

步步为营

—— 校园电子技术学业规划

—— 著名作者带您

“帥”

先突破电子技术

# 电子元器件 应用实战

Electronic Elements Applying Practice

◎ 胡 斌 编著

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



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

步步为营——校园电子技术学业规划

# 电子元器件应用实战

胡 斌 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书面向电子技术初学者介绍电子元器件基础知识,内容包括电阻、电容、电感、二极管、三极管、集成电路、场效应管、电子管,以及晶闸管等元器件知识。针对每种常用元器件均给出实物图、参数识别方法、主要特性分析及典型应用电路分析,使读者对常用电子元器件有一个整体认识,并能联系其在实际电路中的具体应用,将“理论联系实际”落实到电子元器件的学习中。

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

电子元器件应用实战 / 胡斌编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.4

(步步为营: 校园电子技术学业规划)

ISBN 978-7-121-08605-2

I. 电… II. 胡… III. ①电子元件 ②电子器件 IV. TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 048633 号

策划编辑: 赵丽松 zls@phei.com.cn 电话: 010-88254452

责任编辑: 李雪梅

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市万和装订厂

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: 24.25 字数: 620.8 千字

印 次: 2009 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 39.80 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 zlts@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

★★★★★

打造一套学生心目中的“典藏之书”

本书为《步步为营——校园电子技术学业规划》系列丛书的第二本，是有志于深层次掌握电子技术的读者的精品读本。

所谓步步为营，就是为广大在校生、刚进入电子行业的毕业生、电子爱好者全力打造一套层次分明、由浅入深、由表及里、理论联系实际的实用性系列丛书，其目的是使在校生迅速进入理论学习角色、使毕业求职的学生轻松面对主考官面试、使刚踏进工作岗位的毕业生快速将理论知识应用到实际工作中。

笔者借助自身著作（90 余本）、二十多年写作经历、对电子技术理解和多年来网络辅导体会，写作“图表细说系列”等多套具有影响力的丛书的成功经验，自信能够铸就一套学生、读者心目中的“典藏之书”。

## 本书明显优势

- ★ 元器件知识与典型应用电路的有机组合，理论联系实际，活学现用。
- ★★ 透彻加精细的讲解，将一知半解消灭在朦胧状态，不留下困惑。
- ★★★ 系统性、层次性、逻辑性和细节表现让你轻松上手。

## 这样学习更好更快

???

电子技术教材是不是还需要补充元器件知识

各类电子技术教材基本上不涉及电子元器件知识，只是在实验环节讲授一些简单的元器件知识，这样的教学显然存在一些不足之处。

（1）电子元器件是电子电路的什么？它是电子电路的最小元素，形形色色的元器件构成了电子电路。首先学好元器件知识才能更快、更好、更加深入地学好电子电路，所以在学习电子技术教材之前系统地学习元器件知识，无疑对学习很有帮助，否则学习存在一定的断层。

（2）电子电路功能是靠什么实现的？是靠各种特性的元器件有机集合、整合而实现的。在设计电路、计算参数前先学习元器件知识才更科学，可以减轻一些学习中的“痛苦”，学习可以轻松一些。

（3）试想如果元器件特性搞不懂能设计好电路吗？如果我们不清楚二极管 PN 结的温度特性，如何利用这一特性去进行温度补偿电路的设计？所以在学好电子电路设计之前应该掌握元器件的特性等重要知识。

（4）试想如果电路图都看不懂能搞好电路设计吗？电路设计并不全是原始创新，更不是全盘否定原先的电路，绝大多数情况是包括了借鉴、移植、整合、局部创新等，那么不懂元器件知识能看懂电路图吗？不能，至少不能深入看懂，所以学好元器件对分析电路工作原理有着举足轻重的作用。

（5）新型元器件层出不穷，试想如果不随时跟踪这方面的最新知识能赶上电子技术的发展吗？说穿了，电子技术的发展就是新器件技术的发展。显然，从这个层面上讲，电子元器件知识够我们学一辈子，元器件知识是很重要的。

## 思考与启发

★★★★★

能不能得到一点启发

走笔至此，我们是不是可以得到这样的几个初步结论：

(1) 如果你是刚进校门的学生，那么知道元器件知识应该先行于对电子技术其他知识的学习，在学习电子技术教材之前最好能系统地恶补元器件知识，对学习教材有用，可以学得轻松些，可以知道我们在计算什么？为何而计算，做到心中有数，有的放矢。

(2) 如果你已经学完了电子技术教材，做过许多道计算题了，终于要走向工作岗位了，那么你也应该快速且系统地恶补元器件知识，你会明白原来做了那么多的题目是这么一回事，可迅速将你的理论知识优势转化成实际工作能力的优势，还可以在就业面试中轻松自如应对考官的提问，考官绝对不会让你去计算三极管静态工作点这样的“教科书”式问题，因为考官也早还给老师了。

(3) 如果你刚刚走上工作岗位，那么也请你快速而系统地恶补元器件知识，因为你很快就要遇到各种各样工作中的实际问题，首先就是这些元器件知识，而不是什么让你计算某多级放大器增益。如果你先于同时进入公司的同事补习了元器件知识，那么你将先人一步进入实际工作的角色。

## 本书核心内容提示

★★★★★

快速了解本书核心内容

|                         |                                                                                                                |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第 1 章 元器件学习内容和系统学习方法指引  | 本章教你学习方法，激发学习热情，这是本书的开卷内容。没有科学的学习方法会走上一段弯路，没有大志可能会半途而废。                                                        |
| 第 2~3 章 电阻类元器件知识与应用电路   | 几十种电阻的典型应用电路，各类敏感电阻器的实用电路，让你大开眼界的同时，学到实实在在的知识和电路分析技巧。                                                          |
| 第 4~5 章 电容类元器件知识与应用电路   | 如果想深入掌握电路工作原理，那扎实地掌握元器件特性是关键，而电容的特性众多，变化丰富，是元器件中的重点和难点，且电容与其他元器件组合而成的电路更是千变万化。书中几十种电容器的各类典型应用电路让你领略了电子电路的大千世界。 |
| 第 6 章 电感类元器件知识与应用电路     | 电感类元器件种类众多，特别是运用电感原理构成的各类电子元器件更是令你眼花缭乱。本书中的几十种电感典型应用电路可以让你系统地掌握这些电路工作原理，通过学习使你具备举一反三，触类旁通的能力。                  |
| 第 7 章 二极管知识与应用电路        | 系统讲解了 20 多种不同类型二极管知识及它们的典型应用电路，让你对二极管电路有一个最新的认识。                                                               |
| 第 8 章 三极管知识与应用电路        | 三极管是放大之神，通过对这部分内容的学习，你将从真正意义上掌握三极管是如何放大信号的，使你对三极管的有关困惑一扫而光。                                                    |
| 第 9~11 章 其他数种元器件知识与应用电路 | 讲述了数十种各类元器件知识和它们的典型应用电路，使你的电子技术水平达到一个更大、更远、更强的平台，为你下一步学习做好足够准备。                                                |

★★★★★

作者亲临网络辅导第一线为你解决学习中的困惑，助一臂之力

古木电子社区：<http://gumu.eefocus.com/>

江苏大学 胡斌



# 目 录

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 第 1 章 元器件学习内容和系统学习方法指引 .....      | 1  |
| 1.1 电子元器件学习内容和系统学习方法综述 .....      | 1  |
| 1.1.1 电子元器件学习内容 .....             | 1  |
| 1.1.2 系统学习努力减少知识断层 .....          | 2  |
| 1.1.3 学习初期应“照单全收” .....           | 5  |
| 1.1.4 从分子层面理解错得很离谱 .....          | 5  |
| 1.1.5 理论与实践的矛盾 .....              | 6  |
| 1.2 “我的 500”行动是成才的“良方 + 绝招” ..... | 7  |
| 1.2.1 “我的 500”行动核心内容 .....        | 7  |
| 1.2.2 培养习惯和心理暗示 .....             | 8  |
| 1.2.3 踏实行动从现在开始 .....             | 10 |
| 1.3 元器件知识学习须知 .....               | 10 |
| 1.3.1 识别电子元器件 .....               | 10 |
| 1.3.2 掌握电子元器件的主要特性 .....          | 12 |
| 1.3.3 检测元器件五种方法 .....             | 13 |
| 第 2 章 电阻类元器件实用知识 .....            | 14 |
| 2.1 电阻类元器件 .....                  | 14 |
| 2.1.1 电阻类元器件种类综述 .....            | 14 |
| 2.1.2 普通电阻器和精密电阻器实物认识和特点综述 .....  | 15 |
| 2.1.3 敏感电阻器和其他电阻器实物认识及特点综述 .....  | 17 |
| 2.1.4 可变电阻器实物认识及特点综述 .....        | 19 |
| 2.1.5 电位器实物认识及特点综述 .....          | 21 |
| 2.2 电阻类元器件电路符号信息及标称参数识别方法 .....   | 24 |
| 2.2.1 普通电阻器电路符号信息及标称参数识别方法 .....  | 24 |
| 2.2.2 可变电阻器电路符号识图信息及工作原理解说 .....  | 31 |
| 2.2.3 电位器电路符号识图信息及工作原理解说 .....    | 32 |
| 2.2.4 敏感电阻器电路符号信息及工作原理解说 .....    | 36 |
| 2.2.5 熔断电阻器电路符号信息及工作原理解说 .....    | 41 |
| 2.2.6 排阻电路符号信息及实用知识解说 .....       | 42 |
| 第 3 章 电阻类元器件典型应用电路分析 .....        | 45 |
| 3.1 普通电阻典型应用电路分析 .....            | 45 |
| 3.1.1 纯电阻串联电路和纯电阻并联电路分析 .....     | 45 |
| 3.1.2 电阻分压电路分析 .....              | 46 |
| 3.1.3 带负载电路的电阻分压电路分析 .....        | 48 |

|        |                                   |    |
|--------|-----------------------------------|----|
| 3.1.4  | 电压供给电路 .....                      | 49 |
| 3.1.5  | 直流电压电阻降压电路分析 .....                | 50 |
| 3.1.6  | 电阻隔离电路分析 .....                    | 50 |
| 3.1.7  | 电流变化转换成电压变化的电阻电路分析 .....          | 52 |
| 3.1.8  | 电阻分流电路分析 .....                    | 53 |
| 3.1.9  | 电阻限流保护电路分析 .....                  | 54 |
| 3.1.10 | 音量调节限制电阻电路和阻尼电阻电路分析 .....         | 55 |
| 3.1.11 | 电阻消振电路和负反馈电阻电路分析 .....            | 55 |
| 3.1.12 | 恒流录音电阻电路分析 .....                  | 56 |
| 3.1.13 | 交流信号电阻分压衰减电阻电路和基准电压电阻分级电路分析 ..... | 57 |
| 3.1.14 | 上拉电阻电路和下拉电阻电路分析 .....             | 58 |
| 3.2    | 可变电阻器应用电路分析 .....                 | 59 |
| 3.2.1  | 三极管偏置电路中可变电阻电路分析 .....            | 59 |
| 3.2.2  | 光头自动功率控制电路——灵敏度调整电路分析 .....       | 59 |
| 3.2.3  | 立体声平衡控制中的可变电阻电路分析 .....           | 60 |
| 3.2.4  | 直流电动机转速调整中的可变电阻电路分析 .....         | 61 |
| 3.3    | 电位器应用电路分析 .....                   | 61 |
| 3.3.1  | 单声道和双声道音量控制器电路分析 .....            | 61 |
| 3.3.2  | 立体声平衡控制器电路分析 .....                | 63 |
| 3.4    | 敏感电阻器典型应用电路分析 .....               | 65 |
| 3.4.1  | NTC 热敏电阻器抑制浪涌电路分析 .....           | 65 |
| 3.4.2  | PTC 热敏消磁电阻器电路分析 .....             | 66 |
| 3.4.3  | PTC 热敏电阻器开水自动报警电路分析 .....         | 67 |
| 3.4.4  | 气敏电阻器火灾报警器电路分析 .....              | 68 |
| 3.4.5  | 光敏电阻器控制电路分析 .....                 | 69 |
| 3.4.6  | 湿敏电阻器应用电路分析 .....                 | 69 |
| 3.4.7  | 磁敏电阻器应用电路分析 .....                 | 70 |
| 3.4.8  | 压敏电阻器应用电路分析 .....                 | 70 |
| 第 4 章  | 电容类元器件实用知识 .....                  | 72 |
| 4.1    | 初步认识电容类元器件 .....                  | 72 |
| 4.1.1  | 电容器种类和外形特征解说 .....                | 72 |
| 4.1.2  | 几种电容器个性综述 .....                   | 75 |
| 4.1.3  | 微调电容器和可变电容器外形特征解说 .....           | 76 |
| 4.1.4  | 电容类元器件电路符号解读 .....                | 78 |
| 4.2    | 普通电容器应用知识 .....                   | 80 |
| 4.2.1  | 普通电容器基本结构和主要参数解说 .....            | 80 |
| 4.2.2  | 电容器参数识别方法解说 .....                 | 82 |
| 4.3    | 电解电容器应用知识 .....                   | 86 |
| 4.3.1  | 电解电容器种类和结构解说 .....                | 87 |
| 4.3.2  | 有极性电解电容器引脚极性识别方法解说 .....          | 89 |

|              |                               |           |
|--------------|-------------------------------|-----------|
| 4.4          | 微调电容器和可变电容器应用知识 .....         | 90        |
| 4.4.1        | 微调电容器工作原理解说 .....             | 90        |
| 4.4.2        | 可变电容器工作原理解说 .....             | 91        |
| 4.4.3        | 微调电容器和可变电容器型号命名方法解说 .....     | 94        |
| <b>第 5 章</b> | <b>电容器主要特性及典型应用电路分析 .....</b> | <b>95</b> |
| 5.1          | 电容器主要特性解说 .....               | 95        |
| 5.1.1        | 电容器直流电源充电和放电特性解说 .....        | 95        |
| 5.1.2        | 电容器交流电源充电和放电特性解说 .....        | 96        |
| 5.1.3        | 电容器储能特性和容抗特性解说 .....          | 99        |
| 5.1.4        | 电容两端电压不能突变特性解说 .....          | 100       |
| 5.1.5        | 电解电容器主要特性解说 .....             | 101       |
| 5.2          | 电容串联电路和并联电路特性解说 .....         | 102       |
| 5.2.1        | 电容串联电路及特性解说 .....             | 102       |
| 5.2.2        | 电容并联电路及特性解说 .....             | 103       |
| 5.3          | 电容器典型应用电路分析 .....             | 105       |
| 5.3.1        | 电容分压电路分析 .....                | 105       |
| 5.3.2        | 电容降压电路分析 .....                | 105       |
| 5.3.3        | 电容耦合电路分析 .....                | 107       |
| 5.3.4        | 电容滤波电路分析 .....                | 110       |
| 5.3.5        | 安规电容抗高频干扰电路分析 .....           | 112       |
| 5.3.6        | 退耦电容电路分析 .....                | 115       |
| 5.3.7        | 高频消振电容电路分析 .....              | 116       |
| 5.3.8        | 消除无线电波干扰的电容电路分析 .....         | 116       |
| 5.3.9        | 中和电容电路分析 .....                | 117       |
| 5.3.10       | 实用有极性电解电容并联电路分析 .....         | 119       |
| 5.3.11       | 温度补偿型电容并联电路分析 .....           | 120       |
| 5.3.12       | 有极性电解电容串联电路分析 .....           | 120       |
| 5.3.13       | 扬声器分频电容电路分析 .....             | 122       |
| 5.3.14       | 多个小电容串并联电路分析 .....            | 123       |
| 5.3.15       | 四种发射极旁路电容电路分析 .....           | 123       |
| 5.3.16       | 微控制器集成电路中电容复位电路分析 .....       | 126       |
| 5.3.17       | 静噪电容电路分析 .....                | 127       |
| 5.3.18       | 加速电容电路分析 .....                | 128       |
| 5.4          | 阻容电路分析 .....                  | 129       |
| 5.4.1        | RC 串联电路分析 .....               | 130       |
| 5.4.2        | RC 并联电路和 RC 串并联电路分析 .....     | 131       |
| 5.4.3        | RC 消火花电路分析 .....              | 133       |
| 5.4.4        | 话筒电路中的 RC 低频噪声切除电路分析 .....    | 134       |
| 5.4.5        | RC 录音高频补偿电路分析 .....           | 135       |
| 5.4.6        | RC 去加重电路分析 .....              | 136       |



|              |                          |            |
|--------------|--------------------------|------------|
| 5.4.7        | 积分电路分析                   | 137        |
| 5.4.8        | 微分电路分析                   | 138        |
| 5.4.9        | RC 低频衰减电路和 RC 低频提升电路分析   | 140        |
| 5.4.10       | RC 移相电路分析                | 141        |
| <b>第 6 章</b> | <b>电感类元器件实用知识及应用电路分析</b> | <b>143</b> |
| 6.1          | 初识电感类元器件                 | 143        |
| 6.1.1        | 认识电感类元器件外形特征             | 143        |
| 6.1.2        | 认识变压器元器件外形特征             | 146        |
| 6.2          | 电感类元器件实用知识               | 149        |
| 6.2.1        | 电感类元器件电路符号识图信息解读         | 149        |
| 6.2.2        | 电感器工作原理及参数识别方法           | 151        |
| 6.2.3        | 变压器工作原理及参数识别方法           | 154        |
| 6.3          | 电感器和变压器主要特性解说            | 156        |
| 6.3.1        | 电感器主要特性解说                | 156        |
| 6.3.2        | 变压器主要特性解说                | 159        |
| 6.4          | 电感器应用电路分析                | 164        |
| 6.4.1        | 电源电路中电感滤波电路分析            | 164        |
| 6.4.2        | 共模和差模电感电路分析              | 165        |
| 6.4.3        | 视频检波线圈电路分析               | 166        |
| 6.4.4        | 行振荡线圈电路分析                | 168        |
| 6.4.5        | 偏转线圈电路分析                 | 169        |
| 6.4.6        | 行线性线圈电路分析                | 170        |
| 6.5          | LC 谐振电路和 RL 移相应用电路分析     | 171        |
| 6.5.1        | LC 自由谐振解说                | 171        |
| 6.5.2        | LC 并联谐振电路主要特性解说          | 173        |
| 6.5.3        | LC 并联谐振电路分析              | 175        |
| 6.5.4        | LC 串联谐振电路主要特性解说          | 177        |
| 6.5.5        | LC 串联谐振电路分析              | 179        |
| 6.5.6        | RL 移相电路分析                | 181        |
| 6.6          | 变压器应用电路分析                | 182        |
| 6.6.1        | 电源变压器电路分析                | 182        |
| 6.6.2        | 枕形校正变压器应用电路分析            | 183        |
| 6.6.3        | 开关变压器应用电路分析              | 184        |
| 6.6.4        | 行输出变压器应用电路分析             | 185        |
| 6.6.5        | 音频输入变压器和输出变压器电路分析        | 186        |
| 6.6.6        | 中频变压器电路分析                | 188        |
| 6.6.7        | 线间变压器电路分析                | 189        |
| 6.6.8        | 振荡变压器电路分析                | 189        |
| <b>第 7 章</b> | <b>二极管实用知识及应用电路分析</b>    | <b>191</b> |
| 7.1          | 初步认识二极管                  | 191        |

|        |                      |     |
|--------|----------------------|-----|
| 7.1.1  | 二极管种类及外形特征解说         | 191 |
| 7.1.2  | 二极管电路符号识图信息解说        | 192 |
| 7.2    | 常用二极管实用知识及应用电路分析     | 194 |
| 7.2.1  | 二极管型号命名方法解说          | 194 |
| 7.2.2  | 二极管主要参数和引脚极性识别方法解说   | 195 |
| 7.2.3  | 二极管结构及基本工作原理解说       | 197 |
| 7.2.4  | 二极管主要特性解说            | 198 |
| 7.2.5  | 二极管整流电路分析            | 202 |
| 7.2.6  | 继电器驱动电路中二极管保护电路分析    | 204 |
| 7.2.7  | 二极管温度补偿电路分析          | 205 |
| 7.2.8  | 二极管简易直流稳压电路分析        | 207 |
| 7.2.9  | 二极管控制电路分析            | 207 |
| 7.2.10 | 二极管检波电路分析            | 209 |
| 7.2.11 | 二极管限幅电路分析            | 212 |
| 7.2.12 | 二极管开关电路分析            | 213 |
| 7.3    | 桥堆实用知识和应用电路分析        | 214 |
| 7.3.1  | 桥堆基本知识解说             | 214 |
| 7.3.2  | 桥堆应用电路分析             | 216 |
| 7.4    | 发光二极管实用知识和应用电路分析     | 217 |
| 7.4.1  | 普通发光二极管外形特征和种类解说     | 217 |
| 7.4.2  | 普通发光二极管工作原理和主要参数解说   | 218 |
| 7.4.3  | 普通发光二极管应用电路分析        | 220 |
| 7.4.4  | 红外发光二极管实用知识解说        | 221 |
| 7.5    | 稳压二极管实用知识和应用电路分析     | 222 |
| 7.5.1  | 稳压二极管外形特征和种类解说       | 223 |
| 7.5.2  | 稳压二极管结构和工作原理解说       | 224 |
| 7.5.3  | 稳压二极管主要参数和重要特性解说     | 225 |
| 7.5.4  | 稳压二极管多种类型应用电路分析      | 226 |
| 7.6    | 变容二极管实用知识及应用电路分析     | 228 |
| 7.6.1  | 变容二极管外形特征和种类解说       | 228 |
| 7.6.2  | 变容二极管工作原理和主要参数解说     | 229 |
| 7.6.3  | 变容二极管应用电路分析          | 230 |
| 7.6.4  | 开关二极管实用知识及应用电路分析     | 230 |
| 7.7    | 其他十三种二极管实用知识及应用电路分析  | 231 |
| 7.7.1  | 肖特基二极管实用知识及应用电路分析    | 231 |
| 7.7.2  | 快恢复和超快恢复二极管          | 232 |
| 7.7.3  | 恒流二极管实用知识和应用电路分析     | 234 |
| 7.7.4  | 变阻二极管实用知识和应用电路分析     | 236 |
| 7.7.5  | 瞬态电压抑制二极管实用知识及应用电路分析 | 236 |
| 7.7.6  | 双向触发二极管实用知识及应用电路分析   | 238 |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 7.7.7 其他七种二极管实用知识综述 .....             | 239        |
| <b>第8章 三极管实用知识和直流电路分析 .....</b>       | <b>242</b> |
| 8.1 初步认识三极管 .....                     | 242        |
| 8.1.1 三极管种类及外形特征解说 .....              | 242        |
| 8.1.2 三极管电路符号识图信息解说 .....             | 244        |
| 8.1.3 三极管三种工作状态解说 .....               | 246        |
| 8.1.4 三极管各电极电压与电流关系解说 .....           | 249        |
| 8.1.5 三极管封装和主要参数解说 .....              | 250        |
| 8.2 三极管主要特性解说 .....                   | 251        |
| 8.2.1 三极管电流放大和控制特性解说 .....            | 253        |
| 8.2.2 三极管集电极与发射极之间内阻可控和开关特性解说 .....   | 254        |
| 8.2.3 发射极电压跟随基极电压特性和输入、输出特性解说 .....   | 254        |
| 8.3 三极管直流电路分析 .....                   | 256        |
| 8.3.1 三极管电路分析方法及静态电路影响解说 .....        | 256        |
| 8.3.2 三极管静态电流作用及其影响解说 .....           | 259        |
| 8.4 三大类十多种三极管偏置电路分析 .....             | 260        |
| 8.4.1 三极管四种固定式偏置电路分析 .....            | 260        |
| 8.4.2 三极管七种分压式偏置电路解说 .....            | 263        |
| 8.4.3 四种集电极—基极负反馈式三极管偏置电路分析 .....     | 266        |
| 8.5 三极管集电极和发射极直流电路分析 .....            | 267        |
| 8.5.1 七种三极管集电极直流电路分析 .....            | 267        |
| 8.5.2 七种三极管发射极直流电路分析 .....            | 269        |
| <b>第9章 集成电路实用知识 .....</b>             | <b>271</b> |
| 9.1 集成电路实用知识解说 .....                  | 271        |
| 9.1.1 集成电路外形特征解说 .....                | 271        |
| 9.1.2 集成电路种类和特点解说 .....               | 272        |
| 9.1.3 集成电路电路符号和应用电路识图方法解说 .....       | 276        |
| 9.2 集成电路引脚分布规律及引脚号识别方法解说 .....        | 277        |
| 9.2.1 识别集成电路引脚号意义解说 .....             | 278        |
| 9.2.2 集成电路引脚分布规律及识别方法解说 .....         | 278        |
| 9.3 集成电路参数解说 .....                    | 283        |
| 9.3.1 集成电路两项参数解说 .....                | 283        |
| 9.3.2 集成电路资料解说举例 .....                | 284        |
| 9.4 集成电路型号识别方法解读 .....                | 287        |
| 9.4.1 我国集成电路型号命名方法和国外集成电路字头符号解读 ..... | 287        |
| 9.4.2 部分国家集成电路型号命名方法 .....            | 290        |
| 9.5 集成电路电源引脚和接地引脚外电路分析 .....          | 292        |
| 9.5.1 电源引脚和接地引脚外电路分析 .....            | 292        |
| 9.5.2 集成电路的电源引脚电路分析 .....             | 293        |
| 9.5.3 数字集成电路电源引脚电路分析 .....            | 295        |

|               |                                               |            |
|---------------|-----------------------------------------------|------------|
| 9.5.4         | 集成电路接地引脚的外电路分析 .....                          | 296        |
| 9.5.5         | 集成电路电源引脚和接地引脚的四种组合电路分析 .....                  | 298        |
| <b>第 10 章</b> | <b>场效应管、电子管和晶闸管实用知识及应用电路分析 .....</b>          | <b>303</b> |
| 10.1          | 场效应管实用知识及直流偏置电路分析 .....                       | 303        |
| 10.1.1        | 认识场效应管 .....                                  | 303        |
| 10.1.2        | 场效应管电路符号识图信息解读 .....                          | 305        |
| 10.1.3        | 场效应管结构和工作原理解说 .....                           | 307        |
| 10.1.4        | 场效应管主要特性和参数解说 .....                           | 308        |
| 10.1.5        | 场效应管实用偏置电路分析 .....                            | 310        |
| 10.2          | 电子管实用知识及直流电路分析 .....                          | 314        |
| 10.2.1        | 电子管外形特征和电路符号解说 .....                          | 314        |
| 10.2.2        | 电子管结构和工作原理解说 .....                            | 316        |
| 10.2.3        | 电子管主要特性和参数解说 .....                            | 317        |
| 10.2.4        | 电子管放大器直流电路分析 .....                            | 318        |
| 10.3          | 晶体闸流管实用知识及应用电路分析 .....                        | 319        |
| 10.3.1        | 晶闸管外形特征和电路符号解说 .....                          | 319        |
| 10.3.2        | 普通晶闸管实用知识及应用电路分析 .....                        | 322        |
| 10.3.3        | 门极关断晶闸管实用知识及应用电路分析 .....                      | 326        |
| 10.3.4        | 逆导晶闸管实用知识及应用电路分析 .....                        | 327        |
| 10.3.5        | 双向晶闸管实用知识及应用电路分析 .....                        | 328        |
| 10.3.6        | 温控晶闸管实用知识及应用电路分析 .....                        | 330        |
| 10.3.7        | 部分晶闸管引脚分布规律解说 .....                           | 330        |
| <b>第 11 章</b> | <b>其他几十种元器件实用知识及应用电路综述 .....</b>              | <b>332</b> |
| 11.1          | 石英晶振、陶瓷滤波器、声表面波滤波器、继电器、光电耦合器实用知识及应用电路分析 ..... | 332        |
| 11.1.1        | 石英晶振实用知识及应用电路分析 .....                         | 332        |
| 11.1.2        | 陶瓷滤波器实用知识及应用电路分析 .....                        | 335        |
| 11.1.3        | 声表面波滤波器实用知识及应用电路分析 .....                      | 337        |
| 11.1.4        | 继电器实用知识 .....                                 | 339        |
| 11.1.5        | 光电耦合器实用知识 .....                               | 343        |
| 11.2          | 数字式显示器实用知识 .....                              | 345        |
| 11.2.1        | 数字式显示器电路组成及种类解说 .....                         | 345        |
| 11.2.2        | 分段式发光二极管数码管显示器实用知识 .....                      | 346        |
| 11.2.3        | 荧光数码管实用知识 .....                               | 346        |
| 11.2.4        | 重叠式辉光数码管显示器基础知识 .....                         | 347        |
| 11.2.5        | 液晶显示器实用知识 .....                               | 348        |
| 11.3          | 半导体存储器实用知识 .....                              | 349        |
| 11.3.1        | 存储器和半导体存储器种类 .....                            | 349        |
| 11.3.2        | 随机存储器 (RAM) 实用知识 .....                        | 350        |
| 11.3.3        | 只读存储器 (ROM) 实用知识 .....                        | 352        |

|        |                             |     |
|--------|-----------------------------|-----|
| 11.4   | 计算机接插件实用知识 .....            | 355 |
| 11.4.1 | 计算机接口 .....                 | 355 |
| 11.4.2 | 计算机主板 CPU 插槽和扩展插槽实用知识 ..... | 358 |
| 11.5   | 直流有刷电动机实用知识 .....           | 362 |
| 11.5.1 | 直流有刷电动机外形特征和电路符号解说 .....    | 362 |
| 11.5.2 | 直流有刷电动机种类和主要性能参数识别方法 .....  | 363 |
| 11.6   | 卡座磁头基础知识 .....              | 364 |
| 11.6.1 | 磁头外形特征和电路符号解说 .....         | 364 |
| 11.6.2 | 磁头种类和主要性能参数解说 .....         | 365 |
| 11.7   | 话筒和扬声器实用知识 .....            | 367 |
| 11.7.1 | 驻极体电容话筒实用知识 .....           | 367 |
| 11.7.2 | 动圈式话筒实用知识 .....             | 368 |
| 11.7.3 | 扬声器实用知识 .....               | 369 |
| 11.8   | 散热片和电路板实用知识 .....           | 371 |
| 11.8.1 | 散热片实用知识 .....               | 371 |
| 11.8.2 | 电路板实用知识 .....               | 374 |

# 第1章 元器件学习内容和系统学习方法指引

## 1.1 电子元器件学习内容和系统学习方法综述

学习电子技术应该从元器件起步，这是比较科学的，也是符合学习规律的。

### 1.1.1 电子元器件学习内容

要想学好电子技术，打好扎实的基础知识是非常重要的，初学者在学习之初如果能够了解所学内容，学习过程中就会心中有数，有的放矢。

#### 1. 一位学生学习困惑的启示

有位大四的学生在网络中曾这样表达了他的学习感受，大意是：几年的电子技术学习过程如同夜间行走在一条没有路灯的大街上，不知道这条街通往何处，也没办法看到大街两旁的风景。

这种感受显然是对电子技术没有一个整体的了解，是在为了学习而学习，是为了应付学业而学习，或是为了对付考试而学习。有这样感受的同学为数不少，只是这位同学生动而形象地表达出来了。

显然，在学习一门课程前对所学内容有一个初步了解对学习是有益的。

#### 2. 学习内容

如表 1-1 所示是电子元器件学习内容解说。

表 1-1 电子元器件学习内容解说

| 名 称     | 解 说                                       |
|---------|-------------------------------------------|
| 识别      | 认识元器件（如元器件外形特征识别）                         |
|         | 识别元器件引脚（极性，引脚排列顺序）                        |
|         | 参数表示方法（直标法、色标法、数字字母混标法等）                  |
|         | 型号命名方法                                    |
| 种类      | 元器件的种类非常丰富                                |
| 电路符号    | 新电路符号                                     |
|         | 旧电路符号                                     |
|         | 非国标电路符号                                   |
|         | 识图信息解读                                    |
|         | 其他信息（型号、标称值等）                             |
| 结构及工作原理 | 了解元器件结构和工作原理有利于深入掌握元器件知识，有益于记忆，特别是一些常用元器件 |
| 重要特性    | 同一种元器件会有许多的重要特性，这是元器件学习中的重点之一             |



续表

| 名 称    | 解 说                                                                   |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|
| 性能参数   | 直流参数                                                                  |
|        | 交流参数                                                                  |
|        | 极限参数                                                                  |
|        | 其他参数                                                                  |
| 典型应用电路 | 每一种元器件都有许许多多的应用, 典型应用电路是最为常见的应用电路, 是学习的重点之一。通过典型应用电路的学习, 可以举一反三, 以点带面 |
| 检测     | 质量检测 (脱开检测、在路检测)                                                      |
|        | 引脚分辨                                                                  |
| 选配方法   | 同型号更换                                                                 |
|        | 异型号代换, 直接更换和改动更换                                                      |
| 更换操作技能 | 更换元器件是故障检修中的常用技能, 有些元器件的更换操作比较复杂                                      |

### 3. 综合能力培养

对元器件的学习除上述内容外, 在后期还需要一些综合能力的培养。

(1) 根据电路板画电路原理图。在测绘电路板上画电路图时, 需要根据电路板上的元器件和印制电路画出电路图, 画图过程中有许多方法和技巧。

(2) 识别电路板的上元器件。故障检修等需要在电路中找到某个元器件, 在寻找元器件的过程有许多好的方法和技巧。

(3) 资料支持能力。收集资料、分析资料的能力很重要, 特别是在故障检修和电路设计中。

### 4. 学习的起步和学习的步骤

学习电子技术可以采用这样的方式起步:

(1) 从学习元器件的知识起步是最为科学的, 这部分知识难度不大, 也是最能看到学习成果的, 有利于增强信心。

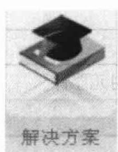
(2) 学习初期可以参与一些简单的实践活动, 例如, 找一个旧收音机或其他电子电器, 打开外壳后观察里面的电子元器件, 结合元器件书中的讲解进行实践活动。必要时可以进入一家元器件商店, 在那里可以看到大量的元器件实物, 对形形色色的元器件会有一个初步的印象, 可以与书本中学到的元器件一一对应, 这会有利于元器件理论知识的学习。

(3) 在初步建立了完整的元器件知识体系后, 可以转入电路分析的学习, 这个过程中主要是理论知识的学习, 需要持续一段相当长的时间。

(4) 在系统地学习了元器件知识和电路工作原理后, 可以进入故障检修的理论和实际技能学习, 这时学习检修故障技术的效果会很好, 困难会少许多。

上述一轮学习完成之后, 可以认为完成了学习的初级阶段, 即较为全面和系统地了解了电子技术, 具备了进一步学习的能力, 将进入提高阶段的学习。

#### 1.1.2 系统学习努力减少知识断层



解决方案

系统学习可以减少知识断点, 减少学习初期的困惑, 系统学习是初学者学习中必须遵守的原则, 是学习中最需要注意的方面。电子技术学习过程中的理解是一层层展开的, 用下一层知识来支撑上一层的知识点, 是层层推进的理解过程。

## 1. 没有系统学习的后果很“严重”

如果不进行系统地学习,那么“引来”的后果是问题不断,下面列举一些网络辅导中的提问。

**问题1:**“电容在什么情况下是隔离交流通直流的?”

如果仔细阅读了关于电容器特性的知识,就不会有这样的提问。这是不会学习,没有系统学习造成的。试想,如果这样的困惑、问题时常出现在学习中,那么学习是不是感觉很辛苦。为何不去系统学习,解除这些辛苦呢。

**问题2:**“请问电容在直流电路中的应用?”

又是元器件特性的问题,如果系统地学习过电容器主要特性和电容电路,是不会有这个问题出现的。

**问题3:**“运算放大器有什么作用?”

如果学习了运算放大器知识,这个问题也不会存在,至少能知道它的一些常用用途。初次学习元器件知识时,也应该建立一个较广的知识面。

**问题4:**“二极管加偏置电压导通后对交流信号可等效成电阻吗?”

如果系统地学习了二极管的重要特性,那么这一问题也会迎刃而解了。深度掌握元器件重要特性是学习电子电路工作原理的重要基础,这不是什么口号,而是实实在在的经验、体会,一定要牢记,并且切实在学习中执行。

**问题5:**“三极管放大时需要加合适的偏置电压,就是指加在三极管基极的电压吗?”

这又是元器件基础知识的问题。请系统地学习三极管直流电路和偏置电路工作原理,这是学习三极管电路的基础,将几种三极管偏置电路认真而系统地学习一遍,就能看懂绝大多数的三极管直流电路。

**问题6:**“直流电源怎样为放大状态的三极管集电极提供交流电压或电流?”

这个问题是没有系统学习三极管基本工作原理,没有学好三极管直流电路和交流电路,没有掌握三极管集电极负载电阻的作用,也是因为没有系统学习所造成的。

**问题7:**“电解电容上的10V和16V有区别吗?”

试想,如果系统地学习了有关电容参数及标注方法后,这个问题可能出现吗。

**问题8:**“怎样判断纯电阻电路?怎样判断三极管的好坏?在一个照明电路中连接电源后灯泡不亮,原因是什么?”

一连串三个问题,这个学习过程会有多痛苦,为什么就不能进行系统地学习呢!

判断自己是不是经过系统学习,或是系统学习是不是取得了效果,可以看学习中出现的问题是不是多得吓人,如果学习中有一大堆问题,那肯定没有好好地完成系统学习。

从上述一些提问中可以看出,学习的初期绝大多数是关于元器件的问题,可见系统和深入地掌握元器件有多重要。

## 2. 系统学习的重要性

这里通过一个实例来说明系统学习的重要性。

学习三极管多级放大器电路工作原理时,它需要三极管单级放大器知识来支持它,而单级放大器知识又是由三极管基础知识支持的。如果没有掌握三极管基础知识和单级放大器工作原理,学习多级放大器的困难要比系统学习多出几倍来。

进行无障碍学习的好方法是从基础知识开始系统地学习,减小知识的断面和断点,反对跳跃式学习,学习之初可能不了解这种学习的危害性,结果学到的知识结构如同虚线,断点太多,让后续学习困难重重,问题多多。

这里举例说明系统学习的重要性,如图 1-1 所示是电子滤波器电路,理解这一电路工作原理必须具备下列知识,否则就无法正确理解和分析这一电路工作原理。

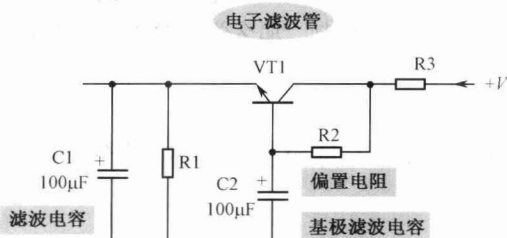


图 1-1 电子滤波器电路

(1) 掌握三极管直流电路工作原理,否则无法理解和分析电子滤波器直流电压供给电路,而电子滤波器电路分析的重点就是直流电压供给电路。

(2) 电子滤波器相当于一只非常大的滤波电容,具体讲相当于一只容量比  $C2$  ( $100\mu\text{F}$ ) 大  $\beta$  倍的滤波电容,即相当于一只  $100 \times \beta\mu\text{F}$  滤波电容。如果不掌握三极管电流

放大倍数  $\beta$  概念,那么将无法理解与分析这个电路的工作原理。

(3) 在对电子波滤波器工作原理的理解和分析过程中,对  $R2$  和  $C2$  电路的分析和理解至关重要,这里需要掌握阻容滤波电路工作原理、电容的容抗特性和阻容分压电路工作原理,否则会很困难。

从上述几点看,如果不系统地学习,并且比较全面地掌握基础知识,那么分析和理解电子滤波器电路的工作原理就不可能。

### 3. 坚决拒绝不良学习方法

下列一些学习方法不适合初学者,学习中应高度重视,尽力避免。

(1) 东一榔头西一棒槌的学习方式危害深远。如果学习之初,这本书看点那本书看点,这势必造成知识不成体系,知识断点太多。正确的方法是以一本书为主教材,从头至尾系统地看完,建立初步的知识体系。

(2) 不要用电子类杂志作为入门学习的教材,杂志中文章的特点是短小精悍,最大的缺点则是系统性不强。在学习后期,进行资料查询或是学习比较前沿知识时才去阅读杂志,杂志的优势在于它更新更快(相对于图书而言)。

(3) 急于求成的想法可以理解,但是古人早有警示,“欲速则不达”,愈是急,事情就愈办不好,古人这些话是充满智慧的总结,不可不信。正是由于急于求成的想法,放弃了系统学习的做法,结果“搬起石头砸自己的脚”,不断补课,不断浪费时间和精力。

(4) 克服自满情绪,踏实地完成系统学习。阅读过程中,对于已经掌握的知识可转向细节发现和思考为主的学习方式,以求强化知识的深度。

需要充分认识基础知识的重要性和基础知识的完整性,有利于克服学习中的一些不良习惯,将系统学习进行到底。

### 4. 系统学习方法及强化措施

系统学习有两种方式:一种是将一本书坚持看完,另一种是对某个专题进行系统学习。例如学习电源电路,系统学习的基本目的是建立对一个知识较完整的体系。