

UG在整体结构件三轴编程中的应用

■ 安庆职业技术学院机电工程系 (安徽 246003) 杨 坤

摘要: 在机械制造业, 整体结构件的加工是非常困难的。相对较大的工件尺寸、轮廓的不规则性、加工工序的复杂性等特点, 都使得制造出合格的整体结构件变得十分困难。笔者利用UG软件对某典型的整体结构件进行三轴编程, 试图展示出加工整体结构件的一般流程, 为制造出高精度的零件打下基础。

所谓整体结构件, 主要是指在机械设备中承担支撑作用的、具有一定结构性的大型复杂零件, 比如减速器的箱体和端盖、飞机起落架上的支座等。其特点主要体现在以下几点: 一是零件的尺寸较大, 加工过程中容易产生变形, 因此对于每道工序的余量、毛坯的校形、热处理工艺等要求较高; 二是零件外形的不规则性, 加大了装夹的难度。在实际生产中, 常使用工艺凸台、工艺孔, 配合线切割加工共同完成; 三是此类零件通常需要经过多次装夹, 其编程难度、对刀难度都较之其他种类的零件困难许多。基于上述特点, 本文利用UG对某典型整体结构件进行三轴编程(见图1)时, 有针对性地提出解决方案, 找出该类零件编程的一般模式。

1. 初步工艺分析

对该整体结构件进行工艺分析, 本文将整个加工工艺分为粗加工、半精加工和精加工三大阶段。每一阶段的编程加工都需要进行翻面装夹, 因此工序比较繁琐。由于整体结构件的加工容易

变形, 粗加工和半精加工之后都需要进行去应力退火、工件校形等工序。根据工件的尺寸大小, 必须预留足够的加工余量, 本文根据试验, 初步将粗加工后的余量定位1mm, 半精加工后的余量为0.5mm。

由于该零件外形的不规则性, 为了便于装夹和加工, 本案例设计了工艺凸台(见图2), 然后用压板压住工艺凸台, 最终将工件固定在工作台上。等零件加工完成后, 由钳工将工艺凸台从工件中分离出去。

2. 零件的粗加工

(1) 背面粗加工。在零件的粗加工工序中, 本案例选择

$\phi 16\text{mm}$ 的机夹刀具(刀粒的刀尖半径为0.8mm)。首先进行零件背面的粗加工: 采用型腔铣方式, 余量设定为1mm。其中重要的参数设定有两处: 一是必须将工艺凸台设置为检查体; 二是切削层只需要到零件背面即可(见图3)。

背面粗加工完成后, 利用 $\phi 12\text{mm}$ 的钻头将工件的两个通孔钻出(见图4)。因为钻孔余量为2mm, 可以省略中心钻工序, 以简化加工工艺。

(2) 正面粗加工。在正面粗加工工序中, 最重要的便是零件两边余料的去除。根据本案例零件模型分析, 采用余料轮廓切断的加工工艺。在进行余料轮廓切断时, 要注意的问题是余料在切

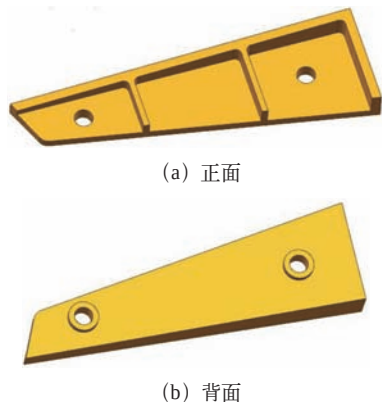


图1 典型整体结构件



图2 工艺凸台

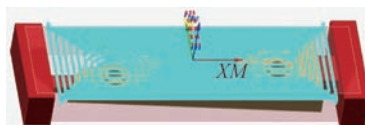


图3 背面粗加工

断掉落时会撞伤刀具，必须采取措施防止上述问题的出现。通常的做法主要有两种：一种是用压板将两边的余料固定住，避免切断时掉落；二是采用逆铣方式，使得余料在掉落时向远离刀具的方向运动。本文采用第二种方式来切断零件的余料（见图5）。在UG中使用的是平面铣方式，切削方向选择逆铣即可。

将零件余料去除之后，开始编写零件正面的粗加工程序，利用UG中的型腔铣工序，所用刀具是 $\phi 16\text{mm}$ 的机夹刀具（刀粒的刀尖半径为 0.8mm ）。在此工序中需要注意的是“修剪边界”的应用。在UG编程中，虽然前道工序已经将余料去除了，但是这两处余料依然保留在软件的模型中。如果型腔铣开粗时不使用修剪边界功能，那么UG在已经去除的余料处照样会生成加工刀路，这是没有必要的（见图6）。

3. 零件的半精加工

通常对于整体结构件，粗

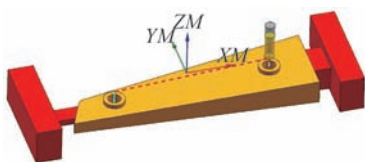
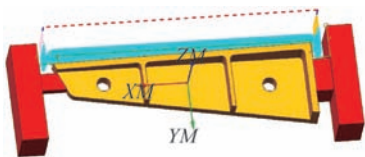
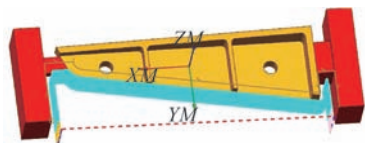


图4 背面钻孔



(a) 零件上方余料的去除



(b) 零件下方余料的去除

图 5

加工完成后不能马上就进行工件的半精加工，应该采用去应力退火，校形毛坯的加工尺寸，以便满足半精加工的要求。本案例的半精加工需要翻面装夹，首先进行工件背面的半精加工，再进行工件正面的半精加工。

(1) 背面半精加工。零件的背面有四处需要进行半精加工：孔顶面、孔底面、孔侧壁以及孔本身。由于是半精加工，孔底面和孔侧壁可以用一道工序加工完成。其加工顺序为：首先使用面铣削区域方法（刀具与粗加工相同），铣削孔顶面；其次用同样的方法铣削孔底面和孔侧壁；最后使用 $\phi 10\text{mm}$ 的立铣刀螺旋进刀，铣削孔的内壁。其中，孔顶面和孔底面各留精加工余量 0.5mm ，孔侧壁和孔本身各留精加工余量 0.2mm （见图7）。

(2) 正面半精加工。背面半精加工完成后，翻面装夹，开始进行正面的编程。在半精加工阶段，对刀操作非常重要，直接影响工件的精度。翻面后必须以垫铁为基准进行对刀，而不能使用粗加工后的毛坯面。其加工顺序是：①使用平面铣工序加工零件的两边外轮廓面，留余量 0.5mm ，所使用的刀具是 $\phi 10\text{mm}$

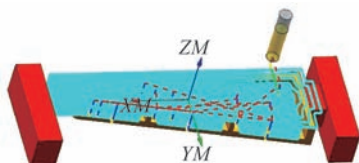


图6 零件正面粗加工

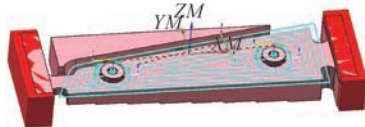


图7 背面半精加工

的立铣刀（见图8）。②使用区域铣工序（刀具为 $\phi 20\text{mm}$ 的球头刀）加工零件的斜面，留余量 0.5mm 。③利用深度加工轮廓工序（刀具与粗加工相同）铣削减重槽的内侧壁。在参数设置中，将“层之间切削”打开，顺便将底面一同加工。将切削模式设置成“顺铣”，并且选择“层优先”，以防止零件变形（见图9）。④使用 $\phi 10\text{mm}$ 的立铣刀对减重槽进行清角加工（见图10）。

4. 零件的精加工

半精加工完成以后，根据工件的加工情况决定是否要去应力退火，进行加工件校形，以满足工件精加工的要求。零件的精加工也分为背面精加工和正面精加工两个部分。

(1) 背面精加工。精加工的工序和半精加工是非常类似的。通常只需要将各工序的余量设定为0就可以了。需要注意的是孔侧壁的加工必须附加一个清根工序。因为在半精加工中，所使用的刀具为机夹刀具，刀尖有半径

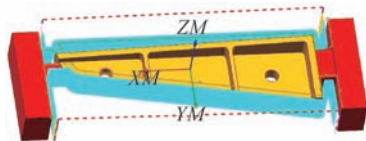


图8 零件两边外轮廓半精加工

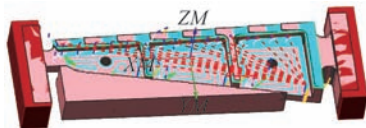


图9 零件斜面及减重槽半精加工

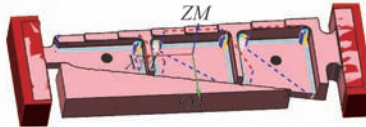


图10 零件减重槽清角加工

为0.8mm的圆弧。在清根工序中使用 $\phi 10\text{mm}$ 的立铣刀沿轮廓铣一圈即可（见图11）。

（2）正面精加工。正面精加工和正面半精加工的工序是相同的，只需将余量改为0就可以了。需要注意的是，本案例在精加工减重槽内侧壁时，选用的刀具是 $\phi 10\text{mm}$ 的立铣刀，因此不需要清角工序了（见图12）。更重要的是在正面精加工部分，本案例附加了对于工艺凸台的铣削操作（不铣断，留0.5mm转入钳工工序），是因为零件在完成了机床加工之后，还需要进入钳工工序，将工艺凸台与工件分离。为了更好地保证零件的轮廓面质量，本案例提前在机床上铣削去

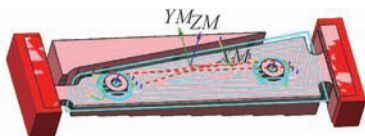


图11 零件背面的精加工

除了工艺凸台和工件的结合部分，大大方便了钳工的工作（见图13）。

5. 结语

本文利用UG软件，展示了典型整体结构件三轴编程的典型工艺方案。其要点是：该类型零件需要根据自身特点，分阶段加工，在粗加工、半精加工和精加工之间采取措施对毛坯进行校形，以判断是否满足下一步加工的要求。并且充分利用工艺凸

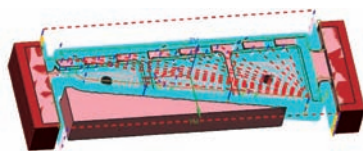


图12 工件正面的精加工

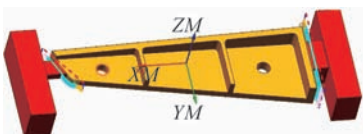


图13 工艺凸台和工件结合部分的铣削

台、工艺孔等方案来简化该类型零件的装夹和加工。对于外形不规则的工件还可以在机床加工完成后，进入到线切割工序进行下一步的处理。

参考文献：

- [1] 刘胤，胡小秋. 基于UG CAM的薄壁结构件高速铣削走刀策略研究[J]. 机床与液压，2008，36（F05）：248-250.
- [2] 李艳霞. 基于UG的型腔铣削数控编程的应用技巧[J]. 机床与液压，2010，38（20）：127-129.
- [3] 范希营，郭永环. 基于UG/NX/CAM的复杂型腔的铣削加工[J]. 机械设计与制造，2008（9）：3-4.
- [4] 刘胤，胡小秋，杨芸，等. 弱刚度结构件的加工变形控制技术[J]. 航天制造技术，2009（1）：49-53.

MW（收稿日期：20160310）

2016年1~4月机械工业经济运行情况简报

工业增加值：2016年1~4月全国工业增加值累计增长5.8%，制造业增长6.6%，机械工业增加值增速7.3%，机械工业增长分别高于同期工业及制造业1.5和0.7个百分点。同时高于2015年机械工业同期（5.8%）1.5个百分点。增加值增速从2015年低于全国工业平均水平重回高于全国工业平均增幅。

主营业务收入：1~4月机械工业实现主营业务收入71 649.99亿元，同比增长5.63%，高于同期全国工业（2.28%）3.35个百分点；高于2015年同期机械工业增速（3.9%）1.73个百分点。

实现利润总额：1~4月机械工业实现利润总额4 643.28亿元，同比增长6.36%，高于同期全国工业（6.52%）0.16个百分点；高于2015年同期机械工业增速（0.83%）5.53个百分点。

从趋势看，机械工业增加值累计增速逐月提高，当月增速有所回落。机械工业增加值1~3月比1~2月增速提高0.7个百分点；1~4月比1~3月提高0.2个百分点。4月当月机械工业增加值同比增长7.3%，低于3月（8.1%）0.8个百分点。

在机械工业重点监测的119种主要产品产量中，1~4月同

比增长的产品品种58种，占比48.74%，同比下降的产品品种61种，占比51.26%，以两位数增长的产品仅有16种。尽管同比增长的产品品种数未超过一半，但同比增长的产品品种数逐月增多。产品之间差异明显，分化继续。

汽车产品：1~4月汽车产销分别完成876万辆和865万辆，比2015年同期分别增长5.7%和6.1%，高于2015年同期1.6和3.3个百分点。4月，汽车产销分别完成217万辆和212.2万辆，比2015年同期分别增长4.3%和6.3%，产量增幅高于2015年同期3.7个百分点，销量高于2015年同期6.8个百分点。