

国家制造业信息化
三维CAD
认证培训指定教材

Mastercam X

基础教程

国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室 组编

潘子南 鲁君尚 王锦 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



1 CD-ROM

国家制造业信息化
三维CAD
认证培训指定教材

Mastercam X

基础教程

国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室 组编
潘子南 鲁君尚 王锦 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

Mastercam X 基础教程/国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室组编; 潘子南, 鲁君尚, 王锦编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.3

国家制造业信息化三维 CAD 认证培训指定教材

ISBN 978-7-115-15520-7

I. M... II. ①国...②潘...③鲁...④王... III. 模具—计算机辅助设计—应用软件, Mastercam—技术培训—教材 IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 155629 号

内 容 提 要

本书主要介绍了 Mastercam X 在 CAD/CAM 方面的重要功能和使用方法。内容包括: Mastercam 的基础知识, 基础操作, 二维图形的绘制与编辑, 图形标注, 三维曲面造型, 三维空间造型, 加工基础, 二维加工刀具路径, 三维曲面加工刀具路径, 加工程序产生与通信。

本书是国家制造业信息化三维 CAD 认证培训教材, 也可作为各类院校机械设计制造专业的辅助教材及相关培训班的培训用书, 此外, 对于设计人员以及三维 CAD 爱好者来说, 本书也是一本很好的自学教材。

本书另附光盘 1 张, 内容包括实例与练习题图形的源文件以及多媒体助学课件。

国家制造业信息化三维 CAD 认证培训指定教材

Mastercam X 基础教程

- ◆ 组 编 国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室
编 著 潘子南 鲁君尚 王锦
责任编辑 张 鹏
- ◆ 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@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
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: 17.75
字数: 423 千字
印数: 1—5 000 册

2007 年 3 月第 1 版

2007 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-15520-7/TP · 5835

定价: 29.80 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

国家制造业信息化三维 CAD 认证培训指定教材

编写委员会

顾问 (按姓氏笔画排序):

朱心雄	北京航空航天大学教授
刘占山	教育部职业教育与成人教育司副司长
孙林夫	四川省制造业信息化工程专家组组长
祁国宁	浙江大学教授, 科技部 863/CIMS 主题专家
陈 宇	中国就业培训技术指导中心主任
陈李翔	劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心副主任
杨海成	国家制造业信息化工程重大专项专家组组长
席 平	北京工程图学学会理事长, 北京航空航天大学教授、CAD 中心主任
唐荣锡	中国图学学会名誉理事长、北京航空航天大学教授
顾 翀	人民邮电出版社副社长
唐晓青	北京航空航天大学副校长、科技部 863/CIMS 主题专家
黄永友	《CAD/CAM 与制造业信息化》杂志总编
游 钧	劳动和社会保障部劳动科学研究所所长
韩新民	机械科学院系统分析研究所所长
雷 毅	CAXA 总裁
廖文和	江苏省数字化设计制造工程中心主任

编委会主任:

姚予疆 鲁君尚

编委会副主任:

王锦 付方明 赵清宁

编委 (按姓氏笔画排序):

丁玉兴	王卫国	王芬娥	王宗荣	王周锋	王晓明	叶 刚	申 苹	左晓明
史新民	孙召瑞	刘 朋	吕彦明	任 霞	李长春	陈玉刚	李永松	张业鹏
张 伟	佟亚男	张安鹏	陈 杰	张贤康	李绍鹏	陈春波	吴隆江	李培远
张 鹏	郑军龙	周运金	季建华	骆江峰	贺明华	侯洪生	顾吉仁	郭敬明
梁凤云	黄向荣	黄流水	黄善思	虞耀君	蔡薇波	潘芳盛	戴永清	瞿 畅

技术背景

进入 21 世纪以来,随着信息技术的迅猛发展及其全方位的加速渗透,全球正经历从工业社会向信息社会的过渡,制造业信息化已成为发展的必然趋势。围绕提高产品创新能力,三维 CAD、并行工程与协同管理等技术迅速得到推广。

三维 CAD 是数字化设计和制造的基础。推广和应用三维 CAD 等现代设计制造技术,走新型工业化道路,已经成为当前模具设计行业的自觉行动、大势所趋。

传统 CAD 系统主要针对产品二维工程图的绘制与零件的 3D 建模,缺乏对产品创新和设计的足够关注和有效支持,不能在装配环境下直接获得造型数据与信息,导致交互频繁、输入数据量大,操作步骤繁杂;不能将零件模型与装配模型直接关联,使得模型复杂且维护困难;不能有效地解决概念阶段的零部件布局、联结与配合关系定义等问题;缺乏符合国际、国家、行业标准的三维参数化标准件库的支持;缺乏具有行业特色的、方便快捷的造型工具和特征库,如模具的拔模、凹凸模设计特征库、家具的艺术特征库及家电的工业设计特征库及其相应的造型工具等。这些个人的、孤立的和局部的应用特点,使 CAD 软件一度仅作为绘图工具来使用。

近几年来,3D 技术、网络技术、数据库和电子商务等技术的发展飞速地促进了 CAD 技术的发展,新的制造方式,如分散化网络制造、面向客户的大批量定制等也对 CAD 系统提出了新的要求。目前,以产品创新、网络协同和应用集成为突出特征的面向行业与过程的三维数字化设计系统成为现代 CAD 的发展方向。

关于认证培训

为了配合全国制造业信息化工程实施,加快制造业信息化进程,由科技部批准成立了国家制造业信息化培训中心,由科技部制造业信息化工程首席科学家孙家广院士担任主任,下设三维 CAD 认证培训管理办公室等七个专业技能认证培训管理机构以及二十多个省市区域管理机构。为了推动三维 CAD 应用的普及工作和三维 CAD 软件产业的发展,国家制造业信息化培训中心会同中国制造业信息化 CAD 产业技术联盟,于 2004 年 1 月 1 日起正式启动了“国家制造业信息化三维 CAD 认证培训”工作。

国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室是由国家制造业信息化培训中心于 2003 年授权成立的第一个技能认证培训管理办公室,代表国家制造业信息化培训中心,具体负责全国范围三维 CAD 认证培训工作的组织和实施。

认证考试由“国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室”按“国家制造业信息化三维 CAD 认证培训考核大纲”的要求，在统一标准题库的基础上自行出题并严格考核。学员参加认证考试并经审查通过后，由认证培训管理办公室向国家制造业信息化培训中心申请，可获得“国家制造业信息化三维 CAD 认证培训证书——三维 CAD 应用工程师（A 类）/高级应用工程师（B 类）资格认证证书”。

关于本丛书

本丛书是严格按照“国家制造业信息化三维 CAD 认证培训”考核标准编写的指定教材，由国家制造业信息化培训中心三维 CAD 认证培训管理办公室组织编写。丛书以三维设计软件为背景，结合编写组多位专家（长期从事机械设计/制图教学/三维 CAD 软件应用培训）的丰富经验，从计算机辅助设计（CAD）的角度，阐述了现代三维 CAD 软件在产品创新设计中的应用思路和操作方法。

丛书具有以下几个特点：

- 由国家制造业信息化培训中心三维 CAD 认证培训管理办公室组织，由长期从事机械设计/制图教学/三维 CAD 软件应用培训的专业人士亲自编写，具有权威性。
- 以实用、够用为原则，在内容的选取上紧扣大纲，着重介绍最常用的功能和操作技巧，有效地控制了篇幅，适合作为培训和日校教材使用。
- 实例丰富，轻松上手。本丛书定位为基础、入门的层次，选取了大量的典型实例和习题，由浅入深、循序渐进地介绍三维设计软件的操作过程。
- 精选习题，边学边练。学习三维设计软件最重要的就是要动手练习，本书每章都设计有一定数量的习题，并给出相关提示，让读者可以边学边熟悉，慢慢体会软件的应用精髓。
- 光盘内容丰富。丛书的光盘中不但包含了书中大多数操作实例的语音视频教程、实例和习题的图形源文件，有的还包括试用版软件、创作作品欣赏等。

丛书在编写过程中得到了各位专家、领导的关心和大力支持，在此表示衷心的感谢！

国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室

Mastercam 是由美国 CNC Software 公司推出的基于 PC 平台的 CAD/CAM 一体化软件, 由于其卓越的设计及加工功能, 在世界上拥有众多的忠实用户, 被广泛应用于机械、电子和航空等领域。

作为一个 CAD/CAM 集成软件, Mastercam 系统包括有设计 (CAD) 和加工 (CAM) 两大部分。其中设计 (CAD) 部分主要由 Design 模块来实现, 它具有完整的曲线曲面功能, 不仅可以设计和编辑二维、三维空间曲线, 还可以生成方程曲线; 采用 NURBS、PARAMETERICS 等数学模型, 可以以多种方法生成曲面, 并具有丰富的曲面编辑功能。加工 (CAM) 部分主要由 Mill、Lathe 和 Wire 三大模块来实现, 并且各个模块本身都包含有完整的设计 (CAD) 系统, 其中 Mill 模块可以用来生成铣削加工刀具路径, 并可进行外形铣削、型腔加工、钻孔加工、平面加工、曲面加工以及多轴加工等的模拟; Lathe 模块可以用来生成车削加工刀具路径, 并可进行粗/精车、切槽以及车螺纹的加工模拟; Wire 模块用来生成线切割激光加工路径, 从而能高效地编制出任何线切割加工程序, 可进行 2~4 轴上下异形加工模拟, 并支持各种 CNC 控制器。

Mastercam X 在 IMTS 2004 展会上正式推出, 其软件的核心经过重新设计, 并与微软公司的 Windows 技术更加紧密地结合, 使得程序的运行更加流畅, 设计更加高效。

Mastercam X 采用全新的设计界面, 使设计人员能够更高效率地进行设计开发。操作界面是一个完全可自定义的模块, Mastercam X 加强了对“历史记录的操作”, 允许用户建立适合其个人爱好的 Mastercam 开发设计风格。总之, Mastercam X 全新的界面与使用功能, 可方便用户高效地进行快捷操作, 有效地提高用户设计效率。

通常, 产品开发性能是用户们最为关心的, Mastercam X 中“important Z-level toolpaths”的执行效果比以往最高可提高 400%, 另外就是 Mastercam X 的新功能“Enhanced Machining Model”可高速地加快程序设计并保证其设计精密。

Mastercam X 的 CAD 设计在新版本中使模型化过程变得空前的高效和灵活性——正因为有了“eye towards (视角鸟瞰功能)”使得创造更容易。

Mastercam X 由于有内置的纠错功能, 可以自动化地减少用户在设计过程中出现的错误几率。

本书是国家制造业信息化三维 CAD 认证培训指定教材之一, 由国家制造业信息化培训中心三维 CAD 认证培训管理办公室组织编写, 以 Mastercam X 为背景, 结合编写组多位专

家（多年从事机械设计/制图教学/三维 CAD 软件应用培训）的丰富经验，由浅入深、循序渐进地介绍了 Mastercam X 的各种 CAD 和 CAM 功能并结合实例详细说明了 Mastercam X 的操作过程、操作技巧及创建思路。

本书另附光盘 1 张，内容包括实例与练习题图形的源文件以及多媒体助学课件。

本书除作为国家制造业信息化三维 CAD 认证培训指定教材外，也可作为各类院校机械设计制造专业的辅助教材及相关培训班的培训用书。此外，对于设计人员以及三维 CAD 爱好者来说，本书也是一本很好的自学教材。

本书由鄂东职业技术学院的潘子南主编，另外，参与本书编写的还有国家制造业信息化培训中心教研中心的王锦、王军、张安鹏以及苏州职业工业技术学院李长春等。

由于作者水平有限，编写时间仓促，书中难免存在疏漏和不当之处，恳请广大读者批评指正。读者可发电子邮件至 tech@3ddl.org 或登录 www.3ddl.org 与编者联系。

■ **CD-ROM**

一、视频教程

双击光盘中的“Mastercam X 基础教程.pps”文件，在弹出的界面中单击相应的视频连接（如图一所示），则显示相应的视频教程（如图二所示）。



二、Mastercam 源文件

光盘中“Mastercam 源文件”文件夹下存放的是书中实例的源文件，这些文件在 Mastercam X 环境下测试完好，读者可以在该源文件中进行实例的操作。

三、Mastercam 软件帮助与参考指南

光盘中“Mastercam 软件帮助与参考指南”文件夹下包含了英文版 Mastercam 软件帮助文档和英文版 Mastercam 参考指南。

读者在阅读及使用中如有任何问题或意见，请登录我们的官方网站 www.3ddl.net，或者发邮件到 tech@3ddl.org，我们将竭力为您解答。

目 录

CONTENTS

第 1 章 Mastercam 基础知识	1
1.1 基础知识	1
1.1.1 软件简介	1
1.1.2 主要功能模块介绍	2
1.1.3 工作界面	4
1.2 系统配置	7
1.3 环境配置	7
1.3.1 用户定制	7
1.3.2 栅格设置	8
1.3.3 图素属性	8
思考题	10
练习题	10
第 2 章 Mastercam X 基础操作	11
2.1 视图设置	11
2.2 设置构图平面、坐标系、视角及构图深度	12
2.2.1 设置构图平面	13
2.2.2 设置构图的深度	13
2.2.3 坐标系	14
2.2.4 设置图形视角	14
2.3 工具栏的打开与关闭	15
2.4 点的指定方法	15
2.4.1 位置不明确	15
2.4.2 坐标已知	15
2.4.3 几何特征捕捉	16
2.5 选取方法	17
2.5.1 全选	17

2.5.2	限制选择	18
2.5.3	选择设置	18
2.5.4	选择方式	18
思考题		19
练习题		19
第 3 章 二维图形的绘制		20
3.1	点的绘制	20
3.1.1	在指定位置绘点	21
3.1.2	绘制动态点	21
3.1.3	在曲线节点位置绘点	22
3.1.4	绘制等分点	22
3.1.5	绘制端点	22
3.1.6	绘制小弧中心点	23
3.2	直线的绘制	23
3.2.1	通过两点绘制直线	23
3.2.2	绘制最近线	24
3.2.3	绘制角平分线	25
3.2.4	绘制垂线	25
3.2.5	绘制平行线	26
3.3	圆弧的绘制	27
3.3.1	通过圆心绘制圆	27
3.3.2	通过极坐标绘制圆弧	28
3.3.3	通过圆周点绘制圆	28
3.3.4	通过端点绘制圆弧	29
3.3.5	通过三点绘制圆弧	29
3.3.6	通过极坐标和端点绘制圆弧	29
3.3.7	通过切点绘制圆弧	30
3.4	矩形的绘制	30
3.4.1	绘制矩形	31
3.4.2	绘制变形矩形	32
3.5	椭圆的绘制	33
3.6	正多边形的绘制	33
3.7	边界框的绘制	34
3.8	图形文字	35
3.9	样条线的绘制	35
3.9.1	手动绘制样条线	36
3.9.2	自动绘制样条曲线	37
3.9.3	连接样条曲线	37

3.9.4 转换样条曲线.....	37
思考题.....	38
练习题.....	38
第4章 二维图形的编辑.....	40
4.1 编辑图素.....	41
4.1.1 圆角.....	41
4.1.2 倒角.....	42
4.1.3 修剪/延伸.....	43
4.1.4 一次修剪多个图素.....	45
4.1.5 连接图形.....	45
4.1.6 将圆弧闭合成圆.....	46
4.1.7 断开图素.....	46
4.1.8 转换线或圆弧为 NURBS 曲线.....	47
4.2 转换图素.....	47
4.2.1 平移.....	47
4.2.2 三维平移.....	49
4.2.3 旋转.....	50
4.2.4 镜像.....	50
4.2.5 缩放.....	51
4.2.6 偏置.....	52
4.2.7 外形偏置.....	53
4.2.8 投影.....	54
4.2.9 矩形阵列.....	54
4.2.10 拖动.....	55
4.3 二维图形编辑实例.....	56
思考题.....	58
练习题.....	59
第5章 图形标注.....	61
5.1 尺寸标注的组成.....	62
5.2 尺寸标注.....	62
5.2.1 线性标注.....	62
5.2.2 基线标注和链式标注.....	63
5.2.3 角度标注.....	64
5.2.4 直径/半径标注.....	64
5.2.5 垂线标注.....	64
5.2.6 切线标注.....	65
5.2.7 标注点.....	65

5.2.8 坐标标注	65
5.3 智能标注	65
5.4 其他类型的图形标注	66
5.4.1 绘制引出线	66
5.4.2 绘制引线	66
5.4.3 图形注释	67
5.5 编辑图形标注	67
5.6 图案填充	68
5.7 尺寸标注综合练习	68
思考题	71
练习题	71

第 6 章 三维曲面造型

6.1 绘制基本三维曲面	74
6.1.1 绘制圆柱曲面	74
6.1.2 绘制圆锥曲面	75
6.1.3 绘制长方体曲面	76
6.1.4 绘制球体曲面	77
6.1.5 绘制圆环曲面	77
6.2 创建曲面	78
6.2.1 创建网格曲面	78
6.2.2 绘制放样曲面	79
6.2.3 绘制旋转曲面	80
6.2.4 绘制扫描曲面	81
6.2.5 拉伸曲面	81
6.2.6 绘制轮廓曲面	82
6.2.7 绘制平整曲面	83
6.2.8 由实体生成曲面	84
6.3 曲面编辑	84
6.3.1 曲面圆角	84
6.3.2 偏置曲面	87
6.3.3 修剪曲面	87
6.3.4 曲面延伸	89
6.3.5 恢复修剪	90
6.3.6 两曲面融接	91
6.3.7 创建围栏曲面	92
6.3.8 填补孔洞	92
6.3.9 分割曲面	93
6.3.10 去除边界	94

6.4 曲面造型实例	94
思考题	101
练习题	101
第7章 空间曲线	103
7.1 边界曲线	103
7.2 常参数曲线	104
7.3 曲面流线	105
7.4 动态曲线	105
7.5 剖切曲线	106
7.6 曲线转化为曲面曲线	106
7.7 分模线	107
7.8 绘制相交线	107
思考题	108
练习题	108
第8章 三维实体造型	109
8.1 创建基本实体	110
8.2 由二维图形创建三维实体	110
8.2.1 拉伸实体	110
8.2.2 旋转实体	112
8.2.3 扫描实体	114
8.2.4 放样实体	115
8.3 由曲面生成实体	116
8.4 实体布尔运算	117
8.4.1 实体并集运算	117
8.4.2 实体差集运算	118
8.4.3 实体交集运算	119
8.4.4 非关联布尔运算	119
8.5 实体编辑	120
8.5.1 实体圆角	120
8.5.2 实体倒角	122
8.5.3 实体抽壳	124
8.5.4 薄壁加厚	125
8.5.5 牵引实体面	126
8.5.6 修剪实体	126
8.5.7 去除表面	127
8.6 实体操作管理器	127
8.6.1 删除操作	128

8.6.2 暂时屏蔽操作效果	129
8.6.3 编辑操作参数	129
8.6.4 编辑二维图形	130
8.6.5 改变操作的次序	131
8.7 三维实体造型	131
思考题	136
练习题	137

第 9 章 Mastercam X 的加工基础 138

9.1 Mastercam X 软件加工的一般流程	138
9.2 设置加工刀具	139
9.2.1 从刀具库选择刀具	139
9.2.2 修改刀具库刀具	141
9.2.3 自定义新刀具	141
9.2.4 设置刀具加工参数	143
9.3 设置加工工件	145
9.3.1 设置工件形状、尺寸及原点	145
9.3.2 设置工件材料	146
9.4 加工路径操作管理	147
9.4.1 加工过程管理	147
9.4.2 刀具路径模拟	149
9.4.3 加工过程仿真	150
9.5 串联选择管理	152
思考题	154
练习题	155

第 10 章 二维加工刀具路径 156

10.1 外形铣削加工	156
10.2 钻孔加工	165
10.3 挖槽加工	168
10.4 面铣削加工	176
10.5 二维铣削加工的综合范例	179
思考题	186
练习题	186

第 11 章 三维曲面加工刀具路径 187

11.1 曲面加工的方法	187
11.2 曲面加工的共同参数	189
11.3 曲面粗加工刀具路径	192

11.3.1 平行铣削粗加工	192
11.3.2 放射状粗加工	197
11.3.3 曲面投影粗加工	200
11.3.4 曲面流线粗加工	202
11.3.5 等高外形粗加工	205
11.3.6 清除残料粗加工	208
11.3.7 曲面挖槽粗加工	211
11.3.8 钻削式粗加工	214
11.4 曲面精加工刀具路径	216
11.4.1 陡斜面精加工	216
11.4.2 浅平面精加工	218
11.4.3 交线清角精加工	221
11.4.4 残料清角精加工	223
11.4.5 环绕等距精加工	225
11.4.6 混合精加工	227
11.5 刀具路径的修剪与转换	229
11.5.1 刀具路径的修剪	229
11.5.2 刀具路径的转换	231
11.6 三维铣削加工的综合范例	235
思考题	245
练习题	245
第 12 章 其他加工方法的介绍	247
12.1 雕刻加工	247
12.2 圆形铣削	249
12.3 多轴加工	253
12.4 线架加工	257
思考题	261
第 13 章 加工程序产生与通信	262
13.1 加工过程后处理	262
13.2 通信	263
13.2.1 通信设置	264
13.2.2 传送文件	264
13.2.3 接收文件	265
思考题	265