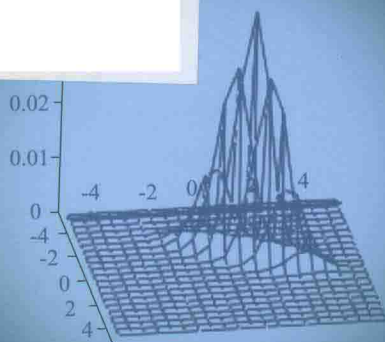
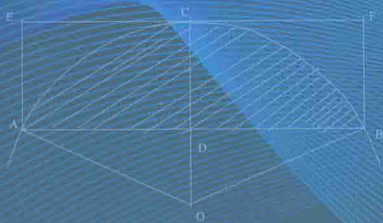


21 世纪普通高等教育规划教材

大学数学

实验基础

孙王杰 潘淑霞 主编



化学工业出版社

21 世纪普通高等教育规划教材

大学数学实验基础

孙王杰 潘淑霞 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是根据教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的精神，总结近十年来的教学经验，结合数学实验教学实际编写的一本数学实验教材。它的特色在于介绍了如何利用 Maple、Mathcad 软件来围绕数学课程的基本运算列举 Maple、Mathcad 命令及用法，侧重点在于 Maple、Mathcad 软件的应用。通过本书，读者可以用现代计算技术感知经典数学理论，了解经典数学计算的现代计算技术的实现方法，消除他们长期以来对数学的畏惧心理，使得繁冗的推导和大规模的数值计算不再成为在数学教育中加强应用训练的障碍，进一步提高应用数学知识解决实际问题的本领。

本书可作为高等院校理学、工学、经济学及管理学等各专业本、专科低年级数学实验课程的教材，也适合于有个人电脑的学生预习高等院校高等数学、线性代数、概率论与数理统计课程的辅助读物之用，另外也可以作为技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

大学数学实验基础 / 孙王杰，潘淑霞主编. —北京：化学工业出版社，2015.4

21 世纪普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-122-23257-1

I. ①大… II. ①孙…②潘… III. ①高等数学-实验-高等学校-教材 IV. ①O13-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 043932 号

责任编辑：唐旭华 郝英华
责任校对：王 静

装帧设计：刘丽华

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：三河市延风印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 17¼ 字数 277 千字 2015 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：28.00 元

版权所有 违者必究



前言

在大学中开设数学实验课，是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的要求，该课程的教学对象是理、工、农、医等学科的本科生，课程目的，是使学生掌握数学实验的基本思想和方法，即不把数学看成先验的逻辑体系，而是把它视为一门“实验科学”，从问题出发，借助计算机，通过学生亲自动手，体验解决问题的过程，从实验中去学习、探索和发现数学规律。

数学可以广泛地用来解决科学技术和社会生活中的实际问题，这是人们公认的事实。但是这一点在数学教学中并没有得到充分的反映，以致学生在学习阶段没有机会接触数学真正应用的实例，也缺乏必要的数学应用的熏陶。原因之一是数学的实际应用往往牵涉到繁冗的推导和大量的数值计算，这部分内容很难进入数学教学的课堂。

在 20 世纪后半叶，随着计算机的诞生及其迅猛发展，计算工具与数学计算软件也得到了极大的发展，繁冗的推导和大规模的数值计算已不能成为在数学教育中加强应用训练的障碍。今天的大学生应该有能力驾驭现代的计算设备和技术以进一步提高应用数学知识解决实际问题的本领。

牛顿说过：“如果说我比别人看得更远，那是因为我站在巨人的肩膀上”。但几千年的 人类文明，已经使这个巨人的肩膀变得高不可攀；Maple、Mathcad 也许会成为你攀登巨人肩膀的一架梯子，使你能够更好地利用前人的智慧结晶，自由地遨游于数学的海洋之中。

本书将围绕数学课程的基本运算列举 Maple、Mathcad 命令及用法，由于侧重点在于 Maple、Mathcad 软件，对一些数学概念将不作详细介绍，如有必要，可以查阅相应的文献资料。相信你一定会在短时间内掌握 Maple、Mathcad 这个强大的科学计算工具。

在这里需要说明的是，虽然阅读本书并不要求读者具有全面的高等数学知识，但对于初学高等数学的大学低年级学生，建议不要完全依赖

于 Maple、Mathcad 解决问题。因为高等数学、线性代数、概率论与数理统计是理工科大学生的数学基础课，是以培养学生数学思维能力为目的，如果过分依赖数学软件，数学思维得不到应有的锻炼，对今后的进一步学习是无益的。

本书第一章～第九章是高等数学与线性代数方面的实验内容，第十章是概率论与数理统计方面的内容，介绍 Mathcad 在概率论与数理统计中的应用。

本书由孙王杰、潘淑霞主编，吕希、吕闯参编，全书由孙王杰统稿。

本书得到了吉林化工学院教务处、理学院领导的关心和支持，还得到了教材科、数学系所有同仁的支持和帮助，谨在此一并表示诚挚谢意。

由于受笔者能力的限制，选材虽然很用心思，实际仍不能免俗；行文力求流畅生动，写来却时有晦涩；内容纵有考虑，难度仍难以驾驭。不足之处，还希望宽容的读者多多包涵。

编 者

2015 年 1 月



目录

第一章 初等代数

1

- 实验一 数的运算 1
- 实验二 式的运算 9
- 实验三 解方程(组)和不等式(组) 13
- 实验四 递推关系 20

第二章 函数的极限与连续

25

- 实验一 函数图像及性质 25
- 实验二 函数的极限与连续 32

第三章 一元微积分

39

- 实验一 导数 39
- 实验二 导数的应用 50
- 实验三 不定积分与定积分 58

第四章 数值积分与积分应用

67

- 实验一 数值积分 67
- 实验二 定积分的应用 74

第五章 常微分方程

87

- 实验一 微分方程的通解 87
- 实验二 微分方程的特解 91

第六章 空间解析几何

95

- 实验一 空间点、线、面的建立 95
- 实验二 空间点、线、面的位置关系 102
- 实验三 向量及其线性运算 110

实验四 三维作图	114
----------------	-----

第七章 线性代数 128

实验一 矩阵及其运算	128
实验二 线性方程组的解	142
实验三 特征值与特征向量	151

第八章 多元函数的微积分 158

实验一 二元函数的微分	158
实验二 二元函数的积分	164
实验三 拉格朗日乘子、极大值和极小值	168

第九章 级数 172

实验一 常数项级数	172
实验二 幂级数	179

第十章 概率论与数理统计 188

实验一 随机事件的概率	188
实验二 随机变量的概率分布	195
实验三 随机变量的数字特征	206
实验四 多维随机向量	213
实验五 参数估计	223
实验六 假设检验	230
实验七 概率的假设检验	239
实验八 非参数的假设检验	242
实验九 方差分析	245
实验十 回归分析	252

附录 数学基础建模实验案例 264

参考文献 269

第一章 初等代数

初等代数是数学中的一个重要的、基础的分支，是古老的算术的推广和发展，它是研究数字和文字的代数运算（加、减、乘、除、乘方、开方等）的理论和方法，更确切地说，它是研究数或复数和以它们为系数的多项式的代数问题的理论和方法。

初等代数运算是 Maple 最基本的计算功能，它包括了算术、多项式操作、因式分解、方程与方程组的求解以及解不等式等。初等代数问题的特点是高度计算性，而 Maple 在计算方面的强大功能可以帮助我们轻松地处理初等代数问题。

实验一 数的运算

数是数学中最基本的概念，是构成数学问题的基本元素，而数的运算是数学中最简单也是基础的问题。Maple 作为一种数学运算工具，其基本的功能便是充当“计算器”进行数字的运算。

【问题】

数的运算是数学运算的基础，打好用 Maple 语句进行数的计算的基础，不但有利于理解 Maple 的数学计算，也同样有利于理解其他软件的数学计算。

【实验目的】

在 Maple 环境下进行对实数的近似计算和精确计算、近似值和精确值的相互转化；学会整数、复数的有关计算；利用序列、串行、集合的概念进行关于数列的计算。

【实验准备】

1. Maple 简介

在 1980 年 11 月, 加拿大滑铁卢大学的两位教授 (Keith Geddes 和 Gaston Gonnot) 开始探讨计算机代数系统在工程等领域的应用问题. 它们对手头已有的一些计算工具并不满意, 根据实际需要和以往工作中的经验, 他们又提出了新的计算机系统应当满足的标准: 首先, 新的系统必须允许广大的用户 (包括学生) 在较低配置的计算机上使用; 其次, 新的系统必须具有清晰的逻辑性和浅显易懂的语法结构; 最重要的是, 新的系统必须便于日后升级. 为此这些研究者成立了“符号运算小组”, 这个小组潜心于满足上述标准的计算机代数系统的研究. 后来, 他们的研究成果被称为 Maple. 经过多年的研究测试, Maple 已经发展成为相当成熟的数学软件, 在处理各种计算时不仅可以求出数值解, 还具有优秀的符号计算功能, 方便快捷的二维、三维作图功能是它的另一特色. 本书仅围绕数学课程的基本运算列举 Maple 命令及用法, 如果读者需要了解更多的信息, 可以通过 Maple 提供的在线帮助系统来查询, 或访问 <http://www.maplesoft.com> 来解决.

2. Maple 安装和启动

Maple 软件安装如下:

- (1) 将光盘插入光驱;
- (2) 在光盘的根目录下找到 Maple 的安装文件 setup.exe;
- (3) 用鼠标双击该安装文件, 按提示逐步安装;
- (4) 按照完成后, 在程序栏里就有了 Maple 选项.

选择“开始”→“程序”→“Maple”, 便出现了 Maple 的命令窗口, 只要单击桌面上的 Maple 图标, 即可出现工作区, 在工作区的提示符“>”后输入算式就可以进行数字计算.

3. 数值运算的概念

凡是以整数为系数的单变量多项式的根, 即满足整系数代数方程 $a_0x^n + a_1x^{n-1} + a_2x^{n-2} + \cdots + a_{n-1}x + a_n = 0$ 的数称为代数数, 不是代数数的数就是超越数. 我们也可以按某数是否是整系数代数方程的根, 把数作如下分类:

$$\text{复数} \begin{cases} \text{实数} \begin{cases} \text{实代数数} \\ \text{实超越数} \end{cases} \\ \text{虚数} \end{cases}$$

“超越数”这一名词是欧拉首先引入的, 意思是“超越代数方法的能力”得到的数. 例如, -3 、 $\frac{7}{5}$ 、 $\sqrt{3}$ 、 $\sin \frac{\pi}{3}$ 等都是代数数, 而 π 、 e 、 $\sin 3$ 等都是超越数. 代数无理数和超越数都是无限不循环小数, 而计算机所表示的有效数字的位数总是有限的, 加上实际问题中往往没有必要或没有可能得出精确的计算结果, 这样不可避免地产生了近似计算.

我们把整数和诸如 $\sqrt{3}$ 、 $\frac{5}{3}$ 、 $\sin 3$ 、 e 、 π 的数称为精确数. 如果数值运算的结果为一个精确数, 我们称这种运算为精确运算. 一些运算结果不可能或没有必要得到

精确值，而用近似数表示，称这种运算为近似运算．这里我们把精确运算和近似运算统称为数值运算．

4. Maple 中有关符号及命令

Maple 关于数的关系符号和基本运算符号，如表 1.1 所示．

$a + a$ 比 $2a$ ， $x * x$ 比 x^2 ， $0.5 * k$ 比 $\frac{k}{2}$ 要节省运算时间，而“+、-、*、/、^”都是计算机能直接执行的运算，这些运算耗时少；计算机上不能直接执行的运算较多，常见的有开方运算、超越函数运算、极限运算、微积分运算，在计算时我们要充分利用耗时少的运算．

表 1.1 关系符号和运算符号

运算符号	关系符号	运算符号	关系符号
=	等于	+	加
<>	不等于	-	减
<	小于	*	乘
>	大于	/	除
<=	小于或等于	* *	乘方
>=	大于或等于	sqrt()	开方

有些常数在 Maple 中的表达与习惯的不一样，在计算时要特别注意．

(1) Maple 中的数学常数

Pi	$\pi(\pi \approx 3.141592654)$;
exp(1)	E 或 $(e(e \approx 2.718281828))$;
infinity	∞ (无穷大);
I	虚数 $i(i = \sqrt{-1})$;
sqrt(2)	$\sqrt{2}$.

Maple 用 E 或 e 来表示 10 的若干次幂，例如：0.652E8 或 0.652e 8 表示 0.652×10^8 ．

Maple 把用小数或科学记数法的形式表示的数叫浮点数．

(2) 确定浮点数精度的命令

evalf(a)	把精度数 a 化成浮点数,默认 10 位有效数字;
evalf(a,n)	把精度数 a 化成具有 n 位有效数字的浮点数,默认 10 位有效数字;
Digits	浮点数的精确度,默认值为 10 位有效数字;
Digits:= n	设定浮点数有 n 位有效数字.

这里，前两个命令是函数命令，函数命令后面有“（）”；后面两个命令是系统变量，系统变量的第一个字母要大写．注意 Maple 是区分大小写的，例如命令 Digits 与 digits 是两个不同的变量．

把分数转化为浮点数，可用命令 evalf（）来完成，反之把浮点数转换成近似分数可以用命令 convert（）完成．

(3) 浮点数转换分数的命令

```
convert(b,rational)
```

将浮点数 b 转换成近似分数, 默认精度为 10 位数的有效数字;

```
convert(b,rational,n)
```

将浮点数 b 转换成具有 n 位数有效数字的近似分数.

【实验演示】

例 1.1 计算下列各语句的计算式.

(1) $> 2/3 + 1/7;$

$$\frac{17}{21}$$

(2) $> 2/3 + 1/7.;$

$$.8095238096$$

(3) $> \text{sqrt}(3);$

$$\sqrt{3}$$

(4) $> \text{evalf}(\text{sqrt}(3));$

$$1.732050808$$

(5) $> 2/3 - 1/7;$

$$\frac{11}{21}$$

(6) $> \text{sqrt}(12);$

$$2\sqrt{3}$$

(7) $> \text{exp}(1/2);$

$$e^{(1/2)}$$

(8) $> \text{evalf}(\text{exp}(1/2));$

$$1.648721271$$

(9) $> (b-1) * 2;$

$$2b-2$$

解 (2)、(4)、(8) 是近似计算, 其余的是精确计算, 其中 (9) 也叫符号计算, Maple 擅长符号计算.

每条完整的 Maple 语句后面要以 “;” 或 “:” 结尾, 如果没有结尾符号, Maple 将一直等待, 直到遇到结尾符号才结束当前语句, 显示运算结果.

Maple 的一个主要特点是能够进行精确计算, 分数与开方数在计算时不会自动地转换为小数, 只有得到指令才把结果用小数作近似表达, 或计算式中原来就有小数参加运算, 结果也会以小数作近似表达.

例 1.2 求下列各题的 30 位浮点数.

(1) π ; (2) $1000!$; (3) e ; (4) 3^{200} .

解 $> \text{Digits} := 30;$

$Digits:=30$

```
(1)> evalf(Pi);
3.14159265358979323846264338328

(2)> evalf(1000!);
.402387260077093773543702433923 102568

(3)> evalf(exp(1));
2.71828182845904523536028747135

(4)> evalf(3^200);
.265613988875874769338781322036 1096
```

使用命令“ $Digits:=$ ”后要把系统默认的精确度再改回来，一般不要改变系统的默认值。

除了 evalf 命令能够得到某个数的浮点数值外，Maple 还提供了 evalhf 命令用以高速浮点运算，这里略去。

例 1.3 将下列各数转换成具有 14 位有效数字的近似分数。

(1) π ; (2) e ; (3) $\sqrt{3}$.

解 > $Digits:=14$;

$Digits:=14$

```
(1)> > evalf(Pi/2);
1.5707963267949

> convert(%,rational,14);
4846147
3085153
```

```
(2)> evalf(exp(1));
2.7182818284590
```

```
(3)> evalf(sqrt(3));
1.7320508075869
```

5. 整数、复数的运算

Maple 关于整数、复数的运算命令如下。

igcd($x_1, x_2, \dots$):	求出 $x_1, x_2, \dots$ 的最大公因子;
ilcm($x_1, x_2, \dots$):	求出 $x_1, x_2, \dots$ 的最小公倍数;
ifactor(n):	把整数 n 分解质因数;
expand(%):	将质因数合并成整数(原数);
I:	虚数单位;
length:	计算某个数的长度;
conjugate(z):	复数 z 的共轭复数;
Re(z), Im(z):	复数 z 的实部、虚部;
expand:	展开计算;
argument(z):	求复数 z 的辐角;

abs(z):	复数 z 的模;
evalc:	求复数表达式的值;
simplify:	化简数或式的计算结果;
convert:	小数与分数之间的转换、表达式的转换……;
rand():	产生 12 位数的随机整数;
rand(a..b)():	产生 a 到 b 之间的随机整数;
iquo(m,n):	计算 m/n 的整数商;
irem(m,n):	计算 m/n 的余数.

例 1.4 解答下列各题.

(1) 2^{300} 是多少位整数? 用 20 位浮点数表示它.

(2) 求 246, 348, 624 的最大公约数、最小公倍数, 并把最小公倍数进行质因数分解.

(3) 求 $p=\text{rand}()$, $q=\text{rand}(1\cdots 9)()$, 并求 p 与 q 的商及余数.

(4) 求 $(2+3i)(5+2i)$ 的实部、虚部系数、模和辐角.

解 (1) $> 2^{300}$;

```
20370359763344860862684456884093781610514683936659362506361404493543 \
81299763336706183397376
```

```
> length(%);
```

91

2^{300} 是 91 位整数;

```
> evalf(%%); 系统默认 10 位有效数字
```

.2037035976 10⁹¹

```
> evalf(2^300,20);
```

.20370359763344860863 10⁹¹

```
(2)> igcd(146,248,524);
```

2

```
> ilcm(146,248,524);
```

2371624

```
> ifactor(%);
```

(2)³(31)(73)(131)

```
> expand(%);
```

2371624

```
(3)> p:= rand();
```

$p:=32062222085$

```
> q:= rand(1..9)();
```

$q:=3$

```
> iquo(p,q);
```

10687407361

> irem(p,q);

2

即商为 10687407361,余数为 2.

(4)> (3+ 4* I) * (5+ 3* I);

3+29I

> Re(%),Im(%);

3,29

> abs(%);

$5\sqrt{34}$

> conjugate(3+ 4* I) * (5+ 3* I);

27-11I

> argument(%);

$-\arctan\left(\frac{11}{27}\right)$

> evalc(3+ 4* I) * (5+ 3* I);

3+29I

在上面的命令中,符号“%”与“%%”分别代表最近一次和上一次运算结果.

6. 序列、串行与集合

序列 (sequences)、串行 (lists) 与集合 (sets) 是重要的数据类型,多了解它们有助于多种运算的表达及运算结果的表达.

序列是用逗号把一系列的数或表达式隔开而形成的一种数据类型,元素是有次序的、可重复的;序列的一个重要用途是可以把它当成函数的自变量.把序列用 [] 括起来就成为串行 (list).

把序列用 {} 括起来就成为集合 (set).集合里的元素仍然具有确定性、互异性和无序性.

例 1.5 指出下列数据类型.

解 > (3* b, a^3, sin(6* x)); 序列

$3b, a^3, \sin 6x$

> 8, 5, 6, 6, 4; 序列

8, 5, 6, 6, 4

> [%]; 串行

[8, 5, 6, 6, 4]

> {%%}; 集合

{4, 5, 6, 8}

注意: Maple 总是把集合中的元素从小到大排列起来.

下面是关于序列、串行与集合的运算命令.

seq(f(i), i = m..n):

产生序列 $f(i)$, i 从 m 到 n ;

`add(f(i), i = m..n):` 计算 $\sum_{i=m}^n f(i)$;

`mul(f(i), i = m..n):` 计算 $\prod_{i=m}^n f(i)$.

以上三个命令中 m 、 n 均是正整数, 当 m 、 n 中有字母时 `add()`、`mul()` 要相应地改为 `sum()` 和 `product()`.

`add(i, i = [a1, a2, ..., an]):` 计算 $a_1 + a_2 + \cdots + a_n$;

`mul(i, i = [a1, a2, ..., an]):` 计算 $a_1 \times a_2 \times \cdots \times a_n$.

例 1.6 已知数列: $1, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{5}{16}, \frac{3}{16}, \cdots$, 请把这个数列的前 10 项写成序列、串行和集合, 再求:

(1) $s_{10} = a_1 + a_2 + a_3 + \cdots + a_{10}$; (2) $s_k = a_1 + a_2 + a_3 + \cdots + a_k$;

(3) $p_{10} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdots a_{10}$; (4) $p_k = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdots a_k$.

解 数列的通项公式为 $f(n) = \frac{n+1}{2^n}$, 由序列运算的命令得:

(1) `> seq((i+1)/(2^i), i = 1..10);`

$$1, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{5}{16}, \frac{3}{16}, \frac{7}{64}, \frac{1}{16}, \frac{9}{256}, \frac{5}{256}, \frac{11}{1024}$$

`> a1 := [%];`

$$a1 := \left[1, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{5}{16}, \frac{3}{16}, \frac{7}{64}, \frac{1}{16}, \frac{9}{256}, \frac{5}{256}, \frac{11}{1024} \right]$$

`> s := {% %};`

$$s := \left\{ 1, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{5}{16}, \frac{3}{16}, \frac{7}{64}, \frac{1}{16}, \frac{9}{256}, \frac{5}{256}, \frac{11}{1024} \right\}$$

`> add((i+1)/(2^i), i = 1..10);`

$$\frac{3059}{1024}$$

这是求序列的和, 下面再求串行的和:

`> add(i, i = a1);`

$$\frac{3059}{1024}$$

(2) `> add((i+1)/(2^i), i = 1..k); Error, unable to execute add`

“add”只进行数值求和, 由于该语句 i 的取值范围已属于符号运算, 所以出错, 需在 Maple 中对运算作如下分类改用 “sum” 命令求和.

`> sum((i+1)/(2^i), i = 1..k);`

$$-4\left(\frac{1}{2}\right)^{(k+1)} - 2\left(\frac{1}{2}\right)^{(k+1)}(k+1) + 3$$

`> simplify(%);`

$$-3 \times 2^{(-k)} - 2^{(-k)}k + 3$$

和求得对不对呢? 我们做个实验:

```
> f:= k- > - 3* 2^(- k)- k* 2^(- k)+ 3;
```

$$f:=k \rightarrow -3 \times 2^{(-k)} - k \times 2^{(-k)} + 3$$

```
> f(10);
```

$$\frac{3059}{1024}$$

```
(3)> mul((i+ 1)/(2^i), i= 1..10);
```

$$\frac{155925}{140737488355328}$$

这个和与用“add”命令求出的和是一致的, 所以 $s_k = -3 \times 2^{-k} - 2^{-k}k + 3$.

```
(4)> mul((i+ 1)/(2^i), i= 1..k); Error, unable to execute mul
```

“mul”只进行数值求积, 由于该语句 i 的取值范围已属于符号运算, 所以出错, 需在 Maple 中对运算作如下分类改用“product”命令求积.

```
> product((i+ 1)/(2^i), i= 1..k);
```

$$\prod_{i=1}^k \frac{i+1}{2^i}$$

```
> g:= k- > product((i+ 1)/(2^i), i= 1..k);
```

$$g:=k \rightarrow \prod_{i=1}^k \frac{i+1}{2^i}$$

```
> g(10);
```

$$\frac{155925}{140737488355328}$$

现在, 无论是否知道数列的通项, 都可以很快地求出数列的和与积了.

实验二 式的运算

多项式是代数学中最基本的研究对象之一, 它也是 Maple 中经常处理的对象, 包括多项式操作和因式分解.

【问题】

为了顺利地利用计算软件学习以后各章的相关内容, 先要学会基本的代数式的运算. 本章介绍过的运算, 以后在后续各章中不再介绍了.

【实验目的】

在 Maple 环境下会进行整式、分式的化简、因式分解、化分式为部分分式的形式等常见代数式运算.

【实验准备】

一元多项式是最简单的多项式, 一般地我们称具有如下形式的表达式为一元

多项式的“标准型”:

$$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + a_{n-2} x^{n-2} + \cdots + a_2 x^2 + a_1 x + a_0$$

其中, n 是多项式次数, $a_n, a_{n-1}, a_{n-2}, \cdots, a_2, a_1, a_0$ 是多项式的系数, $a_k x^k$ 称为多项式的 k 次项, 如果 a_n 不等于 0, 则称上述多项式为 n 次多项式, 此时 $a_n x^n$ 就是该多项式的首项. 可以看到, 一元多项式的“标准型”各项是按照变量 x 的指数降幂顺序排列的, 而如果不按照这样的顺序排列的多项式则称为“合并型”多形式.

下面是多项式运算中常见的命令:

<code>expand(expr):</code>	将表达式 <code>expr</code> 展开;
<code>collect(expr, x):</code>	将 <code>expr</code> 合并同类项;
<code>degree(expr):</code>	查看多项式次数;
<code>sort(poly):</code>	降幂排列多项式各项;
<code>factor(expr):</code>	将 <code>expr</code> 因式分解;
<code>simplify(expr):</code>	将 <code>expr</code> 化简;
<code>simplify(expr, n1, n2, ...):</code>	将 <code>expr</code> 按指定的函数类别化简.

指定的函数类别有:

<code>trig—:</code>	三角函数;
<code>radical—:</code>	指数为分数的数或函数;
<code>power—:</code>	指数函数(或含 <code>ln</code> 与 <code>exp</code> 的函数);
<code>simplify(expr, siderel):</code>	根据关系式 <code>siderel</code> 将 <code>expr</code> 化简;
<code>simplify(expr, assume= prop):</code>	依据假设 <code>assume</code> 来化简;
<code>simplify(expr, symbolic):</code>	化简含有根号的式子而不管根号里变量的正负问题;
<code>tccoeff(ploy):</code>	找出多项式 <code>ploy</code> 里最低次项的系数;
<code>tccoeff(ploy, x):</code>	以 x 为未知数, 找出多项式 <code>ploy</code> 里最低次项的系数;
<code>coeff(ploy, var,):</code>	查看多项式中变量 <code>var</code> 项的系数;
<code>coeffs:</code>	查看多项式所有项的系数;
<code>gcd(f, g):</code>	求函数 f 与 g 的最大公因式;
<code>quo(p2, p1, x, 'r'):</code>	$p2$ 除 $p1$ 的商式;
<code>rem(p2, p1, x, 'r'):</code>	$p2$ 除 $p1$ 的余式;
<code>numer:</code>	求有理式的分子.

【实验演示】

例 1.7 把多项式 $6x^5 - 5x^4y + 4y^3 - 3x^3 + 12y^2 + 8xy^4 - xy + 2x - 3y + 9$

(1) 按 x 的降幂排列; (2) 按 x 合并同类项.

解 > sort(6* x^5- 5* x^4* y+ 4* y^3- 3* x^3+ 12* y^2+ 8* x* y^4- x* y+ 2* x- 3* y+ 9, x);

$$6x^5 - 5yx^4 - 3x^3 + 8y^4x - yx + 2x + 4y^3 + 12y^2 - 3y + 9$$

> sort(6* x^5- 5* x^4* y+ 4* y^3- 3* x^3+ 12* y^2+ 8* x* y^4- x* y+ 2* x- 3* y+ 9);