



S 邱兆文 陈 宇 刘德峰 编著
HUXUE RUANJIAN YINGYONG

数学软件应用

东北林业大学出版社

数学软件应用

邱兆文 陈 宇 刘德峰 编著

东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数学软件应用/邱兆文, 陈宇, 刘德峰编著. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2007.3

ISBN 978-7-81076-979-2

I. 数… II. ①邱… ②陈… ③刘… III. 数值计算—应用软件, Deriv-
er—教材 IV. O245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 033923 号

责任编辑: 姜俊清

封面设计: 彭 宇



NEFUP

数学软件应用

Shuxue Ruanjian Yingyong

邱兆文 陈 宇 刘德峰 主编

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

东北林业大学印刷厂印装

开本 787 × 960 1/16 印张 7.75 字数 124 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 978-7-81076-979-2

0·83 定价: 13.00 元

前 言

符号计算是近年来发展起来的,由数学、计算机软件和人工智能等学科交叉产生的一门新兴学科。符号计算系统能进行从初等数学到高等数学的各种公式演算,并把数值计算作为符号计算的特例。符号计算作为科学计算的一个分支,其运算结果绝对精确,即使对数值运算也如此。符号计算能完成的许多公式演算是传统计算所无法完成的,但它还不能完全代替传统的数值计算。

目前国际上流行的符号计算系统至少有几十种之多,比较有名的如 Reduce、Derive、Maple 和 Mathematica 等,但我们认为 Derive 比较容易掌握,更为简单实用,而且所要求的硬件设备条件不高,而 Maple 的功能十分强大,故我们选择 Derive 和 Maple 作为符号计算工具编写本书。

Derive 系统是一种能有效和精确地执行代数运算和解析运算的全交互式符号数学系统。这些运算完全超出了传统计算机程序设计语言的内在功能,Derive 可对包含未赋值的变量的表达式求值和化简,这是其他传统语言无法做到的。

本书系统地介绍了 Derive 和 Maple 的符号计算、数值计算、图形绘制、程序设计等功能,重点介绍了 Derive 和 Maple 在数学辅助教学中的应用。

全书共 10 章:

第 1 章 符号计算概述,介绍了符号计算的概念,符号计算的优势,符号计算研究的内容和常用的符号计算软件。

第 2 章 Derive 系统概述,介绍了 Derive 系统的特点,Derive 系统的集成开发环境和 Derive 系统的基本操作。

第 3 章 代数,介绍了怎样输入、化简、展开和分解各种代数表达式;怎样对表达式做置换运算;怎样设置说明变量的定义域;怎样输入和求解各种方程和不等式。

第 4 章 微积分,介绍了怎样求极限、导数、泰勒展开式、积分以及封闭形式的和或积。

第 5 章 向量和矩阵,介绍了怎样利用 Derive 所提供的预定义函数和各种运算符,来输入向量及矩阵并控制它们的各种运算。

第 6 章 绘图,介绍了怎样对单变量和双变量的函数表达式绘图,怎样

2 数学软件应用

绘制参数形式的两个单变量表达式的图形。

第7章 函数和常量, 介绍了怎样设置 Derive 能识别和化简的预定义数学函数和常量。

第8章 介绍了 Maple 系统的基本操作和应用。

第9章 介绍了 Maple 的程序设计功能。

第10章 介绍了数学软件在辅助教学中的应用。

Derive 和 Maple 可适用于数学经历和上机经验不同的人员, 从具有使用计算机经验的专业工程师、数学研究人员、数学教师到一般的数学爱好者、大专院校学生、财会专业人员等皆可使用本书。

邱兆文编写第1、4、6、8、9、10章, 陈宇编写第3、5、7章及附录部分, 刘德峰编写第2章, 黄纯一教授审校并修订了全部书稿, 在此表示感谢。

由于作者的知识和写作水平有限, 难免有缺点和错误, 敬请读者批评指正。

Derive 虽然是一个非常优秀的数学软件, 但国内至今还未出版相关的书籍。作者一直想写一本关于 Derive 的教材, 将其推荐给国内的读者, 现在终于实现了这个愿望。感谢 Derive 软件的开发者 Bernhard Kutzler 博士提供的很多宝贵资料和意见。在此, 谨向每一位曾经关心和支持本书编写工作的各方面人士表示衷心的感谢!

有关 Derive 和 Maple 的更多参考资料请访问我们的数学软件教学网站。

网址: <http://bb.nefu.edu.cn>

用户名: math 密码: math

编 者

2007 年 1 月

目 录

1 符号计算概述	(1)
1.1 什么是符号计算	(1)
1.2 常用数学软件	(2)
2 Derive 系统概述	(4)
2.1 Derive 发展过程	(4)
2.2 Derive 系统的特点	(4)
2.3 Derive 的启动	(4)
2.4 Derive 屏幕	(5)
2.5 输入表达式	(7)
2.6 化简表达式	(8)
2.7 加亮表达式	(9)
2.8 如何得到帮助	(10)
2.9 保存表达式	(11)
2.10 装入表达式	(11)
2.11 打印表达式	(12)
3 代 数	(13)
3.1 表达式的展开	(13)
3.2 表达式的分解	(14)
3.3 方程及方程组	(15)
4 微积分	(18)
4.1 极 限	(18)
4.2 微 分	(19)
4.3 泰勒多项式近似	(20)
4.4 积 分	(21)
4.5 求 和	(22)
4.6 乘 积	(23)
4.7 例 子	(24)
习 题	(24)
5 向量和矩阵	(26)

5.1	向量和矩阵的输入	(26)
5.2	向量和矩阵的生成	(27)
5.3	分量元素的提取	(28)
5.4	矩阵运算	(28)
5.5	行阶梯阵	(29)
5.6	特征值和特征向量	(29)
5.7	向量代数与矩阵代数	(30)
5.8	向量的微分运算	(30)
5.9	向量积分运算	(32)
	习题	(34)
6	Derive 的绘图功能	(36)
6.1	单变量表达式的绘图	(36)
6.2	参数绘图	(47)
6.3	窗 口	(48)
6.4	三维绘图	(48)
	习题	(52)
7	函数和常数	(54)
7.1	指数函数	(54)
7.2	对数函数	(55)
7.3	三角函数	(55)
7.4	反三角函数	(57)
7.5	双曲函数	(58)
7.6	反双曲函数	(58)
7.7	分段连续函数	(58)
7.8	复变量函数	(59)
7.9	概率函数	(60)
7.10	统计函数	(61)
7.11	误差函数	(62)
7.12	财金函数	(63)
7.13	迭代函数	(64)
7.14	递归函数	(65)
8	Maple 系统简介及应用	(66)
8.1	Maple 系统简介	(66)
8.2	Maple 10 的新特性	(66)

8.3	Maple 的启动	(74)
8.4	Maple 应用举例	(74)
9	Maple 程序设计	(84)
9.1	if 语句	(84)
9.2	循环控制语句	(85)
9.3	迭代命令	(87)
9.4	过 程	(87)
9.5	Maplet	(88)
10	数学软件在辅助教学中的应用	(95)
10.1	Maple 学生辅导软件包	(95)
10.2	数学软件应用举例	(99)
10.3	Maple 计算器	(107)
10.4	Maple 其他教学资源	(108)
附录	Derive 预定义函数、常数与算符	(110)
	参考文献	(115)

1 符号计算概述

符号计算是近年来发展起来的一门新兴学科。与它相联系的软件系统正在逐步完善,并显示了它的巨大优越性,越来越受到人们的重视。

1.1 什么是符号计算

1.1.1 符号计算

科学计算分数值计算和符号计算两大类。在数值计算中,计算机处理的数据和得到的结果都是数值,如 FORTRAN、C 等高级语言所处理的运算大多是数值计算。符号计算也称计算机代数,是一门研究使用计算机进行数学公式推导的理论和方法的科学,演算数学公式的理论和算法是它研究的中心课题。数值计算可看做是符号计算的特例。用符号计算方法进行数值计算有不少优点,计算结果是绝对精确的,符号计算能完成传统的数值计算所无法完成的许多计算。例如符号计算能进行下列运算:

$$A + A + A + B + C + C \rightarrow 3A + B + 2C$$

$$(\sin) x \rightarrow \cos x$$

$$\int \cos x dx \rightarrow \sin x$$

$$N! \rightarrow 1 \times 2 \times \cdots \times N$$

符号计算还能完成复杂的公式运算。

常用的符号计算系统包括数值计算、符号计算、图形绘制和编程四个部分。

1.1.2 符号计算的特点

(1) 具有绝对精确的计算结果。

(2) 可以进行大有理数运算。

符号计算在进行有理数运算时,可以精确到小数点后几百位,甚至几千位。其位数只取决于计算机内存的大小。

(3) 公式推导的工具。

(4) 理论研究中的实验方法。

(5) 计算机辅助教学的工具。

1.1.3 符号计算研究的内容

和数值计算一样,算法也是符号计算的核心。符号计算的一个简单定义是:代数算法的设计、分析、实现和应用。代数算法有简单的形式规定,有正确性证明和有建立在数学理论基础上的渐近时间界,并且代数对象可在计算机的存储中准确地表示,从而代数计算可在不失精确和有效意义的情况下进行。符号计算研究的内容,一方面是如何利用现有的代数系统来解决各类数学问题;另一方面是如何不断开发代数系统的功能,以满足日益发展的科学、工程计算和教育等事业对数学计算的需求。

总之,符号计算即计算机代数,它是一门研究使用计算机进行公式推演的学科,研究公式推演的算法和计算机语言与系统。其研究对象不限于数学中代数学科的内容,而且包含了所有数学方面的符号演算的内容。它既有别于高等代数,又有别于数值代数。广义地说,它还包括机器证明的内容,但本书基本上不涉及。

1.2 常用数学软件

常用的符号计算软件有 Derive、Maple、Mathematica,常用的数值计算软件有 Matlab。

(1) Derive。Derive 是 muMATH 的升级产品,Derive 能够完成从初等数学到高等数学的大多数公式推演和数值运算。Derive 不仅拥有 muMATH 的绝大部分功能,而且功能更强大,既能做符号计算,也能做任意精度的近似计算,还能绘制任意一元或二元函数的图形,操作更方便,在科学研究,工程计算和数学教学中有着广泛的应用。

(2) Maple。Maple 是由加拿大滑铁卢大学和 Maplesoft 公司共同开发而成,Maple 强大的符号运算能力使 Maple 在国际通用数学软件的激烈竞争中独占鳌头。不仅 Mathcad 靠 Maple 实现符号计算,就连首屈一指的数值计算软件 Matlab 在扩展其符号运算功能时,也借助了 Maple 的威力。

Maple 应用范围几乎涵盖了所有领域,包括数学、物理学、力学、工程、航空航天、金融、通信等。

(3) Mathematica。Mathematica 的原始系统是美国物理学家 Stephen Wolfram 领导的一个小组开发来进行量子力学研究的。软件开发的成功促使 Stephen Wolfram 于 1987 年组建 Wolfram 研究公司,并推出了该公司的商品软件

Mathematica 1.0 版。此后, Wolfram 公司通过对 Mathematica 不断改进和扩充, 陆续推出了 1.2 版、2.0 版和 1996 年的 3.0 版。

Mathematica 拥有范围广泛的数学计算功能, 支持比较复杂的符号计算和数值计算。Mathematica 的基本系统是用 C 语言编写的, 因此能方便地移植到各种计算机系统上。

(4) Matlab。Matlab 是一个高性能的科学计算软件, 广泛应用于数学计算、算法开发、数学建模、系统仿真、数据分析处理及可视化、科学和工程绘图、应用系统开发, 包括建立用户界面。当前它的使用范围涵盖了工业、电子、医疗、建筑等领域。

2 Derive 系统概述

2.1 Derive 发展过程

muSIMP 是编写 Derive 所用的通用程序设计语言。muSIMP 是专门设计用来实现符号计算系统的一种类 LISP 语言,但它具有更加自然的语法和应用能力。Derive 的前身是 muMATH, muMATH 系统是由 David R. Stoutemyer 和 Albert D. Rich 设计与实现的。该设计开始于 1976 年,1979 年完成。muMATH 是由 muSIMP 写成的第一个可以用于微型计算机的代数系统。Derive1.0 于 1988 年完成,Derive1.0 功能强大,操作方便。它能够完成从初等数学到高等数学的大多数公式推演和数值运算,既能做符号计算,也能做任意精度的近似计算,还能绘制任意一元或二元函数的图形,在科学研究、工程计算以及数学辅助教学中都有着广泛的应用。Derive1.0 被誉为世界上“第八大奇迹”和“最引人注目,最有用的 IBM-PC 软件”之一。Bernhard Kutzler 等于 1996 年开发了 Windows 版本的 Derive,2004 年开发出了 Derive6.10。

同 Maple、Mathematica 等国际流行的其他符号计算系统相比,Derive 比较容易掌握,更为简单实用,而且所要求的硬件设备条件不高。

2.2 Derive 系统的特点

- (1) 数学运算功能增强。
- (2) 增加了绘图功能。
- (3) 操作非常方便。Derive 的不足之处在于它没有提供程序开发的技术。

2.3 Derive 的启动

双击 Derive 图标  启动 Derive,如果在你的计算机的桌面上找不到 Derive 图标,你会在开始菜单→程序中找到 Derive。

2.4 Derive 屏幕

Derive 屏幕的组成如图 2-1 所示。

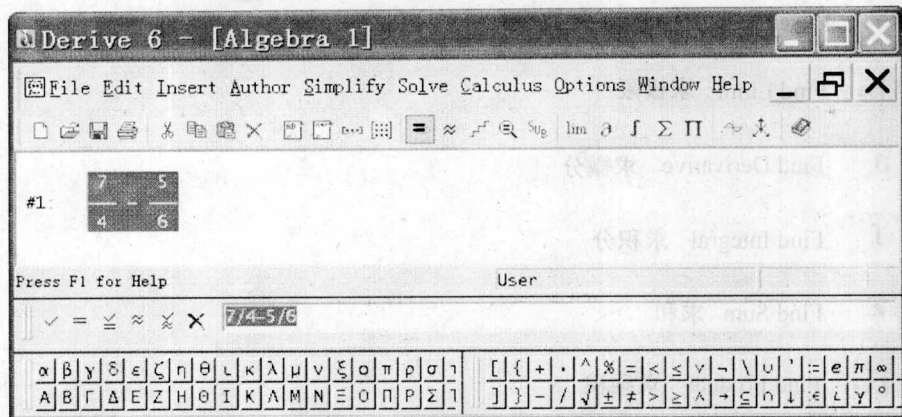


图 2-1 Derive 屏幕

Derive 的屏幕组成 (从上到下):

- 标题栏
- 菜单栏

File Edit Insert Author Simplify Solve Calculus Options Window Help

- 常用工具栏

(Del)Delete highlighted expression 删除加亮的表达式

Insert Text 在加亮的表达式后插入文字

Author Expression 构造表达式

Author Vector 构造向量

Author Matrix 构造矩阵

Simplify 化简

 Approximate 近似

 Solve Expression 表达式求解

 Variable Substitution 变量替换

 Find Limit 求极限

 Find Derivative 求微分

 Find Integral 求积分

 Find Sum 求和

 Find Product 求乘积

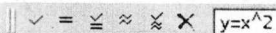
 2D-Plot Window 2 维 - 绘图窗口

 3D-Plot Window 3 维 - 绘图窗口

●工作区

●状态栏

●表达式输入工具栏

 $y=x^2$

 Author expression 输入表达式

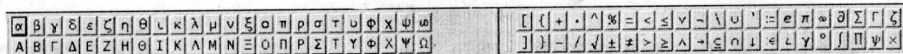
 Simplify 化简表达式

 Author and simplify 输入并化简表达式

 Approximate 求表达式近似值

 Author and approximate 输入并求表达式近似值

●希腊字母符号和数学符号工具栏



2.5 输入表达式

在 Derive 中，数学公式和图形都是表达式。

单击表达式输入栏，在表达式输入栏中输入表达式，按 Enter 键结束表达式的输入。

例如，输入表达式：7/4 - 5/6，结果如图 2-2 所示。

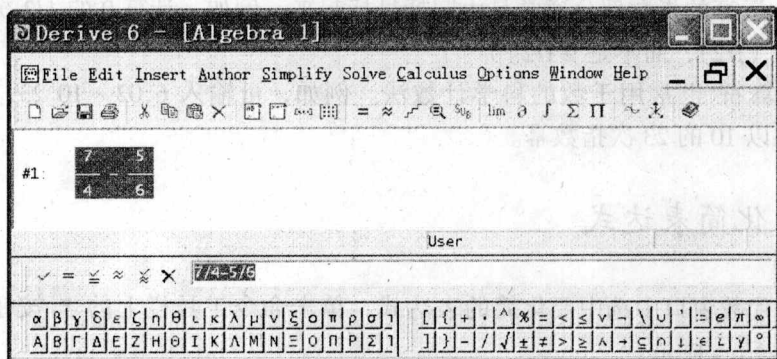


图 2-2 输入表达式

若输入的表达式中含希腊字母符号和数学符号，这些特征符号可从希腊字母符号工具栏和数学符号工具栏中直接选取。例如，输入表达式：

$$\frac{\pi}{10} \sqrt{3^2 + 4^2}$$

在表达式输入栏中输入表达式后，按 Enter 键结束表达式的输入。注意，无论光标处于何处，在你按下 Enter 键后，整个表达式将被输入。如写作行无语法错误，表达式将被显示在代数窗口。如果文本行含有语法错误，机器将发出嘟嘟声，并将光标置于出错的地方。请注意，错误可能发生在光标的某一位置。

可用基本的算术运算符（+，-，*，/）连接一些数来构成较大的表达式。可用圆括号控制运算顺序。若不使用圆括号，则将按通常的算符运算优先级进行，即先乘除，后加减。如输入

$$3 + 4 * 5$$

就相当于输入

$$3 + (4 * 5)$$

若不用 * 来代表乘法运算符, 则可在两表达式之间用一个或多个空格或者圆括号来隐含地说明乘法运算。例如输入

$$2 (3 + 5)$$

就相当于输入

$$2 * (3 + 5)$$

可用 % 运算符来表示百分率运算, 如 36% 等价于 0.36。

可用 ^ 运算符来表示指数或幂运算, 如 3^2 表示 $3 * 3$, 等于 9。^ 运算符优先于其他算术运算符。因此, 若 ^ 运算的指数部分是由其他运算符组合成的, 则 ^ 运算的指数部分通常是由圆括号括起来。例如, 计算 9 的 $1/2$ 次幂应输入 $9^{(1/2)}$, 而不是 $9^{1/2}$ 。

运算符 ^ 也常用于数的科学计数法。例如, 可输入 $6.02 * 10^{23}$, 表示 6.02 乘以 10 的 23 次指数幂。

2.6 化简表达式

在代数窗口中选中要化简的表达式, 单击命令工具栏上的  按钮, 结果如图 2-3 所示。

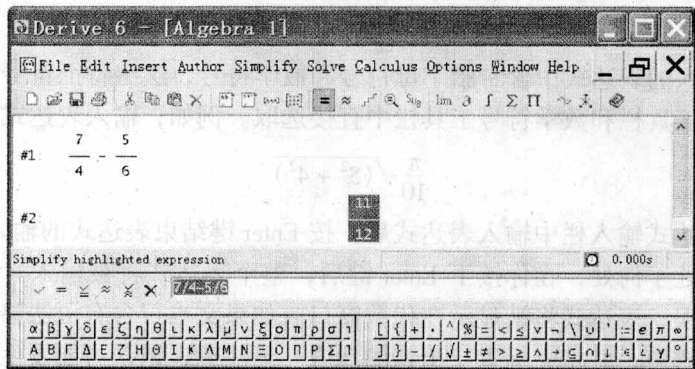


图 2-3 选中要化简的表达式

如果要计算表达式的近似值, 单击命令工具栏上  的按钮, 结果如图 2-4 所示。

在 Derive 中, 默认数值精度是小数点后取 10 位有效数字。如果要增加数值精度, 在代数窗口选中要化简的表达式, 单击菜单栏 > Simplify > Approximate, 在弹出的对话框中输入小精确的位数, 单击 Approximate 按钮。例

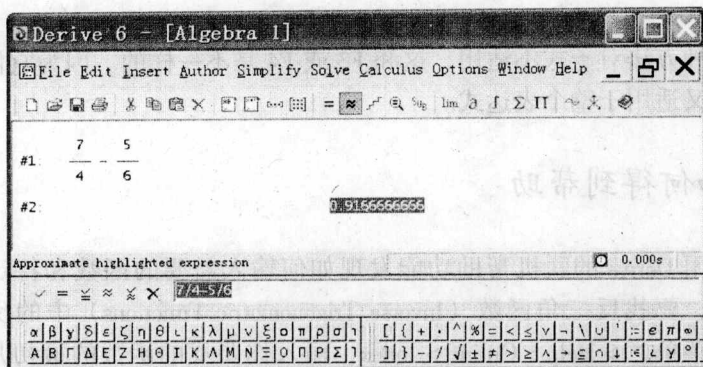


图 2-4 计算表达式的近似值

如要求的近似值（小数点后取 1 000 位），结果如图 2-5 所示。

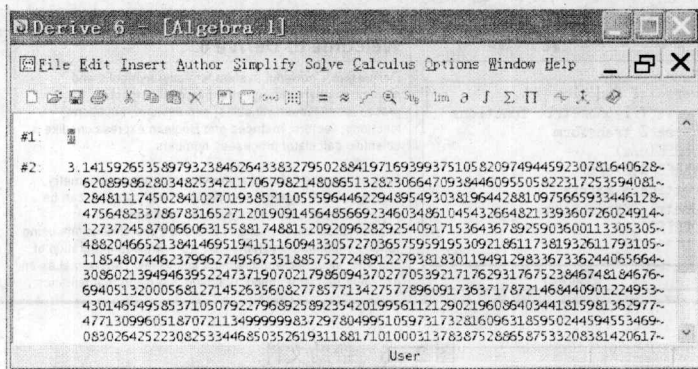


图 2-5 计算的近似值

2.7 加亮表达式

通常要把已有的表达式或其子式作为新表达式的一部分。此时，可不必重新输入原表达式，只需将所选择的表达式或其子式加亮激活即可。

也可通过鼠标点击只加亮某个表达式的一部分。当一个子式被加亮后，Simplify 命令使整个表达式只是加亮部分被化简。

输入表达式后，用 F3 功能键可在光标前插入加亮的表达式或其子式到写作行。F4 功能键也可将加亮的表达式插入到写作行中，但有一对圆括号。使用这些功能键，可便于我们对已有的表达式及子式重新进行编辑。

如果要对整个表达式进行操作，则应在表达式标号前键入 # 号。例如，将表达式 2 与表达式 5 相加，输入