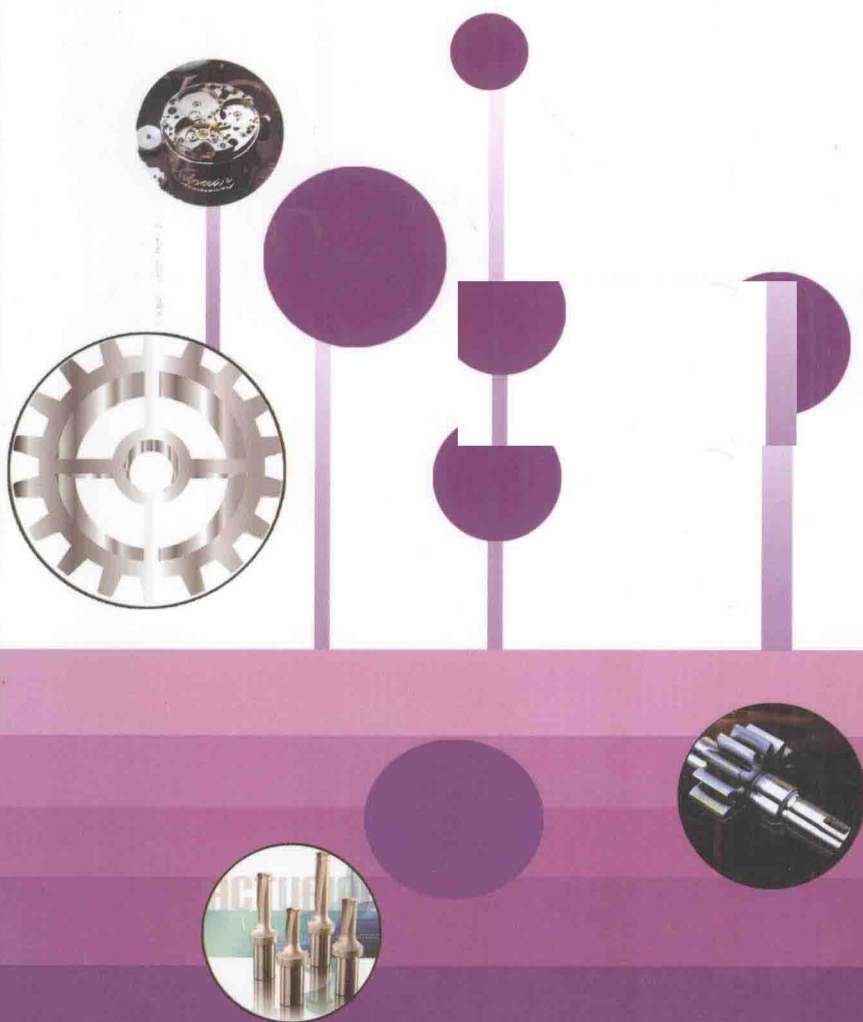


Mastercam X2

软件应用与数控加工

颜新宁 主 编 黄富 郭沃辉 副主编

杨晖 主 审



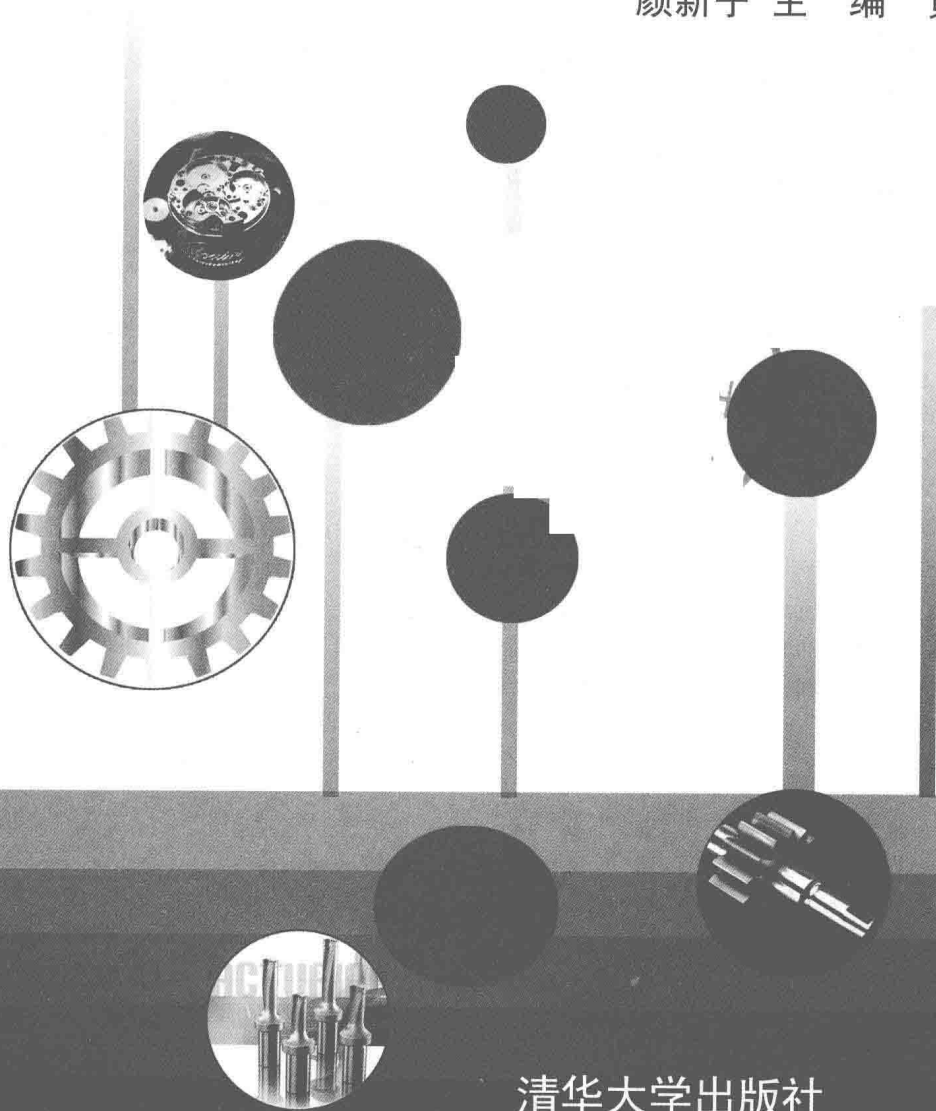
清华大学出版社



中等职业教育项目教学系列教材 · 机械

Mastercam X2 软件应用与数控加工

颜新宁 主 编 黄富 郭沃辉 副主编
杨晖 主 审



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材采用项目训练法,通过“京”字印章、方形凸轮块、六棱柱、螺母、肥皂盒零件、肥皂盒前模及铜电极、印章曲面模型、砚台、小音箱前面板后模、鼠标上盖前模等 10 个典型零件,从简单的二维图到三维线框、实体、曲面的绘制,从零件图到模具的前模和后模、铜电极的转换,从零件和模具的加工工艺到加工刀具路径的编制,从后处理方法到程序单的编写,从计算机模拟加工到数控机床实际加工操作,较全面地介绍了 Mastercam X2 软件应用和数控加工的技巧。

本教材既可作为中等职业学校数控技术应用、模具设计、机电一体化等专业的教学用书,也可作为数控技术应用短期培训教材。

本教材配有电子教学参考资料包,包括教学指南、实例模型和刀具路径、习题答案等。

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 X2 软件应用与数控加工/颜新宁主编. --北京:清华大学出版社,2010.3
(中等职业教育项目教学系列教材.机械)
ISBN 978-7-302-21552-3

I. ①M… II. ①颜… III. ①数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件,
Mastercam X2—专业学校—教材 IV. ①TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 220011 号

责任编辑:金燕铭 张 弛

责任校对:袁 芳

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

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

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20.25 字 数:462 千字

版 次:2010 年 3 月第 1 版 印 次:2010 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:28.00 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:031133-01

本教材采用最新的 Mastercam X2 MR2 SP1 版本,以及德国摩天宇公司教材的编写模式,教材的编排结构为:提出任务;提出引导问题;学习相关知识;讨论制订并讲述项目方案;实施项目;检查和评估。

本教材根据项目教学和“生本”教学的理念,采用分组教学法进行教学,将 Mastercam X2 软件的学习与数控机床实际加工操作相结合,培养学生的动手操作能力,反过来提高学生的软件应用能力。建议的教学方法如下。

- ① 提出任务。
- ② 提出引导问题,在学习相关知识后,学生回答引导问题,教师解答疑难问题。
- ③ 分小组讨论制订并讲述项目方案,由学生根据讨论结果,参考教材,独立完成项目。
- ④ 对每一步任务的完成情况进行本人、小组、教师现场评价,重温学习过程,了解学习效果。

⑤ 教师对过程中出现的普遍问题进行讲解,个别辅导有困难的学生。

通过这样的教学方法,调动学生的积极性,让学生由被动学习变为主动学习;提高学生解决问题的能力,培养学生的团结协作精神;解决了学生离开教材不能独立完成项目的问题,也解决了学生在完成项目之后不能归纳总结所学内容的问题。

设置的课后练习,便于学习进度快的学生拓宽知识面,方便进行分层次教学,训练并提高学生的技能。

本教材按 160 学时编写。不同的学校,学生素质高低不等,设备数量不等,在采用本教材时,教师可根据实际情况安排教学,可选择项目,简化项目,选择加工实际操作的数量,选择适合学生的教学方法。本教材各项目的建议教学学时数如下表所示。

项目序号	项目 名 称	教 学 内 容	建议学时	备注
1	绘制点	界面,点的绘制	3	
2	绘制印章外形	直线的各种画法;尺寸的快速标注方法	9	
3	印章外形的加工编程	制订加工工艺;编制平面铣削、2D 外形铣削粗加工、精加工刀具路径;后处理,并填写加工程序单	12	
4	绘制“京”字	圆弧的各种画法及尺寸的标注方法	6	
5	雕刻“京”字和印章的数控加工实操	编制“京”字的雕刻刀具路径,操作数控机床,加工印章	22	加工

续表

项目序号	项目名称	教学内容	建议学时	备注
6	方形凸轮块的设计与加工	圆弧的画法,图形的转换;2D 挖槽粗加工,倒角加工,钻孔加工	14	加工 (选修)
7	绘制正六棱柱线框架模型	设置工作坐标系、图形视角、构图平面、构图深度、2D/3D,绘制三维线框架模型;绘制多边形;三维尺寸标注	4	
8	螺母的设计与加工	拉伸实体,基本实体,布尔运算,实体倒圆角,实体管理器,实体尺寸标注;实体的挖槽粗加工、平行铣削精加工;加工螺母	20	加工
9	设计肥皂盒	实体的举升、抽壳等绘图技能	4	
10	肥皂盒前模和铜电极的设计与加工	由零件图构建前模及铜电极图的技巧;前模及铜电极图的加工、清角、火花位等加工技能	18	加工 (选修)
11	绘制印章曲面模型	绘制椭圆、直纹曲面、举升曲面、曲面倒圆角等绘图知识	4	
12	砚台的设计与加工	网格面、旋转曲面的构建;曲面加工工艺	12	
13	小音箱前面板后模的设计与加工	牵引曲面、扫描曲面、补正曲面;由零件图构建后模的技巧;曲面等高外形精加工和 2D 外形精加工清角等加工技能	18	加工 (选修)
14	鼠标上盖前模的设计与加工	绘制分模线、投影曲线等绘图技能;前模粗加工、精加工等加工工艺	14	

本教材的编者具有十多年的数控及模具生产实际经验和多年的教学经验。在项目的安排上,本着由浅入深的原则,所选项目的实例都在东莞理工学校数控专业近几年的教学实践中得到应用;在选题上,注重难易搭配,充分考虑不同地区的办学条件及教学要求,对于不具备生产加工条件的学校与培训机构可以使用 Mastercam X2 软件的模拟加工功能。

为方便教学,本教材配有电子教学参考资料包,包括教学指南、实例模型和刀具路径、习题答案等,可登录清华大学出版社网站 <http://www.tup.com.cn> 下载。

本书由颜新宁主编,黄富、郭沃辉为副主编,由杨晖主审。其中,黄富编写了第 13 章及第 14 章,郭沃辉编写了第 4 章、第 5 章,其余各章均由颜新宁编写,全书由颜新宁统稿。在编写过程中,主审杨晖给予了热情的支持与指导,谢楚斌、李柏枝给予了大力支持,东莞理工学校及清华大学出版社给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中疏漏和错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。编者 E-mail:yanxinning@126.com。

编者
2009 年 9 月

项目 1 绘制点	1
任务 1 Mastercam X2 的启动	1
任务 2 点的绘制	5
评估	10
练习	10
项目 2 绘制印章外形	11
任务 1 印章外形的绘制	11
任务 2 尺寸标注	23
评估	28
练习	29
项目 3 印章外形的加工编程	30
任务 1 印章外形的加工工艺制订	30
任务 2 编制印章外形零件的加工刀具路径	35
评估	54
练习	55
项目 4 绘制“京”字	56
任务 “京”字的绘制	56
练习	65
项目 5 雕刻“京”字和印章的数控加工实操	66
任务 1 编制雕刻“京”字的刀具路径	66
任务 2 后处理产生 NC 加工程序	76
任务 3 CNC 加工	80
评估	86
练习	86
项目 6 方形凸轮块的设计与加工	87
任务 1 绘制方形凸轮块	87

任务 2 方形凸轮块的加工编程	94
任务 3 数控加工	123
评估	128
练习	128
项目 7 绘制正六棱柱线框架模型	130
任务 绘制正六棱柱的三维线框架模型	130
练习	143
项目 8 螺母的设计与加工	144
任务 1 螺母实体模型的绘制	144
任务 2 螺母的加工工艺制订	155
任务 3 螺母的加工编程	158
任务 4 绘制螺纹	179
任务 5 螺母数控加工	184
评估	185
练习	186
项目 9 设计肥皂盒	187
任务 肥皂盒的设计	187
练习	197
项目 10 肥皂盒前模和铜电极的设计与加工	198
任务 1 设计肥皂盒前模	198
任务 2 制订肥皂盒前模的加工工艺	202
任务 3 肥皂盒前模的加工	203
任务 4 肥皂盒铜电极的设计	210
任务 5 制订肥皂盒铜电极的加工工艺	214
任务 6 编制肥皂盒铜电极的加工刀具路径	216
评估	233
练习	233
项目 11 绘制印章曲面模型	234
任务 印章曲面模型的绘制	234
练习	243
项目 12 砚台的设计与加工	244
任务 1 绘制砚台实体模型	244

任务 2 制订砚台的加工工艺	255
评估	257
练习	257
项目 13 小音箱前面板后模的设计与加工	259
任务 1 小音箱前面板及后模设计	259
任务 2 小音箱前面板后模的加工工艺	271
任务 3 小音箱前面板后模型芯的加工刀具路径	274
评估	293
练习	293
项目 14 鼠标上盖前模的设计与加工	294
任务 1 设计鼠标上盖	294
任务 2 绘制鼠标上盖前模	304
任务 3 制订鼠标上盖前模的加工工艺	309
评估	311
练习	311
附录 A 数控加工铣刀工艺参考表	312
附录 B 系统内设快捷键表	313
参考文献	314

项目 1

绘制点

主要任务

启动 Mastercam X2, 绘制点。

训练内容

Mastercam X2 软件的用途、启动方法、工作界面的组成、命令的输入方法、点的输入方法、文件的存取、常用快捷键等基础知识。

任务 1 Mastercam X2 的启动

任务要求：启动并进入 Mastercam X2 的工作界面。

引导问题

在学习相关知识后, 回答下述问题。

- ① Mastercam X2 的主要用途是什么?
- ② 菜单栏有哪些命令?
- ③ 工具栏有什么用途?
- ④ 坐标输入及捕捉栏有哪几种功能?
- ⑤ 状态栏在什么位置? 有什么用途?
- ⑥ 辅助菜单在什么位置? 有什么用途?
- ⑦ 操作管理器在什么位置? 有什么用途?

相关知识

1. Mastercam 的用途

CAD/CAM(计算机辅助设计和制造)软件广泛应用于产品的设计和加工。Mastercam 是其中的佼佼者, 其销量为世界第一。它整合了 Design、Lathe、Mill、Wire、Router 等模块。本书仅对 Mastercam X2 套装软件中的三轴数控铣/加工中心(Mill)模

块进行介绍。

Mastercam 是一个既能绘制二维图形,又能建立三维空间模型的软件。建立模型后,可以利用该模型来产生刀具路径,模拟刀具路径,验证加工过程,计算加工时间,经后处理后产生 NC 数控程序,并可传送至数控机床;建立实体模型后,可自动生成工程图。

2. Mastercam X2 的启动

Mastercam X2 系统的启动可采用下述两种方法。

- ① 双击桌面快捷图标.
- ② 依次执行【开始】→【程序】→【Mastercam】→【Mastercam X2】命令,进入 Design 模块。

3. Mastercam X2 的工作界面

Mastercam X2 的工作界面分为标题栏、菜单栏、工具栏、状态栏、系统提示栏、目标选择栏、操作命令记录器、坐标输入及捕捉栏、绘图区、操作管理器、系统坐标系、视图/坐标类型/构图面状态栏、辅助菜单栏、单位显示栏等部分,如图 1-1 所示。

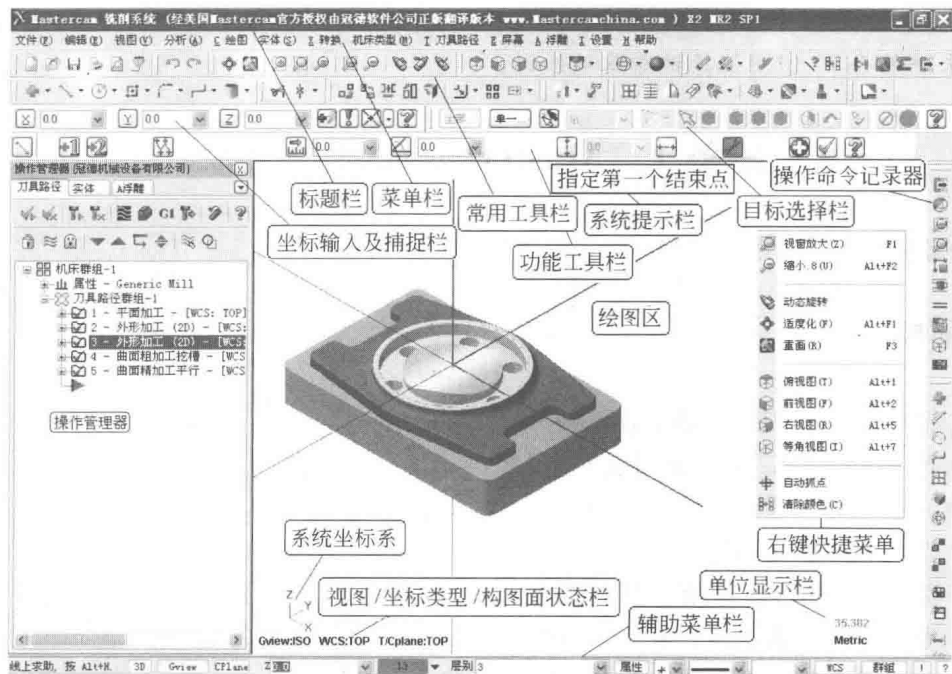


图 1-1 Mastercam X2 的工作界面

① 标题栏: Mastercam X2 工作界面的顶部是标题栏,它显示了软件的名称、当前所使用的模块、打开文件的路径及文件名称。

② 菜单栏: 通过执行菜单栏中的命令可完成图形设计等各项操作,它包括【文件】、【编辑】、【视图】、【分析】、【绘图】、【实体】、【转换】、【机床类型】、【刀具路径】、【屏幕】、【浮雕】、【设置】、【帮助】13 部分,如图 1-2 所示。

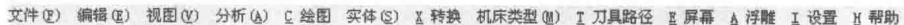


图 1-2 菜单栏

③ 常用工具栏：将菜单栏中的使用命令以图标的方式来表达，方便用户快捷选取所需要的命令，如图 1-3 所示。



图 1-3 常用工具栏

④ 坐标输入及捕捉栏：主要有光标显示、坐标值输入及绘图捕捉的功能，如图 1-4 所示。



图 1-4 坐标输入及捕捉栏

⑤ 状态栏：也叫功能工具栏或活动工具栏，显示的内容根据所选命令的不同而变化，它是用于人机对话的主要区域。在未选择任何命令时功能工具条处于屏蔽状态，而选择命令后将显示该命令的所有选项，并作出相应的提示，如图 1-5 所示。



图 1-5 状态栏

⑥ 操作命令记录器：处于工作界面的右侧，显示的是已经使用过的操作命令，可以利用该记录器重复调用命令，提高绘图效率，如图 1-6 所示。



图 1-6 操作命令记录器



图 1-7 右键快捷菜单

⑦ 右键快捷菜单：主要用于方便改变视角方向及查看视图，如图 1-7 所示。

⑧ 绘图区：在工作界面中间最大的区域，用来绘制及显示图形。

⑨ 系统坐标系：显示当前系统的 X、Y、Z 坐标。

⑩ 辅助菜单栏：显示当前所设置的 3D/2D 转换、视图设置、构图面设置、深度、颜色、层别、点类型、线型、线宽、工作坐标等状态，如图 1-8 所示。可以在辅助菜单栏中设置需

要的选项。



图 1-8 辅助菜单栏

⑪ 操作管理器：Mastercam X2 的操作管理器将刀具路径管理器、实体管理器和浮雕管理器集中在一起。刀具路径管理器显示的是加工刀具路径有关的参数；实体管理器显示的是实体参数。如图 1-9 所示为刀具路径管理器、实体管理器、浮雕管理器的显示形式。



图 1-9 操作管理器

(a) 刀具路径管理器；(b) 实体管理器；(c) 浮雕管理器

任务实施

1. 启动 Mastercam X2

启动 Mastercam X2, 并进入 Mastercam X2 工作界面, 熟悉界面命令的位置和用途。

2. 检查

通过表 1-1 所示的本任务检查表, 让学生对所完成的情况先进行独立的自我检验与评估, 了解自己辛勤劳动的结果, 学会判断是否合格, 再由组长对本组每人进行评分, 最后由老师做出检验与评估(下同)。

表 1-1 启动 Mastercam X2 及了解其工作界面检查表

序号	完成情况(0~10 分)	评 估		
		学 生	组 长	老 师
1	Mastercam X2 的启动			
2	标题栏的位置和用途			
3	菜单栏的位置和用途			

续表

序号	完成情况(0~10分)	评 估		
		学 生	组 长	老 师
4	工具栏的位置和用途			
5	系统提示栏的位置和用途			
6	目标选择栏的位置和用途			
7	操作命令记录器的位置和用途			
8	坐标输入及捕捉栏的位置和用途			
9	绘图区的位置和用途			
10	操作管理器的位置和用途			
11	系统坐标系的位置和用途			
12	视图/坐标类型/构图面状态栏的位置和用途			
13	辅助菜单栏的位置和用途			
14	单位显示栏的位置和用途			
15	右键快捷菜单的位置和用途			
总 分				

注：评价标准——根据完成情况给分，完全正确 10 分，有错误酌情扣分，未完成给 5 分，未做给 0 分(下同)。

任务2 点的绘制

引导问题

在学习相关知识后，回答下述问题。

- ① 如何进入 Mastercam X2 的数控铣/加工中心模块？
- ② 命令的输入方法有哪几种？
- ③ 点的输入方法有哪几种？
- ④ Mastercam X2 选择哪种存档格式？
- ⑤ 常用快捷键有哪几个？
- ⑥ 鼠标中键有哪几种功能？

相关知识

1. Mastercam X2 模块的选择方法

Mastercam X2 放弃了旧版本独立启动设计模块 Design、数控车模块 Lathe、数控铣/

加工中心模块 Mill、数控线切割模块 Wire 及数控木雕模块 Router,而是将系统的所有模块集中在加工类型菜单【机床类型】下进行调用,用户需要某个模块时,直接选择相应的模块即可,无需单独启动。

例如,启动 Mastercam X2 进入 Design 模块,要进入数控铣/加工中心模块,依次执行菜单栏【机床类型】→【铣床】→【默认】命令,如图 1-10 所示,表示启动适用于立式三轴数控铣/加工中心的模块。

2. 命令的输入方法

Mastercam 命令的输入方法主要有以下几种。

- ① 执行菜单栏中相应的命令项,如【C 绘图】。
- ② 单击辅助菜单栏或工具栏的命令按钮,如.
- ③ 用键盘快捷键输入,如按 Alt+S 组合键。

3. 点的快速输入方法

通过键盘可以快速、精确地输入坐标点,如绘制一点,其(X,Y,Z)坐标为(30,20,0),方法如下。

- ① 按 F9 键,显示坐标轴。

② 执行菜单栏【绘图】→【选择点】→【指定位置】命令,过程如图 1-11 所示,在系统提示栏出现提示:“指定一点”。

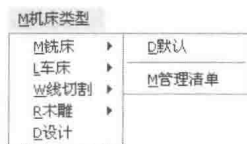


图 1-10 启动数控铣/加工中心模块

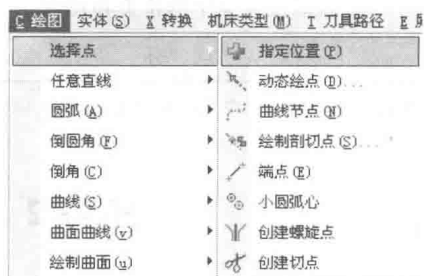


图 1-11 【选择点】菜单

③ 单击图 1-12 所示坐标输入及捕捉栏中的 X 坐标文本框,其颜色变为蓝色,表示等待输入 X 坐标值,如从键盘中输入“30”;按 Enter 确认后,Y 坐标的文本框颜色变为蓝色,输入 Y 坐标值为“20”;按 Enter 键确认后,Z 坐标的文本框颜色变为蓝色,直接按 Enter 键确认,表示默认 Z 坐标值为 0。则绘制点(30,20,0),如图 1-13 所示。

④ 输入坐标时,也可以按空格键或单击如图 1-12 所示的快速点输入按钮,出现文本框,输入“X30Y20”或“X30,Y20”或“30,20”。注意:Z 坐标默认为 0,可省略。按 Enter 键确认后,则绘制出点(30,20,0),如图 1-13 所示。

4. 文件存储

将上述所绘制的点存档的方法如下。

- ① 执行菜单栏中【文件】→【另存为】命令,弹出图 1-14 所示的对话框。
- ② 输入文件名称,如“点”,存档格式选择为 MCX,单击确认按钮,存储文件。



图 1-12 坐标输入及捕捉栏

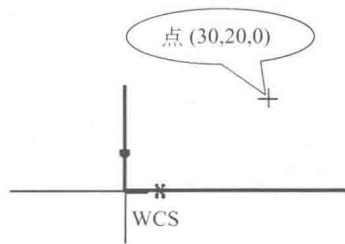


图 1-13 绘制点(30,20,0)



图 1-14 【另存为】对话框

5. 打开文件

可以将已存档的文件取出的方法如下。

① 执行菜单栏中【文件】→【打开】命令,弹出图 1-15 所示的对话框。



图 1-15 【打开】对话框

② 选定文件名称,如“点 MCX”,单击确认按钮,可将文件打开。

6. 文件转换

Mastercam 软件的文件转换命令可读取多种格式的文件,也可以将 Mastercam 文件转换成多种格式的文件。可转换的常用格式有 Mastercam9(MC9)、Mastercam8(MC8)、AutoCAD(DWG、DXF)、Parasolid(XT、XB、XMT、TXT)、ACIS Kernel(SAT)、STEP(STEP、STP)、VDA(VDA)、ASCII(CSV、STL)、Catia V4(MODEL、EXP)、Catia V5(CATPART、CATProduct)的文件格式以及国际通用格式文件 IGES、IGS 等。例如,读取 AutoCAD 的文件可采用如下方法。

执行菜单栏中【文件】→【导出目录】命令,弹出图 1-16 所示的【导出目录】对话框。选取某一类型文件,如“*.DWG”,单击确认按钮,可将文件输出。

7. 常用快捷键和鼠标中键的使用

设定快捷键的目的是为了能快速输入命令,以提高绘图速度。Mastercam 软件所使用的快捷键主要有以下几种。

- F1: 模型放大,与常用工具栏中按钮的功能相同。
- F2: 模型缩小为原来的 0.5 倍,与工具栏中按钮具有相同的缩小功能。
- Alt+F1: 适度化,模型刚好充满整个屏幕,与工具栏中按钮的功能相同。
- Alt+F2: 模型缩小为原来的 0.8 倍,与工具栏中按钮具有相同的缩小功能。
- F3: 重画,与工具栏中按钮的功能相同。
- F9: 显示或隐藏当前坐标系。
- 鼠标中键: 按住鼠标中键,移动鼠标,可动态旋转图形,与工具栏中按钮的功能相同;滚动鼠标中键,缩小或放大图形;按 Alt+鼠标中键,移动鼠标,可以移动图形位置。

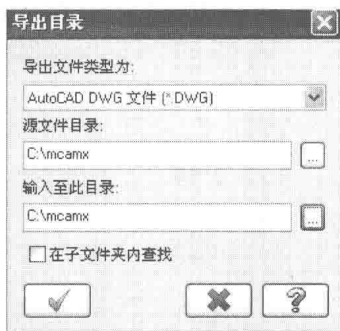


图 1-16 【导出目录】对话框

任务实施

1. 绘制点

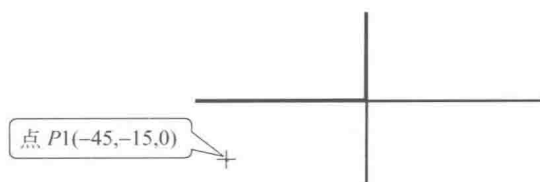
绘制下面 4 点,坐标分别为 $P1(-45, -15, 0)$ 、 $P2(45, -15, 0)$ 、 $P3(45, 15, 0)$ 、 $P4(-45, 15, 0)$,并以“四点”作为文件名称存盘。

(1) 绘制任意点

① 启动 Mastercam X2,进入 Mastercam X2 工作界面。

② 按 F9 键,显示坐标轴。

③ 执行菜单栏中【绘图】→【手动控制】→【创建指定位置点】命令,系统提示“指定一点”,在坐标输入及捕捉栏中输入第一点 $P1$ 坐标   ,按 Enter 键确认,这样就绘制了点 $P1$,如图 1-17 所示。

图 1-17 绘制点 P_1

④ 同样的方法可绘制其余 3 点。下面采用另一种方法来绘制点。

(2) 绘制相对点

绘制点 $P_2(45, -15, 0)$ 、 $P_3(45, 15, 0)$ ，可采用绘制相对点的方法进行绘制。

① 单击坐标输入及捕捉栏中的点输入按钮 ，右侧的下三角按钮 ，弹出一个下拉菜单，如图 1-18 所示，执行【相对坐标】命令，在系统提示栏提示“指定已知点”，捕捉 P_1 为指定的已知点。

② 系统提示“输入矩形或极坐标”，出现图 1-19 所示【相对坐标点】功能工具栏，在间距栏中，输入“90”，在角度栏中，输入“0”，按 Enter 键，这样就绘制了右下角的点 P_2 ，如图 1-20 所示。

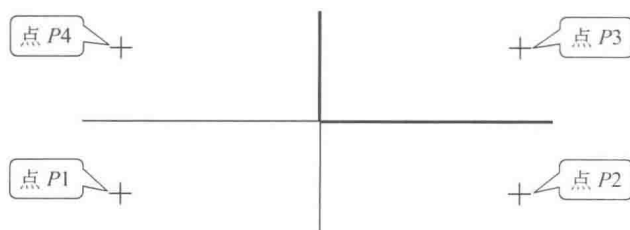
③ 在输入角度向量值按钮  中，输入相对坐标值(90, 30, 0)，表示输入相对于已知点的坐标值为(90, 30, 0)，按 Enter 键。这样绘制了右上角的点 P_3 ，如图 1-20 所示。



图 1-18 点输入按钮的下拉菜单



图 1-19 【相对坐标点】功能工具栏

图 1-20 绘制点 P_2 、 P_3 、 P_4

④ 用同样的方法，输入相对坐标值(0, 30, 0)，则绘制出点 P_4 。

⑤ 执行菜单栏中【文件】→【保存文件】命令。

⑥ 输入文件名称“四点”，存档格式选择为 MCX，单击确认按钮 ，存储文件。