

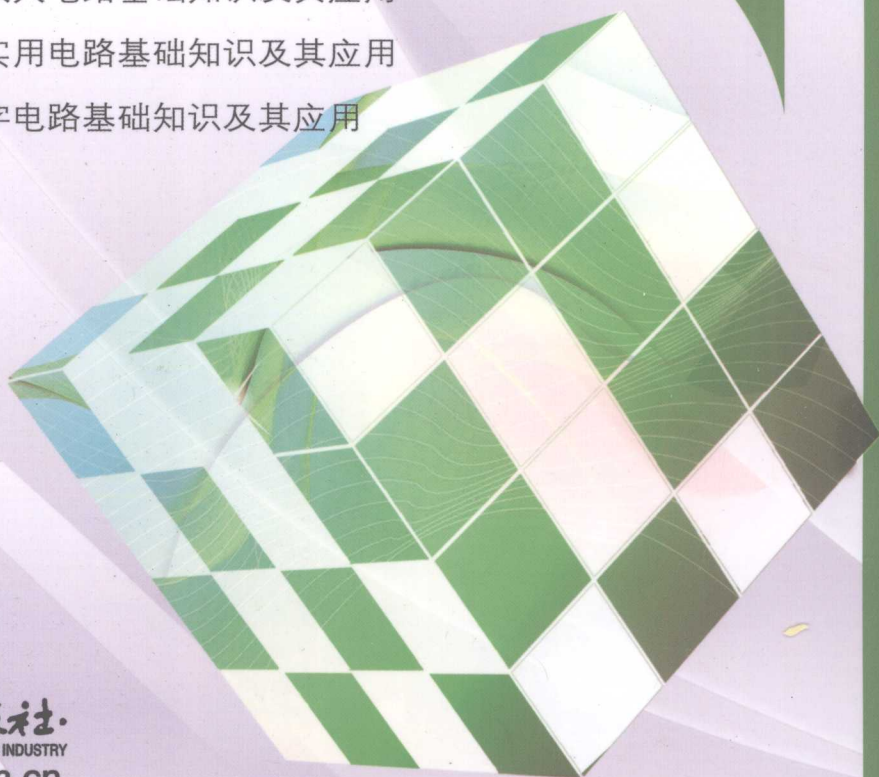
巧学巧用电子实用技术丛书

巧学巧用

基础电路实用技术

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

- ◆ 巧学巧用电子元器件必备知识及其应用
- ◆ 巧学巧用电子器件放大电路基础知识及其应用
- ◆ 巧学巧用电气器件实用电路基础知识及其应用
- ◆ 巧学巧用脉冲与数字电路基础知识及其应用



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

巧学巧用电子实用技术丛书

巧学巧用 基础电路实用技术

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以介绍电子技术的基础知识为切入点,以讲解巧学巧用的知识技能为基点,详细介绍了巧学巧用基础电路实用技术必备的基础知识、晶体三极管放大电路、场效应管放大和开关电路、晶体管差分放大和开关电路、正弦振荡器电路、功率放大电路、稳压电源电路、脉冲与数字电路的应用特点、工作原理,以及对基础单元电路进行定性的分析及估测,为巧用打下基础。由此,引导读者由表及里、由浅入深、循序渐进地巧妙学会应用电子技术必备的基本知识,开拓读者的巧用思路和熟悉巧用的方法,进而熟能生巧地去多方位、多领域地巧用这些电子技术实用电路,设计制作出功能齐全、自动化程度高的电子技术应用产品来。

本书分类明确、结构合理、通俗易懂,既可作为中等电子职业学校与相关技术学校的电子技术学科的教材,也可作为电子企业在岗人员技能培训教材,还可供电子产品开发和生产技术人员及广大电子爱好者学习参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

巧学巧用基础电路实用技术 / 孙余凯等编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.5

(巧学巧用电子实用技术丛书)

ISBN 978-7-121-08670-0

I. 巧… II. 孙… III. 电子技术—基本知识 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 059874 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 徐子湖

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19 字数: 462 千字

印 次: 2009 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 34.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

目前,电子实用技术迅速发展,越来越受到电子电路设计者的重视。由于电子实用技术电路的体积小、可靠性高、成本低、调整方便,故在各个领域的电子电路中越来越广泛地被采用,电路应用形式也越来越多。怎样巧学巧用电子技术基础实用电路,是电子爱好者和电子技术工作者十分关心和需要掌握的基本知识和技能。本书正是为了满足这一需要而编写的。

本书全面、系统地介绍了晶体三极管放大电路、场效应管放大和开关电路、晶体管差分放大和开关电路、正弦振荡器电路、功率放大电路、稳压电源电路、脉冲与数字电路等的类型、电路组成、应用特点、工作原理及其巧用方法。各章分类科学,编目明确,便于查阅。

本书在介绍巧学巧用电子技术必备的基础知识时,从理论与实践的结合上,把电阻、电容、电感类元件、半导体二极管、晶体三极管、场效应晶体管、光敏三极管、光电耦合器、闸流晶体管、集成电路、表面安装元件图形符号识别方法与各种电子元器件的应用特点做了重点讲解,为巧学电子技术实用电路打下基础。

在介绍巧学巧用晶体管电子器件类放大电路时,从巧学晶体三极管放大电路、场效应管放大和偏置电路与晶体管差分放大和开关电路的基本知识入手,把共发射极放大电路、分压偏置式共发射极放大电路、射极输出电路、多级放大电路,以及典型应用形式和工作原理和它们的功能、外部特性做了重点讲解,对巧用这些晶体管放大电路、场效应管放大和开关电路、晶体管差分放大和开关电路进行了相应的指导,然后以多种巧用实例来说明巧用方法,其目的是为了提供一些实际的巧用经验和技巧,以开拓读者的思路。

在介绍巧学巧用电气器件类实用电路时,从正弦振荡器电路、功率放大电路、稳压电源电路的类型及特点、电路的结构等基本知识的基础出发,将RC移相振荡电路、RC电桥振荡电路、变压器反馈LC振荡电路、电感三点式振荡电路、电容三点式振荡电路、改进型电容三点式振荡电路、并联型晶体振荡电路、串联型晶体振荡电路、OTL功率放大电路、OCL功率放大电路、BTL功率放大电路、稳压管并联稳压电路、最简单的串联型晶体管稳压电路、具有放大环节串联稳压电路、开关稳压电源电路的功能、性能、特征、原理做了重点讲解,并对巧用这些电路进行了相应的指导,然后以多种巧用实例来说明巧用方法。

在介绍巧学巧用脉冲与数字电路时,首先讲解了多谐振荡电路、具有记忆功能的双稳态电路、具有延时功能的单稳电路的基本知识,在介绍巧用时,先对巧用的场合、方法以及巧用时应注意的问题进行相应的指导,然后,列举了多种巧用晶体三极管放大电路的实际电路来开拓读者的思路。

本书中所提供的典型应用电路、巧用实际电路具有新颖、实用的特点,通过简明扼要地讲述它们的工作原理、电路功能,以及巧用中应注意事项,使读者一看就懂、一学就会,为读者应用这些电路提供了方便。在编排上,从基础知识入手,然后逐步深入介绍典型应用,最后介绍巧用电路。其目的是由浅入深,引导读者能尽快掌握电子技术的知识和巧用

技巧，进而熟练地去巧用各种电子技术基础单元电路。

本书的另一特点是浅显通俗、图文并茂、取材新颖、资料丰富、实用性强。

本书由孙余凯、吴鸣山、项绮明等编著，参加本书编写的人员还有：刘忠梅、吕晨、孙庆华、王国太、常乃英、王艳玉、陈帆、许凤生、刘英、王五春、周志平、谭长义、金宜全、孙莹、陈玉兰、陈芳、孙余明、吴永平、徐绍贤、吕颖生等。

本书在编写过程中，参考了国内外有关电子技术方面的期刊、书籍及资料，在这里谨向有关作者一并致谢。同时对给予我们支持和帮助的有关专家和部门深表谢意！

由于作者水平有限，书中存在的不足之处，诚请专家和读者批评指正。

图书联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn

编著者

2009年3月

目 录

第 1 章 巧学巧用基础电路必备的基础知识	1
1.1 电阻类元件	1
1.2 电容类元件	5
1.3 电感类元件	12
1.4 半导体二极管	19
1.5 半导体三极管	25
1.6 场效应晶体管	33
1.7 单结晶体管	40
1.8 光敏三极管	40
1.9 光电耦合器	42
1.10 闸流晶体管	45
1.11 集成电路	49
1.12 电池的电路图形符号	53
1.13 表面安装元件	54
第 2 章 巧学巧用晶体三极管放大电路	63
2.1 巧学晶体三极管放大电路基本知识	63
2.2 晶体三极管放大电路实际巧用方法	66
2.2.1 巧用晶体三极管放大电路方法指导	66
2.2.2 巧用反相放大器构成的选频放大电路	66
2.2.3 巧用共发射极放大器构成的高保真无线话筒电路	67
2.2.4 巧用共发射极放大器构成的远距离无线话筒电路	68
2.2.5 巧用多级放大器构成的对讲机电路	70
2.2.6 巧用反相放大器构成的多功能电调谐信号源电路	71
2.2.7 巧用反相放大器构成的声光延时控制的节能灯电路	73
2.2.8 巧用 2 管直接耦合放大器构成的蔬菜大棚“警卫”电路	74
2.2.9 巧用放大器构成的 RC 移相式混响电路	75
2.2.10 巧用高频放大器构成的视频宽带放大电路	76
2.2.11 巧用共基放大器构成的无线电遇难信号发射电路	77
2.2.12 巧用两级放大器构成的电压负反馈放大电路	79
2.2.13 巧用共发射极放大器构成的光电放大电路	79
2.2.14 巧用射随器构成的单路输入 n 路输出视频分配电路	80
2.2.15 巧用射随器构成的单路输入 n 路输出音频分配电路	80
2.2.16 巧用射随器构成的锯齿波和矩形脉冲发生电路	81
2.2.17 巧用共基放大器构成的抑制效果较佳的无源偶次倍频电路	82

2.2.18	巧用共基放大器构成抑制效果较佳的无源奇次谐波倍频电路	82
2.2.19	巧用共基放大器构成的抑制效果较佳的无源 n 倍倍频电路	82
2.2.20	巧用反相放大器构成的 FM 发射电路	83
2.2.21	巧用共放大器构成的 80 m 波段信号发射电路	84
2.2.22	巧用反相放大器构成的低电压 FM 发射电路	85
2.2.23	巧用反相放大器构成的声控无线发射器电路	85
2.2.24	巧用两级放大器构成的 8 通道红外译码接收电路	86
2.2.25	巧用反相放大器构成的利用电力线传输的广播载波装置电路	87
2.2.26	巧用双放大器构成的听感激励电路	89
2.2.27	巧用双放大器构成的无线 AM 发射机电路	90
2.2.28	巧用单管放大器构成的简易调幅无线话筒电路	91
2.2.29	巧用射随放大器构成的音频混录器电路	91
2.2.30	巧用直耦放大器构成的 SVHS-VHS 转换器电路	93
2.2.31	采用射随放大器构成的音频四分配器电路	94
2.2.32	巧用共射、共集放大器构成的视频四分配器电路	95
2.2.33	巧用四级放大器构成的助听器电路	95
2.2.34	巧用反相放大器构成的有源天线电路	96
2.2.35	巧用高频放大器构成的电视信号转发器电路	97
2.2.36	巧用反相放大器构成的电源线探寻器电路	98
2.2.37	巧用直耦放大器构成的红外光继电器电路	99
第 3 章	巧学巧用场效应管放大和偏置电路	101
3.1	巧学场效应管放大电路基本知识	101
3.2	巧用场效应管的基本偏置电路	102
3.3	场效应管放大电路实际巧用方法	107
3.3.1	巧用场效应管放大电路的方法指导	107
3.3.2	巧用场效应管放大器构成的宽带功率放大电路	108
3.3.3	巧用场效应放大器构成的调谐功率放大电路	109
3.3.4	巧用场效应管混合放大器构成的发烧级功率放大电路	110
3.3.5	巧用场效应管开关构成的负高压变为正低压变换电路	110
3.3.6	巧用场效应管开关构成的双模式 DC-DC 开关变换稳压电路	111
3.3.7	巧用场效应管开关构成的 DC-AC 变换电路	112
3.3.8	巧用双场效应管开关构成的高稳定度 DC-AC 变换电路	112
3.3.9	巧用双场效应管开关构成的双与非门式 DC-AC 变换电路	113
3.3.10	巧用场效应管压阻器构成的电压-频率变换电路	114
3.3.11	巧用场效应管开关构成的时间-电压变换电路	115
3.3.12	巧用场效应管开关构成的脉宽调制逆变式开关稳压电源电路	116
3.3.13	巧用场效应管开关构成的输入阻抗极高的触摸式电子开关电路	116
3.3.14	巧用场效应管开关构成的亮度可随意控制的调光电路	117
3.3.15	巧用场效应管开关构成的压控增益电路	118
3.3.16	巧用场效应管放大器构成的 10 mW AM 发射电路	118

3.3.17	巧用场效应管开关构成的感应式照明开关电路	119
3.3.18	巧用场效应管开关构成的 RF 探头电路	120
3.3.19	巧用场效应管放大器构成的宽带射频放大电路	120
3.3.20	巧用场效应管开关构成的负离子发生电路	121
3.3.21	巧用场效应管开关构成的电动助力车控制电路	123
3.3.22	巧用场效应管开关构成的电话线路防盗用电路	123
3.3.23	巧用场效应管放大器构成的声振动报警电路	124
3.3.24	巧用场效应管倒相器构成的电吉他音色调节电路	125
3.3.25	巧用场效应管开关构成的电源电路	127
3.3.26	巧用场效应管变阻器构成的大功率低电阻仿真电路	128
3.3.27	巧用场效应管开关构成的电子点火电路 (一)	129
3.3.28	巧用场效应管开关构成的电子点火电路 (二)	130
3.3.29	巧用场效应管开关构成的汽车仪表照明控制电路	130
3.3.30	巧用场效应管开关构成的日光灯直流驱动电路	132
3.3.31	巧用场效应管开关构成的软启动式开关电源电路	132
3.3.32	巧用场效应管开关构成的汽车内照明灯延时电路	134
3.3.33	巧用场效应管隔离器构成的取样保持电路	134
3.3.34	巧用场效应管开关构成的 12 V 电动机升压器电路	135
3.3.35	巧用场效应管开关构成的固态熔断器自动复位电路	136
3.3.36	巧用场效应管开关构成的占线指示电路	137
3.3.37	巧用双场效应管放大器构成的 100 W 功率放大电路	138
3.3.38	巧用场效应管放大器构成的低噪声前置音调电路	139
3.3.39	巧用场效应变阻器构成的红外线信号发射与接收电路	140
3.3.40	巧用场效应开关构成的具有防冲击功能的交流稳压电路	142
3.3.41	巧用双场效应管开关构成的 ± 35 V 稳压电源电路	144
3.3.42	巧用场效应管开关构成的 5 V/1 A 不间断电源电路	145
3.3.43	巧用场效应管开关构成的 110/220 V 电压自动切换电路	146
3.3.44	巧用场效应管开关构成的比例温度自动控制电路	147

第 4 章 巧学巧用晶体管差分放大和开关电路 149

4.1	巧学差分放大器基本知识	149
4.2	差分放大器的几种连接方法	155
4.3	巧学晶体管开关电路基本知识	157
4.4	晶体管差动放大和开关电路实际巧用方法	159
4.4.1	巧用晶体管差动放大和开关电路方法指导	159
4.4.2	巧用差分器构成的可自动转换电源的温度控制电路	161
4.4.3	巧用差分器构成的过热声光报警电路	162
4.4.4	巧用差分器构成的温度计电路	162
4.4.5	巧用差分器构成的电动机绕组磁极检测电路	163
4.4.6	巧用晶体管开关构成的功耗低并具有发射功能的无触点电子开关电路	164
4.4.7	巧用晶体管开关构成的具有升压功能的无触点电子开关电路	165

4.4.8	巧用晶体管开关构成的具有自动锁止功能的电子开关电路	165
4.4.9	巧用晶体管开关构成的具有防抖式电子开关电路	166
4.4.10	巧用晶体管开关构成的扬声器发声报警电路	166
4.4.11	巧用晶体管开关与门电路构成的扬声器发声报警电路	167
4.4.12	巧用晶体管开关构成的具有位置检测的电源自动切断电路	168
4.4.13	巧用晶体管开关构成的可驱动继电器的单管单触电子开关电路	169
4.4.14	巧用晶体管开关构成的易于扩展的多联电子开关电路	170
4.4.15	巧用晶体管开关构成的顺序触摸式电子开关电路	171
4.4.16	巧用晶体管开关构成的十通道开关及显示电路	172
4.4.17	巧用晶体管开关构成的感温开关电路	173
4.4.18	巧用晶体管开关构成的控温电路	173
4.4.19	巧用晶体管开关构成的超温报警电路	174
4.4.20	巧用晶体管开关构成的汽车前照灯自动开关电路	175
4.4.21	巧用晶体管开关构成的电子测光表电路	176

第 5 章 巧学巧用正弦振荡器电路 177

5.1	巧学正弦振荡器基本知识	177
5.2	读识 RC 振荡电路	179
5.3	读识 LC 振荡电路	181
5.4	读识石英晶体振荡电路	185
5.5	正弦振荡器电路实际巧用方法	186
5.5.1	巧用正弦振荡电路方法指导	186
5.5.2	巧用振荡器构成的 80 m 波段发射电路	186
5.5.3	巧用振荡器构成的微型无线话筒电路	187
5.5.4	巧用振荡器构成的光振荡电路	188
5.5.5	巧用振荡器构成的远距离大功率报警电路	188
5.5.6	巧用振荡器构成的无线控制式遥控发射电路	189
5.5.7	巧用振荡器构成的水箱水位检测无线发送电路	190
5.5.8	巧用振荡器构成的调幅无线发射器电路	192
5.5.9	巧用 LC 振荡器构成的金属探测电路	193
5.5.10	巧用振荡器构成的静态无能耗的发声断线探测电路	194
5.5.11	巧用振荡器构成的步进式超声波遥控发射电路	195
5.5.12	巧用振荡器构成的 FM 发射器电路	195
5.5.13	巧用振荡器构成的晶体检测器电路	197
5.5.14	巧用振荡器构成的晶体性能测试器电路	198
5.5.15	巧用振荡器构成的小功率中波发射电路	199
5.5.16	巧用振荡器构成的低电压 FM 发射电路	201
5.5.17	巧用振荡器构成的声控无线发射器电路	201
5.5.18	巧用振荡器构成的频率为 90~95 MHz 的调频发射电路	202
5.5.19	巧用振荡器构成的 VHF FM 无绳发射电路	202
5.5.20	巧用振荡器构成的无线 AM 发射机电路	203

5.5.21	巧用振荡器构成的金属接近开关电路	204
5.5.22	巧用振荡器构成的遥控接收电路	204
第 6 章	巧学巧用功率放大电路	207
6.1	巧学功率放大电路基本知识	207
6.2	功率放大电路实际巧用方法	212
6.2.1	巧用功率放大电路方法指导	212
6.2.2	巧用功率放大电路构成的功耗极低的报警电路	212
6.2.3	巧用功率放大电路构成的可调式稳压电源电路	213
6.2.4	巧用功率放大电路构成的前级放大电路	214
6.2.5	巧用功率放大电路构成的音频调制信号发生电路	214
6.2.6	巧用功率放大电路构成的可将正弦波变换为正负方波电路	215
6.2.7	巧用功率放大电路构成的声控调频话筒电路	216
6.2.8	巧用运算放大电路构成的功率放大电路	217
6.2.9	巧用功率放大电路构成的电话声音放大电路	218
6.2.10	巧用功率放大电路构成的 DC-AC 转换电路	219
6.2.11	巧用功率放大电路构成的音频-电压变换直流开关电路	220
6.2.12	巧用功率放大电路构成的直流伺服控制电路	220
6.2.13	巧用功率放大电路构成的 50~60 Hz 正弦交流电压变换电路	221
6.2.14	巧用功率放大电路构成的 10 mW AM 发射电路	222
6.2.15	巧用功率放大电路构成的 100 W 的 BTL 放大电路	223
6.2.16	巧用功率放大电路构成的直流电动机调速电路	224
6.2.17	巧用功率放大电路构成的 AM 发射机电路	224
6.2.18	巧用功率放大电路构成的日光灯直流变交流电路	226
6.2.19	巧用功率放大电路构成的 Hi-Fi 声频信号传输的光纤接收电路	227
6.2.20	巧用 TD5BC10 构成的功率放大电路	229
6.2.21	巧用功率放大电路构成的随身听有源音响电路	229
6.2.22	巧用 LM3886 构成的功率放大电路	230
6.2.23	巧用功率放大电路构成的变音电路	231
6.2.24	巧用功率放大电路构成的汽车倒车报警电路	232
6.2.25	巧用功率放大电路构成的有线半双工对讲机电路	233
6.2.26	巧用 LM3886 构成的带静噪的功率放大电路	233
6.2.27	巧用功率放大电路构成的果园防盗报警电路	234
6.2.28	巧用功率放大电路构成的 30 MHz 信号接收电路	236
6.2.29	巧用功率放大电路构成的红外遥控耳机电路	237
第 7 章	巧学巧用稳压电源电路	239
7.1	直流稳压电源的组成	239
7.2	线性稳压电路	240
7.3	开关稳压电源电路	243
7.4	直流稳压电源电路实际巧用方法	246

7.4.1	巧用直流稳压电源电路方法指导	246
7.4.2	巧用稳压器构成的手机充电电路	247
7.4.3	巧用稳压器构成的具有短路保护的稳压电源电路	248
7.4.4	巧用稳压器构成的智能温控电风扇电路	248
7.4.5	巧用稳压器构成的蓄电池充电器电路	251
7.4.6	巧用稳压器构成的应急消防标志灯电路	252
7.4.7	巧用稳压器构成的单片机 UPS 电源电路	254
7.4.8	巧用稳压器构成的 1.4~15 V 稳压电路	255
7.4.9	巧用稳压器构成的精密可调式直流基准电源电路	256
7.4.10	巧用稳压器构成的 12 V 蓄电池快速充电电路	257
7.4.11	巧用稳压器构成的充电器电路	259
7.4.12	巧用稳压器构成的恒压/涓流充电器电路	259
7.4.13	巧用稳压器构成的手机充电电路	260
7.4.14	巧用稳压器构成的过流检测保护电路	261
7.4.15	巧用稳压器构成的燃油表电路	262
7.4.16	巧用稳压器构成的汽车供油系统故障报警电路	263
7.4.17	巧用稳压器构成的廉价的音效处理电路	264
7.4.18	巧用稳压器构成的可进行自动转换的开关/线性两用稳压电源电路	266

第 8 章 巧学巧用脉冲与数字电路267

8.1	多谐振荡电路	267
8.2	具有记忆功能的双稳态电路	272
8.3	具有延时功能的单稳态电路	275
8.4	脉冲与数字电路实际巧用方法	278
8.4.1	巧用脉冲与数字电路方法指导	278
8.4.2	巧用脉冲与数字电路构成的可编程定时器	278
8.4.3	巧用数字触发器 CC4013B 构成的可变计时电路	280
8.4.4	巧用计数器 CD4060 构成的计时电路	282
8.4.5	巧用多谐振荡器构成的晶体管开关时间测试仪电路	283
8.4.6	巧用多谐振荡器构成的变压器测试电路	284
8.4.7	巧用多谐振荡器构成的可燃气体检漏报警电路	285
8.4.8	巧用多谐振荡器构成的低电压土壤缺水告知电路	286
8.4.9	巧用数字门构成的湿度-电流变换电路	288
8.4.10	巧用数字门构成的单触键单次与连续脉冲发生电路	288
8.4.11	巧用多谐振荡器构成的秒信号发生电路	289
8.4.12	巧用多谐振荡器构成的双电源输出直流变换电路	290
8.4.13	巧用多谐振荡器构成的脉冲序列占空比可自由设定的多谐振荡电路	291
8.4.14	巧用 D 触发器构成的占空比可调的多谐振荡电路	291
8.4.15	巧用数字门构成的双稳态多谐振荡电路	292
8.4.16	巧用双稳器构成的 40 kHz 脉冲红外信号解调电路	293

参考文献294

第 1 章 巧学巧用基础电路必备的基础知识

电子技术的基本任务是利用电路和系统实现各种电信号的产生、变换、传输、计数和测量等。而电路和系统都是由各种元器件组合而成的，故对各种元器件的作用、特点有一个比较熟悉的了解，是巧学巧用电子技术必须具备的。

1.1 电阻类元件

导线是阻值近似为零的电阻；开关是可控的阻值为零或无穷大的电阻。许多实用电子、电气元件（如灯泡、扬声器的音圈等）都可以在一定条件下近似看作电阻类元件。

电位器是一种电阻值可以连续调整的电阻类元件，在日常应用中十分广泛。

电阻类元件包括固定电阻器、可变电阻器、电位器等。

1. 固定电阻器

固定电阻器的基本特性是对交流电和直流电都呈现相同的阻力，在电子产品和电子设备中是最基本的元件之一，应用最广、用量最大，价格相对也最低廉。

（1）电阻器的作用

电路中，电阻器主要用来控制电压和电流，即起降压、分压、限流、分流、隔离、匹配和信号幅度调节等作用。

（2）常用电阻器外形和电路图形符号

固定电阻器的电路图形符号与外形如图 1-1 所示，固定电阻器在电路图中的符号如图 1-1（a）所示，长方块表示电阻体，两边短线分别表示电阻器的两根引出线。固定电阻器的文字符号常用字母“R”表示。各种固定电阻器的外形如图 1-1（b）～（e）所示。

（3）电阻标称阻值识别方法

电阻器的额定功率、电阻值及允许误差一般都标在电阻器表面上。额定功率较大的电阻器，一般都将额定功率直接标在电阻器的表面上。

电阻值及允许误差有直标法、文字符号法和色标法三种。搞清这些标注方法的含义，对电阻标称阻值的识别很有帮助。

① 电阻标称阻值直标法。电阻值用阿拉伯数字，允许误差用百分数，直接在电阻体上标注出。例如：3 k Ω ±5%、5 M Ω ±10%等。

② 电阻标称阻值文字符号标示法。电阻值用数字与符号组合在一起来表示，组合规律如下。

文字符号。文字符号 Ω 、k、M 前面的数字表示整数电阻值，文字符号后面的数字表示小数点后面的小数电阻值。

允许误差。允许误差用符号表示：J 为±5%；K 为±10%；M 为±20%。

例如：3 Ω 3K 表示 3.3 Ω ±10%，这种表示法可避免因小数点蹭掉而误识标记。

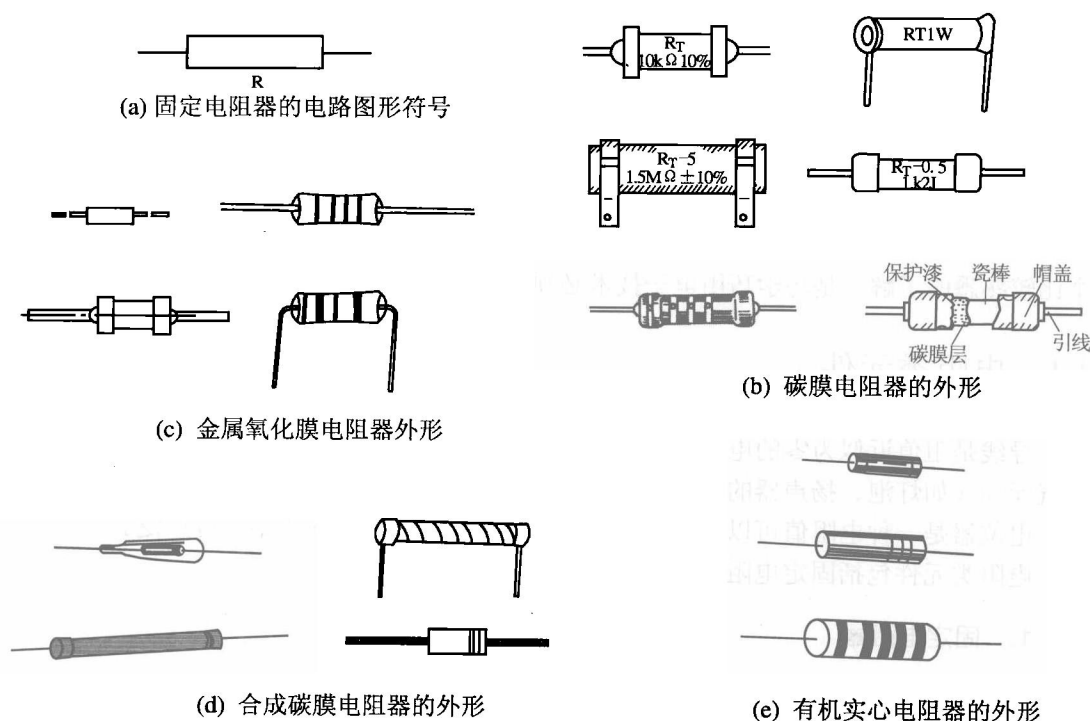


图 1-1 固定电阻器的外形及电路图形符号

③ 电阻标称阻值色环标注法。小型化的电阻器都采用色标法，用标在电阻体上不同颜色的色环作为标称电阻值和允许误差的标记。

普通精度的电阻器用 4 条色环表示，色环电阻器的表示方法如图 1-2 所示。左边（与端头距离最近的）为第一色环，顺次向右为第二、第三、第四色环。各色环所代表的意义为：

- 第一色环、第二色环相应地代表电阻值的第一位、第二位有效数字。
- 第三色环表示第一位、第二位数之后加“0”的个数。
- 第四色环代表电阻值的允许误差。

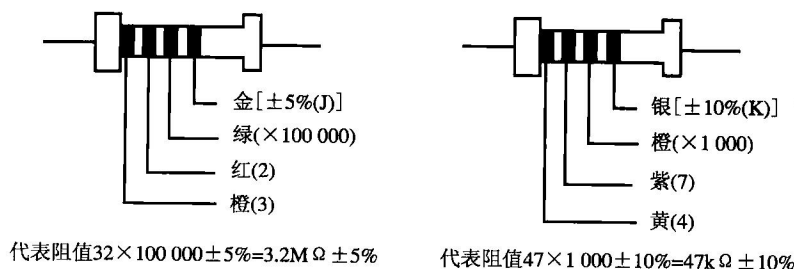


图 1-2 色环电阻器的表示方法

各色环颜色-数值对照表如表 1-1 所列。

表 1-1 普通精度电阻器色环颜色—数值对照表

色环颜色	第一色环	第二色环	第三色环		第四色环
	第一位数字	第二数字	前面两位数字后面加 0 的个数		误差范围
黑	—	0	$10^0=1$	$\times 1 \Omega$	—
棕	1	1	$10^1=10$	$\times 10 \Omega$	—
红	2	2	$10^2=100$	$\times 100 \Omega$	—
橙	3	3	$10^3=1000$	$\times 1000 \Omega$	—
黄	4	4	$10^4=10000$	$\times 10000 \Omega$	—
绿	5	5	$10^5=100000$	$\times 100000 \Omega$	—
蓝	6	6	$10^6=1000000$	$\times 1000000 \Omega$	—
紫	7	7	—	—	—
灰	8	8	—	—	—
白	9	9	—	—	—
金	—	—	$10^{-1}=0.1$	$\times 0.1 \Omega$	$\pm 5\%$ (J)
银	—	—	$10^{-2}=0.01$	$\times 0.01 \Omega$	$\pm 10\%$ (K)

例如，有一电阻器，色环为“白、棕、金、银”，因为第三环金色为欧姆级，前面第一环“白”为 9，第二环“棕”为 1，最后“银”为 $\pm 10\%$ 。综合起来是： $9.1 \Omega \pm 10\%$ 。另一电阻器，色环为“橙、红、绿、金”，它的电阻值为： $3.2 \text{ M}\Omega \pm 5\%$ 。再有一电阻器，色环为“红、黑、橙、金”，因为第二环是黑，所以是整数几十千欧级，它表示的电阻值为： $20 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ 。还有一电阻器，色环为“黄、黄、黄、金”，其电阻值为 $440 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ ，实际电阻值在 $418 \sim 462 \text{ k}\Omega$ 之间。

2. 电位器

(1) 电位器的作用

电位器是可变电阻器的一种，通常是由电阻体与转动或滑动机构组成的，其主要作用是调节电压（包括直流电压和信号电压等）和电流。

电阻体有两个固定端，通过手动调节转轴或滑柄，也就是通过其动触点在电阻体上的位置移动，从而使动触点与任一个固定端之间的电阻值发生变化，达到改变电压与电流大小的目的。

(2) 电位器的电路图形符号

电位器的外形及电路图形符号如图 1-3 所示。电位器在电路图中不带开关的电路符号如图 1-3 (g) 所示，带开关的电路符号如图 1-3 (h) 所示。图中仍用长方块表示电阻体，两端的短线表示电阻体两端的引出焊片，带箭头的折线代表电阻体上的滑动触点。带有开关的电位器符号右面部分表示开关，中间虚线表示开关与电位器是受同一转轴控制的（通常音量控制采用带开关的电位器时，电路图中虚线往往不标出）。

电位器的外形如图 1-3 (a) ~ (f) 所示。电位器在电路图中常用字母“RP”（旧标准用“W”）表示。

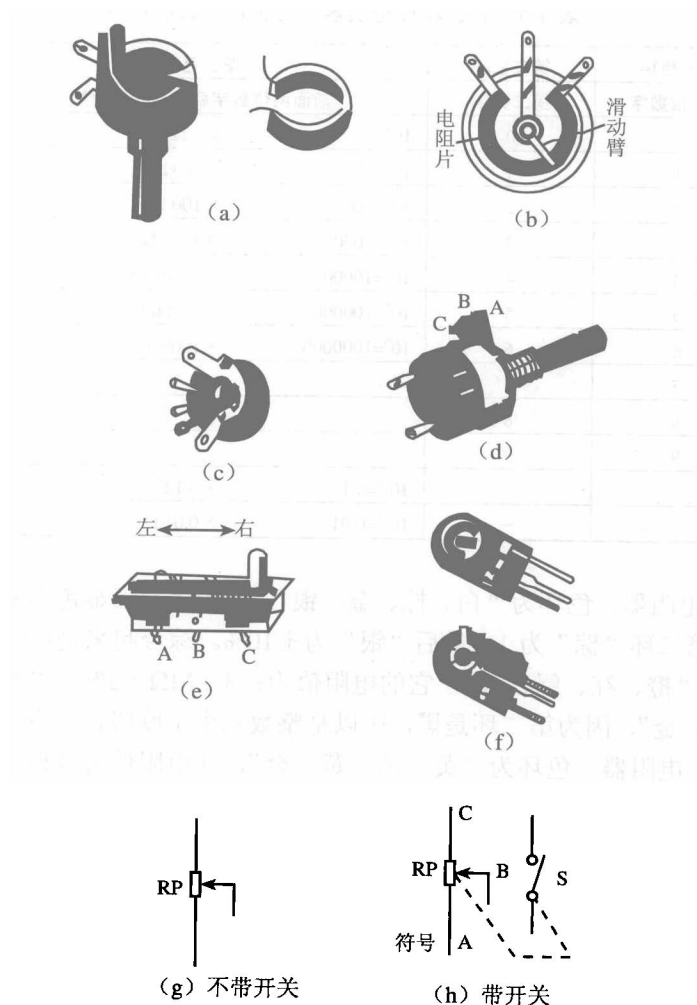


图 1-3 电位器的外形及电路符号

3. 电阻器和电位器的阻值单位

电流通过电阻器和电位器时，电阻器和电位器对电流有阻碍作用，其阻碍大小，即为电阻值。

电阻器和电位器电阻值的基本单位是欧姆（简称欧），其符号用希腊文“ Ω ”表示，在实际使用中还用到更大的单位如千欧（ $k\Omega$ ）和兆欧（ $M\Omega$ ）。它们之间的关系为：

$$1 \text{ 千欧 (} k\Omega \text{)} = 1\,000 \text{ 欧 (} \Omega \text{)}$$

$$1 \text{ 兆欧 (} M\Omega \text{)} = 1\,000 \text{ 千欧 (} k\Omega \text{)} = 1\,000\,000 \text{ 欧 (} \Omega \text{)}$$

4. 电阻器和电位器的额定功率

当电流流过电阻器和电位器的时候，电阻器和电位器便会发热。功率越大，电阻器或

电位器发热越厉害。如果使电阻器发热的功率过大，电阻器或电位器就会被烧坏。电阻器或电位器长时间正常工作允许所加的最大功率叫做额定功率。

电阻器的额定功率，通常有 $1/8\text{ W}$ （瓦）、 $1/4\text{ W}$ 、 $1/2\text{ W}$ 、 1 W 、 2 W 、 3 W 、 4 W 、 5 W 、 10 W 等。 $1/8\text{ W}$ 和 $1/4\text{ W}$ 电阻器应用较广泛。

电路图中电阻器的额定功率标注方法：有的是在图中直接标出该电阻器的功率数值，如 $1/4\text{ W}$ 、 3 W 等。也有的用图 1-4 所示的不同功率电阻器的图形符号来表示。

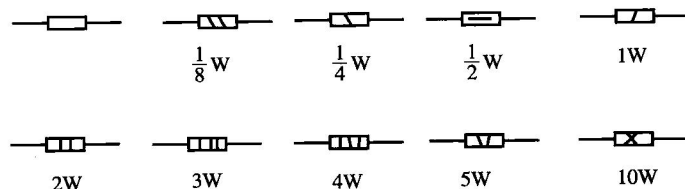


图 1-4 不同功率电阻器的图形符号

1.2 电容类元件

在电子设备中，电容器也是常用的元件之一，通常简称为电容。电容器可以储存电能，具有充电、放电及隔直流、通交流的特性。

电容器的主要物理特征是储存电荷。由于电荷的储存意味着能量的储存，因此也可以说，电容器是一个能够储存电能的元件。

1. 电容器的电路图形符号

电容器是由两个相互靠近的金属电极板构成的，中间呈绝缘状，当在两电极加上电压时，电容器就可以储存电能。

电容器在电路中用字母“C”表示，各种电容器的电路图形符号如图 1-5 所示。

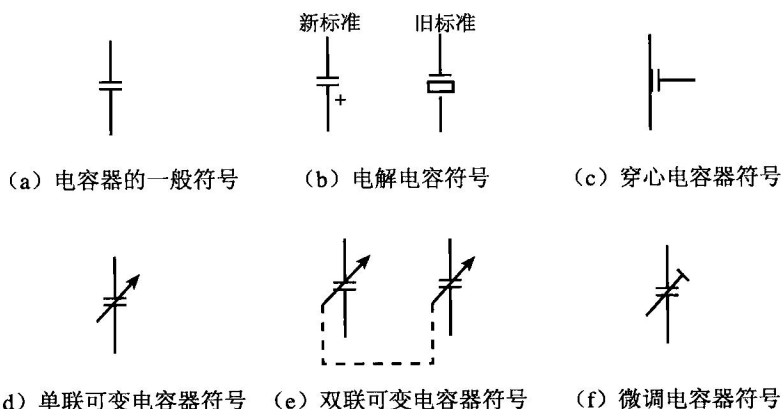


图 1-5 各种电容器的电路图形符号

电容器的种类很多，如按是否有极性来分，可分为无极性电容器和有极性电容器两类，

它们在电路中的符号稍有差别。无极性电容器的外形及电路符号如图 1-6 左半部所示，有极性电容器的外形及电路符号如图 1-6 右半部所示。

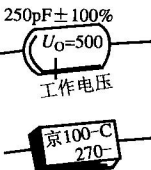
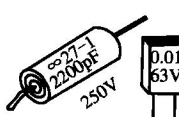
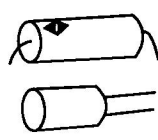
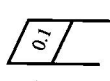
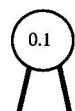
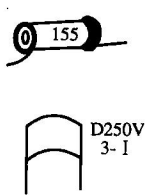
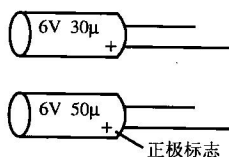
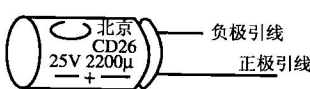
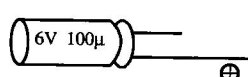
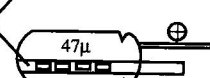
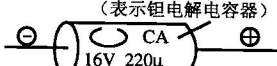
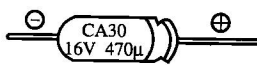
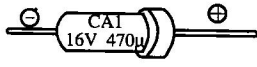
无极性电容器符号			有极性电容器符号	 (新标准)  (旧标准)	
无极性电容器外形	纸介电容器 		250pF±100%  云母电容器		
	0.05μF±10%400V 		250V  有机介质薄膜电容器		
	 金属化纸介电容器		 玻璃釉电容器		
	  陶瓷电容器				
有极性电容器外形					
	    正、负极标记				
	表示电容 (表示铝电解电容器)   				

图 1-6 电容器的外形及电路符号

2. 无极性电容器

常见的无极性电容器按介质不同来分类，有纸介电容器、油浸纸介密封电容器，金属化纸介电容器、云母电容器，有机介质薄膜电容器、玻璃釉电容器、陶瓷电容器等。

(1) 纸介电容器

纸介电容器体积大，损耗大。除了油浸纸介密封电容器和金属化纸介电容器还有少量应用外，其他纸介电容器现在已基本不用了。