



国家示范性高职高专规划教材·机械基础系列

Mastercam X

数控自动编程

邱 坤 主编

- 国家最新标准，符合设计规范
- 突出机械现代设计的新方法
- 内容简洁、实用，侧重应用
- 配备有电子教案和习题解答



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

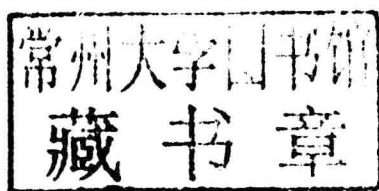


北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

国家示范性高职高专规划教材·机械基础系列

Mastercam X 数控自动编程

邱 坤 主 编
曹著明 郝继红 副主编



清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书主要介绍了 Mastercam X 软件的铣削和车削两个模块,从学习情境 2 开始,以任务教学的方式展开,每个任务都包括建模和模拟加工。建模部分主要帮助读者学习二维、三维的绘图功能,包括线架造型、实体造型和曲面造型及图形的编辑功能;加工部分主要包括车削、铣削的各项功能,粗加工、精加工等数十种加工方法,刀具路径的生成、动态仿真及生成 NC 文件。

本书前部分主要讲二维、三维绘图功能,加工部分单独拿出来。这样使学生在学的过程中,能够将知识连贯起来,同时通过加工的实体检测也增加了学生的学习兴趣,使学生学习由被动变为主动。全书的任务由浅入深,结构合理,层次分明。通过实例使学生轻松掌握 Mastercam X 软件的使用。

本书的最大特点是符合目前的职教理念,基于工作过程设计,适合高职学生的学习特点,对于初学者也能看懂,每个任务都讲得很细,把各种命令融在任务中,使读者不知不觉就掌握了 Mastercam X。本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人院校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校数控技术专业、机械制造专业、机电一体化等专业的教材,也可作为 CAD/CAM 技术的培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

Mastercam X 数控自动编程 / 邱坤主编. — 北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2009.12

(国家示范性高职高专规划教材·机械基础系列)

ISBN 978-7-81123-959-1

I. ① M… II. ① 邱… III. ① 数控机床-程序设计-应用软件, Mastercam CAM-高等学校:技术学校-教材 IV. ① TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 214635 号

责任编辑:韩素华

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京东光印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:14.5 字数:357 千字

版 次:2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-81123-959-1/TG·15

印 数:1~4 000 册 定价:25.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

国家示范性高职高专规划教材·机械基础系列

编委会

主 任 王利明

副主任 蒋建强 邱 坤 陈金英 张宝君 王 洪

编 委 (排名不分先后)

吴卫平	周四新	和青芳	赵立燕	孔庆玲	贾俊良
银金光	邹培海	吴 燕	吴永锦	田青松	刘宏丽
刘纪新	郭 勇	史利娟	卞化梅	张 娜	龙 娟
孔晓林	文 珈	林 洪	闫永亮	刘春玲	赵洪光
宁文波	许永平	刁希莲	鲍梅莲	金 山	刘新平
石进水	李付军	温 红	白西平	王益军	李 彬
姚传峰	陈红杰	滕文建	魏新村	宋金虎	李 强
钟宝华	张吉林	王玉英	王国林	姜忠军	杨玉花
徐德慧	刘太刚	刘佐群	郝继红	李历坚	刘 兢
孙 哲	王 琪	姚京贤	高显宏	戈 峰	殷小清
何 娟	胡凤菊	刘永辉	伏 娟	姚 红	王继群
陈 琰	周淑芳	孙维丽	殷 钺	刘永利	邵永录
卜铁伟	陆建遵	田 方	师海歌	高 岩	马 兰

前 言

本书主要为适应高职高专相关专业的教育,编者通过结合近几年的数控教学经验,融入最新的教学理念,用典型丰富的例子深入浅出地介绍了 Mastercam X 的铣削和车削应用技术。

Mastercam X 是 CAD/CAM 一体化软件,它集二维绘图、三维实体、曲面设计、体素拼合、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟等功能于一身,对系统运行环境要求较低,使用户无论在造型设计、CNC 铣床、CNC 车床或 CNC 线切割等加工操作中都能获得最佳效果。Mastercam X 功能强大,使用方便,因此在数控技术中占有重要的地位。

本书共 10 个学习情境,内容包括 Mastercam X 系统的介绍、Mastercam X 自动编程软件界面及菜单命令、Mastercam X 系统设置,从学习情境 2 开始都采用任务驱动的教学方法,通过本书的学习,使学生深入浅出地全面掌握 Mastercam X 的使用技巧。

在本书的编写中,编者主要考虑面向学生,因为以往的 Mastercam X 书籍编写的内容都较深,对于初学者,尤其是高职的学生来说,要想使他们看懂、学会比较难,一方面市场要求学生掌握这一软件的使用方法,另一方面目前各门课的学时不断减少,一本合适的教材就显得格外重要。基于上述考虑,本书从最简单的命令入手,通过一个个实例,由浅入深地讲解了各种命令的使用方法,使学生在学习中不断获得成就感,兴趣盎然地进行更深入地学习。学生也可以利用课余时间自学书中的内容,使教材起到辅助教学的目的。

本书第 1、2、3、4 学习情境由邱坤老师编写,第 5、6、7 学习情境由曹著明老师编写,第 8、9、10 学习情境由郝继红老师编写,邱坤老师统稿。同时,编者聘请了北京一机床良工机床零件制造有限公司的程电英、游良健参与编写工作,在参数设置及联机加工上融入了企业元素,使学生的学习更贴近实际,真正做到了工学结合。

本书可作为高职高专及独立院校相关专业的教材,也可作为 CAD/CAM 应用技术的培训教材及有关工程技术人员的参考书籍。

由于编者水平有限,不足之处请同行和读者提出宝贵意见。在此表示衷心的感谢!

编者
2010 年 3 月

目 录

学习情境 1	CAD/CAM 入门	1
任务 1	了解 Mastercam X 特点及新增功能	1
任务 2	Mastercam X 的工作界面及菜单命令	2
任务 3	3 种 Mastercam X 系统设置	11
实践演练		22
学习情境 2	二维铣削加工	23
任务 1	外形铣削加工	23
任务 2	钻孔加工	29
任务 3	挖槽加工	37
任务 4	面铣削加工	44
任务 5	雕刻加工	48
实践演练		55
学习情境 3	三维曲面加工	57
任务 1	平行铣削粗加工	57
任务 2	挖槽曲面铣削粗加工	64
任务 3	等高外形铣削加工	68
任务 4	投影铣削粗加工	74
实践演练		83
学习情境 4	三维线架加工	84
任务 1	旋转加工	84
任务 2	2D 扫描加工	86
任务 3	3D 扫描加工	89
任务 4	昆氏加工	92
任务 5	直纹加工	95
实践演练		99
学习情境 5	“烟灰缸”的建模与加工	100
任务 1	“烟灰缸”建模	100
任务 2	“烟灰缸”刀具路径的设置	108
任务 3	“烟灰缸”实体验证及后置处理	116
实践演练		119
学习情境 6	“轮辐”的建模与加工	120
任务 1	“轮辐”的建模	120
任务 2	“轮辐”的刀具路径模拟	127
任务 3	“轮辐”的刀具路径实体验证	134

实践演练	135
学习情境 7 “车模”的建模与加工	137
任务 1 车模的建模	137
任务 2 车模刀具路径的模拟	147
任务 3 车模刀具路径的实体验证	154
实践演练	156
学习情境 8 Mastercam X 车削加工基础知识	157
任务 1 学习 Mastercam X 车削加工的基础知识	157
任务 2 学习 Mastercam X 车削加工的各种加工方法	161
实践演练	173
学习情境 9 阶梯轴的建模与加工	174
任务 1 “阶梯轴”的建模	174
任务 2 “阶梯轴”加工刀具路径设置	176
任务 3 实体验证及后置处理	194
实践演练	197
学习情境 10 盘的建模与加工	199
任务 1 “盘”的建模	199
任务 2 “盘”加工刀具路径的设置	201
任务 3 实体验证及后置处理	219
实践演练	221
参考文献	223

学习情境 1 CAD/CAM 入门

情境描述

本学习情境首先让学生了解 Mastercam X 自动编程软件的背景、特点及新增功能；熟悉 Mastercam X 自动编程软件界面及菜单命令；了解 Mastercam X 功能键。激发学生学习兴趣，为进一步学习打下基础。

工作任务

- 任务 1 了解 Mastercam X 特点及新增功能
- 任务 2 认识 Mastercam X 的工作界面及菜单命令
- 任务 3 了解 Mastercam X 系统设置

任务 1 了解 Mastercam X 特点及新增功能

了解 Mastercam 自动编程软件的背景，Mastercam X 特点及新增功能。

活动 1 Mastercam X 软件背景介绍

1. 概述

Mastercam 系统是美国 CNC Software 公司研发的基于 PC 平台的 CAD/CAM 系统，是最经济有效的全方位软件系统之一。自 1984 年以来，由于其在复杂曲面创建、数据交换、外形铣削、多轴加工、路径模拟等方面的强大功能，该软件得到了迅速的推广及应用。包括美国在内的各工业大国皆一致采用本系统，作为设计、加工制造的标准。由于 Mastercam 出色的表现，目前它在我国的制造业及教育界有着极为广阔的应用前景。

2. 认识 Mastercam X

作为一个 CAD/CAM 集成软件，Mastercam X 系统包括设计（CAD）和加工（CAM）两大部分，其中，设计部分主要由 Design 模块来实现，它具有完整的曲线功能，不仅可以设计及编辑二维和三维空间曲线，还可以生成方程曲线；加工部分主要由 Mill、Lathe 和 Wire 三大模块来实现，并且各个模块本身都包含有完整的设计系统。其中 Mill 模块可以用来生成铣削加工刀具路径，并进行外形铣削、型腔加工、钻孔加工、平面加工、曲面加工及多轴加工等模拟；Lathe 模块可以用来生成车削加工刀具路径，并可以进行粗/精车、切槽及车螺纹的加工模拟；Wire 模块用来生成线切割激光加工路径，从而能高效地编制出任何线切割加工程序，并支持各种 CNC 控制器。

活动 2 了解 Mastercam X 特点及新增功能

1. 主要特点

Mastercam X 使用 CAD 在计算机上进行图形设计，然后在 CAM 中编制刀具路径

(NCI), 通过后置处理转换成 NC 程序, 再传至数控机床, 选用不同的刀具进行加工。它能大大节省设计和加工时间、降低产品成本, 同时提高工作效率和加工精度, 保证产品的质量, 为开发产品赢得时间, 从而加快产品的更新换代。

Mastercam X 是运行在微软 Windows 98/2000、Windows XP 环境下的一个完整的 CAD/CAM 软件包, 它强大的功能和多种用途可以快速地生产出高质量和高精度的产品。

Mastercam X 能提供产品设计、二至五轴铣削加工、车削加工及线切割加工等功能。Mastercam X 的 CAD 模块提供了与 AutoCAD 一样强大的绘制几何图形的功能。

2. 新增功能

各功能模块间无缝集成: 在之前版本中, 其设计 (Design)、铣削加工 (Mill)、车削加工 (Lathe)、激光线切割加工 (Wire) 4 个模块是分开的, 分别由 4 个应用程序来运行, 而在 Mastercam X 中, 系统已将这 4 个模块集成到一个平台上。

Windows 窗口操作: 与大多数 Windows 应用软件基本一样, 采用菜单命令和工具按钮相结合, 并且允许用户根据自己的需要设计出符合自己个性要求的 Mastercam X 设计风格, 使设计人员能够高效地进行设计与开发。

更直观的 CAD 设计功能: 通过 Mastercam X 软件全新的设计, 使得 CAD 的设计功能更加灵活方便, 通过 Ribbon 工具栏的操作, 可以更加方便地进行各种参数的设置。

高效的性能: Mastercam X 软件中的 Z 轴刀具路径执行效果比以往最大可提高 400%, 另外 Mastercam X 软件新增的其他模块能提高程序设计的精度。

增强的操作管理器: 在窗口左侧的“操作管理器”中, 可以综合管理实体模型、刀具参数及加工参数、刀具路径等, 使得修改和编辑 CAD/CAM 的参数十分方便。

内容的纠错功能: Mastercam X 软件内置的纠错功能, 可以自动减少设计过程中出现错误的概率。

任务 2 Mastercam X 的工作界面及菜单命令

活动 1 Mastercam X 的启动

选择程序组中的 Mastercam X, 或者双击桌面上的 Mastercam X 图标, 即可启动 Mastercam X。

活动 2 Mastercam X 的工作界面

启动 Mastercam X 后可以看到图 1-1 所示的 Mastercam X 工作界面, Mastercam X 是一种标准型的 Windows 视窗操作界面, 其操作方法与通常使用的 Windows 软件风格相同。

标题栏: 显示的是 Mastercam X 软件的名称和当前图形的文件名称等信息。标题栏的最左端是软件图标, 单击该图标或在标题栏上右击, 将弹出一个下拉菜单, 如图 1-2 所示。在该下拉菜单中选择相应的选项, 可以完成最小化窗口、最大化窗口、恢复窗口、移动窗口和关闭 Mastercam X 文件等操作。

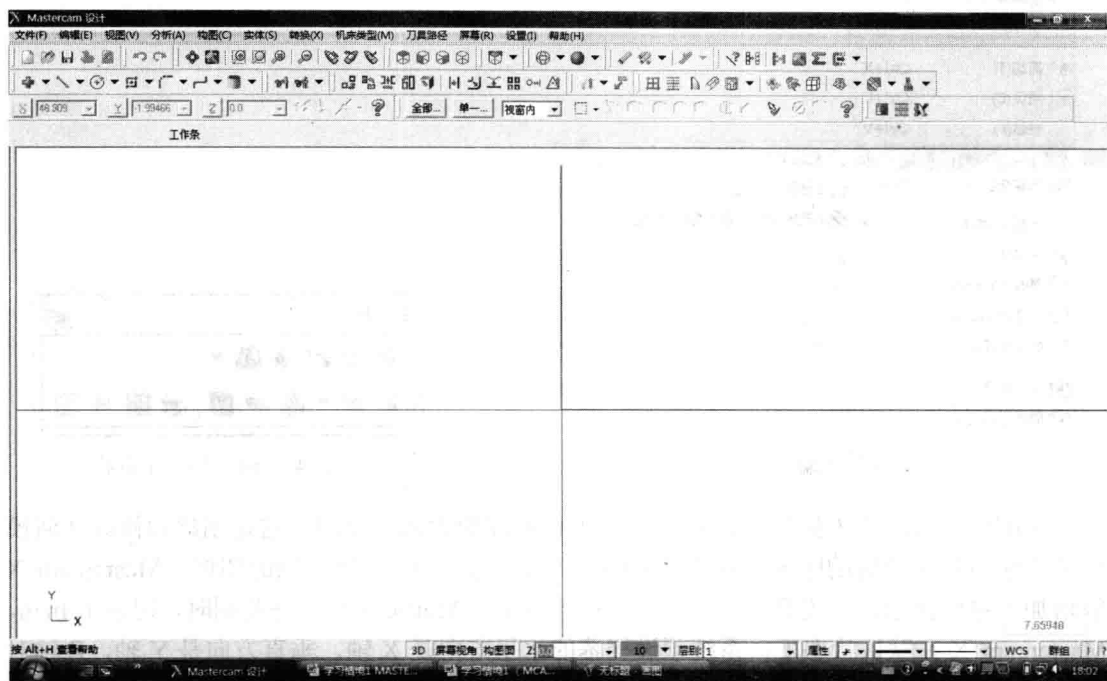


图 1-1 Mastercam X 工作界面

菜单栏：在 Mastercam X 窗口的菜单栏中所显示的主菜单包括文件、编辑、视图、分析、构图、实体、转换、机床类型、刀具路径、屏幕、设置和帮助。其主菜单下包含一系列的子菜单，可以通过单击不同的菜单命令来执行相应的操作。

在使用菜单命令时，应注意以下 5 个方面的问题。

- 菜单命令带有组合键：表明在键盘上按菜单命令后的组合键，将执行该菜单命令。
- 带有小三角形的菜单命令：表明该菜单命令具有子菜单。
- 带有省略号“...”的菜单命令：表明单击该菜单命令，将会弹出一个对话框。
- 带有快捷键的菜单命令：表明打开该主菜单时，按菜单命令后的快捷键，即可执行相应的命令。
- 灰色显示的菜单命令：表明在当前的绘图条件下，该菜单命令功能无法使用。

例如，在“编辑”菜单中，即包括了以上 5 种情况，如图 1-3 所示。



图 1-2 下拉菜单

工具栏：工具栏是 Mastercam X 提供的另一种调用命令的方法，包含许多由图标表示的按钮，单击这些按钮，就可以调用相应的 Mastercam X 命令。

工具栏中的按钮可以说是快捷功能键，只要单击工具栏中的按钮，即可进入 Mastercam X 特定的指令状态，也可以随时插入使用工具栏中的按钮，而不需离开原功能。在 Mastercam X 工作界面上方排列的工具栏的数量可以根据需要随时增加或者隐藏。图 1-4 所示为“画实体”。

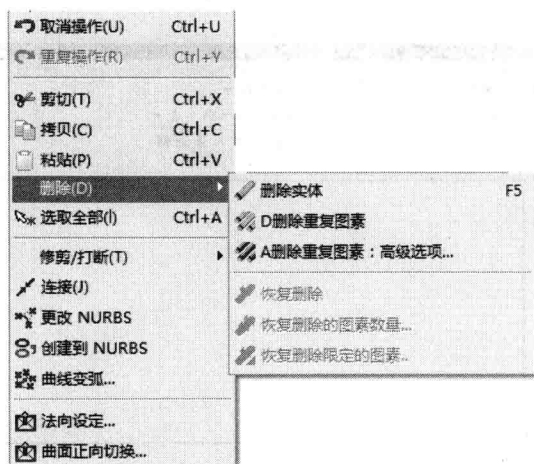


图 1-3 “编辑”菜单

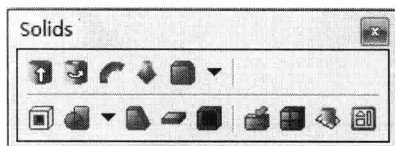


图 1-4 “画实体”工具栏

绘图区：绘图区占据了 Mastercam X 工作界面的大部分空间，它是创建和修改几何模型及生成刀具路径时的区域。在绘图区的左下角显示了 XYZ 坐标轴的图像。Mastercam X 版增加了单位指示，系统单位是公制时，右下角显示 Metric 字样；是英制时，则显示 Inch。Mastercam X 在默认状态下，系统预设屏幕的水平方向是 X 轴，垂直方向是 Y 轴，Z 轴对着用户，坐标轴图像也只能看到 XY 轴。如果按 F9 键，则可以看到坐标原点和 XY 轴线，轴线比较粗的部分是正向，比较细的是负向。在右下角坐标轴旁边显示的数字是比例尺。如果比例尺的数字是 7.65948，则表示数字两边白色垂直线之间的距离是 7.65948，用户可以参考比较图形的大小。左下侧显示当前的 Gview（屏幕视角）、WCS（坐标系）和 Cplane（构图面）的视图方向，如图 1-5 所示。

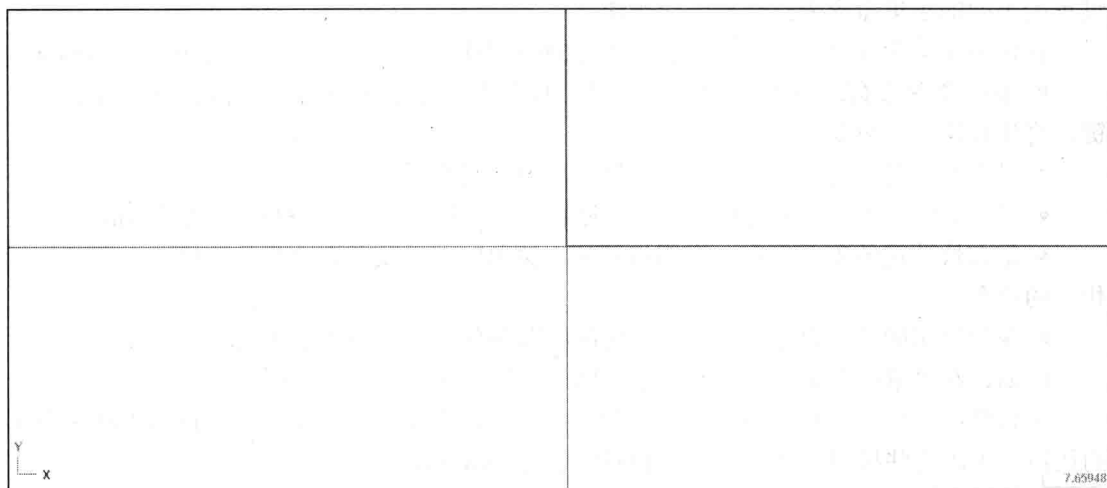


图 1-5 绘图区

状态栏：位于 Mastercam X 工作界面的底部，用于设置当前构图深度、颜色、层、线和点的类型、群组、层标记、工具和构图平面及图形视角等。这些设置将保留在当前的 Mastercam X 应用过程中，直到改变设置或开始一个新的 Mastercam X 应用。

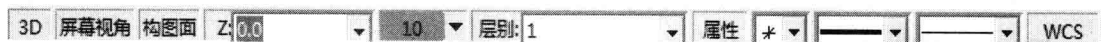


图 1-6 状态栏

操作管理器：操作管理器被固定放置在主窗口的左侧，它包括实体操作管理器和刀具路径操作管理器。用户可通过单击“视图”|“切换操作管理”命令，对其进行打开或关闭操作。Mastercam X 增强了管理造型和刀具路径的功能，如图 1-7 所示。

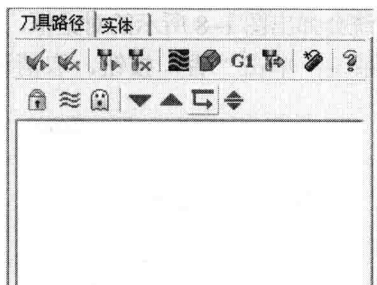


图 1-7 操作管理器

活动 3 Mastercam X 的特定功能介绍

要灵活熟练地使用 Mastercam X 软件，其快捷键及鼠标的使用是非常关键的，表 1-1 列出了 Mastercam X 软件默认的快捷键。

表 1-1 Mastercam X 软件默认的快捷键

快捷键	对应功能	快捷键	对应功能
F1	视图放大	Alt+A	自动存档
F2	模型缩小一半	Alt+C	运行 C-Hooks 程序
F3	刷新屏幕	Alt+D	设置尺寸标注的参数
F4	分析图素的属性	Alt+E	显示部分图素
F5	删除图素	Alt+G	屏幕栅格设置
F9	显示当前坐标	Alt+H	获取帮助
Alt+F1	适合屏幕	Alt+O	切换操作管理器
Alt+F4	退出 Mastercam X	Alt+P	上一视角
Alt+F8	系统配置	Alt+S	切换着色模式
Alt+F9	显示坐标轴	Alt+T	切换显示刀具路径
Alt+1	俯视图	Alt+U	返回上一步骤
Alt+2	前视图	Alt+V	关于 Mastercam X 资料
Alt+3	后视图	Alt+X	更改当前构图属性
Alt+4	底视图	Alt+Z	打开层别管理器
Alt+5	右侧视图	Ctrl+A	全选
Alt+6	左侧视图	Ctrl+C	复制
Alt+7	等角视图	Ctrl+V	粘贴

活动 4 退出 Mastercam X

退出 Mastercam X 的方法也与通常的 Microsoft 软件相同，通常有以下几种方法：

- 选择“文件”/“退出”命令；
- 直接按快捷键 Alt+F4；
- 直接单击软件窗口右上角的“关闭”按钮。

执行上面 3 种方法之一，系统会弹出图 1-8 所示的对话框，询问用户是否退出 Mastercam X 系统，单击“是”按钮，退出系统；单击“否”按钮，取消退出系统的操作。

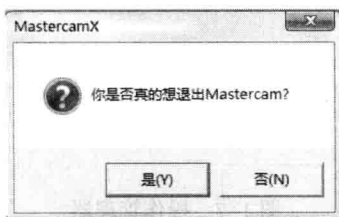


图 1-8 确认是否退出对话框

活动 5 了解 Mastercam X 的菜单命令

1. “文件”菜单

“文件”菜单中的命令主要是进行文件的管理和数据的交换。在“文件”菜单中，包含了文件的开启、关闭和保存等功能，同时利用该菜单还可以进行文件的合并、格式转换及打印等相关操作，如图 1-9 所示。

(1) 新建文件。启动 Mastercam X 软件后，系统默认进入设计模块，同时新建一个未命名的空文件。如果再次调入另一个文件或新建文件，此时系统会弹出图 1-10 所示的 Mastercam X 提示信息框，提示原文件尚未保存，是否保存原文件；如果文件未命名，则要求提供保存文件的路径、文件名称及文件后缀名。



图 1-9 “文件”菜单

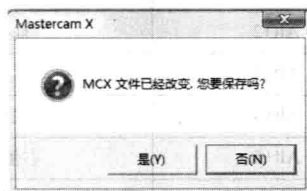


图 1-10 Mastercam X 提示信息框

(2) 打开文件。打开文件时,单击“打开”对话框中的“预览”按钮,可在文件列表框中预览模型,在“打开”对话框的“文件类型”下拉列表中选择文件类型“Mastercam X 文件(×.MCX)”,可打开相应的模型文件。如图 1-11 所示。

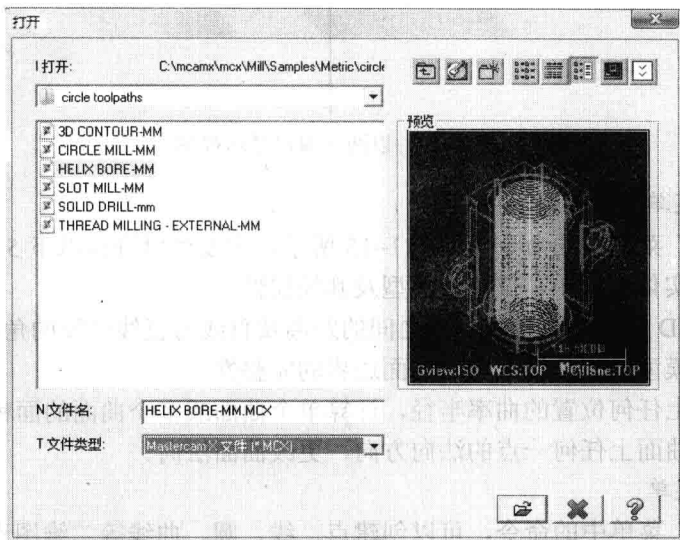


图 1-11 “打开”对话框

(3) 合并文件。如果设计的模型文件中需要使用另一文件中的相同图素,可以进行文件合并操作,将该文件的图素合并到当前的模型文件中。

2. “编辑”菜单

使用“编辑”菜单中的命令可对绘制的图形进行修改操作,如剪切、复制、删除和修剪等。如图 1-12 所示。

3. “视图”菜单

使用“视图”菜单中的命令,可进行窗口管理、调整视图大小和位置等操作。如图 1-13 所示,例如,使用“视窗”子菜单中的“视图 1 左边,视图 2 右边”命令,可以预览绘图区中模型的俯视图和等角视图,如图 1-14 所示。

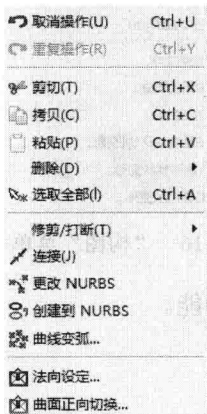


图 1-12 “编辑”菜单



图 1-13 “视图”菜单

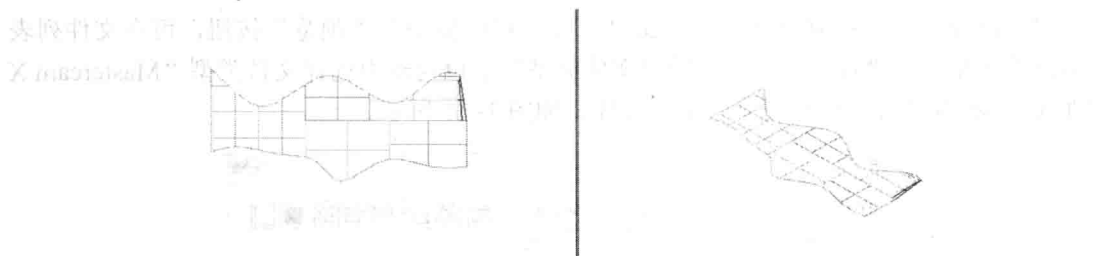


图 1-14 以两个窗口显示视图

4. “分析”菜单

使用“分析”菜单中的命令，如图 1-15 所示，主要可以进行以下 5 种操作。

- 分析任一实体的大小、位置、类型及其他属性。
- 在 2D 或 3D 空间，测量点与点之间的距离及直线与直线之间的角度。
- 检测曲面模型的完整性及剪裁曲面边界的完整性。
- 测量曲面上任何位置的曲率半径，计算单个曲面或多个曲面的面积。
- 动态分析曲面上任何一点的法向方向，更改曲面法向。

5. “构图”菜单

使用“构图”菜单中的命令，可以创建点、线、圆、曲线等二维图素和空间曲线，以及生成规则实体和规则曲面等各种图素，还可以进行尺寸标注等。如图 1-16 所示。

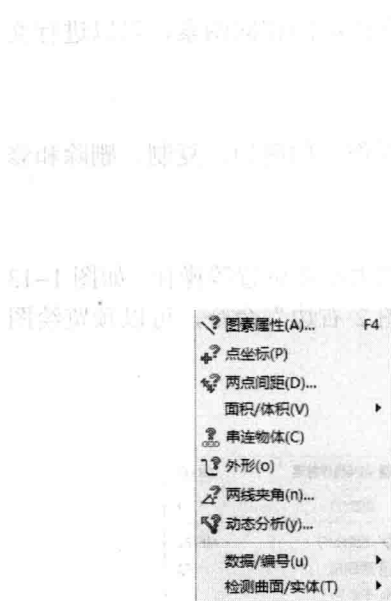


图 1-15 “分析”菜单

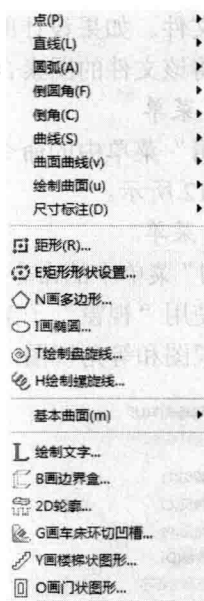


图 1-16 “构图”菜单

图 1-17 所示为“尺寸标注”子菜单，主要有以下 6 点功能。

- 自动标注尺寸。
- 修改几何图形后，相关的标注将自动更改。
- 可生成水平、垂直、平行、基线、尺寸链、角度、直径、半径、坐标及点坐标等形

式的尺寸标注，还能生成注释和符号。

- 可以随意拖动或放置标注，同时也可修改属性。
- 可以绘制和打印彩色的草图。
- 系统内置线型库和剖面线库。

6. “实体”菜单

在“实体”菜单中，包含了创建各种实体的命令和实体的编辑与修整等命令。如图 1-18 所示。

7. “转换”菜单

使用“转换”菜单中的命令，可对给出或绘制的图形进行镜像、旋转、缩放、平移和偏置等操作。如图 1-19 所示。

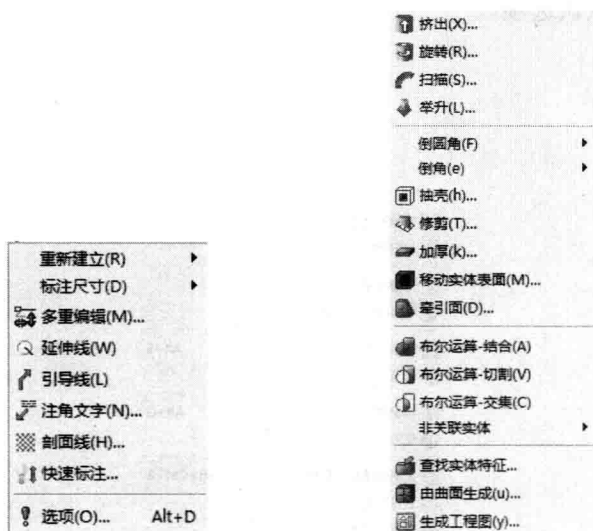


图 1-17 “尺寸标注”子菜单

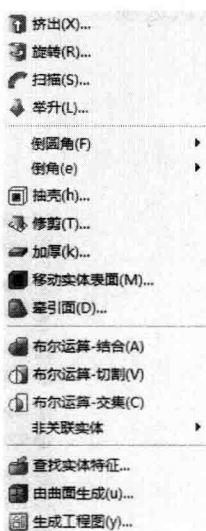


图 1-18 “实体”菜单

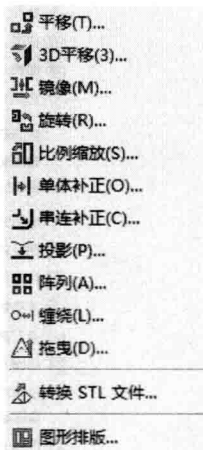


图 1-19 “转换”菜单

8. “机床类型”菜单

使用“机床类型”菜单，可以选择功能模块和相应的机床类型。如果用户选择的是设计模块，系统可直接切换进入。如果选择其他模块，可选择对应的机床，如图 1-20 所示。

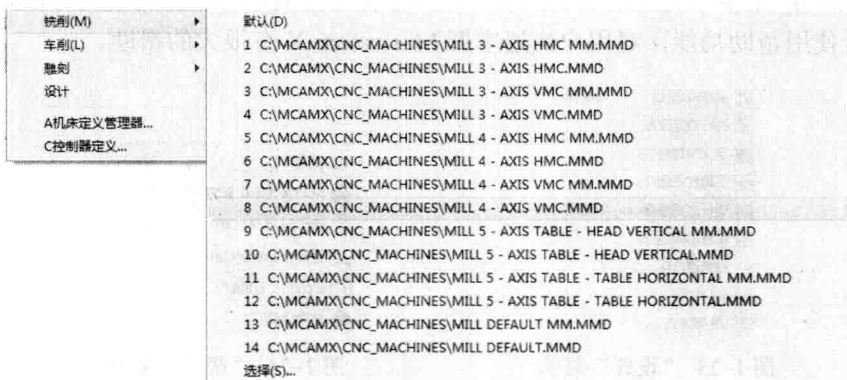


图 1-20 “机床类型”菜单

9. “刀具路径”菜单

“刀具路径”菜单包含各种刀具路径的创建和编辑及后处理等功能,如图 1-21 所示。在该菜单中共有 4 个区域,其中,第 1 个区中的命令属于二维加工类型,第 2 个区中的命令属于三维曲面加工的粗加工和精加工,第 3 个区中的命令是对刀具路径进行转换操作,第 4 个区中的命令属于刀具管理和材料管理。

10. “屏幕”菜单

“屏幕”菜单用于对屏幕上的图形进行修改,同时还可对系统的当前设置进行修改,并提供了图形的隐藏、渲染和线框显示等功能,如图 1-22 所示。

11. “设置”菜单

“设置”菜单用于对工具栏、菜单和系统运行环境等进行设置,如图 1-23 所示,对于软件系统的设置,大多数情况下采用默认选项。

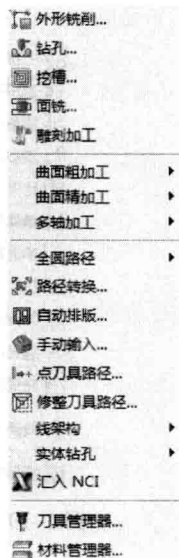


图 1-21 “刀具路径”菜单

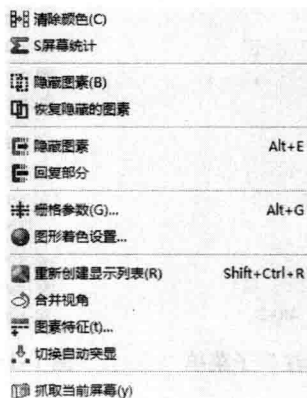


图 1-22 “屏幕”菜单

12. “帮助”菜单

使用“帮助”菜单中的帮助功能,用户可以方便快捷地查看命令的使用方法,如图 1-24 所示。学会使用帮助功能,对用户快速掌握 Mastercam X 有很大的帮助。

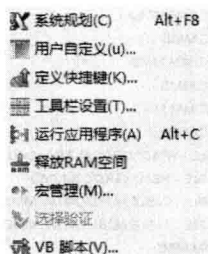


图 1-23 “设置”菜单



图 1-24 “帮助”菜单