

与基于NX汽车倒后镜凹模的数控加工工艺研究

段林海

广州市白云工商技师学院

[摘要]用汽车模具类产品加工中非常有代表性的倒后镜凹模为例,以NX典型编程软件为平台,对零件进行特征分析,对加工难点提出解决策略,合理规划加工工艺,解决这一类复杂曲面的加工,取得了比较好的加工效果。

[关键词]数控加工;NX编程;曲面加工

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.826

一、引言

如何保障模具零件曲面加工质量一直是数控加工中比较复杂的问题,普通的机械加工很难达到质量要求或者根本无法加工,通常需要数控三轴机床或五轴联动机床才能保障曲面加工质量。NX是Siemens PLM Software公司出品的一个产品工程解决方案,它为用户的产品设计及加工过程提供了数字化造型和验证手段。NX加工模块有非常友好的编程界面,用户可以在图形方式下观测刀具沿轨迹运动的情况并可对其进行修改,对刀具轨迹进行延伸、缩短等,NX良好的操作性和强大的综合性能使得在模具设计与机械加工领域具有广泛的应用,特别是在数控加工领域处于领先地位。

二、NX曲面加工特点

模具产品的加工中一般分为粗加工、半精加工和精加工,针对各种类型的产品特点NX提供了4种二维加工刀路6种三维加工刀路,各种刀路都有其实际的特点与应用场合。曲面产品一般都是三维刀路,其中,型腔铣刀路多数用于开粗,主要作用是去除模具上的大部分余量,故只要数控刀具能到达的区域都会产生刀路轨迹。型腔铣用于二次开粗刀路为了提高加工效率,模具开粗加工的时候都使用直径较大的刀具,故当模具型腔的结构较复杂时,那么开粗完成后还留有大量的余量,这个时候需要较小的刀具进行二次开粗,去除狭窄处的余量。深度加工轮廓(等高轮廓加工)主要用于模具中陡峭区域的半精加工或精加工,其刀路贴着陡峭区域的外表面,每层刀路的高度是一样的。区域轮廓刀路主要用于模具中平缓曲面的半精加工或精加工,刀路的形状沿着曲面的形状走,刀路在曲面上的空间距离保持一致。清根驱动主要用于清除工件中凹圆角上的余量,清角的时候多使用小球刀而不用牛鼻刀或平底刀。

三、产品曲面分类与曲面造型

如图1所示为汽车倒后镜凹模,是一个非常典型的曲面零件,囊括了曲面造型的所有特点,有平坦面,狭窄面,拔模斜度的凹槽面、比较平坦的曲面、陡峭曲面及狭窄相交曲面等。

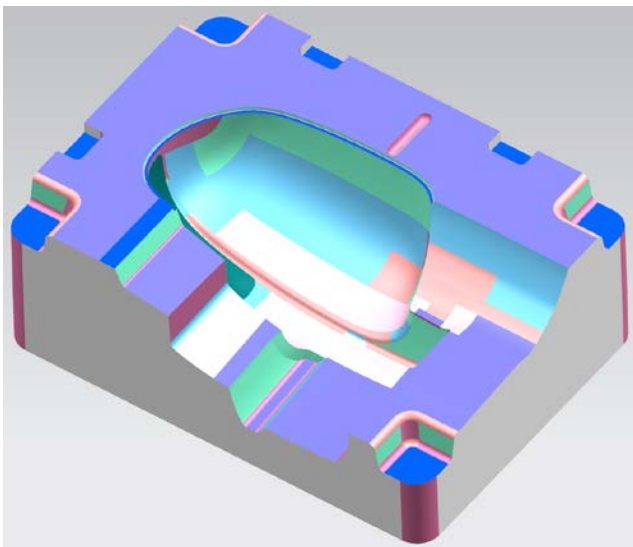


图1汽车倒后镜凹模

理解不同的曲面造型方式有助于我们理解曲面的构成,对于曲面加工分类具有决定性作用。虽然各个软件都可以直接使用三边来直接进行曲面造型,但通常会造成得到的曲面收敛,有的情况下甚至会影响到薄壳等后续的操作;因此在一些要求比较高的场合通常都会把三边面转化成四边面来构建,比如首先构建三边面然后通过剪切的方法得到四边面,也可以直接通过创建假设的四边面然后裁剪成三边面。对于实际的产品外观曲面,通常由于功能的要求而造成外观曲面的不完整和不规则,如果直接使用这些真正的轮廓曲线来造型(相贯曲线)那么很难得到高质量的模型。根据已有的形状通过添加假想的截面来还原曲面被修剪前的形状就可以避免使用这些不规则的轮廓曲线来造型,从而简化造型工作和得到更高质量的模型。

虽然这样可能会造成和原始轮廓曲线的偏差,但在大部分情况下,这样的偏差都会被产品的实际需求所允许的,这个方法特别在于逆向造型中应用更为广泛和有效。

在这个方法中,如何逼近原始轮廓曲线是其中的关键,而起决定因素的便是假想截面的创建了。为了让结果更容易调节,创建这个截面的时候建议使用“预期截面”方法,具体的说就是添加的假想截面最好是根据产品已经存在的真实截面来采用统一的方法来构建,如果已有的真实截面是圆弧加圆角构成,那么假想截面最好也采用同样数量的圆弧加圆角来组成;如果已有的真实截面是由二次曲线构成,那么假想截面也采用二次曲线构成。

(一) 产品结构分析与工艺要求

复杂多样的结构是该产品明显的特点,汽车倒后镜凹模主体曲面部位光滑平顺,主要由三大曲面过渡连接组成,最大加工深度91mm。产品滑块部位侧面由光滑曲面过渡到陡峭面,靠近分型面的曲面起伏程度比较大,几乎成90度。底部曲面造型简单,成U型与船体型与主体相连。其中陡峭位置拔模斜度为5°,狭小部位最小宽度为7mm,深度为97mm。船型曲面一端与大曲面相交,另一端是倾斜面,拔模角度为15°,深度为75。三处主体曲面相交处最小半径分别为R4mm和R0.5mm。

加工要求曲面轮廓光滑过渡,棱角分明,除了保证应有的各位置尺寸精度外,还需要达到Ra1.6的表面粗糙度。模具材料为S136钢,毛坯尺寸为400X290x160mm。加工时使用钨钢模具铣刀。

(二) 加工难点与加工策略

由于该产品曲面形式多样,单一的刀路无法满足各种不同特征面,因此保障各曲面刀路均匀间隔一致是重点要解决的问题。开粗后对曲面进行结构划分,对于平坦面采用区域轮廓刀路,对于陡峭面采用深度加工轮廓刀路,对于交线位置和狭小位置则采用清根驱动刀路。将加工区域分为8个特征位置,针对六面体特征,选取毛坯时可以选择与主体特征相适应的材料,采用平面铣削或者外形铣削完成加工,以高效率完成材料去除。针对槽位特征,可以用圆鼻刀或平刀加工,然后精修底面和侧面。针对流道特征,可以用成型刀加工。关于倒后镜镜片安装位,可用小平刀完成加工。侧位滑块位特征,可用R刀具完成开粗和精加工。对于后面的整体U型曲面位,船型曲面位则按曲面各自情况分别加工,对于三

曲面相交位置, R半径较小, 为可以交线清角或者等高轮廓驱动方式完成加工。

1. 大刀具整体开粗, 提高效率

粗加工时, 考虑加工效率, 将整个模具的内外结构作为一个整体, 包含普通外形和内部曲面。使用较大的模具铣刀进行开粗, 依据产品的总体结构和细节, 为减少对刀和换刀次数, 尽可能的一次开粗完成大多数位置材料去除, 优先考虑采用大刀走型腔铣刀路, 保障后续加工余量均匀, 开粗深度为0.5mm, 采用浅切快走方式, 选斜降式进刀保护刀具。在流道位置提取辅助线, 为后续成型刀具流道加工编程提供辅助参考。在平刀与球刀的交互过程中, 我们需要留意, 如果是水平的平面, 一般情况下平刀的平面加工效果会优于球刀, 所以在拆除平刀前, 要考虑该刀具是否还有使用价值, 尽可能一把刀具完成多的加工, 避免复返对刀拆刀降低了工作效率。

2. 多次换刀残料跟踪, 保证余量统一

由于刀具大小的不统一, NX编程过程中往往会出现残料不均匀, 被加工件会在侧面、平面、陡峭面、拐角处、曲面留下残料。残料的不均匀会导致后续的加工中断刀、撞刀、弹刀、粘刀等各种加工异常情况出现。一般情况下, 残料的追踪有三种方法: 第一种是参考刀具, 参考刀具就是本次加工参考上一把刀具的直径。大多数情况下, 可以建立一把比上一次加工大一点的虚拟刀具, 这样做的好处是避免过切。参考刀具优点是计算机计算速度快, 开粗占用内存少, 计算出来的刀轨布局均称, 减少了进一步优化时间, 如果是等高外形刀路, 则抬刀比较少, 刀路连续性比较好。缺点是这种刀路不适合狭小部位的二次开粗, 在比较狭小的位置, 需要设置不同的下刀方式, 这样容易造成撞刀危险。第二种方法是基于层的二次开粗, 这种二次开粗方法比较好的是很容易找到第一次开粗后留下的弯角处, 台阶处的余量。这对加工大型和复杂性零件来说, 精准的找到上一次工序的余量可以在后续的操作使用其他刀具高效率切削拐角处, 缺点是此种方法每次需要计算前几次工序, 如果计算机配置不够会浪费加工时间。第三种是基于3D的二次开粗, 这种开粗方式是把前几次切削后产品实体生产一个新的实体, 再用新的实体去比较最终的产品从而得出剩下的余量, 这种方式好处是不必担心刀具过载或者哪里没有切削到, 不必担心残料会一次被切削出来, 也不用考虑毛坯的设置, 能避免多切削。但是缺点是会产生比较多的空刀路, 另外在计算前几次工序需要浪费时间。每一种残料方式都有其适用的场景, 我们可以依据不同的产品特征进行合理的规划设计, 选取合适的方式。在开粗结束后, 通过3D动态与静态仿真, 观察开粗后余量情况, 在重播刀轨窗口选择刀轨线观察刀位点深度与实际设置余量深度是否一致, 通过更换小一号刀具跟踪上次加工, 力求保障各个曲面位置底面和侧面余量尽可能均匀。

3. 球刀区域轮廓加工细化余量

半精加工时, 为消除开粗和残料追踪后曲面与曲面或曲面与平面之间不均匀的残余高度, 我们可以换上球刀或圆鼻刀进行半精加工, 在半精加工中, 可以设置进一步减少精加工余量, 针对曲面的结构位置和形状特征, 可采用区域铣削或流线等多种驱动方式, 设置曲面与曲面之间0.2mm的重合度, 以保障加工位置的全覆盖。需要说明的是, 在开粗和半精加工中, 有非切削移动设置, 为减少不必要的抬刀, 刀具在各区域之间的移动, 可以设置为前一平面移动。而在区域内, 也可以选择前一平面进刀和抬刀, 以减少刀具反复上下所浪费的切削时间, 从而缩短加工时间。

4. 细分区域精加工, 保障曲面加工质量

精加工时, 不同的曲面结构适用于不同的刀路。根据实际经验, 对于汽车倒车镜凹模船型曲面可以采用流线精加工刀路。相比曲面区域铣刀路, 由于曲面流线刀路对曲面造型要求比较高, 能产生沿着曲面加工的刀路, 而且流线铣削刀

路不会在高度跨越大的区域产生较疏的刀路, 能较好地保证刀路间距的一致性, 同时还能控制残脊高度, 因此可取得较低的表面粗糙度。在U型曲面与船型曲面相交区域需注意增加检查体, 以防止刀具越位发生过切。

由于滑块侧面曲面和船型曲面后侧连接部位比较陡, 且曲面空间小, 采用曲面深度加工轮廓刀路可获得良好的加工质量, 最后, 最小圆弧曲面倒圆角部位采用曲面残料精加工刀路和清根驱动刀路进行清角。

5. 加工工艺路线

通过对产品特征分析, 结合加工难点, 确认加工工艺路线: (1)用D50R5的大刀实施整体开粗, 层深0.5mm, 余量0.3mm。(2)用D17R0.8刀具实施二次残料追踪, 层深0.2mm余量0.3mm。(3)用D8平刀继续开粗狭窄位置, 去除前面刀具无法下达位置的产品余量, 层深0.2mm, 余量0.12mm。(4)用R6球刀对整体曲面进行半精加工。刀间距0.6mm, 曲面余量0.08mm。(5)用R5球刀采用流线精加工刀路对凹模船型曲面精加工。(6)用R5球刀采用区域轮廓刀路对U型曲面进行精加工。(7)用R5球刀采用区域深度轮廓刀路对滑块侧面曲面和船型曲面后侧连接部位进行精加工。(8)用R2球刀采用清根驱动刀路对三处主体曲面相交处交线进行清角加工。(9)使用成型球刀参考已经提取的流道参考线完成流道的加工。

实践证明, 以上加工工艺路线不但保证了加工质量, 表面粗糙度达Ra1.6, 而且还提高了加工效率, 如图2。

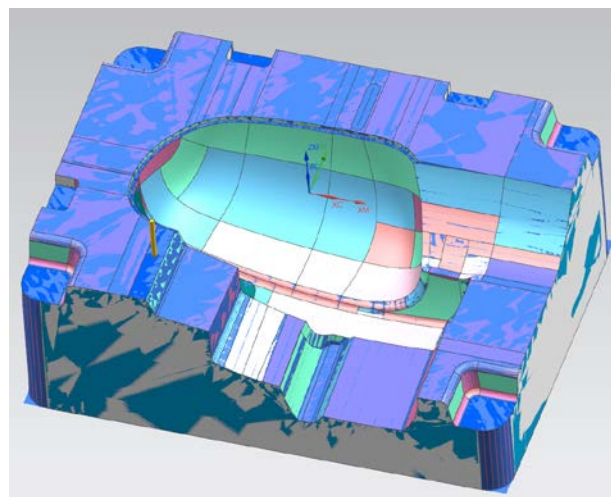


图2汽车倒车镜凹模加工效果

四、结束语

在模具类产品编程中, 针对造型不同的产品, 需要进行合理的结构分析, 区分曲面类型特征, 没有固定不变的一招吃遍天下鲜的方法, 有时候还需要对产品进行预处理, 删除影响刀路完整的孔, 对残缺位置或尖角位置进行补面, 设置检查体或干涉体等特征, 使编程后的刀具路径间隔更均匀, 走向更流畅, 必须要灵活使用。NX是一款强大的综合性软件, 对粗加工和精加工都提供了多种实用的加工方式供用户灵活选择使用。因此, 我们在应用这款软件确定数控加工工艺方案时, 必须依据实际情况, 深入细致地分析、比对, 综合各种加工方式的优缺点, 进行最大程度的优化, 以期达到最佳的加工效果, 满足加工要求, 从而保证加工质量。

参考文献:

- [1] 陈文旭. 基于NX的汽车覆盖件模具数控自动编程系统研究[D]. 华中科技大学.
- [2] 赖辉, 袁智权, 黎家宝. 基于NX软件的吊钩凹模零件加工及编程技巧[J]. 现代制造技术与装备, 2021.
- [3] 杨兴, 曹宇峰, 周鹏. 基于NX软件下汽车模具智能化制造的开发与应用[J]. 金属加工: 冷加工, 2021.