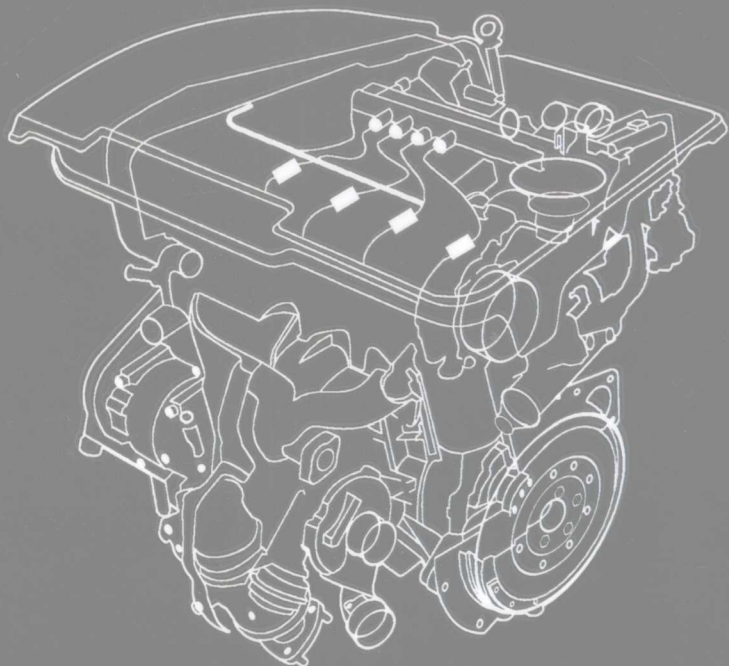


- 造型设计-模具设计-数控编程及CNC加工一体化解决方案
- 国家模具/数控工程师认证中心专家顾问团队
- 企业一线工程师多年设计经验编写而成
- 汇集教学培训和企业一线的成功案例

CAX 系列丛书
一体化解决方案



CAX一体化解决方案流程

野火科技 组编

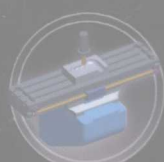
李锦标 沈宠棣 等编著



造型设计



模具设计



数控编程及CNC加工

Mastercam X2

从数控编程 到CNC加工实战

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



附赠超值 **CD** 光盘
ROM
视频操作+范例素材

CAX 一体化解决方案系列丛书

Mastercam X2 从数控编程 到 CNC 加工实战

野火科技 组编

李锦标 沈宠棣 等编著



机械工业出版社

Mastercam 是由美国 CNCsoftware 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、航空等领域。本书由浅入深地介绍了 Mastercam X2 的从数控编程到 CNC 加工的一体化解决方案。全书共分 8 章，分别介绍 Mastercam X2 基本知识初探、二维绘图与范例实战、三维绘图与范例实战、二维加工与操作实战、三维加工与操作实战、CNC 机床加工基本知识与操作演练、泵体端盖板底板二维数控编程到 CNC 加工实战、小音箱前面板凸模三维数控编程到 CNC 加工实战。

本书内容新颖丰富、讲解详细、通俗易懂，并具有很强的实用性和操作性。本书可作为大专院校及技工学校的教材，也可作为自学者以及从事数控编程、CNC 机床操作的初中级用户的教材或解决问题的思路学习用书。

图书在版编目（CIP）数据

Mastercam X2 从数控编程到 CNC 加工实战 / 李锦标等编著. —北京：机械工业出版社，2009.5

（CAX 一体化解决方案系列丛书）

ISBN 978-7-111-26958-8

I. M… II. 李… III. 数控机床—程序设计—应用软件, Mastercam X2
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 062903 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：丁 诚 吴鸣飞

责任编辑：吴鸣飞 谷玉春

责任印制：洪汉军

三河市国英印务有限公司印刷

2009 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·27.5 印张·680 千字

0001—4000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-26958-8

ISBN 978-7-89451-096-9（光盘）

定价：56.00 元（含 1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

销售服务热线电话：（010）68326294 68993821

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

编委会成员名单



主 任 李锦标

顾 问 (排名不分先后)

刘彦求 李慧中 陈健美 简琦昭

赖新建 李秀林 黄 波 卫 勇

委 员 (排名不分先后)

杨土娇 马 婷 李成国 陈希翎

杨晓红 肖丽红 李耀炳 沈宠棣

钟平福 邓志安 杨烨辉 张耀文

易铃棋 杨胜中 郭雪梅 谷海军

陈海龙 程五毛 黄永枝 胡思政

陈伟城 甘嘉峰 钟海平 邓高兰

李月霞 何胜江 钟国钊 何 龙

序 言

改革开放 30 年,我国取得了许多令世界刮目相看的成就,同时激发了国人复兴中华民族的热情和信心。随着发展职业教育的相关政策和一系列措施的出台,使我国迎来了职业教育的第一个春天。模具数控技术已成为衡量一个国家生产制造水平的重要标志之一,也是现代制造业的基础和核心。因此,我认为,要想成为“工业强国”,必先成为“模具数控强国”。

可喜的是,我国有许许多多专家、学者,尤其是具有一线模具数控经验的技能型人才,他们怀着“模具数控报国”的强烈责任心,一直在孜孜不倦地、默默地耕耘着。他们将自己的经验编写成书籍,为我国模具数控行业人才的教育培训作出了自己的贡献。以李锦标为带头人的野火科技的多位作者在教研活动中,全面总结一线企业生产经验,积极探索应用型技能人才培养的科学方法,在大量实践的基础上、经多年的教学探索和实训活动,不断完善课程体系,并在全国首家紧缺人才培养工程“模具数控工程师”考证中心和各地合作学校推广使用该课程标准,取得了巨大成功。

更加令人敬佩的是,野火科技的全体同仁,携理论与实践兼修的特殊优势,创办了野火科技·新东粤国家模具/数控工程师认证中心,敢于挑战自我,把一线经验和理论融入到模具数控应用教学中。因此,我完全有理由相信:《CAX 一体化解决方案系列丛书》和野火科技·新东粤国家模具/数控工程师认证中心一定会为中国模具数控行业作出更多、更大的贡献。

国家紧缺人才模具数控工程师广东省考证中心常务理事
野火科技·新东粤国家模具/数控工程师认证中心董事会主席

刘永求

作为世界制造业强国的中国,国家工业和信息化部提出大力发展模具数控行业,但与此同时,我国模具数控行业正面临着模具数控技术应用型人才严重短缺的问题。据统计,中国在未来 20 年内将需要 500 万模具数控人才。

《CAX 一体化解决方案系列丛书》是专门针对一体化应用型产品设计—模具设计—数控编程—CNC 加工专业编写的,内容面向企业、面向生产实际,包含大量的典型 3D 产品设计、模具设计、典型数控加工实例,并由 CNC 加工机床来完成加工。本套丛书采用通俗易懂的语言,务求使刚接触模具数控行业的新手也能轻松读懂,也可供在模具数控企业生产第一线工作的技术人员在工作中参考。

广东省职业技能鉴定指导中心模具设计与制造专家组组长
模具设计师国家职业技能鉴定所所长

简琦昭



中国模具人才市场缺口达数百万之多,尤其是模具中高级人才。模具行业能给青年学子提供一个黄金职业,年薪 10 万,甚至 100 万不是梦;模具这份黄金职业还是一个越老越高薪的职业,它能让学员的个人价值一步步提升。目前中国模具设计与加工工艺较落后,国家每年从外国进口模具及模具配件要花费大量外汇,严重影响工业强国梦想的如期实现。

本丛书作者将自己宝贵的教学经验凝结成这套《CAX 一体化解决方案系列丛书》奉献给广大读者,将模具数控培训的专业知识与更多学子共同分享。

湖南省模具设计与制造学会常务理事
中南大学教授 博士生导师

从“老三样”的电视机、冰箱、洗衣机,到时下流行的 MP3、录音笔、数码相机,这些产品的生产都离不开模具设计与数控加工。模具设计师所从事的工作就是进行模具的数字化设计,包括型腔模与冷冲模。据统计,我国模具行业目前从业人员有 600 多万,但模具设计师仅 60 万。据劳动部门调查显示,目前企业对模具数控人才的需求越来越大。在北京、广东和浙江等地,模具设计人员、模具开发人员、模具维修人员等已成为人才市场最紧缺的人才之一,尽管许多企业打出“年薪 10 万”的招聘启事,但也不一定能招到合适的人才。

以李锦标为带头人的“野火科技”创办了野火科技·新东粤国家模具/数控工程师认证中心,这是一所由国家工业和信息化部批准的国家紧缺人才专业培训学校,是广东省唯一被指定的“模具与数控工程师”考证中心,野火科技·新东粤是一所专注“模具设计和数控技术”领域的技术培训学校。“野火科技”把模具与数控标准技术编写成《CAX 一体化解决方案系列丛书》推向企业及相关学校,可以说,这是根据企业的用人需求,为广大读者量身定做的一套就业前强化指导培训教程,目的是为了在就业前强化技术与企业的接轨,提前学会进入企业的工作模式。

湖南省模具设计与制造学会副理事长
湖南涉外经济学院教授



前 言

Mastercam 是由美国 CNCsoftware 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、航空等领域。目前, 在我国制造业及教育业界, Mastercam 由于其出色的表现, 有着极为广阔的应用前景。X2 版本的 Mastercam 采用全新的设计界面, 使设计人员能更高效地设计开发。操作界面是一个完全可自定义的模块, X2 版本加强对“历史记录的操作”, 允许建立适合用户自己的 Mastercam 开发设计风格。界面的变化可高效地进行快捷操作, 提高了设计效率。作为一款 CAD / CAM 集成软件, Mastercam 系统包括设计(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, 并可进行 3D 图形设计、尺寸标注、动态旋转、图形阴影处理等功能, 可直接在系统上制图, 并转换成 NC 加工程序, 也可将用其他绘图软件绘好的图形, 经由一些标准的或特定的转换文件, 如 DXF 文件 (Drawing Exchange File)、CADL 文件 (CADkey Advanced Design Language) 及 IGES 文件 (Initial Graphic Exchange Specification) 等, 转换到 Mastercam 中, 再生成数控加工程序。

Mastercam 加工部分主要由 Mill、Lathe 和 Wire 这 3 大模块来实现, 并且各个模块本身都包含有完整的设计系统, 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 / 精车削、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。

本书全面、详细地介绍了 Mastercam X2 简体中文版软件在一体化实际应用中的使用方法与技巧。全书共分成 8 章, 一体化综合例子由浅入深的教学流程讲解, 分别介绍了 Mastercam X2 基本知识初探、二维绘图与范例实战、三维绘图与范例实战、二维加工与操作实战、三维加工与操作实战、CNC 机床加工基本知识 with 操作演练、泵体端盖板底板二维数控编程到 CNC 加工实战、小音箱前面板凸模三维数控编程到 CNC 加工实战。本书由资深企业设计专家、高级讲师精心规划编写, 具有以下特点:

- 权威特色

本书由国家“模具设计师”职业技能鉴定所命题科科长, 广东省职业技能鉴定中心(考试)授权(CAM)高级讲师; 计算机辅助制造(CAM)考评员; 高级模具设计工程师; 国家模具设计师考试考前指导师按照企业需求精心策划, 并和资深专家合力编写。

- 内容新颖

本书采用目前最新版本的 Mastercam X2 作为教学软件, 综合应用 CAX 一体化解决问题的思路进行展开编写。

- 内容经典

本书内容的安排按照读者的接受角度, 从 Mastercam X2 在数控编程和 CNC 加工的概



述、手把手形式的成型模式数控编程解说，到针对编好的程序利用仿真 CNC 机床精心加工解说，在一体化应用中衔接得恰到好处。书中安排的例子和模块功能完全吻合，真正做到有的放矢的。

● 企业适用性强

本书面向企业，编写流程是按照企业产品的实际操作流程进行的，从产品设计到模具设计，然后编写程序，最后转到机床加工，形成一体化应用方案。本书例子从数控编程到 CNC 加工，为学习一体化设计提供了强有力的服务，是提高企业效率和减少出错率的灵魂。

● 安排合理、通俗易懂

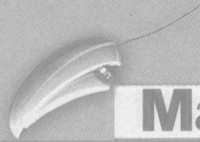
本书的章节结构经过精心策划、安排合理，依照最佳的学习接受方向进行教学。知识由浅入深、例子由简到难，逐步提高读者对产品全过程生产的操作与解决问题的能力。

另外，为了能够把知识彻底掌握，并具备解决问题的技巧，本书将源文件、结果文件和部分实例章节的操作制作成视频，读者可以到野火科技网站 (<http://www.yahocax.com>) 得到技术支持和讨论。

本书内容新颖丰富、讲解详细、通俗易懂，并具有很强的实用性和操作性。本书可作为大专院校及技工学校的教材，也可作为者自学以及从事数控编程、CNC 机床操作的初、中级人员的教材或解决问题的思路学习用书。

本书由野火科技组编，李锦标、沈宠棣、马婷、杨土娇、钟平福、张耀文、何胜江、何龙、钟国钊、李成国、郭雪梅、易铃棋、陈希翎、李耀炳、李月霞、杨胜中、杨晓红、邓志安、陈海龙等参与了本书的编著。在本书的编写过程中，我们力求精益求精，但难免存在一些不足之处，敬请广大读者批评指正。

野火科技：李锦标



目 录

序言

前言

第 1 章 Mastercam X2 基本知识初探	1
1.1 Mastercam 数控编程的基本步骤	1
1.2 Mastercam X2 的工作界面	2
1.2.1 标题栏	2
1.2.2 菜单栏	2
1.2.3 工具栏	3
1.2.4 坐标输入及捕捉栏	4
1.2.5 目标选择栏	4
1.2.6 操作栏	5
1.2.7 操作命令记录栏	5
1.2.8 绘图区	5
1.2.9 状态栏	6
1.2.10 刀具路径管理器、实体管理器和浮雕管理器	6
1.3 Mastercam X2 的基本操作	6
1.3.1 文件管理	7
1.3.2 基本设置	12
1.4 本章小结	28
第 2 章 二维绘图与范例实战	29
2.1 二维绘图基本操作	29
2.1.1 图形对象的选取	29
2.1.2 图素的删除	32
2.2 二维绘图基本工具	33
2.2.1 点的绘制与捕捉	34
2.2.2 直线的构建	40
2.2.3 圆弧的构建	43
2.2.4 倒圆角	49
2.2.5 倒角	51
2.2.6 绘制样条曲线	53
2.2.7 矩形的构建	55
2.2.8 绘制多边形	55
2.2.9 椭圆的构建	56
2.2.10 绘制盘旋线	57
2.2.11 绘制螺旋线	57

2.2.12 文字的构建	58
2.3 二维图形的编辑	61
2.3.1 图素的修整	61
2.3.2 图素的转换	73
2.4 二维绘图范例实战（一）——吊钩零件图的绘制	87
2.4.1 吊钩零件图二维绘图要点	87
2.4.2 吊钩零件图二维绘图的制作流程	87
2.5 二维绘图范例实战（二）——吊摆零件图的绘制	90
2.5.1 吊摆零件图二维绘图要点	91
2.5.2 吊摆零件图二维绘图的制作流程	91
2.6 本章小结	93
第3章 三维绘图与范例实战	94
3.1 三维实体构建	94
3.1.1 创建基本实体	94
3.1.2 曲线创建实体	97
3.1.3 薄片实体	105
3.2 编辑实体	109
3.2.1 实体倒圆角	109
3.2.2 实体倒角	112
3.2.3 实体抽壳	113
3.2.4 牵引实体面	114
3.2.5 实体修剪	116
3.2.6 实体布尔运算	117
3.3 三维曲面构建	119
3.3.1 曲面构建的环境	120
3.3.2 创建线架构	124
3.3.3 创建基本三维曲面	130
3.3.4 曲线创建曲面	134
3.4 编辑三维曲面	141
3.4.1 曲面倒圆角	142
3.4.2 曲面偏移	146
3.4.3 曲面修剪/延伸	146
3.4.4 曲面熔接	152
3.5 三维图形造型实战（一）——洗发水瓶盖三维造型实战	155
3.6 三维图形造型实战（二）——洗发水瓶三维造型实战	175
3.7 本章小结	180
第4章 二维加工与操作实战	181
4.1 工作设置	182
4.1.1 文件设置	182



4.1.2 刀具设置	186
4.1.3 材料设置	192
4.1.4 安全区域	196
4.2 操作管理	197
4.2.1 刀具路径模拟	198
4.2.2 加工模拟	201
4.2.3 后处理	202
4.3 平面铣削	206
4.3.1 平面铣削的作用	206
4.3.2 平面铣削的操作步骤	206
4.3.3 平面铣削实例分析	214
4.4 外形铣削	215
4.4.1 外形铣削的作用	216
4.4.2 外形铣削的操作步骤	216
4.4.3 外形铣削实例分析	220
4.5 挖槽加工	221
4.5.1 挖槽加工的作用	222
4.5.2 挖槽加工的操作步骤	222
4.5.3 挖槽加工实例分析	227
4.6 钻孔加工	229
4.6.1 钻孔加工的作用	229
4.6.2 钻孔加工的操作步骤	229
4.6.3 钻孔加工实例分析	232
4.7 二维加工综合实例——凸轮零件加工	234
4.8 本章小结	243
第5章 三维加工与操作实战	244
5.1 公用曲面加工参数设置	244
5.1.1 曲面参数	245
5.1.2 加工曲面、干涉曲面和切削范围的设置	247
5.2 曲面粗加工	248
5.2.1 粗加工平行铣削加工	248
5.2.2 粗加工放射状加工	253
5.2.3 粗加工投影加工	255
5.2.4 粗加工流线加工	260
5.2.5 粗加工等高外形加工	263
5.2.6 粗加工残料加工	266
5.2.7 粗加工挖槽加工	269
5.2.8 粗加工钻削式加工	272
5.3 曲面精加工	275

5.3.1 精加工平行铣削	275
5.3.2 精加工陡斜铣削	278
5.3.3 精加工放射状铣削	280
5.3.4 精加工投影加工	283
5.3.5 精加工曲面流线加工	286
5.3.6 精加工等高外形铣削	289
5.3.7 精加工浅平面加工	291
5.3.8 精加工交线清角加工	294
5.3.9 精加工残料清角加工	296
5.3.10 精加工环绕等距加工	299
5.3.11 精加工熔接加工	302
5.4 三维加工综合实例——煤气炉灶旋钮三维模型加工	305
5.5 本章小结	313
第 6 章 CNC 机床加工基本知识与操作演练	314
6.1 CNC 机床加工基本知识	314
6.1.1 数控机床程序编制的典型流程	314
6.1.2 手工编程的方法	316
6.2 数控仿真应用	328
6.2.1 宇龙仿真软件的安装与卸载	329
6.2.2 宇龙仿真软件操作演练	333
6.3 常用仿真数控系统介绍	343
6.3.1 华中数控系统	343
6.3.2 FANUC 系统	361
6.4 本章小结	363
第 7 章 泵体端盖底板二维数控编程到 CNC 加工实战	364
7.1 泵体端盖底板二维数控加工准备	364
7.1.1 加工工艺分析	364
7.1.2 刀具路径设置	366
7.1.3 后处理	377
7.2 NC 程序加工宇龙仿真	379
7.2.1 进入系统	379
7.2.2 选择机床类型	381
7.2.3 激活机床	382
7.3 本章小结	393
7.4 习题精练	393
第 8 章 小音箱前面板凸模三维数控编程到 CNC 加工实战	394
8.1 小音箱前面板凸模三维数控加工准备	394
8.1.1 加工工艺分析	395
8.1.2 刀具路径设置	395



8.1.3 后处理	408
8.2 NC 程序加工字龙仿真	410
8.2.1 进入系统	410
8.2.2 选择机床类型	411
8.2.3 激活机床	412
8.3 本章小结	425
8.4 习题精练	426

第1章 Mastercam X2 基本知识初探



本章主要知识点:

- Mastercam 数控编程的基本步骤
- Mastercam X2 的工作界面
- Mastercam X2 的基本操作

现代的模具制造技术离不开数控加工技术。本章将向用户介绍利用 Mastercam 软件进行数控编程的基本步骤、Mastercam X2 的工作界面及基本操作, 让用户可以初步了解该软件的工作界面, 熟悉使用该软件。

1.1 Mastercam 数控编程的基本步骤

使用 Mastercam 软件进行数控自动编程实现加工的基本步骤如图 1-1 所示。

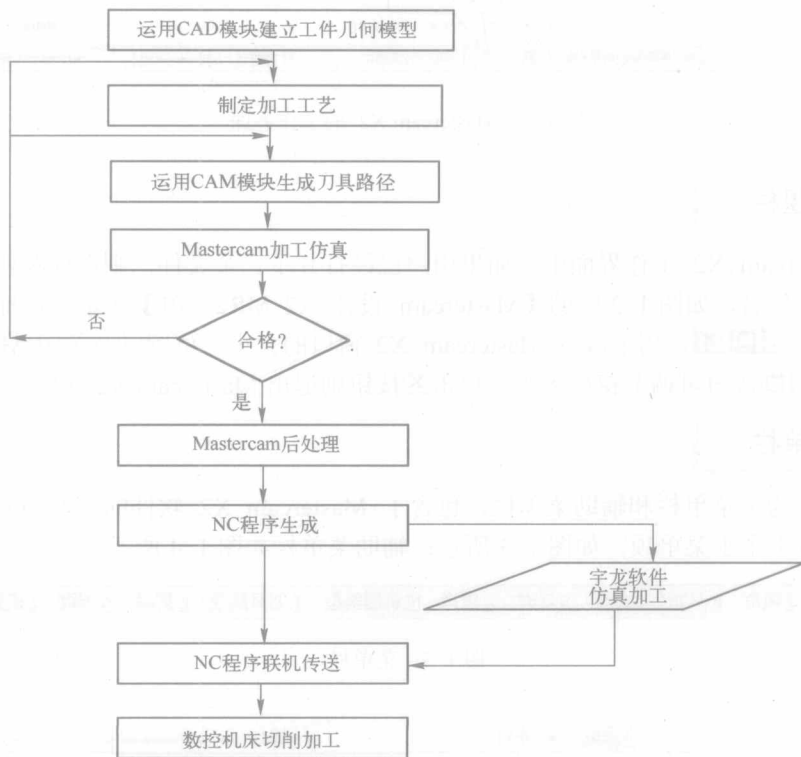


图 1-1 Mastercam 数控编程的基本步骤

1.2 Mastercam X2 的工作界面

Mastercam X2 的工作界面由标题栏、菜单栏、工具栏、状态栏、辅助菜单栏和绘图区等组成，零件设计模块界面窗口结构如图 1-2 所示。



图 1-2 Mastercam X2 的工作界面

1.2.1 标题栏

在 Mastercam X2 工作界面中，如果用户已经打开了一个文件，则在标题栏中显示该文件的路径和文件名，如图 1-2 中的【Mastercam 设计 X2 MR2 SP1】所示。在标题栏右端有 3 个控制按钮 ，用于改变 Mastercam X2 窗口的大小、位置以及关闭 Mastercam X2 窗口。单击  按钮可调节窗口大小，单击  按钮则退出 Mastercam X2 软件。

1.2.2 菜单栏

菜单栏分为主菜单栏和辅助菜单栏，包含了 Mastercam X2 软件的主要功能。主菜单栏按功能分为若干个主菜单项，如图 1-3 所示；辅助菜单栏如图 1-4 所示。



图 1-3 菜单栏



图 1-4 辅助菜单栏

1.2.3 工具栏

工具栏位于主菜单栏的下面，它以简单的图形来表示每个工具的用途，提供 Mastercam X2 操作的一些常用命令。单击工具栏中的图标按钮，可以执行相应的命令，大多数工具按钮就是命令主菜单项中子菜单的快捷方式，如【文件】主菜单的子菜单中【新建文件】、【打开文件】、【保存文件】、【打印文件】、【打印预览】等命令与工具栏中的按钮是相对应的，如图 1-5 所示。

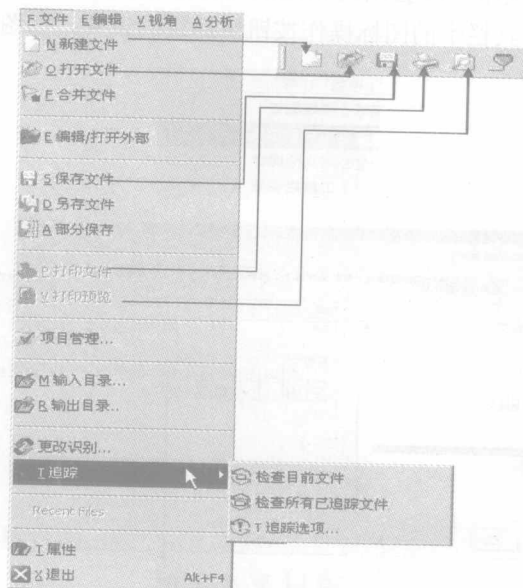


图 1-5 菜单

工具栏上的图标按钮，可根据使用时的需要进行自定义。选择【设置】|【工具栏设置】命令，系统弹出【工具栏状态】对话框。例如，要绘制实体，常常需要先调出实体工具栏，如图 1-6 所示。

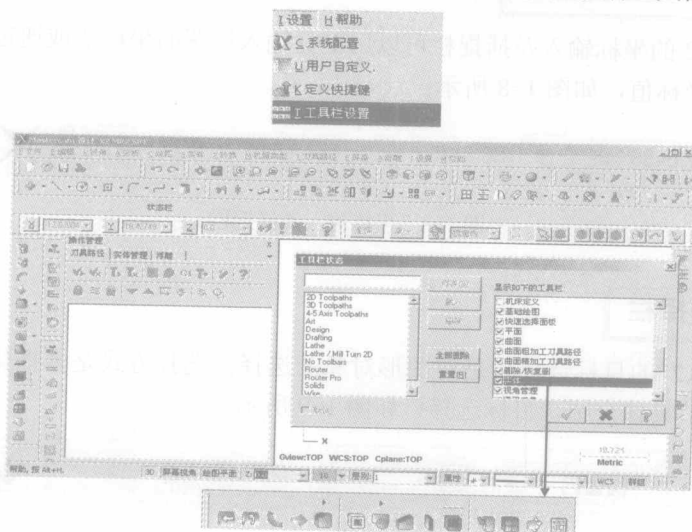


图 1-6 调出实体工具栏

野火专家提示：在【工具栏状态】管理器中，只有选取所需命令工具栏，才能在界面上显示相应的命令图标工具栏，如果没有选取就不会出现。

Mastercam X2 系统所提供的一些常用操作命令，并非能完全满足一些设计加工的需要时，用户也可以自定义。选择【设置】|【用户自定义】命令，系统弹出【自定义】对话框，用户可在【自定义】对话框中设置相应工具栏中命令的种类。例如，在【种类】下拉列表框中选择文件，【控制】选项组中就会出现相应的图标操作按钮，选择并拖动所需图标操作命令至工具栏中，可实现工具栏中的图标操作按钮快捷键的设置，如图 1-7 所示。

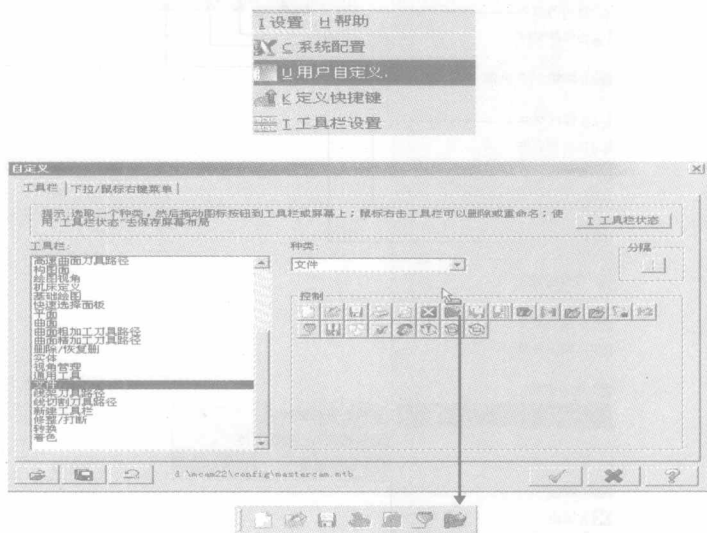


图 1-7 工具栏的自定义设置

1.2.4 坐标输入及捕捉栏

Mastercam X2 的坐标输入及捕捉栏可以用键盘输入绘图的坐标值或通过鼠标在工作区捕捉显示相应点的坐标值，如图 1-8 所示。



图 1-8 坐标输入及捕捉栏

1.2.5 目标选择栏

Mastercam X2 的目标选择栏是对图形对象的选择。选择方式是多样化的，对于具体操作，将在后面章节具体介绍。目标选择栏如图 1-9 所示。



图 1-9 目标选择栏