

数学实验

SHUXUE SHIYAN

黎克麟 柏宏斌 主编



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

数 学 实 验

黎克麟 柏宏斌 主编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

数学实验 / 黎克麟, 柏宏斌主编. —成都: 西南
交通大学出版社, 2014.2

ISBN 978-7-5643-2881-8

I. ①数… II. ①黎… ②柏… III. ①数学—实验—
—高等学校—教材 IV. ①01-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 022690 号

数学实验

黎克麟 柏宏斌 主编

责任编辑	张宝华
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	四川五洲彩印有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	11
字 数	275 千字
版 次	2014 年 2 月第 1 版
印 次	2014 年 2 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-2881-8
定 价	22.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

马克思曾经说过：“任何一门科学只有充分利用了数学才能够达到完美的境界”。国家课指委在工科本科数学基本要求中指出：“数学不仅是一种工具，而且是一种思维模式；不仅是一种知识，而且是一种素养，是一种文化”。它要求培养学生的四种能力：理性思维能力；分析解决问题能力；自主学习能力；创新精神和能力。这就诠释了大学数学教学对我们的要求。法国数学家埃尔本特曾说过：“数学像其他学科一样是一门实验科学。”开展数学实验为学生进行数学活动的机会，使学生在自主探索、合作研讨的过程中理解和掌握数学基本知识、基本计算和基本技能，了解数学思想和方法，从数学实验中获得数学活动经验。开展数学实验，能给学生提供一种全新的数学学习方式和方法。

随着科学技术的发展，数学发挥着越来越重要的作用。为了适应科学技术的发展，数学教学也面临着改革，特别是信息时代的到来，要求数学教学增强实践性。数学实验这门课程就是基于上述原因而产生的。

“数学实验”是以数学建模和数值计算为核心，借助计算机来培养学生应用所学知识解决实际问题能力的课程。编者通过 10 多年的教学实践并结合我校实际情况，为适应培养 21 世纪的创新人才的时代要求，编写了这本教材。本教材包括以下几部分：

第一部分、Mathematica 软件，主要介绍 Mathematica 软件的基本操作、常用内建函数、绘图、绘图函数库、文件操作和编程。第二部分、Matlab 软件，主要介绍 Matlab 软件的基本操作和程序设计。第三部分、数学实验，主要根据不同专业要求和数学基础课程的教学进度编写了 18 个实验，主要有如下四类：（1）Mathematica 软件操作实验 5 个；（2）用 Mathematica 软件求解的应用实验 7 个；（3）Matlab 软件操作实验 3 个；（4）用 Matlab 软件求解的应用实验 3 个。其中应用实验 6~9 适合于数学、管理与金融等专业的同学；应用实验 10~12 适合于材化、生工和化学与制药工程专业的同学；应用实验 16~18 适合于自电、计算机、物理、机械工程与建筑工程的同学。第四部分、附录，主要为 Mathematica 及 Matlab 软件的常用基本命令汇总。

以计算机和数学软件（Mathematica 和 Matlab）为平台开展数学实验是一种新的教学模式，它是基于过程导向的一种开放式教学，是对传统的数学教学模式的补充和完善，学生通过上机验证数学计算结果能充分调动学生的学习积极性和主动性，使学生由被动接受知识转变成主动接受知识。

本教材主要有如下几个特色：

（1）该教材为分层次立体化教材，体现一种自学过程，充分发挥学生的自学能力，提高学生自主学习兴趣，展示一种新的教学模式；

（2）该教材充分挖掘学生学习的动力，促进数学与其他专业课程之间的交叉互融，为培养学生科研意识与创新能力服务，为培养高素质的应用性人才服务；

(3) 在教学过程中, 教师可根据不同专业对数学基础的不同需求, 设计实验过程, 让学生自己动手操作, 进行研究、探讨、分析、归纳等活动, 教师处于引导地位, 而学生处于自主学习地位, 发挥学生的主导作用.

虽然走过了 10 多年的“数学实验”教学历程, 但仍然感觉它是一门新课程, 其内容和方法均不成熟, 讲义内容的取舍也不易掌握, 虽经努力, 但限于水平, 仍存在不妥之处, 恳请各位读者提出宝贵的意见.

有什么意见, 请发 E-mail 到 hbbai@suse.edu.cn. 我们将非常感谢!

作 者

2013 年 9 月

目 录

第 1 篇 Mathematica 软件	1
1 概述	1
2 数、表达式、表和变量	6
3 常用内建函数	12
4 自定义函数	16
5 绘图函数	19
6 绘图函数库	39
7 文件操作函数	45
8 Mathematica 编程	50
第 2 篇 MATLAB 软件	61
1 MATLAB 操作基础	61
2 Matlab 程序设计	73
第 3 篇 数学实验	78
实验 1 解方程和方程组	78
实验 2 解微分方程和微分方程组	80
实验 3 迭代的应用	86
实验 4 极限及微积分	88
实验 5 级数	91
实验 6 陈酒出售的最佳时机问题	94
实验 7 动物繁殖问题	99
实验 8 放射性废料的处理问题	102
实验 9 路程估计问题	105
实验 10 流体传送问题	107
实验 11 热量传递问题	109
实验 12 过滤实验数据的处理	110
实验 13 Matlab 操作基础及矩阵运算	112
实验 14 Matlab 程序设计	115
实验 15 Matlab 绘图与数据模拟	118
实验 16 单摆问题	121
实验 17 非线性软弹簧型 Duffing 振动问题	124
实验 18 蔡氏混沌电路实验	125

附录一 Mathematica 命令汇总	128
1 数值计算	128
2 代数计算	131
3 数学函数	132
4 表和矩阵	134
5 图形	137
6 编程	139
7 字符串操作	143
8 统计	144
9 积分变换	144
附录二 Matlab 命令总汇	145
1 通用命令	145
2 运算符和特殊运算符	147
3 编程语言结构	148
4 基本矩阵函数和操作	150
5 基本数学函数	152
6 坐标变换、向量运算等特殊函数	153
7 矩阵函数和数值线性代数	153
8 数据分析和傅里叶变换	155
9 插补与多项式函数	156
10 数值泛函函数和 ODE 解算器	157
11 二维图形函数	158
12 三维图形函数	159
13 文件输入/输出	160
14 示例函数	160
15 符号工具包	161
16 图像处理工具箱	163
参考文献	169

第 1 篇 Mathematica 软件

1 概 述

Mathematica 是美国 Wolfram 研究公司开发的功能强大的一种数学分析型软件, 以符号计算见长, 具有高精度的数值计算功能和强大的图形功能. 自 1988 年 Mathematica 1.0 推出后, 在计算技术领域引起了很大震动, 被美国 Macworld 杂志誉为“不只是一套软件, 更是一次划时代的革命”. Mathematica 是一个完全集成环境下的符号运算系统, 将几何、数值计算与代数有机结合在一起, 可用于解决各个领域内涉及的复杂符号计算和数值计算问题.

我们知道, 编程中用到的整型、实型、甚至双精度数, 都只是一个近似数, 其精度有限, 有效数字有限, 在很多时候达不到实际需要的要求. 然而 Mathematica 在符号计算方面能以准确值记录计算的每一步结果, 需要时, 可以将精确表示按需要计算成任意位数的小数表示出来(只要机器内存足够大).

所以, Mathematica 的精华在于符号计算可以做任意精度的数值计算和符号式的运算处理与绘图.

在符号运算方面, Mathematica 能做运算式的化简和展开、因式分解、方程式的求解、极限、微分、积分、幂级数展开、解微分方程、向量与矩阵的运算以及数值分析等.

利用 Mathematica 软件可以非常方便地做出一元、二元函数的一般图形、等值线图、密度图、散点图、动画、音效等, 且对迭代、混沌与分形等极其困难的问题都能轻易解决.

1.1 Mathematica 5.0 的启动

- 双击 Windows 桌面上的快捷图标;
- 从[开始]菜单的[程序]子菜单中的 Mathematica 5.0 进入如下 Notebook 工作界面: 如下图所示.

1.2 Mathematica 5.0 菜单环境常用条目介绍

1.2.1 文件菜单[File]

文件菜单给出了具有 Windows 一般应用程序所具有的新键、打开、关闭、退出、打印选项外, 还包括如下选项:



- [Save As Special...]: 用特殊格式保存;
- [Open Special...]: 用来打开非 Mathematica 默认文件;
- [Import...]: 打开一个 Mathematica 文件, 并将其插入到当前的 Notebook 中;
- [Send To...]: 直接将 Notebook 中的内容插入到 Email 窗口;
- [Palettes]: 列出了目前可以使用的空模板;
- [NoteBooks]: 列出了目前已经打开的 Notebook 窗口;
- [Generate Palette from Selection]: 将当前 Notebook 窗口转换成模板;
- [Print Setting]: 打印设置, 其中包括页面设置、打印设置、页眉页脚设置;
- [Print]: 打印;
- [Print Selection]: 打印选择内容;
- [Exit]: 推出系统.

1.2.2 编辑菜单[Edit]

该菜单主要是针对 Mathematica 系统的 Notebook 区域, 它主要列出了对该区域进行的编辑与操作. 该菜单除了具有 Windows 一般应用程序所具有的撤消操作、重复操作、拷贝、粘贴、全选选项外, 还包括如下选项:

- [Insert Object]: 用来在当前的 Notebook 中插入图片等对象;
- [Motion]: 一些用鼠标可以进行的操作, 如删除、光标移动等;
- [Expression Input]: 表达式输入的一些模板.

1.2.3 细胞菜单[Cell]

Mathematica 系统中的 Cell 是指 Notebook 中的用蓝色中括号括起来的部分, 大 Cell 中可以包含很多层小 Cell, 它可以定义为各级标题、计算区、重组等操作. 主要包括以下选项:

- [Convert to]: 将所选 Cell 转换成格式、Display As 显示方式、Default Input Format

Type、Default Output Format Type、Default Inline Format Type，一般使用 StandardForm 标准格式。

- [Cell Properties]: 设置 Cell 特性，通常应选中打开（不隐藏）、可计算、可编辑。
- [Cell Grouping]: 设置 Cell 分组，用右面的蓝色中括号括起来表示一组 Cell，选中几组可用 Group Cells 合并组，选中一组也可用 Ungroup Cells 进行分组等，注意是将一组中的几个 Cell 分组。
 - [Merge Cell]: Cell 的合并，将几个 Cell 合并成一个 Cell。
 - [Divide Cell]: Cell 的分割，将光标放置在任何处都可用这一菜单功能，将相应 Cell 在光标处断开而分成两组。
 - [Animate Selected Graphics]: 动画演示所选图形。若同时选中了两个或两个以上图形，用此可连续交替显示它们。注意同在一组中的图形才可以实现。

1.2.4 格式菜单[Format]

这一部分主要是为了直接使用 Mathematica 进行演示、教学等设置的有关版式方面的操作。主要包括以下选项：

- [Style]: 是为了将所选 Cell 或 Text 文本编排成一些特殊格式，如鼠标（Title）、副标题（Subtitle）、章节（Chapter、Section、SubSection）、正文（Text）、输入 Cell（Input）、输出 Cell（Output）等。
 - [Screen Style Environment]: 确定屏幕的显示风格。
 - [Printing Style Environment]: 确定打印机输出的风格与格式。
 - [Show Expression]: 确定是将 Cell 中内容以表达式方式显示，还是以显示方式显示。
 - [Option Inspector]: 选项观察器，用它可以观察 Mathematica 有关 Cell Notebook 等的所有选项。
- [Style Sheet]: 将目前的 Notebook 设置成相应特殊风格的页面。
- [Edit Style Sheet...]: 编辑当前的 Notebook 的定义风格。
- [Front]: 为所选内容选择字体，其中列举了当前计算机中已装入的所有字体。
- [Face]: 为所选内容选择字体字形。
- [Size]: 为所选内容选择字体字号。
- [Text Color]: 为所选内容选择字体颜色。
- [Background Color]: 为所选内容选择背景。
- [Choose Font...]: 为所选内容选择字体、字形、字号、颜色等。
- [Text Alignment]: 为所选内容居中、居右、居左等格式。
- [Word Wrapping]: 页面段落是否转行：
 - Don't Word Wrap: 不转行；
 - Wrap at Paper Width: 按纸宽度转行；
 - Wrap at Window Width: 按窗口宽度转行；
 - Fixed Word Warp Width: 固定宽度转行。
- [Horizontal Lines]: 在一个 Cell 上方或下方加分割线。
- [Show Ruler]: 显示尺度。

- [Show ToolBar]: 显示工具条.

1.2.5 [Input]菜单

一些特殊内容的输入操作, 如图形上坐标点的选取、绘图视点选取、绘图颜色选取等. 主要包括以下选项:

- [Get Graphics Coordinates...]: 说明如何选取图形上一点的坐标. 即按下<Ctrl>键, 当鼠标在二维图形上运动时, Mathematica 的状态栏中将显示出鼠标所在点的坐标, 鼠标单击, 则记下下一个点, 再选择并单击其他一些点, 用<Ctrl>+<C>或 Edit 菜单中的 Copy 可取出点的坐标放入 Windows 剪贴板, 选择 Paste 可将刚才选中的那些点的坐标以表的形式粘贴在相应位置.

- [3D ViewPoint Selector...]: 可用来选择 3D 图形的视点坐标, 点击这一窗口上的 Paste 按钮可将选好的视点坐标粘贴在选择这一菜单当前光标所在位置.

- [Color Selector...]: 当画图命令中需要插入一颜色选项时, 用这一选项可得到所看到颜色的具体数值.

- [Get File Path...]: 获取所选文件的路径.
- [Create Table/Matrix/Palette...]: 创建一个空表、空矩阵等.
- [Create Button]: 在此可以创建一些按钮, 如超链接等.
- [Create Hyperlink...]: 选中按钮, 单击这一菜单项可以弹出一个窗口, 可在这里连接要进行超链接的文件.

1.2.6 [Kernel]菜单

该菜单是对 Mathematica 进行的特殊操作, 如加载、卸载、执行等. 主要包括以下选项:

- [Evaluate]: 执行 Kernel:
 - Evaluate Cells: 对所选的所有 Cell 进行计算;
 - Evaluate in Place: 对所选的部分表达式进行计算, 并用计算结果代替所选表达式.
- [Interrupt Evaluation...]: 终止计算.
- [Start Kernel]: 启动内核 Mathematica 4.0 Kernel.
- [Quit Kernel]: 退出内核 Mathematica 4.0 Kernel.
- [Delete All Output]: 删除所有输出——计算结果.
- [Create Hyperlink...]: 选中按钮, 单击这一菜单项可以弹出一个窗口.

1.2.7 [Find]菜单

这一菜单主要是为了在 Mathematica 的 NoteBook 中查找一些特定内容, 或替换某些内容等, 与 Microsoft word 中的有关菜单类似.

1.2.8 [Windows]菜单

主要是 NoteBook 窗口的最大化与最小化.

1.2.9 [Help]菜单

见下面 Mathematica 的基本学习方法.

注：Mathematica 虽然没有中文版本，但可以通过使用汉化补丁对 Mathematica 5.0 菜单、对话框等进行汉化。

1.3 基本的语言规则

Mathematica 的语句书写十分方便，一个语句可以分为多行写，同一行可以写多个语句（但要以分号间隔）。命令语句在运行环境输入后，按 Shift+Enter 通知 Mathematica 系统就可以运行了，里面的所有函数命令都可以运行出结果，也可以不显示其运行结果：可以在语句与语句之间用“;”将所有的命令分开，这时命令执行的结果不显示出来；如果我们用 Enter 分开，则每个命令的运行结果都显示出来。但请注意：不能用“,”分开！

Mathematica 命令的主要特点有：

- (1) 函数的参数是在方括号中给出的；
- (2) 内置的函数名是用大写字母开始的；
- (3) 空格能够被用来代替乘号；
- (4) 指数可以用^来代替；
- (5) 数值可以使用科学记数法输入；
- (6) 内置的函数名都很长，同完整的英文一样，都使用函数名的全拼，目的是能够根据函数名推测函数的功能；
- (7) 一个让人兴奋的键盘命令：“Ctrl + k”能自动补齐命令，只需对命令有一个大体的印象，无需记清每个命令的拼写，输入命令的前几个字母（比如要输入参数绘图命令 ParametricPlot 则只需输入 Par）后键入“Ctrl + k”就会弹出以 Par 开始的命令列表，然后用上下键或鼠标选择要输入的命令回车或单击即可补全后面的字符；
- (8) 语句以分号结束时，语句计算后不做输出（输出语句除外），否则将输出计算结果；
- (9) 在程序里面有(*和*)括起的部分为注释；
- (10) 常用符号（见下表）。

(term)	圆括号用于组合运算
f[x]	方括号用于函数
{ }	花括号用于列表
[[i]]	双括号用于排序
%	代表前一次运算结果
%%	代表上上一次运算结果
%%...% (k 个 %)	代表前面倒数第 k 次运算结果
%n 或 Out[n]	列出第 n 个运算结果（用时要小心）
# n	第 n 个参数
##	所有参数
rule&	把 rule 作用于后面的式子

2 数、表达式、表和变量

2.1 数的表示和计算

Mathematica 的数分为两大类：一类是直接用数字（和小数点）写出来的数；另一类是系统的内部常数，它们对应着常用的数学常数。

2.1.1 数和数的计算

Mathematica 对算术表达式的求值规律与数学中的一般算术规律类似。主要的算术运算符有：+，-，*（可以用空格符号代替），/，^（乘方）；运算的先后顺序遵从：先括号，再乘方、乘、除，最后加减。例如：

```
In[1]:=2*(3+8)/4
Out[1]= $\frac{11}{2}$ 
```

再看乘方运算：乘方的运算顺序与一般运算不同，它是从右到左运行的。例如，输入式子 $(3^3)^3$ 表示 $(3^3)^3$ ，即 $3^{3 \times 3}$ ；而式子 3^3^3 表示 3^{3^3} 。

Mathematica 与众不同之处还在于它可以处理任意大、任意小及任意位精度的数值，如 100^7000 ， $2^(-2000)$ 等数值可以很快地求出，但在其他语言或系统中这是不可想象的，你不妨试一试 `N[Pi, 10000]`。

在 Mathematica 中你不必考虑数的精确度，除非你指定输出精度，Mathematica 总会以绝对精确的形式输出结果。例如：

```
In[2]:=3/9
Out[2]=1/3
```

如果想得到近似解，应使用 `N[表达式]` 或 `表达式/N` 命令使得系统输出默认的 6 位有效数字的数值解，用 16 位浮点计数法表示。但为了节省空间，通常只显示 6 位有效数字，例如：

```
In[3]:=N[3/9]或 3./9
Out[3]=0.333333
```

Mathematica 还可以使用以下命令设定输出精度及形式（见下表）：

<code>NumberForm[expr, n]</code>	以 n 位精度实数形式输出 <code>expr</code> 的近似值
<code>EngineergForm[expr]</code>	以工程记数法输出 <code>expr</code> 的近似值
<code>ScientificFormat[expr]</code>	以科学记数法输出 <code>expr</code> 的近似值

2.1.2 系统数学常数

<code>Pi</code>	3.1415…的无限精度数值
<code>E</code>	2.17828…的无限精度数值
<code>Catalan</code>	0.915966 卡塔兰常数
<code>EulerGamma</code>	0.5772…高斯常数
<code>GoldenRatio</code>	1.61803…黄金分割数
<code>Degree</code>	Pi/180 角度弧度换算

I	虚数单位
Infinity	无穷大
-Infinity	负无穷大
ComplexInfinity	复无穷大
Indeterminate	不定式

2.2 表达式

在 Mathematica 系统里, 所有的东西都是表达式. 而表达式有一种统一的结构形式, 可以用统一的方法处理表达式形式方面的问题.

2.2.1 与表达式有关的判断

在 Mathematica 系统里对表达式做操作时, 尤其是写程序时经常会用到一些判断. 该系统提供了一批表达式类型辨别函数, 这些函数在表达式符合类型时给出值 True, 否则给出值 False (详见命令总汇部分), 如:

NumberQ[表达式] 表达式是否为一个数

2.2.2 关系判断和逻辑表达式

Mathematica 系统中有逻辑表达式, 其基本关系运算符包括:

==	等于	!=	不等于	>	大于
<	小于	>=	大于等于	<=	小于等于

该系统还提供了把基本关系式连接起来的逻辑运算符, 包括:

!	逻辑否	&&	逻辑与		逻辑或
Xor	逻辑异或	Implies	隐含		

2.2.3 四种括号的用法

() 圆括号表示项的结合顺序, 如 $(x+(y^{x+1}/(2x)))$;

(* Expr *) 表注释;

[] 方括号表示函数, 如 Log[x], BesselJ[x, 1];

{ } 大括号表示一个“表”(一组数字、任意表达式、函数等的集合), 如 {2 x, Sin[12 Pi], {1+A, y*x}};

[[]] 双方括号表示“表”或“表达式”的下标, 如 a[[2, 3]]、{1, 2, 3}[[1]]=1.

2.3 表

“表”是 Mathematica 中一个非常有用的数据类型, 它既可以作为数组, 又可以作为矩阵; 你可以把任意一组表达式用一个或一组 {} 括起来进行运算、存储. 可以说表是任意对象的一个集合, 它可以动态地分配内存, 也可以方便地进行插入、删除、排序、翻转等几乎所有可以想象到的操作.

一般情况下, 表的基本形式是: {表达式, 表达式, ……, 表达式}. 例如:

In[1]:= {2, 11, 27}

```
Out[1]= {2, 11, 27}
```

```
In[2]:= {Log[2.0], 2+5, 2*a}
```

```
Out[2]= {0.693147, 7, 2 a}
```

另外, 也可通过函数来定义表.

表输入的常用格式如下表所示:

输入形式	表
Table[f, {i, imax}]	{f(1), f(2), ..., f(imax)}
Table[f, {i, imin, imax}]	{f(imin), f(imin+1), ..., f(imax)}
Table[f, {i, imin, imax, istep}]	以 istep 为步长的表

例如:

```
In[3]:= Table[-n, {n, 5}]
```

```
Out[3]= {-1, -2, -3, -4, -5}
```

```
In[4]:= Table[-n, {n, 2, 5}]
```

```
Out[4]= {-2, -3, -4, -5}
```

```
In[5]:= Table[i+j, {i, 2}, {j, 2}]
```

```
Out[5]= {{2, 3}, {3, 4}}
```

还有一些特殊的表输入形式如下表所示:

输入形式	表
Range[n]	{1, 2, ..., n}
Range[m, n]	{m, m+1, ..., n}
Range[m, n, istep]	{m, m+istep, ..., n}
Array[f, n]	{f(1), f(2), ..., f(n)}
Array[f, {n1, n2, ...}]	{f(n1), f(n2), ...}

另外, 利用 NestList 可求得函数 f 对 x 复合 1 到 n 次的任一结果. 格式为:

NestList[f, x, n], 生成的表中共 $n+1$ 个元素, 其中包括初值 x .

如 NestList[f, x, 3], 相当于:

```
{x, f[x], f[f[x]], f[f[f[x]]]}
```

例如:

```
In[6]:= NestList[2^x, 1.0, 3]
```

```
Out[6]={1., 2^x[1.], 2^x[2^x[1.]], 2^x[2^x[2^x[1.]]]}
```

```
In[7]:= NestList[Sin, 0.1, 30]
```

```
Out[7]={0.1, 0.0998334, 0.0996677, 0.0995027, 0.0993386, 0.0991753, 0.0990128,
0.0988511, 0.0986902, 0.0985301, 0.0983707, 0.0982122, 0.0980544, 0.0978973,
0.097741, 0.0975855, 0.0974306, 0.0972766, 0.0971232, 0.0969706, 0.0968187,
```

```
0.0966675, 0.096517, 0.0963673, 0.0962182, 0.0960698, 0.0959221, 0.095775,
0.0956287, 0.095483, 0.095338}
```

```
In[8]:=t={2, Pi, Sin[x], {aaa, A*I}}
```

```
Out[8]= {2, Pi, Sin[x], {aaa, A*I}}
```

{2, Pi, Sin[x], {aaa, A*I}} 建立了一个表, 该表的第一层由 4 个元素构成, 第 4 个元素又是一个含 2 个元素的表, 这种情况叫表的嵌套。表的每一层次上并列的部分用逗号分隔, 表可以无穷嵌套, 也可以通过表操作符 [[]] (双方括号) 来访问它的每一个元素:

t[[1]] 表示表中第一个元素 2;

t[[3, 1]] 表示嵌套在 table 中子表 {aaa, A*I} 的第一个元素, 即 aaa;

t[[3, 2]] 表示 {aaa, A*I} 的第二个元素, 即 A*I。

Append[表名, 表达式] 把表达式添加到表的最后面。例如:

```
Input[9]:=Append[{1, 2, 3}, a]
```

```
Output[9]={1, 2, 3, a}
```

Prepend[表名, 表达式]	把表达式添加到表最前面
Union[表 1, 表 2, ……]	把几个表合并为一个表, 并删除各表中重复的元素
Jion[表 1, 表 2, ……]	把几个表简单的合并为一个表
Flatten[表]	把表中所有子表“抹平”合并成一个表
Patition[表, 整数 n]	把表按每 n 个元素分段作为子表, 集成成新的表

```
Input[10]:=Flatten[{1, 2, {Sin[x], dog}, {{y}}}]
```

```
Output[10]={1, 2, Sin[x], dog, y}
```

```
Input[11]:=Partition[{1, 2, Sin[x], y}, 2]
```

```
Output[11]= {{1, 2}, {Sin[x], y}}
```

Delete[表, 位置]	向表中按位置删除元素
Insert[表, 位置]	向表中按位置插入元素
Sort[表]	给出了表中各元素的大小顺序
Reverse[表]	可以分别将一个表进行翻转
RotateLeft[表, 整数 n]	可以分别将一个表进行左转 n 个元素
RotateRight[表, 整数 n]	可以分别将一个表进行右转 n 个元素
Length[表]	给出了表第一个层次上的元素个数
Position[表, 表达式]	给出了表中出现该表达式的位置
Count[表, 表达式]	给出了表达式出现的次数

2.4 变 量

Mathematica 中大小写是有区别的, 如 Name、name、NAME 等是不同的变量名或函数名。

变量用包含任意多的字母数字表示, 其中不能带有空格、标点符号、算符等, 且数学字符不能放在变量名的最前面。

Mathematica 中内部函数和命令都是以大写字母开始的标识符. 为了不与它们混淆, 我们自定义的变量应该是以小写字母开始, 后跟数字和字母的组合, 长度不限. 例如: a12, ast, aST 都是合法的, 而 12a, z*a 是非法的. 另外, 在 Mathematica 中的变量是区分大小写的; 在 Mathematica 中, 变量不仅可以存放一个数值, 还可以存放表达式或复杂的算式.

当你赋予变量任何一个值, 除非你明显地改变该值或使用 Clear[变量名]或“变量名=”取消该值为止, 它将始终保持原值不变.

我们在用某个变量时, 在程序调试时为了保证它未被赋值常常先用 Clear[]命令把它清除掉.

在运算过程中, 有时会忘记已经定义了哪些变量、函数或是想不起某个命令的使用方法, 可以用?命令进行查询.

? Command 查询 Command 的语法及说明;

? ? Command 查询 Command 的语法、属性及选择项;

? Aaaa* 查询所有以 Aaaa 开头的对象, 对象可以是自定义变量、函数或内部函数.

2.5 变量的赋值

2.5.1 “=”赋值

Mathematica 软件中用等号“=”给变量赋值, 并进行运算. 同一个变量可以表示一个数值、一个数组、一个表达式、甚至一个图形. 例如:

In[1]:=x=3

Out[1]=3

In[2]:=x^2+2 x

Out[2]=15

In[3]:=x=%%+1

Out[3]=16

对不同的变量可同时赋不同的值, 例如:

In[4]:={u, v, w}={1, 2, 3}

Out[4]={1, 2, 3}

In[5]:=2 u+3 v+w

Out[5]=11

2.5.2 变量的替换

在给定一个表达式时其中的变量可能取不同的值, 这时可用变量替换来计算表达式的不值. 方法的格式如下表所示:

expr/.var→value	变量替换计算表达式的同值
expr/.{x→val, y→val, ...}	多个变量也可以同时替换

例如:

In[6]:=f=x/2+1