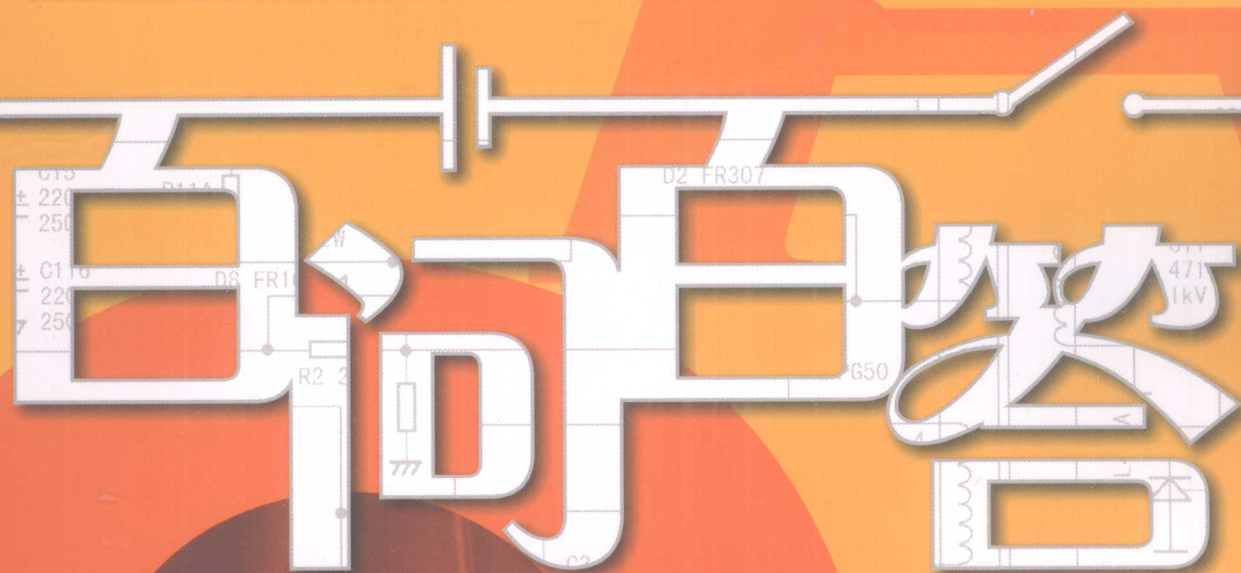


电子元器件 识别与检测

问答



■ 肖景和 编著



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电子元器件识别与检测百问百答

肖景和 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

电子元器件识别与检测百问百答 / 肖景和编著. —北京:
人民邮电出版社, 2009. 7
ISBN 978-7-115-19246-2

I. 电… II. 肖… III. ①电子元件—识别—问答②电子
元件—检测—问答 IV. TN60-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第182180号

内 容 提 要

本书以问答的形式,对电子元器件的识别和检测知识进行了通俗易懂、尽可能详尽的介绍。本书涉及的元器件种类包括电阻器、电容器、电感器、片状元器件、晶体滤波器、晶体二极管、晶体三极管、晶闸管、敏感元器件和传感器以及其他元器件,对每一种元器件都介绍了外形识别、结构特点、工作原理、参数选择、性能检测等实用知识与技能,所列问题与知识点都是电子技术爱好者和从业人员最为关心和必需掌握的。

本书可供广大的电子技术爱好者、电子技术从业人员阅读。

电子元器件识别与检测百问百答

- ◆ 编 著 肖景和
责任编辑 付方明
- ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5
字数: 398千字 2009年7月第1版
印数: 1—4000册 2009年7月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-19246-2/TN

定价: 29.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

随着电子技术的不断发展，各行各业、各个领域都随处可见电子产品的身影。电子元器件是电子产品的基本组成单位，借助它们得以实现各种复杂功能，因此，了解元器件的性能、掌握其识别和检测方法，是学习电子技术的重要基础和必须掌握的一项基本技能。

但是，电子元器件种类繁多，要掌握此项技能并非易事。为了满足广大电子技术从业者、爱好者和初学者对于电子元器件识别和检测知识的需求，我们调研了多数人在学习、实际工作中遇到的基础问题和容易迷惑的问题，针对这些问题，我们在系统梳理的基础上，一一进行了专题式的回答。

本书涉及的元器件种类包括电阻器、电容器、电感器、片状元器件、晶体滤波器、晶体二极管、晶体三极管、晶闸管、敏感元器件、传感器等，覆盖面广。相比较其他同类图书，本书并非提纲挈领地简单罗列问题和答案，而是针对问题进行发散性地解答，力争使读者尽可能多地掌握相关知识，知其然，也能知其所以然。可以说，本书不仅仅是让初学者入门的读物，更是让他们快速从入门到精通的学习、使用手册。

本书具有以下几个特点：

- 一问一答，针对性强；
- 语言简洁，轻松掌握；
- 专题讲解，透彻明了。

由于本人水平和写作时间有限，书中难免有疏漏之处，欢迎广大读者提出宝贵意见。

编著者

目 录

第1章 电子元器件基础知识	1
第1节 电阻器	1
1. 什么是电阻器？它在电路中起什么作用？	1
2. 常用电阻器有哪些种类？各有什么特点？	1
3. 我们在使用电阻时发现电阻的阻值大多不是整数，这种阻值的标准是根据什么确定的？在使用时应当怎样识别它们？	2
4. 什么是电位器？电位器有哪些类型？	3
5. 线性电位器、指数式电位器和对数式电位器分别使用在什么电路中？各有什么作用？	3
第2节 电容器	4
1. 什么是电容器？电容器是怎样通过充放电来储存电荷的？	4
2. 电容器为什么能够通过交流电？	5
3. 电容器是电子电路应用最多的元件之一，它在电路中都有哪些作用？	6
4. 电容器按照它们的构成有哪些种类？它们的应用范围有哪些？在电路图中如何区分？	10
5. 什么是有机介质薄膜电容器？目前有机薄膜电容器有哪些品种？各有什么特点？主要应用在什么电路中？	13
6. 什么是钽电解电容器？钽电解电容与铝电解电容有什么不同？	16
7. 什么是无极性电解电容器？它和普通的铝电解电容器有什么不同？无极性电解电容器主要用在什么地方？使用时应注意什么？	19
8. 如何根据电容器外壳上的文字符号识别电容器？	21
9. 什么是容抗？电容器的容抗是如何形成的？	23
第3节 电感器	24
1. 什么是电感器？电感器是根据什么原理制成的？	24
2. 什么是电感器的感抗？电感器的感抗怎样计算？它的单位是什么？	25
3. 电感器在电子电路中有什么应用？电感器有哪些种类？它们是怎样区分的？	26
4. 什么是电感器和电容器的 Q 值？电感器和电容器 Q 值的高低对它在电路中的应用有什么意义？	30
第4节 片状元器件	33

1. 什么是片状元器件? 片状元器件有什么优点?	33
2. 片状元器件有哪些种类? 它们的特点是什么? 有哪些型号和规格?	33
第5节 晶体滤波器	38
1. 石英晶体是一种什么样的元件? 它有什么工作特性, 为什么用它可以组成振荡器? 石英晶体有哪些种类?	38
2. 什么是陶瓷滤波元件? 它和石英晶体元件有什么相同和不同? 陶瓷滤波器有哪些种类和型号?	41
3. 什么是声表面波器件? 它用在什么地方? 应用原理是什么?	43
第6节 晶体二极管	44
1. 什么是晶体二极管? 晶体二极管有什么样的特性? 什么是二极管的伏安特性曲线, 它是怎么绘制出来的? 二极管的种类与型号是怎样命名的?	44
2. 从二极管的伏安特性曲线可以看到什么? 怎样分析二极管的伏安特性曲线?	45
3. 检波二极管、整流二极管和开关二极管有什么不同?	47
4. 什么是全桥组件? 全桥组件有哪些结构形式? 怎样识别它们的引脚?	48
5. 什么是快恢复二极管? 快恢复二极管有什么结构特点? 应用在什么地方?	50
6. 什么是变容二极管? 变容二极管为什么能代替可变电容器用于调谐电路?	53
7. 什么是瞬态电压抑制二极管, 用在什么地方?	55
8. 开关二极管有什么特性? 它应用在什么地方?	56
9. 什么是双向二极管? 双向二极管有什么特性? 应用在什么地方?	60
10. 什么是肖特基二极管? 肖特基二极管有什么结构特点? 主要应用在什么地方?	62
11. 什么是红外线发光二极管? 它有什么特点? 红外线发光二极管有哪些品种?	64
12. 发光二极管是根据什么原理制成的? 它有哪些工作特性? 它有哪些品种?	68
13. 发光二极管的光学参数有哪些? 它的应用有哪些?	69
14. LED 数码管的内部是什么样的结构? 它有什么特点?	71
15. LED 数码管有哪些种类?	73
16. 近年来市场上出现了一种超高亮度的 LED, 用这种 LED 不仅可以组成各种信号标志, 甚至组成照明器具。那么, 这种 LED 与普通 LED 有什么不同? 它有什么样的工作特性? 怎样使用?	74
17. 普通发光二极管只能发出一种颜色的光, 而变色发光二极管却能发出三种颜色的光, 这是为什么?	77
第7节 晶体三极管与场效应管	80
1. 什么是晶体三极管?	80
2. 晶体管的外形有各种封装, 怎样区分它们? 它们的名称是什么?	81
3. 晶体管的型号是怎样命名的? 怎样根据晶体管的标记来识别晶体管?	86
4. 锗晶体管和硅晶体管有什么不同?	87

5. 查阅晶体管手册的时候看到表内列有 h_{ie} 、 h_{fe} 、 h_{re} 和 h_{oe} 等项交流参数, 这些参数有的有单位, 有的没有单位, 而且单位的名称也不一样, 这些参数有什么意义?	89
6. 怎样根据 h_{fe} 标志区分晶体管的放大倍数?	92
7. 什么是晶体管的 f 参数?	94
8. 什么是晶体管的输入、输出特性曲线, 它对晶体管的使用有何意义?	96
9. 什么是晶体管的饱和压降? 在电路中怎样测量晶体管的饱和压降?	101
10. 什么是高频晶体管的高频优质?	101
11. 晶体管手册中有 I_{CBO} 、 I_{CEO} 、 I_{CES} 和 I_{CER} 四种电流, 还有 BV_{CBO} 、 BV_{CEO} 、 BV_{CES} 和 BV_{CER} 四种电压, 它们的名称与含义是什么? 在电路使用中有何意义?	103
12. 什么是晶体管的二次击穿?	107
13. 晶体管作为开关管使用时, 它表现了什么样的工作特性?	107
14. 什么是场效应晶体管? 场效应管的工作原理与晶体管有什么不同? 场效应管有什么特性? 场效应管在使用上与普通晶体管有什么相同和不同?	111
15. 什么是 MOS 场效应晶体管? MOS 场效应管的工作原理与结型场效应管有什么不同?	116
16. MOS 场效应管有什么特点? MOS 场效应管在使用上与普通晶体管有什么相同和不同?	118
17. 什么是双栅场效应管? 双栅场效应管是怎样工作的? 双栅场效应管的性能特点是什么? 这种场效应管应用在什么地方?	119
18. 在制作电路时如何选用适合于电路的晶体管? 在修理过程中又如何来选择适合于电路的代用晶体管?	122
第 8 节 晶闸管	124
1. 单向晶闸管的内部结构和工作原理是什么?	124
2. 什么是晶闸管的伏安特性曲线? 怎样分析晶闸管的伏安特性曲线?	125
3. 双向晶闸管是一种什么样的器件? 它和单向晶闸管有什么不同? 双向晶闸管是怎样工作的?	126
4. 双向晶闸管采用什么样的触发方式? 哪一种触发方式是最常用的, 这种触发方式有什么优点?	128
5. 什么是单结晶体管? 它有什么样的工作特性?	131
6. 单结晶体管常用来组成晶闸管的触发电路, 这种触发电路的工作原理是什么?	134
7. 使用双向晶闸管要注意些什么?	135
8. 光晶闸管是一种什么样的器件, 它是怎样工作的?	135
第 9 节 敏感元器件和传感器	137
1. 什么是传感器? 常用的传感器有哪些? 它们的特性是什么?	137

2. 什么是温度传感器？温度传感器有哪几种类型？它们的工作原理与特点是什么？	140
3. 什么是 PTC 热敏电阻？什么是 NTC 热敏电阻？	143
4. 什么是集成温度传感器？它与热敏电阻式测温元件相比有什么优越性？目前最常用的集成温度传感器有哪几种？	146
5. 什么是半导体气敏元件？它们为什么能检测有害气体？	153
6. 光敏电阻是根据什么原理制成的？它有什么特点？	155
7. 光电二极管的内部是什么样的结构？它有什么样的工作特性？	157
8. 光电二极管有哪些种类？怎样选用光电二极管？	159
9. 什么是光电耦合器件？它有什么特点？它的内部是什么样的结构？	160
10. 常用的光电耦合器有哪些品种和类型？	162
11. 驻极体话筒是一种常用的声—电信号转换器件，它的内部是怎样组成的？常用的驻极体话筒有哪些品种和规格？	163
12. 驻极体话筒在使用时怎样和电路连接？怎样用简单的方法来测试和检验驻极体话筒？	165
13. 什么是霍尔元件？霍尔元件有哪几种类型？霍尔元件有哪些用途？	167
14. 什么是热释电红外传感器？它有什么样的工作特性？为什么热释电红外传感器必须要配以菲涅尔透镜？	173
15. 电火锅和电饭煲中有一种称作温度保险丝的控温元件，这种控温元件是一种什么样的元件？它都有哪些品种和规格？它的特点是什么？	177
16. 在不少家用电热器具中，还有一种称作过热保护器的控温元件，这种控温元件的构造和工作原理是什么？它有哪些品种和规格？使用中应注意什么？	180
17. 什么是 CCD 图像传感器？什么是 CMOS 图像传感器？	183
18. CMOS 图像传感器与 CCD 图像传感器比较，各有什么优缺点？	186
第 10 节 其他元器件	187
1. 电源变压器是根据什么原理制成的？常用的电源变压器有哪些种类？各有什么特点？	187
2. 在使用线圈和变压器时经常会遇到一个名词——同名端。那么，什么是线圈和变压器的同名端？同名端在线圈和变压器的使用中有什么意义？	189
3. 小型直流继电器是一种常用的电路控制组件，它的内部组成是怎样的？小型直流继电器主要参数有哪些？怎样根据它的用途和参数选用继电器？	192
4. 什么是固态继电器？它的内部结构与工作原理是什么？它有什么特点？	195
5. 什么是集成稳压器？集成稳压器是如何实现它的稳压效果的？常用的集成稳压器有哪些？	197
6. 集成稳压器使用十分方便，但输出电流和电压较小。如何扩大集成稳压器的输出电流和提高输出电压？	202
7. 什么是集成电路？集成电路有哪些类型品种？	205

8. 集成电路品种繁多, 封装各异, 如何根据封装形式识别各种集成电路的引脚?	208
9. 如何根据集成电路上的标记识别进口集成电路?	210
第2章 电子元器件的检测	214
1. 用万用表的“ Ω ”挡测量电阻的阻值时, 如何才能测得比较准确的阻值?	214
2. 在一些电流测量的仪表中, 往往需要一只低阻值的电阻作为电流表的分流电阻, 如何用一些较简单的方法取得和测量这种低阻值电阻?	214
3. 怎样用指针式万用表检测普通电容器?	217
4. 用万用表检测电容器时, 怎样根据表盘刻度值估算电容器的容量?	218
5. 怎样用万用表检测小容量电容器?	219
6. 怎样用万用表检测大容量电解电容器?	220
7. 怎样用万用表检测电感器?	223
8. 怎样用万用表检测普通二极管?	224
9. 用万用表检测二极管时, 为什么采用不同的欧姆挡位, 所测出的结果会出现不同的阻值?	224
10. 怎样用万用表检测高压桥堆和全桥组件?	227
11. 怎样用万用表检测稳压二极管?	227
12. 怎样用万用表检测发光二极管?	228
13. 怎样用万用表检测红外发射管与红外接收管?	228
14. 怎样用万用表检测变容二极管?	230
15. 怎样用万用表检测光电二极管与光电三极管?	230
16. 怎样用万用表检测双向触发二极管?	232
17. 怎样用万用表检测瞬态电压抑制二极管?	232
18. 怎样用万用表检测快恢复、超快恢复二极管?	232
19. 怎样用万用表检测光耦合器?	232
20. 怎样采用最简单的方法测试二极管和晶体管反向击穿电压?	233
21. 怎样用万用表配合一台测试仪来测试晶体管的反向击穿电压?	237
22. 怎样用万用表来判别晶体管的类型、晶体管的引脚和测试晶体管的放大能力?	238
23. 用万用表测晶体管时应注意什么?	241
24. 怎样用万用表对超高频管进行筛选?	241
25. 怎样用万用表测试大功率晶体管的好坏和放大能力?	242
26. 怎样用万用表测试大功率晶体管的各项直流参数?	244
27. 怎样用万用表测试结型场效应管?	246
28. 怎样用万用表测出单结晶体管的电极? 怎样测量它的分压比?	248
29. 怎样用万用表测试单向晶闸管?	250
30. 怎样用万用表检测双向晶闸管?	251
31. 怎样用万用表检测片状元器件?	252

第 1 章 电子元器件基础知识

第 1 节 电 阻 器

1. 什么是电阻器？它在电路中起什么作用？

电阻器是一种在电子电路中应用最多、最常用的电子元件之一，通常简称为电阻。电阻器在电路中是一种控制电路中电流大小的电子元件，通过控制电流，达到如下目的：为放大电路建立合适的电流工作点；通过分压为放大电路建立合适的电压工作点；作为负载电阻，从放大电路中取得放大信号；与电容配合，取得延时和定时控制信号；与电容配合，组成微分或积分电路，对信号进行整形变换；与电容配合组成电源滤波电路等。

电阻器按照其结构可分为固定电阻和可变电阻（或称可调电阻）。固定电阻是一种阻值固定的电阻，这种电阻按其组成材料，可分为碳膜电阻、金属膜电阻和线绕电阻。

可变电阻是一种阻值可以改变的电阻，按其组成和结构又可分为滑动式可调电阻和电位器。除此以外，还有一些具有特殊功能和特殊用途的电阻，如作为检测温度用的热敏电阻和检测光照用的光敏电阻等，这些电阻可以称为敏感电阻，一般不作为电阻类元件来对待。

2. 常用电阻器有哪些种类？各有什么特点？

常用电阻器按照结构可分为固定电阻和可调电阻，其中固定电阻按照组成材料可分为碳膜电阻、金属膜电阻和线绕电阻。

（1）固定电阻

① 碳膜电阻。碳膜电阻是将含碳有机化合物在高温真空炉中通过高温分离出碳，并将其沉积到陶瓷质圆柱形基体表面上而形成的电阻体，在该电阻体上加装金属接头和引线，在其表面涂以环氧树脂保护层和油漆后，即成为以碳膜材料为电阻体的电阻元件。

碳膜电阻的阻值范围较宽，可从零点几欧姆到几百兆欧。碳膜电阻的阻值受电压和频率变化的影响较小，电阻的温度系数不大并且是负值，因此具有良好的阻值稳定性。此外，它的价格便宜，用途广，是目前生产量最大和用途最广的电阻元件。

碳膜电阻的外形为两端带有金属引线的圆柱体，体积因功率大小而略有不同。碳膜电阻的电阻体表面涂有绿色漆皮，表面上标注有阻值数和阻值精度偏差等级标记。

② 金属膜电阻。金属膜电阻是将高阻值金属或合金材料通过真空镀膜技术，将电阻材料镀着在陶瓷质的圆柱体表面上而形成的电阻体，经过加装接头及引线、表面涂漆和标注数值后成为电阻元件。

金属膜电阻因加工工艺和所使用的金属材料的不同，又分为金属薄膜电阻、金属氧化膜

电阻和金属釉膜电阻。

金属膜电阻体的表面通常涂有深红色漆皮,外面以数字标明电阻值和阻值精度偏差等级。金属膜电阻的性能优于碳膜电阻,它的阻值精度高,温度稳定性好。此外,在相同的标称功率下,金属膜电阻体积较小,因此这种电阻最适用于对稳定性和精度要求较高的电子电路。

③ 线绕电阻。线绕电阻是以高阻金属导线在绝缘陶瓷圆柱体上绕制形成的电阻。通常所用的金属导线有镍铬线、锰铜合金线以及康铜线,绕好的电阻体外常涂以黑色或绿色的绝缘保护层。对于可调线绕电阻,还在电阻体的侧面留出一条空带,以便与滑动调节臂接触,实现调节功能。线绕电阻一般用于大功率、耐高温的工作环境。

(2) 可调电阻

可调电阻是一种连续可调的电阻器,它是为了适应电路中需要随时改变电阻阻值,或电路中所需要的电阻阻值不在电阻阻值系列之内,而电路中又需要精确调整其工作电流时而设计制作的一种电阻。可调电阻一般都制作成圆片形的,电阻膜片上设置了可以调节的滑动触点、旋动臂以及旋动轴等。当转动旋动轴时,通过旋动臂和滑动触点在环形膜片上的滑动,可取得与旋转角度相对应的电阻值,通过阻值的调节变化,可将输出电压调节到所需要的数值。可调电阻一般仅在电路调整或维修时使用,平时不再调整,因此体积较小,结构也较为简单,一般没有调节手柄,只设一个改锥调节孔。

3. 我们在使用电阻时发现电阻的阻值大多不是整数,这种阻值的标准是根据什么确定的?在使用时应当怎样识别它们?

对于电阻(也包括电容)的标称值为什么不是整数,可以从两个方面来说明:第一,从使用者的角度来说,在电子电路中所使用的电阻的阻值范围是很广的,可以是自然数中的任何一个数值,而且电路中任何一只电阻,除了特殊应用(例如万用表中所用电阻)外,一般都允许有一定的误差。这些误差可以从5%到20%,将电阻值按一定的规律顺序排列来生产,可以组成自然数中的大多数阻值,这些阻值再与允许偏差相配合,就可以满足任何一种电路的需要。

第二,从生产的角度来说,人们需要的电阻器的阻值是多种多样的,但电阻器生产厂家出于对生产成本的考虑,不可能按照每个人需要的具体阻值来安排生产。为了既便于组织生产,又能满足使用者要求,就需要按一定的科学规律设计电阻器的阻值系列。

国家标准委员会按照统计学原理,对电阻器生产制定了一个产品系列标准。该国家标准将我国的电阻系列标准分为E6、E12和E24三个系列,每个系列规定了若干个阻值,并附带了精度标准。按照这个标准来生产,就可做到科学合理,两者兼顾。

电阻标准系列E6、E12和E24是这样形成的:每一系列的两相邻电阻阻值之间按照一个公比来排列,例如对于E6系列,它们的公比是1.468 7,约等于1.5。E12系列的公比是1.211 5,约等于1.2。E24系列的公比是1.100 7,约等于1.1。

在电阻系列标准中,E6系列共有6个品种。这6个品种的阻值数分别是:1.0、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8。误差范围为 $\pm 20\%$ 。

E12系列共有12个品种,它们的阻值数分别是:1.0、1.2、1.5、1.8、2.2、2.7、3.3、3.9、4.7、5.6、6.8、8.2。误差范围为 $\pm 10\%$ 。

E24 系列共有 24 个品种，它们的阻值数分别是：1.0、1.2、1.3、1.5、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.7、3.0、3.3、3.6、3.9、4.3、4.7、5.1、5.6、6.2、6.8、7.5、8.2、9.1。误差范围为 $\pm 5\%$ 。

电阻生产厂家在大批量的生产同一挡的成品时，其阻值不可能做得一模一样，总会有些偏差。由于在标准系列中的每个系列中，相邻两个阻值数的正负偏差的极限值总是相衔接或重叠的。这样，当产品制成后，通过分检，不管它的实际值为多少，都可以归入系列的某一阻值挡，这样，所生产出的每一批产品，就不会出现任何废品了。

例如，E6 系列中，1.0 这个数的正偏极限为 $(1.0+1.0\times 20\%)=1.2$ ，这个数值与下一个数值 1.5 的负偏极限 $(1.5-1.5\times 20\%)=1.2$ 正好衔接。

在 E24 系列中，2.2 的正偏极限为 $(2.2+2.2\times 5\%)=2.31$ ，这个值正好与下一个 2.4 的负偏极限 $(2.4-2.4\times 5\%)=2.28$ 相重叠。

了解以上情况后，就不难理解电阻器标称值中的这些“怪”数字了。在实际使用中，如果发现某一电阻的阻值不是标称值，可选用一个实际值与标称值接近的电阻器代换，也可以用电阻器串、并联的方法来达到阻值要求。

上述关于电阻值的系列标准，同时也是电容器的容量系列标准。

4. 什么是电位器？电位器有哪些类型？

电位器是一种体积较大、结构相对复杂的可调电阻，一般的电位器总是装有金属外壳和调节手柄。这是为了适应它随时需要调整阻值的工作特点而设的，例如收音机或音响设备，经常需要通过调节电位器的阻值来改变其音量的大小。

电位器按照其电阻膜片所使用的材料可分为：碳膜电位器、合成碳膜电位器、无机实心电位器、金属膜电位器、氧化膜电位器和线绕电位器等。

电位器按照结构和外形又可分为：普通电位器、双联电位器、带开关电位器、直滑式电位器、超小型带开关电位器、微调电位器以及多圈电位器等。

如果按照滑动触点的旋转角度和输出端阻值变化的关系，电位器可分为线性电位器、指数式电位器和对数式电位器。线性电位器的滑动触点旋转时，它的电阻阻值与旋转角度的关系是按线性规律变化的；指数式电位器的滑动触点旋转时，它的电阻阻值与旋转角度的关系是按指数规律变化的；对数式电位器的滑动触点旋转时，它的电阻阻值与旋转角度的关系是按对数规律变化的。

三种电位器中，线性电位器的输出特性与滑动触点的旋转角度成线性关系，在电路中主要用于分压调节。在电位器的外壳上，除了标注它的阻值外，还在阻值的后面加上字母“X”，以示与其他电位器的区别。

5. 线性电位器、指数式电位器和对数式电位器分别使用在什么电路中？各有什么作用？

直滑式电位器的电阻体被制作成条形，它的外形也呈长方体，在长方体的上面设有调节手柄。直滑式电位器一般为线性电位器。这种电位器用在音响功率放大器中的音调调节电路中，装在放大器的前面板上排成一列，进行音调调节时一目了然，十分清晰。

指数式电位器的输出特性与滑动触点的旋转角度成指数关系，在外壳上以字母“Z”作为标志。这类电位器专用于各种音响电路的音量调节，目的是使音量变化符合人耳的听觉特性。

对数式电位器的输出特性与滑动触点的旋转角度成对数关系，在外壳上以字母“D”作为标志。这种电位器用于音响电路中的音调控制电路。

电位器的标称阻值范围及规格系列和电阻系列完全相同。

第2节 电 容 器

1. 什么是电容器？电容器是怎样通过充放电来储存电荷的？

从电容器的名称上可以看出，它是一种“电的容器”，具体地说，是一种储存电荷的“容器”。尽管电容器品种繁多，形态各异，但它们的基本结构是相同的。广义地说，两片相距很近的金属板（或金属薄膜）中间被绝缘的物质（固体、气体或液体）所隔开，就构成了电容器，如图 1-1 所示。两片金属板称为电容器的极板，中间的绝缘物质叫做介质。

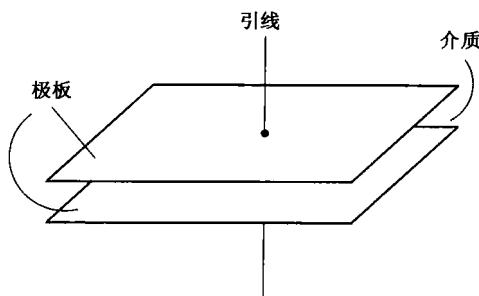


图 1-1 最简单的电容器

（1）电容器储存电荷（充电）的过程

电容器储存电荷的过程可以用图 1-2 来说明。把电容器的两个极板分别接在电源的正、负极上，由于电源的正极带正电，将吸引与它相连的极板上带负电的自由电子，使这块极板因失去了负电荷而带正电；电源的负极带负电，会把带负电的自由电子排斥到与它相连的极板上，这块极板因获得负电荷而带负电，如图 1-2（a）所示。由于两片极板面积较大，距离很近，正、负电荷之间有着较强的吸引力，这时，即使把电源断开，两片极板上的电荷仍然会保留下来，这就相当于电容器储存了电荷，如图 1-2（b）所示。

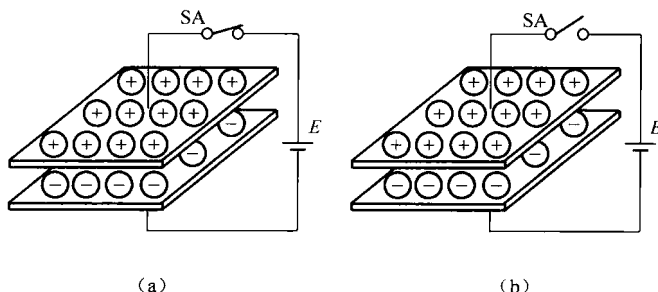


图 1-2 电容器储存电荷的过程

值得注意的是,随着电容器极板上正、负电荷的积累,两极板之间就建立起电压,也积蓄了电能,这个过程称为电容器储存电荷的过程,也就是电容器的充电过程。

为了对电容器的充电过程有一个直观的印象,我们先来做一个简单的实验,将一个未充电的电容器接入图 1-3 所示的电路中。电路中我们选了一个大容量的铝电解电容,使实验过程看得较为明显。

实验开始时,首先将开关 SA 合向 1 点,对电容进行充电,这时会看到灯泡突然发亮,这说明电路中有电流流过,这一电流便是电容器的充电电流,电容器正在被电源 E 充电。随着时间的延续,我们会看到小灯泡由亮逐渐变暗,这说明电路中的电流逐渐由大变小。经过一段时间之后,灯泡熄灭,说明电流已等于零,充电过程就结束了。

在电容器的充电过程中,为什么电路中的电流会由大变小直至最后没有电流了呢?这是因为当开关 SA 合向 1 点的瞬间,电容器上还没有电荷,电容器两端的电压等于零,电源电压几乎全部加在灯泡的两端,所以流过灯泡的充电电流最大,灯泡最亮。

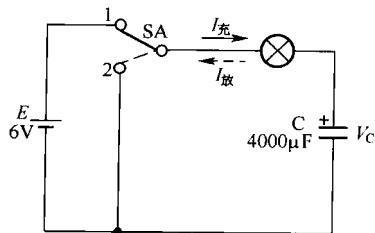


图 1-3 电容器的充放电实验电路

随着充电过程的进行,两极板分别积累了一定的正、负电荷,电容器两端的电压也由零值逐渐升高,这就使灯泡两端的电压逐渐减小。随着电容器两端电压的上升,充电电流也逐渐减小。最后,当电容器极板上的电荷积累到一定程度,它两端的电压 (V_C) 升高到 E 时,由于 V_C 与 E 的极性相同,达到了动态平衡,电容器极板上的电荷不再变动,充电电流等于零,充电过程也就结束了。

电容器充电的物理过程可以这样解释:当接通充电回路的直流电源后,电源的正极将与它相连的(电容器的)极板上吸引电子,电源的负极则将电子排斥到与它相连的(电容器的)极板上,电路中出现了自由电子的有规则的运动,形成了电容器的充电电流。

随着充电过程的进行,极板上积累的电荷越来越多,这种吸引和排斥电子的强度越来越弱,使充电电流由大逐渐减小,而电容器两端的电压则由零逐渐增大。当电容器两端的电压上升到与电源电压相等时,电子运动结束,充电电流变为零,充电过程也就结束了。

(2) 电容器的放电过程

一个充好电的电容器,它的两端建立起一定的电压,当我们将电容器的两端直接连接或通过一定负载连接后,在电压的作用下,储存在极板上的电荷就会作反方向的运动。这一过程是作为电容器所储存的电荷向电路释放的过程,这一过程称为电容器的放电。

为了直观地理解电容器的放电过程,我们继续进行如图 1-3 所示的简单实验。当电容器 C 充好电后,把开关 SA 扳向 2 点,注意观察将会发现,在开关接通之初灯泡突然变亮,随后逐渐变暗,最后熄灭。这个实验首先说明,充好电的电容器是储存了电荷的,其次说明在接通开关后有电流流过放电回路,这是由于它能使灯泡发光。这个电流便是电容器的放电电流。最后灯泡熄灭,说明电容器放电结束。

2. 电容器为什么能够通过交流电?

交流电源通过电容器的过程就是电容器连续不断充放电的过程。

图 1-4 是交流电源通过电容器的示意图。图中的正弦曲线代表了交流电的一个周期的电压随时间变化的波形。当交流电在正弦波形的 0~1 阶段，由于电压是上升的，因此，串接在电路中的电容器进入充电过程。这时，电容器中与电源相连的一个极板（暂称为正极板）从电源中取得正电荷并不断增加，另一个极板则为了取得与正极板的平衡，也以相应的数量从负载电路中取得负电荷。当电压升到最大值时，电容器两极板上所充电荷达到最大值。

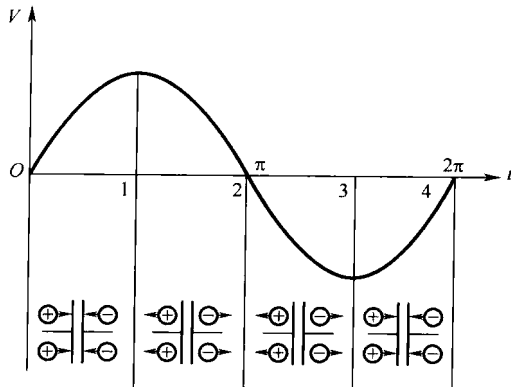


图 1-4 电容器通过交流电的过程

随后，在 1~2 阶段，交流电源的电压开始下降。这时，正极板上的正电荷向原来相反的方向运动，而电容器的另一极板为了与正极板取得平衡，它上面的负电荷也以同样的速度向相反的方向运动，即电容器进入放电阶段。在 2~3 阶段，由于电压继续下降，电容器的放电继续进行。当电压降至最低点时，电容器放电停止。

当交流电压到达最低点后又立即转入上升阶段，即 3~4 阶段。进入这一阶段后，电容器从放电阶段又转入充电阶段，重复着上述过程，直到电源电压的最高点。

在上述交流电源对电容器的充电过程中，交流电源虽然只对电容器的正极板提供电荷。但是为了与正极板取得平衡，负极板也被迫不断地与负载间进行着电荷的交换运动。这一交换运动所形成的电荷的流动以及伴随电荷流动所形成的电动势，和电源对正极板所提供的充电电流和电压相对应。这样，我们就可以认为是交流电源通过了电容器。

交流电通过电容器的过程实际上是交流电源对电容器反复不断进行充、放电的过程。由此不难推断，如果将直流电加到电容器上，由于仅在通电之初有一次充电，在断开电源之后也仅有一次放电，而无中间的反复充放电。因而在负载上得不到反复变化的充、放电电流，也就是说电容器不能通过直流电。

3. 电容器是电子电路应用最多的元件之一，它在电路中都有哪些作用？

电容器在电子电路中有着极其广泛的用途，伴随着它的用途和在电路中的作用，都有一个相应的名称，如用来作电源滤波的电容器称为“滤波电容”，用来传递信号的电容器称为“耦合电容”。下面介绍几个在电路最常使用的电容及其相应的名称。

图 1-5 是一例晶体管收音机的电路图，在这里我们并不是要介绍这个收音机，而是通过一例收音机的原理图来介绍电容器。我们先从电源开始逐个介绍。

（1）电源退耦电容

图 1-5 中的 C40、C37 及 C31、C8 的作用是为防止因电池即将耗尽时内阻增大而对电路形成的噪声和失真。

当电池能量即将耗尽时，由于内阻增大，输出电流减小，使输出信号在应到达峰值时得不到足够的电流供给而产生削顶失真。又会因连续不断的电流供给不足而出现信号中断，当信号连续发生中断时，就会形成输出信号“扑、扑”的噪声。

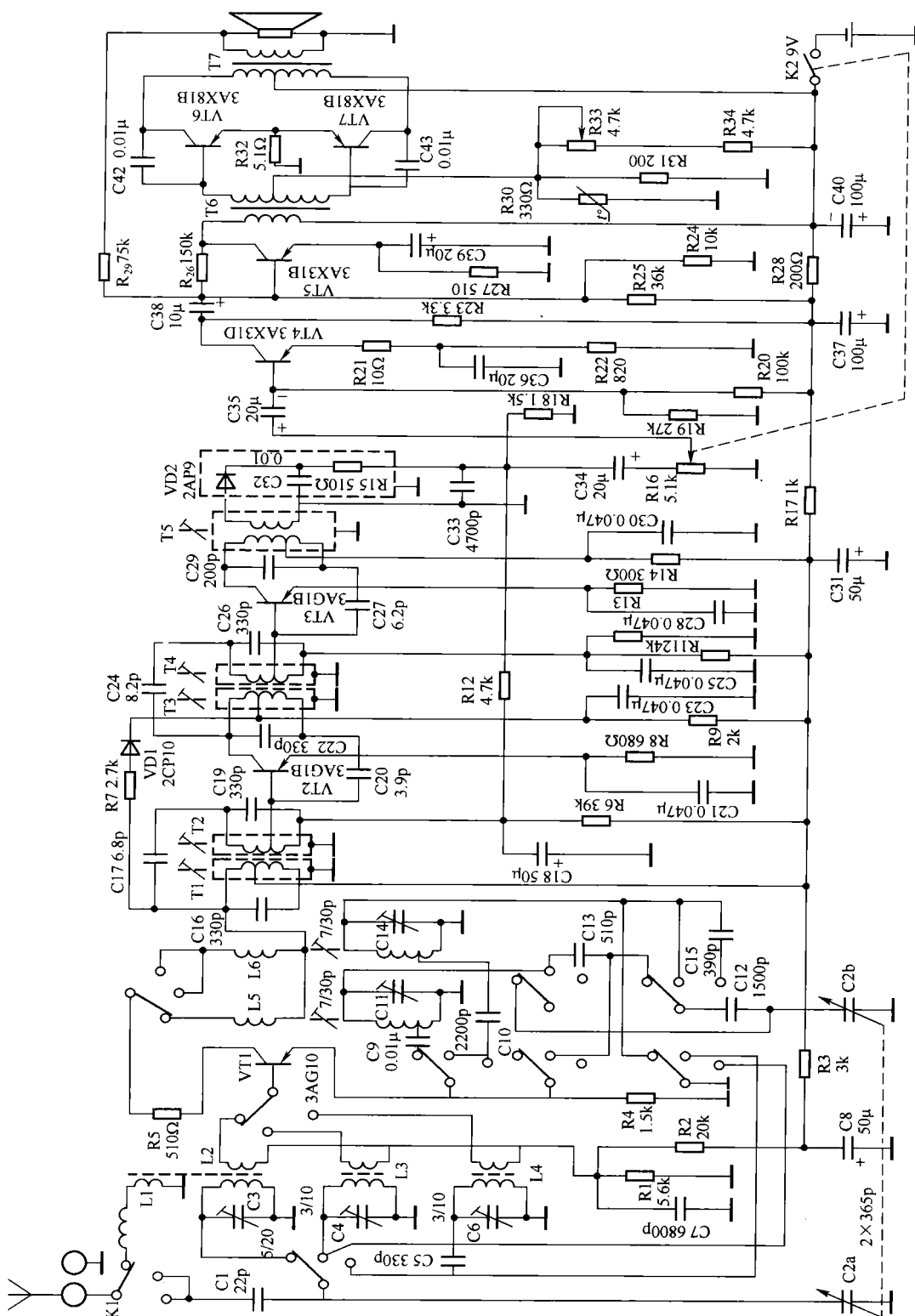


图 1-5 晶体管收音机中的电容

当加入退耦电容后,利用电容器的充放电原理,在信号幅度较小的阶段,电容进行充电;在信号幅度较大时,电池输出的电流加上电容的放电,补充电池输出电流的不足,使输出信号不会因电池输出电流不足而产生失真和噪声。

(2) 电源滤波电容

如果本电路采用市电经交流电源降压、桥式整流后作为工作电源,即用交流电源整流后的电源接到图 1-5 中电池的位置上。这时, C40、C37 及 C31、C8 称为滤波电容,作用是利用电容器的充放电作用,将整流后的带有纹波的直流电源变为平滑的直流电源。

电源滤波电容和退耦电容一般采用容量较大的电解电容。

在滤波电路中,两只电容之间还加有一只电阻,如 R28、R17 及 R3。它们的作用是提高滤波效果,在滤波电路中称为“ π 形”滤波电路。

在本电路中,检波二极管 VD2 的输出端还接有一组由 C32、R15 和 C33 组成的 π 形滤波电路,这种电路又称为“信号滤波电路”。它的作用是将检波后的音频信号中混入的噪声和尖脉冲滤除掉,使音质变得纯正。

信号滤波电容一般采用容量较小的电容,其容量应满足滤除某一频率以上的噪声和尖脉冲。容量取大了反而会因充放电时间太长而造成对信号的损失。

(3) 耦合电容

耦合电容的作用是将交流信号、音频信号、高频信号或脉冲信号传递到下级电路。

在本电路中如 C34、C35,它将经过检波、滤波后的音频信号传送到信号预放管 VT4 的基极。C38 将预放后的信号传送到推动管 VT5 的基极,经 VT5 将信号放大后又通过推动变压器将信号传送到推挽功放管 VT6、VT7。

耦合电容的容量应根据通过电容的信号频率范围来选取,容量太小了会造成对低频信号的损失。

(4) 反馈电容

反馈电容一般连接在电路的信号输出端与输入端之间。反馈有正反馈和负反馈,在放大电路中多用负反馈。它的作用:一是通过负反馈抑制某一信号频率,相对提升某一信号频率,达到改善输出信号质量的目的;二是通过负反馈稳压电路的工作点,保证电路正常工作。

在本电路中,有几处具有负反馈功能的反馈电容。这些电容又按照其在电路中的不同作用,有自己的名称。

① 低音提升电容:电路中,功放推挽输出管 VT6、VT7 的集电极与基极间的电容 C42、C43 为负反馈电容,是通过电容衰减信号中的高频部分,相对地达到提升低音的目的。由于该电容是为了衰减高频,所以容量较小。

② 中和电容:中和电容是接在中频放大管 VT2、VT3 的输出端与输入端之间的负反馈电容,目的是消除中放自激。由于中放电路实际上是一个谐振电路,很容易产生自激,所以必须加入“中和电容”。

在本电路中, C20、C27 就是中和电容。