

基于 UG NX 软件往复铣削不抬刀的程序研究

曹耀辉, 周乃军

(益阳橡胶塑料机械集团有限公司, 湖南 益阳 413000)

摘要: 针对往复铣削过程中的重复抬刀问题进行分析, 结合 UG/NX12.0 软件建立三维模型编制刀路轨迹进行研究, 主要提供了三种方法, 并进行了比对, 实现了面铣加工中不抬刀, 缩短了加工时间, 减少了机床的不必要移动, 提高了生产效率, 对实际加工有着重要的意义。

关键词: 往复铣削; 抬刀; UG/NX

中图分类号: TQ330.41

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2024)06-0059-06

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2024.06.013

0 序言

UG NX (Unigraphics NX^[1]) 是 Siemens PLM Software 公司推出的集 CAD/CAM/CAE 于一体的三维机械设计软件, 也是当今世界应用最广的计算机辅助设计、分析和制造软件之一, 广泛应用于汽车、航空航天、机械、消费产品、医疗器械、造船等行业。^[2] 机械加工中如何快速去除加工余量, 减少机床的重复运动, 编制高效, 简短的 CNC 程序, 缩短加工时间一直是工程师研究的重点和难点。我公司加工的工件重量大, 面铣部位较多, 大量使用面铣策略、轮廓铣策略。在实际加工过程中, 我们发现某些刀路是重复的, 刀路每一层结束后, 机床提高到安全高度, 再从起刀点开始下切到第二层, 如此往复, 代码量大, 不仅占用机器内存而且机床的无效运动多。为解决此问题, 我们运用 UG/NX 进行三维建模, 编制刀路轨迹, 巧妙运用刀路编辑、做点集法直接在软件中实现, 第三处方法是通过后处理生成程序代码并分析代码结构, 结合 SIEMENS 的 R 参数及条件判断语句运用宏程序方法来实现; 而后结合使用 CIMCOEDIT 软件来模拟验证, 在实际加工进行加工验证, 最终达到了理想效果。

1 UG/NX 三维建模

为了方便研究, 在 UG 中建立一个长、宽、高为 500、500、100 的方块, 建模步骤如下:

在“建模”环境下, 点击“文件”-“新建”-在“名

称”中输入“方块”-点击“确定”。

依次点击菜单-插入-设计特征-长方体, 在长度 (XC) 中输入 500, 在宽度 (YC) 中输入 500, 在高度 (ZC) 输入 100, 点击确定后完成三维建模。

2 刀路编制

依次点击“应用模块”-“加工”进入“加工环境”对话框保持默认, 点击确定, 进入编程模块。

2.1 设定 G54 加工坐标系

鼠标左键双击“MCS_MILL”, 进入“MCS 铣削”对话框, 在“指定 MCS”一栏中点击第一个图标, 进入后在下拉框中选择“自动判断”, 然后点击方块的上表面后确定, 完成工作坐标系 G54 的创建。如图 1 所示。

2.2 设定“安全高度”

双击“MCS_MILL”在“安全设置”中点击“指定平面”选择方块的上表面, 在距离中输入“50”, 完成安全高度的设置。

2.3 创建刀具

点击“创建刀具”-在名称中输入“D80R6”确定, 在 (D) 直径中输入“80”, 在 (R1) 下半径中输入“6”,

作者简介: 曹耀辉 (1983-), 男, 工程师, 一直从事并负责橡胶机械设备的工艺、制造、生产管理工作, 拥有较丰富的加工经验及管理经验。

收稿日期: 2023-06-28

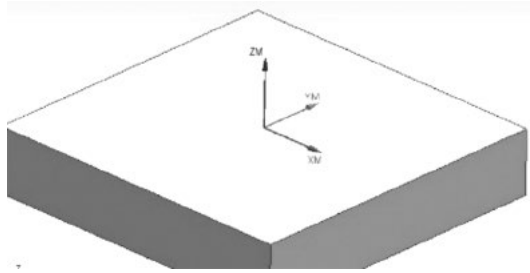


图1 加工坐标系设定

依次在“刀具号、补偿寄存器、刀具补偿寄存器”中都输入“1”，点击确定完成刀具创建。

2.4 设定“WORKPIECE”

双击“WORKPIECE”进入 WORKPIECE 设置，点击“指定部件”一栏中的实体按钮，选择建立的方块实体，点击“指定毛坯”一栏中的实线按钮，点击选择“部件的偏置”在“偏置”中输入“5”，完成 WROKPIECE 设置，以偏于后续进行实体模拟观察。

2.5 编制刀路轨迹

点击“WORKPIECE”使其呈阴影显示，点击“创建工序”-在“工序子类型”中点击图标“带边界面铣”使其呈阴影显示，在刀具后面的边框中点击下拉三角符号选择新建的 D80R6 刀具，几何体选择“WORKPIECE”确定，进入面铣策略编程对话框。在“指定面边界”右边第一个图标“选择或编辑面几何体”上点击，进入后选择方块的上表面，后在“成员”中选择第二条边和第四条边，在“定制成员数据”中都设置“成员余量”为 5，防止踩刀，然后确定。在“切削模式”中选择“往复”，平面直径百分比，设置为 75%，毛坯距离，设定为 5，每刀切削深度为 1；在“非切削移动-进刀-进刀类型封闭区域和开放区域均设为无”，在“转移/快速-区域内-转移方式”为无，转移类型为直接，在“进刀-封闭区域和开放区域中的进刀类型中都设置为无”，“在进给率和速度对话框中设定主轴转速 S 为 1 000 rpm，切削进给率 F 为 2 500 mmpm。在“操作”栏中点击“生成”完成刀路轨迹的编制。生成的刀路轨迹如图 2 所示，进刀点和退刀点呈对角线。

2.5.1 方法 1—编辑刀路法

此时在“FACE_MILLING”上点击鼠标右键-刀轨-编辑，进入刀轨编辑器对话框，在“图形选择”右侧，选择“快速运动之间”，然后选择刀轨的第二条和第四条，使其选中，点击“编辑操作”中的第四个“反向”按钮，如图 3 所示然后确定。

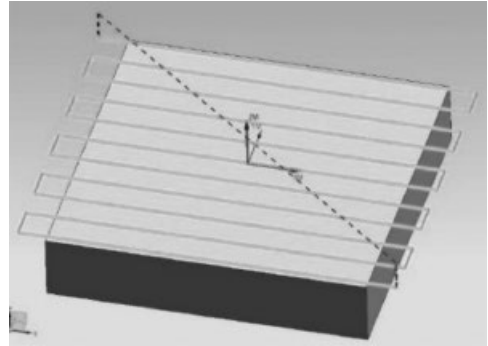


图2 刀路轨迹



图3 编辑刀轨

刀轨编辑完成。仿真查看，每一层切削完成后，都有一个抬刀到 Z50 安全高度的动作，此种方法并没有完全达到目的。

解决方法：

此时我们只需把步距更改为 70%，使进刀点和退刀点位于同一侧，如图 4 所示。

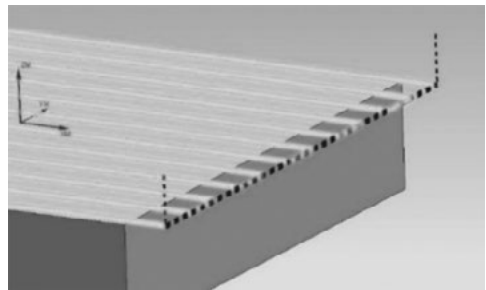


图4 更改步距为 70% 后的刀轨

再重复使用刀轨编辑操作，达到目的，如图 5 所示。

注意：此种方法只适合于总的毛坯余量/每刀吃刀量 = 奇数，上图为 5 mm/1 mm=5，即刀路层数为 5，若总的毛坯余量/每刀吃刀量 = 偶数，当程序到最后一刀 Z=0 时在进刀前，Z 值会抬高到安全高度。

2.5.2 方法 2—点集法

因毛坯宽度为 500，使用 D80R6 加工，为了方便插入点，按 50 mm 步距来计算，正好一边插入 11 个点，点击“菜单-插入-基准点-点集”进入“点集”对话框，在“点数”中输入“11”，然后选择 X 方向的

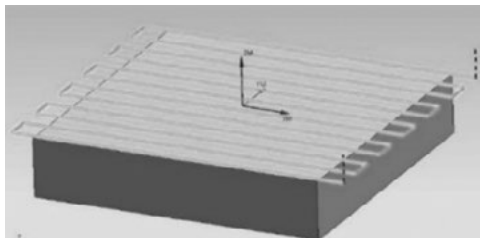


图 5 70% 步距的刀轨编辑后

两条平行的边，如图 6 所示。

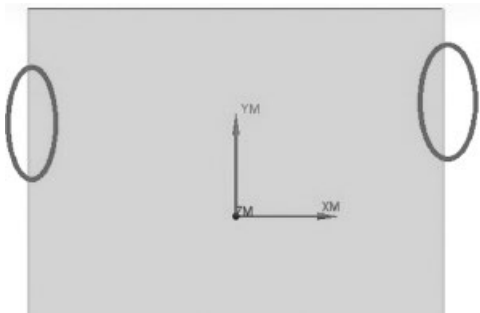


图 6 X 方向的两条平行边

为了防止踩刀，需在第一开始点和最后一点分别向外移动一个刀具半径，此处多移动 5 mm，如图 7 所示。

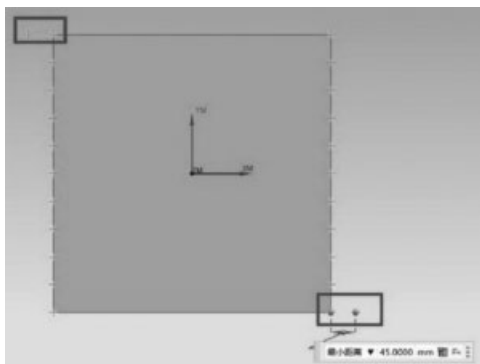


图 7 移动后的点位置

此时我们可以使用“平面轮廓铣”策略，在“指定底面”选择上表面，在“指定部件边界”中选择方法中选择“点”，从右下角依次选择各点，连线呈“弓”形，如图 8 所示。

然后在“成员 - 列表”中选中所有成员，在“刀具位置”中选择“开”，使所有成员显示为“对中”。在“切削参数”中切削方向更改为“混合”；在“非切削移动”中，转移 / 快速中的“区域内的转移方式更改为无，转移类型改为直接”，进刀中的封闭区域和开放区域中的进刀类型都改为“无”。点击生成刀轨，达到不抬刀的目的，此种方法直接生成不需要编辑刀轨。

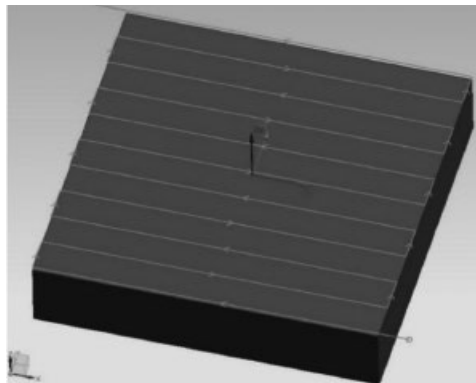


图 8 部件边界的选择

2.5.3 方法 3—R 参数，宏程序法（针对西门子系统）

宏程序^[3]使用变量和条件判断语句可以达到缩短程序代码，优化程序的目的。

使用专用的后处理，处理刀轨编辑方法中的奇数刀路文件生成 G 代码。代码如下：

```
G40 G17 G94 G90 G54 G64
S1000 M3
G0 Z50.           (安全高度)
G0 X295. Y-245.385 (第一个下刀点)
Z4.              (第一刀下切 1 mm)
G1 X-290. M8 F2500.
Y-200.769
X295.
Y-156.154
X-290.
Y-111.538
X295.
Y-66.923
X-290.
Y-22.308
X295.
Y22.308
X-290.
Y66.923
X295.
Y111.538
X-290.
Y156.154
X295.
Y200.769
```

X-290.		Y111.538	
Y245.385		X-290.	
X295.		Y156.154	
G0 Z3.	(第二刀直接下切 1 mm)	X295.	
G1 X-290.		Y200.769	
Y200.769		X-290.	
X295.		Y245.385	
Y156.154		X295.	
X-290.		G0 Z1.	(第四刀下切 1 mm)
Y111.538		G1 X-290.	
X295.		Y200.769	
Y66.923		X295.	
X-290.		Y156.154	
Y22.308		X-290.	
X295.		Y111.538	
Y-22.308		X295.	
X-290.		Y66.923	
Y-66.923		X-290.	
X295.		Y22.308	
Y-111.538		X295.	
X-290.		Y-22.308	
Y-156.154		X-290.	
X295.		Y-66.923	
Y-200.769		X295.	
X-290.		Y-111.538	
Y-245.385		X-290.	
X295.		Y-156.154	
G0 Z2.	(第三刀下切 1 mm)	X295.	
G1 X-290.		Y-200.769	
Y-200.769		X-290.	
X295.		Y-245.385	
Y-156.154		X295.	
X-290.		G0 Z0.0	(第五刀下切 1 mm)
Y-111.538		G1 X-290.	
X295.		Y-200.769	
Y-66.923		X295.	
X-290.		Y-156.154	
Y-22.308		X-290.	
X295.		Y-111.538	
Y22.308		X295.	
X-290.		Y-66.923	
Y66.923		X-290.	
X295.		Y-22.308	

```
X295.
Y22.308
X-290.
Y66.923
X295.
Y111.538
X-290.
Y156.154
X295.
Y200.769
X-290.
Y245.385
X295.
G0 Z50.
M09
M5
M30
```

分析以上代码不难看出，机床运行到第一个点位 X295. Y-245.385 后，从安全高度 50 开始下刀，因毛坯厚度为 5 mm，此处 Z4 表示下切 1 mm。G0 Z3 表示第一层切削结束后，直接再下切 1 mm，如此往复，直到切削至 Z0，切削完成。如图 9 所示：从中我们可以发现，第三层刀路与第一层代码重复，第四与第二，代码重复，依次直到 Z0。这样我们就可以结合 SIEMENS 系统的 R 参数、标记、条件判断语句来手动修改代码，修改后的代码如下：

```
G40 G17 G94 G90 G54 G64
S1000 M3
G0 Z50.
R1=4      (第一刀的下切高度)
R2=0      (底面即 Z0)
AA:       (开始循环标记)
G0 X295. Y-245.385
Z=R1      (设置第一刀 Z 的值)
G1 X-290. M8 F2500.
Y-200.769
X295.
Y-156.154
X-290.
Y-111.538
X295.
Y-66.923
X-290.
```



图 9 五层刀路

```
Y-22.308
X295.
Y22.308
X-290.
Y66.923
X295.
Y111.538
X-290.
Y156.154
X295.
Y200.769
X-290.
Y245.385
X295.
R1=R1-1  (R1 的值每次减 1, 代表下切 1 mm)
IF R1<R2 GOTO BB  (判断 R1、R2 值的大小,
防止过切)
G0 Z=R1      (下切一个 R1 的值)
G1 X-290.
Y200.769
X295.
Y156.154
X-290.
Y111.538
X295.
Y66.923
```

X-290.
 Y22.308
 X295.
 Y-22.308
 X-290.
 Y-66.923
 X295.
 Y-111.538
 X-290.
 Y-156.154
 X295.
 Y-200.769
 X-290.
 Y-245.385
 X295.
 R1=R1-1 (R₁ 的值每次减小 1, 代表每次下刀

1 mm)

IF R1>=R2 GOTO AA (判断 R₁ 和 R₂ 值的大小, 返回开始循环标记)

BB: (设置第二个标记)
 G0 Z50.
 M09
 M5
 M30

手动修改时要注意下刀点的重合, 在第一刀下切完成第二刀下切之前, 需要判断 R₁ 和 R₂ 值的大小, 以防止过切, R₁ 的初始值应该按照毛坯厚度减去每刀吃刀量来设置, 防止空切。把修改后的宏程序导入 CIECOEDIT 软件进行验证, 如图 10 所示。

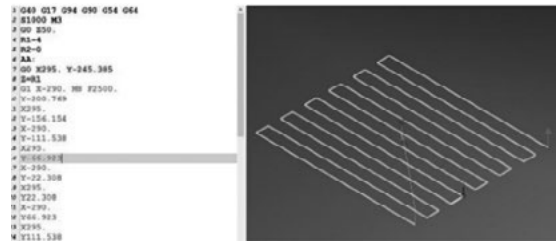


图 10 CIMCO 软件模拟验证

实际加工验证如图 11 所示。



图 11 实际加工验证

3 结束语

以上三种方法都比较常用, 均达到了面铣不抬刀的使用要求, 对比不难看出, 宏程序的代码, 明显缩短, 对于一些有容量限制的机床来说更友好, 并且可作为粗、精加工一起来使用, 代码重用率高, 可以达到简化刀路、优化程序的目的。

参考文献:

- [1] 张磊. UG NX6 后处理技术培训教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
- [2] 天工在线. 中文版 UG NX 12.0 从入门到精通 (实战案例版) [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2019.
- [3] 杜军. 数控宏程序编程手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.

Program research on reciprocating milling without tool lifting based on UG NX software

Cao Yaohui, Zhou Najun

(Yiyang Rubber & Plastics Machinery Group Co. LTD., Yiyang 413000, Hunan, China)

Abstract: This article analyzes the problem of repeated tool lifting in the reciprocating milling process, and combines UG/NX12.0 software to establish a three-dimensional model to compile the tool path trajectory for research. Three methods were mainly provided and compared in this article, which achieved no lifting of the tool in surface milling processing, shortened processing time, reduced unnecessary movement of the machine tool, and improved production efficiency, which is of great significance for practical processing.

Key words: reciprocating milling; tool lifting; UG/NX

(R-03)