

让一切变得更容易!

Electronics

All-in-One

FOR

达人速 DUMMIES

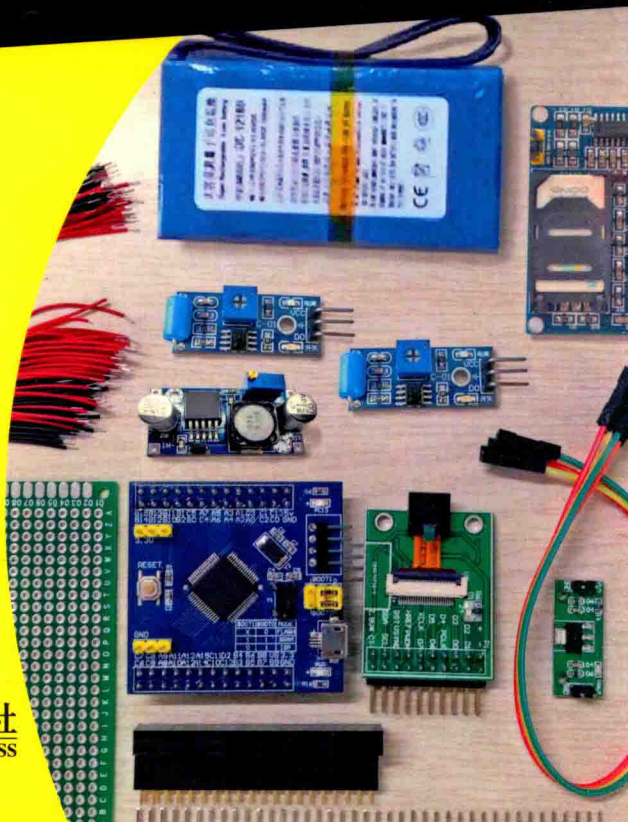
电子达人

我的第一本电子技术实用工具书 (上册)

主要内容:

- 认识电子学
- 认识基础元件
- 了解集成电路
- 认识和运用交流电

◎ [美] Doug Lowe 著  
◎ [英] Dickon Ross 编  
◎ 糜修尘 译



中国工信出版集团

人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

**Electronics**

All-in-One

FOR

**DUMMIES**

达人速

**电子达人**

**我的第一本**

**电子技术实用工具书 (上册)**

◎ [美] Doug Lowe 著

◎ [英] Dickon Ross 编

◎ 廉修尘 译

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

电子达人：我的第一本电子技术实用工具书. 上册 /  
(美) 洛威 (Lowe, D.) 著；(英) 罗斯 (Ross, D.) 编；  
糜修尘译. -- 北京：人民邮电出版社，2015. 7  
(达人迷)  
ISBN 978-7-115-39323-4

I. ①电… II. ①洛… ②罗… ③糜… III. ①电子技术 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第121143号

## 版权声明

Original English language edition Copyright © 2014 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©2014 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, 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/或其他国家的商标或注册商标。未经许可不得使用。

## 内 容 提 要

本书是一本具有全面的实用型电子技术工具书，分成上、下两册出版，从入门到精通，循序渐进，从认识电子学基本概念、电子产品、电子元器件、电路图开始，进而学习电路的仿真、集成电路、555定时器、数字电路等，适用于所有对电子学感兴趣的人，包括电子初学者和电子技术从业人员。此为上册。

- 
- ◆ 著 [美] Doug Lowe
  - 编 [英] Dickon Ross
  - 译 糜修尘
  - 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：23.75 2015年7月第1版
  - 字数：388千字 2015年7月河北第1次印刷
  - 著作权合同登记号 图字：01-2014-2809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



达人迷

## 供我们使用的参考书！

### 畅销书 系列：

你是否觉得传统的参考书里包含太多的技术细节和根本用不上的建议？你是否因为嫌麻烦而没有将生活中一些重要决定付诸实施？如果确实如此，我们专业知识和普通内容相结合的“达人迷系列”就正好适合你使用。

很多人工作努力却总有挫败感，他们知道自己并不愚笨，但种种个人和工作原因以及相关的恐怖传言使他们深感无助，这套“达人迷系列”就是为他们而著。“达人迷系列”的讲解方法轻松活泼，风格切合实际，还采用了漫画和有趣的图标，可以驱散人们的恐惧感，使他们重建信心。该系列书轻松但不轻率，提供的完美生存指南，能够帮你解决每天碰到的个人问题和工作难题。

“‘达人迷系列’不仅是一套出版物，更是当今时代的标志。”

——《纽约时报》

“里面包括大量详尽而权威的信息……”

——《美国新闻与世界报导》

“购买这套书绝对是明智的选择。”

——《华尔街日报》评论员  
沃尔特·莫斯伯格对“达人迷系列”的评价

成千上万的读者对“达人迷系列”感到满意，完全同意上述评价。在他们的支持下，该系列书在初级电脑书系列排名中名列第一，也被评为最畅销的商业图书系列。读者已经多次来信要求购买更多的“达人迷系列”图书。因此，如果你想以最好、最快捷的方式学习商业或其他领域的基本知识，就翻看“达人迷系列”吧，它会助你一臂之力的。

## 作者简介

在 Doug Lowe 10 岁的时候，他的父亲赠送给他一个电子学体验实验箱，从此引发了他对电子学的热爱。在儿童时期，他就梦想成为一位电子工程师。但是他很快发现对于电子学和写作都一样的热爱，并在 1981 年出版了他的第一本技术读物。至今，他已经完成了超过一百本著作。这些著作都致力于介绍电子学世界中的一个特殊产物——计算机。但是他现在决定回到最初的兴趣，写一本关于从零开始设计和搭建电子电路的书籍。

Doug 居住在加利福尼亚州的夫勒斯诺市。他对于电子学的热情常常能够在好莱坞被人们所看到，因为他创造了由电脑控制的迪士尼鬼屋的外部装饰。

Dickon Ross，是本书的英国版的编者，是一名有着 12 年经验的科技记者，在电子时代和关注等杂志工作。他是工程和科学部的首席编辑，同时因为对杂志的共享而获奖。他的个人主页是 [www.dickon.co.uk](http://www.dickon.co.uk)。

## 致辞

我的祖父在他的后院有一间神奇的工坊。虽然它很小，同时在冬天也十分的寒冷，并且充斥着机油、旧咖啡、旧橡胶和潮湿的木头的味道——就像是大超市旁边无人问津的老旧五金店一样。在这里，我认识了伴随我一生的电子学。我的祖父向我介绍了电的奥秘，并且教会我如何使用烙铁、电压表，以及如何测试一个坏了的真空管。

在 1970 年春天，他给我带来了一个 11 岁的男孩搭建电子实验室时需要的全部东西。一辆拖车上高高地堆满了破旧的收音机和成箱的工具和元器件：真空管、烙铁、电容、电压表、电阻、真空管测试仪和调谐电容。我依然清楚地记得当时父亲看着祖父带来的满满一拖车垃圾的神情。我仿佛置身于天堂，心里别提有多高兴了，而父亲就比较烦恼了。不过父亲还是帮助我卸下了拖车上的东西，并帮我做了一个很棒的工作台，让我能够妥善地存放这些东西。

这本书是为了纪念我的祖父，老肯尼斯·D·洛威，和我的父亲，小肯尼斯·D·洛威。感谢我的祖父，他给了我珍贵的礼物；感谢我的父亲，让我能够留下这些礼物。

# 序 言

20 世纪，电子学改变了世界的模样，从收音机、电话、影院到计算机，再到现在的信息时代。电子革命的重要性也许和工业革命的重要性有得一拼。因特网被人们投票选为人类有史以来最伟大的发明，而它只产生了 25 年。每一个新的电子设备都非常快地进入了人们的生活当中（你现在也许就在电子书或者平板上阅读这本书），手机的数量已经超过了地球上的人口数量。

尽管我们每天都会使用电子设备，但大多数人对于这些设备的工作原理完全没有了解，这些设备对于他们来说就像是魔术一样。幸运的是，你并不需要彻底地了解每个元器件的工作原理，就可以设计出一个令人惊奇的电子小玩意儿。

这本书适合那些对于电子学很感兴趣，但是又不依靠电子学为生的人。在这本书里，你可以找到对于电子设备工作原理的简洁而清楚的介绍，例如电的本质；电压、电流和功率之间的区别；电阻、电容、二极管和晶体管等基础元器件的工作原理；以及如何使用一些十分复杂的元器件（如集成电路）来实现你想象中的设计。

通过阅读本书，你不仅可以了解日常生活中各种常见的电子设备，还可以学会如何组建一些简单的电子小设计来使你的朋友刮目相看，这些简单的小玩意儿不仅十分有趣，甚至可能会给你带来一笔小小的财富！

## 关于本书

本书是一本十分实用的工具书，它包括了你在进行电子学实验时需要知道的所有重要的内容。它由八个部分组合而成，每一部分都有电子学的一个重要知识点，例如搭建电路的技巧、了解电子元件的工作原理或者使用集成电路。此为本书的前四个部分，即上册。

在每一部分里，都有一些简单而又实用的小电路，它们展示了实际电路的工作原理，你能够亲自动手来搭建它们。例如，在介绍晶体管的章节里（第二部分，第六章），你会找到一些演示晶体管的常见用法的小电路，例如驱动 LED、反转电流和组成晶振。

阅读电路和理解电路是两码事，你需要亲自搭建一个电路并观察它的运行来真正理解它。大部分示例电路都十分的简单，你能够在 20~30 分钟内完成它们，只要你有对应的

元器件的话。

这本书并没有涉及电子学相关的所有详细的内容。相对的，它向你展示了如何快速的开始并且实现你的电子学设计。按照“达人迷”的标准，这本书能够帮助你轻松的获取你需要的知识。

为了使你能够更好地使用这本书，我们为你提供的大量的 \* 来帮助你快速找到你需要的信息。在书的开头有本书内容的详尽目录，另外每一部分的开头也有那个部分的详细目录。每一页的上方都有相关内容的标题，在内容的旁边也有相关的表示，能够帮助你快速的找到想要的信息。在最后，还有整本书的详细的索引目录。

本书并不像小说一样，适合从头开始阅读。如果你在海滩上读这本书，我会朝你的脸上泼沙的！沙滩是用来阅读浪漫小说和悬疑故事的，而不是电子工具书！虽然你可以从头到尾详细地阅读整本书，但是它仍然能够让你从任意一页开始阅读。

你不需要记住这本书里的任何内容。这是一本工具书，你可以在需要的时候打开它来查找你需要的内容。记不起怎么计算 LED 需要多大的负载电阻？打开这本书。想不起 555 定时器的管脚图了？打开这本书。在找到了你需要的内容之后，合上它来继续你的工作。

## 阅读提示

本书当中假设读者只是对电子学有兴趣，但对电子学的知识所知甚少。但既然你选择了这本书，而不是那些仅仅列出电路结构的书，我们认为你对于电子学的兴趣远超过表面，因此我们在书中花了不少时间来解释电路的原理，将技术性的知识转化成通俗易懂的概念。阅读这本书并不要求你精通物理或者数学，当然如果有一定的数学基础会是不小的助力。

你也许会想浏览一下这本书，并选择一到两个有兴趣的章节进行深入研究，对于其他的章节则一笔带过。因此我们在章节的内容中提供了详细的引用参考，让你知道哪些知识能够帮助你理解当前章节的内容。并且，虽然前半部分专注于讲解电子元件和电子电路的工作原理，我们也在其中掺杂了对于后面电路和项目的内容。这样你就可以在了解了某个元件后，直接跳到对应的应用电路，利用这个元件进行实验。

本书的目录能够指引你快速找到你所需要的内容。同样书最后的内容表能够在卡在某一个元件时帮助你回忆相关的内容。最后，我们也为你提供了本书的参考目录，来帮助你缩小延伸阅读的范围。

## 安全第一

书中提到的大部分电路都是绝对安全的：它们使用普通的 AAA 电池或者 9V 电池来供电，而它们的电压并没有大到能够伤害你。

一些情况下，你会遇到工作电压更高的电路，这时的电路可能会带来危险。对于任何使用市电电压（即从插座里获得的电压）的电路，它们都可能是潜在的威胁，需要你在使用的时候十分小心。即使是使用电池供电的电路，里面的大电容也可能会累积可能产生危险的电荷量。

在搭建电路的时候，你也会遇到除了电以外其他可能的危险。烙铁可能会使得你烧伤，剪线钳可能会使得你划伤。另外，许多细小的元件可能会掉在地上并且被孩子或者宠物不小心吃进去。

安全是如此的重要，我们用了一整章来强调这一点。我们强烈建议你在开始实验之前阅读第一部分的第四章。

## 本书符号

和傻瓜系列的其他图书一样，本书当中也有着一系列可以帮助你快速找到重要内容的标识。你会在书中找到下列符号。

特别注意这种标识，它能够让你知道什么是最实用的知识。

需要记下来和记住的重要的知识！

注意！下面就是有些深度的内容。这些内容会稍微深奥一点，会涉及现象背后的原理和本质。虽然很重要，但是这些段落是可以被跳过的。你也可以把这些符号看成是防止你陷入细节的提示符。

危险！这个符号强调了能够帮助你避免伤害你的电路或者人身安全的知识。一定要注意这些危险的符号，因为它们能够帮助你认识潜在的危害。





## 额外内容

在学习电子学的过程之中,你可以在网上查阅相关的信息来增强你对相关知识的认识。

你可以在 [www.dummies.com/cheatsheet/electronicσαιouk](http://www.dummies.com/cheatsheet/electronicσαιouk) 上找到本书的说明书,可以把它打印出来作为你的工作台上的快捷参考资料。

另外,在 [www.dummies.com/extras/electronicσαιouk](http://www.dummies.com/extras/electronicσαιouk) 上找到许多额外的内容。

## 下面学什么

本书是一本参考书。从头到尾阅读,你可以学到电子学的基础内容。如果你对于要学习的内容已经有了认识,你可以在目录或者索引里找到和它相关的内容和细节。

书中有着丰富的内容,你可以广泛地了解或者深入的学习,也可以轻松地了解某个章节的大概内容。

不管你需要怎样的内容,你都可以在这本书里找到,从而增强你的电子学技能。在目录里找到你最初的目标吧!要大胆!要冒险!同时也要细心!不过最重要的,要享受学习的过程!

## 作者声明

首先，我非常感谢凯蒂·费尔特曼给我这个机会来写这本书。过去我们曾经多次讨论过写这样一本书，因此当她找我来讨论这样的计划的时候我很开心。而当截稿日接近的时候我尤其感谢她的耐心。

之后，我也很感谢克里斯托弗·莫里斯。他不仅优秀地完成了本书的编辑工作，同时在我写作的过程中给予了我极大的鼓励和支持。

同样还感谢科克·克莱因施密特，他对本书的技术内容进行了审核，并提出了许多宝贵的意见。感谢海蒂·昂格，对我平淡的文字进行了良好的美化，并修正了其中许多的错误。同时感谢所有在本书的写作过程里做出了贡献的幕后工作者们。我还要感谢我的侄女，米兰达·查普曼，允许我用她的图片来展示原子的内部节奏，从而抢先开启她的建模生涯。

最后，我想感谢其他几位对本书做出了贡献的人：EFX-TEX 的约翰·威廉姆斯和约翰·巴罗曼，他们提供了某些章节里使用的合适的控制器，Light-O-Rama 公司，提供了第七部分第三章里的灯光控制器，以及我的挚友戴维·杨斯，他为了书中的一个项目付出了一个很好的 100mm 微距镜头。

# 目 录

<b>第一部分 电子学入门</b> .....	<b>1</b>
<b>第一章 进入电子学世界</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 电是什么</b> .....	<b>4</b>
1.1.1 认识电 .....	4
1.1.2 理解电的本质 .....	5
1.1.3 电荷 .....	5
1.1.4 电流 .....	5
1.1.5 电路 .....	6
<b>1.2 电气设备和电子设备之间的不同</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3 电子设备的能力</b> .....	<b>8</b>
1.3.1 发声 .....	8
1.3.2 发光 .....	9
1.3.3 通信 .....	9
1.3.4 计算 .....	9
<b>1.4 电子设备的内部构造</b> .....	<b>10</b>
<b>第二章 了解电</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 猜想电的本质</b> .....	<b>13</b>
2.1.1 寻找电 .....	14
2.1.2 窥视原子的内部 .....	14
2.1.3 认识元素 .....	16
2.1.4 充电 .....	16
<b>2.2 导通和隔绝：电流、电压和功率</b> .....	<b>17</b>
2.2.1 产生电流 .....	18

2.2.2 推动电子：电压 .....	19
2.2.3 比较直流电和交流电 .....	21
2.2.4 让电工作起来 .....	23
<b>第三章 组建你自己的电子实验室 .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 组建你的实验室 .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2 充实你的实验室 .....</b>	<b>27</b>
3.2.1 获取基本的工具 .....	28
3.2.2 用放大镜来观察细节 .....	30
3.2.3 用底座来固定你的电路 .....	30
3.2.4 用烙铁连接电路 .....	32
3.2.5 用万用表进行测量 .....	32
3.2.6 使用无焊面包板 .....	34
3.2.7 用导线来导电 .....	34
3.2.8 用电池来供电 .....	36
3.2.9 其他有用的物品 .....	37
<b>3.3 收集基础元件 .....</b>	<b>37</b>
3.3.1 用电阻限制电流 .....	38
3.3.2 用电容储存电荷 .....	39
3.3.3 用二极管来阻断或者导通电流 .....	39
3.3.4 用LED产生光 .....	40
3.3.5 用晶体管操纵电流 .....	40
3.3.6 芯片上的集成电路 .....	41
<b>第四章 注意安全 .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 认识触电的危险 .....</b>	<b>43</b>
4.1.1 警告：家庭用电也可以杀死你 .....	43
4.1.2 认识微小电压的危害 .....	44
4.1.3 保持干燥来保证安全 .....	45
4.1.4 注意意料之外的电压 .....	46
<b>4.2 其他安全注意事项 .....</b>	<b>47</b>
<b>4.3 常备安全器材 .....</b>	<b>49</b>
<b>4.4 保护你的设备远离静电 .....</b>	<b>49</b>
<b>第五章 阅读原理图 .....</b>	<b>51</b>

5.1 认识简单的原理图	52
5.1.1 电路的布局	53
5.1.2 接线的交叉	53
5.2 解读原理图中的符号	55
5.2.1 认识常见的符号	55
5.2.2 在原理图中表示芯片	57
5.3 简化电源和地的连接	57
5.4 在原理图中标注元件	61
第六章 设计自己的电路	63
6.1 五步完成一个电子设计	63
6.2 设想你的电子设计	64
6.3 设计电路	66
6.4 在无焊面包板上制作电路原型	70
6.4.1 了解无焊面包板的工作原理	71
6.4.2 布局你的电路	72
6.4.3 在面包板上组装抛硬币机	74
6.4.4 插入芯片	74
6.4.5 排除电路中可能的故障	79
6.5 在印制电路板 (PCB) 上组装你的电路	79
6.5.1 了解 PCB 的工作原理	80
6.5.2 使用预先印制好的 PCB	81
6.5.3 在 PCB 上组装你的抛硬币电路	81
6.6 封装你的电路	87
6.6.1 为你的电路找一个合适的封装方式	87
6.6.2 使用电路盒	88
第七章 轻松焊接的秘诀	89
7.1 认识焊接的原理	89
7.2 采购焊接的原料	90
7.2.1 电烙铁	90
7.2.2 焊料 (焊锡)	91
7.2.3 其他的工具	91
7.2.4 准备焊接	92

7.3 焊出一个结实的焊点 .....	93
7.4 检查焊点 .....	95
7.5 撤销你的工作：拆焊 .....	96
<b>第八章 用万用表测量电路</b> .....	<b>99</b>
8.1 认识万用表 .....	99
8.2 认识万用表测量的物理量 .....	101
8.2.1 用电流表测量电流 .....	102
8.2.2 用电压表测量电流 .....	102
8.2.3 用欧姆表测量电阻 .....	103
8.2.4 测量其他的物理量 .....	104
8.2.5 认识原理图中的电表符号 .....	104
8.3 学习使用万用表 .....	104
8.3.1 搭建需要测量的电路 .....	104
8.3.2 测量电流 .....	106
8.3.3 测量电压 .....	108
8.3.4 测量电阻 .....	109
<b>第九章 用示波器观察波形</b> .....	<b>111</b>
9.1 认识示波器 .....	112
9.2 认识波形 .....	114
9.3 校准示波器 .....	116
9.4 显示信号 .....	118
<b>第二部分 认识基础电子元件</b> .....	<b>121</b>
<b>第一章 认识简单的电路</b> .....	<b>123</b>
1.1 电路是什么 .....	123
1.2 使用电池 .....	125
1.2.1 认识电池 .....	126
1.2.2 搭建一个灯泡电路 .....	128
1.3 在电路中使用开关 .....	131
1.3.1 操作方式不同的开关 .....	131
1.3.2 连接数量不同的开关 .....	132

1.3.3  组装一个由开关控制的灯泡电路 .....	134
<b>1.4  认识串联和并联电路</b> .....	<b>138</b>
1.4.1  搭建串联灯泡电路 .....	139
1.4.2  搭建并联灯泡电路 .....	143
<b>1.5  串联和并联在一起的开关</b> .....	<b>146</b>
1.5.1  搭建串联开关电路 .....	146
1.5.2  搭建并联开关电路 .....	150
1.5.3  在灯泡间进行切换 .....	153
1.5.4  搭建一个三控开关 .....	156
<b>1.6  反转极性</b> .....	<b>160</b>
<b>第二章  认识电阻</b> .....	<b>163</b>
<b>2.1  电阻是什么</b> .....	<b>163</b>
2.1.1  产生电阻 .....	164
2.1.2  测量电阻 .....	164
<b>2.2  认识欧姆定律</b> .....	<b>165</b>
<b>2.3  认识电阻器</b> .....	<b>167</b>
<b>2.4  阅读电阻的色环</b> .....	<b>168</b>
<b>2.5  读出电阻值</b> .....	<b>169</b>
2.5.1  电阻器的误差精度 .....	171
2.5.2  电阻器的额定功率 .....	171
<b>2.6  用电阻器进行限流</b> .....	<b>172</b>
<b>2.7  组合电阻</b> .....	<b>176</b>
2.7.1  串联电阻 .....	176
2.7.2  并联电阻 .....	177
2.7.3  混合连接电阻 .....	179
2.7.4  搭建串联和并联在一起的电阻电路 .....	180
<b>2.8  用电阻进行分压</b> .....	<b>184</b>
<b>2.9  电位器——可变的电阻</b> .....	<b>188</b>
<b>第三章  使用电容</b> .....	<b>191</b>
<b>3.1  电容是什么</b> .....	<b>191</b>
3.1.1  了解电容 .....	192
3.1.2  认识电容的原理图符号 .....	194

3.2 计算电容量 .....	194
3.2.1 认识法拉 .....	194
3.2.2 读出电容的值 .....	195
3.3 电容器的各种规格 .....	197
3.4 计算 RC (电阻电容) 电路的时间常数 .....	200
3.4.1 计算过程 .....	200
3.4.2 深入认识 RC 时间常数 .....	201
3.5 组合电容 .....	202
3.5.1 并联电容 .....	203
3.5.2 串联电容 .....	203
3.6 在电路里使用电容 .....	204
3.6.1 对电容进行充放电 .....	205
3.6.2 通交阻直 .....	209
<b>第四章 使用电感 .....</b>	<b>213</b>
4.1 磁是什么 .....	214
4.1.1 指向磁场的南极和北极 .....	214
4.1.2 认识永磁体 .....	214
4.2 认识电磁铁 .....	215
4.3 感应电流 .....	216
4.3.1 抵抗变化: 电感 .....	217
4.3.2 测量电感 .....	218
4.4 计算 RL 时间常数 .....	219
4.5 计算感抗 .....	220
4.6 组合电感 .....	221
4.7 使用电感 .....	222
<b>第五章 使用二极管和 LED .....</b>	<b>223</b>
5.1 半导体是什么 .....	223
5.1.1 认识元素和原子 .....	224
5.1.2 美妙的掺杂 .....	225
5.1.3 单向 PN 结 .....	226
5.2 认识二极管 .....	228
5.2.1 对二极管进行偏置 .....	229



5.2.2	正向和反向阈值电压 .....	229
5.2.3	各种不同的二极管 .....	230
5.2.4	用二极管阻断反向电压 .....	233
<b>5.3</b>	<b>学习使用整流器 .....</b>	<b>236</b>
5.3.1	认识整流电路 .....	236
5.3.2	搭建整流电路 .....	237
<b>5.4</b>	<b>认识发光二极管 (LED) .....</b>	<b>240</b>
5.4.1	提供必要的电阻 .....	240
5.4.2	检测 LED 的极性 .....	242
<b>第六章</b>	<b>使用晶体管 .....</b>	<b>245</b>
<b>6.1</b>	<b>晶体管是什么 .....</b>	<b>246</b>
6.1.1	晶体管的内部结构 .....	247
6.1.2	晶体管的重要参数 .....	249
<b>6.2</b>	<b>用晶体管放大电流 .....</b>	<b>251</b>
<b>6.3</b>	<b>用晶体管充当开关 .....</b>	<b>253</b>
6.3.1	认识 NPN 型晶体管开关 .....	254
6.3.2	搭建 LED 驱动电路 .....	255
<b>6.4</b>	<b>认识非门 .....</b>	<b>258</b>
6.4.1	一个简单的非门 .....	258
6.4.2	搭建非门 .....	259
<b>6.5</b>	<b>晶体管振荡电路 .....</b>	<b>262</b>
6.5.1	认识非稳态多谐振荡器 .....	262
6.5.2	LED 闪烁电路 .....	264
<b>第三部分</b>	<b>学会使用集成电路芯片 .....</b>	<b>267</b>
<b>第一章</b>	<b>认识集成电路芯片 .....</b>	<b>269</b>
<b>1.1</b>	<b>认识集成电路芯片 .....</b>	<b>270</b>
1.1.1	制造芯片 .....	271
1.1.2	芯片的封装 .....	271
1.1.3	原理图中的芯片 .....	273
1.1.4	给芯片供电 .....	275
<b>1.2</b>	<b>避免静电和过热的损害 .....</b>	<b>276</b>