

# MasterCAM 进阶功能剖析

苟琪 编著



机械工业出版社

# 前 言

MasterCAM 是一个功能强大的应用软件,几乎可以完成所有常规的简单和复杂形状零件的加工,因而在国内外已成为一个大众化的、用户量很大的 CAD/CAM 应用软件。

MasterCAM 软件在 MasterCAM V6 版本以上都是应用在 Windows 系统下,2002 年 3 月又推出了 MasterCAM V9 版本,版本越高,增加的功能也就越多。但是,从 V6 到 V9 版本,基本框架没有改变,造型和生成刀具路径的方法没有改变。本书主要讲解 MasterCAM 中不变的设计与生成刀具路径的应用方法,其特点是以具体实例讲解各种形状零件的造型和加工方法,各种加工刀具路径的应用场合及 MasterCAM 软件的应用技巧,如从实体造型设计曲面的方法,简单且实用性强。书中的某些设计思路,如根据加工需要设计零件图形,是作者应用 MasterCAM 的经验总结,对于复杂零件加工,这一思路非常有效;书中的有些实例是作者在实际项目中的加工实例;书中的方法,可以直接指导读者进行实际 CAM 加工。

本书是在《MasterCAM 实用教程》的基础上完成的,在《MasterCAM 实用教程》中,主要讲解 MasterCAM 软件的功能及一些基本概念,MasterCAM 造型设计(CAD)部分和功能解释占用了许多篇幅,而本书的重点在于应用,强调是分析问题和解决问题的方法,讲解如何根据零件的形状特点,选择生成加工刀具路径的思路和方法,并对解决问题的多种方法进行了比较。本书是作者应用 MasterCAM 软件的总结,详细阅读本书中,对各实例操作过程的解释,可以掌握作者解决问题的思路,应用 MasterCAM 软件的技巧。本书加工部分(CAM)占用的篇幅较多,与《MasterCAM 实用教程》一书正好形成互补。

书中的例子是以 MasterCAM V8 为原型,可以在 MasterCAM V8 和 V9 版本上运行。

本书主要包括以下内容:

1. 如何快速建立一个设计界面及加工操作过程。
2. 二维零件的设计技巧及轮廓加工刀具轨迹的生成方法,在这一部分,将介绍 MasterCAM 的编辑功能,如倒角、镜像、旋转等的应用技巧,普通刀具路径及倒角刀具路径等的生成方法。
3. 各种挖槽加工刀具路径的特点及应用场合,挖槽边界的设置方法对挖槽路径的影响,在“岛屿”加工中如何综合应用刀具路径及挖槽边界设置。
4. 轮廓加工和挖槽加工的综合应用,包括重切削、深度控制、斜面切削方法及横向分层切削的应用技巧。
5. 刀具路径的编辑生成方法,已生成加工刀具路径的编辑、修改方法,优化已生成的刀具路径。
6. 整圆的加工方法,在这一部分,将介绍刀具切入、切出的作用,控制方法及选择方法,整圆的铣削,螺纹的铣削加工。
7. 孔系加工方法,包括孔系加工顺序的选择方法、不同深度孔的加工方法。
8. 三维线框模型生成方法及三维轮廓加工刀具路径的生成方法。
9. 各种曲面的造型方法,介绍直纹、举升、旋转、扫描、孔斯等曲面的应用场合的选

择及造型的要点，由实体造型生成曲面的方法和技巧。

10．根据生成刀具路径需要，设计零件图形的思路和方法。

11．粗、精和清角加工中各种刀具路径的特点、生成的方法及应用选择，包括轮廓、平行、放射、交线清角等加工刀具路径。

12．四轴和五轴曲面加工的特点及刀具路径的生成方法。

参加本书编著的还有孙忠义、苟磊、孙进正和胡婷，孔爱宁负责录入、校对。邱港、李厚福、刘玉东、孙大鹏、乔大勇、薛洪满和顾文凯为本书的完成做了很多工作。机械工业出版社的吉玲编辑对本书的结构和内容提出了很多建设性意见，在文字的编辑修改上做了大量工作。加拿大滑铁卢大学 S.Bedi、G.E.Scheider 和 F.Ismail 教授对完善本书的结构给予了指导，并为作者提供了在加拿大滑铁卢大学机械系做博士后研究的机会和良好的设备条件。MasterCAM 公司加拿大代理公司的 D.Thomson 先生为作者在 MasterCAM 二次开发和应用中提供了资料和帮助。加拿大滑铁卢大学 CIM ( Computer Integration Manufacturing ) 实验室的 R.Robert 先生和 DMG 公司加拿大办事处的 D.Medrea 先生在本书的实例加工实验中，提供了帮助。在此，对上述参加编写和帮助完成本书的所有人士表示衷心的感谢。最后，特别要感谢的是我的妻子孔爱宁，在我长期的写作中，给予的生活上的照顾及信心上的鼓励。

作者 苟琪

2002 年 7 月于加拿大滑铁卢大学

Tel : ( 0532 ) 5951961

E-mail : gouqiuw@yahoo.com

# 目 录

## 前 言

第 1 章 MasterCAM 的界面及快速操作 .....	1
1.1 MasterCAM 的坐标系建立方法 .....	1
1.2 MasterCAM 的快捷键及快速输入方法 .....	2
1.2.1 MasterCAM 的快捷键 .....	2
1.2.2 MasterCAM 的快速输入方法 .....	4
1.2.3 MasterCAM 的快速拾取方法 .....	5
1.3 MasterCAM 的在线帮助 .....	7
第 2 章 二维零件设计及轮廓加工刀具路径 .....	8
2.1 零件设计过程及典型编辑方法的应用 .....	8
2.2 轮廓加工刀具路径生成 .....	13
2.3 轮廓加工刀具路径的修改 .....	16
2.3.1 刀具路径起始点的改变 .....	16
2.3.2 刀具路径方向的改变 .....	18
2.3.3 在深度方向增加分层切削次数 .....	19
2.3.4 在轮廓方向增加粗、精加工次数 .....	20
2.3.5 增加切入、切出刀具路径 .....	22
2.4 倒角刀具路径的生成 .....	23
2.5 加工过程仿真 .....	27
第 3 章 挖槽刀具路径的应用 .....	30
3.1 挖槽刀具路径生成过程 .....	30
3.2 挖槽加工切入起始点和切入方式的确定 .....	37
3.3 挖槽加工刀具路径的修正 .....	40
3.3.1 改变刀具直径修正挖槽加工刀具路径 .....	40
3.3.2 改变挖槽方式修正挖槽加工刀具路径 .....	42
3.3.3 改变挖槽参数修正挖槽加工刀具路径 .....	42
3.4 带有起模角挖槽加工刀具路径的生成及切削深度控制方法 .....	44
3.5 挖槽加工重切削刀具路径的生成 .....	46
3.6 挖槽加工子程序的生成 .....	48
3.7 具有岛屿及表面特征技术的挖槽加工 .....	52
第 4 章 刀具路径的编辑 .....	59
4.1 刀具路径的镜像复制 .....	59
4.2 刀具路径的旋转复制 .....	61
4.3 刀具路径的平移复制 .....	64

4.4	刀具路径的关联生成	67
4.4.1	直接关联生成刀具路径	67
4.4.2	间接关联生成刀具路径	69
4.5	刀具路径修改	71
4.5.1	增加快速提刀路径	71
4.5.2	修改刀具路径	75
第 5 章	线框模型设计及三维轮廓加工	78
5.1	线框模型设计方法及典型编辑方法的应用	78
5.2	三维轮廓加工刀具路径的生成	83
第 6 章	二维加工综合实例	87
6.1	轮廓与挖槽加工方法的应用	87
6.2	组 ( Group ) 的创建方法	96
6.3	利用组 ( Group ) 进行的镜像方法	97
6.4	整圆的铣削加工	99
6.5	螺纹的铣削加工	101
6.6	刀具路径组的生成	104
6.6.1	创建新刀具路径组	104
6.6.2	刀具路径组的更名	106
6.7	钻削的应用	107
6.7.1	利用屏蔽方法选择孔中心的钻削	108
6.7.2	利用组方法选择孔中心的钻削	110
6.7.3	深孔钻削	111
6.7.4	扩孔	112
第 7 章	MasterCAM 的曲面	115
7.1	MasterCAM 生成曲面特征	115
7.1.1	牵引曲面 ( Draft Surface )	115
7.1.2	旋转曲面 ( Revolve Surface )	115
7.1.3	直纹曲面 ( Ruled Surface )	116
7.1.4	举升曲面 ( Loft Surface )	116
7.1.5	扫描曲面 ( Sweep Surface )	117
7.1.6	孔斯曲面 ( Coons Surface )	117
7.1.7	基本曲面 ( Primitive Surface )	118
7.1.8	实体曲面 ( Solid Surface )	118
7.2	MasterCAM 的编辑曲面	119
7.2.1	倒角曲面 ( Fillet Surface )	119
7.2.2	移位曲面 ( Offset Surface )	119
7.2.3	修整/延伸曲面 ( Trim/Extend Surface )	119
7.2.4	连接曲面 ( Blend Surface )	120
7.3	引入曲面	121

---

第 8 章 曲面的三轴加工刀具路径 .....	122
8.1 粗加工方法的应用 .....	122
8.1.1 平行加工方法 (Parallel) .....	122
8.1.2 放射加工方法 (Radial) .....	125
8.1.3 投影加工方法 (Radial) .....	127
8.1.4 插削加工方法 (Plunge) .....	134
8.1.5 曲面挖槽加工方法 (Pocket) .....	136
8.1.6 曲面高速挖槽加工方法 (High Speed Pocket) .....	138
8.1.7 残料粗加工方法 (Rest Mill) .....	141
8.2 精加工方法的应用 .....	142
8.2.1 平行精加工方法 (Parallel) .....	143
8.2.2 陡斜面加工方法 (Par. Steep) .....	144
8.2.3 浅平面加工方法 (Shallow) .....	146
8.2.4 环绕等距加工方法 (Scallop) .....	147
8.2.5 轮廓加工方法 (Contour) .....	148
8.2.6 轮廓浅平面加工方法 (Contour and Shallow) .....	149
8.3 清角精加工方法的应用 .....	150
8.3.1 残料清角精加工方法 (Leftover) .....	150
8.3.2 交线清角精加工方法 (Pencil) .....	151
8.4 三轴加工综合实例 .....	152
8.4.1 被加工曲面的设计 .....	152
8.4.2 加工方法的应用 .....	162
第 9 章 四轴加工刀具路径 .....	164
9.1 四轴加工零件的设计 .....	164
9.2 四轴粗加工刀具路径的生成 .....	170
9.3 四轴精加工刀具路径的生成 .....	173
第 10 章 五轴加工刀具路径 .....	175
10.1 五轴加工零件的设计 .....	175
10.2 五轴加工零件刀具路径的生成 .....	190
10.2.1 球表面加工刀具路径的生成 .....	190
10.2.2 圆锥表面加工刀具路径的生成 .....	196
10.2.3 雕刻字刀具路径的生成 .....	198
10.2.4 槽加工刀具路径的生成 .....	199

# 第 1 章 MasterCAM 的界面及快速操作

MasterCAM 应用中主要用到三种操作方式：一是通过菜单的操作，二是通过工具条的操作，三是通过快捷键的操作。根据 MasterCAM 的特点，实际操作时，通常以第一种方式为主，第二和第三种方式为辅，熟练掌握第二和第三种方式可以加速操作过程。

本章将简介 MasterCAM 界面的生成及快捷操作，有关 MasterCAM 界面及工作环境的详细设置方法请参阅《MasterCAM 实用教程》(苟琪等编著，机械工业出版社，2001 年 5 月)。

## 1.1 MasterCAM 的坐标系建立方法

进入 MasterCAM 系统后，在绘图区自动生成一个空白绘图空间。但是，实际应用时，需要建立图 1-1 所示的坐标系，建立的方法有两种：

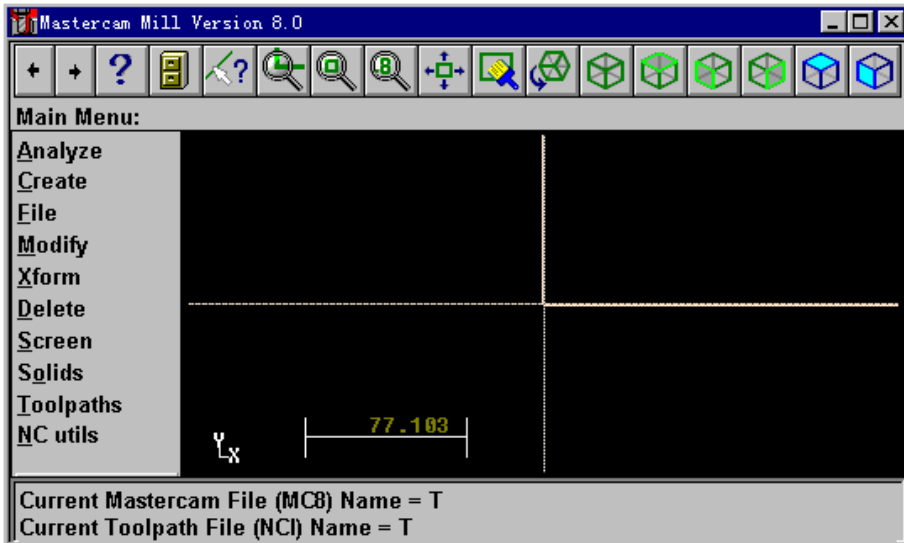


图 1-1

1. 按功能键 F9 键；
2. 用鼠标单击工具条中的坐标系按钮，如图 1-2 所示。



图 1-2

F9 键和工具条中坐标系按钮具有软开关特性，即按一次，显示坐标系标志，再按一次，坐标系标志消失。

坐标系原点在实体造型和产生刀具路径时非常重要，是整个实体造型中的参考点，也是在加工时刀具相对于工件的对刀点。

图 1-3 给出了实体造型中的三个参考点，也是应用中常用的参考点。图 1-3a 表示参考点

位于工件的底部中心，图 1-3b 表示参考点位于工件的顶部中心，图 1-3c 表示参考点位于工件的特定位置，一般是根据特定工件形状来确定。

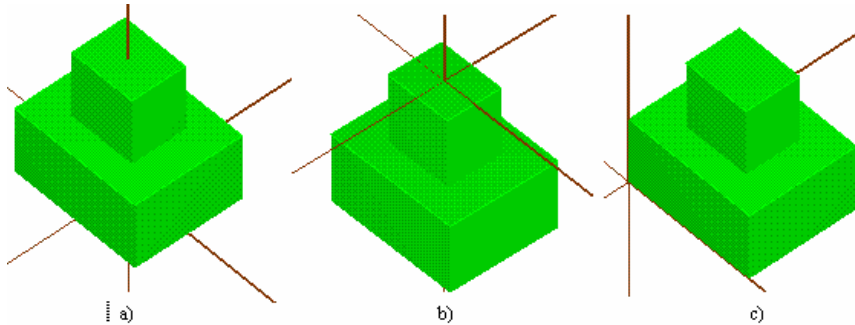


图 1-3

MasterCAM 系统在产生刀具路径时，也是基于这个坐标系原点。因此，在 CNC 机床上加工时，这一点将作为工件坐标系的原点，也即 CNC 加工 ISO 代码中 G 代码 G54 ~ G59 中存储的数据。

## 1.2 MasterCAM 的快捷键及快速输入方法

### 1.2.1 MasterCAM 的快捷键

MasterCAM 界面中有菜单项和工具条按钮，分别对应着相应的功能，如画线、画圆、延长等，有些菜单功能不是在一级菜单中，相应的工具条按钮也不在界面中显示的一组工具条中。因此，要选用这些菜单及工具条按钮对应的功能时，不能直接选择，影响了操作的方便性和操作速度。MasterCAM 系统中，设置有许多快捷键，可以解决这一问题，熟练掌握后，可以大大提高操作速度。表 1-1 为 MasterCAM 的组合键式快捷键及相应功能简介，表 1-2 为 MasterCAM 的功能键式快捷键及相应功能简介，表 1-3 为 MasterCAM 的组合功能键式快捷键及相应功能简介。

表 1-1 组合键式快捷键功能

快捷键	功能
Alt + 0	设置 Z 向控制深度
Alt + 1	设置绘制图形的颜色
Alt + 2	设置当前层
Alt + 3	与 Alt + 2 功能相同
Alt + 4	设置刀具面 (Tplane)
Alt + 5	设置绘图面 (Cplane)
Alt + 6	设置视图面 (Gview)
Alt + A	进入自动存文件对话框

(续)

快捷 键	功 能
Alt + B	工具条的显示/关闭
Alt + C	选择执行 Chooks 程序 ( Chooks 程序为动态链接库程序 )
Alt + D	进入绘图参数设置对话框
Alt + E	进入绘图区图素隐藏功能
Alt + F	进入字体设置对话框
Alt + G	进入绘图区网格捕捉对话框
Alt + H	进入 MasterCAM 在线帮助
Alt + I	列出打开的文件
Alt + J	进入毛坯设置对话框
Alt + L	设置当前的绘图线型和线宽
Alt + M	显示当前内存分配
Alt + N	进入坐标系列表对话框
Alt + O	进入操作管理对话框
Alt + P	信息交互区显示/关闭
Alt + Q	取消前一个操作
Alt + R	编辑前一个操作
Alt + S	曲面渲染显示/关闭
Alt + T	刀具路径显示/关闭
Alt + U	取消前一个操作动作
Alt + V	显示 MasterCAM 的版本号、当前的绘图层等信息
Alt + W	选择绘图区形式, 如采用一个绘图区、两个绘图区等
Alt + Z	与 Alt + 2 功能相同
Alt + '	进入绘制点菜单项
Page Up	绘图视窗放大
Page Down	绘图视窗缩小
左箭头	绘图视窗左移 ( 注: 绘图区中图形右移 )
右箭头	绘图视窗右移 ( 注: 绘图区中图形左移 )
上箭头	绘图视窗上移 ( 注: 绘图区中图形下移 )
下箭头	绘图视窗下移 ( 注: 绘图区中图形上移 )
Esc	结束正在进行的操作

表 1-2 功能键式快捷键功能

快捷 键	功 能
F1	进入视窗放大状态
F2	视窗缩小至原视图的 50%
F3	重画视图

(续)	
快捷 键	功 能
F4	进入分析功能
F5	进入删除功能
F6	进入文件功能
F7	进入修整功能
F8	进入绘图功能
F9	显示坐标系及其原点
F10	进入系统功能选择对话框

表 1-3 组合功能键式快捷键功能

快捷 键	功 能
Alt + F1	放大至绘图区大小
Alt + F2	视窗缩小至原视图的 80%
Alt + F4	退出 MasterCAM
Alt + F5	进入视窗删除功能
Alt + F7	绘图区空白功能
Alt + F8	进入系统设置对话框
Alt + F9	画出坐标轴
Alt + F10	进入系统功能选择对话框

### 1.2.2 MasterCAM 的快速输入方法

在 MasterCAM 中，可以通过键盘快速、精确地输入坐标点、Z 向控制深度等。例如，输入点 (20, 10) 的方法为：

1. 选择 主菜单 (Main Menu) - 绘图 (Create) - 点 (Point) - 位置 (Position)
2. 通过键盘直接输入 20, 10, 在信息交互区得到图 1-4 所示图形；

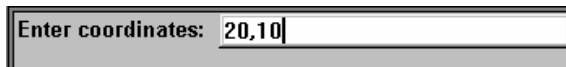


图 1-4

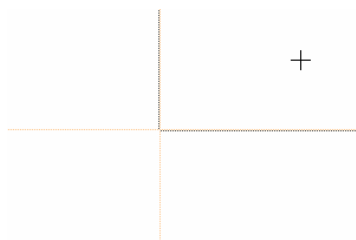


图 1-5

3. 按下回车键后, 在绘图区得到图 1-5。

### 1.2.3 MasterCAM 的快速拾取方法

MasterCAM 提供了 8 种快速拾取已存在图素特征的功能, 如表 1-4 所示, 如拾取已存在的角度、圆直径等, 可以加速操作。

表 1-4 快速拾取已存在图素特征功能

快捷 键	功 能
“ X ”或“ x ”	拾取已存在的 X 坐标
“ Y ”或“ y ”	拾取已存在的 Y 坐标
“ Z ”或“ z ”	拾取已存在的 Z 坐标
“ R ”或“ r ”	拾取已存在的半径
“ D ”或“ d ”	拾取已存在的直径
“ L ”或“ l ”	拾取已存在图素的长度
“ A ”或“ a ”	拾取已存在的角度
“ S ”或“ s ”	拾取已存在的两点间的距离

应用表 1-4 中快速拾取功能的操作步骤如下：

1. 进入相应的绘图状态；
2. 在信息交互区输入表 1-4 中的某一快捷键, 按“回车 (Enter)”键；
3. 用鼠标在绘图区拾取与快捷键功能对应的图素, 在信息交互区显示所选图素的数值, 按“回车 (Enter)”键；
4. 相应的图素将被绘制。

下面为应用快速拾取功能的一个例子。

用极坐标方法绘制一条直线, 直线的一端点为原点 (0, 0), 角度为图 1-6 中直线 L1 和 L2 之间的锐角, 直线的长度为图 1-6 中直线 L2 的长度, 绘制步骤如下。

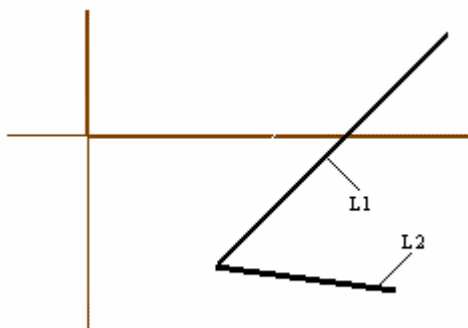


图 1-6

步骤一 读入文件

文件名为: Ch1\_2\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图 1-6 所示。

### 步骤二 用极坐标法绘制直线

1. 选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-直线(Line)-极坐标(Polar)

2. 通过键盘

输入:(0,0) 回车

输入:A 回车

3. 主菜单区出现图 1-7 所示的菜单项,用鼠标单击图 1-7 中的“2 lines”,再用鼠标分别拾取图 1-6 中的直线 L2 和 L1;

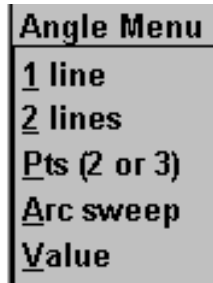


图 1-7

4. 在信息交互区出现直线 L2 和 L1 之间的角度值,如图 1-8 所示,按“回车(Enter)”键;



图 1-8

5. 通过键盘

输入:L 回车

6. 用鼠标拾取图 1-6 中的直线 L2,在信息交互区出现直线 L2 的长度值,按“回车(Enter)”键,得到所绘直线 L3,如图 1-9 所示。

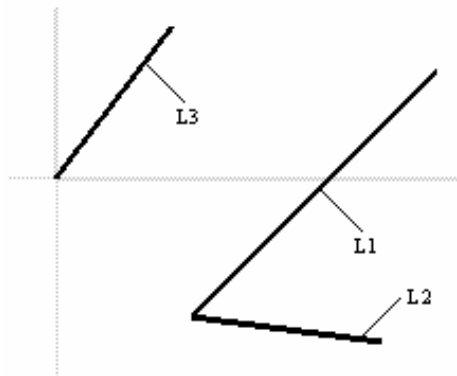


图 1-9

### 步骤三 存储文件

文件名: Ch1\_2\_2.MC8

### 1.3 MasterCAM 的在线帮助

MasterCAM 提供了非常实用的在线帮助功能，而且是根据主菜单项的内容，自动进入相应的帮助功能，例如，当主菜单项为刀具路径中的曲面（Surface :）内容时，如图 1-10 所示，进入在线帮助功能的主题也是曲面的生成刀具路径（Surface toolpaths），如图 1-11 所示。

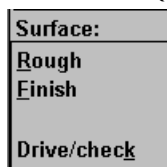


图 1-10

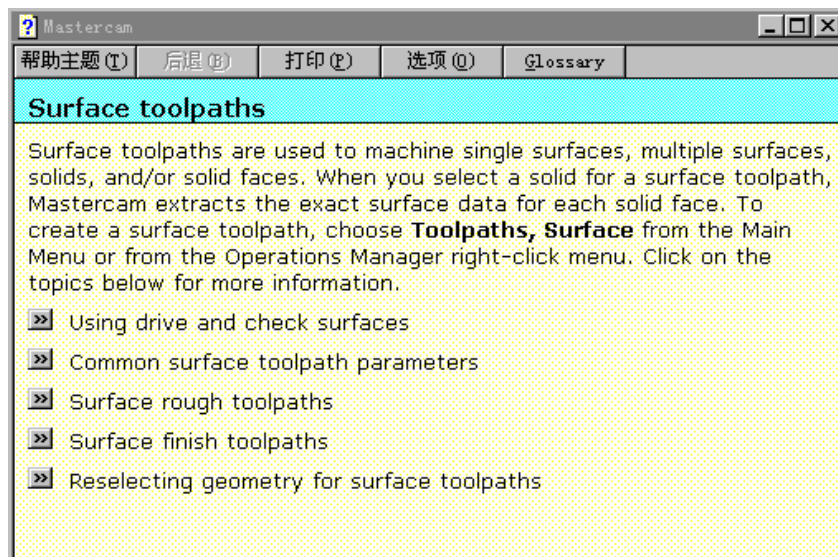


图 1-11

进入在线帮助有两种方法：

1. 同时按下 Alt 键和字母 H 键（Alt+H）；
2. 用鼠标单击工具条中的在线帮助按钮，如图 1-12 所示。



图 1-12

## 第2章 二维零件设计及轮廓加工刀具路径

二维零件设计是MasterCAM造型设计的基础，应用非常广泛。本章通过一个典型零件说明MasterCAM的零件造型、设计方法、编辑技巧及二维轮廓刀具路径的生成方法。

### 2.1 零件设计过程及典型编辑方法的应用

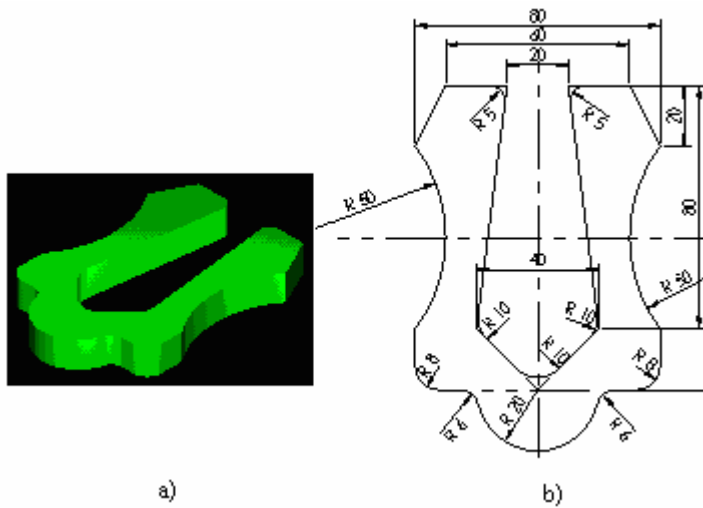


图 2-1

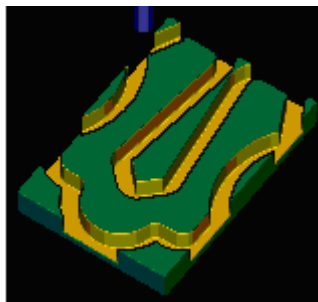


图 2-2

图2-1a为零件的立体图，图2-1b为此零件的标注尺寸，图2-2为加工过程仿真后的效果图。以下操作步骤为图 2-1a 中零件的设计、编辑过程。

步骤一 基本设置

层(Level)：1

颜色(Color)：绿色(10)

Z向深度控制：0

线型(Style)：实线(Solid)

线宽(Width)：2

绘图面(Cplane)：俯视图(T)

视图面(Gview)：俯视图(T)

步骤二 建立工件设计坐标系，绘制一矩形

按功能键F9，在屏幕中间出现一个十字线，即为工件设计坐标系。

绘制矩形方法如下：选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-矩形(Rectangle)-两点(2 points)

输入左上方端点：-40, 50 回车

右下方端点：0, -50 回车

结果如图2-3所示。

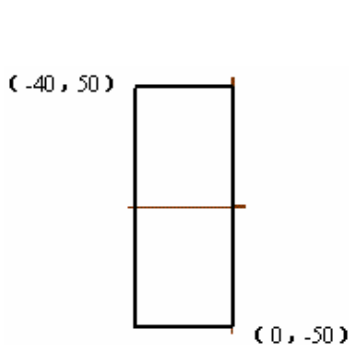


图 2-3

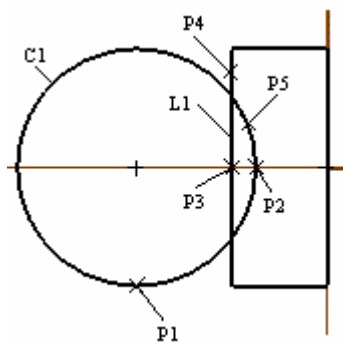


图 2-4

步骤三 绘制圆

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-圆弧(Arc)-圆心、半径(Circ pt+rad)

输入半径：50 回车

圆心：-80, 0 回车

按Esc键结束绘制圆。结果如图2-4所示。

步骤四 打断圆与直线

选择 主菜单(Main Menu)-修整(Modify)-打断(Break)-两段(2 pieces)

用鼠标拾取图2-4中的圆C1，并拾取断点位置于圆上P1位置，则圆被打断为两段，断点分别为P1和P2，如图2-4所示；

拾取图2-4中的直线L1，并拾取断点位置于直线中点P3位置；

打断后的图素与原图素只有拾取图素时才能分辨出，拾取选中的部分，颜色会发生变化。

步骤五 修剪

选择 主菜单(Main Menu)-修整(Modify)-修剪(Trim)-两图素(2 entities)

用鼠标分别拾取图2-4所示的直线L1上位置P4和圆C1上位置P5，得到图2-5；

用鼠标分别拾取图2-5所示的直线上位置P1和圆上位置P2，得到图2-6。

步骤六 绘制左上方斜线

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-直线(Line)-端点(Endpoints)

用鼠标拾取图2-6所示的直线端点P1，输入另一端点坐标：-30，50 回车得到图2-7。

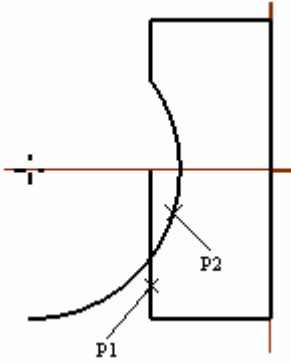


图 2-5

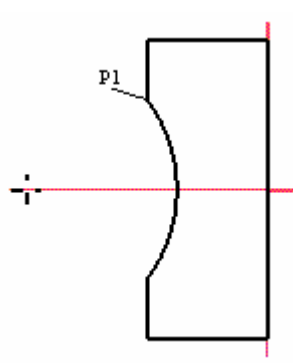


图 2-6



图 2-7

#### 步骤七 修剪

选择 主菜单(Main Menu)-修整(Modify)-修剪(Trim)-一图素(1 entity)

用鼠标分别拾取图2-7所示的直线上位置P1和另一直线上位置P2，得到图2-8。

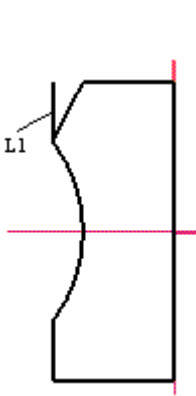


图 2-8



图 2-9

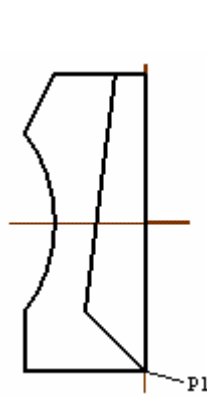


图 2-10

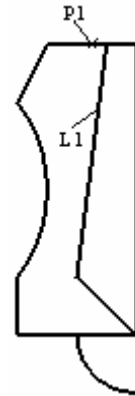


图 2-11

#### 步骤八 删除

选择 主菜单(Main Menu)-删除(Delete)

用鼠标拾取图2-8所示的直线L1，则该直线被删除，如图2-9所示。

#### 步骤九 绘制折线

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-直线(Line)-折线(Multi)

用鼠标拾取图2-9所示的直线端点P1，

依次输入另外两端点坐标：-20，-30 回车

-10，50 回车

按下键盘上Esc键，结束折线绘制，并得到图2-10。

#### 步骤十 绘制1/4圆弧

按下键盘上的F9键，关闭坐标显示。

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-圆弧(Arc)-极坐标(Polar)-圆心(Center pt)

用鼠标拾取图2-10所示的圆心位置P1，通过键盘输入

圆弧半径：20 回车

起始角度：180 回车

终止角度：270 回车

得到图2-11。

#### 步骤十一 修剪

选择 主菜单(Main Menu)-修整(Modify)-修剪(Trim)-一图素(1 entity)

用鼠标分别拾取图2-11所示的直线上位置P1和另一直线L1，得到图2-12。

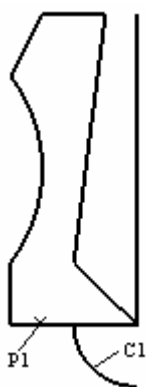


图 2-12

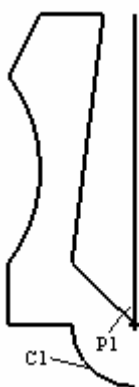


图 2-13

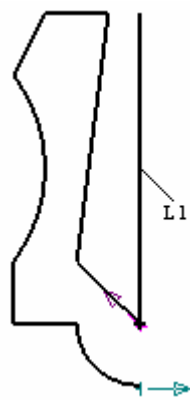


图 2-14

用鼠标分别拾取图2-12所示的直线上位置P1和圆弧C1，得到图2-13。

#### 步骤十二 镜像

选择 主菜单(Main Menu)-转换(Xform)-镜像(Mirror)-串接(Chain)-部分(partial)

用鼠标拾取起始图素，即图2-13中直线上的位置P1，则在该直线上出现起始串接方向箭头，如图2-14所示。

用鼠标拾取终止图素，即图2-13中的圆弧C1，则在该圆弧上出现终止串接方向箭头，如图2-14所示。

用鼠标单击菜单区中的“Done”，结束串接选择。

再用鼠标单击菜单区中的“Done”，结束图素选择。

用鼠标拾取图2-14中的直线L1作为镜像对称线，进入图2-15所示的“镜像”对话框，按图2-15的内容设置后，单击图2-15中的“OK”按钮，得到镜像后的图形，如图2-16所示。

#### 步骤十三 倒圆角

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-倒圆角(Fillet)-半径(Radius)

通过键盘输入

半径：5 回车

用鼠标分别拾取图2-16中的直线L1与直线L7和直线L10与直线L2，则分别得到倒圆角圆弧C1和C2，如图2-17所示。

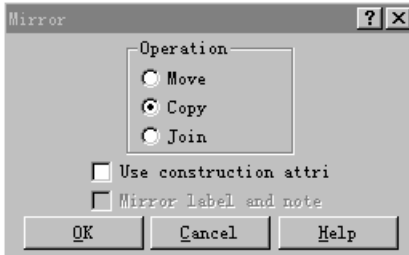


图 2-15

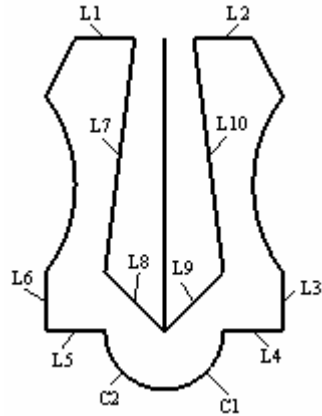


图 2-16

用鼠标单击菜单区中的“半径(Radius)”，再通过键盘输入  
半径：6 回车

用鼠标分别拾取图2-16中的直线L5与圆弧C2和直线L4与圆弧C1，则分别得到倒圆角圆弧C3和C4，如图2-17所示。

按照上述方法，改变倒圆角半径为8，用鼠标分别拾取图2-16中的直线L6与直线L5和直线L4与直线L3，则分别得到倒圆角圆弧C5和C6，如图2-17所示。

改变倒圆角半径为10，用鼠标分别拾取图2-16中的直线L7与直线L8、直线L8与直线L9和直线L9与直线L10，则分别得到倒圆角圆弧C7、C8和C9，如图2-17所示。

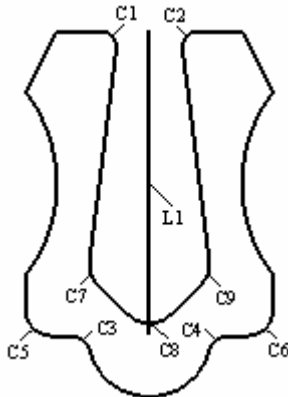


图 2-17



图 2-18

#### 步骤十四 删除

选择 主菜单(Main Menu)-删除(Delete)

用鼠标拾取图2-17所示的直线L1，则该直线被删除，如图2-18所示。

#### 步骤十五 存储文件

选择 主菜单(Main Menu)-文件(File)-存储(Save)

在绘图区出现如图 2-19 所示的“选择存储文件名 (Specify File Name to Write)”对话框，输入文件名 CH2\_1\_15 后，用鼠标单击图 2-19 右下部的“Save”按钮。

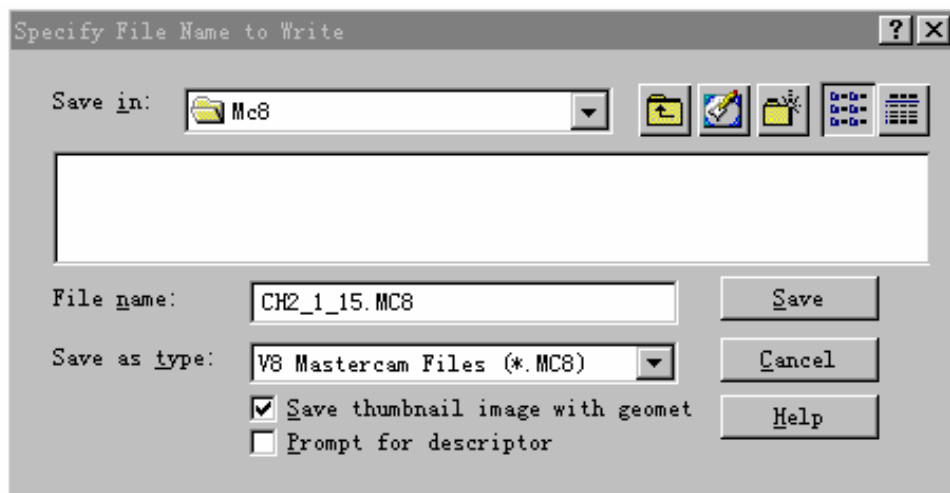


图 2-19

## 2.2 轮廓加工刀具路径生成

加工刀具路径的生成是在造型设计的基础上产生的,即根据需要,要加工造型的那部分,就产生这部分的加工刀具路径。产生刀具路径时,造型的图形一定是在绘图区中。当图2-18所示的图形在绘图区中,产生此图形外形轮廓的加工刀具路径方法如下:

步骤一 串接被加工轮廓

选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-轮廓加工(Contour)

用鼠标拾取图2-20中被加工的轮廓,整个轮廓被串接,串接的起始点为图2-20中的P1点,箭头方向为刀具移动方向。用鼠标单击主菜单区中的“Done”,出现“刀具参数选择(Tool parameters)”对话框,如图2-21所示。

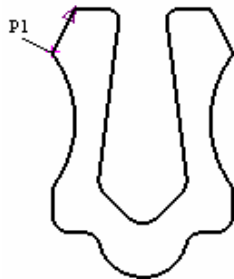


图 2-20

步骤二 选择刀具

1. 将鼠标移至图2-21上部空白部分,单击鼠标右键,出现图2-22所示的弹出式菜单;
2. 用鼠标单击图2-22中的“从刀具库选择刀具(Get tool from library...)”,则得到图2-23所示的“刀具管理(Tool Manager)”对话框,从中选择直径为10mm的端铣刀(Endmill1 Flat);
3. 用鼠标单击图2-23中的“OK”按钮,则在图2-21上部空白部分出现直径为10mm端铣刀的图标,如图2-24所示,切削速度、进给量等加工参数按图2-24中各项内容设置。

步骤三 轮廓加工参数设置

用鼠标单击图2-24上部的“轮廓参数(Contour parameters)”选项卡,则出现“定义轮廓加工参数”对话框,设置完毕后,如图2-25所示。

步骤四 轮廓加工刀具路径生成

用鼠标单击图2-25的“确定”按钮，则得到如图2-26所示的加工刀具路径；



图 2-21

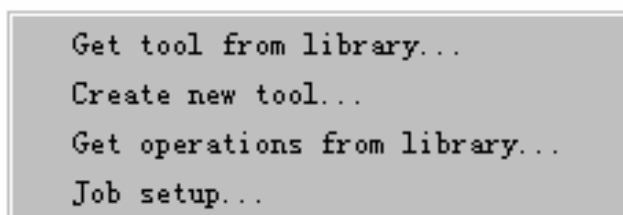


图 2-22

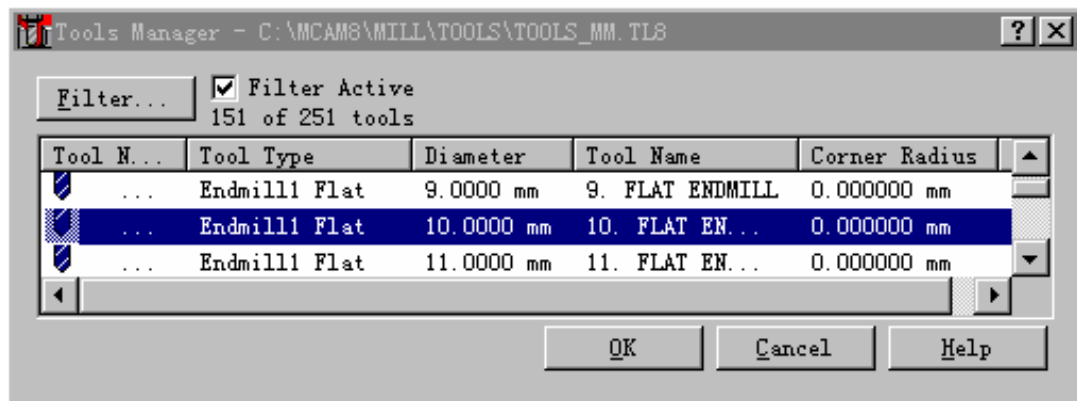


图 2-23

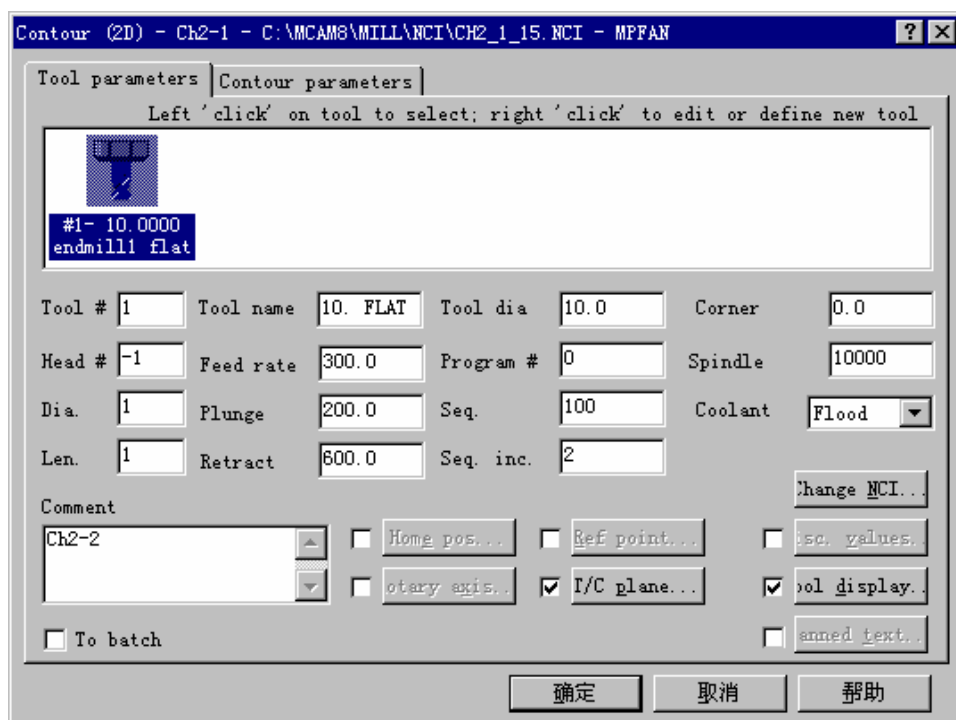


图 2-24

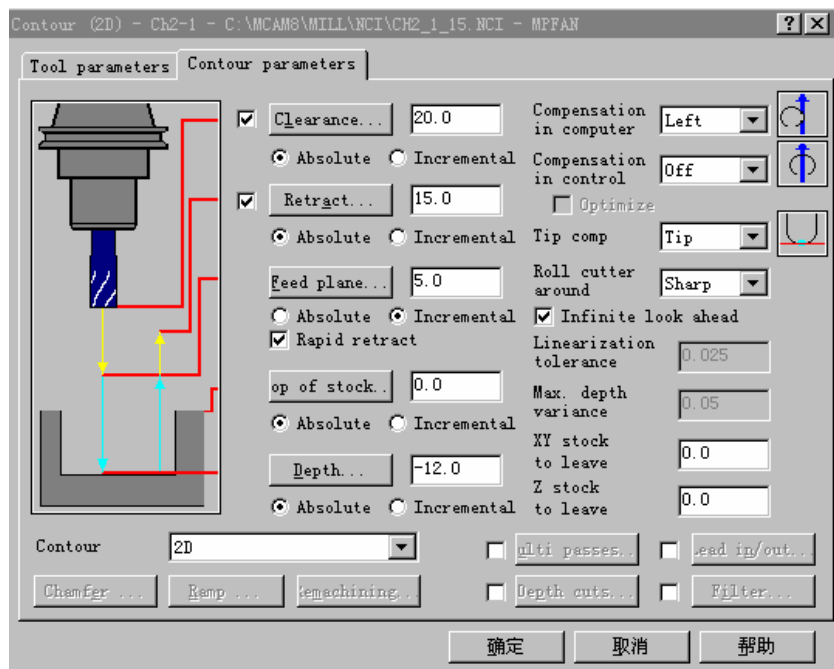


图 2-25

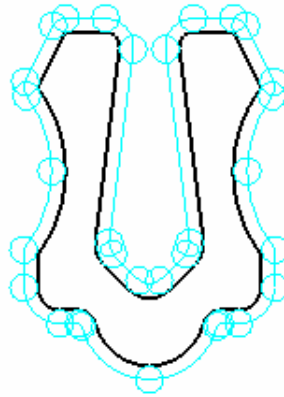


图 2-26

步骤五 存储文件

文件名：Ch2\_2\_1.MC8

## 2.3 轮廓加工刀具路径的修改

### 2.3.1 刀具路径起始点的改变

步骤一 读取文件

选择 主菜单(Main Menu)-文件(File)-读取(Get)

文件名：Ch2\_2\_1.MC8

步骤二 进入“操作管理”对话框

选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-操作管理(Operations)

得到图2-27所示的“操作管理 (Operations Manager)”对话框。

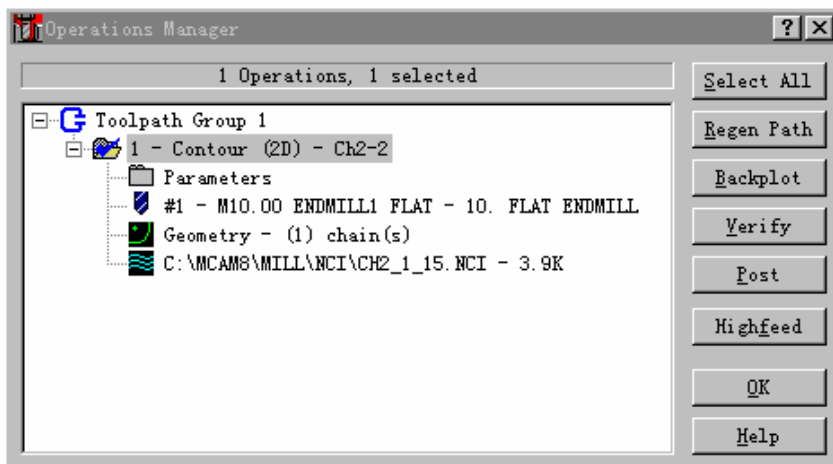


图 2-27

### 步骤三 改变串接起始点

1. 用鼠标单击轮廓加工刀具路径项中的第三项“几何图形(Geometry-...)”，则得到图2-28所示的“串接(Chain Manager)”对话框，同时，在绘图区显示轮廓加工串接时的起始点位置，用直角坐标标志的原点表示，如图2-29所示；



图 2-28

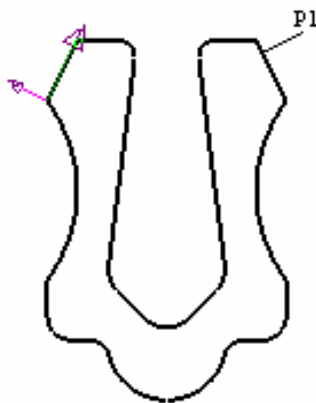


图 2-29

2. 在图2-28中，选中需要改变刀具路径的串接项，如本例中的串接1(Chain 1)，单击鼠标右键，得到图2-30所示的弹出式菜单；

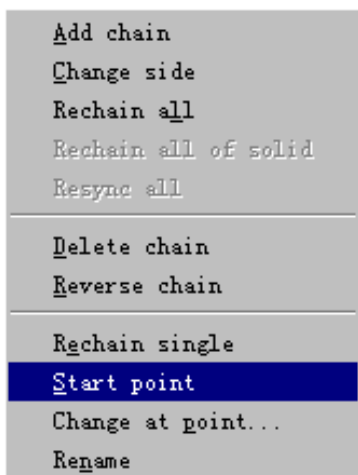


图 2-30

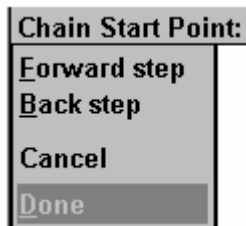


图 2-31

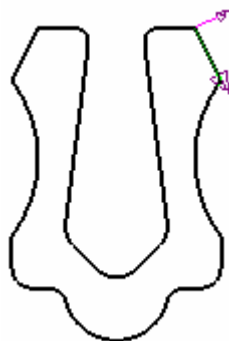


图 2-32

3. 用鼠标单击图2-30中的“起始点(Start point)”，进入选择刀具路径起始点状态，并在主菜单区中出现串接起始点选择(Chain Start Point)菜单项，如图2-31所示；

4. 用鼠标拾取图2-29中直线上的位置P1，作为新的刀具路径的起始点，则出现刀具路径新起始点的直角坐标标志，如图2-32所示；

5. 用鼠标单击主菜单区中的“Done”，回到图2-28，单击图2-28中的“OK”按钮，回到图2-33；

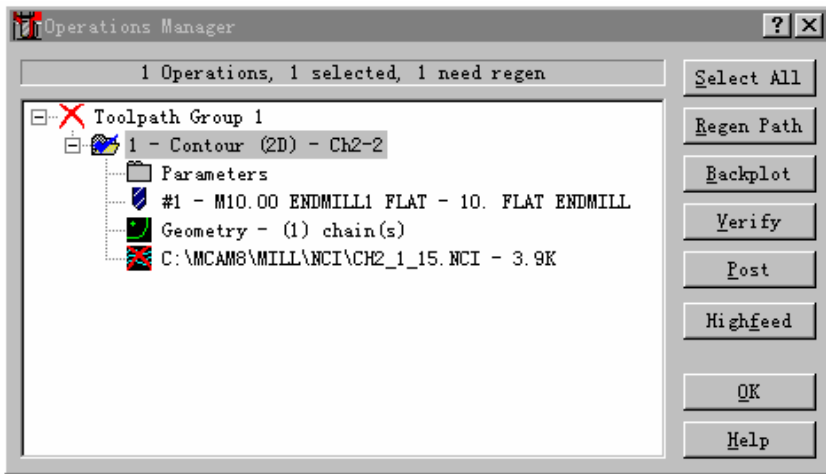


图 2-33

#### 步骤四 重新生成刀具路径

1. 在图2-33的“操作管理”对话框中，在刀具路径组（Toolpath Group）的前面出现红色叉号，说明有修改过的刀具路径，此修改过的刀具路径出现在刀具路径第四项中有红色叉号的位置，用鼠标单击图2-33右上部“重新生成刀具路径(Regen Path)”按钮，则系统按照新的轮廓串接重新生成刀具路径，如果重新生成成功，则红色叉号消失，并在绘图区显示重新生成的刀具路径，如图2-34a所示，此刀具路径的切削起始点如图2-34b所示；

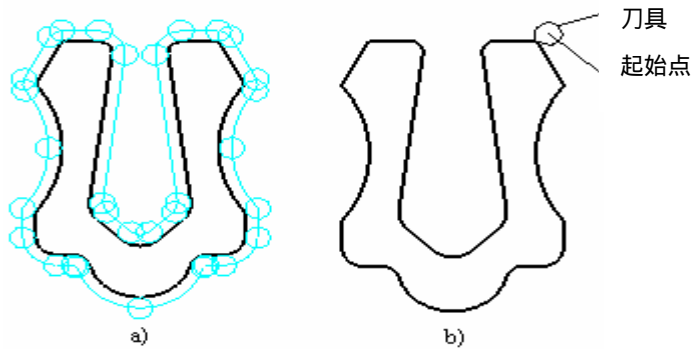


图 2-34

2. 用鼠标单击图2-33的“OK”按钮，退出刀具路径操作管理模式，刀具路径起始点的改变而完成操作。

#### 步骤五 存储文件

文件名：Ch2\_3\_1.MC8

### 2.3.2 刀具路径方向的改变

在文件Ch2\_2\_1.MC8所存储的刀具路径的方向是沿着工件轮廓顺时针方向运动的，如果

要使刀具路径的方向沿着工件轮廓逆时针方向运动，操作步骤如下：

步骤一 读取文件

文件名：Ch2\_2\_1.MC8

步骤二 改变刀具路径方向

可参照2.3.1节步骤三的操作方法，得到图2-30，用鼠标单击图2-30中的“串接反向(Reverse chain)”，则回到图2-28，并且在绘图区得到刀具路径反向的标志，用直角坐标标志表示，如图2-35所示。

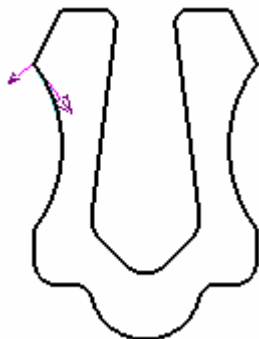


图 2-35

步骤三 重新生成刀具路径

与2.3.1节步骤四相同，重新生成的刀具路径与图2-34相同。

步骤四 存储文件

文件名：Ch2\_3\_2.MC8

### 2.3.3 在深度方向增加分层切削次数

对于厚度较大工件的轮廓加工，在深度方向需要分多次切削，完成工件的加工。深度方向的切削次数及每次切削的厚度可用下述操作完成。

步骤一 读取文件

文件名：Ch2\_2\_1.MC8

步骤二 进入“操作管理”对话框

按下键盘上的Alt键和字母O键(Alt+O)，则进入图2-27。

步骤三 在深度方向增加分层切削次数

1. 用鼠标单击图2-27中轮廓加工刀具路径中的第一项“参数(Parameters)”，进入图2-24；
2. 用鼠标单击前图2-24上部的“轮廓参数(Contour parameters)”选项卡，进入图2-25，单击图2-25的“切削深度(Depth cuts...)”按钮左边的复选框，使其有效，则方框内出现对勾，切削深度控制功能有效，该按钮内的字由原来无效时的灰色变为有效时的黑色，其他设置内容与图2-25相同；
3. 用鼠标单击经过改变后的“定义轮廓加工参数”对话框(类似于图2-25)中的“深度切削(Depth cuts...)”按钮，进入“深度切削”对话框，设置完毕后，如图2-36所示；

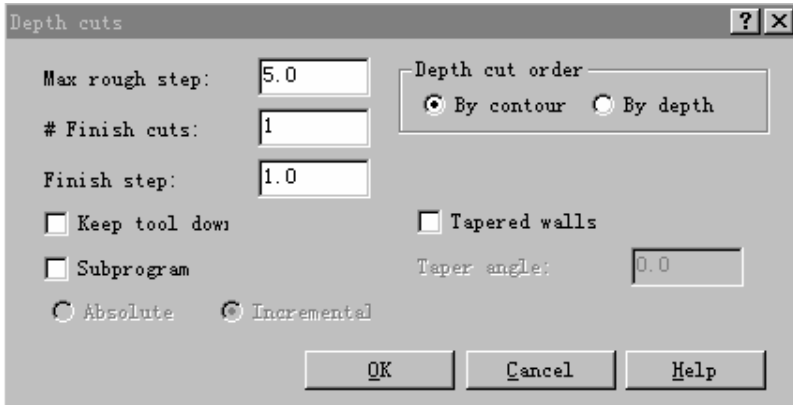


图 2-36

4. 用鼠标单击图2-36的“OK”按钮，回到图2-25。
5. 用鼠标单击图2-25的“确定”按钮，回到图2-33。

#### 步骤四 重新生成刀具路径

与2.3.1节步骤四相同，重新生成的刀具路径如图2-37a所示，图2-37b为刀具路径局部放大图，在深度（共12mm）方向切削刀具路径共有四次，在图2-37b中，分别用数字1、2、3和4表示，刀具路径1、2和3为粗加工刀具路径，刀具路径4为精加工刀具路径。

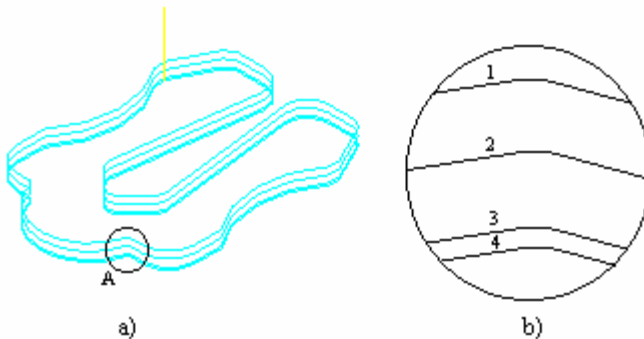


图 2-37

#### 步骤五 存储文件

文件名：Ch2\_3\_3.MC8

### 2.3.4 在轮廓方向增加粗、精加工次数

对于要求较高的轮廓表面，一般都要分成粗、精加工完成，粗加工的余量较大，精加工余量较小。粗、精加工余量的具体数值，一般要视被加工质量要求、工艺系统组成、刀具材料、工件材料等确定。下面以2.2节的例子，说明在轮廓方向增加粗、精加工次数的方法。

#### 步骤一 读取文件

文件名：Ch2\_2\_1.MC8

#### 步骤二 在轮廓方向增加粗、精加工次数

1. 按照2.3.3节步骤二和三的方法,进入“轮廓(Contour)”对话框,如图2-25所示,用鼠标单击图2-25中“切削次数(Multi passes...)”按钮左边的复选框,使其有效,其他设置内容与图2-25相同;

2. 用鼠标单击经过改变后的“定义轮廓加工参数”对话框(类似于图2-25)中的“切削次数(Multi passes...)”按钮,进入“切削次数(Multi passes)”对话框,设置完毕后,如图2-38所示;

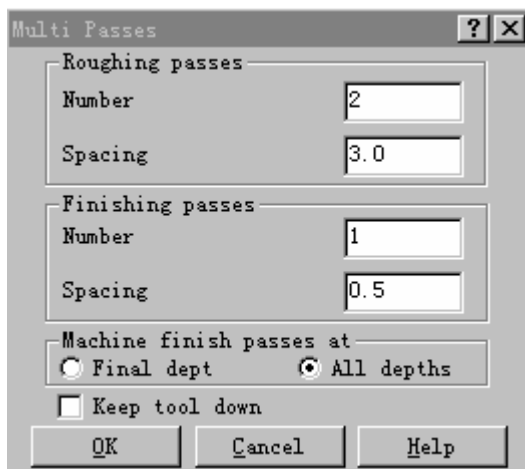


图 2-38

3. 其他操作同2.3.3节的相应操作。

#### 步骤三 重新生成刀具路径

与2.3.1节步骤四相同,重新生成的刀具路径如图2-39a所示,图2-39b为刀具路径局部放大图,在轮廓方向切削刀具路径共有三次,在图2-39b中,分别用数字1、2和3表示,其中刀具路径1和2为粗加工刀具路径,刀具路径3为精加工刀具路径,数字4表示工件外形轮廓。

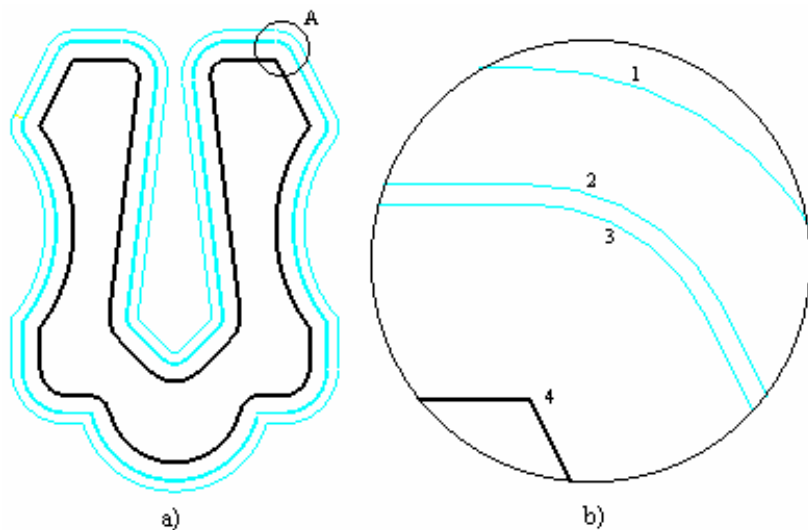


图 2-39

#### 步骤四 存储文件

文件名：Ch2\_3\_4.MC8

### 2.3.5 增加切入、切出刀具路径

为了平稳切入和切出工件以及提高工件切入和切出部分的加工质量，需要增加切入、切出刀具路径。增加切入、切出刀具路径的方法如下：

#### 步骤一 读取文件

文件名：Ch2\_2\_1.MC8

#### 步骤二 增加切入、切出刀具路径

1. 按照2.3.3节步骤二和的方法，进入“轮廓 (Contour)”对话框，如图2-25所示，用鼠标单击图2-25下部的“切入、切出(Lead in/out...)”按钮左边的复选框，使其有效，其他设置内容与图2-25相同；

2. 用鼠标单击经过改变后的“轮廓 (Contour)”对话框（类似于图2-25）中的“切入、切出(Lead in/out...)”按钮，进入“切入、切出(Lead in/out...)”对话框，设置完毕后，如图2-40所示；

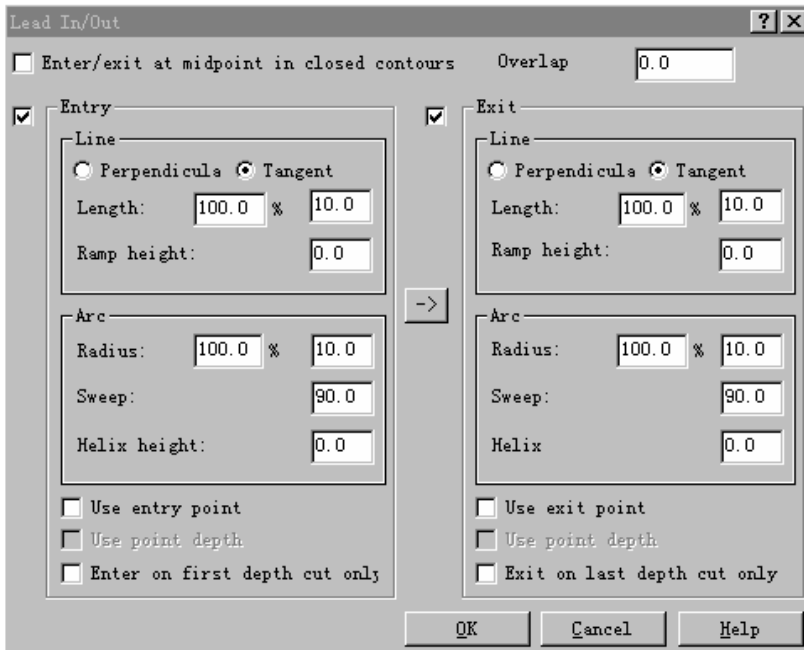


图 2-40

3. 其他操作同2.3.3节的相应操作。

#### 步骤三 重新生成刀具路径

与2.3.1节步骤四相同，重新生成的刀具路径如图2-41所示。

#### 步骤四 存储文件

文件名：Ch2\_3\_5.MC8

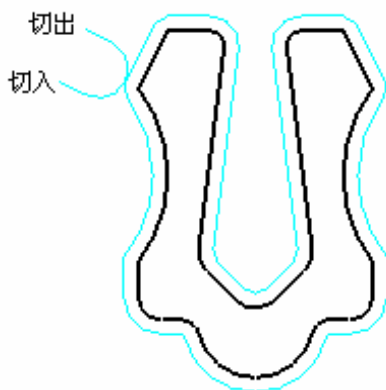


图 2-41

## 2.4 倒角刀具路径的生成

要在图2-2所示的轮廓加工方法加工出的工件基础上，在上表面沿着轮廓线倒角，形成如图2-42所示的图形。



图 2-42

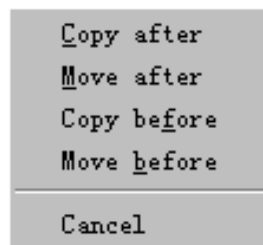


图 2-43

倒角刀具路径的生成步骤如下：

步骤一 读取文件

文件名：Ch2\_2\_1.MC8

步骤二 进入“操作管理”对话框

按下键盘上的Alt键和字母O键（Alt+O），得到图2-27。

步骤三 复制轮廓加工操作

1. 用鼠标单击轮廓加工刀具路径，使其选中，按住鼠标右键，并移动鼠标至该加工刀具路径的第四项NCI文件，松开鼠标右键，出现弹出式菜单，如图2-43所示；

2. 用鼠标单击图2-43中的“复制到后(Copy after)”，复制操作完成，得到图2-44。

步骤四 调入倒角加工刀具

1. 用鼠标单击图2-44中刀具路径2中第一项参数(Parameters)，进入“刀具参数”选项卡，如图2-45所示，将此对话框中的注释(Comment)框中的内容改为：Ch2 Chamfer；

2. 调用直径为25mm的倒角铣刀(Chamfer Mill) (注意：此时的刀具库文件名应为：BIG\_MM.TL8)，则在图2-45所示的空白部分出现直径为25mm倒角铣刀的图标。

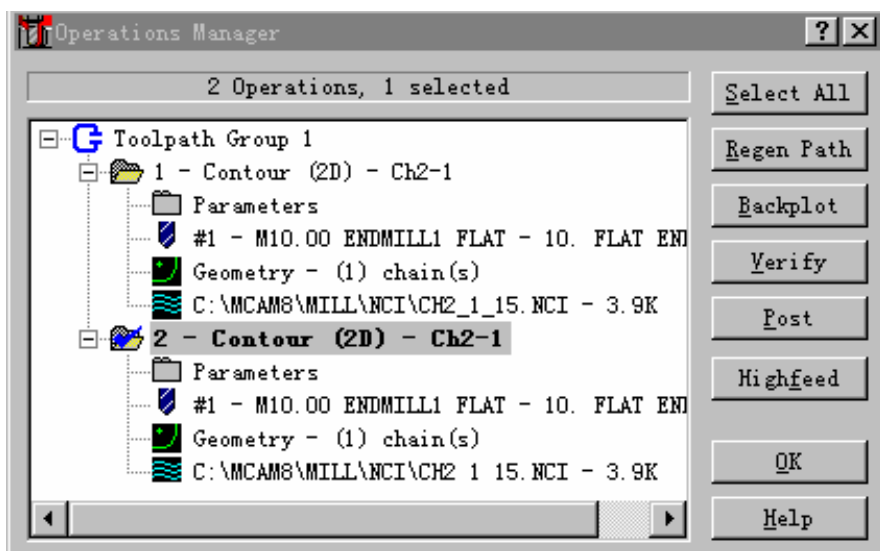


图 2-44



图 2-45

### 步骤五 确定倒角加工参数

1. 用鼠标单击图2-45上部的“轮廓参数 (Contour parameters)”选项卡，进入“定义轮廓加工参数”对话框，选择左下角的“轮廓加工类型 (Contour)”为“2D倒角 (2D chamfer)”，则在左下角的倒角按钮有效，其上的文字倒角(Chamfer...)由灰色变成黑色，如图2-46所示；

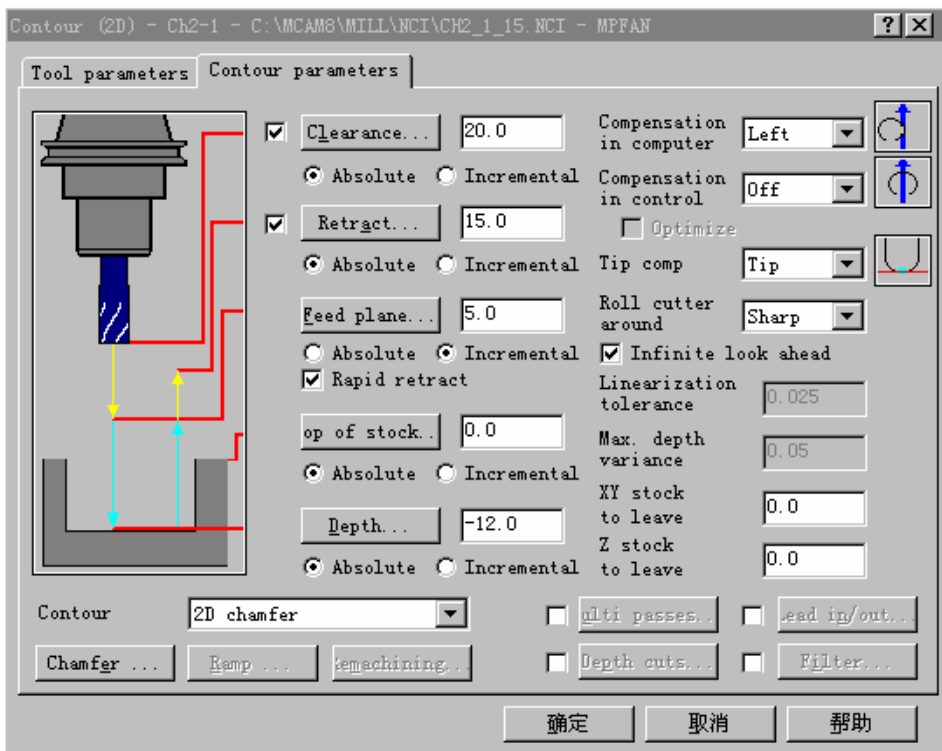


图 2-46

2. 用鼠标单击图2-46中的“倒角(Chamfer...)”按钮,则进入“倒角(Chamfering)”对话框,设置完毕后,如图2-47所示;

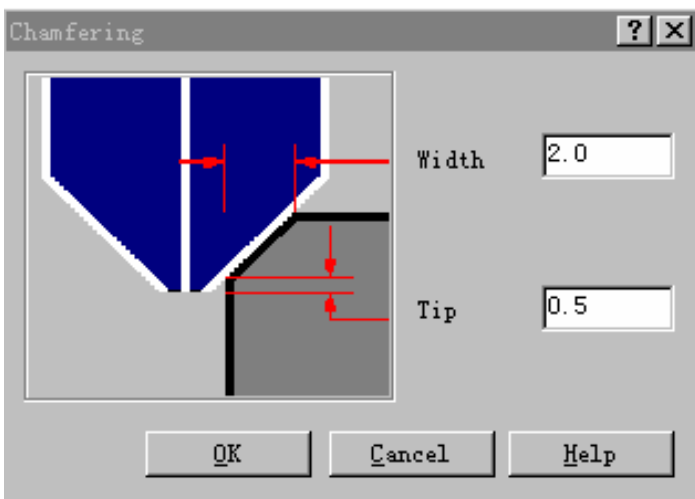


图 2-47

3. 其他操作同2.3.3节的相应操作。

步骤六 重新生成刀具路径

与2.3.1节步骤四相同,重新生成的倒角刀具路径如图2-48所示。

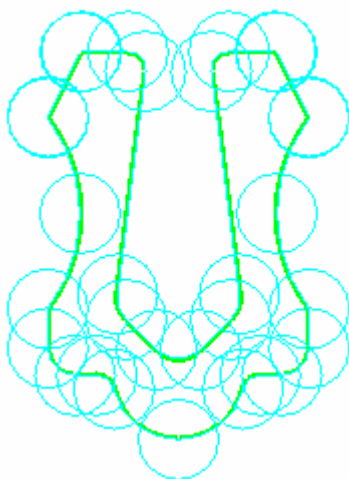


图 2-48

### 步骤七 毛坯形状及外形尺寸的确定

选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-毛坯设置(Job setup)

进入“毛坯设置 (Job Setup)”对话框，设置完毕后，如图2-49所示，用鼠标单击图2-49中的“OK”按钮，得到图2-50。

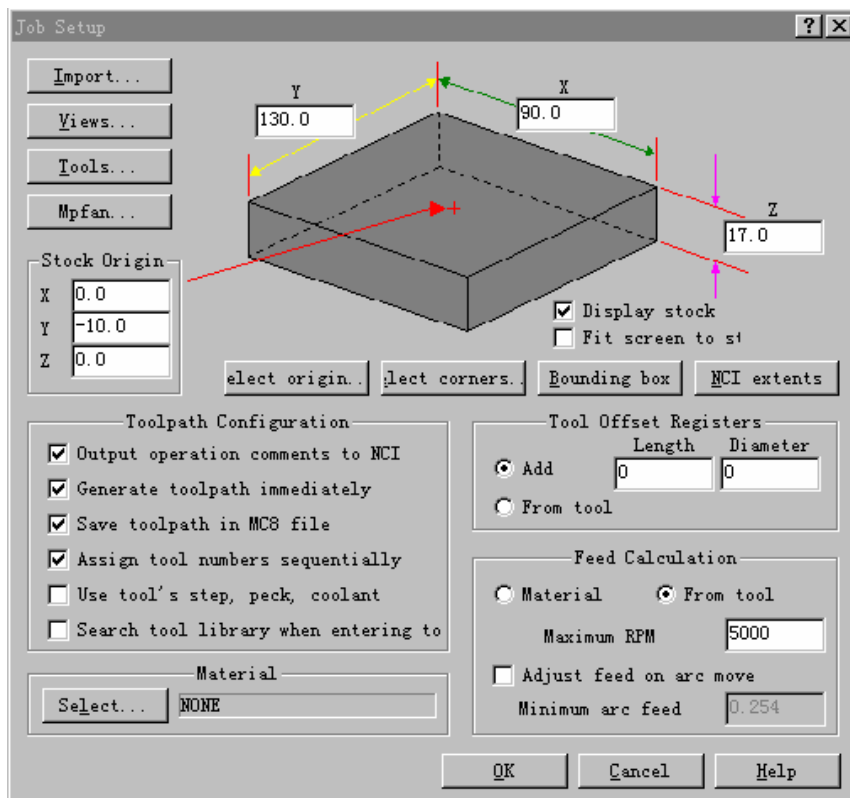


图 2-49



图 2-50

步骤八 存储文件

文件名：Ch2\_4\_1.MC8

## 2.5 加工过程仿真

步骤一 读取文件

文件名：Ch2\_4\_1.MC8

步骤二 加工过程仿真

1. 按下键盘上的Alt键和字母O键 (Alt+O)，进入“操作管理”对话框，如图2-51所示，并用鼠标单击图2-51中右上侧“选择所有 (Select All)”按钮，则刀具路径1和2都被选中，如图2-51所示；

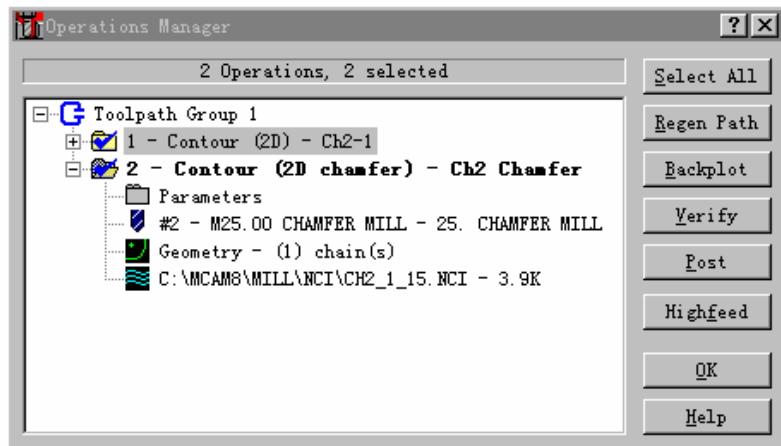


图 2-51

2. 用鼠标单击图2-51中右侧的“仿真(Verify)”按钮，则进入仿真状态，绘图区中出现仿真控制键，如图2-52所示。

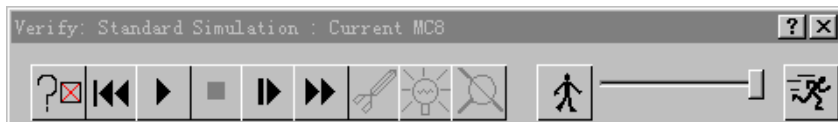


图 2-52

3. 用鼠标单击图2-52中从左侧数第一键,进入“仿真基本参数设置(Verify configuration)”对话框,如图2-53所示,用鼠标单击图2-53中右上部“当前MC8(Current MC8)”按钮,则已设置的毛坯参数被调入,如图2-53所示;

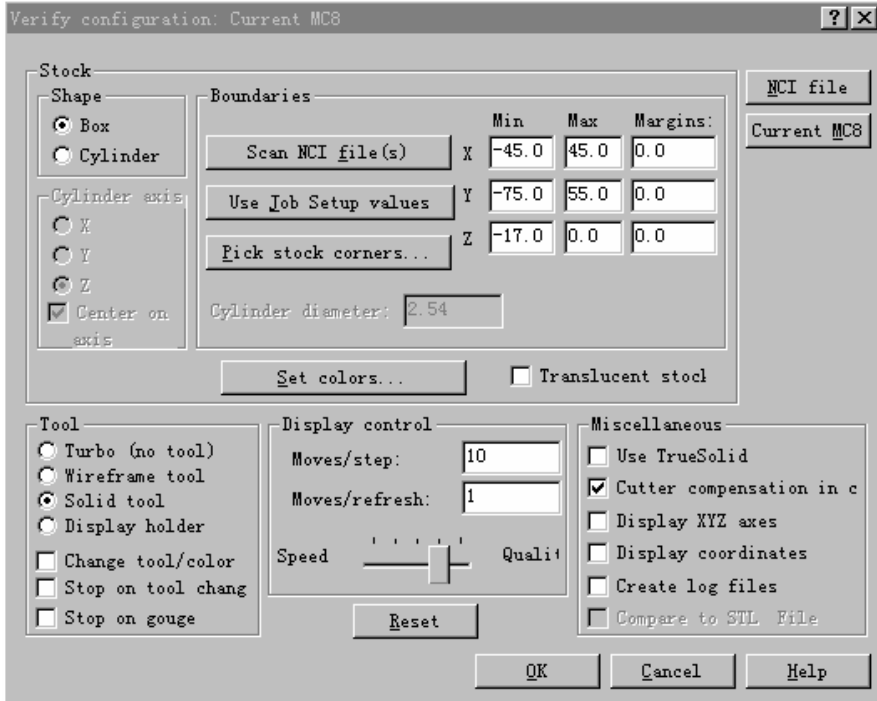


图 2-53

4. 用鼠标单击图2-53的“OK”按钮,回到图2-52,并且绘图区中显示按照图2-53参数设置的毛坯外形;

5. 可以通过工具条中的视图旋转工具条,改变视图角度,则绘图区中的图形可以任意旋转,以便仿真时得到最佳观察角度;

6. 用鼠标单击图 2-52 中从左侧数第三键,即“仿真运行”按钮键,则加工过程仿真开始,绘图区出现刀具路径的仿真过程,仿真的速度可以通过图 2-52 中右侧的滑动条控制;

7. 加工过程仿真结束后的图形如图 2-54 所示;

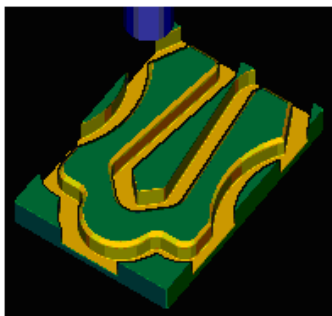


图 2-54



图 2-55

8. 可以通过工具条中的视图旋转工具条，改变视图角度，以便得到最佳观察角度，图 2-55 是另一个视角观察的仿真效果图。

9. 用鼠标单击图 2-52 中右上侧的“视窗关闭”按钮，退出仿真状态，回到图 2-51，再单击图 2-51 中的“OK”按钮。

## 第 3 章 挖槽刀具路径的应用

本章通过几个典型零件，说明 MasterCAM 的挖槽刀具路径的生成方法以及有关二维刀具路径的生成技巧。

### 3.1 挖槽刀具路径生成过程

图 3-1a 为一个零件的立体图，零件高度为 20mm，挖槽深度为 15mm，图 3-1b 为加工过程仿真后的效果图。

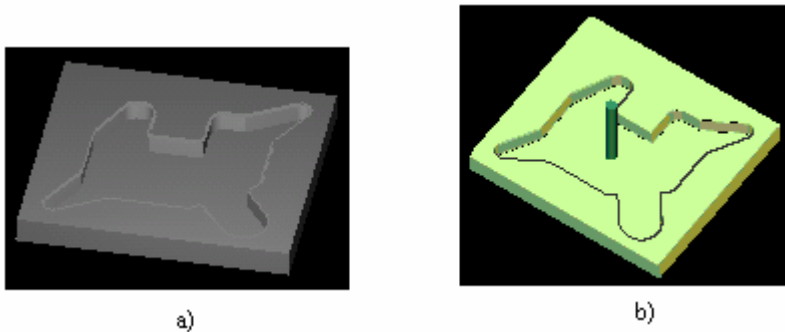


图 3-1

挖槽刀具路径生成过程如下：

步骤一 读入文件

文件名：Ch3\_1\_1.MC8

存储该文件的零件图形如图 3-2 所示。

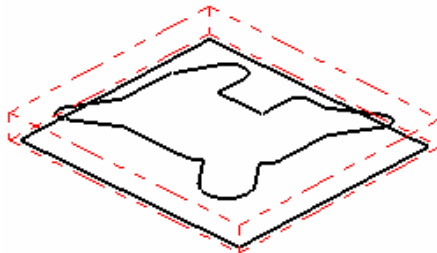


图 3-2

步骤二 加工上表面

1. 设置

视图面 (Gview)：(俯视图 T)

关闭毛坯轮廓显示，即在图 3-3 中，使“显示毛坯 (Display stock)”选择框未选中；

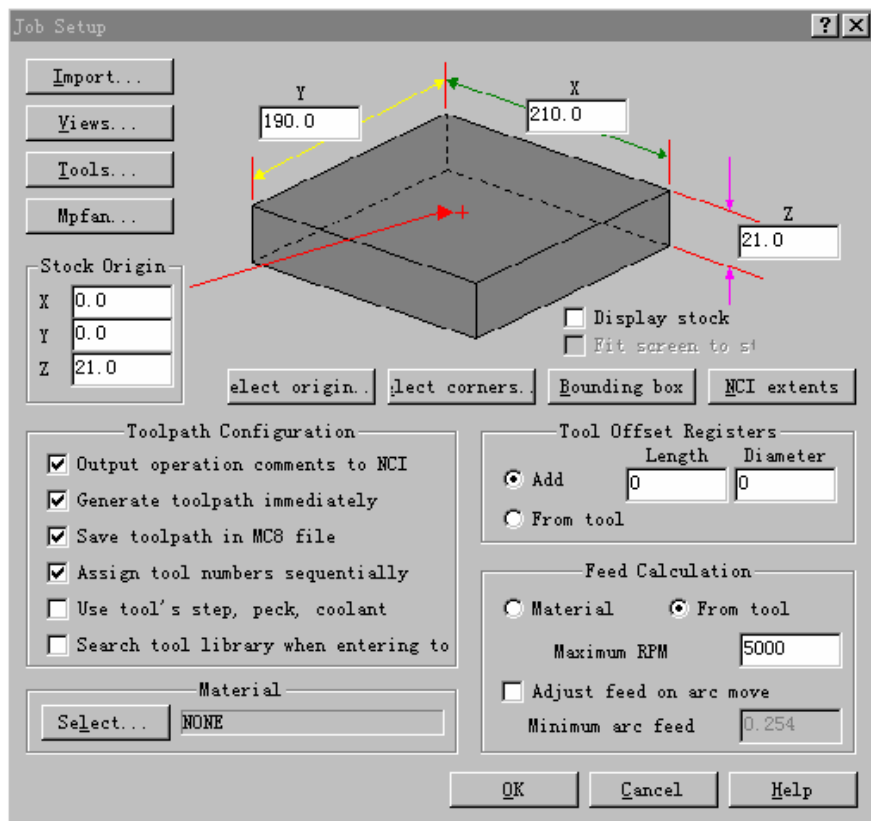


图 3-3

2. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-表面加工(Face)

3. 串接被加工的上表面轮廓,串接后的结果,如图 3-4 所示,整个方框轮廓被选中,串接起始点为 P1 点,如图 3-4 所示;

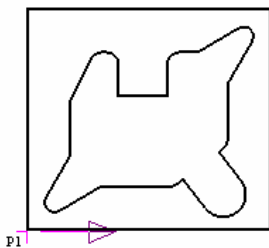


图 3-4

4. 用鼠标单击主菜单区的“Done”,结束串接操作,进入表面加工刀具参数(Tool parameters)设置对话框;

5. 选择直径为 50mm 的端铣刀,由于在刀具库 Tools\_mm.tl8 中,没有直径为 50mm 的端铣刀,需要将此刀具添加到刀具库中,具体操作步骤如下:

(1) 选择直径为 25mm 的端铣刀,则在“表面加工刀具参数(Tool parameters)设置”对话框中,出现直径为 25mm 端铣刀的图标,如图 3-5 所示;



图 3-5

(2) 将鼠标移至直径为 25mm 端铣刀的图标处,单击鼠标右键,则进入“定义刀具(Define Tool)”对话框,设置完毕后,如图 3-6 所示;

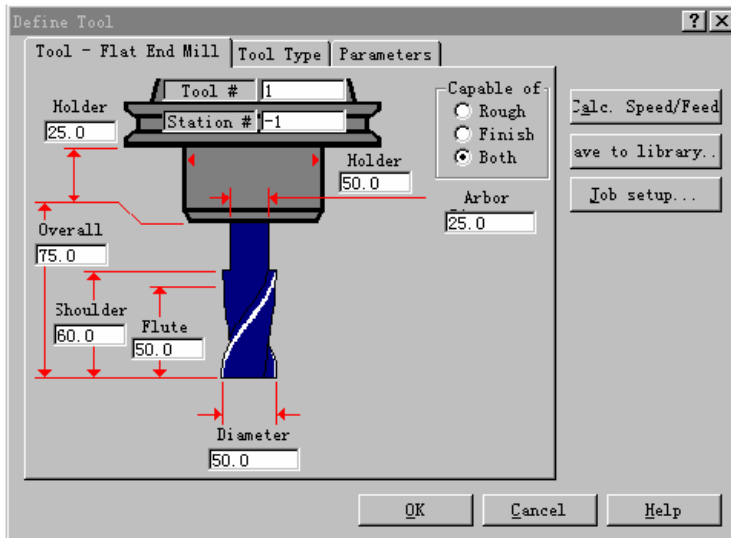


图 3-6

(3) 用鼠标单击图 3-6 中的“存入刀具库 (Save to library...)”按钮,进入“选择刀具库名称 (Select destination library)”对话框,如图 3-7 所示,选择刀具库名称为 TOOLS\_MM,单击图 3-7 中的“保存 (S)”按钮;

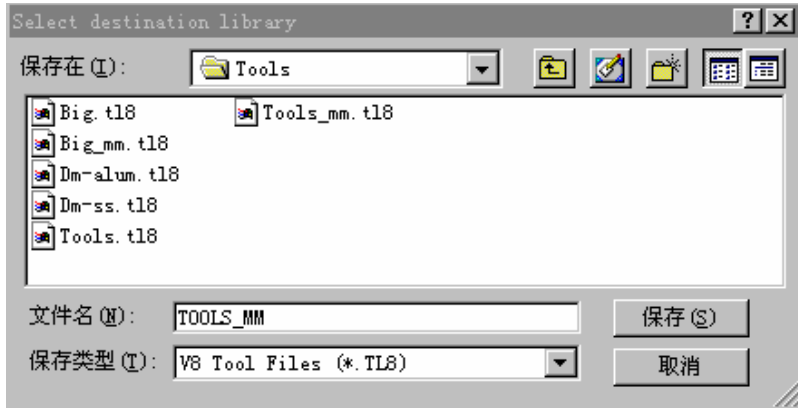


图 3-7

(4) 如果刀具库存储成功，则出现图 3-8 所示的提示框，用鼠标单击其“确定”按钮，回到图 3-6；

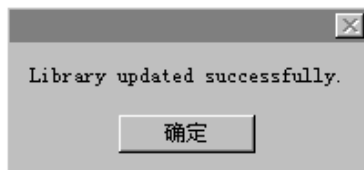


图 3-8

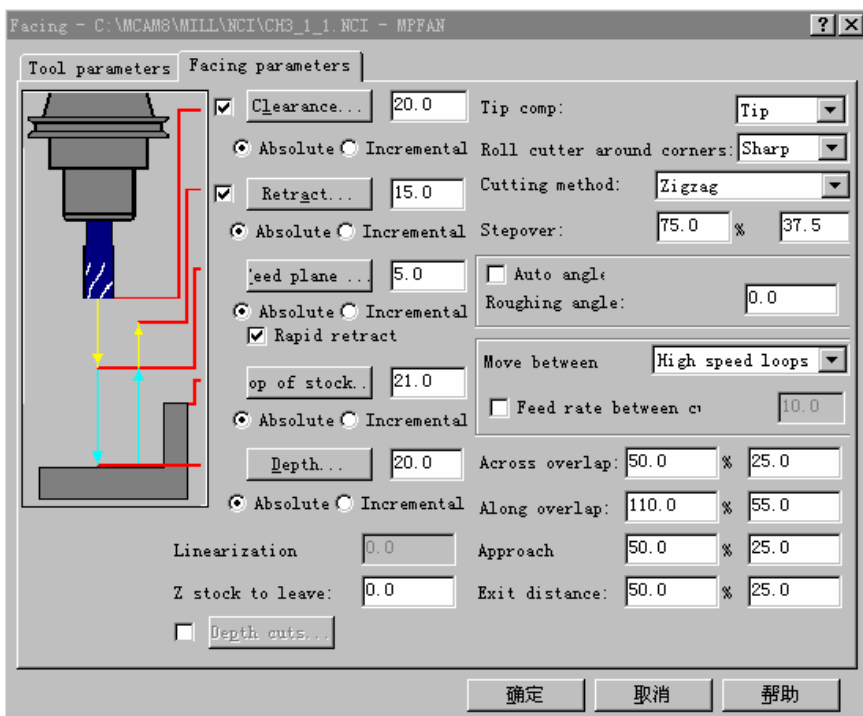


图 3-9

(5) 用鼠标单击图 3-6 中的“OK”按钮,回到图 3-5,而此时的刀具图标已变为直径为 50mm 的端铣刀图标;

6. 用鼠标单击图 3-5 上部的“表面加工参数(Facing parameters)”选项卡,进入“表面加工参数设置”对话框,设置完毕后,如图 3-9 所示;

7. 用鼠标单击图 3-9 中的“确定”按钮,则得到上表面加工刀具路径,如图 3-10 所示。

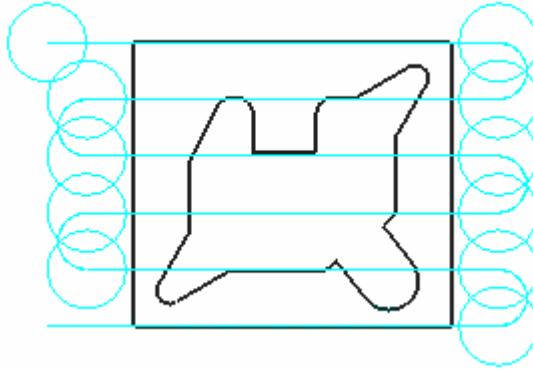


图 3-10

### 步骤三 加工毛坯四周轮廓

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-轮廓加工(Contour)

2. 在绘图区串接被加工的轮廓,串接后的结果与图 3-4 相同,用鼠标单击主菜单区的“Done”,结束串接操作,进入“轮廓加工刀具参数 (Tool parameters) 设置”对话框,如图 3-5 所示;

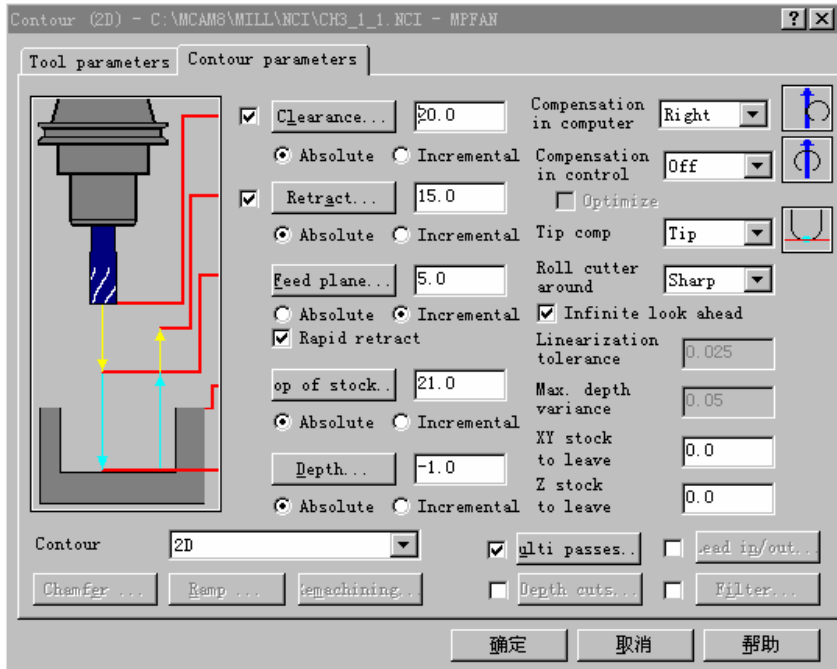


图 3-11

3. 选择直径为 25mm 的端铣刀，出现此刀具的图标；
4. 用鼠标单击图 3-11 上部“轮廓加工参数(Coutour parameters)”选项卡，进入“轮廓加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图 3-11 所示；
5. 用鼠标单击图 3-11 中的“多次切削 (Multi passes...)”按钮，进入多次切削设置对话框，设置完毕后，如图 3-12 所示；

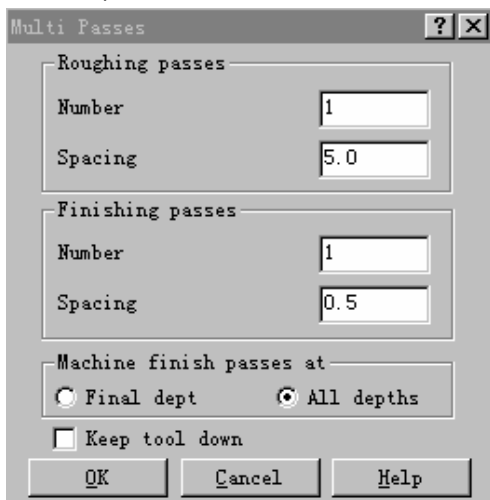


图 3-12

6. 用鼠标单击图 3-12 中的“OK”按钮，回到图 3-11；
7. 用鼠标单击图 3-11 中的“确定”按钮，得到四周轮廓加工刀具路径，如图 3-13 所示。

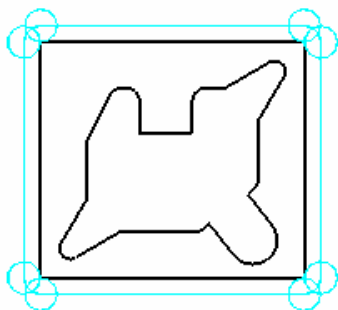


图 3-13

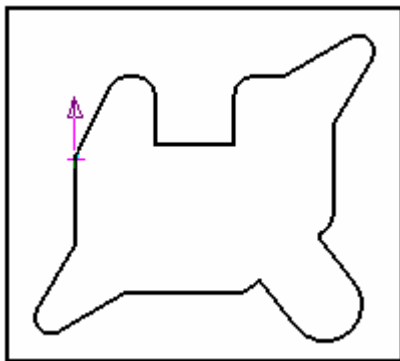


图 3-14

#### 步骤四 挖槽加工

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-挖槽加工(Pocket)
2. 在绘图区串接挖槽加工的轮廓，串接后的结果如图 3-14 所示，用鼠标单击主菜单区的“Done”，结束串接操作，进入“挖槽加工刀具参数 (Tool parameters) 设置”对话框；
3. 选择直径为 20mm 的端铣刀；
4. 用鼠标单击图 3-15 上部“挖槽加工参数(Pocketing parameters)”选项卡，进入“挖槽加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图 3-15 所示；

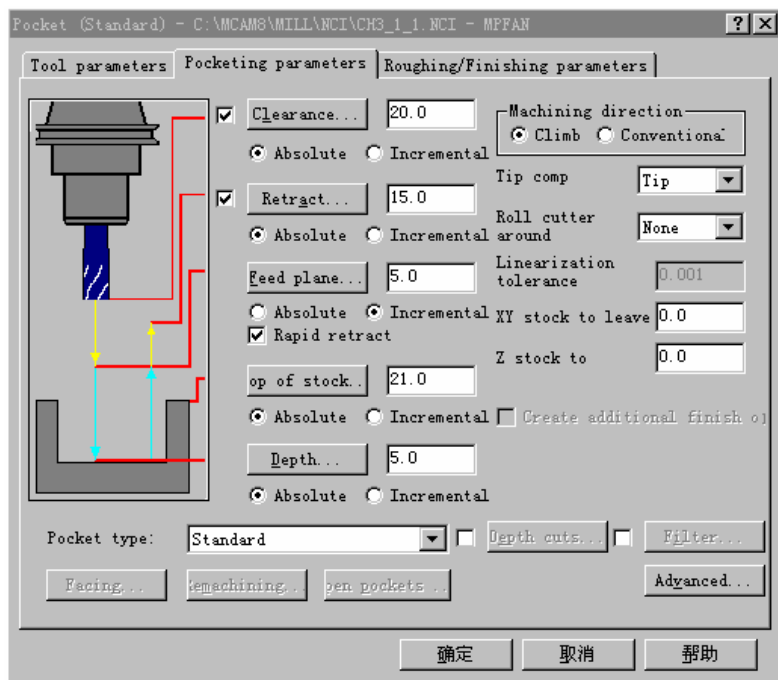


图 3-15

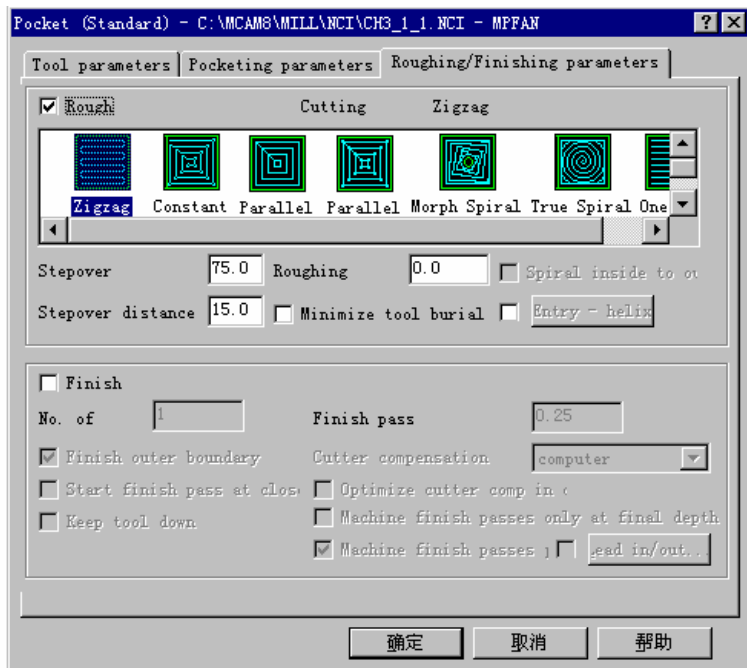


图 3-16

5. 用鼠标单击图 3-15 上部“粗/精加工参数(Roughing/Finishing parameters)”选项卡，进入“挖槽粗/精加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图 3-16 所示；

6. 用鼠标单击图 3-16 中的“确定”按钮，得到挖槽加工刀具路径，如图 3-17 所示。

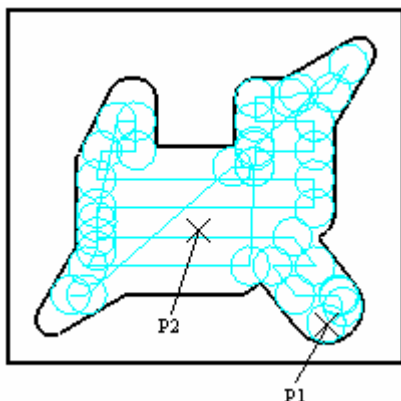


图 3-17

步骤五 存储文件

文件名为：Ch3\_1\_4.MC8

## 3.2 挖槽加工切入起始点和切入方式的确定

当不指定挖槽加工刀具切入起始点和切入方式时，切入的起始点由系统自动产生，切入方式为简单的垂直进刀切入方式。但是，这个自动产生的切入起始点往往不符合人们的要求，即不是刀具切入的最佳工艺点。垂直进刀切入方式切入不平稳，当切入速度较快时，有切入冲击现象。因此，挖槽加工的切入起始点和切入方式通常需要用户指定。例如，在 3.1 节的例子中，自动产生的切入起始点在 P1 点，如图 3-17 所示，要将其移到图 3-17 中的 P2 点，其坐标为(0, -20)，切入方式改为螺旋式进刀，操作步骤如下：

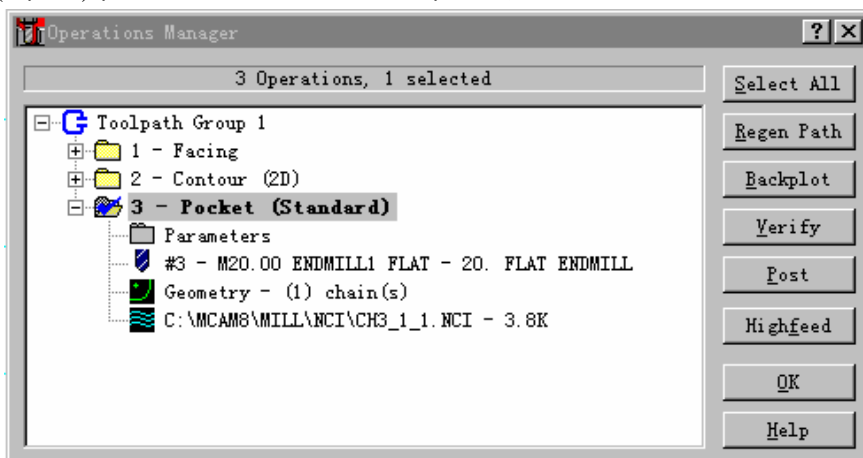


图 3-18

步骤一 读入文件

文件名：Ch3\_1\_4.MC8

### 步骤二 绘制切入点

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-点(Point)-位置(Position)

通过键盘输入点：0，-20 回车

得到图 3-17 所示的 P2 点，按下 Esc 键，结束绘制点操作。

### 步骤三 进入操作管理

同时按住 Alt 键和字母 O 键(Alt+O)，进入“操作管理 (Operations Manager)”对话框，如图 3-18 所示；

### 步骤四 确定刀具切入起始点

1. 用 2.3.1 节步骤三的方法，得到如图 2-30 所示的弹出式菜单；
2. 用鼠标单击图 2-30 中的“增加串接(Add chain)”；
3. 用鼠标拾取切入起始点，如图 3-17 中所示的 P2 点；
4. 用鼠标单击主菜单区的“Done”，结束串接操作，回到图 3-19 所示，新增加的串接切入点，即串接点 2 (Chain Point 2)，出现在对话框中；

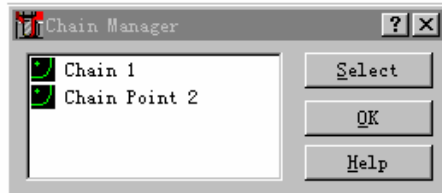


图 3-19

5. 用鼠标单击图 3-19 中的“OK”按钮，回到图 3-18。

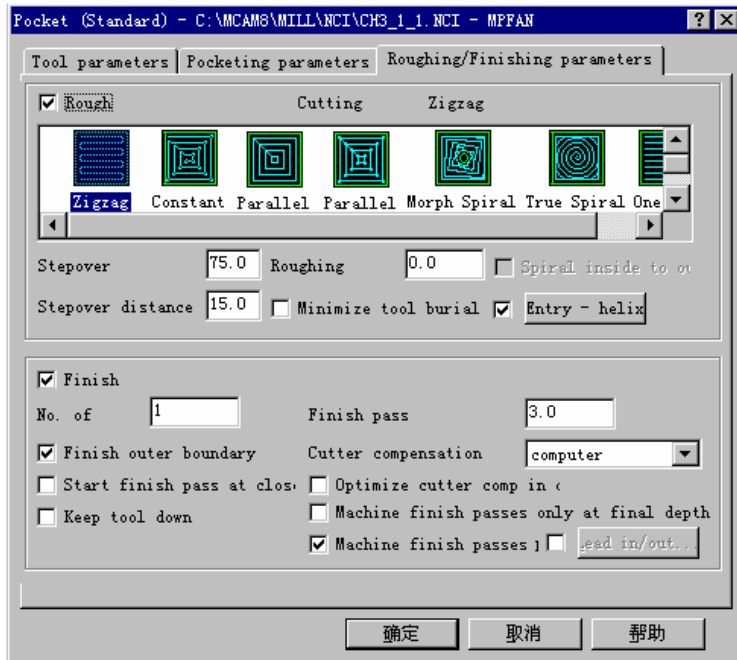


图 3-20

### 步骤五 确定切入方式

1. 用鼠标单击图 3-18 中第 3 刀具路径的第 2 项“参数(Parameters)”，进入“挖槽加工刀具参数设置”对话框，再用鼠标单击图 3-20 上部“粗/精加工参数(Roughing/Finishing parameters)”选项卡，进入“挖槽粗/精加工参数设置”对话框；
2. 用鼠标单击图 3-20 中的“切入螺旋线(Entry-helix)”按钮左侧的选择框，使其出现对勾，如图 3-20 所示；
3. 用鼠标单击图 3-20 中的“切入螺旋线(Entry-helix)”按钮，进入“挖槽加工切入方式设置 (Helix/Ramp Parameters)”对话框，设置完毕后，如图 3-21 所示；

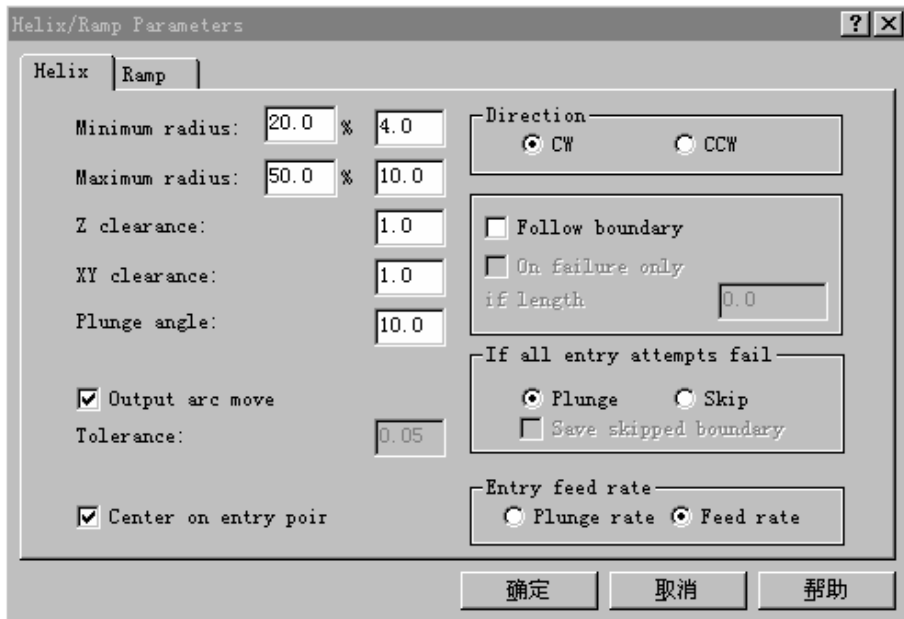


图 3-21

4. 用鼠标单击图 3-21 中的“确定”按钮，回到图 3-20，再单击图 3-20 中的“确定”按钮，回到图 3-18；

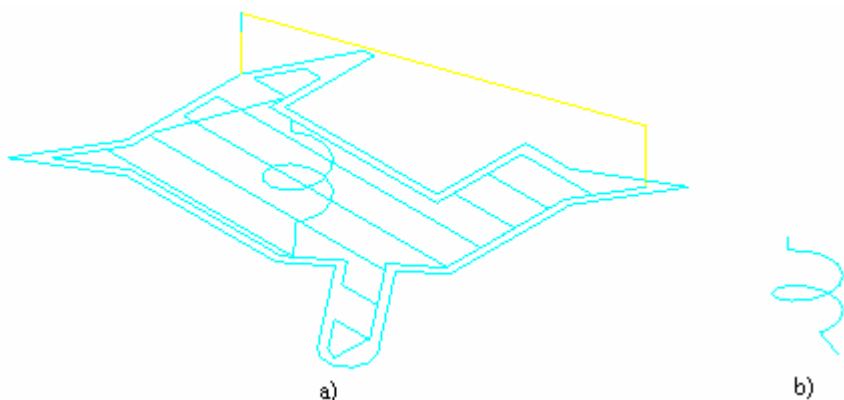


图 3-22

5. 用鼠标单击图 3-18 中的“重新生成刀具路径(Regen Path)”按钮，则生成新的加工刀

具路径，如图 3-22a 所示，此图中的刀具路径，与图 3-17 中的刀具路径相比，切入起始点发生了变化，按照人为设置的切入起点切入，相应地整个刀具路径发生了变化。切入刀具路径不是直线切入，而是螺旋线切入，如图 3-22b 所示（注：图 3-22 为轴测视图下的刀具路径，图 3-22b 只表示了图 3-22a 中的切入刀具路径）；

6. 用鼠标单击图 3-18 中的“OK”按钮，退出操作管理对话框。

步骤六 存储文件

文件名为：Ch3\_2\_1.MC8

### 3.3 挖槽加工刀具路径的修正

当产生的挖槽加工刀具路径不能满足要求时，如产生过切或者未切削，需要对挖槽加工刀具路径进行修正，使新生成的刀具路径加工出的零件精度更高。对于不同的挖槽刀具路径，修正的方法也不相同，下面介绍常用的三种挖槽加工刀具路径修正方法。

#### 3.3.1 改变刀具直径修正挖槽加工刀具路径

对于 3.2 节产生的挖槽刀具路径仿真结果如图 3-23 所示，在挖槽区域的左下方和右上方有未切削区域，这是由于这两个区域的轮廓半径小于所用刀具半径所致，可以通过减小刀具半径解决，方法如下：

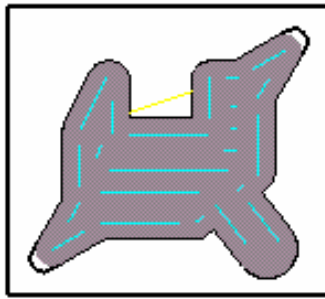


图 3-23

步骤一 读入文件

文件名：Ch3\_2\_1.MC8

步骤二 进入操作管理

同时按住 Alt 键和字母 O 键(Alt+O)，进入“操作管理”对话框，如图 3-18 所示。

步骤三 改变刀具直径

1. 用鼠标单击图 3-18 所示对话框中的第 3 刀具路径，即挖槽刀具路径(Pocket)，此刀具路径项被选中；

2. 用鼠标单击图 3-18 中第 3 刀具路径的第 2 项“参数(Parameters)”，进入“挖槽加工刀具参数设置 (Pocketing Parameters)”对话框，如图 3-24 所示；

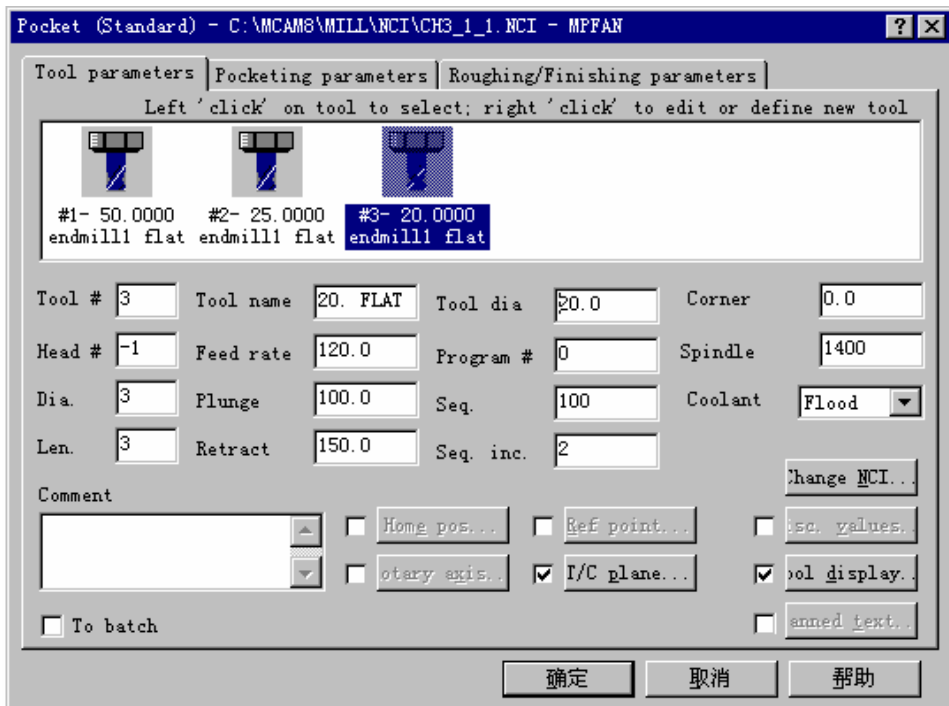


图 3-24

3. 用鼠标单击 3 号刀具（直径 20mm）图标，选中该刀具，单击鼠标右键，进入“定义刀具”对话框，如图 3-25 所示，改变刀具直径为 10mm；

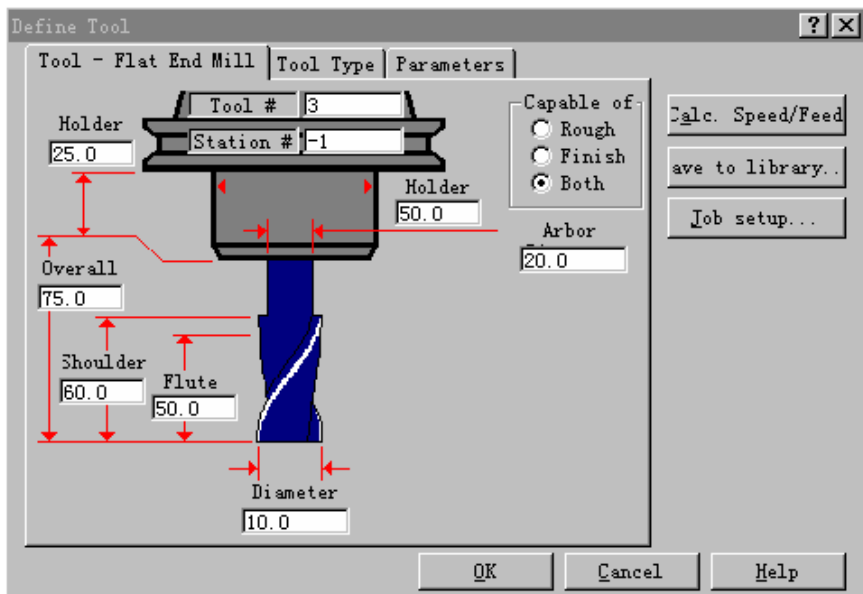


图 3-25

4. 用鼠标单击图 3-25 中的“OK”按钮，回到图 3-24，此时的 3 号刀具已变为直径为 10mm 的端铣刀；

5. 用鼠标单击图 3-24 中的“确定”按钮，回到图 3-18，单击图 3-18 中的“重新生成刀具路径(Regen Path)”按钮，则重新生成挖槽刀具路径。带有刀具痕迹的刀具路径仿真结果，如图 3-26 所示，与图 3-23 相比可以看出，由于减小了刀具直径，刀具可以到达所有挖槽区域；

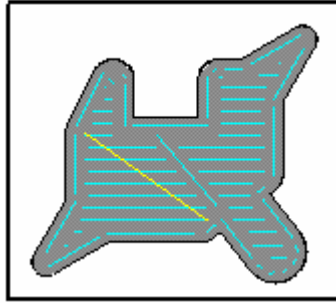


图 3-26

6. 用鼠标单击图 3-18 中的“OK”按钮，退出操作管理对话框。

步骤四 存储文件

文件名为：Ch3\_3\_1.MC8

### 3.3.2 改变挖槽方式修正挖槽加工刀具路径

对于 3.3.1 节中的例子，其他参数不变，当挖槽方式采用平行螺旋方式(Parallel Spiral)时，产生的挖槽刀具路径仿真结果，如图 3-27 所示，在中间部分有未切削区域共 5 处，分别用数字 1~5 表示，对于这种情况，可采用改变挖槽方式修正挖槽刀具路径，如采用往复式挖槽方式(Zigzag)，即 3.2 节中的挖槽方式。

产生图 3-27 效果的文件名为：Ch3\_3\_2.MC8。

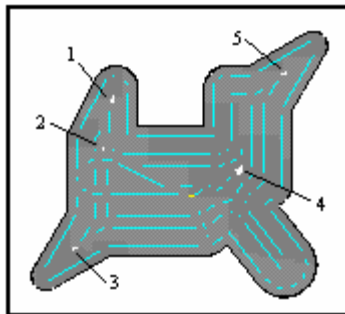


图 3-27

### 3.3.3 改变挖槽参数修正挖槽加工刀具路径

图 3-27 显示出的挖槽加工问题，可以采用改变挖槽方式解决，也可以通过改变挖槽参数加以修正，即仍采用原来的平行螺旋方式(Parallel Spiral)，但是，减小平行刀具路径之间的间

距，也可以起到修正的目的，操作步骤如下：

步骤一 读入文件

文件名：Ch3\_3\_2.MC8

步骤二 减小平行刀具路径之间的间距

1. 参照 3.2 节步骤二和步骤五的方法，进入“挖槽粗/精加工参数（Roughing/Finishing parameters）”设置对话框，如图 3-28 所示，平行刀具路径之间的间距百分比（Stepover percentage）由原来的 75 改为 50，则此设置框下的平行刀具路径之间的间距（Stepover distance）设置框自动由原来的 7.5 变为 5.0，设置完毕后，如图 3-28 所示；

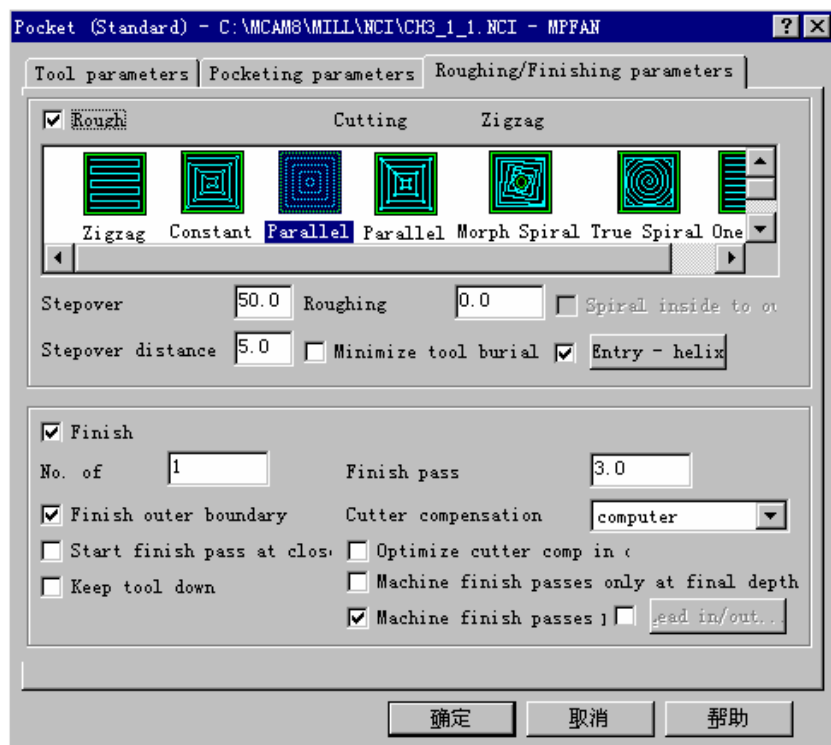


图 3-28

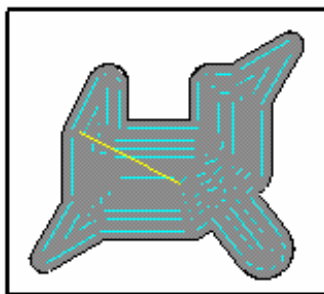


图 3-29

2. 用鼠标单击图 3-28 中的“确定”按钮，回到图 3-18，重新生成刀具路径后的仿真结果，如图 3-29 所示，此图即为修正挖槽参数后的加工仿真结果，比较图 3-27 和图 3-29 可知，

图 3-27 中的未切削部分得到加工；

步骤三 存储文件

文件名为：Ch3\_3\_3.MC8

### 3.4 带有起模角挖槽加工刀具路径的生成及切削深度控制方法

当加工如图 3-30 所示的带有倾斜角的内腔时，需要采用带有起模角挖槽加工工艺及挖槽时的深度控制，操作方法如下：

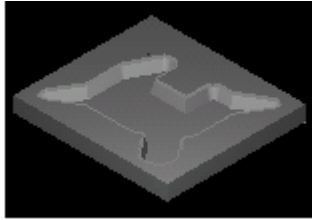


图 3-30

步骤一 读入文件

文件名：Ch3\_1\_1.MC8

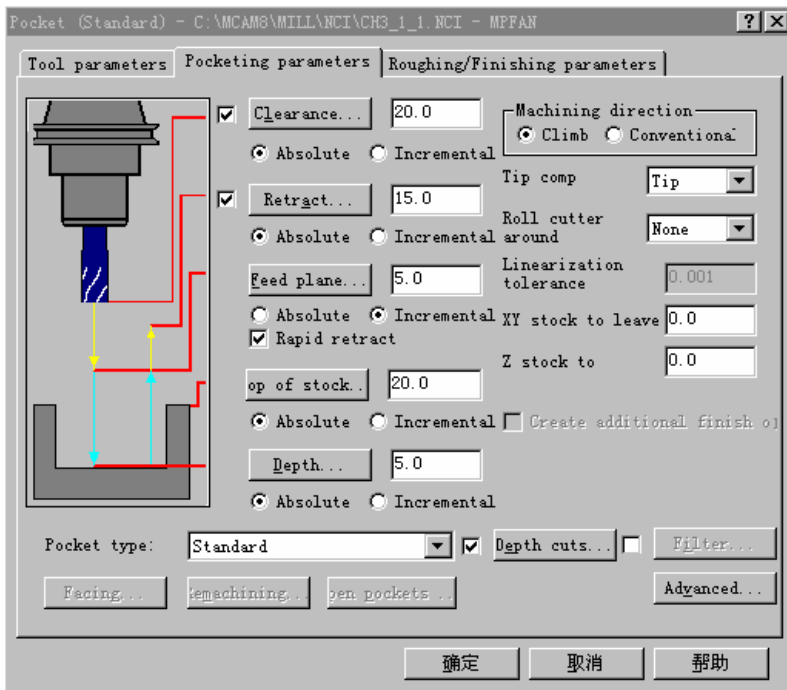


图 3-31

步骤二 带有起模角挖槽加工刀具路径的生成

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-挖槽加工(Pocket)

2. 在绘图区串接挖槽加工的轮廓,先串接挖槽轮廓,串接后的结果如图 3-14 所示,再串接点,如图 3-17 中的 P2 点,用鼠标单击主菜单区的“Done”,结束串接操作,进入挖槽加工刀具参数设置对话框,如图 3-24 所示;

3. 选择直径为 10mm 的端铣刀;

4. 用鼠标单击图 3-31 上部“挖槽加工参数(Pocketing parameters)”选项卡,进入“挖槽加工参数设置”对话框;

5. 用鼠标单击图 3-31 中“深度切削 (Depth cuts...)”按钮左侧的选择框,使其出现对勾;

6. 用鼠标单击图 3-31 中“深度切削 (Depth cuts...)”按钮,进入“深度切削 (Depth cuts)”对话框,设置完毕后,如图 3-32 所示;

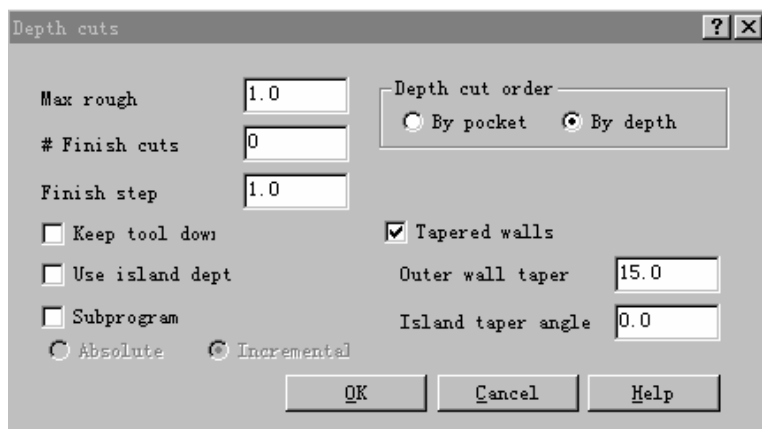


图 3-32

7. 用鼠标单击图 3-32 中的“OK”按钮,回到图 3-31;

8. 用鼠标单击图 3-31 上部“粗/精加工参数 (Roughing/Finishing parameters)”选项卡,进入“挖槽粗/精加工参数设置”对话框,设置内容与图 3-28 相同;

9. 用鼠标单击图 3-28 中的“确定”按钮,得到带有起模角的挖槽加工路径。

步骤三 加工过程仿真加工

加工过程仿真后的效果,如图 3-33 所示。

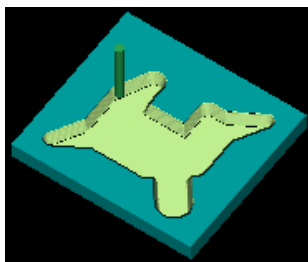


图 3-33

步骤四 存储文件

文件名为: Ch3\_4\_1.MC8

### 3.5 挖槽加工重切削刀具路径的生成

挖槽加工重切削是一种有效利用刀具尺寸，提高加工效率的方法。它采用较大直径的刀具最大限度地切除工件材料，剩余部分的工件材料，再利用较小直径的刀具切除。而且，较小直径刀具的刀具路径与较大直径的刀具路径不重合，不产生重复切削。挖槽加工重切削刀具路径的生成操作方法如下：

步骤一 读入文件

文件名：Ch3\_1\_4.MC8

步骤二 生成刀具直径为 35mm 的挖槽加工刀具路径

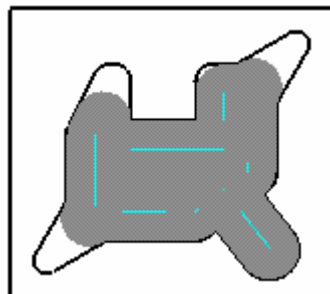


图 3-34

利用 3.3.1 节的方法，将文件 Ch3\_1\_4.MC8 中的刀具直径由 20mm 改为 35mm，其他参数不变，重新生成刀具路径，其仿真结果如图 3-34 所示。

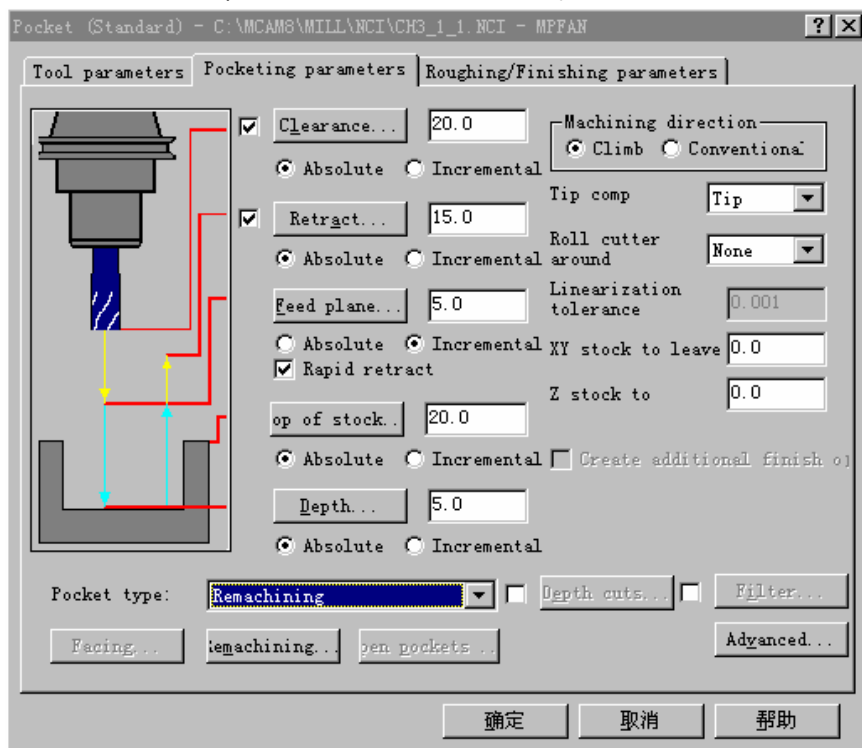


图 3-35

步骤三 挖槽加工重切削

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-挖槽加工(Pocket)
2. 在绘图区串接挖槽加工的轮廓，先串接挖槽轮廓，串接后的结果如图 3-14 所示，再串接点，如图 3-17 中的 P2 点，用鼠标单击主菜单区的“Done”，结束串接操作，进入“挖

槽加工刀具参数设置”对话框,如图 3-24 所示;

3. 选择直径为 15mm 的端铣刀;

4. 用鼠标单击图 3-35 上部“挖槽加工参数(Pocketing parameters)”选项卡,进入挖槽加工参数设置对话框,在“挖槽类型(Pocket type)”栏中选择“重切削(Remachining)”,设置完毕后,如图 3-35 所示;

5. 用鼠标单击图 3-35 中的“重切削(Remachining)”按钮,进入“挖槽加工重切削设置”对话框,设置完毕后,如图 3-36 所示;

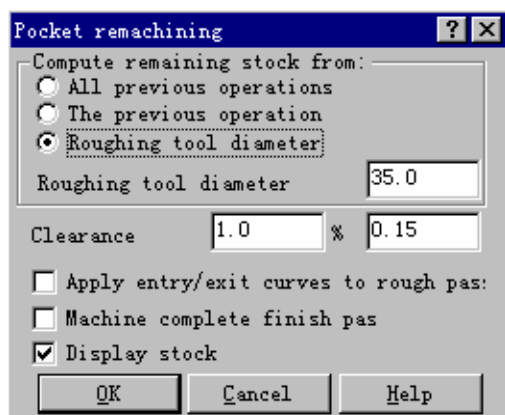


图 3-36

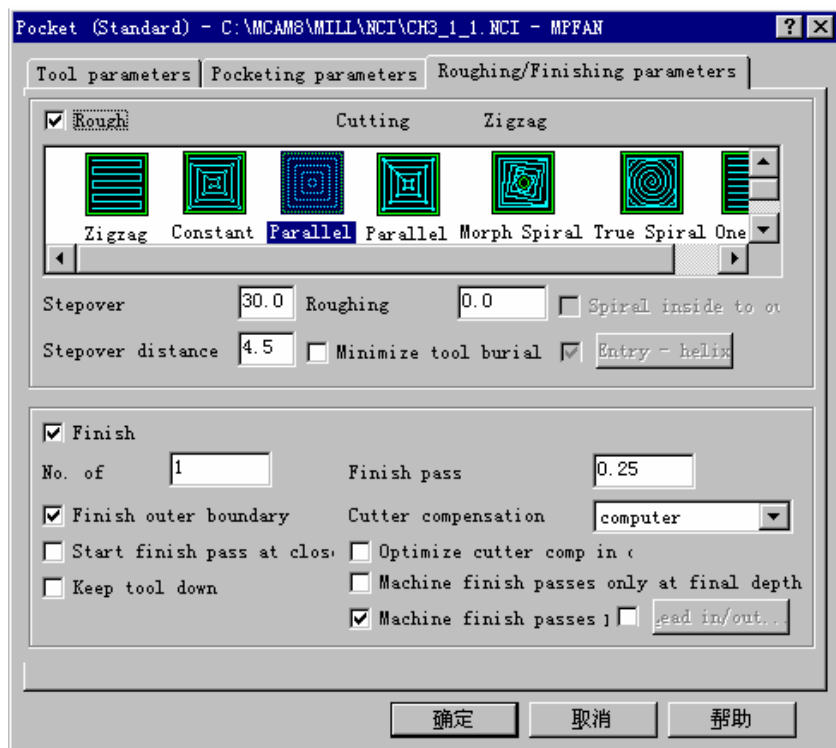


图 3-37

6. 用鼠标单击图 3-36 中的“OK”按钮,回到图 3-35;

7. 用鼠标单击图 3-35 上部“粗/精加工参数(Roughing/Finishing parameters)”选项卡,进入“挖槽粗/精加工参数设置”对话框,设置完毕后,如图 3-37 所示;

8. 用鼠标单击图 3-37 中的“确定”按钮,在绘图区中出现上一次挖槽加工中切削过的

区域，即以直径为 35mm 端铣刀加工过的区域，以深红色表示，如图 3-38a 所示；

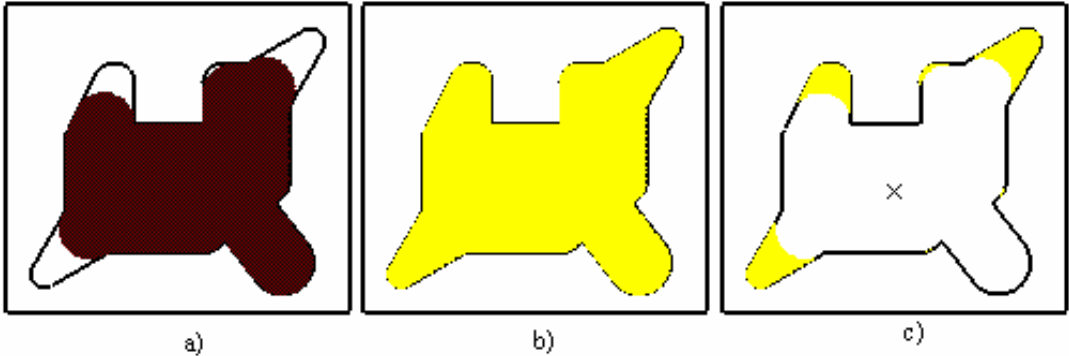


图 3-38

9. 按“回车 (Enter)”键，出现本次加工所能切削的区域，以浅黄色表示，如图 3-38b 所示；

10. 按“回车 (Enter)”键，出现本次需要切削的区域，即重切削区域，以浅黄色表示，如图 3-38c 所示；

11. 按“回车 (Enter)”键，在绘图区中出现经过上一次挖槽粗加工和本次重切削后，依然残留的未切削区域，如图 3-39a 所示，并在信息提示区中，显示残留的未切削区域面积的数值，本例中残存的未切削区域面积为零 (Area=0.0000)，说明重切削刀具路径正确，无须再加工；

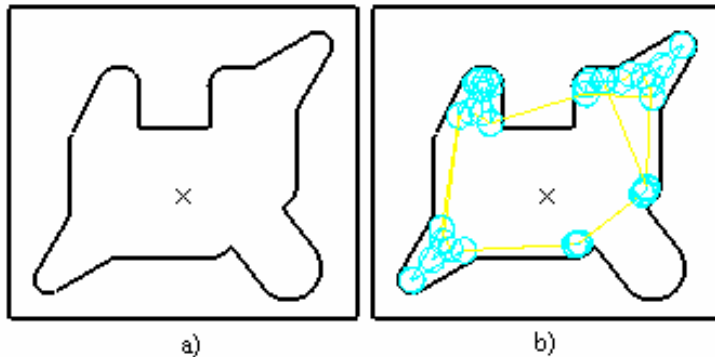


图 3-39

12. 按“回车(Enter)”键，在绘图区中出现重切削刀具路径，如图 3-39b 所示。

步骤四 存储文件

文件名为：Ch3\_5\_1.MC8

### 3.6 挖槽加工子程序的生成

应用子程序可以缩短 NC 加工程序的长度，可以用于产生相同或类似零件形状的刀具路径。在 MasterCAM 中，子程序可以应用于挖槽深度控制切削、整圆切削、钻削等。缩短 NC

加工程序的长度，对于存储容量较小的 CNC 机床，减少程序传输时间，具有非常明显的效果。

本节以 3.4 节中的例子为例，介绍产生子程序的方法。

步骤一 读入文件

文件名：Ch3\_4\_1.MC8

步骤二 产生具有子程序的刀具路径

1. 按照 3.3.1 节步骤二和步骤三的方法，进入“挖槽加工刀具参数设置”对话框，如图 3-24 所示；

2. 用鼠标单击图 3-24 中“改变 NCI(Change NCI...)”按钮，进入“选择 NCI 文件(Select output NCI file)”对话框，如图 3-40 所示，输入 NCI 文件名：CH3\_6Sub.NCI 后，单击图 3-40 中的“OK”按钮，回到图 3-24；

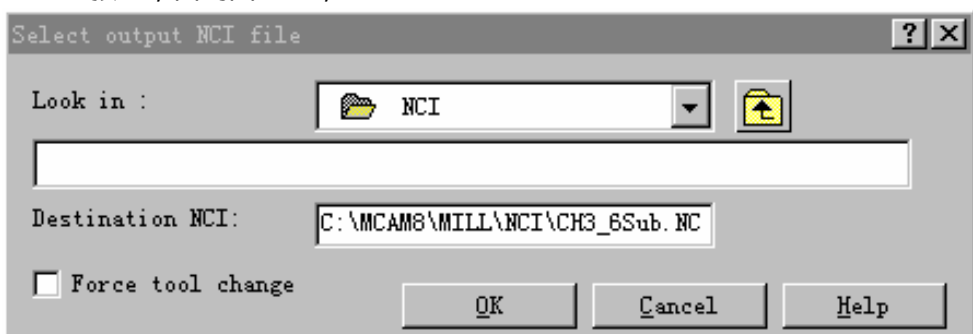


图 3-40

3. “挖槽加工参数”对话框的设置内容与图 3-31 相同；

4. “深度切削 (Depth cuts...)控制”对话框设置完毕后，如图 3-41 所示，其中的子程序选择框为有效；

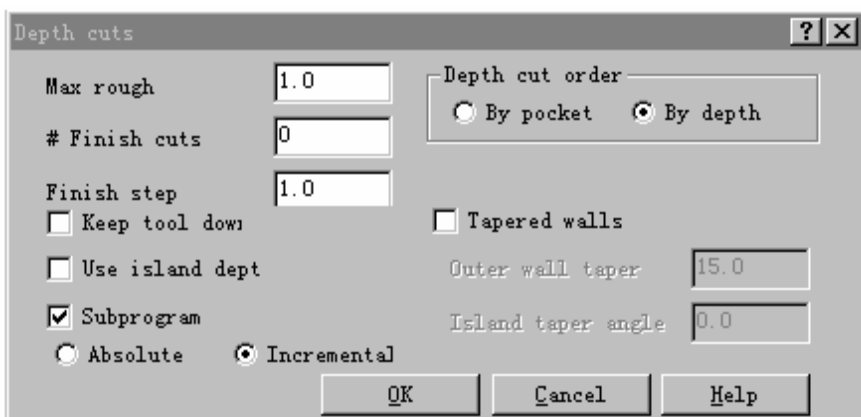


图 3-41

5. “挖槽粗/精加工参数(Roughing/Finishing parameters)”对话框设置完毕后，如图 3-42 所示；

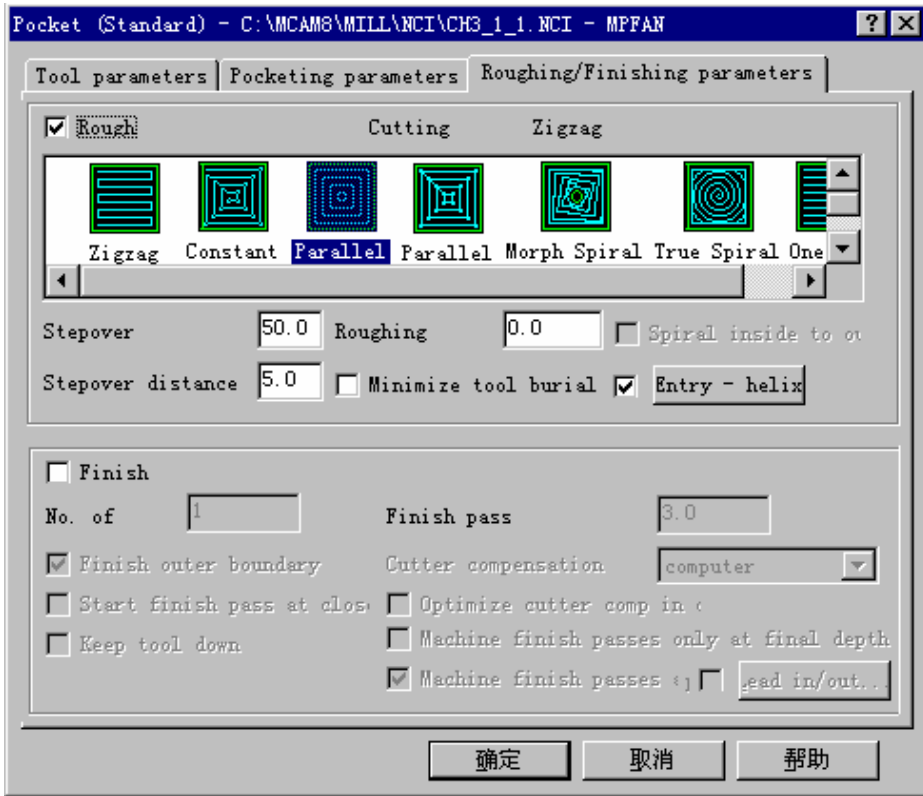


图 3-42

6. 切入方式对话框的设置内容与图 3-21 相同；
7. 重新生成具有子程序的挖槽加工刀具路径如图 3-43 所示；

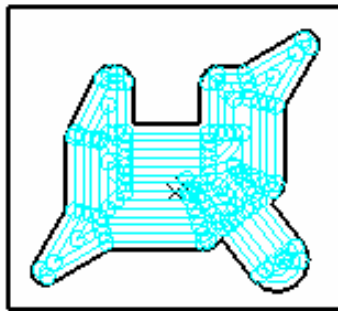


图 3-43

8. 用鼠标单击“操作管理”对话框(图 3-18)中的“后处理(Post)”按钮,进入“后处理设置(Post processing)”对话框,设置完毕后,如图 3-44 所示；
9. 用鼠标单击图 3-44 中的“OK”按钮,系统开始进行后处理,并在信息提示区显示正在处理的信息,处理完毕后,直接调用 MasterCAM 的编辑器,并将生成的 NC 加工代码显示于编辑器中,如图 3-45 所示；

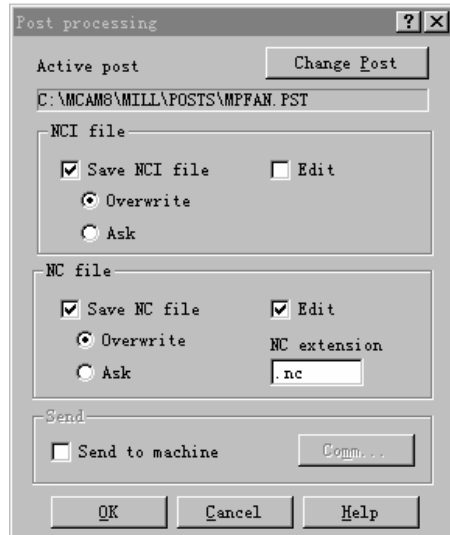


图 3-44

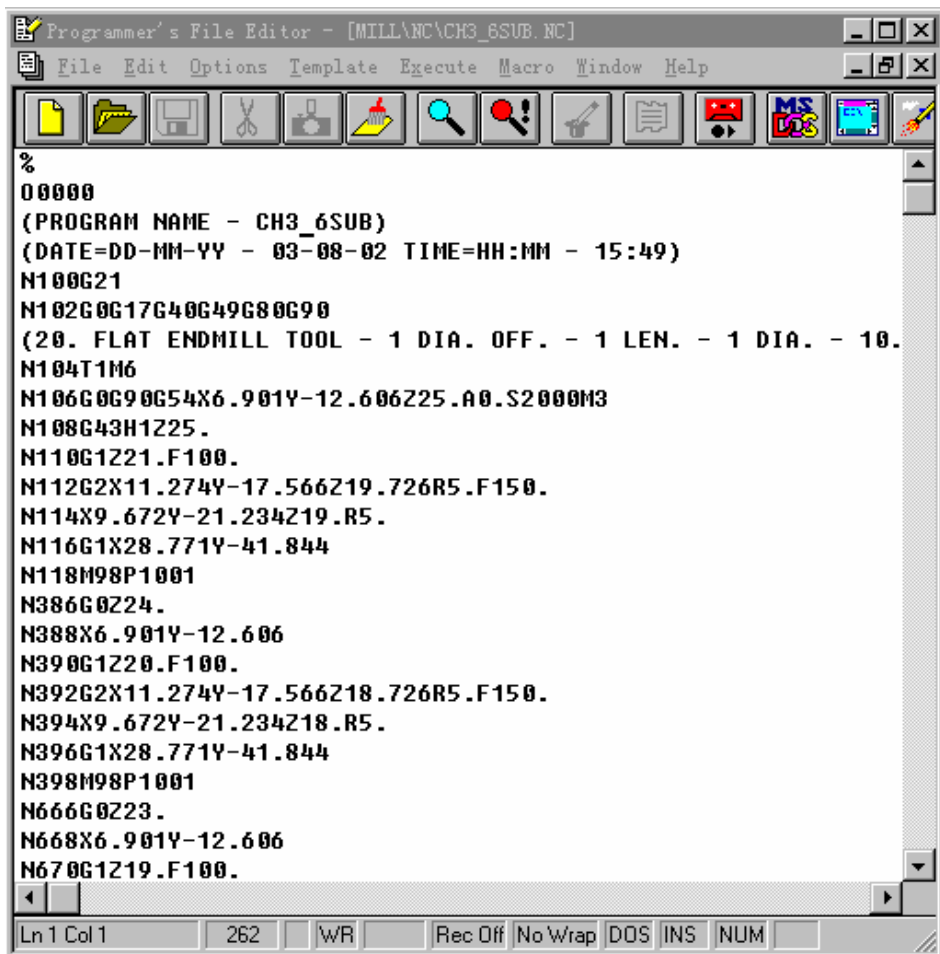


图 3-45

10. 图 3-45 中的 NC 程序是用 MPFAN.PST 后处理程序生成的，适用于 Fanuc 控制器，NC 程序中有多处调用子程序 P1001，如 N118M98P1001，N398M98P1001 等，其中 M98 是 Fanuc 系统调用子程序的指令，P1001 为子程序号，子程序一般放在 NC 程序的最后；

11. 用鼠标单击图 3-45 中右上部的关闭窗口按钮，关闭 MasterCAM 编辑器；

12. 退出“操作管理”对话框。

步骤三 存储文件

文件名为：Ch3\_6\_1.MC8

### 3.7 具有岛屿及表面特征技术的挖槽加工

本节通过图 3-46 所示的零件形状，介绍挖槽类型为表面(Facing)的技术的应用，主要用于加工轮廓是开放的情况，即这一轮廓边界是需要加工的；另外还介绍当挖槽区域内具有多个岛屿，且岛屿的高度不同时，如何应用挖槽加工技术。

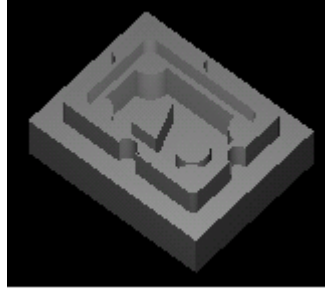


图 3-46

步骤一 读入文件

文件名：Ch3\_7\_1.MC8

存储该文件的图形如图 3-47 所示，这一图形是绘制在 Z 向控制深度为零的平面内。

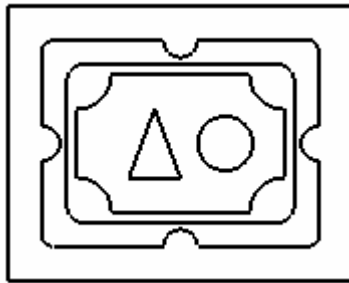


图 3-47

步骤二 毛坯尺寸设置

选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-毛坯设置(Job setup)

进入“毛坯设置”对话框，设置完毕后，如图 3-48 所示，用鼠标单击图 3-48 中的“OK”按钮。

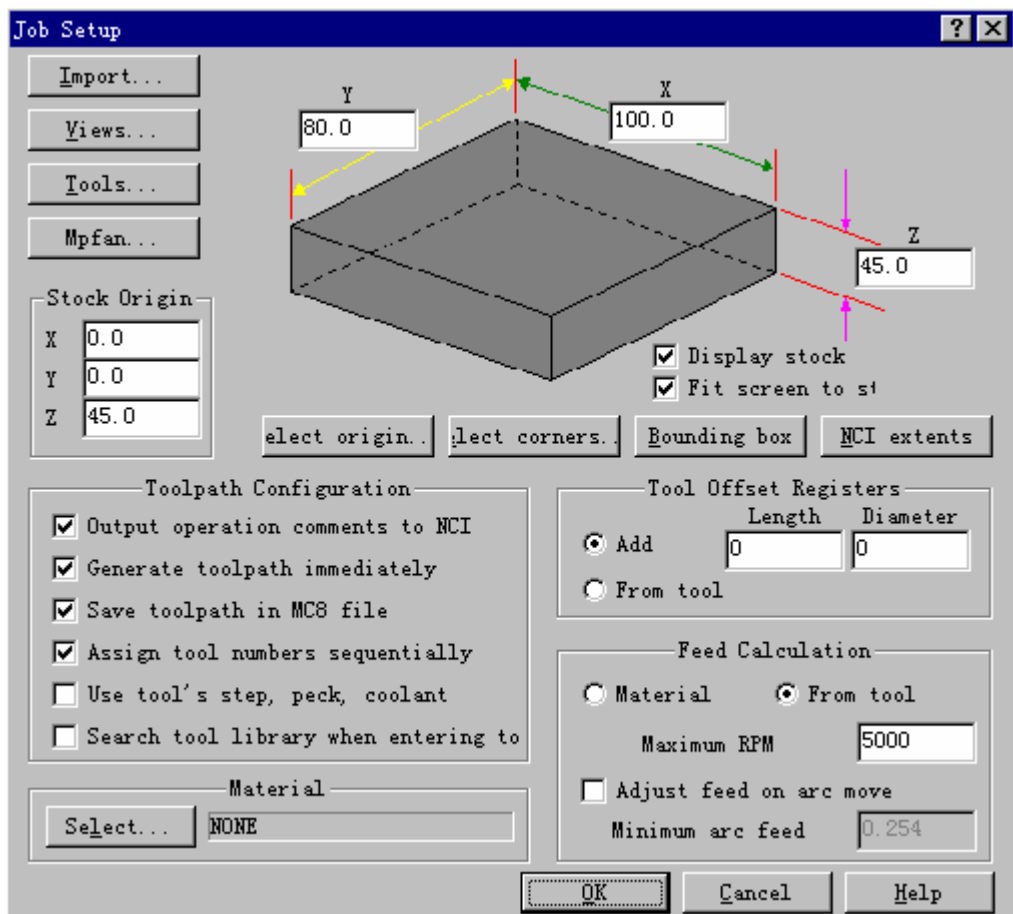


图 3-48

改变视图方式为：

视图面 (Gview)：轴测图 (I)

得到图 3-49，图中的虚线为毛坯的线框轴测图。

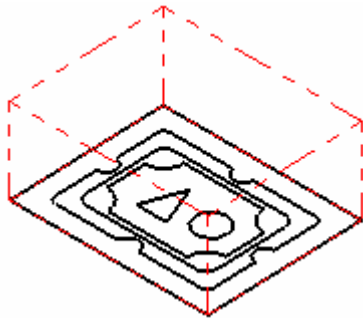


图 3-49

步骤三 挖槽类型为表面(Facing)的挖槽加工 1  
关闭毛坯轮廓显示。

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-挖槽加工(Pocket)
2. 在绘图区串接挖槽加工的两个轮廓，串接后的结果如图 3-50 所示，用鼠标单击主菜单区的“Done”，结束串接操作，进入挖槽加工刀具参数设置对话框，设置内容与图 3-41 相同；

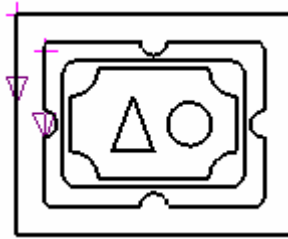


图 3-50

3. 选择直径为 10mm 的端铣刀；
4. 用鼠标单击图 3-51 上部“挖槽加工参数 (Pocketing parameters)”选项卡，进入“挖槽加工参数设置”对话框，挖槽类型 (Pocket type) 设置为表面 (Facing)，表面挖槽类型有效，设置完毕后，如图 3-51 所示；

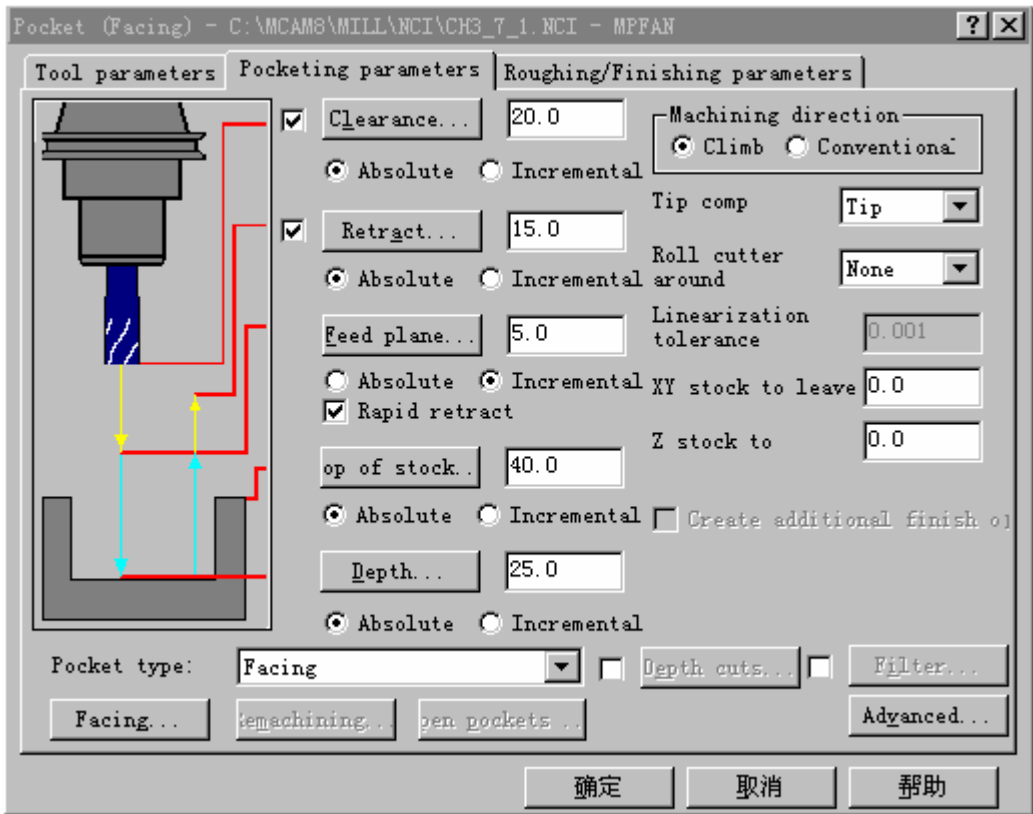


图 3-51

5. 用鼠标单击图 3-51 中的“表面(Facing)”按钮，进入“挖槽表面设置 (Facing)”对话框，设置完毕后，如图 3-52 所示，单击图 3-52 中的“OK”按钮，回到图 3-51；

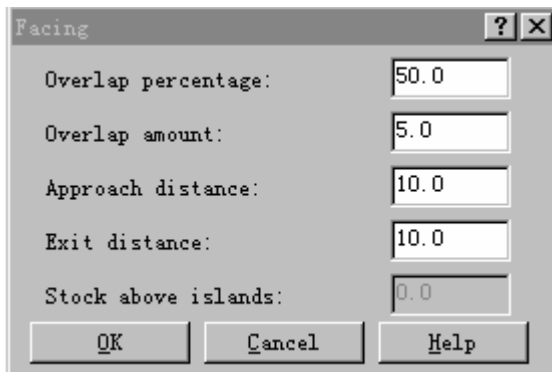


图 3-52

6. 用鼠标单击图 3-51 上部“粗/精加工参数 (Roughing/Finishing parameters)”选项卡，进入“挖槽粗/精加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图 3-53 所示；

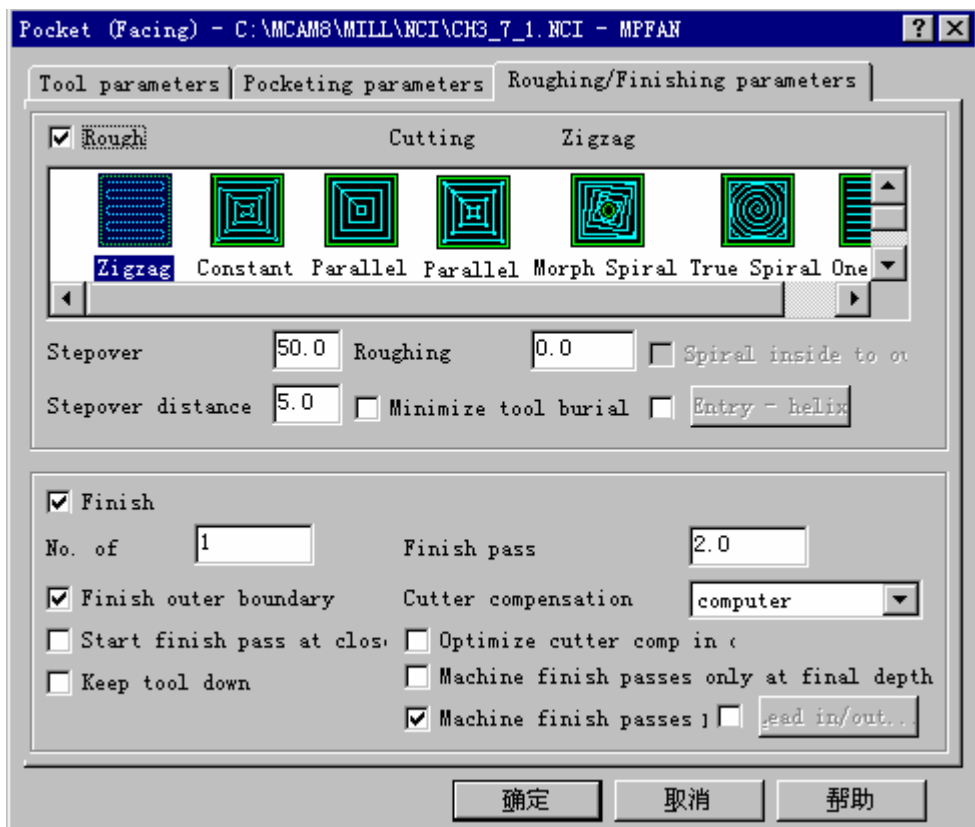


图 3-53

7. 用鼠标单击图 3-53 中的“确定”按钮，得到挖槽加工刀具路径，如图 3-54a 所示，其中虚线为毛坯线框轮廓，图 3-54b 为加工过程仿真后的结果。

步骤四 挖槽类型为标准(Standard)的挖槽加工 2

本步骤的操作方法与步骤三的操作方法相同。

不同点为：

1. 图 3-51 中的挖槽类型 (Pocket type) 设置为标准(Standard) ;
2. 图 3-51 中的加工深度 (Depth...) 设置为绝对坐标的 30 ;
3. 串接的轮廓如图 3-55a 所示, 加工过程仿真后的结果如图 3-55b 所示。

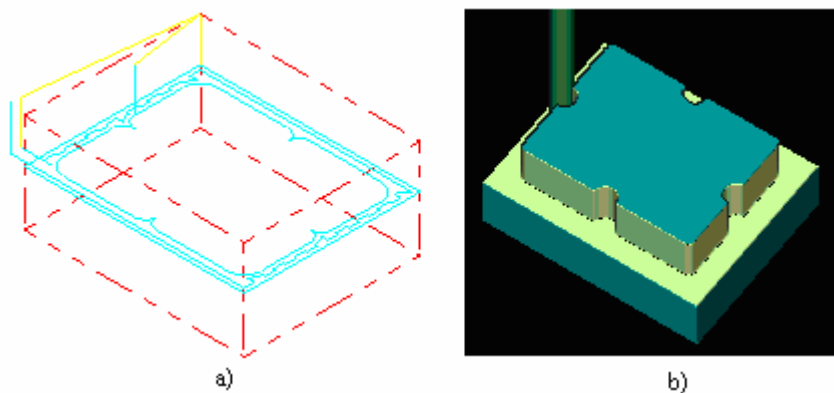


图 3-54

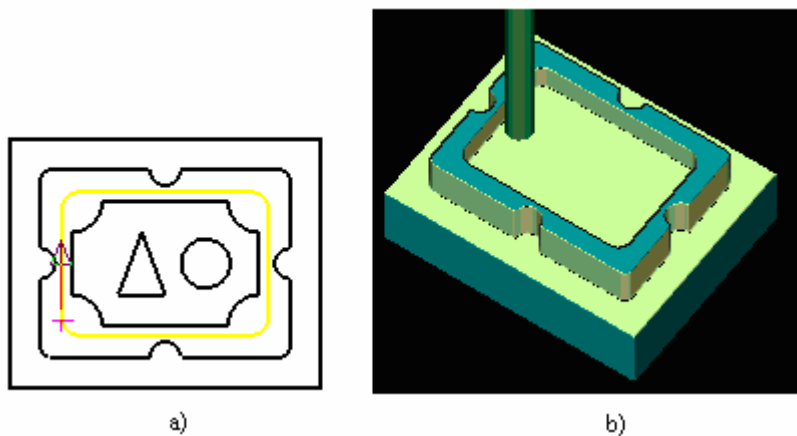


图 3-55

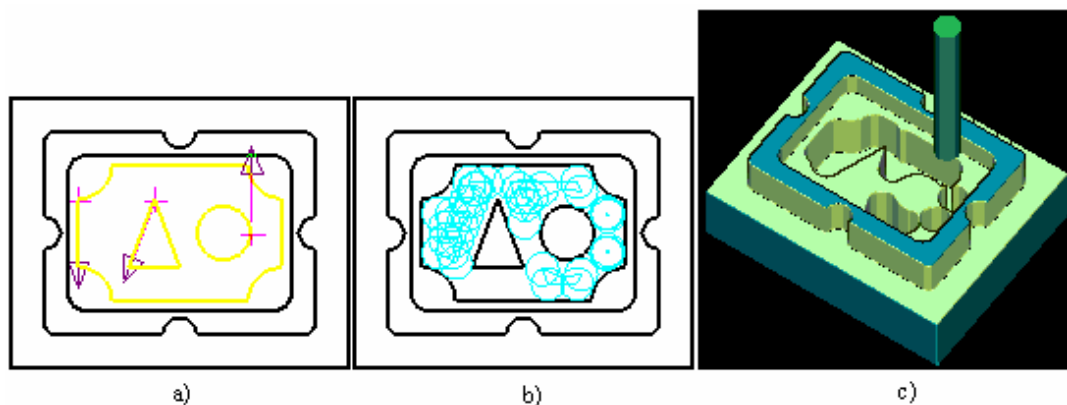


图 3-56

### 步骤五 挖槽类型为标准(Standard)的具有岛屿的挖槽粗加工 3

本步骤的操作方法与步骤四的操作方法相同。

不同点为：

1. 图 3-51 中的加工深度 (Depth...) 设置为绝对坐标的 10；

2. 串接的轮廓有三个，如图 3-56a 所示，生成的刀具路径如图 3-56b 所示，加工过程仿真后的结果如图 3-56c 所示。

### 步骤六 挖槽类型为表面(Facing)的三角形岛屿挖槽加工 4

本步骤的操作方法与步骤三的操作方法相同。

不同点为串接的轮廓为三角形岛屿，如图 3-57a 所示，生成的刀具路径如图 3-57b 所示，加工过程仿真后的结果如图 3-57c 所示。

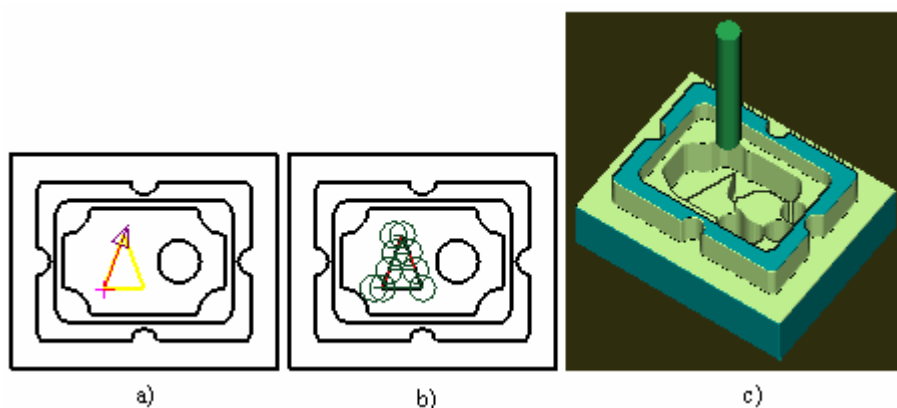


图 3-57

### 步骤七 挖槽类型为表面(Facing)的圆形岛屿挖槽加工 5

本步骤的操作方法与步骤三的操作方法相同。

不同点为：

1. 图 3-51 中的加工深度 (Depth...) 设置为绝对坐标的 20；

2. 串接的轮廓为圆形岛屿，如图 3-58a 所示，生成的刀具路径如图 3-58b 所示，加工过程仿真后的结果如图 3-58c 所示。

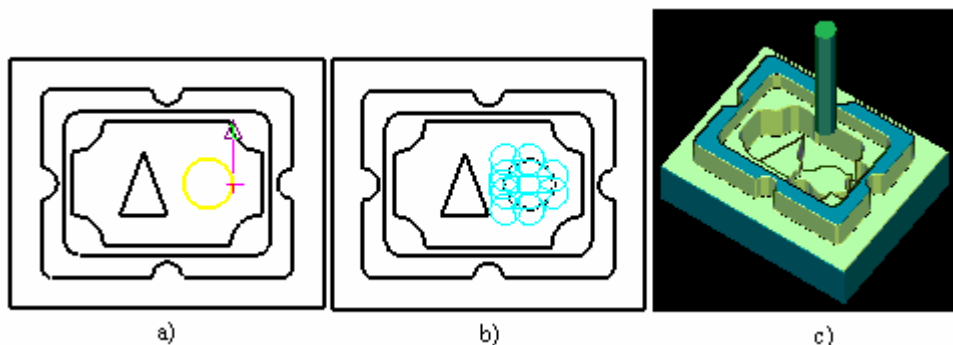


图 3-58

### 步骤八 挖槽类型为重切削 (Remachining) 的具有岛屿的挖槽精加工 6

本步骤的操作方法与 3.5 节步骤三的操作方法相同。

不同点为：

1. 选择的刀具是直径为 5mm 的端铣刀；
2. “挖槽加工参数设置”对话框的设置内容与图 3-51 基本相同，不同点有两个，一是加工深度（Depth...）设置为绝对坐标的 10；二是挖槽类型（Pocket type）设置为重切削（Remachining）；
3. 串接的轮廓有三个，与图 3-56a 相同。生成的刀具路径如图 3-59a 所示，加工过程仿真后的结果如图 3-59b 所示。

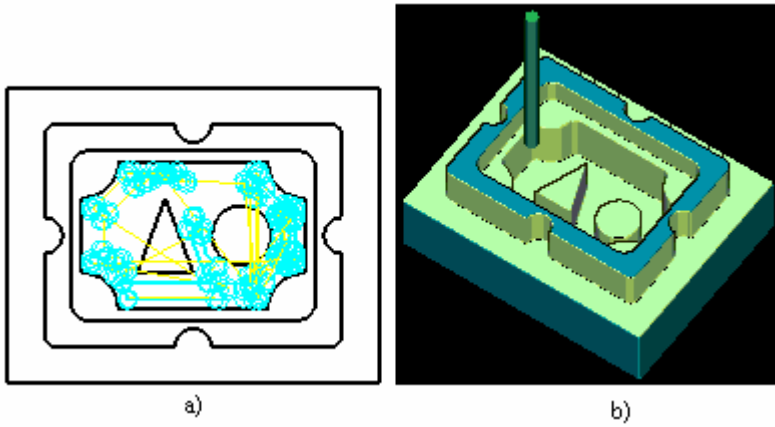


图 3-59

步骤九 存储文件

文件名为：Ch3\_7\_8.MC8

## 第 4 章 刀具路径的编辑

本章通过几个典型零件，说明在 MasterCAM 中，如何通过编辑的方法生成刀具路径以及对刀具路径如何进行编辑、修正，如何使方法更加方便、快捷，技巧性更强。而对已存在的刀具路径进行编辑、修正，可以使系统生成的刀具路径更符合人们的要求，尤其是在曲面加工中，这一方法非常实用，甚至是必不可少。

### 4.1 刀具路径的镜像复制

刀具路径的镜像复制方法用于产生零件形状具有对称轴的刀具路径。此方法只须生成一个或一组刀具路径，然后用复制的方法产生另一个或另一组与其对称的刀具路径。如图 4-1 所示的零件，具有对称形状图形，可以只产生左边形状的刀具路径，用复制的方法产生右边形状的刀具路径。

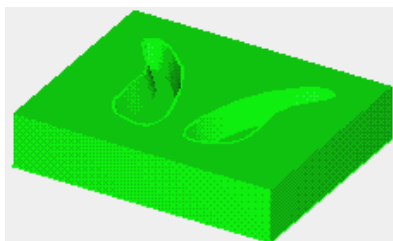


图 4-1

步骤一 读入文件

文件名：Ch4\_1\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图 4-2 所示，其中虚线为毛坯线框轮廓，粗实线为图形轮廓。



图 4-2

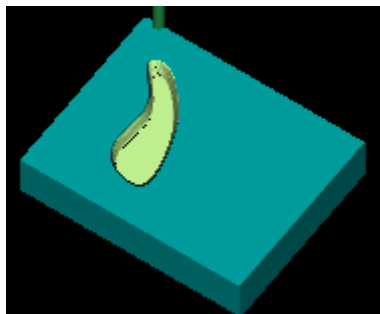


图 4-3

步骤二 产生挖槽刀具路径

用 3.4 节的方法产生图 4-1 所示左边图形的带有起模角的挖槽刀具路径，图 4-3 为用 3.4

节中的步骤二产生的刀具路径仿真后的结果。

#### 步骤三 镜像复制刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-下一菜单(Next menu)-转换(Transform)
2. 进入转换操作对话框，设置完毕后，如图 4-4 所示；

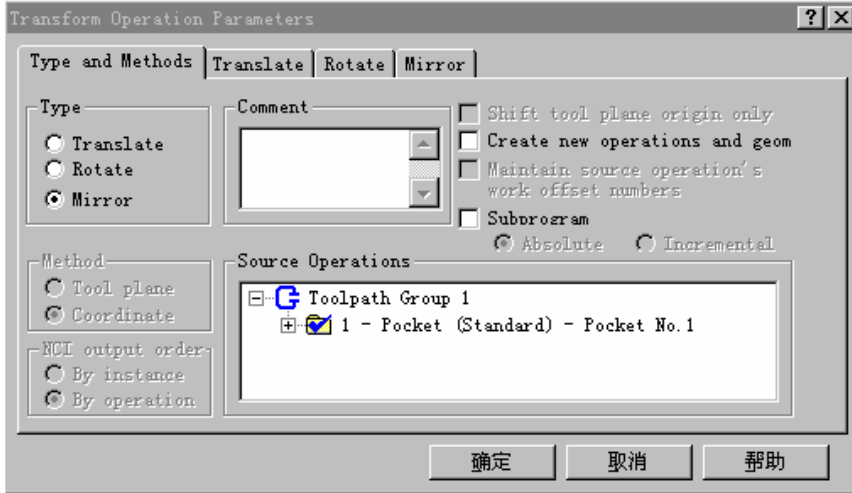


图 4-4

3. 用鼠标单击图 4-4 上部“镜像 (mirror)”选项卡，进入转换操作中的“镜像参数设置”对话框，设置完毕后，如图 4-5 所示；

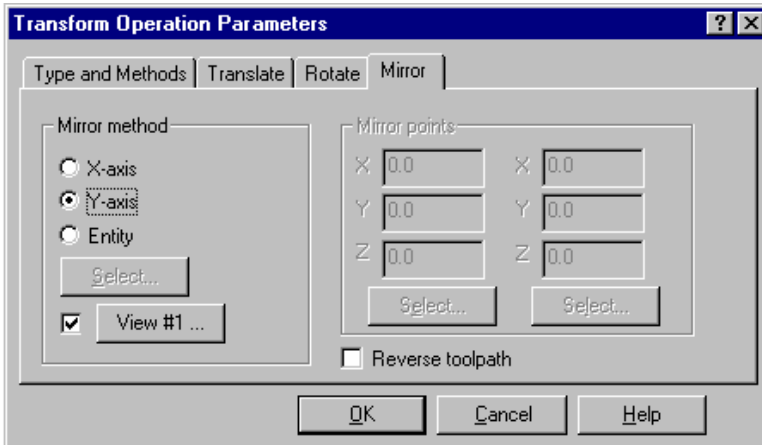


图 4-5

4. 用鼠标单击图 4-5 中下部的“OK”按钮，完成刀具路径的镜像复制操作。

#### 步骤四 仿真加工

1. 同时按 Alt 键和字母 O 键(Alt+O)，进入操作管理对话框，如图 4-6 所示，用鼠标单击图 4-6 中右上部“全选 (Select All)”按钮，两个刀具路径全被选中，其中第 2 个刀具路径即为用镜像复制方法产生的刀具路径，如图 4-6 所示；

2. 用 2.5 节的方法进行仿真操作，加工过程仿真后的结果，如图 4-7 所示。

#### 步骤五 存储文件

文件名为：Ch4\_1\_2.MC8

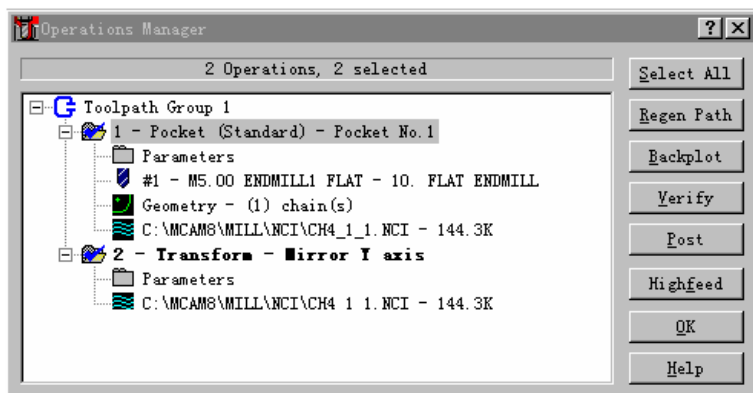


图 4-6

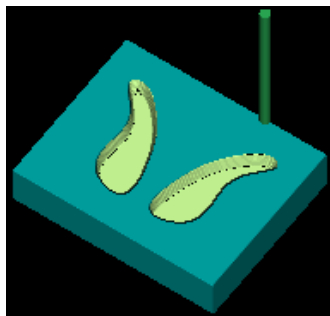


图 4-7

## 4.2 刀具路径的旋转复制

刀具路径的旋转复制方法用于产生零件形状具有绕某一点旋转的刀具路径。此方法只须生成一个或一组刀具路径，然后用旋转的方法产生一个或一组与多个或多组刀具路径。如图 4-8 所示的零件，具有绕原点旋转的图形形状，可以只产生其中一组的刀具路径，用旋转复制的方法产生其他的刀具路径。



图 4-8

步骤一 读入文件

文件名为：Ch4\_2\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图 4-9a 所示，被加工图形轮廓的放大图，如图 4-9b 所示；

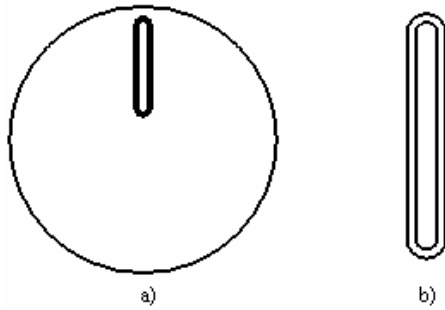


图 4-9

步骤二 产生一组刀具路径(一个挖槽刀具路径和一个轮廓刀具路径)

用 3.1 节步骤三的方法产生一个挖槽刀具路径，图 4-10 为这一挖槽加工过程仿真后的结果。



图 4-10

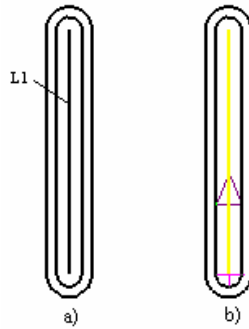


图 4-11

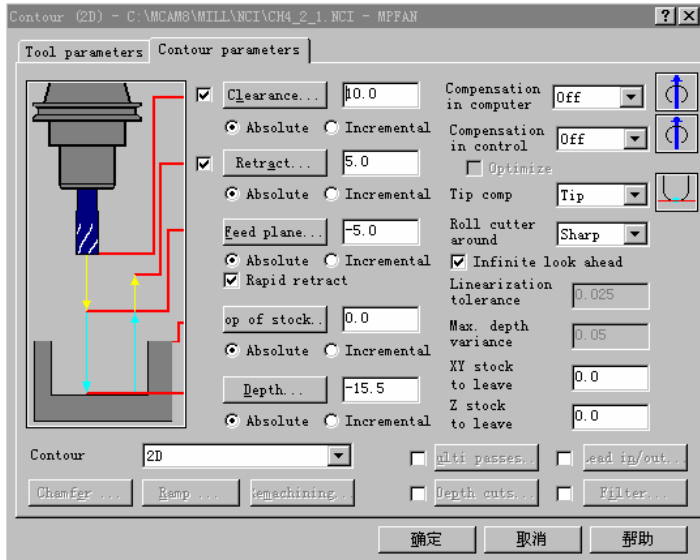


图 4-12

为了生成所需的轮廓加工刀具路径，需要在图 4-9 中加一条辅助直线，如图 4-11a 中的直线 L1，生成轮廓加工刀具路径串接的也是直线 L1，如图 4-11b 所示。用 2.2 节的方法生成一个轮廓加工刀具路径，轮廓加工参数设置对话框如图 4-12 所示，其中，“在计算机中的补偿 (Compensation in computer)” 设置为 Off 状态，仿真后的结果如图 4-13 所示。



图 4-13

### 步骤三 旋转复制刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-下一菜单(Next menu)-转换(Transform)

2. 进入“转换操作”对话框，设置完毕后，如图 4-14 所示，注意挖槽和轮廓加工刀具路径都处于全选状态；

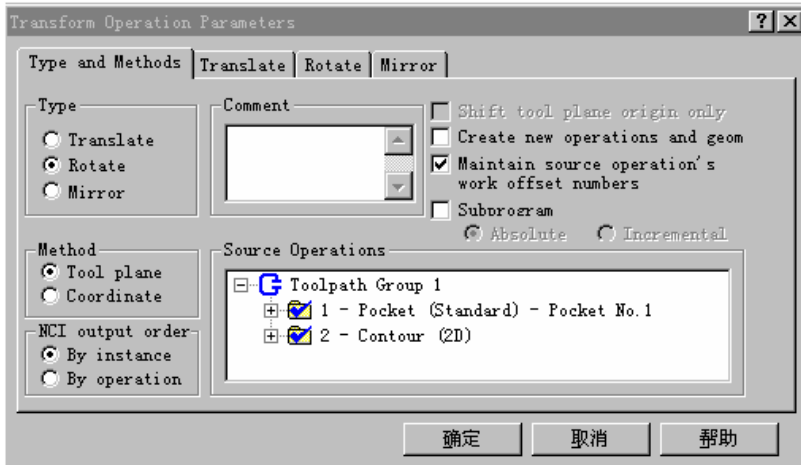


图 4-14

3. 用鼠标单击图 4-14 上部“旋转 (Rotate)”选项卡，进入转换操作中“旋转参数设置”对话框，设置完毕后，如图 4-15 所示；

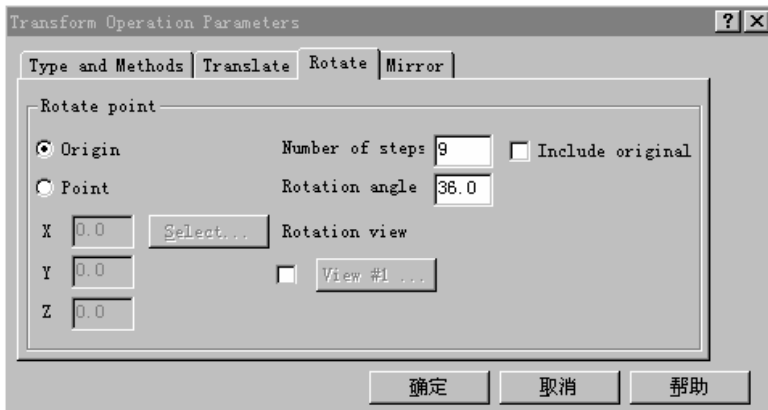


图 4-15

4. 用鼠标单击图 4-15 中的“确定”按钮，完成刀具路径的旋转复制操作。

#### 步骤四 仿真加工

用 2.5 节的方法进行仿真操作，加工过程仿真后的结果，如图 4-16 所示。

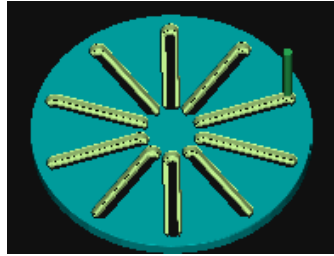


图 4-16

#### 步骤五 存储文件

文件名为：Ch4\_2\_2.MC8

### 4.3 刀具路径的平移复制

刀具路径的平移复制方法用于产生一个零件中具有相同形状，且这些相同形状可以任意排列的刀具路径。此方法只须生成一个或一组刀具路径，然后用平移的方法产生一个或一组或多个或多组刀具路径。如图 4-17 所示的零件，具有任意排列的相同图形形状，可以只产生其中一个的刀具路径，如图 4-17 中左上方图形的刀具路径，用平移复制的方法依次产生其他的刀具路径。

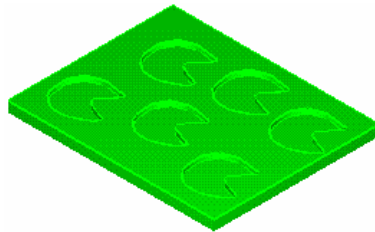


图 4-17

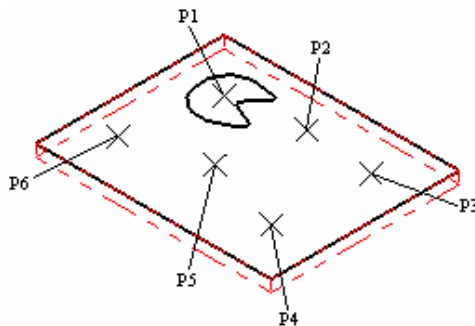


图 4-18

## 步骤一 读入文件

文件名：Ch4\_3\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图 4-18 所示，P1 ~ P6 点为图形的中心点。

## 步骤二 产生挖槽刀具路径

用 3.1 节步骤三的方法产生一个挖槽刀具路径，图 4-19 为这一挖槽加工过程仿真后的结果。



图 4-19

## 步骤三 平移复制刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-下一菜单(Next menu)-转换(Transform)
2. 进入“转换操作”对话框，设置完毕后，如图 4-20 所示；



图 4-20

3. 用鼠标单击图 4-20 上部“平移 (Translate)”选项卡，进入转换操作中“平移参数设置”对话框，设置完毕后，如图 4-21 所示；

4. 用鼠标单击图 4-21 中部的“起始点(From pt...)”按钮，用鼠标拾取图 4-18 中左上部图形的中心点，即 P1 点，则 P1 点的坐标值显示于 XYZ 输入框中，如图 4-22 中所示的(-55, 35, 0)；

5. 用鼠标单击图 4-22 的“终止点(To pt...)”按钮,用鼠标拾取图 4-18 中的 P2 点,则 P2 点的坐标值显示于 XYZ 输入框中,如图 4-22 中所示的(5, 45, 0);

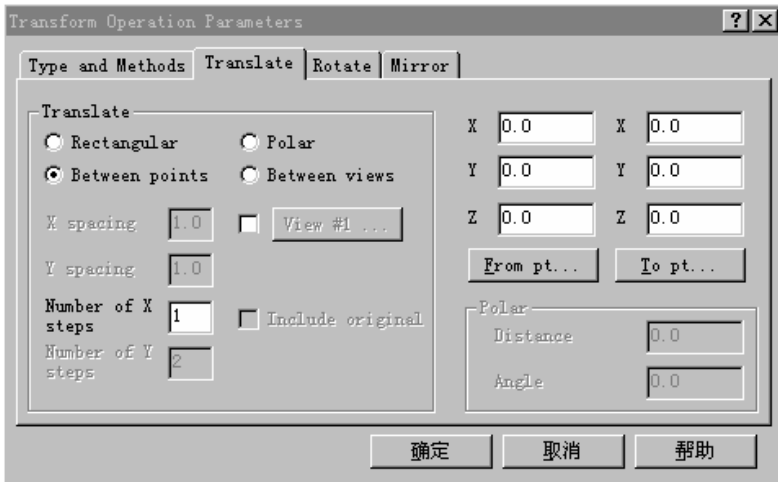


图 4-21

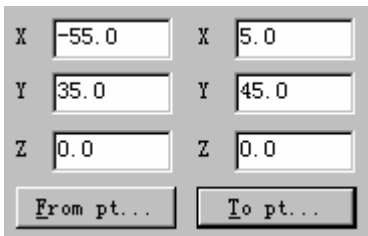


图 4-22

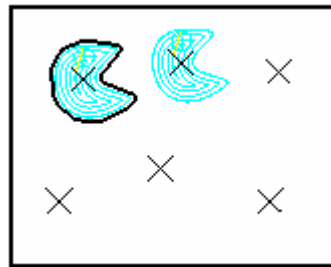


图 4-23

6. 用鼠标单击图 4-21 的“确定”按钮,完成一个刀具路径的平移复制,如图 4-23 所示。

#### 步骤四 继续平移复制刀具路径

重复步骤三的方法,可以平移复制出其他四个刀具路径,平移复制刀具路径操作完毕后的刀具路径,如图 4-24 所示。

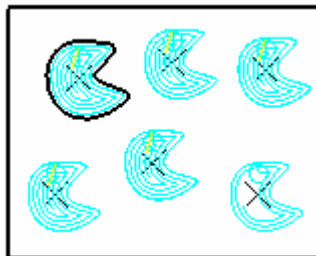


图 4-24

#### 步骤五 仿真加工

平移刀具路径仿真后的结果如图 4-25 所示。

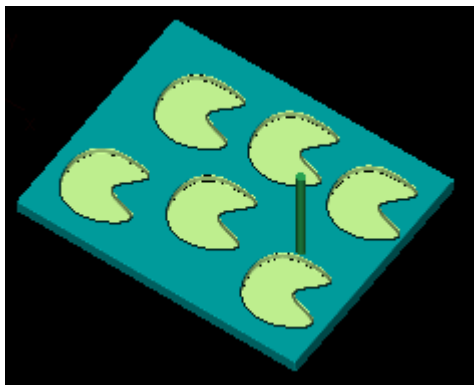


图 4-25

步骤六 存储文件

文件名为：Ch4\_3\_4.MC8

## 4.4 刀具路径的关联生成

刀具路径的关联生成方法是指用已生成的刀具路径来生成一个新的与原几何形状相同的图形及与原刀具路径相同的路径，或者生成一个新的与原刀具路径性质相同，但是轮廓形状不同的刀具路径。此方法的特点是可以借用以前的工作，达到节省人力的目的。

### 4.4.1 直接关联生成刀具路径

直接关联生成刀具路径方法是指在一个已生成刀具路径的文件内，利用复制和重新串接的方法，生成与原刀具路径形状、方式和参数相同或不同的新的刀具路径，新的刀具路径与原刀具路径是在同一个文件里。

有一零件形状如图 4-26 所示，其中有两个需要挖槽的型腔，两个型腔挖槽所用刀具相同，挖槽时的切削参数、挖槽参数及挖槽方式等相同，不同的是两个型腔的形状。现用普通的挖槽方式生成左面型腔的挖槽刀具路径，用关联的方法生成右边型腔的挖槽刀具路径，操作方法如下。

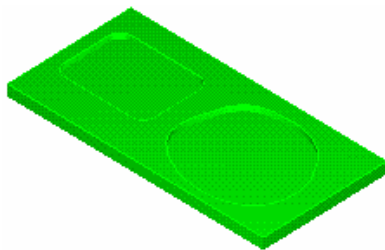


图 4-26

步骤一 读入文件

文件名为：Ch4\_4\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图 4-27 所示。

步骤二 产生挖槽刀具路径

用 3.1 节步骤三的方法产生图 4-27 中, 左边图形的挖槽刀具路径, 图 4-28 为这一挖槽加工过程仿真后的结果。

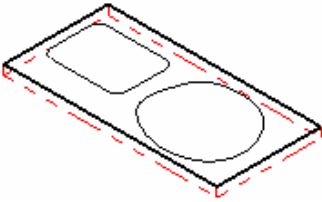


图 4-27

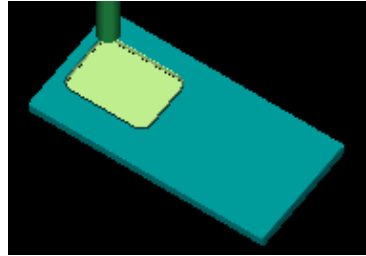


图 4-28

步骤三 存储文件

文件名为：Ch4\_4\_2.MC8

步骤四 用关联方法生成挖槽刀具路径

1. 同时按住 Alt 键和字母 O 键(Alt+O), 进入“操作管理”对话框, 如图 4-29 所示;

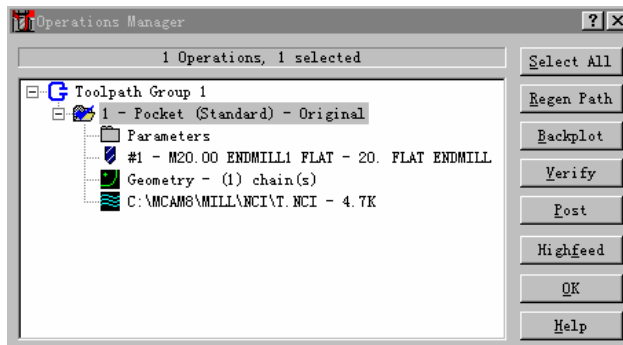


图 4-29

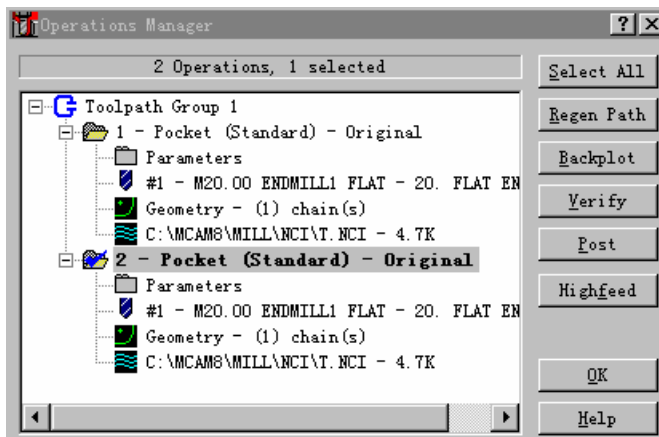


图 4-30

2. 复制图 4-29 中的刀具路径 1, 则“操作管理”对话框变为图 4-30;
3. 用 2.3.1 节步骤三的方法对图 4-30 中第 2 挖槽刀具路径进行操作, 得到如图 2-30 所示的弹出式菜单;
4. 用鼠标单击图 2-30 中的“重串接 (Rechain single)”;
5. 用鼠标串接需要挖槽的轮廓, 如图 4-31 所示, 单击主菜单区的“Done”, 结束串接;



图 4-31

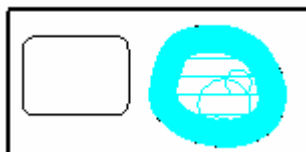


图 4-32

6. 用关联方法重新生成的挖槽刀具路径如图 4-32 所示。

步骤五 存储文件

文件名为: Ch4\_4\_3.MC8

#### 4.4.2 间接关联生成刀具路径

间接关联生成刀具路径方法是指利用一个已生成刀具路径的文件, 在一个新文件中采用调用原文件的方式, 生成与原刀具路径形状、方式和参数完全相同的新的刀具路径, 含有新的刀具路径的文件与含有原刀具路径的文件, 不在同一个文件里。

有一零件形状, 如图 4-33 所示, 其上的三个图形完全相同, 且与图 4-26 左边的图形形状相同, 借用加工图 4-26 左边图形的挖槽刀具路径文件 Ch4\_4\_2.MC8, 生成加工图 4-33 上三个图形的刀具路径, 操作方法如下。

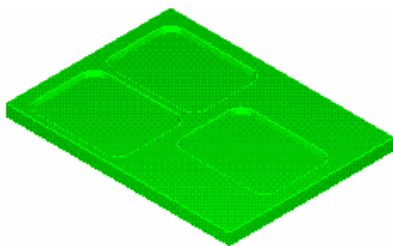


图 4-33

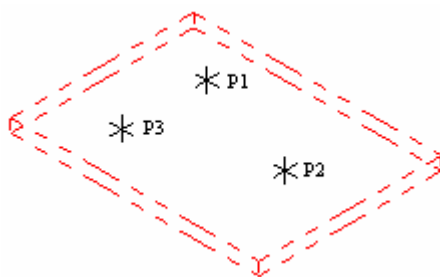


图 4-34

步骤一 读入文件

文件名为: Ch4\_4\_4.MC8

该文件存储的零件图形如图 4-34 所示, 三点 P1、P2 和 P3 分别为图 4-33 中的三个挖槽图形的中心点。

步骤二 间接关联方法生成刀具路径

1. 同时按住 Alt 键和字母 O 键 (Alt+O), 进入操作管理对话框, 此时, 该对话框中无刀

具路径；

2. 将鼠标光标移至“操作管理”对话框空白区域，单击鼠标右键，出现图 4-35 所示的弹出式菜单；

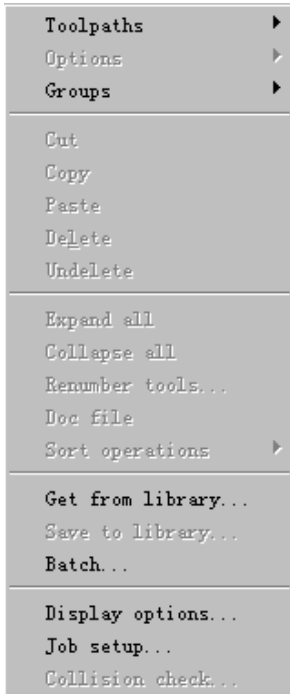


图 4-35

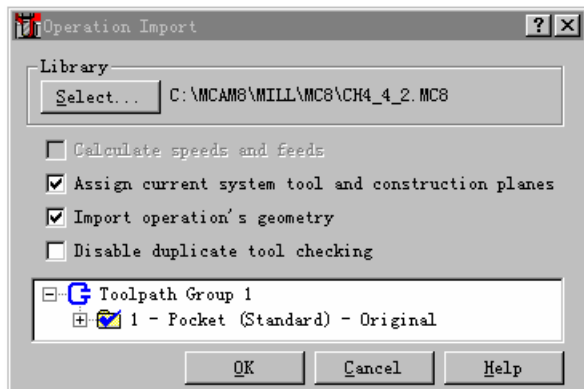


图 4-36

3. 用鼠标单击图 4-35 中的“从库中读取 (Get from library...)”，进入“操作输入”对话框，如图 4-36 所示，单击图 4-36 中左上角的“选择 (Select...)”按钮，进入“读取文件”对话框，读取完毕后，读取到的文件 Ch4\_4\_2.MC8 及其路径显示于“选择 (Select...)”按钮的右侧，文件 Ch4\_4\_2.MC8 中的所有刀具路径显示于图 4-36 下部的空白区域，其他需要设置的内容，请参看图 4-36；

4. 用鼠标单击图 4-36 的“OK”按钮，并用鼠标分别拾取图 4-34 中的 P1、P2 和 P3 点，则得到三个相同的挖槽刀具路径，与文件 Ch4\_4\_2.MC8 中的挖槽刀具路径相同，如图 4-37 所示；

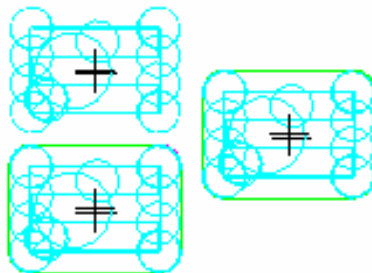


图 4-37

5. 按下 Esc 键，结束关联生成刀具路径操作，回到“操作管理”对话框，如图 4-38 所

示，其中的三个刀具路径，为用关联方法生成的刀具路径。

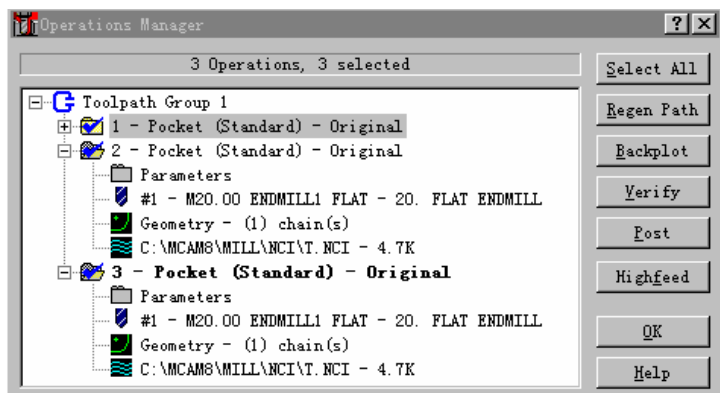


图 4-38

### 步骤三 仿真加工

仿真后的结果如图 4-39 所示。

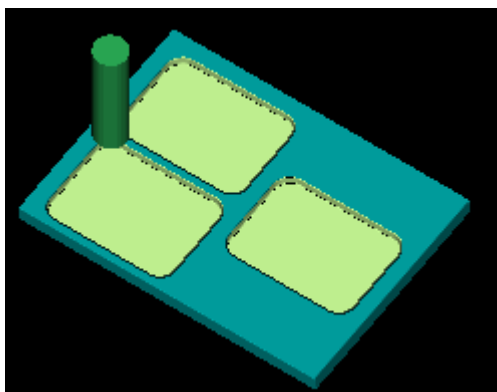


图 4-39

### 步骤四 存储文件

文件名为：Ch4\_4\_5.MC8

## 4.5 刀具路径修改

刀具路径编辑修改用于对已产生的刀具路径中的某部分进行删除、修改或增加快速提刀路径。这一方法非常灵活、实用。对于复杂形状零件的二维加工或曲面加工，由系统自动产生的刀具路径，有时不能完全满足要求，需要对刀具路径中的局部进行修改，就要用到这一方法。本节通过一个实例说明这一方法的应用。

### 4.5.1 增加快速提刀路径

图 4-40 为一轮廓加工刀具路径，要对其中的路径 P2~P3 点之间进行删除操作，增加快

速提刀路径 P2-A-P3，操作方法如下：

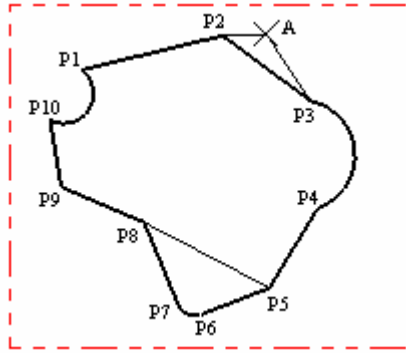


图 4-40

步骤一 读入文件

文件名为：Ch4\_5\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图 4-41 所示。



图 4-41

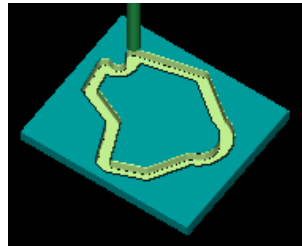


图 4-42

步骤二 生成轮廓加工刀具路径

用 2.2 节的方法产生图 4-41 所示图形的轮廓加工刀具路径 ,图 4-42 为用步骤二产生的轮廓加工刀具路径仿真后的结果。

步骤三 进入操作管理

同时按住 Alt 键和字母 O 键 (Alt+O)，进入“操作管理”对话框，用复制方法复制轮廓加工刀具路径 (Contour 1)，此时“操作管理”对话框中有两组相同的轮廓加工刀具路径组，如图 4-43 所示。

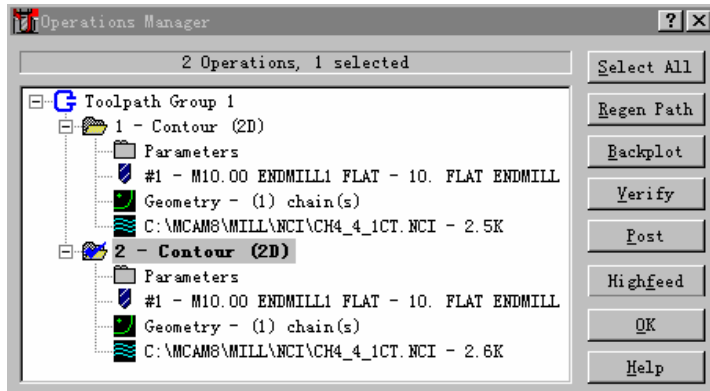


图 4-43

## 步骤四 进入刀具路径编辑器

将鼠标光标移至图 4-43 中第 2 刀具路径第 4 项，即 NCI 文件处，单击鼠标右键，进入刀具路径编辑器对话框，如图 4-44 所示。



图 4-44

## 步骤五 增加快速提刀刀具路径

1. 用鼠标单击图 4-44 中左下部的“选项 (Options...)”按钮，进入“刀具路径编辑器选项”对话框，设置完毕后，如图 4-45 所示；

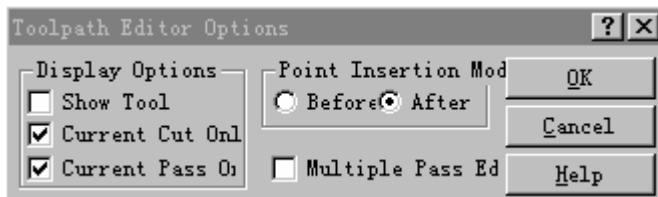


图 4-45

2. 用鼠标单击图 4-45 中的“OK”按钮，回到图 4-44；

3. 用鼠标单击图 4-44 中的“选择 (Select)”按钮，再用鼠标拾取图 4-40 中的点 P2，则图 4-44 中的“点 (Point) 项”输入框变为 4，数字 4 表示刀具路径上的第 4 点；

4. 用鼠标单击图 4-44 中左下侧的“编辑 (Edit)”按钮，则在主菜单区得到如图 4-46 所示的菜单项；

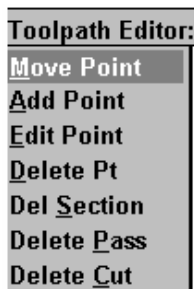


图 4-46

5. 选择 增加点(Add Point)-相对(Relative)-最后(Last)-矩形(Rectang)  
通过键盘

输入：0 回车

6. 用鼠标单击图 4-44 中“点 (Point) 项”中的“增加”按钮，则“点 (Point) 项”输

入框中的数字变为 5，数字 5 为刀具路径上的第 5 点，即在步骤五中，增加的刀具路径上的一点；

7. 用鼠标单击图 4-44 中的“编辑(Edit)”按钮，再单击主菜单区中的“增加点(Add Point)”，用鼠标拾取如前图 4-40 所示的点 A；

8. 用鼠标单击图 4-44 中“点(Point)项”中的“增加”按钮，其中的数字变为 6，此时绘图区中的线段 P2A 改变颜色，变为深紫红色；

9. 用鼠标单击图 4-44 中的“编辑(Edit)”按钮，再单击主菜单区中的“编辑点(Edit Point)”，进入编辑点参数对话框，设置完毕后，如图 4-47 所示；

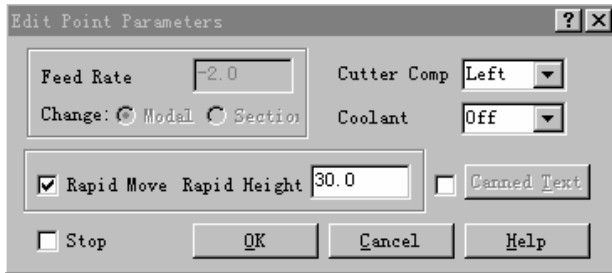


图 4-47

10. 用鼠标单击图 4-47 中的“OK”按钮，回到图 4-44；

11. 用鼠标单击图 4-44 中“点(Point)项”中的“增加”按钮，“点(Point)项”中的数字依次增加，在绘图区代表该数字的刀具路径上的点（用红色叉号表示）依次改变位置，当数字增加到 9 时，绘图区中的线段 AP3 改变颜色，变为深紫红色；

12. 用鼠标单击图 4-44 中的“编辑(Edit)”按钮，再单击主菜单区的“编辑点(Edit Point)”，进入编辑点参数对话框，设置内容与图 4-47 相同，单击图 4-47 中的“OK”按钮，回到图 4-44；

13. 用鼠标单击图 4-44 中的“OK”按钮，回到图 4-48，经过编辑修改成功后，在整个刀具路径组前面及第 2 刀具路径第 4 项前出现刀具路径编辑后的图标，如图 4-48 所示。

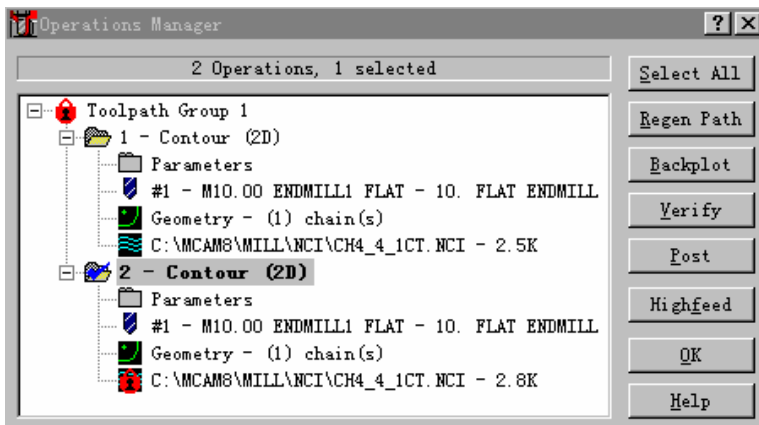


图 4-48

## 步骤六 仿真加工

经过编辑修改后的刀具路径，即图 4-48 中的刀具路径 2，加工过程仿真后的结果如图 4-49

所示。此图与图 4-42 比较,可以看出,由于增加了提刀路径,即图 4-40 中的 P2-A-P3,在这段不切削工件,所以在图 4-49 中,在这段没有切削痕迹。

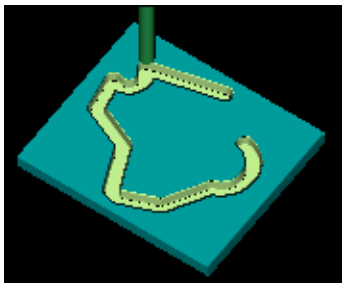


图 4-49

步骤七 存储文件

文件名为: Ch4\_5\_4.MC8

## 4.5.2 修改刀具路径

### 4.5.2.1 利用删除段方法修改刀具路径

利用删除段方法修改刀具路径是指删除已生成刀具路径中的某一段或某几段,而使原刀具路径改变。

如图 4-40 所示,通过删除段方法,将路径段 P5P6P7P8 删除,改为从 P5 用直线段,直接连接到 P8,使 P5P8 直线段成为刀具路径的一部分,其操作方法如下。

步骤一 读入文件

文件名为: Ch4\_5\_4.MC8

步骤二 通过删除段方法改变刀具路径

1. 按照 4.5.1 节步骤三和步骤四的方法,进入图 4-44;
2. 用鼠标单击图 4-44 中的“选择 (Select)”按钮,再用鼠标拾取图 4-40 中的点 P6,则 P5P6 路径段颜色变为深紫红色,图 4-44 中的“点 (Point) 项”输入框中的数字变为 14;
2. 用鼠标单击图 4-44 中的编辑 (Edit) 按钮,在主菜单区得到图 4-46;
3. 选择 删除段(Del Section)-前一步(Forward Step)  
则 P6P7 和 P7P8 路径段颜色也变为深紫红色;
4. 至此,P5P6、P6P7 和 P7P8 路径段全被选中,用鼠标单击主菜单区中的“Done”,回到图 4-44,在绘图区中,P5P6、P6P7 和 P7P8 路径段被删除,而在 P5P8 之间直接生成直线路径;

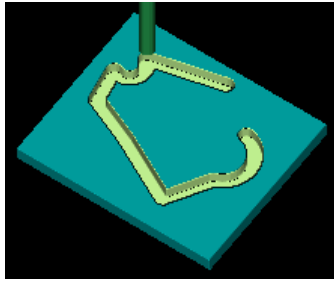


图 4-50

5. 用鼠标单击图 4-44 中的“OK”按钮，回到图 4-48。

步骤三 仿真加工

经过编辑修改后的刀具路径，加工过程仿真后的结果如图 4-50 所示。

步骤四 存储文件

文件名为：Ch4\_5\_5.MC8

#### 4.5.2.2 利用删除点方法修改刀具路径

利用删除点方法修改刀具路径是指删除已生成刀具路径中的某一关键点或某几个关键点，而使原刀具路径改变。

利用删除点方法，完成 4.5.2.1 节的功能，其操作方法如下。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch4\_5\_4.MC8

步骤二 通过删除点方法改变刀具路径

1. 按照 4.5.1 节步骤三和步骤四的方法，进入图 4-44；

2. 用鼠标单击图 4-44 中的“选择 (Select)”按钮，再用鼠标拾取图 4-40 中的点 P6；

3. 用鼠标单击图 4-44 中的“编辑 (Edit)”按钮，得到图 4-46；

4. 用鼠标单击主菜单区中的“删除点 (Delete Pt)”，则在绘图区中，P5P7 段生成一个刀具路径，回到图 4-44；

5. 用鼠标单击图 4-44 中的“编辑 (Edit)”按钮，再单击主菜单区中的“删除点 (Delete Pt)”，则在绘图区中，P5P8 段生成一个刀具路径，原刀具路径 P5P6、P6P7 和 P7P8 被删除，回到图 4-44；

6. 用鼠标单击图 4-44 中的“OK”按钮，回到图 4-48。

步骤三 存储文件

文件名为：Ch4\_5\_6.MC8

#### 4.5.2.3 利用移动方法修改刀具路径

利用移动方法修改刀具路径是指移动已生成刀具路径中的某一段或某几段，而使原刀具路径改变。

利用移动方法，完成 4.5.2.1 节的功能，其操作方法如下。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch4\_5\_4.MC8

### 步骤二 通过移动方法改变刀具路径

1. 按照 4.5.1 节步骤三和步骤四的方法，进入图 4-44；
2. 用鼠标单击图 4-44 中的“选择 (Select)”按钮，再用鼠标拾取图 4-40 中的点 P6；



图 4-51

3. 用鼠标单击图 4-44 中的“编辑 (Edit)”按钮，再单击主菜单区中的“移动点 (Move Point)”；
4. 用鼠标拾取图 4-40 中的 P8 点，得到如图 4-51 所示的提示框；
5. 用鼠标单击图 4-51 中的“确定”按钮，得到 P5 ~ P8 之间的刀具路径段，并回到图 4-44；
6. 用鼠标单击图 4-44 中“点 (Point) 项”中的“增加”按钮，“点 (Point) 项”输入框中的数字变为 15，而且，原路径段 P7P8 段改变颜色；
7. 用鼠标单击图 4-44 中的“编辑 (Edit)”按钮，再单击主菜单区中的“删除段 (Delete Section)”，则原刀具路径 P7P8 被删除，回到图 4-44；
8. 用鼠标单击图 4-44 中的“OK”按钮，回到图 4-48。

### 步骤三 存储文件

文件名为：Ch4\_5\_7.MC8

## 第5章 线框模型设计及三维轮廓加工

本章通过一个典型零件，说明MasterCAM的线框模型设计方法、编辑技巧及三维轮廓刀具路径的生成方法。

### 5.1 线框模型设计方法及典型编辑方法的应用

图 5-1 为一个被加工零件的三维线框图。

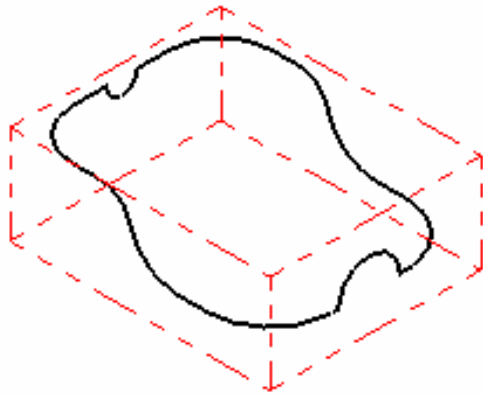


图 5-1

#### 步骤一 基本设置

层(Level)：1

颜色(Color)：绿色(10)

Z向深度控制：50

线型(Style)：实线(Solid)

线宽(Witdth)：2

绘图画面(Cplane)：俯视图(T)

视图面(Gview)：俯视图(T)

#### 步骤二 建立工件设计坐标系，绘制折线

按功能键F9，在屏幕中间出现一个十字线，即为工件设计坐标系。

绘制折线方法如下，选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-直线(Line)-折线(Multi)

输入端点：-200，0 回车

端点：-200，-160 回车

端点：-75，-160 回车

结果如图5-2所示。

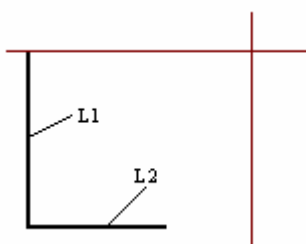


图 5-2

### 步骤三 倒圆角

选择 主菜单(Main Menu)-修整(Modfy)-倒圆角(Fillet)-半径(Radius)

输入半径：80 回车

用鼠标分别拾取图5-2中的直线L1和L2，则得到倒圆角结果，如图5-3所示，图5-3a为俯视图，图5-3b为轴测视图。

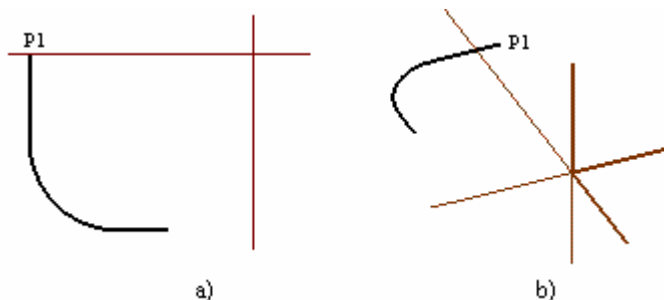


图 5-3

### 步骤四 绘制圆弧

设置：

绘图面(Cplane)：侧视图(S)

视图面(Gview)：侧视图(S)

Z向深度控制：-200

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-圆弧(Arc)-极坐标(Polar)-中心点(Center pt)

用鼠标拾取图5-3中的极坐标中心点P1。

输入半径：25 回车

起始角度：180 回车

终止角度：270 回车

结果如图5-4所示。

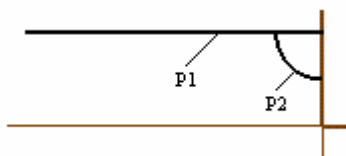


图 5-4

### 步骤五 修剪

选择 主菜单(Main Menu)-修整(Modfiy)-修剪(Trim)-1图素(1 entity)  
用鼠标分别拾取图5-4中直线上的位置P1和圆上的位置P2，得到图5-5。

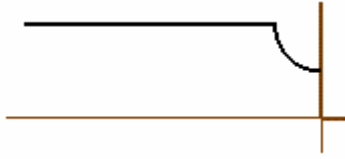


图 5-5

### 步骤六 绘制圆弧和直线

设置：

绘图面(Cplane)：前视图 (F)

视图面(Gview)：前视图 (F)

Z向深度控制：160

绘制圆弧，选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-圆弧(Arc)-极坐标(Polar)-中心点(Center pt)

输入极坐标中心：-75，0 回车

半径：50 回车

起始角度：-60 回车

终止角度：90 回车

得到图5-6所示的圆弧C1。

绘制直线，选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-直线(Line)-水平线(Horizontal)

在绘图区任意拾取两点，如图5-6中的P1和P2，再通过键盘输入Y向坐标值-50，则得到水平线L1，如图5-6所示。

### 步骤七 倒圆角

选择 主菜单(Main Menu)-修整(Modfiy)-倒圆角(Fillet)-半径(Radius)

输入半径：80 回车

用鼠标分别拾取图5-6中的圆弧C1和直线L1，并用鼠标拾取所要的一段圆弧，如图5-7中的圆弧C2，则得到如图5-7所示的倒圆角结果。



图 5-6

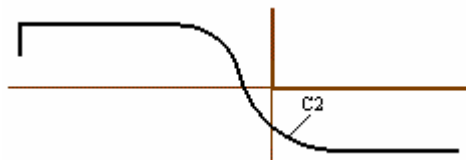


图 5-7

### 步骤八 绘制垂直线

设置：

绘图面(Cplane)：俯视图 (T)

视图面(Gview)：俯视图 (T)

Z向深度控制：-50

绘制垂直线，选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-直线(Line)-垂直线(Vertical)

输入一端点：200, 0

用鼠标在绘图区水平线下拾取任意一点,如图5-8中的P1,再通过键盘输入X向坐标值200,则得到垂直线L1,如图5-8所示。

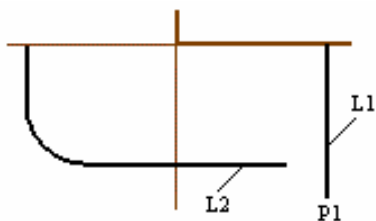


图 5-8

步骤九 倒圆角

选择 主菜单(Main Menu)-修整(Modify)-倒圆角(Fillet)-半径(Radius)

输入半径：100 回车

用鼠标分别拾取图5-8中的直线L1和L2,则得到倒圆角结果,如图5-9所示,图5-9a为俯视图,图5-9b为轴测图。

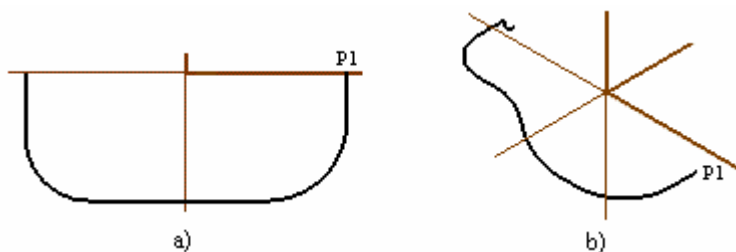


图 5-9

步骤十 绘制半圆弧

设置：

绘图面(Cplane)：侧视图 (S)

视图面(Gview)：侧视图 (S)

Z向深度控制：200

绘制圆弧，选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-圆弧(Arc)-极坐标(Polar)-中心点(Center pt)

用鼠标拾取图5-9中的极坐标中心点P1；

输入半径：50 回车

起始角度：0 回车

终止角度：180 回车

得到图5-10,图5-10a为侧视图,图5-10b为轴测图。

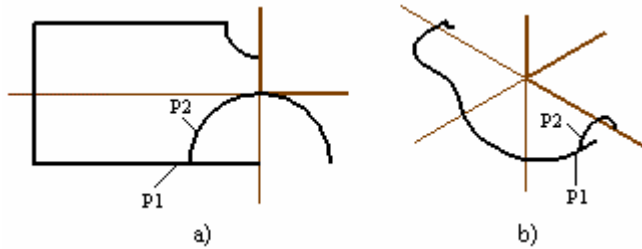


图 5-10

### 步骤十一 修剪

选择 主菜单(Main Menu)-修整(Modify)-修剪(Trim)-1图素(1 entity)

用鼠标分别拾取图5-10中，直线上的位置P1和圆上的位置P2，得到图5-11，图5-11a为侧视图，图5-11b为轴测图。

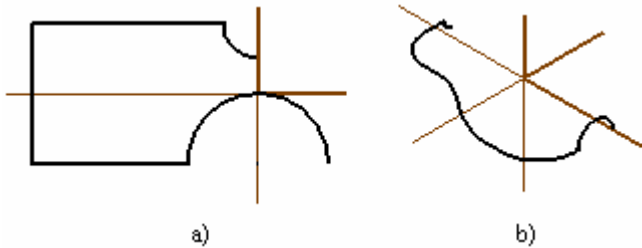


图 5-11

### 步骤十二 镜像

设置：

视图面(Gview)：轴侧图 (I)

则得到图5-11b所示的效果。

1. 选择 主菜单(Main Menu)-转换(Xform)-镜像(Mirror)-串接(Chain)-部分(Partial)
2. 用鼠标在绘图区拾取被串接的第1个图素，如图5-12a中直线上的P1点，得到如图5-12a所示串接结果，串接方向为图5-12a中所示的箭头方向；
3. 用鼠标在绘图区拾取被串接的最后1个图素，如图5-12a中圆弧上的P2点，则得到串接结果，如图5-12b所示，串接方向为图5-12b中所示的箭头方向；

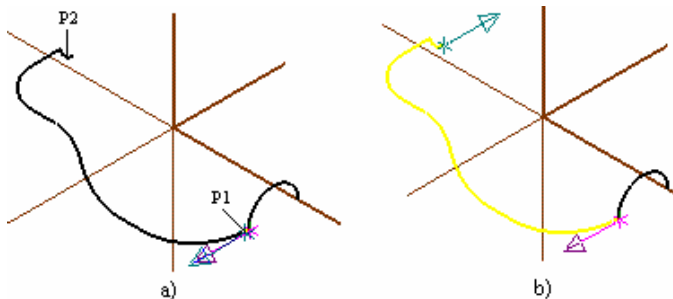


图 5-12

4. 用鼠标单击主菜单区的“Done”，结束串接；
5. 用鼠标单击主菜单区的“Done”，结束拾取图素；
6. 用鼠标单击主菜单区的“X axis”，表示选择对称轴为X轴，则进入图5-13所示的“镜像(Mirror)”对话框，设置完毕后，如图5-13所示；

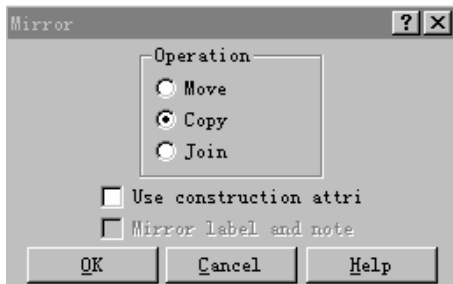


图 5-13

7. 用鼠标单击图5-13中的“OK”按钮，则得到图5-14所示的镜像后的结果。

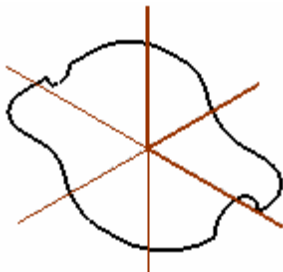


图 5-14

### 步骤十三 存储文件

文件名为：Ch5\_1\_11.MC8

## 5.2 三维轮廓加工刀具路径的生成

### 步骤一 读入文件

文件名为：Ch5\_1\_11.MC8

### 步骤二 毛坯尺寸设置

选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-毛坯设置(Job setup)

进入“毛坯设置(Job Setup)”对话框，设置完毕后，如图5-15所示，单击图5-15中的“OK”按钮。

改变视图方式为：

视图面(Gview)：轴侧图(I)

关闭坐标轴显示，得到图5-1，图中的虚线为毛坯的线框轴测图。

### 步骤三 三维轮廓加工刀具路径生成

设置： 关闭毛坯轮廓显示。

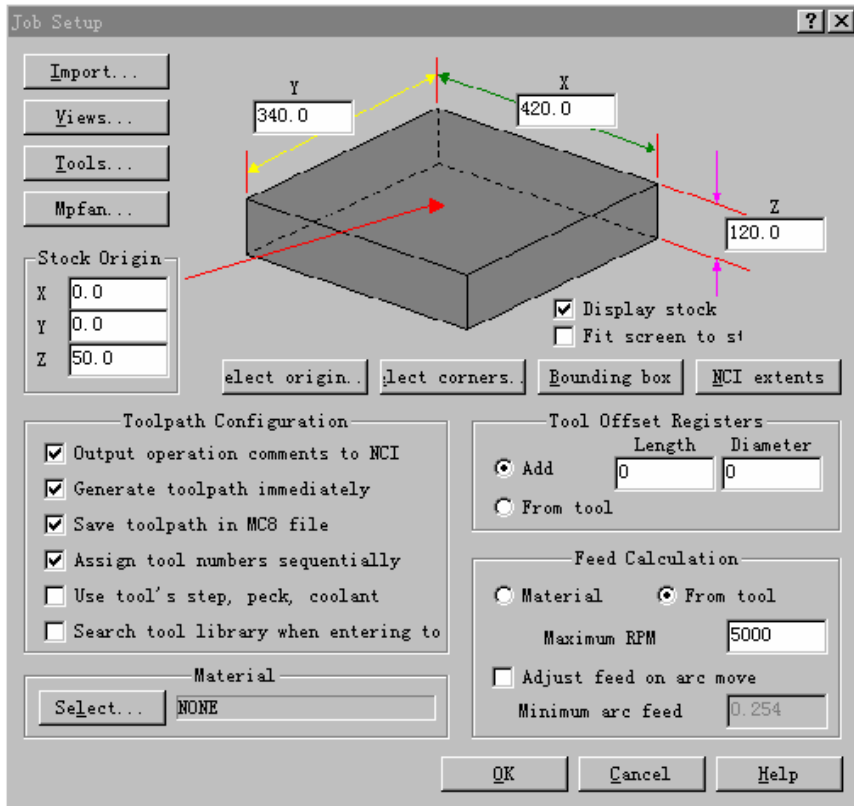


图 5-15

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-轮廓加工(Contour)-串接(Chain)
2. 在绘图区串接被加工的轮廓，串接后的结果如图5-16所示，箭头表示串接的方向，箭头尾部的叉号表示串接的起始点，单击主菜单区的“Done”，结束串接操作，进入轮廓加工刀具参数设置对话框；

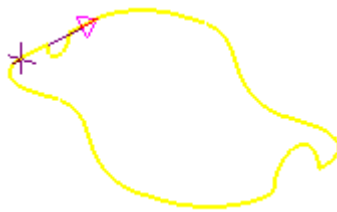


图 5-16

3. 选择直径为20mm的端铣刀，出现此刀具的图标，如图5-17所示，切削用量等相关参数按图5-17中的内容填入；
4. 用鼠标单击图5-17上部“轮廓加工参数(Contour parameters)”选项卡，进入“轮廓加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图5-18所示，此对话框中的轮廓加工类型(Contour)为3D；

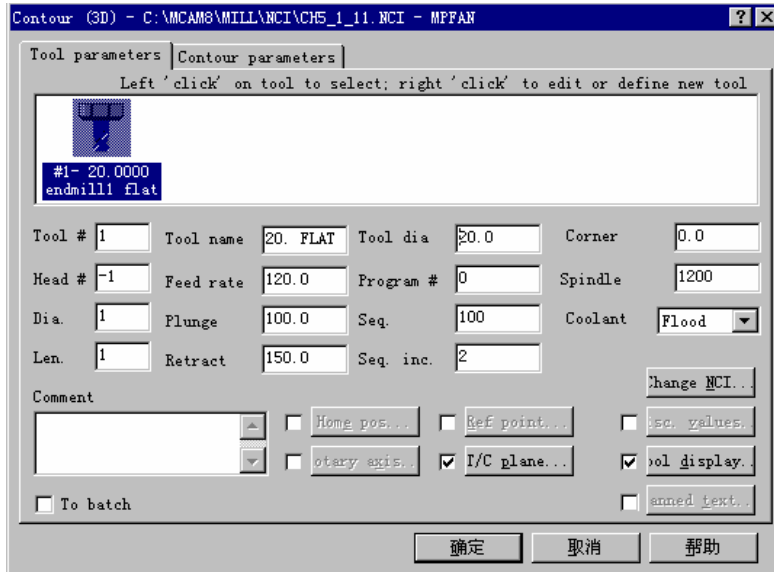


图 5-17

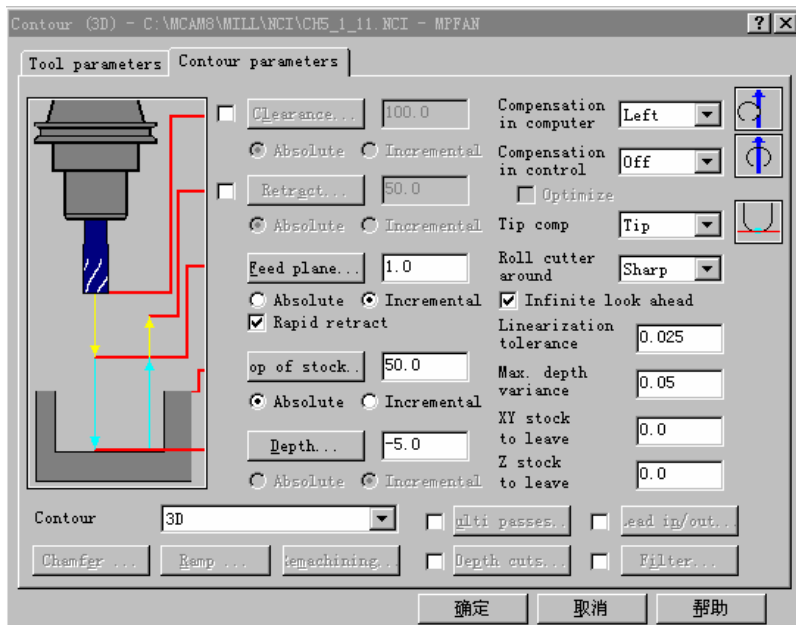


图 5-18

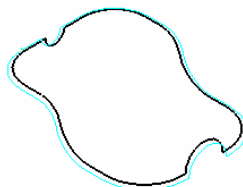


图 5-19

5. 用鼠标单击图5-18中的“确定”按钮，得到三维轮廓加工刀具路径，如图5-19所示，图中的粗实线为三维轮廓，细实线为加工刀具路径。

步骤四 存储文件

文件名为：Ch5\_2\_1.MC8

## 第 6 章 二维加工综合实例

本章通过一个典型零件，说明MasterCAM中轮廓加工与挖槽加工的综合应用，各种孔的加工、整圆的加工及图素组的应用方法。

图6-1a为零件的立体图，图6-1b为此零件加工过程仿真后的结果。

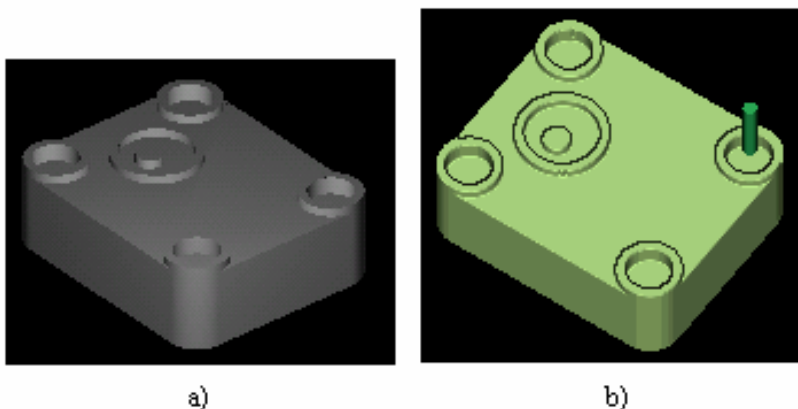


图 6-1

### 6.1 轮廓与挖槽加工方法的应用

步骤一 读入文件

文件名为：Ch6\_1\_1.MC8

该文件中存储的零件图形如图 6-2 所示。

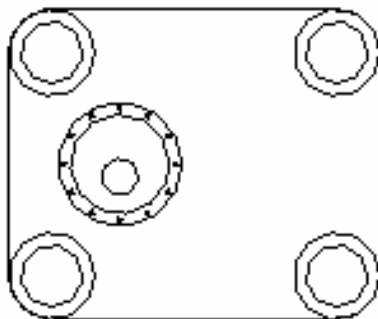


图 6-2

步骤二 毛坯尺寸设置

选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-毛坯设置(Job setup)

进入“毛坯设置”对话框，设置完毕后，如图6-3所示，用鼠标单击图6-3中的“OK”按钮。

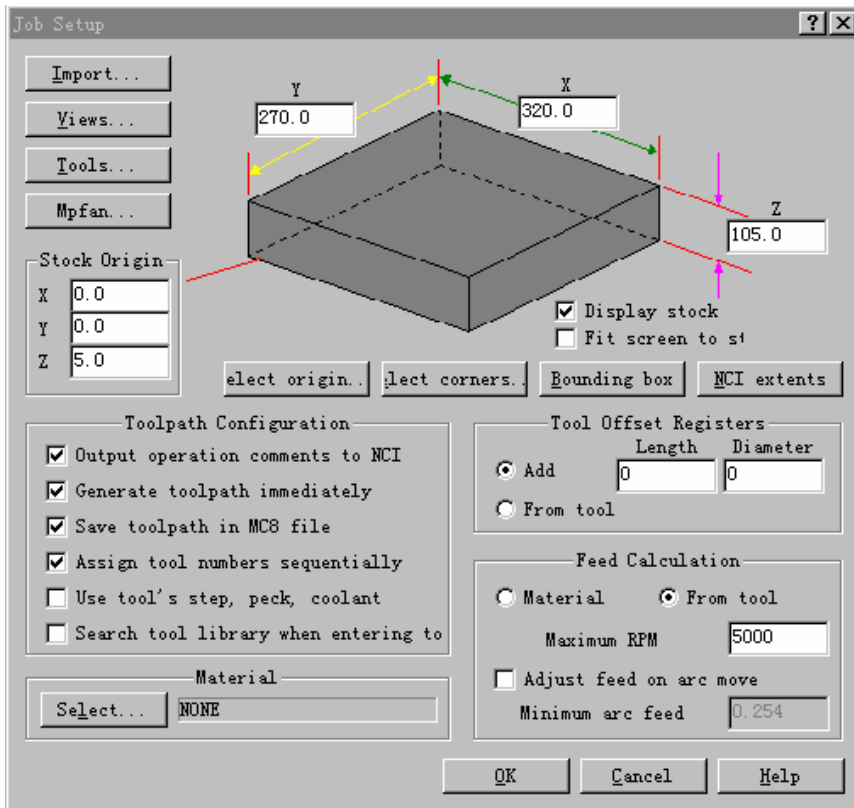


图 6-3

改变视图方式为：

视图面(Gview)：轴侧图 (I)

则得到图6-4，图中的虚线为毛坯的线框轴测图。

步骤三 零件外形轮廓加工

按照2.2节的轮廓加工步骤进行操作，其中需要设置的主要内容如下：

1. 串接的图形如图6-5所示，箭头的方向为串接的方向，箭头的尾端为串接的起始点；

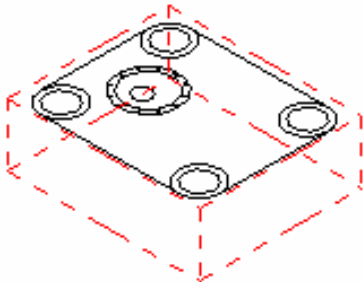


图 6-4

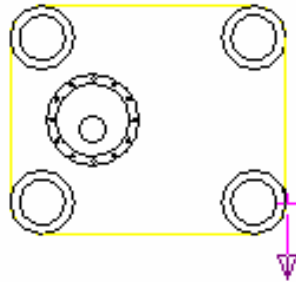


图 6-5

2. 选择直径为25mm端铣刀；
3. “轮廓加工参数”对话框的设置如图6-6所示；
4. 轮廓方向“分层深度切削”对话框设置如图6-7所示；

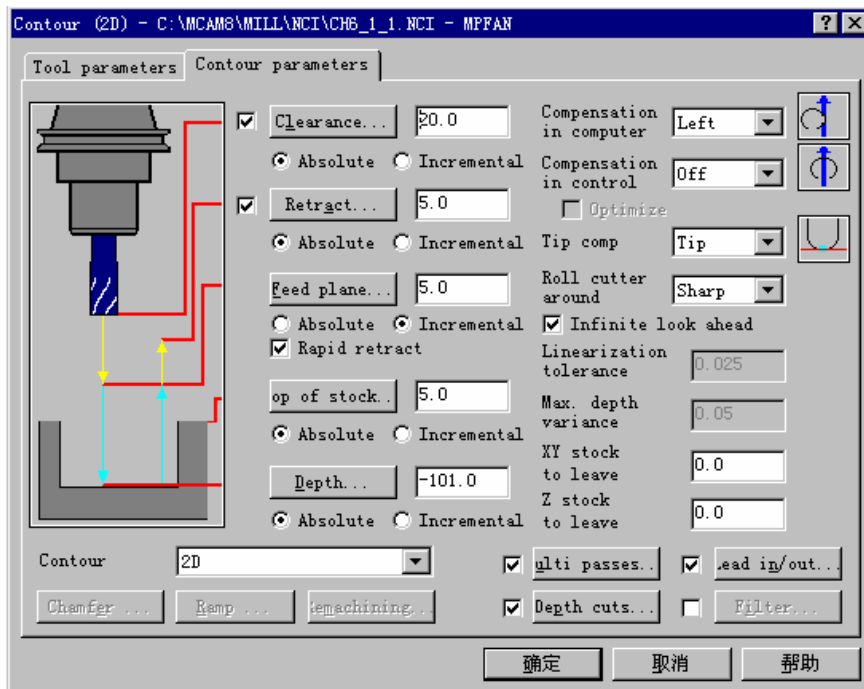


图 6-6

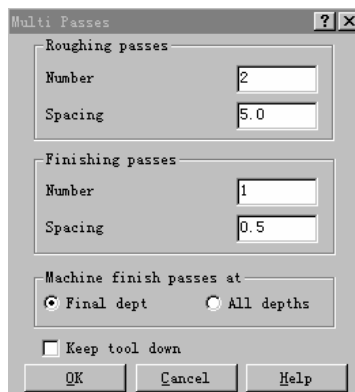


图 6-7

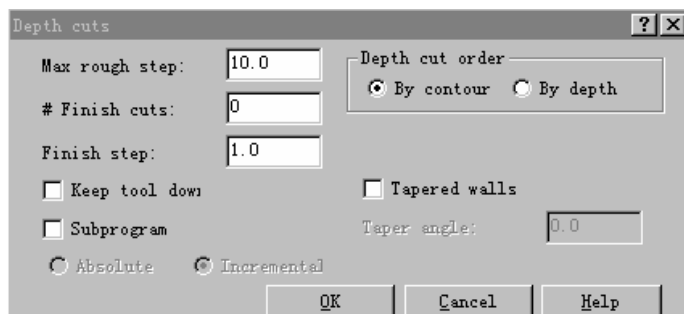


图 6-8

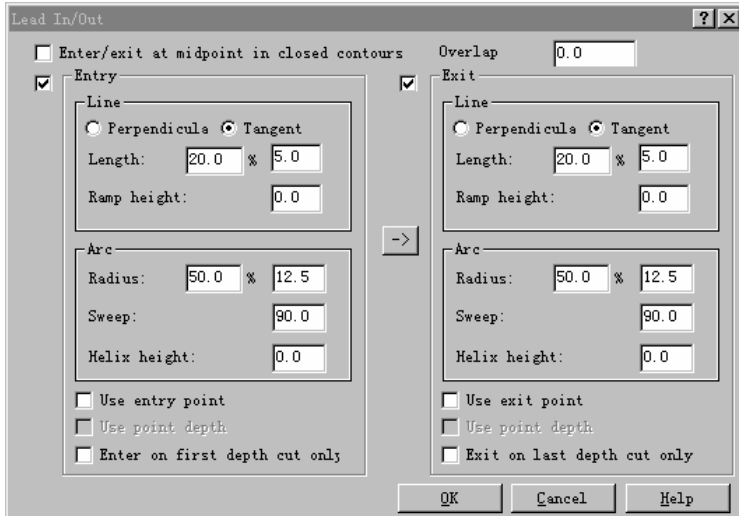


图 6-9

5. 深度切削方向“分层深度切削”对话框设置如图6-8所示；

6. “切入、切出设置”对话框如图6-9所示；

7. 零件外形轮廓加工仿真结果如图6-10所示。

步骤四 零件上表面挖槽(Facing)加工

按照3.7节的挖槽加工步骤进行操作，其中需要设置的主要内容如下：

- 1. 串接的图形如图6-5所示；
- 2. 选择直径为25mm端铣刀；

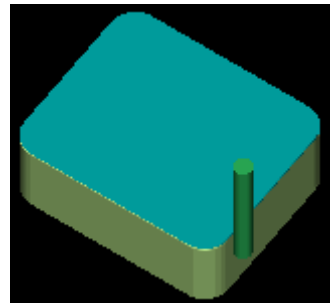


图 6-10

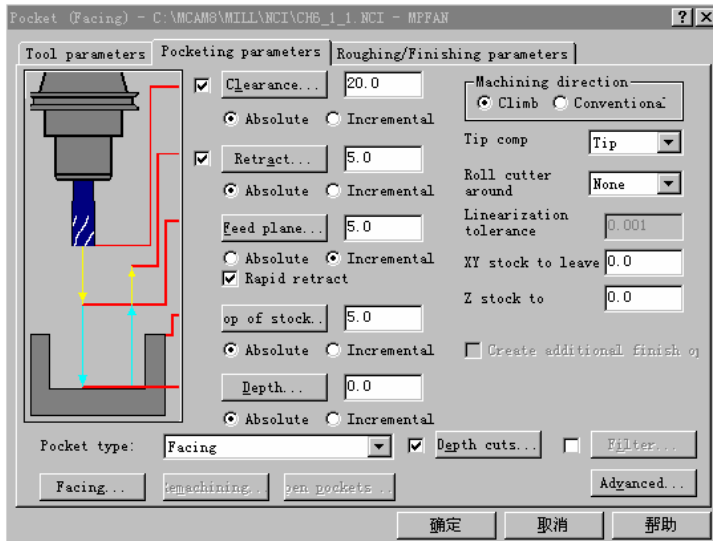


图 6-11

3. “挖槽加工参数”对话框设置如图6-11所示；
4. “表面(Facing)”对话框设置如图6-12所示；
5. 深度切削方向“分层切削”对话框设置如图6-13所示；
6. “粗/精加工参数”对话框设置如图6-14所示；

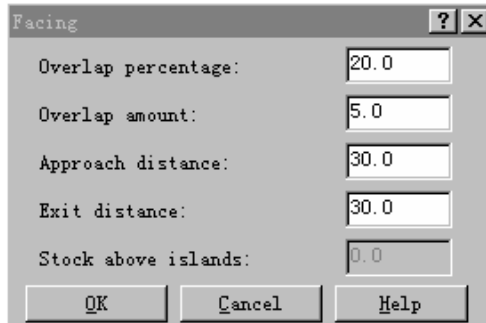


图 6-12

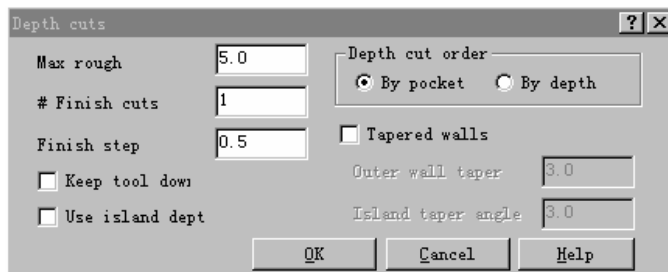


图 6-13

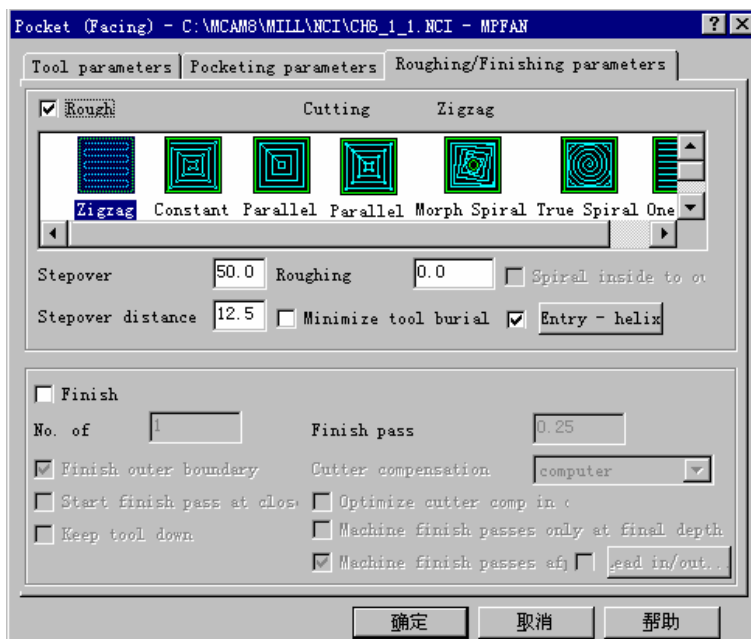


图 6-14

7. 零件上表面挖槽加工仿真结果如图6-15所示。

步骤五 零件上表面具有岛屿的挖槽(Facing)粗加工

按照3.7节的挖槽加工步骤进行操作，其中需要设置的主要内容如下：

1. 串接的图形一共有六个，四个分布在四个角落的圆台，一个中间圆形岛屿和一个外形轮廓，其中外形轮廓与右下角圆台的串接位置重合，如图6-16所示，箭头的方向为串接的方向，箭头的尾端为串接的起始点；

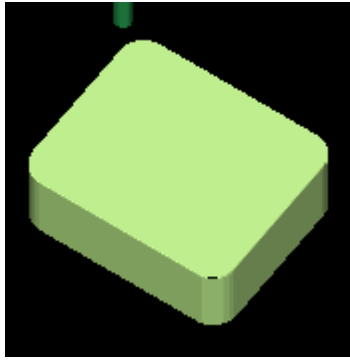


图 6-15

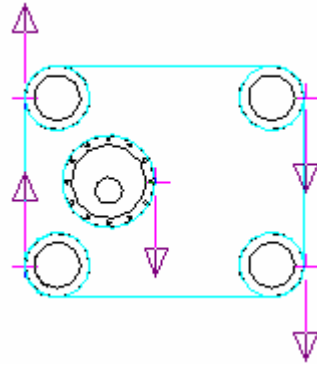


图 6-16

2. 选择直径为25mm端铣刀；

3. “挖槽加工参数”对话框与图6-11基本相同，不同点为：

(1) 毛坯表面高度(Top of stock...)：0

(2) 挖槽深度(Depth...)：-10

4. “表面(Facing)”对话框设置如图6-17所示；

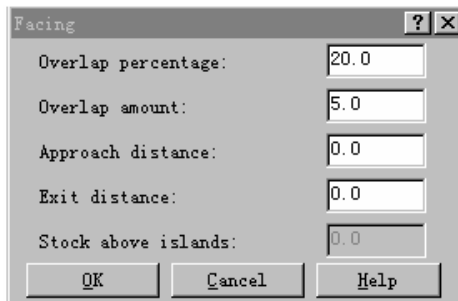


图 6-17

5. “粗/精加工参数”对话框设置如图6-18所示；

6. 零件上表面具有岛屿的挖槽粗加工仿真结果如图6-19所示。

步骤六 零件上表面具有岛屿的挖槽(Remachining)重加工

按照3.5节的挖槽重加工步骤进行操作，其中需要设置的主要内容如下：

1. 串接的图形如图6-16所示；

2. 选择直径为15mm端铣刀；

3. “挖槽加工参数”对话框与图6-11基本相同，不同点为：

挖槽类型 (Pocket type)：重切削 (Remachining)

4. “挖槽重切削”对话框设置如图6-20所示；

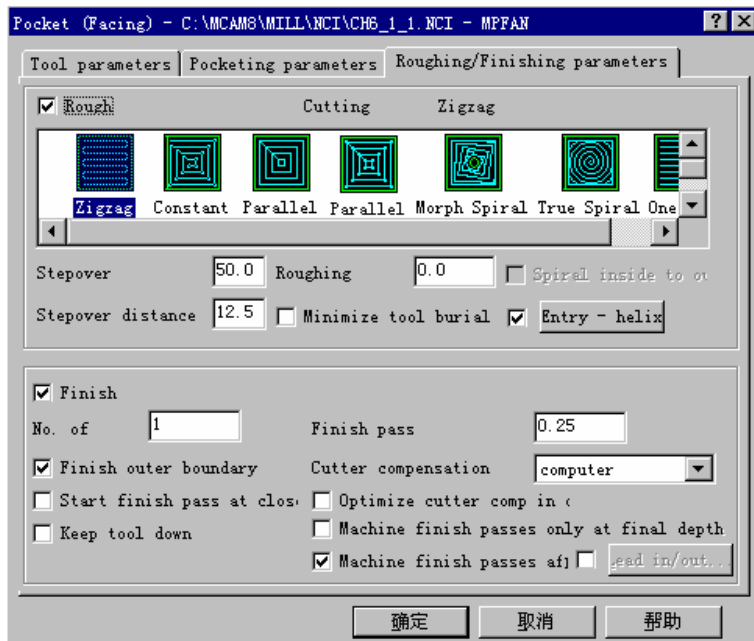


图 6-18

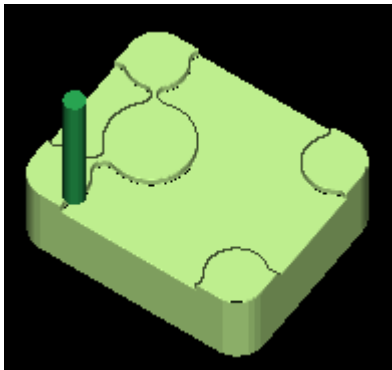


图 6-19



图 6-20

5. “粗/精加工参数”对话框设置如图6-21所示；

6. 零件上表面具有岛屿的挖槽重切削精加工仿真结果如图6-22所示。

步骤七 零件上表面4个圆凸台的轮廓加工

按照2.2节的轮廓加工步骤进行操作，其中需要设置的主要内容如下：

1. 串接的图形如图6-16所示的其中4个圆凸台的串接结果；
2. 选择直径为15mm端铣刀；
3. “轮廓加工参数”对话框与图6-6基本相同，不同点为：

(1) 毛坯表面高度(Top of stock...)：0

(2) 轮廓加工深度(Depth...) : -10

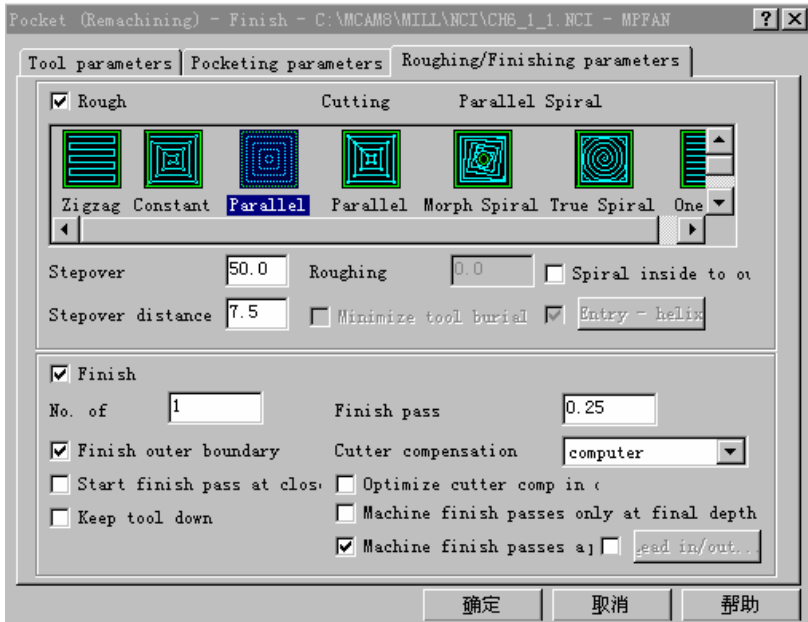


图 6-21

4. 零件上表面 4 个圆凸台的轮廓加工刀具路径如图 6-23 所示, 由于左侧的两个圆凸台采用了打断, 串接时, 串接的起始点在外侧, 见图 6-16, 所以加工 4 个圆凸台时, 刀具切入切出的起始位置都在零件的外侧, 如图 6-23 所示;

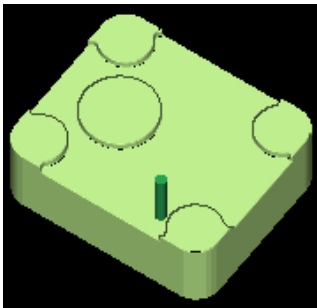


图 6-22

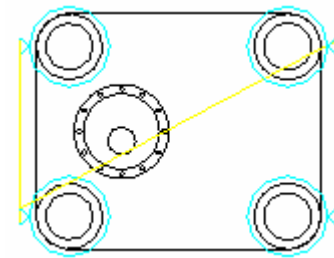


图 6-23

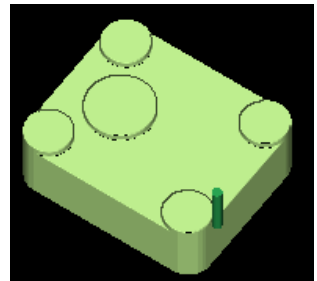


图 6-24

5. 零件上表面 4 个圆凸台的轮廓加工仿真结果如图 6-24 所示。

步骤八 带有一个圆岛屿的挖槽(Standard)加工

当加工只有一个岛屿时, 一般采用摩孚螺旋 (Morph Spiral) 刀具路径, 但是串接两个轮廓外形时, 注意刀具路径起始点的一致性, 如本例中, 串接起始点如图 6-25 所示, 被串接的两个圆的起始点都在圆的下部同一位置, 串接的方向也相同。为了使串接起始点一致, 经常使用打断的编辑方法。

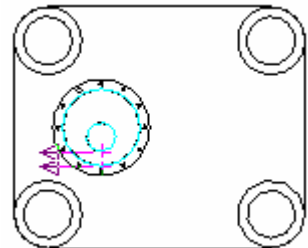


图 6-25

按照3.1节的挖槽加工步骤进行操作, 其中需要设置的

主要内容如下：

1. 串接的图形如图 6-25 所示；
2. 选择直径为 10mm 端铣刀；
3. “挖槽加工参数”对话框与图6-11基本相同，不同点为：
  - (1) 挖槽类型 (Pocket type)：标准 (Standard)
  - (2) 毛坯表面高度(Top of stock...)：0
  - (3) 挖槽深度(Depth...)：-10
4. 深度切削方向“分层切削”对话框设置如图6-26所示；

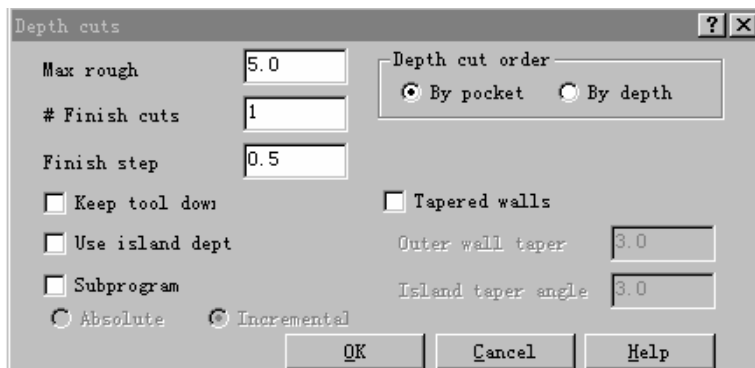


图 6-26

5. “粗/精加工参数”对话框设置如图 6-27 所示；

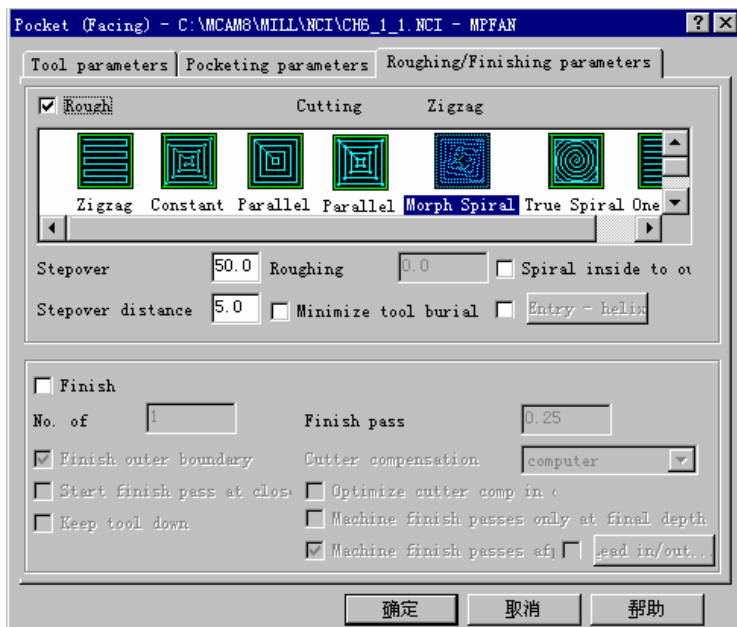


图 6-27

6. 带有一个圆岛屿的挖槽加工刀具路径如图 6-28a 所示，图 6-28b 刀具路径部分的局部放大图。对于此例，采用摩孚螺旋 (Morph Spiral) 加工方式，可以生成间距非常均匀的刀具

路径；

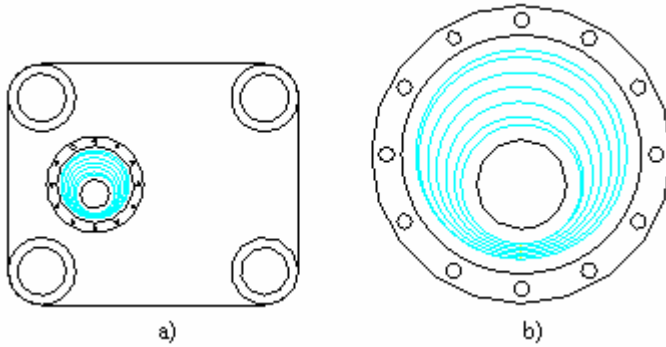


图 6-28

7. 带有一个圆岛屿的挖槽加工仿真结果如图 6-29 所示。

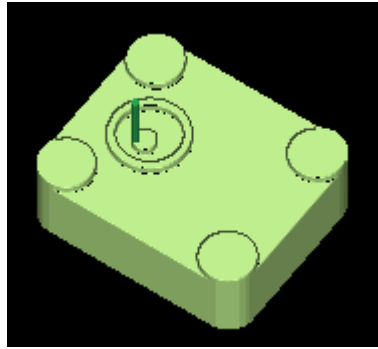


图 6-29

步骤九 存储文件

文件名为：Ch6\_1\_2.MC8

## 6.2 组 (Group) 的创建方法

将具有共同特征的几何形状、相同的刀具路径等分成组，有助于简化操作，加快操作速度，如将需要钻削的孔分为一组，当产生钻削刀具路径时，只要选取分成的组即可。本节将针对6.1节的实例说明分组方法，6.3节将以钻削为例说明组的应用。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch6\_1\_2.MC8

步骤二 组的建立方法

1. 用鼠标单击辅助菜单区的“组 (Groups)”按钮，进入组设置对话框，如图6-30所示；
2. 用鼠标单击图6-30中的“新建 (New...)”按钮，通过键盘输入新建的组名：Drilled Hole Dia. 5，并拾取如图6-2中的中间圆凸台上的12个直径为5mm的圆，单击主菜单区中的“Done”，结束图素选择，则得到图6-31，新建的组名Drilled Hole Dia. 5位于对话框中；



图 6-30



图 6-31

3. 用同样的方法建立另两个组，一个组名为Drilled Hole Dia. 3，所包含的图素为图6-32中左上方圆凸台上24个直径为3mm小孔；另一个组名为4 Circles Mill，所包含的图素为图6-32中上表面4个圆凸台的内孔，直径为50mm。此时组设置对话框中共有3个组，如图6-33所示，组名分别为4 Circles Mill、Drilled Hole Dia. 5和Drilled Hole Dia. 3；

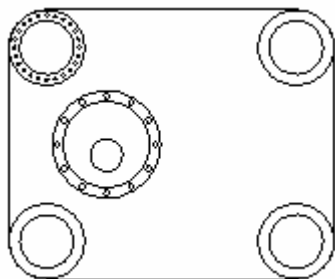


图 6-32



图 6-33

4. 用鼠标单击图6-31中的“OK”按钮，结束组的创建操作。

步骤三 存储文件

文件名为：Ch6\_2\_1.MC8

### 6.3 利用组（Group）进行的镜像方法

本节利用选择组的方法镜像复制上表面圆台上的24个 $\phi 3\text{mm}$ 的小孔。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch6\_2\_1.MC8

步骤二 选择镜像图素

选择 主菜单(Main Menu)- 转换(Xform)- 镜像(Mirror)-组(Group)

得到图6-33,用鼠标单击组名Drilled Hole Dia. 3,此组被选中,单击图6-33中的“OK”按钮,再单击主菜单区的“Done”。



图 6-34

步骤三 按Y轴的镜像复制

用鼠标单击主菜单区的“Y轴(Y axis)”, 出现“镜像”对话框,设置完毕后,如图6-34所示,单击图6-34中的“OK”按钮,得到镜像后的图形,如图6-35所示。

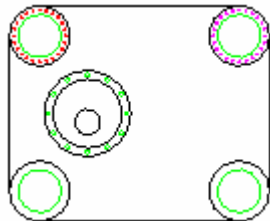


图 6-35

步骤四 按X轴的镜像复制



图 6-36

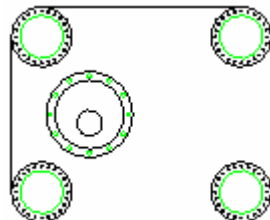


图 6-37

1. 用鼠标单击主菜单区的“组 (Group)”按钮, 则进入图6-36所示的“组设置”对话框, 单击图6-36中的当前系统组 (Current system GROUP) 项, 选中此项, 再按住Ctrl键, 单击图6-36中的当前系统结果 (Current system RESULT) 项, 这两项被同时选中, 如图6-36所示, 单击“Ok”, 再单击主菜单区的“Done”;

2. 用鼠标单击主菜单区的“X轴 (X axis)”, 得到图6-34, 单击图6-34中的“OK”按钮, 得到图6-37。

步骤五 存储文件

文件名为: Ch6\_3\_1.MC8

## 6.4 整圆的铣削加工

MasterCAM提供了整圆的铣削加工路径产生方法, 这一方法简便、易用、实效, 本节以加工图6-1中上表面4个凸台的内圆为例, 介绍整圆铣削方法。

步骤一 读入文件

文件名为: Ch6\_3\_1.MC8

步骤二 选择整圆铣削图素

选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-下一菜单(Next menu)-整圆刀具路径(Circle millpaths)-整圆铣削(Circle mill)-图素(Entities)-组(Group)

出现如图6-33所示的组设置对话框, 用鼠标单击4 Circles Mill项, 选中此项, 再单击图6-33中的“OK”按钮。

步骤二 进入整圆铣削设置

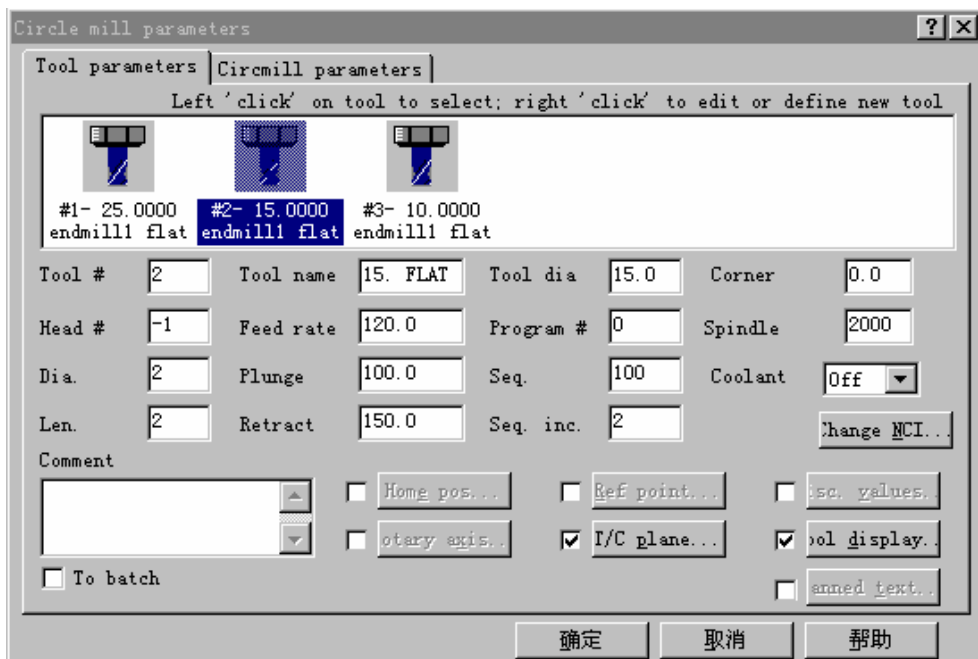


图 6-38

1. 用鼠标单击主菜区的“Done”，结束图素选择；
2. 用鼠标单击主菜区的“Done”，结束整圆铣削中心点的选择；
3. 进入“整圆铣削刀具参数设置”对话框，选择直径为15mm端铣刀，设置完毕后，如图6-38所示；
4. 用鼠标单击图6-38上部“整圆铣削参数(Circmill parameters)”选项卡，进入整圆铣削加工参数设置对话框，设置完毕后，如图6-39所示；

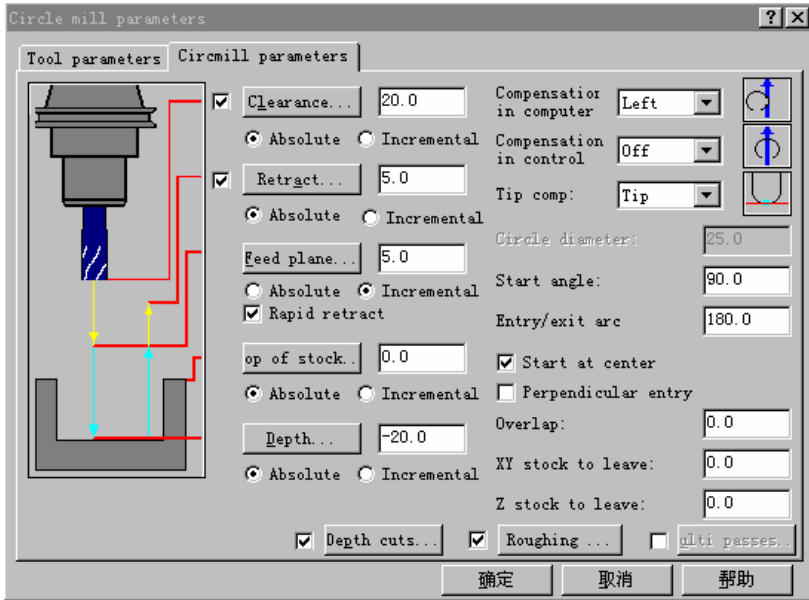


图 6-39

5. 用鼠标单击图6-39中的“深度切削 (Depth cuts...)”按钮，进入“深度切削设置”对话框，设置完毕后，如图6-40所示，单击图6-40中的“OK”按钮，回到图6-39；

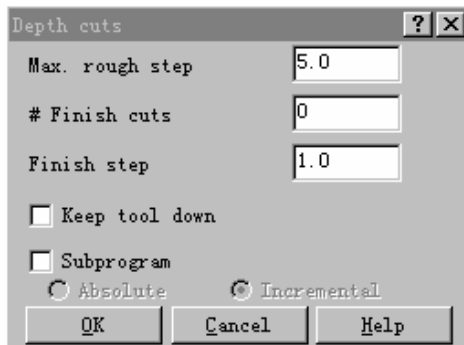


图 6-40

6. 用鼠标单击图6-39中的“粗加工 (Roughing...)”按钮，进入“整圆铣削粗加工设置”对话框，设置完毕后，如图6-41所示，单击图6-41中的“OK”按钮，回到图6-39；
7. 用鼠标单击图6-39中的“确定”按钮，得到整圆铣削刀具路径，如图6-42a所示，图6-42b为图6-42a左上角圆凸台的局部放大图；

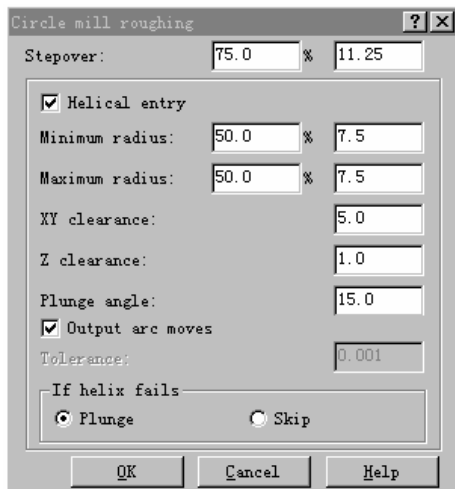


图 6-41

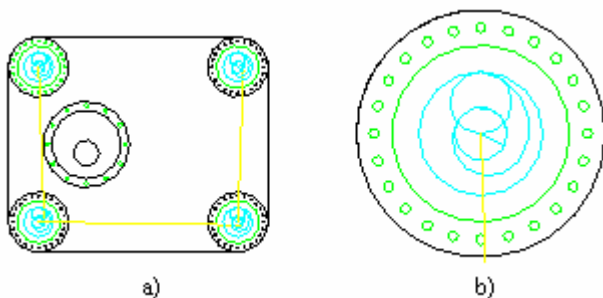


图 6-42

8. 整圆铣削加工过程仿真结果如图 6-43 所示。

步骤三 存储文件

文件名为：Ch6\_4\_1.MC8

## 6.5 螺纹的铣削加工

在镗刀杆上装夹上铣削螺纹刀片，可以铣削出螺纹。本节介绍在 6.4 节，在已铣削出的圆凸台内圆表面上，加工出螺纹的方法。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch6\_4\_1.MC8

步骤二 绘制螺纹外径孔和创建螺纹组

1. 在图 6-2 的四个圆形凸台内，分别绘制四个直径为 55mm 的圆；
2. 按 6.3 节方法，将绘制的直径为 55mm 的 4 个圆组成一个组，组名为：4 Thread Hole，则此组增加到如图 6-33 的组名表中。

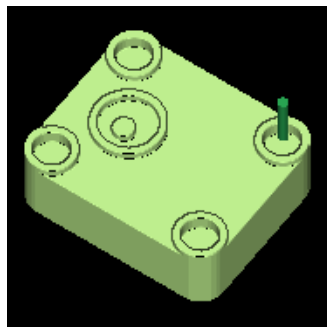


图 6-43

### 步骤三 螺纹铣削刀具路径的生成

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-下一菜单(Next menu)-整圆刀具路径(Circlepaths)-螺纹铣削(Thread mill)-图素(Entities)-组(Group)

出现如图6-33所示的“组设置”对话框，在此对话框中将有4 Thread Hole组，用鼠标单击4 Thread Hole项，选中此项，再单击图6-33中的“OK”按钮；

2. 用鼠标单击主菜区的“Done”，结束图素选择；

3. 用鼠标单击主菜区的“Done”，结束螺纹铣削中心点的选择；

4. 进入“螺纹铣削刀具参数设置”对话框，将鼠标光标移至上部的空白区域，单击鼠标右键，得到如图6-44所示的弹出式菜单，单击图6-44中的“创建新刀具(Create new tool...)”，进入“定义刀具”对话框，单击其上部的“刀具类型(Tool Type)”选项卡，进入图6-45所示的对话框；

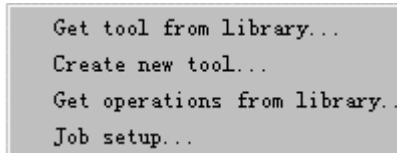


图 6-44

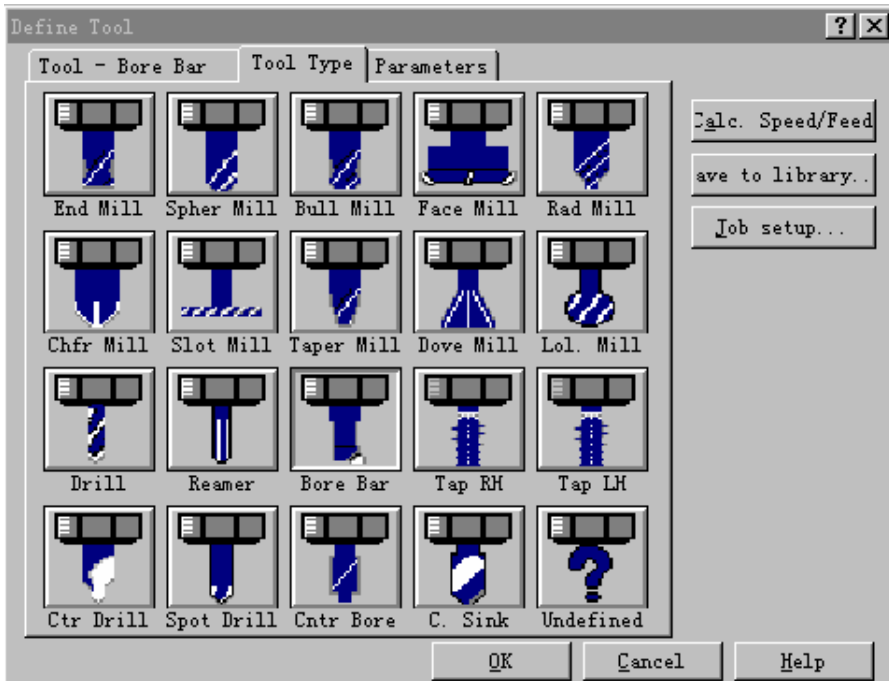


图 6-45

5. 用鼠标单击图6-45中的“镗刀杆(Bore Bar)”图标，进入如图6-46所示的对话框，设置内容按图6-46，单击图6-46中的“OK”按钮；

6. 进入螺纹铣削刀具参数设置对话框；

7. 用鼠标单击图6-47上部“螺纹铣削参数(Thread mill)”选项卡，进入“螺纹铣削加工参



文件名为：Ch6\_5\_1.MC8

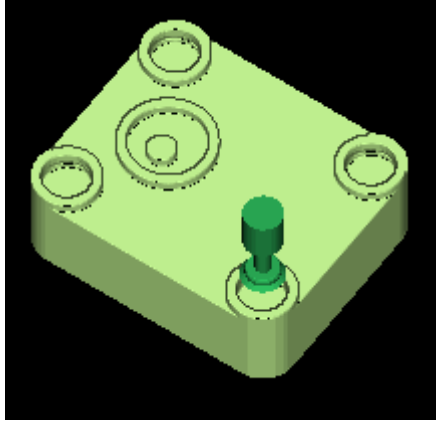


图 6-48

## 6.6 刀具路径组的生成

对于一个复杂零件的加工，需要产生许多种刀具路径才能完成，如挖槽、轮廓、钻孔等刀具路径。为了清晰地表达这些刀具路径，一般都采用层状结构来表示这些刀具路径，在这样的层状结构中，需要创建新的刀具路径组，给刀具路径组起一个合适的名称，按照一定的规律归并刀具路径到某一个刀具路径组中。本节介绍创建新的刀具路径组的方法及步骤和改变刀具路径组名称的方法。

### 6.6.1 创建新刀具路径组

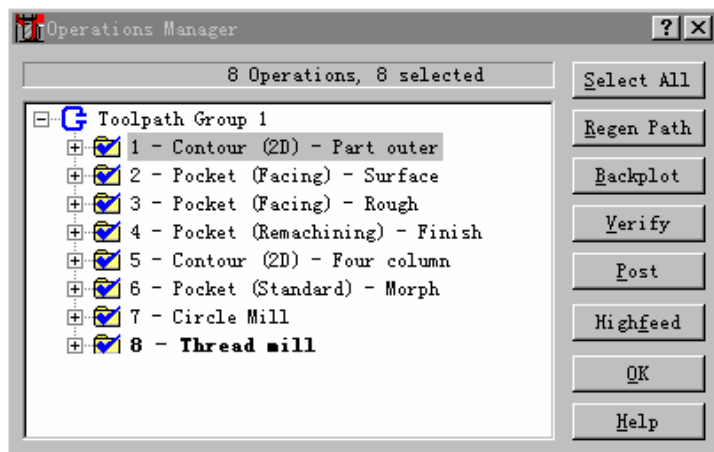


图 6-49

步骤一 读入文件

文件名为：Ch6\_5\_1.MC8

步骤二 进入“操作管理”对话框

同时按住Alt键和字母O键（Alt+O），进入“操作管理”对话框，如图6-49所示。

步骤三 刀具路径组的生成

1. 将鼠标光标移至刀具路径组区域处，单击鼠标右键，得到如图6-50所示左侧的一级弹出式菜单，将鼠标光标再移至组（Groups）处，则得到如图6-50所示的二级弹出式菜单；

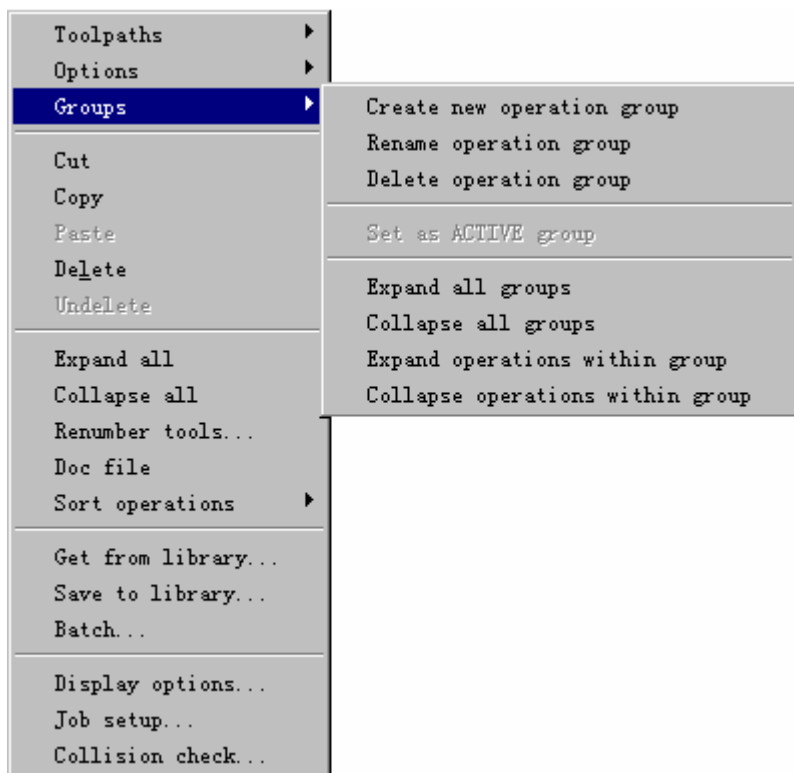


图 6-50

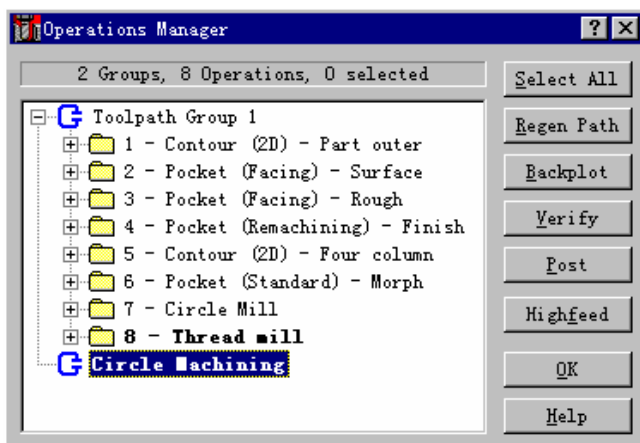


图 6-51

2. 用鼠标单击图6-50中的“创建新刀具路径组(Create new operation group)”,通过键盘输入新刀具路径组名Circle Machining,操作管理对话框变为如图6-51所示的内容。

步骤四 向新生成的刀具路径组中增加内容

将刀具路径7(Circle Mill)和8(Thread mill)移至新生成的刀具路径组(Circle Machining)中。

1. 选中刀具路径7和8,方法为先用鼠标单击刀具路径7,选中该项,再按住Ctrl键,单击刀具路径8;

2. 按住鼠标右键,移动鼠标至新生成的刀具路径组(Circle Machining)处,松开鼠标右键,得到如图6-52所示的弹出式菜单,用鼠标单击“移动(Move)”,则得到刀具路径7和8移动后的结果,如图6-53所示;

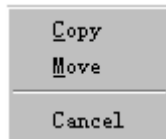


图 6-52

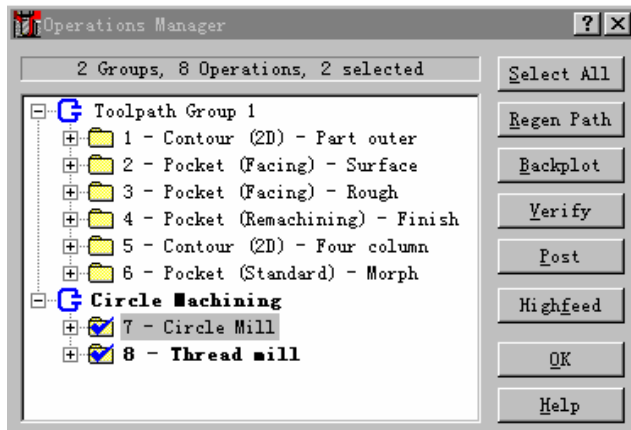


图 6-53

步骤五 存储文件

文件名为: Ch6\_6\_1.MC8

## 6.6.2 刀具路径组的更名

步骤一 读入文件

文件名为: Ch6\_6\_1.MC8

步骤二 进入“操作管理”对话框

同时按住 Alt 键和字母 O 键 (Alt+O),进入“操作管理”对话框,如图 6-53 所示。

步骤三 刀具路径组的更名

1. 将鼠标光标移至刀具路径组名为 Toolpath Group 1 处,单击鼠标右键,得到图 6-50;

2. 用鼠标单击图 6-50 中的“更名刀具路径组 (Rename operation group)”，通过键盘输入新刀具路径组名 Contour and Pocket，操作管理对话框变为如图 6-54 所示的内容，原刀具路径组名 Toolpath Group 1 被更改为 Contour and Pocket。

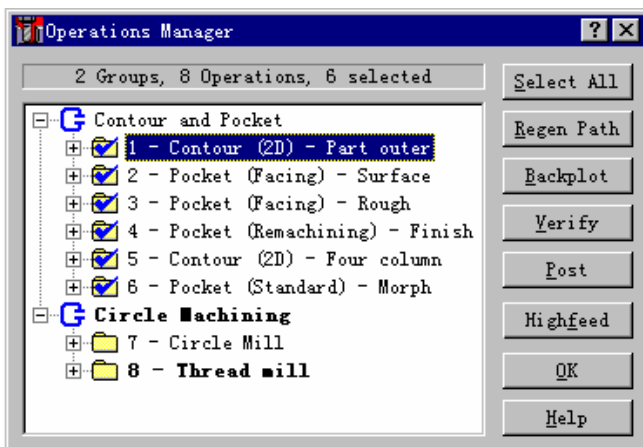


图 6-54

#### 步骤四 存储文件

文件名为：Ch6\_6\_2.MC8

## 6.7 钻削的应用

本节将介绍钻孔的常用方法及使用技巧。需要钻削的孔的立体图，如图6-55a所示，孔加工过程仿真后的结果如图6-55b所示。

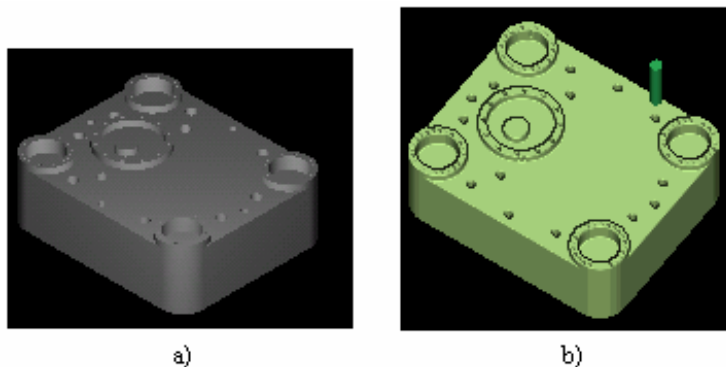


图 6-55

#### 步骤一 读入文件

文件名为：Ch6\_7\_1.MC8

该文件中存储的零件图形如图6-56所示。

#### 步骤二 生成钻削刀具路径组

按照6.6节的操作步骤生成一个钻削刀具路径组，名称为：Drill。

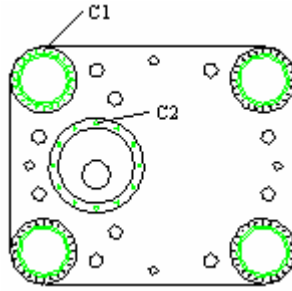


图 6-56

### 6.7.1 利用屏蔽方法选择孔中心的钻削

步骤一 用屏蔽方法选择孔中心

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-钻削(Drill)-选项(Options)
2. 进入“钻削顺序选择”对话框，如图6-57所示，用鼠标单击图6-57最下面一个图标，则此图标被选中，钻削顺序将按照此图标上标示的顺序进行，单击图6-57中的“确定”按钮；

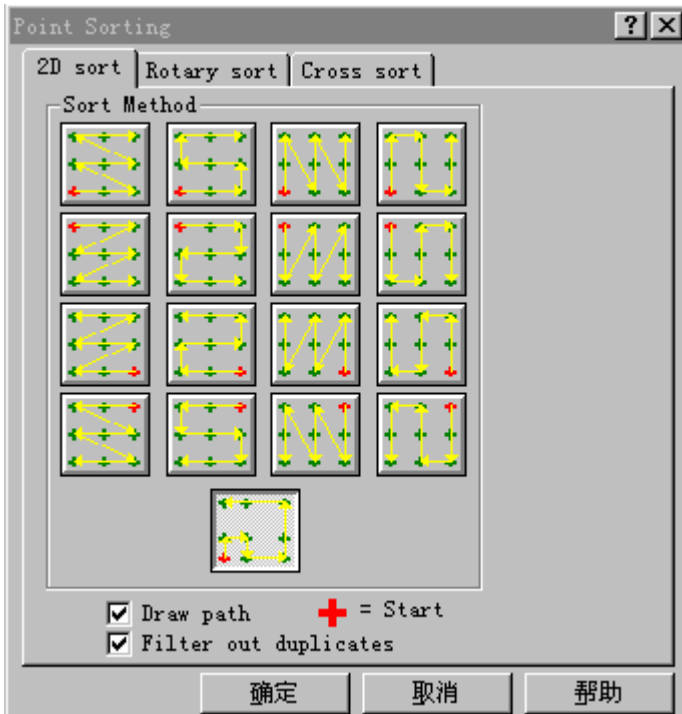


图 6-57

3. 用鼠标单击主菜单区中的“圆上屏蔽(Mask on arc)”，在绘图区拾取任意一个直径为3mm的圆，如图6-56中的圆C1，在信息提示区出现如图6-58所示的输入框，输入值0.1后，按回车键；

Enter arc radius matching tolerance **0.1**  
(or X,Y,Z,R,D,L,S,A,?)

图 6-58

4. 用鼠标单击主菜单区的“窗口(Window)”, 再在绘图区拾取窗口的两个端点, 此窗口应包含如图6-56所示的所有图素, 则窗口内的所有圆图素被选中;

5. 用鼠标单击主菜单区的“Done”, 结束图素选择;

6. 用鼠标在绘图区拾取钻削的起始孔, 如图6-56中的圆C1, 此时只有与孔径为 $\phi 3\text{mm}$ , 误差在 $\pm 0.1\text{mm}$ 的孔被选中, 而且显示出钻削的顺序, 如图6-59a所示, 图6-59b为图6-59a中左上角的局部放大图;

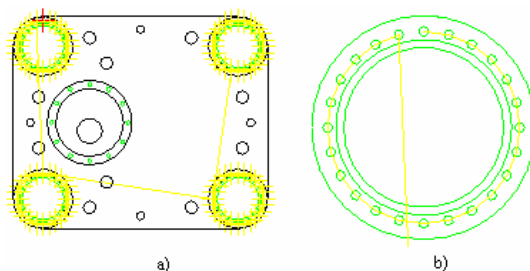


图 6-59

7. 用鼠标单击主菜单区的“Done”, 结束孔中心选择, 进入“钻削加工刀具参数设置”对话框。

#### 步骤二 钻削参数设置

1. 选择直径为3mm的麻花钻;

2. 用鼠标单击图6-60上部的“简单钻削(Simple drill-no peck)”选项卡, 进入钻削参数设置对话框, 设置完毕后, 如图6-60所示;

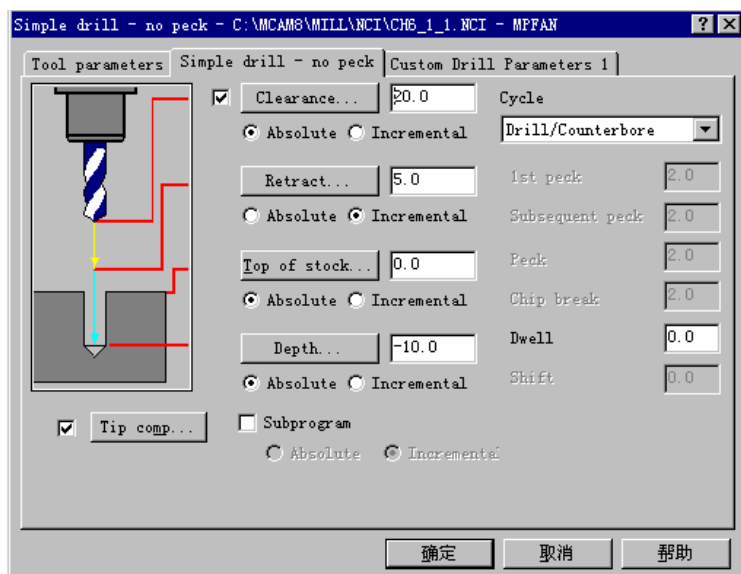


图 6-60

3. 用鼠标单击图6-60左下部的“刀尖补偿 (Tip comp...)”按钮, 进入刀尖补偿对话框, 设置完毕后, 如图6-61所示, 单击“OK”按钮, 回到图6-60;

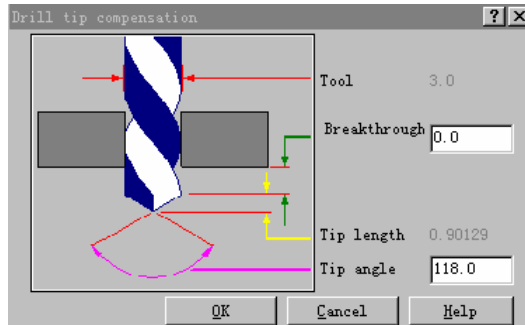


图 6-61

4. 用鼠标单击图6-60中的“确定”按钮, 得到钻削刀具路径, 与图6-59相同。

## 6.7.2 利用组方法选择孔中心的钻削

### 步骤一 用组方法选择孔中心

1. 选择 主菜单(Main Menu)- 刀具路径 (Toolpaths)-钻削(Drill)-选项(Options)

2. 进入“钻削顺序选择”对话框, 设置如图6-57所示, 单击“确定”按钮;

3. 用鼠标单击主菜单区中的“图素 (Entities) ”;

4. 用鼠标单击主菜单区中的“组(Group)”, 进入“组”对话框, 如图6-62所示, 用鼠标单击Drilled Hole Dia.5组, 选中该组, 单击图6-62中的“OK”按钮;

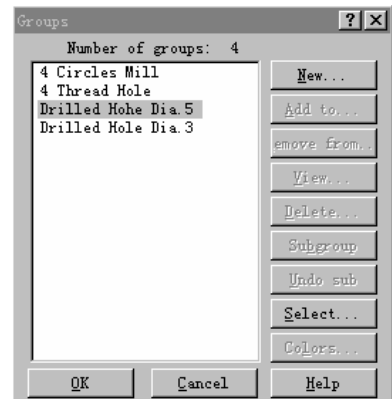


图 6-62

5. 用鼠标单击主菜单区的“Done”, 结束图素选择;

6. 用鼠标拾取钻削的起始孔, 如图6-56中圆C2的圆心, 此时Drilled Hole Dia.5组中的孔被选中, 而且显示出钻削的顺序, 如图6-63a所示, 图6-63b为局部放大图;

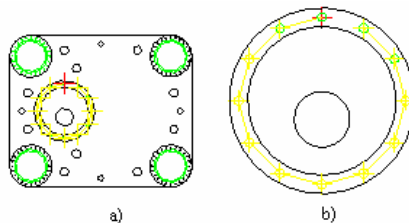


图 6-63

7. 用鼠标单击主菜单区的“Done”, 结束孔中心选择, 进入“钻削加工刀具参数设置”

对话框。

### 步骤二 钻削参数设置

1. 选择 $\phi 5\text{mm}$ 的麻花钻；
2. “钻削参数设置”对话框设置同图6-60；
3. “刀尖补偿”对话框设置同图6-61；
4. 得到的钻削刀具路径与图6-63相同。

## 6.7.3 深孔钻削

深孔一般是指长径比(孔深度与直径之比)大于5的孔,MasterCAM提供了“啄米式(peck)”等深孔钻削的方法,本节将介绍“啄米式(peck)”深孔钻削方法的应用。

### 步骤一 选择钻孔次序

1. 选择主菜单(Main Menu)- 刀具路径 (Toolpaths)- 钻削(Drill)- 选项(Options)
2. 进入“钻孔次序选择”对话框,设置完毕后,与图6-57相同,单击图6-57中的“确定”按钮。

### 步骤二 选择孔中心

1. 用鼠标单击主菜单区的“图素(Entities)”；
2. 用鼠标单击主菜单区的“窗口(Window)”，选择被钻孔图素，本例中需要用4次窗口选择的方法才能选择所有被钻孔图素，4个窗口的位置为图6-64中的4个虚线框；
3. 用鼠标单击主菜单区的“Done”，结束被钻孔图素选择；
4. 用鼠标在绘图区拾取第一个孔中心位置，如图6-64中圆C1的圆心；
5. 用鼠标单击主菜单区的“Done”，结束孔中心的选择，进入“钻削加工刀具参数设置”对话框。

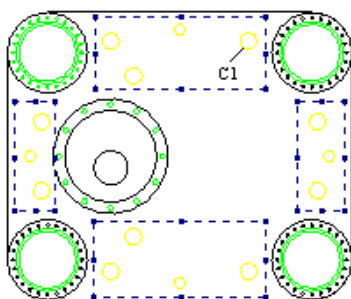


图 6-64

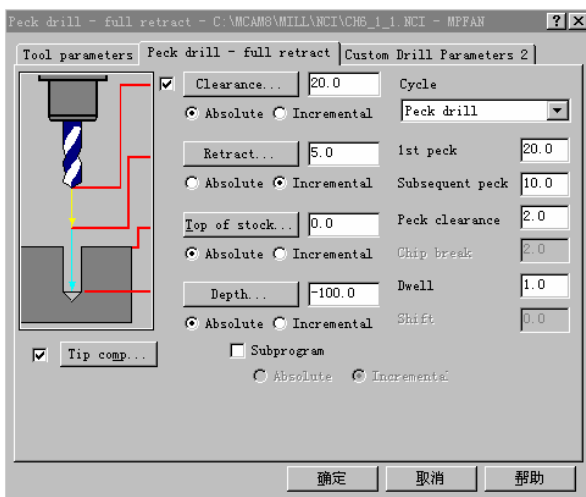


图 6-65

### 步骤三 钻削参数设置

1. 选择 $\phi 10\text{mm}$ 的麻花钻；
2. “啄米式钻削参数设置”对话框设置完毕后，如图6-65所示；
3. 用鼠标单击图6-65左下部的“刀尖补偿 (Tip comp...)”按钮，进入“刀尖补偿”对话框，设置完毕后，如图6-66所示，单击图6-66中的“OK”按钮，回到图6-65；

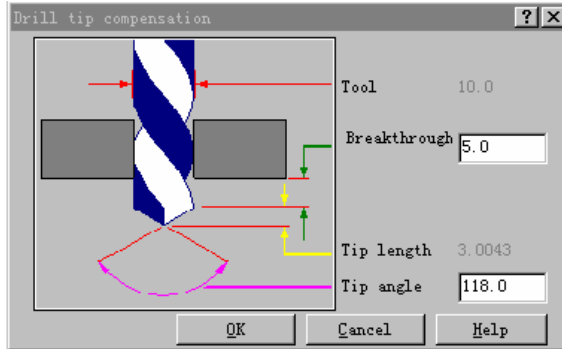


图 6-66

4. 用鼠标单击图6-65中的“确定”按钮，得到钻孔路径，如图6-67所示。

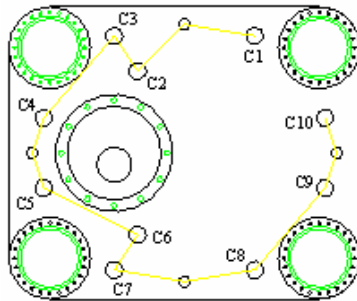


图 6-67

## 6.7.4 扩孔

扩孔是在已加工孔的基础上再钻孔，以加大孔的直径。本节将对在6.7.3节已加工的孔中，对其中的某些孔进行扩孔加工，即图6-67中的孔C1~C10。

在6.7.3节中，选择加工孔时，是根据图素来选择的，即选择了窗口中的所有圆图素，所用钻头为直径10mm的钻头，因而加工出的孔径都是10mm。所加工出的孔的大小并不根据绘图区所绘制的圆的大小决定。

### 步骤一 用屏蔽方法选择孔中心

方法同6.7.1节步骤一，拾取的圆直径为 $\phi 15\text{mm}$ ，如图6-67中的圆C1。

### 步骤二 选择钻孔次序

方法同6.7.1节步骤一，钻孔次序也与其相同，如图6-57所示。

### 步骤三 钻削参数设置

方法同6.7.3节步骤三，钻头直径选择 $\phi 15\text{mm}$ ，钻削参数设置与其相同，如图6-65所示。

#### 步骤四 扩孔刀具路径

得到的扩孔刀具路径如图6-68所示。

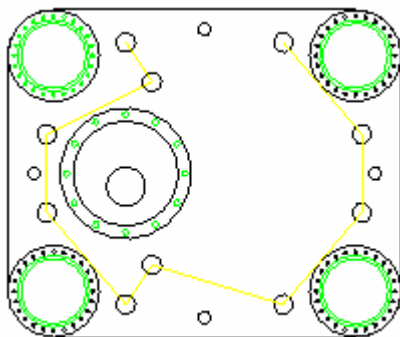


图 6-68

#### 步骤五 从三个视图同时观察扩孔刀具路径

1. 进入“操作管理”对话框，选中扩孔刀具路径，如图6-69所示；

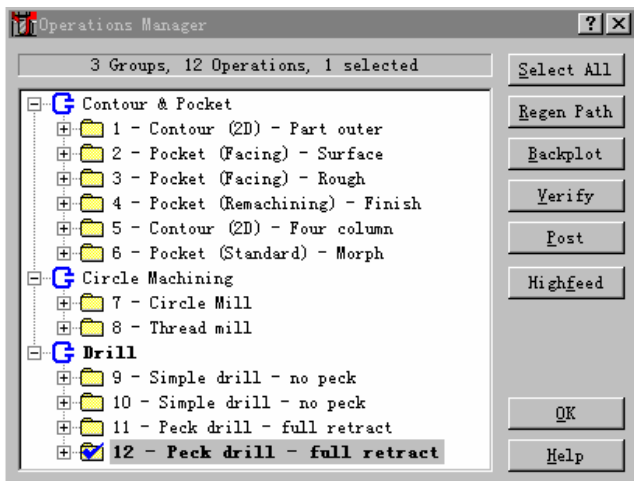


图 6-69



图 6-70

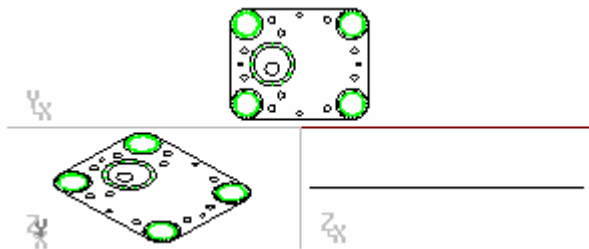


图 6-71

2. 用鼠标单击图6-69中右侧的“刀具路径仿真 (Backplot)”按钮；

3. 同时按住Alt键和字母W键 ( Alt+W ), 进入 “ 选择观察视窗 ” 对话框, 如图6-70所示, 用鼠标单击所选视窗, 如右栏从上数第2个;
4. 用鼠标单击图6-70中的 “ OK ” 按钮, 得到如图6-71的观察效果;
5. 用鼠标单击主菜单区的 “ 运行 ( Run ) ”, 则可以从图6-71所示的三个视图, 观察扩孔刀具路径的仿真结果。

步骤六 存储文件

文件名为: Ch6\_7\_2.MC8

## 第 7 章 MasterCAM 的曲面

曲面是 CAD/CAM 软件中一个非常重要的组成部分，因为刀具路径的生成是建立在曲面的基础上。MasterCAM 提供了一些基本的绘制曲面的方法及通过编辑功能生成曲面的方法，这些方法的具体操作步骤在《MasterCAM 实用教程》（苟琪等编著，机械工业出版社，2001 年 5 月）中有详细的介绍，本章主要介绍各种生成曲面及编辑曲面的特点，目的是让读者遇到一个具体的曲面时，能够分析其特点，并掌握创建该曲面的快捷方法。

### 7.1 MasterCAM 生成曲面特征

#### 7.1.1 牵引曲面 (Draft Surface)

牵引曲面是由一条母线直接牵引或拉伸生成，拉伸时可以垂直拉伸，如图 7-1a 所示，也可以以一定的角度拉伸，形成斜面，如图 7-1b 所示。图 7-1 中的样条曲线 S1 和 S2 为牵引曲面拉伸时的母线，牵引曲面是由一组直线组成，是最简单的一种曲面。

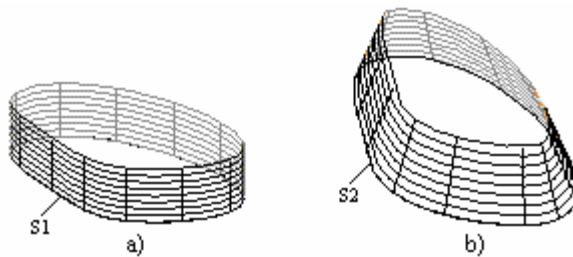


图 7-1

#### 7.1.2 旋转曲面 (Revolve Surface)

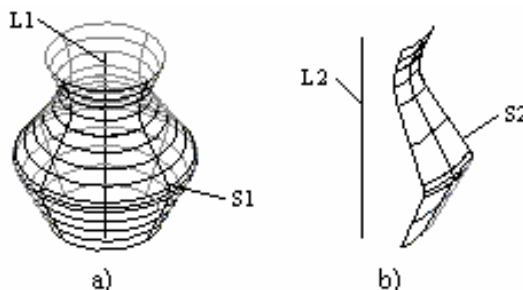


图 7-2

旋转曲面是由一条母线绕着一根轴线旋转而成，旋转的角度可以在  $0\sim 360^\circ$  之间任意选择，图 7-2a 为旋转角度  $360^\circ$ ，图 7-2b 为旋转角度  $40^\circ$ 。图 7-2 中直线 L1 和 L2 为轴线，样条曲线 S1 和 S2 为母线，旋转曲面在垂直于轴线平面内为一组圆或圆弧。

### 7.1.3 直纹曲面 (Ruled Surface)

直纹曲面是由两条或两条以上母线牵引生成，母线之间可以平行，如图 7-3a 所示，也可以不平行，如图 7-3b 所示，直纹曲面与牵引曲面一样，也是由一组直线组成，生成直纹曲面时，要注意各母线串接时的起始点，对于相同的母线，串接起始点选择不同，生成的直纹曲面差别很大，图 7-3 中的各母线串接起始点分别为 P1、P2 和 P3，同理，对于相同的母线，选择串接母线的次序不同，生成的直纹曲面同样有很大的差别，图 7-3 中的各母线串接选择次序为 S1、S2 和 S3。

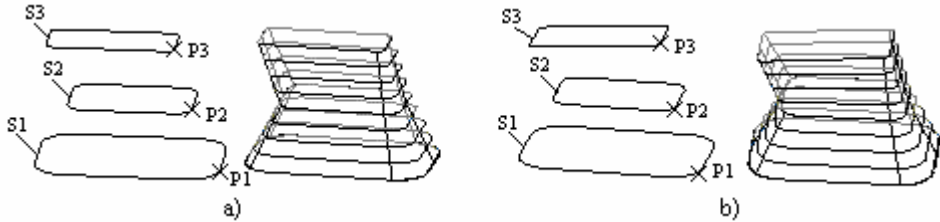


图 7-3

### 7.1.4 举升曲面 (Loft Surface)

举升曲面是由两条或两条以上母线平滑连接生成，母线之间可以平行，如图 7-4a 所示，也可以不平行，如图 7-4b 所示，图 7-4a 与图 7-4b 中的母线分别和图 7-3a 与图 7-4b 中的母线相同，举升曲面与直纹曲面不同的是举升曲面是由一组曲线组成，而直纹曲面是由一组直线组成，因此，举升曲面比直纹曲面更光滑。与生成直纹曲面一样，生成举升曲面时，也要注意各母线串接时的起始点，对于相同的母线，串接起始点选择不同，生成的举升曲面差别也很大，图 7-4 中的各母线串接起始点与图 7-3 中的各母线串接起始点相同，同理，对于相同的母线，选择串接母线的次序不同，生成的举升曲面，同样有很大的差别，图 7-4 中的各母线串接选择次序与图 7-3 中的各母线串接次序相同，即选择次序为 S1、S2 和 S3。

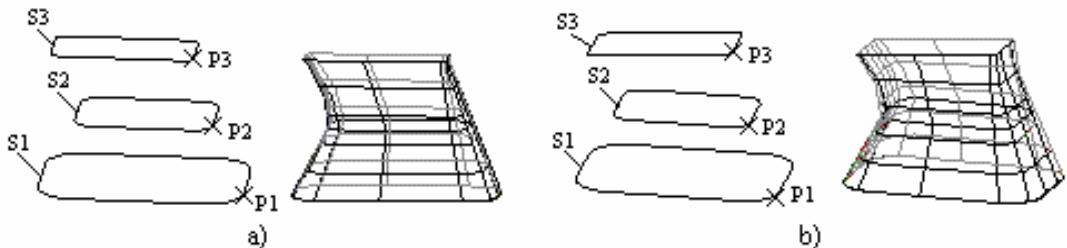


图 7-4

### 7.1.5 扫描曲面 (Sweep Surface)

扫描曲面是由截形曲线 (Across contour) 沿着引导曲线 (Along contour) 移动而形成。由于扫描曲面形成中, 可以选择多条截形曲线和一条引导曲线, 如图 7-5 所示, S1、S2 和 S3 为截形曲线, S4 为引导曲线, 该扫描曲面形成时, 选择了三条截形曲线和一条引导曲线。

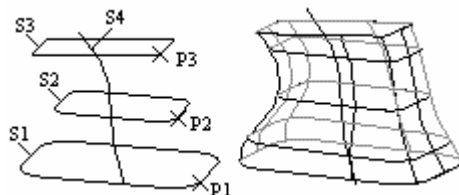


图 7-5

扫描曲面形成时, 同样要注意各截形曲线串接起始点的位置, 图 7-5 的截形曲线与图 7-3b 和 7-4b 中的的母线相同, 图 7-5 中串接各截形曲线的起始点与图 7-3b 和图 7-4b 中的各母线串接起始点也相同, 如图 7-5 中的 P1、P2 和 P3。当扫描曲面是由多条截形曲线和一条引导曲线形成时, 其操作与形成直纹曲面和举升曲面的操作类似, 比较这三种曲面可以发现, 当直纹曲面和举升曲面的母线 (相当于扫描曲面中的截形曲线) 一定时, 形成的曲面是唯一的, 而对于扫描曲面而言, 曲面的最终形成还取决于引导曲线, 引导曲线可以有多种, 扫描曲面也就有多种形式, 与举升曲面类似, 扫描曲面连接截形曲线时也是平滑连接, 其表面也就光滑; 扫描曲面形成时, 也可以选择一条截形曲线和一条或者两条引导曲线, 图 7-6a 的扫描曲面形成时, 选择了一条截形曲线 (S1) 和一条引导曲线 (S4), 图 7-6b 的扫描曲面形成时, 选择了一条截形曲线 (S1) 和两条引导曲线 (S4 和 S5)。综上所述, 扫描曲面形成时选择的变化较多, 可以形成复杂的曲面, 以满足人们设计各种曲面的需要。

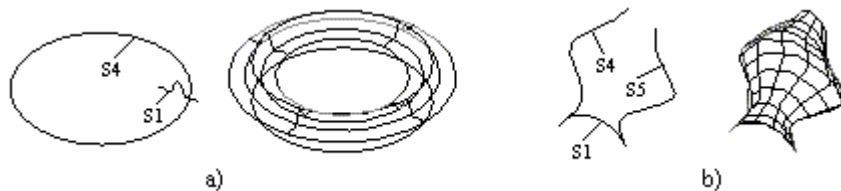


图 7-6

### 7.1.6 孔斯曲面 (Coons Surface)

孔斯曲面是比较复杂的一种曲面, 可以是单片曲面, 如图 7-7a 所示, 也可以是由多片曲面组成, 如图 7-7b 所示。但是, 形成刀具路径时, 单片曲面与多片曲面的刀具路径会有很大不同, 许多 CAD/CAM 软件没有提供多片曲面生成刀具路径的功能, MasterCAM 第八版中利用 C-hook 技术, 可以生成多片曲面的加工刀具路径, MasterCAM 第九版中直接提供了生成多片曲面的加工刀具路径。MasterCAM 中绘制单片孔斯曲面时, 一般采用自动生成方式, 而绘制多片孔斯曲面时, 一般采用手动生成方式。

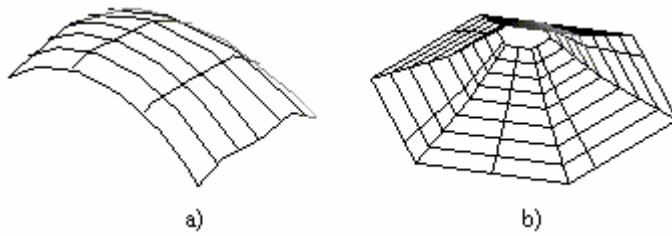


图 7-7

### 7.1.7 基本曲面 (Primitive Surface)

MasterCAM 提供了六种基本曲面的造型方法,如图 7-8 所示,基本曲面造型方法的特点是参数化造型,即通过改变曲面的参数,可以方便地绘出同类的多种曲面。如图 7-8a 的圆柱曲面,通过改变圆柱曲面的参数,即高度和底面直径,可以绘制出各种圆柱曲面。图 7-8b 为锥形曲面,当其锥顶直径不为零时,即为圆台曲面,图 7-8c 为长方体曲面,当长方体的长、宽和高度相等时,即为正方体曲面,图 7-8d 为球体曲面,图 7-8e 为环形体曲面,图 7-8f 为拉伸曲面,形成拉伸曲面的基本曲线必须是封闭的。

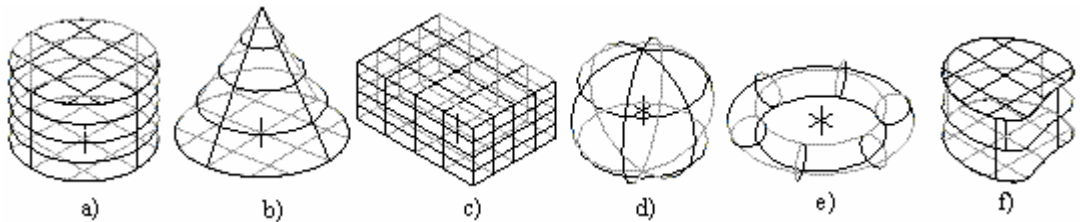


图 7-8

### 7.1.8 实体曲面 (Solid Surface)

实体曲面是指将实体造型的表面剥离而形成的曲面。实体曲面是 MasterCAM 第七版本后,才具有的很重要的一项功能,因为从三维实体造型获得一个复杂的曲面形状,相对从线框模型获得复杂曲面,要容易的多。因此,对于复杂的曲面,读者可以首先考虑实体曲面的方法。在实际应用中,通常要对生成的实体曲面经过适当的删除,才能满足要求。图 7-9 为经过渲染后的实体曲面。

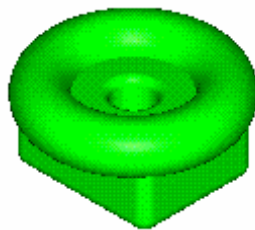


图 7-9

## 7.2 MasterCAM 的编辑曲面

编辑曲面是由已生成的曲面通过编辑方法得到，是一种复杂的曲面，实际应用时，常常会用到编辑曲面。MasterCAM 提供了以下几种获得编辑曲面的方法。

### 7.2.1 倒角曲面 (Fillet Surface)

倒角曲面是在已存在曲面上产生，是由一组圆弧组成，通常是与一个或两个原曲面相切。图 7-10a 为两个曲面之间产生的倒角曲面，图 7-10b 为一个曲面与一个假想平面之间产生的倒角曲面，图 7-10c 为一个曲面与一条曲线之间产生的倒角曲面，S1 为曲线。

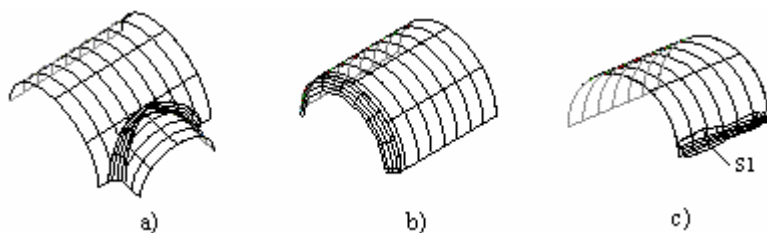


图 7-10

### 7.2.2 移位曲面 (Offset Surface)

移位曲面是将原曲面移动一个固定距离产生的曲面，因此，移位曲面与原曲面平行，如图 7-11 所示，S1 为原曲面，S2 为移位曲面。

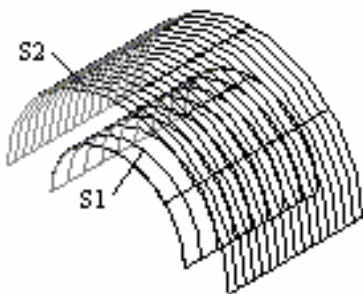


图 7-11

### 7.2.3 修整/延伸曲面 (Trim/Extend Surface)

利用修整/延伸的方法可以得到多种编辑曲面，图 7-12 和图 7-13 列出了各种通过修整/延伸方法得到的曲面。图 7-12a 中为原始曲面 S1 和样条曲线 S3，图 7-12b 为图 7-12a 中曲面 S1 修整到曲线 S3 得到的结果；图 7-12c 中为原始曲面 S1 和 S2，图 7-12d 为图 7-12c 中 S2 修整到 S1，而且删除原 S1 和 S2 多余部分得到的结果。

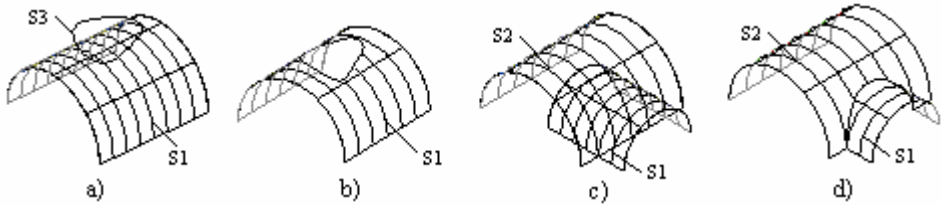


图 7-12

图 7-13a 中为原始曲面 S1，图 7-13b 为图 7-13a 中的曲面 S1 修整到 Z 向高度值为 15 的水平面，得到的结果；图 7-13c 为图 7-13a 中的曲面 S1 沿直线方向延伸 5mm 后，得到的结果，如图 7-13c 中的 S2；图 7-13d 为图 7-13a 中修整到边界平面，得到的结果，如图 7-13d 中的 S2。

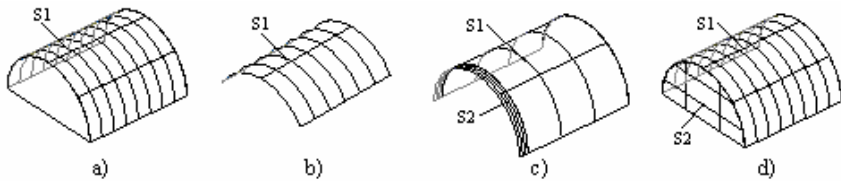


图 7-13

## 7.2.4 连接曲面 (Blend Surface)

用连接方法可以生成复杂的多片曲面，MasterCAM 提供了三种生成连接曲面的方法。

### 7.2.4.1 两曲面连接曲面 (2 Blend Surface)

两曲面连接曲面是将两个已存在曲面用连接方法生成的曲面，如图 7-14 所示。图 7-14a 中为被连接的两个曲面 S1 和 S2，图 7-14b 为连接图 7-14a 中曲面 S1 和 S2 后的结果，图 7-14b 中的 S3 为连接曲面。

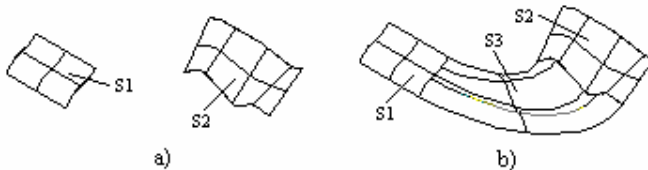


图 7-14

### 7.2.4.2 三曲面连接曲面 (3 Blend Surface)

三曲面连接曲面是将三个已存在曲面用连接方法生成的曲面，如图 7-15 所示。图 7-15a 中为被连接的三个曲面 S1、S2 和 S3，图 7-15b 为连接图 7-15a 中曲面 S1、S2 和 S3 后的结果，图 7-15b 中的 S4 为连接曲面。

### 7.2.4.3 倒角连接曲面 (Fillet Blend Surface)

倒角连接曲面是将三个相交的已存在曲面用倒角连接方法生成的曲面，如图 7-16 所示。图 7-16a 中为被连接的三个曲面 S1、S2 和 S3，图 7-16b 为连接图 7-15a 中曲面 S1、S2 和 S3

后的结果，图 7-16b 中的 S4 为倒角连接曲面。

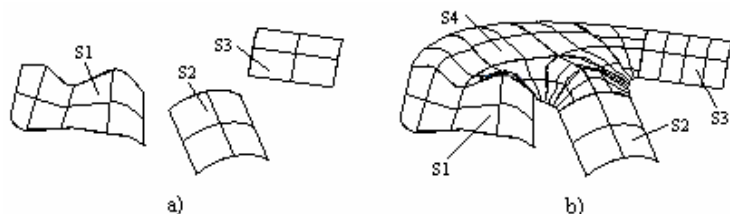


图 7-15

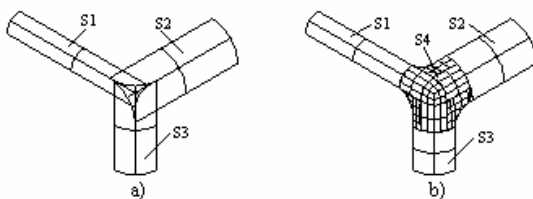


图 7-16

### 7.3 引入曲面

引入曲面是指用其他 CAD/CAM 软件生成的曲面，通过读入的方式引入到 MasterCAM 系统中。引入曲面通常是通过两种途径被读进 MasterCAM 系统，一种是直接读入由其他 CAD/CAM 软件生成的曲面；另一种是读入由其他 CAD/CAM 软件生成的实体模型，再通过 7.1.8 节的方法转换成曲面。作者在实践中多次用到此种方法，主要原因有两个：一是由于目前市场上所用到的 CAD/CAM 软件的种类较多，不同的用户所用的软件种类不同，当 MasterCAM 系统要应用其他 CAD/CAM 软件的造型曲面时，要采用引入曲面的方法；二是因为 MasterCAM 系统是用于加工的系统，偏重于 CAM，生成曲面和实体造型的功能没有其他专用的 CAD 软件功能强，对于很复杂的曲面，需要用专用 CAD 软件造型，再引入到 MasterCAM 系统中。

MasterCAM 系统引入曲面的方法是：

选择 主菜单(Main Menu)-文件(File)-数据交换(Converters)

在主菜单区出现如图 7-17a 所示的数据交换菜单，有多种数据格式可供选择，通常选择 IGES (Initial Graphics Exchange Standard) 格式，即用鼠标单击主菜单区中的“IGES”，则在主菜单区得到如图 7-17b 所示的 IGES 菜单，选择“读取文件 (Read file)”或“读取目录 (Read dir)”，可以将其他 CAD/CAM 软件产生的 IGES 格式的文件，读入到 MasterCAM 系统中。选择“写文件 (Write file)”或“写目录 (Write dir)”，可以将 MasterCAM 系统中的图形以 IGES 格式文件存储。

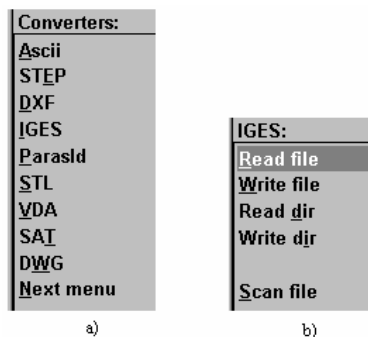


图 7-17

## 第 8 章 曲面的三轴加工刀具路径

曲面加工是任何 CAD/CAM 软件主要解决的问题，也是研究领域的一个主要课题。曲面目前主要通过三种方法加工，第一种是三轴加工，是比较成熟的一种技术，也是目前 CAD/CAM 软件的主要内容，MasterCAM 提供了多种三轴加工方法，包括粗加工、精加工和清角加工，这些内容也是本章介绍的内容；第二种是四轴加工；第三种是五轴加工。后两种加工方法目前面临着许多研究课题，正处于研究应用阶段。因此，曲面的四轴和五轴加工，相对三轴加工而言，方法要少得多。

### 8.1 粗加工方法的应用

粗加工的目的是最大限度地切除工件上的多余材料。如何发挥刀具的能力和提高生产率是粗加工的目标，粗加工中，一般采用平底端铣刀。

MasterCAM 提供了多种粗加工方法，如平行、放射、投影、流线、轮廓、挖槽和插削加工方法，其中有四种方法，即平行、流线、轮廓和放射加工方法，与相应精加工方法基本相同，唯一的区别是粗加工中有 Z 向切削深度改变的功能。由于流线粗加工在《MasterCAM 实用教程》（苟琪等编著，机械工业出版社，2001 年 5 月）一书中有详细的介绍，本节只介绍其他粗加工方法的特点及应用场合，并给出其应用的典型事例，结合事例说明如何选择粗加工方法及其参数设置要点、刀具路径修正应用的场合及应用方法，并介绍根据加工需要设计图形的方法以及实体设计的方法。

有关各种粗加工方法的详细操作步骤可参阅《MasterCAM 实用教程》（苟琪等编著，机械工业出版社，2001 年 5 月）。

#### 8.1.1 平行加工方法（Parallel）

平行加工方法是一个简单、用效和常用的粗加工方法，加工刀具路径平行于某一给定方向，用于工件形状中凸出物和沟槽较少的情况。

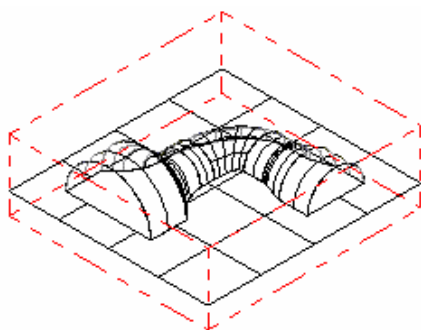


图 8-1

### 步骤一 读入文件

选择 主菜单(Main Menu)-文件(File)-读取(Read)

文件名为: Ch8\_1\_1\_1.MC8

该文件存储的零件图形将显示于绘图区, 如图 8-1 所示, 图中的虚线表示毛坯的线框轴测图, 实线部分表示用于加工的曲面。

### 步骤二 平行粗加工刀具路径的生成

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-粗加工(Rough)-平行加工(Parallel)-凸出型(Boss)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)

2. 进入“平行粗加工刀具参数设置”对话框, 选择直径为20mm的端铣刀;

3. 用鼠标单击图8-2上部的“曲面参数 (Surface parameters)”选项卡, 进入“平行粗加工曲面参数”对话框, 设置完毕后, 如图8-2所示;

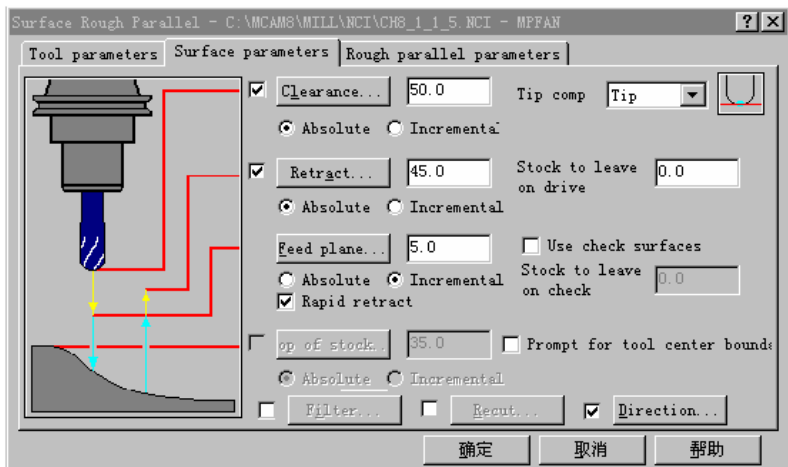


图 8-2

4. 用鼠标单击图8-2中的“方向 (Direction...)”按钮, 进入“进刀/提刀方向 (Plunge/Retract) 设置”对话框, 设置完毕后, 如图8-3所示, 单击图8-3中的“OK”按钮;

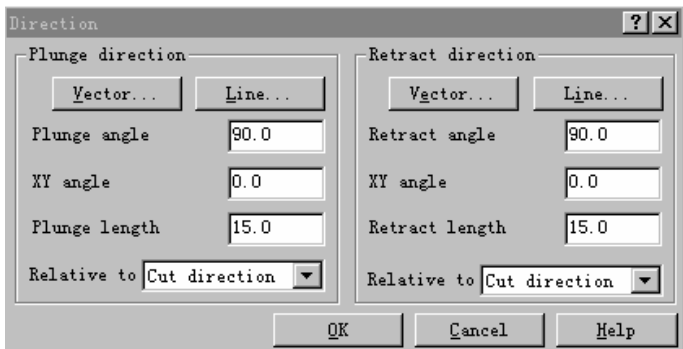


图 8-3

5. 用鼠标单击图8-2上部的“平行粗加工参数 (Rough parallel parameters)”选项卡, 进入“平行粗加工参数设置”对话框, 设置完毕后, 如图8-4所示;

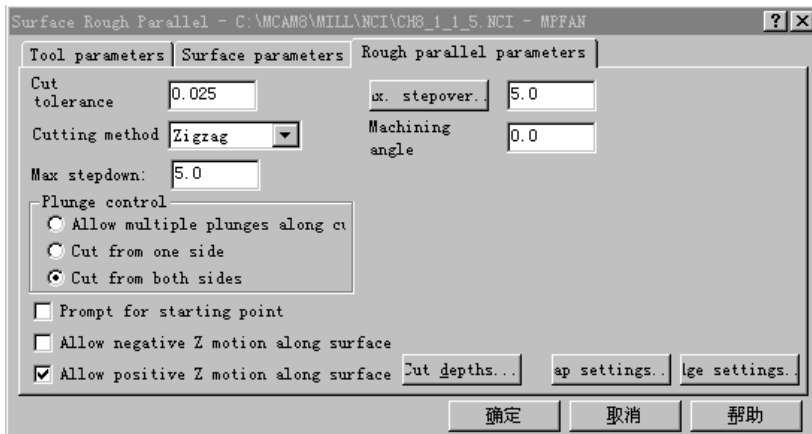


图 8-4

6. 用鼠标单击图8-4中的“切削深度 (Cut depths...)”按钮，进入“切削深度设置”对话框，设置完毕后，如图8-5所示，单击图8-5中的“OK”按钮，回到图8-4；

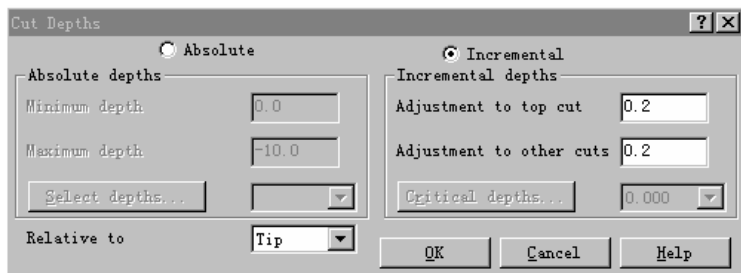


图 8-5

7. 用鼠标单击图8-4中的“确定”按钮，则得到平行粗加工刀具路径，图8-6为加工过程仿真后的结果。

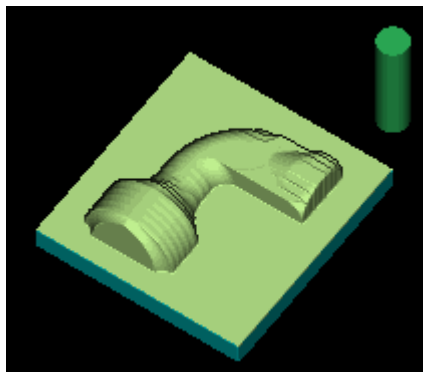


图 8-6

### 步骤三 存储文件

选择 主菜单(Main Menu)-文件(File)-存储(Save)

文件名为: Ch8\_1\_1\_2.MC8

### 8.1.2 放射加工方法 (Radial)

放射加工方法适用于具有回转特征的零件形状。由于CAD/CAM软件中,设计与加工(生成刀具路径)是两个不同的概念,如果只是为了生成某个零件的加工刀具路径,可以根据加工的需要进行设计和造型,这样可以简化设计,节省时间。如在下面的例子中的图8-7所示,由于具有三个相同的凸台,而且凸台造型时,需要编辑曲面,比较浪费时间。因此,本例采用只设计出一个凸台,产生其放射粗加工和精加工刀具路径,再用编辑生成刀具路径的方法,生成其余另两个凸台的刀具路径。此思路和方法是一个普遍方法,读者可以悉心体会。



图 8-7

#### 步骤一 读入文件

文件名为: Ch8\_1\_2\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图8-8所示;

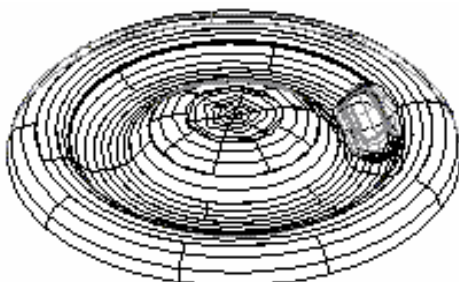


图 8-8

#### 步骤二 放射粗加工刀具路径的生成

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-粗加工(Rough)-放射加工(Radial)-不指定(Unspecified)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)
2. 进入“放射粗加工刀具参数设置”对话框,选择直径为15mm的端铣刀;
3. 用鼠标单击图8-9上部的“曲面参数(Surface parameters)”选项卡,进入“粗加工曲面参数设置”对话框,设置完毕后,如图8-9所示;
4. 用鼠标单击图8-9上部的“放射粗加工参数(Rough radial parameters)”选项卡,进入“放射粗加工参数设置”对话框,设置完毕后,如图8-10所示;
5. 用鼠标单击图8-10中的“确定”按钮,单击主菜单区的“原点(Origin)”,得到放射粗加工刀具路径。

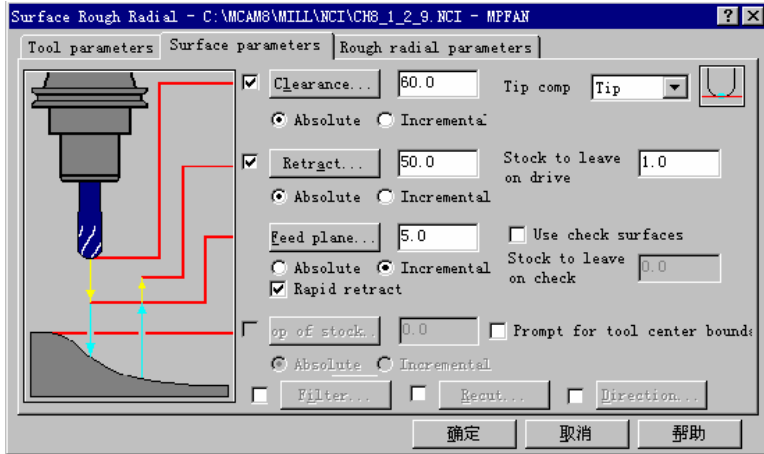


图 8-9

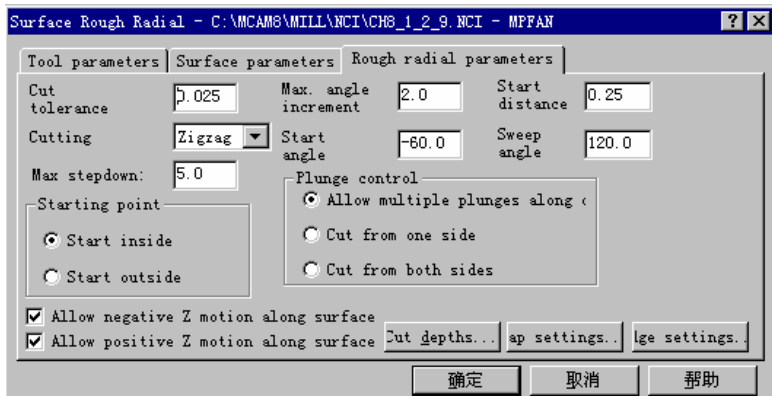


图 8-10

### 步骤三 放射粗加工刀具路径的旋转复制

用4.2节的方法旋转复制放射粗加工刀具路径，可以得到图8-7所示零件的放射粗加工刀具路径。

### 步骤四 放射精加工刀具路径的生成

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-精加工(Finish)-放射加工(Radial)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)

2. 进入“放射精加工刀具参数设置”对话框，选择直径为6mm的球铣刀；

3. “放射精加工曲面参数 (Surface parameters)”对话框的设置内容与图8-9的内容基本相同，不同点为：

加工余量 (Stock to leave on drive): 0.0

4. 用鼠标单击图8-11上部的“放射精加工参数 (Finish radial parameters)”选项卡，进入“放射精加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图8-11所示；

5. 用鼠标单击图8-11中的“确定”按钮，再单击主菜单区的“原点 (Origin)”，得到放射精加工刀具路径。

### 步骤五 放射精加工刀具路径的旋转复制

用4.2节的方法旋转复制放射精加工刀具路径，可以得到图8-7所示零件的放射精加工刀具路径。



图 8-11

### 步骤六 仿真加工

按照 2.5 节的方法进行仿真操作，加工过程仿真后的结果如图 8-12 所示。

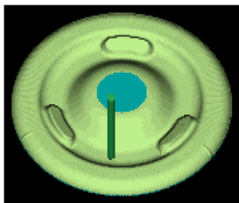


图 8-12

### 步骤七 存储文件

文件名为：Ch8\_1\_2\_5.MC8

## 8.1.3 投影加工方法（Radial）

投影加工方法是将已生成的 NCI 文件或图素（曲线或点阵）投影到被加工曲面上。投影加工方法可以加工任意的零件形状，对于雕刻加工，一般采用投影加工方法。投影粗加工和精加工基本一样，本例中给出了投影粗加工和精加工方法的应用，投影粗加工是将挖槽加工生成的 NCI 文件投影到被加工曲面上，投影精加工是将一组曲线（如字母 QDDX，在图形中，QDDX 被视为曲线，QDDX 为青岛大学的缩写）投影到被加工曲面上。

### 步骤一 读入文件

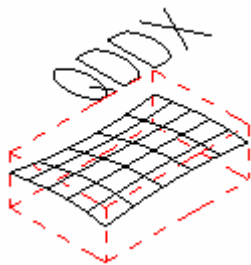


图 8-13

文件名为：Ch8\_1\_3\_1.MC8

该文件存储的零件图形显示于绘图区，如图 8-13 所示。

步骤二 生成用于投影粗加工的挖槽加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-挖槽(Pocket)

2. 在绘图区串接挖槽图形轮廓，如图8-14所示，用鼠标单击主菜单区的“Done”，结束串接操作；



图 8-14

3. 进入“挖槽加工刀具参数设置”对话框，选择直径为15mm的端铣刀；

4. 用鼠标单击图8-15上部的“挖槽参数 (Pocket parameters)”选项卡，进入“挖槽加工参数设置 (Pocketing parameters)”对话框，设置完毕后，如图8-15所示；

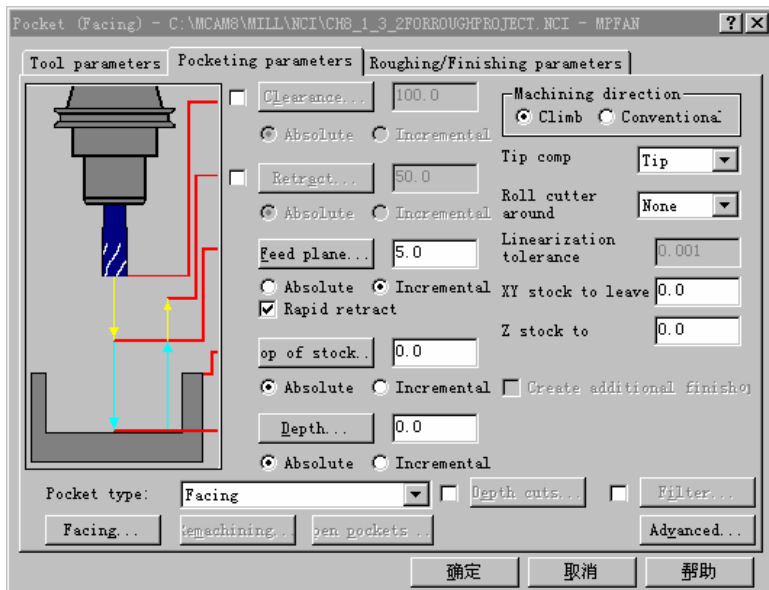


图 8-15

5. 用鼠标单击图8-15中左下部的“表面 (Facing...)”按钮，进入“表面设置”对话框，设置完毕后，如图8-16所示，单击图8-16中的“OK”按钮，回到图8-15；

6. 用鼠标单击图8-15上部的“粗/精加工参数 (Roughing/Finishing parameters)”选项卡，进入“粗/精加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图8-17所示；

7. 用鼠标单击图8-17中的“确定”按钮，得到挖槽加工刀具路径，如图8-18所示。

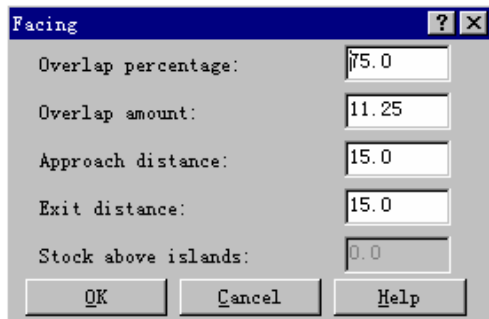


图 8-16

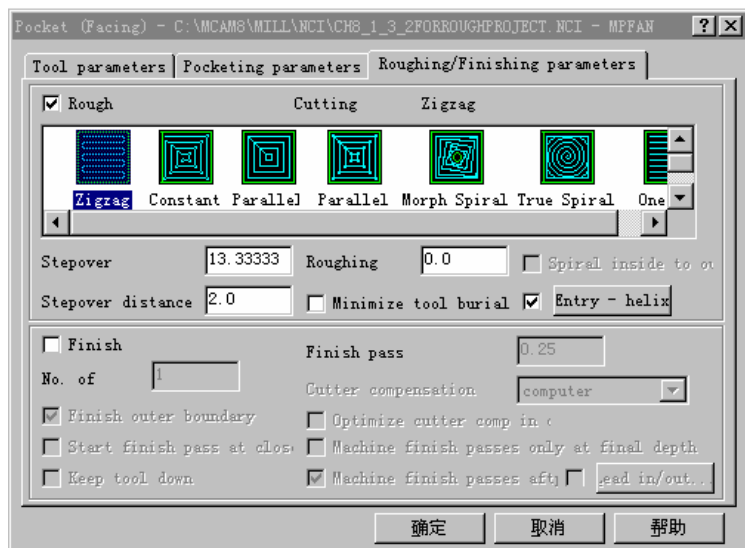


图 8-17

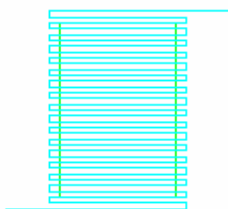


图 8-18

### 步骤三 生成曲面的投影粗加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-粗加工(Rough)-投影加工(Project)-不指定(Unspecified)-曲面(Surfaces)-完成(Done)

(注: 此时选择原曲面, 即层2上的孔斯曲面, 已将移位曲面屏蔽)

2. 进入“投影粗加工刀具参数设置”对话框, 选择直径为15mm的球铣刀;

3. 用鼠标单击图8-19上部的“曲面参数(Surface parameters)”选项卡, 进入“投影粗加工曲面参数设置(Surface parameters)”对话框, 设置完毕后, 如图8-19所示;

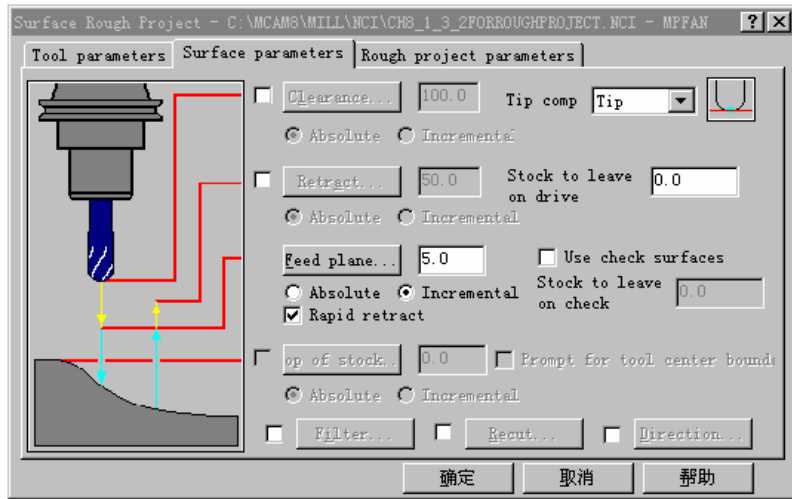


图 8-19

4. 用鼠标单击图8-19上部的“投影粗加工参数 (Rough project parameters)”选项卡，进入“投影粗加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图8-20所示；

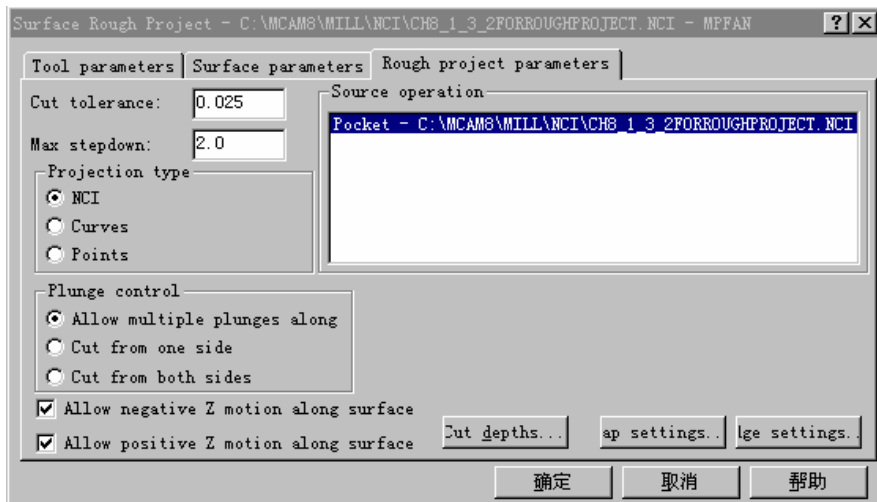


图 8-20

5. 用鼠标单击图 8-20 中的“确定”按钮，得到投影粗加工刀具路径，如图 8-21 所示。

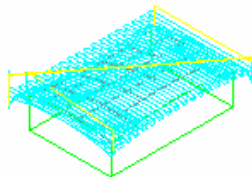


图 8-21

#### 步骤四 生成字母 QDDX 的投影精加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-精加工(Finish)-投影加工(Project)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)

(注: 此时选择移位曲面, 即选择层4上的移位曲面, 已将原曲面屏蔽)

2. 进入“投影精加工刀具参数设置”对话框, 选择直径为2.5mm的端铣刀;

3. 用鼠标单击图8-22上部的“曲面参数 (Surface parameters)”选项卡, 进入“投影精加工曲面参数设置”对话框, 设置内容与图8-19相同;

4. 用鼠标单击图8-22上部的“投影精加工参数 (Finish project parameters)”选项卡, 进入“投影精加工参数设置”对话框, 设置完毕后, 如图8-22所示;

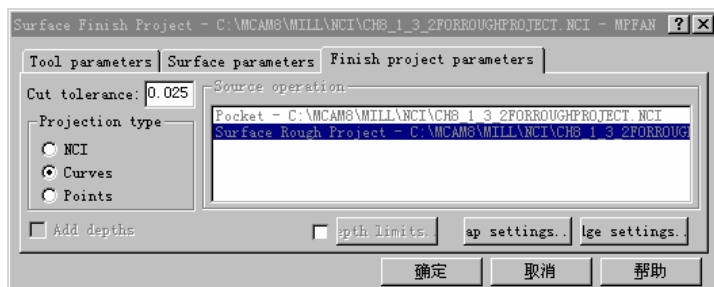


图 8-22

5. 用鼠标单击图8-22中的“确定”按钮, 采用视窗方法, 在绘图区串接被投影的曲线, 并用鼠标拾取投影加工的起始点, 即图8-23中的P1点, 用鼠标单击主菜单区的“Done”, 得到投影精加工刀具路径, 如图8-23所示, 图8-24为加工过程仿真后的结果。

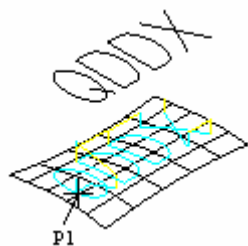


图 8-23

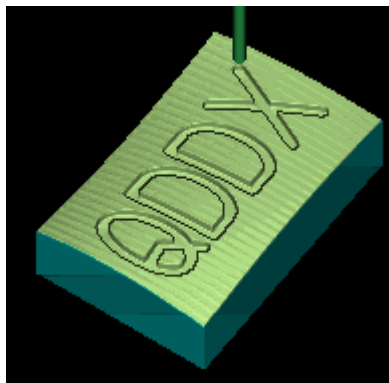


图 8-24

#### 步骤五 修正字母QDDX的投影精加工刀具路径设置

打开层4, 关闭其他层

视图面(Gview): 俯视图 (T)

观察字母QDDX投影精加工刀具路径, 如图8-24和图8-25所示, 可以看出, 加工字母Q的刀具路径多出一段P1~P2路径, 需要用刀具路径编辑的方法, 将其变为提刀快进刀具路径, 操作方法如下。

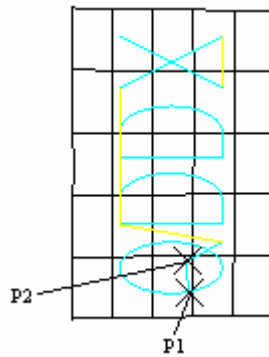


图 8-25

1. 同时按键盘上的Alt键和字母O键(Alt+O)，进入“操作管理”对话框，如图8-26所示；

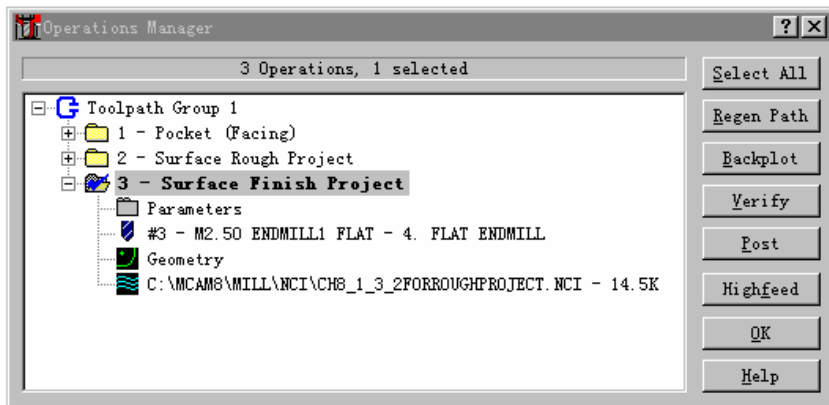


图 8-26

2. 将鼠标光标移至第3刀具路径(曲面投影精加工Surface Finish Project)第4项(NCI文件)处，单击鼠标右键，进入刀具路径编辑对话框，如图8-27所示；

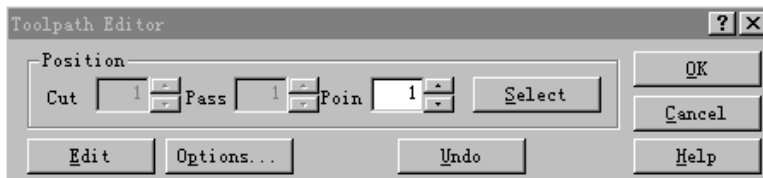


图 8-27

3. 用鼠标单击图8-27中的“选择(Select)”按钮，并用鼠标在绘图区拾取刀具路径被编辑点，如图8-25中的P2，此时，图8-27中的“点(Point)”输入框中的数字变为2，绘图区中的路径P1P2改变颜色；
4. 用鼠标单击图8-27中的“编辑(Edit)”按钮，并用鼠标单击主菜单区中的“编辑点(Edit Point)”，进入“编辑点参数(Point)”对话框，设置完毕后，如图8-28所示，单击图8-28中的“OK”按钮，回到图8-27；
5. 用鼠标单击图8-27中的“OK”按钮，完成刀具路径的编辑，回到图8-29；

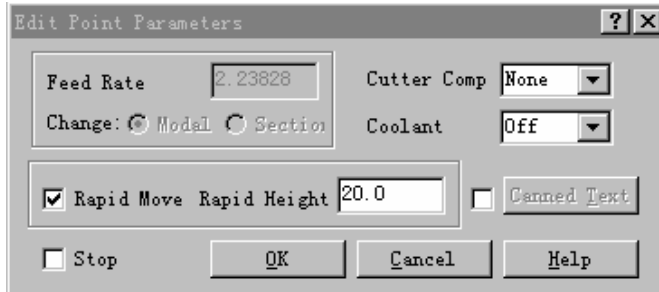


图 8-28

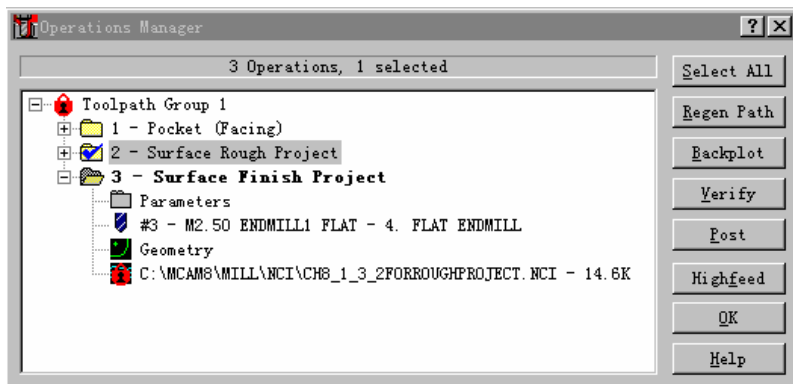


图 8-29

6. 用鼠标单击图8-29中的“刀具路径仿真 (Backplot)”按钮, 进入刀具路径仿真状态, 仿真结果如图8-30所示。经过编辑修正后的刀具路径加工过程仿真后的结果, 如图8-31所示, 比较图8-30和图8-25以及图8-31和图8-24可以看出, 图8-30和图8-31中字母Q的刀具路径已产生变化。

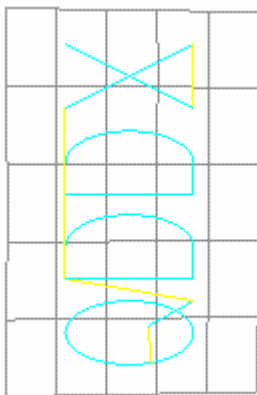


图 8-30



图 8-31

#### 步骤六 NC 代码的生成

生成NC代码时, 需要有后处理程序, 有关如何编写后处理程序比较复杂, 本书没有涉及, 这里假定已有了后处理程序。

生成NC代码时, 并不是所有“操作管理”对话框中的刀具路径都要生成NC代码, 因为有

些刀具路径是作为中间刀具路径，不需要最终输出，如本例中，图8-29中的的刀具路径1（挖槽刀具路径Pocket）。因此，用后处理程序产生NC代码前，需要将不需要输出的刀具路径屏蔽，操作方法如下：

1. 选中图8-29中的刀具路径1（挖槽刀具路径Pocket）；
2. 单击鼠标右键，出现弹出式菜单，依次选择“选项（Options）”和“后处理（Posting）”，得到如图8-32所示的三级弹出式菜单：

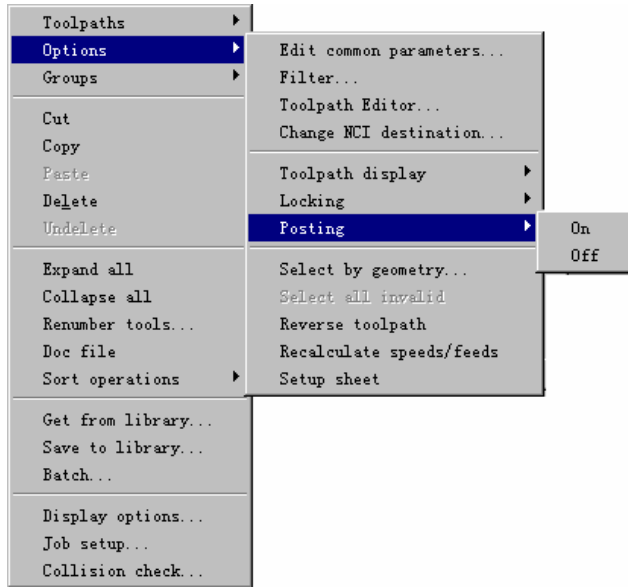


图 8-32

3. 用鼠标单击图8-32中的“关闭（Off）”，则刀具路径1（挖槽Pocket）第4项前的图标及文字均发生变化，如图8-33所示：

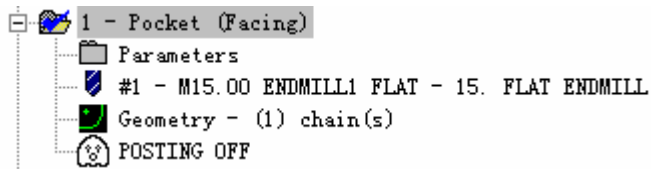


图 8-33

4. 用鼠标单击图8-29中的“后处理（Post）”按钮，进入后处理操作，产生的NC代码中将没有刀具路径1的代码。

步骤七 存储文件

文件名为：Ch8\_1\_3\_3.MC8

#### 8.1.4 插削加工方法（Plunge）

插削加工方法是一种效率非常高的加工方法，加工的运动方式类似于钻削加工，适用于具有陡峭壁的凹曲面型腔和凸曲面零件的加工。

### 步骤一 读入文件

文件名为：Ch8\_1\_4\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图8-34所示。

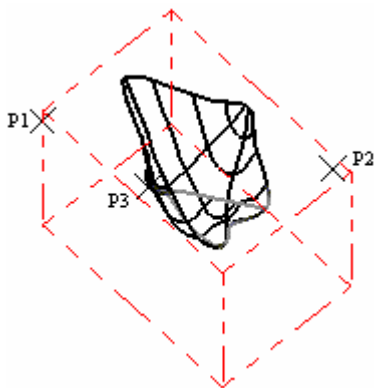


图 8-34

### 步骤二 生成插削粗加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-粗加工(Rough)-插削加工(Plunge)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)

2. 进入“插削粗加工刀具参数设置”对话框，选择直径为15mm的端铣刀；

3. 用鼠标单击图8-35上部的“曲面参数 (Surface parameters)”选项卡，进入“插削粗加工曲面参数设置”对话框，设置内容与图8-19基本相同，不同点为：

进给平面 (Feed plane...): 2.0

加工余量 (Stock to leave on drive): 0.5

4. 用鼠标单击图8-35上部的“插削粗加工参数 (Rough plunge parameters)”选项卡，进入“插削粗加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图8-35所示：



图 8-35

5. 用鼠标单击图8-35中的“确定”按钮；

6. 用鼠标在绘图区分别拾取插削范围的两点，如图8-34所示的P1和P2点，则得到插削加工刀具路径。

### 步骤三 插削粗加工过程仿真

按照2.5节的方法进行仿真操作，仿真结果如图8-36所示。

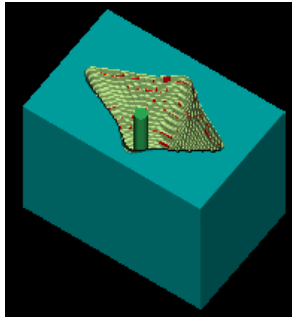


图 8-36

#### 步骤四 刀具路径的修正

观察插削加工过程可以发现，在工件的上表面有一层刀具路径没有切削到工件材料，这部分刀具路径是无用的，是由系统自动生成的，需要进行删除。MasterCAM在生成曲面加工刀具路径时，经常会产生无用的刀具路径，此时就要根据具体情况加以修正。

1. 进入“刀具路径编辑器”对话框，如图8-27所示（具体操作步骤参阅4.5.2节）；
2. 用鼠标单击图8-27中的“编辑(Edit)”按钮，再单击主菜单区“删除区段(Del Section)”，再单击主菜单区“选择(Select)”；
3. 用鼠标在绘图区拾取上表面刀具路径末端的刀具路径，如图8-34上P3点处，再单击主菜单区的“Done”，回到图8-27；
4. 用鼠标单击图8-27中的“OK”按钮，回到操作管理对话框，结束刀具路径的修正。

#### 步骤五 修正后的刀具路径仿真

按照2.5节的方法进行仿真操作，仿真结果与图8-36相同，观察修正后刀具路径的仿真过程，可以看出，修正后的刀具路径已删除了无用的刀具路径，节省了加工时间。

#### 步骤六 存储文件

文件名为：Ch8\_1\_4\_3.MC8

### 8.1.5 曲面挖槽加工方法 (Pocket)

曲面挖槽粗加工方法也是一个效率高的曲面加工方法，与二维挖槽加工类似，刀具切入的起始点可以人为控制，这样可以选择切入起始点在工件之外，再逐渐切入，使得切入过程平稳，保证加工质量。

图8-37为被加工零件的轴测图。

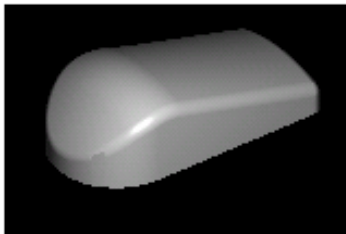


图 8-37

## 步骤一 读入文件

文件名为: Ch8\_1\_5\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图8-38所示。

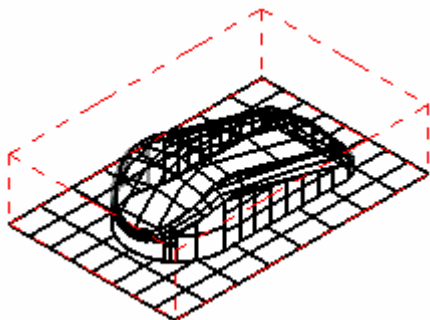


图 8-38

## 步骤二 生成挖槽粗加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-粗加工(Rough)-挖槽加工(Pocket)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)

2. 进入“挖槽粗加工刀具参数设置”对话框,选择直径为20mm的端铣刀;

3. 用鼠标单击图8-39上部的“曲面参数(Surface parameters)”选项卡,进入“挖槽粗加工曲面参数设置”对话框,设置内容与图8-19基本相同,不同点为工件表面高度设置有效,设定值为:

工件表面高度(Top of stock...): 38.0(绝对量)

4. 用鼠标单击图8-39上部的“挖槽粗加工参数(Rough pocket parameters)”选项卡,进入“挖槽粗加工参数设置”对话框,设置完毕后,如图8-39所示;

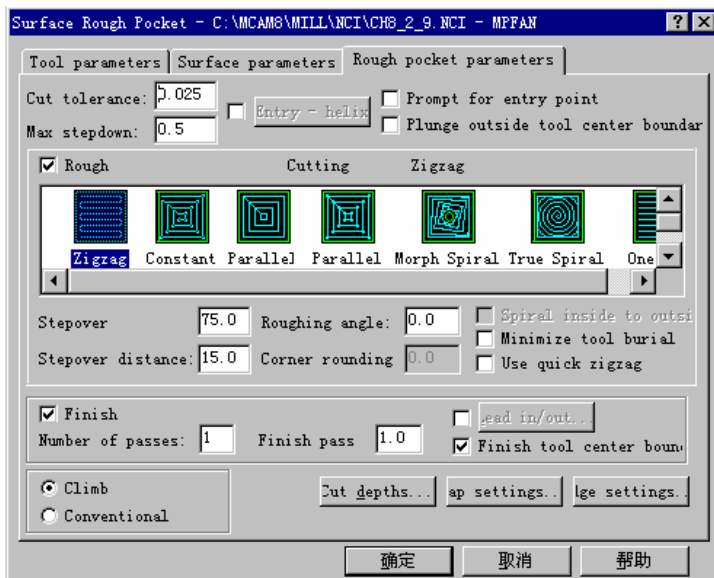


图 8-39

5. 用鼠标单击图8-39中的“切削深度(Cut depths...)”按钮,进入“切削深度(Cut depths...)设置”对话框,设置完毕后,如图8-40所示,单击图8-40中的“OK”按钮,回到图8-39;

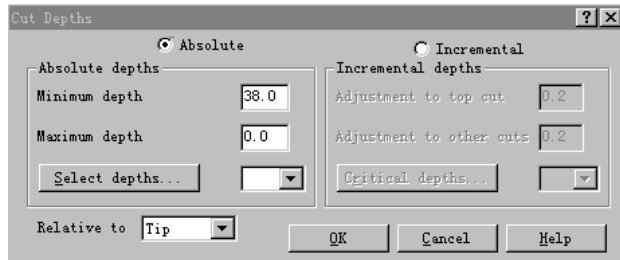


图 8-40

6. 用鼠标单击图8-39中的“确定”按钮,再用鼠标在绘图区串接挖槽边界,如图8-41所示,再单击主菜单区的“Done”,生成曲面挖槽刀具路径。

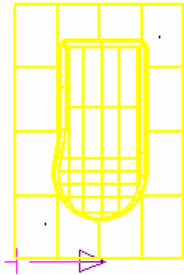


图 8-41

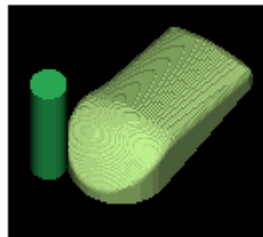


图 8-42

### 步骤三 挖槽粗加工过程仿真

按照 2.5 节的方法进行仿真操作,仿真结果如图 8-42 所示。

### 步骤四 存储文件

文件名为: Ch8\_1\_5\_2.MC8

## 8.1.6 曲面高速挖槽加工方法 (High Speed Pocket)

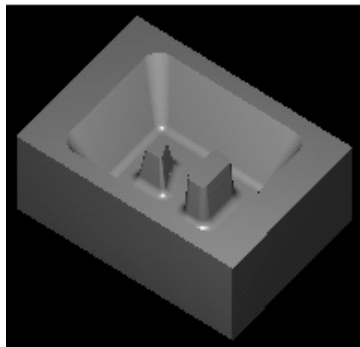


图 8-43

曲面高速挖槽加工方法是曲面挖槽加工方法中的一种特殊方法，用曲面高速挖槽加工方法生成的刀具路径非常平滑，因此，适用于进给速度很高的条件。

图8-43为被加工零件的轴测图。

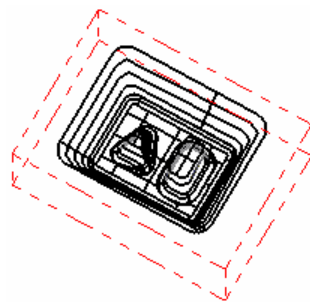


图 8-44

步骤一 读入文件

文件名为：Ch8\_1\_6\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图8-44所示。

步骤二 生成高速挖槽粗加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-粗加工(Rough)-挖槽加工(Pocket)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)

2. 进入“挖槽粗加工刀具参数设置”对话框，选择直径为20mm的端铣刀；

3. 用鼠标单击图8-45上部的“曲面参数 (Surface parameters)”选项卡，进入“挖槽粗加工曲面参数设置 (Surface parameters)”对话框，设置内容与图8-19基本相同，不同点为工件表面高度设置有效，设定值为：

工件表面高度 (Top of stock...): 0.0 (绝对量)

加工余量 (Stock to leave on drive): 1.0

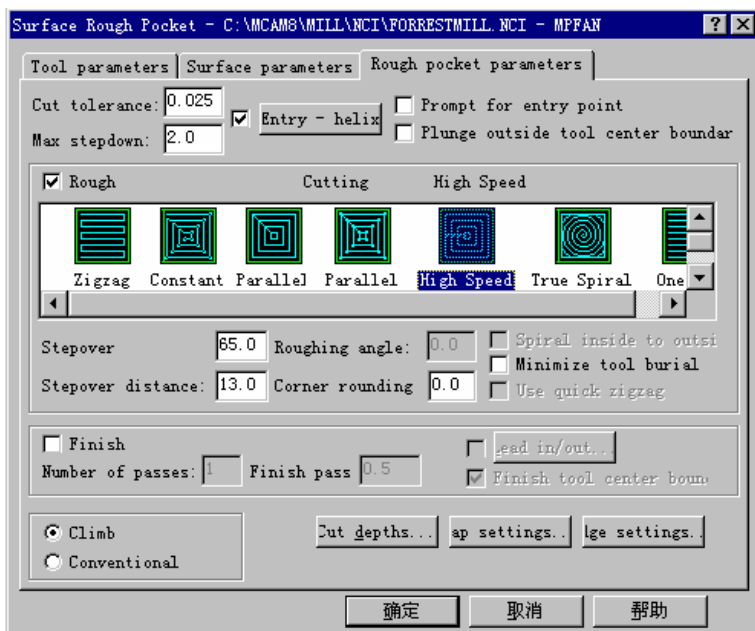


图 8-45

4. 用鼠标单击图8-45上部的“挖槽粗加工参数 (Rough pocket parameters)”选项卡，进入“挖槽粗加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图8-45所示；

5. 用鼠标单击图8-45中的“切入-螺旋线 (Entry-helix)”按钮，进入“切入-螺旋线设置”对话框，设置完毕后，如图8-46所示，单击图8-46中的“确定”按钮，回到图8-45；

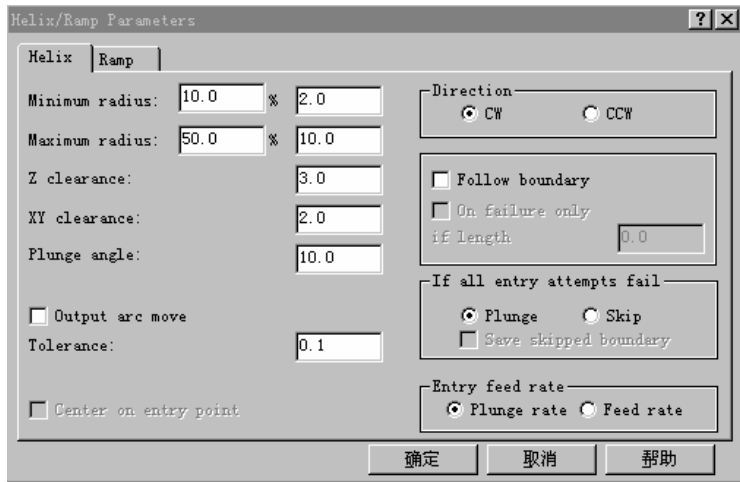


图 8-46

6. 用鼠标单击图8-45中的“确定”按钮，再用鼠标在绘图区串接挖槽边界，如图8-47所示，再单击主菜单区的“Done”，则得到高速挖槽刀具路径。

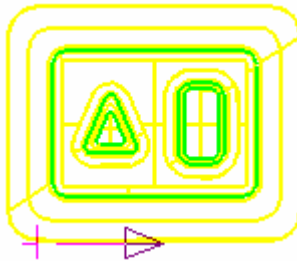


图 8-47

### 步骤三 高速挖槽粗加工过程仿真

按照 2.5 节的方法进行仿真操作，仿真结果如图 8-48 所示。

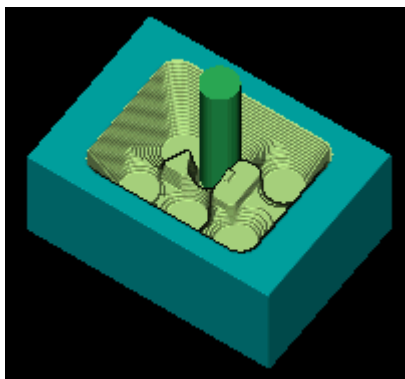


图 8-48

### 步骤四 存储文件

文件名为：Ch8\_1\_6\_2.MC8

### 8.1.7 残料粗加工方法 (Rest Mill)

残料粗加工方法是一种非常实用的粗加工方法，用于清除掉前一个加工方法剩余的材料。这种方法的突出优点是可以较大直径的刀具进行加工，以发挥大直径刀具切除效率高、不易损伤的特点，再用小直径刀具清除余料，由于残料粗加工方法只加工剩余材料部分，没有空行程，效率很高。与曲面残料精加工方法不同的是，残料粗加工不是直接进入曲面的最低层切削，最此，不易损伤刀具，安全性好。

本节的被加工零件依然是8.1.6节的零件，目标是清除8.1.6节加工后的残余材料。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch8\_1\_6\_2.MC8

步骤二 生成残料粗加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-粗加工(Rough)-轮廓加工(Contour)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)

2. 进入“轮廓粗加工刀具参数设置”对话框，选择直径为10mm的端铣刀；

3. 用鼠标单击图8-49上部的“曲面参数 (Surface parameters)”选项卡，进入“轮廓粗加工曲面参数设置”对话框，设置内容与图8-19基本相同，不同点为：

加工余量 (Stock to leave on drive): 1.0

4. 用鼠标单击图8-49上部的“轮廓粗加工参数 (Rough contour parameters)”选项卡，进入“轮廓粗加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图8-49所示；

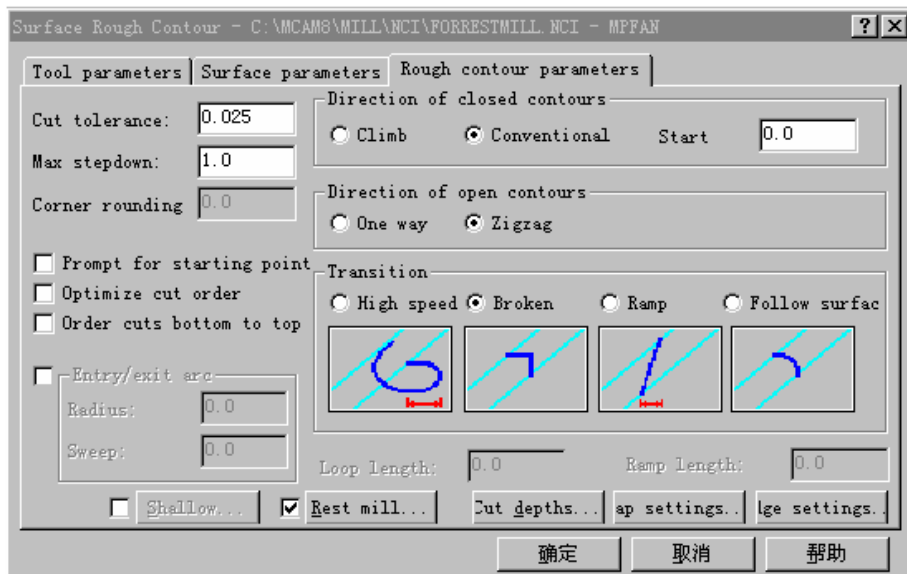


图 8-49

5. 用鼠标单击图8-49中“残料铣削 (Rest mill...)”按钮，进入“残料铣削设置”对话框，设置完毕后，如图8-50所示，单击图8-50中的“OK”按钮，回到图8-49；

6. 用鼠标单击图8-49中的“确定”按钮，再用鼠标在绘图区串接与图8-47相同的挖槽边界，单击主菜单区的“Done”，得到残料粗加工刀具路径。

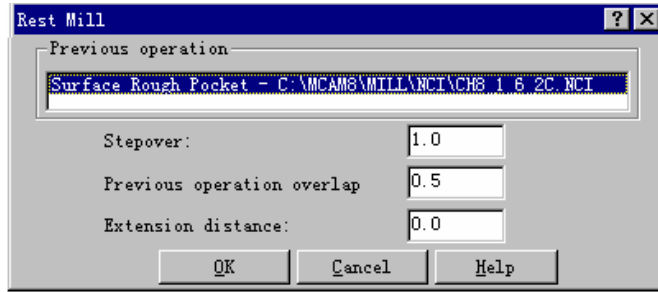


图 8-50

### 步骤三 残料粗加工过程仿真

按照 2.5 节的方法进行仿真操作，仿真结果如图 8-51 所示。

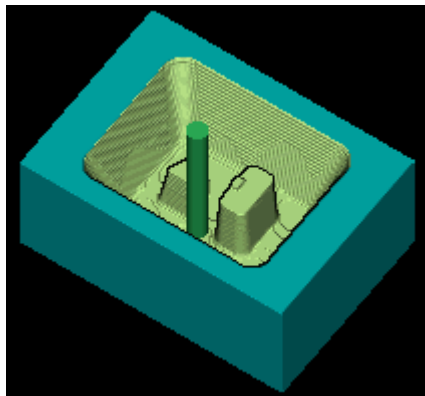


图 8-51

### 步骤四 存储文件

文件名为：Ch8\_1\_7\_1.MC8

## 8.2 精加工方法的应用

精加工的目的是切除粗加工后剩余的材料，以达到零件的形状和尺寸精度的要求。精加工中，首先要考虑的是保证零件的形状和尺寸精度，精加工中一般采用球铣刀。

MasterCAM 提供了多种精加工方法，如平行(Parallel)、陡斜面(Par. Steep)、放射(Radial)、投影(Projection)、流线(Flowline)、轮廓(Contour)、浅平面(Shallow)和环绕等距(Scallop)加工方法，其中平行、流线、投影、轮廓和放射精加工方法与对应的粗加工方法类似。在上述精加工方法中，根据在被加工曲面上生成的刀具路径的范围，可以分为两大类，一类是可以加工整个被选曲面，如平行、放射、投影、流线、轮廓和环绕等距精加工方法；另一类是只可以加工部分被选择曲面，如陡斜面、浅平面和轮廓加工中的浅平面精加工方法。因此，选择后一类精加工方法时，一定要注意应用的场合。本节只介绍其他精加工方法的特点及应用场合，并给出其应用的典型事例，结合事例说明其参数设置要点，读者可以通过本节的学习，掌握如何根据工件形状特点选择精加工方法。

### 8.2.1 平行精加工方法 (Parallel)

平行精加工方法是一个简单、用效和常用的精加工方法，加工刀具路径平行于某一给定方向，用于工件形状中凸出物与沟槽较少和曲面过渡比较平缓的情况。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch8\_2\_1\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图8-52a所示，图8-52b为粗加工后的仿真结果。

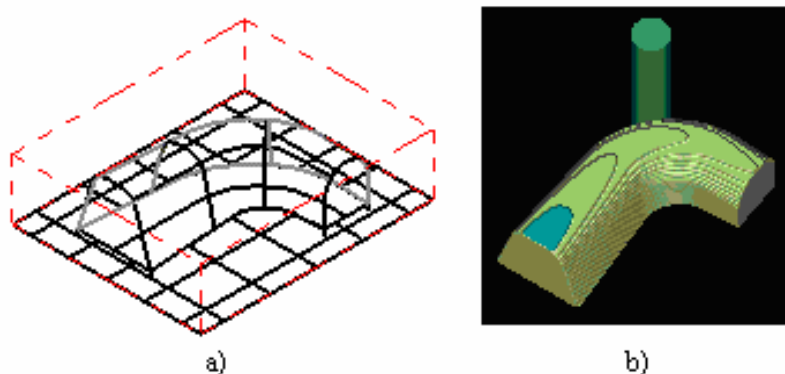


图 8-52

步骤二 生成平行精加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-精加工(Finish)-平行加工(Parallel)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)
2. 进入“平行精加工刀具参数设置”对话框，选择直径为15mm的球铣刀；
3. 用鼠标单击图8-53上部的“曲面参数 (Surface parameters)”选项卡，进入“平行精加工曲面参数设置 (Surface parameters)”对话框，设置完毕后，与图8-19相同；
4. 用鼠标单击图8-53上部的“平行精加工参数 (Finish parallel parameters)”选项卡，进入“平行精加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图8-53所示；



图 8-53

5. 用鼠标单击图8-53中的“间隙设置 (Gap settings...)”按钮，进入“间隙设置”对话框，设置完毕后，如图8-54所示，单击图8-54中的“OK”按钮，回到图8-53；

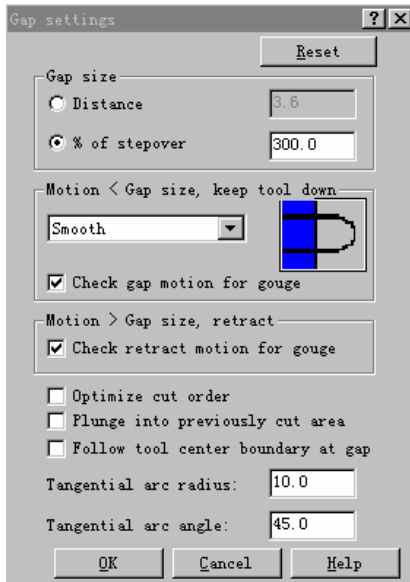


图 8-54

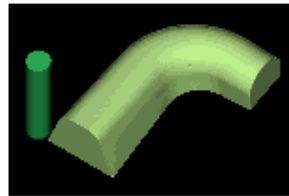


图 8-55

6. 用鼠标单击图8-53中的“确定”按钮，得到平行精加工刀具路径。

步骤三 平行精加工过程仿真

按照 2.5 节的方法进行仿真操作，仿真结果如图 8-55 所示。

步骤四 存储文件

文件名为：Ch8\_2\_1\_2.MC8

## 8.2.2 陡斜面加工方法（Par. Steep）

陡斜面精加工方法产生的刀具路径是在被选择曲面的陡斜面上，其范围由参数设定，由于陡斜面加工刀具路径也是平行于给定方向，在其他方向上不产生刀具路径，因此，此方法只适用于零件被加工曲面基本平行于给定方向的特殊场合。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch8\_2\_2\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图8-56a所示，图8-56b为粗加工后的仿真结果。

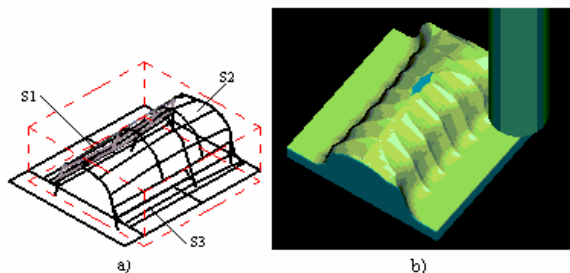


图 8-56

## 步骤二 生成陡斜面精加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-精加工(Finish)- 陡斜面加工(Par. Steep)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)
2. 选择直径为15mm的球铣刀;
3. 用鼠标单击图8-57上部的“曲面参数 (Surface parameters)”选项卡, 进入“陡斜面精加工曲面参数设置”对话框, 设置内容与图8-19相同;
4. 用鼠标单击图8-57上部的“陡斜面精加工参数 (Finish parallel steep parameters)”选项卡, 进入“陡斜面精加工参数设置”对话框, 设置完毕后, 如图8-57所示;

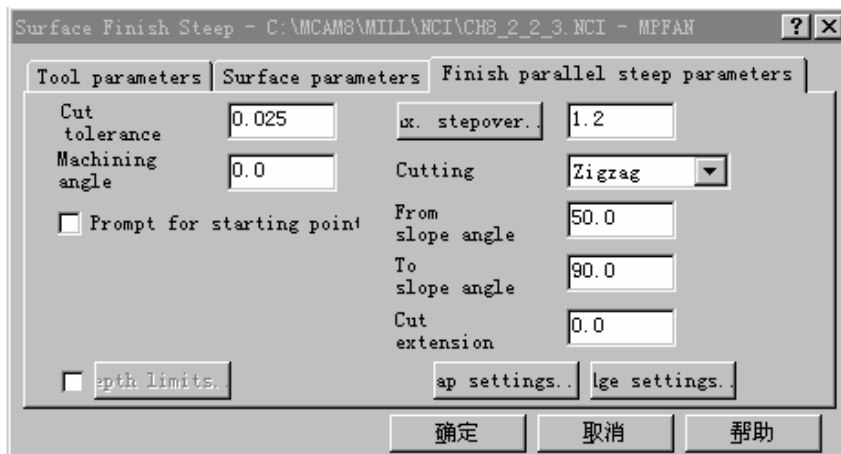


图 8-57

5. “间隙设置”对话框设置内容与图8-54相同;
6. 用鼠标单击图8-57中的“确定”按钮, 得到陡斜面精加工刀具路径。

## 步骤三 陡斜面精加工过程仿真

按照2.5节的方法进行仿真操作, 仿真结果如图8-58所示。

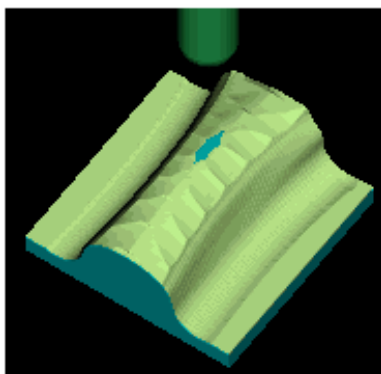


图 8-58

## 步骤四 存储文件

文件名为: Ch8\_2\_2\_2.MC8

### 8.2.3 浅平面加工方法 (Shallow)

浅平面精加工方法产生的刀具路径是在被选择曲面的上表面层上，其范围是由参数设定，浅平面精加工刀具路径也是平行于给定方向，由于精加工刀具路径在 Z 向切削深度上不可控制，因此，浅平面精加工方法不适用于在 Z 向有两个切削深度的表面。

浅平面和陡斜面精加工刀具路径合在一起的加工效果，类似于选用相近参数平行精加工的加工效果，浅平面、陡斜面和平行精加工这三种方法之间是相互联系的。读者在选用时，应注意它们的共同点及差别。

本节的例子是在 8.2.2 节加工的基础上，用浅平面精加工的方法。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch8\_2\_2\_2.MC8

步骤二 生成浅平面精加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-精加工(Finish)- 浅平面加工(Shallow)

用鼠标在绘图区拾取图8-56a中的曲面S1、S2、和S3，单击主菜单区的“Done”；

2. 进入“浅平面精加工刀具参数设置”对话框，选择直径为15mm的球铣刀；

3. 用鼠标单击图8-59上部的“曲面参数 (Surface parameters)”选项卡，进入“浅平面精加工曲面参数设置”对话框，设置内容与图8-19相同；

4. 用鼠标单击图8-59上部的“浅平面精加工参数 (Finish shallow parameters)”选项卡，进入“浅平面精加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图8-59所示；

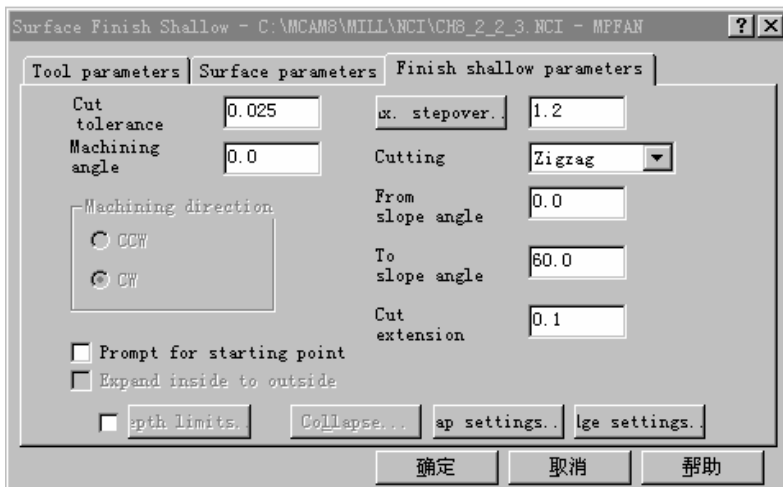


图 8-59

5. 间隙设置对话框与图8-54基本相同，不同点为：

切向圆弧半径 (Tangential arc radius:): 1.0

切向圆弧角度 (Tangential arc angle: ): 30.0

6. 用鼠标单击图8-59中的“确定”按钮，得到浅平面精加工刀具路径。

步骤三 浅平面精加工过程仿真

按照2.5节的方法进行仿真操作，仿真结果如图8-60所示。

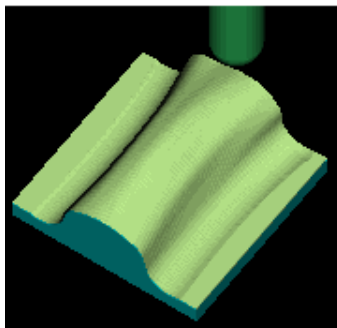


图 8-60

步骤四 存储文件

文件名为：Ch8\_2\_3\_1.MC8

## 8.2.4 环绕等距加工方法（Scallop）

环绕等距精加工方法产生的刀具路径是在被选择的所有曲面上，不受零件形状的影响，因此，可以适用于各种零件形状。环绕等距精加工方法在 Z 向切削进给量是固定的，使用此方法时，对于陡斜的面，当横向刀具路径间距较小时，要注意曲面加工精度是否满足要求。

本节的例子在 8.1.7 节加工的基础上，再用环绕等距精加工的方法。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch8\_1\_7\_1.MC8

步骤二 生成环绕等距精加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-精加工(Finish)- 环绕等距加工(Scallop)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)
2. 进入“环绕等距精加工刀具参数设置”对话框，选择直径为10mm的球铣刀；
3. 用鼠标单击图8-61上部的“曲面参数（Surface parameters）”选项卡，进入“环绕等距精加工曲面参数设置”对话框，设置内容与图8-19相同；
4. 用鼠标单击图8-61上部的“环绕等距精加工参数（Finish scallop parameters）”选项卡，进入“环绕等距精加工参数设置”对话框，设置完毕后，如图8-61所示；



图 8-61

5. “间隙设置”对话框与图8-54基本相同，不同点为：
  - 切向圆弧半径 (Tangential arc radius:): 0.0
  - 切向圆弧角度 (Tangential arc angle: ): 0.0
6. 用鼠标单击图8-61中的“确定”按钮，得到环绕等距精加工刀具路径。

步骤三 环绕等距精加工过程仿真

按照2.5节的方法进行仿真操作，仿真结果如图8-62所示。

步骤四 存储文件

文件名为：Ch8\_2\_4\_1.MC8

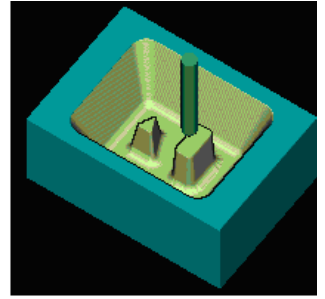


图 8-62

### 8.2.5 轮廓加工方法 (Contour)

轮廓精加工方法的应用特点与环绕等距精加工方法基本相同。轮廓精加工方法在 Z 向切削进给量也是固定的，但是，加工精度不受刀具路径之间间距的影响，此方法不适用于曲面表面平坦的情况。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch8\_2\_5\_1.MC8

该文件存储的零件图形如图8-63a所示，图8-63b为粗加工后的仿真结果。

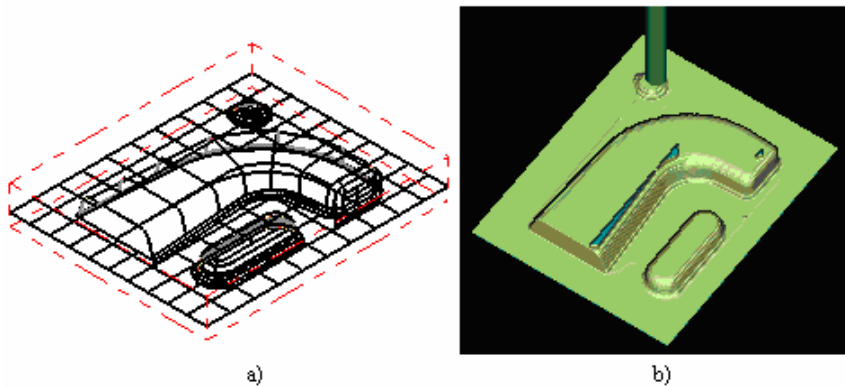


图 8-63

步骤二 生成轮廓精加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-精加工(Finish)- 轮廓精加工(Contour) -所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)
2. 进入“轮廓精加工刀具参数设置”对话框，选择直径为10mm的球铣刀；
3. “轮廓精加工曲面参数 (Surface parameters) 设置”对话框的设置内容与图8-19相同；
4. “轮廓精加工参数 (Finish contour parameters) 设置”对话框的设置内容与图8-49基本相同，不同点为“残料铣削 (Rest mill...)”设置为无效。

步骤三 轮廓精加工过程仿真

按照2.5节的方法进行仿真操作，仿真结果如图8-64所示。

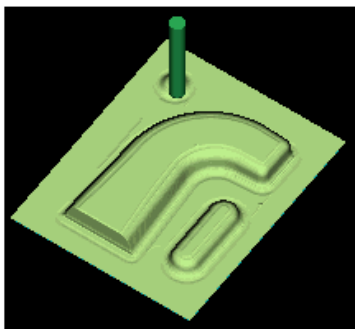


图 8-64

步骤四 存储文件

文件名为: Ch8\_2\_5\_2.MC8

### 8.2.6 轮廓浅平面加工方法 (Contour and Shallow)

轮廓浅平面精加工方法是轮廓精加工方法中的一种特定选择,可以更有效地控制刀具的运动,通过控制浅平面参数中的增加或删除浅平面中的刀具路径选择项,可以产生既加工表面上的浅平面又加工部分陡斜面的刀具路径,也可以产生只加工浅平面的刀具路径。

步骤一 读入文件

文件名为: Ch8\_2\_1\_1.MC8

步骤二 生成轮廓浅平面精加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-精加工(Finish)-轮廓精加工(Contour)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)
2. 进入“轮廓精加工参数设置”对话框,选择直径为15mm的球铣刀;
3. “轮廓精加工曲面参数 (Surface parameters) 设置”对话框的设置内容与图8-19相同;
4. “轮廓精加工参数 (Finish contour parameters) 设置”对话框与图8-49基本相同,不同点为“浅平面 (Shallow...)”设置为有效,“残料铣削 (Rest mill...)”为无效;
5. 用鼠标单击图8-49中的“浅平面 (Shallow...)”按钮,进入“浅平面设置”对话框,设置完毕后,如图8-65所示。

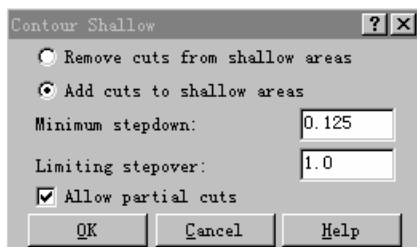


图 8-65

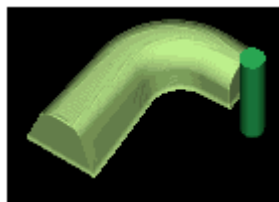


图 8-66

步骤三 轮廓浅平面精加工过程仿真

按照2.5节的方法进行仿真操作,仿真结果如图8-66所示。

步骤四 存储文件

文件名为: Ch8\_2\_6\_1.MC8

## 8.3 清角精加工方法的应用

清角精加工的目的是切除粗加工和精加工后,两个相交曲面之间剩余的材料,以达到零件的形状精度的要求。值得注意的是,清角加工刀具路径只产生在相交曲面之间,因此,加工的范围很小,这一点与粗加工和精加工的概念不同。

由于是加工曲面相交的过渡区域,清角精加工中一般采用尺寸较小的球铣刀。

MasterCAM 提供了两种清角精加工方法,即残料清角 (Leftover) 和交线清角 (Pencil) 精加工方法。

有关清角精加工方法的详细操作步骤可参阅《MasterCAM 实用教程》(苟琪等编著,机械工业出版社,2001年5月)。

### 8.3.1 残料清角精加工方法 (Leftover)

步骤一 读入文件

文件名为: Ch8\_2\_5\_2.MC8

步骤二 生成残料清角精加工刀具路径

1. 选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-曲面(Surface)-精加工(Finish)- 残料清角精加工(leftover) –所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)
2. 进入“残料清角精加工刀具参数设置”对话框,选择直径为6mm的球铣刀;
3. “残料清角精加工曲面参数设置 (Surface parameters)”对话框的设置内容与图8-19相同;
4. “残料清角精加工参数 (Finish leftover parameters) 设置”对话框如图8-67所示;

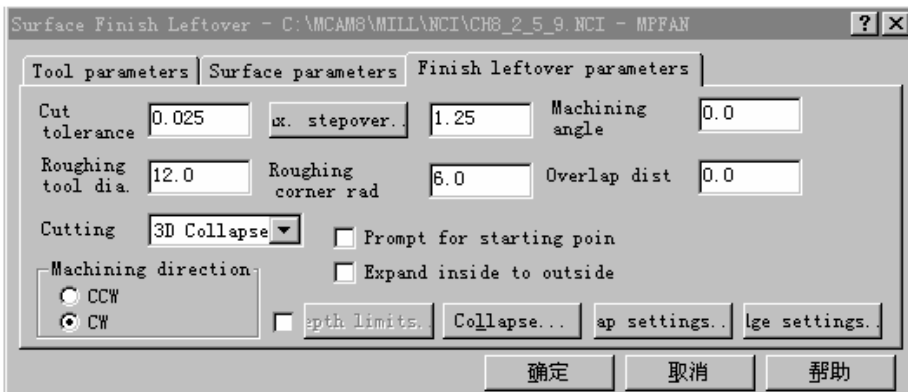


图 8-67

5. 生成的残料清角精加工刀具路径如图 8-68 所示。

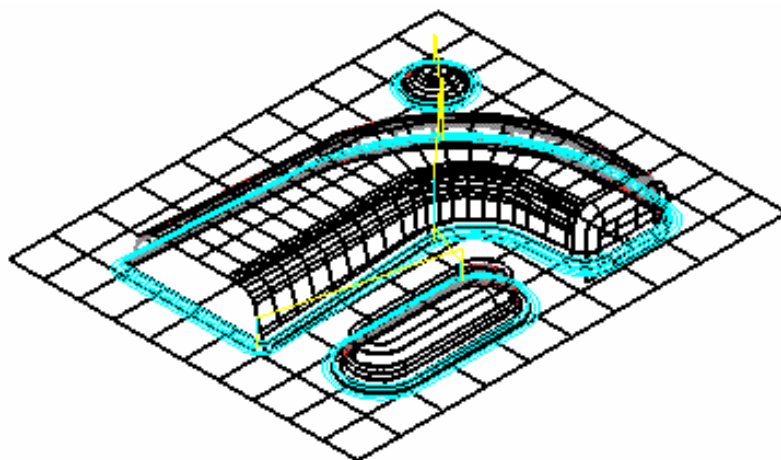


图 8-68

#### 步骤三 残料清角精加工过程仿真

按照2.5节的方法进行仿真操作，仿真结果如图8-69所示。

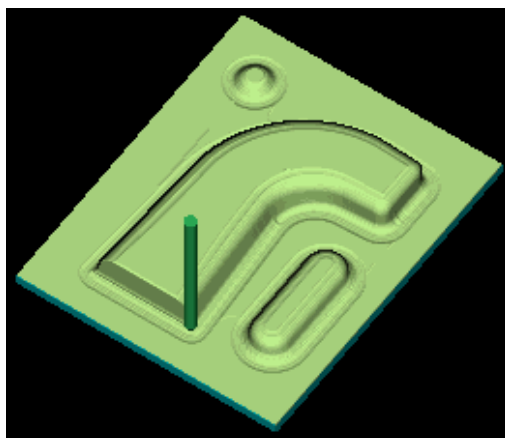


图 8-69

#### 步骤四 存储文件

文件名为：Ch8\_3\_1\_1.MC8

### 8.3.2 交线清角精加工方法（Pencil）

对于上节相同的零件，用交线清角精加工方法清除相交曲面间的多余材料，刀具路径相切于相交的两个曲面。

交线清角精加工的操作与残料清角精加工基本相同，不同点为

1. 选择的加工方法为交线清角精加工；
2. “交线清角精加工参数（Finish Pencil parameters）设置”对话框如图8-70所示；



图 8-70

3. 交线清角精加工仿真结果如图8-71所示;
4. 存储的文件名为: Ch8\_3\_2\_1.MC8。

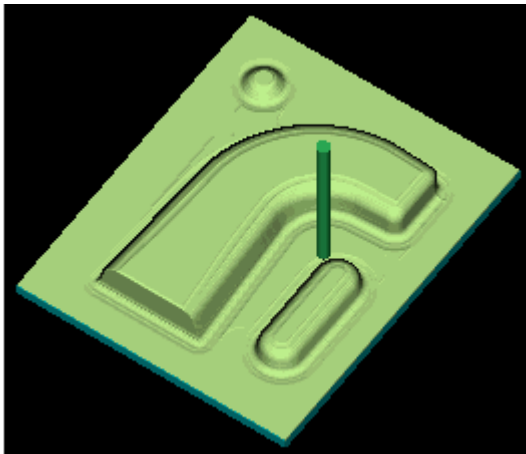


图 8-71

## 8.4 三轴加工综合实例

本节通过一个实例说明曲面的设计方法（从实体模型产生曲面的方法），三轴加工中粗加工、精加工和清角加工的综合应用方法。

### 8.4.1 被加工曲面的设计

曲面设计的方法有多种，通常是先设计出线框模型图，再由其生成曲面，本节根据一个实例，介绍一种高效的曲面设计方法，即由实体模型产生曲面的方法。

图 8-72a 为零件实体模型的轴测图，由实体模型生成的被加工曲面渲染图如图 8-72b 所示，以下为由实体模型生成曲面的设计步骤。

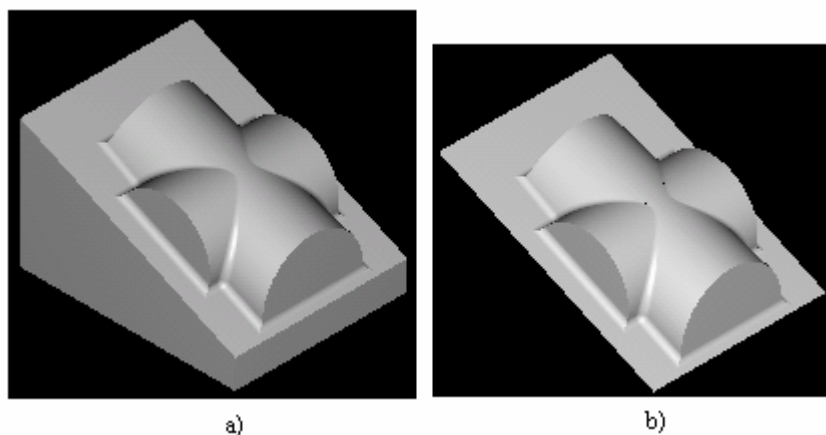


图 8-72

步骤一 基本设置

层(Level): 1

颜色(Color): 绿色(10)

Z向深度控制: 0

线型(Style): 实线(Solid)

线宽(Width): 2

绘图面(Cplane): 轴测图(I)

视图面(Gview): 轴测图(I)

按功能键F9, 在屏幕上建立工件设计坐标系。

步骤二 绘制 $100 \times 80 \times 60$ 的长方体

选择 主菜单(Main Menu)-实体(Solids)-下一菜单(Next menu)-基本造型(Primitives)-长方体(Block)

在绘图区出现一个单位长方体, 在主菜单区出现控制长方体形状和尺寸的菜单项, 分别用鼠标在主菜单区单击“长度 (Length)”、“宽度 (Width)”和“高度 (Hight)”。

输入长度: 100 回车

输入宽度: 80 回车

输入高度: 60 回车

得到如图8-73所示图形。

步骤三 绘制高度为60的水平面

设置

层(Level): 2 (并输入层名称为: frame and flat surface)

绘图面(Cplane): 俯视图 (T)

视图面(Gview): 俯视图 (T)

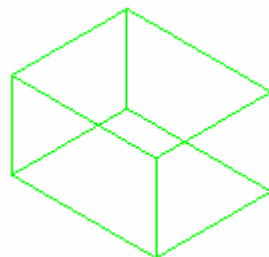


图 8-73

Z向深度控制: 60

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-长方形(Rectangle)-选项(Options)

进入“长方形选项”对话框, 设置完毕后, 如图8-74所示, 单击图8-74中的“OK”按钮。

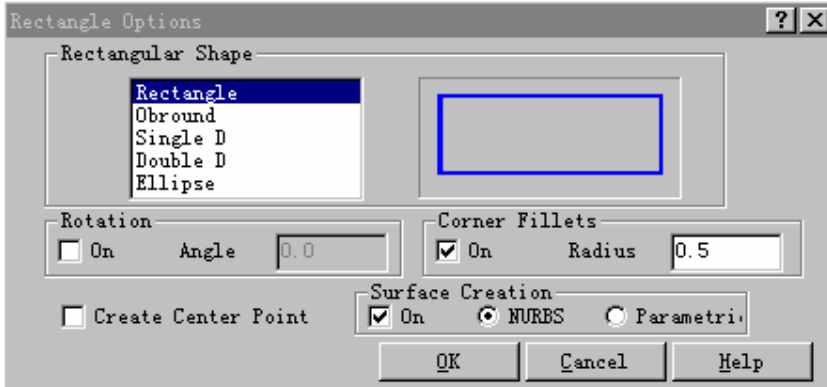


图 8-74

用鼠标单击主菜单区“2点(2 points)”, 并通过键盘

输入: -50, 45 回车

输入: 80, -45 回车

按键盘上的Esc键, 结束长方形曲面绘制。

改变设置

视图面(Gview): 轴测图 (I)

得到如图8-75所示图形。

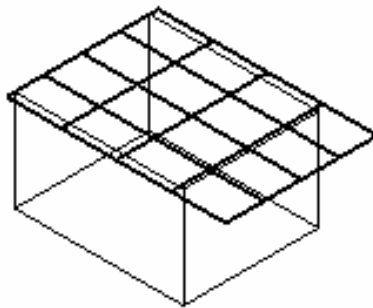


图 8-75

步骤四 旋转高度为 60 的水平面-25°

设置

绘图面(Cplane): 前视图 (F)

选择 主菜单(Main Menu)-转换(Xform)-旋转(Rotate)-所有(All)-层(Level)

进入“层选择”对话框, 选择第2层, 选择完毕后, 如图8-76所示, 单击图8-76中的“OK”按钮。

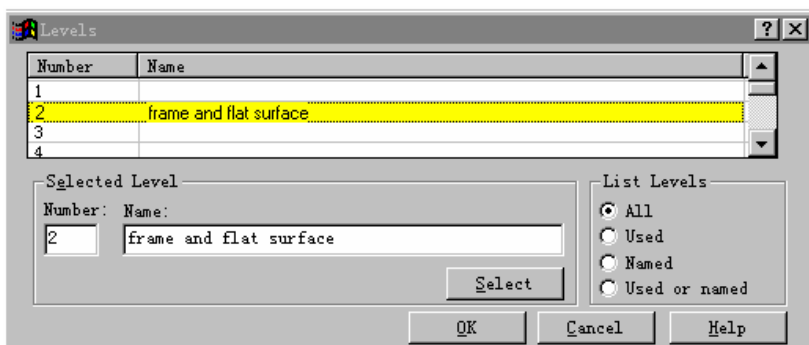


图 8-76



图 8-77

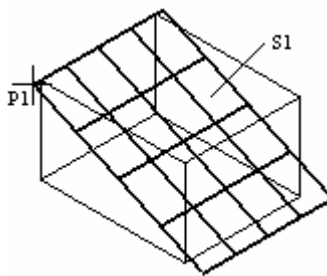


图 8-78

用鼠标单击主菜单区的“Done”，结束图素选择。

用鼠标拾取旋转点，如图8-78中的点P1，进入旋转设置对话框，设置完毕后，如图8-77所示，单击图8-77中的“OK”按钮。

得到旋转后的图形，如图 8-78 所示，按 Esc 键，结束旋转操作。

步骤五 修剪长方体到旋转平面

选择 主菜单(Main Menu)-实体(Solids)-下一菜单(Next menu)-修剪(Trim)-曲面(Surface)

用鼠标在绘图区拾取图8-78中的倾斜面S1，并单击主菜单区的“改变方向(Flip)”，则倾斜面上的箭头方向向下，单击主菜单区的“Done”，完成实体修剪操作，得到剪切后的图形，如图8-79所示。

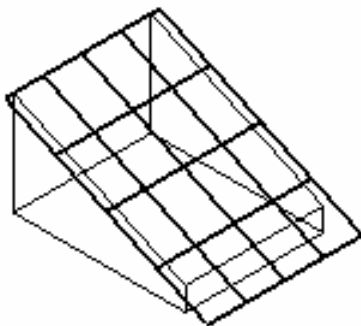


图 8-79

步骤六 绘制一圆弧和一直线

设置

绘图面(Cplane): 前视图 (F)

视图面(Gview): 前视图 (F)

Z向深度控制: -30

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-圆弧(Arc)-3 点(3 points)

通过键盘分别输入三点。

输入第1点: -15, 30 回车

输入第2点: 12, 52 回车

输入第3点: 24, 18 回车

按下Esc键, 结束三点绘制圆弧操作, 得到如图8-80所示圆弧C1。

绘制连接圆弧两端点的直线。

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-直线(Line)-线段(Endpoints)

用鼠标在绘图区分别拾取圆弧的两端点, 图8-80中的P1和P2, 按下Esc键, 结束绘制线段操作。

改变设置

视图面(Gview): 轴测图 (I)

得到如图8-80所示图形。

步骤七 用拉伸方法生成实体

设置

层(Level): 1

选择 主菜单(Main Menu)-实体(Solids)-拉伸(Extrude)

用鼠标在绘图区串接在上一步骤中绘制的圆弧和直线, 再单击主菜单区的“Done”, 结束串接操作, 出现了拉伸方向的箭头, 如图8-81所示。

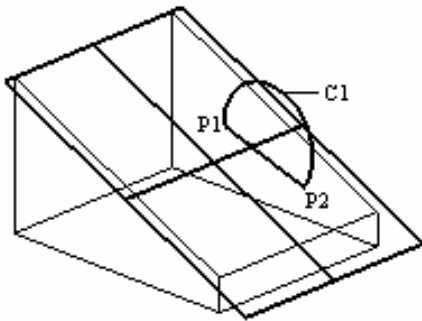


图 8-80

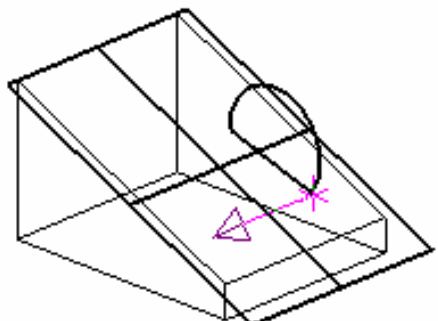


图 8-81

用鼠标单击主菜单区的“Done”, 进入拉伸设置对话框, 设置完毕后, 如图8-82所示, 单击图8-82中的“OK”按钮, 改变设置, 关闭层2, 得到图8-83。

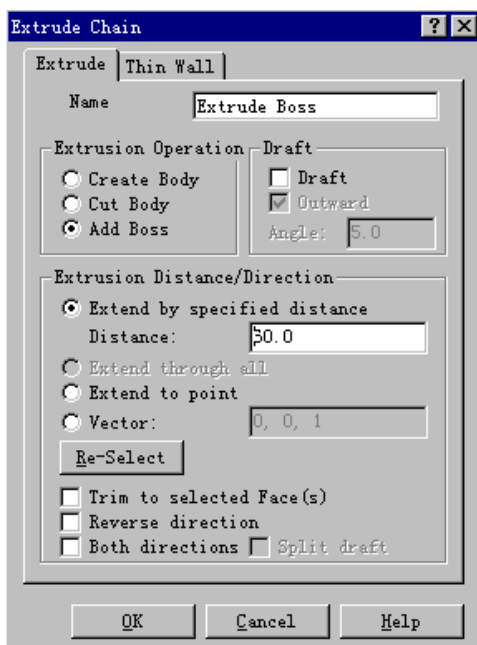


图 8-82

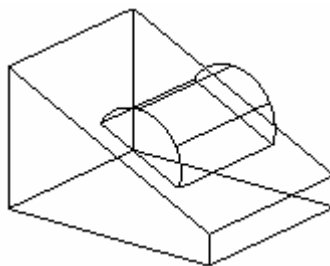


图 8-83

步骤八 绘制另一圆弧

设置

绘图面(Cplane): 侧视图 (S)

视图面(Gview): 侧视图 (S)

层(Level): 2

Z向深度控制: 46

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-圆弧(Arc)-3 点(3 points)

通过键盘分别输入三点。

输入第1点: -18, 3 回车

输入第2点: -1, 41 回车

输入第3点: 18, 3 回车

按下键盘上的Esc键, 结束三点绘制圆弧操作。

改变设置

视图面(Gview): 轴测图 (I)

得到如图8-85所示的圆弧C1。

步骤九 平移圆弧

设置

绘图面(Cplane): 前视图 (F)

选择 主菜单(Main Menu)-转换(Xform)-移动(Translate)

用鼠标在绘图区拾取被移动的圆弧, 图8-85中的C1, 再单击主菜单区“Done”, 结束被移动图素的串接。

用鼠标单击主菜区的“直角坐标 (Rectang) 移动”，通过键盘输入：-80, 25 回车

进入“移动设置”对话框，设置完毕后，如图8-84所示，单击图8-84中的“OK”按钮，得到移动后的结果，如图8-85中的C2。



图 8-84

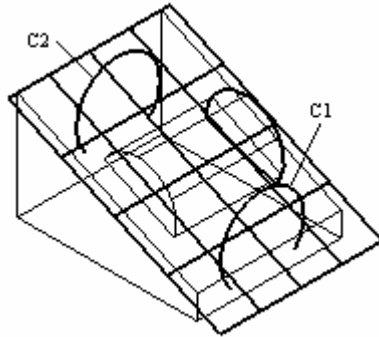


图 8-85

步骤十 旋转平移后的圆弧-15°

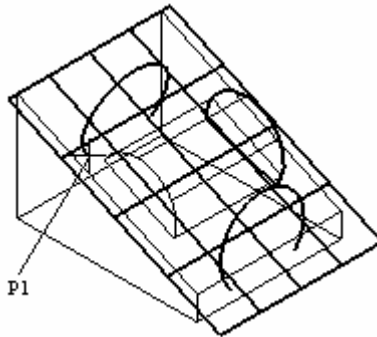


图 8-86

选择 主菜单(Main Menu)-转换(Xform)-旋转(Rotate)-结果(Result)-完成(Done)

用鼠标在绘图区拾取移动后圆弧的一端点，如图8-86中的P1，进入“旋转设置”对话框，其设置与图8-77基本相同，不同点为

旋转角度 (Rotation angle): -15.0

得到旋转后的图形，如图8-86所示。

步骤十一 分别绘制连接两圆弧端点的两个线段  
设置

绘图面(Cplane): 轴测图 (3D)

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-直线(Line)-线段(Endpoints)

用鼠标分别拾取图8-87中的圆弧C1的两端点P1与P2和圆弧C2的两端点P3与P4，按下Esc键，结束绘制线段操作。

得到图8-87中的线段L1和L2。

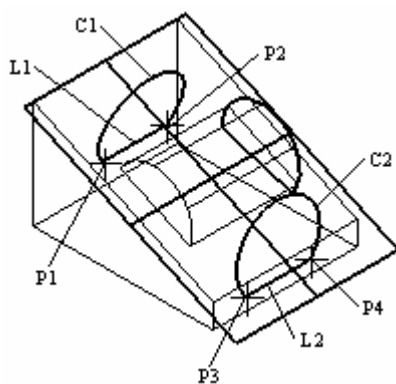


图 8-87

步骤十二 用举升方法生成实体  
设置

层(Level): 1

选择 主菜单(Main Menu)-实体(Solids)-举升(Loft)

用鼠标在绘图区分别串接两个封闭环，即图8-87中的C1与L1和C2与L2，每个封闭环都是由一圆弧和一直线组成，串接的起始点应相对应，单击主菜单区的“Done”，结束串接操作，进入“举升设置”对话框，设置完毕后，如图8-88所示，单击图8-88中的“OK”按钮。

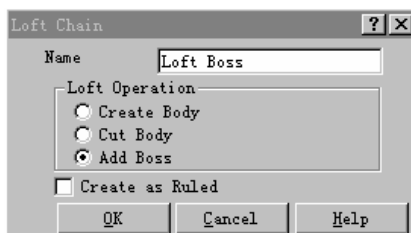


图 8-88

设置

关闭层2

得到图8-89。

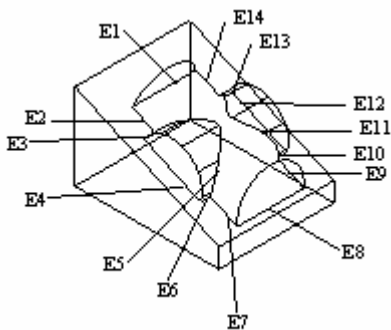


图 8-89



图 8-90

步骤十三 在实体上倒圆角

选择 主菜单(Main Menu)-实体(Solids)-倒角(Fillet)

设置主菜单功能，使选择边 (Edges) 功能有效，如图 8-90 所示。

用鼠标分别拾取图 8-89 中的边 E1~E14，再单击主菜单区的“Done”两次，进入“倒角参数设置”对话框，设置完毕后，如图 8-91 所示，单击图 8-91 中的“OK”按钮。得到图 8-92。

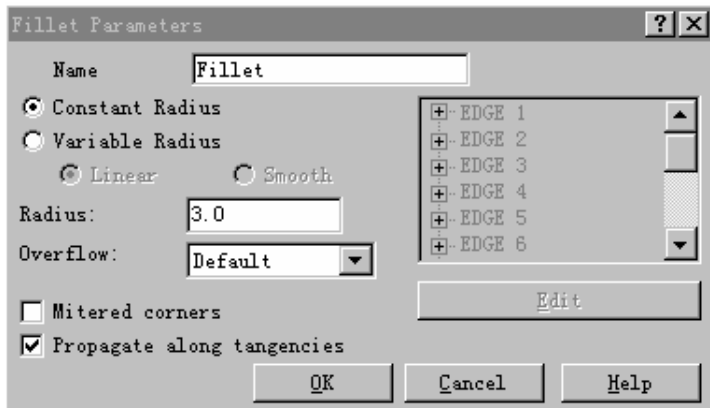


图 8-91

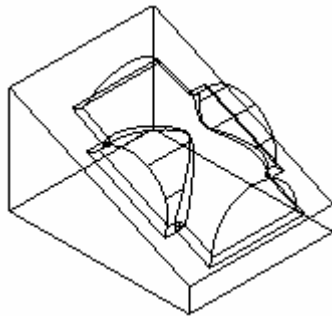


图 8-92

步骤十四 由实体产生曲面

设置

层(Level): 3 (并输入层名称为: Surface from solid)

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-曲面(Surface)-下一菜单(Next menu)-来自实体(From solid)

在主菜单区得到选择实体方法菜单项，设置完毕后，如图8-93所示。

用鼠标在绘图区拾取实体，并单击主菜单区的“Done”，则得到整个实体表面的曲面，如图8-94所示。

步骤十五 删除侧面和底面得到被加工曲面

设置

关闭层1

用鼠标单击工具条中的删除工具条，删除侧面和底面，得到图8-95。

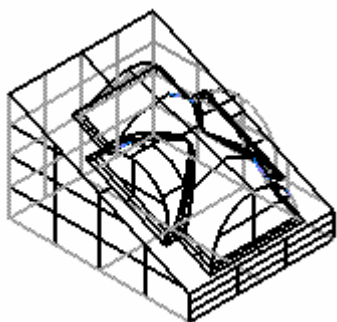


图 8-93

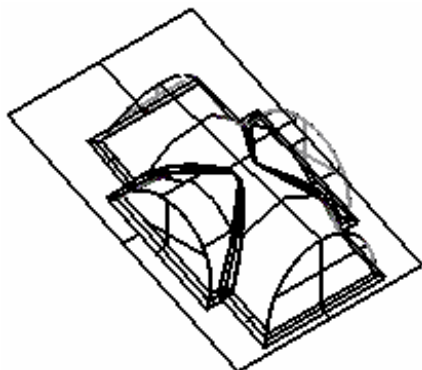


图 8-94

图 8-95

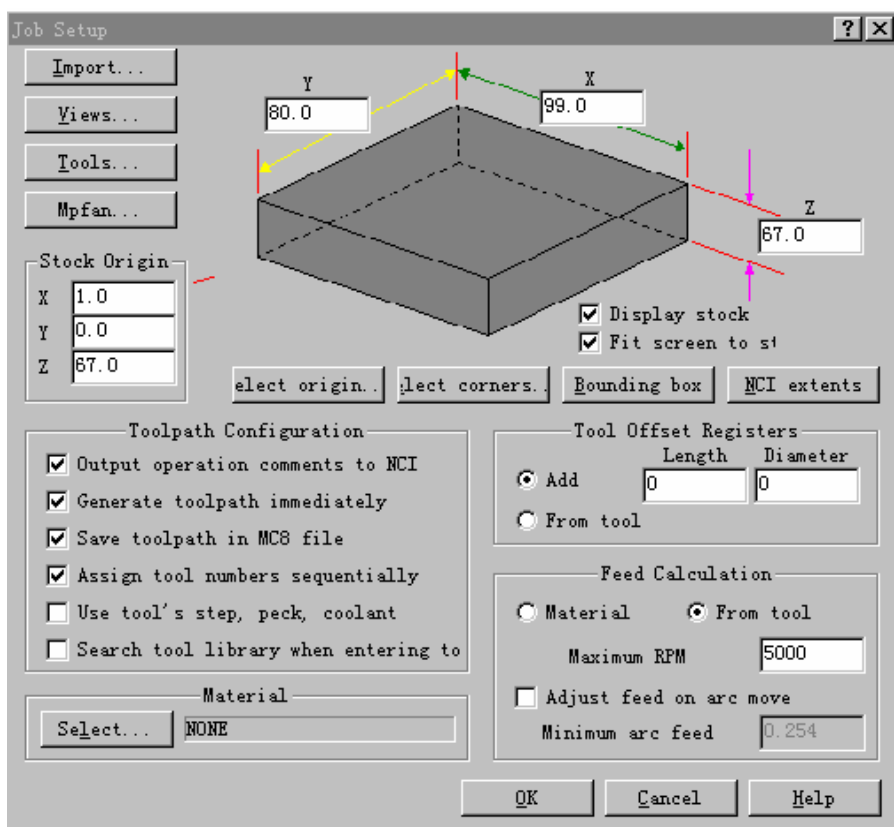


图 8-96

#### 步骤十六 工件毛坯尺寸设置

选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)- 毛坯设置(Job setup)

进入工件“毛坯设置”对话框，设置完毕后，如图8-96所示，单击图8-96中的“OK”按钮，得到图8-97。

#### 步骤十七 存储文件

文件名为：Ch8\_4\_1\_15.MC8

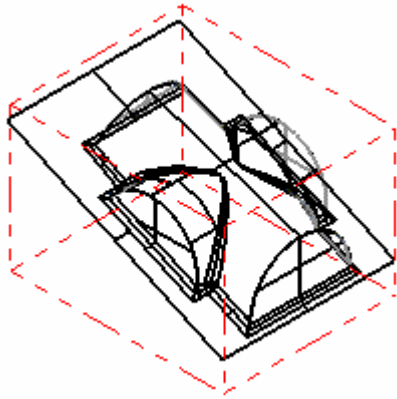


图 8-97

## 8.4.2 加工方法的应用

### 8.4.2.1 粗加工方法

在本例中选择平行粗加工方法，平行粗加工刀具路径的生成操作可参阅 8.1.1 节。

1. 选择平行粗加工方法；
2. 选择直径为15mm的端铣刀；
3. “平行粗加工曲面参数 (Surface parameters) 设置”对话框的设置内容与图8-19基本相同，不同点为：

加工余量 (Stock to leave on drive): 1.0

4. “平行粗加工参数 (Rough parallel parameters) 设置”对话框的设置内容与图8-4基本相同，不同点为：

最大切削深度 (Max stepdown): 2.0

5. 平行粗加工过程仿真结果如图8-98所示。

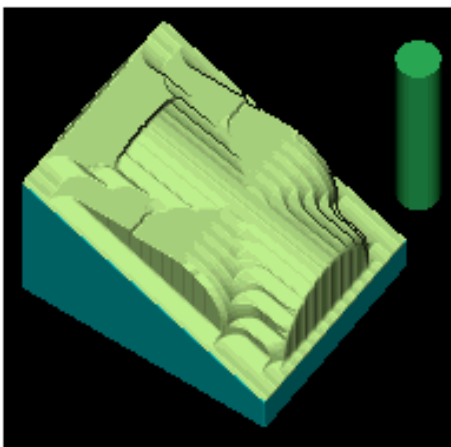


图 8-98

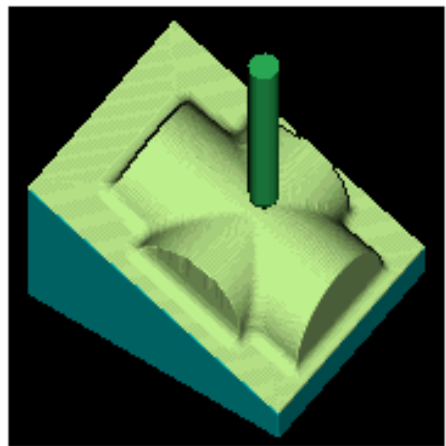


图 8-99

#### 8.4.2.2 精加工方法

在本例中选择环绕等距精加工方法，环绕等距精加工刀具路径的生成操作可参阅 8.2.4 节。

1. 选择环绕等距精加工方法；
2. 选择直径为10mm的球铣刀；
3. “环绕等距精加工曲面参数（Surface parameters）设置”对话框的设置内容与图8-19相同；
4. “环绕等距精加工参数（Finish scallop parameters）设置”对话框的设置内容与图8-61相同；
5. 环绕等距精加工过程仿真结果如图8-99所示。

#### 8.4.2.3 清角精加工方法

在本例中选择交线清角精加工方法，交线清角精加工刀具路径的生成操作步骤可参阅 8.3.2 节。

1. 选择交线清角精加工方法；
2. 选择直径为6mm的球铣刀；
3. “交线清角精加工曲面参数（Surface parameters）设置”对话框的设置内容与图8-19相同；
4. “交线清角精加工参数（Finish pencil parameters）设置”对话框的设置内容与图8-70相同；
5. 交线清角精加工过程仿真结果如图 8-100 所示。

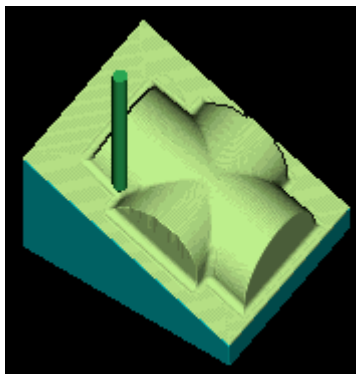


图 8-100

存储文件

文件名为：Ch8\_4\_2\_1.MC8

## 第 9 章 四轴加工刀具路径

四轴加工是在三轴的基础上加上一个回转轴，因此，四轴加工可以加工具有回转轴的零件或沿某一轴四周需要加工的零件。CNC 机床中的第四轴可以是绕 X、Y 或 Z 轴旋转的任意一个轴，通常是用 A、B 或 C 表示，具体是哪根轴是根据机床的配置来定的。

MasterCAM 只提供了绕 A 或 B 轴产生刀具路径的功能，当机床是具有 C 轴的四轴 CNC 机床时，可以用绕 A 或 B 轴产生四轴刀具路径的方法产生刀具路径，通过修正后处理程序，可以生成具有 C 轴的四轴 CNC 机床的加工代码，由于后处理程序的设计比较复杂，本书没有涉及，如果读者有这方面的需求，可与本书作者联系。

本章将以一个实例介绍一个典型四轴加工零件的设计方法，说明绕 A 或 B 轴产生四轴粗加工和精加工刀具路径的方法和操作步骤，此实例为加拿大滑铁卢大学（University of Waterloo, Canada）心理学系一个项目中的实际加工零件。

### 9.1 四轴加工零件的设计

此零件的线框轴测图如图 9-1a 所示，图 9-1b 是经过渲染后的图形，此零件的特征为其中心线是一曲线，如图 9-1a 中的 S1 所示，在曲线上任意一点的正交面上是一个圆，曲线上任意一点的切线垂直于该正交面，在零件两端，圆缩为两点，被加工曲面是由无数个正交面上的圆包络而形成。



图 9-1

通过此例可以学习应用多个坐标系设计零件以及用举升方法产生类似形状曲面的方法。

步骤一 基本设置

层(Level)：1

颜色(Color)：绿色(10)

线型(Style)：实线(Solid)

线宽(Width)：2

绘图面(Cplane)：前视图 (F)

视图面(Gview)：前视图 (F)

Z向深度控制：0

按功能键F9，在屏幕上建立工件设计坐标系。

步骤二 绘制一系列点（共17点）

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-点(Point)-位置(Position)

通过键盘依次输入点坐标。

输入第1点：-80，0 回车

输入第2点：-73.848，2.918 回车

输入第3点：-67.63，5.692 回车

输入第4点：-61.349，8.32 回车

输入第5点：-55.008，10.801 回车

输入第6点：-48.611，13.133 回车

输入第7点：-42.162，15.316 回车

输入第8点：-35.663，17.347 回车

输入第9点：-29.224，19.198 回车

输入第10点：-22.277，20.439 回车

输入第11点：-19.181，20.567 回车

输入第12点：-17，20.5 回车

输入第13点：-12.389，19.939 回车

输入第14点：-7.892，18.771 回车

输入第15点：-3.828，17.133 回车

输入第16点：-1.726，16.01 回车

输入第17点：0，15 回车

按下 Esc 键，结束绘制点操作，得到绘制的 17 个点，如图 9-2 所示。

步骤三 绘制样条曲线

设置：

关闭坐标显示

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-样条曲线(Spline)-自动(Automatic)

用鼠标依次拾取图 9-2 中的第 1 点 P1，第 2 点 P2 和最后一点 P17，则得到图 9-3 中的 S1，按下 Esc 键，结束绘制样条曲线操作。

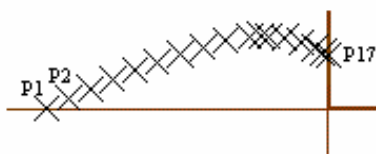


图 9-2

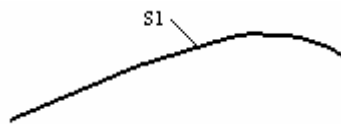


图 9-3

步骤四 绘制样条曲线的垂直线

在样条曲线 S1 上选择 8 个点，如图 9-4 上的 P1 ~ P8，绘制过这 8 个点垂直于样条曲线的垂线。由于绘制 8 条垂线的方法相同，这里只给出绘制过 P1 点垂直于样条曲线的垂线的

方法。

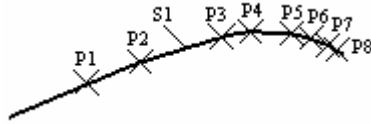


图 9-4

1. 选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-直线(Line)-垂线(Perpendicular)-点(Point)
2. 用鼠标拾取图 9-4 中的样条曲线 S1，再拾取图 9-4 中的点 P1；
3. 通过键盘输入垂线长度 10（注：过 P1、P2、P7 和 P8 的垂线长度为 10，过 P3、P4、P5 和 P6 的垂线长度为 15），按下回车键，得到如图 9-5a 所示的垂线 L1；
4. 用鼠标拾取图 9-5a 中直线 L1 上的 P2 点，则样条曲线 S1 上面部分的直线保留，得到图 9-5b。



图 9-5

按照相同方法可以绘制过 P2 ~ P8 点垂直于样条曲线的垂线，如图 9-6 所示。



图 9-6

#### 步骤五 绘制过 8 个点的水平线

绘制过图 9-4 中 P1 ~ P8 这 8 个点的水平线。由于绘制 8 条水平线的方法相同，这里只给出绘制过 P1 点水平线的方法。

#### 设置

绘图面(Cplane)：俯视图 (T)

视图面(Gview)：轴测图 (I)

Z 向深度控制：8.320（注：绘制过 P2 ~ P8 这 7 个点的水平线时，Z 向深度控制的数值不同）

“Z 向深度控制”设置方法为：

用鼠标单击辅助菜单区的“Z 向深度控制”按钮，再拾取图 9-4 中的 P1 点。

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-直线(Line)-垂直线(Vertical)

用鼠标拾取图 9-4 中的 P1 点，拾取图 9-7 中任意一点 P2，在信息交互区出现 P1 点的 X 坐标值，默认 X 坐标值，按下回车键后，得到图 9-7 中的直线 L1。

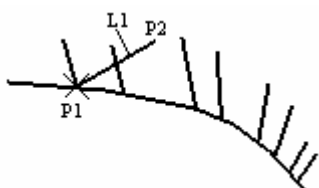


图 9-7



图 9-8

用相同方法可以绘制过 P2 ~ P8 点的水平线，图 9-8 所示。

#### 步骤六 重新建立八个坐标系

在图 9-4 中 P1 ~ P8 这 8 个点上，分别建立 8 个坐标系，名称分别为 GouQi1, GouQi2, ..., GouQi8，每个坐标系的 Z 轴为过该点的样条曲线的切线方向，XY 平面为过该点且与该点切线垂直的平面。

由于 8 个坐标系的建立方法相同，这里只给出建立过图 9-4 中，P1 点坐标系 GouQi1 的方法。

1. 用鼠标单击辅助菜单区的“绘图面(Cplane: )”；
2. 用鼠标单击主菜单区的“图素 (Entity)”；
3. 用鼠标分别拾取图 9-9 中的直线 L1 和 L2，在绘图区同时出现 X、Y 和 Z 三个坐标轴，如图 9-9 所示；
4. 用鼠标单击主菜单区中的“存储 (Save)”；
5. 用鼠标单击辅助菜单区的“绘图面(Cplane: )”；
6. 用鼠标单击主菜单区的“下一菜单 (Next menu)”；
7. 用鼠标单击主菜单区的“存储名称 (Save named)”；
8. 进入“定义视图名称 (Named View Definition)”对话框，输入名称 GOUQI1 后，如图 9-10 所示；

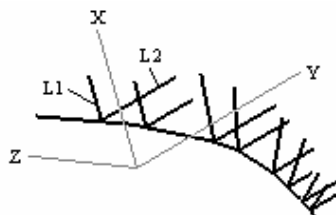


图 9-9

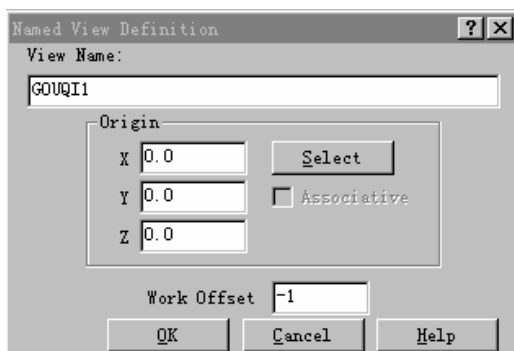


图 9-10

9. 用鼠标单击图 9-10 中的“选择 (Select)”按钮；
10. 用鼠标拾取图 9-4 中的 P1 点，出现一确认对话框，如图 9-11 所示，单击“是 (Y)”按钮；



图 9-11

11. 回到图 9-10，但是，原点坐标发生了变化，如图 9-12 所示；

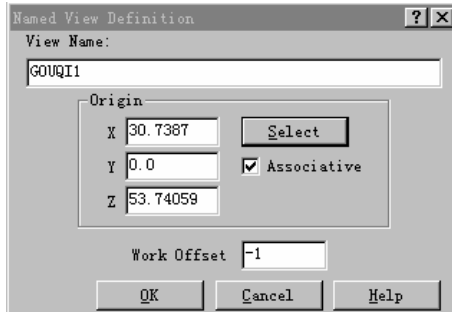


图 9-12

12. 用鼠标单击图 9-12 中的“OK”按钮，至此一个坐标系定义完毕。

其余 GOUQI2 至 GOUQI8 七个坐标系的建立，可用建立坐标系 GOUQI1 的方法创建。

步骤七 分别在八个坐标系的原点绘制圆

在八个坐标系的原点绘制圆的方法相同，这里只给出在坐标系 GOUQI1 中，绘制圆的方法。

设置

绘图面(Cplane)：俯视图 (n9) (注：此时的俯视图为 GOUQI1 坐标系中的俯视图)

视图面(Gview)：轴测图 (I)

Z 向深度控制：0

进入 GOUQI1 坐标系中俯视图的方法为：

1. 用鼠标单击辅助菜单区的“绘图面(Cplane: )”；
2. 用鼠标单击主菜单区的“下一菜单 (Next menu)”；

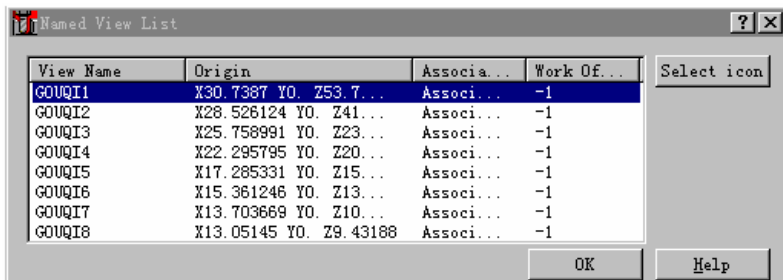


图 9-13

3. 用鼠标单击主菜单区的“读取坐标系名称 (Get named)”；

4. 进入“坐标系列表框 (Named View List)”，如图 9-13 所示，选取坐标系 GOUQI1，

用鼠标单击图 9-13 中的“OK”按钮，则绘图面为 GOUQI1 坐标系中的俯视图。

在坐标系 GOUQI1 中绘制圆的方法为：

选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-圆弧(Arc)-圆心加直径圆(Circ pt+dia)

通过键盘

输入直径：10 回车

输入圆心坐标：0, 0 回车

按下 Esc 键，结束绘制圆操作，得到图 9-14。

在坐标系 GOUQI2 ~ GOUQI8 中绘制圆的方法，可参照在坐标系 GOUQI1 中，绘制圆的方法，相同的设置为：

Z 向深度控制：0

圆心坐标：0, 0

不同的为：

直径分别为 15、21、22、20、16、10 和 5mm，绘制完毕后的效果，如图 9-15 所示。



图 9-14

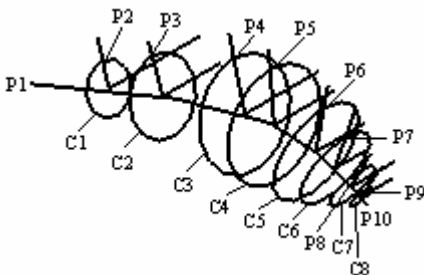


图 9-15

### 步骤七 绘制举升曲面

#### 设置

绘图面(Cplane)：俯视图 (T)

层(Level)：3 (层名：Loft surface)

1. 选择 主菜单(Main Menu)-绘图(Create)-曲面(Surface)-举升(Loft)-连接(Sync)

2. 进入“连接模式 (Sync Mode)”对话框，选择按照图素连接，如图 9-16 所示，用鼠标单击图 9-16 中的“OK”按钮；

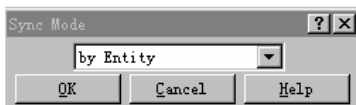


图 9-16

3. 用鼠标单击主菜单区的“点 (Point)”，并拾取图 9-15 中的端点 P1；

4. 用鼠标依次拾取图 9-15 中的 8 个圆 C1 ~ C8，串接的起始点位置要相同，本例中选择为图 9-15 中的 P1 ~ P8 点，8 个圆串接的方向也要相同；

5. 用鼠标单击主菜单区的“模式 (Mode)”，再单击“点 (Point)”，并拾取如图 9-15 中的端点 P10；

6. 用鼠标单击主菜单区的“Done”，结束串接操作；

7. 用鼠标单击主菜单区的“精度 (Tolerance)”，通过键盘输入精度值 0.01，按下回车键；
8. 用鼠标单击主菜单区的“执行 (Do it)”，得到图 9-17；



图 9-17

9. 按下键盘上的 Esc 键，结束绘制曲面操作。

步骤九 存储文件

文件名为：Ch9\_1\_12.MC8

## 9.2 四轴粗加工刀具路径的生成

本例中粗加工分三部分进行，以下为其生成刀具路径的步骤。

步骤一 读入文件

文件名为：Ch9\_1\_12.MC8

步骤二 选择粗加工方法

设置

绘图画(Cplane)：轴测图 (I)

选择 主菜单(Main Menu)-刀具路径(Toolpaths)-多轴加工(Multiaxis)-带旋转轴四轴加工 (Rotary4ax)-所有(All)-曲面(Surfaces)-完成(Done)



图 9-18

步骤三 刀具选择

进入“带旋转轴四轴加工刀具参数设置”对话框，选择直径为10mm的球铣刀，设置完毕后，如图9-18所示。

#### 步骤四 多轴参数设置

用鼠标单击图9-18上部的“多轴参数 (Multiaxis parameters)”选项卡，进入“多轴参数设置”对话框，设置完毕后，如图9-19所示；

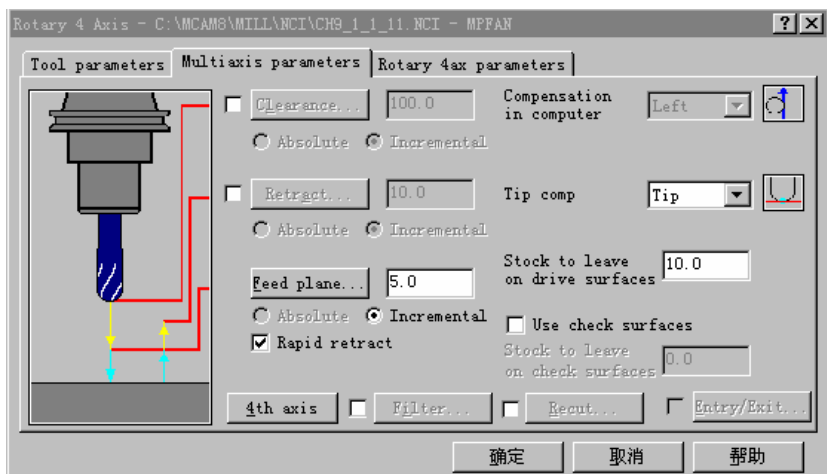


图 9-19

#### 步骤五 旋转轴设置

用鼠标单击图9-19中的“第4轴 (4th axis)”按钮，进入“第四轴 (4th Axis)”对话框，设置完毕后，如图9-20所示，单击图9-20中的“OK”按钮，回到图9-19。

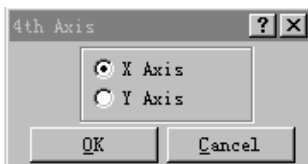


图 9-20



图 9-21

### 步骤六 带旋转轴四轴加工参数设置

用鼠标单击图9-19上部的“带旋转轴四轴加工参数 (Rotary 4ax parameters)”选项卡，进入“旋转轴第四轴设置 (Rotary 4 Axis)”对话框，设置完毕后，如图9-21所示。

### 步骤七 生成带旋转轴四轴加工刀具路径

用鼠标单击图9-21中的“确定”按钮，则生成带旋转轴四轴加工刀具路径，如图9-22所示。

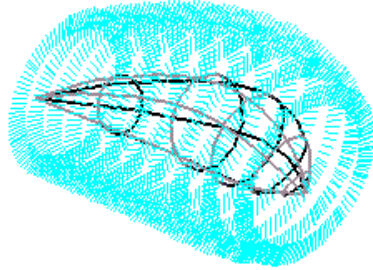


图 9-22

以下为生成第二个带旋转轴四轴粗加工刀具路径的方法。

### 步骤八 进入“操作管理”对话框

同时按下Alt键和字母O键 (Alt+O)，进入“操作管理”对话框，如图9-23所示。

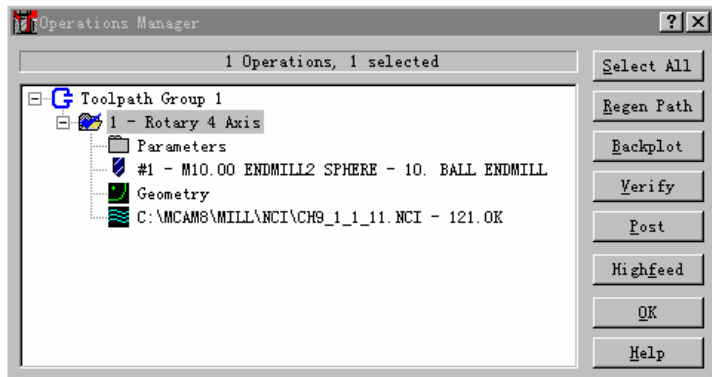


图 9-23

### 步骤九 复制刀具路径

1. 将鼠标光标移至图9-23中刀具路径1 (1-Rotary 4 Axis) 处，单击鼠标；
2. 按住鼠标右键向下拖动至刀具路径1中的任意项处，松开鼠标右键，得到弹出式菜单，如图9-24所示；

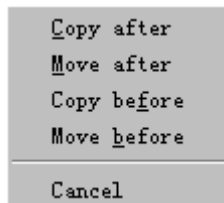


图 9-24

3. 用鼠标单击“拷贝置后 (Copy after)”，则得到图9-25。

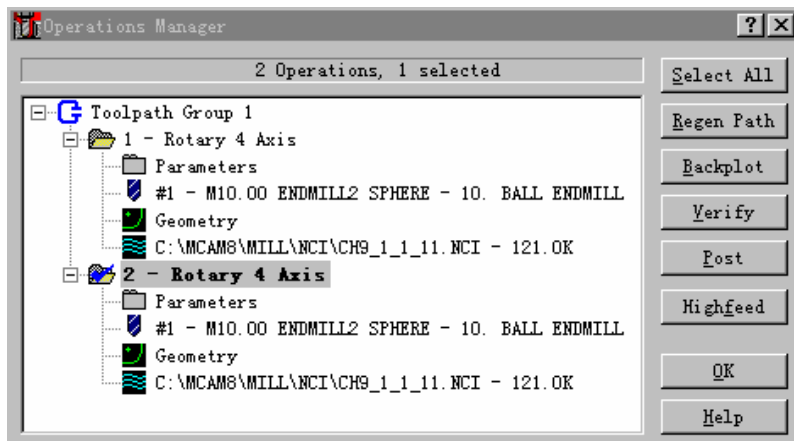


图 9-25

#### 步骤十 第二个带旋转轴四轴粗加工参数设置

1. 用鼠标单击图9-25中刀具路径2中的第1项，即参数 (Parameters) 项，则进入图9-18，单击图9-18上部的“多轴参数 (Multiaxis parameters)”选项卡，进入“多轴参数设置 (Multiaxis parameters)”对话框，改变在加工表面残留加工余量 (Stock to leave on drive surfaces) 的设置，由原来的10.0，改变为5.0；

2. 用鼠标单击图9-18中的“确定”按钮，则回到图9-25。但是，此时刀具路径2第4项前有一红色叉号，用鼠标单击图9-25右上部的“重新生成刀具路径 (Regen Path)”按钮，则系统按照新的设置重新生成刀具路径。

生成第三个带旋转轴四轴粗加工刀具路径的方法与生成第二个带旋转轴四轴粗加工刀具路径的方法完全相同，唯一的区别是生成第三个带旋转轴四轴粗加工刀具路径时，“多轴参数设置 (Multiaxis parameters)”对话框中，加工表面残留加工余量 (Stock to leave on drive surfaces) 的设置为1。

### 9.3 四轴精加工刀具路径的生成

四轴精加工刀具路径的生成方法与四轴粗加工刀具路径生成方法相同，都是采用带旋转轴四轴加工方法，只是切削参数有所不同，因此，也可以用生成第2个和第3个粗加工刀具路径的方法生成四轴精加工刀具路径，其与粗加工的不同点为：

1. 选择直径为5mm球铣刀；
2. “多轴参数设置 (Multiaxis parameters)”对话框中的加工表面残留余量 (Stock to leave on drive surfaces) 的设置为0；
3. “带旋转轴四轴加工参数 (Rotary 4ax parameters) 设置”对话框的设置如图9-26所示；
4. 仿真结果如图9-27所示。

存储文件

文件名为：Ch9\_2\_1.MC8



图 9-26

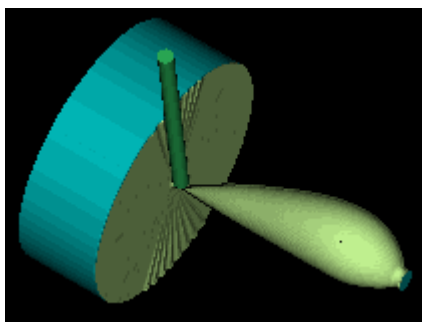


图 9-27

本书主要介绍 MasterCAM 设计造型的思路方法、设计中的技巧、CAM 功能中生成刀具路径的要点。全书分为 10 章, 介绍实体造型设计方法, 并根据生成刀具路径的需要, 设计零件图形和在多坐标系中造型的设计方法; 介绍设计技巧, 二维刀具路径应用技巧, 刀具路径的编辑生成方法以及刀具路径的编辑修改; 介绍各种曲面的特点及选用, 三维刀具路径的选用及应用技巧, 四轴和五轴加工概述等内容。

本书为作者应用 MasterCAM 的总结, 配有大量例题讲解和实例, 讲解清晰, 容易理解, 可作为有计算机或 MasterCAM 基础的读者的自学读本、大中专院校教材、培训教材, 也特别适合工厂中的技术人员和数控机床操作人员参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

MasterCAM 进阶功能剖析/苟琪编著. —北京: 机械工业出版社, 2002.11

ISBN 7-111-10788-8/TH.1274

I. 实… II. 郑… III. 数字照相机—摄影技术  
IV. TB86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 061206 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 吉玲 封面设计:

责任印制:

印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·12.25 印张·303 千字

0 001—4 000 册

定价: .00 元 (含 ICD)

读者信箱: jiling@mail.machineinfo.gov.cn

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版