



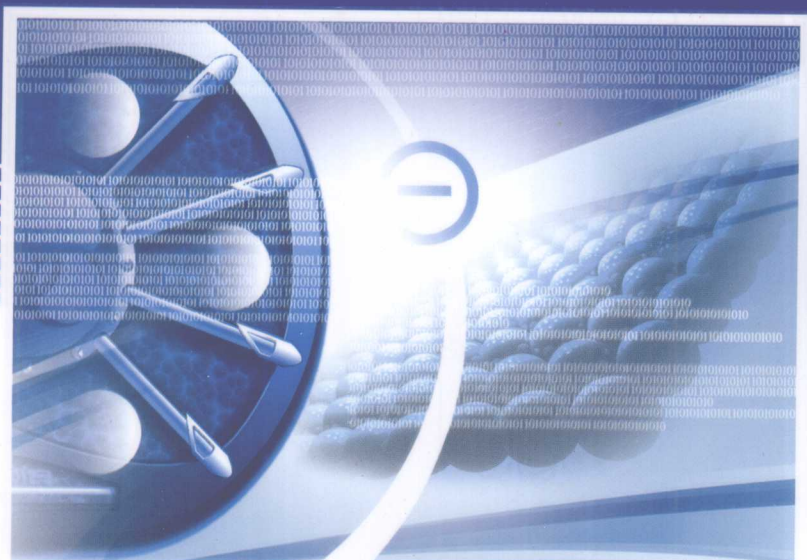
21世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

Mastercam X

案例教程

Mastercam X anli jiaocheng

■ 主 编 章国庆 刘 磊 李河水



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

Mastercam X 案例教程

章国庆 刘 磊 李河水 主 编

朱祖武 熊 杰 曾绍平 副主编

林绢华 胡素萍 谭惠忠 参 编

陈红江 主 审

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

Mastercam X 是 Mastercam 的最新版本,它在 Mastercam 9.0 的基础上又增加了很多新的功能和模块,操作界面及操作流程也更符合当前的 Windows 视窗应用软件操作规范。本书以习题讲解的形式全面介绍了 Mastercam X 强大的设计和数控加工能力。全书共分 10 章,第 1 章介绍 Mastercam X 概论,第 2 章介绍二维图形绘制,第 3 章介绍图形编辑与标注,第 4 章介绍三维曲面与曲线,第 5 章介绍三维实体造型,第 6 章介绍 Mastercam X 数控加工基础,第 7 章介绍二维铣削加工,第 8 章介绍三维曲面铣削加工,第 9 章介绍车削加工,第 10 章为综合训练课题。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

Mastercam X 案例教程/章国庆,刘磊,李河水主编. —北京:北京理工大学出版社,2009.8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2649 - 3

I. M… II. ①章…②刘…③李… III. 计算机辅助制造 - 应用软件, Mastercam X - 教材 IV. TP391.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 145315 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 22

字 数 / 519 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 1500 册

定 价 / 38.00 元

责任校对 / 申玉琴

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

21 世纪是科技全面创新和社会高速发展的时代, 面临这个难得的机遇和挑战, 本着“科教兴国”的基本战略, 我国已着力对高等学校进行了教学改革。为顺应国家对于培养应用型人才的要求, 满足社会对高校毕业生的技能需要, 北京理工大学出版社特邀一批知名专家、学者进行了本系列规划教材的编写, 以期能为广大读者提供良好的学习平台。

本系列规划教材面向机电类相关专业。作者在编写之际, 广泛考察了各校应用型学生的学习实际, 本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格, 以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点, 力求提高学生的实际运用能力, 使学生更好地适应社会需求。

一、教材定位

- ✚ 以就业为导向, 培养学生的实际运用能力, 以达到学以致用目的。
- ✚ 以科学性、实用性、通用性为原则, 以使教材符合机电类课程体系设置。
- ✚ 以提高学生综合素质为基础, 充分考虑对学生个人能力的提高。
- ✚ 以内容为核心, 注重形式的灵活性, 以便学生易于接受。

二、编写原则

- ✚ 定位明确。本系列教材所列案例均贴合工作实际, 以满足广大企业对于机电类专业应用型人才实际操作能力的需求, 增强学生在就业过程中的竞争力。
- ✚ 注重培养学生职业能力。根据机电类专业实践性要求, 在完成基础课的前提下, 使学生掌握先进的机电类相关操作软件, 培养学生的实际动手能力。

三、丛书特色

- 系统性强。丛书各教材之间联系密切，符合各个学校的课程体系设置，为学生构建牢固的知识体系。
- 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深、循序渐进的原则，重点、难点突出，以提高学生的学习效率。
- 先进性强。吸收最新的研究成果和企业的实际案例，使学生对当前专业发展方向有明确的了解，并提高创新能力。
- 操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力，以使理论来源于实践，并最大限度运用于实践。

北京理工大学出版社

前 言

Mastercam 是美国 CNC Software 公司推出的基于 PC 平台的 CAD/CAM 集成软件,也是国内外制造业广泛使用的 CAD/CAM 软件,该软件主要应用于机械、电子、汽车等行业,特别在模具制造业中应用最广。

Mastercam X 是 Mastercam 软件的最新版本,主要包括 Design (设计)、Mill (铣削加工)、Lathe (车削加工) 和 Router (激光线切割加工) 4 个功能模块。在新版本中,这 4 个功能模块被整合到一个平台上,操作更加方便。

本书采用由浅入深的讲述方法,循序渐进地介绍了 Mastercam X 的 CAD 和 CAM 功能的使用方法。全书共分 10 章,第 1 章介绍 Mastercam X 概论,第 2 章介绍二维图形绘制,第 3 章介绍图形编辑与标注,第 4 章介绍三维曲面与曲线,第 5 章介绍三维实体造型,第 6 章介绍 Mastercam X 数控加工基础,第 7 章介绍二维铣削加工,第 8 章介绍三维曲面铣削加工,第 9 章介绍车削加工,第 10 章为综合训练课题。

本书结构严谨清晰、重点突出,并配备相应实例模型,可供从事 CAD/CAM 工作的初、中级用户阅读参考,也可作为高等院校数控技术和模具制造技术等工科类专业的课程教材,以及各类培训班的教材使用。

本书第 1 章由李河水老师编写,第 2 章由林绢华老师编写,第 3 章由曾绍平老师编写,第 4 章由章国庆老师编写,第 5 章由刘磊老师编写,第 6 章由朱祖武老师编写,第 7 章由熊杰老师编写,第 8 章由章力老师编写,第 9 章由胡素萍老师编写,第 10 章由谭惠忠老师编写。全书由章国庆老师统稿,陈红江老师主审。

由于编者水平有限,加之创作时间仓促,本书不足之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 Mastercam X 概论	1
1.1 Mastercam X 简介	1
1.2 系统的启动和退出	1
1.2.1 系统的启动	1
1.2.2 系统功能模块的启动	1
1.2.3 系统的退出	2
1.3 系统的窗口界面	2
1.3.1 标题栏	3
1.3.2 菜单栏	3
1.3.3 工具栏	3
1.3.4 坐标输入及捕捉栏	4
1.3.5 目标选择栏	6
1.3.6 操作栏 (工作条)	6
1.3.7 操作命令记录栏	6
1.3.8 绘图区	6
1.3.9 状态栏	6
1.3.10 加工操作管理器/实体管理器	7
1.4 Mastercam X 快捷键	8
思考与练习	9
第 2 章 二维图形绘制	10
2.1 点的绘制	10
2.1.1 一般点绘制	10
2.1.2 特殊点绘制	12
2.2 直线的绘制	12
2.3 圆弧的绘制	15
2.4 矩形的绘制	18
2.4.1 标准矩形绘制	18
2.4.2 变形矩形绘制	19
2.5 椭圆的绘制	20
2.6 正多边形的绘制	21
2.7 倒角及倒圆角的绘制	22
2.7.1 倒角绘制	22
2.7.2 倒圆角绘制	23

2.8 文字的绘制	24
2.9 边界盒的绘制	25
2.10 样条线的绘制	26
2.11 实例	27
思考与练习	31
第3章 图形编辑与标注	35
3.1 几何对象选择	35
3.1.1 快速选取	35
3.1.2 全部选择	35
3.1.3 单一选择	35
3.1.4 交叉方式	36
3.1.5 选择方式	36
3.1.6 取消选择	37
3.2 删除与恢复	37
3.3 几何对象转换	39
3.3.1 平移	39
3.3.2 3D 平移	40
3.3.3 镜像	41
3.3.4 旋转	42
3.3.5 比例缩放	43
3.3.6 偏置 (单体补正)	44
3.3.7 外形偏置 (串连补正)	44
3.3.8 投影	45
3.3.9 阵列	46
3.3.10 缠绕 (展开)	47
3.3.11 拖曳	48
3.4 几何对象修整	49
3.4.1 修剪 (延伸)/打断	49
3.4.2 连接	51
3.4.3 编辑 NURBS 曲线控制点	51
3.4.4 参数曲线转变为 NURBS 曲线	51
3.4.5 曲线变弧	52
3.5 尺寸标注与图案填充	52
3.5.1 尺寸标注	53
3.5.2 图形注释	55
3.5.3 快速标注	56
3.5.4 图案填充 (剖面线)	56
3.5.5 编辑图形标注	57
3.6 实例	58

思考与练习	64
第4章 三维曲面与曲线	72
4.1 三维曲面造型	72
4.1.1 绘制基本三维曲面	73
4.1.2 创建曲面	76
4.1.3 曲面编辑	82
4.2 空间曲线	91
4.2.1 边界曲线	91
4.2.2 常参数曲线	92
4.2.3 曲面流线	93
4.2.4 动态曲线	93
4.2.5 剖切曲线	94
4.2.6 曲线转化为曲面曲线	94
4.2.7 分模线	94
4.2.8 绘制相交线	95
4.3 曲面造型实例	95
思考与练习	101
第5章 三维实体造型	102
5.1 创建基本实体	103
5.2 由二维图形创建三维实体	103
5.2.1 拉伸实体	103
5.2.2 旋转实体	105
5.2.3 扫描实体	107
5.2.4 放样实体	108
5.3 由曲面生成实体	108
5.4 实体布尔运算	110
5.4.1 实体并集运算	110
5.4.2 实体差集运算	110
5.4.3 实体交集运算	111
5.4.4 非关联布尔运算	111
5.5 实体编辑	112
5.5.1 实体圆角	112
5.5.2 实体倒角	114
5.5.3 实体抽壳	116
5.5.4 牵引实体面	117
5.5.5 修剪实体	117
5.5.6 去除表面	118
5.6 实体操作管理器	119
5.6.1 删除操作	120

5.6.2 暂时屏蔽操作效果	120
5.6.3 编辑操作参数	121
5.6.4 编辑二维截形	122
5.6.5 改变操作的次序	122
5.7 三维实体造型实例	123
思考与练习	127
第 6 章 Mastercam X 数控加工基础	129
6.1 加工设备选择	129
6.1.1 铣床 (Mill)	129
6.1.2 车床 (Lathe)	130
6.1.3 机床定义管理器 (Machine Definition Manager)	131
6.2 刀具设置	131
6.2.1 选择刀具	131
6.2.2 修改刀具	132
6.2.3 自定义新刀具	134
6.2.4 刀具加工参数设置	135
6.3 工件设置	135
6.3.1 工件类型选择	136
6.3.2 工件尺寸设置	136
6.3.3 工件原点设置	137
6.4 材料设置	137
6.4.1 材料的选择	137
6.4.2 材料的定义	138
6.5 操作管理	139
6.5.1 “操作管理器”中的图标符号	139
6.5.2 刀具路径模拟	140
6.5.3 实体仿真加工	141
6.5.4 后处理	143
6.6 数控铣削加工工艺基础	143
6.6.1 加工顺序的安排原则	143
6.6.2 顺铣与逆铣	144
6.6.3 周铣与端铣	145
6.6.4 铣削用量的选择	146
6.6.5 进刀与退刀的走刀路线及-Z 向进刀方法	149
6.6.6 数控加工工艺文件的编制	149
思考与练习	150
第 7 章 二维铣削加工	151
7.1 外形铣削	151
7.1.1 刀具参数设置	151

7.1.2 外形铣削参数设置	152
7.2 钻孔与镗孔加工	158
7.2.1 点的选择	158
7.2.2 钻孔参数	160
7.3 挖槽铣削加工	162
7.3.1 编制挖槽加工刀具路径的操作步骤	162
7.3.2 挖槽铣削参数	162
7.3.3 挖槽加工方式	163
7.3.4 粗加工参数	166
7.3.5 精加工参数	168
7.4 面铣削加工	169
7.4.1 编制面铣削加工刀具路径的操作步骤	169
7.4.2 铣削方式	170
7.4.3 刀具移动的方式	170
7.4.4 其他参数	171
7.5 全圆铣削和点铣削加工	171
7.5.1 全圆铣削	171
7.5.2 螺旋铣削	172
7.5.3 自动钻孔	173
7.5.4 点铣削	174
7.6 雕刻加工	175
7.6.1 雕刻加工操作步骤	175
7.6.2 雕刻参数	176
7.6.3 粗/精加工参数	177
7.7 实例	178
思考与练习	185
第8章 三维曲面铣削加工	188
8.1 曲面加工类型	188
8.1.1 粗加工刀具路径	188
8.1.2 精加工刀具路径	189
8.2 曲面加工共同参数	189
8.2.1 刀具选择	191
8.2.2 高度设置	191
8.2.3 记录文件	191
8.2.4 进刀与退刀参数	192
8.2.5 加工曲面、干涉面和加工区域设置	192
8.3 曲面粗加工	193
8.3.1 平行式粗加工	193
8.3.2 放射状粗加工	197

8.3.3	投影式粗加工	198
8.3.4	流线粗加工	199
8.3.5	等高线式粗加工	203
8.3.6	残料粗加工	204
8.3.7	挖槽粗加工	205
8.3.8	钻削式下刀粗加工	207
8.4	曲面精加工	208
8.4.1	平行式精加工	208
8.4.2	陡斜面式精加工	209
8.4.3	放射状精加工	210
8.4.4	投影式精加工	210
8.4.5	曲面流线式精加工	211
8.4.6	等高线式精加工	213
8.4.7	浅平面式精加工	214
8.4.8	交线清角式精加工	215
8.4.9	残料清角精加工	216
8.4.10	环绕等距式精加工	218
8.4.11	混合式精加工	218
8.5	实例	220
	思考与练习	250
第 9 章	车削加工	252
9.1	车削加工基础	252
9.1.1	车床坐标系	252
9.1.2	刀具参数设置	253
9.1.3	工件设置	258
9.2	车削刀具路径基本操作	260
9.2.1	端面车削加工	260
9.2.2	粗车加工	261
9.2.3	精车加工	265
9.2.4	切槽加工	265
9.2.5	螺纹车削加工	271
9.2.6	钻孔加工	274
9.2.7	切断	275
9.2.8	快速车削加工	276
9.3	实例	278
	思考与练习	287
第 10 章	综合训练课题	290
10.1	型腔体零件的数控加工	290
10.1.1	工艺分析	290

10.1.2 零件造型	292
10.1.3 数控加工自动编程	292
10.2 香皂盒面壳的凸模零件的数控加工	310
10.2.1 工艺分析	311
10.2.2 零件造型	311
10.2.3 模具加工曲面、曲线生成	316
10.2.4 凸模加工刀具路径生成	317
10.3 香皂盒面壳的凹模零件的数控加工	327
10.3.1 工艺分析	327
10.3.2 零件造型	327
10.3.3 凹模加工刀具路径生成	329
思考与练习	334
参考文献	337

第 1 章

Mastercam X 概论

1.1 Mastercam X 简介

Mastercam 是美国 CNC Software 公司推出的基于 PC 平台的、集设计和制造于一体的 CAD/CAM 软件。目前, Mastercam 以优良的性价比、常规的硬件要求、灵活的操作方式、稳定的运行效果及易学易用的操作方法等特点, 成为世界上应用最广泛、最优秀的软件之一, 也是我国应用最广泛、最有代表性的 CAD/CAM 软件之一。它主要应用于机械、电子、汽车和航空等行业的模具制造。

本书所介绍的 Mastercam X 即 Mastercam V10.0, 是 Mastercam 软件的最新版本。它是一个真正的 Windows 应用程序, 具有 Windows 的标准工作界面。在界面中有图标、窗口、对话框、菜单、工具栏、绘图工作区和状态栏等。

在 Mastercam X 中, Design (设计)、Mill (铣削加工)、Lathe (车削加工) 和 Router (激光线切割加工或雕刻加工) 等 4 个功能模块被集成到一个平台中, 操作更加方便。

1.2 系统的启动和退出

1.2.1 系统的启动

常用的启动方法有如下几种。

1. 快捷图标

当完成 Mastercam X 的安装程序后, 自动在桌面上创建软件程序快捷图标, 如图 1-1 所示。双击该图标即可启动程序。



图 1-1 Mastercam X 的快捷图标

2. 开始按钮

选择 **开始** → **所有程序 (P)** → **Mastercam X** → 单击 **X Mastercam X** 命令, 即可启动程序。

1.2.2 系统功能模块的启动

Mastercam X 放弃了旧版本独立启动设计模块 (Design)、车削模块 (Lathe)、铣削模块 (Mill) 及线切割模块 (Wire) 的方式, 而是将系统的所有模块集中在如图 1-2 所示的加工机

床类型菜单 (Machine Type) 下进行调用, 用户需要某个模块时, 直接选择相应的模块即可, 无需单独启动。

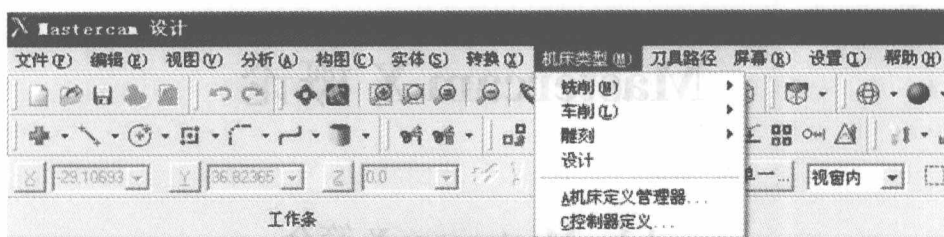


图 1-2 Mastercam X 系统模块的调用

1.2.3 系统的退出

当需要退出 Mastercam X 系统时, 常用的方法有如下几种。

- (1) 在主菜单上选择 **文件(F) → 退出(X)** 命令。
- (2) 单击 Mastercam X 窗口右上角的 **退出(X)** 按钮。
- (3) 使用组合键 “Alt+F4”。

此时, 系统将打开一个对话框, 要求再次确认是否退出系统。单击 “是 (Yes)” 按钮退出系统; 单击 “否 (No)” 按钮则返回到系统工作状态。

1.3 系统的窗口界面

启动 Mastercam X 后, 计算机窗口将显示如图 1-3 所示的界面, 这就是 Mastercam X 应用程序窗口, 其显示界面形式和 Windows 其他应用软件相似, 充分体现了 Mastercam X 用户界面友好、易学易用的特点。



图 1-3 Mastercam X 系统的显示界面

1.3.1 标题栏

Mastercam X 系统显示界面的顶部是标题栏，它显示了软件的名称、当前使用的模块、当前打开文件的路径及文件名称，在标题栏的右侧，是标准 Windows 应用程序的 3 个控制按钮，包括“最小化窗口”按钮、“还原窗口”按钮和“关闭应用程序”按钮。它还显示了当前所使用的功能模块。例如，当用户使用设计模块时，标题栏将显示 Mastercam X 设计。

1.3.2 菜单栏

在 Mastercam X 中，系统不再使用屏蔽菜单，而是具有了一个下拉菜单。下拉菜单中包含了绝大部分的 Mastercam X 命令，按照功能的不同被分别放置在不同的菜单组中。表 1-1 列出了主菜单的选项及其功能。

表 1-1 主菜单的选项及其功能

项 目	功 能
文件 (F)	处理文档（保存、取出、合并、格式转换和打印等）
编辑 (E)	对图形进行修改操作，如复制、粘贴、打断/修改和删除等
视图 (V)	用于视图的设置（平移、缩放视图等）
分析 (A)	显示或修改绘图区已选取的对象的相关信息
构图 (C)	绘制图形（包括二维、三维图素的创建，以及尺寸标注等）
实体 (S)	使用拉伸、旋转、扫描等方法进行实体模型的创建和修改
转换 (X)	转换图形，如镜像、旋转、比例、平移、偏移和其他指令
机床类型 (M)	选择功能模块和相应的机床类型
刀具选项 (T)	各种刀具路径的创建、编辑及后处理等功能
屏幕 (R)	改变屏幕上的图形显示
设置 (I)	工具栏、菜单和系统运行环境等的设置
帮助 (H)	提供系统帮助

1.3.3 工具栏

紧接菜单栏下面的是工具栏，它是将菜单栏中的命令以图标的方式来表达，方便用户快捷选取所需要的命令。与菜单栏一样，工具栏也是按功能进行划分的。工具栏中包含了 Mastercam X 的绝大部分命令。用户可以通过菜单栏中的命令“设置(I)”→“用户自定义(u)”来增加或减少工具栏中的图标，如图 1-4 和图 1-5 所示。

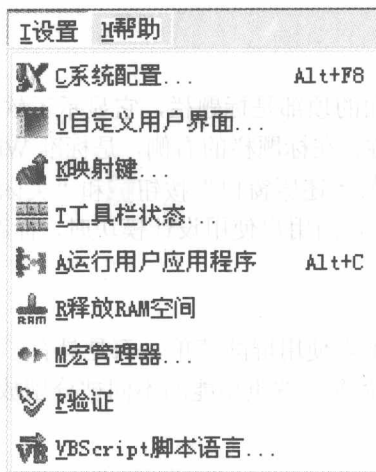


图 1-4 设置命令下拉菜单

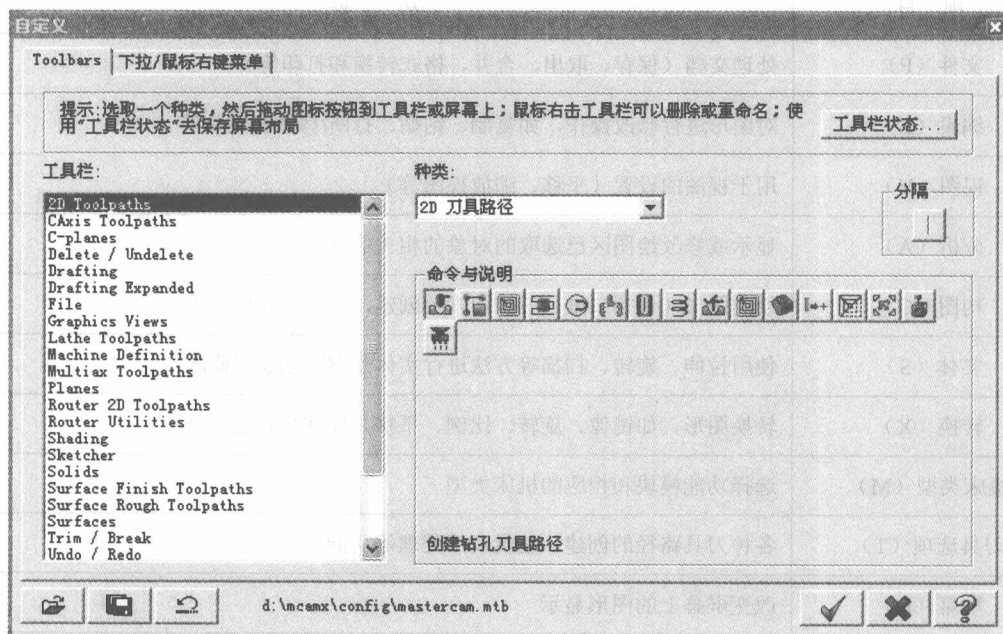


图 1-5 自定义工具栏

1.3.4 坐标输入及捕捉栏

紧接工具栏下面的是坐标输入及捕捉栏，它主要起坐标输入及绘图捕捉的功能，如图 1-6 所示。

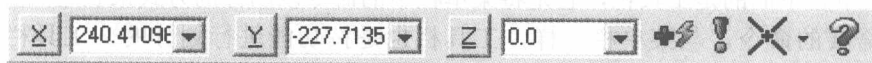


图 1-6 坐标输入及捕捉栏