

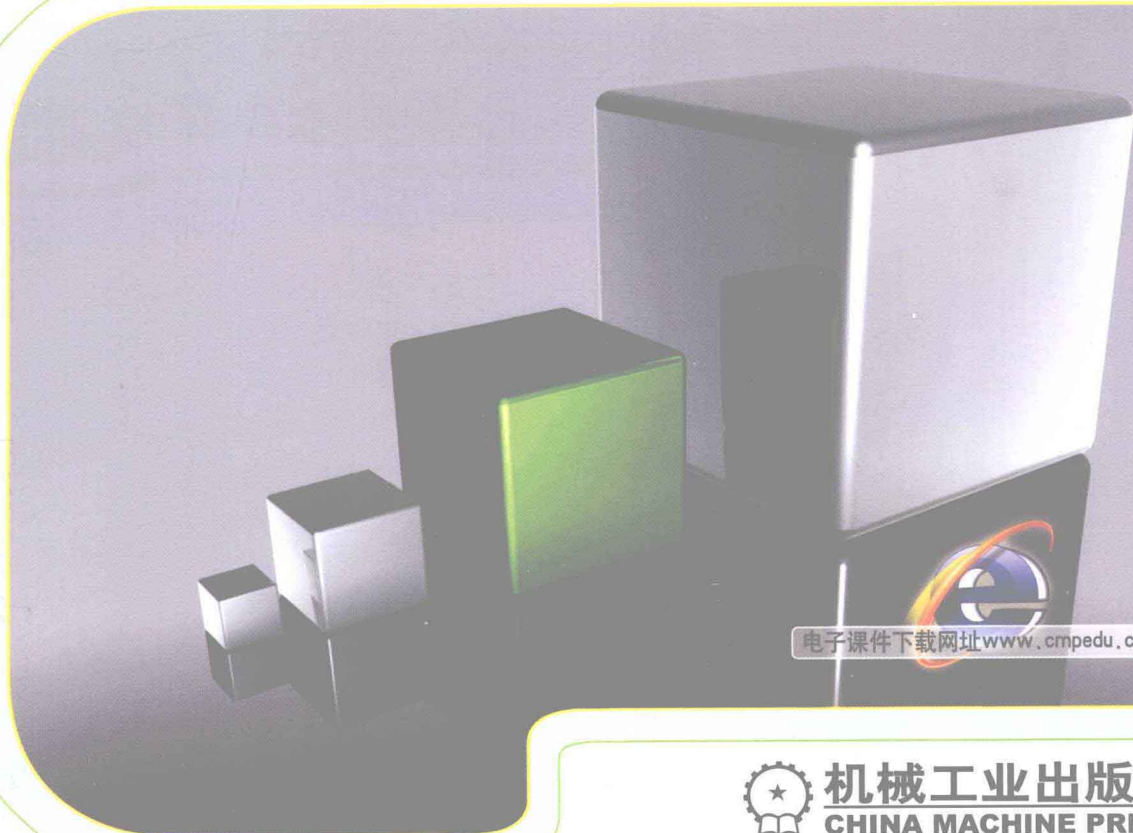


全国高等职业教育规划教材

Mastercam数控编程 与项目实训

主 编 田 坤

副主编 陈新亚 聂广华



电子课件下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



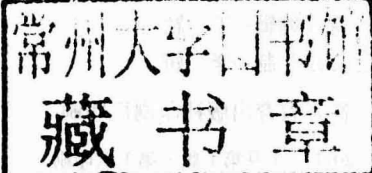
全国高等职业教育规划教材

Mastercam 数控编程与项目实训

主 编 田 坤

副主编 陈新亚 聂广华

参 编 李纯彬 刘明光



机械工业出版社

本书以企业实际生产的典型加工零件为载体,以“项目驱动、任务引领”工作过程导向的设计理念为指导,以工作任务为核心,强调理论与实践相结合、学习与工作相结合,注重机电类专业学生综合职业能力的培养。

本书以 Mastercam 9.0 系统为平台,由 Mastercam 9.0 系统简介、二维几何图形的构建与加工、三维曲面的构建与加工和实体的构建与加工等 4 章组成,包含 10 个项目实训,每个项目实训按照工作过程分解为若干个任务进行循序渐进的阐述。通过对本书的学习,学生能够了解常用 CAD/CAM 集成系统的功能和零件数控程序自动编制的方法与步骤;掌握较复杂零件常用二维加工模型、曲面模型和实体模型的建模方法与技巧;能够合理地制订零件数控加工工艺、准确地生成刀具轨迹、正确地选择后置处理程序生成数控加工程序。

本书适合作为高职高专、中职中专院校相关专业的 CAD/CAM 课程的教材,也可以作为培训教材或自学用书,并可作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Mastercam 数控编程与项目实训 / 田坤主编. —北京:机械工业出版社, 2011.6

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-34436-0

I. ①M… II. ①田… III. ①数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件, Mastercam—高等职业教育—教材 IV. ①TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 097259 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:王 颖

责任印制:李 妍

高等教育出版社印刷厂印刷

2011 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·19.25 印张·471 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-34436-0

定价:37.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书以企业实际生产的典型加工零件为载体,遵循“科学性、实用性、先进性、可读性”的原则,在方法和组织上体现其科学性。本书采用“项目驱动、任务引领”的工作过程导向方法进行编写。作者以高职院校一线教师为主,同时邀请企业专业技术人员参与,使本书的载体来源于企业实际生产环境。

本书在结构设计上体现了实用性。“项目驱动”即通过完成企业典型零件加工,使学生获得完成工作岗位任务所需要的综合职业能力。而项目内容的选择由简到繁、由易到难,既要考虑理论知识的覆盖面,又要满足企业实际工作岗位任务的需求,注重内容的实用性和针对性,每个项目根据零件的加工工作过程分解为若干个任务进行循序渐进的阐述。“任务引领”即以工作岗位任务引领理论知识、专业技能和工作态度,让学生在完成工作任务的过程中学习相关专业知识,培养学生的综合职业能力。

在教学方法和内容上体现了先进性。在教学方法上,本书打破长期以来理论教学与实践教学分离的局面,以工作任务为核心,实施“学做一体”、“学习与工作一体”的理论与实践一体化教学。教学内容不断更新,引入企业的新技术、新工艺和新理念,反映学科前沿的最新知识,体现其先进性。

本书语言简练,配有大量的图例,将学习、工作融于轻松愉悦的氛围中,力求达到提高学生学习和效率,以及易学、易懂、易上手的目的。

本书以 Mastercam 9.0 系统为平台,由 Mastercam 9.0 系统简介、二维几何图形的构建与加工、三维曲面的构建与加工和实体的构建与加工等 4 章组成,包含 10 个项目实训,每个项目实训按照工作过程分解为若干个任务进行循序渐进的阐述。本书编写分工如下:河南机电高等专科学校田坤编写第 1 章和第 2 章的 2.1~2.3 节;李纯彬编写第 2 章的 2.4~2.7 节;刘明光编写第 3 章的 3.1、3.2 节;聂广华编写第 3 章的 3.3~3.6 节;陈新亚编写第 4 章,全书由田坤策划并统稿。

本书适合作为高职高专、中职中专院校相关专业的 CAD/CAM 和数控机床自动编程等课程的教材,也可以作为培训教材或自学用书,并可作为相关工程技术人员的参考书。

限于编者的经验和水平,书中难免存在疏漏和不足之处,敬请专家、师生和广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 Mastercam 9.0 系统简介	1
1.1 Mastercam 9.0 系统基本功能与界面	1
1.1.1 Mastercam 9.0 系统基本功能	1
1.1.2 Mastercam 9.0 系统的工作过程	1
1.1.3 Mastercam 9.0 系统的界面	6
1.2 Mastercam 9.0 系统的几个主要概念	8
1.2.1 构图颜色和图层设定	8
1.2.2 构图平面、工作深度和图形视角	9
1.3 Mastercam 9.0 系统基本指令说明	10
1.3.1 自动光标形式	10
1.3.2 选取菜单	10
1.3.3 鼠标右键菜单	11
1.4 项目实训1 房屋线框图的绘制	11
1.4.1 任务1 绘制房屋框架	11
1.4.2 任务2 构建门窗框架	13
1.5 项目实训2 电吹风线框与表面的构建	14
1.5.1 任务1 绘制电吹风机体线框	14
1.5.2 任务2 绘制电吹风手柄线框	15
1.5.3 任务3 构建电吹风机体表面	15
1.5.4 任务4 构建电吹风手柄表面	16
第2章 二维几何图形的构建与加工	18
2.1 二维几何图形的构建	18
2.1.1 点	18
2.1.2 直线	21
2.1.3 圆弧	24
2.1.4 倒圆角	26
2.1.5 样条曲线	27
2.1.6 矩形	29
2.1.7 倒角	30
2.1.8 文字	31
2.2 二维几何图形的编辑	33
2.2.1 修整	33

2.2.2 转换	39
2.3 二维几何图形的加工	45
2.3.1 外形铣削加工	45
2.3.2 孔加工	60
2.3.3 面铣削加工	62
2.3.4 挖槽加工	64
2.4 项目实训1 支架零件自动编程	69
2.4.1 任务1 支架二维加工模型的构造	70
2.4.2 任务2 支架零件数控加工工艺制定	72
2.4.3 任务3 支架零件数控加工程序编制	73
2.5 项目实训2 凸轮零件自动编程	80
2.5.1 任务1 凸轮二维加工模型的构造	80
2.5.2 任务2 凸轮零件的数控加工工艺制定	84
2.5.3 任务3 凸轮零件数控加工程序编制	85
2.6 项目实训3 转接盘零件自动编程	98
2.6.1 任务1 转接盘二维加工模型的构造	98
2.6.2 任务2 转接盘零件数控加工工艺制定	102
2.6.3 任务3 转接盘零件数控加工程序编制	103
2.7 课外项目实训	116
2.7.1 课外项目实训1	116
2.7.2 课外项目实训2	117
2.7.3 课外项目实训3	117
2.7.4 课外项目实训4	118
2.7.5 课外项目实训5	118
第3章 三维曲面的构建与加工	119
3.1 三维线框模型	119
3.1.1 昆氏曲面线框	119
3.1.2 扫描曲面线框	121
3.1.3 手柄三维线框模型	123
3.1.4 基座三维线框模型	126
3.1.5 玩具车轮线框模型	128
3.2 曲面造型	133
3.2.1 举升曲面	134
3.2.2 直纹曲面	135
3.2.3 昆氏曲面	136
3.2.4 旋转曲面	138
3.2.5 扫描曲面	139
3.2.6 牵引曲面	141
3.2.7 倒圆角曲面	143

3.2.8	偏移曲面	147
3.2.9	修剪曲面/延伸曲面	147
3.2.10	两曲面顺接	152
3.2.11	三曲面顺接	154
3.2.12	三圆角曲面顺接	154
3.2.13	曲面构建实例	155
3.3	曲面刀具路径	160
3.3.1	曲面加工类型	161
3.3.2	共同曲面参数	162
3.3.3	曲面粗加工	164
3.3.4	曲面精加工	176
3.4	项目实训 1 标牌曲面造型及加工	181
3.4.1	任务 1 标牌的曲面造型	181
3.4.2	任务 2 标牌的加工工艺	184
3.4.3	任务 3 标牌的刀具路径生成	186
3.5	项目实训 2 旋钮曲面造型与加工	194
3.5.1	任务 1 旋钮的曲面造型	194
3.5.2	任务 2 旋钮的加工工艺	200
3.5.3	任务 3 旋钮的刀具路径生成	202
3.6	课外项目实训	210
3.6.1	课外项目实训 1	211
3.6.2	课外项目实训 2	211
3.6.3	课外项目实训 3	212
3.6.4	课外项目实训 4	212
3.6.5	课外项目实训 5	213
第 4 章	实体的构建与加工	214
4.1	实体的构建与编辑	214
4.1.1	基本实体的构建	215
4.1.2	构建实体	216
4.1.3	实体的编辑	221
4.1.4	Solids mgr (实体管理器)	229
4.2	项目实训 1 烟灰缸零件自动编程	231
4.2.1	任务 1 烟灰缸实体模型的构造	231
4.2.2	任务 2 烟灰缸加工工艺制定	236
4.2.3	任务 3 烟灰缸加工程序编制	237
4.3	项目实训 2 托盘模具型腔自动编程	247
4.3.1	任务 1 托盘模具型腔实体模型的构造	248
4.3.2	任务 2 托盘模具型腔加工工艺制定	259
4.3.3	任务 3 托盘模具型腔加工程序编制	260

4.4	项目实训 3	型腔零件自动编程	266
4.4.1	任务 1	型腔实体模型的构造	267
4.4.2	任务 2	型腔零件加工工艺制定	281
4.4.3	任务 3	型腔加工程序编制	281
4.5	课外项目实训		294
4.5.1	课外项目实训 1		294
4.5.2	课外项目实训 2		295
4.5.3	课外项目实训 3		295
4.5.4	课外项目实训 4		296
参考文献			297

第1章 Mastercam 9.0 系统简介

1.1 Mastercam 9.0 系统基本功能与界面

自 1984 年美国 CNC Software 公司开发出 Mastercam 以来,它就以强大的加工功能闻名于世,各工业大国都一致采用本系统作为设计、加工制造的标准。目前以其优良的性价比、常规硬件要求、稳定的运行效果、易学易用的操作等特点,使其广泛应用于机械、汽车、航空等行业,特别是在模具制造业中应用最广。

Mastercam 9.0 系统是 2002 年推出的版本,它是一种 CAD/CAM 集成系统,以 PC 为平台,在 Windows 环境下运行。

1.1.1 Mastercam 9.0 系统基本功能

Mastercam 9.0 系统共包含 4 个模块:Design——设计模块;Mill——铣削模块;Lathe——车削模块;Wire——线切割模块。其中后 3 个模块都包含了 Design (设计) 模块,本书主要讲述应用最广的 Mill (铣削) 模块。

1. Mastercam 的 CAD 功能

- 1) 可绘制二维和三维图形,并对图形进行编辑和尺寸标注的功能。
- 2) 可构建高阶曲线和曲面,并能实现对曲线、曲面的编辑。
- 3) 能进行实体建模以及实体操作管理。
- 4) 实现几何图形的格式转化。

2. Mastercam 的 CAM 功能

- 1) 提供了 2D、2.5D、3D 加工模块。提供外形铣削、挖槽及钻孔操作。
- 2) 提供曲面粗、精加工加工方法。
- 3) 具有多轴加工功能。
- 4) 提供刀具模拟加工显示功能。
- 5) 可实现多种后置处理操作,以适应不同的数控系统。

1.1.2 Mastercam 9.0 系统的工作过程

Mastercam 是一个 CAD/CAM 集成软件,可以完成从 CAD→CAM 过程中的全部工作。利用 CAD 的设计、编辑功能将零件的几何图形绘制在计算机上,形成零件的图形文件 (***.MC),然后使用 CAM 调用零件几何图形,采用人机交互的形式在计算机上指定被加工部分,再输入加工工艺参数,计算机自动计算出刀具轨迹,生成刀位文件 (***.NCI),同时在计算机上动态显示出刀具的加工轨迹,并编制出数控加工程序 (***.NC)。

Mastercam 的工作过程如下:

1. 零件图样和加工工艺分析

零件图样和加工工艺分析是数控编程的基础，主要内容包括：① 分析零件的几何形状、尺寸、公差及精度要求；② 确定零件相对机床坐标系的装夹位置及被加工部分所处的坐标平面；③ 选择刀具并准确测定刀具有关尺寸；④ 确定工件坐标系、编程原点，找正基准面以及对刀点；⑤ 确定加工路线；⑥ 选择合理的加工工艺参数，零件图如图 1-1 所示。

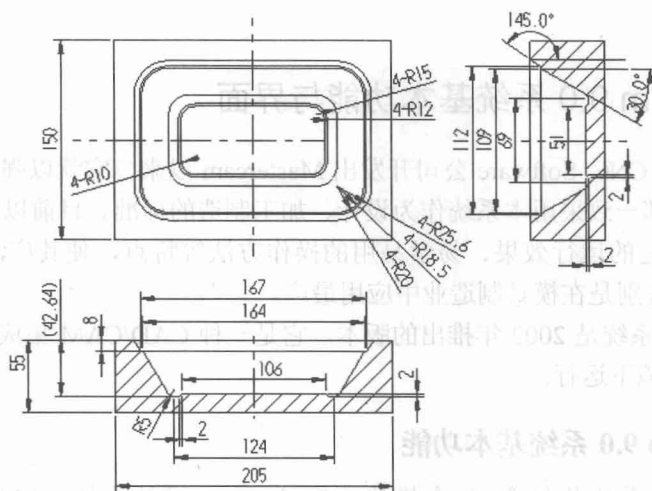


图 1-1 零件图

2. 零件几何模型的构建

通过 Mastercam 的 CAD 功能，将零件的几何图形准确地绘制在计算机屏幕上，同时通过一定的数据结构自动储存图形数据文件。这些数据文件是计算刀位轨迹的依据。所以在设计阶段力求图形设计数据准确，这是加工的基础数据，直接影响编程结果的准确性，是保证零件精度的原始阶段，零件几何模型如图 1-2 所示。

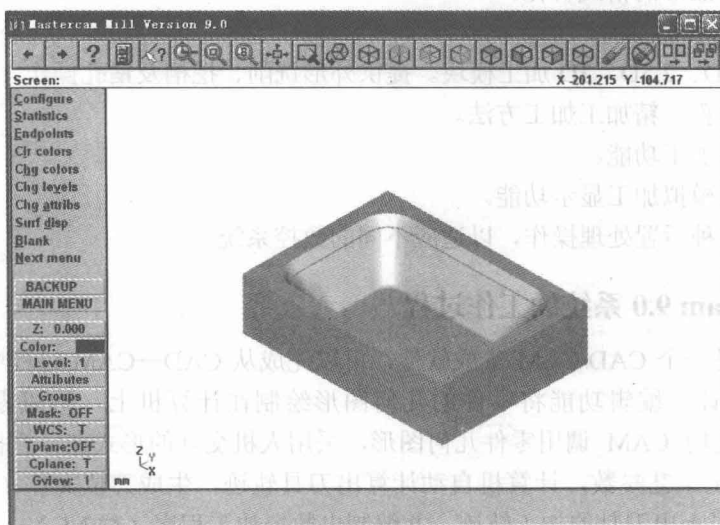


图 1-2 零件几何模型

3. 刀位轨迹的计算生成

1) 根据零件待加工表面及工艺分析, 选择刀位轨迹生成所需的菜单项, 如图 1-3 所示。

Main Menu:	Create:	Surface:	Main Menu:	Toolpaths:	Surface/Solid/(Surface Rough	
Analyze	Point	Loft	Analyze	New	Rough	Parallel
Create	Line	Coons	Create	Contour	Finish	
File	Arc	Ruled	File	Drill		Radial
Modify	Fillet	Revolve	Modify	Pocket		Project
Xform	Spline	Sweep	Xform	Face		Flowline
Delete	Curve	Draft	Delete	Surface	Drive	S Contour
Screen	Surface	Fillet	Screen	Multiaxis	CAD file	N Restmill
Solids	Rectangle	Offset	Solids	Operations	Check	N Pocket
Toolpaths	Drafting	Trim/extend	Toolpaths	Job setup	Contain	Y Plunge
NC utils	Next menu	Next menu	NC utils	Next menu		

图 1-3 菜单选取

2) 设置毛坯模型并设置编程坐标原点, 如图 1-4 所示。

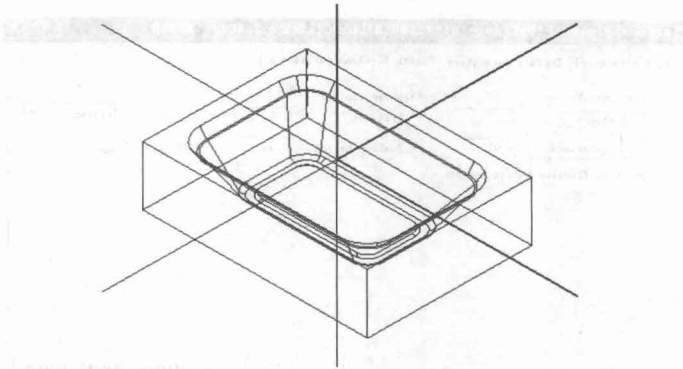


图 1-4 毛坯模型及编程坐标系

3) 选取加工方法并设置加工区域。

4) 设置刀具和加工工艺参数, 如图 1-5~图 1-7 所示。

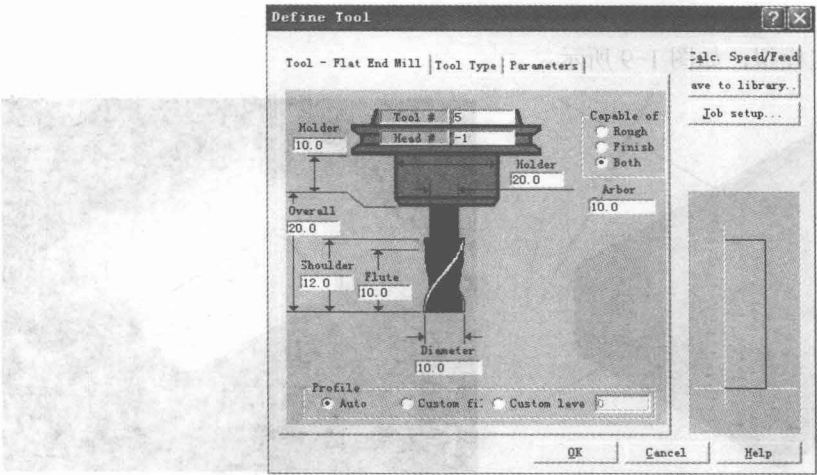


图 1-5 刀具参数的设置

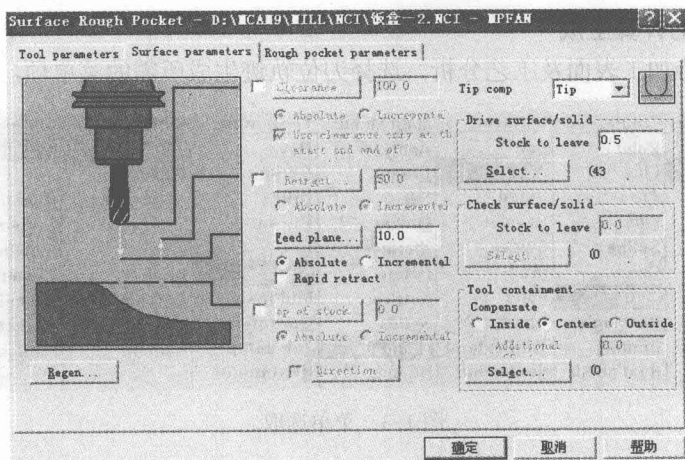


图 1-6 加工参数设置 1

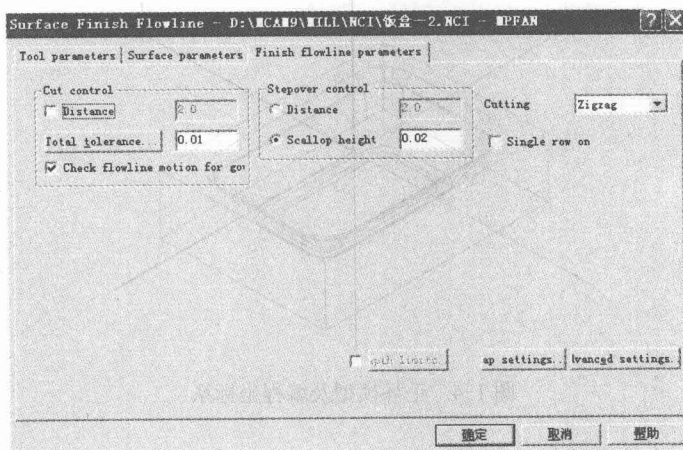


图 1-7 加工参数设置 2

- 5) 生成刀位轨迹, 如图 1-8 所示。
- 6) 刀位轨迹的加工模拟, 如图 1-9 所示。

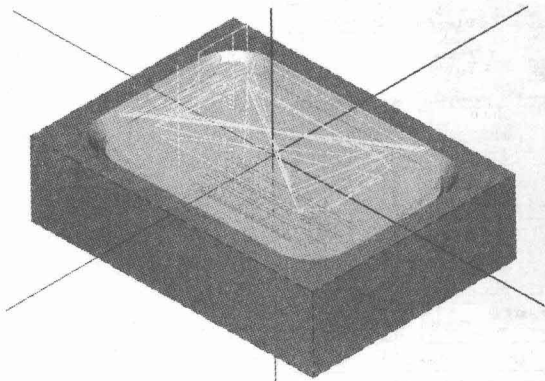


图 1-8 刀位轨迹

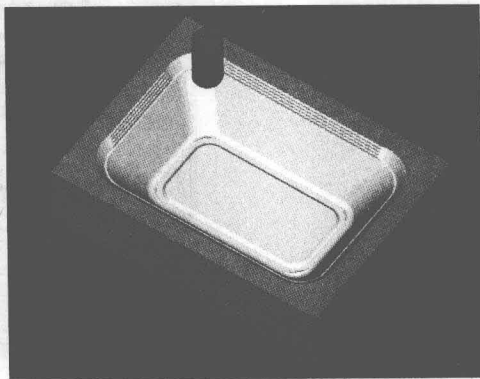


图 1-9 加工轨迹模拟

4. 后置处理，生成加工程序

后置处理的目的是形成数控加工指令文件。由于各种机床使用的数控系统不同，使用的数控指令文件的代码和格式也不同。因此，Mastercam 系统设置一个后置处理文件选项，生成与某类数控系统对应的加工文件，按文件使用的指令格式定义数控文件所使用的代码、程序格式等内容，生成所需要的 NC 程序。后置处理选项如图 1-10 所示。

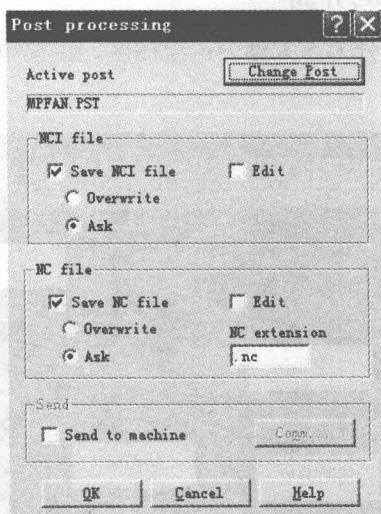


图 1-10 后置处理选项

生成的 NC 程序如下：（FANUC 系统）

```
O0000
(PROGRAM NAME - 饭盒-2)
N100G20
N102G0G17G40G49G80G90
N104T1M6
N106G0G90G54X-16.193Y-40.049A0.S500M3
N108G43H1Z10.M8
N110G1Z3.8F200.
N112G3X3.319Y-35.654Z2.154I9.756J2.197
.....
N332G1G40X-43.5
N334Z2.F200.
N336G0Z50.
N338M5
N340G91G28Z0.M9
N342G28X0.Y0.A0.
N344M30
%
```

5. 程序输出

1) 使用打印机可以打印出数控加工程序清单，在绘图机上绘制出刀位轨迹图形，更加

直观地了解加工的走刀过程。

- 2) 使用优盘将 NC 程序从计算机上复制过来, 再利用优盘将 NC 程序复制到数控系统。
- 3) 对于有标准通信接口的数控系统可以直接和计算机联系, 由通信程序将加工程序传输给数控系统。

1.1.3 Mastercam 9.0 系统的界面

Mastercam 9.0 的窗口界面分为 5 大部分: 绘图区、主菜单区、辅助菜单、工具栏和提示区, 如图 1-11 所示。

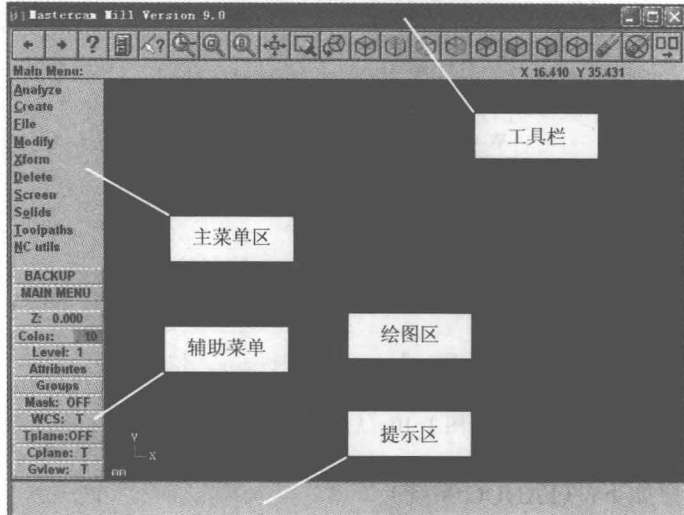


图 1-11 Mastercam 界面

1. 绘图区

绘图区是绘制零件几何图形或实体模型和生成刀具路径所显示的区域, 如图 1-12 所示。

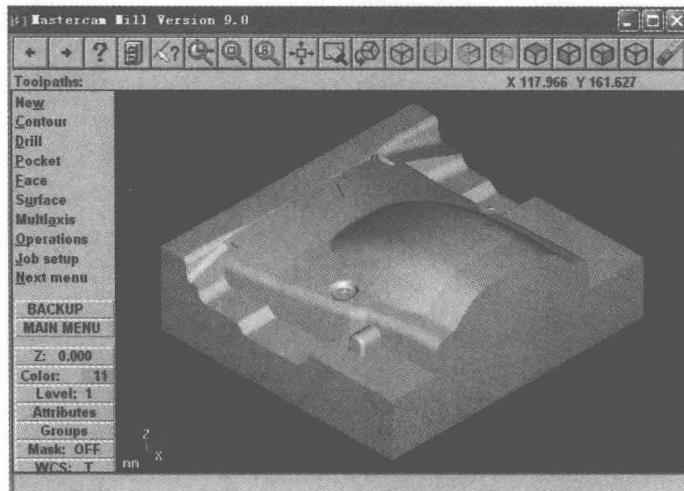


图 1-12 图形显示

2. 主菜单区

主菜单区共有 10 个选项，Mastercam 的主要功能都在该菜单中，主菜单区各项内容如表 1-1 所示。

表 1-1 Mastercam 主菜单选项

选 项	说 明
Analyze (分析)	分析所选图素的相关信息资料和数据
Create (绘制图形)	在绘图区绘制各种图形和标注尺寸
File (文件)	完成文件的创建、打开、储存、编辑、打印等操作
Modify (修整)	对已绘制的图形实现修整操作
Xform (转换)	相对于构图平面实现选取图形的镜像、平移等变换
Delete (删除)	从屏幕和数据库中删除选取的几何图素
Screen (屏幕)	用来设定屏幕显示的形式
Solids (实体)	用于绘制各种实体
Toolpaths (刀具路径)	用于实现刀具路径的生成及处理
NC Utils (公用管理)	用于编辑、管理和检查刀具路径

主菜单的指令是分层列出的，每层菜单所处的位置是唯一的，指令可通过相继的菜单层，用鼠标或有下列线字母键进行选择。如图 1-13 所示，在说明 Mastercam 的操作步骤时，为方便叙述，不同菜单层之间的命令选项的选择用→表示，“Main Menu”→“Create”→“Line”→“Endpoints”，这是绘制一个端点直线指令的选取顺序。

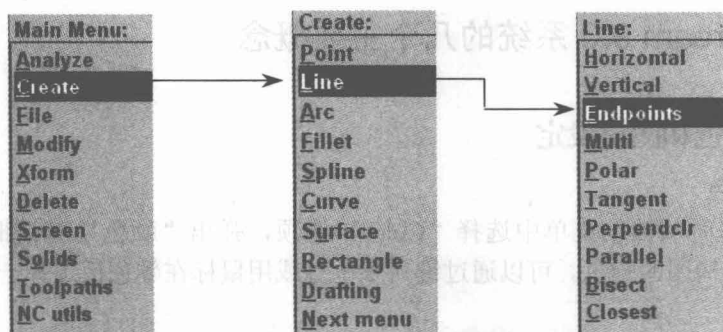


图 1-13 菜单结构

在主菜单选项中选择“Backup”，返回至上一层菜单；也可按〈Esc〉键返回。选择“Main Menu”返回主菜单。

3. 辅助菜单

辅助菜单用于改变系统各项操作设置。由鼠标单击完成设置，其功能如表 1-2 所示。

表 1-2 辅助菜单

项 目	说 明
Z: 0.00 (工作深度)	在当前构图平面 xoy 中 z 轴的坐标值
Color (绘图颜色)	设置绘图所用颜色

项 目	说 明
Level (图层)	不同图形放在不同的图层上, 便于显示和管理
Attributes (属性)	改变一个或多个图素的属性 (颜色、图层、线型等)
Groups (组群)	选取多个图素构成群组, 使之成为一个整体进行操作
Mask (限定使用层)	设定绘图可使用的图层, OFF 表示所有的图层都可选中
WCS (工作坐标系)	允许移动视图方向和任何视角的原点, 设定视图
Tplane (刀具平面)	表示 CNC 机床 xy 轴和原点
Cplane (构图平面)	在三维空间中任意设定, 可选取和构建当前绘图平面
Gview (图形视角)	决定图形显示的视角, 一般与构图平面设定一致

4. 提示区

窗口下面的空白处是提示区, 它显示系统数据和输入的数值, 也可显示主菜单中有些指令的操作提示信息等。

5. 工具栏

在窗口的上方是工具栏, 如图 1-14 所示。工具栏提供进入 Mastercam 功能的快捷方式, 用鼠标选取相应的图标即可实现相应的功能。



图 1-14 工具栏图标

1.2 Mastercam 9.0 系统的几个主要概念

1.2.1 构图颜色和图层设定

1. 构图颜色

构图时可随时从辅助菜单中选择“Color”选项, 弹出“颜色”对话框, 如图 1-15 所示, 以改变目前构图的颜色。可以通过键入颜色号或用鼠标在颜色板选择一种颜色等方式改变构图颜色。

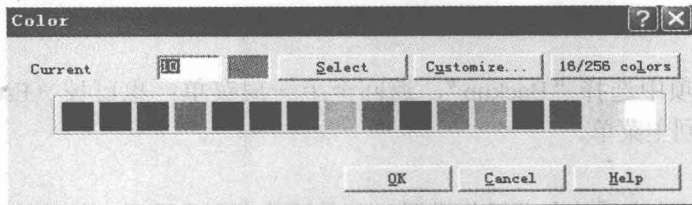


图 1-15 “颜色”对话框

2. 图层设定

从辅助菜单中选择“Level”选项, 弹出“图层管理器”对话框, 如图 1-16 所示, 实现图层管理。绘图时可将线框模型、曲面、尺寸标注、刀具路径等放置在不同的层上, 控制图层的显示、隐藏。在绘制复杂零件时, 能使图形简化, 从而清晰地查看图形。

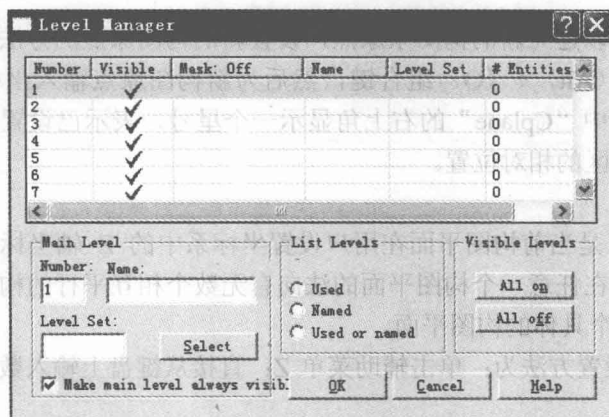


图 1-16 “图层管理器”对话框

绘图操作总是在 Main Level（主图层）中进行，可设置 255 层中的任何一层为主图层，每次绘图时只能有一个主图层，主图层号显示在辅助菜单图层（Level）的后面。

设置主图层的方法有如下几种：

- 1) 在对话框左边的列中，单击图层号。
- 2) 将鼠标指针放在对话框的列上，再单击鼠标右键，显示鼠标右键菜单，选择“Make Main”。
- 3) 在对话框左下角 Main Level 下面的文本框中输入一个层号。
- 4) 在对话框选择“Select”，在图形区选择要用做主图层的图素，主图层设置在已选取的图素上。

1.2.2 构图平面、工作深度和图形视角

三维图形的绘制是 Mastercam 的主要内容，构图平面能将复杂的三维图形简化为平面的二维图形绘制，了解构图平面的概念、工作深度的设定以及图形视角的使用方法，能够快速、准确地绘制三维图形。

1. 构图平面

构图平面（Cplane）是当前绘制图形的二维平面，也可以在三维空间定义构图平面。设置好构图平面后，所绘制的图形都在构图平面上，如设置为俯视图，所绘制的图形就产生在平行于俯视图的构图平面上，如图 1-17 所示。

构图平面的设置可单击“工具栏”按钮来实现，也可在辅助菜单单击“Cplane”，再从构图平面菜单中选择相关选项来设置。

常用构图平面指令有如下一些：

3D 三维空间构图平面

Top /Front /Side 俯视图/主视图/侧视图

Number 视图号 Named 命名视图

Entity 图素定面 Rotate 旋转定面

Normal 法向曲定面 Last 上一视图

构图平面默认的构图原点与系统原点是相同的坐标原点（0，0，0），它是绘制所有图形

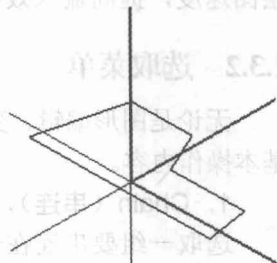


图 1-17 构图平面