



电工彩虹桥



全彩速学

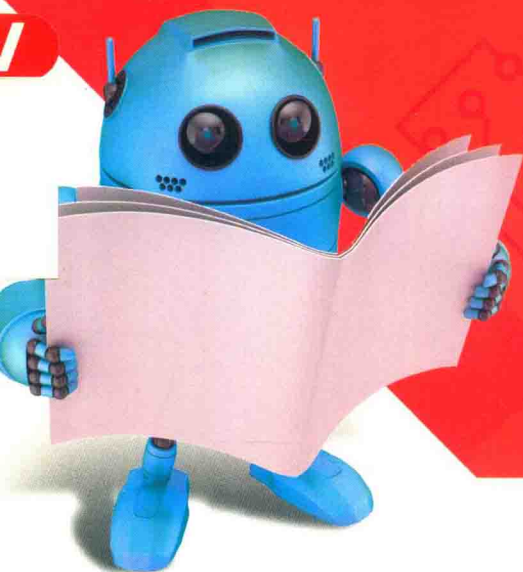
Full Color

电子元器件



- ❖ 本书最大特点是“全彩”与“图解”的完美结合
- ❖ “全彩”将电工实际工作中的情景和状态“真实还原”
- ❖ “图解”使思路更清晰，学习更便捷

► 蔡杏山 蔡玉山 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电工彩虹桥

全彩速学电子元器件

蔡杏山 蔡玉山 编著



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以全彩形式介绍了电子元器件的识别、检测、选用和应用,主要内容有电阻器、变压器、电感器、电容器、二极管、三极管、光电器件、电声器件、显示器件、晶闸管、场效应管、IGBT、继电器、干簧管、传感器、贴片元器件和集成电路等。

本书起点低,叙述由浅入深,语言通俗易懂,内容结构安排符合学习认知规律。本书适合作为初学者系统学习电子元器件的自学图书,也适合作为职业院校电类专业的电子元器件教材。

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

全彩速学电子元器件 / 蔡杏山, 蔡玉山编著. — 北京: 电子工业出版社, 2015.1

(电工彩虹桥)

ISBN 978-7-121-24820-7

I . ①全… II . ①蔡… ②蔡… III . ①电子元件—基本知识②电子器件—基本知识 IV . ①TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 273446 号

策划编辑: 柴 燕 (chaiy@phei.com.cn)

责任编辑: 苏颖杰

印 刷: 北京千鹤印刷有限公司

装 订: 北京千鹤印刷有限公司

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

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 19 字数: 485 千字

版 次: 2015 年 1 月第 1 版

印 次: 2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3000 册 定价: 65.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

电工技术和电子技术的区别在于，电工技术是强电技术，处理的电压高、电流大；而电子技术属于弱电技术，主要处理电压低、电流小的电信号。电工技术和电子技术在以前区分还比较明显，但在现代社会，两种技术的融合越来越紧密，大量的电气设备操作既需要有电工技术，又需要有电子技术。当今社会既需要电工技术人才和电子技术人才，更需要同时掌握电子、电工技术的复合型人才。

为了让读者能够轻松快速地掌握电工、电子技术，我们推出了“电工彩虹桥”丛书，既适合作自学图书，也适合作培训教材。本套丛书主要有以下特点：

1. 章节安排符合人的认识规律。读者只需从前往后逐章阅读本书，便会水到渠成地掌握书中内容。

2. 起点低，语言通俗易懂。读者只需有初中文化程度便可阅读本书，语言通俗易懂，阅读时会感觉很顺畅。

3. 全彩印刷，并采用大量的图片，配以详细的文字进行说明，特别适合初学者阅读。

4. 知识要点重点标注。为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中式突出显示知识要点，指示学习重点。

5. 免费网络答疑。如果读者在学习过程中遇到疑难问题，可以登录易天教学网 (www.eTV100.com) 进行提问，也可以观看网站上与图书有关的辅导材料，还可以在该网站了解本套丛书的新书信息。

除署名作者外，参加本书编写的还有詹春华、何慧、黄晓玲、蔡春霞、李清荣、黄勇、刘凌云、朱球辉、刘海峰、邵永明、刘元能、邵永亮、蔡任英。由于我们水平有限，书中的错误和疏漏在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编 著 者

目录 Contents

第1章 电阻器	1
1.1 固定电阻器	1
1.1.1 外形与符号	1
1.1.2 从实验认识固定电阻器	1
1.1.3 功能	3
1.1.4 标称阻值	3
1.1.5 标称阻值系列	6
1.1.6 额定功率	7
1.1.7 选用	8
1.1.8 检测	10
1.1.9 种类	12
1.1.10 电阻器的型号命名方法	12
1.2 电位器	14
1.2.1 外形与符号	14
1.2.2 从实验认识电位器	14
1.2.3 结构与原理	15
1.2.4 应用	15
1.2.5 种类	16
1.2.6 主要参数	18
1.2.7 检测	19
1.2.8 选用	21
1.3 敏感电阻器	21
1.3.1 光敏电阻器	21
1.3.2 热敏电阻器	25
1.3.3 湿敏电阻器	27
1.3.4 压敏电阻器	29
1.3.5 力敏电阻器	32
1.3.6 磁敏电阻器	33
1.3.7 敏感电阻器的型号命名方法	36
1.4 排阻	37
1.4.1 实物外形	37
1.4.2 命名方法	37
1.4.3 种类与结构	38

目录



1.4.4 检测	39
第2章 变压器与电感器.....	40
2.1 变压器	40
2.1.1 外形与符号	40
2.1.2 从实验认识变压器	40
2.1.3 结构、工作原理和功能	41
2.1.4 特殊绕组变压器	43
2.1.5 种类	44
2.1.6 主要参数	47
2.1.7 检测	47
2.1.8 选用	48
2.1.9 变压器的型号命名方法	50
2.2 电感器	50
2.2.1 外形与符号	50
2.2.2 从实验认识电感器	51
2.2.3 主要参数与标注方法	52
2.2.4 性质	53
2.2.5 种类	55
2.2.6 检测	57
2.2.7 选用	57
2.2.8 电感器的型号命名方法	58
第3章 电容器.....	59
3.1 固定电容器	59
3.1.1 结构、外形与符号	59
3.1.2 从实验认识电容器	59
3.1.3 主要参数	61
3.1.4 性质	62
3.1.5 极性	65
3.1.6 种类	67
3.1.7 串联与并联	69

3.1.8	容量与误差的标注方法	70
3.1.9	检测	72
3.1.10	选用	73
3.1.11	电容器的型号命名方法	74
3.2	可变电容器	75
3.2.1	微调电容器	75
3.2.2	单联电容器	77
3.2.3	多联电容器	78
第4章	二极管	80
4.1	半导体与二极管	80
4.1.1	半导体	80
4.1.2	二极管	81
4.1.3	整流二极管与整流桥	87
4.1.4	开关二极管	89
4.1.5	二极管型号命名方法	90
4.2	稳压二极管	92
4.2.1	外形与符号	92
4.2.2	工作原理	92
4.2.3	应用	93
4.2.4	主要参数	93
4.2.5	检测	94
4.3	变容二极管	95
4.3.1	外形与符号	95
4.3.2	工作原理	96
4.3.3	容量变化规律	96
4.3.4	主要参数	97
4.3.5	检测	97
4.4	双向触发二极管	98
4.4.1	外形与符号	98
4.4.2	性质	98
4.4.3	特性曲线	99
4.4.4	检测	99
4.5	双基极二极管	101

目录



4.5.1 外形、符号、结构和等效图	101
4.5.2 工作原理	101
4.5.3 检测	103
4.6 肖特基二极管	104
4.6.1 外形与符号	104
4.6.2 特点、应用和检测	104
4.6.3 主要参数	105
4.7 快恢复二极管	106
4.7.1 外形与符号	106
4.7.2 特点、应用和检测	106
4.7.3 主要参数	107
4.8 瞬态电压抑制二极管	107
4.8.1 外形与符号	107
4.8.2 性质	107
4.8.3 检测	108
第5章 三极管	109
5.1 普通三极管	109
5.1.1 外形与符号	109
5.1.2 结构	110
5.1.3 从实验认识三极管	111
5.1.4 电流、电压规律	112
5.1.5 放大原理	115
5.1.6 三种状态的说明	117
5.1.7 主要参数	121
5.1.8 检测	122
5.1.9 三极管的型号命名方法	126
5.2 特殊三极管	127
5.2.1 带阻三极管	127
5.2.2 带阻尼三极管	128
5.2.3 达林顿三极管	129

第6章 光电器件..... 131

6.1 发光二极管	131
6.1.1 普通发光二极管	131
6.1.2 双色发光二极管	134
6.1.3 三基色发光二极管	135
6.1.4 闪烁发光二极管	139
6.1.5 红外线发光二极管	140
6.1.6 发光二极管的型号命名方法	141
6.2 光敏二极管	142
6.2.1 普通光敏二极管	142
6.2.2 红外线接收二极管	146
6.2.3 红外线接收组件	147
6.3 光敏三极管	149
6.3.1 外形与符号	149
6.3.2 性质	149
6.3.3 检测	150
6.4 光耦合器	151
6.4.1 外形与符号	151
6.4.2 从实验认识光耦合器	151
6.4.3 工作原理	152
6.4.4 检测	153
6.5 光遮断器	155
6.5.1 外形与符号	155
6.5.2 工作原理	156
6.5.3 检测	156

第7章 电声器件..... 158

7.1 扬声器	158
7.1.1 外形与符号	158
7.1.2 种类与工作原理	158
7.1.3 主要参数	159
7.1.4 检测	160
7.1.5 扬声器的型号命名方法	162

目录



7.2 耳机	163
7.2.1 外形与符号	163
7.2.2 种类与工作原理	163
7.2.3 检测	164
7.3 蜂鸣器	165
7.3.1 外形与符号	165
7.3.2 种类及结构原理	166
7.3.3 类型判别	166
7.4 话筒	166
7.4.1 外形与符号	166
7.4.2 工作原理	167
7.4.3 主要参数	168
7.4.4 种类与选用	169
7.4.5 检测	169
7.4.6 电声器件的型号命名方法	171
第8章 显示器件	173
8.1 LED 数码管与LED 点阵显示器	173
8.1.1 一位LED 数码管	173
8.1.2 多位LED 数码管	176
8.1.3 LED 点阵显示器	180
8.2 真空荧光显示器	184
8.2.1 外形	184
8.2.2 结构与工作原理	184
8.2.3 应用	186
8.2.4 检测	187
8.3 液晶显示屏	188
8.3.1 笔段式液晶显示屏	188
8.3.2 点阵式液晶显示屏	190
第9章 晶闸管、场效应管与IGBT	193
9.1 单向晶闸管	193
9.1.1 外形与符号	193

9.1.2	从实验认识晶闸管	193
9.1.3	结构原理	195
9.1.4	主要参数	197
9.1.5	检测	197
9.1.6	种类	199
9.1.7	晶闸管的型号命名方法	200
9.2	门极可关断晶闸管	201
9.2.1	外形、结构与符号	201
9.2.2	工作原理	201
9.2.3	检测	202
9.3	双向晶闸管	203
9.3.1	符号与结构	203
9.3.2	工作原理	204
9.3.3	检测	205
9.4	结型场效应管 (JFET)	207
9.4.1	外形与符号	207
9.4.2	从实验认识场效应管	207
9.4.3	结构工作原理	208
9.4.4	主要参数	210
9.4.5	检测	211
9.4.6	场效应管的型号命名方法	212
9.5	绝缘栅型场效应管 (MOS 管)	212
9.5.1	增强型 MOS 管	213
9.5.2	耗尽型 MOS 管	216
9.6	绝缘栅双极型晶体管 (IGBT)	218
9.6.1	外形、结构与符号	218
9.6.2	工作原理	218
9.6.3	检测	219

第 10 章 继电器与干簧管 **221**

10.1	电磁继电器	221
10.1.1	外形与符号	221
10.1.2	从实验认识电磁继电器	222
10.1.3	结构与应用	222

目录



10.1.4	主要参数	223
10.1.5	检测	224
10.1.6	继电器的型号命名方法	226
10.2	固态继电器	227
10.2.1	特点	227
10.2.2	直流固态继电器	227
10.2.3	交流固态继电器	229
10.3	干簧管与干簧继电器	232
10.3.1	干簧管	232
10.3.2	干簧继电器	234
第 11 章	常用传感器	237
11.1	气敏传感器	237
11.1.1	外形与符号	237
11.1.2	结构	237
11.1.3	应用	238
11.1.4	检测	239
11.1.5	主要参数	240
11.1.6	应用举例	240
11.2	热释电人体红外线传感器	241
11.2.1	结构与工作原理	241
11.2.2	引脚识别	243
11.2.3	主要参数	244
11.2.4	应用	244
11.3	霍尔传感器	246
11.3.1	外形与符号	246
11.3.2	结构与工作原理	246
11.3.3	种类	247
11.3.4	型号命名方法与参数	248
11.3.5	引脚识别与好坏检测	249
11.3.6	应用	250
11.4	热电偶	252
11.4.1	热电效应与热电偶测量原理	252
11.4.2	结构	255

11.4.3	利用热电偶配合数字万用表测量电烙铁的温度	255
11.4.4	好坏检测	256
11.4.5	多个热电偶连接的灵活使用	257
11.4.6	热电偶的种类及特点	258
第 12 章	贴片元器件与集成电路	261
12.1	贴片元器件	261
12.1.1	贴片电阻器	261
12.1.2	贴片电容器	263
12.1.3	贴片电感器	265
12.1.4	贴片二极管	266
12.1.5	贴片三极管	267
12.2	集成电路	268
12.2.1	简介	268
12.2.2	特点	268
12.2.3	种类	270
12.2.4	封装形式	271
12.2.5	引脚识别	272
12.2.6	好坏检测	273
12.2.7	直插式集成电路的拆卸	278
12.2.8	贴片集成电路的拆卸与焊接	281
12.2.9	集成电路的型号命名方法	283
附录	285
附录 A	半导体器件型号命名方法	285
附录 B	常用三极管的性能参数及用途	288

第 1 章 电阻器

电阻器是一种最为常用的电子元器件，主要分为固定电阻器、电位器和敏感电阻器三类。固定电阻器的阻值固定无法改变，电位器的阻值可通过手动调节来改变，而敏感电阻器的阻值会随施加条件（如温度、湿度、压力、光线、磁场和气体）的变化而发生改变。排阻是一种将多个电阻器以一定方式连接起来并封装成多引脚的元器件。

1.1

固定电阻器

1.1.1 外形与符号

固定电阻器是一种阻值固定不变的电阻器。固定电阻器的实物外形和电路符号如图 1-1 所示。在图 1-1 (b) 中，上方为国家标准的电阻器符号，下方为国外常用的电阻器符号（在一些国外技术资料中较为常见）。



图 1-1 固定电阻器

1.1.2 从实验认识固定电阻器

在学习固定电阻器的更多知识前，先来观看表 1-1 中的三个实验。



表 1-1 固定电阻器实验

实验编号	实验图	实验说明
实验一	<p>图 1-2 (a)</p>	按下开关, 灯泡会亮, 并且很亮
实验二	<p>图 1-2 (b)</p>	给电路串接一个电阻器 R_1 , 按下开关, 灯泡会变暗
实验三	<p>图 1-2 (c)</p>	除了在电路中串接一个电阻器 R_1 外, 还在灯泡两端并联一个电阻器 R_2 , 按下开关, 灯泡将变得更暗

看完表 1-1 中的实验, 让我们带着如下几个问题, 进入后续阶段的学习。

1. 画出图 1-2 (a)、(b)、(c) 所示实验电路的电路图, 并说明图 2-2 (b)、(c) 中的灯泡为什么会变暗?
2. 图 1-2 (c) 中, 电阻器 R_1 、 R_2 的阻值分别是多少? (R_1 标有“橙、黑、金、金”四道带颜色的圆环, R_2 标有“5W10RJ”。)
3. 图 1-2 (c) 中, 电阻器 R_2 的功率是多少 (R_2 标有“5W10RJ”)? 如何确定 R_1 的功率?
4. 图 1-2 (b) 中, 如果电源电压为 6V, 灯泡的正常工作电压、电流分别为 4V 和 0.5A, 为了让灯泡正常工作, R_1 阻值和功率应选多大最合适?
5. 如何用万用表测量图 1-2 (c) 中电阻器 R_1 、 R_2 的阻值? 又如何判断其好坏?



1.1.3 功能

固定电阻器的主要功能有降压、限流、分流和分压。固定电阻器的功能说明如图 1-3 所示。

固定电阻器功能

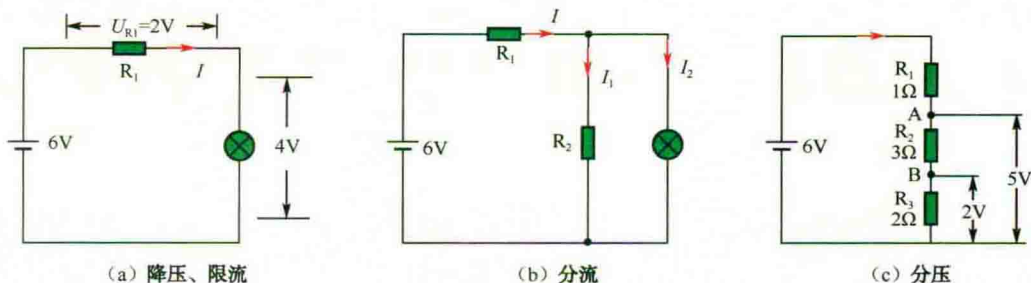


图 1-3 固定电阻器的功能说明

(1) 降压限流功能

在图 1-3 (a) 中, 电阻器 R_1 与灯泡串联, 如果用导线直接代替 R_1 , 加到灯泡两端的电压为 6V, 流过灯泡的电流很大, 灯泡会很亮; 串联电阻 R_1 后, 由于 R_1 上有 2V 电压, 灯泡两端的电压就被降低到 4V, 同时由于 R_1 对电流有阻碍作用, 流过灯泡的电流也就减小。电阻器 R_1 就实现了降压、限流功能。

(2) 分流功能

在图 1-3 (b) 中, 电阻器 R_2 与灯泡并联, 流过 R_1 的电流 I 除了一路流过灯泡外, 还有一路经 R_2 流回到电源, 因此流过灯泡的电流减小, 灯泡变暗。 R_2 的这种功能称为分流。

(3) 分压功能

在图 1-3 (c) 中, 电阻器 R_1 、 R_2 和 R_3 串联在一起, 从电源正极出发, 每经过一个电阻器, 电压会降低一次, 电压降低多少取决于电阻器阻值的大小, 阻值越大, 电压降低越多, R_1 、 R_2 和 R_3 将 6V 电压分成了 5V 和 2V。

1.1.4 标称阻值

为了表示阻值的大小, 电阻器在出厂时会在表面标注阻值。标注在电阻器上的阻值称为标称阻值。电阻器的实际阻值与标称阻值往往有一定的差距, 这个差距称为误差。电阻器标称阻值和误差的标注方法主要有直标法和色环法。

1. 直标法

直标法是指用文字符号 (数字和字母) 在电阻器上直接标注出阻值和误差的方法。直标法的阻值单位有欧姆 (Ω)、千欧 ($k\Omega$) 和兆欧 ($M\Omega$)。

误差表示一般有两种方式: 一是用罗马数字 I、II、III 分别表示误差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$, 如果不标注, 则误差为 $\pm 20\%$; 二是用字母表示, 各字母对应的误差见表 1-2, 如 J、



K 分别表示误差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 。

表 1-2 字母与阻值误差对照表

字母	B	C	D	F	G	J	K	M	N
允许误差 (%)	± 0.1	± 0.25	± 0.5	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20	± 30

直标法常见的表示形式和例图见表 1-3。

表 1-3 直标法常见的表示形式和例图

直标法常见的表示形式	例图
<p>◆用“数值+单位+误差”表示。 图中的四个电阻器都采用这种方式，它们分别标注 $12\text{k}\Omega \pm 10\%$、$12\text{k}\Omega \text{ II}$、$12\text{k}\Omega 10\%$、$12\text{k}\Omega \text{ K}$。虽然误差标注形式不同，但都表示电阻器的阻值为 $12\text{k}\Omega$，误差为 $\pm 10\%$</p>	
<p>◆用单位代表小数点表示。 图中的四个电阻都采用这种方式，$1\text{k}2$ 表示 $1.2\text{k}\Omega$，$3\text{M}3$ 表示 $3.3\text{M}\Omega$，$3\text{R}3$（或 $3\Omega 3$）表示 3.3Ω，$\text{R}33$（或 $\Omega 33$）表示 0.33Ω</p>	
<p>◆用“数值+单位”表示。 这种标注法没标出误差，表示误差为 $\pm 20\%$。图中的两个电阻器均采用这种方式，分别标注为 $12\text{k}\Omega$、12k，都表示阻值为 $12\text{k}\Omega$，误差为 $\pm 20\%$</p>	
<p>◆用数字直接表示。 一般 $1\text{k}\Omega$ 以下的电阻采用这种方式。图中的两个电阻都采用这种方式，12 表示 12Ω，120 表示 120Ω</p>	

2. 色环法

色环法是指在电阻器上标注不同颜色圆环来表示阻值和误差的方法。图 1-4 中的两个电阻器就采用了色环法来标注阻值和误差。其中，一只电阻器上有四条色环，称为四环电阻器；另一只电阻器上有五条色环，称为五环电阻器，五环电阻器的阻值精度比四环电阻器更高。

色环电阻器



图 1-4 色环电阻器