

MANNING

Arduino

实战

Arduino IN ACTION

[美] Martin Evans 著
Joshua Noble
Jordan Hochenbaum
况琪 译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Arduino 实战

Arduino
IN ACTION

[美] Martin Evans 著
Joshua Noble
Jordan Hochenbaum

况琪 译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

Arduino实战 / (美) 埃文斯 (Evans, M.), (美) 诺布尔 (Noble, J.), (美) 霍肯鲍姆 (Hochenbaum, J.) 著; 况琪译. — 北京: 人民邮电出版社, 2014.4

书名原文: Arduino in action
ISBN 978-7-115-34331-4

I. ①A… II. ①埃… ②诺… ③霍… ④况… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第005150号

版 权 声 明

Original English language edition, entitled Arduino in Action by Martin Evans, Joshua Noble, Jordan Hochenbaum, published by Manning Publications Co., 209 Bruce Park Avenue, Greenwich, CT 06830. Copyright ©2013 by Manning Publications Co.

Simplified Chinese-language edition copyright ©2014 by Posts & Telecom Press. All rights reserved.

本书中文简体字版由 **Manning Publications Co.** 授权人民邮电出版社独家出版。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。

版权所有, 侵权必究。

◆ 著 [美] Martin Evans Joshua Noble Jordan Hochenbaum

译 况 琪

责任编辑 杨海玲

责任印制 程彦红 杨林杰

◆ 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>

北京艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 21.25

字数: 455千字

印数: 1-3 000册

2014年4月第1版

2014年4月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-01-2012-6451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

内容提要

本书是用 Arduino 搭建趣味电子产品的实践指南。本书循序渐进、深入浅出地讲解了 Arduino 创意电子制作的方方面面：拆封 Arduino 板卡并让一个 LED 闪烁，然后进一步介绍在实际项目中最常用的技术，如控制电动机、LCD 显示器、超声波和红外线传感器等。书中还讲解了一些流行的技术，如 Wi-Fi、蓝牙、GPS、USB 通信等。通过本书，读者可以尝试制作五音阶电子琴、简易气象站、微博盒子、可穿戴路标灯等妙趣横生的创意电子产品。除了 Arduino 和 Processing 开发环境以外，读者还会接触到 Pure Data 和 Python 编程、iOS 开发等热点话题。书后附录包括了解析驱动安装、编程基础知识等，即使是没有编程基础的初学者也可以轻松入门，而书中丰富的案例不但兼具深度和广度，更是兼具实用性和艺术性，想必 Arduino 高手也会从中有所收获。因此本书既可以作为 Arduino 初学者的入门教材，也可以作为 Arduino 进阶玩家的创意指南和参考手册。

译者序

每个人的心中都会藏着一个关于改变世界的小小梦想，每一个敢于向这个目标迈出哪怕只是一小步的人，都是我心目中的英雄。然而有这么一些人，他们会为软件编写一些小插件，他们为操作系统订制个性的主题，他们改装键盘和鼠标，为它们添加酷炫的 LED 灯……他们不满足于商场买回来的成品，总觉得那些工业化生产的东西缺少一点个性和人情味儿，他们不妥协，他们用自己的方法在现实世界中修修补补并乐此不疲，他们有一个相同的名字——创客。创客不必是身怀绝技的科技精英，也不必是腰缠万贯的富翁，有人用多彩的十字绣装点日常的衣物，有人用璀璨的水钻制作精致的手机壳，有人在橡皮上雕刻个性的图案，将它印在书本的扉页上……他们都在对身边世界进行小小的改造，他们都是创客。只要你心怀梦想，只要你不甘平庸，只要你有想法并付诸实践，你就是创客。欢迎你加入创客的大家庭！

然而，小小的翅膀并不能撑起大大的梦想。飞速运转的工业化设备就像一片原野，尽管有富饶的水土，尽管孕育着千万的生命，却将平民创客的呼喊淹没在呼啸而过的风中。幸运的是，创客的先行者们搭建了许多可以让平民创客施展拳脚的平台，Arduino 就是其中之一。Arduino 是一个很小的平台，一张信用卡的大小，小到可以将其放在掌心；Arduino 又是一个巨大的舞台，全球数以百万计的玩家共同组成了庞大的 Arduino 社区，这里每个人都乐于分享，这里每个人都是主角。庞大的用户群创造了海量的资源，让 Arduino 成为一只羽翼丰满的鸿鹄，带着你的梦想扶摇直上！

也正是得益于 Arduino 社区的孵化，最终让《Arduino 实战》一书借着创客运动的春风，呈现在了各位读者的面前。本书的英文原版由三位作者合著。与诸多同类书籍不同的是，本书作者当中除了有传统意义上的电子工程师、硬件创客以外，还有专业的创新技术专家、交互设计师和艺术家等。作者丰富的背景使得本书的内容变得异彩纷呈。本书所涵盖内容的广泛性、实用性和艺术性在国内乃至国际范围内都堪称同类图书之最。

除了“流水灯”等少数几个经典保留项目之外，本书还制作了五音阶电子琴、可穿戴路灯、小型气象站等趣味性和实用性更强的项目。更可贵的是，本书还介绍了一些在同

类图书中非常罕见且具有较强实用价值的技术，比如利用 Cosm 平台进行云端数据交换的示例，就渗透了近年来大红大紫的“物联网”技术思想；而通过 iOS 编程与 Arduino 板卡通信的示例，则顺应了移动计算的大方向。

对于 Arduino 板卡本身来说，其硬件外设和计算资源都非常有限。因此，“学 Arduino 不能只学 Arduino”已经成为了人们的共识。由于 Arduino 的软硬件平台均以开源许可证发布，全世界的 Arduino 玩家已经为其开发了浩如烟海的软件库和硬件扩展模块，使得 Arduino 的功能得以无限地扩展。所以，学习 Arduino 要注重两个“扩展”。第一，要学会让各种电路组件成为 Arduino 的扩展，例如在本书第 5 章就介绍了直流电机、单相型步进电机、双极型步进电机、伺服电机和无刷电机这 5 种电动机。这些电动机的不同特性使其适用于不同的场合，通过这一章的学习，读者就可以基本上扫清在制作各种小型机器人时遇到的跟电动机有关的问题。第二，要学会让 Arduino 成为计算机的扩展，例如在本书第 13 章就介绍了 Arduino 与运行在计算机上的 Python、Pure Data、Processing 等编程语言整合，借助 PC 机的计算能力，可以完成许多仅凭 Arduino 自身完成不了的应用。大部分同类图书都在第一个“扩展”上浅尝辄止，而本书则做到了两全其美。本书的写作风格风趣活泼，实例教程妙趣横生，在有限的篇幅内很好地把握了内容的深度和广度，既可以作为初学者的入门教程，也可以作为进阶玩家的参考手册。

由于作者丰富的背景，本书涉及的内容也十分广泛，这就为本书的翻译工作带来了挑战。除了电子方面的专业名词以外，本书中还出现了计算机视觉、iOS 开发、USB 协议、网络通信等方面的概念，所幸我对这些技术还略有涉猎。更夸张的是，书中还出现了一些音乐、军事、设计等方面的术语，而这些的翻译只能通过搜索或请教别人来完成。为了搞懂一个短语的含义，我甚至阅读了作者本人撰写的学术论文。

翻译的过程是一个再创作的过程，在尊重原文的基础上，也尽可能地注意了汉语的语言习惯，对一些长句进行了拆分，还对一些句式和词性做了转换。另外，由于文化背景的差异，作者在文中提到的一些事物在国外可能妇孺皆知，但国人可能感到陌生，翻译过程中也针对这些内容撰写了数十条译者注，希望能为国内的读者带来一些方便。然而，人非圣贤，即使是这本优秀的图书也并非完美无瑕，译者在原版图书中也发现了一些错误和疏漏，其中大部分已在译稿中予以修正，但也有一部分出于尊重原文的考虑予以保留，并将译者的个人见解以译者注的形式给出，以供读者参考。

在百余天的翻译过程中，遇到的困难和挫折是令我始料未及的。幸运的是，我的工作受到了来自家人、朋友、同学和老师的关注、支持和鼓励，是他们的鞭策使我最终完成了这本译著。首先要感谢我的父母，他们在假期为我提供了“衣来伸手，饭来张口”式的生活照料，他们对我的工作给予了高度关注和鼎力支持，他们是我最大的粉丝和最忠实的读者。我想感谢国家级大学生创新创业训练项目为本书相关研究提供经费支持，也要感谢我在北京师范大学的良师益友：感谢我的导师孙波教授以及项目组成员陶最、陈亚冰为本书相关研究付出的努力，感谢李朱峰老师的热情帮助，感谢我的室友王俊升和陆济川与我探讨并解决

译者序

了很多问题，感谢北京师范大学先进计算与软件研究中心的所有同学和老师，特别是胡久林、黄小芳、陈会杰几位学长的理解和包容。感谢在我之前著书立说、成一家之言的宋若溪、周颖萱和联骏老师对本书的关注，他们是我的偶像和榜样。感谢人民邮电出版社的杨海玲以及更多为本书付出辛勤劳动的编辑们。感谢一直以来关注和鼓励我的张万祥、田宏、李思瑶以及更多无法一一列出的朋友。

尽管如此，由于译者本人能力和精力的限制，本书仍不能在每个方面都做到尽善尽美。我非常愿意听到来自读者朋友的批评和建议，并渴望与志同道合的朋友共同探索，共同进步。读者可以通过关注我的新浪微博（<http://weibo.com/kqwd>）或者访问我的个人主页（<http://kuangqi.me>）与我取得联系。

译者简介

况琪 北京师范大学计算机科学与技术专业理学学士，北京师范大学软件工程硕士在读。专注底层技术的研究与应用，熟悉 C 语言、嵌入式系统和电子工艺。关注开源硬件和创客运动，曾将 Arduino 底层代码移植到 ARM 平台，在国内率先完成 TI SimpleLink 方案在 STM32 平台的移植。也在机器视觉、移动计算、数字图像处理、互联网和信息系统方面有过科研或项目经验，与中国航天员中心合作的实验程序曾随“神舟九号”飞船进入太空。

前言

我的Arduino之旅起始于2009年夏天在Rails Underground大会上听取Elise Huard的讲演——“物联网”之后。那次会议之后，我立即购买了一本Massimo Banzi所著的《Getting Started with Arduino》^①（O'Reilly, 2008）。在返程的火车上，我就把它从头到尾读了一遍。

不久以后，我购买了我的第一片Arduino，开始玩、做实验并搭建小项目。我的第一个大项目是一个避障机器人，我在2010年在苏格兰爱丁堡举行的苏格兰Ruby大会（2010 Scottish Ruby Conference）上展示了这个机器人。

我的毕生所爱是水下运载工具和海洋环境。在那次会议之后，我开始致力于研究用Arduino控制的水下遥控运载工具（ROV），并在2011年的苏格兰Ruby大会上做了展示。

从此，我就辗转在英国和爱尔兰，在许多制汇节上展示我的ROV，引发了诸多的关注和讨论。我是Aberduino的创始人之一，Aberduino是一个以苏格兰阿伯丁为基地的创客空间。在那里，我们为各种活动制作装置。

我参与的其他基于Arduino的项目还包括医疗培训援助和一个开源汽车的项目——Wikispeed。

我继续研究水下运载工具并积极研发一款新的基于Arduino的可以作为套件发布的水下ROV。

——Martin Evans

我最初接触微控制器的经历与很多艺术家和设计师在十几年前的经历一样——PIC微控制器。我发现它们很难懂，需要注意的细节很多，搭建的速度也很慢，但它是唯一的选择，没有替代品。后来我又发现了Teleo控制器，然后是Wiring电路板……但当Arduino出现在我面前时，我被迷住了。

我几乎所有的作品都要用到Arduino——从制作智能喷漆罐的原型，到为博物馆建造

① 中译本《爱上 Arduino》由人民邮电出版社出版。——编者注

交互性的展品和为科学实验制作工具。我爱上了这块电路板、这个环境，还有，我尤其喜爱围绕Arduino不断成长的技术社区，热情地激发人们去教学、实验、探索和分享。

——Joshua Noble

出于对音乐科技的热爱，2008年前后，我开始探索将Arduino作为一个快速开发和物理计算的平台。最初，我将Arduino当做一种设计工具，用于设计供现场演奏时使用的音乐接口。我与长期合作伙伴Owen Vallis一道，将其最终演化成了Arduinome项目，它是流行的Monome USB MIDI控制器的一个开源的移植。Arduinome项目的成功是Arduino本身独特性的真实体现——Arduino赋予了不同技术背景的音乐家和艺术家创造独一无二的强大的音乐表现工具的能力。与此同时，我还在修读一门关于音乐机器人和活动雕塑的课程，我们使用Arduino来驱动一个协作的音乐机器人。

从那时起，Arduino就成了我的工作核心。2009年我开始攻读博士学位，研究多模态传感系统在音乐表演和教学中应用的可行性。利用Arduino，我制作了许多接口和超乐器来捕捉演奏中的数据 and 指标。我制作了SmartFiducial，在普通的桌子表面增加了z深度（接近）传感和压力传感。通过嵌入在乐器中或者安装在演奏者肢体上的多模态传感系统，我研究了多种机器学习任务，比如演奏者识别和击鼓手识别。我获得了博士学位，并在2012年成为了加州艺术学院的一名音乐技术学教授。音乐技术学研究的是交互、智能和设计。Arduino还将继续在我的艺术和科研实践中扮演重要的角色。我已经将使用Arduino制作的相关作品整理并发布在网上，有一些还在《连线》(WIRED)和《数码艺术杂志》(Computer Arts)上发表。目前，我的基于Arduino的一些项目包括了表面动力学实时投影映射和可视化、用于互动舞蹈表演的无线传感系统等方面。

——Jordan Hochenbaum

致谢

我想感谢 Manning 出版社的一些人：感谢 Sebastian Stirling 无尽的耐心和支持；感谢 Cynthia Kane 的指导，其在最终审稿阶段温柔的提醒，让我们的手稿最终付梓；感谢 Troy Mott 全权负责了试制阶段；感谢技术编辑 Sharon Cichelli 和 Daniel Soltis 提供帮助并提出了如何修改最终手稿的建议；感谢文字编辑 Andy Carroll 不厌其烦地从头到尾梳理手稿，删除其中无用的词语，让一切都变得赏心悦目。

我还想感谢我们的审稿人，他们帮我们指出了书中需要进一步解释以及存在矛盾的地方。他们是 Alan Burlison、Andrew Davidson、Bill Westfield、Daniel Soltis、George Entenman、Howard R. Hansen、Jeroen Benckhuijsen、John Raines、Margriet Bruggeman、Matt Scarpino、Nikander Bruggeman、P. David Pull、Philipp K. Janert、Scott Couprie、Scott Howard、Steve Prior 和 Ursin Stauss。

Martin Evans 想要感谢他的妻子 Henrietta 和他的孩子 Leanne、Heather 和 Luke，他们都以这样或那样的方式鼓励他坚持致力于这本书的写作。他还想感谢 Pual 及其在 Symposium 咖啡屋的团队，感谢 Peterhead 总是在他最需要的时候为他加满咖啡。

Joshua Noble 想要报偿一笔巨大的人情债：感谢 Simona Maschi、David Gauthier 还有在 CIID^①中允许他在课程论文中偷个小懒而去完成本书中相应章节的每一个人。感谢他可爱的女友 Rachel Buker，还有教他在迈出犹豫不定的第一步时规划自己的人 Morgan Schwartz。

Jordan Hochenbaum 想要感谢他的良师益友 Ajay Kapur，感谢他将自己带入 Arduino 的世界，并引导自己以系统化的方法来考虑音乐接口设计。他还想感谢他的老朋友和同事 Owen Vallis，他们一起磕磕绊绊地完成了第一个 Arduino 程序，并在之后深入地钻研了 AVR 的世界。

① Copenhagen Institute of Interaction Design，哥本哈根交互设计学院。——译者注

关于本书

本书分为两个部分：第一部分总体介绍了 Arduino，通过一个入门教程，手把手地带你完成你的第一个 Arduino 项目，接着通过另外几个简单的项目带你学习 Arduino 的输入输出功能。第二部分更深入地探讨了 Arduino，在这一部分中我们才真正开始将 Arduino 与一些先进的技术结合，你可以将这些技术应用到自己的项目中。

书中所有项目的源代码都可以通过本书网站(www.manning.com/ArduinoInAction)下载，但我们还是建议你尽可能按照本书的编排来完成项目。自己动手敲代码有助于你牢记其中涉及的概念，也会让你更深刻地领会其中的思想。

本书对 Arduino 的初级和中级用户都是适用的。它从最基本的内容讲起，假设你没有任何基础，但我们相信即使是专家级的用户，也会在本书的第二部分中有所收获。本书的第二部分涵盖了丰富的内容，其中很多都可以合并到你自己的项目中。尽管我们会尽可能通俗地解释一个项目的电路原理，但了解一些电子学常识还是有助于你更好地理解一些项目的电路。

路线图

本书第一部分从总体上介绍了 Arduino。

第 1 章讲解了如何搭建搭建开发环境，以及如何设置软硬件工具箱。这章会教你如何让你的第一个 LED 闪烁，通过这个例子带你走通开发一个 Arduino 项目的整个流程。

第 2 章采用入门教程的形式带你完成第一个项目，这其中也涵盖了很多重要的概念。

第 3 章利用第 2 章中所学的知识，讲解了几个简单的项目，通过这些项目来学习 Arduino 的输入和输出功能。

本书的第二部分更加深入地讲解了 Arduino。在这一部分中，我们将 Arduino 推向实用。

第 4 章介绍了扩展了 Arduino 功能性的软件库。

第 5 章通过讲解如何使用 Arduino 控制电动机来让 Arduino 动起来。

第 6 章介绍了目标检测技术，比如其中有一节讲解了超声波和超声波传感器如何协同工作。

第 7 章讲解了如何将信息输出到 LCD 显示屏。这章介绍了日立 HD44780 并行 LCD，除此以外还介绍了可以显示图形的 KS0108 图形 LCD。

第 8 章我们介绍了与外界通信的方法。我们首先使用以太网扩展搭建了一个 Web 服务器，进而用它把信息从 Arduino 发布到 Twitter 上。我们还将讲解如何使用 Wi-Fi 和蓝牙进行通信，如何将数据记录到 SD 卡上或者通过 Cosm 服务记录到因特网上，如何通过串行外设接口（SPI）与其他的设备通信等。

第 9 章详细讲解了如何将 Arduino 连接到游戏手柄。我们首先通过 I2C 总线来连接常见的 Wii Nunchuk 手柄，然后详细讲解如何使用一块 USB 扩展板来连接 USB 接口的 Xbox 游戏手柄。

第 10 章讲解了如何利用 Redpark 串口线将 Arduino 与 iPhone、iPad 等这类 iOS 设备整合。

第 11 章我们将介绍两种可穿戴的 Arduino。LilyPad 是一种可以被缝制到衣物中的 Arduino；Arduino Mini Pro 是一种针对小体积应用而专门定制的 Arduino。

第 12 章介绍了 Arduino 的扩展板，扩展板可以方便地扩展和增强 Arduino 的硬件。这一章还将教你制作自己的扩展板。

最后，第 13 章介绍了软件整合，这章介绍了如何在其他软件中与 Arduino 通信。

本书还有 5 个附录。

附录 A 介绍了如何在 Windows、Mac OS X 和 Linux 操作系统上安装 Arduino 软件。

附录 B 是 Arduino 语言的编程基础。

附录 C 介绍了 Arduino 的软件库及其结构。

附录 D 提供了一个清单，其中列出了本书中所有的项目，以及每个项目都需要哪些器件。

附录 E 列出了一些有用的链接。

编码规范和代码下载

本书提供了大量的代码示例，这些代码都是使用 Arduino 的集成开发环境（IDE）创建的。书中给出的源代码清单以及行文中的代码都使用等宽字体（fixed-width font）与普通文本相区分。很多代码清单中都包含注释。

你可以从出版商的网站上下载书中示例的源代码。网址是 www.manning.com/ArduinoinAction。

作者在线支持

购买本书将免费获得 Manning 出版社的私有论坛访问权限,在这里你可以对本书提出意见,咨询技术问题并得到论坛网友以及作者本人的帮助。想要访问并订阅该论坛,请访问 www.manning.com/ArduinoinAction, 这个页面会告诉你如何注册并访问论坛、在论坛中可以获得哪些帮助以及需要遵守哪些规则等。

Manning 承诺为我们的读者提供一个平台,让各位读者间以及读者与作者间能够进行有意义的交流。但我们并不承诺具体有多少位作者会参与到论坛讨论中,所有人为论坛做出的贡献都是自愿且无偿的。我们建议你向作者提出尽可能具有挑战性的问题,以免他们失去兴趣。

只要本书尚在销售,这个作者在线支持论坛和以往讨论的存档都将始终可以访问。

关于封面插图

本书封面上的插图题为“Travailleur de déplacement”，意思是“流动劳工”。这幅插图取自 19 世纪在法国出版的四卷本——Sylvain Maréchal^①的区域性服饰和风俗概览。每张插图都绘制精美并由手工上色。Maréchal 丰富多样的文集向我们生动地描绘了距今仅仅 200 年前，如何通过文化特征来区分世界上不同的城镇和地区。在不同的地区，是人们操着不同的乡音或者语言。不论在市井还是乡间，都很容易通过人们的服饰分辨出他们住在哪儿，以及他们的职业和身份。

服饰的密码从那时起就不断地变换，又因地区不同而有所差异，而彼时的繁盛，如今已经消逝。如今，甚至已经难以分辨出不同大洲的居民有什么区别了，更不用说不同的城镇或者地区了。也许我们已经用文化多样性换来了多彩的私生活——一种多样化、快步调的科技生活。

在这个计算机类图书同质化严重的时代，Manning 通过将 Maréchal 的图片作为封面的方式来庆祝其在计算机业务上创造性和主动性，也让两个世纪前丰富多样的区域性文化在今日重放异彩。

① Sylvain Maréchal (1750-1803)，法国散文作家、诗人、哲学家和政治理论家，空想社会主义和共产主义理论先驱者。——译者注

目录

第一部分 入门

第 1 章 你好 Arduino 3

- 1.1 Arduino 简史 4
- 1.2 Arduino 硬件 4
 - 1.2.1 Arduino Uno 5
 - 1.2.2 Arduino Duemilanove 6
 - 1.2.3 Arduino Ethernet 6
 - 1.2.4 Arduino Mega 6
 - 1.2.5 另外几种 Arduino 电路板 7
 - 1.2.6 复制品的冲击 8
 - 1.2.7 获取一片 Arduino 9
- 1.3 设置你的工作环境 9
 - 1.3.1 Arduino 软件 9
 - 1.3.2 基本硬件安装 10
 - 1.3.3 你的 Arduino 工具箱 10
- 1.4 做点什么 11
 - 1.4.1 第一个闪烁的 LED 11
 - 1.4.2 使 LED 闪烁的程序 11
 - 1.4.3 把所有的东西连起来 12
 - 1.4.4 上传和测试 12
- 1.5 熟悉 IDE 13
 - 1.5.1 主编辑器 14
 - 1.5.2 串口监视器 15
 - 1.5.3 捕获错误 15
 - 1.5.4 流程 16
- 1.6 Arduino 程序的结构 16
 - 1.6.1 setup 子程序 17
 - 1.6.2 无限循环 17
- 1.7 为代码编写注释 18

1.8 小结 19

第 2 章 数字输入和输出 20

- 2.1 准备开始 20
 - 2.1.1 面包板的使用 21
 - 2.1.2 电路图 21
 - 2.1.3 添加 LED 22
 - 2.1.4 连接硬件 23
 - 2.1.5 使 5 个 LED 闪烁的程序 24
 - 2.1.6 烧写和测试 25
- 2.2 获得控制权 25
 - 2.2.1 电路图 25
 - 2.2.2 连接 26
 - 2.2.3 认识中断 27
 - 2.2.4 通过按钮控制 LED 的程序 27
 - 2.2.5 烧写和测试 29
 - 2.2.6 使用 break 语句 29
 - 2.2.7 烧写和测试 30
- 2.3 反应测试仪 30
 - 2.3.1 电路图 31
 - 2.3.2 连接 31
 - 2.3.3 测试反应速度的程序 32
 - 2.3.4 烧写和测试 34
- 2.4 反应速度计：谁真正拥有最快的反应时间 34
 - 2.4.1 测定反应速度的程序 34
 - 2.4.2 烧写和测试 36
- 2.5 小结 36

第 3 章 简单项目：输入和输出 38

- 3.1 认识模拟电路 39

- 3.1.1 模拟和数字有什么区别 39
- 3.1.2 读取电位器 40
- 3.1.3 连接硬件 41
- 3.1.4 读取电位器的程序 41
- 3.1.5 烧写和测试 42
- 3.2 压电换能器 43
 - 3.2.1 电路图 44
 - 3.2.2 连接硬件 45
 - 3.2.3 用于测定压电换能器输出的程序 45
 - 3.2.4 烧写和测试 46
 - 3.2.5 添加一个扬声器的电路 47
 - 3.2.6 连接硬件 48
 - 3.2.7 产生一个音阶的程序 48
 - 3.2.8 烧写和测试 49
- 3.3 制作一架五声音阶电子琴 49
 - 3.3.1 电路图 50
 - 3.3.2 连接硬件 51
 - 3.3.3 制作一架五声音阶电子琴的程序 51
 - 3.3.4 烧写和测试 52
- 3.4 小结 53

第二部分 将 Arduino 投入工作

第 4 章 扩展 Arduino 57

- 4.1 用库来扩展 Arduino 57
- 4.2 核心库 58
- 4.3 标准库 58
 - 4.3.1 使用 ArduinoTestSuite 进行测试驱动型开发 59
 - 4.3.2 使用 EEPROM 存储数据 60
 - 4.3.3 使用 SD 卡存储更多数据 61
 - 4.3.4 连接到以太网 62
 - 4.3.5 使用 Firmata 进行串行数据通信 63
 - 4.3.6 使用 LiquidCrystal 库显示数据 64
 - 4.3.7 控制伺服电机 65
 - 4.3.8 转动步进电机 65
 - 4.3.9 与 SPI 外设通信 66
 - 4.3.10 通过双线接口进行数据

- 通信 67
- 4.3.11 通过 SoftwareSerial 库获得更多串口 68
- 4.4 第三方库 70
- 4.5 通过扩展板来扩展 Arduino 71
 - 4.5.1 常用扩展板 71
 - 4.5.2 陷阱：它能用在我的 Arduino 上吗 73
- 4.6 小结 74

第 5 章 运动中的 Arduino 75

- 5.1 认识直流电动机 76
 - 5.1.1 开始和停止 77
 - 5.1.2 启动和停止小型直流电机的程序 77
 - 5.1.3 连接硬件 78
 - 5.1.4 烧写和测试 80
- 5.2 转速控制和反向旋转 80
 - 5.2.1 PWM 来救场 81
 - 5.2.2 用于电机控制的 H 桥 82
 - 5.2.3 L293D 双 H 桥驱动芯片 83
 - 5.2.4 连接硬件 84
 - 5.2.5 用 L293D 控制电动机的程序 85
 - 5.2.6 烧写和测试 86
 - 5.2.7 改变电动机的转速 86
 - 5.2.8 烧写和测试 87
- 5.3 步进电机：每次进一步 88
 - 5.3.1 单极型还是双极型 88
 - 5.3.2 连接硬件 91
 - 5.3.3 步进电机库函数 93
 - 5.3.4 控制步进电机的程序 93
 - 5.3.5 烧写和测试 94
- 5.4 尝试使用伺服电机 94
 - 5.4.1 控制伺服电机 95
 - 5.4.2 伺服电机的函数与方法 96
 - 5.4.3 控制伺服电机的程序 96
 - 5.4.4 连接硬件 97
 - 5.4.5 烧写和测试 98
- 5.5 直流无刷电动机：小身材，大力量 98
 - 5.5.1 为什么要用无刷电机 98
 - 5.5.2 获得控制权 99
 - 5.5.3 控制无刷电机的