

三轴倒扣负角曲面精加工

一、需求分析

三轴数控机床通过常规的加工方式无法完成产品模型带负角度加工需求，但是针对一些加工图形比较简单，例如曲线或者曲面在重新构建之后不易变形的负角时，可以通过一些成型刀具（糖果刀、槽铣刀、燕尾刀）进行加工。如果图形太复杂，需要通过创建多轴加工路径在五轴机床上完成加工。

SurfMill 软件提供了对成型刀具的支持，但目前仅支持多轴路径（曲面投影和五轴曲线）创建成型刀具加工路径，因此在一些简单的倒扣路径计算时，可用类似的刀具替代，例如：平底刀替代槽铣刀、燕尾刀，球头刀替代糖果刀来生成。

二、实现原理

三轴倒扣曲面生成负角加工路径原理是将曲面边界线或原始曲面等距一个刀具直径构建等距曲线（或等距曲面），然后利用等距曲线（等距曲面）生成的路径，加工效果上相当于创建了一个划槽路径，保证该路径在运行的过程中恰好能够与两侧壁都接触，因此该路径即可以说是加工等距曲线或等距曲面的路径，也可以说是加工曲面边界线或原始曲面的路径。

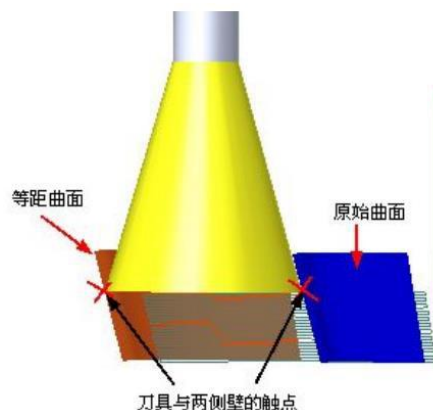


图 1 负角度曲面等距

三、常用方法

1. 单线切割或者轮廓加工

该方法适用范围比较小，针对加工曲面的负角上下一致的情况（拔模角度- 15° ），加工起来比较简单。操作流程如下：

Ⅹ 提取加工曲面边界线（直接生成组合曲线，注意提取曲线时的精度，此过程中尽量保证不出现偏差），将提取的边界线炸开转化为单根样条曲线；

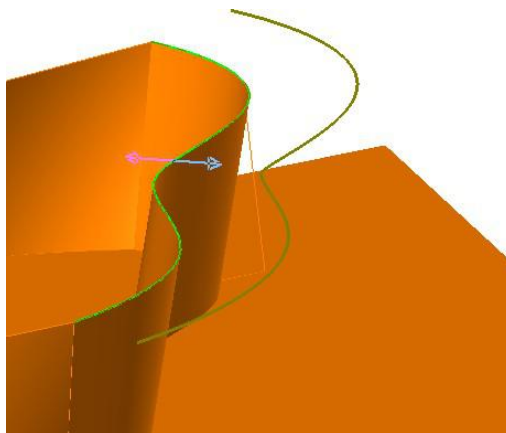


图 2 曲线等距

② 等距样条曲线，等距距离为一个刀具直径（图示刀具直径为 $\phi 8\text{mm}$ ）；

(3) 利用等距样条曲线，采用轮廓切割的加工方式创建路径，勾选保留曲线高度，并将半径补偿方向设置为等距的反方向，侧面角度设置为曲面的拔模角度。特别注意进退刀方式的设置是否合理，避免进退刀路径发生碰撞干涉。

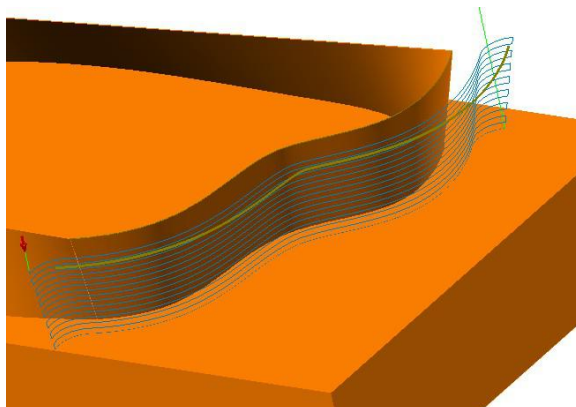


图 3 单线切割加工负角度曲面

对于加工曲面的负角是逐渐变化的情况，处理起来比较复杂，使用单线切割或者轮廓切割加工方式危险系数比较高，不推荐。

2. 曲面精加工-等高加工

如果倒扣负角度曲面比较简单，拔模角度上下一致，第一种方式直接利用等距所得的样条曲线重建等距曲面，注意拔模角度保持一致，在等距曲面上创建等高精加工路径；第二种方式将原始曲面沿着曲面法向进行等距得到等距曲面，在等距曲面上创建等高精加工路径。后者对负角度曲面等距时，等距方向是沿曲面法向，等距曲面与实际需求有偏差，需要多次调整，此时就不能保证加工的安全性。

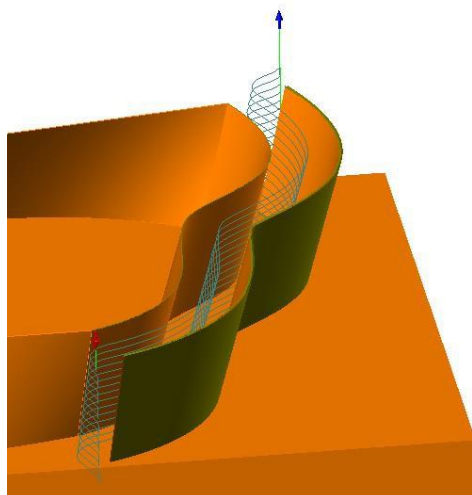


图 4 等高精加工负角度曲面

3. 曲面精加工-曲面流线加工

采用曲面精加工-曲面流线加工方法可以满足倒扣负角曲面精加工，将原始面或重新创建的新曲面作为加工面，为了方面倒扣负角度加工，SurfMill 软件对曲面流线的进退刀路径进行了改善，有效避免进退刀路径与工件发生碰撞。此方法所生成的负角度加工路径质量最高，安全性也高，建议采用该方式。

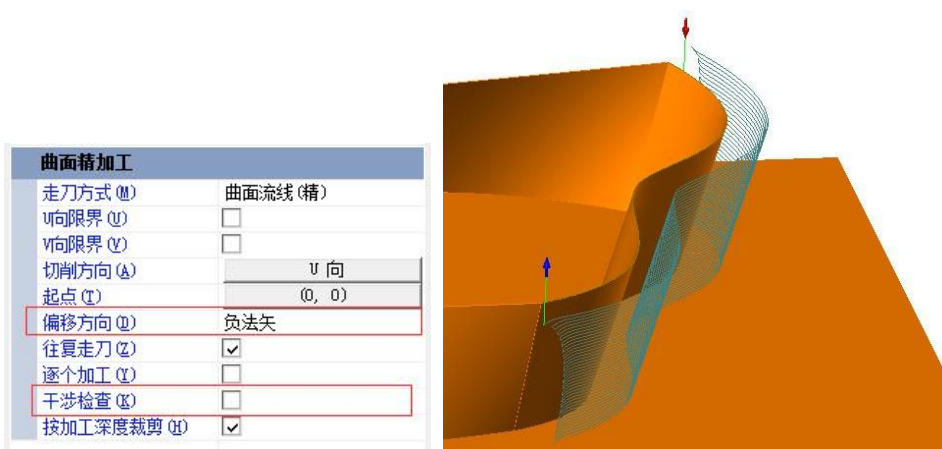


图 5 曲面流线加工负角度曲面

曲面流线加工注意事项：

- (1) 倒扣负角度加工路径是通过替代刀具产生的，路径本身对当前刀具而言是过切路径，因此为了创建出曲面流线加工路径，在参数界面上去选【干涉检查】；
- (2) 路径切削方向和起点与曲面流线有关，用户可根据实际需求进行调整；
- (3) 曲面偏移方向和曲面法向有关，如果曲面法向指向加工的一侧，偏移方向就是正法矢，反之偏移方向就是负法矢；
- (4) 注意调整进退刀圆弧半径大小，避免因圆弧半径过小导致发生碰撞；
- (5) 曲面流线加工对所选曲面的流线的一致性要求很高，如果不一致就会造成路径质量很差，不合适加工。可以通过重建曲面的方式保持流线方向的一致性。曲面流线功能对于封闭图形的负角也能生成较好的加工路径，如带负角度的

旋转体，如下图 6 所示。

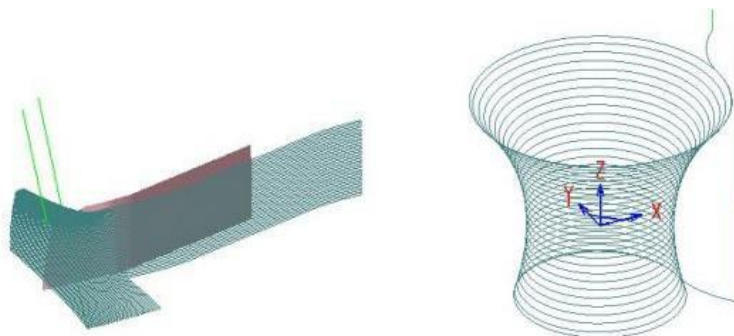
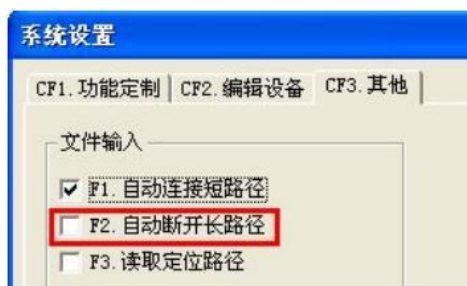


图 6 曲面流线不一致及负角度封闭图形

四、加工注意事项（45 系统）

1. 自动断开长路径

在 EN3D 系统中设置了【自动断开长路径】选项，该选项在负角加工之前必须要去选，避免在加工过程中自带抬刀，发生刀具与工件碰撞造成工件损伤。



2. 暂停不抬刀

在负角加工中，如需暂停，必须在加工之前勾选【暂停后不抬刀】，否则刀具自动抬刀与工件发生碰撞造成工件损坏。

