
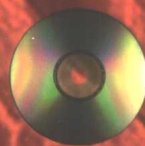


MasterCAM

进阶功能剖析

苟琪 等编著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



附赠光盘

MasterCAM 进阶功能剖析

苟琪 等编著



机械工业出版社

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/苟琪等编著. —北京: 机械工业出版社, 2002
ISBN 7-111-11157-5

I. M… II. 苟… III. ①模具—计算机辅助设计—应用软件, MasterCAM ②模具—计算机辅助制造—应用软件, MasterCAM IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 086276 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: 鞠 杨

责任印制: 付方敏

北京忠信诚胶印厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 13.25 印张 · 321 千字

0 001 — 4 000 册

定价: 28.00 元 (含 1CD)

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

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

2003/10/4

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：

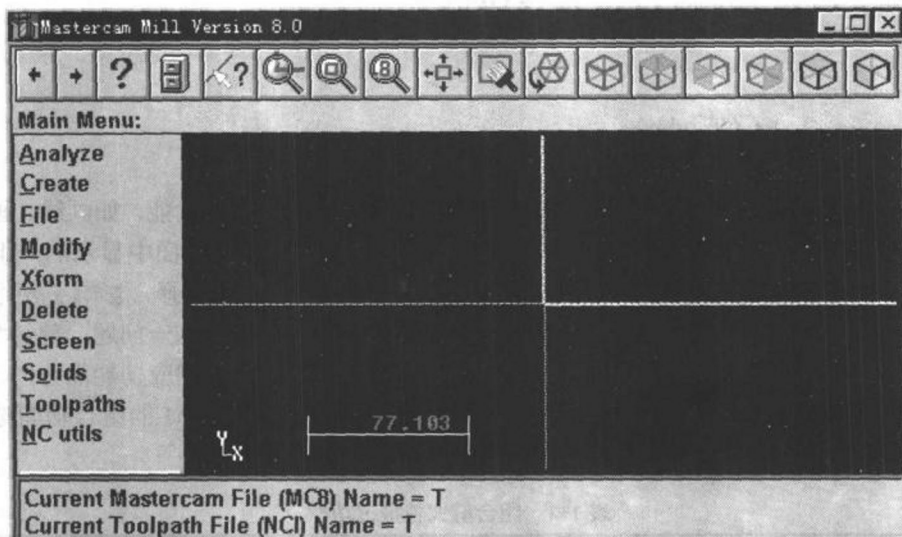


图 1-1

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。

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

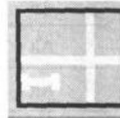


图 1-2

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。

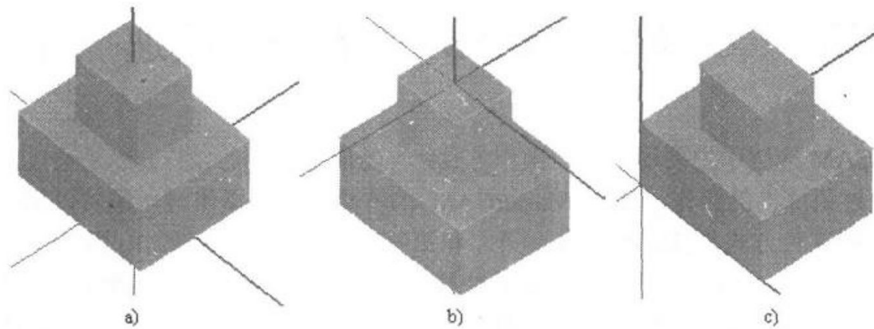


图 1-3

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	进入自动存储文件对话框

(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；

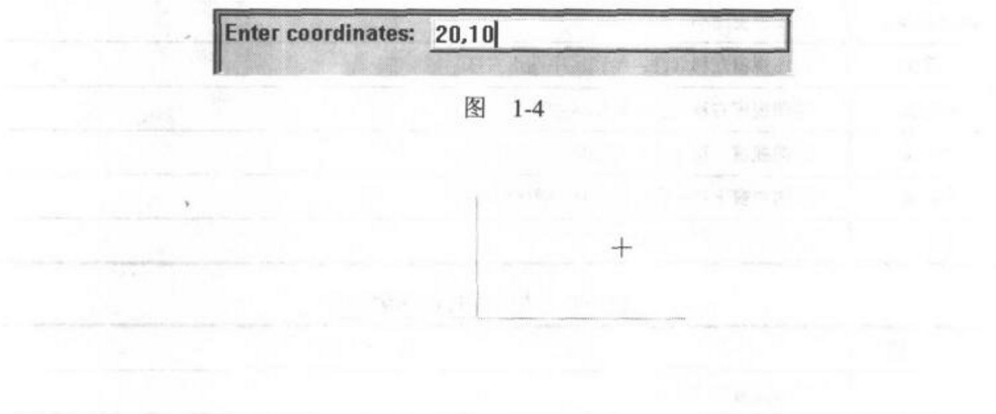


图 1-4

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的特征功能

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。

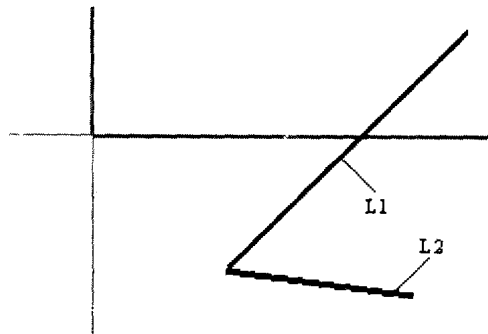


图 1-6

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;

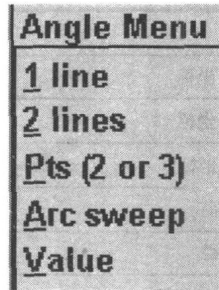


图 1-7

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:

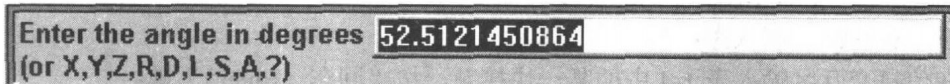


图 1-8

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。

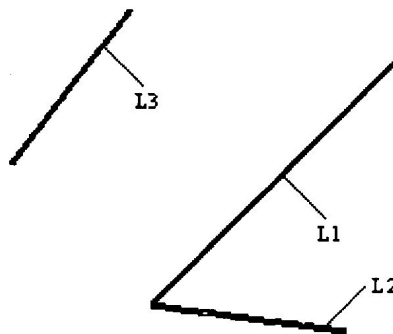


图 1-9

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。

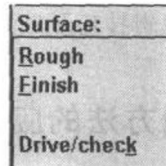


图 1-10

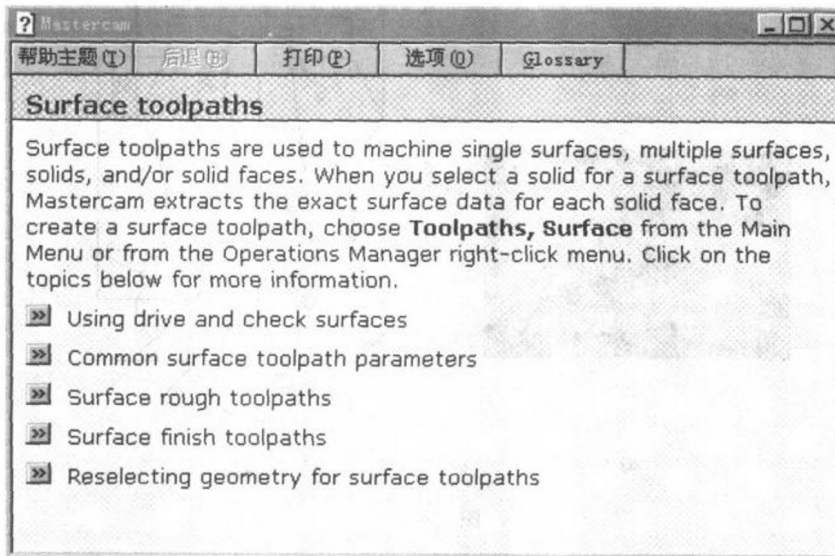


图 1-11

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

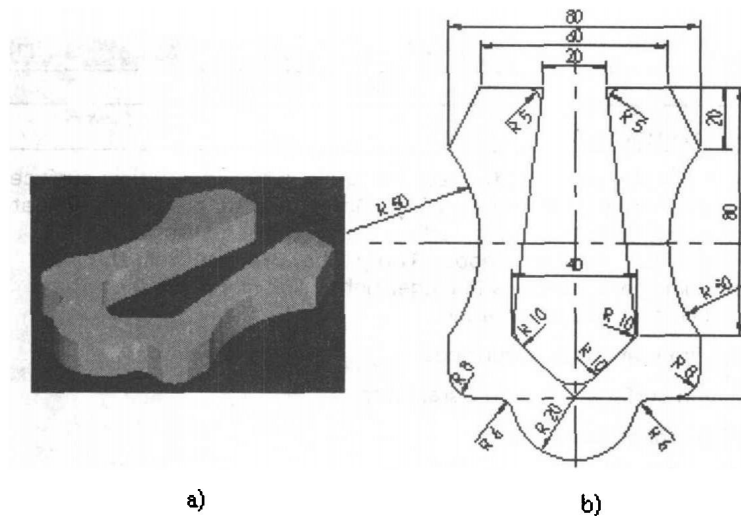


图 2-1

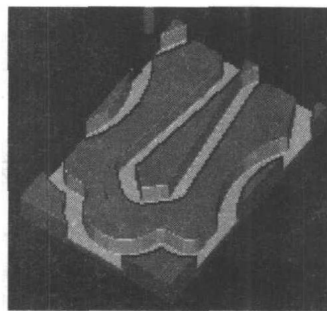


图 2-2

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(Witdth): 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。

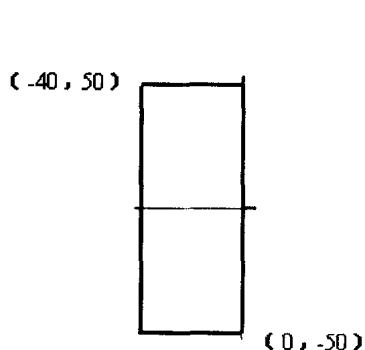


图 2-3

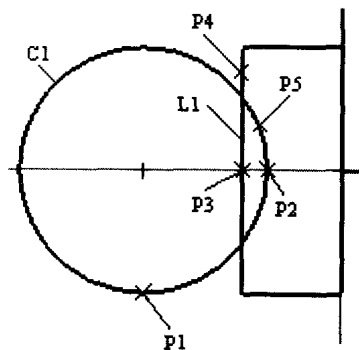


图 2-4

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)