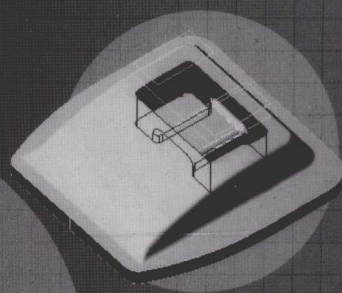
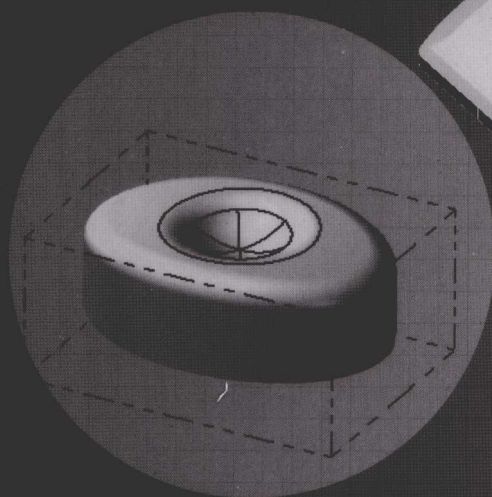
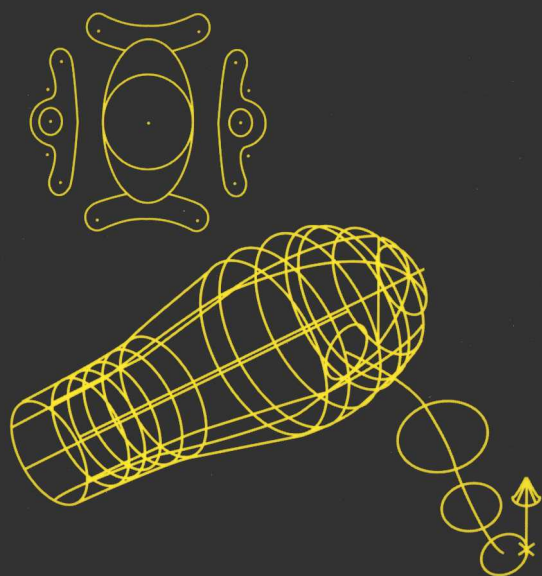


全国高职高专 **工作过程导向** 规划教材

数控加工 自动编程

何佳兵 主 编
肖军民 副主编

SHUKONG JIAGONG ZIDONG BIANCHENG



化学工业出版社

数控加工自动编程

● 本教材是基于工作过程导向式教学而编写的高职高专教改教材,以零件数控加工自动编程为主线,以5个学习情境(包含15个任务)为主要内容分别讲解了简单二维零件、复杂二维零件、简单三维曲面零件、复杂三维曲面零件、其他加工方法的数控加工自动编程,每个情境由若干个来自实际生产、相互关联而又相对独立的典型工作任务组成,任务有梯次,由简到繁、由易到难、循序渐进、深入浅出、承前启后,驱动读者动脑解决实际问题。

● 本教材可供高职高专院校机械类专业使用,也可供成人教育机械类专业使用或参考。

全国高职高专 **工作过程导向** 规划教材 (机械专业)

- | | | |
|-------------------|-------------------|---------------------|
| ▪ 机械图样识读与测绘 | ▪ 机械制造工艺与装备 | ▪ 塑料成型模具设计 |
| ▪ 工程力学 | ▪ 机电设备故障诊断与维修 | ▪ 金属压铸模具设计 |
| ▪ 机械制造基础 | ▪ 数控加工手工编程 | ▪ 模具制造技术 |
| ▪ 机械设计基础 | ▪ 数控加工自动编程 | ▪ 模具试模与维修 |
| ▪ 电气控制技术(非电类专业适用) | ▪ 数控机床维护与故障诊断 | ▪ 机械图样识读与测绘(化工专业适用) |
| ▪ 液压气动技术及应用 | ▪ 冷冲压模具设计 | ▪ 电工电子技术(非电类专业适用) |

编写单位

(排名不分先后)

邢台职业技术学院
北京工业职业技术学院
北京电子科技职业学院
天津渤海职业技术学院
中山职业技术学院
长治职业技术学院
内蒙古机电职业技术学院
杭州职业技术学院
陕西交通职业技术学院
河南机电高等专科学校

黄河水利职业技术学院
黄冈职业技术学院
天津城市建设管理职业技术学院
北京联合大学机电学院
黑龙江工程学院
承德石油高等专科学校
山西工程职业技术学院
浙江机电职业技术学院
南京化工职业技术学院

ISBN 978-7-122-05711-2



9 787122 057112 >

定价: 39.00元

“全国高职高专工作过程导向规划教材” 编写委员会

主 任 俸培宗

副主任 (按姓名笔画排列)

于增信	么居标	付宏生	朱凤芝	刘 强
刘玉宾	刘京华	孙喜平	张 耀	张春芝
张雪莉	罗晓晔	周伟斌	周国庆	赵长明
胡兴盛	徐红升	黄 斌	彭林中	曾 鑫
解海滨				

委 员 (按姓名笔画排列)

于增信	么居标	王 会	卞化梅	布 仁
付宏生	冯志新	兰俊平	吕江毅	朱 迅
朱凤芝	朱光衡	任春晖	刘 强	刘玉宾
刘京华	刘建伟	安永东	孙喜平	孙琴梅
杜 潜	李占锋	李全利	李慧敏	李德俊
何佳兵	何晓敏	张 彤	张 钧	张 耀
张小亮	张文兵	张红英	张春芝	张雪莉
张景黎	陈金霞	武孝平	罗晓晔	金英姬
周伟斌	周国庆	孟冬菊	赵长时	赵旭升
胡 健	胡兴盛	侯 勇	贺 红	俸培宗
徐红升	徐志军	凌桂琴	高 强	高吕和
高英敏	郭 凯	郭宏彦	陶英杰	黄 伟
黄 斌	常惠玲	彭林中	葛惠民	韩翠英
曾 鑫	路金星	鲍晓东	解金柱	解海滨
薄志霞				

全国高职高专 *工作过程导向* 规划教材

数控加工 自动编程

何佳兵 主 编
肖军民 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

数控加工自动编程 / 何佳兵主编. —北京: 化学工业出版社, 2009.8

全国高职高专工作过程导向规划教材

ISBN 978-7-122-05711-2

I. 数… II. 何… III. 数控机床-程序设计-高等学校: 技术学院-教材 IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 089533 号

责任编辑: 王 烨

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 宋 玮

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 19½ 字数 488 千字 2009 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

随着市场经济体制的完善、科学技术的进步、产业结构的调整及劳动力市场的变化,职业教育面临着“以服务社会主义现代化建设为宗旨、培养数以亿计的高素质劳动者和数以千万计的高技能专门人才”的新任务。高等职业教育是全面推进素质教育,提高国民素质,增强综合国力的重要力量。2005年颁布的《国务院关于大力发展职业教育的决定》中国家进一步推行以就业为导向、继续实行多形式的人才培养工程和推进职业教育的体制改革与创新,提出“职业院校要根据市场和社会需要,不断更新教学内容,合力调整专业结构”。在《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件中,教育部明确指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容。”

新时期下我国经济体制转轨变型也带来对人才需求和人才观的新变化。大量新技术、新工艺、新材料和新方法的不断涌现使得社会对新型技能人才的需求更加迫切,而以传统学科式职业教学体系培养出来的人才无论从数量、结构和质量都不能很好满足经济建设和社会发展的需要,而满足社会的需要才是职业教育的最终目的。在新形势下,进行职业教育课程体系的教学改革是职业教育生存和发展的唯一出路。改革现行的培养体系、课程模式、教学内容、教材教法,培养造就技术素质优秀的劳动者,已成为高等职业学校教育改革的当务之急。

针对上述情况,高职院校应大力进行课程改革和建设,培养学生的综合职业能力和职业素养。课程设计以职业能力培养为重点,与企业合作进行基于工作过程的课程开发与设计,充分体现职业性、实践性和开放性的要求,重视学生在校学习与实际工作的一致性,有针对性地采取工学交替、任务驱动、项目导向、课堂与实习地点一体化等行动导向的教学模式。课程的教学内容来自于企业生产、经营、管理、服务的实际工作过程,并以实际应用的经验和策略等过程性知识为主。以具体化的工作项目(任务)或服务为载体,每个项目或任务都包括实践知识、理论知识、职业态度和情感等内容,是相对完整的一个系统。在课程的“项目”或“任务”设置上,充分考虑学生的个性发展,保留学生的自主选择空间,兼顾学生的职业发展。

为此,化学工业出版社在全国范围内组织了二十所职业院校机械、电气、汽车三个专业的百余位老师编写了这套“全国高职高专工作过程导向规划教材”,为推动我国高等职业院校教学改革做了有益的尝试。

在教材的编写思路,我们积极配合新的课程教学模式、教学内容、教学方法的改革,结合学校和企业工业现场的设备,打破学科体系界限和传统教材以知识体系编写教材的思路,以知识的应用为目的,以工作过程为主线,融合了最新的技术和工艺知识,强调知识、能力、素质结构整体优化,强化设备安装调试、程序设计指导、现场设备维修、工程应用能

力训练和技术综合一体化能力培养。

在内容的选择上，突出了课程内容的职业指向性，淡化课程内容的宽泛性；突出了课程内容的实践性，淡化课程内容的纯理论性；突出了课程内容的实用性，淡化课程内容的形式性；突出了课程内容的时代性和前瞻性，淡化课程内容的陈旧性。

在编写力量上，我们组织了一批高等职业院校一线的教学名师，他们大都在自己的教学岗位上积极探索和应用着新的教学理念和教学方法，其中一部分教师曾被派到德国进行双元制教学的学习，再把国外的教学模式与我国职业教育的现实进行有机结合，并把取得的经验和成果毫无保留地体现在教材编写中。

同时，我们还邀请企业人员参与教材编写，并与相关职业资格标准、行业规范相结合，充分体现了校企合作和工学结合，突出了创新性、先进性和实用性。

本套教材从编写内容和编写模式方面，都充分体现了全国高职院校教学改革成果，符合学生的认知规律，适应科技发展的需要，必将为职业院校培养高素质人才提供强有力的保证。

编委会



前言

课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。为贯彻教育部教学改革的重要精神,同时为配合职业院校教学改革和教材建设,更好地为职业院校深化改革服务,化学工业出版社组织二十所职业院校的老师共同编写了这套“全国高职高专工作过程导向规划教材”,该套教材涉及机械、电气、汽车专业领域,其中机械专业包括:《机械图样识读与测绘》、《机械图样识读与测绘》(化工专业适用)、《工程力学》、《机械制造基础》、《机械设计基础》、《电气控制技术》(非电类专业适用)、《液压气动技术及应用》、《机械制造工艺与装备》、《机电设备故障诊断与维修》、《数控加工手工编程》、《数控加工自动编程》、《数控机床维护与故障诊断》、《冷冲压模具设计》、《塑料成型模具设计》、《金属压铸模具设计》、《模具制造技术》、《模具试模与维修》、《电工电子技术》(非电类专业适用)等18种教材。

数控编程能力是高职数控技术专业培养的核心能力,《数控加工自动编程》是高职数控专业的核心课程,通过本课程所习得的知识和技能直接对应职业岗位——数控加工操作工、数控加工程序员,直接为学生的就业服务。

本教材在编写的结构和布局上设计成六个“学习情景”,包括简单二维零件的数控加工自动编程、复杂二维零件的数控加工自动编程、简单三维曲面零件的数控加工自动编程、复杂三维曲面零件的数控加工自动编程、其他加工方法的自动编程加工。每个情景由若干个来自实际生产、相互关联而又相对独立的典型工作任务组成,任务有梯次,由简到繁、由易到难、循序渐进、深入浅出、承前启后,驱动读者动脑解决实际应用问题。每个任务设有【任务描述】、【任务目标】、【知识准备】、【任务实施】和【学习小结】:

【任务描述】以图文相结合等形式介绍任务及要求,并安排具体任务。

【任务目标】介绍任务的知识目标和技能目标,即可以学会哪些主要知识点与技能等。

【知识准备】将完成任务所需知识点系统归纳,并引导学生通过自学为主方式加以掌握,这些知识点都是执行任务所必需,因此很好体现了够用为度的原则。

【任务实施】根据“任务描述”中的要求,分析实现任务的途径及拟采取的方法,介绍完成任务所需场地、设备、实施步骤。使用启发和引导的方式,介绍完整的具有实用性、启发性的任务的具体实现步骤。

【学习小结】对任务的难点、实用经验、技巧加以概括总结,启发读者举一反三。对涉及的重要知识点进行简单而系统的指导,升华读者的认识。

每个任务基于完整的工作过程，具有可操作性和可行性，内容安排合理。在教学过程中，建议不同院校根据本学校不同专业的设置和教学学时数的情况，可以选择适当的任务进行教学。附录中设有【评价标准】，可供师生参考。

本书由中山职业技术学院何佳兵（概述、学习情境1、学习情境2、学习情境6、附录）、肖军民（学习情境3、学习情境4、学习情境5）、张书（学习情境1中任务1.3的部分内容）等编写。何佳兵任主编，制定编写大纲，负责全书的组织和统稿。

在本书的编写过程中，桑宝环、刘小娟协助做了部分的表格和文字处理工作，在此表示衷心的感谢！

由于编者的学术水平、专业知识、实践经验有限，书中难免有疏漏和不当之处，恳请广大读者批评指正。

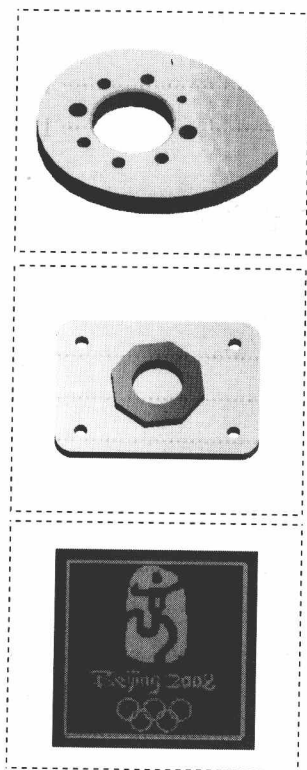
主编

目录

数控加工自动编程软件概述

■ MasterCAM X2 软件的基本操作	1
■ MasterCAM X2 系统加工的基本流程	7
■ MasterCAM X2 系统加工公用设置	8

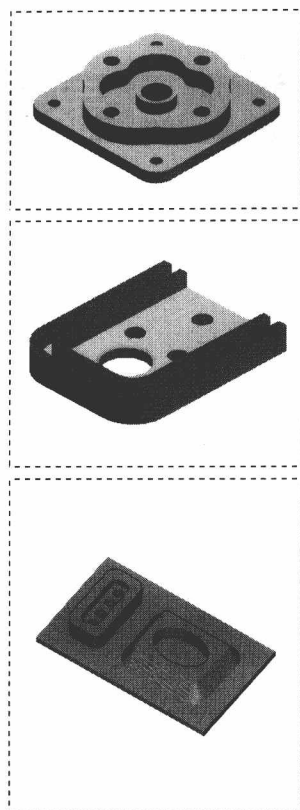
学习情境 1 简单二维零件的数控加工自动编程



任务 1.1 平面凸轮的数控加工自动编程	17
【任务描述】	17
【任务目标】	17
【知识准备】	17
【任务实施】	26
【学习小结】	36
任务 1.2 端盖零件的数控加工自动编程	37
【任务描述】	37
【任务目标】	38
【知识准备】	38
【任务实施】	42
【学习小结】	53
任务 1.3 2008 奥运中国印的雕刻加工自动编程	60
【任务描述】	60
【任务目标】	60
【知识准备】	60
【任务实施】	63
【学习小结】	70

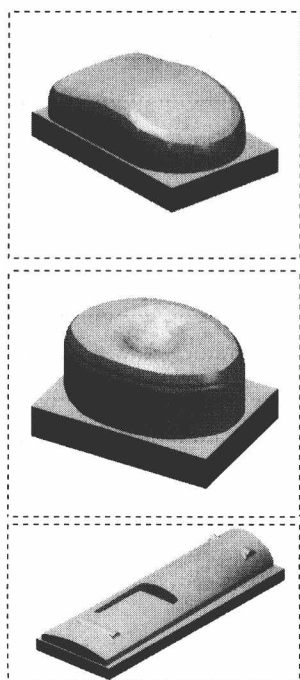
学习情境 2 复杂二维零件的数控加工自动编程

任务 2.1 梅花套零件的数控加工自动编程	73
-----------------------------	----



【任务描述】	73
【任务目标】	73
【知识准备】	73
【任务实施】	75
【学习小结】	89
任务 2.2 导向槽板零件的数控加工自动编程	93
【任务描述】	93
【任务目标】	94
【知识准备】	94
【任务实施】	95
【学习小结】	103
任务 2.3 数控铣床中级工考题零件的编程加工	104
【任务描述】	104
【任务目标】	104
【知识准备】	104
【任务实施】	108
【学习小结】	123
【评价标准】	124
【任务评定】	125

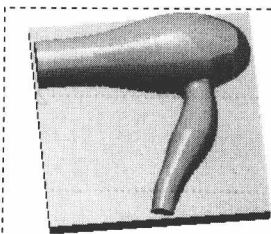
学习情境 3 简单三维曲面零件的数控加工自动编程



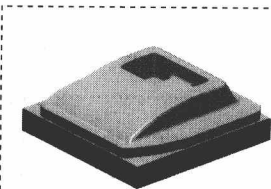
任务 3.1 电脑鼠标凸模的数控加工自动编程	127
【任务描述】	127
【任务目标】	127
【知识准备】	127
【任务实施】	130
【学习小结】	140
任务 3.2 旋钮凸模零件的数控加工自动编程	141
【任务描述】	141
【任务目标】	141
【知识准备】	142
【任务实施】	145
【学习小结】	155
任务 3.3 电视机遥控器凸模零件的数控加工自动编程	156
【任务描述】	156
【任务目标】	156
【知识准备】	157

【任务实施】	160
【学习小结】	172

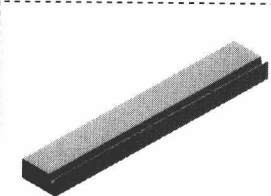
学习情境 4 复杂三维曲面零件的数控加工自动编程



任务 4.1 电吹风模型的数控加工自动编程	174
【任务描述】	174
【任务目标】	174
【知识准备】	175
【任务实施】	177
【学习小结】	194

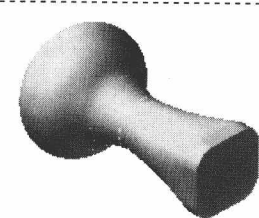


任务 4.2 手机充电器模型的数控加工自动编程	195
【任务描述】	195
【任务目标】	195
【知识准备】	196
【任务实施】	198
【学习小结】	215

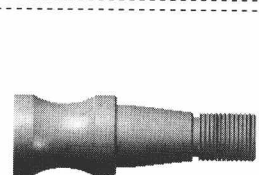


任务 4.3 冰箱中盖板弯曲凹模的数控加工自动编程	215
【任务描述】	215
【任务目标】	216
【知识准备】	216
【任务实施】	220
【学习小结】	230

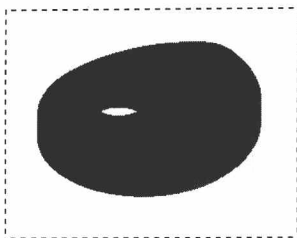
学习情境 5 其他加工方法的自动编程加工



任务 5.1 手柄头零件的数控铣床多轴编程	233
【任务描述】	233
【任务目标】	233
【知识准备】	233
【任务实施】	234
【学习小结】	237



任务 5.2 轴零件的数控车削加工自动编程	244
【任务描述】	244
【任务目标】	244
【知识准备】	244
【任务实施】	265
【学习小结】	275



任务 5.3 平面凸轮的线切割加工自动编程.....	276
【任务描述】	276
【任务目标】	276
【知识准备】	276
【任务实施】	283
【学习小结】	289

附录 1 任务评定表.....	292
-----------------	-----

附录 2 常用材料及刀具切削参数推荐值	293
---------------------------	-----

附表 1 山高整体硬质合金铣刀端铣切削参数推荐值	293
--------------------------------	-----

附表 2 山高整体硬质合金铣刀侧铣切削参数推荐值	293
--------------------------------	-----

附表 3 硬质合金外圆车刀切削速度的参考值	294
-----------------------------	-----

附表 4 硬质合金车刀粗车外圆、端面的进给量参考值	294
---------------------------------	-----

附表 5 高速钢钻头钻削不同材料的切削用量选择	295
-------------------------------	-----

附表 6 硬质合金钻头钻削不同材料的切削用量选择	295
--------------------------------	-----

附表 7 高速钢铰刀切削用量的选择	296
-------------------------	-----

参考文献	297
------------	-----

数控加工自动编程软件概述

介绍常用的 CAM 软件及应用情况，并着重介绍 MasterCAM X2 软件的工作环境、加工公用设置、从设计到制造的基本步骤。

目前制造业应用较多的 CAM 软件有 MasterCAM、UG、Pro/ENGINEER、Cimatron、CATIA 等。UG 是美国 UGS 公司推出的集 CAD/CAM/CAE 于一体的参数化设计软件，它不仅有很好的 CAM 功能，其设计和分析功能更为突出。Pro-E 是美国 PTC 公司开发的 CAD/CAM 软件，作为全参数化的三维造型平台，在中国也有很多用户。Cimatron 是加拿大 Cimatron Technologies 公司开发的较早用于微机的 CAD/CAM 软件，其 CAD 部分支持复杂曲线和复杂曲面造型设计，在中小型模具制造业有较大的市场。CATIA 最早由法国达索飞机公司研制，是一个高档的 CAD/CAE/CAM 系统，广泛应用于航空、汽车领域。MasterCAM 是美国 CNC Software 公司开发的应用非常广泛的一款中档 CAD/CAM 软件，其特点是造型功能稍差，但加工功能很强且易学易用，对硬件要求也不高，深受用户欢迎。

MasterCAM X2 软件的基本操作

1. MasterCAM X2 主界面

当进入图 0-1 所示 MasterCAM X2 工作界面，可以看到它采用的是 Windows 界面模式，整个界面环境分为绘图区、主菜单区、工具栏、状态栏、操作管理器区、Ribbon Bar 区及右侧临时工具栏图标区 7 大区域。



图 0-1 MasterCAM X2 工作界面

- ☐ 绘图区：是设计图形的显示区域，也是外部图形导入编辑的区域。
- ☐ 主菜单区：提供了软件的几乎所有功能，其他功能均由此延伸。
- ☐ 工具栏：将菜单命令用图标来形象表示，不必在菜单中层层查找。
- ☐ 状态栏：在绘图界面的最下方，显示当前所绘图形所在构图面、刀具面、工作深度、图素

所处层别、颜色、线型线宽等属性。

□ 操作管理器：提供了如路径模拟、实体验证、锁定加工、关闭路径及后处理等一系列关于刀具路径的便捷操作。

□ Ribbon Bar：它实时提供系统响应信息，操作时应随时注意该区提示，有时还需利用键盘输入相关数据。

□ 临时工具栏：汇集最近使用过的命令，便于反复调用。

2. MasterCAM X2 文件操作和图形数据交换

MasterCAM X2 文件操作和图形数据交换是通过 File 下拉菜单实现，如图 0-2 所示。

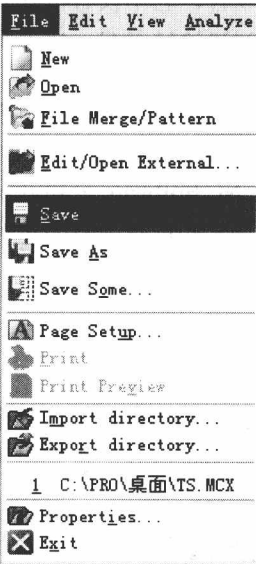


图 0-2 文件菜单

(1) 新建文件 选择【File】→【New】命令，创建一个新的文件。

(2) 打开文件 选择【File】→【Open...】命令，指定打开一个已经存在文件。该命令也用于 MasterCAM X2 读入其他 CAD / CAM 的图形数据文件，其操作方法是：在 Open 命令弹出的打开文件对话框的文件类型列表框中选择相应的文件类型，在文件列表中选择要打开的文件名，单击  按钮。

MasterCAM X2 能打开的图形数据文件类型很多，包括其早期版本的 MC9、MC8、MC7 文件，AutoCAD 的 DWG 和 DXF 文件，IGES 文件，Parasolid (实体) 数据的 x_t、X_b 文件，Pro/E 图形文件，SolidWorks 图形文件，SolidEdge 图形文件等，如图 0-3 所示。

(3) 保存文件 选择【File】→【Save】命令，将保存图形对象到当前文件。如果当前文件为新建文件，MasterCAM X2 会弹出文件保存对话框，如图 0-4 所示，要求用户输入文件名，然后保存。

选择【File】→【Save As】命令，将图形对象另存为一个新的文件。

有时用户只对图形窗口中的部分对象感兴趣，想加以保留，则可选择【File】→【Save Some】命令。

保存文件命令也可把 MasterCAM X2 图形文件保存为其他 CAD / CAM 软件可以读取的图形数据文件。其操作方法是：在保存文件对话框的文件类型列表框中选择相应的文件类型，在文件名输入框中输入文件名，单击  按钮。MasterCAM X2 能输出的图形数据文件类型有：其早期版本的 MC9、MC8、MC7 文件，AutoCAD 的 DWG 和 DXF 文件，IGES 文件，Parasolid (实体) 数据的 x_t、x_b 文件等。

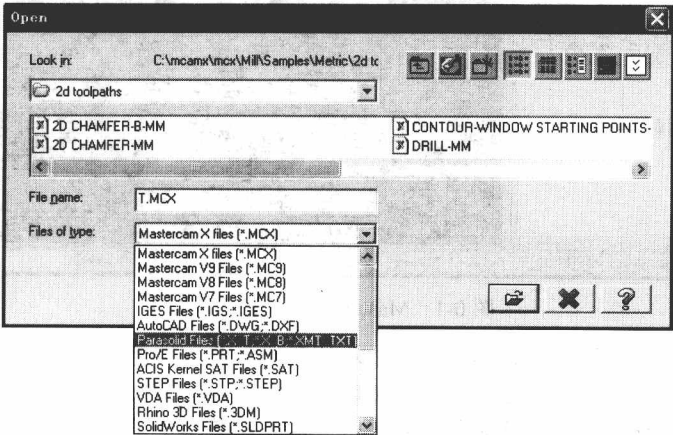


图 0-3 打开文件对话框

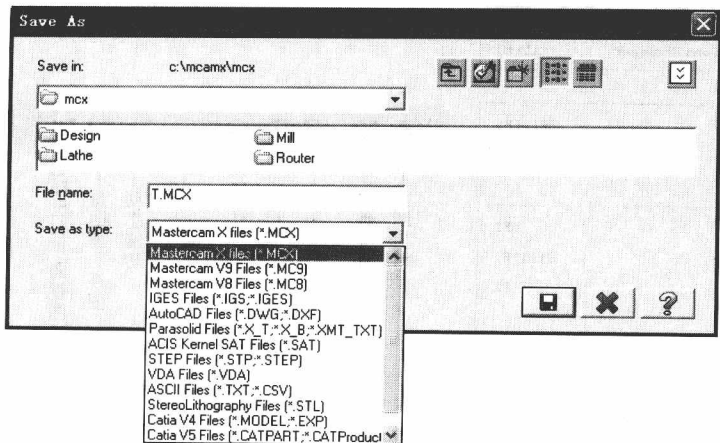


图 0-4 保存文件对话框

(4) 文件转换 MasterCAM X2 有多个文件转换功能。选择【File】→【Export directory】命令，可把“转换文件夹”中 MasterCAM X2 图形文件转换为其他 CAD / CAM 软件可以读取的图形数据文件。如图 0-5(a) 所示，选择【File】→【Import directory】命令，则把“转换文件夹”中其他 CAD / CAM 软件图形数据文件转换为 MasterCAM X2 图形文件，如图 0-5(b) 所示。

(5) NC 文件的外部编辑器 为 MasterCAM X2 经后置处理生成的 NC 数控加工程序文件选择编辑器。选择【File】→【Open External】命令，用户可以选择要使用的编辑器，进行 NC 程序文件编辑。MasterCAM 允许用户使用以下一些编辑器：MasterCAM 编辑器、PFE32、CIMCO—EDIT、MCEDIT、Notepad 和 Other。

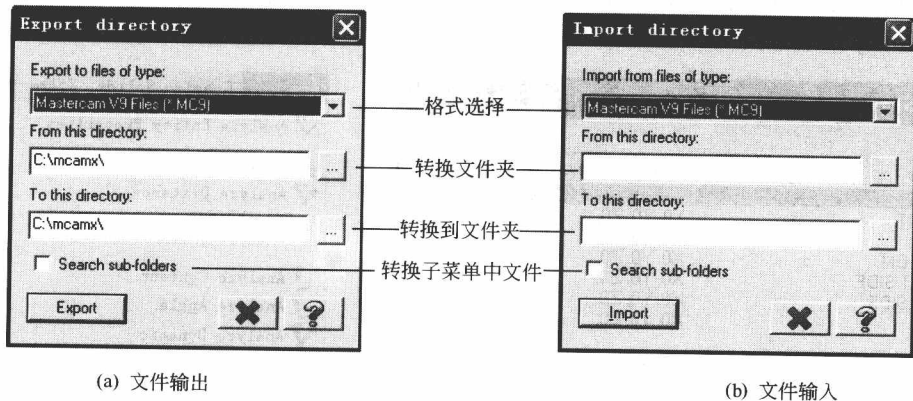


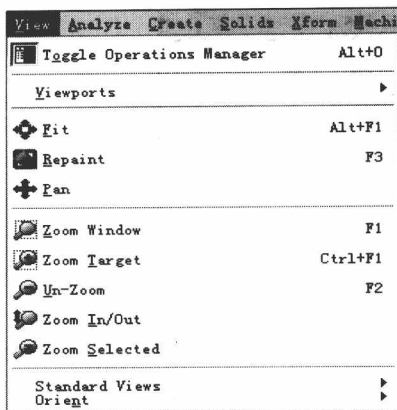
图 0-5 文件转换对话框

(6) 其他 File 下拉菜单还有 Page Setup 命令、Print 命令文件打印、Print Preview 命令、Properties 命令和 Exit 命令等，在此不再一一介绍，请读者自己操作体会。

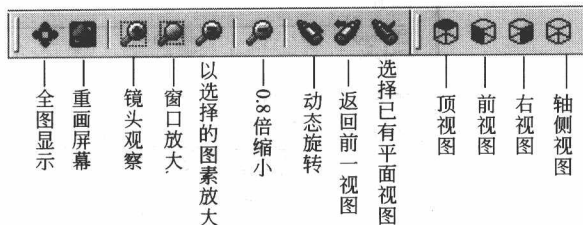
3. MasterCAM X2 图形显示

MasterCAM X2 图形显示功能，只改变图形在屏幕上显示的位置、比例、范围等，不改变原图形的实际尺寸。MasterCAM X2 图形显示功能由如图 0-6(a) 所示的 View 菜单和如图 0-6(b) 所示的图形显示工具条实现。

图形显示工具条是 View 菜单命令的常用功能的快捷键，各工具图标的功能如图 0-6(b) 所示。现对部分工具图标解释如下。



(a) View 菜单



(b) 图形显示工具条

图 0-6 图形显示

(1) 镜头观察 镜头观察是以鼠标指针当前所在位置为中心进行窗口放大显示图形。操作方法是：移动鼠标指针到需显示放大图形的中心位置→单击鼠标左键→拖动鼠标（此时图形窗口会显示一虚线框）→单击鼠标左键→虚线框内图形放大显示。

(2) 动态旋转 单击 图标→在图形窗口单击鼠标左键选择旋转中心点→移动鼠标→图形随鼠标移动而动态旋转→单击鼠标左键→动态旋转结束。

(3) 选择已有的平面视图 单击 图标会弹出一个视图显示对话框，如图 0-7 所示。在对话框中选择不同的视图选项，单击确认，屏幕图形将以选择的视图显示图形。

4. 分析功能

分析功能主要用来对图素的各种相关信息进行分析，得出分析报告，帮助用户进行设计。分析功能由 **Analyze** 菜单实现，如图 0-8 所示。

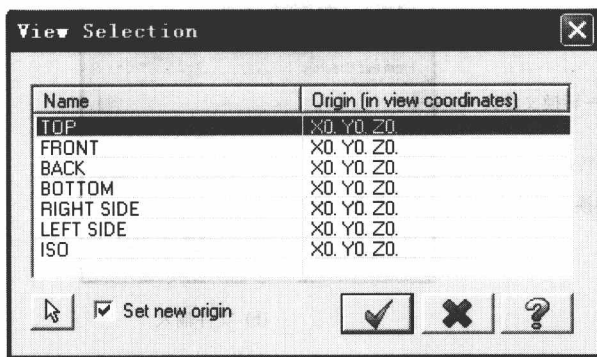


图 0-7 视图选择对话框图

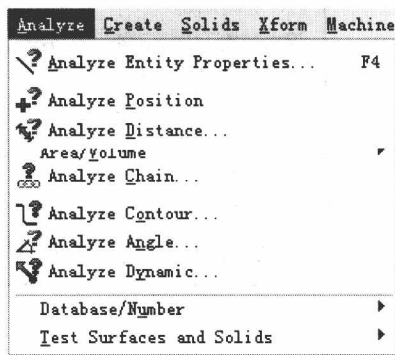


图 0-8 Analyze 菜单

(1) 图素属性分析【Analyze Entity Properties...】命令 系统提示用户选择要进行分析的图素，分析后弹出属性报告对话框。

(2) 点的位置分析【Analyze Position】命令 系统提示用户在图形窗口利用鼠标选择需要分析的点。分析后，弹出点的坐标位置报告对话框。

(3) 距离分析【Analyze Distance...】命令 系统提示用户在图形窗口选择两点，用户选择两点后，自动分析两点之间的距离，并弹出距离分析报告对话框。

(4) 面积，体积分析 面积/体积分析命令组有三个选项：