

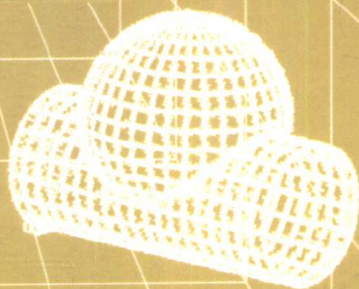
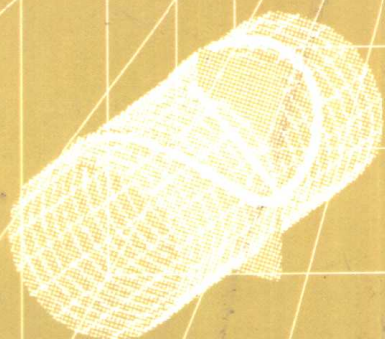
高校计算机教学系列教材

数学实验

——MathCAD 在数学实验中的应用

4

张晓丹 李祥林 李晓红 编著
堵秀凤 张水胜
张永春 主审



北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

高校计算机教学系列教材

数 学 实 验

——MathCAD 在数学实验中的应用

张晓丹 李祥林 李晓红 编著
堵秀凤 张水胜

张永春 主审

北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

内容简介

本书是在多年教学经验基础上,经深入进行教学研究而编写的。主要内容: MathCAD 的编辑环境; MathCAD 计算功能; 2D 图形绘制及动画制作; 常用、特殊类型及复合运动等曲线的绘制; 主题动画的研习列举; MathCAD 的语言特点以及教学研究的附录。特点是: 符合基础—应用、应用—提高的认识规律; 语言简炼, 概念明确; 研习课题只给出图形, 大都不给设计文件, 点到为止, 给学生有深入思考的余地, 也给教师有发挥的空间, 有助于培养学生独立思考、解决问题的能力。适合数学专业专、本科作为教材; 也适合非数学专业作为教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数学实验: MathCAD 在数学实验中的应用/张晓丹等编
著. —北京: 北京航空航天大学出版社, 2002. 9

ISBN 7-81077-223-6

I. 数… II. 张… III. 数值计算—应用软件, Math
CAD IV. O245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 061702 号

数 学 实 验

——MathCAD 在数学实验中的应用

张晓丹 李祥林 李晓红 编著
堵秀凤 张水胜

张永春 主审

责任编辑 许传安

责任校对 陈 坤

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话: 82317024 传真: 82328026

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail: pressell@publica.bj.cninfo.net

北京宏文印刷厂印装 各地书店经销

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 14.25 字数: 365 千字

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷 印数: 5000 册

ISBN 7-81077-223-5/O·015 定价: 20.00 元

总前言

科教兴国,教育先行,在全国上下已形成共识。在教育改革过程中,出现了多渠道、多形式、多层次办学的局面。同时,政府逐年加大教育的投入力度。教育发展了,才能有效地提高全民族的文化、科学素质,使我们中华民族屹立于世界民族之林。

计算机科学与技术的发展日新月异,其应用领域迅速扩展,几乎无处不在。社会发展的需求,促使计算机教育生气蓬勃。从普通高校的系统性教学,到远距离的电视、网上教学;从全面讲述,到不同应用领域的、星罗棋布的培训班;从公办的到民办的;从纸介教材到电子教材等等,可以说计算机教学异彩纷呈。要进行教学,就必须有教材。

面对我们这么大的国家和教学形势,在保证国家教学基本要求的前提下,应当提倡教材多样化,才能满足各教学单位的需求,使他们形成各自的办学风格和特色。为此,我们组织北京工业大学、北京航空航天大学、北京理工大学、南开大学、天津工业大学等高校的、有丰富教学经验的教师编写了计算机教学的系列教材,陆续与师生见面。

系列教材包括以下各项:

(一) 基础理论:离散数学。

(二) 技术基础:电路基础与模拟电子技术;数字逻辑基础;计算机组成与体系结构;计算机语言(拼盘、选择使用),包括C++程序设计基础、Visual Basic程序设计基础、Matlab程序设计基础、Java程序设计基础、Delphi语言基础、汇编语言基础等;数据结构;计算机操作系统基础;计算方法基础;微机与接口技术;数据库技术基础等。

(三) 应用基础:计算机控制技术;网络技术;软件工程;多媒体技术等。

(四) 技术基础扩展:编译原理与编译构造;知识工程——网络计算机环境下的知识处理。

(五) 应用基础扩展:计算机辅助设计;单片机实用基础;图像处理基础;传感器与测试技术;计算机外设与接口技术以及计算机技术在某些学科和技术领域中的应用等。

本系列教材主要是针对计算机专科教学编写的,供普通高校、社会民办大学、高等职业学校、业余大学等计算机专科使用。其中一部分教材也适合计算机本科教学或非计算机专业本科教学使用。这在每种教材的内容简介或前言中对使用范围均作了说明。

本系列教材在编写时,注重以下几点:(1)面对计算机科学与技术动态发展的现实,在内容上应具有前瞻性;(2)面对学以致用,既有系统的基础知识,又有应用价值的实用性;(3)具有科学性、严谨性。另外,力求排版紧凑,使有限的版面具有最大的信息量,以使读者得到实惠。

能否实现这些愿望,只有师生在教学实践中评价。我们期望得到师生的批评和指正。

高校计算机教学系列教材编委会

高校计算机教学系列教材编委会成员

主 任：赵沁平

副 主 任(常务)：陈炳和

顾 问：袁中凡

委 员(以姓氏笔划为序)：

吕景瑜(北工大教授)

乔少杰(社长,副教授)

袁中凡(北航教授,教育部工科计算机基础教学指导委员会副主任、中专
计算机教学指导委员会顾问)

苏开娜(北工大教授)

陈炳和(北工大教授)

张鸿宾(北工大博导)

郑玉明(北工大副教授)

金茂忠(北航博导)

赵沁平(北航博导,国务院学位办主任)

前 言

许多年前,一些有见识的数学教育家就提出:“应当让学生动手‘做数学’,要在数学教学中引入‘数学活动’”。多少年来,智者一直在呼唤着:应当给学生以“数学的发现”的教育,要让学生,除了演绎推理之外,还会使用归纳推理、“合情推理”等非演绎手法,体验完整的数学创造过程——从观察、抽样、归纳、概括、猜想,到分析与论证的全过程。可以说,这种科学的数学教育思想,一直是历代数学教育家的理想之梦。但是由于没有一种好的课程结构模式作为支撑,实现起来总是不免受到局限。当今的历史条件已经有了根本变化。这些条件推动着一种新的数学课程模式的诞生。“数学实验”就是这样一种新生的数学课程模式。

“数学实验”,是给学习数学的人提供了一个深入把握数学概念、命题、思想、方法的实验室;一个表达和检验自己数学创造思维和探索精神的试验场;一个部分重现发明经历的“回放舞台”;一个获得“参与数学创造过程”体验的科学园地。所以,说“数学实验”这种数学课程模式的出现在数学教育史上具有划时代的意义,也不能算是过分夸张!

20世纪八九十年代,国外出现了与信息技术相结合为特征的高等数学教育改革实验,出现了“重视数学建模,培养解决实际问题能力”的潮流,出现了建立“数学实验”课程的多种尝试。这种动态早已被国人所注意,并有人相继试作同类改革尝试。但应特别指出的是,这些研究当中并没有考虑高师院校的特殊教育使命而必须特殊解决的问题。因此,在一般的数学实验课程建设之外,还有一个独立的高师数学实验课的建设问题。

一位有见地的当代数学教育家说过:“知识系统有两种形态:学术形态和教育形态。综合大学的教育,只要使学生掌握知识的学术形态就可以了。但是师范大学的教学则在了解知识的学术形态之后,还必须帮助学生掌握知识的教

育形态。这种转换是一种特殊的能力,需要加以培养。”(张奠宙语)因此,绝对不可以认为,把综合大学或理工大学的《数学实验》搬到高师院校里来开设,就算“革命成功”,而是要求高师的数学教育家们,从自己的特殊使命出发,从理论与实践的结合当中,寻求适于我们目标的课程建设道路。高师数学实验课特殊问题的核心在于,让未来的数学教师,在数学实验课中,经受数学活动教育的同时,得到如何指导别人“在两种面貌下学习数学”的职业技能;或者说,让高师的学生,在接受学术形态的数学实验训练的同时,也要接受足够充分的教育形态的数学实验训练。我们认为,这种训练内容的核心,应该是数据分析可视化处理技术。

数据分析可视化处理技术,是数据处理的一种方法,是数学中的数值方法与计算机技术相结合的产物。它可以把数学应用或科学实验研究中获得的大量数据,用专业数学软件加以处理,并在计算机上将其结果生成可视化(特别是动态的)表现形态,从而揭示数据所反映的内在含义和事物运动发展的过程及规律。这种方法,无论对于应用数学解决实际问题,还是基础数学的教学和研究,都有重大意义。对于数学教育工作者来说,更是必不可少的现代科技基本技能,因为基于这种技术所生成的数学图形和数学动画,可以成为将学术形态数学内容转化为教育形态数学内容的有力手段。

本书的内容,是作者们近七年来从事数学实验课程改革实践中积累的成果。它的原型,是作为“数学实验”课部分教材的一份讲义。它是专门为在数学教育专业“数学实验”课中让学员“经受数学活动教育的同时,得到指导别人‘在两种面貌下学习数学’的职业技能”而进行的课程改革探索。近四年当中,已经有过两次校内的立项研究,面对四类学员(本科生、硕士生、本系教师、在职中学教师培训)有过六轮教学实践。本书撰稿人员都是这项教改试验的参加者,是由齐齐哈尔大学理学院数学系和计算机中心的教师所组成的老中青结合的群体。齐齐哈尔大学理学院数学

系,就是原来的齐齐哈尔师范学院数学系,20世纪80年代中期曾以数学教育研究的优势成为黑龙江省高校重点专业。在数学课程理论研究方面有一定的基础,国内的第一部《数学课程论》就诞生在这里。因此,这份成果,也是数学课程理论与课程改革实践相结合的产物。

根据课程改革试验目标,我们从目前国内流行的四大综合数学软件当中,经过比较,选取了 MathCAD 作为在“数学实验”课中培养数学教师职业技能的工作平台,并在它的数据分析可视化基本功能基础上,做了一定程度的“二次开发”,向读者提供了使用数学软件制作高精度、高度量性的数学课件核心素材动画的整套技术和创意思路。至今,我们已经有两届本科毕业生带着所获得的技能应聘上岗。本系青年教师也有人能把所学得的技能运用到自己的专业课教学中去。此外,2000年秋我们曾在中国中小学教育教学网(k12.com.cn)和中国教育先锋网(ep-china.net)上发表了几十件独立的课件素材动画,引起一些同行朋友的关注。今年五月初,一位参加过本课程学习的我校早期毕业生,在黄山举行的全国小学教师培训机构信息与数学教师课件制作大赛中获得一等奖。在百名参赛者中,这些事实说明,我们的课程实验效果十分良好,也使我们增添了勇气,整理成现在的书稿,奉献给广大同行。本书既可作为未来教师教育的教材,也可作为在职教师的自学读物;同时,本书也可以作为综合大学、理工类大学数学教育的教材或教学参考书。

最后,关于本书的内容要做两点说明。第一,全书的叙述是以 MathCAD7.0 版作为依托的。这主要是因为它比以前各版数据可视化功能大有增强,比以后版本工作环境要求较低,对于还没有大批高配置设备的学校,便于使用。同时也因为,在 2D 数据可视化功能方面,以后各版几乎没有变化,所讲的技术技巧全部有效。第二,全书的叙述,局限在 2D 数据可视化处理,对更复杂或更生动的 3D 情形没有涉及。因为我们觉得,若能在这里掌握了基本原理和基本技术,以后提高并不很难,况且足以应付教学基本需要。以后,我们

将另寻机会在高版本中讲述更复杂的一些内容。

为方便读者阅读,对所用术语的约定说明如下:单击——按一下鼠标左键;右击——按一下鼠标右键;双击——连续快按两下鼠标左键;拖动——按下鼠标左键的同时移动鼠标,将屏幕界面中的对象移动到指定的位置;【】——选项、按钮、标签等的中文名称用其括起来;所有选项、按钮、标签等西文名称均不使用“”、【】、【】括起来;|——对连续操作的选项用其隔开,如【编辑】|【复制】、Edit|Copy等。

我们撰写本书总目的是,推动数学教育的发展。为此,我们愿意与同行们讨论,并听取意见。

作者

2002年6月

于齐齐哈尔大学理学院

目 录

第一篇 工具篇

第 1 章 MathCAD 的编辑环境

1.1 窗口的几个组成部分	2
1.1.1 主菜单(Main menu)	2
1.1.2 工具栏(Tool bar)	3
1.1.3 字体栏(Font bar)	4
1.1.4 数学符号板(Symbol palette 或 Math palette)	5
1.1.5 提示行(Messge line)	6
1.1.6 MathCAD 的工作页(Worksheet)	6
1.2 MathCAD 中的三种“区”(Region)	6
1.2.1 数学区(Math region)	7
1.2.2 文本区(Text region)	8
1.2.3 文本区与数学区的比较	9
1.2.4 图像区(Plot region)	10
1.2.5 MathCAD 工作页面中各种区的实例	10
1.3 数学区中的录入和编排——数学表达式的建立	11
1.3.1 数学表达式的录入	11
1.3.2 数学表达式的录入顺序	16
1.3.3 函数与内置函数库	18
1.3.4 MathCAD 中的几种等号	19
1.3.5 矩阵和向量的录入	20
1.3.6 数学表达式的插入与修改	21
1.3.7 表达式的折行续写	22
1.3.8 数学区的退出和再次进入	23
1.4 数学区的格式编排	24
1.4.1 字体格式的编排和数学样式的使用	24
1.4.2 数学区中的文本键入	26
1.4.3 数字的格式问题	26
1.5 文本区内的编排	28
1.5.1 英文录入和拼写检查、汉字输入	28
1.5.2 字符编排	28
1.5.3 段落编排	29
1.5.4 文本样式	30
1.5.5 局部优先原则	32

1.5.6	文本区中插入的数学表达式	32
1.5.7	退出文本区的操作	32
1.6	全工作页面的编排	33
1.6.1	MathCAD 的模板	33
1.6.2	工作页面编排基本技术	34
第 2 章 MathCAD 的计算功能		
2.1	MathCAD 的数值计算	40
2.1.1	MathCAD 数值计算的非自动计算模式与 自动计算模式	40
2.1.2	常数计算式的求值及运算的优先级别	41
2.1.3	代数表达式的赋值计算	42
2.1.4	有关数值矩阵的计算	43
2.1.5	初等函数的求值	44
2.1.6	向量化(Vectorize)运算的使用	45
2.1.7	函数在某点处的导数值、给定区间上的定积分值	46
2.1.8	排列与组合数的计算	46
2.1.9	复数计算	46
2.1.10	函数 $\text{Re}(z)$ 和 $\text{Im}(z)$	47
2.2	MathCAD 的符号推演	48
2.2.1	符号推演的基本概念	48
2.2.2	解析解的样式(Evaluation Style)	50
2.2.3	关键词板	50
2.2.4	常见问题的解析解	51

第二篇 技能篇

第 3 章 2D 图形绘制

3.1	常用 2D 数学图形的快速绘制	68
3.2	图形离散化处理技术基础	70
3.2.1	几个基本命题(有限点集的 Plot)	70
3.2.2	2D 连续曲线的离散化处理方法	77
3.2.3	2D 点集联络线的选择调整操作	82
3.2.4	2D 图区可容纳的图元——占位穴可填写的变量名	83
3.3	2D 图元的复数表示	85
3.4	2D 图形绘制的一般步骤	89
3.4.1	图形显示区域的精密控制	90
3.4.2	图形的进一步修改	91
3.5	图形格式的调整	92
3.6	2D 数学图形的保存	94

3.6.1 图形与文本及数学式一起保存在*.mcd文件中	94
3.6.2 图形作为OLE对象嵌入各种客户应用程序文档	94
3.6.3 把图形作为独立的*.bmp文件.....	94
3.6.4 图形作为图片插入各种客户应用程序文档.....	94
3.6.5 把MathCAD文件保存成为Rich Text File文件	95
3.6.6 在MathCAD图形中插入文字的技巧.....	95
第4章 2D动画制作	
4.1 2D数学动画的基础:帧变量、点的过程动画.....	96
4.1.1 变量FRAME的引入.....	96
4.1.2 2D数学动画制作的基本步骤.....	98
4.2 点的踪迹动画.....	100
4.3 2D图元过程动画.....	111
4.3.1 基本概念.....	111
4.3.2 动画中应用于动图元的基本变换.....	112
4.4 2D图元踪迹动画.....	114
4.4.1 图元是一个有限点集.....	114
4.4.2 2D动图元上某些点的轨迹动画.....	114
4.4.3 2D动图元的“链伸式”踪迹动画.....	115
4.4.4 2D动图元的“步进式”踪迹动画.....	119
4.5 关于动画的保存和使用.....	123
4.5.1 做成*.AVI动画文件,可以易地播放.....	123
4.5.2 *.AVI的“压缩录制”.....	124
4.5.3 在Word文档中播放.....	125
4.5.4 从动画中抓取画面形成连环画.....	127
4.5.5 插入Power Point成为演示文稿的一部分.....	127
4.5.6 把MathCAD动画插入到Front Page中去.....	128

第三篇 研习篇

第5章 2D图形绘制的典型练习

5.1 绘制一批常用曲线.....	2
5.2 某些特殊类型图形的绘制.....	3
5.2.1 分段函数的图形.....	131
5.2.2 不等式的图解.....	133
5.2.3 曲线一侧的区域阴影.....	134
5.2.4 曲线围成的区域阴影.....	135
5.2.5 反函数的图形.....	136

5.2.6	绘制二元方程的曲线	136
5.2.7	控制曲线的显示范围	137
5.3	复合运动生成的曲线	138
第6章 2D主题动画的研习课题列举		
6.1	初等数学主题课件的素材动画实例	142
6.1.1	对应与映射的动画演示	142
6.1.2	幂函数族(正整指数)的动画演示	143
6.1.3	幂函数族的统一动画演示	144
6.1.4	底数变化,指数函数和对数函数的过程动画	144
6.1.5	单位圆上的四条三角函数线	145
6.1.6	正弦曲线的生成动画	145
6.1.7	正弦曲线是简谐运动的记录曲线	146
6.1.8	正余弦曲线的生成动画	146
6.1.9	正切曲线的生成动画	147
6.1.10	振幅变化的正弦曲线族动画	147
6.1.11	角频率变化的正弦曲线族动画	148
6.1.12	相位变化的正弦曲线族动画	148
6.1.13	抛物线定义动画	149
6.1.14	双曲线定义动画	149
6.1.15	离心率和圆锥曲线的统一方程	150
6.1.16	直角坐标变换公式的动画演示	150
6.1.17	参数方程描绘曲线	151
6.2	高等数学的主题课件素材动画列举	151
6.2.1	线性变换动画	151
6.2.2	观察线性变换的主方向	152
6.2.3	反演变换的动画图解	152
6.2.4	数列极限($\epsilon-N$ 语言)	153
6.2.5	函数极限($\epsilon-X$ 语言)	154
6.2.6	导数定义的动画设计	154
6.2.7	动切线与曲线的升降凹凸区间和拐点	155
6.2.8	曲线各点的曲率和密切圆	156
6.2.9	变上限定积分是上限的函数	156
6.2.10	定积分概念动画图解	157
6.2.11	直线族的包络	158
6.2.12	抛物线族的包络	158
6.2.13	复合运动的动画表现	159
6.3	其它主题科技动画实例	162
6.3.1	自由落体和平抛落体的动画	162
6.3.2	阿基米德螺线凸轮机构的动画设计	163

6.3.3	四杆机构的动画设计	164
6.3.4	内燃机的四冲程演示动画的设计	165
6.3.5	渐开线齿轮的展成法加工原理	166

第四篇 晋阶篇

第7章 MathCAD 的语言特点

7.1	关于计算机编程语言的基本知识	170
7.1.1	指令、程序、算法、语言的一般概念	170
7.1.2	数学表达式在高级计算机语言中的地位	172
7.1.3	结构化程序设计思想的基本内含	173
7.2	MathCAD 使用的 M++ 语言——一种以数学表达式 为主要成分的高级语言	173
7.3	页面程序的语言结构	174
7.3.1	MathCAD 工作页面编程	174
7.3.2	页面程序的基本结构	176
7.4	函数程序的基本结构	178
7.4.1	用户函数的意义和地位	178
7.4.2	用户函数程序的基本结构	178
7.4.3	程序编写后的校验和调整	185
7.5	综合运用中的几个问题	186
7.5.1	页面程序的赋值语句与函数程序内的赋值语句	186
7.5.2	函数程序内的矩阵算符和解析算符	186
7.5.3	程序返回的超矩阵	186
7.6	作图与动画中的程序实例分析	187
7.6.1	页面程序与函数程序的等效性	187
7.6.2	图形和动画中常用的几类函数程序	188
附录 关于“教育数学实验”课程建设的一些认识		
一、	“数学实验”的课程论地位	194
二、	“教育数学实验”课的特色	197
三、	“教育数学实验”与数学 CAI 的关系	201
四、	“教育数学实验”课的数学软件选择	203
五、	“教育数学实验”课对传统专业课改革的促进作用	207

第一篇 工具篇

本篇内容是数学软件 MathCAD 基本使用方法,包括两部分:编辑环境和计算功能。虽然关于 MathCAD 的中文书籍已经不少,但大多数是对 MathCAD 功能一般的介绍。由于我们在数学实验界中,使用 MathCAD 的重点是在图形与动画功能方面,那些书籍的针对性都显得有所不足。本篇内容正是适应这种需要编写的。除非想要对 MathCAD 作更深的全面研究,一般来说有了这一本针对性强的书,对学员而言,也就够用了。

对于数学实验课来说,第一篇并不是一定要在课堂上讲授的内容,而主要是供学生自己阅读。其中,有一些可以由教师视具体情况放在实验当中介绍,或者在做某些实验之前,教师指定学生独立查阅相关内容。这样使用,有利于学生自学能力的提高。

第 1 章 MathCAD 的编辑环境

基于 Windos 平台的 MathCAD 软件,也和其它使用 Windows 的系列软件一样,保持着 Windows 系列的特色,而且在版本升级到 7.0 以后,就已经具备了全套的 Windows 风格。因此,后期版本之间的窗口差别很小,十分方便于学习和使用。MathCAD 的窗口构造与 Windows 的很相似,但又有些自己的特点。我们做些简单的介绍。

1.1 窗口的几个组成部分

图 1.1 所示的是 MathCAD7.0 的窗口。关于它所具有的 Windows 共性格,我们不作解释,只对它的个性部分,进行比较详尽的说明。

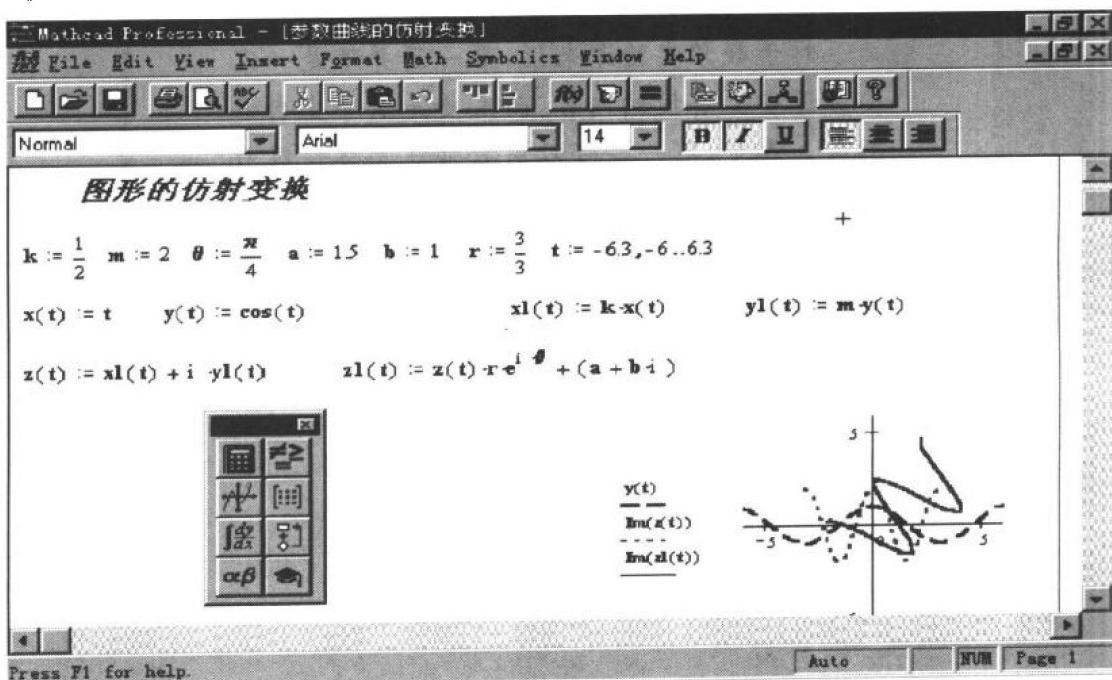


图 1.1 MathCAD 窗口

1.1.1 主菜单(Main menu)

MathCAD7.0 的菜单栏与它的前两版本略有不同。子菜单名英汉对照如表 1.1 所列。

表 1.1 菜单名英汉对照表

File	Edit	View	Insert	Format	Math	Symbolic	Windows	Help
文件	编辑	视图	插入	格式	数学	符号	窗口	帮助

主菜单是通往 MathCAD 软件内部的路径。它提供了一批驾驭软件完成各种操作的详细命令集。通过这些命令,才能实现对于数学表达式、数学图形、符号函数的各种操作,才能实现对工作页(Worksheet)编辑、管理等各项操作。

在 9 个子菜单之下,各有若干命令。单击某个子菜单就可以看到它的内容。其所含命令的多寡将因版本的不同而略有差别。

为了掌握起来比较容易,可以把这 9 个子菜单分成两个组。

第一组,包括文件、编辑、视图、插入、窗口、帮助,共 6 个子菜单。

不仅菜单名称是我们在 Windows 系列的其它应用程序软件(如 Word)中所常见的,而且其中的多数菜单命令也不陌生,无需多加解释。

第二组,包括其余的三个子菜单,即格式、数学、符号。

这些分菜单不仅是 MathCAD 所特有,而且又是 MathCAD 的核心和灵魂,几乎全部的 MathCAD 功能都靠它们来实现。它们体现了 MathCAD 设计者的最高智慧,需要在使用中深入理解。从某种意义上说,软件的使用就表现在菜单命令的调用上。要想运用它们来很好地实现 MathCAD 的功能,需在各种操作实践中逐步掌握,反复演练,以形成熟练技能和技巧。

这一部分是学习使用 MathCAD 的重点和难点,也是本章和第二章要着重阐述的部分。为了学习的方便,对这一部分的知识,我们不采取通常的软件教程叙述方式(从软件构成的角度讲述软件),而采取了“从数学任务的角度讲软件”的思路,把有关的内容分述在以后的相关章节中去。这样,既可分散难点,又可针对实际应用,同时还可能把相关的软件原理和思路交代得比较清楚。

1.1.2 工具栏(Tool bar)

MathCAD 的工具栏,外形也很像一般的 Windows 型窗口中的工具栏,只是其中的工具按钮有所不同。

工具栏中的每个按钮分别代表一个命令。这些命令,大都可以在菜单命令集中找得到。从功能上说,工具栏命令集是菜单命令集的常用命令子集。两者之间的关系是“全集”和“选集”的关系。从发令的形式上说,工具栏的命令按钮是使用鼠标发布命令的简便形式。

MathCAD7.0 工具栏的形象(如图 1.2 所示)与老版本相比有较大变化,此后各版变化不大。



图 1.2 工具栏