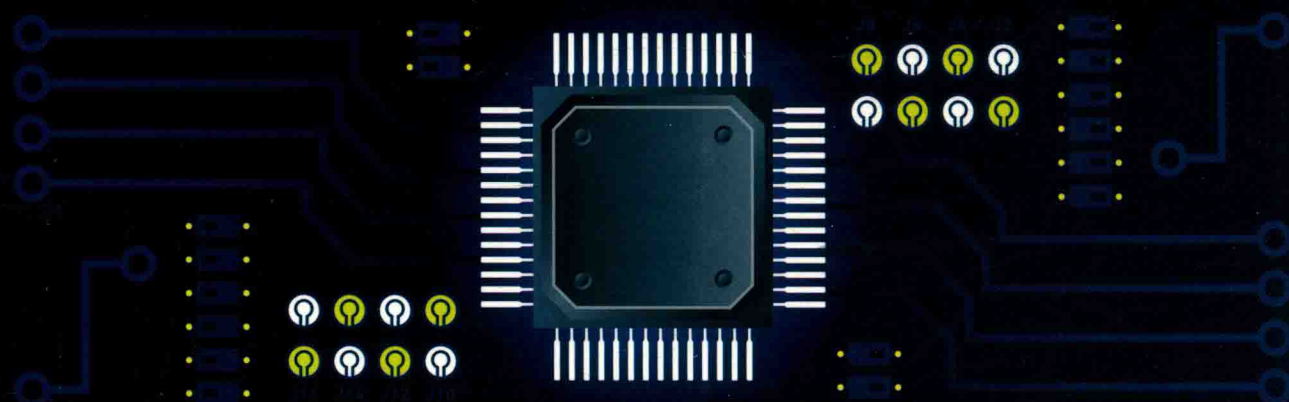


科学鬼才

电子电路设计

64 讲 (图例版)

ELECTRONIC FOR THE EVIL
CIRCUITS GENIUS™



SECOND EDITION

64 LESSONS
WITH PROJECTS

[加]Dave Cutcher 著 孙象然 译



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

科学出版社

电子电路设计

64讲 (图例版)

[加]Dave Cutcher 著 孙象然 译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

电子电路设计64讲:图例版/(加)戴夫·卡琴
(Dave Cutcher)著;孙象然译.——北京:人民邮电
出版社,2017.2
(科学鬼才)
ISBN 978-7-115-44417-2

I. ①电… II. ①戴… ②孙… III. ①电子电路—电
路设计—普及读物 IV. ①TN702-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第319441号

版权声明

Dave Cutcher

Electronic Circuits for the Evil Genius 2/E

978-0071744126

Copyright © 2011 by McGraw-Hill Education.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education and POSTS & TELECOM PRESS. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2017 by McGraw-Hill Education and POSTS & TELECOM PRESS

版权所有。未经出版人事先书面许可,对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播,包括但不限于复印、录制、录音,或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和人民邮电出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾)销售。

版权© 2017 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与人民邮电出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签,无标签者不得销售。

◆ 著 [加] Dave Cutcher

译 孙象然

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>

北京艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本: 880×1230 1/16

印张: 13.25

字数: 463千字

2017年2月第1版

2017年2月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2012-1730 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: 京东工商广字第 8052 号



内容提要

本书是关于电子电路技术的入门级图书，每一讲介绍了一个简单的电路应用，通过一系列的实验指导，你可以一步步搭建和完善自己的电路，并且能够在实际应用中对其进行改进。

本书内容丰富，条理清晰，理论与实操相结合，并附以大量插图，使你能更清晰地跟随本书的脚步进行学习。主要读者对象为广大的电子爱好者以及各层次的学生、工程师等。

同时本书都是采用易于获得的元器件和设备来搭建电路，在本书的指导下你完全可以尝试自己搭建和设计电路。在电路的搭建、设计、测试、修改和实验过程中，你一定能获得不少乐趣，同时能够得到许多宝贵的经验，有助于你日后完成其他更为复杂的电路应用项目。

致谢

ACKNOWLEDGMENTS

因为各种各样的原因，我需要感谢很多人。

首先是我现在的搭档，他们已经连续三年选择在教室里和我一起工作。Andrew Fuller是把“When Resistors Go Bad”游戏组合在一起的人。他和André Walther都是非常具有独创性的鬼才。我只是希望他们能明白化学分子的概念，以后在我提到他们的时候，就不会再发生争吵了。Eric Raue和Eric Pospisal都是我很好的朋友。Brennen Williams有时对我甚至比我对他更有耐心。总之在这一年里，我过得愉快而充实。

在电子技术方面，我只上过一门正式的课程，是由Gus Fraser讲授的，但是他却让我自学。Bryan Onstad给了我学习的目标和平台。Don Nordheimer是第一个提供给我课外内容的老师，同时他以成年人的角度来证明和解释这些知识。我也由衷地感谢Pete Kosonan对我的鼓励，他作为管理者和我一样非常重视培养学生的创造性思维。同时要感谢Steve Bailey，他是我发现的第二个管理者，并且他希望孩子能够不受书本的局限，学习到更多的知识。感谢Paul Wytenbrok、Ian Mattie、Judy Doll和Don Cann等，在我完成本书的5年时间里，他们一如既往地鼓励我。感谢Brad Thode，他早在1989年，就告诉了我转行的必要性。感谢Schluter女士和Gerard女士，她们教会我自信，让我意识到还有创新的空间。

还要感谢Dave Mickie，他知道多动症只能被控制而不能被治愈。在我的工作中，我将永远感激他对我的鼓励和支持。

最后要感谢我的父母，他们知道不能够改变我，所以他们就一直鼓励我。

译者序

本书采用了易于获得的元件和设备搭建电路，使你在学习过程中充满趣味和挑战。电路的搭建、设计、测试、修改和实验，能够使您获得宝贵的实践经验，并有助于您在日后完成其他更为复杂的电路应用项目。

本书内容丰富、深入浅出、实用性强。既有理论知识，又有大量电路实例，同时配以插图帮助讲解，具有较高的参考价值，非常适合作为电子电路技术的初学者和爱好者的指导用书。本书涉及了大量的基本的模拟电路和数字电路元件，并且提供了功能丰富多样的电路实例，包括计数装置和通信装置等。基本涵盖了有关电子电路方面的主要知识点。在本书中不仅介绍了基本的半导体元件及其工作原理，还介绍了由半导体元件和集成电路芯片组成的各种基本电路，包括放大电路、振荡电路等。同时也对基础的电路知识——电压、电流、功率等，进行了形象而生动的讲解。

本书的作者 Dave Cutcher 也让我非常感动，他在退休生活之余编写了这本打破常规、充满趣味的书，为每一个学习电子电路的初学者指明了方向。同时他还是社区志愿者，在夜校教书，让身为高校教师的我深受启发。我要向他致敬。

在翻译本书的过程中，为求准确，我参考查阅了大量的相关资料。所以，本书的翻译工作既是为每一位读者精心准备合格教材的过程，也是我再次学习和不断思考的历程，更是提出、分析、解决问题的进程。翻译的过程，就是一个向作者学习、和作者探讨、与读者分享的过程，我乐在其中，并希望能真正地把实用有趣的知识带给每一位喜爱本书的读者朋友。

同时，通过这次翻译工作，很多参与的学生也发现了他们对于电子电路的兴趣。感谢参与翻译本书的中国传媒大学电气信息类的以下学生：刘宇麟、李学魁、夏璐辰、朱丹、朱佳欣、张兴理等，感谢你们的辛勤工作。我也要衷心感谢人民邮电出版社给予我们这样一个难得的机会。

由于译者水平有限，书中可能存在疏漏和错误之处，恳请读者批评指正。

孙象然

2012年5月于北京

前言

PREFACE

在日常生活中，我们在不经意间就能感受到电子学和电子产品的魅力。那些我们不知道是如何工作的电子产品在有序地运行着，那些精通电子技术的人饱受赞誉，那么，你想要学习电子技术吗？

本书提供了电子学领域比较全面的知识，包括模拟和数字两方面，书中的大量电路实例你都是可以尝试自己设计和搭建。在搭建电路的时候，我们对所用的元件介绍的十分详尽，同时逐一解释这些元件在电路中的功能。通过实际操作，使用工具和仪器进行测量和观察，最后分析出实验结果。

在第一部分，你将要完成两个主要的电路制作：

- 自动夜灯
- 专用报警器

在第二、三、四部分将集中在三个主要的电路系统：

- 用逻辑门电路搭建一个数码玩具
- 用数字计数电路设计和实现一个应用电路
- 用晶体管 and 放大器制作一个双向对讲系统

本书中的教程和原型电路都致力于以每一个主要电路系统为中心，为你打下一个坚实的电子技术的基础。你的工作是从构思到动手制作，再到生产出最后的产品。

本书中包括的课程测验和答案等其他内容均可以在以下网址查看：

www.mhprofessionalresources.com/sites/cutcher/downloads.html

以上内容在该网址中的“Electronic Circuits for the Evil Genius, 2nd edition”的标题栏下即可查找到。

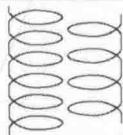
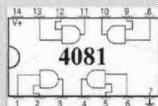
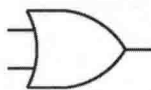
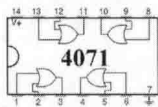
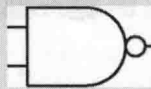
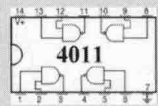
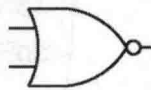
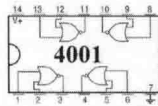
我希望你们能和我一样享受制作电路和阅读书籍的快乐。

Dave Cutcher

元件，符号，外观

名称	类别	用途	符号	图片
电解电容	电容 微法 (μF)	1. RC电路 2. 阻隔直流 3. 缓冲器/滤波器		
薄膜电容	电容 纳法 (nF)	1. RC电路 2. 阻隔直流 3. 缓冲器/滤波器		
瓷片电容	电容 皮法 (pF)	1. RC电路 2. 缓冲器/滤波器		
功率二极管	二极管	高电压单向导通		
信号二极管	二极管	低电压单向导通		
稳压二极管	二极管	在击穿电压以下单向导通		
发光二极管 (LED)	二极管	1. 指示器 2. 光源 3. 信号传输		
定值电阻	电阻	限制电流		
电位器	电阻	可调电阻		
光敏电阻 (LDR)	电阻	光敏元件		
常闭式按钮开关 (PBNC)	硬件	开关		
常开式按钮开关 (PBNO)	硬件	开关		
单刀单掷开关 (SPST)	硬件	简单开/关功能		

名称	类别	用途	符号	图片
单刀双掷开关 (SPDT)	硬件	控制信号双路选通		
双刀双掷开关 (DPDT)	硬件	控制两路信号双路选通		
继电器	开关	由初级电路控制次级电路的开关		
运算放大器	放大器	多种用途		具有DIP和SIP的多种封装形式
NPN型晶体管	晶体管	简单的模拟电路开关。由电压和电流控制。功能类似PBNO		见附录A, 元件封装
PNP型晶体管	晶体管	简单的模拟电路开关。由电压和电流控制。功能类似PBNC		见附录A, 元件封装
光电晶体管	晶体管	光敏的模拟和数字信号采集		多种封装形式
晶闸管整流器 (SCR)	晶体管 锁存电路	控制功能		见附录A, 元件封装
稳压器	晶体管	直流功率转换		见附录A, 元件封装
场效应管	晶体管	具有PNP和NPN两种类型, 仅由电压控制		见附录A, 元件封装
驻极体话筒	话筒	声音采集		
扬声器	扬声器	声音输出		

名称	类别	用途	符号	图片															
变压器	变压器	一般单独使用，或者用来改变初级到次级电路的交流电压		见附录A，元件封装															
与门	逻辑门	<table><tr><td>输入A</td><td>输入B</td><td>输出</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr></table>	输入A	输入B	输出	H	H	H	H	L	L	L	H	L	L	L	L		
输入A	输入B	输出																	
H	H	H																	
H	L	L																	
L	H	L																	
L	L	L																	
或门	逻辑门	<table><tr><td>输入A</td><td>输入B</td><td>输出</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>H</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr></table>	输入A	输入B	输出	H	H	H	H	L	H	L	H	H	L	L	L		
输入A	输入B	输出																	
H	H	H																	
H	L	H																	
L	H	H																	
L	L	L																	
与非门	逻辑门	<table><tr><td>输入A</td><td>输入B</td><td>输出</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>H</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>H</td></tr></table>	输入A	输入B	输出	H	H	L	H	L	H	L	H	H	L	L	H		
输入A	输入B	输出																	
H	H	L																	
H	L	H																	
L	H	H																	
L	L	H																	
或非门	逻辑门	<table><tr><td>输入A</td><td>输入B</td><td>输出</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>H</td></tr></table>	输入A	输入B	输出	H	H	L	H	L	L	L	H	L	L	L	H		
输入A	输入B	输出																	
H	H	L																	
H	L	L																	
L	H	L																	
L	L	H																	

打好基础

先设想一下建筑房屋之前需要做的基础工作吧，是不是如下图所示的那样？

下一页的元件列表列出了在第一部分需要的所有元件。元件外观请参考本书前文“元件，符号，外观”一节中给出的元件外观图。



电子技术是一门庞大的学科，你需要打好坚实的基础。

目录

CONTENTS

第一部分 元件 1

4	第1章 元件
12	第2章 电阻
18	第3章 更多元件和半导体
30	第4章 两个应用电路和相关知识

第二部分 数字电子 41

44	第5章 数字逻辑
55	第6章 与非门应用电路
65	第7章 数字电路的模拟开关
70	第8章 与非门振荡器
75	第9章 如何理解未知事物？
89	第10章 制作数字逻辑电路

第三部分 电路中的计数系统 103

106	第11章 模数转换器
113	第12章 4017 环形计数器
119	第13章 使用七段数码管
129	第14章 定义，设计，做你自己的应用电路

第四部分 放大器：基本原理以及如何使用 139

141	第15章 放大器是什么？
152	第16章 理解运算放大器
165	第17章 应用运算放大器制作通信工具
174	第18章 原型与设计：耐心终有回报

第五部分 附录 183

184	附录A 常用元件封装
185	附录B 电容的识别
187	附录C 动画列表
188	附录D 词汇表
195	附录E 自己动手制作印制电路板

第一部分

元件

第一部分元件列表		
描述	类型	数量
二极管 1N4005	半导体 (D)	3
发光二极管	半导体 (L)	3
2N-3906 PNP 型晶体管	TO-92 型号	1
2N-3904 NPN 型晶体管	TO-92 型号	1
光电晶体管	LTE 4206 E (深色玻璃) 直径 3mm, 波长 940nm	1
红外线发光二极管	LTE 4206 E (透明玻璃) 直径 3mm, 波长 940nm	1
晶闸管整流器 C106B	任何型号	1
7805 稳压器芯片	TO-220 型号	1
120V 转 9V 电源适配器	变压器	1
100 Ω	电阻	1
470 Ω	电阻	2
1000 Ω	电阻	1
2 200 Ω	电阻	1
10 000 Ω	电阻	1
22 000 Ω	电阻	1
47 000 Ω	电阻	1
100 000 Ω	电阻	1
220 000 Ω	电阻	1
100 000 Ω 1/4W	电位器	1
光敏电阻	LDR	1
0.1 μ F 薄膜式	电容	1
10 μ F 电解式	电容	1
100 μ F 电解式	电容	1
1000 μ F 电解式	电容	1
470 μ F 电解式	电容	1

描述	类型	数量
24 号电线	连接线	各种颜色
电池线夹	硬件	1
尖嘴夹（红色与黑色）	硬件	各 1 个
蜂鸣器 9V	硬件	1
发光二极管（彩色）	硬件	3
夜灯 PCB	硬件	1
SCR 警报器 PCB	硬件	1
无焊面包板	硬件	1
PBNC	硬件	2
PBNO	硬件	2
* 并不是所有元件都会在本部分的练习中使用。		



第1章 元件

在本章第1讲中，我们将为你介绍多种在电路中常用的元件，这些元件在本书的电路中都会用到。开始的时候，你可能会感觉到有些混乱，不过在实践之后，就会对它们比较熟悉了。

在第2讲中，你将会接触到两种重要的工具，它们的使用将会贯穿本书。

在第3讲中，你将有机会尝试在面包板上搭建属于你的第一个电路，面包板是一个能让你临时搭建电路的平台。

同时，在制作电路时，你将学习如何使用万用表来测量电压。

第1讲 元件介绍

在你不了解这些元件的功能之前，所有的元件看起来几乎都一样。这就像是你第一次出国，面前放了一堆零钱，如图1-1所示。这时，需要有人告诉你这些货币的种类、如何使用，不过你很快会运用自如。现在你需要做的就是开始分门别类，一个个地熟悉这些电子元件。

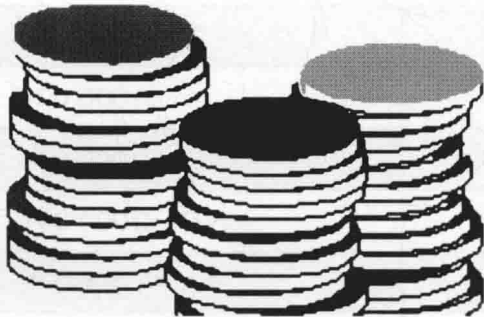


图1-1

▲ 注意

不要去掉集成电路（IC）芯片外边的防静电封装，如图1-2所示。芯片是封装在一种特殊防静电的材料中的。



图1-2

半导体

下面就是在第一部分中将要用到的电子元件。在你认识它们之后，就能够对它们进行区分了。

二极管

在今后的学习中，你将会用到三个如图1-3和图1-4所示的功率二极管。



图1-3

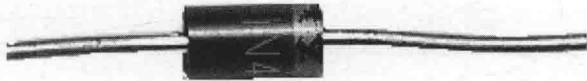


图1-4

二极管的一面写着1N4005。如果最后一位不是5，也不要紧。这一系列的任何一个二极管都能用到本讲的制作中。

发光二极管

发光二极管，简称LED。在本书第一部分中，我们需要用到三个发光二极管。如图1-5所示，就是它的外观照片。

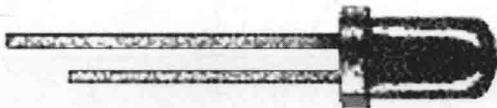


图1-5

LED可以是任意颜色的，但最常见的是红、黄、绿。