

高等学校教材系列

 Pearson

# 概率论与数理统计

Probability and Statistics for Engineers, Ninth Edition

(第九版) (英文版)

© [美] Richard A. Johnson 著



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

21  
Y31

高等学校教材系列

021/Y31

2017.

# 概率论与数理统计

(第九版)(英文版)

Probability and Statistics for Engineers, Ninth Edition

[美] Richard A. Johnson 著

北方工业大学图书馆



00759985



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书介绍概率论和数理统计的基本知识与应用,内容包括简介、数据组织与描述、概率、概率分布、概率密度、抽样分布、均值、方差、比例、回归分析、方差分析、析因实验、非参数检验、质量改进计划统计应用、可靠性和寿命试验应用等。书中概论和统计方法清晰,示例丰富,理论联系实际;同时,全书与具体的统计软件相结合,可方便读者对结果进行检验。

本书可作为高等学校理工科相关专业概率论与数理统计课程的教材,也可供相关科研和技术人员参考。

Original edition, entitled Probability and Statistics for Engineers, Ninth Edition, ISBN: 9780321986245 by Richard A. Johnson. Published by Pearson Education, Inc. Copyright © 2017 Pearson Education, Inc.

All rights Reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any forms or by any means, electronic or mechanical, including photocopying recording or by any information storage retrieval systems, without permission from Pearson Education, Inc.

English reprint edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD, and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY, Copyright © 2017.

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

本书英文影印版专有版权由 Pearson Education(培生教育出版集团)授予电子工业出版社,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:01-2017-4720

### 图书在版编目(CIP)数据

概率论与数理统计:第九版 = Probability and Statistics for Engineers, Ninth Edition:英文/(美)理查德·A·约翰逊(Richard A. Johnson)著. —北京:电子工业出版社,2017.8

ISBN 978-7-121-31971-6

I. ①概… II. ①理… III. ①概率论-高等学校-教材-英文 ②数理统计-高等学校-教材-英文 IV. ①O21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 139745 号

策划编辑:谭海平

责任编辑:谭海平

印 刷:北京京师印务有限公司

装 订:北京京师印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×980 1/16 印张:34.25 字数:896 千字

版 次:2017 年 8 月第 1 版(原著第 9 版)

印 次:2017 年 8 月第 1 次印刷

定 价:79.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010)88254552,tan02@phei.com.cn。

# Contents

<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	<b>11</b>
1.1 Why Study Statistics? .....	11
1.2 Modern Statistics .....	12
1.3 Statistics and Engineering .....	12
1.4 The Role of the Scientist and Engineer in Quality Improvement .....	13
1.5 A Case Study: Visually Inspecting Data to Improve Product Quality .....	13
1.6 Two Basic Concepts—Population and Sample .....	15
Review Exercises .....	20
Key Terms .....	21
<b>Chapter 2 Organization and Description of Data</b> .....	<b>22</b>
2.1 Pareto Diagrams and Dot Diagrams .....	22
2.2 Frequency Distributions .....	24
2.3 Graphs of Frequency Distributions .....	27
2.4 Stem-and-Leaf Displays .....	31
2.5 Descriptive Measures .....	34
2.6 Quartiles and Percentiles .....	39
2.7 The Calculation of $\bar{x}$ and $s$ .....	44
2.8 A Case Study: Problems with Aggregating Data .....	49
Review Exercises .....	52
Key Terms .....	54
<b>Chapter 3 Probability</b> .....	<b>56</b>
3.1 Sample Spaces and Events .....	56
3.2 Counting .....	60
3.3 Probability .....	67
3.4 The Axioms of Probability .....	69
3.5 Some Elementary Theorems .....	72
3.6 Conditional Probability .....	78

3.7	Bayes' Theorem	84
	Review Exercises	91
	Key Terms	93
<b>Chapter 4 Probability Distributions</b>		<b>94</b>
4.1	Random Variables	94
4.2	The Binomial Distribution	98
4.3	The Hypergeometric Distribution	103
4.4	The Mean and the Variance of a Probability Distribution	107
4.5	Chebyshev's Theorem	114
4.6	The Poisson Distribution and Rare Events	118
4.7	Poisson Processes	122
4.8	The Geometric and Negative Binomial Distribution	124
4.9	The Multinomial Distribution	127
4.10	Simulation	128
	Review Exercises	132
	Key Terms	133
<b>Chapter 5 Probability Densities</b>		<b>134</b>
5.1	Continuous Random Variables	134
5.2	The Normal Distribution	140
5.3	The Normal Approximation to the Binomial Distribution	148
5.4	Other Probability Densities	151
5.5	The Uniform Distribution	151
5.6	The Log-Normal Distribution	152
5.7	The Gamma Distribution	155
5.8	The Beta Distribution	157
5.9	The Weibull Distribution	158
5.10	Joint Distributions—Discrete and Continuous	161
5.11	Moment Generating Functions	174
5.12	Checking If the Data Are Normal	180
5.13	Transforming Observations to Near Normality	182
5.14	Simulation	184
	Review Exercises	188
	Key Terms	190
<b>Chapter 6 Sampling Distributions</b>		<b>193</b>
6.1	Populations and Samples	193
6.2	The Sampling Distribution of the Mean ( $\sigma$ known)	197



6.3	The Sampling Distribution of the Mean ( $\sigma$ unknown)	205
6.4	The Sampling Distribution of the Variance	207
6.5	Representations of the Normal Theory Distributions	210
6.6	The Moment Generating Function Method to Obtain Distributions	213
6.7	Transformation Methods to Obtain Distributions	215
	Review Exercises	221
	Key Terms	222
<b>Chapter 7 Inferences Concerning a Mean</b>		<b>223</b>
7.1	Statistical Approaches to Making Generalizations	223
7.2	Point Estimation	224
7.3	Interval Estimation	229
7.4	Maximum Likelihood Estimation	236
7.5	Tests of Hypotheses	242
7.6	Null Hypotheses and Tests of Hypotheses	244
7.7	Hypotheses Concerning One Mean	249
7.8	The Relation between Tests and Confidence Intervals	256
7.9	Power, Sample Size, and Operating Characteristic Curves	257
	Review Exercises	263
	Key Terms	265
<b>Chapter 8 Comparing Two Treatments</b>		<b>266</b>
8.1	Experimental Designs for Comparing Two Treatments	266
8.2	Comparisons—Two Independent Large Samples	267
8.3	Comparisons—Two Independent Small Samples	272
8.4	Matched Pairs Comparisons	280
8.5	Design Issues—Randomization and Pairing	285
	Review Exercises	287
	Key Terms	288
<b>Chapter 9 Inferences Concerning Variances</b>		<b>290</b>
9.1	The Estimation of Variances	290
9.2	Hypotheses Concerning One Variance	293
9.3	Hypotheses Concerning Two Variances	295
	Review Exercises	299
	Key Terms	300
<b>Chapter 10 Inferences Concerning Proportions</b>		<b>301</b>
10.1	Estimation of Proportions	301

10.2	Hypotheses Concerning One Proportion	308
10.3	Hypotheses Concerning Several Proportions	310
10.4	Analysis of $r \times c$ Tables	318
10.5	Goodness of Fit	322
	Review Exercises	325
	Key Terms	326
<b>Chapter 11 Regression Analysis</b>		<b>327</b>
11.1	The Method of Least Squares	327
11.2	Inferences Based on the Least Squares Estimators	336
11.3	Curvilinear Regression	350
11.4	Multiple Regression	356
11.5	Checking the Adequacy of the Model	361
11.6	Correlation	366
11.7	Multiple Linear Regression ( Matrix Notation )	377
	Review Exercises	382
	Key Terms	385
<b>Chapter 12 Analysis of Variance</b>		<b>386</b>
12.1	Some General Principles	386
12.2	Completely Randomized Designs	389
12.3	Randomized-Block Designs	402
12.4	Multiple Comparisons	410
12.5	Analysis of Covariance	415
	Review Exercises	422
	Key Terms	424
<b>Chapter 13 Factorial Experimentation</b>		<b>425</b>
13.1	Two-Factor Experiments	425
13.2	Multifactor Experiments	432
13.3	The Graphic Presentation of $2^2$ and $2^3$ Experiments	441
13.4	Response Surface Analysis	456
	Review Exercises	459
	Key Terms	463
<b>Chapter 14 Nonparametric Tests</b>		<b>464</b>
14.1	Introduction	464
14.2	The Sign Test	464
14.3	Rank-Sum Tests	466

14.4	Correlation Based on Ranks .....	469
14.5	Tests of Randomness .....	472
14.6	The Kolmogorov-Smirnov and Anderson-Darling Tests .....	475
	Review Exercises .....	478
	Key Terms .....	479
<b>Chapter 15 The Statistical Content of Quality-Improvement Programs .....</b>		<b>480</b>
15.1	Quality-Improvement Programs .....	480
15.2	Starting a Quality-Improvement Program .....	482
15.3	Experimental Designs for Quality .....	484
15.4	Quality Control .....	486
15.5	Control Charts for Measurements .....	488
15.6	Control Charts for Attributes .....	493
15.7	Tolerance Limits .....	499
	Review Exercises .....	501
	Key Terms .....	503
<b>Chapter 16 Application to Reliability and Life Testing .....</b>		<b>504</b>
16.1	Reliability .....	504
16.2	Failure-Time Distribution .....	506
16.3	The Exponential Model in Life Testing .....	510
16.4	The Weibull Model in Life Testing .....	513
	Review Exercises .....	518
	Key Terms .....	519
<b>Appendix A Bibliography .....</b>		<b>521</b>
<b>Appendix B Statistical Tables .....</b>		<b>522</b>
<b>Appendix C Using the R Software Program .....</b>		<b>529</b>
<b>Appendix D Answers to Odd-Numbered Exercises .....</b>		<b>534</b>
<b>Index .....</b>		<b>541</b>



高等学校教材系列

内容简介



# 概率论与数理统计

(第九版)(英文版)

Probability and Statistics for Engineers, Ninth Edition

[美] Richard A. Johnson 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书介绍概率论和数理统计的基本知识与应用,内容包括简介、数据组织与描述、概率、概率分布、概率密度、抽样分布、均值、方差、比例、回归分析、方差分析、析因实验、非参数检验、质量改进计划统计应用、可靠性和寿命试验应用等。书中概论和统计方法清晰,示例丰富,理论联系实际;同时,全书与具体的统计软件相结合,可方便读者对结果进行检验。

本书可作为高等学校理工科相关专业概率论与数理统计课程的教材,也可供相关科研和技术人员参考。

Original edition, entitled Probability and Statistics for Engineers, Ninth Edition, ISBN: 9780321986245 by Richard A. Johnson. Published by Pearson Education, Inc. Copyright © 2017 Pearson Education, Inc.

All rights Reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any forms or by any means, electronic or mechanical, including photocopying recording or by any information storage retrieval systems, without permission from Pearson Education, Inc.

English reprint edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD, and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY, Copyright © 2017.

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

本书英文影印版专有出版权由 Pearson Education(培生教育出版集团)授予电子工业出版社,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:01-2017-4720

## 图书在版编目(CIP)数据

概率论与数理统计:第九版 = Probability and Statistics for Engineers, Ninth Edition:英文/(美)理查德·A·约翰逊(Richard A. Johnson)著. —北京:电子工业出版社,2017.8

ISBN 978-7-121-31971-6

I. ①概… II. ①理… III. ①概率论-高等学校-教材-英文 ②数理统计-高等学校-教材-英文 IV. ①O21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 139745 号

策划编辑:谭海平

责任编辑:谭海平

印 刷:北京京师印务有限公司

装 订:北京京师印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×980 1/16 印张:34.25 字数:896 千字

版 次:2017 年 8 月第 1 版(原著第 9 版)

印 次:2017 年 8 月第 1 次印刷

定 价:79.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010)88254552, tan02@phei.com.cn。

# 前 言

本书的目的是为工程和物理科学等专业的学生介绍概率论和数理统计的知识。书中，每章以简介开始，以一组统计指南结束，统计指南中给出了正确应用统计的过程和应避免的错误。章末给出了重点术语。书中还以加框的方式给出了重要公式、定理和规则。

书中的概念和统计方法明朗且清晰。详细介绍了概率论及一些基本分布，重点在于让学生理解置信区间的意义及统计假设检验的逻辑思想。置信区间是进行推理的主要步骤。各个示例中详细描述了置信区间的属性及其解释。每个应用中，假设检验的步骤清晰且一致。同时，许多示例中给出了  $P$  值的解释和计算过程。

与前几版相比，新版中添加了多个数据集和示例，给出了科学研究中统计的应用。新数据集和原有数据集，都是作者在咨询活动结束后，或与科研人员和工程技术人员探讨统计问题后，根据需要加入的。来自某些企业的数据已做了简化，但仍然保留了演示统计方法和归纳推理的所有特性。

今天，百分位数和概率的计算，以及统计分析的计算，已由此前的查表方式转为软件计算方式。统计软件包的广泛采用，要求学生至少会使用一种统计软件。这里建议学生使用软件来分析较大的样本，并进行回归分析。除了使用 MINITAB 软件进行描述的几个已有习题外，书中还在许多示例中使用了 R 语言。这些新内容要求学生掌握免费软件 R 的基础知识，详见附录 C。

## 第九版的新特点

- 给出了大量的新示例。书中包含了许多新示例。多数示例均基于最新的工程或科学数据，因此强化了根据应用来介绍统计学的内容。
- 更为强调  $P$  值。在几个新示例和解释中，给出了示例  $P$  值的新图形。
- 给出了使用 R 软件的详细内容。全书的许多示例中均包含了 R 命令。因此，学生在阅读示例时，很容易在自己的计算机上检验计算结果。
- 强调了重要公式，弱化了计算公式。书中，计算公式通常仅出现在易被忽略的各节末尾。应用中通常仅给出所需要的重要公式。学生可用自己的软件检验结果。
- $2^2$  和  $2^3$  设计的可视化表示。二级析因设计在威斯康星大学的工程统计教学中，已有 50 年的传统。工程专业的学生必须了解：(1) 如何一次系统地改变几个输入变量，(2) 如何解释交互作用。做了主要修订的 13.3 节现在已自成体系，教师可在课程结束的两次或三次授课时，讲授这些内容。
- 基于新数据的练习。许多练习的数据已做更新。这些内容可帮助学生提升和强化统计学在工程中的应用。

- 示例已进行编号。每章中的示例，都已编号。

本书得到了大学学生和企业员工的检验。全书适用于两学期或三学期的课程教学，每周授课三次。本书也可作为一学期的教材，这时教师可选择一些主题进行讲授，重点在于强调理论或应用。作者在一学期的教学中，主要介绍前7章、直线回归和析因设计的图形表示等内容。

为了让学生大致了解统计学，第2章介绍了描述统计；第3章至第6章简要介绍了概率基本知识、总体变化建模的流行分布、统计推理的基本方法等；第11章至第13章介绍了试验设计和回归的一些基本或高级主题；第14章介绍了非参数检验和拟合度检验；第15章介绍了质量改进的主要统计思想；第16章介绍了可靠性和寿命模型拟合。

阅读本书时，要求学生掌握积分学的基本知识，尤其是第5章的基本分布理论章节和第6章的某些小节。

在一学期的课程中，学习重点是最小二乘法和直线拟合。时间充裕时，还要掌握两个预测变量和二级析因设计的内容。13.3节自成体系，可在两学时或三学时内讲完。

对于数学基础不牢固的读者，或两学期才能学完本书的读者，这里建议要仔细阅读关于期望(5.10节)、正态理论分布(6.5节)、矩量母函数(5.11节)及它们在分布理论中的作用(6.6节)等内容。

不论读者的层次或课时的长短，这里都建议授课人员要以讲授概率和数理统计的基础知识和应用为主。

一学期课程介绍概率论和数理统计的内容， 重点是数理统计的基本应用	第一学期课程介绍概率论的 开发工具和一些统计推论
第1章 尤其是1.6节	第1章 尤其是1.6节
第2章	第2章
第3章	第3章
第4章 4.4~4.7节	第4章 4.4~4.7节, 4.8节(几何负二项式)
第5章 5.1~5.4节, 5.6节, 5.12节	第5章 5.1~5.4节, 5.6节, 5.12节
5.10节 选讲关于联合分布、独立、线性组合的均值和方差的例子	5.5节, 5.7节, 5.8节(伽马, 贝塔)
第6章 6.1~6.4节	5.10节, 联合分布、独立期望和线性组合矩
第7章 7.1节至7.7节	第6章 6.1~6.4节
第8章	6.5~6.7节(表示、矩量母函数、转换)
第9章 (可跳过)	第7章 7.1~7.7节
第10章 10.1~10.4节	第8章
第11章 11.1~11.2节	第9章 (可跳过)
11.3节和11.4节的示例	第10章 10.1~10.4节
第13章 13.3节, $2^2$ 和 $2^3$ 设计	
时间充裕时可讲授13.1节	

书中编号以 W 结束的任何表格，可从如下网址下载：

<http://www.pearsonglobaleditions.com/Johnson>

感谢 MINITAB 公司、SAS 公司允许我们使用其软件包中的命令和输出，关于 R 软件的详细介绍见附录 C。

特别感谢为本书提供数据集的人员，这些数据集对学生了解具体的工程问题非常重要。

感谢如下人员对本书的评阅：

Kamran Iqbal, 阿肯色大学小石城校区

Young Bal Moon, 雪城大学

Nabin Sapkota, 中佛罗里达大学

Kiran Bhutani, 美国天主教大学

Xianggui Qu, 奥克兰大学

Christopher Chung, 休斯顿大学

Richard A. Johnson



# Contents

<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	11
1.1 Why Study Statistics? .....	11
1.2 Modern Statistics .....	12
1.3 Statistics and Engineering .....	12
1.4 The Role of the Scientist and Engineer in Quality Improvement .....	13
1.5 A Case Study: Visually Inspecting Data to Improve Product Quality .....	13
1.6 Two Basic Concepts—Population and Sample .....	15
Review Exercises .....	20
Key Terms .....	21
<b>Chapter 2 Organization and Description of Data</b> .....	22
2.1 Pareto Diagrams and Dot Diagrams .....	22
2.2 Frequency Distributions .....	24
2.3 Graphs of Frequency Distributions .....	27
2.4 Stem-and-Leaf Displays .....	31
2.5 Descriptive Measures .....	34
2.6 Quartiles and Percentiles .....	39
2.7 The Calculation of $\bar{x}$ and $s$ .....	44
2.8 A Case Study: Problems with Aggregating Data .....	49
Review Exercises .....	52
Key Terms .....	54
<b>Chapter 3 Probability</b> .....	56
3.1 Sample Spaces and Events .....	56
3.2 Counting .....	60
3.3 Probability .....	67
3.4 The Axioms of Probability .....	69
3.5 Some Elementary Theorems .....	72
3.6 Conditional Probability .....	78

3.7	Bayes' Theorem	84
	Review Exercises	91
	Key Terms	93
<b>Chapter 4 Probability Distributions</b>		<b>94</b>
4.1	Random Variables	94
4.2	The Binomial Distribution	98
4.3	The Hypergeometric Distribution	103
4.4	The Mean and the Variance of a Probability Distribution	107
4.5	Chebyshev's Theorem	114
4.6	The Poisson Distribution and Rare Events	118
4.7	Poisson Processes	122
4.8	The Geometric and Negative Binomial Distribution	124
4.9	The Multinomial Distribution	127
4.10	Simulation	128
	Review Exercises	132
	Key Terms	133
<b>Chapter 5 Probability Densities</b>		<b>134</b>
5.1	Continuous Random Variables	134
5.2	The Normal Distribution	140
5.3	The Normal Approximation to the Binomial Distribution	148
5.4	Other Probability Densities	151
5.5	The Uniform Distribution	151
5.6	The Log-Normal Distribution	152
5.7	The Gamma Distribution	155
5.8	The Beta Distribution	157
5.9	The Weibull Distribution	158
5.10	Joint Distributions—Discrete and Continuous	161
5.11	Moment Generating Functions	174
5.12	Checking If the Data Are Normal	180
5.13	Transforming Observations to Near Normality	182
5.14	Simulation	184
	Review Exercises	188
	Key Terms	190
<b>Chapter 6 Sampling Distributions</b>		<b>193</b>
6.1	Populations and Samples	193
6.2	The Sampling Distribution of the Mean ( $\sigma$ known)	197

6.3	The Sampling Distribution of the Mean ( $\sigma$ unknown)	205
6.4	The Sampling Distribution of the Variance	207
6.5	Representations of the Normal Theory Distributions	210
6.6	The Moment Generating Function Method to Obtain Distributions	213
6.7	Transformation Methods to Obtain Distributions	215
	Review Exercises	221
	Key Terms	222
<b>Chapter 7 Inferences Concerning a Mean</b>		<b>223</b>
7.1	Statistical Approaches to Making Generalizations	223
7.2	Point Estimation	224
7.3	Interval Estimation	229
7.4	Maximum Likelihood Estimation	236
7.5	Tests of Hypotheses	242
7.6	Null Hypotheses and Tests of Hypotheses	244
7.7	Hypotheses Concerning One Mean	249
7.8	The Relation between Tests and Confidence Intervals	256
7.9	Power, Sample Size, and Operating Characteristic Curves	257
	Review Exercises	263
	Key Terms	265
<b>Chapter 8 Comparing Two Treatments</b>		<b>266</b>
8.1	Experimental Designs for Comparing Two Treatments	266
8.2	Comparisons—Two Independent Large Samples	267
8.3	Comparisons—Two Independent Small Samples	272
8.4	Matched Pairs Comparisons	280
8.5	Design Issues—Randomization and Pairing	285
	Review Exercises	287
	Key Terms	288
<b>Chapter 9 Inferences Concerning Variances</b>		<b>290</b>
9.1	The Estimation of Variances	290
9.2	Hypotheses Concerning One Variance	293
9.3	Hypotheses Concerning Two Variances	295
	Review Exercises	299
	Key Terms	300
<b>Chapter 10 Inferences Concerning Proportions</b>		<b>301</b>
10.1	Estimation of Proportions	301

10.2	Hypotheses Concerning One Proportion	308
10.3	Hypotheses Concerning Several Proportions	310
10.4	Analysis of $r \times c$ Tables	318
10.5	Goodness of Fit	322
	Review Exercises	325
	Key Terms	326
<b>Chapter 11 Regression Analysis</b>		<b>327</b>
11.1	The Method of Least Squares	327
11.2	Inferences Based on the Least Squares Estimators	336
11.3	Curvilinear Regression	350
11.4	Multiple Regression	356
11.5	Checking the Adequacy of the Model	361
11.6	Correlation	366
11.7	Multiple Linear Regression (Matrix Notation)	377
	Review Exercises	382
	Key Terms	385
<b>Chapter 12 Analysis of Variance</b>		<b>386</b>
12.1	Some General Principles	386
12.2	Completely Randomized Designs	389
12.3	Randomized-Block Designs	402
12.4	Multiple Comparisons	410
12.5	Analysis of Covariance	415
	Review Exercises	422
	Key Terms	424
<b>Chapter 13 Factorial Experimentation</b>		<b>425</b>
13.1	Two-Factor Experiments	425
13.2	Multifactor Experiments	432
13.3	The Graphic Presentation of $2^2$ and $2^3$ Experiments	441
13.4	Response Surface Analysis	456
	Review Exercises	459
	Key Terms	463
<b>Chapter 14 Nonparametric Tests</b>		<b>464</b>
14.1	Introduction	464
14.2	The Sign Test	464
14.3	Rank-Sum Tests	466