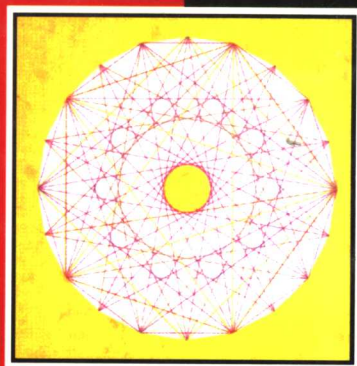


THOMSON
LEARNING
汤姆森学习出版集团



BookWare 系列丛书



现 代 线 性 系 统

► 使用 *MATLAB*[®]

〔美〕 罗伯特·D·斯特拉姆
唐纳德·E·柯克

刘树棠 译

西安交通大学出版社

THOMSON
★
LEARNING™
汤姆森学习出版集团

 Book Ware 系列丛书

现代线性系统
——使用 MATLAB®
Contemporary Linear Systems
Using MATLAB®

[美] 罗伯特·D·斯特拉姆
唐纳德·E·柯克

刘树棠 译



西安交通大学出版社
Xi'an Jiaotong University Press

内 容 提 要

本书系 Brooks/Cole 出版公司(Thomson Learning 出版集团的下属子公司)2000 年推出的 BookWare 系列丛书(BookWare Companion SeriesTM)之一种。该书提供了利用 MATLAB[®] 的普及型学生版本在计算机上解决“现代线性系统”这门课程中涉及的几乎所有方面的问题的分析思路、方法、MATLAB 脚本文件和处理结果的范例(解说题和例题),以及供学生自主学习研讨的习题(强化题和探究题)。全书内容分为 11 章,分别是:信号与序列、连续/离散系统、拉普拉斯变换/ z 变换和应用、连续/离散系统频率响应、连续时间傅里叶级数和变换/离散傅里叶变换,以及连续系统/离散系统状态空间论述等。第 2~5 章与第 7~11 章讨论内容基本并列,互为独立。

本书适合已具备 MATLAB 基本知识的通信工程、电子工程、电气工程及自动化、计算机等专业本科生作为相关课程的参考书和补充教材,特别适合作为广大成人教育读者的自学用书,也可供有关教师、工程技术人员参考。

First published by Brooks/Cole, a division of Thomson Learning, United States of America.

All Rights Reserved.

Authorized Translation/Adaptation of the edition by Thomson Learning and XJUP. No part of this book may be reproduced in any form without the prior written permission of Thomson Learning and XJUP.

(*Contemporary Linear Systems: Using MATLAB/Robert D. Strum & Donald E. Kirk*)

本书中文简体字版由美国 Thomson Learning 出版集团授权西安交通大学出版社出版发行,未经出版者书面许可,不得以任何方式复制和抄袭本书的任何部分。

版权所有,翻印必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代线性系统:使用 MATLAB/(美)斯特拉姆(Strum, R. D.), (美)柯克(Kirk, D. E)著;刘树棠译. —西安:西安交通大学出版社,2002.5
(BookWare 系列丛书)

书名原文:Contemporary Linear Systems using MATLAB
ISBN 7-5605-1521-5

I. 现… II. ①斯… ②柯… ③刘… III. 计算机
辅助计算—软件包, MATLAB—应用—线性系统—系统设计
IV. TP11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 026739 号

*

西安交通大学出版社出版发行

(西安市兴庆南路 25 号 邮政编码:710049 电话:(029)2668315)

陕西宝石兰印务有限责任公司印装

各地新华书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:44.125 插页:1 页 字数:708 千字

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷

印数:0001~5 000 定价:65.00 元

陕版出图字:25-2001-002 号

发行科电话:(029)2668357,2667874

中译本出版者的话

Brooks/ Cole 出版公司(Thomson Learning 出版集团的下属子公司)于 2000 年推出的系列丛书 BookWare Companion Series,大致涵盖的都是电子信息和电气工程类大学本科的主干课程。参加这套丛书编撰工作的大多是一些目前仍活跃在教学第一线的知名教授。组织出版这套丛书的初衷和每一位作者的想法可在“出版者的话”和每本书的作者“前言”中略见其详,这里不再赘述。

概括起来,原丛书出版者的意图大致有二:一是探讨如何将基于计算机的学习工具融于教学;二是给学生提供另外的学习空间,让他们能自主学习。总的目的就是要让学生积极主动地学习,这样会学得更好。由于课程性质和每位作者的想法有些差异,每本书在具体构成方式上会各有不同,但综合来看,这套丛书具有如下特点:

- 不求过细,而强调内容的系统性并注重相互联系。提纲挈领,注意总结,联系实际。因此,一般来说最好用作辅助性教材。

- 用“解说题”、“例题”、“强化题”、“探究题”等这些目的各异的题来演绎和深化概念,联系实际,并在重要概念的深度和广度上作适当延伸。这比“硬灌”会收到更好的效果。

- 全部题都有答案(或题解),如有必要均配有相应的 MATLAB 脚本,便于学生在学习中及时获得反馈。

- 丰富的 MATLAB 脚本资源和可随时进入的在线网站为广大读者提供了很大的学习空间。使他们的精力不再耗在编程上,而在探究上;他们可以利用这些脚本资源做他们想做的事;他们可以在计算机仿真上得到初步训练和更大的领悟,并为他们的创新意识和才能的发挥提供无限的空间。

根据我国当前高等学校的具体情况,我们组织出版这套丛书的中译本大致有如下几点考虑:

- 近几年来经国家和各级政府的重点建设和投资,高等学校的计算机硬件条件大为改善,MATLAB 软件已较为普及,有的学校已将宽带接入因特网联到学生宿舍,个人拥有一台 PC 机已不再稀罕,这都为使用这套丛书准备了必要的硬件和软件环境。

- 以 CAI 开始的教学手段现代化改革已持续了十多年,当今多媒体教学、

电子教材、网络大学和网络课程等发展势头方兴未艾,其核心问题就是如何有效地利用计算机作为辅助教学工具,改进教学方法。这套丛书提供了一种可供大家借鉴的方式。

- 减少课内学时,精简内容,重组课程体系就是为了给学生留下更多的空间让他们自主学习。这套丛书为他们提供了这方面的素材。

- MATLAB 是一种集成度很高的语言,由于其功能强,使用方便和适用的计算机平台宽而被大家所接受,已在教学、科研和工程实际中广泛采用。这套丛书为学生熟悉、掌握和熟练应用 MATLAB 提供了一个载体,丛书中所给出的各种 MATLAB 脚本和仿真软件是科学研究工作者和工程实践人员不可多得的宝贵资源。

- 对于非全日制大学的那些成人教育、继续教育和自学考试的学生来说,这也是一套很有参考价值的辅助教材。

西安交通大学出版社早在 20 世纪 80 年代中期就组织翻译出版了一套“外国教材精选”系列丛书,90 年代又陆续推出了《信号与系统》、《离散时间信号处理》等多本很有影响的外国优秀教材的中译本。这些都取得了良好的经济效益和社会效益。当前在国家教育主管部门正大力倡导在计算机等信息学科积极引进并直接采用外国优秀教材进行教学的时候,我们将一如既往,争取在较短的时间内将这套丛书的中译本奉献给大家。我们感谢广大读者过去对我社组织翻译出版的外国教材的青睐,并继续期望得到你们的支持。如有任何建议和要求,请与我们联系。E-mail: Shadwell_qin@163.com 或 Lp-zhao@Sohu.com

西安交通大学出版社

2001.8

译者的话

这本书所涵盖的内容实际上就是我国目前各高校普遍开设的《信号与系统》课的内容。为什么冠以“Contemporary”我也不太明白。但与我们常规理解的 Modern Linear Systems 或 Linear Systems (如 T.Kailath 的书)是完全不同的层次。是否是采用了以 MATLAB 为主要分析手段的缘故,我也说不准。

但是不管怎样,该书除了在“中译本出版者的话”中所提到的哪些以外,还是有其独到之处。首先,内容除了完整,更注重内在联系。这有两重含意:一是充分注意连续和离散之间的联系,体现在内容的组织和全书的结构上;二是在描述系统各种模型之间的联系,体现在合适章末的回顾与小结上。从而达到条理清晰,基本概念突出,克服内容多而杂的感觉。其次是在利用大量的解说题和例题阐明基本概念上很见功底,例如在阐明 DFT 本质的一些例题很值得借鉴。两位作者阅历丰富,具有多年的教学经验,这是一本值得有关教师和学生参考的书。

在本书中译本出版之际,不得不提及西安交通大学出版社两位编审白居宪先生和赵丽萍女士,正是他(她)们多年来持续不断地支持、关心和帮助才使译者从艰辛中倍感欣慰。尤其是本书的体例不同于一般,费了他(她)们很多苦心。此时此刻,更不应该忘记我的夫人孙漪教授的支持、忍耐和宽容,否则早就该“封笔”了。再次谢谢他(她)们。

译本不妥之处,希望读者批评指正。

刘树棠

2001.12.16

于西安交通大学

出版者的话

——关于这套丛书

计算的目的在于它的内涵,而不在数字。

——R.W. 海明(Hamming), 选自《面向工程师和科学家的数值方法》(Numerical Methods for Engineers and Scientists, McGraw-Hill, Inc.)

正是由于心灵的驱使,我们才推出了这套“BookWare 系列丛书”(BookWare Companion SeriesTM)。

新技术和现代方法正日益融入业已浓缩并具有重要理论的课程,因此,很多教师现在要问:“我们只是将这些最新技术教授给学生呢?还是教会他们如何推理?”我们深信,这两方面不应互相排斥。事实上,本丛书就是基于这样的信念:计算机求解和基本理论是能够互补的。应用恰当,计算结果可以阐明理论,并帮助学生以各种富有意义的方式进行思考、分析和推理。它也能够帮助学生理解新的信息和现有知识之间的关系和联系,以及培养他们解决问题的技巧、感性认识和积极主动思考的能力。为此使命,这套“BookWare 系列丛书”便应运而生了。

具体地说,本丛书是专为这样的教师——他们想要把计算机辅助学习融合到课程之中去——而编写的;也是为想比仅从教科书中学到更多知识的学生编写的。教师可以从中发现,功能很强的软件工具是支撑他们课程活动的各种手段,而不会限制他们的应用。学生会发现,可以迅速获得各种相关的习题和例题,并具有电子接入方法。对教师和学生来说均为重要的是这套丛书基于这样的前提:如果学生积极主动学习,他们会学得更好。“BookWare 系列丛书”定会受到学生的青睐,为他们提供一种对现实问题的感受,展示解决实际问题的清晰方法,并在理解和应用这些方法上挑战自我。

为了更好地满足你的需要,我们将继续寻找使这套丛书日臻完善的方法。为达此目的,请加入到我们的“BookWare Companion Resource Center”中来,我中心的网址是:<http://www.brookscole.com/engineering/bookware> ^①。

^① 译者注:原书提供的网址是 <http://www.brookscole.com/engineering/ee/bookware.html>。

你推荐的方法都会使这套丛书更加令人满意,在课堂教学中与同仁们分享你如何使用技术的见解,为下一版提出具体的习题或例题,或者将你的想法告诉我们。务请不吝赐教。

我们恭候你的回音,谢谢你的持续不断地支持。

Bill Stenquist	出版人	<i>bill.stenquist@brookscole.com</i>
Heather Woods	责任编辑	<i>heather.woods@brookscole.com</i>
Nathan Wilbur	市场经理	<i>nathan.wilbur@brookscole.com</i>
Christina DeVeto	市场助理	<i>christina.deveto@brookscole.com</i>

符号一览表

$\delta(t), \delta(n)$	单位冲激, 单位样本(脉冲)
$u(t), u(n)$	单位阶跃, 连续/离散
LTI	线性时不变系统
$x(t), x(n)$	系统输入
$y(t), y(n)$	系统输出
$h(t), h(n)$	单位冲激和单位脉冲响应
DE	系统微分/差分方程

$$\sum_{k=0}^N a_k \frac{d^k y(t)}{dt^k} = \sum_{k=0}^L b_k \frac{d^k x(t)}{dt^k} \text{ 和}$$

$$\sum_{k=0}^N a_k y(n-k) = \sum_{k=0}^L b_k x(n-k)$$

$v(t), v(n)$	状态变量向量, 连续/离散
矩阵 DE	状态或矩阵微分/差分方程

$$\dot{v}(t) = A v(t) + B x(t) \text{ 和}$$

$$\dot{v}(n+1) = A v(n) + B x(n)$$

$y(t), y(n)$	系统输出方程, 连续/离散
--------------	---------------

$$y(t) = C v(t) + D x(t) \text{ 和}$$

$$y(n) = C v(n) + D x(n)$$

$F(s), f(t)$	双边拉普拉斯变换和反变换
--------------	--------------

$$\mathcal{L}[f(t)] = F(s) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-st} dt \text{ 和}$$

$$\mathcal{L}^{-1}[F(s)] = f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} F(s) e^{st} ds$$

$F(z), f(n)$	双边 z 变换和反变换
--------------	---------------

$$\mathcal{Z}[f(n)] = F(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(n) z^{-n}, \text{ 和}$$

$$\mathcal{Z}^{-1}[F(z)] = f(n) = \frac{1}{2\pi j} \oint_C F(z) z^{n-1} dz$$

$X(\omega), x(t)$	连续时间傅里叶变换(CTFT)和反变换
-------------------	---------------------

$$\mathcal{F}[x(t)] = X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t} dt \text{ 和}$$

$$\mathcal{F}^{-1}[X(\omega)] = x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega)e^{j\omega t} d\omega$$

$F_k, f(t)$

傅里叶系数和级数

$$F_k = \frac{1}{T_0} \int_{t_0}^{t_0+T_0} f(t)e^{-j2\pi k f_0 t} dt \text{ 和}$$

$$f(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} F_k e^{j2\pi k f_0 t}$$

$X(e^{j\theta}), x(n)$

离散时间傅里叶变换(DTFT)和反变换

$$\mathcal{D}[x(n)] = X(e^{j\theta}) = \sum_{-\infty}^{\infty} x(n)e^{-jn\theta} \text{ 和}$$

$$\mathcal{D}^{-1}[X(e^{j\theta})] = x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta_0}^{\theta_0+2\pi} X(e^{j\theta})e^{jn\theta} d\theta$$

$X(k), x(n)$

离散傅里叶变换(DFT)和反变换(IDFT)

$$\text{DFT}[x(n)] = X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)W_N^{nk}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \text{ 和}$$

$$\text{IDFT}[X(k)] = x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k)W_N^{-nk}, \quad n = 0, 1, \dots, N-1$$

$$W_N = e^{-j2\pi/N}$$

$H(s), H(z)$

系统 TF(SISO), $H(s) = Y(s)/X(s)$;

$$H(z) = Y(z)/X(z), \text{ ICs}=0$$

$\mathbf{H}(s), \mathbf{H}(z)$

系统 TF(MIMO), $\mathbf{Y}(s) = \mathbf{H}(s)\mathbf{X}(s)$;

$$\mathbf{Y}(z) = \mathbf{H}(z)\mathbf{X}(z), \text{ ICs} = 0$$

$H(j\omega) = H(\omega)$, 系统(SISO) 频率响应, $H(\omega) = \mathcal{F}[h(t)]$

$H(e^{j\theta})$

$$H(e^{j\theta}) = \mathcal{D}[h(n)]$$

$y_{ss}(t), y_{ss}(n)$

正弦稳态:

输入

$$x(t) = A \cos(\omega t + \alpha)$$

输出

$$y_{ss}(t) = A |H(j\omega)| \cos(\omega t + \alpha + \angle H(j\omega))$$

$$H(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t)e^{-j\omega t} dt = H(s) |_{s=j\omega}$$

输入

$$x(n) = A \cos(n\theta + \alpha)$$

输出

$$y_{ss}(n) = A |H(e^{j\theta})| \cos(n\theta + \alpha + \angle H(e^{j\theta}))$$

$$H(e^{j\theta}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} h(n)e^{-jn\theta} = H(z) |_{z=e^{j\theta}}$$

$y(t) = h(t) * x(t)$ 系统(SISO) 输出(线性卷积)

$$\begin{aligned} y(t) &= \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau)x(t-\tau)d\tau \\ &= \mathcal{L}^{-1}[Y(s) = H(s)X(s)] \\ &= \mathcal{F}^{-1}[H(\omega)X(\omega)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y(n) &= h(n) * x(n) \quad y(n) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} h(m)x(n-m) \\ &= \mathcal{Z}^{-1}[Y(z) = H(z)X(z)] \end{aligned}$$

$x_3(n) = x_1(n) \circledast x_2(n)$ 循环卷积

$$x_3(n) = \sum_{m=0}^{N-1} x_1(m)x_2(n \ominus m) = \mathcal{D}^{-1}[X_1(k)X_2(k)]$$

$R_{xy}(\tau)$ 互相关 — 有限能量信号 / 序列

$$\begin{aligned} R_{xy}(\tau) &= \int_{-\infty}^{\infty} x(t)y(t+\tau)dt \\ &= \mathcal{F}^{-1}[X(-\omega)Y(\omega) = X^*(\omega)Y(\omega)] \end{aligned}$$

$$R_{xy}(p) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x(m)y(p+m), \quad -\infty \leq p \leq \infty$$

$\tilde{R}_{xy}(p)$ 循环互相关

$$\tilde{R}_{xy}(p) = \mathcal{D}^{-1}[X^*(k)Y(k)]$$

$v(t), v(n)$ 状态方程解

$$\begin{aligned} v(t) &= e^{At}v(0) + \int_0^t e^{A(t-\tau)}Bx(\tau)d\tau \\ &= \mathcal{L}^{-1}[\Phi(s)v(0)] + \mathcal{L}^{-1}[\Phi(s)BX(s)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v(n) &= A^n v(0) + \sum_{m=0}^{n-1} A^{n-m-1} Bx(m) \\ &= \mathcal{Z}^{-1}[\Phi(z)v(0)] + \mathcal{Z}^{-1}[z^{-1}\Phi(z)Bx(z)] \end{aligned}$$

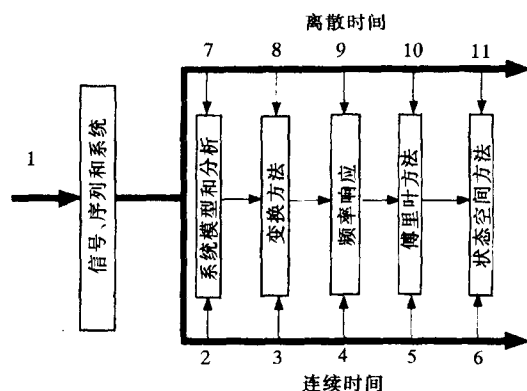
$\Phi(t), \Phi(n)$ 状态转移矩阵

$$\begin{aligned} \Phi(t) &= e^{At} = \mathcal{L}^{-1}[(sI - A)^{-1} = \Phi(s)], \\ \Phi(n) &= A^n = \mathcal{Z}^{-1}[z(zI - A)^{-1} = \Phi(z)] \end{aligned}$$

MGR 梅森增益公式

$$H(\sigma) = \frac{\sum_{k=1}^M P_k(\sigma)\Delta_k(\sigma)}{\Delta(\sigma)}$$

全书内容简介



粗线箭头代表正常的教学安排,但也可以作其他组织。

第 1 章 信号与序列

研究线性系统理论的原因;

重要信号和序列的数学描述和 MATLAB 产生;

域、模型和运算的关系;

利用 `stem` 和 `plot` 对信号和序列作图。

第 2 章 连续系统

性质和特征;

包括在卷积、单位冲激响应、正弦稳态和状态空间模型等方面的应用;

利用 `conv`, `impulse`, `lsim`, `rlocus`, `roots` 和 `step` 的系统仿真。

第 3 章 拉普拉斯变换和应用

双边和单边变换对及其性质;

包括 DE(微分方程)解、卷积、传递函数、正弦稳态、系统结构和梅森增益公式等方面的应用。

利用 `impulse`, `lsim`, `residue`, `roots` 和 `step` 的系统仿真。

第 4 章 连续系统频率响应

求系统频率响应；

频率响应函数的特性；

直角坐标、极坐标、奈奎斯特和波特图表示，渐近近似和图形估值。

利用 `bode`, `freqs`, `nyquist` 和 `roots` 函数。

第 5 章 连续时间傅里叶级数和变换

傅里叶级数：指数形式和三角函数形式；

包括频谱、通过线性系统传输、帕斯瓦尔定理和功率等方面的应用。

傅里叶变换对和性质；

包括在卷积、通过线性系统传输、理想滤波器、调制和采样定理等方面的应用。

利用 `bode`, `freqs`, `impulse`, `nyquist`, `residue` 和 `roots` 函数。

第 6 章 连续系统的状态空间论述

状态方程的时域解和拉普拉斯解(IC 和强迫解)，特征方程和特征值；

包括在矩阵 DE 的数值解、系统模型的处理、具有分段常数输入的系统 and 计算机控制模拟系统等方面的应用。

利用 `c2d`, `dlsim`, `eig`, `lsim`, `residue`, `rlocus`, `roots`, `ss2tf` 和 `tf2ss` 的仿真。

第 7 章 离散系统

性质和特征；

包括在卷积、单位脉冲响应、正弦稳态和状态空间模型等方面的应用；

利用 `conv`, `dlsim`, `dstep`, `filter`, `rlocus` 和 `roots` 的系统仿真。

第 8 章 z 变换及应用

双边和单边变换对其性质；

包括 DE(差分方程)解、卷积、传递函数、正弦稳态、系统结构和梅森增益公式等方面的应用。

利用 `dimpulse`, `dlsim`, `dstep`, `residue` 和 `roots` 的系统仿真。

第 9 章 离散系统频率响应

求系统频率响应；

频率响应函数的特性；

直角坐标、极坐标、奈奎斯特和波特图表示,以及图形估值。

利用 `bode`, `freqz`, `hamming`, `nyquist` 和 `roots` 函数。

第 10 章 离散傅里叶变换

离散时间傅里叶变换(DTFT), DFT 变换对及其性质(含采样周期、记录长度和频率分辨率)。

包括 DFT 的求值、循环和线性卷积及相关、连续时间傅里叶变换的 DFT 近似等方面的应用。

利用 `conv`, `fft`, `freqz`, `ifft` 和 `xcorr` 函数。

第 11 章 离散系统的状态空间论述

状态方程的时域解和 z 域解(IC 和强迫解),特征方程和特征值；

包括在数字滤波器、系统模型的转换、反馈系统和多输入多输出系统等方面的应用。

利用 `c2d`, `eig`, `dlsim`, `freqz`, `residue`, `rlocus`, `roots`, `ss2tf` 和 `tf2ss` 仿真。

前 言

近 40 多年来,计算机一直是不可缺少的工程工具,它们广泛用于分析和设计,常常还作为系统的一部分。近年来,廉价的并易于使用的软件包已经成为广泛可使用的了,这使得为了求得一个问题的解答把精力放在要解决问题本身而不是放在必要的编程上成为可能。本书就是建立在这样一个软件包 MATLAB®的基础之上,这一软件包在学术界和工业界都正在广泛使用。

我们的目的是为学生在线性系统课中学习理论和解题技巧方面提供一个实在的和高效的环境。材料是为着手进入诸如通信系统、控制系统、数字滤波器设计和信号处理以及模拟滤波器设计等领域之前提供适当的背景而考虑的。

为了实施这一目的,我们采用了一种“基于计算机”的途径,在这里,计算机的解和理论被看作是互补的,而不是“两者择一”的事。我们一贯坚持这种信念:一个人学到什么是靠做而不是靠听,为此给读者提供了 200 多道要解的题。我们也坚信,对学生做的工作需要反馈,这些反馈最好是尽量早一些,而不是迟一些。为此,全部习题的答案要么是在本书中,或者就在 BookWare Companion Resource Center 中作为 MATLAB 的脚本给出,该中心的在线网址是 <http://www.brookscole.com/engineering/ee/bookware.html>。关于 Symbolic Math Toolbox 也给出了最简明的介绍,对于使用这一工具箱的完整叙述,建议参阅 The Math Works, Inc. 的合适出版物。

预修课是有关微积分的基本内容,有些建立微分方程方面的经历,会复数运算以及熟悉矩阵运算。具有在电气工程方面初级课程的完整内容背景也是有帮助的。同时还假定读者已经使用过某一台计算机,虽然在编程上的专门技术是不要求的,但是熟悉一种编程语言,诸如 Basic, Pascal, Fortran 或 C 语言都是有好处的。另外,具有一些完成计算机操作的能力,如创建一个文件、编辑、打印和管理文件等也是需要的。

本书的组成

从导论性的第 1 章开始,从解析和图解两方面给出信号与序列是怎样描述的,也讨论到线性连续时间和离散时间系统的有关基本概念、术语和符号。第 2 章介绍线性系统的几个重要的问题,其中包括微分方程、单位冲激响应、卷积和

状态空间模型。第3章介绍拉普拉斯变换,用它来解微分方程、实现卷积以及画信号流程图或方框图。第4章讨论连续时间系统的频率响应方法。连续系统的傅里叶级数和傅里叶变换方法在第5章给出,这些方法是用来确定当输入为周期或非周期信号时线性系统的输出。第6章讨论连续系统的状态变量法。

第7章开始包括离散时间系统的内容,其讨论方法是与第2章的连续系统并行的,这里包括差分方程、单位脉冲响应和状态空间模型以及卷积运算。第8章进入 z 变换域,并学习如何用 z 变换来解差分方程、完成卷积和创建一个信号流程图或方框图的模型。第9章的主题是离散系统的频率响应,在这里也会见到设计数字滤波器的一种简单方法。第10章介绍离散傅里叶变换(DFT),并介绍求DFT的快速傅里叶变换(FFT)算法。第11章介绍离散系统的状态空间方法,从这里可看到既能在时域,也能在 z 变换域求得问题的解。

虽然状态空间方法的主要内容是在第6和第11章给出,但是在第2和第7章也给出了足够的基本内容,以使读者有可能使用面向MATLAB函数的状态方程。

本书的使用

我们是主张首先研究离散系统的倡导者,并且先前已经就此作过说明^①。事实上在先前的书稿中关于离散系统的第7~11章就是放在第2~6章的。为什么又要做这种变化?摒弃我们的偏爱而决定这样做是由于典型的电气工程系的课程安排在早期阶段都是基于涉及微积分运算的连续时间系统、微分方程和模拟电路理论这样一种程式,尽管像我们这些胆大的作者也对试图要重新安排整个课程体系这样的任务感到恐惧,尽管已有迹象表明这种情况已经开始出现。所以,接受几位评阅人的劝告,还是决定恢复先讨论连续时间系统。然而我们还是试图尽量减少互为参照的情况(将这些留给教师去决定)。所以学习这些内容可以很自然地按下列次序去进行:从第1章到11章,或者第1章,第7~11章,再第2~6章。另外一种安排就是依据连续和离散系统的内容并行地进行,先从第1章开始,然后接着对应的章(次序任意),即第2和第7章(连续和离散系统的时域处理),第3和第8章(拉普拉斯变换和 z 变换应用),第4和第9章(频率响应),第5和第10章(连续和离散傅里叶变换),以及第6和第11章(状态空间分析)。

每章的组织

每章都是按下述模式组织的:

^① 见 R.D.Strum and D.E.Kirk. Linear Systems: Be Discrete—Then Continuous. IEEE Transactions on Education, VOL. 32, pp335~342 August, 1989.

概述:概述、目的和历史回顾。

基本概念:重要概念和关系的建立,包括用于阐明概念和计算细节的一些解说性例子。

例题和 MATLAB 应用:解题技术的综合性说明和附加的概念。

强化和探究性题:应用基本概念的实践(强化)和为读者探究新问题或作扩充的引导(探索性)。

定义、方法和联系:本章重要关系小结。

用到的 MATLAB 函数:本章所用的计算机函数清单。

参考文献(注释):附加的参考书,并对所包括的相关内容作简要陈述。

答案:全部习题答案。

另外,在第 4,6,9 和 11 章之后还提供了回顾一项,它试图将先前已经讨论过而暂时中断并再次重新考虑的一些内容关系重又归纳一下。

注意:应该强调的是‘例题和 MATLAB 应用’这一部分要认真阅读。往往在一章的基本概念中稍许提到了一点或干脆一点都未提到的东西而在例题中被引伸了或做了介绍。建议读者试着去做这些例题,就当作没有题解一样,再用题解去验证它,或者有必要的话再重新回头复习一下。

BOOKWARE COMPANION RESOURCE CENTER 网址

在线网址 <http://www.brookscole.com/engineering/ce/bookware.html> 对这本教材来说是一个重要的补充,它提供了在 Macintosh 和 Windows 环境下的 MATLAB 脚本。Macintosh 版本有一个文件夹,其中包括 **Some More Functions** 和 11 个其他的文件夹(每章一个),它有习题答案、例题,用 MATLAB 作的各章的图以及用作习题说明的一些图案的脚本。Windows 版本有一个目录,包括 **Some More Functions** 和一个子目录,其中有全部 11 章的脚本文件。在两种脚本中,**Some More Functions** 增强了 MATLAB 的功能。对于 Macintosh 和 Windows 脚本,各章的脚本文件都用字母 A(答案)、E(例题)、F(图)和 P(习题)开始,再接着用一或两位数字 1 到 11 标明对应的章。最后的字符指出相应的答案(A5-2),例题(E7-4),图(F4-2)或习题(P8-20)的数目。下一横“-”字符这里用作教材中标题处的圆点“·”,因为 MATLAB 在文件名中不喜欢用这个圆点“·”。全部内容都可用 **Student Edition of MATLAB**(MATLAB 学生版)运行。

为了执行上面讨论到的那些脚本,要求将 **Student Edition of MATLAB** 或者专业版本装在你的系统上。经验证明,如果按照说明书提供的安装步骤安装的话,安装 MATLAB 是相当容易的。在附录 A 中会发现有一个有关如何使用 MATLAB 的讨论。