发动机缸体尺寸的三坐标检测

神龙汽车有限公司襄樊工厂 （湖北 441004） 叶宗茂

缸体（图1）是发动机各个机构和系统的安装基体，其内外、前后、左右、上下布满了空间孔系，曲轴、活塞安装在发动机的气缸体内，因此缸体的加工质量显得尤为重要，尤其是其孔系的位置尺寸、形位公差更是保证发动机装配与运转寿命的基础。神龙公司为了监控缸体的加工质量，采用三坐标测量机参与生产线的在线检测，对提高缸体的加工质量起到了巨大的保障作用。

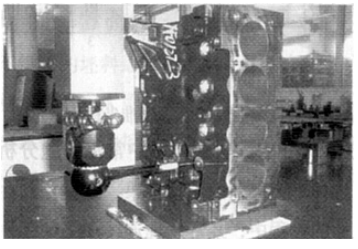


图 1

1. 缸体空间孔系位置尺寸的测量基准坐标系的建立原则

三坐标测量孔系的位置尺寸及位置公差关键是如何建立测量基准坐标系，测量基准坐标系的建立原则就是必须与加工基准坐标系统一。只有检测基准与零件的加工基准一致，才能保证检测的符合性，有效监控零件加工质量，才能满足加工设备调整的需要；因此，在编辑三坐标测量程序时，首先采集测量作为定位加工基准的元素，经过构建、计算，建立待测零件的基准坐标系，然后根据被测元素空间位置尺寸的检测要求，可对基准坐标系进行基准转换如平移或旋转，计算评价各个被测元素如孔在基准坐标系中的位置，输出被测元素如孔在基准坐标系中的坐标值。如果需要其他的形状、位置公差，仅仅评价被测元素与基准元素的各种关系即可，最后输出测量结果。

富康轿车发动机缸体加工工艺采用的是典型的三基面体系构建加工坐标系，因此我们建立零件的测量基准坐标系时也应该采用三基面体系构建测量基准坐标系，以保证测量基准与加工基准的统一。

2. 缸体 OP130 \ OP140 \ OP150 \ OP170 \ OP190 \ OP230 精加工工序测量基准坐标系的建立

（1）缸体的定位与夹紧 缸体精加工工序所用坐标系是一面两销，不过该坐标系的面和销孔与粗加工坐标系采用一面两销完全不同，即底平面 $P10$ + 一只圆柱销 39① + 一只菱形销 39②，定位夹紧示意图如图2。

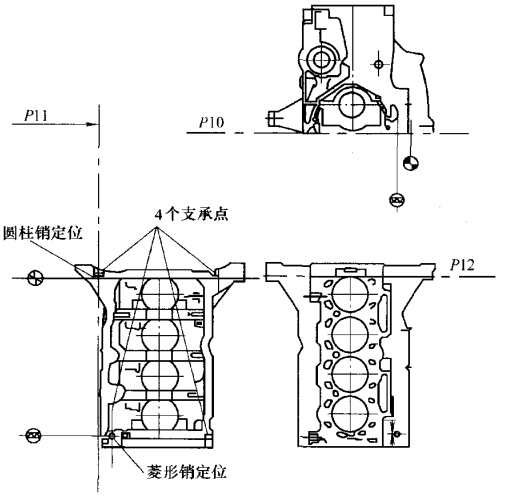


图2 缸体精加工定位与夹紧示意图

由图2可以看出：$P10$、$P11$ 及 $P12$ 面构成了精加工三基面基准。

$P10$ 面：过底平面 200 及 4 个支承点的平面。

$P11$ 面：过圆柱定位销孔（39）轴线，离菱形定位销孔（39）为 28mm 且垂直于 $P10$ 的面。

$P12$ 面：过圆柱定位销孔（39）轴线且垂直于 $P10$、$P11$ 的面。

（2）零件测量基准坐标系的建立 缸体在三坐标平台上的放置方式为：缸体立放，顶平面朝 Y 轴正方向，正时面向下与大理石平板平行，飞轮面向上。

缸体精加工工序测量所用的基准坐标系建立方法及步骤如下：

①在油底壳面测量一个平面，即为 *P*10 面。

②测量圆柱销定位孔圆柱两个圆截面，测量菱形销定位孔圆柱两个圆截面。

③将在菱形销定位孔内所测的两个圆截面的圆心点沿 *X* 轴正方向偏置 -28mm。

④用圆柱销定位孔内所测的两个圆截面的圆心点和在菱形销定位孔内所测的两个圆截面的圆心点偏置后的两个点，共 4 个点构建一个平面，该平面即为 *P*11 面。

⑤以油底壳面即 *P*10 面的法线建第 1 轴 即为 *Y* 轴，并在该平面清 $Y=0$；以 *P*11 面的法线建第 2 轴 即为 *X* 轴，三坐标测量机自动生成 *Z* 轴，过圆柱销定位孔中心的 *Z* 轴的法平面即为 *P*12 平面，在圆柱销定位孔第一圆截面圆心清 $X=0$，$Z=0$。

这样缸体精加工工序测量所用基准坐标系就建立好了，在该坐标系下可准确测量 100、300、400、500、600 面上各个孔的位置及油槽的位置、曲轴孔及铰定位销孔位置、缸孔及堵盖孔的位置。

3. 缸体产品尺寸的检测

缸体产品尺寸的检测与工艺尺寸的检测有较大的区别，工艺尺寸的检测只要按被测零件的加工基准建立同加工基准完全一致的测量基准坐标系即可准确测量在该加工工序中加工的元素位置。产品尺寸的检测必须根据缸体在发动机产品中的功能及发动机工作时关键部件的运动状态来确定缸体产品尺寸的测量基准坐标系，也就是说缸体产品尺寸的测量基准坐标系的建立必须同缸体产品的设计基准一致。

发动机的工作主要取决于曲轴、气缸活塞及凸轮轴三者间的相互关系，而凸轮轴系的位置又影响曲轴和气缸活塞。这样，实际上发动机缸体的所有连接尺寸都是为曲轴和气缸活塞的工作而准备，因此，我们可以建立如图 3 所示的缸体产品尺寸测量基准坐标系。

首先分别测量曲轴孔 1、5，用 1、5 圆心连线 *DC* 建一轴线，作为零件坐标系的第 1 轴并找正，这里，假设其为工件坐标系的 *Y* 轴；再测量缸孔 1 圆柱，用缸孔 1 圆柱的轴线作为零件坐标系的第 2 轴，这里，假设其为工件坐标系的 *Z* 轴；求出缸孔 1 圆柱的轴线与曲轴 1、5 轴线的交点；再把坐标系原点 *O* 清在缸孔 1 圆柱的轴线与 1、5 轴线的交点上。这样建立的测量基准坐标系才与缸体的产品设计基准一致，在该坐标系下测量缸体的所有尺寸和发动机的所有连接尺寸及形位公差就是缸体的产品尺寸，既为能满足发动机的实际工作要求的尺寸。如缸孔直径的测量、缸孔与曲轴孔垂直度、500 面和 600 面与曲轴孔垂直度曲轴孔直径、同轴度、100 面和 200 面与曲轴孔平行度及缸体 6 个表面上的各个孔的位置尺寸及位置度等等。在该基准坐标系下的测得的缸体产品图上的每个尺寸才与发动机工作时运动状态相吻合，才能为发动机的正常运转、减弱发动机工作时所产生的躁声和提高发动机的使用寿命提供了保证。

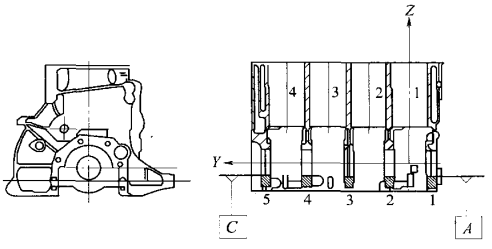


图 3　缸体产品尺寸测量基准坐标系示意图

4. 缸体尺寸的三坐标测量中常见问题分析

（1）缸体工艺尺寸的测量结果一致性差　在测量缸体工艺尺寸的过程中，经常发现连续加工的零件测量结果一致性较差。若加工中心的主轴、刀具、工装等加工设备无异常，测量基准坐标系正确，且可能的原因为：零件定位销孔已变形，不同的测量点计算出不同的中心坐标，这样工件坐标系就不能完全确定，其他被测各孔位置就不可能准确，反馈给生产线的测量数据重复性差，机床无法调整，造成质量失控。尤其是精加工用的两个定位销孔，使用频次较高，到后面几个工序定位销孔很可能被磕碰变形，造成基准坐标系的偏移，进而造成测量误差。

解决的方法就是每次测量零件之前先目视检查定位销孔是否有磕碰伤的痕迹；如果有，就需换一个无磕碰伤的零件进行检测；另外也可采用修改测量程序中定位销采点位置，使采点避开变形较大的部位，以减少基准孔中心位置计算的误差。

（2）对轴线的旋转要按角度旋转不要按距离旋转　在测量斜孔位置及位置度时，利用三坐标的有利条件，可对轴线进行旋转，是按角度旋转还是按距离旋转好呢？还是都一样呢？从测量的一致性来讲，按角度旋转

汽车纵梁的孔用加工设备

山东法因数控机械有限公司 （济南 250022） 祝秀荣

汽车车架是载重汽车上的一个关键部件，用来承载发动机、驾驶室、车厢及货物等的重量。车架由纵梁、横梁、连接板及一些附属零件等组成，由铆钉或螺栓将其联接在一起，其上可固定发动机、驾驶室、车厢及油箱等部件。汽车车架的加工设备有许多种，本文主要讲述车架纵梁的孔用加工设备，并附带介绍车架加工的其他设备。

一、汽车纵梁的孔加工

汽车纵梁的坯料最常用的为平板坯料及U形坯料两种，其材料为汽车大梁专用钢板。纵梁坯料的孔加工主要包括多年来采用的摇臂钻床钻孔、大型压力机冲孔及近几年出现的纵梁数控冲孔生产线柔性冲孔等几种方式。

采用摇臂钻床钻孔时，需多台摇臂钻床采用钻模板同时对纵梁平板进行钻孔，需要消耗大量的人力、物力。当进行产品改型时，需重新制作钻模板，不但制作时间长，而且生产效率低。

采用大型压力机进行纵梁平板冲孔时，压力机公称力一般为3000～6000t，可一次将纵梁平板上的所有的孔冲出，也可对纵梁进行折弯，或压出变截面梁，效率极高。但这种压力机的价格很高，动辄几千万。这种冲孔方法对批量生产的单一品种纵梁非常有效，但由于现在汽车厂面临的竞争压力非常大，需要不断地推出新车型，当汽车进行改型或生产新品时，其车架纵梁也要进行变化，原有的模具已不能再用，需重新制作冲压模具，而制作一套冲压模具的价格在几十万元至几百万元之间，投入非常巨大，制作周期长，这种加工方式具有投资大、转型慢的缺点，已逐渐不被采用。

随着科技的发展，近几年国内出现了专门用于汽车车架加工的新型加工设备，如汽车纵梁数控冲孔生产线、汽车纵梁数控折弯机，汽车U形纵梁三面数控钻床，汽车车架连接板数控液压冲钻复合机等，这些设备的出现，为各汽车厂及车架厂选择车架加工设备、提高产量及其产品竞争力提供了方便。

现就法因公司生产的各类汽车纵梁的孔用加工设备，论述一下汽车纵梁加工设备的特点及选用方法。

二、汽车纵梁孔用加工设备的特点及选择

1. 平板纵梁坯料的孔用加工设备

近几年出现的平板坯料数控冲孔设备（图1），按数控冲孔机的模具排列方式分为模具回转式数控冲孔生产线及模具直线排列式数控冲孔生产线两种。

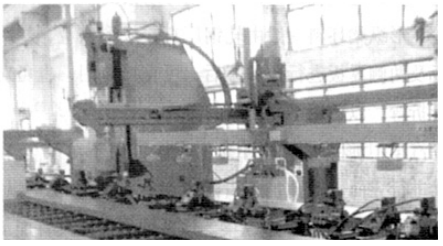


图1 汽车纵梁平板数控冲孔生产线

模具回转式数控冲孔生产线的数控冲孔机，其模具

明显优于按距离旋转建立的坐标系。原因是距离是不确定的，精度再高的加工中心加工出的零件也是有误差的。用距离旋转建坐标系，测量不同的零件测量结果一致性较差，而以角度距离旋转建坐标系，测量不同的零件测量结果一致性好；这是因为角度是理论值，用它来建坐标系可以清楚地反映加工中存在的问题。

5. 结束语

三坐标测量机是测量缸体等箱体类零件空间尺寸及形位公差最理想的设备，以上测量方案不仅可以用于发动机缸体的测量，还可以用于其他箱体类的零部件的测量如：发动机缸盖、变速箱壳体及机床主轴箱箱体等。

（收稿日期：20060428）