

非标铣刀在 CATIA V5 数控编程和加工仿真中的应用

Application of Nonstandard Milling Cutter in Emulation and Programming of CATIA V5

中航工业沈阳飞机工业(集团)有限公司 王子豪



王子豪

数控技术工程师,曾经参与波音737、747飞机零部件转包生产项目,并且在CAD/CAM领域有深入研究,目前在航空工业从事数控技术应用工作。

非标铣刀在数控编程和加工仿真中的应用多年来都是许多编程人员遇到的难题,原因在于大多数数控编程仿真系统对非标铣刀模型建立及本系统内部数控仿真原理没有详尽说明,导致编程人员不了解其技术内幕,因此无法正确使用此功能,给编程工作带来不便。本文介绍了CATIA V5数控编程及加工仿真原

介绍了CATIA V5数控编程及加工仿真原理,并结合近几年在航空工业领域逐渐使用的STELLRAM 7792VX(大进给)系列铣刀,讨论了非标铣刀在CATIA V5环境下数控编程和加工仿真的应用过程。

理,并且结合近几年在航空工业领域逐渐使用的STELLRAM 7792VX(大进给)系列铣刀,讨论了非标铣刀在CATIA V5环境下数控编程和加工仿真的应用过程。

STELLRAM 7792VX (大进给)系列铣刀概述

7792VX(大进给)系列铣刀是STELLRAM公司近几年推出的高效粗加工非标铣刀,通过对刀片切削刃轮廓曲线和主偏角的独特设计,成功地减小了刀具切削时的平均切屑厚度,增大了每齿进给量,增大了金属去除率(MRR),使得刀具径向切削力转移至轴向,刀具切削过程更加平稳,机床加工时主轴几乎不受径向冲击,刀具耐用度大幅提高。

正是因为拥有这些优点,7792VX(大进给)系列铣刀非常适合在亚高速(主轴转速8000r/

min)机床上对航空铝合金零件进行粗加工,每齿进给量可以达到1mm,金属去除率(MRR)是普通硬质合金铣刀的2.5倍($MRR_{大进给}=1.5 \times 12.5 \times 16000=300000\text{mm}^3/\text{min}$, $MRR_{普通硬质合金铣刀}=3 \times 12.5 \times 3200=120000\text{mm}^3/\text{min}$)。

$MRR^{[1]}=d_{oc} \times w_{oc} \times v_f$ (d_{oc} :切削深度, w_{oc} :切削宽度, v_f :进给速度)。

五轴数控编程原理^[2]

环形铣刀 Σ 沿着参数曲面 $S=S(u,v)$ 上第 i ($i=1,2,\dots$)条刀触点路径 $P_i=S[u(w),v(w)]$ 做切削运动,当前切触点为 $C=C_{i,j}=S[u(w_i),v(w_j)]$ (其中 $j=1,2,\dots$),刀位点和刀轴单位矢量分别用 $O_{i,j}$ 和 $T_{i,j}$ 表示。在 $C_{i,j}$ 处建立切触点局部坐标系($X_c - Y_c - Z_c$, LCS)。由于是五轴加工,因此刀具相对于曲面应该有五个自由

度,三个自由度用于保证刀具与曲面切于C点,余下两个自由度分别为刀倾角 λ 和刀转角 ω 。在O点处建立起刀具坐标系($X_T-Y_T-Z_T$, TCS),经过一系列变换矩阵就可以计算出工件坐标系WCS下的刀位点数据 $M(X_W, Y_W, Z_W, i_W, j_W, k_W) = M(WCS \leftarrow TCS \leftarrow LCS)$ 。

数控加工仿真原理 (离散矢量法)

离散矢量法^[3]是将待加工的曲面(或实体)按照一定的精度转变为一些离散的数据点,并用其代替原曲面,该过程就是计算每一个离散点在原曲面处的法向矢量,从该点沿法向矢量方向的直线与所定义的毛坯边界或与零件其他表面相交,交点与原离散点之间距离的最小值为该离散点法向矢量的最小长度。仿真计算时,从该离散点出发并沿该点法向

矢量的直线与刀具运动形成的刀具包络体相交,如果交点到离散点的距离小于原来的法向矢量长度,则用交点距离代替原来的法向矢量长度,否则保留原来的法向矢量长度值。这样重复该过程直到刀具切削加工完成,通过这些离散点的矢量值不断减少来模拟仿真加工过程中刀具切削毛坯体的材料去除过程。

采用三角片或四边片将这些毛坯法向矢量的终点依次连接,重构加工表面,进行加工仿真,显示毛坯和加工结果。

离散矢量法模拟五轴数控加工过程不受刀具几何形态和刀轴方向的限制,仿真精度和速度可以根据计算机性能随意调节,并且完全支持OpenGL图形技术,对显卡性能无特殊要求。

应用非标铣刀进行数控编程 和加工仿真

1 建立铣刀数学模型

以7792VXD09WA025Z2R铣刀为例,首先将YZ基准面做为草绘平面,Z轴正方向做为刀轴方向,根据刀片和刀体数据分别建立刀片轮廓和刀体轮廓草绘,如图1、2所示。YZ轴交点就是刀具坐标系TCS坐标原点,如图3所示。

从刀片和刀体轮廓草绘中提取出参与加工的部分命名为CUT,提取出不参与加工的部分命名为NOCUT,如图4所示。用这两个新草绘绕Z轴建立两个同名旋转体。

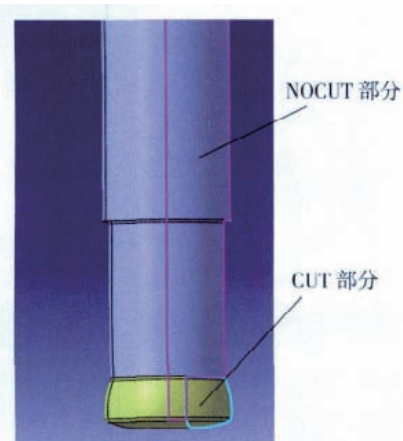


图4 CUT和NOCUT部分

2 数控编程

由于7792VX系列铣刀刃口曲线轮廓与标准铣刀不同,编程时可在part参数里补偿掉材料残留厚度值。

CATIA V5五轴数控加工原理同样适用于7792VX(大进给)系列铣刀。

3 加工仿真

仿真加工时刀具表面与工件表面相交,CUT部分用来切除材料,NOCUT部分用来检测碰撞与干涉,工件毛坯材料被切除后产生的新表面按离散矢量法重构。

结束语

本文介绍了CAITA V5五轴数控编程及加工仿真原理,并且结合STELLRAM 7792VX(大进给)系列铣刀的应用实例,阐述了非标铣刀实体数模建立,五轴编程注意事项,加工仿真过程等内容,这些原理和方法同样适用于其他类型的非标铣刀。

参考文献

- [1] 周泽华,于启勋.金属切削原理.第二版.上海科学技术出版社,1993(11):185-186.
- [2] 陈良骥.五轴联动刀具路径生成及插补技术研究.知识产权出版社,2008(1):74-77.
- [3] 王爱玲,李梦群,冯裕强.数控加工理论与实用技术.机械工业出版社,2009(5):178-182.

(责编 岭雾)

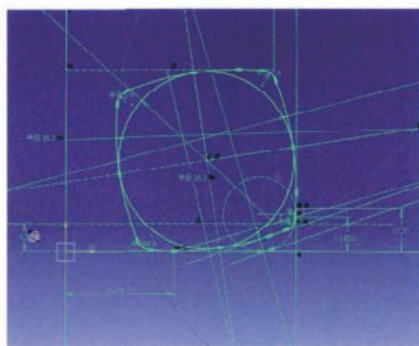


图1 刀片轮廓草绘

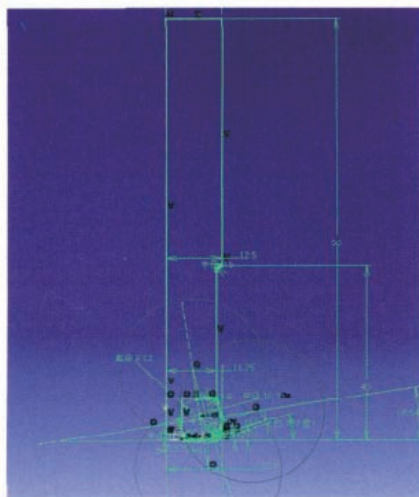


图2 刀体轮廓草绘

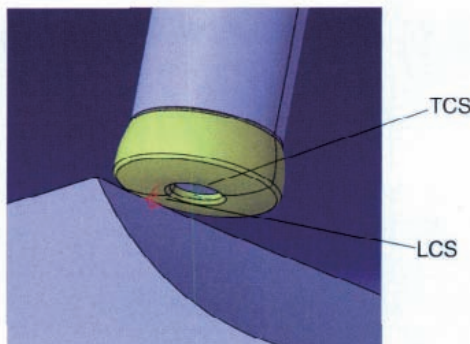


图3 刀具坐标系TCS,切触点局部坐标系LCS