

# DP165 高速铣削中心在叶片精铸模具加工中的应用及 UG 软件编程方法的探讨

## High-Speed Milling Center of DP165 Application of Machining Vaned Finish Moulding and Method Discussion of Software UG Programme

沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司 韩德印 杨 军

**[摘要]** 首先简要介绍了 DP165 高速铣削中心的结构特点,然后以加工精铸叶片模具榫头部分零件来介绍 UG 软件如何编程和机床的实际应用情况。

**关键词:** 高速铣削 UG 软件 拐角控制

**[ABSTRACT]** The structural characteristics of DP165(the high-speed milling center) are introduced briefly first, on the basis of machining the mould rabbet of vaned finish moulding, programme making method by software UG and the actual applying condition of machine are introduced next.

**Keywords:** High-speed milling Software UG Corner control

DP165 高速铣削中心由国外某公司生产,该机床结构设计新颖,针对模具加工具有最完善的高速高效铣削功能,特别适合航空、航天领域的薄壁零件加工,汽车行业和高新技术产业的模具加工,石墨、超硬合金等各种材料的加工,其效果接近于抛光的表面,可省去多种加工工序。

### 1 机床的结构特点

机床配备高速电主轴,转速高达 24000r/min,转速范围宽,适于高速铣削加工及模具加工;主轴锥孔适于装夹 HSK40E 或 HSK50E 型刀柄,双定位面接触能保证高速下刀柄与锥孔接触具有良好刚性,利于提高加工精度;各坐标进给速度高达 30m/min,动态响应好,运动灵活,定位可靠;可带 B 轴摆动头,可在 X-Z 平面内摆动,适于加工模具及各种空间曲面;配有应用激光聚焦测量系统,可对刀具的长度、形状进行自动预置;主轴带有冷却装置,利于高速切削下的强制冷却;配有石墨除尘装置,适于加工石墨等粉尘较多的工件;机床配有全封闭防护间,防止冷却液飞溅,保证操作安全,外观宜人。

另外,该机床配有 FIDIA C1 型数控系统,专门为高速铣削而设计。

70 航空制造技术·2010 年第 16 期

### 2 精铸模具的结构特点

需要加工的精铸模具是为某型发动机导向叶片的精密铸造重新设计的,模具整体结构紧凑。由于叶片几何尺寸较小,叶身长约 80mm、宽 15mm,因此模具的尺寸也非常小。本文以加工铸造叶片榫头部分的模具进行论述,来说明 UG 数控编程与高速铣加工的过程。模具结构如图 1 所示。模具榫头部分最大宽度为 15mm,最小宽度为 4.5mm,最大深度 9mm,最小深度为 3mm,注蜡孔部分深为 2.5mm,最大宽度 3.5mm,最小宽度 2.3mm。根据设计图纸要求榫头各部分转接圆角为  $R_1$ 。

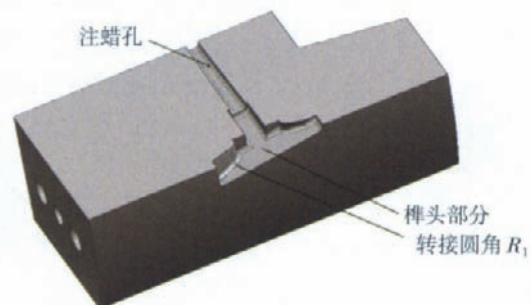


图1 模具结构图

Fig.1 Mould structure

### 3 模具装夹方式和加工刀具的选择

根据该模具的结构特点,采用在工作台上安装虎钳,利用虎钳对模具进行夹紧,使模具的两侧面一面平行于 X 轴,一面平行于 Y 轴,底面平行于工作台表面。这样有利于加工过程中的找正。

根据设计所要求的几何尺寸,选择 SECO 刀具公司专为制造小零件而设计的、带有用于高速铣的 MEGA 镀层、刀具圆周跳动 0.01mm,并带有过中心切削刃的 MINI 系列整体硬质合金铣刀。

表 1 为本次加工所选择的刀具,表中列出了本次加工所使用的刀具参数,从刀具手册推荐的线速度与转速的换算中选择了机床最大转速,可以看出如果不采用高

表1 模具制造数控铣加工刀具参数表

使用的刀具信息								刀具手册推荐最大参数				实际加工参数	
序号	刀具直径/mm	刀具类型	刀具材料	型号	刃长/mm	底角	齿数	线速度/ ( $m \cdot \min^{-1}$ )	切深 $0.2D_c$	切宽 $0.1D_c$	齿进 给/mm	进给率/ ( $mm \cdot \min^{-1}$ )	转速 ( $r \cdot \min^{-1}$ )
1	$\phi 4$	端刀	硬质合金	910040R020- MEGA	5	0.2	3	180	0.8	0.4	0.01	450	15000
2	$\phi 2$	端刀	硬质合金	920TL020- MEGA-T	2.2	0.15	2	400	0.4	0.2	0.005	240	24000
3	$\phi 2$	球刀	硬质合金	915L020- MEGA-T	2		2	500	0.4	0.2	0.005	240	24000

注: 1. 对于刀具直径为 2mm 的端铣刀在侧铣时刀具手册推荐线速度  $V_c=400m/min$  或机床最大转速, 在这里根据比较选择机床最大转速。  
2. 对于刀具直径为 2mm 的球头铣刀在仿形铣时刀具手册推荐线速度  $V_c=500m/min$  或机床最大转速, 在这里根据比较选择机床最大转速。  
3.  $D_c$  为刀具直径。

速铣机床, 使用直径为 2mm 的刀具在低转速下的加工时间将是非常漫长的, 实际上也是不允许的。

## 4 UG 软件编程方法和技巧

通过对零件结构的分析确定加工程序的步骤。

### 4.1 利用 UG 型腔铣程序去除棒头部分余量 (模具粗加工)

选择  $\phi 4$  和  $\phi 2$  端铣刀利用 UG 型腔铣程序分层切除棒头和注腊孔部分零件材料, 棒头部分使用  $\phi 4$  铣刀, 注腊孔部分使用  $\phi 2$  铣刀, 在侧壁和底面各留 0.2mm 余量, 留给后续工序来去除。型腔铣操作界面见图 2。注意根据零件形状选择切削方式, 这样刀具是从零件外侧分层向内侧切削, 可以降低刀具磨损、延长刀具使用寿命和提高加工效率, 棒头部分刀具实际走刀轨迹如图 3 所示。

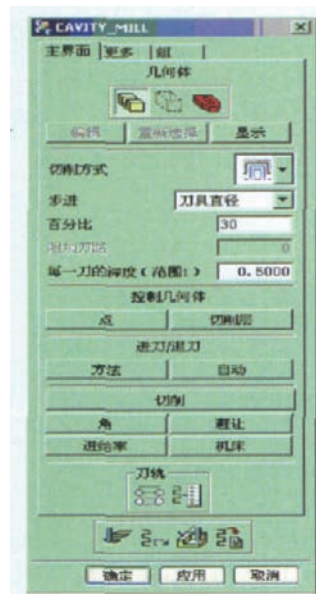


图2 型腔铣界面  
Fig.2 Interface of cavity-mill

### 4.2 利用 UG 固定轴铣加工程序精铣侧壁 (侧壁精加工)

在粗加工中零件侧壁留 0.2mm 余量, 根据情况选择  $\phi 2$  端铣刀来去除侧壁的零件材料。由于刀具刃长为 2.2mm, 本程序中选择切削深度为 2mm, 这样可以有效利用刀具刃长, 提高加工效率。注意零件底部留 0.2mm

余量。根据表 1 中给出的刀具参数, 机床转速给到最大转速 24000r/min, 精铣侧壁走刀路线轨迹图如图 4 所示。

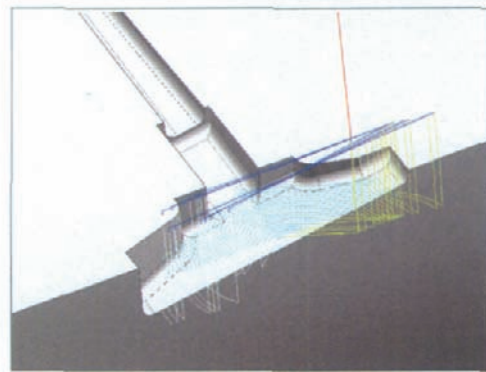


图3 型腔铣走刀路线  
Fig.3 Tool route of cavity-mill

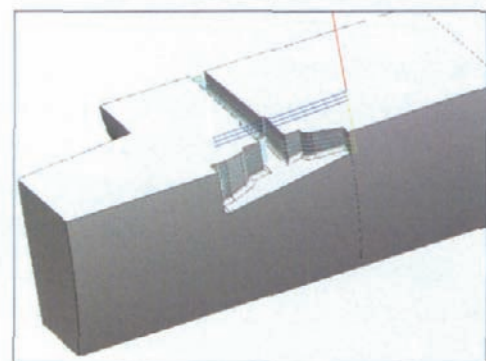


图4 精铣侧壁走刀路线  
Fig.4 Tool route of finish milling side cliff

### 4.3 利用 UG 固定轴铣程序精铣底面 (底面精加工)

在粗加工过程中零件底面留有 0.2mm 余量, 零件底面转接圆角为  $R_1$ , 因此使用  $\phi 2R_1$  球头铣刀精铣底面, 操作界面如图 5 所示。驱动方式选择“区域铣削”, 驱动面选择零件表面, 加工精度选择残余高度为 0.005mm,

这样加工出来的零件底面基本上接近设计要求的表面光度。根据表 1 中给出的刀具参数,机床转速给到最大转速 24000r/min,精铣底面走刀路线轨迹图如图 6 所示。



图5 精铣底面操作界面

Fig.5 Interface of finish milling underside

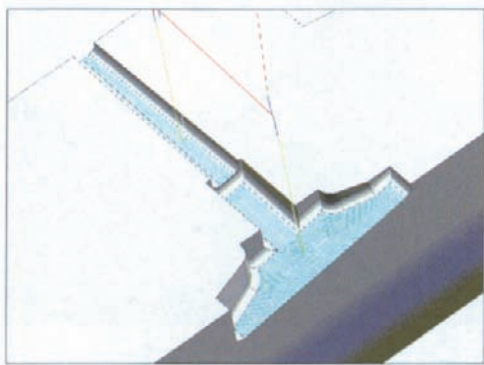


图6 精铣底面走刀轨迹

Fig.6 Tool rout of finish milling underside

#### 4.4 拐角减速问题的处理

高速铣削过程当中最重要的问题就是如何处理被加工零件的拐角问题,如果处理不当刀具将会在拐角处产生过切,直接影响零件的加工精度,甚至会使零件报废。本文在编程过程中是采用 UG 型腔铣和固定轴铣命令中角和进给率控制菜单来实现拐角减速控制的,菜单界面如图 7 所示。

### 5 结束语

以上介绍的就是利用 FIDIA DP165 高速铣削中心以加工叶片精铸模具一个榫头模具为例的全部加工过程,通过对上述模具的加工可以看出该高速铣机床非常适合于加工各种模具零件,加工效率非常高,模具零件表面质量也非常好。通过对 UG 软件如何编程的介绍能够看出该软件是一种非常好的自动编程软件,能够同时满足机床低速铣削和高速铣削的需要,是一种优秀多

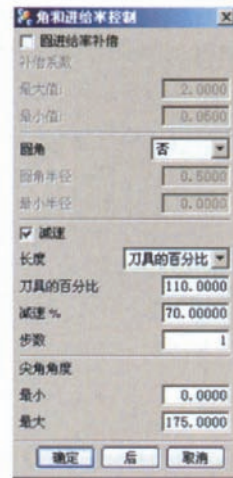


图7 角和进给率控制菜单

Fig.7 Control-menu of angle and give speed

轴铣加工编程软件,在实际应用中会起到事半功倍的效果。(责编 侧卫)

(上接第 69 页)

装配操作复杂度的多目标综合优化数学模型,提出了基于层次分析法与粒子群算法求解飞机装配公差多目标优化模型的方法,采用层次分析法确定多目标优化模型中的权重因子,并以优化模型的评价函数作为粒子群算法中的适应度函数,同时给出了算法求解步骤。最后,以某型飞机外襟翼的一个组件公差优化实例验证了算法的有效性与可行性。

### 参考文献

- [1] 姬舒平,孙宏伟.一种新的公差优化数学模型的研究.哈尔滨工业大学学报,2000,6(3):12-16.
- [2] 王云渤,张关康.飞机装配工艺学.北京:国防工业出版社,1990.
- [3] 张开富.飞机部件装配误差累积分析与容差优化方法研究[D].西安:西北工业大学,2006.
- [4] CHASE K W, GREENWOOD W H. Least cost tolerance allocation for mechanical assemblies with automated process selection. Manufacturing Review, 1990,3(1):49-59.
- [5] 李光丽.含形位公差的飞机零部件装配公差建模与分析[D].西安:西北工业大学,2009.
- [6] 杨伟,李岐强.粒子群优化算法综述.中国工程科学,2004,5(5):87-93.
- [7] Shi Y, Eberhart R. A modified particle swarm optimizer. 1998 IEEE International Conference on Evolutionary Computation Proceedings, IEEE World Congress on Computational Intelligence,1998: 69-73.
- [8] 段晓东,王存睿.粒子群算法及其应用.沈阳:辽宁大学出版社.2007,10.
- [9] 汪应洛.系统工程.北京:机械工业出版社,2007.

(责编 泰山)