



信息技术和电气工程学科国际知名教材 **中译本** 系列

现代控制系统 (第10版)

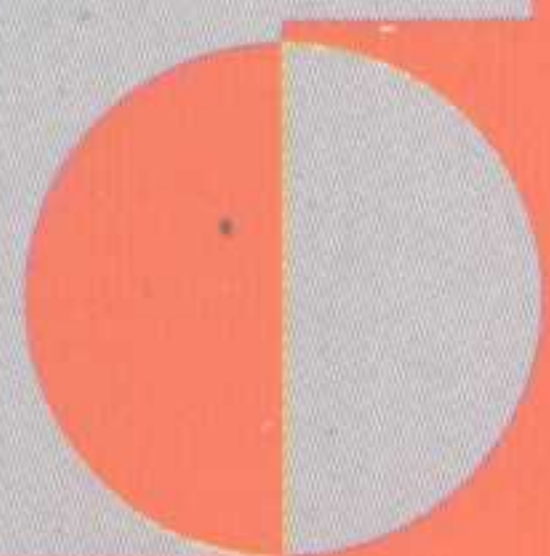
MODERN CONTROL SYSTEMS
(TENTH EDITION)

RICHARD C. DORF 著
ROBERT H. BISHOP

赵千川 冯梅 译



清华大学出版社



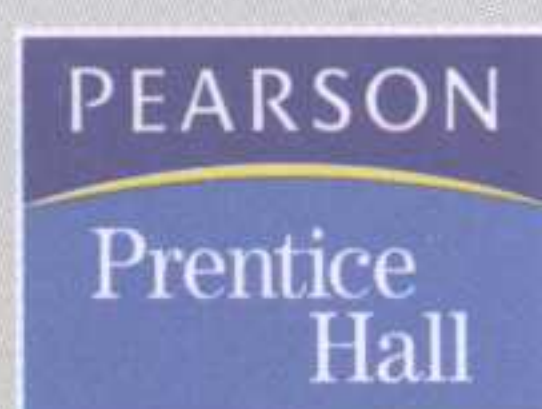
内容简介

经典教材的最新版本，历时三十多年，享誉全球！

在过去的三十多年里，这本《现代控制系统》已经成为本科生控制系统教材的范本。本书一直畅销全球，是因为作者Richard C. Dorf和Robert H. Bishop将复杂的控制理论变得有趣而易于为学生所接受。本书提供的控制工程方法，虽然基于数学描述，但更着重于物理系统建模和在实际系统中的应用。本书主要特色如下：

- ※ 控制系统设计方法的基本原理讲述清晰明了，包括频域和时域方法以及鲁棒控制设计和数字控制系统简介
- ※ 提供实际工程问题的集成设计与分析
- ※ 全书结合MATLAB和SIMULINK进行计算机辅助设计与分析
- ※ 每章习题分为5级，以加强学生分析问题、解决问题的能力
- ※ 采用磁盘驱动系统作为系列设计实例，有助于理解每章要点及其对控制系统设计的作用
- ※ 提供连续设计问题，使得学生有机会将每章介绍的工具和技术应用于贯穿全书的设计实例中

配套网站：<http://www.prenhall.com/dorf>



www.pearsoned.com

ISBN 978-7-302-16207-0



9 787302 162070 >

定价：99.00元

信息技术和电气工程学科国际知名教材 **中译本** 系列

TP271/48=2

2008

现代控制系统 (第10版)

MODERN CONTROL SYSTEMS
(TENTH EDITION)

RICHARD C. DORF 著
ROBERT H. BISHOP

赵千川 冯梅 译

清华大学出版社
北京

Authorized translation from the English language edition, entitled Modern Control Systems, 10, 0131457330 by Dorf, Bishop, published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall, copyright © 2005.

All Rights Reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson education, Inc. CHINESE SIMPLIFIED language edition published by TSINGHUA UNIVERSITY PRESS Copyright © 2008.

本书中文简体翻译版由培生教育出版集团授权给清华大学出版社出版发行. 未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分.

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2004-2813

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.
版权所有, 侵权必究. 侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

现代控制系统(第10版) / (美)道尔夫(Dorf, R. C.), (美)毕沙普(Bishop, R. H.)著;
赵千川等译. —北京: 清华大学出版社, 2008. 6
(信息技术和电气工程学科国际知名教材中译本系列)
书名原文: Modern Control Systems (Tenth Edition)
ISBN, 978-7-302-16207-0

I. 现… II. ①道… ②毕… ③赵… III. 控制系统—教材 IV. TP271

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第153464号

责任编辑: 王一玲
责任校对: 李建庄
责任印制: 王秀菊

出版发行: 清华大学出版社
<http://www.tup.com.cn>
社总机: 010-62770175
投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地址: 北京清华大学学研大厦A座
邮编: 100084
邮购: 010-62786544

印刷者: 清华大学印刷厂
装订者: 三河市金元印装有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 185×260 印张: 49.25

字数: 1191千字

版次: 2008年6月第1版

印次: 2008年6月第1次印刷

印数: 1~3000

定价: 99.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换.
联系电话: 010-62770177 转 3103 产品编号: 015449-01

《信息技术和电气工程学科国际知名教材中译本系列》

出版说明

三年多以前，2000年10月，为了系统地参考和借鉴国外知名相关大学教材，推进我国大学的课程改革和我国大学教学的国际化进程，清华大学出版社策划、出版了《国际知名大学原版教材——信息技术学科与电气工程学科系列》，至今已经出版了30多种，深受高等院校信息技术与电气工程及相关学科师生和其他科技人员的欢迎和好评，在学术界和教育界产生了积极的影响。现在这个系列中的大部分教材都已经重印，并曾获得《2001年引进版优秀畅销丛书奖》。在此期间，我们曾收到来自各地高校师生的很多反映，期望我们选择这个系列中的一些较为基础性和较为前沿性的教材译成中译本出版，以为更广大的院校师生和科技人员所选用。正是基于这种背景和考虑，清华大学出版社决定进一步推出《信息技术和电气工程学科国际知名教材中译本系列》。

这套国际知名教材中译本系列所选书目的范围，限于信息技术和电气工程学科所属各专业的技术基础课和主要专业课。教材原版本除了选自《国际知名大学原版教材——信息技术学科与电气工程学科系列》外，还将精选其他具有较大影响的国外知名的相关领域教材或教学参考书。教材内容适于作为我国普通高等院校相应课程的教材或主要教学参考书。

本国际知名教材中译本系列按分期分批的方式组织出版。为了便于使用这套国际知名教材中译本教材系列的相关师生和科技人员从学科和教学的角度对其在体系和内容上的特点和特色有所了解，在每种中译本教材中都附有我们约请的相关领域资深教授撰写的推荐说明，其中的一些直接取自于《国际知名大学原版教材——信息技术学科与电气工程学科系列》中的影印版序。

本国际知名教材中译本系列的读者对象为信息技术和电气工程学科所属各专业的本科生或研究生，同时兼顾其他工程学科专业的本科生或研究生。既可采用作为相应课程的教材，也可作为相应课程的教学参考书。此外，本国际知名教材中译本系列也可提供作为工作于各个技术领域的工程师和技术人员的自学读物。

感谢使用本国际知名教材中译本系列的广大师生和科技人员的支持。期望广大读者提出意见和建议。

郑大钟 教授

清华大学信息科学技术学院

2003年12月

译者序

反馈机制普遍存在于自然和人类社会当中。

反馈控制已成为进行复杂工程系统设计中常用的一条基本原理。

基于反馈原理设计出的现代控制系统在应用上涉及航空航天、通信、电力、机械、化工等几乎所有工程领域。

本书是 Richard C. Dorf 和 Robert H. Bishop 所著 *Modern Control Systems* 的第 10 版的中译本。原著是现代控制系统方面的一部优秀教材，在国内外许多大学被广泛采用。在清华大学郑大钟教授的建议和热情鼓励下，在清华大学出版社王一玲同志提供原著的帮助下，我们决定翻译此书，为我国的控制工程教育做出一份贡献。

该书定位于自动化、航空航天、电力、机械、化工等相关专业的本科高年级和研究生教材，系统介绍基于数学模型的控制系统的分析和基于反馈原理的控制系统设计。

主要内容包括：控制系统引论，系统的数学模型，状态变量模型，反馈控制系统的特性，反馈控制系统的性能，线性反馈系统的稳定性，根轨迹方法，频率响应法，频域稳定性，反馈控制系统的设计，状态变量反馈系统的设计，鲁棒控制系统和数学控制系统。

与控制系统方面的国内外许多其他优秀教材相比，本书的一个突出特色是，在不牺牲原理和方法的正确性前提下，强调训练学生面向工程应用的实际需求进行控制系统设计的能力。这非常符合我国进行的实践教学改革的

精神。书中对理论和方法的叙述，结合了大量取材于不同行业的具体工程问题案例，为学生展示了理论和方法的应用。贯穿全书的系列化设计实例，很好地体现了循序渐进地解决问题的步骤和过程。这方面的特色，是本书赢得许多师生广泛认同的一个重要原因。

对自动化专业的学生，面对选自各个不同行业背景的应用案例，开阔了眼界；对航空航天、电力、机械、化工等相关专业的学生，教材正文和习题中出现的本行业中的具体控制对象，为他们将理论与实践结合起来提供了很有帮助的示例。

赵千川 冯梅

2007年10月于清华大学

前言

火星探测器 (MER-A), 也叫勇气号, 于 2003 年 6 月由 Delta II 型火箭发射, 前往火星这个红色星球. 勇气号在 7 个月以后的 2004 年 1 月进入火星大气层. 当这个飞船进入火星大气时, 它的飞行速度是每小时 19 300 公里. 在火星上层大气层中的大约 4 分钟里, 飞船的减速伞将其速度降低到每小时 1600 公里. 随后部署的降落伞把飞船的速度降低到每小时 300 公里. 在大约 100 米的高度, 反冲火箭使下降减缓而气囊充气以吸收着陆时的冲击. 勇气号以每小时 50 公里的速度撞击火星表面并且反弹和滚动直到在古瑟夫环形山 (Gusev Crater) 中的目标点附近停下. 选择目标着陆点的原因是它看起来像是一个环形山湖床, 而且如果它真的是环形山湖床, 那么就曾经被水填满, 而在土壤的沉积物中现在就有可能有水的痕迹. 勇气号的移动探测车将可以达到古瑟夫环形山中有价值的地区以执行现场测试, 从而帮助科学家回答很多关于我们这颗相邻行星悬而未决的问题. 勇气号的成功进入、下降和着陆是控制系统强大作用的充分展示. 在距火星十分遥远的条件下, 对飞船而言不可能仍在地面控制下进入大气层. 从进入、下降到着陆都必须由飞船搭载的装置进行自主控制. 设计能够到达行星表面的系统是控制工程师面临的重大挑战之一.

美国航空暨太空总署火星探险任务的先驱者, 称作火星探路者号. 它于 1997 年 7 月 4 日登陆到红色星球. 作为承担美国航空暨太空总署第一批太空探索使命的火星探路者号, 是继 20 世纪 70 年代海盗号飞船成功之后首次执行任务. 探路者号部署了被称为“旅居者”的有史以来首个自主探测车来勘测火星登陆区域. 这个可移动的“旅居者”重 10.5 公斤, 在执行任务的 30 天中, 共行走了 100 米 (离飞船不超过 12 米的范围内活动). 相比之下, 后来的“勇气号”探测器, 重 180 公斤, 在大约 90 天中平均每天行走 40 米. 很明显地, 行星探测器的开发速度是飞快的. 火星科学实验室计划下一代探测器 (计划 2009 年发射) 将是 1000 公斤重, 能够在 500 天内完成行走 30 公里. 控制工程师在行星探测程序中起关键作用. 随着飞行计算机硬件和操作系统的改进, 自主的太空飞船控制系统的作用会跟着增加. 火星探路者号用的是商用的、多任务的计算机操作系统, 里面有一个 32 位抗辐射芯片、1GB 存储器和可编程 C 语言的工作站. 这已经比阿波罗计算机的性能高出很多, 阿

波罗计算机只有一个容纳 36 864 字的只读内存(一个字占 16 位),还有一个 2048 字的可擦除内存.阿波罗的编程语言是一种伪代码符号,保存为一张数据表,被解释和翻译成一系列的子程序链接.而在“勇气号”和“机遇号”探测器中的 MER 计算机使用了 32 位的 Rad 6000 微处理器,操作速度在每秒 20 兆条指令.这种抗辐射版本的 Power PC 芯片被广泛使用在苹果机中.机上内存包括 128MB 随机访问内存,256MB 闪存和小量的永久性内存,以保护数据在电源关掉时也不会随之消失. MER 计算机的所有内存和性能大约相当于一台功能很强的笔记本电脑.和所有执行空间任务的计算机一样,“勇气号”上的计算机具有特殊的内存,以容忍来自太空中极强的放射线辐射.像“勇气号”和“旅居号”这些可移动探测器,作为有趣的实际问题,以案例方式贯穿全书.例如,在 4.8 节的设计举例中,就要讨论可移动探测器的设计问题.

控制工程是一个令人兴奋和具有挑战性的领域.由于自身的特点,控制工程是一个多学科交叉专业,它在工程课程中具有核心课的地位.因此可以使用不同的方法掌握和运用控制工程.由于它具有很强的数学基础,我们可以从严格的理论观点处理,强调其定理法则和证明过程.另一方面,因为最终的目标是在实际系统中实现控制器,我们也可以采用就事论事的方法仅凭直观和直接的经验来设计反馈控制系统.我们介绍控制工程方法论的方式是,在立足数学基础的同时,着重强调物理系统的建模和根据真实的系统设计指标要求来设计实用的控制系统.

我们相信,学习的最重要和最有效的方法是每个人都重新挖掘以前知道的答案和方法.因此,理想的教学是给学生一系列问题,然后再给出过去几十年得出的一些答案.传统的教学方式不是让学生面对问题,而是告诉学生解决方案,这样造成的后果就是让学生失去兴趣,压制了他们创造的欲望,把人类的冒险精神淹没在成堆的定理中.因而,问题在于,告诉学生一些我们不断碰到的尚未回答并且很重要的问题,这样才能真正明确我们到底学到和懂得哪些东西.

本书的目的是展现反馈控制理论的知识结构,然后通过描述和提问给出一系列令人感兴趣的发现.如果这本书能够帮助学生学到反馈控制系统的理论和应用,这本书就算成功了.

读者

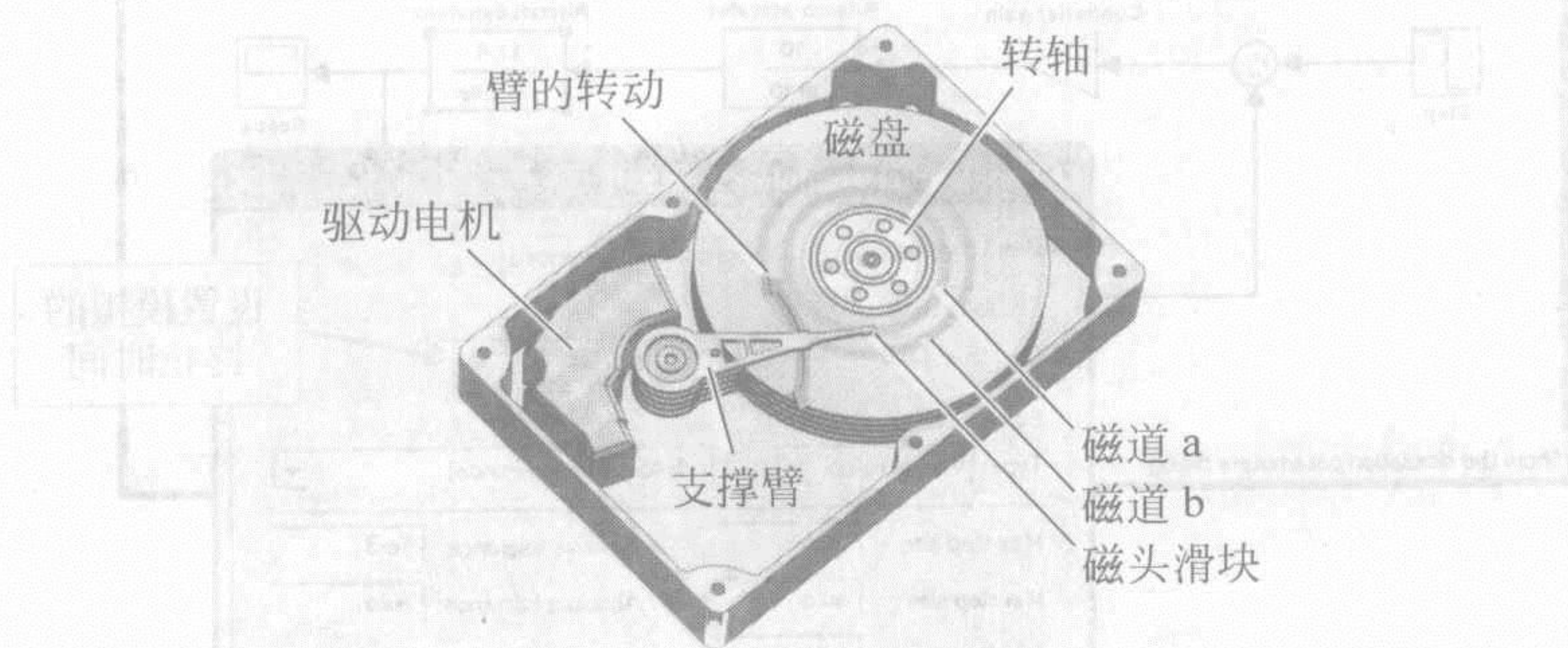
本书设计为本科工程专业学生的控制系统入门课程.因为对航天、化工、电机、工业制造和机械工程专业,在控制系统应用上没有太多的区别,所以本书没有针对其中任何一个学科而撰写.希望这本书能够均等地对所有的工程专业学生提供帮助,也许有助于理解控制工程的应用.书中很多问题和范例几乎涉及所有学科领域,而且社会学、生物学、生态学和经济学控制系统的范例是有意识地使读者理解控制理论在现实生活中各个方面的普遍适用性.我们相信,给学生展示不同学科的范例和问题可以帮助他们培养超越自己所学的领域的眼光.工程领域的许多学生最后是在自己专业以外找到工作的.比如,许多电机和机械工程师会在航空工业界工作,并要和航空工程师打交道.我们希望通过本书对控制工程的介绍,提供给学生对控制系统设计和分析更宽广的理解.

《现代控制系统》的前 9 版被超过 400 所的高等院校的工程专业学生高年级课程所采用,也被用到没有控制工程背景的工程方向的研究生课程中.

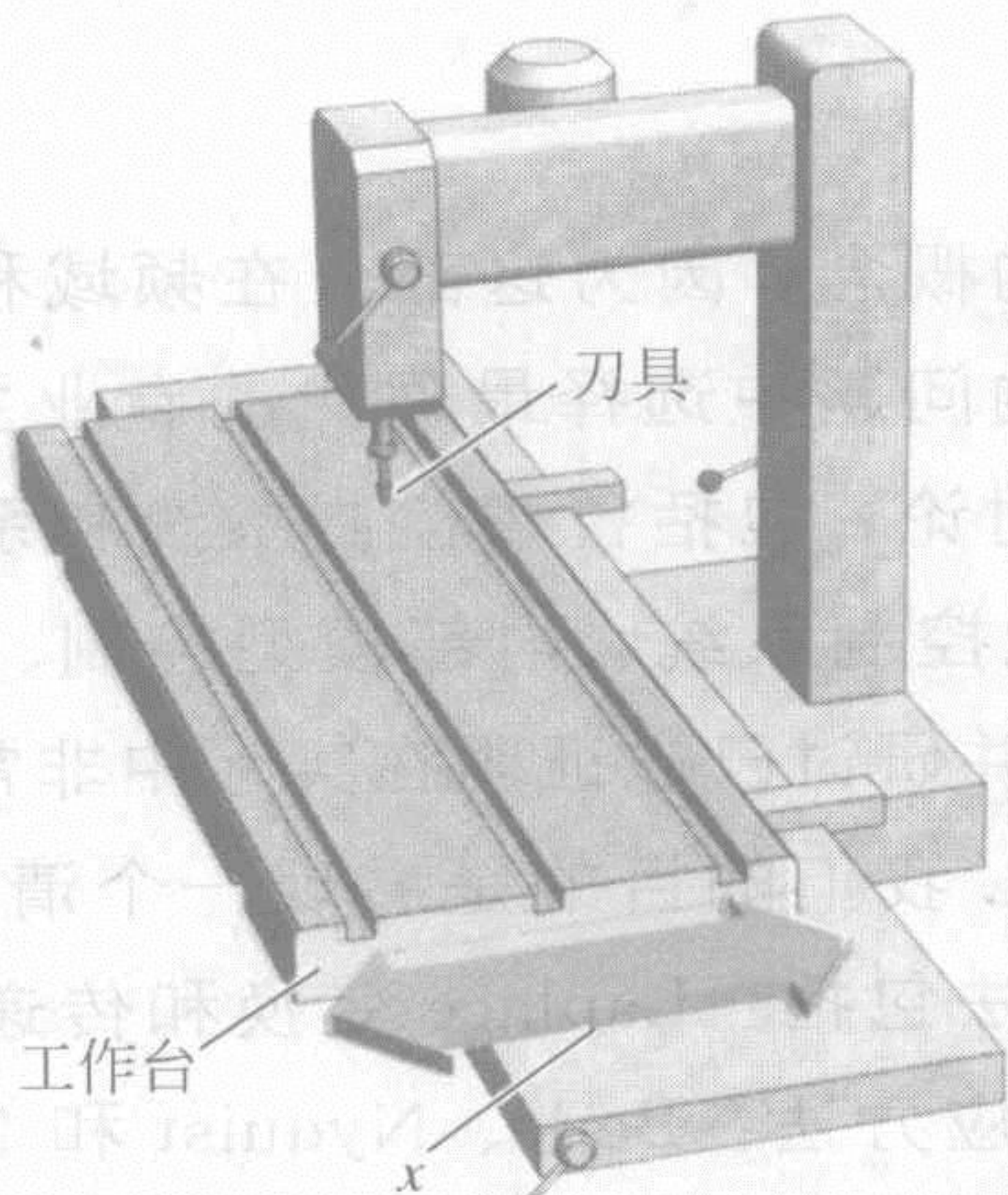
关于第 10 版

网上提供一个网站, 帮助学生和教师更好使用本书的第 10 版. 这个网站包含练习题、书中所有 MATLAB m 文件和 Simulink 仿真、拉普拉斯变换和 Z 变换表、转换因子和关于矩阵代数、数学符号、单位等的阅读资料. 如果书的边注上有个小图标, 则表示网站上有附加的材料提供. 因为可以在网站上继续上载和添加让学生和教师感兴趣的与控制有关的材料, 所以我们建议在一个学期的学习过程中定期访问该网站. MCS 网站地址是 <http://www.prehall.com/dorf>.

借由第 10 版, 我们继续扩展和强调《现代控制系统》中系统设计的特色. 采用与磁盘驱动器读入系统的控制器设计有关的实际工程问题, 我们给出“系列化设计举例”(在文中用箭头图标来标识). 我们依次在每一章都考虑此例. 在每一章中都采用该章节提供的方法和概念对它进行分析. 磁盘驱动器用于所有类型的计算机, 并且它们代表着控制工程的一项重要应用. 每章涉及磁盘驱动器读入系统的控制器设计不同方面. 例如, 在第 1 章, 我们为磁盘驱动器提出控制目标, 确定被控变量, 写出控制性能指标要求, 并建立初步的系统配置. 然后在第 2 章我们导出其过程, 传感器和执行机构的模型. 在其他章节中, 配合各章要点, 我们继续讨论其设计流程.



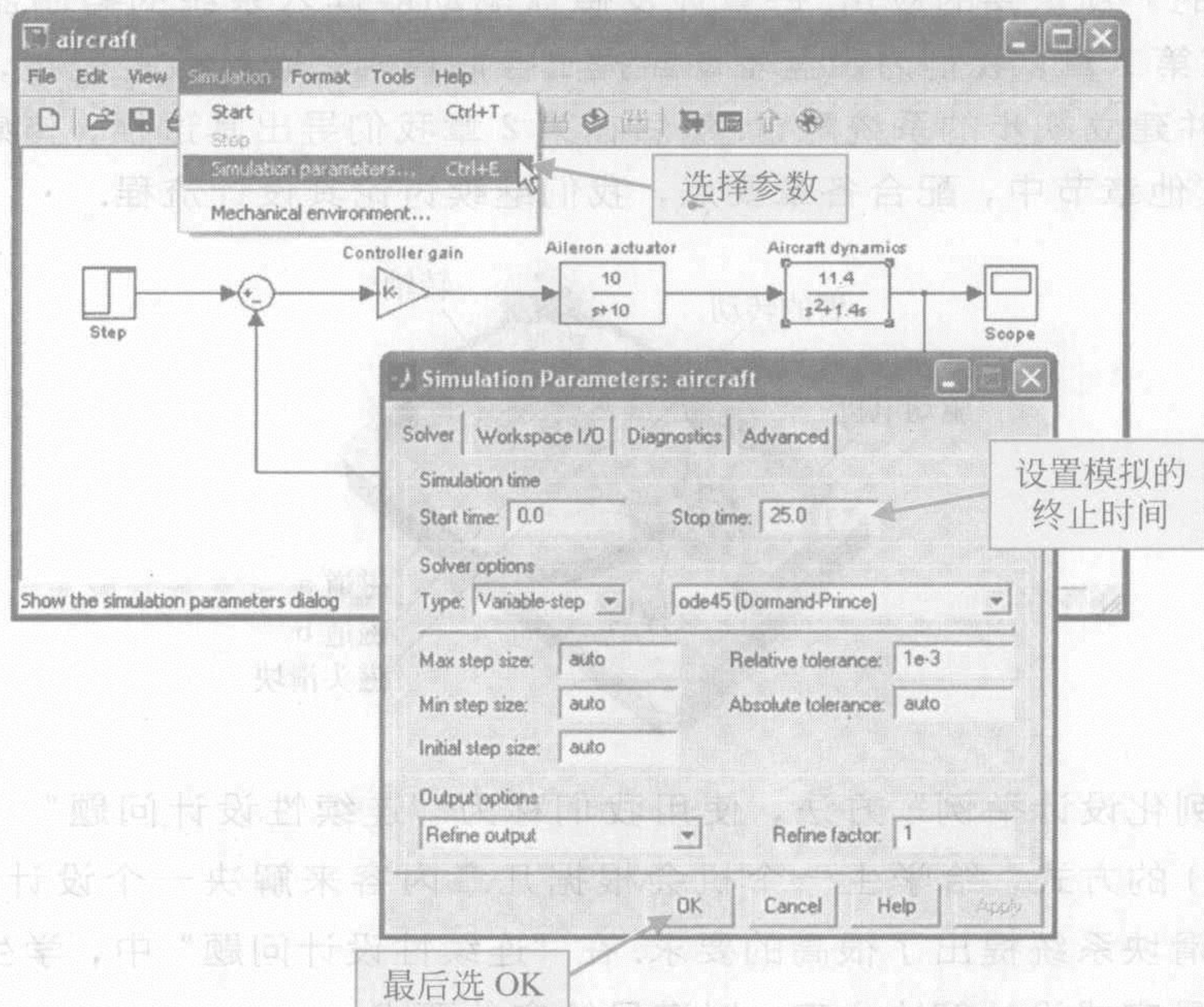
类似“系列化设计举例”方法, 使用我们称为“连续性设计问题”(书中用三角箭头图标表示)的方式, 给学生一个机会根据几章内容来解决一个设计问题. 高精度机床对工作台滑块系统提出了很高的要求. 在“连续性设计问题”中, 学生使用每章讲述的技术和工具完成设计解决方案, 以满足给定的要求.



本书中的计算机辅助设计和分析部分被进一步地扩展和提高. 每章后边的 MATLAB 问题都用图标来标识. 同时, 针对系列化设计举例的不同组成部分有许多求解过程都利用了 MATLAB, 其中的脚本被包含在插图中.

在第 10 版中, 对于 MATLAB 使用者, Simulink 可以有效地建模、仿真和分析反馈控制系统. 因为 Simulink 是一种生动的图形化界面交互工具, 所以我们相信最好的掌握它的方法是介入到里面并使用它. 附录 B 专门描述了 Simulink 的基础知识, 学生可以通过一系列的步骤建立和仿真简单的系统. 我们也试图提供 Simulink 的基本信息, 并尽可能地跟踪该软件的新版本. 在第 10 版出版的时候, Simulink 最新版本是 5.0. 当出现新版的 Simulink 时, 它以前的介绍手册就会上载到 MCS 网站—检查是否和本书的 Simulink 模型有兼容问题.

第 5 章和第 11 章给出 Simulink 的例子. 在第 5 章, 使用 Simulink 研究飞机的翻滚控制. 在第 11 章, 建立了一个研究以状态变量形式给出的系统的 Simulink 仿真模型.



教学法

本书围绕控制系统理论的概念, 因为这部分在频域和时域已经得到很好的发展. 我们也尝试着在范例和讨论的问题中选择最现代的专业主题和控制系统. 因此, 本书进行了一些关于这些主题的讨论, 包括鲁棒控制系统和系统灵敏性、状态变量模型、可控制性和可观察性、计算机控制系统、内部模型控制、PID 鲁棒控制器、计算机辅助设计和分析等. 同时也保留并研讨已被证明在实际中非常有用的经典控制理论.

基本原则: 从经典到现代. 我们的目的是展现一个清晰的频域和时域设计的基本原理. 完整的控制工程经典方法包括: Laplace 变换和传递函数; 根轨迹设计; Routh-Hurwitz 稳定性分析; 频域响应方法: Bode、Nyquist 和 Nichols 方法; 标准测试信号的稳态误差; 二阶系统近似; 相角裕度和增益裕度及带宽. 另外, 介绍状态变量方法

的内容也很重要. 我们也讨论了状态变量模型的能控性和能观性的基本概念. 书中还讨论了用极点配置的 Ackermann 公式进行全状态反馈的设计, 以及状态变量反馈的局限. 当完整的状态不能测量时, 引入观测器作为一种提供状态估计的手段.

建立在有力的基本原理之上, 本书探讨了很多传统之外的主题. 在第 12 章, 介绍了鲁棒控制理论的发展. 在第 13 章讨论了数字计算机控制系统的实现. 除第 1 章外, 每章都使用 MATLAB 介绍给学生计算机辅助设计和分析的方法. 本书的内容来源于广泛的文献资料, 并按章节划分, 引导学生了解控制工程上更多的信息.

逐步培养解决问题的技巧. 读书、上课、记笔记和学习书中阐述的范例都是学习过程的组成部分. 但是真正测试来自每章最后的习题. 本书非常看重如何解决问题. 每章有 5 种问题类型: 练习题、习题、高级习题、设计题和 MATLAB 题.

举例来说, 第 3 章中的状态变量模型的习题集, 包含了 19 道练习题、36 道习题、6 道高级习题、5 道设计题和 7 道 MATLAB 题. 练习题让学生在进一步解决复杂问题前, 很容易地利用该章介绍的概念和方法, 解答相应的练习题. 我们提供 1/3 练习题的答案. 习题要求把该章讲述的概念应用到新的情况. 高级习题则更加复杂一些. 设计题强调设计任务. 而 MATLAB 题则让学生利用计算机来练习解决问题的能力. 总而言之, 本书包含了 800 多道题目. 同时, MCS 网站还有一些不同难度的练习题, 让学生很快地得到练习资料. 当他们从练习题到设计题、MATLAB 题的递升过程中, 自己寻求解决问题的方法, 这些大量难度递升的练习题使学生对解决问题的能力更加自信. 我们为所有将本书作为教材使用的教师提供完整的教师用书, 其中包含每章后面的所有习题的答案.

作为对文字的补充, 作者开发了一系列 MATLAB M 文件作为“现代控制系统工具包”. 这些 M 文件涵盖了书中所有 MATLAB 和 Simulink 范例的程序代码, 读者可以从 Prentice Hall 网站 <http://www.prenhall.com/dorf> 获得这些 M 文件.

强调设计但是不牺牲基本原理. 贯穿全书的主题是真实世界中复杂控制系统的设计. 重点放在实际应用范例上, 满足工程教育认证 (ABET) 和工业界的要求. 每章都最少包含一个设计案例, 其中有:

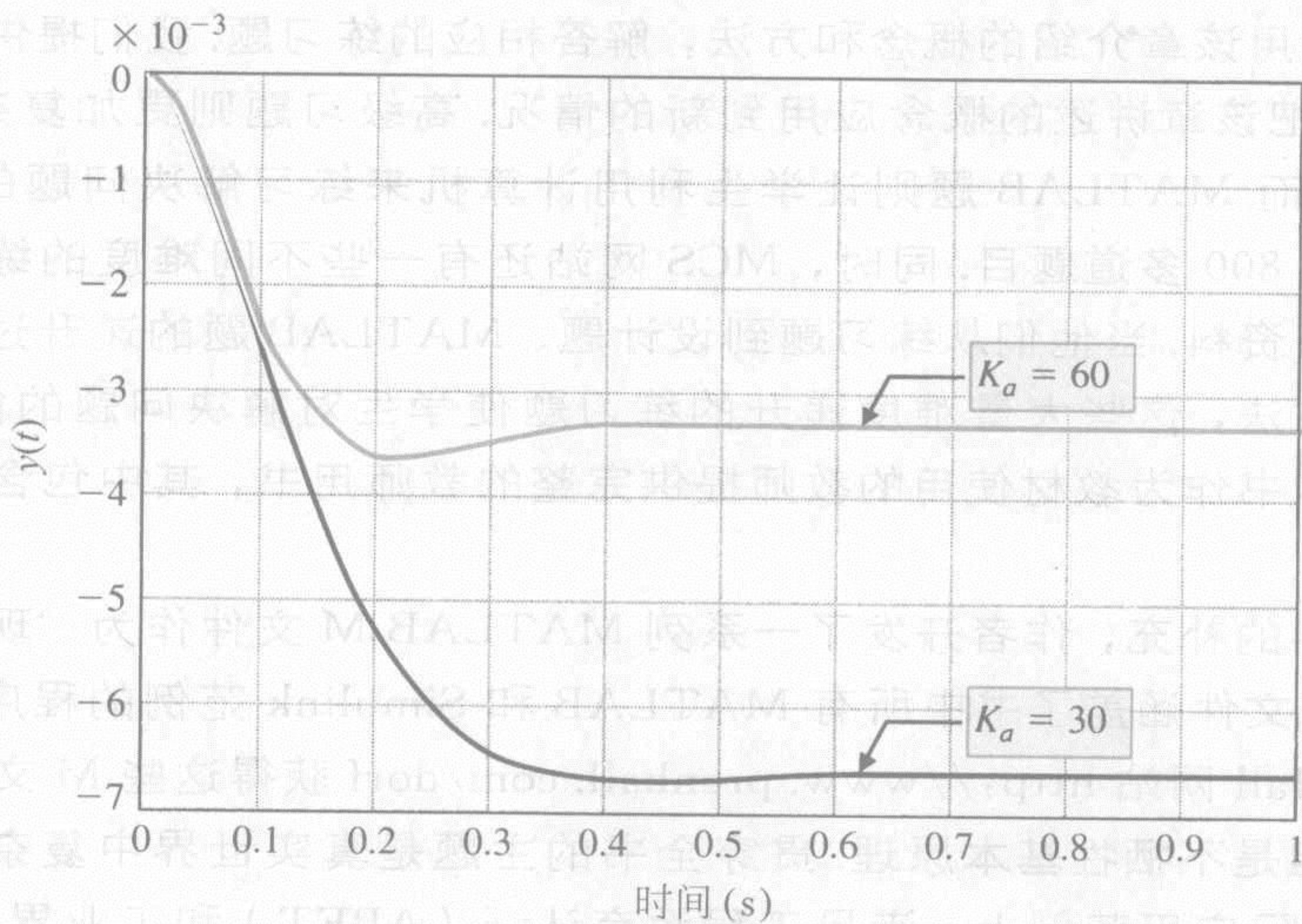
- 胰岛素注射控制 (见 1.12 节);
 - 低通滤波器 (见 2.9 节);
 - 打印机皮带驱动器 (见 3.9 节);
 - 火星探测车 (见 4.8 节);
 - 哈勃太空望远镜指向控制 (见 5.11 节);
 - 漫游车转向控制 (见 6.5 节);
 - 激光操作器控制系统 (见 7.8 节);
 - 雕刻机控制系统 (见 8.7 节);
 - 遥制侦查车 (见 9.8 节);
 - X-Y 绘图仪 (见 10.13 节);
 - 自动测试系统 (见 11.11 节);
 - 超高精度钻石切削机 (见 12.12 节);
 - 工作台运动控制系统 (见 13.9 节).
- MATLAB 部分帮助学生使用计算机辅助设计和分析的概念, 重做很多的设计范

例. 在第5章中, “系列化设计举例” 用 MATLAB 分析磁盘驱动器读入系统. 如图 5.23 所示为一段 MATLAB 脚本, 就是关于这个设计的. 一般地说, 每段脚本都有注释, 指出重点. 伴随脚本 (一般是一个图形) 的还有一个注释模块, 标明其中重要变量. 这些程序也可以经过修改用于解决其他相关问题的基础.

```

Ka=30; ← 选取  $K_a$ 
t=[0:0.01:1];
nc=[Ka*5];dc=[1]; sysc=tf(nc,dc);
ng=[1];dg=[1 20 0]; sysg=tf(ng,dg);
sys=feedback(sysg,sysc);
sys=-sys; ← 扰动在求和中取负号
y=step(sys,t); plot(t,y)
xlabel('Time (seconds)'), ylabel('y(t)'), grid
  
```

(a)



(b)

学习能力的提高. 每章开始都有一个介绍, 向学生描述本章将遇到的讨论主题. 每章的结尾都有总结部分和本章涉及的概念和名词. 这些部分加强了各章中介绍的重要概念, 为后来的使用提供参考.

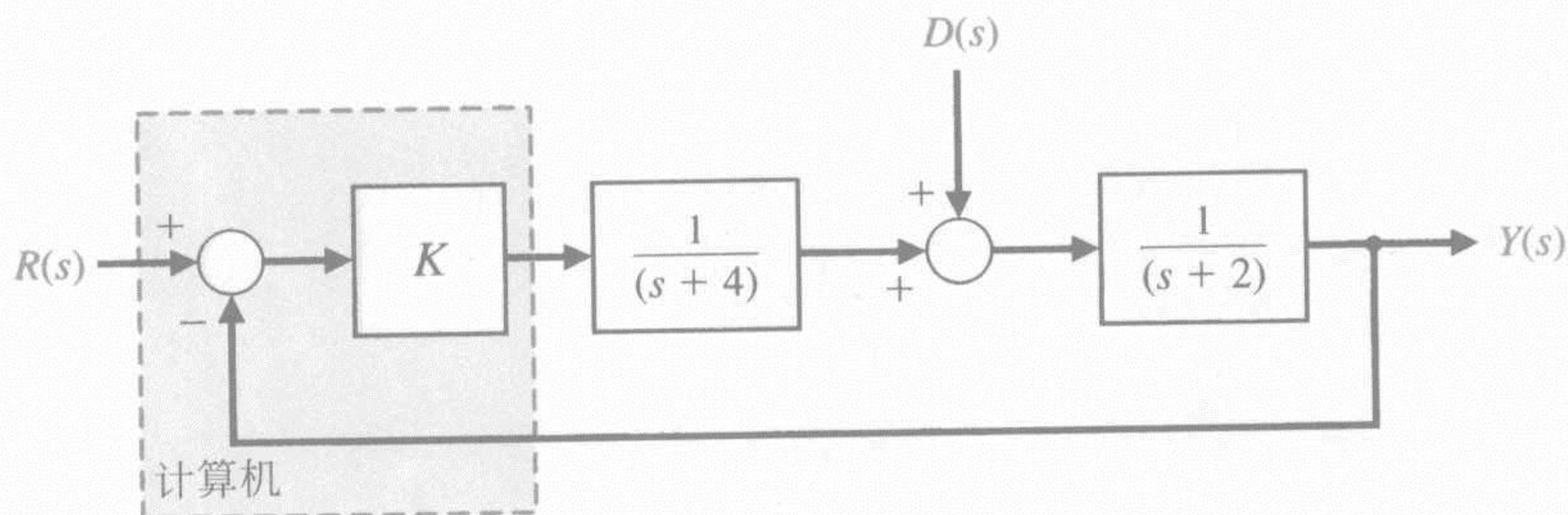
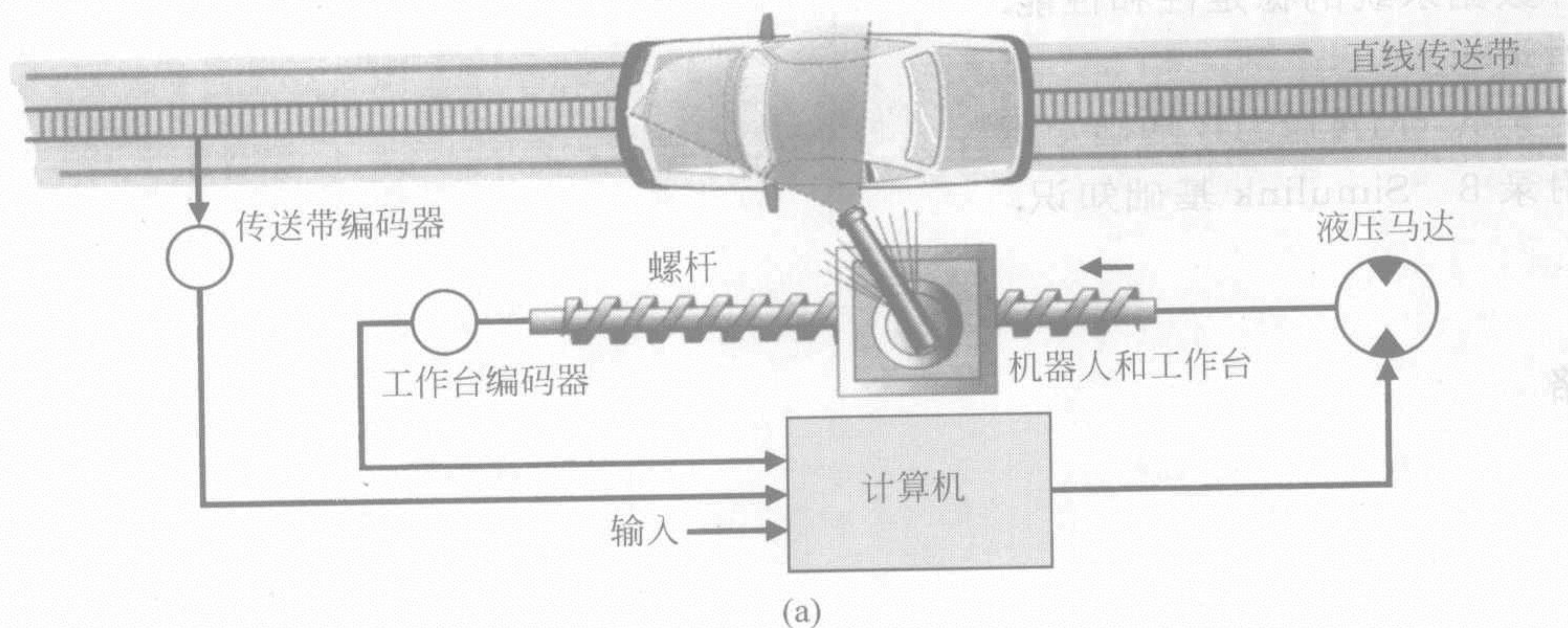
在图表和图形中, 当需要时会使用第二种颜色来强调和易于表述. 习题 12.4 要求学生决定 K_a 值以符合指定的设计目标. 该页中相应的图形帮助学生 (a) 直观地理解问题和 (b) 进一步建立传递函数的模型.

本书的组织

第 1 章 控制系统引论. 第 1 章介绍了控制理论和实践的简要发展历史. 目的是描述设计和建立控制系统的一般方法.

第 2 章 系统的数学模型. 第 2 章讨论物理系统的输入输出或传递函数形式的数学模型. 我们引入很多的系统, 包括机械、电子和流体系统.

第 3 章 状态变量模型. 第 3 章讨论系统状态变量形式的数学模型. 利用矩阵方法考察控制系统的暂态响应和性能.



(b)

第4章 反馈控制系统的特性. 第4章讨论反馈控制系统的特性. 讨论反馈控制的优点并引入系统误差信号的概念.

第5章 反馈控制系统的性能. 第5章论述控制系统的性能. 控制系统的性能与系统传递函数的零极点在 s 平面上位置有关.

第6章 线性反馈系统的稳定性. 第6章探讨反馈系统的稳定性. 研究系统稳定性和系统传递函数特征方程之间的关系. 介绍 Routh-Hurwitz 稳定性判据.

第7章 根轨迹方法. 第7章讨论当一个或者两个参数变化时, 特征方程的根在 s 平面中的运动情况. s 平面中的根轨迹是通过一种图解法确定的. 我们同时也介绍流行的 PID 控制器.

第8章 频率响应法. 在第8章, 我们用稳态正弦信号来研究当正弦信号的周期改变时的系统稳态响应. 我们考虑的是称为 Bode 图的频率响应图.

第9章 频域稳定性. 第9章使用频率响应方法来研究系统稳定性. 讨论相对稳定性和 Nyquist 判据.

第10章 反馈控制系统的设计. 第10章描述和建立控制系统的设计和补偿的几种方法. 讲述多种可选的补偿器及它们如何有利于提高系统的性能.

第11章 状态变量反馈系统的设计. 第11章的主题是使用状态变量模型来设计控制系统. 讨论基于极点配置的全状态反馈设计和观测器设计. 介绍能控能观性的判断以及内模设计的概念.

第12章 鲁棒控制系统. 第12章讨论在有明显不确定的情况下, 如何设计高精度控制系统. 介绍5种鲁棒设计方法, 包括根轨迹、频率响应、用于鲁棒的 PID 控制器 ITAE 法、内模型和准定量反馈.

第13章 数字控制系统. 第13章阐述计算机控制系统性能的描述和分析方法. 讨

论采样数据系统的稳定性和性能.

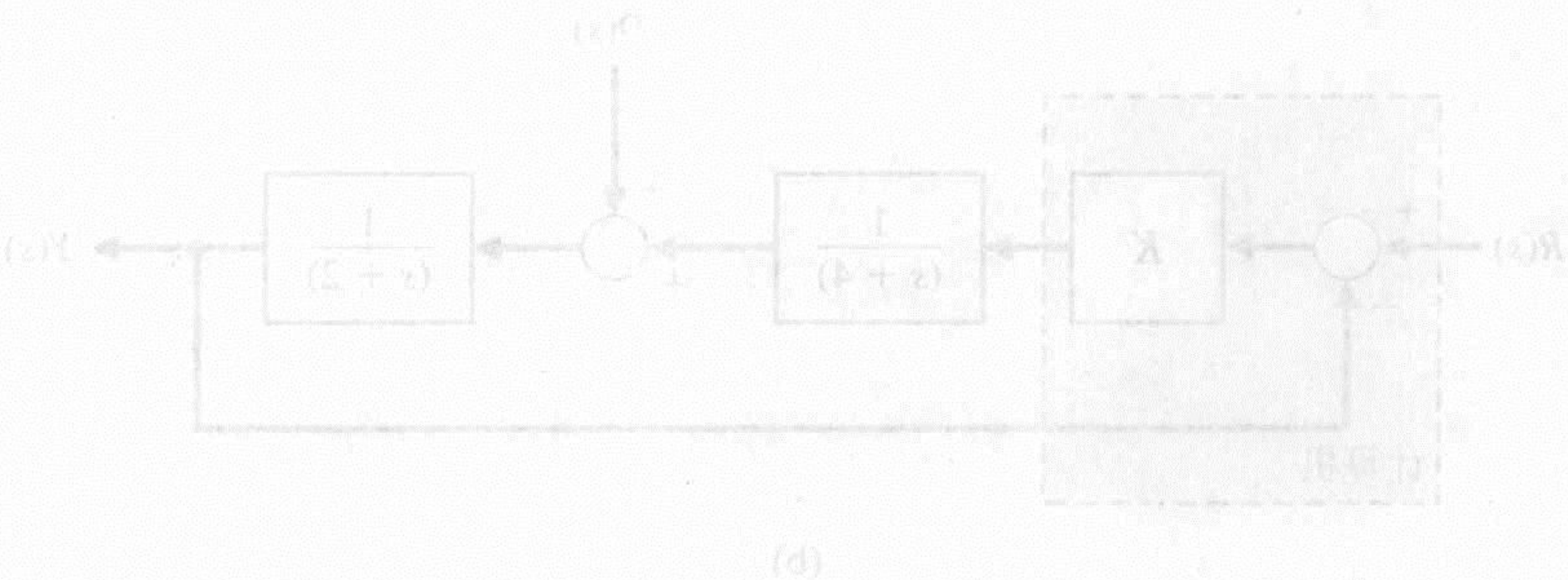
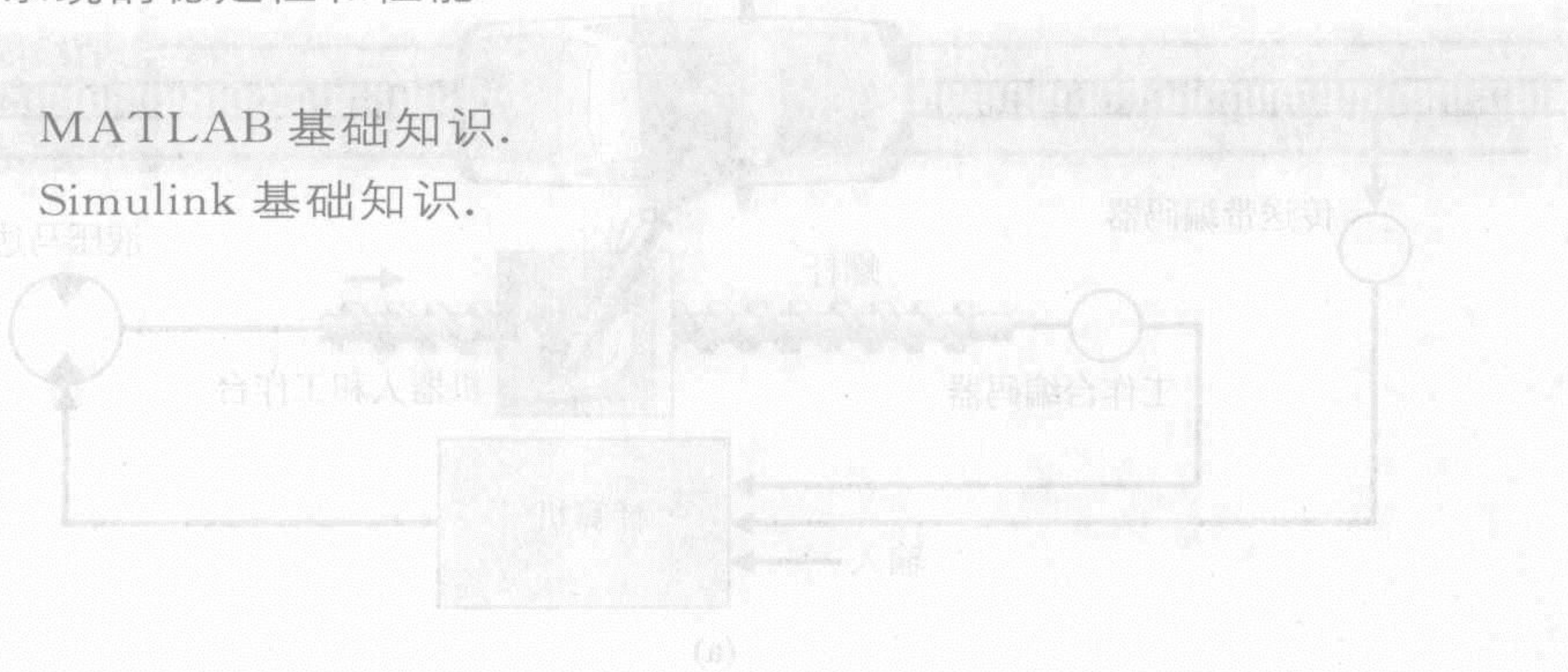
附录①

附录 A MATLAB 基础知识.

附录 B Simulink 基础知识.

致谢

略



第4章 反馈控制系统的特性. 第1章讨论反馈控制系统的特性, 讨论反馈控制的概念并引入系统误差信号的概念.

第2章 反馈控制系统的性能. 第2章讨论控制系统的性能, 控制系统的标准误差传递函数的零极点, 平面上位置有关.

第3章 线性反馈系统的稳定性. 第3章讨论反馈系统的稳定性, 讨论系统稳定性. 和系统传递函数特征方程之间的关系. 介绍 Routh-Hurwitz 稳定性判据.

第4章 根轨迹法. 第4章讨论当一个或者两个参数变化时, 特征方程的根在平面中的运动情况. 平面中的根轨迹是通过一种图解法确定的, 我们同时也介绍行 PID 控制.

第5章 频率响应法. 在第5章, 我们用稳态正弦信号与来研究当正弦信号的周期变化的系统响应. 我们考虑的是称为 Bode 图的频率响应图.

第6章 频域稳定性. 第6章使用频率响应法来研究系统稳定性, 讨论相对稳定性. 频域判据.

第7章 反馈控制系统的稳定性. 第7章讨论反馈控制系统的稳定性, 讨论反馈控制系统的稳定性. 第7章讨论反馈控制系统的稳定性, 讨论反馈控制系统的稳定性.

第8章 反馈控制系统的稳定性. 第8章讨论反馈控制系统的稳定性, 讨论反馈控制系统的稳定性.

第9章 反馈控制系统的稳定性. 第9章讨论反馈控制系统的稳定性, 讨论反馈控制系统的稳定性.

第10章 反馈控制系统的稳定性. 第10章讨论反馈控制系统的稳定性, 讨论反馈控制系统的稳定性.

第11章 反馈控制系统的稳定性. 第11章讨论反馈控制系统的稳定性, 讨论反馈控制系统的稳定性.

第12章 反馈控制系统的稳定性. 第12章讨论反馈控制系统的稳定性, 讨论反馈控制系统的稳定性.

第13章 反馈控制系统的稳定性. 第13章讨论反馈控制系统的稳定性, 讨论反馈控制系统的稳定性.

① 译者注: 此部分内容在翻译时略去, 读者可参阅其他有关书籍.

目 录

第 1 章 控制系统引论	1
预览.....	1
1.1 引论	2
1.2 自动控制的历史	3
1.3 利用反馈的两个例子	5
1.4 控制工程的实践	6
1.5 现代控制系统的例子	7
1.6 自动装配和机器人.....	13
1.7 控制系统的发展趋势.....	14
1.8 工程设计.....	14
1.9 机电系统.....	15
1.10 控制系统设计	18
1.11 设计举例：转台速度控制	19
1.12 设计举例：胰岛素注射控制系统	20
1.13 系列设计举例：磁盘驱动器读入系统	21
练习题	23
习题	24
高级习题	29
设计题	30
名词和概念	31
第 2 章 系统的数学模型	33
预览	33
2.1 引言.....	33
2.2 物理系统的微分方程.....	34
2.3 物理系统的线性近似.....	37
2.4 拉普拉斯变换.....	39
2.5 线性系统的传递函数.....	44

2.6	框图模型	56
2.7	信号流图模型	60
2.8	控制系统的计算机分析	65
2.9	设计举例	66
2.10	利用 MATLAB 进行系统仿真	73
2.11	系列设计举例: 磁盘驱动器读入系统	85
2.12	小结	87
	练习题	87
	习题	94
	高级习题	108
	设计题	109
	MATLAB 题	111
	名词和概念	113
第 3 章	状态变量模型	116
	预览	116
3.1	引言	116
3.2	动态系统的状态变量	117
3.3	状态微分方程	119
3.4	信号流图和框图模型	121
3.5	其他形式的信号流图和框图模型	130
3.6	从状态方程得到传递函数	135
3.7	时间响应和状态转移矩阵	136
3.8	离散时间响应的计算	139
3.9	设计举例: 打印机皮带驱动器	143
3.10	利用 MATLAB 分析状态变量模型	148
3.11	系列设计举例: 磁盘驱动器读入系统	152
3.12	小结	154
	练习题	155
	习题	158
	高级习题	168
	设计题	169
	MATLAB 题	170
	名词和概念	172
第 4 章	反馈控制系统的特性	174
	预览	174
4.1	开环和闭环控制系统	174
4.2	控制系统对于参数变化的灵敏度	176

4.3	控制系统的暂态响应控制	179
4.4	反馈控制系统中的扰动信号	182
4.5	稳态误差	186
4.6	反馈代价	188
4.7	设计实例: 英吉利海峡隧道掘进机	188
4.8	设计实例: 火星探测车	191
4.9	使用 MATLAB 分析控制系统特性	193
4.10	系列设计举例: 磁盘驱动器读入系统	199
4.11	小结	202
	练习题	203
	习题	206
	高级习题	214
	设计题	217
	MATLAB 题	220
	名词和概念	223
第 5 章	反馈控制系统的性能	224
	预览	224
5.1	引论	225
5.2	测试输入信号	225
5.3	二阶系统的性能	227
5.4	附加零极点对二阶系统响应的影响	232
5.5	阻尼系数的估算	236
5.6	s 平面上根的位置与暂态响应	237
5.7	反馈控制系统的稳态误差	238
5.8	非单位反馈系统的稳态误差	241
5.9	性能指标	243
5.10	线性系统的简化	250
5.11	设计实例: 哈勃望远镜指向系统	253
5.12	利用 MATLAB 和 Simulink 分析系统性能	255
5.13	系列设计举例: 磁盘驱动器读入系统	263
5.14	小结	266
	练习题	267
	习题	271
	高级习题	277
	设计题	279
	MATLAB 题	282
	名词和概念	284