



全国技工院校“十二五”系列规划教材

中国机械工业教育协会推荐教材

CAD/CAM技术 ——Mastercam 应用实训

◎ 王小玲 潘有崇 主编

CAD/CAM Jishu——Mastercam Yingyong Shixun



免费下载

www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国技工院校“十二五”系列规划教材

中国机械工业教育协会推荐教材

CAD/CAM 技术——Mastercam 应用实训

主 编	王小玲	潘有崇
副主编	卢培文	黎泽慧
参 编	蒋群科	蒋英汉
	余焕强	袁 波
审 稿	刘明慧	



机械工业出版社

本书根据技工院校、职业技术学院数控专业对学生的培养目标和企业需求,以“注重实践,强化应用”为指导思想,按照“任务驱动”模式编写。内容包括:初识 Mastercam X5、二维图形的绘制与编辑、实体造型、曲面造型、二维数控铣削编程加工、三维数控铣削编程加工、数控车削编程加工。

本书可作为高级技工学校、技师学院及各类职业院校数控及相关专业教材,也可作为企业职工培训教材及相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 技术: Mastercam 应用实训/王小玲,潘有崇主编. —北京:机械工业出版社,2013.3

全国技工院校“十二五”系列规划教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 40862 - 8

I. ①C… II. ①王…②潘… III. ①计算机辅助制造—应用软件—技工学校—教材 IV. ①TP391.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 042205 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:王晓洁 王华庆 责任编辑:王晓洁

版式设计:陈 沛 责任校对:李 婷

封面设计:张 静 责任印制:乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2013 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 21.75 印张 · 535 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 40862 - 8

定价:39.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

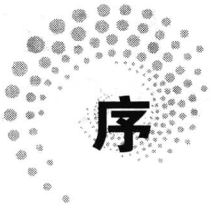
网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版



序

“十二五”期间，加速转变生产方式，调整产业结构，将是我国国民经济和社会发展的重中之重。而要完成这种转变和调整，就必须有一大批高素质的技能型人才作为后盾。根据《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》的要求，至2020年，我国高技能人才占技能劳动者的比例将由2008年的24.4%上升到28%（目前一些经济发达国家的这个比例已达到40%）。可以预见，作为高技能人才培养重要组成部分的高级技工教育，在未来的10年必将会迎来一个高速发展的黄金期。近几年来，各职业院校都在积极开展高级工培养的试点工作，并取得了较好的效果。但由于起步较晚，课程体系、教学模式都还有待完善与提高，教材建设也相对滞后，至今还没有一套适合高级技工教育快速发展需要的成体系、高质量的教材。即使一些专业（工种）有高级工教材也不是很完善，或是内容陈旧、实用性不强，或是形式单一、无法突出高技能人才培养的特色，更没有形成合理的体系。因此，开发一套体系完整、特色鲜明、适合理论实践一体化教学、反映企业最新技术与工艺的高级工教材，就成为高级技工教育亟待解决的课题。

鉴于高级技工教材短缺的现状，机械工业出版社与中国机械工业教育协会从2010年10月开始，组织相关人员，采用走访、问卷调查、座谈等方式，对全国有代表性的机电行业企业、部分省市的职业院校进行了历时6个月的深入调研。对目前企业对高级工的知识、技能要求，各学校高级工教育教学现状、教学和课程改革情况以及对教材的需求等有了比较清晰的认识。在此基础上，他们紧紧依托行业优势，以为企业输送满足其岗位需求的合格人才为最终目标，组织了行业和技能教育方面的专家精心规划了教材书目，对编写内容、编写模式等进行了深入探讨，形成了本系列教材的基本编写框架。为保证教材的编写质量、编写队伍的专业性和权威性，2011年5月，他们面向全国技工院校公开征稿，共收到来自全国22个省（直辖市）的110多所学校的600多份申报材料。在组织专家对作者及教材编写大纲进行了严格的评审后，决定首批启动编写机械加工制造类专业、电工电子类专业、汽车检测与维修专业、计算机技术相关专业教材以及部分公共基础课教材等，共计80余种。

本系列教材的编写指导思想明确，坚持以达到国家职业技能鉴定标准和就业能力为目标，以各专业的工作内容为主线，以工作任务为引领，由浅入深，循序渐进，精简理论，突出核心技能与实操能力，使理论与实践融为一体，充分体现“教、学、做合一”的教学思想，致力于构建符合当前教学改革方向的，以培养应用型、技术型、创新型人才为目标的教材体系。

本系列教材重点突出了如下三个特色：一是“新”字当头，即体系新、模式新、内容

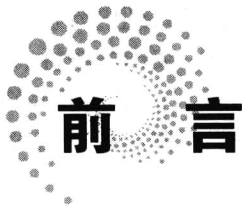
新。体系新是把教材以学科体系为主转变为以专业技术体系为主；模式新是把教材传统章节模式转变为以工作过程的项目为主；内容新是教材充分反映了新材料、新工艺、新技术、新方法。二是注重科学性。教材从体系、模式到内容符合教学规律，符合国内外制造技术水平实际情况。在具体任务和实例的选取上，突出先进性、实用性和典型性，便于组织教学，以提高学生的学习效率。三是体现普适性。由于当前高级工生源既有中职毕业生，又有高中生，各自学制也不同，还要考虑到在职人群，教材内容安排上尽量照顾到了不同的求学者，适用面比较广泛。

此外，本系列教材还配备了电子教学课件，以及相应的习题集，实验、实习教程，现场操作视频等，初步实现教材的立体化。

我相信，本系列教材的出版，对深化职业技术教育改革，提高高级工培养的质量，都会起到积极的作用。在此，我谨向各位作者和所在单位及为这套教材出力的学者表示衷心的感谢。

原机械工业部教育司副司长
中国机械工业教育协会高级顾问

郝广发



本书秉承“以职业标准为依据，以企业需求为导向，以提高职业能力为核心”的理念，根据技工学校、职业技术学院数控专业对学生的培养目标以及企业对数控加工人员的岗位要求来编写。本教材具有以下特色：

1. 充分体现“教、学、做合一”的思想，以工学结合人才培养模式的改革和实践为基础，遵循认知规律与能力形成规律设计教学体系，使学生在职业情境中做到“学中做，做中学”。

2. 针对常用的 Mastercam X5 软件，采用任务驱动模式的先进编写理念，任务的安排由易到难，符合学生的认知规律，让学生在完成任务的过程中完成理论与实践的学习，使学生学有所用、学以致用，与传统的理论灌输有着本质的区别。

3. 与国家职业技能标准相互衔接，针对性强，符合培训鉴定和企业需求，体现以职业能力为本位，以应用为核心，“必需、够用”的原则。

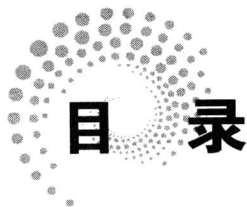
4. 图文对照，编写形式活泼，不但介绍了基本的操作方法还教授了相关的操作经验和技巧，设置了“提示”“注意”“教你一招”等小栏目，使学生能比较轻松地掌握 Mastercam X5 的基本功能、造型和编程的方法与技巧。

本书由广州市技师学院王小玲和江西冶金职业技术学院潘有崇任主编，江西省赣州技师学院卢培文和广州市技师学院黎泽慧任副主编。参编人员有广州市技师学院蒋群科、中国一拖集团有限公司高级技工学校蒋英汉、广州市技师学院余焕强、江西省赣州技师学院袁波。全书共 7 个单元，其中单元 1 由王小玲和黎泽慧共同编写；单元 2 的任务 1 以及单元 4 的任务 1 和 5 由王小玲编写；单元 2 的任务 2~6 由余焕强编写；单元 3 由蒋群科编写；单元 5 由卢培文和袁波共同编写；单元 4 的任务 2、任务 3、任务 4 和任务 6 以及单元 6 由潘有崇编写；单元 7 由蒋英汉编写。全书由王小玲统稿，由刘明慧审稿。

本书在编写过程中，得到了有关院校、工厂的大力支持，在此谨致谢意。

由于编者水平和经验有限，本书虽经反复修改与审校，但仍可能有欠妥或疏漏之处，恳请广大读者和同仁批评、指正，以便本书再版时加以完善。

编 者



序 前言

上篇 设计篇

单元 1 初识 Mastercam X5	2
任务 1 认识软件界面	2
任务 2 初识 Mastercam X5 的造型与加工	17
单元 2 二维图形的绘制与编辑	28
任务 1 直线的绘制与编辑	28
任务 2 圆弧的绘制与修整	44
任务 3 文字的绘制	54
任务 4 几何转换	58
任务 5 文件转换与尺寸标注	67
任务 6 二维绘图综合实例	71
单元 3 实体造型	77
任务 1 创建实体	77
任务 2 编辑实体	87
任务 3 三维实体造型综合实例	103
单元 4 曲面造型	116
任务 1 创建三维线架模型	116
任务 2 创建基本曲面	123
任务 3 由线架模型生成曲面	127
任务 4 编辑曲面	138
任务 5 创建曲面曲线	146
任务 6 曲面造型综合实例	154

下篇 加工篇

单元 5 二维数控铣削编程加工	162
任务 1 平面铣削与轮廓铣削加工	162
任务 2 挖槽加工与钻孔加工	188
单元 6 三维数控铣削编程加工	212
任务 1 曲面挖槽与等高外形加工	212
任务 2 平行铣削与浅平面加工	221
任务 3 放射状与陡斜面加工	230
任务 4 曲面流线与投影加工	241
任务 5 环绕等距与交线清角加工	250
任务 6 数控铣削加工典型实例	262
单元 7 数控车削编程加工	279
任务 1 粗车、精车及车端面	279
任务 2 切槽加工、车螺纹和钻孔加工	300
任务 3 车削加工典型实例	321
参考文献	336

上篇 设计篇

单元1 初识 Mastercam X5

知识目标:

1. 熟悉 Mastercam X5 软件窗口界面的组成
2. 熟悉 Mastercam X5 软件的主要系统参数的含义
3. 熟悉 Mastercam X5 软件完成零件造型与加工的基本流程

技能目标:

1. 会应用 Mastercam X5 软件进行基本操作
2. 会进行 Mastercam X5 软件主要系统参数的设定
3. 会叙述应用 Mastercam X5 软件完成零件造型与加工的基本流程

任务1 认识软件界面



任务描述

认识 Mastercam X5 软件窗口界面，并对软件系统进行参数设置。



任务目标

1. 会安装 Mastercam X5 软件。
2. 会启动和退出 Mastercam X5 软件。
3. 会将非 Mastercam X5 格式的文件导入到 Mastercam X5 中，会将 Mastercam X5 格式的文件导出并生成非 Mastercam X5 格式的文件。
4. 会按照工程设计与制造的要求设置系统。



任务实施

1. 初识 Mastercam X5 软件

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。

Mastercam 软件虽然不如工作站级软件功能全、模块多，但具有很高的灵活性。它对硬件的要求不高，可以在一般的计算机上运行，且操作简单方便，易学易用。自 1984 年问世以来，由于其卓越的设计及加工功能，尤其是其加工模块具有易操作和功能强大的特点，使其备受用户喜爱，在世界上拥有众多的忠实用户。

Mastercam X5 软件包括计算机辅助设计 (CAD) 和计算机辅助加工 (CAM) 两大部分。计算机辅助设计部分主要由设计 (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, 并且具有丰富的曲面编辑功能。计算机辅助加工部分主要由数控铣削加工 (Mill)、数控车削加工 (Lathe)、线切割加工 (Wire) 和雕刻加工 (Router) 四大模块来实现, 且每个模块本身都包含有完整的计算机辅助设计系统, Mill 模块用来生成外形铣削、型腔加工、钻孔加工、平面加工、曲面加工, 以及多轴加工等的铣削加工刀具路径, 并可进行相应的模拟加工; Lathe 模块用来生成粗/精车、车槽及车螺纹等的车削加工刀具路径, 并可进行相应的模拟加工; Wire 模块用来生成线切割激光加工路径, 可进行 2~5 轴上下异形的模拟加工。

2. 启动 Mastercam X5 软件

(1) 通过快捷图标启动 在默认的情况下, 成功地安装 Mastercam X5 软件以后, 在操作系统的桌面上会产生一个  (Mastercam X5 的快捷方式) 图标。双击该图标, 即可启动运行 Mastercam X5 软件。

(2) 通过【开始】菜单启动 单击【开始】菜单, 将光标移至【所有程序】→【Mastercam X5】, 单击下级菜单中的  Mastercam X5, 即可启动运行 Mastercam X5 软件。

3. 认识 Mastercam X5 软件的工作界面

Mastercam X5 软件启动后, 屏幕出现如图 1-1 所示的工作界面。该界面主要包括标题栏、菜单栏、工具栏、状态栏、绘图区、操作管理等。

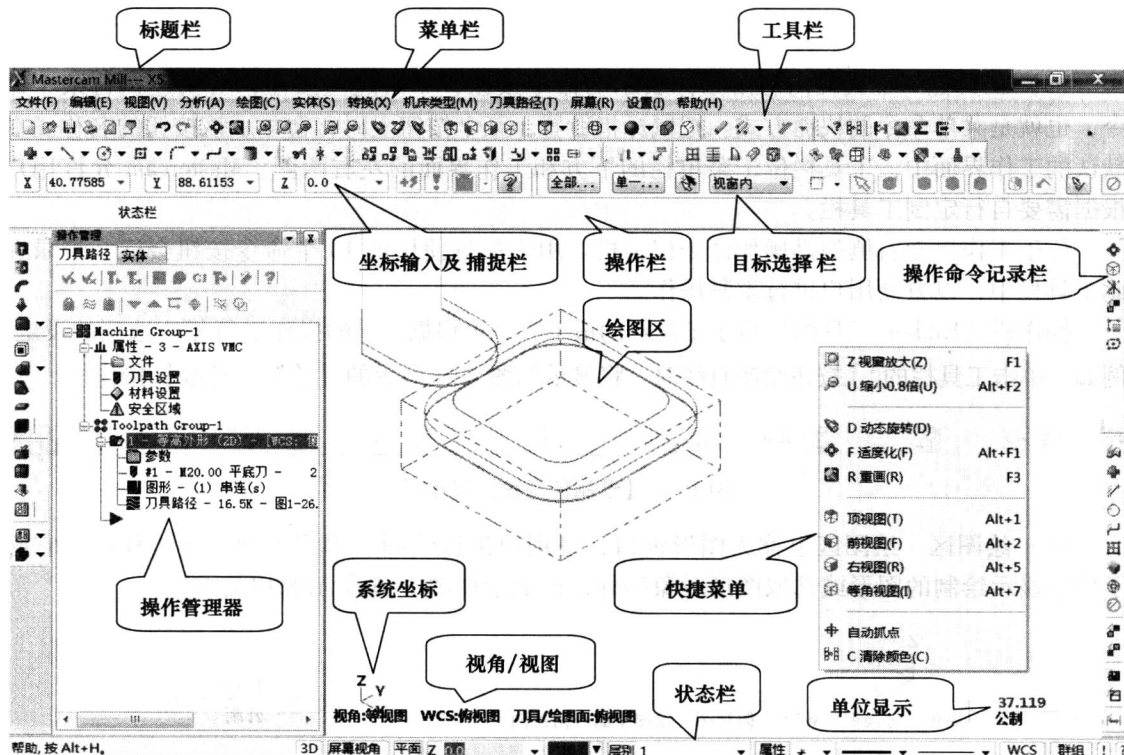


图 1-1 Mastercam X5 软件的工作界面

(1) 标题栏 标题栏显示当前打开的 Mastercam X5 软件模块的名称、打开的图形文件的路径和名称等信息。

(2) 菜单栏 菜单栏如图 1-2 所示。所有的 Mastercam 命令都可以通过菜单栏来执行。下面介绍菜单栏的相关操作说明。

文件(F) 编辑(E) 视图(V) 分析(A) 绘图(C) 实体(S) 转换(X) 机床类型(M) 刀具路径(T) 屏幕(R) 设置(I) 帮助(H)

图 1-2 菜单栏

1) 单击菜单中的某一项将直接执行相应的命令。

2) 菜单命令的后面有向右的黑三角图标▶时，表示还有子菜单，光标移至此图标上将弹出子菜单，如图 1-3 所示。

3) 命令后跟有快捷键，如菜单栏【视图】中的【F 适度化 (F) Alt + F1】，表示按下快捷键 <Alt + F1>，即可使当前图形最大化显示在绘图区中。

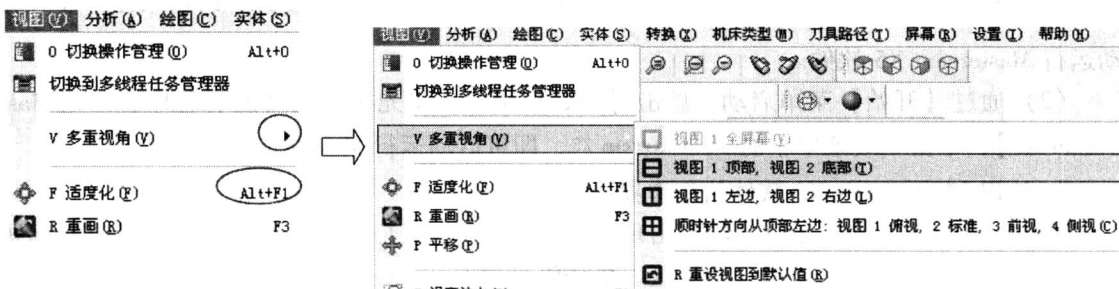


图 1-3 菜单栏的相关操作

(3) 工具栏 工具栏内有由图标表示的命令按钮，单击这些按钮，可快速执行某个命令，也就是菜单命令的快捷方式。把鼠标指针置于某个按钮上时，会显示该按钮的名称。在默认的工作界面中，工具栏位于菜单栏的下方和工作界面的左右两侧。Mastercam 允许用户根据需要自行定制工具栏。

位于工作界面右侧的是操作命令记录栏。用户最近使用的 10 个命令按钮会逐一记录在此工具栏中，以方便用户进行重复操作。

操作栏 (Ribbon 工具栏) 位于工具栏的最下方，可根据当前的操作进行相应选项的设定。例如，单击工具栏的  按钮绘制直线时，将显示如图 1-4 所示的【绘制任意线】操作栏。



图 1-4 【绘制任意线】操作栏

(4) 绘图区 绘图区也称为图形窗口，是用户进行绘图、编程等的主要工作区。它除了用于显示绘制的图形或选取图形对象等外，还显示如图 1-5 所示的相关内容。

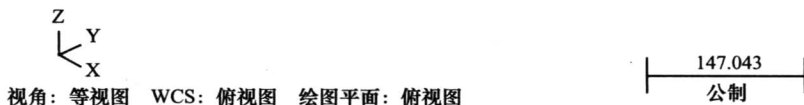


图 1-5 绘图区的显示内容

- 1) 系统坐标: 说明当前的坐标系状态。
- 2) 视角/视图: 显示当前的屏幕视角、构图平面和刀具平面。
- 3) 单位显示: 显示当前的绘图单位是米制(公制)还是英寸制(英制)。
- (5) 状态栏 位于屏幕的最下方, 用于显示当前系统应用的属性状态, 如图 1-6 所示。



图 1-6 状态栏

- 1) **3D**。用于二维/三维构图模式的切换。
- 2) **屏幕视角**。表示当前屏幕上图形的观察角度, 但用户所绘制的图形不受当前屏幕视角的影响, 仅由构图平面和工作深度决定。
- 3) **构图平面**。可设定图形绘制时所在的二维平面, 其允许定义在三维空间的任意处。它依赖于图形视角的设置, 绘图时应避免绘制的图形设置在不适当的位置。
- 4) **Z 0.0**。可设定当构图平面的绘图深度, 即 Z 轴的坐标位置。Z 轴的定义与构图平面的选择有关, 它总是垂直于当前构图平面 (Cplane) 的 XY 平面, 而构图深度是相对于系统原点 (0, 0, 0) 来定义的。当构图平面设为 **3D** 时, 将忽略此深度值。
- 5) **10**。用于选取或定义当前的构图颜色, 执行时单击 **10** 按钮, 在弹出的【颜色】对话框中进行选择即可, 如图 1-7 所示。右键单击 **10** 按钮或单击 **选择颜色(S)** 按钮, 系统提示“选取一图素”, 在绘图区中选择一个图素, 系统将以该图素颜色绘制图形。
- 6) **层别 1**。图层是管理图形的一个重要工具。一个 Mastercam 图形文件可以包含线框模型、曲面、实体、尺寸标注、刀具路径等对象。把不同的对象放在不同的图层中, 可以控制任何对象在绘图区可见或不可见。单击 **层别** 按钮, 系统弹出如图 1-8 所示的【层别管理】对话框。在 Mastercam X5 软件中, 可以设置 1~255 中的任何一层为当前构图层, 也允许复制、移动图层从一个层到另一个层, 或隐藏图层、给图层命名等。另外, 还可以在 **层别 1** 的文本框中直接输入某层别号, 用户可以定义当前的工作层, 控制图素在工作区的显示等。

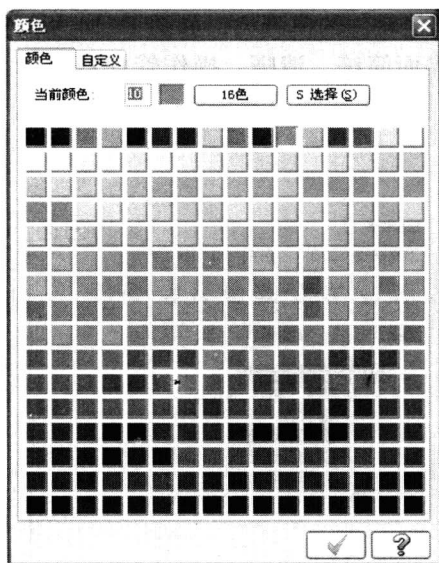


图 1-7 【颜色】对话框

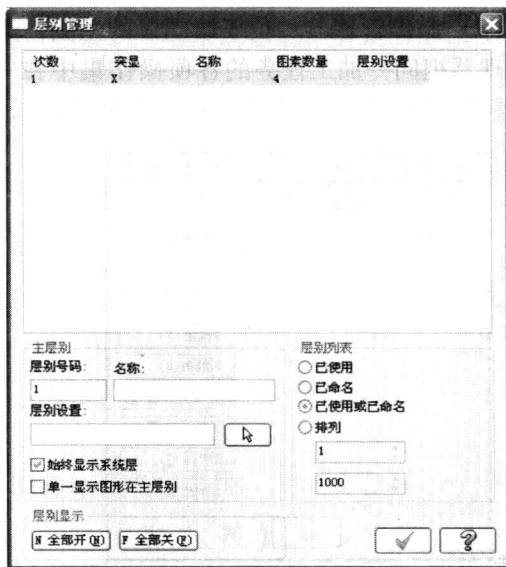


图 1-8 【层别管理】对话框

7) **属性**。可设定当前的绘图颜色、图层、线型、线宽等，它也反映着当前图素的类型。单击 **属性** 按钮，系统弹出【属性】对话框，如图 1-9 所示。

8) *****。单击 ***** 下拉按钮，可指定当前的点型，如图 1-10 所示。

9) **——**。单击 **——** 下拉按钮，可指定当前的线型，如图 1-11 所示。

10) **——**。单击 **——** 下拉按钮，可指定当前的线宽，如图 1-12 所示。

11) **WCS**。用于设置或调整当前系统的工作坐标系。

12) **群组**。单击 **群组** 按钮，系统弹出【群组管理】对话框，如图 1-13 所示。用户可将多个图素定义为一个整体，便于在转换指令中使用，如镜像、旋转、平移等，可以提高工作效率。但单体补正不能使用群组。

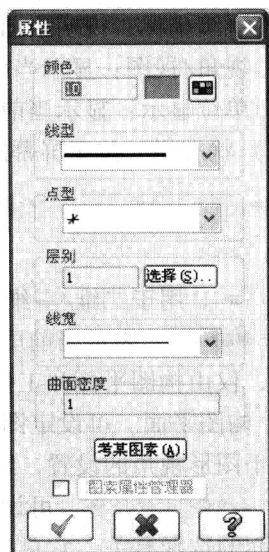


图 1-9 【属性】对话框

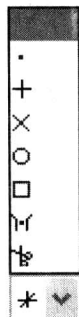


图 1-10 点型设置



图 1-11 线型设置

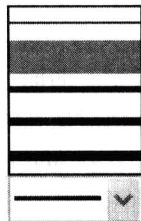


图 1-12 线宽设置

(6) **操作管理器** 位于绘图区的左侧，类似于其他软件的模型树，如图 1-14 所示。操作管理器把同一加工任务的各项操作集中在一起，界面简练、清晰。操作管理器包括【刀具路径】、【实体】和【雕刻】三个选项卡。



图 1-13 【群组管理】对话框

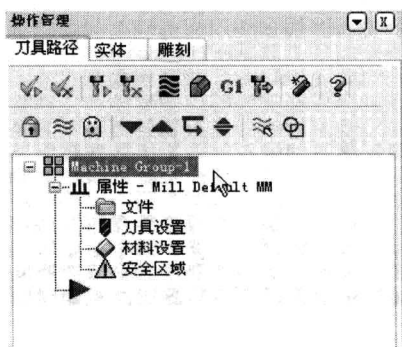


图 1-14 操作管理器

1) 【刀具路径】：可进行加工刀具、加工参数的设置，以及刀具路径的编辑、复制、粘贴、校验等操作。

2) 【实体】：相当于以前版本的实体管理器，记录了实体造型的每一个步骤以及各项参数等内容。

3) 【雕刻】：与【刀具路径】一项类似，它是用来记录雕刻加工时的刀具路径、各项参数等。

(7) 快捷菜单 在绘图区单击鼠标右键，系统弹出浮动的快捷菜单，可对图形进行缩放、选择屏幕视角、光标自动抓点设置、清除颜色等操作。

4. Mastercam X5 软件的基本操作

(1) 图素的选取 在 Mastercam 软件中对图素进行编辑时，必须选取欲编辑的对象。Mastercam X5 提供了多种选择图素的方法，最常用的图素选择方法是利用鼠标在图形窗口中进行选择，被选中的图素将会高亮显示。在如图 1-15 所示的【标准选择】工具栏中，单击  下拉列表按钮，将弹出如图 1-16 所示的鼠标选择方式。常用选项的含义说明如下：



图 1-15 【标准选择】工具栏

1) 【串连】。利用鼠标以串连方式选择一组首尾相连的图素。此时设置的窗口选择方式无效。

2) 【窗选】。利用鼠标框出一个矩形以选择图素，而选取的对象取决于窗口选择方式的设定，如图 1-17a 所示。

3) 【多边形】。利用鼠标指定多个点而框出一个封闭的多边形，以选择所需的图素，如图 1-17b 所示。

4) 【单体】。利用鼠标单击需要选择的图素。此时设置的窗口选择方式无效。

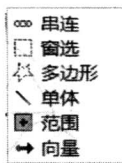


图 1-16 鼠标选择方式

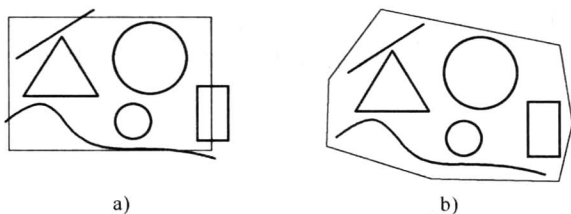


图 1-17 【窗选】和【多边形】

5) 【范围】。利用鼠标在某封闭区域内单击以定义一个选择的范围，并实现对图素的选取，如图 1-18a 所示。

6) 【向量】。利用鼠标绘制出直线，则所有被直线穿过的图素均被选中，如图 1-18b 所示。

在【标准选择】工具栏中单击  下拉列表按钮，将弹出如图 1-19 所示的窗选方式，用于设定窗选时对象选取的范围。执行窗选时，对象选取的具体效果如图 1-20 所示。

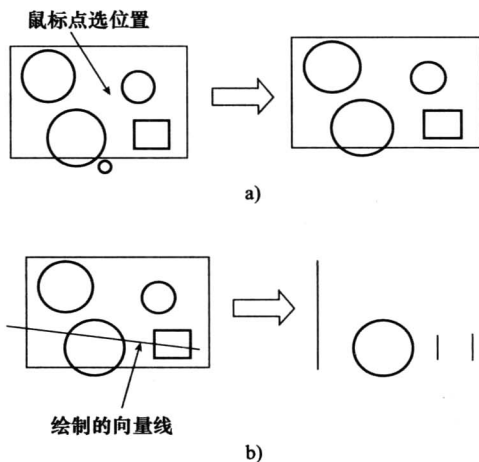


图 1-18 【范围】和【向量】

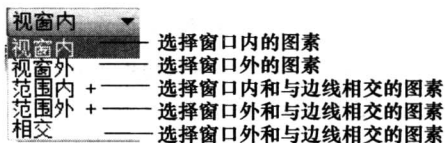


图 1-19 窗口选择方式

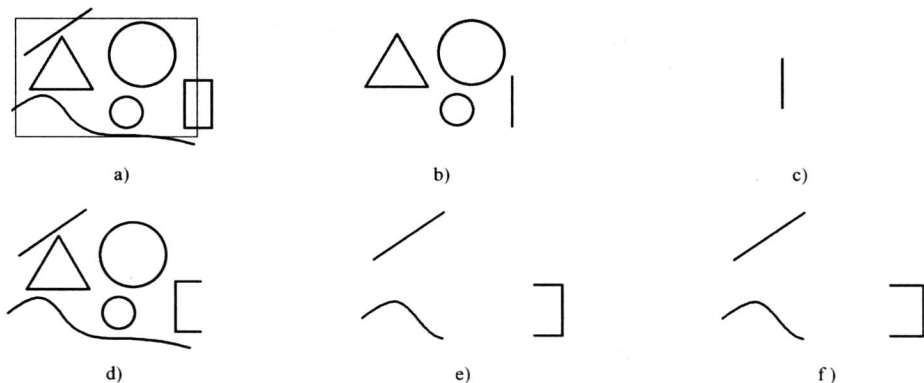


图 1-20 不同窗选方式的选取效果

a) 鼠标窗选图素 b) 视窗内 c) 视窗外 d) 范围内 e) 范围外 f) 相交

(2) 点的输入 点的输入是 Mastercam 软件最基本的命令，也是绘图时用得最多的操作。每当系统提示定义点时，图 1-21 所示的【自动抓点】操作栏会被激活。有如下三种方式来定义点：



图 1-21 【自动抓点】操作栏

1) 直接输入坐标值来定义点。通过 X 0.0、Y 0.0 和 Z 0.0 的文本框，直接输入每一个坐标值来定义点。在文本框中输入坐标值时，可单击工具栏的 X、Y 或 Z 按钮，系统将锁定相应的坐标值，即后续绘制的点在该坐标轴上具有相同的坐标值，再次单击该按钮即解除锁定。数值输入后，按键盘上的 <Enter> 键，确认输入的数值。

2) 快速输入目标点坐标来定义点。单击 按钮，将会显示如图 1-22 所示的【快速坐标】输入栏，可以在文本框中直接输入目标点的 X、



图 1-22 【快速坐标】输入栏

Y、Z 坐标值并按 <Enter> 键确认，或者按 <Esc> 键取消。这种方式可避免在三个独立的 X、Y 或 Z 坐标文本框内移动光标的麻烦。输入坐标值时，X、Y 和 Z 值之间要用逗号隔开或直接用 X、Y、Z 来标出。该方式可以接受四则运算以及代数符号等数值。

3) 通过光标自动抓点来定义点。单击  按钮（也可在绘图区右击，在弹出的快捷菜单中单击【自动抓点】），弹出如图 1-23 所示的【光标自动抓点设置】对话框，可以设置光标自动捕捉的特殊点类型。选项前有“√”标记时，表示已启动该类特殊点的光标自动抓取功能。单击  的下拉按钮，可以弹出如图 1-24 所示的【特殊点类型】菜单，以指定当前操作所要捕捉的特殊点类型。此时，系统所设置的光标自动抓点功能将被终止，直至当前操作结束后才会重新启用。

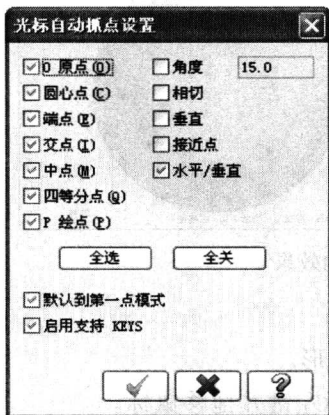


图 1-23 【光标自动抓点设置】对话框



图 1-24 【特殊点类型】菜单

(3) 图形对象的观察 在设计过程中，往往需要对图形对象的某一部分进行放大或缩小。此时，可以选择如图 1-25 所示的【视图】菜单中的命令，或者单击如图 1-26 所示的【视图控制】工具栏按钮来实现。常用命令和按钮的功能说明如下：



图 1-25 【视图】菜单

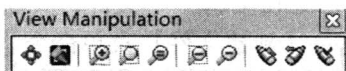


图 1-26 【视图控制】工具栏