

Mastercam 应用教程

刘瑞新 主编 朱维克 张 延 等编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

Mastercam 应用教程

刘瑞新 主编

朱维克 张 延 等编著



机械工业出版社

Mastercam 9.0 是 Mastercam 最新版本,也是集 CAD/CAM 于一体的最新软件。

本书详尽地介绍了 Mastercam 9.0 的特点、功能和使用方法。全书分为 11 章,分别介绍了 Mastercam 9.0 的基础知识、工作环境的设置、二维绘图功能、绘图编辑功能、尺寸标注、文字注释、曲面和曲线的构建、三维实体造型、数控加工基础、二维和三维铣削加工、多轴和线架加工、车床和镗削加工等刀具路径和 NC 文件的生成方法。

本书结合大量的实例,由浅入深,循序渐进,叙述严谨,通俗易懂。在每章的结尾安排了综合练习题供读者上机操作练习,并给以详细指导。

本书可作为大专院校的专业教材和自学读本,也可作为专业技术人员的参考工具。

图书在版编目 (CIP) 数据

Mastercam 应用教程 / 刘瑞新主编; 朱维克, 张延等编著.

—北京: 机械工业出版社, 2002.8

ISBN 7-111-10770-5

I. M... II. ①刘... ②朱... ③张... III. ①模具—计算机辅助设计—应用软件, Mastercam 9.0—教材 ②模具—计算机辅助制造—应用软件, Mastercam 9.0—教材 IV. TG76—39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 058112 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: 胡毓坚

封面设计: 姚毅 责任印制: 何全君

北京交通印务实业公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

2002 年 8 月第 1 版 · 第 1 次印刷

787×1092mm¹/₁₆ · 16 印张 · 393 千字

0 000—5 000

定价: 24.00 元

凡购本图书, 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

封面防伪标均为盗版

前 言

Mastercam 软件是美国 CNC Software 公司研制开发的基于 PC 平台的 CAD(Computer Aided Design)/CAM(Computer Aided Manufacturing)系统。该软件可以精确地设计出二维和三维图形,并可以通过设置刀具路径及参数加工出需要的成品,是我国目前机械加工自动化中使用最普遍的一种软件,它可用于数控铣床、数控车床、数控镗床、加工中心和数控切割机床等。

Mastercam 9.0 是 Mastercam 的最新版本,它由 Design(造型设计)、Mill(铣床切削)、Lathe(车床切削)和 Wire(线切割)四个模块组成。而 Design 模块是基础,它也包含在其他三个模块之中。Mastercam 9.0 与以前版本相比性能更优越,使用更方便,学习更容易。

本书对 Mastercam 9.0 内容的介绍,分为 CAD 和 CAM 两大部分,其特点是:循序渐进,层次清楚,步骤详细,系统性强,对软件的各个菜单和各项命令都有详细解释,语言浅显易懂,并附有大量的图例说明和操作应用,适合大专院校学生和初学者作为教材使用,也是专业技术人员较好的工具手册。

本书共分十章,各章主要内容如下:

第 1 章介绍 Mastercam 9.0 的主要功能、窗口界面、主辅菜单、系统设置及系统的启动和关闭。

第 2 章介绍二维图形绘制,包括点、直线、圆弧和圆等的绘制。

第 3 章介绍编辑功能,包括修整、转换、删除等。

第 4 章介绍图形标注和文字注释。

第 5 章介绍曲面和曲线的构建。

第 6 章介绍实体造型的构建。

第 7 章介绍数控加工基础,包括刀具、材料、工件和操作的设置及加工模拟。

第 8 章介绍二维铣削,包括铣削、钻孔、镗削、挖槽等加工。

第 9 章介绍三维曲面的铣削加工及多轴加工。

第 10 章介绍车床加工。

第 11 章介绍 Mastercam 的安装及快捷键。

另外附有 Mastercam 9.0 的安装方法和 Mastercam 9.0 的快捷组合键总汇表。

本书由刘瑞新担任主编,其中第 1~6 章主要由朱维克编写,第 7~10 章主要由张延编写,参与本书编写、制作工作的还有庞子瑞、刘晓玲、盛亚菲、张凯等。在编写过程中,李艳霞老师给了我们热情支持和认真指导,在此深表感谢。

由于编者水平有限,书中的疏漏和不足之处,恳请广大读者和专家批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 Mastercam 基础知识	1
1.1 Mastercam 9.0 简介	1
1.1.1 Mastercam 9.0 的主要用途	1
1.1.2 启动 Mastercam 9.0	2
1.2 Mastercam 9.0 的窗口界面	3
1.2.1 标题栏	3
1.2.2 工具栏	3
1.2.3 主菜单	3
1.2.4 辅助菜单	4
1.2.5 提示区	8
1.2.6 绘图区	8
1.2.7 坐标系图标	9
1.2.8 光标坐标	9
1.3 获取帮助信息	9
1.4 命令的输入和结束	9
1.5 文件管理	10
1.5.1 建立新文件	10
1.5.2 打开文件	10
1.5.3 保存文件	11
1.5.4 浏览文件	12
1.5.5 转换文件	13
1.6 系统设置	14
1.6.1 内存配置	15
1.6.2 公差设置	15
1.6.3 传输参数设置	15
1.6.4 文件参数设置	16
1.6.5 打印设置	16
1.6.6 设置工具栏和快捷键	16
1.6.7 NC 设置	16
1.6.8 绘图设置	17
1.6.9 启动/退出	17
1.6.10 屏幕显示设置	17
1.7 其他常用设置	19

1.7.1	改变对象的属性.....	19
1.7.2	设置对象的显示.....	20
1.8	退出 Mastercam 9.0.....	21
	上机操作与指导 1.....	22
第 2 章	绘制二维图形.....	23
2.1	点的绘制.....	23
2.1.1	指定位置绘制点.....	24
2.1.2	绘制等分点.....	27
2.1.3	绘制参数型样条曲线的节点.....	27
2.1.4	绘制 NURBS 曲线控制点.....	27
2.1.5	绘制动态点.....	28
2.1.6	指定长度绘制点.....	28
2.1.7	绘制网格点.....	28
2.1.8	绘制圆周点.....	29
2.2	绘制直线.....	29
2.2.1	绘制水平线.....	29
2.2.2	绘制垂直线.....	30
2.2.3	绘制任意两点连线.....	30
2.2.4	绘制连续折线.....	30
2.2.5	绘制极坐标线.....	31
2.2.6	绘制切线.....	31
2.2.7	绘制法线.....	32
2.2.8	绘制平行线.....	33
2.2.9	绘制平分线.....	33
2.2.10	绘制近距线.....	34
2.3	绘制圆弧.....	34
2.3.1	极坐标绘制圆弧或圆.....	34
2.3.2	两点画弧.....	36
2.3.3	三点画弧.....	36
2.3.4	绘制切弧.....	37
2.3.5	两点绘圆.....	39
2.3.6	三点绘圆.....	40
2.3.7	指定圆心和半径绘制圆.....	40
2.3.8	指定圆心和直径绘制圆.....	40
2.3.9	给定圆心和圆周上的一点绘制圆.....	41
2.4	绘制矩形.....	41
2.4.1	设置矩形参数.....	41
2.4.2	一点法绘制矩形.....	42
2.4.3	二点法绘制矩形.....	42

2.5	绘制椭圆.....	43
2.6	绘制正多边形.....	43
2.7	绘制样条曲线.....	44
2.7.1	设置样条曲线类型.....	44
2.7.2	手动绘制样条曲线.....	45
2.7.3	自动绘制样条曲线.....	45
2.7.4	改变样条曲线端点状态.....	45
2.7.5	转换为样条曲线.....	46
2.7.6	熔接样条曲线.....	46
2.8	绘制文字.....	47
	上机操作与指导 2.....	50
第 3 章	图形的编辑.....	52
3.1	选取几何对象.....	52
3.1.1	快速选取.....	52
3.1.2	取消选取.....	52
3.1.3	串连选取.....	52
3.1.4	窗口选取.....	53
3.1.5	区域选取.....	54
3.1.6	单一选取.....	55
3.1.7	全部选取.....	55
3.1.8	选取群组.....	55
3.2	删除与恢复.....	56
3.2.1	删除几何对象.....	56
3.2.2	恢复删除.....	57
3.3	转换几何对象.....	57
3.3.1	镜像.....	57
3.3.2	旋转.....	58
3.3.3	比例缩放.....	59
3.3.4	挤压.....	60
3.3.5	平移.....	60
3.3.6	偏移.....	61
3.3.7	外形偏移.....	62
3.3.8	拉伸.....	62
3.3.9	Roll 卷起.....	63
3.4	修整几何对象.....	63
3.4.1	倒圆角.....	63
3.4.2	修剪.....	64
3.4.3	分割.....	67
3.4.4	连接几何对象.....	69

3.4.5	修整控制点.....	69
3.4.6	转换成 NURBS 曲线.....	70
3.4.7	延伸几何对象.....	70
3.4.8	拖动.....	71
3.4.9	样条曲线转换为圆弧.....	72
上机操作与指导 3.....		72
第 4 章	图形的标注	74
4.1	尺寸标注.....	74
4.1.1	水平标注.....	74
4.1.2	垂直标注.....	75
4.1.3	平行标注.....	75
4.1.4	基准标注.....	75
4.1.5	串联标注.....	76
4.1.6	圆标注.....	76
4.1.7	角度标注.....	77
4.1.8	相切标注.....	77
4.1.9	顺序标注.....	77
4.4.10	点标注.....	80
4.2	图形注释.....	80
4.2.1	输入注释文字步骤.....	80
4.2.2	输入注释文字方法.....	80
4.2.3	设置图形注释.....	81
4.3	快捷尺寸标注.....	82
4.3.1	快捷尺寸标注.....	82
4.3.2	编辑尺寸.....	82
4.4	绘制尺寸界线和指引线.....	86
4.5	图案填充.....	86
4.6	编辑图形标注.....	87
4.7	设置图形标注.....	88
4.7.1	设置尺寸标注的属性.....	88
4.7.2	设置尺寸文字.....	89
4.7.3	设置注释文字.....	90
4.7.4	设置尺寸线、尺寸界线和箭头.....	91
4.7.5	其他设置.....	93
上机操作与指导 4.....		94
第 5 章	曲面和曲线的构建	95
5.1	三维造型概述.....	95
5.2	设置构图面、视角及构图深度.....	95
5.2.1	设置构图面.....	95

5.2.2	设置视角.....	97
5.2.3	设置构图深度.....	98
5.3	线架模型.....	99
5.4	构建基本曲面.....	103
5.4.1	曲面的基本概念.....	104
5.4.2	构建圆柱面.....	105
5.4.3	构建圆锥面.....	106
5.4.4	构建立方体面.....	106
5.4.5	构建球面.....	107
5.4.6	构建圆环面.....	107
5.4.7	构建挤压面.....	108
5.5	构建举升曲面和直纹曲面.....	108
5.5.1	构建举升曲面.....	109
5.5.2	构建直纹曲面.....	110
5.6	构建昆氏曲面.....	110
5.6.1	自动串连.....	110
5.6.2	手动串联.....	111
5.7	构建旋转曲面.....	112
5.8	构建扫描曲面.....	113
5.9	构建牵引曲面.....	114
5.10	构建曲面倒圆角.....	115
5.10.1	平面与曲面倒圆角.....	115
5.10.2	曲线与曲面倒圆角.....	117
5.10.3	曲面与曲面倒圆角.....	117
5.11	曲面偏移.....	118
5.12	修剪/延伸曲面.....	119
5.12.1	修剪到曲线.....	119
5.12.2	修剪到平面.....	120
5.12.3	修剪到曲面.....	120
5.12.4	绘制边界平面和删除边界.....	121
5.12.5	分割曲面.....	121
5.12.6	恢复修剪前曲面.....	122
5.12.7	延伸曲面.....	122
5.13	熔接曲面.....	123
5.13.1	两曲面熔接.....	123
5.13.2	三曲面熔接和倒圆角曲面熔接.....	124
5.14	构建曲线.....	124
5.14.1	曲线参数.....	124
5.14.2	构建固定参数曲线.....	125

5.14.3	构建曲面轮廓曲线.....	126
5.14.4	构建曲面的方向曲线.....	126
5.14.5	构建动态曲线.....	127
5.14.6	构建切片曲线.....	127
5.14.7	构建曲面的交线.....	128
5.14.8	构建投影曲线.....	128
5.14.9	构建曲面分割线.....	129
5.14.10	构建边界曲线.....	130
	上机操作和指导 5.....	130
第 6 章	实体造型	132
6.1	构建基本实体.....	132
6.1.1	构建圆柱体.....	132
6.1.2	构建圆锥体.....	133
6.1.3	构建立方体.....	133
6.1.4	构建球体.....	134
6.1.5	构建圆环.....	134
6.2	构建挤压实体.....	135
6.3	构建旋转实体.....	137
6.4	构建扫描实体.....	138
6.5	构建举升实体.....	138
6.6	实体布尔运算.....	139
6.6.1	布尔求和运算.....	140
6.6.2	布尔求差运算.....	140
6.6.3	布尔求交运算.....	140
6.7	牵引实体面.....	140
6.8	外壳实体.....	142
6.9	修剪实体.....	142
6.10	实体倒角.....	143
6.10.1	实体倒圆角.....	143
6.10.2	实体倒直角.....	145
	上机操作和指导 6.....	146
第 7 章	数控加工基础	148
7.1	工件设置.....	148
7.2	刀具设置.....	149
7.3	材料设置.....	152
7.4	其他参数设置.....	153
7.5	操作管理.....	154
7.6	刀具路径模拟.....	154
7.7	仿真加工.....	155

7.8	后处理	156
7.9	加工报表	157
	上机操作与指导 7	158
第 8 章	二维铣削加工	159
8.1	外形铣削	159
8.1.1	加工类型	160
8.1.2	高度设置	162
8.1.3	刀具补偿	162
8.1.4	分层铣削	163
8.1.5	进刀/退刀设置	163
8.1.6	过滤设置	164
8.1.7	外形铣削实例	165
8.2	钻孔与镗孔加工	167
8.2.1	点的选择	167
8.2.2	钻孔参数	168
8.2.3	钻孔实例	169
8.3	挖槽铣削加工	170
8.3.1	挖槽铣削参数	170
8.3.2	粗加工参数	172
8.3.3	精加工参数	174
8.3.4	挖槽加工实例	175
8.4	面铣削加工	178
8.4.1	参数设置	178
8.4.2	面铣削加工实例	179
8.5	全圆铣削加工	181
8.5.1	全圆铣削	181
8.5.2	螺旋铣削	182
8.5.3	自动钻孔	182
8.5.4	点铣削	183
8.5.5	全圆铣削加工实例	184
8.6	文字雕刻	185
	上机操作与指导 8	188
第 9 章	三维铣削加工	189
9.1	曲面加工类型	189
9.2	共同参数	190
9.3	曲面粗加工	191
9.3.1	平行式粗加工	191
9.3.2	平行式粗加工实例	193
9.3.3	放射状粗加工	195

9.3.4	放射状粗加工实例	196
9.3.5	投影式粗加工	197
9.3.6	流线粗加工	198
9.3.7	等高线式粗加工	199
9.3.8	挖槽粗加工	199
9.3.9	插入式下刀粗加工	200
9.4	曲面精加工	200
9.4.1	平行式精加工	201
9.4.2	陡斜面式精加工	201
9.4.3	放射状精加工	202
9.4.4	投影式精加工	203
9.4.5	曲面流线式精加工	203
9.4.6	等高线式精加工	204
9.4.7	浅平面式精加工	204
9.4.8	交线清角式精加工	206
9.4.9	残料清除精加工	206
9.4.10	环绕等距式精加工	206
9.5	多轴加工	207
9.5.1	5轴曲线加工	207
9.5.2	5轴钻孔	209
9.5.3	5轴侧刃铣削	209
9.5.4	5轴流线加工	210
9.5.5	4轴旋转加工	211
	上机操作与指导 9	211
第 10 章	车床加工	212
10.1	车床加工基础知识	212
10.1.1	车床坐标系	212
10.1.2	刀具参数	213
10.1.3	工件设置	217
10.2	粗车、精车参数	218
10.2.1	粗车	218
10.2.2	精车	221
10.2.3	实例	221
10.3	端面车削	223
10.4	挖槽加工	224
10.4.1	定义加工模型	224
10.4.2	加工区域与凹槽形状	224
10.4.3	挖槽粗车参数	226
10.4.4	挖槽精车参数	227

10.5	快捷车削加工.....	228
10.5.1	快捷粗车加工.....	228
10.5.2	快捷精车加工.....	228
10.5.3	快捷挖槽加工.....	229
10.6	钻孔加工.....	230
10.7	车削螺纹.....	231
10.7.1	螺纹外形设置.....	232
10.7.2	螺纹切削参数设置.....	232
10.8	切槽车削加工.....	234
	上机操作与指导 10.....	236
第 11 章	Mastercam 9.0 的安装及其快捷键.....	238
11.1	Mastercam 9.0 的安装.....	238
11.2	快捷键及其含义表.....	241

第 1 章 Mastercam 基础知识

Mastercam 是美国 CNC 公司开发的集计算机辅助设计 (CAD) 和计算机辅助制造 (CAM) 于一体的很成功软件, 自 1984 年诞生以来, 就以其强大的加工功能被很多用户选用。

1.1 Mastercam 9.0 简介

Mastercam 9.0 是在 Mastercam 8 的基础之上增加了新的功能和模块, 其操作更加方便, 功能更加强大。

1.1.1 Mastercam 9.0 的主要用途

Mastercam 9.0 分 CAD 和 CAM 两部分。

使用 Mastercam 9.0 的 CAD 在计算机上进行图形设计, 然后在 CAM 中编制刀具路径 (NCI), 通过处理后转换成 NC 程式, 传送至数控机床立即可以加工。CAD/CAM 大大地节省了时间、资源和产品成本, 因此可以提高工作效率和加工精度。

1. CAD 部分的功能

- (1) 可以绘制二维和三维图形, 标注尺寸等各种编辑功能。
- (2) 提供图层的设定, 可隐藏和显示图层, 使绘图变得简单, 显示更清楚。
- (3) 提供字形设计, 对各种标牌的制作提供了最好的方法。
- (4) 可绘制曲线、曲面的交线、延伸、修剪、熔接、分割、倒直角、倒圆角等操作。
- (5) 图形可转换至 AutoCAD 或其他软件, 也可以从其他软件转换至 Mastercam。
- (6) 可以构建实体模型、曲面模型等三维造型。

2. CAM 部分的功能

- (1) 分别提供 2D、2.5D、3D 模组。
- (2) 提供外形铣削、挖槽、钻孔加工。
- (3) 提供曲面粗加工, 粗加工可用八种加工方法: 平行式、放射式、投影式、曲面流线式、等高线式、间歇式、挖槽式、插削式。
- (4) 提供曲面精加工, 精加工可用十种加工方法: 平行式、陡斜面式、放射式、投影式、曲面流线式、等高线式、浅平面式、交线清角式、残屑清除式、环绕等距式。
- (5) 提供线架曲面的加工, 如直纹曲面、旋转曲面、扫描曲面、昆氏曲面、举升曲面的加工。
- (6) 提供多轴加工。
- (7) 提供刀具模拟显示, 编制的 NC 程式, 可以显示运行情况, 估计加工时间。
- (8) 提供刀具路径实体模型, 检验真实显示出的加工生成产品, 避免到达车间加工时发生错误。
- (9) 提供多种后处理程式, 以供各种控制器使用。

(10) 可建立各种管理，如刀具管理、操作管理、串联管理及工件管理和工作报表。

1.1.2 启动 Mastercam 9.0

Mastercam 9.0 包括：Design（设计）、Mill（铣床）、Lathe（车床）和 Wire（线切割）4 个模块，在 Windows 95/98、Windows 2000 或 Windows NT 下启动 Mastercam 9.0 的各个模块有以下两种方法：

(1) 单击“开始”按钮，然后指向“程序”，再指向 Mastercam 9.0 文件夹，单击 Design 9 或 Mill 9、Lathe 9、Wire 9，如图 1-1 所示，即可启动 Mastercam 9.0 的对应模块。

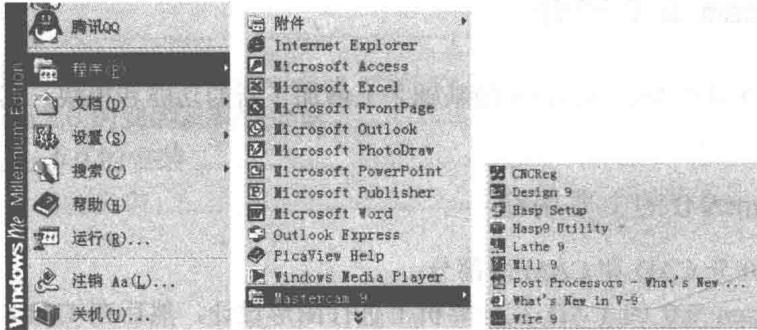


图 1-1 从“开始”按钮启动 Mastercam 9.0 示例

(2) 双击 Mastercam 9.0 在桌面的 4 个快捷方式图标中的一个，如图 1-2 所示，即可启动 Mastercam 9.0 的对应模块。

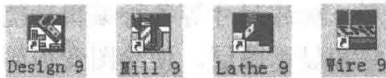


图 1-2 桌面的快捷图标

在首次启动 Mastercam 9.0 时，系统首先打开图 1-3 所示的协议文件，阅读该文件后，应单击 按钮，关闭该文件。系统打开图 1-4 所示的“License Agreement Acceptance”（授权接受）对话框，单击“Yes”按钮接受该协议并且启动 Mastercam 9.0；若单击“No”按钮，则退出 Mastercam 9.0。在首次启动 Mastercam 9.0 的不同模块时，系统都要提示用户是否接受协议。

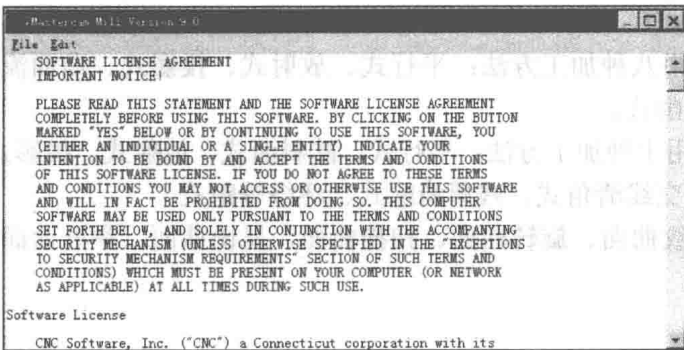


图 1-3 启动后显示的协议文件

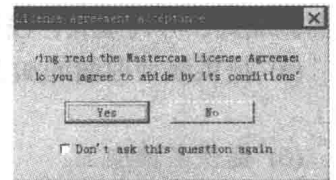


图 1-4 “授权接受”对话框

如果选中“Don't ask this question again”复选框，则在下次启动 Mastercam 9.0 时不再显示该文件。

1.2 Mastercam 9.0 的窗口界面

启动 Mastercam 9.0 以后，屏幕上出现如图 1-5 所示的窗口界面。该界面主要包括：标题栏、工具栏、主菜单、辅助菜单、提示区、绘图区和坐标系图标等部分。

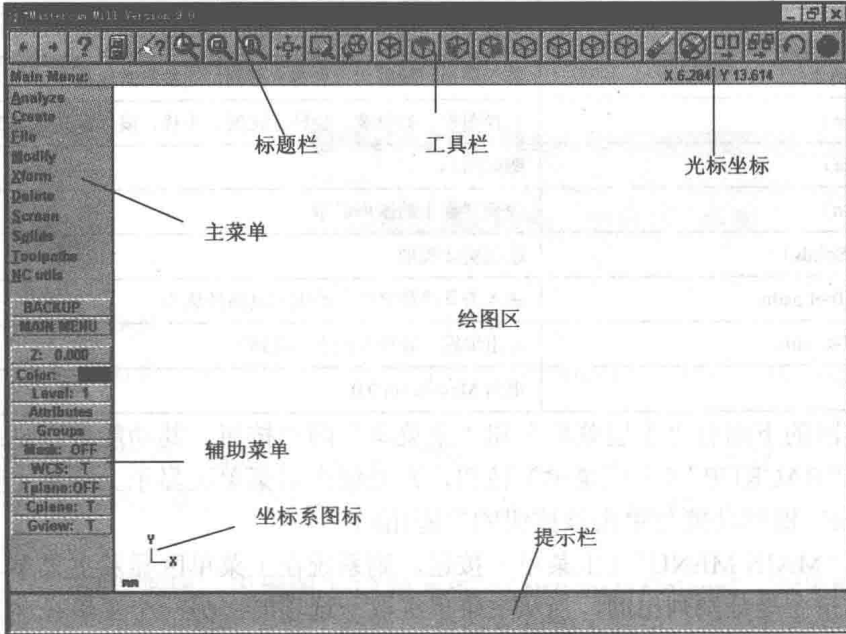




图1-5 Mill9模块的窗口界面

1.2.1 标题栏

Mastercam 9.0 窗口界面最上面的一行为标题栏，不同的模块其标题栏也不相同。如果已经打开了一个文件，则在标题栏中还将显示该文件的路径及文件名。

1.2.2 工具栏

工具栏由位于标题栏下面的一排按钮组成。启动的模块不同，其默认的工具栏也不尽相同。用户可以通过快捷组合键 $\langle \text{Alt} \rangle + \langle \text{B} \rangle$ 来控制工具栏的显示，也可以通过单击工具栏左端的  和  按钮来改变工具栏的显示，还可以通过“Screen”菜单中的 Configure 命令来设置用户自己的工具栏。图 1-6 为 Mill 模块的默认工具栏，它提供了一种快捷的工作方式。

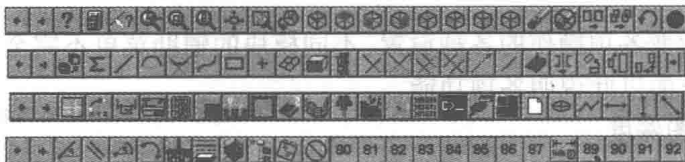


图1-6 “Mill模块”的工具栏

1.2.3 主菜单

Mastercam 9.0 的主菜单，如图 1-7 所示。表 1-1 列出了主菜单的选项并简要说明了每种

选项的功能。

表 1-1 主菜单选项说明

选项	说明
分析 (Analyze)	显示绘图区已选取的对象所有相关的信息
绘制图形 (Create)	绘制图形
文档 (File)	处理文档 (保存、取出、编辑、打印等)
修整 (Modify)	修改图形, 如圆角、修剪、分割、连接和其他指令
转换 (Xform)	转换图形, 如镜像、旋转、比例、平移、偏移和其他指令
删除 (Delete)	删除图形
屏幕 (Screen)	改变屏幕上的图形显示
实体模型 (Solids)	绘制实体模型
刀具选项 (Tool paths)	进入刀具路径菜单, 给出刀具路径选项
公共管理 (NC utils)	给出编辑、管理和检查刀具路径
退出 (Exit)	退出 Mastercam 9.0

在主菜单区的下面有“上层菜单”和“主菜单”两个按钮。其功能分别是:

(1) 单击“BACKUP”(上层菜单)按钮, 则系统在主菜单区显示上一层主菜单区显示的菜单。按〈Esc〉键的功能与单击该按钮的功能相同。

(2) 单击“MAIN MENU”(主菜单)按钮, 则系统在主菜单区显示主菜单。

主菜单的指令是分别列出的, 当从主菜单选取一选项时, 另一个菜单在此基础上显示, 可以通过相继的菜单层进行选择, 直至选择完成。例如, 要绘出一条直线时, 图 1-8 所示的一组菜单为这一项选取的过程。

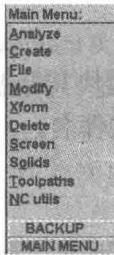


图 1-7 主菜单

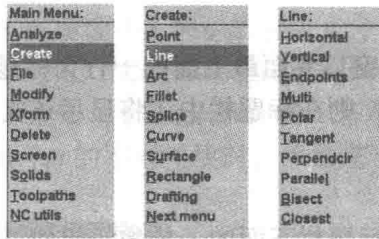


图 1-8 绘制直线的选取命令示例

1.2.4 辅助菜单

辅助菜单用于改变各项操作的各种设置。不同模块的辅助菜单不完全相同, 图 1-9 为 Mill 模块的辅助菜单, 下面以此说明各项功能。

1. Z:0.000 构图深度

辅助菜单中的 Z 选项用来设置当前构图的深度。构图的深度是相对于系统原点 (0,0,0), 来定义当前构图平面的深度。从菜单选择 Z 后, 主菜单显示“点输入”子菜单, 可以选用该子菜单中的选项或采用光标设置已知点的深度, 还可以直接在提示区输入深度值, 然后按〈Enter〉键。例如绘制俯视图, 如顶面设置为 0, 则底面就要给一个构图深度。在这里必须