本书为胡斌的第95本著作



金牌作者
江苏大学/胡斌
http://gumu.eefocus.com

电子电路知识点合订本

「单元电路高速入门好助手」

胡斌 编著

根据国家零售市场第三方权威统计
遍布全国的1400多家书店的
“开卷全国图书零售市场观测系统”销售数据表明
胡斌再度荣获2008年度电子技术类图书销售
总码洋个人排名**第1名**和总销售册数**第1名**

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

需要全本请

电子电路知识点合订本

——单元电路高速入门好助手

胡 斌 编著

机 械 工 业 出 版 社

本书创新地采用大小双栏排，用五大板块，以图解的形式，对串联电路、并联电路和分压电路、RCL电路、直流偏置电路、基本放大电路和音频功率放大器、电源电路进行了详细的讲解；第五板块为知识拓展集合，用小栏的表现形式，大范围地讲述电子技术的理论和实用知识点，有助于读者打下扎实的理论基础，拓展读者的眼界。

本书适合广大电子技术初学者及爱好者入门之用。

图书在版编目（CIP）数据

电子电路知识点合订本．单元电路高速入门好助手/胡斌编著．—北京：机械工业出版社，2010.1

ISBN 978-7-111-29090-2

Ⅰ．电…　Ⅱ．胡…　Ⅲ．电子电路—基本知识　Ⅳ．TN710

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第210686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：吉　玲　责任编辑：吉　玲

封面设计：鞠　杨　责任印制：王书来

保定市中画美凯印刷有限公司印刷

2010年1月第1版第1次印刷

210mm×297mm·9.25印张·290千字

0001－4000册

标准书号：ISBN 978-7-111-29090-2

定价：27.00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

社服务中心：（010）88361066

销 售 一 部：（010）68326294

销 售 二 部：（010）88379649

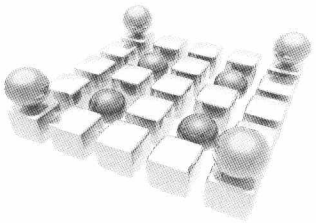
读者服务部：（010）68993821

网络服务

门户网：http：//www.cmpbook.com

教材网：http：//www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版



前　言

本书是本人编著的第95本图书，是集写作表现形式创新、写作理念创新、知识点编排创新、开本创新、版式创新的最新力作，是以读者为本的又一次有益集成创新。

本书五大特色

本书特色1：小栏和大栏结构，小栏用短小精干的文字讲述每个知识点，让读者一读就懂，是一个许许多多知识点的集合。大栏则系统地讲解一些入门知识，将众多相关性强的知识点联系起来，采用嵌套问与答的写作形式，针对性强而又不失活泼性。

本书特色2：为减少读者阅读疲劳，采用大量图形的形式讲述一个个知识点，变阅读文字为轻松识图、快乐学习、高速入门。

本书特色3：精心安排全书知识点，重点内容讲述深入而系统，重点突出不失丰富细节。小栏中实用的知识点为读者扩展知识面提供了有效帮助。点与面的科学布局使本书可读性、实用性、便捷性得到了较为全面的发挥和体现。

本书特色4：轻松阅读，内容合理布局，大栏内容精读，小栏内容泛读，阅读一个知识点解决一个问题，将一知半解消灭在阅读过程之中。

本书特色5：异形双色双栏，赏心悦目，重点内容红色标记，印象深刻、记忆犹新。

本书五大板块内容

第一板块：串联电路、并联电路和分压电路是最基础的单元电路，所有的电路分析都从这三种独立的电路起步，所以这一板块将为您解决电路分析入门和起步的问题。

阅读要求：深入掌握该板块内容。

学习方法：首先阅读本板块内容。

第二板块：*RCL*电路。这一板块包括了各类电阻、电容和电感参与的单元电路，是电子电路中最为基本的单元电路，种类丰富、变化繁多，也是电子电路的基础知识。

阅读要求：深入掌握该板块中的*LC*谐振电路内容，并掌握其他内容。

第三板块：直流偏置电路、基本族大电路和音频功率放大器。直流偏置电路是学好晶体管电路的重要基础，必须进行仔细而系统的学习，因为晶体管的工作状态与其偏置电路直接相关。

基本放大器是各种放大器的基础，只有掌握了这些基本放大器的工作原理，才能更方便地学习其他类型的放大器。

音频放大器是所有放大器中应用量最广泛的电路，凡是要求出声音的电子电器都有音频放大器。

阅读要求：深入掌握该板块全部内容。

第四板块：电源电路。电子电路中的有源器件(如二极管、晶体管和集成电路等)正常工作时都需要直流工作电压，所以采用交流市电供电的电子电器中都设有电源电路，这是电子电路中最为常见的电路之一。

阅读要求：深入掌握该板块全部内容。

第五板块：扩展知识集合。为了扩展读者的电子技术知识面，在这一板块用小栏的表现形式，将一个个知识点用通俗的语言，大范围地讲述一个个电子技术的理论和实用知识点，为读者打下扎实的理论基础，拓展读者眼界，了解电子世界。

本书作者有话要说

本人已与国内知名电子类网站——与非网结成战略合作伙伴，建立了全国第一家以电子电路技术基础为特色的大型空中课堂，即“古木电子社区”，读者请直接进入Http://gumu.eefocus.com/，希望广大朋友在这一网络平台中轻松学习，快乐成长，相互交流，共同进步，走向成功！

江苏大学　胡斌

目　录

前言

第 1 章　串联电路、并联电路和分压电路 …… 1
1.1　图解串联电路 …… 1
1.1.1　图解电阻串联电路 …… 1
1.1.2　图解电容串联电路 …… 3
1.1.3　图解电感串联电路 …… 4
1.1.4　图解直流电源串联电路 …… 5
1.1.5　图解二极管串联电路 …… 6
1.1.6　图解 *RC* 串联电路 …… 9
1.2　图解并联电路 …… 11
1.2.1　图解电阻并联电路 …… 11
1.2.2　图解电容并联电路 …… 12
1.2.3　图解电感并联电路 …… 13
1.2.4　图解直流电源并联电路 …… 14
1.2.5　图解三端集成稳压器并联电路 …… 14
1.2.6　图解 *RC* 并联电路阻抗特性 …… 15
1.2.7　图解 *RC* 串并联电路阻抗特性 …… 16
1.3　图解分压电路 …… 17
1.3.1　图解电阻分压电路 …… 18
1.3.2　图解其他分压电路 …… 20

第 2 章　图解 *RCL* 电路 …… 22
2.1　图解 *RC* 移相电路和 *RL* 移相电路 …… 22
2.1.1　图解 *RC* 移相电路 …… 22
2.1.2　图解 *RL* 移相电路 …… 24
2.2　图解 *LC* 谐振电路 …… 25
2.2.1　图解 *LC* 自由谐振过程 …… 25
2.2.2　图解 *LC* 并联谐振电路的主要特性 …… 27
2.2.3　图解 *LC* 串联谐振电路的主要特性 …… 32
2.3　图解 *LC* 并联和 *LC* 串联谐振实用电路 …… 34
2.3.1　图解 *LC* 并联谐振实用电路 …… 34
2.3.2　图解 *LC* 串联谐振实用电路 …… 36
2.4　图解 *RC* 实用电路 …… 38
2.4.1　图解 *RC* 消火花电路和录音高频补偿电路 …… 38
2.4.2　图解传声器电路中的 *RC* 低频噪声切除电路 …… 39
2.4.3　图解积分电路 …… 40
2.4.4　图解 *RC* 去加重电路 …… 42
2.4.5　图解微分电路 …… 44
2.4.6　图解 *RC* 低频衰减电路和 *RC* 低频提升电路 …… 46

第 3 章　图解直流偏置电路 …… 48
3.1　图解晶体管直流偏置电路 …… 48
3.1.1　图解晶体管固定式偏置电路 …… 48

特色专题 A　电子技术学习中的困惑和误区 …… 1
特色专题 B　兴趣的产生、兴趣链反应和学习的竞争 …… 20
特色专题 C　交流电有关参数 …… 26
特色专题 D　信号波形 …… 29
特色专题 E　放大器常用指标解说 …… 40
特色专题 F　电路分析中的频率概念 …… 52
特色专题 G　负反馈与正反馈技术名词解说 …… 56
特色专题 H　常用电平标准 …… 74
特色专题 I　数字电路入门 …… 78
特色专题 J　集成电路常用引脚电路的分析方法 …… 101
特色专题 K　集成电路电源和接地引脚电流回路分析方法 …… 123
特色专题 L　集成电路内电路的几种主要元器件 …… 128
特色专题 M　级间耦合电路 …… 131
特色专题 N　差分放大器基础知识 …… 134
特色专题 O　部分电子电路名词解说 …… 137

需要全本请访问 www.ertongbook.com

3.1.2 图解晶体管分压式偏置电路 …… 50
3.1.3 图解晶体管集电极-基极负反馈式偏置电路 …… 55
3.2 图解晶体管的集电极直流电路和发射极直流电路 …… 57
3.2.1 图解晶体管集电极直流电路 …… 57
3.2.2 图解晶体管发射极直流电路 …… 60
3.3 图解多级放大器中的直流偏置电路和甲乙类放大器直流偏置电路 …… 62
3.3.1 图解多级放大器中的直流偏置电路 …… 62
3.3.2 图解甲乙类放大器的直流偏置电路 …… 64
3.3.3 小信号检波电路中的二极管正向偏置电路 …… 69
3.4 图解场效应晶体管实用偏置电路和电子管偏置电路 …… 70
3.4.1 图解场效应晶体管实用偏置电路 …… 70
3.4.2 图解电子管放大器直流电路 …… 73

第 4 章 图解基本放大器和音频功率放大器 …… 75
4.1 图解晶体管三种基本放大器 …… 75
4.1.1 图解晶体管共发射极放大器 …… 75
4.1.2 图解晶体管共集电极放大器 …… 79
4.1.3 图解晶体管共基极放大器 …… 81
4.2 图解音频功率放大器 …… 84
4.2.1 图解音频功率放大器的重要基础知识 …… 84
4.2.2 图解 OTL 功率放大器中的输出电容电路 …… 91
4.2.3 图解复合互补推挽式 OTL 功率放大器 …… 92
4.2.4 图解 OCL 功率放大器 …… 94
4.2.5 图解 BTL 功率放大器 …… 98

第 5 章 图解电源电路 …… 101
5.1 图解电源变压器降压电路和整流电路 …… 101
5.1.1 图解电源开关电路 …… 101
5.1.2 图解电源变压器降压电路 …… 102
5.1.3 图解正极性半波整流电路 …… 106
5.1.4 图解其他半波整流电路 …… 109
5.1.5 图解正极性全波整流电路 …… 113
5.1.6 图解负极性全波整流电路 …… 115
5.1.7 图解正极性桥式整流电路 …… 117
5.1.8 图解负极性桥式整流电路 …… 119
5.1.9 图解桥堆构成的桥式整流电路 …… 120
5.1.10 图解二倍压整流电路 …… 122
5.2 图解滤波电路 …… 123
5.2.1 图解典型电容滤波电路 …… 123
5.2.2 图解 π 型 *RC* 滤波电路 …… 128
5.3 图解三端稳压集成电路 …… 130
5.3.1 图解典型三端稳压集成电路 …… 130
5.3.2 图解三端集成电路输出电压微调电路 …… 130
5.3.3 图解三端集成电路增大输出电流电路 …… 132
5.4 图解串联调整型稳压电路 …… 133
5.4.1 串联调整型稳压电路组成及各单元电路作用 …… 133
5.4.2 图解典型串联调整型稳压电路 …… 134
5.5 图解直流电压供给电路 …… 136
5.5.1 图解直流电压供给电路 …… 137
5.5.2 图解整机直流电压供给电路 …… 139

第1章 串联电路、并联电路和分压电路

串联电路、并联电路和分压电路是电子电路中最为基本的单元电路。

1.1 图解串联电路

分析提示

无论电路怎样千变万化，也无论电路如何的复杂，对电路工作原理的分析和理解是一层层展开的，展开到最后的电路就是两种：一是串联电路，二是并联电路。

通俗地讲，在电子电路工作原理分析中，串联电路和并联电路就相当于大楼中的框架部分，是支撑起整栋大楼的基础。所以，串联电路和并联电路是各种电路的最基础电路。真正掌握了串联电路和并联电路之后，能够灵活运用串联电路和并联电路的基本特性，这时的电路分析就会显得比较简单和轻松。

1.1.1 图解电阻串联电路

两个或多个电阻头尾相串接起来的电路称为电阻串联电路，串联电路中没有支路。

图 1-1 所示是电阻串联电路。电阻串联电路是一切形式串联电路的基础，深度掌握电阻串联电路重要特性，对分析各种形式串联电路工作原理有着举足轻重的影响。

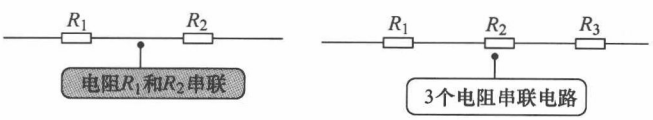


图 1-1 电阻串联电路

1. 电阻串联愈多总阻值愈大

电阻串联愈多总阻值愈大，总电阻等于各串联电阻阻值之和。串联电路中电阻一个个串联起来，电流要流过每一个电阻，而每一个电阻对电流都起着阻碍作用，串联的电阻愈多，对电流的阻碍作用愈大，所以电阻串联愈多总阻值愈大。

串联电路总电阻 R 计算公式：串联电路的总电阻阻值 $R=R_1+R_2+R_3+\cdots$

图 1-2 所示是对总电阻阻值计算公式理解示意图。

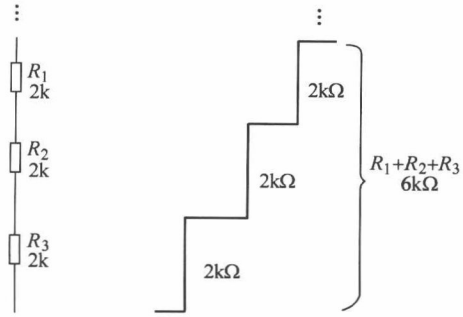


图 1-2 总电阻阻值计算公式图解示意图

2. 电阻串联电路的等效电路

电阻串联电路可以等效成

特色专题A：电子技术学习中的困惑和误区

1. 学习之初存在众多困惑很正常



图 A—1

学习电子技术过程中，特别是初级阶段会出现许多困惑非常正常，如“总是记不住”、“有没有快速学习的方法”等，但是当我们不能正确对待和处理好这些学习初期的困惑时，就会影响正常的学习，怀疑自己的学习效果，干扰学习的进程，严重时直至会使学习半途而废。

如果在早期将这些困惑“灭掉”，那可以赢得更多的时间和宝贵精力，大大提高学习的“性价比”，在这个信息海量的时代，快速学习、少走弯路显得尤为重要。

学习电子技术过程中的误区主要是方法上的和理解上的，通过一段时间学习、体会、实践，会得到改善的。

2. 学好电子技术的心理准备

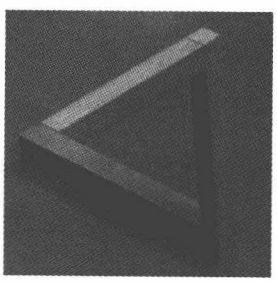


图 A—2

学习电子技术时要做好一些心理准备，在学习之初就应该认识到可能出现的困难，例如学习方法问题，学习目的问题、学习中遇到困难如何处置问题、整个学习需要多少时间问题，电子技术至少需要学习哪些知识问题、如何检验学习效果问题、如何处理好理论学习与动手实践之间问题、从事电子技术行业前途问题、学好电子技术后的就业方向问题，以及学好这门课程需要哪些准备知识问题等。

一个电阻，分析电路过程中时常需要这种等效理解，再复杂的串联电路都可以进行这样的等效理解，这种等效有益于对串联电路的工作原理理解。

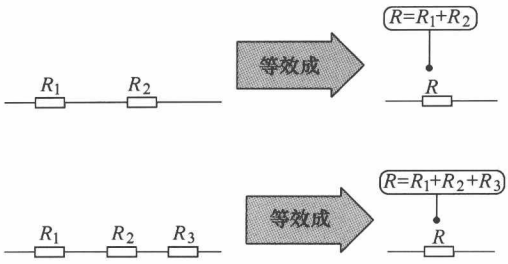


图 1-3　电阻串联电路的等效理解示意图

图 1-3 所示是电阻串联电路的等效理解示意图，如果几个电阻串联，整个串联电路都可以等效成一个电阻。

3. 串联电路中电流处处相等

这里用水管中水的流动来形象说明电阻串联电路中的电流流动。图 1-4 所示是串联电阻中电流与水管中水的流动的对照，水管垂直放置无法储水，所以流入多少水必流出多少水。

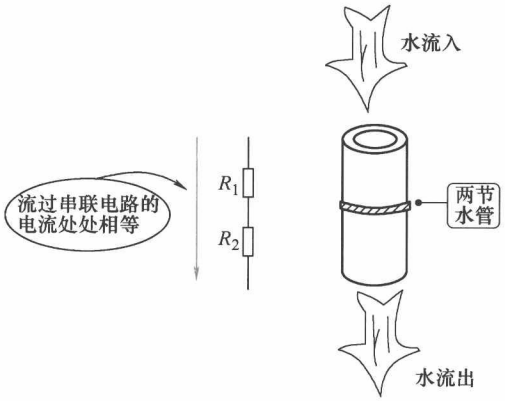


图 1-4　串联电阻中电流与水管中水的流动的对照

在电阻串联电路中，流过电路中的每一点、每一个元器件的电流是相等的，这是电阻串联电路的特性。在其他元器件构成的串联电路中，无论参与串联的元器件如何，流过各元器件的电流也相等。

图 1-5 所示是电阻串联电路中电流处处相等示意图。

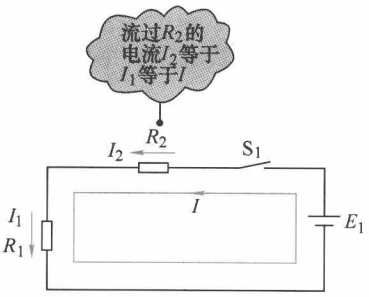


图 1-5　电阻串联电路中电流处处相等示意图

掌握电阻串联电路中电流处处相等特性的重要性体现在以下两个方面：

(1) 分析电路时，知道流过串联电路中一个元器件电流大小及特性，可以推理出流过其他所有串联电路中元器件的电流特性，方便了电路分析。

(2) 推理电路故障时，当检测到串联电路中某个元器件没有电流流过时，可以推理出整个串联电路中没有电流流动，方便了故障检修。

4. 分析串联电路时应抓住主要元器件

分析电路中抓住电路中的主要作用元器件很重要，可以实现事半功倍的效果。

分析提示

分析电阻串联电路时，如果哪个电阻的阻值远大于其他电阻的阻值，那么阻值大的电阻在这一电阻串联电路中起主要作用，是电路分析中的关键元器件。

3. 学习电子技术到底有多难



图 A—3

学习电子技术到底难不难，难的话有多难，最难的又是什么呢？

学习任何一门技术都难，世界上没有不通过努力和刻苦学习就能掌握的技术。同时，难与不难是相对的，是动态变化的。

在学习中，掌握了学习方法后、在努力和用心后、在运用了学习技巧后，难的问题可以化解成不难，或只是小难。在学习取得小小进步和成功后，又促进了学习的信心和获得了新的动力，那么通过这种类似的“正反馈”，学习电子技术就变得容易得多，相信有许许多多的人已掌握了电子技术，在专业领域可以取得巨大成功。

综上所述，在学习电子技术之初，不可认为这门课程很容易学好，不可掉以轻心，同时也不必畏惧它的复杂性，做好充分的心理准备，打一场有准备之仗，这样比盲目上阵要轻松许多。

4. 学习之初重在立竿见影并初见成效

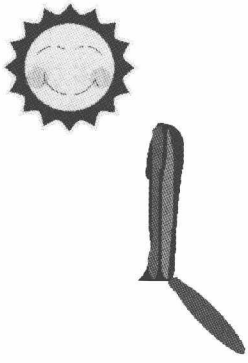


图 A—4

学习之初，大多数人都是怀疑自己学习是否正确，投入的时间和精力是不是得到了相应的“回报”，这种心理是非常正常的，为了不使自己失望，需要在学习之初就见到学习的效果，给自己强大的信心

图 1-6 所示是电阻串联电路中起主要作用元器件的示意图。电阻 R_1 起主要作用可以从下列几个方面理解：

(1) 它的阻值大小变化对整个串联电路总阻值影响大。

(2) 它的阻值大小基本上决定了串联电路中的电流大小。

(3) 它两端的电压降远大于其他电阻上的电压降。

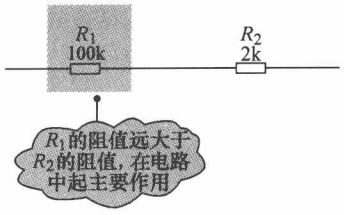


图 1-6 电阻串联电路中起主要作用元器件

1.1.2 图解电容串联电路

电阻之外的其他电子元器件也可以构成丰富多彩的串联电路。

1. 电容串联电路

只有电容的串联电路称为纯电容串联电路。图 1-7 所示是纯电容串联电路示意图。纯电容串联电路是串联电路的一种，所以它与电阻串联电路有着许多的共性，但是电容与电阻的特性不同，所以纯电容串联电路与电阻串联电路的特性也有所不同。

2. 电容串联电路中交流电流处处相等

由于电容不能让直流电流通过，所以电容串联电路也不能让直流电流通过，只有交流电流能通过，而且流过串联电路中的各电容的交流电流相等。

图 1-8 所示是电容串联电路中交流电流处处相等特性示意图。分析电容电路的电流流动时，采用等效理解方法，即理解成交流电流直接从电容的一根引脚通过电容内部流到另一根引脚。

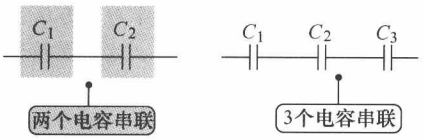


图 1-7 纯电容串联电路

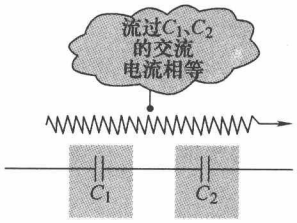


图 1-8 电容串联电路交流电流处处相等特性示意图

3. 电容串联愈多，总电容量愈小，总容抗愈大

电容串联电路的总电容量小于串联电路中任何一个电容的电容量。图 1-9 所示是电容串联电容总电容量减小示意图。

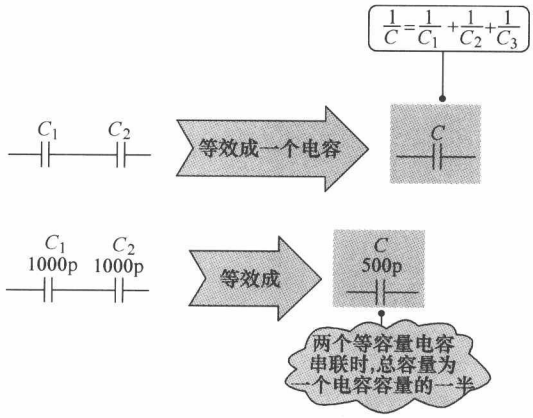


图 1-9 电容串联电容总容量减小示意图

4. 电容串联电路中小电容起主要作用

图 1-10 所示是小电容在串联电路中起主要作用的示意图。串联电

和学习的动力。

为了使自己在学习之初能见到效果，学习的起步阶段就显得十分重要了，特别是学习的切入点很重要。如果开始学习的起点过高，脱离自己的实际情况，学习过程中遇到许多不能理解的问题，一段时间下来，感觉困难重重，信心丢失，怀疑自己的学习能力（其实是方法不对，不是自己的错），这对以后的学习不利，要努力开好局。

所以，学习之初要视自己的基础知识水平情况，适当选择好起点的高度就显得十分科学和必要。古人云："万事开头难"也给了我们足够的警示。

5. 良好开局要注意些什么



图 A—5

为了有一个良好的开局，需要注意以下几个方面的问题：

(1) 教材选择，选择不当看不懂，学习时问题多，所以教材的起点要根据自己情况来决定，难度要适中。

(2) 先理论还是先实践，还是边理论边实践。根据自己的实际情况可以进行一些选择，有实践条件的，可以先实践，有个感性认识。没有实践条件的，从理论学习起步也是很好的选择。

(3) 学习电子技术从电路分析起步，还是从元器件知识起步。这一点非常明确，从元器件学习起步。

6. 泛读

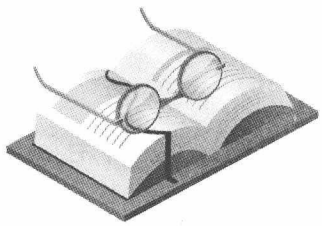


图 A—6

学习之初，应该采取先整体了解、后重点突破的学习方法，即对将要学习的内容通过快速阅读，了解整体内容，不在具体内容和问题上停留，通过一次泛读，在

路中，由于流过各电容的电流大小相等，所以容量小的电容首先被充满电和放完电。

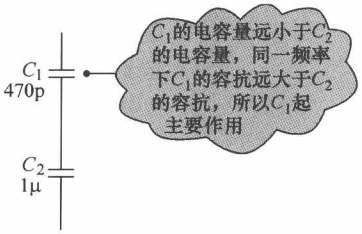


图 1-10　小电容在串联电路中起主要作用的示意图

5. 有极性电解电容逆串联和顺串联电路

图 1-11 所示是有极性电解电容逆串联和顺串联电路。

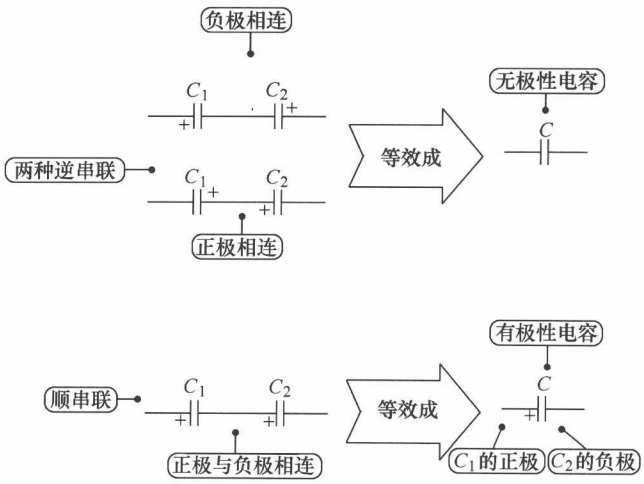


图 1-11　有极性电解电容逆串联和顺串联电路

有极性电解电容逆串联后成一个无极性电容，逆串联的目的主要是将有极性电解电容变成无极性电解电容。

有极性电解电容顺串联主要用于提高电容耐压能力，在电子管电路中，使用这种串联电路。

6. 电容串联电路的电阻等效方法

电容串联电路的分析可以用电阻进行等效，其等效原理和理解方法与电容等效成电阻的一样，在特性频率下电容的容抗等效成一个特殊的电阻。图 1-12 所示是电容串联电路的电阻等效示意图。

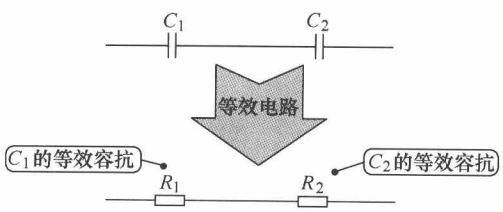


图 1-12　电容串联电路的电阻等效示意图

1.1.3　图解电感串联电路

电感串联电路在实用电路中很少采用，图 1-13 所示是电感串联电路，由电感 L_1 与 L_2 串联而成。

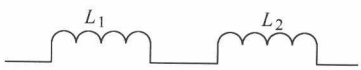


图 1-13　电感串联电路

1. 等效电感

电感串联电路可以等效成一个电感，如图 1-14 所示，即 L_1 和 L_2 串联后等效成一个电感量为 L 的电感。

了解整体内容的同时，也将需要精读和突破的内容和问题勾出，在接下来的重点突破中加以一一击破。

7. 精读

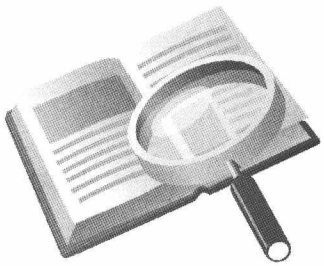


图 A—7

精读是重点突破，对于书中的核心内容和难点内容需要精读，精读的核心主要有下列几点：

(1) 用心、用力、用足够时间以求彻底搞清楚，精读过程中需要参考书，对同一个问题学习过程中难以理解时，在另一本教材中寻找对同一个问题的解说，以帮助自己扩大理解的思路和视野。

(2) 精读过程中要使用记笔记这种学习形式，它虽然传统，但是行之有效，特别这种学习形式对自己的心理会产生正面影响，具体体现了学习过程中从量变到质变的哲学思想。

(3) 精读的目的不只是在于掌握一两个问题，而是在于学会学习的方法，掌握适合于自己的学习方式，这将受益于日后的学习全过程。

8. 学习的起步

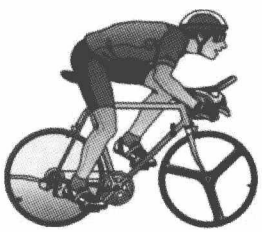


图 A—8

(1) 从元器件知识的学习起步是最为科学的，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，打开外壳后观察内部的电子元器件，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，可以对形形色色元器件建立一个初步的印象，以与书本中学到的元器件知识一一对应，

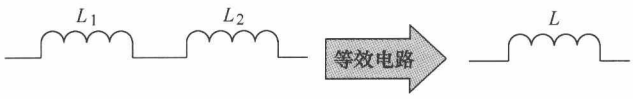


图 1-14　电感器串联等效电路

在各串联电感之间不存在相互影响（各电感器之间磁路隔离）的前提下，串联后的总电感量 L 为各串联电感的电感量之和，即

$$L=L_1+L_2+\cdots \tag{1-1}$$

特性提示

从式（1-1）中可以看出，电感串联愈多电感量愈大，这一点与电阻的串联特性相同。

2. 串联电感电路特性

由于串联电感电路的等效电路仍然是一个电感，所以这一电路的特性与电感特性一样，如能够通过直流电流，对交流电存在感抗特性等。

1.1.4　图解直流电源串联电路

直流电源可以进行串联和并联使用。在采用电池供电的电子电路中，通常是采用直流电源的串联方式，以提高电源供电电压，例如一节电池的电压通常只有 1.5V，两节电池串联以后，供电电压就可以提高到 3V。

电源并联是为了提高电源为外电路供给电流的能力。图 1-15 所示是电池（直流电源）串联示意图。

1. 直流电源串联电路

图 1-16 所示是直流电源串联电路示意图。电路中的 E_1 和 E_2 是电池，它们串联起来。直流电源串联后的总电压等于各直流电源电压之和，即总电压 $E=E_1+E_2$。

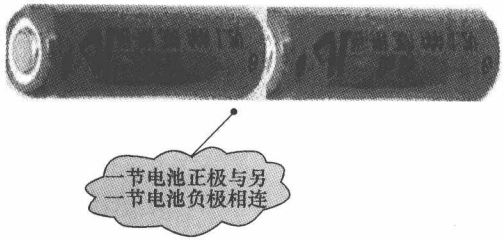


图 1-15　电池（直流电源）串联示意图

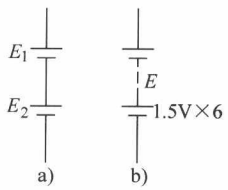


图 1-16　直流电源串联电路示意图

图 1-16b 所示是多个电池串联时的电路示意图，图中标出 1.5V×6，说明是 6 节 1.5V 电池串联，所以这一电源串联电路总电压为 1.5V×6=9V。

2. 几点说明

(1) 在采用电池供电的电子电器中，由于电池电压比较低，不符合电子电器整机直流工作电压的需要，所以要采用这种电源串联的方式，得到所需用的直流工作电压。

(2) 直流电源串联时，直流电源是有极性的，正确连接方式是一个直流电源的正极与另一个直流电源的负极相连接，若接错，不仅没有正常的直流电压输出，还会造成电源的短路故障，损坏电源。

(3) 为了获得更高的直流工作电压可以采用直流电源串联电路。如果两个直流电源的直流工作电压大小不同，也可以进行串联。流过各个串联电源的电流相等。

这会有利于元器件的理论知识学习。

(3) 在建立了初步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，需要持续一个相当长的时间。

(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学习和实际技能学习，这时学习检修故障技术的效果会很好，困难会少了许多。

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。

9. 教材选择事关起步学习质量



图 A—9

初学者选择入门学习用的电子技术图书很重要，由于基础知识的贫乏和对整个电子技术课程的不了解，学习用书的选择往往带有盲目性和随意性，而入门学习的教材是否恰当关系到学习初期是否顺利的大事。

10. 大专院校的电子技术类教材

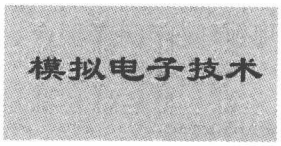


图 A—10

这类教材的特点是理论性内容多，公式和计算更多，内容不够广泛，与实际应用距离更远。从全面掌握电子技术和实际能力培养角度上讲，这类教材还远远不够，还需要补充大量的电子元器件知识和系统的实用电路分析内容。

学习实用电子技术不宜采用这种教材，这类教材还不适合自学。

从事电子线路设计的初学者，可使用这类图书作为精读教材，但不是在学习初

1.1.5 图解二极管串联电路

1. 二极管简易直流稳压电路

二极管简易稳压电路主要用于一些局部的直流电压供给电路中，由于电路简单、成本低，所以应用比较广泛。

二极管简易稳压电路主要利用二极管的管压降基本不变特性构成的。

特性提示

二极管的管压降特性：二极管导通后其管压降基本不变，对硅二极管而言，这一管压降为 0.6V 左右，对锗二极管而言，为 0.3V 左右。

图 1-17 所示是由 3 只普通二极管构成的简易直流稳压电路。电路中的 VD_1、VD_2 和 VD_3 是普通二极管，它们串联起来后构成一个简易直流稳压电路。

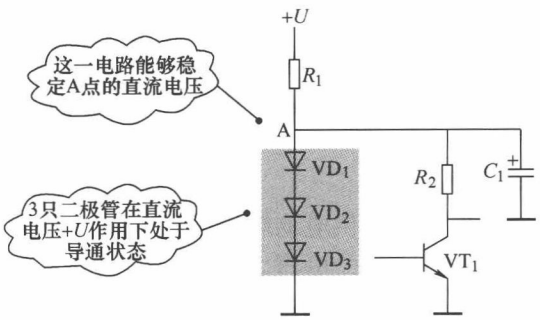


图 1-17　3 只普通二极管构成的简易直流稳压电路

电路中，3 只二极管在直流工作电压的正向偏置作用下导通，导通后对这一电路的作用是稳定了电路中 A 点的直流电压。

众所周知，二极管内部是一个 PN 结的结构，PN 结除了具有单向导电特性之外，还有许多特性，其中之一是二极管导通后其管压降基本不变，对于常用的硅二极管而言，导通后正极与负极之间的电压降为 0.6V。

根据二极管的这一特性，可以很方便地分析由普通二极管构成的简易直流稳压电路的工作原理。3 只二极管导通之后，每只二极管的管压降是 0.6V，那么 3 只二极管串联之后的直流电压降是 0.6V×3=1.8V。

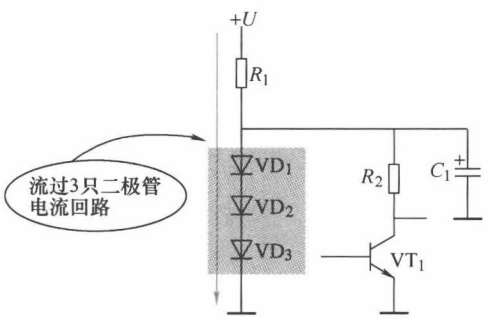


图 1-18　3 只二极管导通电流回路示意图

图 1-18 所示是 3 只二极管导通电流回路示意图。

2. 二极管限幅电路

特性提示

二极管最基本的两种工作状态是导通和截止，利用这一特性可以构成限幅电路。所谓限幅电路就是限制电路中某一点的信号幅度大小，当信号幅度大到一定程度时，不让信号的幅度再增大，当信号的幅度没有达到限制的幅度时，限幅电路不工作。利用二极管来完成这一功能的电路称为二极管限幅电路。

图 1-19 所示是二极管限幅电路。在电路中，A_1 是集成电路（一种常用器件），VT_1 和 VT_2 是晶体管（一种常用器件），R_1 和 R_2 是电阻器，VD_1~VD_6 是二极管。

期，而是掌握元器件知识和大量实用电路分析基础之后。

11. 元器件知识类图书

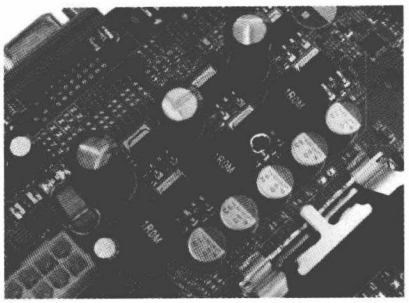


图 A—11

这类图书以讲解元器件知识为主，入门学习时应选择这类图书，因为电子元器件是电子电路的最小单元，也是电路工作原理分析和电路故障检修的基础。

如果书中能全面讲解元器件知识，如讲解元器件识别方法、重要特性、质量检测方法，特别是讲解元器件的典型应用电路，这对初学者从元器件到电路分析的过渡非常有益。

这类图书的特点是实用性强、针对性强，是初学者的首选读本。

12. 电路工作原理分析类图书

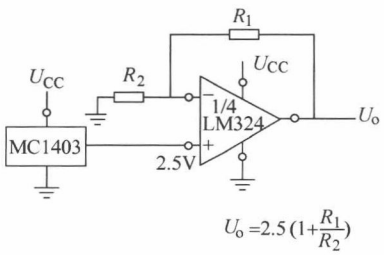


图 A—12

这类图书以大量的常见、实用电路为例，系统而详细地讲解这些电路工作原理，书中几乎没有计算公式，是以培养电路分析能力为主要目的的图书。

从学习应用技术角度上讲，这类图书的实用性非常强，阅读后就能立即解决实际问题。对于将来从事电路设计的读者而言，在掌握了大量的实用电路之后，对电路设计也非常有益，可以从中借鉴电路设计思想、移植局部电路等。所以，以这类图书作为精读课本是非常需要的和必要的。

13. 整机电路分析类图书

这类图书市场上比较少，它是讲解整

用画出信号波形的方法分析电路工作原理有时相当管用，用于分析限幅电路尤其有效，图 1-20 所示是电路中集成电路 A_1 的①脚上信号电压波形示意图。

图 1-20 中，U_1 是集成电路 A_1 的①脚输出信号中的直流电压，①脚输出信号中的交流电压是叠加在这一直流电压上的。U_2 是限幅电压值。

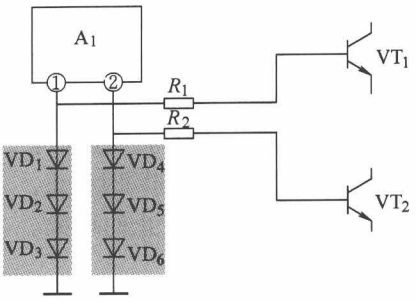


图 1-19　二极管限幅电路

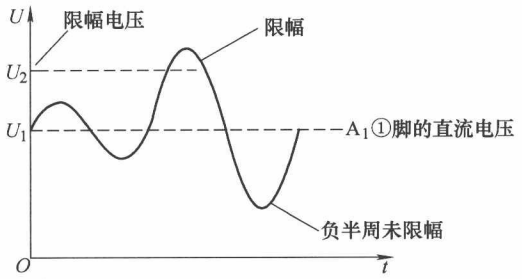


图 1-20　集成电路 A_1 的①脚上信号电压波形示意图

结合上述信号波形来分析这个二极管限幅电路，当集成电路 A_1 的①脚输出信号中的交流电压比较小时，交流信号的正半周加上直流输出电压 U_1 也没有达到 VD_1、VD_2 和 VD_3 导通的程度，所以各二极管全部截止，对①脚输出的交流信号没有影响，交流信号通过 R_1 加到 VT_1 上。

假设集成电路 A_1 的①脚输出的交流信号其正半周幅度在某期间很大，见图 1-20 中的信号电压波形，由于此时交流信号的正半周幅度加上直流电压已超过二极管 VD_1、VD_2 和 VD_3 正向导通的电压值，如果每只二极管的导通电压是 0.7V，那么 3 只二极管的导通电压就是 2.1V。由于 3 只二极管导通后的管压降基本不变，即集成电路 A_1 的①脚最大为 2.1V，所以交流信号正半周超出部分被去掉（限制），其超出部分信号其实降在了集成电路 A_1 的①脚内电路中的电阻上（图 1-20 中未画出）。

分析提示

当集成电路 A_1 的①脚直流和交流输出信号电压的幅度小于 2.1V 时，这一电压又不能使 3 只二极管导通，这样 3 只二极管再度从导通转入截止状态，对信号电压没有限幅作用。

对于这一电路的具体分析细节说明如下：

(1) 集成电路 A_1 的①脚输出的负半周大幅度信号电压不会造成 VT_1 过电流，因为负半周信号只会使 NPN 型晶体管的基极电压下降，基极电流减小，所以无须加入对于负半周的限幅电路。

(2) 上面介绍的是单向限幅电路，这种限幅电路只能对信号电压的正半周或负半周大信号电压部分进行限幅，对另一半周信号不限幅。另一种是双向限幅电路，它能同时对正、负半周信号电压进行限幅。

(3) 引起信号电压幅度异常增大的原因是多种多样的，例如，偶然的因素（如电源电压的波动）导致信号电压幅度在某瞬间增大许多，外界的大幅度干扰脉冲窜入电路也是引起信号电压某瞬间异常增大的常见原因。

(4) 3 只二极管 VD_1、VD_2 和 VD_3 导通之后，集成电路 A_1 的①脚上的直流和交流电压之和是 2.1V，这一电压通过电阻 R_1 加到 VT_1 基极，这

机电路工作原理为主线条，书中也可能有一部分电子电路基础知识，但是内容贫乏，不够详细，缺少系统性，初学者看起来吃力。

阅读这类图书要求读者的基础知识全面、扎实。对于已经具备一定电子技术基础知识的初学者，可以用这类图书作为学习电子电器整机电路的精读教材。

14. 修理技术类图书

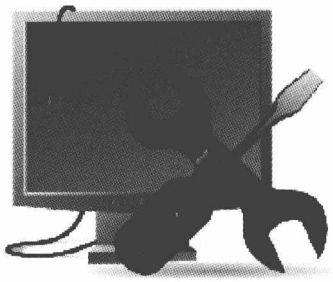


图 A—13

这类书也不适合初学者阅读，因为这类书中对电子电路的工作原理讲述甚少，其重点是介绍故障的检修技术，初学者看不懂，也很难从原理上根本掌握电子技术。

修理技术方面的知识应该在全面而系统地掌握了电路工作原理之后进行学习，这样效果才会比较好，购置这类图书应在学习的中后期。

15. 资料手册类图书

例如集成电路应用手册、最新晶体管资料大全等。这类图书不适合初学者阅读，它们是工具、资料类的图书，在学习的中后期进入电子电路设计或修理时需要这类工具书。

16. 图册类图书

这是修理资料类图书，也不适合作为初学者学习电子技术的主教材，但是初学者有了一定的基础知识之后，可以用这类图册作为分析整机电路工作原理图书，以扩展自己的知识面，提高电路分析能力。

17. 电子版图书

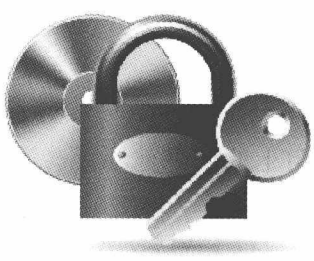


图 A—14

也是 VT_1 最高的基极电压，这时的基极电流也是 VT_1 最大的基极电流。

(5) 由于集成电路 A_1 的①脚和②脚外电路一样，所以其外电路中的限幅保护电路工作原理一样，分析电路时只要分析一个电路即可。

(6) 根据串联电路特性可知，串联电路中的电流处处相等，这样可以知道 VD_1、VD_2 和 VD_3 3 只串联二极管导通时同时导通，否则同时截止，绝不会出现串联电路中的某只二极管导通而某几只二极管截止的现象。

3. LED 功率电平指示器

功率电平指示器大多采用多级 LED（发光二极管）（串联）光柱式指示器电路，有由分立元器件构成的电路，也有由集成电路构成的电路。

图 1-21 所示是某型号组合音响中的功率电平指示器电路，图中只画出左声道电路，右声道与此对称，这是由分立元器件构成的三级 LED 光柱式电平指示器，在组合音响功率电平指示器中较为常见。

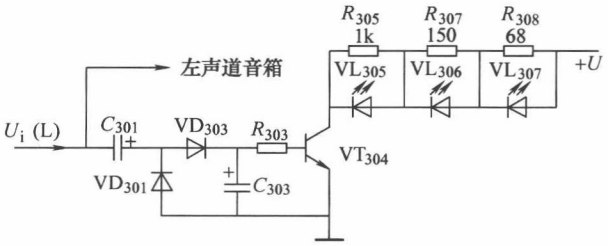


图 1-21 由分立元器件构成功率电平指示器电路

U_i (L) 为左声道功率放大器输出端的音频功率信号，它一方面送到左声道音箱中，另一方面经 C_{301} 耦合到由 VD_{301}、VD_{303} 构成的倍压整流电路中。

音频信号经整流电路后转换成直流控制电压，C_{303} 为滤波电容。这一直流控制电压经 R_{303} 加到 VT_{304} 基极上，VT_{304} 是 3 只 LED 的控制驱动管。

(1) 没有 U_i (L) 信号时 VT_{304} 基极电压为 0V，VT_{304} 截止，R_{305}、R_{307} 和 R_{308} 上无压降，3 只 LED 处于截止状态而不发光。

(2) U_i (L) 信号从零增大时 VT_{304} 基极有较小的电压，便有集电极电流流过 R_{305}、R_{307} 和 R_{308}。由于 R_{305} 的阻值最大（1kΩ），在 R_{305} 上电压最高，当 R_{305} 上的电压降大于 VL_{305} 的开启电压时，VL_{305} 导通、发光。图 1-22 所示是这一电流回路示意图。

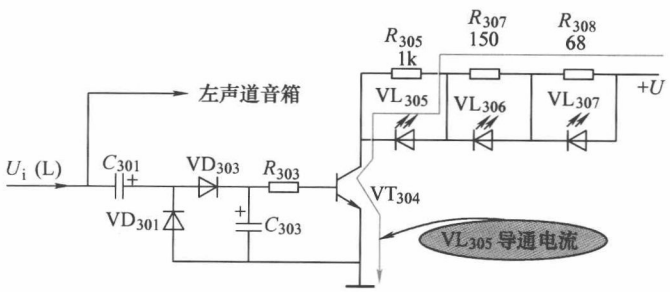


图 1-22 VL_{305} 导通电流回路示意图

此时，由于 R_{307}、R_{308} 阻值小，电阻两端压降小（流过 R_{305}、R_{307} 和 R_{308} 的电流相等，均为 VT_{304} 的集电极电流），故 VL_{306}、VL_{307} 截止，不发光。

(3) U_i (L) 信号进一步增大时 VT_{304} 集电极电流增大，在 3 只集电极电阻上的压降也增大。当 R_{307} 上的压降大到 VL_{306} 的开启电压时，VL_{306} 也导通发光指示。图 1-23 所示是这一电流回路示意图。由于这一电流也流过了 VL_{305}，所以 VL_{305} 仍然导通而发光。

如果 U_i (L) 信号再增大，R_{308} 上的压降也增大，使 VL_{307} 也导通发

有一部分人喜欢阅读电子版的图书，理由有许多，主要一点是认为可以省钱，其实这更加浪费钱，特别是对于初学者危害更多。

(1) 入门阶段需要系统地学习，这要大量的时间去看书，而阅读电子版图书时，开着电脑就电费也比书价贵出好几倍，经济上肯定不合算。如果是付费阅读，那这费用也要计算在内。

(2) 电子版图书盗版的比较多，书中不清楚之处甚多，特别是图与图字不清楚，造成阅读的额外负担。

(3) 阅读电路分析内容时，如果电路图和电路分析内容不在同一窗口时，需要不断拖动窗口，影响正常的阅读理解。

(4) 不利于保护眼睛，有害健康，以健康为代价的事情要尽可能少做、不做。

初学者应该杜绝电子版图书阅读。网络阅读的优势在于资料查找的方便，所以在进行电路设计等工作时，可以借助网络的快捷和方便查找相关资料。

18. 初学者自主学习教材

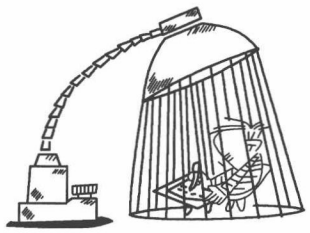


图 A—15

作为一个自学为主的初学者，除了正确选择电子类图书的类型外，还要掌握下列几点，以便减小自学过程中的困难，达到顺利渡过初学时期的“艰难困苦”阶段。

(1) 主教材应该包括这样几部分内容：一是元器件基础知识，二是电子电路基础知识，主要是识图方法等，三是修理理论和动手操作基础知识。如果一本图书不能包含这些内容，则可以选择两本或是更多本图书，但必须包括这些基础知识。

(2) 辅导教材也是需要的，由于是自学，学习过程中的“为什么”比较多，在选择一本主教材的同时，如果能有一本类似的辅导性教材，对初学阶段的自学相当有益，可以参考辅导教材中的相同内容，解决学习中的问题和困难。

19. 系统学习减少知识断层

系统学习可以减少知识断层、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

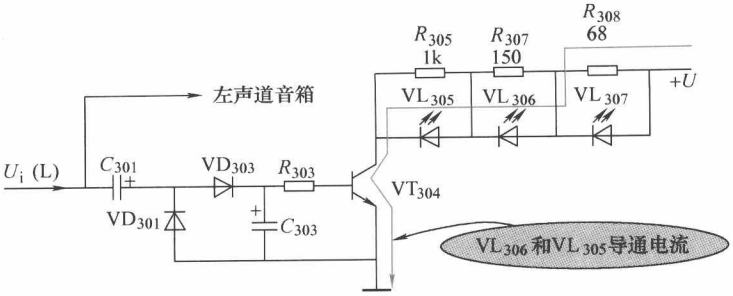


图 1-23　VL_{306} 和 VL_{305} 导通电流回路示意图

光指示。如图 1-24 所示是 VL_{307} 导通电流回路示意图。

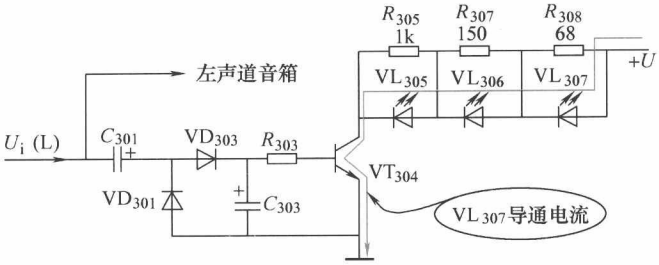


图 1-24　VL_{307} 导通电流回路示意图

特性提示

从上面分析可知，这一电路让多级 LED 分级发光是靠 VT_{304} 集电极回路中 R_{305}、R_{307}、R_{308} 的阻值大小不等实现的。当发光二极管导通、发光后，它的正向压降约为 1.7~3.1V，这样 VT_{304} 集电极电流进一步增大时，流过电阻的电流不变，流过已导通 LED 的电流在增大，使 LED 更亮。这种多级 LED 光柱式电平指示器中的级数不宜太多，否则要求直流工作电压较高。

1.1.6　图解 *RC* 串联电路

由电阻 R 和电容 C 构成的电路称为阻容电路，简称 RC 电路，这是电子电路中十分常见的一种电路，RC 电路的种类和变化很多，必须认真学习，深入掌握。

图 1-25 所示是 RC 串联电路，RC 串联电路由一个电阻 R_1 和一个电容 C_1 串联而成。在串联电路中，电容 C_1 在电阻 R_1 后面或在电阻 R_1 前面是一样的，因为串联电路中流过各元器件的电流相同。



图 1-25　RC 串联电路

1. RC 串联电路的电流特性

(1) 电流特性　由于有电容的存在，电路中是不能流过直流电流的，但是可以流过交流电流，所以这一电路用于交流电路中。

(2) 综合特性　这一串联电路具有纯电阻串联和纯电容串联电路综合起来的特性。在交流电流通过这一电路时，电阻和电容对电流都存在着阻碍作用，其总的阻抗是电阻和容抗之和。

特性提示

电阻对交流电的电阻不变，即对不同频率的交流电其电阻不变，但是电容的容抗随交流电的频率变化而变化，所以这一 RC 串联电路总的阻抗是随频率变化而改变的。



图 A—16

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。

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，可以看学习中的问题是不是多得吓人，如果学习中有一大堆问题没有解决，那肯定没有好好地完成系统学习。

20. 系统学习的重要性



图 A—17

这里通过一个实例来说明系统学习的重要性。

学习多级晶体管放大器电路工作原理时，它需要单级晶体管放大器知识来支持它，而单级晶体管放大器知识又要由晶体管基础知识支持它。如果没有掌握晶体管基础知识和单级晶体管放大器工作原理，学习多级晶体管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。

21. 举例说明系统学习的重要性

这里举例说明系统学习的重要性，图 A—18 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

2. *RC* 串联电路的阻抗特性

图 1-26 所示是 *RC* 串联电路的阻抗特性曲线，图中横轴方向为频率，纵轴方向为这一串联网络的阻抗。

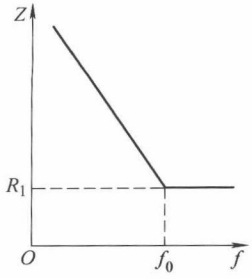


图 1-26 *RC* 串联电路的阻抗特性曲线

从曲线中可看出，曲线在频率 f_0 处改变，这一频率称为转折频率，这种 *RC* 串联电路只有一个转折频率 f_0。

(1) 输入信号频率 $f>f_0$ 时的情况 图 1-27 所示是输入信号频率高于转折频率时的示意图。当输入信号频率 $f>f_0$ 时，整个 *RC* 串联电路的总阻抗不变了，其大小等于 R_1 的阻值，这是因为当输入信号频率高到一定程度后，电容 C_1 的容抗小到几乎为零，这时 C_1 的容抗可以忽略不计，而电阻 R_1 的阻值是不随频率变化而变化的，所以此时无论频率是否在变化，总的阻抗不变而为 R_1 的阻值。

在进行 *RC* 串联电路的阻抗分析时要将输入信号频率分成两种情况来分析。

(2) 输入信号频率 $f<f_0$ 时的情况 图 1-28 所示是输入信号频率低于转折频率时的示意图。当输入信号频率 $f<f_0$ 时，由于交流电的频率低了，电容 C_1 的容抗大了，大到与电阻 R_1 的值相比较不能忽略的程度，所以此时要考虑 C_1 容抗的存在。

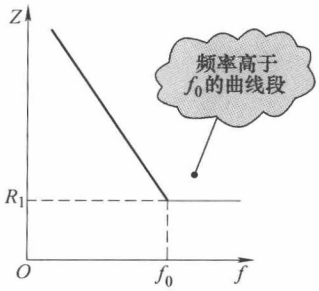


图 1-27 输入信号频率高于转折频率时的示意图

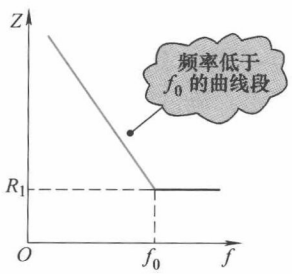


图 1-28 输入信号频率低于转折频率时的示意图

当频率低到一定程度时 C_1 的容抗在整个 *RC* 串联电路中起决定性作用。

特性提示

从图 1-28 所示的曲线中可看出，随着频率的降低，C_1 的容抗越来越大，所以该 *RC* 电路总的阻抗是 R_1 阻值和 C_1 容抗之和，即在 R_1 的基础上随着频率降低，这一 *RC* 串联电路的阻抗在增大。在频率为零（直流电）时，该电路的阻抗为无穷大，因为电容 C_1 对直流电呈开路状态。

图 1-29 所示是这种 *RC* 串联电路转折频率示意图，这一 *RC* 串联电路只有一个转折频率 f_0，计算公式如下：

$$f_0=\frac{1}{2\pi R_1 C_1} \qquad (1\text{-}2)$$

当电容 C_1 的电容量取得较大时，转折频率 f_0 很小。具体讲，如果转折频率低于交流信号的最低频率，则此时该串联电路对信号的总阻抗基本等于 R_1 的阻值，

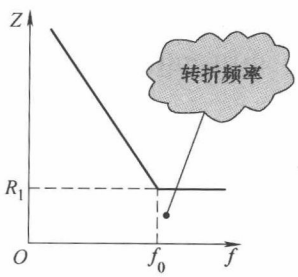


图 1-29 *RC* 串联电路转折频率示意图

无法正确理解和分析这一电路工作原理。

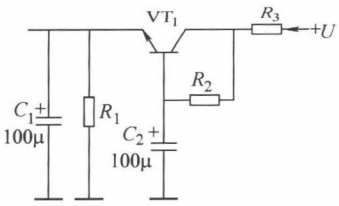


图 A—18

(1) 掌握晶体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，具体地讲，相当于一只容量比 C_2（100μF）大 β 倍的滤波电容，即相当于一只 100βμF 滤波电容。如果不掌握晶体管电流放大倍数 β 概念，那么这个电路工作原理理解与分析将无法进行。

(3) 电子滤波器工作原理理解和分析过程中，对 R_2 和 C_2 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，否则是困难的。

从上述几点看，如果不系统地学习、不比较全面地掌握电子技术基础知识，那么分析和理解电子滤波器电路工作原理就不可能。

22. 坚决拒绝不良学习方法

(1) 东一榔头西一棒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得快（相对于图书而言）。

(3) 急于求成想法可以理解，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

在一些耦合电路中用到这种情况的 RC 串联电路。

特性提示

如果 f_0 不是低于交流信号的最低频率，那么这种 RC 串联电路就不是用于耦合，而是有其他用途了。

1.2 图解并联电路

1.2.1 图解电阻并联电路

电阻并联电路是复杂电子电路的又一种基本电路，它与串联电路一起构成了复杂的电子电路。

电阻并联电路是并联电路的基础，掌握了电阻并联电路，通过等效理解可以分析由其他元器件构成的并联电路工作原理。

两个或多个电阻两根引脚相并接的电路称为电阻并联电路。

如图 1-30 所示是电阻并联电路示意图。

1．电阻并联愈多，总电阻愈小

图 1-31 所示是电阻并联愈多总阻值愈小特性记忆方法。电阻并联电路同水管并接有相似之处，这种方法有助于理解和记忆电阻并联电路的总电阻特性。

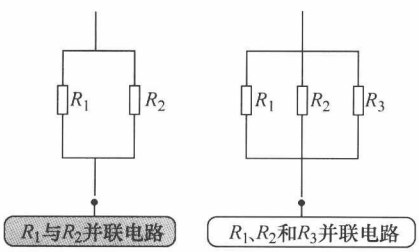


图 1-30　电阻并联电路示意图

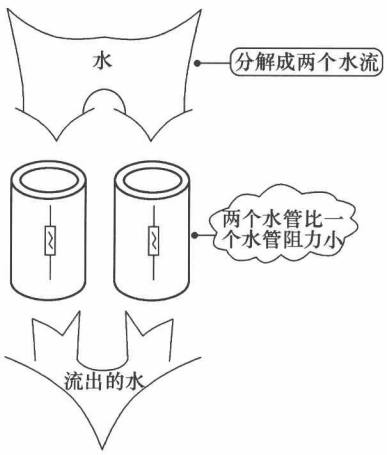


图 1-31　电阻并联愈多总阻值愈小特性记忆方法

并联电路中电阻一个个并联起来，每一个电阻提供了一个电流通路，这样总电流就大了，等效成总电阻就小了，所以电阻并联愈多总阻值愈小。

总电阻计算公式：

并联电路的总电阻值为 R，$1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3+\cdots$

总电阻 R 的倒数等于各并联电阻的倒数之和。

电阻并联电路可以等效成一个电阻，在分析电路过程中时常需要这种等效理解，再复杂的并联电路都可以进行这样的等效理解，这种等效有益于并联电路工作原理的理解。图 1-32 所示是电阻并联电路的等效理解示意图，如果几只电阻并联，整个并联电路可以等效成一个电阻。

2．电阻并联电路总电流等于各并联支路电流之和

在并联电路中，各支路电流之和等于回路中的总电流，即总电流 $I=I_1+I_2+\cdots$。图 1-33 所示是电流示意图。

础知识的完整性有利于克服一些学习中的不好习惯，将系统学习进行到底。

23. 系统学习方法及强化措施

系统学习有两种方式：一是将一本书坚持看完，二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，建立对一个方面知识的较完整体系。

系统学习过程中需要一些“形式主义”，这些形式有利于系统学习的展开和持续下去，有利于取得实质性的收获。



图 A—19

(1) 整理学习笔记。这种方式虽然传统，但是管用，通过系统地整理学习笔记，印象比较深刻，特别是在整理笔记中多画些电路图，画电路图的过程是一个很好的复习和检验学习效果的过程。

(2) 归纳学习内容。在完成一章内容学习之后，对所学内容进行归纳，如果能用自己的语言加以复述，那效果会更好。

24. 总是记不住怎么办



图 A—20

记不住很正常，毕竟过目不忘的人少之又少，再说有一些内容记不住也没有问题，知道它们在书中哪里就可以了，需要时能及时找到它们。但是，总是记不住可能就有点问题了，应该从下列几个方面检讨学习方法和过程：

(1) 学习过程要静心，看书要认真，如果学习过程不连续，有时间就看，没有

需要全本请访问 www.ertongbook.com