

CAI Computer-Assisted Instruction

Math CAD 教程

李树芳



34
380378

MathCAD 教程

李树芳



北京大学出版社
北京

新登字(京)159号

JS169/30
03

内 容 提 要

本书内容由两部分组成。第一部分共十七章:系统介绍 MathCAD 的基本功能、各种命令、内部函数以及各种算法和出错信息。第二部分共十一章:MathCAD 的基本特征和功能、用 MathCAD 绘平面图形、用 MathCAD 做 $\epsilon-\delta$ 证明、用 MathCAD 求导函数、用 MathCAD 求根、用 MathCAD 求根方法的应用、用 MathCAD 求和、用 MathCAD 求定积分、用 MathCAD 计算向量和矩阵、用 MathCAD 绘曲面图形、MathCAD 应用举例。书末附有练习答案及附录:MathCAD 使用指南。

本书叙述简明,循序渐进。举例富有示范性和启发性,使用者可举一反三,触类旁通,特别适于自学。它自然是学习 MathCAD 软件使用方法的一本教程。

本教程和 MathCAD 软件结合起来形成一个具有特色的 CAI 课件,它不仅为数学课程的大课讲授提供辅助手段,而且可作为习题课和练习教材,还可为学生自习和完成家庭作业所用。

使用本教程,可以先浏览一遍第一部分,然后从第二部分开始循序渐进地学习。

本书可供综合大学、工科院校、师范院校、电大、职大、业大修高等数学的学生使用,对教师们编写有关学科(例如物理学、化学、生物学、心理学等)的 CAI 课件也有启发和示范作用。



书 名:MathCAD 教程

著作责任者:李树芳

责任编辑:沈承凤

标准书号:ISBN 7-301-02696-9/TP·246

出 版 者:北京大学出版社

地 址:北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

电 话:出版部 2502015 发行部 2559712 编辑部 2502032

排 印 者:北京大学印刷厂

发 行 者:北京大学出版社

经 销 者:新华书店

787×1092毫米 16开本 15.5印张 370千字

1994年10月第一版 1994年10月第一次印刷

印 数:0001-3,000册

定 价: 21 元

序 言

经济的竞争在于科技的竞争,而科技的发展取决于人才,因而教育的极端重要性已经越来越被人们所认识。在信息时代,教学方法和手段都将出现深刻的变化,多媒体、超文本(hypertext)及其数据库、信息高速公路等技术的迅速发展,将使信息随手可得,也使我们的下一代能够在比原来短得多的时间内掌握前人已有的知识。

高等数学是理、工、农、医科,甚至是一些文科学生所必须掌握的基础知识,也是计算机辅助教学能够充分显示优越性的领域之一。MathCAD 是国外开发的用于高等数学教学的一个著名软件,规模不算大,在一般的 PC 机上就能运行,因而易于普及;而其功能、图文并茂和生动深刻的表达方式可大大提高教学效率。本书作者对 MathCAD 的内容作了精心编排,使读者易于掌握。此书的出版对推动计算机辅助教学将作出有益的贡献。

北 京 大 学 王 选 1994 年 7 月 26 日

前 言

MathCAD^{2.5}是美国数学软件公司 1989 年推出的高等数学 CAI 的一个支撑环境。该环境是用独特的方法处理表格、数值计算、绘图与编辑课文的软件包。它可与最强的软件工具、程序语言媲美,而且还是一个非常容易使用的课文编辑系统。用它编辑的课文,包括数学公式和图形的屏幕显示与普通教科书的书写形式一致。打印形式与屏幕显示一样,而且可在屏幕上自由自在地作业,所显即所键,所印即所显。键入——显示——打印完全一致。该系统设有内部函数,如三角函数、双曲函数、指数函数、对数函数、线性回归函数、Bessel 函数、 Γ 函数、误差函数、累积标准广义函数以及样条插值函数等,更为方便的是可处理用户自定义函数。该环境支持实数、复数、向量及矩阵运算,还可作快速富氏变换及其逆变换。

MathCAD^{2.5}全部软件只有两张低密盘,而且可在 PC286 及其兼容机上运行,档次高的机器则效果更好。

归纳起来说,MathCAD^{2.5}有如下几个显著特点:它是一个超级计算器;它是一个超级绘图仪;它是一个优秀编辑器;它是一张奇特草稿纸;它还是一个很好的数学“专家”。全部软件程序不长,要求运行机器档次不高。交互式强,界面友好,操作简单,使用方便。

MathCAD 软件虽然在不断更新,推出新的版本,但最基本最主要的部分还是 2.5 版本。掌握了 MathCAD^{2.5},对于新版本所增加的功能是不难掌握的。新版本功能多,自然对机器的档次要求高。

《MathCAD 教程》是与 MathCAD^{2.5}相结合的一个 CAI 课件。主要取材于美国加州大学洛杉矶分校数学系教授 R. J. Mieh 所著《Calculus with MathCAD》。作者于 1990—1991 年在美国 UCLA 访问期间参与了该书的成书过程和教学实践。除了对高等数学的 CAI 之外,作者在他们的计算机室里还看到了物理系和化学系的学生用 MathCAD 学习物理和化学课程的情景,因此深深感受到了学生们对这种教学方式的兴趣、热情、积极性和主动精神。作者从 1992 年起在北京大学教授生物系和心理系共三届 180 名学生(每届两个班,每班 30 人,每一学期),收到了良好的教学效果。1992 年暑期,在 MathCAD 培训班上,作者用四天时间教练本教程的主要内容,来自全国高校的 60 多名教师倍感新鲜、高效。一些教师反映,看到了 21 世纪的教学模式。有的教师用 MathCAD 做科学研究,也取得了一些满意的结果。共同的评价是:MathCAD 能帮助师生分析问题和解决问题,也能帮助他们提高分析问题和解决问题的能力。这种教学方式对学生们所引起的兴趣、积极性和主动精神,更增强了作者把《MathCAD 教程》献给广大师生和教学改革

者的信念。

这种教材和教法在我国还不多见,因此它既是新的,未必成熟,又需要教学实践的检验,需要总结和改进。衷心希望使用者提出宝贵的意见。

曾冬松博士和刘燕同志对全书作了审校。作者在使用本教程教学的时候,得到了吴聿民、王肖群等同志的帮助。在此向他们及曾经给予过帮助的同志表示感谢。

本书的出版受到著名教授王选老师的亲切关怀,他在百忙中写了序言。作者深表感激之情。本书得以出版还得到了北京大学出版社的大力支持和帮助。责任编辑沈承凤同志为此付出了不少心血,在这里一并致谢。

作 者
一九九四年

目 录

第 一 部 分

第一章	功能键(Function Keys)	2
第二章	建立和规格化键(Creation and Formatting Keys)	3
第三章	算符一览表(List of Operators)	4
第四章	添数标(Suffixes for Numbers)	6
第五章	预定义变量(Predefined Variable)	7
第六章	内部函数一览表(List of built-in Functions)	8
6.1	三角函数(Trigonometric Functions)	8
6.2	双曲函数(Hyperbolic Functions)	8
6.3	对数和指数函数(Log and Exponential Functions)	9
6.4	贝塞尔函数(Bessel Functions)	9
6.5	复值函数(Complex Number Functions)	9
6.6	文件存取函数(File-access Functions)	9
6.7	总体统计函数(Functions for Population Statistics)	10
6.8	线性回归函数(Linear Regression Functions)	10
6.9	其它统计函数(Other Statistical Functions)	10
6.10	插值函数(Interpolation Functions)	10
6.11	富氏变换函数(Fourier Transform Functions)	11
6.12	向量函数(Vector Functions)	11
6.13	矩阵函数(Matrix Functions)	11
6.14	排序与重排函数(Sorting and Resorting Functions)	12
6.15	方程求解函数(Equation Solving Functions)	12
6.16	杂函数(Miscellaneous Functions)	12
第七章	命令(Commands)	14
7.1	系统命令(System Commands)	14
7.2	文件命令(File Commands)	14
7.3	计算命令(Compute Commands)	14
7.4	编辑和移动命令(Edit and Move Commands)	15
7.5	内区域命令(In-region Commands)	16
7.6	课文命令(Text Commands)	16
7.7	窗口和页命令(Window and Page Commands)	16
7.8	菜单上未含的命令(Command not on Menus)	17

第八章	结果规格(Result Format)	18
第九章	绘图规格(Plot Format)	19
第十章	曲面绘图规格(Surface Plot Format)	21
第十一章	草图规格(Sketch Format)	22
第十二章	箭头和移动键(Arrow and Movement Keys)	23
第十三章	控制键(Control Keys)	24
第十四章	希腊字母替换键(Alt Keys for Greek Letters)	25
第十五章	辅助替换键(Additional Alt Keys)	26
第十六章	命令行选择(Command-line Options)	27
第十七章	出错信息(Error Information)	28

第二部分

第一章	MathCAD 的基本特征和功能	32
1.1	启动(Starting MathCAD)	32
1.2	退出(Exiting MathCAD)	32
1.3	基本编辑方法(Basic Editing Techniques)	32
1.4	基本绘图方法(Basic Graphing Techniques)	37
1.5	MathCAD 定义(MathCAD Definitions)	41
1.6	失控运算(Runaway Computations)	41
1.7	键盘指南(MathCAD Keyboard Guide)	42
	练习 1.1 绘图	43
1.8	求函数值(Evaluating Functions)	44
1.9	精确度、指数限(Precision、Exponential Threshold)	45
	练习 1.2 求极限	46
1.10	小数: 10^{-15} (Small Numbers; 10^{-15})	47
1.11	切线问题(Tangent Line)	48
	练习 1.3 作切线	49
第二章	用 MathCAD 绘平面图形	50
2.1	细分、改变范围或定义域(Subdividing、Changing the Range or Domain)	50
	练习 2.1 用观察法求值	54
2.2	轨迹种类(Trace Types)	55
2.3	海维塞函数(The Heaviside Function)	57
	练习 2.2 间断性	58
2.4	奇异性问题(Singularities)	59
	练习 2.3 奇异性	62
2.5	“条件”函数(“if” Function)	63
2.6	布尔函数(Boolean Function)	64
2.7	根、分指数(Roots、Fractional Powers)	66

2.8	区间变量和绘图(Range Variable and Graphs)	67
	练习 2.4 “if”函数的使用	67
2.9	参数方程(Parametric Equations)	69
2.10	用下标变量绘图(Graphing With Subscripted Variables)	70
	练习 2.5 参数和极化方程	71
第三章	用 MathCAD 做 ϵ-δ 证明	72
3.1	用 ϵ - δ 语言做函数极限的图示(Converting the ϵ - δ language to a graph)	72
	练习 3.1 ϵ - δ 证明	75
第四章	用 MathCAD 求导函数	77
4.1	容限变量——TOL(Tolerance Variable)	79
4.2	高阶微商(Higher Derivative)	81
4.3	符号演算问题(Symbolic Computation)	81
	练习 4.1 求导函数	83
第五章	用 MathCAD 求根	84
5.1	求根程序(MathCAD's Root Routine)	84
5.2	根与 TOL(Root 与 TOL)	85
	练习 5.1 求根	87
5.3	求根:牛顿法(Finding Roots; Newtons Method)	88
	练习 5.2 牛顿法	90
第六章	用 MathCAD 求根方法的应用	91
6.1	局部和整体的最大最小值(Maxima and Minima of Local and Global)	91
6.2	增函数、减函数(Increasing Functions、Decreasing Functions)	92
6.3	凹性与二阶导数(Concavity and the Second Derivative)	94
	练习 6.1 求最大最小值	96
6.4	隐函数(Implicit Functions)	98
	练习 6.2 隐函数	101
第七章	用 MathCAD 求和	103
7.1	语法(Syntax)	103
7.2	求函数和(Sum as Functions)	103
7.3	多项式(Polynomials)	104
	练习 7.1 求和	105
7.4	黎曼和(Riemann Sums)	107
7.5	附加文件(Appending a File)	108
7.6	条形轨迹的一个特性(A Property of the Bar Trace Type)	111
	练习 7.2 求黎曼和	111
7.7	高阶导数(Forming Higher Derivatives)	112
	练习 7.3 求 k 阶导函数	115
7.8	泰勒级数(The Taylor Series)	115
	练习 7.4 求近似值	117

第八章 用 MathCAD 求定积分	118
8.1 语法(Syntax)	118
8.2 微积分基本定理(The Fundamental Theorem of Calculus)	119
练习 8.1 定义函数为积分形式	120
第九章 向量和矩阵	122
9.1 矩阵的定义(Defining a Matrix)	122
9.2 改变原点(Changing the ORIGIN)	123
9.3 方阵、行列式(Square Matrices, Determinants)	125
9.4 矩阵的各种运算(Different Operations)	128
9.5 简单统计(Simple Statistics)	131
9.6 矩阵大小的限制(Limits on Array Size)	131
练习 9.1 矩阵	131
第十章 用 MathCAD 绘曲面图形	135
10.1 定位(Orientation)	135
练习 10.1 简单三维作图	137
10.2 原点的移动(Moving the ORIGIN)	138
10.3 柱面(Cylinders)	139
练习 10.2 三维作图	141
10.4 临界点(Critical Points)	142
10.5 求最大最小值(Estimating the Max and Min)	144
10.6 MathCAD 的 Find 函数(MathCAD's Find Function)	145
练习 10.3 求最大值和最小值	146
第十一章 MathCAD 应用举例	148
练习答案	163
附 录 MathCAD^{2.5}使用指南	223

第一部分

本部分包括以下内容:

- 第一章 功能键(Function Keys)
- 第二章 建立和规格化键(Creation and Formatting Keys)
- 第三章 算符一览表(List of Operators)
- 第四章 添数标(Suffixes for Numbers)
- 第五章 预定义变量(Predefined Variable)
- 第六章 内部函数一览表(List of built-in Functions)
- 第七章 命令(Commands)
- 第八章 结果规格(Result Format)
- 第九章 绘图规格(Plot Format)
- 第十章 曲面绘图规格(Surface Plot Format)
- 第十一章 草图规格(Sketch Format)
- 第十二章 箭头和移动箭(Arrow and Movement Keys)
- 第十三章 控制箭(Control Keys)
- 第十四章 希腊字母替换键(Alt Keys for Greek Letters)
- 第十五章 辅助替换键(Additional Alt Keys)
- 第十六章 命令行选择(Command-line Options)
- 第十七章 出错信息(Error Information)

第一章 功能键(Function Keys)

[F1]	帮助(help)
[F2]	拷贝(copy)
[Ctrl][F2]	内拷贝(incopy)
[F3]	删除(cut)
[Ctrl][F3]	内删除(incut)
[F4]	粘贴(paste)
[Ctrl][F4]	内粘贴(inpaste)
[F5]	写入(load)
[Ctrl][F5]	检索 查找(search)
[F6]	保存(save)
[Ctrl][F6]	置换(replace)
[F7]	分屏(split)
[Ctrl][F7]	消去分屏(unsplit)
[F8]	转换(switch)
[F9]	计算(calculate)
[Ctrl][F9]	插入行(insertline)
[F10]	命令菜单(command menus)
[Ctrl][F10]	删除行(deleteline)

第二章 建立和规格化键 (Creation and Formatting Keys)

@	建立绘图(create plot)
[alt]@	建立曲面绘图(create surface plot)
[alt]%	建立草图(create sketch)
"	建立正文区域(create text region)
[Ctrl]T	建立正文区(create text band)
[alt]M	建立矩阵(create matrix)
f	置光标于结果、绘图、曲面绘图或草图中 (with cursor in result, plot, surface plot or sketch)
	显示规格化菜单(show format menu)

第三章 算符一览表(List of Operators)

这是按优先级次序排列的 MathCAD 全部算符一览表。

y,y1,y2	代表实数表达式(represent real expressions)
z,z1,z2	代表实数或复数表达式(represent real or complex expressions)
n,n1,n2	代表整数或返回整数的表达式(represent integers or expressions returning integers)
v,v1,v2	代表向量表达式(represent vector expressions)
M,M1,M2	代表矩阵表达式(represent martrix expressions)
i	代表一个范围变量(represent a range variable)
t	代表任意变量名(represent any variable name)
f	代表一个函数(represent a function)
x	代表一个变量或任意键入的一个表达式(represent a variable or expression of any type)

算符(Operator)	显示形式(Appearance)	怎样键入(How to type)
圆括号(parentheses)	(x)	' or ()
下标(subscript)	$V_n, N_{n1,n2}$	[
上标(superscript)	$N^{<n>}$	[ALT]^
向量(vectorize)	$\vec{x}$	[ALT]-
阶乘(factorial)	$n!$	!
复共轭(complex conjugate)	$\bar{x}$	"
转置(transpose)	M^T	[ALT]!
指数(power)	$x1^{x2}$	^
负数(negation)	$-x$	-
向量和(vector sum)	$\sum v$	[ALT]\$
平方根(square root)	$\sqrt{z}$	\
绝对值(absolute value)	$ x $	
除以(division)	x / y	/
点乘(multiplication)	$x1 \cdot x2$	*
叉乘(cross product)	$v1 \times v2$	[ALT]*
累加(iterated sum)	$\sum_i x$	\$
连乘(iterated product)	$\prod_i x$	#
积分(integral)	$\int_{y1}^{y2} f(t)dt$	&

微商(derivative)	$\frac{d}{dt}f(t)$	?
加法(addition)	$x1+x2$	+
减法(subtraction)	$x1-x2$	-
截断加法 (addition with line break)	$x1+\cdots+x2$	[CTRL][Enter]
大于(greater than)	$y1>y2$	>
小于(less than)	$y1<y2$	<
大于等于(greater than or equal)	$y1\geq y2$	[ALT])
小于等于(less than or equal)	$y1\leq y2$	[ALT](
不等于(not equal to)	$y1\neq y2$	[ALT]#
等于(equal to)	$y1\approx y2$	[ALT]=
范围或区间(range)	$x1,x2\cdots x3$	, ;

第四章 添数标(Suffixes for Numbers)

添标(Suffix)	例子(Examples)	含义(Meaning)
i	4i	虚数
j	$3+1.5j \cdot 10^{-2}$	(imaginary)
H	OaH	十六进制数
h	8BCh	(Hexadecimal)
O	757O	八进制数
o	100o	(Octal)
L	1L	标准长度单位
l	-2.54l	(standard length unit)
M	1M	标准质量单位
m	2.2m	(standard mass unit)
T	1T	标准时间单位
t	3600t	(standard time unit)
Q	1Q	标准电荷单位
q	-1000q	(standard charge unit)

第五章 预定义变量(Predefined Variable)

变量 = 起始值	定义和用途
(variable = start value)	(Definition and Use)
$\pi = 3.14159\dots$	pi (Alt p)
$e = 2.71828\dots$	自然对数的底
	(the base of natural logarithms)
$\infty = 10^{307}$	无穷大(infinity)
$\% = 0.01$	百分数(percent)
$TOL = 10^{-3}$	数值近似的容限
	(tolerance for numerical approximations)
ORIGIN = 0	数组原点(array origin)
PRNCOLWIDTH = 8	用于WRITEPRN的列宽
	(column width used for WRITEPRN)
PRNPRECISION = 4	用于WRITEPRN的小数位
	(number of decimal places used for WRITEPRN)