

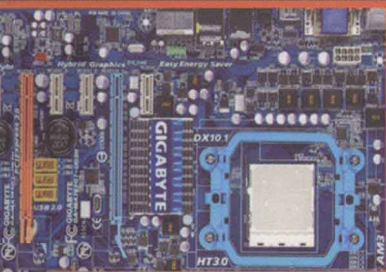


电子技术入门一点通



电子元器件 识别与检测一点通

书中配有大量简短而朗朗上口的应用口诀，便于读者记忆与掌握



流耘◎主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



电子技术入门一点通

电子元器件 识别与检测一点通

流耘 © 主编

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书围绕电子元器件的识别与检测,分别介绍了电阻器、电位器、敏感电阻器、电容器、电感器、变压器、半导体二极管、半导体三极管、场效应管、晶闸管、扬声器与蜂鸣器、耳机与耳塞、传声器、石英晶体谐振器、陶瓷滤波器、声表面波滤波器、电子管、继电器、光电耦合器、三端集成稳压器和LED数码显示管的基本特性与内部结构,主要参数与选用,以及用MF47型指针式万用表和DT9205型数字式万用表检测其性能。

本书可供具有初级电子技术的爱好者、青少年学生、企事业单位电子技术人员与产品维修人员阅读,也可作为中等职业学校电子技术应用专业学生的参考书,还可作为城镇工人和农民工上岗的培训教材。

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

电子元器件识别与检测一点通/流耘主编. —北京:电子工业出版社,2011.5

(电子技术入门一点通)

ISBN 978-7-121-13472-2

I. ①电… II. ①流… III. ①电子元件—识别—基本知识②电子元件—检测—基础知识 IV. ①TN60

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第084558号

策划编辑:李洁(ljje@phei.com.cn)

责任编辑:李洁 特约编辑:孙志明

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:

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:787×980 印张:17 字数:378千字

印 次:2011年5月第1次印刷

印 数:4000册 定价:35.00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zltz@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

为了帮助广大初学者尽快掌握电子技术的基础知识和基本操作技能，早日步入五彩缤纷的电子世界，电子工业出版社最新出版了一套《电子技术入门一点通丛书》，《电子元器件识别与检测一点通》是该丛书中的一本。

电子元器件是组成电子电路和各类电子产品的基本元素，掌握电子元器件的相关知识也是学习电子技术的重要步骤。只有掌握了电子元器件的基本特性，才能正确地进行检测，合理地选用元器件，从而进一步对电器设备进行装配和维修。为了满足广大电子爱好者学习电子技术的需要，帮助大家尽快地学会和掌握电子元器件的识别、选用与检测，我们特编写了此书。

本书在编写时，力求将知识性、实用性与通俗性融为一体，在内容选择上既有电子元器件的基础知识，又有选用、代换、检测元器件的技巧。本书在写作上尽力做到由浅入深，语言通俗，图文并茂。书中配有大量电子元器件的实物及检测图片，突出了实际检测中的直观操作性，并把电子元器件识别与检测技巧编成简练流畅、合仄押韵的要诀，朗朗上口，易懂好记。这种写法是本书区别同类其他图书的最大特点。

全书共 11 章：第 1 章电阻器和电位器的识别与检测，第 2 章敏感电阻器的识别与检测，第 3 章电容器的识别与检测，第 4 章电感器和变压器的识别与检测，第 5 章半导体二极管的识别与检测，第 6 章半导体三极管的识别与检测，第 7 章场效应管的识别与检测，第 8 章晶闸管的识别与检测，第 9 章电声器件的识别与检测，第 10 章压电元件的识别与检测，第 11 章其他元器件的识别与检测。

本书在编写过程中，参考了大量的书刊、杂志和有关资料，并引用了其中的一些资料。在此，谨向有关书刊和资料的作者以及提供技术资料的单位和技术人员表示诚挚的谢意！

本书由流耘任主编，周冬桂、刘旭毅、廖惠玲、刘静敏、易国胜、颜爱华、罗志凌等参加编写。

由于作者水平有限，内容涉及面广，难免存在一些不足和错误，敬请广大读者批评指正，电子邮箱：xygd802@163.com。

作 者
2011 年 5 月

目 录

| | |
|------------------------------------|--|
| 第 1 章 电阻器和电位器的识别与检测 ... 1 | |
| 1.1 电阻器 1 | |
| 1.1.1 电阻器的符号、作用与种类 ... 1 | |
| 1.1.2 电阻器的主要参数 2 | |
| 1.1.3 电阻器的选用 6 | |
| 1.1.4 电阻器的检测 8 | |
| 1.1.5 电阻的串联与并联 11 | |
| 1.2 电位器 12 | |
| 1.2.1 电位器的符号与作用 12 | |
| 1.2.2 电位器的主要参数 13 | |
| 1.2.3 电位器的选用 14 | |
| 1.2.4 电位器的检测 15 | |
| 第 2 章 敏感电阻器的识别与检测 18 | |
| 2.1 热敏电阻器 18 | |
| 2.1.1 热敏电阻器的符号与作用 18 | |
| 2.1.2 热敏电阻器的主要参数 20 | |
| 2.1.3 热敏电阻器的选用 21 | |
| 2.1.4 热敏电阻器的检测 22 | |
| 2.2 压敏电阻器 22 | |
| 2.2.1 压敏电阻器的符号与作用 23 | |
| 2.2.2 压敏电阻器的主要参数 24 | |
| 2.2.3 压敏电阻器的选用 24 | |
| 2.2.4 压敏电阻器的检测 25 | |
| 2.3 光敏电阻器 27 | |
| 2.3.1 光敏电阻器的符号与作用 27 | |
| 2.3.2 光敏电阻器的主要参数 28 | |
| 2.3.3 光敏电阻器的选用 29 | |
| 2.3.4 光敏电阻器的检测 30 | |
| 2.4 湿敏电阻器 32 | |
| 2.4.1 湿敏电阻器的符号与作用 32 | |
| 2.4.2 湿敏电阻器的主要参数 33 | |
| 2.4.3 湿敏电阻器的选用 34 | |
| 2.4.4 湿敏电阻器的检测 34 | |
| 第 3 章 电容器的识别与检测 36 | |
| 3.1 普通电容器 36 | |
| 3.1.1 电容器的符号、种类与作用 36 | |
| 3.1.2 电容器的主要参数 39 | |
| 3.1.3 电容器的选用 42 | |
| 3.1.4 无极性固定电容器的检测 43 | |
| 3.1.5 电容器的串联和并联 44 | |
| 3.2 电解电容器 46 | |
| 3.2.1 电解电容器的种类 46 | |
| 3.2.2 电解电容器的选用 48 | |
| 3.2.3 电解电容器的检测 49 | |
| 3.3 可变电容器 52 | |
| 3.3.1 可变电容器的种类 52 | |
| 3.3.2 可变电容器的检测 54 | |
| 第 4 章 电感器和变压器的识别与检测 ... 56 | |
| 4.1 电感器 56 | |
| 4.1.1 电感器的符号、种类与作用 56 | |
| 4.1.2 电感器的主要参数 58 | |
| 4.1.3 电感器的选用 62 | |
| 4.1.4 电感器的检测 63 | |
| 4.2 变压器 65 | |
| 4.2.1 变压器的符号、作用与种类 65 | |
| 4.2.2 变压器的主要参数 67 | |
| 4.2.3 变压器的选用 68 | |
| 4.2.4 变压器的检测 69 | |
| 第 5 章 半导体二极管的识别与检测 74 | |
| 5.1 普通二极管 74 | |



| | | | |
|---------------------------------|------------|--------------------------------|------------|
| 5.1.1 半导体二极管的符号、 种类与作用 | 74 | 6.3.1 达林顿三极管的结构 | 125 |
| 5.1.2 普通二极管的主要参数 | 76 | 6.3.2 达林顿三极管的选用 | 126 |
| 5.1.3 普通二极管的选用与 代换 | 77 | 6.3.3 达林顿三极管的检测 | 126 |
| 5.1.4 普通二极管的检测 | 79 | 第7章 场效应管的识别与检测 | 128 |
| 5.2 稳压二极管 | 81 | 7.1 场效应管的基础知识 | 128 |
| 5.2.1 稳压二极管的主要参数 | 81 | 7.1.1 场效应管与三极管的 区别 | 128 |
| 5.2.2 稳压二极管的选用与 代换 | 83 | 7.1.2 场效应管的种类 | 129 |
| 5.2.3 稳压二极管的检测 | 84 | 7.1.3 场效应管的符号与作用 | 129 |
| 5.3 发光二极管 | 87 | 7.1.4 场效应管的特性曲线 | 130 |
| 5.3.1 发光二极管的主要参数 | 87 | 7.2 结型场效应管 | 131 |
| 5.3.2 发光二极管的选用 | 89 | 7.2.1 结型场效应管的结构及 工作原理 | 131 |
| 5.3.3 发光二极管的检测 | 90 | 7.2.2 结型场效应管的主要 参数 | 132 |
| 5.4 变容二极管 | 93 | 7.2.3 场效应管的选用与代换 | 133 |
| 5.4.1 变容二极管的主要参数 | 93 | 7.2.4 结型场效应管的检测 | 135 |
| 5.4.2 变容二极管的选用 | 94 | 7.3 绝缘栅型场效应管 | 140 |
| 5.4.3 变容二极管的检测 | 95 | 7.3.1 绝缘栅型场效应管的 结构 | 140 |
| 5.5 光电二极管 | 97 | 7.3.2 VMOS 场效应管的结构 | 142 |
| 5.5.1 光电二极管的符号、 种类与作用 | 97 | 7.3.3 绝缘栅型场效应管的主要 参数 | 143 |
| 5.5.2 光电二极管的主要参数 | 100 | 7.3.4 VMOS 场效应管的检测 | 145 |
| 5.5.3 光电二极管的选用 | 101 | 第8章 晶闸管的识别与检测 | 150 |
| 5.5.4 光电二极管的检测 | 102 | 8.1 晶闸管的基础知识 | 150 |
| 第6章 半导体三极管的识别与检测 | 105 | 8.1.1 晶闸管的符号与作用 | 150 |
| 6.1 普通三极管 | 105 | 8.1.2 晶闸管的种类 | 151 |
| 6.1.1 三极管的符号、种类与作用 | 105 | 8.1.3 晶闸管的主要参数 | 152 |
| 6.1.2 普通三极管的主要参数 | 108 | 8.1.4 晶闸管的选用与代换 | 153 |
| 6.1.3 普通三极管的选用 | 110 | 8.2 单向晶闸管 | 155 |
| 6.1.4 普通三极管的代换 | 112 | 8.2.1 单向晶闸管的结构 | 155 |
| 6.1.5 普通三极管的检测 | 113 | 8.2.2 单向晶闸管的特性曲线 | 156 |
| 6.2 光电三极管 | 118 | 8.2.3 单向晶闸管的检测 | 156 |
| 6.2.1 光电三极管的符号与作用 | 118 | 8.3 双向晶闸管 | 162 |
| 6.2.2 光电三极管的主要参数 | 120 | 8.3.1 双向晶闸管的结构 | 162 |
| 6.2.3 光电三极管的选用 | 122 | 8.3.2 双向晶闸管的特性曲线 | 163 |
| 6.2.4 光电三极管的检测 | 122 | | |
| 6.3 达林顿三极管 | 124 | | |



| | | | |
|------------------------|------------|---------------------------|------------|
| 8.3.3 双向晶闸管的检测 | 164 | 10.3 声表面波滤波器 | 205 |
| 第9章 电声器件的识别与检测 | 170 | 10.3.1 声表面波滤波器的符号与作用 | 205 |
| 9.1 扬声器与蜂鸣器 | 170 | 10.3.2 声表面波滤波器的主要参数 | 206 |
| 9.1.1 扬声器的符号与作用 | 170 | 10.3.3 声表面波滤波器的幅频特性曲线及其应用 | 206 |
| 9.1.2 蜂鸣器的符号与作用 | 172 | 10.3.4 声表面波滤波器的检测 | 208 |
| 9.1.3 扬声器的主要参数 | 173 | 第11章 其他元器件的识别与检测 | 210 |
| 9.1.4 扬声器的选用 | 174 | 11.1 电子管 | 210 |
| 9.1.5 扬声器的检测 | 176 | 11.1.1 电子管的符号与作用 | 210 |
| 9.2 耳机与耳塞 | 179 | 11.1.2 电子管的主要参数 | 212 |
| 9.2.1 耳机与耳塞的符号与作用 | 179 | 11.1.3 电子管的选用与代换 | 213 |
| 9.2.2 耳机与耳塞的主要参数 | 181 | 11.1.4 电子管的检测 | 214 |
| 9.2.3 耳机与耳塞的选用 | 181 | 11.2 继电器 | 217 |
| 9.2.4 耳机与耳塞的检测 | 182 | 11.2.1 继电器的符号与作用 | 217 |
| 9.3 传声器 | 184 | 11.2.2 电磁式继电器的主要参数 | 223 |
| 9.3.1 传声器的符号与作用 | 184 | 11.2.3 继电器的选用 | 225 |
| 9.3.2 传声器的主要参数 | 187 | 11.2.4 继电器的检测 | 226 |
| 9.3.3 传声器的选用 | 188 | 11.3 光电耦合器 | 228 |
| 9.3.4 传声器的检测 | 189 | 11.3.1 光电耦合器的符号与作用 | 229 |
| 第10章 压电元件的识别与检测 | 192 | 11.3.2 光电耦合器的主要参数 | 231 |
| 10.1 石英晶体谐振器 | 192 | 11.3.3 光电耦合器的选用 | 232 |
| 10.1.1 石英晶体谐振器的符号与作用 | 192 | 11.3.4 光电耦合器的检测 | 233 |
| 10.1.2 石英晶体谐振器的主要参数 | 194 | 11.4 三端集成稳压器 | 235 |
| 10.1.3 石英晶体谐振器的选用与代换 | 195 | 11.4.1 三端固定集成稳压器 | 236 |
| 10.1.4 石英晶体谐振器的检测 | 196 | 11.4.2 三端固定集成稳压器的主要参数 | 238 |
| 10.2 陶瓷滤波器 | 200 | 11.4.3 三端固定集成稳压器的检测 | 239 |
| 10.2.1 陶瓷滤波器的符号与作用 | 200 | 11.4.4 三端可调集成稳压器 | 241 |
| 10.2.2 陶瓷滤波器的主要参数 | 201 | 11.4.5 三端可调集成稳压器的检测 | 242 |
| 10.2.3 陶瓷滤波器的选用与代换 | 202 | 11.5 LED 数码显示管 | 244 |
| 10.2.4 陶瓷滤波器的检测 | 203 | | |



| | | | |
|-------------------------|-----|------------------------|-----|
| 11.5.1 LED 数码显示管的结构 ... | 244 | 附录 C 常用场效应管的主要参数 | 257 |
| 11.5.2 LED 数码显示管的检测 ... | 246 | | |
| 附录 A 常用二极管的主要参数 | 250 | 附录 D 常用晶闸管的主要参数 | 260 |
| 附录 B 常用三极管的主要参数 | 254 | 参考文献 | 262 |

第1章 电阻器和电位器的识别与检测

本章导读

电阻器与电位器是电子设备应用最多的元器件之一，电阻器一般分为固定电阻器、可变电阻器（包括电位器与微调电阻器）和敏感电阻器（敏感电阻器将在第2章介绍）。本章从初学者的实际情况出发，配合大量的实物及检测图片，介绍电阻器与电位器的识别与检测。

1.1 电 阻 器

要 点

电阻器简称电阻，是组成电子电路不可缺少的元件之一，电位器实质上是只可变电阻器。电阻器在电路中的主要作用是降压、限流和分压、分流，还可与电容器组合成RC滤波电路等。检测电阻器主要是利用指针式万用表或数字式万用表的电阻挡来检测电阻器的电阻值（简称阻值）是否符合标称阻值。

1.1.1 电阻器的符号、作用与种类

1. 电阻器的符号

电阻器是电子设备中应用较多的元件之一。电阻器的文字符号为“R”，在电路图中常用的符号如图1-1所示。

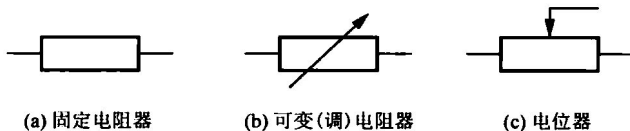


图1-1 电阻器的图形符号

2. 电阻器的作用

电阻器在电路中的主要作用是控制电路中电流与电压，电阻器的阻值越大，阻碍电流



通过的能力越强，则流过电阻器的电流越小；在串联电路中，电流相等，电阻器的阻值越大，则电流通过电阻器产生的电压降越大。因此，利用串联电阻分压、并联电阻分流原理，可为半导体二极管与三极管提供合适的偏置电压；利用电阻器限制流过发光二极管或稳压二极管等电子元件上电流大小；它与电容器可组成滤波器及延时电路等。

电阻器的特点是对交流电和直流电具有同样阻碍和限制电流的作用，只要有电流通过电阻器，必然在电阻器上产生电压降，消耗电能。因此，电阻器是一种耗能元件。

3. 电阻器的种类

电阻器按制作材料不同，通常分为薄膜电阻器、实心电阻器、绕线电阻器和水泥电阻器等。其中薄膜电阻器包括碳膜电阻器、合成碳膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器、化学沉积膜电阻器、玻璃釉膜电阻器等；实心电阻器包括有机合成实心碳质电阻器、无机合成实心碳质电阻器等；绕线电阻器包括通用绕线电阻器、精密绕线电阻器、高频绕线电阻器和大功率绕线电阻器等；水泥电阻器包括普通水泥电阻器和水泥型绕线电阻器两类。部分电阻器的外形如图 1-2 所示。

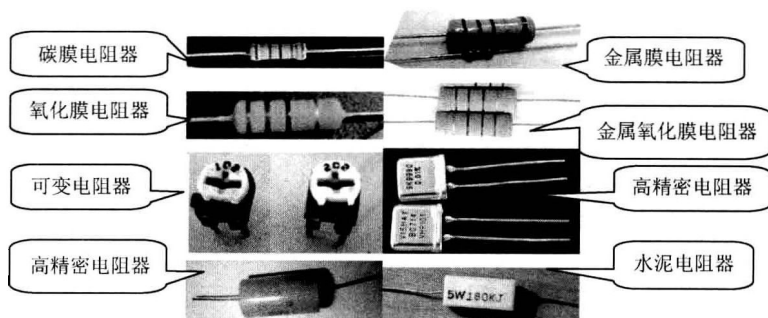


图 1-2 部分电阻器的外形

知识要诀

电阻元件应用多，符号、单位要掌握，
控制电流与电压，阻大压大电流弱，
交流直流都一样，阻流耗能一齐做，
制作材料有多种，线绕、水泥与多膜。

1.1.2 电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有标称阻值、允许偏差、额定功率、最高工作温度、极限工作电压、温度系数等，在选用、检测电阻器时主要考虑标称阻值、允许偏差和额定功率等主要参数。



1. 标称阻值与允许偏差

阻值的基本单位是欧姆，简称欧（ Ω ）。常用单位还有千欧（ $k\Omega$ ）和兆欧（ $M\Omega$ ），它们之间的换算关系为 $1M\Omega = 1000k\Omega$ ， $1k\Omega = 1000\Omega$ 。

标注在电阻器上的阻值称为标称阻值，这种阻值与电阻器的实际阻值往往有一定的误差，这个误差称为允许偏差。

国家对电阻器的标称阻值制定了标准，如表 1-1 所示，在使用中应选择某标准系列的阻值，再乘以 10、100 等倍率，可得到更多的标准阻值。

表 1-1 国产电阻器的标称阻值系列

| 系列代号 | 允许偏差/% | 标称阻值系列 |
|------|----------|---|
| E6 | ± 20 | 1.0、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8 |
| E12 | ± 10 | 1.0、1.2、1.5、1.8、2.2、2.7、3.3、3.9、4.7、5.6、6.8、8.2 |
| E24 | ± 5 | 1.0、1.1、1.2、1.3、1.5、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.7、3.0、3.3、3.6、3.9、4.3、4.7、5.1、5.6、6.2、6.8、7.5、8.2、9.1 |
| E96 | ± 1 | 1.00、1.02、1.05、1.07、1.10、1.13、1.15、1.18、1.21、1.24、1.27、1.30、1.33、1.37、1.40、1.43、1.47、1.50、1.54、1.58、1.62、1.65、1.69、1.74、1.78、1.82、1.87、1.91、1.96、2.00、2.05、2.10、2.15、2.21、2.26、2.32、2.37、2.43、2.49、2.55、2.61、2.67、2.74、2.80、2.87、2.94、3.01、3.09、3.16、3.24、3.32、3.40、3.48、3.57、3.65、3.74、3.83、3.92、4.02、4.12、4.22、4.32、4.42、4.53、4.64、4.75、4.87、4.99、5.11、5.23、5.36、5.49、5.62、5.76、5.90、6.04、6.19、6.34、6.49、6.65、6.81、6.98、7.15、7.32、7.50、7.68、7.87、8.06、8.25、8.45、8.66、8.87、9.09、9.31、9.53、9.76 |

电阻器的实际阻值在允许偏差范围内的电阻器均为合格电阻器。在国外，电阻器的允许偏差用字母表示，如表 1-2 所示。

表 1-2 国外电阻器允许偏差的字母表示

| 文字符号 | B | C | D | F | G | J | K | M | N |
|--------|-----------|------------|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 允许偏差/% | ± 0.1 | ± 0.25 | ± 0.5 | ± 1 | ± 2 | ± 5 | ± 10 | ± 20 | ± 30 |

电阻器的标称阻值和允许偏差主要以色环与直标等方法标出。

(1) 色环法

色环法是指在电阻器上印有 4 道或 5 道不同颜色圆环来表示标称阻值和允许偏差。对于 4 环电阻器，第 1、2 环表示两位有效数字，第 3 环表示倍乘数，第 4 环表示允许偏差；对于 5 环电阻器，第 1、2、3 环表示三位有效数字，第 4 环表示倍乘数，第 5 环表示允许偏差，如图 1-3 所示。

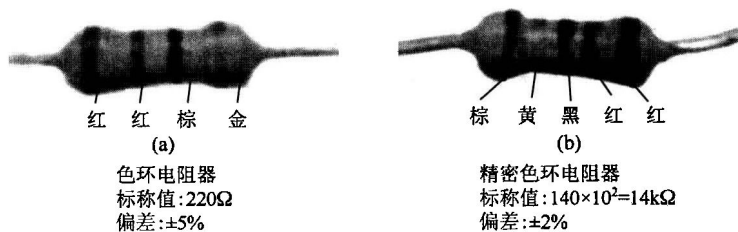


图 1-3 色环电阻器识别示例

色环一般采用黑、棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白、金、银 12 种，色环颜色的意义见表 1-3。

表 1-3 色环颜色的意义

| 色 别 | 第 1 色环 (第一位有效数) | 第 2 色环 (第二位有效数) | 第 3 色环 (倍乘数) | 第 4 色环 允许偏差 |
|-----|--------------------|--------------------|-----------------|----------------|
| 黑 | 0 | 0 | 1 | — |
| 棕 | 1 | 1 | 10 | — |
| 红 | 2 | 2 | 100 | — |
| 橙 | 3 | 3 | 1000 | — |
| 黄 | 4 | 4 | 10000 | — |
| 绿 | 5 | 5 | 100000 | — |
| 蓝 | 6 | 6 | 1000000 | — |
| 紫 | 7 | 7 | 10000000 | — |
| 灰 | 8 | 8 | 100000000 | — |
| 白 | 9 | 9 | 1000000000 | — |
| 金 | — | — | 0.1 | $\pm 5\%$ |
| 银 | — | — | 0.01 | $\pm 10\%$ |
| 无色 | — | — | — | $\pm 20\%$ |

例如，有一个电阻器的色环为棕、黑、黄、金，棕色表示 1、黑色表示 0、黄色表示要乘 10000，金色代表 $\pm 5\%$ ，该电阻器的阻值为 100000Ω ，即 $100k\Omega$ ，误差 $\pm 5\%$ 。

知识点拨

在实际观察电阻器的色环时，只要记住色环颜色的意义编成的顺口溜，就很方便。这个顺口溜如下：一头大棕熊，瞪着两只红眼睛，吃了三只橙子，还有四只黄鼠狼，撞倒了五棵大绿树；踩死了六朵蓝色的花，蹭了一身紫色的漆（七），一挥（灰）巴（八）掌，打翻了一瓶白酒（九），黑夜里什么也看不见（零）。

还有一口诀也容易记，这个口诀如下：棕一红二橙是三，四黄五绿六是蓝，七紫八灰九雪白，黑是圆圈大鸡蛋。金银误差五和十，误差二十无色环。

(2) 直标法

直标法是在电阻体上用数字或字母标出阻值，标在电阻体上的单位文字符号（字母）前面的数字表示整数阻值，后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值。最后的文字符号（字母）表示允许偏差值。

如 5.1Ω 所示的电阻器上印有“5R1J”字样； $100\text{k}\Omega$ 的电阻器上印有“100K”字样，如图 1-4 所示。

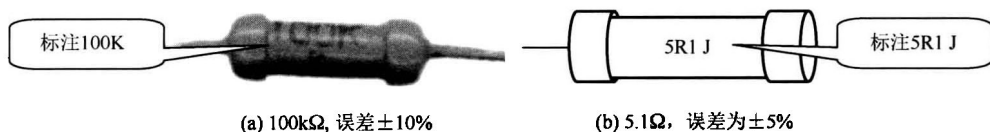


图 1-4 电阻直标法示例

电阻器标称值的单位文字符号如表 1-4 所示。

表 1-4 电阻器标称值的单位文字符号

| 文字符号 | R | K | M | G | T |
|------|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 单位 | Ω | $\text{k}\Omega$ | $\text{M}\Omega$ | $\text{G}\Omega$ | $\text{T}\Omega$ |
| 名称 | 欧 [姆] | 千欧 | 兆欧 | 吉欧 | 太欧 |

常用精密电阻器的误差等级（允许偏差）用文字符号（字母）表示，其含义如表 1-2 所示。

图 1-4 中，5R1J 表示该电阻器标称值为 5.1Ω ，允许偏差为 $\pm 5\%$ ；100K 表示该电阻器标称值为 $100\text{k}\Omega$ ，允许偏差为 $\pm 10\%$ 。

2. 额定功率

当电流通过电阻器时，电阻器就要消耗功率并散发出热量。电阻器的额定功率是指在正常条件下，电阻器在交流或直流电路中长期连续工作所允许消耗的最大功率。常用电阻器的功率有 $1/8\text{W}$ 、 $1/4\text{W}$ 、 $1/2\text{W}$ 、 1W 、 2W 、 5W 等，大于 5W 的直接用数字注明，如图 1-5 所示。一般电阻器通过电流所产生的热量和该电阻器的散热情况有关，体积大的电阻器容易散热。所以，对于同一类型的电阻器，体积小的电阻器允许消耗的功率小，体积大的电阻器允许消耗的功率大，如图 1-6 所示。使用中应选用额定功率等于或大于电路要求的电阻器，一般小电流电路采用 $1/8\text{W} \sim 1/4\text{W}$ 小功率电阻器，而大电流电路采用 1W 以上的电阻器。

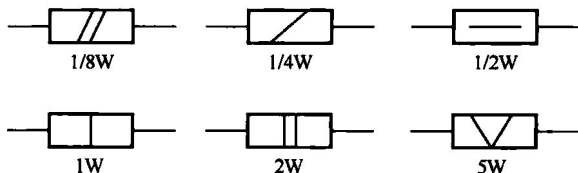


图 1-5 不同功率的电阻器图形符号

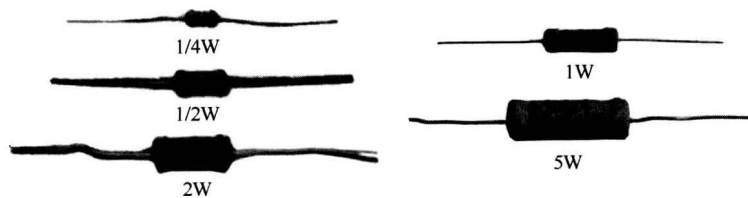


图 1-6 不同功率电阻器的体积

电阻器消耗的功率为

$$P = IU = I^2 R = U^2 / R$$

式中： P 为电阻器消耗的功率（W）； I 为通过电阻器的电流（A）； U 为电阻两端的电压； R 为电阻器的阻值（ Ω ）。

例如，有一电阻器的阻值为 100Ω ，流过电阻器的电流为 0.5A ，则该电阻器消耗的功率为

$$P = I^2 R = 25\text{W}$$

又如 40W 灯泡在 220V 交流电路中的阻值为

$$R = U^2 / P = 1210\Omega$$



知识链接

电阻器的主要技术参数的数值一般都标注在它的外表面上，当其参数由于某种原因而脱落或想知道该电阻器的精确阻值时，就需要进行检测。



知识要诀

电阻参数比较多，主要参数有三个，
阻值、功率与误差，选用、检测记心窝，
标称阻值有系列，色环表示直标妥，
允许偏差分等级，色环颜色标在末。

1.1.3 电阻器的选用

1. 注意电阻器的类型

电阻器有多种类型，选择哪一种材料和结构的电阻器，应根据应用电路的具体要求而定。例如，在高频电路中应选用分布电感和分布电容小的非线绕电阻器，如碳膜电阻器、金属膜电阻器和金属氧化膜电阻器等；在高增益小信号放大电路中应选用低噪声电阻器，如金属膜电阻器、碳膜电阻器和线绕电阻器，而不能使用噪声较大的合成碳膜电阻器和有机实心电阻器；对于一般稳定性能要求不高的电子电路，如晶体管或场效应管的偏置电路



等, 可选用碳膜电阻器, 以降低成本; 对于稳定性、耐热性、可靠性及噪声要求高的电路, 宜选用金属膜电阻器; 对于工作频率低、功率大, 且对耐热性能要求较高的电路, 可选用线绕电阻器。

选用电阻器时应优先选用通用型电阻器。因通用型电阻器不仅种类多, 而且规格齐全, 阻值范围宽, 生产成本低, 可满足一般电路的要求。在通用型电阻器无法满足电路要求时, 才应考虑选用精密电阻器和特殊电阻器。

2. 注意电阻器的主要参数

选用电阻器首先应按照电路图上标出的阻值与功率要求进行选择。应优先选用标准系列的电阻器, 见表 1-1。一般电路使用的电阻器允许偏差为 $\pm 5\% \sim \pm 10\%$ 。精密仪器及特殊电路中使用的电阻器, 应选用精密电阻器。

所选电阻器的额定功率要符合应用电路中对电阻器功率容量的要求, 一般不应随意加大或减小电阻器的功率。若电路要求是功率型电阻器, 则其额定功率可高于实际应用电路要求功率的 1.5 ~ 2 倍, 否则就很难保证电路正常安全工作。对于家用电器或其他电子产品维修时更换电阻器的功率, 原则上就按电路图纸上所标注的数据选用就可以了。因为原先电路对要选用的电阻器的功率数据一般都经过细致考虑, 不要再重新加大其余量了。

3. 电阻器的代换

当电阻器损坏时, 最好换用同类型、同规格、同阻值、同功率的电阻器。若无合适阻值和功率的电阻, 可以考虑代换。

电阻器代换的原则: 额定功率大的可以代替额定功率小的, 精度等级高的可以代替精度等级低的, 金属膜电阻器可以代替同阻值的、同功率的碳膜电阻器。



知识要诀

选用电阻要注意, 类型与电路合适,
通用电阻宜优先, 种类较多规格齐,
标称阻值与功率, 还有偏差莫忘记,
代换电阻有原则, 大代小与高代低。



知识点拨

在电子制作过程中, 如果遇到所选择的电阻器无法与要求一致, 可采用以下方法解决:

(1) 若无法找到某个阻值的电阻器, 可采用多个电阻器并联或串联的方式来解决。电阻器串联时阻值增大, 并联时阻值减小。



(2) 若某个电阻器功率不够,可采用多个大阻值的小功率电阻器并联,或采用多个小阻值小功率的电阻器串联,不管是并联还是串联,每个电阻器承受的功率都会变小。

1.1.4 电阻器的检测

电阻在使用前除了检查外观有无损坏,还应检测其阻值是否与标称阻值相符。

用指针式万用表检测固定电阻器时,首先应将万用表水平放置。若发现表针不指在机械零点,应用螺丝刀调节表头上的调整螺钉,使表针回零,如图 1-7 所示。读数时视线应正对着表针,若表盘上有反射镜,眼睛看到的表针应与镜里影子重合。

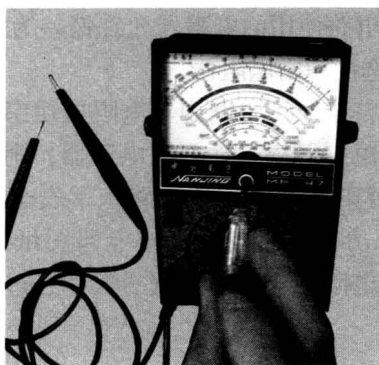


图 1-7 用螺丝刀调节表头上的机械调零螺钉示意图

然后将量程选择开关拨到电阻挡,在测量电阻之前,首先应注意“调零”,其方法是将万用表的红、黑表笔短路,然后调整电阻“调零”旋钮,使万用表指针指到“0”位置即可,如图 1-8 所示,并且每换一次倍率挡,都要再次进行电阻调零,以保证测量准确。如果指针不能调到零位,说明电池不足或仪表内部有问题。如电池不足应及时更换,否则将使测量结果产生很大的误差。



图 1-8 万用表调零

“调零”结束后要根据被测电阻的阻值的大小选择适当的量程,使被测电阻的指示值



尽可能位于万用表上刻度线的中间，这样可提高检测的精确度。

指针式万用表的电阻挡一般都设有5个量程，它们分别为 $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 、 $R \times 1k$ 、 $R \times 10k$ 挡。如不知被测阻值大小时，可选用最高电阻挡进行测试，并逐步减小量程，使万用表指针尽量指在刻度线的中间位置。选择合适的倍率是减少读数误差的重要环节，应尽量避免万用表指针指示在刻度密集的部位。如有一被测电阻的阻值为 100Ω 左右，如选用 $R \times 1$ 挡来测量，则读数在靠近高阻值一端，表针指示在刻度密集的部位，这样读数会有较大误差；如选用 $R \times 10$ 挡来测量，则读数在中间，有利于准确读数。

一般测量 10Ω 以下的电阻可选用 $R \times 1$ 挡，测量 $100\Omega \sim 1k\Omega$ 的电阻可选用 $R \times 10$ 挡；测量 $1 \sim 10k\Omega$ 的电阻可选用 $R \times 100$ 挡；测量 $10 \sim 100k\Omega$ 的电阻可选用 $R \times 1k$ 挡；测量 $10k\Omega$ 以上的电阻可选用 $R \times 10k$ 挡。

用电阻挡测量电阻时，将被测电阻脱离电源，用两表笔（不分正负）接触电阻的两端引脚，如图1-9（a）所示。从表头指针显示的读数乘以所选量程的倍率即为所测电阻的阻值。图1-9（a）所测电阻的表针指在 $20 \sim 30$ 之间， $20 \sim 30$ 之间有5小格，每小格代表2，由于是倒刻度线，读数时由右向左读数，所以，电阻刻度线上读数为22，如图1-9（b）所示。如果所选用的量程为 $R \times 100$ 挡，则被测电阻的阻值就为 $22 \times 100 = 2200\Omega = 2.2k\Omega$ 。

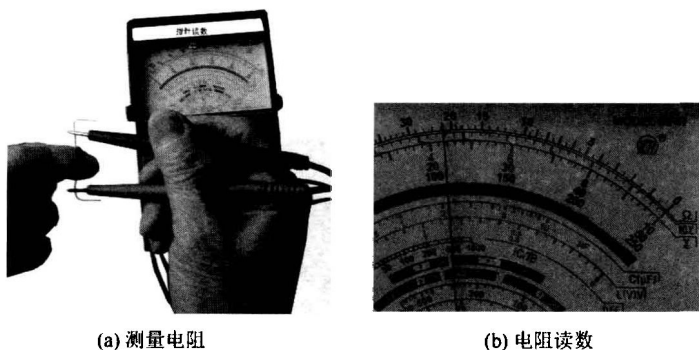


图1-9 正确测量电阻并读数

测量电阻时，不要用手同时去接触电阻器的两端引线，以免接入人体电阻对测量几十千欧以上的电阻带来测量误差，如图1-10所示。

若在印制电路板（PCB）上测量电阻时，必须从印制电路板上焊下电阻，或至少焊开一头的引线，以免与其他元器件连接而产生读数误差。

在测量中如果表针停在无穷大处不摆动，则说明电阻器内部断路；如果指示值与电阻器上标称值相差很大，则说明该电阻器值已变；如果指示值与电阻器上标称值非常接近，则说明该电阻器正常；如果指示值接近0，则说明该电阻器击穿。除电阻值正常外，其他几种情况的电阻器均应抛弃不能用。