



21世纪高等学校基础工业

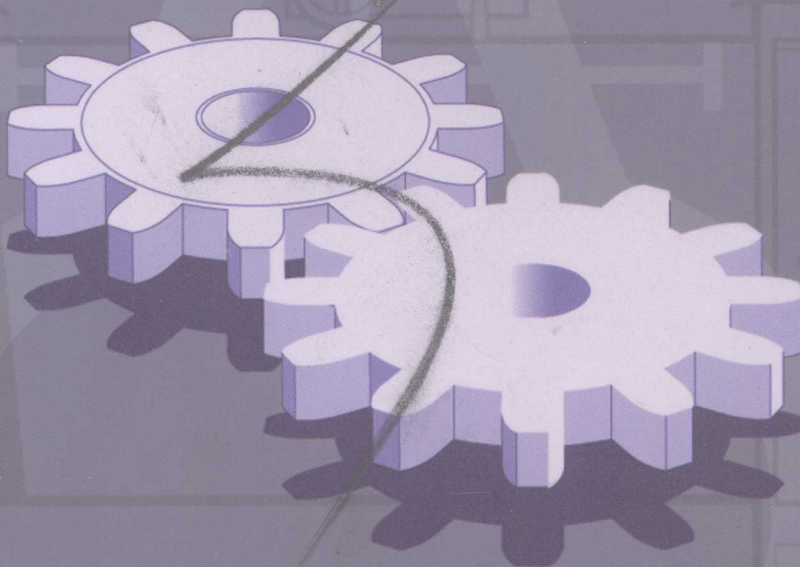
CAD / CAM规划教材

Mastercam X

中文版实用教程

孙传祝 陈振辉 主 编

于文强 高 群 梁霭明 副主编



Compact 120



清华大学出版社

TP391.7/78

2008

21 世纪高等学校基础工业 CAD/CAE/CAO 系列教材

Mastercam X 中文版实用教程

孙传祝 陈振辉 主 编

于文强 高 群 梁霄明 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

Mastercam 是一套集 CAD/CAM 为一体的软件,具有二维绘图、三维曲面、实体造型、数控编程、加工路径仿真等功能。本书从实用培训和技术出发,详细介绍 Mastercam X 的各项常用功能和使用方法,并在相应章节设置范例,通过详尽的操作步骤,以便读者轻松掌握各项功能。本书各章均包含一个综合实例对所述理论和操作进行实践,并在每章后配有习题,让读者进行独立操作,以检测和巩固该章的学习。

本书可供从事 CAD/CAM 工作的初、中级学习者阅读参考,也可作为高等院校 CAD/CAM 设计专业和各类培训班的教材使用。

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Mastercam X 中文版实用教程 / 孙传祝, 陈振辉主编; 于文强等副主编. —北京: 清华大学出版社, 2008.7

(21 世纪高等学校基础工业 CAD/CAM 规划教材)

ISBN 978-7-302-17452-3

I. M… II. ①孙… ②陈… ③于… III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Mastercam X—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 056595 号

责任编辑: 魏江江 赵晓宁

责任校对: 白 蕾

责任印制: 何 芊

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 23 字 数: 557 千字

版 次: 2008 年 7 月第 1 版 印 次: 2008 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 34.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770177 转 3103 产品编号: 027006-01

前 言

Mastercam X 版是美国 CNC Software 公司研制与开发的将设计和制造结合在一起的 PC 级套装软件, 并一改 X 版本以前的模块分散的特点, 将 Design (设计)、Mill (铣削加工)、Lathe (车削加工) 和 Router (线切割加工) 4 个功能模块集成到一个平台上, 以全新的 Windows 界面风格展现, 以适合广大用户习惯。

利用 Mastercam 可以绘制零件图形, 同时还支持市面上流行的 AutoCAD、Pro/ENGINEER 等软件创建的模型, 调入 Mastercam 后, 根据加工需要, 创建加工路径, 将编好的 G 代码通过电缆传送到数控机床上进行加工。为 FMS (柔性制造系统) 和 CIMS (计算机集成制造系统) 的集成提供了支持。且由于 Mastercam 基于 PC 平台, 支持中文环境, 价位适中, 因此广泛应用于汽车、机械、电子、模具等众多行业的数控加工。

本书的目标是使各读者快速掌握 Mastercam 中的 CAD/CAM 技术的基础知识和基本技能, 以 Mastercam 的基础知识开始, 用二维图形、图形编辑、三维曲面、三维实体 4 章讲述 CAD 造型, 从加工知识、二维加工、三维加工、车削加工 4 个章节讲述 CAM 功能, 使读者掌握一定 CAD/CAM 技术基础和操作技能, 达到一定的应用水平。

本书结构严谨、清晰, 重点突出, 并配备相应实例模型, 可供从事 CAD/CAM 工作的初、中级用户阅读参考, 也可作为高等院校 CAD/CAM 设计专业和各类培训班的教材使用, 其章节安排特别适合于教学和自学使用。

本书由山东理工大学于文强、孙传祝、高群和广东工业大学陈振辉、梁雷明合作编写。由于编写时间较为仓促, 书中难免会有疏漏和不足之处, 恳请广大读者多提宝贵意见。

编者联系邮箱: yyu2000@126.com。

编 者
2008 年 4 月

目 录

第 1 章 Mastercam X 基础知识	1
1.1 Mastercam X 简介	1
1.1.1 Mastercam X 简介	1
1.1.2 Mastercam X 的主要功能模块	1
1.2 Mastercam X 的启动与工作界面	3
1.2.1 Mastercam X 简体中文版的启动	3
1.2.2 Mastercam X 的工作界面	4
1.3 系统配置	7
1.4 用户自定义	16
1.5 栅格设置	17
1.6 图素设置	17
1.7 本章小结	20
1.8 习题	21
第 2 章 基本二维绘图	22
2.1 创建点	22
2.1.1 指定位置创建点	22
2.1.2 动态绘点	23
2.1.3 绘制曲线节点	23
2.1.4 绘制剖切点	23
2.1.5 绘制端点	24
2.1.6 绘制小圆弧心	24
2.1.7 范例	24
2.2 创建直线	25
2.2.1 绘制任意线	25
2.2.2 近距线	26
2.2.3 分角线	26
2.2.4 法线	28
2.2.5 平行线	28
2.2.6 范例	29
2.3 创建圆与圆弧	30
2.3.1 圆心+点	30
2.3.2 极坐标圆弧	31
2.3.3 三点画圆	31

2.3.4	两点画弧	31
2.3.5	三点画弧	32
2.3.6	极坐标	32
2.3.7	切弧	32
2.3.8	范例	34
2.4	创建多边形	35
2.4.1	创建矩形	35
2.4.2	创建变态矩形	35
2.4.3	画多边形	36
2.4.4	范例	37
2.5	创建椭圆	39
2.6	创建边界盒	40
2.7	创建文本	41
2.7.1	字体	42
2.7.2	文字内容	42
2.7.3	排列方式	42
2.7.4	文本参数	42
2.7.5	范例	43
2.8	创建盘旋线	45
2.9	创建样条曲线	46
2.9.1	手动	46
2.9.2	自动输入	47
2.9.3	转成曲线	47
2.9.4	熔接曲线	48
2.10	综合范例	48
2.11	本章小结	51
2.12	习题	52
第3章	图形编辑	53
3.1	选取对象	53
3.1.1	全部选择	53
3.1.2	单一选择	54
3.1.3	选择设置	55
3.1.4	选择方式	55
3.2	删除对象	56
3.2.1	删除实体	57
3.2.2	删除重复图素	57
3.2.3	恢复删除	57
3.3	对象变换	58

3.3.1	镜像	58
3.3.2	旋转	59
3.3.3	平移	61
3.3.4	3D 平移	62
3.3.5	比例缩放	62
3.3.6	补正	63
3.3.7	投影	65
3.3.8	阵列	66
3.3.9	缠绕	66
3.3.10	拖曳	67
3.3.11	范例	67
3.4	对象的修整	70
3.4.1	倒圆角	71
3.4.2	倒角	72
3.4.3	修剪/打断	73
3.4.4	多物修整	75
3.4.5	连接	76
3.4.6	将圆弧闭合成圆	76
3.4.7	打断	76
3.4.8	转换成 NURBS	77
3.4.9	范例	77
3.5	综合范例	82
3.6	本章小结	88
3.7	习题	89
第 4 章	三维线架构及曲面	90
4.1	三维线架构的绘制	90
4.1.1	三维造型概述	90
4.1.2	设置构图面、视角及构图深度	91
4.1.3	范例	93
4.2	三维曲面基础	94
4.3	创建基本三维曲面	95
4.3.1	创建圆柱曲面	96
4.3.2	创建圆锥曲面	97
4.3.3	创建方块体曲面	99
4.3.4	创建球体曲面	99
4.3.5	创建圆环体曲面	100
4.4	线架模型转换曲面	102
4.4.1	创建直纹/举升曲面	102

4.4.2	创建旋转曲面	105
4.4.3	创建扫描曲面	106
4.4.4	创建昆氏曲面	106
4.4.5	创建牵引曲面	107
4.4.6	创建挤出曲面	109
4.4.7	创建平整曲面	110
4.4.8	由实体生成曲面	110
4.4.9	范例	111
4.5	曲面的编辑	118
4.5.1	曲面圆角	118
4.5.2	曲面补正	122
4.5.3	曲面修整	122
4.5.4	曲面延伸	125
4.5.5	曲面熔接	126
4.5.6	恢复修剪	128
4.5.7	打断曲面	128
4.5.8	恢复边界	128
4.5.9	填补内孔	128
4.5.10	范例	128
4.6	综合范例	131
4.7	本章小结	138
4.8	习题	138
第5章	三维实体造型	140
5.1	三维实体创建的基础	140
5.1.1	实体模型的创建方法	140
5.1.2	实体模型的创建步骤	140
5.2	创建基本实体	141
5.3	实体布尔运算	142
5.3.1	结合运算	143
5.3.2	切割运算	143
5.3.3	交集运算	144
5.3.4	非关联布尔运算	144
5.4	由二维图形创建三维实体	145
5.4.1	创建挤压实体	145
5.4.2	创建旋转实体	147
5.4.3	创建扫描实体	149
5.4.4	创建举升实体	151
5.4.5	由曲面生成实体	151

5.4.6	移动实体表面生成薄片实体	153
5.4.7	薄片实体加厚	154
5.4.8	范例	154
5.5	实体编辑	159
5.5.1	实体圆角	159
5.5.2	实体表面—表面倒圆角	161
5.5.3	实体倒角	162
5.5.4	实体抽壳	164
5.5.5	牵引实体面	165
5.5.6	实体修剪	166
5.5.7	范例	166
5.6	实体管理器	170
5.6.1	删除操作	170
5.6.2	编辑操作	171
5.6.3	修改参数	171
5.6.4	复制实体	171
5.7	综合范例	171
5.8	本章小结	180
5.9	习题	181
第 6 章	CAM 加工基础	182
6.1	数控加工基础	182
6.1.1	数控加工的基本过程	182
6.1.2	数控加工程序编制	183
6.1.3	加工毛坯的确定	184
6.1.4	数控铣刀的选择	185
6.1.5	切削用量的选择	186
6.1.6	确定加工余量的选择	187
6.1.7	模具的数控铣削工艺分析	187
6.2	机床设置	189
6.3	刀具路径管理器	189
6.3.1	工具设置	190
6.3.2	工件设置	192
6.3.3	刀具管理	193
6.4	操作管理器	196
6.5	仿真模拟与后处理	197
6.5.1	刀具路径模拟	197
6.5.2	仿真加工	199
6.5.3	后处理	200

6.5.4 刀具路径编辑	202
6.6 综合范例	204
6.7 本章小结	210
6.8 习题	210
第7章 二维加工	211
7.1 外形铣削	211
7.1.1 外形铣削的基本步骤	211
7.1.2 外形铣削的参数设置	211
7.1.3 外形铣削加工的校核与后处理	220
7.1.4 范例	220
7.2 挖槽加工	224
7.2.1 挖槽加工的基本步骤	224
7.2.2 挖槽加工的参数设置	224
7.2.3 范例	230
7.3 钻孔加工	234
7.3.1 钻孔的基本方法	234
7.3.2 钻孔参数的设置	234
7.3.3 范例	237
7.4 面铣削	240
7.4.1 面铣削的基本步骤	240
7.4.2 面铣削参数设置	241
7.5 沿线条轮廓雕刻	242
7.6 综合范例	243
7.7 本章小结	250
7.8 习题	251
第8章 三维加工	252
8.1 三维加工类型	252
8.2 公用参数设置	253
8.2.1 曲面参数	253
8.2.2 多轴加工参数	255
8.3 曲面粗加工	257
8.3.1 粗加工平行铣削加工	257
8.3.2 粗加工放射状粗加工	261
8.3.3 粗加工投影加工	262
8.3.4 粗加工流线加工	264
8.3.5 粗加工等高外形加工	265
8.3.6 粗加工残料加工	267

8.3.7	粗加工挖槽加工	268
8.3.8	粗加工钻削式加工	270
8.3.9	范例	271
8.4	曲面精加工	277
8.4.1	精加工平行陡斜面	278
8.4.2	精加工交线清角加工	279
8.4.3	精加工环绕等距加工	280
8.4.4	精加工混合加工	281
8.4.5	范例	283
8.5	多轴加工	290
8.5.1	曲线 5 轴加工	290
8.5.2	钻孔 5 刀加工	293
8.5.3	沿边 5 轴加工	294
8.5.4	曲面 5 轴加工	295
8.5.5	流线 5 轴加工	296
8.5.6	旋转 4 轴加工	297
8.5.7	薄片 5 轴刀具路径	298
8.6	线架构加工	298
8.6.1	直纹加工	299
8.6.2	旋转加工	300
8.6.3	2D 扫描加工	300
8.6.4	3D 扫描加工	301
8.6.5	混式加工	302
8.6.6	举升加工	302
8.7	综合范例	303
8.8	本章小结	315
8.9	习题	315
第 9 章	车削加工	316
9.1	基本知识	316
9.1.1	车床坐标系	316
9.1.2	工件设置	317
9.1.3	刀具设置	320
9.2	车削粗加工	323
9.2.1	粗车参数设置	324
9.2.2	范例	327
9.3	车床精加工	330
9.3.1	精车参数设置	330
9.3.2	范例	331

9.4	车削螺纹加工	333
9.4.1	车削螺纹加工参数设置	334
9.4.2	范例	337
9.5	车削端面加工	340
9.5.1	车削端面加工参数设置	341
9.5.2	范例	341
9.6	综合范例	344
9.7	本章小结	353
9.8	习题	353
参考文献		354

第 1 章 Mastercam X 基础知识

教学提示

本章重点讲解 Mastercam 的系统配置和图素属性设置的方法，并介绍 Mastercam 4 大功能模块和工作界面，以及工作时的用户自定义和工作时栅格设置等。

教学目标

了解 Mastercam X 系统的功能模块、启动和工作界面，掌握 Mastercam 软件运行时，系统配置和图素属性设置的方法。

1.1 Mastercam X 简介

1.1.1 Mastercam X 简介

Mastercam 是美国 CNC 软件公司推出的基于 PC 平台的 CAD/CAM 集成软件，自 1984 年问世以来，进行了不断改进和版本升级，软件功能日益完善，因此得到了越来越多用户的好评。目前以其优良的性价比、常规的硬件要求、灵活的操作方式、稳定的运行效果及其易学易用等特点，成为国内外制造业最为广泛采用的 CAD/CAM 集成软件之一。为适应广大用户的习惯，2005 年 7 月，CNC Software 公司在中国隆重推出 Mastercam X 版。X 版本是 CNC Software 公司经过多年精心打造，隆重推出的白金版本，其 Windows 风格界面，受到广大用户的普遍好评。

1.1.2 Mastercam X 的主要功能模块

Mastercam 提供了相当多的模块，其中有铣削、车削、实体造型、线切割、雕刻等。可以根据设计及加工需要，自行选取相应的模块。在新 Mastercam X 中，一改 Design（设计）、Mill（铣削加工）、Lathe（车削加工）、Wire（线形加工）4 个模块分散界面的缺点，将这 4 大模块集成到一个平台上，使用户操作更加方便。由于 4 个模块的集成，Mastercam X 主菜单中增加了 **机床类型 (M)** 菜单供用户选择。另外，X 版本以前 Wire 模块在 Mastercam X 中被更名为 Router。

1. 设计模块

Mastercam X 的设计界面变化很大，是一个可以完全自定义的模块。其中设计模块具有强大的实体造型功能，主要功能如下。

- (1) 读取实体时，可选择是否修复有错误的实体。
- (2) 在实体操作管理器中，可直接切换“切割实体”和“增加凸缘”等操作，而不需要先删除再重建新的操作。
- (3) 在操作管理器中，右击可直接选择“编辑参数”或“编辑图形”。

- (4) 可将曲面转成开放的薄片实体或封闭的实体主体。
- (5) 可移除实体中指定的面, 将其成为一开放的主体。
- (6) 可增加实体的厚度。
- (7) 寻找特征, 可将其他软件汇入的实体中的内孔或圆角等特征独立成一单独的操作, 以供以后的编辑。
- (8) 在操作管理器中, 右击修整操作, 新增“重建实体”。
- (9) 可由布尔运算或修整操作分割实体, 并保留所有结果。
- (10) 加强了对“历史记录的操作”的功能。可以让用户更高效进行快捷操作, 提高设计效率。

2. 铣削加工模块 (2~5 轴加工)

Mastercam 的 Operations Manager (操作管理器) 把同一加工任务的各项操作集中在一起。管理器的界面简明, 清晰。加工使用的刀具以及加工参数等, 在管理器内, 编辑、校验刀具路径也很方便, 在操作管理器中很容易复制和粘贴相关程序。在 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。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, 无须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, 将显著提高数控程序设计效率及计算的自动化程度。

3. 车削加工模块

车削零件造型非常简单便捷, Mastercam 具有完整的曲线曲面建模功能, 建立二维、三维几何模型十分方便。灵活、完整的曲线曲面编辑和分析功能, 保证几何模型的精度。修改几何模型后, 相关的尺寸标注自动更新。可在多个视窗内动态旋转、缩放几何图形。导航功能自动捕捉常用的特征点, 提高建模速度。Mastercam 的数据转换器可与任何的 CAD 系统交换数据。这些转换器包括 IGES、Parasolid TM、SAT (ACIS Solids)、DXF、CADL、VDA、STL 及 ASCII 等。

4. 雕刻加工模块

Mastercam 是美国 CNC Software 公司开发的基于 Win 9X 以及 Win NT 的 CAD/CAM 软件包, 其 X 版本的文字功能得到了进一步加强, 不但可以提供 Mastercam 系统的字体, 还可利用 Windows 系统的字体。同时, Mastercam 提供丰富的粗精加工切削方式, 它能完成 2~5 轴数控铣削加工编程, 通过建立雕刻模型, 选择合理加工方式即可达到文字雕刻的目的。Mastercam X 切割模块可以快速、高速地完成线切割加工程序的编制, 其特点如下。

- (1) 迅速容易的 2 轴和 4 轴编程。
- (2) 可以在 2 轴的外型切割选择是否制作锥角。
- (3) 无屑切割。
- (4) 透过轨迹可以进行 4 个轴的曲面精加工。
- (5) 图表编程可选择适合的直线切割、角度或从角度切割与 LAND 两指示中指定的任何方向。
- (6) 特别锋利的角落可选择建立一个外循环保证角落没被圆角化。

- (7) 修改控制设定, 角落形式与锥角可在轮廓内的任一点。
- (8) 线切割路径用引线定义, 可以单独设定引入线与引出线来改进效率。
- (9) 可以灵活拖曳机器加工开始点到用户模型上的任何地方。
- (10) 有效率的 TAB 建立。
- (11) 迅速给任何几何图形添加多片 TAB。
- (12) “不离开”的选择可避免碎片。
- (13) 可靠的线切割路径验证。
- (14) 查看用户零件被从一块材料到 Mastercam 的实体切割路径验证切削。
- (15) 可灵活查看全部重要的关于工具和在线切割路径里任何一点的行动信息, 具有强有力的零件模型化功能。

1.2 Mastercam X 的启动与工作界面

1.2.1 Mastercam X 简体中文版的启动

当计算机已安装好了 Mastercam X 时, 如果需要启动 Mastercam X, 有如下几种方法。

- 执行“开始”|“程序”|“Mastercam X”|“Mastercam X”命令即可启动 Mastercam X, 如图 1.1 所示。

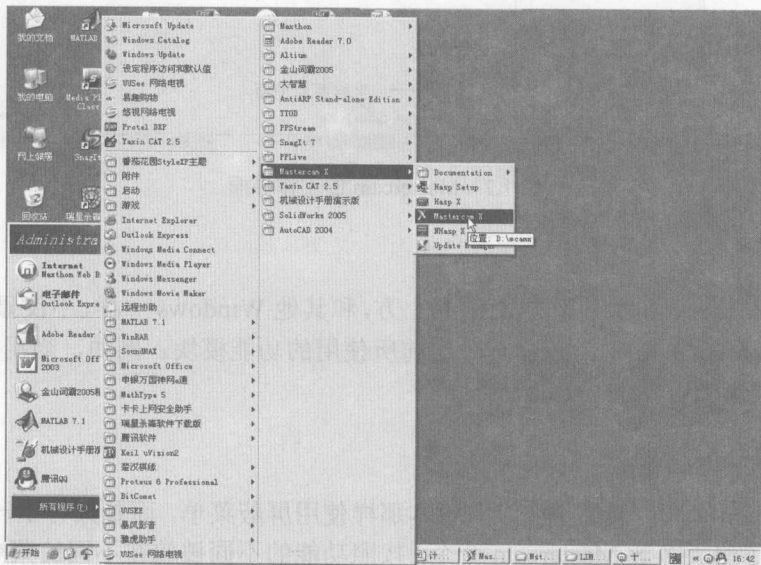


图 1.1 Mastercam 的操作界面

- Mastercam X 的安装程序会在桌面创建快捷图标, 双击快捷图标即可启动 Mastercam X。
- 执行“开始”|“运行”命令, 在“运行”对话框中直接输入 Mastercam X.EXE, 按

Enter 键即可启动 Mastercam X。

1.2.2 Mastercam X 的工作界面

启动 Mastercam X 后, 出现如图 1.2 所示的工作界面, 可知 Mastercam X 版本的操作界面有了翻天覆地的改变, 完全配合着 Windows 操作风格, 其工作界面主要由标题栏、菜单栏、工具栏、操作管理器、绘图区和状态栏组成。

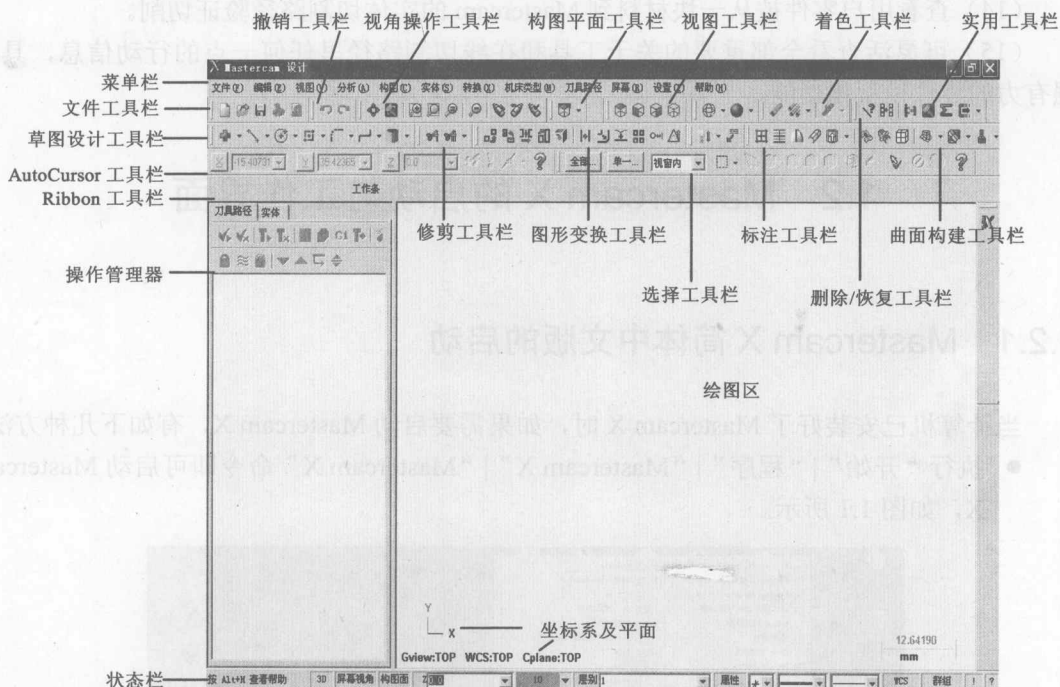


图 1.2 Mastercam 的工作界面

1. 标题栏

标题栏在 Mastercam X 工作界面的最上方, 和其他 Windows 一样, 不仅显示 Mastercam X 图标和 Mastercam X 名称, 还显示了当前所使用的功能模块。例如, 当用户使用车削模块时, 标题栏就将显示 Mastercam lathe。

2. 菜单栏

在 Mastercam X 中, 系统不像以前版本那样使用屏蔽菜单, 而是具有了一个下拉菜单。菜单栏中包含了绝大多数 Mastercam 命令, 按照功能的不同被放在不同的菜单组中。主要包括文件、编辑、视图、分析、构造、实体、转换、机床类型、刀具路径、屏幕、设置、帮助菜单栏。

下面对各个菜单栏作简单介绍。

- “文件”：具有新建、打开、保存、打印等功能, 还包括 Mastercam 与其他软件之间进行格式转换的输入、输出功能。

- “编辑”：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。
 - “视图”：包括平移视图、缩放视图等命令，用于图形视角的设置。
 - “分析”：Mastercam 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。
 - “构图”：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。
 - “实体”：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。
 - “转换”：包括平移、镜像、偏置、阵列、投影等命令，以提高设计效率。
 - “机床类型”：用于选择 Mastercam 的功能模块和相应的机床类型。
 - “刀具路径”：包括刀具路径的生成和编辑功能。
 - “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。
 - “设置”：用于工具栏、菜单和系统运行环境的设置等。
 - “帮助”：提供系统帮助，是软件系统最全面的用户手册。
- 在这里，为了提高绘图效率，列出部分常用快捷键，如表 1.1 所示。

表 1.1 常用快捷键

快捷键	功 能	快捷键	功 能
F1	将指定区域内的图形放大	Alt+C	执行 C-hook 应用程序
F2	将图形整体缩小	Alt+D	打开“尺寸标注”对话框
F3	图形重生成	Alt+E	除删除指定元素外，其他元素隐藏
F4	执行分析功能	Alt+F	打开“字型”对话框
F5	删除图形	Alt+G	打开“栅格设置”对话框
F6	执行文件菜单功能	Alt+H	帮助
F7	执行修改菜单功能	Alt+I	打开文本文件
F8	执行创建功能	Alt+J	打开“工件设置”对话框
F9	显示当前文件名、构图平面和刀具原点	Alt+L	设置线型
F10	显示和设置功能键	Alt+M	列出系统内存使用情况
Alt+F1	全图整屏	Alt+O	切换操作管理器对话框
Alt+F2	全图缩小为 4/5	Alt+U	恢复
Alt+F3	开/关光标所在位置	Alt+W	分割视窗
Alt+F4	退出	Alt+X	通过选择图元设置当前层颜色
Alt+F5	删除视窗内的图元	Alt+Z	打开图层管理器对话框
Alt+F7	图元隐藏功能	Tab	切换视窗控制
Alt+F8	打开系统配置对话框	Esc	中断执行、返回上步（BUCKUP）
Alt+F9	显示视角中心、构图平面和当前刀具平面轴	End	动态旋转视图
Alt+F10	显示和设置功能键	PageUp	放大
Alt+A	打开“自动存储”对话框	PageDown	缩小
Alt+B	开/关工具条		