

# 第5章 插铣加工

## 本章导读

插铣加工是一种特殊的铣削加工，该加工方式的原理是：刀具连续地上下运动，快速大量地去除材料。在加工具有较深的立壁腔体零件时，常需要去除大量的材料，此时插铣加工比型腔铣更加有效。当加工难以加工的曲面、切槽或刀具悬深长度较大时，插铣比常规的层铣削方式更为有效。本章介绍插铣加工的特点、插铣加工几何体、切削参数的设置以及插铣加工的实例。

## 本章要点

- 插铣加工的定义和特点
- 创建插铣加工的一般步骤
- 插铣操作的切削参数设置
- 插铣操作的插铣层设置

## 5.1 插铣加工概述

插铣法(plunge milling)又称为 Z 轴铣削法，是实现高切除率金属切削最有效的加工方法之一。它是一种固定轴操作类型，通过刀具轴向运动高效率地进行大切削量的粗加工，并且可以精加工其他加工方法难以处理的垂直侧壁，适合插铣的零件如图 5-1 所示。对于难加工材料的曲面加工、切槽加工以及刀具悬伸长度较大的加工，插铣法的加工效率远远高于常规的端面铣削法，其加工原理如图 5-2 所示。事实上，在需要快速切除大量金属材料时，采用插铣法可使加工时间缩短一半以上，此外，插铣加工还具有以下优点。

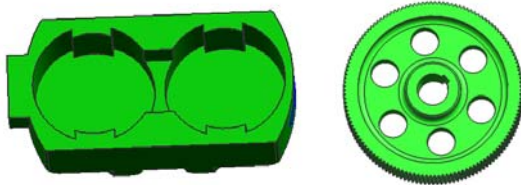


图 5-1 插铣加工零件

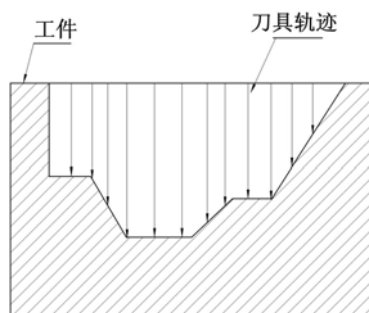







图 5-2 插铣加工原理

- 可减小工件变形。

- 可降低作用于铣床的径向切削力，这意味着轴系已磨损的主轴仍可用于插铣加工，而不会影响工件的加工质量。
- 刀具悬伸长度较大，这对于工件凹槽或表面的铣削加工十分有利。
- 能实现对高强度合金材料的切槽加工。插铣法非常适合对模具型腔的粗加工，并被推荐用于航空零部件的高效加工。其中一个特殊用途就是在三轴或四轴铣床上插铣加工涡轮叶片，这种加工通常需要在专用机床上进行。

## 5.2 插铣加工几何体

在插铣操作对话框中，通过“指定部件”、“指定毛坯”、“指定检查”、“指定切削区域”和“指定修剪边界”来定义加工几何体，其具体设置和型腔铣操作几何体的设置完全一样，对话框如图 5-3 所示。

## 5.3 插铣切削参数

插铣操作中主要的切削参数包括：一般切削参数、控制点和插削层等。其中一般切削参数和型腔铣操作中的参数设置类似。控制点设置用于定义预钻孔点和切削区域的起点；插削层用于定义切削的深度，接下来对如图 5-4 所示的“刀轨设置”选项组中的各个参数进行说明。



图 5-3 指定加工几何体

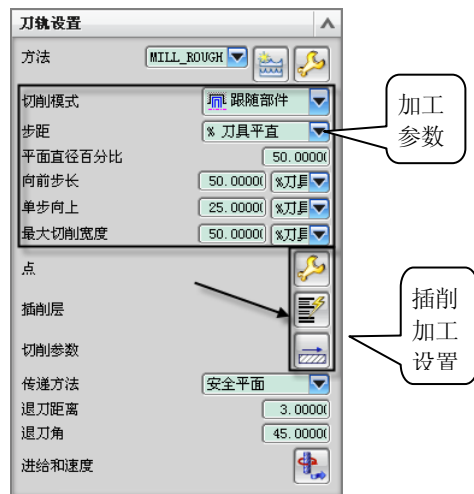








图 5-4 插铣切削参数选项

### 5.3.1 切削参数

#### 1. 切削模式

在插铣操作中切削模式有6种：“往复”、“单向”、“单向轮廓”、“跟随周边”、“跟随部件”和“配置文件”。其中配置文件走刀用于精加工，其他加工方式用于粗加工，具体选项如图5-5所示。

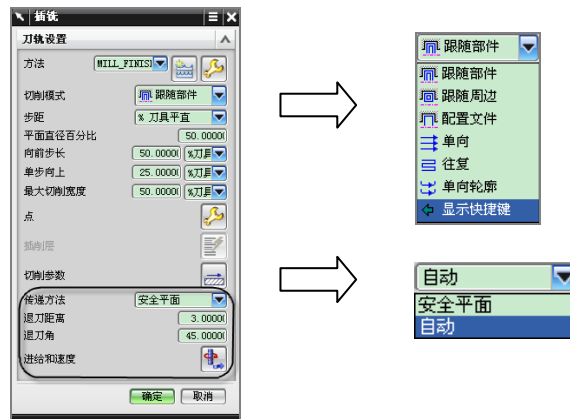


图 5-5 切削模式

#### 2. 向前步长

向前步长是指刀具从一次插入运动到下一次插入运动时向前的步长。可以指定刀具直径的百分比或者直接输入数值进行约束。

#### 3. 最大切削宽度

最大切削宽度是刀具切削时的最大加工宽度。此参数用于限制步进距离和向前步进的距離值。可以指定刀具直径的百分比或者直接输入数值进行约束。

#### 4. 传递方法


插铣支持的传递方法有“安全平面”和“自动”两种，当选择“安全平面”时，系统会以已经定义的安全平面作为退刀的过渡平面；当选择“自动”时，将自动在不发生过切和碰撞的Z高度上加上安全间距所确定的最低高度处过渡。

#### 5. 退刀

通过指定“退刀距离”和“退刀角”来控制退刀。沿通过指定的竖直退刀角和水平退刀角形成的3D矢量进行退刀运动，它由系统自动生成。

### 5.3.2 控制点

控制点有预钻点和切削区域起点，用于控制插铣从何处开始切削。在“插铣”对话框

中，单击“点”按钮，弹出如图 5-6 所示的“控制几何体”对话框，通过该对话框可对预钻点和切削区域起点进行设置。

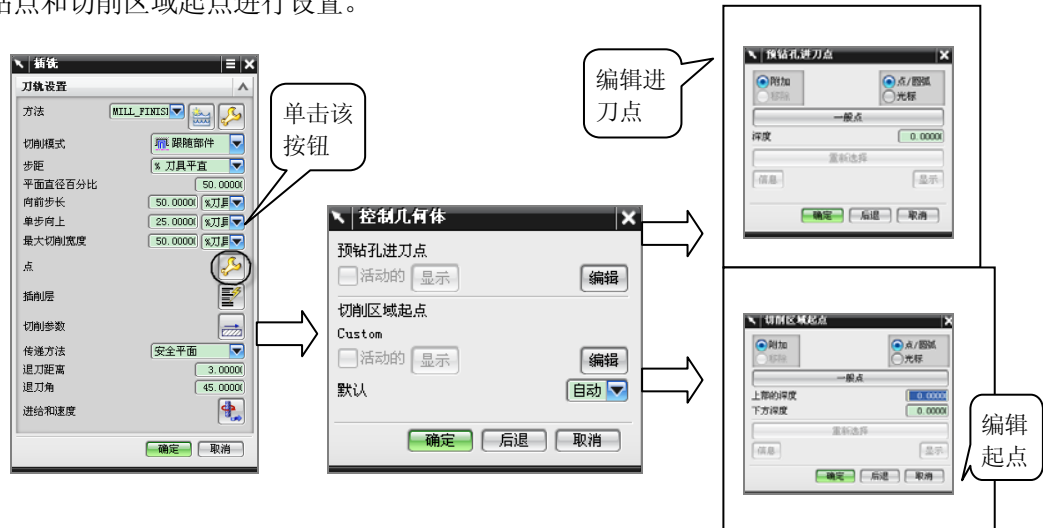


图 5-6 设置控制点操作

### 1. 预钻孔进刀点

NX 6 中可以通过手工和系统自动生成预钻点，可以在“控制几何体”对话框中，单击“编辑”按钮，通过弹出的“预钻孔进刀点”对话框来定义。要自动生成预钻点需要按以下步骤进行设置。

- (1) 创建和生成插铣操作。
- (2) 创建和生成钻孔操作。
- (3) 对钻孔操作重新排序。

### 2. 切削区域起点

在切削区域可以指定切削区域起点来定义刀具的进刀位置和步进方向。自定义切削区域起点时，不必精确地定义进刀位置，只需要指定一个大致的位置即可。系统会自动根据其他设置条件自动确定一个精确的位置点。

## 5.3.3 插铣层设置


在“插削”对话框中，单击“插削层”按钮，系统弹出如图 5-7 所示的“插削层”对话框，该对话框中的参数设置与型腔铣中的“切削层”对话框类似。但是每一个插削操作中的切削层只有两层：顶部层和底部层。在插削操作中，不能将顶层移动和底层交换移动。



图 5-7 “插削层”对话框

## 5.4 插铣加工操作实例

待加工工件为一拨盘类零件，模型如图 5-8 所示。通过该实例的加工应用使读者进一步掌握 NX 6 插铣加工的一般步骤和原理，并且进一步熟悉插铣加工中的参数设置。

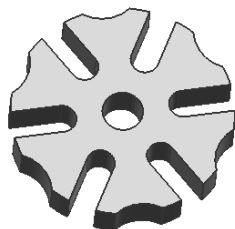



图 5-8 待加工部件

### 1. 进入加工模块

选择“开始”|“加工”命令或使用快捷键【Ctrl+Alt+M】进入加工模块。系统弹出如图 5-9 所示的“加工环境”对话框，在“要创建的 CAM 设置”列表框中选择“mill-contour”模板，单击 **确定** 按钮，完成加工的初始化。

### 2. 创建加工父节点组

(1) 创建粗加工刀具。单击“加工创建”工具栏中的“创建刀具”按钮 ，弹出如图 5-10 所示的“创建刀具”对话框。选择刀具子类型为“hole\_making”，刀具组为“GENERIC\_MACHINE”选项，输入名称 D16，单击“确定”按钮，在弹出的如图 5-11 所示的“埋头孔”对话框中设置刀具参数，单击 **确定** 按钮，完成刀具的创建。

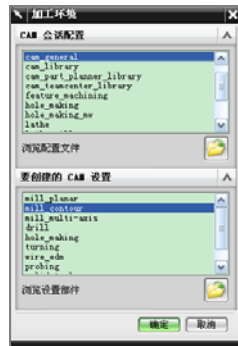


图 5-9 进入加工环境



图 5-10 创建刀具选项

(2) 创建精加工刀具。重复粗加工刀具的创建过程，设置刀具名称为“D8”，具体参数为直径 8，长度 60，夹角 168。参数设置如图 5-12 所示。

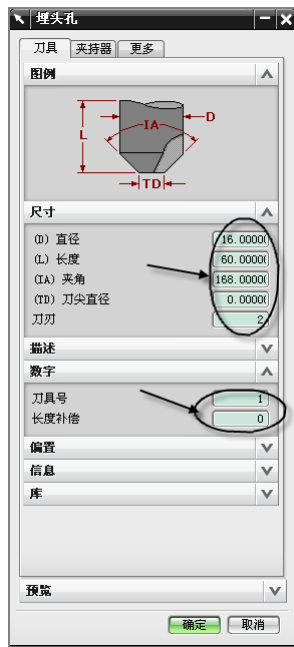










图 5-11 创建 D16 刀具



图 5-12 创建 D8 刀具

(3) 设置加工坐标系和安全平面。单击“操作导航器”工具条的“几何视图”按钮, “操作导航器”切换到如图 5-13 所示的加工几何组视窗。双击右侧操作导航器中的“MCS\_MILL”选项，系统弹出如图 5-14 所示的“Mill Orient”对话框。单击“指定 MCS”按钮, 系统弹出如图 5-15 所示的“CSYS”对话框，在“参考”下拉列表中，选择“WCS”选项，单击按钮。在“Mill Orient”对话框中的“安全设置选项”下拉列表中选择

“平面”，并单击“指定平面”按钮，系统弹出如图 5-16 所示“平面构造器”对话框。选择如图 5-17 所示的平面。在“偏置”文本框中输入 10，单击按钮，完成加工坐标系和安全平面设置。

(4) 创建部件几何体和毛坯几何体。在图 5-18 所示的“操作导航器-几何体”对话框中，双击 WORKPIECE 结点，弹出如图 5-19 所示的“铣削几何体”对话框，单击“指定部件”按钮，弹出“部件几何体”对话框，单击“全选”按钮，整个部件被选中。过程如图 5-20 和图 5-21 所示，单击按钮。完成部件几何体的创建。

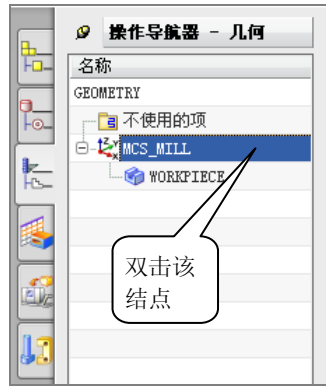


图 5-13 操作导航器几何视图



图 5-14 “Mill Orient”对话框



图 5-15 “CSYS”对话框

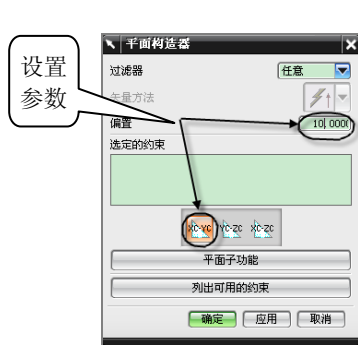


图 5-16 “平面构造器”对话框

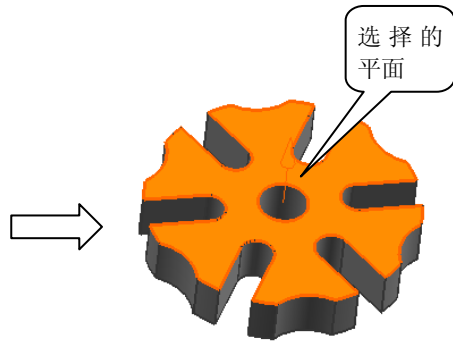


图 5-17 选择工件表面

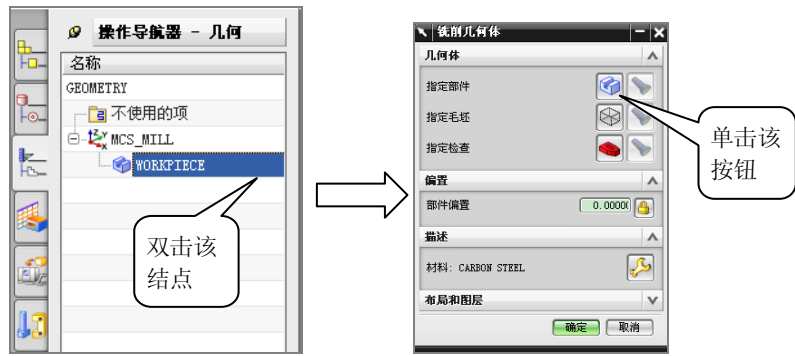


图 5-18 “操作导航器-几何体”对话框 图 5-19 “铣削几何体”对话框

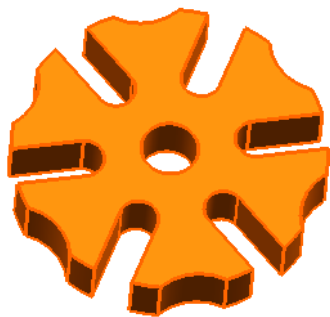


图 5-20 选中的部件



图 5-21 “铣削几何体”对话框



在“铣削几何体”对话框(图 5-22)中,单击“指定毛坯”按钮,系统弹出如图 5-23 所示的“毛坯几何体”对话框,选择“自动块”单选项,单击按钮。系统完成毛坯几何体创建如图 5-24 所示。



图 5-22 “铣削几何体”对话框



图 5-23 “毛坯几何体”对话框

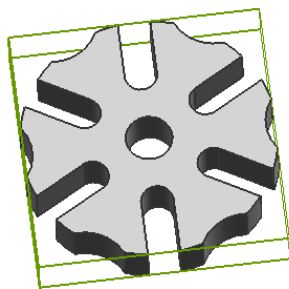



图 5-24 创建的毛坯几何体

### 3. 创建粗加工插铣操作

(1) 创建插铣操作。单击“操作导航器”工具条的“程序顺序视图”按钮, 系统切换到程序顺序组视图。




单击“加工创建”工具条中的“创建操作”按钮, 系统弹出如图 5-25 所示的“创建操作”对话框, 按图中所示设置各选项。在“类型”下拉列表中选择“mill\_contour”, 在“操作子类型”中选择“PLUNGE\_MILLING”按钮, 在“程序”下拉列表中选择“NC\_PROGRAM”选项, 在“几何体”下拉列表中选择“WORKPIECE”选项, 在“刀具”下拉列表中选择“D16”, 在“方法”下拉列表中选择“MILL\_ROUGH”, 在“名称”文本中输入“PLUNGE\_MILLING”。单击“确定”按钮, 完成上述设置后, 系统弹出如图 5-26 所示的“插铣”对话框。



图 5-25 创建操作



图 5-26 “插铣”对话框

(2) 设置切削方法和切削用量。在“插铣”操作对话框中, 在“切削模式”下拉列表中选择“跟随部件”选项, 在“步距”下拉列表中选择“%刀具平直”, 在“百分比”文本框中输入 50。其他参数默认设置。



(3) 设置控制点。参数在图 5-26 所示的“插铣”操作对话框中, 单击“点”按钮, 弹出如图 5-27 所示的“控制几何体”对话框。单击“预钻孔进刀点”选项组中的“编辑”按钮, 弹出如图 5-28 所示的“预钻孔进刀点”对话框。单击“一般点”按钮, 弹出如

图 5-29 所示的“点”对话框，在“类型”下拉列表中选择“两点之间”选项，选择如图 5-30 所示的工件上的两点，单击 **确定** 按钮完成控制点的设置。



图 5-27 控制几何体



图 5-28 预钻孔进刀点



图 5-29 “点”对话框

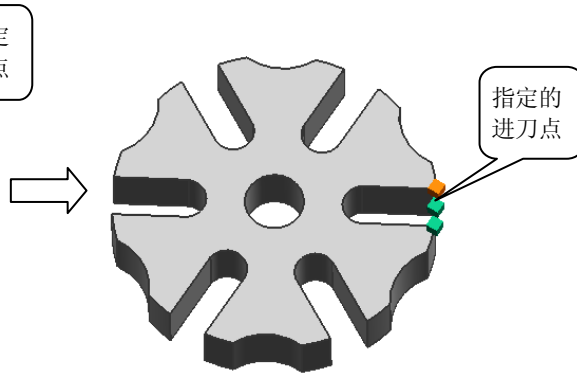



图 5-30 选择两点

(4) 生成刀具轨迹。完成“插铣”对话框中的参数设置之后，单击“操作”选项组中的刀具轨迹“生成”按钮, 而后在图形区显示刀具路径如图 5-31 所示。

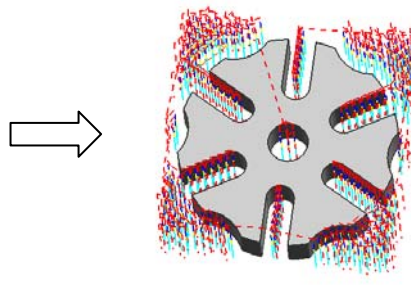


图 5-31 粗加工刀具路径

#### 4. 创建半精加工插铣操作

(1) 创建加工操作。重复创建粗加工插铣的操作步骤，在如图 5-32 所示的“刀具”下拉列表中选择“D8”，在“方法”下拉列表中选择“MILL\_SEMI\_FINISH”，在“名称”文本框中输入“PLUNGE\_MILLING\_1”，单击 **确定** 按钮，完成上述设置后，系统弹出如图 5-33 所示的“插铣”对话框。

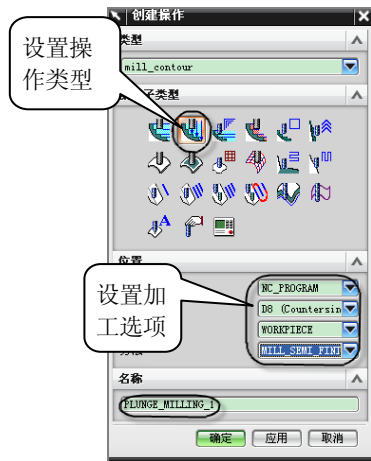


图 5-32 创建操作

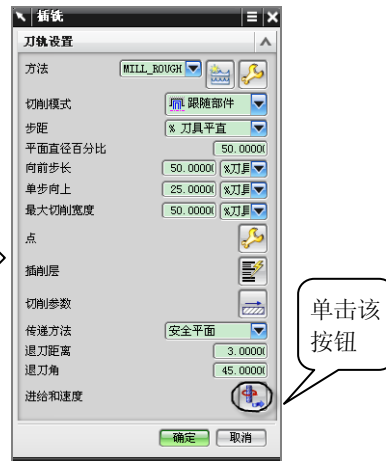





图 5-33 “插铣”对话框

(2) 设置切削参数。在如图 5-33 所示的“插铣”对话框中，单击“进给和速度”按钮，弹出“进给和速度”对话框，设置“主轴转速”为 800，“切削”为 200，参数设置如图 5-34 所示，其余参数默认，单击按钮完成切削参数的设置。

(3) 生成刀具轨迹。完成“插铣”对话框中的参数设置之后，单击“操作”选项组中的刀具轨迹“生成”按钮，而后在图形区显示刀具路径，如图 5-35 所示。

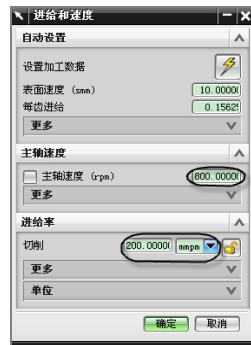


图 5-34 “进给和速度”对话框

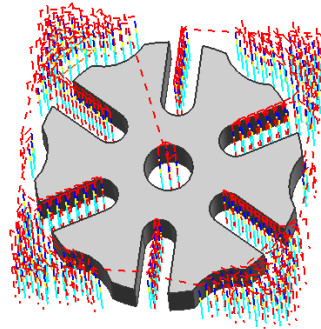


图 5-35 精加工刀具路径

## 5.5 本章小结





插铣加工是一种特殊的加工方法。本章首先简要介绍了插铣操作的特点及应用场合，说明了插铣操作创建的一般过程，重点介绍了插铣操作的切削参数设置。本章最后通过一个具体加工实例的操作应用，介绍了插铣操作的创建步骤和设置方法。读者需要着重理解插铣加工的切削参数设置和插铣层的概念，熟练掌握其操作步骤和参数设置。

## 5.6 习 题

### 1. 填空题

- (1) 插铣加工的优点有\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_。
- (2) 插铣加工几何体类型有\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_5 种类型。
- (3) 插铣加工中切削模式包括\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_6 种。
- (4) 插铣加工中的切削参数有切削模式、\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_等 5 个方面。
- (5) 插铣支持的传递方法有\_\_\_\_和\_\_\_\_两种。

### 2. 选择题

- (1) 插铣操作是一种( )加工类型。  
A. 固定轴    B. 可变轴    C. 5 轴    D. 4 轴
- (2) 下列零件结构不适合插铣加工的是( )。  
A. 底平面    B. 侧壁    C. 切槽    D. 刀具悬伸加工
- (3) 插铣加工的切削模式中( )用于精加工。  
A. 往复走刀    B. 单向走刀    C. 配置文件走刀    D. 跟随周边走刀
- (4) 在“插铣”对话框中,单击( )按钮,可以对零件加工的控制点进行设置。  
A.     B.     C.     D. 
- (5) 切削区域起点定义刀具的( )。  
A. 进刀位置    B. 步进方向    C. 切削速度    D. 切削区域

### 3. 上机练习题

(1) 在 NX 6 中,创建如图 5-36(a)所示的工件模型,进入加工环境创建插铣操作,加工其内部腔体,完成粗加工后的效果如图 5-36(b)所示。

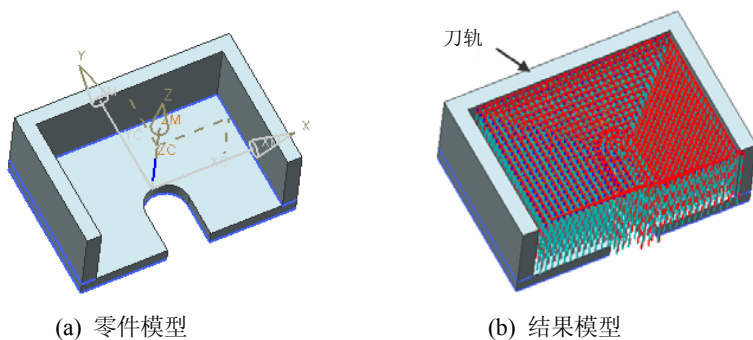


图 5-36 习题(1)模型

(2) 在 NX 6 中创建如图 5-37(a)所示的零件模型,然后进入加工环境创建插铣削操作,粗加工和半精加工其内部腔体,效果如图 5-37(b)所示。

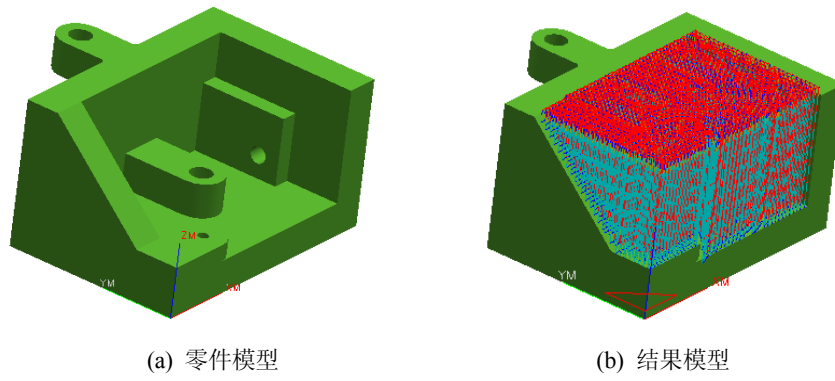


图 5-37 习题(2)模型

(3) 在 NX 6 中创建如图 5-38(a)所示的零件模型，然后进入加工环境创建插铣操作，粗加工和半精加工其外部侧壁，完成后的效果如图 5-38(b)所示。

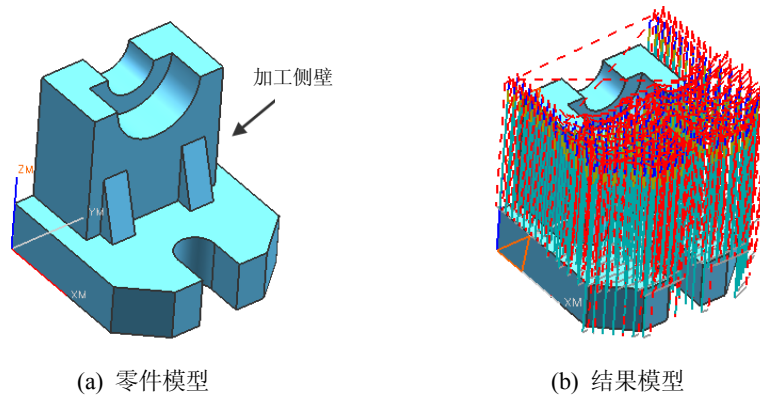


图 5-38 习题(3)模型