

让一切都变得简单些吧!

Arduino Projects

FOR

达人速 DUMMIES

电子达人

我的第一本 Arduino 项目制作手册

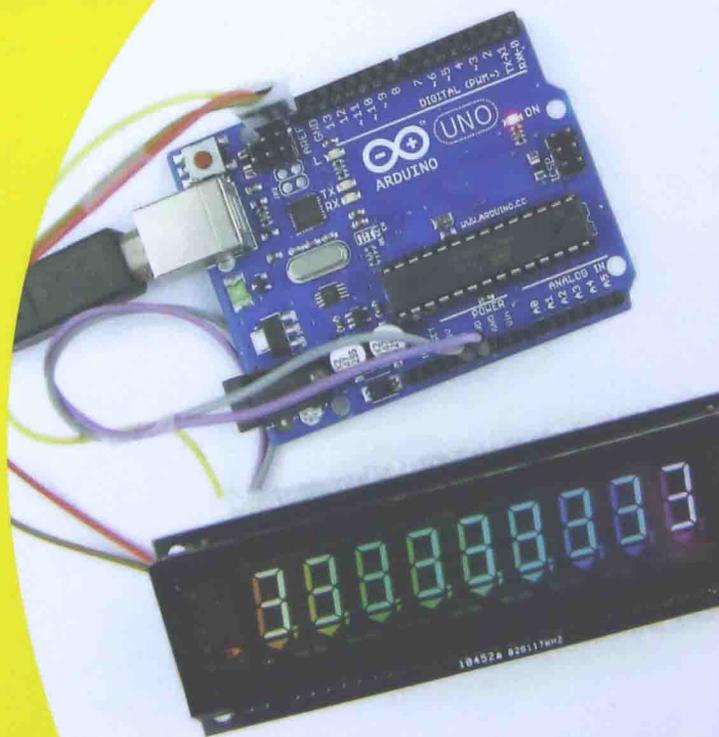
在本书中你将学到:

- 搭建 Arduino 项目工作区
- 创建 Arduino Uno 工程
- 搭建自动化的家居花园
- 制作 GPS 数据采集器和 RFID 读卡器

◎ [英] Brock Craft 著

◎ 郑思怡 张天雷 陈静 韩威 译

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



Arduino Projects

FOR
DUMMIES

达人速

电子达人

我的第一本

Arduino 项目制作手册

◎ [英] Brock Cragg 著

◎ 郑思怡 张天雷 陈静 韩威 译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

电子达人. 我的第一本Arduino项目制作手册 / (英) 克拉夫特 (Craft, B.) 著; 郑思怡等译. -- 北京: 人民邮电出版社, 2015. 4
ISBN 978-7-115-38370-9

I. ①电… II. ①克… ②郑… III. ①电子器件—制作②单片微型计算机—程序设计 IV. ①TN②TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第024367号

版权声明

Original English language edition Copyright © 2013 by Wiley Publishing, Inc.. All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This translation published by arrangement with Wiley Publishing, Inc.

本书原英文版本版权©2013 归 Wiley Publishing, Inc. 所有。未经许可不得以任何形式全部或部分复制作品。本书中文简体字版是经过与 Wiley Publishing, Inc. 协商出版。

商标声明

Wiley, the Wiley Publishing Logo, For Dummies, the Dummies Man and related trade dress are trademarks or registered trademarks of John Wiley and Sons, Inc. and/or its affiliates in the United States and/or other countries. Used under license.

Wiley、Wiley Publishing 徽标、For Dummies、the Dummies Man 以及相关的商业特殊标志均为 John Wiley and Sons, Inc. 及/或其子公司在美国和其他国家的商标或注册商标。未经许可不得使用。

内 容 提 要

本书主要介绍 Arduino 相关制作项目, 包括开始 Arduino 制作项目前的准备工作, 了解 Arduino 的基础知识, 需要准备的工具, 简单的 Arduino 项目制作, 交互式家庭花园项目, 以及关于 Arduino 的高级项目等, 是《电子达人—我的第一本 Arduino 入门手册》的进阶手册。

本书适合电子爱好者以及电子工程师阅读。

-
- ◆ 著 [英] Brock Craft
 - 译 郑思怡 张天雷 陈 静 韩 威
 - 责任编辑 紫 镜
 - 执行编辑 魏勇俊
 - 责任印制 周昇亮
 - ◆ 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>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 21.5 2015 年 4 月第 1 版
字数: 363 千字 2015 年 4 月河北第 1 次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2014-2010 号
-

定价: 69.00 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: 京崇工商广字第 0021 号

关于作者

Brock Craft 是伦敦大学金史密斯学院计算机系的一名讲师，同时也是英国皇家艺术学院的一名资深导师。他在物理计算、数据可视化以及物联网方向都有专门的研究，在人机交互领域拥有 10 多年的使用、开发和游戏产品互动经验。Brock 是 Arduino 项目的创始人之一，与 Alexandra Deschamps-Sonsino 和 Massimo Banzi 一起，曾担任过英国 Tinker 设计咨询公司的联合主管。在他的带领下，越来越多的用户正在使用 Arduino 做出各式各样的电子作品。

空闲之余，Brock 喜欢做一些交互性强的数码艺术作品。

献辞

本书献给 Barbara，是她一直以来坚定不移地支持伴随我走过了这段不可思议的漫长旅程，同时还投入了至少和我一样多的努力，才最终使得本书得以写成。本书献给我的母亲 Lea Gaydos，是她教会了我只要用心就可以做成任何事。同时还要感谢记事以来我认为最好的一位老师 Craig Veal，也将本书献给他。

特别将本书献给 Eleanor，希望在他成长过程中能运用丰富的创造力去解决每一个问题。

作者致谢

首先，我要感谢整个 Arduino 团队和 Massimo Banzi，是他们具有前瞻性的创意展现了电子产品和编程的乐趣，从而让我的教学也恢复了生气。

感谢我的朋友和同伴们，写这本书是一段非常有意义且充满挑战的过程，如果没有你们的支持是不可能完成的。特别要感谢 Alexandra Deschamps-Sonsino，这本书的写作是缘起于他对 Arduino 项目的深刻理解。感谢能力出众的 Nick Weldin、Peter Knight 以及 TinkerLondon 团队的所有成员，在与你们出色的合作中，我学到了很多。

感谢我的父亲，我所学到的一切技能，与曾经和他一起动手实践和思考是分不开的。感谢 Jason Geistweidt、James Larsson、Patrick Burkart 和 Carl Wiedemann 这些朋友对本书的贡献，是他们对书中问题深入探究的态度，让我发现绝不能轻易低估了读者的水平。感谢我的学生提出了很多中肯的建议，帮助我对书中内容做了适当的调整。

特别感谢 Daniel Soltis，他是我的技术编辑同时也是我 TinkerLondon 团队中的伙伴，是他花了大量的时间重新创建了书中的工程项目并发现其中的错误，制定出勘误表，对本书中的工程和源代码提出了许多好的建议和意见。Daniel 对关于读者如何创建工程项目有着独到的见解，他对书中内容的调整和修改使本书有了质的飞跃。

最后要感谢 Wiley 团队，感谢 Craig Smith 给予的支持和耐心，感谢 Beth Taylor 优秀的编辑建议。

前 言

你是否听说过很多关于 Arduinos 的项目，并想过要更深入地了解它的工作原理吗？也许你曾有朋友用 Arduino 电路板做过让你无法想象的电子作品或者是互动性很强的小发明。也许在你的身边就有一块 Arduino 电路板，你一直想着用它做点什么但一直不知该何时动手。那么，就让我们从此刻开始吧！

也许你刚好想到，准备做一些有意思并且有创意灵感的东西来充实你的周末或者是空闲时间。如果是这样，那么这本书刚好非常适合你。通过本书中的示例作品，一块小小的 Arduino 电路板展现了许多你无法想象的神奇功能。只要你对它感兴趣，不需要有任何专业知识和经验，就可以完成书中所有的作品。也许你曾浏览或者购买过其他有关 Arduino 的书籍，本书也可作为它们的参考手册。

通过本书的学习你会发现，仅用一块 Arduino 电路板就能做出许多非常有意思的东西，它是一个集娱乐、学习和动手能力于一体的过程。书中包含了许多非常酷的、有创意的作品示例，你都可以去亲身实践，自己动手把它做出来。最重要的是，在你亲自动手完成了书中所有的示例作品，或是其中的一部分作品之后，你就会掌握关于 Arduino 的大部分开发技能，这样，在今后的日子里，你就能根据自己的喜好去做些有趣的小玩意、小装置以及具有互动能力的创意作品。那么，无论你是一个 Arduino 的菜鸟，还是一个具有丰富开发经验的老手，在创建作品的过程中，都将体会到无限的乐趣，体会到一个个富有创造性的想法真实的在指尖流动，最后变成了现实。

为什么会有 Arduino？

Arduino 对于大家来说已经不是秘密了，已经有越来越多的基于 Arduino 的产品在广泛流传，特别是在那些喜欢鼓捣小发明的朋友们之间，在那些业余爱好者和制造商们之间。从学校里的孩子到大学里的研究人员、艺术家、设计师，各式各样的人正在走进这个神奇的世界——用一块 Arduino 电路板就能做出许许多多具有很好交互能力且功能强大的电子产品。Arduino 与其他硬件开发平台有一个不同的地方在于，任何人都可以在它的平台上编写新的程序，从而开发新的功能并且实现在线分享。更为强大的是，Arduino

平台上提供了一系列由特定代码集合生成的库函数，它扩展了 Arduino 的功能，允许 Arduino 连接其他硬件设备，如摄像机、电动机、打印机、扫描仪以及你自己用的遥控设备等。因为任何人都可以在 Arduino 平台上创建代码并在线分享，所以它在社区发展非常迅速。通过 Arduino 平台社区，你可以了解到当下人们所关注的电子产品，以及新发现的黑客空间，他们发明了很多非常酷的产品，如自主机器人、3D 打印机和互动艺术作品等。

初步假设

假定，在阅读本书之前你可能已经对 Arduino 有了一定的了解，或者已经开始用 Arduino 做一些小玩意儿。也许你还知晓一些基本的电路知识，或是曾经在学校的物理学课堂上了解过，但对电子学中的基本概念和原理还不甚了解或大多已经忘却。这些都没有关系，只要你开始动手，跟着项目案例的进度一步步往下做，本书会带你重温那些相关的基本概念和原则，并解释书中的那些电路是如何工作的。

假定，在阅读本书之前你可能也写过一些代码。但不管之前你是否写过代码，书中都将对所有程序的每一行代码做出尽可能详细的解释。这样，你不仅能够学会如何编写本书的 Arduino 项目案例程序，之后在理解的基础上举一反三，还能开发出其他你想设计的电子产品。

假定，你是单独依靠 Arduino 平台进行书中项目案例的学习和开发，没有依靠另外的计算机进行供电和数据连接。那么，无需将 Arduino 与台式机或笔记本进行连接，本书中的所有项目案例都能在 Arduino 平台下运行得非常顺利。

最后假定，你手边一直有一台用于学习的计算机，你对移动、保存文件等这些常用的操作非常熟悉，可以保证一般情况下系统的正常运行，能够熟练地从互联网上下载压缩文件并且解压它们。

Arduino 项目中要注意的安全问题

只要是跟电有关的事情，安全总是最重要的。一旦电路连接上出了问题，特别是直接连接在家庭供电上的设备，稍不注意就会烧坏硬件或是电到自己。因此，本书中的所有工程项目所用的硬件设备都不与主电源直接相连，而是将交流电通过变压器转换成低压直流

电后再给硬件设备供电，这样操作起来会比较安全。

但是，如果你操作不当，还是有可能烧坏电路板。所以连接电路的时候你要特别小心，一定要根据图解中的方法进行操作。在一些比较复杂的步骤旁边，会有一个警告的图标提示，你要对这些地方特别的注意和留心。有一些工程案例要求用到少量的光学器件，动手做这些项目时，要记得戴上防护眼镜，以避免对眼睛造成伤害。还有，如果要进行电路焊接，一定要特别注意别被电烙铁烫伤。总之，要确保搭建起来的工作台既安全又高效。

本书的章节组织

本书中的工程项目是按照由简单到复杂的顺序依次排列的，一般情况下你可以按照书中的顺序循序渐进地进行学习和实践。但如果你对其中的某一个工程案例特别感兴趣，迫不及待地想要完成它，那么就跳过前面的，直接开始吧！

正式开始学习之前，可以先仔细阅读一下本书的目录，决定从哪一部分开始阅读。如果需要快速查询某些术语在书中出现的位置，求助书后索引，可以很快找到答案。

本书以章节的形式对全书内容进行了划分，可以方便且快速地找到你所需要的部分。

第一部分 踏上开始 Arduino 项目的旅程

在你正式开始动手实践之前，应该仔细阅读本书的第一部分内容，确保已经做好开始前的所有准备工作并建立了项目的工作空间。第 2 章中详细列出了搭建一个 Arduino 工作台所必备的工具，以及完整运行一个工程案例所需要的软硬件，还包括如何将 Arduino 与计算机进行连接。

虽然本书中所有的工程项目都是基于 Arduino Uno 这类基础电路板开发的，但在书中还是会介绍当前广泛应用的各种类型的 Arduino 电路板，以及不同类型的电路板分别适用于哪些产品开发。

在教你如何搭建 Arduino 平台的同时，还会提供如何对产品进行“包装”的小窍门。很多在线的 Arduino 项目开发指南都忽略了这个部分——如何为产品封装一个漂亮的外壳，因此，在这个章节你能学到一些创意性的技巧。

第 3 章将告诉你在实际建立 Arduino 工程项目时要掌握的基本知识，以及编写 Arduino 代码要掌握的基础内容。如果对编写 Arduino 代码一窍不通，你应该认真阅读这一章。很多之前学过 Arduino 的人肯定做过 LED 灯，那么第 3 章所讲述的就是在你搭



建好工作平台后，教你如何做 LED 灯的。在本章中还介绍了电子市场中常见的电子元件的种类，以及在创建工程项目和焊接中的一些小技巧。

第二部分 Arduino 项目基础

第二部分主要围绕灯光和定时设置。第 4 章的 All-Seeing Eye 工程案例将进一步讲解 LED 灯群的制作过程，可以想象一下电影《太空堡垒卡拉狄加》璀璨灯光的场景。第 5 章将介绍如何让 LED 灯有规律的闪烁，进而可以制作一个具有个性化的 LED 电子宠物。第 6 章将介绍更多 LED 灯的功能应用——用 LED 制作电子文本滚动屏，那么其中时间周期的设定是关键。最后，第 7 章介绍了定时设置的另一个应用——如何制作闹钟。这是第二部分中相对最复杂的一个案例，但是没关系，只要你一步一步跟着教程走，一切都没有问题。

第三部分 家居园艺交互设计

如果你对家居自动化和传感器应用很感兴趣，就来看看第三部分的内容。从 20 世纪 80 年代，人们就开始关注住宅和公寓的自动化程度，但对于采用 Arduino 平台进行开发，却至少是个全新开始。第 8 章将教你如何制作一个用键盘输入的门禁系统，是不是有点儿 007 詹姆斯邦德的感觉？在你完成门禁系统之后，可以将其功能扩展，制作成一个电子门卡阅读器。只有拥有注册过的电子门卡，才能获得被允许进入的权利，这些在第 9 章中都会有详细的介绍。

一旦掌握了前几章的制作技术，那么依照第 10 章的介绍你即可开始制作植物灌溉系统。这样，当你有一段时间不在家时，就不用担心室内植物、甚至是整个室内花园没有人照顾，植物灌溉系统会帮你定时浇水，确保它们快乐健康成长。

在把家打扮的更智能、更漂亮的同时，你还可以给你的宠物赋予一个全新的声音标识。第 11 章介绍的是推特（Tweeting）宠物门，它将为你家的猫或狗建立一个互联网在线的声音标识。在不用电脑的情况下，只要将这个电子装置与互联网连接上，你就可以通过声音标识的在线提醒来知道你家的宠物们是什么时候离开家，或是什么时候回来的。

第三部分的最后一个项目进行了更深一层的开发，它将向你展示如何建立从当前家庭环境数据到网上在线数据跟踪系统之间的实时数据传输连接。在第 12 章中，建立了你自己的家庭数据检测站，它可以从任何能够连接因特网的地方，将家里的温度和光照信息定期发送出去。你甚至可以将数据图表嵌入到你自己的网站。一旦你能够把代码中的工作原理搞清楚，那么无论是在室内、花园还是书屋，你可以将任意一个传感器都连

接到因特网上。

第四部分

我把一些比较喜欢而又充满技巧的项目都留到了第四部分。第 13 章告诉你如何制作一个 GPS 数据记录仪。你不需要依赖你车里的或者手机里的 GPS 应用，而是带着自制的这个记录仪随处使用，并将数据记录到一个标准 SD 卡中。这个数据记录仪有很多有趣的用法，例如跟踪车辆轨迹、跟踪包裹、跟踪宠物以及记录你探索城市和乡村的足迹。

如果一本电子相关的图书，不谈一点远程遥控设备相关的内容的话，那么这本书是不完整的。第 14 章告诉你如何自制一辆遥控赛车，仅用一些生活中容易找到的材料以及一些薯片盒子。这个项目的亮点在于你可以用家里的任何遥控器来控制它。在你完成制作的时候，你拥有的不仅是一辆漂亮的玩具汽车，你还学到了舵机模块的基本知识，以及如何使用 Arduino 来制作远程遥控设备。

第 15 章我们重新研究一下 LED。近年来，LED 灯泡变得越来越流行，如果你还没见过这种灯泡，相信很快你就会碰到它。本章给你展示了如何制作 LED 灯泡，以及如何给它编程序。网上还在线提供设计自己 LED 灯泡动画的工具。编程过程和手工制作过程都很有挑战，不过结果非常酷。如果你像我一样对闪烁的灯光着迷，你绝对喜欢这一章的内容。

第五部分 十佳资源及故障排查技术

Dummies 系列的每一本书都会有一个“十佳”资源列表，从中你可以很方便快捷地找到更多的信息。在这部分中，我将与你分享我最喜欢的一些 Arduino 资源和一些方便的技巧和窍门。

第 16 章介绍了最棒的 Arduino 学习资源及产品设备的供应商，它们是在搭建工程项目乃至今后的学习中所需要的东西。当然，在这里我也要吹嘘一下我最喜欢的 Arduino 产品设备供应商，他们同时也是我的朋友。每一本项目书籍都应该能帮助你尽可能地排除实际项目中遇到的故障和问题。第 17 章介绍了为解决这些问题所提供的技巧。这些故障有可能来自于硬件或软件，或同时来自于这两方面，它们有可能非常得棘手。我希望本章中所提供的技巧能够为你解决这些问题，让项目正常运行起来。

合作网站

本书有一个合作网站，网站上会提供一些附加的项目案例，以及第 15 章中要建立的

LED 立方体的模式生成器。登录 www.dummies.com/go/arduino-projects-for-dummies，找到下载列表，你可以下载书中全彩色的元器件位置关系图和电路图，帮助你搭建书中的项目。



许多的项目要运行起来，除了书中列出的代码之外，还需要一些附加的代码库。这些附加的库可以从合作网站上的下载列表中找到它的 ZIP 压缩文件。如果这些文件随后进行了更新，你也可以从下载列表中找到，重新下载并进行更新。

除了本书的合作网站 www.dummies.com，还可以访问我的个人主页 www.brockcraft.com。我遇到过的每个喜欢捣鼓 Arduino 的人，都非常乐于帮助别人改进他们的项目和代码。所以，如果你对改进本书的项目和代码有什么意见或建议，请告诉我！

书中的图标

在书中我无法用记号笔或用黄色高亮突出显示我认为重要的段落或文字，因此，我用了一些图标来告诉你需要注意的地方。



Tips 即小贴士或小技巧，用来表示重点提示信息，包括教您如何节省金钱或时间，或是让事情更容易做。如果你记住了这些技巧和窍门，它将给您带来更多的工作乐趣，对你今后搭建自己的项目也会很有帮助。



搭建项目的过程中可能会碰到非常危险或棘手的地方。在容易犯错误、容易触电或是容易将东西弄乱的地方，我会放上警告的图标进行提示。因为有了我之前的尝试，把这些需要注意的地方标识出来，将有助于你更安全、顺利地搭建项目。



在你搭建项目或是编写代码的时候，有些关键点的地方是需要你记住的。在这些关键点的地方，我会放上左边的这个图标加以提示。这样一来，当你回头来做这个项目或是重新搭建一个你自己的项目时，能够很容易找到这些需要你记住的地方。



我们这本书应该算是一本技术性图书，但书中也会有部分与具体技术不大相关的内容，它们或是比较有趣，或是一些项目背景介绍。这些地方我都用左边的这个图标加以标记了。你可以跳过这部分与搭建项目不是十分相关的内容，但我把它们放在这里，是为了能更完整地说明整个项目是如何运行的。

目 录

第一部分 Arduino 工程入门	1
第 1 章 探索 Arduino 的世界	3
1.1 关于 Arduino	3
1.2 了解 Arduino 的使用者	4
1.2.1 教育界的 Arduino	5
1.2.2 企业界的 Arduino	5
1.2.3 制造者与骇客社区	5
1.3 了解微控制器	7
了解 Arduino 的功能	8
1.4 入门	10
第 2 章 开发准备	13
2.1 准备制作	13
设置工作区	13
2.2 选择基本工具	15
2.2.1 选择和使用万用表	17
2.2.2 选择和使用电源	18
2.2.3 认识电及其安全性	20
2.2.4 使用面包板、条状铜箔板和穿孔板	20
2.3 选择烙铁和附件	22
2.4 选择项目盒和外壳	24
2.5 选择 Arduino 或者套件	25
熟悉 Arduino 功能板	27
2.6 在计算机上设置 Arduino	28

2.6.1 安装 Arduino 集成开发环境	29
2.6.2 在 Windows 上安装驱动	30
2.6.3 连接 Arduino	30
2.6.4 在 Linux 上安装驱动	31
第 3 章 基础知识	33
3.1 了解基本概念	33
3.1.1 连接 Arduino	34
3.1.2 使用 IDE 编程	35
3.1.3 使用代码库	39
3.1.4 Arduino 供电	41
3.2 了解电路基础知识	42
3.2.1 电压 (V)	42
3.2.2 电流 (I)	42
3.2.3 电阻 (R)	43
3.2.4 欧姆定律	43
3.2.5 作用是什么?	43
3.3 识别电子元器件	44
3.3.1 识别电路原理图	44
3.3.2 识别器件布局图	45
3.4 了解传感器和激励器	46
3.4.1 阅读数据手册	46
3.4.2 了解和使用传感器	47
3.4.3 了解和使用激励器	48
3.5 运行项目	49
3.5.1 从面包板到项目盒	49
3.5.2 学习焊接基础知识	49
第二部分 Arduino 基础工程	53
第 4 章 全视之眼	55
4.1 选择元器件	56
4.2 制作电路	57
4.3 软件工作原理	59

4.3.1 当时机到来	60
4.3.2 设置代码	61
4.3.3 主要事件	65
4.3.4 递增和递减	66
4.4 硬件工作原理	67
4.5 使用电位计	68
第5章 光线宠物	71
5.1 选择元器件	71
5.2 搭建电路	73
5.3 软件工作原理	74
5.3.1 创建心情	74
5.3.2 编写代码	75
5.3.3 混合光线	78
5.3.4 脉宽调制	81
5.3.5 测试代码	83
5.3.6 下载运行	84
5.3.7 改进完善	84
5.4 硬件工作原理	86
第6章 滚动显示屏	89
6.1 选择器件	89
6.2 制作电路	91
6.3 软件工作原理	94
6.3.1 呼唤精灵	95
6.3.2 绘制动画	99
6.3.3 滚动显示	100
6.4 硬件工作原理	104
6.4.1 排除故障	105
6.4.2 创新工作	105
第7章 Arduino 时钟	107
7.1 关于时间	107
7.2 选择和准备元器件	108

7.2.1 组装 RTC 模块	111
7.2.2 添加和测试 LCD 显示屏	114
7.2.3 显示时间	117
7.2.4 添加输入按钮和开关	120
7.2.5 添加报警器	128
第三部分 家居园艺交互设计	131
第 8 章 制作一个键盘输入的门禁系统	133
8.1 选择并准备需要的元器件	133
8.1.1 选择一个电子锁装置	137
8.1.2 键盘和显示面板的原型设计	139
8.1.3 编写键盘代码和测试	143
8.1.4 添加并测试继电器	150
8.2 装配和安装系统	152
第 9 章 制作一个射频标签读卡器	157
9.1 了解 RFID	158
9.1.1 无源 RFID	159
9.1.2 有源 RFID	159
9.1.3 RFID 的频率和协议	159
9.2 搭建一个 ID-Innovations RFID 读卡器	160
9.2.1 选择元器件	160
9.2.2 组装 RFID 读卡器	163
9.2.3 编写 RFID 读卡器代码	167
9.3 设置并检测 RFID 读卡器	172
第 10 章 搭建一个自动化花园	175
10.1 搭建一个浇水系统	175
10.2 选择元器件	176
10.3 搭建系统	179
10.3.1 构造湿度传感器	180
10.3.2 搭建储水器	184
10.3.3 运行供水系统	186

10.3.4 搭建面包板电路	186
10.4 编写代码、校准和测试	188
10.4.1 定义设置	189
10.4.2 运行主循环程序	189
10.4.3 校准传感器和确定流量	191
10.4.4 添加多个阀门	192
第 11 章 制作一个 Tweeting 宠物门	193
11.1 选择元器件	194
11.2 测试电路	196
11.3 准备 Twitter 账户	199
11.4 优化代码	202
11.4.1 指定 tweet	202
11.4.2 添加以太网和 Twitter 的库函数	203
11.4.3 添加程序逻辑	206
11.5 改造宠物门	209
第 12 章 建立一个家庭检测站	213
12.1 制作传感器探头	213
12.1.1 选择你的元器件	214
12.1.2 构建和测试电路	216
12.1.3 制作传感器探头	220
12.1.4 制作传感器扩展模块	224
12.2 创建 Xively 账户	229
12.3 编写检测站代码	232
12.3.1 理解代码含义	232
12.3.2 了解主循环	235
12.3.3 搞清传感器读数的意义	237
第四部分 Arduino 高级进阶	239
第 13 章 构建 GPS 数据记录仪	241
13.1 理解 GPS	242
13.2 选取零件	242

13.3 构建项目	245
13.3.1 组装和测试 GPS 扩展板	245
13.3.2 设计你的数据记录器	252
13.3.3 测试数据记录器	254
13.3.4 制作外壳	255
13.4 收集和可视化 GPS 数据	260
13.4.1 追踪你的路径	260
13.4.2 数据可视化	260
第 14 章 制作一辆遥控车	263
14.1 选择和准备零部件	263
14.2 制作探测器和驱动	266
14.2.1 在线路板上搭建电路	266
14.2.2 编码探测器	268
14.2.3 读遥控器代码	271
14.2.4 编码驱动电机	271
14.2.5 测试驱动电机	276
14.3 制作底盘	277
第 15 章 搭建 LED 立方体	285
15.1 选择部件	286
15.2 搭建立方体	288
15.2.1 组装 LED 阵列	288
15.2.2 制作外壳	293
15.3 为立方体编写程序	300
15.3.1 变量声明	300
15.3.2 设置 (Setup)	302
15.3.3 主循环	303
15.4 LED 立方体模板设计器	306
第五部分 十大资源及故障排查技术	309
第 16 章 十佳 Arduino 资源	311
16.1 网站资源	311

16.1.1	Arduino.cc 及相关论坛	312
16.1.2	Fritzing	312
16.1.3	Hack-a-day	313
16.1.4	Instructables	313
16.1.5	Learn.adafruit.com	313
16.1.6	Make:	314
16.1.7	element14	314
16.1.8	YouTube	315
16.2	书籍和电子书	315
16.2.1	Arduino For Dummies	315
16.2.2	The Arduino Cookbook	315
16.2.3	Making Things Talk	316
第 17 章	十大故障排查技术	317
17.1	排查硬件故障	317
17.2	检查连接	318
17.3	确保电源正常	318
17.4	寻找有异味和过热的元件	320
17.5	测试外部设备上的输出	320
17.6	测试数字管脚	321
17.7	排查软件故障	321
17.8	检查语法错误	321
17.9	利用串口监视器	322
17.10	检查管脚输入 / 输出状态	322
17.11	利用模拟器	323
17.12	上述方法都失败了	323

第一部分

Arduino 工程入门

getting started
with

Arduino

Projects

web
extras

初学者指南可以帮助你学习更多的内容。

请访问 www.dummies.com/extras/arduino/projects 查阅更多例程。

本部分内容包括：

- 学习如何建立 Arduino 工作区
- 了解不同种类的 Arduino 开发板
- 学习 Arduino 基本代码
- 了解电子元件及焊接技术

第 1 章

探索 Arduino 的世界

.....

本章内容:

- ◆ Arduino 概述
 - ◆ 了解 Arduino 的使用者
 - ◆ 了解微控制器
 - ◆ 了解 Arduino 的功能
-

当你翻开本书时，很可能已经听说过什么是“Arduino 世界”，或者你已经是它的其中一员了。我认为，“Arduino 世界”是由一群富有创造性的人组成，这些人喜欢用计算机、编程技术以及计算思维使得没有生命的东西可以做很多聪明的事情，就像编写菜谱那样有趣。

什么是计算思维呢？它指的是分析问题及其可能的解决方案，并试图找到实现解决方案的最佳途径。具体来说，它指的是解决某一问题需要采取哪些步骤，以怎样的顺序实施，如何在过程中做出重要的判断与决策，如何获取有助于做出正确决策的信息等。这些问题可能很简单，比如像烤饼干一类不需要计算机辅助完成的工作。但是，也可以通过一系列看似简单的过程和决策创造出一些有意思的东西来。

也许你想知道宠物猫什么时候进出房间，也许你想知道家里的植物什么时候需要浇水并可以自动浇水，也许你想通过密码或者智能卡来打开家门而不用钥匙。上述这些例子可以概括为：感知你要做什么，进行决策和行动。

比如，为植物自动浇水这件事就属于那些人们容易忘记或者不想总是花时间来关注的具体问题，这时 Arduino 就能够派上用场了。

1.1 关于 Arduino

Arduino Uno（如图 1-1 所示）是一种通用微控制器编程及原型开发平台，它可以

通过编程实现对现实世界的事物做出反应。它也可以连接到互联网，将现实世界和虚拟世界连接起来，既可以向互联网发送数据，也可以从互联网接收数据，或者两者兼而有之。

只要电子传感器选用得当，它就可以用来检测很多东西，比如光、温度、压力、声音、甚至气味，当然，你也可以构建自己的传感器。Arduino 如何做出反应取决于如何通过编程来控制它。它可以发出声音警告、打开门窗、打开灯或者汽车引擎——可控制的东西是无止境的。

Arduino 可以用于原型设计，这样，在半成品的时候，你就可以检测它是否满足设计要求。原型测试允许你不用一下子拿出整个问题的解决方案（如图 1-1 所示）。你只需完成系统的某一部分，就可以检查传感器是如何应答的以及是否正确应答，进而指导系统后续的功能设计及程序开发。尽管本书中的例子有些“小儿科”，但是它们只是起点，通过它们你就可以构建更加复杂的工程。

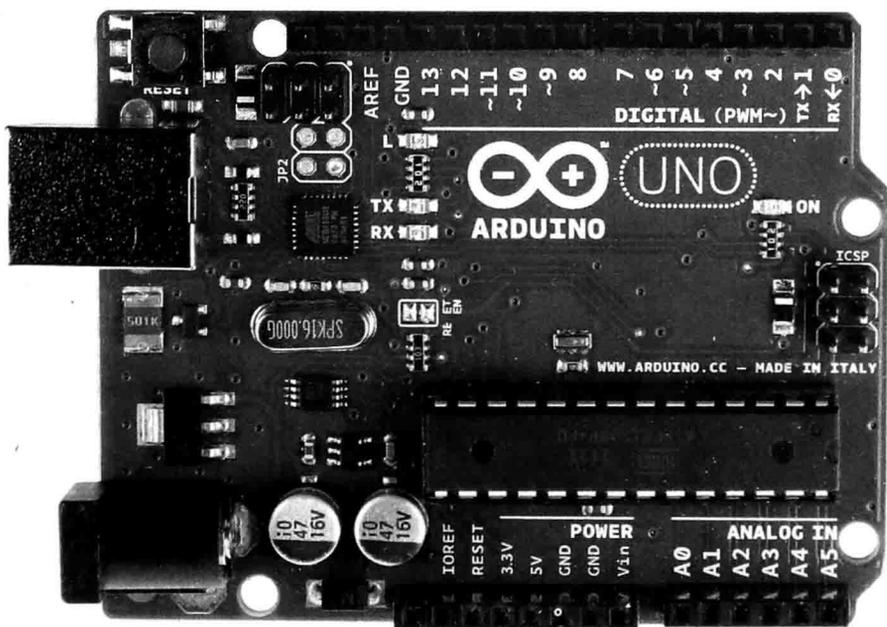


图 1-1
通用 Arduino Uno 原型
开发板

1.2 了解 Arduino 的使用者

谁在使用 Arduino 呢？制造商、骇客、设计师、艺术家、建筑师，甚至是更加专业的工程师都在使用 Arduino 系列产品。因为 Arduino 非常廉价易用，而且有大批爱好者、设

计师和开发者不断地使用它、改进它。下面我再详细地向大家介绍一下。

1.2.1 教育界的 Arduino

Arduino 提供了非常简单的方法教你学习如何为微控制器编程，使它能感应和应答来自真实世界甚至是互联网的事物。因为它被设计成面向设计师和艺术家的产品，而这些人并不是典型的计算机编程人员，所以它入门不但很简单而且很方便，我已经教会很多人如何为 Arduino 编写程序，这些人涵盖了从小孩到退休人员。他们可以在半小时内编写出简单而且可以运行的程序，可以在周末编写出更加复杂的程序。通过阅读本书中的工程实例，你可以用 Arduino 做一些非常有趣的东西。你投入的时间越多，你所获得的知识越多。

艺术与学校使用 Arduino 来设计交互式产品原型、交互式艺术作品、表演甚至服装；高中和初中通过它来讲授计算机编程的核心概念；工程系和计算机系的学生使用 Arduino 创建交互式的模型和原型，以及学习先进的计算机控制技术。

1.2.2 企业界的 Arduino

越来越多的业内人士选择 Arduino 系列产品：设计公司用它来开发交互产品原型；软件公司使用它来测试和物理世界交互的软件系统；广告公司用它来实现全新的互动活动；在工业和数字媒体行业，Arduino 用于控制互动展品、会议和贸易展览；它同样可以作为管理工具，帮助团队协调解决问题并提高团队协作能力。

1.2.3 制造者与骇客社区

最近世界各地涌现出很多由技工、制造者以及骇客组成的创新团队。Arduino 往往作为他们首选的原型开发平台，为其提供了丰富的创作灵感。在这个平台上，人们可以创建项目、讨论项目并可以共享技术。

这些团队都做些什么

20 世纪早期，美国各地出现了一些小型的电子与硬件俱乐部。他们鼓励青少年制造自己的“猫须”收音机来收听当地新的广播电台。几十年来，以短波无线电爱好者为代表的大型无线电爱好者社区的数量不断增长。这些无线电爱好者们建立了自己的发射器，并且长时间收听远处传来的朋友或陌生人的无线电波。到了 20 世纪 70 年代，新一代的俱

乐部成员所关心的不再仅仅限于收音机，还包括一种新的可用的家用计算机。技工和骇客们经常熬夜在 BBS 上研究代码并交换思路想法。这里滋生了一些今天的巨头，包括苹果公司。接下来，互联网技术大爆发。大约在 2005 年，也就是 Arduino 创建的同时，一种小型团队出现了，他们源自计算机俱乐部及 DIY 团队。在互联网的推动下，使用计算机和电子设备制造有趣的交互产品变得越来越简单，这促进了 DIY 团队的复兴，有些人称之为“制造者运动”。Arduino 符合 DIY 团队、制造商、技工以及骇客的需求。现在全世界范围内有数以百计的制造者空间（也叫作骇客空间）。如果你生活在大中城市，你附近也许就有一个。制造者空间是一个社区式的空间，在这里，具有共同兴趣爱好（比如 Arduino）的人们可以交流讨论、获得灵感、协作并分享成果。这种制造者空间是学习怎样利用 Arduino 制作实用东西的最好地点。

开源的世界

“开源”这个词在今天总是频频出现。如果你还不了解，那么快了，因为 Arduino 就是开源世界的组成部分。开源是一种设计哲学，也是一种软件开发方法，它主张完全透明其软件著作权的所有内容。任何人都可以看到程序是如何开发的，这有助于软件自身发展。恰恰相反，有些软件公司严守软件代码，把代码看作是私有的智慧财富，尽可能地保护起来防止别人看到。然而，这样做的不足之处在于消费者不能对其进行任何改动，有时还会被强制购买不需要的升级。对于开源系统来说，原则上，任何人只要有一点点专业知识就可以为软件开发做出贡献，因为代码都能在网上免费下载。Linux 操作系统，Google 的 Android 移动电话操作系统，Mozilla 的 Firefox 浏览器都是非常著名的开源软件。

计算机硬件开源化是最近流行的新想法，而且 Arduino 走在了前列。任何人都可以通过它在 ATmega328 微控制器上构建自己的原型系统。关于 Arduino 产品的相关内容都可以在网上免费下载。在实践中，也许你会认为买一个功能类似的产品比开发更便宜，但是原则上可以自由使用以及再发行才是正道。

为 Arduino 做出贡献

基于合作开发的精神，繁荣的爱好者社区为硬件开发提供了非常多的代码库，这些代码库大大拓展了 Arduino 的功能，同时也推动了 Arduino 平台本身的发展。如果你想加入到这个行列中，只需参与 Arduino 开发者的讨论，然后编写自己的代码库再分享给大家，也许下一代 Arduino 开发板就包括你所做出的贡献。

1.3 了解微控制器

Arduino 的核心是微控制器，它是一个小型计算机，用来执行一些对人类来讲乏味的、过快的、过慢的、琐碎的决策任务。它可以感知现实世界发生的事物，然后对其做出反应。这个小家伙可以非常高兴地等待好几天，直到家里的植物缺水然后浇一点水。你可以简单地告诉它等待什么然后做些什么。

因为是微控制器，所以它非常小，消耗的电能也很少，它可以放在非常小的空间里。那么，它到底有多小呢？物理上，Arduino 上的微控制器大约一包口香糖一半的大小，如图 1-2 所示。微控制器是在印制电路板（PCB）上的矩形的集成电路（IC）。它很容易用手指来拔插，比如当它发出故障蜂鸣时，可以很方便地手工替换它。决定微控制器尺寸的主要原因是功能和成本。实际上，Arduino 板上的真正处理器核心要比它外部的 IC 芯片本身小得多。

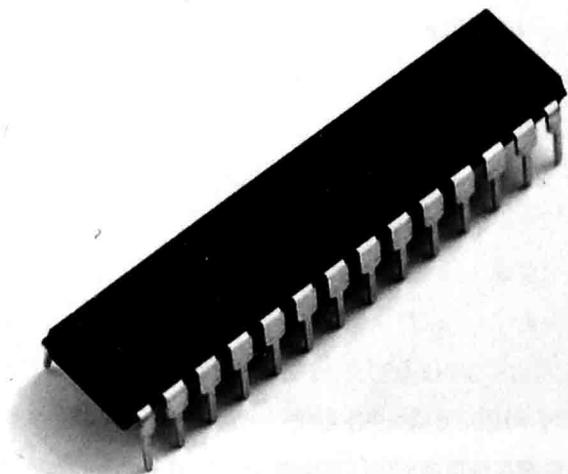


图 1-2

Arduino 的大脑，

ATmega328 微控制器

处理器核心负责处理你给它的指令，在硅芯片上有一块用于存储指令的内存，叫作指令存储器和随机存储器（RAM），它们在程序运行时用来记录一些必要的数。它同时具有输入输出系统，用来发送及接收数据，这些数据或者来自真实世界或者来自电脑，也可能来自互联网。

20 世纪 70 年代早期，微控制器在工业上被用于处理各种自动化任务。Arduino 使用单芯片的 ATmega328 微控制器，它属于 Atmel 公司的 AVR 产品系列之一，在 20 世纪 90 年代中期得到了迅速发展。

微控制器的优势在于廉价，这点并不像计算机、笔记本、平板电脑、智能手机中的处理器那样。微控制器之所以廉价是因为功能相对有限。它们主要被设计用于控制东西或者对传感器的输入进行回应，是一种嵌入式系统。大型的计算机处理器具有更多的通用功能并且需要消耗更多的电能，所以它们成本更高。

因为微控制器廉价而小巧，所以你可以将它们用于那些并不需要全尺寸计算机的小型计算任务，比如用智能卡打开家门等。Arduino 微控制器的成本不到两元人民币。其功耗除了自身外，还来自于开发板，因为开发板帮助你发送程序并且与世界互动。

了解 Arduino 的功能

微控制器就像那些在我们身边帮助我们却又看不见的手。它们任何时候都在不知疲倦地工作着，使现代生活更加方便和舒适。它们为我们打开门，让我们娱乐，甚至可以做一杯相当不错的咖啡。它们被嵌入到飞机、火车、汽车当中，确保我们从 A 点安全地到达 B 点。以下是本书的几个工程实例和类似的项目。尽管不能包罗万象，但你会了解到微控制器可以做什么，它们是如何无处不在的！

玩具和游戏

现如今当你走进玩具店，你会看到数百个会走路、会说话、会眨眼、会闪光的小玩具，它们甚至会对你如何摆弄它或者对它们说话做出回应。即使是非常便宜的交互式玩具也已经嵌入了与 Arduino 功能相当的微控制器。它们通常是很微小的，专门用于大批量生产并且经常隐藏在玩具内部的印制电路板（PCB）之上，如图 1-3 所示。实际上这些产品可能都在使用来自 Atmel 公司的微控制器。它们在出厂时被设置成根据输入来启动灯光、声音并做出一些动作。

第 5 章的光宠物项目虽然不是可交互式的，但它非常简单，就像许多你在商店里看到

的预编程的玩具一样。当你完成了本书中的一些项目之后，你就可以使它对光线、触觉、温度或其他类型的输入做出交互式的响应。

家用电器

现代家庭的厨房几乎是数字任务控制中心，用来烹饪的各种电子设备都内置微控制器：微波炉具有定时器来控制功率的变化和时序；烤箱具有类似的功能；咖啡机同样具有时序功能，不同程序可以制作不同口味的咖啡；高级的食品加工器可以检测食物混合物的稠度并且可以安全地关闭装置。所有这些功能都是通过这些可以感知世界的嵌入式微控制器完成的。

第7章中的 Arduino 时钟项目介绍了如何构建一个可编程报警器。随着研究的逐渐深入，你可以利用时钟报警器来提示该为自己冲泡一杯咖啡了！

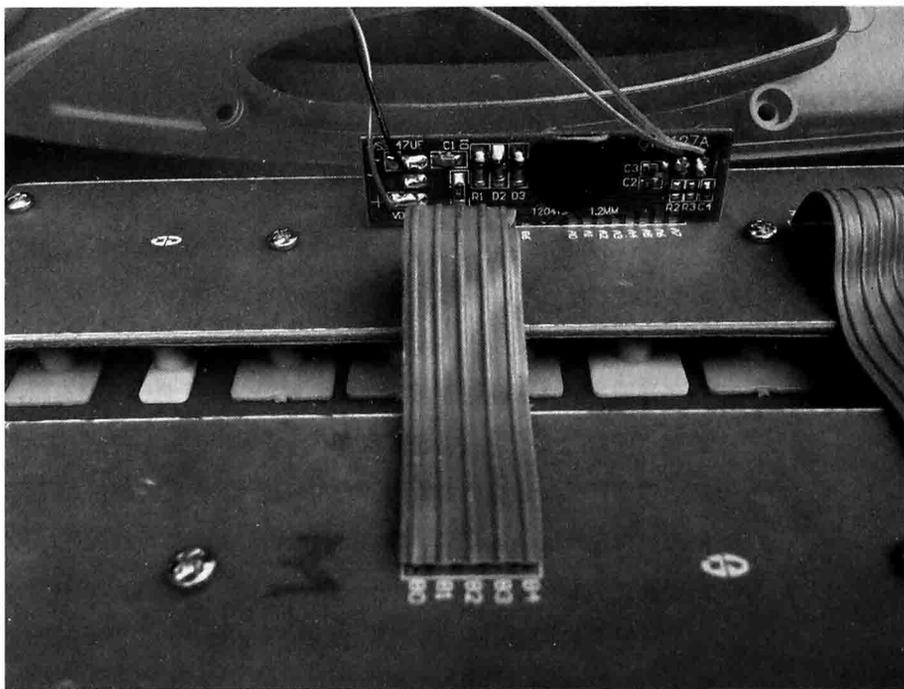


图 1-3

隐藏在玩具中的微控制器特写

自动化生产

如果你准备将大量元器件集成到一个单一产品中，那么自动化是必要的，微控制器将协助完成整个过程。无论是孩子的玩具汽车还是一辆真正的汽车，微控制器嵌入到控制系统中，可以保证零件的精确位置，测试生产中的误差、跟踪库存，以及执行其他有用的功能。

其核心功能是感测环境并快速做出反应，它们按照固化程序，可以确保产品在生产、仓储等各个环节都在严格监控下进行。

第 9 章的射频标识 (RFID) 读取器项目和现在很多场合使用的库存跟踪系统一样，运用 RFID 技术来管理原材料、零件和仓储。

现场检测和响应

微控制器可以安置在对人类来说非常危险或任何难以想象的地方。举你来说，你要确保天然气管道泄漏程度并没有达到全面爆炸的危险地步，如果检测到压力泄漏，埋设在线路中的微控制器可确保供电被切断。同样，你不会想花钱雇人监视在温室的湿度水平，微控制器却可以在一个固定的时间间隔或根据测量的环境条件激活喷雾功能。

第 10 章的自动灌溉项目就是这个功能的家用版本。

楼宇自动化

楼宇安全系统并不陌生。如今许多建筑物正用传感器来检测内部气候并通过调节来提高环境能源效率。现在许多建筑师们为建筑设计了由嵌入式传感器组成的神经系统，它们可以专门为一个区域或者个别房间自动调节冷热，提高能源利用率。

第 12 章的家用传感器项目是一个小型化的传感器网络，它可以用于家庭。

协议控制

微控制器在工业上被用于流水线控制和检测。比如说微控制器可以检测流水线上的瓶子是否被注入了正确刻度的液体。微控制器配合传感器可以简单快速地检测出问题，或者将问题上报给中央电脑或者将不符合规则的瓶子移出流水线，这比人类操作要快得多。很多产品制造流程都采用了微控制器，因为它们廉价而且可靠。比如通过混合原材料来批量生产面包、糕点、石油产品或者混凝土都可以通过微控制器来实现准确的监视和控制。

尽管本书中没有类似的项目，但是当你做过一些工程实例之后，你就会知道如何修改、设计和选取那些你将用到的功能。

1.4 入门

如果你还没有开始翻阅本书的中间部分来看看可以通过本书做些什么，那么请停下

来，先概览一下。我通过写这本书来教会你做一些令人惊奇的甚至是没人想过的事情。我希望这些工程实例可以激发并鼓励你。同样，在线交流也可以为你提供更多的灵感。

实践之前，应该准备一些必要的工具。本书中的工程实例需要哪些基本工具，以及哪些 Arduino 组件；请详细阅读第 2 章。如果你以前没有用过 Arduino，那么请详细阅读第 3 章，它为你介绍了一些基础知识。

那么，你还在等什么？开始学习吧。

第2章 开发准备

本章内容：

- ◆ 创建项目工作区
 - ◆ 选择合适的工具
 - ◆ 选择 Arduino 或者 Arduino 套件
 - ◆ 设置 Arduino
-

Arduino 开发的第一步是准备工作区。可以在本书中任意选择几个项目先尝试一下开发过程，但是要想进一步深入，就需要创建一个专业的工作区域，拥有必不可少的工具。

本章将介绍如何创建一个好的工作区。其他项目章节都假设已经拥有了基本的工作区和工具，因此，本章只列出了每个项目开发都需要的器件。在项目开发中，因为缺少一些基本的工具而导致工作中断会耽误时间。但是如果工作区里的工具应有尽有，就不必中止工作，跑出去找工具或者去店里购买零件。在本章中，可以学习到如何设置 Arduino 软件以及如何将 Arduino 连接到计算机。

2.1 准备制作

只要计算机可以开机，在任何地方都可以制作 Arduino 项目。我甚至曾经在当地一家咖啡店里制作过一些简单的项目——尽管很多人盯着我看！虽然如此，在本书中的项目制作中，最好还是建立一个良好的工作环境。找一个可以舒适工作的地点，根据项目需要，将其精心建设成一个完美的创新实验室。

设置工作区

准备一个可以开发和测试项目的专用工作区——特别是本书中比较大的项目，这些项

目通常需要好几个小时。在房间、公寓、临时仓库、车库或者工作室里找一个地方——任何一个工作不受打扰的地方，图 2-1 显示的是我开发 Arduino 项目的工作区。

1. 配置工作区

好的 Arduino 工作区具有以下特点：

- 舒适而干燥的环境。
- 结实的工作台或者书桌以及舒适的椅子。
- 足够的电源插口。
- 足够的空间用来放置计算机或者笔记本。
- 便利的网络连接或者可以方便拉网线。
- 良好的照明和通风（尤其是排放焊锡烟雾时）。
- 存放作品的货架和仓库。
- 分类存放零件和工具的小箱子和抽屉。

必须具备适合长期工作的环境（光线、温度、舒适度等）。如果太冷、太热、太吵或者干扰太多，完成工作就会花费更长的时间。同样地，如果被打搅了，将会好不容易才能重新鼓起干劲。

选择一个比较隐蔽的地方，才能专心工作。我喜欢放音乐，音乐为我创造一个私人空间，这样我才能全身心地投入工作。

在项目开发过程中，计算机是必不可少的，因此，要确保工作台上能够放得下台式机或者笔记本。还需要能够上网找资料、查数据手册或者是在论坛里提问，因此，可靠的网络连接非常重要。

2. 维护工作区

本书中一些简单的项目可以在一个小时或者更短的时间内完成，但是复杂一些的项目则往往需要好几个小时。有时候工作不可避免地被一些事情打断，因此需要这样一个地方，在这里，可以暂停项目，离开一段时间，然后再回来继续开发项目。

与电路打交道，安全始终是一个重要因素。虽然本书中的项目并不使用壁插中的电源，还是应该严肃对待电子项目，就好像使用的电压可能带来危险一样。

如果有小孩在周围转悠，必须采取特殊的预防措施以防他们靠近。他们那双好奇的小手喜欢猛拽悬挂着的绳子或者电线。这样一来，可能会把桌上的东西拽下来，砸到他们的头上。还有忘记拔烙铁可能会引起火灾。



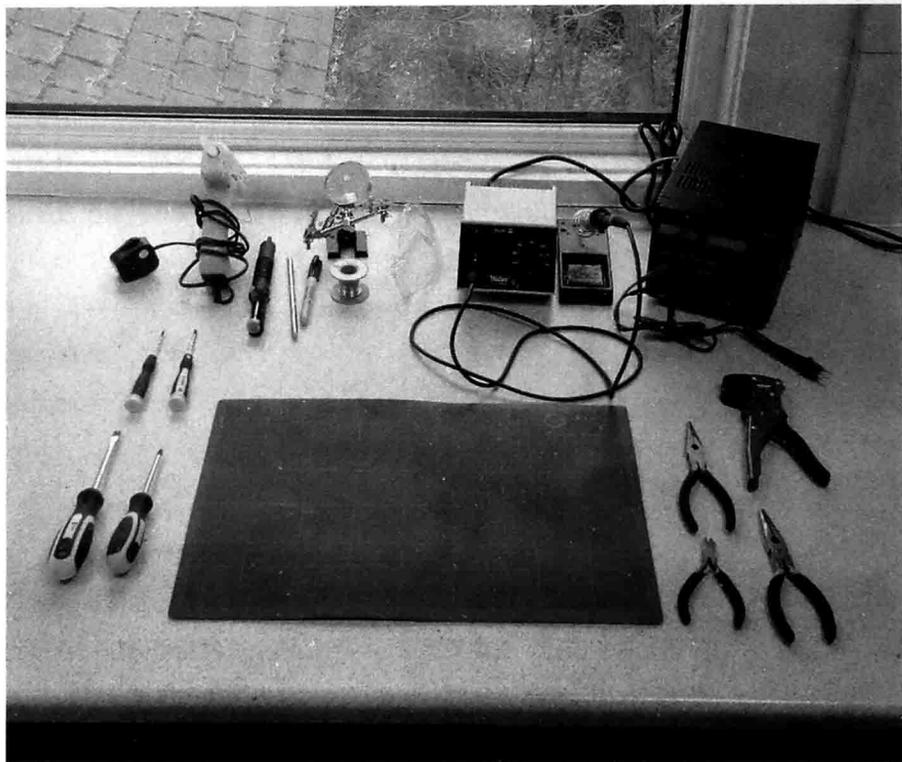


图 2-1

良好的工作环境和一些基本的工具

很多高手的桌面上都到处散落着几罐苏打饮料或者快餐盒，尽管如此，将食物和饮料远离工作台放置能预防可能发生的会导致极大损失的事故。

空的快餐盒里可能隐藏着重要的零件，寻找这些零件会浪费你大量时间。不小心溅出的饮料也会损坏正在工作的电路。

拥有舒适的工作环境之后，该挑选合适的工具了。



2.2 选择基本工具

为了制作本书中的全部项目，需要准备一些基本的工具。这些工具可分为两类——电气工具和制造工具。从电子零售商那里可以买到所需要的一切东西，比如 Radio Shack 或者 Maplin（英国）。网上的专业电子供应商也出售这些东西，而且通常比零售商更加便宜，因此，可以去 DigiKey（美国/英国），NKC 电子，Rapid（英国），RS（美

国 / 英国), 和 Farnell (美国 / 英国) 转一转, 也别忘了上 eBay 和亚马逊看看。

下面列举了需要的基本工具, 在本章后面的内容里会更加详细地介绍这些工具。

● 万用表: 对于大多数 Arduino 和电子项目来说, 万用表是一个必不可少的测量工具。使用万用表可以对电路是否连接良好进行基本的测试, 也可以测试电路的性能指标, 定位故障点。万用表用来测试和测量单个电子元器件也是很方便的。应该随手准备一个以便测试和定位项目中的故障点。

● 面包板和跳线: 本书中的所有项目都涉及连接元器件、LED 灯、传感器或者激励器到 Arduino 开发板。连接一两条线很简单, 但是有些项目却需要大量的连线。面包板就是一个能帮助我们轻松连线的工具。在将项目中的各个部件连接起来时, 需要跳线来实现各部分的连接。这些跳线都是实心成捆的 (里面包含很多细小的导线)。使用面包板时, 固态实心跳线必不可少。

● 烙铁: 在临时连接和构建原型的时候, 面包板非常理想, 但是对于需要牢固连接的场合, 烙铁就派上用场了。使用它可以将电路中的元器件永久连接起来。如果需要在项目外壳上安装按钮, 就需要焊接导线到按钮上, 然后再把按钮连接到 Arduino 开发板。甚至可以在面包板上搭建部分电路, 通过焊接导线来连接远处的开关和传感器。实际上, 不使用烙铁也可以完成本书中的所有项目, 但是工作台上有了烙铁肯定是件好事。

● 电源: Arduino 开发板可以提供小量电流来点亮几个 LED, 但是要带动更多的设备, 就需要一个电源了。本书中, 有些项目需要额外供电, 供电参数都已经提供在附件清单里了。

还需要一些基本的装配工具。并不是所有的工具都是必不可少的, 但是经常会发现缺少的那个工具正是急需的, 因此, 要准备一个好的工具箱。图 2-2 中显示的工具是按我自己感觉的重要顺序排列的, 但是也可能不一样。

● 选择精密的螺丝刀: 平头螺丝刀和十字螺丝刀 (十字槽螺丝帽) 都是必不可少的。两种型号的螺丝刀各备几种尺寸的。

● “助手”: 两头有鳄鱼夹的小夹钳, 用来固定东西。通常还有一个放大镜。除非我们有三只手, 否则这些都是必备的。

● 剥线钳: 用来剥掉导线的绝缘层, 有好几种外形。买剥线钳可以多花点钱——原则上买中等价格的就行。太便宜的, 不好用; 太贵的, 用不起。

● 尖嘴钳: 夹小东西时很好用, 小号的和大号的尖嘴钳各一把。

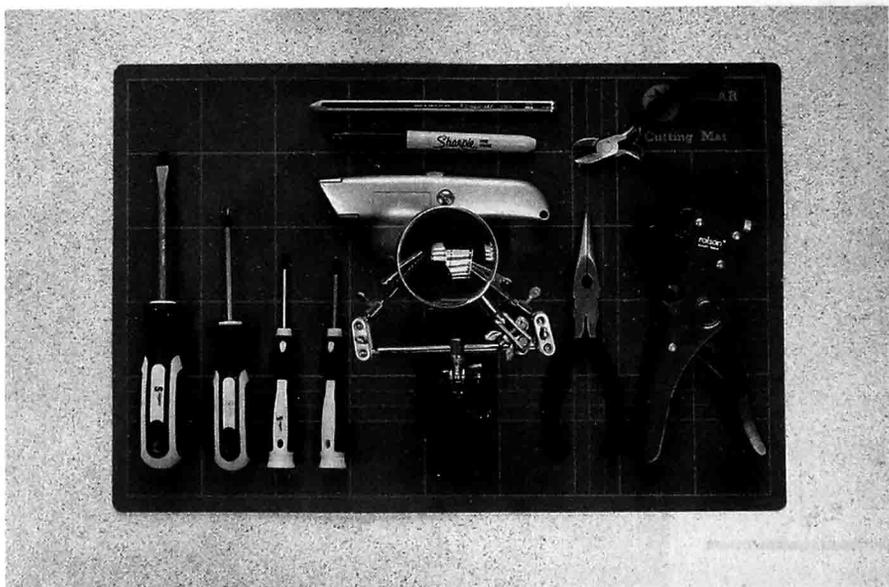


图 2-2

几件必备的装配工具

- 斜边钳：用于夹元器件管脚和剪线。
- 雕刻刀片 / 手工刀：雕刻刀片是精细地削割材料的关键工具。
- 美工刀 / 可换刀片的地毯刀：使用美工刀切割硬质材料。
- 切割垫：保护工作台的表面。
- 一只油性笔和一只铅笔：裁剪时做标记的必备工具。没有油性笔的工作台不是一个完备的工作台。

2.2.1 选择和使用万用表

在测试、检查和诊断电路故障时，万用表是一件必备的工具，如图 2-3 所示。老式的万用表使用指针和刻度尺显示数据，现在的万用表则直接以数字显示。使用万用表可以测试电路的基本特性，包括：

- 连通性：测试两点之间是否连通。
- 电压：测试电路中的电动势。
- 电流：测试电路中的电流。
- 电阻：测量电路中元器件对电流的阻力。

也可以测量电池和电源的电压，以及分立电子元器件的特性，比如电阻和二极管。



图 2-3

数字万用表是 Arduino
项目开发的必备工具

跟烙铁一样，不同的万用表具有不同的特性，越是昂贵的万用表，越具有一些也许根本就顾不上的高级功能。价格高的万用表可以测试晶体管和电容，具有自动变换量程的功能，自动变换量程非常方便，当然也更加昂贵。价格便宜的万用表则需要先估计量程，然后相应地拨动刻度盘。

绝大多数情况下，万用表都用来测试连通性——确保认为已经连接好的东西确实是连通的。不需要买 Ferrari 这样高级的万用表，但是至少也要买一个在检查连通性时会发声的万用表。测试连通性时，两手拿表笔的同时还要看显示盘是比较麻烦的。但是一边接到触点，一边听声就简单多了。

2.2.2 选择和使用电源

有些项目需要外接电源，或者在你的项目中可能会用到需要自带电源的电动机、电磁线圈和其他设备。可以使用电池组或者专用电源——各自用法不同。

电池组适用于在短时间内提供小量电流的场合。如果想让 Arduino 摆脱电脑自由漫步而不被拴住（比如第 14 章中的自动驾驶车），电池组也是比较方便的。从市场上可以买

到各种型号的电池组，从常见的小号的 AAA 型、AA 型到小块的 C 和 D 型电池。当然，也可以尝试专用可充电的电池组。通常，电池组体积越大，供电时间就越长。大多数圆柱形电池组每个提供 1.5 V 电压，Arduino 项目最小需要输入 6 V 电压，因此找一个至少能装下 4 节电池的容器。(1.5 V × 4 = 6 V)

如果需要给无法移动的固定设备长时间持续供电，就应该使用一个插在房间墙壁上的固定电源。比方说，如果正在使用多部电动机，它们需要从某处获取能量，这个能量可以从墙壁上的电源插座转换而来，这些转换器具有足够的输出电流范围来满足需求。也可以买一个专用的能提供电压和电流输出具有数字显示的台式电源单元。这在制作和测试一个以后会安装在其他地方的项目时非常有用。台式电源会花更多的钱，甚至达到数字电源的 3 倍！如果决定购买，一个能提供 12~30 V 直流电压和 3~5 A 电流的电源就足够了。也可以只买一个提供 7~12 V 直流电压和 500 mA 电流的电源，如图 2-4 所示。这种电源已经完全够用了，而且还有一点富余！



图 2-4

一个桌面电源，一个精密 12V 转换器和一个普通电源转换器

不管制作什么项目，电源提供的电压和电流必须符合设备需求。可以使用设备自带的电源，也可以选择一个满足电压而大于电流需求的电源。

2.2.3 认识电及其安全性

和电打交道，安全非常重要，必须采取一些基本的预防措施保护自己。本书中没有一个项目直接连接市电，但是还是必须采取预防措施并养成良好的安全习惯。尽管使用的是较低的直流电压，但是如果使用电动机和电磁线圈等大电流驱动的设备，在断电瞬间，一不小心，还是可能被电到。

因此，在所有的电子项目中，必须遵守以下基本安全规则。

可以做的：

- 测试时把一只手“绑”到背后，至少有一只手不能放在工作台上。因为如果足够大的杂散电流经双手流过心脏时，会导致心律失常。对于本书中的低压直流电来说，这倒不太可能，但是最好养成这样的安全习惯。

- Arduino 上的集成电路和其他模块对电压的波动非常敏感，包括静电。你身上可以聚集几千伏的静电，而你自己还不知道呢，尤其是在铺有地毯的楼层里。如果你身上聚集了静电，这时候再去触摸电路，瞬间就会把电路烧坏。为了防止静电，可以买一个并不昂贵的防静电手腕，通过始终保持接地，防止意外放电，并将身上产生的电荷都释放到大地。

- 戴一副轻便舒适的护目镜。因为剪线时碎片可能满屋飞溅，焊接时高温焊锡有时候会噼里啪啦地飞旋，不希望眼睛被高温熔化的金属烫伤吧。

不可以做的：

- 不要触碰正在工作的电路上的金属面和导线。
- 不要对正在工作的电路进行改动，在添加或者移除模块到 Arduino 或者面包板之前一定要先关闭电源。
- 不要赤脚工作，穿一双好的胶底鞋可以最大限度的增加你和地面之间的电阻。一小滩水就是良好的导体，你不想自己就是那个触电的倒霉蛋吧。

2.2.4 使用面包板、条状铜箔板和穿孔板

为了迅速而轻松地连接项目中的电路，首先得学会使用面包板。面包板是一块塑料，上面布满很多行和列，可以将跳线和电子元件插在上面。本书中的所有项目都是使用面包板制作和测试的。当项目成功运行了，就可以将 Arduino 和面包板封装起来，也可以进

行永久性的布线然后在条状铜箔板或者穿孔板上制作项目，这需要具备一点焊接知识（在本章后面会讲到）。

1. 关于面包板

在面包板的小洞下面，细小的带状金属形成孔眼，这些孔眼抓住导线和插入面包板的元器件的管脚，因为孔是金属的，所以如果导线和元器件插到相同的孔里，它们就是连通的。

因为面包板使用孔连接导线，所以必须使用实心导线。扭成股的线是由很多根细小的导线组成的，当你想把它们插入面包板上的孔里时，它们会扭成一团。使用实心导线则方便得多，还是省点麻烦吧。

在面包板上的主要工作区中，小孔被布局成 5 行（典型）2 列。通常 2 列之间有一条槽，可以将芯片插入面包板，这样一来，每个管脚周围都有 4 个相邻的小孔。

很多面包板都有许多列小孔从面包板的一端直至另一端，它们没有连接到主要工作区。通常被标记“+”（正极）和“-”（负极或者“地”），用不同的颜色区分。你可以使用它们作为电源或者地。在 Arduino 中使用面包板时，通常将 Arduino 标号为“+5”的管脚连接到面包板的正极列，而将标号为“GND”的管脚连接到面包板的负极列。你也需要连接很多元器件的某个管脚到电源或地，因此会有许多导线连接到电源和地。

你应该有一个拥有 830 个点的大尺寸面包板和几个拥有 400 个孔的一半尺寸的面板。如果走出实验室，可以通过边槽连接两块板子。但是我要警告你，没有标准的连接方法，因此只有两个板子都是来自同一个工厂才能这样连接。

2. 关于条状铜箔板和穿孔板

条状铜箔板和穿孔板与面包板类似，它们都提供许多孔来连接元器件。尽管如此，条状铜箔板和穿孔板是设计用来进行永久性连接的。

- 条状铜箔板表面覆盖着条状铜箔，元器件焊接到条状铜箔上，就能实现电气连接和稳固的物理连接。

- 穿孔板只是在每个孔的周围都有金属焊盘，你可以将元器件焊接到焊盘上，通过连接焊盘来连通电路。

条状铜箔板和穿孔板都有很多尺寸和标准，因此如果要进行永久性连接，就应该购买所需尺寸和型号的面板。

小尺寸、正常尺寸面包板和一块条状铜箔板如图 2-5 所示。



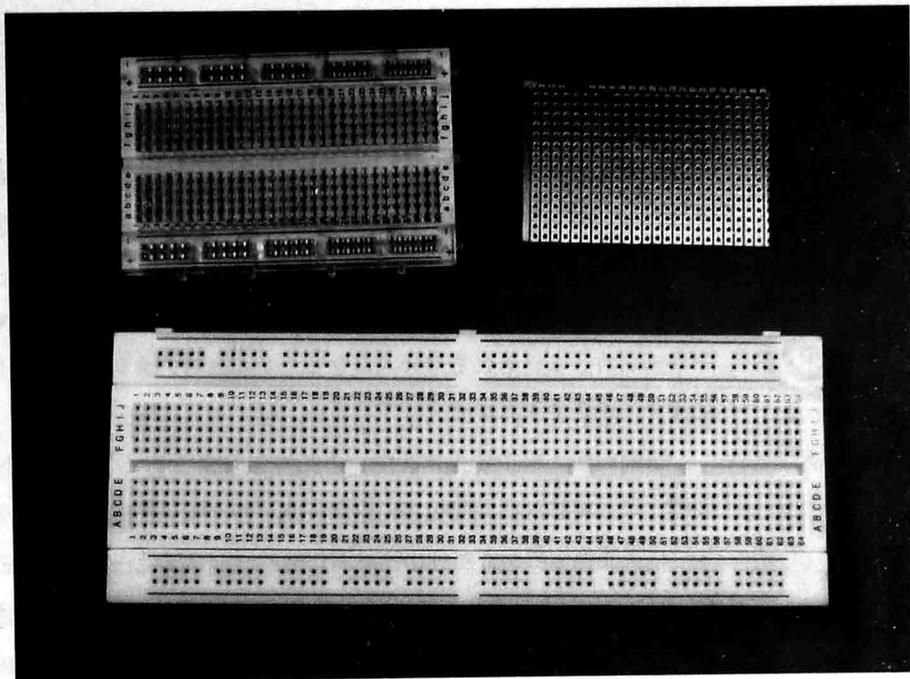


图 2-5

小尺寸、正常尺寸面包板
和一块条状铜箔板

2.3 选择烙铁和附件

焊接很简单，焊锡的熔点相对较低（大约 700°C ），先将其熔化，冷却后，连接就牢固了。可以焊接导线到导线，也可以焊接导线到元器件，还可以焊接导线到电路原型板，比如穿孔板或者条状铜箔板，固定元器件位置，这样就可以制作出连接良好的项目，使用也更长久。也可以只将元器件（比如开关和显示屏）焊接到面包板上的导线，这样就可以将它们装在项目盒内。在本书的其他一些项目中，你可能想将开关和按钮从面包板转移到项目外壳内，这样就需要在面包板上焊接延长线。

当然，也可以购买套件来给 Arduino 添加其他特性。第 7 章中的 Arduino 时钟使用的套件需要将其焊接到印刷电路板上，随着套件的出售，价格会不断下降，但是这也意味着你必须花些时间将它们焊接起来。

烙铁是用来加热焊锡和元器件，使它们焊接一起的。当元器件足够热时，焊锡就会熔化到元器件管脚上，此时，将烙铁尖挪开，焊锡将迅速冷却，焊得好的焊点就会形成可靠的连接。

所需的主要焊接工具是：

● 烙铁：焊接的主要工具，普通的烙铁非常便宜，但是专业的则要几百元。如果想省钱，别买最便宜的，选择低端中最好的烙铁。最低需要 30 W 的烙铁。烙铁既有固定功率输出的也有可调功率输出的，可调功率输出的烙铁非常不错，但是大多数焊接工作用不着它。

● 焊锡：焊接的主要原材料，既有含铅的也有不含铅的。有些人喜欢含铅 60/40 的焊锡（60% 锡，40% 铅），但是铅有毒。因此除非有特别需要，最好选择无铅的松香焊锡丝。松香融化后能帮助清除焊接表面，有各种尺寸的焊锡丝，直径 0.032 mm 的焊锡丝非常不错。

● 额外的烙铁头：烙铁头有各种形状和尺寸。大多数时候需要的是圆锥形烙铁头而不是凿子形烙铁头。经过长期使用或者是滥用，烙铁头会耗损，不同制造商制造工艺不同，因此在买烙铁时必须买一些额外的备用烙铁头，以免以后找不到合适的。

● 烙铁座：在烙铁热的时候放置烙铁用，通常有一个清洁烙铁头的海绵。这些都包含在烙铁套件中。

● 常规海绵和铜丝海绵：这些海绵都是在烙铁热的时候用来清洁烙铁头的。常规海绵可以是厨房里用的任何普通纤维类型的海绵。铜丝海绵贵一些，优点是清洁时不会冷却烙铁头。如果定期清洁，烙铁头会更耐用。

● 脱焊工具：既有吸锡器也有吸锡带（如图 2-6 所示）。吸锡器是一支弹簧驱动的笔，



图 2-6

入门级烙铁和必不可少的附件

用来吸液态焊锡。吸锡带只不过是用铜丝编织的带状线，加热时压在吸锡点上面。毛细管作用将液态焊锡吸离器件至吸锡器的头部。我更喜欢用吸锡器，因为它既便宜又有效。

● 烙铁头清洁膏：非常重要，必须准备。烙铁头表面经常氧化，特别是没有定期清洁的时候。氧化使得烙铁头上锡和控制焊锡流向非常困难。清洁膏能帮助移除氧化层和残渣。经常使用清洁膏清洁烙铁头以确保表面干净是很有必要的。

如果想提前尝试或者温习一下，第3章中有焊接方面的技巧。



2.4 选择项目盒和外壳

本书中的所有项目都是在面包板上制作的，这是一种快速而简单的上手方式。如果要保存项目，可以将其进行专门的封装。尽管没有示范，对于第二部分中比较简单的项目，你也许想自己动手封装，如果是这样，就要给 Arduino 找个合适的外壳。

到处都可以找到合适的外壳，几乎任何一个类似小盒子的东西都可以。有一些相当有创意和充满智慧的外壳原本并不是准备用于 Arduino 项目的。我曾经看到一个丢弃的壁灶台时钟制作成温度和气压计。有一帮狂热的人甚至使用 Altoids 牌薄荷口香糖的金属盒制作 Arduino 项目。有 Prince Albert 烟丝罐吗？有的话，可以把烟丝拿出来，将罐用作 Arduino 项目的外壳。

走进商场时，想象一下什么东西可以用来装项目。很快，你就会发现几乎所有东西都可以用于制作项目。听起来好像有点怪，虽然在封装上如此投入显得有点不可思议！但是你会真正学会开始从另一个角度看待事物。

百货公司和大商场，比如塔吉特、宜家家居和好市多，都出售很多家具、小饰品和家用电器。小箱子和便宜的盒子可以用作 Arduino 项目的外壳。图 2-7 展示的是宜家家居儿童区的一个小灯。把里面的东西掏空，它就是一个很好的 Arduino 外壳。

电子供应商通常都提供一系列通用的外壳，既有金属的也有塑料的。选定其中一个后，务必拥有适合制作外壳的工具。如果要在项目外壳上安装开关、按钮和显示屏，那就必须能够切透外壳。没有锯子和钻头，很难在厚材料和金属上钻洞，因此务必选择合适的外壳。

项目外壳最后一个来源是最新流行的激光雕刻和 3D 打印服务。你把设计发送给他们，他们就会邮寄回来制作好的定制的激光雕刻和 3D 打印设计。许多这样的公司都有可供下

载的模板。

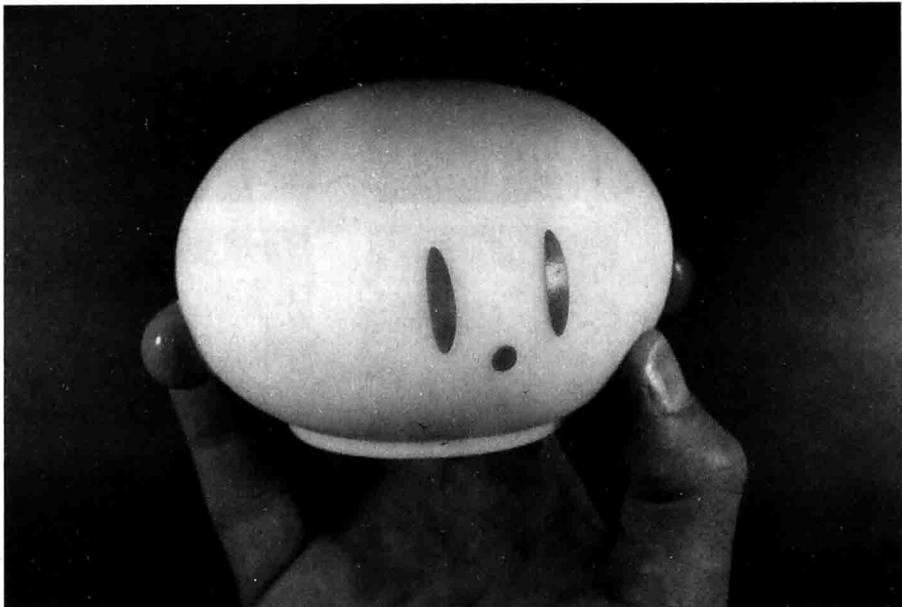


图 2-7

一个怪异的外壳

不必受制于你能买到的东西，利用硬纸板、衬底板或者塑料和一点点胶水，也可以制作出相当漂亮的外壳。

2.5 选择 Arduino 或者套件

Arduino 仅仅几年时间就发展起来了。开始只是一块具有基本功能的简单电路板，而且还没有 USB 接口。现在可以找到很多 Arduino 板子，每个板子都具有各自独特的功能和特性。本书中的所有项目都是针对旗舰产品——Arduino Uno 撰写的。Arduino 产品的完整列表参见网站 (<http://arduino.cc>)。选择最适合你需求和预算的产品。

图 2-8 显示了需要重点熟悉的几种板子。

● Arduino Uno: 这是 Arduino 家族的主打产品，本书中所有项目都是在这个板子上设计和测试的。Uno 的核心处理器是 ATmega328，工作频率 16 MHz。有 14 个数字输入输出管脚和 6 个模拟输入管脚。可以通过 USB 接口或者 DC 电源插座供电，也可以使用电源输入排针。板子上的电源调节器可以检测正在使用的电源接口。板子上有一个非

常实用的 LED 灯，连接在数字管脚 13，还有一个在系统工作出现异常时用于复位的按钮。

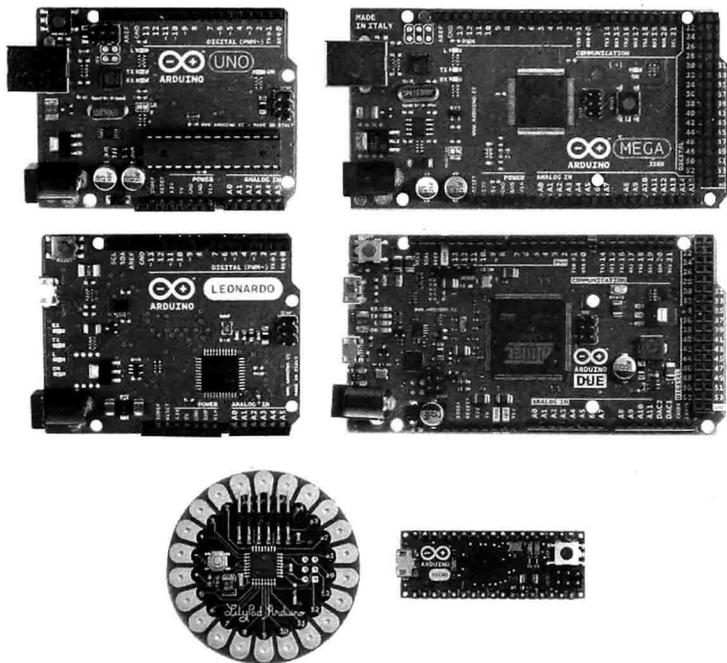


图 2-8
目前最流行的 Arduino
板子



Uno 与前面所有板子的一个关键区别是 Uno 上集成 USB 接口控制芯片。这个特性使它更加容易马上开展工作，因为你只需要将其插入电脑，它就会被自动识别。而以前版本的板子上的 USB 接口是由 FTDI 制造的，需要安装驱动程序。

- Arduino Mega: Mega 2560 是 Uno 的哥哥。具有所有基本功能，完全兼容 Uno。因其具有较多的接口使用起来更加方便——54 个数字 I/O 管脚和 16 个模拟输入管脚。具有更多的脉宽调制 (PWM) 管脚，这在 LED 亮度控制和电动机控制中非常有用。它的价格稍贵一些，但是如果需要读取一系列传感器的数据或者控制一堆设备，Mega 是合适的选择。

- Arduino Leonardo: Leonardo 与 Uno 相似，但具有更多管脚，12 个数字 I/O 管脚和 12 个模拟管脚。不同的是它有一个从属串口，可以用来做一些有意思的游戏，比如模拟键盘和鼠标。Leonardo 通过编程可以控制键盘和鼠标之类输入设备，而电脑响应就好像真的正在接收键盘和鼠标输入一样。有意思吧！

- Arduino Due: Arduino Due 以拥有更加强大的处理器而出名，是一个真正完备

的单板机，类似于 Raspberry Pi 或者 BeagleBoard，核心处理器是 Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3，工作频率 84 MHz，具有 54 个数字接口。它的强大功能远远超出本书的需求，使用的是 3.3 V DC 而不是 5 V DC，因此本书中的项目最好不要使用这个板子。

- Lilypad Arduino: Lilypad 是一款很有个性的 Arduino 板子，受到喜欢标新立异的人们的追捧，设计用于缝进衣服、纺织品和服饰中。具有和普通板子几乎一样多的数字 I/O 管脚，但是这些管脚是按圆形排布的，可以缝进衣服中。工作频率为 8 MHz。

- Arduino Micro: Micro 超级娇小可爱，非常适合狭窄的空间。它只具有基本的接口——内建微型 USB 接口和 20 个数字 I/O 管脚。没有排针接口，因此必须将连线直接焊接到板子上。你也可以在板子上焊接排针，这就可以将它直接插入面包板了。

你也许会碰到老板子，或者想在你的项目中使用这些板子，老板子有 Diecimila, Duemilanove、NG 和 Bluetooth 等 4 个型号。

注意，Arduino IDE 随着硬件的演变进行了部分改动，在目前大多数版本的 IDE 中，并不是所有老板子都会正常工作。同样的，一些提供扩展特性的软件库也不兼容老板子，遇到这种情况时，尝试用 Arduino Uno 替代实验一下。



熟悉 Arduino 功能板

Arduino 可以为很多产品提供感知和控制功能。Arduino 板表面和背面的排针接口可以插入导线，连接附件。标准化的接口布局使其可以轻松地向添加电路板以提供额外的特性，比如网络、Wi-Fi、无线电收音机、GPS、音频回放，电动机控制等。这些模块在 Arduino 圈子内被称为功能板。

Arduino 功能板包含其功能特性所需的所有元器件，背面的管脚与 Arduino 的输入管脚匹配。图 2-9 中的网络板能将 Arduino 连接到路由器和互联网上。因为它们具有与 Arduino 相同的接口，你只需将功能板插入 Arduino 的表面，就像三明治一样，酷吧！

大多数功能板能够连接到 Arduino 的一些或者全部的数字和模拟管脚，尽管如此，功能板添加的功能可能需要其他管脚，查看功能板的数据手册以确保项目中使用的管脚不是功能板需要的管脚。

除了功能板以外，还会碰到其他一些叫作扩展板的设备，这些都是具有专用功能、以集成电路为核心建立的小型印制电路板，比如第 7 章的实时钟，LED 控制器或者加速计。事实上，市面上有各种各样的扩展板，如此命名，是因为它们扩展了集成电路芯片细微的



有关此电子图书的说明

本人由于一些便利条件，可以帮您提供各种中文电子图书资料，且质量均为清晰的 PDF 图片格式，质量要高于网上大量传播的一些超星 PDG 的图书。方便阅读和携带。只要图书不是太新，文学、法律、计算机、人文、经济、医学、工业、学术等方面的图书，我都可以帮您找到电子版。所以，当你想要看什么图书时，可以联系我。我的 QQ 是：**89039855**，大家可以在 QQ 上联系我。

此 PDF 文件为本人亲自制作，请各位爱书之人尊重个人劳动，敬请您不要修改此 PDF 文件。因为这些图书都是有版权的，请各位怜惜电子图书资源，不要随意传播，否则，这些资源更难以得到。