

“十三五”
国家重点图书出版规划项目



奥松机器人 Apress®
www.alsrobot.cn



实用而全面的树莓派 (Raspberry Pi) 实用指南

树莓派实战全攻略

Scratch、Python、Linux、Minecraft
应用与机器人智能制作

[英] 斯图尔特·沃特金斯 (Stewart Watkiss) 著 方可译

Raspberry Pi 的工作原理、基本介绍和应用入门

如何在 Raspberry Pi 上使用 Scratch、Python 等编程语言完成电子项目

大量有趣的电子制作案例，如电子游戏、机器人、Minecraft 控制器



中国工信出版集团

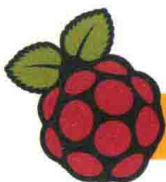


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

“十三五”
国家重点图书出版规划项目



Apress®



实用而全面的树莓派 (Raspberry Pi) 实用指南

树莓派实战全攻略

Scratch、Python、Linux、Minecraft
应用与机器人智能制作

[英] 斯图尔特·沃特金斯 (Stewart Watkiss) 著 方可译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

树莓派实战全攻略 : Scratch、Python、Linux、
Minecraft应用与机器人智能制作 / (英) 斯图尔特·沃
特金斯 (Stewart Watkiss) 著 ; 方可译. -- 北京 : 人
民邮电出版社, 2018. 7

(创客教育)

ISBN 978-7-115-48370-6

I. ①树… II. ①斯… ②方… III. ①机器人—程序
设计 IV. ①TP242

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第088020号

版权声明

*Learn Electronics with Raspberry Pi: Physical Computing with Circuits, Sensors, Outputs, and
Projects*

By Stewart Watkiss, ISBN: 978-1-48421-897-6

Original English language edition published by Apress Media.

Copyright © 2016 by Stewart Watkiss. Simplified Chinese-language edition. copyright © 2018 by Post
& Telecom Press. All rights reserved.

本书简体中文版由 Apress Media 授权人民邮电出版社出版发行。未经出版者书面许可, 不得以
任何方式复制本书的内容。

版权所有, 侵权必究

内 容 提 要

本书在传统的电子制作领域内融合了时下流行的软件、系统和应用, 如 Scratch、Python、Linux、
Minecraft、机器人, 以树莓派微型计算机为主线, 每一章使用一种流行软件对其进行编程开发, 制
作出创意十足的智能项目, 适合电子技术与编程控制初学者及电子制作爱好者作为参考书使用。

◆ 著 [英]斯图尔特·沃特金斯 (Stewart Watkiss)

译 方 可

责任编辑 魏勇俊

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>

北京画中画印刷有限公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 17.5

2018 年 7 月第 1 版

字数: 387 千字

2018 年 7 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2017-4142 号

定价: 120.00 元

读者服务热线: (010)81055339 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

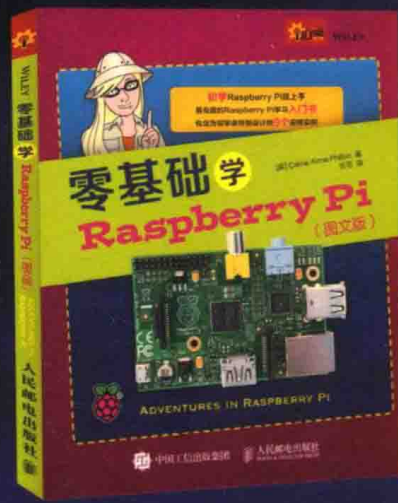
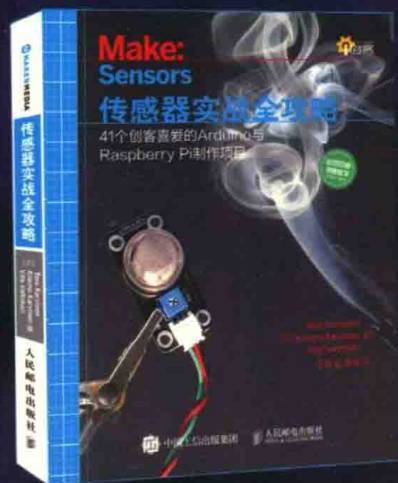
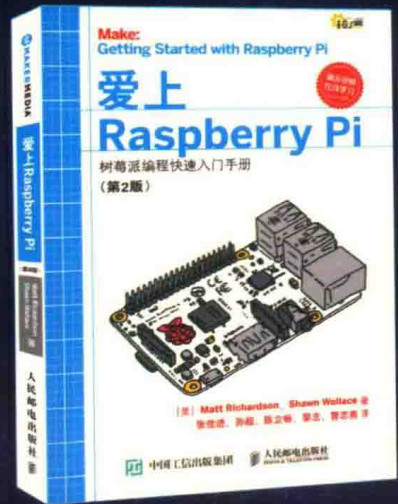


关于作者

Stewart Watkiss 来自英国，在 20 世纪 90 年代就已经算是一名骨灰级电子爱好者。早年他曾就读于赫德斯菲尔德技术学院，随后又在赫尔大学获得了硕士学位。

毕业后的他主要从事与 Linux 操作系统相关的软件开发工作，在此期间他创办了一个网站，网站主要用作 Linux 教学，并帮助从业者尽快达到相关的开发资质。

得益于 Raspberry Pi 的出现，Stewart Watkiss 重新拾起了对电子学的兴趣。随后的日子里他使用 Raspberry Pi 开发出了不少的小作品，其中有一些被 Raspberry Pi 官方微博和官方杂志（《The MagPi》）所收录。他还志愿工作于 STEM（英国公益组织，致力于发展青年基础教育），经常走进当地学校，向老师和学生们推广计算机编程和电子制作相关的知识。



前言

计算机编程是一门充满魅力的学问，尤其是当计算机与传感器相连接，程序能够和真实的世界交互时，学习它就会变得更加有趣。控制计算机对物理世界的数据进行处理和运算，给电子制作带来了更多想象和发挥的空间。

我是一名实践型学习者，所以我坚定地认为通过实际动手参与案例制作要比单纯的理论学习和阅读其他人的经验更加高效，也更加令人印象深刻。既然如此，有趣的项目案例就至关重要。本书中的案例通过精心设计，涵盖了不同的难度等级，也涵盖了不同的应用方向，让读者在阅读的过程中保持盎然的兴趣。

Raspberry Pi 是一款充满创造性的单板计算机。它通过卡板上的 40 针接口（早期版本为 26 针接口）将处理器的基本输入输出功能引出，能够让使用者方便地连接外部电路，从而实现软件与物理世界的交互。本书就将基于 Raspberry Pi 的这个特性，为读者介绍多种不同的外部传感器电路，通过简单的编程，最终实现一些有趣的小功能。

在开始的章节中，我们会一起学习到一些简单的应用电路，简单到可以直接使用图形化编程工具 Scratch 进行控制。随后我们会逐步增加难度，编程语言也会使用更高阶的 Python。整个过程学习下来，读者将能够具备自己设计外部电路并进行编程控制的能力。

本书中的大部分案例都可以使用杜邦线和面包板来实现，最大程度地方便读者学习。对于动手能力较强的读者，书中也会涉及一些基本的焊接知识，为大家提供更多发挥的可能性。除此之外，我们还将会学习到一些常用的 Raspberry Pi 扩展板的使用以及如何设计出一块定制化的专用扩展板。

适合本书的读者人群

从广义上来讲，本书适合任何想要学习电子知识并从中获得乐趣的人。从本书的内容来说，

它更适合于一些年龄稍大的儿童或者年龄稍小的成年人。我 8 岁的儿子在我写作的过程中参与了其中一些案例的设计，所以对于一些年龄不大的儿童，也完全可以在大人的帮助下学习本书内容。一言以蔽之，追求学习所带来的乐趣是不分年龄的，只要对 Raspberry Pi 充满兴趣，想要了解电子电路知识，本书都是一个不错的选择。

本书对于读者的定位是零基础的，也就是说在翻开这本书之前，有无电子方面的基础知识并不重要，但如果读者对计算机和编程有一定了解，那会对整个学习过程带来帮助。如果是完全零基础的读者也不用担心，随着我们内容的深入，所有的知识点都会有详细的讲解。编程语言方面，书中所选择的是 Scratch 和 Python，这两种语言的组合，有利于读者更快更生动地学习计算机编程。但请读者注意，这并不意味着 Raspberry Pi 只能通过这两种编程语言来控制外部电路。从实际应用的角度来说，Raspberry Pi 可以通过任何能够操作其 GPIO 接口的语言控制外部电路，如 Java 或 C 语言。

本书的使用方法

和所有的图书一样，大家可以逐个小节、章节地进行学习。对于有一定基础的读者，也可以直接跳转到你认为有用或者感兴趣的章节直接阅读。本书的内容组织从易到难，前几个章节可以算是入门内容，涉及不少重要的概念和基础知识，推荐读者仔细阅读。值得一提的是，本书中的案例大多都使用十分便宜的电子元器件构建而成，以此来保证大部分读者都能够负担得起学习过程中所必需的额外开销。

书中的大部分案例都会被包含在一个完整的章节中，但也难免会有一些涉及知识面较为广泛的案例，这些案例会根据所涉及内容的不同而被分割组织在不同的章节中。

虽然在设计本书案例时已经将电子元器件的成本加以控制，但在本书后面章节的部分案例中，还是使用到了一些相对而言比较昂贵的元器件和 Raspberry Pi 扩展板。对于这些元器件和扩展板，读者们大可将其作为一种参考，先看内容，觉得有对自己有用的再进行购买，或者考虑使用自己已经有的元器件代替它们。

认真学习本书的案例是值得鼓励的，但不应该将重复实现案例的内容作为最终的目标。读者最好能够从自己的实际角度出发，参考本书的知识和内容，产生灵感后对自己真正感兴趣的领域进行探索。

为了能够让读者在学习本书后方便查找案例中所使用过的电子元器件，我特别将这些内容整理出来，放在了附录中。通过附录，读者可以快速地找到本书所涉及的元器件及其简单的技术参数。

关于焊接的说明

当我与学生和老师们谈论起电子制作的时候，最经常被问到的问题就是“这个过程是否需要焊接”。很遗憾的是，因为这个原因，很多学生还没有了解就直接丧失了对电子制作的兴趣。

我首先想要强调的就是，对于学习大部分基础的入门知识来说，焊接并不是必须的。本书在开头的几个章节和后面的部分章节中的案例，在设计的时候充分考虑到这一点，所以不需要使用焊接。

在不涉及焊接的案例中，大部分使用了面包板和鳄鱼夹实现电路连接。对于少数电子元器件，如果想要使用面包板，我们首先需要给它们焊接一个适用于面包板的引脚，这是唯一要使用到焊接的部分。

再有一点我想强调，焊接并不像很多人想象的那样困难、昂贵和危险。在第十章中，我们会重点学习一些关于焊接的知识。我希望读者们通过对这些内容的学习，能够打消一些对焊接的恐惧与顾虑。如果在学习该章节后，仍然感觉焊接是一件困难的事情，我建议这些读者可以找找当地的创客俱乐部或者熟悉焊接的朋友，向他们当面了解一些关于焊接的经验与知识。

购买 Raspberry Pi

在学习本书的内容时，有必要购买一块 Raspberry Pi，当然如果你已经有了，那是最好不过的。第一个版本的 Raspberry Pi 发布于 2012 年，在随后的几年中，Raspberry Pi 基金会还相继发布了几个不同版本的硬件。它们中的大多数只是在硬件参数上有所不同，但从 Raspberry Pi B+ 开始，一个最大的变化就是 GPIO 引脚从 26 个升级到了 40 个，而后续的所有硬件都继承了这样的设计。尽管本书中的大部分案例只会用到前 26 个引脚，但还是不能避免地有一些案例涉及了其余的引脚。所以如果读者还没有购买 Raspberry Pi，那么我建议你购买 Raspberry Pi 2，它拥有四核处理器。相比于 Raspberry Pi 2，Raspberry Pi 3 使用了更高级别的 64 位四核处理器，并且板载了蓝牙和 Wi-Fi。虽然说我们并不需要这么强大的功能，但是如果读者条件允许，还是建议购买最新版本，毕竟除了实现本书案例内容，它们还有更多后续使用和发挥的空间。

Raspberry Pi 的官方购买途径在其官方网站有所介绍，除此之外，读者其实还可以通过广大的电子元器件零售商或是创客商店购买。

购买电子元器件

为了跟进本书的案例学习，读者可能需要自行购买一些电子元器件。很遗憾的是，本书案例所涉及的电子元器件型号广泛，市面上截至目前并没有成品的“套件”可供选择。对于这种情况，我建议读者可以购买一些常用的“电阻包”，诸如附录中所提到的 E6 或 E12 系列。

除了电阻之外，本书还涉及许多其他类型的电子元件，它们中的大多数都非常容易购买。你可以选择在普通的电子零售商购买，也可以选择在一些专门兜售创客套件的零售商处购买。如果你在美国，Adafruit 和 Sparkfun 都是口碑非常好、面向创客的零售商。一些面向 Raspberry Pi 配件的零售商，诸如 Pimoroni，专注于设计 Raspberry Pi 的扩展板，当然除此之外，电子元器件零售也是他们的业务之一，并且支持全球配送。传统的电子元器件供应商诸如“欧时电子”和“易络盟”也是不错的选择，它们在大多数国家都有本地的零售业务，可以通过其本地官方网

站购买。

市面上在售的电子元器件中，有一些元器件的型号十分相似，但是它们的实际特性是有所区别的，甚至相差很大。如果遇到此类元器件，在文中我会尽量详细地罗列出其电子特性参数，帮助读者找到正确的型号。

安装 Raspbian 操作系统

Raspberry Pi 的官方操作系统是 Raspbian。该系统基于 Debian Linux，为 Raspberry Pi 专门定制，默认安装了一些额外的软件。Raspberry Pi 的操作系统需要安装在 SD 卡上，最简单的方法就是使用官方的 NOOBs 操作系统安装器。

由于 Raspberry Pi 的硬件在不断更新，Raspbian 操作系统也在保持定期的更新。如果你已经有 Raspberry Pi 并长时间没有使用过，请首先更新操作系统。要想顺利运行本书中的大部分案例，Raspbian 至少应该是 2015 年 11 月以后的版本号。请注意，有一些在线的镜像文件的版本也不是最新的，所以请确保在安装好操作系统后也首先进行一次更新操作。具体操作命令如下：

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

如果你的系统版本过于老旧，或是已经很久没有使用，建议你直接在 Raspberry Pi 的官方网站下载 NOOBs，直接安装最新版本的操作系统。如果想要正确地将 NOOBs 文件存入 SD 卡中，需要将 SD 卡格式化，所以操作之前请备份好存储卡内原有的数据。

如果不确定当前的系统版本，可以在终端运行如下命令：

```
uname-a
```

结果中会显示当前系统的内核版本号。如果运行后什么都没有显示，就说明系统必须要重新安装了。重新安装也同样需要格式化 SD 卡，格式化的工具可以在 SD 卡组织的网站找到。完成格式化后，将 Raspberry Pi 官方网站下载的 NOOBs 文件解压到 SD 卡中即可。

所使用到的软件

本书所有案例使用的都是免费软件，其中还有一些开源软件。在使用软件的过程中，会涉及一些用户编写的模块，我会将这些代码的原始出处提供给读者。

在学习案例的过程中，读者可以自己敲入代码或者直接下载现成的代码文件。对于大多数短小的案例而言，建议读者可以通过自己输入的方式，加深印象，亲自实验，这样可以达到最好的学习效果。书中所有案例的源代码文件可以在 GitHub 网站中下载（进入 GitHub 网站，搜索 penguintutor/learnelectronics）。

在 Raspbian 下解压该代码压缩包所使用到的命令为：

```
unzip master.zip  
mv learnelectronics-master learnelectronics
```

第一个命令用于解压，第二个命令将文件重新命名。经过这两步操作后，代码文件全部都包含在 learnelectronics 目录下。

以上下载的这些代码文件不含有版权问题，所以你可以放心地将它们在自己的电子制作中使用，但是伴随其中的，有一些开源库或开源代码，在使用时请遵守这些开源内容的授权规则。例如，其中一些代码文件遵守《知识共享许可协议》，其他的一些具体授权规则，读者可以参考其代码目录中的相应文件说明。

安全守则

本书中所介绍的所有电子线路的电压都非常低，在非常安全的范围内，读者可以用手触摸。但是如果读者想要将一些项目永久性地焊接在洞洞板上时，可能会使用到诸如电烙铁一类的带电工具，请务必参照标准的作业规范。

有一些案例用到了高亮 LED 光源，一些读者或者人群可能会对高频率的闪光非常敏感，在某种情况下甚至会引发危险。所以当尝试修改这类工程案例代码的时候，请注意频率问题，不要过高。如果在公共场合，应当考虑到周围人群的感受，小心操作，以避免不必要的伤害。另外，在实验此类案例的时候，不要使用肉眼长时间观察高亮光源，包括 LED 光源。

更多知识

本书中的所有案例都是为初学者所设计的，其根本的目标是让读者对电子知识有一个基本的了解。在每个章节的最后，我会总结出一些改进章节中案例的想法和一些可能不错的创意，尝试实现这个部分的提议对于想要深入学习的读者来说是非常好的练习。我希望在不久的将来，可以在创客社区或者手工制作网站上看到本书读者发布自己构思实现的作品。

鸣谢

在本书的写作过程中，我的家庭对我提供了非常大的帮助。在此，我要首先感谢我的妻子 Sarah 对我的支持。其次，我还要特别感谢我的两个孩子 Amelia 和 Oliver，他们是我创意和灵感的源泉，本书中的很多小游戏正是受到他们的想法的启迪，他们对此浓厚的兴趣让我从始至终都能以极大的热情投入到本书的写作中。

在家庭之外，我还想感谢 Raspberry Pi 基金会团队以及他们所运营的 Raspberry Pi 全球社区。如果不是他们创造出如此功能强大的 Raspberry Pi，我也无法重燃对电子制作的浓厚兴趣，更不会把脑海中浮现的想法付诸实践。Raspberry Jams 和其社区所组织的活动让我能够有机会了解到他们背后的团队以及优秀的社区骨干，这让我能够不断地取得进步。

感谢科技评论员 Chaim Krause，他帮助我测试了本书中所有的项目案例；感谢 Michelle Lowman 的鼓励，今天才有了该书完整的呈现；感谢 Mark Powers 对我的督促，让我在写作过程中严格把握时间节点，按时完稿；感谢 Corbin Collins 对原始书稿的评价和建议，能够让我作出妥善的修改；还要感谢所有默默工作在 Apress 团队中的成员，是你们的辛勤工作，为广大爱好者带来了高品质的读物。

目 录

■ 第一章 电路入门	1
电压、电流和电阻	2
欧姆定律	2
用电安全	3
模拟和数字	4
面包板	4
简单的面包板电路	7
计算电阻值	8
静电敏感元器件	9
本章小结	9
■ 第二章 Raspberry Pi 基础入门	11
Raspberry Pi	11
GPIO 接口	12
UART 和串口通信	14
I ² C	14
SPI: 串行外围接口总线	14
PWM: 脉冲宽度调制信号	15
Raspbian Linux 入门	15
通过网络连接 Raspberry Pi	17

■ 目 录

SSH	17
远程桌面 VNC	18
本章小结	20
■ 第三章 Scratch 编程	21
Scratch 简介	21
为 Scratch 添加 GPIO 支持	23
使用 Scratch 控制 LED	23
发光二极管 (LED)	24
电阻	24
将 LED 连接到 Raspberry Pi	25
为 Scratch 程序添加输入	27
将开关作为数字输入	28
将开关添加到电路	28
机器人守门员	30
测试游戏	35
街机模拟火星登陆	35
制作街机模拟器	35
添加开关和摇杆	37
连接开关	37
创建游戏	38
测试游戏	43
本章小结	44
■ 第四章 使用 Python 控制交互: GPIO Zero 模块入门	45
电源	45
Raspberry Pi +5V	46
USB 电源适配器	46
其他外置电源	47
家用电	49
电池	49
使用三极管让 LED 更亮	49
晶体管和三极管	49
计算电阻值	51

Python 入门	53
GPIO Zero 入门	56
while 循环	58
电路原理图	59
使用达林顿管增加 LED 亮度	63
使用 Python GPIO Zero 模块获取输入	67
使用 MOS 管控制“迪斯科”舞灯	69
流水灯	73
使用晶闸管和双向晶闸管控制交流光源	74
本章小结	76
■ 第五章 更多的输入和输出：红外线传感器和 LCD 显示屏	77
PIR 传感器和 Pi 摄像头	77
使用 picamera 控制 Raspberry Pi 摄像头	77
使用 PIR 传感器检测运动	80
使用 PIR 传感器触发 Pi 摄像头	82
红外线发射器和接收器	83
红外接收器	83
红外发射器	84
红外发射接收电路	85
使用 LIRC 配置红外发射和接收功能	85
使用 python-lirc 接收红外信息	90
使用 Python 发送红外信号	92
更多关于红外的元器件	92
电平转换	92
使用分压电路减小输入电压	93
单向电压电平转换器	94
双向电平转换器	95
I ² C LCD 显示屏：问答游戏	97
LCD 字母显示屏	97
I ² C	97
用于 LCD 显示屏的 I ² C 适配器	99
“问答游戏”游戏电路	99

设置 I ² C 并编写程序	101
SPI 模数转换器	107
使用电位计产生模拟值	107
模数转换	108
SPI (串行外设接口总线)	108
电位计和 ADC 电路	109
使用 Python 访问 ADC	110
本章小结	113
■ 第六章 添加 Python 和 Linux 的控制	115
Python 编程进阶	115
在 Python 中创建函数	118
使用函数为“迪斯科”舞灯添加流水灯功能	119
使用 Python 的主函数功能	121
让 Python 程序可以直接运行	121
获取命令行参数	122
以服务的形式运行 Python 程序	124
使用 Cron 规律性启动程序	125
使用红外实现自动控制乐高火车模型	126
处理软件冲突	130
使用 LIRC 和 GPIO Zero 控制乐高火车模型	131
使用物联网技术控制火车模型	133
使用 NeoPixels 控制彩色 LED 灯条	141
给 LED 灯条供电	143
LED 灯条的工作原理	143
安装 Python 模块	143
使用 Python 控制彩色 LED 灯条	144
使用 Pygame Zero 创建图形界面应用	145
将图标添加到 Raspbian 桌面	154
本章小节	156
■ 第七章 使用 Pi 摄像头拍摄定格动画	157
红外快门	157
设计电影情节	162

拍摄动画	164
编辑视频	165
在 Raspberry Pi 上创建视频	165
在 PC 上使用 OpenShot 编辑视频	166
添加视频特效	168
使用 GIMP 制作特效	168
修改视频帧	169
使用绿幕特效	170
为动画添加声音	173
使用 Audacity 录制声音	173
使用 Sonic Pi 制作独一无二的背景音乐	174
将声音添加到 OpenShot	175
本章小结	175
■ 第八章 设计和制作机器人	177
机器人底盘的选择和制作	177
双电机轮和万向轮	178
四电机轮	178
履带车轮	178
转向轮	178
购买套件或自行制作	178
选择一款 Raspberry Pi	179
电机控制	179
直流电机和步进电机	180
H 桥电机控制电路	181
使用脉宽调制波 (PWM) 控制速度	184
为 Raspberry Pi 和电机供电	185
使用面包板构建电路	186
电机控制扩展板	187
使用 Python 控制机器人	188
使用超声波传感器测距	191
使用 Wii 手柄控制机器人	196
本章小结	201

■ 第九章 自定义游戏：Minecraft 硬件编程	203
使用 Python 与 Minecraft 交互	203
使用摇杆移动角色	206
在 Minecraft 中建造房屋	210
添加状态 LED	213
寻找萤石	218
本章小结	221
■ 第十章 焊接电路板	223
焊接基础	223
准备基础工具	224
选择焊锡	225
焊接时需要注意的安全事项	225
焊接 PCB	226
直接将引脚焊接到导线	227
洞洞板	228
适用于 Raspberry Pi 的洞洞板	228
外壳	229
测试工具	230
万用表	230
示波器	231
本章小结	232
■ 第十一章 创新开始：设计自己的电路	233
设计流程简述	233
查看数据手册	234
使用 Fritzing 设计电路	236
设计电路图 / 原理图	237
设计准则	239
创建面包板布局图	239
创建洞洞板布局	240
设计 PCB	240
为 Raspberry Pi 供电	243