

数控加工自动编程技术丛书

Mastercam X2

中文版

数控铣削

吴明友 编著



附赠光盘

CD-ROM

辽宁科学技术出版社

数控加工自动编程技术丛书

Mastercam X2 中文版数控铣削

吴明友 编著

辽宁科学技术出版社

沈阳

图书在版编目 (CIP) 数据

Mastercam X2 中文版数控铣削/吴明友编著. — 沈阳:
辽宁科学技术出版社, 2010.1

(数控加工自动编程技术丛书)

ISBN 978-7-5381-6167-0

I. M… II. 吴… III. 数控机床: 铣床-金属切
削-计算机辅助设计-应用软件, Mastercam X2
IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 198577 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳全成广告印务有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: 24

字 数: 400 千字

印 数: 1~4000

出版时间: 2010 年 1 月第 1 版

印刷时间: 2010 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 高 鹏

封面设计: 李 丹

版式设计: 于 浪

责任校对: 李 雪

书 号: ISBN 978-7-5381-6167-0

定 价: 48.00 元 (附赠光盘)

联系电话: 024-23284062

邮购热线: 024-23284502

E-mail: lnkj@126.com

http: //www.lnkj.com.cn

本书网址: www.lnkj.cn/uri.sh/6167

丛书出版说明

现代制造业所面对的是具有复杂型腔的高精度模具以及具有复杂型面产品的加工，它们都以三维型面为结构主体，整体结构紧凑，精度要求高，加工难度极大，用手工编程已经不能满足数控加工的需要，必须采用高效的 CAD/CAM 软件，进行有效的数控铣削编程，“数控加工自动编程技术丛书”就是因此而编写的。

本丛书详细介绍了企业中应用最广泛的 3 种 CAD/CAM 软件的 CAM 部分。分为以下 3 本：

1. 《UG NX 6.0 中文版数控铣削》
2. 《Mastercam X2 中文版数控铣削》
3. 《Cimatron E 8.5 中文版数控铣削》

本丛书详细讲解了 3 种软件在二维（2D 或 2.5D）铣削加工、三维（曲面）铣削粗精加工、多轴铣削加工及高速加工中的编程方法与操作技巧。通过大量的操作实例让读者掌握相应部分的内容，在本丛书附带的光盘中，提供所有实例的题目、答案以及部分例题操作过程的视频录像。

本丛书由浅入深，对相关参数的功能和设置方法介绍得十分详细，并辅以大量的图例，每一步操作都有图可循。在讲解实例的过程中十分细致到位，不放过每一个细小的步骤，即使读者没有接触过 CAD/CAM 软件，按照本书的讲解也完全可以进行操作。

本丛书既是一套详细的教程，也是一套详尽的工具书，必会给有志用 CAD/CAM 软件进行数控铣削编程的您，带来意外的收获。

前言

本书是“数控加工自动编程技术丛书”之一，以目前广泛使用的 Mastercam X2 版本为介绍对象。

Mastercam 是美国 CNC 软件公司推出的基于 PC 机平台的 CAD/CAM 集成软件，自 1984 年问世以来，软件不断升级改进，目前，市场上广泛应用的有 Mastercam 9.0、Mastercam X 及最新开发的 Mastercam X2。Mastercam 以其优良的性价比、常规的硬件要求、灵活的操作方式、稳定的运行效果、易学易用的操作方法等特点，成为国内外制造业最广泛采用的 CAD/CAM 集成软件之一，主要应用于机械、电子、汽车、航空等行业，特别是在模具制造业中应用尤其广泛。

Mastercam X2 集二维绘图、三维实体、曲面设计、浮雕、数控编程、模拟加工等功能于一身，其功能稳定且运行速度快，对系统运行环境要求低，在造型设计、CNC 铣削、CNC 车削、CNC 线切割等作业中都能获得优秀的工作效果。Mastercam X2 具有基于 PC 平台，支持中文环境，操作简便以及经济高效等特点，是中小企业的理想选择，在全球已得到广泛应用。

本书详细介绍 Mastercam X2 的数控铣削加工模块，分 7 章，主要介绍了五部分内容：①2D 铣削加工；②曲面粗加工及曲面高速粗加工；③曲面精加工及曲面高速精加工；④线架构路径加工；⑤多轴加工。本书通过多个操作实例一步步地详细讲解 Mastercam X2 在二维铣削加工、3 轴铣削加工、4 轴铣削加工、5 轴铣削加工和高速加工中的编程方法与操作技巧，突出了实用性和可操作性。在讲解有关程序的参数过程中提供了大量的图例，以便读者能够轻松地掌握有关含义。每章后附有习题，共提供 12 道操作应用题。

在本书配套光盘中提供所有实例以及习题题目的电子文件，另外，还配有部分例题操作过程的视频录像，以方便读者理解和掌握相关编程方法和操作技巧。

建议读者先通过操作例题来熟悉软件界面和相关操作步骤，如果根据本书介绍的操作步骤操作起来还有困难，可以在看过例题的视频录像后再进行操作，然后熟悉本书中介绍的各个程序所涉及到的参数的含义，再不看书独立操作例题，最后练习一下本书每章后所附的习题，逐步达到独立操作 Mastercam X2 软件的目标。

本书适合企业中有志于用 Mastercam X2 软件进行数控铣削编程的人员使用，同时也可作为大中专院校相关专业和社会相关培训班的教材或参考书。

本书由吴明友编写，在编写过程中得到了王玉萍的大力支持和帮助，本书

还参考引用了参考文献中的资料，在此对这些作者表示诚挚感谢。

本书虽经反复推敲、校对，但因编者水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请广大读者和同行原谅，并提出宝贵意见。

编 者

2009 年 3 月

目 录

前言

第 1 章 Mastercam X2 数控编程基础	1
1.1 Mastercam X2 的操作界面	1
1.1.1 Mastercam X2 的工作界面	1
1.1.2 Mastercam X2 的文件管理	3
1.1.3 Mastercam X2 的帮助	5
1.2 Mastercam X2 的系统配置和环境设置	6
1.3 机床设备类型	10
1.4 工件设置	11
1.5 材料设置	13
1.6 刀具管理	16
1.7 操作管理	26
1.8 串连管理	34
习题	36
第 2 章 Mastercam X2 2D 铣削加工	38
2.1 外形铣削	38
2.1.1 操作步骤	39
2.1.2 选择刀具并设置相关参数	40
2.1.3 绝对坐标和增量坐标	41
2.1.4 加工类型	41
2.1.5 高度设置	42
2.1.6 刀具补偿	43
2.1.7 预留量	44
2.1.8 分层铣削	44
2.1.9 进刀/退刀设置	45
2.1.10 过滤设置	47
2.1.11 平面多次切削	48
2.1.12 线性设置	49
2.1.13 夹具设置	49
2.2 钻孔	50
2.2.1 操作步骤	51
2.2.2 点的选择	51
2.2.3 钻孔参数	52
2.3 挖槽	53
2.3.1 编制挖槽加工刀具路径的操作步骤	53

2.3.2	挖槽铣削参数	54
2.3.3	挖槽加工形式	55
2.3.4	粗加工参数	57
2.3.5	精加工参数	59
2.4	面铣削	60
2.4.1	操作步骤	61
2.4.2	铣削方式	61
2.4.3	刀具移动的方式	62
2.4.4	其他参数	62
2.5	全圆路径	62
2.5.1	全圆铣削	63
2.5.2	螺旋铣削	65
2.5.3	自动钻孔	66
2.5.4	起始孔加工	69
2.5.5	铣键槽	70
2.5.6	螺旋钻孔	72
2.6	点刀具路径	74
2.7	雕刻刀具路径	75
2.7.1	沿线条轮廓雕刻	75
2.7.2	挖槽雕刻	76
2.7.3	雕刻刀具路径	76
2.8	加工路径编辑	80
2.8.1	加工路径转换	80
2.8.2	加工路径修剪	84
2.9	2D 铣削加工实例	85
2.9.1	实例 2-1——面铣削、外形铣削、挖槽、钻孔、螺旋铣削和倒角	85
2.9.2	实例 2-2——雕刻加工	101
	习题	106
第 3 章 Mastercam X2 曲面粗加工		108
3.1	曲面加工概述	108
3.1.1	曲面铣削加工的类型	108
3.1.2	曲面加工共同参数	109
3.2	平行粗加工	114
3.2.1	平行粗加工刀具路径的创建步骤	114
3.2.2	平行粗加工刀具路径的参数设置	115
3.3	放射状粗加工	121
3.3.1	放射状粗加工刀具路径的创建步骤	121
3.3.2	放射状粗加工刀具路径的参数设置	122
3.4	投影粗加工	123

3.4.1	投影粗加工刀具路径的创建步骤	123
3.4.2	投影粗加工刀具路径的参数设置	124
3.5	流线粗加工	125
3.5.1	流线粗加工刀具路径的创建步骤	125
3.5.2	流线粗加工刀具路径的参数设置	126
3.6	等高外形粗加工	126
3.6.1	等高外形粗加工刀具路径的创建步骤	126
3.6.2	等高外形粗加工刀具路径的参数设置	127
3.7	残料粗加工	129
3.7.1	残料粗加工刀具路径的创建步骤	129
3.7.2	残料粗加工刀具路径的参数设置	129
3.8	挖槽粗加工	131
3.8.1	挖槽粗加工刀具路径的创建步骤	131
3.8.2	挖槽粗加工刀具路径的参数设置	132
3.9	钻削式粗加工	134
3.9.1	钻削式粗加工刀具路径的创建步骤	134
3.9.2	钻削式粗加工刀具路径的参数设置	135
3.10	曲面高速粗加工	135
3.10.1	曲面高速加工公共参数设置	136
3.10.2	中心除料粗加工	147
3.10.3	区域除料粗加工	148
3.10.4	残料粗加工	148
3.11	曲面粗加工实例	149
3.11.1	实例 3-1——平行粗加工	149
3.11.2	实例 3-2——放射状粗加工、投影粗加工	153
3.11.3	实例 3-3——流线粗加工	161
3.11.4	实例 3-4——等高外形粗加工	164
3.11.5	实例 3-5——挖槽粗加工	167
3.11.6	实例 3-6——钻削式粗加工	172
	习题	175
第 4 章	Mastercam X2 曲面精加工	177
4.1	平行精加工	177
4.2	放射状精加工	178
4.3	投影精加工	179
4.4	流线精加工	181
4.5	等高外形精加工	182
4.6	残料精加工	183
4.7	平行陡斜面精加工	185
4.8	环绕等距精加工	187

4.9 交线清角精加工	188
4.10 浅平面精加工	189
4.11 熔接精加工	191
4.12 曲面高速精加工	193
4.12.1 曲面高速精加工切削参数	193
4.12.2 曲面高速精加工方式	196
4.13 曲面精加工实例	201
4.13.1 实例4-1——平行精加工	201
4.13.2 实例4-2——放射状、投影精加工	205
4.13.3 实例4-3——流线精加工	209
4.13.4 实例4-4——等高外形精加工	212
4.13.5 实例4-5——平行陡斜面、环绕等距精加工	215
4.13.6 实例4-6——交线清角、环绕等距、浅平面精加工	219
4.13.7 实例4-7——熔接精加工	225
习题	228
第5章 Mastercam X2 线架构路径加工	229
5.1 直纹加工	229
5.1.1 直纹加工参数	230
5.1.2 直纹加工操作步骤	232
5.2 旋转加工	233
5.2.1 旋转加工参数	233
5.2.2 旋转加工操作步骤	234
5.3 2D 扫描加工	236
5.3.1 2D 扫描加工参数	236
5.3.2 2D 扫描加工操作步骤	237
5.4 3D 扫描加工	237
5.4.1 3D 扫描加工参数	238
5.4.2 3D 扫描加工操作步骤	238
5.5 混式加工	240
5.5.1 混式加工参数	240
5.5.2 混式加工操作步骤	242
5.6 举升加工	242
5.6.1 举升加工参数	243
5.6.2 举升加工操作步骤	243
5.7 线架构路径加工实例	244
5.7.1 实例5-1——2D 扫描加工	244
5.7.2 实例5-2——3D 扫描加工	247
5.7.3 实例5-3——混式加工	249
习题	252

第6章 Mastercam X2 多轴加工	253
6.1 多轴加工公共参数	254
6.1.1 进/退刀向量	255
6.1.2 第四轴	255
6.2 5轴曲线加工	256
6.2.1 5轴曲线控制	256
6.2.2 加工参数	259
6.2.3 操作步骤	261
6.3 5轴钻孔加工与5轴沿边加工	262
6.3.1 5轴钻孔加工	262
6.3.2 5轴沿边加工	264
6.4 5轴曲面加工	266
6.4.1 5轴曲面控制	267
6.4.2 加工参数	269
6.4.3 操作步骤	269
6.5 5轴流线、4轴旋转、5轴薄片（通道）加工	270
6.5.1 5轴流线加工	270
6.5.2 4轴旋转加工	272
6.5.3 5轴薄片（通道）加工	274
6.6 高级多轴加工参数	276
6.6.1 刀具参数	277
6.6.2 曲面路径	277
6.6.3 刀具轴控制	282
6.6.4 圆角检测	288
6.6.5 连接	291
6.6.6 粗加工	294
6.6.7 共同参数	297
6.6.8 定义机床与杂项	299
6.7 高级多轴加工	301
6.7.1 高级5轴侧壁加工	301
6.7.2 叶轮倾斜加工、叶轮非倾斜加工和叶片侧壁精加工	302
6.7.3 薄片加工和4+1轴电极加工	306
6.7.4 投影加工、转换到5轴和倒角精加工	309
6.7.5 倾斜挖槽加工和曲线控制碰撞挖槽加工	312
6.8 多轴加工实例	314
6.8.1 实例6-1——5轴薄片（通道）加工	314
6.8.2 实例6-2——4轴旋转加工	315
6.8.3 实例6-3——沿边5轴和5轴钻孔加工	317
6.8.4 实例6-4——4+1轴电极加工	320

6.8.5 实例 6-5——叶轮加工	322
习题	328
第 7 章 Mastercam X2 数控铣削综合应用实例	329
7.1 数控铣削综合应用实例一	329
7.1.1 进入 CAM 界面并进行初始设置	329
7.1.2 挖槽粗加工	331
7.1.3 残料粗加工	333
7.1.4 残料精加工	334
7.1.5 浅平面精加工	335
7.1.6 等高外形精加工	336
7.2 数控铣削综合应用实例二	338
7.2.1 进入 CAM 界面并进行初始设置	338
7.2.2 面铣	339
7.2.3 外形铣	340
7.2.4 挖槽粗加工	341
7.2.5 残料粗加工	342
7.2.6 环绕等距精加工	343
7.3 数控铣削综合应用实例三	344
7.3.1 进入 CAM 界面并进行初始设置	344
7.3.2 高速中心除料粗加工	345
7.3.3 高速残料粗加工	347
7.3.4 高速环绕等距精加工	348
7.3.5 交线清角精加工	350
7.4 数控铣削综合应用实例四	351
7.4.1 进入 CAM 界面并进行初始设置	351
7.4.2 挖槽粗加工	352
7.4.3 残料粗加工	353
7.4.4 环绕等距精加工	355
7.5 数控铣削综合应用实例五	356
7.5.1 进入 CAM 界面并进行初始设置	356
7.5.2 外形铣	357
7.5.3 高速中心除料粗加工	358
7.5.4 高速残料粗加工	359
7.5.5 高速环绕等距精加工	361
7.6 数控铣削综合应用实例六	363
7.6.1 进入 CAM 界面并进行初始设置	364
7.6.2 挖槽粗加工	364
7.6.3 残料粗加工	365
7.6.4 平行精加工	366

第1章

Mastercam X2 数控编程基础

1.1 Mastercam X2 的操作界面

1.1.1 Mastercam X2 的工作界面

Mastercam X2 的工作界面如图 1-1 所示, 其工作界面主要由标题栏、菜单栏、工具栏、操作管理器、工作区和状态栏组成。

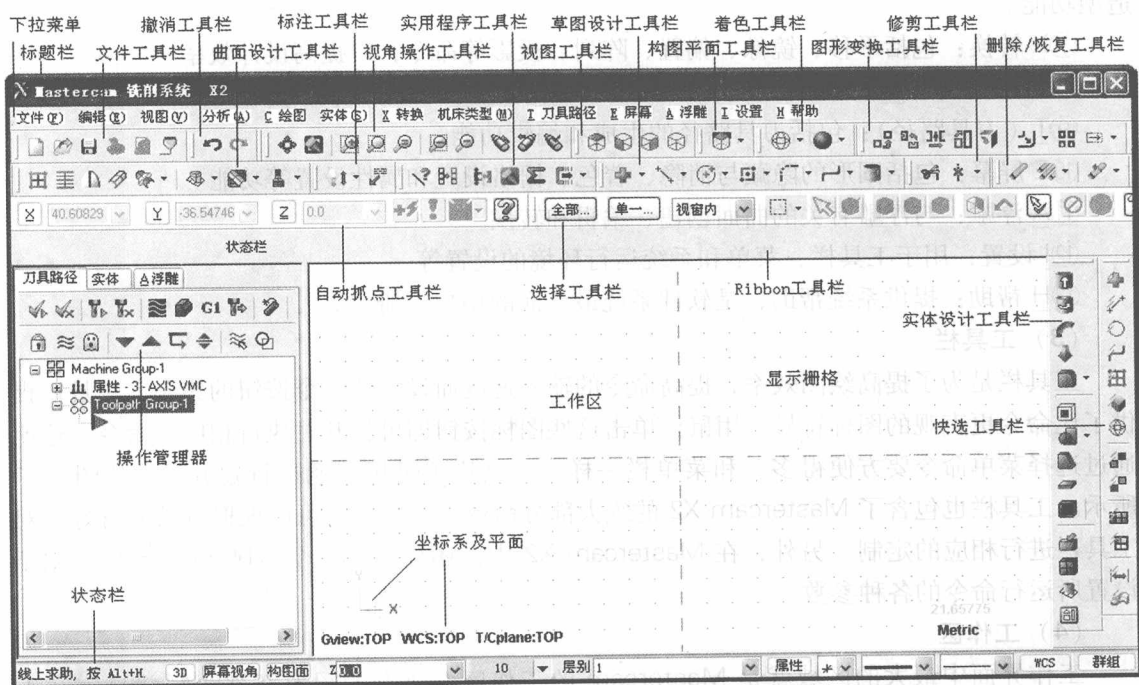


图 1-1 Mastercam X2 的工作界面

(1) 标题栏

和其他 Windows 应用程序一样, Mastercam X2 的标题栏在工作界面的最上方。标题栏不仅显示 Mastercam 图标和 Mastercam 名称, 还显示当前所使用的功能模块。例如, 当用户使用铣削模块时, 标题栏将显示“Mastercam 铣削系统 X2”。

用户可以通过选择“机床类型 (M)”菜单命令, 进行功能模块的切换。对于铣削系统、车削系统、线切割系统和雕铣系统, 可以选择对应的机床, 选择【机床类型 (M)】→【铣削系统 (M)】命令, 即可切换到“铣削系统 (M)”模块。

(2) 菜单栏

在 Mastercam X2 系统的下拉菜单中包含了绝大部分 Mastercam 命令，按照功能的不同被分别放置在不同的菜单组中。主要包括以下各菜单项：

①文件 (F)：具有新建、打开、保存、打印文件等功能，还包括 Mastercam X2 与其他软件之间进行格式转换的输入、输出功能。

②编辑 (E)：是一个标准的 Windows 编辑菜单，具有复制、剪切、粘贴等命令，还包括图素的修剪、断开等编辑命令。

③视图 (V)：包括平移视图、缩放视图等命令，用于图形视角的设置。

④分析 (A)：Mastercam X2 具有强大的分析功能，可以分析点的位置、距离、面积、体积和图素的属性等，也可以检测曲面模型和实体模型。

⑤C 绘图：可以创建各种二维图素、空间曲线、曲面模型和规则实体，也可以对图形进行图形注释、尺寸格式设置和标注等。

⑥实体 (S)：具有将二维图形转换为三维实体的功能，也包括对实体进行编辑等实体造型功能。

⑦X 转换：包括平移、镜像、偏置、阵列、投影等命令，以提高设计效率。

⑧机床类型 (M)：用于选择 Mastercam 的功能模块和相应的机床类型。

⑨T (刀具路径)：包括刀具路径的生成和编辑功能。

⑩E 屏幕：包括图形的隐藏与消隐、着色、栅格设置和属性设置等功能。

⑪A 浮雕：与浮雕有关的曲面创建、编辑和转换。

⑫I 设置：用于工具栏、菜单和系统运行环境的设置等。

⑬H 帮助：提供系统帮助，是软件系统最全面的用户手册。

(3) 工具栏

工具栏是为了提高绘图效率，提高命令的输入速度而设定的命令按钮的集合，工具栏提供了比命令更直观的图标符号。用鼠标单击这些图标按钮即可打开并执行相应的命令，这比通过选择菜单命令要方便得多。和菜单栏一样，工具栏也是按功能进行划分的，如图 1-1 所示。工具栏也包含了 Mastercam X2 的绝大部分命令，而且用户可以根据自己的喜好，对工具栏进行相应的定制。另外，在 Mastercam X2 中，还提供了一个 Ribbon 工具栏，用于设置所运行命令的各种参数。

(4) 工作区

工作界面中最大的区域就是 Mastercam 的工作区，所有的图形都被绘制并显示在工作区。Mastercam X2 的工作区是无限大的，可以对它进行缩放、平移等操作。在工作区的左下角显示有一个图标 $-x$ ，这是工作坐标系 (Work Coordinate System, 简称 WCS) 图标，同时，还显示了 Gview (屏幕视角)、WCS (坐标系) 和 T/Cplane (刀具平面、构图平面) 的设置信息等。另外，在执行命令时，系统给出的提示也将显示在工作区中。

(5) 状态栏

状态栏位于工作界面的最下端，用于显示各种绘图状态，如图 1-1 所示，是 Mastercam X2 的重要部分，通过状态栏，可以设置构图平面、构图深度、图层、颜色、线型、线

宽、坐标系等各种属性和参数，主要包括如下项目。

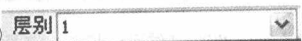
①3D：用于切换 2D/3D 构图模式。在 2D 构图模式下，所有创建的图素都具有当前的构图深度（Z 深度），且平行于当前构图平面，不过，用户可以在自动抓点工具栏中指定 X、Y、Z 坐标，从而改变 Z 深度；而在 3D 构图模式下，用户可以不受构图深度和构图面的约束。

②屏幕视角：单击该区域将打开一个快捷菜单，用于选择、创建、设置视角。

③构图面：单击该区域将打开一个快捷菜单，用于选择、创建、设置构图平面。

④ ：设置构图深度（Z 深度），单击该区域即可在绘图区选择一点，将其构图深度作为当前构图深度；用户也可在其右侧的文本框中直接输入数据，作为新的构图深度。

⑤ ：颜色块，单击该区域将打开“Colors（颜色）”对话框，用于设置当前颜色，此后所绘制的图形将使用这种颜色进行显示；用户也可以直接单击其右侧的向下箭头，然后在绘图区选择一种图素，将其颜色作为当前色。

⑥ ：设置图层，单击该区域将打开“层别管理”对话框，用于选择、创建、设置图层属性；也可以在其右侧的下拉列表中选择图层。

⑦ ：属性设置，单击该区域将打开“特征”对话框，用于设置颜色、线型、点样式、层别、线宽和曲面密度等图形属性。

⑧ ：点的类型，通过下拉列表选择点的类型。

⑨ ：线型，通过下拉列表选择线型。

⑩ ：线宽，通过下拉列表选择线宽。

⑪WCS：工作坐标系，单击该区域将打开一个快捷菜单，用于选择、创建、设置工作坐标系。

⑫ ：群组，单击该区域将打开 Groups Manager 对话框，用于选择、创建、设置群组。

1.1.2 Mastercam X2 的文件管理

Mastercam X2 的文件管理功能是通过如图 1-2 所示的 File 菜单和如图 1-3 所示的 File 工具栏来实现的。

（1）新建文件

每次启动 Mastercam X2 之后，系统将自动进入新建图形的状态。另外，在完成一个文件的设计工作后，可以再新建一个文件进行其他设计工作。

选择【文件（F）】→【新建文件（N）】命令，或者单击 File（文件）工具栏中的新建文件（N）按钮 ，即可新建一个空白文件。

如果在执行新建命令之前，原文件没有保存，将弹出如图 1-4 所示的消息框，提示是否保存原文件。

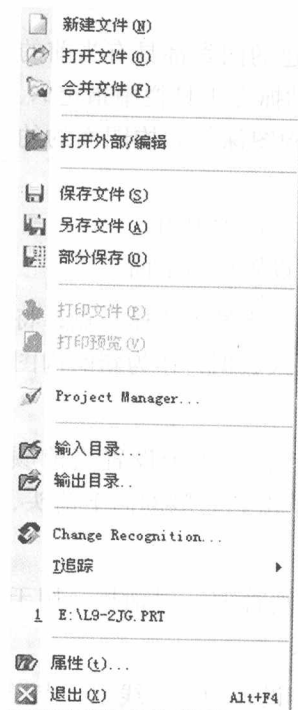


图 1-2 File 菜单

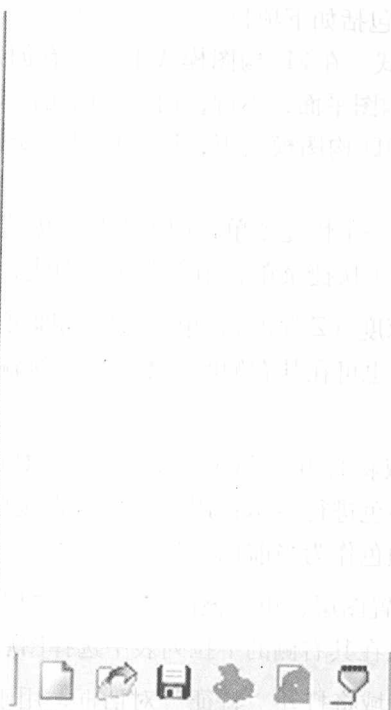


图 1-3 File 工具栏

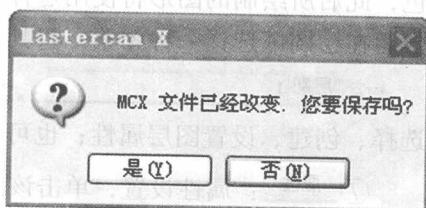


图 1-4 提示消息框

(2) 打开文件

在 Mastercam X2 中, 经常需要打开已存在的图形文件, 以便查看或继续编辑。选择【文件 (F)】→【打开文件 (O)】命令, 或者单击 File (文件) 工具栏中的打开文件 (O) 按钮 , 打开“打开”对话框。在该对话框中, 用户可以先指定要打开文件所在的查找范围 (I), 然后选择文件类型 (T) 找到相应的文件, 单击“确定”按钮  即可。

(3) 保存文件

在编辑过程中, 用户每隔一定的时间就应该对所做的工作进行保存, 以免发生意外。选择【文件 (F)】→【保存文件 (S)】命令, 或者单击 File (文件) 工具栏中的保存文件 (S) 按钮 , 即可按现有的文件名进行保存。如果是首次保存文件, 或者选择【文件 (F)】→【另存文件 (A)】命令, 系统将打开“另存为”对话框。用户可以设置保存文件到选定的“保存在 (I)”下, 默认情况下, 文件将以 Mastercam X files (*.MCX) 的图形文件格式进行保存。用户也可以将文件保存为其他文件格式, 只需在“保存类型 (T)”下拉列表中进行选择即可。

另外, 用户还可以只保存当前图形中的部分内容。选择【文件 (F)】→【部分保存 (Q)】命令, 系统提示“选取保存的图素”信息, 选择要保存的图素, 然后按 Enter 键, 将打开“另存为”对话框, 指定保存位置和文件名后, 单击“确定”按钮 , 即可将所选图素单独保存为一个文件。