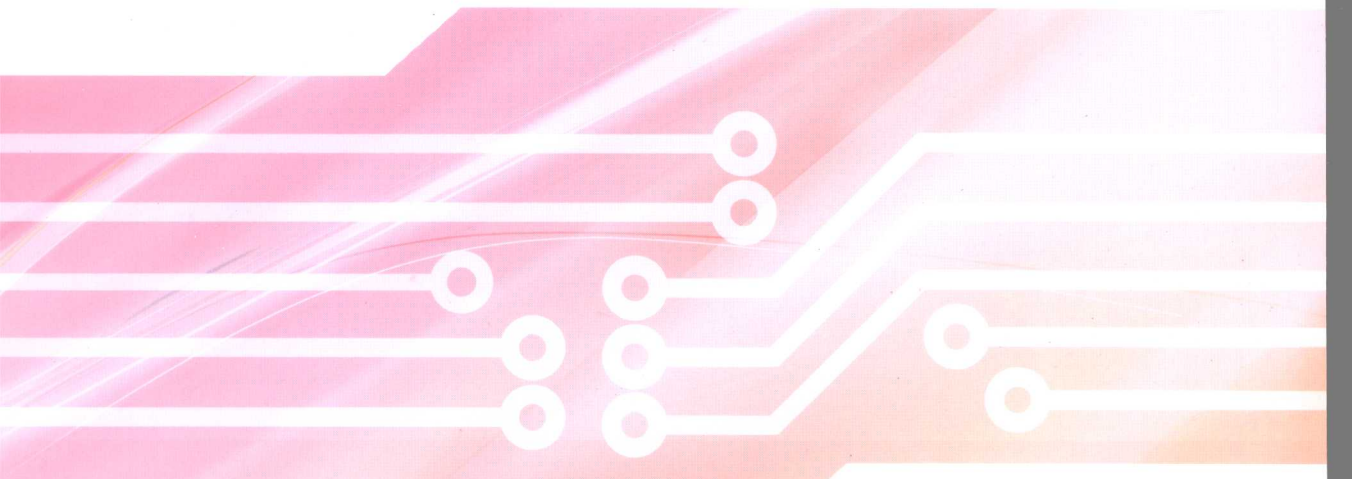




读图时代丛书

振荡器和控制器电路识图 入门突破



胡斌 编著

双栏双色 网络辅导 超值版

- 图会说话，表能归纳，让学习变得轻松快乐 ●●●
- 分析透彻，细节突破，使学习不再一知半解 ●●●
- 网络社区，名师在线，及时解决学习的难题 ●●●

 **人民邮电出版社**
POSTS & TELECOM PRESS

读图时代丛书

振荡器和控制器电路识图

入门突破

胡斌 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目(CIP)数据

振荡器和控制器电路识图入门突破 / 胡斌编著. —北京:
人民邮电出版社, 2009. 7
(读图时代丛书)
ISBN 978-7-115-20710-4

I. 振… II. 胡… III. ①振荡器—电路图—识图法②控
制器—电路图—识图法 IV. TN752 TM571

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第047525号

内 容 提 要

本书详细地介绍了电子电路中最常见的振荡器电路和控制器电路的工作原理及分析方法, 具体内容包括音量和音调控制器、自动控制电路、自动保护电路、正弦波振荡器、稳态电路、集成运放振荡器、电视机行场振荡电路等。

本书形式新颖, 内容丰富, 分析透彻, 适合广大电子爱好者、大中专院校相关专业学生以及家用电器维修人员阅读参考。

读图时代丛书

振荡器和控制器电路识图入门突破

- ◆ 编 著 胡 斌
责任编辑 申 苹
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13
字数: 348千字 2009年7月第1版
印数: 1—4000册 2009年7月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20710-4/TN

定价: 35.00元

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

写给读者的信

尊敬的广大读者：

本人在电子技术图书领域写作已有二十多个春秋，结识了一大批电子技术爱好者，通过跟他们的交流，了解到了他们学习中的困惑。本人一直努力学习和不断思考，希望能给读者奉献一系列“少花时间、少用力气”就能学会电子技术的图书。

我在与广大电子技术爱好者交流时发现，大家最大的困惑有两个：一是不知道如何下手学习电子技术，二是学习中遇到疑难问题不能及时得到辅导。

基础知识是学习的基石

在入门阶段深刻、牢固地掌握基础知识是学习电子技术的必要条件，如果想在学习的道路上少吃苦、少遇困难，那么请扎扎实实学好电子技术基础知识。

系统学习才能持续成长

为数不少的初学者在分析电路时这个不懂，那个无法理解，其根本原因是没有系统地学习电子技术。一个整机功能电路是由许多单元电路有机组合而成的，如果无法理解其中一个单元电路的工作原理，则可能导致整个电路分析的失败，所以系统地学习电子技术非常重要。

建议您加入“我的500”行动，这对您系统学习非常有益，具体方法详见“古木电子社区”(<http://gumu.eefocus.com/>)。

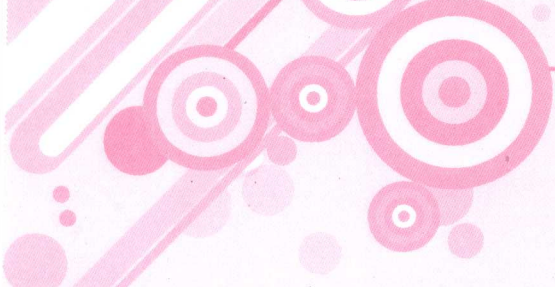
适度动手实践可点石成金

适度的动手实践可以强化理论知识的学习。在学习的早期，边动手操作、边进行理论知识的学习，具有点石成金的功效。

一个注意点

电子技术中的许多知识没必要死记硬背，忘了就让它暂时忘了，只要知道是怎么回事，用时知道能在哪里找到，找到之后会用即可。

不常用到的知识点一时记不住是正常的，学习的关键是理解。



及时辅导

初学者在学习经常会遇到各种困难，为了帮助广大读者及时地解决这些难题，笔者与“与非网”合作，建立了以电子技术基础知识为主题的大型空中课堂平台——“古木电子社区”(<http://gumu.eefocus.com/>)。通过这个平台，大家可以互相联系，互相交流，共同进步。

致

礼！

江苏大学

胡斌

前言

▶▶▶ 本书亮点

笔者凭借多年的教学、科研和 70 余本著作写作的经验，精心组织编写了《读图时代丛书》之《振荡器和控制器电路识图入门突破》，希望引领初学者轻松而快捷地迈入电子技术领域。

人性化写作风格赢得好评如潮	所谓人性化写作，是指以初学者为本，减轻读者阅读负担，提高阅读效率的崭新写作方式。作者在充分研究和考虑电子技术类图书的识图要素后，运用写作技巧及错位排版技巧，消除视觉疲劳，实现阅读高效率。 从回馈的读者意见看，人性化的写作风格受到了广大读者的欢迎，好评如潮： “太棒了”； “买了您好多书，现在还想买”； “一下子就被吸引了”； “这在课堂是学不到的”； “给了我这个新手巨大的帮助”； “与您的书是‘相见恨晚’”； “只三言两语，便如拨云见日，轻松地捅破了‘窗户纸’”； “以前是事倍功半，而现在是事半功倍”； 等等
双色印刷 提高阅读效率	为强化核心内容，增强记忆效果，书中的重点知识和核心内容采用红色印刷，图中的信号传输、电流流动示意等也采取红色印刷，重点突出，阅读方便
双栏排版 提高性价比	采用双栏、小 5 号字排版，信息量大，相同的篇幅容纳了传统版式 130% 的内容，大幅提高了性价比

▶▶▶ 本书知识

本书将帮助零起点的读者从基础的知识起步，轻松而快速地系统掌握以下几个方面的实用基础知识。

掌握元器件知识	第1章讲解了振荡器和控制器中常用的5种元器件知识，为阅读后续章节打下基础
深入掌握控制器电路工作原理	第2、3章重点讲述了几十种控制器电路的工作原理，它们都是电子电器中常见电路
掌握自动控制器电路基本原理	第4章讲述了十多种实用的自动控制电路，它们是各类控制电路的基础
掌握自动保护电路工作原理	第5章讲解了多种自动保护电路，保护电路在电路中起着保护重要电路、元器件的作用，是一些电子设备中不可缺少的电路
掌握正弦振荡器电路工作原理	第6章详细而系统地讲解了正弦振荡器电路的工作原理，这类振荡器是电子电路中使用最为普遍的
系统了解各类振荡器电路工作原理	第7、8和9章系统而详细地讲解了其他类型的振荡器电路的工作原理，为全面掌握各种振荡器电路分析打下了扎实的基础

▶▶▶ 友情辅导

笔者郑重承诺，竭诚为读者服务！邀请您网络实时交流中见！

本书相关交流资源：

古木电子社区	本人与“与非网”合作，建立了以电子技术基础知识为主题的大型空中课堂平台——“古木电子社区”(http://gumu.eefocus.com/)，欢迎广大电子爱好者进入社区，互相交流、共同进步
--------	--

在成书过程中，胡维保、陆孟君、陈政社、胡松、彭清平、陆明、王晓红、李葫、王伟、陈月香、陈晓社、金玉华、蔡月红等同志参与了编写工作。

江苏大学
胡 斌

目 录

第1章 控制和振荡电路元器件基础知识综述	1
1.1 电阻器、可变电阻器、电位器知识综述	2
1.1.1 电阻器知识综述	2
1.1.2 可变电阻器知识综述	4
1.1.3 电位器知识综述	6
1.2 普通电容器和电解电容器知识综述	11
1.2.1 电容器外形特征和电路符号	11
1.2.2 电容器主要特性	12
1.3 电感器和变压器知识综述	15
1.3.1 电感器知识综述	15
1.3.2 变压器知识综述	18
1.4 普通二极管知识综述	22
1.4.1 普通二极管外形特征和电路符号	22
1.4.2 二极管主要特性	23
1.5 三极管知识综述	26
1.5.1 三极管外形特征和电路符号	26
1.5.2 三极管主要特性	28
第2章 音量和音调控制器电路	31
2.1 音量控制器电路大全	32
2.1.1 电阻分压电路	32
2.1.2 单声道音量控制器	34
2.1.3 双声道音量控制器	36
2.1.4 电子音量控制器	37
2.1.5 触摸式音量分挡控制器	42
2.1.6 可存储式音量控制器	43
2.1.7 场效应管音量控制器	44
2.1.8 音量压缩电路	45
2.1.9 级进式电位器构成的音量控制器	45
2.1.10 数字电位器构成的音量控制器	47
2.1.11 电脑用耳机音量控制器	48
2.2 音调控制器电路大全	49
2.2.1 RC衰减式高、低音控制器	49
2.2.2 RC负反馈式音调控制器	50
2.2.3 LC串联谐振图示音调控制器	51

2.2.4	集成电路图示音调控制器	53
2.2.5	分立元器件图示音调控制器	55

第3章 立体声平衡控制器、响度控制器、亮度控制器、对比度控制器、色饱和度控制器、电视机场中心、行中心和行幅调整电路 57

3.1	立体声平衡控制器	58
3.1.1	单联电位器构成的立体声平衡控制器	58
3.1.2	带抽头电位器的立体声平衡控制器	59
3.1.3	双联同轴电位器构成的立体声平衡控制器	59
3.1.4	特殊双联同轴电位器构成的立体声平衡控制器	60
3.2	响度控制器	61
3.2.1	单抽头式响度控制器	61
3.2.2	双抽头式响度控制器	62
3.2.3	无抽头式响度控制器	62
3.2.4	专设电位器的响度控制器	63
3.2.5	独立的响度控制器	63
3.2.6	精密响度控制器	64
3.2.7	多功能控制器集成电路	64
3.3	电视机对比度控制器、亮度控制器、色饱和度控制器、场中心、行中心和行幅调整电路	65
3.3.1	对比度控制器	65
3.3.2	亮度控制器	67
3.3.3	色饱和度控制器	68
3.3.4	电视机场中心、行中心和行幅调整电路	68

第4章 自动控制电路 71

4.1	自动增益控制电路	72
4.1.1	正向和反向AGC电路概念	72
4.1.2	收音机AGC电路	72
4.1.3	电视机峰值型AGC电路	74
4.1.4	电视机键控型AGC电路	76
4.1.5	电视机高放延迟式AGC电路	77
4.1.6	电视机集成电路AGC电压检出电路	78
4.1.7	电视机集成电路中放和高放AGC电路	79
4.2	自动电平控制电路	81
4.2.1	ALC电路基本原理	81
4.2.2	集成电路ALC电路	82
4.3	自动频率控制电路	83
4.3.1	变容二极管	83
4.3.2	调频收音机电路中AFC电路	85
4.3.3	电视机自动频率调谐电路	86
4.3.4	电视机行AFC电路	91



4.4	电视机自动噪声消除电路	93
4.4.1	电视机ANC电路	93
4.4.2	彩色电视机ANC电路	96
4.5	ABL 电路、ACC 电路、ACK 电路、ARC 电路和 APC 电路	98
4.5.1	自动亮度限制电路	98
4.5.2	自动色饱和度控制电路	100
4.5.3	自动消色电路	101
4.5.4	自动清晰度控制电路	102
4.5.5	光头自动功率控制电路	102

第5章 自动保护电路 105

5.1	扬声器保护电路	106
5.1.1	保护电路基本形式	106
5.1.2	继电器知识综述	106
5.1.3	继电器触点常闭式扬声器保护电路	109
5.1.4	另一种继电器触点常闭式扬声器保护电路	110
5.1.5	继电器触点常开式扬声器保护电路	112
5.2	主功率放大器保护电路	113
5.2.1	过电压保护电路	113
5.2.2	过载保护电路	114
5.3	其他保护电路	114
5.3.1	电视机视放管保护电路	114
5.3.2	电视机 X 射线保护电路	115
5.3.3	电源电路中压敏电阻过电压保护电路	116
5.3.4	三极管过电压保护电路	117
5.3.5	瞬态电压抑制二极管构成的过电压保护电路	118

第6章 正弦波振荡器 121

6.1	正弦波振荡器概述	122
6.1.1	正弦波振荡器电路组成和各单元电路作用	122
6.1.2	振荡器电路工作条件和种类	122
6.1.3	正弦波振荡器电路分析方法	123
6.2	RC 正弦振荡器	124
6.2.1	RC 移相电路	124
6.2.2	RC 移相式正弦波振荡器	126
6.2.3	RC 选频电路正弦波振荡器	127
6.3	变压器耦合和电感三点式正弦波振荡器	130
6.3.1	变压器耦合正弦波振荡器	130
6.3.2	电感三点式正弦波振荡器	131
6.4	电容三点式正弦波振荡器、差动式正弦波振荡器	133

6.4.1 电容三点式正弦波振荡器	133
6.4.2 差动式正弦波振荡器	134
6.5 双管推挽式振荡器	136

第7章 双稳态电路、单稳态电路和无稳态电路 139

7.1 双稳态电路	140
7.1.1 集-基耦合双稳态电路	140
7.1.2 发射极耦合双稳态电路	143
7.1.3 施密特触发器	144
7.2 单稳态电路	146
7.2.1 集-基耦合单稳态电路	146
7.2.2 发射极耦合单稳态电路	148
7.2.3 TTL与非门构成的单稳态触发器	150
7.3 无稳态电路多谐振荡器	152
7.3.1 分立元器件构成的自激多谐振荡器	152
7.3.2 TTL与非门简易自激多谐振荡器	153
7.3.3 石英晶体自激多谐振荡器	155
7.3.4 定时器构成的多谐振荡器	155

第8章 集成运放振荡器、晶体振荡器和555集成电路振荡器 157

8.1 集成运放振荡器	158
8.1.1 集成运放基础知识	158
8.1.2 集成运放构成的正弦波振荡器	162
8.1.3 矩形脉冲转换为标准正弦波信号电路	165
8.1.4 集成运放构成的移相振荡器	167
8.1.5 集成运放构成的缓冲移相振荡器	167
8.1.6 集成运放构成的正交振荡器	168
8.1.7 Bubba振荡器	168
8.2 晶振构成的振荡器	169
8.2.1 石英晶振	169
8.2.2 晶振构成的串联型振荡器	171
8.2.3 晶振构成的并联型振荡器	171
8.2.4 微控制器电路中晶振电路	171
8.3 555 集成电路振荡器	173
8.3.1 555 集成电路	173
8.3.2 555 集成电路构成的单稳电路	175
8.3.3 555 集成电路构成的双稳态电路	178
8.3.4 555 集成电路构成的无稳态电路	179

第9章 电视机场振荡器和行振荡器 183

9.1 电视机场振荡器	184
-------------------	-----

9.1.1	场振荡器和行振荡器电路位置示意图	184
9.1.2	间歇场振荡器	184
9.1.3	多谐场振荡器	187
9.1.4	再生环场振荡器	189
9.1.5	集成电路场振荡器	190
9.2	行振荡器	192
9.2.1	行振荡器电路分析	192
9.2.2	行同步分析	195

第1章

控制和振荡电路元器件基础知识综述

内容导航

控制电路和振荡电路是电子电路中两个重要的功能电路，它们所用的元器件大多数是通用元器件，也有一些专用元器件。

阅读本书需要具备比较扎实的元器件知识和一定的电子电路知识，否则阅读时会有一定的困难。所以，本章对一些重要的元器件知识进行了较为系统的介绍。

阅读要求和方法

阅读本章内容时不必死记硬背。

由于元器件知识具有不连续性，所以不太容易记忆，理解即可，在后面的电路分析中如果遇到对元器件有所不了解时，可以重新复习本章内容。通过反复学习，将会掌握这些元器件知识。

对本章内容要求达到掌握的程度。

1.1 电阻器、可变电阻器、电位器知识综述

电阻器、可变电阻器、电位器都是与电阻相关的元件，它们是电子电路中的基本元件，其中电位器在各种控制器电路中有着极为广泛的应用。

1.1.1 电阻器知识综述

1. 电阻器实物图

图 1-1 所示是几种电阻器实物图，供识别时参考。

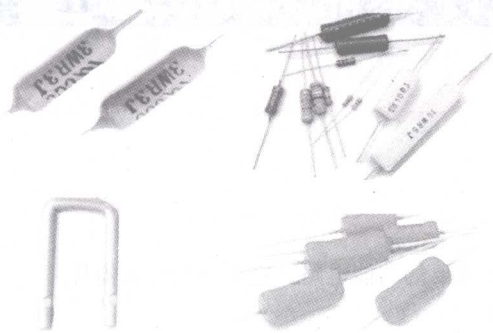


图 1-1 几种电阻器实物图

2. 电阻器电路符号

图 1-2 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。

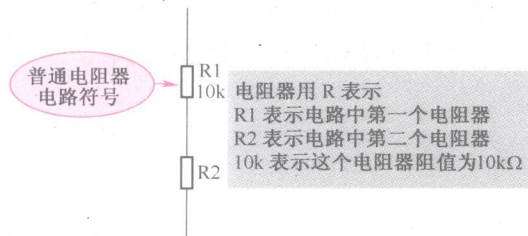


图 1-2 普通电阻器电路符号图解示意图

整机电路复杂时，在 R 前加上编号，以方便寻找相应电阻器。如图 1-3 所示，1R1、2R1 中 R 前面的 1、2 分别表示这两只电阻器在不同的电路系统中。



图 1-3 两个电阻器在不同的电路系统中的示意图

表 1-1 是详细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，用于一些电流很大的电路中，在电子管放大器中常用
	标注额定功率的电路符号	1/8W
		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，也是国家旧标准中允许使用的电路符号，在国家新标准中已废弃

电路符号提示

(1) 认识电路符号。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缩写, 在电路图中表示电阻器。

(3) 掌握编号意义。若电路图中电阻器很多, 可以用数字进行编号, 以方便寻找。

(4) 识别标称阻值。在电路图中标出电阻器的阻值大小, 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表示电阻器为10k Ω 。

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

(6) 编号有规律。在电路图中编号从上到下、从左向右编排, 记住这一规律。

图1-4所示的电路图中有六只电阻器, 即R1~R6, 电阻器在电路中的使用量非常大。

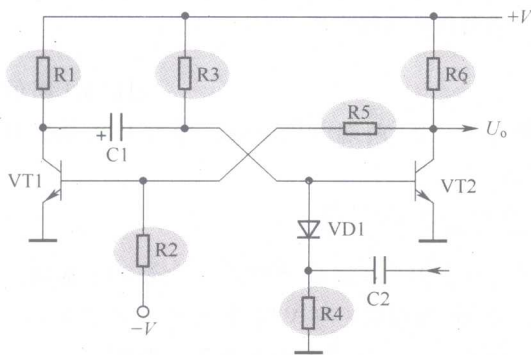


图1-4 电路中电阻器示意图

3. 普通电阻器主要特性

掌握电阻器的重要特性是学好电阻电路的基础, 更是学好技术识图的基础。

电阻器基本特性是耗能, 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相同。

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。作电路分析时, 只需要分析电阻大小对电流、电压大小的影响, 如图1-5所示。

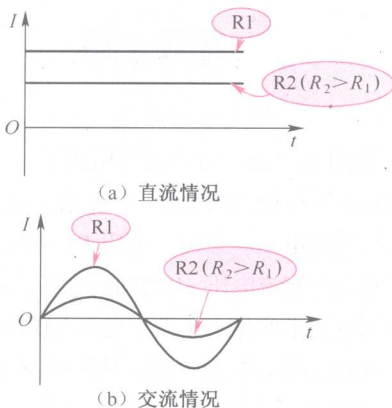


图1-5 示意图

当电阻器R1的阻值不同时, 流过R1的直流、交流电流也不同, 当R1阻值增大时, 流过R1的直流、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, 同一只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路工作的影响。

(3) 电阻器对不同类型信号的电阻特性相同。电阻器不仅在正弦波交流电的电路中阻值不变, 而且在脉冲信号、三角波信号处理和放大电路中也不变。

重要提示

电阻器在上述三种情况下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频率等特性。

4. 电阻器基本工作原理

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1-6所示, 电阻R1为B点提供直流电压。

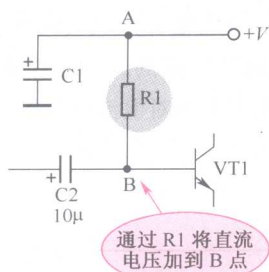


图 1-6 示意图

电阻 R_1 在 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 B 点，使 B 点也有直流电压。显然，电阻 R_1 用来为电路中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时，就可以在该点和直流电压 $+V$ 端之间接一只电阻。

(2) 提供电流回路。如图 1-7 所示，电阻 R_2 为电路提供一个电流回路。

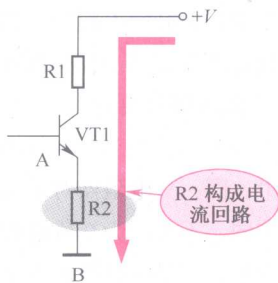


图 1-7 示意图

电阻 R_2 连接在 VT1 发射极与地线之间，电路中的 A 点与 B 点通过 R_2 接通，这样 VT1 发射极输出的电流可以通过 R_2 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时，就可以接入一只电阻。

5. 阻值大小对电路工作影响的分析

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

图 1-8 是电压、电流和电阻三者之间关系示意图。从图中可以看出，直流电压 $+V$ 等于 R_1 两端电压加上 VT1 基极电压。直流电压 $+V$ 是不变的，当 R_1 的阻值大小变化时 R_1 两端的电压

随之变化，从而 VT1 基极电压大小也变化。

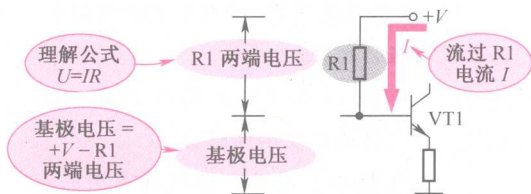


图 1-8 电压、电流和电阻三者之间关系示意图

电阻 R_1 的阻值大小变化有两种情况，作电路分析时首先假设电阻阻值变化，然后分析电路相应产生的变化。

(1) R_1 阻值增大情况分析。电阻 R_1 阻值增大时， 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

采用极限理解方法，即如果 R_1 增大到开路时， $+V$ 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，即 VT1 基极电压为 0V。在电路分析中会时常用到极限理解方法。

(2) R_1 阻值减小情况分析。电阻 R_1 阻值减小时， R_1 两端电压下降，导致 VT1 基极电压增大。

理解和记忆方法

当 R_1 阻值减小到零时，是 VT1 基极与 $+V$ 端接通，即 VT1 基极电压等于直流电压 $+V$ ，VT1 基极电压为最高状态。

1.1.2 可变电阻器知识综述

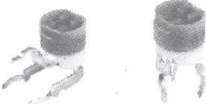
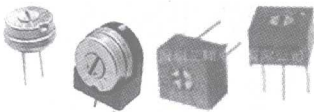
可变电阻器又称微调电阻器、可调电阻器。顾名思义，可变电阻器的阻值可以在一定的范围内任意改变。在一些要求电阻阻值可变动而又不常变动的场合，可使用可变电阻器。

由于可变电阻器结构与普通电阻器有着明显的不同，所以它的外形特征也与普通电阻器大不相同。

1. 可变电阻器外形特征和特性说明

表 1-2 所示是几种可变电阻器实物图。

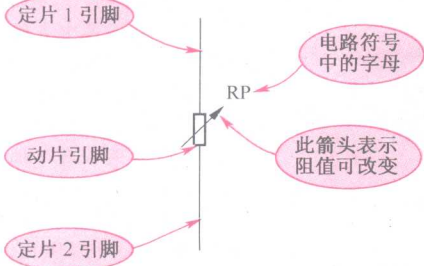
表 1-2 几种可变电阻器实物图

实物图和名称	说 明
 卧式可变电阻器	卧式可变电阻器主要用于小信号电路中。它的引脚垂直向下，平卧地安装在电路板上，阻值调节口朝上
 立式可变电阻器	立式可变电阻器也用于小信号电路中。它的三根引脚与调节平面成 90°，垂直地安装在电路板上，阻值调节口在水平方向
 小型可变电阻器	小型塑料外壳的可变电阻器体积更小，呈圆形结构 这种可变电阻器在一些体积很小的电子设备中使用
 精密可变电阻器	精密可变电阻器的最大特点是调整阻值精度高，在一些调整精度要求很高的电路中，普通可变电阻器的调整精度无法满足使用要求，此时可用精密可变电阻器。它在阻值调整时可以转动多圈
 贴片可变电阻器	这种可变电阻器采用贴片封装形式，其作用与普通可变电阻器一样

2. 可变电阻器电路符号

表 1-3 所示是可变电阻器电路符号及说明。

表 1-3 可变电阻器电路符号及说明

电路符号和名称	说 明
 可变电阻器电路符号	可变电阻器的电路符号是在普通电阻器电路符号基础上加一个箭头，形象地表示它的阻值可变的特点 从电路符号中可以看出，它有两根定片引脚和一根动片引脚 这是国家标准最新规定的可变电阻器电路符号，用 RP 表示可变电阻器