

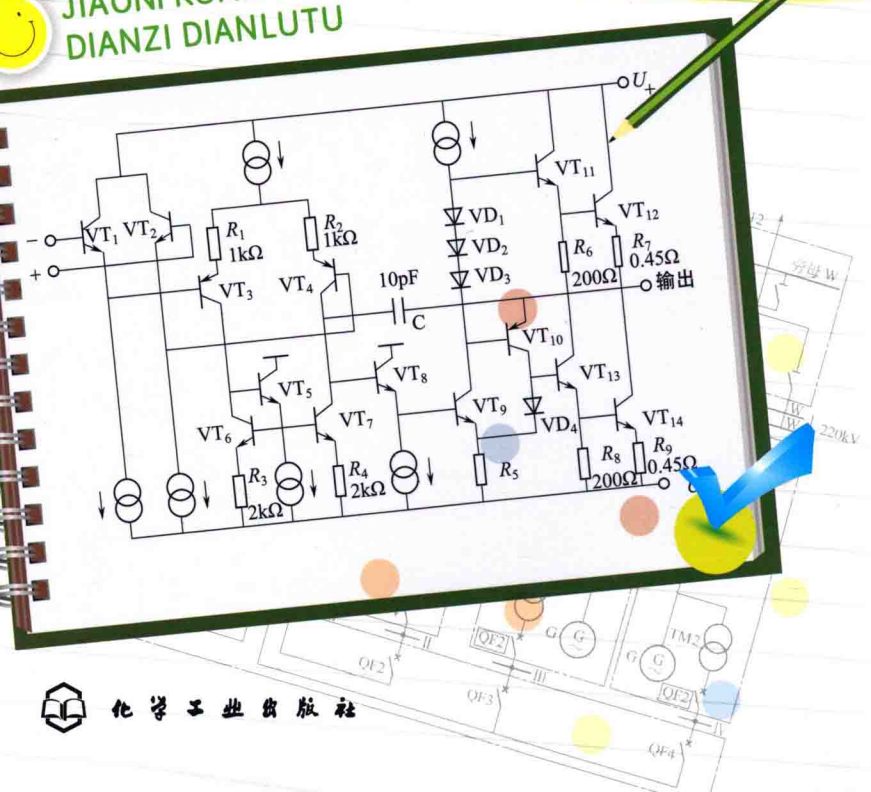
付少波 裴海林 主编

教你

快速看懂

电子电路图

JIAONI KUAISU KANDONG
DIANZI DIANLUTU



化学工业出版社

付少波 裴海林 主编

教你



快速看懂

电子电路图



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

教你快速看懂电子电路图/付少波, 裴海林主编.

北京: 化学工业出版社, 2015. 6

ISBN 978-7-122-23407-0

I. ①教… II. ①付…②裴… 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 (2015) 第 058181 号

责任编辑: 卢小林

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 边 涛

装帧设计: 王晓宇

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 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 8 $\frac{3}{4}$ 字数 241 千字

2015 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: 29.80 元

版权所有 违者必究

前言 FOREWORD

进入 21 世纪, 电子技术的广泛应用, 给工农业生产、国防事业、科技和人民的的生活带来了革命性的变化。为推广现代电子技术, 普及电子科学知识, 特别是为帮助即将从事电子技术的人员掌握电子电路图的识读本领, 使他们尽快理解现代电子电路与电子装置的构成原理, 了解电子元器件与零部件在电子技术中的应用情况, 我们编写了本书。

本书从广大电子爱好者的实际需要出发, 言简意赅, 图文并茂, 通俗易懂; 在内容编排上由浅入深, 循序渐进, 符合知识认知的基本规律。全书从电子元器件的识别入手, 采用图片与文字相结合的方式, 详细介绍了各类电子电路图的识读方法, 全书注重实用性和可操作性, 理论与实际融会贯通, 对快速掌握电子技术基础知识、分析识读各类电子电路图很有好处。本书既可作为广大电子技术工作者、无线电爱好者的速成教材, 也可作为大中专院校电子技术专业的辅导用书。

本书由付少波、裴海林主编, 陈影、胡云朋、张森任副主编, 参加编写工作的还有付兰芳、何惠英、俞妍、赵玲、李纪红、马博韬、柳贵东、孙昱、范毅军、李志勇、周金球。全书由李良洪、张宪主审。

由于编者的水平有限, 加之电子技术的发展十分迅速, 书中不足之处在所难免, 敬请广大读者批评指正。

编者

目录 CONTENTS

第1章 常用电子元器件及其单元电路

1

1.1 教你识读电阻串、并联电路	1
1.1.1 普通电阻器的识别	1
1.1.2 可变电阻器的识别	5
1.1.3 敏感电阻器的识别	7
1.1.4 普通电阻器单元电路	8
1.1.5 可变电阻器单元电路	13
1.1.6 敏感电阻器单元电路	15
1.2 电容器及其单元电路	18
1.2.1 电容器的识别	18
1.2.2 电容器单元电路	21
1.3 电感器及其单元电路	25
1.3.1 电感器的识别	25
1.3.2 变压器的识别	28
1.3.3 电感器单元电路	35
1.3.4 变压器单元电路	37
1.4 二极管及其单元电路	40
1.4.1 二极管的识别	40
1.4.2 二极管单元电路	42
1.5 三极管及其单元电路	45
1.5.1 三极管的识别	45
1.5.2 三极管电流分配解说	51
1.5.3 三极管单元电路	53
1.6 直流电源及其单元电路	55
1.6.1 直流电源串、并联电路	55

1.6.2 电源的两种模型	56
---------------------	----

第2章 电源变换与控制技术

60

2.1 常用的电源变换系统	60
2.2 AC-DC 变换电路	62
2.2.1 二极管整流器——不可控整流	62
2.2.2 晶闸管整流器——可控整流	63
2.2.3 PWM 整流器——斩波整流	65
2.3 DC-AC 变换电路	67
2.3.1 DC-AC 逆变器的分类	67
2.3.2 常用的 DC-AC 逆变器主电路	68
2.4 DC-DC 变换电路	69
2.4.1 不隔离型 DC-DC 变换器	69
2.4.2 隔离型 DC-DC 变换器	71
2.4.3 常用的低压 DC-DC 变换电路	77

第3章 晶体三极管放大器电路

82

3.1 识读共发射极放大器	82
3.1.1 共发射极放大器直流电路分析	83
3.1.2 共发射极放大器交流电路分析	83
3.2 识读三极管共集电极放大器	85
3.2.1 共集电极放大器直流电路分析	86
3.2.2 共集电极放大器交流电路分析	86
3.2.3 共集电极放大器的特点	88
3.3 识读三极管共基极放大器	88
3.3.1 共基极放大器直流电路分析	88
3.3.2 共基极放大器交流电路分析	89
3.3.3 共基极放大器的特点	90
3.4 识读多级放大器	91
3.4.1 阻容耦合多级放大器分析	92
3.4.2 直接耦合多级放大器分析	94
3.5 识读差分放大器	95

3.5.1	差分放大器基础知识	95
3.5.2	差分放大器的工作原理分析	95

第4章 电源整流及滤波电路

104

4.1	半波整流电路	105
4.2	全波整流电路	106
4.2.1	正极性全波整流电路	106
4.2.2	负极性全波整流电路	108
4.3	单相桥式整流电路	109
4.3.1	典型的单相桥式整流电路	109
4.3.2	桥堆构成的整流电路	112
4.4	倍压整流电路	114
4.4.1	二倍压整流电路	115
4.4.2	七倍压整流电路	115
4.5	滤波电路	116
4.5.1	电容滤波电路	117
4.5.2	电感电容滤波器 (LC 滤波器)	118
4.5.3	π 型滤波器	119

第5章 直流稳压电路

123

5.1	稳压二极管稳压电路	123
5.1.1	认识稳压二极管	123
5.1.2	稳压二极管稳压电路	125
5.2	串联调整型稳压电路	126
5.2.1	串联调整型稳压电路组成	127
5.2.2	串联调整型稳压电路的工作原理	127
5.2.3	串联型稳压电源应用电路	128
5.3	三端集成稳压电路	130
5.3.1	常用的三端稳压集成电路	130
5.3.2	三端集成稳压电路的扩展	132
5.4	五端集成稳压器	135
5.4.1	五端可调正电压单片稳压器	135

5.4.2	低压差五端固定集成稳压器	136
5.4.3	低压差五端可调集成稳压器	137
5.5	开关型稳压电源	137
5.5.1	开关型稳压电源基础知识	137
5.5.2	串联型开关稳压电源	138
5.5.3	并联型开关稳压电源	140
5.5.4	采用集成控制器的开关直流稳压电源	141

第6章 晶闸管应用电路

143

6.1	认识晶闸管	143
6.1.1	单向晶闸管	143
6.1.2	双向晶闸管	146
6.1.3	可关断晶闸管	149
6.2	晶闸管触发电路	150
6.2.1	可变电阻触发电路	150
6.2.2	阻容触发电路	151
6.2.3	阻容元件和稳压管构成的触发电路	151
6.2.4	单结晶体管触发电路	151
6.3	单向晶闸管应用电路	157
6.3.1	单相半波可控整流电路	157
6.3.2	单相桥式可控整流电路	158
6.3.3	单相桥式全控整流电路	159
6.3.4	单相桥式半控整流电路	160
6.3.5	单向晶闸管交流调压电路	160
6.4	双向晶闸管应用电路	162
6.4.1	双向晶闸管调光灯电路	162
6.4.2	亮度可调的光控路灯电路	162
6.4.3	光控延长灯泡寿命电路	163
6.4.4	自动调光台灯电路	164

第7章 集成运算放大器电路

166

7.1	集成运算放大器的基础知识	166
-----	--------------	-----

7.1.1	集成运算放大器的组成及工作原理	166
7.1.2	运算放大器的外形和符号	167
7.1.3	集成运放的传输特性与工作状态	168
7.1.4	集成运算放大器的使用要点	169
7.2	集成运算放大器的线性应用电路	170
7.2.1	比例运算电路	170
7.2.2	加法运算电路	172
7.2.3	减法运算电路	172
7.2.4	积分运算电路	173
7.2.5	微分运算电路	174
7.3	集成运算放大器的非线性应用电路	175
7.3.1	电压比较器	175
7.3.2	方波信号发生器	179
7.4	实用运算放大器电路	180
7.4.1	测量放大器	180
7.4.2	采样-保持电路	183
7.5	有源滤波器	184
7.5.1	低通滤波器	186
7.5.2	有源高通滤波器	188
7.5.3	带通滤波器和带阻滤波器	189

第8章 振荡电路

190

8.1	振荡电路的基本原理	190
8.1.1	振荡电路的组成	190
8.1.2	振荡条件	193
8.2	变压器耦合振荡器	193
8.2.1	变压器耦合振荡器的电路结构	193
8.2.2	变压器耦合振荡器的工作过程	194
8.3	电感三点式振荡器	195
8.4	电容三点式振荡器	196
8.4.1	电容三点式 LC 振荡器	196
8.4.2	电容三点式 LC 振荡器改进电路	197

8.5	晶体振荡器	198
8.5.1	认识石英晶体	198
8.5.2	并联晶体振荡器	201
8.5.3	串联晶体振荡器	202
8.6	RC 正弦波振荡器	204
8.6.1	RC 移相式振荡器	204
8.6.2	RC 桥式振荡器	205

第 9 章 脉冲波形的产生与整形

208

9.1	双稳态电路	208
9.1.1	集-基耦合双稳态触发器电路	208
9.1.2	射极耦合双稳态触发器	211
9.1.3	基本 RS 双稳态触发器	212
9.1.4	双稳态触发器应用电路	215
9.2	单稳态电路	216
9.2.1	集-基耦合单稳态触发电路	216
9.2.2	由门电路组成的单稳态触发器	217
9.2.3	运算放大器构成的单稳态触发电路	220
9.2.4	单稳态应用电路	221
9.3	无稳态电路	222
9.3.1	集-基耦合无稳态电路	222
9.3.2	TTL 与非门 RC 环形多谐振荡器	223
9.3.3	分立元件组成的多谐振荡器	225
9.3.4	运算放大器构成的无稳态触发器	226
9.4	集成 555 定时器	226
9.4.1	555 定时器的电路结构	227
9.4.2	由 555 定时器组成的单稳态触发器	229
9.4.3	由 555 定时器组成的多谐振荡器	230
9.4.4	555 定时器组成的应用电路	231

第 10 章 音频功率放大电路

234

10.1	功率放大器基础知识	234
------	-----------	-----

10.1.1	低频功率放大器的基本要求	234
10.1.2	功率放大器的类型	235
10.2	常用的功率放大电路	237
10.2.1	甲类功率放大器	237
10.2.2	乙类推挽功率放大器	238
10.2.3	甲乙类功率放大器	239
10.3	OTL 互补对称功率放大器	241
10.3.1	OTL 基本功率放大电路	241
10.3.2	实用 OTL 功率放大电路	242
10.3.3	OTL 电路中的自举电路	243
10.3.4	OTL 功率放大器输出电路特征	245
10.4	OCL 功率放大器电路	246
10.4.1	OCL 基本功率放大电路	246
10.4.2	实用 OCL 功率放大电路	248
10.4.3	OCL 功率放大器输出电路特征	249
10.5	BTL 功率放大电路	249
10.5.1	BTL 基本功率放大电路	250
10.5.2	集成 BTL 功率放大电路	251
10.5.3	BTL 功率放大器输出电路特征	252
10.6	集成功率放大电路	253
10.6.1	集成功率放大器的基本性能	253
10.6.2	常用集成功率放大器分析	255
10.6.3	通用集成功率放大器	264



第 1 章

Chapter 1 ?

常用电子元器件及其单元电路

1.1 教你识读电阻串、并联电路

1.1.1 普通电阻器的识别

(1) 电阻器的图形符号和文字代号

电阻器是限制电流的元件，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。电阻器的图形符号如图 1-1 所示，文字符号用字母“R”和序号表示（如 R_1 ），外形如图 1-2 所示。



图 1-1 电阻器的图形符号和文字代号

(2) 电阻类型的识别

常用电阻型号一般由四部分组成。第一部分“R”表示电阻器，第二部分用大写英文字母表示电阻的材料，第三部分为数字或字母，表示电阻的类型，第四部分为数字，表示序号。电阻型号的含义如表 1-1 所示。

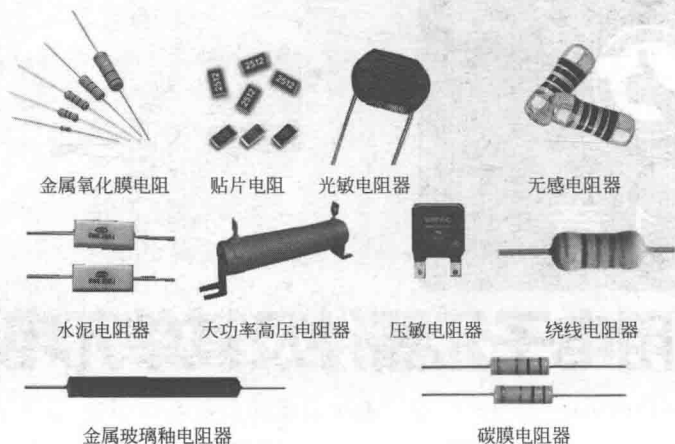


图 1-2 常见电阻器的外形

表 1-1 电阻型号的含义

电阻型号含义				实例
第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	
R	H 合成碳膜	1 普通	序号	例 1 型号: RT11 含义: 普通碳膜电阻
	I 玻璃釉膜	2 普通		
	J 金属膜	3 超高频		
	N 无机实心	4 高阻		
	G 沉积膜	5 高温		
	S 有机实心	7 精密		
	T 碳膜	8 高压		
	X 线绕	9 特殊		
	Y 氧化膜	G 高功率		
	F 复合膜	T 可调		

(3) 电阻器的主要参数

电阻器的主要参数如图 1-3 所示。

在选用电阻器时,一般只考虑标称阻值、额定功率、阻值误

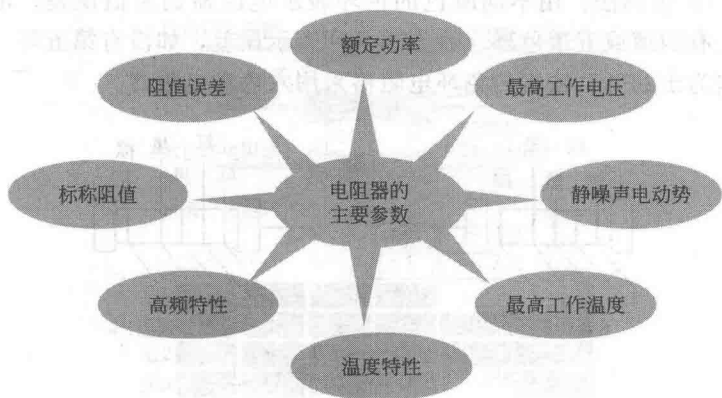


图 1-3 电阻器的主要参数

差。其他几项参数，只在有特殊需要时才考虑。

(4) 电阻器阻值标称值的表示方法

电阻器的标称值是指电阻器表面所标注的电阻值。电阻值的单位为欧姆 (Ω)、千欧姆 ($k\Omega$)、兆欧姆 ($M\Omega$)，其相互关系为： $1M\Omega = 10^3 k\Omega = 10^6 \Omega$ 。标称阻值的标注方法主要有直标法、文字符号法和色标法三种，分别如图 1-4~图 1-6 所示。

① 直标法：就是将数值直接打印在电阻器上，如图 1-4 所示。

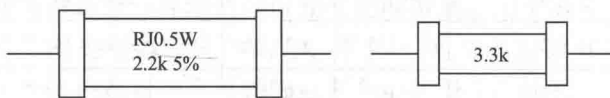


图 1-4 标称阻值的直标法

② 文字符号法：将文字、数字有规律地组合起来表示电阻器的阻值，如图 1-5 所示。

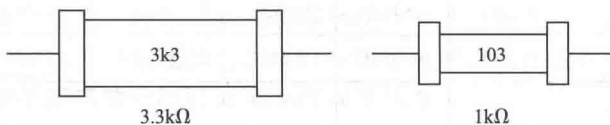


图 1-5 标称阻值的文字符号法



③ 色标法：用不同颜色的色环表示电阻器的阻值误差。电阻器上有四道或五道色环，第五道色环表示误差，如没有第五环，其误差为 $\pm 20\%$ 。精密的色环电阻器采用六色环电阻器。

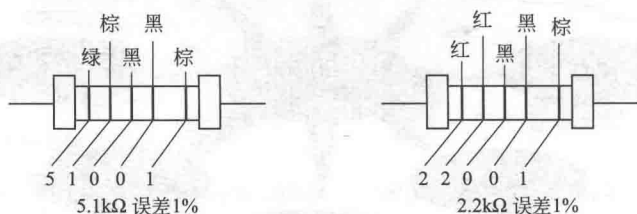


图 1-6 标称阻值的色标法

色环电阻器表面各种颜色代表的数值见表 1-2。

表 1-2 色环电阻器表面各种颜色代表的数值

颜色	有效电阻值数字	倍乘数	允许误差	温度系数（限六色环电阻器）
黑	0	$\times 1$		
棕	1	$\times 10$	$\pm 1\%$	$\pm 100 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
红	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$	$\pm 50 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
橙	3	$\times 10^3$		$\pm 15 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
黄	4	$\times 10^4$		$\pm 25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
绿	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$	$\pm 20 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
蓝	6	$\times 10^6$	$\pm 0.2\%$	$10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
紫	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$	$\pm 5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
灰	8	$\times 10^8$		$\pm 1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
白	9	$\times 10^9$		
金		$\times 0.1$	$\pm 5\%$	
银		$\times 0.01$	$\pm 10\%$	
无色			$\pm 20\%$	

色环电阻器各色环代表的含义和识别方法如图 1-7 所示。

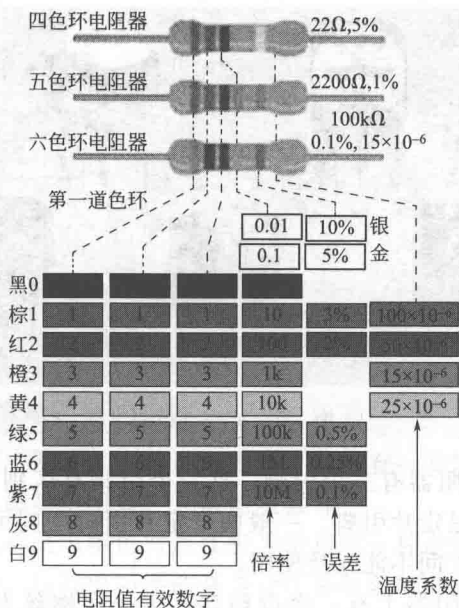


图 1-7 色环电阻器各色环代表的含义和识别方法

1.1.2 可变电阻器的识别

可变电阻器是一种阻值可以改变的电阻器，用于需要调节电路电流或需要改变电路阻值的场合。常用的可变电阻器有两个固定端，第三个接头连到一个可调的电刷上，如图 1-8 所示。

可变电阻器首先是一种电阻器，它在电子电路中可以起到电阻的作用，它与一般电阻器不同之处是它的阻值可以在一定范围内连续变化。

(1) 可变电阻器的外形特征

可变电阻器的外形与普通电阻器在外形上有很大区别，它具有以下一些特征，根据这些特征可以在线路板中识别可变电阻器。

可变电阻器的外形特征说明有以下几点。

① 可变电阻器的体积比一般电阻器的体积大些，同时电路中可变电阻器较少，在线路板中能方便地找到它。



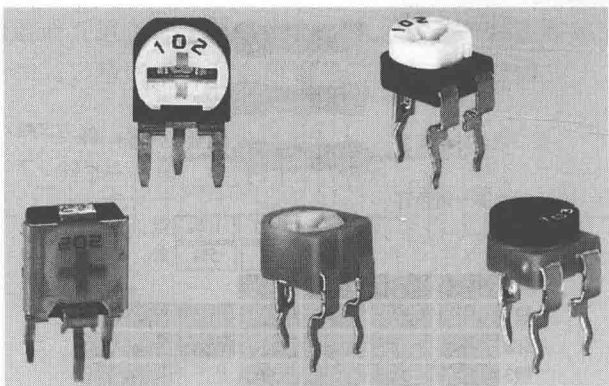


图 1-8 可变电阻器

② 可变电阻器有三个引脚，这三个引脚有区别，一个为动片引脚，另两个是定片引脚。一般两个定片引脚之间可以互换使用，而定片与动片之间不能互换使用。

③ 可变电阻器上有一个调整口，用一字螺丝刀（螺钉旋具）可改变动片的位置，进行阻值的调整。

④ 可变电阻器上标有它的标称值，这一标称值是两个定片引脚之间的阻值。

⑤ 小型塑料外壳的可变电阻器更小，而用于功率较大场合下的可变电阻器，体积很大，动片可以左右滑动，进行阻值调节。

(2) 可变电阻器的电路符号

图 1-9 所示电路是可变电阻器的电路符号。从电路符号中可以

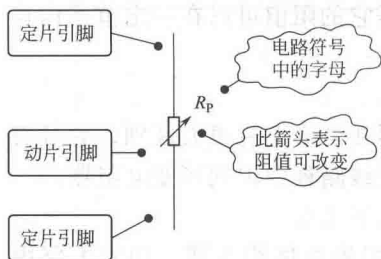


图 1-9 可变电阻器的电路符号

识别两个定片引脚和一个动片引脚，可变电阻器的文字符号用“ R_p ”表示。

图 1-10 (a) 所示是旧电路符号，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。图 1-10 (b) 所示是可变电阻器用作电位器时