

手把手教你学系列

跟我学 电子元器件检测

GENWOXUE DIANZI YUANJIJIAN JIANCE

刘春华 编著

- > 实战案例
- > 讲解深入
- > 多年经验总结
- > 可操作性强



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

手把手教你学系列

跟我学 电子元器件检测

GENWOXUE DIANZI YUANJIJIAN JIANCE

刘春华
编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要内容包括电阻器及其检测、二极管及其检测、晶体管及其检测、电容器及其检测、晶闸管及其检测、场效应管及其检测、线圈类器件及其检测、电声换能器件及其检测、集成电路及其检测、显示器件及其检测、控制保护器件及其检测、传感器及其检测、电源器件及其检测等,详细讲解了元器件的结构功能、表示符号、分类、标注方法等实用知识。

本书内容全面新颖,具有很强的实用性、可读性和可操作性,适合作为从事专业硬件维修工作人员的参考用书,也可作为电子技术培训的教材。

图书在版编目(CIP)数据

跟我学电子元器件检测/刘春华编著. —北京:中国电力出版社, 2015. 8

(手把手教你学系列)

ISBN 978 - 7 - 5123 - 7389 - 1

I. ①跟… II. ①刘… III. ①电子元件—检测②电子器件—检测 IV. ①TM606

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 052035 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 8 月第一版 2015 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14 印张 336 千字

印数 0001—3000 册 定价 39.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

在实际维修中，机器的电路都是由单个的电子元器件构成的。当机器出现故障时，维修人员首先要对组成该电路的元器件有较熟悉的了解，并且能懂得电路中电子元器件的单独检测方法和技巧，才能顺利地将故障元器件从电路中检测出来，达到排出故障，使机器恢复正常工作。正因为此，作者将电路中经常出现的元器件测量方法和技巧聚集于此书中，让读者能对常用元器件的功能原理有所了解，并且懂得单独检测的方法和技巧。

然而在实际维修中，维修人员都感觉到，虽然掌握了电子元器件的单独测量方法和技巧，但是电子元器件进入到机器的实际电路中，就无法寻找出该元器件为故障器件。对于初学维修的人来说，的确如此。正因为此，作者结合自己在实际维修中积累的电子元器件单独测量方法，剖析电子元器件在线路中的检测方法和技巧，撰写成本书。只要读者能以元器件单独测量方法技巧与数据为依据，且懂得元器件在线检测原理，在检测元器件的故障时，必定会趋于耳目一新的境界。

虽然在撰写过程中，尽力做到使之全面而完善，但是因笔者才学有限，书中不妥之处是难免的，还望同行指教。

刘春华

2015年8月



目 录

前言

第一章 电阻器及其检测	1
第一节 固定电阻器及其检测	1
第二节 可变电阻器（电位器）及其检测	10
第三节 热敏电阻器及其检测	14
第四节 光敏电阻器及其检测	18
第五节 压敏电阻器及其检测	21
第六节 力敏电阻器及其检测	23
第七节 湿敏电阻器及其检测	24
第二章 二极管及其检测	26
第一节 普通二极管及其检测	26
第二节 光敏二极管及其检测	34
第三节 热敏二极管及其检测	36
第四节 双向二极管及其检测	37
第五节 稳压二极管及其检测	39
第六节 发光二极管及其检测	43
第七节 双基极二极管（单结晶体管）及其检测	49
第八节 其他特殊二极管	53
第三章 三极管及其检测	55
第一节 普通三极管及其检测	55
第二节 光敏三极管及其检测	65
第三节 其他特殊晶体三极管及其检测	67
第四章 电容器及其检测	71
第一节 固定电容器及其检测	71
第二节 可变电容器及其检测	82
第三节 电力电容器及其检测	83
第五章 晶闸管及其检测	87
第一节 单向晶闸管及其检测	87
第二节 双向晶闸管及其检测	92

第三节	可关断晶闸管及其检测	97
第四节	光敏晶闸管及其检测	98
第六章	场效应管及其检测	101
第一节	结型绝缘栅型管及其检测	101
第二节	IGBT 管及其检测	107
第七章	线圈类器件及其检测	118
第一节	电感器及其检测	118
第二节	变压器及其检测	122
第三节	继电器及其检测	125
第八章	电声换能器件及其检测	130
第一节	扬声器及其检测	130
第二节	耳机及其检测	132
第三节	电磁讯响器及其检测	134
第四节	压电蜂鸣器及其检测	135
第五节	传声器及其检测	136
第六节	磁头及其检测	139
第七节	晶体及其检测	142
第八节	送受话器及其检测	147
第九节	电子陶瓷器件及其检测	150
第九章	集成电路及其检测	154
第一节	集成整流桥及其检测	154
第二节	集成稳压器及其测量	157
第三节	精密三端稳压器 TL431 及其检测	162
第四节	运算放大器及其检测	165
第五节	555 定时集成电路及其检测	171
第六节	光电耦合器及其检测	175
第七节	其他常见集成电路及其检测	179
第十章	显示器件及其检测	185
第一节	LED 数码管及其检测	185
第二节	液晶显示屏及其检测	188
第三节	阴极显像管及其检测	191
第十一章	控制保护器件及其检测	193
第一节	开关及其检测	193
第二节	接插件及其检测	197
第三节	保险器件及其检测	198
第十二章	传感器及其检测	202

第一节	红外遥控接收头与红外发射管及其检测.....	203
第二节	磁控管与激光头及其检测	206
第三节	霍尔传感器及其检测	208
第十三章	电源器件及其检测	211
第一节	硅光电池与其他电池及其检测	211
第二节	蓄电池及其检测	212



第一章

电阻器及其检测

电阻器，顾名思义是对交直流电流具有阻碍作用的器件。它广泛应用在电子电路中，作降压限流或分压器。电阻器在电路中通常用文字符号 R 表示；对电流阻碍作用的大小称为电阻值；它的主要参数包括电阻值和额定功率；它的度量单位有欧姆 (Ω)、千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$)。

电阻器的种类较多，常用的有固定电阻器、可变电阻器、热敏电阻器、光敏电阻器、压敏电阻器、力敏电阻器、湿敏电阻器等诸多类型，不管什么类型，总的来讲，都是跟电阻值有关，要么在电路使用中阻值固定不变，要么在使用中根据某种特定条件而发生阻值变化，这种电阻器常常作传感器使用。电阻器的种类如图 1-1 所示。

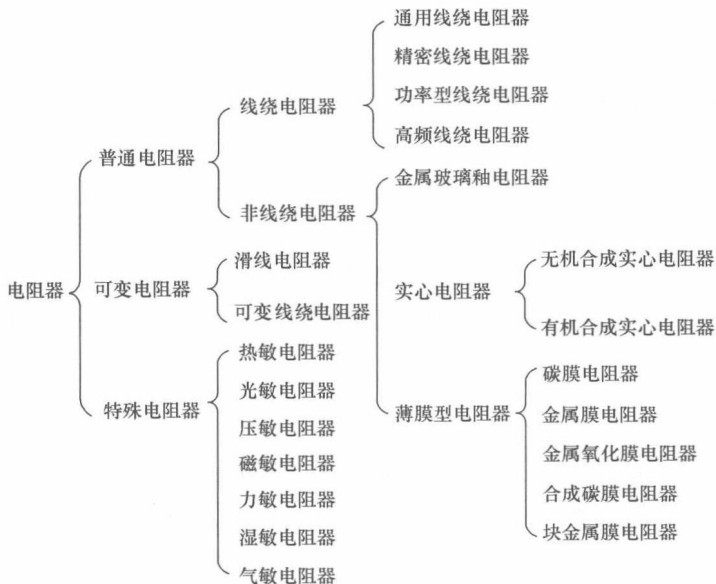


图 1-1 电阻器种类

第一节 固定电阻器及其检测

固定电阻器就是其阻值在电路中不会改变的电阻器，是电子电路中最常用的器件之一。

一、结构

在固定电阻器中，按形式可分为固定电阻器，固定抽头电阻器，片状电阻器；按结构材

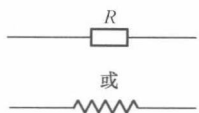


图 1-2 电阻器电路符号

料可分为碳膜电阻器，金属膜电阻器，有机实芯电阻器，线绕电阻器等，在电路中的符号如图 1-2 所示。

在电子电路中一般常用的是碳膜或金属膜电阻器。碳膜电阻器具有稳定性较高，高频特性好，负温度系数小，脉冲负荷稳定及成本低等特点，应用广泛。金属膜电阻器具有稳定性高，温度系数小，耐热性能好，噪声很小，工作频率范围宽及体积小等特点，应用也较广泛，外形结构如图 1-3 所示。

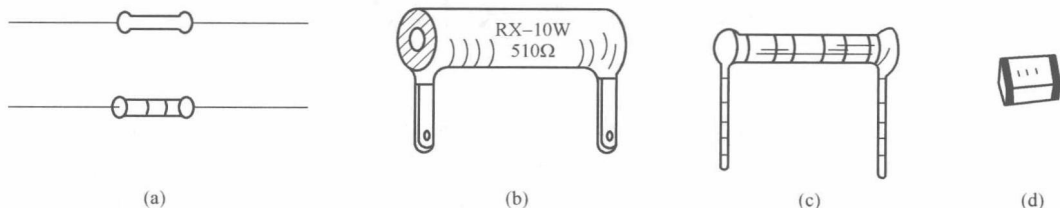


图 1-3 电阻器外形

(a) 金属膜电阻器；(b) 线绕电阻器；(c) 碳膜电阻器；(d) 片状电阻器

图 (a) 为金属膜电阻器，该种电阻器应用十分广泛；图 (b) 为线绕电阻器，该种电阻器一般应用在电力系统电路中；图 (c) 为碳膜电阻器，通常也应用于电力系统；图 (d) 为片状电阻器，该种电阻器现在应用较普遍，它的应用，大大地减小体积，为超薄电子设备提供了良好的应用前景，如现在的手机、电视、显示器等许多领域都有应用。

二、固定电阻器的特性

1. 限流分压

电阻器在电子电路中，主要是应用它对电流的阻碍作用，在电路担负起限流和降压的功能。

普通电阻器在电路中限制电流通过，其电阻值越大，流过电路的电流越小；电流流过电阻器时会产生电压降，电阻值越大，其电压降就越大。电阻器的这一特性可用欧姆定律来表示：

$$I = \frac{U}{R}$$

式中， I 为流过某电路的电流， U 为在该电阻器上产生的电压降， R 为接在该电路上的电阻器。上式表明流过电阻器 R 的电流与电阻 R 成反比例，其上的电压降却与电阻 R 成正比例。

2. 电阻高频特性

因制造工艺和电阻器结构的不同，导致各种类型电阻器的分布参数不同，线绕电阻分布参数最大，用刻槽工艺来控制阻值的电阻器 (R_T 型碳膜电阻) 次之。分布参数随着工作频率的提高，影响越来越大，甚至使电路不能正常工作，所以高频电路中不能使用线绕电阻。金属膜电阻器和金属氧化膜电阻器分布参数很小，与线绕电阻器的分布参数相差好几百倍，因此高频电路应尽量使用金属膜或金属氧化膜电阻器。

3. 电阻温度系数

温度每变化 1°C 时电阻值的相对变化量就叫作电阻的温度系数，它用来表示电阻器的温度特性。温度系数越小，电阻器在不同的温度下工作越稳定。线绕电阻器、金属膜电阻器和金属氧化膜电阻器温度系数最小，碳膜电阻器次之，碳膜电阻器温度系数最大。所以在要求

较高的场合（运算放大器输入端）应用温度系数小的电阻器以减少偏流和降低零漂；在取样电路中对取样电阻的温度系数要求也很高，也应使用温度系数小的电阻器减小取样误差，提高反馈环路的控制精度。

4. 电阻噪声电动势

若在电阻器两端加上直流电压，通过测量观察流过电阻的电流情况，将发现除了直流电流外还有不规则的交变电流。加在直流电流上的不规则的交变成分为电流噪声，电流噪声是由于电流流过电阻器时与电阻内部微粒碰撞引起的。除此之外，还有一种是因电子在导体内的无规则热运动引起的噪声，叫作热噪声。该两种噪声会在电阻器的两端产生不规则的电位突变，这种电位突变称为电阻器的噪声电动势。

电阻器的噪声是一种干扰信号，在弱信号放大的场合，有用信号的幅度可能比噪声信号还要低，有用信号被噪声淹没，造成无法提取和放大。因此在使用中要降低噪声，选择低噪声电阻器。金属膜电阻器，金属氧化膜电阻器，线绕电阻器和碳膜电阻器等属于低噪声电阻器。

5. 电阻最高工作电压

电阻的最高工作电压是电阻器长期工作不产生过热或电击穿而损坏的最高电压。它不同于额定工作电压。额定工作电压从电阻的发热状态考虑的。而最高工作电压由电阻器的结构、材料、尺寸等因素决定，反映电阻器的抗电强度。最高工作电压低于额定工作电压。工作时的电压应低于额定工作电压，如果超过最高工作电压就可能产生极间飞弧现象，导致击穿或烧坏电阻器。在维修中发现 $M\Omega$ 级的高阻值电阻器极易损坏，这就是极间飞弧引起的。

6. 电阻电压系数

所谓电阻器的电压系数就是指外加电压每变化 $1V$ 时，电阻器阻值的相对变化量，它反映了电阻值对外加电压的稳定程度。电阻的电压系数越小，电阻器阻值受外加电压的影响越小，也就越稳定。线绕电阻器的电压系数最小，碳膜合成实心电阻器的电压系数最大。

7. 常用电阻器特点

电阻器因制造工艺的差别，材料不同等造成电阻器的性能特点也不同。现将各种电阻器特点列于表 1-1。

表 1-1 常用电阻器特点

电阻器类型	特 点	用 途
碳膜电阻器 RT	稳定性较好，负温度系数小，受电压和频率影响小，脉冲负载稳定	广泛应用于各种电子产品中，价格低廉
金属膜电阻器 RJ	该电阻器的温度系数，电压系数耐热性能噪声指标都比碳膜电阻器好，体积小，精度高。但脉冲负载稳定性差，价格较高	可用于要求精度高，温度稳定性好的电路中，或电路中要求较为严格的场合
金属氧化膜电阻器 RY	相对金属膜电阻器有较好的抗氧化性和热稳定性，功率最大可达 $50kW$ 。但阻值范围较小，仅 $1\Omega\sim 200k\Omega$	有较高的性价比，特别是耐热性好，极限温度可达 $240^{\circ}C$ ，可用于温度较高的场合
线绕电阻器 RX	噪声小，不存在电流噪声和非线性，温度系数小，稳定性好，精度可达 $\pm 0.01\%$ ，耐热性好，工作温度可达 $315^{\circ}C$ ，功率大但分布参数大，高频特性差	可作电源分压电阻，泄放电阻等低频场合，不能用于 $2\sim 3MHz$ 以上的高频电路

续表

电阻器类型	特 点	用 途
合成实心电阻器 RS	机械强度高，有较强的过载能力，可靠性好，价廉。但固有噪声较高，分布电容小，分布电感较大，对电压和温度稳定性差	作普通电阻，用于一般电路中
合成碳膜电阻器 RH	阻值范围宽（ $10\Omega\sim 10^6\text{M}\Omega$ ），价廉，最高工作电压高（ 35kV ）。但抗湿性差，噪声大，频率特性不好，电压稳定性低	用于微电流的测试仪器和原子探测器
玻璃釉电阻器 RI	耐高温，阻值范围宽，温度系数小，耐湿性好，最高工作电压高（ 15kV ），又称厚膜电阻器	可用于环境温度高（ $-55\sim +125^{\circ}\text{C}$ ），温度系数小（ $<10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ ），要求噪声小的电路中
块金属氧化膜电阻器 RJ711	温度系数小，稳定性好，精度可达 $\pm 0.001\%$ ，分布电容大，分布电感小，有良好的频率特性，时间常数小于 1ms	用于高速脉冲电路和对精度要求十分高的场合，是目前最精密的电阻器中的一种

三、型号类型

（一）命名

电阻器产品型号由四部分组成，各部分所代表的意义如图 1-4 所示。如 RXZ2 表示普通线绕电阻器，R 代表电阻器，“X”代表线绕，第三部分的“Z”代表类型“普通”，第四部分的“2”代表产品的序号，外形尺寸和性能指标。又如 RT5 表示精密金属膜电阻器，其中“R”代表电阻器，“J”代表金属膜，“7”代表精密，“5”代表产品序号。具体型号各部分的符号意义如表 1-2 所示。

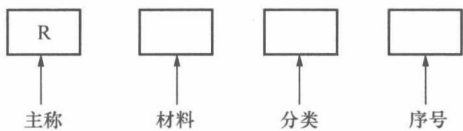


图 1-4 电阻器命名

表 1-2 电阻器产品型号各部分意义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
主称		材料		分类		序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
					电阻器	电位器
R	电阻器	T	炭膜	1、2	普通	普通
RP	电位器	J	金属膜	3	超高频	
		Y	氧化膜	4	高阻	
		H	合成膜	5	高温	
		S	有机实心	6		
		N	无机实心	7	精密	精密
		I	玻璃釉膜	8	高压	特种函数
		X	线绕	9	特殊	特殊
				G	高功率	
				T	可调	
				W	—	微调
				D	—	多圈

一般用数字表示产品的序号，以区分外形尺寸和性能指标

跟我学电子元器件检测

(二) 表示法

1. 直标法

直标法是在元件表面上直接标志出它的标称值和允许偏差。这种方法直观，但只有元件外形较大的才能印上字母和数字，体积小的元件则无法印上去。

2. 文字符号法

文字符号法是将元件的标称值和允许偏差用阿拉伯数字和文字符号组合起来标示在元件上。标示时将电阻器的单位符号 R 作为小数点的位置标示。如 $R47=0.47\Omega$ ； $1R0=1\Omega$ ； $3R3=3.3\Omega$ 。允许偏差用字母表示，见表 1-3。

表 1-3 允许偏差表示法

允许偏差 (%)	文字符号	允许偏差 (%)	文字符号
± 0.001	Y	± 0.5	D
± 0.002	X	± 1	F
± 0.005	E	± 2	G
± 0.01	L	± 5	J
± 0.02	P	± 10	K
± 0.05	W	± 20	M
± 0.1	B	± 30	N
± 0.25	C		

上表中的允许偏差文字符号表示法同时适宜电容器。

3. 色环表示法

电阻器的色环表示有两种：四色环和五色环。各色环的意义如图 1-5 所示。

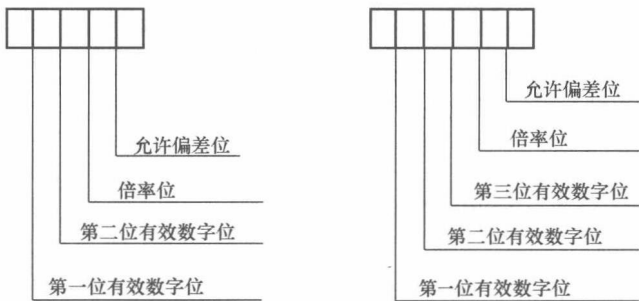


图 1-5 四色环与五色环表示方法示意图

各色环代表的数值如表 1-4 所示。

表 1-4 色环代表数值意义

颜色	数值	倍率数	偏差 (%)	温度系数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
棕	1	10	± 1	100
红	2	10^2	± 2	50
橙	3	10^3	—	15
黄	4	10^4	—	25

续表

颜色	数值	倍率数	偏差 (%)	温度系数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
绿	5	10^5	± 0.5	—
蓝	6	10^6	± 0.25	10
紫	7	10^7	± 0.1	5
灰	8	10^8	± 0.05	—
白	9	10^9	—	1
黑	0	1	—	—
金	—	10^{-1}	± 5	—
银	—	10^{-2}	± 10	—
无色	—	—	± 20	—

如色环为红紫黄银的电器，即用手将电阻器拿好。从左至右为红紫黄银的色环顺序，按照上述色环表所表示的数值查找，红色数值为“2”为第一位有效数字，紫色环为“7”第二位有效数字，黄色为倍率色环，即 $\times 10^4$ ，那么该电阻器的阻值为 $27 \times 10^4 \Omega$ ，银色环表示该电阻器的允许偏差为 $\pm 10\%$ 。四色环表示法多见碳膜电阻器。碳膜电阻器外表常为淡黄色。

又如色环为黄紫黑红棕五色的电阻器，查上述色环表其阻值应为 $470 \times 10^2 \Omega$ ，允许偏差位色环为棕色，即 $\pm 1\%$ 。五色环表示法常见于金属膜电阻器和金属氧化膜电阻器。该两种电阻器外表为淡蓝色，允许偏差为 $\pm 1\%$ ，允许偏差位颜色为棕色。

电阻器上的色环标示，有些电阻器的色环是等间距，判断时较难分清哪一色环是第一位色环。此时可根据上面所叙述的方法判断，也可从色环表可知，金银色环一般不表示有效数字，只表示倍率数与偏差(%)数字，所以标有金银色环的电阻器，就很容易知道哪一色环是第一位有效数字位了。有些电阻器的色环间距不相等，允许偏差位与倍率位色环间距相差较大，如图 1-5 所示。

四、电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有电阻值和额定功率。

1. 电阻值

电阻器的电阻值称为阻值，基本单位是欧姆(Ω)。常用单位还有千欧(k Ω)，兆欧(M Ω)。它们之间的关系为：

$1 \text{ 千欧 (k}\Omega\text{)} = 1000\Omega \quad 1\text{M}\Omega = 1000\text{k}\Omega$

电阻器上所标的阻值，我们通常称作标称阻值，它是有一定允许偏差的，电阻器的允许偏差是指电阻器的实际阻值对于电阻器的标称阻值的允许最大偏差范围，标志着电阻器的精度。允许偏差最小意味着工厂生产的产品一致性好，这是厂家难以把握的问题。对于碳膜电阻器来讲，允许偏差位为金色的电阻器是 E24 系列，银色的电阻器是 E12 系列，无色的电阻器是 E6 系列。金属膜电阻器和金属氧化膜电阻器（五色环）一般为 E24 系列。

2. 额定功率

额定功率指的是在正常条件下，电阻器长期工作而不损坏且不改变其性能时允许消耗的

跟我学电子元件检测

最大功率。应注意的是额定功率与温度有关,当环境温度升高或流过电阻的电流引起电阻温度升高时,电阻器允许承受的功率下降,一般额定功率选为耗散功率的两倍以上。

五、固定电阻器的应用

固定电阻器在电路中,主要是用于降压、限流、取样,把电路中电压或电流限制在所要求的范围值内。

六、固定电阻器检测

在维修电子电路时,我们要对电子元件进行单独检测,当某电子设备出现故障时,为了较快地用万用表将元件从电路中判断其好坏,所以要进行在线检测,粗略判断某元件的好坏情况后,再将其从线路中焊脱,再进行单独检测,最后判断其是否损坏。因此对于维修人员来说,维修电子电路时,必须先进行在线检测,然后再单独检测元件,元件的在线检测基本上是按照元件单独检测的阻值为依据来判断元件好坏的。

(一) 电阻器的单独测量

测量电阻器电阻值的工具有指针式万用表和数字式万用表。

1. 用指针式万用表检测

(1) 在用指针式万用表测量阻值时,首先将转换开关旋至欧姆(Ω)挡位,这一挡位在表盘上标有“ Ω ”字样。

(2) 估计待测电阻器阻值的大小范围,选择阻值的倍乘率挡位,量程应使指针指示于 $1/3 \sim 2/3$ 满量程时测量精度最高,读数最准确。如 100Ω 内的电阻器可选 $R \times 1$ 挡, $100\Omega \sim 1k\Omega$ 电阻器可选 $R \times 10$ 挡, $1 \sim 10k\Omega$ 电阻器可选 $R \times 100$ 挡, $10 \sim 100k\Omega$ 电阻器可选 $R \times 1k$ 挡, $100k\Omega$ 以上大电阻器可选 $R \times 10k$ 挡。

(3) 校零。测量挡位选定后,先将万用表红黑表笔短接进行校零,使表针向右摆动,停止在刻度线的右边“0”刻度位置上。若表针不能停在“0”刻度位置,应将表盘面板上的调零旋钮向左或右旋动,使表针能指在“0”刻度线上。若经校零调整后,指针不能很好地指示零刻度处,应为电池用久,可更换电池,再校零。

(4) 测量电阻器。用万用表测量电阻器时,因电阻器是无极性之分,所以万用表两表笔可随意接触电阻器的两引脚上,在合适量程的测量下,若电阻器的阻值在万用表刻度盘上的读数表现为指针不动,即为电阻器断路;若指针指于0刻度处,表明电阻器阻值短路;若阻值比标称阻值偏小,则表明电阻器阻值出现变质而使阻值偏小,若阻值比标称阻值偏大,则表明电阻器阻值出现变质而使实际阻值变大,这几种情况都为电阻器损坏,不能再使用。

在测量电阻器(甚至测量任何元器件)时,手指不能接触电阻器体或引脚。若这样会给测量带来误差。如图1-6所示。应只将万用表笔接触电阻器的两个引脚即可。

另外,需指出的是,测量电阻器无正负极性之分。但用万用表测量仪表的正负端或半导体器件的正反向电阻时,万用表的“+”端应与内附干电池的负极相连,而“-”端则应与内附干电池的正极相连。

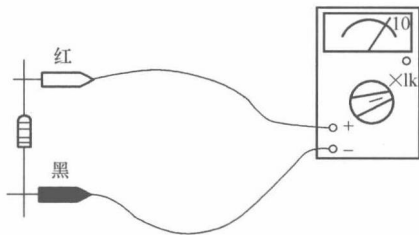


图1-6 电阻器测量

也就是说,黑色表笔为正端,红色表笔为负端,即黑表笔应接二极管的阳极,红表笔应与阴极相接,其他像晶体管等半导体元件也一样。

读数时,先从表盘上读出指针所指的数值,再将数值乘以挡位的倍乘数,即为所测电阻器的实际阻值。如图 1-6 所测的电阻器阻值为 $10 \times 1k = 10k\Omega$ 。根据电阻误差等级不同,读数与标称阻值之间分别允许有 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 或 $\pm 20\%$ 的误差。如不相符,超出误差范围,则说明该电阻器变值。

2. 用数字式万用表测量

用数字式万用表测量电阻器的电阻值时,可以直接从 LCD 显示器里读出数值。

(1) 测量时,将转换旋钮开关旋至表盘标有“ Ω ”字样量程位置。

(2) 将表盘上的黄色按钮“POWER 电源开关”按下,显示屏显示“1”。

(3) 接通电源后,可根据所测电阻器的阻值大小选择挡位。测量 200Ω 以下电阻器可选“ 200Ω ”挡位, $200 \sim 1999\Omega$ 电阻器可选“ $2k\Omega$ ”挡, $2 \sim 19.99k\Omega$ 电阻器可选“ $20k\Omega$ ”挡, $20 \sim 199.9k\Omega$ 电阻器可选“ $200k\Omega$ ”挡, $200 \sim 1999k\Omega$ 电阻器可选“ $2M\Omega$ ”挡, $2 \sim 19.99M\Omega$ 电阻器可选“ $20M\Omega$ ”挡, $20 \sim 199.9M\Omega$ 电阻器可选“ $200M\Omega$ ”挡。 $200M\Omega$ 以上电阻器因超出最高量程而无法测量(UT39A 型)。

(4) 选择好量程后,可将万用表两表笔分别接触电阻器的两只引脚,在表显示屏上可显示电阻器的实际阻值。

(5) 测量电阻值时,待显示屏上的数值无变动时,可按下蓝色“HOLD”按钮将显示数值固定,然后再将表笔移开电阻器引脚,这样所测量的数值仍然保持在显示屏上。若需除此数值,可再按一下“HOLD”按钮即可将数值消除。

(6) 电阻测量。数字式万用表两表笔分别任一接触待测电阻器的两金属引脚, LCD 显示屏显示出被测电阻的阻值。如果显示屏显示“0.00”,表示该电阻器短路;如果显示屏显示“1.”,表示该电阻器被击穿断路;如果显示屏阻值比该电阻器标称阻值要小许多,或比标称值要大许多,都表明被测电阻器已经变质减值或增值,这样的电阻器都为损坏,不能再使用,测量如图 1-7 所示。图中测的电阻器 R 的阻值为 0Ω ,即该电阻器被短路损坏。从显示屏上显示出的数值,就为被测电阻器的实际阻值,不需像指针万用表那样乘上倍率数。

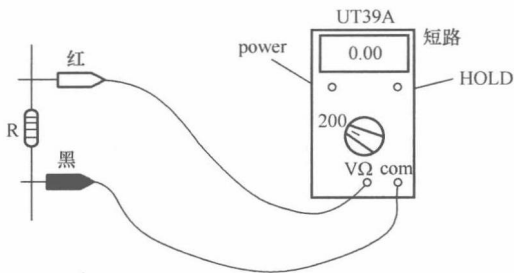


图 1-7 数字表测电阻

(二) 电阻器的在线测量

所谓在线测量,就是不将电子元器件从电子电路中焊脱,直接用万用表在线路中测量,依据元件(电阻器)的实际阻值,从万用表测得的数值情况作出粗略判断该电阻器(或其他元件)的好坏。测量时,分别将万用表表笔接触电阻器两引脚。

1. 指针式万用表在线测电阻器

(1) 部分电路检测。一个电子电路进行检修时,首先观察电路中是否有被烧黑的电子元件。像有些电子设备没有采用降压电源变压器而直接采用降压电阻,降压电容的电子电源电路,经常会见到降压电阻器被烧黑并使电阻外表皮烧黑损坏。这种情况同时会伴随电容、晶体管、整流二极管被炸裂破损,像这样的电子元件应首先作损坏处理。如果

在撤开设备外壳后,未发现烧黑破损的痕迹,此时用万用表先试着检测设备的电源插头,或某部分电路。测量电路的通与断。将万用表倍率开关置于“ $\Omega \times 1$ ”挡,若表读数为零或接近于零阻值,则表明电路电源部分存在短路;若读数为无穷大阻值,则表明电路存在断路,这时可换用 $R \times 10k$ 挡大量程测量,若读数仍表现为无穷大阻值,则判定电路存在断路情况。具体检测如图 1-8 所示。表针未指在 0 刻度处,表明所测量的部分电路未存在短路或断路的情况。这时所测量的元件是 VD2、 C_5 ,与 R_{13} , R_{14} , R_{18} 并联后再同 VD3 串联后的阻值,表明该部分电路元件基本完好。也可以试着更换万用表的测量部位,检测其他部分电路元件的好坏。

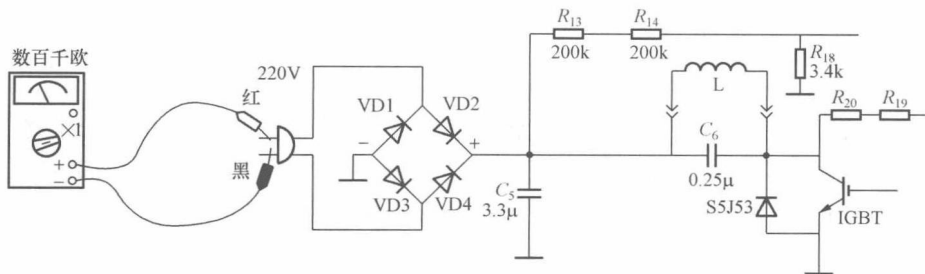


图 1-8 部分电路测量

(2) 在线测电阻。若对部分电路进行试测判断,可能于该部分电路存在短路或断路的元件时,此时应用表将该部分电路中的每个元件逐个的测量,一直检测到短路或断路的元件为止。

1) 测并联电阻器。在线检测时,应注意以下几个方面:

①根据电阻色环或贴片电阻的标称值,确定电阻的正确阻值。选择合适的万用表量程,将两表笔接电阻的两引脚上,测量一次阻值,再对调表笔,重新测量一次,防止电阻周围 PN 结对其阻值测量的影响。取阻值大的一次作为参考阻值。

②若测量的参考阻值接近被测电阻的标称阻值,则说明此电阻正常。

③若参考阻值(测量阻值)大于被测电阻阻值,可判断电阻可能存在开路或阻值增大的现象,电阻损坏,应更换之。

④若测量阻值接近 0,此时不能立即断定被测电阻短路,需要进一步证实,因为如果电阻两端并接了电感元件或变压器线圈,在测量时也会出现阻值很小或 0Ω 的情况。这时应将电阻一只引脚用电烙铁焊脱,进行单独测量。

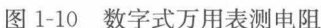
检测时,并联的元件测量到的电阻值是元件的并联阻值。如图 1-9 所示。图中万用表所测数值为电阻 R_{205} 、 R_{206} 、 R_{207} 三个电阻的并联值($14.3k\Omega$)要比实际大许多,或为 $21.5k\Omega$,或为 $43k\Omega$,都表明有其中一个或两个电阻被断路。因为并联阻值要比任何一个并联的电阻器阻值都要小,也就是电阻的测量值应等于或小于电阻的标称阻值。如果测量阻值接近 0,那么三个电阻中存在短路的电阻。

2) 测串联电阻。在线测量时,若为串联的元件,将两表笔分别接触被测元件的两引脚,如图 1-9 测 R_{203} 的情况。此时所测得的数值就是电阻 R_{203} 的实际阻值。其他的元件不会对电阻 R_{203} 的检测存在影响。表中数值为 $3 \times 10k\Omega = 30k\Omega$,比 R_{203} 的标称阻值 $51k\Omega$ 小许多,表明该电阻已经变质减值。可以将此 R_{203} 从电路中焊脱一只引脚,再用表复测,若确定只有



2. 数字式万用表在线测电阻

使用数字式万用表在线测量电路,应将转换开关旋至欧姆(Ω)挡位,分别将两表笔跨接在被测电阻的两只引脚。因电阻器无正负极性之分,不论指针式万用表或数字式万用表,测量时同样不分正负极性。具体测量方法与指针式测量电阻相同,如图 1-10 所示。



图中 R_4 电阻标称值为 $10\text{k}\Omega$ ，与电容器 C_1 并联后，应该也有小于 $10\text{k}\Omega$ 的测量阻值，但数字万用表中的读数显示“1.”即无穷大阻值，表明该电阻 R_4 已经开路损坏，若显示屏显示 0.00，表明 R_4 短路。

第二节 可变电阻器（电位器）及其检测

可变电阻器有滑线电阻器和可变线绕电阻器。它的电阻值可以根据电路的需要而随时调节,通常我们把这种电阻器叫做电位器,在电路中用文字符号 RP 表示。

一、电位器的结构

电位器是由可变电阻器派生出来的，由一个电阻体和一个转动或滑动系统组成，其动臂的接触刷在电阻体上滑动，也就是可连续改变动臂与两端间的阻值。结构外形如图 1-11 所示，图 1-11 (a) 为直滑式电位器，图 1-11 (b) 为微调电位器，图 1-11 (c) 为电位器在电路中的文字符号。图 1-12 是一种旋转式电位器内部结构图，其他类型的内部结构原理也基本相同。电阻体两端各有一个定臂引出端，中间是动臂引出端，动臂在电阻体上移动，即可使动臂与上、下定臂引出端间的电阻比值连续变化。