PEARSON

Addison Wesley

托马斯微积分

第 10 版

Thomas' CALCULUS

TENTH EDITION

FINNEY WEIR GIORDANO

叶其孝 王耀东 唐 兢 译

THOMAS' CALCULUS

THOMAS' CALCULUS

THOMAS' CALCULUS

高等教育出版社

Higher Education Press

托马斯微积分

第10版

Thomas' CALCULUS

TENTH EDITION

FINNEY WEIR GIORDANO

叶其孝 王耀东 唐　兢　译

高等教育出版社
Higher Education Press

图字：01－2001－2247号

FINNEY WEIR GIORDANO

Thomas' CALCULUS（TENTH EDITION）

ISBN：0－201－44141－1

图书在版编目（CIP）数据

托马斯微积分 /（美）芬尼，（美）韦尔，（美）焦尔当诺著；叶其孝，王耀东，唐兢译．—北京：高等教育出版社，2003.8

书名原文：Thomas' Calculus

ISBN 7－04－010823－2

Ⅰ．托… Ⅱ．①芬…②韦…③焦…④叶…⑤王…⑥唐… Ⅲ．微积分－高等学校－教材 Ⅳ．O172

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第058260号

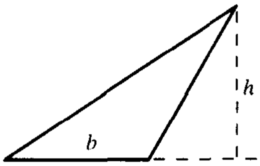
责任编辑：徐　可　　**封面设计**：王凌波　　**版式设计**：杨　明　　**责任印制**：宋克学

出版发行	高等教育出版社	**购书热线**	010－64054588
社　　址	北京市西城区德外大街4号	**免费咨询**	800－810－0598
邮政编码	100011	**网　　址**	http://www.hep.edu.cn
总　　机	010－82028899		http://www.hep.com.cn
经　　销	新华书店北京发行所		
印　　刷	北京中科印刷有限公司		
开　　本	787×1092　1/16	**版　　次**	2003年8月第10版
印　　张	85	**印　　次**	2003年8月第1次印刷
字　　数	2 000 000	**定　　价**	88.00元（含光盘）

几何

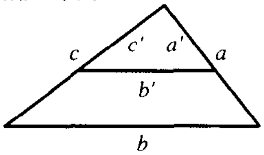
（A = 面积，B = 底面积，C = 周长，S = 侧面积或表面积，V = 体积）

1.三角形



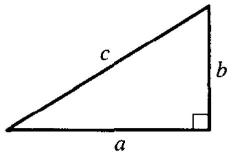
$A=\frac{1}{2}bh$

2.相似三角形



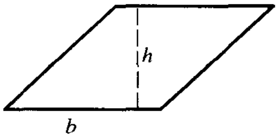
$\frac{a'}{a}=\frac{b'}{b}=\frac{c'}{c}$

3.毕达哥拉斯定理



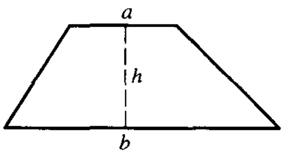
$a^2+b^2=c^2$

4.平行四边形



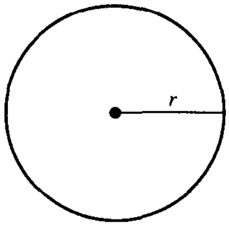
$A=bh$

5.梯形



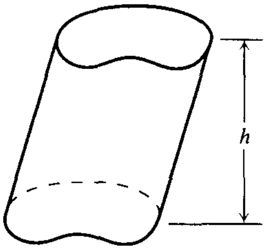
$A=\frac{1}{2}(a+b)h$

6.圆

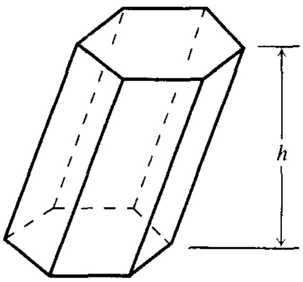


$A=\pi r^2,$
$C=2\pi r$

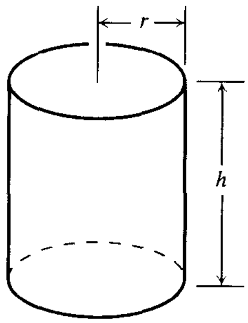
7.柱体或底平行的棱柱体



$V=Bh$

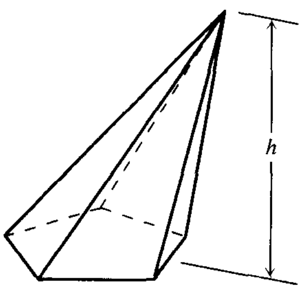


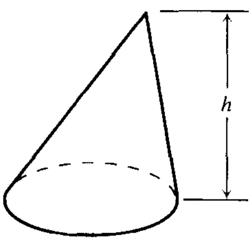
8.直立圆柱



$V=\pi r^2h,\ S=2\pi rh$

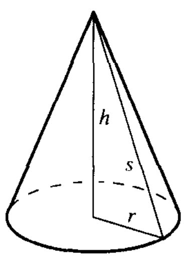
9.锥或棱锥





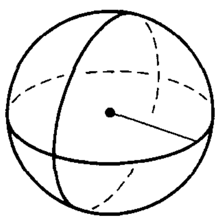
$V=\frac{1}{3}Bh$

10.直立圆锥



$V=\frac{1}{3}\pi r^2h,\ S=\pi rs$

11.球



$V=\frac{4}{3}\pi r^3,\ S=4\pi r^2$

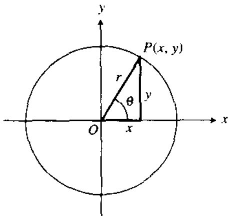
三角公式

1. 定义和基本恒等式

正弦：$\sin\theta = \dfrac{y}{r} = \dfrac{1}{\csc\theta}$

余弦：$\cos\theta = \dfrac{x}{r} = \dfrac{1}{\sec\theta}$

正切：$\tan\theta = \dfrac{y}{x} = \dfrac{1}{\cot\theta}$



2. 恒等式

$\sin(-\theta) = -\sin\theta,\quad \cos(-\theta) = \cos\theta$

$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1,\quad \sec^2\theta = 1 + \tan^2\theta,$

$\csc^2\theta = 1 + \cot^2\theta$

$\sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta,\quad \cos 2\theta = \cos^2\theta - \sin^2\theta$

$\cos^2\theta = \dfrac{1+\cos 2\theta}{2},\quad \sin^2\theta = \dfrac{1-\cos 2\theta}{2}$

$\sin(A+B) = \sin A\cos B + \cos A\sin B$

$\sin(A-B) = \sin A\cos B - \cos A\sin B$

$\cos(A+B) = \cos A\cos B - \sin A\sin B$

$\cos(A-B) = \cos A\cos B + \sin A\sin B$

$\tan(A+B) = \dfrac{\tan A + \tan B}{1 - \tan A\tan B}$

$\tan(A-B) = \dfrac{\tan A - \tan B}{1 + \tan A\tan B}$

$\sin\left(A - \dfrac{\pi}{2}\right) = -\cos A,\quad \cos\left(A - \dfrac{\pi}{2}\right) = \sin A$

$\sin\left(A + \dfrac{\pi}{2}\right) = \cos A,\quad \cos\left(A + \dfrac{\pi}{2}\right) = -\sin A$

$\sin A\sin B = \dfrac{1}{2}\cos(A-B) - \dfrac{1}{2}\cos(A+B)$

$\cos A\cos B = \dfrac{1}{2}\cos(A-B) + \dfrac{1}{2}\cos(A+B)$

$\sin A\cos B = \dfrac{1}{2}\sin(A-B) + \dfrac{1}{2}\sin(A+B)$

$\sin A + \sin B = 2\sin\dfrac{1}{2}(A+B)\cos\dfrac{1}{2}(A-B)$

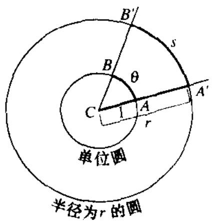
$\sin A - \sin B = 2\cos\dfrac{1}{2}(A+B)\sin\dfrac{1}{2}(A-B)$

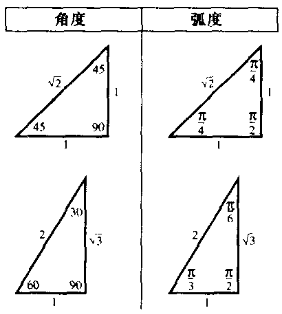
$\cos A + \cos B = 2\cos\dfrac{1}{2}(A+B)\cos\dfrac{1}{2}(A-B)$

$\cos A - \cos B = -2\sin\dfrac{1}{2}(A+B)\sin\dfrac{1}{2}(A-B)$

三角函数

弧度度量

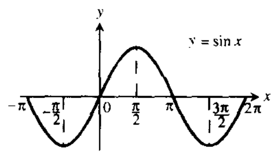




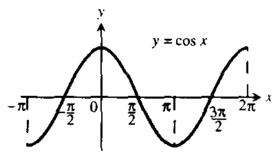
$\dfrac{s}{r} = \dfrac{\theta}{1} = \theta$ 或 $\theta = \dfrac{s}{r}$，

$180° = \pi$ 弧度

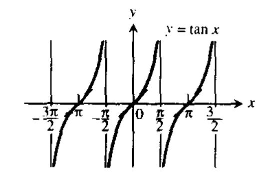
用角度和弧度表示的两个同样的三角形的角.



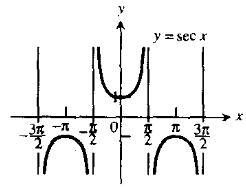
定义域：$(-\infty,\infty)$
值域：$[-1, 1]$



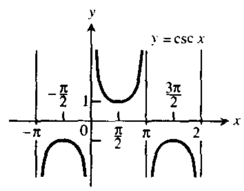
定义域：$(-\infty,\infty)$
值域：$[-1, 1]$



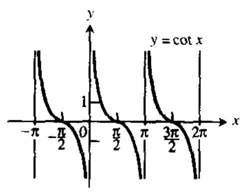
定义域：除 $\pi/2$ 的奇整数倍数外的所有实数
值域：$(-\infty,\infty)$



定义域：$x \neq \pm\frac{\pi}{2}, \pm\frac{3\pi}{2}, \dots$
值域：$(-\infty,-1] \cup [1,\infty)$



定义域：$x \neq 0, \pm\pi, \pm 2\pi, \dots$
值域：$(-\infty,-1] \cup [1,\infty)$



定义域：$x \neq 0, \pm\pi, \pm 2\pi, \dots$
值域：$(-\infty,\infty)$

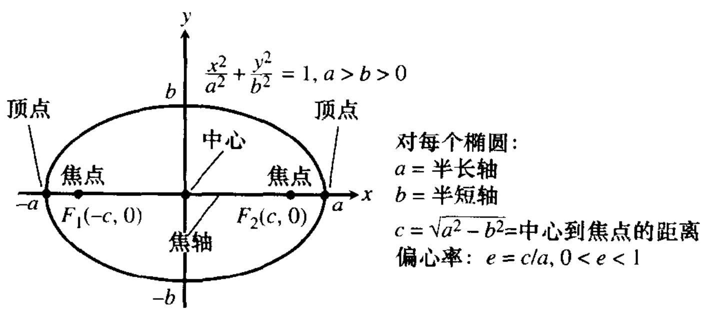
度量单位简表

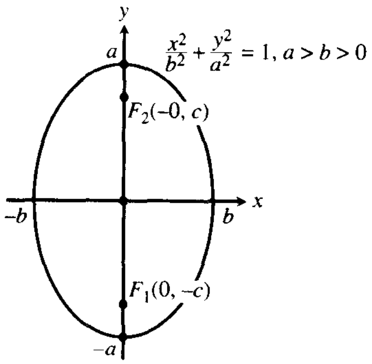
amp	安培
acre – ft	灌溉的水量单位，相当于1英亩1英尺深的水量，即43 560立方英尺 或 1233.5立方米
bf (board feet)	板英尺（木材的计量单位，1板英尺 = 厚1英寸、面积为1平方英尺的木材）
bpm (beats per minute)	每分钟心跳次数
cm	厘米
cpm	每分钟记数
day	天
db	分贝
deg	度
ft	英尺
′	英尺，1英尺 = 0.3048米
ft/sec	英尺秒
g	克
gal	加仑
h	小时
henry	亨利
in	英寸
″	英寸
HZ	赫兹
Joule, J	焦耳
km	千米，公里
knot	节（1节 = 1海里／小时 = 1.852公里／小时）
L	升
lb	磅
m	米
mg	毫克
mi	英里
mm	毫米
mph	每小时英里
Newton, N	牛顿
ohm	欧姆
ounce, oz	盎司
Pa	帕
ppm (parts per millon)	百万分之几
rad	弧度
rpm	每分钟多少弧度
sec	秒
slug	斯(勒格)，“英尺 – 磅(力) – 秒”制质量单位
volt	伏特

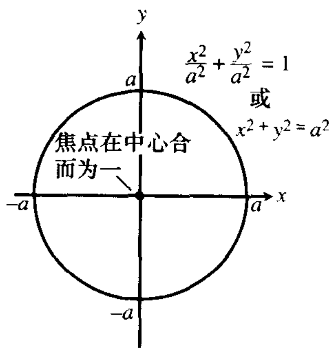
圆锥曲线

圆是由到平面上一定点距离不变的点构成的集合. 该固定点就是圆的**中心**;不变的距离就是**半径**. **椭圆**是由到平面上两个定点的距离之和不变的点构成的点集. **双曲线**是由到平面上两个定点的距离之差不变的点构成的点集. 每一种情形,两个定点就是该圆锥曲线的**焦点**. **抛物线**是由到给定点和给定直线距离相等的点构成的点集. 该定点就是抛物线的**焦点**;该直线就是**准线**.

标准位置的椭圆和圆

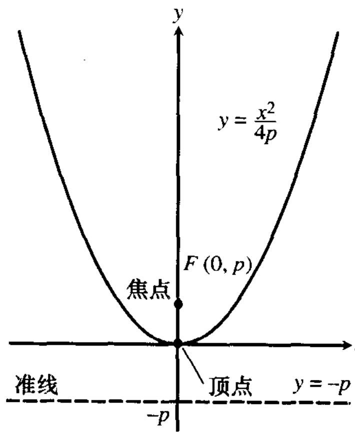


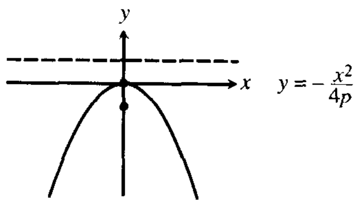


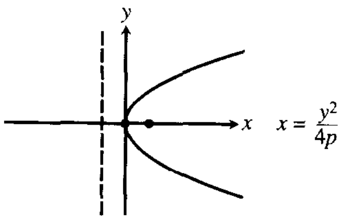


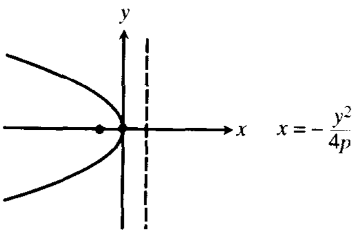
退化情形:
半径为 a 的圆

标准位置的抛物线



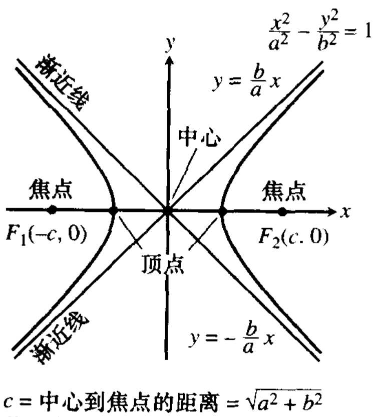




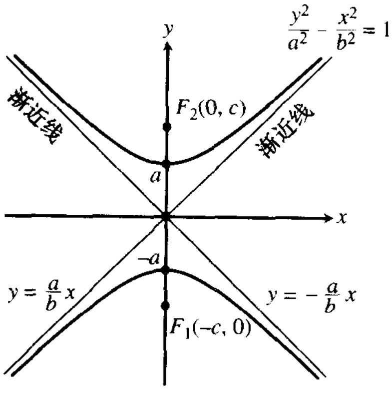


所有抛物线的偏心率 $e=1$

标准位置的双曲线



c = 中心到焦点的距离 $=\sqrt{a^2+b^2}$
偏心率: $e=c/a>1$
渐近线: $y=\pm(b/a)x$



c = 中心到焦点的距离 $=\sqrt{a^2+b^2}$
偏心率: $e=c/a>1$
渐近线: $y=\pm(a/b)x$

译者的话

微积分是人类智慧最伟大的成就之一．微积分是有关运动和变化的数学．微积分作为数学科学的一个重要组成部分也是科学而且优美的语言．自微积分诞生后的三百多年来，每一世纪都证明了微积分在阐明和解决来自数学、物理学、工程科学以及经济学、管理科学、社会学和生物科学各领域问题中的强大威力．正因为如此，微积分必然会成为培养人才的重要的必须掌握的内容．在全世界，微积分已经成为理工科大学生的必修课程．而且正在成为所有专业的大学生的必修或选修课程．甚至在许多高级中学已经把微积分作为必修或选修课程．针对不同对象、不同层次、不同水平具有不同风格的有关微积分的教材和图书不断、大量的出版也充分表明了需求量之大．在已经出版的有关微积分的教材和图书中不乏优秀之作．《Thomas’ Calculus》(《托马斯微积分》)就是其中之一．

最新出版的《托马斯微积分》(第 10 版)离 1951 年出版的第 1 版（第 1 版到第 9 版的书名都是《Calculus and Analytic Geometry》(《微积分和解析几何》)已有半个世纪．众所周知，20 世纪后半叶是科技和社会迅速发展的时期，尤其是计算机、计算技术、因特网和网络技术的惊人而且超乎想象的发展为数学的应用开辟了无限广阔的前景．数学的应用正在向一切领域渗透，各行各业对数学的要求也前所未有地增长．在长达半个世纪里出版了 10 版的微积分教材是不多的，这就说明了这是一本深受到美国广大教师和大学生欢迎的教材．事实上，不少大学和教师采用它作为微积分课程的教材，在相当一段时间里它也是麻省理工学院(MIT)微积分课程所用的几套教材之一．为什么呢？我们认为很重要的原因是作者既了解科技进步及其对微积分课程产生的新的需求，也因为他们是在教学的第一线深切了解后继课程的的需要，知道怎样才能培养和提高学生的能力．他们以学生为中心，处处为学生着想、为学生服务．只有这样所编写的教材才能做到与时俱进．我们在翻译的过程中更具体地体会到了这一点．我们觉得很多方面是非常值得我们思考的．

首先，本书的目标明确．作者指出尽管第 10 版作了重大的修订，“但我们没有放弃我们的信念，即微积分的根本目的在于帮助学生为进入数学、科学和工程的领域作准备．”“保持了本教材的传统的优点：坚实的数学，对科学和工程相关的和重要的应用以及极好的习题．”“本教材继续把加强技能的训练作为重点．贯穿本版，我们把能鼓励学生直观形象地、解析和数值地思考的例子和讨论包括进来．几乎每个习题组都包含了要求学生把生成和解释图形作为理解数学和现实世界中关系的工具．许多节还包含扩大应用范围、数学概念和严格性方面的问题．”用我们国内经常讨论甚至争论的初、高等微积分的话来说，本书在某种意义上是一本现代的初等微积分教材，即尽可能快地向学生介绍微积分的基本概念、方法和应用，有的甚

至是不甚严格的，但数学上是决没有错误的．鼓励甚至迫使学生直观形象地、解析和数值地思考，把加强解决问题的方法和技能的训练作为重点是有道理的．尽管学习数学（微积分）的方法和途径是多种多样的，都可能掌握和应用好数学，真是条条大路通罗马！但是选修微积分课程学生的情况也是多种多样的，他们的基础也是参差不齐的，很多人对数学的兴趣不大，对微积分的重要性更是不了解，他们选微积分是因为教学计划的要求，为了以后可能要用到它们而来学的．对于这样的学生微积分的入门门槛不能太高，入门后再逐步引导、帮助他们了解和学好微积分．在美国微积分一般都分为 3 - 4 个阶段的课来上的，有不少学生只学第 1 阶段或第 1,2 阶段的微积分课．因此，中国的读者在读本书时，会感到前面部分怎么那么"浅"，我们认为部分原因就是为了适应更多的学生的需要．这也许就是教材的灵活性吧．不过，我们觉得本书的前几章是很值得我国的高职高专或数学课时较少的学校或专业的数学教师参考的．

第二，本书力图尽早地把数学建模以及数学实验的思想和方法融入课程．数学建模本身并不是什么新东西．数学建模几乎是一切应用科学的基础．古今中外凡是要用数学来解决的实际问题，都是通过数学建模的过程来进行的，换一种说法，都是应用数学建模的思想和方法来解决的．然而，由于计算的速度、精度和画图等形象化手段长期没有解决，以及其他种种原因，致使数学建模的重要性逐渐被人淡忘了．然而，恰恰是在 20 世纪后半叶计算机、计算速度和精度以及其他技术突飞猛进飞速发展，给数学建模这一技术以极大的推动力，通过数学建模也极大地扩大了数学的应用领域．"数学建模和与之相伴的计算正在成为工程设计中的关键工具．科学家正日益依赖于计算方法，而且在选择正确的数学和计算方法以及解释结果的精度和可靠性方面必须具有足够的经验．对工程师和数学家的数学教育需要变革以反映这一新的现实．[1]""把对外部世界各种现象或事件的研究化归为数学问题的数学建模的方法在各种研究方法，特别是与电子计算机的出现有关的研究方法中，占有主导地位．数学建模的方法能使人们在解决复杂的科学技术问题时设计出在最佳情势下可行的新的技术手段，并且能预测新的现象．[2]"因此怎样把数学建模的思想和方法真正有机地融入微积分的课程是一项既迫切又艰巨的任务．困难之一就是数学建模往往与各领域的实际问题以及具体的数学方法——常常是很高深的数学方法——紧密相连，本书作者的努力在于把精选的只涉及较为初等的数学而又能体现数学建模精神，既能吸引学生而且学生以后又可能碰到的案例融入本书．特别是，尽可能多地训练学生的"双向翻译"的能力，简单地说，就是把实际问题用数学语言翻译为明确的数学问题，再把数学问题得到解决的结论或数学成果翻译为常人能懂的语言．"双向翻译"是能否有效地应用数学建模的思想和方法的极为关键的步骤．数学建模的力量就在于"通过把物质对象对应到认定能'表示'这些物质对象的数学对象以及把控制前者的规律对应到数学对象之间的数学关系，就能构造所研究的情形的数学模型；这样，把原来的问题翻译为数学问题，如果能以精确或近似方式求解此数学问题，就可以再把所得到的解翻译回去，从而'解'出原先提出的问题．[3]"本书作者在这方面作了很大努力，大量的习题要求学生学习、练习并逐步培养双向翻译的能力．我们认为在微积分的早期学习中渗透数学建模的思想和方法是极为重要的，不仅是使学生获得了用数学建模的思想和方法去解决问题的初步能力，提高了学习微积分以至学习更多的数学的兴趣和积极性，提高了自学能力，更能使学生在后继专业课程的学习中更为积极主动．

与数学建模紧密相连的就是数学实验，长期以来人们对数学的一个很大的误解是数学是

从来不做实验的，数学家就是凭脑袋、纸和笔进行推理、证明和计算云云．实际上，数学实验也不是新东西．人们实际上早就认识到数学实验在解决各种实践问题中的必要性和重要性．问题在于手算太费时、太繁琐甚至太困难以致无法进行下去．当然数学实验和物理、化学或生物学的实验在做法上是很不相同的，但精神是一致的．而现在进行数学实验的手段大大发展了，它不仅为用数学方法解决更多的实际问题创造了良好的条件，也为加速数学本身的发展提供了更多的机会．1991 年期刊《实验数学(Experimental Mathematics)》创刊，以及数学实验作为数学科学的一个生气勃勃的新领域的兴起，也充分证明了数学实验的重要性．本书的作者也与时俱进地加进了大量的具有数学实验思想的例题和习题，以提高学生对数学实验的认识和能力．

我国也正在进行把数学建模的思想和方法有机融入大学的主干数学课程的研究和实践，这是大学数学教学改革的重要一环．本书的许多做法是非常值得我们思考、学习和借鉴的．

第三，微积分教学和学习中技术手段的使用．在本书中技术手段主要是指图形计算器和计算机和相应的数学软件以及网络教学等．使用技术手段来学习数学是好事还是坏事是一个颇有争议的问题．确实，企图用技术手段来替代个人刻苦努力的学习，是荒唐而且绝对不可取的，只会害学生．但决不能完全彻底地排斥技术手段，这里既有一个度的问题，也有怎样使用的问题．对于数学已经掌握得很好的教师来说技术手段既可能成为自己科研和教学研究的得心应手的有力工具，也可以通过教学实践来研究在教学过程中怎样使用它们，从而既能吸引学生、调动其学习的能动性，又能提高教学质量．这不是要不要的问题，而是需要从实践中取得经验，再慎重推广施行的问题．本书及其所附的光盘大量应用先进技术，从光盘和因特网上可得到包括诸如投影胶片等马上可以用于电子教案的许多技术手段．同时本书在多处地方强调不能滥用技术手段，无论是画函数的图形或是用数学软件求积分都可能出现误导、错误或非常繁琐不得要领等问题，它们是有局限性的，决不能代替聪明的思考、计算和推理证明．技术手段永远是辅助手段，它们能促进我们的思考，帮助我们更好地学习掌握微积分．在教学过程中是否采用技术，决定权在教师手中．

第四，教学内容和教学手段现代化的问题．上面已经谈到了教学手段的现代化问题．关于教材内容现代化的问题，本书大量的课文和习题涉及航天等现代高科技的问题．就数学本身来讲，诸如相直线、平衡点的稳定性分析、吸引子、分形以及 Monte Carlo 数值积分等也都有论述，但基本上是蜻蜓点水式的．要不要仔细展开完全取决于任课教师，本书主要考虑的是为进一步学习这些现代的重要数学概念打下一定的基础．

第五，作者精辟地指出，"一本书不能构成一门课；教师和学生在一起才能构成一门课．本教科书是支持你们的课程的信息资源；有鉴于此，我们在第 10 版中加进了许多有特色的内容使得本书无论在教和学习微积分时更加灵活和有用．" 如果只是从某本好书中摘取几个好的例子套用到自己主讲的课程是远远不够的．教材是死的，课程是活的．课程是教师和学生共同组成的一个相互作用的整体，只有真正做到教师是动力、以学生为中心，教师充满爱心，处处为学生着想，充分发挥教师的核心指导作用，才能使之成为富有成效的课程．而一本好的教材能够为教师提供支持其课程的充分的信息资源，帮助主讲教师在教学过程中发挥其才华．

第六，关于作者．已经退休年近 90 的 G．B．Thomas 教授从 1944 年到 1978 年一直在 MIT

工作，具有丰富的教学经验，他编写的《Calculus and Analytic Geometry》(《微积分和解析几何》)就是该校微积分课程所用的教材之一．主要作者 R. L. Finney 博士 1980 年到 1990 年也在 MIT 工作，他是一位有丰富教学经验的大学数学教育改革的积极份子，有很多著述．他曾于 1983 年作为由美国数学协会(MAA)组织的人民对人民(people to people)大学数学教育代表团的成员访问过中国北京等地，与我国数学教师进行了很好的交流．遗憾的是他在改写完本书后不久不幸去世．M. D. Weir 教授任职于美国海军研究生院（Naval Postgraduate School）对大学水平上应用数学建模和技术手段很有研究．F. R. Giordano 教授 1988 年以来任美国陆军军官学校，即西点军校(United States Military Academy (USMA)）数学系的系主任，也是组织美国大学生数学建模竞赛(Mathematical Contest in Modeling (MCM)）和美国大学生交叉学科建模竞赛(Interdisciplinary Contest in Modeling (ICM))的名为数学及其应用联合体(Consortium for Mathematics and its Applications (COMAP)）非盈利公司的大学教育部的主任和 MCM 这个竞赛的主任．Weir 和 Giordano 曾著有数学建模的教材和不少大学数学教育改革的教学单元．他们既有相当高的学术水平，又热爱教学，长期工作在教学第一线，对大学数学教育中存在的问题及可能的改进方向有见解，对数学建模非常熟悉，对技术手段有很好的掌握，而且有相当好的写作能力．这也许是本书深受欢迎的重要原因．这样的作者阵容才能写出这样的教材，这对我们是深有启发的，也是值得我们学习的．

本书第 3 章以前的内容是由叶其孝(北京理工大学)翻译的，第 4 - 11 章是由王耀东(北京大学)翻译的，12 - 13 章和附录是由唐兢(北京工业大学)翻译的．林源渠教授(北京大学)翻译了第 4 - 7 章的部分内容，我们感谢他对翻译本书所作出的贡献．高等教育出版社的徐可同志做了大量的组织和协调工作．

由于译者学术水平有限，时间比较仓促，不妥甚至错误之处在所难免．我们真诚地希望读者予以指正．读者可以通过电子邮件和我们或徐可同志联系．

叶其孝	yeqx@bit.eud.cn	王耀东	wyd@pku.edu.cn
唐　兢	tangjing@bjpu.edu.cn	徐　可	xuke@hep.com.cn

译者

2003 年 7 月

[1] A. Friedman, J. Glimm, J. Lavery. *The mathematical and computational sciences in emerging manufacturing technologies and management practices — SIAM Reporton Issues in the Mathematical Sciences*, SIAM, 62 - 62, 1992

[2] A. H. Тихонов, *Mathematical Model*.《Encyclopaedia of Mathematics》, Vol. 3, 784 - 785, Kluwer Academic Publishers, 1995

[3] Jean Dieudonne, *Pour l' honneur de l' humain — Les Mathematiques Aujourd' hui*, Hachette, 1987. 英译本：*Mathematics — The Music of Reason*, Translated by H.G. and J.C.Dales, Springer - Verlag, 1992. 中译本：让·迪厄多内 著，沈永欢 译.《当代数学——为了人类心智的荣耀》，上海教育出版社，pp. 21 - 22, 1999

本书中译本的出版，源自于西北工业大学张肇炽教授的热心推荐．在 2001 年，他推荐我们引进本书的翻译版权．我们向他表示衷心的感谢！——出版者．

计算机代数系统(CAS)练习

P 预备知识

P.7 观察数据的曲线拟合,分析其误差,作出预测,作出改进,如果这样做是合适的话.

1 极限和连续

1.1 比较极限的图形估算和 CAS 的符号极限计算.
通过对特定的 ε 图形地求 δ 来探究极限的正式定义.

1.3 探究当 $x\to\pm\infty$ 时的渐近线和图形的性态.

1.5 图形地和数值地探究平均变化率和切线.

2 导数

2.1 图形地探究割线的收敛性.用定义求函数的导数.探究 f 和 f' 的图形之间的关系并画有选择的切线的图形.

2.2 探究速度和加速度这样的导数的动画形象化.

2.4 探究简谐运动和衰减振动.

2.5 探究锯齿和方波函数的三角“多项式”近似.把参数地定义的曲线和特定的切线画在一起.

2.6 求隐式表示的导数并把隐式表示的曲线和特定的切线画在一起.

3 导数的应用

3.1 通过图形和数值地分析 f 和 f' 来求绝对极值.

3.2 微分方程的图解法.

3.3 探究二次和二次多项式以及逻辑斯谛函数.

3.5 研究梁的强度和刚度以及它们和拐点的关系.探究由圆盘做成的圆锥的体积.

3.6 求函数的线性化并通过比较函数及其线性化的图形来探究线性化的绝对误差.

3.7 用 Newton 法求函数的零点.求数$\sqrt{2}$,π 和 e 的近似值.

4 积分

4.1 求解初值问题.

4.3　求 $f(x)$ 的平均值以及使 f 取到该平均值的点.用有限和来估算体积.

4.4　探究 Riemann 和及其极限.

4.5　研究 $F(x)=\int_a^x f(t)\mathrm{d}t$ 和 $f(x)$ 与 $f'(x)$ 之间的关系.分析 $F(x)=\int_a^{u(x)} f(t)\mathrm{d}t$.

4.7　数值地计算定积分.

5　积分的应用

5.1　用圆截面和垫片截面求绕 x 轴旋转生成的旋转体的体积.

5.3　估算显式或参数地定义的曲线的长度.

5.4　探究功和动能间的关系.

6　超越函数和微分方法

6.1　探究 $\ln(1+x)$ 在 $x=0$ 的线性化.

6.2　探究 e^x,2^x 和 $\log_3 x$ 的线性化.探究反函数及其导数.

6.4　对向静脉内供应葡萄糖时随时间变化的建模的微分方程的研究.画分离变量微分方程的斜率场和解曲线的图形.

6.6　画斜率场并研究修正的逻辑斯谛方程的解.用 Euler 法和改进的 Euler 法求数值解.图形地、解析地和数值地探究初值问题的解,并比较其结果.

7　积分方法、L'Hôpital 法则和广义积分

7.5　用 CAS 求积分.用 CAS 求积分失效的一个例子.Monte Carlo 积分法.

7.7　探究与 $x^p\ln x$ 有关的广义积分的收敛性.

8　无穷级数

8.1　标画序列以探究其收敛或发散性.对于收敛序列,求位于以极限值为中心的规定区间内的序列尾项.

8.2　探究递归定义的序列的收敛性.存款和提款的复利问题.逻辑斯谛差分方程和混沌性态.

8.4　探究有待确定其收敛或发散性的级数 $\sum_{n=1}^{\infty}(1/(n^3\sin^2 n))$.

8.7　比较函数的线性、二次和三次近似.

8.9　求 Fourier 级数展开.利用 Fourier 级数证明 $\sum_{n=1}^{\infty}1/n^2=\pi^2/6$.

8.10　求 $f(x)=|2x-\pi|,0<x<\pi$ 的 Fourier 正弦和余弦级数.

9　平面向量和极坐标向量

9.6　探究追踪一条极坐标图形的花样溜冰者.

10　空间向量和运动

10.3　把三维的情景投放到二维的画面上.

10.4　画二维的直线、平面、柱面和二次曲面的图形.

10.5　画空间曲线的切线的图形.探究一般的螺旋线.

10.6 分析质点沿空间曲线的运动.

10.7 求空间曲线的 κ,τ,T,N 和 B.求并且画出平面曲线的曲率圆.

11 多元函数及其导数

11.1 画曲面 $z=f(x,y)$及其等值线的图形.画隐式和参数表示的曲面的图形.

11.5 探究方向导数.

11.7 利用从曲面图形、等值线和判别式得到的信息求二元函数的临界点并对其进行分类.

11.8 对三和四个自变量的函数施行 Lagrange 乘子法.

12 多重积分

12.1 利用 CAS 的二重积分计算功能求积分值.用 Monte Carlo 积分法求非负曲面下的体积.

12.3 为计算直角坐标表示的积分,将其变成等价的极坐标表示的积分.

12.4 计算立体区域上的三重积分.利用体积测量降雨量并按来自卫星天线反射器的信息确保适当的排水.

12.5 探究矩和平均以确定浮标是否会翻转.探究新的画图方法.

13 向量场中的积分

13.1 计算沿不同路径的线积分.

13.2 估算向量场沿给定的空间路径所作的功.

13.3 力场的可视(形象)化.力场是保守场的验证.

13.4 应用 Green 定理求逆时针环流量.求力场中作功最大的路径.比较保守和非保守力场.

13.8 三维通量和散度的可视化和解释.计算参数地定义在曲面上的积分.计算散度积分.

本版的技术创新之处

贯穿《托马斯微积分》全书,我们就教师可以在何处以及怎样把技术融合到微积分课程中去,在页边加进了建议.这些技术注记是容易识别的.本书作者和由 John L. Scharf, Marie M. Vanisko, Colonel D. Chris Arney 组成的技术小组一起工作向微积分教师提供了许多选择以

- 通过可视形象化和数值演示加强学生对微积分基本概念的理解;
- 利用技术来研究微积分的更深刻的概念;以及
- 把基本概念用于来自各种不同领域的重要应用.

Mathematica® 和 Maple® 的教学单元

本教科书所附光盘中的 Mathematica 和 Maple 教学单元可以多种方式来使用.首先,可把它们用于课堂演示以帮助学生形象化地看到作为微积分基础的基本概念.其次,这些教学单元形成了学生在计算机实验室或指定的课外作业中使用的极好的探索性作业.如果用于课外作业,我们建议教师和学生一起预先看一下有关材料.这些教学单元并不要求对 Mathematica 或 Maple 具有预先必备的知识.但是,某些教学单元为希望对 Mathematica 和 Maple 有一个概况了解的学生提供了 Mathematica 和 Maple 的初步介绍.大部分教学单元研制或引进了学生可以用来解决相关问题或可应用于特定问题的"笔记本或特殊功能".有一些教学单元附有能使演示生动的录象剪辑.

Java 小型可视化应用软件

除了教学单元外,还有 6 个能为微积分基本概念提供可视化的 Java 小型可视化应用软件.它们是学生探索工作的极好的资源,容易在实验室或家庭作业中完成.或者,也可以把它们用作课堂演示,如果有良好的投影设备的话.尽管,每个 Java 小型可视化应用软件都可以从适当的教学单元进入,它们也可以独立于 Mathematica 和 Maple 教学单元使用.

计算机代数系统(CAS)习题

在全书的适当地方预先准备了许多 CAS 练习,每个习题要求使用 CAS 来解决一个(不用 CAS 不易解决的)问题,从而有助于对重要概念的基本理解或更深入的探索.有些习题在 Mathematica 和 Maple 教学单元中有说明或有引用.CAS 习题可以独立于教学单元使用.

使用技术来增强理解的机会

贯穿全书图标被用来指出在那里可以用附加的技术资源来研究概念.我们在下表中综述

了 Mathematica 和 Maple 教学单元和 Java 小型可视化应用软件可能的应用.查找本教科书各章节中何处有 CAS 练习也紧随在内容表后面列出.

基本概念	章、节	Mathematica 和 Maple 教学单元	Java 小型可视化应用软件/电视
建模	P.7	对变化进行建模:弹簧、驾驶安全、放射性、树、鱼和动物	
极限	1.1,1.2 1.3,1.4	取极限 趋于无穷:当自变量越来越大时函数会发生什么?	
连续性	1.4	取极限	连续和间断曲线的可视化应用软件
曲线的切线	1.5		切线和割线的可视化应用软件
导数	2.1,2.4 2.1,2.4 2.2,2.4	割线斜率收敛到导函数 导数、斜率、切线和电影制作 沿直线的运动,第一部分:位置→速度→加速度	地震录象
最优化	3.1		极小、极大和拐点的可视化应用软件
图的形状	3.3	沿直线的运动,第一部分:位置→速度→加速度	地震录象
线性化	3.6	导数、斜率、切线和电影制作	
Newton 法	3.7	牛顿惊人的方法:估算 π 到多少位?	
微分方程	4.1	梁的弯曲或者对结构设计来说,微积分必须做什么?	
面积、体积	4.3	利用 Riemann 和来估计面积、体积以及弧长	
Riemann 和以及定积分	4.4	按 Riemann 求和的方式相加,定积分,微积分基本定理 集雨器、电梯和火箭	
基本定理	4.5	按 Riemann 求和的方式相加,定积分,微积分基本定理 集雨器、电梯和火箭 沿直线的运动,第二部分:加速度→速度→位置	塔科马海峡大桥录象
面积应用	4.6	按 Riemann 求和的方式相加,定积分,微积分基本定理	
数值积分	4.7	Riemann、梯形和 Simpson 法	
面积、体积	5.1	利用 Riemann 和来估计面积、体积以及弧长	
弧长	5.3	利用 Riemann 和来估计面积、体积以及弧长	
功	5.4	对蹦(绳)极跳进行建模:课堂实验	蹦极跳录象
自然对数	6.1	按 Riemann 求和的方式相加,定积分,微积分基本定理	
指数函数	6.1	导数、斜率、切线和电影制作	

基本概念	章、节	Mathematica 和 Maple 教学单元	Java 小型可视化应用软件/电视
一阶微分方程	6.4 6.6	药的剂量:有效吗? 安全吗? 一阶微分方程和斜率场	
数值积分 广义积分	7.5 7.7	机会游戏:探究数值积分的 Monte Carlo 法以及用广义积分来计算概率	
无穷级数 几何级数	8.3	弹跳的球	
Taylor 级数	8.7	函数的泰勒多项式逼近	
Fourier 级数	8.9 8.10	利用 Fourier 级数逼近不连续函数以及解释音乐	
向量值函数	9.1,9.2 9.3,9.5 9.3,9.5	利用向量来表示直线以及求距离 移动物体的雷达追踪 花样滑冰运动员路线的参数和极坐标方程	抛射体运动的可视化应用软件和射箭的录象 警察的雷达录象
三维向量	10.3 10.3,10.4 10.5,10.6 10.7	把三维的情景放到二维画面上 三维作图 三维空间中的运动	切向量和法向量的可视化应用软件 环滑车道的录象
曲面	11.1	画曲面的图形	大峡谷录象
方向导数	11.5	滑板的数学探究:方向导数的分析	滑板的录象
最小二乘法	11.7	寻求模式以及把最小二乘法用于实际数据	
Lagrange 方法	11.8	Lagrange 玩滑板:他能滑得多高?	滑板的录象
热传导方程	11 章的附加习题	热是怎么扩散开去的?	
数值积分	12.1	把握你的机会:试着对三维数值积分用 Monte Carlo 方法	
平均和矩	12.2,12.5	平均和矩以及探究新的画图方法	
多重积分的应用	12 章的附加习题	你可以利用体积	
向量场	13.3	保守和非保守力场中的功	
Green 定理	13.4	你怎样才能看得见 Green 定理?	
旋度	13.4		旋度概念的可视化应用软件
散度	13.8	可视化并解释散度定理	

微积分:了不起的人类活动:光盘和因特网址上详述的历史和传记

微积分无疑是人类最伟大的智力活动之一.作者和 Colonel D.Chris 以及 Joe B.Albree 一起工作研制了一组可以从光盘和因特网上得到的材料.与本版协调一致的这些材料包括微积分发展的年表、(诸如微分方程的发展那样的)主要论题,100 多人的传记以及要考虑的问题.用能增进知识且有趣的方式写成的传记概述可以使读者从中得到乐趣.有关历史的教学单元可以作为讲课的补充材料或用于学生的课外活动(在光盘和因特网上有与微积分的历史有关的 100 多个问题).这些教学单元是写作或论述课题的极好原始资料.我们发现学生喜欢研究并在课堂上报告有关微积分的许多独有的特别的东西.贯穿全书安排的历史窗标指出了结合教学单元的时机.