

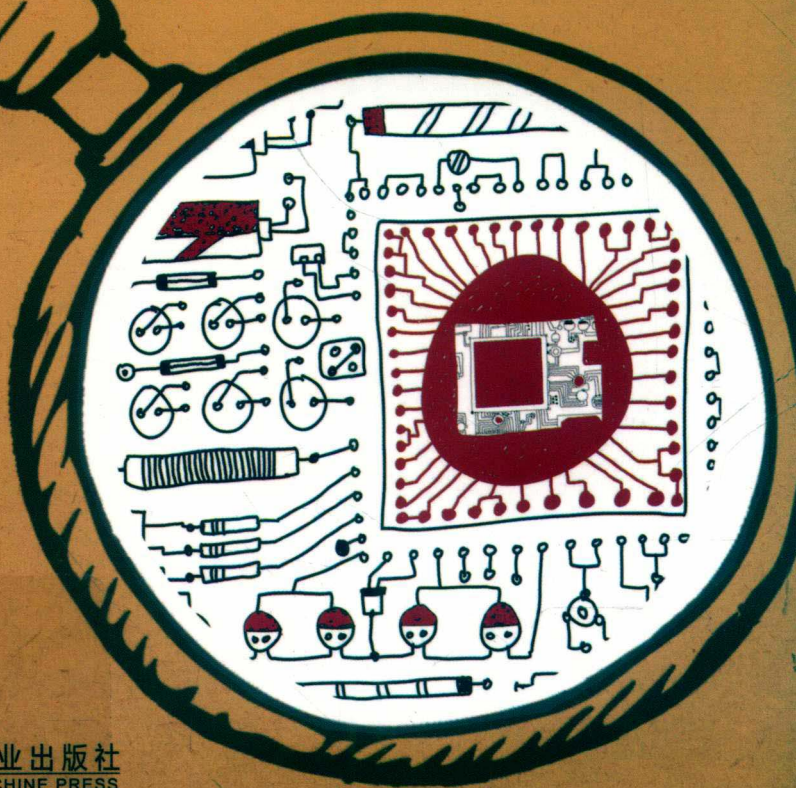
Electronic Sensor
Circuits&Projects

电子工程师成长笔记

手绘揭秘

通信电路和 传感器电路

[美] 弗雷斯特·M.米姆斯三世 (Forrest M.Mims III) 著
侯立刚 译



工业出版社
MACHINE PRESS

Forrest M. Mims III

电子工程师成长笔记



手绘揭秘通信电路和 传感器电路

[美] 弗雷斯特·M. 米姆斯三世(Forrest M. Mims III)著

侯立刚 译



机械工业出版社

CHINA MACHINE PRESS

ELECTRONIC SENSOR CIRCUITS AND PROJECTS

By FORREST M. MIMS III

Copyright: © 1986, 1988, 2000, 2007 BY FORREST M. MIMS III

ALL RIGHTS RESERVED

This edition arranged with Forrest M. Mims III

Through BIG APPLE AGENCY, INC., LABUAN, MALAYSIA

Simplified Chinese edition copyright:

2019 China Machine Press

All rights reserved.

北京市版权局著作权合同登记 图字: 01-2017-8458 号。

图书在版编目 (CIP) 数据

手绘揭秘通信电路和传感器电路/(美) 弗雷斯特·M. 米姆斯三世 (Forrest M. Mims III) 著; 侯立刚译. —北京: 机械工业出版社, 2019. 3

(电子工程师成长笔记)

书名原文: Electronic Sensor Circuits & Projects

ISBN 978-7-111-62029-7

I. ①手… II. ①弗…②侯… III. ①通信系统 - 电子电路 - 普及读物
②传感器 - 电子电路 - 普及读物 IV. ①TN91-49②TP212-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 028824 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 任 鑫 责任编辑: 闫洪庆

责任校对: 李 杉 封面设计: 马精明

责任印制: 孙 炜

保定市 中画美凯印刷有限公司印刷

2019 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

147mm × 210mm · 6.5 印张 · 118 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-62029-7

定价: 39.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com



欢迎来到Forrest的学霸笔记世界

本书的作者 Forrest M. Mims III 先生是一位高产的作家、教师，迄今为止写了 69 本书，在《Nature》《Science》等知名杂志上累计发表了 1000 多篇文章，内容涉及科学、激光、计算机、电子等多个领域。他设计制作的设备被 NASA（美国国家航空航天局）用于太空中对大气污染的监测，并因相关研究获得杰出劳力士奖（Rolex Award）。令我震惊的不仅仅是 Forrest 先生的“产量”，而是他的书的特色：有意思，容易懂！书中真正深入浅出地用简单的笔记、手绘图的形式将诸多电路、传感器说得明明白白，引人入胜。

如果你还记得考试前努力借来的学霸同学的笔记，那么比那位学霸记录得更清楚、更明白、更全面的电子课笔记就在这里了。关键是还有图！手绘的图！很难弄明白 Forrest 先生怎么学得这么透彻，但看超级学霸的笔记会比看普通的教材容易得多，也有意思得多。

本书为你把各种基本功能电路（非常全）记（画）下来了，包括各种通信电路、扬声器电路、振荡器电路、频率计电路、声音传感器电路、感光电路等你能想到的各种

电路。通过学习，以后你就不会再对这些电路感到莫名的恐惧了，因为懂了！祝学习愉快！

作为一名教师，非常荣幸能有机会将本书翻译给同样幸运的读者。在感谢 Forrest 先生杰出工作的同时，也必须感谢机械工业出版社慧眼拾珍，为我们大家引荐了本书。

本书翻译得以完成，还要感谢叶丹旸、王海强、郭嘉、江南、吕昂等的协助和共同努力。在翻译的过程中，也得到了同事和家人的大力支持，在此一并感谢！

由于本书内容丰富，涉及大量相似和相近的元器件、电路，尽管译者一直认真仔细求证，但难免还会存在错误疏漏，恳请广大读者批评指正。

译者联系方式：houligang@bjut.edu.cn。

侯立刚

2019 年 1 月

content



目 录



欢迎来到 Forrest 的学霸笔记世界

1

通信工程	1
1.1 概述	2
1.2 电路组装技巧	2
1.3 有线通信链路	3
1.4 无线通信链路	4
1.5 电磁辐射	5
1.6 国际摩尔斯电码	7
1.7 学习电码	8
1.8 电码练习振荡器	8
1.9 电磁电报	10
1.10 固态电报	12
1.11 电报接收器	14
1.12 按键通话对讲机	16
1.13 光波通信	17

1. 13. 1	调制	17
1. 13. 2	光源	18
1. 13. 3	光探测器	18
1. 13. 4	光波系统	19
1. 13. 5	自由空间链接	20
1. 13. 6	光纤链接	21
1. 13. 7	电子光影电话	22
1. 13. 8	光波码发射器	24
1. 13. 9	光波码接收器	25
1. 13. 10	手电筒声音发射器	26
1. 13. 11	通用接收器	27
1. 13. 12	调幅 (AM) 光波发射器	28
1. 13. 13	调幅 (AM) 光波接收器	29
1. 13. 14	脉冲频率调制 (PFM) 光波发射器	30
1. 13. 15	脉冲频率调制 (PFM) 光波接收器	31
1. 14	无线电通信	32
1. 14. 1	调制	32
1. 14. 2	业余无线电	33
1. 14. 3	民用波段无线电	33
1. 14. 4	美国联邦通信委员会	33
1. 14. 5	二极管接收器基础	33
1. 14. 6	简易射频调谐线圈	34
1. 14. 7	简易二极管接收器	35
1. 14. 8	放大器与接收器	35



1.14.9	收听短波	36
1.14.10	短波接收器	37
1.14.11	天线	38
1.14.12	天线安全	39
1.14.13	基本的无线电发射器	39
1.14.14	晶体管射频发射器	42
1.14.15	电码发射器	44
1.14.16	语音发射器	45
1.14.17	自动音调发射器	46

2

传感器工程	49
2.1 概述	49
2.2 电子传感器	50
2.2.1 GO-NO GO 型传感器	50
2.2.2 模拟传感器	51
2.3 基本传感器电路	52
2.4 传感器和计算机	53
2.5 触摸开关	55
2.5.1 多层触摸开关	55
2.5.2 触觉反馈触摸开关	56
2.5.3 晶须型杠杆触摸开关	56
2.6 膨胀开关	57
2.7 回形针开关	58

2.8	耳机插头开关	59
2.9	倾斜开关	59
2.10	琴弦振动开关	60
2.11	压电振动开关	61
2.12	钟摆开关	62
2.13	四分之一钟摆开关	63
2.14	开关型警报系统	65
2.14.1	改进型开路警报器	66
2.14.2	闭路警报器	66
2.14.3	智能安全警报器	68
2.15	检测水火传感器	69
2.16	拉力传感器	71
2.17	电压传感器	72
2.18	模拟压力传感器	74
2.19	压电传感器	75
2.20	应变传感器	76
2.20.1	应变传感器应用	77
2.20.2	应变传感器设计	77
2.20.3	应变传感器继电器	78
2.20.4	应变传感器音调发生器	78
2.20.5	应变传感器放大器	79
2.21	磁场传感器	80
2.21.1	磁场开关	81
2.21.2	磁场放大器	81
2.22	视频监控传感器	82



2.22.1	视频监控音调发生器	83
2.22.2	视频监控继电器电路	84
2.22.3	视频监控传感器程序	86
2.23	闪电传感器	88
2.24	红外传感器	90
2.24.1	红外开关	91
2.24.2	红外放大器	91
2.25	偏振光	92
2.26	集成光传感器	94
2.26.1	光音传感器	95
2.26.2	红外遥控传感器	96
2.26.3	光驱继电器	96
2.27	光学液位传感器	97
2.27.1	可变音调液位传感器	97
2.27.2	开关型音调液位传感器	97

3

	磁传感器工程	99
3.1	概述	99
3.2	磁场	100
3.2.1	磁极	101
3.2.2	磁场强度	101
3.3	地球的磁场	102
3.3.1	地球的地极	102

3.3.2	地球的磁极	102
3.4	生物的磁体	103
3.5	磁体的应用	104
3.6	磁体的形状	105
3.6.1	临时性磁体	106
3.6.2	永久性磁体	107
3.6.3	使用及维护磁体	107
3.7	罗盘	108
3.8	电磁	110
3.8.1	螺线管	111
3.8.2	电磁继电器	112
3.8.3	继电器驱动器	112
3.9	磁控开关	113
3.9.1	磁控开关接口	114
3.9.2	磁控驱动音调电路	115
3.10	霍尔效应	115
3.10.1	霍尔传感器的应用	116
3.10.2	霍尔传感器基础	117
3.10.3	霍尔传感器的基本结构	118
3.10.4	霍尔传感器的基本电路	118
3.10.5	霍尔传感器输出电压	119
3.10.6	霍尔传感器+逻辑电路	120
3.10.7	数字集成霍尔传感器	120
3.10.8	霍尔传感器+放大器	121



3.10.9	集成线性霍尔传感器	121
3.10.10	霍尔传感器规格	122
3.10.11	高斯计的基本结构	123
3.10.12	功率霍尔传感器	123
3.10.13	霍尔元件激励白炽灯电路	124
3.11	霍尔传感器操作提示	124
3.11.1	霍尔传感器的磁体分割	125
3.11.2	通量集中器	126
3.11.3	最优磁体排布	126
3.11.4	正面操作	127
3.11.5	侧面操作	127
3.11.6	推-推操作	128
3.11.7	推-拉操作	128
3.12	连接数字传感器	129
3.12.1	LED 连接	129
3.12.2	晶体管连接	129
3.12.3	TTL 逻辑门连接	130
3.12.4	CMOS 逻辑门连接	130
3.13	电路应用	131
3.13.1	铁金属指示器	131
3.13.2	霍尔传感器继电器	132
3.13.3	水平指示器	133
3.13.4	磁体位置探测器	134
3.13.5	双输出霍尔传感器	135



3.13.6	场强条形图	136
3.13.7	霍尔传感器方向指示器	137
3.13.8	超敏感磁体开关	138
3.13.9	磁体音乐	139
3.13.10	音乐钟摆	140
3.13.11	阻尼振荡音调	140
3.13.12	压力敏感音调	140
3.13.13	超敏感磁场传感器	141
3.13.14	超敏感磁场开关	141
3.13.15	巨型罗盘磁力仪	142
3.13.16	霍尔传感器“指北针”	144
3.13.17	特殊霍尔传感器	145

4

4	太阳电池工程	146
4.1	概述	146
4.2	太阳能的里程碑	147
4.3	太阳中的能量	149
4.4	太阳常数	149
4.5	阳光和大气层	151
4.6	太阳电池	153
4.6.1	太阳电池工作原理	153
4.6.2	太阳电池效率	153
4.6.3	硅太阳电池的规格	155



4.6.4	硅太阳电池的电压	155
4.6.5	太阳电池电压的增加	155
4.6.6	硅太阳电池的电流	156
4.6.7	太阳电池电流的增加	156
4.6.8	太阳电池的引线焊接	157
4.6.9	太阳电池的封装	158
4.6.10	封装太阳电池的好处	159
4.6.11	在一个封闭外壳中封装太阳电池	159
4.6.12	在一个嵌板中封装太阳电池	160
4.7	太阳能的集中器	161
4.7.1	抛物面反射镜	161
4.7.2	菲涅尔透镜	162
4.7.3	槽式集中器	162
4.7.4	盒式集中器	162
4.8	太阳电池充电器	163
4.8.1	使用电池的注意事项	163
4.8.2	太阳电池充电	164
4.8.3	监测太阳能充电	166
4.9	将太阳电池放到宇宙中	166
4.10	太阳能电动机	170
4.10.1	太阳能电动机的基本用法	170
4.10.2	大功率太阳能电动机	171
4.10.3	可逆太阳能电动机	171
4.10.4	含备用电池的太阳能电动机	172

4.11	太阳能驱动电动机	172
4.11.1	功率场效应晶体管驱动(1)	173
4.11.2	晶体管驱动	173
4.11.3	功率场效应晶体管驱动(2)	174
4.11.4	运算放大器-功率场效应晶体管驱动	174
4.12	太阳电池测光	175
4.12.1	测光(电压型)	175
4.12.2	测光(电流型)	175
4.12.3	太阳电池辐射计	176
4.13	太阳能驱动继电器	177
4.14	光驱动继电器	178
4.15	断束检测系统	179
4.15.1	静态断束检测系统	180
4.15.2	脉冲断束检测系统	181
4.15.3	脉冲断束发射器	181
4.15.4	脉冲断束接收器	182
4.16	太阳能音调发生器	183
4.16.1	太阳能压电蜂鸣器	183
4.16.2	太阳能双逻辑门振荡器	183
4.16.3	太阳能555振荡器	184
4.16.4	太阳能发声器	184
4.17	光控音调	185
4.17.1	光控555振荡器	185
4.17.2	高增益光控音调电路	186



4.18 红外遥控测试仪	187
4.18.1 压电与磁传感器测试仪	187
4.18.2 晶体管遥控测试仪	188
4.18.3 运算放大器遥控测试仪	188
4.19 太阳能夜灯电路设计	189
附录 电路符号对照表	190

附录

电路符号对照表

历史上的里程碑

- 1836年，赛缪尔·摩尔斯发明电报。
- 1876年，亚历山大·格雷厄姆·贝尔发明电话。
- 1880年，亚历山大·格雷厄姆·贝尔发明光线电话。
- 1880年，光线电话将声音传送了231m。
- 1886年，海因里希·赫兹发明了电火花发射器。
- 1895年，古列尔莫·马可尼发明了无线电报。
- 1897年，尼古拉·特斯拉将无线电信号传输了20mile。
- 1899年，马可尼发送的“...”无线电信号横跨了大西洋。
- 1907年，李·德·福雷斯特发明了真空三极管。
- 1907年，朗德发现了发光二极管。
- 1923年，罗瑟夫发明了晶体放大器。
- 1925年，利林菲尔德发明场效应放大器。
- 1947年，贝尔实验室发明了晶体管。
- 1960年，梅曼开发了第一套红宝石激光器。
- 1962年，通用电气公司联合麻省理工学院和IBM公司