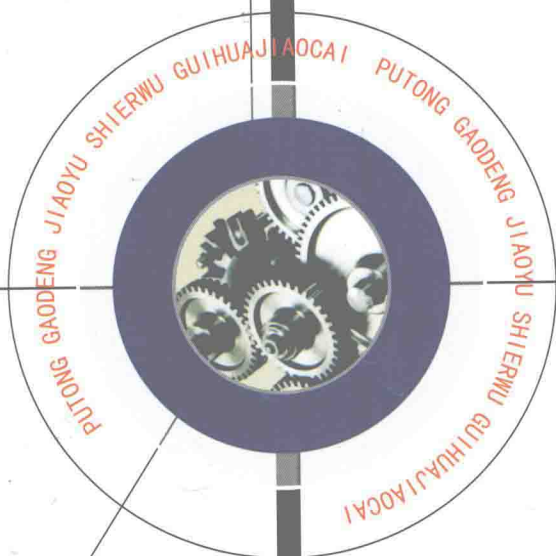




普通高等教育“十二五”规划教材



机电工程系列



赠送电子课件

Mastercam X

数控加工编程技术

主 编 冯辉英 李晓静



西北工业大学出版社

NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

Mastercam X 数控加工编程技术

主 编 冯辉英 李晓静



西北工业大学出版社

NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY PRESS

【内容简介】 本书内容分为10章,主要包括 Mastercam X 系统概述,Mastercam X 的基本操作,二维图形的绘制,二维图形的编辑,三维曲面设计,实体设计,加工基础,二维加工,三维曲面加工,三维曲面加工综合实例。本书立足于基本应用和操作,配以大量具有代表性的实例,并融入了作者丰富的实践经验,使得本书内容具有专业性强、操作性强、指导性强的特点,是一本真正具有实用价值的书籍。

本书既可作为高等职业学校相关专业的教学用书,也可作为工程技术人员自学用书或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Mastercam X 数控加工编程技术/冯辉英,李晓静主编. —西安:
西北工业大学出版社,2012. 8
ISBN 978 - 7 - 5612 - 3394 - 8

I. ①M… II. ①冯…②李… III. ①数控机床—加工
—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TG659 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 173062 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮政编码:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www. nwpup. com

印 刷 者:河南永成彩色印刷有限公司

开 本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张:16.5

字 数:359 千字

版 次:2012 年 8 月第 1 版

2012 年 8 月第 1 次印刷

定 价:35.00 元

前言



Mastercam X 是美国 CNC Software Inc. 公司开发的基于 Windows 平台的 CAD/CAM 软件。它集二维绘图、三维实体造型、曲面设计、体素拼合、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟等诸多功能于一身。Mastercam X 提供了设计零件外形所需的理想环境,其强大稳定的造型功能可设计出复杂的曲线、曲面零件,对广大的中小企业来说是理想的选择,是经济有效的全方位数控编程软件系统,是工业界及学校广泛采用的 CAD/CAM 系统。

Mastercam X 软件已被广泛地应用于通用机械、航空、船舶、军工等行业的设计与 NC 加工。Mastercam X 不但具有强大稳定的造型功能,而且具有强大的曲面粗加工及灵活的曲面精加工功能。该软件提供了多种先进的粗加工技术,显著地提高了零件加工的效率和质量。Mastercam X 还具有丰富的曲面精加工功能,可以选择最优工艺,加工形状复杂的零部件。Mastercam X 的多轴加工功能,为零件的加工提供了更多的灵活性。同时 Mastercam X 对系统运行环境要求较低,用户在造型设计、CNC 铣床、CNC 车床或 CNC 线切割等加工操作中,都能获得最佳效果。

各行各业的工程技术人员也逐步认识到 CAD/CAM 技术在现代工程中的重要性,掌握其中的一种或几种软件的使用方法和技巧,已成为在竞争日益激烈的市场经济形势下生存和发展的必备技能之一。

本书立足于基本应用和操作,配以大量具有代表性的实例,并融入了丰富的实践经验,使得本书内容具有专业性强、操作性强、指导性强的特点,是一本真正具有实用价值的书籍。

本书由冯辉英、李晓静担任主编。其中第 1,2,4,9 章由河南工业职业技术学院冯辉英编写,第 3,10 章由河南工业职业技术学院刘昉编写,第 5,6 章由河南工业职业技术学院李晓静编写,第 7 章由河南工业职业技术学院高志华编写,第 8 章由河南黄河旋风股份有限公司王朝龙编写。

由于时间仓促,书中难免有不足之处,请读者指正。

编 者

2012 年 6 月

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	3
1.3 Mastercam X 的工作界面	3
1.4 Mastercam X 的系统设置	6
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	17
2.3 选择图素的方法	18
2.4 串连	20
2.5 设置几何图素属性	22
2.6 修改几何图素属性	24
2.7 视图显示操作	24
第 3 章 二维图形的绘制	26
3.1 点的绘制	26
3.2 直线的绘制	28
3.3 圆弧的绘制	32
3.4 矩形的绘制	37
3.5 矩形形状设置	38
3.6 多边形的绘制	39
3.7 椭圆的绘制	39
3.8 样条曲线的绘制	40
3.9 圆角的绘制	43
3.10 倒角的绘制	44
3.11 文字的绘制	46
3.12 边界盒的绘制	47
第 4 章 二维图形的编辑	48
4.1 删除几何图素	48

4.2	删除重复图素	48
4.3	编辑几何图素	48
4.4	转换几何图形	54
4.5	二维绘图综合练习	61
第5章	三维曲面设计	64
5.1	构图面、Z 深度及视图	64
5.2	线架的构建	70
5.3	曲面的构建	74
5.4	曲面的编辑	90
5.5	曲面曲线	103
5.6	曲面设计综合实例	107
第6章	实体设计	116
6.1	基本实体	116
6.2	挤出实体	119
6.3	旋转实体	123
6.4	扫描实体	124
6.5	举升实体	125
6.6	实体倒圆角	126
6.7	实体倒角	130
6.8	实体薄壳	132
6.9	实体修剪	133
6.10	由曲面生成实体	135
6.11	薄片实体	136
6.12	移除实体面	137
6.13	牵引面	138
6.14	实体布尔运算	139
6.15	绘制工程图	140
6.16	实体管理器	142
6.17	实体设计综合练习	147
第7章	加工基础	158
7.1	刀具的设置	158
7.2	刀具参数的设置	163
7.3	工件的设置	165
7.4	加工操作管理器	166
7.5	机床设备类型	170
第8章	二维加工	174
8.1	外形铣削	174
8.2	挖槽加工	185

8.3	钻孔加工	193
8.4	平面铣削	198
第9章	三维曲面加工	201
9.1	曲面加工类型	201
9.2	曲面加工的共同参数	203
9.3	曲面粗加工	204
9.4	曲面精加工	231
第10章	三维曲面加工综合实例	242
10.1	烟灰缸实体的加工	242
10.2	鼠标曲面的加工	249
参考文献		255

第 1 章 Mastercam X 系统概述

本章主要内容:

- ☐ Mastercam X 的主要功能
- ☐ Mastercam X 的 CAD/CAM 过程
- ☐ Mastercam X 的工作界面
- ☐ Mastercam X 的系统设置

1.1 Mastercam X 的主要功能

Mastercam X 是美国 CNC Software 公司研制开发的 CAD/CAM 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 X 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。

CNC——Computer Numerical Control, 计算机数字控制;

CAD——Computer Aided Designing, 计算机辅助设计;

CAM——Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造;

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

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 X 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、扫描曲面、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:通常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 X 的数控编程

(1)加工方式多样化:Mastercam X 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 8 种粗加工方法和 11 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,而且还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 X 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,从而大大减小加工程序的长度。

(3)可靠的刀具路径校验功能:Mastercam X 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 X 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 X 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 X 无缝地



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:以鼠标和数字化仪由软件所提供的指令来精确地画出或修整图形。

(2)扫描:以接触式探针或非接触式扫描仪来产生模型坐标数据,以提供 CAD/CAM 软件编辑。

(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, UGII 等 CAD/CAM 软件进行数据交换。

2. 产生刀具路径

在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 文档中,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,因此转换时必须注意。

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。

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。

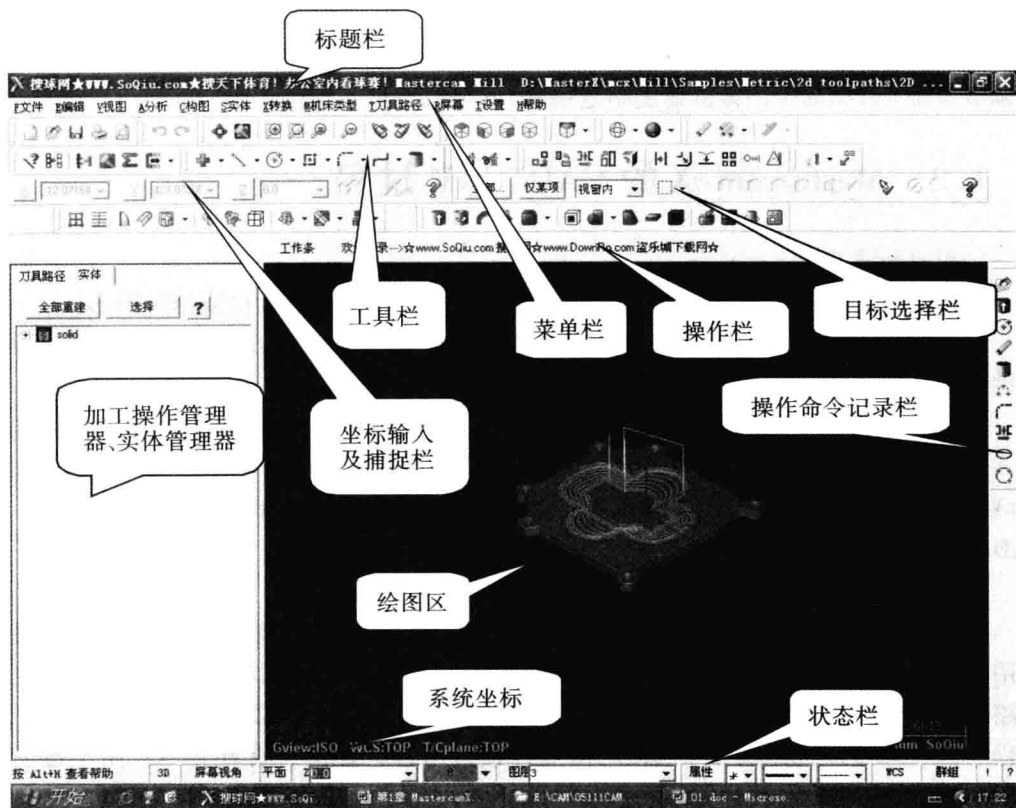


图 1-1 Mastercam X 系统的窗口界面

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,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,用户可以增加或减少工具。增加或减少工具操作在第 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。

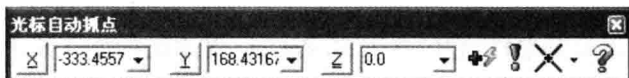


图 1-3 坐标输入及捕捉栏



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,当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。

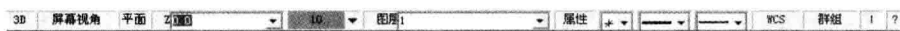


图1-5 状态栏

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。如图1-6所示为加工操作管理器、实体管理器的显示形式。

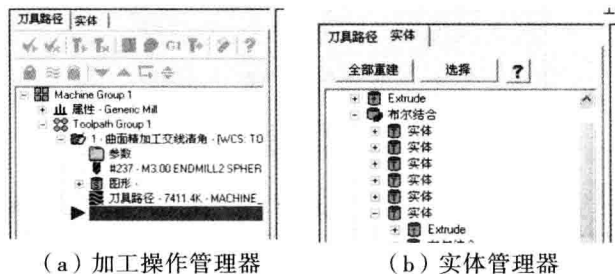


图1-6 加工操作管理器、实体管理器



1.4 Mastercam X 的系统设置

用户选择菜单栏“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。

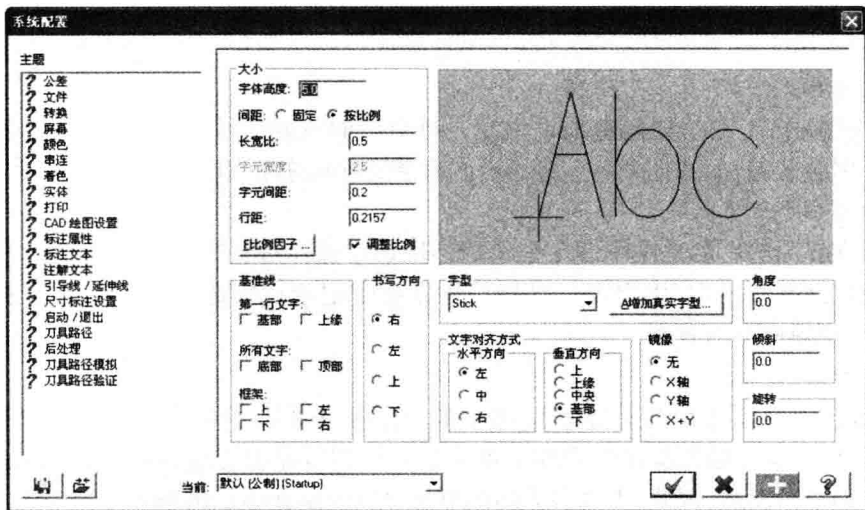


图 1-7 系统配置对话框

1. 公差标签

公差标签如图 1-8 所示,用于设置 Mastercam X 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。

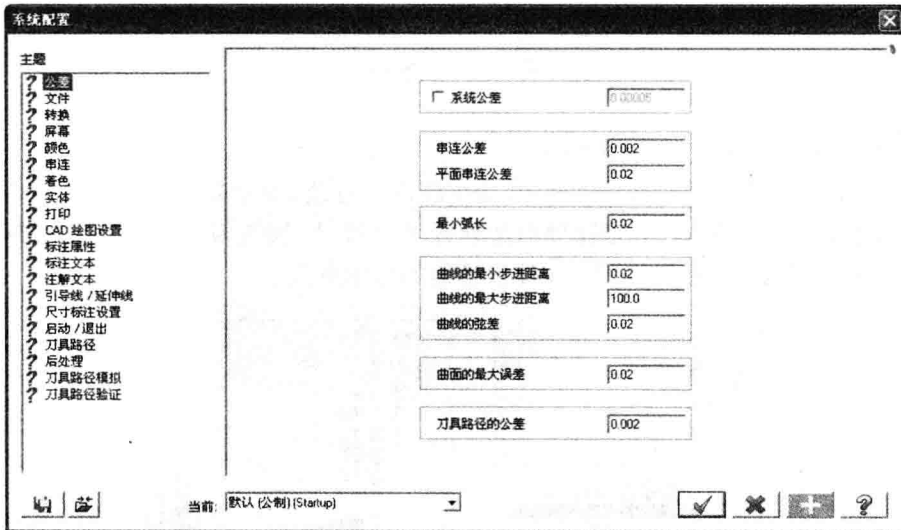


图 1-8 公差标签



其中,系统公差的值决定了 Mastercam X 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 X 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 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,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。

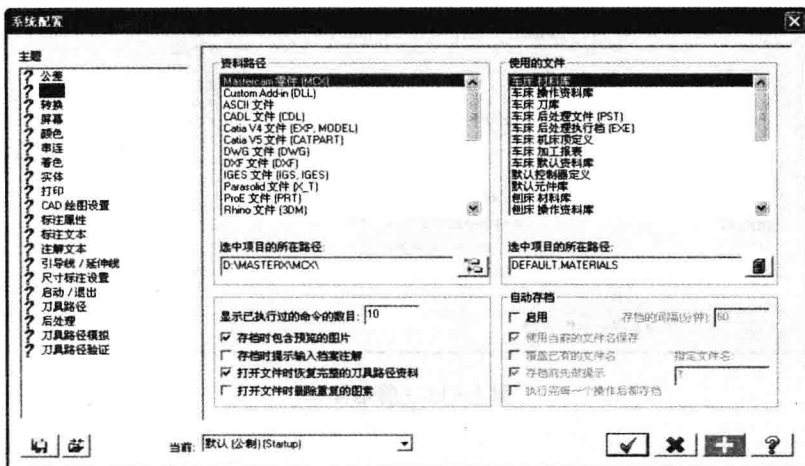


图 1-9 文件标签

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。

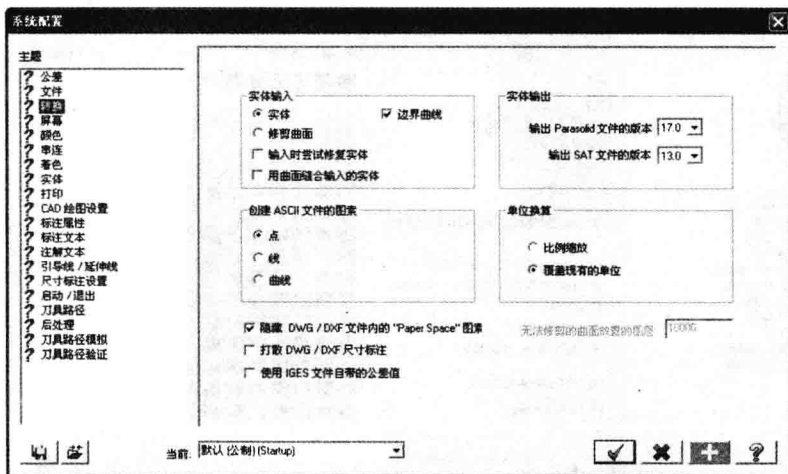


图 1-10 转换标签

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先选择图素,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,再选择图素对它进行操作。

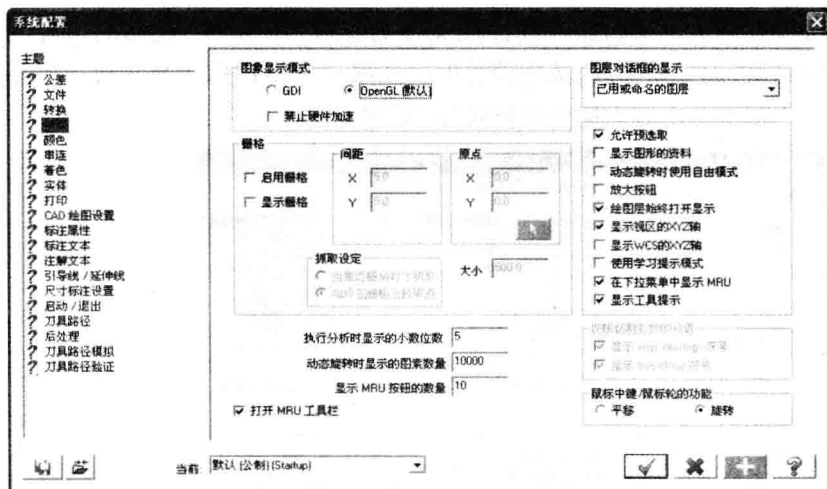


图 1-11 屏幕标签

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。

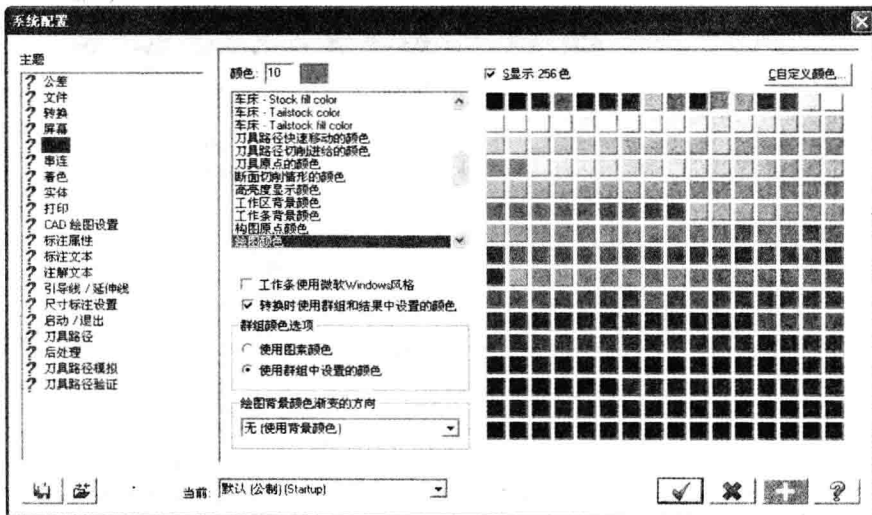


图 1-12 颜色标签



6. 串连标签

串连标签如图 1-13 所示,用于设置串连选择方面的参数。

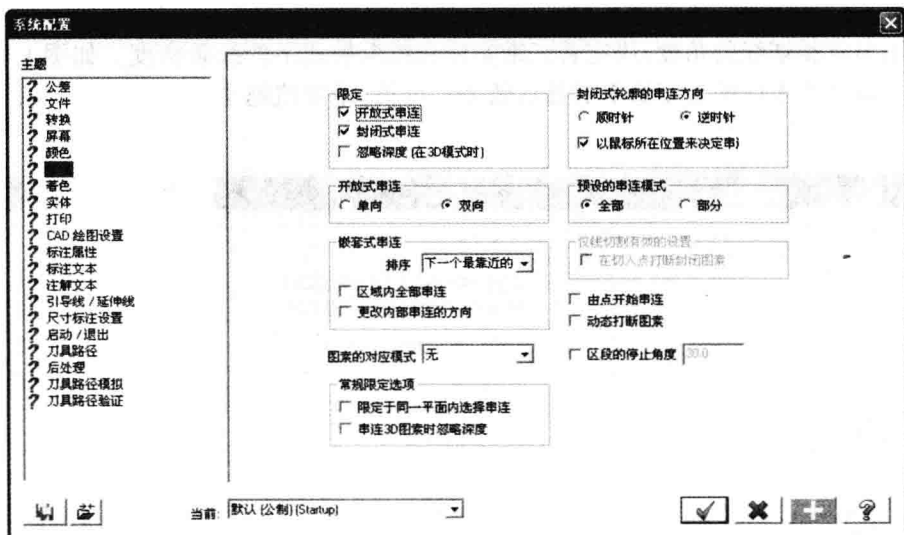


图 1-13 串连标签

7. 着色标签

着色标签如图 1-14 所示,用于设置曲面和实体着色方面的参数。其中,用户可以使用图素的本色或者指定一种颜色来显示着色效果,也可以指定材质来着色图素。为了获得某种着色效果,用户也可以选用不同的光源、照射角度、光强度和光颜色。

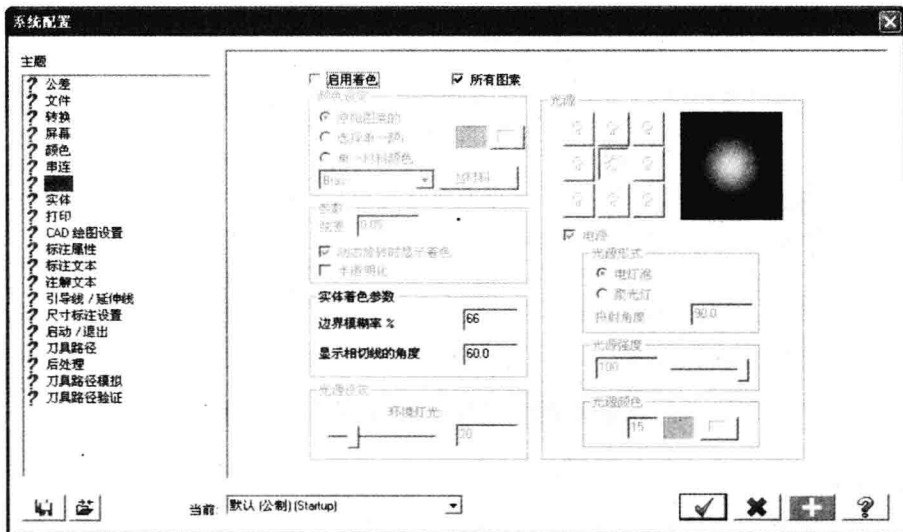


图 1-14 着色标签



8. 实体标签

实体标签如图 1-15 所示,用于设置实体的生成和显示的控制参数。例如,设置新的实体操作在实体管理器中的位置、实体在刀具路径操作之前还是按顺序排列。另外,在圆弧面显示相切线的角度,决定着三维实体在线框模式下的线条密度。如图 1-16 所示是一个球体在不同的角度值下的显示效果。可见,角度值越小,线条密度越大,显示越形象。

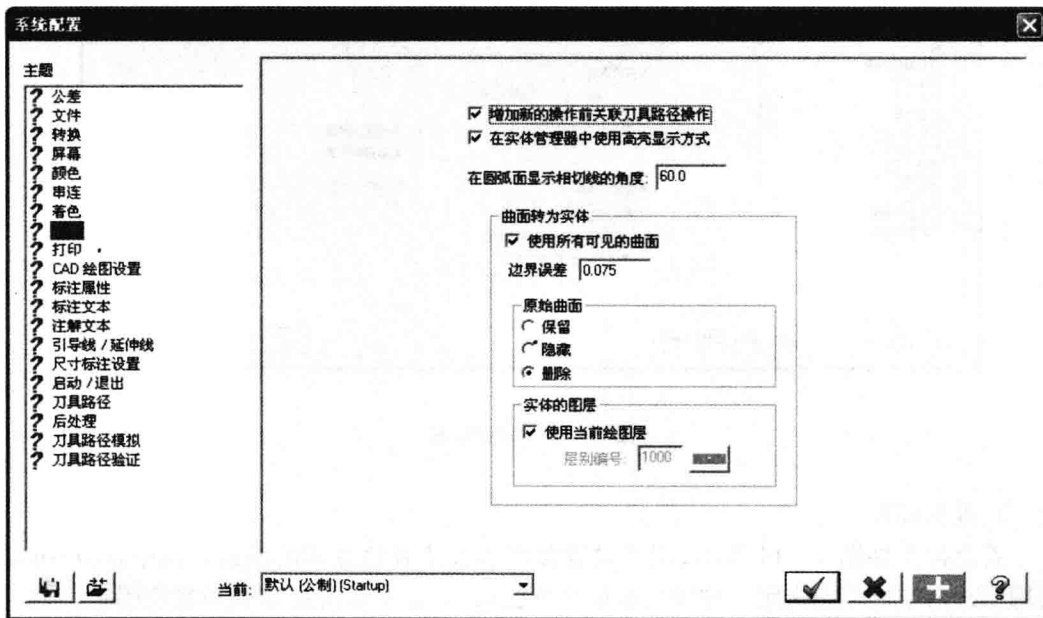


图 1-15 实体标签

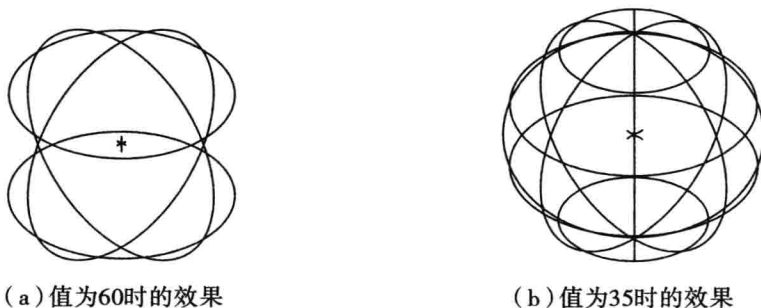


图 1-16 圆弧面显示相切线的角度值对线框显示的影响

9. 打印标签

打印标签如图 1-17 所示,用于设置将图形打印输出到图纸时的效果,主要是设置打印线宽参数。