

汽车前轴三坐标检测方法

汽车前轴作为汽车的重要承载部件之一，是连接车身与悬架的重要部件，用于在车架和悬架之间传递铅垂力、纵向力和横向力，同时前轴还要承受由悬架传递而来的制动力矩和侧滑扭矩。同时汽车前轴作为安保件，其加工精度决定整车转向系统的装配性能，因此需要有效的手段来保证产品的加工质量。

以往通过经验或者万能检测设备与仪器进行检测的方式，已经不能满足现代化汽车工业生产的需要，而三坐标测量机具有测量精度高、测量范围广、操纵灵活方便、处理数据迅速准确等特点，在汽车工业生产线上监控和批量监控及产品分析中发挥着越来越重要的作用。

我公司是国内专业生产商用车前轴的工厂，由于和Volvo、ZF、ArvinMeritor等国际化公司的合作，对质量要求相当严格。本文重点介绍一种汽车前轴的三坐标检测方法，分析并采取最优方案。实践证明所采取的措施，有效地保证了产品质量，满足了客户要求。

坐标系的建立

建立零件坐标系在三坐标测量的直接体现是提高测量效率和测量的准确性，这也是三坐标测量区别于传统测量的主要特点之一。有了零件坐标系，测量由软件进行坐标转换，实现自动找正。在零件坐标系上编制的测量程序，可以重复运行而不受零件摆放位置

的影响，所以编制程序前首先要建立零件坐标系。

三坐标检测基准的建立主要有三种方式：点、线、面，面、面、面、面、面、圆、圆。由于前轴加工关键工序（主销孔及拳头端面的加工）均采用“一面两销”，即板簧面和两定位销孔定位（见图1），所以检测也可以采用“面、圆、圆”建立坐标系：面为板簧面，两定位孔为两圆，确保定位基准和检测基准的一致性。

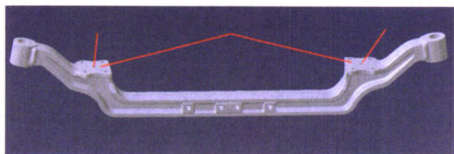


图1 汽车前轴加工定位方式

在建模过程中，考虑到2个板簧平面之间有平面度的误差，要在两板簧面上分别取点，由2个板簧面建立的大平面来确立平面，这样可以避免建模的误差。建模过程中可以采用基准一向导一平面、圆、圆的方式进行建模，确保建模快捷、准确。

几何元素的测量

三坐标在进行几何元素测量时，用红宝石测头在几何平面上接触几个点，测量系统将测量点的坐标传送到控制计算机，计算机根据测量元素的矢量，用数学方法计算出该元素的实际数值和该元素的测量误差，同时可以根据测量的数值计算出位置误差和形状

误差。因此，在检测过程中对几何元素的正确取点是保证三坐标检测数据准确性的基础。因此在检测之前，需要同步考虑测量零件的形状、表面粗糙度等实际特征，从而来选择测量点选取的位置、顺序、方向和所采集点数。如果不考虑测量工件的实际情况，仅仅按照三坐标软件中规定的采集点数来进行测量，实测数据和真实数据将会有很大的测量误差。

下面结合一种汽车前轴零件检测程序为例，来总结和说明检测过程中取点的重要性。

1.平面的测量

前轴检测平面主要有板簧平面、减振器平面以及主销孔平面，其中板簧平面有平面度要求，其为板簧孔位置度的基准；减振器平面为减振器孔位置度的基准；主销孔平面对主销孔端面跳动有要求，且为重要特性，因此平面的测量准确性对整个检测结果影响是非常大的。

在测量平面时，采点的采测方向应当与平面的法线一致，并使采测点尽可能分布在被采测面上，采测点越多越好。三坐标测量平面是通过测量平面上 N ($N \geq 3$) 个点的坐标计算出一个理论平面，这个理论平面到所有检测测量点的偏差平方和为最小，即最小二乘平面。例如在检测板簧平面时，采点方向应当尽量与板簧面垂直，采测点尽量分布在两个板簧平面上。

由于该前轴拳头端面有 8.5° 的内倾角和 3.5° 的后倾角（见图2），因此测量拳头端面为斜面的测量。在检测过程中，手动测触工件很难保证测量方向和工件的法线矢量方向一致，手动测量斜面时，触测方向和法线矢量方向有一个夹角 α （见图3），这样测出来的结果就会有一定的误差。因为测量机处理数据不是

以测头表面而是以球心位置来计算的，半径补偿是沿矢量方向给予的。因此在手动检测斜面时，尽量沿被测点的法向方向触测和后退测头。同时手动测量完毕后，尽量让设备在自动模式下再运行自动测量，这样测头就可以根据零件的实际情况，沿着法向矢量方向进行检测。

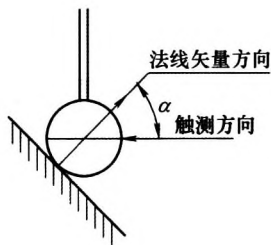


图3 触测方向和法线示意

2.孔的测量

前轴孔主要有板簧孔和减振器孔等，这些孔如果检测结果和实际不符，则会影响后续装配。同检测平面一样，检测孔时，先用测头对表面进行取点，通过最小二乘法计算出孔的直径、中心坐标和轮廓度等尺寸。测量孔径最小二乘法是所取点上的平均直径，它可以减小测量过程中的误差，同时可以消除加工过程中出现的个别高点或低点对尺寸的影响，但在装配过程中这些高点或低点往往是影响孔轴配合的关键因素。

例如，在测量该前轴定位孔 $\phi 20^{+0.033}_0$ 时，由于最小二乘的关系，会出现虽然测量结果合格但影响装配的现象。因此检测孔时采点要尽量避免跳跃式采点，采取自动采点，这样可以避免因为采点的力不一样而造成测量的误差。同时可以配合通止规对三坐标检测结果进行校核，如检测结果不一致，及时找出孔内的高点和低点，分析产生的原因，及时解决，以避免影响后续装配。

3.圆柱的测量

该前轴主销孔 $\phi 50^{+0.025}_{-0.050}R7$ 、长99.7mm的圆柱，主销孔直径影响主销及转向系统的装配，且主销孔为前轴的关键特性，其测量的准确度直接决定拳头端面垂直度、落差等尺寸。圆柱的测量原理和圆的测量原理类似，通过测量评价得到最小二乘圆柱的轴线坐标和最小二乘圆柱半径。最小二乘圆柱半径是整个圆柱各个方向上的平均半径（见图4）。由于其测量点和测量

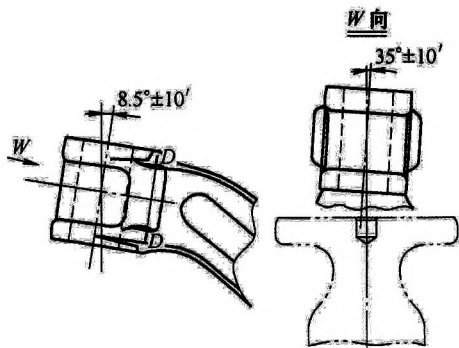


图2 前轴拳头倾角简图

位置的增加,圆度误差和圆柱直线度和平行度误差的存在,造成最小二乘直径和圆的实际直径误差较大,有可能存在影响装配的现象。

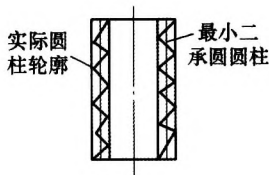


图4 最小二乘圆柱和实际圆柱轮廓示意

程序编制过程中,通过反复测量,再用内径千分尺进行校核,还是存在误差。最后通过调整采点的位置和2个圆柱取样的高度,终于达到了一致。但是在测量圆柱时要注意以下几点:

1) 圆柱第一段圆的采点必须近似垂直于主销孔轴线,这样得出来的直径测量数据比较准确,以避免由于取点问题而造成测量误差。

2) 最后一点的采样决定圆柱轴线的方向余弦。

3) 圆柱测量时,每个圆环取点不少于3个,该前轴两个圆环之间的距离必须 $\geq 50\text{mm}$ (主销孔直径)。

结果输出

在评估板簧面的平面度时,由于三坐标是采用最小二乘法来计算的,而现场传统检测平面度采用平板和塞尺,用平板塞尺所测量的平面度是最高点或最低点和平面的距离,因此两种检测方法可能存在差异。

在输出位置度时,一定要明确位置度的基准,输

出时要同步考虑最大和最小实体原则。

其他注意事项

1) 工件吊装前,要将探针退回坐标原点,为吊装位置预留较大的空间;工件吊装要平稳,不可撞击三坐标测量仪的任何构件。

2) 编程过程中统一考虑检测顺序,优化检测轨迹,提高检测效率。

3) 当编好三坐标的程序自动运行时,要防止探针与工件的干涉,故需注意增加安全点。

4) 检测完成后,立即清洁三坐标测量仪的工作台面,确保下次正常使用。

结语

通过以上测量实例分析可以看出,在进行三坐标测量时,首先要明白其测量机理,对得到的测量数据要进行合理的分析,尤其是对单一要素的测量。其次,三坐标测量机功能强大,测量准确,但是要有正确的测量方法并正确的处理测量结果,使三坐标能够正确指导我们的生产。

现场通过不断对检测程序的优化,检测程序得到德国检测工程师的认可,该产品已连续批量出口德国,提高了公司的核心竞争力,为公司创造了较大的经济效益。

关键词:
汽车前轴 三坐标 检测

(收稿日期20140715)

(上接第61页)

沿晶形貌,而在没有磨削烧伤的渗碳区域,正常微观形貌应为沿晶形貌。

同一批次的2 500件产品中,发现了16件断裂的产品以及4件球道表面有裂纹的产品,断裂形态一致,说明缺陷出现有重复性,推断产生缺陷应在同一状态下,而且该批产品未经使用,因此出现缺陷应是在某一工序过程中。

综上分析得出:星形套球道部位断裂是因为球道磨削加工时产生了严重的磨削烧伤,磨削烧伤导致磨削裂纹产生,严重的甚至产生了断裂。

改进措施

进一步核查该产品的磨削工艺,发现实际的磨削

余量严重超出了工艺设计的要求。工艺设计的星形套球道单边磨削余量为 0.15mm ,实际由于磨前的球道尺寸超差导致星形套球道单边磨削余量达到了 0.3mm ,磨削余量过大直接导致了磨削过程的严重磨削烧伤。

通过控制好磨前的球道尺寸来保证 0.15mm 的磨削余量或采用两次磨削的方式可有效避免磨削烧伤进而避免星形套球道部位裂纹和断裂的发生。

关键词:
星形套球道部位 断裂 磨削 烧伤

(收稿日期20140615)