

本书为胡斌的第**94**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

元器件应用电路

高速入门好助手

胡斌 胡松 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



电子电路知识点合订本

——元器件应用电路高速入门好助手

胡斌 胡松 编著

(C1) 自励振荡器
本合订本收录了...
ISBN 7-111-3891-4
定价：...
...
(C2) 自励振荡器
本合订本收录了...
ISBN 7-111-3891-4
定价：...
...
(C3) 自励振荡器
本合订本收录了...
ISBN 7-111-3891-4
定价：...
...



机械工业出版社

北京机械工业出版社
地址：北京机械工业出版社
电话：(010) 88381000
邮编：100000

本书采用了新颖的大小双栏排格式，小栏用短小精干的文字描述一个个知识点；大栏系统地讲解了数百种电子元器件典型和实用电路的工作原理，将众多相关性很强的知识点联系起来，并且采用嵌套问答的形式，针对性强而不失活泼。全书系统地讲解了元器件应用电路知识，共分四章，内容包括普通电阻器电路、可变电阻器电路、电位器电路，电容器电路，电感器电路、变压器和二极管电路，晶体管直流偏置电路和集成电路常用引脚电路。另一部分的知识点包括 17 个特色专题，涵盖了电阻器、电容器、电感器、变压器、二极管、晶体管、其他元器件和数字电路常用电路图形符号，以及各种元器件的自身特性。全书形式新颖，重点突出，层次鲜明，是一本能够帮助读者快速掌握电子技术基础知识的好书。

本书适合广大电子技术初学者及爱好者入门使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路知识点合订本：元器件应用电路高速入门好助手/胡斌，胡松编著. —北京：机械工业出版社，2009.12

ISBN 978-7-111-28961-6

I. 电… II. ①胡…②胡… III. ①电子电路—基本知识②电子元件—电子电路—基本知识③电子器件—电子电路—基本知识 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 217671 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：王欢

封面设计：鞠杨 责任校对：张晓蓉

责任印制：李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

210mm×297mm·10.5 印张·324 千字

1-4000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-28961-6

定价：29.50 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 网络服务

社服务中心：(010) 88361066

销售一部：(010) 68326294

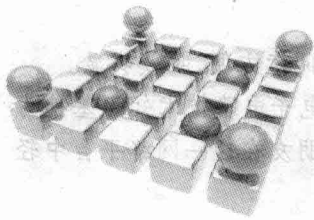
销售二部：(010) 88379649

读者服务部：(010) 68993821

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

献给 莘莘学子

本书是本人编著的第94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、版式创新的最新力作,是以读者为本的又一次有益集成与创新,也是《电子电路知识点合订本——电子电路高速入门好助手》的续本之一。

本书五大特色

本书特色 1: 小栏和大栏结构,小栏用短小精干文字讲述一个个知识点,让读者一读就懂,是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。

本书特色 2: 为减少读者阅读疲劳,采用大量图形讲述一个个知识点,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,重点突出细节不失丰富。小栏中实用的知识点为读者扩展知识面提供了帮助。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: 阅读轻松的同时还比较方便,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,将一知半解的问题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。

本书板块内容

第一板块: 让您全方位了解数百种电子元器件典型和实用电路的工作原理,这是学习电路分析的基石,也是全面深入掌握电子电路的基础。

数百种应用电路让您大开眼界,让您用最短的时间学习众多、繁杂、变化多端的元器件实用电路,为日后分析整机电路工作原理打下扎实的基础知识。

书中所选元器件实用电路涉及广泛,取自各类应用电路,有广泛的代表性,是一本小型化浓缩后的“元器件应用电路速查手册”。

第二板块: 元器件实用知识集合。这一板块运用小栏写作形式,将一个个基础知识点用通俗的语言、活泼的表现形式呈现给初学者,为学习元器件知识基础打下扎实的理论基础,减少您在学习电路分析过程中的困惑,学习更流畅。

这一板块内容分成四个层次依次展开。

第一,元器件电路图形符号识图信息解读,这一解读有利于读者根据元器件电路符号中的识图信息进行电路分析,这是一种非常巧妙的学习方式。

第二,元器件特性详解,这对分析元器件应用电路有着举足轻重的作用,因为所有电路功能都是由元器件特性实现的,掌握了元器件特性就等于掌握了电路分析的一把钥匙。

第三,元器件特性曲线讲述,这部分内容为读者深层理解元器件伏-安特性等提供了帮助,许多复杂的问题可以通过这些特性曲线来得到解释。

第四,讲解了许多元器件的等效电路、元器件结构,这些知识有助于了解元器件的工作原理,从而能深层次地掌握元器件应用电路。

此外,本书还配置了一些元器件知识的自测习题,供读者测试练习。

本书作者有话要说

本书采用了一种优势写作方式,对一些实用电路进行了详细的分析,且利用双色画出电流回路,可让读者眼前

一亮,轻松而方便地接受信息。

请读者首先且认真、仔细地阅读本书特色专题,这部分内容一个个小知识点构成,阅读方便,收效明显。

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

江苏大学 胡斌

2009年12月9日

目 录

前言

第1章 普通电阻器电路、可变电阻器电路、电位器电路	1
1.1 普通电阻器基本电路	1
1.1.1 两个电阻器基本应用电路	1
【第001问】电阻器有哪两种基本应用电路?	1
【第002问】分析电阻器电路的关键要素有哪些?	1
1.1.2 电阻器串联电路	2
【第003问】学习电阻器串联电路需要掌握哪些知识?	3
1.1.3 电阻器并联电路	5
【第004问】学习电阻器并联电路需要掌握哪些知识?	6
1.1.4 电阻器串并联电路	7
【第005问】学习电阻器串并联电路需要掌握哪些知识?	7
1.1.5 电阻器分压电路	9
【第006问】电阻器分压电路是如何工作的?	9
【第007问】带负载电路的电阻器分压电路是如何工作的?	11
1.2 普通电阻器实用电路	12
1.2.1 直流电压供给电路	12
【第008问】直流电压供给电路是如何工作的?	13
1.2.2 电阻器交流信号电压供给电路	14
【第009问】电阻器交流信号电压供给电路是如何工作的?	14
1.2.3 电阻器分流电路	14
【第010问】电阻器分流电路是如何工作的?	14
1.2.4 电阻器限流保护电路	15
【第011问】发光二极管电阻器限流保护电路是如何工作的?	15
【第012问】晶体管基极电流限制用电器电路是如何工作的?	15
1.2.5 直流电压电阻器降压电路	16
【第013问】直流电压电阻器降压电路是如何工作的?	16
1.2.6 隔离电阻器电路	17
【第014问】典型电阻器隔离电路是如何工作的?	17
【第015问】自举电路中电阻器隔离电路是如何工作的?	17
【第016问】信号源电阻器隔离电路是如何工作的?	18
【第017问】静噪电路中隔离电阻器电路是如何工作的?	18
1.2.7 电流变化转换成电压变化的电阻器电路	19
【第018问】晶体管集电极负载电阻器电路是如何工作的?	19
【第019问】取样电阻器电路是如何工作的?	20
1.2.8 交流信号电阻器分压衰减电阻器电路和基准电压电阻器分 级电路	20
【第020问】交流信号电阻器分压衰减电阻器电路是如何工作的?	20
【第021问】基准电压电阻器分压电路是如何工作的?	20
1.2.9 音量调节限制电阻器电路和阻尼电阻器电路	21
【第022问】音量调节限制电阻器电路是如何工作的?	21
【第023问】阻尼电阻器电路是如何工作的?	21
1.2.10 电阻器消振电路和电阻器负反馈电路	22

特色专题 A: 常见元器件电路图 形符号及识图信息	1
特色专题 B: 其他元器件及数字 电路电路图形符号	23
特色专题 C: 电阻器特性	47
特色专题 D: 电容器特性	49
特色专题 E: 电感器、变压器和 二极管特性	64
特色专题 F: 晶体管和场效应晶 体管特性	74
特色专题 G: 敏感电阻器和电容 器特性曲线	80
特色专题 H: 二极管特性曲线	91
特色专题 I: 各类晶体管、电子 管和晶闸管特性曲 线	100
特色专题 J: 其他元器件特性曲 线	108
特色专题 K: 部分电子元器件等 效电路和内电路	119
特色专题 L: 电阻类元器件结构 图	127
特色专题 M: 电容器结构图	133
特色专题 N: 电感器和变压器结 构	137
特色专题 O: 二极管、晶体管和 场效应晶体管结构	141
特色专题 P: 其他元器件结构	146
特色专题 Q: 元器件自测题	150

〔第 024 问〕电阻器消振电路是如何工作的?	22
〔第 025 问〕电阻器负反馈电路是如何工作的?	22
1.2.11 恒流录音电阻器电路	23
〔第 026 问〕恒流录音电阻器电路是如何工作的?	23
1.2.12 下拉电阻器电路和上拉电阻器电路	23
〔第 027 问〕下拉电阻器电路是如何工作的?	23
〔第 028 问〕上拉电阻器电路是如何工作的?	24
1.3 可变电阻器实用电路和电位器实用电路	24
1.3.1 激光头自动功率控制 (APC) 电路灵敏度调整中的可变电阻器电路	24
〔第 029 问〕灵敏度调整中的可变电阻器电路是如何工作的?	24
1.3.2 立体声平衡控制中的可变电阻器电路	25
〔第 030 问〕立体声平衡控制中的可变电阻器电路是如何工作的?	25
1.3.3 直流电动机转速调整中的可变电阻器电路	26
〔第 031 问〕直流电动机转速调整中的可变电阻器电路是如何工 作的?	26
1.3.4 电位器构成的音量控制器	26
〔第 032 问〕单声道音量控制器是如何工作的?	26
〔第 033 问〕双声道音量控制器是如何控制的?	28
〔第 034 问〕电子音量控制器是如何工作的?	29
〔第 035 问〕电脑用耳机的音量控制器是如何工作的?	32
1.3.5 电位器构成的声调控制器	32
〔第 036 问〕RC 衰减式高低音声调控制器是如何工作的?	32
1.3.6 电位器构成的立体声平衡控制器	34
〔第 037 问〕单联电位器构成的立体声平衡控制器是如何工作的?	34
1.3.7 电位器构成的响度控制器	35
〔第 038 问〕单抽头式响度控制器是如何工作的?	35
1.3.8 电位器构成的其他控制器	36
〔第 039 问〕对比度控制器是如何工作的?	36
〔第 040 问〕电位器构成的亮度控制器是如何工作的?	38
〔第 041 问〕电位器构成的色饱和度控制器是如何工作的?	38
第 2 章 电容器电路	40
2.1 普通电容器实用电路	40
2.1.1 电容器降压电路和电容器分压电路	40
〔第 042 问〕电源指示中的电容器降压电路是如何工作的?	40
〔第 043 问〕电容器降压半波整流电路和桥式整流电路是如何工 作的?	41
〔第 044 问〕电容器分压电路是如何工作的?	42
2.1.2 电容器滤波电路	43
〔第 045 问〕普通电容器滤波电路是如何工作的?	43
〔第 046 问〕电源滤波电路中高频电容器滤波电路是如何工作的?	44
〔第 047 问〕电源电路中电容器保护电路是如何工作的?	45
2.1.3 安规电容器抗高频干扰电路	47
〔第 048 问〕X 电容器电路是如何工作的?	48
〔第 049 问〕Y 电容器电路是如何工作的?	48
2.1.4 退耦电容器电路	48
〔第 050 问〕为什么要设置退耦电容器电路?	48
〔第 051 问〕退耦电容器电路是如何工作的?	49
2.1.5 电容器耦合电路	50
〔第 052 问〕典型电容器耦合电路是如何工作的?	50
〔第 053 问〕其他电容器耦合电路是如何工作的?	52
2.1.6 高频消振电容器电路	53

【第 054 问】高频消振电容器电路是如何工作的？	53
2.1.7 消除无线电波干扰的电容器电路	53
【第 055 问】消除无线电波干扰的电容器电路是如何工作的？	53
2.1.8 中和电容器电路	54
【第 056 问】中和电容器电路是如何工作的？	54
2.1.9 温度补偿型电容器并联电路	56
【第 057 问】温度补偿型电容器并联电路是如何工作的？	56
2.1.10 多个小电容器串、并联电路	57
【第 058 问】多个小电容器串、并联电路是如何工作的？	57
2.1.11 晶体管发射极各种旁路电容器电路	58
【第 059 问】发射极旁路电容器电路是如何工作的？	58
【第 060 问】部分发射极电阻加接旁路电容器电路是如何工作的？	59
【第 061 问】发射极具有高频旁路电容器电路是如何工作的？	60
【第 062 问】发射极接有不同电容量旁路电容器电路是如何工作的？	61
2.1.12 微控制器集成电路中电容器复位电路	61
【第 063 问】微控制器集成电路中的电容器复位电路是如何工作的？	61
2.1.13 静噪电容器电路	63
【第 064 问】电子音量电位器中的静噪电容器电路是如何工作的？	63
【第 065 问】开机静噪电容器电路是如何工作的？	63
【第 066 问】静噪电路中的消噪电容器电路是如何工作的？	64
2.1.14 加速电容器电路	64
【第 067 问】加速电容器电路是如何工作的？	64
2.1.15 穿心电容器电路	65
【第 068 问】穿心电容器电路是如何工作的？	66
2.2 有极性电解电容器实用电路	66
2.2.1 实用有极性电解电容器并联电路	66
【第 069 问】有极性电解电容器并联电路是如何工作的？	66
【第 070 问】两个大电解电容器并联电路是如何工作的？	67
2.2.2 有极性电解电容器串联电路	67
【第 071 问】有极性电解电容器逆串联电路是如何工作的？	67
【第 072 问】有极性电解电容器顺串联电路是如何工作的？	68
2.2.3 扬声器分频电容器电路	68
【第 073 问】二分频电路中的分频电容器电路是如何工作的？	68
【第 074 问】有极性电解电容器逆串联构成的分频电容器电路是如何工作的？	69
【第 075 问】有极性电解电容器在交直流混合电路中是如何工作的？	70
2.3 可变电容器和微调电容器实用电路	70
2.3.1 可变电容器电路和微调电容器电路	71
【第 076 问】可变电容器电路是如何工作的？	71
【第 077 问】微调电容器电路是如何工作的？	72
2.3.2 其他可变电容器应用电路	73
【第 078 问】无线供电系统电路是如何工作的？	73
【第 079 问】脉冲信号发生器频率微调电路是如何工作的？	73
第 3 章 电感器电路、变压器和二极管电路	75
3.1 电感器实用电路	75
3.1.1 扬声器分频电路中的分频电感器电路	75
【第 080 问】单 6dB 二分频扬声器电路是如何工作的？	75
【第 081 问】单 12dB 型二分频扬声器电路是如何工作的？	75
【第 082 问】双 12dB 型二分频扬声器电路是如何工作的？	75
【第 083 问】6dB 型三分频扬声器电路是如何工作的？	75
【第 084 问】12dB 型三分频扬声器电路是如何工作的？	76
3.1.2 电源电路中电感器滤波电路	76

【第 085 问】电源电路中电感器滤波电路是如何工作的?	77
3.1.3 共模和差模电感器电路	77
【第 086 问】共模电感器电路是如何工作的?	78
【第 087 问】差模电感器电路是如何工作的?	79
3.1.4 专用电感器电路	79
【第 088 问】行线性调节器电路是如何工作的?	79
【第 089 问】视频检波线圈电路是如何工作的?	80
3.2 变压器实用电路	81
3.2.1 电源变压器电路	81
【第 090 问】最简单电源变压器电路是如何工作的?	81
【第 091 问】二次绕组有抽头电源变压器电路是如何工作的?	82
【第 092 问】两个二次绕组电源变压器电路是如何工作的?	83
3.2.2 其他变压器电路	84
【第 093 问】开关变压器电路是如何工作的?	84
【第 094 问】枕形校正变压器电路是如何工作的?	85
【第 095 问】行输出变压器实用电路是如何工作的?	85
【第 096 问】音频输入变压器电路是如何工作的?	86
【第 097 问】音频输出耦合变压器电路是如何工作的?	87
【第 098 问】中频变压器电路是如何工作的?	88
【第 099 问】线间变压器电路是如何工作的?	89
【第 100 问】变压器耦合的正弦波振荡器是如何工作的?	89
3.3 普通二极管实用电路	92
3.3.1 二极管整流电路	92
【第 101 问】正极性半波整流电路	92
【第 102 问】整流二极管导通与截止有判断口诀吗?	94
【第 103 问】正极性全波整流电路是如何工作的?	95
【第 104 问】桥式整流电路是如何工作的?	97
3.3.2 二极管其他应用电路	99
【第 105 问】二极管简易直流稳压电路是如何工作的?	99
【第 106 问】二极管温度补偿电路是如何工作的?	100
【第 107 问】二极管限幅电路是如何工作的?	102
【第 108 问】二极管控制电路是如何工作的?	104
【第 109 问】二极管开关电路是如何工作的?	106
【第 110 问】继电器驱动电路中的二极管保护电路是如何工作的?	109
3.4 其他二极管实用电路	110
3.4.1 稳压二极管电路及变容二极管电路	110
【第 111 问】典型稳压二极管直流稳压电路是如何工作的?	110
【第 112 问】变容二极管电路是如何工作的?	111
3.4.2 发光二极管电路	111
【第 113 问】直流 LED 指示灯电路是如何工作的?	111
【第 114 问】单色发光二极管电源指示灯电路是如何工作的?	112
【第 115 问】交流发光二极管指示灯电路是如何工作的?	112
【第 116 问】电容器降压交流发光二极管指示灯电路是如何工作的?	113
【第 117 问】LED 按键指示灯电路是如何工作的?	114
第 4 章 晶体管直流偏置电路和集成电路常用引脚电路	116
4.1 晶体管直流偏置电路	116
4.1.1 晶体管固定式偏置电路	116
【第 118 问】典型固定式偏置电路是如何工作的?	116
【第 119 问】负极性电源供电 NPN 型晶体管固定式偏置电路是如何工作的?	117
【第 120 问】正极性电源供电 PNP 型晶体管固定式偏置电路是如何工作的?	117

〔第 121 问〕 负极性电源供电的 PNP 型晶体管固定式偏置电路是如何工作的?	118
〔第 122 问〕 固定式偏置电路分析中容易出错的地方有哪些?	118
4.1.2 晶体管分压式偏置电路	121
〔第 123 问〕 典型晶体管分压式偏置电路是如何工作的?	121
〔第 124 问〕 正极性电源供电 PNP 型晶体管分压式偏置电路是如何工作的?	121
〔第 125 问〕 负极性电源供电 NPN 型晶体管分压式偏置电路是如何工作的?	122
〔第 126 问〕 采用负极性电源供电 PNP 型晶体管分压式偏置电路是如何工作的?	123
〔第 127 问〕 分压式偏置电路中的变形电路是如何工作的?	124
4.1.3 集电极 - 基极负反馈式晶体管偏置电路	126
〔第 128 问〕 典型晶体管集电极 - 基极负反馈式偏置电路是如何工作的?	126
〔第 129 问〕 其他三种集电极 - 基极负反馈式偏置电路是如何工作的?	126
4.2 晶体管集电极直流电路和发射极直流电路	128
4.2.1 晶体管集电极直流电路	128
〔第 130 问〕 晶体管集电极直流电路是如何工作的?	128
〔第 131 问〕 集电极直流电路中的变形电路是如何工作的?	130
4.2.2 晶体管发射极直流电路	131
〔第 132 问〕 晶体管发射极直流电路是如何工作的?	131
〔第 133 问〕 晶体管发射极直流电路中的变形电路是如何工作的?	132
4.3 集成电路常用引脚电路	133
4.3.1 集成电路引脚外电路分析方法	133
〔第 134 问〕 如何分析集成电路常用引脚外电路?	133
4.3.2 集成电路电源引脚电路	135
〔第 135 问〕 集成电路电源引脚外电路是如何工作的?	135
〔第 136 问〕 集成电路前级电路电源输入引脚电路是如何工作的?	136
〔第 137 问〕 集成电路前级电源输出引脚电路是如何工作的?	137
〔第 138 问〕 无电源引脚集成电路有哪几种?	137
4.3.3 集成电路接地引脚电路	138
〔第 139 问〕 集成电路接地引脚外电路是如何工作的?	138
4.3.4 集成电路电源、接地引脚组合电路和电流回路	139
〔第 140 问〕 如何分析集成电路电源引脚电流回路?	139
〔第 141 问〕 前置和功放集成电路供电电路是如何工作的?	142
4.3.5 电源引脚和接地引脚外电路特征及识图小结	142
〔第 142 问〕 集成电路电源和接地引脚外电路有何特征?	142
4.4 集成电路输入引脚和输出引脚电路	145
4.4.1 掌握集成电路信号输入引脚和信号输出引脚电路的意义	145
〔第 143 问〕 分析集成电路信号输入和输出引脚外电路有何意义?	145
4.4.2 信号输入引脚种类	145
〔第 144 问〕 集成电路信号输入引脚有哪几种电路?	145
4.4.3 集成电路信号输入引脚外电路特征和识图方法	147
〔第 145 问〕 音频前置放大器集成电路信号输入引脚外电路是如何工作的?	147
〔第 146 问〕 特殊双声道音频前置放大器集成电路信号输入引脚外电路是如何工作的?	148
〔第 147 问〕 高频前置放大器集成电路信号输入引脚外电路是如何工作的?	149
〔第 148 问〕 音频后级放大器集成电路信号输入引脚外电路是如何工作的?	149

第1章

普通电阻器电路、可变电阻器电路、电位器电路

1.1 普通电阻器基本电路

1.1.1 两个电阻器基本应用电路

掌握电阻器基本工作原理是分析各种电阻器电路的基础。

【第001问】电阻器有哪两种基本应用电路？

电阻器在电子电路中的基本应用原理可以从两个方面去理解。

1. 提供电压电路

图1-1所示，电阻器 R 为电路中 B 点提供直流电压。

R 在电路中的 A 点与 B 点之间构成了一个支路， R 将 A 点的直流电压 $+V$ 加到了电路中的 B 点，使 B 点也有直流电压。显然，电阻 R 用来给电路中某点建立与直流电压 $+V$ 之间的联系。

友情提示

如果电路中的某点需要直流电压时，就可以在该点与直流电压 $+V$ 之间接一只电阻器。

当然电阻器也可以为电路中的某点提供交流信号电压。

2. 为电路提供一个电流回路

图1-2所示， R_1 为电路提供一个电流回路。 R_1 连接在 VT 发射极与地之间，电路中的 A 点与 B 点通过 R_1 接通，这样 VT 发射极输出的电流可以通过 R_1 流到地，从而构成了一个电流回路。

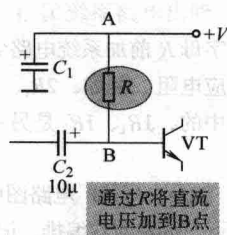


图 1-1 电阻为电路中 B 点提供电压

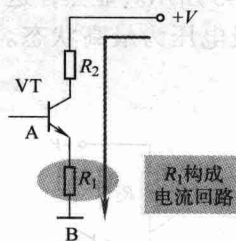


图 1-2 电阻为电路提供电流回路

如果电路中需要一个电流回路时，就可以接入一只电阻器。

【第002问】分析电阻器电路的关键要素有哪些？

电阻器电路分析的关键要素是：电阻器阻值大小对电路工作的影响。

友情提示

电路分析中，有时只是需要进行定性分析，即分析电路中有没有电压，或是有没有电流，但是有时则需要进一步的定量分析，即有电压时这一电压有多大，有电流时这一电流有多大。

特色专题 A：常见元器件电路图形符号及识图信息

1. 普通电阻器电路图形符号

图 A-1 所示是普通电阻器电路图形符号。

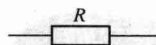


图 A-1

由电路图形符号可知，电阻器有两根引脚，而且没有极性之分。

英文字母 R 是 Resistor 的缩写，在电路图中表示电阻器。

如图 A-2 所示是另两种电阻器电路图形符号。

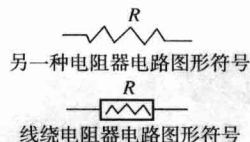


图 A-2

这两种电路图形符号多出现在进口电子设备的电路图中，也是经常使用的电路图形符号。

线绕电阻器的额定功率很大、体积大，用于一些电流很大的场合，在电子管放大器电路中经常用到。

2. 标注额定功率的电阻器电路图形符号

图 A-3 所示是标注额定功率的电阻器电路图形符号。

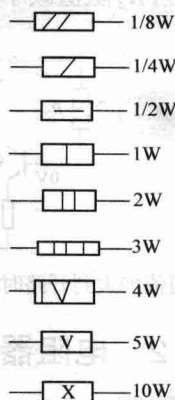


图 A-3

符号中同时标出了该电阻器的额定功率，通常电子电路中使用的普通电阻器的额定功率都比较小，常用的是 $1/8W$ 或 $1/16W$ 。电路图形符号中一般不直接标

图 1-3 所示电路可以说明电阻器电路分析的一般过程和思路。从图中可以看出, 直流电压 $+V$ 等于 R_2 两端电压加上基极电压。直流电压 $+V$ 是不变的, 当 R_2 的阻值大小改变时 R_2 两端的电压改变, 从而 VT 基极电压大小改变。

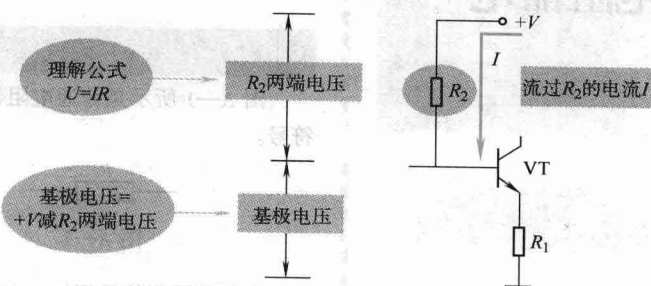


图 1-3 电阻器电路分析举例

R_2 的阻值大小变化有两种情况, 电路分析时假设其变化, 然后分析电路相应变化的结果。

1. R_2 阻值增大分析

如果 R_2 阻值增大, 那么 R_2 两端的电压会增大, 导致 VT 基极电压下降。

友情提示

采用极限理解方法, 假设 R_2 阻值增大到开路状态, 如图 1-4 所示。这时 $+V$ 端与 VT 基极之间不连接, 直流电压 $+V$ 就没有加到 VT 的基极, VT 基极电压为 $0V$, 所以当 R_2 阻值增大时, VT 基极电压是下降的。电路中分析中会时常用到这种极限理解的方法。

2. R_2 阻值减小分析

如果 R_2 阻值减小, 那么 R_2 两端的电压会减小, 导致 VT 基极电压增大。

友情提示

同样采用极限的分析方法, 假设 R_2 阻值不断减小, 直到减小至零时, 就是 VT 基极与 $+V$ 端接通, 如图 1-5 所示。显然, 这时 VT 基极电压就等于直流电压 $+V$, VT 基极电压为最高状态。所以, 当 R_2 阻值减小时 VT 基极电压会增大。

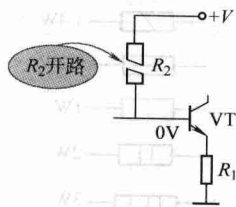


图 1-4 R_2 阻值增大到开路时的等效电路

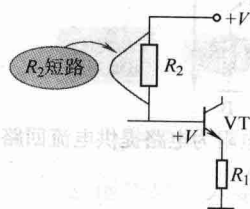


图 1-5 R_2 阻值减小至零时的等效电路

1.1.2 电阻器串联电路

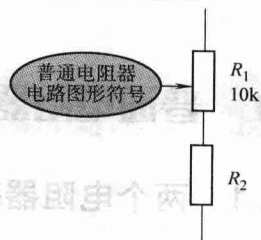
友情提示

任何复杂的电路经过各种等效和简化后都可以归纳两种电路: 一是串联电路, 二是并联电路。所以掌握串联电路和并联电路的工作原理是分析各种电路工作原理的关键之一。

出它的额定功率, 但在额定功率比较大时需要在电路图中标注额定功率。

3. 电阻器电路图形符号中标注含义

图 A-4 所示是电路图中电阻器电路图形符号标注含义说明。



R_1 表示电路中第一个电阻器
 R_2 表示电路中第二个电阻器
10k 表示这个电阻器阻值为 $10k\Omega$

图 A-4

图 A-5 所示是在字母 R 前加上数字的编号方式。 $1R_1$ 、 $2R_1$ 中 R 前面的 1、2 分别表示这两个电阻在不同的电路系统中。

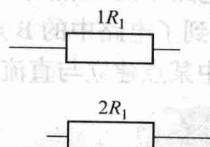


图 A-5

1) 掌握编号的意义 电路所用的电阻器很多, 用数字表示编号, 以方便寻找。

2) 识别标称阻值 电路图表示出该电阻器的阻值大小, 有益于识图和检修。有时阻值标注采用省略的表示方式, 如 10k 表示该电阻器为 $10k\Omega$ 。当单位为欧时就标单位, 如 10, 表示是 10Ω 。

3) 理出电路系统编组 整机电路复杂时, 字母 R 前加系统电路编号, 以方便寻找相应电阻。例如, $2R_1$ 、 $2R_2$ 是一个电路系统中的, $1R_1$ 、 $1R_2$ 是另一个电路系统中的。

4) 编号有规律 电路图中编号一般按从上到下、从左向右编排, 记住这一规律。

4. 熔断电阻器电路图形符号

目前, 熔断电阻器电路图形符号还没有统一的规定, 各公司有自己的规定。熔断电阻器在电路中用 R 表示。

图 A-6 所示是熔断电阻器通用的电路图形符号, 但是在电路图中不常见到。

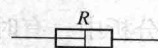


图 A-6

图 A-7 所示是日本夏普公司采用的电

电阻器串联电路又是各种串联电路的基础,必须深入掌握电阻器串联电路的特性和工作原理。图 1-6 所示是电阻器串联电路,电路中只有电阻器,没有其他的元器件,所以称为纯电阻器电路。

电路中,电阻 R_1 和 R_2 的引脚头尾相连,这种连接方式称为串联,从而构成两个电阻器的串联电路,+V 是该电路中的直流工作电压。

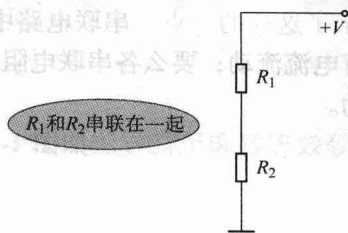


图 1-6 电阻器串联电路

【第 003 问】学习电阻器串联电路需要掌握哪些知识?

1. 串联电路的总电阻值越串越大

在电阻器串联电路中,串联后的总电阻值等于各参与串联的电阻器阻值之和,即总电阻值 $R=R_1+R_2+R_3+\dots$ 。

由此可见,电阻器串联后的总电阻值会增大,即电阻器串联越多,电路总电阻值就越大。

图 1-7 所示是电阻器串联电路的等效电路示意图。例如,一只 $10\text{k}\Omega$ 电阻器与一只 $12\text{k}\Omega$ 电阻器串联,其串联电路总的电阻值为 $10\text{k}\Omega+12\text{k}\Omega=22\text{k}\Omega$ 。

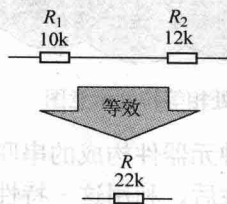


图 1-7 电阻器串联电路的等效电路示意图

友情提示

利用电阻器串联电路的阻值相加特性,可以应用于故障检修中的应急处理。例如,需要一只 $3\text{k}\Omega$ 的电阻器,而手上没有这一阻值的电阻器,但有 $1\text{k}\Omega$ 和 $2\text{k}\Omega$ 的电阻器,将这两只电阻器串联后就能得到所需要的 $3\text{k}\Omega$ 电阻器。

电阻器串联电路并不止是两只电阻器串联,还可以串联更多的电阻器。图 1-8 所示是三只电阻器的串联电路。

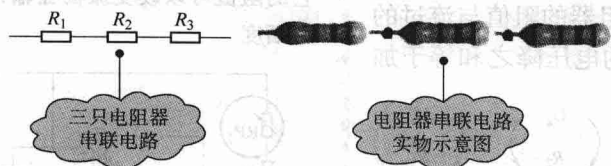


图 1-8 三只电阻器的串联电路

2. 电阻器串联电路中电流处处相等

在串联电路中,流过电阻器 R_1 的电流是 I_1 ,流过电阻器 R_2 的电流是 I_2 ,串联电路中总的电流是 I ,如图 1-9 所示。根据节点电流定律可知,流过各串联电阻器的电流相等,且等于串联电路中的总电流,即 $I=I_1=I_2$ 。

如果电路中有三只或更多的电阻器相串联,流过各电阻器的电流都是相等的,且也等于串联电路中的总电流。

当电源电压 +V 大小保持不变时,若串联电路中总的电阻值在增大,则电路中总的电流将减小,流过串联电路中各电阻器的电流也将减小。

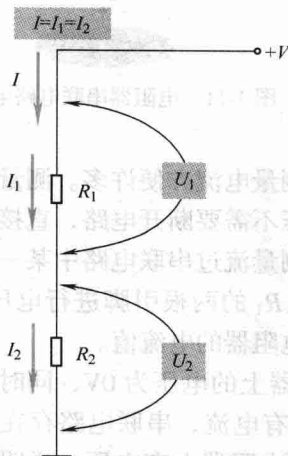


图 1-9 串联电路电流处处相等示意图

路图形符号, R 表示电阻器,用“Fusible”表示熔断电阻器。

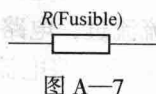


图 A-7

图 A-8 所示是日本日立公司采用的电路图形符号。

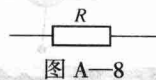


图 A-8

图 A-9 所示是日本胜利公司、日本东芝公司采用的电路图形符号,符号中用一个熔断器符号形象地表示这种电阻器具有熔断的功能。

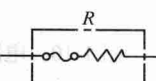


图 A-9

图 A-10 所示是日本松下公司、日本三洋公司采用的电路图形符号,符号中有熔断器的符号。

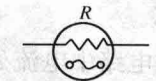


图 A-10

图 A-11 所示是国内常用电路图形符号。另一种常见的熔断电阻器的电路图形符号。

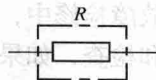


图 A-11

5. 可变电阻器电路图形符号

图 A-12 所示是可变电阻器的电路图形符号,它是在普通电阻器电路图形符号的基础上加一个箭头,形象地表示它的阻值可变这一特点。

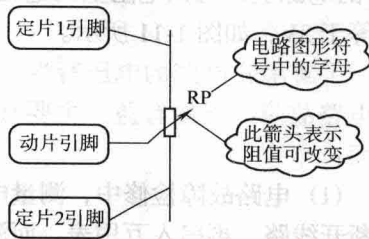


图 A-12

从电路图形符号中可以识别两个定片引脚和一个动片引脚。

6. 可变电阻器旧电路图形符号

图 A-13 所示是可变电阻器的旧电

电阻器串联电路的这一电流特性揭示了这样的一点：串联电路中，各电阻器要么同时有电流流过，电路中有电流流动；要么各串联电阻器中都没有电流流过，电路中没有电流流动。

电阻器串联电路电流处处相等特性等效理解和记忆方法如图 1-10 所示。

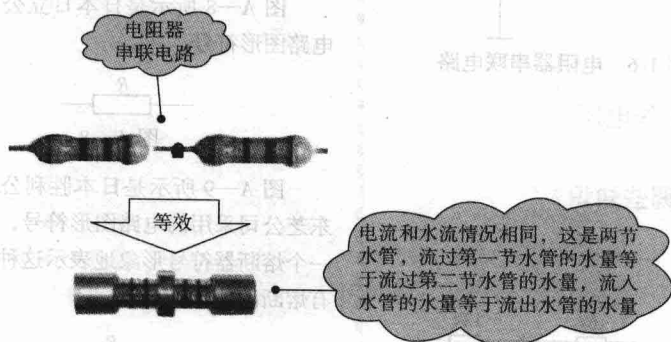


图 1-10 电阻器串联电路电流处处相等特性示意图

串联电路电流处处相等特性适合于各种元器件构成的串联电路。在知道串联电路中流过一个元器件的电流特性后，利用这一特性就能知道串联电路中其他元器件中的电流特性。

友情提示

串联电路中电流处处相等特性对电路故障检查的指导意义重大。电路故障检修中，只要测得电路中的任何一处有电流流过，便可以知道这一电路是工作的；反之，只要测量电路中任何一只电阻器中没有电流流过，那说明整个电路中没有电流。

在电路故障检修中，就是像这样利用各种特性对形形色色的故障进行逻辑分析和检查，如果不了解电路的工作原理和特性，检修工作就一定带有盲目性，甚至是错误的。

3. 电阻器串联电路电压降特性

根据欧姆定律可知，电阻器上的电压等于该电阻器的阻值与流过的电流之积，即 $U=IR$ 。在串联电路中，各电阻器上的电压降之和等于加到这一串联电路上的电压。

例如，由三只电阻器构成的串联电路，这个串联电路接在直流电压为 3V 的电源上，三只电阻上的电压降之和等于 3V，如图 1-11 所示。

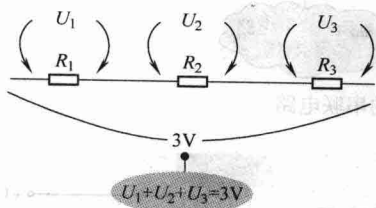


图 1-11 电阻器串联电路电压特性

了解串联电路的电压特性，对串联电路故障的检修有益，主要有两个方面：

(1) 电路故障检修中，测量电压比测量电流方便许多。测量电流时要断开线路，再串入万用表，而测量电压不需要断开电路，直接将两支表笔并联在电阻器两端即可。如果需要测量流过串联电路中某一只电阻器 (R_i) 的电流时，两支表笔直接接触 R_i 的两根引脚进行电压测量，再除以该电阻器的阻值即可得到流过该电阻器的电流值。

(2) 如果测量串联电路中某个电阻器上的电压为 0V，同时直流电源电压正常，就可以说明串联电路中没有电流，串联电路存在开路故障，如图 1-12 所示。反之，若测量某个电阻器上有电压，说明这一串联电路能够工作。用这种测量电阻器两端电压的方法检查串联电路是否

路图形符号，这一符号比较形象地表示了可变电阻器阻值调节原理和电路中的实际连接情况。它的动片引脚与一个定片引脚相连，这样将电阻体中的一部分电阻短路。可变电阻器阻值为动片引脚至另一个定片引脚之间电阻体的阻值。

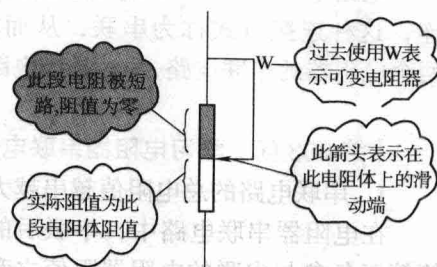


图 A-13

图 A-14 所示是可变电阻器用作电位器时的电路图形符号，显然与前面所示的电路图形符号有所不同，它的 3 根引脚独立，这也是它用作电位器的使用方法。

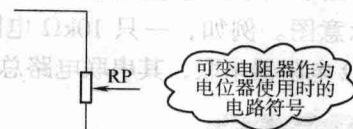


图 A-14

7. 实用电路中可变电阻器电路图形符号

图 A-15 所示是正弦波振荡器电路。电路中的 RP_1 为可变电阻器，调节它的阻值可以改变振荡器输出振荡信号的幅度。

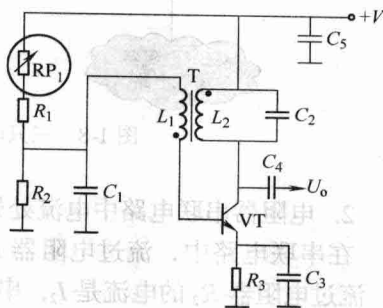


图 A-15

8. 电位器一般电路图形符号

电位器的电路图形符号与电阻器、可变电阻器电路图形符号有相似之处，它们的电路图形符号中都有一个电阻器电路图形符号的长方形。

图 A-16 所示是电位器一般电路图形符号，电路符号中用 RP 来表示电位器，RP 是英文 Resistor Potentiometer (电位器)

开路相当方便。

4. 抓住电阻器串联电路分析中主要矛盾

在电路分析中,要抓住电路中的主要矛盾,它是分析电路的关键,特别是电路中有许多元器件时,如果能及时知晓电路中主要元器件的作用,无疑可以提高电路分析的速度和质量,这一点很重要。

在电阻器串联电路中,当某个电阻器的阻值远小于其他电阻器的阻值时,该电阻器的作用在电路分析中可以忽略不计。为了便于理解这一点,可以将该电阻器视为短路,即可以看成该电阻器两根引脚之间被一根电阻值为零的导线接通。这样,串联电路中就只有电阻值大的那只电阻器存在。

在电阻器串联电路的分析过程中,要抓住阻值大的电阻器,它是串联电路中的主要矛盾,因为电阻值大的电阻器其电压降也大。

图 1-13 所示,因为在串联电路中,流过各电阻器的电流相等,这样电阻值大的电阻器上的压降大。

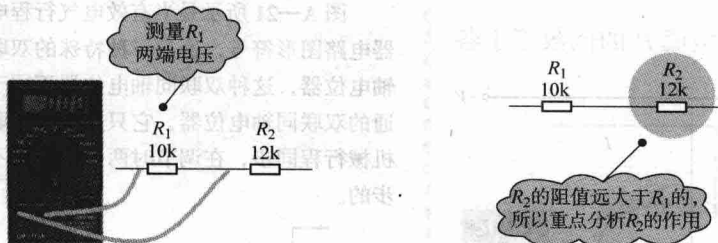


图 1-12 测量串联电阻器 R_1 上的电压 图 1-13 电阻器串联电路电压特性示意图

纯电阻器串联电路比较简单,在掌握了上述电阻器串联电路的主要特性后,可以方便地进行电路分析。电路分析中主要了解下列几点:

(1) 电路分析中要分清是不是串联电路,只有在串联电路中流过电路中每一只电阻器的电流大小才一样,如果电路中有其他支路,那么就不是串联电路,这一点要搞清楚。

(2) 如果串联电路中的电阻器多于两只,串联电路的特性不变。

(3) 上述分析中没有说明流过串联电路中电阻器的电流是直流电流还是交流电流,因为无论是直流电流还是交流电流,电阻器都起到相同的作用。

(4) 上面介绍的是纯电阻器串联电路,这是其他各种串联电路的基础,实用电路中会出现其他元器件构成的串联电路,如电容器的串联电路、电阻器和电容器的串联电路等。这些串联电路都可以用纯电阻器串联电路进行等效,以理解它们的工作原理,所以纯电阻器串联电路是所有串联电路的基本电路。

1.1.3 电阻器并联电路

并联电路与串联电路是完全不同的电路,它们之间不能相互等效,并联电路的一些特性与串联电路特性相反。

各种元器件均可以构成并联电路,电阻器并联电路是最基本的并联电路,所有复杂的电路都可以简化成电阻器串联和电阻器并联电路来进行工作原理的理解。

图 1-14 所示是电阻器并联电路。电路中,电阻器 R_1 和 R_2 两根引脚分别相连,构成并联电路, $+V$ 是这一电路的直流工作电压。

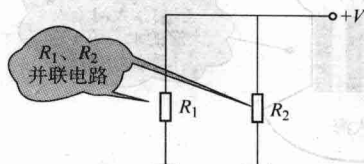


图 1-14 电阻器并联电路

的缩写,以用 W 表示。电路图形符号中标出了电位器 3 根引脚,表示出动片引脚。

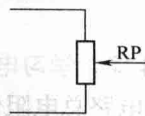


图 A-16

9. 带开关电位器电路图形符号

图 A-17 所示是带开关电位器电路图形符号, S 是附在 RP 上的开关, S 受 RP 转柄动作控制,当开始转动转柄时首先将开关接通,开关接通后同普通电位器一样,这种电位器主要用于带电源开关的音量控制电路中。

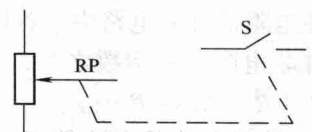


图 A-17

10. 双口运用时电位器电路图形符号

图 A-18 所示是双口运用电位器,将电位器 3 根引脚分成 4 个端点,组成双口电路,即 1、2 端为信号输入,3、4 端为信号输出端,2、4 端为公用端,通常接线路的地。



图 A-18

11. 作可变电阻器时电位器电路图形符号

图 A-19 所示是电位器作为可变电阻器使用时的电路图形符号。

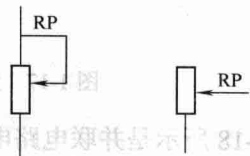


图 A-19

12. 双联同轴电位器电路图形符号

图 A-20 所示是双联同轴电位器

流电路中时，电路形式不变，只是直流电压+V 改为交流信号。

分析电阻并联电路时，要搞懂以下几个电阻并联电路特性。

【第 004 问】学习电阻器并联电路需要掌握哪些知识？

1. 并联电路总电阻值越并越小特性

在电阻器并联电路中，电路中的总电阻值是愈并联愈小，这一点与串联电路的特性恰好相反。如果两只 $20\text{k}\Omega$ 的电阻器相并联，并联后总的电阻值是其中一只电阻器电阻值的一半，即为 $10\text{k}\Omega$ ，如图 1-15 所示。并联后总电阻值 R 小于 R_1 的电阻值，也小于 R_2 的电阻值。

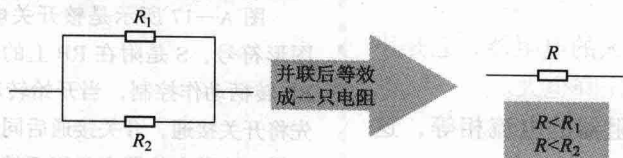


图 1-15 电阻器并联电路

在电阻器并联电路中，各电阻器并联后总电阻值 R 的倒数等于各参与并联电阻值的倒数之和，即 $1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3\cdots$ 。

2. 并联电路总电流等于各支路电流之和特性

图 1-16 所示电路中，流过电阻器 R_1 的电流是 I_1 ，流过电阻器 R_2 的电流是 I_2 ，并联电路的总电流是 I ，从电源 +V 流出的电流分成两路：一路流过电阻器 R_1 ，另一路流过电阻器 R_2 。根据节点电流定律可知，各支路电流之和等于回路中的总电流，对这一具体电路而言，是 $I=I_1+I_2$ 。如果有更多的并联支路，便有 $I=I_1+I_2+I_3+\cdots$ 。

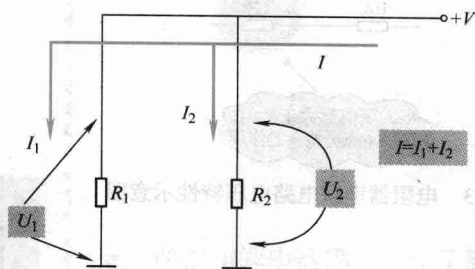


图 1-16 并联电路各支路电流

在并联电路的各支路中，支路中的电流大小与该支路中的电阻器阻值大小成反比关系。阻值大的电阻器支路中的电流小，阻值小的电阻器支路中的电流大。从 $I=U/R$ 公式中，可以理解其中的道理。当 R_1 的电阻值大于 R_2 的电阻值时，流过 R_1 的电流小于流过 R_2 的电流，如图 1-17 所示。

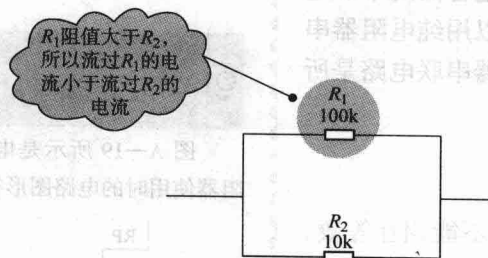


图 1-17 支路电流与电阻值成反比

图 1-18 所示是并联电路电流特性理解和记忆方法示意图，可以用河流的例子来形象地记忆。从水库流出的水分成 3 路全部流入大海之中，相当于多电源流出的电流从各电阻器电路支路流过一样。

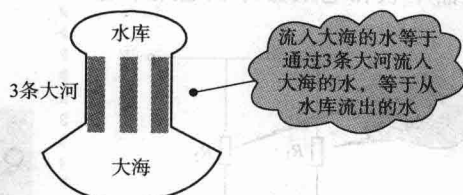


图 1-18 并联电路电流特性的形象记忆方法

路图形符号，从中可以看到，它由两个单联电位器的电路图形符号组成，两个电位器之间用虚线连接起来，表示两个单联电位器阻值同步调节，即两个单联电位器阻值同时增大同时减小。

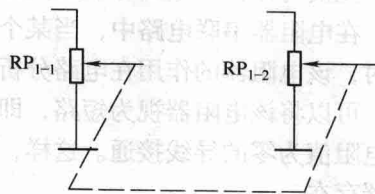


图 A-20

13. 半有效电气行程电位器电路图形符号

图 A-21 所示是半有效电气行程电位器电路图形符号，这是一种特殊的双联同轴电位器，这种双联同轴电位器不同于普通的双联同轴电位器，它只是两个单联的机械行程同步，在调节时两个阻值是不同步的。

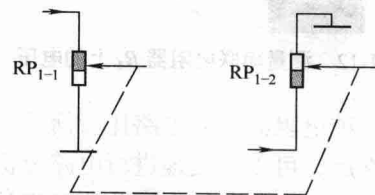


图 A-21

这种电位器只有一半的机械行程有阻值的变化，另一半是银带区，其阻值为零，在电路符号中用阴影表示无阻值的银带区。

当动片从中间位置向上滑动时， RP_{1-1} 动片联进入银带区，而 RP_{1-2} 进入变阻区；当动片从中间位置向下滑动时， RP_{1-2} 动片联进入银带区，而 RP_{1-1} 进入变阻区。

【友情提示】这种特殊特性的双联同轴电位器可以用于立体声平衡控制器电路（立体声音响设备中的一种控制器电路）。

14. 带中心抽头电位器电路图形符号

图 A-22 所示是带中心抽头的电位器电路图形符号，这种电位器比普通电位器多一根引脚，即抽头引脚，该抽头引脚设在电位器中间阻值处，抽头至两个定片之

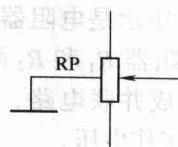


图 A-22

友情提示

从 R_1 和 R_2 并联电路中可以看出, 电源+V 流出的总电流被分成两路, 即总电流被分流了, 将总电流 I 分成 I_1 和 I_2 。

当有更多电阻器并联时, 可以将总电流分成更多的支路电流, 只要适当选择各支路中电阻器的阻值, 便能使各支路获得所需要的电流。这样的电路称为分流电路, 在实用电路中经常见到。

3. 并联电阻器两端电压相等特性

在电阻器并联电路中各并联电阻器上的电压相等, 如图 1-19 所示。因为 R_1 和 R_2 两只电阻器相并联, 所以它们两端的电压是相等的。

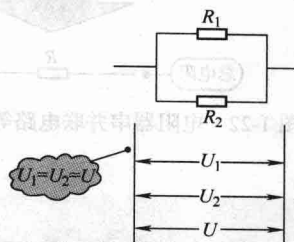


图 1-19 并联电阻器两端电压相等特性

如果电路中有更多的电阻器并联, 那么各并联电阻器两端的电压都是相等的。

4. 电阻器并联电路中主要矛盾是阻值小的电阻

电阻器并联电路中, 若某一个电阻器的阻值远远大于其他电阻的阻值, 则该电阻不起主要作用, 可以认为它是开路的。这样电路中就留下阻值小的电阻器, 如图 1-20 所示。

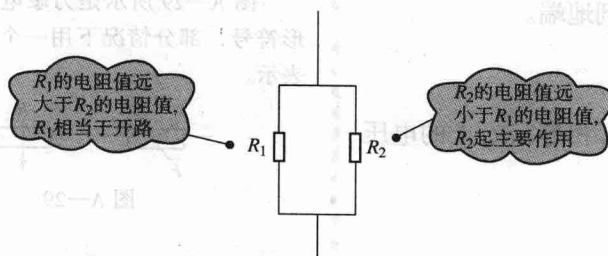


图 1-20 电阻器并联电路主要矛盾示意图

友情提示

分析电阻器并联电路时, 就是要抓住阻值小的电阻器, 它是这一电路中的主要矛盾, 即阻值小的电阻器在并联电路中起主要作用, 这一点与串联电路正好相反。

1.1.4 电阻器串并联电路

【第 005 问】学习电阻器串并联电路需要掌握哪些知识?

电阻器串并联电路是电阻器串联电路与电阻器并联的组合电路。

图 1-21 所示是由 3 只电阻器构成的电阻器串并联电路。电路中的电阻器 R_1 和 R_2 并联, 然后再与电阻器 R_3 串联, 这就是纯电阻器的串并联电路。

纯电阻器串并联电路还可以有其他的电路形式, 可以有更多的电阻器进行串并联。

串并联电路的特征是: 电路中的部分电阻器进行并联, 然后再与电阻器进行串联。除电阻器可以构成串并联电路之外, 其他的各种元器件都可以构成串并联电路, 电阻器串并联电路是最基本的串并联电路。

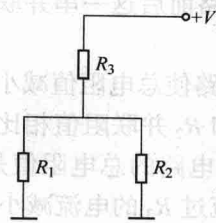


图 1-21 3 只电阻器构成的电阻器串并联电路

间的阻值相等。

也有抽头不设在中间位置的电位器。

15. 热敏电阻器电路图形符号

【友情提示】敏感电阻器电路图形符号通常是在电阻器电路符号基础上加上一些线条和字母。敏感电阻器会有许多的厂标电路符号。

图 A-23 所示是热敏电阻器电路图形符号, 从中也可以知道热敏电阻器有两根引脚, 没有正负极性之分。

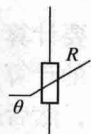


图 A-23

在热敏电阻器电路图形符号中, 用大写的 R 表示电阻, 用小写字母 θ 表示其阻值与温度相关。

16. 压敏电阻器电路图形符号

图 A-24 所示是压敏电阻器最新电路图形符号, 电路图形符号中用字母 R 表示电阻器, U 表示是压敏电阻器。

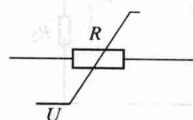


图 A-24

图 A-25 所示是压敏电阻器部分其他形式的电路图形符号。

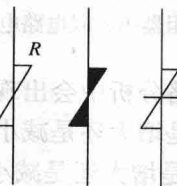


图 A-25

17. 光敏电阻器电路图形符号

图 A-26 所示是光敏电阻器电路图形符号, 用大写的 R 表示电阻, 用字母 G 表示其阻值与光相关。

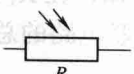


图 A-26