

MULTIVARIATE STATISTICAL ANALYSIS

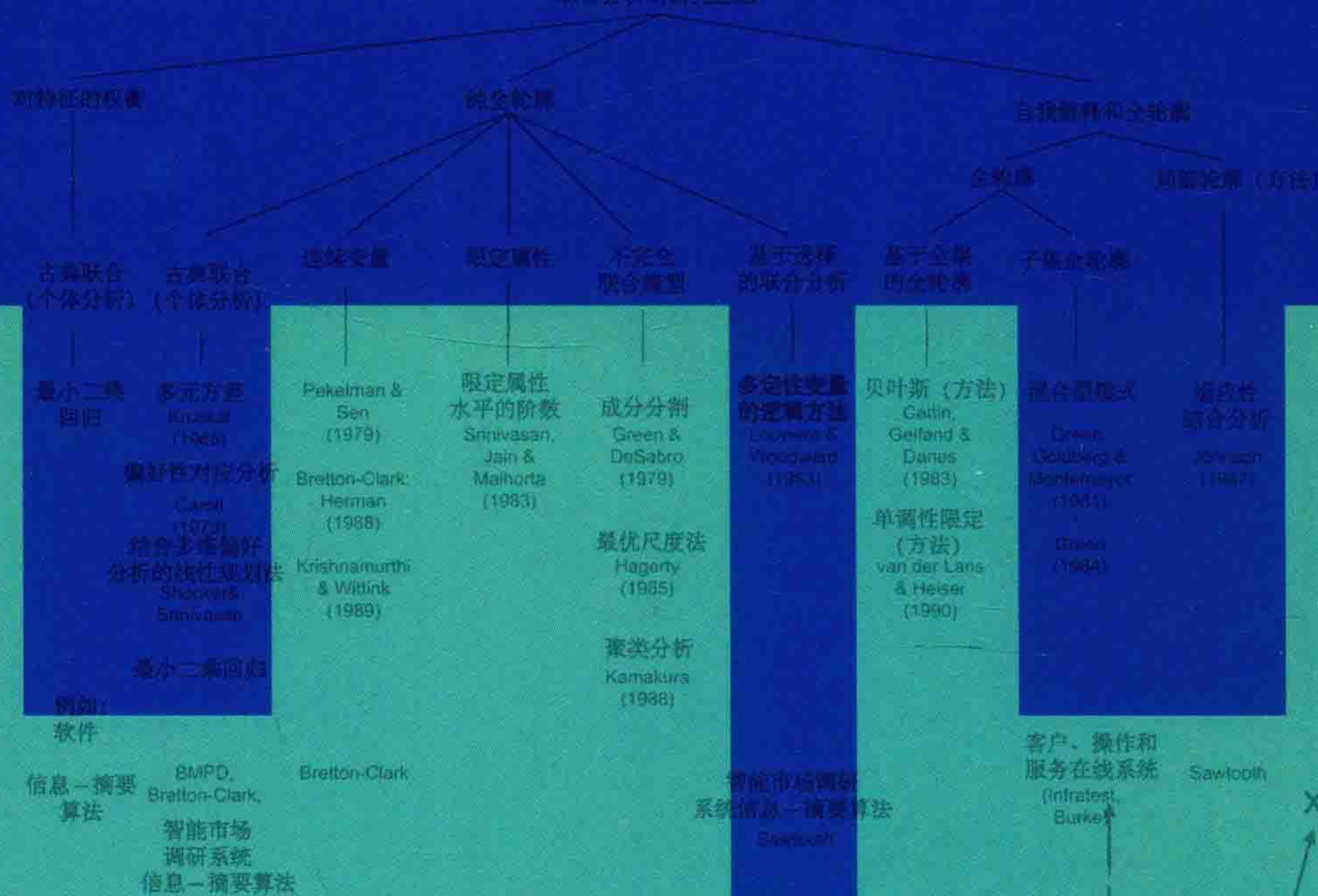
[德] 克劳斯·巴克豪斯 [德] 本德·埃里克森 [德] 伍尔夫·普林克
[中] 王煦逸 [德] 儒尔夫·威伯 —— 著

多元统计分析方法

用SPSS工具

· 第2版 ·

联合分析的研究思路



MULTIVARIATE STATISTICAL ANALYSIS

[德] 克劳斯·巴克豪斯 [德] 本德·埃里克森 [德] 伍尔夫·普林克
[中] 王煦逸 [德] 儒尔夫·威伯 —— 著

2ND EDITION

多元统计分析方法

· 第2版 ·

用SPSS工具

图书在版编目(CIP)数据

多元统计分析方法:第2版:用 SPSS 工具/(德)
克劳斯·巴克豪斯等著.—上海:格致出版社:上海
人民出版社,2017.7
ISBN 978-7-5432-2739-2

I. ①多… II. ①克… III. ①统计分析-软件包
IV. ①C819

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 116721 号

责任编辑 程 倩
装帧设计 路 静

多元统计分析方法——用 SPSS 工具(第 2 版)

[德]克劳斯·巴克豪斯 本德·埃里克森 伍尔夫·普林克
[中]王煦逸 [德]儒尔夫·威伯 著

出 版 世纪出版股份有限公司 格致出版社 世纪出版集团 上海人民出版社 (200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co)	印 刷 浙江临安曙光印务有限公司
 编辑部热线 021-63914988 市场部热线 021-63914081 www.hibooks.cn	开 本 787×1092 1/16
发 行 上海世纪出版股份有限公司发行中心	印 张 33.75
	插 页 1
	字 数 877,000
	版 次 2017 年 7 月第 1 版
	印 次 2017 年 7 月第 1 次印刷

With financial support of the Institute for Business
to Business Marketing (IAS) and the Förderkreis für
Industriegütermarketing e.V.(FKI) at Westphalian Wilhelms
University Muenster (WWU), PwC Deutschland
and CDHK Tongji University Shanghai

本书的出版得到明斯特大学 B2B 营销研究所、
投资品市场学基金会，德国普华永道会计师事务所，
同济大学中德学院的资助

中文版第二版前言

本书第一版出版以后,以其严谨的理论描述、贴近实际的运用案例、结合软件的实用性和通俗易懂的表述方式得到了广大读者的好评,在短期内销售一空,也使得本书的第二版能够和各位读者见面。

鉴于各种多元分析方法在各个领域运用的进一步深入,特别是在经济管理领域,多元分析的运用不仅仅涉及传统的方法,如多元回归、聚类分析、判别分析和逻辑回归等,各种高级方法的运用也逐渐普及。为了满足读者的需求,在第一版的基础上,本书第二版增加了四种常用的高级多元统计方法,即结构方程模型、神经网络、对应分析和多维尺度。第二版继承了第一版的传统,新增章节的表述方式保持了原来的风格,读者可以不纠缠于数学方法的证明,而在了解基本思路的基础上,直接使用软件进行有关运算,从而得出相关结论。在软件方面,第二版中的章节延用了 SPSS 15.0 中文版,结构方程模型运用 AMOS 5.0 软件,神经网络使用 SPSS Clementine 9.0 版本,对应分析和多维尺度使用 SPSS 19.0。

本书的翻译工作得到了同济大学中德学院普华永道(PwC)会计和管理控制学教席的大力支持,该教席的硕士生胡婷秋、倪艺文、孔小龙以及北京航空航天大学德语专业王雨薇同学(该教席未来的硕士生)的大力支持,曹阳、刘豪、刘慧等同学对于书中软件运算的截图工作给予了大力支持,蒂森电梯有限公司财务部史雯婷经理(该教席毕业的硕士生)也为本书的出版提供了帮助,最后还要感谢格致出版社程倩女士,她承担了本书大量的编辑工作,对于本书的出版作出了重要的贡献。对于所有参与本书出版的各界人士在此表示衷心的感谢。

希望本书对于各位读者在多元分析运用领域有所帮助,如有信息反馈,可以直接和 wangxy@tongji.edu.cn 联系。

克劳斯·巴克豪斯(Klaus Backhaus)

本德·埃里克森(Bernd Erichson)

伍尔夫·普林克(Wulff Plinke)

王煦逸(Xuyi Wang)

儒尔夫·威伯(Rolf Weiber)

2017 年春于明斯特、马格德堡、柏林、上海和特里尔

中文版前言

《多元统计分析方法》是德国该领域的经典权威著作,它受到各个运用领域师生与读者的推崇,特别在经济管理、工程学、自然科学、医学、心理学和社会学等领域得到广泛的运用,因此我们决定在其他语言市场中推广本书,这是我们从事《多元统计分析方法》(中文版)出版工作的背景。在本书中文版的出版工作中,同济大学中德学院蒂森克虏伯管理控制讲座教授王煦逸博士加入了我们的作者团队,从事了大量的修订工作,为此本书德方作者表示衷心的感谢。德方作者团队由于语言关系无法直接从事中文版的修订工作,我们很高兴王教授作为该领域资深专家能够与我们合作完成本项工作。

和德语版一样,本书的中文版涉及了当前多元统计分析的所有基本方法,在修订过程中,我们保持了本书德语版的特色:在涉及最低限度数学知识的前提下,我们运用通俗易懂的语言,并结合一个具体案例来介绍所有的多元统计方法。同时本书详细解释了统计软件 SPSS 15.0 中文版的相应运用步骤,使读者能够更进一步地深入理解有关内容,从而使本书具有很强的运用可操作性。本书涉及以下内容:

1. 回归分析
2. 时间序列分析
3. 方差分析
4. 判别分析
5. 逻辑回归
6. 列联表和相合性分析
7. 因子分析
8. 聚类分析
9. 联合分析

通晓德语的读者还可以通过我们的官方网站 www.multivariate.de 得到下列更进一步高等多元统计分析方法的德语阐释:

10. 非线性回归
11. 结构方程模型
12. 确认型因子分析
13. 神经网络
14. 多维尺度
15. 对应分析
16. 基于选择的联合分析

通过互联网不断更新书籍内容的新观念在德语区已经被广泛接受,我们期望这个观念也会

得到中国读者的响应,我们将在官网上开辟中文读者服务区,为读者提供优质的服务。

本书的出版工作得到了我们学术助理的大力协助,在此我们对于来自各个大学的他们表示衷心的感谢,特别是明斯特大学的 Harald Neun 先生为本书中文版的出版担任了德方的协调工作,同时还要感谢来自同济大学中德学院在明斯特大学的交流学生史雯婷和杨新罡同学,她们为本书的出版投入了大量的精力。

我们还要感谢给予中文版出版工作大力支持的同济大学中德学院企业管理系褚慧、李曼和数学系李玉瑜同学,她们的努力使本书的中文版更加完善。最后还要感谢上海世纪出版集团格致出版社麻俊生先生,他为本书的顺利出版作出了重要的贡献。

对于虽然这里没有提到名字但对于本书的出版作出贡献的各界人士,我们在此表示衷心的感谢,当然我们对于本书内容的正确性负全部责任,书中有不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

克劳斯·巴克豪斯
本德·埃里克森
伍尔夫·普林克
王煦逸
儒尔夫·威伯

2008 年秋于明斯特、马格德堡、柏林、上海和特里尔

Vorwort

zur chinesischen Auflage

Das Buch „Multivariate Analysemethoden“ ist in Deutschland ein Klassiker. Es ist disziplinübergreifend äußerst beliebt bei Studierenden und Dozenten verschiedenster Fachrichtungen, insbesondere bei Wirtschaftswissenschaftlern, Ingenieuren, Naturwissenschaftlern, Mediziner, Psychologen und Soziologen. Vor diesem Hintergrund haben wir uns entschieden, das Buch auch für andere Märkte und in anderen Sprachen zugänglich zu machen. Hiermit legen wir die chinesische Version des Buches „Multivariate Analysemethoden“ vor. Das Autorenteam der chinesischen Auflage ist durch unseren Kollegen Prof. Dr. Wang Xuyi, Lehrstuhlinhaber für Thyssen Krupp-Lehrstuhl für Controlling CDHK Tongji Universität, ergänzt worden, dem die deutschen Autoren für sein großes Engagement bezüglich der chinesischen Version ganz außerordentlich Dank sagen. Da die deutschen Autoren selbst nicht in der Lage sind, die chinesische Auflage zu beurteilen, freuen wir uns umso mehr, mit Herrn Kollegen Wang einen kompetenten Partner für die chinesische Ausgabe gefunden zu haben.

Wie die deutsche Ausgabe auch, umfasst die chinesische Version die Verfahren der multivariaten Analysemethoden, die heute den Standard der multivariaten Analyse bilden. Dabei sind wir dem Motto der deutschen Ausgabe auch bei der chinesischen Version treu geblieben: Wir versuchen so weit wie möglich bei geringst möglichen Anforderungen an mathematische Vorkenntnisse eine allgemeinverständliche Darstellung der Verfahren anhand eines für alle Methoden verwendeten Fallbeispiels. Die konsequente Anwendungsorientierung dokumentiert sich auch darin, dass durch die Erläuterung der Fallbeispiele unter Verwendung von SPSS 15.0 für Windows chinesische Version eine vollständige Nachvollziehbarkeit der Verfahren durch den Leser gewährleistet ist. Im Einzelnen behandeln wir in diesem Buch die folgenden „grundlegenden Verfahren der multivariaten Analyse“:

1. Regressionsanalyse
2. Zeitreihenanalyse
3. Varianzanalyse
4. Diskriminanzanalyse
5. Logistische Regression
6. Kreuztabellierung und Kontingenzanalyse
7. Faktorenanalyse
8. Clusteranalyse
9. Conjoint-Analyse

Für den Leser, der Deutsch versteht, bieten wir darüber hinaus für die nachstehend genannten „komplexen Verfahren der multivariaten Analyse“ ein deutschsprachiges Manuskript unter

www.multivariate.de an;

10. Nichtlineare Regression
11. Strukturgleichungsmodelle
12. Konfirmatorische Faktorenanalyse
13. Neuronale Netze
14. Multidimensionale Skalierung
15. Korrespondenzanalyse
16. Auswahlbasierte Conjoint-Analyse

Wir hoffen sehr, dass das im deutschsprachigen Bereich sehr gut angenommene Konzept auch in China Akzeptanz findet. Wir werden ein Link für chinesischen Leser einrichten, damit sie gute Unterstützung von uns bekommen können.

Dieses Buch hätte nicht vorgelegt werden können, ohne dass eine Reihe von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sich über das normale Maß hinaus für dieses Buch engagiert hätten. Dank für vielfältige und umfassende Hilfe gebührt den Mitarbeitern an verschiedenen Standorten. In Münster hat sich insbesondere Herr Dipl.-Ing. Harald Neun um die Koordination der Erstellung der chinesischen Auflage gekümmert. Aus Shanghai haben sich darüber hinaus in Münster die Gaststudentinnen Shi Wenting und Yang Xingang unermüdlich in das Projekt eingebracht.

Unser Dank gilt auch für die Studentinnen von CDHK, die die Veröffentlichung der chinesischen Version unterstützt haben, sie sind Frau CHU Hui, Frau LI Man, Frau LI Yuyu. Durch ihr Engagement hat sie dazu beigetragen, das Buch in kurzer Zeit auf dem chinesischen Markt gebracht werden kann. Wir danken auch Herr Ma Junsheng, Mitarbeiter von Truth & Wisdom Press, der die Redakteurarbeit dieses Buches übernommen hat. Ohne sein Engagement kann das Buch nicht auf dem Markt kommen.

Wir bedanken uns bei allen namentlich und nicht namentlich genannten Helfern. Selbstverständlich gehen alle eventuellen Mängel zu unseren Lasten.

Münster, Magdeburg, Berlin, Shanghai, Trier im Herbst 2008

Klaus Backhaus

Bernd Erichson

Wulff Plinke

Xuyi Wang

Rolf Weiber

目 录

导论	1
0.1 撰写本书的目的	1
0.2 数据和测度	3
0.3 多元分析方法的分类	5
0.3.1 结构检验的方法	5
0.3.2 结构发现的方法	8
0.3.3 小结	10
0.4 SPSS 的使用	11
0.4.1 数据	11
0.4.2 简单的统计量和图形	19
0.4.3 命令语言	24
0.4.4 SPSS 系统	30
参考文献	31

第 1 章 回归分析	33
1.1 问题的提出	33
1.2 分析过程	36
1.2.1 建模	36
1.2.2 估计回归函数	37
1.2.3 检验回归函数	43
1.2.4 检验回归系数	49
1.2.5 检验模型前提	52
1.3 案例	61
1.3.1 组回归分析	61
1.3.2 逐步回归分析	68
1.3.3 SPSS 命令	71
1.4 应用建议	72
1.5 数学附录	73
参考文献	75

第2章 时间序列分析	76
2.1 问题的提出	76
2.2 分析过程	78
2.2.1 绘制时间序列	79
2.2.2 建模	79
2.2.3 估计模型	80
2.2.4 进行预测	81
2.2.5 检验预测有效性	83
2.2.6 非线性趋势模型	84
2.2.7 考虑结构性变化	89
2.2.8 考虑周期性波动	90
2.3 使用 SPSS	91
2.3.1 线性回归	91
2.3.2 曲线拟合	92
2.4 案例:人造黄油市场的时间序列分析	93
2.4.1 外推模型	94
2.4.2 结构模型	96
2.4.3 总结	98
2.5 应用建议	99
2.6 数学附录	100
参考文献	101

第3章 方差分析	102
3.1 问题的提出	102
3.2 分析过程	103
3.2.1 单因素方差分析	103
3.2.2 双因素方差分析	108
3.2.3 方差分析推广精选	114
3.3 案例	115
3.3.1 问题的提出	115
3.3.2 结果	117
3.3.3 SPSS 命令	119
3.4 应用建议	119
参考文献	121

第4章 判别分析	122
4.1 问题的提出	122
4.2 分析过程	123
4.2.1 定义组	124

4.2.2 建立判别函数..... 124

4.2.3 估计判别函数..... 126

4.2.4 检验判别函数..... 135

4.2.5 检验判别变量..... 138

4.2.6 将新元素分类..... 140

4.3 案例 146

4.3.1 问题的提出 146

4.3.2 结果 147

4.3.3 逐步判别分析..... 159

4.3.4 SPSS 命令 159

4.4 应用建议 159

4.5 数学附录 160

参考文献 164

第 5 章 逻辑回归 166

5.1 问题的提出 166

5.1.1 逻辑回归的基本思想 166

5.1.2 建立逻辑回归方程 167

5.2 分析过程 170

5.2.1 建模 170

5.2.2 估计逻辑回归函数 171

5.2.3 解释回归系数..... 173

5.2.4 检验模型整体..... 177

5.2.5 检验特征变量..... 185

5.3 案例 186

5.3.1 问题的提出 186

5.3.2 结果 187

5.3.3 SPSS 命令 196

5.4 应用建议 197

5.5 数学附录 197

参考文献 201

第 6 章 列联表和相合性分析 202

6.1 问题的提出 202

6.2 分析过程 204

6.2.1 编制列联表..... 204

6.2.2 解释结果..... 205

6.2.3 检验相关关系..... 207

6.3 案例 212

6.3.1	问题的提出	212
6.3.2	结果	214
6.3.3	SPSS 命令	216
6.4	应用建议	217
	参考文献	217

第7章 因子分析 218

7.1	问题的提出	218
7.2	分析过程	223
7.2.1	变量选择和相关矩阵的计算	223
7.2.2	因子的提取	228
7.2.3	累积方差贡献率的确定	235
7.2.4	因子的数量	238
7.2.5	因子阐释	240
7.2.6	因子得分的确定	242
7.2.7	因子分析的小结	244
7.3	案例	245
7.3.1	问题的提出	245
7.3.2	结果	246
7.3.3	SPSS 命令	256
7.4	应用建议	256
7.4.1	使用因子分析时的问题	256
7.4.2	对进行因子分析的建议	259
7.5	数学附录	260
7.5.1	特征值问题	260
7.5.2	特征值计算	261
7.5.3	因子载荷的标准化	261
	参考文献	261

第8章 聚类分析 263

8.1	问题的提出	263
8.2	分析过程	264
8.2.1	相似性的确定	264
8.2.2	合并算法的选择	275
8.2.3	类数的确定	288
8.3	案例	291
8.3.1	问题的提出	291
8.3.2	结果	292
8.3.3	SPSS 命令	300

8.4 应用建议 300

8.4.1 进行聚类分析之前的考虑 300

8.4.2 聚类分析使用说明 301

参考文献 303

第 9 章 联合分析 304

9.1 问题的提出 304

9.2 分析过程 306

9.2.1 属性和属性水平 306

9.2.2 受测设计 307

9.2.3 受测体的评价 311

9.2.4 效用值的估计 312

9.2.5 效用值的聚集 317

9.3 案例 319

9.3.1 问题的提出 319

9.3.2 分析结果 322

9.3.3 SPSS 命令 333

9.4 运用建议 339

9.4.1 经典的联合分析的实施 339

9.4.2 选择的联合分析方法的应用 339

9.5 数学附录 342

参考文献 343

第 10 章 多维尺度 345

10.1 问题的提出 345

10.2 多维尺度法的构成和步骤 348

10.2.1 相似性的度量 348

10.2.2 距离模式的选择 351

10.2.3 位置的计算 352

10.2.4 维度的确定和解释 357

10.2.5 基于调查对象的聚集 359

10.2.6 案例分析 359

10.3 考虑偏好判断 362

10.3.1 外部偏好分析 362

10.3.2 内部偏好分析 370

10.4 考虑特征判断 371

10.5 应用建议 372

10.5.1 POLYCON 命令 372

10.5.2 PREFMAP 命令 375

10.5.3 用 SPSS 实现多维尺度	376
参考文献	380

第 11 章 对应分析 382

11.1 问题的提出	382
11.1.1 实例	382
11.1.2 对应分析的产生和分类	383
11.1.3 对应分析的应用领域	384
11.2 分析过程	385
11.2.1 准备步骤	385
11.2.2 数据标准化	391
11.2.3 维度的提取	393
11.2.4 坐标正态化	395
11.2.5 解释	400
11.3 案例	402
11.3.1 问题阐述	402
11.3.2 结果	403
11.4 应用建议	407
11.5 数学附录	413
参考文献	415

第 12 章 神经网络 417

12.1 问题的提出	417
12.1.1 生物学和人工神经网络的学习	417
12.1.2 人工神经网络中基本的功能性关系和数学运算	421
12.2 工作步骤	424
12.2.1 问题的结构化和网络类型的选择	425
12.2.2 网络结构的确定	426
12.2.3 神经元中信息处理的确定	426
12.2.4 网络的训练	430
12.2.5 受训网络的运用	435
12.3 案例研究	435
12.3.1 问题的提出	435
12.3.2 结果	444
12.4 应用建议	447
参考文献	449

第 13 章 结构方程模型 451

13.1 问题的提出	451
------------------	-----

13.1.1	结构方程模型的基本思想	451
13.1.2	因果分析的基本关系	454
13.1.3	结构方程模型的分析步骤	460
13.2	处理方法	461
13.2.1	构建假设	461
13.2.2	路径图和模型规范	461
13.2.3	模型结构可识别性	464
13.2.4	参数估计	465
13.2.5	估计结果的评价	471
13.2.6	模型结构的修正	475
13.3	案例	477
13.3.1	问题阐述	477
13.3.2	结果	483
13.4	应用建议	494
13.4.1	结构方程模型的假设与前提	494
13.4.2	对借助结构方程模型进行因果分析的建议	495
13.5	数学附录	496
	参考文献	498
	附录 1 t -分布表	501
	附录 2 F -分布表	503
	附录 3 按照 Cochran 的 c -分布表	513
	附录 4 χ^2 -分布表	515
	附录 5 χ^2 -分布的百分率值—自由度为 v 的分布	517
	附录 6 Durbin-Watson-检验表(置信度 0.95)	519
	附录 7 q -值表	521

导 论

0.1 撰写本书的目的

多元统计分析方法作为实践科学中经验研究的基础之一,如今得到越来越迅速的发展,在研究方法上也不断地推陈出新,这些方法涉及众多新的应用领域。现在又开发出了新的或更好的电脑程序,它们为统计方法的实际应用提供了保障。但是在使用这些方法时,一些使用者可能会感到有些障碍,这主要是由以下原因造成的:

- (1) 对数学描述的不理解;
- (2) 对电脑程序运用有一定的畏惧;
- (3) 对方法及其运用的可能性缺乏认识和理解。

这造成了在专业上需要运用统计方法的人士与统计方法专家之间的鸿沟,目前还没有足够的专业文献能够消除这些障碍。

本书的作者以克服这一障碍为目的,也因此形成了本书如下的特点:

(1) 在描述方法时,特别注意方法的可理解性。在所有章节中,首先考虑到的是,没有数学背景读者对其的理解,而不是首先进行详细的数学说明。当然,对方法数学内容的基本特点也有阐述,以便让那些在此方法上有过研究的人能够对该方法的基本功能、运用可能性及局限性有更深入的理解。

(2) 通过详细的例子来说明方法,使读者更容易理解。通过这些例子,读者更容易了解和领会方法的使用过程。

(3) 另外,在方法的描述上,作者把一个例子运用到多个方法中,这样可以更简单地处理问题,同时方法的结果也具有可比较性。例子的原始数据可以通过网址 www.multivariate.de 得到。

这些例子来自于市场营销领域,对其的描述可以保证让每个读者理解所提出的问题,并可以将这些专业的应用问题引申到别的领域。

(4) 加工数据资料范围的确定考虑了各个方法的程序计算花费,使得支出在可以接受的范围内。这些程序必须在计算机支持下才能运行,因此方法描述,既包括方法的基本理念,同时也涉及作为辅助工具的计算机程序的使用。目前存在一系列的程序软件包,这些软件包不仅允许计算机专家使用多元统计分析的方法,而且随着个人电脑不断普及和功能的不断完善,以及使用界面构造的简单明了,使程序的使用也变得越来越简单,因此对于实际问题的研究,有关专家可以不依赖于电脑专家而运用统计软件包。

本书中的大多数例子通过程序软件包或程序系统来计算。这个程序软件包就是 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences),程序系统将应用程序集合置于通用使用界面下。SPSS 有很广泛的使用领域,特别是在高等教育领域,同时也广泛运用于生产实践中,它可支持许多企业系统的大型计算机、工作站和个人电脑。