凸轮轴齿轮沉孔的加工及检验

中国重汽大同齿轮有限公司　（大同　037305）　赵立志

1. 产品简介

图1所示零件是我公司最近加工的一种凸轮轴齿轮，该齿轮是外圆较大，厚度较薄的盘形零件，精度要求较高。从图1中可以看出该零件需要：①加工出一单键，键的加工精度影响该零件与发动机凸轮轴的准确定位，同时键的中心线和齿槽中心线的角度又决定正时标记的加工精度。②铣24个ϕ21mm的沉孔（其中1个为带芯孔），带芯孔为点火标记，其余孔是正时标记。它们的加工精度决定着发动机的配气定时和点火时刻。如果采用传统的加工方法，在摇臂钻床上用钻模加工，几乎不可能达到图样要求。目前，我公司用型号为L6120C的卧式拉床和型号为VMC1060立式加工中心完成上述工序的加工。

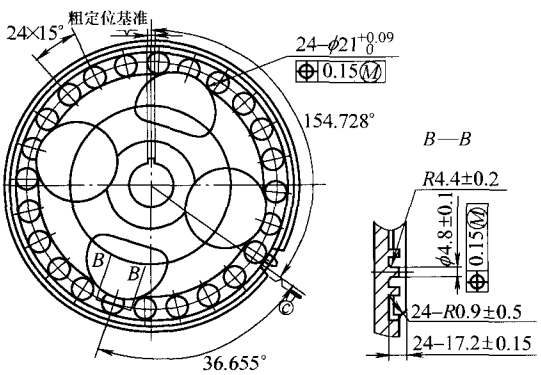

图　1

2. 产品在加工中存在的问题及原因分析

该产品在试制过程中，加工出的孔有80%的孔位置度超差，均在0.25mm左右，而且孔的底部有不平现象。此零件所用刀具都是高速钢，23个ϕ21mm的沉孔加工粗铣刀、精铣刀都用键槽铣刀，检测设备为三坐标测量仪。加工完成该工序用时19min，显然，加工时间较长。

针对上述问题进行认真分析，可能原因有5个：①切削用量选用。②加工用程序。③加工建立的工件坐标系。④粗铣刀、精铣刀切削刃没有磨平。⑤按正常加工，给底面留有0.2mm的加工余量，键槽铣刀刚性不足，引起刀具振动，影响了加工工件的位置度。

针对上述原因，结合加工其他工件的经验，进行一一分析总结：

（1）切削用量选用时，工件所用材料SCM420H（相当于国产20CrMo），其抗拉强度σ=900MPa。所选用刀具和参数如附表所示。

加工工件选用刀具和参数表

加工部位	选用刀具	刀具外径/mm	刀具槽宽/mm	刀具转速/r·min^{-1}	进给量/mm·r^{-1}
带芯孔	粗铣刀	ϕ20.7	5±0.05	300	0.04
带芯孔	精铣刀	ϕ21 (0.05~0.03)	4.8±0.02	600	0.06
24个ϕ21沉孔	粗铣刀	ϕ20.7	5±0.05	400	0.06
24个ϕ21沉孔	精铣刀	ϕ21(0.05~0.02)	4.8±0.02	600	0.08

（2）零件程序：对程序进一步修改，把相对坐标改为绝对坐标重新编程，加工后工件经检验后没有差别。

（3）工件坐标系：经过多次重复找正，定位精度在0.01mm以内。

（4）粗铣刀和精铣刀底面有中凹现象，经过外圆磨床靠平底面，工具磨重新开后角，后角为6°～8°。

（5）考虑到键槽刀刚性不足，定心精度不高，引起刀具的振动从而造成加工工件位置度超

差：针对这一问题，让精铣刀刚刚接触底平面0.02～0.03mm。这样一来就保证了加工工件的位置度要求，一般均在0.06mm以内，表面粗糙度完全可以满足工艺要求；产品上量后精铣刀改用硬质合金铣刀，该产品带芯孔的精铣刀外径为$\phi 21_{0}^{0.04}$mm，带芯孔的精铣刀转速为800r/min，进给量为0.05mm/r；ϕ21mm孔的粗铣刀转速为1 000 r/min，进给量为0.08mm/r。加工时间缩短12min，且加工质量得到较大提高。

3. 专用检具的加工及调整

原来每调整一次机床或重新换刀，必须在三坐标上检查首件，并且每班都要按1/20的抽检率在三坐标上检查。这样一来，效率较低，不能满足扩产上量的需求。

由于该工件同时存在尺寸误差和形状误差，尺寸、形状和位置误差都会影响零件的实际轮廓。根据公差要求的独立原则和相关原则（包容原则和最大实体原则），设计制造如图2所示的专用检具。

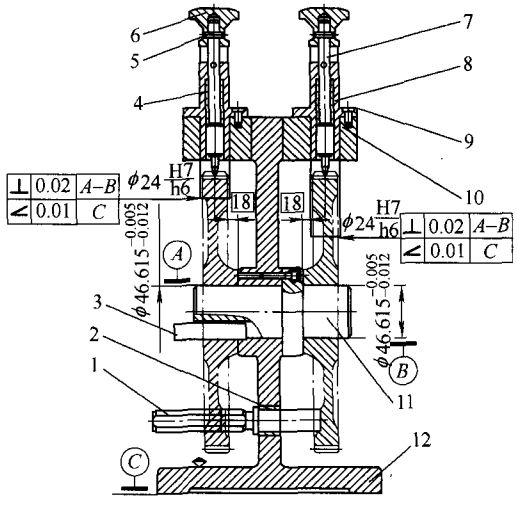

图2 专用检具简图

1.检验插销 2.衬套 3.检验量块 4.弹簧 6.滚花把手
7.定位销 8.定位衬套 9.内六角圆柱头螺钉M5×12
10.支架 11.定位心轴 12.底座

检具加工：该检具在坐标镗床上加工12个ϕ28mm孔，保证其中一孔与支架10的夹角为36.655°，其余孔与之均布，并保证各孔的位置度不大于ϕ0.012mm；然后配磨衬套2与12个ϕ28H7的孔有0.01～0.015mm的过盈量；定位心轴11的槽宽为6.005mm，对称度为0.01mm；检验插销1的尺寸分为两组$\phi 21_{-0.01}^{0}$mm和$\phi 21_{-0.07}^{-0.06}$mm；检验量块3的厚度为$6_{-0.002}^{0}$mm。

4. 检具调整及使用

此检具按图示的检验方法对工件进行检验，既保证了键齿角度，又保证了孔的位置度。该检具定位精度要求高，用一般的机械加工手段难以达到所规定的精度要求。如果采用调整法装配，便能达到要求精度。其主要依据是用标准样件调整，样件的精度要求工件的键槽角度为±0.01°，沉孔位置度为±0.03mm以内，加工出这样的样件以三坐标测量仪的检验数据来调整机床程序，并与三坐标测量仪的检验结果相互比较。

下面是调整检具的步骤：

（1）把定位心轴支架按加工好的螺纹进行装配，螺钉不要旋紧。

（2）把标准样件装在定位心轴上，样件24个ϕ21孔实测ϕ21.06mm，在用事先加工好的软检验插销尺寸为ϕ21.01～ϕ21.02mm插入样件孔内。

（3）用检验量块插入定位心轴与样件槽中，拧紧定位心轴螺钉。直到检验量块取出与插入没有大的阻力。旋紧螺钉，配作定位销。

（4）看定位销与齿的接触情况，带紧螺钉，用红丹粉看定位销与齿面的接触，调整到接触良好，配作定位销。

（5）把样件装在另一边，用软插销插入孔中，看定位销与齿面接触情况，调整到接触良好，旋紧螺钉，配作定位销。

5. 工件的检验

键宽的检验是根据键宽尺寸要求，设计了专用的键宽塞规，该塞规分为通、止端，工件检验时，应该通端必须通过而止端不能通过。用调整好的专用检具和键宽塞规，检验加工完成的编号为1与2的工件，检验结果合格。用三坐标测量仪复检上述工件，检验结果也合格。

6. 结语

根据以上方法调整的检具具有定位准确、检测精确和使用方便的优点并且任意抽取该检具检验的产品在三坐标上检，其结果一致。该检具的调整方法可广泛应用于同种或类似产品的检测上。**MW**

（收稿日期：20111204）