



配套教案

天车式高速高精
五轴加工中心



高崎智能装备(丽水)有限公司
浙江高崎智能装备制造有限公司

重要说明

本文件是 Delcam 培训教材的一部分。它并不是一份函授学习材料。确切地说，它更适合于作为培训教员的参考资料及学员的课后参考资料。

Delcam 不对学员的任何财物负责，请学员们保管好自己的物品。

Delcam 股份有限公司无法控制该软件的使用，所以不能对使用本软件而产生的任何损失承担责任。用户应按有关质量控制程序，对软件产生的所有结果，由技术骨干人员进行查核。

该手册里所描述的软件受使用合同证书的约束，软件只能在使用合同证书的许可下使用或复制。

目录

章	页
1. 3+2 轴加工	1.1 - 1.36
2. 定位刀具运动	2.1 - 2.12
3. 5轴刀轴调整	3.1 - 3.36
4. 曲面投影精加工	4.1 - 4.16
5. 镶嵌参考线精加工	5.1 - 5.8
6. 5轴 Swarf 加工	6.1 - 6.20
7. 5轴策略	7.1 - 7.8
8. 自动碰撞避让	8.1 - 8.10
9. 刀轴限界	9.1 - 9.24
10. 刀轴编辑	10.1 - 10.8
11. 机床仿真	11.1 - 11.14
12. 机床轴控制	12.1 - 12.16
13. 机床模型	13.1 - 13.14
14. 4轴旋转加工	14.1 - 14.6
15. 管道加工	15.1 - 15.12
16. 叶盘加工	16.1 - 16.10

1. 3 + 2 轴加工

简介

3 + 2 轴加工进行标准 X Y Z 变换前，涉及对主轴头和/或工作台进行分度处理，重新对齐定位刀具到某个固定角度。分度可通过手工实现或是通过 CNC 控制器实现。

产生 3 + 2 轴加工最常用的方法是通过用户坐标系，使其 Z 轴位于适当的刀轴方向，随后将相对这个用户坐标系进行标准的 3 轴策略及下切和退刀运动。

3 + 2 Axis 加工可：

- a 相对于普通刀具设置基准，一次装夹即可加工部件除底面之外的全部形面。
- b 使用标准长度刀具加工深的侧壁。
- c 加工倒勾型面特征。

3 + 2 轴加工范例

1 打开以下项目：

...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\3plus2_as_5axis\\3Plus2-ex1-Start



2 保存项目为：

...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\3 Plus2-ex1



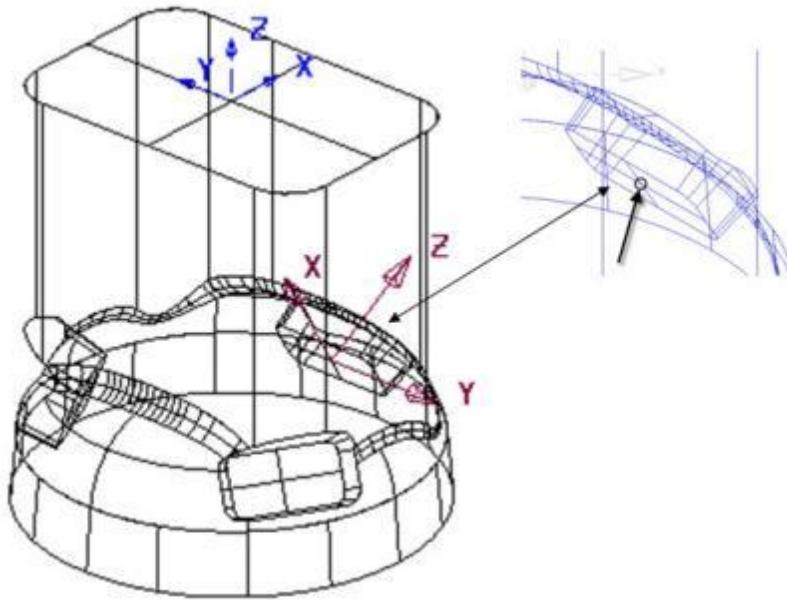
输入项目中已有一个 3轴粗加工和两个精加工策略。

同样，项目中已包含多个用户坐标系，其中一个在模型顶部 Z175 处，将使用此坐标系作为主加工原点。其它 4 个用户坐标系将在随后用来帮助多轴加工策略间的定位移动。

3 选取一 ISO 1 查看并研究加工方案。

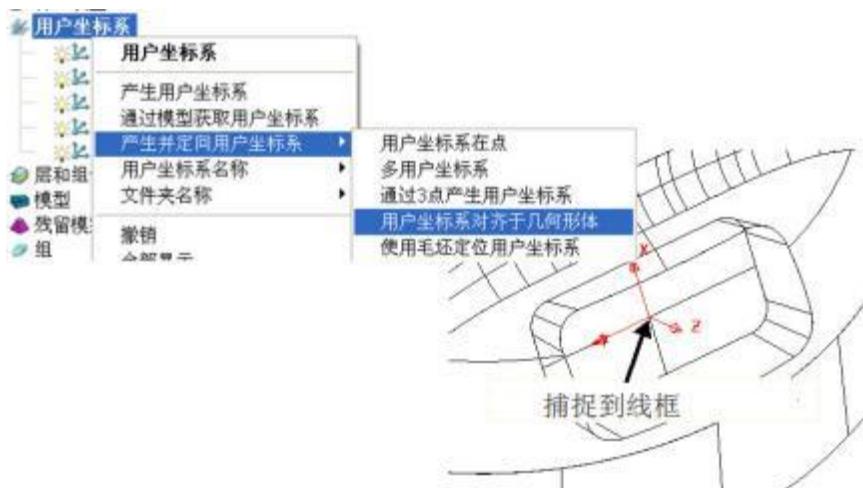


可看到零件上相对较高的一侧及三个凹槽的方向，如果仅使用Z 轴方向刀具设置进行 3 轴加工，无法完成全部加工。



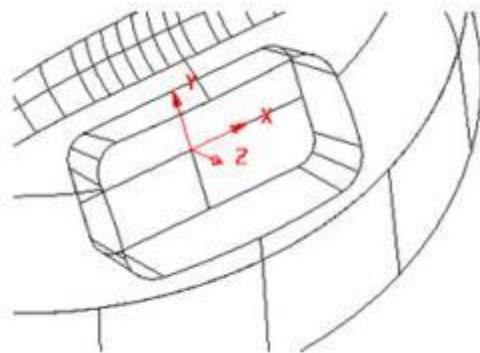
将首先给位于 X 方向的这个型腔指定一个新的用户坐标系来控制其中一个 3 Plus 2 - 刀轴对齐定位。

- 4 右击 PowerMILL 浏览器中的用户坐标系，从弹出菜单选取产生并定向用户坐标系 - 用户坐标系对齐于几何形体。
- 5 使用左鼠标键捕捉或方框选取第一个型腔底部的交叉线框 (位于用户坐标系ztop-175_A 的 X轴)。



6 激活新产生的用户坐标系 1。

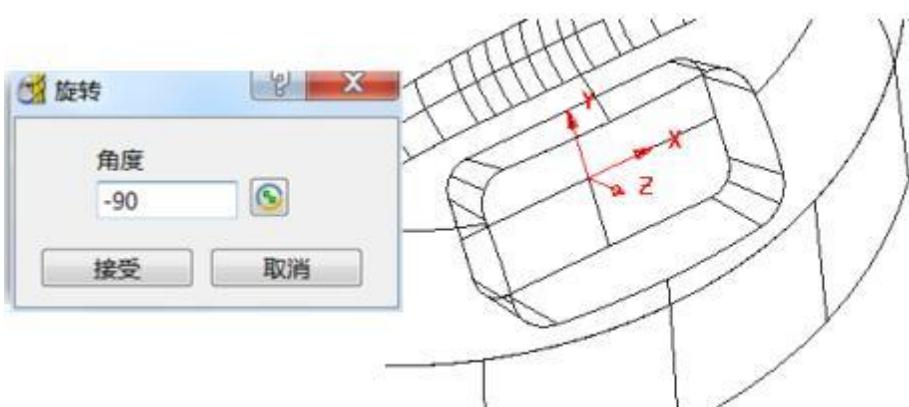
于是该用户坐标系自动对齐于线框，其 Z 轴垂直于曲面。下面我们还需进一步编辑它，使其 X 轴相对于全局坐标系统绕部件逆时针方向旋转。



7 右击 PowerMILL 浏览器中的用户坐标系 1，从弹出菜单选取用户坐标系编辑器选项，打开下图所示工具栏。



8 点击绕 Z 轴旋转图标 ，在弹出对话视窗中输入角度-90（垂直于型腔底部）。



用户坐标系的 X 轴的指向从部件顶部查看时是逆时针相对于变换坐标系（全局原点）。

9 点击 ，保存改变，退出用户坐标系编辑工具栏。

10 将用户坐标系 1 重新命名为 Align_B。

11 激活用户坐标系 - ztop-175_A。

12 右击用户坐标系 - Align_B，从弹出菜单选取变换。



13 选取下图箭头所示的旋转用户坐标系选项。

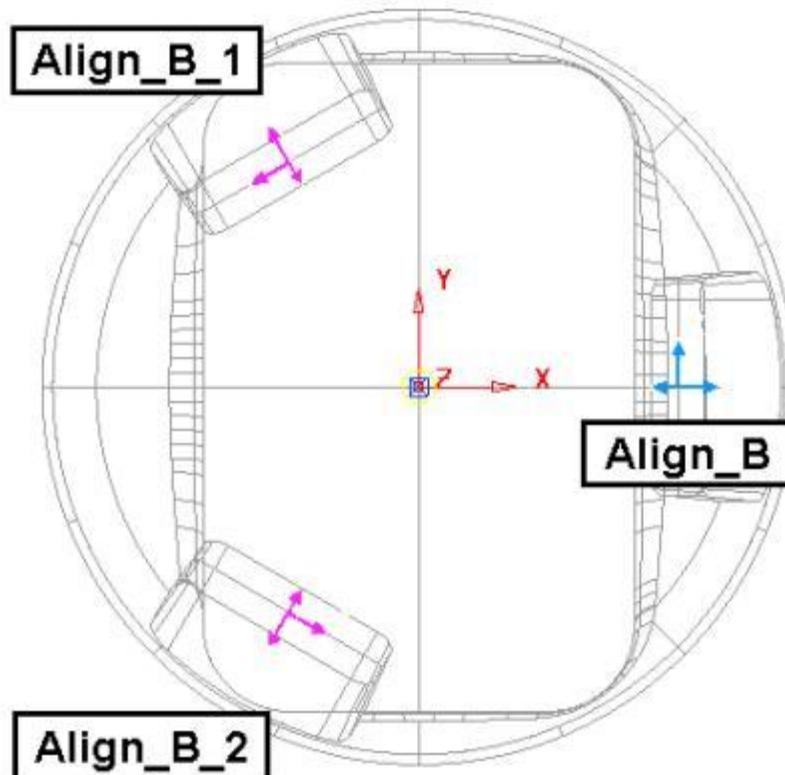


14 点击旋转对话视窗中的保留原始 

15 输入复制数 2, 角度 120, 产生两个新的用户坐标系 (其位于从顶部查看逆时针方向的下一型腔的底部)。



16 点击工具栏右边的小叉, 退出对话视窗。



17 点击用户坐标系编辑工具栏末端绿色的勾  , 接受新产生的用户坐标系(Align_B_1 和Align_B_2)

。

18 以逆时针顺序分别将两个新产生的用户坐标系重新命名为 Align_C 和 Align_D 。

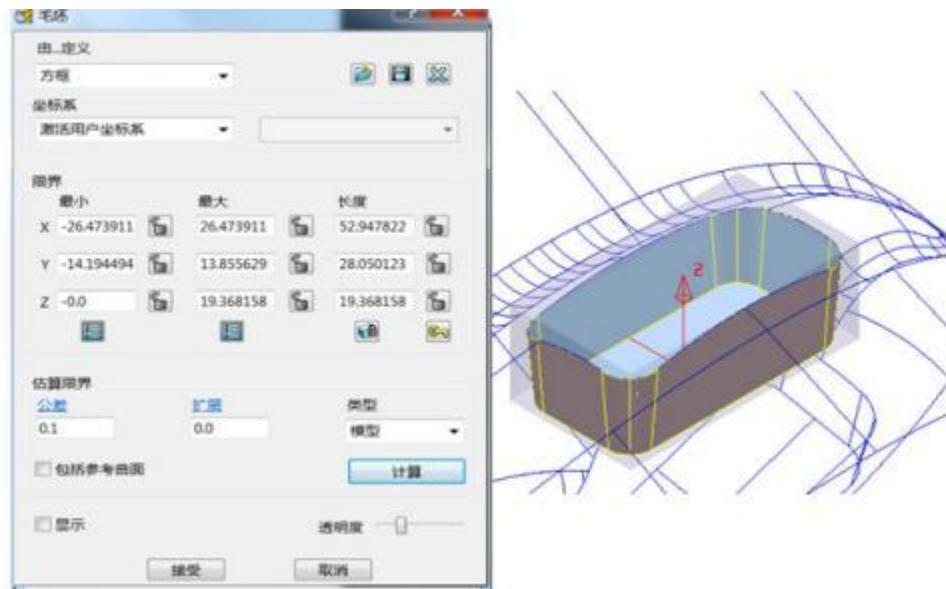
下面就可相对于 3 个新的用户坐标系 (Align_B, Align_C, 和 Align_D)对齐定位, 对部件编制 3 Plus 2 轴加工策略。

对三个型腔而言, 可在其局部相对于所需 3 + 2 用户坐标系分别产生一矩形的毛坯。同时将绕每个型腔产生一模型边界, 这些边界将用在加工策略中(加工内部边界)。

1 激活用户坐标系 Align_B 。

2 选取在用户坐标系 Align_B 周围定义型腔的两张曲面。

3 产生一毛坯, 其设置如下: 由...定义 - 方框, 类型 - 模型 。



4 进行局部快进高度计算前确认型腔仍呈被选状态，这样快进高度计算中将忽略周边未选取的曲面。

- 5 点击图标 ，在快进高度对话视窗中设置用户坐标系为 Align_B，然后点击计算按钮，产生合适的安全 Z 高度和开始 Z 高度值。



 设置用户坐标系(Align_B)，以获取正确的快进高度。

 快进高度基于模型或毛坯的最大 Z 高度计算。

如果选取了一组曲面，那么未选取其它的部分在计算过程中将不予考虑。

- 6 在用户坐标系**Align_B** 周围的凹槽区域（曲面仍然被选取）的顶边产生一名称为 **Pkt-B1** 的用户定义- 模型- 边界。
- 7 激活已有刀尖圆角端铣刀 **D10TR1**。
- 8 设置切入为斜向，斜向选项设置为左斜角 **4**，沿着 **圆**，圆直径 (TDU) **0.6**
- 9 在策略选取器对话视窗中选取 3D 区域清除- 模型区域清除并严格按照下图填写对话视窗。



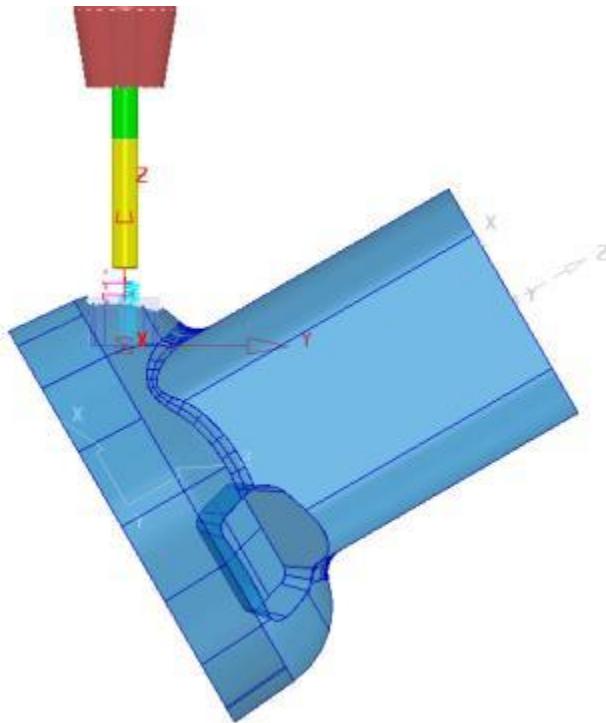
刀具路径名称: **D10TR1-Ruf-B1**

样式: **偏置模型**

- 10 在对话视窗中的限界页面设置边界 **Pkt-B1**，设置限界-允许刀具中心在毛坯之外



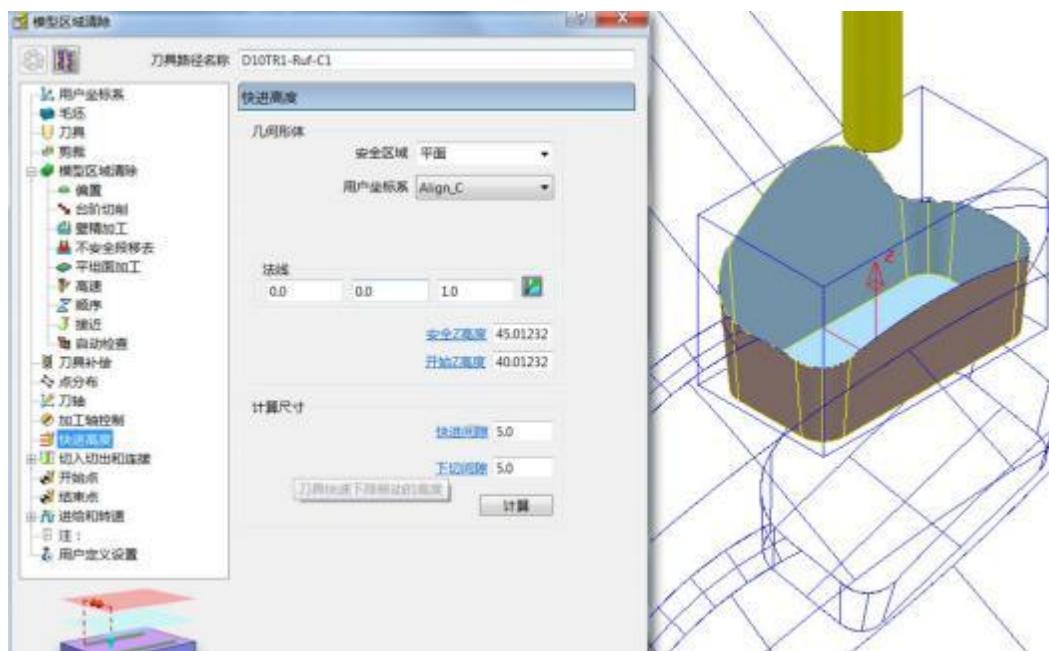
- 11 点击计算，产生刀具路径，然后关闭对话视窗。



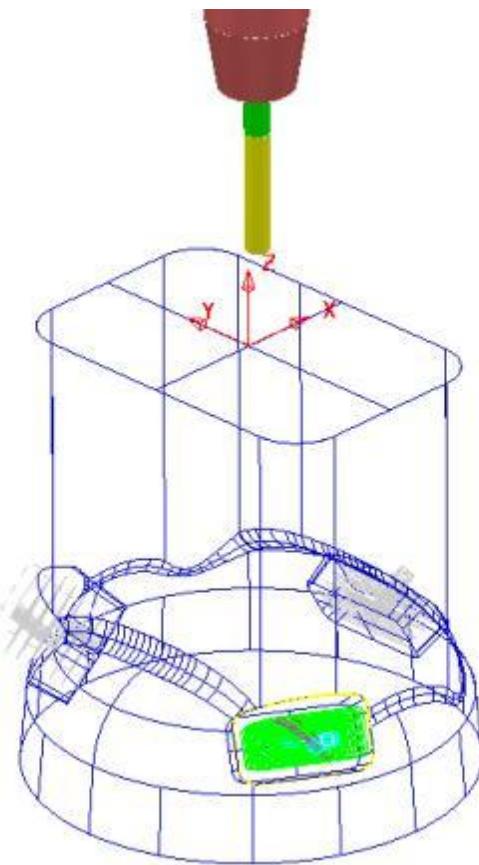
刀具路径的下切移动对齐于激活用户坐标系的 Z 轴。

- 12** 使用复制方法，对另外两个凹陷区域重复上述策略并按需要调整有关值，产生另外两条刀具路径 **D10t1-Ruf-C1** 和 **D10t1-Ruf-D1**。

- a** 必须为每条刀具路径使用正确的用户坐标系单独定义快进高度(记住在对话视窗中选取相对应的激活用户坐标系)。



- b** 请勿忘记产生并使用相应的用户定义 – 模型- 边界 **Pkt-C1** 和 **Pkt-D1**。

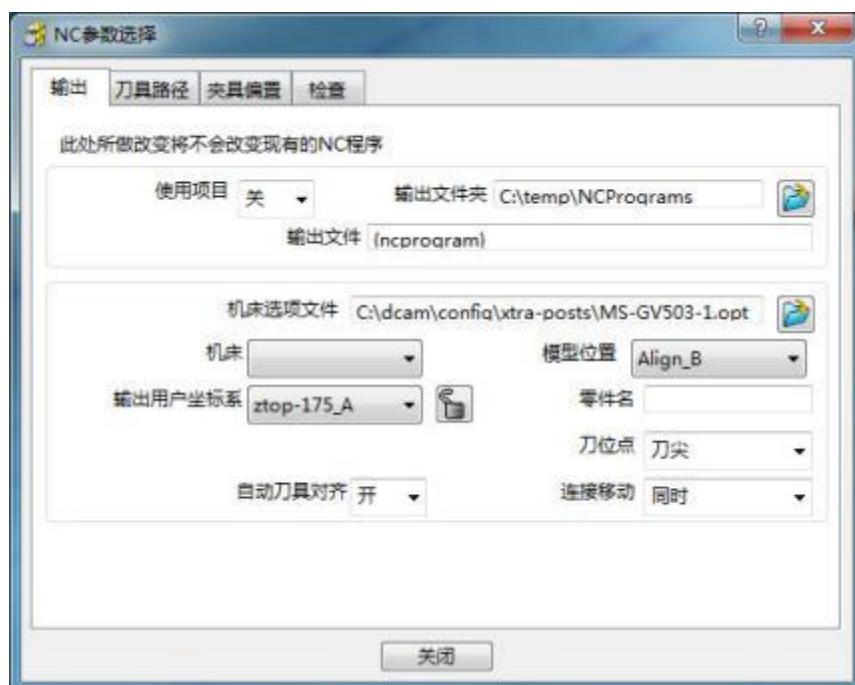


3 + 2 轴刀具路径产生后，仅可使用兼容的后处理器来输出有效 NC 数据。对于包含多重定位的刀具路径，NC 程序输出选项将通过一原点（本范例为用户坐标系 ztop175_A）来产生 NC 数据。此选项可通过 NC 参数选择对话视窗或是 NC 程序设置对话视窗选取。

13 从 PowerMILL 浏览器中右击 NC 程序，从弹出菜单选取参数选择。

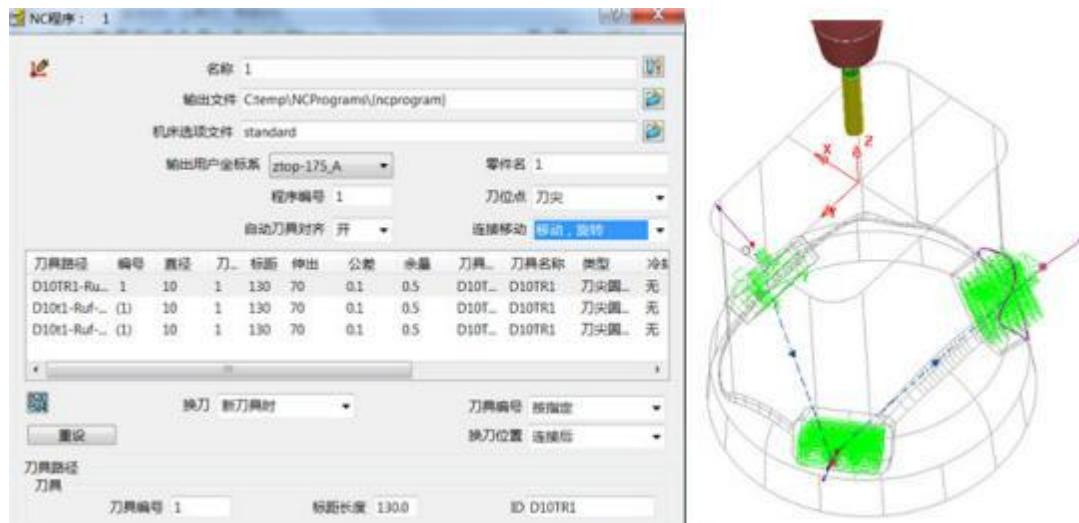
14 从机床选项文件域选取 MS-GV503-1.opt 为机床控制器。

15 在输出用户坐标系域选取 ztop-175_A。

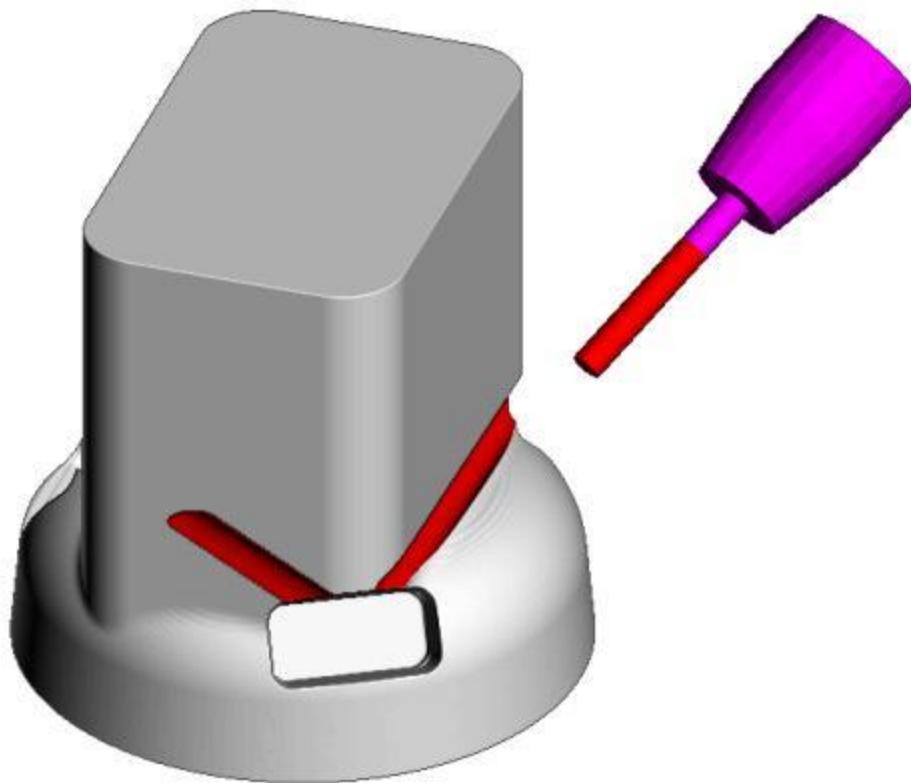


16 关闭对话视窗。

- 17 在 PowerMILL 浏览器中产生一 NC 程序并增加 D10TR1-Ruf-B1, D10TR1-Ruf-C1, 和 D10TR1-Ruf-D1。



 NC 程序中显示了这 3 个独立 '3 Plus 2' 轴刀具路径间的连接运动，在此我们可看到它们是笔直穿过零件！



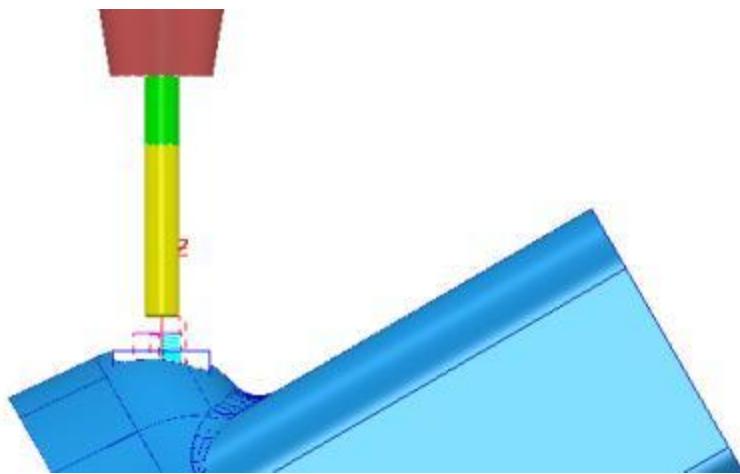
自动过切保护仅存在于刀具路径内（开始点和结束点之间）。插入刀具路径到 NC 程序中后，必须单独控制刀具路径外的位置移动，以消除和零件和夹具可能存在的碰撞。

由绝对开始点和结束点控制的连接运动

这是一种适合于全部类型应用程序和后处理器的最普片的产生独立 3+2 轴刀具路径间安全连接运动的方法。每条刀具路径的开始点和结束点以部件最大 Z 高度之上的绝对坐标定义。

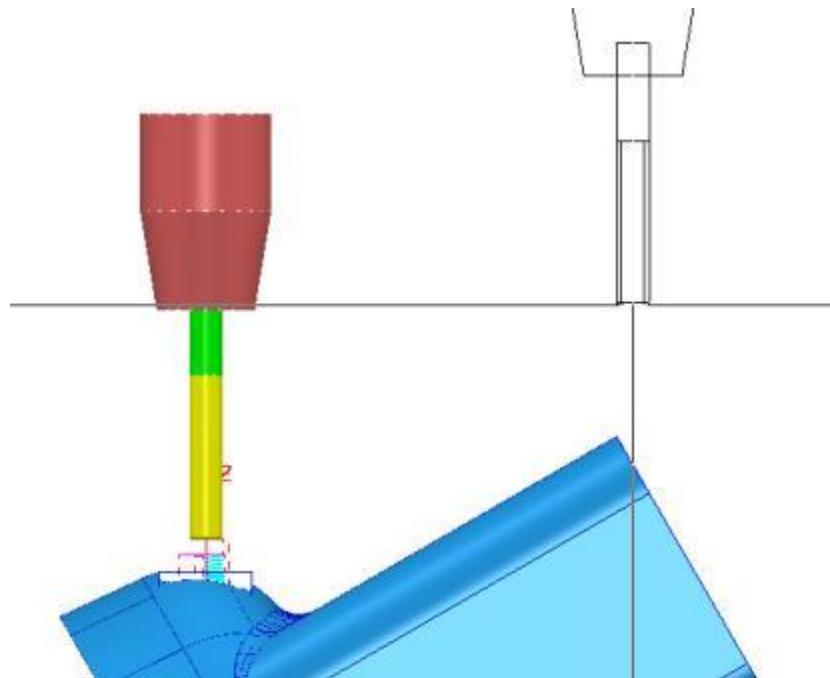
18 激活刀具路径 D10TR1-Ruf-B 1。

19 选取从右 (X) 查看。



20 选取显示 - 光标 - 十字叉 (Ctrl H) 和刀具 (Ctrl T)。

21 移动光标到模型之上某个合适的开始/结束点。



X, Y, Z 坐标值显示在图形视窗之下信息工具栏中。

0	130.32	100.049
---	--------	---------

22 记下 Y 坐标和 Z 坐标的整数值 130 和 100。

快进高度 - 安全 Z 高度现在应和开始点和结束点对话视窗中的 Z 值匹配。



23 打开快进高度对话视窗，编辑安全 Z 值为 100，然后点击应用。

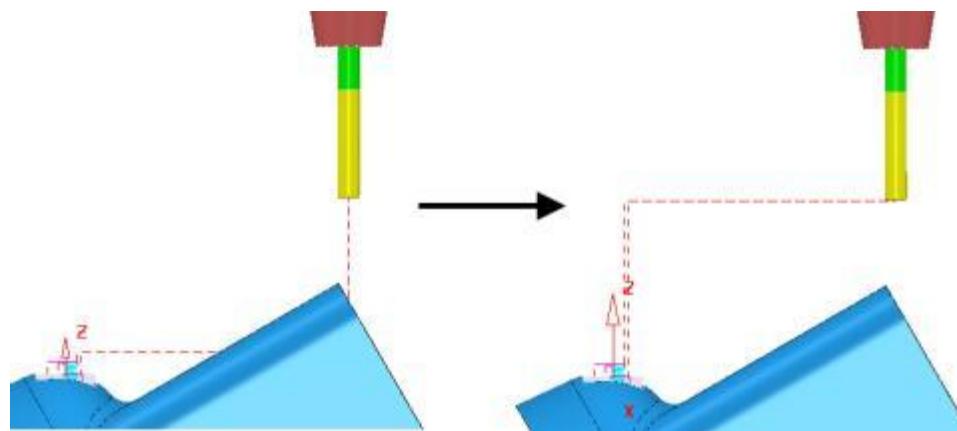
24 打开开始点和结束点对话视窗。



25 设置方法 - 使用 - 绝对，输入更新的 Y 值 (130)。

26 点击应用开始点 (更新刀具路径)。

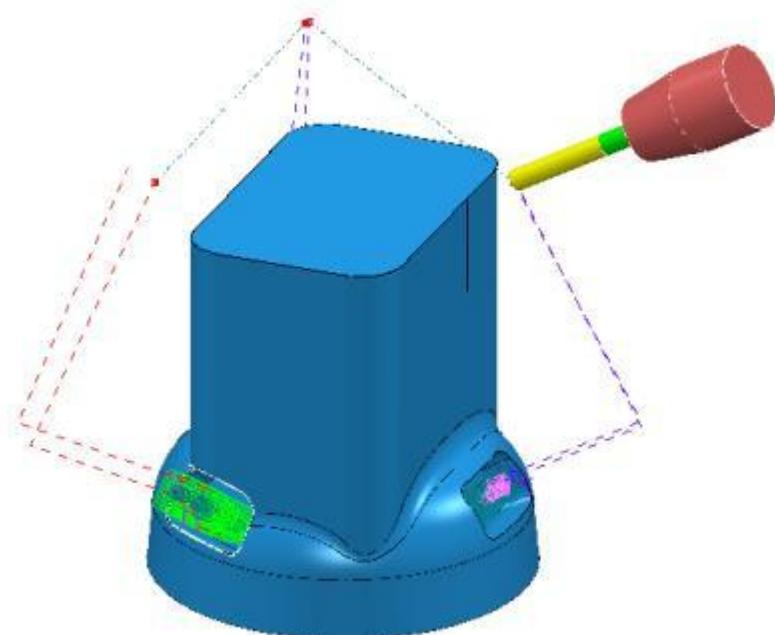
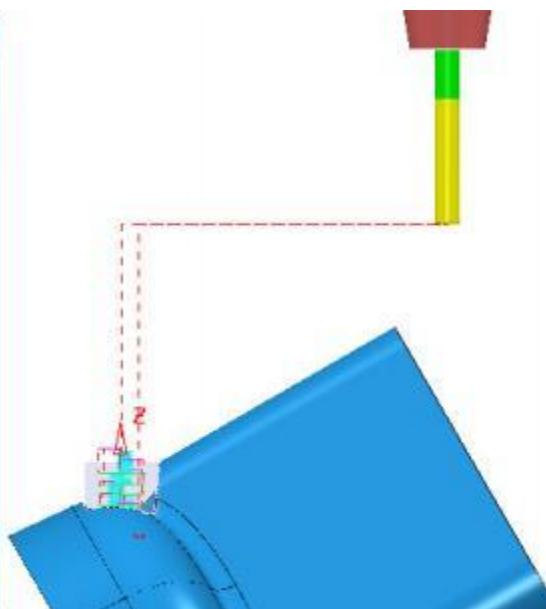
27 选取结束点标签，重复 25 步，然后点击应用结束点 (更新刀具路径)。



28 对刀具路径 D10TR1-Ruf-C1 和 D10TR1-Ruf-D1 重复 19 到 27 步。



由于这些型腔位于主截面的拐角，新值（例如 130 130）将不同。





选取文件 - 保存，更新前面保存项目的内容。

3+2 轴 - 残留模型的应用

残留模型代表了加工过程的任何一段部件上还未加工的材料。可首先产生一空的残留模型，随后对它应用材料毛坯和/或处理中的任何数量的刀具路径，最后选取计算，更新残留模型，显示当前未加工的材料。

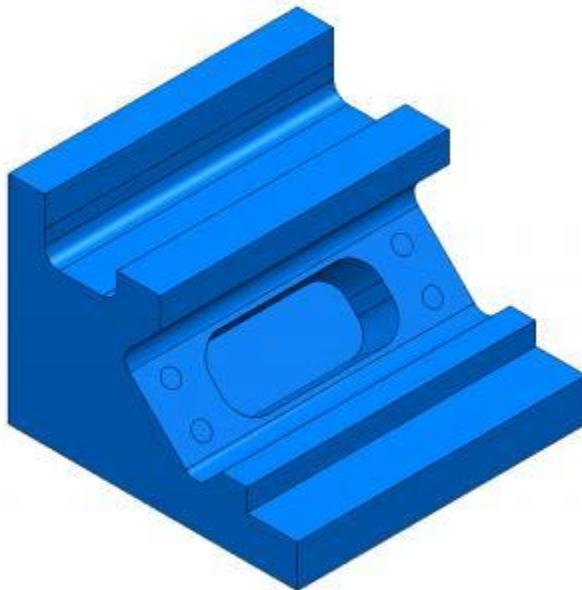
1 删除全部并重设表格。

2 输入模型：

...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\AnglePad\\StockModelRest

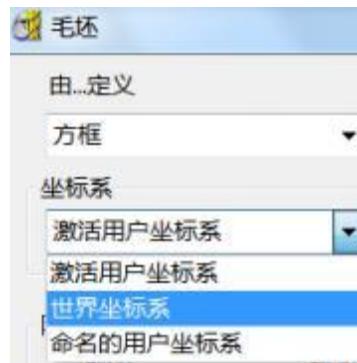
3 保存项目为：

...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\StockModel-3plus2



该模型中的倒勾形面型腔如果使用常规的3 轴方法加工需要对部件进行两次装夹，而使用3+2 轴加工，通过应用独立的用户坐标系控制刀轴位置，整个项目仅需一次装夹即可完成。最初的3 轴加工将部分切除倒勾形面，随后可使用残留模型方法，对每个型腔进行最优化的3 + 2 轴加工。

4 打开毛坯对话视窗，使用由...定义 - 方框，类型 - 模型来计算毛坯，将坐标系设置为世界坐标系。



5 接受对话视窗。



产生并将材料毛坯锁住在世界坐标系后，激活其它不同用户坐标系后，毛坯的方向和位置将不发生改变。

- 6 产生一直径为 16, 刀尖半径为 3 的刀具 D16TR3
- 7 产生一直径为 12, 刀尖半径为 1 的刀具 D12TR1
- 8 激活刀具 D16TR3。

9 在快进高度对话视窗中  点击计算。

10 开始点和结束点为缺省设置 

11 选取策略选取器图标  , 从 3D 区域清除对话视窗中选取模型区域清除选项。严格按照下面的几个图设置相应值:



- 12 在策略浏览器选取切入选项，从新的页面选取斜向，随后选取斜向选项...。

13 在斜向选项对话视窗中输入最大左斜角 4 , 沿着-圆形, 圆圈直径 0.65(TDU)。



14 接受并斜向选项和切入切出和连接对话视窗。

15 回到主对话视窗, 点击计算, 产生新的刀具路径, 然后点击关闭。

16 选取 Iso1 查看。

17 激活 > 用户坐标系 2 (毛坯还在原位!).

18 右击 PowerMILL 浏览器中的残留模型, 从弹出菜单选取产生残留模型选项, 打开下图所示对话视窗。

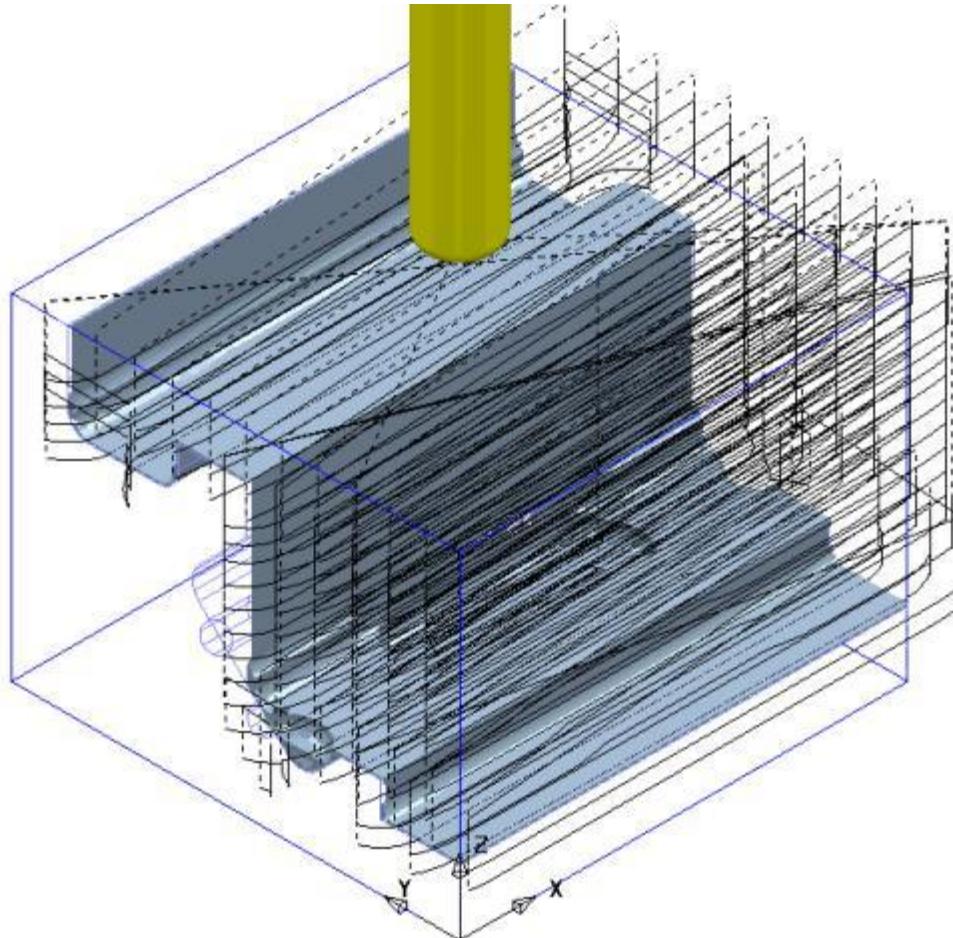


19 按上图输入相应值, 然后接受残留模型对话视窗。

20 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 D16TR3-TopRuf , 从弹出菜单选取增加到 - 残留模型。

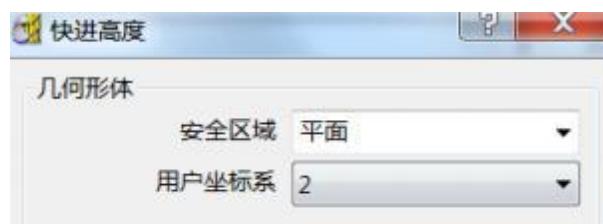


- 21 右击 PowerMILL 浏览器中新产生的空的残留模型(1)，从弹出菜单选取计算。
- 22 从残留模型菜单中选取显示选项 > 显示残留材料和阴影。



显示残留模型后可清楚地看到，3 轴区域清除操作切除了刀具可切入的区域的全部材料，仅在部件上留下 0.5 的余量。

- 23 激活 - 用户坐标系 2，改变设置为 3+2 方向。
- 24 激活刀具 D12TR1。
- 25 从主工具栏选取快进高度  并输入正确的用户坐标系 (2)，最后选取计算。

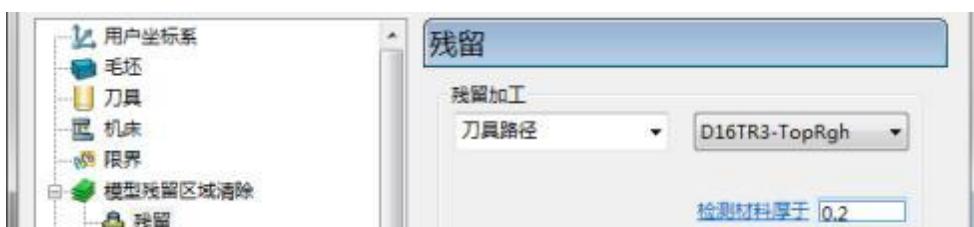


26 选取策略选取器 ，在 3D 区域清除域选取模型区域清除选项，然后严格按照下图填写其它值。



27 在对话视窗的本地浏览器中选取残留页面，输入残留加工 – 刀具路径 - D16t3-TopRuf。

28 点击计算，产生刀具路径。



策略计算失败，屏幕上出现下图所示的 PowerMILL 错误信息方框！





应用区域清除 - 残留加工时不能使用不同用户坐标系产生的刀具路径作为参考刀具路径。



但可以在残留加工中使用残留模型做参考。

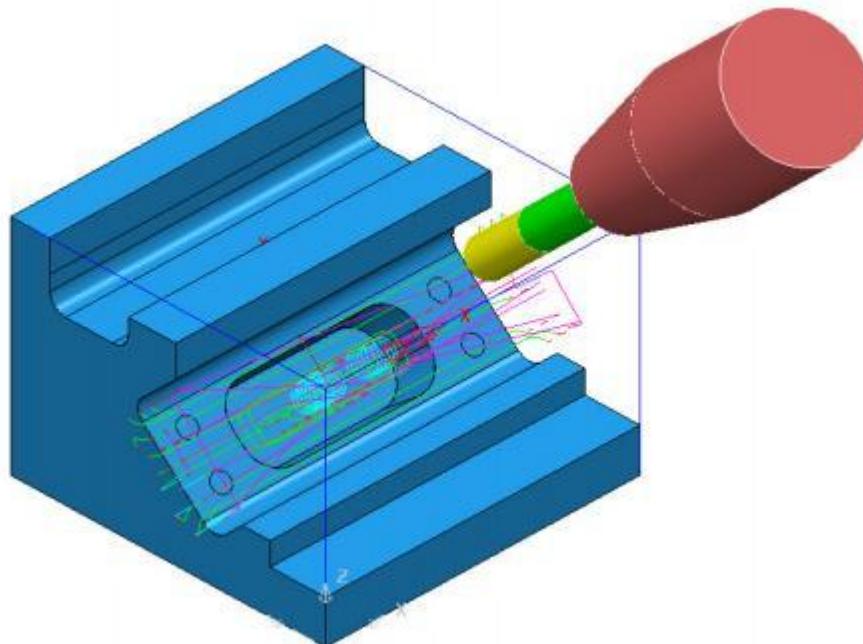
- 29 点击 确定 , 关闭 **PowerMILL** 错误对话视窗, 回到仍然处于编辑状态 的策略页面。如下图所示 , 在残留页面设置残留加工为残留模型 , 选取残留模型 1 , 设置检测材料厚于0.6。



- 30 选取对话视窗浏览器中的限界选项 , 在新的页面中选取刀具中心限制在毛坯边缘



- 31 计算刀具路径 , 然后关闭对话视窗。

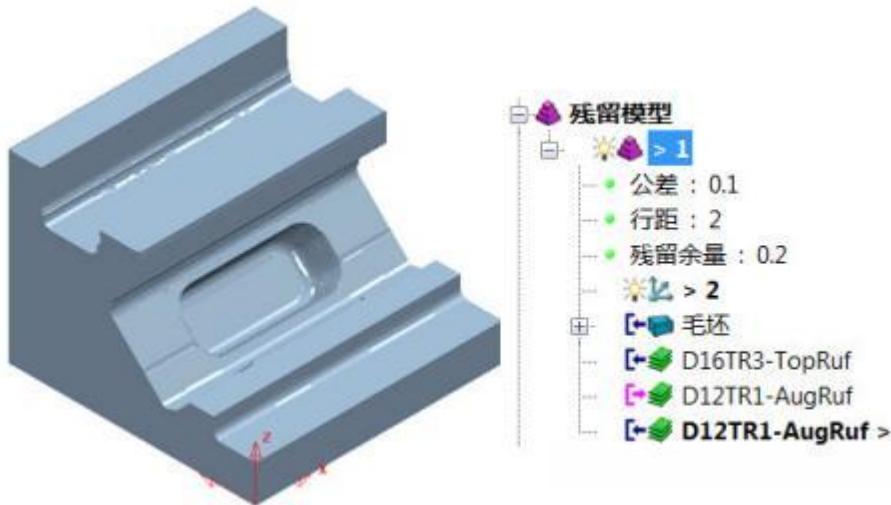


如左图所示 , 修改后的残留粗加工刀具路径仅加工残留模型所限制的区域。

此刀具路径切除的材料尽管已注册 , 但还没有包括在此时实际的残留模型中。

- 32 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 D12 TR1-AngRuf , 从弹出菜单选取增加到 - 残留模型。

- 33 右击 PowerMILL 浏览器中的残留模型 1 , 从弹出菜单选取计算。

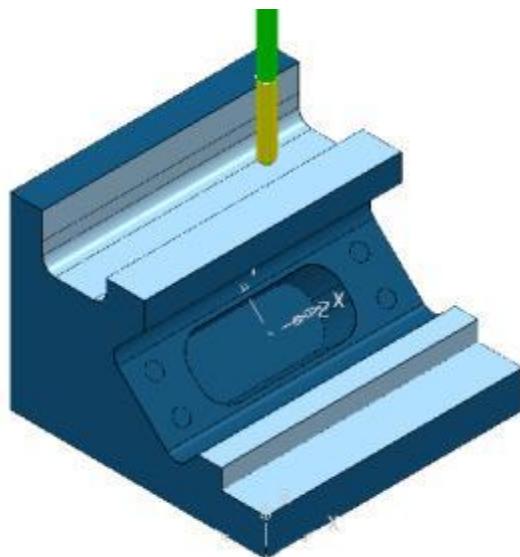


现在显示的残留模型中的残留材料即是 3 轴区域清除加工和 3+2 轴区域清除后所剩余的材料。



和区域清除加工不一样，精加工策略不能按残留模型直接进行材料加工。然而可通过产生并应用残留模型残留边界，为随后的精加工操作提供合适的残留限界。

- 34 激活刀具路径 **D16t3-TopRuf**，恢复它使用的设置。
- 35 产生直径为 6 的球头刀 **BN6**。
- 36 不显示残留模型（点击灯泡，关闭显示）。
- 37 选取相对于用户坐标系 1 的初始精加工曲面（如下图阴影部分）。



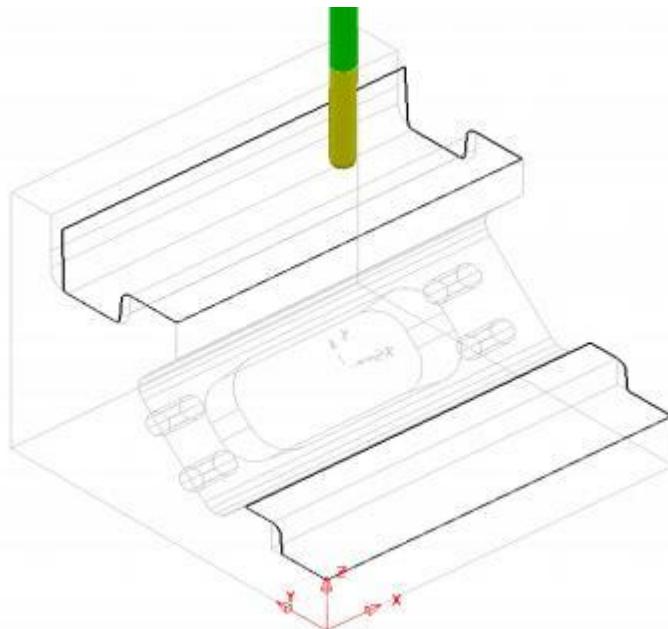
- 38 右击 PowerMILL 浏览器中的边界，从弹出菜单中选取定义边界，随后选取已选曲面选项，打开以下对话视窗。



39 严格按照上图在已选曲面边界对话视窗中输入相应数据并勾取顶部方框，将限界选项设置为刀具中心限制在毛坯边缘。



40 应用并关闭对话视窗。



产生的边界呈激活状态，它将自动包括在以下精加工策略中的剪裁（保留内部）选项。

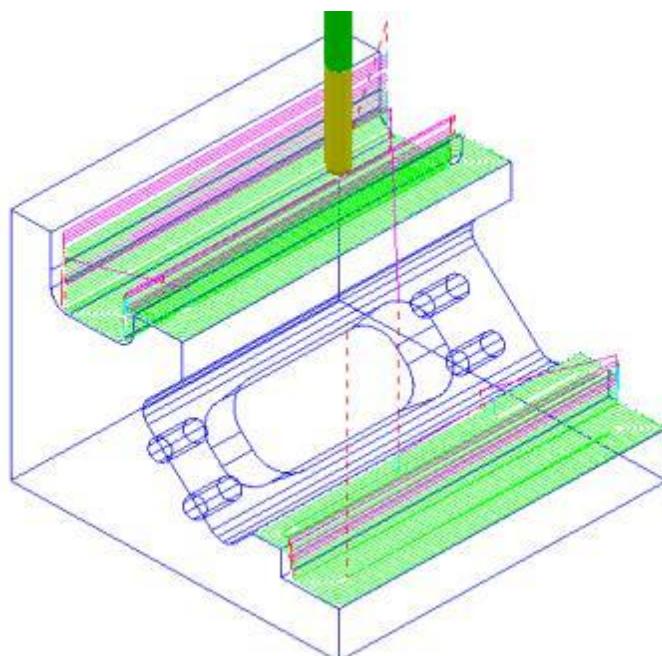
41 选取刀具路径策略图标 ，从打开的精加工对话视窗中选取陡峭和浅滩精加工选项。

42 输入名称 - BN6-TopFin , 点击应用前，严格按照下图填写表格。



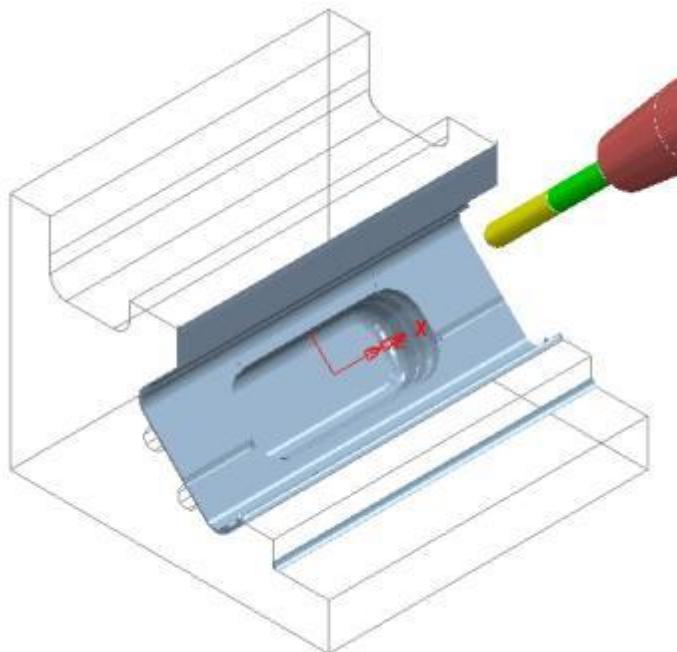
43 设置切入和切出为曲面法向圆弧(角度 90, 半径 3)。

44 计算并关闭对话视窗。



这样即加工出从顶部进刀可加工出的形状。随后将此精加工策略应用于残留模型，以产生残留模型残留边界，并在用户坐标系2 上应用 3+2 轴精加工策略。

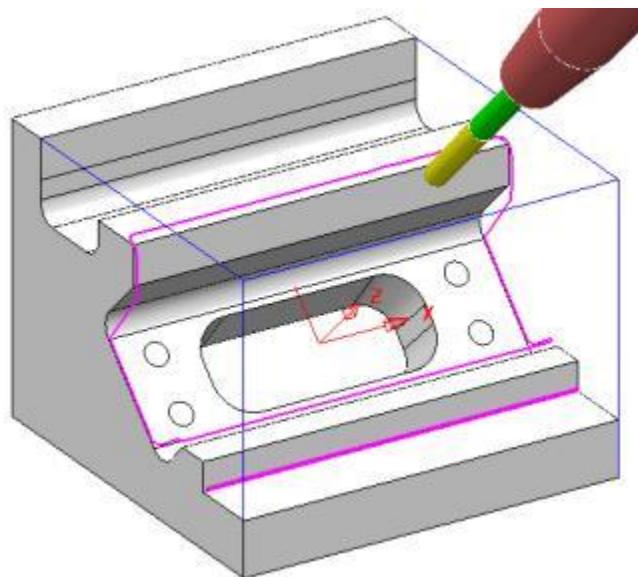
- 45 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN6-TopFin，从弹出菜单选取增加到 – 残留模型。
- 46 在 PowerMILL 浏览器的残留模型菜单中右击新产生的残留模型 1，从弹出菜单点击计算。
- 47 在残留模型弹出菜单中选取显示残留材料，接着选取显示选项 – 阴影，最后点击计算。
- 48 激活用户坐标系2。
- 49 选取 ISO 1 查看，相对于用户坐标系2 查看部件。
- 50 从主工具栏点击快进高度图标，在打开的对话视窗中设置正确用户坐标系(2)，最后点击计算。



- 51 右击 PowerMILL 浏览器中的边界，从弹出菜单选取定义边界 - 残留模型残留，打开以下对话视窗。



- 52 严格按照上图在残留模型残留边界对话视窗中输入相关数据。



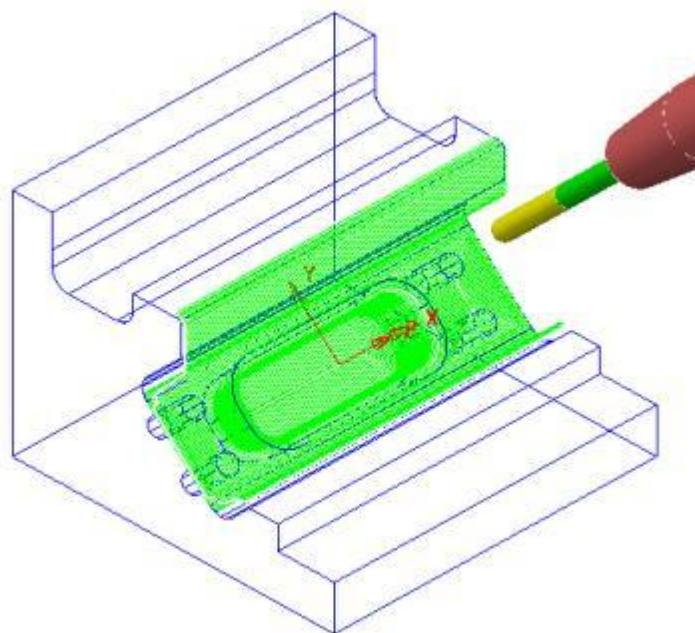
- 53 应用并取消对话视窗。
 54 选取并删除垂直壁底部的边界段。
 55 确认新的边界2 激活。



- 56 选取刀具路径策略图标 ，从精加工对话视窗中选取陡峭和浅滩精加工选项。
 57 输入名称 - BN6-AngFin，严格按照下图设置其它值。

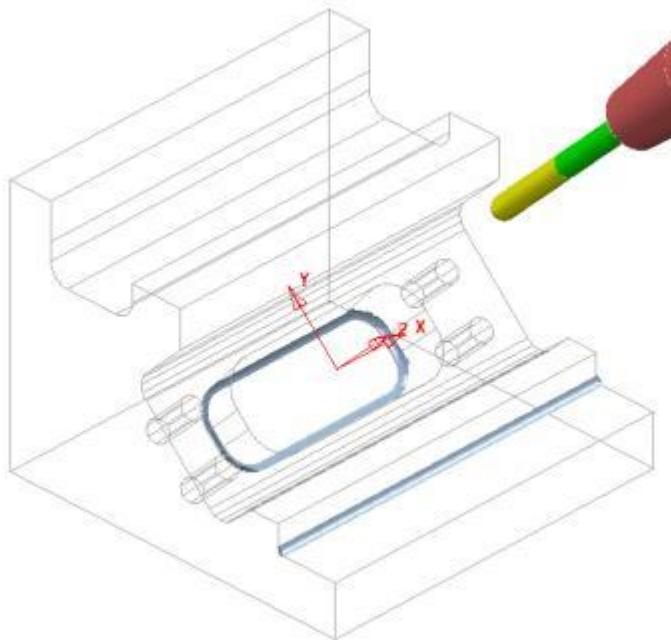


- 58 计算并关闭对话视窗。



这样就精加工完毕用户坐标系 2 下的残留模型残留边界区域内的形状。下面将此精加工策略应用到残留模型来确认是否加工完毕零件。

- 59 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN6-AngFin，从弹出菜单选取增加到 - 残留模型。
- 60 右击 PowerMILL 浏览器中的残留模型 1，从弹出菜单点击计算。



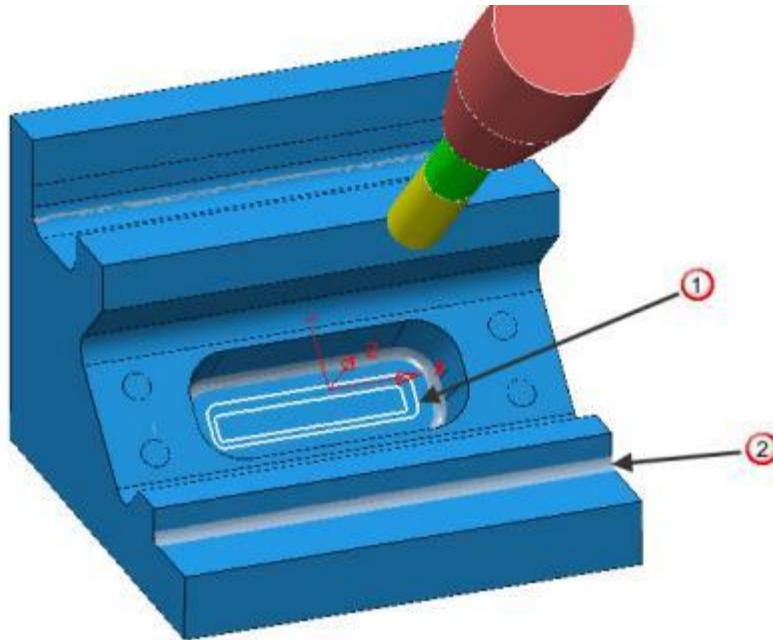
上图所示的两个区域仍然是残留模型的一部分，因为它们都包括尖锐内部拐角，它们需要使用端铣刀进行精加工切除。

- 61 产生一直径为 12 的端铣刀 EM12。
- 62 右击 PowerMILL 浏览器中的边界，从弹出菜单选取定义边界，随后选取残留模型残留选项，打开以下对话视窗。



63 严格按照上图在残留模型残留边界对话视窗中输入相关值。

64 应用并取消对话视窗。



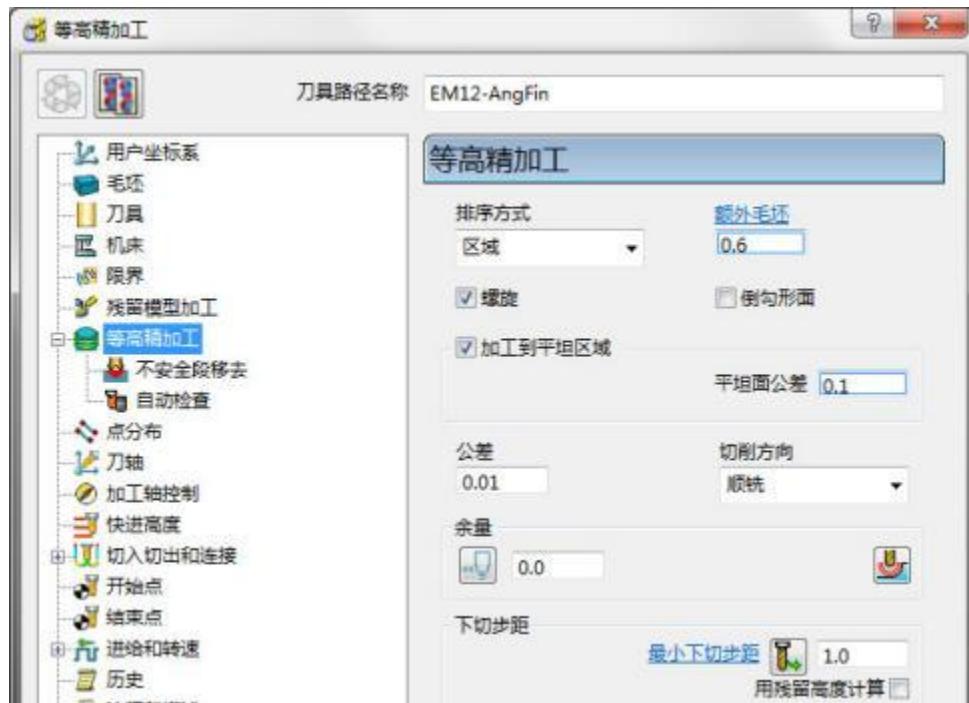
①于是屏幕上出现一新的残留模型残留边界，剩余的材料即可使用刀具 EM12 加工。②刀具 EM12 无法切入这个区域，因此边界没在这部分产生。

65 确认边界(3)激活。

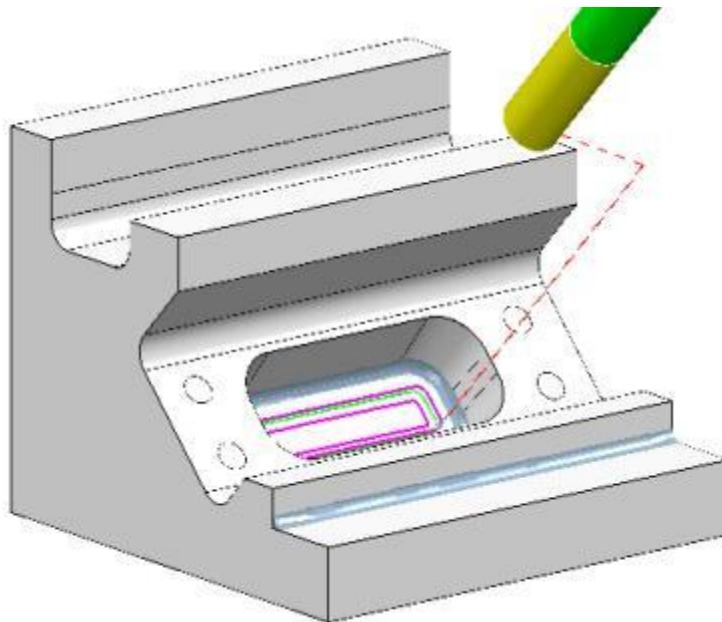


66 选取刀具路径策略图标 ，从精加工对话视窗中选取等高精加工选项。

67 输入名称 - **EM12-AngFin**，严格按照下图填写其它值，然后点击应用。



68 计算并关闭对话视窗。



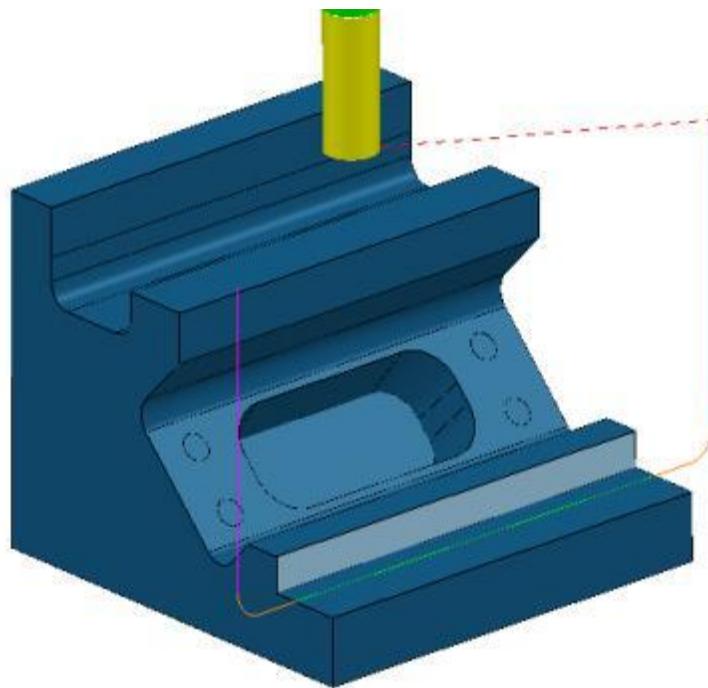
这样即全部完成带角的型腔部分的加工，我们将最新的刀具路径增加到残留模型中后即可确认这点。

69 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 EM12-AngFin，从弹出菜单选取增加到 - 残留模型。

70 点击 PowerMILL 浏览器中的残留模型 1，从弹出菜单选取计算。

71 激活刀具路径 D16t3-TopRuf，恢复其所使用过的设置。

72 取消刀具路径 D16t3-TopRuf 的激活状态，然后激活刀具 EM12。

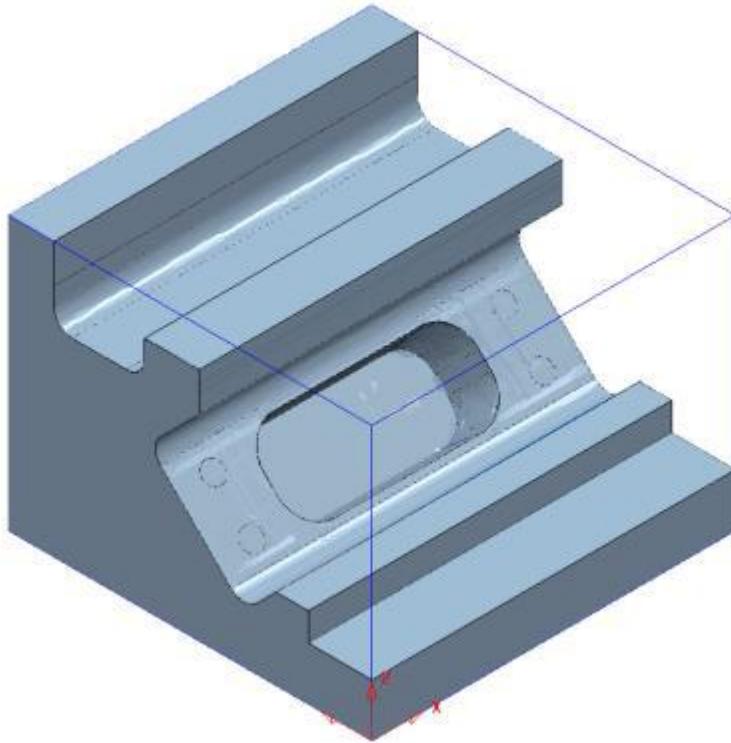


73 针对上图垂直的阴影部分（不包括对话视窗中的边界），产生一名称为 EM12-TopFin1 的Swarf 精加工策略。



74 设置切入和切出为垂直圆弧，距离 6，角度 90，半径 4。

75 将此新产生的刀具路径 EM12-TopFin1 增加到残留模型并计算，确认剩余材料已被加工。



仅当未勾取显示残留材料选项时才能看到此残留模型。

76 保存文件，更新项目。

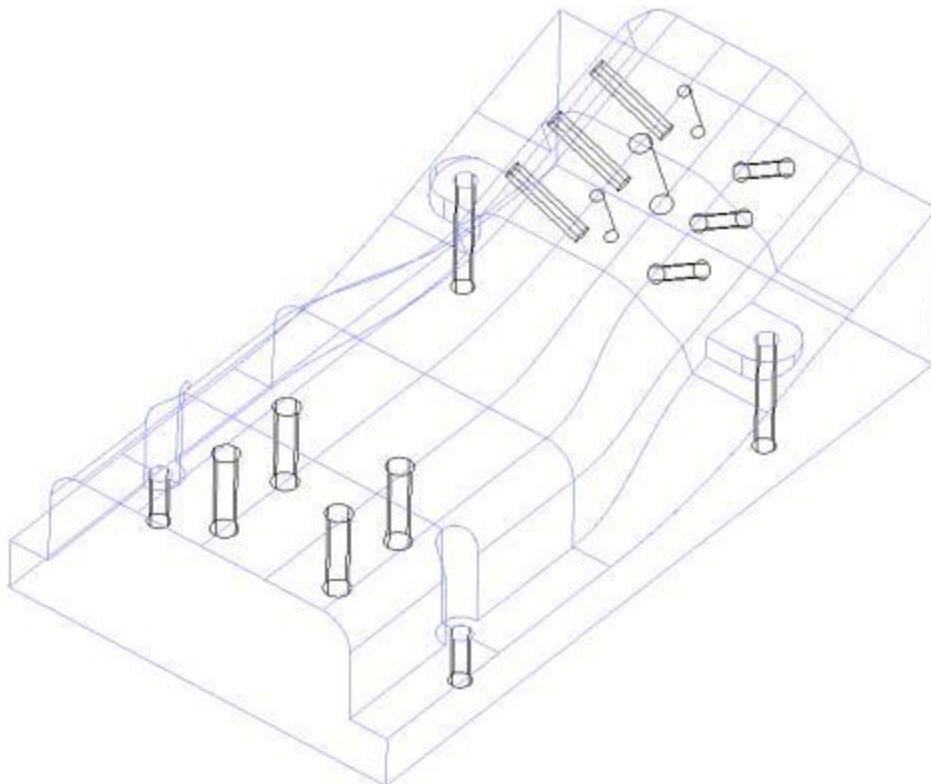
3+2 Axis – 钻孔范例

PowerMILL – 钻孔选项是针对孔特征操作而不是直接针对模型操作，这样不需要修改或裁剪已有曲面数据即可进行钻孔编程。勾取多轴选项后，将在普通用户坐标系中产生不同轴向的孔特征。

1 选取文件 - 删除全部，工具 - 重设表格。

2 输入模型：

`...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\drill_5axis\\drill5ax_ex1`



3 选取文件 – 保存项目为：

`...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\MultiAxisDrill-ex1`

第一步是产生特征设置，已选模型中全部圆柱曲面都被认为是孔特征。

系统自动将选项中的任何圆柱曲面识别为孔特征。此时一定要保证模型中没有毛坯，以使全部孔特征的顶部位于最大 Z 高度。



毛坯的存在会影响到各个孔特征的方向，多数情况其定位会存在问题。

4 选取图形视窗中的全部曲面。

5 从 PowerMILL 浏览器中的特征设置条目下选取定义特征设置。

6 严格按照下图所示特征对话视窗输入值。



必须不勾取按轴组合孔选项，以产生多轴孔>特征设置（包括处于不同方向孔在内的全部已选孔将输入到一单个特征设置中）。

7 应用并关闭对话视窗。



选项中的任何圆柱曲面将自动被识别为多轴孔特征。

8 不显示模型，查看新产生的特征。

特征设置中的全部 17 个孔均正确对齐，底部的十字叉表示孔的底部。

9 产生一材料毛坯 – 按...定义 - 方框，类型为模型。



10 点击快进高度 对话视窗中的计算。

11 产生一长度为 40，直径为 3mm 的钻头 (Drill3)。

12 增加一刀柄部件，刀柄顶部\底部直径为 3，长度为 40。

13 增加一夹持部件，夹持顶部直径30，底部直径30，长度30，伸出60。



14 选取刀具路径策略图标，在新的策略对话视窗中选取钻孔对话视窗。

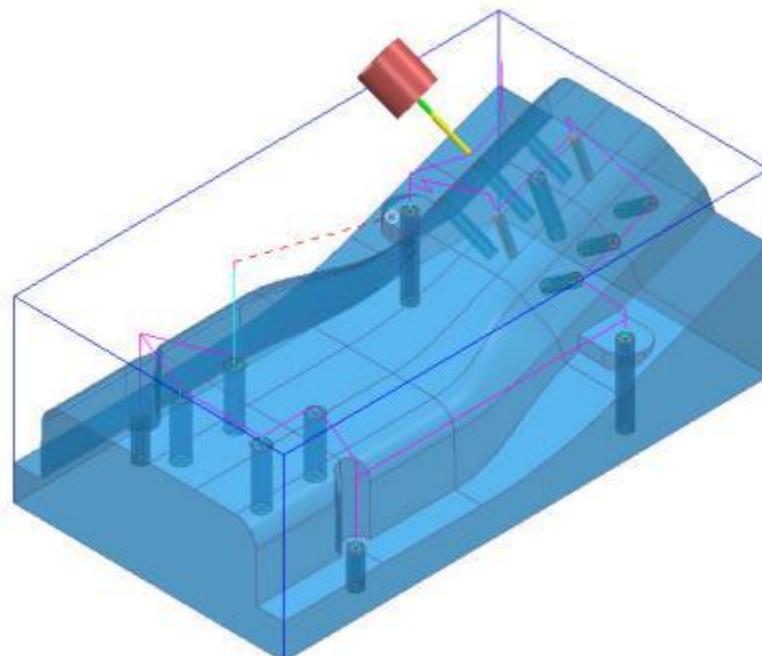
15 在钻孔对话视窗中选取选项钻孔。

16 重新命名刀具路径为 CentreDrill-Dia3。



17 回到主钻孔页，点击计算，产生中心钻刀具路径，然后取消对话视窗。

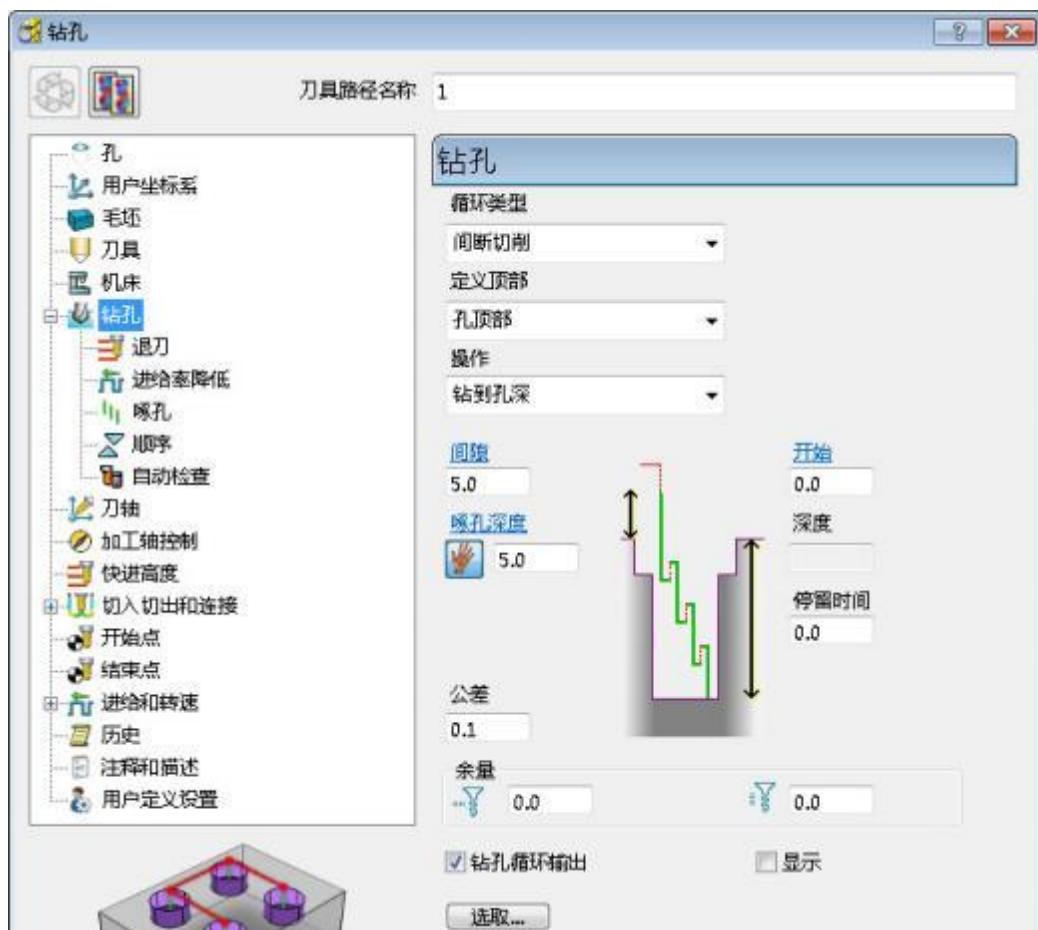
18 仿真刀具路径。



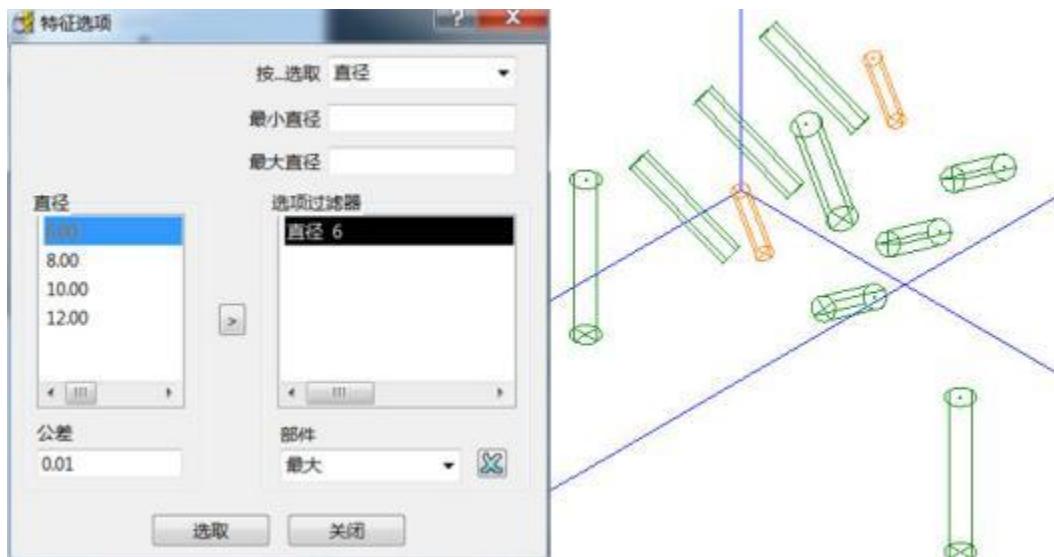
多轴选项在一单个特征设置中产生出不同方向的全部孔特征。

两个 6mm 的孔特征为螺纹孔将使用直径为 5mm 钻头钻到孔深，然后攻螺纹。有必要应用一个适当的轴向余量，这样在盲孔底部留下一不可避免的尖角，从而使攻螺纹操作可停止于孔底之上。

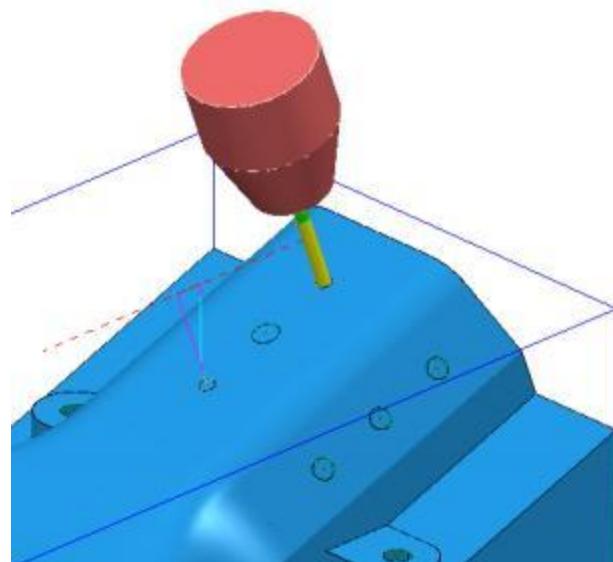
- 19 产生一直径为 5，长度为 60 的钻头 DRILL5。
- 20 增加一刀柄。刀柄的上部直径 5，下部直径 5，长度 30。
- 21 增加一夹持。夹持的上部直径 30，下部直径 30，长度 30，伸出 50。
- 22 选取刀具路径策略 ，在策略选取器对话视窗中选取钻孔。
- 23 在钻孔对话视窗中选取钻孔选项。
- 24 重新命名刀具路径为 DRILL5。



- 25 选取两个直径为 6 的孔特征（下图橙色线框所示）。



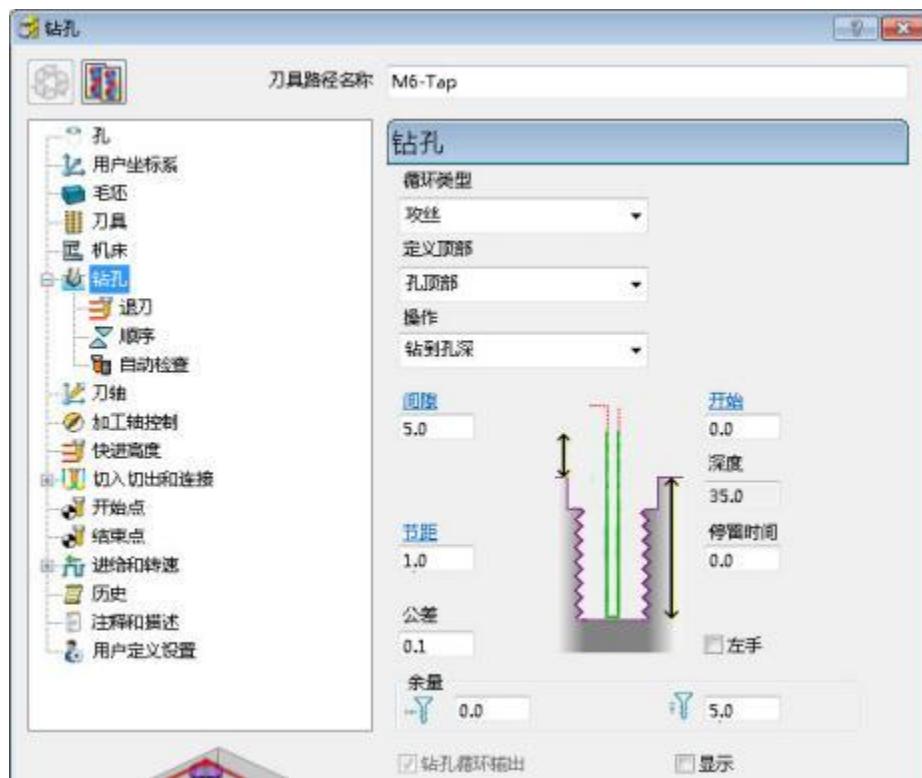
- 26 关闭特征选项对话视窗。
- 27 点击计算，产生中心站刀具路径，然后取消对话视窗。
- 28 仿真刀具路径。



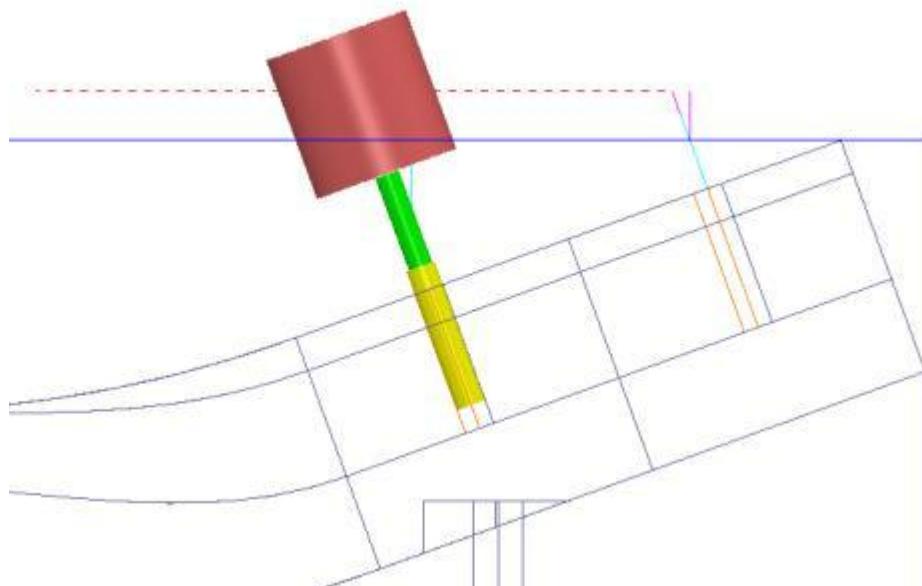
于是即使用直径为 5 的钻头将两个直径为 6 的孔钻到了全孔深。

下面将使用一直径为 6，节距为 1mm 的攻丝刀具对每个直径为 6 的孔攻丝，螺纹深度大约自孔底部 5 (轴向余量)。

- 29 产生一直径为 6mm 长度为 25，节距 1 的攻丝刀具 M6 Coarse-TAP。
- 30 增加一刀柄，刀柄顶部直径为 4，底部直径为 4，长度为 30
- 31 增加一夹持，夹持顶部直径 30，底部直径 30，长度 30，伸出 50。
- 32 选取刀具路径策略 ，从策略选取器选取钻孔。
- 33 在钻孔对话视窗中选取攻丝。
- 34 重新命名刀具路径为 M6-Tap。



- 35 在图形视窗中选取两个直径为 6mm 的孔特征。
- 36 在钻孔对话视窗中选取选项攻丝。
- 37 重新命名刀具路径为 **TAP6**。
- 38 设置循环类型 - 攻丝，操作 - 钻到孔深，节距 -- 1。
- 39 输入轴向余量5。
- 40 选取两个直径为 6 的孔特征。
- 41 计算并关闭对话视窗，产生刀具路径。
- 42 沿 -Y 轴查看模型。



这样即对已选孔进行了攻丝加工，且攻丝加工在全孔深 5mm 之上结束。

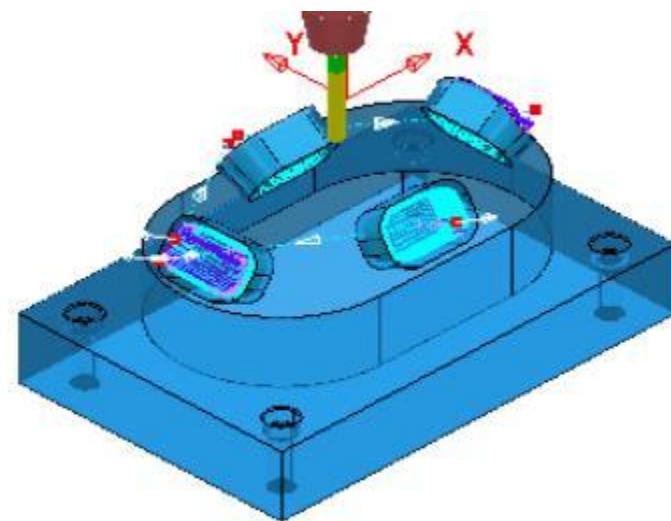
- 43 选取文件 > 保存，更新前面保存的项目。

2. 定位刀具移动

定位刀具移动 - 基础知识

设置多轴定位刀具移动时，尤其需要注意做适当的设置，以防止刀具可能出现的任何碰撞。

- 产生的每一条刀具路径的开始和结束点都应在 CAD 模型中的任何倒勾型面特征之外。
- PowerMILL 并不 检查每条刀具路径之前和之后的定位移动的过切。下图这些浅蓝色虚线所示区域的连接移动仅在显示 NC 程序时可见。



- 无论是 PowerMILL 或是后处理器都不会知道机床行程范围内是否存在障碍。
- 显示在 PowerMILL 刀具路径仿真中的定位移动并不一定和实际机床运行时的定位移动完全相符。指定后处理器会在显示的 PowerMILL 移动中插入其自己的后处理移动。
- 为生成更精确的仿真，可产生一机床模型以及相关的 mtd 文件。要强调的是，机床仿真仅是一个很基本的直观模拟，而不是一 NC 程序检查。

为此，建议在 PowerMILL 中使用以下三种方法来产生定位刀轴移动：

- 在刀具路径开始点和结束点表格中使用绝对坐标。
- 在 NC 程序中策略性插入用户坐标系。
- 在 3D 空间中的适当位置插入驱动曲线 - 参考线精加工策略。

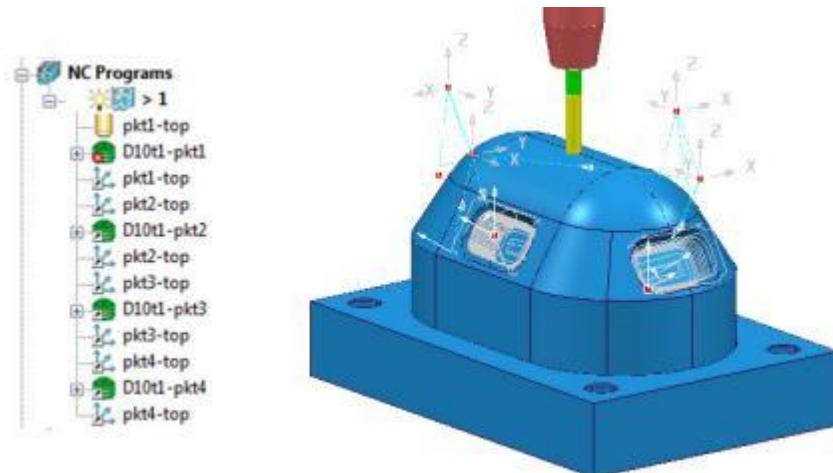
后处理选项文件 – 安全 Z 高度定位移动

- 有两种不同的方法来产生定位移动的后处理选项文件（缺省通常使用方法 1）。
 - a 方法 1 - 后处理选项文件在每条刀具路径始端和末端自动输出移动自/到机床，最大 Z 高度(原点)。请注意! 在这种情况下，插入到 NC 程序中的全部用户坐标系完全被忽略。

方法 1 中典型的后处理选项文件名末端会包括 ZMAX，如
DMG_DMU10p_H530_ZMAX.pmopt

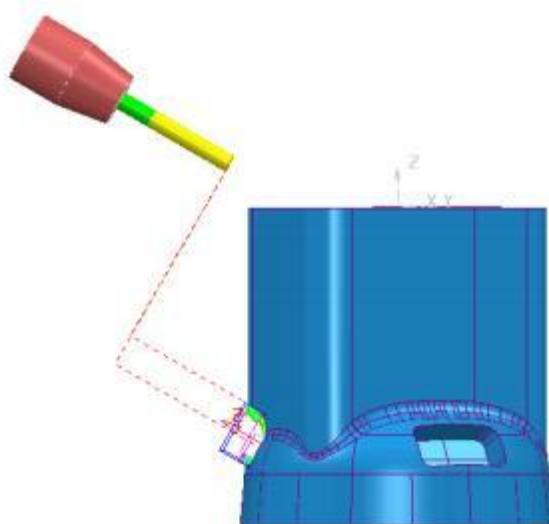
- b 方法 2 - 后处理选项文件不自动输出机床安全 Z 高度移动。全部额外的安全定位移动必须由用户在 PowerMILL 中增加(下图使用了一系列用户坐标系)。

方法 2 中典型的后处理选项文件名末端不包含 ZMAX，如 DMG_DMU10p_H530.pmopt



使用开始点和结束点控制刀具移动

可在开始点和结束点对话视窗  中通过使用绝对值（以及指定 XYZ 坐标），来控制定位刀具移动。



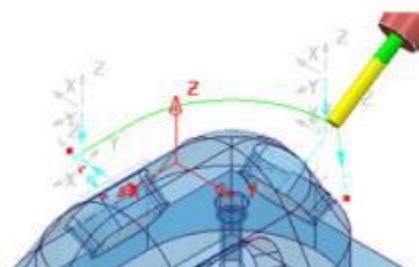
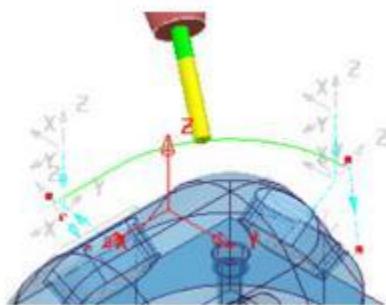
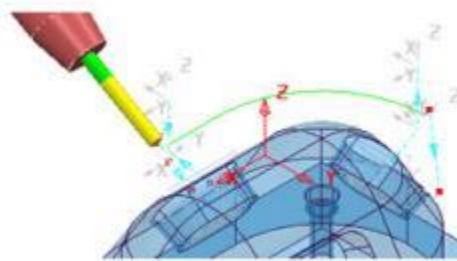
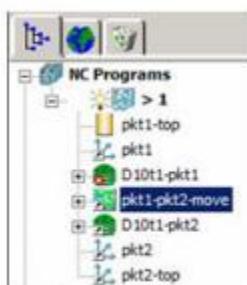
以绝对坐标输入开始点和结束点，使刀具位于零件之上可安全地定向对齐刀具并/或进行快进XY移动。

3D 空间使用参考线精加工控制刀具移动

可通过将某个参考线精加工策略作为 3D 空间中刀具运行的驱动曲线来控制定位刀具移动。

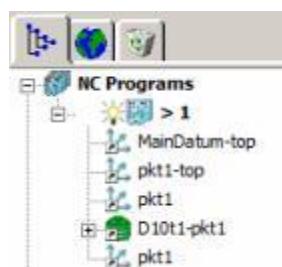


刀具位置变换过程中可使用一侧倾角来使刀具始终保持于某个方向。



NC 程序中通过用户坐标系控制刀具移动

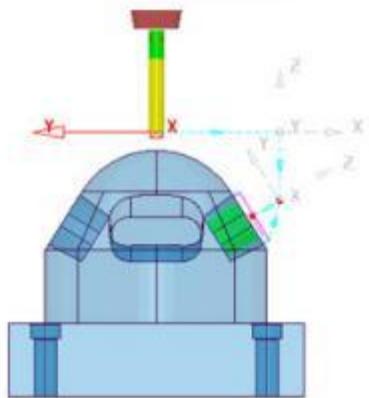
也可在 NC 程序列表中的刀具路径间有意地增加一些用户坐标系来控制定位刀具移动。如果需要，也可将 NC 程序列表中的用户坐标系注册为一换刀点。



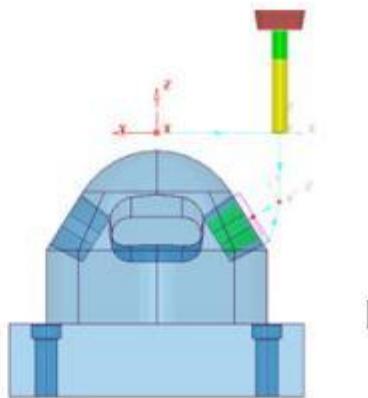
当刀具移动到某个用户坐标系位置后，它将同步重新进行对齐操作，使刀具对齐于用户坐标系的 Z 轴（同步是 NC 参数选择的缺省设置）。

下面的 4 个图演示了刀具在运行加工策略前移动到 3 个用户坐标系位置并做旋转运动的情况。

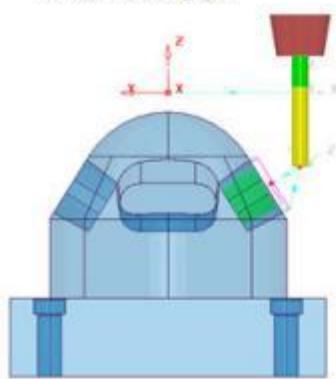
刀具位于 MainDatum-Top



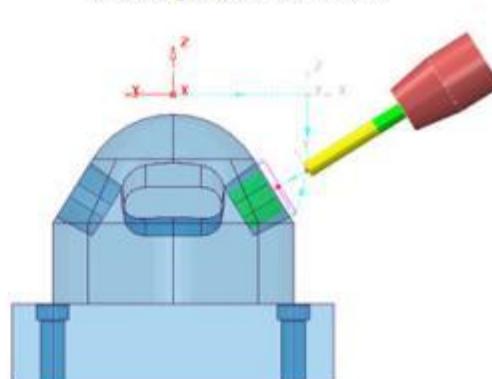
刀具移动到 pkt1-top



刀具移动到 pkt1



刀具在 pkt1 位置进行旋转



范例

下面将打开一个包含 4 个独立 3 + 2 轴精加工刀具路径的已有项目，并将这些刀具路径添加到 NC 程序，随后在 NC 程序中增加适当的刀具定位移动，以防刀具在各个刀具路径间移动时，刀具和零件表面发生碰撞。

- 选取文件 – 打开项目：

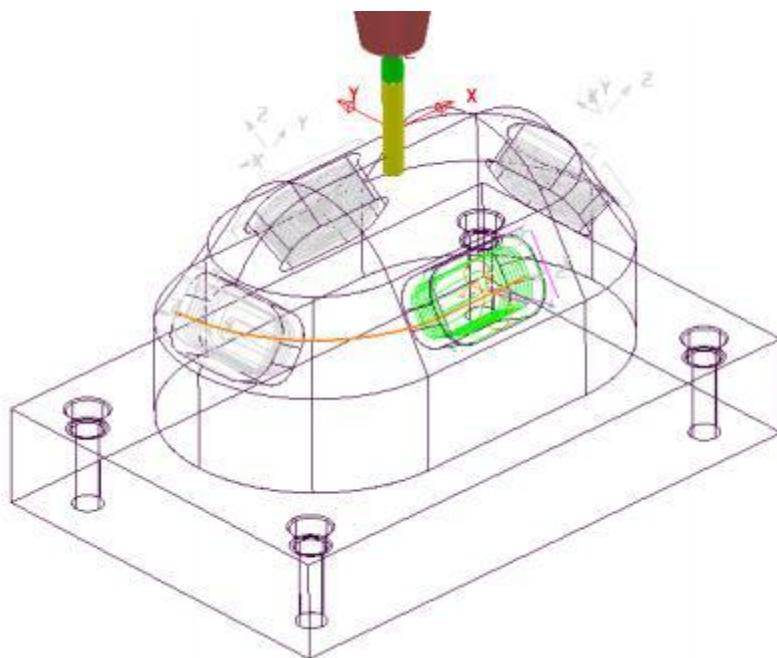
`...\\PowerMILL_Data\\FiveAxis\\PositionalMoves\\AngledPockets-Start`



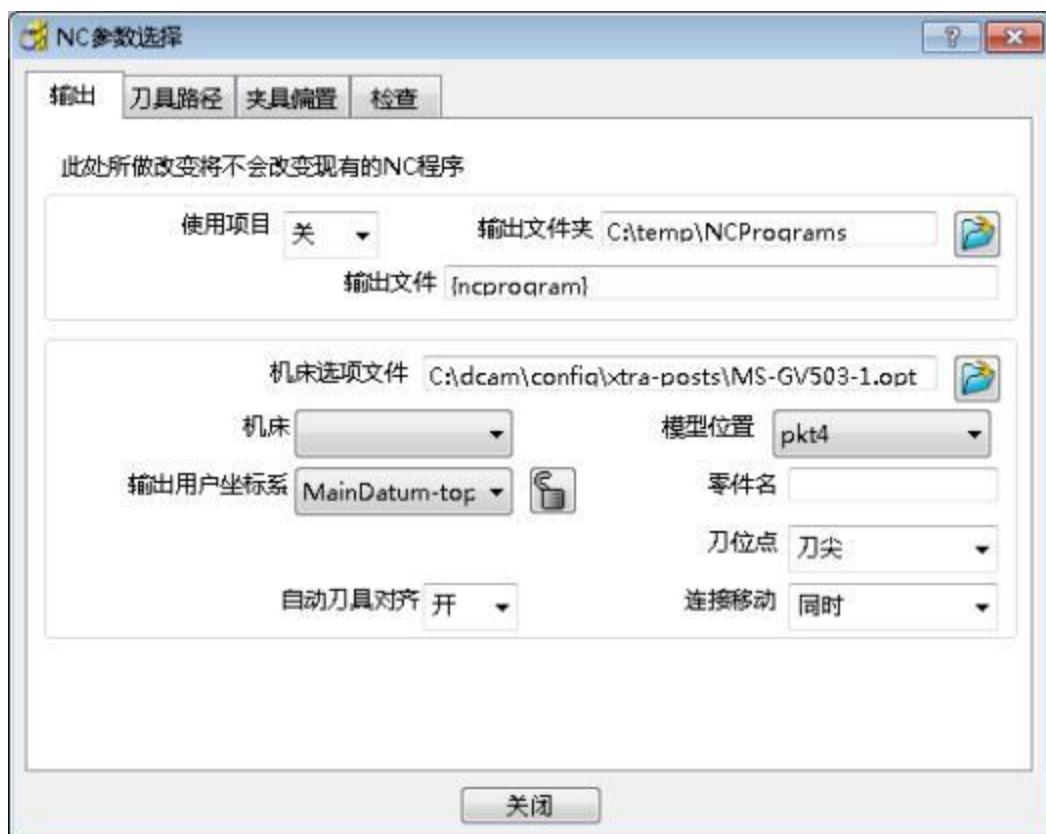
- 选取文件 – 保存项目为：

`...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\AngledPockets`

使用参考一 3 轴用户坐标系计算的安全 Z 连接移动



3 右击 PowerMILL 浏览器中的 NC 程序，从弹出菜单选取参数选择。



4 选取一合适的 5 轴后处理器选项文件:

C:\dcam\config\xtra-posts\MS-GV503-1.opt

5 选取关闭（NC参数选择设置即被更新）。

6 产生一个新的 NC 程序。（产生后即被激活）

7 选取 4 个 3 + 2 轴刀具路径(D10t1-pkt...), 并从右击它们弹出的局部菜单选取增加到>NC程序。

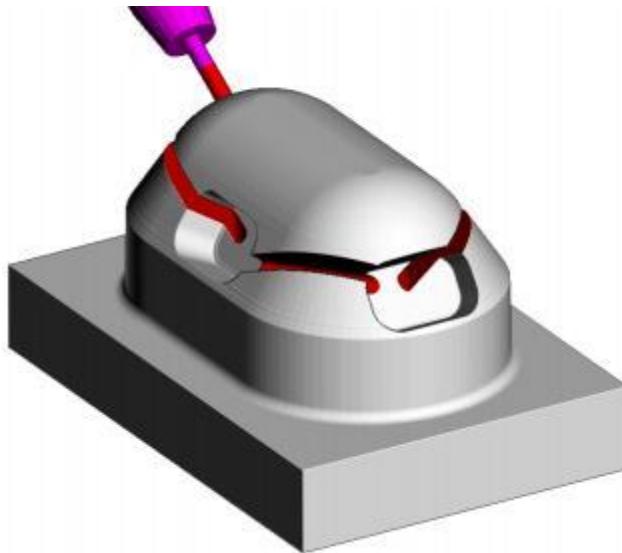


8 选取 ISO 4 查看

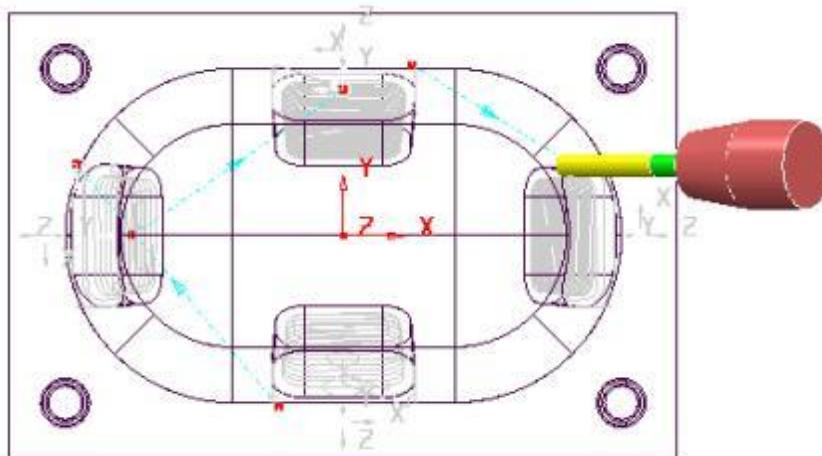
- 9 对前两条 3 轴刀具路径 D40t6-rgh1, Bn16-sem1 运行 Viewmill 仿真，随后对 NC 程序中包含的 4 条 3 + 2 轴刀具路径进行仿真。



放大查看我们可以发现，3 + 2 轴刀具路径的路径间的转换过程中，刀具会和零件发生碰撞。



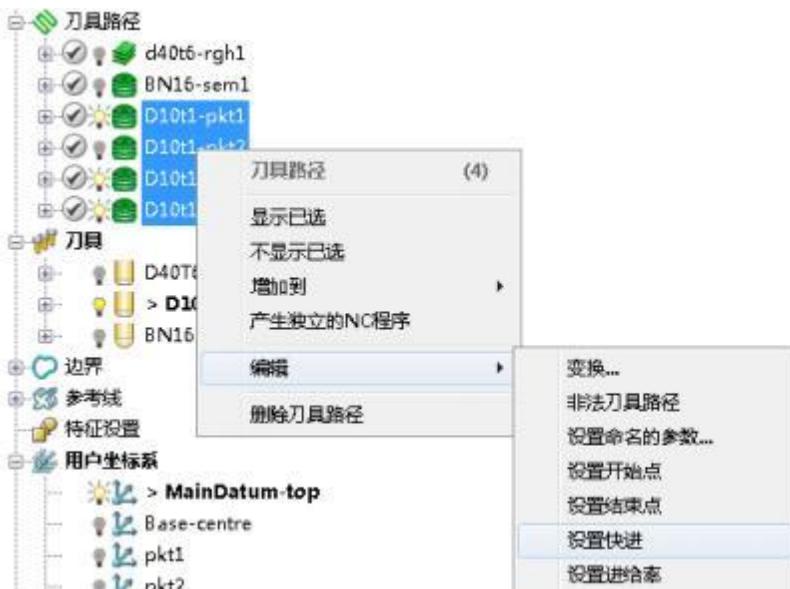
如果以线框形式显示模型，那么显示的 NC 程序中也会包括和 4 条保存刀具路径间的连接移动（浅蓝色虚线）。



- 10 激活用户坐标系 MainDatum-top。
- 11 使用由...定义 - 方框，按模型尺寸计算毛坯。
- 12 打开快进高度对话视窗。

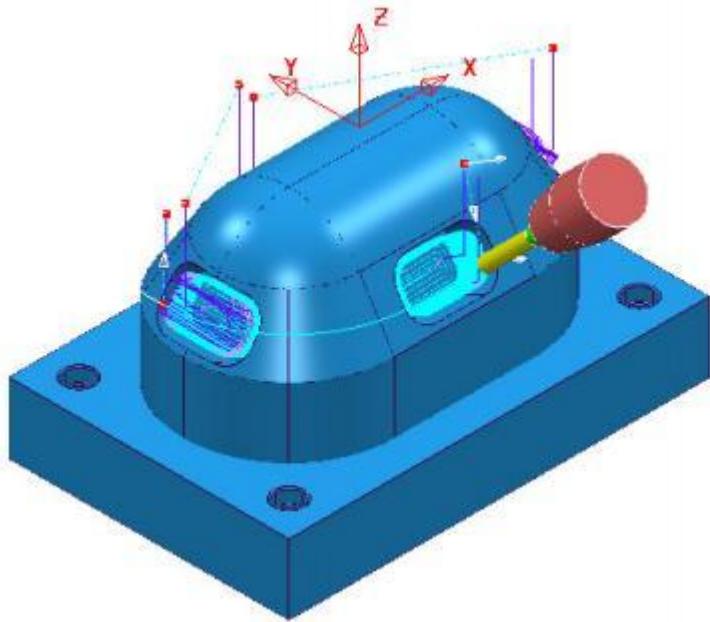


- 13 输入用户坐标系 MainDatum-top，计算并接受对话视窗。
- 14 在 PowerMILL 浏览器，使用 Shift 键选取 4 条 3+2 轴刀具路径。

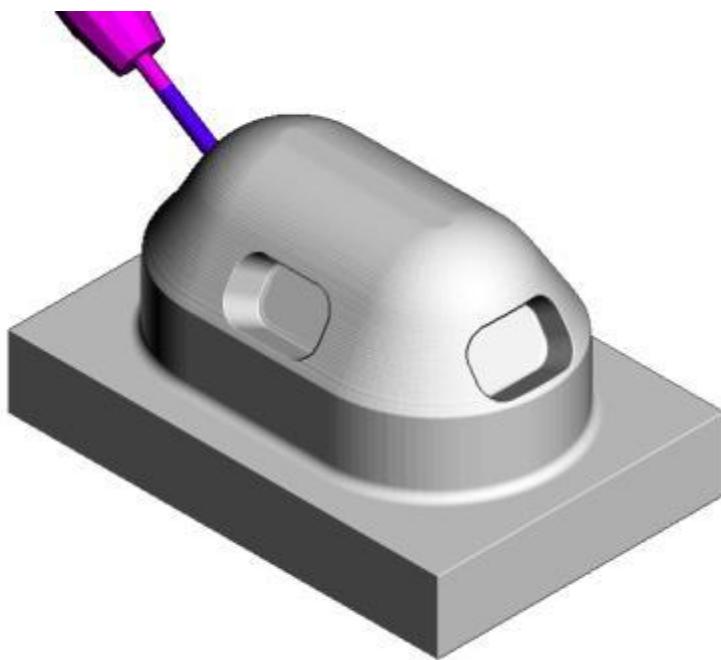


- 15 右击已选 4 条刀具路径中的任意位置，从弹出菜单选取编辑 - 设置快进移动。

于是刀具即相对于用户坐标系 MainDatum-top 在模型顶部做快进移动。



16 首先对前两条 3 轴刀具路径 D40t6-rg1, Bn16-sem1 运行 ViewMILL 仿真，然后对NC 程序中的 4 条 3+2 轴刀具路径运行 ViewMILL 仿真。



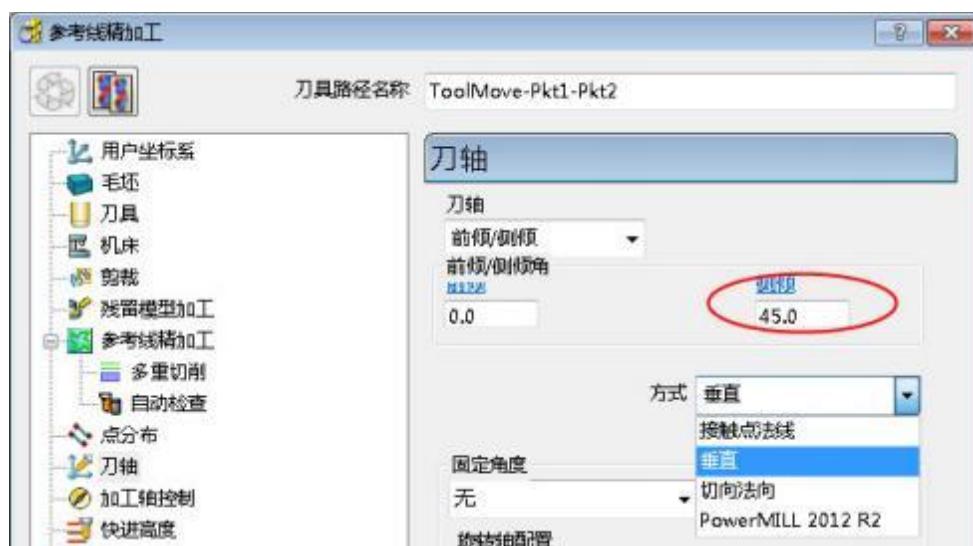
可见，刀具路径之间的连接运动不再和模型碰撞。

使用(驱动曲线) 参考线刀具路径连接移动

17 在策略选取器  表格中选取精加工标签，随后选取参考线精加工策略并严格按照下图填写表格。



18 选取表格中的刀轴页面，然后输入刀轴 - 前倾/侧倾，侧倾角度为 45，方式 - 垂直。



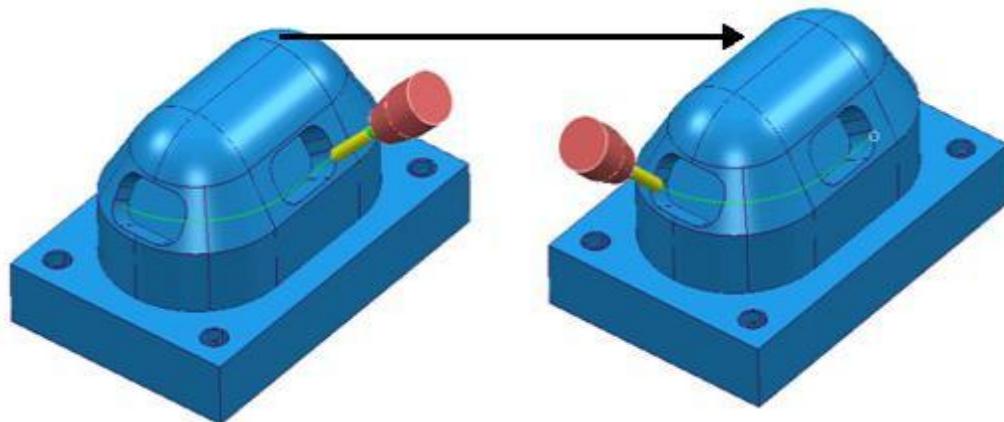
19 选取开始点页面，在方法中设置使用 - 第一点，进刀距离 0。



20 选取结束点页面，在方法中设置使用 - 最后一点，退刀距离 0。

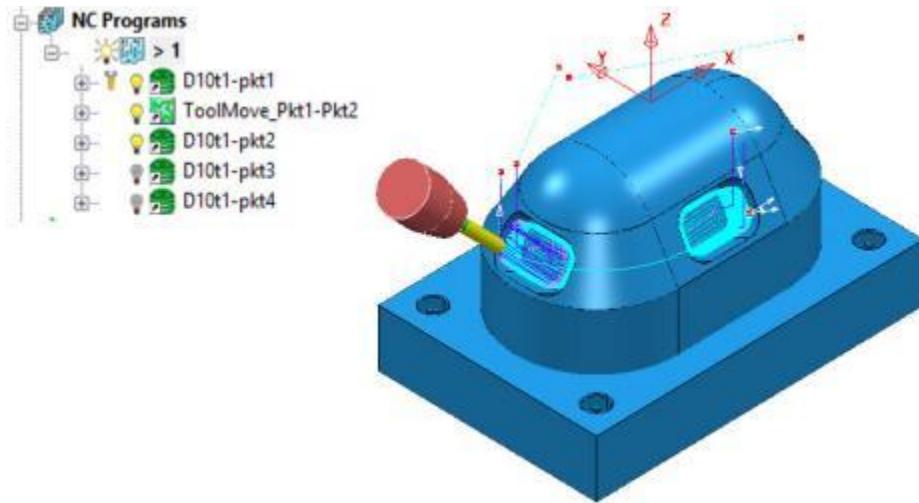
21 在切入切出和连接页面，设置切入和切出为无。

22 计算此参考线精加工刀具路径。



于是刀具沿参考线精加工策略，绕零件产生一无碰撞的变换。

23 在刀具路径 D10t1-pkt1 和 D10t1-pkt2 间插入参考线精加工策略(ToolMove- Pkt1 - Pkt2)



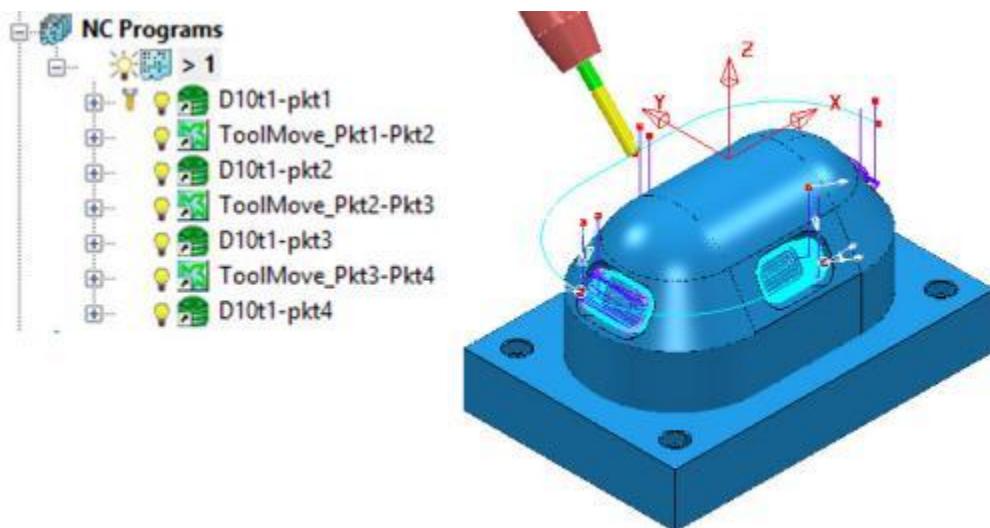
练→

- 24 产生另外两个供定位刀具移动使用的参考线精加工策略 ToolMove_Pkt2-Pkt3 和 ToolMove_Pkt3-Pkt4。

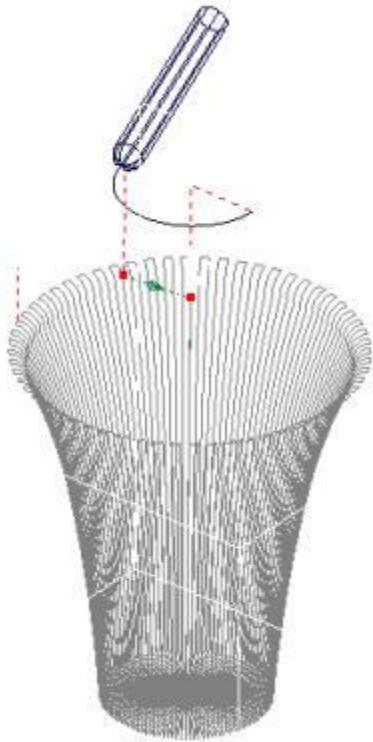


检查每个新的参考线策略的方向，若有必要对它们进行反向处理。

- 25 在 NC 程序中，使用新的参考线精加工策略替换相关的用户坐标系。



刀轴‘回绕’移动



参考线策略在定位刀具移动中的一个很有意义的应用是在当超过机床旋转极限时，可使用一圆形参考线精加工策略来在 3D 空间中对刀具进行“回绕”移动，使刀具回到旋转行程极限的开始位置。

3. 5 轴刀轴调整

简介

对于机床主轴和/或工作台同时需要进行线性运动和旋转轴运动的 5 轴加工，PowerMILL 提供了多个有效的刀轴调整方法和加工策略。

5 轴刀轴调整和加工选项

PowerMILL 刀轴的缺省设置为供 3 轴加工使用的垂直选项，其它选项仅对具有多轴授权的用户有效。



某些策略在使用球头刀或球形刀具时仅支持多轴刀轴调整。



可通过点击主工具栏中的刀轴图标  调出刀轴方向对话视窗，也可直接从支持 5 轴加工的加工策略对话视窗中调出。

对话视窗中列出了一些基本的刀轴调整选项，这些选项可由和具体策略相关的模式中进行进一步控制。



刀轴对齐定位 – 方式选项

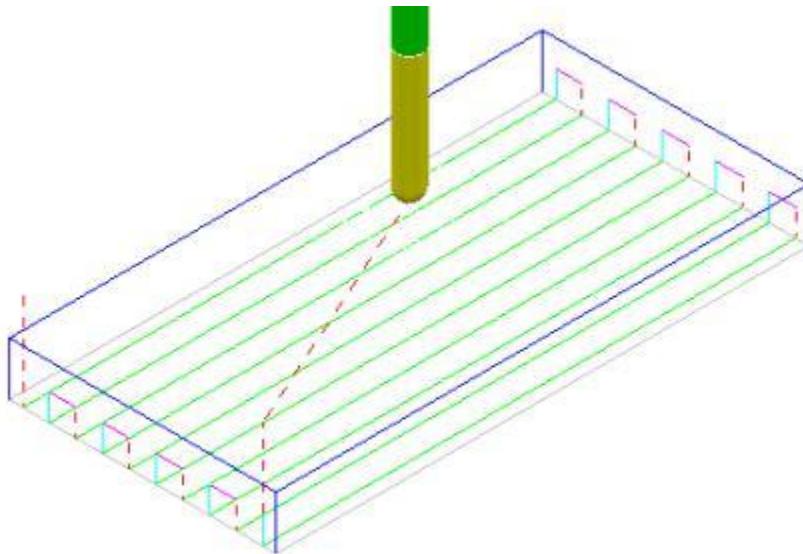
- a 接触点法线 – 相对于刀具路径接触点法向测量前倾角度。
- b 垂直 – 相对于 Z 轴测量前倾角度。
- c PowerMILL 2012 R2 – 降级到此版本，不提供模式选项（模式在策略中指定）。
- d 预览线框法线 – 自法向到形成预览线框的图案测量前倾角度。
- e 参考刀轴 – 自参考刀具路径使用的刀轴测量前倾。此选项仅适用于使用刀具路径作为驱动曲线的参考线精加工刀具路径。
- f 切矢法向 – 自垂直于参考曲线切矢方向测量前倾角度。此选项仅适用于使用参考线作为驱动曲线的参考线精加工刀具路径。
- g 底切角 – 相对于参数螺旋策略中指定的底切角的投影方向计算前倾角度。
- h 刀具路径 – 自或朝向选项的基本刀轴的实际对齐定位相对于模型表面，而不是预览图案。
- i 预览线框 – 自或朝向选项的基本刀轴的实际对齐定位相对于投影策略中的预览图案。

前倾/侧倾 – 范例1

前倾角为刀具沿刀具路径方向的指定角度；侧倾角为和刀具路径方向垂直方向的指定角度。如果这两个角度的设置均为零，则刀具方向将为刀具路径产生过程中刀具路径投影到模型上的方向。对参考线精加工而言，此方向始终为垂直的；对投影精加工而言，其方向随投影方向的改变而改变。



- 1 删除全部并重设表格。
- 2 打开只读项目：
....\Five_Axis\ToolAlignments\PlaneAlignments_Start



3 保存项目为：

....\COURSEWORK\PowerMILL_Projects\PlaneAlignments_Demo

4 仿真刀具路径 BN5- Vertical。

上面的平行刀具路径使用和垂直轴对齐的刀具加工。

5 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN5-Vertical，从弹出菜单选取设置，打开原始的平行精加工对话视窗。



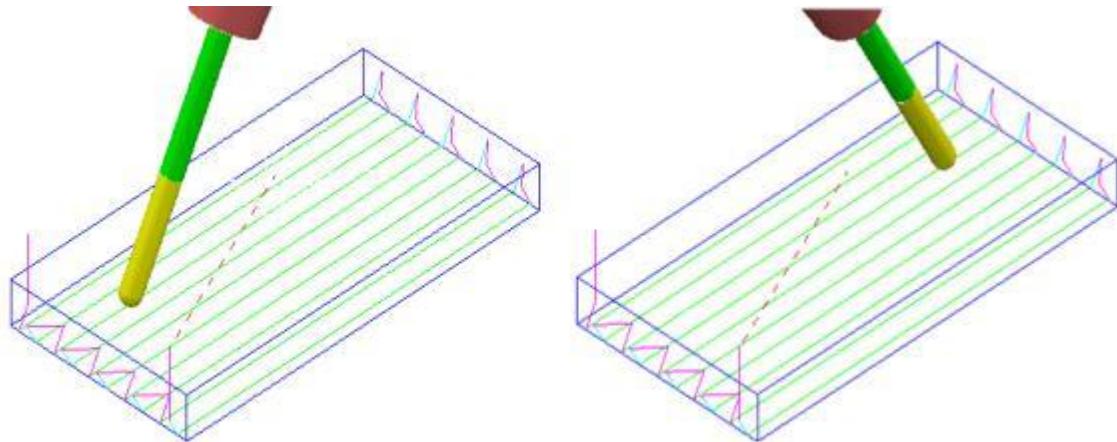
6 复制 刀具路径并重新命名为 BN5-Lead30。

7 选取刀轴页面，设置刀轴为前倾/侧倾，前倾角 -30，方式 - 垂直。



8 计算刀具路径，然后关闭对话视窗。

9 仿真刀具路径 BN5-Lead30。



于是产生一平行策略刀具路径，其刀轴方向相对于垂直轴(Z) 前倾 -30 度。



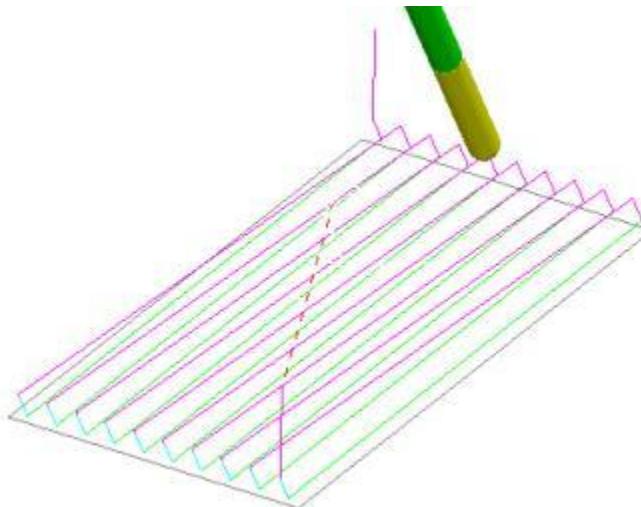
使用双向选项可使刀轴方向在每条路径末端自动改变方向，这是因为前倾角和刀具路径相关。

- 10 右击 PowerMILL 浏览器中刀具路径 BN5-Lead30，从弹出菜单选取设置选项，打开平行精加工对话视窗。



- 11 点击编辑刀具路径图标 ，从打开对话视窗中将样式由双向改变为单向。

- 12 计算并取消对话视窗。



可见，将样式设置为单向后，刀轴方向始终保持不变。

- 13 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN5-Lead30，从弹出菜单中选取设置选项，打开刀具路径对话视窗。



- 14 复制  刀具路径并将它重新命名为 BN5-Lean45。



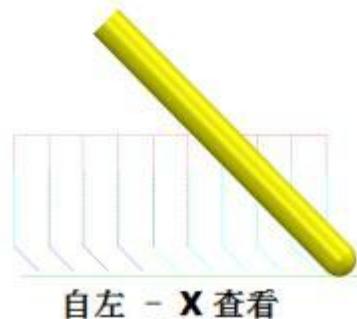
- 15 选取刀轴图标 ，打开刀轴方向对话视窗。

- 16 定义刀轴为前倾\侧倾，前倾角度设置为 0，侧倾角度设置为 45。



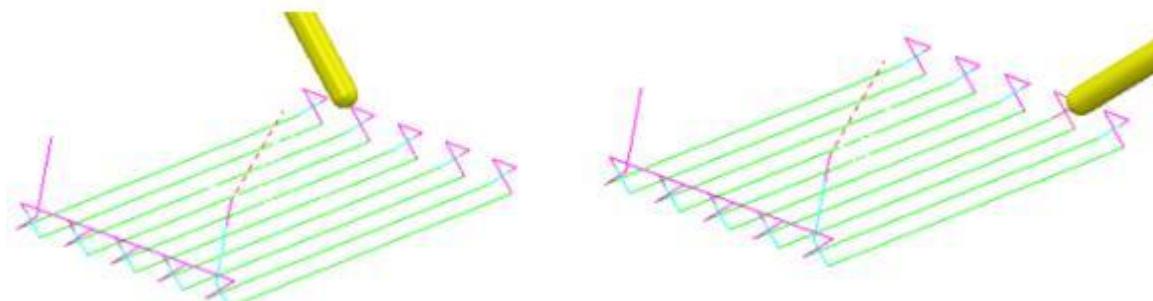
17 计算刀具路径并关闭对话视窗。

18 动态模拟刀具路径。



在此，我们产生了一刀轴方向侧倾于刀具路径方向 45° 度的平行刀具路径。

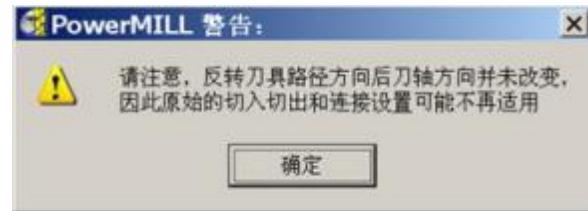
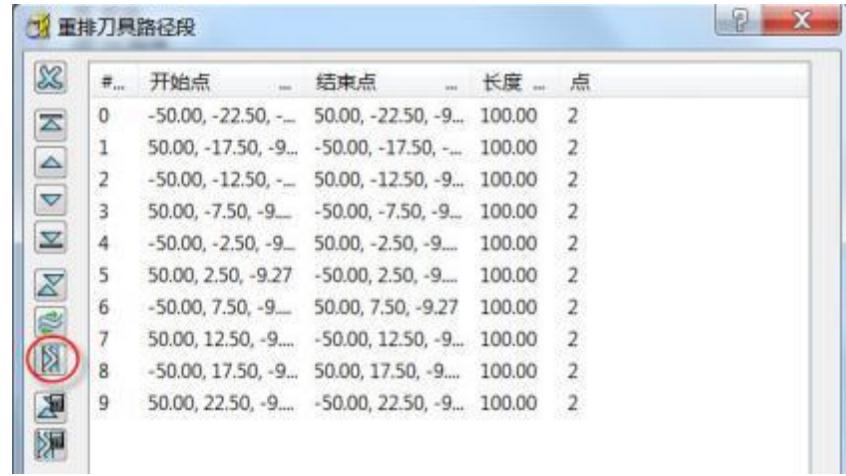
如果在对话视窗中直接应用了双向策略，那么刀轴将会在相反路径方向向相反方向侧倾。



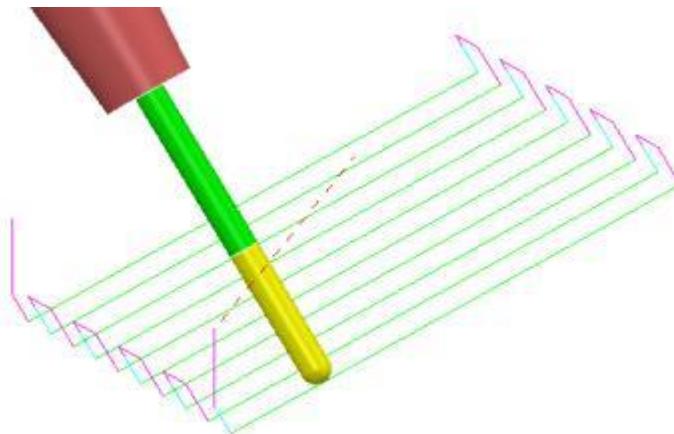
可通过编辑一个单向刀具路径来产生一具有恒定侧倾方向的双向策略。

19 右击 PowerMILL 浏览器中的单向刀具路径 BN5-Lean45，从弹出菜单选取编辑-重排选项，打开重排刀具路径段对话视窗。

20 点击改变方向图标  (将编辑全部刀具路径)。



21 点击确定，关闭 PowerMILL 警告对话视窗。

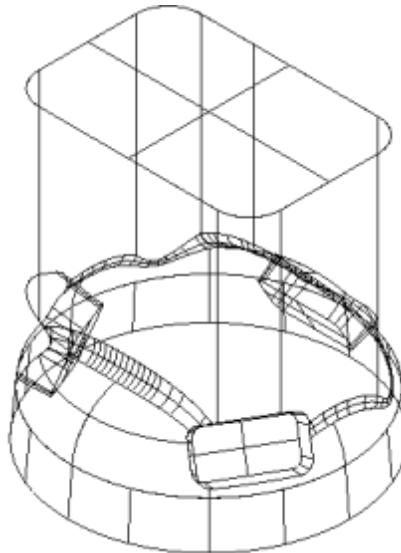


22 保存项目为：

...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\ PlaneAlignments_Demo

前倾/侧倾 - 范例2

- 1 删除全部并重设表格。
- 2 打开项目 (第一章中保存的):
...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\3+2 example



- 3 定义一直径为 15mm 的球头刀 BN15。
- 4 激活用户坐标系 ztop175_A。
- 5 按模型最大\最小限定义一毛坯, 随后按下面值修改毛坯:
X 最小 -70 X 最大 -52.5 Y 最小 -50 Y 最大 50
- 6 打开快进高度对话视窗, 点击计算和接受。
- 7 在刀具开始点和结束点对话视窗中设置开始点- 第一点安全高度, 结束点 - 最后一点安全高度。
- 8 切入切出\连接  设置如下:
Z 高度: 掠过 15, 下切 5
切入\切出: 垂直圆弧: 角度 90, 半径 6
连接: 短\长\缺省: 掠过 , 使用缺省相对。
- 9 确认无边界被激活。

将使用平行精加工策略来加工其中一个区域的部件。在此, 刀轴将对齐于相对于垂直轴侧倾 40度。

10 选取刀具路径策略图标 ，在新的策略对话视窗中选取精加工选项。

11 打开平行精加工对话视窗，严格按照下图在对话视窗中输入相应的值：



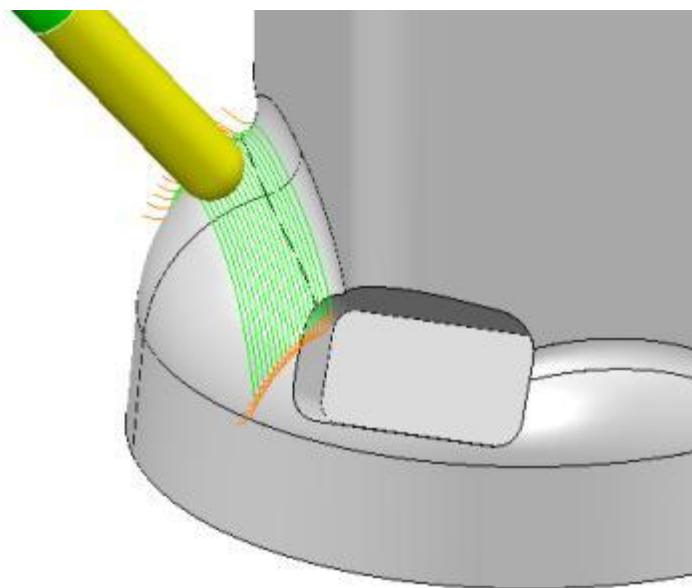
12 选取刀轴页面，严格按照下图在对话视窗中输入相关值。



13 从切入切出域选取连接，严格按照下图在对话视窗页面中输入相关值。



14 计算此刀具路径，然后关闭并关闭对话视窗。



可见，刀具路径从下角落开始逐步以顺铣方式（单向）向上到达中心。如果需要使用双向策略，可通过编辑 - 重排- 改变方向选项改变。

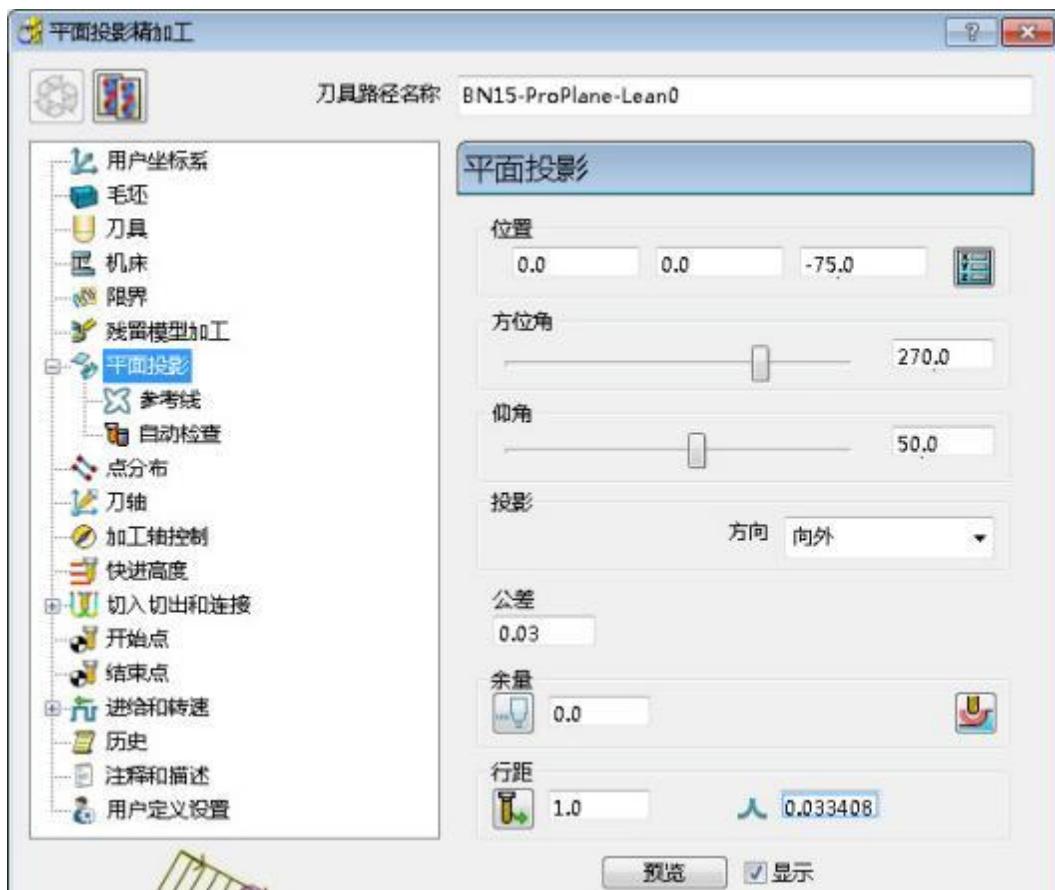
为比较应用不同加工策略的效果，我们将在相同的区域使用平面投影精加工策略产生一不同的加工策略，在此，刀轴将和策略的向下投影方向呈 0 度侧倾。

15 使用类型 – 模型，由... 定义 – 圆柱体，坐标系 – 命名的用户坐标系 - ztop175_A 计算一毛坯。

16 点击刀具路径策略图标 ，在策略选取器中选取精加工标签。

17 在精加工选项中选取投影平面精加工。

18 严格按照下面的 3 个图在平面投影精加工对话视窗中输入相应值：



- 设置方位角 270
- 设置仰角 50

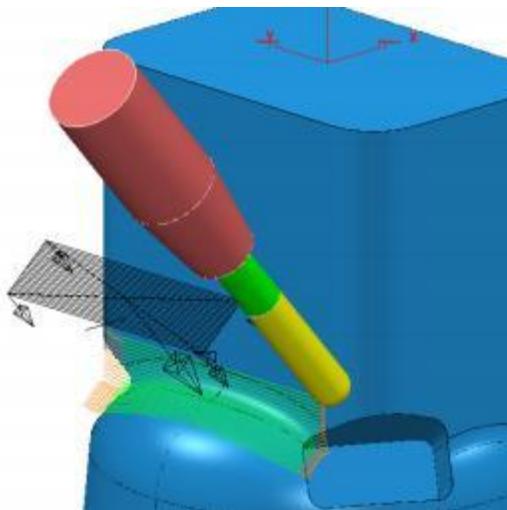


19 参考线方向 U



20 计算此刀具路径，然后关闭对话视窗。

21 动态模拟此刀具路径并观察相应的刀轴方向。

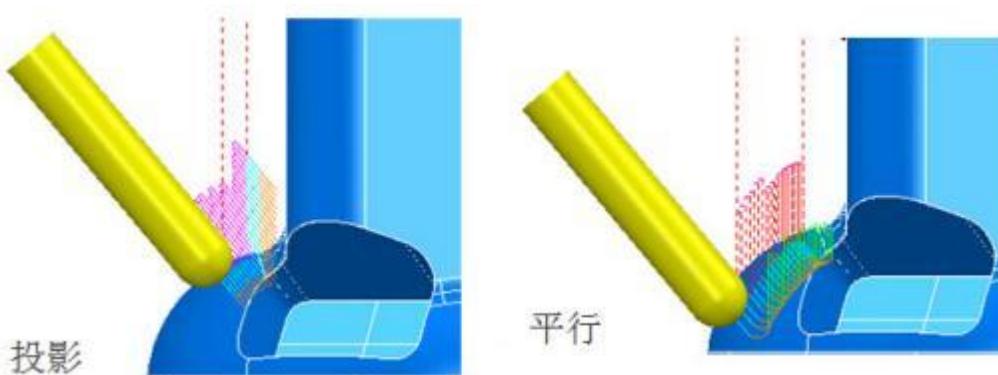


刀具路径从下面的角落开始逐渐向上，最后到达中心。由于前倾和侧倾均为 0，因此刀轴方向相对于投影方向。在此也由于前倾和侧倾均为 0，因此我们可直接计算一双向策略。

22 沿 Y 轴方向查看刀具路径并依次动态模拟两条刀具路径，比较不同前倾/侧倾选项设置所产生的结果。



由于我们在平行策略中设置了合适的侧倾选项（40 度的侧倾角），因此两条刀具路径的刀轴具有相同的方向。



23 选取文件 - 保存项目。

前倾/侧倾 - 范例 3

1 删除全部并重设表格。

2 输入模型:

[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\joint_5axismc\\joint5axis.dgk](#)



3 保存项目为:

[...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\Joint-EX1](#)

4 按零件尺寸，使用由...定义 - 方框产生毛坯并将毛坯在 X 轴和 Y 轴方向延伸 **15mm**。

5 定义一直径为 **25mm** 的球头刀 (BN25)。

6 点击快进高度对话视窗中的计算。

7 在开始点对话视窗中设置毛坯中心安全 Z 高度，结束点对话视窗中设置最后一点安全高度。



8 按以下参数修改切入切出\连接 :

- Z 高度 - 精过 **45** , 下切 **10**
- 长/短连接 - 精过。

9 选取刀具路径策略图标 ，在新的策略对话视窗中选取精加工选项。

10 打开线性投影精加工。严格按照以下几个图填写直线投影精加工和刀轴对话视窗。



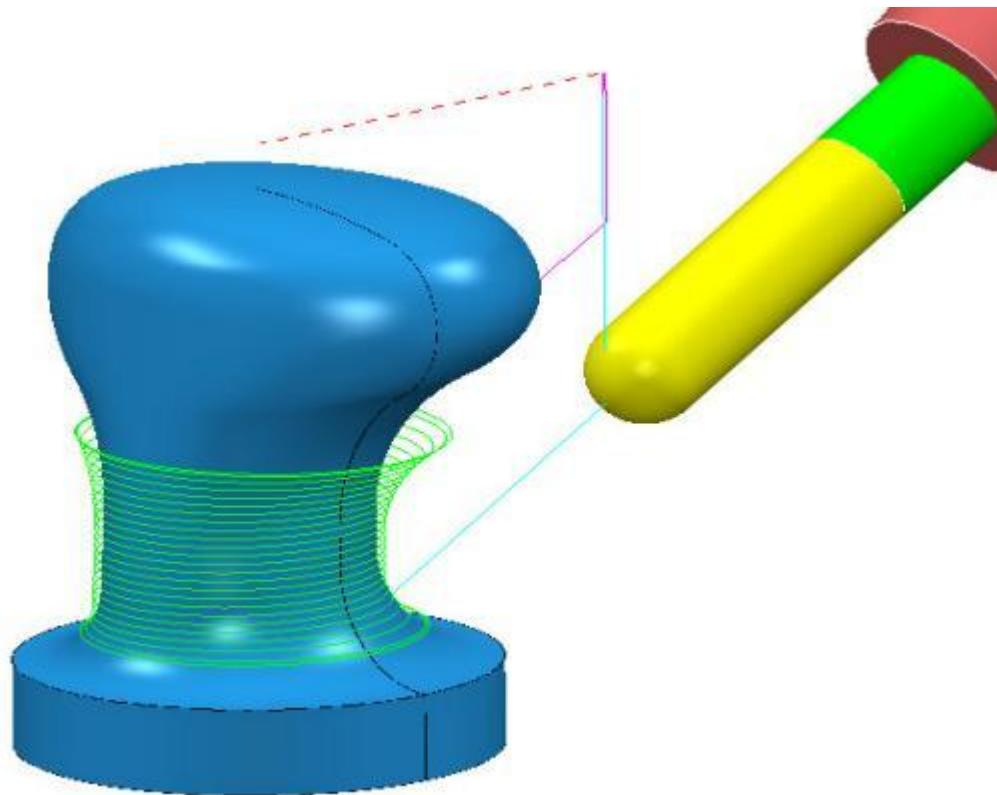
■ 设置方位角0

■ 设置仰角0





11 计算此刀具路径，然后取消并关闭对话视窗。



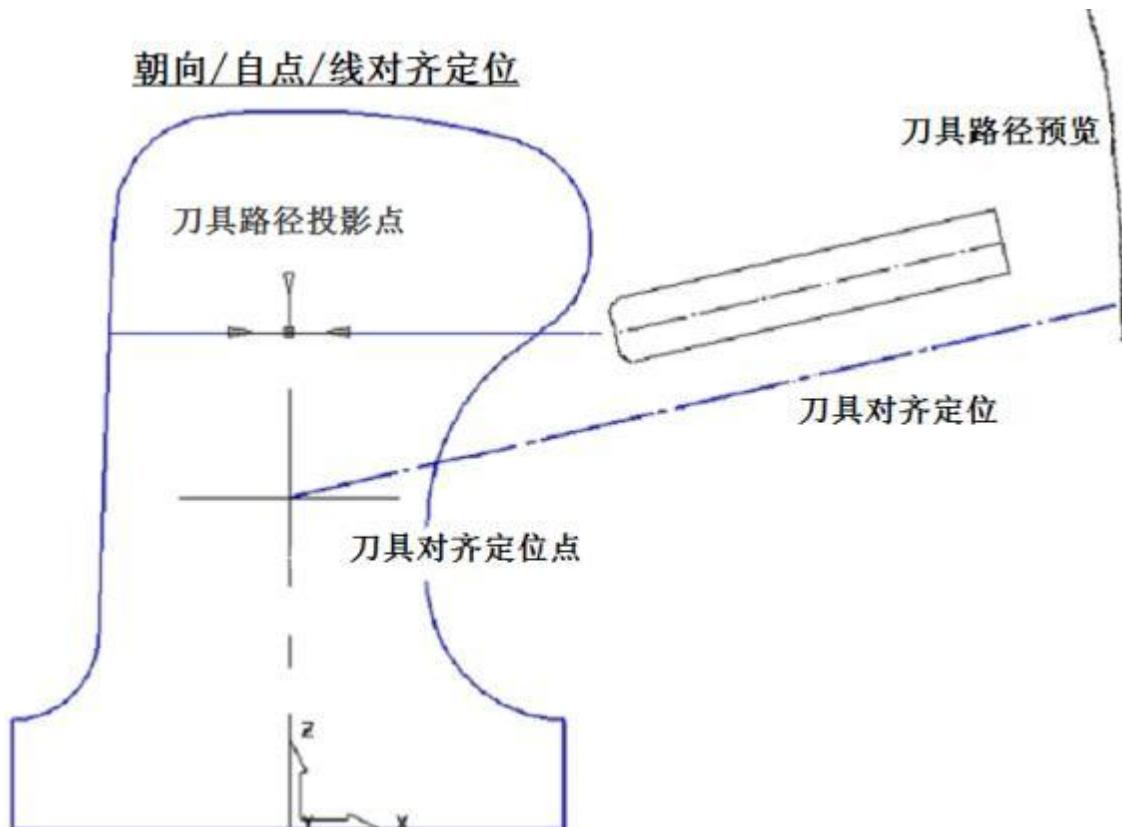
下面将继续加工此零件的上半部分。

12 保存项目但不关闭它。

朝向\ 目点

此选项允许产生 5 轴加工刀具路径的过程中，基于用户定义的点来定向刀轴。如果使用了模式 - 预览线框法向选项，那么刀轴的实际方向相对于刀具路径的预览图案，而不是实际的刀具路径。

下图是设置刀轴 - 朝向点，模式 - 预览线框时的情景。



13 按照下面给定参数设置切入切出和连接对话视窗  :

- Z 高度: 掠过 **45**, 下切 **10**
- 切入/切出: 曲面法向圆弧, 角度 **90**, 半径 **6.0**
- 延伸: 向内/向外, 延伸移动, 距离 **30**
- 连接: 掠过

14 点击刀具路径策略图标  , 在新的策略对话视窗中选取精加工选项。

15 选取点投影精加工选项。

16 打开点投影精加工主页, 严格按照下图在对话视窗中输入相应数据。



17 选取参考线页面，严格按照下图在页面中输入相关值。

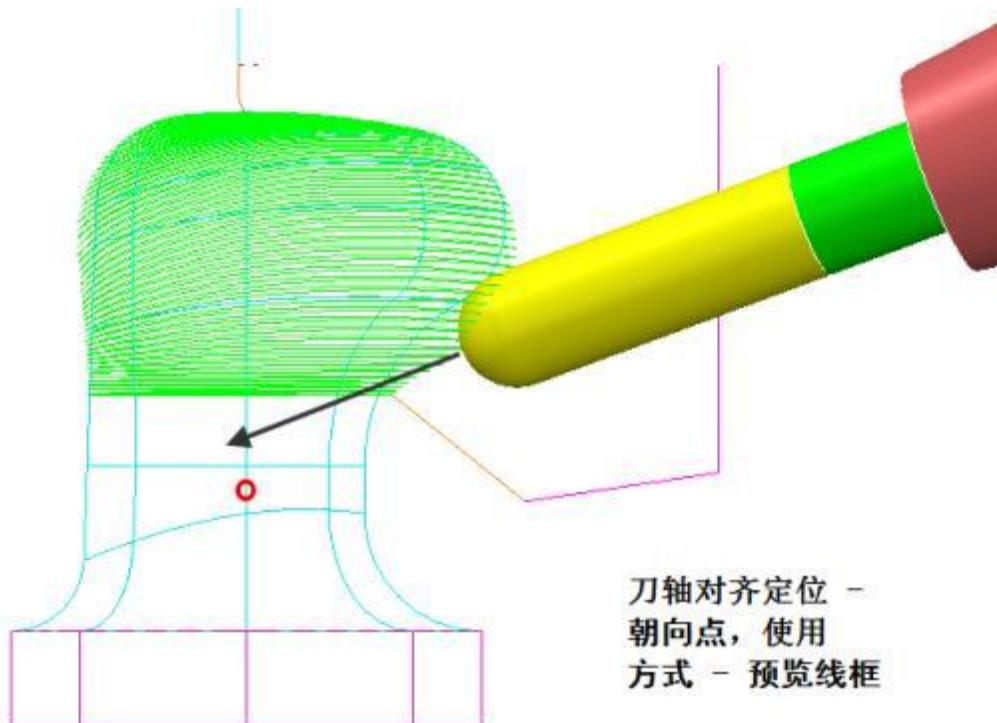


18 设置仰角 - 开始90 - 结束0

19 选取刀轴页面并严格按照下图输入相关值。



20 计算此刀具路径，但不关闭对话视窗。



刀具定位点在投影精加工焦点之下约 10mm，这样可保证加工过程中主轴相对于机床工作台有一定的仰角，从而避免碰撞发生。

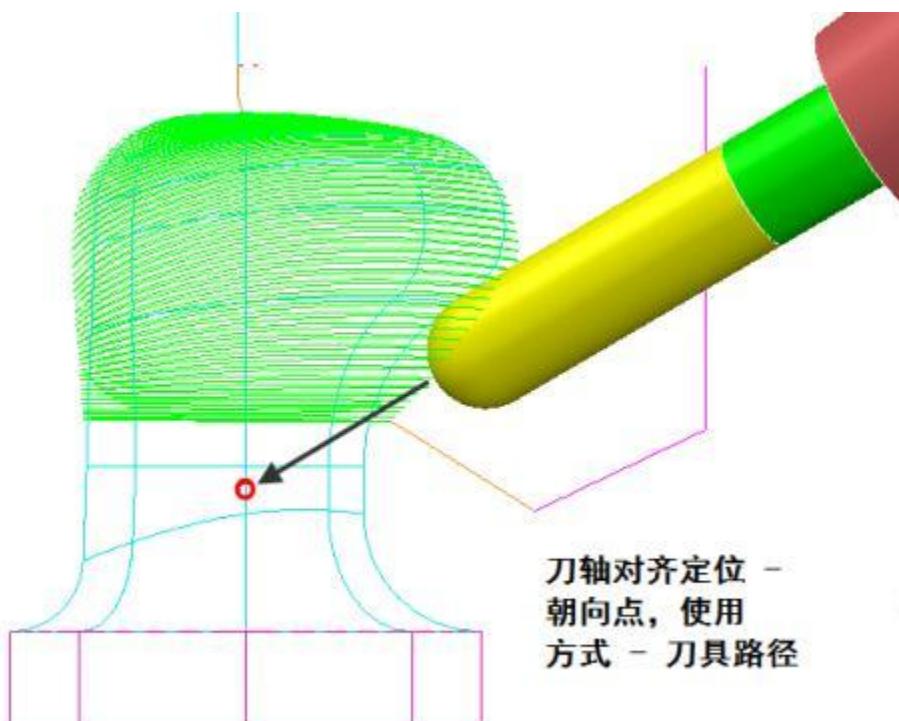
方式 - 预览平面：实际刀具对齐定位出现在投影点精加工 - 预览参考线上，此后刀具投影到模型上（朝向策略焦点）。

21 在点投影对话视窗中选取编辑 ，然后打开刀轴页。

22 改变方式为刀具路径。



23 计算此刀具路径，然后取消对话视窗。



方式 – 刀具路径：刀具对齐定位直接应用到完成的刀具路径上(朝向策略焦点)。

24 选取文件 - 保存项目。

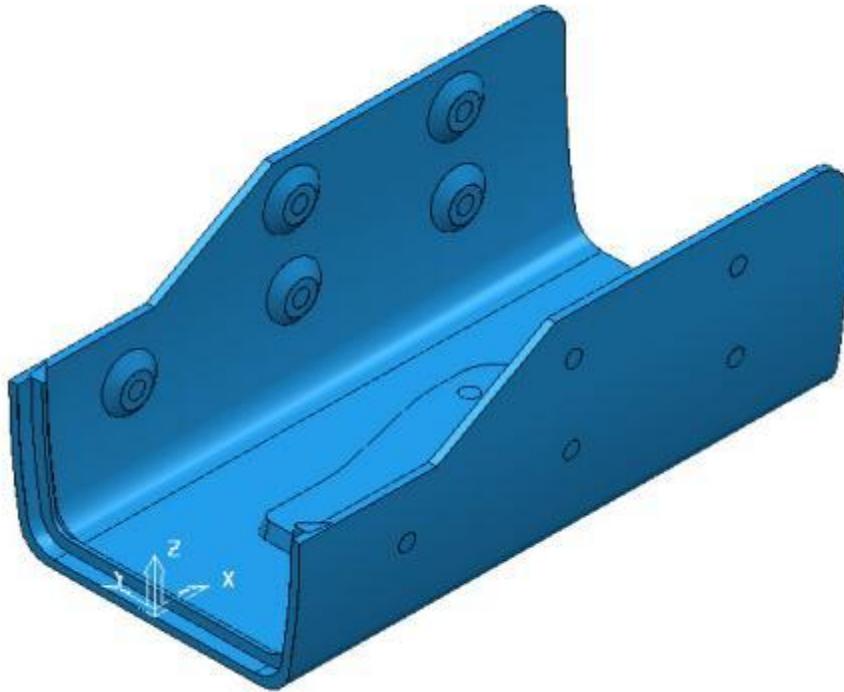
朝向\目线

这些选项允许产生 5 轴加工刀具路径的过程中基于用户定义的直线来定向刀轴，直线由通过适当XYZ 坐标位置的矢量方向定义。

1 删 除全部，重设表格。

2 输入模型：

[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Casing\\from-line-model.dgk](#)



3 保存项目为：

[...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\CameraCasing](#)

4 产生一直径为 12mm，长度为 55，刀柄直径 12，长度40，第一夹持底部直径25，顶部直径40，长度40；第二夹持顶部\\底部直径40，长度60，伸出90 的球头刀 BN12。

5 按模型限界定义毛坯（使用方框）。

6 点击快进高度对话视窗中的计算。

7 切入切出\连接  设置如下：

■ Z 高度：掠过 5，下切 5

■ 切入/切出：第一选择 - 曲面法向圆弧 - 角度 45，半径 5，连接：
分界值 3，短 - 圆形圆弧，长 - 掠过。

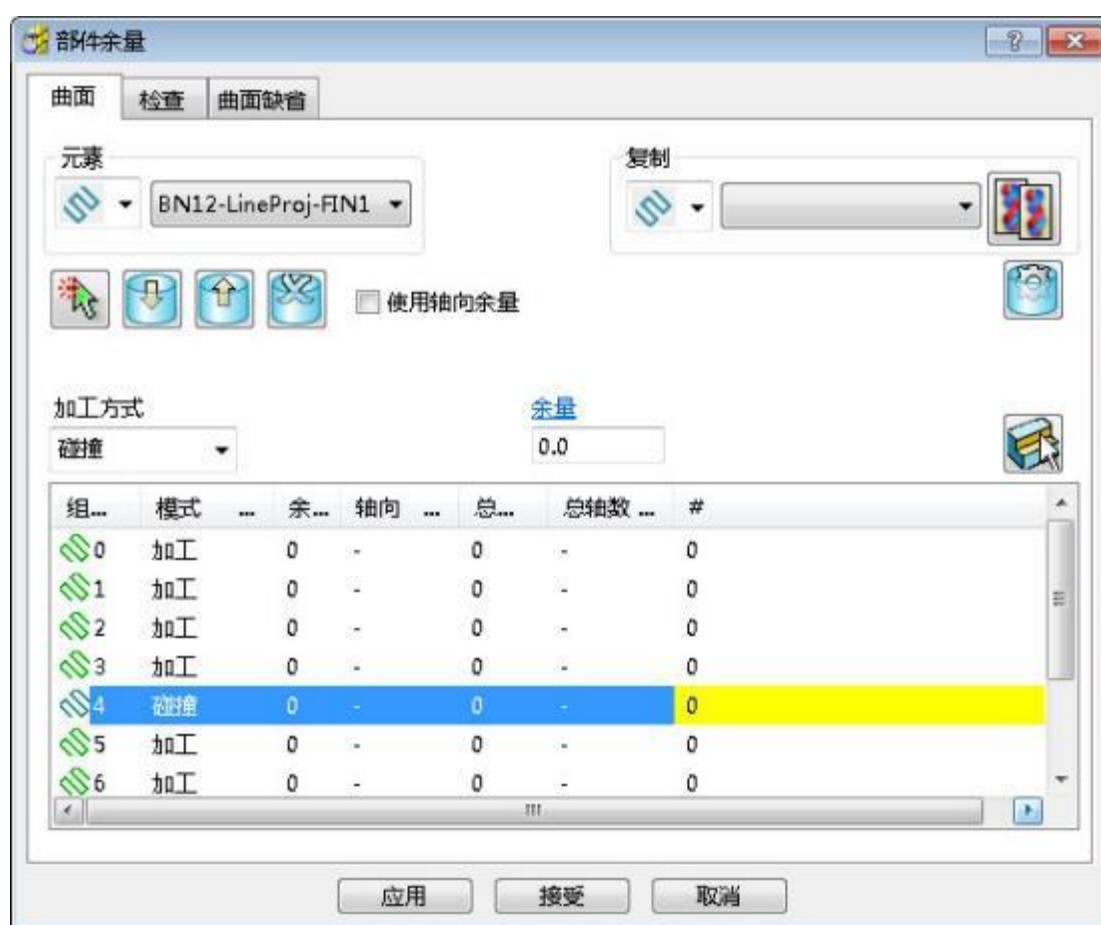
- 8 点击刀具路径策略图标 ，在新的策略对话视窗中选取精加工选项。
- 9 选取直线投影精加工选项。
- 10 在直线投影精加工和参考线及刀轴页，严格按照下图在页面中输入相应的值。

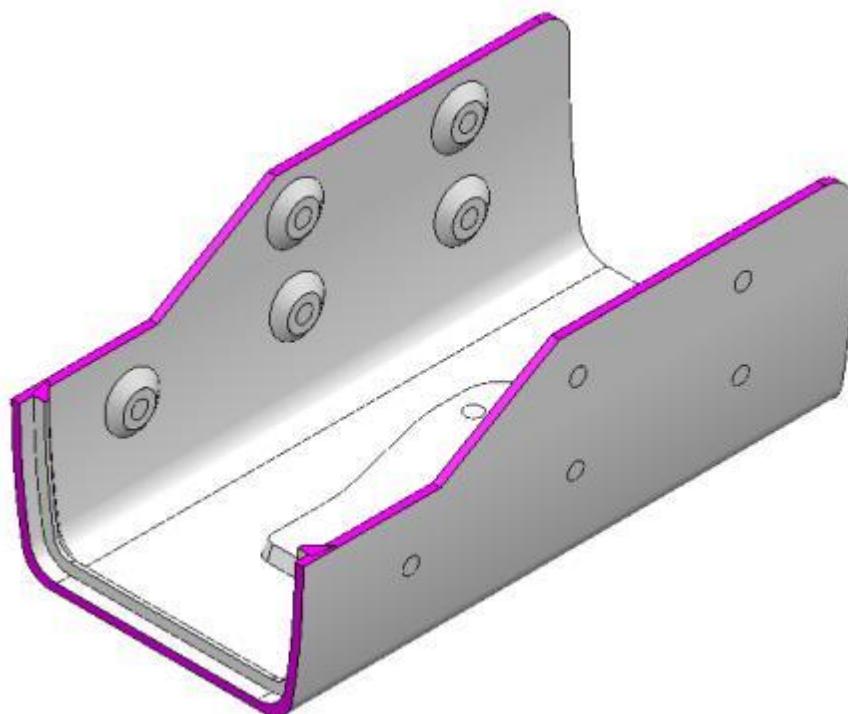


- 设置样式 - 圆形
- 输入位置 0 0 75
- 设置方位角 0
- 设置仰角 90
- 设置方向 - 向外
- 使用公差 0.01
- 使用行距 1



- 11 回到主直线投影页选取部件余量图标。
- 12 选取部件余量对话视窗中 8 行中的任意一行。

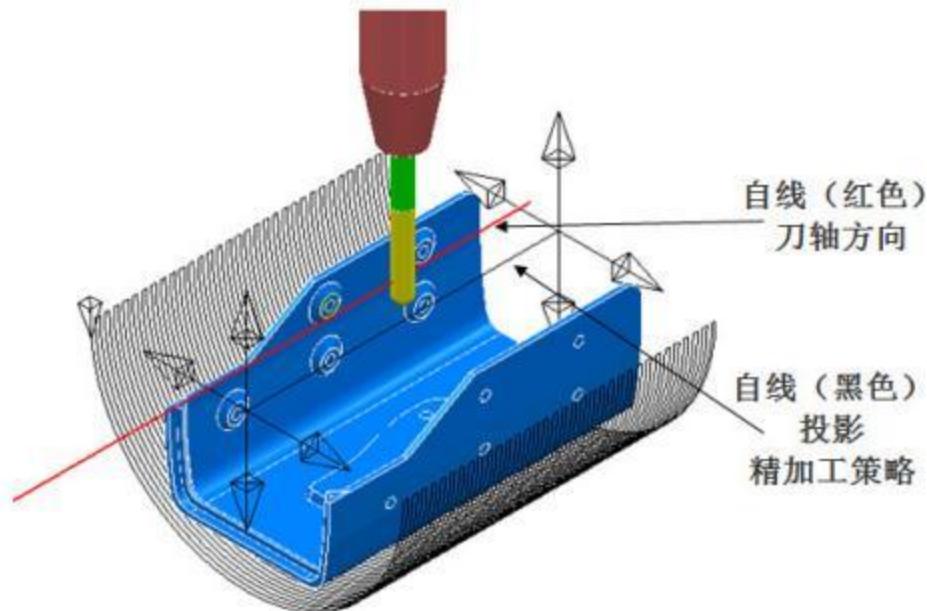




- 13 选取模型上的全部边缘曲面，然后将它们获取  到部件余量对话视窗中的所选行。
- 14 设置加工方式为碰撞。
- 15 应用并接受部件余量对话视窗。
- 16 回到直线投影对话视窗，选取刀轴页面。



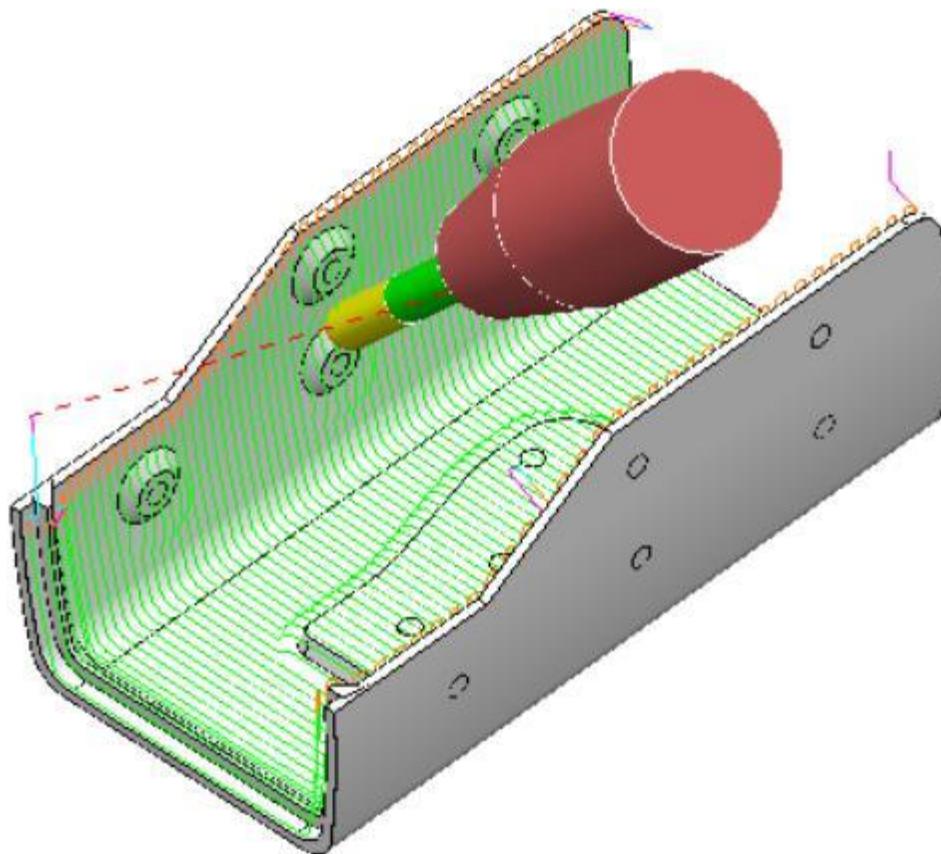
- 17 勾取显示刀轴选项框 [回显示刀轴](#)，显示红色的相对于模型的刀轴方向线（见下图）。



18 点击预览图标，查看策略，然后点击计算，产生刀具路径。

19 关闭直线投影精加工对话视窗。

下图是得到的结果。



包括倒勾形面区域在内的全部内部形状都可通过组合此刀轴设置（自直线）和直线投影精加工策略加工。

20 保存项目为：

[...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\CameraCasing](#)

朝向\自曲线

这些选项允许基于用户定义曲线（参考线）定向刀轴。

下面范例使用曲面投影精加工策略。由于两个将加工的叶片区域是边缘对齐于曲面曲线（产生的刀具路径将对齐于这些曲线）的单个光顺曲面，因此可使用这种策略。

1 删除全部，重设表格。

2 输入模型：

...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Impeller\\ impeller+Curve.dgk

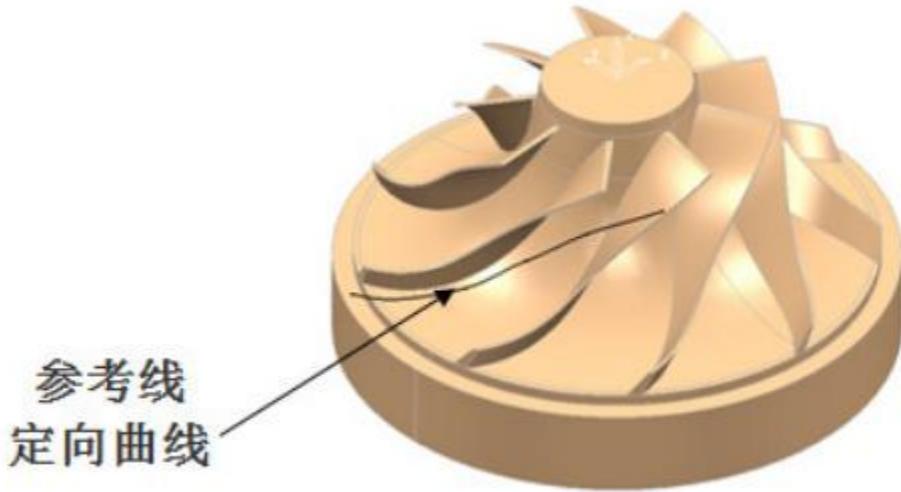
3 保存项目为：

...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\ Impeller+Curve-EX1

4 产生一空的参考线并将它重新命名为 Align2Curve。

5 选取图形视窗中随模型输入的定向曲线。

6 从局部参考线 (Align2Curve)菜单中选取插入 - 模型，复制它，将它作为参考线段。



7 产生一直径为 3，长度为 35 的球头刀 BN3-LR，刀柄和夹持数据如下：

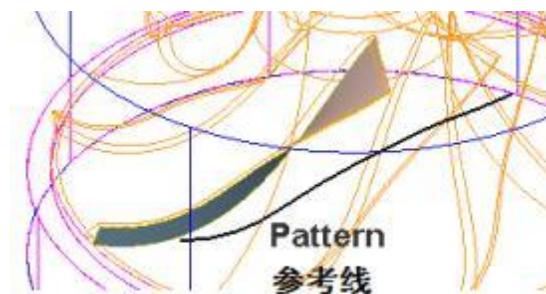
- 刀柄 – 顶部\\底部直径 3 – 长度 25
- 夹持 1 – 顶部直径 15- 底部直径 10 – 长度 50
- 夹持 2 – 顶部\\底部直径 15 – 长度 35
- 伸出 50

8 由模型限界产生一圆柱毛坯。

9 设置全部连接设置为掠过，缺省设置为相对。

10 点击快进高度对话视窗中的计算。

11 选取将在第一个曲面精加工策略中将使用的靠近参考线的叶片底部形面。



12 选取刀具路径策略图标 ，在新的策略对话视窗中选取精加工选项。

13 选取曲面精加工并严格按照下图填写对话视窗。



- 曲面侧 - 外



- 参考线方向 - V
- 加工顺序 - 单向
- 开始角 - 最大 U 最小 V

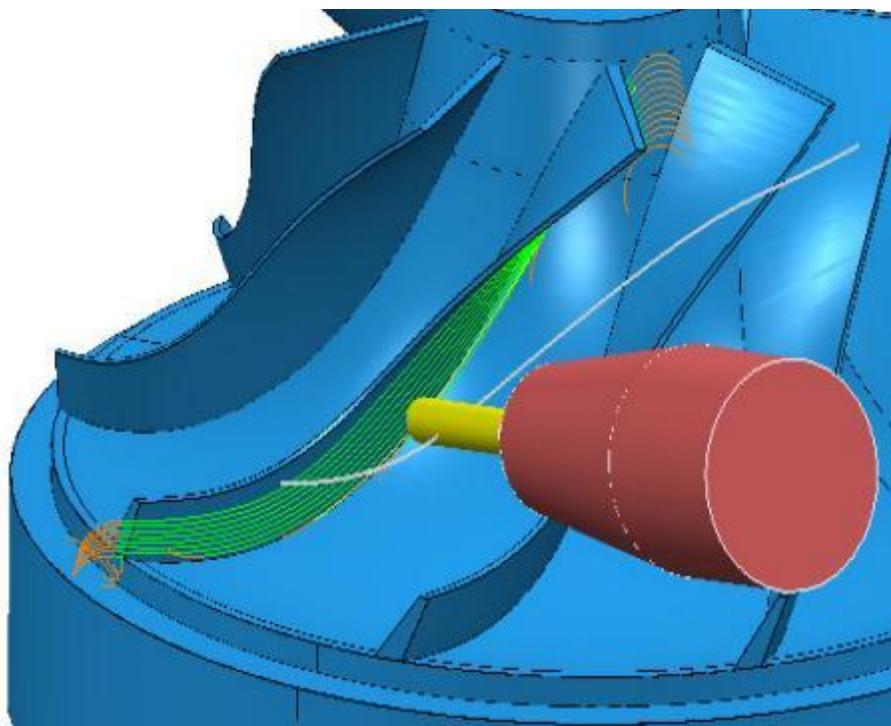


14 切入切出使用以下第一和第二选择。



15 点击预览按钮，查看策略预览，最后点击计算，产生刀具路径。

16 关闭此曲面精加工对话视窗。



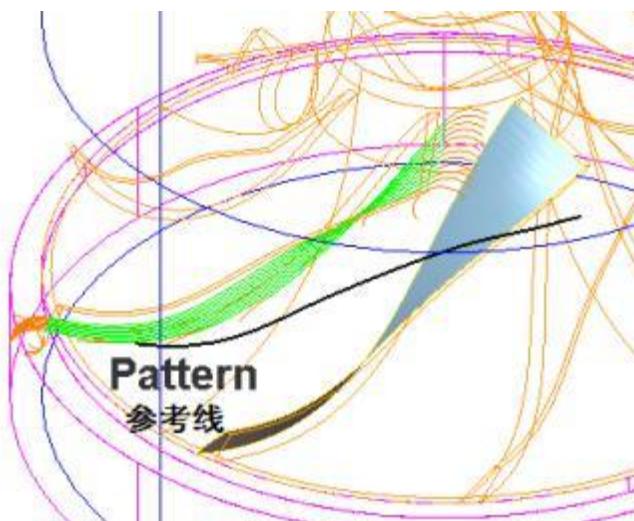
可见在进行所选的加工策略（曲面投影）的过程中，刀轴始终和所选参考线（曲线）对齐。

17 右击当前曲面投影精加工策略，从弹出菜单选取设置，重新打开对话视窗。

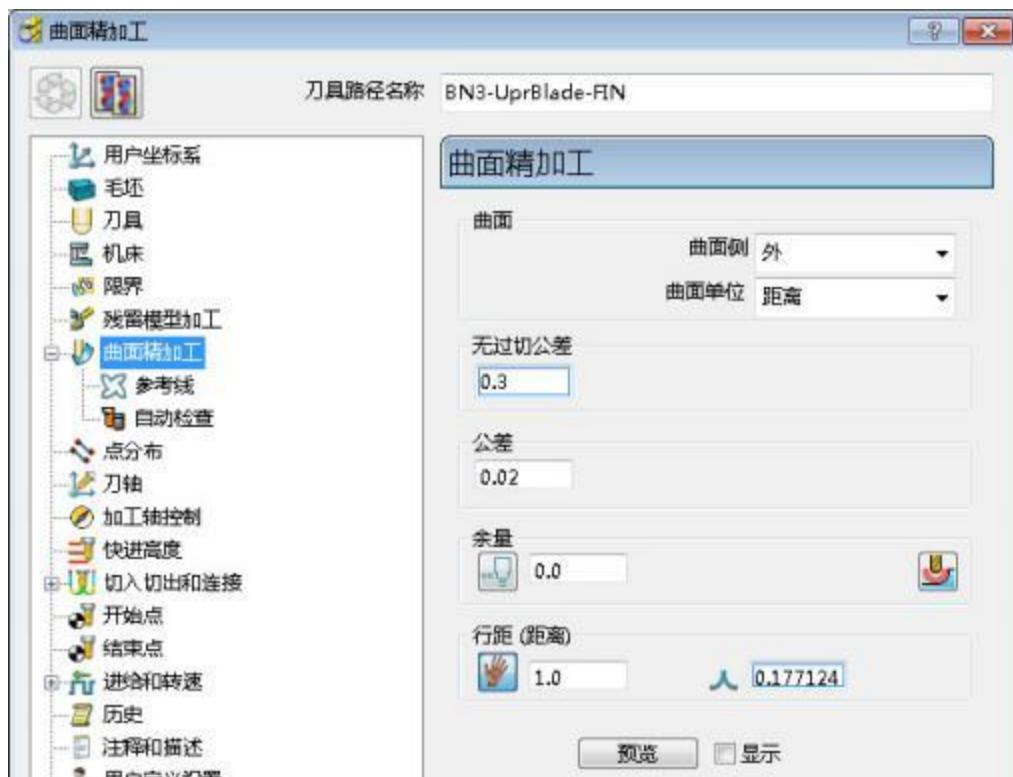


18 点击对话视窗中的复制选项。

19 选取下图所示靠近第二个曲面精加工策略中用作参考曲面的参考线附近的上侧叶片曲面。



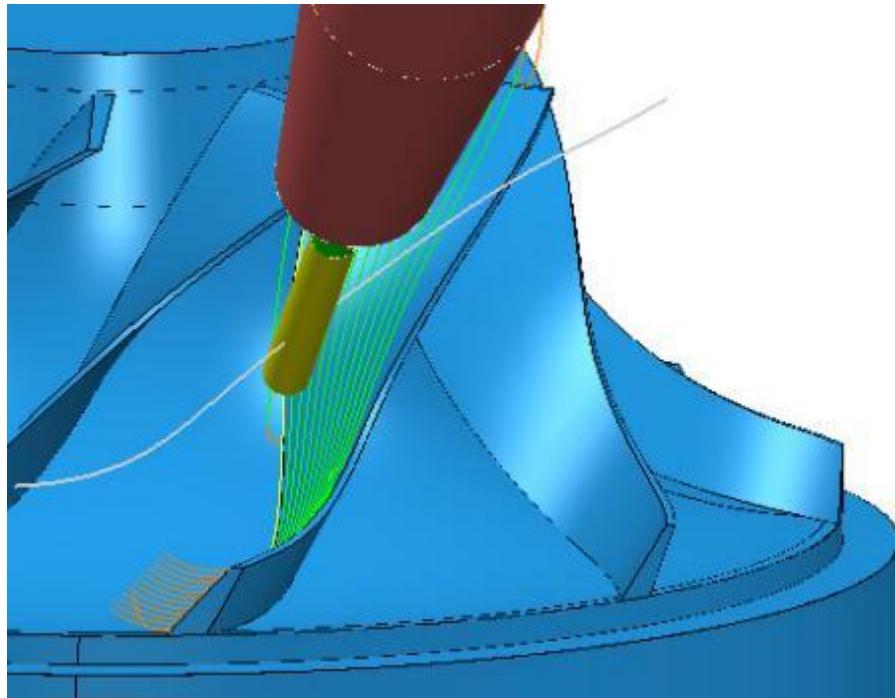
20 打开曲面精加工和刀轴对话视窗，严格按照下图在对话视窗中输入相应数据，然后点击计算。



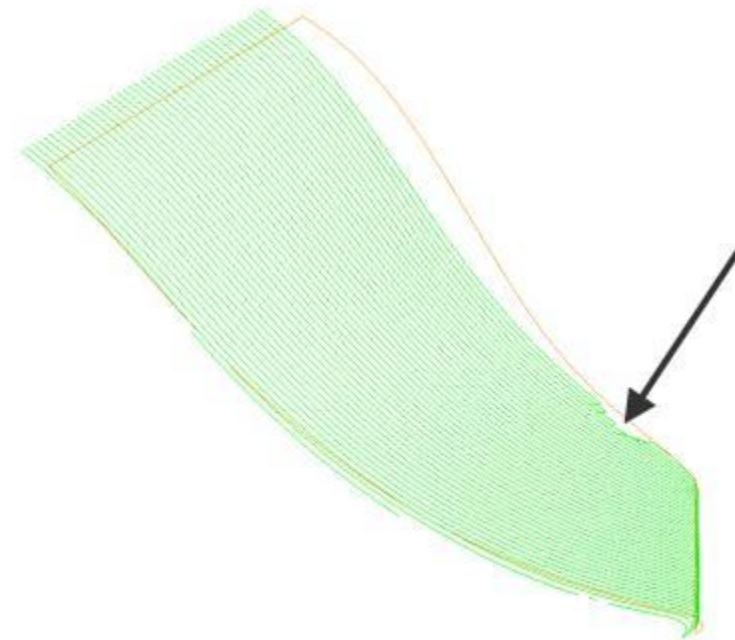
- 参考线方向 V
- 开始角 - 最小 U 最大 V

21 点击预览按钮，查看策略预览，最后点击计算，产生刀具路径。

22 关闭此曲面精加工对话视窗。



可见在进行所选的加工策略（曲面精加工）的过程中，刀轴始终和所选参考线（曲线）对齐。



这条最新刀具路径在上图箭头所示的顶边部分的一个小范围存在碎段路径，它是由于投影过程中另外一片叶片遮挡在这附近的原因造成。这里可通过复制当前参考线，并将它向上移动 1.5 来解决这个问题。

- 23 复制参考线 Align2 Curve，它被自动命名为 Align2 Curve-1。
- 24 向上移动新的参考线 1.5mm。
- 25 重新打开刀具路径 BN3-Upr_Blade-FIN 对话视窗，设置刀轴 - 自曲线，使用参考线 Align2Curve-1。



于是即解决上边缘刀具路径存在碎片的问题。

- 26 依次激活并检查每条刀具路径，检查过切和碰撞状态(使用刀柄间隙 1， 夹持间隙 2)。



- 27 保存此项目。

固定方向

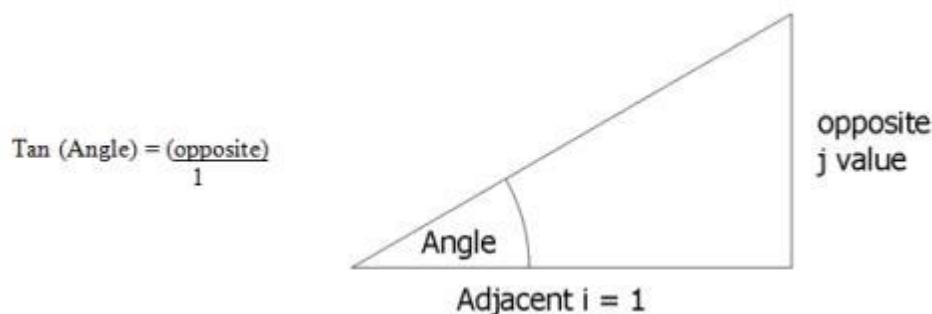
此选项允许用户将刀轴设置为用户指定的矢量角度方向。在此，我们将使用这种选项来对范例模型的倾斜凹陷部分进行精加工。

角度和矢量转换表

固定方向刀轴设置 — 矢量\角度对应关系

下表列出了角度方向和 XY 平面 ($Z=0$) 矢量之间的关系。

角度 (度)	矢量		
	(I)	J	K)
0	1	0.0000	0
5	1	0.0875	0
10	1	0.1760	0
15	1	0.2680	0
20	1	0.3640	0
25	1	0.4660	0
30	1	0.5770	0
35	1	0.7000	0
40	1	0.8390	0
45	1	1.0000	0
50	1	1.1920	0
55	1	1.4280	0
60	1	1.7320	0
65	1	2.1450	0
70	1	2.7470	0
75	1	3.7320	0
80	1	5.6710	0
85	1	11.4300	0
90	0	1.0000	0

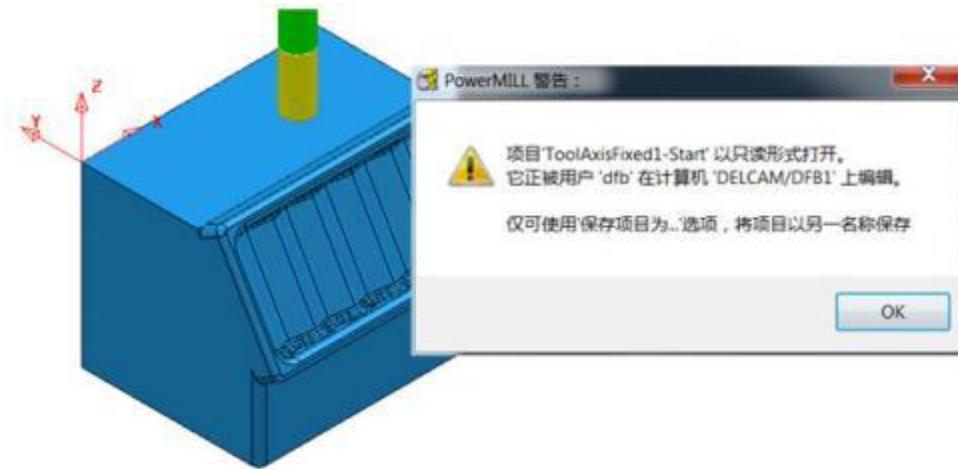


通过输入适当的值，定义沿刀轴（朝向主轴）的 IJK 矢量，将刀轴设置为相对于当前激活用户坐标系的一固定方向。尽管得到矢量值需要用户具备一定的三角几何知识，但这种方法的确可十分灵活地定义零件角度。

1 删除全部，重设表格。

2 打开只读项目：

[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\AngledFrame\\ToolAxisFixed1-Start](#)



3 保存项目为：

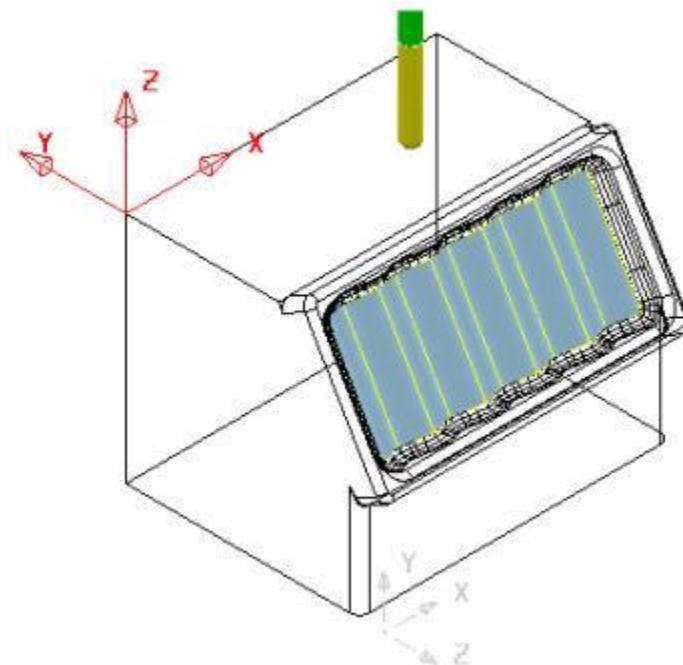
[...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\ToolAxisFixed-EX1](#)

4 激活，然后取消激活刀具路径 D12t1-ruf-TOP。

5 这样可恢复设置（用户坐标系、快进高度等等），方便在精加工策略中使用。

6 激活刀具 BN6。

7 选取倾斜凹面的波状曲面。



- 8 点击刀具路径策略图标 ，在策略选取器对话视窗中选取精加工标签。
 9 选取曲面精加工选项，严格按照下面的图在对话视窗中填写相关值。



- 曲面侧 - 外
- 行距 - 0.5



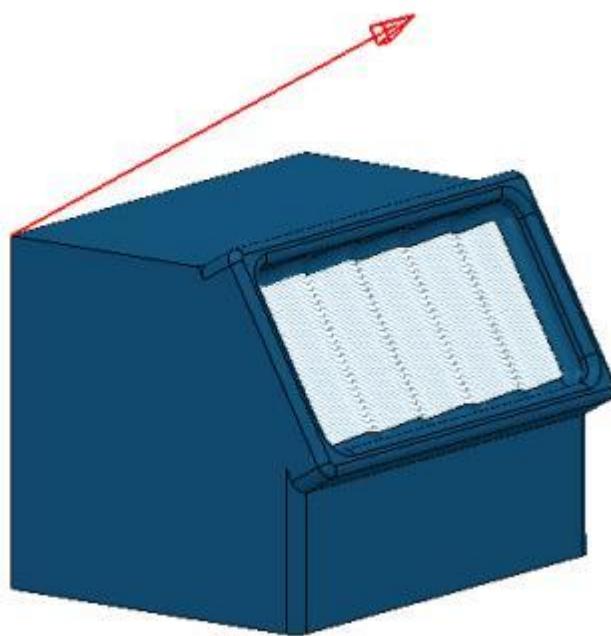
- 参考线方向- V
- 加工顺序-双向



10 设置刀轴为固定方向。

11 在矢量方向域输入值: I 0 J -1 K 0.577

12 勾取显示刀轴方框。回显示刀轴

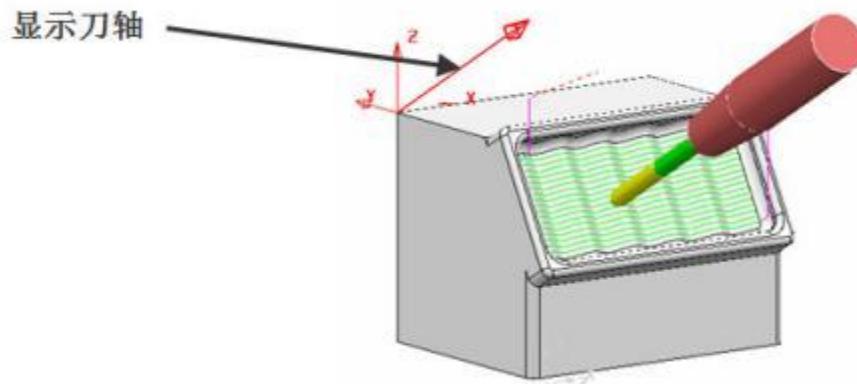


13 打开切入切出和连接对话视窗, 如下图所示设置连接页面。



14 点击预览按钮，查看策略，然后点击计算，产生刀具路径。

15 关闭此曲面精加工对话视窗。



为便于查看，在此显示的刀具路径使用行距2mm 产生。

16 从主下拉菜单选取文件-保存，更新保存的项目：

...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\ToolAxisFixed-EX1

4. 曲面投影精加工

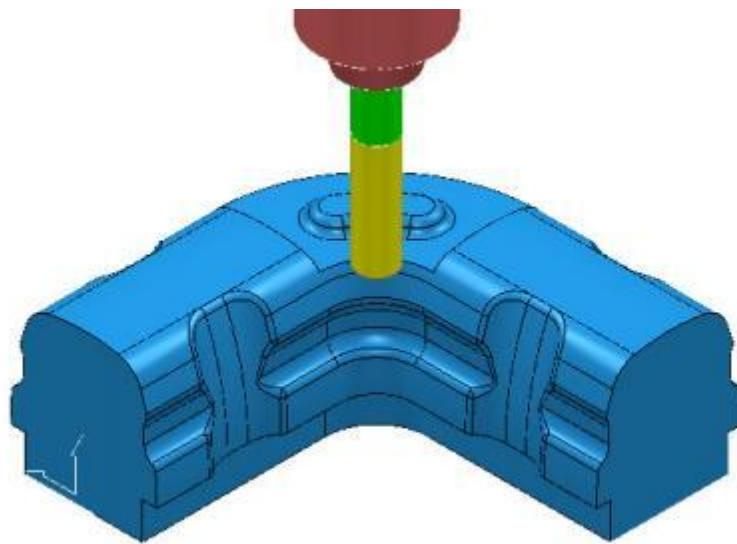
简介

此策略沿单个参考曲面法向投影参考曲面到主部件（多曲面）上而形成刀具路径，而刀轴方向由用户指定。刀具路径可跨越或沿着参考曲面方向（U 或 V），而行距则由单位距离或曲面曲线间的参数段来确定。某些情况下参考曲面可是部分或全部加工部件。

要产生参考曲面，用户必须拥有一合适的曲面造型软件，最好是 PowerSHAPE。下面范例中，我们将使用的是已产生完毕的参考曲面，它以 dgk 文件格式保存在系统中供输入。参考曲面应尽可能光顺，不应包含任何褶皱或方向突然变化，它也应尽可能靠近加工区域。

1 打开只读项目：

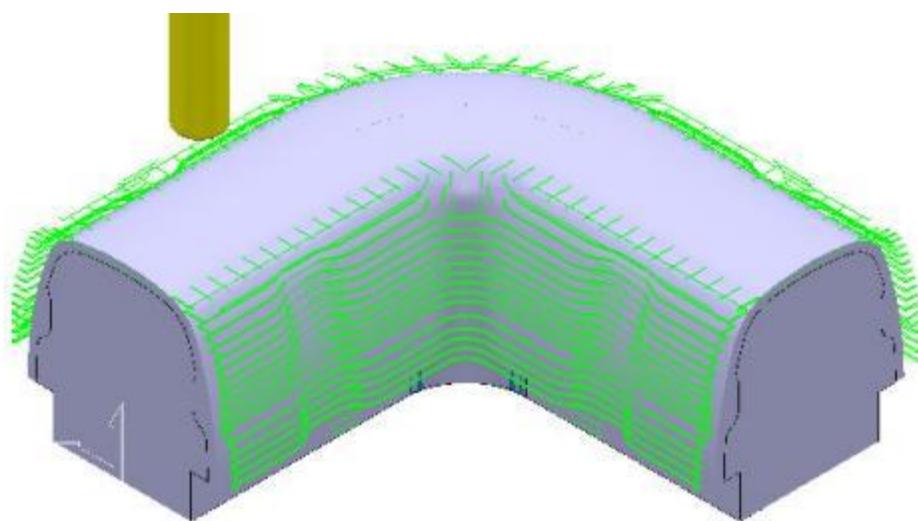
[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\CornerFixing\\ProjecetionSurface-EX1-Start](#)



2 保存项目为：

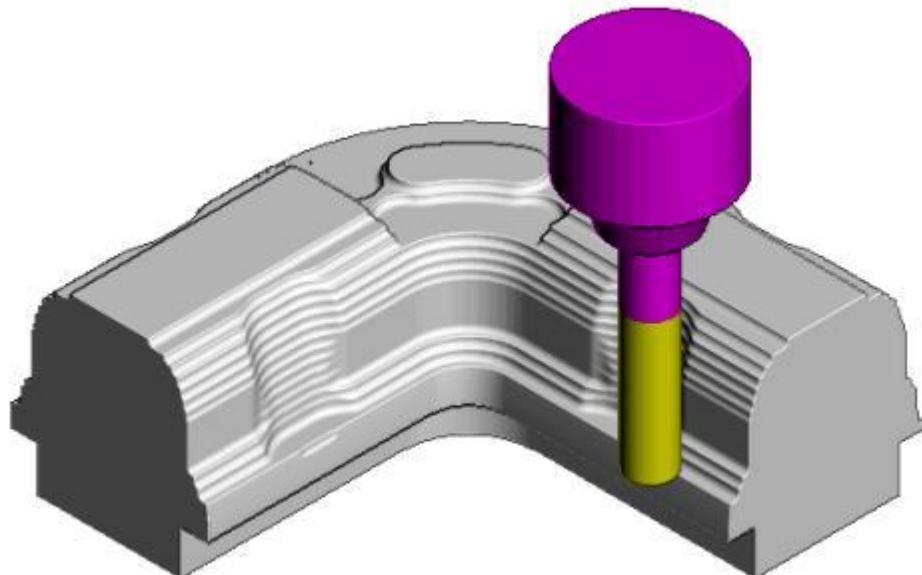
[...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\ProjectionSurface-Example1](#)

- 3 激活刀具路径 D25TR3-RGH1，恢复设置。



 刀具路径 D25TR3-RGH1 使用的毛坯通过输入的铸件三角形模型(dmt 文件)定义。

- 4 对刀具路径 D25TR3-RGH1 运行 ViewMILL 仿真。



- 5 保存到此步为止的 ViewMILL 模型状态 

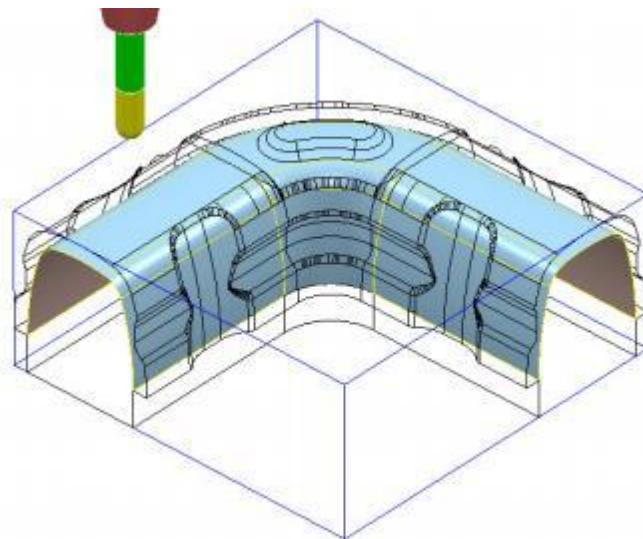
- 6 返回 PowerMILL 视窗 ，暂时关闭 ViewMILL 。

- 7 计算一个新的毛坯，由...定义 - 方框，类型 - 模型。

- 8 输入模型：

`...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\CornerFixing\\CornerFixingRefSurf1.dgk`

- 9 在 PowerMILL 浏览器中激活刀具 BN16。
- 10 右击 PowerMILL 浏览器中的模型 CornerFixingRefSurf1，从弹出菜单选取选取全部。



新输入的（参考）曲面（上图阴影所示）完整地位于原始部件模型内。

- 11 从主工具栏选取刀具路径策略 。
- 12 从对话视窗中选取精加工标签，然后选取曲面投影精加工选项。
- 13 严格按照下图在曲面投影精加工对话视窗中输入相关值。



14 在曲面投影精加工对话视窗的参考线页严格按照下图输入相应值。



- 参考线方向 U
- 开始角 最小 U 最大 V
- 限界 (距离) - V (勾取):- 开始 0 结束 95

15 在曲面投影精加工对话视窗的刀轴页严格按照下图输入相应值。



- 16 在刀轴页面中选取前倾/侧倾，两个值均设置为 0。

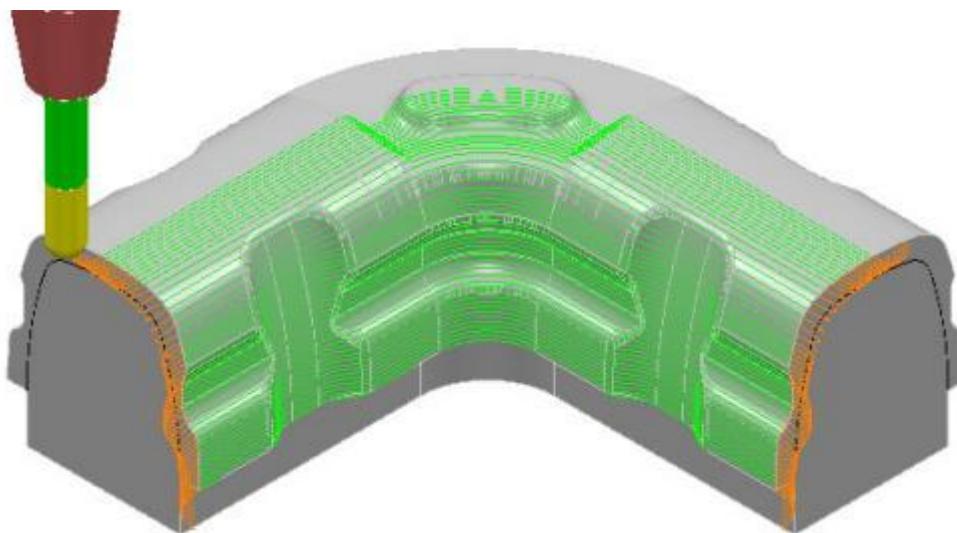
17 严格按照下图在曲面投影精加工对话视窗的切入切出和连接部分设置：



18 在切入切出和连接页面设置：

切入/切出 - 垂直圆弧 - 距离 3 角度 90 半径8

19 点击计算，产生刀具路径，但不关闭对话视窗。



在此为了更直观地查看刀具路径，我们使用了较大的行距。



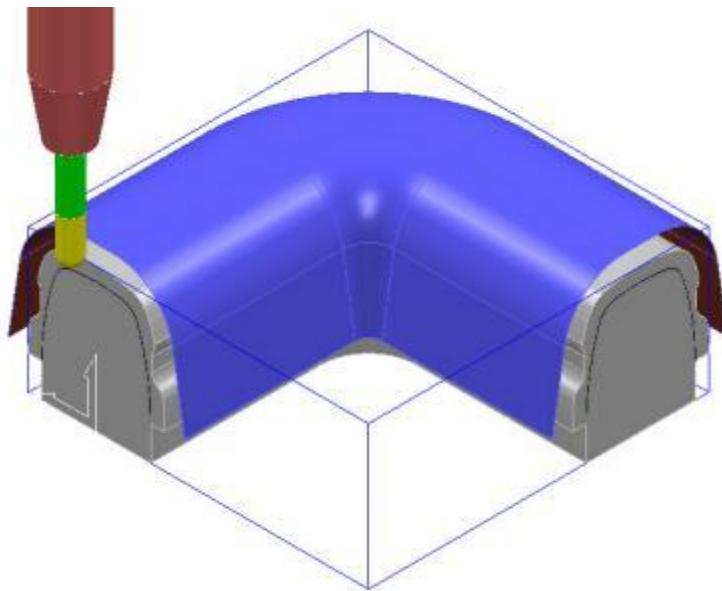
20 点击复制 ，重新激活设置。

参考曲面可全部或部分在加工的部件之外，在此，将使用输入参考曲面选项，因为参考曲面不是加工零件上的某张曲面。

21 右击 PowerMILL 浏览器中的模型，从弹出菜单选取输入参考曲面。

22 在输入参考曲面对话视窗中选取模型：

...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\CornerFixing\\CornerFixingRefSurf3.dgk



新的参考曲面在待加工零件之外。由于使用了输入参考曲面命令，系统自动将参考曲面的加工方式设置为忽略。



模型
+ CornerFixingModel
+ CornerFixingRefSurf1
+ CornerFixingRefSurf3



输入的参考曲面在浏览器中以不同颜色表示（灰色）。

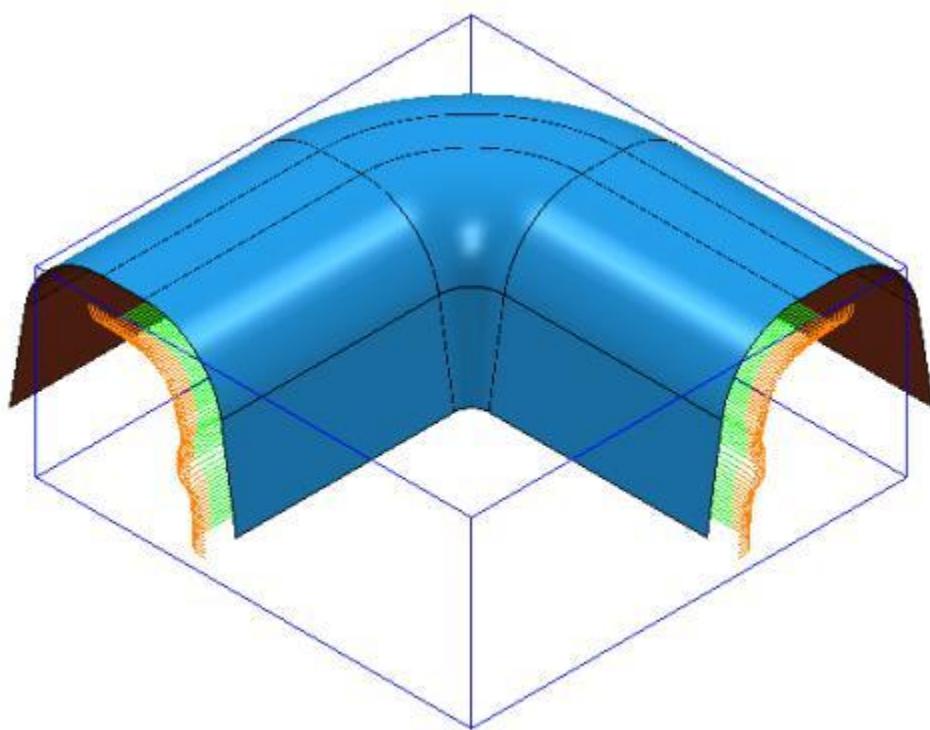
23 选取参考曲面 - CornerFixingRefSurf3。

24 将刀具路径重新命名为 BN16-FIN2。

25 在参考线页面，参照下图改变限界(距离)V。



26 计算此复制的曲面投影策略。

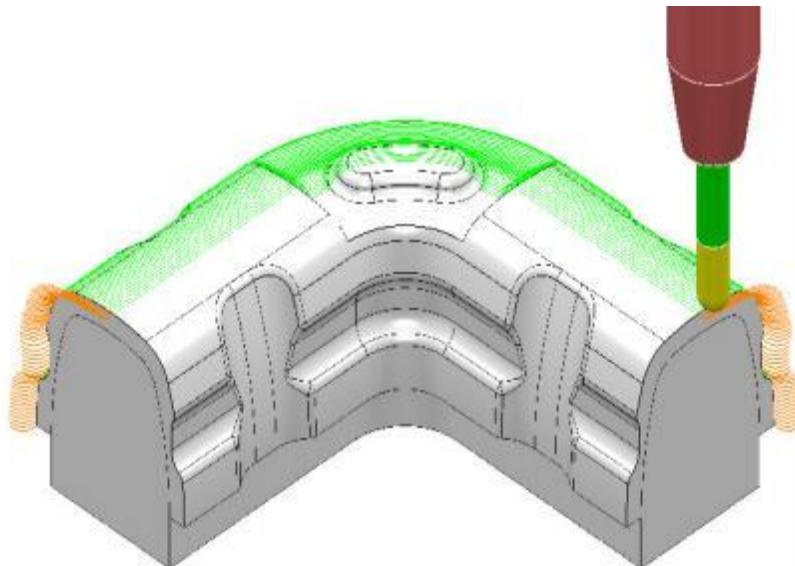


27 选取文件 > 保存项目，更新保存的项目：

...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\ProjectionSurface-Example1

练→

28 如下图所示，开始于顶面中心，产生一新的曲面投影精加工刀具路径 BN16-FIN3 ， 加工零件模型的另一侧。



29 选取文件>保存项目，更新保存的项目。

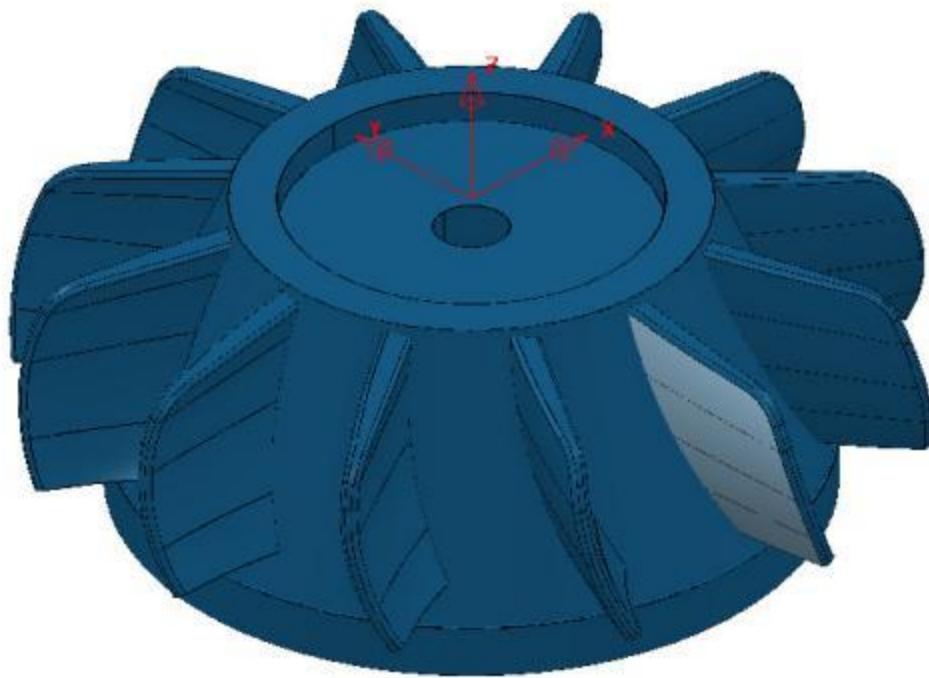
曲面投影范围

某些情况下，如加工的模型的一部分被另外一些定义投影选项的曲面所遮盖时，在应用曲面投影精加工策略过程中需要限制投影范围。此命令目前仅可通过 PowerMILL 的命令视窗输入。一个更有效的控制投影范围限界的方法是将不同距离的命令行保存在一系列宏中，随后可通过用户定义菜单访问。

1 删除全部，重设表格。

2 输入项目：

`...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\ImpellerType2\\ImpellerType2-Start`



3 保存项目为：

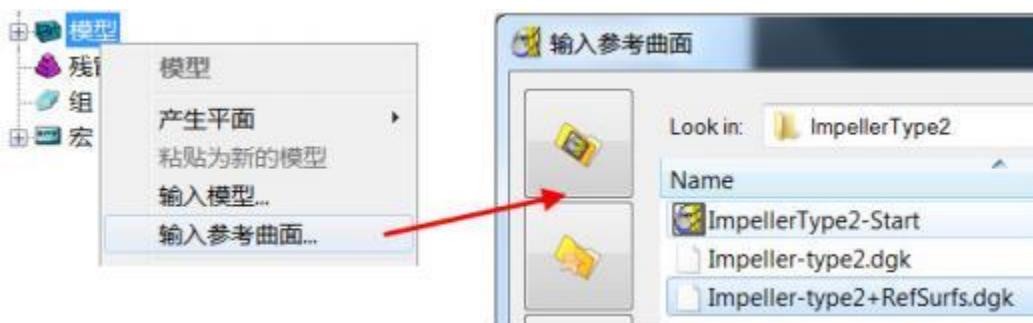
`...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\ImpellerType2-EX1`

输入的项目已包含 3 条粗加工刀具路径和一个残留模型。

4 选取 ISO 1 查看。

下一步是精加工位于-Y 轴方向的两个叶片主形面（上图浅蓝色阴影所示）。如果这两个主形面是单个曲面，那么就可能直接应用曲面精加工策略（该策略不受投影范围影响）。但在这里这种方法并不可取，因为叶片的主形面包含有多张曲面。为此，需要使用 CAD 软件（最好是 PowerSHAPE）来获取两张合适的单个参考曲面。这些曲面仅用来作为曲面投影精加工策略中的参考曲面，并不会真正加工它们。

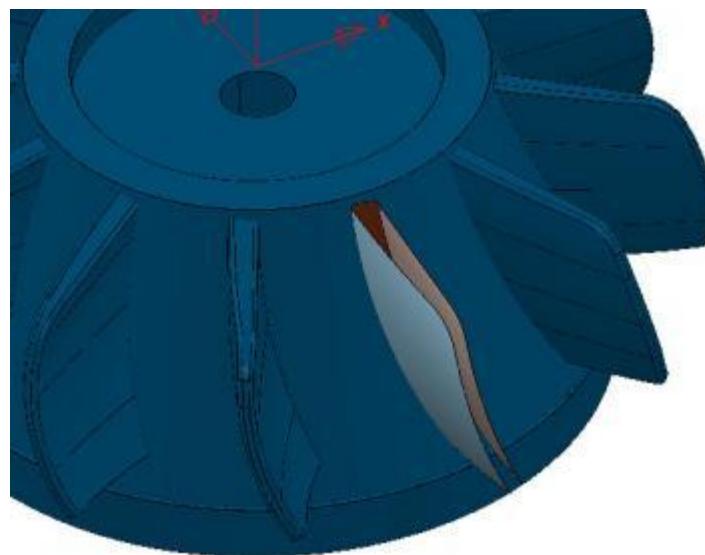
5 右击 PowerMILL 浏览器中的模型，从弹出菜单选取输入参考曲面。



6 选取：

...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\ImpellerType2\\ImpellerType2-RefSurfs.dgk

7 点击对话视窗中的打开，输入 2 张参考曲面（下图所示）。



使用这样的输入方法，计算刀具路径过程中就会忽略这2张参考曲面。



由于 CAD 处理继承原因，参考曲面总可被获取到适当的层 ((Ref-Surface1 和 Ref-Surface2))。

8 使用圆柱，按模型尺寸计算毛坯。

9 使用缺省设置计算快进高度。

10 关闭层 Ref-Surface2。

11 选取保存在层 Ref-Surface1 中的参考曲面。

12 激活用户坐标系 TopFace。

13 激活 PowerMILL 浏览器中的刀具 BN16。

14 使用曲面法向圆弧设置切入和切出。



15 从主工具栏选取刀具路径策略。

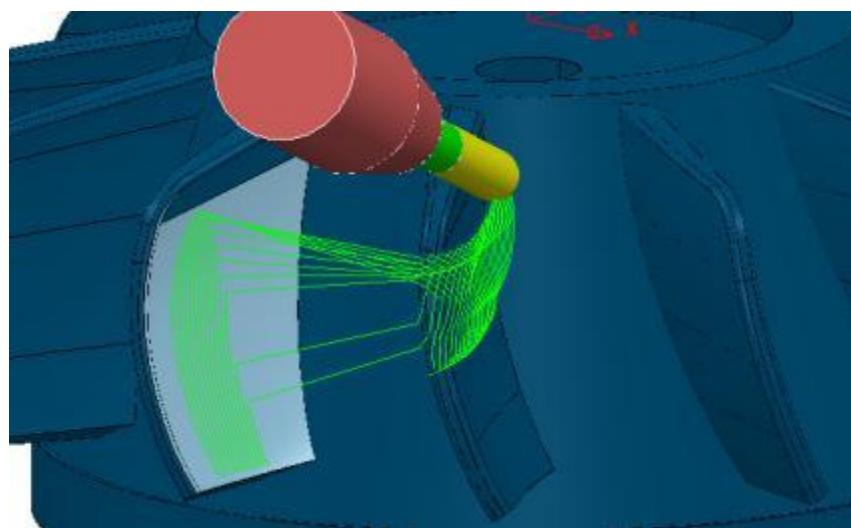
16 选取精加工标签，随后选取曲面投影精加工选项。

17 严格按照下面 3 个图在曲面投影对话视窗中输入相应的值。

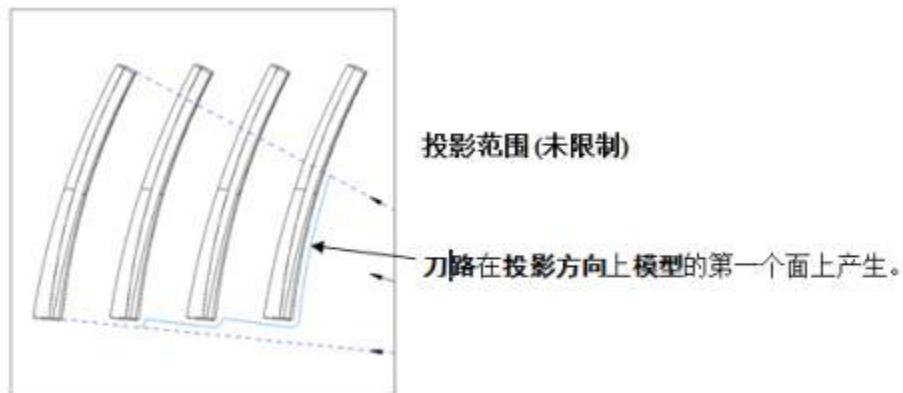




18 点击曲面投影精加工对话视窗中的计算，产生下图所示刀具路径，然后关闭对话视窗。



由于投影范围设置为关（缺省），也即无限制，刀具路径从模型限界的外侧向内投向将加工的曲面。从上图可见，某些投影投影到了相邻曲面，而不是将加工的曲面，因此产生了上图所示的刀具路径。



通过将投影范围选项设置为开并通过 + 和 - 增加或减小距离值可以解决上面的问题。

19 右击刀具路径 BN16-Blade1A-FIN，从弹出菜单选取设置，重新打开刀具路径策略对话视窗。



20 选取编辑。

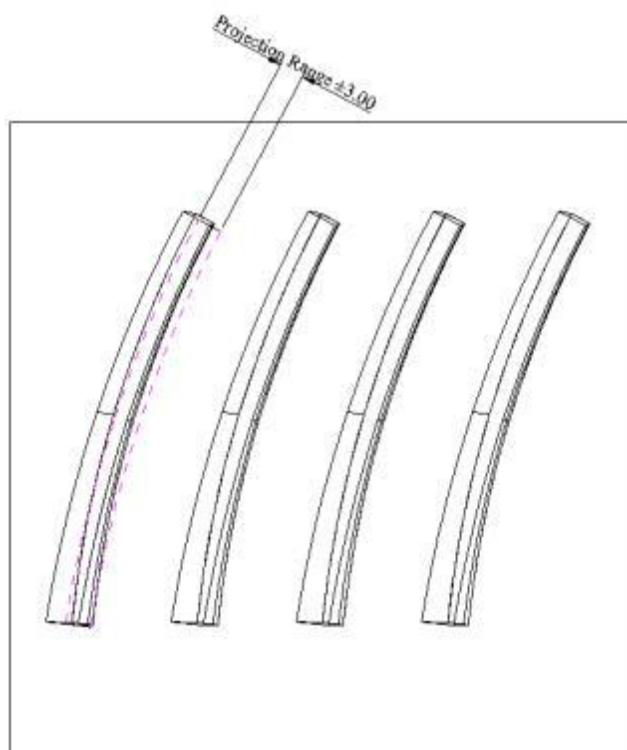
21 从主下拉菜单选取：查看 > 工具栏 > 命令视窗。

22 在屏幕底部的命令视窗中输入以下行：

```
EDIT SURFPROJ AUTORANGE OFF
```

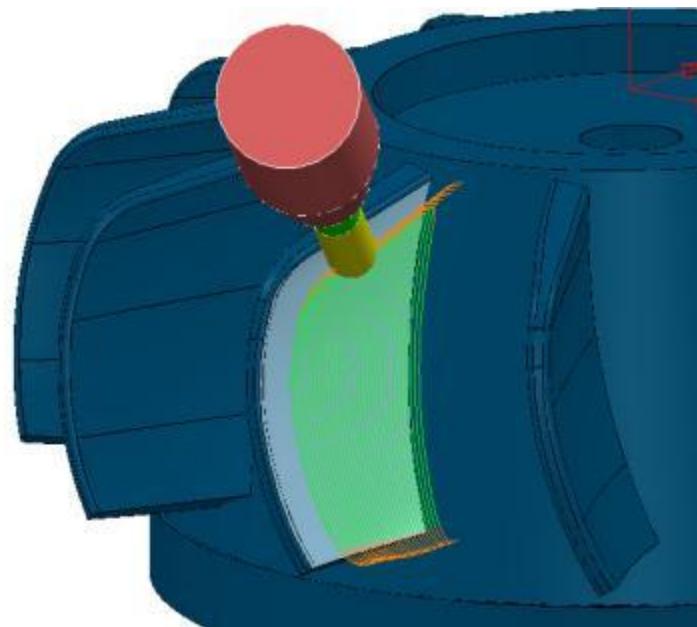
```
EDIT SURFPROJ RANGEMIN -3
```

```
EDIT SURFPROJ RANGEMAX 3
```



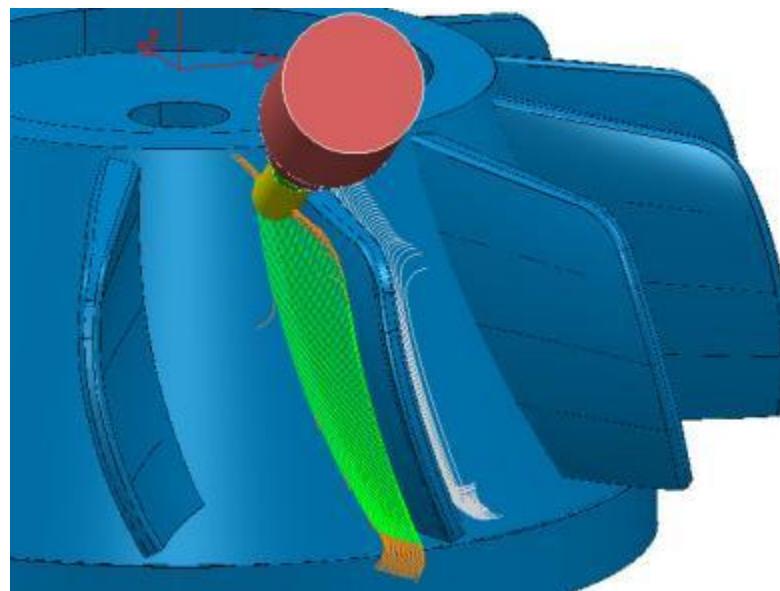
上面的命令将曲面投影范围限制在 + \ - 3mm 范围。

23 点击计算，产生新的刀具路径。



24 仿真模拟刀具路径，观察限制投影范围后的加工结果。

25 在叶片的另一侧复制此曲面投影策略。



26 在命令视窗中键入以下内容，使之恢复到缺省的无限制投影范围。：

EDIT SURFPROJ AUTORANGE ON



此命令将曲面投影范围恢复到缺省设置状态（无限制）。

27 选取文件 > 保存项目，更新保存的项目。

...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\Ref-Surfs-Blades

曲面精加工和曲面投影 – 螺旋

曲面精加工和曲面投影精加工策略中均包含有产生螺旋刀具路径的选项：

- 可自动调整行距，这样可使最后的切削路径精确位于曲面边缘。

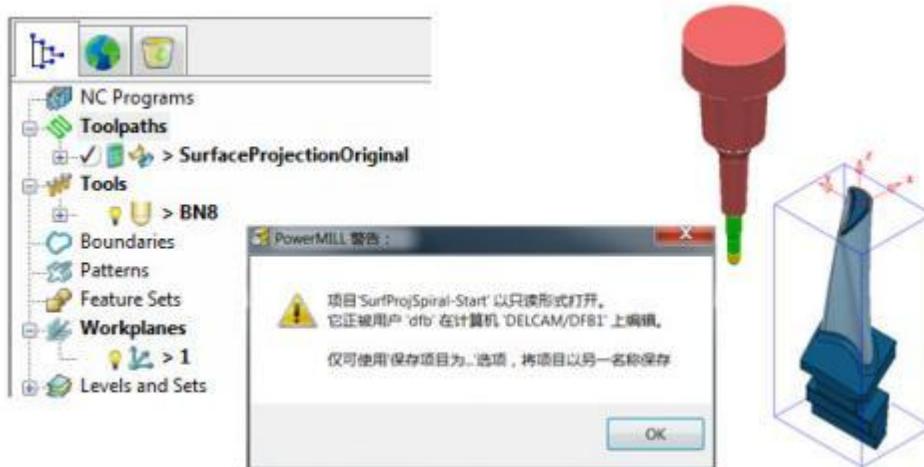
如果选取距离为曲面单位，那么第一条路径和最后一条路径将精确地匹配曲面边缘。为此，系统将调整中间路径的行距，这些行距将小于或等于指定的行距。

曲面投影 – 螺旋范例

1 删除全部并重设表格。

2 打开只读项目：

[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\ProjSurf-Blade\\SurfProjSpiral-Start](#)



3 保存项目为：

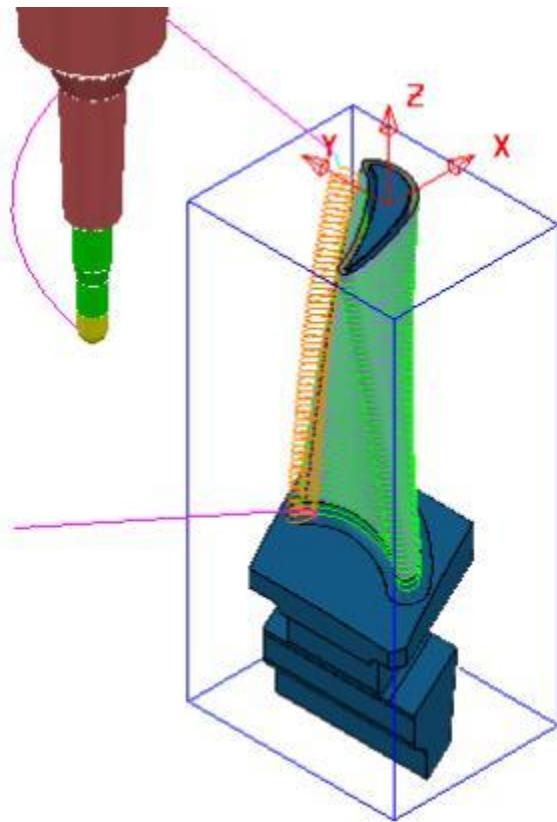
[...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\SurfMachine-Spiral](#)



上述项目中的策略还未进行处理（有计算器图标标识）。

4 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径，从弹出菜单中选取批处理选项，产生刀具路径。





策略自动恢复前面使用过的原始已选曲面，得到的刀具路径是一独立堆积的刀路，切入切出设置为曲面法向圆弧。对于这种‘闭合环’类型的应用，应用螺旋选项进行处理可得到更好的加工结果。

- 右击激活的刀具路径，从弹出菜单选取设置选项，打开原始的曲面投影精加工表格。

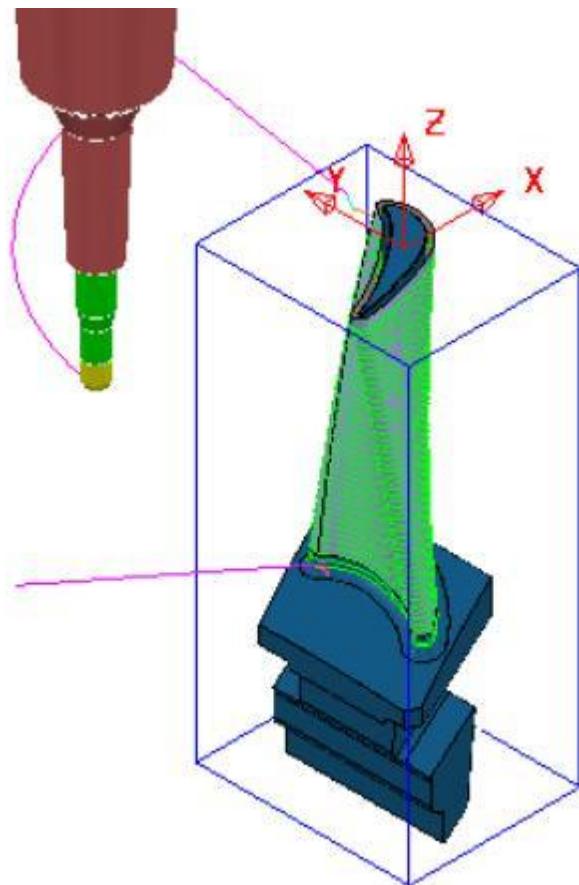


- 点击复制 重新激活设置。

- 选取曲面投影精加工表格的参考线页面。



- 重新命名策略为 SurfaceProjectionSPIRAL，勾取螺旋方框，确认已选取参考曲面，然后点击计算。



由此产生的曲面投影策略仅包含一单个的螺旋刀路，从而产生出更光顺、稳定的材料切除路径。

9 关闭对话视窗。

10 选取文件 - 保存项目，更新保存的项目：

...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\SurfMachine-Spiral

5. 镶嵌参考线精加工

简介

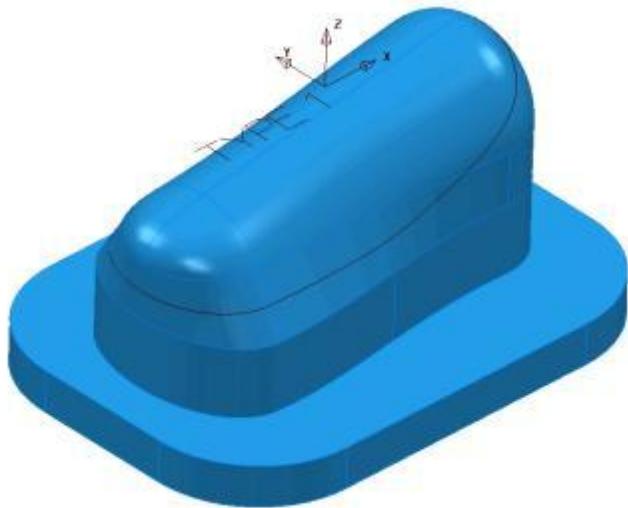
这个 5 轴策略不仅沿镶嵌参考线，同时还自动相对于曲面法向应用刀轴方向。

镶嵌参考线是标准参考线通过使用编辑 – 镶嵌选项的投影结果，可沿激活 Z 轴向下投影参考线，也可朝向模型上的最近点投影。

镶嵌参考线精加工 – 雕刻

- 1 打开只读项目：

[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\5axis_EMBEDDED_Pattern\\TrimPart-Start](#)



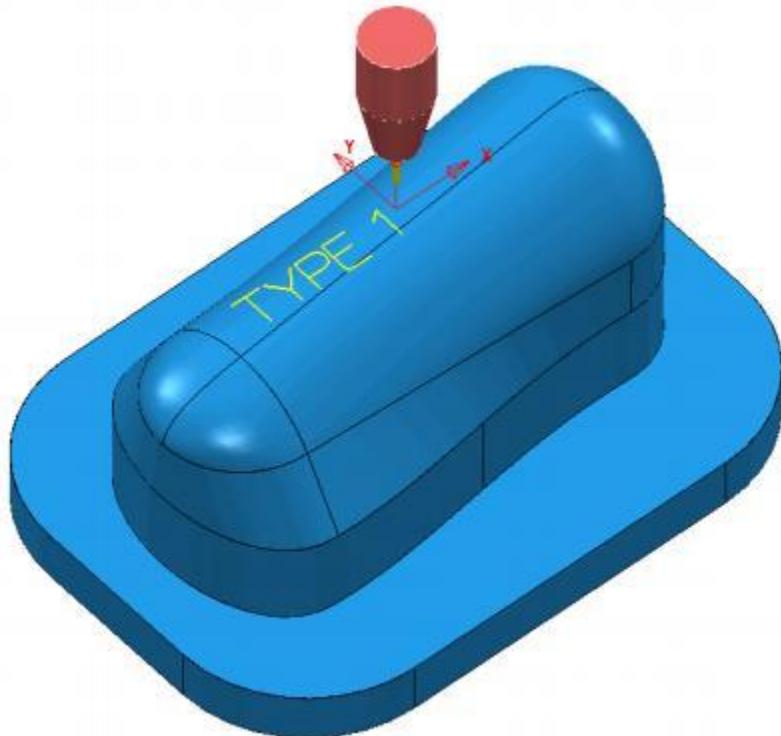
模型包含一些线框文字和一条绕外形的‘划线’曲线。

最初将使用这些曲线来一条独立的参考线，然后再通过这两条新的参考线产生镶嵌参考线。

- 2 选取文件 – 保存项目为：

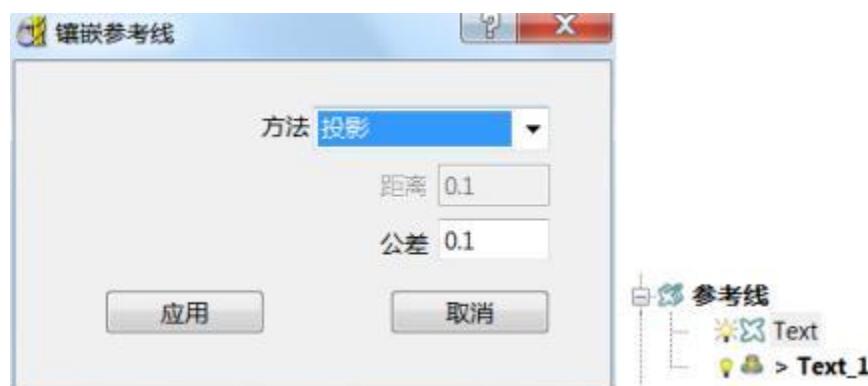
[...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\Trim-Part](#)

- 3 激活刀具路径 BN16-Form-FIN，恢复镶嵌参考线的参数和设置。
- 4 激活刀具 BN2。
- 5 确认无任何保存的边界被激活。
- 6 选取图形域的线框文字 ‘TYPE 1’
- 7 右击 PowerMILL 浏览器中的参考线，从弹出菜单选取产生参考线。
- 8 右击新产生的空参考线，从弹出菜单选取插入 - 模型，插入所需的线框文字 ‘TYPE 1’



第一条参考线包含文字 TYPE 1，它位于部件模型之上。这条参考线随后可用来产生沿 Z 轴投影到模型上的镶嵌参考线。镶嵌参考线也将拾取并保存曲面法向。

- 9 重新命名参考线为 ‘Text’。
- 10 右击 PowerMILL 浏览器中的参考线，从弹出菜单中选取编辑 – 镶嵌。
- 11 从弹出菜单选取模型 – 投影，并应用对话视窗。



 于是 PowerMILL 浏览器中产生一名称为 Text_1 的沿 Z 轴向下投影的镶嵌参考线并以  标记。原始参考线仍然保留。

- 12 选取刀具路径策略图标  , 打开新的策略对话视窗,
- 13 从精加工页面选取镶嵌参考线精加工选项。
- 14 严格按照下图填写镶嵌参考线精加工对话视窗。



- 驱动曲线 **Text_1**
- 轴向偏置 **-3**
- 不勾取过切检查



- 勾取上限，设置值为 -1



15 设置刀轴为前倾/侧倾，两个值均为 0。

16 镶嵌参考线精加工中必须确认刀具沿当前刀轴方向下切和退刀。(退刀和进刀距离 5)。在切入切出和连接域，选取连接页。



- 17 设置退刀和进刀距离5 (如上图所示)。

- 18 接受此切入切出和连接对话视窗。
- 19 回到主对话视窗，选取计算，产生刀具路径。



于是文字‘TYPE 1’即加工到深度 -3mm，刀具对齐于曲面法向。

- 20 ViewMILL 仿真全部刀具路径。

于是即产生镶嵌参考线刀具路径，该刀具路径中的刀具垂直于表面模型。



从 PowerMILL 浏览器我们可看到，该参考线被一红色的过切警告所高亮显示。产生此警告的原因是，勾取过去检查后不能使用负的 厚度值大于刀尖半径的设置来产生刀具路径。
由于这是一有意的过切，因此我们忽略它。

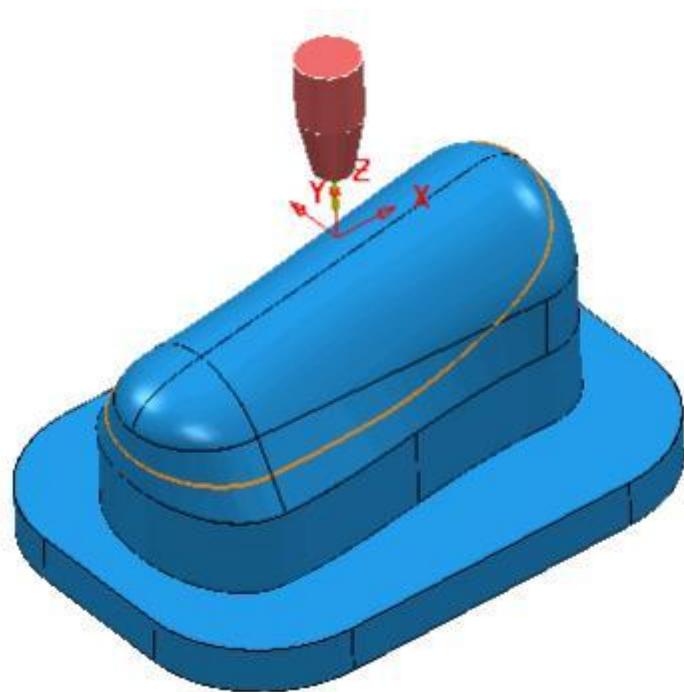


- 21 产生一个新的名称为 ScribeLine 的参考线，插入绕模型的线框曲线。

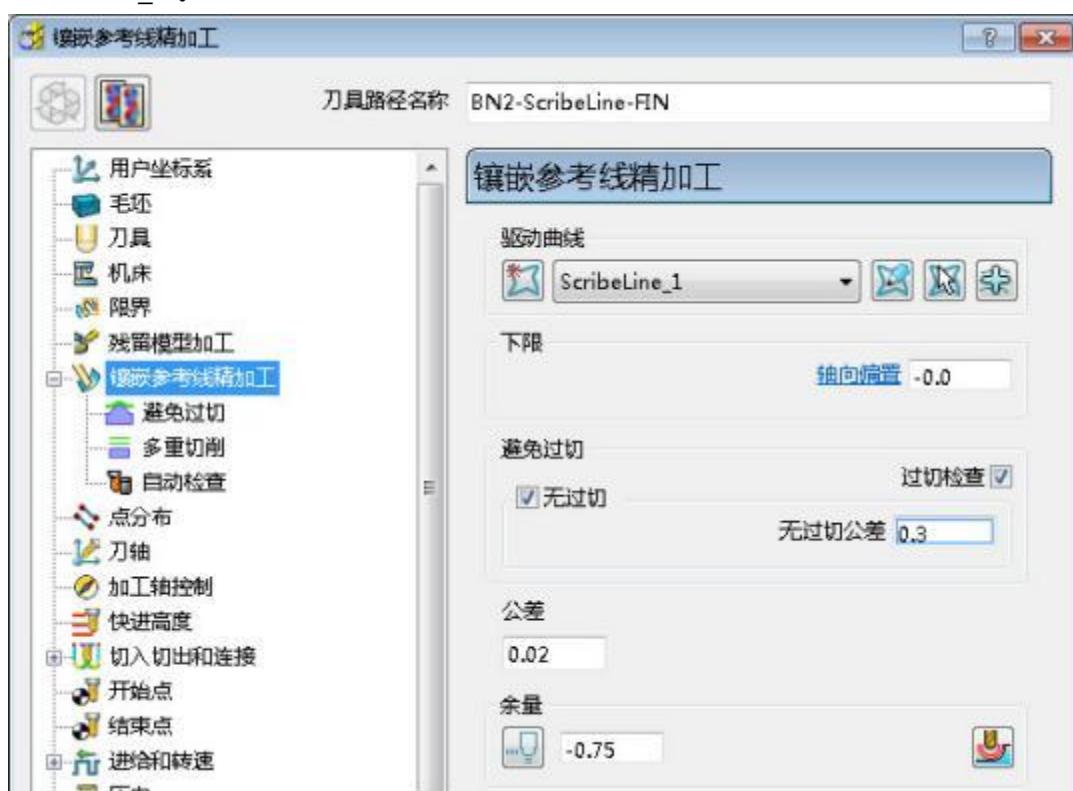
通过新参考线(ScribeLine)产生一镶嵌参考线ScribeLine)，在镶嵌参考线对话视窗中的方法选项中选取最近点。



于是原始参考线即向模型的最近点投影而形成一镶嵌参考线。



22 打开一个新的镶嵌参考线精加工策略 BN2-ScribeLine-FIN，使用驱动曲线 - ScribeLine_1。



- 轴向偏置: 0
- 过切检查: 勾取
- 余量: -0.75

在此，所需的切削深度小于刀尖半径，于是即使用了余量选项，而不使用刀轴偏置。



- 设置模式: 关
- 上限: 不勾取

23 点击计算，产生镶嵌参考线刀具路径。

24 继续对新的刀具路径进行 ViewMILL 仿真。



25 选取文件 - 保存项目。

6. 5 轴 Swarf 加工

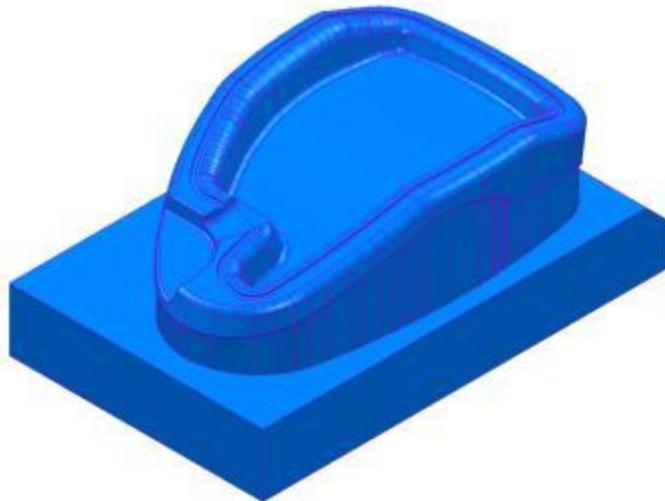
简介

Swarf 精加工是一种使用刀具侧刃加工已选曲面的精加工策略（刀轴自动对准）。5 轴 Swarf 精加工过程中，刀具必须始终以全刀深度接触加工表面，也就是说被加工表面必须是可展曲面(不是凸面或凹面，而是和自动刀轴对准线性相关的曲面)。用户也可应用不同的刀轴对准方法（如对深的侧壁使用前倾\侧倾），但所选的加工曲面仍然必须是可展曲面。

如果输入的曲面不是理想可展曲面，则可在曲面的上、下边缘产生单独的（线框）参考线，随后使用线框 Swarf 精加工方法加工。

Swarf 精加工 – 范例1

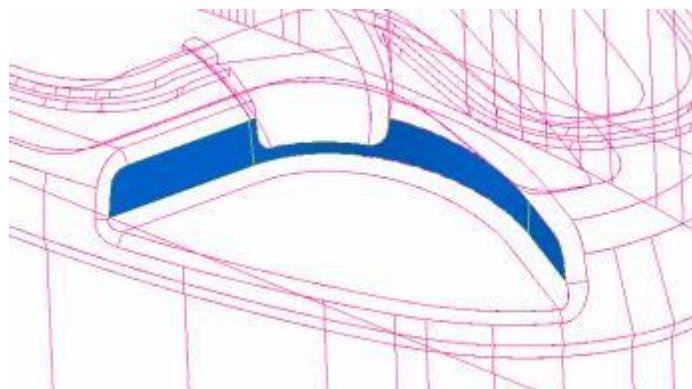
- 1 删除全部，重设表格。
- 2 输入模型：
...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\swarf_mc\\swarf_model.dgk



- 3 使用类型 – 方框，由…定义 – 模型产生一毛坯。
- 4 产生一直径为 12，刀尖半径为 1 的刀尖圆角端铣刀 D12TR1。

5 计算快进高度。

6 改变查看到 ISO 4 ，选取下图阴影部分将进行 Swarf 加工的曲面。

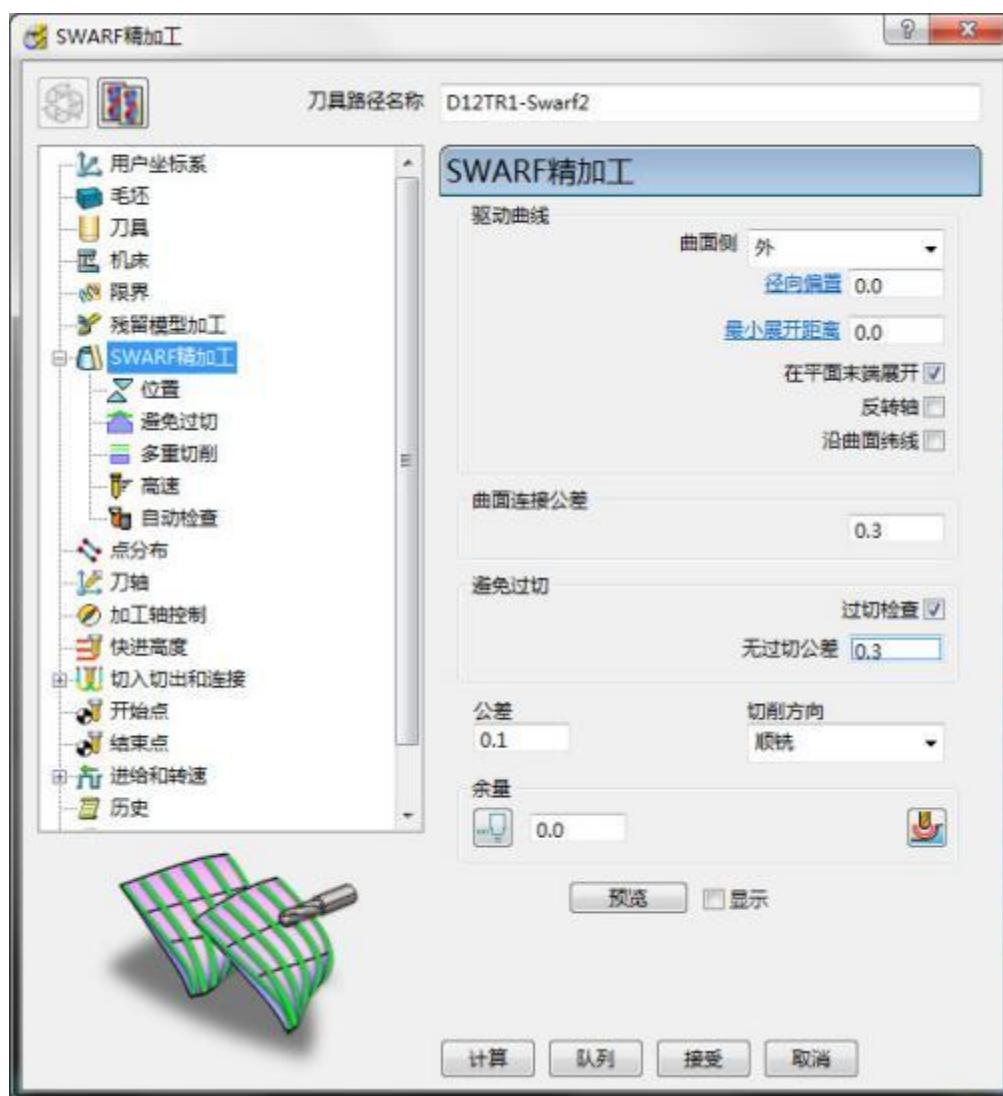


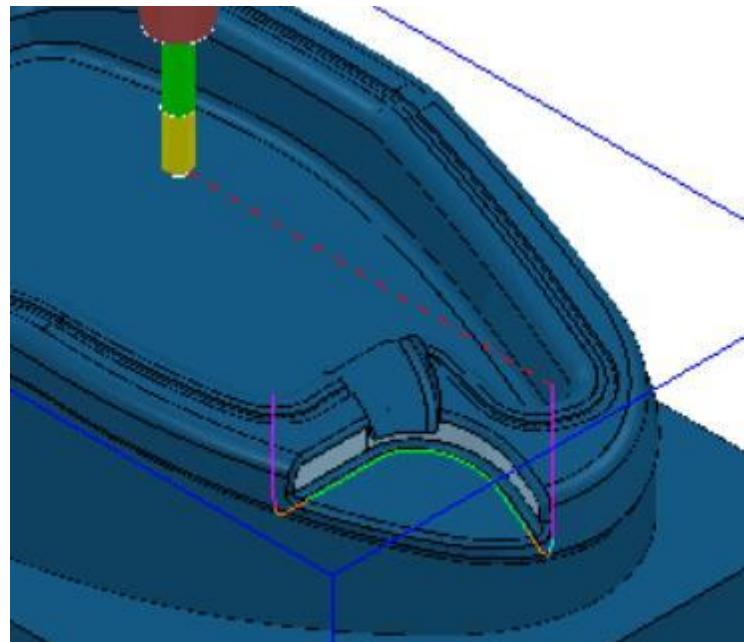
7 选取刀具路径策略图标 ，从精加工页选取 Swarf 精加工选项。

8 严格按照下图填写对话视窗，随后点击计算。



此策略刀轴的缺省设置为自动。



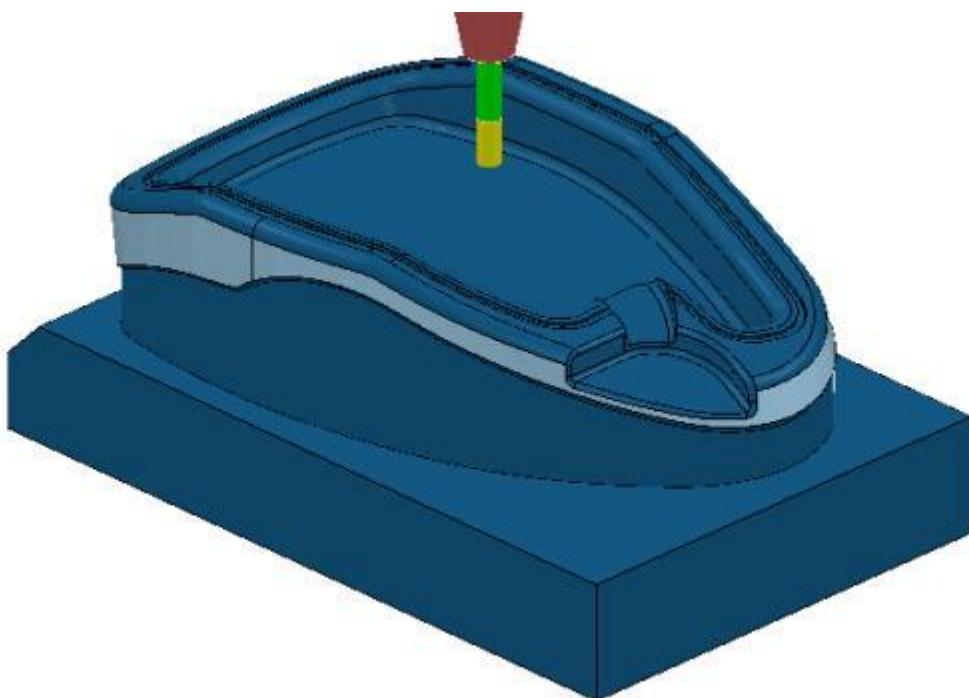


- 9 点击图标 ，打开切入切出和连接对话视窗，按以下参数填写对话视窗，随后应用对话视窗。
切入/切出：垂直圆弧 – 距离 **10** – 角度 **90** – 半径 **5.0**

连接： 短/长/ – 掠过 缺省 – 相对

- 10 取消局部曲面选取，仿真模拟所产生的刀具路径，观察 Swarf 加工过程中刀轴角度的改变。

- 11 选取设置，重新打开已有（激活）的 Swarf 精加工策略对话视窗，随后点击图标 ，
复制该刀具路径，并将它重新命名为 D12TR1-Swarf2_1。

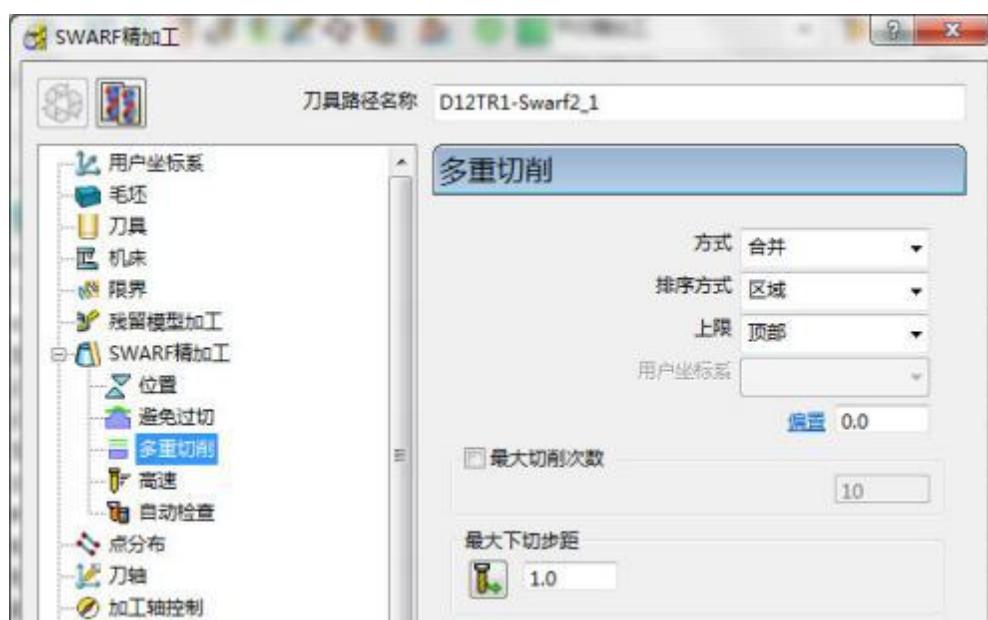


- 12 选取上图所示的侧壁上部曲面。

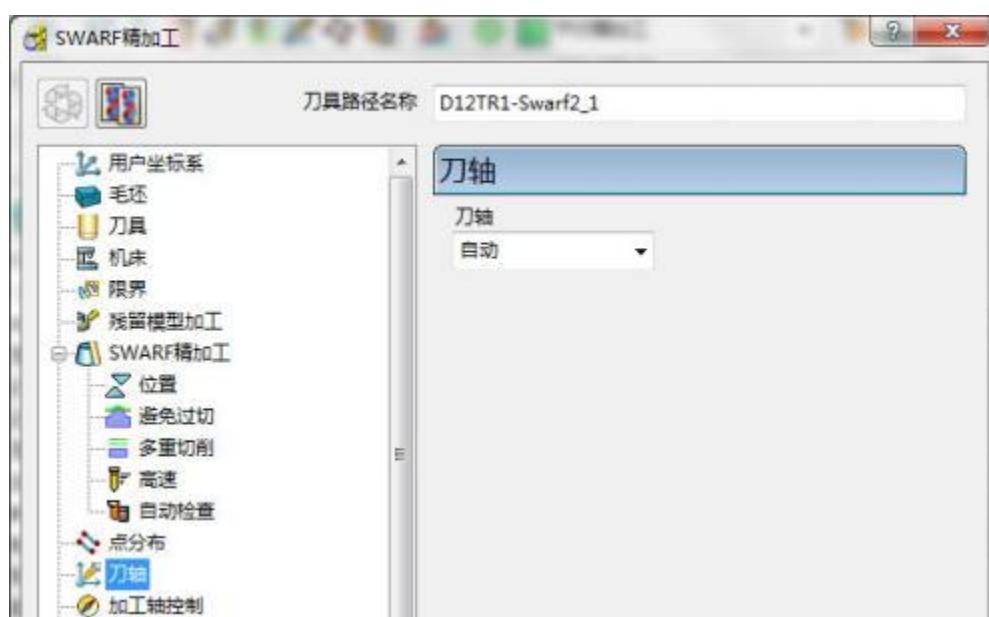
13 选取位置页，设置底部位置 – 底部，偏置 2。



14 进入多重切削页，设置多重切削 – 方式为合并，最大下切步距 1。



15 选取刀轴页，使用缺省的刀轴设置 – 自动。

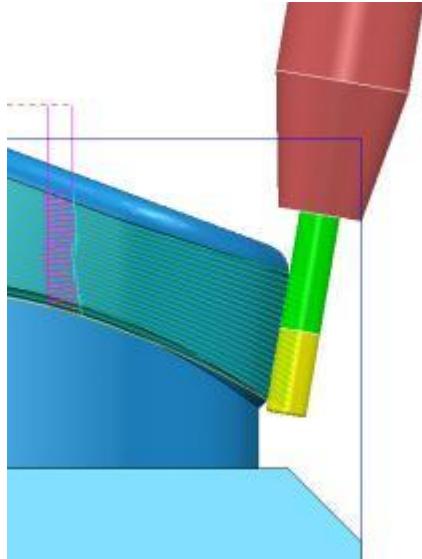


16 点击计算，产生刀具路径。

17 点击图标 ，打开切入切出和连接对话视窗，按以下参数填写对话视窗，随后应用对话视窗。

切入/切出： 曲面法向圆弧 – 距离 0 – 角度 90 – 半径 5.0

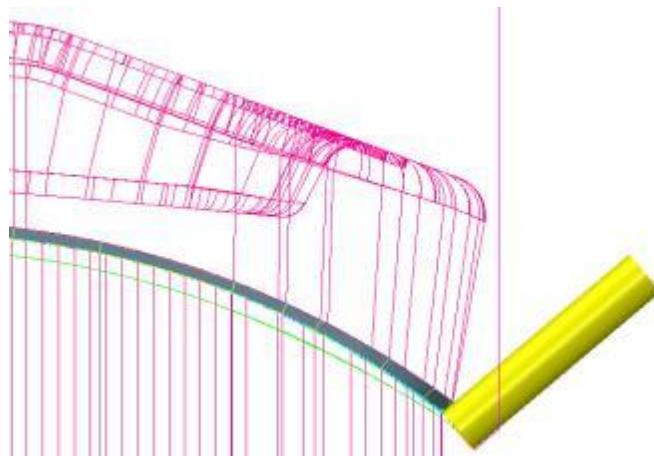
连接： 短\长 – 掠过 缺省 – 相对



可见新的策略合并上、下轮廓间的行距，切入已选曲面，从而使刀具路径不那么零碎。

练→

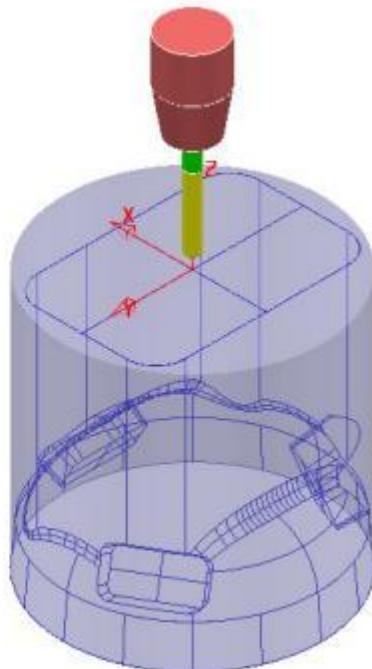
- 1 产生一直径为 10 的端铣刀(EM10)。
- 2 复制原始的单条路径的 Swarf 精加工刀具路径，使用直径为 10 的端铣刀并对齐于侧壁上凹陷处（已选）下部产生一新的刀具路径。



- 3 取消局部曲面选取，仿真模拟所产生的刀具路径，观察 Swarf 加工过程中刀轴的改变。
- 4 选取文件 - 保存项目为：
...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\Swarf-Example
- 5 删除全部，重设表格。

Swarf 精加工 - 范例2

- 1 打开项目（早期保存的）：
...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\3+2 example
- 2 激活刀具 D10TR1。
- 3 激活用户坐标系- ztop175_A。
- 4 确认无边界被激活。
- 5 打开毛坯对话视窗，选取选项由...定义 – 圆柱，随后点击计算按钮（将计算出一基于模型尺寸的圆柱毛坯）。



- 6 打开快进高度对话视窗，设置安全区域 – 圆柱，然后严格按照下图在对话视窗中输入相应的值，最后点击计算。

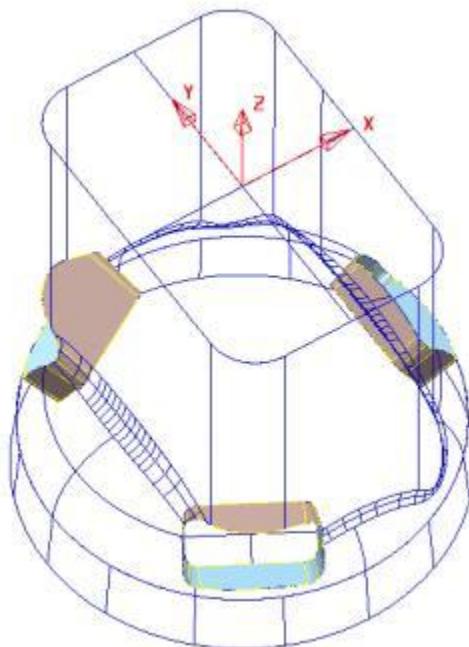


- 选取用户坐标系ztop-175_A 设置方向 (矢量) 为 0 0 1

设置安全区域 - 圆柱将产生一沿定义的圆柱形状移动的光顺连接，而不是绕部件的点对点的线性移动连接。

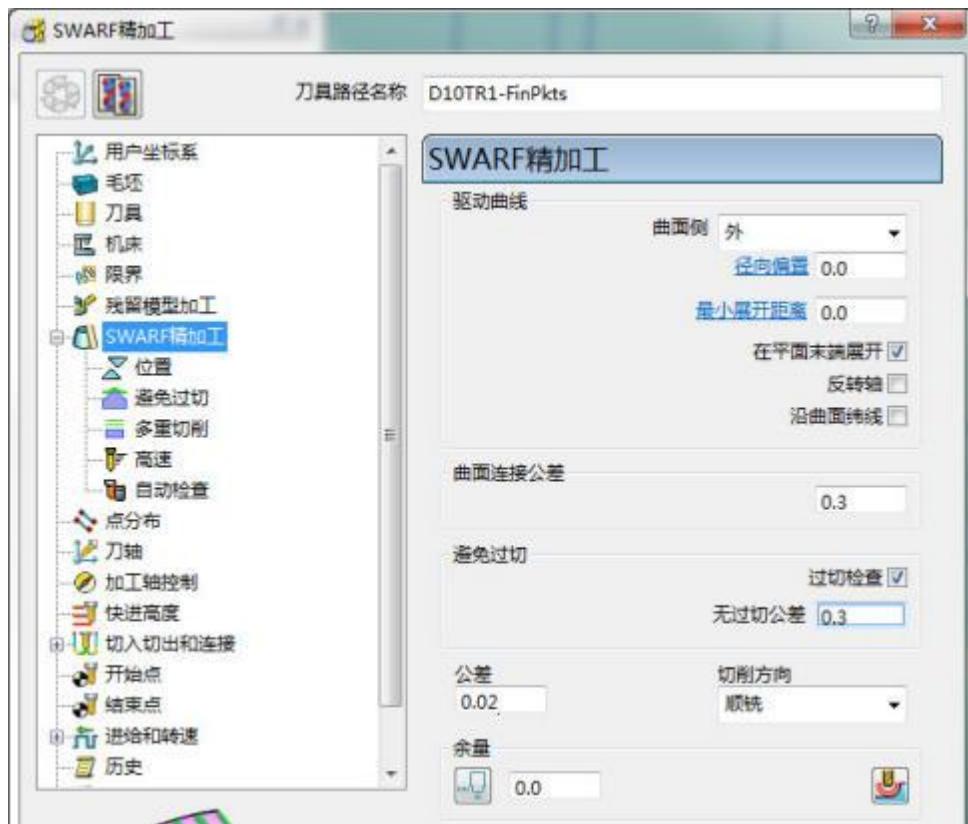
7 设置切入/切出为曲面法向圆弧，角度 90，半径 4。

8 选取三个型腔中的全部曲面侧壁。



9 点击刀具路径策略图标 ，从策略选取器对话视窗中选取精加工选项。

10 严格按照下图在 Swarf 精加工对话视窗中输入相应的值。



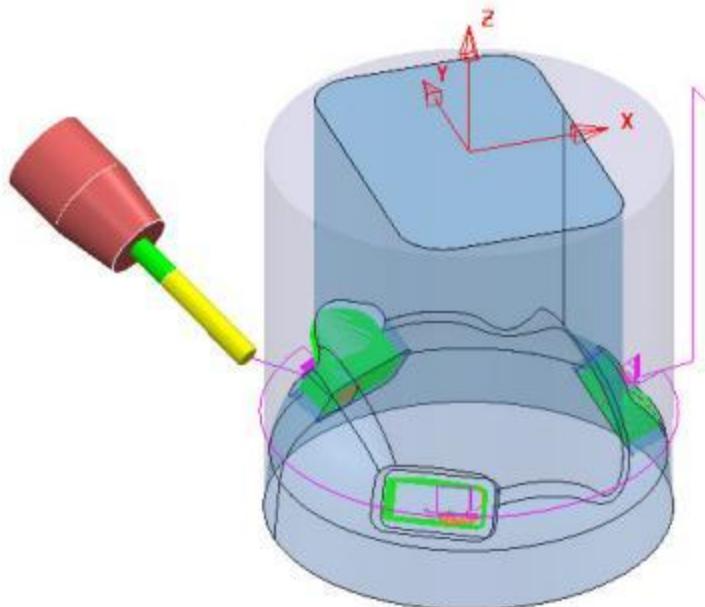


- 方式 – 合并 由于可展曲面的上下边缘的可变偏置而产生连续刀路。
- 使用: 最大下切步距 **1.0**



Swarf 精加工的缺省刀轴设置为自动。

11 点击计算，产生刀具路径。



我们可看到，连接移动沿快进高度对话视窗中定义的安全区域 - 圆柱移动，刀具移动更加光顺，刀具在不同的加工区域自动重新对准。

12 动态模拟所得到的刀具路径(D10TR1-FinPkts)，观察对已选曲面进行 Swarf 加工时刀轴的变化。

13 选取文件 – 保存项目，更新项目内容：

...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\3+2 example

Swarf 精加工 - 范例3

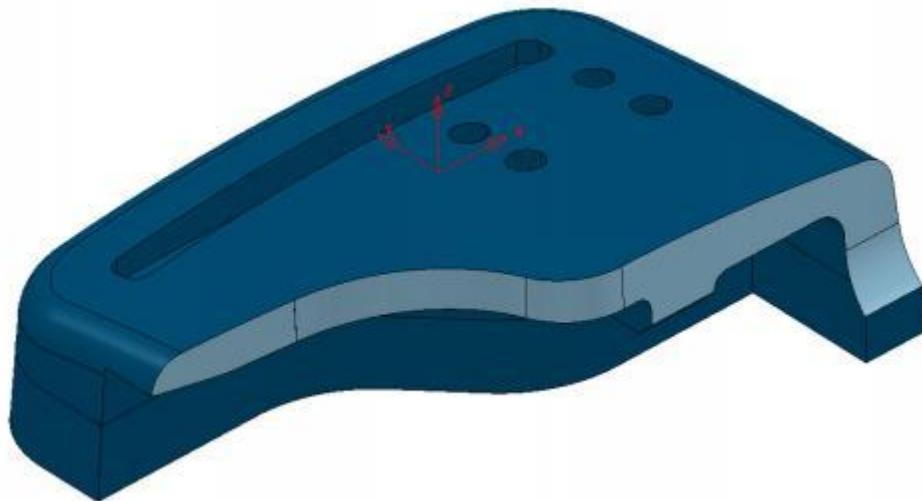
当可展曲面不能提供绕部件外形的可接受的刀轴方向时，则必须使用 CAD 软件（例如 PowerSHAPE）来重新建构受影响的曲面。

在下面的范例中，Swarf 精加工策略将应用到 5 张已选曲面（下图阴影为浅蓝色的部分）。由于曲面建构的原因，它们会导致产生的刀具路径不能沿当前曲面产生合适刀路。为解决此问题，我们将输入一新的可展形面曲面模型，使用它来产生理想的 Swarf 精加工刀具路径。

1 删除全部，重设表格。

2 选取文件 > 输入模型：

`...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Swarf_mc\\SwarfSurfModel-A.dgk`



3 选取文件 > 保存项目为：

`...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\SwarfSurf-EX3`

4 激活用户坐标系 **TopCentre**。

5 使用类型 – 模型，由 ... 定义 – 方框计算毛坯。

6 在毛坯对话视窗中锁住 Z 值，输入扩展 **10**，然后再次点击计算。

7 产生一直径为 12 的端铣刀 EM12。

8 计算快进高度。

9 设置开始点为第一点安全高度，结束点为最后一点安全高度。

10 设置切入和切出为曲面法向圆弧，角度 90，半径 6。

11 选取上图所示阴影为浅蓝色的 5 张需进行 Swarf 加工的曲面。

12 选取刀具路径策略 ，从策略选取器选取 Swarf 精加工选项。

13 在 Swarf 精加工的主页中严格按照下图输入相关值。



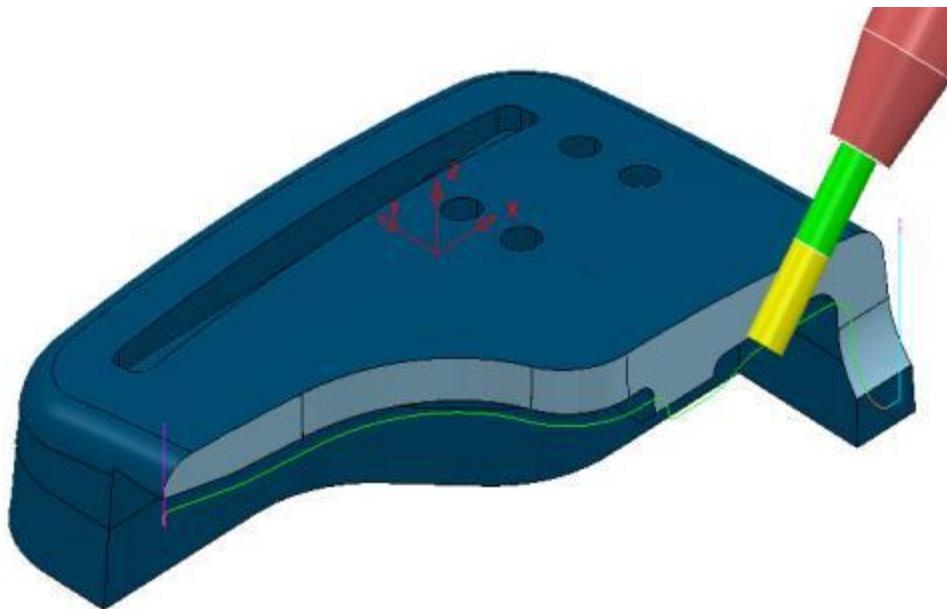
14 选取位置页，输入偏置 -1.0。



15 点击计算，处理此刀具路径。

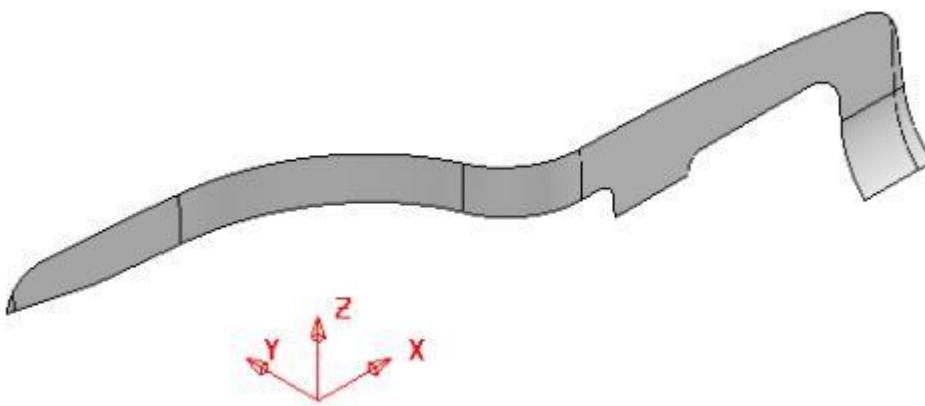
16 缓慢运行点到点


仿真，观察刀路沿加工面刀轴方向的变化。



所产生的 Swarf 精加工刀具路径外表看来没有问题，但仿真后我们可发现一些问题。从仿真可见，刀具 EM12 在某些区域相对于可展曲面以很大的角度切削（见上图）；同时，刀具沿下边太近，以致沿台阶刀具存在突然的落刀和提刀。

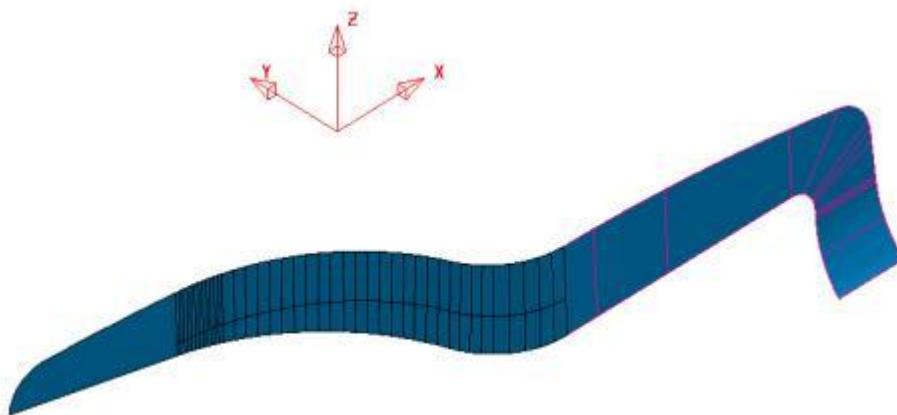
使用一张专门为此 Swarf 精加工设计，能够得到好的刀轴方向的参考曲面可解决上述问题。



上图是刀具路径 EM12-Swarf-1 使用的 5 张参考曲面，下面用一张新的曲面来代替它，这张曲面和原来的那些曲面形状完全相同，但使用不同方法建构，专门用来满足这个 Swarf 精加工策略的需要。

17 选取文件 > 输入模型：

18 ...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Swarf_mc\\NewSwarfSurf-B.dgk



新的曲面使用曲面曲线产生，这些曲面曲线和所需的刀轴方向对齐匹配，它同时和前面刀具路径所使用的 5 张曲面具有相同的外形。和原始的 5 张曲面比较可见，新的曲面下边缘有所延伸，从而沿外形有一光滑的变形。



请勿 删除原始的 5 张曲面，它们在精确过切检查中还需使用。

19 右击刀具路径 EM12-Swarf-1，从弹出菜单选取设置，打开策略对话视窗。



20 复制这条 Swarf 精加工刀具路径。

21 选取新输入的参考曲面。

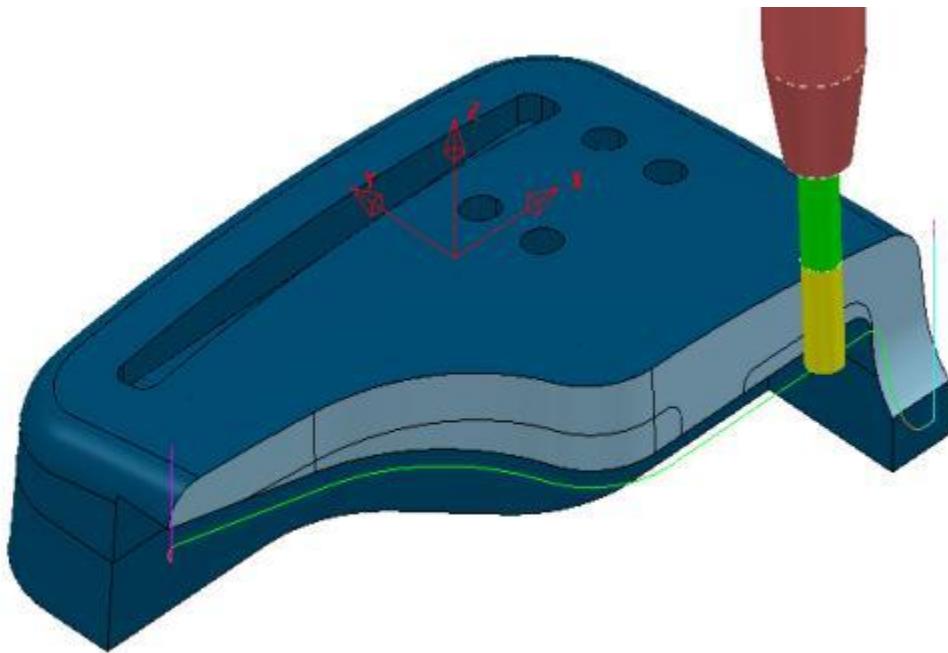
22 在对话视窗的主页，选取沿曲面纬线，使刀具尽可能对齐于曲面曲线。



23 点击计算，处理新的刀具路径 EM12-Swarf-1_1。



24 缓慢运行点到点 仿真，查看沿刀路刀轴方向的变化。



可见新的刀具路径 EM12-Swarf-1_1 现在刀具可平顺地沿可展曲面加工。

25 选取文件 > 保存项目:

[...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\SwarfSurf-EX3](#)

线框 Swarf 精加工

Swarf 加工设置时，有时会遇到输入的曲面模型质量不佳或是不理想的情况，例如模型中存在不匹配的边缘，或曲面上的一些意外曲线。这些问题无疑会导致部分或全部 Swarf 精加工策略失败。

其中一个解决方法是重新建构受影响的曲面（假设您可以使用使用适当的 CAD 系统，如 PowerSHAPE）。

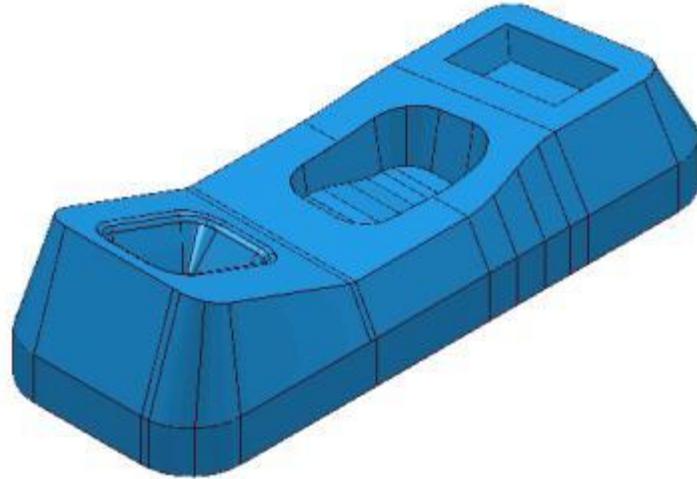
另外一种方法是产生 2 条单独的参考线来定义 swarf 加工区域。随后可使用线框 Swarf 精加工策略。

下面范例中使用的模型的型腔部分侧壁，由于其在上下边缘间存在微微的一点凸起，因此它不是一可展曲面，不适合于进行 Swarf 加工。

1 从主下拉菜单选取删除全部，重设表格。

2 输入模型:

[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Swarf_mc\\Wfrm-Swarf.dgk](#)



3 选取文件 > 保存项目为:

[...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\Wframe-Swarf](#)

4 激活用户坐标系- Datum。

5 使用方框，按模型尺寸产生一毛坯。

6 使用以下刀具、刀柄和夹持数据产生一直径为 5mm 的端铣刀(EM5):刀具
直径 5 长度 35

刀柄 底部直径 5 顶部直径 5 长度 15

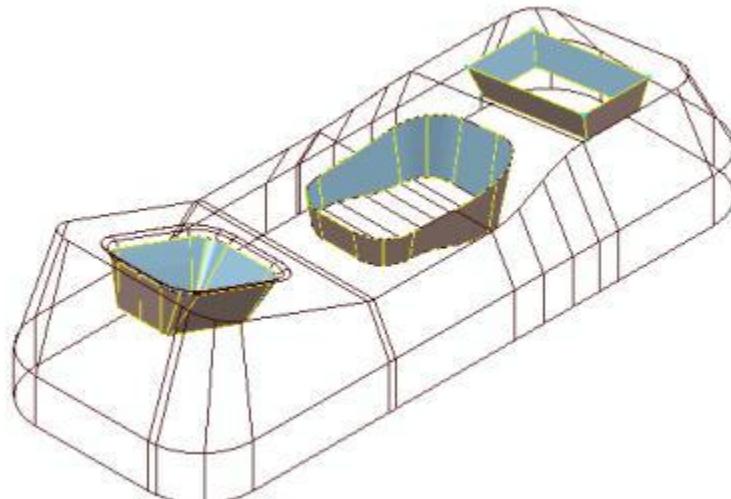
夹持-1 底部直径 15 顶部直径25 长度 15

夹持-2 底部直径25 顶部直径25 长度 15

伸出 50

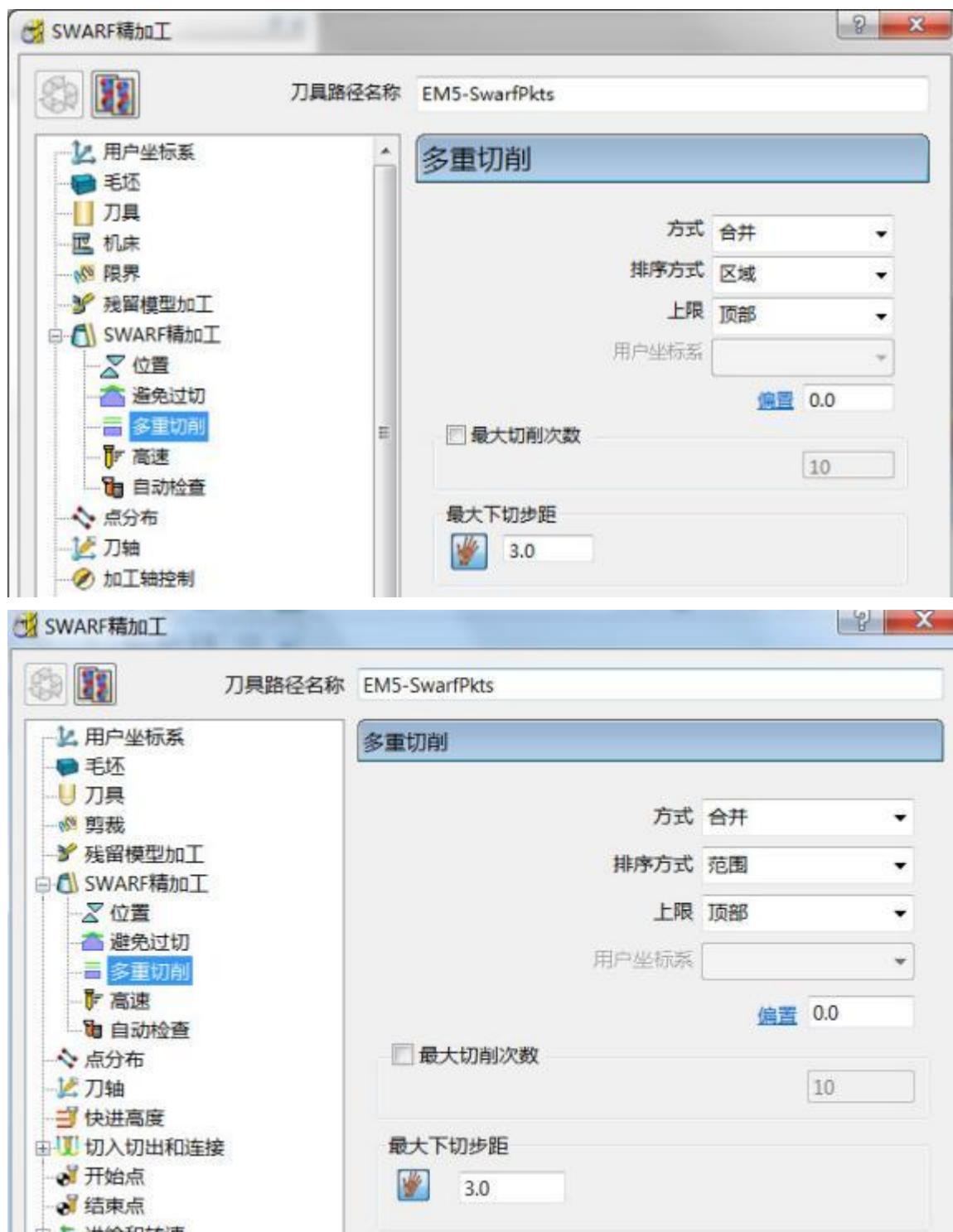
7 计算快进高度。

8 选取3 个型腔中的侧壁曲面。



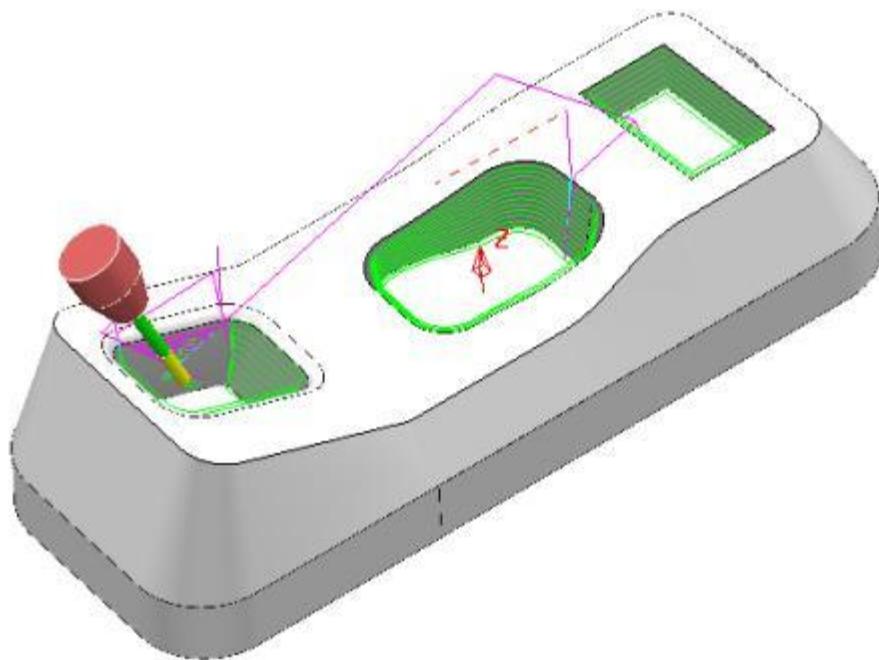
9 点击刀具路径策略图标 ，在精加工对话视窗中选取 Swarf 精加工选项。

10 严格按照下面 2 图在对话视窗中输入相应的值。

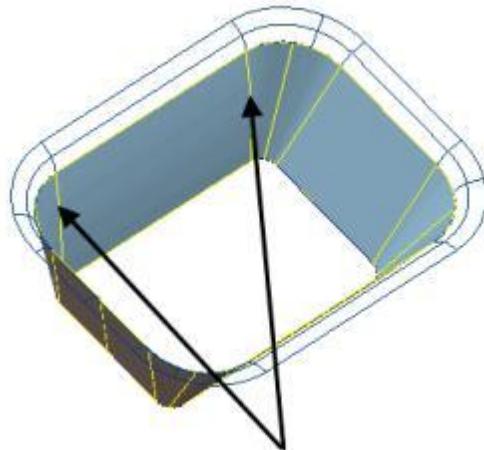


- 方式 – 合并，最大下切步距 3.0

11 计算刀具路径。



由于部分侧壁不是可展曲面，因此 Swarf 精加工策略没能完成全部已选曲面的加工路径产生。



放大查看我们可看到某些连接侧壁表面的线框存在凸起现象，因此这些区域不是可展曲面区域。

这个问题可通过沿受影响型腔的侧壁上下边缘产生 2 条独立的参考线，然后使用线框 Swarf 精加工策略来解决。

- 12 选取定义左手边型腔定义倾斜侧壁的曲面（如上图所示）。
- 13 产生一参考线 Upper 并在浏览器中右击该参考线，从弹出菜单选取插入 - 模型。

14 选取下面的一段参考线。



15 右击参考线 Upper，从弹出菜单选取编辑- 复制参考线(仅已选)。

16 将新复制的参考线重新命名为 Lower。

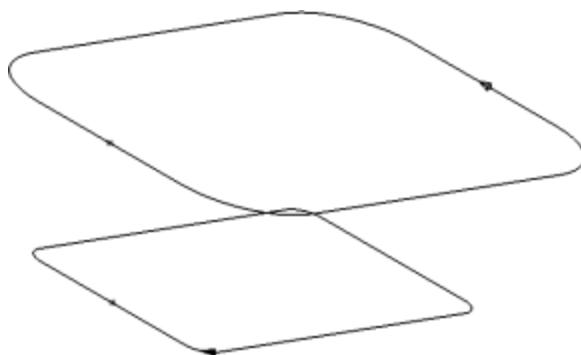
17 从参考线 Upper 选取并删除下面的一段参考线。



使用线框Swarf 精加工策略时，两条参考线的方向必须相同。

没有必要对齐上、下参考线的开始点，因为刀具路径的开始位置由下参考线的开始点位置控制。

18 为检查这两条参考线是否可用，我们可依次右击每条参考线并选取显示方向选项，显示参考线的开始点和方向。



我们可看到两条参考线段都已经有一合适的开始点，但指向却相反，为此需要反转其中一条参考线的方向。

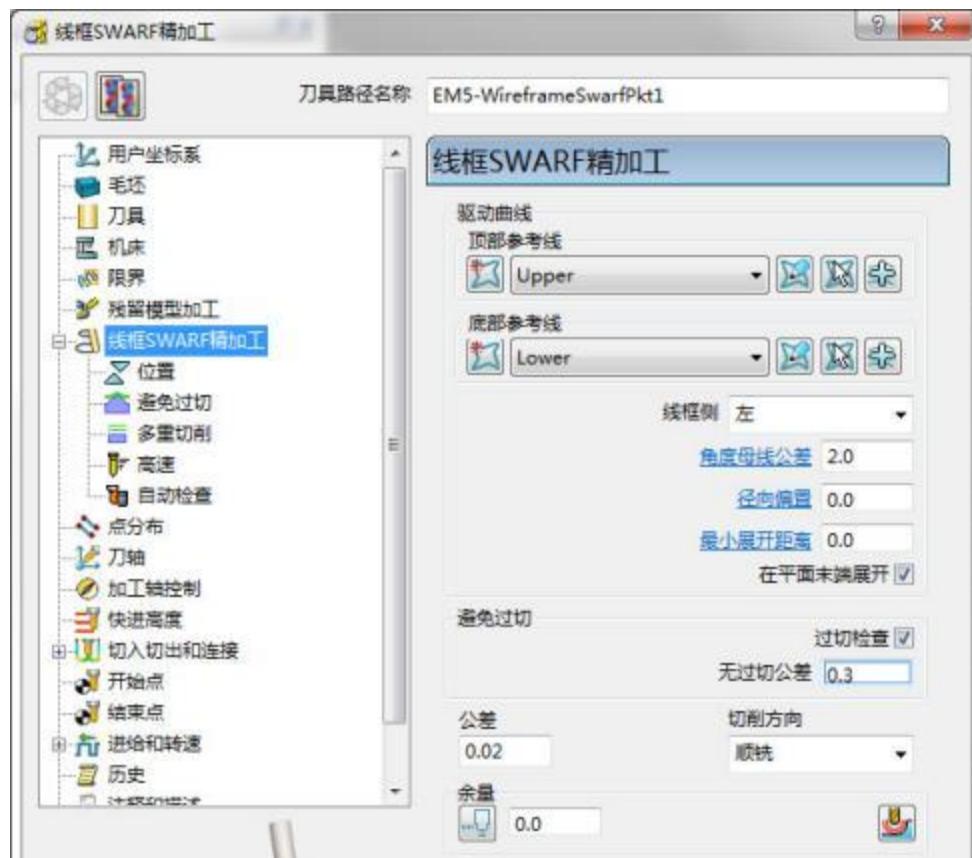
在此为产生一顺铣路径，必须反向下面的那条参考线。

19 选取下面的那一条参考线，右击参考线。

20 从弹出菜单中选取编辑 - 反向已选。

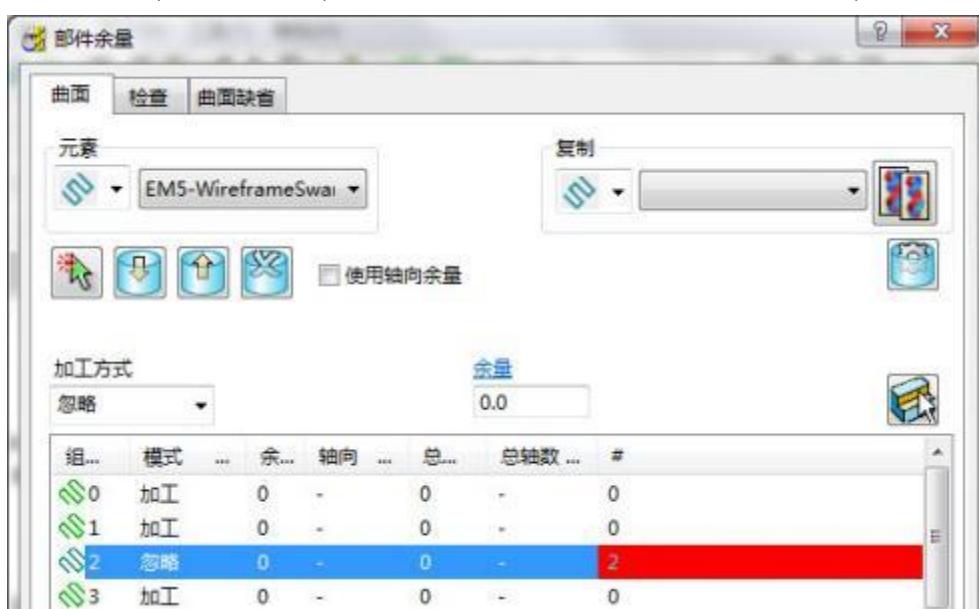
21 点击刀具路径策略图标 ，从策略选取器中选取精加工标签，然后选取线框 Swarf 精加工选项。

22 严格按照下图在对话视窗中输入相应的值：

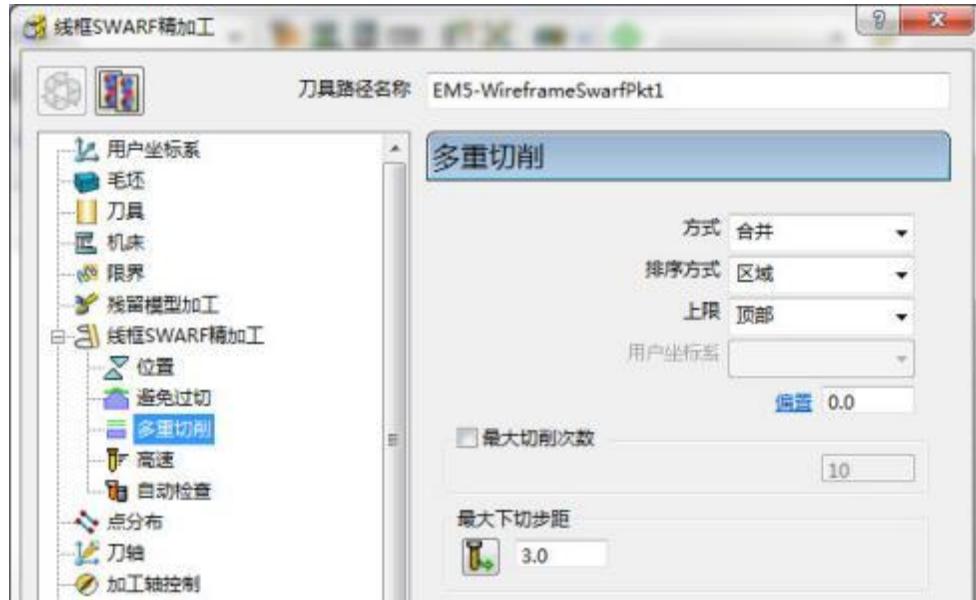


23 选取部件余量 ，打开以下对话视窗。

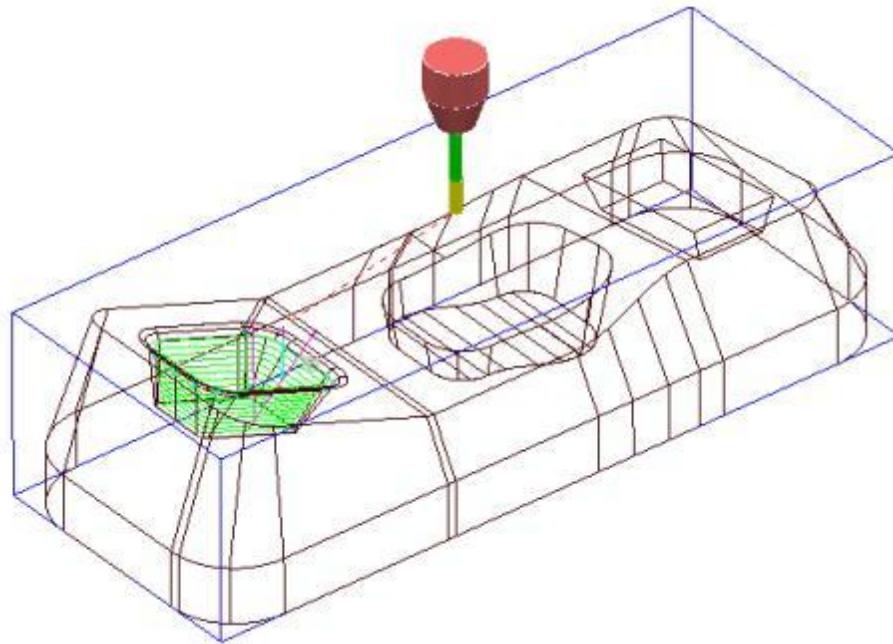
24 选取侧壁曲面（参考线包围的）并将它获取到部件余量对话视窗中的所选行(加工模式设置为忽略)。



25 应用此部件余量对话视窗。



26 计算此线框 Swarf 精加工策略。



于是在两条参考线之间成功地产生一条新的线框 Swarfing 加工策略，策略产生过程中忽略了原始侧壁曲面。

27 选取文件 - 保存项目，更新项目：
...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\Wframe-Swarf

7. 流线精加工

流线精加工

流线精加工可用来加工多张曲面。该策略使用 2 条驱动曲线和 1 条闭合末端曲线或 2 条开发末端曲线来定义一直观曲面区域。可增加中间曲线来进一步控制流线形状。这种策略可产生间隙均匀的刀具路径，而和其加工的几何形体形状无关。

流线精加工和其它类型刀具路径相比有以下优点：

- 加工多张曲面。
- 加工倒勾型面。
- 刀具路径和曲面参数无关。
- 加工区域不必是整张曲面或参数方框。
- 3D 行距设置，完全控制最大值。

流线精加工范例

1 删除全部，重设表格。

2 打开项目：

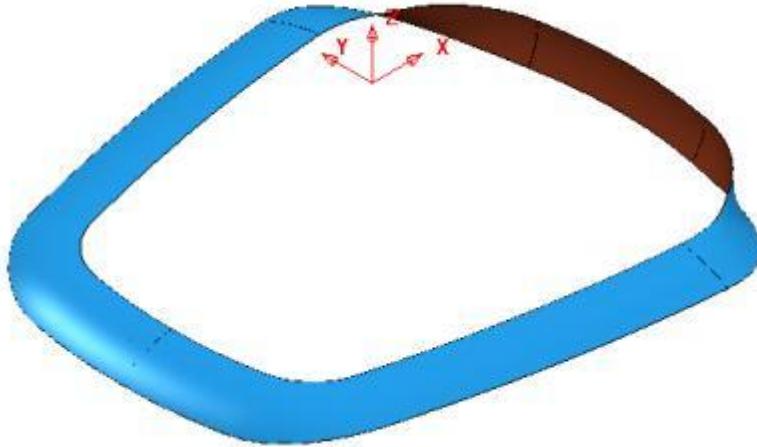
[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Flowline\\Flowline_EX4-Start](#)



3 保存项目为：

[...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\FlowLine-EX4](#)

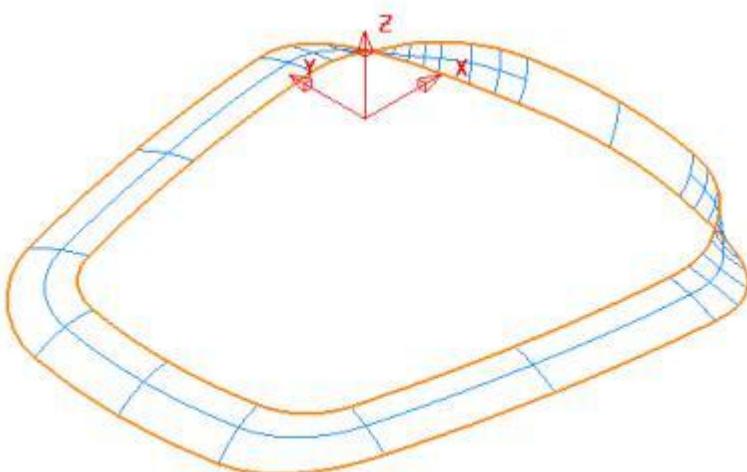
- 4 激活用户坐标系 MC-Datum。
- 5 激活刀具 BN12。
- 6 使用由...定义 - 方框，类型 - 模型计算毛坯。
- 7 使用缺省设置计算快进高度。
- 8 选取下面的 5 张曲面，并隐藏其余未选部分 (CTRL K)。



- 9 线框显示模型。
- 10 产生一个新的空参考线 1。



- 11 选取上图所示曲面，右击浏览器中的参考线，从弹出菜单选取插入 - 模型。



 通过已选曲面提取的参考线将自动成为镶嵌参考线（继承曲面法向等）。



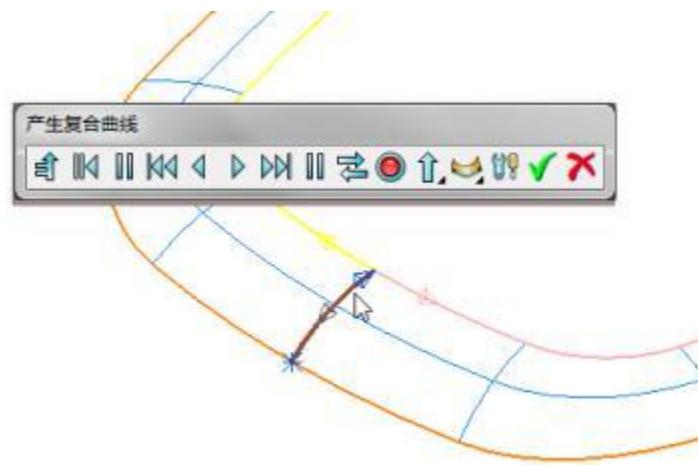
 参考线标记改变为可识别的镶嵌参考线标记。

12 右击参考线，从弹出菜单选取曲线编辑器。

13 在曲线编辑器中选取复活曲线选项。

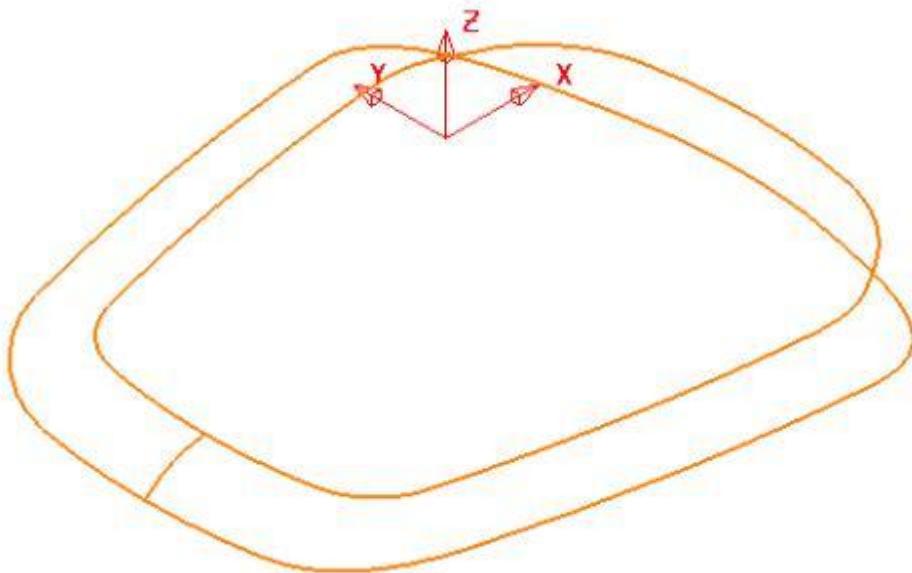


14 打开的生复活曲线工具栏后，点击下图箭头所示靠近第一个曲面纬线上方部分。



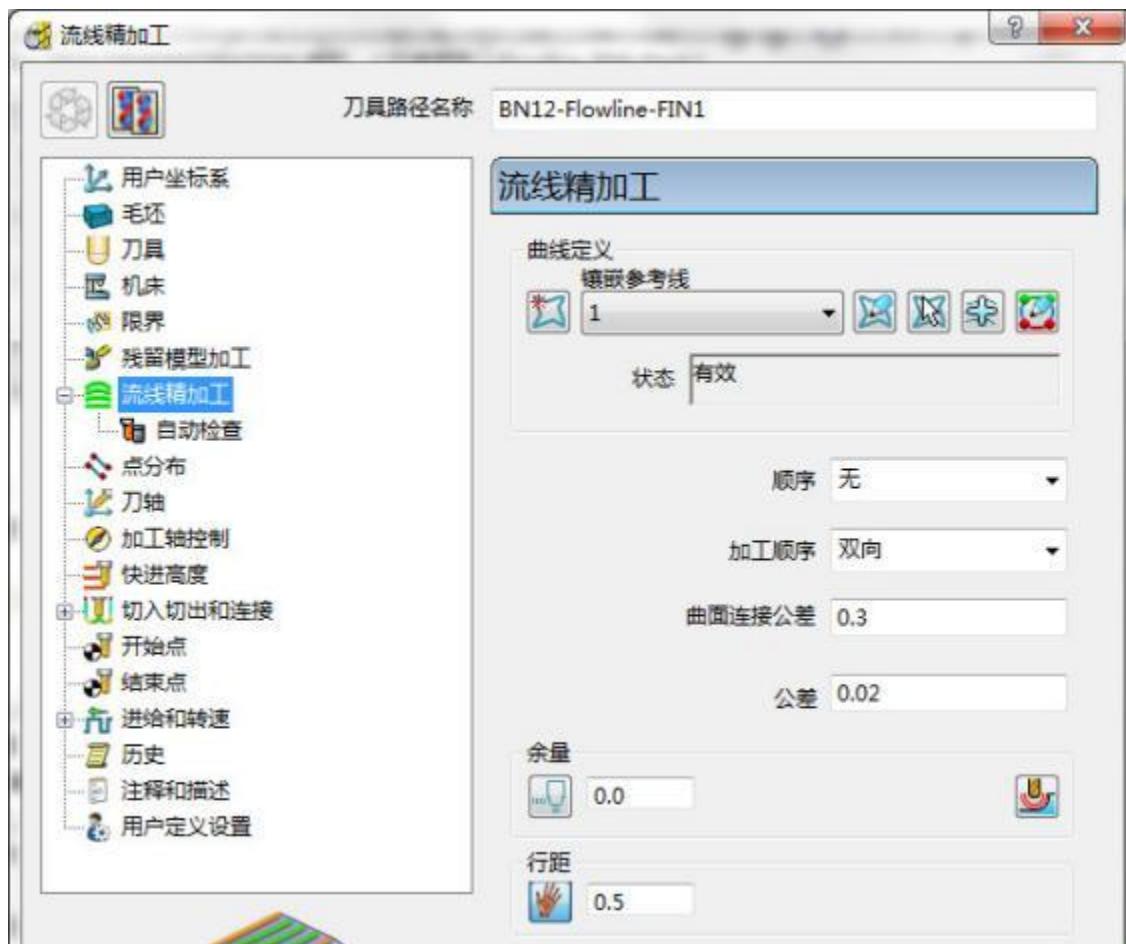
15 点击工具栏中的红盘，然后点击绿色勾，接受新的段并关闭工具栏。

新的镶嵌参考线 (1) 现在由 3 个段构成 (2 个闭合段，一个开放段)。

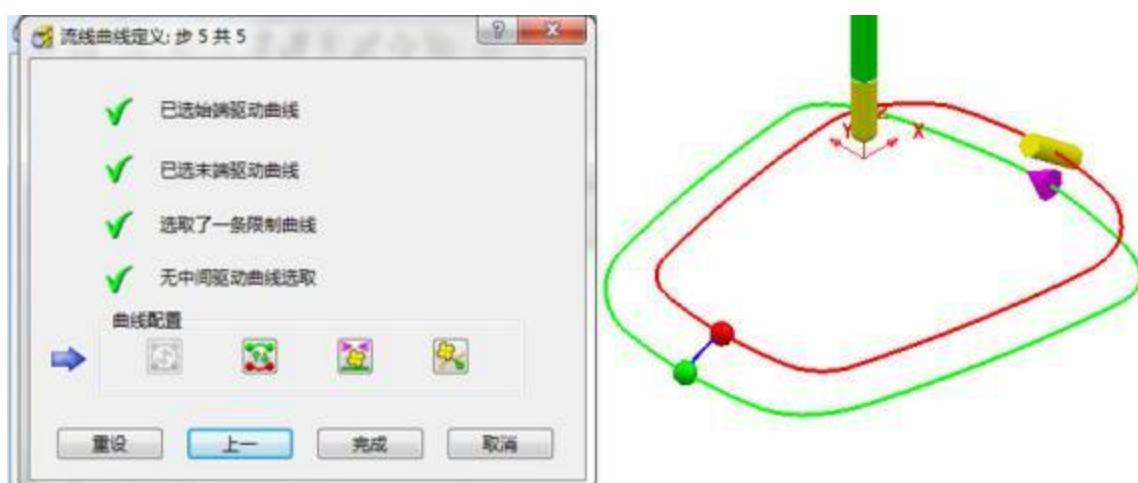


16 点击刀具路径策略 ，选取精加工选项并选取流线精加工。

17 严格按照下图在主对话视窗中输入相关值。



18 点击主页中的镶嵌参考线 - 交互编辑选项 

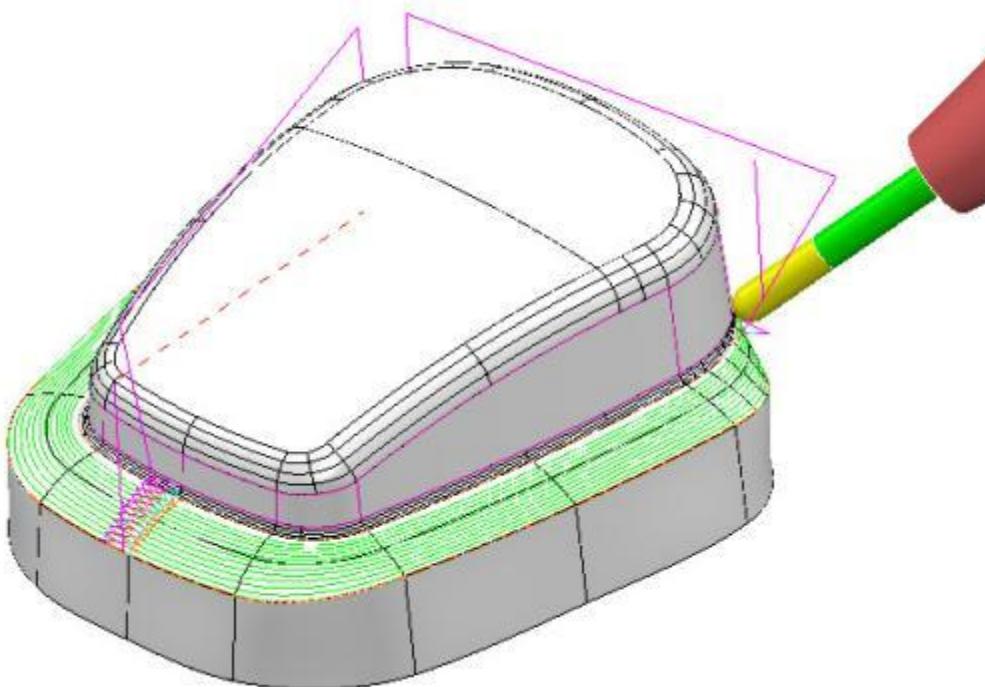


上图所示对话视窗中的选项可用来在计算刀具路径前控制刀具路径顺序、方向等。在此，无需做任何改变。

19 选取刀轴页，选取前倾/侧倾选项，将前倾和侧倾角度设置为 0。



20 点击计算，产生以下流线精加工刀具路径。



为更清楚地看到刀具路径情况，这里使用了 2mm 的行距。

21 右击刀具路径 BN12-Flowline-FIN1，从弹出菜单选取自开始仿真。



22 点击仿真工具栏中的运行 ，查看流线精加工处理。

23 保存项目。

24 删除全部，重设表格。

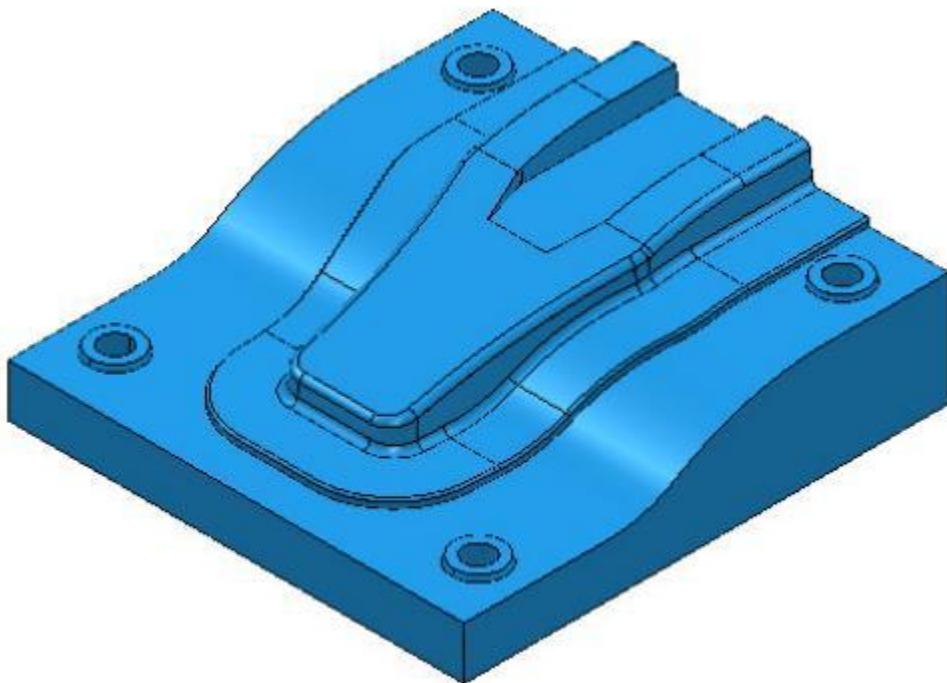
练习→

本练习的目的是产生一合适的镶嵌参考线，然后使用 5 轴 - 流线精加工方法来加工绕模型部件上边缘的圆倒角曲面。

- a 沿圆倒角曲面边缘直接产生一单段镶嵌参考线。
- b 使用曲线编辑器将镶嵌参考线分成 4 个合适的部分。
- c 随后使用镶嵌参考线来产生一适当的流线精加工策略。

25 输入模型：

[....\PowerMILL_Data\Models\Vortex2.dgk](#)



26 保存项目为：

[...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\FlowLineFillet-EX1](#)

27 选取全部模型，然后选取产生并定向用户坐标系 - 用户坐标系在选项顶部。

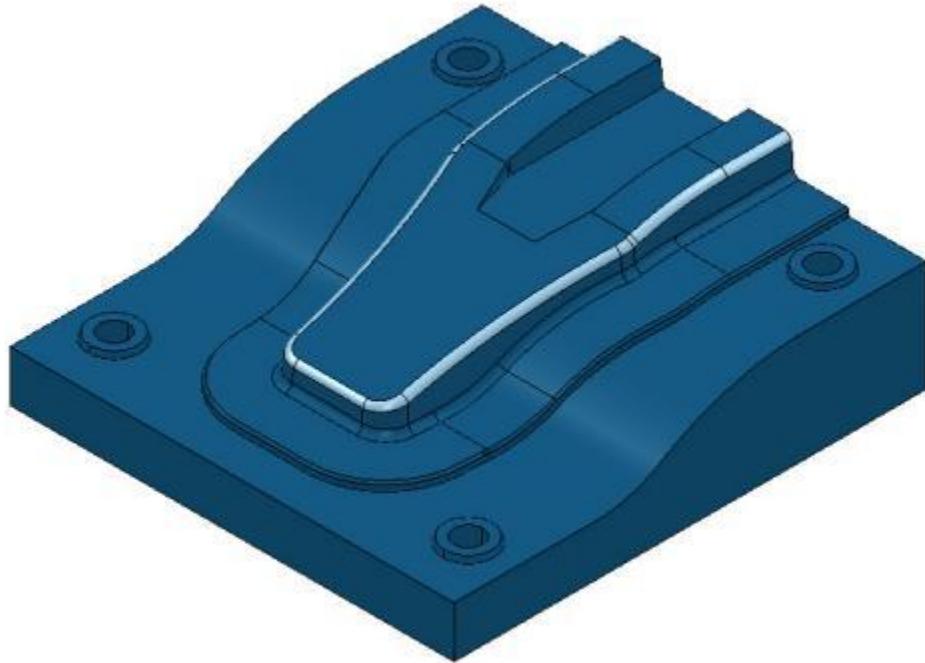
28 激活这个新的用户坐标系。

29 产生一直径为 8 的球头刀 BN8。

30 使用由 ... 定义 - 方框，类型 - 模型，产生一毛坯。

31 使用缺省设置计算快进高度。

32 选取定义主 3D 外形上边缘圆倒角的全部曲面（如下图所示）。



33 右击 PowerMILL 浏览器中的参考线，从弹出菜单选取产生参考线。

34 在相同菜单选取插入 - 模型。



这样即自动产生一镶嵌参考线，该参考线继承了所选曲面边缘的全部数据。



35 选取并隐藏全部模型，不显示毛坯和刀具。

36 右击镶嵌参考线，从弹出菜单选取曲线编辑器。

37 使用剪裁几何元素工具根据圆倒角外形的 4 个拐角将参考线分成独立的段。

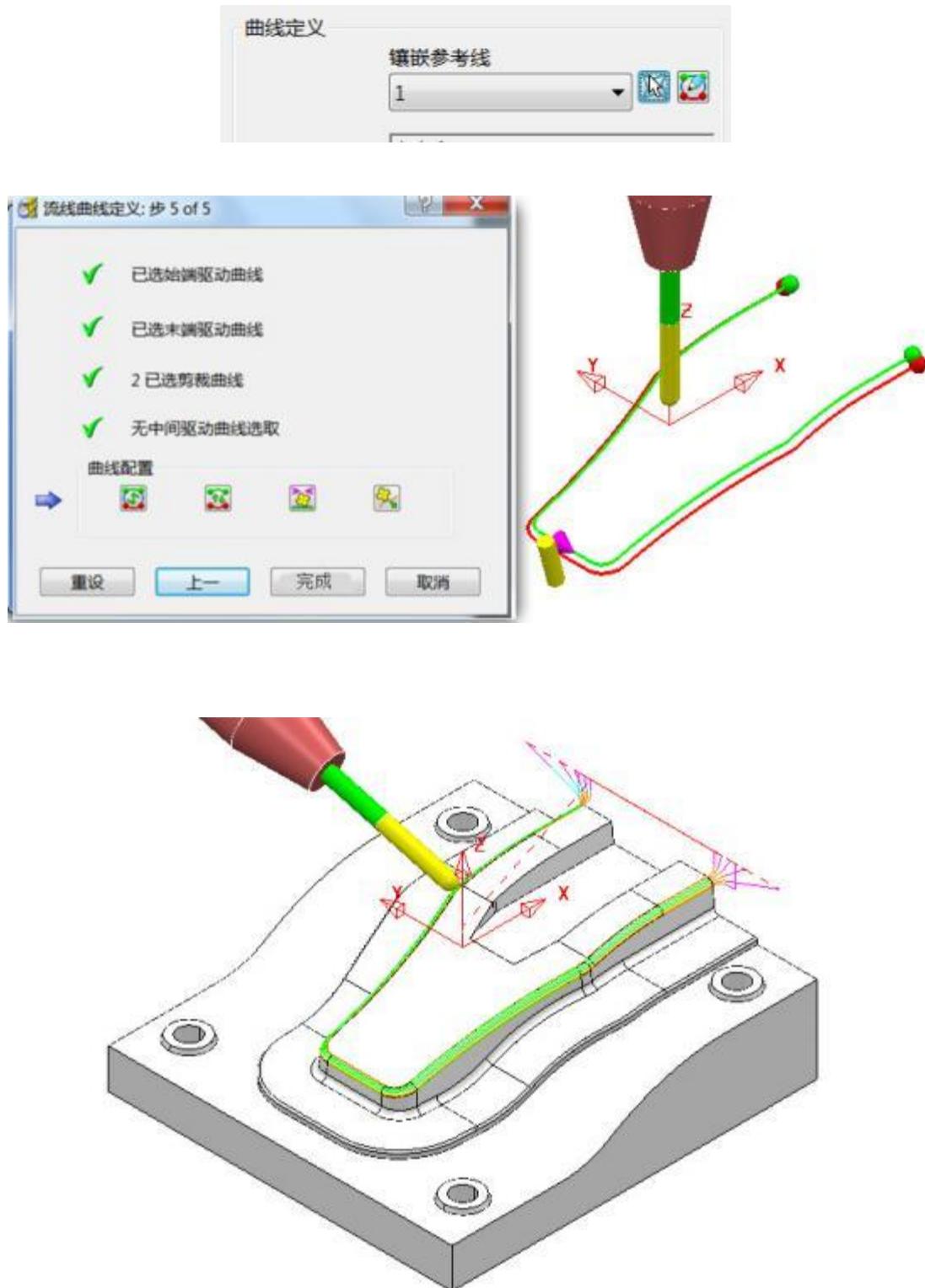


镶嵌参考线必须包含 4 段，它们用来定义这个闭合圆倒角的两端和两侧。

38 选取定义单个、驱动或末端曲线的任意多段，然后使用合并已选来减少为单段。



- 39 接受改变（点击绿色勾），关闭曲线编辑器。
- 40 在流线精加工中使用这 4 段镶嵌参考线来对圆倒角进行 5 轴加工（刀轴 - 前倾/侧倾 - 0，方式 - 接触点法线）。
- 41 使用交互选取策略参考线段选项控制所需的刀具路径顺序和方向。



- 42 保存项目为：
...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\FlowLineFillet-EX1

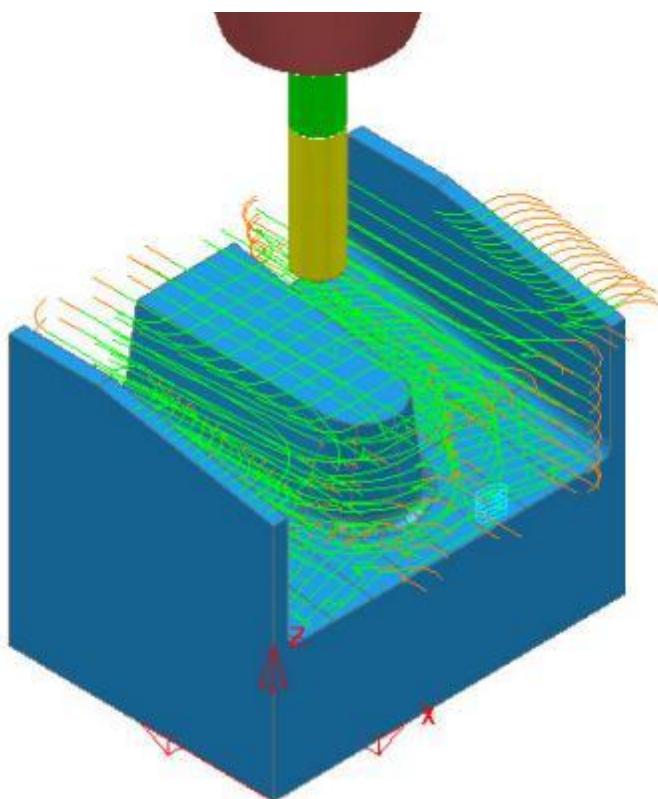
8. 自动碰撞避让

简介

自动碰撞避让可用于垂直刀轴对齐定位的操作，以避免刀柄和侧壁的摩擦以及夹持和部件的碰撞。系统可自动将那些无法避免碰撞的刀具路径区域排除在刀具路径之外。注：自动碰撞避让目前不支持 Swarf 精加工。

1 打开项目：

[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\CollisionAvoidance\\AutoCollisionAvoid1_Start](#)



2 从主菜单选取文件 - 保存项目为：

[...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\AutoCollisionAvoid_1](#)

项目包含 3 条刀具路径，它们都针对刀柄和夹持进行了碰撞检查，间隙值分别为 1 和 2。



这中间，区域清除策略无过切，无碰撞，但两条 3D 偏置精加工策略则相对刀柄和夹持来说无过切，但存在碰撞。

3 激活 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN5 - Walls- fin1。

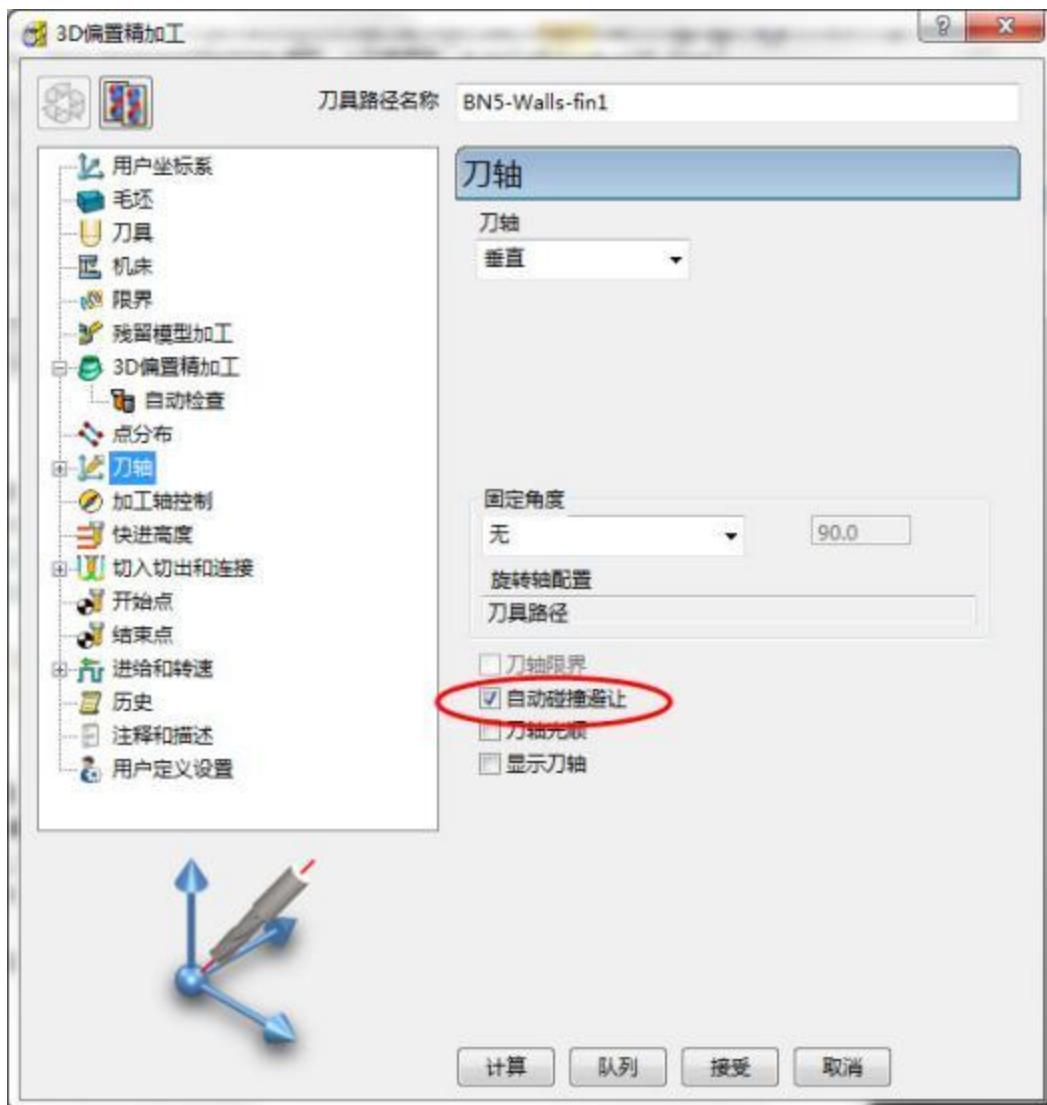
4 右击刀具路径 BN5-Walls-fin1，从弹出菜单选取设置。



5 点击 3D 偏置精加工对话视窗中的编辑 ，然后选取刀轴页。



注意当前的刀轴选项是垂直。

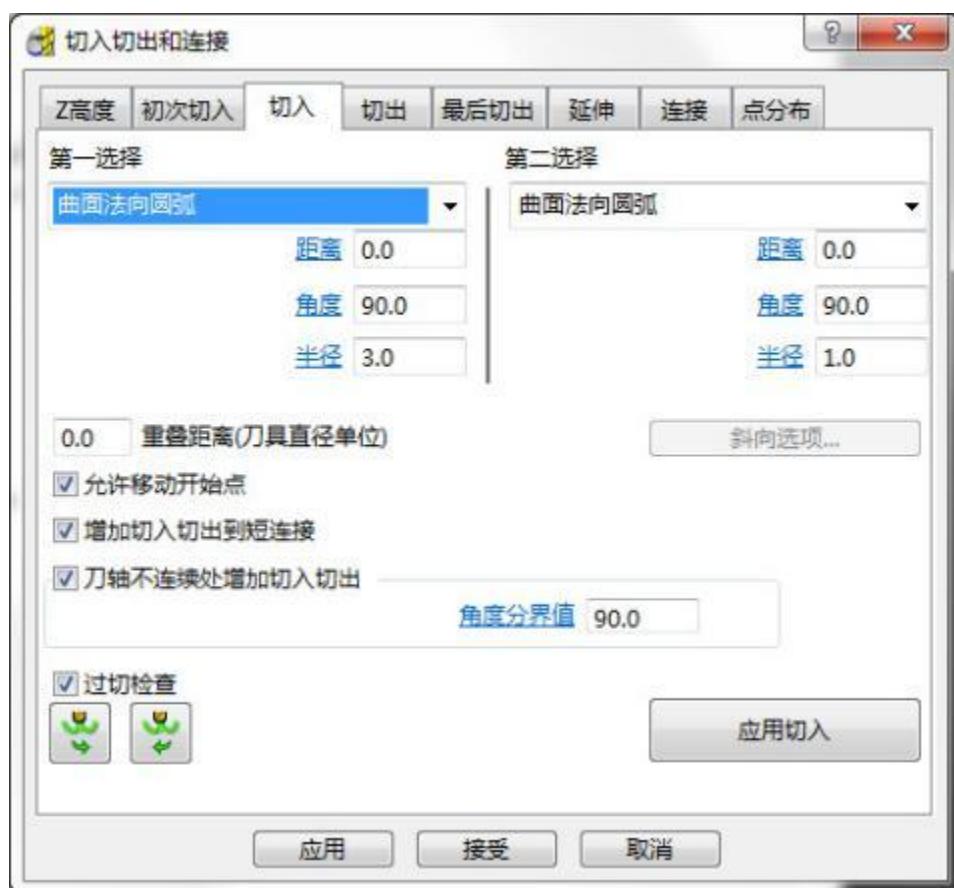


6 选取新出现的碰撞避让条目（刀轴条目之中）。



- 设置倾斜方法 - 侧倾
- 夹持间隙和刀柄间隙分别为 1 和 2 , 光顺距离 10。

- 7 计算此 3D 偏置精加工刀具路径。
- 8 如下图所示, 对切入和切出应用相同的第一/第二选择 - 曲面法向圆弧。



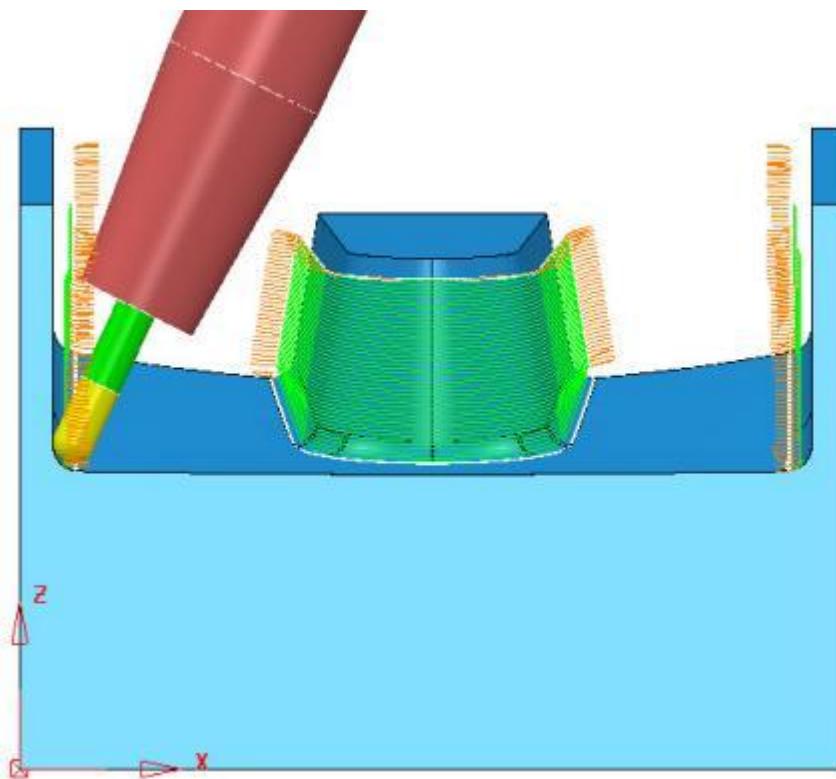
需要对此产生完毕的 3D 偏置精加工刀具路径进行编辑, 以保证加工从侧壁的顶部开始。

9 右击刀具路径，从弹出菜单选取编辑 - 重排。



10 在重排刀具路径段对话视窗中选取反转顺序。

11 选取从前查看 ，仿真刀具路径，观察自动碰撞避让情况。

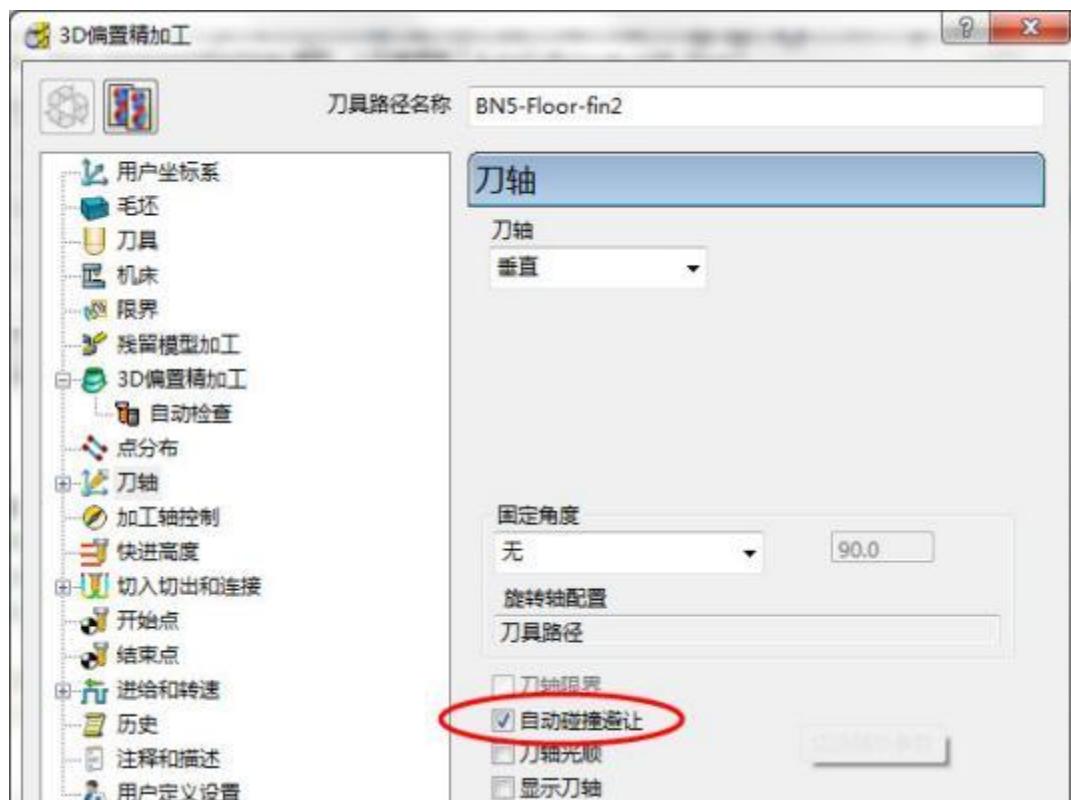


12 在 PowerMILL 浏览器中激活刀具路径 BN5 - Walls- fin2。

13 右击刀具路径 BN5-Walls-fin2，从弹出菜单选取设置。

14 选取编辑 ，然后选取 3D 偏置精加工对话视窗中的刀轴页。

 注意，当前刀轴选项为垂直。



15 选取碰撞避让页。

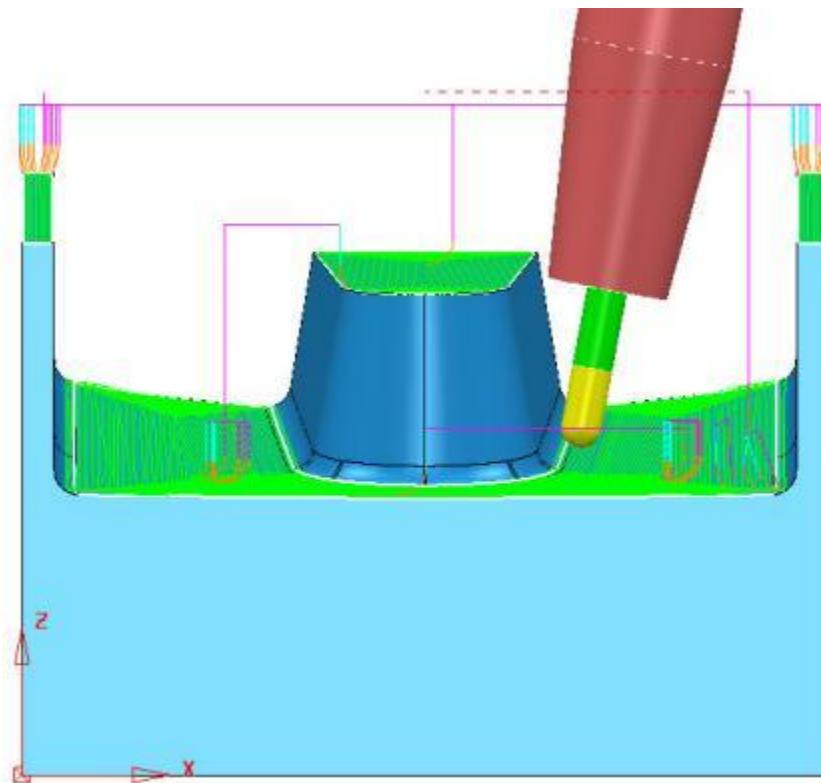


- 设置倾斜方法 - 侧倾
- 夹持间隙和刀柄间隙分别为 1 和 2 , 光顺距离 5.

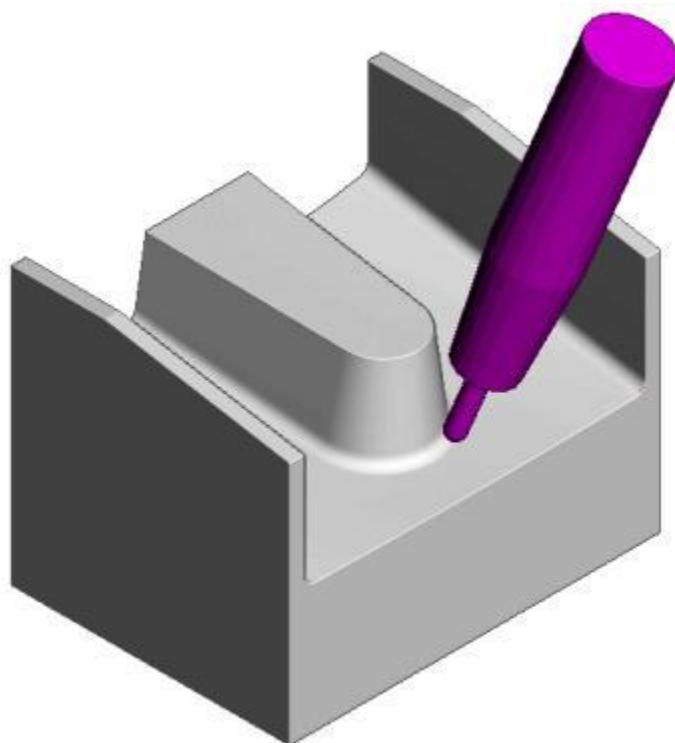
16 计算此 3D 偏置精加工刀具路径。

17 如下图所示，对切入和切出应用和前一刀具路径(BN5 - Walls- fin1)相同的第一 / 第二选择 - 曲面法向圆弧。

18 选取从前查看 ，仿真刀具路径，观察自动碰撞避让情况。



垂直刀轴方向是碰撞避让的缺省设置，在和刀具和零件模型可能出现碰撞的区域，逐渐按需要应用一个侧倾角度，倾斜刀具。



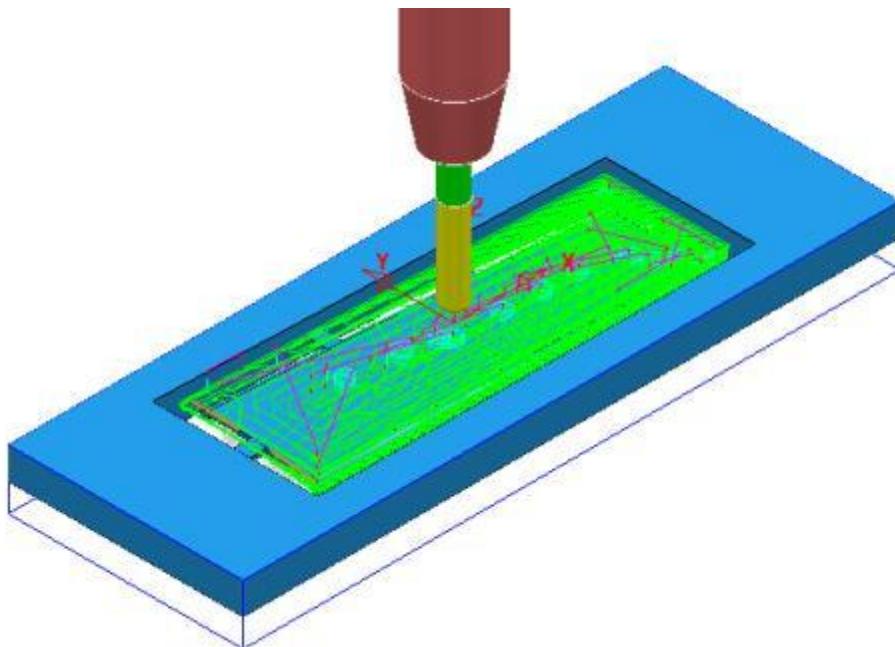
19 选取文件 > 保存项目。

范例 2

1 删除全部，重设表格。

2 打开只读项目：

....\PowerMILL_Data\five_axis\CollisionAvoidance\Dashboard-A1_Start



3 保存项目为：

....\COURSEWORK\PowerMILL-Projects\Dashboard-A1_EX1

项目中包含 11 条刀具路径，它们都针对刀柄和夹持进行了碰撞检查，间隙值分别为 1 和2。



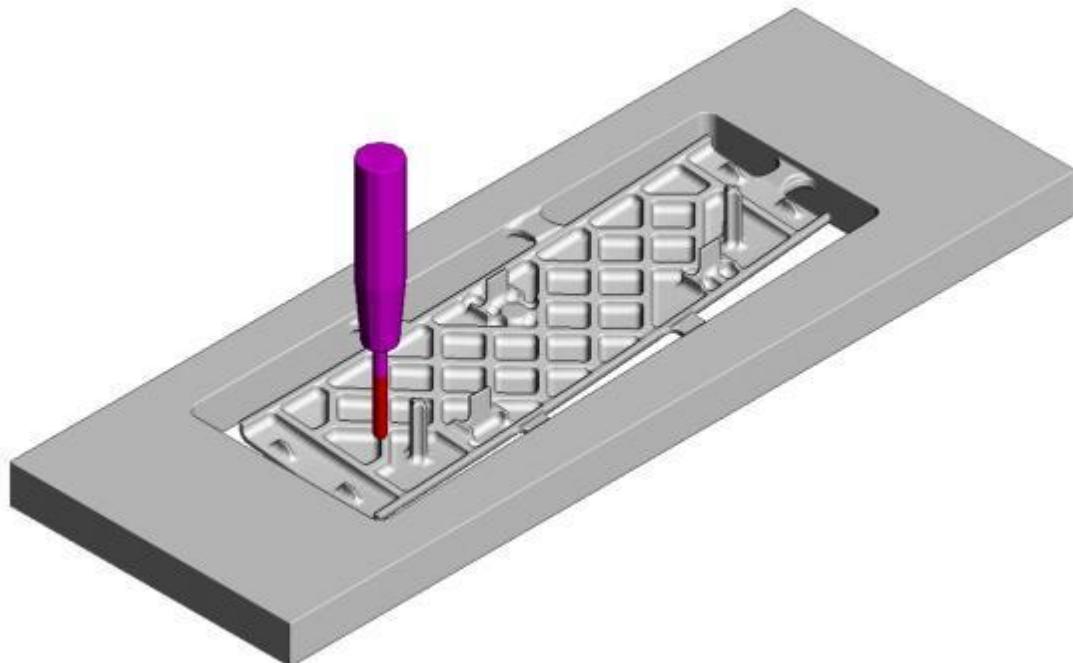
除刀具路径 BN3-FIN1-OP2 之外，其它路径均安全。

这条刀具路径相对刀槽来说无过切，但相对刀柄和夹持却存在碰撞。

4 激活第五条刀具路径 D16TR3-RGH1-OP2，恢复 OP2 的设置。

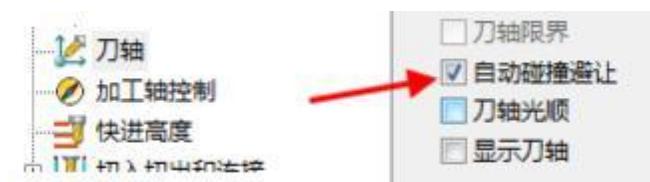
5 选取 ISO1 查看。

6 对 NC 程序 OP1 和 OP2 运行全 ViewMILL 仿真。



最后一条刀具路径 BN3-FIN1-OP2 当前不包括在 OP2 NC 程序中，上图显示的是不包括BN3-FIN1-OP2 的全部其它刀具路径的仿真结果。

- 7 退出 ViewMILL，返回 PowerMILL 图形界面。
- 8 激活刀具路径 BN3-FIN1-OP2，从弹出菜单选取设置。
- 9 勾取刀轴页面中的自动碰撞避让。



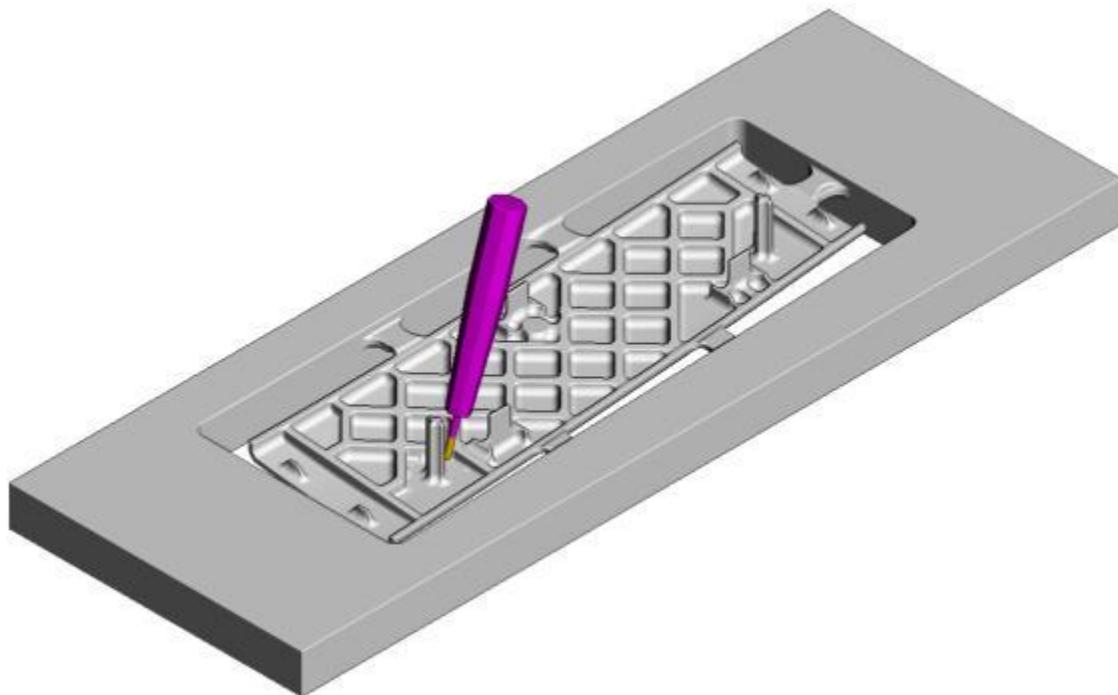
于是碰撞避让页出现在本地浏览器。



- 10 选取碰撞避让页面。
- 11 设置倾斜方法 - 侧倾，夹持间隙 1.0，刀柄间隙 2.0，光顺距离 3.0。



12 点击计算，可见刀具路径 BN3-FIN1-OP2 在本地浏览器中的的碰撞状态从红色改变为绿色。



13 对刀具路径 BN3-FIN1 - OP2 运行 ViewMILL 仿真。从上图可见，在可能出现碰撞时，刀具自动倾斜，离开侧壁。

14 保存项目。

9. 刀轴界限

简介

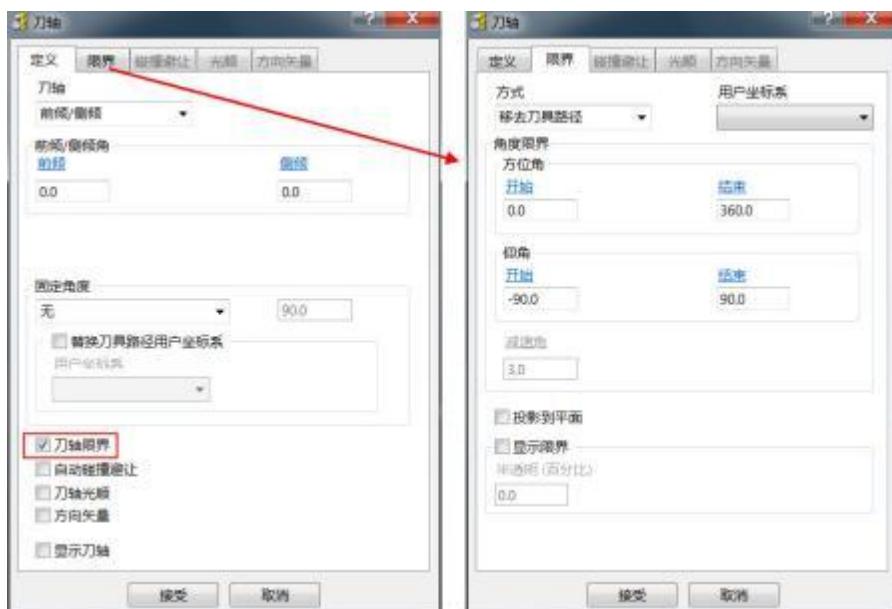
可在 PowerMILL 中控制机床的刀轴界限，定义一旋转工作半径，从而在多轴刀具路径产生过程中，使刀轴不超过该工作半径范围。由于不同的机床具有不同的配置 PowerMILL 统一将角度限界以方位角和仰角来描述。

方位角和仰角

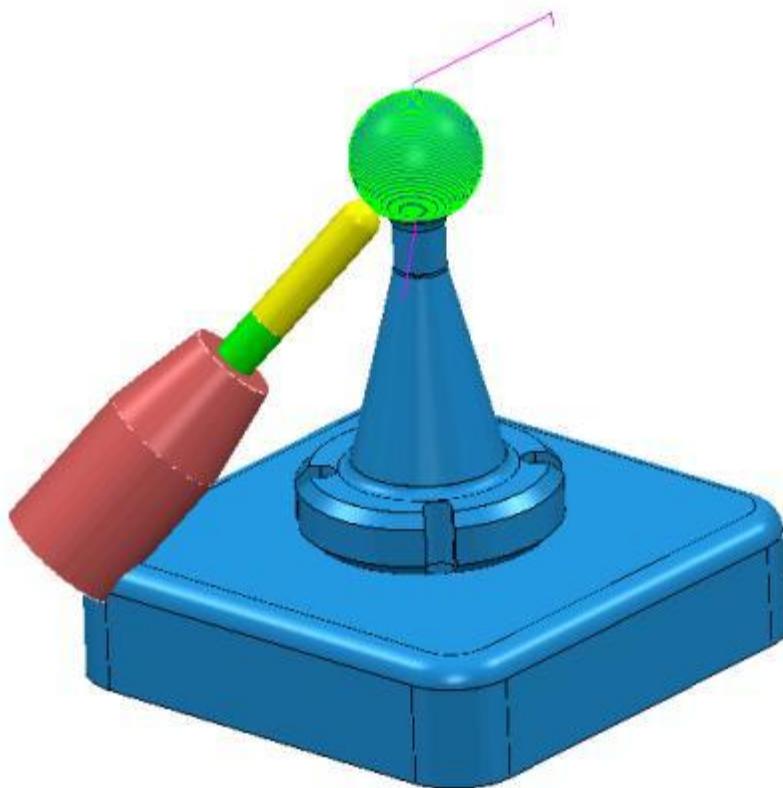
方位角是在 XY 平面上自 X 0° 逆时针方向旋转的角度；仰角是自 XY 平面向上提起 (+90°) 或向下落下 (-90°) 的角度。



限界设置位于刀轴方向对话视窗中。仅当刀轴设置不为垂直或固定方向，同时勾取了刀轴对话视窗的定义页面中的刀轴限界选项后才可进行限界设置。



- 1 删除全部 重设表格。
- 2 打开只读项目:
`...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Tool_Limit\\JoyStick_Start`
- 3 将项目 保存为:
`...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\JoyStick-Example`
- 4 右击图形视窗中靠近球底部的其中一条刀路，从弹出菜单选取 自最近点仿真。

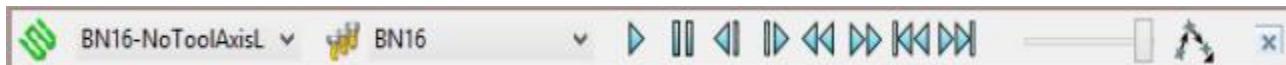


从仿真可见刀具运动超出机床的旋转限界，而且刀具夹持明显的和底部形状碰撞。

下面通过将策略应用到 DMU50 Evolution 机床来进一步演示加工过程中刀轴超出旋转限界的情况。

- 5 右击浏览器中刀具路径 BN16-NoToolAxisLimits，从弹出菜单选取自开始仿真。

此命令将打开仿真工具栏（如果还未打开）。

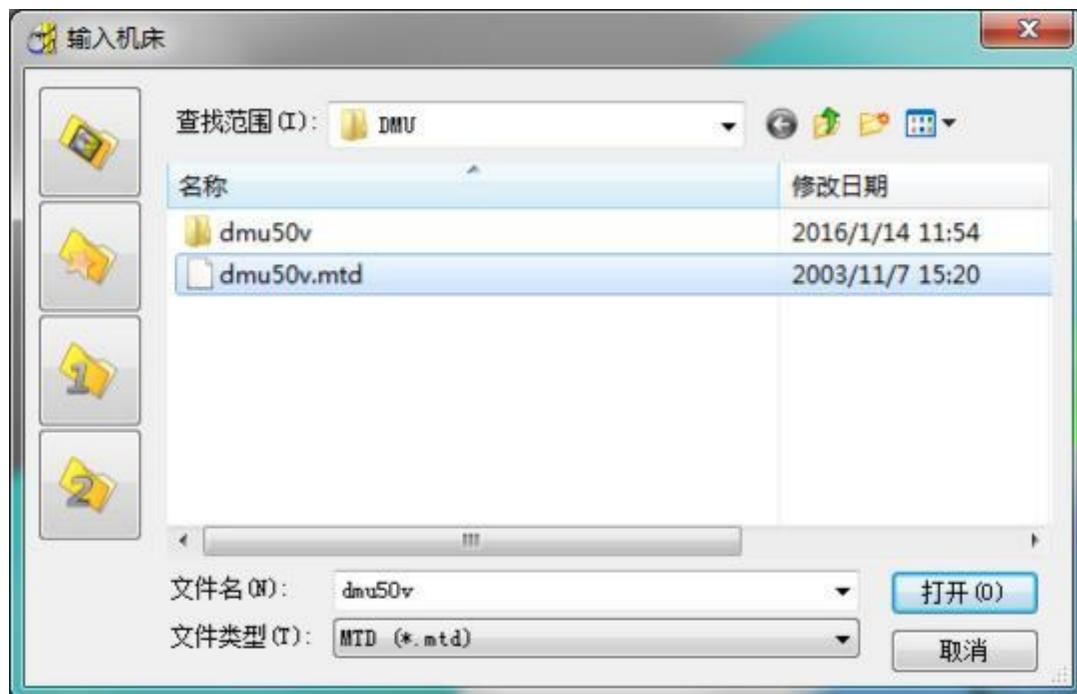


- 6 右击 PowerMILL 浏览器中的机床，从弹出菜单选取工具栏，打开机床定义工具栏。

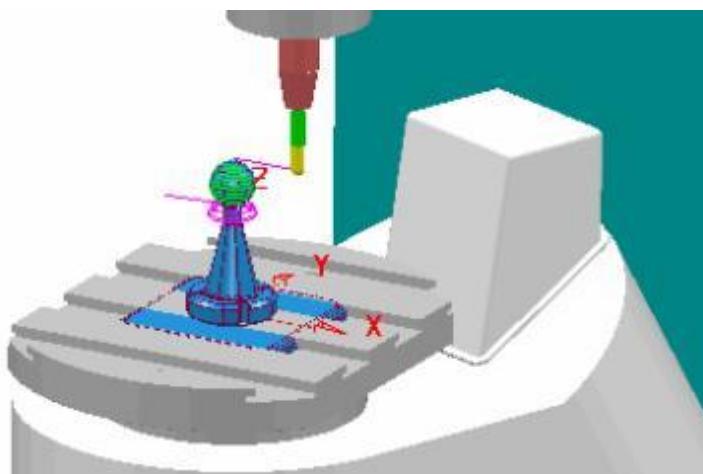


- 7 点击输入机床模型图标 ，选取机床文件:

`...\\PowerMILL Data\\Machine Data\\dmu50v.mtd`



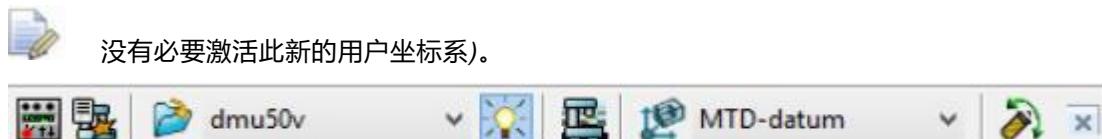
8 确认点击了显示\不显示机床图标 ，在屏幕上显示机床。



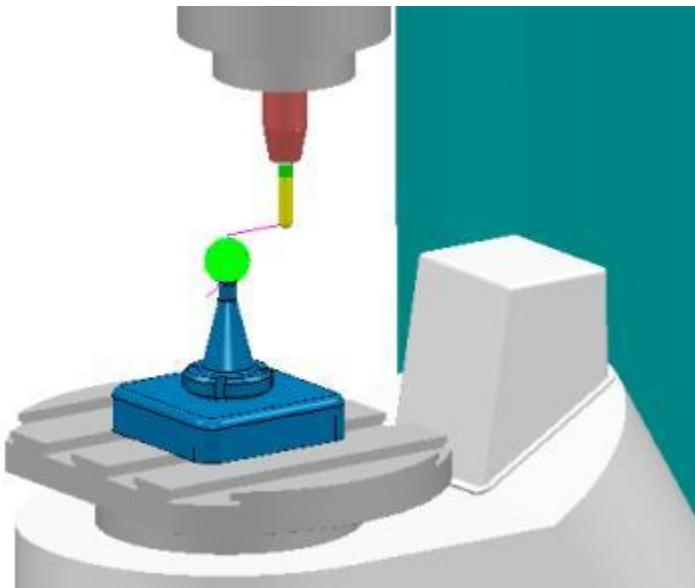
当前零件原点（用户坐标系）和机床原点（顶部 - 旋转工作台中心）相匹配，为此，零件底部当前嵌进了机床床身。为对此进行补偿，需产生一个新的，位置更合适的用户坐标系。随后将此新的用户坐标系注册到机床定义工具栏。

9 产生一个新的用户坐标系 MTD-datum，将它移动 Z-50。

10 输入新的用户坐标系 MTD-datum 到机床定义对话视窗。



零件于是立即相对于新的用户坐标系重新定位。

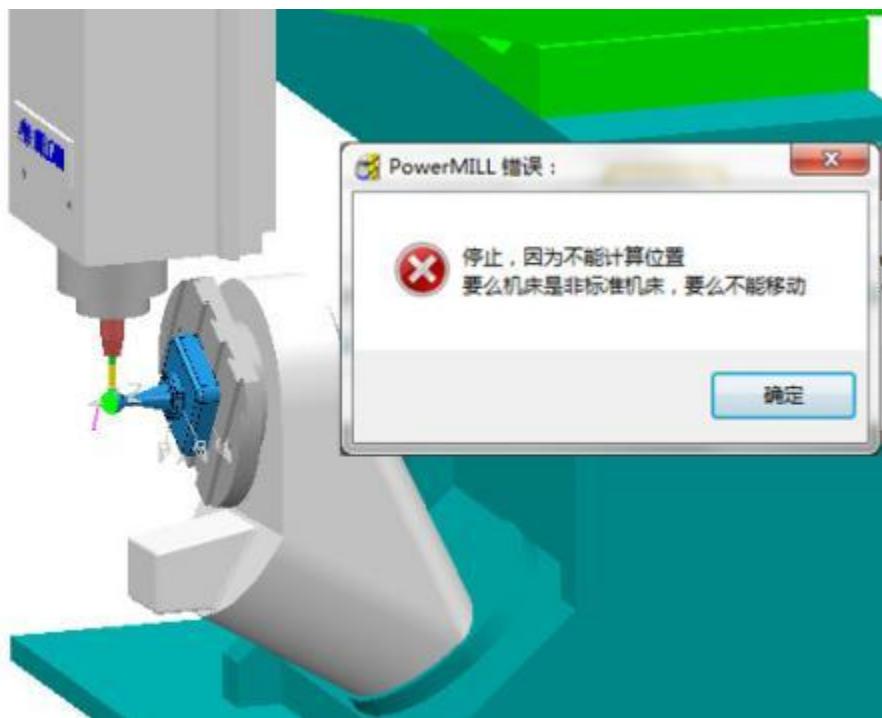


11 选取机床工具栏中的床身查看图标 .



12 开始仿真 ，直观观察零件加工。

机床 DMU50 的角度限界为 $X \pm 90 Y \pm 360$ ，转换成方位角和仰角后，其方位角限界为 0 到 360 仰角限界为 0 到 90。在刀具路径超出此范围前，屏幕上将出现一警告信息，指出将超出刀轴限界。



为能计算出刀具路径，在刀具路径计算过程中将应用适当的刀轴限界。

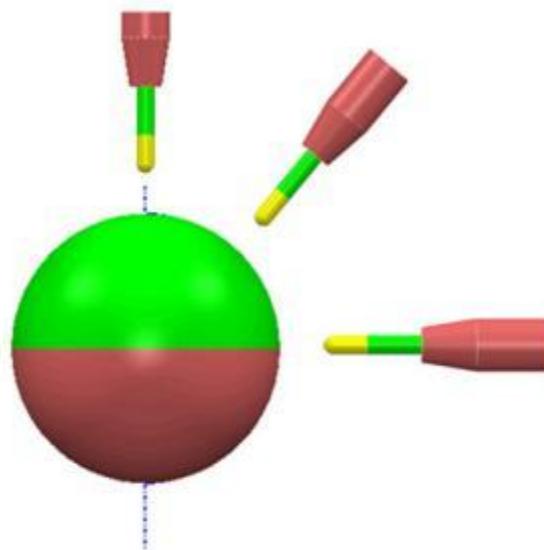
13 右击 PowerMILL 浏览器中的 dmu50v , 从弹出菜单选取返回原点, 使机床模型返回到其原点位置。



14 复制 原始刀具路径并将它重新命名为 BN16-LimitsSet。

15 在对话视窗浏览器的刀轴条目下, 选取刀轴 -- 限界选项, 激活刀轴限界页。

16 严格按下图在对话视窗中输入相应的值 (选取方式 - 移去刀具路径 勾取显示限界方框) 。

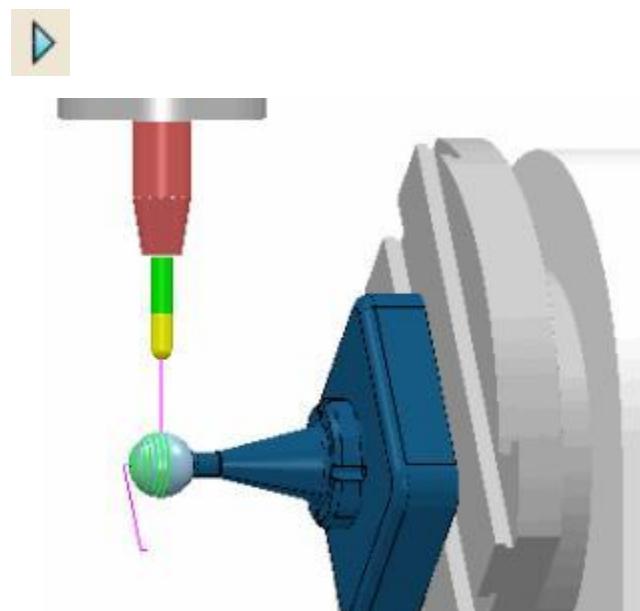


球的绿色区域代表允许的刀轴角度区域。

17 选取前面所述的两张参考曲面 计算并关闭对话视窗。

18 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN16-LimitsSet , 从弹出菜单选取自开始仿真。

19 仿真此刀具路径。



将限界页面中的方式设置为移去刀具路径后，仅旋转限界范围内的曲面部分被加工。

20 右击刀具路径 BN16-LimitsSet，从弹出菜单选取设置，访问曲面投影精加工对话视窗。

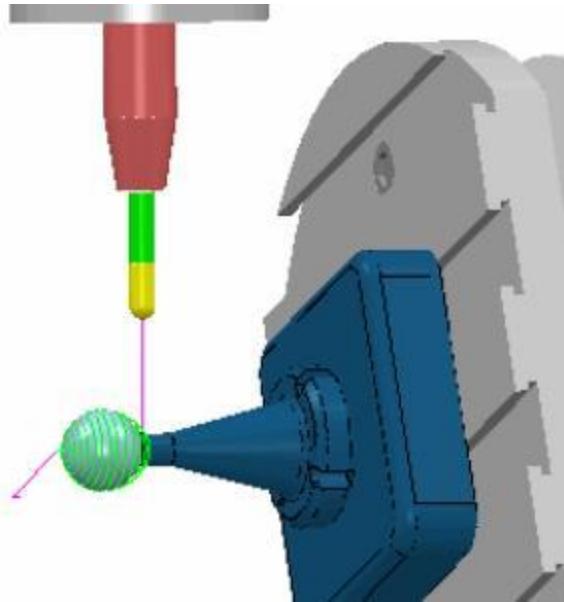
21 选取重新使用 ，从刀轴  对话视窗选取刀轴限界页，严格按照下图在对话视窗中输入相应值。
(选取方式 - 移动刀轴)。



22 选取原始参考曲面 计算并产生刀具路径。

23 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN16-LimitsSet，从弹出菜单选取自开始仿真。

24 仿真此刀具路径 .



限界对话视窗中将方式设置为移动刀轴后，曲面被全部加工，当刀轴到达最大旋转轴限界后刀轴被固定。

25 保存项目，更新保存的数据。

定义多轴加工限界

刀轴限界选项允许用户在产生多轴刀具路径过程中控制刀具的角度限界。指定的限界具有不同的格式，具体格式和回转轴配置类型相关。为此，需将它们转换成统一的方位角和仰角，以和 PowerMILL 兼容。

回转轴的配置变化很大，但许多也都大同小异，大体来说也就存在三种基本的加工配置：旋转台 - 旋转台 两个回转轴都移动旋转台

主轴 - 主轴 两个回转轴都移动主轴

主轴 - 旋转台 一个回转轴移动主轴，另一个回转轴旋转台

下面的几个范例为您演示如何将机床的角度限界转换为方位角和仰角。

1 删除全部并重设表格。

2 从 PowerMILL 主工具栏点击刀轴图标 。

3 定义刀轴为前倾\侧倾并设置前倾\侧倾角度为 0°。

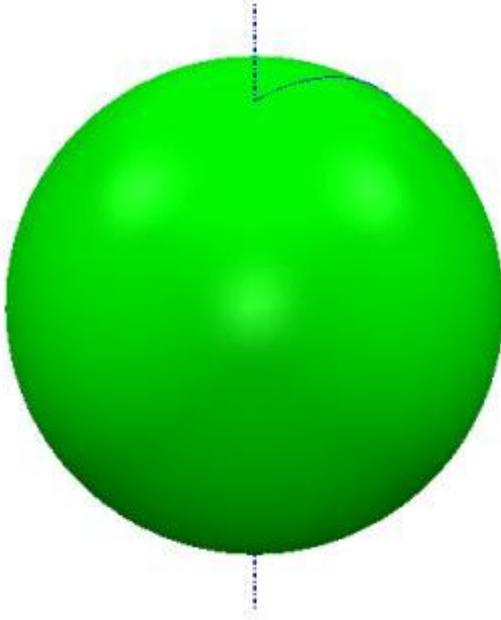
4 选取刀轴限界选项 回刀轴限界，激活限界标签。

5 打开限界标签。

6 选取对话视窗中的显示限界选项。



7 选取 ISO 1 查看。

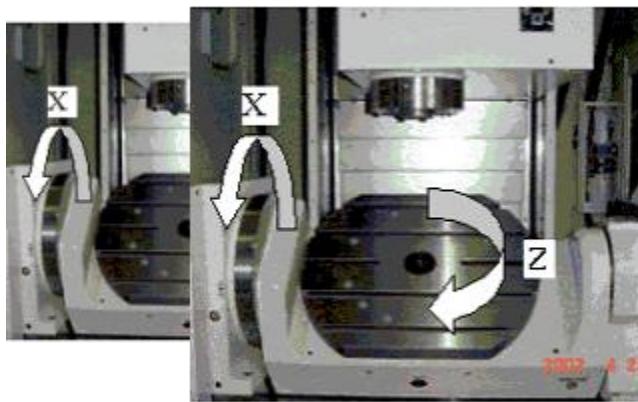


选取显示限界选项后，图形视窗出现一代表可使用的加工角度限界的球。

球的绿色部分代表可加工部分 红色部分代表不可加工部分。缺省设置覆盖了全部加工范围因此全部球都为绿色。

工作台 - 工作台

两个回转轴均驱动工作台。



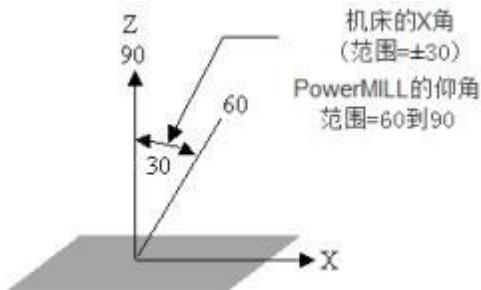
如果上面的工作台 - 工作台回转形式机床角度限界指定为：

X ± 30

Z ± 360

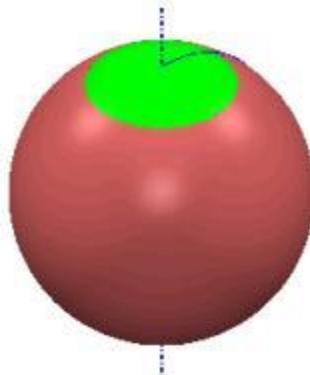
机床的 Y 轴限界相当于方位角或是垂直于 XY 平面的角度限界。Y 轴限界 ± 360 转换成方位角即方位角限界为 0 到 360 。

机床的 X 轴限界相当与 XY 平面上的仰角，但它们并非相同的角度，使用下图可更好地说明这点。机床是相对于 Z 轴测量角度范围的，而 PowerMILL 则是相对于 XY 平面测量。因此，PowerMILL 的角度限界是机床角度限界的余角。



也就是说机床的 X 限界 ± 30 转换成仰角限界则为 60 到 90。

1 保留缺省的方位角设置，按下图修改对话视窗中的仰角值，更新加工限界。



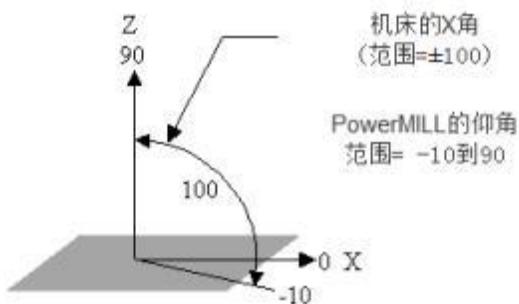
于是屏幕上的刀轴限界球即使用修改过的值更新。

假设另外一工作台 - 工作台回转形式机床具有以下角度限界：

X ± 100

Y ± 360

转换成方位角限界即为 0 到 360；转换成仰角限界即为 -10 到 90。



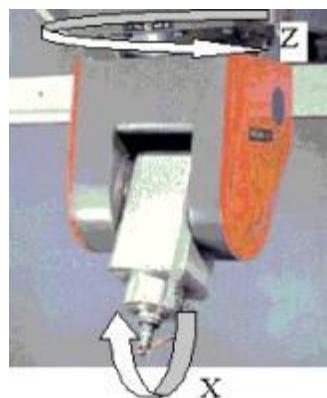
2 将角度限界对话视窗中的仰角值修改为 (-10 到 90)，更新加工限界（如下图所示）



于是屏幕上的刀轴限界球即使用修改过的值更新。

主轴 - 主轴

两个回转轴都驱动主轴。



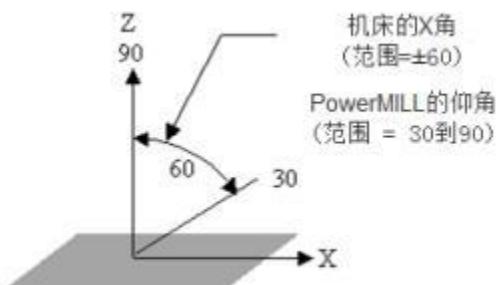
假设上图所示的主轴 - 主轴回转的机床的角度限界指定为：

$X \pm 60$

$Z \pm 360$

机床的 Z 轴限界相当与方位角或垂直于 XY 平面的角度限界。在 PowerMILL 中，Z 轴限界 ± 360 转换成为方位角限界为 0 到 360。

机床的 X 轴限界相当与 XY 平面上的仰角。机床的角度范围是相对于 Z 轴的。然而 PowerMILL 的仰角是相对与 XY 平面测量。因此 PowerMILL 的角度限界即是机床角度限界的余角。为此，机床的 X 轴限界 ± 60 转换成仰角限界即为 30 到 90。



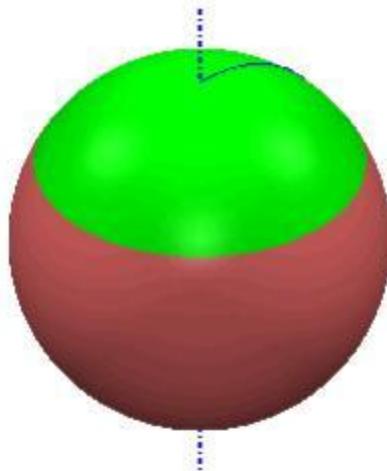
假设另外一个主轴 - 主轴回转机床角度限界为：

$X -50 \text{ to } +60$

$Z \pm 360$

于是转换为方位角限界 0 到 360 仰角限界 30 到 90。这个范例不同的地方是机床限界跨过 XZ 平面 PowerMILL 将使用最大的旋转值 (+60) 这样主轴可绕 Z 轴旋转 180°，以到达最大范围 +60 (否则将为 -50)。

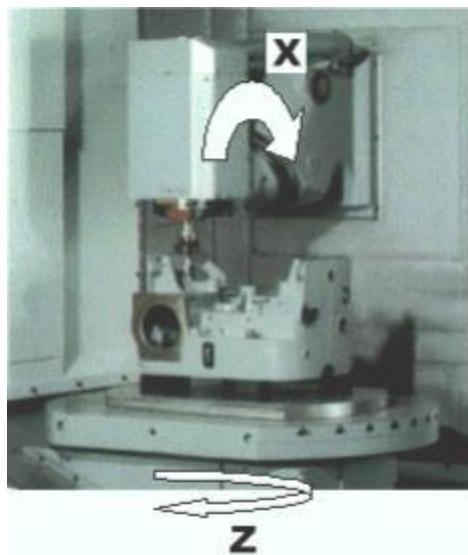
1 将对话视窗中的仰角值修改为 (30 到 90)，更新加工限界，其情景如下图所示。



于是屏幕上的刀轴限界球即使用修改过的值更新。

主轴 - 工作台

一个回转轴驱动主轴，另一个回转轴驱动工作台。



假设上面的主轴 - 工作台回转机床的角度限界：

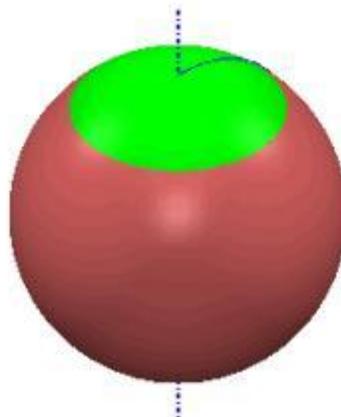
X ± 40

Z ± 360

机床的 Z 轴限界相当于方位角或是 XY 平面的角度限界。 ± 360 Z 轴限界转换为方位角限界即是 0 到 360。

机床的 X 轴限界相当于 XY 平面之上的仰角，而言即是仰角的余角。因此 X 轴限界 ± 40 转换成仰角限界为 50 到 90。

1 将对话视窗中的仰角值修改为 (50 到 90)，如下图所示，更新加工限界。



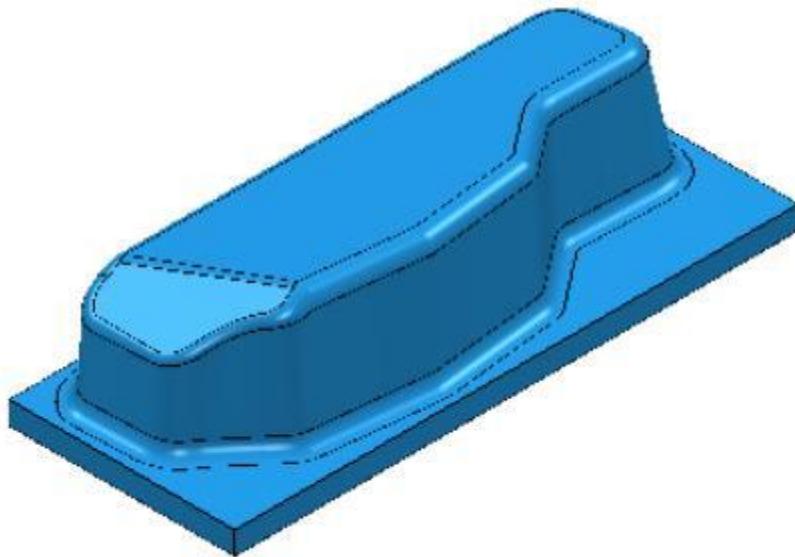
于是屏幕上的刀轴限界球即使用修改过的值更新。

应用刀轴限界到陡峭侧壁底部圆倒角

1 删除全部并重设表格。

2 输入模型:

`...\\PowerMILL_Data\\five-axis\\punch2\\punch2_insert.dgk`



3 选取文件 > 保存项目为:

`...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\Punch2-ToolAxisLimits`

4 产生一直径为 20 长度为 70 的球头刀 BN20 。

5 增加一顶部直径 20 底部直径 20 长度 40 的刀柄。

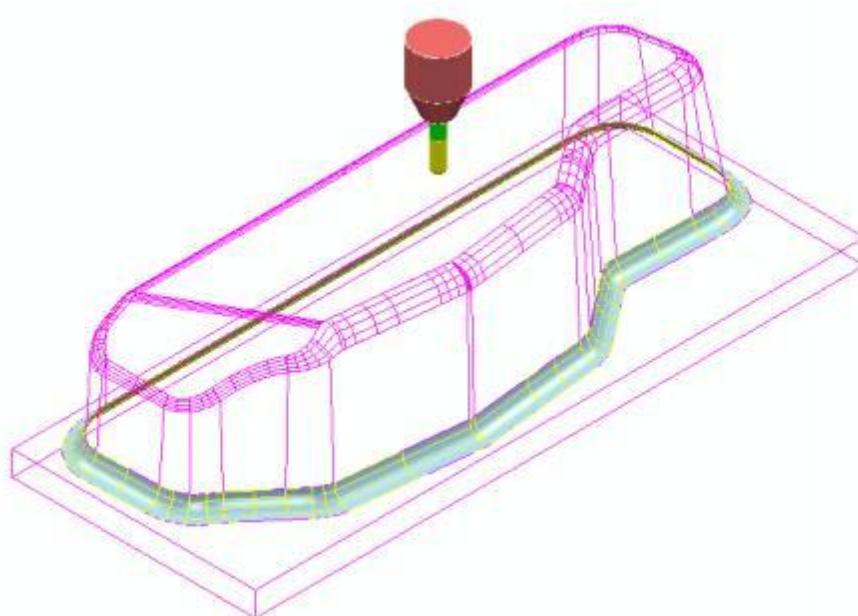
6 增加一顶部直径 70 底部直径40 长度 40 的夹持。

7 增加一顶部直径 70 底部直径 70 长度 60 伸出80 的夹持

8 使用由...定义 - 方框 类型 - 模型计算毛坯。

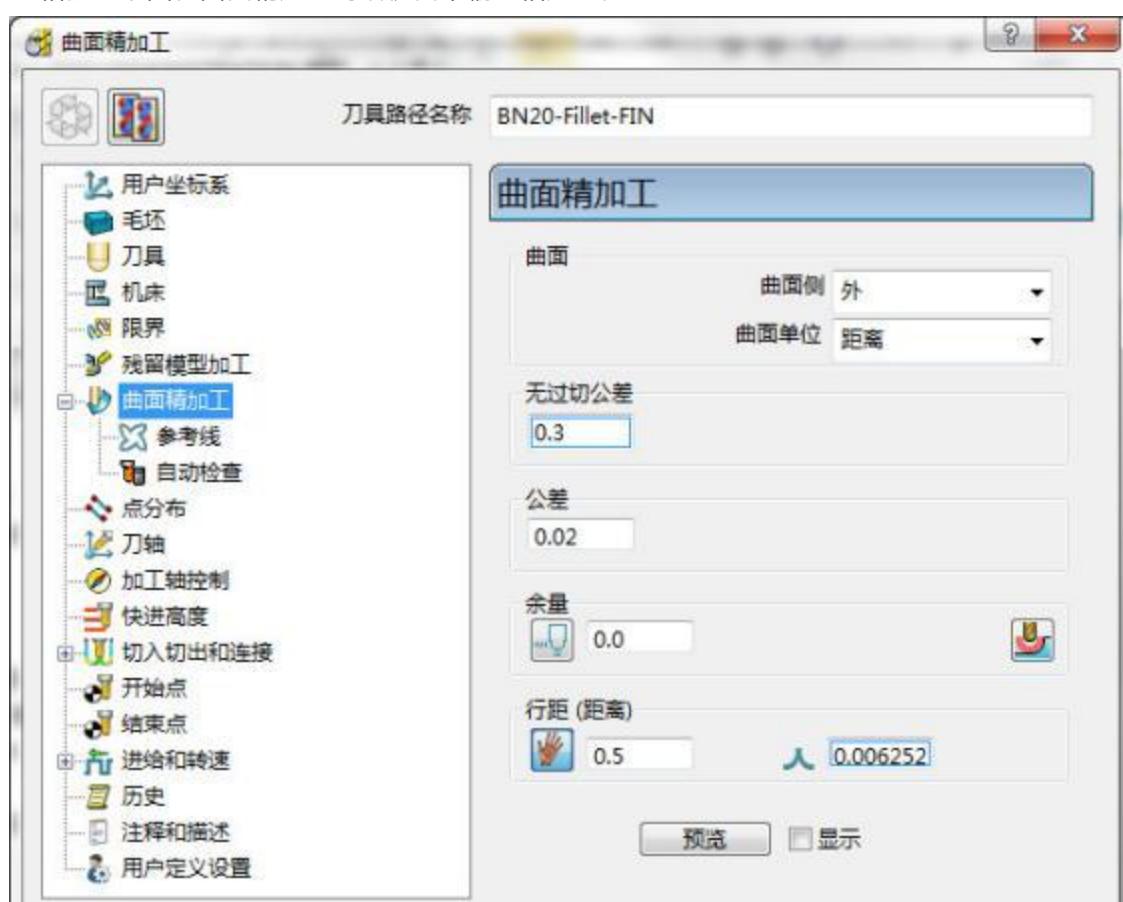
9 使用缺省设置计算快进高度。

10 选取绕主部件侧壁底部的圆倒角。



11 点击刀具路径策略图标 ，从策略选取器-精加工页面选取曲面精加工选项。

12 严格按照下图在曲面精加工对话视窗中输入相应的值：



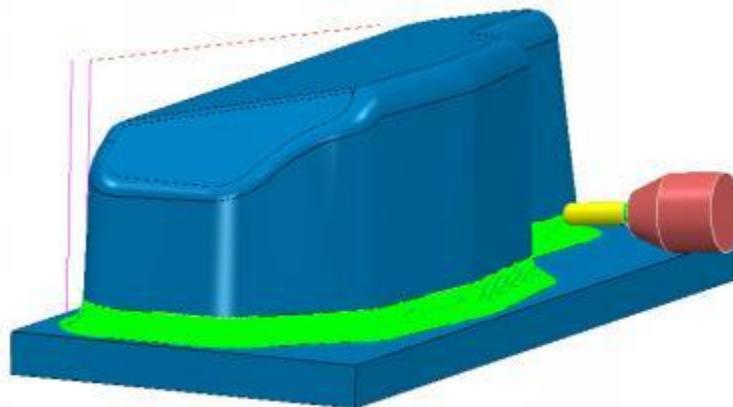
- 刀具路径名称 : BN20-Fillet-FIN
- 行距: 0.5



- 参考线方向 : U
- 螺旋: 勾取



13 点击计算，产生曲面精加工刀具路径。

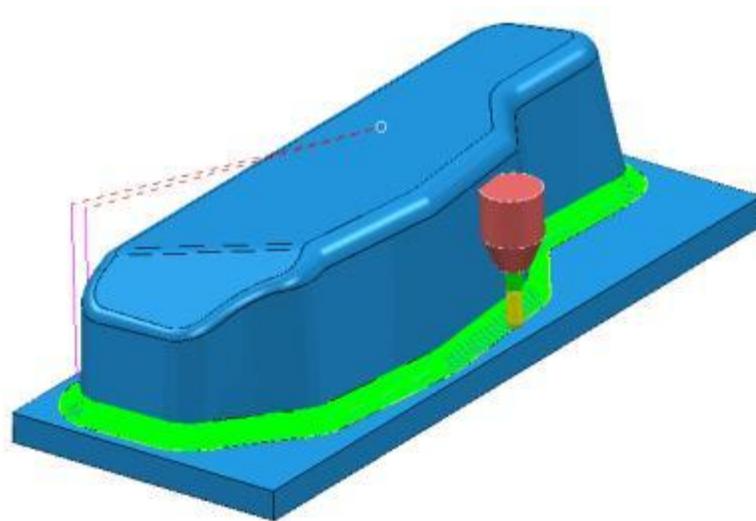


- 刀具夹持和底部发生碰撞。

14 从本地刀具路径菜单，选取检查 – 刀具路径，打开刀具路径检查对话视窗。

15 不勾取分割刀具路径和调整刀具选项。

16 然后使用刀柄间隙 1 夹持间隙 2 检查碰撞。



- 刀具夹持也和侧壁碰撞。
- 可见在曲面投影精加工过程中，刀具 (BN20) 垂直于圆倒角曲面 (如果应用缺省前倾\侧倾 0) 这将会在侧边和底部都出现碰撞。下面将应用刀轴限界来解决此问题同时使刀具对齐定位在机床旋转限界之内。

17 右击浏览器中的刀具路径 BN20-Fillet-FIN，从弹出菜单选取设置选项，重新打开产生该刀具路径的曲面精加工对话视窗。



18 点击曲面精加工对话视窗中的图标  复制刀具路径并重新命名为 BN20-Fillet- LIM30



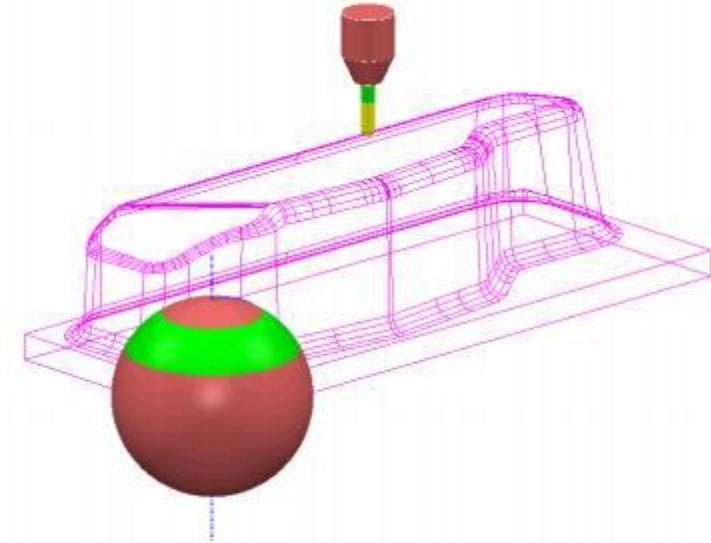
19 勾取刀轴限界，进入选取刀轴限界页。

20 设置方式-移动刀轴 仰角 - 开始 30 结束 60。

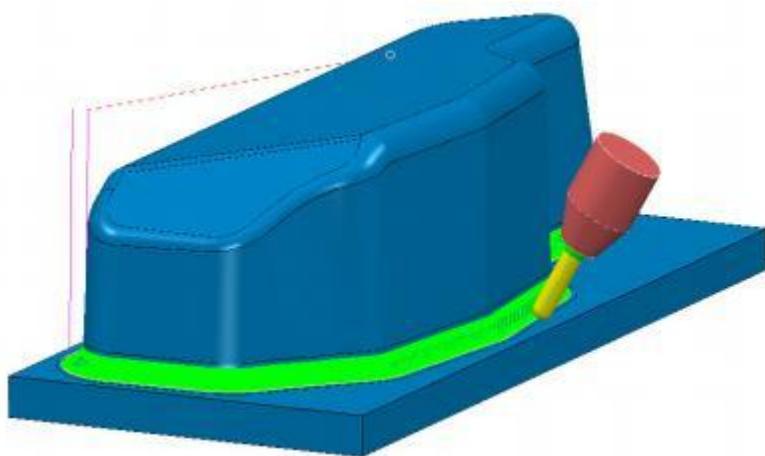
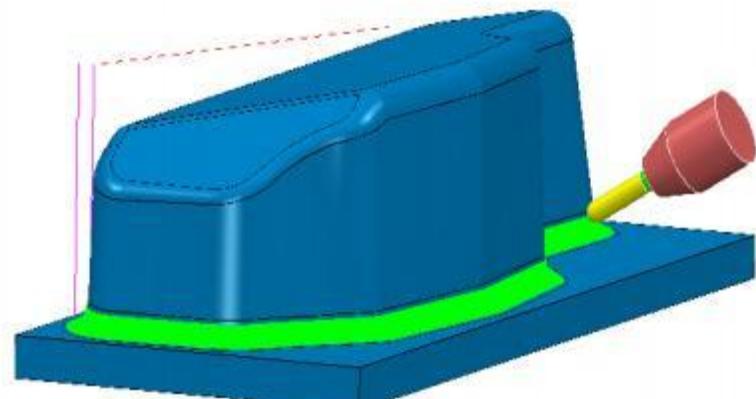
21 计算并产生此新的刀具路径。

应用刀轴限界后，刀轴将限制在相对于 XY 平面 30 到 60 度仰角范围。点击显示限界方框后屏幕上会出现一表示刀轴限界的阴影为粉色的球 刀轴方向限界为绿色阴影部分。

将这两个图和前面未应用刀轴限界的那个图进行对比，看看有什么不同。



下面的两个图显示了刀具附加到刀具路径上、下部分后的情况，由此可清晰地看到应用指定的刀轴限界后的效果。

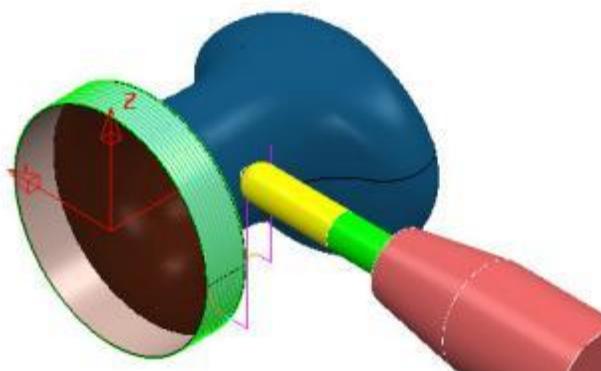


- 刀具夹持不再和模型底部和侧壁碰撞。

22 保存项目。

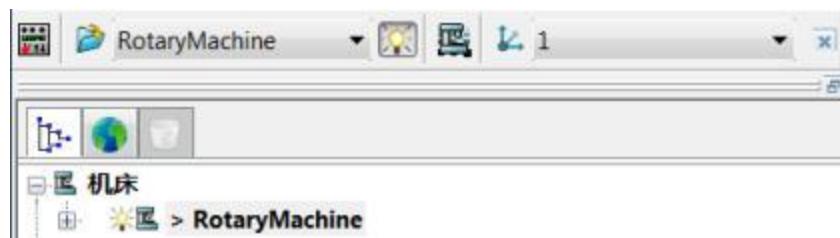
应用刀轴界限以保持 4 轴刀具路径加工

- 1 删除全部 重设表格。
- 2 打开只读项目：
...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Tool_Limit\\FixTo4Axis_Start

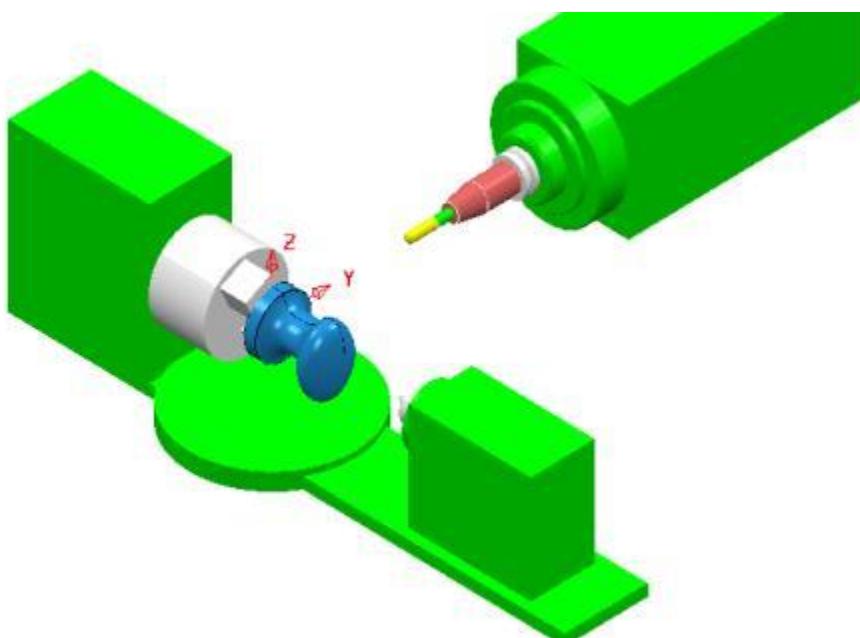


- 3 选取文件 > 保存项目为：
<...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\FixTo4Axis-example1>

- 4 从主下拉菜单选取查看 - 工具栏 勾取机床。
- 5 激活 PowerMILL 浏览器机床文件夹下的机床 RotaryMachine(双击图标 )。



- 6 设置用户坐标系 1 为机床输出原点。
- 7 选取 ISO 2 查看。



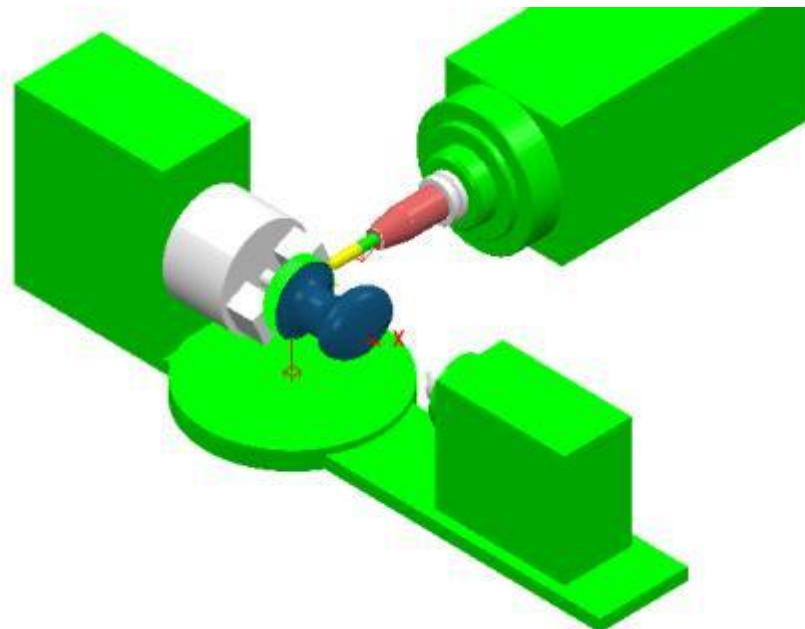
项目中包含有一个 4 轴旋转机床模型及两条刀具路径。

第一条刀具路径为原生 4 轴加工刀具路径 第二条刀具路径为 5 轴刀具路径。

旋转机床无法产生第二条 5 轴刀具路径所需的刀轴移动，但可通过刀轴限界选项轻松地将这条刀具路径变为 4 轴刀具路径。

- 8 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN16-Base-SEM1，从弹出菜单选取激活 然后选取自开始仿真。

- 9 点击运行  按钮 仿真从头到尾运行无误。



- 10 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN16-Form-SEM2，从弹出菜单选取自开始仿真。

- 11 点击运行  按钮 仿真立即中断，出现以下错误信息。



由于刀具路径为全 5 轴刀具路径 因此无法对旋转机床运行仿真。

- 12 放弃仿真。

- 13 右击刀具路径 BN16-Form-SEM2，从弹出菜单选取激活 然后选取设置，打开曲面投影对话视窗。

- 14 点击投影曲面对话视窗中的复制 .

15 在对话视窗浏览器中选取刀轴选项，并勾取刀轴限界方框。

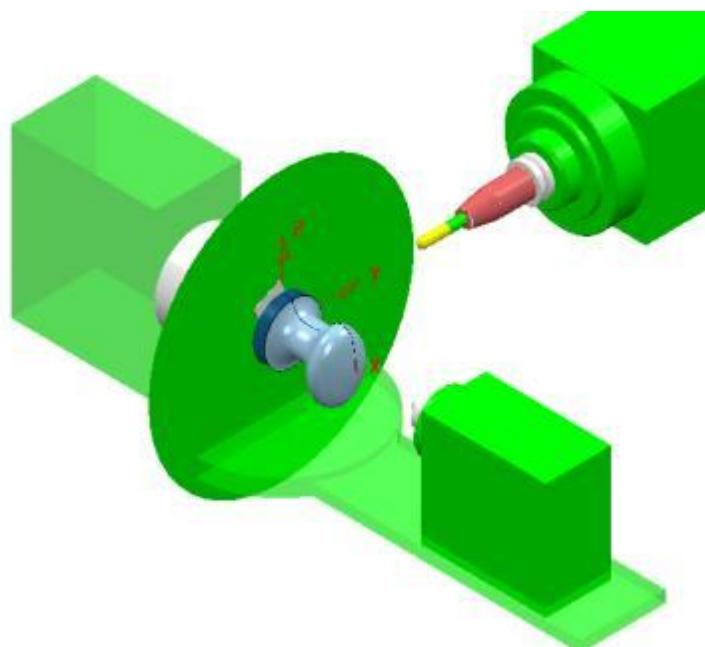


于是对话视窗浏览器中即出现刀轴限界页。

16 选取刀轴限界页，按下图在对话视窗中输入相关数据。



勾取投影到平面后，刀轴限界被展平，产生一 4 轴限界（在此相对世界坐标系）。减速角设置为 0 可确保完全保持 4 轴定向。



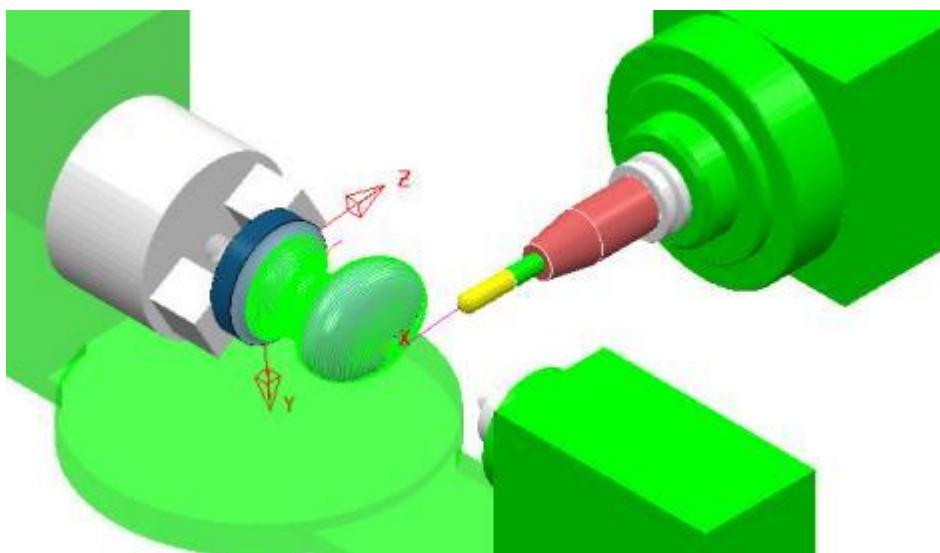
17 不勾取刀轴限界页中的显示限界。

18 点击主对话视窗中的计算，产生新的 4 轴刀具路径。



- 19 右击浏览器中的 RotaryMachine，从弹出菜单选取返回原点。
- 20 右击 PowerMILL 浏览器中新的刀具路径 BN16-SEM2-4AX，从局部菜单选取自开始仿真。

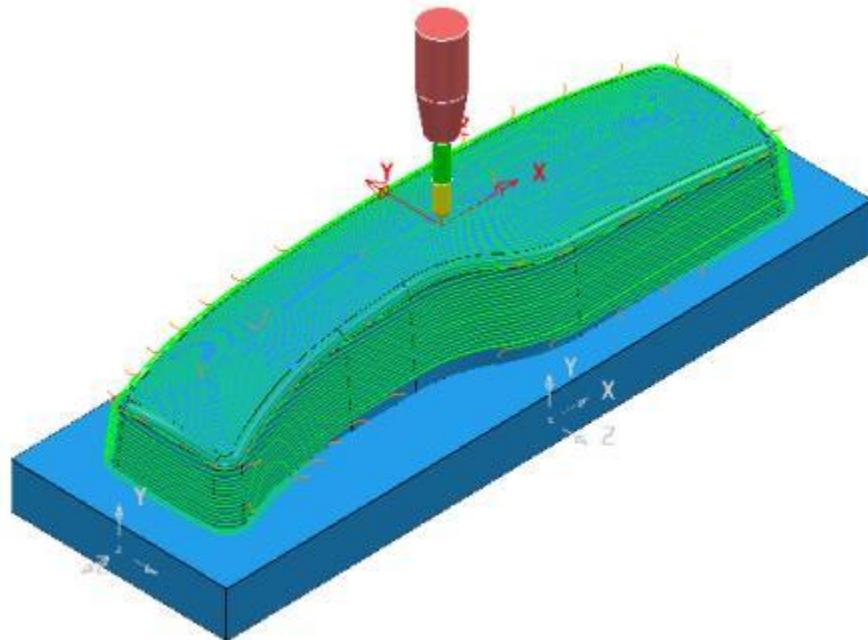
- 21 点击运行 。可见此 4 轴刀具路径从头到尾仿真无误。



- 22 保存项目。

练→ 1

- 1 删除全部 重设表格。
- 2 打开只读项目：
...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Punch3\\Punch3_Start



- 3 保存项目为：
...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\Punch3_EX1

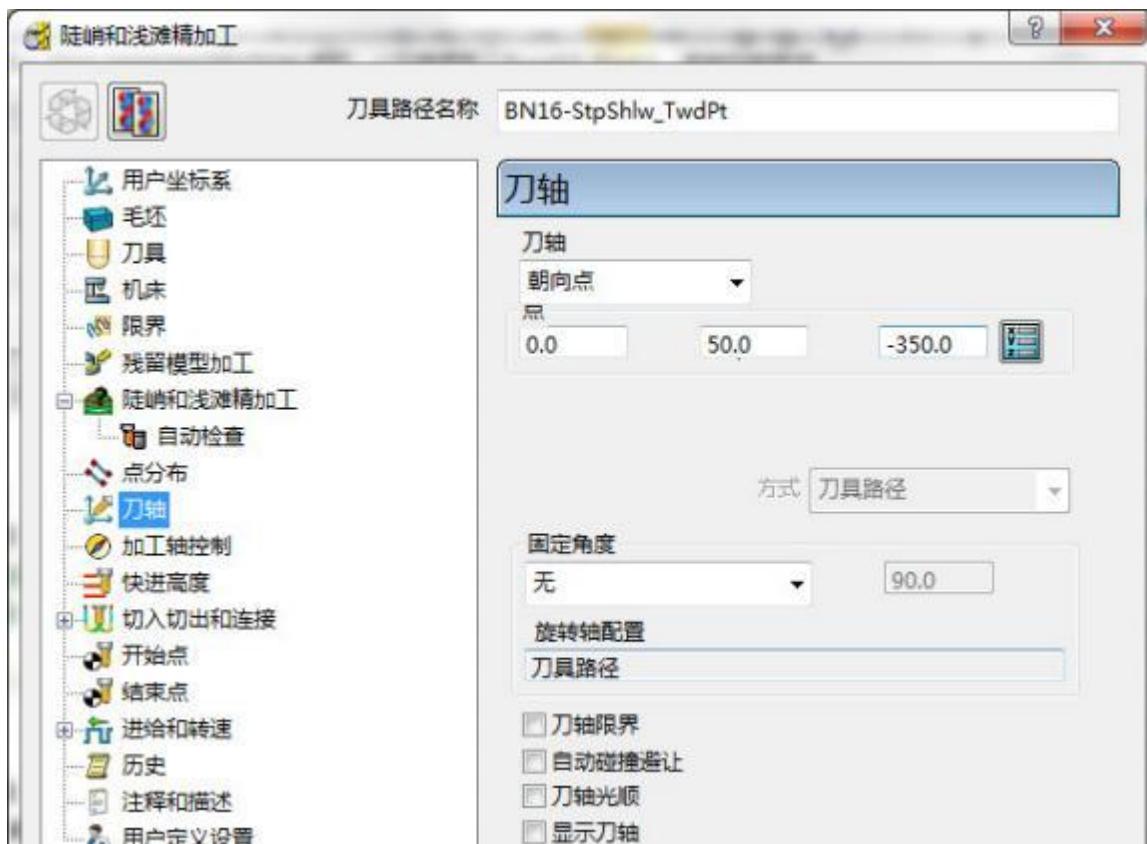
项目包含一条陡峭和浅滩精加工刀具路径 BN16-StopShlw，其刀轴设置为垂直。由于刀具太短 因此加工侧壁的某些区域存在安全隐患。可使用自动检查（刀柄间隙 1 夹持间隙 5）来避免可能存在的碰撞出现。

上底面的设置为加工方式 – 碰撞 余量 0.5。

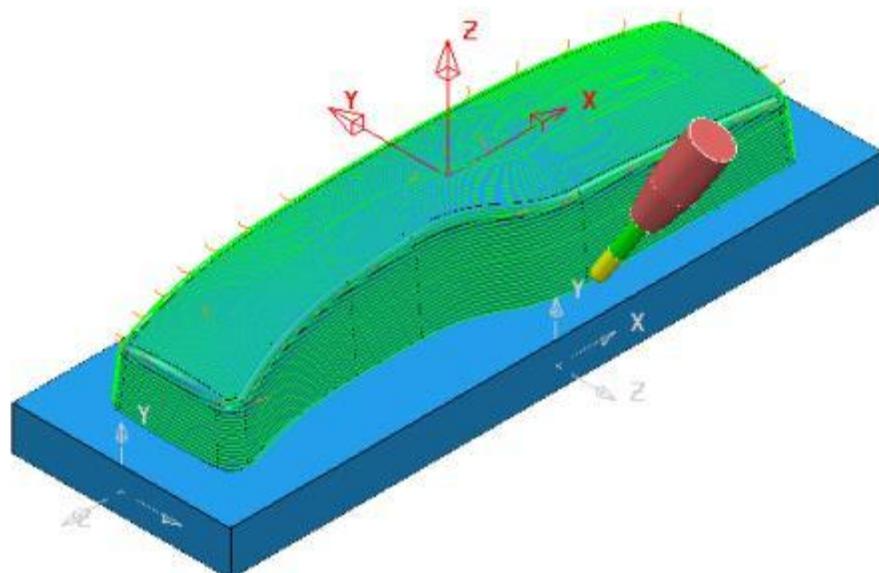


这个练习的目的是根据已有刀具路径产生两条新的刀具路径 第一条设置适当的朝向点 – 刀轴定向；第二条进一步将刀具路径限制为 4 轴路径。

- 4 激活刀具路径 BN16-SlpShlw，从弹出菜单选取设置，重新打开策略对话视窗。
- 5 复制此刀具路径并将它重新命名为 BN16-SlpShlw_TwdPt
- 6 选取刀轴页面，选取刀轴 - 朝向点 X YZ 位置值为 0 50 -350。



- 7 计算此新的刀具路径。

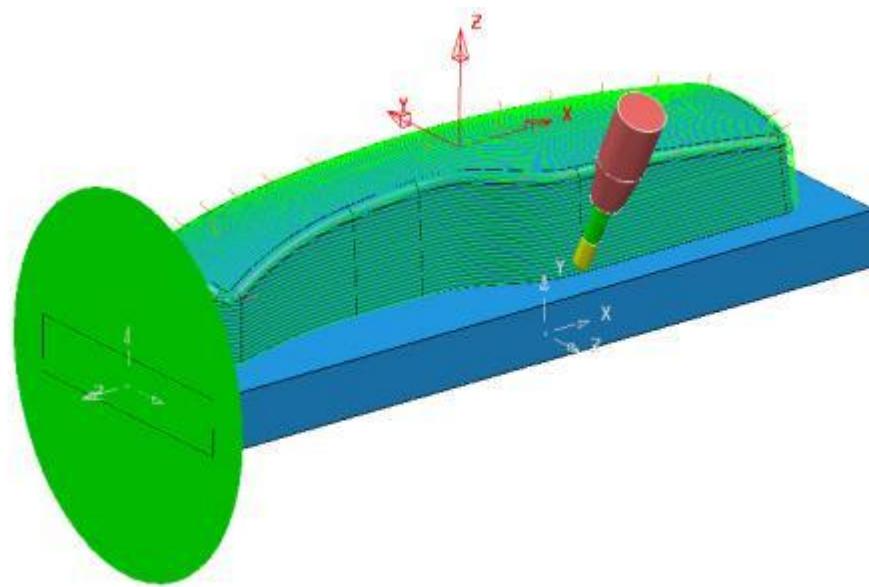


应用了适当的朝向点 - 刀轴定向后，刀具现在自侧壁倾斜 这样深区域不会出现碰撞。

- 8 激活刀具路径 BN16-StopShlw_TwdPt，从弹出菜单选取设置，重新打开策略对话视窗。
- 9 复制此刀具路径并重新命名为 BN16-StopShlw_TwdPt_4Axis
- 10 选取刀轴页，勾取刀轴限界方框。
- 11 进入对话视窗浏览器中新出现的刀轴限界页，严格按照下图在对话视窗中输入相关数据。



- 12 计算刀具路径。



于是此策略即限制在仅 4 轴加工。

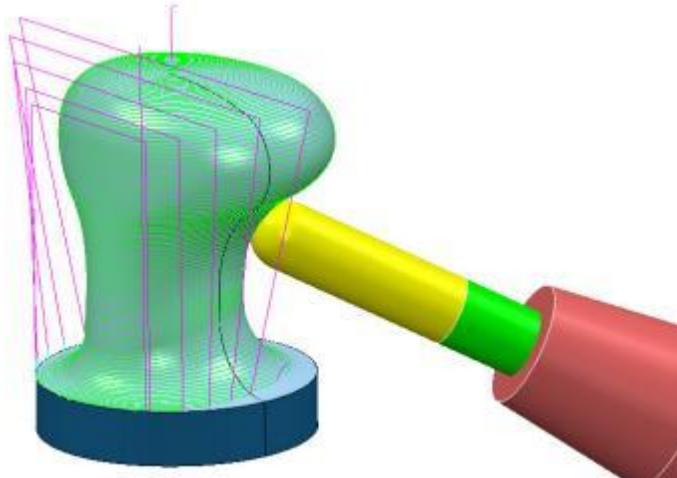
- 13 保存项目。

练→ 2

14 删除全部 重设表格。

15 输入项目：

...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\joint_5axismc\\JointAxisLimit_Start



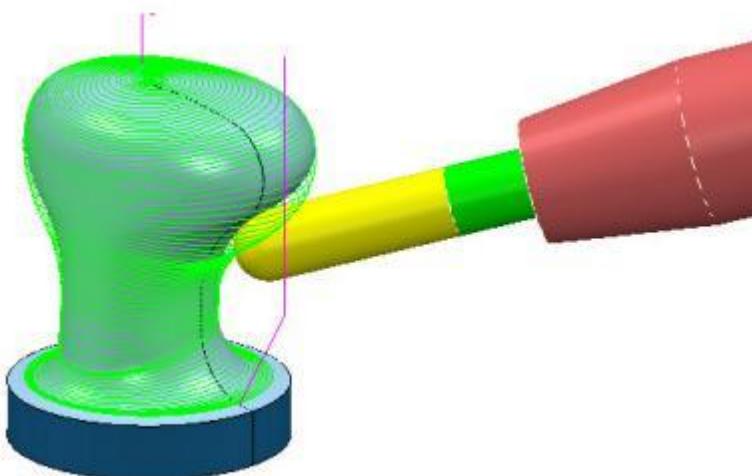
16 保存项目为：

...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\JointAxisLimits-EX1

项目包含有一条曲面精加工刀具路径，其刀轴设置为前倾 0 侧倾 0 这样会使刀具在全部刀具路径点上都对齐于邻近所选曲面的曲面法向 没有阻止刀具方向超出机床旋转限界，或是超出模型的延长区域。这个练习的目的就是在已有刀具路径通过应用适当的刀轴限界 解决原刀具路径出现碰撞问题。

17 对所选曲面再利用曲面精加工策略，使用刀轴限界，其设置为：仰角 15 到 65 之间 方式 -移动刀轴。

18 仿真刀具路径，随后进行全过切和碰撞检查（刀柄间隙 2 - 夹持间隙 3），检查修改后的曲面精加工刀具路径。



19 保存项目。

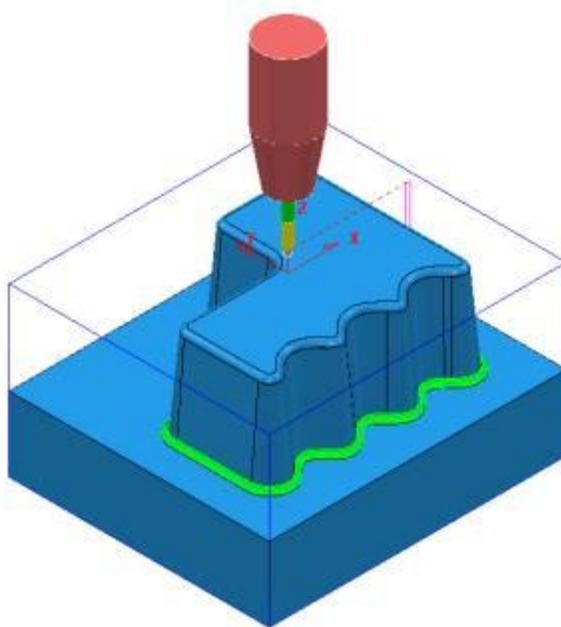
10. 刀轴编辑

简介

某些情况下，应用到 5 轴策略中的刀具对齐定位选项类型可能会夸大刀具沿刀具路径运行过程中的旋转移动，而这些夸大的运动有时会导致刀具夹持或机床碰撞。为避免这种情况出现，我们可修改刀具路径，在用户指定区域定义新的刀具对齐定位。

- 1 打开只读项目：

[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\ToolAxisEditing\\EditToolAxis_Start](#)



该项目中包含有一使用直径为 5 的球头刀产生的，侧倾角度为 45 的沿着清角刀具路径。

- 2 从主下拉菜单选取文件 - 保存项目为：

[...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\EditToolAxis](#)

- 3 从主下拉菜单选取查看 - 工具栏 - 机床，打开机床定义工具栏。



- 4 点击输入机床模型图标 ，从...\\PowerMILL_Data\\MachineData 目录选取文件 dmu50v.mtd。



- 5 输入用户坐标系 Base 作为机床仿真原点。

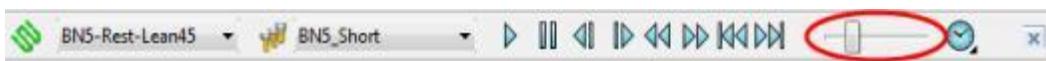
- 6 确认显示\不显示机床图标  被按下，显示机床。

- 7 选取 ISO 1 查看并放大加工区域。

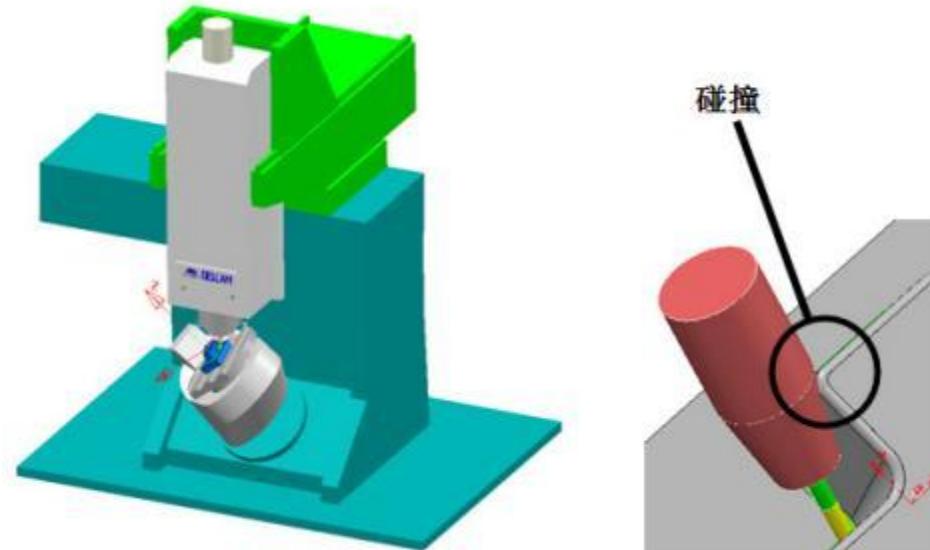


- 8 选取仿真工具栏中的床身查看图标 。

- 9 右击刀具路径 BN5-Rest-Lean45，从弹出菜单选取自开始仿真。



- 10 移动仿真速度滑块，降低仿真速度，然后点击运行图标，观察机床运动。



可见，在加工波浪形侧壁过程中除了大量的旋转台的旋转运动外，在侧壁的内拐角也存在大量的刀具夹持碰撞（如上右图所示）。

- 11 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN5-Rest-Lean5，从弹出菜单选取检查 - 刀具路径，在打开的对话视窗中不勾取分割刀具路径和调整刀具选项。

- 12 选取检查 - 碰撞，刀柄间隙 1，夹持间隙 2，然后应用对话视窗。

于是 PowerMILL 浏览器中的刀具路径前有一红色感叹号，表示刀柄和/或夹持和模型之间存在碰撞。





通过对刀具路径进行局部的刀轴调整修改可解决上述 2 个问题。为了便于修改时能够正常查看，进行修改时，我们可暂时将机床模型从机床仿真工具栏移去。

- 13 在机床仿真工具栏不做任何机床选取，使该区域为空白，移去机床模型 dmu50v.mtd，。



- 14 选取从顶部查看，准备绕刀具路径的第一个部分捕捉一多边形拐角，进行刀轴编辑。
 15 点击键盘组合键 Ctrl H，在光标位置显示十字光标。
 16 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN5-Rest-Lean45，从弹出菜单选取编辑 - 区域内编辑 ...，打开以下对话视窗。
 17 在（缺省）选取区域对话视窗中设置区域定义方法 - 多边形，侧 - 内部。（如左下图所示）。



- 18 选取指定改变标签，改变对话视窗中的选项，设置刀轴为固定方向，输入过渡距离 5，然后点击刀轴图标。



19 输入方向矢量（沿刀轴）为：

I 0.0 J -1.0 K 1.0

20 勾取刀轴对话视窗中的显示刀轴方框，然后点击接受，返回编辑区域内刀具路径对话视窗。

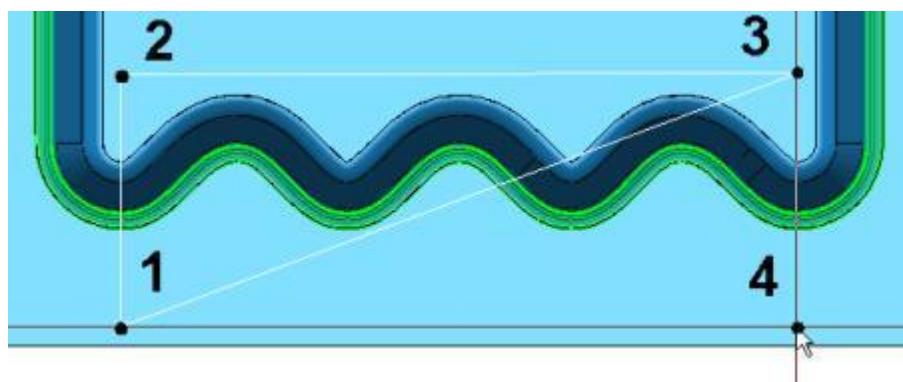
21 从主下拉菜单选取显示 – 光标 – 十字。



于是光标处即以十字叉形式显示。捕捉点时，它可用来帮助直观对齐。

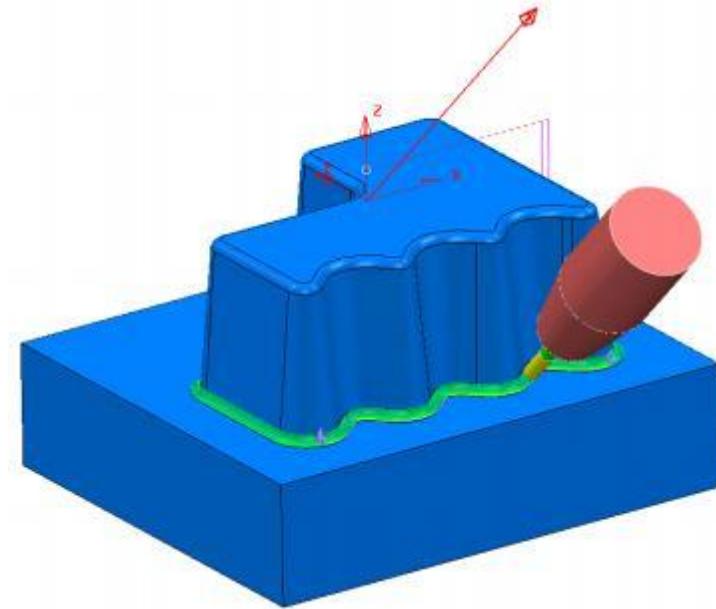
22 点击选取区域标签，访问原始选项。

23 使用左鼠标键捕捉多边形的 4 个拐角，刀轴编辑将应用到 4 个拐角所在的多边形中。最后点击应用。



上图显示的是捕捉多边形第四点时的情景。(十字光标为中灰色)

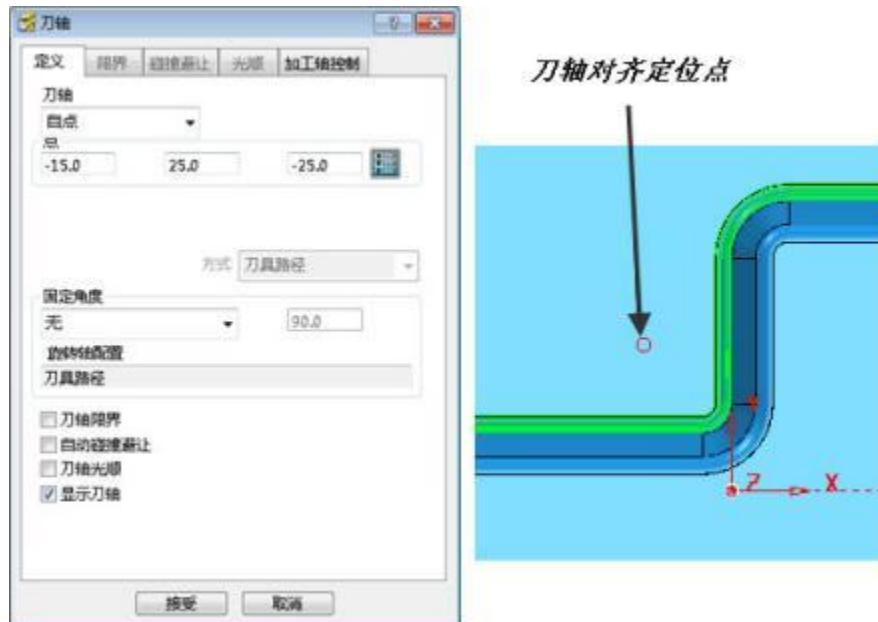
- 24 选取 ISO 1 查看并仿真此刀具路径。我们可看到，刀轴对齐定位不再导致波浪形侧壁加工中工作台不断的重复旋转。



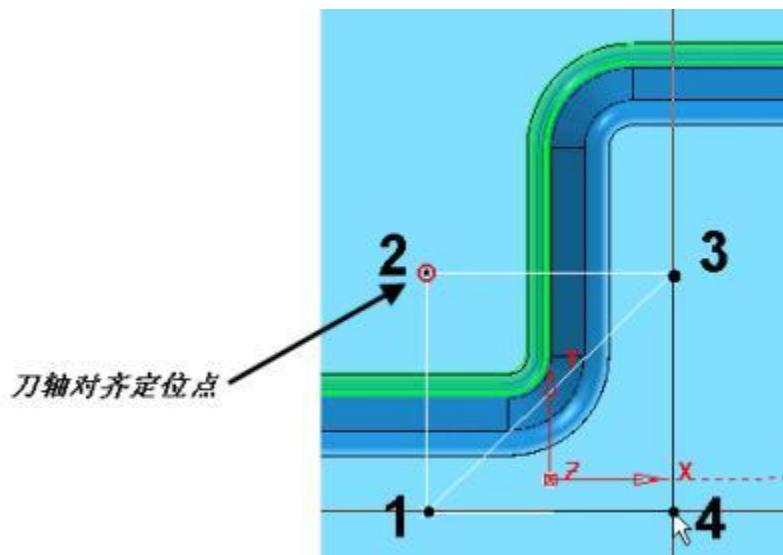
- 25 选取沿 Z 轴向下查看。
 26 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN5-Rest-Lean45，从弹出菜单选取编辑 – 区域内编辑，再次打开编辑区域内刀具路径对话视窗。
 27 在选取区域标签中选取多边形，侧 – 内部，然后点击编辑刀轴标签。



- 28 设置刀轴方向为自点，坐标值为 X-15 Y 25 Z-25，然后勾取显示刀轴方框，最后点击接受。



29 这次我们捕捉 4 个拐角而形成一和刀轴对齐定位点平行的正方形，最后点击应用。



30 选取 ISO 1 查看。

31 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 BN5-Rest-Lean5，从弹出菜单选取检查 - 刀具路径，在打开的对话视窗中不勾取分割刀具路径和调整刀具选项。

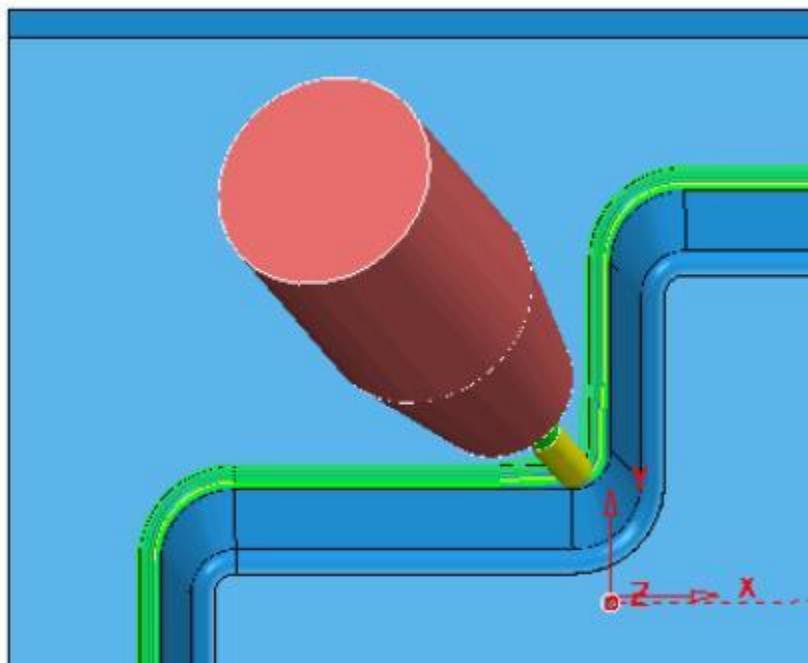
32 选取检查 - 碰撞，刀柄间隙 1，夹持间隙 2，然后应用对话视窗。

33 选取检查 - 过切，然后应用对话视窗。

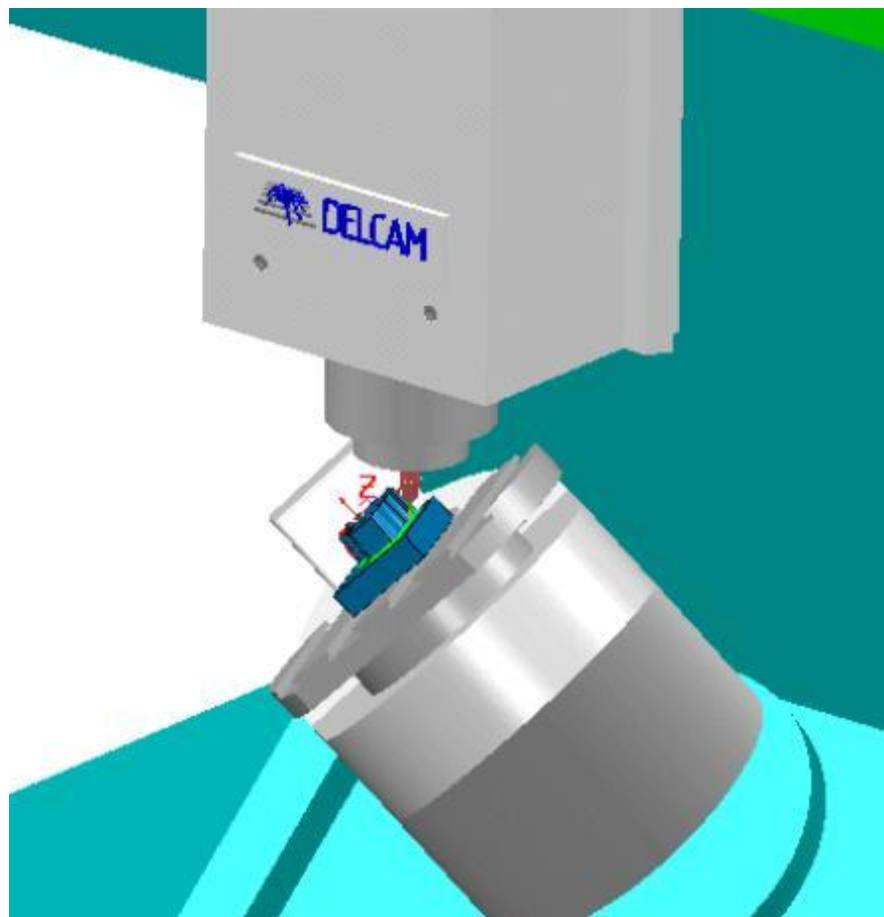
于是 PowerMILL 浏览器中的刀具路径前有一绿色勾，表示刀具路径现在无过切和碰撞。



34 仿真刀具路径。我们可看到在新的刀轴对齐定位下，刀具夹持不再和侧壁内部拐角发生碰撞。



35 使用 DMU50V 进行机床仿真，选取床身查看。



我们可看到，工作台的突然旋转现象大量减少，刀具夹持碰撞也不再存在。

36 选取文件 – 保存项目。

11. 机床仿真和检查

简介

能检查机床-零件之间是否存在潜在碰撞，是对 5 轴加工应用程序的基本要求。为此，PowerMILL 提供了一个额外机床工具栏，供用户仿真刀具路径。



标准机床仿真仅供直观查看，用户需仔细检查碰撞。此外，用户也可付费购买供选的机床仿真模块，使用该模块进行动态仿真时，在出现碰撞的位置，仿真会自动停止，屏幕上出现一警告信息，直到用户确认（点击确认），随后系统会将发生碰撞的刀具路径注册到碰撞列表。

机床部件(例如床身、主轴、旋转工作台、刀架等)保存为一组独立的三角形模型，这些模型注册在一个 mtd 文件，该文件在仿真过程中可控制各个三角形模型的方向和位置。

PowerMILL 安装数据中提供了三个基本的多轴机床仿真 (.mtd) 文件，通常它位于 C 驱动器的以下目录：

C:\Program Files\Delcam\PowerMILL13.0.06\file\examples\MachineData

培训所用计算机中的样本 mtd 文件基于实际机床数据而设置，它们位于：

...\\PowerMILL_Data\\MachineData

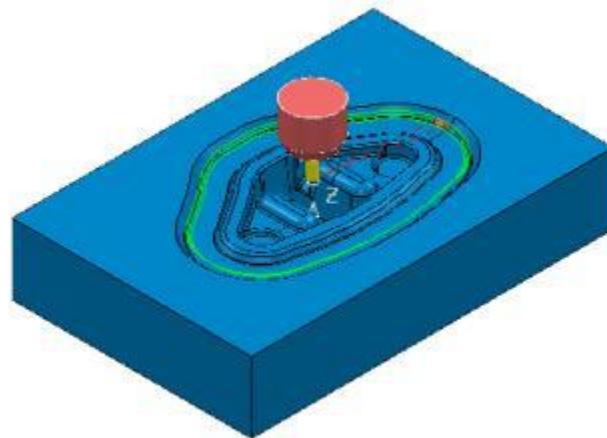


机床仿真(.mtd) 文件中的全部模型所使用的控制移动和界限都是通过精确复制实际使用机床参数得到。由于设计变化，设置标准的不同以及公差原因，每个机床仿真(.mtd)文件及其相关的模型都必须针对每个机床进行测试和精确调试。

1 删除全部，重设表格。

2 打开只读项目：

...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Collision_Simulation\\Swarf_Check



3 选取文件 - 保存项目为:

...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\MCTool-simulation

4 右击浏览器视窗中的刀具路径 - Outer Swarf , 从弹出菜单选取自开始仿真。



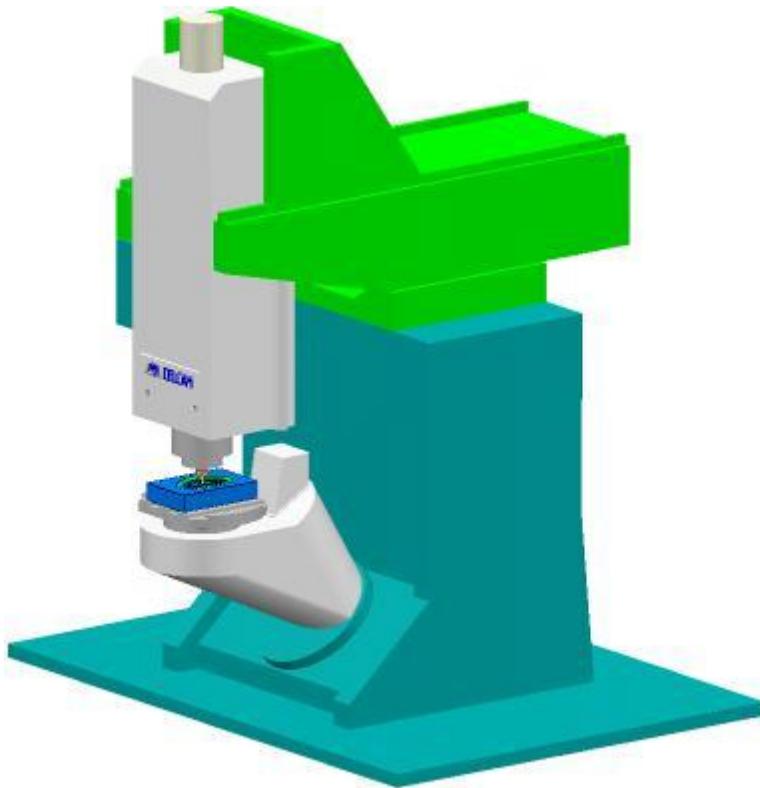
5 于是仿真工具栏即出现在屏幕。



6 从主下拉菜单选取查看 - 工具栏 - 机床, 打开机床工具栏。



7 选取输入机床模型图标 并从目录
...\\PowerMILL_Data\\Machine Data 选取 dmu50v.mtd



MTD 文件中包含有各个独立机床的位置和旋转情况。

通常将机床模型的全局原点(用户坐标系)定位在旋转工作台中心的顶部。

激活切削刀具自动位于机床主轴。

8 确认已选取显示\不显示机床图标 ， 显示机床。

9 选取 ISO 1 查看并放大加工区域。 

10 选取仿真工具栏中的床身查看图标 .

11 从仿真工具栏选取显示机床问题 .

刀具路径仿真过程中，机床仿真问题对话视窗将显示碰撞位置信息。

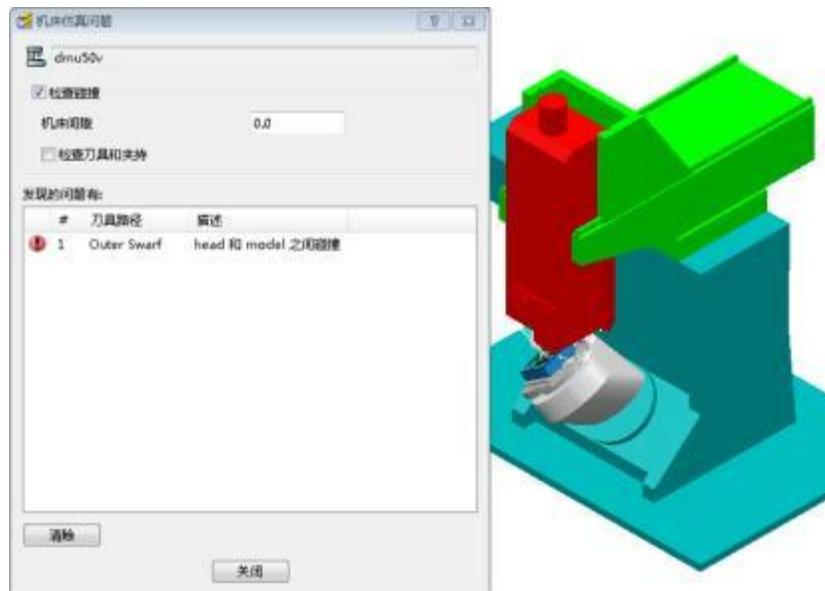
选取位置标签后即可显示出机床位置。左手边的值为轴地址字符以及它们相应的值。此机床具有 5 个轴，A 轴和 B 轴是旋转轴，而 X 轴、Y 轴和 Z 轴为线性轴。

12 开始仿真 ， 直观查看零件加工。



系统发现碰撞，于是屏幕上出现一 PowerMILL 警告信息。警告信息仅在第一次发现碰撞时出现。

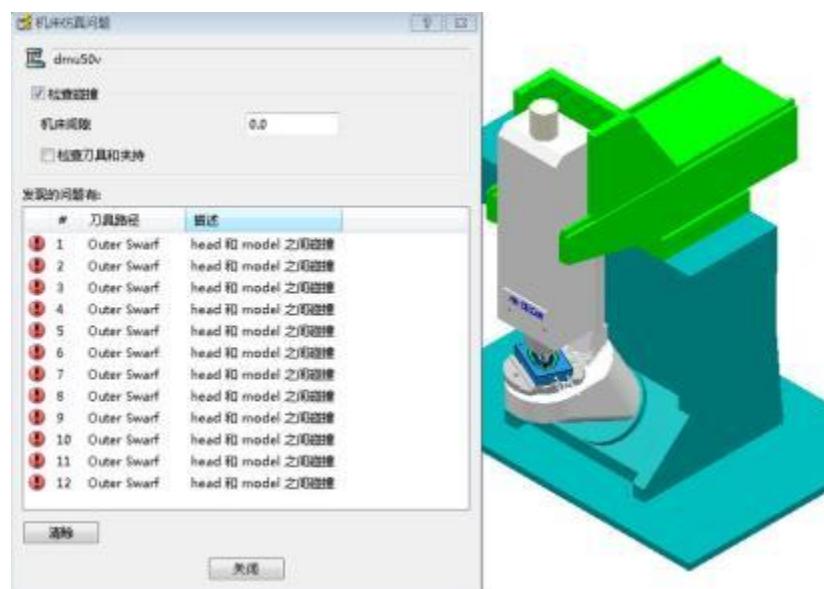
13 点击 OK，关闭 PowerMILL 警告对话视窗。



全部碰撞移动将被注册并显示在加工碰撞栏。

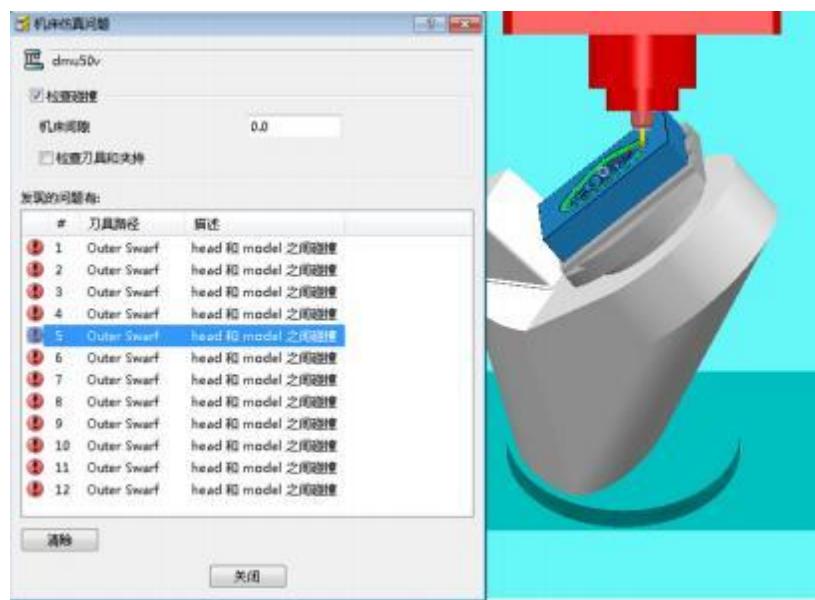
目前仅显示了第一个碰撞，直到仿真继续进行。

14 继续仿真。



如果存在碰撞，机床的主轴会阴影为红色。完成全部仿真后，机床即回到正常的颜色显示状态。

15 从列表中选取一碰撞移动。



于是仿真将直接移动到对话视窗中所选的碰撞位置，这样就可直观地查看该碰撞位置的碰撞情况（零件右上角）。

16 从仿真工具栏选取查看并调整机床位置 。



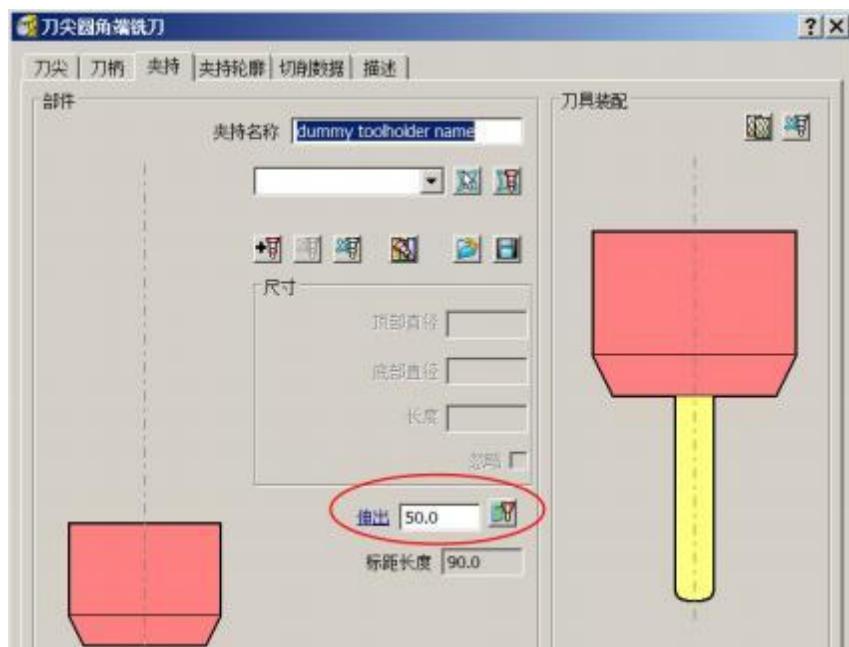
当前位置值显示在机床定位对话视窗中。

清楚地知道碰撞发生的位置和碰撞细节后，用户即可采取相应的措施来避免碰撞。对本范例，我们只要把刀具长度做适量增长即可解决问题。

17 在浏览器中右击刀具 D10TR3，从弹出菜单选取设置。



18 选取刀具对话视窗中的夹持标签，将伸出修改为 50。



19 关闭对话视窗，右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 Outer Swarf，从弹出菜单选取自开始仿真选项。

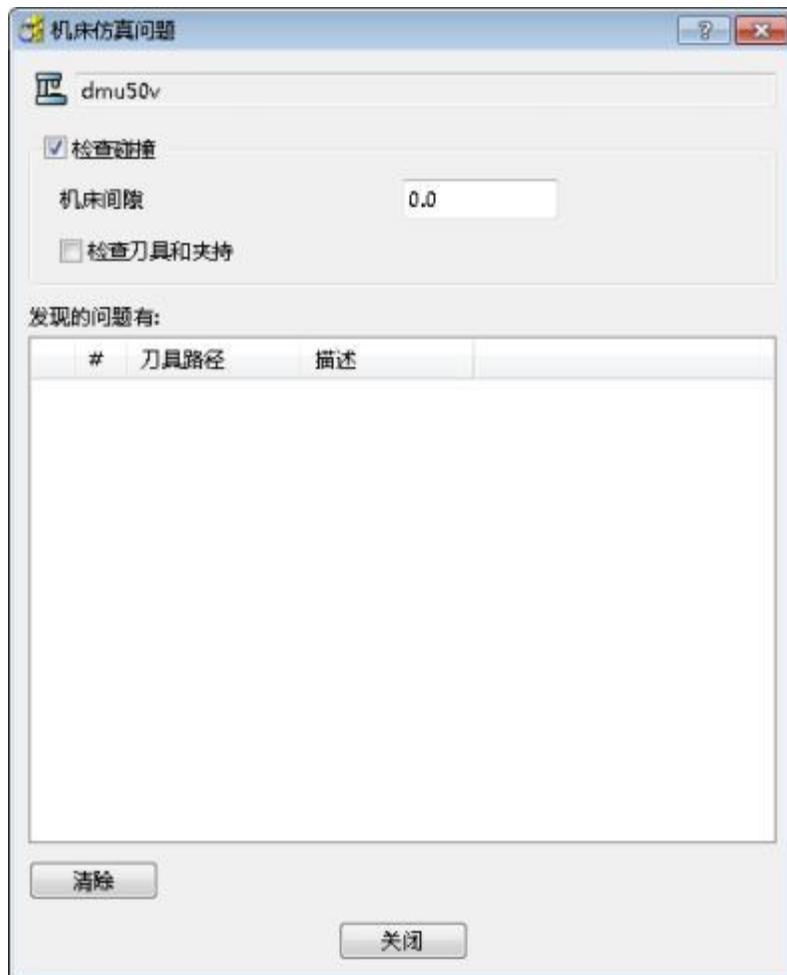


20 选取仿真工具栏中的打开机床显示。

21 选取对话视窗中的机床碰撞标签。

22 点击清除按钮，清除已有的碰撞显示。

23 开始仿真 



此时碰撞页面仍然是空的，它表明没有发现碰撞。

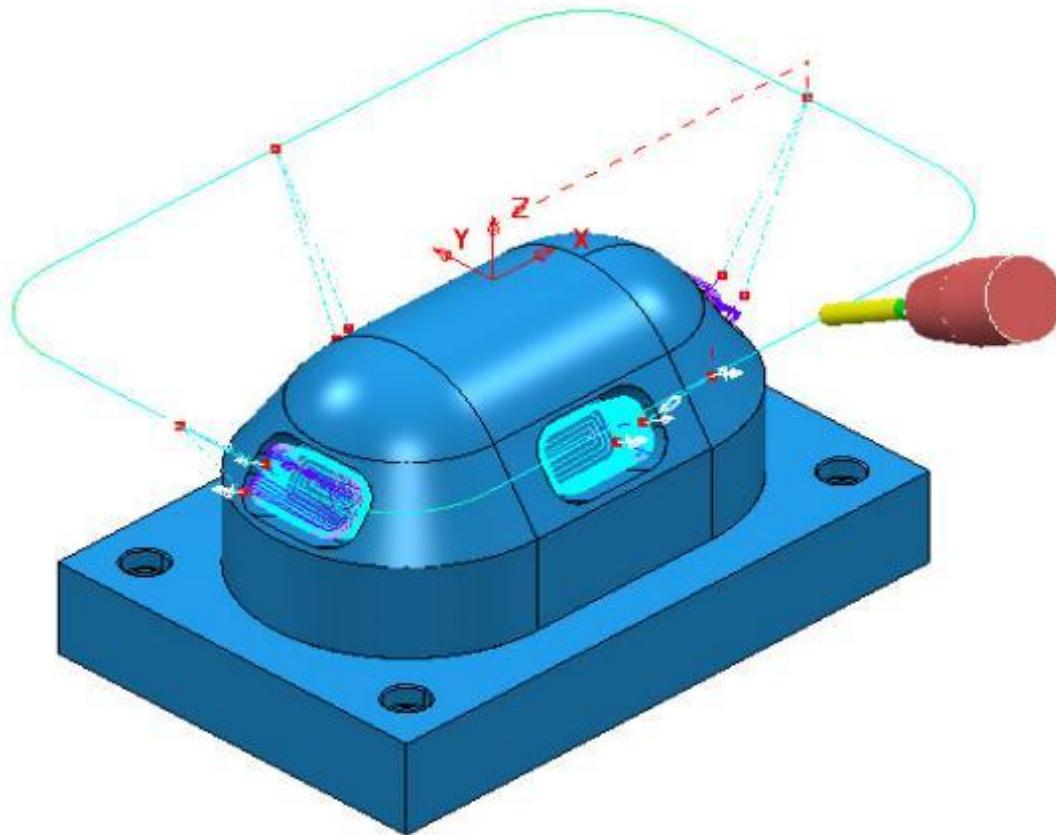
24 选取文件-保存项目。

NC 程序检查(包括机床模型)

可检查包括机床模型在内的整个 NC 程序内容。

1 打开只读项目:

....\PowerMILL_Data\five_axis\Collision_Simulation\AnglePockets-FullVerify_Start



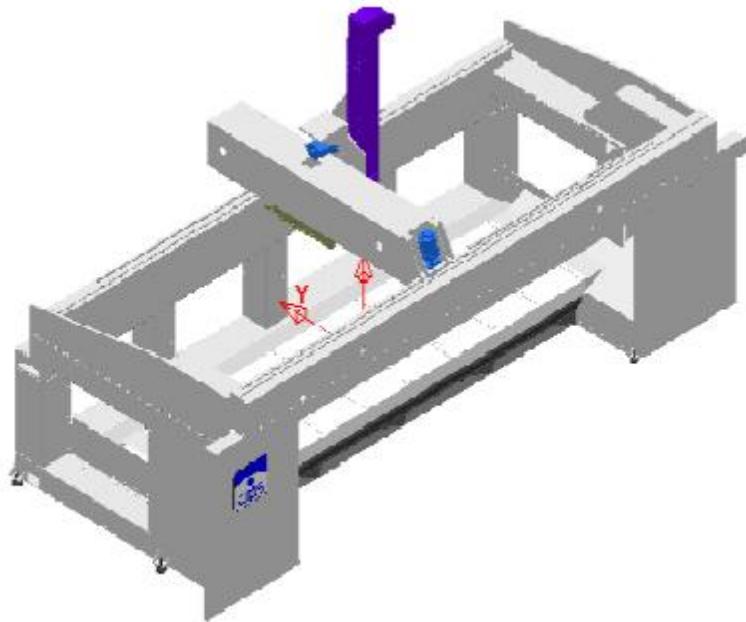
选取文件 – 保存项目为:

....\COURSEWORK\PowerMILL-Projects\AnglePockets-FullVerify

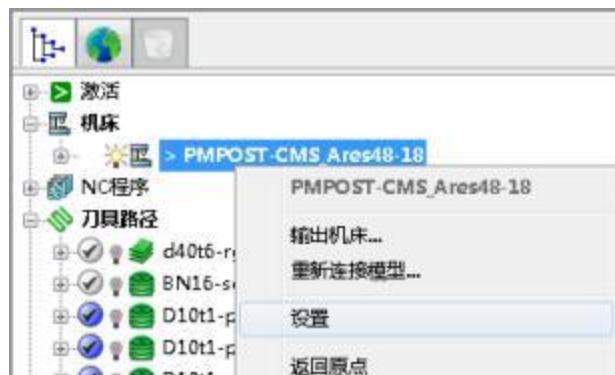
2 右击 PowerMILL 浏览器中的机床，从弹出菜单选取工具栏。



3 选取输入机床模型图标 ，从\PowerMILL_Data\MachineData\CMS\.....选取文件 PMPOST-CMS_Ares48-18.mtd

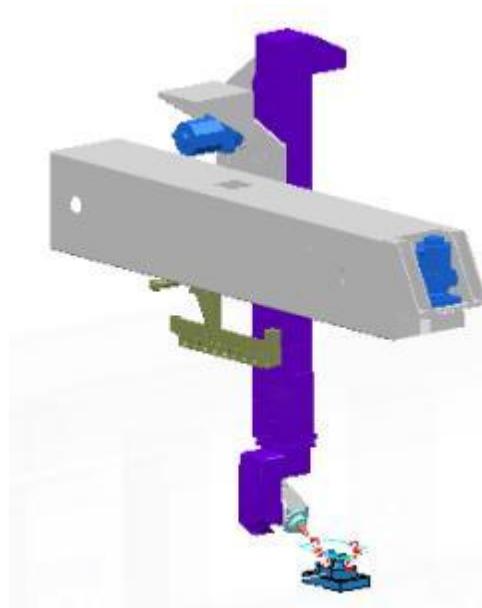


- 4 右击 PowerMILL 浏览器中的机床 PMPOST-CMS_Ares48-18，从弹出菜单选取设置。



- 5 在对话视窗中，选取零件，然后移动透明度滑块到最左边，使机床的静态部分几乎不可见。

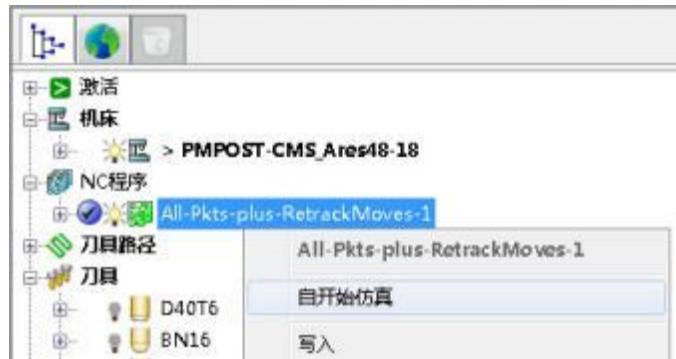
- 6 应用并接受对话视窗。



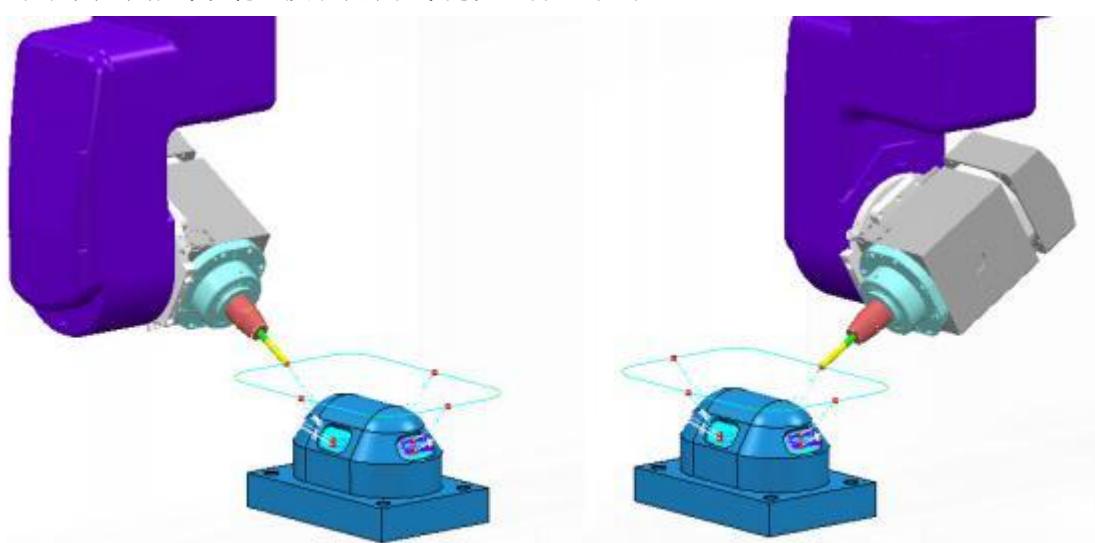
- 7 在机床工具栏中选取用户坐标系 MC-Table-location。



- 8 右击 PowerMILL 浏览器中的 NC 程序 All-Pkts-plus-RetrackMoves-1，从弹出菜单选取自开始仿真。



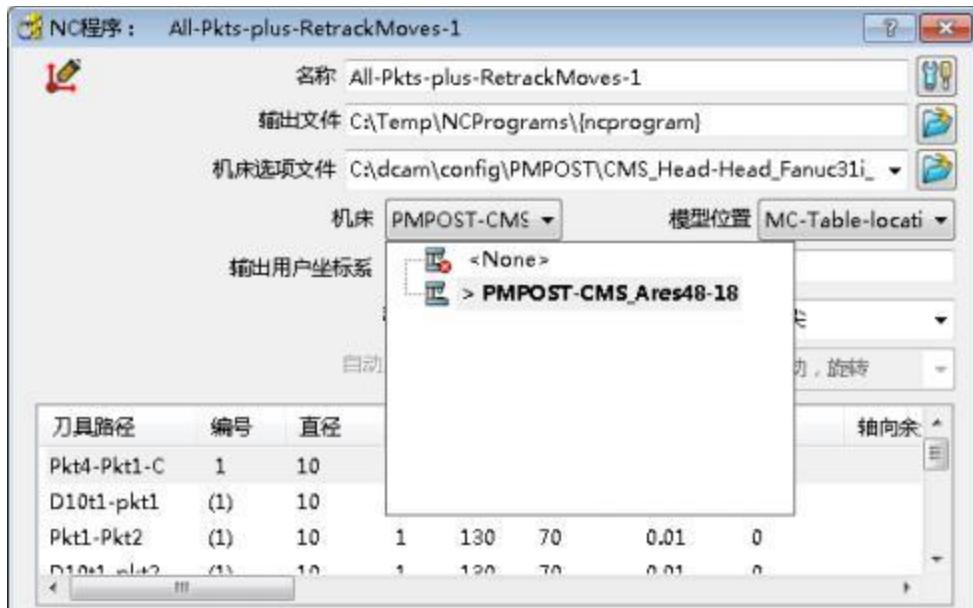
- 9 在仿真工具栏中，将速度滑块放在中间，然后点击运行。



-  可看到，CMS 机床主轴当前的总旋转角度 (C 轴) 为 450 度 (此 CMS 的最大 C 轴旋转极限是 360 度)。

- 10 右击 NC 程序 All-Pkts-plus-RetrackMoves-1，从弹出菜单选取设置，打开 NC 程序对话视窗。

- 11 在机床方框中选取 PMPOST-CMS_Ares48-18，模型位置为 MC-Table-location.

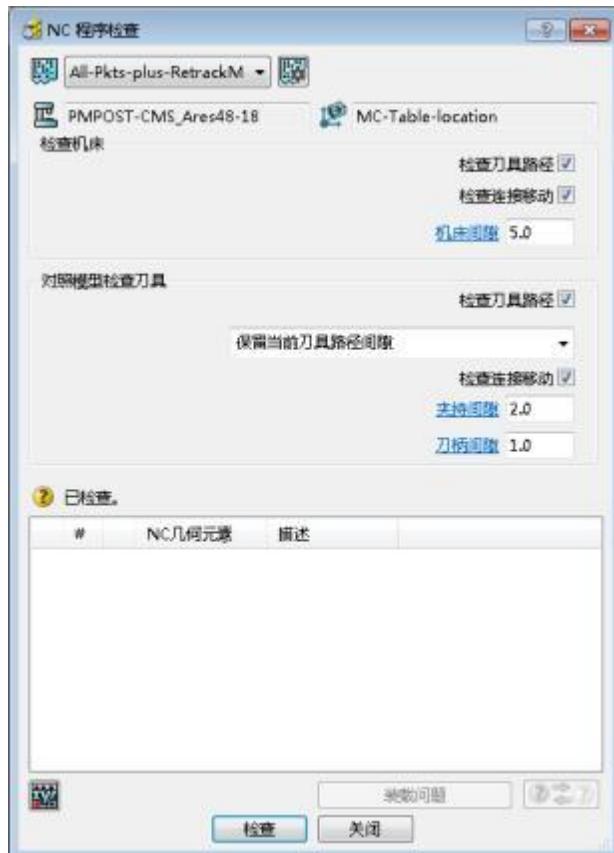


12 应用并接受此对话视窗。

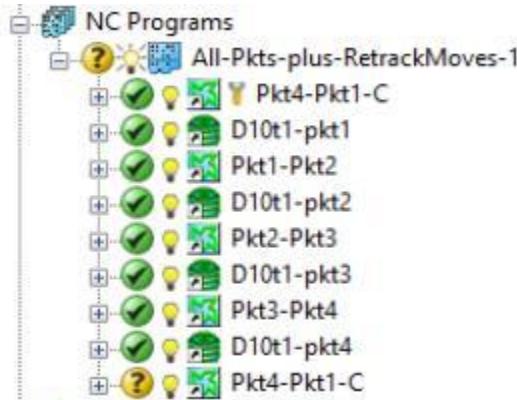
13 右击 PowerMILL 浏览器中的 NC 程序

All-Pkts-plus-RetrackMoves-1，从弹出菜单选取检查。

14 在 NC 程序检查对话视窗中，分别输入机床、夹持、刀柄间隙 5，2 和 1，然后点击检查按钮。



点击检查按钮后，上面的 NC 程序对话视窗中会报告出其中一条刀具路径导致旋转行程超出限界。此 CMS 机床仅可绕 C 轴旋转 360 度，而 NC 程序需要当前 C 轴旋转 450 度。

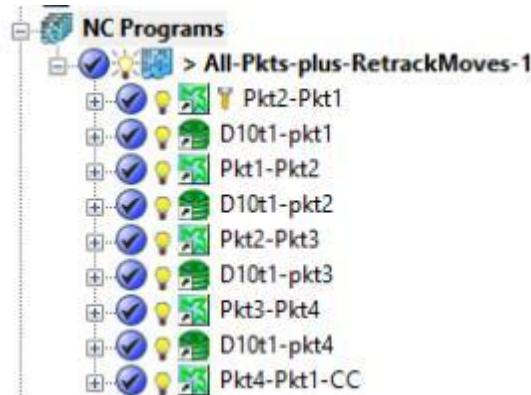


通过在 NC 程序末端使用一个从主加工区域开始的，将刀具运行回原始开始位置的不同定位移动刀具路径，可解决此问题。

15 右击 PowerMILL 浏览器中的 NC 程序，

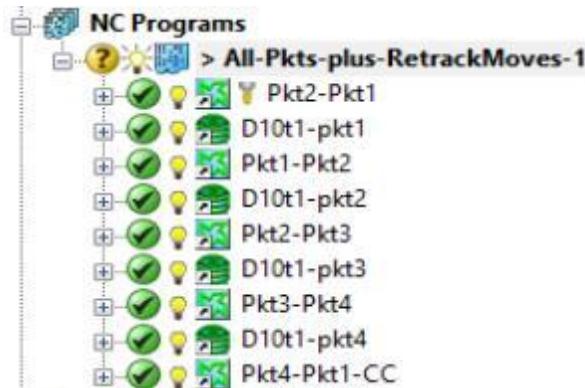
All-Pkts-plus-RetracMoves-1，从弹出菜单选取清除检查。

16 在 NC 程序 All-Pkts-plus-RetracMoves-1 中，使用 Pkt2-Pkt1 和 Pkt4-Pkt1-CC 相应替换第一和最后一个位置的刀具路径 (Pkt4-Pkt1-C)。



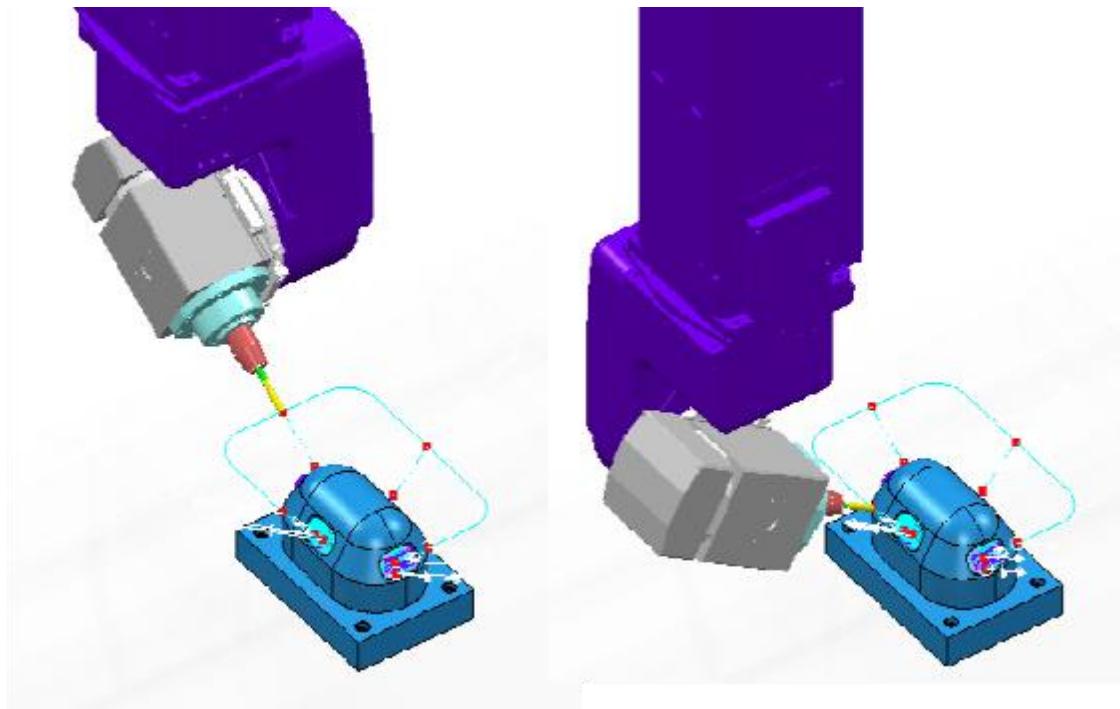
替换的刀具路径将逆时针绕 C 轴旋转，进行重新定位，这样即可将总 C 轴旋转运动保持在 CMS 机床旋转界限之内。

17 右击 PowerMILL 浏览器中更新过的 NC 程序，All-Pkts-plus-RetracMoves-1，从弹出菜单选取检查。



此时，全部刀具路径都呈绿色的检查状态 ， NC 程序检查对话视窗没有报告出任何问题。绿色状态同样表示 NC 程序中的刀具路径不仅无过切，而且不会和机床出现碰撞。

- 18 进行另一次 NC 程序仿真，观察全部处理过程。可见全部处理中的刀轴绕 C 轴的总旋转角度为 270 度最大旋转极限为 360 度）。



- 19 选取文件 – 保存项目。
20 选取文件 – 删除全部，工具 – 重设表格。

12. 加工轴控制

简介

PowerMILL 检查功能可保证刀具路径相对于工装件安全，无碰撞。然而，在 5 轴加工中，也必须检查机床的运动件是否也无碰撞。要有效检查机床是否无碰撞，仿真处理中就需要一合适的机床模型 (MTD 文件)。如果发现机床模型和工装件间存在碰撞，用户可基于原策略调整策略，对它设置适当的加工轴控制功能来解决碰撞问题。

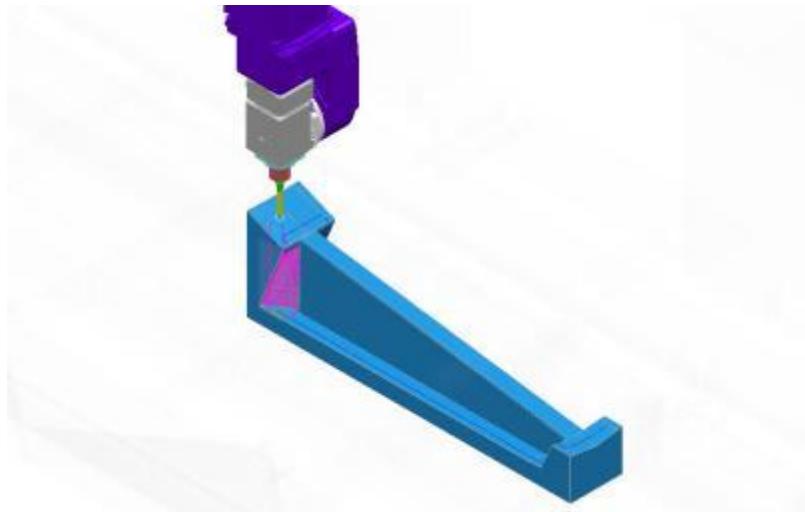
加工轴控制功能通过在加工策略中控制机床的各个部件的方向/运动来避免碰撞。

加工轴控制不仅可用于避让碰撞，也可通过应用极坐标，迫使使用旋转轴加工而不使用线性轴加工来加工那些零件尺寸超出加工机床加工范围的零件。这个功能还可用在某些使用旋转轴加工代替线性轴加工可更有效加工的特殊机床。

刀轴控制 – 重新定向 – 范例

1 打开只读项目：

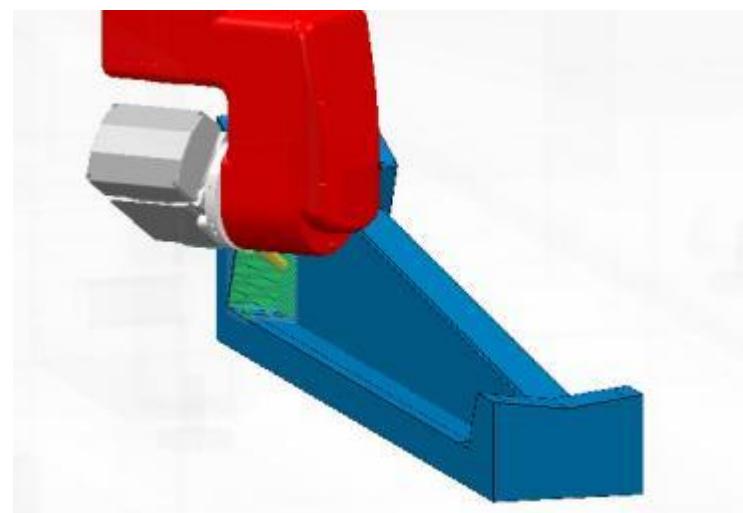
[...\\PowerMILL_Data \\five_axis\\MachineAxisCtrl\\CMS-AxisControl_Start](#)



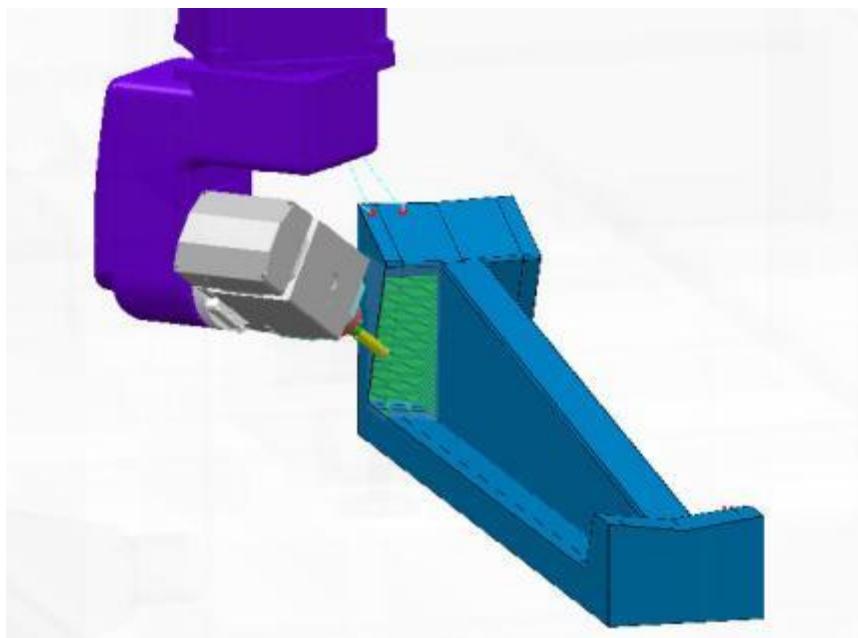
2 从主下拉菜单选取文件 > 保存项目为：

[...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\ CMS-AxisControl-ex1](#)

项目中包含有 2 个包含相同刀具路径的 NC 程序。在机床仿真中运行 NC 程序 No-OrientationMoves 可见，机床的主轴会和部件发生碰撞。



对 NC 程序 With-External-OrientationMoves 运行机床仿真可见，机床和部件间不存在碰撞，这是因为在 NC 程序中插入了额外的重新定位刀具路径，使机床主轴得以重新定向。



尽管后面一个 NC 程序提供了一个可接受的避免碰撞的方法，但这种方法十分费时、费力，而且需要用户以正确的顺序，在正确的位置产生并插入位置移动刀具路径。

- 3 选取 ISO 2 查看。
- 4 右击 PowerMILL 浏览器中的机床，从弹出菜单选取工具栏。
- 5 在机床工具栏中的用户坐标系方框中选取 Base-Centre 。
- 6 在机床工具栏选取机床模型：

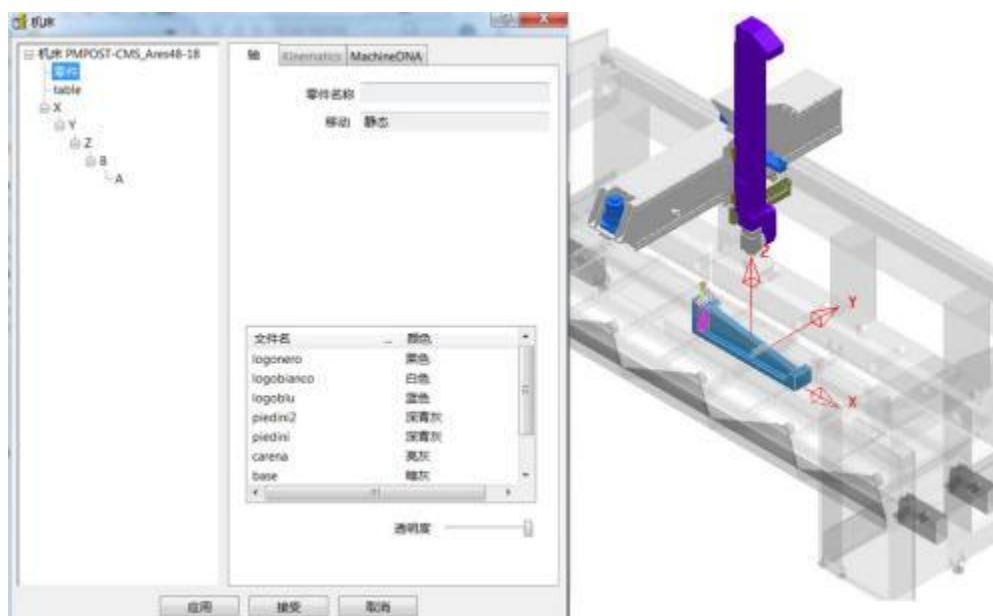
...\\PowerMILL_Data\\MachineData\\PMPOST-CMS_Ares48-18.mtd



- 7 右击 PowerMILL 浏览器中的机床 > PMPOST-CMS_Ares4， 打开局部菜单。
- 8 从弹出的局部菜单中选取设置。



- 9 在对话视窗中选取名称为 零件 条目， 移动透明度滑块，使机床模型的静态部分透明。



- 10 接受此机床对话视窗。
- 11 右击 PowerMILL 浏览器中的 NC 程序 No- Orientation Moves， 从弹出菜单选取自开始仿真。
- 12 点击仿真工具栏中的运行按钮。

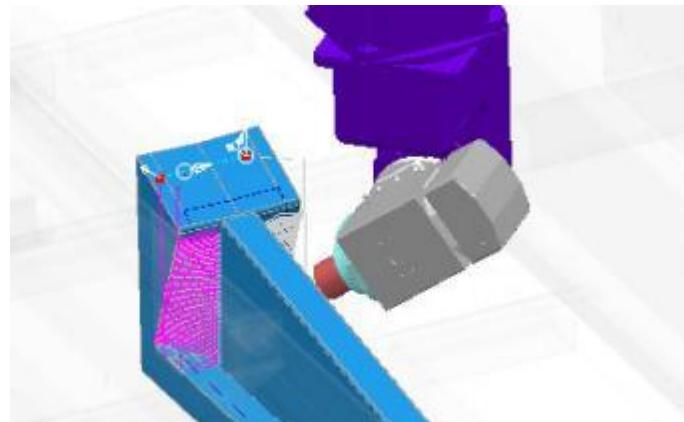


几条路径后，机床的主轴就和部件出现碰撞。发现碰撞后，PowerMILL 警告方框随即出现在屏幕，机床主轴变为红色。

- 13 点击 OK， 仿真会继续进行， 即使主轴仍然碰撞（每次碰撞出现主轴都会变成红色）。

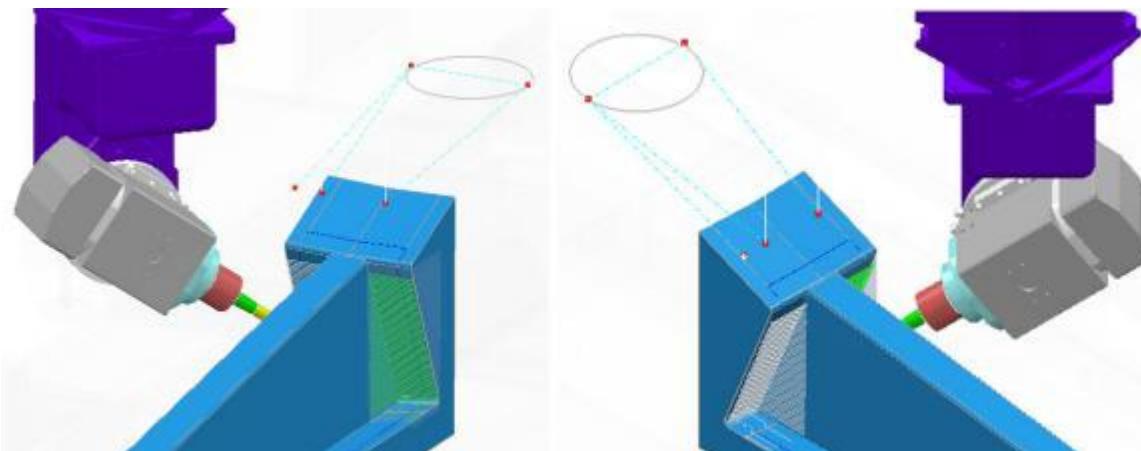


机床模型仿真碰撞检查和报告功能需要额外购买，否则检查仅供直观查看使用。



当 NC 程序仿真移动到筋的另一侧，主轴碰巧相对于部件不存在碰撞。这很难预测，而且改变次序或是插入新的刀具路径到 NC 程序后，很可能出现碰撞。

14 右击 PowerMILL 浏览器中的 NC 程序 WithExternal-OrientationMoves，从弹出菜单选取自开始仿真。



这次主轴在仿真过程中自始至终没有碰撞。



这里在 NC 程序中按需要插入了驱动曲线刀具路径，从而迫使主轴做了重新定向运动。

如前面提到，这种方法的唯一问题是，由于这些运动是后期增加的，因此，如果刀具路径次序改变，或是在 NC 程序中增加了额外的刀具路径，那么结果就不确定了。

使用加工轴控制对话视窗可更有效、更直接地对各个独立的策略的主轴进行定向。

15 确认两个 NC 程序都未激活。

16 通过局部菜单激活然后设置刀具路径 No_Orientation_1。



17 在等高精加工对话视窗中选取复制 ，重新命名刀具路径为 Orientation_AZ180。

18 选取对话视窗的加工轴控制页面，设置方向类型为方向矢量，方向矢量为固定方向，输入方向 - 方位角 180。



通过将缺省的方向类型由自由改变为方向矢量，主轴方向现在可直接在策略内控制。和原始刀具路径相比，加工轴控制使主轴绕 Z 轴旋转了 180 度。

19 点击计算，产生新的刀具路径，关闭对话视窗。

20 在局部菜单中激活然后设置刀具路径 No_Orientation_2。



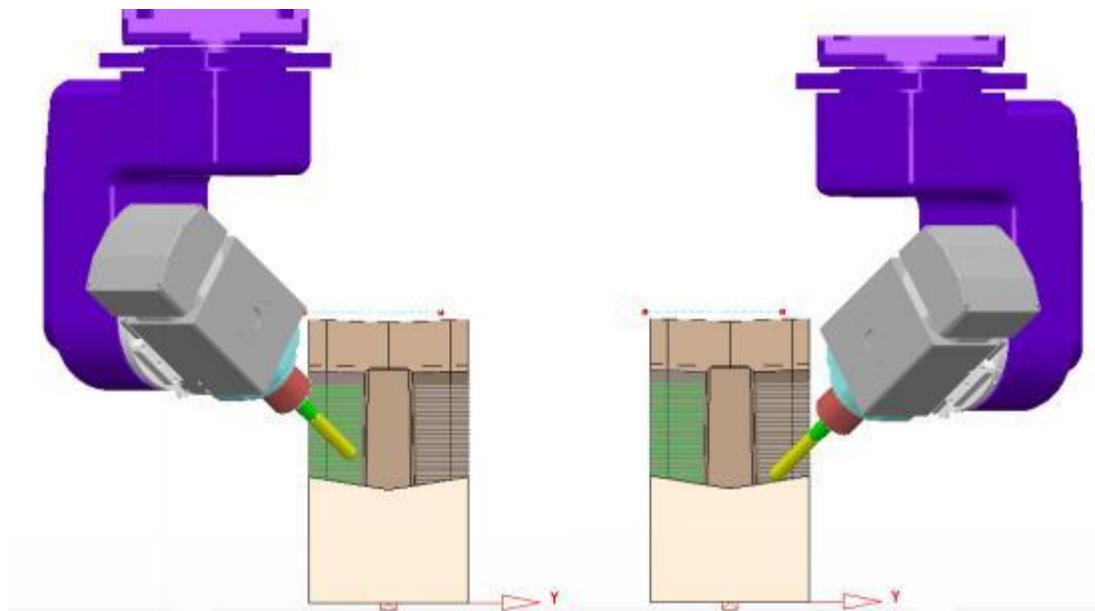
21 在等高精加工对话视窗中选取复制 ，重新命名刀具路径为 Orientation_AZ0。

22 在加工轴控制页面严格按照下图在表格中输入相关数据，设置方向 - 方位角 0。



于是加工轴控制将对方向矢量使用缺省的方向矢量值：方位角 0，仰角 0。23 点击计算，产生新的刀具路径，关闭对话视窗。

- 24 产生一名称为 Internal-OrientationControl 的新 NC 程序，它中间包含 2 条新的刀具路径 Orientation_A180 和 Orientation_AZ0。
- 25 激活机床模型 PMPOST-CMS_Ares48-18，对新的 NC 程序运行全机床仿真，检查主轴运动，看看是否全程无碰撞。
- 26 在 NC 程序中反转刀具路径 Internal-OrientationControl 次序，再次运行全机床仿真，检查主轴运动，看看是否存在碰撞。



在策略中直接应用加工轴控制消除了额外定位刀具路径的必要。从上图可见，加工刀轴控制现在 2 个新策略中独立地控制着刀轴方向。

动态加工控制(需购买 Advanced Simulation 高级仿真模块)

动态加工控制选项  自机床工具栏访问。



可使用下图所示的动态加工控制工具栏来动态控制加工轴。

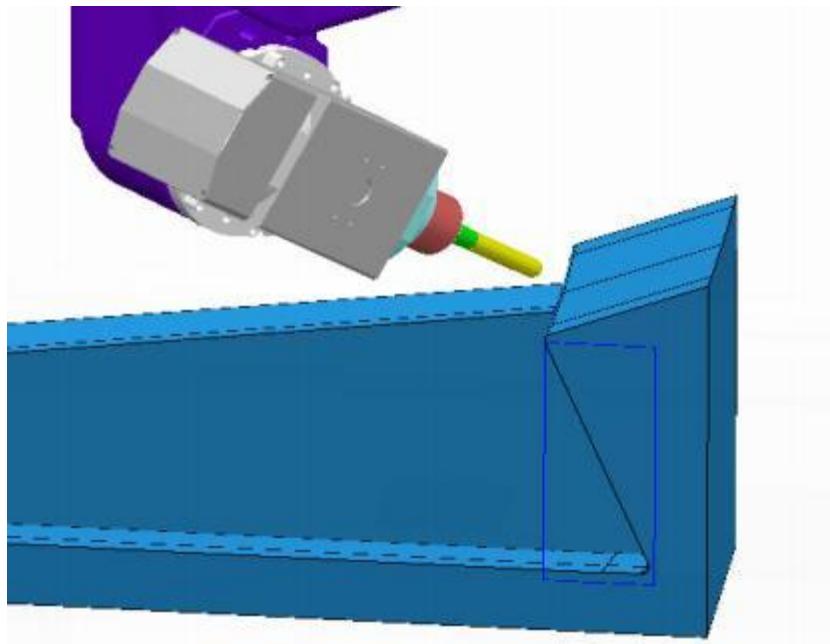


直观检查机床可达性

可绕零件动态移动激活刀具和机床主轴，以直观检查相对当前方向的可达性。

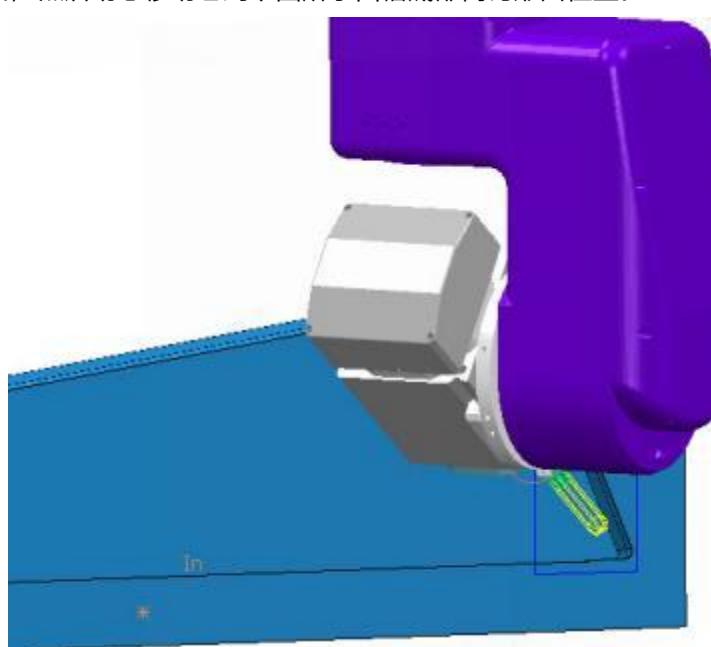
- 1 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 No_Orientation_2，从弹出菜单选取自开始仿真。

- 2 微调刀具到固定加工定向的开始位置，然后从机床工具栏选取动态加工控制 

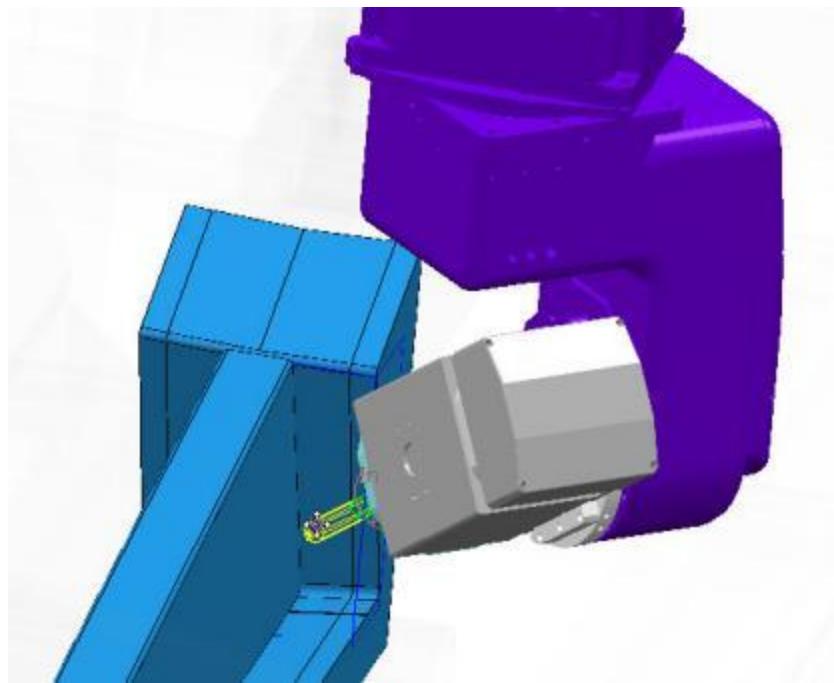


- 3 在动态加工控制工具栏中，选取使用刀具定位图形 

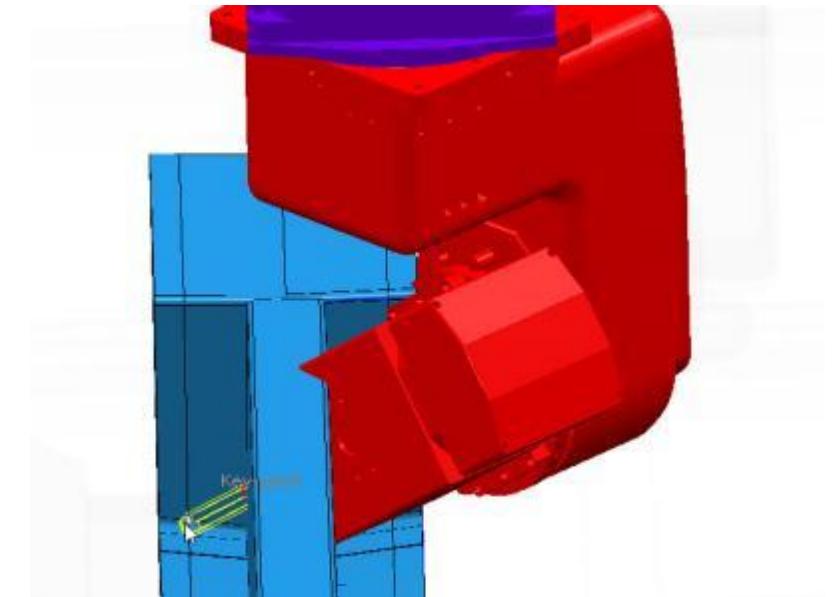
- 4 点击刀尖，然后动态移动它到下图所示凹槽底部倒钩形面位置。



- 5 旋转查看，从不同角度查看新位置。



- 6 动态拖动刀具到模型另一侧的某个‘关键点’。



如果零件和机床模型出现碰撞，机床主轴颜色即改变为红色。

- 7 点击动态加工控制工具栏末端绿色的勾 ，关闭该工具栏，此时刀具仍然显示在其最终位置。



如果选取了新的刀具路径仿真，或是选取了机床菜单中的返回原点，上面的刀具最终位置即自行取消。



如果选取了红色的叉 ，那么刀具即会自动回到打开动态加工控制工具栏之前的位置。

动态机床重新定向应用到刀具路径



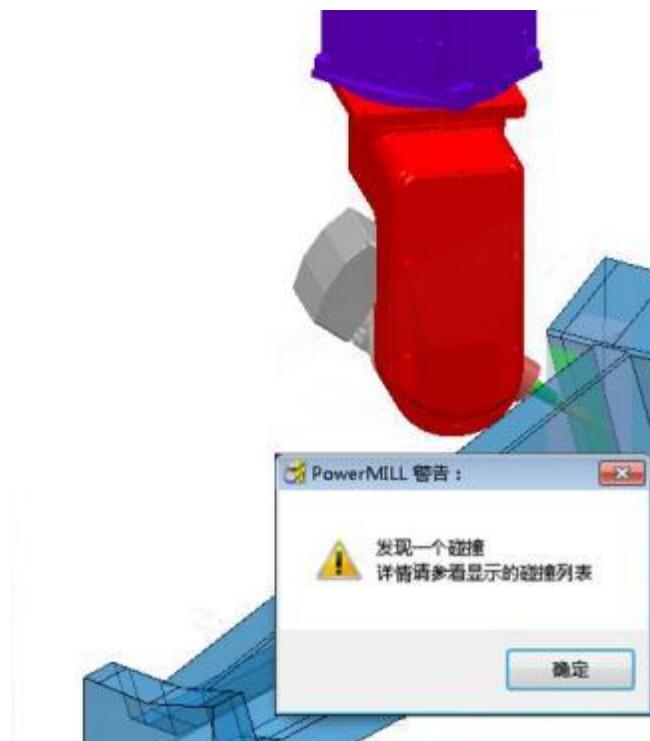
缺省的动态加工控制工具栏设置是使用机床图形。

可动态重新定向机床的旋转轴分量并应用到激活刀具路径。

其它的选项包括：

- a 使用机床图形  - 相对于机床模型原点应用动态旋转和线性移动（缺省设置）。
- b 激活用户坐标系图形模式  - 相对于激活用户坐标系应用动态旋转和线性移动。
- c 锁住刀轴方向  - 锁住当前旋转轴方向，仅允许刀轴在 X、Y、Z 方向做动态线性移动。

- 8 右击 PowerMILL 浏览器中的刀具路径 No_Orientation_1，从弹出菜单选取编辑 - 复制刀具路径。
- 9 重新命名刀具路径为 Dynamic_Orientation_1。
- 10 激活此刀具路径，运行机床仿真，直到第一次发现主轴碰撞。

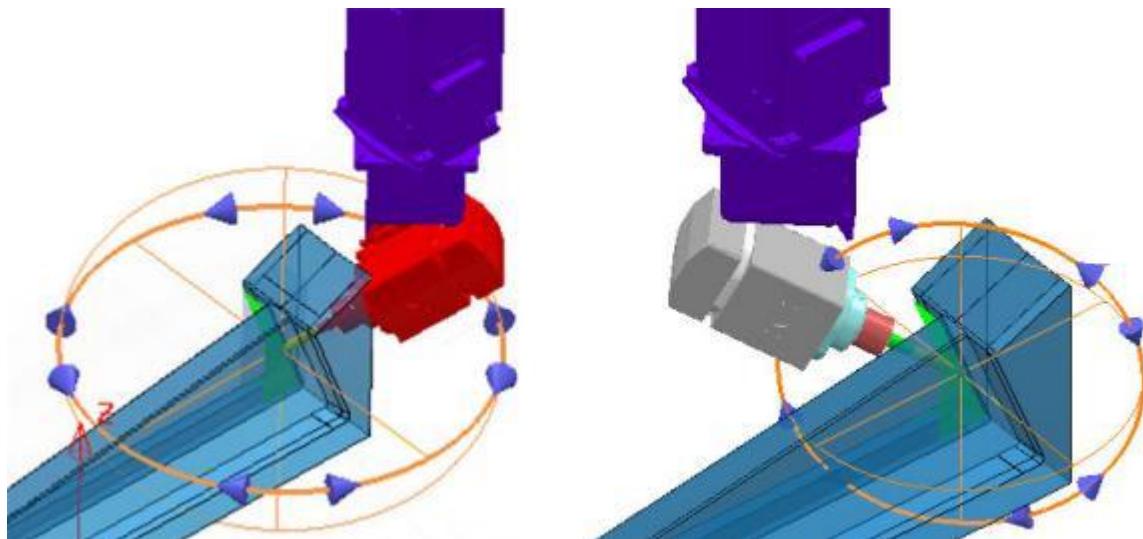


- 11 点击 PowerMILL 警告对话视窗中的确定。

12 选取机床工具栏中的动态加工控制 .



13 使用缺省的使用机床图形选项 .

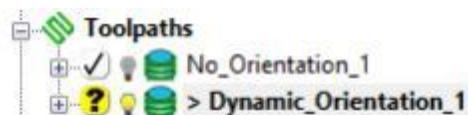


14 使用上面的圆圈手柄旋转主轴到左上，随后使用下面的圆形手柄旋转主轴到右上方向。

15 得到理想的机床方向后，点击更新刀具路径图标 .

16 点击绿色勾，接受改变，关闭动态加工工具栏。

 刀具路径现在的过切和碰撞状态为未知。



17 检查修改后的刀具路径 Dynamic_Orientation_1 的过切和碰撞（间隙 - 夹持 2，刀柄1）。



可见现在刀具路径相对于刀具组件无过切和碰撞。

18 右击机床模型，从弹出菜单选取 问题。

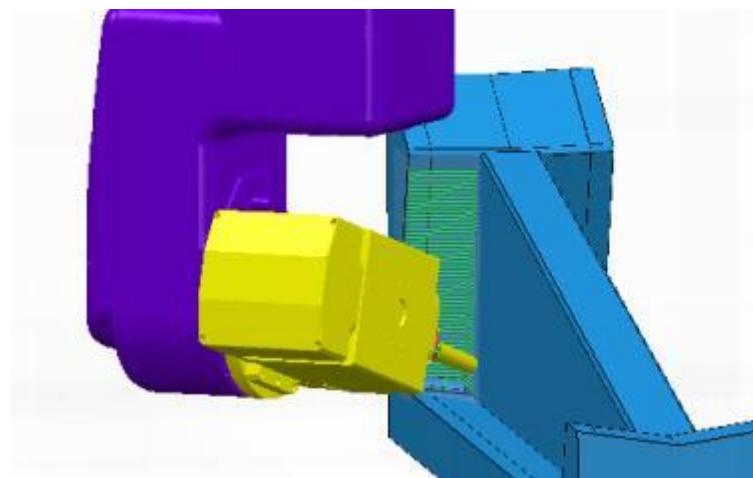


19 在对话视窗中输入适当的机床主轴间隙值。

20 清除发现的问题列表，再次运行机床仿真，确保主轴组件安全，无碰撞。



仿真过程中，遇到碰撞时，机床主轴其颜色将改变为黄色。



21 保存项目。

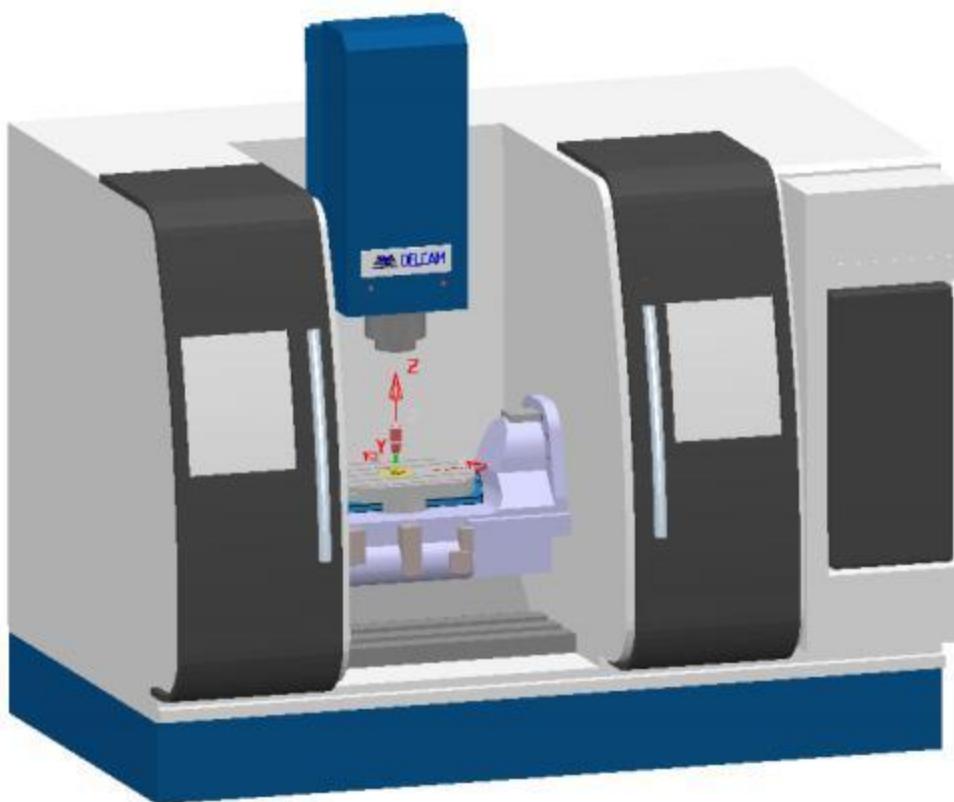
22 删除全部，重设表格。

刀轴控制 - 极坐标 - 范例

下面项目中包括一把刀具 Bn16，一条 3 轴刀具路径，Mazak Variaxis 机床模型以及部件模型。部件模型长度尺寸超出了 Mazak Variaxis 机床行程的最大 X 轴和最大 Y 轴限界。但是，如果能够将部件最长的一端对齐在机床 Y 轴行程的最小限界内，那么就可通过 4 个步骤来加工此模型。为此，可使用刀轴控制 - 极坐标选项来将全部 X 轴的线性运动转换为 C 轴旋转运动（绕 Z 轴）。

- 1 打开只读项目：

...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\MachineAxisCtrl\\Mazak-OversizeCompt_Start



- 2 从主下拉菜单选取文件 - 保存项目为：

<...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\Mazak-OversizeCompt-ex1>

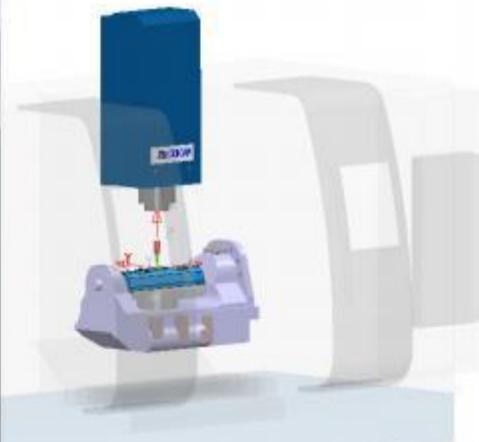
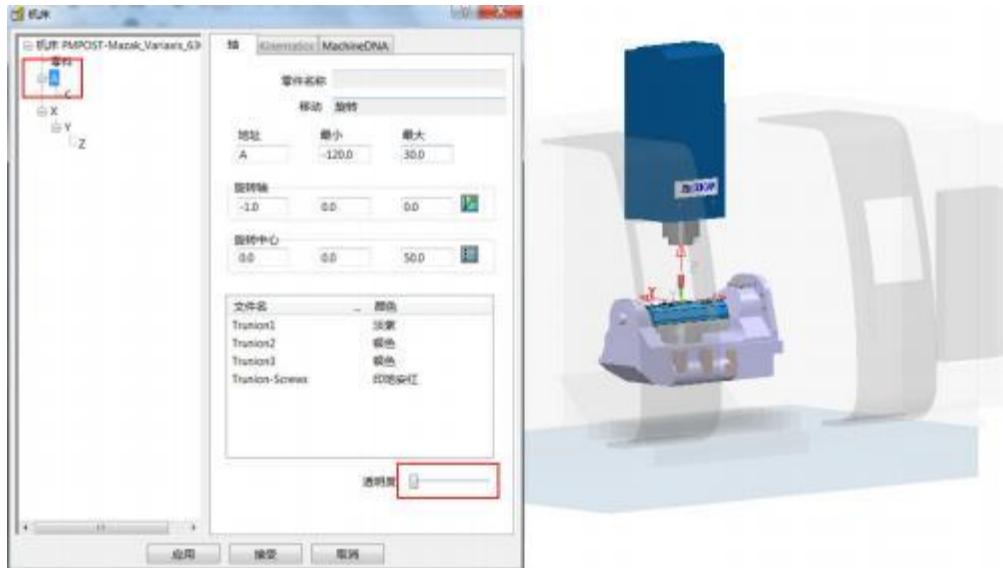
- 3 通过 PowerMILL 浏览器中的机床域，激活机床模型 PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA。

- 4 从主下拉菜单选取查看 - 工具栏，确认菜单中仿真、和机床选项均被勾取。

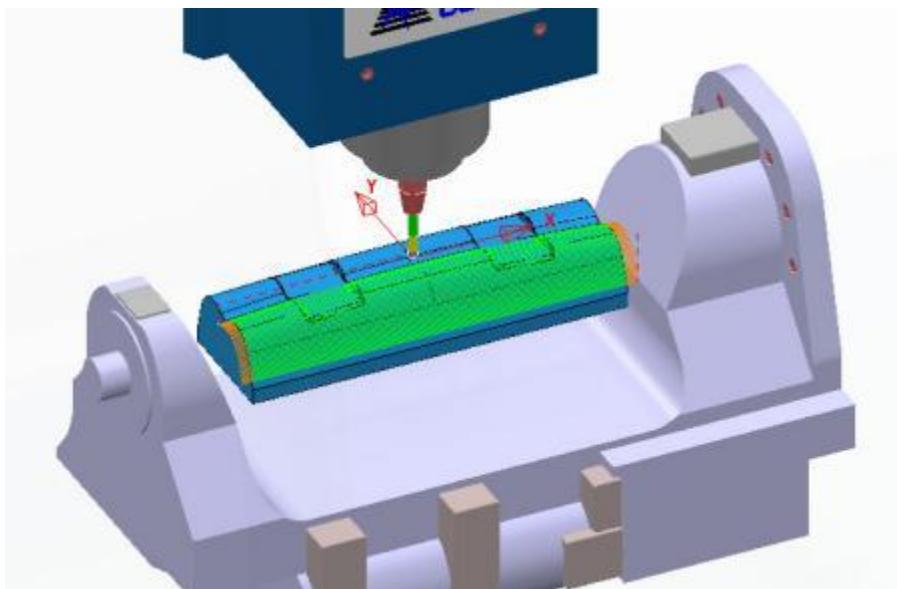
- 5 在机床工具栏中，选取名称为 PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA 的机床和名称为 TableDatum 的用户坐标系。



- 6 右击 PowerMILL 浏览器中机床项目下的 PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA , 从弹出菜单选取设置。



- 7 在对话视窗中选取 A , 将透明度滑块向左移动, 直到可透过机床模型的静止件能够清楚地看见运动件。
 8 右击 PowerMILL 浏览器中已有的刀具路径, 从弹出菜单选取自开始仿真。



- 9 点击仿真工具栏中的运行, 于是屏幕上出现下图所示的 PowerMILL 错误 对话视窗。



仿真刀具路径的 X 坐标超出了机床的 X 轴行程。注：行程限界包含在机床模型定义。

10 右击 PowerMILL 浏览器中的已有刀具路径，从弹出菜单选取激活，然后选取设置，打开对话视窗。



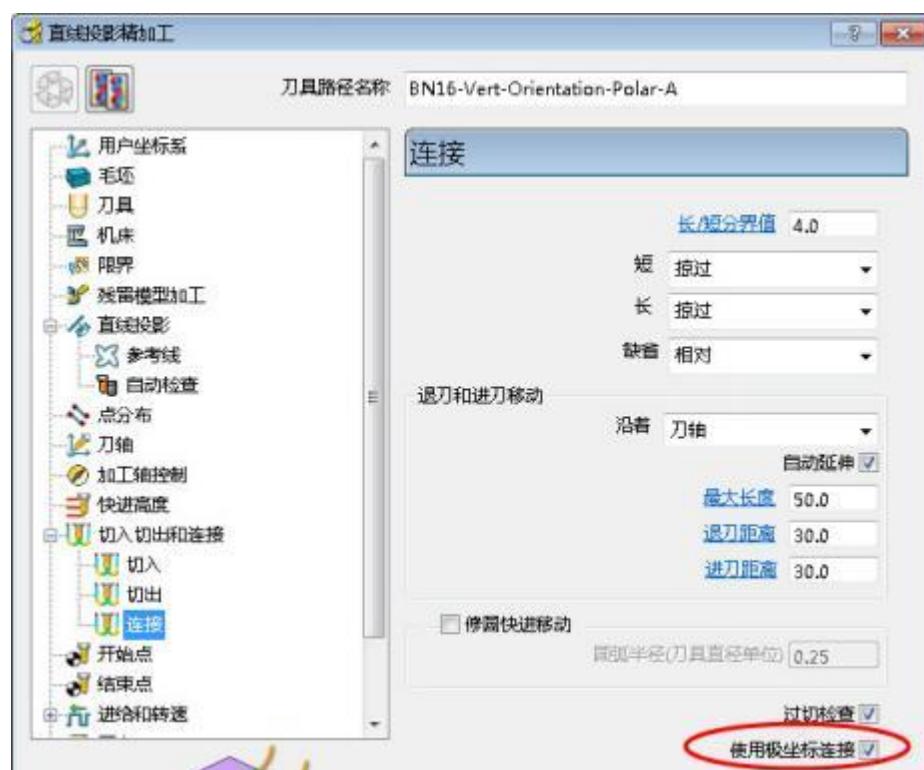
11 点击直线投影精加工对话视窗中的复制。

12 在对话视窗中将刀具路径重新命名为 BN16-Vert-Orientation-Polar-A。

13 在对话视窗的浏览器中选取加工轴控制页，按照下图输入相关值。

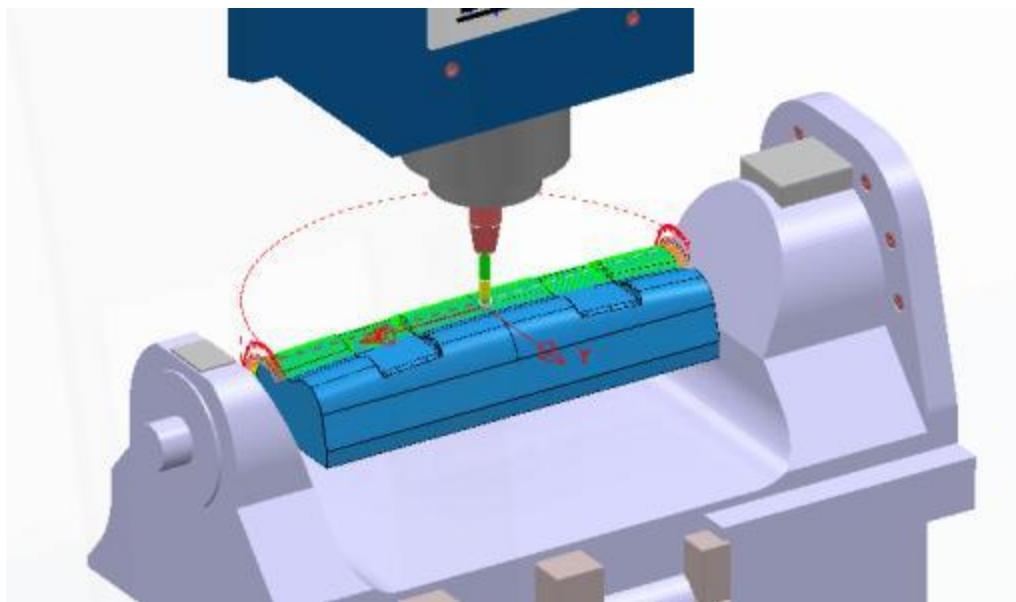


14 点击 ，按照下图改变连接页并输入相关值，同时勾取使用极坐标连接。

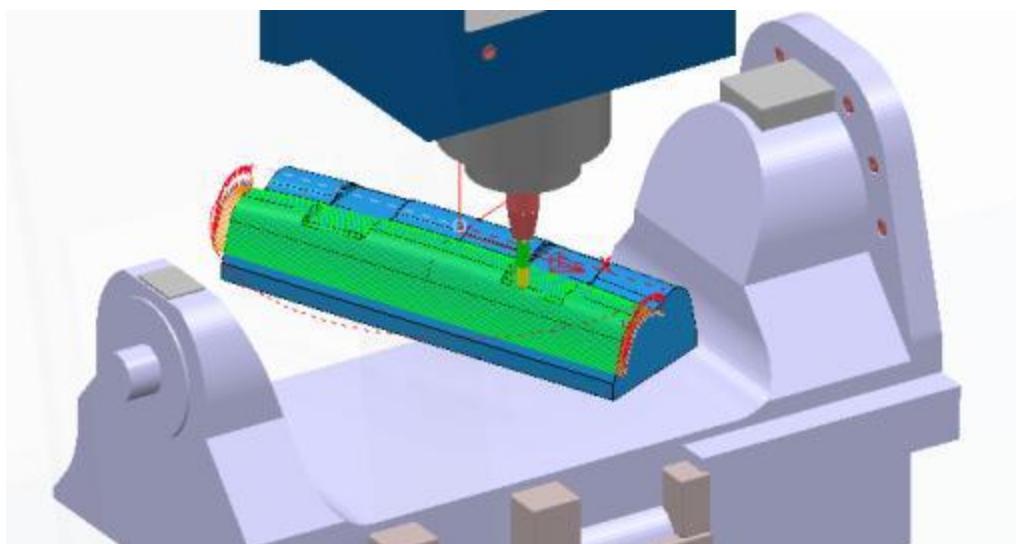


15 计算此新的刀具路径。

16 右击 PowerMILL 浏览器中新产生的刀具路径，从弹出菜单选取自开始仿真。



17 点击仿真工具栏中的运行，这次即可从头到尾顺畅进行仿真。



原始刀具路径中的全部 X 轴切削运动，在新的刀具路径中均转换成 C 轴旋转运动，刀具移动被限制在了工作台中心朝向最小 Y 轴行程限界内。

18 选取文件 - 保存项目。

练→

- 1 复制上述刀具路径，并将它重新命名为 BN16-Vert-Orientation-Polar-B。
- 2 在加工策略对话视窗中输入适当的数据，精加工另一半零件，使模型保持在 Mazak 机床的刀轴限界内。
- 3 选取文件 - 保存项目。

13. 机床模型

简介

PowerMILL 刀具路径仿真中可包含机床模型，这对多轴加工而言尤其重要。

首先必须得到机床中的全部独立运动件的三角形模型（如 dmt 或 stl 格式模型），而且用户需获取精确的尺寸以及和指定机床设置相关的任何其它细节。

这些独立的三角形模型文件保存在机床仿真规划文件(mtd)相邻的一个文件夹中。

通过复制修改已有具有相似配置的机床 mtd 文件，可更方便地产生新的 mtd 文件。

必须保住机床仿真模型动力学和对应的后处理输出相同。

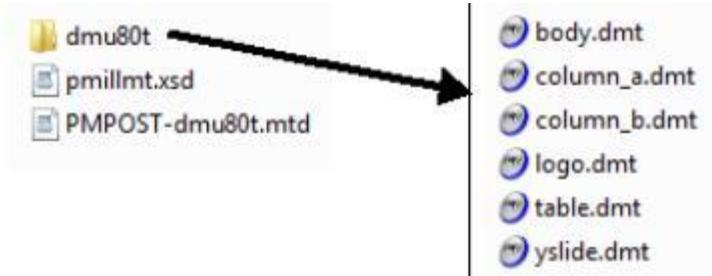
如何配置仿真机床

第一步是产生机床中每个可动轴独立的部件模型（最好是使用 PowerSHAPE），必须将它们输出为独立的可供 mtd 文件使用的三角形模型。下面范例已产生并提供了这些模型，可直接注册到新的 mtd 文件。

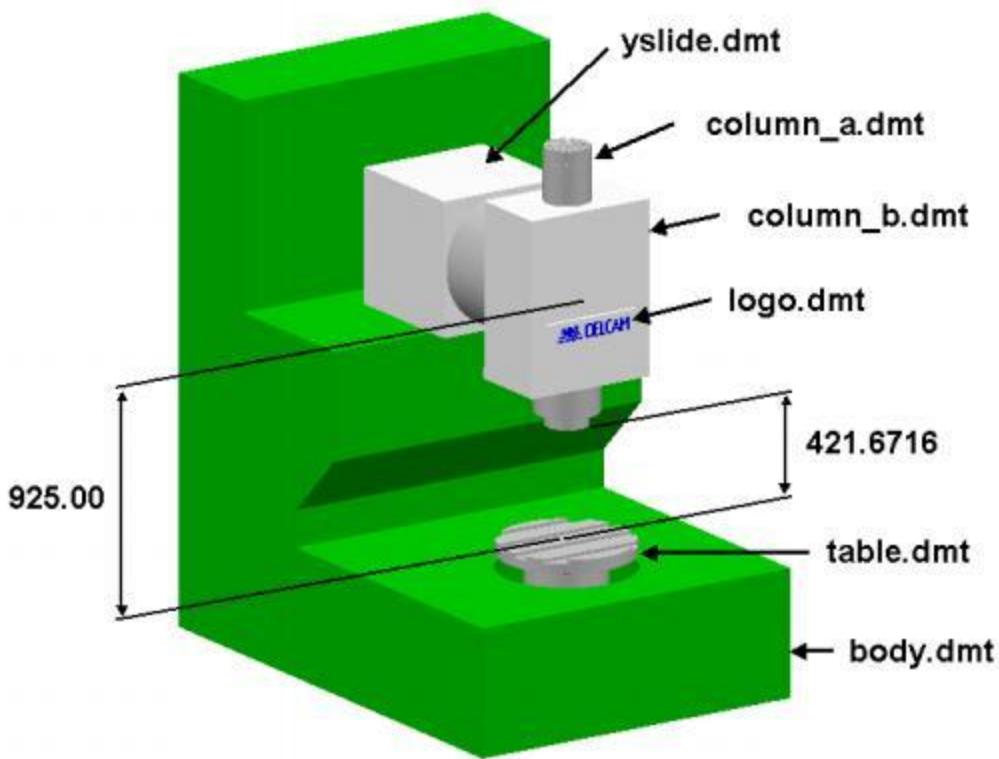
mtd 文件包含有描述某个机床的动力学情况的信息。

mtd 文件必须和规划文件 pmillmt.xsd 位于同一文件夹中。

同样，在这个位置必须有一子文件夹，子文件夹中需包含机床中全部固定和移动件的三角形模型dmt。



dmu80t 5 轴机床模型



上图给出了 5 轴加工机床 dmu80t 中的 6 个独立的三角形模型，同时也给出了工作台顶部到主轴底部的垂直距离 (421.6716)，以及工作台顶部和到旋转轴中心的垂直距离 (925.00)。

machine_part 机床零件

mtd 文件由对象 machine_part 组成。这中间必须有两个 machine_part 对象，它们是“head”主轴和“table”工作台，它们必须以“head”和“table”识别。注：在 mtd 文件中，它们的名称必须小写。

在上面的机床中，X, Y, 和 A 轴 (绕 Y 轴旋转的轴) 由“head”控制，Z 轴和 B 轴 (绕 Z 轴旋转的轴) 由“table”控制。

线性轴控制

必须存在 X, Y, 和 Z 且仅支持右手轴坐标系规则。

它们可在任何方向，只要它们彼此垂直。

可配置的轴类型是：

Simple_linear: 定义需要 direction 方向。

旋转轴控制

旋转轴通常由 A, B, 或 C 轴控制，最好能够选取和相关后处理器相匹配的相同输出。注：如有可能，可指定每个旋转轴的角度限界。

可配置的轴类型是：

simple_rotary: 定义需要 position 位置和 direction 方向。

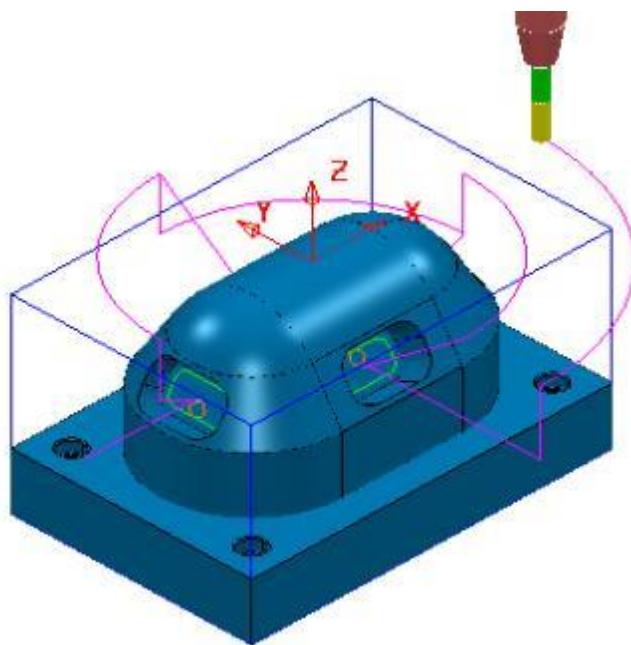
MTD 机床模型文件初始状态

尽管这些独立的三角形模型都和机床模型装配都具有正确的位置关系，但仍然需要在 mtd 文件中输入一些关键尺寸。在此范例中，这些尺寸包括自工作台顶部 (0 0 0) 到主轴底部(0 0 421.6716) 的 ‘gauge’ 轨距距离，以及旋转轴中心坐标(0 0 925)。

范例：Mazak 5 轴机床 MTD 机床模型文件

- 1 选取文件 – 打开项目：

....\PowerMILL_Data\five_axis\MachineToolModels\MTD-Ex1_Start



- 2 选取文件 – 保存项目为：

....\COURSEWORK\PowerMILL_Projects\ MTD-Example1

保存在上述项目中的机床模型定义了：

- a 全部独立机床部件的位置。
- b 2 个旋转轴的方向以及 3 个线性轴的 +/- 移动。
- c 5 个轴各自的最大/最小行程。

- 3 从主下拉菜单选取查看 – 工具栏 – 机床，打开机床工具栏。也可右击 PowerMILL 浏览器中的机床，从弹出菜单选取工具栏。



选取机床工具栏中的输入机床模型选项 。

- 4 在对话视窗中选取机床模型文件：

....\PowerMILL_Data\five_axis\MachineToolModels\PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA.mtd



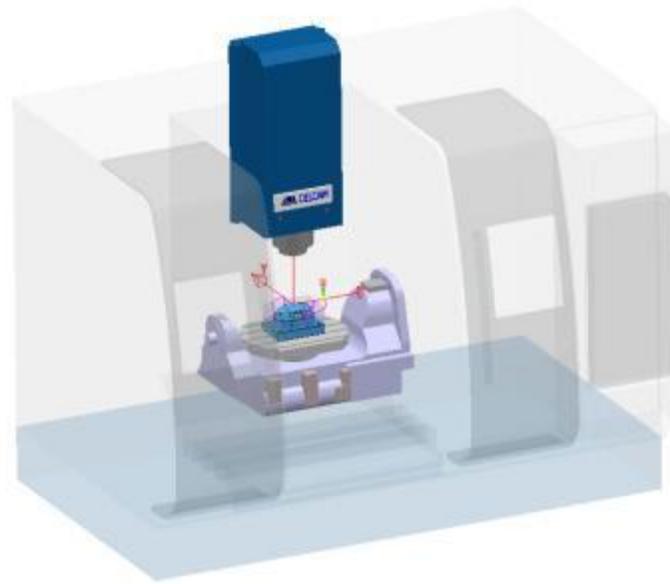
- 5 右击 PowerMILL 浏览器中的机床模型 **PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA**，从弹出菜单选取激活，然后选取设置。



- 6 选取机床对话视窗中的零件。

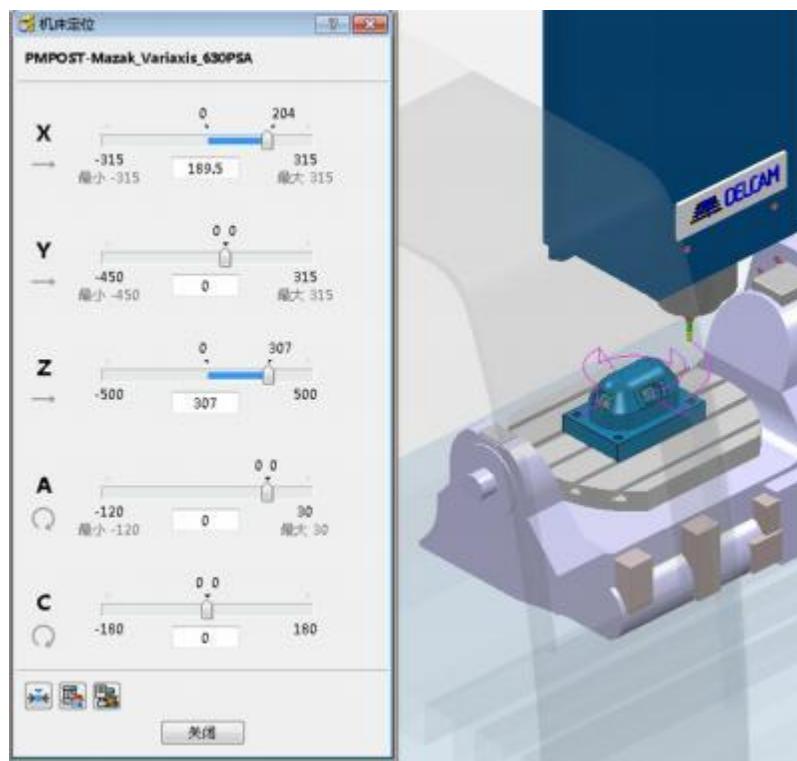


- 7 向左移动透明度滑块，直到机床床身几乎不可见。



8 右击刀具路径 EM12-FinPkts，从弹出菜单选取自开始仿真。

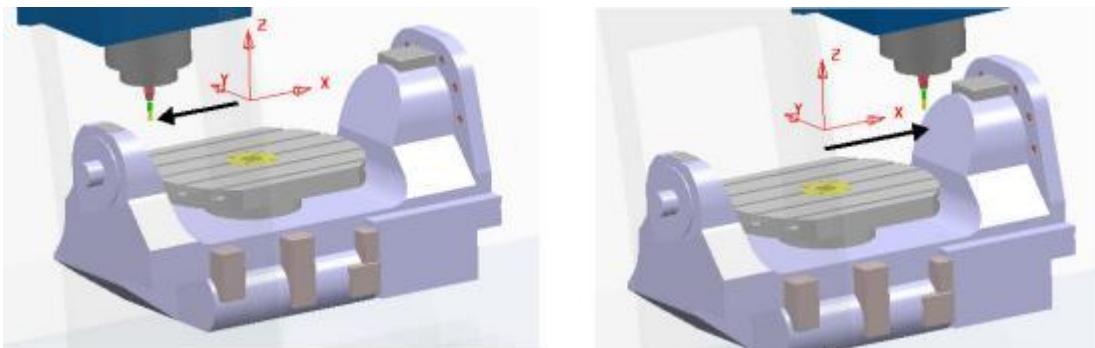
9 选取机床工具栏中的机床显示  选项。



10 点击 X 行滑块光标，拖动它到所需位置，或是/和使用键盘箭头，做精确的每次点击 0.5 微调。



11 按住键盘上的 Shift 键并按下向左箭头，在机床模型上做连续增量 -ve X 移动。

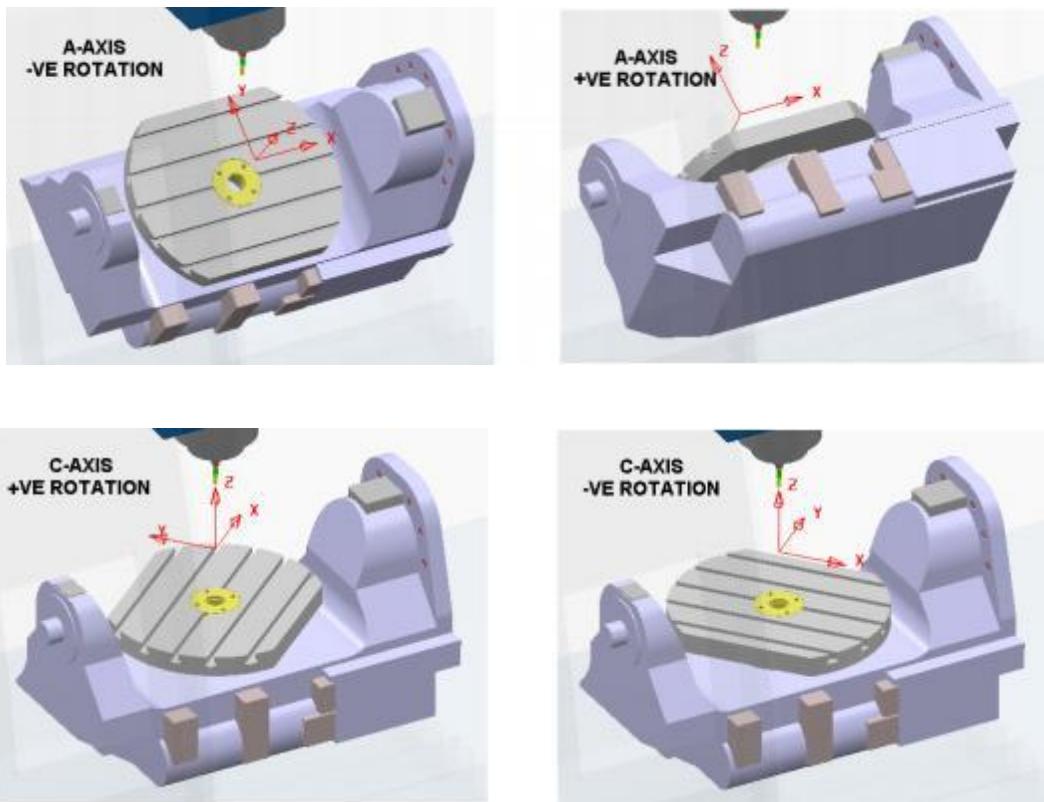


12 重复 8，但这次按住键盘上的 Shift 键并按下向右箭头，在机床模型上做 +ve X 移动。

13 按住键盘上的向下箭头键，将标记 > 移动到下一行，或是点击 Y 行光标。

14 和 上面的 8 、 9 一样，查看机床模型上的 -ve 和 +ve Y 移动。

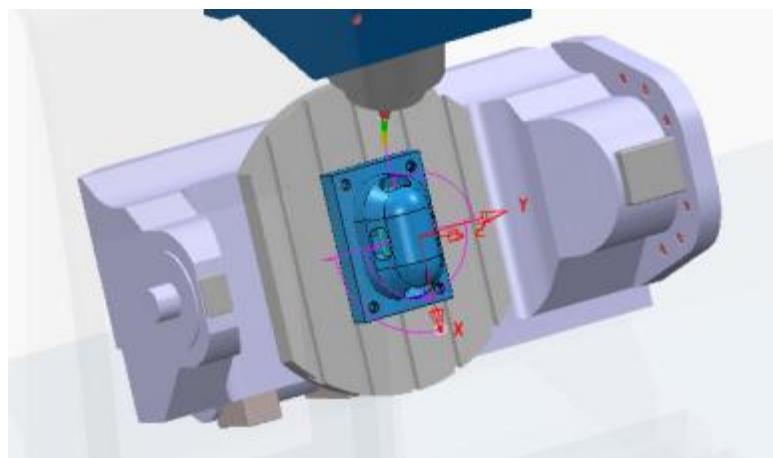
15 逐个移动到下一行，检查剩余 3 个轴在机床模型上的运动。



上图所示运动和 MTD 文件对应的实际 Mazak 机床运动完全一致。

完整仿真可直观查看并确认刀具路径的全部运动，同时也可检查机床部件的碰撞情况（需购买机床仿真授权）。

- 16 关闭加工定位对话视窗，然后对刀具路径 EM12-FinPkts 进行完整仿真。



- 17 右击 PowerMILL 浏览器中的机床 PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA，从弹出菜单选取返回原点。

连接到一有缺陷的 MTD 文件：

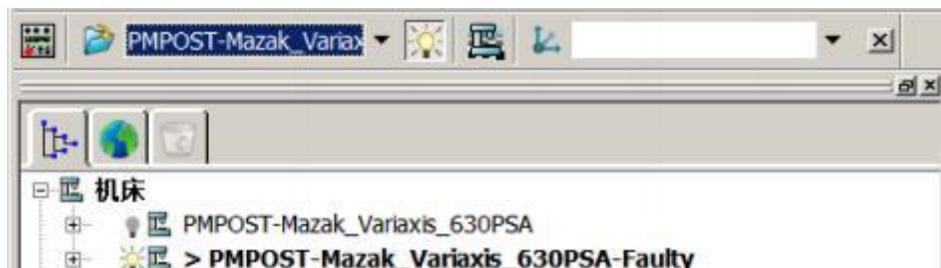
- 18 在机床工具栏中点击输入机床模型 。

- 19 选取机床模型文件：

C:\Training_Data\PowerMILL_Data\five_axis\MachineToolModels\PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA-Faulty.mtd

- 20 和前面一样，从弹出菜单打开设置对话视窗，降低机床模型中非运动部分的透明度。

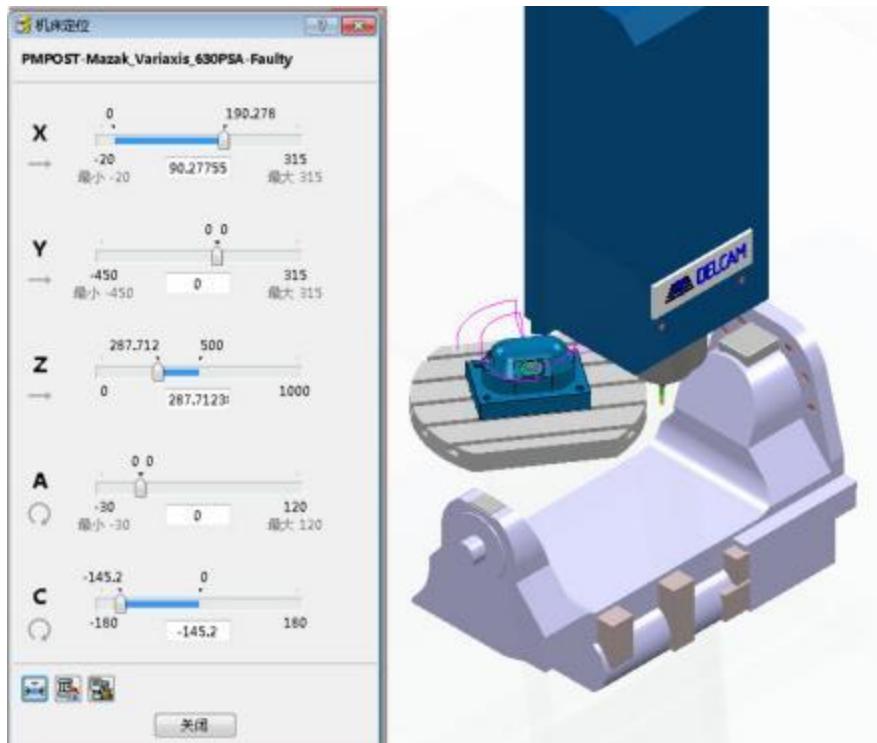
- 21 选取并打开，输入的新机床模型。



新输入的机床模型本应和已有机床完全一样运行，但由于其 MTD 文件中包含有需要修正的不正确的值，因此用户需要逐个检查线性和旋转轴运动、水平轴和旋转工作台的相对位置、以及内建行程界限等，找到错误运动。

- 22 选取机床工具栏中的机床显示 。

- 23 使用微调选项检查全部 5 个轴的 +ve 和 -ve 运动（它们应和原始项目输入的机床模型运动相同）。



当前激活 MTD 文件中存在以下C 轴缺陷：

- a 旋转工作台 (C-轴) 的 +ve/-ve 旋转运动和前面原始项目输入的机床模型方向相反。
- b 旋转工作台的旋转中心(C 轴)不居中，而是处于激活用户坐标系的 Y 轴方向的某个位置。

24 打开 Windows 文件浏览器对话视窗，进入下面文件夹：

....\PowerMILL_Data\five_axis\MachineToolModels

25 复制 mtd 文件： **PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA-Faulty.mtd**， 并将它重新命名为：
PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA-Update.mtd

26 使用 Wordpad 打开这个复制的新文件，在 mtd 文件定义旋转工作台 -C-轴部分中查找不正确的数据。

```

<machine_part>
<axis>
<control_info ADDRESS="C" />
<simple_rotary X="0" Y="250" Z="0" I="0" J="0" K="-1" />
</axis>
<model_list>
<dmt_file>
<path FILE="Mazak_Variaxis_630/table.dmt" />
<rgb R="200" G="200" B="200" />

```

需要将上面定义 C 轴的行中的 XYZ 位于工作台中心，同时需要反转 +ve/-ve 旋转方向。

27 将上面不正确的值修改为：

```
<simple_rotary X="0" Y="0" Z="0" I="0" J="0" K="1" />
```

28 保存此更新的 mtd 文件（但不关闭）。



下面将在 PowerMILL 项目中测试这个更新后的文件。



29 点击机床工具栏中的输入机床模型。

30 选取机床模型文件：

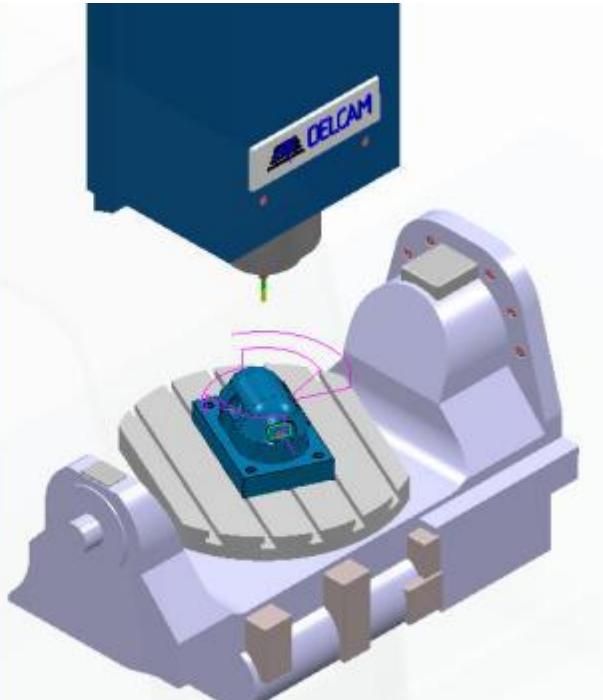
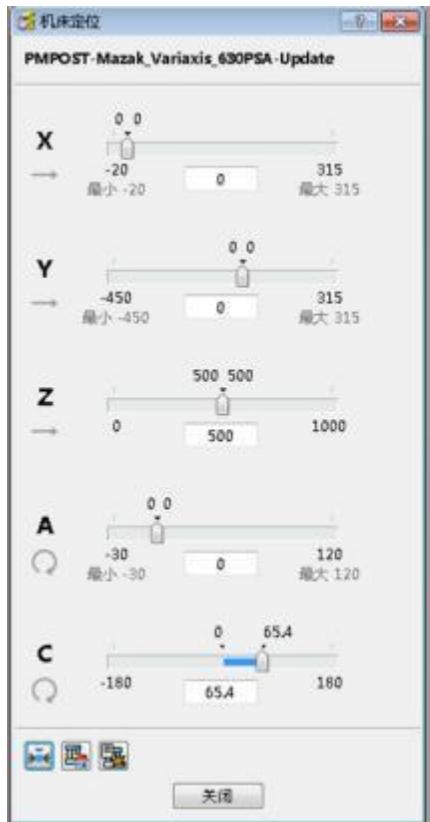
....\PowerMILL_Data\five_axis\MachineToolModels\PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA-Update.mtd

31 关闭机床模型固定部分的透明度。



32 点击机床工具栏中的机床显示。

33 使用微调选项检查旋转工作台 - C-轴的 +ve 和 -ve 运动。

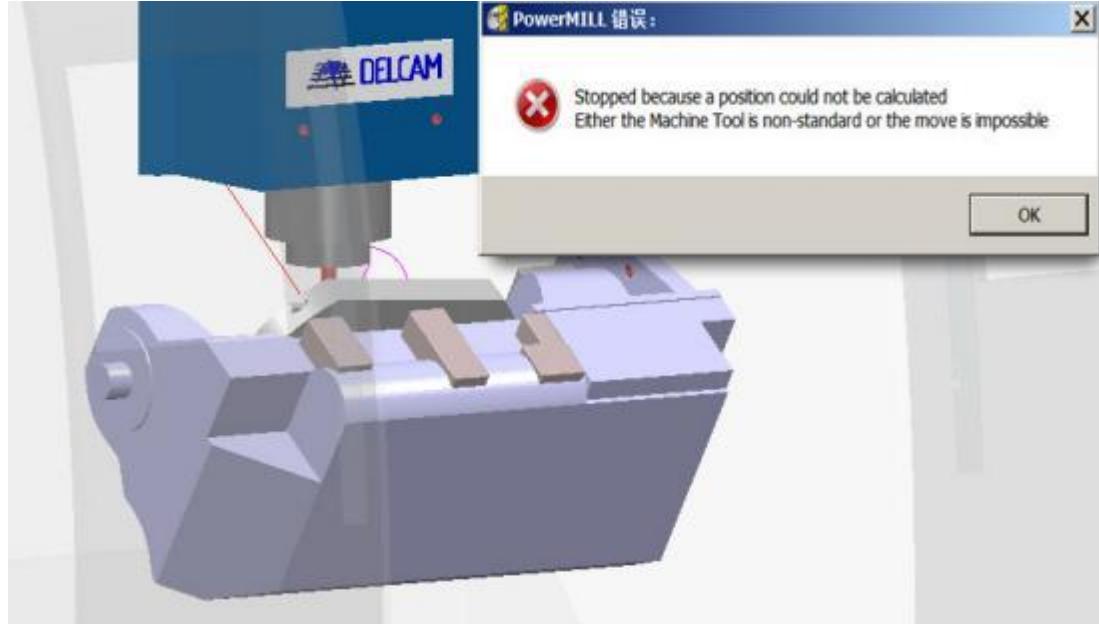


现在更新后的旋转工作台 - C-轴运动和原始的机床模型 (PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA) 完全相同。

下一步就是使用仿真来检查机床模型中的全部的线性和旋转行程是否无误。

34 右击刀具路径 EM12-FinPkts，从弹出菜单选取自开始仿真。

35 点击仿真工具栏中的运行 。



通过仿真可见，不仅水平轴朝机床后面旋转，而且由于超出了其中一个行程限界，仿真被迫停止。



不能假设这是因为 mtd 文件中存在相同的错误。

36 回到 Wordpad，在 mtd 文件定义旋转工作台 - A 轴段查找不正确的数据。

```
<!-- The table -->
<machine_part>
<axis>
<control_info ADDRESS="A" MIN="-30" MAX="120" />
<simple_rotary X="0" Y="0" Z="50" I="-1" J="0" K="0" />
</axis>
<model_list>
<dmt_file>
<path FILE="Mazak_Variaxis_630/Trunion1.dmt" />
<rgb R="210" G="210" B="255" />
```

在上面的定义 A 轴旋转行程限界的行中，我们只需要交换最小和最低值即可（已检查正确的+ve 和 -ve 旋转，而且确认无误）。

37 修改值：

```
<control_info ADDRESS="A" MIN="-120" MAX="30" />
```

38 保存这个更新的 mtd 文件（但不关闭）。



下面将在 PowerMILL 项目中测试这个更新后的文件。

39 右击 PowerMILL 浏览器中的机床 PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA-Update，从弹出菜单选取删除。



需要重新将更新后的 MTD 文件输入到项目。



40 选取机床工具栏中的输入机床模型。

41 选取机床模型文件：

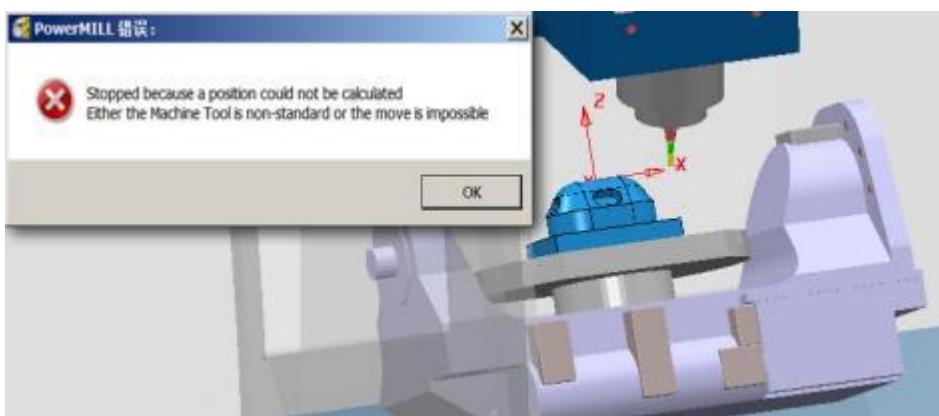
....\PowerMILL_Data\five_axis\MachineToolModels\PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA-Update.mtd

42 关闭机床模型固定零件的透明度。

43 右击刀具路径 EM12-FinPkts，从弹出菜单选取自开始仿真。

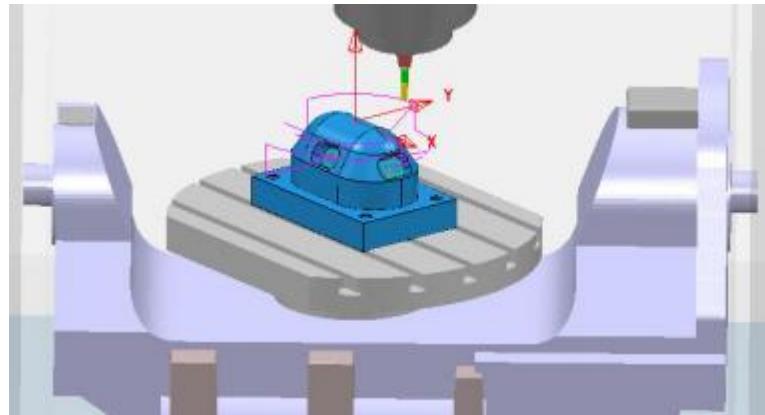


44 点击仿真工具栏中的运行。



仿真立即被终止，屏幕上出现 PowerMILL 错误警告。

45 点击 PowerMILL 警告对话视窗中的 OK，然后点击步进向前 按钮，点击警告方框中的(OK)，直到警告方框不再出现。



可见主轴沿+ve Y 方向定位无误。

46 继续步进向前，观察 -ve X 方向的全部运动，直到仿真停止，然后观察 +ve X 和 - ve/+ ve Y，查看是否无误。

47 回到 Wordpad，查看 mtd 文件定义 X 轴行程的 ‘The head’ 主轴部分的错误数据。

```
<!-- The head -->
<machine_part>
<axis>
<control_info ADDRESS="X" MIN="-20" MAX="315" />
<simple_linear I="1" J="0" K="0" />
</axis>
<machine_part>
<axis>
<control_info ADDRESS="Y" MIN="-450" MAX="315" />
<simple_linear I="0" J="1" K="0" />
</axis>
<machine_part>
```

上面定义最小 X 行程界限的行中有不正确的值 "-20"。

必须将此值改变为 "-315"。

48 修改值为：

```
<control_info ADDRESS="X" MIN="-315" MAX="315" />
```

49 保存文件。



下面将在 PowerMILL 撞目中测试这个更新后的文件。

50 右击 PowerMILL 浏览器中的机床 PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA-Update，从弹出菜单选取删除。



需重新输入更新后的 MTD 文件到项目。



51 点击机床工具栏中的输入机床模型。

52 选取机床模型文件：

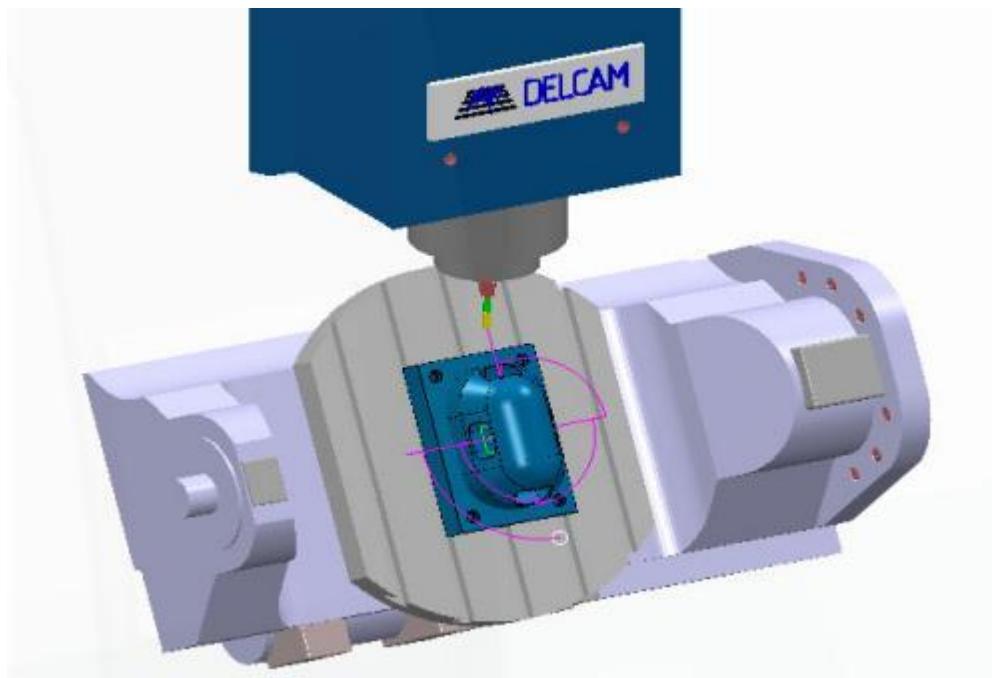
....\PowerMILL_Data\five_axis\MachineToolModels\PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA-Update.mtd

53 关闭机床模型静态部分的透明度。

54 右击刀具路径 EM12-FinPkts，从弹出菜单选取自开始仿真。



55 点击仿真工具栏中的运行。



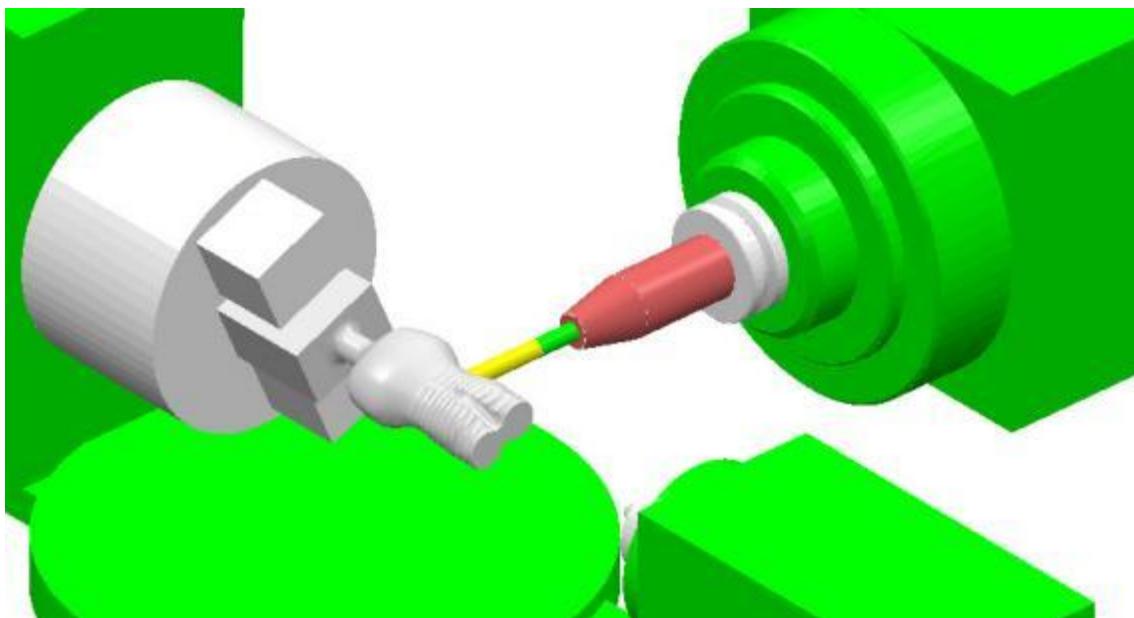
仿真现在可自始至终成功运行，没有任何停机，全部线性和旋转运动都应和原始 mtd 文件(**PMPOST-Mazak_Variaxis_630PSA**) 匹配。

56 选取文件 — 保存项目。

14. 4 轴旋转精加工

简介

这个精加工策略是为装夹在单个可编程旋转轴上加工零件的加工方法而设计。铣削过程中，部件绕 X 轴旋转，而刀具进行同步的三轴运动。



下面是 4 轴旋转精加工对话视窗中的一些主要选项概要。

X 轴限界

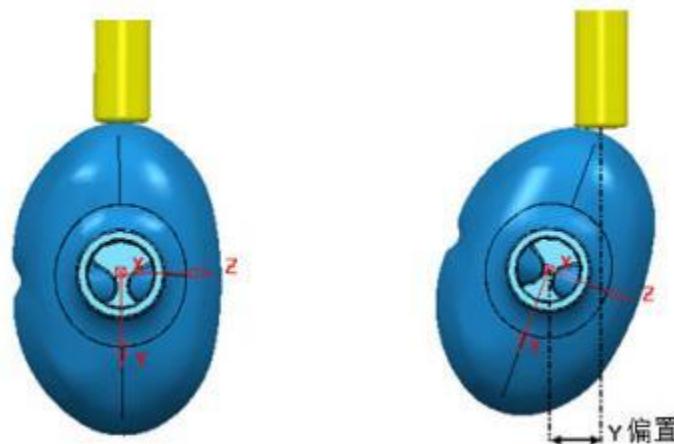
X 轴限界定义了精加工路径沿旋转轴 X 轴的绝对限界，它可手工定义或是自动按毛坯限界设置。

参专线

指定旋转铣削的加工方法，可为圆、直线或螺旋。

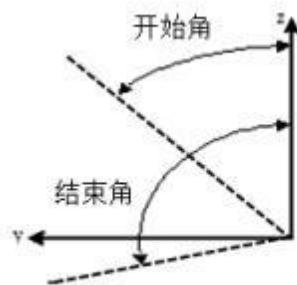
Y 轴偏置

可指定 Y 轴偏置距离，以避免使用刀尖切削。下图清晰地显示了从 X 轴查看时 Y 轴偏置如何应用到旋转形状：



角度界限

对话视窗的角度界限部分仅在使用圆形和直线铣削方式时有效。角度界限通过开始角和结束角定义。



角度界限以沿正 X 轴查看时的逆时针方向测量，加工区域在开始角和结束角之间。

切削方向

指定铣削方向，可为顺铣、逆铣或任意。

行距

在圆形和螺旋铣削模式时，它为每部件旋转一周的节距；直线铣削模式时它为一相邻路径间的角度行距。

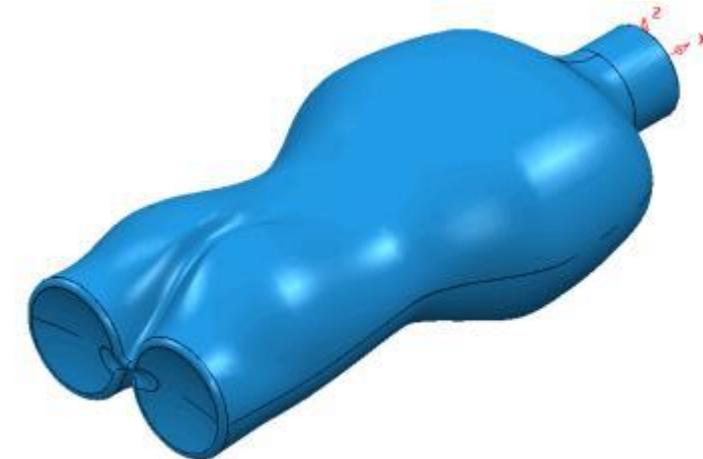
圆形旋转加工

此范例用到一个中心线沿 X 轴的瓶子模型。将使用圆形铣削方法来加工，也即工件旋转而刀轴定位于一固定方向。零件旋转的同时，刀具将沿其刀轴前后运动而产生截面形状；随后刀具按节距值移动一段距离，重复上面的旋转加工过程。

1 删除全部，重设表格。

2 输入模型：

...\\PowerMILL_Data\\Models\\rotary_bottle.dgk



3 使用由 ... 定义 - 方框，类型 - 模型，计算毛坯。

4 定义一直径为 10 的球头刀 BN10。

5 点击快进高度对话视窗中的计算。

6 在开始点和结束点对话视窗中设置使用 - 绝对值，坐标为 20 0 40。

7 设置短/长连接为掠过，缺省连接为相对

8 在策略选取器 ，选取精加工-旋转精加工选项。



■ 键入名称: **BN10-Rotary-Circular**

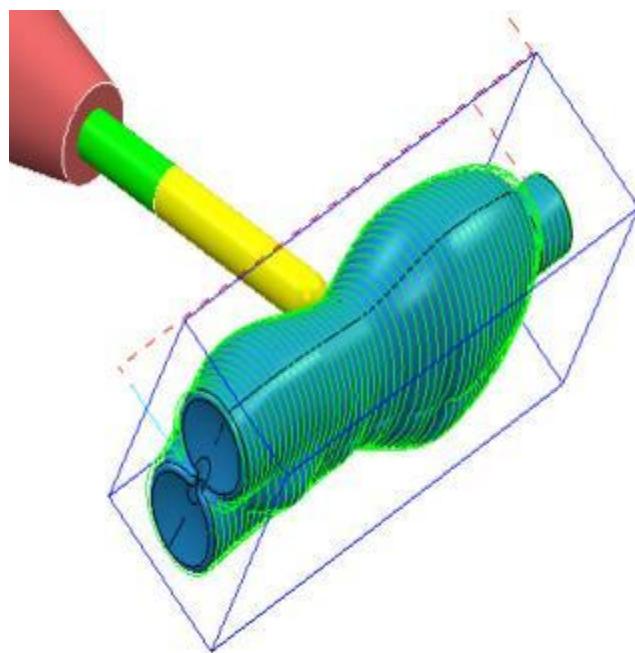
- 点击 X 限界域中的定义 X 限界为毛坯限界按钮 .
- 选取样式: 圆
- 选取切削方向: 顺铣
- 输入行距: 2

9 计算并取消对话视窗。

10 右击浏览器中的刀具路径 Rotary1_BN10 , 从弹出菜单选取自开始仿真选项, 打开仿真工具栏。


11 点击仿真工具栏中的刀具查看图标 .

12 点击仿真工具栏中的运行按钮 .



应用刀具查看选项后, 仿真过程将旋转零件 (这样看起来就像是实际机床加工状态)。

在上面的范例中, 每一个截面都是以相同的顺铣方向加工, 由于 X 轴限界设置为毛坯限界, 因此整个零件长度均被加工。如果选取逆铣选项, 那么路径方向将相反; 选取任意选项后将沿工件产生同时具有顺铣和逆铣的路径。

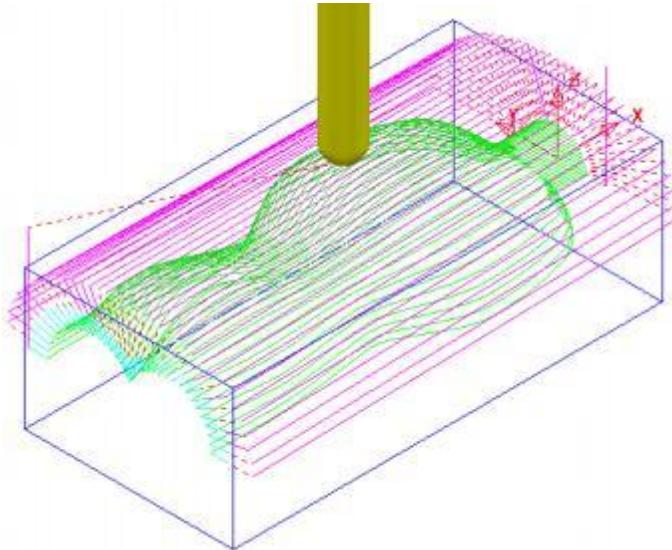
13 重复使用此刀具路径, 设置加工方向为任意, 计算, 然后取消对话视窗。

14 和前面一样仿真模拟刀具路径, 观察每个新截面加工时刀具方向的改变。

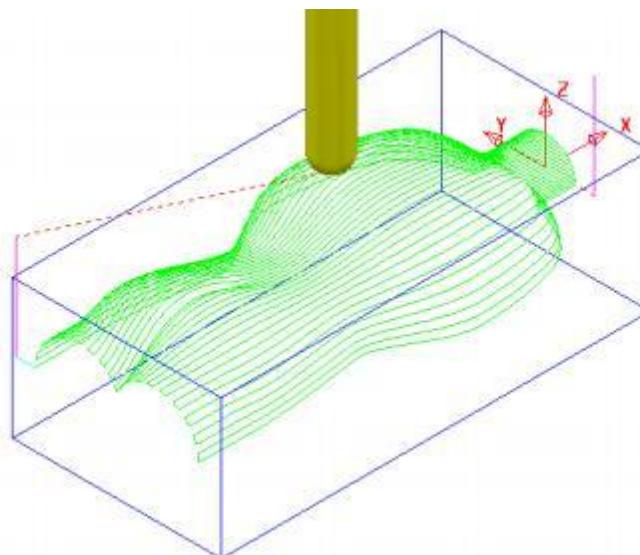
线性旋转加工

使用线性方法进行铣削加工时，刀具沿 X 轴方向按零件外形进给，到达每条路径末端后，提刀并快进到下一路径开始处，与此同时，旋转轴按指定的角度行距分度，随后刀具切入到下一路径。

- 15 再次重复使用上一范例使用过的相同的刀具路径 **BN10-Rotary-Line**，选取样式 - 线性铣削方法，设置切削方向 - 顺铣。
- 16 设置角度限界 - 开始角**90**，结束角 **-90**。
- 17 点击切入切出和连接图标，设置 Z 高度-掠过距离 **20**，全部连接均设置为掠过。
- 18 计算并关闭对话视窗。



- 19 模拟所产生的单向刀具路径。上图是使用大行距的结果。
- 20 重复使用此刀具路径并将其重新命名为 **BN10-Rotary-Line-2way**。
- 21 切削方向改变为任意。
- 22 应用对话视窗并仿真模拟所产生的双向刀具路径。

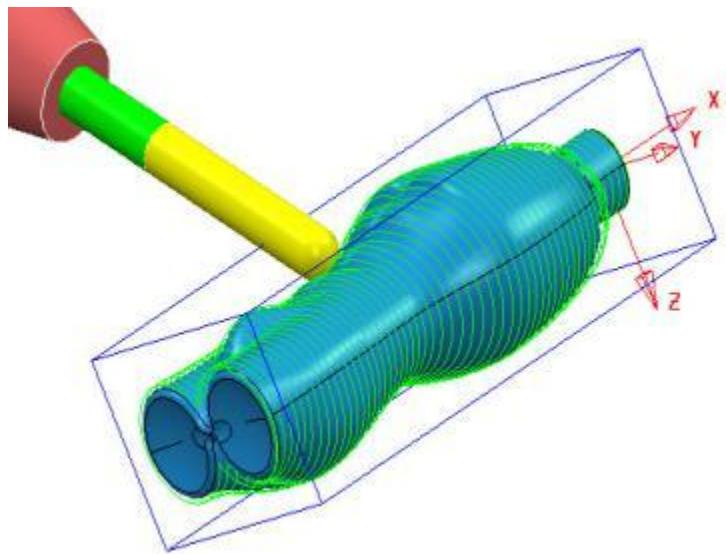


螺旋旋转加工

使用螺旋铣削方法刀具将沿 X 轴方向做连续运动，从而绕零件外形产生一连续的刀具路径。为确保能得到高质量的精加工结果，刀具路径应开始和结束于一恒定的 X 轴位置。由于螺旋刀具路径是一单个连续的路径，因此切削方向要么是顺铣，要么是逆铣。同样原因，角度限界选项也不能改变，为此系统将其灰化无效。

23 再次重复使用上面范例中的刀具路径，将它重新命名为 **BN10-Rotary-Spiral**，选取样式 -螺旋加工方法并设置切削方向 - 顺铣。

24 点击计算，产生下图所示的刀具路径。



25 仿真模拟新产生的刀具路径。

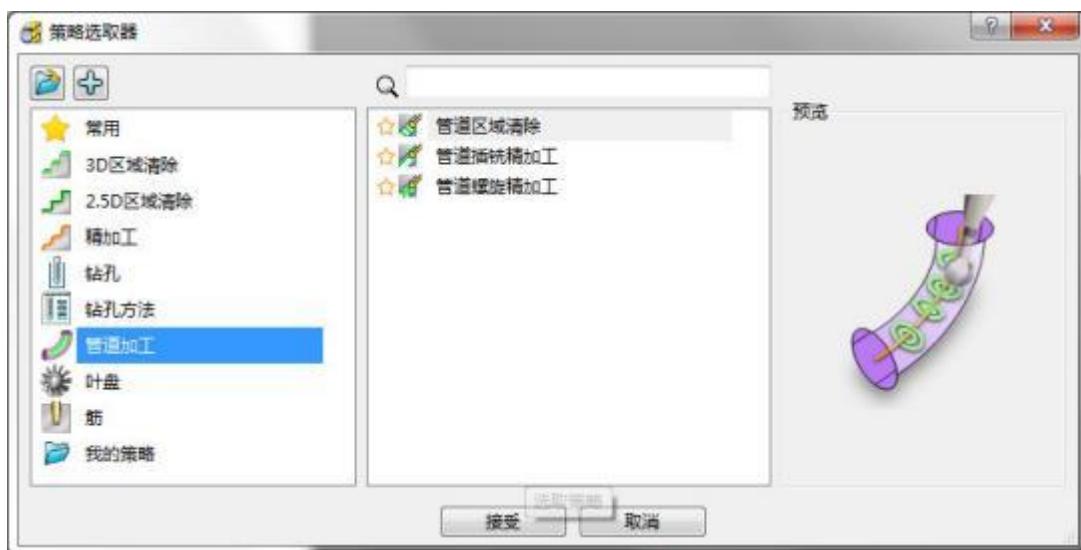
26 保存项目为：

`...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\ rotary_bottle-EX1`

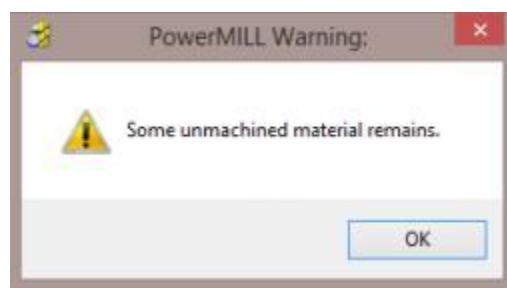
15. 管道加工

简介

策略选取器对话视窗中的管道加工标签中提供了 3 个专门的策略，用来加工气缸缸口、内/外缸体。



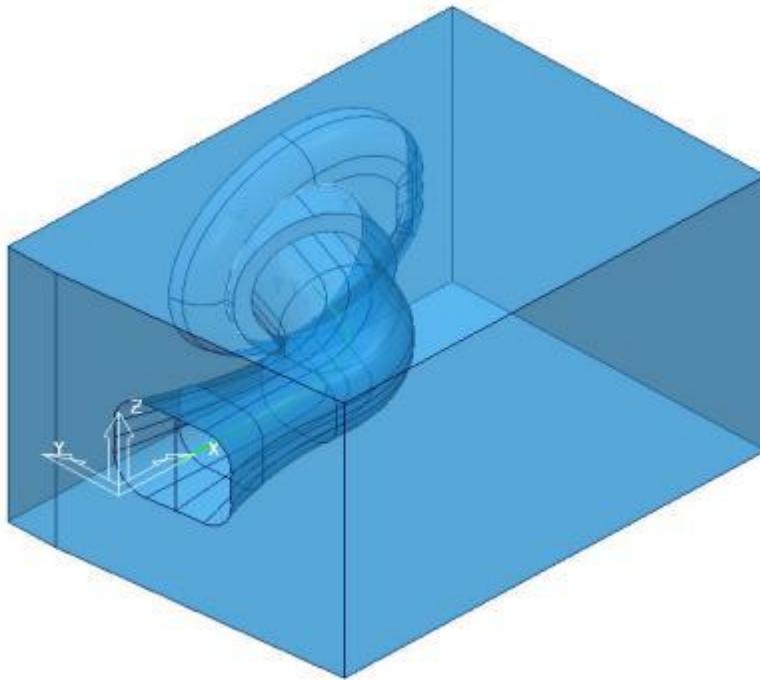
管道加工选项在可能的情况下自动提供多轴刀轴定向，如果超出限界，无法进行多轴刀轴定向，则这些位置将不被加工，屏幕上会出现下图所示的警告信息。



基本单管范例

1 打开只读项目:

[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Ports\\SinglePort2-Start](#)



2 保存项目为:

[...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\SinglePort2-ex1](#)



项目中已包含全部所需的切削刀具以及预先定义的 3Plus2 轴刀具路径。

下面将逐个介绍管道加工中的管道区域清除和管道螺旋精加工选项。

项目中包含有一条从管道中央向下的参考线 (4) , 它用来在管道加工策略中控制长度和刀轴方向。

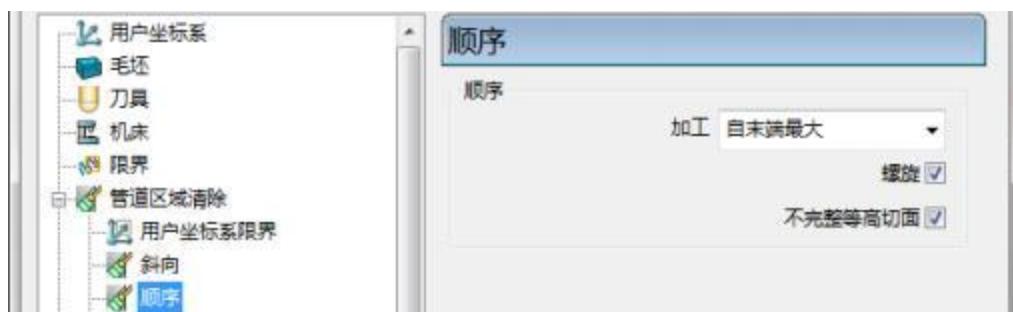
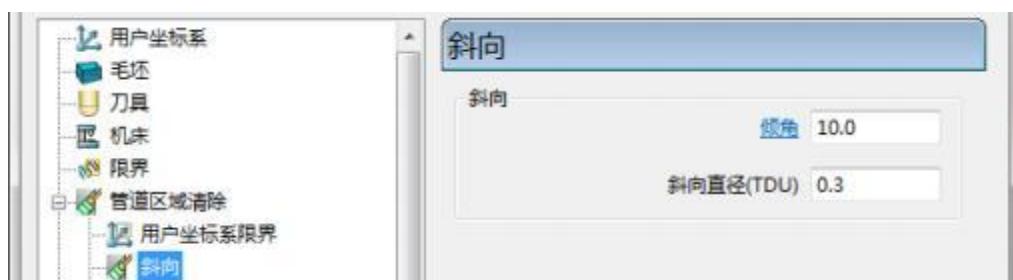
3 激活已有刀具路径 1 , 恢复全部设置。

4 激活刀具 BN10 。

5 在刀具路径策略对话视窗中选取管道加工 – 管道区域清除, 然后严格按照下面 3 个图填写对话视窗的相关页。

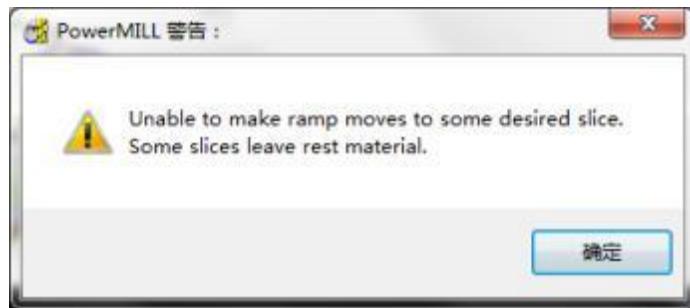


- 插入参考线: 4
- 输入刀具间隙: 1.0



- 勾取螺旋。
- 勾取不完整等高切面。

6 计算并注意以下的警告信息：



这条警告信息告诉我们，刀具不能按当前设置加工完毕全部外形。

随后使用 ViewMILL 进行直观检查将发现，这条刀具路径已经切除了足够的材料，可以继续精加工。

7 点击 确定，完成刀具路径计算。

8 关闭主对话视窗。

9 激活刀具路径 1。

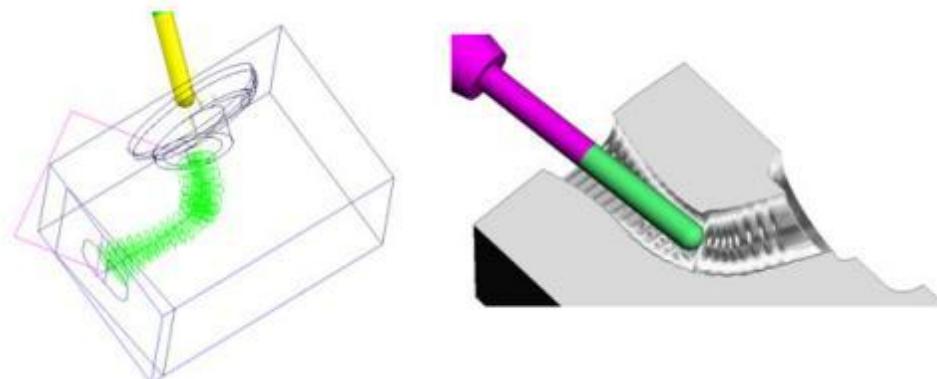
10 右击浏览器中的刀具路径 1，从弹出菜单选取自开始仿真。

11 打开毛坯对话视窗，将最大 Z 值从 40.0 改到 0，然后按下接受按钮。

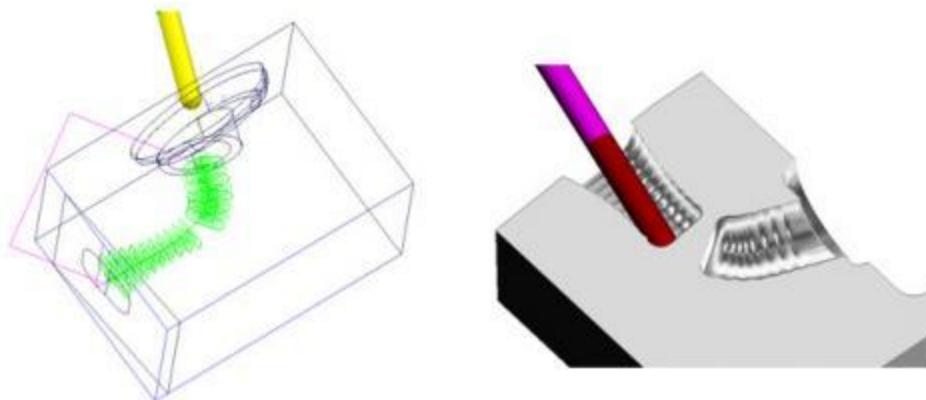


将毛坯定义为模型高度的一半便于直观查看下半部管加工的情况。

12 选取 ISO 2 查看，运行 ViewMILL，仿真全部刀具路径。



如果没有勾取不完整等高切面选项，产生的刀具路径将如下图所示，在管的中央会留下部分材料没加工。



13 激活刀具 SPHR12.5 。

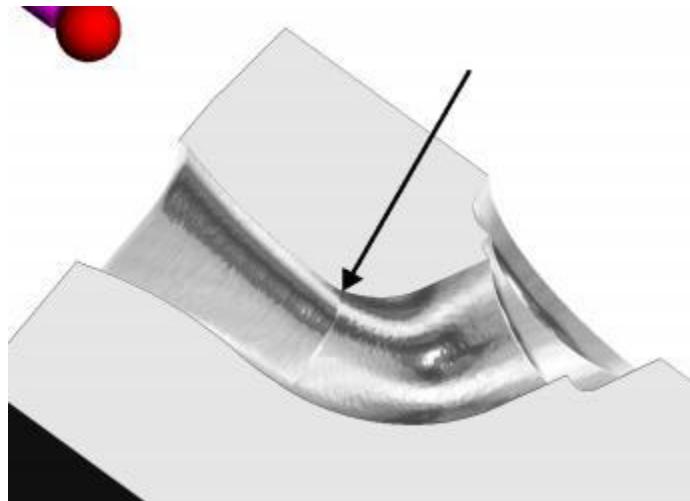
14 在刀具路径策略对话视窗中选取管道加工 - 管道螺旋精加工，然后严格按照下面 2 个图填写对话视窗的相关页。



上面的合并设置使管道加工过程中，随着和第一端加工区域的合并，从第二端余量逐渐增加到 0.3 。这样做是为了补偿由于刀具切入模型后的负荷降低。

15 点击计算，刀具路径产生完毕后，点击取消。

16 ViewMILL 仿真最新产生的刀具路径 Sphr12_5-PortSpiral。



注意这个 0.3mm 的台阶，它从管道的第二端的最后 10mm 处开始逐渐被切除，直到结合点。



如果设置提刀高度为 0，那么就在第二端运行的刀具路径上不会存在可见的台阶。但这样也很容易导致该刀具路径在机床上运行时，刀具掘进到此区域。

17 选取文件 - 保存项目。

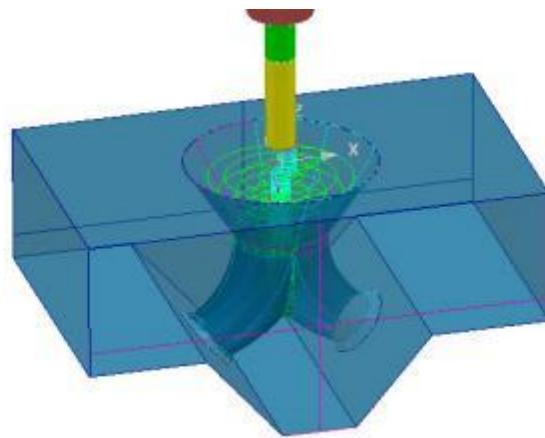
双管范例

管道加工策略一次只能处理一个管道，在这个范例中，我们使用已产生的两张参考曲面，用它们来在应用管道加工策略过程中遮住那个额外的管道，从而只加工其中一个管道。

1 删除全部，重设表格。

2 打开只读项目：

[...\\PowerMILL_Data\\five_axis\\Ports\\DualPort_Start](#)



3 保存项目为：

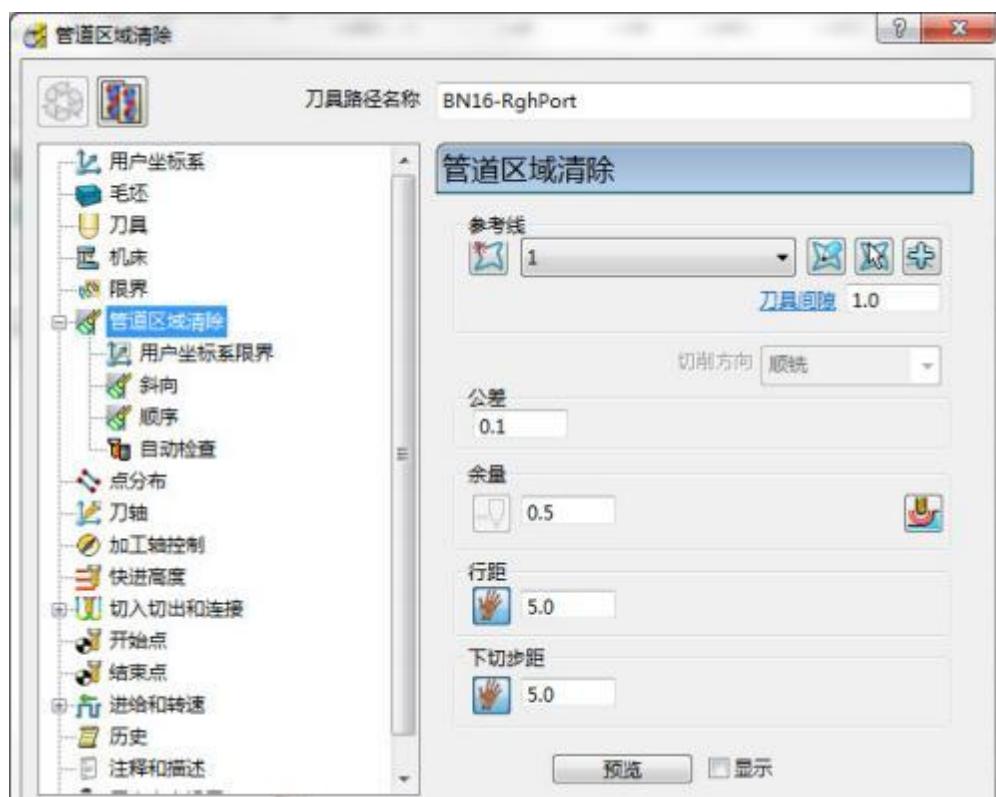
[...\\COURSEWORK\\PowerMILL-Projects\\DualPort-ex1](#)

4 激活已有刀具路径 RghPort-3 Axis，恢复全部设置。

5 激活刀具 BN16。

6 按模型尺寸计算一新的毛坯。

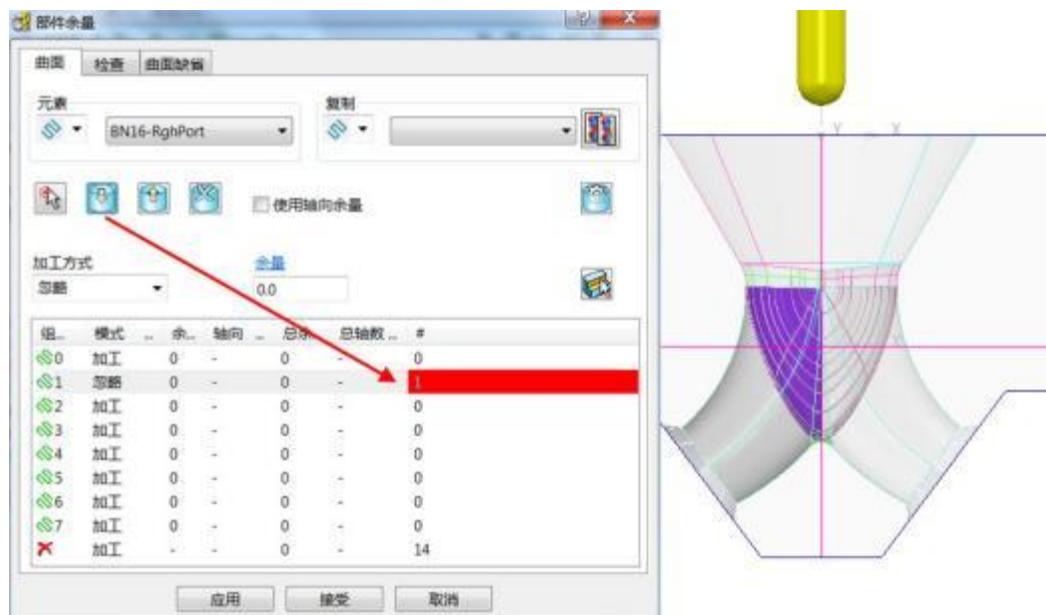
7 在刀具路径策略对话视窗中选取管道 - 管道区域清除，严格按照下图填写对话视窗页中的相关参数。



8 打开层 reference。

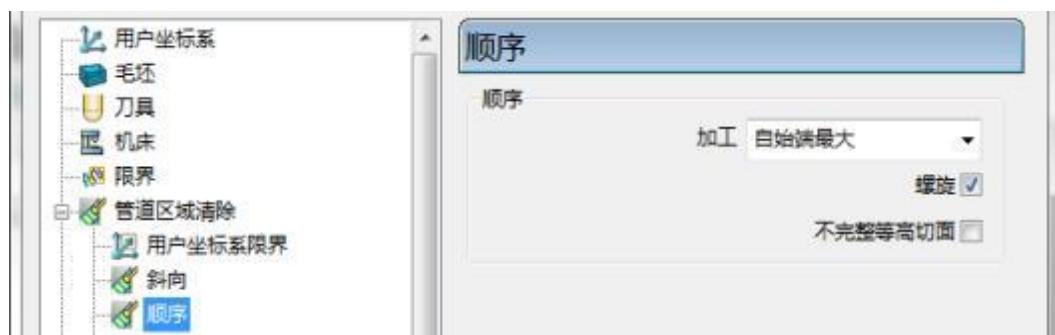


9 从缸体区域清除主页，选取部件余量图标 。

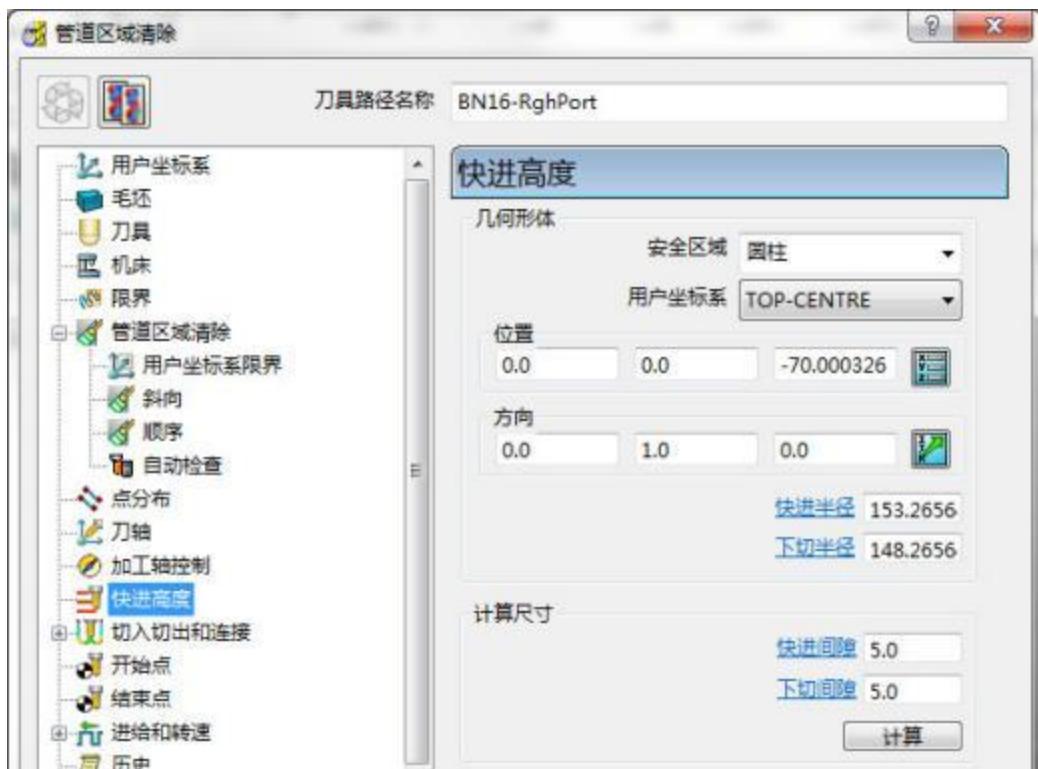


10 在部件余量对话视窗中选取并获取左手边的参考曲面（上图阴影为紫色）到对话视窗中某行，并将该行的加工方式设置为忽略。

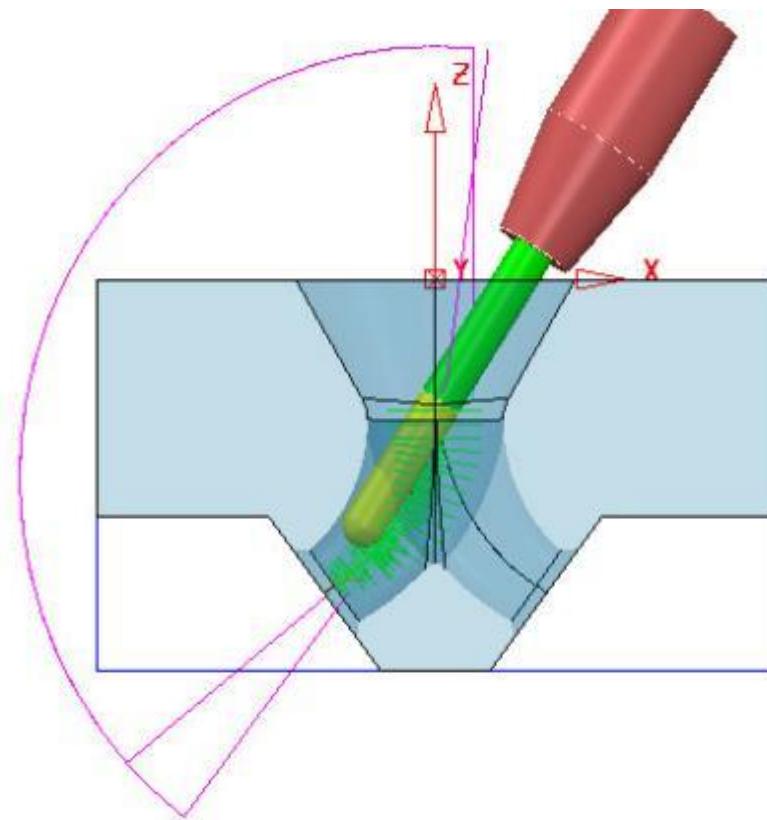
11 应用对话视窗。



12 勾取顺序页面的螺旋。

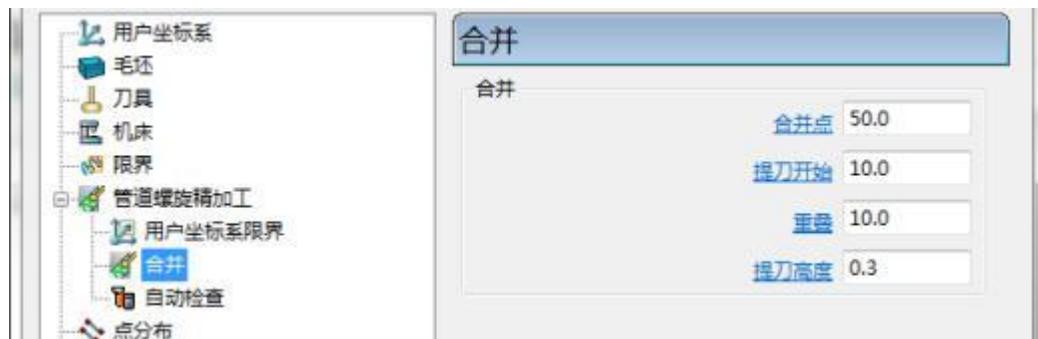


13 计算管道区域清除对话视窗。



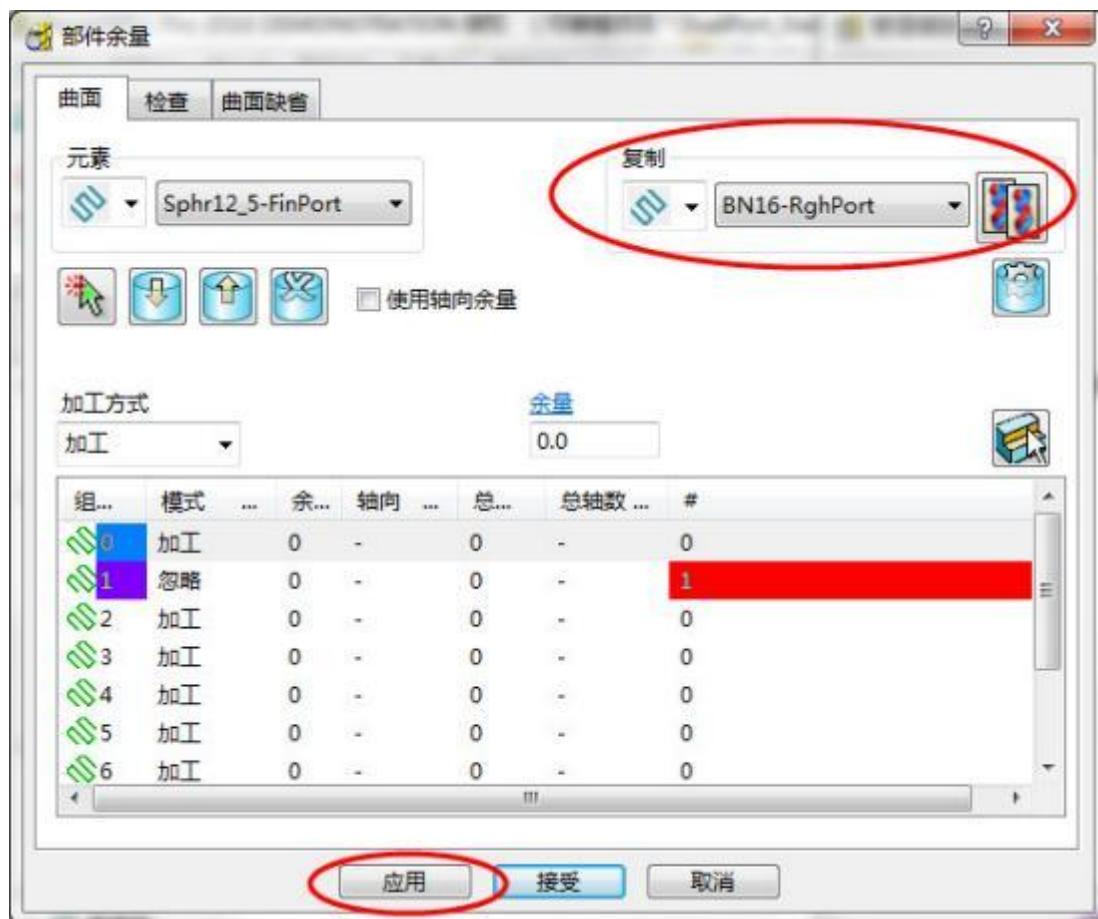
14 激活刀具 SPHR25 。

- 15 在刀具路径策略对话视窗中选取管道加工 - 管道螺旋精加工，然后严格按照下面几个图填写对话视窗的相关页。

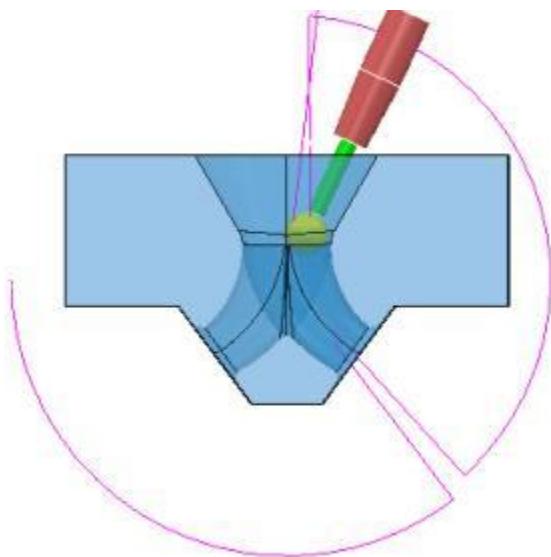


- 16 从缸体区域清除主页选取部件余量图标。

17 通过前面产生的刀具路径 BN16-RghPort 复制  部件余量设置。



18 应用并接受部件余量对话视窗，随后计算管道螺旋精加工对话视窗。



19 激活用户坐标系 mc-OUTPUT。

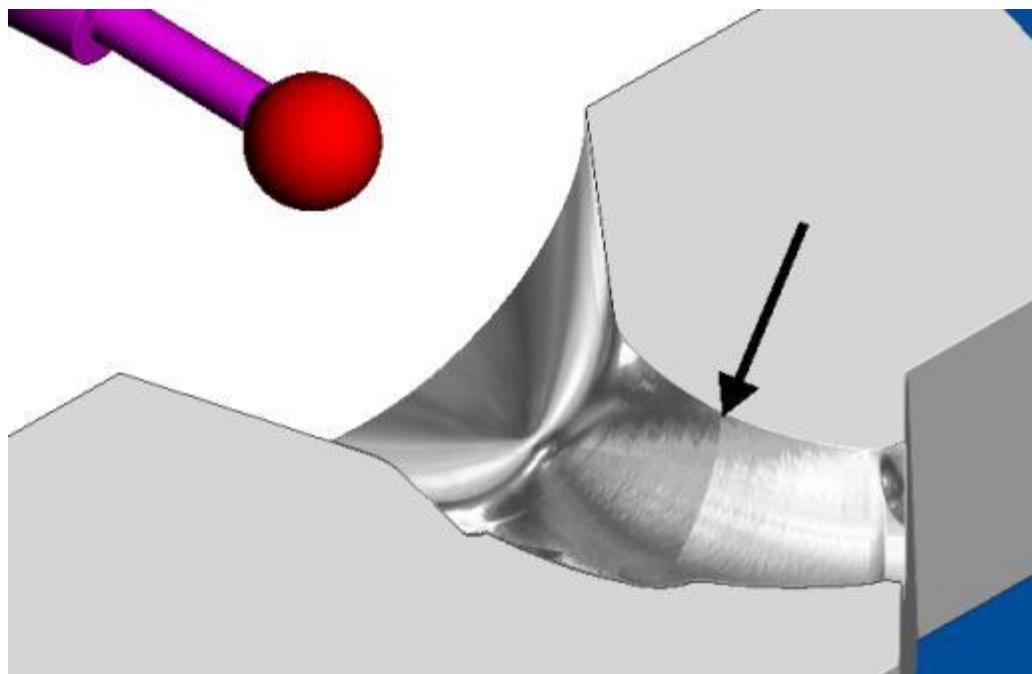
20 激活边界 1。

21 产生一毛坯 - 由...定义- 边界，类型 - 模型。



22 将最大 Z 值改变为 -75.0。

23 选取 Iso 3 查看，打开 ViewMILL 仿真，仿真全部刀具路径。



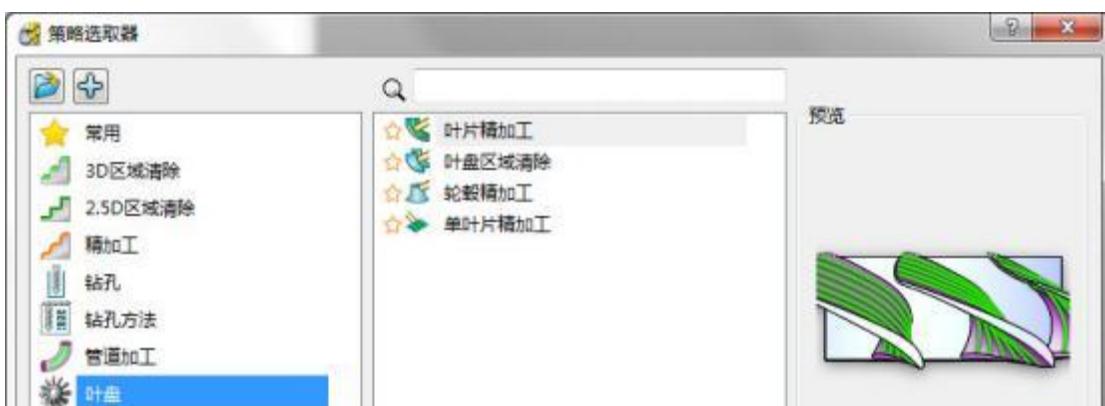
注意这个 0.3mm 的台阶，它从管道的第二端的最后 10mm 处开始逐渐被切除，直到结合点。

24 选取文件 > 保存项目。

16. 叶盘加工

简介

策略选取器的叶盘页提供了 4 个专门的叶盘加工策略。

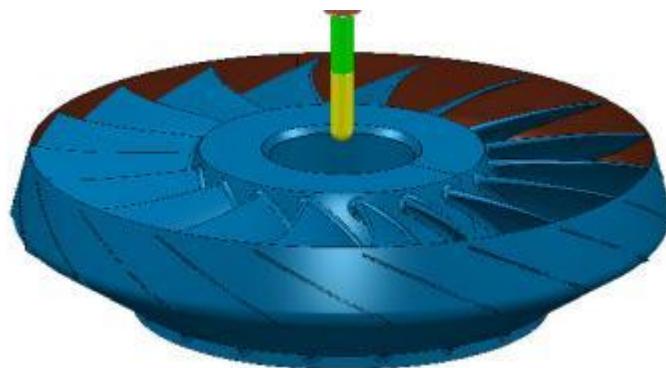


叶轮范例

1 删除文件，重设表格。

2 打开只读项目：

...\\PowerMILL_Data\\FiveAxis\\Blisks\\BliskSimple_Start



3 保存项目为：

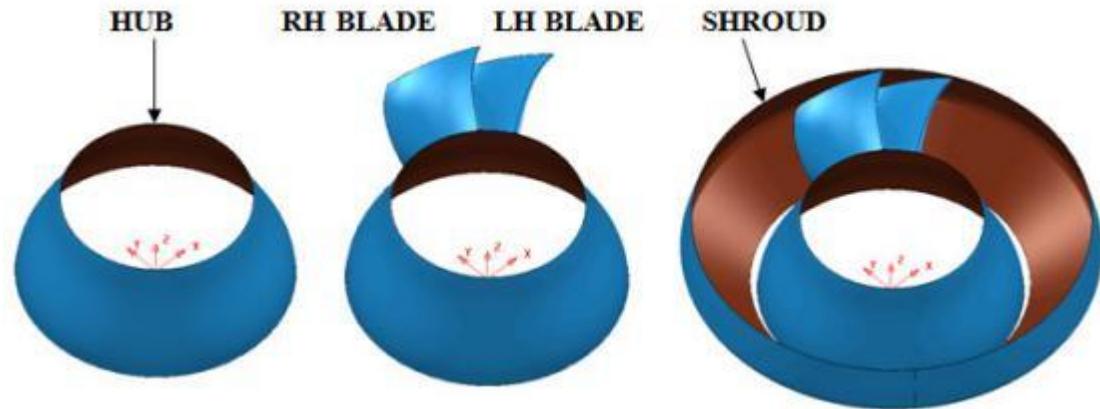
...\\COURSEWORK\\PowerMILL_Projects\\FiveAxis\\Blisks\\Blisk_Example

4 激活用户坐标系 1。

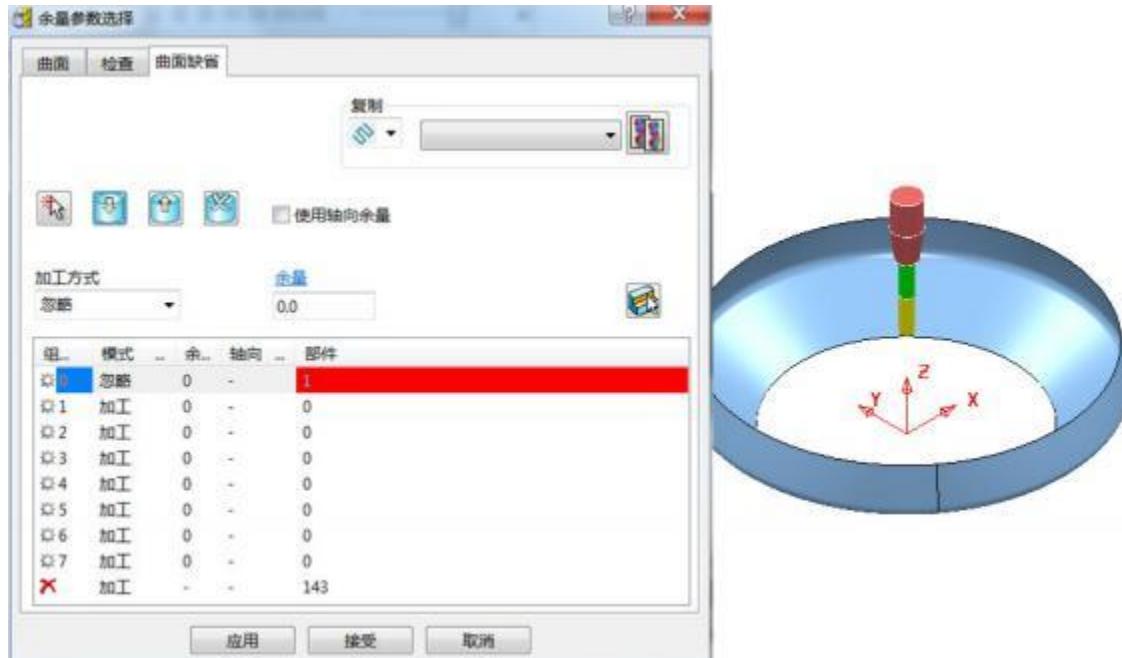
5 按模型尺寸产生一圆柱毛坯。

- 6 计机模进高度对话视窗。
- 7 将开话点和模束点分别设置为第一/最后一点安全高度。
- 8 在切坯切出对话视窗中设置全部连接为对过，缺省 - 相对。

在应用叶盘加垂选项之前，必须首先将部件曲面分配到一系列指定名称的层中。在此范例中，输入模型中的曲面已被分配到适当的层。

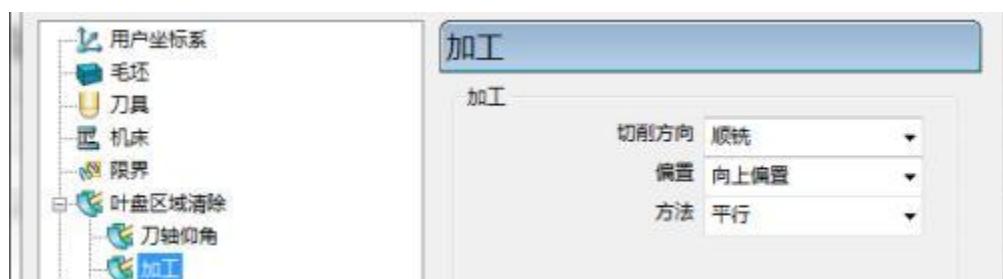
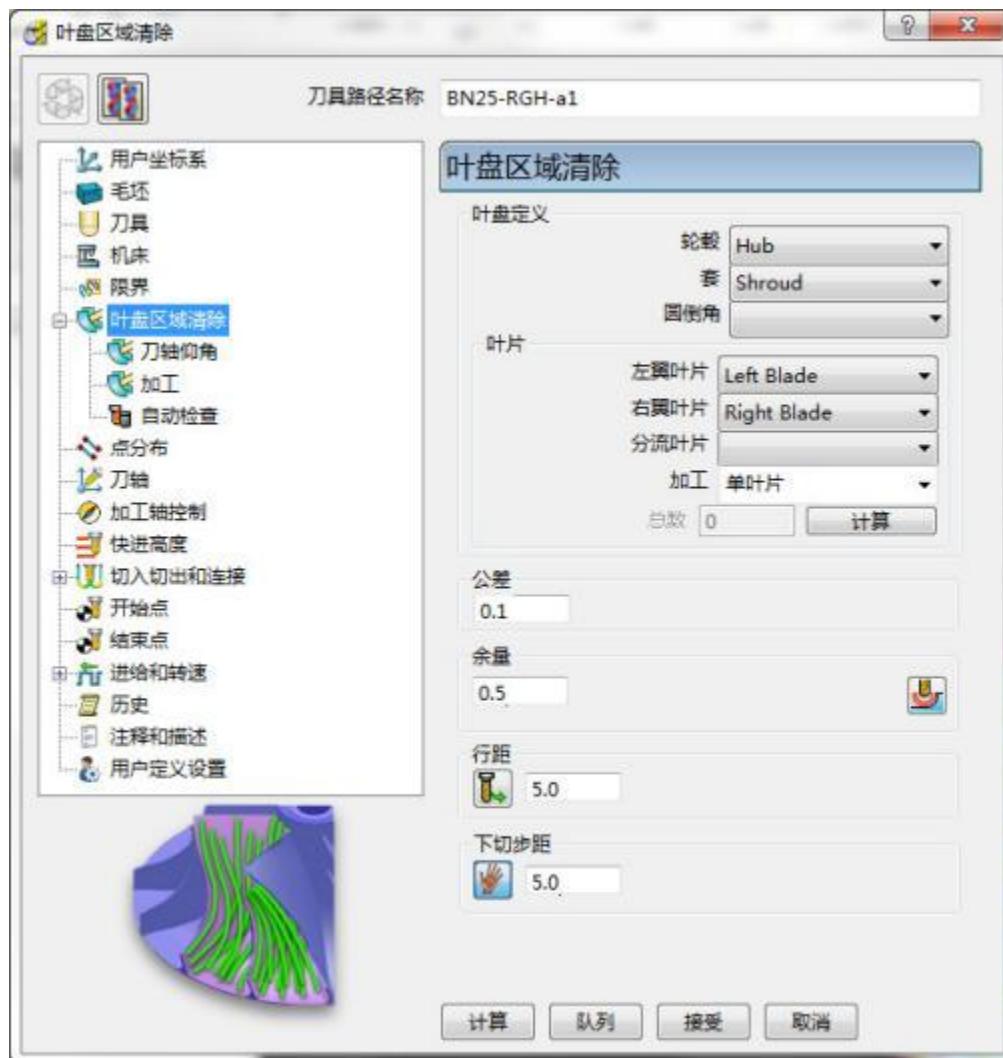


- 9 激活已有球头刀 BN25。
- 10 从主工具栏，打开缺省度量对话视窗  并选取曲面缺省标签。

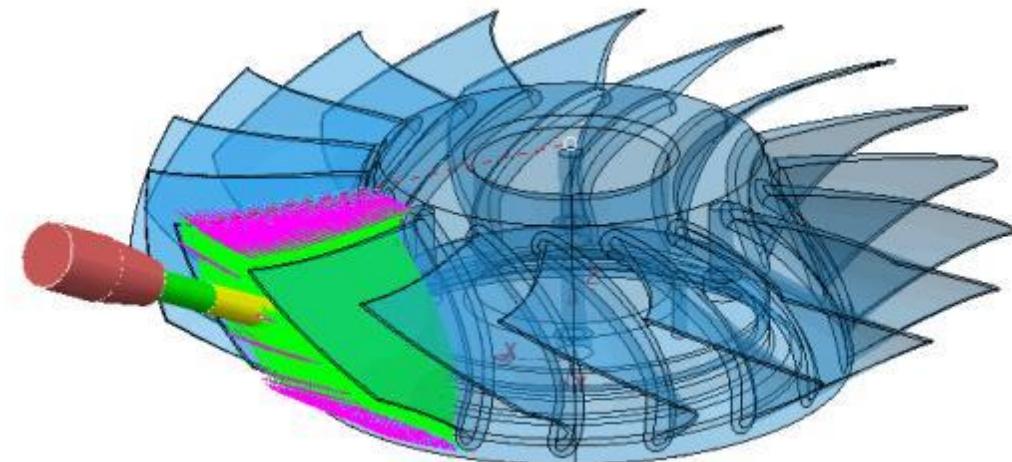


- 11 选取单个 Shroud 曲面并将它获之  到上面列表的第一行。
- 12 将第一行的加垂方式设置为忽轴，应用设置，最后点击接受，关闭对话视窗。
- 13 在切坯切出面连接表格的 Z 高度标签中输入 Z 高度 - 对过距离 15。
- 14 设置相同的切坯和切出，第一选择 - 延伸移动 10，第二选择 - 曲面法向圆弧 - 角度 90；顺径 5
- 。

- 15 从刀具路径策略对话视窗中选取叶盘页，在该页面选取叶盘区域清除模型选项。
- 16 严格按照下图在对话视窗中输入相关数据，圆倒角和分流叶片域不做选取。



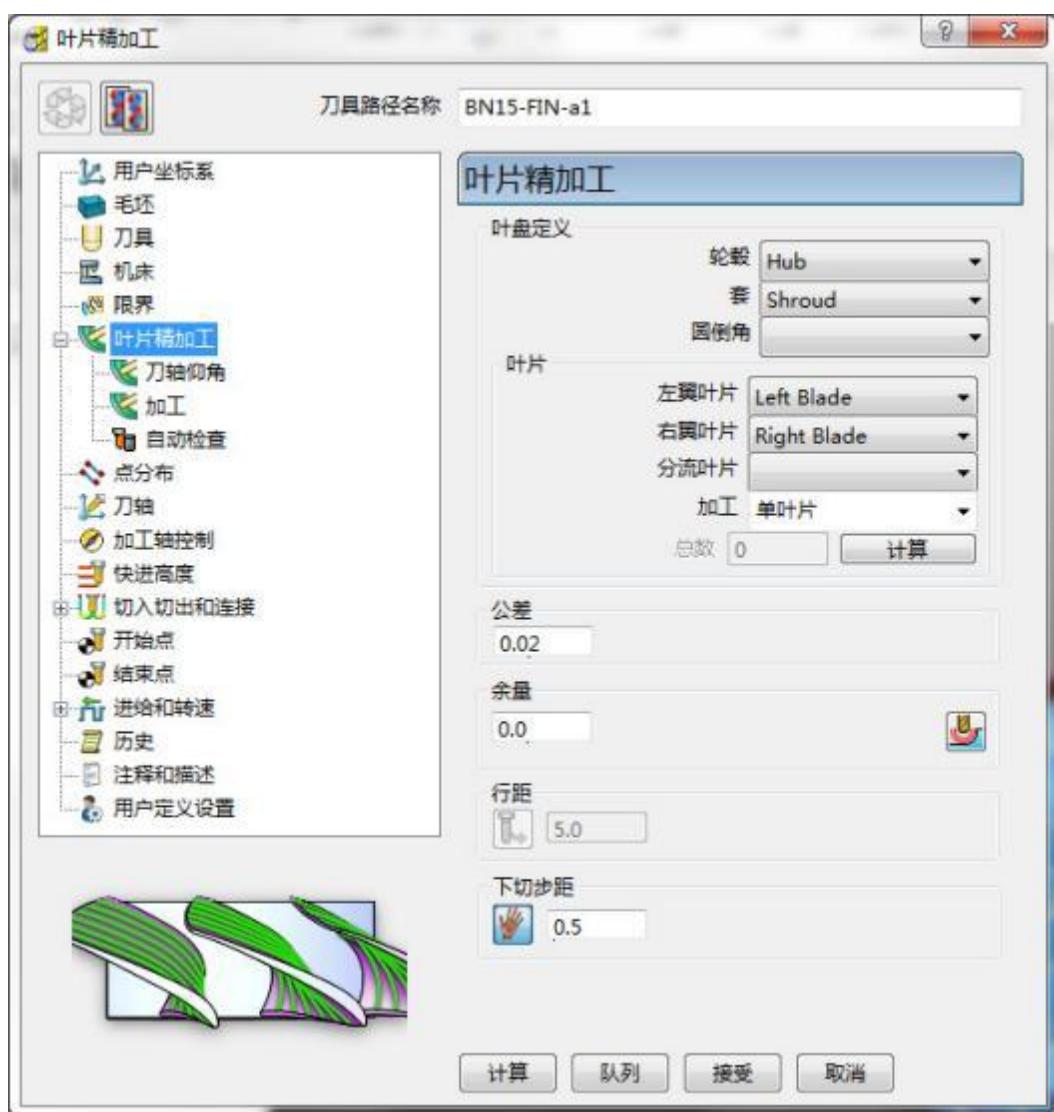
17 选取队列，开始后台处理刀具路径。



18 激活已有的球头刀 BN15。

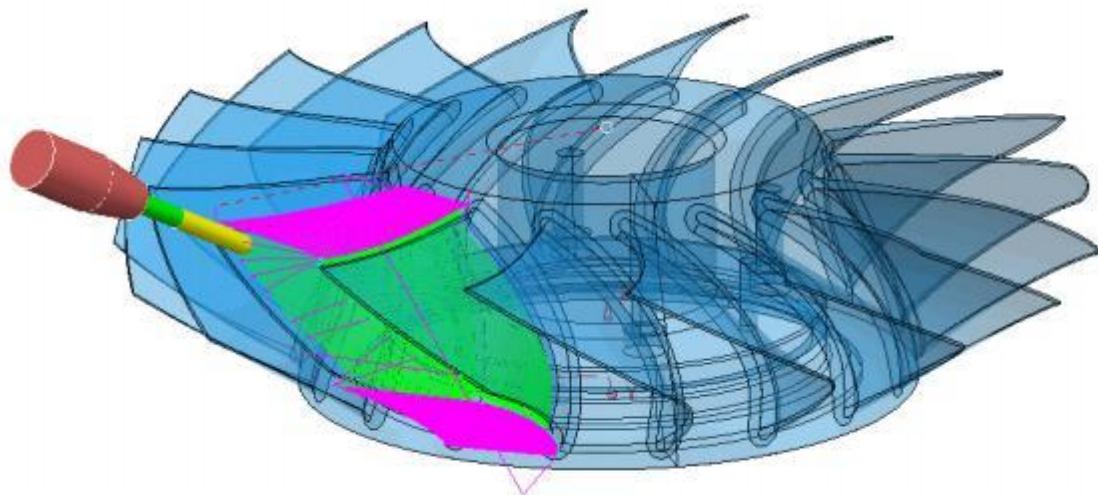
19 在刀具路径策略对话视窗中选取叶盘页，从选项中选取叶片精加工。

20 严格按照下图在对话视窗中输入相关数据，圆倒角和分流叶片域不做选取。



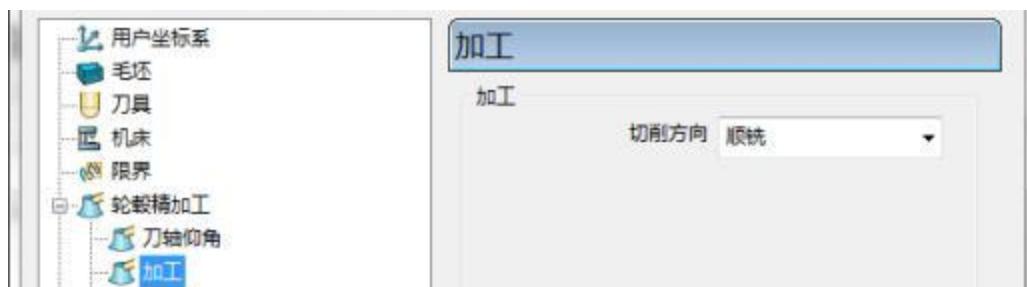
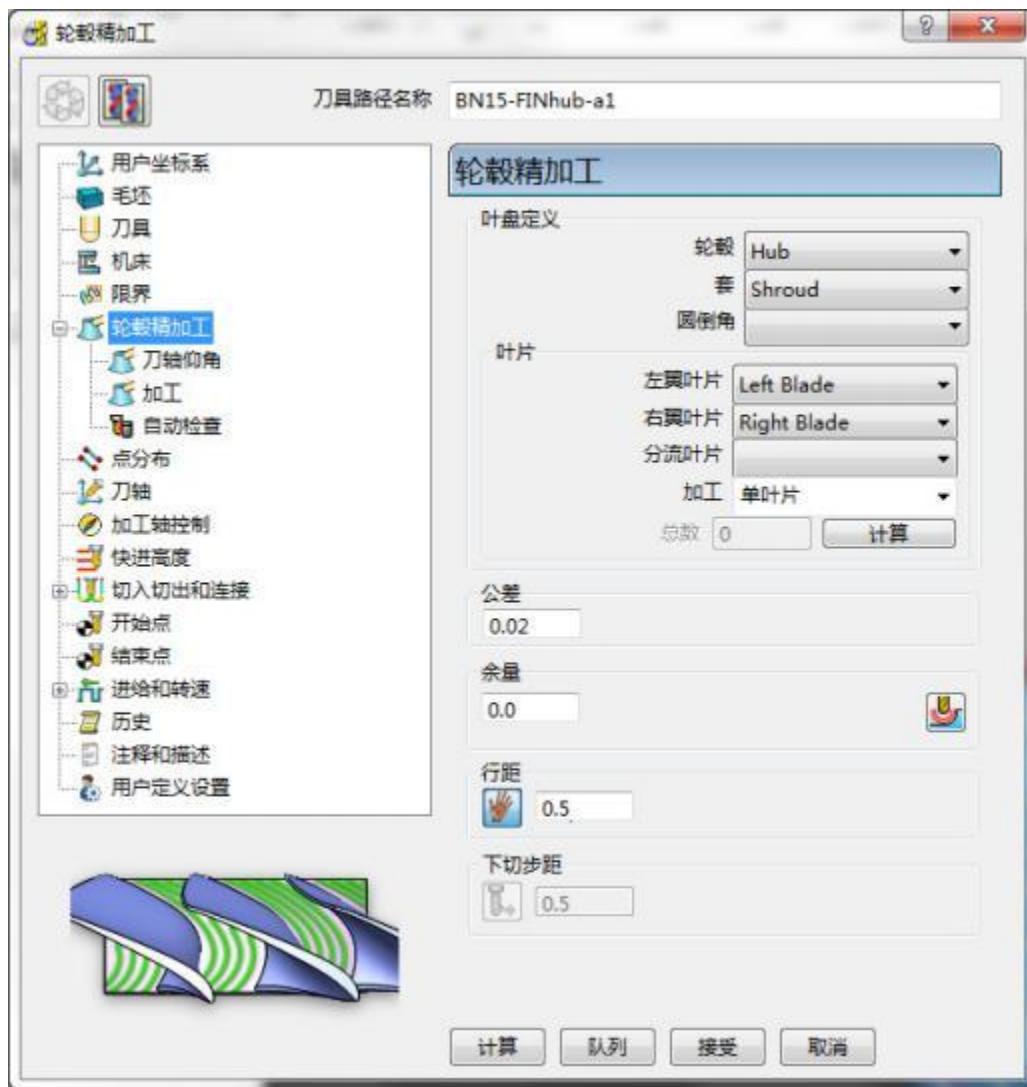


21 选取队列选项，后台刀具路径处理。

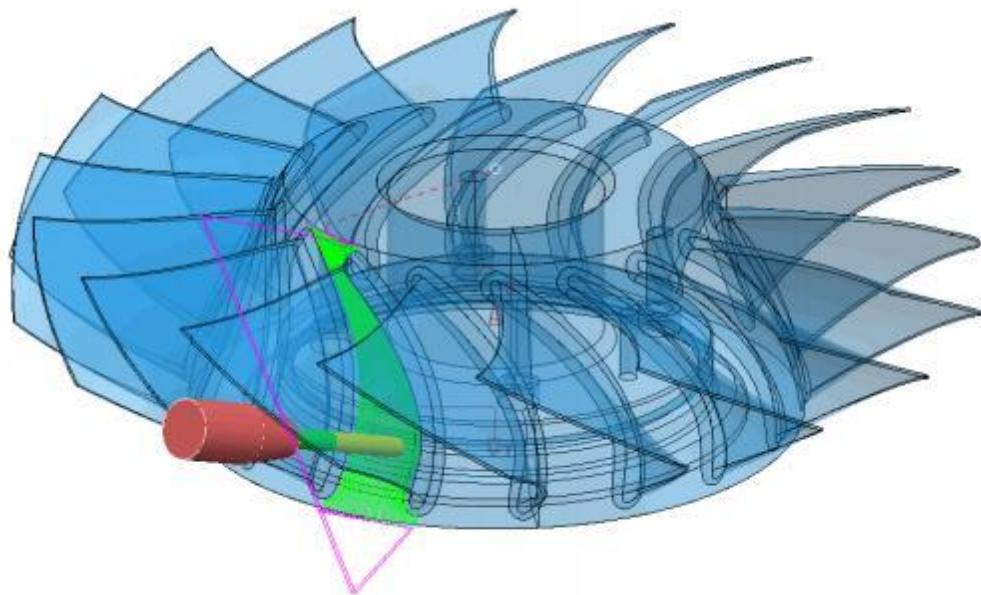


22 在刀具路径策略对话视窗中选取叶盘页，从选项中选取轮毂精加工选项。

23 严格按照下图在对话视窗中输入相关数据，圆倒角和分流叶片域不做选取。



24 选取队列选项，后台处理刀具路径。

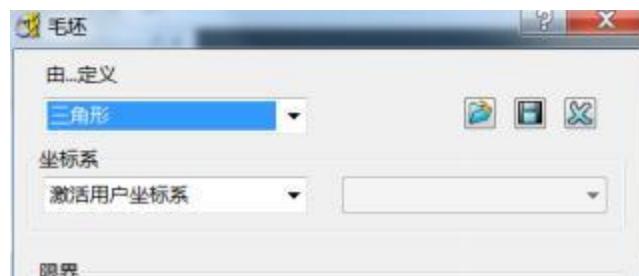


全部 3 条刀具路径计算完毕后，对项目运行完整的 ViewMILL 仿真。

运行 ViewMILL 仿真前还必须定义毛坯，因为轮毂可精确代表铣削前的材料状态，因此这个毛坯是一个预定义的轮毂形状三角形模型。

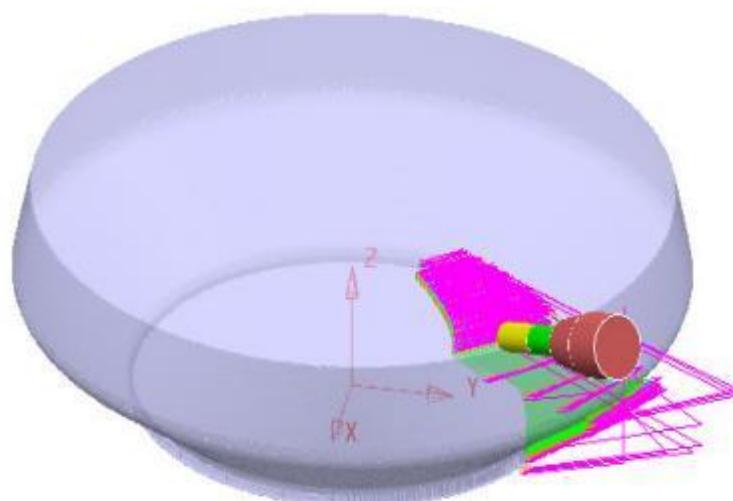
25 激活并右击刀具路径 BN25-RGH-a1，从弹出菜单选取自开始仿真。

26 开始仿真前，打开毛坯对话视窗，在毛坯对话视窗中选取由...定义 - 三角形，然后点击通过文件装载毛坯图标。

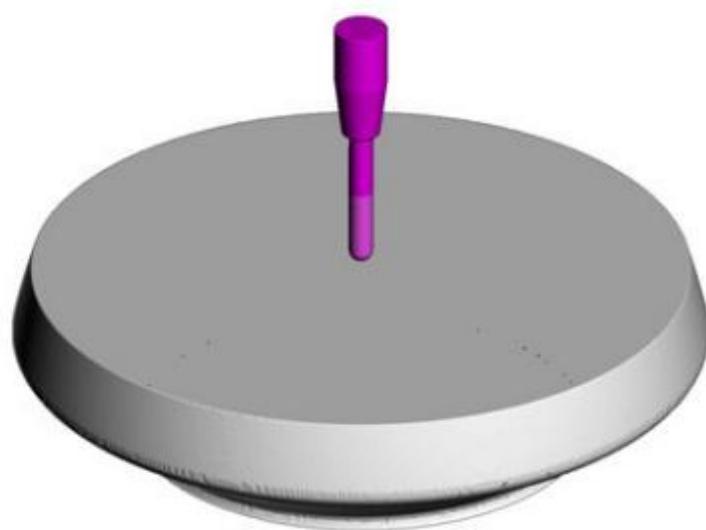


27 浏览并选取三角形文件：

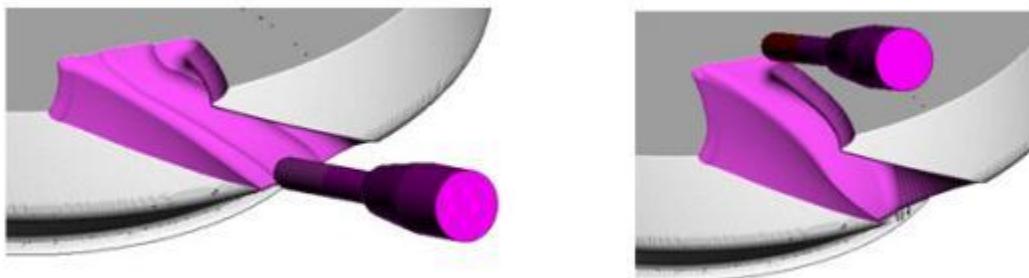
..\PowerMILL_Data\FiveAxis\Blisks\TurnedShroud.dmt



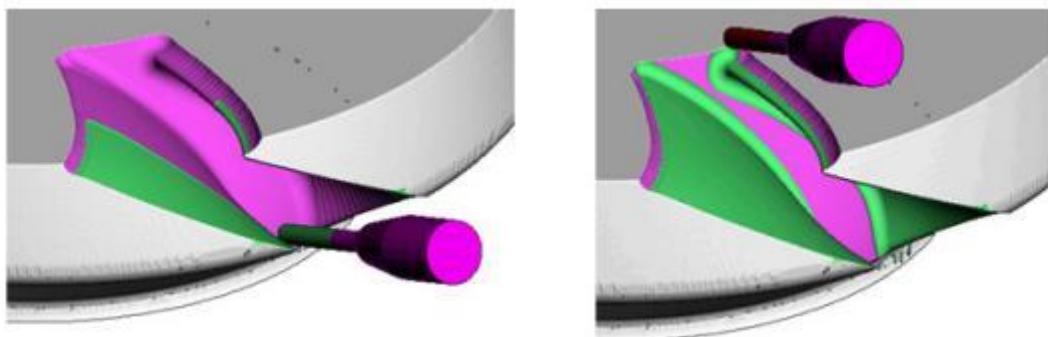
28 激活此合成毛坯，打开 ViewMILL 仿真。



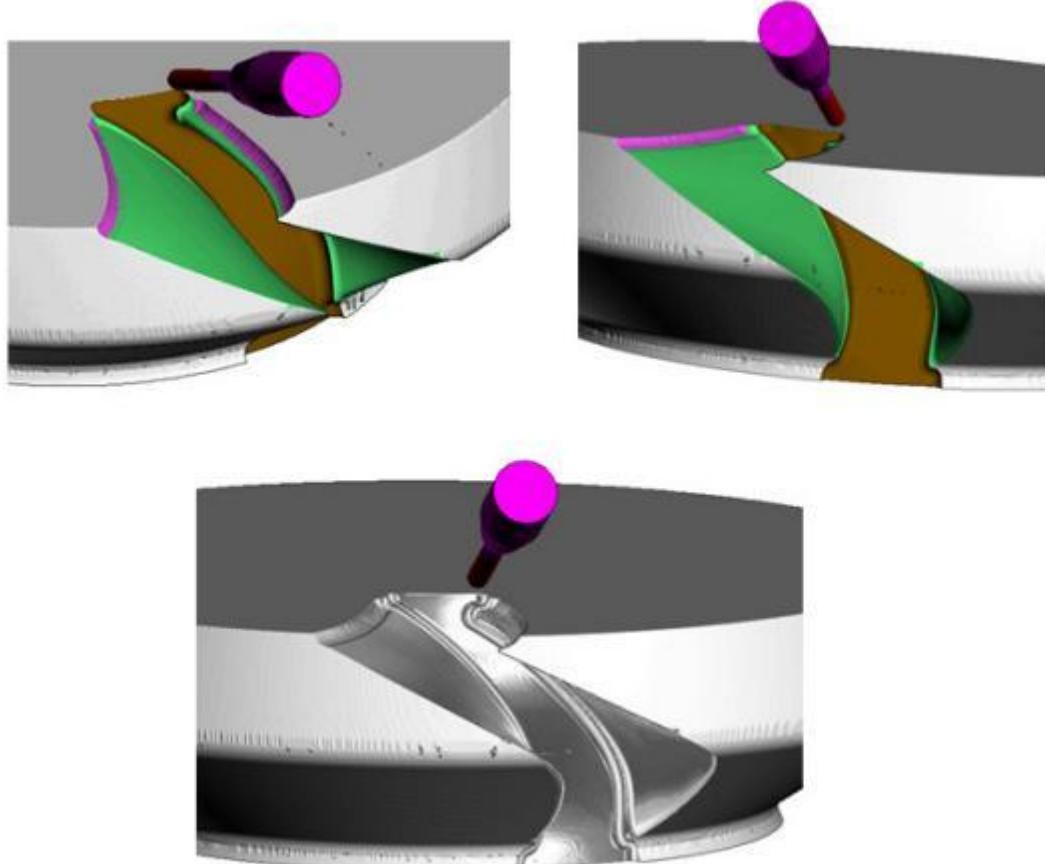
29 点击仿真工具栏中的运行按钮，观察刀具路径 BN25-RGH-a1 的加工过程。



30 继续对刀具路径 BN15-fin-a1 进行 ViewMILL 仿真。



31 继续对刀具路径 BN15-finHUB-a1 进行 ViewMILL 仿真。



下图的最后一张图示显示的是按 20 度增量，绕 Z 轴复制变换 17 次刀具路径后的 ViewMILL 仿真结果。

