比见表1。

表1　数据对比

坐标系	测量值/mm								
	测量点1	测量点2	测量点3	测量点4	测量点5	测量点6	测量点7	测量点8	测量点9
CMM	+0.12	+0.13	-0.07	-0.09	-0.15	-0.27	-0.68	-0.82	-0.35
GOM	+0.12	+0.14	-0.05	-0.09	-0.14	-0.29	-0.70	-0.82	-0.33

虚拟匹配实现冲压件质量预警

本项目提出通过虚拟匹配实现冲压件质量预警的方法，通过将冲压件零件单件，或冲压件零件与白车身零件在软件中装配，获得零件之间的间隙平顺度报告，从而为车间提供更加丰富的数据支持，降低冲压件放行工作难度。该方法能进一步保证产品质量，降低冲压件零件的偏差，为后续白车身以及成品车的生产制造降低累积偏差，具有非常重要的意义。

1.虚拟装配过程

（1）点云文件　本文中所使用光学测量的点云数据不仅需要零件待测区域的点云，还要完成具备零件RPS点附近点云，以此为后续点云与数模对齐做准备。图3所示为测量完成的左前门外板点云。

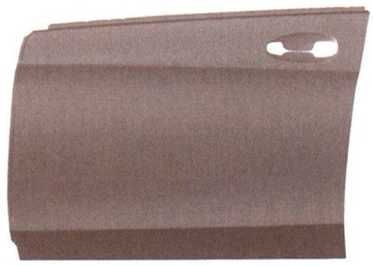

图3　左前门外板点云图

（2）点云数模对齐　在测量软件中，分别导入各待测零件（前门、后门、侧围）的点云与数模。将点云与数模按照粗对齐、精对齐、偏差验证三个步骤完成对齐计算。若偏差结果均在±0.1mm以内，说明上述过程正确，对齐过程完成。

（3）计算间隙平顺度　利用测量软件计算零件之间的间隙平顺度的前提是：假设各零件装配误差为零，仅考虑零件单件的偏差对间隙平顺度的影响，即本文计算的是这批零件装配到车身上以后能达到的最佳装配效果，如图4所示。

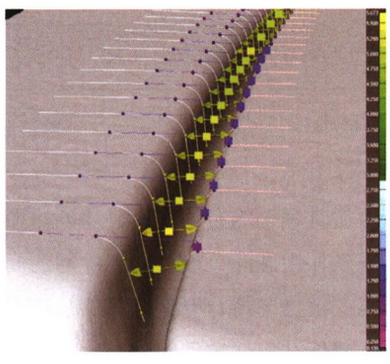

图4　间隙测量结果

零件不同截面之间的间隙平顺度算法并不一致，需要针对不同情况在软件中按照考核标准进行算法自定义设置，如图5所示。

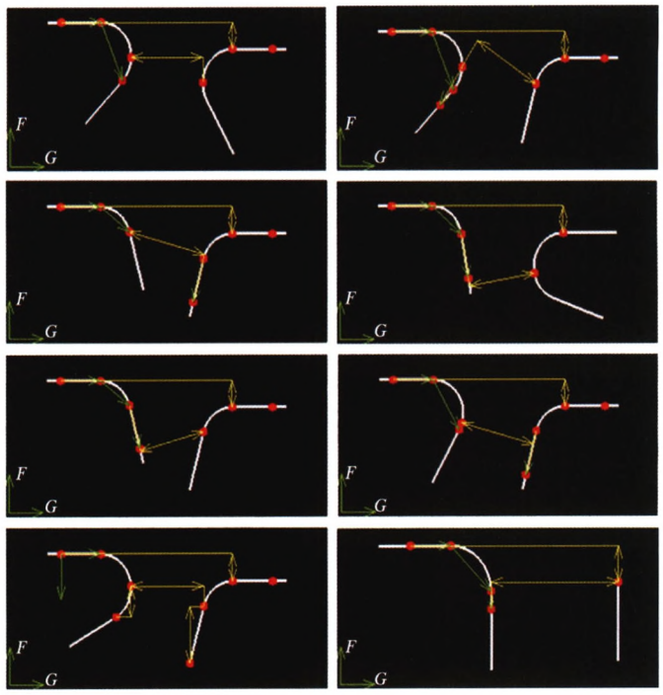

图5　不同截面计算方式

算法编辑完成后，根据测量规范中的截面位置，创建相应的截面。针对不同形状截面，选取相应的测量算法进行计算。测量完成后，输出测量报告。

2.项目应用效果

经验证，本项目可输出冲压件与白车身覆盖件之间匹配分析报告，为冲压件放行工作提供丰富的数据支持，提高放行工作的效率；本项目避免了将零件实际装车的过程，极大降低了操作员的劳动强度，提高测量效率。程序编写完成后，后续测量过程简单便捷，全部可利用软件实现。

结语

先进的测量技术是提升产品质量的核心手段，沿用传统三坐标测量系统，将传统三坐标测量系统与光学系统有机结合，在光学测量系统上加以创新，通过虚拟匹配实现冲压件质量预警。通过以上三个步骤的逐步递进，不断挖掘新的测量技术创新点，以加强车身尺寸监控方面的数字化、智能化水平。AUTO1950