



Mastercam 9.1

模具设计与加工范例

孙中柏 编著



清华大学出版社

配套光盘中给出了书中实例的源文件和最终结果文件。

Mastercam 9.1 模具设计 与加工范例

孙中柏 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

Mastercam 是 CAD/CAM 一体化软件,对系统运行环境要求较低,集二维绘图、三维曲面(实体)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,无论是在造型设计、CNC 铣床加工、CNC 车床加工,还是 CNC 电火花线切割等加工中,都能使用户获得最佳效果。Mastercam 基于 PC 平台,支持中文环境,价位适中,对于广大的中小企业来说是最理想的选择。

本书以范例为主,详细地介绍了 Mastercam 9.1 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的说明,并具有条理清晰、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。读者通过本书的学习,可以提高 Mastercam 9.1 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和数控加工的工程技术人员作为参考书,或者作为高等院校机械类专业的培训教材。

版权所有,翻版必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

Mastercam 9.1 模具设计与加工范例/孙中柏编著. —北京:清华大学出版社, 2006.3

ISBN 7-302-12554-6

I.M… II.孙… III.①模具—计算机辅助设计—应用软件, Mastercam 9.1 ②模具—计算机辅助制造—应用软件, Mastercam 9.1 IV.TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 010820 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦
<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084
社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

责任编辑: 于天文

封面设计: 李 雷

版式设计: 康 博

印 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185 × 260 印 张: 23.75 字 数: 548 千字

版 次: 2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-12554-6/TP · 8033

印 数: 1 ~ 5000

定 价: 38.00 元(含光盘)

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。根据国际 CAD/CAM 领域的权威调查公司 CIMdata,Inc.的最新数据显示,它的装机量居世界第一。

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,但就其性价比来说更具有灵活性。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 的广大读者有所帮助。

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,直至将所有问题回答完毕,然后即可自动生成 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,在将程序传入数控机床之前,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。

在本书的编写过程中,忠心感谢湖南广播电视大学的许孔联和国防科学技术大学的阙华勇对本书编写所做的大量工作。同时感谢国防科学技术大学机电工程与自动化学院的熊飞瑞高级工程师在本书的编写过程中对作者的热心帮助和鼓励。还特别感谢黄霞、曾凡英、史俊轩、杨琪、杨艳飞、欧阳陵江、冯加怀等好友对本书的编写提出了大量的建议以及对本人工作上的支持与帮助。

由于编写时间仓促,加之作者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

孙中柏
2005 年 12 月

目 录

第 1 章 Mastercam 9.1 概述	1
1.1 Mastercam 9.1 的主要特点	1
1.1.1 设计方面的特点	1
1.1.2 加工方面的特点	1
1.2 Mastercam 9.1 的基本功能	2
1.2.1 三维设计部分	2
1.2.2 铣削加工部分	3
1.3 Mastercam 9.1 的用户界面	5
1.3.1 主菜单	6
1.3.2 次菜单	6
1.3.3 系统提示区	7
1.3.4 鼠标右键菜单	7
1.3.5 工具栏按钮	7
1.4 Mastercam 9.1 文件管理	9
1.4.1 创建新文件	9
1.4.2 打开文件	9
1.4.3 保存文件	10
1.4.4 插入文件	11
1.4.5 导入导出文件	11
1.5 本章小结	12
第 2 章 曲面设计实例详解	13
2.1 电风扇	13
2.1.1 实例概述	13
2.1.2 构建步骤	14
2.2 车轮	27
2.2.1 实例概述	27
2.2.2 构建步骤	28
2.3 显示器外壳	45
2.3.1 实例概述	45
2.3.2 构建步骤	46

2.4	电话机外壳	73
2.4.1	实例概述	74
2.4.2	构建步骤	74
2.5	本章小结	106
第3章	实体造型实例详解	107
3.1	落地扇模型	107
3.1.1	实例概述	107
3.1.2	构建步骤	108
3.2	自行车模型	146
3.2.1	实例概述	147
3.2.2	构建步骤	147
3.3	等三角凸(凹)模	214
3.3.1	实例概述	215
3.3.2	构建步骤	215
3.4	构建等三角凹模	230
3.4.1	实例概述	230
3.4.2	构建步骤	230
3.5	烟灰缸模型	233
3.5.1	实例概述	234
3.5.2	构建步骤	234
3.6	本章小结	249
第4章	二维加工范例详解	250
4.1	外形加工实例(一)	250
4.1.1	实例概述	250
4.1.2	加工步骤	251
4.2	外形加工实例(二)	258
4.2.1	实例概述	259
4.2.2	加工步骤	259
4.3	挖槽加工实例(一)	264
4.3.1	实例概述	265
4.3.2	加工步骤	265
4.4	挖槽加工实例(二)	270
4.4.1	实例概述	270
4.4.2	加工步骤	271
4.5	钻孔加工实例	275

4.5.1 实例概述	276
4.5.2 加工步骤	276
4.6 面铣削加工实例	279
4.6.1 实例概述	280
4.6.2 加工步骤	280
4.7 2D 加工综合实例	283
4.7.1 实例概述	284
4.7.2 加工步骤	284
4.8 本章小结	295
第 5 章 曲面粗加工范例详解	296
5.1 平行铣削粗加工实例	296
5.1.1 实例概述	296
5.1.2 加工步骤	296
5.2 放射状加工实例	301
5.2.1 实例概述	302
5.2.2 加工步骤	302
5.3 投影粗加工实例	306
5.3.1 实例概述	306
5.3.2 加工步骤	307
5.4 曲面流线加工实例	315
5.4.1 实例概述	316
5.4.2 加工步骤	316
5.5 等高外形粗加工实例	320
5.5.1 实例概述	320
5.5.2 加工步骤	320
5.6 挖槽粗加工实例	324
5.6.1 实例概述	325
5.6.2 加工步骤	325
5.7 钻削式粗加工实例	329
5.7.1 实例概述	330
5.7.2 加工步骤	330
5.8 本章小结	334
第 6 章 曲面精加工范例详解	335
6.1 陡斜面精加工实例	335
6.1.1 实例概述	335

6.1.2 加工步骤	335
6.2 3D 等矩加工精加工实例	338
6.2.1 实例概述	339
6.2.2 加工步骤	339
6.3 本章小结	342
第 7 章 曲面综合加工范例详解	343
7.1 曲面加工综合实例(一)	343
7.1.1 实例概述	343
7.1.2 加工步骤	343
7.2 曲面加工综合实例(二)	359
7.2.1 实例概述	359
7.2.2 加工步骤	360
7.3 本章小结	369
附录 Mastercam 9.1 快捷键	370

第1章 Mastercam 9.1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与加工功能闻名于世。根据国际 CAD/CAM 领域的权威调查公司 CIMdata,Inc.的最新数据显示,它的装机量居世界第一。

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 9.1 在以前版本的基础上又增加了很多新的功能和模块,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身。

1.1 Mastercam 9.1 的主要特点

1.1.1 设计方面的特点

Mastercam 9.1 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。当今的 CAD 软件发展很快,并且每个软件都有各自的侧重点,如我们比较熟悉的 AutoCAD 常用于二维工程图纸的绘制,Pro/Engineer 用于模具设计,还有 Solidworks、UG、CAXA 等 CAD 软件。

(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 加工方面的特点

Mastercam 9.1 在加工方面具有以下特点。

(1) 提供可靠和精确的刀具路径。

(2) 可以直接在曲面及实体上加工。

(3) 提供多种加工方式。

(4) 提供完整的刀具库、材料库及加工参数资料库。

1.2 Mastercam 9.1 的基本功能

Mastercam 9.1 是一个 CAD/CAM 一体化软件, 在 CAD 模块中, 其具备绘制二维图形、三维图形、工程图, 以及图形输出等功能; 在 CAM 模块中, 其具备铣削加工、车削加工及电火花线切割等特种加工功能。本书主要介绍了 Mastercam 9.1 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 已被广泛应用于航空航天、机械、建筑等领域, 被愈来愈多的用户接受。

1.2.1 三维设计部分

1. 绘制二维截面图形

使用 Mastercam 9.1 可以直接进行二维图形的绘制。在主菜单中的“绘图”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“修整”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 9.1 绘制的二维截面图形。

2. 绘制三维图形

Mastercam 9.1 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来进行曲面的举升、昆氏、直纹、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 9.1 也是通过预先绘制好的二维截面图形来进行实体的挤出、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 9.1 创建的三维实体零件。

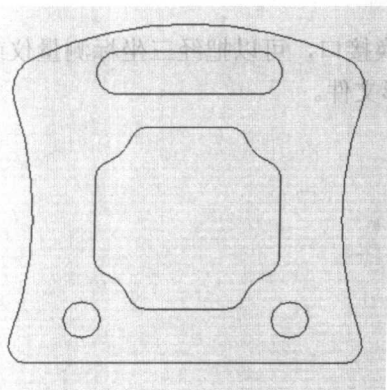


图 1-1 二维截面图形

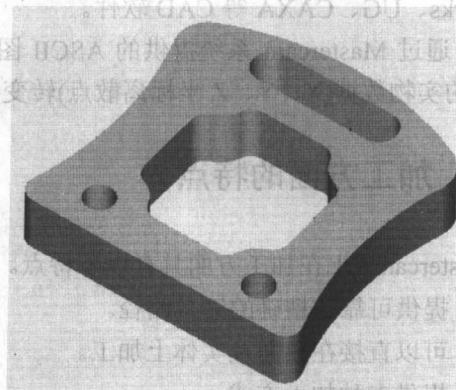


图 1-2 三维实体零件

3. 由三维实体零件绘制三视图

Mastercam 9.1 具有直接利用三维实体零件产生二维三视图的功能, 如图 1-3 所示的三视图是由一个等三角凸模实体零件直接生成的三视图。

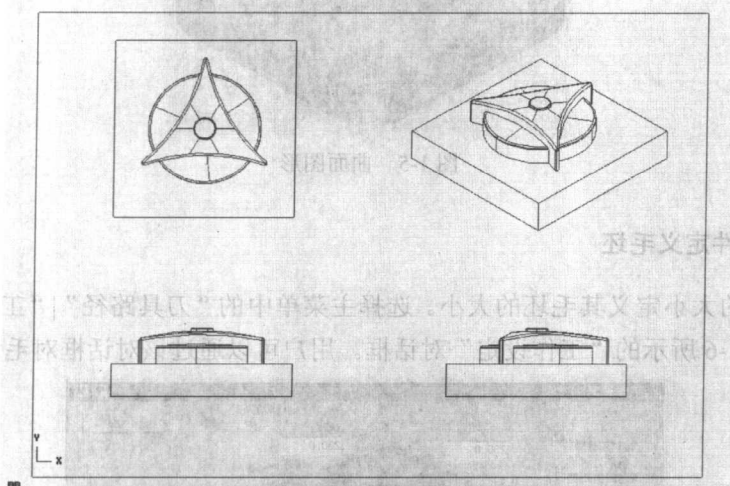


图 1-3 由实体生成的三视图

4. 打印图形

在 Mastercam 9.1 中, 用户可以选择主菜单中的“荧屏”|“下一页”|“出图”命令打开如图 1-4 所示的打印设置菜单, 通过选择相关的命令进行打印设置。

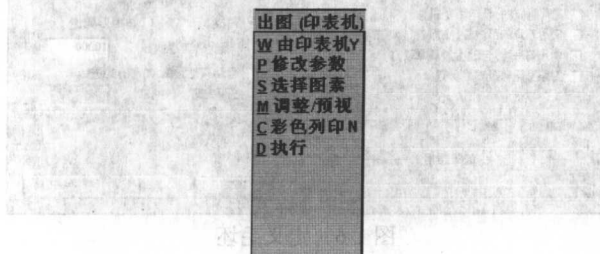


图 1-4 打印设置选项

1.2.2 铣削加工部分

1. 预先给出所需加工零件的 3D 图形

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 才能根据零件及加工要求对零件进行相关的刀具参数及加工参数设置。例如我们要对如图 1-5 所示的零件的内腔进行粗加工。

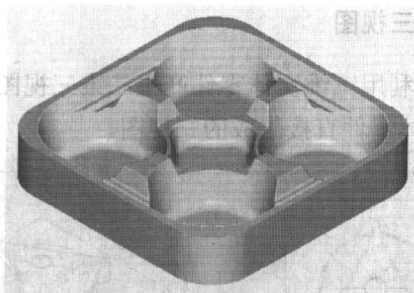


图 1-5 曲面图形

2. 根据零件定义毛坯

根据零件的大小定义其毛坯的大小。选择主菜单中的“刀具路径”|“工作设定”命令，系统弹出如图 1-6 所示的“工作设定”对话框。用户可以通过该对话框对毛坯进行定义。

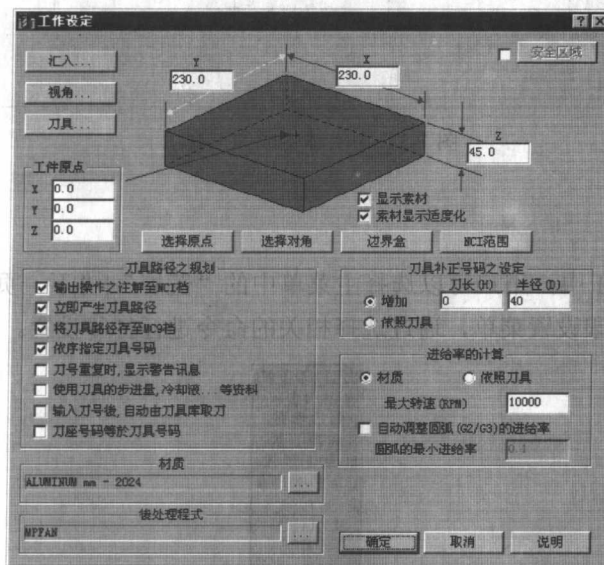


图 1-6 定义毛坯

完成毛坯定义的曲面图形如图 1-7 所示。

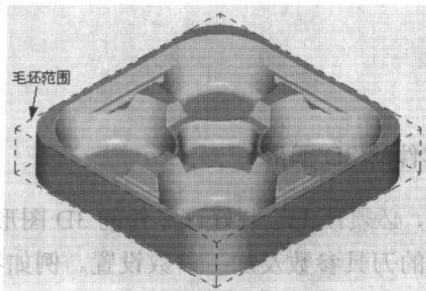


图 1-7 已定义的毛坯曲面图形

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 $\varnothing 10$ 的平铣刀进行加工。该零件产生的刀具轨迹如图 1-8 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。

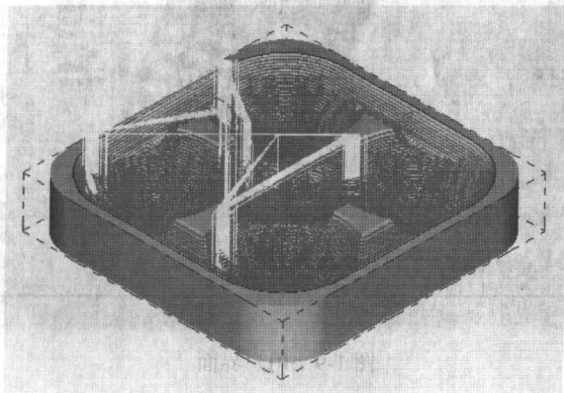


图 1-8 刀具轨迹

4. 刀具轨迹模拟及实体验证

为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。

(1) 刀具路径模拟主要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。

(2) 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

用于产生实际加工用的 NC 程序。

1.3 Mastercam 9.1 的用户界面

Mastercam 9.1 的用户界面如图 1-9 所示, 该界面主要包括标题栏、工具栏、主菜单、次菜单、系统提示区、绘图区、坐标系图标和鼠标右键菜单等。

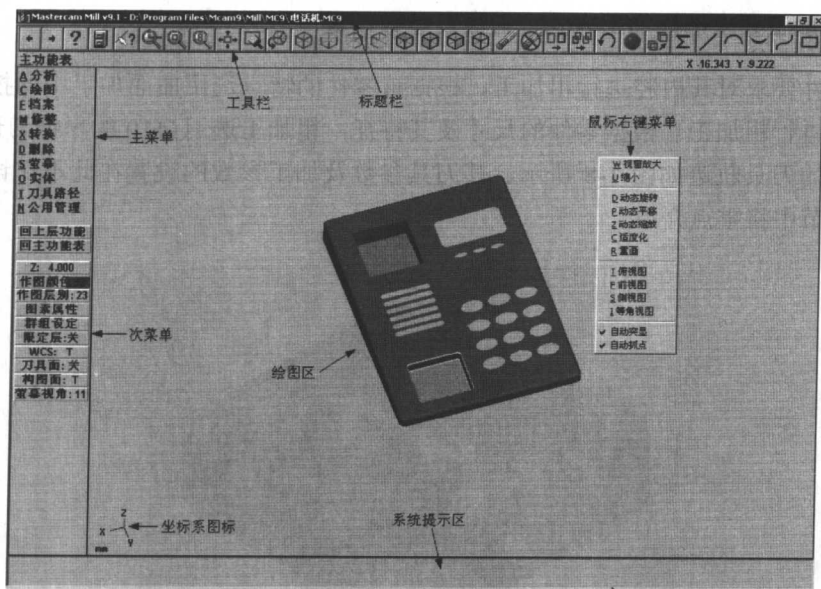


图 1-9 用户界面

1.3.1 主菜单

Mastercam 9.1 的主菜单与其他三维软件有所区别, 位于用户界面的左上方, 如图 1-10 所示。其每一个功能都采用折叠式, 单击每一个功能即可进入到下一级子菜单。

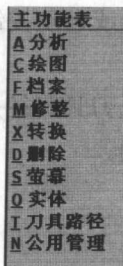


图 1-10 主菜单

1.3.2 次菜单

Mastercam 9.1 的次菜单位于用户界面的左侧中部, 如图 1-11 所示, 主要包括菜单返回、Z 轴设置、图层设置、颜色设置、图素属性设置、群组设定、构图面选择及荧屏视角的选择等功能。



图 1-11 次菜单

1.3.3 系统提示区

Mastercam 9.1 的系统提示区位于用户界面的最下方，主要用于在执行某一功能时，提示下一步的操作，或者是提示正在使用的某一功能的设置状态或系统所处状态等。

1.3.4 鼠标右键菜单

在 Mastercam 9.1 的绘图区右击将弹出一个右键菜单，如图 1-12 所示。主要包括视窗放大或缩小、图形的旋转或平移、图形动态缩放、图形适度化或重画及视图的切换等功能。

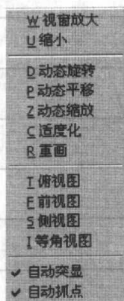


图 1-12 鼠标右键菜单

1.3.5 工具栏按钮

工具栏位于用户界面的上方，它由一组快捷按钮组成，其中包含了大部分常用控制功能的工具按钮，如图 1-13 所示。

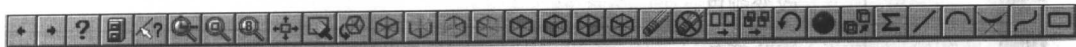


图 1-13 工具栏

Mastercam 9.1 工具栏按钮的功能十分强大，可以通过单击如图 1-13 所示的  按钮，显示下一页工具栏。

需使用某个功能时，可以直接单击工具栏上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, 一个弹出式标签会显示该按钮的名称及其功能, 如图 1-14 所示。表 1-1 列出了工具栏中一些主要按钮的功能。



图 1-14 将光标移至工具按钮时显示的工具标签

表 1-1 工具栏主要按钮的功能

按 钮	说 明
	在线帮助
	档案管理
	分析
	视窗放大
	视窗缩小
	缩小 0.8 倍
	窗口适度化
	重画(刷新)
	动态旋转
	荧屏视角(等角视图)
	荧屏视角(俯视图)
	荧屏视角(前视图)
	荧屏视角(侧视图)
	构图面(俯视图)
	构图面(前视图)
	构图面(侧视图)
	构图面(空间绘图)
	删除
	单一回复删除
	改变颜色
	清除颜色
	复原(只能执行一次)
	实体着色
	隐藏

1.4 Mastercam 9.1 文件管理

Mastercam 9.1 的文件管理包括创建新文件、打开已有文件、保存文件、插入已有文件以及文件的导入和导出等。

1.4.1 创建新文件

创建新文件的步骤如下。

(1) 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, 可选择主菜单中的“档案”|“开启新档”命令, 系统会出现如图 1-15 所示的提示对话框。单击“是”按钮, 则系统恢复到起始状态; 单击“否”按钮, 则返回到当前文件。

(2) 当出现如图 1-15 所示的提示, 单击“是”按钮后, 若当前正在编辑的文件进行过修改且未进行保存, 系统将弹出如图 1-16 所示的对话框, 提示是否保存当前文件。用户可以单击“是”按钮保存当前文件, 或单击“否”按钮不保存文件的修改。进行选择后, 系统即可按默认配置创建一个新文件。

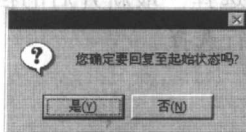


图 1-15 系统提示对话框



图 1-16 提示对话框

1.4.2 打开文件

打开已有文件的步骤如下。

(1) 选择主菜单中的“档案”|“取档”命令, 系统弹出如图 1-17 所示的“请指定欲读取之档名”对话框。

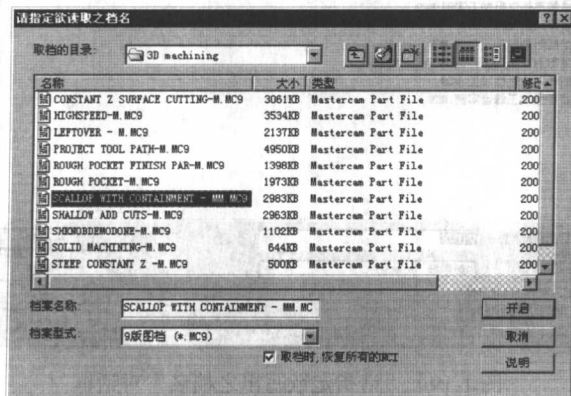


图 1-17 “请指定欲读取之档名”对话框