

中国教育电视台实用电子技术培训教材

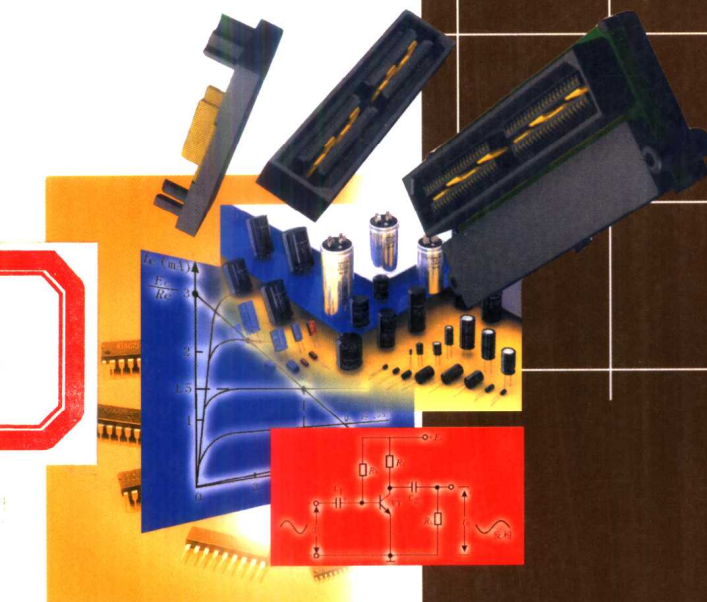


附赠光盘

电子元件与 实用电路基础

韩广兴 编著

- 电阻·电容·电感·变压器·晶体管的功能与特点
- 直流电路·正弦交流电路·基本放大电路·功率放大器
- 脉冲数字电路·电机及驱动电路·电源电路
- 振荡电路·调制解调电路
- 实用电路与制作



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

中国教育电视台实用电子技术培训教材

电子元器件与实用电路基础

韩广兴 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书是学习电子技术的入门教材。全书从认识电子元器件和半导体器件起步，到各种实用电路的结构、性能和工作原理，由浅入深地进行了详细的讲解。特别是以大量的实用单元电路为例进行了图解，使读者易懂易学。本书的重点是对各种常用电路的工作原理及所用元器件，用图示方法形象直观地将它们的外形、标记、特征、性能及安装方法等表示出来。电路分析以实用为主，简化了公式推导和计算，适于自己动手制作。具有中学文化程度的业余爱好者能够读懂本书，本书也是家电维修人员和电子工厂技工的电子基础入门教材，可作为各种专业院校的电子基础教材。

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

电子元器件与实用电路基础 / 韩广兴编著. —北京: 电子工业出版社, 2002.8
(中国教育电视台实用电子技术培训教材)
ISBN 7-5053-7909-7

I.电... II.韩... III.①电子元件—技术培训—教材②电子电路—技术培训—教材
IV.①TN6②TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 059523 号

责任编辑: 陆伯雄

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24 字数: 515 千字 附光盘 1 张

版 次: 2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 38.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。
联系电话: (010)68279077

中国教育电视台实用电子技术培训教材

编委会名单

主任：李鹏 中国教育电视台台长
王志刚 电子工业出版社社长

委员：文宏武 王小民 韩广兴 李玉全
陆伯雄 王明臣 廖汇芳 刘学达
周明 高雨春 李士平 祁玉芹

出版说明

伴随着数字化、信息化、网络化的进步，人们的工作和生活正在发生着巨大的变化。琳琅满目的电子产品迅速地进入千家万户，成为现代信息社会中人们学习、工作、生活、交流、娱乐和智力开发等方面不可或缺的工具。目前使用最多最广泛的除了彩电、冰箱、空调、洗衣机外，音响、影碟机、投影电视、数字摄录像设备，以及电脑也大量进入家庭，这些设备又称为信息家电产品。

家电产品的热销刺激了家电高新技术的发展。国内外有实力的厂商为了争夺市场，纷纷采用当今最新的电子技术成果，更新生产工艺，开发新型器件。其中微电子技术、微电脑技术、精密机械和光电技术的开发和应用，为家电产品增加了新的光彩。

由于各种家电产品的机型品种多样，电路和结构复杂，更新换代频繁，因而增加了产品使用及维修的难度，迅速普及家电使用和维修知识已成为当前人们普遍关注的热点问题。

为实施“科教兴国”战略，认真落实全国科普工作大会精神，充分发挥电视传媒形象直观、覆盖面广和传播快的特点，努力提高劳动者的科技素质，适应家电产品发展的需要，中国教育电视台、电子工业出版社和全国家电中心联合举办了“全国家电维修技术系列电视讲座”，由中国教育电视台向全国播出。

电视讲座的课本和音像教材由电子工业出版社出版。本套教材是根据家用电子产品维修工国家职业标准的要求编写并作为全国家电维修技术音像技术和实用电子技术培训的推荐教材。

本套教材主要包括如下书目：

- 《电子元器件与实用电路基础》
- 《常用仪表的使用方法》
- 《最新扫描仪的原理、使用与维修》
- 《最新数字相机的原理、使用与维修》
- 《最新投影机的原理与维修》
- 《最新彩色电视机的原理与维修》
- 《最新影碟机(VCD/DVD)的原理与维修》
- 《最新音响与家庭影院的原理、配置与维修》
- 《最新打印机的原理、使用与维修》
- 《最新摄录一体机的原理、使用与维修》等。

本套教材均配有光盘，并以实际样机为例，形象、生动地演示家电产品中电路及机械结构，各种典型故障的症状，检测和调整的方法。在讲座中，特别针对那些难于用语言和文字表达的拆卸及机械对位方法，调整和维修技巧，进行实际操作演示，使学员易于快速掌握。

由于广大维修人员在实际维修工作中使用的电路图大多为生产厂家提供的电原理图，因此，本套教材也尽量使用原机线路图。并且对原机线路图中的非规范表示法没有进行更改，以免造成讲授与实际脱节的现象，在此特别予以说明。

电视讲座的具体播出时间，请注意中国教育电视台的预告，以及《中国教育电视报》、《电视机维修》、《录像机维修》和《音响维修》等报刊杂志的介绍。

丛书编委会

前 言

当今社会已进入了高速发展的信息时代，是电子技术和电子产品把人们带入了这个时代。在我国，电子技术的发展日新月异，电子产品的市场空前活跃。性能优、功能强的各种家用电子产品和家用电器产品，如大屏幕彩电、VCD/DVD 光盘机、音响和家庭影院、冰箱、空调、制冷设备，以及各种小家电等，已成为家庭中不可缺少的生活必需品；电脑及其外围设备已从办公领域普及到家庭之中，成为人们进入网络和交流信息的工具；手机的更新换代和移动通信的普及，标志着我国通信领域有了革命性的飞跃。近几年来，我国已成为世界上最大、发展速度最快的电子市场，也是世界上最大的电子产品的科研和生产基地。

由于人们生活在各种电子产品的环境之中，因此爱好电子技术的人越来越多。电子技术那神奇的魅力吸引着更多的富于创造力的年轻人，他们对设计、制作及维修电子产品产生了浓厚的兴趣和求知欲望，渴望尽快地掌握当今最新的电子技术。

各种电子设备都是由电子线路组成的，电子元器件又是组成电子线路的最基本的单元。认识电子元器件、学习基本电子线路的基本知识是学习电子技术的第一步。了解电子元器件的性能、特点和使用方法，学会基本电子线路的设计和计算方法，才能进一步学习各种专业电子技术。

为了便于初学者入门，本书从构成电路的基本元器件电阻、电容、电感、半导体晶体管，以及集成电路的结构、功能和应用开始，一步一步地介绍由这些元器件构成的常用基本电路。例如直流和交流基本电路、放大器、振荡电路、调制解调电路，以及发射和接收电路等等。为了引起初学者的兴趣，本书以人们生活中经常遇到的典型电子产品为例，详解各种单元电路的基本结构，各元器件的功能和工作原理。特别是对各种电路中的元器件，从外形、特征、标记及性能等，通过图解方式形象直观、深入浅出、循序渐进地进行讲解。本书是学习电子技术的入门教材，具有中学文化程度就能读懂。本书既适合于家电维修人员和电子工厂的技工阅读，也适合于电子技术业余爱好者学习，还可用做各种专业院校的电子基础教材。

参加本书编写的还有韩雪涛、唐艳辉、闵杰、廖汇芳、李玲、韩雪冬、宋勇梁(第5~8章)、陶冬伟(第9章)、王士玺(第10、11章)和胡南平(第12章)等同志。

由于电子技术的发展十分迅速，新的电路及电子器件不断问世，因此编辑出版往往跟不上时代发展的需要。您对本书的内容有何意见和要求，请与作者直接联系(邮编：300191，地址：天津市南开区复康路23号306室)，韩广兴教授将为您提供技术咨询。

由于作者水平有限，错误和不妥之处恳请读者和同行批评指正。

作 者
2002.7

目 录

第 1 章 常用电子元器件的基本功能和特点	1
1.1 电阻器	2
1.1.1 电阻器的功能	2
1.1.2 电阻的种类和特点	3
1.1.3 电阻的规格和参数	4
1.1.4 半可调电阻器	5
1.1.5 特殊电阻器	5
1.2 电位器	10
1.2.1 电位器的功能和特点	10
1.2.2 电位器的种类	10
1.3 电容器	12
1.3.1 电容器的功能	12
1.3.2 电容器的结构和特点	12
1.3.3 电容器的种类和特点	13
1.4 电感元件	16
1.4.1 电感元件的功能	16
1.4.2 电感量计量单位和特性	16
1.4.3 电感元件的种类	16
1.4.4 电感线圈的基本参数	18
1.5 变压器	20
1.5.1 变压器的种类	20
1.5.2 变压器的常用铁芯	22
1.5.3 变压器的特性	22
1.5.4 小功率电源变压器的设计和制作	23
1.6 电气元件的检测	27
1.6.1 电路板上元件的检测	27
1.6.2 测量导线(电源线等)	27
1.6.3 电容的测量	28
1.6.4 放大电路中偏置电阻的测量	28
1.7 RLC 元件的组合电路	29

第 2 章 直流电路	31
2.1 电子线路的基本概念	32
2.2 电路中的电流和电压	32
2.2.1 电流	32
2.2.2 电压与电动势	33
2.3 欧姆定律	34
2.4 电路的工作状态	36
2.4.1 有载工作状态	36
2.4.2 开路状态	37
2.4.3 短路状态	37
2.5 电功及电功率	38
2.5.1 电功	38
2.5.2 电功率	38
2.6 电阻的连接	38
2.6.1 电阻的串联	39
2.6.2 电阻的并联	39
2.6.3 电阻的混联	40
2.7 电容的连接和计算方法	41
2.7.1 电容的串联	41
2.7.2 电容的并联	42
2.8 电感的连接和计算方法	43
2.8.1 电感的串联	43
2.8.2 电感的并联	43
2.9 直流电路的分析与计算方法	44
2.9.1 电流定律(克希霍夫第一定律).....	44
2.9.2 电压定律(克希霍夫第二定律).....	45
2.9.3 叠加定理	45
2.9.4 戴维南定理	46
2.9.5 诺顿定理	47
第 3 章 正弦交流电路	49
3.1 交流信号的特点	50
3.2 正弦交流信号的特点	51
3.3 正弦交流电的主要物理量	52
3.3.1 周期、频率和角频率	52
3.3.2 初相位和相位差	52
3.4 正弦交流电的有效值	53
3.5 正弦交流电的向量表示法	54

3.6	正弦交流电路	55
3.6.1	单一元件构成的交流电路	55
3.6.2	混合元件构成的交流电路	58
3.7	谐振电路	61
3.7.1	串联谐振电路	61
3.7.2	并联谐振电路	63
第4章	电机及驱动电路	67
4.1	电磁基本概念	68
4.1.1	磁场与磁力线	68
4.1.2	电动力的产生原理	72
4.2	直流电机	73
4.2.1	直流电动机的基本结构及分类	73
4.2.2	直流电动机的工作原理	74
4.2.3	直流电动机的功率和效率	77
4.2.4	直流电动机的电压平衡关系	78
4.2.5	直流电动机的启动、调速与反转	78
4.3	录音机电机及驱动电路	80
4.3.1	录音机电机的结构特点	80
4.3.2	录音机电机的稳速装置	82
4.4	录像机电机及驱动电路	86
4.4.1	鼓电机及其驱动电路	87
4.4.2	主导轴电机及其驱动电路	89
4.4.3	电机的转速和相位检测	91
4.5	实用电路	96
4.5.1	光控电机驱动电路	96
4.5.2	可双向旋转的光控电机驱动电路	96
第5章	半导体器件	99
5.1	半导体的基本特性	100
5.1.1	物质的导电特性	100
5.1.2	半导体的种类和特点	100
5.2	半导体二极管	103
5.2.1	载流子的漂移和扩散	103
5.2.2	PN结及其单向导电性	104
5.3	半导体三极管	110
5.3.1	三极管的结构	110
5.3.2	三极管的电流放大作用	112
5.3.3	晶体管的特性曲线	116

5.2.4	晶体管的主要参数.....	118
5.4	场效应管.....	121
5.4.1	结型场效应管.....	121
5.4.2	绝缘栅型场效应管(MOS FET).....	124
5.4.3	场效应管与普通三极管的比较.....	125
5.5	晶闸管(可控硅).....	125
5.5.1	晶闸管的结构、特点及电路符号.....	125
5.5.2	晶闸管的工作原理.....	126
5.5.3	主要技术参数.....	126
5.6	半导体器件型号命名方法.....	127
5.7	集成电路.....	128
5.8	万用表检测晶体管放大倍数的方法.....	128
第6章	基本放大电路.....	129
6.1	放大器的种类和特点.....	130
6.1.1	放大器的基本功能.....	130
6.1.2	放大器的种类.....	131
6.1.3	电压放大和电流放大.....	131
6.2	基本放大电路的构成.....	133
6.2.1	基本放大电路的组成.....	133
6.2.2	静态工作点的设置.....	134
6.2.3	电流的放大作用.....	135
6.2.4	信号中直流与交流的关系.....	137
6.3	共射极放大电路的工作原理.....	138
6.3.1	直流通路和交流通路.....	138
6.3.2	静态工作点的计算.....	139
6.3.3	交流参数的计算.....	140
6.3.4	非线性失真.....	146
6.3.5	放大电路的稳定性.....	147
6.4	共集电极放大电路.....	150
6.4.1	静态工作点的计算.....	151
6.4.2	交流参数的计算.....	152
6.5	共基极放大器.....	153
6.5.1	共基极电路的静态工作点.....	153
6.5.2	交流参数的计算.....	154
6.6	放大电路的频率特性.....	155
6.6.1	影响频率特性的主要元件.....	155
6.6.2	放大器的频率特性.....	156
6.6.3	影响频率特性的因素.....	157

6.6.4	展宽频带的方法.....	158
6.7	场效应管放大电路.....	160
6.7.1	自给偏压共源放大电路.....	160
6.7.2	栅极接正电位的共源放大电路.....	163
6.8	调谐放大电路.....	164
6.8.1	调谐放大器的功能.....	164
6.8.2	基本调谐放大电路的构成及特点.....	165
6.8.3	LC 并联谐振回路及频率特性.....	166
6.8.4	调谐放大器性能分析.....	168
6.8.5	实用调谐放大电路.....	170
6.9	放大电路中的负反馈.....	172
6.9.1	反馈的基本概念.....	172
6.9.2	反馈类型的判别.....	174
6.9.3	负反馈对放大电路性能的影响.....	176
6.9.4	负反馈放大电路分析举例.....	181
6.10	关于分贝(dB)的概念.....	183
第7章	直流放大器.....	185
7.1	直流放大器的功能特点.....	186
7.2	直接耦合放大电路.....	186
7.2.1	单管直接耦合放大电路.....	186
7.2.2	两级直接耦合放大电路.....	188
7.3	直接耦合放大电路的零点漂移.....	188
7.3.1	零点漂移的概念及产生的原因.....	189
7.3.2	抑制零点漂移的方法.....	189
7.4	差动放大电路.....	189
7.4.1	基本差动放大电路.....	189
7.4.2	射极耦合差动放大电路.....	191
7.4.3	差动放大电路的连接方式.....	192
7.5	运算放大电路.....	194
7.5.1	运算放大电路的基本接法.....	194
7.5.2	运算放大电路的典型应用.....	196
第8章	功率放大器.....	199
8.1	功率放大器的特点.....	200
8.1.1	功率放大器的基本特点.....	200
8.1.2	功率放大器的种类.....	200
8.1.3	甲类放大器的特性.....	202
8.2	乙类推挽功率放大电路.....	204

8.2.1	乙类推挽放大的结构和工作原理	204
8.2.2	乙类放大器的计算	206
8.3	互补对称功率放大电路	208
8.3.1	甲乙类的互补对称电路	208
8.3.2	单电源互补对称电路	209
8.3.3	采用复合管的互补对称电路	211
8.4	集成功率放大电路	212
8.4.1	集成功率放大器的输出级电路	212
8.4.2	集成功率放大器的典型应用	214
8.5	音频功率放大器	216
8.5.1	音频功率放大器的种类	216
8.5.2	音频功率放大器的性能指标	217
8.5.3	音频功率放大器的电路结构和工作原理	223
8.6	实用电路	242
8.6.1	大功率双声道音频放大器	242
8.6.2	杜比环绕立体声音频信号处理电路	243
8.6.3	杜比环绕立体声解码集成电路	244
8.6.4	杜比逻辑定向环绕立体声解码处理电路	245
8.6.5	环绕声处理电路	246
8.6.6	多声道音频信号处理电路	246
第 9 章	振荡电路	247
9.1	振荡电路的基本原理	248
9.1.1	振荡现象	248
9.1.2	振荡电路工作原理	249
9.2	振荡器的组成及振荡条件	250
9.2.1	振荡器的组成	250
9.2.2	振荡条件	251
9.3	LC 正弦振荡电路	251
9.3.1	互感耦合 LC 振荡电路	252
9.3.2	三点式振荡电路	253
9.4	石英晶体振荡电路	256
9.4.1	石英晶体谐振器的特性	256
9.4.2	石英晶体正弦波振荡电路	258
9.5	RC 正弦波振荡电路	259
9.5.1	移相式振荡器电路	259
9.5.2	桥式振荡电路	260
9.6	实用电路	262
9.6.1	“钟声”效果发生器的电路及制作	262

9.6.2 单声道变双声道立体声转换电路	265
第 10 章 脉冲和数字电路	267
10.1 脉冲信号和数字电路	268
10.2 脉冲信号的基本特点	268
10.3 脉冲信号的产生电路	271
10.3.1 RC 电路	271
10.3.2 RL 电路	273
10.3.3 RC 电路和应用	274
10.4 多谐振荡器	277
10.4.1 非稳态多谐振荡器	278
10.4.2 双稳态电路	281
10.4.3 单稳态电路	288
10.4.4 间歇振荡器	295
10.4.5 锯齿波产生电路	297
第 11 章 电源电路	303
11.1 电源电路的功能和结构	304
11.2 变压和整流电路	305
11.2.1 变压器	305
11.2.2 整流电路	305
11.2.3 半波整流电路	306
11.2.4 全波整流电路	306
11.2.5 桥式整流电路	308
11.3 滤波电路	309
11.3.1 电容滤波电路	309
11.3.2 电感滤波电路与 LC 滤波电路	312
11.4 稳压电路	313
11.4.1 稳压管稳压电路	313
11.4.2 串联型稳压电路	313
11.5 稳压电路实例分析	315
11.5.1 低压小电流稳压电源	315
11.5.2 典型稳压电源电路	316
11.6 集成稳压电源	317
11.6.1 三端集成稳压器的基本应用电路	317
11.6.2 提高输出电压的应用电路	318
11.6.3 扩大输出电流的电路	318
11.7 开关电源	319
11.7.1 开关电源的基本特点	319

11.7.2	开关电源的基本构成	320
11.8	电路应用实例	322
第 12 章	调制与解调电路	325
12.1	电波与传输的基本知识	326
12.1.1	电波的基本特点	326
12.1.2	电波的发射和传播	329
12.2	调制与解调的基本方法	331
12.2.1	调制与解调的基本概念	331
12.2.2	声音信号的调制和发射	332
12.3	调制的种类	335
12.3.1	调制的种类及其信号波形	335
12.3.2	振幅调制	336
12.3.3	频率调制	340
12.4	无线电信号发射和接收的基本过程	343
12.4.1	发射的基本过程	343
12.4.2	接收的基本过程	344
12.5	调幅信号的检波电路	344
12.5.1	大信号包络检波	345
12.5.2	小信号平方律检波	346
12.5.3	线性检波	347
12.6	调频信号的解调电路——鉴频器	347
12.6.1	斜率鉴频器	348
12.6.2	相位鉴频器	349
12.7	变频电路	353
12.7.1	变频器的构成及变频原理	353
12.7.2	变频电路	355
12.8	实用电路与制作	356
12.8.1	再生式收音机电路	356
12.8.2	超再生式收音机电路	357
12.8.3	场效应管高放式收音机电路	358
12.8.4	场效应管电路及特性	359
12.8.5	直放式场效应管收音机电路	359
12.8.6	FM 收音机电路	361
12.8.7	IC 化低频放大器	363
12.8.8	IC 化微型收音机	363
12.8.9	AM 调制小功率发射机	365
12.8.10	FM 调制小功率发射机	366
12.8.11	双管袖珍收音机	367

第 1 章

常用电子元器件的 基本功能和特点

1.1 电阻器

1.1.1 电阻器的功能

物体对电流通过的阻碍作用称为“电阻”，利用这种阻碍作用做成的元件称为电阻器，简称“电阻”。

在电子设备中有多种电子元器件，其中电阻是使用最多的元件。它的功能是通过分压电路为其他电子元器件提供所需的电压，通过限流电路提供所需的电流。

不同材料的物体对电流的阻力是不同的，同时电阻(R)还与物体的长度(L)成正比，而与其横截面积(S)成反比，电阻的公式为：

$$R = \rho L/S$$

式中的比例系数 ρ 叫做物体的电阻系数或电阻率，它与物体材料的性质有关，在数值上等于单位长度、单位截面积的物体在 20°C 时所具有的电阻值。

表 1-1 列出了常用导体的电阻率。银、铜、铝等的电阻率比较小，因此，铜、铝被广泛地用来制作导线。银的电阻率虽小，但由于价格昂贵，常用做镀银线。而有些合金，如康铜、镍铬合金等的电阻率较大，常用来制造电热器及电阻器的电阻丝。

表 1-1 常用导体的电阻率

材料名称	20℃时的电阻率 ρ ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$)
银	0.016
铜	0.0172
金	0.022
铝	0.029
铂	0.0477
钨	0.049
锌	0.059
镍	0.073
铁	0.0978
铂	0.105
锡	0.114
铅	0.206
汞	0.958
碳	25
康铜(54%铜, 46%镍)	0.50
锰铜(86%铜, 12%锰, 2%镍)	0.43

不同材料的电阻率是不同的。相同材料做成的导体，直径越大，电阻越小；反之则越大。长度越长，电阻越大；反之则越小。

此外，导体的电阻大小还与温度有关系。对金属材料，其电阻随着温度的升高而增大；对石墨和碳，其电阻随温度的升高而减小。