



新信息时代商业经济与管理译丛

ssas WILEY

Business Forecasting

Practical Problems
and Solution

商业预测 分析

新工具和新方法

【美】Michael Gilliland Len Tashman Udo Sglavo◎编

康宁 宫鑫 刘婷婷◎译

本书堪称是预测领域最新发展的实践指南，能够使您的
商务预测流程更加完善，从而大大提高预测的准确度



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



新信息时代商业经济与管理译丛

sas WILEY

Business Forecasting

Practical Problems
and Solution

商业预测 分析

新工具和新方法

【美】Michael Gilliland Len Tashman Udo Sglavo◎编
康宁 宫鑫 刘婷婷◎译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

商业预测分析：新工具和新方法 / (美) 迈克尔·吉利兰德 (Michael Gilliland), (美) 伦恩·塔什曼 (Len Tashman), (美) 乌多·圣格拉沃 (Udo Sglavo) 著; 康宁, 宫鑫, 刘婷婷译. — 北京: 人民邮电出版社, 2017.6

(新信息时代商业经济与管理译丛)

ISBN 978-7-115-45532-1

I. ①商… II. ①迈… ②伦… ③乌… ④康… ⑤宫… ⑥刘… III. ①市场预测—商业信息学 IV. ①F713.54

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第084461号

版权声明

Michael Gilliland, Len Tashman, and Udo Sglavo.

Business Forecasting: Practical Problems and Solution

Copyright ©2015 by Michael Gilliland, Len Tashman, and Udo Sglavo. All rights reserved.

This translation published under license.

Authorized translation from the English language edition published by Wiley Publishing, Inc..

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

本书中文简体字版由 John Wiley & Sons Ltd 公司授权人民邮电出版社出版, 专有版权属于人民邮电出版社。本书封底贴有 Wiley 防伪标签, 无标签者不得销售。

◆ 编 [美] Michael Gilliland Len Tashman Udo Sglavo

译 康 宁 宫 鑫 刘婷婷

责任编辑 李 强

责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

固安县铭成印刷有限公司印刷

◆ 开本: 700×1000 1/16

印张: 22

2017年6月第1版

字数: 390千字

2017年6月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2016-8293号

定价: 98.00元

读者服务热线: (010) 81055488 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

精彩书评

本书堪称商业预测员的生存指南，涵盖的话题十分广泛，包括“需求的含义”“为什么要信任预测”等。

——Scott Roy，美国 Wells 食品公司协作规划经理

本书对于预测领域的任何人员来说都是非常好的资源，涉及该领域的主要方面，是使预测实践者获得成功的巨大财富。这本书不仅涵盖了有关预测的基本知识，如可预测性和预测基准，也包括更为复杂的话题，如处理预测中的政治。对于那些希望在预测知识方面有所长进或加以温习的读者来说，这本书简明易懂，又非常实用，我强烈推荐。

——Curtis Brewer，拜耳作物科学公司预测部经理

本书不愧为商业预测的必备读本！每一篇文章都值得一读。尽管我在预测和规划领域工作多年，但这本书依然令我爱不释手。对于商业预测领域的每个人来说，这本书都值得一读。

——Igor Gusakov，Goodsforecast 公司咨询总监

距离预测科学的出现已经过去了几个世纪，并且它还将继续发展。然而，尽管该学科逐渐发展成为日趋完美的预测方法，但仍然存在局限性。预测既是一门科学，又是一门艺术。《商业预测分析：新工具和新方法》用真诚的视角审视预测这门艺术，书中包含了预测分析师和商界领袖研究成果，是预测工作人员不可多得的案头参考书。

——Jim Ferris，Clarkston Consulting 公司供应链分析总监

本书编撰者完成了一项出色的工作，向读者介绍了大量知识，这些知识对于在公司内部部署和维护成功的预测流程人员极为重要。

——Sam Iosevich，Prognos 公司高管

在当今时代，当“大数据”“机器学习”“数据科学”不断吸引人们的眼球，预测的艺术和科学却往往被忽视。由于很多预测方法和实践可以追溯到数十年前，使得人们草率认为预测没有什么新意。本书汇编了预测行业中大家的作品，向我们证明预测领域的创新充满活力。准确的预测是公司财务业绩最有效的推动力之一，本书对于改善公司业绩将会

产生巨大帮助。

——Rob Stevens, First Analytics 副总裁

这本书汇编了需求规划和销售与运营计划（S & OP）领域的精彩文章，文章的作者都是业界精英。

——Patrick Bower, Combe Incorporated 公司全球供应链规划与客户服务部总监

本书专攻商业预测，从数据采集到艺术和政治，内容丰富全面。

——Eric Wilson, Tempur Sealy International 公司需求规划与 S & OP 总监

《商业预测分析：新工具和新方法》汇集了 60 年来世界各地有关预测的知识。60 年前，Robert G. Brown（指数平滑法之父）等人开始了计算机时代的预测研究。作为 Robert G. Brown 教授的学生，我非常欣赏本书的内容，它反映出 Brown 善于捕捉“大量科学的逻辑”的能力。

——Donald Parent, LOGOLville.com 库存管理认证培训师、
供应链专业人士国际认证培训师

本书编撰者达成所愿：将 2001 年至今预测领域最有趣、最重要、最具影响力的研究者及其成果汇编成集。预测领域的实践者和管理者将会发现本书涉及以下四个部分的内容：预测的基本知识、统计预测方法、预测效果评价与报告、预测流程与政治。每个部分都配有摘要介绍，便于读者查找对应的章节解决现实世界预测工作所面临的挑战。我相信对于那些追求“尽可能准确、理性、不带偏见的预测效果”的人士来说，本书是一本至关重要的参考书。

——Carolyn I. Allmon, Electronics Corporation 总监

作者介绍

Michael Gilliland, SAS 公司（世界著名商业分析和商业智能预测软件公司）营销经理，《远见：应用预测国际期刊》“预测实践”栏目编辑，著有《商业预测交易》一书；曾在《供应链管理评论》《商业预测分析杂志》《供应链预测文摘》《APICS 杂志》《瑞士分析学杂志》和《远见》等期刊发表多篇文章。**Michael** 拥有密歇根州大学文学硕士学位（主攻哲学），约翰·霍普金斯大学哲学与数学硕士学位。读者可访问其博客：<http://blogs.sas.com/content/forecasting/>。

* * *

Len Tashman, 《远见：应用预测国际期刊》的创始编辑，2015 年是该刊发行十周年。**Len** 目前供职于国际预测员研究会董事会，组织并主持每年一度的国际预测研讨会“实践中的预测”分论坛。同时，他也是佛蒙特大学工商管理专业名誉教授，担任商业预测中心主任。

* * *

Udo Sglavo, SAS 研究所预测建模研发中心执行主任。其团队开发的软件处于业界领先并屡获殊荣，领域涉及数据挖掘、机器学习和大规模自动化预测。他在《分析学》期刊发表了多篇文章，并积极为《商业预测交易》博客撰文。**Udo** 目前供职于《远见》期刊执业咨询委员会，毕业于德国应用科学大学数学专业。

序

尽管海军中将罗伯特·菲茨罗伊并不为人们所熟知，但至少在两个方面我们不能忘记他。

读者很可能不知道菲茨罗伊曾是查尔斯·达尔文乘坐的小猎犬号战舰的舰长，达尔文曾在这艘英国海军皇家战舰上思考自然选择的进化论思想，为《物种起源》这本书的最终诞生带来了曙光。

更鲜为人知的是，菲茨罗伊是英国气象局的创始人。此外，他创造了 forecast（预报）这个词来描述他的开创性工作。在 1863 年出版的《天气篇》一书中，他写道：“预报（forecast）一词是指严格科学计算的结果，而预言（prophesies）和预测（predications）却不是。”

一个半世纪后，英国气象局仍然围绕并参与“学科结合与科学计算”工作。近年来人们对天气系统的理解越来越深入，在数据采集的速度、质量和数量、数学运算技术和计算能力方面取得了巨大进展。今天，像英国气象局这样的机构拥有了全球最强大的计算机，因此天气预报的准确率显著高于 10 年前。

虽然取得了长足进步，但要精确预测未来一周的天气还不太可能，将来也未必完全可能。这是因为使用目前任何一种已知方法预测未知还存在很大局限性。

每天的天气预报对于那些工作局面混乱且复杂的商界人士来说，也算是一个有益的教训，因为这些人也许会认为更好的预报在于使用更加复杂的数学计算。然而，尽管我们深知精确预报天气的能力有限，但找到具有超强数学计算能力的人员并不困难。这对一些软件供应商来说是个好消息，这些软件供应商依靠向客户提供“黑箱式”的预测解决方案赚取高额收益，客户们希望神奇的软件系统能够解决他们预测中遇到的难题。

幸运的是，这本书的编写者并没有在本书中显露出这些缺点。这并非因为他们缺乏技术方面的专门知识（其实他们这方面的知识颇多），也不是因为他们不相信预测对商业的价值。真正的原因在于他们有理智、有信心，既能够看到数学计算的价值，又能够认清数学计算的局限，他们为人谦虚诚实，愿意接受新的想法，经由结果判断什么才是好的、什么是正确的。我尊重和敬佩他们的这些品质，因此当被邀撰写这篇序言时我欣然承允。

那么，既然数学不是解决预测难题的“良药”，那什么才是呢？

David Orrell 在他的著作《未来的一切》中做了精彩的分析。他认为：

- 数学模型用简单机械的术语解释世界，因此不太适用于复杂的系统，例如生活系统或包含生活系统的系统，如经济体和组织。
- 这样的生活系统具有不可预测的特点。这并不是因为这类系统结构复杂，而是因

为它们不断变化和发展。这些系统本质上要求未来有别于过去，这就限制了我们通过既有事件来预测未来的能力。

- 预测很大程度上涉及心理因素。人类不是机器，人是理性动物，但同时也充满激情、容易冲动，凭直觉做事，人类大脑的机制会使我们在理解概率时产生偏见，甚至绝望。更糟糕的是，在公司组织中，预测流程往往也会受到公司政治干扰，许多利益相关者如销售、财务和高层管理者都拥有自己的既得利益，这些都会影响预测的结果。
- 有些事情是可以预测的。尽管我们说未来与过去永远不会相同，但未来与过去也不是完全不同。因此，根据过去的事件使用数学建模的预测方法是预测流程中必不可少的部分，这并非只是由于我们的大脑需要这样的方法来处理复杂的世界。

最后，David Orrell 得出结论认为，我们为了做出更好的预测，需要改变现有的方法。他建议采用更灵活的方法，从多个视角开展预测活动，而不是盲目迷信某种单一算法。我们应该运用不同的数学方法，再加上我们的判断力和直觉。

这并不意味着放弃严谨的态度。我们的目标是更加深入地理解我们所预测系统的机制，而不是将其视为一个黑盒子。我们需要在现实中测试我们所做的预测，并从预测失误中发现预测方法的不足，从而不断提高预测效果。预测工作应该纳入到具体的商业活动中，并由训练有素、装备精良的专业人士完成。

作为从业人员，我们永远不应忽视这一事实：预测只有能够帮助我们处理现实生活中的问题时才具有价值。这意味着我们需要向同事解释，并说服他们，让他们认识到不是每个人都能理解我们所掌握的知识和我们看待世界的视角，也并非每个人都理解我们展示客观“真理”的动机。这也意味着我们能够从完美的数学计算或精心设计的流程中获得审美愉悦，并能够使预测结果变得实用有效，但同时也要付出巨大的努力。

我相信商业预测是一门技艺，优秀的工匠熟知他们所用的材料，并知晓好的手工艺品离不开好的工具。但他们同样明白，真正的技艺来源于清楚地了解如何使用以及何时使用这些工具。所以我们需要严谨、专业、务实而又不拘一格的工匠。

要做到这些可能要花一辈子的时间，远远比我们大多数人所预期的时间长。向有经验的专业人士学习是值得的。

这本书是我所了解的有关预测的最好的资料，所以我强烈推荐给我们的读者。

Steve Morlidge, CatchBull Ltd.

英国伦敦

前言

文集是经过精选编纂的文献资料，2001年由J. Scott Armstrong编辑的《预测的原则》研讨会文集得以出版，该文集在预测领域意义深远。这本文集和Armstrong与Kesten Green合办的网站www.forecastingprinciples.com一起，一直是学术界、预测软件开发人员和预测从业人员的标准参考资源。但是，该文集提及的预测原则和案例还没有被大多数商业预测员付诸实践。

2015年，本书编者将2001年以来预测领域最有趣、最重要、最具影响力的研究者及其成果汇编成集，旨在向商业预测领域的每位读者提供发人深省且具有超强实用价值的参考资料。我们的目标读者包括预测分析师、需求规划师，以及预测流程中的其他参与者，还包括监管预测流程和使用预测结果的经理人员及高管。

其中几篇文章重点介绍了最新的研究成果，还有许多文章涉及仍有待讨论和具有争议的领域。然而，本书所传达的共同信息是，启发预测管理层（不只是使用花哨的新算法），可能是改进预测实践的最好途径。

本书的副标题也可以是：管理层必须了解的预测知识。在组织内部，预测是一个政治化的过程，过程中的参与者都有各自的利益，因而时常会发生摩擦。这个问题只有管理层可以解决，管理层首先必须认识到这个问题的存在。

每位管理者确实都清楚，预测失误会带来很大的危害，包括客户服务不到位、收益下滑等。但是，解决方案是什么？通常被人们采纳的简单快速的办法是，实施时听起来十分花哨的预测算法或精心设计的协作流程，但这些都无益于问题的改进。我们认为，我们需要深刻理解自身的预测能力和预测结果在现实中的局限。

本书共分四章。

第1章：商业预测分析基础

第2章：统计预测方法

第3章：预测效果评价与报告

第4章：商业预测流程与策略

每章都配有章节内容简介，对每篇文章的意义和影响加以评述。

本书大多数文章首次发表在《远见：应用预测国际期刊》，并得到国际预测员研究会的许可收录于本书。本书的编者之一Len Tashman也是该刊的主编，在此向他的工作人员Liza Woodruff、Kim Leonard、Mary Ellen Bridge、Ralph Culver和Stacey Hilliard表达真诚的谢意。

我们也得到了《商业预测期刊》主编 Chaman Jain 博士的慷慨相助，收录了发表在该刊的几篇文章。感谢商业预测研究会中与我们长期合作的老朋友：Anish Jain、Stephanie Murray 和 Latosha Staton。

此外，本书也收录了经过改编的各种书评文章、博客文章和新闻稿件，非常感谢 APICS 公司的 Elizabeth Proctor 女士、莫纳什大学的 Rob Hyndman、兰开斯特大学的 Andrey Davydenko 和 Robert Fildes、商务预报系统的 Eric Stellwagen、SCM Focus 公司的 Shaun Snapp、Steelcase 公司的 Tim Rey，以及 SAS 公司的 Chip Wells。

同时，感谢 SAS 出版公司和 Wiley 出版公司将本书纳入“Wiley 和 SAS 商务系列丛书”。本书的出版得到了 SAS 公司大力协助，Julie Platt、Shelley Sessoms 与 Karen Day 负责本书合同和管理事宜，Brenna Leath 是本书的执行编辑，Jeff Alford 与 Denise Lange 协助处理了本书出版过程中所遇到的各种琐事。BB & T 公司的 Deborah Blackburn 通读和评阅了本书书稿。

还要对 CatchBull 公司的 Steve Morlidge 致以特别的谢意，他不仅为本书提供了四篇文章，还为本书撰写了序。

最后，编者衷心感谢本书所收录文章的所有作者，感谢他们在理解和实践商业预测方面做出的巨大贡献。

Michael Gilliland

SAS 公司

北卡罗来纳州卡里市

Len Tashmn

《远见：应用预测国际期刊》

科罗拉多州戈尔登市

Udo Sglavo

SAS 公司

北卡罗来纳州卡里市

目录

第1章 商业预测分析基础 /1

- 1.1 正确理解不确定性 /3
- 1.2 需求规划师可以从股市学到什么? /8
- 1.3 可预测性的精确定义 /12
- 1.4 可预测性: 用于基准和完善预测结果的新方法 /19
- 1.5 预测误差及规避 /31
- 1.6 基准带来的危害 /40
- 1.7 我们可以从已发布的预测精度调查中获得有效基准吗? /42
- 1.8 定义需求预测中的“需求” /52
- 1.9 预测引领商业的六项原则 /57
- 1.10 预测之美 /65

第2章 统计预测方法 /69

- 2.1 一名务实预测员的自白 /70
- 2.2 组合预测法价值新发现 /79
- 2.3 如何预测包含极端值的数据 /82
- 2.4 选择统计预测层次 /85
- 2.5 什么时候应该使用平线预测? /88
- 2.6 通过时间压缩进行预测 /90
- 2.7 预测数据挖掘: 简介 /97
- 2.8 预测数据挖掘: 过程和方法 /103
- 2.9 预测最差情境: 严重性有几重? /109
- 2.10 良好模式和糟糕模式 /116

第3章 预测效果评价与报告 /123

- 3.1 预测精度测量教程: 注意事项 /124
- 3.2 追踪预测精度, 改进预测过程 /136
- 3.3 以一种“更软”的方法测量预测精度 /144
- 3.4 测量预测精度 /150
- 3.5 应将预测误差定义为 $e = F - A$ 还是 $e = A - F$? /157
- 3.6 百分误差: 分母是什么? /160

- 3.7 百分比误差会毁了我们一天的工作！ /166
- 3.8 间断需求预测精度测量指标新解 /174
- 3.9 MAD/Mean 比率较 MAPE 的优势 /180
- 3.10 在预测评估中使用等级误差代替百分比误差 /185
- 3.11 用于评估预测误差的扩展预测实现图 /194
- 3.12 预测误差指标：评价与建议 /202
- 3.13 间断需求预测方法的质量：比我们预想中还差！ /211
- 3.14 通过异常事件管理预测 /218
- 3.15 利用过程行为图改善预测与决策 /221
- 3.16 你的预测能否赢过朴素预测？ /233

第4章 商业预测流程与策略 /237

- 4.1 FVA：检验预测实践效果的试金石 /238
- 4.2 商业预测定位在何处？ /244
- 4.3 设置预测效果目标 /248
- 4.4 使用相对误差度量提高供应链预测质量 /251
- 4.5 为什么要相信你的预测？ /261
- 4.6 操作复杂而提供的证据不足：先进的预测方法真的先进吗？ /265
- 4.7 预测流程中应该取消面对面会议吗？ /268
- 4.8 销售预测博弈对供应链的影响 /275
- 4.9 销售团队在预测工作中的作用 /286
- 4.10 预测时的正确与错误判断：四家公司的教训 /293
- 4.11 新产品预测的最差实践 /301
- 4.12 零售业销售与运营规划 /306
- 4.13 销售与经营规划（S&OP）：路在何方？ /314

参考文献 /321

第1章

商业预测分析基础

提 高准确性和减少偏见等是商业预测面临的挑战，最好的解决方案是实现对预测流程的有效管理。我们认为对商业预测流程进行有效管理，需要准确理解实际状况、限制因素，以及预测流程的基本原则。当管理层不了解随机性、可变性、不确定性和可预测性等基本概念时，很容易把时间和资源浪费在那些成本高却没有实际效果的解决方法上。在预测的过程中还会有其他一些因素造成高投入低产出。

本章将就商业预测实践中需要考虑的重要因素给出宏观的指导，这些因素包括以下几个方面：

- 不确定性的识别与概率预测的必要性；
- 有效预测的基本要素；
- 可预测性评估及预测精度范围；
- 建立预测精度的基准评价指标；
- 在做需求预测时对需求精准定位的重要性；
- 提高预测精度及管理预测流程的指导原则。



尽管我们未能获得授权在本书中引用 Makridakis 和 Taleb 发表于《国际预测杂志》中的《生活在一个低水平预测下的世界》一文，但该文关于预测基础知识的描述值得一提。

Makridakis 著有《预测：方法与应用》一书，享有广泛声誉，同时撰写了大量 M 系列预测竞争方面的文章。Taleb 著有《毋被随机性愚弄》《黑天鹅效应》，这两本书使人们意识到重大事件背后隐藏着的复杂因素的不可确定性。他们发表在《国际预测杂志》（2009）的这篇文章向人们证明，有时灾难的产生源于我们的错觉，因为我们总相信完全精准的预测是可能实现的。

然而，2008 年国际金融危机的爆发是“可预测性”存在严重局限的最好例证。这篇文章简要总结了准确预测概率很小的原因，并且提出了几个实用方法来应对不确定性因素。比如，我们无法预测出你的房子何时被烧毁，但是你可以购买火险来规避这种不确定性的风险。

为什么《预测》这本书的编者如此确信仅凭一篇文章就可以告诉我们世界万物大部分是不可预测的？因为 Makridakis 和 Taleb 的观点是正确的。我们不应该对预测精度期望过高，也没必要将主要精力花费于试图将精度达到一个不切实际的程度。

实际上，我们应该接受预测精度最终受限于我们将要预测的宇宙万物这一事实，我们应该注重提高预测流程的效率，寻找解决潜在商业问题的非预测或替代

方案。预测附加值（将在第4章讨论）分析可以用来发现或消除预测流程中的某些活动，这些活动不能提高预测的准确性，甚至可能会降低预测的准确性。在很多情况下，大规模自动化软件能够传递出符合人们预期的准确公平的预测结果。而且，自动化软件做预测时不需要设定复杂的过程或过多的管理干预，因此预测成本相对较低。

商业预测的目标应该是：

尽可能以一种有效方式形成准确无误、不带偏见的预测。

这一目标并不是要实现100%的精准预测（事实上这也是不可能的），而是让我们的预测八九不离十，以便能够帮助我们做出更好的决策。然后我们就可以有效地计划和管理项目进度，避免资源浪费。

1.1 正确理解不确定性*

作者：Paul Goodwin

商业预测员往往依靠熟悉的“点”预测，即用一个单一的数字来代表最佳的估计结果。但是点预测不能在数字上表现出不确定性，而不确定性是决策时需要考虑的一个重要因素。例如，一个 100 ± 10 单位的预测可能会产生不同的规划决策。

在这篇文章中，Paul Goodwin研究了概率预测的类型及相关问题，并通过预测区间图、扇形图和概率密度图展示预测信息。根据作者的观点，如果考虑不确定性信息的话，管理者可以做出更好的决策。然而，概率预测因其容易被曲解，很难得到管理者的青睐。另外，还存在一个不良的倾向，那就是严重低估周围事物的不确定性，而过分夸大预测精度。

Goodwin针对预测，提出了一些实用性的建议，也就如何评估和传递不确定性提供了相关的信息。

避免牢狱之灾

2012年10月，6名地震专家和1名政府官员因一场地震被判入狱，此事震惊了科学界。这场地震发生在意大利小镇拉奎拉，夺走了309人的生命。主震发生之前，该地区小震频发。之后，上述7人参加了由意大利预测和防范重大危险

* 本文最初发表于《远见：应用预测国际期刊》（2014年春季刊），由国际预测员研究会友情提供。

国家委员会主持的一次会议。在庭审中，据称他们犯有玩忽职守罪，未能准确评估该地区强震即将来临的风险，也未能将这一风险告知公众。他们只是向公众传达了一个极有可能的结果，即“不会发生地震”这一信息，而不是用概率预测，让人们意识到发生强震的微小概率（Mazzotti, 2013）。

“点”预测与概率预测

这一案件突出反映了由单一事件或单一数值的形式呈现的预测结果可能会产生的弊端（后者称为“点”预测）。这类预测不能告诉我们某种不确定性和预测事件之间有多大的关联度。同样，在预测出现误差时，也不能指导我们该采用何种应对措施。强震的风险大到需要疏散全镇居民吗？当需求比 240 单位的预测值还高时，我们的安全库存应该达到多少合适呢？这两个问题在这类预测中都无从解答。

但是，将不确定性的分析纳入到预测中并非易事。我们需要将预测以概率的形式呈现，即概率预测。这种预测对于决策者来说，既可信又易理解，更实用，否则我们所做的概率预测就是在浪费时间。同时，我们也会看到，首先要对不确定性进行可靠评估，这本身也是一种挑战。

预测区间

预测区间是我们预测变量如销售额或成本时，呈现不确定性的一种常用方式。预测结果表现为一组值的范围，这一范围所涵盖的实际结果的概率也同时体现出来。例如，某产品项目需求 90% 概率的预测区间，可能是在 211 到 271 单位之间（或者是 241 ± 30 单位）。很显然，我们给定的区间越大，得到的关于下个月需求的不确定性就越高。

扇形图

扇形图能够提供更多有关不确定性的信息（见图 1.1）。图中颜色最深的部分代表 50% 概率的预测区间，而其余两块面积较大的阴影部分分别表示的是 75% 与 95% 概率的区间。

概率密度图

最后，预测结果也可以呈现为对全部概率预测的估计。比如，我们预测到明

日中午下雪的概率是 10%，降雨的概率是 20%，晴天的概率是 70%。对概率分布中的变量如销售额、成本或通胀做预估时，我们通常会用到密度预测。如图 1.2 所示，销售量几乎可以确定在 200 到 1 200 单位之间，但 500 单位左右的销售量最为可能。

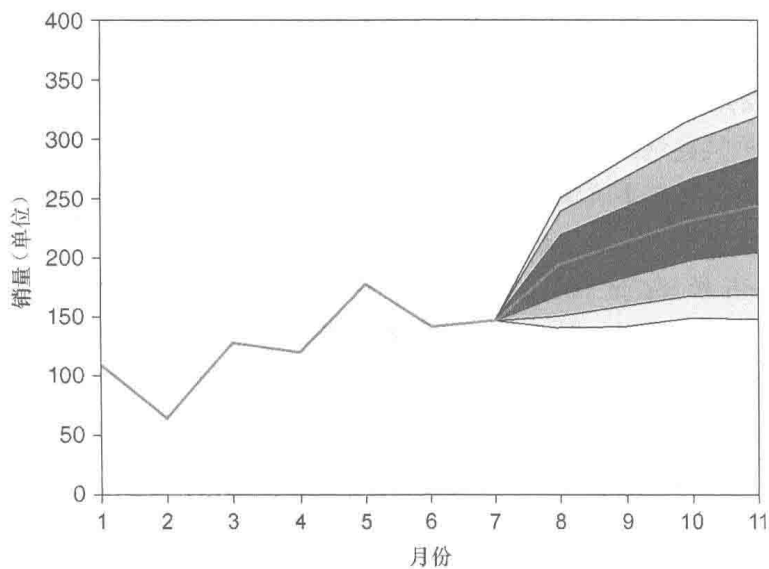


图 1.1 扇形图

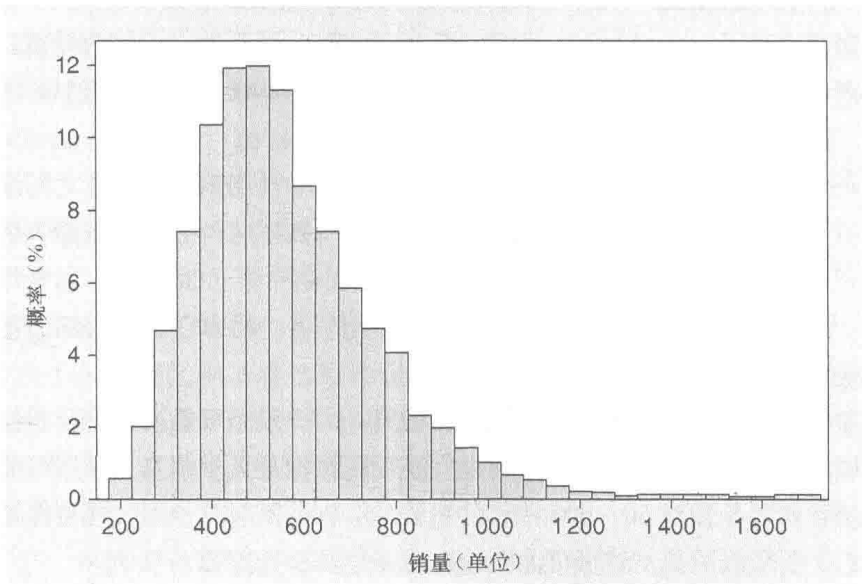


图 1.2 密度预测