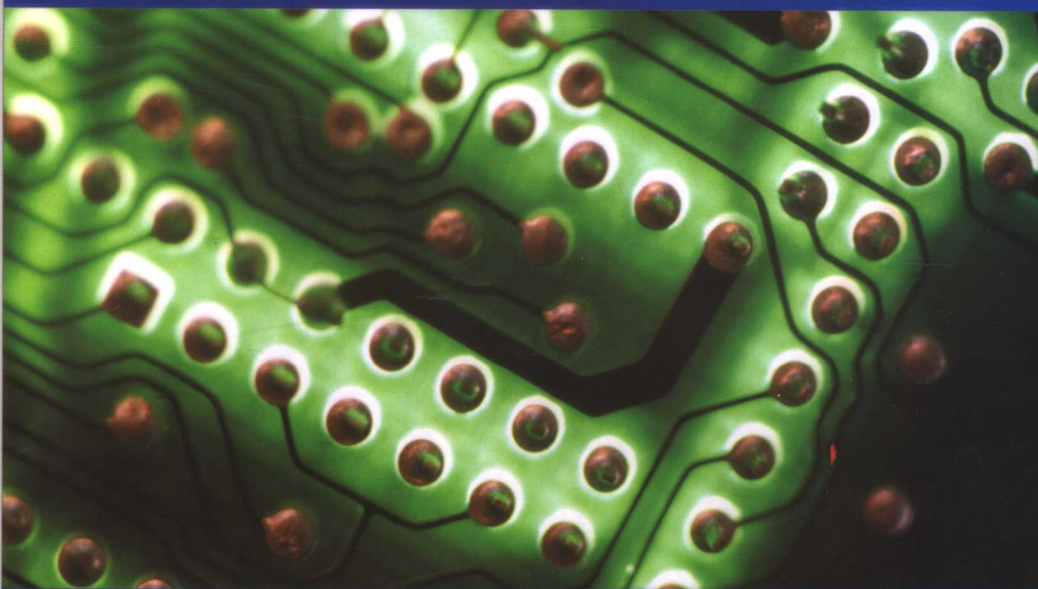


电子技术技能实训教程丛书



电子技术 基础与技能 实训教程

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电子技术技能实训教程丛书

电子技术基础与技能实训教程

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以介绍电子技术基础知识为切入点,详细介绍了常用电路元件的基本知识、选用和检测;详细讲解了基本放大电路、反馈放大与振荡电路、集成运算放大器、直流稳压电路等电子电路的组成、原理、检测及应用。并在各章节分别安排了电子仪器、仪表的正确使用,元器件的检测技巧,电子电路的识读、组装与调试等技能实训。最后介绍了电子产品整机装配工艺基础,使读者对所学的知识作进一步的熟悉和了解,以便获得组装和调试电子产品的动手能力,为今后的产品设计和安装打下良好的基础。

本书参照《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》内容的要求编写而成,可作为中、高等职业技术学校 and 电子电器类专业学校电子技术学科的教材,也可作为电子制造企业的岗位培训教材,还可供广大电子爱好者阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础与技能实训教程 / 孙余凯等编著. —北京:电子工业出版社, 2006.5
(电子技术技能实训教程丛书)
ISBN 7-121-02527-2

I.电... II.孙... III.电子技术—技术培训—教材 IV.TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 039487 号

责任编辑: 谭佩香

印 刷: 河北省邮电印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.25 字数: 420 千字

印 次: 2006 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 6000 册 定价: 28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

发展职业教育是经济社会发展的重要基础和教育工作的战略重点。国务院关于大力发展职业教育的决定中明确指出，为适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求，促进社会主义和谐社会建设，必须以就业为导向，改革与发展职业教育。职业教育要为我国走新型工业化道路，调整经济结构和转变增长方式服务。因此职业教育要以服务社会主义现代化建设为宗旨，要与市场需求和劳动就业紧密结合，要校企合作，建立有中国特色的现代职业教育体系，实施国家技能型人才培养培训工程。

为进一步深化职业教育教学的改革，各类职业学校根据市场和社会需求，在不断更新教学内容，改进教学方法，各家科技出版社也正在为推进现代科学技术在教学中的应用做好教材服务工作。

电子工业出版社一贯重视职业教育工作。在认真学习领会国家相关政策，研究职业教育规律和特点的基础上，组织相关院校企业共同研发，成功出版了大量职业教育方面的书籍，并取得了很好的社会效益和经济效益。在全国职业教育工作会议隆重召开以后，我社为更好地适应职业教育教学改革的需要，深入职业学校进行了认真调研，组织长期从事电子技术行业工作的专家和在教育第一线的有丰富经验的教师共同编写《电子技术技能实训教程丛书》。我社推出的本丛书是以构建职业标准指导下的能力本位为主导，以提高学生科技素养为宗旨，以就业为导向，指导学生进行专业实践能力的训练，提高学生的技术运用能力和岗位工作能力。

《电子技术技能实训教程丛书》的编写主要遵循了以下原则：

(1) 教学内容充分体现职业性，即本职业生产岗位必备的知识和技能，充分满足本行业生产一线的需求。

(2) 建立职业院校的课程与国家行业标准之间的紧密联系,从职教课程中能清晰地看到国家行业的职业标准要求,形成一种新的职业能力培养的系统化课程。

(3) 行业标准指导下的先进性原则。克服专业教学存在的内容陈旧和不适应产业发展需求的弊端,突出本专业领域的新知识、新技术、新流程、新方法,理论和实践一体化,使之符合职业能力的发展规律,培养学生的学习能力、工作能力、创新思维的能力。

为突出本丛书实用性强的特点,从内容的安排上,以理论指导实践,重点突出技能训练,不仅结合各章内容安排了实训,而且有的书还在全书的最后安排了综合实训项目,使读者将电子专业知识和电子技术灵活运用于实践,在实践中加深理解和积累知识,并在知识和技能不断积累的基础上进行有创造性的实践,从而更有利于技能型人才的培养,更好地提高读者的就业能力、工作能力、职业转换能力和创业能力。

目前本丛书主要包括以下教程:《电工技术基础与技能实训教程》,《电子技术基础与技能实训教程》,《数字电路基础与技能实训教程》,《模拟电路基础与技能实训教程》,《电子产品制作技术与技能实训教程》,《电子产品装配技术与技能实训教程》,《电子仪表应用技术与技能实训教程》,《自动控制技术与技能实训教程》,《传感技术与技能实训教程》,《汽车电子技术与技能实训教程》。以后将根据职业学校教材的需求不断拓展新的教程。

我们期盼本丛书能成为通俗易懂的、专业性强和实用性强的、学得会和用得巧的职教选用教材和广大读者的自学教程。

电子工业出版社

前 言

本书是参照高等职业技术教育电子信息类专业“双证课程”培养方案的大纲提出的指导内容编写而成的。

在编写过程中，力图把内容的重点放在培养分析问题和解决问题的能力上，其目的就是要使读者具有会看、会分析、会检测、会动手组装调试的技能。

● 会看：所谓会看，就是能看懂典型电子设备的电路原理图，了解各部分的组成及其工作原理。因此，本书加强了基本概念和各种类型的基本单元电路介绍，并专设阅读方法的章节。

● 会分析：所谓会析，就是对基本单元电路的工作性能会进行定性或定量的分析和估算。为此，本书加强了基本原理和基本分析方法。

● 会检测与会动手组装调试：这是本书的重点，其目的是使读者会选用有关的元、器件，会安装最简单的电子装置。为此，在每一章专设一节进行专门的介绍，并在最后一章对实际动手能力作综合训练，使读者对电子元器件的组装和调试方法有一个初步的较全面的了解，为今后安装调试更复杂的电子设备打下良好的基础。

本书最大的特点是基本理论与实际动手能力相结合，是按照企业对复合型高技能人员需求的特点编写而成的。书中将高等职业技术教育电子技术课程内容与电子技术行业技能培训大纲相结合，其目的就是为了培养既有学历，又有专业技能的复合型人才，对提高读者岗位技能及就业竞争力都具有重要意义。

本书共分6章，包括：常用电路元件、基本放大电路、反馈放大与振荡电路、集成运算放大器、直流稳压电源、电子产品整机装配工艺基础。各章后均有习题供学生及其他读者练习，以加深对本章内容的了解，附录给出了部分习题答案供参考。

本书由孙余凯、吴鸣山、项绮明等编著。参加本书编写工作的人员还有项天任、王华君、吕颖生、孙余平、陈帆、刘普玉、刘忠新、孙庆华、刘忠德、孙余贵、薛广英、项宏宇、刘忠梅、吕晨、孙余正、许风生、王五春、金宜全、王艳玉等。

本书在编写过程中，参考了大量的书刊杂志和有关资料，并引用其中的一些资料，在此一并向有关书刊和资料的作者表示衷心感谢。

现代电子技术发展十分迅速，应用日益广泛。本书作为一本基础性教材，不可能包括电子技术的各个方面。对书中可能出现的错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

——编著者
2006年3月

目 录

第 1 章 常用电路元件	1
1.1 电阻类元件	1
1.1.1 电阻器的作用	1
1.1.2 常用电阻器外形和电路图形符号	1
1.1.3 电位器外形和电路图形符号	1
1.1.4 电阻器和电位器的分压、分流电路	3
1.1.5 电阻器和电位器的阻值	4
1.1.6 电阻器和电位器的额定功率	4
1.1.7 电阻器主要参数的表示方法	5
1.1.8 表面安装电阻器	6
1.2 电容类元件	8
1.2.1 电容器的类型	8
1.2.2 电容器的作用	10
1.2.3 电容器的主要参数	11
1.2.4 电容器上参数表示方法	13
1.2.5 表面安装电容器	16
1.3 电感类元件	19
1.3.1 电感类元件的自感与互感	19
1.3.2 电感类元件类型	20
1.3.3 电感类元件外形及电路符号	20
1.3.4 电感器在电路中的作用	23
1.3.5 变压器在电路中的作用	23
1.3.6 电感器的主要参数	24
1.3.7 电感器电感量标示方法	25
1.3.8 表面安装电感器	27
1.4 半导体二极管	28
1.4.1 二极管的种类	28

1.4.2	半导体、晶体与 PN 结.....	29
1.4.3	二极管的结构特点.....	31
1.4.4	半导体二极管的电路符号.....	31
1.4.5	二极管的主要参数.....	32
1.4.6	常见二极管的应用.....	33
1.4.7	表面安装二极管.....	41
1.5	半导体三极管.....	43
1.5.1	三极管的基本结构.....	43
1.5.2	三极管的电路符号.....	44
1.5.3	三极管的类型.....	45
1.5.4	三极管的基本工作条件.....	45
1.5.5	三极管在电路中的三种基本连接方式.....	46
1.5.6	三极管的输入和输出特性.....	47
1.5.7	三极管三种工作状态的特点.....	49
1.5.8	晶体三极管的电流放大原理.....	50
1.5.9	晶体三极管的电子开关原理.....	50
1.5.10	晶体三极管的主要参数.....	51
1.5.11	表面安装三极管.....	51
1.6	场效应晶体管.....	52
1.6.1	场效应管与晶体管的比较.....	52
1.6.2	场效应管的类型.....	53
1.6.3	结型场效应管的基本结构.....	53
1.6.4	绝缘栅场效应管 (MOSFET)	55
1.6.5	场效应管的主要参数.....	59
1.7	集成电路.....	62
1.7.1	集成电路类型.....	62
1.7.2	集成电路引脚排列方式.....	63
1.7.3	集成电路主要参数.....	63
1.7.4	表面安装集成电路.....	64
1.8	常用电子元件选用原则和方法.....	66
1.8.1	电阻器的选用.....	66
1.8.2	电位器的选用.....	67
1.8.3	电容器的选用.....	67

1.8.4	电感器的选用.....	68
1.8.5	变压器的选用.....	69
1.8.6	二极管的选用.....	69
1.8.7	三极管的选用.....	69
1.8.8	集成电路的选用.....	70
1.9	元器件检测技能实训.....	70
1.9.1	电阻的检测.....	71
1.9.2	电位器的检测.....	72
1.9.3	电容器的检测.....	74
1.9.4	电感类元件的检测.....	76
1.9.5	二极管的检测.....	77
1.9.6	三极管的检测.....	79
1.9.7	场效应管的检测.....	82
1.9.8	集成电路检测.....	84
	本章小结	85
	习题 1	87
第 2 章	基本放大电路	91
2.1	共发射极放大电路.....	91
2.1.1	共发射极放大电路的组成.....	91
2.1.2	放大器的静态工作状态.....	93
2.1.3	放大器的交流工作状态.....	94
2.2	共集电极放大电路.....	97
2.3	共基极放大电路.....	98
2.4	基本放大电路分析方法.....	98
2.4.1	直流和交流通路及其简化方法.....	99
2.4.2	近似计算法.....	99
2.4.3	图解分析法.....	104
2.4.4	近似估算与图解法举例.....	111
2.4.5	等效电路分析法.....	112
2.5	放大器的偏置电路.....	115
2.5.1	固定偏置电路.....	115
2.5.2	利用输出电压稳定工作点的偏置电路.....	116
2.5.3	分压式稳定工作点偏置电路.....	116

2.5.4	二极管温度补偿偏置电路.....	118
2.6	场效应管放大电路.....	119
2.6.1	场效应管直流偏置电路.....	119
2.6.2	静态工作点的分析.....	121
2.6.3	场效应管的动态分析.....	125
2.7	多级放大电路.....	127
2.7.1	放大器的级间耦合方式.....	128
2.7.2	阻容耦合多级放大电路.....	128
2.7.3	变压器耦合多级放大电路.....	134
2.7.4	直接耦合多级放大电路.....	135
2.8	功率放大电路.....	138
2.8.1	功率放大器的类型.....	138
2.8.2	单管甲类功率放大电路.....	139
2.8.3	乙类推挽功率放大电路.....	142
2.8.4	甲乙类推挽功率放大电路.....	144
2.8.5	互补对称式推挽 OTL 放大电路.....	144
2.8.6	复合互补对称式推挽 OTL 放大电路.....	145
2.8.7	无输出电容功率放大电路 (OCL)	147
2.9	放大电路技能实训.....	149
2.9.1	阻容耦合单级小信号放大电路.....	149
2.9.2	射极输出电路.....	151
2.9.3	两级阻容耦合放大器.....	153
2.9.4	结型场效应管放大电路.....	156
2.9.5	甲类低频功率放大电路.....	159
2.9.6	推挽放大电路.....	160
2.9.7	OTL 功率放大电路.....	162
	本章小结	163
	习题 2	164
第 3 章 反馈放大与振荡电路		171
3.1	反馈的基本概念.....	171
3.1.1	什么是反馈.....	171
3.1.2	怎样判别有无反馈.....	171
3.1.3	怎样判别是直流反馈还是交流反馈.....	172

3.1.4	怎样判别是正反馈还是负反馈.....	172
3.1.5	怎样判别串联反馈和并联反馈.....	173
3.1.6	怎样判别电压反馈和电流反馈.....	174
3.2	负反馈放大器的组成和类型.....	175
3.2.1	负反馈放大器的组成.....	175
3.2.2	负反馈放大器的类型.....	176
3.3	负反馈对放大器性能的影响.....	177
3.3.1	引起放大器放大倍数降低.....	177
3.3.2	提高放大器放大倍数的稳定性.....	178
3.3.3	非线性失真减小.....	178
3.3.4	频带展宽.....	178
3.3.5	输入电阻发生改变.....	179
3.3.6	输出电阻发生改变.....	179
3.4	典型负反馈放大器分析.....	179
3.4.1	电流并联负反馈放大电路.....	180
3.4.2	电压并联负反馈放大电路.....	181
3.4.3	电流串联负反馈放大电路.....	182
3.4.4	电压串联负反馈放大电路.....	183
3.4.5	判断反馈类型和性质举例.....	184
3.5	负反馈放大器的近似估算.....	185
3.5.1	电压放大倍数.....	185
3.5.2	输入电阻.....	186
3.5.3	输出电阻.....	186
3.5.4	三种组态特点比较.....	186
3.6	反馈型自激振荡器.....	187
3.6.1	振荡的基本概念.....	187
3.6.2	LC 振荡电路.....	188
3.6.3	RC 振荡电路.....	192
3.6.4	石英晶体振荡电路.....	194
3.7	反馈放大电路与振荡电路技能实训.....	197
3.7.1	负反馈放大电路.....	197
3.7.2	LC 振荡电路.....	198
3.7.3	RC 正弦波振荡电路.....	200

本章小结.....	200
习题 3.....	201
第 4 章 集成运算放大器	205
4.1 集成运放的结构与特点.....	205
4.1.1 什么是集成运算放大器.....	205
4.1.2 集成运放引脚排列及封装方式.....	205
4.1.3 集成运放内部电路组成及电路符号.....	206
4.2 集成运放的放大倍数与主要参数.....	208
4.2.1 集成运放的两个放大倍数.....	208
4.2.2 集成运放的主要参数.....	209
4.3 基本运算放大器.....	211
4.3.1 集成运放的应用特点.....	211
4.3.2 理想集成运放的主要特性.....	211
4.3.3 反相输入放大器.....	212
4.3.4 同相输入放大器.....	213
4.3.5 射极跟随电路.....	214
4.3.6 差动输入放大器.....	214
4.3.7 归纳总结.....	216
4.4 集成运放信号运算电路.....	216
4.4.1 反相器.....	216
4.4.2 比例器.....	216
4.4.3 加法运算电路.....	216
4.4.4 减法运算电路.....	217
4.4.5 加减法运算电路.....	217
4.5 集成运算放大电路技能实训.....	218
本章小结.....	221
习题 4.....	221
第 5 章 直流稳压电源	223
5.1 直流稳压电源的组成.....	223
5.2 整流电路.....	224
5.2.1 整流电路的类型.....	224
5.2.2 整流元件参数的计算.....	225

5.3	滤波电路.....	227
5.3.1	滤波电路常用元件.....	227
5.3.2	滤波电路类型.....	227
5.4	硅稳压管稳压电路.....	230
5.4.1	工作原理.....	230
5.4.2	参数选择举例.....	231
5.5	串联型晶体管稳压电路.....	232
5.5.1	最简单的串联型晶体管稳压电路.....	232
5.5.2	具有放大环节串联稳压电路.....	232
5.5.3	串联型稳压电路稳压性能的改进.....	235
5.5.4	串联型稳压电源的保护电路.....	237
5.6	直流稳压电源技能实训.....	239
	本章小结.....	241
	习题 5.....	241
第 6 章	电子技能综合实训.....	243
6.1	读识电路图的基本方法.....	243
6.1.1	熟练掌握常用元、器件基本知识.....	243
6.1.2	掌握基本单元电路及其相关知识.....	243
6.1.3	理解电路图中有关基本概念.....	243
6.1.4	对电子产品有大致了解.....	244
6.1.5	先找熟悉元件.....	244
6.1.6	各个击破分段识图.....	244
6.1.7	平时多看各种电路图.....	244
6.2	学习安装收音机的方法与步骤.....	244
6.2.1	学习收音机电路元件基本知识.....	244
6.2.2	掌握收音机原理及整机电路.....	244
6.2.3	学会看电原理图和印制电路板图.....	246
6.2.4	安装前的检查及安装步骤.....	246
6.2.5	正确焊接元器件的方法.....	247
6.2.6	学会处理安装中遇到的问题.....	248
6.3	阅读 IC 中波收音机电路图.....	249
6.3.1	集成块 D7642 简介.....	250
6.3.2	工作原理.....	250

6.4 主要元器件的选用和检测.....	251
6.4.1 集成电路 D7642.....	251
6.4.2 可变电容器.....	251
6.4.3 磁性天线.....	252
6.4.4 微型带开关电位器.....	253
6.4.5 立体声耳机.....	253
6.4.6 耳机插座.....	253
6.4.7 晶体三极管.....	255
6.4.8 阻容元件.....	255
6.5 怎样制作 IC 中波收音机电路板.....	255
6.5.1 材料的准备.....	255
6.5.2 电路板的设计制作.....	255
6.6 综合技能实训.....	257
6.6.1 焊接技术的训练.....	257
6.6.2 安装 IC 中波收音机.....	257
6.6.3 IC 中波收音机的调试.....	257
6.6.4 写实训报告.....	257
本章小结	258
习题 6	258
附录 A 习题答案	259
习题 1 习题答案.....	259
习题 2 习题答案.....	260
习题 3 习题答案.....	261
习题 4 习题答案.....	262
习题 5 习题答案.....	262
习题 6 习题答案.....	262

第 1 章 常用电路元件

在电子设备中，电阻器、电容器、电感器、半导体二极管、半导体三极管、场效应晶体管等，是最基本的元器件。了解它们的特性，熟悉它们的作用，是学习电子技术的基础。

1.1 电阻类元件

电阻类元件包括固定电阻、可变电阻、电位器等。导线是阻值近似为零的电阻；开关是可控的阻值为零或无穷大的电阻。许多实用电子、电气元件（如灯泡、扬声器的音圈等）都可以在一定条件下近似看作电阻类元件。

1.1.1 电阻器的作用

电路中，电阻器主要用来控制电压和电流，即起降压、分压、限流、分流、隔离、匹配和信号幅度调节等作用。

1.1.2 常用电阻器外形和电路图形符号

固定电阻器在电路图中的符号如图 1-1 (a) 所示，长方块表示电阻体，两边短线分别表示电阻器的两根引出线。固定电阻器的文字符号常用字母“R”表示。

各种固定电阻器的外形如图 1-1 (b) ~ (e) 所示。

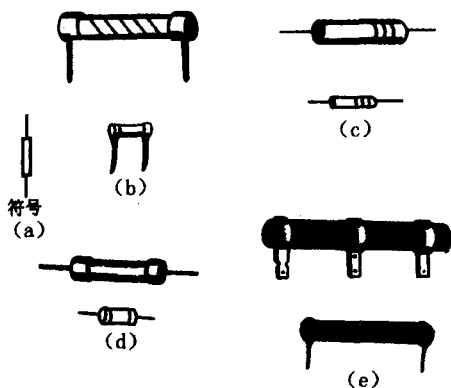


图 1-1 固定电阻器的外形及电路图形符号

1.1.3 电位器外形和电路图形符号

1. 电位器的作用

电位器是可变电阻器的一种，通常是由电阻体与转动或滑动机构组成的，其主要作用

是调节电压（包括直流电压和信号电压等）和电流。

电阻体有两个固定端，通过手动调节转轴或滑柄，也就是通过其动触点在电阻体上的位置移动，从而使动触点与任一个固定端之间的电阻值发生变化，达到改变电压与电流大小的目的。

2. 电位器的符号

电位器在电路图中的符号如图 1-2 (g) 所示，仍用长方形表示电阻体，两边短线表示电阻体两端的引出焊片，带箭头的折线代表电阻体上的滑动触点。

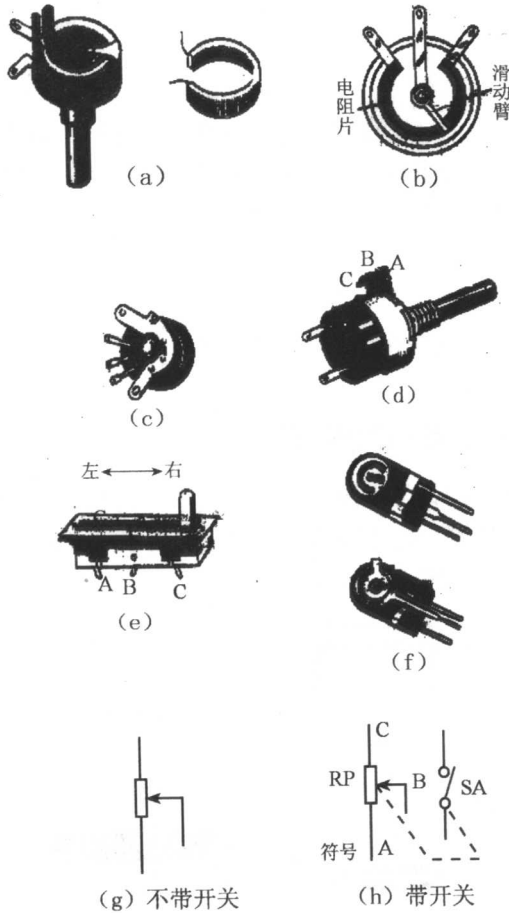


图 1-2 电位器的外形及电路符号

带有开关的电位器符号如图 1-2 (h) 所示。其中，右面部分表示开关，中间虚线表示开关与电位器是受同一转轴控制的（通常音量控制采用带开关的电位器时，电路图中虚线往往不标出）。

电位器在电路图中常用字母“R”或“RP”（旧标准用“W”）表示。

3. 电位器的类型

电位器根据其使用的材料分类：有炭膜电位器（如图 1-2 (b) 所示）和线绕电位器（如

图 1-2 (a) 所示)。根据其外形的大小可分为：大、小和微型电位器（如图 1-2 (c) 所示），按阻值变化规律分类：有线性 (X)、指数 (Z) 和对数 (D) 电位器；按结构分类：有旋转（如图 1-2 (a)、(c) 和 (d) 所示）和直滑式电位器（如图 1-2 (e) 所示）；还有一种半可变电位器（即微调电位器）如图 1-2 (f) 所示。

1.1.4 电阻器和电位器的分压、分流电路

电阻器和电位器的用途较广，在电路中既可作为负载，又可组成分流器、分压器，当与电容进行配合时，还可起滤波作用。

1. 电阻分压和分流电路

由电阻器构成的分压和分流常用电路如图 1-3 所示。

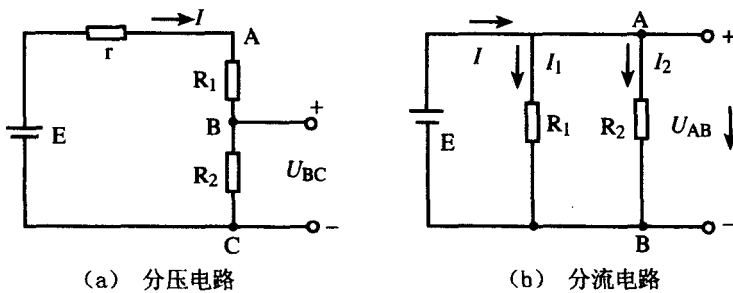


图 1-3 电阻器构成的分压和分流电路

(1) 分压电路

图 1-3 (a) 是电阻构成的常用分压电路。图中的 r 为电源内电阻，电阻 R_1 、 R_2 串联在电路中，流过两个电阻中的电流相等，由此即可得到 R_2 电阻两端的电压为：

$$U_{BC} = I \cdot R_2 = E \cdot R_2 / (r + R_1 + R_2)$$

$$= E / \left(\frac{r}{R_2} + \frac{R_1}{R_2} + 1 \right)$$

由上式可以看出，当 R_2 电阻值增大时，其两端上的 U_{BC} 电压将上升；当 R_1 电阻值变化时， U_{BC} 电压也会随之改变。这一分压电路在电子电路中应用十分广泛。

(2) 分流电路

图 1-3 (b) 是电阻构成的常用分流电路。图中 R_1 、 R_2 并联在电路中，其两端电压值相同，电路总电流与各分路电流 I_1 与 I_2 之间的关系如下：

$$I = I_1 + I_2 = U_{AB} / R_1 + U_{AB} / R_2$$

根据电阻并联公式，又有以下关系：

$$U_{AB} = I \cdot R = I \cdot (R_1 \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$$

式中 R —— R_1 与 R_2 并联的电阻值。

