

# hyperMILL<sup>®</sup> 自动编程五轴 刀路产生方式

Creation of Automatic Programming 5 Axes Tool Path of hyperMILL<sup>®</sup>

OPENMIND 公司 曲鹏文

介绍了目前 CAM 软件 2 种主流的五轴刀路产生方式,可以看出, hyper-MILL<sup>®</sup> 代表的依托计算机自动进行干涉避让的五轴刀路产生方式将引领整个 CAM 加工的潮流。它不但让加工更加安全(刀具干涉的自动避让),保护了客户昂贵的设备,还降低了对编程人员的经验要求,并大大提高了五轴编程的效率。

五轴加工技术在航空航天领域应用十分广泛,如在叶轮、叶片、结构件铣削等方面。目前已成为一种成熟的技术。要导入五轴须具备机器和软体,之前因为机床价位太高大家都不敢贸然购置,但是现在机器与软体已经慢慢趋向合理化,也有越来越多的人开始在思考这个问题(购买五轴相关设备),五轴对于加工零件精度的提升有很大的帮助。

随着五轴机床刚性及稳定性的提高,目前各运动轴均采用直驱的方式,因此要求软体从粗加工到最终的清角加工均要支持五轴联动,以适应机台的实际动作标准,从而将机器的性能发挥到极致。本文主要对目前 2 种软件编程五轴刀路产生方式进行介绍和比较。

## 五轴刀具路径生产方式

一般软体的处理方式是采用驱动面的方式来处理轴的运动,这种方式的五轴刀路产生过程为:

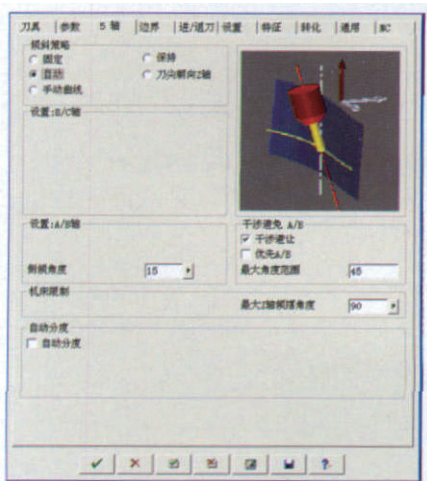
(1) 从驱动体上产生驱动点,驱动点从整个零件(或局部)或与加工零件不相关的其他几何体上产生;  
(2) 将驱动点沿投射方向投射到零件上;  
(3) 保持刀尖在投影矢量上;  
(4) 沿投影矢量移动刀具,寻找刀具与零件或检查几何体的接触点,在该点刀轴与面的法向满足刀轴控制的要求;  
(5) 输出接触处刀具的刀尖点。

这种方式整个的加工步骤如下所示:

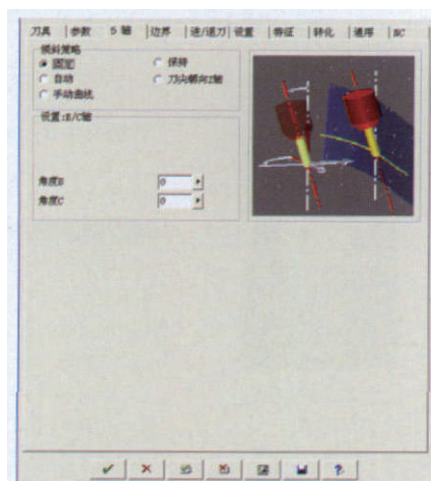
- (1) 选取变轴曲面铣削功能;
- (2) 选取子类型;

- (3) 指定加工几何体、刀具等;
- (4) 选择驱动方式;
- (5) 选取驱动几何体;
- (6) 设置驱动参数;
- (7) 完成定义驱动几何;
- (8) 设置投影矢量;
- (9) 设置刀轴控制;
- (10) 输入其余参数;
- (11) 生成加工轨迹。

由上可知,这种五轴刀路产生方式完全依靠手动方式,必须人为定义“驱动几何”、“驱动方式”、“投影方向”以及“轴定义”这 4 个参数才能产生五轴刀具路径,这不但对编程人员经验要求很高(即使是有经验的编程人员也需要花费大量的时间进行驱动面的构思和制作,编程效率很低),而且并不能适应形状复杂多变



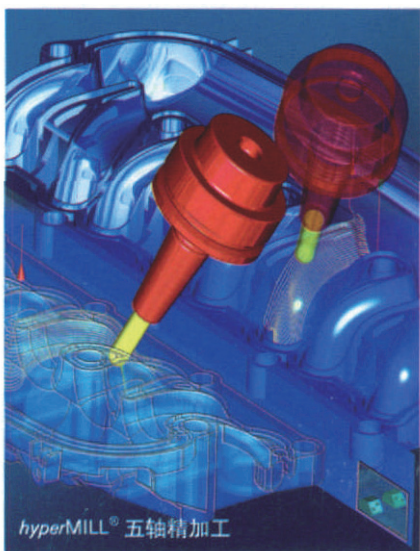
智能刀具路径产生界面



hyperMILL®的倾摆策略界面

的零件加工(如模具等行业)。

随着计算机技术的发展,运算速度越来越快,一种新的五轴刀路产生方式也随之诞生了,正如CAE利用计算机来完成人力所不可能完成的大运算量一样,在CAM五轴加工领域也出现了利用计算机进行的智能刀轴自动避让技术(该技术为hyperMILL®软件全球首创)。在hyperMILL®软件中五轴刀路的生成非常灵活、简便,系统只需要识别使用者要求的基本切削角度即可,hyperMILL®就会自动倾斜角度来处理干涉。五轴粗加工、五轴等高精度加工、五轴投影精加工、五轴沿面等距精加工、五轴清角精加工以及五轴循曲线加工均采用这种目前堪称高



级的自动闪避功能。

编程人员选择智能刀具路径产生方式时(倾斜策略选择“自动”),只需设定最佳的 $A/B$ 轴摆角(倾斜角度)、自动避让的 $A/B$ 轴倾摆范围(最大角度范围),输入机床的摆动角度限制(机床限制最大 $Z$ 轴倾摆角度)即可,其余的事情都交给计算机自动完成。同时,这种方式可以达到更加完善的过切干涉保护,确保加工过程中机床的安全。

由于这种方式对编程用计算机的要求稍高,所以同时hyperMILL®也向计算机比较老旧的客户提供了手动的控制方式。这种控制方式并非像前一种方式那样完全手动,而是操作者可以把自己希望控制的部分进行手动设置,其余部分仍然由计算机进行智能化的处理,这样运算量小了许多(对计算机硬件的要求也相对较低),运算的速度也会得到提升。如果操作者具有非常丰富的手动编程经验,也可以完全手动操作,这些均可按编程人员的要求自行进行设定。

### hyperMILL® 手动控制方式说明

在手动控制中,hyperMILL®另外提供给用户“固定倾摆角度”及“保持”2种倾摆策略,而作为手动方式介绍的重点将是“刀尖朝向 $Z$ 轴”以及“手动曲线”2种倾摆控制。

“刀尖朝向 $Z$ 轴”即在 $C$ 轴的控制上,始终保持刀具的刀尖通过 $Z$ 轴,而 $A/B$ 轴的控制与“自动”方式下完全相同。 $C$ 轴控制中的“严格导引”选项的作用是:当启用“严格导引”时, $C$ 轴将不论何种情况始终保持刀具的刀尖通过 $Z$ 轴;关闭“严格导引”时,系统将尽量使加工中刀具的刀尖通过 $Z$ 轴,而当需要 $C$ 轴参与避让时,刀具的刀尖可不通过 $Z$ 轴。“手动曲线”方式是人为参与倾摆设定中最常用的部分。可分别设

定 $C$ 轴及 $A/B$ 轴的倾摆策略。

$C$ 轴的控制可设定刀尖朝向或刀柄通过时的“倾斜曲线”(此处的刀尖朝向与刀柄通过均表示所设倾斜曲线与刀具在 $C$ 轴旋转平面上投影的行为);而“严格导引”同前。

$A/B$ 轴的控制则可设定是否考虑上面所设的“倾斜曲线”。如不考虑“倾斜曲线”,则 $A/B$ 轴的倾摆控制与“自动”方式下完全相同;如考虑“倾斜曲线”,则这里将给用户“逼近”与“通过”2种设置,具体意义同“严格导引”。

用户在想要进行手动控制时,hyperMILL®可提供相应的功能让用户实现想手动控制的部分手动来控制,不想手动控制的部分仍然交由计算机进行自动避让,直至实现完全的手动控制(设置为严格导引)。

### 结束语

本文介绍了目前CAM软件2种主流的五轴刀路产生方式,可以看出,hyperMILL®代表的依托计算机自动进行干涉避让的五轴刀路产生方式将引领整个CAM加工的趋势。它不但让加工更加安全(刀具干涉的自动避让),保护了客户昂贵的设备,还降低了对编程人员的经验要求,并大大提高了五轴编程的效率。

(责编 淡蓝)