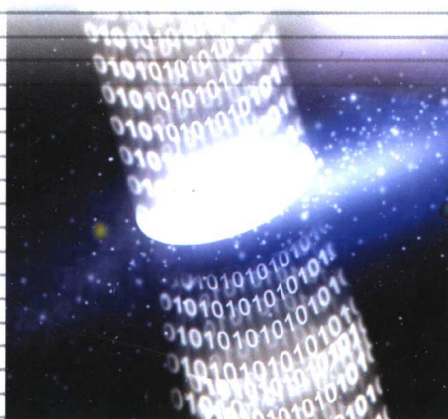


MATLAB

应用数学工具箱 技术手册

魏巍 主编



MATLAB

國防工業出版社

National Defence Industry Press

<http://www.ndip.cn>

华北水利水电学院图书馆



208647295

0245

W602

MATLAB工具箱技术手册系列

MATLAB

应用数学工具箱

技术手册

魏巍 主编



国防工业出版社

·北京·

864729

内 容 简 介

本书基于 MATLAB 6.5 正式版(Release 13),提供了使用 MATLAB 的实践性指导。MATLAB 已成为适合多学科、多种工作平台的功能强大、界面友好、语言自然并且开放性强的大型优秀应用软件,同时也已成为国内外高等院校高等数学、数值分析、数字信号处理、自动控制理论以及工程应用等课程的基本教学工具。本书分为两大部分,第一部分简要介绍了 MATLAB 的基础知识和基本方法;第二部分详细说明了每个应用数学工具箱中的函数和用法。全书自始至终用实例描述,内容完整且每章相对独立,是一本简明的 MATLAB 参考手册,既适用于初学者,也适用于高级 MATLAB 用户。

本书适合作为理工科高等院校研究生、本科生教学用书,也可作为广大科研工程技术人员的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 应用数学工具箱技术手册/魏巍主编.
—北京:国防工业出版社,2004.1
(MATLAB 工具箱技术手册系列)
ISBN 7-118-03206-9

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 059828 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)

新艺印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 27¼ 622 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:42.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前言

数学作为基础学科，与工程技术及科学研究领域密不可分，并且在这些学科中得到了越来越广泛的应用。在实际研究计算中，数值运算往往很复杂，稍有疏忽，便会影响到整个计算或研究的结果。因此，精确的数值计算对于每一个科学研究者来说都是极其重要的。MATLAB 是 Mathworks 公司推出的一套高效率的数值计算和可视化软件。它以极其强大的数值分析、矩阵运算、信号处理和图形显示功能，以及一个方便的、界面友好的用户环境吸引了广大专家学者的关注，而且其强大的扩展功能为用户提供了强有力的技术支持。

现在，MATLAB 已经成为一个系列产品：MATLAB 主程序和各种工具箱。功能丰富的工具箱将不同领域、不同方向的研究者吸引到 MATLAB 的编程环境中来，成为 MATLAB 的忠实用户。现有的 30 多个工具箱大致可分为两类：功能型工具箱和领域型工具箱。功能型工具箱主要用来扩充 MATLAB 的符号计算功能、图形建模仿真功能、文字处理功能以及与硬件实时交互功能，能用于多种学科；而领域型工具箱应用的专业性很强，如控制工具箱和信号处理工具箱等。

本书重点介绍 MATLAB 的应用数学方面的工具箱。在本书中用户可以学到统计工具箱、样条工具箱、偏微分方程工具箱以及优化工具箱中每个函数的用法。为了适应更多的初学者，本书还安排了三章 MATLAB 的基础知识和基本方法，初学者可以通过阅读这些内容基本了解 MATLAB 的功能和用法。在学习后面的内容时才会更加得心应手。

全书共分 8 章，前 3 章介绍了 MATLAB 的基础知识和基本方法，第 1 章主要讲述了 MATLAB 的发展历程和基础知识；第 2 章主要讲述了 MATLAB 的数值运算的函数；第 3 章用了大量的范例来展示 MATLAB 在图形显示方面的强大功能；第 4 章到第 7 章分别讲述了统计工具箱、偏微分方程工具箱、样条工具箱和优化工具箱中的每个函数的用法，其中许多常用的函数和算法给出了图示，更增加了读者感性上的认识。第 8 章讲述了计算结果的可视化。

本书特色表现在结构新颖、逻辑清晰，从全新的角度以“功能”、“语法”、“说明”、“实例”的方式介绍每个函数，使读者更深刻地理解每个函数的功能和用法，以便在以后的研究中灵活应用。鉴于作者的水平有限，在写作的过程中，难免会有一些问题，希望读者能批评指正并提出自己宝贵的意见。

作者

— 目 录 —

第 1 章	MATLAB 基础知识	1
1.1	MATLAB 概论	1
1.1.1	MATLAB 的发展历程和影响	1
1.1.2	MATLAB 的基本组成和特点	2
1.1.3	MATLAB 6.5 的新特性	3
1.2	MATLAB 基础准备及入门	3
1.2.1	最简单的计算器使用法	4
1.2.2	复数和复数矩阵	4
1.2.3	计算结果的图形表示	6
1.2.4	指令行的编辑	7
1.2.5	who 和 whos 指令	8
1.2.6	save 和 load 指令	8
1.2.7	帮助系统	9
1.2.8	MATLAB 的搜索路径	10
第 2 章	数值计算	12
2.1	引言	12
2.2	恰定方程组的解	12
2.2.1	“求逆”法和“左除”法求恰定方程组的解	12
2.2.2	范数、条件数和方程解的精度	13
2.3	矩阵特征值和矩阵函数	14
2.3.1	特征值和特征向量的求取	14
2.3.2	特征值问题的条件数	16
2.3.3	复数特征值对角阵与实数块特征值对角阵的转化	17
2.3.4	矩阵的谱分解和矩阵函数	18
2.4	线性二乘问题的解	19
2.5	函数的数值导数和切平面	20
2.5.1	法线	20
2.5.2	偏导数和梯度	20
2.6	函数的零点	22
2.6.1	任意一元函数零点的精确解	22
2.6.2	多元函数的零点	25

2.7	函数极值点	27
2.8	数值积分	29
2.8.1	闭型数值积分	29
2.8.2	开型数值积分	30
2.8.3	多重数值积分	31
2.9	卷积	32
2.10	随机数据的统计描述	35
2.10.1	统计分布的数字特征	35
2.10.2	样本分布的频数直方图描述	36
2.11	概率函数、分布函数、逆分布函数和随机数的发生	37
2.11.1	泊松分布(Poisson distribution)	37
2.11.2	正态分布(Normal distribution)	38
2.11.3	χ^2 分布(Chi-square distribution)	39
2.12	多项式拟合和非线性最小二乘	40
2.12.1	多项式拟合	40
2.12.2	非线性最小二乘估计	42
2.13	插值和样条	45
2.13.1	一维插值	45
2.13.2	高维函数的插值	46
2.14	样条函数及其应用	47
2.14.1	样条插值	47
2.14.2	样条函数用于数值积分和微分	49
2.15	Fourier 分析	50
2.16	常微分方程	55
2.16.1	解算指令简洁格式使用示例	55
2.16.2	解算指令较复杂格式的使用示例	57
2.16.3	关于 ODE 文件的说明	59
2.16.4	关于解算指令选项 options 的属性设置	61
2.17	稀疏矩阵	62
2.17.1	稀疏矩阵的创建	62
2.17.2	稀疏矩阵的运算	63
第 3 章	数据和函数的可视化	65
3.1	离散数据和离散函数的可视化	65
3.2	连续函数的可视化	65
3.3	二维曲线绘图的基本操作	66
3.4	曲线的色彩、线型和数据点形	68
3.5	坐标、刻度和分格线控制	70
3.5.1	坐标控制	70
3.5.2	刻度、分格线和坐标框	70

3.6	图形标识	72
3.7	多次叠绘、双纵坐标和多子图	72
3.7.1	多次叠绘	72
3.7.2	双纵坐标图	73
3.7.3	多子图	74
3.8	三维绘图的基本操作	74
3.9	三维网线图和曲面图	75
3.10	透视、镂空和裁切	76
3.10.1	图形的透视	76
3.10.2	图形的镂空	76
3.10.3	图形的裁切	77
第4章	统计工具箱	79
4.1	统计工具箱介绍	79
4.2	参数估计	80
4.2.1	betafit 函数	80
4.2.2	betalike 函数	81
4.2.3	mle 函数	81
4.2.4	gamlike 函数	82
4.2.5	normlike 函数	82
4.3	累积分布函数	82
4.3.1	betacdf 函数	83
4.3.2	binocdf 函数	83
4.3.3	cdf 函数	84
4.3.4	chi2cdf 函数	84
4.3.5	expcdf 函数	85
4.3.6	fcdf 函数	85
4.3.7	gamcdf 函数	85
4.3.8	geocdf 函数	86
4.3.9	hygecdf 函数	86
4.3.10	logncdf 函数	87
4.3.11	nbincdf 函数	87
4.3.12	ncfcdf 函数	88
4.3.13	nctcdf 函数	88
4.3.14	ncx2cdf 函数	89
4.3.15	normcdf 函数	90
4.3.16	poisscdf 函数	90
4.3.17	raylcdf 函数	90
4.3.18	tcdf 函数	91
4.3.19	unidecdf 函数	91

4.3.20	weibcdf 函数	91
4.4	概率密度函数	92
4.4.1	betapdf 函数	92
4.4.2	binopdf 函数	93
4.4.3	pdf 函数	93
4.4.4	chi2pdf 函数	93
4.4.5	exppdf 函数	94
4.4.6	fpdf 函数	94
4.4.7	gampdf 函数	95
4.4.8	geopdf 函数	95
4.4.9	hygepdf 函数	95
4.4.10	lognpdf 函数	96
4.4.11	nbinspdf 函数	96
4.4.12	ncfpdf 函数	97
4.4.13	nctpdf 函数	98
4.4.14	ncx2pdf 函数	98
4.4.15	normpdf 函数	99
4.4.16	poisspdf 函数	99
4.4.17	raylpdf 函数	99
4.4.18	tpdf 函数	100
4.4.19	unidpdf 函数	100
4.4.20	weibpdf 函数	101
4.5	逆累积分布函数	101
4.5.1	betainv 函数	101
4.5.2	binoinv 函数	102
4.5.3	icdf 函数	102
4.5.4	chi2inv 函数	102
4.5.5	expinv 函数	103
4.5.6	finv 函数	103
4.5.7	gaminv 函数	104
4.5.8	geoinv 函数	104
4.5.9	hygeinv 函数	104
4.5.10	logninv 函数	105
4.5.11	nbinsinv 函数	105
4.5.12	ncfinv 函数	105
4.5.13	nctinv 函数	106
4.5.14	ncx2inv 函数	106
4.5.15	norminv 函数	106
4.5.16	poissinv 函数	106

4.5.17	raylinv 函数	107
4.5.18	tinva 函数	107
4.5.19	unidiav 函数	107
4.5.20	weibinv 函数	108
4.6	随机数生成器	108
4.6.1	betarnd 函数	109
4.6.2	binornd 函数	109
4.6.3	random 函数	110
4.6.4	chi2rnd 函数	110
4.6.5	exprnd 函数	110
4.6.6	frnd 函数	111
4.6.7	gamrnd 函数	111
4.6.8	geornd 函数	112
4.6.9	hygernd 函数	112
4.6.10	lognrnd 函数	112
4.6.11	nbinrnd 函数	113
4.6.12	ncfrnd 函数	113
4.6.13	nctrnd 函数	113
4.6.14	ncx2rnd 函数	114
4.6.15	normrnd 函数	114
4.6.16	poissrnd 函数	114
4.6.17	raylrnd 函数	115
4.6.18	trnd 函数	115
4.6.19	unidrnd 函数	116
4.6.20	weibrnd 函数	116
4.7	均值与方差	116
4.7.1	betastat 函数	117
4.7.2	binostat 函数	117
4.7.3	chi2stat 函数	118
4.7.4	expstat 函数	119
4.7.5	fstat 函数	119
4.7.6	gamstat 函数	119
4.7.7	geostat 函数	120
4.7.8	hygestat 函数	120
4.7.9	lognstat 函数	121
4.7.10	nbinstat 函数	121
4.7.11	ncfstat 函数	122
4.7.12	nctstat 函数	122
4.7.13	ncx2stat 函数	122

4.7.14	normstat 函数	123
4.7.15	poissstat 函数	123
4.7.16	raylstat 函数	124
4.7.17	tstat 函数	124
4.7.18	unidstat 函数	125
4.7.19	weibstat 函数	125
4.8	描述性统计	126
4.8.1	概述	126
4.8.2	corrcoef 函数	127
4.8.3	cov 函数	127
4.8.4	geomean 函数	127
4.8.5	harmmean 函数	128
4.8.6	iqr 函数	128
4.8.7	kurtosis 函数	129
4.8.8	mad 函数	129
4.8.9	mean 函数	130
4.8.10	median 函数	130
4.8.11	moment 函数	131
4.8.12	nanmax 函数	131
4.8.13	nanmean 函数	132
4.8.14	nanmedian 函数	132
4.8.15	nanmin 函数	133
4.8.16	nanstd 函数	133
4.8.17	nansum 函数	133
4.8.18	prctile 函数	134
4.8.19	range 函数	134
4.8.20	skewness 函数	135
4.8.21	std 函数	135
4.8.22	trimmean 函数	136
4.8.23	var 函数	136
4.9	统计作图	137
4.9.1	boxplot 函数	137
4.9.2	errorbar 函数	138
4.9.3	fsurfht 函数	139
4.9.4	gline 函数	140
4.9.5	gname 函数	140
4.9.6	lsline 函数	141
4.9.7	normplot 函数	142
4.9.8	pareto 函数	143

4.9.9 qqplot 函数	143
4.9.10 rcoplot 函数	144
4.9.11 refcurve 函数	145
4.9.12 refline 函数	145
4.9.13 surfht 函数	146
4.9.14 weibplot 函数	146
4.10 统计工序管理图	147
4.10.1 capable 函数	147
4.10.2 capaplot 函数	148
4.10.3 ewmaplot 函数	149
4.10.4 histfit 函数	150
4.10.5 normspec 函数	150
4.10.6 schart 函数	151
4.10.7 xbarplot 函数	152
4.11 线性模型	152
4.11.1 anova1 函数	153
4.11.2 anova2 函数	156
4.11.3 polyconf 函数	157
4.11.4 polyfit 函数	158
4.11.5 polyval 函数	159
4.11.6 regress 函数	159
4.11.7 ridge 函数	161
4.11.8 rstool 函数	162
4.11.9 stepwise 函数	162
4.12 非线性回归模型	163
4.12.1 nlinfit 函数	163
4.12.2 nlintool 函数	164
4.12.3 nlparci 函数	164
4.12.4 nlpredci 函数	164
4.13 实验设计	165
4.13.1 cordexch 函数	166
4.13.2 daugment 函数	166
4.13.3 dcovary 函数	167
4.13.4 ff2n 函数	167
4.13.5 fullfact 函数	168
4.13.6 rowexch 函数	168
4.14 主成分分析	169
4.14.1 barttest 函数	169
4.14.2 pcacov 函数	170

4.14.3	pcares 函数	171
4.14.4	princomp 函数	171
4.14.5	主成分分析示例	172
4.15	假设检验	178
4.15.1	ranksum 函数	181
4.15.2	signrank 函数	181
4.15.3	signtest 函数	182
4.15.4	ttest 函数	182
4.15.5	ttest2 函数	183
4.15.6	ztest 函数	184
4.16	文件输入输出	184
4.16.1	caseread 函数	185
4.16.2	casewrite 函数	185
4.16.3	tblread 函数	186
4.16.4	tblwrite 函数	186
4.17	示范程序	187
4.17.1	disttool 演示程序	187
4.17.2	polytool 演示程序	188
4.17.3	aoctool 演示程序	190
4.17.4	randtool 演示程序	195
4.17.5	rsmdemo 演示程序	195
4.17.6	robustdemo 演示程序	199
第 5 章	偏微分方程工具箱	201
5.1	偏微分方程工具箱介绍	201
5.2	偏微分方程算法函数	201
5.2.1	adaptmesh 函数	201
5.2.2	assema 函数	204
5.2.3	assemb 函数	205
5.2.4	assempe 函数	207
5.2.5	hyperbolic 函数	211
5.2.6	parabolic 函数	212
5.2.7	pdeeig 函数	213
5.2.8	pdenonlin 函数	215
5.3	图形界面函数	215
5.3.1	pdecirc 函数	215
5.3.2	pdeellip 函数	216
5.3.3	pdemdlcv 函数	216
5.3.4	pdepoly 函数	216
5.3.5	pderect 函数	217

5.3.6	pdecont 函数	217
5.3.7	pdegplot 函数	218
5.3.8	pdemesh 函数	219
5.3.9	pdesurf 函数	220
5.3.10	pdetool 函数	221
5.4	几何处理函数	222
5.4.1	decsg 函数	222
5.4.2	initmesh 函数	223
5.4.3	jigglemesh 函数	224
5.4.4	pdearcl 函数	225
5.4.5	poimesh 函数	225
5.4.6	refinemesh 函数	227
5.4.7	wbound 函数	227
5.4.8	wgeom 函数	228
5.5	通用函数	228
5.5.1	pdeadgsc 函数	229
5.5.2	pdeadworst 函数	229
5.5.3	pdecgrad 函数	229
5.5.4	pdegrad 函数	230
5.5.5	pdejmps 函数	230
5.5.6	pdeprtni 函数	230
5.5.7	pdesdp 函数, pdesde 函数, pdesdt 函数	231
5.5.8	pdesmech 函数	231
5.5.9	pdetrq 函数	232
5.5.10	pdetriq 函数	232
5.5.11	poiasma 函数	232
5.5.12	sptarn 函数	233
5.5.13	tri2grid 函数	234
5.5.14	pdebound 函数	234
5.5.15	pdegeom 函数	235
第 6 章	样条工具箱	238
6.1	样条工具箱介绍	238
6.2	三次插值样条函数	240
6.2.1	csape 函数	240
6.2.2	csapi 函数	242
6.2.3	csaps 函数	243
6.2.4	cscvn 函数	243
6.2.5	getcurve 函数	245
6.3	PP 形式的样条函数的构造及操作	245

6.3.1	工具箱中关于 PP 形式样条函数的函数	245
6.3.2	ppmak 函数	247
6.4	B 形式样条函数	247
6.4.1	spapi 函数	249
6.4.2	spaps 函数	249
6.4.3	spap2 函数	250
6.4.4	spcrv 函数	251
6.4.5	spmak 函数	252
6.4.6	splpp 函数	252
6.4.7	spbrk 函数	253
6.4.8	spcol 函数	253
6.4.9	sprfn 函数	254
6.4.10	spval 函数	254
6.5	张量积样条函数	255
6.5.1	关于张量积函数的函数	255
6.5.2	tcsapi 函数	255
6.5.3	tcsaps 函数	256
6.5.4	tpbrk 函数	256
6.5.5	tppmak 函数	256
6.5.6	tppval 函数	257
6.5.7	tsp2pp 函数	257
6.5.8	tppmak 函数	258
6.5.9	tspapi 函数	258
6.5.10	tspbrk 函数	258
6.5.11	tspmak 函数	259
6.5.12	tspval 函数	259
6.6	对样条函数进行操作的函数	260
6.6.1	fnbrk 函数	260
6.6.2	fncomb 函数	260
6.6.3	fnder 函数	261
6.6.4	fnint 函数	261
6.6.5	fnjmp 函数	262
6.6.6	fnplt 函数	262
6.6.7	fnval 函数	263
6.6.8	fn2fm 函数	263
6.7	对节点进行操作的函数	264
6.7.1	augknt 函数	264
6.7.2	aveknt 函数	265
6.7.3	brk2knt 函数	265

6.7.4	knt2brk 函数	265
6.7.5	knt2mlt 函数	266
6.7.6	sorted 函数	266
6.7.7	newknt 函数	266
6.7.8	optknt 函数	267
6.8	独立函数	267
6.8.1	slyblk 函数	267
6.8.2	bkbrk 函数	267
6.8.3	franke 函数	268
6.8.4	subplus 函数	268
6.8.5	titanium 函数	268
6.9	举例	269
6.9.1	使用张量积样条函数对多变元函数的近似法	269
6.9.2	Chebyshev 样条函数的构造	274
第7章	优化工具箱	277
7.1	优化工具箱概述	277
7.2	求解极小值问题	277
7.2.1	fgoalattain 函数	278
7.2.2	fminbnd 函数	283
7.2.3	fmincon 函数	285
7.2.4	fminimax 函数	289
7.2.5	fminunc 函数, fminsearch 函数	293
7.2.6	fseminf 函数	295
7.2.7	linprog 函数	303
7.2.8	quadprog 函数	305
7.3	方程求解	309
7.3.1	fsolve 函数	309
7.3.2	fzero 函数	314
7.4	最小二乘最优及数据拟合	316
7.4.1	lsqlin 函数	316
7.4.2	lsqcurvefit 函数	319
7.4.3	lsqnonneg 函数	323
7.5	优化参数控制	326
7.5.1	optimset 函数	328
7.5.2	optimget 函数	330
第8章	计算结果的可视化	331
8.1	MATLAB 图形窗口环境	332
8.2	曲线图形	333
8.2.1	二维图形	333

8.2.2 三维图线	339
8.3 三维图形	341
8.3.1 三维网线图	342
8.3.2 着色表面图	346
8.4 图形的标注	350
8.5 高级图形处理技术	354
8.5.1 子图形的创建和控制	354
8.5.2 视角的设置	356
8.5.3 光照控制	360
8.6 色彩的控制和表现	364
8.6.1 色彩的表现原理	364
8.6.2 色彩的控制	368
8.7 专用图形	374
8.7.1 条形图	374
8.7.2 面积图	377
8.7.3 统计频数条形图	379
8.7.4 饼形图	382
8.7.5 离散数据图	385
8.7.6 等高线图	388
8.8 句柄图形	393
8.8.1 句柄图形概述	393
8.8.2 图对象	403
8.8.3 块对象	407
8.8.4 像对象	412
8.8 位型像	415

第 1 章 MATLAB 基础知识

1.1 MATLAB 概论

1.1.1 MATLAB 的发展历程和影响

MATLAB 名字由 MATrix 和 LABoratory 两词的前三个字母组合而成。20 世纪 70 年代后期, 时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的 Cleve Moler 教授为了减轻学生编程负担, 为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易懂”的接口, 此即用 FORTRAN 编写的萌芽状态的 MATLAB。

经几年的校际流传, 在 Little 的推动下, 由 Little、Moler、Steve Bangert 合作, 于 1984 年成立了 MathWorks 公司, 并把 MATLAB 正式推向市场。这时的 MATLAB 的内核已采用 C 语言编写, 而且除原有的数值计算能力外, 还新增了数据图视功能。

MATLAB 以商品形式出现后, 仅短短几年, 就以其良好的开放性和运行的可靠性, 使原先控制领域里的封闭式软件包(如英国的 UMIST, 瑞典的 LUND 和 SIMNON, 德国的 KEDDC)纷纷淘汰, 而改以 MATLAB 为平台加以重建。在进入 20 世纪 90 年代的时候, MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。

到 20 世纪 90 年代初期, 在国际上三十几个数学类科技应用软件中, MATLAB 在数值计算方面独占鳌头, 而 Mathematica 和 Maple 则分居符号计算软件的前两名, Mathcad 因其提供计算、图形、文字处理的统一环境而深受中学生欢迎。

MathWorks 公司于 1993 年推出 MATLAB 4.0 版本, 从此告别 DOS 版。4.x 版在继承和发展其原有的数值计算和图形可视能力的同时, 出现了以下几个重要变化:

(1) 推出了 SIMULINK。这是一个交互式操作的动态系统建模、仿真、分析集成环境。它的出现使人们有可能考虑许多以前不得不做简化假设的非线性因素、随机因素, 从而大大提高了人们对非线性、随机动态系统的认知能力。

(2) 开发了与外部进行直接数据交换的组件, 打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的道路。

(3) 推出了符号计算工具包。1993 年 MathWorks 公司从加拿大滑铁卢大学购得 Maple 的使用权, 以 Maple 为“引擎”开发了 Symbolic Math Toolbox 1.0。MathWorks 公司此举加快结束了国际上数值计算、符号计算孰优孰劣的长期争论, 促成了两种计算的互补发展新时代。

(4) 构建了 Notebook。MathWorks 公司瞄准应用范围最广的 Word, 运用 DDE 和 OLE, 实现了 MATLAB 与 Word 的无缝连接, 从而为专业科技工作者创造了融科学计算、图形可视、

