



老虎工作室  
www.laohu.net

# 数控编程 — *MasterCAM* 8.0 实用教程

老虎工作室  
蔡汉明  
宋晓梅 编 著

人民邮电出版社  
www.pptph.com.cn



附光盘  
CD-ROM

00148108

TP391.7

166



# 数控编程

## —— MasterCAM 8.0 实用教程

老虎工作室 蔡汉明 宋晓梅 编著



3824



北航

C0616045

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

数控编程: MasterCAM 8.0 实用教程 / 蔡汉明, 宋晓梅编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2001.6

ISBN 7-115-09339-3

I. 数... II. ①蔡... ②宋... III. 数控机床—程序设计—应用软件, MasterCAM 8.0—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 029836 号

## 内 容 提 要

MasterCAM 是一套 CAD/CAM 一体化软件, 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, 对运行环境要求较低, 便于应用和普及, 所以深受工程技术人员的喜爱。

本书通过大量实例, 由浅入深地对 MasterCAM 8.0 的功能作了比较详细的介绍。读者通过学习本书, 不仅能够学会 MasterCAM 中各种命令的使用方法, 还可以提高各类命令的综合应用能力。配套光盘中保存了书中实例练习用到的文件, 读者可以对照使用。

本书特别适合从事数控加工的工程技术人员和大专院校相关专业的师生阅读, 也可供各级培训班作为培训教材使用。

### 数控编程——MasterCAM 8.0 实用教程

◆ 编 著 老虎工作室 蔡汉明 宋晓梅  
责任编辑 姚彦兵

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@pptph.com.cn  
网址 <http://www.pptph.com.cn>  
读者热线 010-67129212 010-67129211(传真)  
北京汉魂图文设计有限公司制作  
北京鸿佳印刷厂印刷  
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 20.75  
字数: 515 千字 2001 年 6 月第 1 版  
印数: 1-6 000 册 2001 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09339-3/TP·2249

定价: 39.00 元(附光盘)



## 老虎工作室

主 编：沈精虎

编 委：许曰滨 黄业清 姜 勇 冯 辉 宋雪岩  
周 锦 郭剑峰 蔡汉明 宋晓梅 宋一兵  
李 仲 王丽馨 郭万军 高长铎 张艳花

## 内容和特点

MasterCAM 是美国 CNC Software 公司研制开发的, 将设计和制造结合在一起的 PC 级套装软件。利用 MasterCAM 可以绘制零件的图纸, 生成零件的数控加工程序。同时, 可以将 AutoCAD、CADKEY 等 CAD 软件绘制的图形调入到 MasterCAM 中使用, 也可以将 MasterCAM 绘制的图形送入到其他 CAD 软件中去。更为便捷的是, 可以将 MasterCAM 编制好的数控加工程序通过电缆直接传送到数控机床上。因此, MasterCAM 是一套真正的 CAD/CAM 一体化软件。

现在, 许多产品正向着多品种、小批量的方向发展, 这加速了数控机床的普及和应用。然而, 由于编程这个“瓶颈”问题, 数控机床的使用受到很大限制, 真正能够发挥作用的数控机床并不多。本书就是为普及数控编程技术而编写的。

有些读者虽然掌握了 MasterCAM 的一些基本命令, 也能够利用它来编制一些简单零件的数控加工程序, 但面对一些比较复杂的问题时仍感到无从下手。另外, 市场上的 MasterCAM 书籍多偏重于基本命令的介绍, 缺乏比较深入、侧重于应用的内容。针对这些情况, 我们根据多年来学习和使用 MasterCAM 的经验, 编写了此书。

本书详细介绍了 MasterCAM 8.0 的功能和一些高级编程技巧, 包括三维曲面造型和体素拼合实体造型的方法, 以及各种加工方法的参数设置等。各部分内容都结合典型实例进行讲解, 并对实例每一步操作的目的和参数设置进行了详细分析。读者只要按实例一步步操作, 就一定能加深对 MasterCAM 的认识, 掌握各种应用技巧, 提高综合编程能力。

全书分为 10 章, 具体内容如下。

- 第 1 章: 介绍 MasterCAM 的运行环境、数据和命令的输入方法。
- 第 2 章: 介绍二维零件的外形铣削加工。
- 第 3 章: 介绍二维零件的挖槽加工。
- 第 4 章: 介绍文字雕刻。
- 第 5 章: 介绍钻孔加工。
- 第 6 章: 介绍三维绘图基本概念。
- 第 7 章: 介绍曲面构图法。
- 第 8 章: 介绍曲面编辑方法。
- 第 9 章: 介绍体素拼合、实体造型。
- 第 10 章: 介绍三维零件的各种加工方法。

## 读者对象

本书适合从事数控加工的工程技术人员和大专院校相关专业的师生阅读，也可供各级培训班作为培训教材使用。

## 配套光盘内容简介

为了方便读者学习，我们将书中实例所用到的全部图形和关键操作部分的原始图形都按章收录在光盘中，同时还收录了一些相应的练习题，读者可以直接从光盘中调用。

注意：如果读者不能直接打开光盘上的练习文件，可以先将文件拷贝到硬盘上，去掉文件的“只读”属性，然后再打开使用。

## 叙述约定

为了方便读者阅读，我们在书中设计了 4 个小栏目，它们分别是：



行家指点：用于介绍使用经验和心得，或罗列重要的概念。



给你提个醒：用于提醒读者应该注意的问题。



多学一招：用于介绍实现同一功能的不同方法。



操作实例：用于引出一个操作题目和相应的一组操作步骤。

付平同志参与了本书第 6 章和第 7 章书稿的整理工作，在此表示感谢！

感谢您选择了本书，也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

老虎工作室主页 <http://www.laohu.net>，电子函件 [xyzy@263.net](mailto:xyzy@263.net)。

**老虎工作室**

2001 年 4 月

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| <b>第 1 章 MasterCAM 的运行环境</b> | <b>1</b>  |
| 1.1 MasterCAM 8.0 系统的特点      | 2         |
| 1.2 MasterCAM 的启动            | 4         |
| 1.3 MasterCAM 工作界面简介         | 4         |
| 1.4 MasterCAM 命令的输入          | 7         |
| 1.5 特殊功能键                    | 7         |
| 1.6 点的 10 种输入法               | 9         |
| 1.7 自动抓点方式设置                 | 12        |
| 1.8 输入单个数值                   | 13        |
| 1.9 文件管理                     | 15        |
| 1.9.1 存盘                     | 17        |
| 1.9.2 打开已存在的图形文件             | 17        |
| 1.9.3 建立新的图形文件               | 19        |
| 1.9.4 显示与打印文本文件              | 19        |
| 1.9.5 输出图形                   | 20        |
| 1.9.6 向机床传输数控代码              | 20        |
| 1.10 小结                      | 21        |
| <b>第 2 章 外形铣削</b>            | <b>23</b> |
| 2.1 绘图前的设置                   | 24        |
| 2.2 直线、圆的绘制                  | 26        |
| 2.2.1 绘制水平直线                 | 27        |
| 2.2.2 绘制垂直线                  | 28        |
| 2.2.3 用极坐标方式绘制直线             | 29        |
| 2.2.4 适度化                    | 30        |
| 2.2.5 绘制圆                    | 31        |
| 2.2.6 绘制连续线                  | 32        |
| 2.2.7 绘制任意直线                 | 33        |
| 2.2.8 绘制与某图形元素相切的直线          | 34        |
| 2.2.9 绘制与一条直线平行的直线           | 35        |
| 2.2.10 绘制法线                  | 36        |
| 2.3 二维编辑工具——修剪延伸             | 37        |

|              |                   |           |
|--------------|-------------------|-----------|
| 2.3.1        | 修剪单一物体            | 37        |
| 2.3.2        | 修剪两个物体            | 38        |
| 2.3.3        | 修剪延伸              | 39        |
| 2.3.4        | 修剪圆               | 40        |
| 2.4          | 外形铣削加工参数设置        | 41        |
| 2.4.1        | 加工起点及方向的设置        | 41        |
| 2.4.2        | 刀具参数设置            | 43        |
| 2.4.3        | 铣削参数设置            | 47        |
| 2.5          | 加工模拟              | 51        |
| 2.6          | 产生后置处理程序          | 52        |
| 2.7          | 串连中应该注意的问题        | 55        |
| 2.7.1        | 分歧点               | 56        |
| 2.7.2        | 重复图形元素            | 56        |
| 2.8          | 小结                | 57        |
| <b>第 3 章</b> | <b>挖槽加工</b>       | <b>59</b> |
| 3.1          | 绘图前的准备            | 60        |
| 3.2          | 圆弧的画法             | 60        |
| 3.2.1        | 【Circ pt+rad】方式画圆 | 61        |
| 3.2.2        | 【Polar】方式画圆弧      | 61        |
| 3.2.3        | 【Endpoints】方式画弧   | 63        |
| 3.2.4        | 【Circ pt+edg】方式画圆 | 64        |
| 3.2.5        | 【Tangent】方式画圆弧    | 65        |
| 3.3          | 倒圆角               | 69        |
| 3.4          | 刀具参数设置            | 71        |
| 3.5          | 挖槽参数              | 71        |
| 3.6          | 粗、精加工参数设置         | 72        |
| 3.7          | 后置处理及真实感模拟        | 73        |
| 3.8          | 挖槽加工中的其他加工方法      | 80        |
| 3.8.1        | 残料加工              | 80        |
| 3.8.2        | 岛屿刮面              | 83        |
| 3.8.3        | 分层加工              | 84        |
| 3.8.4        | 非封闭轮廓挖槽加工         | 86        |
| 3.9          | 挖槽加工中应注意的问题       | 86        |
| 3.10         | 小结                | 87        |
| <b>第 4 章</b> | <b>文字雕刻</b>       | <b>89</b> |
| 4.1          | TrueType 字型加工     | 90        |
| 4.2          | 绘制矩形              | 93        |

|              |                    |            |
|--------------|--------------------|------------|
| 4.3          | 几何字型               | 94         |
| 4.4          | 文字雕刻               | 95         |
| 4.5          | 雕刻加工中应注意的问题        | 101        |
| 4.6          | 小结                 | 102        |
| <b>第 5 章</b> | <b>钻孔加工</b>        | <b>103</b> |
| 5.1          | Spline 曲线的绘制       | 105        |
| 5.1.1        | 手动绘制               | 105        |
| 5.1.2        | 自动绘制               | 107        |
| 5.1.3        | 将其他曲线改变成 Spline 曲线 | 107        |
| 5.2          | 曲线熔接               | 109        |
| 5.3          | 绘点                 | 110        |
| 5.3.1        | 等份绘点               | 110        |
| 5.3.2        | 曲线节点               | 111        |
| 5.3.3        | 控制点                | 111        |
| 5.3.4        | 动态绘点               | 112        |
| 5.3.5        | 指定长度               | 112        |
| 5.3.6        | 网格点与圆周点            | 113        |
| 5.4          | 钻孔操作               | 113        |
| 5.4.1        | 自动选取               | 114        |
| 5.4.2        | 手动输入               | 114        |
| 5.4.3        | 图形元素选点             | 115        |
| 5.4.4        | 自动选圆               | 115        |
| 5.5          | 点的加工顺序排序           | 116        |
| 5.6          | 钻孔参数设置             | 117        |
| 5.7          | 调用子程序              | 118        |
| 5.8          | 钻孔操作应注意的问题         | 120        |
| 5.9          | 小结                 | 120        |
| <b>第 6 章</b> | <b>图形视角和构图平面</b>   | <b>121</b> |
| 6.1          | 图形视角               | 122        |
| 6.1.1        | 俯视图、前视图、侧视图        | 123        |
| 6.1.2        | 轴测图                | 124        |
| 6.1.3        | 视角号码               | 125        |
| 6.1.4        | 图形元素定面             | 125        |
| 6.1.5        | 旋转、动态旋转、鼠标         | 129        |
| 6.1.6        | 法线定面               | 130        |
| 6.2          | 构图平面与工作深度          | 131        |
| 6.3          | 观察平面的存储与提取         | 137        |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 6.3.1 观察平面的存储 .....       | 137        |
| 6.3.2 命名调入使用 .....        | 138        |
| 6.4 设置构图平面应该注意的问题 .....   | 139        |
| 6.5 小结 .....              | 140        |
| <b>第 7 章 建造三维曲面 .....</b> | <b>141</b> |
| 7.1 线形框架的概念 .....         | 142        |
| 7.2 举升曲面 .....            | 143        |
| 7.3 昆氏曲面 .....            | 149        |
| 7.3.1 自动串连 .....          | 150        |
| 7.3.2 手动串连 .....          | 156        |
| 7.4 直纹曲面 .....            | 162        |
| 7.5 旋转曲面 .....            | 164        |
| 7.6 扫描曲面 .....            | 166        |
| 7.7 牵引曲面 .....            | 173        |
| 7.8 小结 .....              | 176        |
| <b>第 8 章 三维曲面编辑 .....</b> | <b>179</b> |
| 8.1 修剪延伸曲面 .....          | 180        |
| 8.1.1 平面修整 .....          | 180        |
| 8.1.2 修整至曲线 .....         | 183        |
| 8.2 生成曲面倒圆角 .....         | 186        |
| 8.2.1 平面对曲面倒圆角 .....      | 186        |
| 8.2.2 曲面对曲面倒圆角 .....      | 189        |
| 8.2.3 回复边界 .....          | 193        |
| 8.2.4 修整至曲面 .....         | 194        |
| 8.2.5 修整至平面 .....         | 198        |
| 8.2.6 回复修整 .....          | 199        |
| 8.3 曲面分割 .....            | 200        |
| 8.4 补正曲面 .....            | 203        |
| 8.5 熔接曲面 .....            | 204        |
| 8.5.1 两曲面熔接 .....         | 204        |
| 8.5.2 三曲面熔接 .....         | 210        |
| 8.6 曲面延伸 .....            | 210        |
| 8.7 三曲面倒圆角 .....          | 212        |
| 8.8 小结 .....              | 214        |
| <b>第 9 章 体素拼合 .....</b>   | <b>215</b> |
| 9.1 泵盖的绘制 .....           | 216        |

|                        |            |
|------------------------|------------|
| 9.1.1 绘制二维曲线面域         | 217        |
| 9.1.2 实体延伸             | 219        |
| 9.1.3 实体倒圆角            | 225        |
| 9.1.4 实体倒角             | 227        |
| 9.2 蜗轮箱盖的绘制            | 230        |
| 9.2.1 绘制二维曲线面域         | 230        |
| 9.2.2 拉伸底部凸缘           | 234        |
| 9.2.3 牵引实体             | 235        |
| 9.2.4 壳体               | 238        |
| 9.3 修剪                 | 240        |
| 9.4 布尔运算               | 242        |
| 9.5 实体管理               | 246        |
| 9.6 弯管的绘制              | 249        |
| 9.6.1 实体旋转             | 252        |
| 9.6.2 实体扫描             | 254        |
| 9.7 举升产生实体             | 260        |
| 9.8 曲面与实体混合作图          | 262        |
| 9.9 基本实体               | 263        |
| 9.10 小结                | 264        |
| <b>第 10 章 三维零件粗精加工</b> | <b>265</b> |
| 10.1 泵盖零件的粗精加工         | 266        |
| 10.1.1 平行铣削粗加工         | 267        |
| 10.1.2 平行切削精加工         | 274        |
| 10.1.3 残料加工            | 275        |
| 10.2 草莓状零件的加工          | 277        |
| 10.2.1 放射状粗加工          | 278        |
| 10.2.2 交线清角            | 279        |
| 10.2.3 等高外形粗精加工        | 280        |
| 10.3 零件表面的雕刻、挖槽等加工     | 282        |
| 10.3.1 得到投影的刀具路径       | 283        |
| 10.3.2 被加工面的插削粗加工      | 284        |
| 10.3.3 被加工面的环绕等距精加工    | 285        |
| 10.3.4 曲面投影加工          | 287        |
| 10.4 凸模的加工             | 289        |
| 10.4.1 挖槽粗加工           | 289        |
| 10.4.2 浅平面精加工          | 291        |
| 10.4.3 陡斜面加工           | 293        |
| 10.5 药瓶模具的曲面流线粗精加工     | 295        |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 10.6 多轴加工 .....       | 299 |
| 10.7 投影加工 .....       | 302 |
| 10.7.1 投影铣削 .....     | 303 |
| 10.7.2 投影铣削注意事项 ..... | 308 |
| 10.8 修剪路径 .....       | 308 |
| 10.9 刀具路径合并 .....     | 310 |
| 10.10 变换刀具路径 .....    | 311 |
| 10.11 图形文件交换 .....    | 314 |
| 10.12 小结 .....        | 317 |



## 第1章 MasterCAM 的运行环境

---

### 主要内容

- ☐ MasterCAM 系统简介
- ☐ MasterCAM 的启动
- ☐ MasterCAM 工作界面简介
- ☐ MasterCAM 命令输入
- ☐ 特殊功能键
- ☐ 点的 10 种输入方法
- ☐ 长度、角度和单个数据输入法
- ☐ 文件管理



**M**asterCAM 是美国 CNC Software NC 公司研制开发的一套 PC 级套装软件，可以在一般的计算机上运行。它既可以设计绘制所要加工的零件，也可以产生加工这个零件的数控程序，还可以将 AutoCAD、CADKEY、SolidWorks 等 CAD 软件绘制的图形调入到 MasterCAM 中进行数控编程。因此，MasterCAM 是一套真正的 CAD/CAM 一体化的软件。目前 MasterCAM 最新版本为 8.0 版。

鉴于我国目前企业的经济及技术实力，选用计算机平台来实现 3~5 轴的 CAM 是非常实际的，而这种实际的需求即预示着 MasterCAM 这类 PC 平台上的 CAD/CAM 软件在我国有着广阔的应用前景。

## 1.1 MasterCAM 8.0 系统的特点

MasterCAM 8.0 运行于 32 位的 Windows 95 或 Windows 95 以上的操作系统，它不但继承了旧版本的优点，更以其亲切友好的图形界面及新增的强大功能，令人耳目一新。MasterCAM 8.0 具有以下特点。

### 1. 同时具备 CAD/CAM 功能

- MasterCAM 采用了先进的 NURBS 样条设计，对样条 (Spline) 曲线可做熔接 (Blend)、补正 (Offset); 多边形、椭圆等图形都有新的画法，切线、平行线等绘制更加方便。
- 曲面处理可由两个曲面及三个曲面产生熔接曲面，可对三个曲面做过渡处理。
- 可提供曲线与曲面、平面与曲面、曲面与曲面倒圆角功能。
- 可以剖切、边界线、交线、投影线等方式产生曲线，在多个曲面上也可以产生以上曲线。
- 基本曲面由举升 (Loft)、昆氏 (Coons)、直纹 (Ruled)、旋转 (Revolved)、扫描 (Swept)、牵引 (Draft) 等方式产生，系统还提供了立方体、圆柱、圆锥、球、环等封闭的曲面。
- 与 7.0 以前的版本相比，8.0 版采用了实体造型、体素拼合和实体的布尔运算等手段，使零件图绘制更方便，更快。
- MasterCAM 8.0 还提供了将实体模型转化为表面模型的功能，这样绘制同一幅图形时既可以使用表面模型绘图也可以使用实体模型绘图。
- 可将 ACIS 实体转换为 MasterCAM 的曲面，亦可方便地接收 AutoCAD 的 DXF 及 DWG 文件，更与现今备受行家推崇的 SolidWorks 三维参数化实体造型软件有专用数据接口。
- 由于 MasterCAM 8.0 使 CAD 与 CAM 做了更为明显的分工，所以 MasterCAM 与其他 CAD 软件更容易交换信息，也就是说，其他 CAD 软件绘制的图形，一般不需要做进一步的处理就能够为 MasterCAM 所利用。

这些强有力的造型功能，使用户在制作三维模型时，充分体会到新一代 MasterCAM



的魅力。

## 2. 加工方式多，适用机床广

- 可进行 2~5 轴加工，分外形、挖槽、钻孔、曲面等加工方式。除此之外，还保留了以前常用的几种加工方式。
- MasterCAM 8.0 将原来分开进行操作的各种曲面加工进行归类，并分为粗加工和精加工。
- 零件采用放射粗、精加工，刀具路径对回转中心呈辐射状，解决了行切加工陡壁零件时效果不好的问题。
- 加工中可设定起始角度、旋转中心及起始补正距离，以切削方向容差及最大角度增量控制表面精度。
- 对于极不规则的零件，可先做 2D 刀具路径，然后把刀具路径投影至多重曲面进行加工。
- 另外，新版还提供了一个有用的功能——批次加工。当多个刀具路径需生成时，可采用此方式，设置好每个任务的加工参数，调整加工次序，即可让系统按照次序自动执行每一个处理过程。

对目前常见的数控机床，MasterCAM 几乎都有后置处理程序，因此这些机床都可以使用 MasterCAM 来编程。

## 3. 可以与机床直接通信

该软件可以使用计算机的常用通讯口，将编制好的程序送到数控机床中，减少了程序输入的工作量。

## 4. 可以模拟加工和计算加工时间

- 通过设定毛坯及刀具的形状、大小及不同颜色，可以从计算机上观察到实际的切削过程。
- 系统同时给出有关加工情况报告，如去除材料的余量和加工时间等，并检测出加工中可能出现的碰撞、干涉等问题，以及报告发生的错误在刀具路径文件中的位置。

这样可省去试切的过程，节约宝贵的时间，降低材料消耗，提高效率。

## 5. 可以自备刀具库和材料库

这个功能可以减少编程的工作量。

## 6. 操作效率高

- 新版界面上方有灵活方便的工具栏，可让用户自由设定其中的 98 个按钮，随意调用各种功能。
- 图形可实时用鼠标拖动旋转，彩色渲染图可旋转、平移及缩放，便于用户清楚地观察建立的三维模型。
- 图形元素选取可用多边形框选，也可取消选择。
- 用户在操作过程中若有疑问，可随时单击【?】按钮或按 **Alt+H** 键打开帮助文件，显示当前使用功能的详细说明。



## 1.2 MasterCAM 的启动

若计算机内已安装了 MasterCAM 8.0, 则在 Windows 桌面的左下角单击  按钮, 弹出【开始】菜单, 单击【程序】/【Mastercam 8】/【Mill 8】命令, 如图 1-1 所示, 即可启动 MasterCAM。

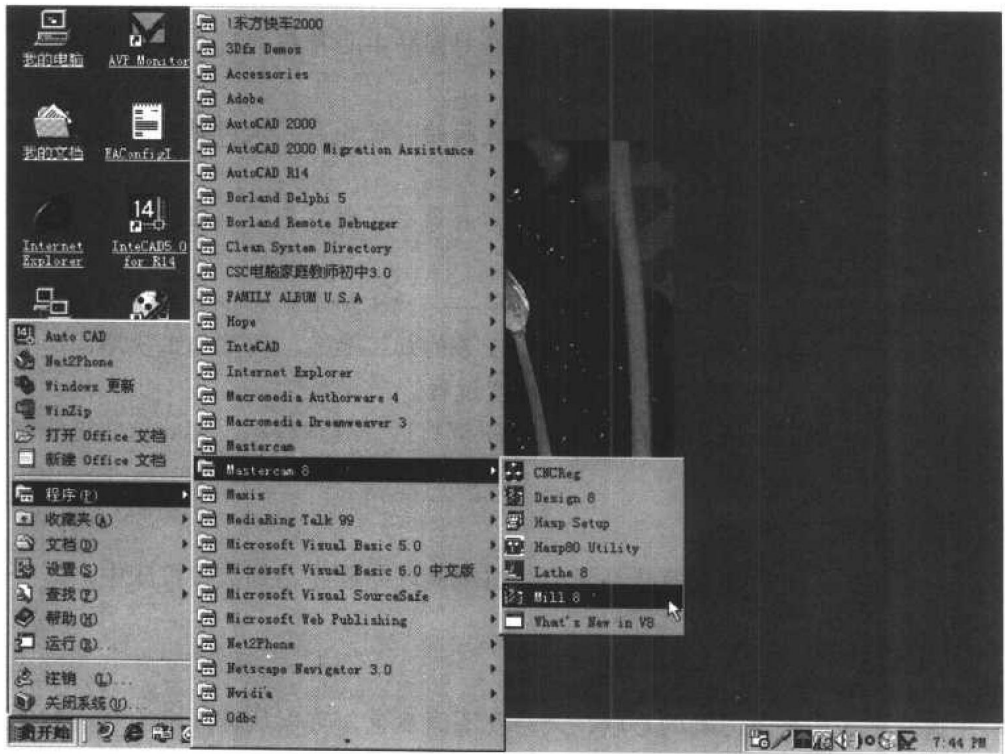


图1-1 MasterCAM 启动菜单命令

双击桌面上的图标  , 也可以启动 MasterCAM。

## 1.3 MasterCAM 工作界面简介

MasterCAM 启动以后, 屏幕上出现如图 1-2 所示的工作界面。工作界面分为以下 5 部分:

- 标题栏;
- 绘图工具箱;
- 菜单区;
- 绘图工作区;
- 信息反馈区。



## 1. 标题栏

MasterCAM 的标题栏与其他标准 Windows 应用程序的标题栏的功能一样，这里不再赘述。

## 2. 绘图工具箱

绘图工具箱中的按钮是用来完成系统中的某个指令的，当单击某个按钮时，系统就立刻执行这个指令。系统中有许多指令，单靠这一行是放不下的，因此系统将功能指令分成许多功能表，需要时，单击最左边的  按钮，可跳到前一页的功能表，也可以单击  按钮，跳到下一页的功能表。将鼠标指针移到按钮上等待一会儿，将显示该按钮的功能说明。

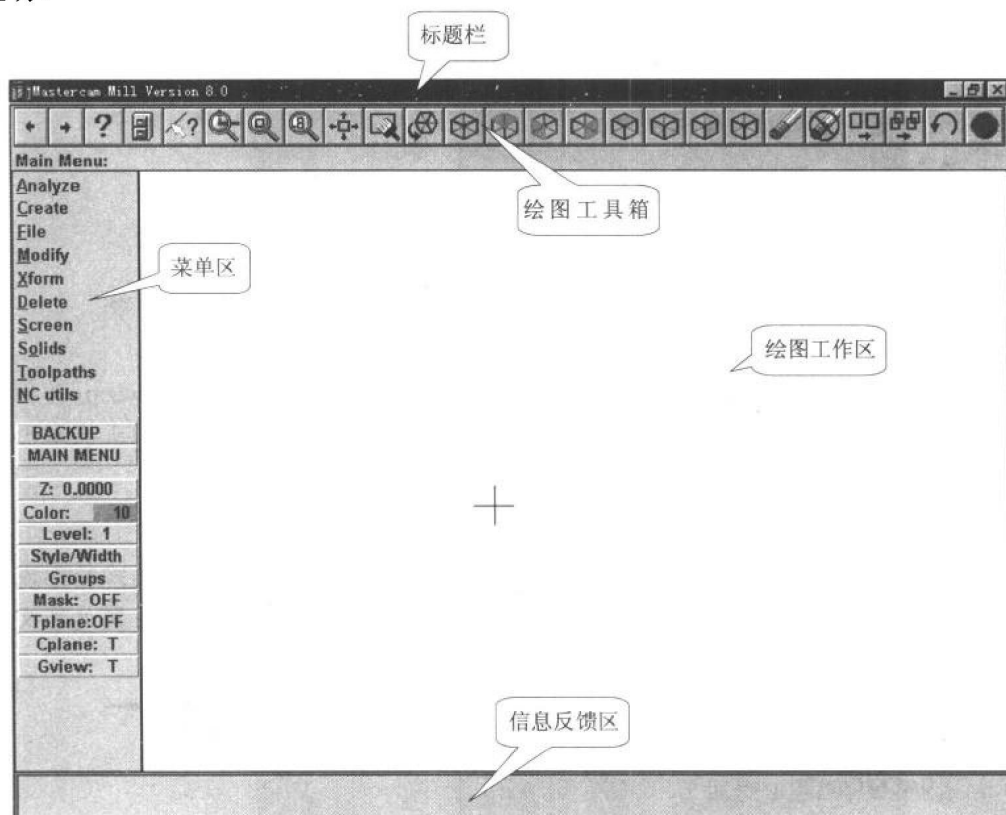


图1-2 MasterCAM 的工作界面

## 3. 菜单区

最先出现在菜单区的菜单，我们称它为主菜单（Main Menu）。下面我们简单介绍主菜单中各菜单项的意义及功能，而其详细用法我们将在后面章节中介绍。

上半部分各菜单项的意义及功能如下。

### • **Analyze** (分析)

显示屏幕上图形元素的位置、尺寸和相关的资料。所分析的资料是相对于构图平面的工作坐标系的，如果将构图平面设定为“3D”，则分析的资料是相对世界坐标系的。