

数学工具软件丛书

Mathcad 2000

实例教程

晨曦工作室 编著
黄亮 黄军万



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

数学工具软件丛书

Mathcad 2000

实例教程

晨曦工作室 编著
黄亮 黄军万

中国电力出版社

内 容 提 要

Mathcad 2000 是一款功能强大的数学分析软件。本书结合大量实例,由浅入深、循序渐进地介绍了 Mathcad 2000 的功能。具体内容包括 Mathcad 2000 的基础知识,Mathcad 2000 在数学中的应用,Mathcad 2000 的编程语言 M++ 语言,利用 Mathcad 2000 求解微分方程和几种常用的数学变换的方法,Mathcad 2000 中数据的输入和输出,Mathcad 2000 中的动画制作,Mathcad 2000 中的统计分布函数及数据分析等。本书内容翔实,可操作性强。

本书适合从事科学研究和工程应用的技术人员、高等院校的理工科教师和学生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

Mathcad 2000 实例教程/晨曦工作室 编著.-北京:中国电力出版社,2000.8

ISBN 7-5083-0354-7

I. M… II. 晨… III. 数值计算-应用软件, Mathcad 2000 IV. 0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 32181 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.infopower.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2000 年 8 月第一版 2000 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.25 印张 361 千字

定价 24.00 元

版 权 所 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

35672/03

前 言

在计算机技术飞速发展的今天，数学计算不再是一件枯燥无味、令人望而生畏的事情。Mathcad 从 DOS 版本发展到今天的 Mathcad 2000，一直以它的高效、易用而得到广大用户的好评。

以前，对数组进行数值分析时，往往需要自己编写程序，即使是求诸如线性拟合曲线方程、截距、斜率时也不例外。在数据值较多、程序比较复杂时，更会花去用户很多的时间和精力。然而 Mathcad 2000 的推出，不但让用户丢掉了计算稿纸，同时又让用户可以无须铅笔和直尺便可以得到准确的图表。

Mathcad 2000 交互性很强，它不像一般的编程语言那样晦涩难懂，而是所见即所得。Mathcad 的屏幕就好像一张电子便笺，用户可以在其中进行公式的书写、推导、计算、数值显示等等操作。同时，Mathcad 2000 的运算速度非常快，用户改变任何一个数据、变量或数学表达式后，其运算结果可以在瞬间做出相应的改变。

Mathcad 2000 是一个功能强大的工具软件，它支持各种科学问题的分析、求解和显示技术。目前，它已经被各门工程技术学科的科研人员广泛使用，它所采用的对立的类库支持下列科学问题的分析和求解：工程力学和热力学、建筑学、电子工程与控制理论、数字信号处理、物理学和天文学、化学和化学工程、数学和统计学、经济学。Mathcad 2000 的新特性包括：公式编辑的提高和改善、智能数值 ODE 求解区域、财务函数、曲线拟合函数、扩充输出格式选项、二进制操作符、对现有函数的完善、错误追踪、3D 快速制图、对区域的分层控制、文本标尺、命令的电子手册。

本书的作者拥有多年 Mathcad 的使用经验，因此本书详尽地介绍了 Mathcad 2000 的应用范围和新特性、Mathcad 2000 在数学中的应用、M++语言、微分方程、数据处理、常用的数学变换、动画制作、统计分布函数、数据分析等内容。

通过本书的学习，读者将对控件编程和面向对象编程有一个较深入的认识。在本书指导下，读者在完成程序的设计之后，将具备中级 Delphi 的编程水平。

在本书的编写过程中，得到了周凌和沈晔同志的大力支持，他们对本书提出了许多中肯的意见，在此表示衷心的感谢。

编 者

2000 年 5 月

目 录

前 言

第 1 章 Mathcad 2000 基础.....	1
1.1 Mathcad 2000 应用范围和新特性.....	1
1.2 入门知识概述.....	2
1.3 Mathcad 2000 窗体环境.....	10
1.4 Mathcad 2000 快速浏览.....	18
第 2 章 Mathcad 2000 在数学中的应用.....	21
2.1 四则运算.....	21
2.2 函数运算.....	25
2.3 复数运算.....	34
2.4 矢量运算.....	42
2.5 矩阵运算.....	45
2.6 解方程运算.....	54
2.7 简单数学曲线.....	57
第 3 章 Mathcad 编程语言 M++语言.....	61
3.1 M++语言概述.....	61
3.2 编程基础.....	62
3.3 条件语句.....	64
3.4 循环语句.....	65
3.5 变量与函数.....	68
3.6 编程应用实例.....	69
第 4 章 微分方程.....	81
4.1 微分方程基本概念.....	81
4.2 求解长微分方程.....	84
4.3 欧拉法初步.....	85
4.4 标准微分方程形式.....	90
4.5 微分方程的可视化.....	95
4.6 定步长方法.....	99
4.7 变步长方法.....	108

4.8	边值问题.....	115
4.9	综合实例.....	120
第 5 章	数据处理.....	134
5.1	数据输入.....	134
5.2	输出数据.....	137
5.3	文件访问函数.....	138
5.4	与其他应用程序之间交换数据.....	142
第 6 章	常用的数学变换.....	150
6.1	傅立叶变换及其逆变换.....	150
6.2	拉普拉斯变换及其逆变换.....	152
6.3	Z-变换及其逆变换.....	155
第 7 章	动画制作.....	158
7.1	动画制作方法.....	158
7.2	螺旋展开运动动画.....	161
7.3	曲面驻波动画.....	162
7.4	二项分布试验动画.....	164
7.5	等值线图动画制作.....	166
7.6	冒泡排序动画.....	168
7.7	将矩形区域卷成圆环动画.....	170
7.8	旋转地球仪.....	171
7.9	曲柄连杆机构.....	173
7.10	小球沿曲线的滑动.....	174
第 8 章	统计分布函数.....	176
8.1	统计函数.....	176
8.2	概率分布函数.....	178
8.3	β 分布.....	178
8.4	二项式分布.....	179
8.5	柯西分布.....	180
8.6	Γ 分布.....	181
8.7	泊松分布.....	183

8.8	负二项式分布.....	184
8.9	指数分布.....	185
8.10	几何分布.....	186
8.11	χ^2 分布.....	187
8.12	F 分布	188
8.13	Logis 分布	189
8.14	正态分布.....	190
8.15	对数正态分布.....	191
8.16	t 分布	192
8.17	Weibull 分布	193
8.18	均匀分布.....	194
第 9 章	数据分析	195
9.1	直方图	195
9.2	插值和预测函数.....	197
9.3	对数据进行平滑处理.....	204
9.4	曲线拟合函数.....	207
附录	内部函数	224

第 1 章 Mathcad 2000 基础

本章我们将介绍 Mathcad 2000 的基础知识,使读者能迅速对 Mathcad 的操作环境和基本功能有一个初步的认识。

1.1 Mathcad 2000 应用范围和新特性

在本节中,我们将简单介绍 Mathcad 2000 的应用范围和新特性,使读者在最短的时间内认识 Mathcad 2000 的新特性和应用范围。

1.1.1 Mathcad 2000 应用范围

Mathcad 2000 是一个功能强大的工具软件,它支持各种科学问题的分析、求解和显示技术。目前,它已经被各个工程技术学科的科研人员所使用,它所采用的对立的类库支持下列科学问题的分析和求解:

- 工程力学和热力学
- 建筑学
- 电子工程与控制理论
- 数字信号处理
- 物理学和天文学
- 化学和化学工程
- 数学和统计学
- 经济学

1.1.2 Mathcad 2000 新特性

在 Mathcad 2000 安装光盘中用户可以看到一些新的应用程序,包括“SmartSketch LE”、“Volo View”、“Mathcad Add-in for Excel”等,它们可以独立安装或卸载,如图 1-1 所示。

“Axum LE”使用户能够更加精确地控制 2D 图形;Autodesk 公司的“Volo View”使得用户可以在 Mathcad 中观察 AutoCAD 文件;“Mathcad Add-in for Excel”可以将 Mathcad 嵌入到 Excel 的“worksheets”当中去。

Mathcad 2000 的新特性包括:

- 公式编辑的提高和改善
- 智能数值 ODE 求解区域

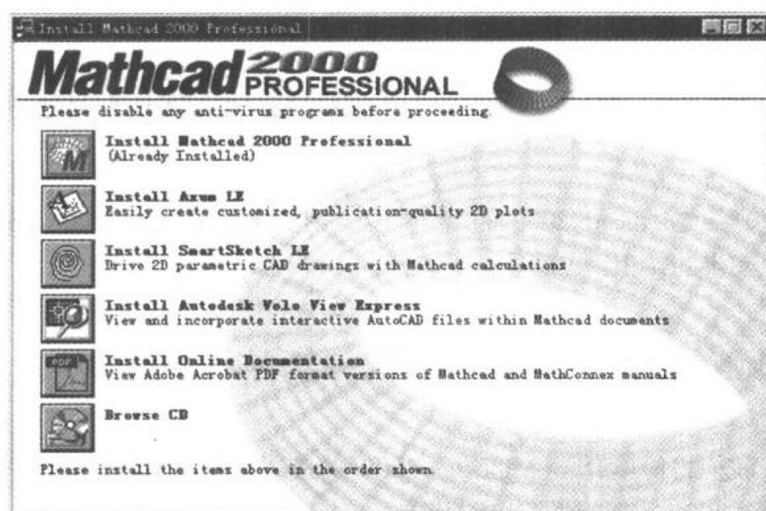


图 1-1 独立的应用程序

- 财务函数
- 曲线拟合函数
- 扩充输出格式选项
- 二进制操作符
- 对现有函数的完善
- 错误追踪
- 3D 快速制图
- 对区域的分层控制
- 文本标尺
- 命令的电子手册

1.2 入门知识概述

下面将简单介绍 Mathcad 2000 一些常用的入门知识，包括：功能键、建立和规格化键、算符、字符后缀、出错信息等等。

1.2.1 功能键

“F1” ——帮助

“F2” ——拷贝

“Ctrl+F2” —— 内拷贝

“F3” ——删除

“Ctrl+F3” ——内删除
“F4” ——粘贴
“Ctrl+F4” ——内粘贴
“F5” ——写入
“Ctrl+F5” ——检索查找
“F6” ——保存
“Ctrl+F6” ——置换
“F7” ——分屏
“Ctrl+F7” ——消去分屏
“F8” ——转换
“F9” ——计算
“Ctrl+F9” ——插入行
“F10” ——命令菜单
“Ctrl+F10” ——删除行

1.2.2 建立和规格化键

“@” ——建立绘图
“Alt @” ——建立曲面绘图
“Alt %” ——建立草图
“ ” ” ——建立正文区域
“Alt+T” ——建立正文区
“Alt+M” ——建立矩阵
“f” ——将光标放置在结果、绘图、曲面绘图或草图中

1.2.3 算符

这里首先假定：

y、y1、y2 代表实数表达式；

z、z1、z2 代表实数或复数表达式；

n、n1、n2 代表整数或返回整数的表达式；

v、v1、v2 代表向量表达式；

M、M1、M2 代表矩阵表达式；

i 代表一个范围变量；

t 代表任意变量名；

f 代表一个函数；

x 代表一个变量或任意键入的一个表达式。Mathcad 的全部算符见表 1.1。

表 1.1 按优先级次序排列的 Mathcad 全部算符一览表

算 符	显 示 形 式	键 入
圆 括 号	(T)	'或 ()
下 标	V_{n+1}	[
上 标	V^2	Alt + ^
向 量	$\bar{x}$	Alt + -
阶 乘	$n!$	!
复 共 轭	$\bar{x}$	"
转 置	M^T	Alt + !
指 数	$y1^m$	^
负 数	$-x$	-
向 量 和	$\sum V$	Alt + \$
开 方	$\sqrt{z}$	\
绝 对 值	$ y $	
除 以	x/y	/
点 乘	$x1 \cdot x2$	*
叉 乘	$V1 \times V2$	Alt + *
累 加	$\sum_i x$	\$
连 乘	$\prod_i y$	#
积 分	$\int_{x1}^{x2} f(x)dx$	&
微 商	$\frac{df(t)}{dt}$	?
加 法	$x1+x2$	+
减 法	$x1-x2$	-
截断加法	$x1+\cdots+x2$	Ctrl + Enter
大 于	$y1>y2$	>
小 于	$y1<y2$	<
大于等于	$x2 \geq x1$	Alt +)
小于等于	$x2 \leq x1$	Alt + (
不 等 于	$y \neq y2$	Alt + #
等 于	$m1 \approx m2$	Alt + =
范围或区间	$x1, x2 \cdots x3$	, ;

1.2.4 字符后缀

Mathcad 2000 中的字符后缀如表 1.2 所示。

表 1.2 字 符 后 缀

后 缀	例 子	含 义
<i>i</i>	$8i$	虚 数
<i>j</i>	$8+3j \cdot 10^{-2}$	虚 数
<i>H</i>	$0aH$	十六进制
<i>h</i>	$8BCh$	十六进制
<i>O</i>	$757O$	八 进 制
<i>o</i>	$100o$	八 进 制
<i>L</i>	$1L$	标准长度单位
<i>l</i>	$2l$	标准长度单位
<i>M</i>	$1M$	标准质量单位
<i>m</i>	$2.2m$	标准质量单位
<i>T</i>	$1T$	标准时间单位
<i>t</i>	$60t$	标准时间单位
<i>Q</i>	$1Q$	标准电荷单位
<i>q</i>	$-78q$	标准电荷单位

1.2.5 出错信息

undefined——未定义

cannot be denfined——不能定义

cannot take Superscript——不能使用上标

error in constant——常数出错

error on list——自变量出错

domain error——自变量范围出错

wrong size vector——向量元素个数出错

misplace comma——逗号位置出错

file error——文件出错

must be integer——应为整数

must be positive——应为正数

must be nonzero——应为非零数

must be real——应为实数

must be scalar——应为标量

non-scalar Value——应为非标量值
must be Vector——应为向量
must be 3-vector——应为三维向量
must be square——应为方阵
must be array——应为数组
must be range——应为值域变量
must be increasing——应为增序
must be dimensionless——不能使用量纲
not a name——应为非名字
illegal function name——非法函数名
illegal range——非法值域
illegal tolerance——非法容限
illegal factor——非法因子
illegal origin——非法定位（起始点出错）
illegal array operation——非法数组运算
illegal context——非法上下文
missing operand——运算数丢失
missing operator——运算符丢失
unmatched parenthesis——括号不匹配
array size mismatch——数组尺寸不匹配
no matching Given ——无匹配的 Given
nested solve block——嵌套求解块
incompatible units——单位不匹配
overflow——上溢出
underflow——下溢出
stack overflow——栈溢出
definition stack overflow——定义栈溢出
singularity——奇异性
not converging——不收敛
significance lost and significance reduced——精度超出范围
index out of bounds——指标超出范围
index too large——指标太大
too few arguments——自变量太少
too many arguments——自变量太多
too few subscripts——下标太少
too many subscripts——下标太多

too few constraints——约束太少
 too many constraints——约束太多
 too few elements——元素太少
 list too long——绘图元素太多
 too many points——绘图点太多
 too large to display——显示不下
 equation too large——方程太大
 dimension to nonreal power——非实数幂量纲
 did not find solution——无解
 duplicate——重复
 interrupted——中断
 file not found——文件找不到

1.2.6 内部函数一览表

用户必须能够准确地键入表 1.3~表 1.18 指出的内部函数的名字，注意其大写体和小写体。

表 1.3 三角函数（角度自变量或结果使用弧度制）

$\sin(z)$	正弦函数
$\cos(z)$	余弦函数
$\tan(z)$	正切函数
$a \sin(z)$	反正弦函数
$a \cos(z)$	反余弦函数
$a \tan(z)$	反正切函数
$angle(x,y)$	角度函数，用于计算点 (x,y) 与 x 轴的夹角

表 1.4 双曲函数

$\sinh(z)$	双曲正弦
$\cosh(z)$	双曲余弦
$\tanh(z)$	双曲正切
$a \sinh(z)$	反双曲正弦
$a \cosh(z)$	反双曲余弦
$a \tanh(z)$	反双曲正切

表 1.5 对数和指数函数

$\exp(z)$	以 e 为底的 z 次幂
$\ln(z)$	自然对数
$\log(z)$	以10为底的对数

表 1.6 贝 塞 尔 函 数

$J_0(x)$	贝塞尔函数 $J_0(x)$
$J_1(x)$	贝塞尔函数 $J_1(x)$
$J_n(n,x)$	贝塞尔函数 $J_n(n,x)$
$Y_0(x)$	贝塞尔函数 $Y_0(x)$
$Y_1(x)$	贝塞尔函数 $Y_1(x)$
$Y_n(x)$	贝塞尔函数 $Y_n(x)$

表 1.7 复 数 值 函 数

$\text{Re}(z)$	Z 的实部
$\text{Im}(z)$	Z 的虚部
$\arg(z)$	Z 的辐角, θ 为 $z=r \cdot e^{i\theta}$ 的辐角

表 1.8 文 件 存 取 函 数

$\text{Read}(\text{file})$	从数据文件读出数据
$\text{Write}(\text{file})$	数据写入数据文件
$\text{Append}(\text{file})$	数据附加到数据文件
$\text{ReadPRN}(\text{file})$	从结构数据文件中读矩阵
$\text{WritePRN}(\text{file})$	矩阵写入结构数据文件
$\text{AppendPRN}(\text{file})$	矩阵附加到结构数据文件

表 1.9 统 计 函 数

$\text{mean}(V)$	数据向量 V 的各个元素的平均值
$\text{stdev}(V)$	数据向量 V 的标准偏差
$\text{var}(V)$	数据向量 V 的方差

表 1.10 线 形 回 归 函 数

$\text{corr}(V_x, V_y)$	数据向量 V_x 和 V_y 的线形相关性 (皮尔逊数 r)
$\text{slope}(V_x, V_y)$	数据向量 V_x 和 V_y 回归线的斜率
$\text{intercept}(V_x, V_y)$	数据向量 V_x 和 V_y 回归线的截距

表 1.11 其 他 统 计 函 数

$\Gamma(z)$	欧拉 Γ 函数
$\text{erf}(x)$	误差函数
$\text{cnorm}(x)$	累积正态分布
$\text{hist}(\text{intervals}, \text{data})$	用区间标出的数据向量的数据直方图

表 1.12 插 值 函 数

<i>l int erp</i> (Vx,Vy,X)	对 Vx 和 Vy 以 X 为基础的线形插值
<i>cspline</i> (Vx,Vy)	Vx 和 Vy 三次端点线条系数
<i>pspline</i> (Vx,Vy)	Vx 和 Vy 抛物系端点样条系数
<i>int erp</i> (Vx,Vy)	对具有系数 Vs 的三次样条曲线以 X 为插值

表 1.13 傅立叶变换函数

<i>fft</i> (V)	实数据向量 V 的快速傅立叶变换
<i>ifft</i> (V)	相应于 <i>fft</i> 的反变换
<i>cfft</i> (V)	复数数据向量 V 的快速傅立叶变换
<i>icfft</i> (V)	相应于 <i>cfft</i> 的反变换

表 1.14 向 量 函 数

<i>length</i> (V)	向量 V 中的元素个数
<i>Last</i> (V)	向量 V 中最后一个元素的下标
<i>max</i> (V)	向量 V 中的最大元素
<i>min</i> (V)	向量 V 中的最小元素

表 1.15 矩 阵 函 数

<i>rows</i> (M)	矩阵 M 的行数
<i>cols</i> (M)	矩阵 M 的列数
<i>identity</i> (n)	n 阶矩阵的单位阵
<i>tr</i> (M)	矩阵 M 的迹, 对角元素和
<i>augment</i> (M1,M2)	由矩阵 M1 和 M2 生成的增广矩阵

表 1.16 排 序 函 数

<i>sort</i> (V)	按升序对 V 排列
<i>csort</i> (M,n)	按照第 N 列对 M 的行排序
<i>rsort</i> (M,n)	按照第 N 行对 M 的列排序
<i>reverse</i> (M)	M 的行或元素的逆序

表 1.17 求解方程函数

<i>root</i> (exp r,var)	求解表达式等于 0 的解
<i>find</i> (var1,var2)	在数据块中解约束条件的值
<i>min err</i> (var1,var2)	求解数据块约束条件极小化误差的值

表 1.18

其 他 函 数

$\text{floor}(x)$	最大整数
$\text{ceil}(x)$	最小整数
$\text{rnd}(x)$	0 与 X 间的随机数
$\text{if}(\text{cond}, z1, z2)$	满足条件时为 Z2, 否则为 Z1
$\Phi(x)$	海维塞函数, $x \geq 1$, Φ 为 1, 否则为 0
$\delta(n1, n2)$	Kronecher's delta, $n1=n2$, ϵ 为 1, 否则为 0
$\epsilon(n1, n2, n3)$	秩为 3 的完全反对称张量
$\text{mod}(x1, x2)$	$x1$ 除以 $x2$ 的余数
$\text{until}(x1, x2)$	直到 $x1 < 0$, 迭代停止并返回 $x2$

1.2.7 预定义变量

Mathcad 2000 中的预定义变量见表 1.19。

表 1.19

预 定 义 变 量

变量 (初始值)	定 义
$\pi=3.14159K$	Pi 或 Alt + p
$e=2.71828K$	自然对数的底
$\infty=10^{307}$	无穷大
$\%=0.01$	百分数
$TOL=10^{-3}$	数值近似精确度
$ORIGIN=0$	数组起点下标
$PRNCOLWINDTH=8$	WRITEPRN 的列宽
$PRNPRECISION=4$	WRITEPRN 的小数位

1.3 Mathcad 2000 窗体环境

用户开始使用 Mathcad 2000 之前, 最好先熟悉一下它的窗体环境, Mathcad 2000 的窗体环境如图 1-2 所示, 这是编辑、求解数学公式以及掌握作图的基础知识。