

掌握和精通

Mathcad 2000

袁长迎 等编著



机械工业出版社
China Machine Press

掌握和精通 Mathcad2000

袁长迎、马春庭、陶辰立、张进忠等编著



机械工业出版社

Mathcad2000 语言是一种优秀的数学计算工具软件。将文本编辑和完全符合数学概念的表达方式集成于一体是 Mathcad2000 的最大特点, 将各种制式的单位量纲融合在工程数学计算过程是 Mathcad2000 独特功能。本书由浅入深地介绍了 Mathcad2000 的基本用法、各类函数、数学处理方法、方程求解、数据的可视化、符号运算和程序设计等内容。

本书不但详细介绍了 Mathcad2000 语言的使用的基础知识、程序设计技术, 而且提供了大量的运用例子。

本书适合于大中学生、教师或工程技术人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

掌握和精通 Mathcad2000/袁长迎等编. —北京: 机械工业出版社, 2001.4
ISBN 7-111-08881-6

I. 掌… II. 袁… III. 数值计算—软件工具, Mathcad2000
IV. 0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 17347 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 曲彩云
封面设计: 姚毅 责任印制: 路琳
中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2001 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
787mm×1092mm/16·28.5 印张·708 千字
0001—4000 册
定价: 45.00 元
凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页、由本社发行部调换

前言

Mathcad 是 Mathsoft Inc.公司在 1986 年推出的一种交互式数学系统, 具有便捷的解题环境, 它向用户提供广泛的工具选择和支持各种数据分析与可视化技术。Mathcad 被数十万计的工程师、科学家和学生广泛应用。Mathcad 提供一系列各具特色的应用软件, 可以组装应用文件库用以解决以下方面的问题:

- 机械工程学和热力学
- 民用工程学和建筑学
- 电子工程学和理论控制
- 数字信号处理
- 物理学和天文学
- 化学和化学药品工程学
- 财政学和经济学

Mathcad2000 新的和改进的功能能够在以下应用软件连接中应用。这些新的应用软件是: SmartSketch LE, Axum LE 和 Autodesk's Volo View, 每种软件都可独立安装。

SmartSketch LE 允许用户用草图、图表和图画来注释工作页。SmartSketch 是用户的设计与计算相互补充和扩展的工具。

Axum LE 提供了更多 2D 曲线图的精确控制功能。

Volo View from Autodesk 提供了在 Mathcad 工作环境中访问 Autocad 的另一种途径。

另外 Mathcad Add-in for Excel 使得 Mathcad 可以并入 Excel 工作页。

新的特点包括:

- 改进的公式显示和编辑
- 灵巧的数字 ODE 解决块
- 金融函数
- 曲线拟合函数
- 扩展的计算结果格式选项
- 逻辑操作运算符
- 扩展了原有的函数
- 错误捕捉功能
- 3D 快速绘图
- 多面体绘图
- 压条法控制区
- 排列文档标尺
- 电子指导书
- Mathcad Collaboratory(Mathcad 网上论坛)

与其它技术软件不同, 在 Mathcad 中, 用户可以用自己的习惯做法进行各种数学计算。Mathcad 的屏幕界面是一空白工作页, 在上面可以输入公式、图表数据或函数, 并且可以在其周围任何位置放置文本注释。跟大家见到的书中的一模一样。仅有的不同是 Mathcad 中的公式和曲线图是“活的”。改变任何数据、变量或公式, Mathcad 会立刻重新计算工作页。这种优先技术成为 Mathcad 活动文档界面。

Mathcad 还能处理更为复杂的数学问题。使用 Mathcad, 可以解决很多技术范围内的问题——从最基本的到复杂难解的问题。使用 Mathcad, 可以推导难题、阐明概念、分析数据、模拟检测、选择最优解决方案……, 然后整理文档、提交和交流结果。

Mathcad 具有多方面的、灵活的计算环境。它能够迅速发展为最受欢迎的解决方案平台之一, Mathcad 有四种主要途径来扩展其 industry-specific:

Mathcad Electronic Books

Mathcad Extension Packs

User-created DLLs(C++ libraries)

Interoperability with other applications I

Mathcad Electronic Books 应用于特殊学科, 比如机械工程学、电子工程学或物理学。它提供大量的用户参考资料。从 MathSoft 和其它出版者都可得到各种各样的 Mathcad Electronic Books。

Mathcad Extension Packs 向一些特殊领域提供计算函数, 比如: 信号处理、图象处理、小波分析、热力学等等。使用时可在 **MathSoft web site** 找到 Mathcad Electronic Books 和 Mathcad Packs 的详细列表。

Dynamically Linked Libraries(DLL) (动态连接库) 允许向 Mathcad 添加自己用 C 或 C++ 语言编写内置函数。

Interoperability with other applications (与其它应用程序的交互性) 是扩展 Mathcad 计算功能的另一种重要手段。例如, Excel 或 MATLABs 数据可直接汇入 Mathcad 的计算之中。相反, Mathcad 的计算也可被 Excel 的电子数据表引用。甚至用 VB 和 OLE 共同完成解决方案。在 Mathcad 目录的 **Samples** 文件夹中可找到许多 Mathcad 与其它应用程序交互使用的例子。

本书主要由袁长迎、陶辰立、张进忠、张惠琳、徐明民、马春庭、徐立新、刘先勇等人编写, 全书的编写组织工作由马春庭同志负责, 参加本书编写工作的还有周红、熊照明、张鸿浩、赵建新、谭业双、高秀峰、房立清、王希武、王平等同志, 在这里向他们表示谢意。

由于作者的水平有限, 书中的错误在所难免, 敬请广大读者批评指正。

编 者

2001 年 3 月 6 日

目 录

前言

第 1 章 MATHCAD2000 简介.....	1
1.1 MATHCAD2000 的安装.....	2
1.1.1 Mathcad2000 的系统要求.....	2
1.1.2 Mathcad2000 的安装.....	3
1.2 MATHCAD 简介.....	9
1.3 MATHCAD2000 的新特点.....	12
1.4 MATHCAD2000 的操作界面基础.....	23
1.4.1 无标题的 Mathcad 工作页.....	24
1.4.2 资源中心窗口.....	24
1.4.3 Mathcad 的菜单命令.....	35
1.4.4 数学工具栏.....	48
1.4.5 标准工具栏.....	52
1.4.6 格式栏.....	52
1.5 工作页管理.....	52
1.5.1 工作页基础.....	53
1.5.2 工作页模板.....	54
1.5.3 格式化一个工作页.....	55
1.5.4 输出工作页.....	56
1.5.5 打印工作页.....	57
1.5.6 工作页的指引和超级连接.....	58
1.6 本章小结.....	59
第 2 章 MATHCAD2000 的基础知识.....	60
2.1 MATHCAD 数学表达式的基本知识.....	61
2.1.1 输入数学表达式.....	61
2.1.2 求表达式的值.....	62
2.1.3 定义变量.....	62
2.1.4 定义简单函数.....	62
2.1.5 自定义变量和函数名.....	63
2.1.6 内置常量.....	64
2.1.7 数字.....	65
2.1.8 表达式编辑.....	67
2.1.9 表达式和结果格式.....	68
2.2 文本处理.....	71
2.2.1 文本编辑.....	71
2.2.2 文本格式.....	76
2.2.3 文本风格.....	78
2.2.4 文本区域属性.....	79
2.3 版面设计.....	81
2.3.1 选中区域.....	81
2.3.2 移动区域.....	81
2.3.3 删除区域.....	82

2.3.4 区域间的空白行操作	82
2.3.5 分割重叠区域	82
2.3.6 对齐区域	82
2.3.7 锁定区域	83
2.3.8 隐藏工作页区域	84
2.4 运算符	86
2.4.1 数学运算符	86
2.4.2 微积分运算符	87
2.4.3 逻辑运算	90
2.4.4 向量与矩阵运算符	91
2.4.5 用户自定义运算符	96
2.5 计算特性	97
2.5.1 控制计算	98
2.5.2 多次执行的计算	98
2.5.3 数字计算之前的简化表达式	99
2.6 自定义函数	101
2.7 本章小结	103
第3章 向量和矩阵	104
3.1 向量和矩阵基础	105
3.1.1 创建向量和矩阵	105
3.1.2 利用向量和矩阵进行计算	109
3.1.3 显示向量或矩阵结果	110
3.1.4 绘制向量曲线	111
3.2 编辑向量和矩阵	113
3.2.1 改变数组的大小	113
3.2.2 从矩阵中抽出元素	116
3.2.3 从一个矩阵中选出一个子阵	117
3.2.4 改变矩阵的起始位置	117
3.2.5 矩阵大小的限制	117
3.2.6 矩阵的嵌套	120
3.3 向量和矩阵函数	122
3.3.1 矩阵的合并函数	122
3.3.2 求子矩阵函数	122
3.3.3 创建矩阵函数	122
3.3.4 矩阵参数求取函数	128
3.3.5 矩阵的极值函数	129
3.3.6 矩阵的特殊类型函数	129
3.3.7 矩阵的特征参数	130
3.3.8 特征值与特征向量	132
3.3.9 矩阵的分解	133
3.4 矩阵的综合应用举例	136
3.4.1 将函数值转换为矩阵	136
3.4.2 整数与数字向量的转换	138
3.4.3 对两矩阵取出相同元素	138

3.4.4 符号矩阵运算	139
3.5 本章小结	141
第4章 数理统计与数据分析	142
4.1 总体与样本统计	143
4.2 概率分布函数	150
4.2.1 概率密度函数	150
4.2.2 概率分布函数	152
4.2.3 逆概率分布函数	153
4.2.4 概率分布的随机数生成器	154
4.2.5 概率分布函数举例	155
4.3 回归分析函数	162
4.3.1 线性回归(Linear regression)	162
4.3.2 多项式回归(Polynomial regression)	164
4.3.3 多元多项式回归(Multivariate polynomial regression)	166
4.3.4 特殊的回归函数(Specialized regression)	168
4.3.5 广义的回归函数(Generalized regression)	172
4.4 数据的平滑	175
4.5 插值和预测	178
4.5.1 线性插值(Linear interpolation)	178
4.5.2 三次样条插值	179
4.5.3 B样条插值	181
4.5.4 多元三次样条插值	182
4.5.5 线性预测	184
4.6 本章小结	185
第5章 MATHCAD 的函数运算	186
5.1 基本数学函数运算	187
5.1.1 三角函数和反三角函数	187
5.1.2 双曲线函数	189
5.1.3 对数和指数函数	191
5.1.4 贝塞尔函数	192
5.1.5 复数函数	193
5.1.6 分段函数	194
5.1.7 数论\组合学函数	195
5.1.8 近似函数	196
5.1.9 特殊函数	197
5.2 离散数值变换	201
5.3 微分方程函数	208
5.4 方程的求解和优化	225
5.4.1 含有一个未知数的方程	226
5.4.2 N个未知数N线性个方程	228
5.4.3 N个未知数N非线性个方程	229
5.4.4 方程组的近似解	230
5.4.5 多项式的全部解	234

5.4.6 最优化问题的最大值和最小值	235
5.5 其它函数运算	237
5.5.1 返回类型函数	237
5.5.2 字符串操作函数	238
5.5.3 数据文件操作函数	240
5.6 本章小结	243
第6章 数据的可视化	244
6.1 二维图形	245
6.1.1 平面直角坐标 (X-Y) 图形	246
6.1.2 极坐标图形	256
6.2 二维作图举例	257
6.3 三维图形的绘制	262
6.3.1 概述	262
6.3.2 表面图的绘制	262
6.3.3 等高线图的绘制	267
6.3.4 三维直方图的绘制	269
6.3.5 三维散布图的绘制	270
6.3.6 向量场图的绘制	272
6.3.7 多重三维图形的表示	273
6.4 三维图形的函数绘制	274
6.4.1 空间曲线作图函数	274
6.4.2 多面体作图	280
6.5 三维图形的设置	281
6.5.1 图形的基本设置	281
6.5.2 图形的格式设置	284
6.5.3 图形的设置分析	289
6.6 图形的导入操作	294
6.6.1 图形的一般导入操作	294
6.6.2 图形的文件操作方式	296
6.7 三维图形举例	300
6.8 动画制作	303
6.8.1 创建一个 Mathcad2000 的动画	303
6.8.2 回放动画	306
6.8.3 动画实例	307
6.9 本章小结	312
第7章 MATHCAD2000 的符号运算	313
7.1 使用菜单命令进行符号运算	314
7.2 使用符号运算等号进行符号运算	316
7.2.1 直接使用符号运算等号	317
7.2.2 加关键词的符号运算等号	318
7.3 符号代数学	321
7.3.1 表达式化简	321
7.3.2 表达式的展开	324

7.3.3 因式分解	324
7.3.4 合并同类项	325
7.3.5 求取多项式系数	326
7.3.6 级数展开式	327
7.3.7 分式分解	328
7.3.8 符号加法和乘法	329
7.4 符号微积分学	330
7.4.1 符号微分	330
7.4.2 符号积分	330
7.4.3 极限运算	331
7.5 方程求解	332
7.5.1 求解方程	332
7.5.2 求解方程组	334
7.6 矩阵处理	335
7.6.1 转置矩阵	335
7.6.2 逆矩阵	335
7.6.3 矩阵的行列式	336
7.6.4 矩阵代数	336
7.6.5 矩阵综合举例	337
7.7 符号数据变换	338
7.7.1 付立叶变换和付立叶逆变换	338
7.7.2 拉普拉斯变换与拉普拉斯逆变换	339
7.7.3 Z 变换与 Z 逆变换	340
7.8 本章小结	341
第 8 章 单位和量纲	342
8.1 内置单位	243
8.1.1 内置单位的设置	343
8.1.2 内置的四种单位制	345
8.1.3 输出结果单位转换	346
8.2 自定义单位	348
8.3 单位自动化简设置	349
8.4 四种单位制及其常用转换	350
8.4.1 SI 单位制	350
8.4.2 CGS 单位制	352
8.4.3 U. S. 单位制	354
8.4.4 MKS 单位制	356
8.5 常用单位转换	358
8.5.1 常用 US(英制)到 SI(公制)转换	358
8.5.2 常用 SI(公制)到 US(英制)	359
8.6 单位的前缀设置	360
8.7 本章小结	362
第 9 章 MATHCAD2000 编程	363
9.1 什么是程序	364

9.1.1 程序的含义	364
9.1.2 简单程序的定义	367
9.1.3 程序的编辑和修改	368
9.1.4 Mathcad2000 程序的特点	370
9.2 程序条件语句	372
9.2.1 if 条件判断语句的定义	372
9.2.2 If-otherwise 语句	373
9.2.3 条件判断语句应用举例	373
9.3 程序的循环结构	375
9.3.1 for 循环	376
9.3.2 while 循环	382
9.4 程序的运算控制	388
9.4.1 程序运算值的返回	389
9.4.2 程序中的容错控制	393
9.4.3 程序的中断	396
9.4.4 程序的继续运行	399
9.5 程序的调用和递归	401
9.5.1 子程序	402
9.5.2 递归函数	403
9.6 函数的符号运算	404
9.7 本章小结	405
第10章 键盘命令简介	406
10.1 希腊字母的输入	407
10.2 插入运算符的快捷键	409
10.3 工作页与窗口管理快捷键	412
10.4 编辑键	412
10.5 箭头移动键	413
10.6 创建区域键	418
10.7 本章小结	419
附录1 函数列表	420
附录2 Mathcad 内置单位表	441

第 1 章

Mathcad2000 简介

本章要点：

在本章中将详细介绍 Mathcad 的特点及 Mathcad2000 的新特点，Mathcad 的工作页（worksheet）是计算环境的基本单元，建立于其上的各种公式、图表等均为“活动”的，显示的结果和图形将随数据的变化而改变。所见即所得是 Mathcad 的主要特色，它的数学输入方式、显示方式完全符合标准的数学表达。

本章主要介绍以下几项内容：

- Mathcad2000 的安装
- Mathcad 简介
- Mathcad2000 的新特点
- Mathcad2000 的操作界面基础
- 工作页管理

Mathcad 是美国 Mathsoft 公司在 1986 年推出的一个著名的数学软件, 从 Mathcad 4.0 以后的版本运行在 Windows 环境下。Mathcad 是工程专业技术人员、大学学生和科学家使用的标准计算软件。Mathcad 不仅像程序设计语言那样功能强大, 同时它也像通用电子数据表格一样易学易用。另外, 更令人感兴趣的是它还集中了 Internet 和一些用户每天都用到的其它应用软件的优点。

Mathcad 包含电子数据表活动文档界面, 带有所见即所得命令处理器, Mathcad 的计算范围从一般的数值相加到积分、微分、解方程等更为复杂的数值计算。

可在 Mathcad 工作页中的任意位置放置公式、文本和曲线图。公式处于所见即所得的激活状态, 也就是说, 此时输入的公式看上去就和在黑板上或在参考书中见到的一模一样, 且只要工作页中的数值有变动, Mathcad 立即更新计算结果和曲线图。这使得跟踪较为复杂的计算变得简单易行。

1.1 Mathcad2000 的安装

1.1.1 Mathcad2000 的系统要求

系统软件要求:

Windows95、Windows 98 或更高版本, 对于 Windows NT 为 4.0 或更高版本; 如果希望充分利用网上资源, 需要安装网络浏览器并与 Internet 直接连接, 浏览器要求为 Microsoft Internet Explorer 4.0 或更高版本 (系统安装光盘自带); Mathcad2000 提供了非常广泛的与其它软件进行数据共享、互相传递的功能。如果与其它软件连接对 Excel、MATLAB、S-PLUS、Axum 和 SmartSketch 的最低版本有些特殊要求, 如表 1.1 所示。

表1.1 Mathcad2000 对一些软件的版本要求

软件名称	版本要求
Axum	Axum 5 (发布日期 97 年 5 月) 或更高版本
Excel	Excel for Windows 95 或更高版本
MATLAB	MATLAB Professional 4.2c 或更高版本或 MATLAB 学生版本 v. 5 或更高版本
S-PLUS	S-PLUS 4.5 或更高版本
SmartSketch	SmartSketch LE、SmartSketch 3 或更高版本, Imagination Engineer, 或 Imagineer Technical 2

硬件要求:

奔腾 (Pentium) 90 以上的 IBM 计算机或兼容机;

光驱 (CD-ROM drive);

最少为 16 兆, 推荐内存为 32 兆或更高;

VGA 或更高的显卡和显示器，推荐为 Super VGA，要求显示方式最低为 256 色。

1.1.2 Mathcad2000 的安装

如果安装系统中安装了 Mathcad 2000 的 beta 测试版本，需要首先将 Mathcad 2000 的 beta 版卸装掉，卸装 Mathcad 2000 步骤：

(1) 从开始菜单 (Start menu) 中选择设置=>控制面板=>添加/删除程序项 (Settings=>Control Panel=>Add/Remove Programs)；

(2) 从所列项中选择 Mathcad 2000 Professional；

(3) 点击添加/删除按钮 (Add/Remove)，如果系统提示是否删除共享文件，点击，“No to all”；

Mathcad2000 包括 Mathcad2000 标准版和 Mathcad2000 专业版两种版本。Mathcad2000 标准版是一种处理日常事务使用铅笔和纸、计算器或电子表格等工具不能完成的最方便、快捷的工具软件。Mathcad2000 专业版还增加了能够提供技术领域的应用数学方面完整的计算和报告的专业性结果，专业性的编辑器是一个集处理、共享和通信技术等完整特征一体的完整的计算环境。本书介绍的 Mathcad2000 内容均为 Mathcad2000 专业版的功能。

下面介绍一下安装 Mathcad 2000 专业版的步骤：

(1) 将 Mathcad 2000 专业版的光盘插入光驱中，光驱会自动运行进入安装程序，如果安装程序没有自动运行，在开始菜单的运行选项中键入 “F:\SETUP” (这里设光驱为 F:)，点击 “OK” 按钮；

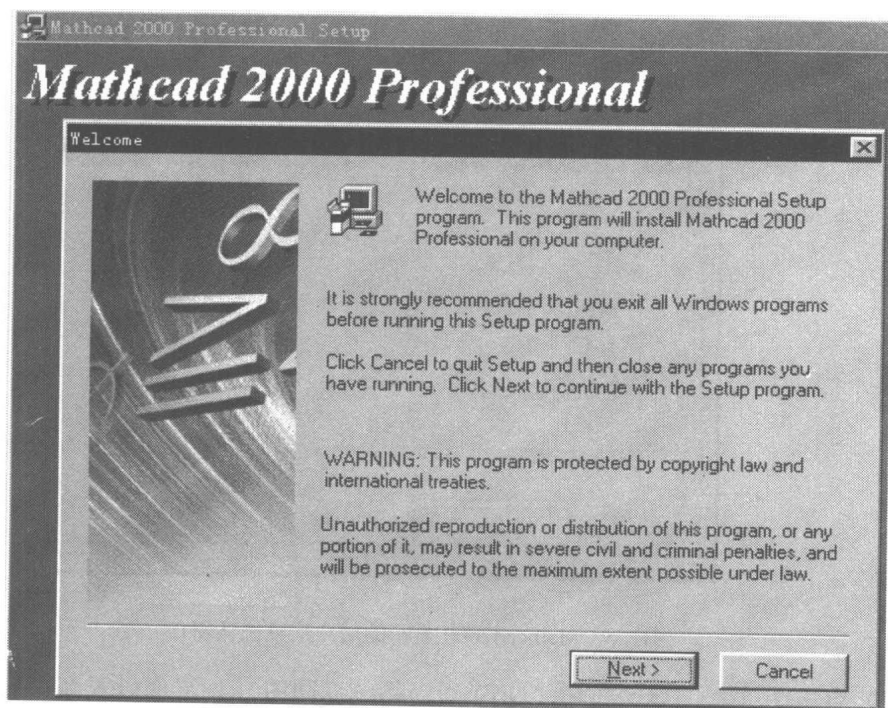


图1.1 Mathcad 2000 安装提示画面

(2) 在系统将 Mathcad 2000 的安装程序读入内存后, 显示如图 1.1 的安装提示画面:

(3) 点击图 1.1 的“Next”按钮后, 系统询问是否接受“许可协议”, 接着点击确认后显示图 1.2 用户信息输入界面, 点击“Next”按钮确认后, 系统显示用户输入的注册信息以备再次确认, 如图 1.3 所示。

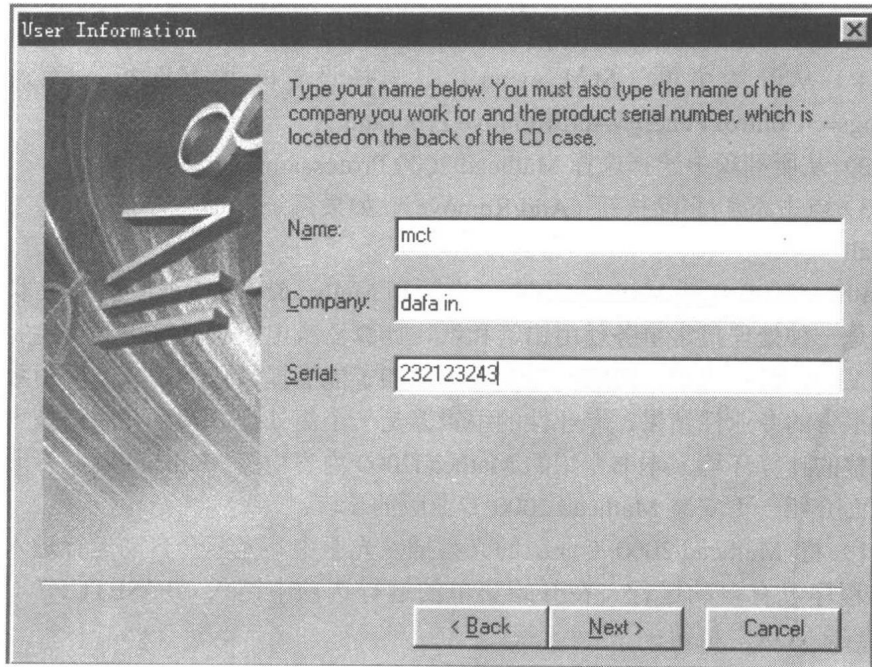
A screenshot of the 'User Information' dialog box in Mathcad 2000. The dialog has a title bar with 'User Information' and a close button. On the left is a graphic of a CD with a stylized infinity symbol. The main text says: 'Type your name below. You must also type the name of the company you work for and the product serial number, which is located on the back of the CD case.' There are three input fields: 'Name:' with 'mct', 'Company:' with 'dafa in.', and 'Serial:' with '232123243'. At the bottom are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'.

图1.2 Mathcad2000 用户信息输入界面

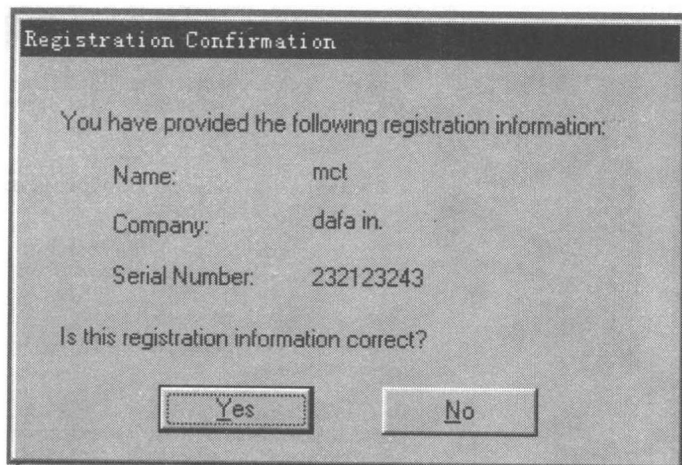
A screenshot of the 'Registration Confirmation' dialog box in Mathcad 2000. The dialog has a title bar with 'Registration Confirmation'. The main text says: 'You have provided the following registration information:'. Below this, it lists the entered information: 'Name: mct', 'Company: dafa in.', and 'Serial Number: 232123243'. It then asks: 'Is this registration information correct?'. At the bottom are two buttons: 'Yes' and 'No'.

图1.3 Mathcad2000 显示的用户信息确认窗口

(4) 点击图 1.3 的修改按钮“No”后, 系统返回图 1.2 界面以重新输入; 点击确认按钮“Yes”后, 系统完成用户信息输入, 进入 Mathcad2000 安装目录设定界面, 如图 1.4 所示。

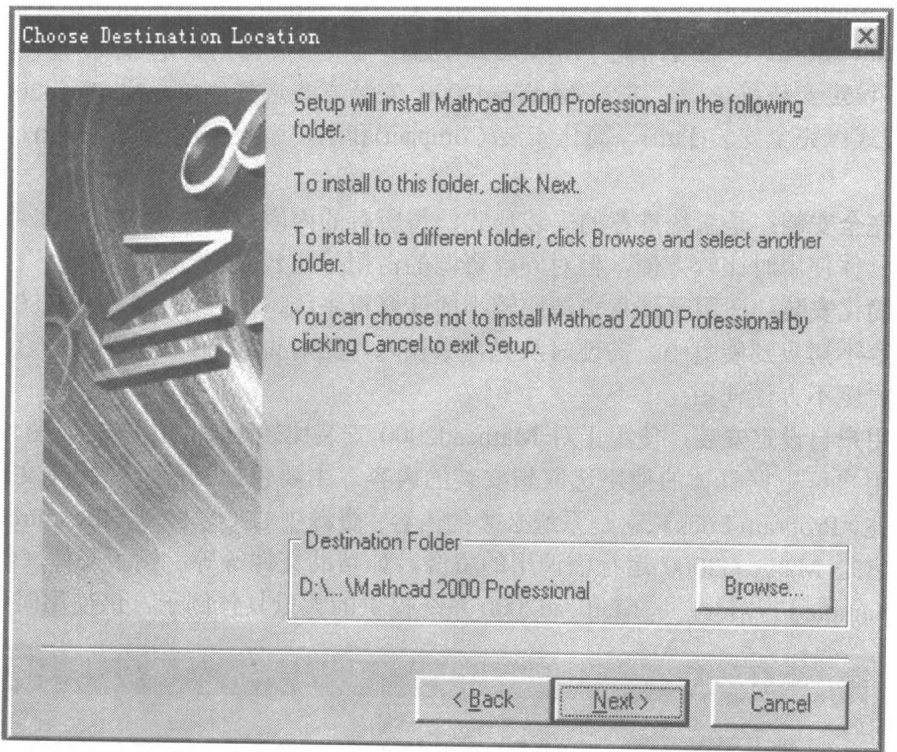


图1.4 Mathcad2000 安装目录设定界面

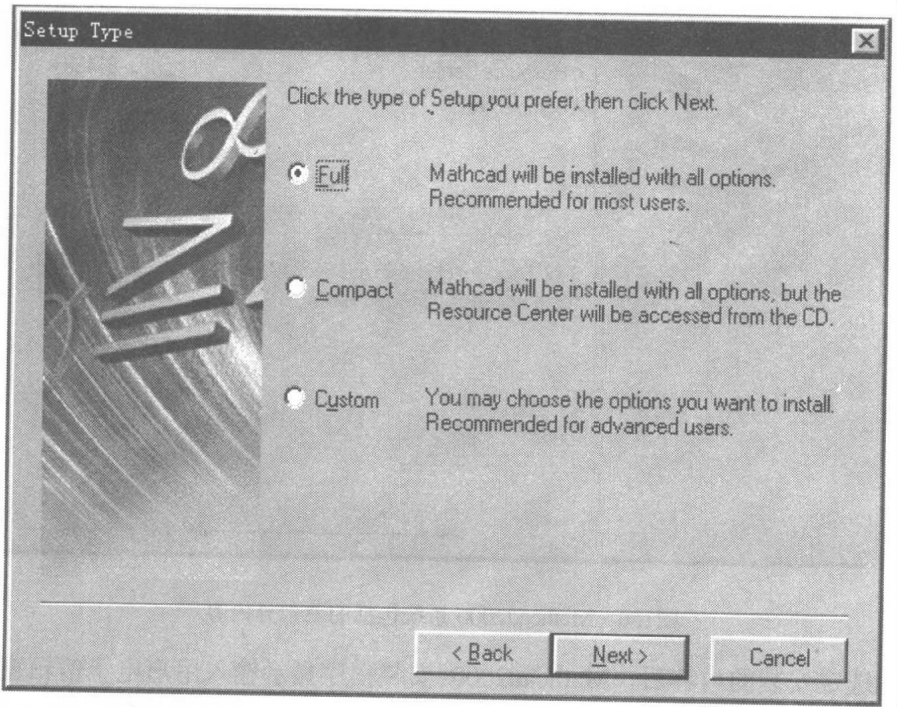


图1.5 Mathcad2000 安装方式选择窗口

(5) Mathcad2000 安装默认的路径为“C:\Program Files\MathSoft\Mathcad 2000 Professional”，通过浏览(Browse)按钮，可由用户自主设定目录，如图 1.5 所示

(6) 设定安装目录后，进入 Mathcad2000 安装方式选择菜单，Mathcad2000 提供了三种安装方式：完全安装(Full)、简化安装(Compact)和用户自设定安装(Custom)。

其中：

完全安装：是系统推荐的安装形式，将所有的内容安装到计算机硬盘中，这样在具体使用时比较方便，但对硬盘资源的占用量比较大，约为 130 兆；

简化安装：适用于硬盘资源比较小的计算机系统，安装程序对大约 80 多兆的内容不拷贝到硬盘中，需要从光盘中调入，相对说这种调用速度较慢，而且占用光驱不方便使用；

用户自设定安装：使用于对 Mathcad2000 安装比较熟悉的用户，如图 1.6 所示，用户可根据具体的使用选取想安装的内容。主要包括三部分：程序文件（约 23 兆，Program Files），它是系统必须的内容；资源中心（约 82 兆，Resource Center），它是 Mathcad2000 运行需调用的资源，如帮助文件等等；例子文件（约 20 兆，Sample Files），它是 Mathcad2000 系统提供的大量具体例子，供使用时参考。

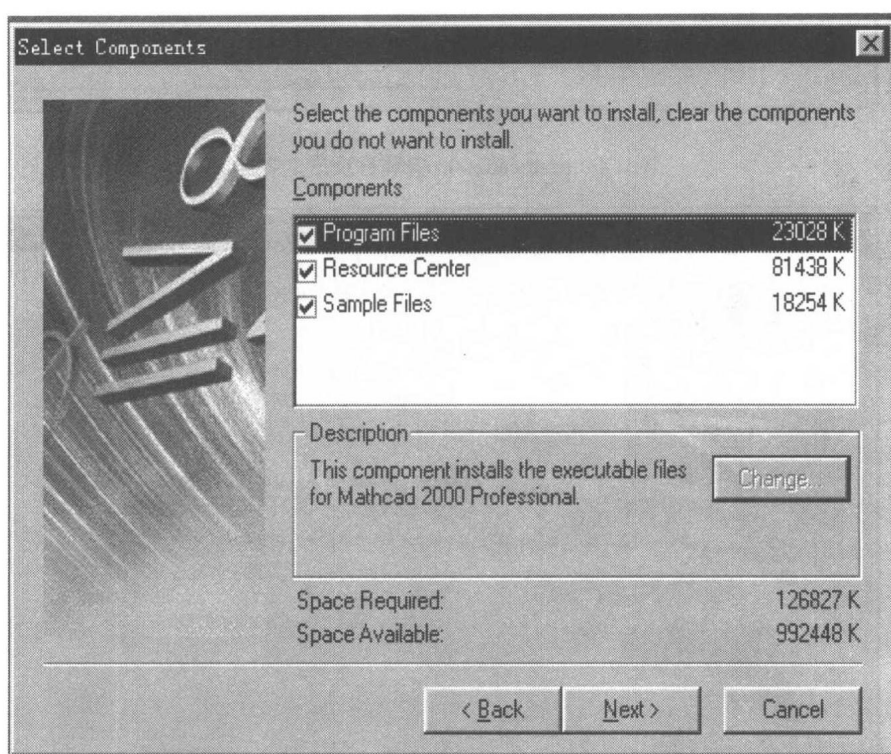


图1.6 Mathcad2000 系统包括的三部分内容

(7) 选定安装的内容后，Mathcad2000 安装程序显示输入用户电子信箱窗口，这是因为 Mathcad2000 具有完善的网络功能，系统将用户的电子信箱设为默认的电子信箱。如图 1.7 所示，如果使用时没有接入 Internet 网络或没有电子信箱可点击或用户完成输入信箱点击“Next”按钮，按钮“Back”返回安装过程的上一步，而点击“Cancel”按钮使用