



21世纪高职高专规划教材·数控系列

MasterCAM 基础教程

主编 冯辉英

主审 唐建生



中国人民大学出版社

21 世纪高职高专规划教材·数控系列

MasterCAM 基础教程

主 编 冯辉英
主 审 唐建生

中国人民大学出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

MasterCAM 基础教程 / 冯辉英主编.

北京: 中国人民大学出版社, 2009

21 世纪高职高专规划教材·数控系列

ISBN 978-7-300-10097-5

I. M...

II. 冯...

III. 模具 - 计算机辅助设计 - 应用软件, MasterCAM - 高等学校: 技术学校 - 教材

IV. TG76 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 196907 号

21 世纪高职高专规划教材·数控系列

MasterCAM 基础教程

主 编 冯辉英

主 审 唐建生

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

邮政编码 100080

电 话 010 - 62511242 (总编室)

010 - 62511398 (质管部)

010 - 82501766 (邮购部)

010 - 62514148 (门市部)

010 - 62515195 (发行公司)

010 - 62515275 (盗版举报)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com> (人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 北京东君印刷有限公司

规 格 185 mm × 260 mm 16 开本

版 次 2009 年 1 月第 1 版

印 张 15

印 次 2009 年 1 月第 1 次印刷

字 数 367 000

定 价 26.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

出版说明

21 世纪制造业的竞争，其实是数控技术的竞争。随着数控技术、电气自动化技术的迅速发展及数控加工设备数量的急剧增长，我国制造类企业急需大批数控编程、操作、维修人才及电气自动化技术人才，而目前劳动力市场这种高等技术应用性人才严重短缺。为此，教育部会同劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部等联合启动了“职业院校制造业和现代服务业技能紧缺人才培养培训工程”，明确了高等职业教育的根本任务就是要从劳动力市场的实际需要出发，坚持以就业为导向，以全面素质为基础，以能力为本位，努力造就数以千万计的制造业和现代服务业一线迫切需要的高素质技能型人才。

大量培养高技能型人才中的一个重要基础问题就是教材建设。为了适应机电类高职教育迅速发展的形势，中国人民大学出版社依托教育部高等职业教育机电类专业的专家指导，进行了广泛的调研，期望探索出建设符合高职教育教学模式、教学方式、教学改革的教材的新路子。中国人民大学出版社先后组织全国 20 多所高职院校的院系领导及骨干教师召开了多次教材建设研讨会，对机电类具有工学结合特色的高职教材的编写指导思想，以及教材的定位、特色、名称、内容、篇幅进行了充分的论证，成立了中国人民大学出版社机电类专业规划教材编委会以及机电类教材建设专家指导委员会，组织出版高等职业教育机电类专业系列教材。

根据高等技术应用性人才培养目标，本套教材既具有高等教育的知识内涵，又具有职业教育的职业能力内涵，主要体现了以下特色：

1. 以综合素质为基础，以能力为本位。本套教材把提高学生能力放在突出的位置，符合教育部机电类专业教学基本要求和人才培养目标，注重创新能力和综合素质培养。
2. 以社会需求为基本依据，以就业为导向。本套教材以机电类企业的生产需求为依据，体现工学结合的特色，明确职业岗位对职业核心能力的要求，重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。
3. 反映了机电领域的新知识、新技术、新工艺、新方法。本套教材注意克服以往专业教材中存在的內容陈旧、更新缓慢的弊端，选择了目前最新的控制系统为典型实例，采用了最新的国家标准及相关技术标准。
4. 贯彻学历教育与职业资格证书、技能证考试相结合的精神。本套教材把职业资格证书、技能证考证的知识点与教材内容相结合，将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准实行对接，使学生在校学习的同时，也能顺利地获得职业资格证书。
5. 教材体系立体化。为了方便教师教学和学生学习，本套教材配备了电子课件、电子教案、教学指导、题库、案例素材等教学资源，并将配备相应的教学支持服务平台。

在本套教材的研发与编写过程中，要感谢诸多专家、领导，感谢他们对机电类专

业规划教材研发所投入的大量精力，同时要感谢关注高等职业教育、参加本套教材研发与编写的各位老师，我们希望能够得到大家一如既往的支持，为我国的高等职业教育发展作出更大的贡献。

中国人民大学出版社

总 序

制造业在国民经济中占有举足轻重的地位，世界上具有重要影响力的国家无一不是制造业强国。制造业的持续发展是我国实现新型工业化的重要组成部分，是今后很长时期带动我国国民经济发展的火车头。中国要想成为制造业强国，目前还面临很多困难，其中很重要的一个就是缺乏高素质专业人才，包括相对稳定的、掌握先进生产技术的技能型人才，而以精益生产为代表的先进制造模式，是将柔性制造技术、高素质劳动者以及企业内部和企业之间的灵活管理方式集成在一起，对技能型人才的工作能力又提出了新的要求。

近年来，我国加工制造类职业教育取得了较大发展，中、高等职业院校加工制造类专业学生总数不仅逐年增加，而且占学生总数的比例也在增加。制造类职业教育取得的进步，特别是数量上的发展，为我国实现走向制造业大国的阶段性战略目标奠定了基础。然而，制造类职业教育还存在着很多问题，特别是在教育质量方面，主要表现在课程设置、教学内容选择、教学设计以及教材建设上没有充分考虑企业需求和学生的职业发展规律；教学不能满足企业技术进步和劳动组织发展需要等方面，这已经成为困扰职业教育教学质量提高的瓶颈。因此，加强课程和教材建设，已经成为众多职业院校教育教学工作的重要内容。

职业院校以市场和需求为导向的课程和教材建设，应当从专业所面向的职业工作任务和岗位要求出发，明确培养规格和关键能力要求，从而为学生的职业生涯发展奠定良好的基础，这不论是在理论上还是实践上都面临着巨大的挑战。这里不仅要引入先进的职业教育理念，需要丰富的专业实践经验，而且需要把先进、实用的技术有针对性地与职业院校的教学工作有机结合起来。在此，这套由中国人民大学出版社组织编写的针对机械制造、数控、自动化等专业的“21世纪高职高专规划教材”都进行了有益的探索。希望这套教材的出版不但能帮助职业院校更快、更好、更容易地培养出社会所紧缺的技能型人才，而且也能为我国职业教育的教学改革提供有价值的经验。

北京师范大学 技术与职业教育研究所所长



目 录

| | |
|------------------------------------|----|
| 第1章 MasterCAM X 系统概述 | 1 |
| 1.1 MasterCAM X 的主要功能 | 1 |
| 1.2 MasterCAM X 的 CAD/CAM 过程 | 2 |
| 1.3 MasterCAM X 的工作界面 | 3 |
| 1.4 MasterCAM X 的系统设置 | 5 |
| 第2章 MasterCAM X 的基本操作 | 15 |
| 2.1 工具栏的打开与关闭 | 15 |
| 2.2 点的指定方法 | 16 |
| 2.3 选择图素的方法 | 18 |
| 2.4 串连 | 19 |
| 2.5 设置几何图素属性 | 21 |
| 2.6 修改几何图形属性 | 23 |
| 2.7 视图显示操作 | 23 |
| 第3章 二维图形的绘制 | 25 |
| 3.1 点的绘制 | 25 |
| 3.2 直线的绘制 | 27 |
| 3.3 圆弧的绘制 | 30 |
| 3.4 矩形的绘制 | 35 |
| 3.5 矩形形状设置 | 35 |
| 3.6 多边形的绘制 | 36 |
| 3.7 椭圆的绘制 | 37 |
| 3.8 样条曲线的绘制 | 38 |
| 3.9 圆角的绘制 | 40 |
| 3.10 倒角的绘制 | 41 |
| 3.11 文字的绘制 | 42 |
| 3.12 边界盒的绘制 | 43 |
| 第4章 二维图形的编辑 | 44 |
| 4.1 删除几何图素 | 44 |
| 4.2 编辑几何图素 | 44 |
| 4.3 转换几何图形 | 49 |
| 4.4 二维绘图综合练习 | 55 |
| 第5章 三维曲面设计 | 58 |
| 5.1 构图面、Z 深度及视图 | 58 |

| | | |
|------------|---------------|------------|
| 5.2 | 线架的构建 | 63 |
| 5.3 | 曲面的构建 | 68 |
| 5.4 | 曲面的编辑 | 81 |
| 5.5 | 曲面曲线 | 92 |
| 5.6 | 曲面设计综合实例 | 96 |
| 第6章 | 实体设计 | 104 |
| 6.1 | 基本实体 | 104 |
| 6.2 | 挤出实体 | 107 |
| 6.3 | 旋转实体 | 110 |
| 6.4 | 扫描实体 | 111 |
| 6.5 | 举升实体 | 112 |
| 6.6 | 实体圆角 | 113 |
| 6.7 | 实体倒角 | 116 |
| 6.8 | 实体薄壳 | 118 |
| 6.9 | 实体修剪 | 119 |
| 6.10 | 由曲面生成实体 | 121 |
| 6.11 | 薄片实体 | 122 |
| 6.12 | 移除实体面 | 123 |
| 6.13 | 牵引面 | 124 |
| 6.14 | 实体布尔运算 | 125 |
| 6.15 | 绘制工程图 | 126 |
| 6.16 | 实体管理器 | 128 |
| 6.17 | 实体设计综合实例 | 132 |
| 第7章 | 加工基础 | 138 |
| 7.1 | 刀具的设置 | 138 |
| 7.2 | 刀具参数的设置 | 142 |
| 7.3 | 工件的设置 | 143 |
| 7.4 | 加工操作管理器 | 145 |
| 7.5 | 机床设备类型 | 149 |
| 第8章 | 二维加工 | 152 |
| 8.1 | 外形铣削 | 152 |
| 8.2 | 挖槽加工 | 162 |
| 8.3 | 钻孔加工 | 170 |
| 8.4 | 平面铣削 | 173 |
| 第9章 | 三维曲面加工 | 176 |
| 9.1 | 曲面加工类型 | 176 |
| 9.2 | 曲面加工的共同参数 | 177 |
| 9.3 | 曲面粗加工 | 179 |
| 9.4 | 曲面精加工 | 204 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 第10章 三维曲面加工综合实例 | 214 |
| 10.1 烟灰缸实体的加工 | 214 |
| 10.2 鼠标曲面的加工 | 219 |
| 参考文献 | 225 |

第 1 章 MasterCAM X 系统概述

【本章主要内容】

- MasterCAM X 软件简介
- MasterCAM X 的主要功能
- MasterCAM X 的 CAD/CAM 过程
- MasterCAM X 软件简介
- MasterCAM X 的工作界面
- MasterCAM X 的系统设置

1.1 MasterCAM X 的主要功能

MasterCAM 是美国 CNC Software 公司研制开发的 CAD/CAM（计算机辅助设计/计算机辅助制造）系统，自 1984 年诞生以来，就以其强大的加工功能闻名于世。它集二维绘图、三维实体、曲面设计、体素拼合、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟加工等功能于一身，对系统运行环境要求较低，使用户无论是在造型设计、CNC 铣床、CNC 车床和 CNC 线切割等加工操作中，都能获得最佳效果。MasterCAM X 即 MasterCAM 10.0，是 MasterCAM 软件的最新版本。它是一个 Windows 应用程序，具有 Windows 的标准工作界面：图标、窗口、对话框、菜单、工具栏、绘图工作区、状态栏等。MasterCAM X 基于 PC 平台，支持中文环境。它被广泛应用于机械、汽车、航空以及模具制造中。

MasterCAM X 作为 CAD/CAM 集成软件，包含设计（CAD）和加工（CAM）两大部分，主要包含以下功能。

1. 二维绘图和三维造型功能

(1) 强大的二维绘图功能。使用 MasterCAM X 可以快速高效地绘制、编辑复杂的二维图形，并能够方便地对二维图形进行尺寸标注、图形注释和图案填充等工作，还可以打印工程图样。

(2) 曲面造型手段丰富。MasterCAM 可以非常直观地用多种方法创建规则曲面，也可以创建网络曲面、扫掠曲面、举升曲面等多种不规则的光滑曲面；而且可以对曲面或多个曲面进行等半径或不等半径的圆角过渡，还具有曲面倒角、偏移、修剪等曲面编辑功能。

(3) 先进的实体建模功能。实体造型功能具有特征造型和参数化设计功能，可以对实体进行布尔运算、倒圆角、倒角、薄壳等处理，操作简单，适合零部件的结构设计。

(4) 实体与曲面的综合造型功能。通过综合使用实体造型和曲面造型功能来创建模型。在实体模型上再构建所需要的曲面模型，这样，可以通过曲面设计工具来完成零件外形的详

细设计，可用于设计具有复杂外形的零件。如果需要，还可以将曲面转换为实体造型。

(5) 着色功能。可以对创建的曲面或实体模型进行着色处理；可以使用模型本身的颜色，也可以指定颜色，甚至可以给模型赋予材质，并可以设置光照效果，通过对模型进行移动和任意角度的旋转操作，产生非常逼真的效果。

2. MasterCAM 的数控编程

(1) 加工方式多样化。MasterCAM 提供了多种走刀方式，各种进退刀方法丰富实用，能够迅速加工非常复杂的表面。在曲面加工中 MasterCAM X 提供了八种粗加工方法和十一种精加工方法。

(2) 加工智能化。加工的刀具路径与被加工零件的几何模型一致，当零件几何模型或加工参数被修改后，可以迅速准确地更新相应的刀具路径。在“操作管理器”中，可以综合管理实体模型、刀具参数及加工参数等，修改和编辑上述参数非常方便。

3. 刀具路径管理功能

MasterCAM X 的主要目的是对设计的产品进行加工，利用 MasterCAM X 生成的刀具路径，不仅可以在 PC 机上模拟加工过程，而且能够产生在数控机床上真实加工所需要的加工程序清单。

(1) 刀具路径的图形编辑。可以直观地在屏幕上编辑单个刀位点，也可以方便地修改、增加或删除某一段刀具路径。

(2) 加工参数管理及优化工具。在数控程序中，通常在刀具路径中会有较多极短的直线走刀指令或重复的直线走刀指令，在保证编辑精度的前提下，MasterCAM 的程序优化器会自动把这些指令转化为一条直线指令或一条圆弧指令，从而大大减小了加工程序的长度。

(3) 可靠的刀具路径校验功能。MasterCAM 内置了一个功能齐全的模拟器，可以真实、准确地模拟切削零件的整个过程，不仅能显示刀具和夹具，而且能迅速检查刀具、夹具与被加工模型之间的干涉、过切和碰撞现象。这样可以省去了试切工序，节省了加工时间，降低了材料消耗，提高了加工效率。

(4) 自定义刀具库和材料库。在 MasterCAM 中，用户可以自定义刀具库和材料库，并可以根据刀具库和材料库中的数据自动计算进给速度和主轴转速；也可以根据需要修改刀具库和材料库中的数据。

4. 数据交换与通信功能

(1) 提供了强大的格式转换器。MasterCAM 支持 IGES、ACIS、DXF、DWG 等流行存档文件的转换，进行企业间可靠的数据转换。

(2) 开放的 C-HOOK 接口。用户可以将自编的工作模块与 MasterCAM 无缝的连接。

(3) 与数控机床直接进行通信。将生成的 G 代码文件直接传入数控机床，为 FMS（柔性制造系统）和 CIMS（计算机集成制造系统）的集成提供了支持。

1.2 MasterCAM X 的 CAD/CAM 过程

1. 图形的产生

(1) 绘图。根据软件所提供的指令由鼠标和数字化仪来精确地画出或修整图形。

(2) 扫描。由接触式探针或非接触式扫描仪来获得模型坐标数据，提供给 CAD/CAM 软

件进行编辑。

(3) 转入文档。不同的软件都有属于自己的特定文档格式，但这些软件本身也都提供转入特定格式文档的功能，这些图形交换文档转换格式有 IGES、DXF、SAT、CADL、STL、VDA、ASCII、DWG、Parasild 等。可以与 AutoCAD、CADKEY、Solid Edge、Pro/E、UGNX 等 CAD/CAM 软件进行数据交换。

2. 产生刀具路径

当被加工物体的几何模型产生后，接下来就是要进行加工规划，MasterCAM X 会根据使用者设定的刀具尺寸、完成加工面的表面粗糙度及加工次数等特定参数计算而产生刀具路径。它会将路径资料及刀具参数储存在 NCI 文件中，通过后处理程序转换为 NC 加工程序，以控制刀具切削工件。这种 NC 程序最常用的是 G 指令或 M 指令，由于各个机床厂家的 NC 加工指令代码并不一致，所以转换时必须注意。

一般 CAM 加工的基本流程：(1) 依图形设计资料决定素材大小与材质；(2) 决定加工特征的种类和数量；(3) 决定加工特征的加工方法、顺序及加工机床；(4) 决定加工用的刀具、夹具及加工参数；(5) NC 加工程序。

1.3 MasterCAM X 的工作界面

图 1—1 所示是 MasterCAM X 系统启动后的窗口界面，该界面主要包括：标题栏、菜单栏、工具栏、坐标输入及捕捉栏、目标选择栏、操作栏、操作命令记录栏、绘图区、状态栏、加工操作管理器、实体管理器。

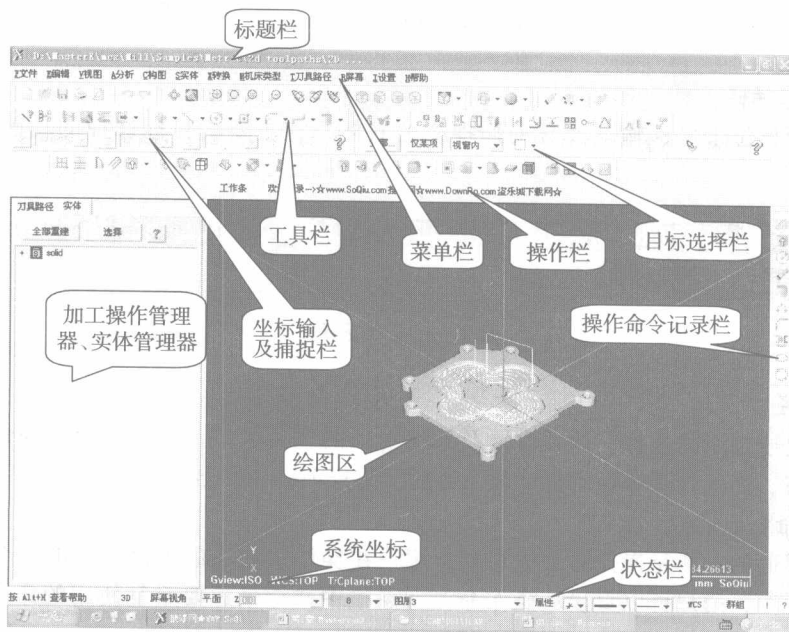


图 1—1 MasterCAM X 系统的窗口界面

1. 标题栏

窗口界面的最上面为标题栏，显示系统模块名称以及系统打开的文件名称与路径。

2. 菜单栏

紧接标题栏下面为菜单栏，它包含了 MasterCAM X 系统的所有菜单命令。依次为【文件】、【编辑】、【视图】、【分析】、【构图】、【实体】、【转换】、【机床类型】、【刀具路径】、【屏幕】、【设置】、【帮助】。各菜单的详细使用方法将在后续章节逐一介绍。

3. 工具栏

紧接菜单栏下面为工具栏，如图 1—2 所示，它是将菜单栏中的命令以图标的方式来表达，点击图标用户可以快捷选取所需要的命令。MasterCAM X 系统有许多工具栏，默认状态下，界面上显示一些最常用的工具条，若要用到其他工具栏，用户可以增加或减少工具栏。增加或减少工具栏操作在第 2 章具体介绍。



图 1—2 常用工具栏

4. 坐标输入及捕捉栏

紧接工具栏下面为坐标输入及捕捉栏，它主要起坐标输入及绘图捕捉的功能，如图 1—3 所示。

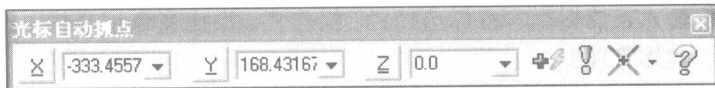


图 1—3 坐标输入及捕捉栏

5. 目标选择栏

目标选择栏位于坐标输入及自动捕捉栏的右侧，它主要有目标选择的功能，如图 1—4 所示。

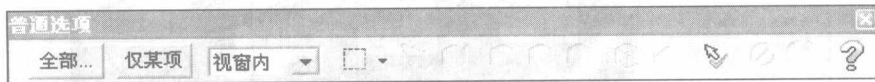


图 1—4 目标选择栏

6. 操作栏

操作栏是子命令的选择、选项设置及人机对话的主要区域，在未选择任何命令时操作栏处于屏蔽状态，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。

7. 操作命令记录栏

显示在界面的右侧是操作命令记录栏，用户在操作过程中最近使用过的十个命令逐一记录在此操作栏中，用户可以直接从操作命令记录栏中选择最近要重复使用的命令，提高了选择命令的效率。

8. 绘图区

在 MasterCAM X 系统显示界面上，最大的空白区域便是绘图区，绘图区就像我们手工绘

图的空白图纸，所有的绘图操作都将在上面完成。绘图区是没有边界的，可以想象成是一张无限大的空白图纸，因此无论多大的图形都可以绘制并显示出来。

绘图区的左下角显示了 MasterCAM X 系统当前的坐标系、当前所设置的视图“Gview”、坐标系类型“WCS”和构图面“Cplane”。

9. 状态栏

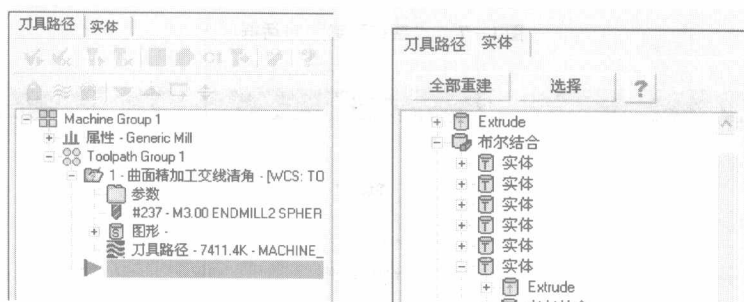
在绘图区的下方是状态栏，它显示了当前所设置的颜色、点的类型、线型、线宽、图层及 Z 深度等的状态，选择状态栏中的选项可以进行相应的状态设置，如图 1—5 所示。



图 1—5 状态栏

10. 加工操作管理器、实体管理器

加工操作管理器能对已经产生的刀具参数进行修改，如重新选择刀具大小及形式，修改主轴转速及进给率等；实体管理器能修改实体尺寸、属性及重排实体构建顺序等。图 1—6 所示为加工操作管理器、实体管理器的显示形式。



(a) 加工操作管理器

(b) 实体管理器

图 1—6 加工操作管理器、实体管理器

1.4 MasterCAM X 的系统设置

在菜单栏选择“设置”/“系统配置”命令，系统弹出如图 1—7 所示的“系统配置”对话框，在选择“主题”列表下的选项进行相应的设置。

1. “公差”标签

“公差”标签如图 1—8 所示，用于设置 MasterCAM 在进行某些具体操作时的精度，如设置曲线、曲面的光滑程度。但是，精度越高，所产生的文件也就越大。

其中，系统公差的值决定了 MasterCAM 系统能够区分的两个位置之间的最大距离。这个值也决定了 MasterCAM 中最小的直线长度，如果直线长度小于该值，则系统认为直线的两个端点是重合的。

2. “文件”标签

在“系统配置”对话框“主题”列表下选择“文件”选项，如图 1—9 所示，可以为

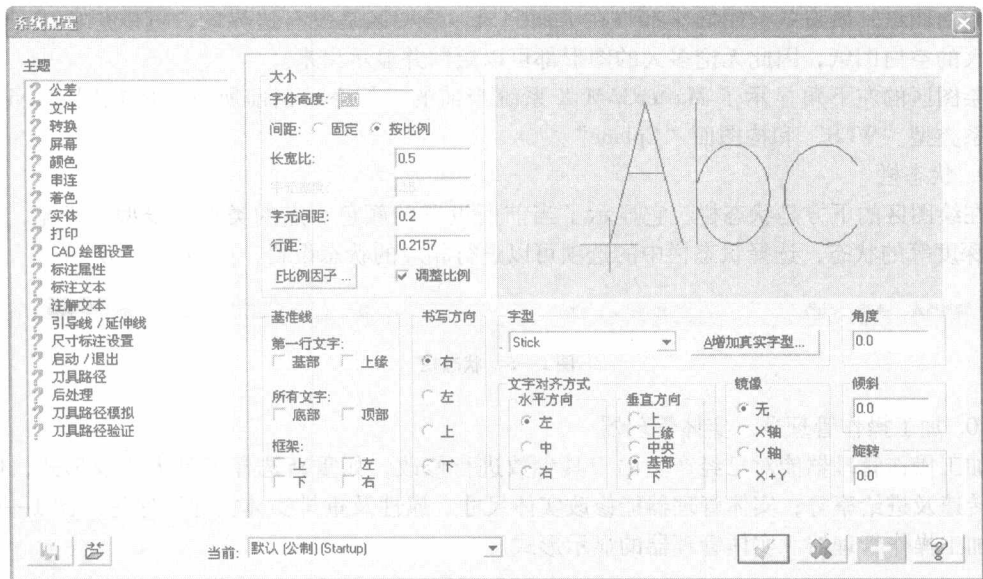


图 1—7 “系统配置”对话框

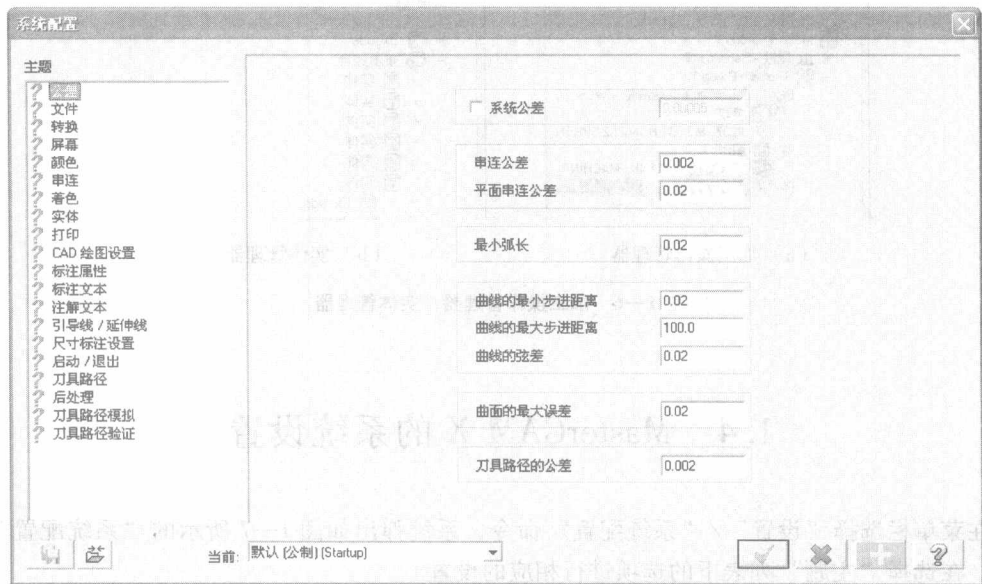



图 1—8 “公差”标签

MasterCAM X 设定相关的资料路径和使用文件的参数值。其中，使用的文件列表显示了系统所用到的各种加工数据库，在选中项目的所在路径文本框用于显示这些数据库所对应的文件名，用户可以单击其右侧的“选择”按钮进行选择。

3. “转换”标签

“转换”标签如图 1—10 所示，在“系统配置”对话框“主题”列表下选择“转换”选项，可以设置 MasterCAM X 与其他软件进行文件转换时的参数。

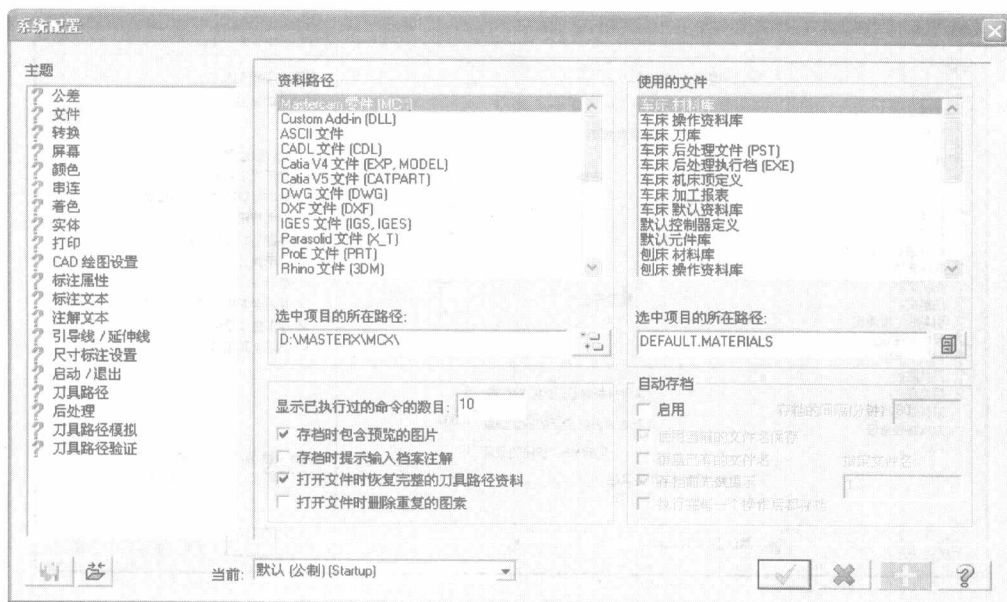


图 1—9 “文件” 标签

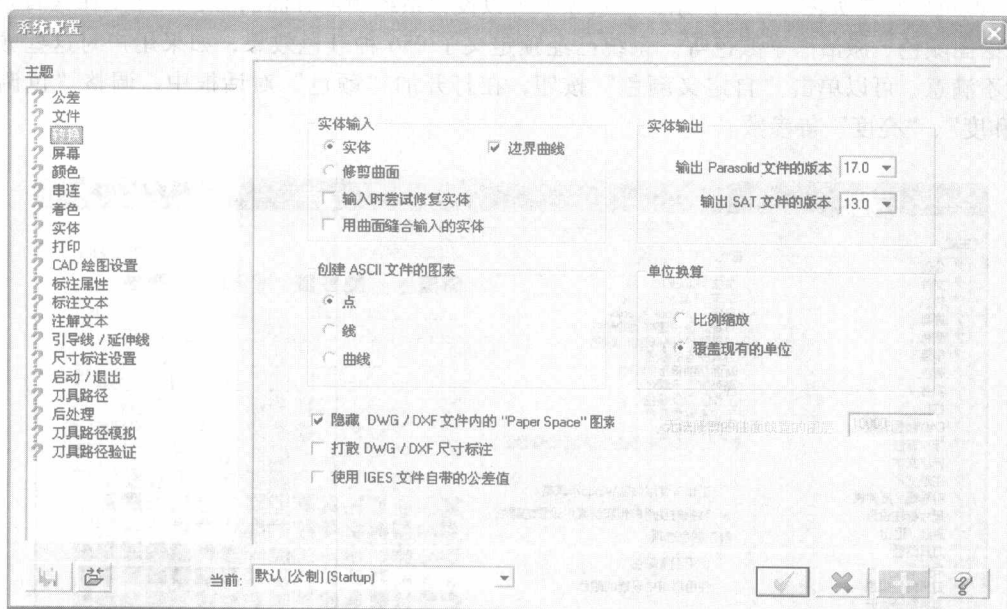


图 1—10 “转换” 标签

4. “屏幕” 标签

“屏幕” 标签如图 1—11 所示，该选项卡可以设置系统屏幕显示方面的参数。其中，若选中允许预选取复选框，则允许用户在编辑时，选择因素，再选择命令执行操作。若不选中允许预选取复选框，则只能是先选择命令，在选择因素对它进行操作。

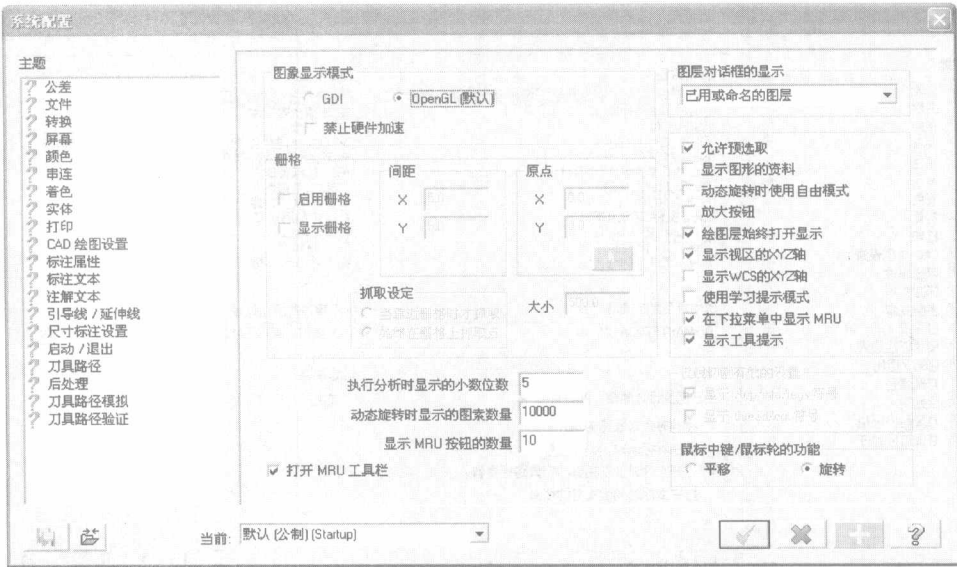


图 1—11 “屏幕” 标签

5. “颜色” 标签

“颜色” 标签如图 1—12 所示，该选项卡可以设置系统颜色方面的参数。如工作区背景颜色、绘图颜色、激活图素颜色等。系统已经预定义了 256 种颜色效果，如果用户对这些颜色设置不满意，可以单击“自定义颜色”按钮，在打开的“颜色”对话框中，调整“色调”、“饱和度”、“亮度”等参数。

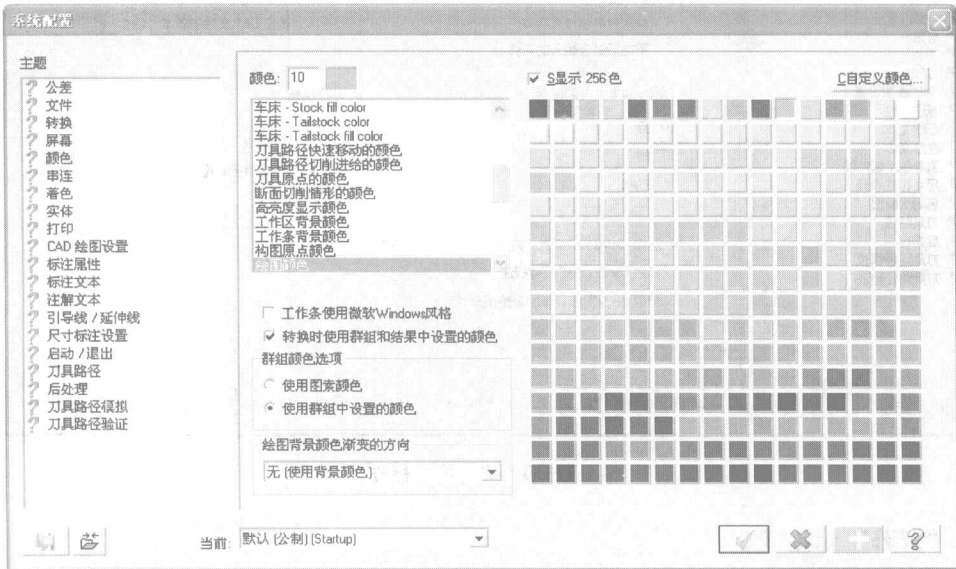


图 1—12 颜色标签