

国外电子与通信教材系列

MATLAB原理 与工程应用

An Engineer's Guide to MATLAB

[美] Edward B. Magrab 等著

高会生 李新叶 胡智奇 等译

Prentice
Hall



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry
www.phei.com.cn

23

TP312MA
M14

国外电子与通信教材系列

MATLAB 原理与工程应用

An Engineer's Guide to MATLAB

[美] Edward B. Magrab 等著

高会生 李新叶 胡智奇 等译

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书的主旨是让读者熟练掌握 MATLAB 知识, 灵活运用来求解广泛的工程问题中去。书中用大量涉及面广的工程实例来说明 MATLAB 的不同用法, 借其阐明重要的工程原理及相关内容。有关矩阵的表示方法在本书的开始部分介绍, 贯穿于全书的程序和函数中, 用以创建简洁、易读和高效的 MATLAB 程序, 与此同时强调了计算结果的可视化。此外, 原理部分涉及数据的输入与输出、程序流程控制、函数、二维图形和三维图形。在工程应用方面, 书中用大量篇幅介绍了机械零件设计、动力学与振动、控制系统、流体力学、热传导、优化和工程统计等内容, 并由各领域专家执笔完成。书中给出了大量的 MATLAB 计算实例及程序清单, 每章的结尾都附有练习题, 供读者练习。

本书体系完整, 内容丰富, 实用性强。即可作为工科院校大学生和研究生的教学用书, 也可作为工程技术人员利用数值方法求解多种工程问题的参考书。

Simplified Chinese edition Copyright © 2002 by PEARSON EDUCATION NORTH ASIA LIMITED and Publishing House of Electronics Industry.

An Engineer's Guide to MATLAB by Edward B. Magrab, Copyright © 2000.

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

本书中文简体字翻译版由电子工业出版社和 Pearson Education 培生教育出版北亚洲有限公司合作出版。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 Pearson Education 培生教育出版集团激光防伪标签, 无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号: 图字: 01-2002-1397

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 原理与工程应用 / (美) 马格雷伯 (Magrab, E. B.) 著; 高会生等译. - 北京: 电子工业出版社, 2002.6 (国外电子与通信教材系列)

书名原文: An Engineer's Guide to MATLAB

ISBN 7-5053-7640-3

I. M... II. ①马... ②高... III. 计算机辅助计算 - 软件包, MATLAB IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 038361 号

责任编辑: 史 平

印刷者: 北京天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 33.5 字数: 858 千字

版 次: 2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 49.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077

序

2001年7月间,电子工业出版社的领导同志邀请各高校十几位通信领域方面的老师,商量引进国外教材问题。与会同志对出版社提出的计划十分赞同,大家认为,这对我国通信事业、特别是对高等院校通信学科的教学工作会很有好处。

教材建设是高校教学建设的主要内容之一。编写、出版一本好的教材,意味着开设了一门好的课程,甚至可能预示着一个崭新学科的诞生。20世纪40年代MIT林肯实验室出版的一套28本雷达丛书,对近代电子学科、特别是对雷达技术的推动作用,就是一个很好的例子。


我国领导部门对教材建设一直非常重视。20世纪80年代,在原教委教材编审委员会的领导下,汇集了高等院校几百位富有教学经验的专家,编写、出版了一大批教材;很多院校还根据学校的特点和需要,陆续编写了大量的讲义和参考书。这些教材对高校的教学工作发挥了极好的作用。近年来,随着教学改革不断深入和科学技术的飞速进步,有的教材内容已比较陈旧、落后,难以适应教学的要求,特别是在电子学和通信技术发展神速、可以讲是日新月异的今天,如何适应这种情况,更是一个必须认真考虑的问题。解决这个问题,除了依靠高校的老师 and 专家撰写新的符合要求的教科书外,引进和出版一些国外优秀电子与通信教材,尤其是有选择地引进一批英文原版教材,是会有好处的。

一年多来,电子工业出版社为此做了很多工作。他们成立了一个“国外电子与通信教材系列”项目组,选派了富有经验的业务骨干负责有关工作,收集了230余种通信教材和参考书的详细资料,调来了100余种原版教材样书,依靠由20余位专家组成的出版委员会,从中精选了40多种,内容丰富,覆盖了电路理论与应用、信号与系统、数字信号处理、微电子、通信系统、电磁场与微波等方面,既可作为通信专业本科生和研究生的教学用书,也可作为有关专业人员的参考材料。此外,这批教材,有的翻译为中文,还有部分教材直接影印出版,以供教师用英语直接授课。希望这些教材的引进和出版对高校通信教学和教材改革能起一定作用。

在这里,我还要感谢参加工作的各位教授、专家、老师与参加翻译、编辑和出版的同志们。各位专家认真负责、严谨细致、不辞辛劳、不怕琐碎和精益求精的态度,充分体现了中国教育工作者和出版工作者的良好美德。

随着我国经济建设的发展和科学技术的不断进步,对高校教学工作会不断提出新的要求和希望。我想,无论如何,要做好引进国外教材的工作,一定要联系我国的实际。教材和学术专著不同,既要注意科学性、学术性,也要重视可读性,要深入浅出,便于读者自学;引进的教材要适应高校教学改革的需要,针对目前一些教材内容较为陈旧的问题,有目的地引进一些先进的和正在发展中的交叉学科的参考书;要与国内出版的教材相配套,安排好出版英文原版教材和翻译教材的比例。我们努力使这套教材能尽量满足上述要求,希望它们能放在学生们的课桌上,发挥一定的作用。

最后,预祝“国外电子与通信教材系列”项目取得成功,为我国电子与通信教学和通信产业的发展培土施肥。也恳切希望读者能对这些书籍的不足之处、特别是翻译中存在的问题,提出意见和建议,以便再版时更正。



中国工程院院士、清华大学教授
“国外电子与通信教材系列”出版委员会主任

出版说明

进入 21 世纪以来,我国信息产业在生产和科研方面都大大加快了发展速度,并已成为国民经济发展的支柱产业之一。但是,与世界上其他信息产业发达的国家相比,我国在技术开发、教育培训等方面都还存在着较大的差距。特别是在加入 WTO 后的今天,我国信息产业面临着国外竞争对手的严峻挑战。

作为我国信息产业的专业科技出版社,我们始终关注着全球电子信息技术的发展方向,始终把引进国外优秀电子与通信信息技术教材和专业书籍放在我们工作的重要位置上。在 2000 年至 2001 年间,我社先后从世界著名出版公司引进出版了 40 余种教材,形成了一套“国外计算机科学教材系列”,在全国高校以及科研部门中受到了欢迎和好评,得到了计算机领域的广大教师与科研工作者的充分肯定。

引进和出版一些国外优秀电子与通信教材,尤其是有选择地引进一批英文原版教材,将有助于我国信息产业培养具有国际竞争能力的技术人才,也将有助于我国国内在电子与通信教学中掌握和跟踪国际发展水平。根据国内信息产业的现状、教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》的指示精神以及高等院校老师们反映的各种意见,我们决定引进“国外电子与通信教材系列”,并随后开展了大量准备工作。此次引进的国外电子与通信教材均来自国际著名出版商,其中影印教材约占一半。教材内容涉及的学科方向包括电路理论与应用、信号与系统、数字信号处理、微电子、通信系统、电磁场与微波等,其中既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择 and 自由组合使用。我们还将与国外出版商一起,陆续推出一些教材的教学支持资料,为授课教师提供帮助。

此外,“国外电子与通信教材系列”的引进和出版工作得到了教育部高等教育司的大力支持和帮助,其中的部分引进教材已通过“教育部高等学校电子信息科学与工程类专业教学指导委员会”的审核,并得到教育部高等教育司的批准,纳入了“教育部高等教育司推荐——国外优秀信息科学与技术系列教学用书”。

为作好该系列教材的翻译工作,我们聘请了清华大学、北京大学、北京邮电大学、东南大学、西安交通大学、天津大学、西安电子科技大学、电子科技大学等著名高校的教授和骨干教师参与教材的翻译和审校工作。许多教授在国内电子与通信专业领域享有较高的声望,具有丰富的教学经验,他们的渊博学识从根本上保证了教材的翻译质量和专业学术方面的严格与准确。我们在此对他们的辛勤工作与贡献表示衷心的感谢。此外,对于编辑的选择,我们达到了专业对口;对于从英文原书中发现的错误,我们通过作者联络、从网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订;同时,我们对审校、排版、印制质量进行了严格把关。

今后,我们将进一步加强同各高校教师的密切关系,努力引进更多的国外优秀教材和教学参考书,为我国电子与通信教材达到世界先进水平而努力。由于我们对国内外电子与通信教育的发展仍存在一些认识上的不足,在选题、翻译、出版等方面的工作中还有许多需要改进的地方,恳请广大师生和读者提出批评及建议。

电子工业出版社

教材出版委员会

- 主任** 吴佑寿 中国工程院院士、清华大学教授
- 副主任** 林金桐 北京邮电大学校长、教授、博士生导师
杨千里 总参通信部副部长、中国电子学会会士、副理事长
中国通信学会常务理事
- 委员** 林孝康 清华大学教授、博士生导师、电子工程系副主任、通信与微波研究所所长
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员
徐安士 北京大学教授、博士生导师、电子学系副主任
教育部电子信息与电气学科教学指导委员会委员
樊昌信 西安电子科技大学教授、博士生导师
中国通信学会理事、IEEE 会士
程时昕 东南大学教授、博士生导师
移动通信国家重点实验室主任
郁道银 天津大学副校长、教授、博士生导师
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员
阮秋琦 北方交通大学教授、博士生导师
计算机与信息技术学院院长、信息科学研究所所长
张晓林 北京航空航天大学教授、博士生导师、电子工程系主任
教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导委员会委员
郑宝玉 南京邮电学院副院长、教授、博士生导师
教育部电子信息与电气学科教学指导委员会委员
朱世华 西安交通大学教授、博士生导师、电子与信息工程学院院长
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员
彭启琮 电子科技大学教授、博士生导师、通信与信息工程学院院长
教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导委员会委员
徐重阳 华中科技大学教授、博士生导师、电子科学与技术系主任
教育部电子信息科学与工程类专业教学指导委员会委员
毛军发 上海交通大学教授、博士生导师、电子信息学院副院长
教育部电子信息与电气学科教学指导委员会委员
赵尔沅 北京邮电大学教授、教材建设委员会主任
钟允若 原邮电科学研究院副院长、总工程师
刘 彩 中国通信学会副理事长、秘书长
杜振民 电子工业出版社副社长

译者序

MATLAB是一套功能强大的工程计算软件,被广泛用于自动控制、机械设计、流体力学和数理统计等工程领域。工程技术人员通过使用 MATLAB 提供的工具箱,可以高效求解复杂的工程问题,并可以对系统进行动态仿真,用强大的图形功能对数值计算结果进行显示。MATLAB 是必备的计算与分析软件之一,也是研究设计部门解决工程计算问题的重要软件工具。由 Prentice Hall 出版的《MATLAB 原理与工程应用》(Edward B. Magrab 等著)是一本介绍 MATLAB 及其如何正确应用于工程实际的书籍,对各个领域的工程技术人员具有很强的指导意义。

本书从工程应用的角度出发,概括介绍了 MATLAB 的基本原理和使用方法,用近百个涉及面广泛的工程实例说明 MATLAB 的不同使用方法。书中提供了 175 道练习题,都取材于不同工程领域的实际问题,读者可以边学边练,加深对 MATLAB 的理解。本书内容组织合理,语言叙述精练,工程指导性强。最初几个版本已经作为 MATLAB 教材在作者所在学校使用了多年,因此最合适作为工科院校大学生和研究生的教学用书。同时,也可作为工程技术人员用数值方法求解多种工程问题的参考用书。

本书作者 Edward B. Magrab 博士是马里兰大学机械工程系教授,一直从事振动学、声学 and 设计与制造集成化方面的研究, Magrab 博士与相关领域的专家一道执笔完成了本书的全部内容。在选材上本书并不过分强调 MATLAB 本身的原理,也不过于详细介绍各学科的基础理论,而是重点说明如何用 MATLAB 提供的功能去解决工程上的实际问题,这充分体现了本书的实用性。

本书的前 7 章简要介绍了 MATLAB 的基本概念及其使用方法,后 7 章重点介绍 MATLAB 在机械零件设计、动力学与振动、控制系统、流体力学、热传导、优化和工程统计等方面的应用。书中针对每个实例都提供了程序和函数清单,而且均经过优化筛选,并保证能在 MATLAB 5.3 (发行版 11)上正确运行。

本书由华北电力大学高会生、李新叶、胡智奇译,先后参加翻译的还有刘道军、薛云山、李影、王璋琦、吕玉坤、谷根代、阎维平、陈立新、藏浩刚。华北电力大学电子与通信工程系的部分老师和学生也参加了翻译工作。

由于本书涉及的学科范围广,翻译难度大,加之译者水平有限,书中难免有疏漏和错误,欢迎广大读者批评指正。

序 言

本书的目的是让读者熟练掌握 MATLAB 的知识并用来求解工程问题。解决这类问题一般需要编写相对较短、使用次数较少的程序。因此,本书将着重介绍在 MATLAB 中如何有效地开发简洁易读的程序,同时使之具有易于调试和执行速度快的特点。

本书的前 7 章向初学者介绍了工程中计算机语言的编写与应用,后 7 章介绍了 MATLAB 在诸多工程领域中的应用。本书的重点放在如何使用 MATLAB 求解不同类型的工程问题,而不是探讨工程技术本身的问题。因此,仅以简明的形式给出了技术素材,而未提供相关领域的基本理论内容。本书可用于以下三个方面:(1) 作为工科院校低年级学生、高年级学生和研究生的教学用书;(2) 作为用数值方法求解多种工程问题的参考用书;(3) 作为获得大量 MATLAB 解决方案的资源库。

应用编程的方法对工程问题求解包含五个方面的内容:(1) 用数学的方法对预知模型进行分析,例如代数方程、常微分方程、偏微分方程以及这些方程的近似表达形式;(2) 从数据中获得统计结果;(3) 对模型或数据进行可视化处理,以便于理解其含义;(4) 从实验结果中得到或验证经验公式;(5) 监视/控制/分析外部事件。本书涉及到了上述的前四个方面。

本书的工程素材组织基于如下考虑:读者具有使用工程方法求解工程问题的能力。也就是说,读者可以运用近似的数学模型推断元件、设备和系统的响应。这要求读者对物理方面的问题有较深刻的理解,因为只有这样才能判断出模型化的结果是否正确,至少能判断出是否合理。这是保证所编写的程序正确执行的重要前提。另外,还要求读者对微积分运算和工程数学比较熟悉。

本书的前 7 章对 MATLAB 做了简要介绍,引入了向量和矩阵的概念及其表示方法,说明了它们对有效使用 MATLAB 的重要性。结合工程实际,本书引用了大量的实例,给出了详尽的说明。求解实际问题的程序和函数使用为数不多的易读的 MATLAB 表达式对计算结果进行图形表达,这进一步强调了向量和矩阵表达形式的重要性,也体现了简洁代码的优越性。许多示例用于说明结果数据的图形表示。

本书的后 7 章采用与前面相同的方法,按工程问题对每章进行分类,提供相应的求解方法和工具箱。工程问题可分为如下几个方面:机械零件设计、动力学与振动、控制系统、流体力学、热传导、优化和工程统计。在这些章节中通过技术素材对大量的、针对不同问题的 MATLAB 解决方法加以说明,包括对程序清单和计算结果的简单讨论。每章都提供了练习,其中多数练习要求用二维或三维图形表示计算结果。

书中提供的 MATLAB 程序和函数均经过优化筛选,并且保证能在 MATLAB 5.3 版上正确运行。本书假设读者已对全部函数有所了解,因此,书中对在线帮助文件中包含的有关函数的少量详细描述信息未加说明。然而,对一些使用频繁的函数和工具箱中出现的许多函数,本书都给出了足够的说明信息,以使读者能够清楚知道函数能做什么以及如何去做。另外,本书中有几章使用了 MATLAB 有关控制、统计、优化和偏微分方程求解的工具箱,从而扩展了这类工程问题的传统应用范围。本书还提供了 MATLAB 关于工程问题的实用数值解法,它不同于先

写表达式再编程的方法。

马里兰大学机械工程系在近 5 个学期使用了本书的最初几个版本作为 MATLAB 教材,并且作为大学三、四年级学生在振动学、控制、热传导、流体力学、优化、固体力学和工程统计方面的基础课程参考书。笔者认为,具备良好的 MATLAB 知识,可以解决诸多领域不同类型的工程问题,并能轻易得到正确答案。我们衷心希望读者通过对 MATLAB 的学习,也能方便地获得自己所从事的技术领域内的工程解决方案。

E. B. Magrab

S. Azarm

B. Balachandran

J. H. Duncan

K. E. Herold

G. C. Walsh

College Park, MD

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 MATLAB 的使用方法	1
1.3 创建变量名	2
1.4 变量管理	2
1.5 访问程序与函数文件	3
1.6 命令窗口管理	3
1.7 向命令窗口输入程序和函数	4
1.8 MATLAB 的基本语法	4
1.9 关于如何使用 MATLAB 的一些建议	7
练习	7
附录 A MATLAB 特殊字符汇总	10
第 2 章 矩阵与 MATLAB	11
2.1 概述	11
2.2 矩阵和向量	11
2.2.1 方阵	11
2.2.2 对角阵	11
2.2.3 列矩阵和行矩阵(向量)	12
2.2.4 矩阵和向量的转置	13
2.3 向量的创建	14
2.4 矩阵的创建	17
2.5 点运算	26
2.6 矩阵的数学运算	30
2.6.1 加法和减法	30
2.6.2 乘法	30
2.6.3 矩阵的逆	41
2.6.4 行列式	41
2.6.5 方程组求解	43
练习	45
第 3 章 数据的输入与输出	52
3.1 字符串(文字)和注释的输出	52
3.2 用 INPUT 函数输入数据	56
3.2.1 标量的输入	56
3.2.2 字符串的输入	57

3.2.3	向量的输入	57
3.2.4	矩阵的输入	57
3.3	数据文件的输入与输出	57
	练习	59
第 4 章	程序流程控制	60
4.1	概述	60
4.2	程序流程控制	61
4.2.1	while 循环	61
4.2.2	if 语句	62
4.2.3	for 循环	63
4.2.4	for 循环或 while 循环的提前终止	67
4.2.5	switch 语句	67
4.3	程序控制结构的两项应用	68
4.3.1	产生 2^k 的析因表	68
4.3.2	用区域对分法求多个根	70
	练习	72
第 5 章	函数	74
5.1	概述	74
5.1.1	为什么使用函数	74
5.1.2	函数的命名	74
5.1.3	函数的长度	74
5.1.4	函数的调试	75
5.2	函数文件	75
5.2.1	形式 # 1: 输入参数单独标识和单个输出变量	76
5.2.2	形式 # 2: 多个参数作为一个向量输入和单个输出变量	77
5.2.3	形式 # 3: 多个参数作为一个向量输入和多个输出变量	77
5.2.4	两种特殊情况	78
5.3	INLINE	79
5.4	使用 FEVAL(函数的函数)创建的函数	79
5.5	使用 FEVAL 的 MATLAB 函数	81
5.5.1	零点函数——fzero 和 roots/poly	81
5.5.2	数值积分函数——quad8、trapz 和 polyarea	85
5.5.3	求局部极小值的函数——fminbnd	87
5.5.4	常微分方程的数值求解函数——ode45	88
5.5.5	非线性方程的数值求解函数——fsolve	95
5.6	其他 MATLAB 函数示例	96
5.6.1	多项式拟合——polyfit/polyval	96
5.6.2	插值——interp1	98
5.6.3	用 spline 实现数据拟合	99

5.6.4	数字信号处理—— fft 和 ifft	101
	练习	105
第 6 章	二维图形	116
6.1	概述	116
6.2	基本二维绘图命令	118
6.2.1	画点	118
6.2.2	画线	119
6.2.3	画圆	120
6.2.4	函数相对另一函数的图形绘制	121
6.2.5	曲线族的绘制	122
6.2.6	在一个图形界面中绘制多个函数图形	123
6.3	图形注释和可视化提高	125
6.3.1	坐标轴和曲线的标注、图形标题、图注、文本和其他属性	125
6.3.2	重复曲线:在 $0 \leq x \leq m\pi$ 范围内绘制 $\cot(x)$ 曲线	131
6.3.3	极坐标图形:声源的远域辐射模式	132
6.3.4	多个图形的绘制:周期脉冲序列和单脉冲的频谱图	134
6.3.5	多条曲线的绘制:钢的槽口敏感性	135
6.3.6	不同 y 轴的多曲线绘制: plotyy	137
6.3.7	从图形读取数值: ginput	138
6.3.8	使用随机数填充区域	139
	练习	140
第 7 章	三维图形	151
7.1	三维线	151
7.2	曲面	153
	练习	169
第 8 章	机械零件设计	175
8.1	向量、受力和刚体平衡	175
8.2	梁、压杆、轴的应力和偏差	183
8.2.1	静定梁	183
8.2.2	外伸梁	192
8.2.3	柱的屈曲	194
8.2.4	受交变载荷作用的轴	195
8.3	直齿圆柱齿轮的应力	199
8.4	四连杆机构的运动学	207
8.4.1	连杆的位置和速度	207
8.4.2	四连杆机构的综合	210
8.5	凸轮轮廓及其综合	213
8.5.1	凸轮位移	213
8.5.2	表面盘形从动件	215

8.5.3	偏轴滚子从动件	217
8.5.4	凸轮的曲率半径	220
8.6	滑动轴承	220
8.7	PDE 工具箱和薄板凹槽处的应力集中系数	224
	练习	230
	参考文献	239
第 9 章	动力学与振动	240
9.1	轨迹	240
9.2	单自由度系统	242
	9.2.1 概述	242
	9.2.2 线性系统的自由振动	243
	9.2.3 非线性系统的自由振动	248
	9.2.4 线性系统与非线性系统的强迫振动	253
	9.2.5 频率响应、阶跃响应及脉冲响应	255
9.3	多自由度系统	259
	9.3.1 自由振动	259
	9.3.2 强迫振动及减振器	264
9.4	细梁的振动	267
	9.4.1 等截面梁	267
	9.4.2 变截面梁	274
	9.4.3 有附加集中质量的梁	276
	练习	280
	参考文献	285
	附录 B 第 9.4 节用到的 beam 函数	285
第 10 章	控制系统	294
10.1	控制系统设计概述	294
	10.1.1 控制器设计方法	294
	10.1.2 命名和文件约定	295
10.2	MATLAB 中系统的描述	295
	10.2.1 状态空间模型	296
	10.2.2 传递函数描述	301
	10.2.3 离散时间模型	303
	10.2.4 方框图和仿真工具 SIMULINK	304
	10.2.5 描述方法的转换	308
10.3	系统响应	308
	10.3.1 仿真	309
	10.3.2 根据零极点估计系统响应	311
10.4	设计工具	318
	10.4.1 设计准则	318

	10.4.2 设计方法	321
10.5	设计实例	329
	10.5.1 弹性指针的超前-滞后控制	329
	10.5.2 磁悬浮系统的 PID 控制	336
	10.5.3 倒置摆的超前控制	341
	10.5.4 磁悬浮飞轮的控制	347
	练习	354
	参考文献	360
第 11 章	流体力学	362
11.1	流体静力学	362
	11.1.1 标准大气压下的压强分布	362
	11.1.2 平面闸门的作用力	363
11.2	内部粘性流动	367
	11.2.1 不同截面水平管道的层流	367
	11.2.2 垂直管道中向下的流动	368
	11.2.3 三水库问题	370
11.3	外部流动	372
	11.3.1 无限平面上的边界层由静止突然启动	372
	11.3.2 勃拉休斯边界层	374
	11.3.3 势流	375
	练习	381
	参考文献	391
第 12 章	热传导	392
12.1	导热	392
	12.1.1 具有表面对流的半无限大平板的瞬态导热	392
	12.1.2 具有对流的无限长圆柱体的瞬态导热	393
	12.1.3 有热源的一维瞬态导热	394
12.2	壳管式热交换器的外形设计	397
12.3	对流传热	405
	12.3.1 平板热边界层——相似解	405
	12.3.2 自然对流相似解	409
	12.3.3 印刷电路板的温度分布	414
12.4	辐射传热	417
	12.4.1 辐射角系数——平行平面上的面积微元到任意矩形	417
	12.4.2 平行平面上两个矩形间的角系数	420
	12.4.3 具有漫射、灰体壁面的包壳辐射	421
	12.4.4 炉内热平板的瞬态热辐射	424
	练习	426
	参考文献	432

第 13 章	优化	433
13.1	定义、公式及图解	433
13.1.1	概述	433
13.1.2	图解法	434
13.2	线性规划	436
13.3	非线性规划	437
13.3.1	无约束优化	437
13.3.2	曲线拟合	438
13.3.3	最小二乘法	439
13.4	单目标约束优化	441
13.4.1	单变量约束优化	441
13.4.2	多变量约束优化	442
13.4.3	二次规划	450
13.4.4	半无穷约束优化	450
13.5	多目标优化	454
	练习	459
	参考文献	468
第 14 章	工程统计	470
14.1	统计量描述	470
14.2	概率分布	475
14.2.1	离散分布	475
14.2.2	连续分布	477
14.3	置信区间	486
14.4	假设检验	489
14.5	线性回归	492
14.5.1	一元线性回归	492
14.5.2	多元线性回归	495
14.6	试验设计	500
14.6.1	单因素实验:方差分析	500
14.6.2	多因素实验	504
	练习	512
	参考文献	520

第 1 章 绪 论

本章介绍了 MATLAB 的基本特性及其基本语法。

1.1 概述

MATLAB 的名称源自 *Matrix Laboratory*, 是一门计算语言, 它专门以矩阵的形式处理数据。MATLAB 将计算与可视化集成到一个灵活的计算机环境中, 并提供了大量的内置函数, 可以在广泛的工程问题中直接利用这些函数获得数值解。

1.2 MATLAB 的使用方法

MATLAB 启动后, 显示一个窗口并在“>>”提示符后显示闪烁^①的光标。这个窗口通常称为 MATLAB 命令窗口。

命令窗口作为一个工作空间等同于一张空白的工作簿。“>>”提示符之后的空间称为命令行。当输入数值矩阵时, 只须在命令行中按第 2.4 节定义的格式输入矩阵数值即可。要想将这些数值赋给变量, 可在数值前加变量名及等号。如果未给出变量名, 则 MATLAB 将数值赋给通用的变量名 *ans*。这样, 在 MATLAB 命令窗口调用和显示这些数据时或将其应用于 MATLAB 表达式中时, 输入用户自定义的变量名或默认变量名 *ans* 即可。但是, 如果用相同的变量名定义了不同的数值矩阵或在未声明变量名的前提下输入了另一组数值, 则原先输入的数值将被覆盖掉。要想清除工作空间, 可输入 *clear* 命令。关于 *clear* 命令将在下面详细讨论。

使用 MATLAB 如同用计算器一样, 它可以对变量进行算术运算、三角函数运算和幂运算(例如加法、除法、余弦和对数运算等)。这些运算可由 MATLAB 调用不同的函数完成。除基本的运算函数外, MATLAB 还提供了大量的函数来完成复杂的运算。同时, MATLAB 还支持用户创建函数, 详见第 5 章。这些函数的另一个用途是结构化编程。它们不同于命令行下输入的表达式, 在此种情况下, MATLAB 为它们分配专有的操作空间并且预定义一些与 MATLAB 环境相关的输入输出关系。

在命令窗口中输入多个表达式或重复输入一组表达式将会使用户感到很麻烦。为避免这一问题, MATLAB 定义了程序文件——包含一组命令的文件, 文件中每一行命令的执行都同它们在命令窗口里执行一样。程序文件可由文字处理器、文本编辑器或由 MATLAB 提供的文本编辑器及调试器^②创建, 以文本文件形式保存, 扩展名为“.m”。如果程序文件是由文字处理器或文本编辑器创建的, 则在 MATLAB 命令窗口中仅输入不带扩展名的文件名即可执行。如

① 关于 MATLAB 窗口风格、窗口管理及文件管理的说明与 Windows 环境有关。其他的操作系统具有相似的处理过程。

② 单击 MATLAB 命令窗口最左边的图标(即白色矩形图标)或从 File 下拉菜单中选择 New 或 M-File 子菜单, 即可打开 MATLAB 编辑/调试窗口。

果程序文件是由 MATLAB 编辑器创建的,则可单击 Tools 菜单,选择 Run 子菜单执行程序文件。这要求文件在执行前必须已被保存。

在如下条件下可采用程序文件的形式:

1. 程序包含多行代码
2. 程序将重复使用
3. 希望永久保存
4. 要求随时更新
5. 需要进行大量调试
6. 需要将程序清单分发给其他人或组织

此外,程序或函数通常具备如下属性:

1. 说明部分,最少应包含如下内容:

程序用途及其执行的操作

程序员名

创建日期

修改日期

输入量描述:数值、含义及类型

输出量描述:数值、含义及类型

2. 输入部分,对输入值进行全面检验,保证所有输入值的正确性,使程序或函数能正确执行。
3. 初始化部分,为变量分配初始数值。
4. 计算部分,完成主要的数值计算。
5. 输出部分,计算结果以图形方式或格式化方式输出。

1.3 创建变量名

MATLAB 允许用户创建的变量名不可超过 31 个字符,多余部分将被忽略掉。变量名要求以大写或小写字母开头,后面可跟大小写字母、数字或下划线。字符间不允许有空格。变量名对于大小写敏感,即变量名 *junk* 与 *junK* 是不同的。MATLAB 中存在两个一般约定:使用下划线和首字母大写。例如,exit pressure 是所要计算的数值,那么在 MATLAB 命令行、程序或函数中它可被定义为 *exit_pressure* 或 *ExitPressure*。

本章结尾处附录 A 的表 A.1 给出了 MATLAB 中最常使用的字符、符号及其含义。

1.4 变量管理

在 MATLAB 运行期间(即程序退出之前),除非调用 clear 函数,否则 MATLAB 会在内存中保存全部变量值,包括命令行输入的变量以及执行程序文件所引入的变量。clear 函数可清除内存中的所有变量。如前所述,在 MATLAB 运行期间可随时通过输入变量名或从表达式中引用变量名来访问变量的当前数值(在未调用 clear 函数之前)。这些变量可作为全局变量加以引用。