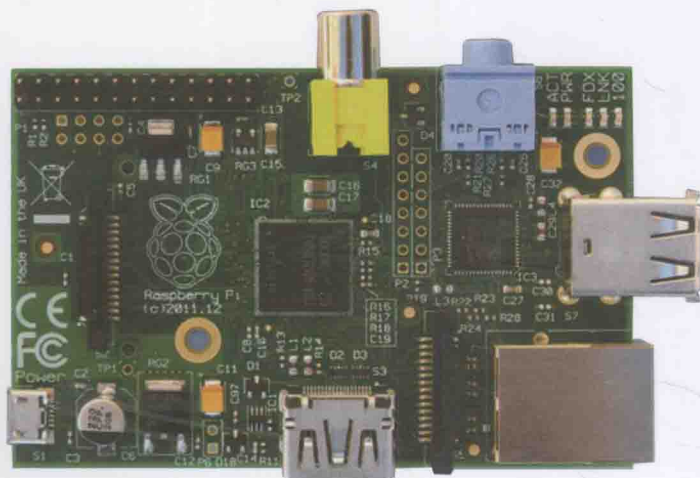


WILEY



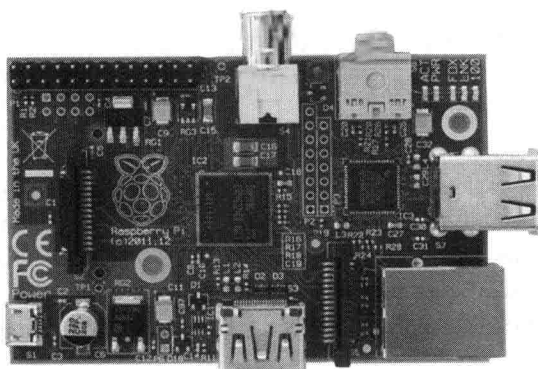
Learning Python
with Raspberry Pi

树莓派 Python编程指南

[美] Alex Bradbury Ben Everard 著 王文峰 译



机械工业出版社
China Machine Press



Learning Python
with Raspberry Pi

树莓派 Python编程指南

[美] Alex Bradbury Ben Everard 著 王文峰 译



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

树莓派 Python 编程指南 / (美) 布拉德伯里 (Bradbury, A.) 等著; 王文峰译. —北京: 机械工业出版社, 2015.1

(数字匠人)

书名原文: Learning Python with Raspberry Pi

ISBN 978-7-111-48986-3

I. 树… II. ①布… ②王… III. 软件工具—程序设计—指南 IV. TP311.56-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 303346 号

本书版权登记号: 图字: 01-2014-3575

Copyright © 2014 Alex Bradbury and Ben Everard

All Rights Reserved. This translation published under license. Authorized translation from the English language edition, entitled Learning Python with Raspberry Pi, ISBN 978-1-118-71705-9, by Alex Bradbury and Ben Everard, Published by John Wiley & Sons. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyrights holder.

本书中文简体字版由约翰·威利父子公司授权机械工业出版社独家出版。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

本书封底贴有 Wiley 防伪标签, 无标签者不得销售。

树莓派 Python 编程指南

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 秦 健

印 刷: 北京市荣盛彩色印刷有限公司

开 本: 186mm × 240mm 1/16

书 号: ISBN 978-7-111-48986-3

责任校对: 殷 虹

版 次: 2015 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

印 张: 14

定 价: 59.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

投稿热线: (010) 88379604

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东



计算机已经不再只是用来工作的方盒子。任何拥有一个可编程处理中心的东西都可以称作计算机。游戏终端、智能手机、全球卫星定位系统（GPS）单元、平板电脑以及其他许多令人难以置信的设备都说明了这一点。它们都是计算机，并且它们已经接管了这个世界。我们用它们来工作、通信，以及娱乐。事实上，很难找到有哪个领域还从未使用过计算机。

销售人员喜欢用智能来描述嵌入式计算机设备（智能手机、智能电视、智能手表等），事实上它们却并不智能。处理单元只是块执行指令的硅片。智能手机的“智能”并非来自计算机芯片，而是来自对它们编程的人。

计算机是迄今为止人类发明的最强大的工具，但是由于很少有人知道如何开发它的潜能，目前我们只是使用了它的一小部分功能。在充满计算机的世界中，最重要的就是那些可以发挥计算机全部性能的编程人员。编程，是一项基本技能，并且在未来会变得更重要。

什么是编程

我们已经指出，计算机并不智能。它只是个按照清单一步步执行指令的单元。这个指令清单就是程序。编程，就是接受任务，将其分解成多个步骤，然后把它们用计算机可以理解的语言写下来。

树莓派可以理解多种语言，在本书中，你将学习到 Python3——一种非常强大易学的语言。

本书适用于拥有树莓派并希望学些计算机编程的读者。学习本书不要求读者具有编程经验或者其他类似的技术。即便你只爱看漫画和科幻小说，都没关系，只要你具备前两个基本条件，这本书就是为你准备的。

读完本书，你将会对 Python3 有很深的理解，并且熟悉许多非常有用的模块（Python 附加模块）。通过 Python3 和这些模块，你将能控制树莓派的各个功能。你可以通过控制基本输入输出（GPIO）使它和外界交互，或者用它连通互联网。拥有一个摄像头，你可以用树莓派拍照片，也可以制作游戏，操纵三维世界。简而言之，这是一本介绍如何发掘你的树莓派的全部潜力的图书。

什么是树莓派

树莓派是个用来学习编程的优秀设备。第一，它很便宜。价格差不多只有低端计算机的十分之一，作为你的主计算机的一个附件它非常便宜。由于程序员往往需要调试开发设备，而调试就有可能破坏某些东西，这就使树莓派显得很有用。通常来说，调试并不会破坏到设备本身，但是可能需要重装系统，这就有可能损失数据并且在几个小时内你都无法使用计算机。如果你有个树莓派，用它来编程，这些就不是问题。如果你的计算机需要和别人共享，使用树莓派就显得更重要。

第二，树莓派是个裸设备。它没有藏在盒子里或者在一个完整的系统中。这意味着你可以自己决定将其做成一个什么系统。你可以将其放到盒子里，也可以就让它裸着运行。你也可以使用 GPIO，这在其他机器上是无法做到的。大多数计算机的用途都已经预先设计好了（如用来网上冲浪或者玩游戏的平板电脑，用来看电影或玩游戏的游戏终端，用来工作或玩游戏的笔记本电脑等）。而只要一点技术手段树莓派就可以做任何事情。

第三，树莓派使用 Linux——一个类似于 Windows 或 Mac OS X 的操作系统。它提供了视窗系统和一个用来操控树莓派的基于文本的命令行接口。如果你之前没有使用过 Linux，会发现它和你使用过的系统有点不同。对于崭露头角的程序员来说，最重要的区别就是 Linux 比其他系统更灵活。正如树莓派的物理设计崇尚体验一样，这个操作系统也是如此。

如何阅读本书

前 3 章介绍了如何在树莓派上使用 Python。读完这 3 章后，你将对 Python 编程有个很好的认识。本书剩余部分将分章来介绍不同的应用，如游戏和多媒体。这些章节涉及 Python 的不同领域。因此前一章没有读完不会影响你对后一章的理解（有些时候，我们可能会引用前面的某些概念，但我们会在引用时标注清楚）。

这意味着你可以在读本书第二部分时自己决定阅读顺序。例如，如果你对多媒体很感兴趣，可以直接跳到这一章，之后再去读其他章节。

学习编程必须多动手实践。也就是说，仅仅坐下来读完本书是不够的。你必须去实践这些学到的东西。贯穿本书，我们设计了很多练习让你来实践所学到的知识。有时通过特定的练习来培养你的技能，有时你需要给我们介绍过的程序添加特性。编程的一个重要部分就是确定程序要完成什么的创造力。因此你不需要完全听从我们的建议。事实上，我们鼓励你把我们的建议和代码作为一个起点——一个开启你的数字艺术征程的起点。

致 谢 *Acknowledgements*

感谢大家帮助我完成此书。在 Wiley 公司，Kezia Ednsley 和 Craig smith 从本书开始写作起就帮忙审稿。感谢 Erin Zeltner，是他让本书的文字看起来更优美，也让排版更合理。

还有许多人需要感谢。没有编程环境就不会有这本关于编程的书。基于树莓派的 Python 包含了数以千计的程序员的工作，其中有很多人还是免费贡献。这些人人都需要感谢，受限于篇幅，我们仅列出三位：Guido van Rossum、Linux Torvalds 和 Richard Stallman。

当然，软件需要运行在硬件之上，我们也要感谢 Eben Upton 和树莓派基金会。

本书中的任何错误都由作者独自承担。

Contents 目 录

前言	
致谢	
第 1 章 起航 (启动和运行) 1	
1.1 组装好你的树莓派 1	
1.2 可能遇到的问题 2	
1.3 树莓派快速指南 3	
1.3.1 使用 LXDE (轻量级 X11 桌面环境) 3	
1.3.2 使用终端 4	
1.3.3 通过 Raspi-Config 改变配置 6	
1.3.4 安装软件 6	
1.4 Python3 6	
1.4.1 Python 解释器 7	
1.4.2 运行 Python 程序 7	
1.5 小结 8	
第 2 章 Python 简介 9	
2.1 使用 Turtles 绘画 9	
2.1.1 使用循环 12	
2.1.2 条件处理: if、elif 和 else 14	
2.1.3 使用函数和方法组织代码 15	
2.2 一个 Python 游戏: 猫和老鼠 16	
2.2.1 理解变量 19	
2.2.2 定义函数 19	
2.2.3 在游戏中循环 19	
2.3 小结 20	
第 3 章 Python 基础 22	
3.1 变量、值和类型 22	
3.1.1 值和类型 23	
3.1.2 数字排序 24	
3.1.3 使用 Strings 保存文字 25	
3.1.4 布尔值: 真或假 25	
3.1.5 数据类型转换 26	
3.1.6 知识测试 26	
3.2 在结构体中存储值 27	
3.2.1 字典和集合中的非序列 元素 30	
3.2.2 知识测试 31	
3.3 控制程序流程 32	
3.3.1 用循环遍历数据 32	
3.3.2 深入理解循环嵌套 33	
3.3.3 使用 if 语句控制程序分支 34	

3.3.4 捕获异常	35	第 6 章 使用 OpenGL 创建图形	92
3.4 使用函数复用代码	36	6.1 获取模块	93
3.5 组合装配	38	6.2 创建旋转立方体	93
3.6 使用类来构建对象	40	6.2.1 向量和矩阵	95
3.7 使用模块获得附加特性	45	6.2.2 组合包装	98
3.8 小结	46	6.2.3 增加光照	101
3.9 习题答案	47	6.3 让屏幕起舞	107
第 4 章 图形编程	48	6.3.1 建立 3D 模型	109
4.1 图形用户界面 (GUI) 编程	48	6.3.2 计算声音强度	110
4.2 添加控制	50	6.4 继续完善	115
4.3 创建 Web 浏览器	52	6.5 添加纹理	115
4.4 添加窗口菜单	60	6.6 小结	116
4.5 小结	62	第 7 章 Python 与网络	117
4.6 习题答案	62	7.1 理解主机、端口和套接字	117
第 5 章 搭建游戏	65	7.1.1 使用 IP 地址定位计算机	117
5.1 构建游戏	66	7.1.2 搭建会话服务器	118
5.2 初始化 PyGame	69	7.1.3 “推”向世界	121
5.3 为角色创建世界	73	7.1.4 使用 JSON 做天气预报	123
5.3.1 检测冲突	74	7.2 知识测验	125
5.3.2 左右移动	76	7.3 走向网站	125
5.3.3 达到目标	78	7.3.1 让网站动起来 (动态网站)	127
5.3.4 制造挑战	79	7.3.2 使用模板	128
5.4 在游戏中加入自己的风格	83	7.3.3 使用表格回传数据	129
5.5 添加音乐	83	7.4 安全	131
5.6 添加布景	84	7.5 小结	134
5.7 让游戏更上一层楼	87	7.6 习题答案	134
5.8 逼真的游戏物理	87	第 8 章 我的世界	137
5.9 小结	91	8.1 畅游我的世界	138

8.1.1	控制我的世界	138	10.1.3	正则表达式	170
8.1.2	用 Python 创建我的世界	139	10.2	知识测验	173
8.1.3	深入探索	142	10.3	脚本中的网络	174
8.2	制作贪吃蛇游戏	142	10.4	组合包装	175
8.2.1	移动贪吃蛇	146	10.5	在 Python 中操作文件	180
8.2.2	增长贪吃蛇	146	10.6	小结	182
8.2.3	添加苹果	146			
8.3	深入探索	147	第 11 章 硬件接口		183
8.4	小结	148	11.1	硬件设置选择	183
第 9 章 多媒体		149	11.1.1	母转公接头	183
9.1	使用 PyAudio 让计算机发声	149	11.1.2	无焊面包板	184
9.1.1	录音	151	11.1.3	成品板和万能板	185
9.1.2	向树莓派讲话	151	11.1.4	PCB 加工	185
9.1.3	向程序提问	152	11.2	辅助工具	185
9.1.4	组合包装	153	11.2.1	剪线 / 剥线器	185
9.1.5	深入探索	155	11.2.2	万用表	185
9.2	制作电影	155	11.2.3	电烙铁	185
9.2.1	使用 USB 网络摄像头	155	11.3	本章所需的硬件	186
9.2.2	使用 OpenCV 添加计算机 图像特性	158	11.3.1	第一个电路	186
9.2.3	深入探索	160	11.3.2	保护树莓派	189
9.2.4	使用树莓派摄像头模块	160	11.3.3	电源限制	190
9.2.5	创建直播视频	162	11.3.4	获得输入	191
9.2.6	深入探索	165	11.4	使用 I2C、SPI 和串口扩展 GPIO	192
9.3	小结	165	11.4.1	SPI 通信协议	193
第 10 章 脚本		166	11.4.2	I2C 通信协议	196
10.1	从 Linux 命令行开始	166	11.4.3	串口通信协议	196
10.1.1	使用 subprocess 模块	168	11.5	深入研究	196
10.1.2	命令行标签	169	11.5.1	Arduino	197
			11.5.2	PiFace	197
			11.5.3	Gertboard	197

11.5.4	Wireless Inventor's Kit	198	12.2	通过测试发现故障	203
11.6	尝试一些流行工程	198	12.2.1	使用单元测试检查代码 片段	204
11.6.1	机器人	198	12.2.2	获得更多断言	207
11.6.2	家庭自动化	198	12.2.3	使用测试集进行回归 测试	209
11.6.3	防盗报警器	199	12.2.4	测试整个程序包	210
11.6.4	数字艺术	199	12.2.5	保证软件可用性	210
11.7	小结	199	12.3	究竟需要多少测试	211
第 12 章	测试与调试	200	12.4	小结	211
12.1	通过打印变量调查故障	200			

起航（启动和运行）

欢迎阅读本书。本书从三维图像、游戏编程到控制电子学，再到推文，会让你学到如何解放这个小计算机的全部能量。你将会看到掩藏在表象之下的内部世界，并学会如何创建程序以发挥这台小计算机的全部特性。

1.1 组装好你的树莓派

为跟进本书，你需要一些设备：

- 树莓派
- USB 键盘
- USB 鼠标
- SD 卡
- 显示器
- 电源

还有一些有用的可选设备：

- 有源 USB 集线器（强烈推荐）
- 摄像头模块
- USB 网络摄像头
- USB 无线网络（WiFi）适配器

本书中的所有内容都可以在 A 版树莓派上完成。从编程角度而言，B 版树莓派的强大之处在于多了个网络接口。这个接口在你需要安装软件时可以方便地接入互联网。

树莓派兼容任何 USB 键盘、鼠标和大多数的 SD 卡。仅有少数 SD 卡可能会存在问题。如果不确定，可以通过树莓派网上商城购买 (<http://raspberrypi.org> 上可以找到商店链接)。

树莓派拥有一个 HDMI (高清多媒体) 视频输出口，但是大多数显示器只有 VGA 或者 DVI 输入。如果可能，请选用具有 DVI 或者 HDMI 输入的显示器。一个 HDMI 转 DVI 接头只要几十块钱，并且其不会降低图像质量。市场上也有 HDMI 转 VGA 转接器，但是其价格昂贵且性能不稳定。所以只有在没有其他选择时才会使用这种转接头方案。

品牌厂商出品的 USB 电源都可以工作，而一些杂牌廉价 USB 电源可能会出现。如果可能，建议不要在电源方面太过节俭。当然，你也可以通过 USB 电缆连接普通计算机给树莓派供电。

有源 USB 集线器可以减少本章后边提到的电源相关的问题。并不是所有的 USB 集线器都是有源的，所以要保证你的 USB 集线器可以通过市电供电。

我们将在第 9 章中谈论如何选择摄像头。这里唯一要指出的是，如果你选择 USB 网络摄像头，请保证它兼容树莓派。部分支持树莓派的网络摄像头可以参考 http://elinux.org/RPi_USB_Webcams。

通过将树莓派用网线连接到路由器或者使用 USB 无线适配器连接到无线网络，你可以将树莓派接入互联网，并安装本书中需要用到的软件。

1.2 可能遇到的问题

树莓派第一个最常见的问题是电源相关的问题。有的 USB 电源无法提供足够的电流，尤其当树莓派连上外围设备或者你超频它时 (详见第 5 章)，使用这些电源可能会导致更多问题。电源相关的问题通常会导致计算机崩溃。因此，当发现树莓派运行不稳定时，首先要检查电源。为了避免这类问题，可以给树莓派单独使用一个电源，外围设备 (如键盘、鼠标等) 通过有源 USB 集线器连接到树莓派。

第二个最常见的问题是 SD 卡问题。这类问题可能是电源供电不足或者 SD 卡本身的问题。因此，我们有必要做好备份以保证数据安全。我们可以使用谷歌云硬盘服务来备份数据 (在树莓派上运行有点慢)，或者简单地在优盘中保存个副本。SD 卡相关问题通常表现在树莓派开机时显示出错信息。多数情况下，重装树莓派可以解决问题。如果重装无法解决，就需要更换新的 SD 卡。

如果遇到了其他问题，我们就需要深入挖掘了，通常，我们需要查看内核缓冲区和系统日志文件。如果遇到的是硬件相关问题，如 USB 设备无法工作，最好去看看内核缓冲区。打开终端模拟器 LXTerminal 并输入：

```
dmesg
```

这条命令将输出 Linux 内核的所有信息。它按照时间先后顺序显示，最后显示的是最近发生的事件。有任何问题都可以显示出来。

下面的命令可以打印出系统日志（通常称为 syslog）：

```
cat /var/log/syslog
```

同样，最新的消息仍然放在最后面。这两个信息可能有时会令人难以捉摸。如果读了之后仍然无法解决问题，最好去树莓派论坛上看看 www.raspberrypi.org/phpBB3/。这个论坛上有很多热心人，他们会帮助我们找到正确的方向。

1.3 树莓派快速指南

本书主要面向编程方向，而不是介绍如何使用树莓派。因此我们不会过多地介绍树莓派。但你会从中了解到树莓派是如何工作的。

有不少操作系统可以运行在树莓派上，本书的命令都是基于 Raspbian 的（一个树莓派默认的操作系统），也是初学者最好的选择[Ⓐ]。如果有 Linux 的使用经验，可以选择 Arch 或者 Fedora。选择了其他系统，就需要将本书的 apt-get 命令转换为相应系统的命令以完成软件包管理。

在树莓派上安装 Raspbian 的最简便方法是使用 NOOBS，可以从 www.raspberrypi.org/downloads 下载。网站上还有一份快速入门指南，它为树莓派的启动和运行提供了完整的帮助。

Raspbian 提供两种不同的交互方式——终端命令和图形系统 (LXDE)。

1.3.1 使用 LXDE (轻量级 X11 桌面环境)

轻量级 X11 桌面环境是 Raspbian 的标准窗口系统。其基本组件和大多数的 Windows 8 之前的 Windows 窗口相似。屏幕左下角有一个按钮，可以打开应用程序菜单。当前运行的程序显示在该按钮右侧的长条上（参见图 1-1）。

Ⓐ 基于 Debian，由 Mike Thompson 和 Peter Green 针对树莓派硬件对 Debian 进行了专门优化和移植。
——译者注

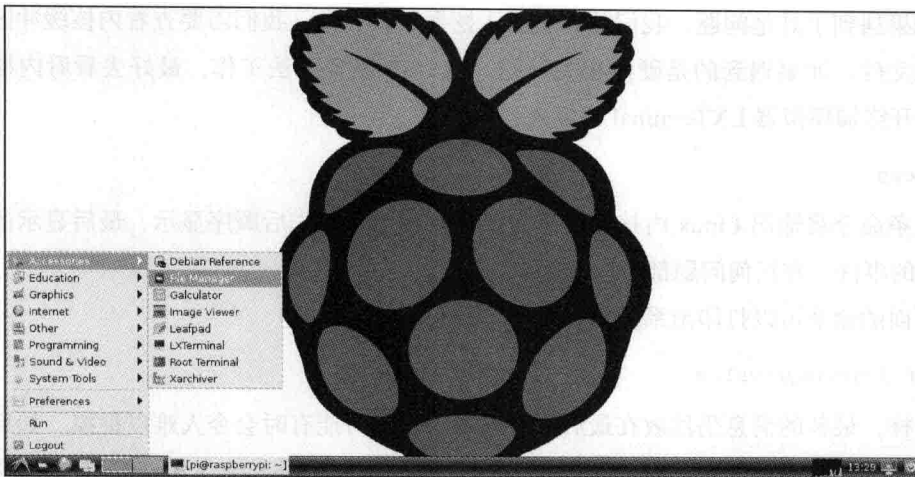


图 1-1 程序菜单打开的 LXDE 桌面

启动树莓派之后，如果你看到的是黑屏白字，询问是否登录，这表示还没有设置自动启动 LXDE。不用担心，只需使用用户名 `pi`，密码 `raspberrypi` 登录后输入如下命令就可以启动 LXDE。

```
startx
```

通过配置 `raspi-config` 可以设置成启动时自动运行 LXDE（参见下一节）。

1.3.2 使用终端

对于多数应用 LXDE 都很方便，但有时候我们也需要使用命令行。它是一个通过终端操作的非常强大的接口。在 LXDE 环境下，需要打开 LXTerminal 应用来使用它。

打开 LXTerminal，将会看到下面这行字：

```
pi@raspberrypi~$
```

它表示目前正使用用户名 `pi` 登录到名叫 `raspberrypi` 的计算机上，当前目录是 `~`。

Linux 的所有目录都起始于 `/` 或者 `root`，它是目录树的基础，每个目录都位于根目录（`root`）的某个子目录下。`cd`（更改目录）命令可以在不同的目录间切换。下面的命令展示了如何切换到根目录：

```
cd /
```

执行这条命令后，命令提示符将变为：

```
pi@raspberrypi/$
```

ls 命令可以列出这个目录下的内容。有一个称为 home 的子目录，系统中的每个用户都有自己的 home 目录。执行下面的命令可以让我们进入 home 目录并查看其中的内容：

```
cd home
ls
```

此时，home 目录中只有一个目录：pi。并且命令提示符也提示我们当前正处于 /home 目录。

移动到我们仅有的一个子目录中：

```
cd pi
```

现在，命令提示符重新变回：

```
pi@raspberrypi~$
```

这是因为字符 ~ 是当前用户 home 目录的简写。在终端中输入 ~ 时，系统会将其转换为 /home/pi。

关于命令行还有许多值得学习的地方。要完整地介绍命令行的各个方面，需要再写一本和本书一样厚的书。然而，开始使用命令行时并不需要完全了解它。本书中在使用 LXTerminal 时，都会完整地列出要使用的命令行。



提示 如果你希望学习到更多树莓派相关的知识或 Linux 通用知识，命令行是一个非常棒的开端。不论是在线资料还是印刷图书，都可以找到大量命令行相关的信息。Linux 命令行这本书可以免费在线浏览，这是一本非常棒的启蒙读物。网址 <http://linuxcommand.org/tlcl.php>。

这里我们有两个建议。首先，不要害怕命令行。开始使用时可能会有点头疼，但学习如何使用它的唯一方法就是多使用它。其次，几乎所有的命令都有内置帮助，通过选项 --help 可以查看这些帮助。例如，如果需要查看 ls 命令的更多用法，可以输入：

```
ls --help
```

该命令会输出：

```
Usage: ls [OPTION]... [FILE]...
List information about the FILES (the current directory by
default). Sort entries alphabetically if none of -cftuvSUX nor
--sort is specified.
```


后面还会列出该命令可以使用的各种选项。

1.3.3 通过 Raspi-Config 改变配置

Raspbian 提供了一个帮助设置树莓派硬件的工具，称为 `raspi-config`。打开 LXTerminal 并输入如下命令就可以使用了：

```
sudo raspi-config
```

在这里，你会发现启动时自动启动 LXDE、超频树莓派等各种选项。超频树莓派会使本书中的一些例子运行得更好，尤其是在安装新软件时。

1.3.4 安装软件

在终端中使用 `apt-get` 可以给树莓派安装新软件。安装之前，最好把当前的所有软件升级到最新版本。下面是升级命令：

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

然后就可以使用 `apt-get` 安装任何你需要的软件了。例如，如果想使用 `iceweasel`（火狐浏览器的 Debian 再发布版），可以打开 LXTerminal 并输入：

```
sudo apt-get install iceweasel
```

如果更喜欢使用图形界面来安装程序，可以安装 `synaptic`[⊖]：

```
sudo apt-get install synaptic
```

只需开启它就可以安装程序：

```
sudo synaptic
```

然后就可以直接搜索需要安装的东西。



注意 安装软件需要在命令行前加上 `sudo`。这是为了告诉计算机，我们需要做些系统级别的变化，请给予程序足够的权限以完成这些操作。

1.4 Python3

本书中，你将会学到如何使用 Python3 这门编程语言。在 Raspbian 中使用这门语言有

[⊖] Debian 及其衍生版本的包管理工具 `apt` 的图形化前端。——译者注