

电子工程师之路



电子电路识图 全突破

胡斌 胡松 编著



欢迎加入电子工程师测试与学习平台

强化学习、专注细节、了解自己、激发热情

双色版

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电子电路识图全突破

胡 斌 胡 松 编著

人民邮电出版社
北京

014038487

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路识图全突破 / 胡斌, 胡松编著. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 5
(电子工程师之路)
ISBN 978-7-115-34114-3

I. ①电… II. ①胡… ②胡… III. ①电子电路—电路图—识别 IV. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第297467号

内 容 提 要

本书系统而详细地讲解了五大类数十种实用、高频率运用的电子电路的工作原理。每个电子电路的识图包括了直流电路分析、交流电路分析、元器件作用分析等内容。本书内容系统, 讲解详细、透彻, 理论紧密联系实际。

本书适合立志成为电子工程师的读者、电子行业的从业者、在校和刚毕业的大学生、技师学院学生和职校学生, 以及广大的电子爱好者阅读参考。

◆ 编 著 胡 斌 胡 松

责任编辑 王朝辉

责任印制 彭志环 焦志炜

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 16.5

字数: 398千字

印数: 1—4000册

2014年5月第1版

2014年5月北京第1次印刷



定价: 48.00 元

读者服务热线: (010) 81055410 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

前言

笔者凭借多年的教学、科研和百余本著作以读者为本的写作经验，精心组织编写了本书，希望对您成长为电子工程师、电子产业员工和电子爱好者的征途中快乐而轻松地学习，天天进步。

本书特别推荐

本书“放大电路详解”这一板块的内容值得您系统而详细的精读，反复阅读，全面掌握。它是学习电子技术识图的基础，必须深入掌握，要学会灵活运用这些知识去分析更为复杂的电路。

本书超级亮点

本书具备四大特点：厚实、精细、实用、理论紧密联系实际。

“引人入胜”是本书的一个亮点，将复杂的理论问题分层次讲述使其通俗易懂是本人的一贯作风，重点知识讲解巨细无遗是本人的写作优点，30年的写作经历、多次引领国内电子类图书写作潮流是本书高水平撰写的保障。

本书写作特色

人性化写作方式

所谓人性化写作是以初学者为本，减轻读者阅读负担、提高阅读效率的崭新写作方式。

在充分研究和考虑电子技术类图书的学习要素后，运用写作技巧及错版技巧，以消除视觉疲劳，实现高效阅读。

个性化写作风格赢得好评如潮

从回馈的读者意见看，本人的写作风格迎合大多数读者，好评如潮：

太棒了；

慕名而来；

买了您好多书，现在还想买；

一下子就被吸引了；

我的第一感觉是感激；

这在课堂上是学不到的；

给了我这个新手巨大的帮助；

与您的书是“相见恨晚”；
是您的伟大思想和伟大作品成就了我；
只三言两语，便如拨云见日，轻松地捅破了“窗户纸”，而且还是在“轻松”的感觉中完成的；
以前是事倍功半，而现在是事半功倍；
……

本书主干知识

本书分成4个方面系统地讲解了数十种实用和高频率运用电路的识图方法与具体思路、分析过程。

第一个方面是“放大电路”，这是一切电路识图的基础。

第二个方面是“多级放大器”，这其中包括了非常常用的音频功率放大器等10多种电路。

第三个方面是“直流稳压电路”，这是学习电子电路必须掌握的知识板块，因为一切电子电路的工作都需要稳定和“干净”的直流工作电压。

第四个方面是“音响电路和视频电路”，这是扩展性的专业方面的阅读内容，也是在民用整机电路中非常实用的电路。

本人情况简介

从事电子技术类图书写作近30年来，本人一直坚持以读者为本的理念，加之勤于思考、敢于创新、努力写作，获得了读者的认可。

第一，笔风令读者喜爱。用简单的语句讲述复杂的问题，这是本人最为擅长的方面。

第二，百本著作的理想已经实现，多套畅销书的梦想也已成功实现。

第三，依据“开卷全国图书零售市场观测系统”近几年的数据统计，本人在电子类图书销售总册数和总码洋两项指标中个人排名第一，且遥遥领先。

第四，“电子工程师必备”等多套丛书引领了国内业界的潮流。

网络平台推荐

本书作者团队一心想打造国内一流的读者伴随服务。

网络测试和交流平台

为了帮助读者学习，友情提供“Hello，电子工程师测试与学习平台”，网址：<http://eelt.cn/>。



我们的口号：测试强化学习，测试专注细节，测试了解自己，测试增强兴趣，测试激发热情。

平台力求在系统、层次、结构、逻辑、细节、重点、亮点、表现力上达到一流水平，着力打造实用性和创新性，理论紧密联系实际。巨细无遗和精细化的测试练习，可使您学习效能倍增，学习中掌握细节的能力得到加强。

平台的“万题大库”将为您精细化测试和学习保驾护航；平台的“测试成绩全国排名”将使您有机会名扬大江南北；平台将联合国内一些著名电子类杂志等共同举办电子竞技和晋级活动，欢迎广大读者参与。

若有学校想采用本书作为教材或辅导材料，本人将尽可能提供教学所需要的相关资料，以方便您的教学和学生的学习。

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！

古木电子读者接待 QQ：1155390

淘宝：古木电子 @ 读者伴随服务

新浪微博：古木电子胡斌

微信：电子测试与学习平台

公众微信码：eeltcnhb

公众微信号：

测试平台二维码：



江苏大学
胡斌

目录

第1章 放大电路详解	1
1.1 电阻器重要特性	1
1.1.1 普通电阻器电路符号	1
1.1.2 普通电阻器重要特性	2
1.1.3 电阻器电路基本工作原理	2
1.1.4 电阻串联电路及重要特性	4
1.1.5 电阻并联电路及重要特性	6
1.1.6 电阻串并联电路及重要特性	8
1.2 电容器重要特性	9
1.2.1 电容器的电路符号和基本结构	10
1.2.2 电容器隔直通交特性	10
1.2.3 电容器容抗特性	11
1.2.4 电容器储能特性和电容两端电压不能突变特性	12
1.2.5 电解电容器电路符号及重要特性	13
1.2.6 电容串联电路及重要特性	14
1.2.7 电容并联电路及重要特性	16
1.3 全面掌握三极管 基础知识	17
1.3.1 三极管种类及外形特征	17
1.3.2 三极管电路符号和基本 工作原理	20
1.3.3 三极管截止、放大和饱和3种 工作状态	23
1.3.4 三极管各电极电压与电流关系	25
1.4 三极管重要特性	26
1.4.1 三极管在电路中的作用	26
1.4.2 三极管电流放大和控制特性	27
1.4.3 三极管集电极与发射极之间内阻 可控和开关特性	28
1.4.4 发射极电压跟随基极电压特性	28
1.4.5 三极管输入回路和输出回路	29
1.5 三极管直流电路分析方法及 基础知识	30
1.5.1 三极管电路分析方法	31
1.5.2 三极管静态电流作用及其影响	33
1.6 三大类三极管偏置电路工作原理 分析与理解	34
1.6.1 4种三极管固定式偏置电路工作 原理分析与理解	34
1.6.2 7种三极管分压式偏置电路工作 原理分析与理解	36
1.6.3 4种集电极-基极负反馈式三极管 偏置电路工作原理分析与理解	40
1.7 三极管集电极和发射极直流电路 工作原理分析与理解	41
1.7.1 7种三极管集电极直流电路工作 原理分析与理解	41
1.7.2 7种三极管发射极直流电路工作 原理分析与理解	43
1.8 三极管共发射极放大器工作原理 分析与理解	46
1.8.1 共发射极放大器直流电路和交流 电路工作原理分析与理解	46
1.8.2 共发射极放大器中元器件的 作用分析	47
1.8.3 共发射极放大器重要特性	50
1.9 三极管共集电极放大器工作	

原理分析与理解	52	2.4.3 直接耦合电路工作原理 分析与理解	67
1.9.1 单级共集电极放大器特征和直流 电路工作原理分析与理解	52	2.4.4 变压器耦合电路工作原理 分析与理解	67
1.9.2 共集电极放大器交流电路和发射极 电阻工作原理分析与理解	52	2.4.5 退耦电路详解	69
1.9.3 共集电极放大器重要特性	54	2.5 差分放大电路详解	71
1.10 三极管共基极放大器工作原理 分析与理解	55	2.5.1 差分放大器基础知识和电路 分析方法	71
1.10.1 共基极放大器直流电路工作 原理分析与理解	56	2.5.2 差模信号和共模信号	71
1.10.2 共基极放大器交流电路及元器件 作用分析	57	2.5.3 双端输入、双端输出式差分放大器 工作原理分析与理解	72
1.10.3 共基极放大器故障分析和 重要特性	57	2.5.4 双端输入、单端输出式差分放大器 工作原理分析与理解	75
1.10.4 3种类型放大器综述	59	2.5.5 单端输入、单端输出式差分放大器 工作原理分析与理解	77
1.10.5 3种类型放大器判断方法	59	2.5.6 单端输入、双端输出式差分放大器 工作原理分析与理解	78
第2章 多级放大、差分放大和 音频功放电路详解	61	2.5.7 带恒流源差分放大器工作原理 分析与理解	79
2.1 多级放大器组成方框图和电路 分析方法	61	2.5.8 具有零点校正电路的差分放大器 工作原理分析与理解	80
2.1.1 多级放大器结构方框图	61	2.5.9 多级差分放大器工作原理 分析与理解	81
2.1.2 各单元电路作用和电路 分析方法	61	2.6 音频前置集成电路详解	81
2.2 双管阻容耦合放大 电路详解	62	2.6.1 电路分析方法	82
2.2.1 单级放大器类型识别方法和直流、 交流电路工作原理分析与理解	62	2.6.2 电路工作原理分析与理解	82
2.2.2 元器件作用分析	63	2.7 音频功率放大器基础知识	83
2.3 双管直接耦合放大电路和三级 放大电路详解	63	2.7.1 电路结构和单元电路作用	83
2.3.1 双管直接耦合放大电路详解	63	2.7.2 甲类、乙类和甲乙类放大器	84
2.3.2 三级放大电路详解	65	2.7.3 功率放大器的定阻式输出和 定压式输出	87
2.4 耦合电路和退耦电路详解	65	2.7.4 推挽、互补推挽和复合互补 推挽放大器	87
2.4.1 耦合电路功能和电路种类	65	2.7.5 推挽输出级静态偏置电路	90
2.4.2 阻容耦合电路工作原理 分析与理解	66	2.7.6 OTL功率放大器输出端耦合 电容电路分析	92
		2.8 分立元器件OTL功率放大器电路 详解	93
		2.8.1 直流电路分析	94

2.8.2 交流电路分析	94	3.1.13 电源电路各部分电路简述	126
2.8.3 自举电路分析	94	3.1.14 电源电路主要元器件简述	127
2.8.4 实用复合互补推挽式OTL功率放大器 工作原理分析与理解	96	3.2 典型串联调整型稳压电路详解	128
2.9 集成电路OTL功率放大器 电路详解	97	3.2.1 串联调整型稳压电路组成及 各单元电路作用	128
2.9.1 单声道OTL功率放大器集成电路 工作原理分析与理解	98	3.2.2 直流电压波动因素解析和电路 分析方法	129
2.9.2 双声道OTL音频功率放大器集成电路 工作原理分析与理解	102	3.2.3 典型串联调整型稳压电路工作 原理分析与理解	131
2.10 分立和集成OCL功率放大器 电路详解	104	3.3 串联调整型变形稳压电路详解	132
2.10.1 分立元器件OCL功率放大器工作 原理分析与理解	104	3.3.1 串联调整管稳压电路中复合管 电路的分析	132
2.10.2 集成电路OCL音频功率放大器工作 原理分析与理解	106	3.3.2 采用复合管构成的串联调整管稳压 电路工作原理分析与理解	133
2.11 BTL功率放大器电路详解	108	3.3.3 采用辅助电源的串联调整型稳压 电路工作原理分析与理解	135
2.11.1 BTL功率放大器基础知识	108	3.3.4 接有加速电容的串联调整型稳压 电路工作原理分析与理解	136
2.11.2 分立元器件BTL功率放大器工作 原理分析与理解	109	3.4 调整管变形电路工作原理分析 与理解	136
2.11.3 集成电路BTL功率放大器工作 原理分析与理解	110	3.4.1 调整管并联电路工作原理 分析与理解	136
第3章 直流稳压电路详解	113	3.4.2 复合管调整管电路工作原理 分析与理解	137
3.1 电源基础知识	113	3.4.3 调整管分流电阻电路工作原理 分析与理解	137
3.1.1 电源电动势和端电压	113	3.4.4 散热片基础知识	138
3.1.2 直流电源并联电路和串联电路	114	3.5 三端稳压集成电路详解	140
3.1.3 电源内阻、恒压源和恒流源	115	3.5.1 三端稳压集成电路典型应用电路 工作原理分析与理解	140
3.1.4 电源电路基础知识	117	3.5.2 三端稳压集成电路输出电压调整 电路工作原理分析与理解	141
3.1.5 电源电路特点	118	3.5.3 三端稳压集成电路增大输出电流 电路工作原理分析与理解	142
3.1.6 电源电路分析方法	118	3.6 直流电压供给电路详解	143
3.1.7 电源空载和过载	119	3.6.1 了解直流电压供给电路	143
3.1.8 电源电路方框图	119	3.6.2 整机直流电压供给电路 分析方法	145
3.1.9 普通电源电路方框图及各部分 电路作用	120		
3.1.10 含稳压电路的电源电路方框图	122		
3.1.11 开关电源电路方框图	123		
3.1.12 电源电路种类	124		

第4章 音响电路详解 147

4.1 音响器材常用元器件综述 147	
4.1.1 驻极体电容话筒和扬声器 147	
4.1.2 磁头 148	
4.1.3 直流有刷电动机 148	
4.1.4 接插件 149	
4.1.5 电子管 150	
4.1.6 双声道CMOS耳机功率放大器 集成电路和功率场效应管 151	
4.1.7 双联同轴电位器 152	
4.2 音响技术名词和基本概念 152	
4.2.1 声音三要素 152	
4.2.2 立体声概念 154	
4.2.3 听觉基本特性 155	
4.2.4 音响技术重要定律和效应 156	
4.3 主功率放大器保护电路详解 158	
4.3.1 保护电路基本形式 158	
4.3.2 过电压保护电路和过载保护电路 158	
4.3.3 聚合开关保护电路 159	
4.4 胆机ABC 161	
4.4.1 胆机简介 161	
4.4.2 胆机技术性能指标和胆机的使用 162	
4.5 功能转换开关电路详解 163	
4.5.1 功能转换开关电路的 位置和种类 163	
4.5.2 功能转换开关电路分析 163	
4.6 音量控制器和音调控制器 电路详解 165	
4.6.1 音量控制器 165	
4.6.2 音调控制器 167	
4.7 响度控制器和立体声平衡 控制器电路详解 170	
4.7.1 响度控制器 170	
4.7.2 立体声平衡控制器 171	
4.8 扬声器保护电路详解 174	

4.8.1 继电器触点常闭式扬声器 保护电路 174	
4.8.2 另一种实用继电器触点 常闭式扬声器保护电路 176	
4.8.3 继电器触点常开式扬声器 保护电路 177	
4.8.4 多种集成电路构成的扬声器 保护电路 180	
4.9 音箱技术简介和分频电路详解 185	
4.9.1 扬声器质量对音质的影响 186	
4.9.2 音箱的个性 186	
4.9.3 音箱灵敏度 188	
4.9.4 两种常见音箱结构和3种特殊 音箱 189	
4.9.5 书架音箱外形面面观 192	
4.9.6 又恨又爱的超低音 194	
4.9.7 超低音音箱 195	
4.10 扬声器分频电路详解 199	
4.10.1 分频电路种类 199	
4.10.2 5种二分频扬声器电路 200	
4.10.3 两种三分频扬声器电路 202	

第5章 视频扫描电路详解 204

5.1 视频技术常用名词知识点 “微播” 204	
5.1.1 视觉特性基础知识点 “微播” 204	
5.1.2 三基色知识点“微播” 206	
5.1.3 电子扫描知识点“微播” 207	
5.2 视频电路常用信号波形 知识点“微播” 211	
5.2.1 黑白电视常用信号波形知识点 “微播” 211	
5.2.2 彩色电视常用信号波形知识点 “微播” 214	
5.2.3 彩色电视信号传送方式知识点 “微播” 215	
5.2.4 兼容制彩色电视知识点	

“微播”	215	5.6 场振荡器详解	229
5.2.5 彩色电视制式知识点“微播” ..	219	5.6.1 间歇场振荡器	230
5.3 液晶显示器知识点“微播”	221	5.6.2 多谐场振荡器	232
5.3.1 液晶数码管知识点“微播” ..	221	5.6.3 再生环场振荡器	234
5.3.2 液晶显示器	222	5.6.4 集成电路场振荡器	236
5.4 等离子体显示器(PDP)知识点 “微播”	226	5.7 场输出级电路和实用场扫描 电路详解	238
5.4.1 PDP的特点和优势	226	5.7.1 场输出级电路	238
5.4.2 PDP的结构	226	5.7.2 实用场扫描电路	239
5.5 扫描电路组成和同步分离 电路详解	227	5.8 行扫描电路详解	242
5.5.1 扫描电路组成	227	5.8.1 行扫描电路综述	242
5.5.2 同步分离电路	228	5.8.2 电视机行AFC电路	242
		5.8.3 行振荡器	244
		5.8.4 行输出级电路	248

第 1 章 放大电路详解

1.1 电阻器重要特性

友情提示

掌握电阻重要特性及电阻电路后，可以运用这些知识去等效理解其他电路，这一点非常重要，因为对其他一些电路的理解都可以建立在电阻电路的基础上。相对于其他元器件特性而言，电阻器的特性是比较“单纯”的，变化不多，比较容易学习和掌握。

1.1.1 普通电阻器电路符号

电子元器件的电路符号中含有许多有用的、对电路分析有益的识图信息，掌握了电子元器件电路符号的识图，电路分析就会简单一些。

1. 电阻器电路符号

图 1-1 所示是普通电阻器电路符号图解示意图。在电路分析中，为了表述方便将电阻器简称为电阻，例如电阻 R1。

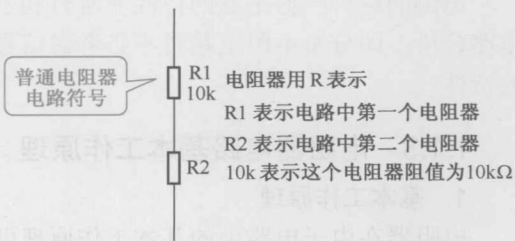


图 1-1 普通电阻器电路符号图解示意图

整机电路复杂时，在 R 前加上编号，以方便寻找相应的电阻器。如图 1-2 所示，1R1、2R1 中，R 前面的 1、2 说明这两个电阻在不同的电路系统中。



图 1-2 示意图

2. 更多的电阻器电路符号

表 1-1 所示是更多的普通电阻器电路符号及说明。

表 1-1 更多的普通电阻器电路符号及说明

电路符号	说 明		
	线绕电阻器电路符号	额定功率很大，体积大，用于一些流过电阻器电流很大的场合，电子管放大器常用	
	标注额定功率的电阻器电路符号	符号中同时标出了该电阻器的额定功率，通常普通电阻的额定功率都比较小，常用的是 1/8W。电子电路中使用的电阻器功率小，为 1/16W 或 1/8W，电路符号中不标出它的额定功率，在额定功率比较大时需要在电路图中标注额定功率	
			1/4W
			1/2W
			1W
			2W
			3W
			4W
	5W		
	10W		
	另一种电路符号	这种电路符号在进口电子设备电路图中出现，也是国家标准中允许使用的电路符号	

电路符号识图信息

(1) 认识电路符号。符号中表现出电阻器有两根引脚，而且没有极性之分。

(2) 了解R含义。R是英文Resistor的缩写，在电路图中表示电阻器。

(3) 掌握编号意义。电路中的电阻器很多，用数字进行编号，以方便寻找。

(4) 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表示该电阻器阻值为10kΩ。

(5) 理出系统编组。整机电路复杂时，R前加系统电路编号，以方便寻找相应电阻。

(6) 编号有规律。电路图中的编号从上到下、从左向右编排，要记住这一规律。

(7) 如果某电阻器电路符号上带有“*”，如图1-3所示，则说明该电阻器阻值在电路中允许有一定范围内的大小改变。

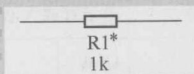


图 1-3 示意图

1.1.2 普通电阻器重要特性

掌握电阻器的重要特性是学好电阻电路的基础，更是学好电路识图的基础。

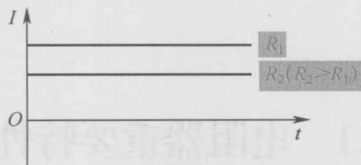
电阻器的基本特性是耗能，当电流流过电阻器时，电阻器消耗电能而发热。当然，电阻器在正常工作时所发出的热是有限的。

1. 电阻器对直流和交流电路的电阻特性相同

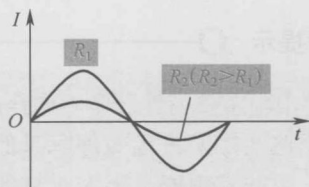
在直流或交流电路中，电阻器对电流所起的阻碍作用一样，即电阻器对交流电流和

直流电流的阻碍作用“一视同仁”。

电阻器对直流电和交流电的作用一样，这大大方便了电阻电路的分析。电路分析时，只需要分析电阻大小对电流、电压大小的影响，如图1-4所示。



(a) 直流情况



(b) 交流情况

图 1-4 示意图

当电阻R1的阻值不同时，流过R1的直流或交流电流不同，当R1阻值增大时，流过R1的直流电流或交流电流都要减小。

2. 电阻器在不同频率下的电阻特性相同

在交流电路中，同一个电阻器对不同频率信号所呈现的阻值相同，不会因为交流电的频率不同而出现电阻值的变化，这是电阻器的一个重要特性。

分析交流电路中电阻器的工作原理时，可不必考虑交流电频率对电阻的影响。

3. 电阻器对不同类型信号电阻特性相同

电阻器不仅在正弦波交流电的电路中阻值不变，在脉冲信号、三角波信号处理和放大电路中所呈现的电阻值也一样。

电阻的这种阻值不变的特性非常有利于电路分析，即分析电阻电路时不必考虑信号的特性。

1.1.3 电阻器电路基本工作原理

1. 基本工作原理

电阻器在电子电路中的基本工作原理可以从两个方面去理解。

(1) 提供电压。如图 1-5 所示, 电阻 R_1 为电路中的 B 点提供直流电压。

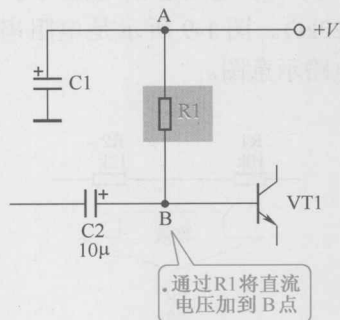


图 1-5 示意图

电阻 R_1 在电路中的 A 点与 B 点之间构成了一个支路, 电阻 R_1 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_1 可以用来为电路中的某点建立与直流电压 $+V$ 之间的联系。

如果电路中的某一点需要直流电压, 可以在该点与直流电压 $+V$ 端接一只电阻。

(2) 提供电流回路。如图 1-6 所示, 电阻 R_3 为电路提供一个电流回路。

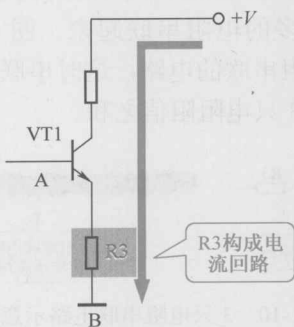


图 1-6 示意图

电阻 R_3 连接在 VT1 发射极与地线之间, 电路中的 A 点与 B 点通过 R_3 接通, 这样 VT1 发射极输出的电流可以通过 R_3 流到地线, 从而构成了一个电流回路。

如果电路中需要一个电流回路, 就可以接入一只电阻。

2. 阻值大小对电路工作影响的分析

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。

图 1-7 所示电路可以说明电压、电流和电阻三者之间的关系。从图中可以看出, 直流电压 $+V$ 等于 R_1 两端电压加上基极电压。直流电压 $+V$ 是不变的, 当 R_1 的阻值大小改变时, R_1 两端的电压在改变, 从而使 VT1 基极电压大小在改变。

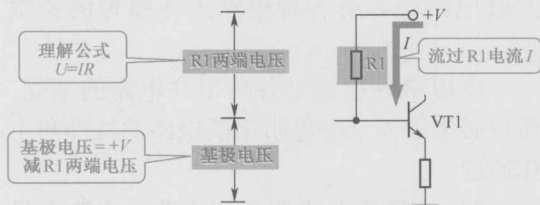


图 1-7 电压、电流和电阻三者之间关系示意图

电阻 R_1 的阻值大小变化有两种情况, 电路分析时先假设它们的变化, 然后再分析电路相应变化的结果。

(1) R_1 阻值增大情况分析。如果增大 R_1 阻值, 那么 R_1 两端的电压会增大, 导致 VT1 基极电压下降。

理解和记忆方法

可以采用极限理解方法, 即如果 R_1 的阻值增大到开路, $+V$ 端与 VT1 基极之间没有联系, 这时直流电压 $+V$ 就没有加到 VT1 基极, VT1 基极电压为 $0V$ 。电路分析中会时常用这种极限理解的方法。

(2) R_1 阻值减小情况分析。 R_1 阻值变小的电路分析与 R_2 阻值变大的分析相同, 因为是 R_1 阻值变小, 所以电路分析的结果相反, 即 R_1 阻值减小时, R_1 两端电压下降, VT1 管基极电压增大。

理解和记忆方法

当R1阻值减小到 0Ω 时, VT1基极与+V端接通, 显然这时VT1基极电压就等于直流电压+V, VT1基极电压为最高状态。

1.1.4 电阻串联电路及重要特性

任何复杂的电路经过各种等效和简化后都可以归纳为两种电路: 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是分析各种电路工作原理的关键之一。

电阻串联电路是各种串联电路的基础, 所以必须深入掌握电阻串联电路的特性和工作原理。

图1-8所示是电阻串联电路, 电路中只有电阻器, 没有其他的元器件, 所以称为纯电阻串联电路。

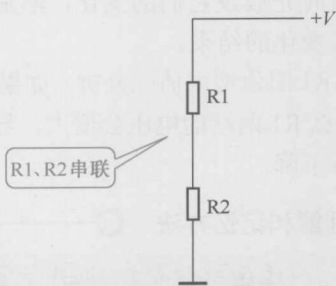


图 1-8 电阻串联电路

电路中, 电阻 R1 和 R2 的引脚头尾相连, 这种连接方式称为串联, 从而构成两个电阻的串联电路, +V 是该电路中的直流工作电压。

1. 串联电路中总电阻愈串愈大特性

电阻器串联电路中, 串联后的总电阻等于各参与串联电阻器的阻值之和, 即总电阻 $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

由此可见, 电阻串联后的总电阻会增大, 即串联电阻越多, 电路总的电阻就

越大。

例如, 一只 $10k\Omega$ 电阻与一只 $12k\Omega$ 电阻串联, 其串联电路总的电阻等于 $10k\Omega + 12k\Omega = 22k\Omega$ 。图 1-9 所示是电阻串联电路的等效电路示意图。

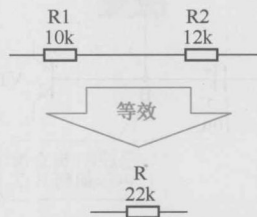


图 1-9 电阻串联电路等效电路示意图

重要提示

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

电阻串联电路并不只是两只电阻串联, 可以有更多的电阻串联起来。图 1-10 所示是 3 只电阻串联的电路, 这时串联电路的总电阻等于 3 只电阻阻值之和。



图 1-10 3 只电阻串联电路示意图

2. 串联电路中电流处处相等特性

图 1-11 所示是串联电路中电流处处相等特性示意图。串联电路中, 流过电阻 R1 的电流是 I_1 , 流过电阻 R2 的电流是 I_2 , 串联电路中总的电流是 I , 流过各串联电阻的电流相等, 且等于串联电路中的总电流, 即 $I = I_1 = I_2$ 。

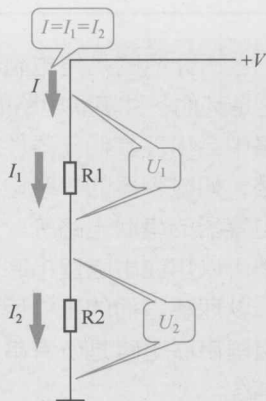


图 1-11 串联电路中电流处处相等特性示意图

重要提示

如果电路中有 3 只或更多的电阻器串联，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在增大，则电路中总的电流将减小，流过串联电路中各电阻的电流也将减小。

电阻串联电路的这一电流特性揭示了一个特性：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；要么都没有电流流过，电路中没有电流的流动。

图 1-12 所示是电阻串联电路中电流处处相等特性等效理解和记忆方法示意图。

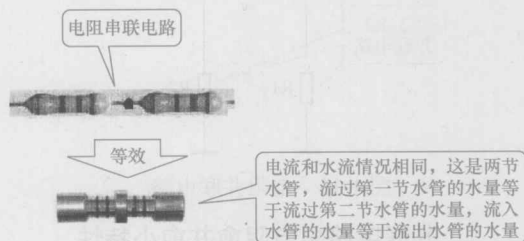


图 1-12 电阻串联电路中电流处处相等特性等效理解和记忆方法示意图

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。利用这一特性，在知道串联电路中流过一个元器件的电流特性

后，就能知道串联电路中其他元器件中的电流特性。

重要提示

电阻器串联电路的这一电流特性对检查串联电路的故障非常有用，只要测得电路中的任何一只电阻器有电流流过，便可以知道这一电路工作是正常的；反之，只要测得电路中任何一只电阻器中没有电流流过，那说明这一电路中没有电流的流动。

前面解说了利用电路特性指导电路故障检修的思路，在电路故障检修中，就是像这样对形形色色的故障进行逻辑分析和检查的，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. 串联电路电压降特性

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

例如，由 3 只电阻构成的串联电路，这个串联电路接在直流电压为 3V 的电源上，3 只电阻上的压降之和等于 3V，如图 1-13 所示。

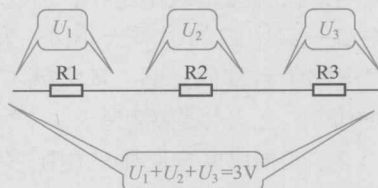


图 1-13 示意图

4. 抓住串联电路分析中的主要矛盾

在电路分析中，要抓住电路中的主要矛盾，它是电路工作的关键，特别是电路中有许多元器件时，如果能准确、及时地抓住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。

在串联电路中，当其中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为 0Ω 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。

在电阻串联电路的分析过程中，要抓住阻值大的电阻，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。如图 1-14 所示，因为在串联电路中，流过各电阻的电流相等，这样阻值大的电阻上的压降大。

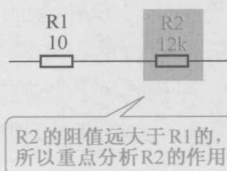


图 1-14 示意图

重要提示

纯电阻串联电路比较简单，在掌握了上述电阻串联电路的主要特性后，可以方便地进行电路的分析。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，因为无论是流过直流电流还是交流电流，电阻器都有相同的电路作用。

(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。

1.1.5 电阻并联电路及重要特性

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串联和电阻并联电路来进行工作原理的理解。

图 1-15 所示是电阻并联电路。电路中，电阻 R_1 和 R_2 两根引脚分别相连，构成两个电阻的并联电路， $+V$ 是这一电路的直流工作电压。如果是 R_1 、 R_2 并联电路工作于交流电路中时，电路形式不变，只是直流电压 $+V$ 改为交流信号。

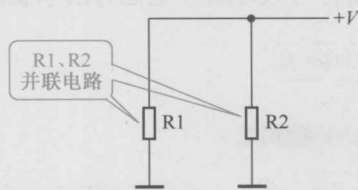


图 1-15 电阻并联电路

1. 并联电路总电阻愈并愈小特性

在电阻并联电路中，电路中的总电阻是愈并愈小，这一点与串联电路恰好相反。

如果两只 $20k\Omega$ 的电阻器相并联，并联后总的电阻是其中一只电阻的一半，即为 $10k\Omega$ ，如图 1-16 所示。并联后总电阻 R 的