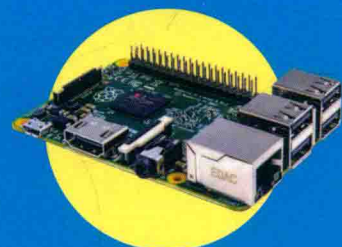
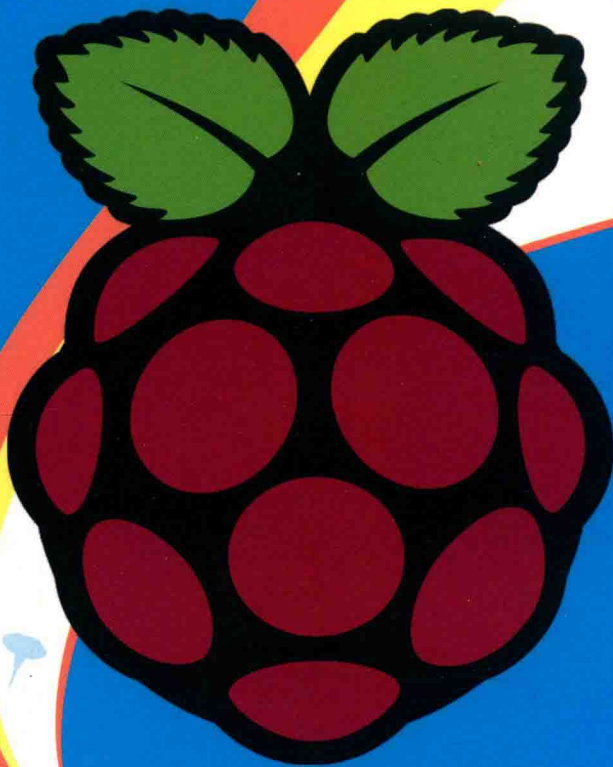




中小学创客教育执委会推荐教材



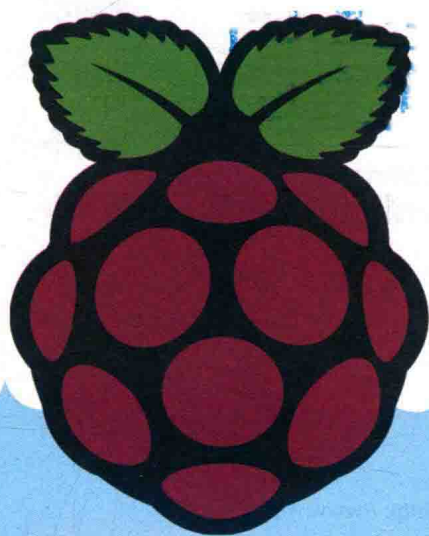
张政桢 编著



用树莓派 去创造



清华大学出版社



用树莓派 去创造

张政桢 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书相对系统地介绍了树莓派的使用方法以及其他相关内容。撰写本书的主要目的是让读者更好地了解树莓派,能着手利用树莓派去创造和实现自己的一些有趣的想法。本书结合很多简单实用的例子帮助读者更好地理解书中的知识。

本书涉及的知识面较广,学习本书可以帮助读者了解树莓派整体的知识体系,并足以让读者应付一些小型的项目。本书不仅适合高校以及中小学生学习树莓派,而且适合一些想使用树莓派开源硬件去做项目的工程师。相信本书一定会成为读者入门掌握树莓派的得力助手。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

用树莓派去创造 / 张政桢编著. —北京:清华大学出版社, 2017

(创客教育)

ISBN 978-7-302-48210-9

I. ①用… II. ①张… III. ①软件工具—程序设计 IV. ①TP311.561

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第209614号

责任编辑:张弛

封面设计:傅瑞学

责任校对:李梅

责任印制:刘伟森

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:北京亿浓世纪彩色印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:203mm×260mm

印 张:8.75

字 数:163千字

版 次:2017年9月第1版

印 次:2017年9月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.00元

产品编号:075700-01

丛书编委会

主编 郑剑春

副主编 张春昊 刘 京

委员 (以姓氏拼音为序)

曹海峰	陈 杰	陈瑞亭	程 晨	付志勇	高 山
管雪汎	黄 凯	梁森山	廖翊强	刘玉田	马桂芳
毛 勇	彭丽明	秦赛玉	邱信仁	沈金鑫	宋孝宁
孙效华	王继华	王 蕾	王旭卿	翁 恺	吴向东
谢贤晓	谢作如	修金鹏	杨丰华	叶 雨	殷雪莲
于方军	余 翀	袁明宏	张建军	赵 凯	钟柏昌
周茂华	祝良友				

序

人人创客 创为人人

少年强则国强。风靡全球的创客运动一开始就与教育有着千丝万缕的联系。这种联系主要表现在两个方面：一是像 3D 打印、智能机器、创意美食等融合了“高大上”的最新科技和普通人可以操作的、方便快捷的东西，本身就有很强的吸引力，很多青少年是被其吸引过来而不是被叫过来的，这样自然意味着创客教育有很大的教育意义；二是创客教育对教育的更大挑战是，让这些青少年真正地面对真实社会。在自媒体的时代，信息传播的成本基本为零，任何一个人在任何一个年龄段都可以分享自己的创意，甚至这个创意还在雏形阶段，“未成形，先成名”。社交网络上的真诚点赞和可能带来的潜在商机，让投身创客学习模式的青少年在锻炼动手能力和创新思维的同时，找到了一个和社会直接对接的端口。

那么，一个好的创客应该具备什么样的品质呢？首先是“发现问题”，发现自己和身边人的任何一个微小需求，哪怕它很“偏门”，比如一个用来检测紫外线强度是否过强的帽子。但是根据“长尾理论”，有了互联网，世界各地的人们能够搜索到这种小众的发明，然后为其付费。其次是“质感品位”，做一个有设计思维的人，能够用设计师的方式去思考，当别人看到自己设计的东西时总有一种“工匠精神”之感——确实花了很多心思去设计，真诚地为自己点赞。也可以在开始时就有自己的品牌特色，比如设计一个商标或者统一外部特征。物像人一样，我们可以察觉到它们的不同个性，好的设计像一个富有个性的人一样有它的特色。通过欣赏好的设计，并且去制造它，可以提高自己对质感的把握能力和对品位的理解能力，使自己的创客作品能够超越“粗糙发明”的状态，成为一个精致的造物。再次是要能够驾驭价值规律，可以从很多现成的套件入手，但是最终一定要能够驾驭原始材料，如基础控制板、电子元器件、木头、塑料、铝等，因为只有这样才能驾驭成本。几乎没有小饭馆会采用从大酒店订餐然后再卖给自己顾客的做法，因为它们无法卖出大酒店的价格。同样，用现成套件搭建的作品也卖不出去，因为它的成本太高，现成套件只是一个很好的入门途径。通过一步步的学习，最终学会了驾驭原始材

料，就能够实现物品的使用价值和成本之间的飞跃。就像我们用废旧物品制作机器人一样，它仿佛在对你说：“谢谢你给予了我新的生命，原来我一文不值，现在却成为大家眼里的明星。”而这种价值提升的过程也是创客特别引以为傲的地方。最后就是“资源和限制”，知道自己擅长什么、不擅长什么，才能很好地寻找合作伙伴，所有的创新都在有限资源和无限想象力之间“妥协”。通过了解物和人的资源及限制，就可以驾驭自己无限的想象力了。你肯定会想：“哦，我明白了，创客就是对于任何一个自己或者别人微小的需求都能够用有质感和品位的方式来满足，从中得到价值上的提升，并且能够组建团队创造性地解决问题的一群人。”那么我会回答：“嗯……我也不太清楚，因为创客领域的所有答案都要你亲自动手去解决，你先去做，然后告诉我，我说得对不对。”“那么，我要怎么做呢？”

“创客教育”系列丛书提供了充分选择的空间，里面琳琅满目的创客项目，总有一款适合你。那么，亲爱的朋友，如果你现在能够对自己说，第一，我想学，而且如果一时找不到老师，我愿意自学；第二，我想去做一个快乐、自由的创造者，自己开心也能够帮助身边的人解决问题，那么你在思想上已经是一个很优秀的创客了。试想，一个“人人创客，创为人人”的社会应该是怎样的呢？我们认为一定是一个每个人都能够找到自己最愿意干的事，每个人都能够找到适合自己的项目“搭档”的世界。我们说得到底对不对呢？请大家动动手，亲自验证吧！

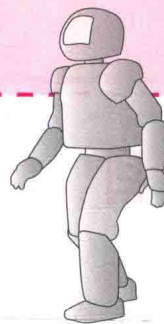
丛书编委会
2015年6月

前言

树莓派是一个开源的微型计算机板，它搭载了专为树莓派设计和优化的 Linux 系统。当然，树莓派也有像 Arduino 等其他单片机一样的物理引脚，可以通过编程来控制引脚电平的高低，从而去创造一些智能化的硬件设备。同时它也像其他开源硬件一样，可以对硬件电路进行改装，来适配新的产品外形。

树莓派有什么特别的不同之处呢？首先它没有下载程序的概念，读者如果使用过 Arduino 等单片机，就会知道我们需要在计算机上写好程序，然后通过连接线把程序复制到硬件的 ROM 上。但是对于树莓派来说，它本身就是一个计算机，只需为它连接显示器、鼠标和键盘就可以在上面编写程序了。其次它的主流编写语言是 Python，这门语言比 C 语言更高级，用简单的代码就可以实现强大的功能。Python 是目前各个领域都非常流行的语言，尤其是互联网企业，都会使用 Python 来分析数据和进行大数据处理。在科研领域，科学家通过 Python 来做复杂的计算和验证性实验。最后一点是它强大的社区支持功能，目前树莓派是最流行的基于 Linux 系统的开源硬件板，而 Linux 又是世界上最流行的开源系统。无数的开发者都在为树莓派和 Linux 系统贡献智慧。

我是在 2016 年才接触树莓派的，当时郑剑春老师说国外有学校在玩树莓派，但是在国内还比较少见，问我有没有时间研究一下。当天晚上我就打开了树莓派官网 (<https://www.raspberrypi.org>)，里面有大量的教程和示例，都是由有趣的卡通角色来展开讲解，国外的小朋友和创客玩家都在分享自己使用树莓派创造的各种有趣的小玩意儿。接下来的一个星期我都在浏览其官网上的教程，发现教程浅显易懂，但是国内却找不到一本比较好的树莓派入门书籍，所以当时我就萌生了参考官网教程整理一本简单实用的树莓派入门书籍，让更多人能通过它来认识树莓派的想法。于是我给树莓派基金会发了一封邮件，表达了我的心愿。令人高兴的是，他们很快给了我回复，他们很乐意让我参考它们的教程来编写书



籍，但是需要遵守 Creative Commons 协议。本书的大部分内容来源于网络，所以这里也允许其他组织或个人自由引用或修改书中的内容，但是同时也需要遵守 Creative Commons 协议。

对于初次学习编程的同学来说，可能最痛苦的就是接受各种陌生的名词术语，还有令人望而生畏的编程思想。如果仅仅是学习而没有应用，可能会很难学好和记牢。但当使用树莓派去创造、去思考怎样编程实现自己的想法时，编程技巧就会在不知不觉中一点点提高，有一天会觉得编程如此简单。

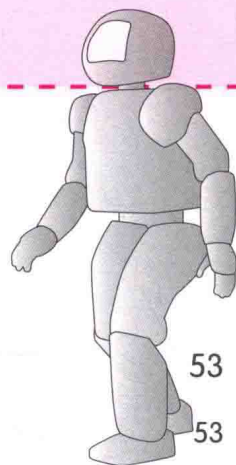
本书共分为 6 章。第 1 章主要介绍树莓派的历史，在 Micro SD 上安装树莓派系统以及有关树莓派的一些概念；第 2 章主要介绍树莓派系统的使用，包括一些基本的操作、连接网络、安装软件等；第 3 章主要介绍 Scratch 的使用，以及如何使用 Scratch 来控制树莓派的引脚做一些有趣的项目；第 4 章主要介绍 Python 本身一些简单的语法，以及在树莓派中如何使用 Python 做一些简单的项目；第 5 章是第 4 章的扩展，继续使用 Python 做一些更高级的项目；第 6 章主要介绍树莓派中 Minecraft Pi 的使用方法，编写一个天气预报的程序，讲解如何使用 Python 获取线上数据。

因为笔者工作较忙，都是利用早上或假期时间编写本书，所以时间有限，疏漏之处在所难免，还望广大读者朋友指正。

张政桢

2017年6月于北京

目 录



第1章 初识树莓派	1	第4章 初识 Python	53
1.1 关于树莓派	1	4.1 Hello, World!	53
1.2 搭建环境	5	4.2 数据操作	55
1.3 GPIO 和物理计算	13	4.3 程序结构	59
小结	17	4.4 高级特性	65
第2章 使用树莓派	18	4.5 物理计算实践	69
2.1 外存及网络连接	18	小结	79
2.2 使用终端	21	第5章 使用 Python 进行物理计算	80
2.3 安装和更新软件	26	5.1 使用相机	80
2.4 文本编辑器	31	5.2 使用传感器	88
小结	35	5.3 模拟输入与电机	95
第3章 使用 Scratch 进行物理计算	36	小结	109
3.1 初识 Scratch	36	第6章 Minecraft 和天气预报	110
3.2 进行物理计算	39	6.1 初识 Minecraft Pi	110
3.3 使用 PIR 传感器	46	6.2 天气预报	123
3.4 天线机器人	49	小结	130
小结	52	参考链接	131

第1章

初识树莓派

本章首先简单介绍一下树莓派的渊源，包括它的历史及硬件型号含义等；接下来会介绍如何搭建树莓派环境，包括安装系统与配件以及硬件的连接，让大家可以把自己手中的树莓派启动起来；最后介绍树莓派两个非常重要的概念，即 GPIO 和物理计算。

1.1 关于树莓派

树莓派是一个信用卡大小的计算机，最初设计是用来教学使用的，使学生在上大学前就能学习编程和硬件相关知识。因为它的尺寸小而且价格便宜，很快就受到了创客和电子爱好者的追捧，使用它可以制作一些基础微控制器（如 Arduino）不能完成的项目。

1.1.1 树莓派诞生

树莓派的主要设计者是剑桥大学的 Eben Upton 博士，他也是目前“树莓派基金会”的创始人。Eben Upton 在剑桥大学进行教学工作，2006 年在面试申请上大学的高中生时，他注意到许多学生不知道计算机到底是什么、它是如何工作的。

他意识到学校没有教给孩子们计算机基础知识，而只是教会他们怎么使用软件。学习使用软件是一种比较低价值的技能。培养学生应该把时间花在计算机基础教育上，如编程以及计算机的工作原理。图 1.1 所示为 Eben Upton 和早期的树莓派。



图 1.1 Eben Upton 和早期的树莓派

他们不得不降低对申请人的入学要求，而且在学生眼里，计算机专业看起来并不是那么让人激动、充满活力，而是变得平淡无奇甚至乏味。只有计算机开发能激起孩子们丢失的知识和灵感，这就需要一个令人感兴趣、可以编程的机器，它廉价小巧，每个孩子都能拥有一台。图 1.2 所示为国外学生在玩树莓派。



图 1.2 树莓派和学生们

于是 Eben Upton 联络了志同道合的教师、学者和计算机爱好者，开发出了树莓派 (Raspberry Pi)，从此一个价格便宜、只有信用卡大小、可编程的计算机诞生了。之后 Eben Upton 成立了“树莓派基金会”，宣布树莓派的目标为“造价 25 美元，可运行 Linux 系统，可以连接电视机、有高清视频播放能力，而且只有信用卡大小的尺寸”。

1.1.2 树莓派介绍

1. 硬件

树莓派是一个开源的硬件，搭载着 CPU、图形处理器、内存、USB 控制器等，构成了一个片上系统。它虽然要比笔记本电脑和台式计算机速度慢、性能低，但是它仍然是一个完整的 Linux 计算机，而且功耗低。树莓派的很多项目都是开放的，有很全面的文档，使用者可以参与修改这些项目，或在它们的基础上创作自己的新项目。

目前树莓派最新的版本是 Raspberry Pi 3，但是只要有需求，旧版本依然会生产。新版本的树莓派板子通常会向前兼容旧版本的板子，所以使用者看到的应用在旧版本上的一些教程或项目，在最新版本的树莓派板子上依然可以使用。

2. 型号

树莓派有两种型号，即 A 和 B，型号 A 可扩展性要弱于型号 B，如内存、USB 口的数

量、是否有网卡等。所以型号 A 要比型号 B 更便宜，而且功耗也低一些。型号 A+ 和型号 B+ 是相对于型号 A 和型号 B 的升级版本，这些主要是针对内存、USB 口数量以及能耗等方面的升级。如果你已经会启动树莓派了，那么可以在终端窗口输入以下命令查看板子的型号：

```
cat /proc/cpuinfo
```

不同的数字代号表示的含义不同，如 0002-0006 代表一个 256MB 内存的旧版型号 B，如果是 0007-0009 就代表的是型号 A。新的型号 B 会输出 000d-000f 的代号，型号 B+ 为 0010，型号 A+ 为 0012（0011 代号用于树莓派的计算模块）。

3. 系统

树莓派主要的操作系统为 Linux 操作系统，许多 Linux 发行版都为树莓派提供了优化的版本。两个最流行的版本是 Raspbian 和 Pidora。Raspbian 是基于 Debian 操作系统，Pidora 是基于 Fedora 操作系统。对于初学者来说，两个系统都是可以选择的，但最好是选择一个和平时使用的桌面系统或服务器环境较为相似的系统。

如果想尝试不同的 Linux 发行版，但是不能确定想使用哪个版本时，可以尝试一下 NOOBS（new out of box software）。当第一次从 SD 卡启动，它会提供一个菜单让使用者选择，并列出多个 Linux 发行版，包括 Raspbian 和 Pidora。如果想尝试不同版本的系统，或是系统出现问题，只需要在启动时按住键盘上的 Shift 键，就会重新弹出该选择菜单。

当然还有很多其他的选择，OpenELEC 和 RaspBMC 同样是基于 Linux 的发行版系统，它们主要用于作为媒体中心的树莓派。也有非 Linux 的系统，如运行在树莓派上的 RISC 系统和 Windows 10 IoT。一些树莓派爱好者为了学习操作系统原理，甚至利用树莓派来设计自己的操作系统。

4. 备选方案

树莓派并不是唯一的小型计算机设备，当然还有其他可以选择，如 Beaglebone、Arduino、Allwinner 和 CuBox 等。下面讨论一下 Arduino 和 Beaglebone。

Arduino 是另一个受人追捧的板子，可以用于制作一些电子项目。不同的是，树莓派是一个功能齐全的 Linux 计算机，而 Arduino 仅仅是一个微控制器。这就意味着，Arduino 并不能运行操作系统，只能运行一些简单的程序块，完成特定的功能。虽然有很多扩展模块可以增加它的功能，但是仅从开箱即用的角度来看，它比树莓派要逊色许多，因为它需要一台计算机配合编写程序然后下载到里面。此外，Beaglebone 系列

的板子虽然和树莓派很相似，但功能要比树莓派更强大，价格也更高。

相比其他备选方案，树莓派具有很强的社区优势。树莓派的广泛流行，让开源社区的开发者也为树莓派贡献了很多成果。如果在项目中遇到问题，会得到很多人的帮助，因为树莓派有一个范围很大的社区群体。

1.1.3 树莓派的应用

树莓派与通用计算机不同的是它拥有 GPIO 数模转换接口，通过它可以控制各种传感器、电动机等，这样就可以做出一些硬件项目。下面是在网上收集的树莓派的一些有趣的应用。

1. 树莓派用于航拍飞行器

用树莓派控制飞行器旋翼，装备微型摄像头，就可以制作一个航拍飞行器。与市面上的一些飞行器相比，不仅成本低，而且自己改装的树莓派飞行器还可以扩展更复杂的功能。图 1.3 所示为树莓派用于航拍飞行器的图片。



图 1.3 树莓派用于航拍飞行器

2. 使用树莓派打造乐高机器人

BrickPi 是树莓派的一个扩展模块，可以利用 BrickPi 来打造乐高机器人。将 BrickPi 安装在树莓派上，就可以控制 Mindstorms 电动机和传感器。而且可以用 C、Python 和 Scratch 等多种程序语言来为乐高机器人编程。图 1.4 所示为树莓派用于乐高机器人部分配件的图片。

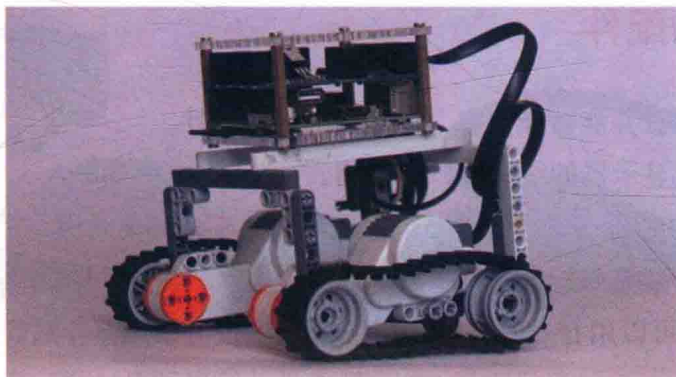


图 1.4 树莓派用于乐高机器人

3. 树莓派用于近太空拍摄

许多组织，包括 NC Nearspace 发现树莓派非常适用于近太空拍摄，它有 SD 存储卡来保存视频和相片。GPIO 可以控制陀螺仪和加速度等各种传感器，而且可以进行视频输出和拍照。图 1.5 所示为使用树莓派进行近太空拍摄的照片。



图 1.5 树莓派用于近太空拍摄

1.2 搭建环境

前面讲到的树莓派其实就是一个小型的计算机系统，就像常见的计算机一样，它也需要电源、显示器、键盘和鼠标。本节将介绍如何搭建树莓派环境，将树莓派组装成一台可以操作的计算机；同时介绍如何安装树莓派操作系统，并让显示器显示出系统的窗口。

1.2.1 需要的配件

要点亮一个树莓派并能够操作它，需要以下一些配件。

- 显示器，连接显示器的线和接口要正确。
- 电源，电源的电压通常要求为 5V，不同的树莓派版本对电源的电流需求不同，性能越好的树莓派需要的电流就越大。
- 键盘和鼠标，可以用有线的 USB 键盘和鼠标，也可以用蓝牙适配的无线键盘和鼠标。
- Micro SD 卡，对于树莓派来说 SD 卡就像是计算机硬盘一样，用来存储软件 and 文件。
- 树莓派主板，树莓派主板上搭载了 CPU、显卡等芯片硬件。

上面提到的设备如图 1.6 所示。



图 1.6 树莓派硬件设备

1. 显示器

有多种显示器可以与树莓派搭配使用，现在的电视机都配备了 HDMI 接口，可以很方便地和树莓派进行连接。可以直接使用 HDMI 线缆连接树莓派和电视机，如图 1.7 所示。

一些较旧版本的显示器使用的是 DVI 接口，对于这种接口来说如果要连接树莓派，需要使用 HDMI-DVI 转换头连接 HDMI 线缆，或是直接使用一端为 DVI 接口，另一端为 HDMI 接口的线缆，HDMI-DVI 转接头如图 1.8 所示。

还有一些更旧版本的显示器使用的是 VGA 接口，这时仅仅使用一个转接头是不行的，还需要使用一个 HDMI-VGA 转换器，它可以将数字视频转换为模拟视频，如图 1.9 所示。

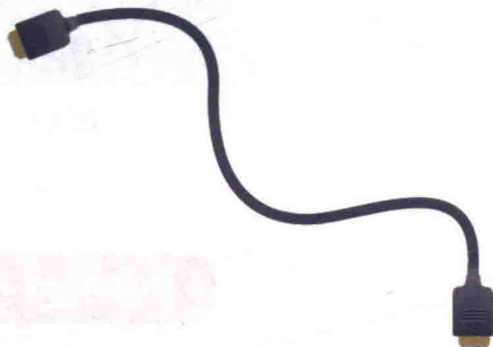


图 1.7 HDMI 连接线缆



图 1.8 HDMI-DVI 转接头



图 1.9 HDMI-VGA 转换器

2. 电源

如果使用的是树莓派 3，那么就需要使用 5V、2.5A 的电源输出。之前的版本需要的电源电流输出仅为 1.2A，主要原因是树莓派 3 的 CPU 频率比树莓派 2 提升了 30%，而且集成了一些额外的内置模块，所以需要大功率的电源才能满足。

比较好的选择是购买树莓派官方的电源，它会相对安全一些，而且能够保证为树莓派提供充足的电流。官方的电源通常会印有树莓派的标志，如图 1.10 所示。

手机充电器也是不错的选择，通常手机电源都提供 5V 电压和 Micro USB 的接口，可以满足树莓派的需要。但是对于树莓派 3 来说，现在的手机充电器很少有满足 2.5A 的，常用的手机充电器如图 1.11 所示。



图 1.10 树莓派官方的电源



图 1.11 常用的手机充电器

现在很多设备都提供了 USB 接口，如计算机的 USB 接口，都可以为树莓派进行供电。只要有一根 Micro USB 线，就可以很容易找到为树莓派供电的地方。

3. 键盘和鼠标

标准的 USB 键盘和鼠标都可以供树莓派使用，一般都是即插即用，不需要其他额外的驱动。只需要插到树莓派上，当树莓派启动后就可以识别出来。图 1.12 所示为 USB 键盘和鼠标。



图 1.12 USB 键盘和鼠标

蓝牙无线键盘和鼠标也可以供树莓派使用，但是并不一定能连接成功，这取决于键盘和鼠标型号。在购买之前，一定要阅读它的说明书，看是否与树莓派兼容，无线键盘和鼠标如图 1.13 所示。

4. SD 卡

对于最新的树莓派 3 来说，它默认的操作系统要求 8GB 或更大的 SD 卡。还需要学习如何在 SD 卡上装系统，这样树莓派才能运行起来，下面就会介绍。树莓派也提供了官方的 SD 卡，它的兼容性可能会更好一些，官方的 SD 卡上面同样会印有树莓派的标志，如图 1.14 所示。



图 1.13 无线键盘和鼠标



图 1.14 官方的 SD 卡

1.2.2 安装系统

在 1.1.2 小节曾介绍过，基于 GUN/Linux 的树莓派系统有两个最流行的版本，即 Raspbian 和 Pidora，这里推荐使用的系统是 Raspbian 版本。安装树莓派操作系统有两种方式，即通过 NOOBS 安装和 Raspbian 镜像安装。也可以直接购买预装好系统的 SD 卡，但是对于树莓派来说，安装系统是最基本的技能，所以下面将详细介绍一下两种安装系统的方法。