

科学鬼才

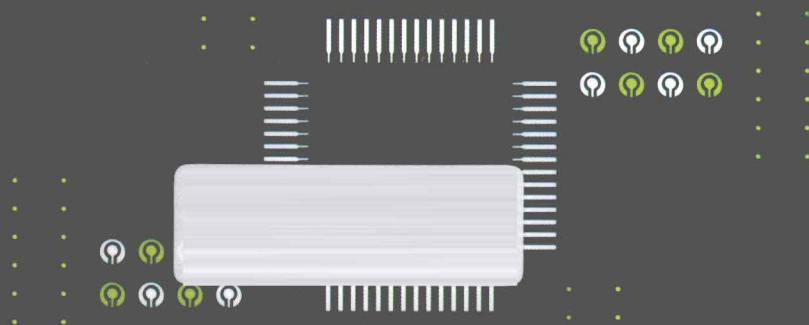
ELECTRONIC
CIRCUITS
FOR THE
EVIL GENIUS

64 LESSONS
WITH PROJECTS

电子电路设计

64讲

[加] Dave Cutcher 著
孙象然 译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Mc
Graw
Hill Education

科学鬼才

ELECTRONIC
CIRCUITS
FOR THE
EVIL GENIUS

64 LESSONS
WITH PROJECTS

电子电路设计

64讲

[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

科学鬼才. 电子电路设计64讲 / (加) 卡琴
(Cutcher, D.) 著; 孙象然译. — 北京: 人民邮电出版
社, 2012. 8
ISBN 978-7-115-28503-4

I. ①科… II. ①卡… ②孙… III. ①自然科学—普
及读物②电子电路—电路设计—普及读物 IV. ①
N49②TN702-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第112819号

版 权 声 明

Electronic Circuits for the Evil Genius, by Dave Cutcher, ISBN: 978-0-07-174412-6.

Copyright © 2011 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

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 (Asia) 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 © 2012 by McGraw-Hill Education (Asia), a division of McGraw-Hill Asian Holdings (Singapore) Pte. Ltd. and POSTS & TELECOM PRESS.

本书简体中文版由 McGraw-Hill 授权人民邮电出版社出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有, 侵权必究。

科学鬼才——电子电路设计 64 讲

- ◆ 著 [加] Dave Cutcher
- 译 孙象然
- 责任编辑 宁茜
- 执行编辑 魏勇俊

- ◆ 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>
- 北京艺辉印刷有限公司印刷

- ◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 22.5

字数: 600 千字

印数: 1-3 500 册

2012 年 8 月第 1 次

2012 年 8 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2012-1730 号

ISBN 978-7-115-28503-4

定价: 58.00 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





内容提要

本书是关于电子电路技术的入门级书籍，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。

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。面向广大的电子爱好者以及各层次的学生、工程师等。

同时本书采用的都是易于获得的元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，您一定能收获不少乐趣，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，他作为管理者非常重视和我一样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。

然后还要感谢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，能够使您获得到宝贵的实践经验，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书来使用。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，本书的翻译工作即是为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，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介绍，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得十分详尽，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1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2、3、4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
- 用晶体管和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。

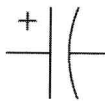
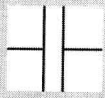
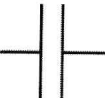
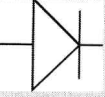
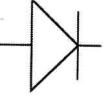
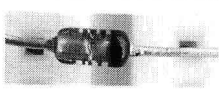
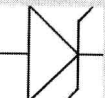
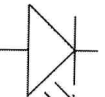
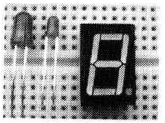
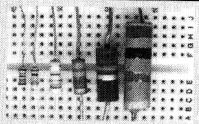
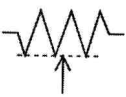
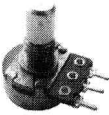
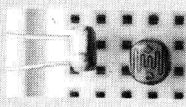
本书中包括的课程测验和答案等其他内容均可以在以下网址查看：

www.mhprofessional.com/computingdownload.

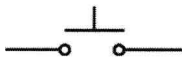
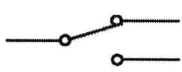
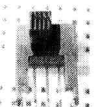
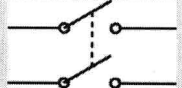
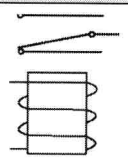
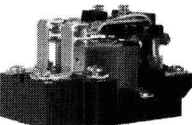
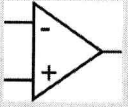
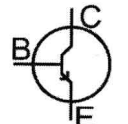
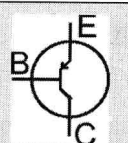
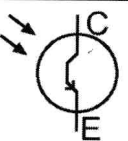
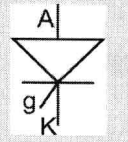
我希望你们能和我一样享受制作电路和阅读书籍的快乐。

Dave Cutcher

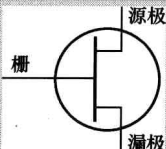
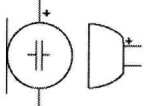
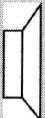
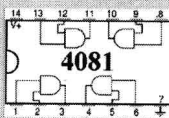
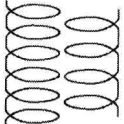
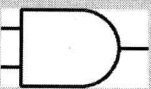
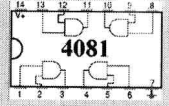
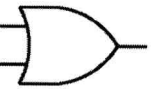
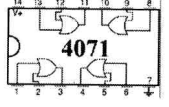
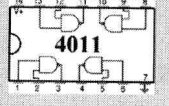
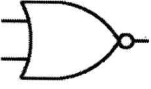
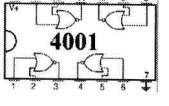
元件, 符号, 外观

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		

续表

名称	类别	用途	符号	图片
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		
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

续表

名称	类别	用途	符号	图片															
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																	
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																	

目录

CONTENT

第一部分 元件

第1章 元件

- | | |
|----|-------------|
| 4 | 第1讲 元件介绍 |
| 9 | 第2讲 主要设备 |
| 14 | 第3讲 完成第一个电路 |

第2章 电阻

- | | |
|----|--------------|
| 19 | 第4讲 读阻值 |
| 22 | 第5讲 电阻对电路的影响 |
| 24 | 第6讲 电位器 |
| 26 | 第7讲 光敏电阻 |

第3章 更多元件和半导体

- | | |
|----|--------------------|
| 29 | 第8讲 电容和按钮 |
| 37 | 第9讲 晶体管 |
| 41 | 第10讲 PNP型晶体管 |
| 46 | 第11讲 光电晶体管：对其他元件发光 |

第4章 两个应用电路和相关知识

- | | |
|----|--------------------|
| 51 | 第12讲 第一个制作：自动夜灯 |
| 58 | 第13讲 专用晶体管——晶闸管整流器 |
| 63 | 第14讲 稳压电源 |

第二部分 数字电子

第5章 数字逻辑

- | | |
|----|-----------------|
| 72 | 第15讲 被宠坏的亿万富翁 |
| 78 | 第16讲 基本的数字逻辑门 |
| 85 | 第17讲 CMOS集成电路芯片 |

第6章 与非门应用电路

- | | |
|-----|------------------------|
| 92 | 第18讲 建立基础与非门电路板 |
| 95 | 第19讲 测试点1——测量输入电压 |
| 98 | 第20讲 测试点2——测量工作状态下的与非门 |
| 100 | 第21讲 测试点3——理解电阻/电容电路 |
| 104 | 第22讲 测试点4——开关的输入端 |

第7章 数字电路的模拟开关

- | | |
|-----|-------------|
| 109 | 第23讲 分压器原理 |
| 114 | 第24讲 制作光敏开关 |
| 117 | 第25讲 接触式开关 |

第8章 与非门振荡器

- | | |
|-----|---------------|
| 118 | 第26讲 制作与非门振荡器 |
|-----|---------------|

122 | 第27讲 了解与非门振荡器

第9章 如何理解未知事物？

127	第28讲 控制闪烁频率
131	第29讲 制造一个“扰民”噪声
134	第30讲 介绍示波器
143	第31讲 用示波器测试电路
149	第32讲 使用晶体管放大信号
150	第33讲 光电晶体管——而不是光敏电阻

第10章 制作数字逻辑电路

153	第34讲 电路设计实例
169	第35讲 可行性分析
172	第36讲 搭建你自己的电路

第三部分 电路中的计数系统

第11章 模数转换器

179	第37讲 会计数的电路
181	第38讲 RC1——实现开关
184	第39讲 4046压控振荡器

第12章 4017环形计数器

192	第40讲 十进制4017环形计数器的介绍
198	第41讲 了解4017使用的时钟信号

200 | 第42讲 控制计数——利用芯片的控制端口

第13章 使用七段数码管

- 204 | 第43讲 七段数码管介绍
- 205 | 第44讲 用4511 BCD译码器控制七段数码管
- 210 | 第45讲 十进制到二进制——4516
- 216 | 第46讲 自动淡出的显示

第14章 定义，设计，做你自己的应用电路

- 220 | 第47讲 定义和设计你的电路
- 228 | 第48讲 你的电路：想到，就能做到！

第四部分 放大器：基本原理以及如何使用

第15章 放大器是什么？

- 239 | 第49讲 晶体管放大器和电流的定义
- 246 | 第50讲 力、功及功率的定义
- 252 | 第51讲 增益的定义
- 255 | 第52讲 世界即模拟，模拟即世界

第16章 理解运算放大器

- 259 | 第53讲 交流电与直流电的比较
- 266 | 第54讲 直流环境中的交流
- 269 | 第55讲 设置运算放大器
- 278 | 第56讲 用反馈来控制增益

第17章 应用运算放大器制作通信工具

- | | |
|-----|-------------------------|
| 284 | 第57讲 制作一个由运算放大器控制的功率放大器 |
| 287 | 第58讲 驻极体话筒 |
| 290 | 第59讲 用扬声器制作话筒 |
| 293 | 第60讲 在电路中加入变压器 |

第18章 原型与设计：耐心终有回报

- | | |
|-----|-------------------|
| 299 | 第61讲 系统和子系统 |
| 304 | 第62讲 门禁对讲机的开关 |
| 308 | 第63讲 设计与运用：探索其可能性 |
| 313 | 第64讲 组装电路 |

第五部分 附录

附录A 常用元件封装

附录B 电容的识别

附录C 动画列表

附录D 词汇表

附录E 自己动手制作印制电路板

第一部分

元件

Chapter1

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封装	1
2N-3904 NPN 型晶体管	TO-92封装	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	任何封装	1
7805 稳压器芯片	TO-220 封装	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