

正时齿轮室砂型铸造模具的 优化编程加工

江苏泰州博日电脑职业技术学校 (225300) 花杏华

随着数控机床在模具企业中的应用越来越普及, 各种各样模具的数控加工纷纷进入我国市场, 数控加工企业利用这个巨大的市场不断加大自身设备和相关技术人员的投入, 使得中国在世界制造业中扮演着越来越重要的角色。如何合理规划模具的加工工艺, 在缩短模具的制造周期的同时尽可能减少模具的加工成本就显得非常重要了。本文就以典型的薄壁铸件——Y485T型柴油机上用的正时齿轮室铸造模具的加工为例, 来详细讲述其优化编程加工过程。

1. 砂型铸造模的结构特点

砂型铸造模与常规的注塑模具不同。注塑模具设计主要要求精度准确和批量生产, 注塑模具的设计以产品成形为主, 要求一次性成形, 达到产品的使用要求; 而砂型铸造模具属于毛坯模, 其生产出来的铸件必须经过机加工才能达到产品的使用要求。砂型铸造模具主要考虑铸造工艺和铸造生产条件, 很多情况下, 砂型铸造模具设计是最复杂的, 铸造模具设计时除考虑收缩率外, 还需要重点考虑各个不同加工表面所需要留放的机加工余量、铸造圆角、铸造拔模斜度等因素, 有些细小待加工部分在开模时必须先填实, 等铸造毛坯出来后, 再进行机加工才能达到产品要求。

2. 上、下砂型模具设计

现在我们使用Pro/E软件, 利用其提供的各种特征功能, 依据生产厂家提供的Y485T型正时齿轮室二维图要求和铸造模具的技术要求, 建立Y485T型正时齿轮室三维毛坯模型, 结果如图1所示。

在Pro/E软件的“铸造型腔”模块中, 我们依据正时齿轮室三维毛坯模型及其形状特点, 合理设

计分型面后, 将砂型的工件分割成便于开模的上、下两个砂型。再依据两个砂型, 利用Pro/E软件的相关功能, 设计出能快速生产上、下两个砂型的相应的两个金属模具, 结果如图2所示。



图1 Y485T型正时齿轮室三维毛坯模型

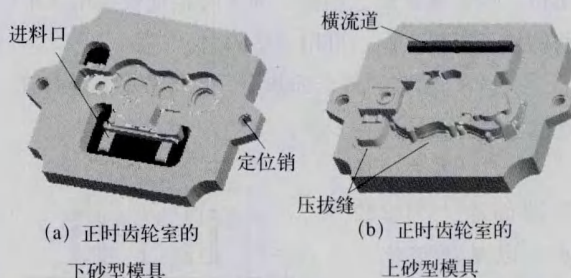


图 2

3. 砂型铸造模具的加工

现在的任务就是怎样加工成图2所示的模具形状。我们先选定该模具的材料为QT600, 请木模工制作模板形状, 厚度分别为75mm (用于下砂型模具) 和130mm (用于上砂型模具), 收缩率设计为1%。以木制模板为模具, 浇铸制作出上、下砂型模具所需要的毛坯, 再将该毛坯放在该公司的龙门铣床上进行基准面的加工, 然后到FANUC-0i加工中心上, 通过编写的数控加工程序进行成形表面的数控加工。

(1) 工艺规划 图2所示的模具零件中, 下砂型模具为腔体件, 其成形曲面相对来说较复杂

些,包括很多加强筋,需清角加工时,就要考虑用小直径的刀具,但凹槽深度又比较深,最深处达61.8mm,这样小直径刀具加工时伸出长度偏长,就容易出现断刀现象。上砂型模具为凸体件,其凸出分型面高度也比较高,最高达65.65mm,加工难点也是在清角处理时,小直径刀具悬伸长度偏长,易出现断刀现象。

拿到的模具毛坯是一块长方形球铁块,必须先加工出一个角上的三个基准面,为下一步编程加工确定坐标系做准备。在此,我们将除了成形表面以外的所有面加工安排在龙门铣床上,分粗、精两步加工。龙门铣床粗加工切削力大,可使用大的切削量,速度快,可以将模具的外形长宽尺寸和下底面都直接加工到位。上、下模的分型面也在龙门铣床上先粗加工,在接近成形表面的分型面部分适当多留点加工余量,以确保成形面完整无缺地加工出来。周边加工完成后,成形曲面的加工就安排在加工中心上,通过编程加工来完成。其过程为:先用大直径面铣刀精加工分型面到尺寸→用大直径平底刀粗加工成形曲面及接近成形表面的部分分型面→用不同小直径的刀具粗加工局部小空间的细微结构→用球刀进行成形表面的精加工→加工两个 $\phi 35\text{mm}$ 的定位销孔。

(2) 编程加工 为便于数控编程,在此先将砂型铸造模具的三维图形通过igs格式转换到MasterCAM软件中,通过MasterCAM软件来进行电脑自动编程,结果如图3所示。

编制加工程序前需先确定工件的加工坐标系。在此确定坐标系的X轴零点在左侧定位销孔中心线上,Y轴零点为毛坯工件的宽方向分中,下砂型模具的分型面为Z轴零点;对于上砂型模具,从分型面向上提升65.65mm为Z轴零点(因凸出分型面的最高处为65.65mm),结果如图3所示。这是我们编程时在电脑上使用的坐标系,下砂型模具的所有编制的刀具路径如图4所示。

现以下砂型模具为例,讲述其编程加工过程。由于毛坯是实芯的平板,因此要加工成图2所示的完整的下砂型模具,其加工余量还属于比较大的。我们先用 $\phi 37.5\text{mm}$ 的面铣刀加工出分型面,在此读者要注意,不能一步加工到位,需要分为几个工步:①夹紧图3a中的A、C两点,避开夹紧点,精

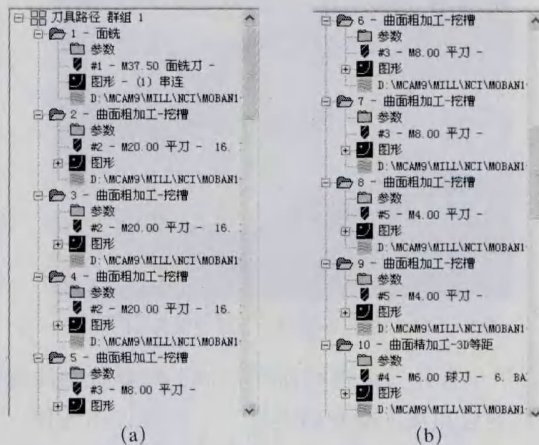


(a) 下砂型模具



(b) 上砂型模具

图3 砂型模具



(a)

(b)

图4 下砂型模具的刀具路径

加工光出大面到要求的厚度。②夹紧图3a中的B、D两点,拆除A、C两个夹紧点,避开夹紧点,再次光大面到要求的厚度。③整个分型面加工完成后,以确保周边加工余量均匀为依据,划线找正,确定两个 $\phi 35\text{mm}$ 定位销孔中心点的位置。以已加工完成的分型面为Z轴零点,以左侧的定位销孔中心点为原点,以两定位销孔的连线为X轴正方向,确定工件坐标系。这是实际加工时,在数控机床床上确定的工件坐标系。现分别在A、B、C、D四点处夹紧,为后面成形表面的粗精加工做好准备工作。

工件坐标系确定下来后,我们就以其为基准,校对各个加工用的刀具。用 $\phi 20\text{mm}$ 的平底刀进行曲面挖槽粗加工。从图4和图5可以看出,我们分三个不同区域编写了三道路径,这样可减少很多的空走刀,节省了加工工时。由于刀具直径的原因,很多细小地方没有加工出来,加工结果如图5所示,A处的外形没有加工到位,B面上的所有加强筋都没有加工出来,C处的圆台面也没有出来,为此就必须考虑分别用 $\phi 8\text{mm}$ 的平底刀和 $\phi 4\text{mm}$ 的平底刀再次进行局部地区的曲面挖槽粗加工,其路径参见图4所示。进行二次粗加工编程时,就要考虑加工深度的范围选择要合理,范围太大了,空走刀就会增多,浪费加工时间,范围太小了,小刀具会碰到大的切削余量,引起断刀或崩刃现象。对于细小且较深的区域,现代通常的加工方法是采用电火花机床的电火花加工,由于该公司设备条件的限制,没有电火花机床,因此我们只能考虑用小直径刀具来加工。

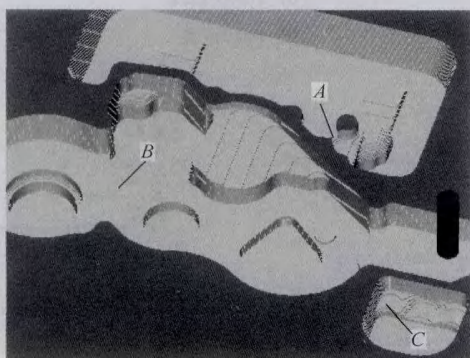


图5 $\phi 20\text{mm}$ 平底刀粗加工下砂型模具后的形状

用小直径刀具进行曲面粗加工时要特别注意刀具参数和加工参数的设计,一旦设计不合理,也会出现刀具折断或崩刃现象。因此这些参数设计时既要考虑经济效益,又要考虑刀具的强度,在此我们设计的参数如图6、图7所示,采用螺旋式下刀的方式,防止直接下刀引起刃口崩裂,在挖槽参数中,依据实际零件的加工情况,选择不同的深度参数。所有的粗加工结束后,我们选用 $\phi 6\text{mm}$ 的球刀进行3D等距曲面精加工,考虑到机床的工作能力和保证加工出零件的表面粗糙度,在此设计 $F=1\ 200\text{mm}/\text{min}$, $S=3\ 000\text{r}/\text{min}$,下刀速率为 $300\text{mm}/\text{min}$,最大切削间距为 0.12mm 。由于空间的限制,有些局部区域还没有精加工到位,此时再选择 $\phi 4\text{mm}$ 的球刀进行局

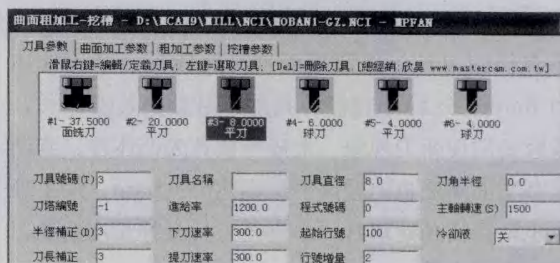


图6 $\phi 8\text{mm}$ 平底刀粗加工刀具参数的设计

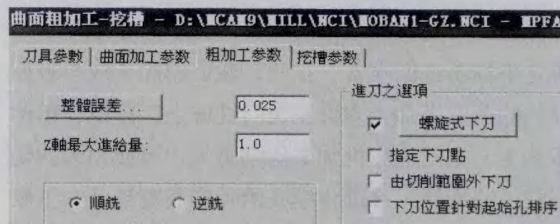


图7 $\phi 8\text{mm}$ 平底刀粗加工参数的设计

部区域的3D等距曲面精加工, $\phi 4\text{mm}$ 球刀由于直径偏小,其强度也受到限制,为保证刀具不受损坏,设计较小的进给量,加工参数设定为: $F=800\text{mm}/\text{min}$, $S=3\ 000\text{r}/\text{min}$,下刀速率为 $300\text{mm}/\text{min}$,最大切削间距为 0.1mm 。

所有成形表面都加工到位后,就可继续进行下面的工作了。即加工两个 $\phi 35\text{mm}$ 的定位销孔,在此我们采用了钻孔→扩钻→扩孔→铰孔的工序。即采用 $\phi 16\text{mm}$ 钻头打底孔, $\phi 27\text{mm}$ 的钻头扩孔,再用 $\phi 33.5\text{mm}$ 扩孔刀扩孔,最后用 $\phi 35\text{mm}$ 的铰刀将孔铰至尺寸,达到设计要求。

上砂型模具也可用相似的操作步骤加工出来。图8所示为用 $\phi 20\text{mm}$ 的平底刀对上砂型模具进行曲面挖槽粗加工后的状态,图中的A、B、C、D、E等处没有加工到位,还需要设计小直径刀具进行后继的曲面挖槽粗加工,刀具参数和加工参数的设计与加工下砂型模具时的参数相似。

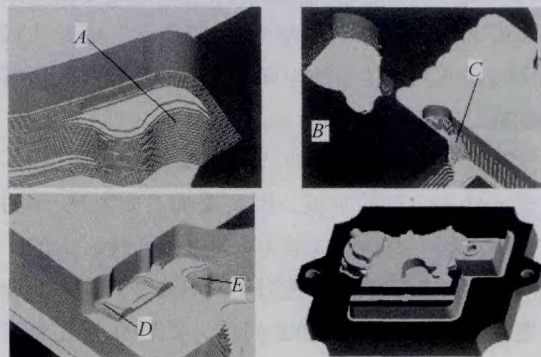


图8 上砂型模具粗加工后的状态

凸轮轴磨削棱面数字化测量方法的研究与探索实践（下）

神龙汽车有限公司 （湖北襄樊 441003） 叶宗茂

2. 振纹分析软件检测凸轮轴棱面高度的应用实践

我们在2008年11月验收德国Junker两台凸轮轴磨床时，供应商以磨削棱面无量化标准问题与我们检查人员产生了分歧，拒绝调整设备。我们就利用ADCOLE测量机上的振纹分析软件，在该品种凸轮轴磨削工序OP50的凸轮升程误差测量程序中加入了几行颤动分析指令，输出颤动分析报告，但就谐波范围的如何划分、颤动分析方法的选择、颤动分析报告的选择等几个方面遇到了问题，其中最关键、最有可能产生争议的几个问题是：对不同的谐波区域如何设置有意义的公差、哪些谐波范围的振幅是棱面，哪些谐波范围的振幅是颤痕，哪些范围振幅又有可能是测量机的噪声不应当分析，以及如何与目视测量相对应等等，由于ADCOLE凸轮轴振纹分析软件是近年来才开发的，再加上振纹分析没有标准或规范，国内汽车行业应用的很少，国际上也不多，因此，无法借鉴同行业的经验数据。于是我们通过大量检测零件，同时查阅了大量资料和国际上少数几家的应用案例，最终解决了这几个关键问题。

4. 结语

在该模具的加工过程中，由于事先对模具结构特点进行了分析，依据其特点来进行合理的工艺规划和加工程序编制，使整个加工过程非常顺利，不仅没有断刀现象的发生，而且缩短了在加工中心上机加工的时间，减少了由于断刀引起的换刀、对刀时间，提高了模具企业的经济效益。MW

（收稿日期：20120228）

谐波范围的划分主要是确定我们进行颤动分析时选取多大的频率范围，将频率范围划分为几个区域比较合适，以及每个区域的开始频率与结束频率如何选择。我们当时解决这三个问题主要依据是圆度测量时滤波器选择方法的国际推荐标准，美国三大汽车公司的一些凸轮轴产品的技术要求，日本几个主要汽车零部件制造商的凸轮轴产品的技术要求，ADCOLE测量公司的一些经验数据及汽车行业圆度测量普遍采用的一些经验数据，结合我们自身产品的技术要求与实际测量试验的结果，确定了我们进行该产品颤动分析时的频率范围为45~350UPR，划分为7个区域：45~75UPR、76~89UPR、90~119UPR、120~169UPR、170~230UPR、231~305UPR、306~350UPR，每个频率范围首先预置一个较大的振幅作为最小初始公差值，分别为0.000 50、0.000 45、0.000 04、0.000 035、0.000 030、0.000 025、0.000 020，单位mm，最终的公差需要根据收集的大量零件测量结果的颤动分析报告结合零件功能试验结果再最终确定，以便确定最佳的质量控制精度。

我们选用的数据分析范围为0°~359°，即凸轮轴一周360°范围内数据，主要考虑凸轮轴一周内均有可能产生振纹。选用的颤动分析方法为标准方法加上去除在区域1开始的80%UPR数据的方法，即第三种分析方法，目的就是去除轮廓误差、形位误差对棱面或振纹分析的影响。选用的颤动分析报告形式为条形图和线性图二者均有的图形报告，目的是可以清晰观察最大振幅所处的频率范围和振纹在整个频率范围的波动趋势。

于是我们开始了建立“基本”频谱的测量试验和收集工作，我们根据棱面目视检查的结果选择了