

CAD/CAM设计与加工实例精解丛书

Mastercam X2

中文版

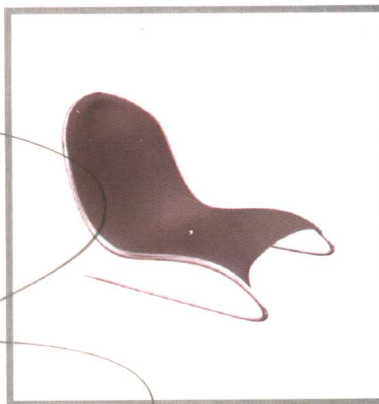
三维设计与NC加工 实例精解

孙中柏 编著



配套光盘

- 从精要的实例着手，引导初学者成功入门
- 明确的学习重点和实战演练，帮助读者操作无忧
- 紧密围绕工业设计实用需求，细致把握资深工程师理念
- 加工流程与软件功能模块完美结合，切实提高学习效率



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书以实例为主,详细介绍 Mastercam X2 在三维造型设计与铣削加工方面的运用。每个实例都针对该软件的相应功能进行了详细说明,具有条理清晰、文字精简、步骤详细等特点。配套光盘中给出了书中实例的源文件和最终结果文件。读者通过对本书的学习,可以提高 Mastercam X2 的综合应用能力。

本书特别适合具备一定 Mastercam 应用基础的读者学习,也可作为从事模具设计、产品设计及数控加工的工程技术人员的参考书,还可作为高等院校机械类专业师生的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

Mastercam X2 中文版三维设计与 NC 加工实例精解 / 孙中柏编著. —北京:机械工业出版社, 2007.9

(CAD/CAM 设计与加工实例精解丛书)

ISBN 978-7-111-22435-8

I. M… II. 孙… III. 模具—计算机辅助设计—应用软件, Mastercam X2 IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 149983 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 罗子超

责任编辑: 李利健

责任印制: 李 妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2008 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·23.75 印张·585 千字

0001—5000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-22435-8

ISBN 978-7-89482-369-4 (光盘)

定价: 41.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379739

封面无防伪标均为盗版

前 言

Mastercam 是美国 CNC 公司开发的基于 PC 平台的 CAD/CAM 软件。该软件自 1984 年问世以来,就以其强大的三维造型与加工功能闻名于世。CIMdata 公司对 CAM 软件行业的最新分析排名表明,Mastercam 销量再次排名世界第一,是 CAD/CAM 软件行业持续 11 年销量第一软件巨头。

基于 PC 平台的 Mastercam 软件,虽然不如工作站级软件功能全、模块多,但就其性能价格来说,更具有灵活性。它对硬件的要求不高,且操作灵活,易学易用,能使企业很快创造效益。

伴随着全世界范围内机械加工技术的发展和计算机技术的进步,“面向产品”设计的三维设计软件系统日臻完善,它们的发展大大超出了设计师们的预想。目前,Mastercam 软件被广泛应用于航空航天、机械、电子、汽车、家电、玩具、模具等多种行业中。本书作者长期从事 Mastercam 的应用和研究,根据多年的工作经验编写了本书,希望能对使用和学习 Mastercam 的读者有所帮助。

Mastercam 采用图形交互式自动编程方法实现 NC 程序的编制。交互式编程是一种人机对话的编程方法,编程人员根据屏幕提示的内容,反复与计算机对话,选择菜单目录或回答计算机的提问,直至将所有的问题回答完毕,然后自动生成 NC 程序。NC 程序的自动产生是受软件的后置处理功能控制的,不同的加工模块(如车削、铣削、线切割、雕刻等)和不同的数控系统对应于不同的后处理文件。软件当前使用哪一个后处理文件,是在软件安装时设定的,而在具体应用软件进行编程之前,一般还需要对当前的后处理文件进行必要的修改和设定,以使其符合系统要求和使用者的编程习惯。有些用户在使用软件时由于不了解情况,没有对后处理文件进行修改,导致生成的 NC 程序中某些固定的地方经常出现一些多余的内容,或者总是漏掉某些词句。这样,在将程序输入数控机床之前,就必须对程序进行手工修改,如果没有全部更正,则可能出现不良后果。

衷心感谢湖南广播电视大学理工学院的张导成、舒大松、胡素云、谭赞武、许孔联、张剑等老师以及国防科学技术大学机电工程与自动化学院的熊飞湍高级工程师在本书的编写过程中对作者的热心指导及鼓励。同时感谢曾丽媚对我工作上的大力支持和生活上的照顾,也感谢屈振军、杨琪、冯加怀、欧阳陵江、聂艳平等好友对本书的编写提出大量的建议以及对本人工作上的支持与帮助。

书中遗漏或错误之处,敬请读者批评指正。读者若对本书有什么疑问或建议,可以发送 E-mail 到:jsjfw@mail.machineinfo.gov.cn,我们会尽快给予答复。

孙中柏

目 录

前言

第 1 章 Mastercam X2 概述	1
1.1 Mastercam X2 的主要特点	2
1.1.1 设计方面的特点	2
1.1.2 铣削加工方面的特点	2
1.2 Mastercam X2 的基本功能	3
1.2.1 三维设计部分	3
1.2.2 铣削加工部分	5
1.3 Mastercam X2 的用户界面	6
1.4 Mastercam X2 文件管理	8
1.5 本章小结	11
第 2 章 曲面设计实例详解	12
2.1 3D 鼠标	13
2.1.1 实例设计分析	13
2.1.2 构建操作过程	13
2.2 液晶显示器	22
2.2.1 实例设计分析	22
2.2.2 构建操作过程	22
2.3 车轮	47
2.3.1 实例设计分析	47
2.3.2 构建操作过程	47
2.4 电话机	63
2.4.1 实例设计分析	63
2.4.2 构建操作过程	64
2.5 BP 机	84
2.5.1 实例设计分析	84
2.5.2 构建操作过程	84
2.6 叶片	93
2.6.1 实例设计分析	93
2.6.2 构建操作过程	93
2.7 本章小结	97
第 3 章 实体设计实例详解	98
3.1 手机	99
3.1.1 实例设计分析	99

3.1.2	构建操作过程	99
3.2	八凸台凸模	117
3.2.1	实例设计分析	117
3.2.2	构建操作过程	117
3.3	八凸台凹模	124
3.3.1	实例设计分析	124
3.3.2	构建操作过程	124
3.4	烟灰缸	126
3.4.1	实例设计分析	126
3.4.2	构建操作过程	127
3.5	茶壶	139
3.5.1	实例设计分析	139
3.5.2	构建操作过程	139
3.6	足球	153
3.6.1	实例设计分析	153
3.6.2	构建操作过程	153
3.7	水泵衔接管	187
3.7.1	实例设计分析	187
3.7.2	构建操作过程	187
3.8	本章小结	200
第4章	二维加工实例详解	201
4.1	内凹外形加工实例	202
4.1.1	实例加工要求	202
4.1.2	实例加工分析	202
4.1.3	加工操作过程	202
4.2	典型外形加工实例	210
4.2.1	实例加工要求	210
4.2.2	实例加工分析	211
4.2.3	加工操作过程	211
4.3	标准挖槽加工实例	215
4.3.1	实例加工要求	215
4.3.2	实例加工分析	215
4.3.3	加工操作过程	215
4.4	岛屿挖槽加工实例	220
4.4.1	实例加工要求	220
4.4.2	实例加工分析	220
4.4.3	加工操作过程	221
4.5	开放挖槽加工实例	225
4.5.1	实例加工要求	225

4.5.2	实例加工分析	226
4.5.3	加工操作过程	226
4.6	钻孔加工实例	230
4.6.1	实例加工要求	230
4.6.2	实例加工分析	230
4.6.3	加工操作过程	231
4.7	面铣加工实例	234
4.7.1	实例加工要求	234
4.7.2	实例加工分析	234
4.7.3	加工操作过程	235
4.8	2D 加工综合实例	238
4.8.1	实例加工要求	238
4.8.2	实例加工分析	239
4.8.3	加工操作过程	239
4.9	本章小结	253
第 5 章	线架加工实例详解	254
5.1	直纹加工实例	255
5.1.1	实例加工要求	255
5.1.2	实例加工分析	255
5.1.3	加工操作过程	255
5.2	旋转加工实例	259
5.2.1	实例加工要求	259
5.2.2	实例加工分析	259
5.2.3	加工操作过程	259
5.3	2D 扫描加工实例	262
5.3.1	实例加工要求	263
5.3.2	实例加工分析	263
5.3.3	加工操作过程	263
5.4	3D 扫描加工实例	266
5.4.1	实例加工要求	267
5.4.2	实例加工分析	267
5.4.3	加工操作过程	267
5.5	昆氏加工实例	270
5.5.1	实例加工要求	271
5.5.2	实例加工分析	271
5.5.3	加工操作过程	271
5.6	举升加工实例	275
5.6.1	实例加工要求	275
5.6.2	实例加工分析	275

5.6.3	加工操作过程	275
5.7	本章小结	279
第 6 章	曲面粗加工实例详解	280
6.1	粗加工平行铣削加工实例	281
6.1.1	实例加工要求	281
6.1.2	实例加工分析	281
6.1.3	加工操作过程	281
6.2	粗加工放射状加工实例	287
6.2.1	实例加工要求	288
6.2.2	实例加工分析	288
6.2.3	加工操作过程	288
6.3	粗加工投影加工实例	295
6.3.1	实例加工要求	295
6.3.2	实例加工分析	295
6.3.3	加工操作过程	295
6.4	粗加工流线加工实例	300
6.4.1	实例加工要求	300
6.4.2	实例加工分析	300
6.4.3	加工操作过程	300
6.5	粗加工等高外形加工实例	305
6.5.1	实例加工要求	305
6.5.2	实例加工分析	305
6.5.3	加工操作过程	305
6.6	粗加工挖槽加工实例	310
6.6.1	实例加工要求	311
6.6.2	实例加工分析	311
6.6.3	加工操作过程	311
6.7	粗加工残料加工实例	317
6.7.1	实例加工要求	317
6.7.2	实例加工分析	317
6.7.3	加工操作过程	317
6.8	粗加工钻削式加工实例	322
6.8.1	实例加工要求	322
6.8.2	实例加工分析	322
6.8.3	加工操作过程	323
6.9	本章小结	327
第 7 章	曲面精加工实例详解	328
7.1	精加工平行铣削加工实例	329
7.1.1	实例加工要求	329

7.1.2	实例加工分析	329
7.1.3	加工操作过程	329
7.2	精加工环绕等距加工实例	334
7.2.1	实例加工要求	334
7.2.2	实例加工分析	334
7.2.3	加工操作过程	334
7.3	本章小结	339
第 8 章	曲面综合加工实例详解	340
8.1	曲面综合加工实例——望远镜	341
8.1.1	实例加工要求	341
8.1.2	实例加工分析	341
8.1.3	加工操作过程	341
8.2	曲面综合加工实例——现代标志	357
8.2.1	实例加工要求	357
8.2.2	实例加工分析	357
8.2.3	加工操作过程	358
8.3	本章小结	369

第1章

Mastercam X2 概述

Mastercam 是美国 CNC 公司开发的基于 PC 平台的 CAD/CAM 软件。该软件自 1984 年问世以来,就以其强大的三维造型和加工功能闻名于世。CIMdata 公司对 CAM 软件行业的最新分析排名表明,Mastercam 销量再次排名世界第一,是 CAD/CAM 软件行业持续 11 年销量第一的软件。

Mastercam 软件虽然不如工作站级软件功能全、模块多,但具有很大的灵活性。它对硬件的要求不高,且操作简单,易学易用,能使企业较快地创造效益。

Mastercam X2 在以前版本的基础上又增加了很多新的功能和模块,对三轴和多轴功能作了大幅提升,包括三轴曲面加工和多轴刀具路径。它集二维绘图、三维曲面设计、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体。

关键词: Mastercam X2 软件行业 新的功能 模块



1.1 Mastercam X2 的主要特点

1.1.1 设计方面的特点

Mastercam X2 在设计方面具有以下特点:

- (1) Mastercam 集 2D 和 3D 的线框、曲面、实体造型于一体。
- (2) 通过 Mastercam 系统本身提供的标准图形转换接口, 如 DXF、IGES、STL、DWG 等, 可以把其他 CAD 软件生成的图形转变成 Mastercam 系统的图形文件, 这样可以实现图形文件的共享。
- (3) 通过 Mastercam 系统提供的 ASCII 图形转换接口, 可以把经三坐标测量仪或扫描仪测得的实物数据 (X、Y、Z 坐标离散点) 转变成图形文件。

1.1.2 铣削加工方面的特点

Mastercam X2 在铣削加工方面具有以下特点:

- (1) 操作管理器。

Mastercam 的操作管理器(Operations Manager)把同一加工任务的各项操作集中在一起。管理器的界面很简练、清晰, 包含了加工使用的刀具以及加工参数等。在管理器内可以编辑、校验刀具路径, 也可以复制和粘贴相关的程序。

- (2) 刀具路径的关联性。

Mastercam 系统中, 挖槽铣削、轮廓铣削和点位加工的刀具路径与被加工零件的模型是相关联的。即当零件几何模型或加工参数修改后, Mastercam 能迅速准确地自动更新相应的刀具路径, 无需重新设计和计算刀具路径。用户可把常用的加工方法及加工参数存储于数据库中。这样可以大大提高数控程序设计效率及计算的自动化程度。

- (3) 二维铣削加工。

Mastercam 提供了丰富多变的二维铣削加工方式, 利用这些加工方式可迅速编制出优质可靠的数控程序, 从而能极大地提高编程者的工作效率, 同时也能提高数控机床的利用率。其中包括外形铣削、2D 挖槽、面铣、钻孔与二维雕刻等。

- (4) 曲面粗加工 (高速高精度)。

在数控加工中, 在保证零件加工质量的前提下, 尽可能提高粗加工时的生产效率。Mastercam 提供了多种先进的粗加工方式。如: 在曲面挖槽时, Z 向深度进给确定后, 刀具以轮廓或型腔铣削的走刀方式粗加工多曲面零件。在机器允许的条件下, 可进行高速曲面挖槽。

- (5) 曲面精加工 (高速高精度)。

Mastercam 有多种曲面精加工方法, 根据产品的形状及复杂程度, 可以从中选择最好的方法。如: 比较陡峭的地方可用等高外形加工, 比较平坦的地方可用平行加工, 形状特别复杂, 不易分开加工时可用 3D 环绕等距, 圆形零件可用放射状加工。Mastercam 能用多种方法控制精铣后



零件表面的光洁度,比如,根据设置及步距的大小来控制产品表面的质量等。

(6) 多轴加工。

Mastercam 的多轴加工功能为零件的加工提供了更多的灵活性,应用多轴加工功能可方便、快速地编制出高质量的多轴加工程序。Mastercam 的五轴铣削方法包括:曲线五轴、钻孔五轴、沿边五轴、曲面五轴、沿面五轴、旋转五轴。



1.2 Mastercam X2 的基本功能

Mastercam X2 是一款 CAD/CAM 一体化的软件。在 CAD 模块中,具备绘制二维图形、三维图形、工程图,以及图形输出等功能;在 CAM 模块中,具备铣削加工、车削加工、电火花线切割及雕刻等加工功能。本书主要介绍 Mastercam X2 的三维设计与铣削加工功能,并引用了大量的实例作讲解。作为新一代的 CAD/CAM 软件,Mastercam 已广泛应用于航空航天、机械、建筑等领域,被愈来愈多的用户所接受。

1.2.1 三维设计部分

1. 绘制二维截面图形

使用 Mastecam X2 可以直接进行二维图形的绘制。在“绘图”主菜单中提供了丰富的绘图命令,用户可以使用这些命令绘制直线、圆、椭圆、圆弧、矩形等基本图形。此外,Mastercam 主菜单中的“编辑”和“转换”命令中提供了各种编辑工具,可以对图形进行倒圆角、修剪、打断、连接、延伸、镜像、旋转、比例缩放、平移和串连补正等操作。图 1-1 为使用 Mastercam X2 绘制的二维截面图形。

2. 绘制三维图形

Mastercam X2 具有强大的三维造型功能,主要包括曲面造型和实体造型。在曲面造型中,Mastercam 可以通过预先绘制好的二维截面图形,利用曲面的举升/直纹、昆氏、旋转、扫描和牵引等功能完成三维曲面的造型设计。同样,在实体造型中,Mastercam X2 也是通过预先绘制好的二维截面图形,并利用实体的挤出、旋转、扫描和举升等功能完成三维实体的造型设计。图 1-2 为使用 Mastercam X2 创建的三维实体零件。

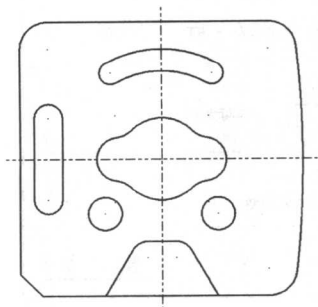


图 1-1 二维截面图形



图 1-2 三维实体零件

3. 由三维实体零件绘制工程图

Mastercam X2 具有直接利用三维实体零件产生二维工程图的功能, 如图 1-3 所示的三视图是由一个三维实体零件直接生成的工程图。

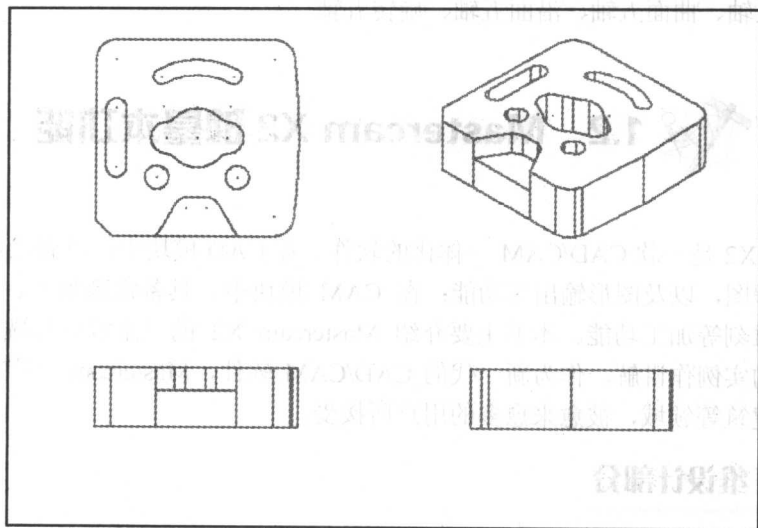


图 1-3 由实体生成的工程图

4. 打印图形

在 Mastercam X2 中, 用户可以选择主菜单中的“文件”→“打印文件”命令, 打开如图 1-4 所示的打印设置对话框, 设置完参数后, 单击“确定”按钮打印出图。

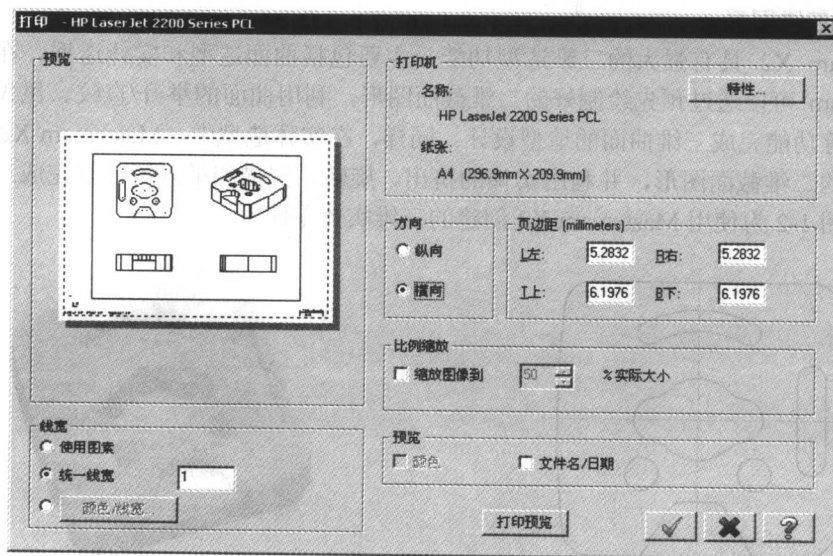


图 1-4 打印设置对话框

1.2.2 铣削加工部分

1. 预先给出所需加工零件的 3D 图形

若要对零件进行铣削加工，必须预先绘制好该零件的 3D 图形，Mastercam 才能根据零件形状及加工要求对零件进行相关的刀具参数和加工参数设置。例如，要对如图 1-5 所示的零件的曲面进行粗加工，必须先有曲面图形。

2. 根据零件定义毛坯

根据零件定义毛坯是指根据零件的大小定义其毛坯的大小。选择如图 1-6 所示的操作管理器的机器群组属性中的“材料设置”命令，系统弹出如图 1-7 所示的“素材设置”对话框，用户可以通过该对话框对毛坯进行定义。



图 1-5 曲面图形

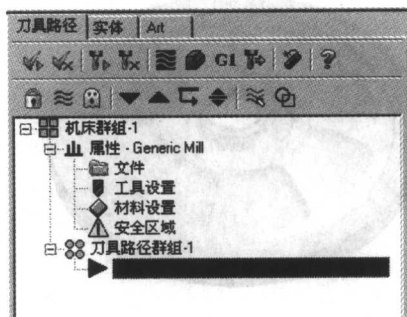


图 1-6 操作管理器

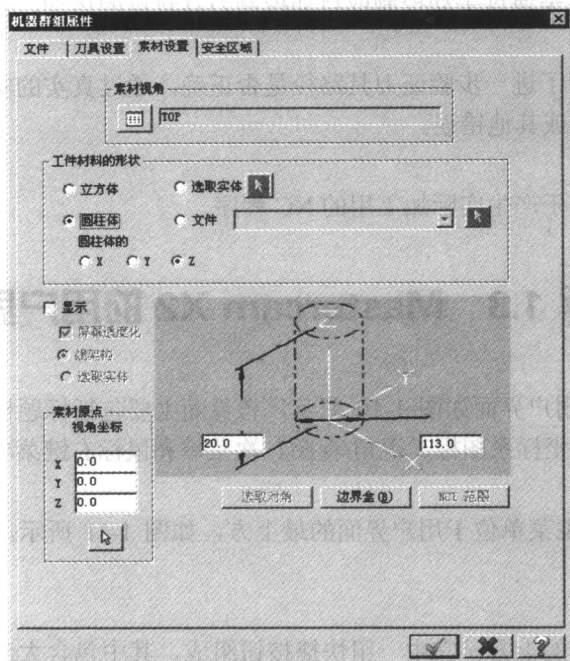


图 1-7 素材设置对话框

完成毛坯定义的曲面图形如图 1-8 所示。

3. 根据加工要求选择加工方式、刀具及参数设置

若某零件要求对其内腔进行粗加工, 根据该零件的特点选用曲面加工中的挖槽粗加工方式对曲面进行粗加工。根据零件的尺寸及其特征, 粗加工选用 $\phi 10$ 的平铣刀进行加工。该零件产生的刀具轨迹如图 1-9 所示。其刀具参数及加工参数的设置在此不作详解, 在后面的相关章节中将重点介绍。

4. 刀具轨迹模拟及实体验证

为了更进一步验证刀具轨迹是否正确, 可对该零件进行模拟加工。模拟加工包括刀具路径模拟和实体切削验证两种。

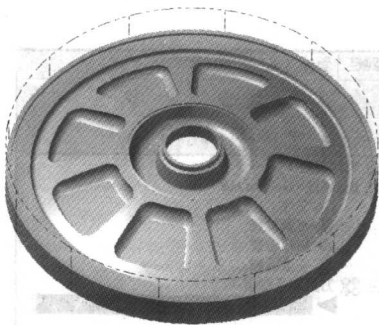


图 1-8 完成毛坯定义的曲面图形

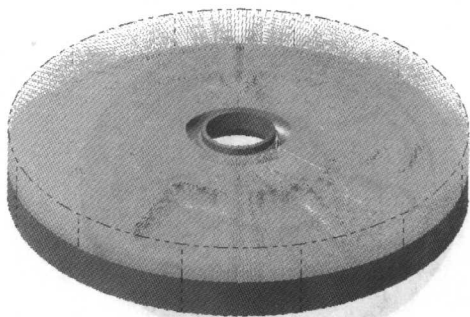


图 1-9 刀具轨迹

刀具路径模拟主要是通过手动控制或自动控制刀具轨迹的运动, 观察坐标点的变化来验证刀具路径是否正确。

实体切削验证是为了进一步验证刀具路径是否正确, 通过真实的实体加工模拟来检查刀具路径是否有过切现象或其他错误。

5. 执行后处理

执行后处理操作用于产生实际加工用的 NC 程序。



1.3 Mastercam X2 的用户界面

Mastercam X2 的用户界面如图 1-10 所示, 该界面主要包括标题栏、主菜单、状态栏、操作管理器、绘图区、坐标系图标、视角/视图、次菜单和鼠标右键菜单等。

1. 主菜单

Mastercam X2 的主菜单位于用户界面的最上方, 如图 1-11 所示。有些主菜单还带有二级子菜单。

2. 工具栏

工具栏位于主菜单的上方, 它由一组快捷按钮组成, 其中包含大部分常用控制功能的工具按钮, 如图 1-12 所示。

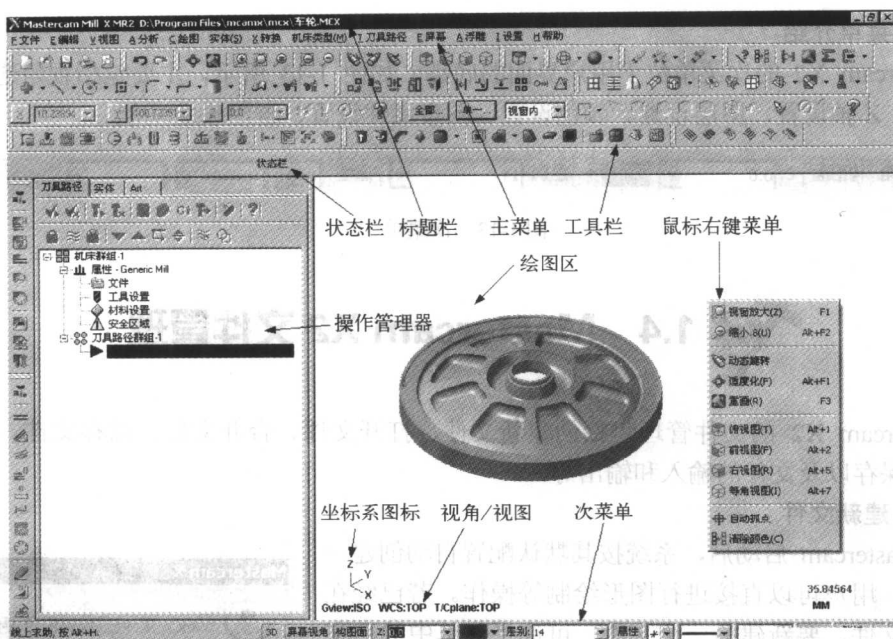


图 1-10 用户界面



图 1-11 主菜单

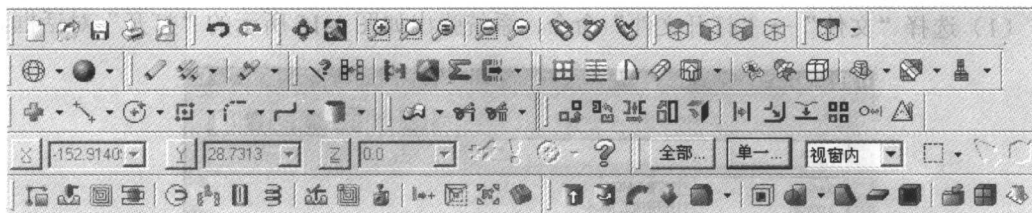


图 1-12 工具栏

若要使用某个功能，可以直接单击工具栏中的工具按钮来执行相应的功能。把光标指向某个快捷按钮时，即可弹出标签显示该按钮的名称及其功能。

3. 系统状态栏

Mastercam X2 的系统状态栏位于工具栏的下方，主要用于在执行某一功能时，提示下一步的操作，或者提示正在使用的某一功能的设置状态或系统所处状态等。

4. 操作管理器

操作管理器位于用户界面的左边，类似于其他软件的模型树。操作管理器把同一加工任务的各项操作集中在一起，管理器的界面很简练、清晰，包含了加工使用的刀具以及加工参数等。在管理器内可编辑、校验刀具路径，也可复制和粘贴相关的程序。

5. 次菜单介绍

Mastercam X2 的次菜单位于用户界面的底部,如图 1-13 所示,主要包括视角选择、构图面设置、Z 轴设置、图层设置、颜色设置、图素属性设置、群组设定功能。

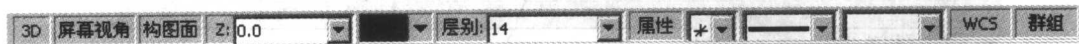


图 1-13 次菜单



1.4 Mastercam X2 文件管理

Mastercam X2 的文件管理包括创建新文件、打开文件、合并文件、保存文件、另存文件、部分保存以及文件的输入和输出等。

1. 创建新文件

在 Mastercam 启动后,系统按其默认配置自动创建一个新文件,用户可以直接进行图形绘制等操作。若已经在编辑一个文件,要新建另一个文件,可选择菜单中的“文件”→“新建文件”命令,如果当前文件没有保存,系统会出现如图 1-14 所示的提示对话框。单击“是”按钮,则保存当前文件;单击“否”按钮,则放弃保存。

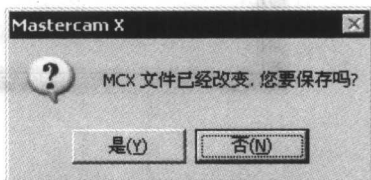


图 1-14 文件保存提示对话框

2. 打开文件

打开文件的步骤如下:

(1) 选择“文件”→“打开文件”命令,系统弹出如图 1-15 所示的“打开”对话框。

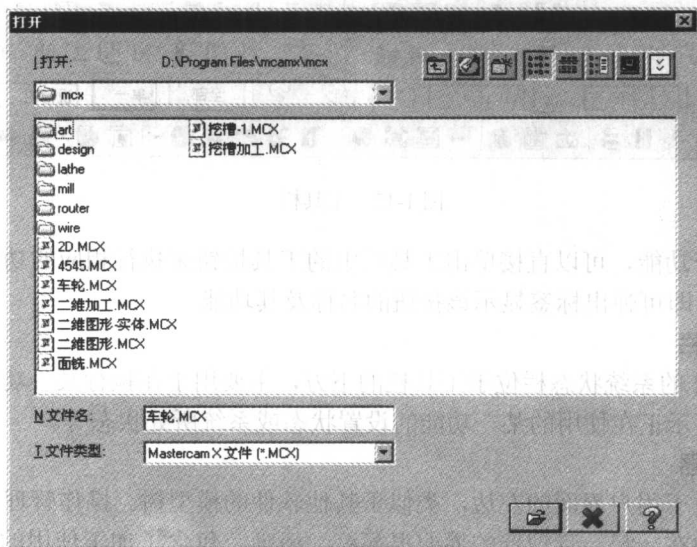


图 1-15 打开文件对话框

(2) 单击如图 1-15 所示的  按钮,通过一个预览窗口查看所选文件,如图 1-16 所示。

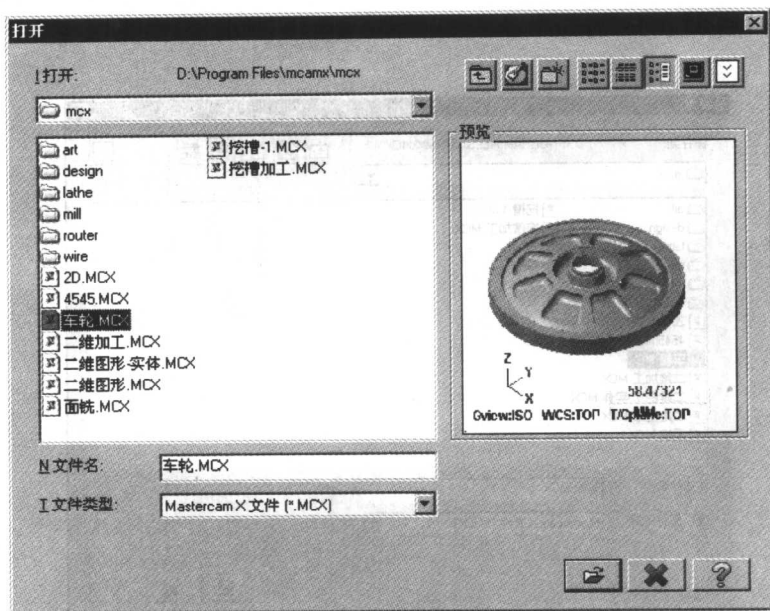


图 1-16 通过预览窗口查看所选文件

(3) 选择文件后，单击  按钮或双击所选文件，将在图形窗口中打开该文件。此时，如果当前文件没有保存，系统将弹出如图 1-14 所示的对话框提示是否保存当前文件。

(4) 在文件列表窗口中右击鼠标，在弹出的右键菜单中选择“最近打开过的文件”或“最近打开过的文件夹”命令，可以列出最近使用过的大多数文件，用户可以很方便地进行选择。

3. 合并文件

合并文件的步骤如下：

(1) 选择菜单中的“文件”→“合并文件”命令，可以将已有的 MCX、MC9、MC8、MC7 或 GE3 文件合并到当前文件中，但合并文件的关联几何对象（如刀具路径等）不能被调入。

(2) 合并文件时可以对其进行插入点设置、属性设置、缩放、旋转、镜像和刀具面设置等操作。

4. 保存文件

保存文件的步骤如下：

(1) 选择菜单中的“文件”→“保存文件”命令，将当前文件的所有几何图形、属性和操作保存在一个 MCX 文件中。

(2) 选择“保存文件”命令后，系统弹出如图 1-17 所示的“另存为”对话框。

(3) 输入文件名后，选择如图 1-17 所示的  按钮，即可完成文件的保存操作。

5. 部分保存

部分保存就是对绘图区图形中的部分图素进行单独保存。选择菜单中的“文件”→“部分保存”命令，根据系统提示选取需要保存的图素，选取完后单击工具栏中绿色的  按钮，