

斜床身全功能数控车床加工曲轴工艺

□ 宁波海天精工股份有限公司/葛运斌



采用斜床身全功能数控车可凭借其高精度、高转速实现以车代磨，代替在磨床上粗磨可大幅度提高加工效率，提高产量。

曲轴作为发动机的关键传动部件，在发动机中起到将活塞的直线往复运动转变成为圆周运动的作用，所以曲轴的加工精度直接决定了发动机动力输出的稳定性。随着汽车行业的迅速发展，尤其以家用轿车数量的迅速增加，汽车发动机的曲轴产量也迅速膨胀。但在保证产量的同时也不可忽视加工品质，斜床身全功能数控车床以其齐全的

机床功能、斜床身特有的稳定性和刚性、高精度而受到广大曲轴生产厂家的青睐。

发动机分为柴油发动机和汽油发动机，故不同的发动机采用不同规格大小的曲轴。柴油发动机由于多用于大功率设备上，如重型货车、发电机及船舶等，曲轴的规格较大。汽油发动机则不同，其功率相对较小，曲轴规格也相对较小。

本文主要讲述直列4缸汽油发动机的曲轴（见图1）加工工艺。

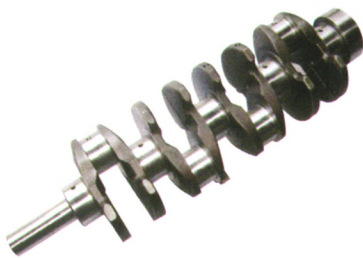


图1 直列4缸汽油发动机的曲轴

1.采用斜床身全功能数控车床加工曲轴的优势

传统的曲轴加工主要分为车削、铣削、磨削和钻削，加工设备以专用组合机床为主，配以少量的通用设备（经济型数控车床、普通车床）组成一条生产线。鉴于此种设备精度不高，铣削或车削完成后加工面精度不高，还需将零件转往专用磨床进行粗磨和精磨，导致大部分高精度加工工作全部压在磨床上，造成设备投入量大，投入成本高，加工时间长。但传统工艺仍然有其特有的优势。采用斜床身全功能数控车可凭借其高精度、高转速实现以车代磨。以此特点，在曲轴生产流水线中以数控车取代粗车车床、粗磨磨床，只需进行精磨。由于磨削的加工时间较长，效率较低，取消粗磨可大幅度提高加工效率，提高产量。

2.工艺分析

此曲轴为小型家用轿车的发动机曲轴（见图2），最长长度尺寸为644mm，此零件需要在斜床身数控车床上车削的尺寸为： $\phi 38h6$ 外径、 $\phi 54mm$ 外径、 $\phi 100g6$ 外径、4- $\phi 46h6$ 连杆轴颈及其倒角、5- $\phi 80h6$ 主轴颈及其倒角。以上5个尺寸是曲轴加工中较为关键的尺寸，加工质量的好坏直接决定了曲轴的质量和加工效率。

3.主轴颈以车代磨工艺分析

在上述尺寸中，除了4- $\phi 46h6$ 连杆轴颈及其倒角，在车削曲轴两端外径及中间的主轴颈时，均需要专用的浮动卡盘及标准尾座扶持中心孔，以保证车削完成后的径向跳动，原因在于这些加工内容的完成

需两次装夹，且各轴之间同轴要求较高（夹持方式见图3）。

除了装夹方式以外，本序加工所采用的专用车刀是关键。由于主轴颈的左右两侧是连杆颈和曲轴扇形配重，标准外径车刀的悬伸较短，最多只能伸出刀塔面30mm左右，所以势必会与连杆颈和曲轴扇形配重在旋转时发生干涉。为避免

发生干涉，需将机床上的标准液压刀塔上的刀盘（见图4）换成较窄的专用刀盘（见图5），在保证刀盘刚性的同时又能保证不与加工中的曲轴发生干涉。

为实现主轴颈的以车代磨，正确的装夹方式和正确的刀具只是前提，最终在加工时还是要由斜床身数控车床出色的刚性和刀具所能承

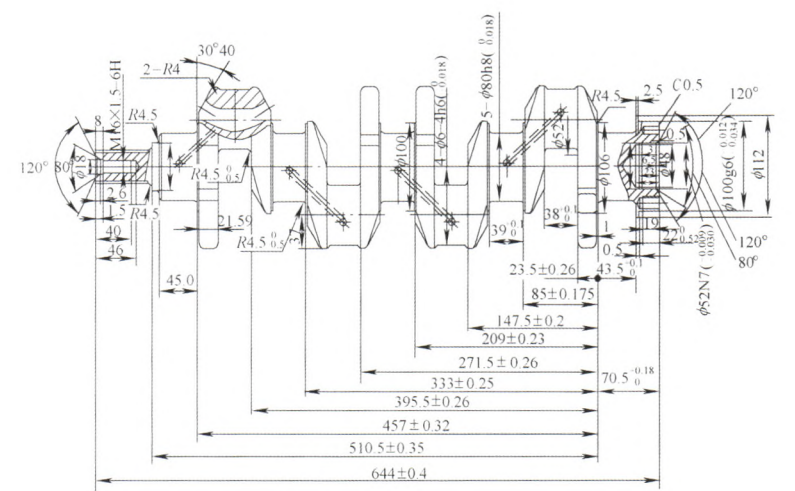


图2 曲轴

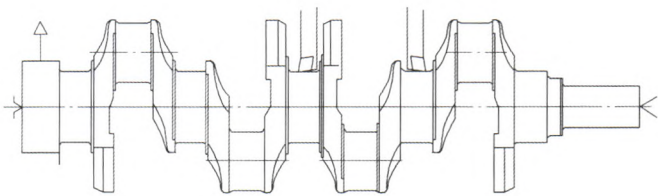


图3 夹持方式

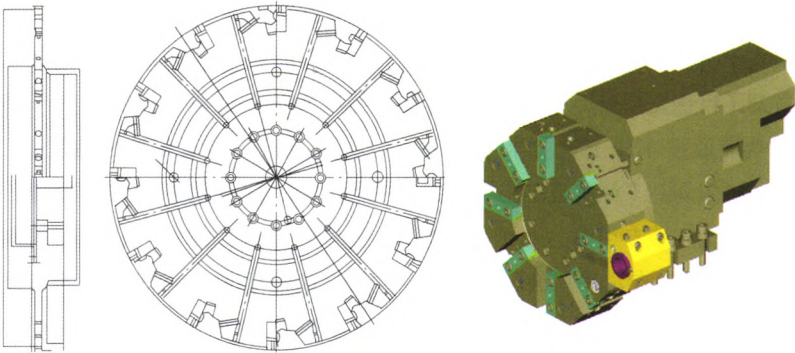


图 4

图 5

受的切削参数来保证。在实现以车代磨的过程中，刀具的切削参数是由曲轴的材质决定的，此曲轴的材质为QT-500，此牌号的材质在球墨铸铁中属于较硬的一种，刀片（山特维克可乐满）所能承受的线速度为150m/min，每转进给为0.15mm，主轴颈的加工直径为 $\phi 80h6$ ，根据以上两个参数可计算出机床所需提供的转速为597r/min，切削进给为90mm/min。单从以上切削参数中看，似乎普通的经济型数控车床也可达到此种切削参数，但从被加工零件的毛坯状态来讲，曲轴的长度、重量以及动平衡特性上来讲，经济型数控车的刚性无法满足曲轴主轴颈的高转速加工，而斜床身数控车特有的稳定性和高刚性恰恰弥补了这一缺陷。

4. 连杆颈以车代磨工艺分析

连杆颈的车削加工是曲轴加工中的关键，鉴于其中心并不处于主轴的旋转中心，所以在夹具的设计上需采用偏心夹具进行夹持。连杆颈的毛坯面通常采用专用车床（见图6）或专用铣床（见图7）进行粗加工，具体加工方式根据各生产厂家的实际情况而定。

粗加工完成后，在以前的工艺中需将曲轴移至磨床上进行粗磨，现工艺中可以在曲轴还是毛坯时直接置于斜床身全功能数控车床上，省却了粗铣及粗磨工序。在斜床身全功能数控车床上进行半精加工时，机床需卸下标准自定心卡盘，机床主轴安装专用偏心夹具（见图8），夹具的夹紧采用液压自动夹紧，不同角度的连杆颈转位采用手动转位，尾座上安装的顶尖也采用偏心顶尖。

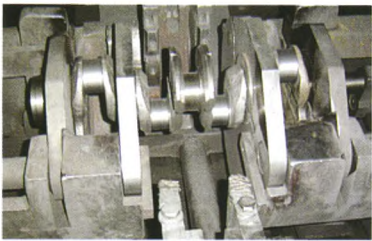


图 6

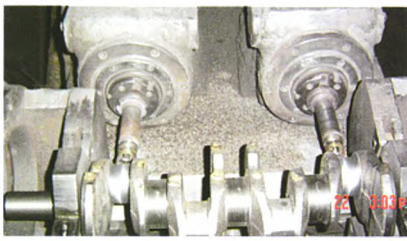


图 7

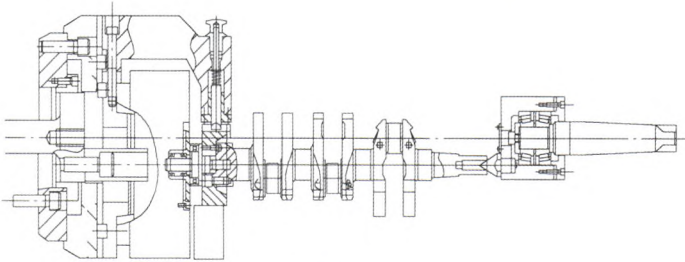


图 8

专用偏心夹具是连杆颈半精加工的关键。在零件的装夹时，偏心夹具中的自定心卡盘夹持曲轴主轴颈外端，尾座上的偏心顶尖扶持曲轴末端，夹具的偏心距必须在夹具安装调试时进行精确的调节，以保证零件的偏心距。不同角度的连杆颈在进行转位夹紧时必须要有弹性楔型销进行精确的角度定位。偏心顶尖在使用时只需一个顶尖即可，但在使用时考虑到磨损及故障，可均布3个顶尖以供备用。另外，偏心夹具在使用之前必须进行动平衡检测，在主轴转速1 500r/min范围内偏心值在10g以内，以此保证主轴在旋转时不会因为偏心的缘故导致机床发生强烈的震动而影响加工。

在刀具方面，连杆颈的加工与主轴颈存在着共同的刀具干涉问题，而且干涉区域比主轴颈加工时更大，除采用专用刀盘以外，随着刀盘直径的加大，刀盘的刚性也需着重考虑。此曲轴的材质为QT-500，刀片车削所能承受的线速度为150m/min，每转进给为0.15mm，主轴颈的加工直径为

$\phi 46h6$ ，根据以上两个参数可计算出机床所需提供的转速为1 038r/min，切削进给为156mm/min。

5. 结语

我国的发动机制造水平跟世界先进国家仍存在不小的差距，国内知名的汽车生产商的汽车零部件生产线上的生产设备仍以国外进口机床为主，希望通过国人的努力，从机床质量和工艺水平的不断提高，不断缩小与国外先进水平的差距，为我国成为世界工业强国铺平道路。 **AUTO1950**



葛运斌

在宁波海天精工股份有限公司工作10年，专业从事数控机床售前技术支持工作，提供交钥匙工程服务，为客户提供零件加工整体解决方案。