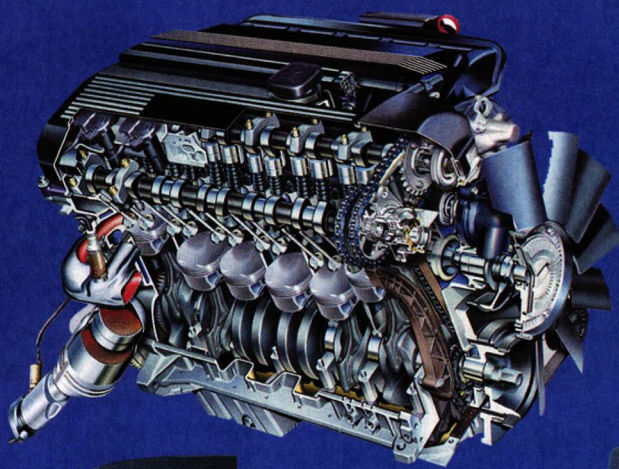




发动 机制造

CCMT特刊

大力培育和发展高端装备制造业，配合我国由汽车大国向汽车强国转型升级过程中对装备的需求，智能化装备在汽车制造业有广泛的市场需求。

发动机制造技术代表了当今汽车制造的最高水平，高速、高效、柔性是制造技术发展的主要趋势。柔性生产线、先进的数控加工中心和高精度测量设备是实现发动机轻量化、结构简单化、性能优质化的有力保证。

策划：于永初





■ 南京汽车集团有限公司/胡劲松

发动机缸盖座圈和导管孔的加工

发动机工作时，可燃气体在缸盖燃烧室压缩后点燃，座圈承受着很高的热负荷和机械负荷，这要求座圈有很高的耐磨性和密封性。如果气门在工作时发生中心偏移，既会导致有害的热传导、气门及导管孔的快速磨损，还会造成耗油量增加。这对座圈和导管孔的加工精度提出了较高要求。我公司的缸盖线在工艺规划时就充分借鉴和吸收了许多国际同行的经验和教训，特别是在座圈和导管孔的加工上有着独到之处。

座圈底孔和导管底孔的加工

1. 定位方式

把缸盖下平面和其上的两个工艺销孔作为缸盖加工的统一定位基准，采用“一面两孔”定位方式，可以很简便地限制工件的六个自由度，定位稳定可靠，夹紧变形小，易于实现机床自动定位和自动夹紧。通过一次定位可以完成一个缸盖所有座圈与导管孔的加工，位置精度和生产效率均能满足工艺要求。

2. 加工流程

复合铹座圈底孔及部分导管底孔：选用GUHRING的复合铹刀（见图1），两刃、内冷结构，PCD刀片。切削参数：转速8000r/min，进给速度1600mm/min。

钻导管底孔：选用GUHRING的直槽钻（见图2），两刃、内冷结构，PCD刀片。切削参数：转速12 000r/min，进给速度3600mm/min。直槽钻的钻尖结构使其可在每条直槽的外缘处刃磨出两条刃带，由于钻头与工件有四个接触点，钻头在加工中更为稳定，从而可以提高加工精度。

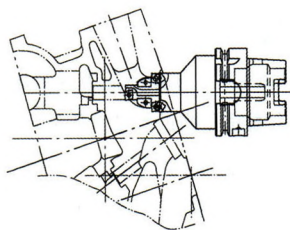


图1 复合铹刀



图2 直槽钻

复合铹座圈底孔及导管底孔：选用GUHRING的复合铹刀（见图3），六刃、内冷结构，PCD刀片。该铹刀带尺寸微调功能。切削参数：转速7000r/min，进给速度2000mm/min。

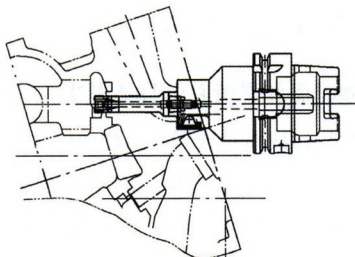


图3 复合铹刀

发动机制造
CCMT特刊

3. 注意事项

如果定位误差过大,会导致加工余量不均匀,造成铰刀铰偏,尺寸超差。

由于直槽钻头的切削刃缺少一个正前角,其卷屑和断屑能力很差,在加工延展性较好的材料时尤其如此,所以需要机床有较高的主轴转速。切削速度越快,形成的切屑就越小。

座圈底孔和导管底孔的加工坐标要与后续的座圈及导管孔的加工坐标尽可能一致。

缸盖毛坯的相应位置不能有夹渣、缩孔、冷隔和飞边等铸造缺陷,否则会影响刀具的正常切削。

座圈和导管的压装

1. 设备介绍

使用elwema专机,采用常温方式对座圈和导管进行压装(座圈和座圈底孔的过盈量为 $0.06\sim 0.098\text{mm}$,导管和导管底孔的过盈量为 $0.025\sim 0.075\text{mm}$)。座圈和导管的压装头均同时装有压力传感器和位移传感器,操作工可以通过压力-位移监控系统对座圈和导管的压装状况进行实时监控。

2. 注意事项:

要检查和确认设备在压装前是否自动对所有座圈底孔、导管底孔喷涂润滑油;将座圈的导向部分由原来的 45° 斜角结构更改为圆弧结构,防止座圈压偏;设置合理的压力-位移控制参数。

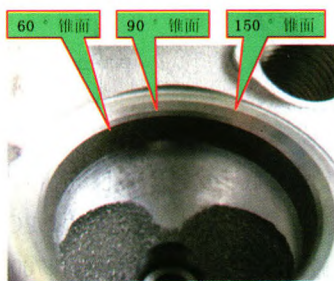


图4 座圈表面的各锥面

座圈和导管孔的精加工

1. 座圈锥面和导管孔的具体要求

座圈的凡尔线面对导管孔的跳动量 $\leq 0.04\text{mm}$,座圈面分别由 150° 、 90° 和 60° 的三个锥面形成(见图4)。 90° 面为凡尔线所在面,它的角度公差为 $30'$,表面粗糙度值 $R_a=1.6\text{mm}$;导管孔 $\phi 600.025\text{mm}$,表面粗糙度值 $R_a=0.2\sim 1.6\text{mm}$ 。座圈、导管的材质均为粉末

冶金,排气座圈的硬度为 $66\sim 76\text{HRA}$,进气座圈的硬度为 $75\sim 105\text{HRB}$,导管的硬度为 $60\sim 90\text{HRB}$ 。

2. 加工设备

采用四台Grob双主轴数控专机作为座圈和导管的精加工设备。四台设备面对面布置,组成两个加工单元,每个加工单元的两台设备分别加工缸盖进、排气侧的座圈。加工单元内的两台设备之间工件传输通过回转工作台实现。每台机床同时加工一个工件。通过双主轴、回转工作台交换结构以及可以实现的数控插补功能,充分满足了加工节拍和产品柔性化的要求。

3. 刀具

我厂用Mapal的双层套装主轴专用刀具(见图5)对座圈和导管孔进行精加工,其优点为:在同一轴线上车削座圈锥面和枪铰导管孔,同轴度能够得到很好的保证;由于座圈材料较硬,以铰削方式加工座圈时,刀刃磨损较快,这种磨损缺陷会复制在座圈的凡尔线面上,从而影响密封性,车削座圈就可以避免该问题的发生;分半精车、精车加工,可以根据需要分配加工余量,减少精车切削力,座圈表面粗糙度值可以得到保证;导管孔的加工采用单刃铰刀,该刀具在铰削过程中是依靠布置在刀体上的两根导向条来导向和支承切削力,对加工余量的不均匀敏感程度较低,这有利于保证座圈与导管孔的同轴度;可以通过伺服电动机变速,解决座圈和导管孔加工切削速度不一致的问题;可以通过轴向和径向的两轴联动进给方式实现座圈面的不同角度、不同直径的组合加工。

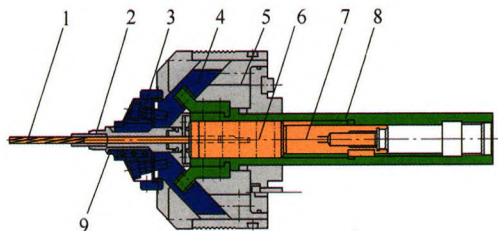


图5 Mapal双层套装主轴专用刀具

- 1.枪铰刀 2.导向套 3.撤刀夹 4.斜进给刀架
5.车刀体 6.弹簧夹套 7.推杆 8.滑套 9.车刀

4. 座圈、导管孔的加工步骤

座圈、导管孔的加工步骤:主轴以 1500r/min 旋转, Z 轴伺服电动机反转,驱动主轴以 300mm/min 向前快进到起始加工位置(见图6)。 Z 轴伺服电动机正转,驱动主轴以 f_1 速度向后工进; $W_1(W_3)$ 轴步进电

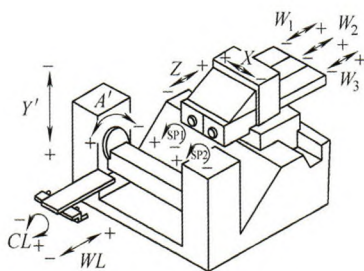


图6 加工中心示意

动机反转，驱动滑套推动斜进给刀架沿90°滑槽以 f_2 速度沿径向朝内滑动，此时车刀以 f_1 和 f_2 的合成进给速度（105mm/min）切削出150°锥面。车刀有半精车刀和精车刀两把，刀片为CBN材料，径向沿180°分布，半精车刀切削在先，精车刀切削在后，两者轴向位置相距0.1mm。当精车刀切削到150°面与90°面的交接处时，主轴进给停止； W_1 （ W_3 ）轴步进电动机继续反转，驱动滑套推动斜进给刀架沿90°滑槽以105mm/min沿径向朝内滑动，这时，车刀以该进给速度切削出90°锥面。当精车刀切削到90°面与60°面的交接处时，Z轴伺服电动机反转，驱动主轴以 f_3 速度向前工进； W_1 （ W_3 ）轴步进电动机反转，驱动滑套推动斜进给刀架沿90°滑槽以 f_4 速度沿径向朝内滑动，这时，车刀以 f_3 和 f_4 的合成进给速度（105mm/min）切削出60°锥面。SP1（SP2）轴伺服电动机将主轴转速提至3200r/min， W_2 轴步进电动机反转，通过推杆推动枪铰刀（单刃、内冷、PCD刀片）向前进给，铰刀在导向套的引导下，以600mm/min完成对导管孔的加工。铰刀缩回原位。Z轴伺服电动机反转，驱动主轴以300mm/min退回，斜进给刀架回原位，加工循环结束。

5. 注意事项

1) 座圈材料比较硬，原先的车刀使用寿命不到500件/片，刀具成本比较高，目前通过外协贴片的方式使用了国产CBN刀片，寿命已能满足要求，刀具成本也显著下降，但偶尔会出现刀片脱焊、崩刃等问题。

2) 座圈在粉末冶金时要严格控制杂质的含量，否则会造成车削时崩刃现象。

3) 要严格控制切削液的浓度、流量及过滤精度，否则会影响冷却效果，降低刀具的切削性能。

4) 刀具的不平衡量要求 $<2\text{g}\cdot\text{mm}/\text{kg}$ ，否则，刀具高速旋转时产生的离心力会导致加工面出现振纹。

5) 座圈和导管孔的加工精度与主轴部件的刚性和

精度有关。主轴部件的径向圆跳动应 $<0.002\text{mm}$ ，端面圆跳动 $\leq 0.015\text{mm}$ 。这些偏差直接决定座圈锥面的加工圆度，也影响到座圈在工作时的密封性。

座圈和导管孔的精密检测

1. 座圈的圆度和跳动量的检具

检具的气动测头配置（见图7）：导管部分的两个测量截面有四个孔式气动喷嘴，呈180°分布；座圈部分有一个球形接触式气动喷嘴。测量圆度和跳动量时，测头需要旋转一周，为增加耐磨性，座圈部分镶嵌了六个硬质合金点。手柄部分配有电动机，用于驱动测头的旋转。测量时检具手柄定位在定位板上，用以排除测量结果的人为误差。根据圆度和跳动量的最大公差要求配置综合校准件（最大/最小值），用于日常标定。



图7 测量座圈的圆度和跳动量的测头

2. 座圈的角度和密封性的检具

检具的气动测头配置（见图8）：带环形喷嘴的专用气动塞规，用以测量座圈的密封性；带两个180°对称分布的球形喷嘴的专用气动塞规，用以测量座圈的角度；角度最小值标准件、角度最大值+泄漏最小值组合标准件和泄漏最大值标准件。



图8 测量座圈的角度和密封性的测头

座圈角度侧头靠近座圈上边缘有一条宽度为0.1mm的环形定位面，靠近座圈下边缘处两个180°对称布置的球形喷嘴，当球形接触式气动喷嘴测量座圈的角度变化时，球形气动喷嘴的位移量也会随之发生变化，将变化量与角度标准件进行对比，可以得出被测座圈的角度值。

结语

通过对缸盖生产线的座圈和导管孔的加工工艺的了解和研究，相信对工艺规划和产品质量的工作今后会有很大帮助。

关键词：

发动机缸盖座圈导管孔加工工艺

(收稿日期20131011)