

超强数学工具精点

Maple 指令参考手册

陈晓霞 等 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是一本全面介绍 Maple 基本操作指令和函数的速查手册。本书非同于一本简单的教科书,所以书中的章节次序按数学知识的高低类别分类,各章节内的多数指令为了查找方便,多按字符次序排列。本书详细讲解了大约 500 多条 Maple 命令的语法结构和使用要点,并附了大量使用实例,方便读者对命令各条语法指令的理解。同时,各个指令的最后给出了相关的其它指令,书的末尾给出了命令和指令索引表。

本书内容丰富、实例详尽、深入浅出、条理分明。可供从事数学、计算技术、计算机应用和工程计算等方面的科技人员、工程技术人员以及广大的院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

Maple指令参考手册/陈晓霞等编著. —北京:国防工业出版社,2002.1

ISBN 7-118-02663-8

I . M... II . 陈... III . 数学—应用软件, Maple
—技术手册 IV . 0245-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第070001号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 29¼ 676 千字

2002年1月第1版 2002年1月北京第1次印刷

印数:1—3000册 定价:39.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前言

在使用函数和解方程中,针对表达式和符号运算的问题一直困扰着我们,我们只能依赖铅笔和演草纸进行纯手工运算,如今,一切都简单啦,这些工作都可以由计算机通过特殊的软件来完成。这种能够对表达式和符号进行运算,并能够求解方程和处理函数的计算机软件,称为计算机代数系统。有了计算机代数系统,原来必须借助手工推导的问题,可以轻而易举地让计算机来完成。

计算机代数系统包括数值计算、符号计算、图形演示和编程等四部分,在科学研究、教育教学等各个领域得到广泛应用。计算机代数系统不仅支持符号、公式、方程等运算,而且允许用户进行数值计算,许多数学运算如微分、积分、函数的展开、矩阵的逆等代数运算都可以很快地得出精确的符号形式解析解,而且还可以求得数值形式的近似解。当然,用图形来显示运算结果是计算机代数系统的另一大特点。想想看,与传统的手工计算相比,将节约多少时间和精力。还有,由于计算机代数系统是按照一定的格式来组织的,这就更便于检查和修改,再也不必在成堆的演草纸中为某个小小的失误而浪费时间了。

Maple 是 Waterloo 公司推出的一种计算机代数系统,是目前广泛使用的数学计算工具之一。用 Maple 不但可以进行简单的加、减、乘、除运算,也可以求解代数方程、微分方程,进行微分运算或处理线性代数问题。另外,用 Maple 可以以我们熟悉的任何一种方法轻松地进行函数作图——创建几何对象,不但能够得到这些几何对象的图形,而且能够计算各点之间的距离、直线之间的角度,甚至能够通过平移、旋转、映射等多种方法得到新的结果。

在 Maple 交互式的环境下,不但可以逐行执行命令,而且可以使用简单的编程语言建立用户程序。运算结果可以在屏幕上查看,同时它还可以将代数计算结果转换成各种计算机语言程序源代码,方便用户将代数推导结果翻译成计算机源程序。在 Maple 环境下书写的命令也可以转换到例如 FORTRAN、C 等高级语言。需要说明的是,Maple 系统具有良好的模块化结构,系统外挂了许多软件包,系统内核小,而功能强大,可以方便地扩充。

《超强数学工具精点》丛书是目前流行的计算机代数系统 Maple 6 的系统性读物。该丛书的主要目的是使读者了解 Maple 可以解决什么问题 and 如何解决这些问题,以帮助读者了解、掌握和使用 Maple 6。丛书较全面地介绍和讲解了 Maple 6 从入门到精通等各方面的知识。《由浅入深学 Maple》是丛书的第一本,属于基础性介绍,主要介绍从安装到入门的基本知识。《Maple 高级运用》主要讲解在高等数学、图形处理和简单编程方面的具体应用。

《Maple 应用实例》则包含了大量的、涉及各种领域的实例,针对性强、力助读者解决实际问题。《Maple 指令参考手册》详细罗列了 Maple 6 基本操作指令和函数,并包含了大量的实例,是从事数学、计算技术、计算机应用和工程计算等方面的科技人员的第二大脑。

本书为《Maple 指令参考手册》,详细讲解了大约 500 多条 Maple 命令的语法结构和使



用要点，并附了大量使用实例，方便读者对命令各条语法指令的理解。

全书共包括 17 章。

第 1 章到第 8 章介绍初等数学和代数的有关命令和函数，包括数、初等数学、求值、求根、解方程、操作表达式、化简、多项式、有理表达式。

第 9 章到第 13 章讲解高等数学和数值计算的有关命令和函数，包括微积分、微分方程、数值计算、级数、特殊函数。

最后 4 章分别给出了高等代数包 `linag` 和绘图包 `plot` 的所有函数和命令的使用说明。

全书由陈晓霞、邢静忠编著，同时参与编著工作的还有冯玮、马开平、潘申梅、刘海涛、孟宪红、王生、郭易圆、林盛、刘文峰、刘俊等同志。

由于时间仓促并且限于作者水平，书中错误疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编著者

2001 年 10 月

目 录

第1章 数	1
1.1 复数	1
1.1.1 Re,Im - 返回复数型表达式的实部/虚部	1
1.1.2 abs - 绝对值函数	2
1.1.3 argument - 复数的幅角函数	3
1.1.4 conjugate - 返回共轭复数	3
1.1.5 csgn - 实数和复数表达式的位置函数	4
1.1.6 signum - 实数和复数表达式的正负号函数	5
1.2 Maple 常数	7
1.2.1 已知的常数名称	7
1.2.2 指数常数	8
1.2.3 $x^2 = -1$ 的根 I	8
1.2.4 infinity 无穷大	9
1.3 整数函数	10
1.3.1 ! - 阶乘函数	10
1.3.2 irem, iquo - 整数的余数/商	11
1.3.3 isprime - 素数测试	12
1.3.4 isqrfree - 无整数平方的因数分解	12
1.3.5 max, min - 数的最大值/最小值	13
1.3.6 mod, modp, mods - 计算对 m 的整数模	13
1.3.7 rand - 随机数生成器	15
1.3.8 randomize - 重置随机数生成器	16
1.4 素数	17
1.4.1 Randpoly, Randprime - 有限域的随机多项式/首一素数多项式	17
1.4.2 ithprime - 确定第 i 个素数	18
1.4.3 nextprime, prevprime - 确定下一个最大/最小素数	18
1.5 数的进制转换	18
1.5.1 convert/base - 基数之间的转换	18
1.5.2 convert/binary - 转换为二进制形式	19
1.5.3 convert/decimal - 转换为+进制形式	20
1.5.4 convert/double - 将双精度浮点数由一种形式转换为另一种形式	20



1.5.5	convert/float - 转换为浮点数	21
1.5.6	convert/hex - 转换为十六进制形式	21
1.5.7	convert/metric - 转换为公制单位	22
1.5.8	convert/octal - 转换为八进制形式	23
1.6	数的类型检查	23
1.6.1	type - 数的类型检查函数	23
第 2 章	初等数学	27
2.1	初等函数	27
2.1.1	product - 确定乘积和不确定乘积	27
2.1.2	exp - 指数函数	29
2.1.3	sum - 确定求和和不确定求和	29
2.1.4	sqrt - 计算平方根	32
2.1.5	算术运算符+, -, *, /, ^	33
2.1.6	add, mul - 值序列的加法/乘法	34
2.2	三角函数	36
2.2.1	sin, sinh, ... - 三角函数/双曲函数	36
2.2.2	arcsin, arcsinh, ... - 反三角函数/反双曲函数	37
2.3	Logarithms 函数	38
2.3.1	dilog - Dilogarithm 函数	38
2.3.2	ln, log, log10 - 自然对数/一般对数/常用对数	38
2.4	类型转换	40
2.4.1	convert/'+',convert/'*' - 转换为求和/乘积	40
2.4.2	convert/hypergeom - 将求和转换为超越函数	40
2.4.3	convert/degrees - 将弧度转换为度	41
2.4.4	convert/expsincos - 将 trig 函数转换为 exp, sin, cos 函数	41
2.4.5	convert/Ei - 转换为指数积分	41
2.4.6	convert/exp - 将 trig 函数转换为指数函数	42
2.4.7	convert/ln - 将 arctrig 转换为对数函数	42
2.4.8	polar - 转换为极坐标形式	43
2.4.9	convert/radians - 将度转换为弧度	44
2.4.10	convert/sincos - 将 trig 函数转换为 sin, cos, sinh, cosh 函数	44
2.4.11	convert/tan - 将 trig 函数转换为 tan 函数	45
2.4.12	convert/trig - 将指数函数转换为三角函数和双曲函数	45
第 3 章	求值	47
3.1	假设功能	47
3.2	求值	51
3.2.1	Eval - 对一个表达式求值	51

3.2.2	eval - 求值	52
3.2.3	evala - 在代数数（或者函数）域求值	55
3.2.4	evalb - 按照一个布尔表达式求值	56
3.2.5	evalc - 在复数域上符号求值	57
3.2.6	evalf - 使用浮点算法求值	58
3.2.7	evalhf - 用硬件浮点数算法对表达式求值	59
3.2.8	evalm - 对矩阵表达式求值	60
3.2.9	evaln - 求值到一个名称	61
3.2.10	evalr, shake - 用区间算法求表达式的值和计算范围	62
3.2.11	evalrC - 用复数区间算法对表达式求值	63
3.2.12	value - 对惰性函数求值	64
第 4 章	求根, 解方程	66
4.1	数值解	66
4.1.1	fsolve - 利用浮点数算法求解	66
4.1.2	solve/floats - 求解包含浮点数的表达式	68
4.2	最优化	68
4.2.1	extrema - 寻找表达式的相对极值	68
4.2.2	minimize, maximize - 计算最小值/最大值	69
4.2.3	maxnorm - 多项式无穷大范数	71
4.3	求根	71
4.3.1	allvalues - 计算 RootOf 表达式的所有值	71
4.3.2	isqrt, iroot - 整数的平方根/第 n 次根	74
4.3.3	realroot - 多项式的实数根的隔离区间	74
4.3.4	root - 表达式的第 n 次根	75
4.3.5	RootOf - 方程根的隐式表示	77
4.3.6	surd - 非主根函数	80
4.3.7	roots - 多项式对变量的精确根	81
4.3.8	Sturm, sturmseq - 多项式在区间上的实根数和实根序列	82
4.4	解方程	83
4.4.1	eliminate - 消去方程组中的某些变量	83
4.4.2	isolve - 方程的整数解	84
4.4.3	solvefor - 求解方程组的一个或者多个变量	84
4.4.4	isolate - 隔离方程左边的子表达式	85
4.4.5	singular - 寻找表达式的极点	86
4.4.6	solve/identity - 求解包含恒等式的表达式	87
4.4.7	solve/ineqs - 求解不等式	88
4.4.8	solve/linear - 求解线性方程组	88
4.4.9	solve/radical - 求解含有未知量根式的方程	89

4.4.10	solve/scalar - 求解单变量方程	90
4.4.11	solve/series - 求解含有级数的方程	90
4.4.12	solve/system - 解方程组或不等式组	91
第 5 章 操作表达式		93
5.1	处理表达式	93
5.1.1	Norm - 代数数或函数的标准型	93
5.1.2	Power - 惰性幂函数	94
5.1.3	Powmod - 带余数的惰性幂函数	94
5.1.4	Primfield - 代数域的原始元素	95
5.1.5	Trace - 求代数数或者函数的迹	96
5.1.6	charfcn - 表达式和集合的特征函数	97
5.1.7	Indets - 找表达式的变元	98
5.1.8	invfunc - 函数表的逆	99
5.1.9	powmod - 带余数的幂函数	100
5.1.10	Residue - 计算表达式的代数残差	100
5.1.11	combine - 表达式合并	101
5.1.12	expand - 表达式展开	103
5.1.13	Expand - 展开表达式的惰性形式	104
5.1.14	expandoff/expandon - 抑制/不抑制函数展开	105
5.2	因式分解	106
5.2.1	Afactor - 绝对因式分解的惰性形式	106
5.2.2	Afactors - 绝对因式分解项列表的惰性形式	106
5.2.3	Berlekamp - 因式分解的 Berlekamp 显式度	107
5.2.4	factor - 多元多项式的因式分解	108
5.2.5	factors - 多元多项式的因式分解列表	109
5.2.6	Factor - factor 函数的惰性形式	110
5.2.7	Factors - factors 函数的惰性形式	112
5.2.8	polytools[splits] - 多项式的完全因式分解	112
第 6 章 化简		114
6.1	表达式化简	114
6.1.1	simplify - 给表达式实施化简规则	114
6.1.2	simplify/@ - 用运算符化简表达式	116
6.1.3	simplify/Ei - 用指数积分化简表达式	116
6.1.4	simplify/GAMMA - 用 GAMMA 函数进行化简	117
6.1.5	simplify/RootOf - 用 RootOf 函数化简表达式	117
6.1.6	simplify/wronskian - 化简含 wronskian 标识符的表达式	117
6.1.7	simplify/hypergeom - 化简超越函数表达式	118

6.1.8	simplify/ln - 化简含有对数的表达式	119
6.1.9	simplify/piecewise - 化简分段函数表达式	120
6.1.10	simplify/polar - 化简含极坐标形式复数的表达式	121
6.1.11	simplify/power - 化简含幂次的表达式	121
6.1.12	simplify/radical - 化简含有根式的表达式	122
6.1.13	simplify/rtable - 化简 rtable 表达式	124
6.1.14	simplify/siderels - 用关系式进行化简	124
6.1.15	simplify/sqrt - 根式化简	126
6.1.16	simplify/trig - 化简 trig 函数表达式	127
6.1.17	simplify/zero - 化简含嵌入型实数和虚数的复数表达式	128
6.2	其他化简操作	128
6.2.1	Normal - normal 函数的惰性形式	128
6.2.2	convert - 将表达式转换成不同形式	129
6.2.3	radnormal - 标准化含有根号数的表达式	130
6.2.4	rationalize - 分母有理化	132
第 7 章	操作多项式	135
7.1	提取系数	137
7.1.1	coeff - 提取多项式的系数	137
7.1.2	coeffs - 提取多元多项式的所有系数	138
7.1.3	coeftayl - 多元表达式的系数	138
7.1.4	lcoeff, tcoeff - 返回多元多项式的首项和末项系数	140
7.2	多项式约数和根	140
7.2.1	gcd, lcm - 多项式的最大公约因式/最小公倍因式	140
7.2.2	psqrt, proot - 多项式的平方根和第 n 次方根	142
7.2.3	rem, quo - 多项式的余数/商	142
7.3	操纵多项式	143
7.3.1	convert/horner - 将多项式转换成 Horner 形式	143
7.3.2	collect - 合并系数	144
7.3.3	compoly - 确定多项式的可能合并的项数	146
7.3.4	convert/polynom - 将级数转换成多项式形式	147
7.3.5	convert/mathorner - 将多项式转换成 Horner 矩阵形式	148
7.3.6	convert/ratpoly - 将级数转换成有理多项式	149
7.3.7	sort - 将值的列表或者多项式排序	150
7.3.8	sqrfree - 不含平方项的因式分解函数	151
7.4	多项式运算	152
7.4.1	discrim - 多项式的判别式	152
7.4.2	fixdiv - 计算多项式的固定除数	153
7.4.3	norm - 多项式范数	153

7.4.4	resultant - 计算两个多项式的行列式	154
7.4.5	bernoulli - Bernoulli 数和多项式	154
7.4.6	bernstein - 用 Bernstein 多项式近似一个函数	155
7.4.7	content, primpart - 多元的多项式的内容和主部	156
7.4.8	degree, ldegree - 多项式的最高次方/最低次方	157
7.4.9	divide - 多项式的精确除法	158
7.4.10	euler - Euler 数和多项式	159
7.4.11	icontent - 多项式的整数部分	159
7.4.12	interp - 多项式的插值	160
7.4.13	prem, sprem - 多项式的伪余数和稀疏伪余数	160
7.4.14	randpoly - 随机多项式生成器	161
7.4.15	spline - 计算自然样条函数	162
第 8 章	有理表达式	164
8.1	操作有理多项式	165
8.1.1	numer,denom - 返回表达式的分子/分母	165
8.1.2	frontend - 将一般的表达式处理成有理表达式	166
8.1.3	normal - 标准化有理表达式	167
8.1.4	convert/parfrac - 转换为部分分数形式	169
8.1.5	convert/rational - 将浮点数转换为接近的有理数	171
8.1.6	ratrecon - 重建有理函数	172
第 9 章	微积分	174
9.1	取极限	174
9.1.1	Limit, limit - 计算极限	174
9.1.2	limit[dir] - 计算方向极限	175
9.1.3	limit[multi] - 多重方向极限	176
9.1.4	limit[return] - 极限的返回值	177
9.2	连续性测试	178
9.2.1	discont - 寻找函数在实数域上的间断点	178
9.2.2	fdiscont - 用数值法寻找函数在实数域上的间断点	178
9.2.3	iscont - 测试在区间上的连续性	182
9.3	微分计算	183
9.3.1	D - 微分算子	183
9.3.2	D, diff - 运算符 D 和函数 diff 的差别	186
9.3.3	diff, Diff - 微分或者偏微分	186
9.3.4	convert/D - 将含有导数的表达式转换为 D 运算符表达式	188
9.3.5	convert/diff - 将 D(f(x))表达式转换为 diff(f(x),x)的形式	188
9.3.6	implicitdiff - 由方程定义函数的微分	189

9.4	积分计算	192
9.4.1	Si, Ci, ... - 三角和双曲积分	192
9.4.2	Dirac, Heaviside - Dirac 函数/Heaviside 阶梯函数	193
9.4.3	Ei - 指数积分	194
9.4.4	Elliptic - 椭圆积分	195
9.4.5	FresnelC, ... - Fresnel 正弦、余弦积分和辅助函数	196
9.4.6	int, Int - 定积分和不定积分	197
9.4.7	LegendreP, ... - Legendre 函数及其第一和第二类函数	199
9.4.8	Li - 对数积分	200
9.4.9	student[changevar] - 变量代换	201
9.4.10	dawson - Dawson 积分	202
9.4.11	ellipsoid - 椭球体的表面积	203
9.4.12	evalf(int) - 数值积分	203
9.4.13	intat, Intat - 在点上积分求值	205
第 10 章	微分方程	208
10.1	微分方程分类	208
10.1.1	odeadvisor - ODE-求解分析器	208
10.1.2	DESol - 表示微分方程解的数据结构	211
10.1.3	pdsolve - 测试 pdsolve 能找到的偏微分方程(PDE)解	213
10.2	求解常微分方程	215
10.2.1	dsolve - 求解常微分方程 (ODE)	215
10.2.2	dsolve - 用给定的初始条件求解 ODE 问题	221
10.2.3	dsolve/intrans - 用积分变换方法解常微分方程	223
10.2.4	dsolve/numeric - 常微分方程数值解	225
10.2.5	dsolve/piecewise - 求解带分段函数的常微分方程	227
10.2.6	dsolve - 寻找 ODE 的级数解	229
10.2.7	dsolve - 求解 ODE 方程组	230
10.2.8	odetest - 测试 ODE 结果是显式或者隐式类型	233
10.3	偏微分方程求解	235
10.3.1	pdsolve - 寻找偏微分方程 (PDE) 的解析解	235
第 11 章	数值计算	240
11.1	Maple 中的数值计算环境	240
11.1.1	IEEE 标准和 Maple 数值计算	240
11.1.2	数据类型	240
11.1.3	特殊值	241
11.1.4	环境变量	241
11.2	算法	241

11.2.1	标准算法	241
11.2.2	复数算法	241
11.2.3	含有 0, 无穷和未定义数的算法	241
11.3	数据构造器	243
11.3.1	Complex - 复数和复数构造器	243
11.3.2	Float, ... - 浮点数及其构造器	244
11.3.3	Fraction - 分数及其构造器	246
11.3.4	integer - 整数和整数构造器	247
11.4	其他	248
11.4.1	Matlab 软件包简介	248
11.4.2	区间类型表达式	250
第 12 章	级数	252
12.1	幂级数的阶数	252
12.1.1	Order - 级数阶数项环境变量	252
12.1.2	order - 级数的截断阶数函数	253
12.2	常见级数展开	253
12.2.1	series - 一般级数的展开	253
12.2.2	taylor - Taylor 级数展开	255
12.2.3	mtaylor - 多元 Taylor 级数展开	256
12.2.4	poisson - Poisson 级数展开	257
12.3	其他级数	258
12.3.1	eulermac - Euler-Maclaurin 求和	258
12.3.2	piecewise - 分段函数	258
12.3.3	asympt - 渐进展开	261
第 13 章	特殊函数	262
13.1.1	AiryAi, AiryBi - Airy 波动函数	262
13.1.2	AiryAiZeros, AiryBiZeros - Airy 函数的实数零点	263
13.1.3	AngerJ, WeberE - Anger 函数和 Weber 函数	264
13.1.4	BesselI, HankelH1, ... - Bessel 函数和 Hankel 函数	265
13.1.5	BesselJZeros, ... - Bessel 函数实数零点	266
13.1.6	Beta - Beta 函数	267
13.1.7	EllipticModulus - 模数函数	268
13.1.8	GAMMA, lnGAMMA - 完全和不完全 GAMMA 函数	268
13.1.9	GaussAGM - Gauss 算术几何平均数	270
13.1.10	JacobiAM, ..., - Jacobi 振幅函数和椭圆函数	270
13.1.11	JacobiTheta1, JacobiTheta4 - Jacobi theta 函数	272
13.1.12	JacobiZeta - Jacobi 的 Zeta 函数	273

13.1.13	KelvinBer, KelvinBei - Kelvin 函数	273
13.1.14	KummerM, - Kummer M 函数和 U 函数	274
13.1.15	LambertW - LambertW 函数	275
13.1.16	LerchPhi - 一般的 Lerch Phi 函数	277
13.1.17	LommelS1, LommelS2 - Lommel 函数	278
13.1.18	MeijerG - 修正的 Meijer G 函数	279
13.1.19	Psi - Digamma 和 Polygamma 函数	280
13.1.20	StruveH, StruveL - Struve 函数	281
13.1.21	WeierstrassP - Weierstrass P 函数及其导数	282
13.1.22	WhittakerM - Whittaker 函数	283
13.1.23	Zeta - Zeta 函数	284
13.1.24	erf, ... - 误差函数, 补充误差函数和虚数误差函数	286
13.1.25	harmonic - 调和函数	287
13.1.26	hypergeom - 广义超越函数	287
13.1.27	pochhammer - 一般的 pochhammer 函数	288
13.1.28	polylog - 一般的多项式对数函数	290
第 14 章 线性代数		292
14.1	Algebra (代数) 中矩阵、矢量和数组	292
14.2	linalg 软件包简介	294
14.3	数据结构	295
14.3.1	矩阵 matrices (小写)	295
14.3.2	矢量 vectors (小写)	296
14.3.3	convert/matrix - 将数组、列表或 Matrix 转换成 matrix	297
14.3.4	convert/vector - 将列表, 数组或 Vector 转换成 vector	298
14.3.5	linalg[matrix] - 生成矩阵 matrix (小写)	299
14.3.6	linalg[vector] - 生成矢量 vector (小写)	300
14.4	惰性函数	301
14.4.1	Det - 行列式惰性运算符	301
14.4.2	Eigenvals - 数值型矩阵的特征值和特征向量	302
14.4.3	Hermite, Smith - 矩阵的 Hermite 和 Smith 标准型	304
14.5	linalg 函数	305
14.5.1	linalg[diag], linalg[BlockDiagonal] - 生成对角块矩阵	305
14.5.2	linalg[GramSchmidt] - 计算正交向量	306
14.5.3	linalg[JordanBlock] - 返回约当块矩阵	307
14.5.4	linalg[LUdecomp] - 矩阵的 LU 分解	308
14.5.5	linalg[QRdecomp] - 矩阵的 QR 分解	311
14.5.6	linalg[wronskian] - 矢量函数的 wronskian 矩阵	312
14.5.7	linalg[matadd] - 矩阵或者矢量加法	313

14.5.8	<code>linalg[addrow]</code> , <code>linalg[addcol]</code> - 矩阵行和列的线性组合	314
14.5.9	<code>linalg[adjoint]</code> - 计算矩阵的伴随矩阵	315
14.5.10	<code>linalg[angle]</code> - 计算两个矢量之间的夹角	316
14.5.11	<code>linalg[augment]</code> , <code>linalg[concat]</code> - 矩阵水平方向合并叠加	316
14.5.12	<code>linalg[backsub]</code> - 矩阵的回代	317
14.5.13	<code>linalg[band]</code> - 生成带型矩阵	319
14.5.14	<code>linalg[basis]</code> - 寻找向量空间的基	319
14.5.15	<code>linalg[blockmatrix]</code> - 生成块矩阵	320
14.5.16	<code>linalg[charmat]</code> - 构造特征矩阵	321
14.5.17	<code>linalg[charpoly]</code> - 计算矩阵的特征多项式	322
14.5.18	<code>linalg[row]</code> , <code>linalg[col]</code> - 作为矢量提取矩阵中的行或列	322
14.5.19	<code>linalg[rowdim]</code> , <code>linalg[coldim]</code> - 确定矩阵的行/列维数	323
14.5.20	<code>linalg[rowspace]</code> , <code>linalg[colspace]</code> - 计算行/列空间的基	324
14.5.21	<code>linalg[rowspan]</code> , <code>linalg[colspan]</code> - 计算行/列空间生成矢量	325
14.5.22	<code>linalg[companion]</code> - 多项式的伴随矩阵	326
14.5.23	<code>linalg[cond]</code> - 矩阵的条件数	326
14.5.24	<code>linalg[copyinto]</code> - 将元素从矩阵复制到矩阵	327
14.5.25	<code>linalg[crossprod]</code> - 矢量的叉乘积	328
14.5.26	<code>linalg[curl]</code> - 矢量的旋度	329
14.5.27	<code>linalg[delrows]</code> , <code>linalg[delcols]</code> - 删除矩阵的行/列	330
14.5.28	<code>linalg[det]</code> - 矩阵的行列式	331
14.5.29	<code>linalg[diverge]</code> - 矢量函数的散度	331
14.5.30	<code>linalg[dotprod]</code> - 矢量的点积	333
14.5.31	<code>linalg[eigenvalues]</code> - 计算矩阵的特征值	334
14.5.32	<code>linalg[eigenvectors]</code> - 寻找矩阵的特征向量	335
14.5.33	<code>linalg[entermatrix]</code> - 矩阵元素的输入	338
14.5.34	<code>linalg[equal]</code> - 确定两个矩阵是否相等	339
14.5.35	<code>linalg[exponential]</code> - 矩阵指数	339
14.5.36	<code>linalg[extend]</code> - 放大矩阵	340
14.5.37	<code>linalg[ffgausselim]</code> - 矩阵的无分式高斯消元法	341
14.5.38	<code>linalg[fibonacci]</code> - fibonacci 矩阵	342
14.5.39	<code>linalg[gausselim]</code> - 矩阵的高斯消元法	343
14.5.40	<code>linalg[grad]</code> - 表达式的梯度矢量	344
14.5.41	<code>linalg[hilbert]</code> - 生成 Hilbert 矩阵	345
14.5.42	<code>linalg[htranspose]</code> - 矩阵的 Hermitian 转置	346
14.5.43	<code>linalg[ihermite]</code> - 只含整数的 Hermite 标准型	347
14.5.44	<code>linalg[innerprod]</code> - 计算内积	348
14.5.45	<code>linalg[intbasis]</code> - 确定空间交的基	349
14.5.46	<code>linalg[inverse]</code> - 计算矩阵的逆	350

14.5.47	<code>linalg[issimilar]</code> - 确定矩阵的相似性	350
14.5.48	<code>linalg[iszero]</code> - 确定矩阵是否为零	351
14.5.49	<code>linalg[jacobian]</code> - 计算矢量函数的 Jacobian 矩阵	352
14.5.50	<code>linalg[jordan]</code> - 计算矩阵的约当型	353
14.5.51	<code>linalg[laplacian]</code> - 表达式的 Laplacian (拉普拉斯)	354
14.5.52	<code>linalg[leastsqrs]</code> - 方程的最小二乘解	355
14.5.53	<code>linalg[minor]</code> - 计算矩阵的较小部分	356
14.5.54	<code>linalg[minpoly]</code> - 计算矩阵的最小多项式	357
14.5.55	<code>linalg[mulcol]</code> , <code>linalg[mulrow]</code> - 表达式乘以矩阵的列	357
14.5.56	<code>linalg[multiply]</code> - 矩阵-矩阵乘积或矩阵-矢量乘积	358
14.5.57	<code>linalg[norm]</code> - 矩阵或者矢量的范数	359
14.5.58	<code>linalg[normalize]</code> - 归一化矢量	360
14.5.59	<code>linalg[orthog]</code> - 测试矩阵的正交性	360
14.5.60	<code>linalg[permanent]</code> - 计算矩阵的不变量	361
14.5.61	<code>linalg[pivot]</code> - 指定矩阵主元素的消去法	362
14.5.62	<code>linalg[potential]</code> - 计算矢量域的势	363
14.5.63	<code>linalg[randmatrix]</code> - 随机矩阵生成器	364
14.5.64	<code>linalg[randvector]</code> - 随机矢量生成器	364
14.5.65	<code>linalg[rank]</code> - 矩阵的秩	365
14.5.66	<code>linalg[scalarmul]</code> - 用表达式乘以矩阵或者矢量	366
14.5.67	<code>linalg[singularvals]</code> - 计算矩阵的奇异矩阵的值	366
14.5.68	<code>linalg[stackmatrix]</code> - 将两个矩阵竖直叠加	367
14.5.69	<code>linalg[submatrix]</code> - 从矩阵中提取指定的子矩阵	368
14.5.70	<code>linalg[subvector]</code> - 从矩阵中提取指定的矢量	369
14.5.71	<code>linalg[sumbasis]</code> - 确定矢量空间之和的基	369
14.5.72	<code>linalg[swaprow]</code> , <code>linalg[swapcol]</code> - 交换矩阵的行/列	370
14.5.73	<code>linalg[trace]</code> - 矩阵的迹	371
14.5.74	<code>linalg[transpose]</code> - 计算矩阵的转置矩阵	371
14.5.75	<code>linalg[vandermonde]</code> - 生成 Vandermonde 矩阵	372
14.5.76	<code>linalg[vecpotent]</code> - 计算矢量的势	373
14.5.77	<code>linalg[vectdim]</code> - 确定矢量的维数	374

第 15 章 二维 (2D) 绘图 375

15.1	二维绘图选项	375
15.1.1	<code>plot[options]</code> - 绘图选项简介	375
15.1.2	<code>plot[color]</code> - 图形颜色选项	377
15.1.3	<code>plot[coords]</code> - 绘图坐标选项	378
15.1.4	<code>plot[plotdevice]</code> - 绘图设备选项	379
15.1.5	<code>plot[range]</code> - 绘图范围	380



15.1.6	plots[setoptions] - 设置绘图的缺省选项	381
15.1.7	绘制 2D 图形的格式选项	382
15.1.8	xshift, yshift, zshift - 绘图中 x, y 或 z 坐标的平移	383
15.1.9	xyexchange, ... - 2D 或 3D 图形的坐标转换	385
15.2	曲线图绘制	386
15.2.1	plot - 绘制函数的二维图形	386
15.2.2	plot[parametric] - 参数绘图	388
15.2.3	plot[polar] - 极坐标系图形	390
15.2.4	plots[implicitplot] - 隐函数二维绘图	390
15.2.5	plot[multiple] - 多重图形	392
15.2.6	plot[infinity] - 无穷大绘图	392
15.2.7	plots[logplot] - 垂直轴是对数格式的函数的半对数绘图	393
15.2.8	plots[loglogplot] - 函数的双对数图形	395
15.2.9	plot[function] - 允许的绘图函数	397
15.2.10	plots[replot] - 重新生成绘图	398
15.3	分布图绘制	399
15.3.1	plots[densityplot] - 二维密度绘图	399
15.3.2	plots[fieldplot] - 绘制二维矢量分布图	401
15.3.3	plots[polygonplot] - 创建多边形图形	402
15.3.4	plots[textplot] - 绘制字符串	403
15.3.5	smartplot, smartplot3D - 创建二维/三维图形	403
15.4	PLOT 和 PLOT3D 数据结构	405
15.4.1	二维绘图对象类型	405
15.4.2	二维绘图选项	406
15.4.3	局部选项	408
15.4.4	三维绘图	408
15.4.5	三维绘图选项	408
15.4.6	动画	409

第 16 章 三维(3D)绘图 411

16.1	三维绘图选项	411
16.1.1	plot3D[option] - plot3D 选项	411
16.1.2	plot3D[color] - 颜色函数	414
16.1.3	plot3D[coords] - plot3D 的坐标系选项	415
16.1.4	plots[setoptions3D] - 设置 3D 图形的缺省选项	417
16.2	曲面绘图	418
16.2.1	plot3D - 三维空间图形	418
16.2.2	plots[cylinderplot] - 在柱坐标系中绘制三维表面	422
16.2.3	plots[sphereplot] - 在球坐标系中绘制三维表面	424

16.2.4	plots[surfdata] - 用数据创建三维表面图形	424
16.2.5	plots[implicitplot3D] - 隐函数的三维绘图	426
16.2.6	plots[polygonplot3D] - 创建包含多边形的图形	428
16.3	空间曲线绘图	429
16.3.1	plots[contourplot],plots[contourplot3D] - 二维/三维等高线图形	429
16.3.2	plots[polyhedraplot] - 用多面体创建三维空间点图形	432
16.3.3	plots[spacecurve] - 绘制三维曲线.....	433
16.3.4	plots[textplot3D] - 绘制字符串	435
第 17 章	动画	437
17.1.1	plots[animate] - 生成二维绘图函数的动画	437
17.1.2	plots[animate3d] - 生成三维绘图函数的动画	441
17.1.3	plots[display] - 显示绘图数据结构的列表	445
17.1.4	plots[display3d] - 显示三维绘图数据结构的列表	449
指令索引		450