



中等职业教育“十一五”规划教材

数控技术应用专业



工作过程导向

Mastercam X3 数控加工项目教程

Mastercam X3

SHUKONGJIGONG XIANGMUJIAOCHENG

适用专业

- 数控技术应用专业
- 模具设计与制造专业
- 机电一体化专业

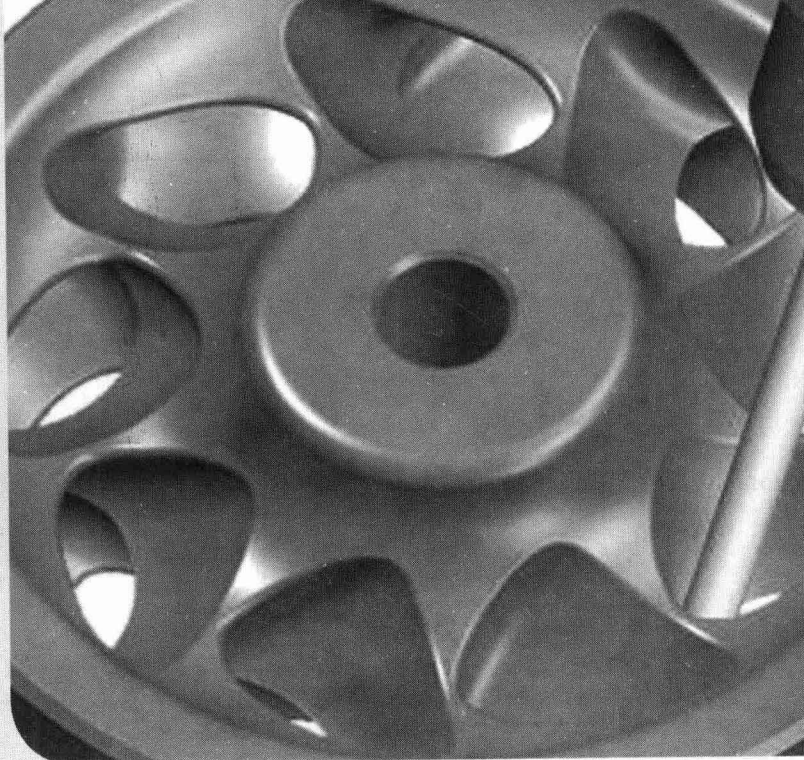
葛秀光◎主编

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



中等职业教育“十一五”规划教材

数控技术应用专业



工作过程导向

M

astercam X3

数控加工项目教程

江苏工业学院图书馆
藏书章

适用专业

- 数控技术应用专业
- 模具设计与制造专业
- 机电一体化专业

主 编：葛秀光

副主编：代素红

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

Mastercam X3 数控加工项目教程/葛秀光 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2009 年 6 月

ISBN 978-7-5609-5373-1

I. M… II. 葛… III. 数控机床-加工-计算机辅助设计-应用软件, Mastercam X3-专业学校-教材 IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 084124 号

Mastercam X3 数控加工项目教程

葛秀光 主编

责任编辑:孙基寿

封面设计:耀午书装

责任校对:朱 玢

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北万隆印务有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:14.5

字数:330 000

版次:2009 年 6 月第 1 版

印次:2009 年 6 月第 1 次印刷

定价:22.80 元

ISBN 978-7-5609-5373-1/TG·103

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内容提要

本书为中等职业教育“十一五”规划教材，是数控技术应用专业系列教材之一，它系统地介绍了 Mastercam X3 的数控加工编程的操作技能。

本书按传统的章节顺序进行排列和讲解，紧紧围绕着操作训练进行展开。全书共七章：第 1 章为 Mastercam X3 概述；第 2 章为编程前的工艺准备；第 3 章为 Mastercam X3 的二维刀具路径功能；第 4 章为 Mastercam X3 的三维刀具路径功能；第 5 章为 Mastercam X3 的多轴加工功能；第 6 章为 Mastercam X3 的车削加工功能；第 7 章为后处理与程序编辑。

本书要求读者具有一定的机械制图知识和软件绘图基础。本书既可作为数控技术应用专业、模具设计及制造专业、机电一体化专业的中等职业教育教材，也可作为从事数控编程的工程技术人员参考书，同时还是一本很好的自学用书。

总序

世界职业教育发展的经验和我国职业教育发展的历程都表明，职业教育是提高国家核心竞争力的要素。职业教育这一重要作用和地位，主要体现在两个方面。其一，职业教育承载着满足社会对人才需求的重任，培养为社会直接创造价值的高素质劳动者和专门人才的教育模式。职业教育既是经济发展的需要，又是促进劳动就业的需要。其二，职业教育还承载着满足个性需求的重任，是促进以形象思维为主的具有另类智力特点的青少年成才的教育模式。职业教育既是保证教育公平的需要，又是教育协调发展的需要。

职业教育不仅有着自己的特定目标——满足社会经济发展的人才需求以及与之相关的就业需求，而且有着自己的特殊规律——促进不同智力群体的个性发展以及与之相关的智力开发。

长期以来，由于我们对职业教育作为一种类型教育的规律缺乏深刻的认识，加之学校职业教育又占据绝对主体地位，因此职业教育与经济、企业联系不紧，导致职业教育的办学模式未能冲破“供给驱动”的束缚，教学方法也未能跳出学科体系的框架，所培养的职业人才，其职业技能的专深不够、职业工作的能力不强，与行业、企业的实际需求及我国经济发展的需要相距甚远。实际上，这些都不利于个人通过职业这个载体实现自身所应有的生涯发展。

因此，要遵循职业教育的规律，强调校企合作、工学结合，在“做中学”，在“学中做”，就必须进行教学改革。职业教育的教学应遵循“行动导向”的教学原则，强调“为了行动而学

习”、“通过行动来学习”和“行动就是学习”的教育理念，让学生在由实践情境构成的以过程逻辑为中心的行动体系中获取过程性知识，去解决“怎么做”（经验）和“怎么做更好”（策略）的问题，而不是在由专业学科构成的以架构逻辑为中心的学科体系中去追求陈述性的知识，只解决“是什么”（事实、概念等）和“为什么”（原理、规律等）的问题。由此，作为教学改革核心课程的改革成功与否，就成为职业教育教学改革成功与否的关键。

当前，在学习和借鉴国内外职业教育课程改革成功经验的基础之上，工作过程导向的课程开发思想已逐渐为职业教育战线所认同。所谓工作过程，是“在企业里为完成一件工作任务并获得工作成果而进行的一个完整的工作程序”，是一个综合的、时刻处于运动状态但结构相对固定的系统。与之相关的工作过程知识，是情境化的职业经验知识与普适化的系统科学知识的交集，它“不是关于单个事务和重复性质工作的知识，而是在企业内部关系中将不同的子工作予以连接的知识”。以工作过程逻辑展开的课程开发，其内容编排以典型职业工作任务以及实际的职业工作过程为参照系，按照完整行动所特有的“资讯、决策、计划、实施、检查、评价”结构，实现学科体系的解构与行动体系的重构，实现在变化的具体的工作过程之中获取不变的思维过程完整性的训练，实现实体性技术、规范性技术通过过程性技术的物化。

近年来，教育部在中等职业教育和高等职业教育领域，组织了我国职业教育史上最大的职业教育师资培训项目——中德职教师资培训项目和国家级骨干教师培训项目。这些骨干教师通过学习、了解、接受先进的教学理念和教学模式，结合中国的国情，开发了更适合我国国情、更具有中国特色的职业教育课程模式。

华中科技大学出版社结合我国正在探索的职业教育课程改革，邀请我国职业教育领域的专家、企业技术专家和企业人力资源专家，特别是接受过中德职教师资培训或国家级骨干教师培训的中等职业学校的骨干教师，为支持、推动这一课程开发项目应用于教学实践，进行了有意义的探索——工作过程导向课程的教材编写。

华中科技大学出版社的这一探索，有以下两个特点。

第一,课程设置针对专业所对应的职业领域,邀请相关企业的技术骨干、人力资源管理者以及行业著名专家和院校骨干教师,通过访谈、问卷和研讨,由企业技术骨干和人力资源管理者提出职业工作岗位对技能型人才在技能、知识和素质方面的要求,结合目前我国中职教育的现状,共同分析、讨论课程设置中存在的问题,通过科学合理的调整、增删,确定课程门类及其教学内容。

第二,教学模式针对中职教育对象的智力特点,积极探讨提高教学质量的有效途径,根据工作过程导向课程开发的实践,引入能够激发学习兴趣、贴近职业实践的工作任务,将项目教学作为提高教学质量、培养学生能力的主要教学方法,把“适度”、“够用”的理论知识按照工作过程来梳理、编排,以促进符合职业教育规律的新的教学模式的建立。

在此基础上,华中科技大学出版社组织出版了这套工作过程导向的中等职业教育“十一五”规划教材。我始终欣喜地关注着这套教材的规划、组织和编写的过程。华中科技大学出版社敢于探索、积极创新的精神,应该大力提倡。我很乐意将这套教材介绍给读者,衷心希望这套教材能在相关课程的教学发挥积极作用,并得到读者的青睐。我也相信,这套教材在使用的过程中,通过教学实践的检验和实际问题的解决,能够不断得到改进、完善和提高。我希望,华中科技大学出版社能继续发扬探索、研究的作风,在建立具有我国特色的中等职业教育和高等职业教育的课程体系的改革中,作出更大的贡献。

是为序。

教育部职业技术教育中心研究所

《中国职业技术教育》杂志主编

学术委员会秘书长

中国职业技术教育学会

理事、教学工作委员会副主任

职教课程理论与开发研究会主任

姜大源 研究员、教授

2008年7月

前言

Mastercam 是美国 CNCSoftware 公司研制开发的、将设计和制造结合在一起的 PC 级套装软件。利用 Mastercam 可以绘制零件的图纸、生成零件的数控加工程序。同时,它还可以将 AutoCAD、Pro/E、Solidworks 等软件绘制的图形调入到 Mastercam 中使用,也可以将 Mastercam 绘制的图形送入到其他 CAD 软件中。更为便捷的是,Mastercam 自带程序传输软件,能将编制好的数控加工程序直接传送到数控机床上。

Mastercam 就是一款优秀的数控系统应用软件,经过不断的改进,Mastercam X3 已经成为标准的 Windows 操作程序,其工作界面已经全部图标化,操作起来十分方便。如果您有 AutoCAD 绘图基础,将会发现它们的操作非常相似,新手上手非常容易。

多品种、小批量、高精度是加工制造的发展方向。这就加速了数控机床的普及和应用。然而由于编程这个“瓶颈”问题,数控机床的使用受到很大程度的限制,真正能够发挥作用的数控机床并不多。本书就是为普及数控编程技术而编写的适合中等职业教育使用的教材。

有些读者虽然掌握了 Mastercam 的一些基本命令,能够利用它来编写某些简单零件的数控加工程序,但他们遇到比较复杂的零件时往往不知如何下手。而目前市场上介绍 Mastercam X3 的书籍大多偏重于基本命令的介绍,缺乏比较深入、侧重于应用的内容。针对这些情况,我们根据多年来学习和使用 Mastercam X3 的经验,编写了此书。

对于软件编程来说,一个应用实例就是一个实训项目。因此本书虽然仍按传统的章节顺序进行排列和讲解,但它却紧紧地围绕着实训项目进行展开。本书详细介绍了 Mastercam X3 编程的基本功能和一些高级编程技巧,以及各种加工方法的参数设置,特别是对实例操作每一步的参数设置都进行了详细的分析。读者只要按照本书实例一步步地操作,就

一定能加深对 Mastercam X3 的认识,掌握各种应用技巧,提高综合编程能力。

本书由葛秀光、代素红编写。青岛教育公共实训基地数控车间全体教师为本书的编写付出了辛苦的劳动,在此一并感谢。由于作者水平有限,书中难免会有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2009 年 4 月 20 日

目 录

第 1 章 Mastercam X3 概述

1.1 Mastercam X3 简介	(2)
1.2 Mastercam X3 的特点	(2)
1.3 Mastercam X3 的启动	(3)
1.4 窗口界面及常用工具	(4)
1.5 系统设置	(9)
1.6 基本操作	(10)
1.7 用 Mastercam X3 进行数控加工编程的步骤	(12)

第 2 章 编程前的工艺准备

2.1 数控加工基础知识	(28)
2.2 Mastercam X3 文件的装载	(32)
2.3 刀具设置	(34)
2.4 毛坯设置	(41)
2.5 工件的平移与旋转	(42)
练习	(46)

第 3 章 二维铣削刀具路径

3.1 外形加工	(49)
3.2 面铣削	(65)
3.3 挖槽加工	(68)
3.4 钻孔加工	(79)

3.5 全圆加工.....	(82)
练习.....	(86)

第 4 章 三维铣削刀具路径

4.1 三维加工类型.....	(88)
4.2 三维加工共同参数的设置.....	(88)
4.3 三维粗加工.....	(91)
练习.....	(133)

第 5 章 多轴加工刀具路径

5.1 多轴加工的共同参数.....	(137)
5.2 五轴曲线加工.....	(139)
5.3 五轴钻孔加工.....	(146)
5.4 沿边五轴加工.....	(149)
5.5 多曲面五轴加工与沿面五轴加工.....	(152)
5.6 四轴旋转加工.....	(155)
练习.....	(160)

第 6 章 车削加工

6.1 车床编程基础知识.....	(162)
6.2 粗车加工.....	(168)
6.3 精车加工.....	(177)
6.4 车端面.....	(180)
6.5 切槽加工.....	(182)
6.6 螺纹切削加工.....	(190)
6.7 钻孔加工.....	(198)
6.8 截断车削加工.....	(199)
6.9 快速加工.....	(200)
6.10 循环切削.....	(202)
练习.....	(203)

第 7 章 Mastercam X3 后置处理技术

7.1 后置处理概述.....	(206)
-----------------	-------

7.2 后置处理技术的原理.....	(206)
7.3 通用后置处理系统.....	(208)
7.4 通用后置处理系统的实现途径.....	(208)
7.5 Mastercam X3 后置处理的实现方法	(210)
参考文献	(216)

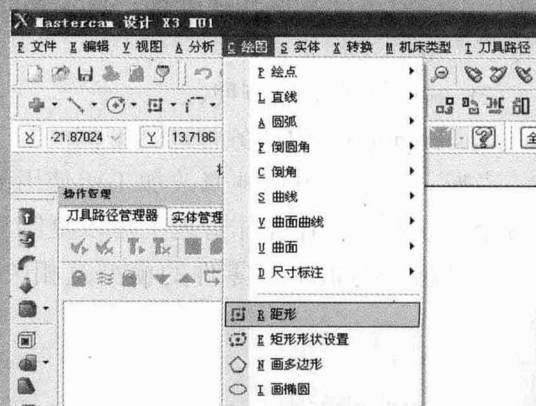
第1章

【内容提要】

本章主要介绍Mastercam X3 的特点、常用工具的功能、点的输入方法、文件的保存方法。

本章还设计了一个操作实例，通过该实例的操作，读者将会对Mastercam X3 有一个初步的总体认识。

Mastercam X3 概述



1.1 Mastercam X3 简介

计算机、互联网、信息化的发展，使制造业形成了一套完整的从设计到加工的计算机辅助技术。计算机辅助设计的过程称为 CAD(Computer Aided Design)，而计算机辅助制造的过程称为 CAM(Computer Aided Manufacturing)。目前机械行业普遍使用的辅助技术的软件都将这两者有机地结合起来形成了 CAD/CAM 软件。

Mastercam 是美国 CNC 公司开发的基于 PC 平台的 CAD/CAM 软件，是最经济有效的全方位的软件系统。包括美国在内的各工业大国都用该系统作为设计、制造的标准。Mastercam X3 作为基于 Windows 平台的 CAD / CAM 软件，在辅助技术应用中不断改进，软件功能进一步加强和完善，在业界赢得了越来越多的用户。目前 Mastercam X3 正以其强大的功能、优良的价格和易学易用等特点，将装机率上升到同类软件的第一位，并被广泛应用于机械、汽车、航空等领域。Mastercam X3 在模具制造业中应用最为广泛。随着应用的不断深入，很多企业、高校和培训机构都开设了 Mastercam X3 课程。

Mastercam X3 对硬件的要求不高，在普通配置的计算机上都可运行。鉴于目前我国企业的经济和技术实力，选用 Mastercam X3 作为设计、制造软件是非常实用的。

Mastercam X3 的 CAM 模块共分为四个系统：车削加工、铣削加工、线切割加工、雕刻加工。本书只介绍铣削加工系统和车削加工系统，其他系统可以依照这两个系统的设置方法进行设置，这里不再详述。

1.2 Mastercam X3 的特点

Mastercam X3 分 CAD 和 CAM 两个部分。Mastercam X3 的 CAD 能设计出方便直观的几何造型，能设计出复杂的曲线、曲面零件，并提供设计零件外形所需的理想环境。而 CAM 能编制刀具路径，并经过后处理转换成数控(NC)程式，最后通过 R232 串行接口输入数控机床。Mastercam X3 具有如下特点。

(1) 强大的数据交换功能。

Mastercam X3 在软件交换数据方面做了较大的改进，能直接读取大部分流行的 CAD 图形，不需要进行数据转换处理，而且 Mastercam X3 也可以很方便地将自身文件保存成其他可以读取的文件格式。

(2) 编程管理更加方便。

Mastercam X3 的任务管理器把同一加工任务的各项操作集中在一起，管理器的界面简单、清晰，可以很方便地修改加工所使用的刀具、加工参数等。在其内部，编辑、校验刀具路径也很方便，在操作管理上可以复制和粘贴相关程序。

刀具路径与被加工零件的模型是相关一致的，当零件几何模型或加工参数修改后，

Mastercam X3 能迅速准确地自动更新相应的刀具路径,而无需重新设计和计算刀具路径。用户可把常用的加工方法及加工参数存储在数据库中,从而可以大大地提高数控程序设计的效率及计算的自动化程度。

(3) 二维编程方便快捷。

Mastercam X3 提供了丰富多变的二维(2D)、二维半(2.5D)加工方式,可迅速编制出优质可靠的数控程序,它在提高编程者的工作效率的同时也提高了数控机床的利用率。挖槽铣削有多种走刀方式,如:往复加工、单向加工、螺旋加工等。挖槽加工的入刀方法也有多种,如:直接下刀、螺旋下刀、斜插下刀等。挖槽铣削还具有自动残料清角的功能,包括螺旋渐进式挖槽、开发式挖槽、高速挖槽等加工方式。

(4) 三维编程高效灵活。

在数控加工中,在保证零件加工质量的前提下,应尽可能提高粗加工时的生产效率。Mastercam X3 提供了多种先进的三维(3D)粗加工方式,如:曲面挖槽时,Z向深度进给确定,刀具以轮廓削或型腔削的走刀方式粗加工多曲面零件。

Mastercam X3 有多种曲面精加工方法,根据产品的形状及复杂程度,可以从中选择最好的方法,如:比较陡峭的地方可用等高外形方法加工,比较平坦的地方可用平行方法加工,形状特别复杂、不易分开的地方可用三维环绕等距方法加工。

剩余材料的去除要花费额外的人工和时间,Mastercam X3 提供自动剩余材料识别和去除功能,可用来获得很好的表面质量。Mastercam X3 能随着模型的斜度改变而改变切削方法,新改进的清根跟踪加工方式能使刀具沿着曲面的相交线移动以清除那些难以割除的死角。

(5) 多轴加工快速实用。

Mastercam X3 的多轴加工功能,为零件的加工提供了更多的灵活性。应用多轴加工功能,可方便、快速地编制高质量的多轴加工程序,如:Mastercam X3 的五轴铣削方法包括曲线五轴、钻孔五轴、沿边五轴、曲面五轴、沿面五轴和旋转五轴等方法。

(6) 后置处理与程序传输功能强大。

Mastercam X3 具有强大的刀具路径校验功能,可模拟零件加工的整个过程。模拟中不但能显示刀具和夹具,还能检查刀具和夹具与被加工零件的干涉、碰撞等情况。Mastercam X3 提供 400 种以上的后置处理文件,以适用于各种类型的数控系统,并且可以自定义编制专门的后置处理文件,还可以利用 RS-232 串行接口,将计算机和数控机床连接起来。利用 Mastercam X3 的通信(Communic)功能进行通信,不需要考虑机床的内存不足问题。大量的实践证明,用 Mastercam X3 软件编制复杂零件的加工程序极为方便,而且能对加工过程进行实时仿真,真实反映加工过程中的实际情况。

1.3 Mastercam X3 的启动

完成软件安装后,用户需要配合专门的加密狗进行解密方可正常使用,Mastercam X3

用户可以通过如下三种方式运行 Mastercam X3。

- ① 双击桌面上的 Mastercam X3 快捷方式图标。
- ② 双击安装目录下的程序运行文件。
- ③ 选择开始→所有程序→Mastercam X3 命令，系统便进入 Mastercam X3 的主界面，

如图 1-1 所示。

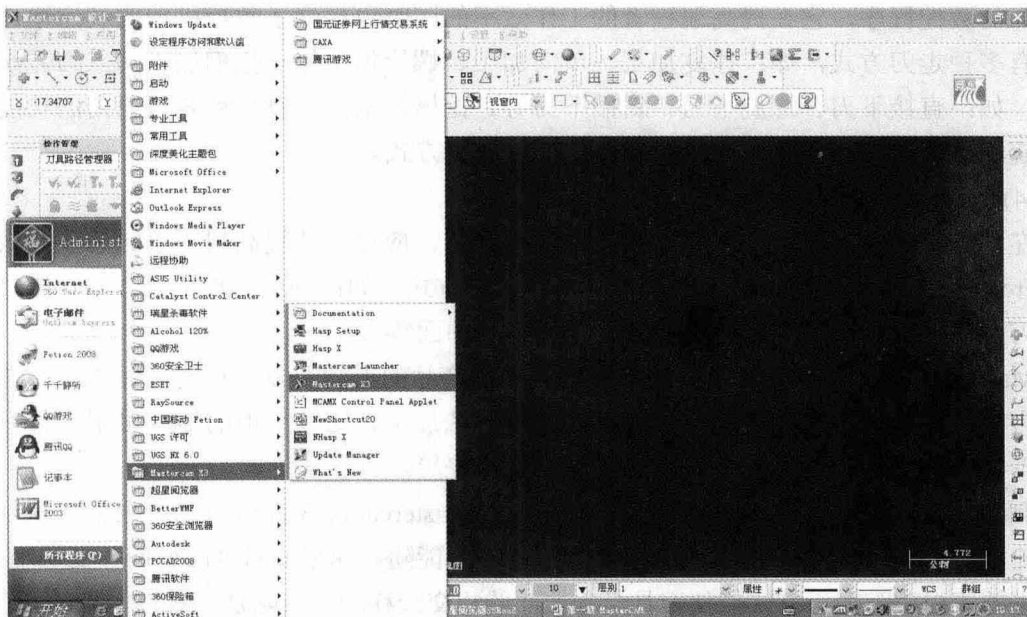


图 1-1 Mastercam X3 的启动命令菜单

1.4 窗口界面及常用工具

Mastercam X3 可以进行数控铣、数控车、线切割编程等，但对每个编程者而言，他们的加工对象可能比较固定，一般不会用到 Mastercam X3 的所有功能。比如专门从事三轴铣加工的人，在加工操作过程中可能不会涉及数控车、线切割、雕刻加工等的编程，那么这些编程功能对他来说就可以屏蔽掉。在 Mastercam X3 中，当我们选择了某一种加工类型时，系统会自动列出该类型的编程环境，如果该环境不符合使用者的习惯，那么使用者可以自己定制合适的编程环境，使 Mastercam X3 成为手中自由的工具。

图 1-2 所示为 Mastercam X3 的主界面(为了图示清楚，已将绘图区底色设置为白色，并打开了一个示例文件)。该界面主要包括：标题栏、工具栏、主菜单栏、次菜单栏、系统提示区、绘图区、坐标轴图标、单位及 WCS 图标等。以下对其作简要介绍。

1. 标题栏

Mastercam X3 窗口界面的最上面为标题栏。标题栏显示 Mastercam X3 的名称和版本号，如果已经打开了一个文件，则标题栏还将显示该文件的路径及文件名。

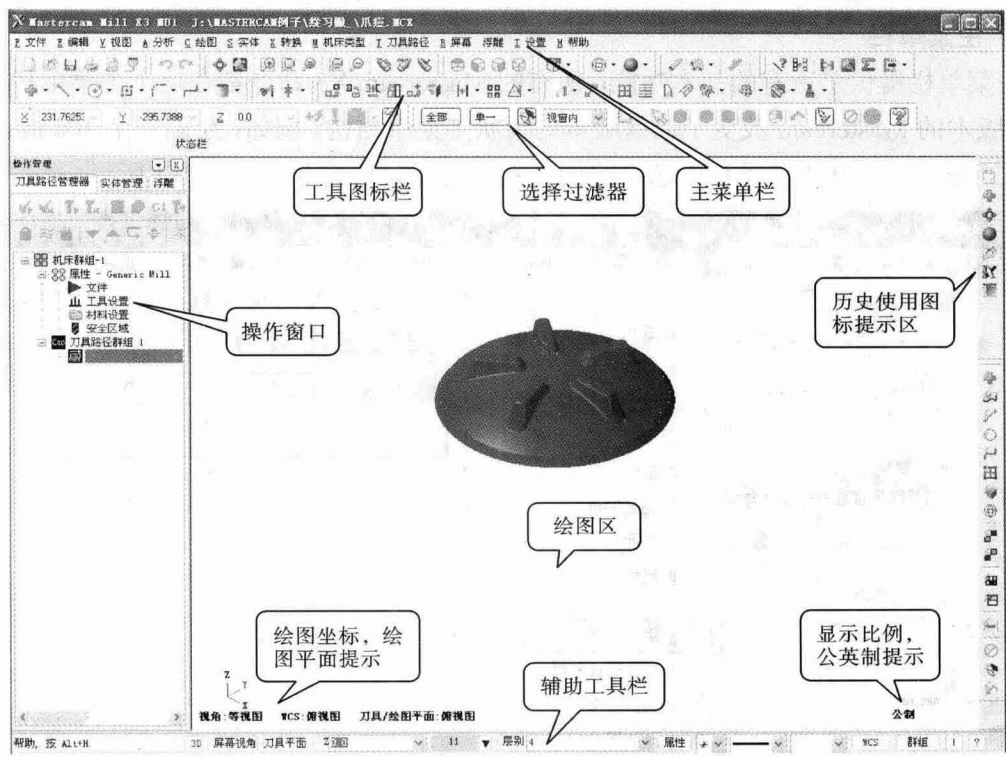


图 1-2 Mastercam X3 的主界面

2. 绘图区

绘图区为最常使用的区域，是设计图形所显示的区域。无论是用户从外部导入的图形或是用 Mastercam X3 绘制的图形都会显示在此区域内。图形窗口是用户进行绘图的区域，相当于传统意义上的绘图纸。图形窗口中的图形，就是当前正在进行操作的图形对象。在图形窗口中右击(单击鼠标右键)，弹出如图 1-3 所示的右键快捷菜单。



图 1-3 右键快捷菜单