PROFIBUS 现场总线在曲轴中心孔修正机中的应用

机科发展科技股份有限公司 （北京 100044） 曹 磊 查振元 金亚萍

目前在我国传统的汽车发动机曲轴加工过程中，缺少必要的检测定位中心孔的工序，而国外发动机制造商均非常重视曲轴的检测，以保证加工质量。但国内发动机厂家由于种种原因，缺乏很多必要的检测手段及设备，这样也就无法保证发动机的质量。曲轴中心孔修正机主要是针对曲轴的定位中心孔，由于曲轴定位中心孔是在毛坯厂完成的，在毛坯铸（锻）造时内应力、机械加工时的夹紧力和切削力、轴颈表面淬火产生的变形等都会使曲轴产生径向变形和轴向变形。径向跳动是非常有害的，目前国内传统的方法是在曲轴加工的最后阶段，对产品进行冷校直，冷校直对曲轴使用性能的影响主要是：

(1) 无论是钢轴还是球铁曲轴，冷校直后经过一段时间都会产生少量的反弹恢复现象，发动机工作时由于热和震动的影响，恢复较大，这对轴瓦的工作非常不利。

(2) 主轴颈和连杆轴颈经过圆角强化处理后再进行冷校，将会降低曲轴的疲劳强度。

针对上面的情况，我公司研制开发了曲轴中心孔修正机，检测曲轴主轴颈外圆摆差。根据具体检测结果，进行中心孔修正，以减小径向跳动对发动机性能的影响。

1. 曲轴定位中心孔修正机的基本结构

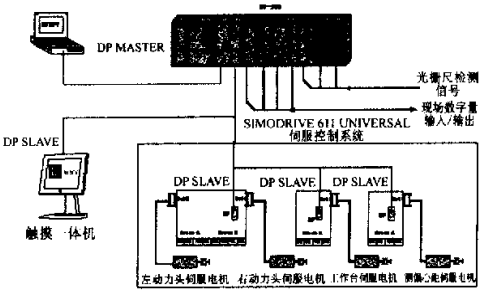
曲轴定位中心孔是在生产曲轴毛坯厂完成的，要对经车、铣、刨、磨粗加工及淬火等工艺后，已发生径向变形的曲轴定位中心孔进行修正，以减小径向跳动对发动机性能的影响。该设备关键就是要测量出被测轴颈的跳动量，以及根据测量出的跳动量对曲轴的原定位中心孔进行修正。为了实现上述功能，我们研制了曲轴定位中心孔修正机。主要由下列部件组成：床身、第一工位左端的拨转机构、第一工位右端的轴向定位机构、轴颈检测装置、曲轴升降夹紧机构、偏心检测驱动伺服电机、冷却排屑装置、第二工位左右各一个镗削动力头、移动滑台、移动滑台驱动伺服电机、孔深测量机构、平移工作台、平移驱动伺服电机、自动集中润滑系统等。

2. 曲轴定位中心孔修正机的基本原理

由于经后续淬火工艺处理后曲轴发生径向变形，故曲轴中心孔修正机就是要对发生径向变形的曲轴中心孔进行修正。首先就是要测量出发生径向变形的曲轴的径向最大变形量，这里假定曲轴的径向最大变形量我们称之为跳动量 ΔF。在曲轴没有径向变形时，被测曲轴主轴颈的跳动量 ΔF 应为 0，否则不为 0。此时被测曲轴主轴颈的偏心距 $\Delta e = \frac{1}{2}\Delta F$，也不等于 0。根据所测得的曲轴主轴颈相对与原定位中心孔的最大偏心距及相应偏心角，如果最大偏心距小于某一数值（具体由厂家根据工艺及质量要求来定），就可认为该曲轴合格，该曲轴定位中心孔不用修正；如果最大偏心距大于某一值，认为该曲轴不合格；如果最大偏心距在某个数值范围之内，那么这时可对曲轴的中心孔进行修正。

3. 曲轴中心孔修正机控制系统原理结构图

由于现场总线控制技术的飞速发展以及控制系统采用现场总线后带来的诸多好处，在这里，整个系统我们采用了总线结构，采用了目前国内外广泛



电控系统结构图

使用的 PROFIBUS－DP 现场总线技术。这样，不但提高了通信能力和系统运行的可靠性，而且节省了系统安装时的布线费用和硬件费用，并且更加容易对系统进行管理和维护。

4. 曲轴中心孔修正机控制系统组成

曲轴中心孔修正机控制系统由可编程程序控制器（PLC）、三相交流异步电机、伺服控制器及伺服电机、

光栅测量仪、上位计算机和现场传感器等组成。

（1）可编程控制器（PLC） 曲轴中心孔修正机控制系统中可编程控制器（PLC）是曲轴中心孔修正机控制系统的核心部分，选用西门子公司的S7－300系列产品，具备性能高、速度快及组态灵活的特点，S7－300通过Profibus－DP现场总线与伺服控制系统、上位计算机、S7－200从站构成了网络系统，S7－300作为整个网络的主站对作为从站的伺服控制系统、上位计算机、S7－200发送命令和进行数据交换，光栅测量仪通过FM350－1专用计数模块将现场信号输入控制系统，现场I/O信号通过数字量输入输出SM321、SM322模块输入输出控制系统。

（2）伺服系统 控制系统中伺服控制系统由四台1FT6伺服电机及611U系列伺服控制器组成，通过Profibus－DP现场总线由S7－300主站向从站伺服控制器传送伺服电机的参数，四台1FT6伺服电机分别完成下列功能。

①驱动曲轴旋转伺服电机 在第一工位，驱动被测工件曲轴旋转，系统通过检测机构和光栅测量仪，自动检测曲轴第四主轴颈的最大偏心距，并使检测到的最大偏心距的点旋转到水平位置的正前方。

②工作台伺服电机 它的作用是在第一工位上检测到最大偏心距及相应的偏心角，并通过驱动曲轴旋转伺服电机将其旋转到水平位置的最前方后，由工作台伺服电机将曲轴平移至第二工位，需要被修正的曲轴从第一工位移至第二工位之间距离随曲轴偏心距的大小而变化，伺服电机驱动工作台从第一工位移至第二工位，使曲轴主轴颈的中心线与第二工位曲轴动力头的中心线之间的距离为$\frac{\Delta e}{2}$，其中Δe为在第一工位检测出的曲轴主轴颈的最大偏心量。

③驱动左右动力头滑台伺服电机 它的作用是当工作台将需要修正的曲轴送到第二工位后，系统首先启动左右动力头的镗削主电机，然后启动驱动滑台的伺服电机，进行曲轴定位中心孔修正。

（3）光栅测量仪 控制系统共有三支光栅测量仪，其中两支分别安装在左右动力头一侧，是增量式测长仪，当它接触到曲轴端面时，因为被压缩会发出计数脉冲，PLC系统可以根据此脉冲数计算出测长仪被压缩的距离，它随着动力头镗削钻头一起进刀，可在镗削过程中实时检测出镗削孔的深度，使得重新修正的中心孔定位精度的误差小于±0.03mm；另一个安装在偏心检测机构中，用于检测曲轴最大偏心距。

（4）上位计算机 该曲轴中心孔修正机是人机合一的专用机床，操作人员可以通过上位计算机向曲轴中心孔修正机发出各种动作命令，并且通过上位计算机可实时显示曲轴中心孔修正机的各种工作状态及设备发生故障时的故障信息，以方便操作及维修人员。

5. 结论

曲轴是汽车发动机的重要零件之一，在曲轴加工过程中，中心孔作为加工轴的定位基准，它的位置精度和几何精度决定曲轴的成品率，曲轴在精加工前进行淬火处理后，各段轴径变形，相对轴中心孔定位基准出现偏差，加工余量不能保证精加工正常进行，造成曲轴废品率很高。本设备是针对出现偏心的曲轴进行中心孔修正，提高产品合格率。

（收稿日期：20030626）

（上接第12页）

检测装置这类要求和复杂程度较高的设备，国内产品与国外知名厂商的相比尚存在相当差距外，其他如主动量仪，气、电指示型量仪，可读式检验夹具和专用量规等，在技术水平上已比较接近，能满足大多数用户的需要，而价格往往只有同类进口量仪的几分之一。即使是多参数综合测量设备和计算机辅助测量仪，国内产品也已有一席之地，在保持价格上很强的竞争力的同时，功能和质量都在不断提高。“中原”和“爱锡”这两家目前国内实力最强的专业量仪厂在2002年订单应接不暇就是极好的注解。见图10是“中原”开发的轿车制动盘综合测量仪；图11是“爱锡”生产的MDG系列计算机辅助测量仪）。

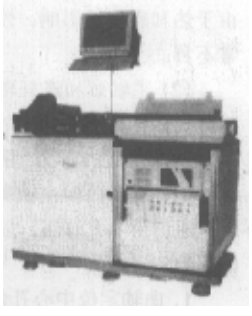


图 10

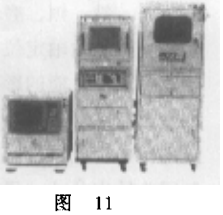


图 11

（收稿日期：20030604）