



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

MATLAB

及其在理工课程中的 应用指南 (第四版)

陈怀琛 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

内容简介

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

陈怀琛教授简历

MATLAB 及其在理工课程中的应用指南

(第四版)

陈怀琛 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书分为语言篇、数学篇和应用篇三部分,共9章内容。语言篇介绍 MATLAB 语言的发展情况及基本语法,有4学时的录像作为辅助教学手段,供 MATLAB 入门学习;数学篇给出了微积分、线性代数和概率统计三门数学课程中使用 MATLAB 解题的实例约50个,为使用计算机解决高等数学计算问题打下基础;应用篇给出大学低年级课程中用 MATLAB 科学计算方法解题的60多个实例,涉及大学物理、力学、机械、电工、电子、电机、信号和系统等约十门课程,比照这些程序,可以帮助读者提高完成各科作业的效率,例题中给出的图形、图像、声音、动画等,能有效地加强学生对概念的理解。

本书的适用范围较广:一是作为 MATLAB 及其应用(数学实验或科学计算导论等)课程的教材;二是作为某些低年级基础课课题的参考书;三是供相关课程的教师作为讲课和演示的工具;四是作为工程技术人员自学 MATLAB 的参考书。本书也是理工科大学生提高科学计算能力和学习效率的必备工具书。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 及其在理工课程中的应用指南/陈怀琛编著. —4版. —西安:

西安电子科技大学出版社,2018.2

ISBN 978-7-5606-4737-1

I. ①M… II. ①陈… III. ①Matlab 软件—应用—理科(教育)—指南 IV. ①G423.02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 271014 号

策 划 毛红兵

责任编辑 万晶晶

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2018年2月第4版 2018年2月第13次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 17.5

字 数 399千字

印 数 41 501~44 500册

定 价 39.00元

ISBN 978-7-5606-4737-1/F

XDUP 5029004-13

*** 如有印装问题可调换 ***

陈怀琛教授简历

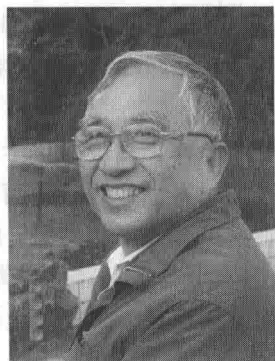
陈怀琛，西安电子科技大学教授，1953年7月毕业于军事电信工程学院，1980年到美国宾夕法尼亚大学系统工程系做访问学者。

毕业后留校任教，一直担任教学和科研工作。先后在机械系、自动控制系和电子工程系讲授过十多门课程。1984年至1994年，任副校长，主管科研和研究生教育。

1994年后，致力于推动大学课程和教学的计算机化，目标是使教师及学生都用计算机取代计算器，解决各课程的问题。在把MATLAB语言应用于大学课程教育方面，陈教授主持编写了《MATLAB及其在理工课程中的应用指南》(2000)、《MATLAB及在电子信息课程中的应用》(2002)、《数字信号处理教程——MATLAB释义与实现》(2004)、《线性代数实践及MATLAB入门》(2005)、《实用大众线性代数》(2014)等八本教材，并发表论文十余篇。

2005年以来，陈教授就线性代数中加强计算机实践的问题，在校内进行了大面积的宣传和试点，并用试点结果向教育部及数学教学指导委员会呼吁和谏言，得到重视。2008年，高教司设立“用MATLAB和建模实践改造工科线性代数”项目，并指定陈怀琛为项目负责人，组织19所大学对此项目实施两年，从而推动了计算机在大学教学中的早期应用。

2016年，他组织的团队制作了在线课程《实用大众线性代数(MATLAB版)》，每学期都在中国大学MOOC网站上播放。



陈怀琛教授

序

半个世纪以来,信息科技特别是计算机技术的飞速发展,大大加速了社会的改革进程。利用计算机不仅能使人们摆脱繁重的体力劳动,更快捷、更精确地进行生产,而且借助于计算机辅助设计(CAD)和辅助制造(CAM),乃至计算机集成制造系统(CIMS),可使企业的生产效率大幅度提高。

信息科技发展对高等教育的影响是深远的,特别是在理工科教学方面,普遍增设了计算机类的课程,使学生能够适应将来的工作环境。其实,在大学教育里,利用计算机手段提高教学效率,并使学生在实用中掌握计算技能同样是十分重要的。现在的中、老年教师都会记得曾经使用计算尺和电子计算器,来进行一般的算术和简单的函数运算。计算机,特别是微机的出现和普及,使原来因计算复杂而难以实现的问题得到了解决,有可能在教学中不再回避复杂计算,而将问题的分析引向更深的层次。

计算机的应用离不开计算语言,FORTRAN、BASIC……已成功地应用于各种场合,但作为科学和工程问题,更多的是在分析计算(如常用的矩阵计算和复杂的函数运算)和形象图示等方面,应用通常的计算语言并不方便。为此,在20世纪80年代初期,推出了多种科学计算语言。MATLAB就是应用最广泛的语言之一。它的特点是与科技人员的思维方式和书写习惯相适应,操作简易,人机交互性能好,从而使广大科技人员乐于接受。

基于以上原因,国外有许多理工科的书籍和教材已将MATLAB作为专用的科学计算语言融入专业内容之中,并从大学一年级就开始使用这种语言。实践表明,特别是对一些数值计算广泛应用的专业,教学效率和效果的提高是非常明显的。

过去,在MATLAB计算语言的使用上,国内高校与国外高校相比有较大的差距,客观原因是硬件条件较差,许多高校还不能为低年级学生提供必要的设备。近年来,情况已经有了很大的变化:不仅学校的设备条件得到了改善,而且许多学生都有了自己的微机。这就使理工科学生完全有可能将MATLAB这一科学计算语言学好用好,使之成为自己熟练掌握的工具,这会对自己提高当前学习效率和今后的工作带来较大裨益。

陈怀琛教授热心祖国教育事业,他在美国访问期间做了广泛的调查,并为西安电子科技大学购买了MATLAB的教学版。为了从大学一年级开始就能在许多课程里应用它,陈教授又与众多的基础课和专业基础课教师进行了多次探讨,并在学校开办了讲习班,收到了良好的效果。

为了能将这一工作在国内更快地推广,他又编写了这本应用指南。我认为将MATLAB用于各个理工科课程是一件刻不容缓的事,本书的出版将对这项工作起到推动作用。

保铮 谨识

1999年11月

于西安电子科技大学

前 言

2000年本书初版,当时的想法是尝试用MATLAB解决大学低年级各门课程中的问题,主要的对象不是学生,而是方便教师示教。现在,17年过去了。在这段时期,我们对于把计算机软件用于工科各课程的重要性有了更深的认识,对于如何在大学本科逐步培养学生的科学计算能力,有了较深的体会和实践,国际科学计算软件的发展也给了我们更多新启示。

(1)在这期间我们拜读了吴文俊和钱学森先生1989年前后对“脑力劳动机械化”和“对工科数学改革”的精辟意见。吴文俊先生提出:“我国在体力劳动的机械化革命中曾经掉队,以至造成现在的落后状态。在当前新的一场脑力劳动的机械化革命中,我们不能重蹈覆辙。”

钱学森先生写道:“今天已是二十世纪后期,我们正面临世纪之交,所以要考虑二十一世纪会需要什么样的工科教育;保持五十年代的模式不行,保持八十年代的模式也不行。我想现在已经可以看到电子计算机对工程技术工作的影响;今后对一个问题求解可以全部让电子计算机去干,不需要人去一点一点算。而直到今天,工科理科大学一二年级的数学课是构筑在人自己去算这一要求上的。从解析几何、微积分、微分方程、复变函数论、偏微分方程等,无不如此。……所以理工科的数学课必须改革,数学课不是为了学生学会自己去求解,而是为了学生学会让电子计算机去求解,学会理解电子计算机给出的答案,知其所以然,这就是工科教学改革的部分内容。”

数学和工科大师的远见卓识,把我们写这本书时的朦胧意识提到了一个新的高度,工科数学改革的目标应该是使脑力劳动机械化(即计算机化)。不妨看看计算机的诞生地美国是如何实现这一点的。1946年发明了计算机以后,1949年,Leontiff教授用计算机解出了以42阶线性方程组表示的美国经济模型,在1973年因此获诺贝尔奖。他把计算机用于解高阶线性方程组的成就引起了美国的线性代数热。其表现:一是在20世纪70年代末迅速开发了大型线性代数软件包LINPACK, MATLAB就是以此为基础推出的,使得线性代数不再是少数数学家的秘笈,而成为一般工程技术人员的手边工具;二是在大学里,把线性代数列为许多非数学专业的数学基础课,以便使学生会用计算机解题。

也许有读者会问,怎么钱先生没提线性代数?要知道,线性代数原先是数学系的课程,1960年后才进入中外本科教学计划的。开始时一提到线性代数,数学教师们就习惯地去讲二十世纪前的抽象的经典理论,学生的反映是“听不懂,没有用”。因为许多经典方法只能处理几阶的小矩阵,理论很深很繁,但在求解几十阶的大矩阵时没什么用处,所以教给工科的理论必须从中筛选。同时要强化线性代数的实践:必须用计算机和数学软件,否则三阶以上的问题就解不出来,根本谈不上解决工程问题。认识到这点后,美国在1990年提出了改革线性代数教学的五项建议(LACSG recommendations):(i)要面向应用,满足非数学专业的需要;(ii)它应该面向矩阵而不是向量空间;(iii)它应该适应学生的水平和

需要；(iv) 它应该利用新的计算技术；(v) 抽象内容应另设后续课程来讲。此后又大规模对教师进行 MATLAB 的培训，线性代数的教学内容才有了大的改观。中国的步伐有些落后，要赶快把计算机和数学软件补进去，少讲一些无用的古典理论。这就是我校从 2005 年开始的线性代数课程改革的主题，在教务处和理学院的支持下，试点取得了很好的成效，得到教育部数学教指委和高教司的高度肯定。

(2) 2008 年，高教司设立了“用信息技术工具改造课程”的项目，下分三类(基础课程，经管课程，艺术课程)18 个子项，本书作者有幸被任命为“用 MATLAB 和建模实践改造工科线性代数”子项的负责人。高教司要求由西安电子科技大学牵头，联合 15~20 所大学共同实施。项目从 2009 年启动，为期两年，其核心是在线性代数课程中推行 MATLAB 软件。这个项目的最大成绩是让全体学生在大一就接触和初步学会把计算机用于课程，深深地体会用计算机的甜头，为他们整个本科期间的学习打下现代化的基础。据 2011 年结题时的统计，两年内全国 19 个大学共有 45 000 名学生直接受益。许多参试的大学已将这个成果巩固下来，在以后各届学生中恒定地推行。以西安电子科技大学为例，2009 年之后入学的全体学生都在大一就学了 MATLAB 并尝到使用软件的甜头，在后续课学习和各种校际竞赛中显示出巨大的潜力。此项目的间接影响还在于：把数学软件引入大学数学和工程课程教学已成为教育界更多教师的共识，推动了更多课程的改革。

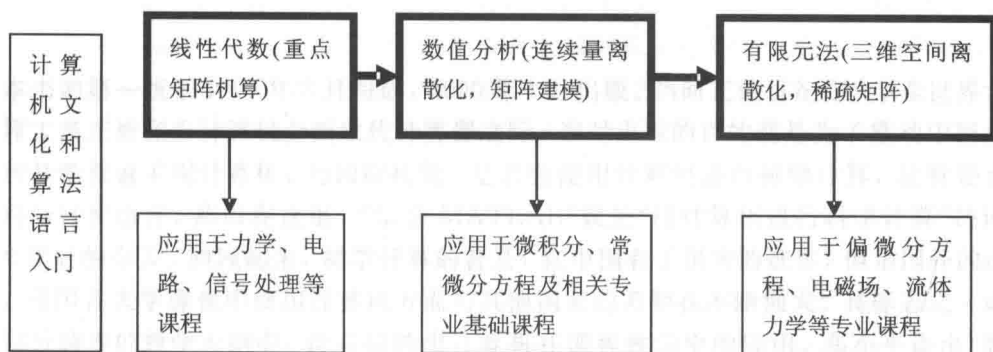
(3) 近年来科学计算软件的飞速发展证明了钱老的远见。大学工科中，最难学难用的，即钱老把它放在最后的数学课，要算是偏微分方程(Partial Differential Equation)了。它需要从最小的单元体出发建立方程，以便从场的概念出发更深入地解决问题。它的应用最广泛，可以应用于很多种物理系统。比如：化学(Schrodinger 薛定谔方程)；结构力学(弹性力学方程)；温度(热传导方程)；天气预报(地球风方程)；航空和涡轮设计(Navier-Stokes 流体动力学方程)；声学(Helmholtz 方程)；电磁场(Maxwell 方程)……能在任意介质、任意边界条件下，快速准确地得出这些偏微分方程的数值解，就可以体现数学对工程的最大支持，也反映了工程对数学的最高需求。

解这样的问题，原理上并没有什么困难，只要在三维空间用有限元法，对每一个单元列出几个代数方程即可。但这就将出现极大的阶数，如果把研究区域的每个方向都分成 100 小段，三维空间就将形成 100 万个单元，写出的矩阵方程就将是几百万阶的，如果仍用线性代数软件包 LINPACK 为基础的 MATLAB，目前的微型机无论从速度上和存储量上都无法完成这个任务，所以要作各种特别的处理。例如考虑到有限元法中，系数矩阵通常是稀疏的，有大量的零元素，可以节省时间，于是就开发出稀疏矩阵的特殊算法；此外还可以用外联的服务器和并行处理的方法来提高效率，这些都需要数学家和软件工作者的合作。按照这个思路，国际上已经开发出多种软件，比较出色的是 COMSOL Multiphysics 多物理场耦合仿真软件，它实际上就是从 MATLAB 中的偏微分方程(PDE)工具箱发展而来的。因为实际的工程系统中都有多种物理现象交互作用，所以它在数学上就相当于求几个联立偏微分方程组的数值解。

(4) 工科学生的数学能力应该怎样培养？

这样的软件工具，对工程师和科学家而言，整个求解的过程，概念非常清楚，计算过程也是透明的，但计算的细节完全由计算机完成，任何单个的工程师或数学家都不可能知道其全部。这代表了未来工程师和科学家的工作环境，从中也可以看出该如何培养工程师

的数学能力,使数学真正成为工程师的工具。从教育学角度来考虑,重要的是如何把这样的工具的原理、思路、选用、判断结果等的关键点,用较少的时间教给学生,既不要求学生求证公式,也不要学生掌握编程的细节,只需要他们掌握总的思路。这才能使他们能在几年之内,从一个中学生进入现代化工程科学的殿堂。



上面画出的是实现工科数学和课程改革的一种路线图。其中粗线表示的是数学课构成的一条主线。计算机语言和操作课要围绕主线所需基础做准备,必须先学会直接能进行科学计算的高级语言,如 MATLAB 或 Mathematica 等,只学 C 语言等是不行的。美国二十多年和我们近十年的经验证明,在线性代数课程中把 MATLAB 入门融合进去是最佳的选择。其他工程课和数学课要尽量应用矩阵建模和计算机解题,使学生熟练主线内容。按这样一个大思路来构成的教学计划和大纲将能够较好地实现钱学森先生提出的工科数学教学改革的目标。我们希望有志于此的大学能够开始试验并创造出灿烂多样的优秀方案,把我国的工科数学改革提到一个新水平。

从这个角度出发,希望我们这本书能起一个导引的作用。第四版的增补主要在第 9 章末尾增加了一个偏微分方程(热传导方程)数值解的例题。这个例子其实在本书第一版中是有的,后来考虑到有些偏深,就把它删去了。现在看还是添上比较完整,符合现代科学计算为工程服务的总趋向。只是把原来的静电场问题换成温度场,使低年级读者更容易体会。新版的程序集名为 dsk07n,它比上一版只增加了两个程序 exn951 和 exn952。

尽管作者年事已高,但只要一息尚存,我还是愿意继续修改我的作品,希望广大读者继续不吝对本书提出批评和建议。

陈怀琛

于西安电子科技大学

2017 年 12 月

第三版前言

本书的第一版于1999年8月写成,2000年1月出版。当时正值世纪之交,全世界大学的计算工具正处在由计算机全面取代计算器之际。当时出版的目的是为了推动中国大学的课程教学普遍采用计算机,与国际接轨。是否会使用计算机进行科学计算,就看是否会使用科学计算语言,所以在这里,“学会 MATLAB”就是“用计算机进行科学计算”的同义语。八年后的今天,回顾起来,科学计算的普及,在中国有了很大的进步,但是国外的进步更快,我国在大学课程中使用计算机方面与其他国家的差距在不断加大。其标志之一就是在大部分课程的教学大纲中,没有反映出计算机在课程教学中的应用。邓小平提出“教育要面向现代化、面向世界、面向未来”的要求,在各门课程中还未充分体现。

从新型(即全面使用科学计算语言)教科书的出版时间来看,目前我国与美国的比较如下:自动控制课落后三年,信号处理课落后八年,线性代数课落后至少十年(因为中国至今还没有出过这样的教材)。而实际使用新型教材的学校和教师,则更少得可怜。中国这么大,大学生有几千万,大学教师上百万,如果只有几十位、几百位教师在课程中试点使用计算机解题,只有少数几种使用 MATLAB 的书籍被用做教材,那只能说大学教学只有百分之零点几进入了计算机时代,其平均水平还远远落后于发达国家。

军队是否现代化,首先看军人使用的武器;工厂是否现代化,首先看技术人员和工人的装备;教育是否现代化,当然首先要看第一线师生向科学进军所用的工具。我们国家国防现代化和工业现代化的口号很响亮,但教育现代化的呼声却比较弱,也许这就是课程和教材改革缓慢的症结所在。各级教育主管部门如果真正想把“教育要面向现代化”落到实处,那就一定要把各门课程中使用计算机的状况作为一项重要指标进行评估和检查。只有这样,才能缩小与国际水平的差距。

1999年笔者编写本书第一版时,并没有把它用做教材的明确思想,而主要是想告诉各门理工课程的老师,科学计算语言可以用于他们的课程,并可大大提高计算的效率,所以该版注重于面向教师而不是学生,注重于学术讨论而不是教学。根据读者的反映,原书的优点是对不少课程的现代化起到了推动作用,帮助一些教师解决了课程中从示教到计算的许多难题。它的缺点主要是面太宽,一本书涉及了十多门课,虽然这些课学生都是要学的,但教师很难教。因此,在教学计划中需要一门适当的课程来实施这本教材。

为了使本书能适应“十一五”规划教材的目标,此次修订就想既能保持为各门课程的现代化服务的优点,又能使它适合教学的需要,为此笔者对原版教材从以下几方面做了修订:

(1) 加强 MATLAB 用于数学的部分。基础数学教学指导委员会近年来对数学软件的教学给予相当的重视,提出要逐步将它变为必修课,各个学校纷纷开出了这类课程。课程名尚不规范,如“数学实验”、“科学计算导论”、“MATLAB 及其应用”、“数学建模和数学软件”等等。本书的目标是为这类新课程提供教材,所以就增加了数学部分的篇幅。为此,我们把最新中外高等数学教材^[5-9]中用计算机求解的一些例题充实到本书中。但有些数学书中采用的软

件为 Mathematica, 所用的方法则为符号数学, 与工科的需求有距离。工科的后续课中主要使用 MATLAB, 而且工科学生应该以数值计算为主。遵循这样的原则, 我们改编了数学部分的讲解方法和程序, 并且在每节的最后给出了习题, 把数学的篇幅扩大了近两倍, 单独设为本书的第二篇。这样, 本书的语言篇和数学篇就可以构成数学软件课程了。

尽管这本书可以用于“数学实验”课, 但数学实验与理论分别设课, 对微积分还可以, 对线性代数就不合适, 会使理论更加脱离实际, 忽视计算机的应用, 与国际的发展方向不符。学习数学软件, 应当是面向后续课和工程实践。这样才能有的放矢, 找到改革的动力和方向, 本书的应用篇就反映了这种思想。不过, 中国目前首先要培养足够的能教数学软件的教师, 也许设立一门“数学实验”课有利于建设一支稳定的教师队伍, 为把数学实验并入数学理论课准备条件。

(2) 应用篇主要反映科学计算语言的应用价值, 也反映数学在各门课程中的重要基础地位。这部分内容也使本书给学生留有可品的余味, 是本书原有的特色, 笔者尽量予以保留。为了加强数学篇与应用篇的联系, 在数学篇的各节中, 都加入了【应用篇中与本节相关的例题】, 这样就扩展了数学篇中例题的数量, 教师也可以根据学生的专业和实际水平, 把应用篇中的相关实例适当地引进课程, 使课程变得更加生动和实用。

(3) 为了控制书的篇幅, 我们把原书的语言篇和应用篇进行了压缩。语言篇删去了一些大学本科用不到的函数库, 应用篇将范围限定为机电类一、二年级的课程, 按此范围删去了原书中一些偏深的例题。

这三项是本书修订的主要方面。其他的一些修改主要是为了适应 MATLAB 的不断升级。本书中有时会出现语言篇和后面两篇的某些重复, 这并不奇怪, 我们也没有刻意去改它, 因为读者不一定从头到尾地按顺序看这本书。特别是语言篇, 完全可以挑着看, 用到什么读什么。在后两篇中涉及某些语言问题时, 假定读者没看过或已遗忘, 给出一些重复提示, 应该是有益的。

本书的全部例题程序集取名为 dsk07, 可以在西安电子科技大学出版社的网站 <http://www.xduph.com> 上免费下载。如果下载不成功, 读者也可以访问作者的主页 <http://chen.matlabedu.cn>, 从中找到下载文件。原来与“语言篇”配套的四学时的录像带, 现已升级为一张教学光盘, 定价 10 元, 邮寄 10 元, 可与作者用电子邮件联系购买。

我校的老师高淑萍、冯晓慧曾用本书的老版本开设过“数学实验”选修课, 此次修订中, 安玲玲、张卓奎、冶继民等老师阅读了部分稿件, 他们都对本书提出了许多有益的建议, 笔者谨对他们的帮助表示感谢。本人热忱欢迎读者提出有关本书的改进意见, 再次修改时将会继续改进。作者联络方法如下:

邮政地址: (710071) 西安电子科技大学 334 信箱

电话: (029)88202988

电子邮址: hchchen1934@vip.163.com 或 hchchen@xidian.edu.cn

陈怀琛

2007 年 4 月 30 日

第一版前言

1. 为什么要写这本书?

从 20 世纪 80 年代起,出现了科学计算语言,也称为数学软件。因其高效、可视化和推理能力强等特点,在大学教育和科学研究中,正迅速取代 FORTRAN 和 BASIC 语言。这类语言中已商品化的有 MATLAB、MATHEMATICA、MATHCAD、MAPLE 等,它们的功能大同小异,又各有所长。目前在工程界流行最广的是 MATLAB 语言,这种语言首先在研究生课程中应用,如自动控制 and 信号处理等课程,并开始有这方面的教材,随后在各种课程中广泛使用。根据最近因特网上的检索,美国已有 300 多种有关 MATLAB 语言的书籍,仅 Prentice-Hall 出版社近 3 年内出版的将 MATLAB 用于各门课程的教材就超过百种,其范围包括:微积分、矩阵代数、应用数学、物理、力学、信号与系统、电子线路、电机学、机械振动、科学计算、有限元法、计算机图形学、自动控制和通信技术等。

这种算法语言为何能大大提高教学的效率呢?

- (1) 它可用一种几乎像通常笔算式的简练程序,把繁琐的计算交给计算机去完成。
- (2) 由于它的表达式简练而准确,往往可以简化公式的推导和概念的叙述。
- (3) 它可以方便迅速地用三维图形、图像、声音、动画等表述计算结果,帮助逻辑思维。
- (4) 它可很方便地把复杂的计算过程凝聚成一个程序,以后可随意调用,避免教学中的重复计算。
- (5) 它的可扩展性强,在学好其基础部分之后,还有几十种工具箱可用于各类科研需要,这可缩短学习和实践工作的距离。

由于这些特点,我认为,应该把 MATLAB 作为一种贯穿大学学习全过程的语言教给学生。这就是说,① 应该使一年级大学生就初步学会这种语言;② 应该在以后的各门主要课程中不断地反复应用和深化。

近几年来,有关 MATLAB 语言的书籍在我国逐渐增多,已有十多种,但它们都不适用于低年级本科教学。为了使各科的老师看到 MATLAB 在相关课程中的应用价值,为了指导学生在各门课程中能利用 MATLAB 语言解题,我们编写了这本教材。

2. 本书的构成

本书包括语言篇和应用篇两篇。

第一篇为语言篇,介绍 MATLAB 语言的基础。这部分内容既可自学,也可与西安电子科技大学电教中心出版的录像带配套使用。该录像带共有 4 节课(每节课 50 分钟),以一年级大学生为对象。在 MATLAB 的基础部分中,那些大学本科用不到的内容,我们只作简述并用小字印刷。本书不使用 MATLAB 的工具箱,一是因为大学三年级以前用不到,二是过早应用工具箱不利于低年级学生理解概念和掌握编程。

第二篇是应用篇,是 MATLAB 语言在大学课程中的应用举例。本篇列举了大学本科(以电子和机械专业为主)的十多门基础课程中使用 MATLAB 语言的近百个示例。这些例题能启发学生应用的兴趣,并提高他们的编程技巧。实际上,由于 MATLAB 语言与数学基础有密切关系,学生不可能在学习语言入门后就马上掌握各种应用。通过应用篇,大学生可随着知识的增长,从一年级到三年级一直把这本书用做参考书。三年级以后的有些课程需要 MATLAB 语言的控制工具箱或信号处理工具箱,读者还需阅读专门的书籍。

为了使本书能作为一本指南和手册,书中列出了 MATLAB 的全部基本函数,并采用了多种索引方法。对于一些重要的函数,本书给出了它们的应用例题,以便查阅它们的用法,并列出了按字母排序的 MATLAB 函数索引,以便读者阅读程序时反向查找。在每个例题中也指出了其语法和编程的特点。

3. 在本科教育中使用 MATLAB 语言对提高教学的效率十分有益

人类的知识正以指数规律飞速增长,21 世纪将是知识经济的时代。使我们年轻的一代以最高的效率掌握人类已有知识的精华,又能以最快的速度 and 现代化方法去创新和探索,这是我们高等教育界的奋斗目标。

我们知道,借助于计算机辅助设计和制造(CAD 和 CAM),设计业和制造业已大大地提高了效率,创造了空前的物质财富。在教学领域,如果能像设计业和制造业那样利用计算机,把师生从繁琐重复的低级劳动中解放出来,把更多的时间用于概念的思考,那么教学的效率也必然大大提高。现在各大学开设某些计算机课程,只是为了学生就业的需要,很少对学生在校学习有直接的帮助。目前大学生的学习工具还是“计算器水平”,MATLAB 语言在大学教学中的普遍推广,可以与设计业中广泛应用的 CAD 相媲美,它可使计算机真正成为教学的有力工具。

作者从 1995 年初开始接触 MATLAB,先是用于自动控制课程,而后用于信号处理,并且一直致力于把它推广应用于大学教学的全过程。经验说明,后者是一件很艰难的工作,需要有各课程大批教师的参与,更需要领导的大力支持,例如购买教学版软件,并创造上机条件等。本书涉及如此多的课程,也足以说明,推广 MATLAB 语言是一个有全局意义的问题,教育部门的领导应像设计和工业部门抓“甩图板”那样来抓好这件事。

4. 致谢

作者虽然已任教 46 年,教过十多门课程,但因为这本书涉及的学科领域广泛,还没有这样的书籍作为先例,写起来有相当难度,包括构思、选材、编程和注释都要从头做起,并使程序简短易读,能被大学生看懂。在此作者对陈开周、祝向荣、刘三阳、冯晓慧、陈怀琳(北京大学)、徐雄(Ohio State University)、过巴吉、葛德彪、吴振森、郭立新、王德满、曾余庚、贾建援、黄一红、仇原鹰、张永瑞、冯宗哲、孙肖子、沈耀忠、戴树荪、路宏敏等(以章次排列)各位老师致谢,他们为本书提供了许多例题或程序,并提出了一些宝贵的意见,对本书的编写有很大的帮助。作者还要感谢责任编辑毛红兵,她对本书的及时出版也作出了贡献。作者也特别感谢中科院院士保铮教授对本书的支持。

陈怀琛

1999 年 8 月 31 日

符号及标注说明

(1) 由于本书涉及大量的计算机程序，而程序中无法输入斜体和希文字母，因此为统一起见，本书中使用的符号均为正体；程序中采用国际上惯用的象形符号，例如在叙述中使用的符号 ω (希)，在程序中用 w (或 W)代替；叙述中使用的带上下标的符号，如 a_1 、 ω_s 、 T_s 等，在程序中用 $a1$ 、 ws 、 Ts 等代替。

(2) 为了使全书公式与程序相统一，本书中涉及的矢量和矩阵没有用黑体表示。

(3) 在本书的图中，凡是计算机自动生成的 Y 坐标标注，字体旋转 90° ，而人工生成的 Y 坐标标注，字体未旋转 90° 。

(4) 在应用篇中，由于各例题来自不同的领域及课程，因此程序中的符号大小写未要求统一。

目 录

第一篇 语言篇

第 1 章 MATLAB 语言概述	3
1.1 MATLAB 语言的发展沿革	3
1.2 MATLAB 语言的特点	3
1.3 MATLAB 的工作环境	4
1.4 演示程序	9
第 2 章 MATLAB 的基本语法	11
2.1 变量及其赋值	11
2.2 矩阵的初等运算	17
2.3 元素群运算	21
2.4 逻辑判断及流程控制	24
2.5 基本绘图方法	30
2.6 M 文件及程序调试	44
第 3 章 MATLAB 的开发环境和工具	50
3.1 MATLAB 与其他软件的接口关系	50
3.2 MATLAB 的文件管理系统	56
3.3 MATLAB 6. x 的开发环境	59
第 4 章 MATLAB 的其他函数库	61
4.1 数据分析和傅里叶变换函数库	61
4.2 矩阵的分解与变换函数库	66
4.3 多项式函数库	70
4.4 函数功能和数值分析函数库	77
4.5 字符串函数库	82
4.6 符号数学函数库	84
4.7 系统仿真函数库	89
语言篇习题	91

第二篇 数学篇

第 5 章 高等数学问题的 MATLAB 解法	95
5.1 函数、极限和导数	95

5.2	解析几何和多变量分析	109
5.3	数值积分和微分方程数值解	122
5.4	数列和级数	135
5.5	线性代数	147
5.6	概率论与数理统计	160

第三篇 应用篇

第 6 章	MATLAB 在普通物理中的应用举例	175
6.1	物理数据处理	175
6.2	力学基础	177
6.3	分子物理学	183
6.4	静电场	184
6.5	恒稳磁场	186
6.6	振动与波	189
6.7	光学	191
第 7 章	MATLAB 在力学、机械中的应用举例	196
7.1	理论力学	196
7.2	材料力学	205
7.3	机械振动	211
第 8 章	MATLAB 在电工和电子线路中的应用举例	218
8.1	电工原理	218
8.2	晶体管放大电路	229
8.3	电力电子和电机	235
8.4	高频电路	240
第 9 章	MATLAB 在信号和系统中的应用举例	242
9.1	连续信号和系统	242
9.2	离散信号和系统	249
9.3	系统函数	252
9.4	频谱及其几何意义	255
9.5	场的计算和偏微分方程的数值解	257
参考文献	262

第一篇 语言篇

MATLAB 是一种与数学密切相关的算法语言。本篇的内容设计适合大学一年级下学期的水平。要求学生有一定的计算机操作技能，并且有矩阵运算的基本知识。这样，学生在学习本书的 1~3 章和第 4 章的部分内容时将不会有多少困难。

第 4 章中介绍的某些内容需要较多的高等数学知识，要随着年级的增加才能逐渐深入掌握这些内容。读者可根据自己的数学水平进行自学，并可与应用篇联系起来深入体会。

MATLAB 的基本函数都包括在路径为 MATLAB\toolbox\matlab 的子目录下，我们称它为 MATLAB 的基本部分。MATLAB 所有的强大功能（称为各种工具箱）都是由这些基本函数编程完成的。本书不涉及工具箱，只介绍基本部分中的函数。即使如此，其中还有不少大学本科中用不到的内容，过去的版本中用小字列出，使本语言篇还具备一定的手册功能。此次修订中，我们将本书明确定位为教材，为了减少篇幅，删除了这些内容。好在现在关于 MATLAB 的书籍已非常多，读者容易查找到相应的参考书。不过，语言篇中仍有少数内容超过了大学低年级学生的数学基础，这部分内容可以先跳过去，待需要时再看。

MATLAB 的符号运算功能在近几年中有了很大的发展，并且为数学界在数学实验课中广泛应用。本书仍保持原有的以数值计算为主的宗旨，并适当地增加了对符号运算知识的介绍。

