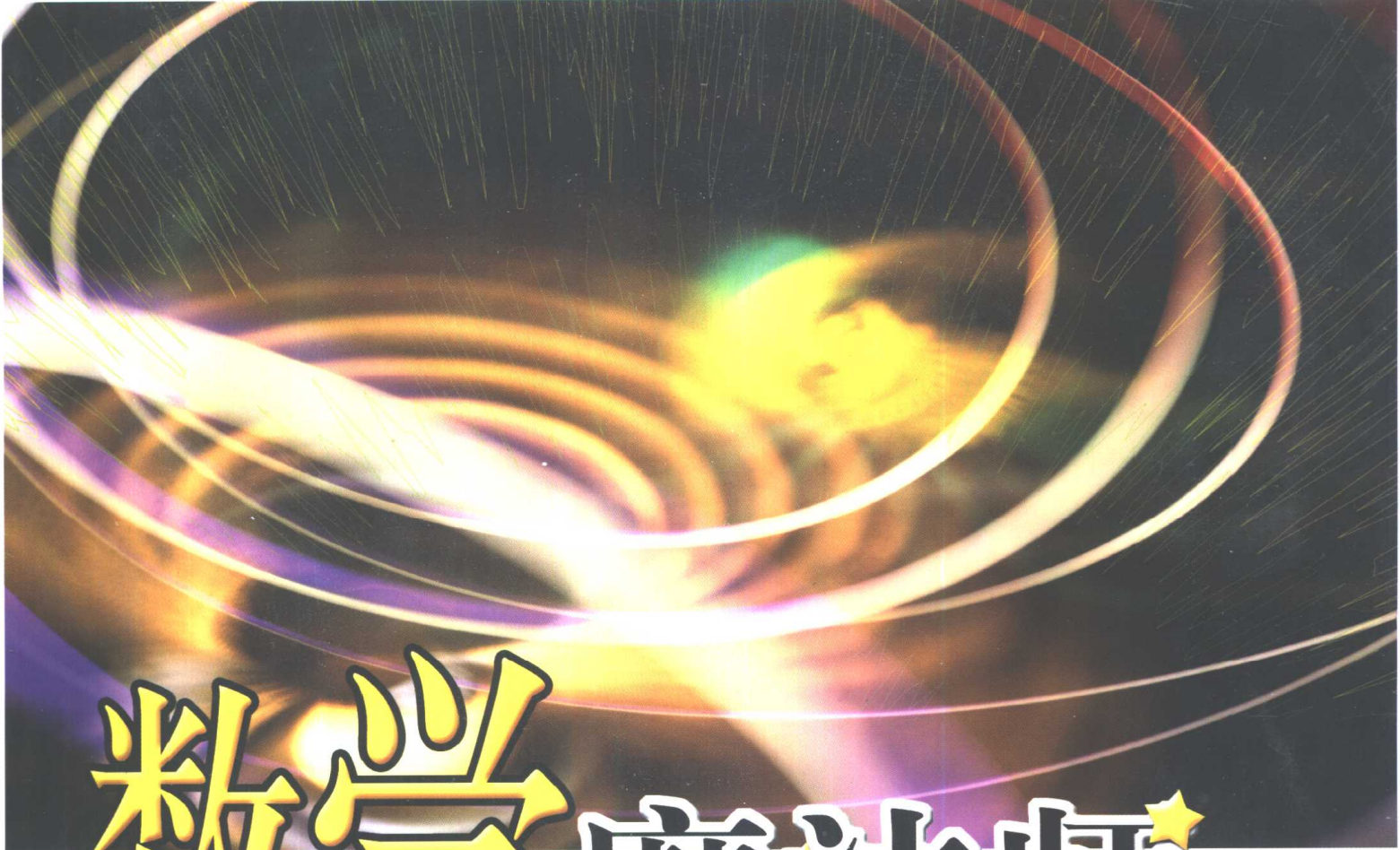


GOTOP



数学魔法师



Maple 6

洪维恩 著
李强 董建刚 改编

人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

数学魔法师

Maple 6

洪维恩 著

李 强 董建刚 改编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数学魔法师 Maple 6/洪维恩著;李强,董建刚改编. —北京:人民邮电出版社,2001 7
ISBN 7-115-09318-0

I. 数... II. ①洪... ②李... ③董... III. 数学应用软件, Maple 6 IV. 0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 027138 号

内 容 提 要

Maple 是受到广大数学研究者、爱好者和工程技术人员青睐的数学运算工具软件,目前的最新版本为 6.0。Maple 是国外数学、计算机等相关专业的一门基础课程。

本书通过大量实例,详细地讲解了利用 Maple 6 进行各种数学运算的方法和技巧。内容既包括 Maple 6 的工作界面、输入输出方法等软件操作的基本常识,又包括从初中到大学数学课程涉及到的各个领域数学运算的 Maple 计算方法。

本书适合于从事数学研究的工作者、数学教师、数学建模爱好者和工程技术人员阅读,也适合初中、高中、大学学生学习数学之用。

数字魔法师 Maple 6

◆ 著 洪维恩

改 编 李 强 董建刚

责任编辑 陈冀康

人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮 编 100061 电子函件 315@pptph.com.cn

网 址 <http://www.pptph.com.cn>

读者热线 010-67129212 010-67129211(传真)

内蒙古邮电印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/16

印张:29 25

字数:708 千字

2001 年 7 月第 1 版

印数:1—5 000 册

2001 年 7 月内蒙古第 1 次印刷

著作权合同登记 图字:01—2001—1385 号

ISBN 7-115-09318-0/TP·2233

定价:43.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

版 权 声 明

本书为台湾碁峰资讯股份有限公司独家授权的中文简化字版本。本书专有出版权属人民邮电出版社所有。在没有得到本书原版出版者和本书出版者书面许可时，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本书的一部分或全部以任何形式(包括资料和出版物)进行传播。

本书原版版权属碁峰资讯股份有限公司。

版权所有，侵权必究。

出版说明

在计算机技术飞速发展的今天，为了进一步向全社会普及计算机知识，提高计算机应用人员的技术水平，使计算机在各个领域发挥更大作用，也为了促进海峡两岸计算机技术图书的交流，台湾碁峰资讯股份有限公司授权我社陆续组织出版该公司的部分计算机技术书籍。这些书基本覆盖了当前最常用的各类计算机软、硬件技术，并紧跟世界计算机技术的飞速发展，不断有所更新。在写作特点上，这些书内容深入浅出、实用性强，在台湾地区很受读者欢迎。

在组织出版过程中，我们请有关专家在尊重原著的前提下，进行了改编，并对有关图文进行了核对和精心制作。

由于海峡两岸的计算机技术名词和术语差异较大，改编者依照有关规定和我们的习惯用法进行了统一整理。对原书文字叙述中由于海峡两岸不同的语言习惯而造成的差异，我们的处理原则是只要不会造成读者理解上的歧义，一般不做改动，以尊重原著写作风格。另外改编时对原书的一些差错及疏漏之处做了订正。

由于本书改编和出版时间紧张，如有差错和疏漏，敬请读者指正。

人民邮电出版社

2000年12月

序

我的数学学习，从小一直就是处在摸索中。打在手掌心的藤条督促着我去学习数学，但对几何代数的恐惧在心坎里留下了深深的烙印。中学毕业时，数学成绩 48 分，那时我真地看不到数学的美。念专科时，微积分、线性代数、统计学、工程数学都是必修课。每天我总要拿着一台 CASIO 的小型计算器，小心翼翼地验算着每一道数学题，脑子里总想着抽象的极限、微分、积分等。极坐标的概念曾困扰了我整个一下午，傅立叶级数为什么要那样展开，展开了之后又有什么意义？ π 为什么是无理数？为什么要把 π 计算到小数点后面第 100 万位？这样算，画出来的圆会很精确吗？有太多的为什么，多得觉得自己像是个“问题学生”。

其实我并不排斥数学，但是用什么样的方式来学习数学却困扰了我几十年，直到我发现了个人计算机里也有数学运算软件，那时我已上大四。但这个偶然的机会有改变了这些年来学习数学的态度。我一直在想，如果早学会了 Maple，对我而言，数学将是一门极具趣味性与挑战性的学科。我相信您也会有相同的感受。

Maple 是 1980 年由加拿大 Waterloo 大学开发出来的。当初开发 Maple 的目的是为了解决繁复的代数运算等问题。经过多年的研究测试，从早期纯文字接口的 R1、R2，到目前的图文并茂的 R6 版本，Maple 已发展成一个相当完备的软件。计算机与数学之间不可分割的关系由 Maple 蓬勃发展的历史可见一斑。

Maple 提供的数学运算工具相当完备，其符号运算的能力使我们能够一步一步地进行复杂的公式推导，处理函数的微分、积分，解微分方程以及解决线性代数、统计、离散数学等领域的各种问题。在大多数的计算中，Maple 不仅可以求出数值解，还可以求出解的符号式 (symbolic form)，并可以绘出函数的二维或三维图形。这些功能正是其它传统数学软件与程序语言难以实现的。

本书的编写以实用性为目的。每一个 Maple 指令的用法可能有数种，但本书所列举的指令与用法，对于大多数的读者而言应付基本的数学运算已足够。如果需要更详细的信息，可由 Maple 所提供的在线帮助系统来查询。此外，Maple 的网站提供了相当丰富的内容，有兴趣的读者可以访问 <http://www.maplesoft.com>。

本书提供了 Maple 6 的 30 天试用版。现在立即把数学魔法师 Maple 6 请回家，试试用 Maple 来解决您课堂上的作业、练习，或者是论文中的问题。只要您给数学魔法师 Maple 6

30 天的时间，它将带给您数学上永远的蓝天。

本书的完成要感谢家人的支持与鼓励，同时也要谢谢 Maple 台湾代理商枫树科技提供了许多技术上的协助。感谢大叶大学黄明锋教授给予本书相当多的宝贵意见，没有他的督促与协助，本书可能还在构想阶段。在此我也要特别谢谢美国纽约州立大学刘庆玺教授，谢谢他带领我进入美丽的数学殿堂。

最后，本书虽经多次的校对，但恐疏漏之处仍在所难免，尚祈读者朋友不吝指正。

洪维恩
2001 年 1 月

目 录

第 1 章 靠近一点看 Maple 6	1
1.1 Maple 的操作界面	2
1.2 Maple 指令的输入与编辑	3
1.3 强迫换行	4
1.4 输入标题文字	4
1.5 面板的使用	5
1.6 绘图的操作	7
1.7 在线帮助系统的使用	8
1.8 Maple 函数库的使用	9
第 2 章 学 Maple, 数学也可以很简单	11
2.1 Maple 简介	12
2.1.1 数值运算	13
2.1.2 符号运算	15
2.2 Maple 的基本运算	16
2.2.1 整数的运算	16
2.2.2 分数、浮点数与 Maple 的内建常数	20
2.2.3 精确度的设定	23
2.2.4 浮点数转换成分数	24
2.3 常用的内建数学函数	25
2.4 复数的运算	31
2.5 变量的设定与运算结果的提取	34
2.5.1 变量的设定	34
2.5.2 运算结果的提取——%运算符	37
2.6 序列、串行与集合	38
2.6.1 序列	38
2.6.2 串行与集合	41
2.6.3 简单的序列、串行与集合的运算	43
2.7 与 Maple 接口的互动	45
2.7.1 重新激活 Maple 的计算核心	45
2.7.2 自动储存 Maple 的计算结果	46



2.8	Maple 的输入与输出	47
2.9	Maple 语法的回顾	48
第 3 章	基本代数运算	53
3.1	函数	54
3.1.1	定义函数	54
3.1.2	利用 <code>unapply()</code> 指令定义函数	56
3.1.3	函数的基本运算	58
3.1.4	函数的合成	59
3.1.5	函数的迭代	61
3.2	基本的代数运算指令	63
3.2.1	代数式的展开与因式分解	64
3.2.2	代数式的化简	67
3.2.3	数学表达式的求值	71
3.2.4	代换运算	72
3.3	多项式的运算	75
3.3.1	多项式信息的获取	75
3.3.2	多项式的运算函数	78
3.3.3	多项式的排列与组合	80
3.4	分式的运算	82
3.5	数学式的合并	84
3.6	数学式的转换	87
3.7	表达式的结构	89
3.7.1	认识 Maple 的数据类型	89
3.7.2	表达式与运算符	91
3.8	函数的映射—— <code>map()</code> 指令	93
第 4 章	方程式的解	99
4.1	认识方程式	100
4.1.1	方程式的组成	100
4.1.2	变量的移项	101
4.2	方程式的解	102
4.2.1	简单的 <code>solve</code> 指令	102
4.2.2	联立方程式的解	107
4.2.3	解的验证	108
4.3	不等式的解	111
4.4	数值解	113
4.5	迭代方程式的解	117

第 5 章 Maple 的基本绘图	123
5.1 二维函数图形	124
5.1.1 基本的二维绘图指令	124
5.1.2 二维参数绘图	127
5.1.3 数据点绘图	130
5.1.4 plot()指令选项	132
5.1.5 设定所使用的坐标系	137
5.2 三维绘图	140
5.2.1 基本的三维绘图指令	140
5.2.2 三维参数绘图	142
5.2.3 plot3d()指令选项	143
5.2.4 设定坐标系	149
第 6 章 绘图函数库——plots	153
6.1 常用的 plots 绘图函数库	154
6.1.1 显示与合并所绘的图形	154
6.1.2 把绘图选项变成默认值	156
6.1.3 不等式绘图	157
6.1.4 数据点的绘图	159
6.1.5 空间曲线绘图	160
6.1.6 极坐标、圆柱坐标与球面坐标绘图	161
6.1.7 隐函数绘图	163
6.1.8 等高线绘图与密度图	164
6.1.9 对数绘图	167
6.1.10 坐标图纸绘图	168
6.2 高级绘图指令	172
6.2.1 在图形内加上文字	172
6.2.2 根轨迹绘图	174
6.2.3 串行绘图	175
6.2.4 向量场与梯度向量场的绘图	179
6.2.5 复数绘图	181
6.2.6 复数映射绘图	183
6.2.7 多边形绘图	184
6.2.8 矩阵数据绘图	185
6.2.9 圆管绘图	187
6.2.10 曲面数据绘图	188
6.3 Maple 动画的制作	189
6.3.1 制作二维曲线动画	189



6.3.2 平面与立体动画制作	191
6.3.3 GIF 动画的制作	192
第 7 章 高级指令与程序设计	197
7.1 if()指令与布尔表达式	198
7.2 循环指令	201
7.3 变量性质的假设	204
7.4 求值法则	209
7.4.1 基本的求值法则	209
7.4.2 求值的次序	212
7.5 表达式结构的处理	213
7.6 串行元素的排序	216
7.7 简单的程序设计	217
7.7.1 基本语法	217
7.7.2 函数自变量的限定	220
7.7.3 递归函数的设计	221
第 8 章 Maple 在线性代数中的应用	225
8.1 数组	226
8.1.1 一维数组与向量	226
8.1.2 二维数组与多维数组	230
8.2 向量运算	232
8.2.1 向量的基本运算	232
8.2.2 向量的其它运算	234
8.3 矩阵的基本运算	237
8.3.1 矩阵的建立与修改	237
8.3.2 基本矩阵运算	239
8.3.3 基本的行与列的运算	242
8.3.4 行列式、特征值方程与特征向量	249
8.3.5 其它的矩阵运算	253
8.3.6 矩阵的秩与空间	254
第 9 章 Maple 在微积分中的应用	259
9.1 简单的平面与空间几何	260
9.2 函数的极限与连续	262
9.2.1 极限	262
9.2.2 切线与斜率	265
9.2.3 函数的连续性	267

9.3 微分	270
9.3.1 微分指令 diff()	270
9.3.2 微分运算符 D()	272
9.3.3 隐微分	276
9.3.4 函数极值的求解	280
9.4 积分	283
9.4.1 基本的积分指令	283
9.4.2 数值积分	289
9.5 积分技巧	290
9.5.1 分部积分法	290
9.5.2 变量变换积分法	292
9.5.3 含二次项的积分	295
9.6 近似积分	297
9.6.1 矩形逼近	297
9.6.2 梯形法与辛普森法	300
9.7 数列与级数	300
9.7.1 数列与级数	301
9.7.2 级数的审敛法	303
9.7.3 幂级数与收敛半径	304
9.7.4 泰勒展开式	306
9.8 多变量函数的极限与微分	310
9.8.1 多变量函数的极限	310
9.8.2 偏微分	311
9.8.3 偏微分的应用——拉格朗日乘数	314
9.8.4 多变量函数的泰勒展开式	318
9.9 重积分	319
第 10 章 Maple 在微分方程式中的应用	327
10.1 微分方程式简介	328
10.1.1 微分方程式的分类	328
10.1.2 微分方程式的解	329
10.1.3 初值问题与边界值问题	334
10.2 一阶常微分方程式	337
10.2.1 可分离微分方程式	337
10.2.2 齐次方程式	339
10.2.3 全微分方程式	340
10.2.4 积分因子	343
10.2.5 贝努利方程式	346
10.2.6 一阶线性微分方程式	349



10.2.7 黎卡提方程式	351
10.2.8 正交曲线	354
10.2.9 方向场的概念	357
10.3 二阶线性微分方程	359
10.3.1 二阶线性齐次常系数微分方程式	359
10.3.2 二阶线性非齐次常系数微分方程式	361
10.3.3 欧拉方程式	363
10.3.4 贝索与李詹德微分方程式	365
10.4 高阶微分方程式	369
10.5 微分方程的数值解	372
10.6 微分方程的级数解	378
10.6.1 幂级数解	378
10.6.2 弗洛毕尼亚法斯法	385
10.7 联立微分方程式的解	387
10.8 区间函数的运算	391
10.8.1 Dirac() 与 Heaviside()函数	392
10.8.2 定义区间函数	394
10.8.3 区间函数的转换	397
10.9 拉普拉斯变换	400
10.9.1 拉普拉斯变换与拉普拉斯逆变换	400
10.9.2 拉普拉斯变换与初值问题	401
10.10 傅立叶级数与傅立叶变换	403
10.10.1 傅立叶级数的计算	403
10.10.2 傅立叶变换	405
10.10.3 傅立叶正弦与余弦变换	407
第 11 章 Maple 在统计学中的应用	411
11.1 数据的描述与分析	413
11.2 叙述统计	414
11.3 统计图表绘制	422
11.3.1 直方图	423
11.3.2 分布图	424
11.3.3 箱型图	426
11.4 统计数据的转换	427
11.5 概率分布	429
11.6 曲线拟合	436
第 12 章 输入与输出	443
12.1 写入文档	444

12.1.1 把数值数据写入到一个文档	44
12.1.2 将 Maple 的语句写入到一个文档	44
12.2 读入文档	44
12.2.1 读取数值数据	44
12.2.2 读取 Maple 的指令	45

1

靠近一点看 Maple 6

本章将引导您快速地熟悉 Maple 的使用界面。正如本书的名字一样，Maple 6 就像是个数学魔法师，法力覆盖了数学的各个领域，因此，它深受数学家的青睐。当然，不单单数学家可以喜欢它，您也不用担心自己不是数学家，只要学会 Maple 6，您很容易成为“数学家”！



Maple 的界面是用户与计算核心(kernel)沟通的桥梁, Maple 的任何运算都是通过界面来启动计算核心, 计算完毕后再把结果呈现于工作窗口中。本节介绍 Maple 的界面环境、操作方法, 以及与界面的互动等等。

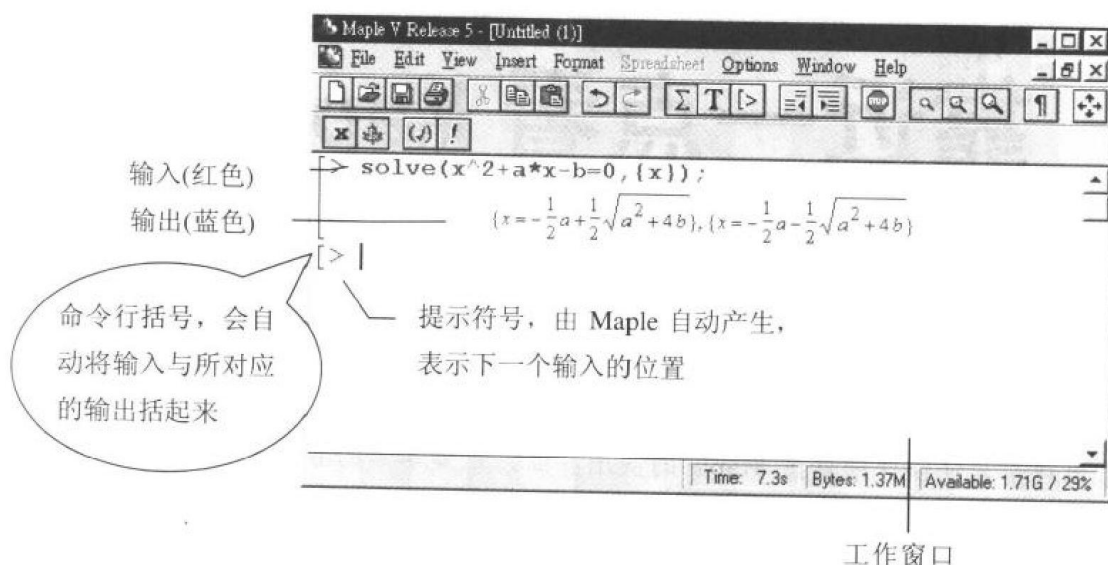
1.1 Maple 的操作界面

启动 Maple 之后, Maple 会自动开启一个新的“工作窗口”。每一个工作窗口即为一个文件, 而 Maple 用一种特殊的文件格式来存储工作窗口中的内容, 其文件名后缀为*.mws (Maple WorkSheet)。新建文件的默认文件名为 Untitled (1)。当然, 您也可以在储存文件时使用一个自己喜欢的文件名。

假设要求解方程式 $x^2 + ax - b = 0$ 的根, 可以在工作窗口中键入:

```
solve(x^2+a*x-b=0,{x});
```

再按 Enter 键来执行这个简单的运算, 此时您会得到如下的画面:



注意事项:

1. 上图中的提示符号(>)为 Maple 自动产生。当您输入算式时, 一定不要把提示符号也敲进去, 否则会有错误的消息产生。
2. 如果您的工具栏看起来与上图不同, 这说明工作窗口处在另一种输入模式, 按一下工具栏上的  按钮即可切换至如上图所示的输入模式。
3. 如果在工作窗口内找不到提示符号, 或是输入的文字呈现黑色, 这说明输入之处为注解区, 这部分的文字不被执行。按一下工具栏上的  按钮即可切换到指令输入模式, 或是按一下  按钮则会新增一个输入命令行来输入。

4. 要新增一个输入命令行，先在欲新增命令行的上一个命令行处按一下鼠标左键，再按一下  按钮即可。
5. 要删除命令行用鼠标选择命令行括号，此时命令行括号会变成双括号，再同时按下 Ctrl+Del 键，或是选择“Edit”菜单下的“Delete Paragraph”选项即可。
6. 如果想知道每一个按钮的功能，选择 Help 菜单下的 Balloon Help 选项，则当您把鼠标指针移到按钮上时，按钮旁会出现该按钮的使用说明。

1.2 Maple 指令的输入与编辑

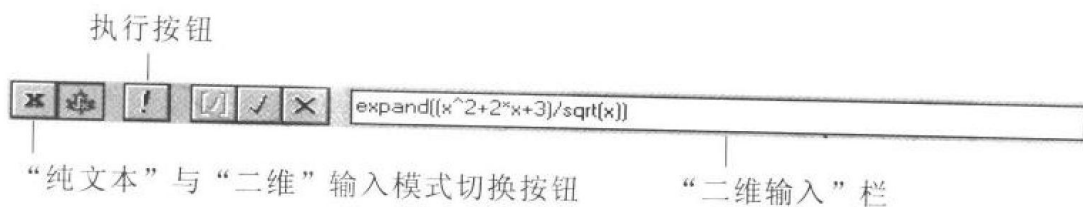
Maple 指令的输入方式基本上可以分为“纯文本”输入及“二维”输入两种模式。我们在上一节所介绍的输入方式即为“纯文本”输入模式，它的输入显示方式是一维的纯文本，而“二维”输入则可以输入类似手写的数学式。我们再来看看 Maple 的“二维”输入模式是如何输入 Maple 指令的。

假设要把数学式 $\frac{x^2+2x+3}{\sqrt{x}}$ 展开成独立的分式，可按如下步骤进行：

1. 按下工具栏里的  按钮把“纯文本”输入模式切换到“二维”输入模式(如果您的窗口已经是“二维”输入模式，则此操作略去)。在“二维输入”栏里输入：

`expand((x^2+2*x+3)/sqrt(x))`

此时的工具栏应如下所示：



2. 按下 Enter 键，则“二维输入”栏内的文字出现在工作窗口中，并以类似手写的二维数学式呈现：

