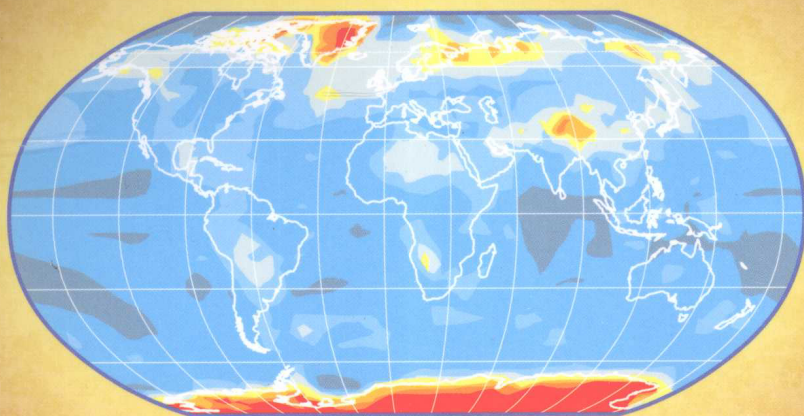




Applied Calculus

实用微积分

(第3版)

[美] Deborah Hughes-Hallett Andrew M. Gleason 等著
Patti Frazer Lock Daniel E. Flath
朱来义 刘刚 黄志勇 范红岗 译

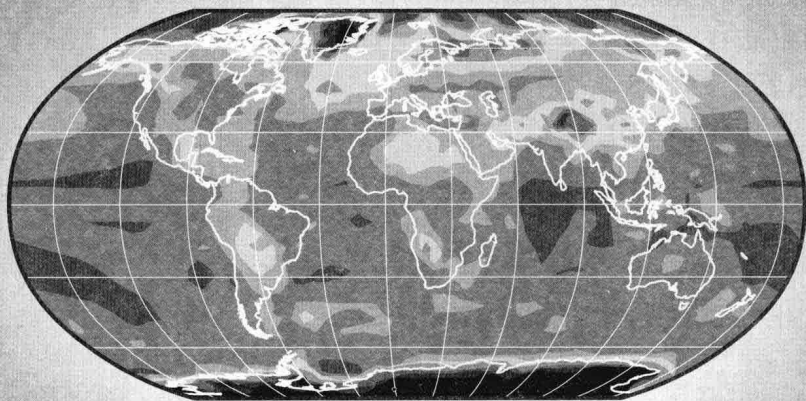


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵数学·统计学丛书 48

WILEY



Appl

ulus

实用微积分

(第3版)

[美] Deborah Hughes-Hallett Andrew M. Gleason 等著
Patti Frazer Lock Daniel E. Flath
朱来义 刘刚 黄志勇 范红岗 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

实用微积分: 第3版/(美) 休斯-哈利特
(Hughes-Hallett, D.) 等著; 朱来义等译. —北京:
人民邮电出版社, 2010. 8

(图灵数学·统计学丛书)

书名原文: Applied Calculus

ISBN 978-7-115-23129-1

I.① 实… II.① 休…② 朱… III.① 微积分 IV.① O172

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 118832 号

内 容 提 要

本书是美国微积分联合会组织编写的微积分教材, 内容包括函数、导数、积分、概率初步、微分方程和几何级数. 全书充分体现了美国微积分教学改革奉行的“四原则”, 将微积分概念的四个侧面——图像、数值、符号和语言展现给学生, 并配以大量微积分在商业、经济、生物以及其他领域的应用实例.

本书最大的特点是直观性和实用性强, 可作为工商管理、社会科学和生命科学专业的本科微积分教材或参考书.

图灵数学·统计学丛书

实用微积分(第3版)

- ◆ 著 (美) Deborah Hughes-Hallett Andrew M. Gleason
Patti Frazer Lock Daniel E. Flath 等
译 朱来义 刘 刚 黄志勇 范红岗
责任编辑 傅志红

- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址: <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

- ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 36.5
字数: 787 千字 2010 年 8 月第 1 版
印数: 1-3 000 册 2010 年 8 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2009-4228 号

ISBN 978-7-115-23129-1

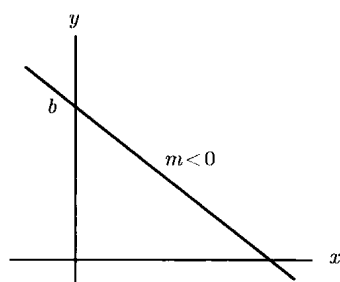
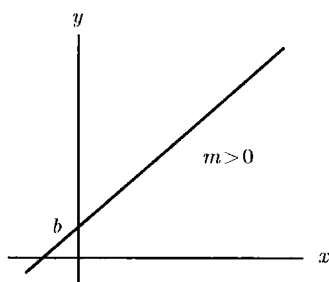
定价: 89.00 元

读者服务热线: (010)51095186 印装质量热线: (010) 67129223

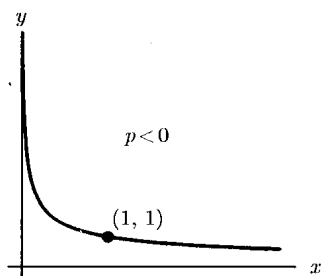
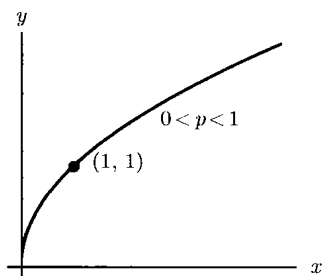
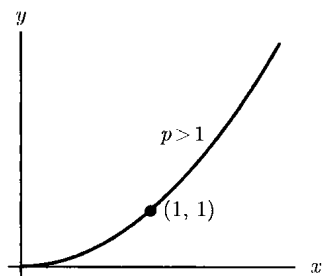
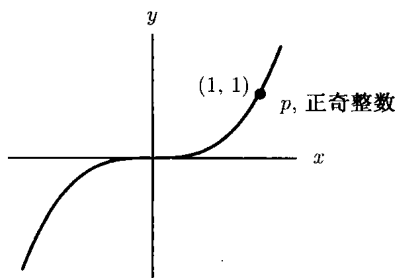
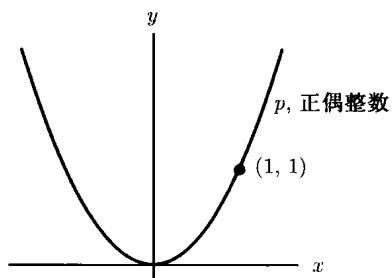
反盗版热线: (010)67171154

函数族的图形

线性函数: $y = b + mx$

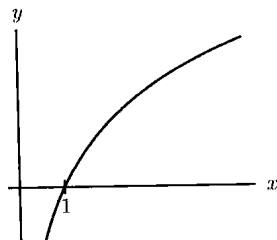
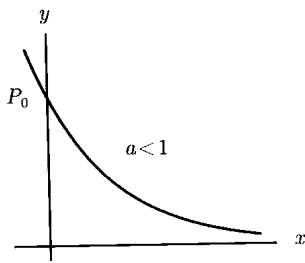
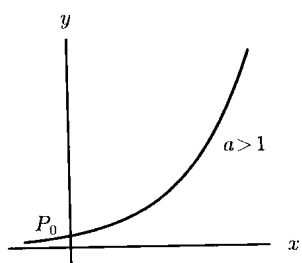


幂函数: $y = x^p$

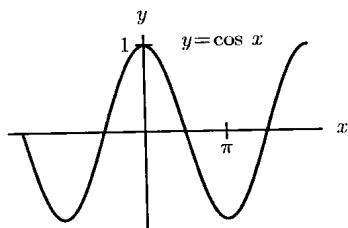
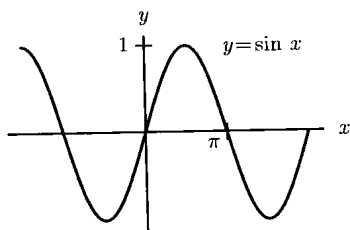


指数函数: $y = P_0 a^x$

对数函数: $y = \ln x$

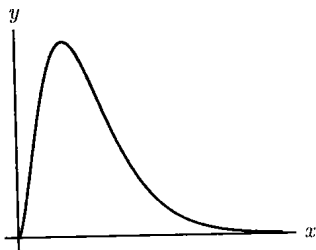
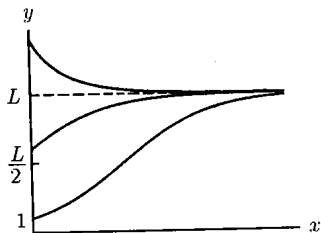


周期函数



Logistic 函数: $y = \frac{L}{1 + Ce^{-kx}}$

电涌函数: $y = axe^{-bx}$



公式速查：代数

直线

过 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 的直线斜率:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

过 (x_1, y_1) , 斜率为 m 的直线的点斜式方程:

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

斜率为 m , y 轴截距为 b 的直线的斜截式方程:

$$y = b + mx$$

零指数, 负指数和分数指数的定义

$$a^0 = 1, a^{-1} = \frac{1}{a} \text{ 及一般形式 } a^{-x} = \frac{1}{a^x}$$

$$a^{1/2} = \sqrt{a}, a^{1/3} = \sqrt[3]{a} \text{ 及一般形式 } a^{1/n} = \sqrt[n]{a} \text{ 或 } a^{m/n} = \sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m$$

指数函数运算法则

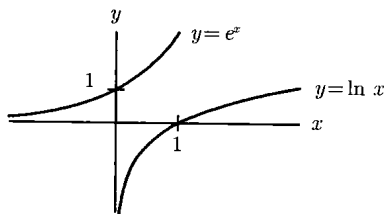
$$1. a^x \cdot a^t = a^{x+t} \quad \text{例如, } 2^4 \times 2^3 = (2 \times 2 \times 2 \times 2) \times (2 \times 2 \times 2) = 2^7$$

$$2. \frac{a^x}{a^t} = a^{x-t} \quad \text{例如, } \frac{2^4}{2^3} = \frac{2 \times 2 \times 2 \times 2}{2 \times 2 \times 2} = 2^1$$

$$3. (a^x)^t = a^{xt} \quad \text{例如, } (2^3)^2 = 2^3 \times 2^3 = 2^6$$

自然对数的定义

$y = \ln x$ 意思就是 $e^y = x$, 例如, $\ln 1 = 0$, 因为 $e^0 = 1$.



自然对数运算法则

$$\ln(AB) = \ln A + \ln B$$

$$\ln\left(\frac{A}{B}\right) = \ln A - \ln B$$

$$\ln A^p = p \ln A$$

等价表达式

$$\ln e^x = x$$

$$e^{\ln x} = x$$

公式速查：微积分

微分公式

$$1. (f(x) \pm g(x))' = f'(x) \pm g'(x)$$

$$2. (kf(x))' = kf'(x)$$

$$3. (f(x)g(x))' = f(x)g'(x) + g(x)f'(x)$$

$$4. \left(\frac{f(x)}{g(x)}\right)' = \frac{g(x)f'(x) - f(x)g'(x)}{(g(x))^2}$$

$$5. (f(g(x)))' = f'(g(x)) \cdot g'(x)$$

$$6. \frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$$

$$7. \frac{d}{dx}(e^x) = e^x$$

$$8. \frac{d}{dx}(a^x) = a^x \ln a \quad (a > 0)$$

$$9. \frac{d}{dx}(\ln x) = \frac{1}{x}$$

$$10. \frac{d}{dx}(\sin x) = \cos x$$

$$11. \frac{d}{dx}(\cos x) = -\sin x$$

积分公式

$$1. \int x^n dx = \frac{1}{n+1} x^{n+1} + C, \quad n \neq -1$$

$$2. \int \frac{1}{x} dx = \ln|x| + C$$

$$3. \int e^x dx = e^x + C$$

$$4. \int e^{kx} dx = \frac{1}{k} e^{kx} + C$$

$$5. \int \sin x dx = -\cos x + C$$

$$6. \int \cos x dx = \sin x + C$$

版 权 声 明

Original edition, entitled *Applied Calculus*, third edition, by Deborah Hughes-Hallett, Andrew M. Gleason, Patti Frazer Lock, Daniel E. Flath, et al., ISBN 978-0-471-68121-2, published by John Wiley & Sons, Inc.

Copyright ©2006 by John Wiley & Sons, Inc., All rights reserved. This translation published under License.

Simplified Chinese translation edition published by POSTS & TELECOM PRESS
Copyright ©2010.

Copies of this book sold without a Wiley sticker on the cover are unauthorized and illegal.

本书简体中文版由 John Wiley & Sons, Inc. 授权人民邮电出版社独家出版。
本书封底贴有 John Wiley & Sons, Inc. 激光防伪标签, 无标签者不得销售。
版权所有, 侵权必究。

实用微积分

第 3 版

由微积分联合会组织编写, 美国国家科学基金优先赞助.

D. Hughes-Hallett	W. G. McCallum
亚利桑那大学	亚利桑那大学
A. M. Gleason	B. G. Osgood
哈佛大学	斯坦福大学
P. F. Lock	D. Quinney
圣劳伦斯大学	基尔大学
D. E. Flath	K. Rhea
麦卡莱斯特学院	密歇根大学
D. O. Lomen	J. Tecosky-Feldman
亚利桑那大学	哈弗福德学院
D. Lovelock	T. W. Tucker
亚利桑那大学	科尔盖特大学

协助

O. K. Bretscher	E. Connally	R. D. Porter
科尔比学院	哈佛大学成教学院	东北大学
S. P. Gordon	A. Pasquale	J. B. Thrash
纽约州立大学法明代尔分校	切姆斯福德高中	南密西西比大学

协调

E. J. Marks

献给 Robin, Kari, Eric 和 Dennis

以及

Laura, Pearl, Felix, Natt, Isaac 和 Matthias

前 言

微积分是人类智慧的最伟大成就之一. 300 年前, 受天文学的影响, 牛顿和莱布尼茨建立了微积分的思想. 此后的每个世纪, 微积分都显示了其在解决数学、物理学、工程、社会科学和生物学问题的威力.

微积分有如此的成就是由于它具有能够将复杂的问题转化为简单的法则和过程的非凡能力. 在讲授微积分时存在这样的危险: 除了法则和过程以外, 可能就没什么可讲的了——从而忽略了数学本质及其实际价值. 我们将继续尝试在这个版本中既讲授微积分的概念又讲授微积分的过程.

视角: 概念的理解

我们的目的是让学生透彻地理解微积分的思想, 为后续的课程打下坚实的基础. 在着手写作本书时, 我们先与商业、经济、生物以及其他领域的教员进行交谈, 也和许多讲授实用微积分的数学老师进行了交流. 根据这些讨论的结果, 我们在本书中引入了一些新的内容, 同时删除了一些传统的难以讲透的内容. 在这个过程中, 我们还调整了一些内容的重点.

第 3 版: 灵活性和四种方式

自第 1 版, 我们在概念、模型和技巧间做出合理的安排, 为微积分教师提供了更宽的选择范围. 我们选定了四种方式, 着重强调函数的多种表示, 鼓励学生对所提供的材料进行思考.

学生越是积极主动越会学到更多的东西, 所以我们觉得课本中的练习是极其重要的. 我们的习题往往在一些很多人想当然的地方检查学生的理解. 这些习题所具有的创造性和多样性受到高度赞扬, 其影响力已经远远超出本教材使用者的范围. 我们始终遵循以下原则.

- 我们的习题是多变的. 一些题容易而另一些题则很具挑战性. 许多习题需要学生理解其中的概念, 如果只是模仿课本中的例题是做不出来的.
- 四种方式: 阐述问题的方式有几何图形、数值规律、解析表达式和语言叙述, 每种场合用最适当的方式进行阐述.

- 导数和定积分章节(第2章和第5章)中的关键概念在本课程的开头(第1章的后面)作了一些铺垫.
- 由于在一个学期的实用微积分课程中,不同的使用者经常会选择不同的内容,所以我们将这本书构思为既可以适合一个学期的课程(在选择内容时具有很大的灵活性)又可以适合两个学期的课程.在教师手册中提供了供参考的教学大纲.

第3版的变化

第3版的视角同前两版相同.前两版曾被许多学校采纳过.有的学校将其作为两学期制和四学期制的教材,有的在大课和小课上讲授,有的在计算机实验课、小组和传统的分班上讲授,并结合很多不同的数学软件使用.在准备第3版时,我们征求了许多使用过本教材的数学老师的意见,并不断与一些应用学科的同事讨论他们的学生在数学上的需求.我们获得了很多有价值的建议.这些意见会考虑纳入书中,同时保持我们原有的对少量主题重点处理的理念.这一版所作的修改如下.

- 更新了全书的数据.增加了更多的习题以及一些新的课外自修制表项目.
- 简化了1.4节中税收相关的材料,并且增加了一些较容易的习题.
- “由数据拟合公式”一节中的“相关模型”包含了对相关性的介绍.
- 最大利润的内容从2.5节移到了4.4节.
- 关于链式法则的3.3节扩充了更多的实际应用,尤其是对由图形给出的函数.
- 4.3节和4.4节包含了更多中等水平的习题.第4章中关于经济学的内容写得更加明晰.
- 第9章给出了引入对偶概念的新项目,这一概念在经济学中很重要.
- 第10章中的“相关理论”——分离变量法——是新的,并且增加了一个关于2003年爆发SARS的新项目.
- 增加了两个新的课外自修制表项目:其一关于买新车还是买旧车,另一个关于第一次世界大战期间流行性感冒的爆发.
- 设计了预先测验,以督促学生在学习本课程之前对需要的知识进行复习.

学生应具备的知识背景

本书是给工商管理、社会科学和生命科学专业的学生使用的.我们编写的内容对于准备充分的学生是具有启发性的,同时也适合代数知识较弱的学生.给出数值上的、图形上的和代数上的处理方法是给学生提供多种掌握这些内容的途径.这些

方法能够促进学生坚持,从而降低不及格率.附录中给出了关于预备知识的预先测验,代数复习材料可以从学生用书指南中找到,网址: www.wiley.com/college.

技 术

我们利用计算机和绘图仪帮助学生建立数学思维.例如,利用绘图仪对准函数图形上的目标进行放大是观察局部直线性的极佳方式.有效地利用技术作为工具的能力很重要.希望学生运用自己的判断确定技术在什么地方是有用的.

阅读本书不需要任何特别的软件或技术.教师已经通过绘图仪、作图软件和计算机代数系统运用这些材料了.任何具有作函数图形和演算数值积分能力的技术就足够了.

本书内容

这里给出了我们对如何进行实用微积分教学的观点.它非常灵活,能适合各个课程的需要和要求.可以很容易地进行内容的添加、删除和顺序调整.

第 1 章: 函数和变化

第 1 章介绍函数的概念和变化的思想,包括总变化和变化率之间的区别.这里介绍了所有初等函数.虽然这些函数或许为大家所熟悉,但是它们的图形、数值、语言描述以及模型处理可能较为新奇.我们及早地介绍指数函数,是因为它们是理解现实世界变化过程的基础.

相关模型: 第一节向学生介绍由数据拟合公式的方法,第二节进一步探讨了复利以及数 e 的定义.

相关理论: 本节讨论趋于无穷大的极限过程以及终极性态.

第 2 章: 变化率: 导数

第 2 章按照四种方式介绍导数的关键概念.其目的是让学生理解导数及其解释为瞬时变化率的实际意义.学完了这一章,学生能够通过差商近似地求出导数值,从图形上将导数显现为图形的斜率,并且解释各种应用中一阶和二阶导数的含义.学生还能够理解边际的概念,并且认识到导数本身也是一个函数.

相关理论: 本节讨论极限和连续性,并且介绍导数的符号定义.

第 3 章: 微分捷径

介绍第 1 章所有函数的导数,以及乘积函数、商函数和复合函数的求导法则.

相关理论: 本节利用导数的定义获得求导法则.

集中练习：本节提供了一批求导技巧方面的习题.

第 4 章：导数的应用

这一章的目的是使学生能够运用导数解决问题, 其中包括最优化和作图. 其他内容就不多介绍了.

第 5 章：累积变化：定积分

这一章按照第 2 章的精神介绍定积分中的关键概念.

其目的是让学生理解定积分实际上是 Riemann 和的极限, 通过微积分基本定理明白导数和定积分之间的联系. 同第 2 章一样, 我们深入地介绍基本定义而不探究其中的技术. 通过学习, 学生将很好地掌握作为 Riemann 和极限的定积分, 具有数值上计算定积分值的能力, 并能够在各种场合下理解定积分的含义.

第 5 章可以毫无困难地紧接着第 2 章进行讲授.

相关理论：本节介绍微积分第二基本定理和定积分的性质.

第 6 章：定积分的应用

这一章介绍定积分的应用. 在此不作全面介绍.

第 7 章：原函数

这一章从图形、数值和解析的观点介绍原函数, 包括换元积分法. 微积分基本定理常用来求定积分的值和分析原函数.

集中练习：本节提供了一批积分技巧方面的习题.

第 8 章：概率

这一章介绍概率密度函数、累积分布函数、中位数和均值.

第 9 章：多元函数

这一章利用等值线图、公式和图表介绍二元函数. 向学生传授认识等值线图并进行图形思维、认识图表并进行数值思维的技巧, 并且结合代数技巧将它们应用到实际模型中. 用图形、数值和符号的观点介绍偏导数思想. 然后将偏导数应用于最优化问题, 并且用 Lagrange 乘数法讨论约束最优化问题.

相关理论：本节利用最优化导出回归直线公式.

第 10 章：运用微分方程建立数学模型

这一章介绍微分方程, 重点在于建模、定性解和解释. 它还包括一系列应用于人口模型、疾病的传播、捕食者和猎物之间相互影响的微分方程.

相关理论：本节说明分离变量的方法.

第 11 章: 几何级数

这一章介绍几何级数以及它们在商业、经济和生命科学中的应用.

辅助材料

辅助材料如下.

- 教师手册和试题库, 包括教学提示、教学大纲样板、计算程序、幻灯片光盘以及每节的测试题和解答.
- 教师解答手册, 包括对所有习题的完整解答.
- 学生解答手册, 包括对奇数号习题的完整解答.
- 学生学习指导, 包括对直接学习本书的学生提供的额外帮助.
- 教师附加材料, 在以下网站上可以找到课文中特别关注点的详细阐述以及加密的教师助手电子版: www.wiley.com/college.
- 学生附加材料, 包括代数复习和网络测试的学生用书指南网址是 www.wiley.com/college.

入门知识手册系列如下.

- 数学入门, 第 2 版, 波士顿学院的 C-K. Cheung, G. E. Keough, Robert H. Gross 和 Charles Landraitis 著.
- Maple 入门, 第 2 版, 波士顿学院的 C-K. Cheung, G. E. Keough, 和圣路易斯大学的 Michael May 著.
- T184/83 绘图仪指南, 西雅图大学的 Carl Swenson 著.
- T1-89 绘图仪指南, 西雅图大学的 Carl Swenson 著.

概念测试

以哈佛大学物理学家 Eric Mazur 的开创性工作为模版设计的概念测试, 是一些能够促进课堂学习积极性的问题, 尤其是对大课. 我们的评价数据显示, 利用概念测试教出来的成绩好的学生与利用传统方法教出来的成绩好的学生的比例, 在概念题上是 73% 比 17%, 在计算题上是 63% 比 54%. 本书配有补充材料, 它含有按节设计的概念测试.

Wiley 教师网络

教师对等网络致力于有效地使用课堂上的技术. 这个群体可以帮助你应用创新的课堂教学技术, 实施特殊的软件包. 请访问 www.wherefacultyconnect.com 获取更多信息.

eGrade Plus

eGrade Plus 是一个功能强大的在线工具, 它提供一个易学易用网站上的完善的集成教学资源包. eGrade Plus 含有课本的在线形式, 同时含有丰富的学生辅助材料集成电子版, 其中包括学生解答手册、学生学习指导、代数和三角复习. 教师可以访问教师手册电子版、教师解答电子版、新增项目以及其他有价值的资源. eGrade Plus 还提供了一个在线的评价系统, 包括全面的成绩册, 其中含有 1000 多道技巧方面的习题, 这些习题都来自每一章的习题部分. 请观看我们的在线演示片: www.wile.com/college/egradeplus. 在这里你可以找到关于 eGrade Plus 的特色和效果的其他信息, 也可以找到如何申请 eGrade Plus 的“测试驱动”以及如何在课堂上使用.

致 谢

首先, 我们要向美国国家科学基金会, 特别向 Louise Raphael, John Kenelly, John Bradley, Bill Haver 和 James Lightbourne 表达深深的谢意, 感谢他们相信我们具有创作充满活力的微积分课程体系的能力. 我们还要感谢我们的顾问委员会成员 Benita Albert, Lida Barret, Bob Davis, Lovenia DeConce-Watson, John Dossey, Ron Douglas, Don Lewis, Seymour Parter, John Prados 和 Steve Rodi, 感谢他们的不断指导和建议.

另外, 我们要向鼓励我们撰写这本书和提供许多有益评论的人们表达深深的谢意. 我们要感谢下面这些人, 感谢他们为了我们的项目顺利完成所做的一切: Ruth Baruth, Alon Ben-David, Jeffery Bergen, Ted Bick, Graeme Bird, Kelly Boyle, Kelly Brooks, Lucille Buonocore, J. Curtis Chipman, Dipa Choudhury, Larry Crone, Jane Devoe, Jeff Edmunds, Gail Ferrell, Joe Fiedler, Holland Filgo, Sally Fischbeck, David Flath, Ron Frazer, Lynn Garner, David Graser, Ole Hald, Jenny Harrison, John Hennessey, Yvette Hester, David Hornung, Richard Iltis, Adrian Iovita, Jerry Johnson, Thomas Judson, Bonnie Kelly, Mary Kittell, Donna Krawczyk, Theodore Laetsch, T.-Y. Lam, Sylvain Laroche, Kurt Lemmert, Suzanne Lenhart, Madelyn Lesure, Janny Leung, Ben Levitt, Thomas Lucas, Alfred Manaster, Peter McClure, Georgia Kamvosoulis Mederer, Kurt Mederer, David Meredith, Nolan Miller, Mohammad Moazzam, Saadat Moussavi, Patricia Oakley, Mary Ellen O'Leary, Jim Osterburg, Mary Parker, Ruth Parsons, Greg Peters, Laura Piscitelli, Kim Presser, Sarah Richardson, Laurie Rosatone, Daniel Rovey, Harry Row, Kenneth Santor, Anne Scanlan-Rohrer, Alfred Schipke, Virginia Stallings, Brian Stanley, Marian Stas, Mary Jane Sterling, Robert

Styer, “Suds” Sudholz, Thomas Timchek, Jake Thomas, Praja Trivedi, J. Jerry Uhl, Nicola Viegi, Tilaka Vijithakumara, Alan Weinstein, Rachel Deyette Werkema, Aaron Wootton, Hung-Hsi Wu, 和 Sam Xu.

下列审稿人员的审查报告对第 3 版的编写非常有益:

Victor Akatsa, Carol Blumberg, Mary Ann Collier, Murray Eisenberg, Donna Fatheree, Dan Fuller, Ken Hannsgen, Marek Kossowski, Sheri Lehavi, Deborah Lurie, Jan Mays, Jeffery Meyer, Bobra Palmer, Barry Peratt, Russ Potter, Ken Price, Maijian Qian, Emily Roth, Lorenzo Traldi, Joan Weiss 和 Christos Xenophontos.

下列审稿人员的审查报告对第 2 版的编写非常有益:

Victor Akatsa, Carol Joyce Blumberg, Jennifer Fowler, Helen Hancock, Ken Hannsgen, John Haverhals, Mako E. Haruta, Linda Hill, Thom Kline, Jill Messer Lamping, Dennis Lewandowski, Lige Li, William O. Martin, Ted Marsden, Michael Mocchiola, Maijian Qian, Joyce Quella, Peter Penner, Barry Peratt, Emily Roth, Jerry Schuur, Barbara Shabell, Peter Sternberg, Virginia Stover, Bruce Yoshiwara 和 Katherine Yoshiwara.

特别感谢 Scott Clark 为数据集所做的工作.

Deborah Hughes-Hallett	David O. Lomen	Douglas Quinney
Andrew M. Gleason	David Lovelock	Karen Rhea
Patti Frazer Lock	William G. McCallum	Jeff Tecosky-Feldman
Daniel E. Flath	Brad G. Osgood	Thomas W. Tucker