



编写高效的Python程序，解决实际金融问题

# Python 金融实战

Python for Finance

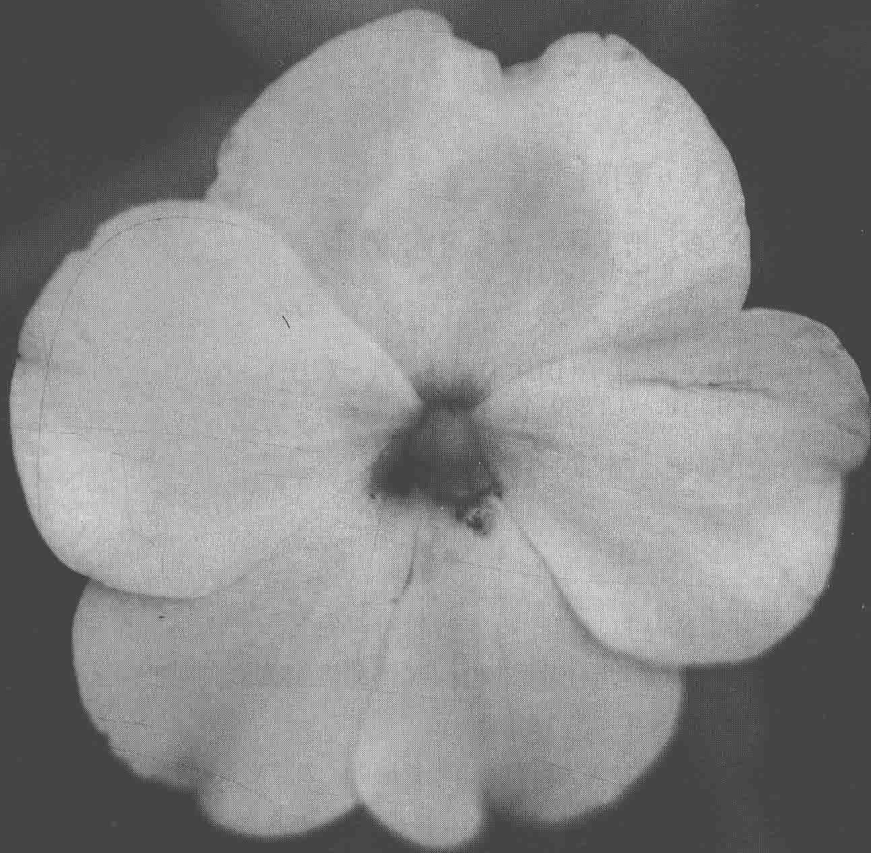
[美] Yuxing Yan 著  
张少军 严玉星 译



中国工信出版集团



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



# Python 金融实战

Python for Finance

[美] Yuxing Yan 著  
张少军 严玉星 译

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

Python金融实战 / (美) 严玉星著 ; 张少军, 严玉星译. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2017. 7  
ISBN 978-7-115-45707-3

I. ①P... II. ①严... ②张... III. ①软件工具—程序设计—应用—金融—分析 IV. ①F830.41-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第100748号

## 版权声明

Copyright ©2014 Packt Publishing. First published in the English language under the title *Python for 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 [美] Yuxing Yan
  - 译 张少军 严玉星
  - 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>  
北京市艺辉印刷有限公司印刷
  
  - ◆ 开本: 800×1000 1/16  
印张: 21.75  
字数: 420 千字 2017 年 7 月第 1 版  
印数: 1-2 000 册 2017 年 7 月北京第 1 次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2016-3953 号
- 

定价: 79.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316  
反盗版热线: (010)81055315

# 内容提要

Python 凭借其简单、易读、可扩展性以及拥有巨大而活跃的科学计算社区，在需要数据分析和处理大量数据的金融领域得到了广泛而迅速的应用，并且成为越来越多专业人士首选的编程语言之一。

本书通过 12 章内容介绍了 Python 在金融领域的应用，从 Python 的安装、基础语法，再到一系列简单的编程示例，本书循序渐进地引导读者学习 Python。同时，本书还结合 Python 的各个模块以及金融领域中的期权价格、金融图形绘制、时间序列、期权定价模型、期权定价等内容，深度揭示了 Python 在金融行业中的应用技巧。

本书适合金融、会计等相关专业的高校师生阅读，也适合金融领域的研究人员和从业人员参考学习。对于有一定计算机编程基础，但想要从事金融行业的读者，本书也是不错的参考用书。

谨以本书献给我的父辈：

严仲仪（父） 王秀珍（母）

金清（岳父） 阴家菊（岳母）

## 写给中国读者的几句话：

首先感谢人民邮电出版社选择了我的书 (*Python for Finance*) 并出版中译本。我衷心地感谢胡俊英编辑 (人民邮电出版社, 信息技术分社) 为本书的出版做出的努力, 感谢张少军教授 (在香港教学的金融学教授) 为翻译本书做出的巨大投入。

如果用一句话来总结本书: “这是一本金融学教授写的基于 Python 编程的图书”。本书将金融理论、金融计算、计算机编程和金融数据有机地结合在一起。由于 Python 是开源软件, 所以本书使用了美国大量公开的经济、金融以及会计数据 (开源数据)。

本书的读者是金融系、会计系的硕士研究生或高年级的本科生, 以及金融领域的研究人员和想进入金融领域的 IT 人士。本书亦可用作一学期的课程教科书。在美国, 已有两所学校将本书列为教科书。

对书中涉及的 Python 程序而言, 中译本和英文原版有众多的不同。主要原因是使用的 Python 版本不一样。此外 Python 语言本身, 尤其是其包含的模块也在发展和演变中。一些函数不存了, 而另一些函数也有一些变化。对此, 我已经在中文版中做了相应的修改。

本书主要的不足之处是没有引用有关中国的经济、金融及会计数据。如果可能的话, 我会在本书第 3 版的写作中加入有关中国的数据。如有研究者、经济学教授、金融学教授或会计学教授能够提供有关中国的经济、金融和会计数据, 并希望能用 Python 以及其他计算机语言 (R、SAS、Matlab 或 C) 来加以处理, 请与我联系。

——作者 严玉星 (Yuxing Yan)

2017 年 3 月于美国水牛城

# 作者简介



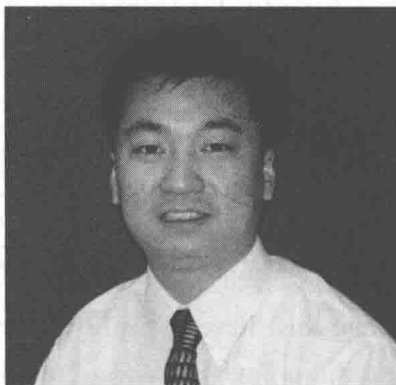
严玉星毕业于麦吉尔大学，获金融学博士学位。他有丰富的教学经验，教授过各类本科学位和研究生学位的金融课程，如金融建模、期权和期货、投资组合理论、定量财务分析、企业融资和金融数据库。他曾在 8 所全球知名的大学任教：两所在加拿大，一所在新加坡，5 所在美国。

严博士一直活跃于学术研究的前沿。他的研究成果在多个国际学术期刊发表，包括 *Journal of Accounting and Finance*、*Journal of Banking and Finance*、*Journal of Empirical Finance*、*Real Estate Review*、*Pacific Basin Finance Journal*、*Applied Financial Economics* 和 *Annals of Operation Research*。他的最新一篇学术文章是与张少军合著的，发表在 *Journal of Banking and Finance* 上。他的研究领域包括投资学、市场微观结构和开放金融。

他精通几种计算机语言，如 SAS、R、MATLAB、C 和 Python。从 2003 年到 2010 年，他在沃顿商学院研究数据服务中心（Wharton Research Data Services, WRDS）担任技术总监，为 WRDS 用户测试了与研究相关的几百个计算机程序。之后，他于 2010 年开始先后将 R 引入 3 所大学的若干门金融定量分析课程。他将讲座笔记编写成一本名为《基于 R 的金融建模》（*Financial Modeling using R*）的书。

此外，他还是财务数据方面的专家。在新加坡南洋理工大学任教时，他为博士生讲授一门名为“金融数据库入门”的课程。在 WRDS 工作期间，他回答了许多有关金融数据库的问题并帮助更新 CRSP、Compustat、IBES 和 TAQ（NYSE 高频数据）等数据库。2007 年，严博士和朱世武合著由清华大学出版社出版的《金融数据库》一书。目前，他花费相当多的时间和精力在公开财务数据上。如果有任何疑问，读者可以随时通过电子邮件 [yany@canisius.edu](mailto:yany@canisius.edu) 与他联系。

## 译者简介



张少军博士，1996年7月毕业于北京清华大学，获应用数学和计算机技术双学士学位。自1996年8月至2001年5月在美国佛罗里达州立大学继续深造，先后获得统计学硕士学位和金融统计学博士学位。现任香港理工大学会计与金融学院副教授。

张博士自2001年6月受聘于新加坡南洋理工大学南洋商学院银行与金融系并担任助理教授。为银行与金融本科专业、精算本科专业、金融工程硕士专业、金融硕士专业以及工商管理硕士(MBA)等学位项目讲授与金融模型、资产定价方法、金融时间序列分析和证券投资学相关的课程，并为来自多家银行的进修班讲授与金融模型、金融衍生产品、风险管理以及基金投资等相关的课程。独立或参与培养了多名博士和硕士研究生，并指导了30多名本科生的毕业论文。任职期间，他获得了新加坡政府及南洋理工大学的多项研究经费，荣获2006年度银行和金融系最佳研究教授奖，并于2008年9月成为美国精算协会(Associate of the Society of Actuaries, ASA)准精算师。自2009年1月起至今，在香港理工大学会计与金融学院任教，为本科学生讲授证券投资学课程，为研究生讲授与证券投资学和风险管理相关的课程。

张博士的学术研究涉及多个金融领域，包括中国股市交易、中国股权分置改革、股权资产定价的实证分析、外汇期权的定价、投资银行在债券发行市场的竞争、公司与投资银行的合作关系等。先后获邀在40多个国际学术会议上报告研究成果，在国际知名的学术期刊上发表论文10多篇，多次获得国际会议与国际期刊授予的研究论文奖，2015年荣获中国教育部人文社科学研究优秀论文三等奖。自2010年7月至今，担任亚洲金融协会理事及司库。如果读者有任何疑问，可以随时通过电子邮件 [shaojun.zhang@polyu.edu.hk](mailto:shaojun.zhang@polyu.edu.hk) 与他联系。



# 致谢

我要感谢 Ben Amoako-Adu 和 Brian Smith（他们教授我最早学习的两门金融课程，并在我毕业后的许多年里给予我坚定的支持），George Athanassakos（他布置的作业逼着我学习 C 语言）、Jin-Chun Duan、Wen-Hung Mao、Jerome Detemple、Bill Sealey、Chris Jacobs、Mo Chaudhury（我在 McGill 大学的金融学教授）和 Laurence Kryzanowski（他精彩的教学启发我专注于实证金融。虽然不是我的博士论文指导老师，但他逐字逐句地批阅了我的博士论文）。

在沃顿商学院的经历毫无疑问地塑造了我的思维方式并且增强了我的技能。感谢 Chris Schull 和 Michael Boldin 给我这份工作，感谢 Mark Keintz、Dong Xu、Steven Crispi 和 Dave Robinson，他们在最初的两年给我巨大的帮助，还要感谢 Eric Zhu、Paul Ratnaraj、Premal Vora、Shuguang Zhang、Michelle Duan、Nicholle Mcniece、Russ Ney、Robin Nussbaum-Gold 和 Mireia Gine 给我的帮助。

此外，我要感谢 Shaobo Ji、Tong Yu、Shaoming Huang、Xing Zhang、Changwen Miao、Karyl Leggio、Lisa Fairchild、K.G. Viswanathan、Na Wang、Mark Lennon 和 Qiyu (Jason) Zhang 在许多方面对我的帮助。我也要感谢张少军和孙谦，我在新加坡南洋理工大学的同事和论文合作者，谢谢他们的宝贵意见和讨论。

出版一本好书需要许多出众的出版专业人士和外部审稿人共同做出贡献。我要感谢 Packt 出版社的工作人员做出的优秀努力和付出，特别是 Llewellyn F. Rozario、Swati Kumari、Arwa Manasawala、Ruchita Bhansali、Apeksha Chitnis 和 Pramila Balan。也感谢外部审稿人 Martin Olveyra、Mourad MOURAFIQ 和 Loucas Parayiannis 的宝贵意见、批评和建议。还要感谢人民邮电出版社把这本书的中文版呈现给读者，感谢出版社胡俊英女士的大力支持和细致工作，才使得中文版得以顺利及时地与大家见面。

最后，最重要的是，我感谢我的妻子金晓宁、女儿严晶和儿子严加加的大力支持。感谢他们多年来给予我的理解和关爱。

# 审稿人简介

**Jiri Pik** 是一名与投资银行、对冲基金和其他金融机构合作的财务和商业信息顾问。他为多个行业的客户构思并搭建了有突破性的交易、投资组合和风险管理系统，以及决策支持系统。

他的咨询公司 WIXESYS，为客户提供经过认证的专业知识、快速的判断和执行能力。WIXESYS 通过网站 <http://spearian.com> 提供功能强大的工具，包括具有革命性的 Excel 和 Outlook 插件等。

**Loucas Papayiannis** 在塞浦路斯出生和长大，毕业于尼科西亚的英语学校。在塞浦路斯国民警卫队服完义务兵役后，Loucas 前往加州大学伯克利分校，在那里获得了电气工程和计算机科学学士学位。在伯克利学习期间，他得到了在帕洛阿尔托的博世研究中心工作的机会，并对开发人机界面产生了强烈的兴趣。

一段意想不到的经历让他在完成学业之后获得了一个在伦敦为彭博公司工作的机会。尽管开发金融软件是他职业发展方向的一个转折点，Loucas 还是抓住这次机会并搬到伦敦。他很快成长并喜欢上这一新的领域。他在伦敦全职工作的同时，入读国王学院的金融数学硕士课程，并在 2011 年获得了学位。

他于 2010 年开始在高盛工作，然后于 2012 年 8 月加入了巴克莱资本。直到现在，他的工作主要是使用 C++ 开发与外汇期权相关的应用程序。这些年他已经在工作中使用了各种编程语言和技术。他是一个 Linux 和 Python 的爱好者，喜欢在空闲时间用它们实验和开发应用程序。

**Mourad MOURAFIQ** 是一名软件工程师和数据科学家。他在成功完成应用数学专业的学习后，在一家投资银行担任结构性产品领域的定量分析师，专门研究 ABS、CDO 和

CDS，并在法国最大的银行担任量化分析师。

在金融领域几年之后，他发现了对机器学习和计算数学的热情，并决定加入一个创业公司，该公司专注于软件挖掘和人工智能领域。

---

“我要感谢导师们在我初到交易大厅的那段日子里对我的关照和培养”。

---

# 前言

我们正处在一个信息爆炸的大数据时代。在计算机和网络科技的推动下，瞬息万变的金融市场不停地产生出大量的电子化数据，其中大部分是对公众免费的。计算机是有效地利用这些数据的必不可少的工具。我们坚信读者应该能掌握至少一门计算机语言。而 Python 则是可供学习的计算机语言中一个比较好的选择。

## 为什么选择 Python?

选择 Python 有多种原因。首先，Python 是开源的，公众可以免费使用。Python 可用于几乎所有的主流操作系统上，如 Windows、Linux/Unix、OS/2、Mac 和 Amiga，等等。学习和使用免费软件有众多的好处。毕业以后，学生可以把他们所学到的 Python 编程技能用在任何工作岗位，包括在金融领域。与此相反，收费软件如 SAS 和 MATLAB 取决于公司或单位是否订购。其次，Python 功能强大、灵活、简单易学。它能够解决几乎所有的金融和经济方面的计量问题。第三，Python 有处理大数据的能力。Dasgupta (2013) 认为 R 和 Python 是当前最流行的两个用于数据分析的开源软件。第四，Python 有许多有用的模块。模块是为完成一个特殊的任务而开发的。在本书中，我们将学习 NumPy、SciPy、Matplotlib、Statsmodels 和 Pandas 等模块。

## 这是一本由金融学教授撰写的编程图书

毫无疑问，大多数的编程图书是由计算机专业的教授和专家撰写的。由一位金融学教授撰写本书来介绍一门编程语言似乎十分奇怪。其实不然，本书的重点和众多由计算机专家所写的书完全不同。计算机专家们会把重点放在 Python 语言本身，而正如本书的书名所示，本书的重点是介绍 Python 在金融领域的应用。作者希望为读者提供一本将 Python 与金融紧密结合的书。

## 侧重短小而实用的 Python 程序

作者曾经在多所世界著名大学任教，包括加拿大的麦吉尔大学和劳里埃大学、新加坡的南洋理工大学、美国的 Loyola 大学、UMUC、Hofstra 大学、水牛城大学和 Canisius 学院。他还在美国的沃顿商学院从事过 8 年的技术咨询工作。丰富的教学和咨询经验告诉他，大多数金融专业的学生需要掌握编写短小的程序以完成某些特定的任务。大多数编程类图书只提供了几个完整但复杂的程序，但对于循序渐进的学习过程而言，程序的数目远远不足，这将导致两种后果。首先，读者往往淹没于复杂程序的细节之中，从而产生畏惧心理，最终失去学习计算机语言的任何兴趣。其次，他们不知道如何灵活运用编程语言来解决金融领域的一系列问题，例如，如何用 1990 年~2013 年的数据和资本资产定价模型（CAPM）来估计 IBM 的市场风险系数。本书提供了大约 300 个与许多金融领域相关的 Python 程序。

## 使用真实数据

编程类的图书往往有一个共同点，就是它们常常使用虚构的数据。本书将大量使用与各种金融课题相关的真实数据。例如，不仅仅只是介绍资本资产定价模型 CAPM 和市场风险系数（贝塔值或  $\beta$ ），读者学习如何利用实际数据来估计 IBM、苹果和沃尔玛等公司的贝塔值，而不仅仅只是讲解用来估算投资组合的收益和风险的数学公式。本书会给出 Python 程序来从互联网上直接下载实时的交易数据，构造不同的股票组合，然后计算其收益和风险，包括在险价值（VaR）。

## 本书的主要内容

第 1 章简短地介绍 Python 并讨论如何安装、启动和退出 Python，以及一些相关的问题。

第 2 章讲解一些基本概念和几个常用的 Python 内置函数，如赋值、数值精度、加法、减法、除法、幂函数和平方根函数。

第 3 章介绍如何编写一些简单的 Python 函数来完成常见的金融计算，例如一个未来现金流量的现值、当前现金的未来价值、年金的现值及未来值、永续年金的现值、债券的价格和内部收益率（IRR）等。

第 4 章介绍读者在对 Python 和期权不了解的情况下，如何用几行 Python 代码计算看涨期权价格。

第 5 章介绍模块的基础知识，例如查找所有可用或已安装的模块，以及如何安装一个新的模块。

第 6 章介绍用于科研和金融计算的两个重要模块：NumPy 和 SciPy 模块。

第 7 章通过 matplotlib 模块绘制金融相关的图形，展示如何利用 matplotlib 模块绘制不同颜色和大小图表和图形来生动地解释有关的金融概念。

第 8 章结合实际数据探讨与统计相关的许多概念和问题。具体内容包括如何由雅虎财经网站下载历史数据；计算收益率、全部风险、市场风险、个股之间的相关性、不同市场之间的相关性；构造各种投资组合以及构建最优投资组合。

第 9 章详细讲解与 Black-Scholes-Merton 期权定价模型相关的内容，包括看涨期权和看跌期权的收益和利润/损失函数、不同的期权交易策略、绘制收益和利润/损失函数的图形、正态分布、与期权相关的希腊值以及期权的平价关系。

第 10 章介绍不同类型的循环，并且演示如何估算欧式和美式期权的隐含波动率。

第 11 章讨论如何利用蒙特卡罗模拟方法为欧式、美式、均价、回望式和障碍式期权定价。

第 12 章介绍波动率的测度以及 ARCH 和 GARCH 模型。

## 读完本书后有什么收获？

我们通过一些具体的例子来说明本书可能带给读者的收获。首先，本书的前两章能够帮助读者使用 Python 来计算现值、未来值、年金现值、内部收益率，以及许多其他常用的金融公式。也就是说，我们可以使用 Python 作为一个普通计算器来解决不少与金融相关的问题。其次，第 3 章能够帮助读者把几十个短小的 Python 程序结合成一个大的 Python 模块，从而用 Python 完成金融专业计算器的功能。这自制的模块与其他 Python 模块一样使用。第三，读者学习如何编写 Python 程序来下载和处理各类开源数据，包括雅虎财经网站、谷歌财经网站、美联储的数据库和 French 教授的在线数据库等。第四，读者将理解与模块相关的基本概念。模块是指由专家、其他用户或自己编写的用于特定用途的程序包。第五，在了解了 matplotlib 模块的特性后，读者可以制作各种图表。例如，通过绘制图形展示不同股票和期权的交易策略的收益/利润函数。第六，读者将能够下载 IBM 的每日交易价格、市场指数 (S&P500)、雅虎财经网站的数据和运用 CAPM 估计市场风险系数 (贝塔值)。亦可以用不同的证券 (如国债、企业债券和股票、构建投资组合)，并且应用马科维茨的均值-方差模型来优化自己的投资组合。此外，读者会知道如何估计其投资组合的在险价值 (VaR)。第七，读者应该能够应用 Black-Scholes-Merton 期权定价模型和蒙特卡罗模拟为欧式或美式期权定价。最后，读者能够学习量度波动率的几种方法，特别是自回归条件异方差 (ARCH) 和广义自回归条件异方差 (GARCH) 模型。

## 本书的目标读者

本书面向金融相关专业的从业人士，尤其是计算金融、金融建模、金融工程和商业分析等专业方向的读者，会发现本书大有裨益。对金融领域感兴趣的读者也可以通过本书学习 Python，并把它用于许多金融项目之中。个人投资者也能从本书受益。

## 约定

本书用不同的文本样式区分不同种类的内容。下面给出一些例子，帮助认识这些样式并了解它们的意义。

文本里的代码、数据库名、文件夹名、文件名、文件扩展名、路径名、网址、用户输入和 Twitter 昵称以这样的方式显示：“根据计算机操作系统，选择合适的套餐，例如，Python Windows x86 MSI Installer (Windows binary -- does not include source)”。

我们用到的 Python 代码会如下显示：

```
from matplotlib.finance import quotes_historical_yahoo
import numpy as np
import pandas as pd
import statsmodels.api as sm
ticker='IBM'
begdate=(2008,10,1)
enddate=(2013,11,30)
p = quotes_historical_yahoo(ticker, begdate, enddate, asobject=True,
adjusted=True)
```

任何命令行输入或输出如下所示：

```
>>>from matplotlib.pyplot import *
>>>plot([1,2,3,10])
>>>xlabel("x- axis")
>>>ylabel("my numbers")
>>>title("my figure")
>>>show()
```

新术语和重要的话以**粗体**显示。在菜单或对话框出现的文字，以**粗体**显示：“单击**开始**按钮，然后启动**所有程序**”。

## 使用本书的两种方式

通常有两种方式来使用本书：自己阅读或参加课程。初学者可以放慢进度，计划每两周学习一章。第 8 章是个例外，它可能需要至少 3 周。掌握另一门编程语言的专业人士可以相对快速地掌握前几章，尽快接触到后面章节的内容。他们可以把更多精力放在期权理论、隐含波动率、波动率的度量和 GARCH 模型。本书的另一特点是，第 3 章之后的大多数章节之间没有很强的前后关系。读者在学习了前 3 章和第 5 章之后可以跳到其他自己感兴趣的章节。

此外，本书非常适合用作教科书。它能让量化投资、计算金融或金融工程等专业的硕士生学习如何在金融领域应用 Python。本书的内容适合一个学期的硕士生课程，如果用在高年级本科生的课程，可以适当降低难度。

## 读者反馈

读者反馈是我们一直期盼的。请让我们知道你对本书的意见，包括喜欢或不喜欢的地方。我们渴望读者从本书得到最大的收获。因此，你的反馈意见至关重要。请把反馈意见以电子邮件发送至 [feedback@packtpub.com](mailto:feedback@packtpub.com)，并在邮件的主题里包括本书的书名。

## 客户支持

作为 Packt 出版物的拥有者，你应当感到自豪，同时也会获得我们在多方面提供的服务。

## 下载示例代码

你可以通过 <http://www.packtpub.com> 网站的帐户下载所有已购买的 Packt 图书里包含的示例代码。如果是在其他地方购买了本书，你可以在 <http://www.packtpub.com/support> 网站注册并通过电子邮件直接获得相关的文件。

## 下载书中的彩色插图

我们还为你准备了一个 PDF 文件，里面包含本书中用到的截屏/图形的彩色图像。这些彩色图像可以帮助你更好地了解输出结果。读者可以在以下网址下载这些文件：  
[https://www.packtpub.com/sites/default/files/downloads/4375OS\\_Images.pdf](https://www.packtpub.com/sites/default/files/downloads/4375OS_Images.pdf)。

## 勘误表

虽然我们已尽力确保内容的准确性，错误难免会发生。如果你发现书里的文本或者代码有错误，请务必来信告知，我们将不胜感激。这样一来，可以让其他读者少受困惑，也



帮助我们提高本书再版的质量。如果发现任何错误,请访问 <http://www.packtpub.com/submit-errata> 网页,选择你的书,点击勘误表提交表单链接,并输入勘误的详细信息。一旦你的勘误表验证通过,提交的内容会被接受,勘误就会在网站上出现,或添加到该书的现有勘误列表里。你可以从 <http://www.packtpub.com/support> 网站选择书名查看任何现有的勘误表。

## 关于盗版行为

互联网上的侵权盗版行为是所有出版商一直面临的问题。**Packt** 出版社非常重视保护版权和许可证。如果你发现任何对我们出版物的非法拷贝,不论其在互联网上是以任何形式出现的,请立刻向我们提供网址或网站名称,以便我们可以及时补救。

请把涉嫌盗版材料的链接发送到 [copyright@packtpub.com](mailto:copyright@packtpub.com)。非常感谢你帮助保护我们的作者,协助我们继续有能力为你带来有价值的内容。

## 读者疑问

如果你对本书有任何方面的疑问,你可以通过 [questions@packtpub.com](mailto:questions@packtpub.com) 与我们联系,我们一定尽力来解决。