

电工电子技术

全图解丛书

DIANGONG DIANZI JISHU QUANTUJIE CONGSHU

电子技术 速成全图解

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写

韩雪涛 韩广兴 吴瑛 编著

● 内容新颖实用

● 技能快速精通

● 操作完全图解

● 专家亲自指导

超值附赠 50元学习卡



化学工业出版社



电子技术与
全图解丛书

DIANGONG DIANZI JISHU QUANTUJIE CONGSHU

电子技术 速成全图解

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写

韩雪涛 韩广兴 吴瑛 编著

● 内容新颖实用

● 技能快速精通

● 操作完全图解

● 专家亲自指导

超值附赠50元学习卡



化学工业出版社



图书在版编目(CIP)数据

电子技术速成全图解/数码维修工程师鉴定指导中心组织编写;韩雪涛,韩广兴,吴瑛编著. —北京:化学工业出版社, 2011.6

(电工电子技术全图解丛书)

ISBN 978-7-122-10817-3

I. 电… II. ①数…②韩…③韩…④吴… III. 电子技术-图解 IV. TN-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第046111号

责任编辑:李军亮
责任校对:顾淑云

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码 100011)
印刷:北京云浩印刷有限责任公司
装订:三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张19 字数441千字 2011年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 46.00元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

随着科学技术的进一步发展，生产生活中的电气化程度越来越高，同时也有越来越多的人从事与电工电子技术相关的工作。为了能跟着电工电子技术发展的潮流，对于那些从事或希望从事电工电子技术工作的人员来说，都需要不断学习与电工电子技术相关的知识和技能。比如说，电工电子识图技能、工具仪表的使用技能、电器维修技能以及PLC，变频等新技术应用技能等。这些知识与技能在实际应用中不仅相互交叉，而且技术发展又日新月异，所以如何能够快速准确地学习电工电子技术，并能跟上时代的发展，是很多技术人员所面临的主要问题。

针对上述情况，为帮助广大电工与电子技术人员能够迅速掌握实用技术，我们组织相关专家和专业技术人员，按照实际的岗位需求，结合行业技能的特点，编写了这套《电工电子技术全图解丛书》(以下简称《丛书》)，包括：《电工识图速成全图解》、《电工技能速成全图解》、《家装电工技能速成全图解》、《电子技术速成全图解》、《电子电路识图速成全图解》、《电子元器件检测技能速成全图解》、《示波器使用技能速成全图解》、《万用表使用技能速成全图解》、《家电维修技能速成全图解》、《PLC技术速成全图解》、《变频技术速成全图解》共11本图书。

《丛书》内容突出技能特色，注重实用性，并将职业标准融入到知识与技能中，无论是在内容结构还是编写形式上都力求创新，具体特点如下：

一、丛书层次分明

本《丛书》立足于初学者，在整体分类上，将电工识图、电子电路识图、电子元器件检测三项基本的技能分别作为三本基础图书进行讲解，将电子技术、PLC实用技术、变频技术作为三本应用技术类图书进行讲解，最后分别按照电工电子行业的岗位需求划分成家电维修、电工实用技能、家装电工、示波器使用、万用表使用五本专业技能类图书，这使得本《丛书》的知识技能层次更加分明。

二、编写形式独特

《丛书》突出“技能速成”和“全图解”两大特色。为方便读者学习，在书中都设置有【目标】、【图解】、【提示】、【扩展】四大模块。每讲解一项技能之前，都会通过【目标】告诉读者学习的内容、实现的目标、掌握的技能。在讲解过程中，会对内容关键点通过【提示】和【扩展】模块向读者传递相关的知识要点。【图解】模块则是将技能以“全图解”形式的表现出来，让读者非常直观地学习操作技能，达到最佳的学习效果。

三、内容新颖实用

《丛书》以电工电子行业岗位的要求为目标设置内容，力求让读者能够在最短的时间内掌握相应的岗位操作技能。书中的理论知识完全以操作技能为依托，知识点以实用、够用为原则，所有的操作技能都来自于生产实践，并尽可能将各种技能以图解的方式表现出来，以达到“技能速成”的目的。

四、专家贴身指导

为确保图书内容的权威性、规范性和实用性，《丛书》由数码维修工程师鉴定指导中心组织编写，由全国电子行业资深专家韩广兴教授亲自指导，编写人员由资深行业专家、一线教师和高级维修技师组成。此外，《丛书》在编写过程中，还得到了SONY、松下、佳能、JVC等多家专业维修机构的大力支持。

五、技术服务到位

为了更好地满足读者的需求，达到最佳的学习效果，读者除可得到免费的专业技术咨询外，还可获得书中附赠的价值50元的数码维修工程师远程培训基金（培训基金以“学习卡”的形式提供）。读者可凭借此卡登录数码维修工程师的官方网站（www.chinadse.org）获得超值技术服务，随时了解最新的行业信息，获得大量的视频教学资源、电路图纸、技术手册等学习资料以及最新的数码维修工程师培训信息，实现远程在线视频学习，还可通过网站的技术论坛进行交流与咨询。读者也可以通过电话（022-83718162/83715667）、邮件（chinadse@163.com）或信件（天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401，邮编300384）的方式与我们进行联系。

作为《丛书》之一，《电子技术速成全图解》内容根据电子技术的特点，结合技能要求，将电子技术划分成：模拟电子元器件的特点与应用、数字电路器件的特点与应用、电气部件的特点与应用、模拟实用电路的结构特点与电路分析、数字实用电路的结构特点与电路分析、实用电气控制线路的结构特点与电路分析、实用电路的装配技能、实用电路的测量技能等内容。为了将知识技能与实际工作紧密结合，书中收集了大量的实际案例，并围绕案例展开讲解，使读者不仅能够掌握电子技术相关的基本技能，更重要的是能够举一反三，将相关知识与操作技能灵活应用在实际工作中。

希望本书的出版能够帮助读者快速掌握电子技术，同时欢迎广大读者给我们提出宝贵建议！如书中存在什么问题，可发邮件至qdlea2004@163.com与编辑联系！

数码维修工程师鉴定指导中心

目录

CONTENTS

第1章

模拟电子元器件的特点与应用

▶▶▶ 1

1.1 基本电子元件的识别与应用	2
1.1.1 电阻器的识别与应用	2
1.1.2 电容器的识别与应用	10
1.1.3 电感器的识别与应用	15
1.2 半导体二极管的识别与应用	19
1.2.1 半导体二极管的种类与功能特点	19
1.2.2 半导体二极管的电路应用实例	24
1.3 三极管的识别与应用	30
1.3.1 三极管的种类与功能特点	30
1.3.2 三极管的电路应用实例	34
1.4 场效应管的识别与应用	35
1.4.1 场效应管的种类与功能特点	35
1.4.2 场效应管的电路应用实例	37
1.5 晶闸管的识别与应用	39
1.5.1 晶闸管的种类与功能特点	39
1.5.2 晶闸管的电路应用实例	41

第2章

数字电路器件的特点与应用

▶▶▶ 44

2.1 门电路的识别与应用	45
2.1.1 门电路的种类和功能特点	45
2.1.2 门电路的电路应用实例	49
2.2 触发器的识别与应用	51
2.2.1 触发器的种类与功能特点	51
2.2.2 触发器的电路应用实例	57
2.3 组合逻辑电路的识别与应用	58
2.3.1 组合逻辑电路的种类与功能特点	58

2.3.2	组合逻辑电路的电路应用实例	63
2.4	时序逻辑电路的识别与应用	64
2.4.1	时序逻辑电路的种类与功能特点	64
2.4.2	时序逻辑电路的应用实例	70
2.5	集成电路的识别与应用	72
2.5.1	集成电路的种类与功能特点	72
2.5.2	集成电路的应用实例	77



电气部件的特点与应用

▶▶▶ 79

3.1	保险元件的识别与应用	80
3.1.1	保险元件的种类和结构特点	80
3.1.2	保险元件的功能和电路应用	83
3.2	电位器的识别与应用	85
3.2.1	电位器的种类和结构特点	85
3.2.2	电位器的功能和电路应用	90
3.3	变压器的识别与应用	91
3.3.1	变压器的种类和结构特点	91
3.3.2	变压器的功能和电路应用	95
3.4	继电器的识别与应用	97
3.4.1	继电器的种类和结构特点	97
3.4.2	继电器的功能和电路应用	105
3.5	电动机的识别与应用	108
3.5.1	电动机的种类和结构特点	108
3.5.2	电动机的功能和电路应用	110



模拟实用电路的结构特点与电路分析

▶▶▶ 116

4.1	电源电路的结构特点与电路分析	117
4.1.1	电源电路的结构特点	117
4.1.2	电源电路的分析实例	121
4.2	基本放大电路的结构特点与电路分析	131
4.2.1	基本放大电路的结构特点	131
4.2.2	基本放大电路的分析实例	134
4.3	检测控制电路的结构特点与电路分析	138
4.3.1	检测控制电路的结构特点	138

4.3.2 检测控制电路的分析实例	143
-------------------------	-----

第5章

实用数字电路的结构特点与电路分析 ▶▶▶ 146

5.1 脉冲信号产生电路的结构特点与电路分析	147
5.1.1 实脉冲信号产生电路的结构特点	147
5.1.2 脉冲信号产生电路的分析实例	150
5.2 实用逻辑电路的结构特点与电路分析	155
5.2.1 实用逻辑电路的结构特点	155
5.2.2 实用逻辑电路的分析实例	157
5.3 定时及延时电路的结构特点与电路分析	161
5.3.1 定时及延时电路的结构特点	162
5.3.2 定时及延时电路的分析实例	163
5.4 实用变换电路的结构特点与电路分析	166
5.4.1 实用变换电路的结构特点	166
5.4.2 实用变换电路的分析实例	170

第6章

实用电气控制线路的结构特点与电路分析 ▶▶▶ 174

6.1 电源供电及保护电路的结构特点与电路分析	175
6.1.1 电源供电及保护电路的结构特点	175
6.1.2 电源供电及保护电路的分析实例	178
6.2 照明控制电路的结构特点与电路分析	182
6.2.1 照明控制电路的结构特点	182
6.2.2 照明控制电路的分析实例	185
6.3 电动机控制线路的结构特点与电路分析	188
6.3.1 电动机控制线路的结构特点	188
6.3.2 电动机控制线路的分析实例	192
6.4 机床控制电路的结构特点与电路分析	206
6.4.1 机床控制电路的结构特点	206
6.4.2 机床控制电路的分析实例	209

第7章

实用电路的装配技能 ▶▶▶ 217

7.1 印制电路板装配图的识读	218
7.1.1 印制电路板装配图的特点	218

7.1.2	印制电路板装配图的识读案例	219
7.2	整机安装图的识读	223
7.2.1	整机安装图的特点	223
7.2.2	整机安装图的识读案例	223
7.3	整机布线图的识读	227
7.3.1	整机布线图的特点	227
7.3.2	整机布线图的识读案例	228
7.4	电子元器件的安装与焊接	228
7.4.1	分立元件的安装与焊接	228
7.4.2	贴片元件的安装与焊接	234
7.5	电子产品零部件的安装	236
7.5.1	开关部件的安装	236
7.5.2	操作按键的安装	244
7.5.3	电声器件的安装	247
7.5.4	传感器的安装	250
7.5.5	显示部件的安装	253



实用电路的测量技能

▶▶▶ 257

8.1	电源电路的测量	258
8.1.1	整流电路的测量	258
8.1.2	滤波电路的测量	260
8.1.3	稳压电路的测量	261
8.1.4	开关电源电路的测量	263
8.2	实用变换电路的测量	265
8.2.1	电压-电流变换电路的测量	266
8.2.2	电流-电压变换电路的测量	267
8.2.3	交流-直流变换电路的测量	268
8.2.4	光-电变换电路的测量	270
8.2.5	A/D和D/A变换电路的测量	271
8.3	低频信号放大电路的测量	275
8.3.1	低频小信号放大器的测量	275
8.3.2	差动放大电路的测量	277
8.3.3	运算放大电路的测量	278
8.4	脉冲信号单元电路的测量	281
8.4.1	脉冲信号发生器电路的测量	281
8.4.2	脉冲信号放大器电路的测量	285
8.4.3	计数分频电路的测量	287

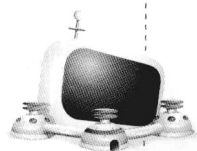


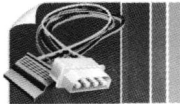
模拟电子器件的特点与应用



目标

本章从模拟电子器件的功能特点入手，通过对模拟电子器件的种类与功能特点的详细介绍，首先让读者了解各模拟电子器件的应用电路，然后，再以典型模拟电子器件的应用电路为例，系统介绍各模拟电子器件在电路中的功能，力求让读者真正掌握各模拟电子器件的特点与应用。





1.1 基本电子元件的识别与应用

1.1.1 电阻器的识别与应用

电阻器是限制电流的元器件，通常简称为电阻，是电子产品中最基本、最常用的电子元件之一。

(1) 电阻器的识别

电阻器的种类很多，根据其功能和应用领域的不同，主要可分为固定电阻器和可变电阻器两种。

① 固定电阻器 固定电阻器是指电阻值固定不变的一类电阻器，常采用“R”+“数字序号”进行标注。根据其制作工艺的不同，固定电阻器可分为炭膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器、合成碳膜电阻器、玻璃釉电阻器、水泥电阻器、排电阻器、熔断电阻器、实芯电阻器等。



固定电阻器的实物外形见图 1-1。

a. 炭膜电阻器是将碳在真空高温的条件下分解的结晶碳蒸镀沉积在陶瓷骨架上制成的，这种电阻的电压稳定性好，造价低，在普通电子产品中应用非常广泛。

b. 金属膜电阻是将金属或合金材料在真空高温的条件下加热蒸发沉积在陶瓷骨架上制成的。这种电阻器具有较高的耐高温性能、温度系数小、热稳定性好、噪声小等优点。

c. 金属氧化膜电阻器是将锡和铈的金属盐溶液进行高温喷雾沉积在陶瓷骨架上制成的。比金属膜电阻器更为优越，具有抗氧化、耐酸、抗高温等特点。

d. 合成碳膜电阻器是将炭黑、填料还有一些有机黏合剂调配成悬浮液，喷涂在绝缘骨架上，再进行加热聚合而成的。这种电阻器是一种高压、高阻的电阻器，通常它的外层被玻璃壳封死。

e. 玻璃釉电阻器就是将银、铈、钇等金属氧化物和玻璃釉黏合剂调配成浆料，喷涂在绝缘骨架上，再进行高温聚合而成的，这种电阻器具有耐高温、耐潮湿、稳定、噪声小、阻值范围大等特点。

f. 水泥电阻器是采用陶瓷、矿质材料封装的电阻器件，其特点是功率大、阻值小，具有良好的阻燃、防爆特性。

g. 排电阻器是一种将多个分立的电阻器按照一定规律排列集成为一个组合型电阻器，也称集成电阻器或电阻器网络。

h. 熔断电阻器又叫保险丝电阻器，具有电阻器和过流保护熔断丝双重作用，在电流较大的情况下熔化断裂从而保护整个设备不受损坏。

i. 实芯电阻器是由有机导电材料或无机导电材料及一些不良导电材料混合并加入黏合剂后压制而成的。这种电阻器阻值误差较大，稳定性较差，因此目前电路中已经很少采用。

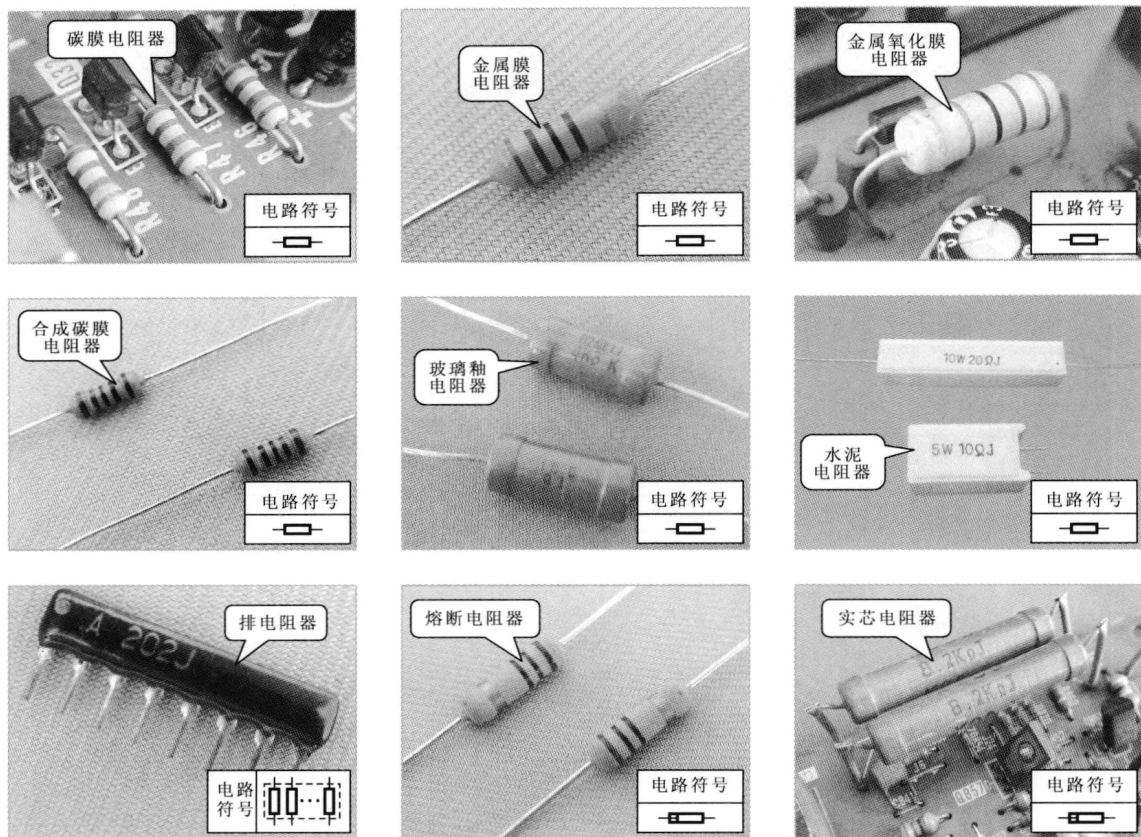


图 1-1 固定电阻器的实物外形

② 可变电阻器 可变电阻器是指阻值可以变化的电阻器，它可分为两种，一种是可调电阻器，这种电阻器的阻值可以根据需要人为调整；另一种是敏感电阻器，这种电阻器的阻值会随周围环境的变化而变化。

目前常见的可调电阻器主要有可调电阻器、绕线电位器、碳膜电位器、合成碳膜电位器、实芯电位器、导电塑料电位器、单联电位器、双联电位器、直滑式电位器、单圈电位器、多圈电位器等。



图解

可调电阻器的实物外形见图 1-2。

a. 可调电阻器的阻值是可以调整的，常用在电阻值需要调整的电路中，如电视机的亮度调谐器件或收音机的音量调节器件等。该电阻器由动片和定片构成，通过调节动片的位置，改变电阻值的大小。

b. 线绕电位器是用康铜丝和镍铬合金丝绕在一个环状支架上制成的。具有功率大、耐高温、热稳定性好且噪声低的特点，阻值变化通常是线性的，用于大电流调节的电路中。但由于电感量大，不宜用在高频电路场合。

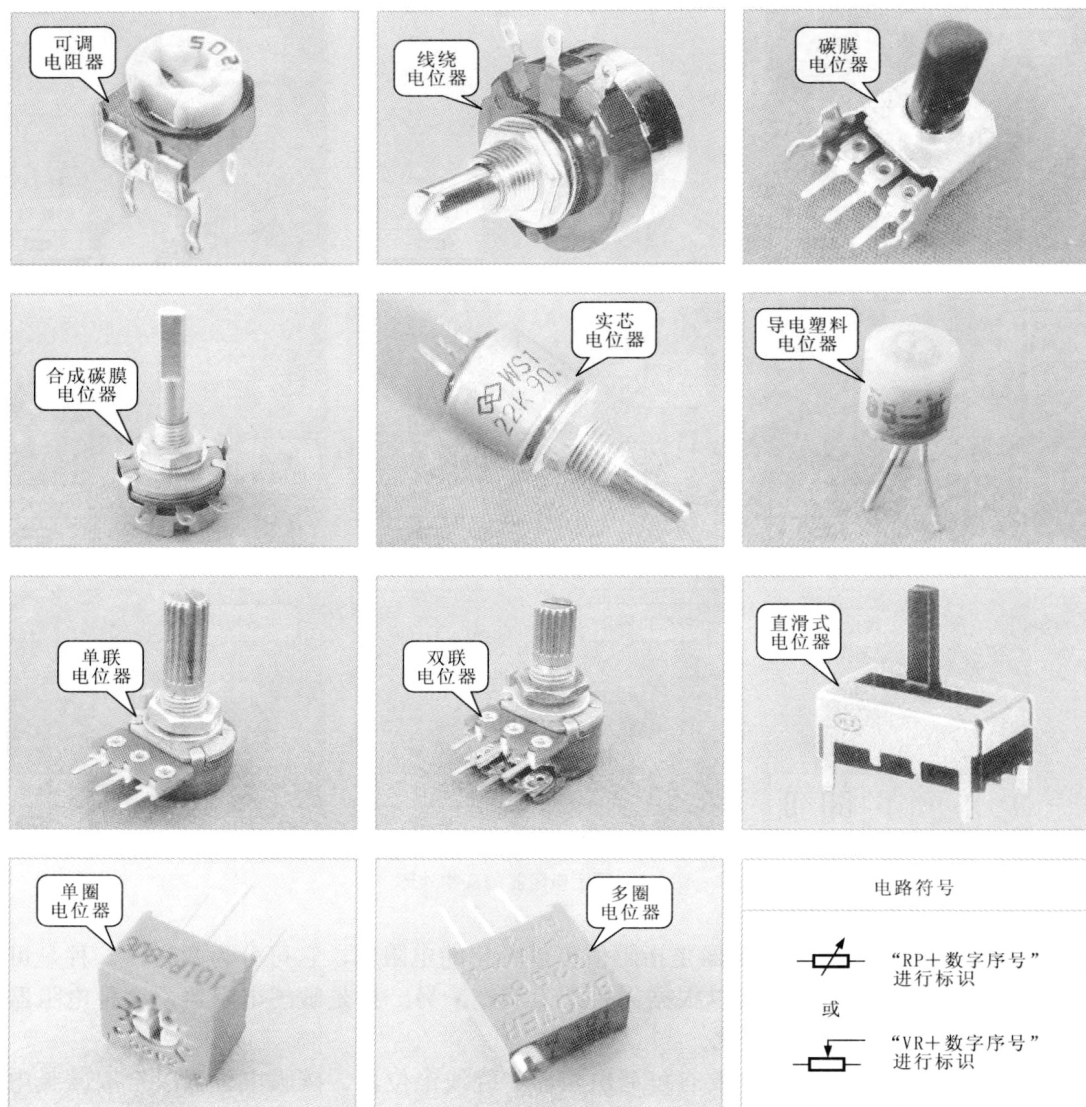


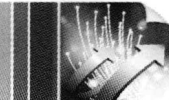
图 1-2 可调电阻器的实物外形

c. 炭膜电位器的电阻体是在绝缘基体上蒸涂一层炭膜制成的。具有结构简单、绝缘性好、噪声小且成本低的特点，因而广泛用于家用电子产品。

d. 合成炭膜电位器是由石墨、石英粉、炭黑、有机黏合剂等配成的一种悬浮液，涂在纤维板或胶纸板上制成的。具有阻值变化连续、阻值范围宽、成本低等特点。但对温度和湿度的适应性较差。常见的片状可调电位器、带开关电位器、精密电位器等都属于此类电位器。

e. 实芯电位器用炭黑、石英粉、黏合剂等材料混合加热压制构成电阻体，然后再压入塑料基体上经加热聚合而成的。具有可靠性高，体积小，阻值范围宽，耐磨性、耐热性好，过负载能力强等特点，但噪声较大，温度系数较大。

f. 导电塑料电位器就是将DAP（邻苯二甲酸二烯丙脂）电阻浆料覆在绝缘机体上，加热聚合电阻膜。该器件具有平滑性好、耐磨性好、寿命长、可靠性极高、耐化学腐蚀等特点。可



用于宇宙装置、飞机雷达天线的伺服系统等。

g. 单联电位器有自己独立的转轴，常用于高级收音机、录音机、电视机中的音量控制的开关式旋转电位器。

h. 双联电位器是两个电位器装在同一个轴上，即同轴双联电位器。常用于高级收音机、录音机、电视机中的音量控制的开关式旋转电位器。采用双联电位器可以减少电子元件，美化电子设备的外观。

i. 直滑式电位器采用直滑方式改变阻值的大小，一般用于调节音量。通过推移拨杆改变阻值，即改变输出电压的大小，进而达到调节音量的目的。

j. 单圈电位器通常用于集成度较高的电路板上，其体积小，插装方便。普通的电位器和一些精密的电位器大部分多为单圈电位器。

k. 多圈电位器的结构大致可以分为两种，一种是电位器的动接点沿着螺旋形的绕组做螺旋运动来调节阻值；另一种通过蜗轮、蜗杆来传动，电位器的接触刷装在轮上并在电阻体上作圆周运动。

l. 在电路中，电位器的电路符号为“”或“”，且采用“RP”+“数字序号”或“VR”+“数字序号”进行标识。

目前常见的敏感电阻器主要有热敏电阻器、光敏电阻器、湿敏电阻器、气敏电阻器、压敏电阻器等。



敏感电阻器的实物外形见图 1-3。

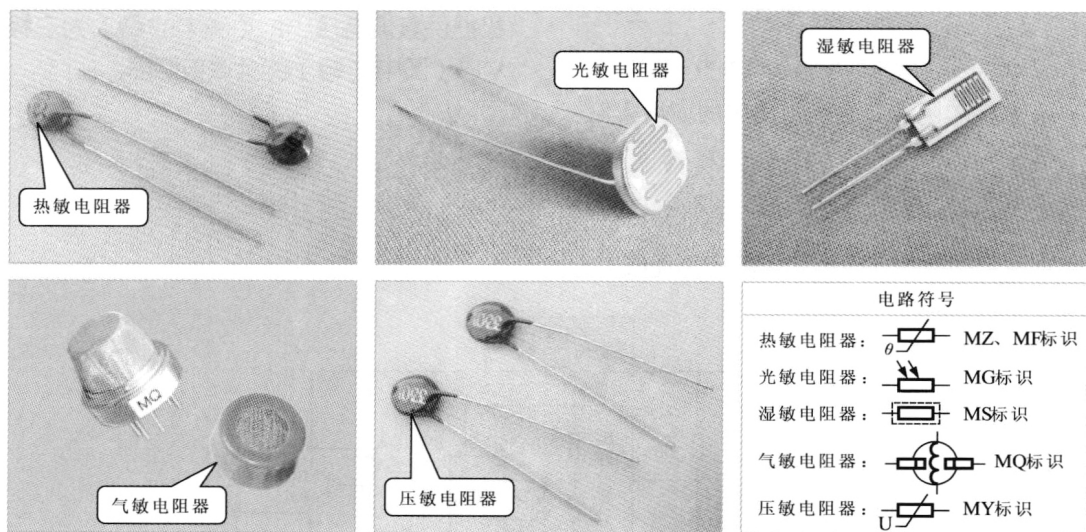


图 1-3 敏感电阻器的实物外形

a. 热敏电阻器的阻值会随温度的变化而变化，可分为正温度系数（PTC）和负温度系数（NTC）两种热敏电阻器。正温度系数热敏电阻器的阻值随温度的升高而升高，随温度的降低而



降低；负温度系数热敏电阻器的阻值随温度的升高而降低，随温度的降低而升高。

b. 光敏电阻器的特点是当外界光照强度变化时，光敏电阻器的阻值也会随之变化。

c. 湿敏电阻器的阻值随周围环境湿度的变化而变化，常用作湿度检测元件。

d. 气敏电阻器是一种新型半导体元件，这种电阻器是利用金属氧化物半导体表面吸收某种气体分子时，会发生氧化反应或还原反应而使电阻值改变的特性而制成的电阻器。

e. 压敏电阻器是敏感电阻器中的一种，是利用半导体材料的非线性特性的原理制成的，当外加电压施加到某一临界值时，电阻的阻值急剧变小的敏感电阻器。

f. 热敏电阻器、光敏电阻器、湿敏电阻器、气敏电阻器、压敏电阻器等的电路符号均不相同，且均采用不同的符号进行标识。

(2) 电阻器的电路应用实例

电阻器都具有限制电流的特性，但不同的电阻器还具有各自的特点，分别应用在不同的功能电路中，下面分别对不同电阻器的应用电路进行讲解。

① 固定电阻器

a. 固定电阻器在分压电路中的应用实例

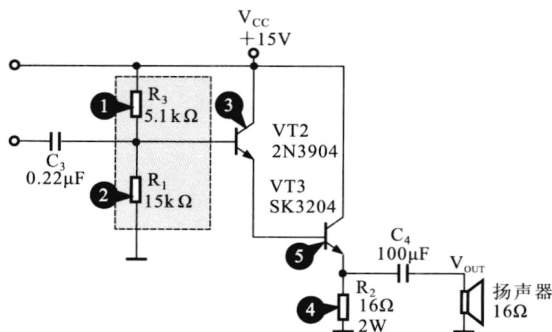


图 1-4 固定电阻器在分压电路中的应用



固定电阻器在分压电路中的应用见图 1-4。

图 1-4 中是固定电阻器在分压电路中的应用。电阻器 R_3 (图中的 ①)、 R_1 (图中的 ②) 构成分压电路为三极管 VT2 (图中的 ③) 基极提供直流偏压， R_2 (图中的 ④) 为三极管 VT3 (图中的 ⑤) 的负载电阻器。

b. 水泥电阻器在充电电路中的应用实例



水泥电阻器在充电电路中的应用见图 1-5。

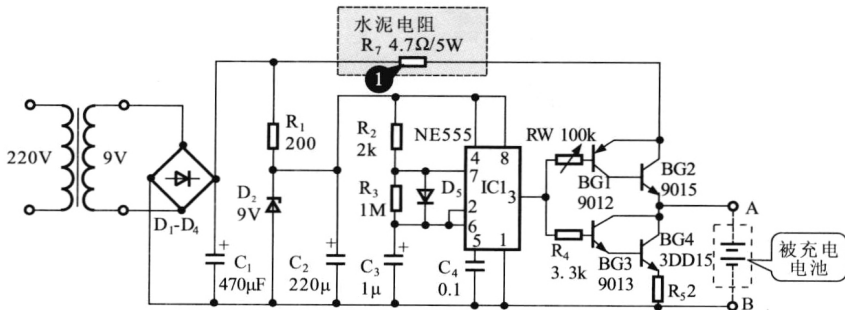


图 1-5 水泥电阻器在照明灯供电电路中的应用

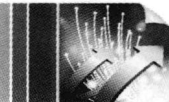


图 1-5 中是水泥电阻器在充电电路中的应用。水泥电阻 R_7 (图中的①), 主要起限流作用, 使充电电流受到一定的限制, 从而保持正常的稳流充电。

c. 熔断电阻器在电源电路中的应用实例



图解

熔断电阻器在电源电路中的应用见图 1-6。

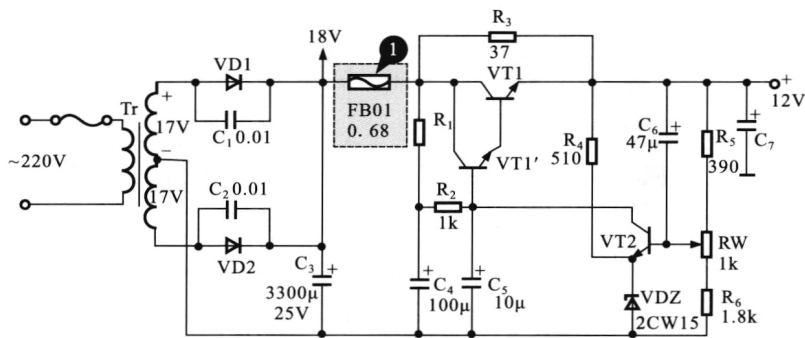


图 1-6 熔断电阻器在电源电路中的应用

图 1-6 中是熔断电阻器在电源电路中的应用。直流 12V 电源电路中设有保险电阻器 FB01 (图中的①)。如负载过大, 该电阻器 FB01 (图中的①) 会熔断, 从而起保护作用。

② 可变电阻器

a. 可调电阻器在电池充电电路中的应用实例



图解

可调电阻器在电池充电电路中的应用见图 1-7。

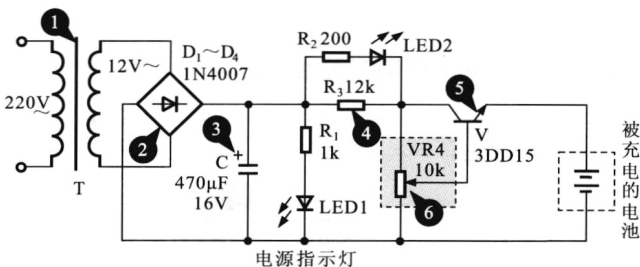


图 1-7 可调电阻器在电池充电电路中的应用

图 1-7 中是可调电阻器在电池充电电路中的应用。为实现可以对不同数量的电池进行充电, 在电路中常选用 10 kΩ 的可调电阻器或电位器作为电压调整器件。市电经变压器 T (图中的①) 变成交流 12 V 电压后由二极管 $D_1 \sim D_4$ (图中的②) 进行桥式整流。再经电容 C (图中的③) 滤波, 电阻器 R_3 (图中的④) 限流后由三极管 V (图中的⑤) 和可调电阻器 VR4 (图中的⑥)

b. 热敏电阻器在小功率电暖气电路中的应用实例

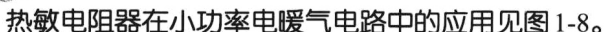


图 1-8 中是热敏电阻器在小功率电暖气电路中的应用。该电路选用负温度系数热敏电阻器作为感知元件, 根据外界环境温度的高低自动控制电路的启停。当环境温度较低时, 所选用热敏电阻器 RT (图中的 ①) 的阻值较大, IC (图中的 ②) 的控制端分压较高, 使 IC (图中的 ②) 导通, 二极管 VD3 (图中的 ③) 点亮, 双向晶闸管 VT (图中的 ④) 受触发而导通, 电加热器 EH (图中的 ⑤) 通电开始升温。当温度上升到一定温度后, RT (图中的 ①) 的阻值随温度的升高而降低, 使集成电路控制端电压降低, VD3 (图中的 ⑥) 熄灭、双向晶闸管 VT (图中的 ④) 关断, 电加热器 EH (图中的 ⑤) 断电停止加热。

c. 光敏电阻器在自动调光台灯照明电路中的应用实例

