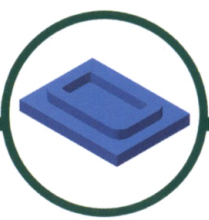
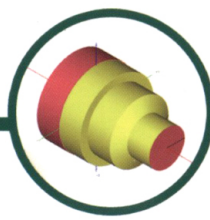
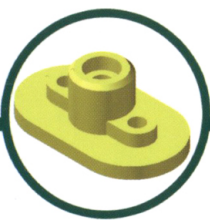


# Mastercam X7

中文版

# 从入门到精通

麓山文化 编著



## 【本书特点】

### ■ 基础知识与实例完美结合 轻松实现入门到精通

本书将理论讲解和实际操作紧密结合，在每介绍一个知识点之后都会给出相应的应用案例，以方便读者理解和掌握所学内容。每章最后还提供了针对本章所学知识的精选范例和思考练习，学与练的完美结合，可最大程度地提高实际应用技能。

### ■ 多媒体视频教学 提高学习兴趣和效率

为了方便读者学习和自学，本书特别赠送了多媒体教学光盘，提供了全书主要实例的高清语音视频教学，手把手的讲解，可以大幅提高学习的兴趣和效率。



**机械工业出版社**  
CHINA MACHINE PRESS



包含全书所有实例的源文件  
及高清语音视频教学

中文版

# Mastercam X7

# 从入门到精通

© 麓山文化 编著



机械工业出版社

本书以中文版 Mastercam X7 为蓝本进行编写, 详细介绍了 Mastercam X7 在绘图与数控加工等方面的功能和使用方法。

本书主要内容包括 Mastercam X7 基础知识、系统配置、绘图基础、二维图形绘制、二维图形的编辑、图形尺寸标注和图案填充、三维曲面的创建与编辑、三维实体的创建与编辑、CAM 加工基础、二维图形加工、三维曲面加工以及多轴加工等。

本书将理论讲解和实际操作紧密结合, 在每介绍一个知识点之后都会给出相应的应用实例, 以方便读者理解和掌握所学内容。每章最后还提供了针对本章所学知识的精选范例和思考练习, 学与练的完美结合, 可最大程度地提高实际应用技能。

为了方便读者学习, 本书特别赠送了多媒体教学光盘, 提供了全书主要实例的高清语音教学视频, 手把手的讲解, 可以大幅提高学习的兴趣和效率。

本书内容丰富、结构清晰、讲解细致, 可作为高等院校 CAD / CAM 专业的培训教材, 也可作为从事 CAD / CAM 工作的各类初、中级用户的参考书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

中文版 Mastercam X7 从入门到精通/麓山文化编著.—2 版.—北京: 机械工业出版社, 2014.12

ISBN 978-7-111-49052-4

I. ①中… II. ①麓… III. ①计算机辅助制造—应用软件  
IV. ①TP391.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 306740 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 曲彩云 责任印制: 刘 岚

北京中兴印刷有限公司印刷

2015 年 3 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·29.25 印张·725 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-49052-4

ISBN 978-7-89405-637-5 (光盘)

定价: 78.00 元 (含 1DVD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

010-88379203

金书网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

# 前言

Mastercam X7 是美国 CNC Software 公司最新开发的基于 PC 机平台的 CAD/CAM 一体化软件。它集二维绘图、三维实体造型、曲面设计、体素拼合、数控编程、刀具路径模拟和真实感模拟等功能于一体，对系统运行环境要求低，并将铣削系统、车削系统、线切割系统、雕刻系统和设计等 5 个功能模块整合在一个平台上，使得操作更加方便。Mastercam 由于其卓越的设计及加工功能，成为国内外制造业广泛采用的 CAD/CAM 软件之一，广泛应用于机械、电子、汽车、航空等行业，特别是在模具制造业中应用得最为广泛。

## ◎本书内容

本书采用由浅入深的方法，循序渐进地全面介绍了 Mastercam X7 强大的设计和数控加工功能。全书共分 12 章，各章内容如下。

- 第 1 章：介绍了 Mastercam X7 工作模块、工作界面和系统设置，以及快捷键和鼠标按键的用法。
- 第 2 章：介绍了 Mastercam X7 文件管理、构图平面、构图深度、图素属性、坐标系、群组的创建和设置方法，以及选取图素的方法和视图的操作，并通过一个入门实例介绍由产品设计到数控加工的整个流程。
- 第 3 章：介绍了二维绘图命令及操作方法。
- 第 4 章：介绍了二维图形编辑命令及操作方法，从而能够设计出复杂的工程图。
- 第 5 章：介绍了尺寸标注、注释和图案填充的命令和操作方法。
- 第 6 章：介绍了三维曲面/曲线的创建、曲面/曲线的编辑方法。
- 第 7 章：介绍了三维实体创建、编辑命令以及三维实体造型方法。
- 第 8 章：介绍了 Mastercam X7 进行数控加工的基础知识（如工件设置、材料设置、刀具管理等）以及刀具路径管理器中各按钮的含义。
- 第 9 章：介绍了二维加工的类型和刀具路径的编制，包括外形铣削、面铣削、挖槽铣削、钻孔加工等，并在每一个知识点后面配有实例讲解说明，最后再通过综合实例演练各种二维加工方法的应用。
- 第 10 章：介绍了三维曲面粗加工和精加工的类型以及刀具路径的编制，并在每一个知识点后面配有实例进行说明，最后再通过综合实例演练各种三维加工方法的应用。
- 第 11 章：介绍了多轴加工的类型以及刀具路径的编制，并在每一个知识点后面配有实例解释说明。
- 第 12 章：通过一个综合实例，介绍了由产品设计到模具设计，再到数控编程的全过程，综合应用了二维加工和三维加工的知识点，以达到熟练应用 Mastercam 进行实际加工的目的。

## ◎创作团队

本书由麓山文化编著，参加编写的人员有：陈志民、江凡、张洁、马梅桂、戴京京、骆天、胡丹、陈运炳、申玉秀、李红萍、李红艺、李红术、陈云香、陈文香、陈军云、彭斌全、林小群、刘清平、钟睦、刘里锋、朱海涛、廖博、喻文明、易盛、陈晶、张绍华、黄柯、何凯、黄华、陈文轶、杨少波、杨芳、刘有良、刘珊、赵祖欣、齐慧明、梅文、彭蔓、毛琼健、江涛、袁圣超等。

由于编者水平有限，书中错误和疏漏之处在所难免。在感谢您选择本书的同时，也希望您能够把对本书的意见和建议告诉我们。

售后服务邮箱：[lushanbook@qq.com](mailto:lushanbook@qq.com)

编 者

# 目 录

## 前 言

## 第 1 章 Mastercam X7 基础知识 ..... 1

1.1 CAD/CAM 系统概述..... 2	
1.1.1 CAD/CAM 系统简介 ..... 2	
1.1.2 CAD/CAM 系统的工作流程..... 3	
1.2 Mastercam X7 简介..... 4	
1.2.1 Mastercam 的发展历史 ..... 4	
1.2.2 Mastercam X7 工作模块..... 4	
1.3 Mastercam X7 工作界面 ..... 5	
1.3.1 标题栏 ..... 6	
1.3.2 菜单栏 ..... 6	
1.3.3 工具栏 ..... 8	
1.3.4 操作管理器 ..... 8	
1.3.5 绘图区 ..... 9	
1.3.6 状态栏 ..... 9	
1.3.7 右键快捷菜单..... 9	
1.4 Mastercam X7 鼠标键的定义和 快捷键..... 9	
1.4.1 鼠标键的定义.....10	
1.4.2 快捷功能键 .....10	
1.4.3 定义快捷键 .....11	
1.5 Mastercam X7 系统设置.....11	
1.5.1 公差 .....12	
1.5.2 文件 .....12	
1.5.3 文件转换 .....13	
1.5.4 屏幕 .....14	
1.5.5 颜色 .....14	
1.5.6 串连选项 .....15	
1.5.7 着色 .....16	
1.5.8 实体 .....17	
1.5.9 打印 .....17	
1.5.10 CAD 设置.....18	
1.5.11 启动/退出 .....19	
1.5.12 刀具路径 .....20	

思考与练习 ..... 20
----------------

## 第 2 章 Mastercam X7 操作基础..... 21

2.1 Mastercam X7 文件管理 ..... 22	
2.1.1 新建文件 ..... 22	
2.1.2 打开文件 ..... 22	
2.1.3 保存文件 ..... 23	
2.1.4 合并文件 ..... 24	
2.1.5 转换文件 ..... 25	
2.2 设置构图平面和构图深度 ..... 26	
2.2.1 构图平面设置..... 26	
2.2.2 构图深度设置 ..... 28	
2.3 设置图素属性 ..... 29	
2.3.1 图层设置 ..... 29	
2.3.2 颜色设置 ..... 30	
2.3.3 图素属性综合设置 ..... 30	
2.4 坐标系 ..... 32	
2.5 点的选取方法 ..... 33	
2.5.1 光标自动抓点 ..... 33	
2.5.2 使用捕捉抓点菜单 ..... 34	
2.6 选取图素的方法 ..... 35	
2.6.1 全部选取 ..... 35	
2.6.2 单一选取 ..... 36	
2.6.3 选取设置 ..... 37	
2.6.4 选取方式 ..... 39	
2.7 群组..... 40	
2.8 视图操作..... 41	
2.8.1 平移视图 ..... 41	
2.8.2 缩放视图 ..... 42	
2.9 视口设置..... 42	
2.10 Mastercam X7 入门实例	
——垫片设计及加工..... 42	
2.10.1 垫片设计 ..... 43	
2.10.2 垫片加工 ..... 46	

思考与练习 .....	53	3.10 绘制螺旋线 .....	94
<b>第 3 章 二维图形绘制 .....</b>	<b>54</b>	3.11 绘制楼梯状图形 .....	96
3.1 二维绘图基础 .....	55	3.12 绘制门状图形 .....	97
3.2 绘制点 .....	56	3.13 创建文字 .....	97
3.2.1 绘制任意位置点 .....	56	3.14 绘制边界盒 .....	98
3.2.2 动态绘点 .....	59	3.15 精选范例 .....	99
3.2.3 绘制曲线节点 .....	60	3.15.1 绘制异形扳手平面图 .....	99
3.2.4 绘制等分点 .....	60	3.15.2 绘制连杆平面图 .....	102
3.2.5 绘制端点 .....	61	思考与练习 .....	104
3.2.6 绘制小圆心点 .....	62	<b>第 4 章 二维图形的编辑 .....</b>	<b>106</b>
3.3 绘制直线 .....	63	4.1 二维图形的删除与恢复 .....	107
3.3.1 绘制任意线 .....	63	4.1.1 删除图素 .....	107
3.3.2 绘制近距线 .....	67	4.1.2 删除重复图素 .....	107
3.3.3 绘制分角线 .....	68	4.1.3 使用高级选项删除重复图素 .....	107
3.3.4 绘制垂直正交线 .....	68	4.1.4 恢复删除 .....	108
3.3.5 绘制平行线 .....	70	4.1.5 恢复删除的多个图素 .....	108
3.3.6 创建切线 .....	71	4.1.6 按条件恢复删除的图素 .....	108
3.4 绘制圆和圆弧 .....	72	4.2 二维图形的修整 .....	109
3.4.1 圆心画圆 .....	72	4.2.1 修剪/延伸/打断 .....	109
3.4.2 极坐标画圆弧 .....	73	4.2.2 多物修剪 .....	111
3.4.3 极坐标和端点画圆弧 .....	74	4.2.3 在交点处打断 .....	112
3.4.4 三点绘制圆 .....	75	4.2.4 打成若干段 .....	113
3.4.5 两点绘制圆弧 .....	76	4.2.5 依指定长度 .....	114
3.4.6 三点绘制圆弧 .....	77	4.2.6 连接图素 .....	114
3.4.7 切弧 .....	77	4.2.7 打断全圆 .....	115
3.5 绘制样条曲线 .....	80	4.2.8 封闭全圆 .....	115
3.5.1 手动画曲线 .....	81	4.2.9 更改曲线 .....	115
3.5.2 自动生成曲线 .....	82	4.2.10 曲线变弧 .....	115
3.5.3 转成单一曲线 .....	82	4.2.11 转换为 NURBS .....	116
3.5.4 熔接曲线 .....	83	4.3 二维图形的转换 .....	116
3.6 绘制矩形 .....	83	4.3.1 平移 .....	116
3.6.1 矩形 .....	83	4.3.2 3D 平移 .....	119
3.6.2 矩形形状设置 .....	85	4.3.3 镜像 .....	119
3.7 绘制多边形 .....	87	4.3.4 旋转 .....	121
3.8 绘制椭圆 .....	88	4.3.5 比例缩放 .....	123
3.9 倒圆角和倒角 .....	89	4.3.6 单体补正 .....	124
3.9.1 倒圆角 .....	89	4.3.7 串连补正 .....	125
3.9.2 倒角 .....	92	4.3.8 阵列 .....	127



4.3.9 缠绕 .....	129	6.2.9 由实体生成曲面 .....	185
4.3.10 拖曳 .....	129	6.3 曲面的编辑 .....	186
4.3.11 投影 .....	130	6.3.1 曲面延伸 .....	186
4.4 精选范例 .....	130	6.3.2 曲面修剪 .....	187
4.4.1 绘制垫片平面图 .....	130	6.3.3 恢复修剪曲面 .....	191
4.4.2 绘制复杂二维图 .....	133	6.3.4 分割曲面 .....	192
思考与练习 .....	138	6.3.5 平面修剪 .....	192
<b>第 5 章 图形标注 .....</b>	<b>139</b>	6.3.6 填补曲面内孔 .....	193
5.1 图形标注简介 .....	140	6.3.7 恢复到边界 .....	193
5.1.1 尺寸标注的组成元素 .....	140	6.3.8 曲面倒圆角 .....	194
5.1.2 尺寸标注选项的设置 .....	140	6.3.9 曲面熔接 .....	196
5.1.3 尺寸标注的类型 .....	146	6.4 曲面曲线的创建 .....	200
5.1.4 注解文字 .....	154	6.4.1 单一边界 .....	200
5.1.5 绘制延伸线和引导线 .....	155	6.4.2 所有曲线边界 .....	201
5.1.6 图案填充 .....	156	6.4.3 缀面边线 .....	201
5.2 精选范例 .....	158	6.4.4 曲面流线 .....	201
5.2.1 标注图形实例 .....	158	6.4.5 动态绘曲线 .....	202
5.2.2 支撑架图案填充实例 .....	161	6.4.6 曲面剖切线 .....	202
5.2.3 端盖绘制综合范例 .....	163	6.4.7 曲面曲线 .....	203
思考与练习 .....	170	6.4.8 分模线 .....	204
<b>第 6 章 三维曲面的创建与编辑 .....</b>	<b>171</b>	6.4.9 曲面交线 .....	205
6.1 基本曲面的创建 .....	172	6.5 精选范例 .....	205
6.1.1 圆柱曲面的创建 .....	172	6.5.1 创建支座曲面模型 .....	205
6.1.2 圆锥曲面的创建 .....	173	6.5.2 创建台灯曲面模型 .....	208
6.1.3 立方体曲面的创建 .....	174	思考与练习 .....	212
6.1.4 球形曲面的创建 .....	174	<b>第 7 章 三维实体的创建与编辑 .....</b>	<b>213</b>
6.1.5 圆环曲面的创建 .....	175	7.1 三维实体的创建 .....	214
6.2 高级曲面的创建 .....	175	7.1.1 基本实体的创建 .....	214
6.2.1 直纹/举升曲面的创建 .....	176	7.1.2 挤出实体的创建 .....	214
6.2.2 转曲面的创建 .....	177	7.1.3 旋转实体的创建 .....	217
6.2.3 扫描曲面的创建 .....	178	7.1.4 扫描实体的创建 .....	218
6.2.4 网状曲面的创建 .....	180	7.1.5 举升实体的创建 .....	219
6.2.5 牵引曲面的创建 .....	181	7.1.6 曲面生成实体的创建 .....	220
6.2.6 挤出曲面的创建 .....	182	7.2 三维实体布尔运算 .....	221
6.2.7 围篱曲面 .....	183	7.2.1 关联实体结合布尔运算 .....	221
6.2.8 曲面补正 .....	184	7.2.2 关联实体切割布尔运算 .....	222
		7.2.3 关联实体交集布尔运算 .....	223
		7.2.4 非关联实体布尔运算 .....	223

7.3 三维实体的编辑 .....	224	8.4.3 从资料库中取得刀具 .....	261
7.3.1 实体倒圆角 .....	224	8.5 刀具路径管理器概述 .....	262
7.3.2 实体倒角 .....	228	8.5.1 操作管理对话框按钮功能介绍 .....	262
7.3.3 实体抽壳 .....	231	8.5.2 刀具路径模拟 .....	263
7.3.4 实体修剪 .....	232	8.5.3 实体加工模拟 .....	264
7.3.5 薄片实体加厚 .....	233	思考与练习 .....	266
7.3.6 移除实体表面 .....	234		
7.3.7 牵引实体 .....	235	<b>第 9 章 二维图形加工 .....</b>	<b>267</b>
7.3.8 实体操作管理 .....	236	9.1 外形铣削加工 .....	268
7.4 精选范例 .....	237	9.1.1 外形铣削加工参数设置 .....	268
7.4.1 支撑架 .....	237	9.1.2 外形铣削加工实例 .....	275
7.4.2 连接器 .....	244	9.2 挖槽加工 .....	279
思考与练习 .....	251	9.2.1 2D 挖槽加工参数设置 .....	280
		9.2.2 粗切/精修加工参数设置 .....	282
		9.2.3 挖槽加工实例 .....	286
<b>第 8 章 Mastercam X7 加工基础介绍</b>		9.3 钻孔加工 .....	290
<b>    与操作管理 .....</b>	<b>252</b>	9.3.1 钻削点的选取 .....	290
8.1 工件毛坯的设定 .....	253	9.3.2 钻孔加工参数设置 .....	291
8.1.1 素材视角 .....	254	9.3.3 钻孔加工实例 .....	294
8.1.2 工件材料形状 .....	254	9.4 面铣削加工 .....	295
8.1.3 工件尺寸 .....	254	9.4.1 平面铣削加工参数设置 .....	295
8.1.4 显示方式 .....	254	9.4.2 面铣削加工实例 .....	297
8.1.5 工件的原点 .....	255	9.5 精选范例 .....	300
8.2 刀具路径参数的设定 .....	255	9.5.1 实例分析 .....	300
8.2.1 刀具直径 .....	255	9.5.2 加工思路 .....	300
8.2.2 刀角半径 .....	256	9.5.3 加工过程 .....	301
8.2.3 进给率 .....	256	9.6 雕刻加工 .....	314
8.2.4 主轴转速 .....	256	思考与练习 .....	318
8.2.5 下刀速率 .....	256		
8.2.6 提刀速率 .....	256	<b>第 10 章 三维曲面加工 .....</b>	<b>319</b>
8.2.7 机床原点 .....	256	10.1 曲面粗加工 .....	320
8.2.8 刀具显示 .....	257	10.1.1 平行铣削加工 .....	320
8.2.9 参考点 .....	257	10.1.2 放射状加工 .....	325
8.2.10 旋转轴 .....	257	10.1.3 投影粗加工 .....	328
8.2.11 绘图面 .....	258	10.1.4 曲面流线粗加工 .....	331
8.2.12 插入指令 .....	258	10.1.5 等高外形粗加工 .....	335
8.3 刀具设置 .....	258	10.1.6 残料粗加工 .....	339
8.4 刀具选择 .....	260	10.1.7 挖槽粗加工 .....	344
8.4.1 建立新刀具 .....	260		
8.4.2 编辑刀具 .....	261		



10.1.8 钻削式粗加工.....	348	设置.....	411
10.2 曲面精加工.....	352	11.3.2 沿边五轴加工参数设置.....	411
10.2.1 平行铣削精加工.....	352	11.4 多曲面五轴加工.....	412
10.2.2 平行陡斜面精加工.....	355	11.4.1 多曲面五轴加工共同参数 设置.....	412
10.2.3 放射状精加工.....	358	11.4.2 多曲面五轴加工参数设置..	413
10.2.4 投影精加工.....	360	11.4.3 多曲面五轴加工实例.....	413
10.2.5 曲面流线精加工.....	363	11.5 沿面五轴加工.....	415
10.2.6 等高外形精加工.....	366	11.5.1 沿面五轴加工共同参数 设置.....	415
10.2.7 浅平面精加工.....	369	11.5.2 沿面五轴加工实例.....	416
10.2.8 交线清角精加工.....	373	11.6 旋转五轴加工.....	418
10.2.9 残料清角精加工.....	375	11.6.1 旋转五轴加工参数设置.....	418
10.2.10 环绕等距精加工.....	381	11.6.2 旋转五轴加工实例.....	418
10.2.11 熔接加工.....	384	思考与练习.....	421
10.3 精选范例——吹风机外壳.....	387	<b>第 12 章 基座产品设计和模具编程</b>	
10.3.1 实例分析.....	387	综合范例.....	422
10.3.2 加工思路.....	387	12.1 基座产品设计.....	423
10.3.3 加工过程.....	387	12.1.1 实例分析.....	423
思考与练习.....	400	12.1.2 绘制思路.....	423
<b>第 11 章 多轴加工.....</b>	<b>402</b>	12.1.3 绘制过程.....	424
11.1 曲线五轴加工.....	403	12.2 基座型腔刀具路径的创建.....	432
11.1.1 曲线五轴加工共同参数 设置.....	403	12.2.1 实例分析.....	432
11.1.2 曲线五轴加工实例.....	405	12.2.2 加工思路.....	433
11.2 钻孔五轴加工.....	407	12.2.3 加工过程.....	433
11.2.1 五轴钻孔加工参数设置.....	407	12.3 基座型芯刀具路径的创建.....	449
11.2.2 钻孔五轴加工共同参数 设置.....	408	12.3.1 范例分析.....	449
11.2.3 钻孔五轴加工实例.....	408	12.3.2 加工思路.....	449
11.3 沿边五轴加工.....	411	12.3.3 加工过程.....	450
11.3.1 沿边五轴加工共同参数			





# 第 1 章

## Mastercam X7 基础知识

### 本章导读：

Mastercam 是美国 CNC Software 公司推出的 CAD/CAM 集成软件，具有操作灵活、易学易用和功能强大等特点，是当今世界制造业最为流行的 CAD/CAM 软件之一。X7 是 Mastercam 的最新版本。

本章主要介绍 CAD/CAM 的基础知识、Mastercam X7 软件的功能特点、Mastercam 操作界面和 Mastercam X7 系统设置等内容，使读者对 CAD/CAM 系统及 Mastercam 软件有一个全面的了解和认识。

### 学习目标：

- CAD/CAM 系统概述
- Mastercam X7 简介
- Mastercam X7 工作界面
- Mastercam X7 鼠标键的定义和快捷键
- Mastercam X7 系统设置
- 思考与练习

## 1.1 CAD/CAM 系统概述

CAD/CAM (计算机辅助设计与制造) 技术是现代计算机技术、信息和机械设计制造技术相结合的产物, 是先进制造技术的重要组成部分。在机械制造领域中, 由于市场竞争的加剧, 用户对各类产品的质量、价格、更新换代速度以及产品从设计、制造到投入市场周期的要求也越来越高, 因此必须采用先进的制造技术。计算机技术与机械制造技术的相互结合和渗透, 产生了计算机辅助设计与制造这样一门综合性的应用技术, 从而大大缩短了产品的设计周期, 降低了开发成本, 改善了产品的质量, 提高了产品的市场竞争力。

### 1.1.1 CAD/CAM 系统简介

传统的产品设计, 往往都要经过构思方案、建立模型、计算分析、绘制图样、反复修改等过程, 才能设计出满足要求的产品。在整个设计过程中, 有设计者创造性的思维劳动, 有综合的分析与判断, 也有复杂精密的计算, 工作量很大且有许多重复性的繁琐劳动, 因此效率很低。

为了降低设计者的劳动强度, 提高设计效率, 人们利用了计算机技术。自 20 世纪 60 年代以来, 计算机辅助技术在工程设计中得到了广泛应用, 并替代了手工设计, 由此产生了计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD) 技术。CAD 技术以交互式二维绘图和三维线框模型为主要技术特征, 使用解析几何的方法定义基本图形元素, 并以此来显示和绘制由直线、圆弧和曲线组成的图形。纵观 CAD 技术的发展, 技术的进步是设计自动化发展的主要推动力。在当今高、精、尖的技术领域, 功能强大的三维设计软件正在逐步满足工程设计中复杂的技术要求。

下面对几种典型的国内应用较广的 CAD 系统进行简单的介绍:

- **AutoCAD 系统:** AutoCAD 系统是美国 Autodesk 公司开发的产品。该软件最初以二维功能为主, 这种情况一直延续到 AutoCAD R13 版的发布。R13 版引入 ACIS 模块, 将三维造型功能内嵌到 AutoCAD 中。不过, AutoCAD 的精华同时也是其成功之处是其二维设计部分。AutoCAD 具有非常强大的绘图、编辑、剖面线与尺寸标注功能, 并提供多种方便用户的二次开发工具。
- **UG 系统:** UG 最初起源于美国麦道公司, 后并入通用汽车公司。该软件是一个 CAD/CAM/CAE 一体化的机械工程辅助系统, 广泛应用于航空工业、汽车工业以及其他机械行业。UG 给人以最深刻的印象是其强大的 CAM 功能, 系统采用统一的数据库, 实现了 CAD/CAM/CAE 之间自由切换, 可以进行五轴联动的复杂曲面加工。同时, 它还可以模拟或修改刀具路径, 生成如 Siemens、FANUC 等机床代码的后置处理程序。
- **Pro/E 系统:** Pro/E 是美国参数技术公司 (PTC) 推出的旗舰产品。1988 年, 该公司推出了 Pro/E 的最初版本。Pro/E 是一套大型三维参数驱动 CAD/CAM 集成软件, 它集多种功能模块于一体, 涵盖了零件设计、零件装配、零件制造、钣金设计、NC 加工、模具开发与设计制造、机构运动仿真等多方面, 广泛应用于航空、机械、电子、模具、汽车、家电、玩具等行业。

- CATIA 系统: CATIA 是法国达索公司的产品。它具有统一的用户界面、数据管理和应用程序接口,吸收并综合了其他优秀软件的特点。1994 年,波音公司全面采用了 CATIA 系统,完成了有史以来最高水平的工程设计,设计制造出波音 777。不过, CATIA 系统对计算机硬件要求高,这一点可能不利于该软件在国内广泛应用。
- I-DEAS 系统: 该软件最初以工程计算和结构分析为主,后来逐步发展成为 CAD/CAM 软件。I-DEAS 系统也是基于特征造型系统,除了基本的 CAD/CAM 功能外,工程分析是该软件的特长。I-DEAS 有很强的有限元处理功能,并且提供各种工程分析功能,以及与其他分析软件的接口。不过该软件引用的是“外来”的数控加工模块, CAM 方面的表现相对不足。

计算机辅助制造被称为 CAM ( Computer Aided Manufacturing )。CAM 有狭义和广义之分。CAM 通常指对模具加工 NC 程序的编制,包括刀具路线的规划、刀具位文件的生成、刀具轨迹仿真以及后置处理和 NC 代码生成等。

### 1.1.2 CAD/CAM 系统的工作流程

CAD/CAM 的工作流程如下:

#### 1. 准备被加工零件的几何模型

对一个产品进行 NC 编程,必须首先获得产品的模型信息。获取被加工零件的几何模型的途径主要有以下 3 种:

- 利用 CAM 系统中提供的 CAD 模块直接建立加工模型。
- 利用数据接口读入其他 CAD 软件中建立的模型数据文件。
- 利用数据接口读入加工零件的测量数据,生成加工模型。

#### 2. 刀具轨迹生成

根据工艺要求,选择加工刀具,生成不同的零件加工面的刀具轨迹。

#### 3. 仿真评价优化

当文件的 NC 加工程序计算完成以后,将刀位数据在图形显示器上显示出来,从而判断刀位轨迹是否连续,检查刀位计算是否正确。并根据生成的刀位轨迹,经计算机的仿真加工,模拟零件的整个加工过程,根据加工结果可做出判断,不满意可返回修改。

#### 4. 后置处理

不同的 NC 机床,其 NC 加工指令总有细微差别。后置处理的目的是根据校验过的刀位轨迹,生成与不同机床匹配的 NC 加工代码。目前后置处理的方法主要有如下两种:

- 通用后置处理。通用后置处理系统一般指后置处理程序功能的通用化,要求能针对不同类型的 NC 系统对刀位原文件进行后置处理,输出 NC 程序。一般情况下,通用后置处理系统要求输入标准格式的刀位原文件,结合 NC 系统数据文件或机床特性文件,输出的是符合该 NC 系统指令集及格式的 NC 程序。通用后置处理程序采用开放结构,以数据库文件方式,由用户自行定义机床运动结构和

控制指令格式，扩充应用系统，使其适合于各种机床和 NC 系统，具有通用性。

- 专用后置处理。专用后置处理系统将机床特性直接编入后置处理程序中，只能适应于一种或一个系列的机床，对于不同的 NC 装置和 NC 机床必须有不同的专用后置处理程序。

## 5. NC 代码仿真验证

将零件的 NC 加工程序读入 CAM 系统中，在图形显示器上显示对应的刀位轨迹，从而检验 NC 加工程序正确与否。

## 6. NC 代码传至 NC 机床

如果装有 CAM 系统的计算机通过通信接口 RS232C（或 RS422、RS432）与一台 NC 机床相连，则可通过通信协议将 CAM 系统中产生的 NC 代码直接传至 NC 机床，控制其进行加工。

# 1.2 Mastercam X7 简介

Mastercam X7 是 Mastercam X6 的升级版本，是 Master CAM 软件的最新版本。它具有强大、稳定、快速的功能，用户无论是在设计制图上，还是 CNC 铣床、车床和线切割等加工上，都能获得最佳的效果。

## 1.2.1 Mastercam 的发展历史

Mastercam 软件是由美国 CNC Software 公司研制开发的基于微机的 CAD/CAM 一体化软件，它集二维绘图、三维实体造型、曲面设计、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟等功能于一体。

Mastercam 自 1984 年发布最早版本以来，不断进行改进，其功能日益完善，得到了用户的好评。该软件可以辅助用户完成产品从设计到制造的全过程中最核心的功能，在 CNC 加工编程上功能特别显著，目前以其优良的性能比、常规的硬件要求、灵活的操作方式、稳定的运行效果、易学易用的操作方法等特点，成为国内外制造业广泛使用的 CAD/CAM 集成软件。主要应用于机械、电子、汽车、航空等行业，特别是在模具制造行业中应用最广。

## 1.2.2 Mastercam X7 工作模块

Mastercam X7 包括设计(CAD)和制造(CAM)两大部分。CAD 部分可以构建 2D 或 3D 图形，具有强大的构建自由曲面的功能；在 CAM 部分可直接在点、线、面和实体上产生刀具路径，包括铣削模块(Mill)、车削模块(Lathe)、线切割模块(Wire)和雕刻模块(Router)，每一个模块都各有其特点，加工出来的形状也略有不同。

## 1. 设计模块 (CAD)

设计模块主要用于加工产品的形状。它包括二维绘图、三维造型和图形编辑功能,通过这些功能不仅可以更方便地完成各种二维平面绘图和复杂的三维产品造型,还可以用于模具设计等绘图工作,并能方便地对它们进行尺寸标注、图案填充等。同时也提供了多种创建规则曲面和复杂曲面的方法。在三维实体造型中,Mastercam X7 对实体的功能进行了全面的修改,功能更强大,更易于操作。

## 2. 制造模块 (CAM)

制造模板是将设计出来的产品图形进行加工制造。加工时需设置好使用的刀具,只要材料与运动的刀具接触就会被切除掉,因而产品的形状就决定了刀具的运动路径。其制造模块的功能如下:

- 铣削模块: 主要用于生成铣削加工刀具路径。铣削模块中拥有多重曲面的粗加工、自动清角、去除残料、2~5 轴的联动加工等多种加方式,还内置了 HSM 高速机械加工模块,紧跟现代加工技术的发展。
- 车削模块: 主要用于生成车削加工刀具路径。它包括粗车、精车、钻孔、螺纹加工及各种切削循环指令等功能,其实体切削仿真模拟功能可迅速排除加工中所出现的失误。从刀具管理器中可以快速选择好相应的加工刀具,还可以进行 C 轴加工。
- 线切割模块: 主要用于生成线切割加工刀具路径。它为编程人员提供了一个强大的线切割编程方案,更加容易完成编辑各种加工零件的加工程序,还支持激光加工机床功能和 4 轴上下面异型零件的线切割加工功能。
- 雕刻模块: 主要用于生成雕刻加工刀具路径,可以根据简单的二维艺术图形快速生成复杂雕刻曲面。

## 1.3 Mastercam X7 工作界面

双击桌面上的 Mastercam X7 图标,启动 Mastercam X7,进入 Mastercam X7 欢迎界面,如图 1-1 所示,该界面会显示当前的版本和相关参数。



图 1-1 Mastercam X7 欢迎界面

系统进入 Mastercam X7 欢迎界面后,需要先等待软件初始化,然后才可进入 Mastercam X7 的工作界面。Mastercam X7 工作界面由标题栏、菜单栏、工具栏、操作工具栏、操作管理器、绘图区、状态栏、临时工具栏等部分组成。当打开一个支撑架模型时,其工作界面如图 1-2 所示。

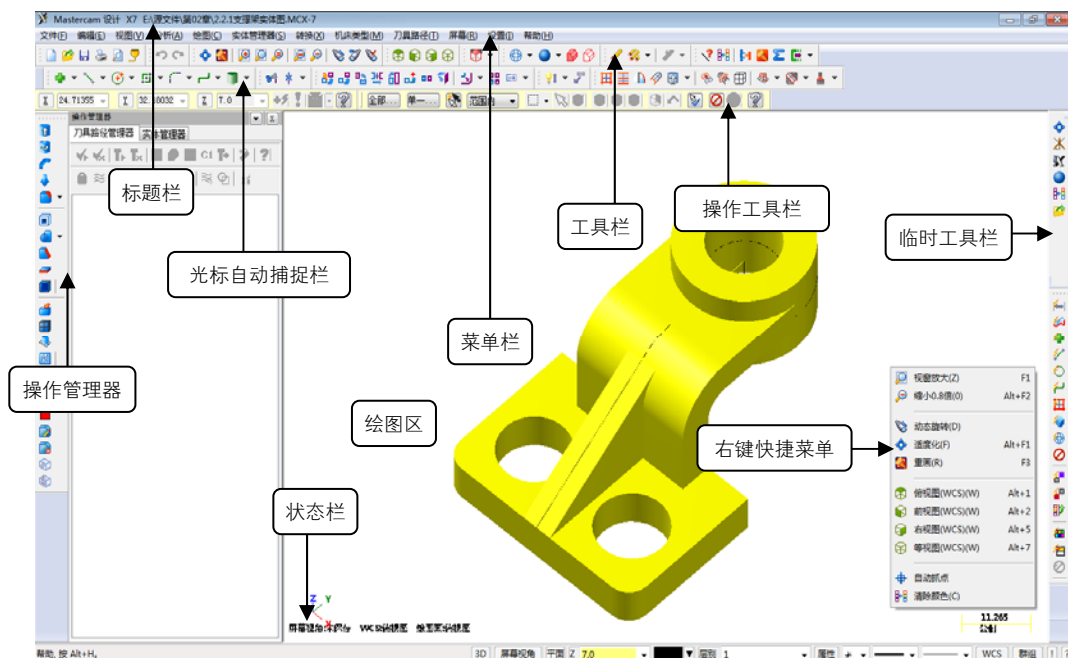


图 1-2 Mastercam X7 工作界面

### 1.3.1 标题栏

与其他 Windows 应用程序一样,标题栏在工作界面的最上方。标题栏不仅显示了 Mastercam X7 图标和 Mastercam X7 名称,还显示了当前所使用的功能模板,如图 1-3 所示。

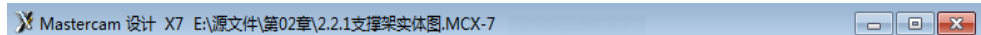


图 1-3 标题栏

用户可以通过选择“机床类型”菜单中的命令,进行功能模块的切换。对于“铣削系统”“车削系统”“线切割系统”和“雕铣系统”,可以选择相应的机床而进入加工环境。

### 1.3.2 菜单栏

Mastercam X7 菜单栏位于标题栏的下方,它包含了绝大部分的 Mastercam 命令,并按不同功能进行了分类。依次单击菜单栏中的各命令,可以完成产品的图形设计及模拟加工。菜单栏包括了“文件”“编辑”“视图”“分析”“绘图”“实体管理器”“转换”“机床类型”“刀具路径”“屏幕”“设置”及“帮助”共 12 个菜单,如图 1-4 所示。