



学习量化金融领域强有力的工具，用R语言解决多种多样的问题

量化金融R语言 初级教程

Introduction to R for
Quantitative Finance

[匈牙利] Gergely Daróczi 等 著
高蓉 李茂 译



量化金融R语言 初级教程

[匈牙利] Gergely Daróczi 等 著
高蓉 李茂 译

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

量化金融R语言初级教程 / (匈) 盖尔盖伊
(Gergely Daróczy) 等著 ; 高蓉, 李茂译. — 北京 :
人民邮电出版社, 2017. 5
ISBN 978-7-115-45123-1

I. ①量… II. ①盖… ②高… ③李… III. ①程序语
言—程序设计—教材 IV. ①TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第061199号

版 权 声 明

Copyright ©2013 Packt Publishing. First published in the English language under the title *Introduction to R for Quantitative Finance*.

All rights reserved.

本书由英国 Packt Publishing 公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书的任何部分不得以任何方式或任何手段复制和传播。

版权所有, 侵权必究。

-
- ◆ 著 [匈牙利] Gergely Daróczy 等
 - 译 高 蓉 李 茂
 - 责任编辑 胡俊英
 - 责任印制 焦志炜
 - ◆ 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>
 - 三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
 - 印张: 10.5
 - 字数: 190 千字 2017 年 5 月第 1 版
 - 印数: 1—2 500 册 2017 年 5 月河北第 1 次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2016-5919 号
-

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广字第 8052 号

内容提要

R 是用于统计分析、绘图的语言和操作环境。它是属于 GNU 系统的一个自由、免费、源代码开放的软件，是一个用于统计计算和统计制图的优秀工具。

本书通过 9 章的内容向读者详细介绍使用 R 语言实现量化金融的一些基础知识和方法，内容包括时间序列分析、投资组合优化、资产定价模型、固定收益证券、估计利率期限结构、衍生品定价、信用风险管理、极值理论和金融网络等。

本书的目标读者是那些希望通过 R 语言来解决量化金融问题的读者，如果读者具备一定的金融知识，将会对本书的阅读有较大的帮助。通过阅读本书，读者将学习到有关 R 语言的诸多核心内容，并了解 R 语言在量化金融方面的各类应用。

译者序

自 20 世纪 50 年代马可维茨开创投资组合理论以来，金融学开始与数学模型和数据分析紧密融合，逐渐形成了高度数理化的现代金融学。时至今日，无论是对传统的金融学理论，还是对如日中天的量化投资，又或是对方兴未艾的金融科技（Fintech），数学模型与数据科学源源不断地为这些金融理论和实践提供着发展工具，一起构建了复杂深奥、丰富多彩的量化金融世界。由于数学模型与数据分析本身的复杂性，量化金融技术一直被公众视为数学家或华尔街的“火箭科学家”的秘密武器。

近年来，开源软件得到了迅速推广，促进了各行各业对数据科学的学习与应用。R 就是这样一种开源数据分析工具。它灵活易用，数据分析能力强大，从技术上降低了量化金融技术的学习和应用难度，目前在世界范围内被广泛地采用，在中国也拥有大量用户。但是，可以结合量化金融与数据科学的图书，在市场上依然很少，而本套书正是基于这种需求而作的关于量化金融的学习教程。本套书选择 R 语言作为工具，通过 R 语言学习量化金融，帮助读者快速掌握知识并加以实践应用，为各种金融问题提供实践解决方案，同时还可使用第三方贡献的免费 R 包。

本套书内容广泛、取舍精当，涵盖了实证金融、金融工程、交易策略与银行管理等内容，可以帮助读者全面学习金融理论与技术。本套书既包含金融时间序列分析、资产定价和期权定价等理论知识，也包括投资组合管理、信用风险管理等实践

知识,还涉及金融学的前沿领域以及 2008 年金融危机后发展起来的金融网络分析理论。本套书包括两本,分别是《量化金融 R 语言初级教程》和《量化金融 R 语言高级教程》。学习《量化金融 R 语言初级教程》不需要读者精通 R 和金融理论,但需要对金融领域具有一定了解。学习《量化金融 R 语言高级教程》要求读者具备一定的 R 编程能力和金融学基本概念,建议在学习《量化金融 R 语言初级教程》的基础上再学习《量化金融 R 语言高级教程》。

作为金融学教师,我们认为本套书是通向量化金融世界的一把“金钥匙”,可以有效促进金融知识和计算技术的传播。我们很荣幸地承担了本书的翻译工作。在此特别感谢胡俊英编辑,胡编辑认真专业的审核工作,有力保证了本书翻译的如期完成,我们亦受益匪浅。同时特别感谢天津理工大学的李茂老师,书中多处的专业词汇敲定,都来自与李茂老师的讨论结果。当然,文责自负。同时,感谢杭州电子科技大学 2016 年高等教育研究资助项目 YB201631 “投资学教学与 R 软件应用”的支持。

——高蓉, 2017 年 3 月

译者简介

高蓉，任教于杭州电子科技大学经济学院。博士毕业于南开大学经济学院，本科毕业于南开大学数学科学学院。研究领域包括资产定价、实证金融、数据科学应用。已出版教材《实验投资学》，译著《数据科学入门》，发表学术论文数篇。

李茂，任教于天津理工大学数学系，毕业于北京师范大学。热爱数据科学，从事与统计和数据分析相关的教学和研究工作。

作者简介

Gergely Daróczy 是一位社会学博士学位候选人，拥有大约 8 年 R 编程的数据管理和分析任务的工作经验。**Gergely** 数年来在匈牙利的多所大学讲授统计学课程并从事数据分析工作，最近他还创建并协调着一个总部位于英国的在线报告创业公司。后者作为一种服务性平台，其软件或者平台称为 **rapporter.net**，可以对本书涉及的所有方法和技术提供一个直观的界面和接口。他对本书的贡献是提供了量化金融问题和方法的 R 实现。

“我非常感谢家庭成员的支持和理解。尽管为了完成本书的工作，他们已经很久没有见到我，但他们也依然默默支持着我。我还衷心感谢所有在匈牙利布达佩斯考文纽斯大学任教的诸位合作者，他们为本次合作提供了有用的内容。”

Michael Puhle 在德国帕绍大学（University of Passau）获得了金融学博士学位。他曾在慕尼黑的安联资产管理公司（Allianz Global Investors）担任高级风险控制经理多年，后来在毕马威金融风险管理（KPMG's Financial Risk Management）部门中担任管理助理，在那里他就市场风险模型为银行提供咨询。他还是斯普林格出版社（Springer Publishing）出版的《债券组合优化》（Bond Portfolio Optimization）的作者之一。

Edina Berlinger 是毕业于布达佩斯考文纽斯大学（Corvinus University of

Budapest) 的经济学博士。她是一名助理教授, 讲授公司金融、投资学和金融风险。她还担任大学金融系的领导职务, 也是匈牙利科学院金融分委员会的主席。她的专业涉及学生贷款系统、风险管理, 最近又涉及了网络分析领域。在学生贷款设计、流动性管理、异质代理模型和系统风险方面, 她领导过一些研究项目。

Péter Csóka 是布达佩斯考文纽斯大学的助理教授, 同时也是匈牙利科学院经济与区域研究中心、博弈论研究组的研究员。2008 年, 他在马斯特里赫特大学 (Maastricht University) 获得了博士学位。他的研究主题包括风险管理、风险资本配置、博弈论、公司金融以及一般均衡理论。他目前致力于分析对系统风险和非流动性资产组合的风险贡献。他在《运筹研究的数学方法》(Mathematical Methods of Operational Research)、《欧洲运筹研究杂志》(European Journal of Operational Research)、《博弈与经济行为》(Games and Economic Behaviour) 以及《银行与金融杂志》(Journal of Banking and Finance) 发表过论文。他还是布达佩斯金融市场流动性年度会议组织委员会的主席。

Daniel Havran 是匈牙利科学院经济研究所、经济与区域研究中心的博士后研究员。他还在布达佩斯考文纽斯大学担任兼职的助理教授, 在那里, 他讲授公司金融 (本科和博士水平) 和信用风险管理 (硕士水平) 的课程。2011 年, 他在布达佩斯考文纽斯大学获得了经济学博士学位。他研究的兴趣方向是公司现金、基金流动性管理以及场外市场的信用衍生品。

Márton Michaletzky 在 2011 年从布达佩斯考文纽斯大学获得了经济学博士学位。在 2000~2003 年间, 他是协和证券有限公司 (Concorde Securities Ltd) 的风险经理和宏观经济分析师。作为资本市场交易经理, 他在匈牙利国家高速公路管理公司获得了 30 亿欧元的证券化经验。2012 年, 他参与了一次 IPO 的准备工作以及匈牙利金融服务提供商的私人配售。在加入 DBH 投资之前, 他是 CUB 金融系的助理教授。

Zsolt Tulassay 在一家专业的美国投资银行任量化分析师, 从事评估衍生品定价模型相关的工作。在此之前, Zsolt 是布达佩斯考文纽斯大学金融系的助理讲师, 讲授衍生品、量化风险管理和金融计量经济学。Zsolt 拥有布达佩斯考文纽斯大学和中

欧大学的硕士学位。他研究的兴趣方向包括衍生品定价、构建收益率曲线、流动性风险以及异质代理模型。

Kata Vóradí 自 2013 年以来一直在布达佩斯考文纽斯大学任金融学的助理教授。2009 年，Kata 从布达佩斯考文纽斯大学研究生毕业，并于 2012 年获得了博士学位，她论文的主题是关于匈牙利股票市场的市场流动性风险分析。她的研究领域包括市场流动性、固定收益证券以及医疗系统的网络。除了研究，她对教学也很积极。主要讲授公司金融、投资学、估值以及跨国金融管理。

Agnes Vidovics-Dancs 是博士学位候选人和布达佩斯考文纽斯大学金融系的助理教授。在此之前，她是匈牙利政府债务管理局的初级风险经理。她的主要研究领域是通常的政府债务管理，特别是主权危机和违约。

审稿人简介

Hari Shanker Gupta 博士是一位算法交易系统开发领域的高级量化研究分析师。在此之前，他是位于印度班加罗尔的印度科学研究院（Indian Institute of Science, IISc）的博士后。在 2010 年，他在 IISc 获得了应用数学和科学计算领域的博士学位，他还在印度瓦拉纳西的巴纳拉斯印度大学（Banaras Hindu University, BHU）完成了硕士学位。在瓦拉纳西，因为其杰出的表现，他获得过 4 次金奖。

Hari 已经在数学和科学计算的著名期刊上发表过 5 篇研究论文。他拥有在数学、统计和计算领域的工作经验，涉及数值方法、偏微分方程、数理金融、随机分析、数据分析、时间序列分析、有限差分以及有限元方法等领域。他擅长数学软件 Matlab、统计编程语言 R、编程语言 C，目前，他在 Python 平台下工作。

Ronald Hochreiter 是维也纳大学经贸大学的金融、会计和统计系的助理教授。在 2005 年，他在维也纳大学获得了他的计算管理科学的博士学位。他是一个热心的 R 用户，并开发了主要用于最优化建模和金融应用的 R 包。他的 R 项目汇总可以在 <http://www.hochreiter.net/R/> 找到，而且他的一些关于 R 使用的金融工程在线教程可以在 <http://www.finance-r.com/> 找到。

前言

本书将向你讲述如何使用统计计算语言 **R** 和量化金融知识来解决真实世界的量化金融问题。本书包括了丰富的主题，从时间序列分析到金融网络。每章都会简要地介绍理论知识并使用 **R** 来解决一个具体问题。

本书内容

第 1 章“时间序列分析” (Michael Puhle)，介绍了用 **R** 处理时间序列数据。并且，你会学到如何建模和预测房价，使用协整改善对冲比，以及对波动率建模。

第 2 章“投资组合优化” (Péter Csóka, Ferenc Illés, Gergely Daróczi)，包括了投资组合选择背后的理论思想，并说明了如何将这些知识运用于真实世界的的数据。

第 3 章“资产定价模型” (Kata Váradi, Barbara Mária Dömötör, Gergely Daróczi)，建立在前一章的基础上，给出了刻画资产收益率与风险之间关系的模型。本章包括资本资产定价模型和套利定价理论。

第4章“固定收益证券”(Márton Michaletzky, Gergely Daróczy), 是处理固定收益产品的基础。在这一章中, 你会学到如何计算这类产品的风险, 以及构建对利率变化免疫的投资组合。

第5章“估计利率期限结构”(Tamás Makara, Gergely Daróczy), 介绍了收益率曲线的概念, 并说明了如何使用政府债券的价格估计收益率曲线。

第6章“衍生品定价”(Ágnes Vidovics-Dancs, Gergely Daróczy), 使用离散和连续时间模型解释了衍生品定价。而且, 你还会学到如何计算衍生品风险的度量以及所谓的“希腊字母”。

第7章“信用风险管理”(Dániel Havran, Gergely Daróczy), 介绍了信用违约模型, 说明了如何使用 copula 对相关违约建模。

第8章“极值理论”(Zsolt Tulassay), 给出了极值理论在保险和金融中的可能应用。你将学到如何对火灾损失分布的尾部拟合模型。然后用拟合模型计算在险价值 (Value-at-Risk) 和预期损失值。

第9章“金融网络”(Edina Berlinger, Gergely Daróczy), 解释了金融网络在 R 中如何表示、模拟、可视化以及如何分析。我们将分析银行间借贷市场并学习如何系统化地检测重要的金融机构。

阅读本书之前的准备工作

本书提供的所有代码示例都应该在预装于计算机的 R 控制台上运行。你可以免费下载软件并找到安装所有主要操作系统的指导。尽管本书没有包括高级主题, 比如如何在整合发展环境中使用 R, 对于 Emacs、Eclipse、vi 或者 Notepad++ 以及其他的编辑器有许多很好的插件, 并且我们高度推荐你尝试 RStudio, 这是一款致力于 R 的免费开源的 IDE。

除了 R 的安装版本, 我们还会使用一些用户贡献的 R 包, 这些包可以很容易地从 CRAN (Comprehensive R Archive Network) 进行安装。要安装一个 R 包, 可以

在 R 控制台使用 `install.packages` 命令，如下：

```
> install.packages('zoo')
```

安装之后，这个包需要在使用之前载入到当前的 R 会话中：

```
> library(zoo)
```

在 R 的主页，你能找到免费的入门文章和手册，但本书面向初学者，因此并不需要读者具备额外的 R 语言知识。

目标读者

本书为那些希望使用 R 来解决量化金融问题的读者而写。我们假定读者对金融有一定了解，但本书也会介绍金融理论。我们并不需要读者熟悉 R，那些想开始学习 R 语言的读者会发现本书很有用，尽管我们没有给出完整的 R 语言概览，但说明了如何使用它的一部分来解决具体问题。即使你已经使用过 R，也会惊讶于它所能应用的问题广度。

排版约定

在本书中，你会发现多种文本样式，用以区别不同种类的信息。这里举例说明其中一些类型，及其含义的解释。

文本中的代码字、数据库表格的名字、文件夹名称、文件名称、文件扩展名、路径、虚拟 URL、用户输入以及推特的处理显示如下：“我们会运用一些 `forecast` 包中的方法。”

R 代码块（通常是个函数体）安排如下。

```
logreturn <- function(x) {  
  log(tail(x, -1) / head(x, -1))  
}
```

```
}
```

当我们希望一个代码块的特定部分能吸引你的注意，相应的行或者项会设置为粗体。

```
logreturn <- function(x) {  
  log(tail(x, -1) / head(x, -1))  
}
```

任何命令行的输入和输出的格式如下。

```
> pi  
[1] 3.141593
```

其中 R 控制台中显示的“>”表示等待处理的命令。多行表达式会在第一行显示相同的符号，但其余诸行会在开头有一个“+”号，表示后面的 R 表达式尚待完成。

新术语和重要词汇以黑体表示。你在屏幕上看到的文字，例如，在菜单中或在对话框中，就像这样出现在文本中：“按下 Next 键，就翻到下一屏。”



警告或者重要的注解出现在这样的图标中。



提示或者技巧出现在这样的图标中。

读者反馈

我们始终欢迎读者的反馈。如果你对本书有任何想法，喜欢或者不喜欢什么，请让我们知道。读者的反馈对我们来说非常重要，这样我们才能出版读者最需要的图书。

一般性的反馈，请通过电子邮件发送到 feedback@packtpub.com，请在邮件的主

题中注明书名。

如果你精通某个领域并有兴趣写书或参与写书，请参考我们的作者指南 www.packtpub.com/authors。

客户支持

现在，你已经是一位 Packt 图书的拥有者，我们会竭尽全力帮助你充分利用手中的书。

下载示例代码

可以使用你的账户从 <http://www.packtpub.com> 下载所有已购买的 Packt 图书的示例代码文件。如果你从其他地方购买了本书，可以访问 <http://www.packtpub.com/support> 并注册，我们会通过电子邮件把文件发送给你。

勘误表

虽然我们已经竭力确保本书内容正确，但疏漏之处在所难免。如果你在我们的图书中发现错误，无论是文本还是代码，希望能通知我们，我们将不胜感激。这样做可以减少其他读者的困扰，帮助我们改进本书的后续版本。如果你发现任何错误，请访问 <http://www.packtpub.com/submit-errata>，选择相应的图书，单击勘误表提交表单的链接，并输入详细的说明，然后提交。勘误一经核实，你的提交就被接受，此勘误将上传到本公司网站或者添加到现有勘误表。

要查看之前提交的勘误，登录 <https://www.packtpub.com/books/content/support> 并在搜索框中输入书名。请求的信息会在勘误部分出现。

侵权行为

互联网上的侵权材料是所有媒体都要面对的问题。在 Packt，我们非常重视保护版权和许可证。如果你发现我们的作品在互联网上有任何形式的非法拷贝，请立即为我们提供网址或者网站名称，以便我们能够寻求补救。

请把可疑盗版材料发送到 copyright@packtpub.com。

非常感谢你帮助我们保护作者以及宝贵的正版图书资源。

问题

如果你对本书内容有疑问，不管是哪个方面的，都可以通过 questions@packtpub.com 来联系我们，我们将尽最大努力解决。