

O'REILLY®

Hacks

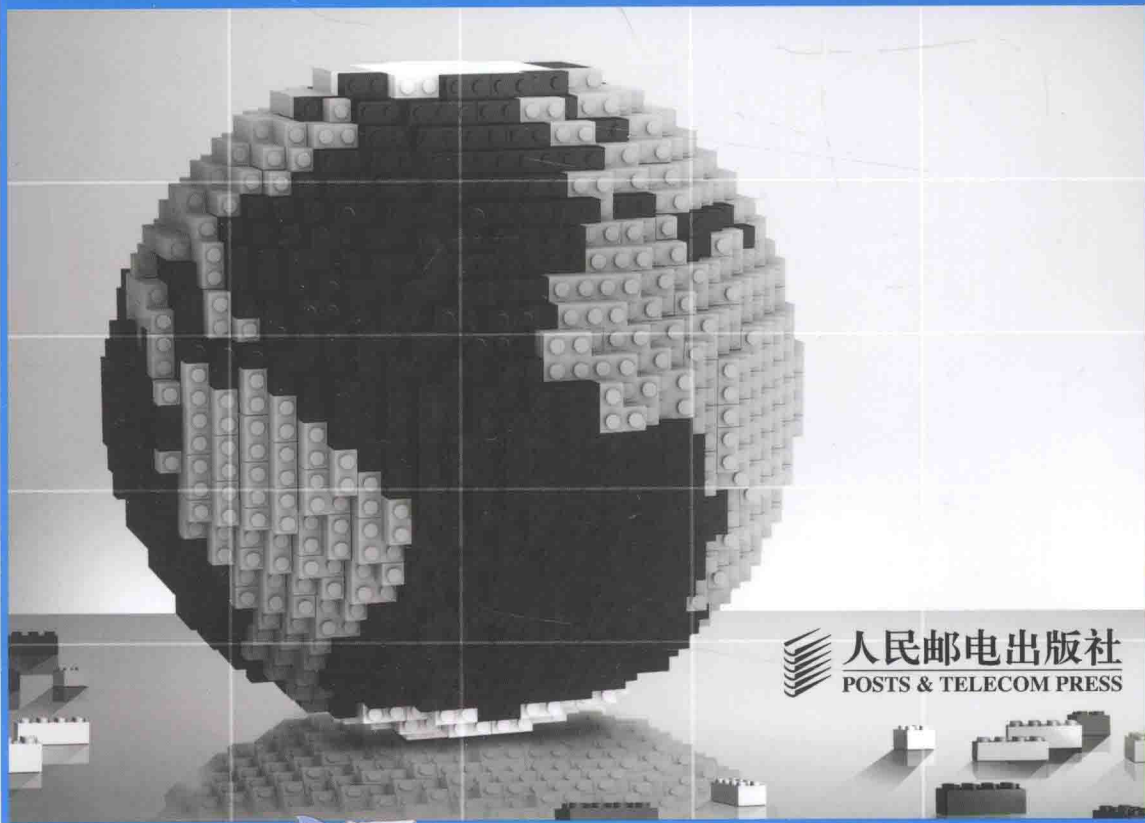
# 树莓派实战秘籍

## Raspberry Pi Hacks

[美] Ruth Suehle Tom Callaway 著

符鹏飞 马立新 潘铁军 译

树莓派创新的技巧和工具



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



O'REILLY®

# 树莓派实战秘籍



[美] Ruth Suehle、Tom Callaway 著  
符鹏飞 马立新 潘铁军 译

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

树莓派实战秘籍 / (美) 舒乐 (Suehle, R.), (美) 卡拉威 (Callaway, T.) 著; 符鹏飞, 马立新, 潘铁军译.  
— 北京: 人民邮电出版社, 2015. 4  
ISBN 978-7-115-37919-1

I. ①树… II. ①舒… ②卡… ③符… ④马… ⑤潘…  
… III. ①Linux操作系统 IV. ①TP316

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第025774号

## 版权声明

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and Posts & Telecom Press, 2015.  
Authorized translation of the English edition, 2011 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same.

Copyright © 2011 by O'Reilly Media, Inc.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

本书中文简体版由 O'Reilly Media, Inc. 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复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

- 
- ◆ 著 [美] Ruth Suehle Tom Callaway
  - 译 符鹏飞 马立新 潘铁军
  - 责任编辑 陈冀康
  - 责任印制 张佳莹 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>
  - 三河市中晟雅豪印务有限公司印刷
  
  - ◆ 开本: 787×1000 1/16
  - 印张: 22.75
  - 字数: 423 千字 2015 年 4 月第 1 版
  - 印数: 1—3 000 册 2015 年 4 月河北第 1 次印刷
  - 著作权合同登记号 图字: 01-2013-9300 号
- 

定价: 69.00 元

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

---

# O'Reilly Media, Inc. 介绍

O'Reilly Media 通过图书、杂志、在线服务、调查研究和会议等方式传播创新知识。自 1978 年开始，O'Reilly 一直都是前沿发展的见证者和推动者。超级极客们正在开创着未来，而我们关注真正重要的技术趋势——通过放大那些“细微的信号”来刺激社会对新科技的应用。作为技术社区中活跃的参与者，O'Reilly 的发展充满了对创新的倡导、创造和发扬光大。

O'Reilly 为软件开发人员带来革命性的“动物书”；创建第一个商业网站 (GNN)；组织了影响深远的开放源代码峰会，以至于开源软件运动以此命名；创立了 Make 杂志，从而成为 DIY 革命的主要先锋；公司一如既往地通过多种形式缔结人与信息之间的纽带。O'Reilly 的会议和论坛集聚了众多超级极客和高瞻远瞩的商业领袖，共同描绘出开创新产业的革命性思想。作为技术人士获取信息的选择，O'Reilly 现在还将先锋专家的知识传递给普通的计算机用户。无论是通过书籍出版、在线服务或者面授课程，每一项 O'Reilly 的产品都反映了公司不可动摇的理念——信息是激发创新的力量。

## 业界评论

“O'Reilly Radar 博客有口皆碑。”

——Wired

“O'Reilly 凭借一系列（真希望当初我也想到了）非凡想法建立了数百万美元的业务。”

——Business 2.0

“O'Reilly Conference 是聚集关键思想领袖的绝对典范。”

——CRN

“一本 O'Reilly 的书就代表一个有用、有前途、需要学习的主题。”

——Irish Times

“Tim 是位特立独行的商人，他不光放眼于最长远、最广阔视野而且切实地按照 Yogi Berra 的建议去做了：‘如果你在路上遇到岔路口，走小路（岔路）。’回顾过去，Tim 似乎每一次都选择了小路，而且有几次都是一闪即逝的机会，尽管大路也不错。”

——Linux Journal

---

# 内 容 提 要

Raspberry Pi（中文名为“树莓派”）是基于 Linux 系统设计的一款世界上最小的计算机，外形只有信用卡大小，但功能强大。自问世以来，树莓派受到众多计算机发烧友和创客的追捧，甚至到了一“派”难求的地步。

本书涵盖了 65 个使用树莓派的技巧，共 6 章，分别为黑客配置技巧、为树莓派做 Linux 黑客、房间内的树莓派、室外的树莓派、多媒体树莓派以及扩展树莓派几个方面全方位地介绍了树莓派，引导读者创造出更多复杂的创客应用。

本书内容通俗易懂、示例丰富。对于那些具备一定 Linux 基础知识并且对树莓派感兴趣的读者，这是一本不可多得的启发式教程。

本书献给 Seth Vidal。Seth 虽然没有活到本书完成的那一天，但  
他的一缕黑客精神，将在本书中永存。

---

# 译者简介

## 符鹏飞

多年从事移动通信相关研发工作，对最新的移动制式、通信方法以及嵌入式实现有一定的理论与实践积累。对各种开源技术很感兴趣，包括开源硬件如树莓派、Arduino 等，以及开源软件如 Linux、LAMP、Hadoop、OpenCV 等，最近的兴趣在大数据搜索方面，此外，在一些 GitHub 上的项目有所贡献。

## 马立新

山东大学和北京工业大学硕士生导师，德国 3S 软件有限公司大中华区总裁。他还担任中国人工智能学会理事、中国机器人产业联盟副理事长、中国人工智能学会智能产品与产业工委副主任等社会职务。已出版著作 2 部，发表论文 20 多篇。

## 潘铁军

潘铁军教授是硕士生导师、浙江省首届教学团队、浙江省科技创新重点团队主要成员，宁波市 4321 人才、宁波市领军与拔尖人才，南京市 321 领军型科技创业人才，多次荣获教学特别贡献奖、教学成果一等奖、教学建设优秀奖、先进工作者、“育人建功五个一”先进个人及 2014 年浙江省优秀教师等。发表论文 20 多篇，获得软件著作权 20 多项，创立企业多家，在智能家居、信息互联网应用、移动支付等方面成果颇丰。

---

# 译者序

这是一本为爱好者准备的书籍，因此读者需要具备一些对树莓派和 Linux 的一些基本知识。它包含了很多有用的、极具挑战性和实用性的各种案例，内容无所不包，甚至会让你匪夷所思。你可以在这里学习到智能家居（物联网）的内容，也可以领略 3D 打印的风采，甚至于可以将你的 Pi 做成计算机集群或者参与到 SETI 的搜索外星人项目中（你也可以推而广之，将 Pi 作为矿机并参与到比特币的挖掘大潮中）。

当然，本书也包括了更多比较“常规”的应用，比如使用 Pi 做为文件服务器或打印服务器、连接传感器与外设（甚至可以将它作为一块 Arduino 使用）、航空摄影、灯光控制以及各种多媒体应用等。可以说，书的内容覆盖了几乎所有 Pi 的基础应用，你完全可以根据这些基础应用做进一步的组合及拓展，创造出独有的复杂的创客应用。

然而，本书可以对你提供的帮助并不止于此，它还是一本创客的基础教材，涵盖了一个合格的创客所必须具备的知识点。比如怎样建立你的交叉编译器，如何自定义内核，怎样更新固件，如何添加并更改外设的驱动等。当然，本书也包括了树莓派主板本身的介绍，如 GPIO 的定义、各种连接方式、内存分配方法和供电注意点等，这些都是要成为一个合格的 Hacker 所必不可少的基本知识。

本书的作者是两位 Red Hat 的资深专家，对 Fedora 有非同寻常的了解，因此，本书会略微偏重于 Fedora，但又同时兼顾了 Raspbian 及其他发行版本。由于本书内容覆盖很广，因此有部分章节是由精通该领域的 Master 亲自撰写的，而本书的作序者即为树莓派的创始人，因此全书内容的广度和权威性毋庸置疑。更难得的是，全书行文方式举重若轻，繁简有度，实在是一个学习 Linux 及开源硬件并在此基础上进行进一步创客工作的极好的教材。

这也是我们翻译的第三本树莓派相关的书籍了，前两本主要是聚集于某一方面的应用，而这一本内容较多，涉及的知识点也比较广。工作之余进行翻译工作，无论是对意思的理解、案例的复现或模拟，以及字句的斟酌，都颇为辛苦。不过本书的内容是我兴趣所在，而且两位作者显然不仅是树莓派的超级粉丝，同时也是科幻小说的爱好者，恰好这也是我的一个小小的爱好。无论如何，



在推敲字句之余，常能有会心一笑之时，可谓苦中有乐了。

本书能够出版，我要特别感谢陈冀康编辑，他给了我翻译这样一本杰作的机会，并在翻译过程中提供了很多帮助。

在本书将要完成之际，我的母亲需要动一个手术，爸爸妈妈为了不影响我们，自己联系了医院就住了进去，这么多年来他们一直就是这么为子女默默奉献，并把我们姐弟三人都培养到硕士毕业。如今他们逐渐变老，父母之恩，难以为报，谨代表我的姐姐和弟弟将此书献给我们亲爱的爸爸妈妈，愿他们永远健康长寿！

感谢好友张倩和 Ying，他们对全书做了专业而全面的审核；必须感谢於博华和苏丞铭，感谢她们辛苦的校对工作。

我还要感谢我的家人，翻译本书的过程中几乎占据了我所有的业余时间，没有他们的支持我难以想象能按时完成这项工作！

临近付梓之际，心中难免惴惴，虽然我尽力做了很多努力以避免错误，也广邀同好做了审阅，不过错误或不妥之处可能难免。如果各位读者发现了这些错误或希望能和我进行探讨，请发送邮件到这个邮箱：[fupengfei8@hotmail.com](mailto:fupengfei8@hotmail.com)，我将尽我所能答复，并对你提供的帮助表示由衷地感谢。

符鹏飞

# 序

2011年4月，正值我在剑桥大学MBA课程结束，我满心期待着能和我的妻子利兹共度一段美好时光。老笑话说，MBA代表结婚但是缺席（Married But Absent），不过两年的聚少离多后，充斥我们心中的就是赶快开始一段新生活。

但是接下来的一个月里，传来了树莓派教育计算机项目意外发布的消息（请参阅花絮“有趣的故事”），我们别无选择，只能让步并尽量促成。利兹是一个自由撰稿人，她放弃了一切来运行我们的新兴社区 [www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org)。而我和我在Broadcom的同事们以及我在树莓派基金的信托人伙伴皮特·洛马斯，开始研究如何实现25美元的ARM/Linux盒子（一个我们如此轻率承诺要实现的东西）。

## 有趣的故事

我们去拜访BBC的Rory Cellan-Jones，希望可以使用闲置的“BBC Micro”商标。他把我们的产品原型视频放在了博客上，并在两天之内就收到了600 000多个YouTube评论。向超过50万的人承诺将为他们制作价值25美元的计算机，没有什么意外比这更能让人精神集中的了。

9个月后，我们推出了B型树莓派，并在首日就获得了100 000个订单，我们的两个分销商网站在几个小时内完全瘫痪。之后的18个月里，我们在80多个国家中销售了近200万台树莓派。

这台小小的教育计算机本来只是为剑桥大学计算机科学荣誉学位的几百申请人设计用的，那么，是什么使得它如此受欢迎呢？毫无疑问，Pi社区的爆炸性增长应归功于爱好者的创造力和热情，他们将Pi视为一种简单的连接传感器、驱动器、显示器以及网络的方式，并可以用它来做一些很酷的新东西。在项目开展的第一年，利兹的博客中全是我们的工作内容：我们首先努力设计出Pi，然后不停地增加东西以使之跟上需求，而今天她的绝大多数帖子都是关于你用Pi干了什么之类的内容了。

我很难从曾经看到过或在网站中精心挑选的众多项目中选出最喜欢的，但作为一个尚未悔改的太空幻想家，从我脑海中脱颖而出的是Dave Akerman的高空气球和

Cristos Vasilas 的天文摄影实验。Dave 的工作特别承诺把一个预算内的太空计划送达发达世界的每一所小学，并且作为使用 Pi 教育年轻人的更广泛趋势的一部分，这个教育项目不仅是关于计算机编程的，而且涵盖了科学、技术、工程和数学 (Science、Technology、Engineering、Mathematics, STEM) 整个范围的科目。此领域的另一大发展是 Mojang 公司在 2012 年年底决定将 Minecraft<sup>1</sup> 移植到 Pi 上，创建了可编写脚本的 Minecraft 的 Pi 版，并孵化出数量众多的教育软件项目。

当我们进入 2014 年，并正在走向树莓派推出两周年之际，我们非常期待看到你使用 Pi 都做到了什么？不过有一点是肯定的：我今天的想象一定描绘不出它的未来。

——埃本·厄普顿

树莓派基金会之创办人暨信托人

---

<sup>1</sup> Minecraft 是 Mojang 公司开发的一个几乎无所不能的沙盒游戏，中文非官方译名为《我的世界》、《当个创世神》、《方块》等。这个游戏让每一个玩家在三维空间中自由地创造和破坏不同种类的方块，当然它也可以干别的，比如 Mojang 和联合国人居署合作的“Block by Block”计划，利用 Minecraft 玩家的设计帮助肯尼亚内罗毕地区的村庄发展建设。

---

# 前言

树莓派的灵感诞生于埃本·厄普顿在剑桥大学负责计算机科学专业学生工作期间（参见前言中的描述），他发现准大学生需要有更多的机会获得编程经验才可以达到大学水平。如我们现在所知的，关于什么将会成为 Pi 的第一个概念设计诞生于 2006 年，阿尔法版在 2011 年年底通过验证，最初的 10 块板在 2012 年年初被拍卖，价格高达 16 000 英镑。

首批 10 000 台树莓派于 2012 年 2 月 29 日开始销售，截至 2011 年年底，它的 SD 卡映像文件已经被下载超过了 50000 次，暗示其普及时代即将来临。当时两家英国的销售商 Premier Farnell 和 RS Components 的产品在几分钟内就销售一空，事后统计当天共收到 100000 多个订单。厄普顿因为教育（尤其是 Python 语言）的目的而设计了树莓派，因此他使用了“Pi”这个词作为其名称的一部分，不过这块小小的主板吸引的却是有经验的程序员以及电子黑客的注意。当本书撰写之时，在首日销售之后又过去了一年半，树莓派的销量已超过了 200 万台。

然后它们中大概有 195 万个被扔在办公室的抽屉里，而它们的主人在和他们黑客空间的朋友聚会时会一边举着啤酒一边彼此叹息：“是啊，我买了 Pi，不过我还没有想好怎么处理它。我想我可能会用它来做一台时间机器，并尝试研究一下 K-Pg<sup>1</sup> 事件中的人类，或者我可能只是把 XBMC 装上就完事了。”

本书是为这些读者准备的：他们还在为 Pi 苦思冥想，无法决定到底用它做什么。当然，如果你只是准备安装 XBMC，那么你可以参考技巧 54，参考完之后再阅读本书的其他部分以领略错过的乐趣。可惜的是，我们还没有完善时间机器的黑客技巧，不过你可以在推特上关注@suehle<sup>2</sup>和@spotr<sup>3</sup>，这样我们在发现关于 flux capacitors<sup>4</sup>的好消息时可以及时让你知道。

---

<sup>1</sup> K-Pg 界线，是指白垩纪与第三系（古近系）地层之间的界线。在该界线附近，世界部分地区常发现富含铱（Ir）的黏土层，大约出现在 6550 万年前。这一时期，地球上曾发生了以恐龙为代表的生物大规模灭绝事件，因此 K-Pg 事件是指生物大规模灭绝事件。

<sup>2</sup> <https://twitter.com/suehle>。

<sup>3</sup> <https://twitter.com/spotr>。

<sup>4</sup> flux capacitor 是时间机器的核心成分（不过这些当然都是假想的），出现在电影《回到未来》里。Emmett Brown 博士说 flux capacitor 是“what makes time travel possible”（让时间旅行成为可能的东西）。

你们中的那些已经沉醉在 DIY 文化中的人，会来到每一次创客汇<sup>1</sup>的开幕式上并加入到当地的黑客空间中去，他们可能会坚持说，我们仍然正处在我们所希望的回归 DIY 文化的早期阶段。然而，我们是因为到了中期才会说回归，不过走的还不算太远。除了少数的创客/黑客/制造商/实干家，在世界范围内 DIY 的商机仍只是一次性商品、电子消费品以及储藏室里的堆放物。我们的设备越来越多的被设计师用来实现他们的想法，但还不能灵活的按照拥有者的所想、所需、所欲去做。此外，产品经常被封在盒子中，当需要升级到新的版本时才不得不用手将它们撬开。

收到封闭、不可破解、无法修复的商品是相对较新的人类文化的进程。在不久之前，也许就在你的童年（如果你超过 30 岁的话），那时候我们会很开心的用工具包组装我们的计算机，将电视机送去修理厂而不是重新买一台新的。像树莓派这样的设备有助于把我们带回到那个好时光：我们知道（或能查出）我们所拥有的东西的内部正在发生的事情，我们可以改变它们使其变得更好，而当它们受损时我们可以修复它们。

本书的第 1 章是为所有拥有树莓派的读者准备的，它可以让你在其上构建所有的黑客技巧基础。从这儿出发，我们将前进到更大的项目中，而这些更大的项目需要运用所有这些小的黑客技巧。除了这些技巧，我们希望在 Pi 的初衷精神方面，你也能学到很多。

## 本书适用的读者

尽管章节标题中潜藏着令人生畏的单词“黑客”，但我们并不希望你成为一个 Linux 内核开发者或者是电子工程师之后才能使用本书。黑客和黑客行为，这些词的意思并不是你在六点钟新闻中所听到的那个意思，而是我们要亲自动手并尝试新的东西，也许就是在折腾这些电子产品的过程中学得更好。

我们试图写下这些黑客技巧，让即使是新手也可以沿路前行并成长为一个树莓派黑客。当然如果你对如何使用 Linux 命令行有一个基本理解则会助益很多。最重要的是，我们引领你通过这些步骤，但在我们没有引领的地方，这时候你可以借助于 Google 的快速查找或者使用手册页的命令来帮助你继续前进。

至于黑客行为中的和电子学相关的那一部分，我们已经试图尽可能多地给出详尽的内容。对于那些已经有了一个工作室的人来说，他们的工作室里总是堆满了跳线和从电子商店清仓大甩卖中弄回的奇怪的元器件（因为它们总有一天能用得着），这

---

<sup>1</sup> Maker Faire，创客汇是美国 Make 杂志社举办的全世界最大的 DIY 聚会。它是一个展示创意、创新与创造的舞台，一个宣扬创客 (Maker)文化的庆典，也是一个适合一家人同时参加的周末嘉年华。2014 年 4 月，深圳举办了第 7 届 Maker Faire。

种程度的细节也许会令他们抓狂，这时候直接跳过这些内容并前往对你有帮助的内容即可。你应该要充满感谢，正因为有了本书，你的那些不太专业的朋友才可以从书中直接获得帮助，而不用打电话问你“‘接地’是否真的很重要”这一类问题，尤其是假如你的这些朋友在孩提时代就具备“笨蛋永不（言）败”的精神的时候。<sup>1</sup>

## 如何使用本书

虽然你大可将本书从头看到尾，但每一位黑客都应该具有独立精神，因此你可以随意浏览并跳转到你最感兴趣的章节去看。如果阅读的内容中有你需要了解的前提知识，交叉应用将会引导你前往适当的黑客技巧。

本书的黑客技巧内容如下。

### 第 1 章 配置技巧

第 1 章介绍了树莓派用户的共同需求，诸如确定你的项目具有正确的 SD 卡等。它涉及的各种问题和主题是你任何树莓派项目中都有可能遇到的，比如电源问题和认识通用输入/输出（General Purpose Input/Output, GPIO）等。你也可以在这里找到一些解决有一定难度的问题的秘诀和技巧。

### 第 2 章 为树莓派做 Linux 黑客

本章是关于树莓派是一台“小型 Linux 计算机”方面的最基本的描述，这意味着你想要做的很多事情都需要具备一些 Linux 方面的知识，如在命令行工作、从命令行进入系统等。即使你是一个 Linux 新手，我们也可以帮助你走完全程，比如定制一个内核和更新固件等，这些技能听起来对新手颇具挑战性，但实际并非如此。

### 第 3 章 房间里的树莓派

现在，你已经对硬件和操作系统控制自如，可以开始寻求更大型的项目了。在本章中，你会找到一些在室内使用树莓派的方法，其中包括了一些真正有用的项目，可以让你的家居运转得更流畅。

### 第 4 章 室外的黑客

为什么树莓派只能在室内使用？你可以在花园里使用它们，可以用它们进行地理寻宝，或者用它们运行一个假日灯光动画显示。这仅仅是个开始，你可以让它们防水吗？

---

<sup>1</sup> 有了这些详细的内容，他们就不用“反复”和你讨论“为什么”“接地”“真的”“很重要”了。

## 第 5 章 多媒体黑客

本章绝大多数内容从另一个角度给你介绍了可以将 Pi 用于娱乐方面的多种途径。你可以用几种方式播放音乐，包括将 Pi 变成一台 FM 收音机或者用它打造一个家庭影院，你也可以给 Pi 集成一个触摸屏，并将它带在路上，让孩子们可以从车后座上观看电影等。

## 第 6 章 扩展你的 Pi

本书在最后一章中提出了一些比较大型的项目（不要以为前述的升空一个航空摄影台不够大!）。使用本章的黑客技巧可以让你的 Pi 添加更多的功能，可以对 GPIO 进行更多的控制，甚至可以打造一台你自己的多达 64 个节点的树莓派超级计算机。

### 硬件需求

本书中的大多数黑客教程使用的是第二版的 B 型树莓派。这里有一些小小的知识点，可以帮助你在决定你的板子是否可以满足目的之前，参考和比较你的预期项目的需求。

---

为什么有“A型”和“B型”

这些命名是出于对树莓派灵感来源的肯定。在 1981 年，BBC 微型计算机出于同样的教育目的发布了采用同样型号名的产品。

---

在这两块板上都采用了 Broadcom 的 BCM2835 芯片，具有 700MHz 的 CPU 以及相同的 GPU，它们都可以提供 HDMI、复合 RAC(支持 PAL 和 NTSC 制式)以及 3.5mm 的音频接口，它们也拥有相同的 SD 卡插槽。A 型售价 25 美元，B 型售价 35 美元。表 P-1 给出了两种型号之间的显著差别。

表 P-1 A 型与 B 型的区别

特征	A 型	B 型
内存	256 MB SDRAM	512MB SDRAM
USB 端口	1	2
以太网	无	10/100 以太网 RJ45 接口

B 型主板也分两个版本，如图 P-1 所示。

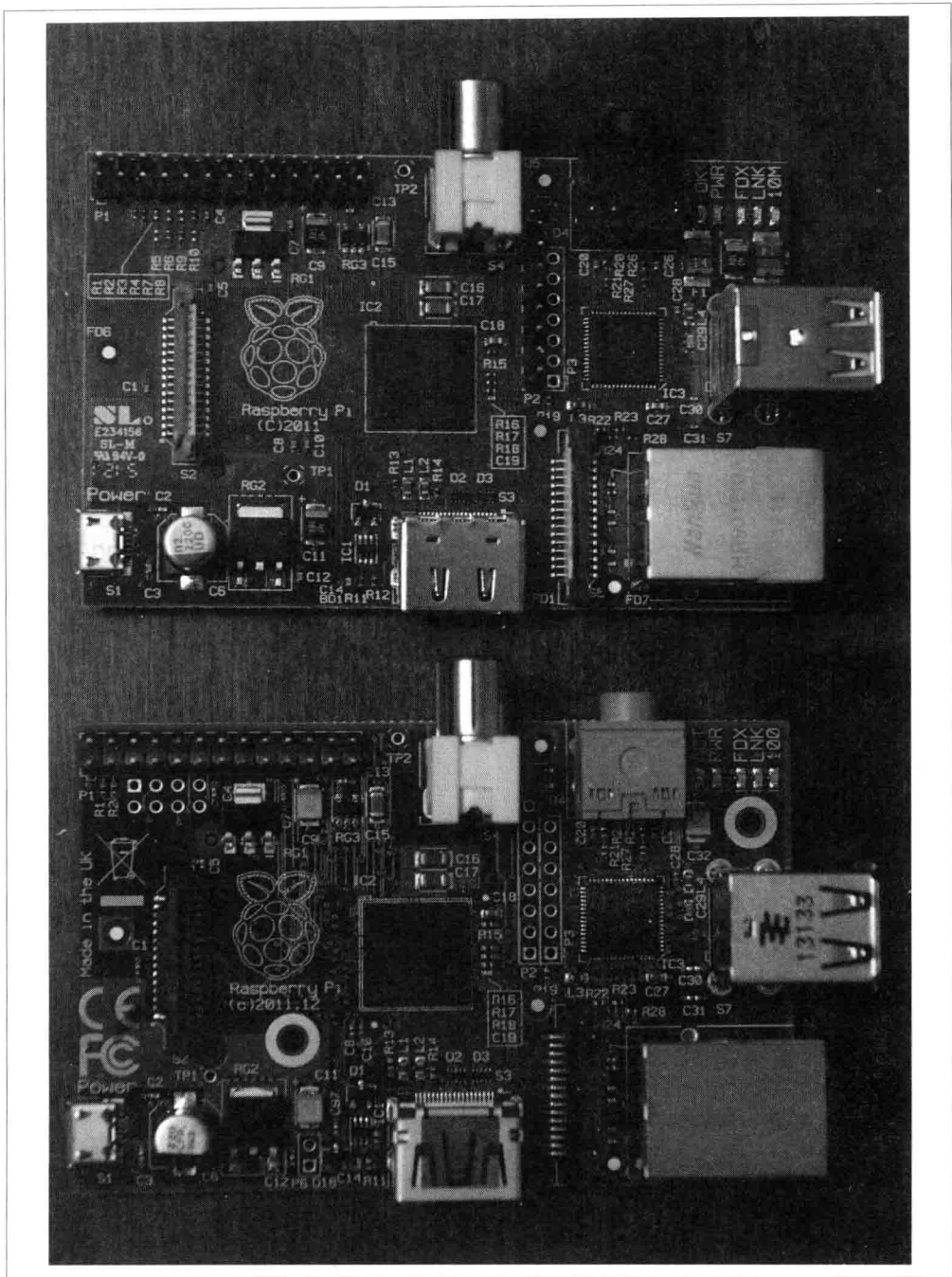


图 P-1 版本 1 和版本 2 在外观上的比较



版本 2 所做的改动包括：

- 增加了 22.5mm 的非电镀安装孔；
- LED 丝印：D9（黄色）将丝印由 10 改为 100，D5（绿色）的丝印由 OK 改为 ACT，表示“Activity”；
- 增加了复位电路（参见技巧 17 了解如何使用它）；
- 去除 USB 保险丝（这有助于提高 USB 集线器的向后供电能力，只要其在发生故障情况时电流不超过 2.5A 即可）；
- GPIO 管脚变动如下：
  - CAM\_GPIO：原来是 GPIO27 脚，现在由 GPIO21 连接到 S5 的 11 脚（S5 是摄像头的接口）
  - GPIO\_GEN2：原来是 GPIO21 脚，现在由 GPIO27 连接到 P1 的 13 脚（P1 是主要的、长条形的 GPIO 引脚座）
  - 在 P5 上增加了额外的 GPIO，如图 P-2 所示，映射如下：
    - ◆ P1 – 5V 输出；
    - ◆ P2 – 3.3V；
    - ◆ P3 – GPIO28；
    - ◆ P4 – GPIO29；
    - ◆ P5 – GPIO30；
    - ◆ P6 – GPIO31；
    - ◆ P7 – GND；
    - ◆ P8 – GND；
- 第一和第二 I<sup>2</sup>C 通道切换（参见表 P-2）。