碟形砂轮金属模加工

茂名市技工学校 （广东 525000） 王建天 莫志豪

我们实习工厂接了一批碟形砂轮金属模加工任务（见图1），数量有300件。这批零件是某砂轮厂用作生产砂轮的模型（以下简称碟形工件），其外形尺寸的精度要求一般，但位置精度要求较高（精度等级为IT8），且工件长度只有4mm，该零件的外形装夹起来很困难。

按常规的装夹加工方法，用卧式车床加工很难保证工件的质量，且时间也不允许。根据上述情况我们决定用GSK980T数控车床加工，并设计一套装夹心轴进行车削。

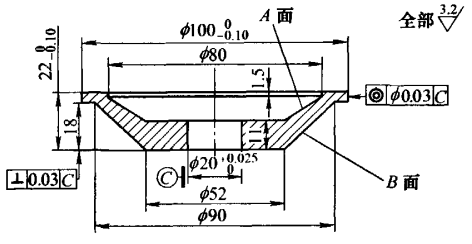

图1 碟形砂轮

1. 该工件的加工难点

这批工件的毛坯是厂家提供的钢板气焊切割坯料，材料是10钢，尺寸是ϕ105mm×24mm，加工后的零件如图1所示。外圆相对于基准孔$\phi20_{0}^{+0.025}$mm的同轴度要求≤0.03mm，表面粗糙度值R_a=3.2μm，端面相对于基准孔的垂直度要求≤0.03mm，该零件如果按普通的车削工艺，先车外圆、*A*面和内孔，再以外圆定位车*B*面，外径只有4mm的宽度，装夹位置太少，很容易夹坏工件的外圆，影响工件表面质量；如反过来先车外圆、*B*面和内孔，再以外圆定位车*A*面，也遇到相同的问题。如何保证工件的装夹位置及表面质量是切削加工的难点。

2. 确定工件加工方案

通过对该零件形状尺寸的综合分析，由于该零件的内孔和外圆表面间的同轴度及端面和内孔轴线间的垂直度均有较高的要求，为了达到这些要求，我们决定采用互为基准的原则加工内孔与外圆，即先粗加工外圆，把外圆车至ϕ103mm，*A*、*B*两端面车好，再以外圆为精基准加工孔，把孔尺寸加工至$\phi20_{0}^{+0.025}$mm，最后以内孔为精基准精加工外圆以及其他各面的加工顺序，为了获得较高的位置精度，必须采用定心精度高的夹具。为此，我们进行了该零件夹具（心轴夹具）的设计和制作。如图2所示。

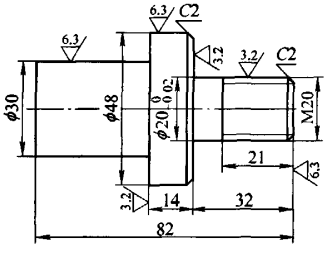

图2 心轴主体

3. 定位误差与定位精度分析

零件是以圆孔为基准，采用心轴定位，由于心轴制造不准确（有误差），定位基准相对于夹具上定位元件的起始基准发生位移，就会产生定位误差，要保证内孔和外圆表面间的同轴度要求，必须使定位误差满足定位精度要求。

零件与心轴间隙配合，零件因自重而始终使圆孔与心轴的上母线接触，单边接触（见图3），径向定位误差仅在*Z*轴方向，且向下，即：

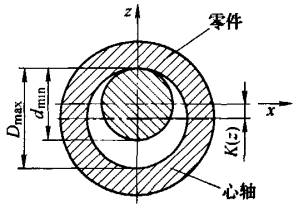

图3 间隙配合单边接触定位心轴定位误差

$$K(z)=\frac{1}{2}(D_{max}-d_{min})$$

$$D_{max}=D_{min}+\Delta A$$

$$D_{min}=d_{max}+\Delta B$$

$$D_{max} = d_{max} + \Delta A + \Delta B$$

$$d_{min} = d_{max} - \Delta Y$$

$$所以\ K(z) = \frac{1}{2}[(d_{max} + \Delta B + \Delta A) - (d_{max} - \Delta Y)]$$

$$= \frac{\Delta A + \Delta B + \Delta Y}{2}$$

式中 D——零件圆孔直径

d——心轴外圆直径

ΔA——零件圆孔直径公差

ΔB——心轴外圆直径公差

ΔY——定位副间最小配合间隙

对于一批零件的圆孔与心轴配合，ΔY 始终是不变的常数，可以在调整刀具尺寸时加以消除。因此，最后得出的定位误差为：

$$K(z) = \frac{\Delta A + \Delta B}{2} = \frac{0.02 + 0.025}{2}mm$$

$$= 0.022\ 5mm \leqslant 0.03mm$$

这时，X 轴方向的径向定位误差 $K(x) = 0$。所以心轴定位采用 $\phi 20^{0}_{-0.02}$ mm 配合能满足内孔和外圆表面间的同轴度要求。

4. 心轴夹具的制造

心轴夹具包括定位装置（心轴主体）和夹紧装置两部分，心轴主体与机床通过三爪自定心卡盘连接。如图 4 所示。

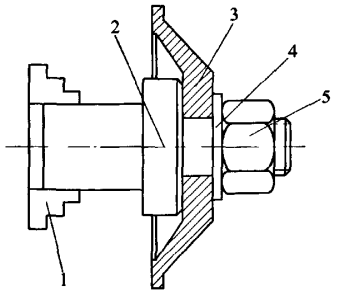

图4 夹具装配图

1. 三爪自定心卡盘 2. 心轴主体 3. 工件 4. 垫圈 5. 螺母

心轴材料为 35 钢，规格为 ϕ50mm×95mm 的圆钢棒料，先车最大外径 ϕ48mm，长为 52mm，接着车 ϕ30mm×40mm 夹持部位，然后调头以 ϕ30mm 作为定位，用 90° 外圆车刀将零件车至 $\phi 20^{0}_{-0.02}$mm，此处是心轴安装零件的定位基准，所以一定要保证垂直度、尺寸精度和表面粗糙度。再把螺母位置的直径车至 $\phi 20^{-0.20}_{-0.30}$mm，并加工出 M20mm 的粗牙普通螺纹，用 45° 弯头刀倒锐角后心轴夹具全部制作完成。

5. 碟形工件切削用量的选择

碟形工件的加工方案编制详细、合理，可作为该工件的工艺过程。为了提高生产效率，降低生产成本，保证加工质量，必须科学地选择切削用量。切削用量的正确选择可以保证工件的质量要求，并在工艺系统强度和刚性许可的条件下充分利用机床功率，发挥刀具切削性能。因此，合理选择切削用量，就能够达到顺利、高效和稳定的目的。

（1）背吃刀量选择 气割法兰毛坯，在加工时一般要刀尖切入工件内部，这样可以使刀尖不与表面硬化层接触，延长刀具的使用寿命。据测量碟形工件的气割毛坯单边余量为 2～3mm，如果刀具刃磨合理，这样的余量可一次走刀切完，一次切完的好处是外圆毛坯的不规则外形可以有利于车削中有效断屑。所以碟形工件的外圆背吃刀量为 2～3mm，但是由于装夹的原因，外圆的车削要分两次进行。

A 面斜面的车削用外圆车刀横向装夹由内向外车削，但由于受车刀底部和工件形状的限制，背吃刀量为 2mm。

B 面凸斜面的车削用端面车刀由外向内循环车削，考虑心轴的夹紧力，背吃刀量定为 3mm。

（2）进给量的选择 选择进给量是切削用量的关键，选小了会降低车削效率，选大了又会影响工件的加工质量。根据碟形工件背吃刀量来分析，外圆是一次车完，进给量太大会影响工件表面粗糙度，选外圆的进给量 0.20～0.33mm/r。粗车 B 面凸斜面进给量也选为 0.20～0.33mm/r。

（3）切削速度的选择 由于碟形工件是气割毛坯，切口表面较硬，如选用高的切削速度对刀刃伤害很大。车削外圆时为延长车刀的使用寿命，切削速度选择为 80～100m/min；A、B 两面的车削都是横向进给，两表面都较平整或已车平整，为了提高效率，应选择较高的切削速度，决定为 110～130m/min。

此时碟形工件主要部位的切削用量大部分选择完毕，为后面制定数控车床的加工程序提供了有效的依据。

6. 使用效果

用心轴装夹碟形工件加工凸斜面，装夹牢固，完全满足数控车床各种切削用量的要求。同时心轴定位基准孔 $\phi 20^{0}_{-0.02}$mm 是由数控车床程序控制车削，加工误差很小，所以加工精度也符合该工件的工艺要求，加工效率也超过我们预期的效果，厂家经过使用对我们加工的这批产品很满意。**MW**

（收稿日期：20081117）