

爱上Arduino

Arduino:
making on your time


Apress®


学Arduino

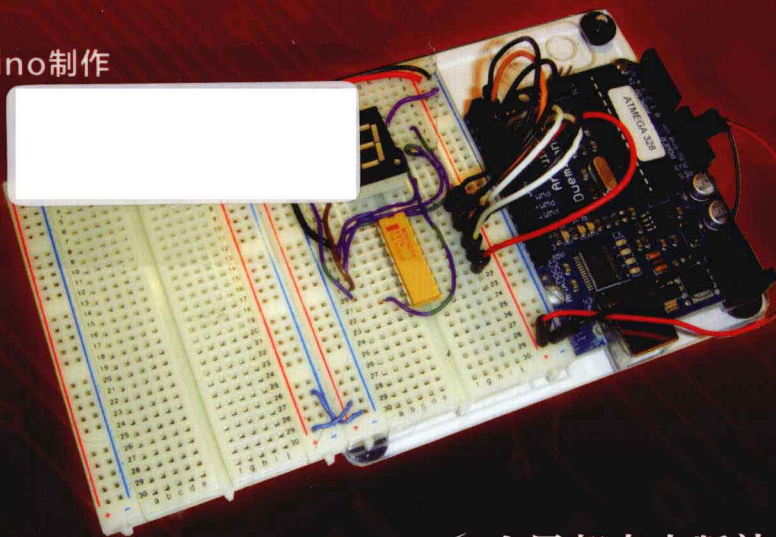
玩转电子制作


[美]Don Wilcher 著 翁恺 译

Learn Electronics with **Arduino**

 学中玩，玩中学

 最有趣、最容易上手的Arduino制作
入门手册



 杂志 倾情推荐

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

爱上Arduino

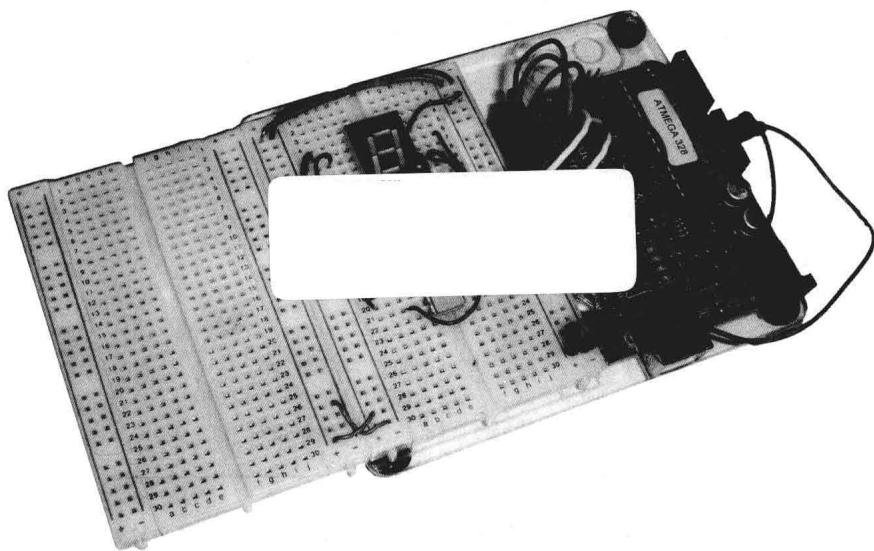
Apress®

学Arduino

玩转电子制作

Learn Electronics with Arduino

[美]Don Wilcher 著
翁恺 译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

学Arduino玩转电子制作 / (美) 威尔彻
(Wilcher, D.) 著; 翁恺译. -- 北京: 人民邮电出版社
, 2013.5

(爱上Arduino)
ISBN 978-7-115-31470-3

I. ①学… II. ①威… ②翁… III. ①电子器件—制
作 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第064622号

内 容 提 要

本书介绍如何用简单的原型技术制作出很酷的 Arduino 电子小玩意儿。每个章节都会深入讨论一个作品的制作
方法, 辅以针对某半导体器件的实验。本书适合喜欢动手制作的读者阅读并按照书中的步骤实际操作。

版 权 声 明

Learn Electronics with Arduino by Don Wilcher, ISBN: 978-1-4302-4266-6. Original English language
edition published by Apress Media. Copyright © 2012 by Apress Media. Simplified Chinese language edition
copyright ©2013 by Post & Telecom Press. All rights reserved.

爱上 Arduino

学 Arduino 玩转电子制作

-
- ◆ 著 [美]Don Wilcher
 - 译 翁 恺
 - 责任编辑 宁 茜
 - 执行编辑 马 涵
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京天宇星印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 15
字数: 331千字 2013年5月第1版
印数: 1-3500册 2013年5月北京第1次印刷



著作权合同登记号 图字: 01-2012-9092 号

ISBN 978-7-115-31470-3

定价: 39.00 元

读者服务热线: (010)67132837 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

致我亲爱的 Mattalene、Tiana、D'Vonn 和 D'Mar。

感谢你们对我的支持与理解，我爱你们。

前言

Don Wilcher 是一个非常有天赋的实验者和电路设计师，他运用他的创造力和工程能力发表了一系列的文章，出版了不少书籍。在本书中，Don 列举了一系列基于 Arduino 的具体作品，每个作品占用一个独立的章节，其中包括各种实验，同时也介绍了电子测试仪器的使用方法，向读者介绍了 Arduino 单片机软件开发的世界。

本书中的项目包括电子鸣鸟、迷你数字转盘游戏机、交互式流水灯装置、八音盒等。和 Don 的其他书一样，本书中包含了项目的详细资料和图表。例如，当 Don 描述 Arduino 控制继电器使用方法时，他会告诉你，为什么一个跨接在继电器线圈的二极管能旁路在突然停止流经线圈的电流时所产生的电压尖峰。他还详细地解释了晶体管驱动电路、发光二极管、传感器、电路测试和其他一些专题，每个专题都适当地给出了 Multisim 电路仿真。Don 不是初学者，他做过电气工程师，也做过杂志的专栏作家和签约作家。他在 LEGO Mindstorms、Basic Stamp、PICAXE 和 Arduino 方面具有相当丰富的经验。

通过本书的作品，你可以跟 Don 学到很多知识。在 www.family-science.net 可以找到他的许多兴趣爱好、从事的活动和关于工程教育的宣传内容。

——Forrest Mims III

关于作者

Donald Wilcher 有 26 年的电子工程方面的工作经验。他曾就职于工业机器人系统、汽车电子模块与系统和小型家电的嵌入式无线控制领域的公司。在美国克莱斯勒公司工作期间，他为当地的孩子们开展了丰富多彩的工程方面的公益教授活动。他还是 *LEGO Mindstorms Interfacing* 和 *LEGO Mindstorms Mechatronics* 两书的作者。他还出版了一本关于科技和机器人小制作的书。他的书是为发明者、学生和工程教育者所写的。他还在美国的大学、社区学院和技术学院里教授计算机和电子工程技术方面的课程。

关于技术审校者

Razvan Chiriac 生于罗马尼亚的布加勒斯特，并在那里上学，直到他 10 年级的时候，他们全家搬到了美国。他小的时候着迷于电子和物理。对他来说，电子是谜一样的东西，而物理是对于周围一切事物的答案。到了美国，他开始做机器人，用像 Arduino 和 Teensy 一类的单片机写程序。他喜欢用 C 语言写单片机程序，用 Java 写计算机程序。他做了很多基于 Arduino 的作品，Arduino 是他最喜欢的单片机。

致谢

在此，我要感谢 Arduino 团队，是他们创造了这么棒的能够教电路知识的工具。我要感谢本书的技术审校者 Razvan Chiriac，他用严谨的态度审校了书中的电路、程序和 Fritzing 模型。也要感谢 Apress 出版社的编辑和写作指导 Tom Welsh，是他的激励让我的想法能在这本书中得以呈现。我还要感谢 Apress 出版社的策划编辑 Michelle Lowman，他发现了关于本书的初稿中真正的价值所在。我要感谢 Adafruit 的 Limor Fried 在她的网站上提供了丰富的 Arduino 技术资源。

感谢 Forrest Mims III 为本书写了一个很棒的前言。我也要感谢我的孩子们——D’Vonn、D’Mar 和 Tiana，在我花费大量时间在实验室搭电路、画电路图、做项目范例和写作这本书的时候，他们给了我充分的理解。最后，我要感谢我伟大的妻子 Mattalene，她鼓励我写作，并帮我将文字整理成清晰的文稿。

引言

你有没有想过电子产品是怎样创作出来的？你是否曾经有过一个新的电子小玩意儿的想法，但是却没办法去验证它的可行性？你会不会已经积累了一箱子电子元件，现在在想能用它们做个什么东西出来？好吧，这本书就能回答你所有的问题，告诉你如何用 Arduino 做又酷又新潮的电子小玩意儿。本书用 Arduino 加上分立或集成电路元件和不需要焊接的面板做东西，用 Multisim 软件做电路仿真和公式设计。

谁应该读这本书？

这本书适合任何有兴趣用简单的原型技术做很酷的 Arduino 电子小玩意儿的人。

这本书的结构

这本书的章节是这样组织的：读者可以随意选择阅读其中的作品和探索性实验的顺序。每一章都有一个引言部分，列出了其中用到的主要电子元件和相关技术。另外，每一章都用详细的电路图来解释电路的基本运作原理，每个作品都有制作说明和调试技巧，来帮助你查找和改正软硬件上的错误。最后，但不仅如此，每一章会深入探讨一个特定的电路技术，然后辅以针对某半导体器件的实验。这些实验有助于你理解这个半导体器件的电路原理、如何建立基本的电子测试仪器以及如何通过程序操纵 Arduino 软件的 IDE（集成开发环境）工具。

我们会介绍电路分析技术和“探索方法（Discovery Method）”，这个方法提供了如何进一步有趣地学习电子技术的建议。这些手把手的活动的目的在于鼓励读者（无论是发明者、工程师、教育者还是学生）用简单的原型技术锻炼出能做出他们自己的很酷的作品的技能来。

如何下载代码

本书中的例子代码可以在 Apress 网站——www.apress.com——下载。在本书的基本信息页面的 Source Code/Downloads（源代码/下载）标签那里可以找到一个链接。这个标签在页面的 Related Titles（相关内容）区块的下面。

联系作者

如果你有任何问题或建议，或发现了书中的错误，请以电邮地址 author@writing.com 联系作者。

目 录

第 1 章 电子鸣鸟	1
元件列表	1
1.1 什么是物理计算	2
1.2 工作原理	3
1.2.1 脉宽调制基础	6
1.2.2 晶体管基础	7
1.2.3 变压器的原理	8
1.2.4 分压电路	11
1.2.5 用光敏电阻的光线检测电路	13
1.2.6 用电压表和示波器测试光线检测电路	14
1.2.7 在面包板上组装电子鸣鸟电路	17
1.2.8 创建交互控制软件	19
1.2.9 什么是程序	21
1.3 电子鸣鸟的最终测试	21
1.4 进一步的探索方法	22
第 2 章 迷你数字轮盘游戏机	23
元件列表	23
2.1 工作原理	24

2.2	给 LED 正向偏置	25
2.2.1	LED 电路分析	27
2.2.2	LED 柱状显示器	27
2.3	第一版迷你轮盘游戏机	29
2.4	加入游戏机软件	30
2.5	7 段数码管基础	32
2.5.1	测试 7 段数码管	33
2.5.2	做一个基于 Arduino 的 7 段数码管闪烁测试器	34
2.6	7447 BCD 译码集成电路基础	38
2.7	做一个用 7 段数码管的 BCD-十进制电路	39
2.8	在面包板上组装最终的电路	40
2.9	加入迷你数字轮盘游戏机软件	41
2.10	迷你数字轮盘游戏机的最终测试	41
2.11	建议进一步的探索方法	41
第 3 章 交互式流水灯装置		43
	元件列表	43
3.1	组合方法回顾	44
3.2	工作原理	45
3.3	电位器	46
3.4	测量准备过程	47
3.5	如何用一个单片机驱动多个 LED	50
3.6	搭建组合而成的交互式 LED 流水灯	53
3.7	建立流水开关软件	54
3.8	交互式流水灯的最终测试	58
3.9	进一步探索的方法	58

第 4 章 物理计算和直流电机控制	59
元件列表	59
4.1 组合再研究	60
4.2 工作原理	61
4.2.1 基极偏置晶体管驱动电路	62
4.2.2 D1: 回归二极管	63
4.2.3 晶体管继电器驱动直流电机电路的实验	64
4.2.4 准备继电器	66
4.3 电机的物理计算基础	68
4.4 用物理计算实现电机速度控制	69
4.4.0 电位器输入控制	69
4.5 2N2222 晶体管引脚布局	72
4.6 电机速度控制软件	73
4.7 光线检测输入控制	73
4.8 最终的测试	75
4.9 进一步探索的方法	75
第 5 章 用 Arduino 控制运动：伺服电机和步进电机控制	76
元件列表	76
5.1 组合运动控制	77
5.2 工作原理	78
5.3 伺服电机实验	79
5.4 Fritzing 软件	81
5.5 试一下	83
5.6 物理计算：一个有电位器的伺服电机	84
5.7 物理计算：用游戏杆的伺服电机	86
5.8 物理计算：用 FlexiForce 压力传感器的伺服电机	88

5.9 运动控制基础知识	91
5.10 达林顿晶体管	91
5.11 单极步进电机	93
5.12 单极步进电机的 Multisim 数字控制器模型	93
5.13 做一个 Arduino 的单极步进电机控制器	95
5.14 增加一个速度控制功能	99
5.15 伺服电机和步进电机最终的测试	101
5.16 进一步探索的方法、建议	101
第 6 章 八音盒	102
元件列表	102
6.1 组合的物理计算和驱动接口电路	103
6.2 工作原理	105
6.3 做 PWM 实验	105
6.4 制作和测试一个基本的八音盒控制器	109
6.4.1 试一下	113
6.4.2 驱动一个扬声器	115
6.5 物理计算与八音盒控制器	117
6.5.1 什么是 PMOSFET?	117
6.5.2 PMOSFET 的 Multisim 电路模型	118
6.5.3 交互式八音盒控制器的程序	122
6.6 制作并测试带小键盘的基础八音盒控制器	124
6.7 八音盒控制器最终的测试	127
6.8 进一步探索的方法、建议	127
第 7 章 触觉之趣	128
元件列表	128

7.1 组合物理计算和驱动接口电路	129
7.2 工作原理	130
7.3 振动电机实验	131
7.4 物理计算：振动电机	137
7.5 试一下	140
7.6 小键盘触觉	141
7.7 机电学和触觉	149
7.8 FlexiForce 压力传感器触觉	149
7.9 机器人末端执行器测试架	152
7.10 触觉控制器的最终测试	153
7.11 进一步探索的方法、建议	153
第 8 章 LCD 与 Arduino	154
元件列表	155
8.1 组合物理计算输入接口电路	155
8.2 工作原理：LCD 测试架	157
8.3 真实的“Hello World”：Arduino 与 LCD	163
8.4 试一下	166
8.5 正在消失的文字	172
8.6 做一块评估板	174
8.7 进一步探索的方法	178
第 9 章 逻辑电路检查仪	179
元件列表	179
9.1 输入接口电路	180
9.2 工作原理	180

9.3 与非门测试	182
9.4 7 段数码管显示器与 Arduino	185
9.5 做一个智能逻辑探头	195
9.6 做一个改进型的智能逻辑探头	198
9.7 进一步探索的方法	201
第 10 章 温度测量与控制	203
元件列表	203
10.1 什么是精密摄氏温度传感器	204
10.2 工作原理	204
10.3 做一个电子温度计	205
10.4 一个计算机温度计	207
10.4.1 最终完成的计算机温度计	210
10.4.2 试一下	213
10.4.3 一个 LCD 电子温度计	216
10.5 温度控制器	219
10.6 进一步探索的方法	221
10.7 最后的想法和建议	222

Arduino 是一个小而强大的计算机，它用 Atmel 的单片机和 C 语言（在 Processing 开发环境中）来做物理计算。在这章中，我们要展示如何做一个交互的电子鸣鸟，以表明 Arduino 是多么的能干，可以把普通的电子元件变成很酷的智能设备。图 1-1 所示的就是所需要的元件。

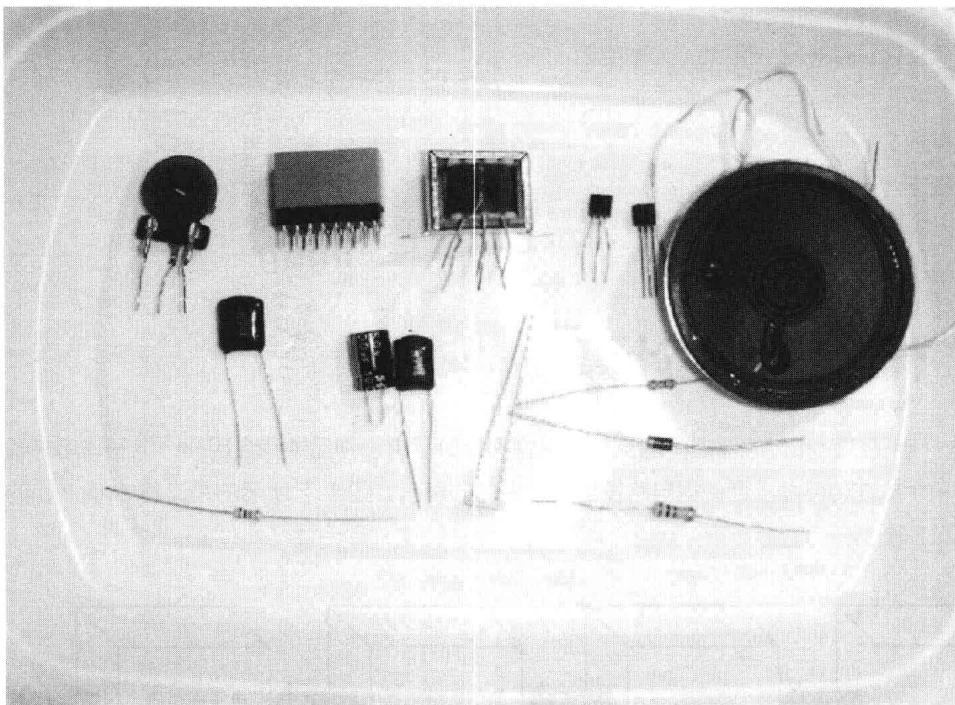


图 1-1 做这个基于 Arduino 的电子鸣鸟所需的元件

元件列表

- Arduino Duemilanove 板或类似型号

- 0.047 μ F 电容
- 0.1 μ F 电容
- 470 μ F 电解电容
- 1k Ω 电阻
- 50k Ω 微调电位器
- 音频变压器
- 2N3906 PNP 晶体管
- 2N3904 NPN 晶体管
- 5V 直流继电器
- 1N4001 硅二极管
- 100 Ω 电阻
- 8 Ω 扬声器
- 硫化镉 (CdS) 光电池 (光敏电阻)
- 1 块小型面包板
- 美规 22 号硬线
- 数字万用表
- 示波器 (不是一定要)
- 电子工具

1.1 什么是物理计算

在人、电子线路和传感器之间的交互就是物理计算。这个作品中我会用一个电子鸣鸟来阐述物理计算。把一只手放在传感器上会使得电路发出类似鸣鸟的声音。图 1-2 所示的是连着 Arduino 的混合信号电路的系统框图。

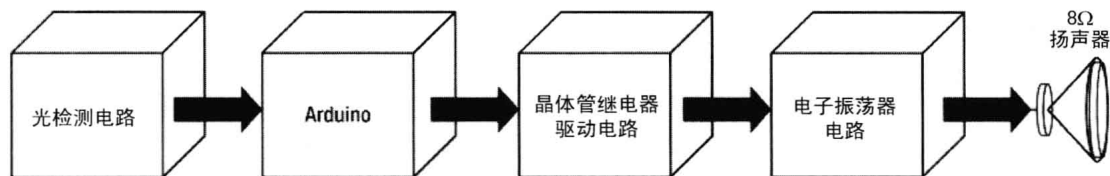


图 1-2. 电子鸣鸟的系统方框图



说明：电子振荡器是一个产生持续的正弦波或方波信号的电路。