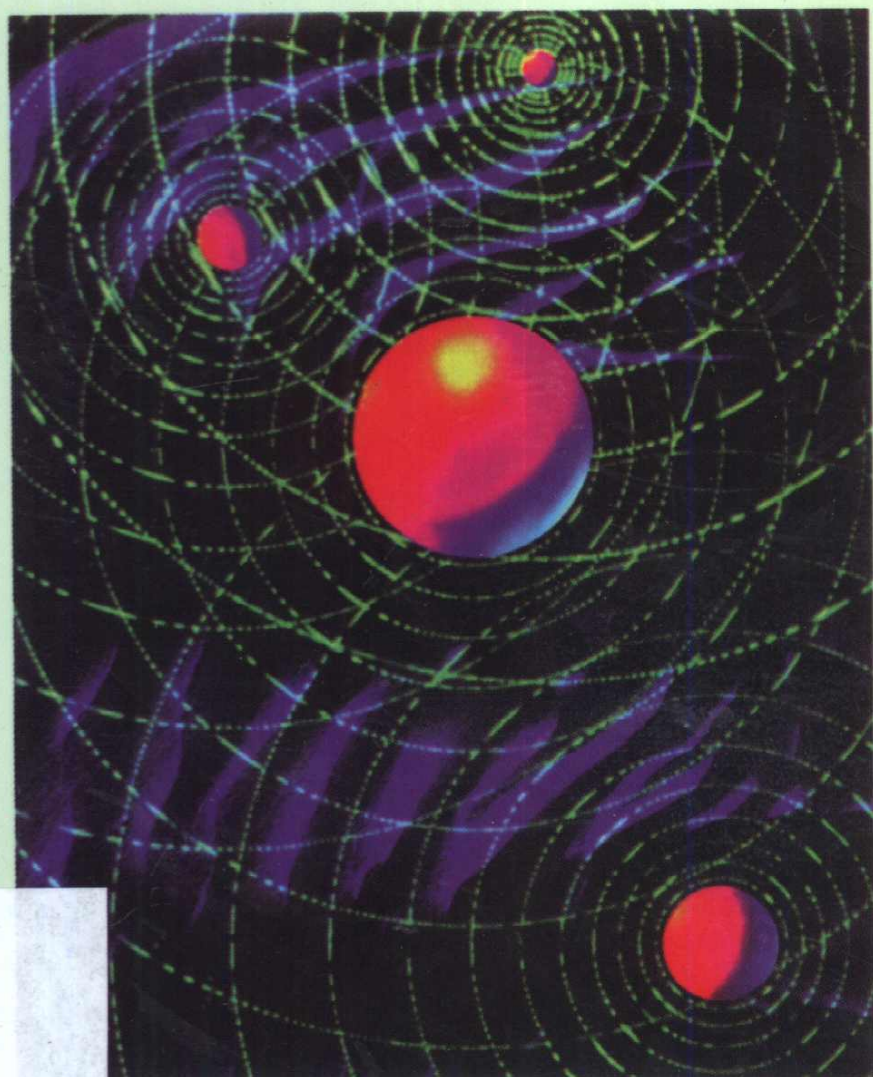


实验电子技术

SHIYAN DIANZI JISHU

李振声 主编
邬祥忠 张晓光 靳希敏 编著



国防工业出版社

National Defence Industry Press

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

765

实验电子技术

李振声 主编

邬祥忠 张晓光 靳希敏 编著



A0959760

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是天津理工学院电工电子实验中心根据 2000 年新教学大纲要求编写的一本实验教材。

全书共分三部分:第一部分包括电子器件、常用电子实验设备及电子测量技术。第二部分为实验作业内容,主要安排了 21 个模拟电路实验内容,22 个数字电路实验内容,以及 5 个综合设计性实验内容。基础部分主要以单元实验电路为主,同时加强了实验的设计技能项目。主要是要求学生掌握各种电路的测试方法和手段,提高学生综合处理和解决实际问题的能力。第三部分为虚拟电子技术及应用,主要介绍 EWB 5.0 的操作使用方法,选编了 16 个模拟及数字电子技术的虚拟实验。

本书可作为高校电专业及非电专业的电子技术实验课教材,也可作为有关教师及科研工作人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

实验电子技术/李振声主编;邬祥忠等编著. —北京:
国防工业出版社,2001.10
ISBN 7-118-02630-1

I. 实... II. ①李... ②邬... III. 电子技术—实验
IV. TN—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 051096 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18¼ 421 千字

2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:29.80 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

随着现代科学技术的飞速发展,实验已经成为建立在科学理论和科学方法基础上的一门技术和内容均十分庞大的知识体系。同样,电子实验技术本身也已逐步科学化,它不仅形成总量十分巨大的技术方法,而且还为自己建立了颇为完整的系统理论,为电子线路实验研究提供了科学依据和理论指导。掌握实验科学理论和研究方法是每个电子工程师必备的基本素质。因此需要一本既能适应电子科学及其工程应用的发展需要,又能概括电子线路实验各方面知识的教材。

实验电子技术是各理工科院校学生的必修科目,对学生理论联系实际的能力起着重要的作用。本书的编写以培养学生具有工程师基本素质为目的,根据“教学基本要求”,结合目前各高校实验教学的实际需要,做到适应性强、便于学生阅读、有利于学生的能力培养和因材施教。同时根据国家教委高教司 1995 年修订的“高等学校工科本科基础课程教学基本要求”编入了部分电子技术虚拟实验的内容。将先进的计算机技术与实验电子技术结合起来,“以虚代实”、“以软代硬”,更加进一步提高学生的学习兴趣。

本书共分三部分:第一部分包括电子器件、常用电子实验设备及电子测量技术。第二部分为实验作业内容,主要安排了 21 个模拟电路实验内容;22 个数字电路实验内容,以及 5 个综合设计性实验内容。基础部分主要以单元实验电路为主,同时加强了实验的设计技能项目。主要是要求学生掌握各种电路的测试方法和手段,提高学生综合处理和解决实际问题的能力。第三部分为虚拟电子技术及应用,主要介绍 EWB 5.0 的操作使用方法,选编了 16 个模拟及数字电子技术的虚拟实验。

本书是作者在多年从事电子技术实验教学基础上编写的。参加本书编写工作的有李振声、邬祥忠、张晓光、靳希敏等。李振声为主编,负责全书的组稿、定稿和其他组织工作。

在本书的编写过程中,得到了天津理工学院电工、电子实验中心杨传诗副教授、刘晖副教授、王丽娟副教授等同志的热情帮助和大力支持,在此表示衷心的感谢。

本书的编写尚属一种新的尝试,加之编写时间较急,难免有错误和不妥之处,希望读者提出批评和改进意见。

编 者
2001 年 5 月

目 录

第一篇 电子器件、常用设备及测量技术

第一章 电子元器件实用知识	1
第一节 电阻和电容	1
第二节 电感元件和变压器	17
第三节 晶体管	22
第二章 常用电子实验设备	39
第一节 示波器原理及应用	39
第二节 XD1 型低频信号发生器原理及使用	50
第三节 晶体管电压表	53
第四节 直流稳压电源	56
第五节 电子技术实验仪	58
第三章 实用电子测量技术及数据处理	63
第一节 测量的基本概念	63
第二节 基本电参数的测量方法	64
第三节 实验数据的采集与处理	67
第四节 误差及误差分析	71

第二篇 电子技术实验

第一章 模拟电子技术实验	74
实验一 常用电子仪器的使用	74
实验二 单级放大电路	77
实验三 级放大电路	80
实验四 负反馈放大电路	82
实验五 射极跟随器	84
实验六 差动放大电路	86
实验七 比例求和运算电路	89
实验八 积分与微分电路	92
实验九 波形发生电路	93
实验十 有源滤波器	96
实验十一 电压比较器	98
实验十二 集成电路 RC 正弦波振荡器	99

实验十三	集成功率放大器	102
实验十四	整流滤波与并联稳压电路	103
实验十五	串联稳压电路	105
实验十六	集成稳压器	107
实验十七	RC 正弦波振荡器	110
实验十八	LC 振荡器及选频放大器	111
实验十九	电流/电压转换电路	112
实验二十	互补对称功率放大器	113
实验二十一	波形变换电路	114
第二章	数字电子技术实验	117
实验一	门电路逻辑功能及测试	117
实验二	组合逻辑电路(半加器全加器及逻辑运算)	120
实验三	触发器 R—S, D, J—K	124
实验四	三态输出触发器及锁存器	126
实验五	时序电路测试及研究	128
实验六	集成计数器及寄存器	131
实验七	译码器和数据选择器	133
实验八	波形产生及单稳态触发器	135
实验九	555 时基电路	136
实验十	CMOS 门电路测试	140
实验十一	TS 门, OC 门的功能测试及应用	142
实验十二	TTL 与 CMOS 相互连接实验	144
实验十三	MSI 加法器	146
实验十四	竞争冒险	148
实验十五	触发器应用	149
实验十六	计数器 MSI 芯片的应用	151
实验十七	施密特触发器及其应用	154
实验十八	单稳态触发器及其应用	156
实验十九	多路模拟开关及其应用	159
实验二十	数字定时器	162
实验二十一	电压变换器	163
实验二十二	四路优先判决电路	165
第三章	综合性电子技术实验	167
实验一	BTL 集成电路扩音板的设计	167
实验二	简易开关型稳压电源的设计	173
实验三	数字钟的设计	182
实验四	智力竞赛抢答计时器的设计	194
实验五	双路防盗报警器的设计	200

第三篇 虚拟电子实验技术及应用

第一章 虚拟电子实验台使用初步	207
第一节 概述.....	207
第二节 EWB5.0 的基本操作方法.....	209
第三节 EWB5.0 的常用操作.....	227
第二章 虚拟模拟电子技术实验	241
实验一 小信号共射放大器.....	241
实验二 差动放大器.....	243
实验三 两级阻容耦合放大器.....	245
实验四 反相比例放大器.....	246
实验五 加法电路.....	248
实验六 积分电路和微分电路.....	250
实验七 比较电路.....	253
实验八 低频放大器的频率响应.....	256
实验九 电容三点式振荡器.....	258
第三章 虚拟数字电子技术实验	260
实验一 逻辑代数与逻辑门电路.....	260
实验二 组合逻辑电路分析.....	263
实验三 半加器和全加器的设计.....	265
实验四 四位数 BCD 加法器.....	266
实验五 RS 和 D 触发器.....	267
实验六 单稳态触发器和多谐振荡器.....	269
实验七 异步计数器.....	272
附录一 常用逻辑符号对照表.....	279
附录二 部分集成电路引脚图.....	280
参考文献.....	284

第一章 电子元器件实用知识

第一节 电阻和电容

一、电阻

1. 电阻的种类

电阻的种类繁多,通常分为固定电阻、电位器(含可变电阻)和特种电阻(如敏感电阻、熔断电阻等)三大类。

固定电阻按电阻体材料、结构形状、引出线及用途等又可分成多种类型,如图 1.1.1-1 所示。电阻在电路图中的图形符号如图 1.1.1-2 所示,其基本文字符号为 R。电阻的种类虽然很多,但常用的主要是 RT 型碳膜电阻、RJ 型金属膜电阻、RX 型线绕电阻和片状电阻等,它们的外形如图 1.1.1-3 所示。

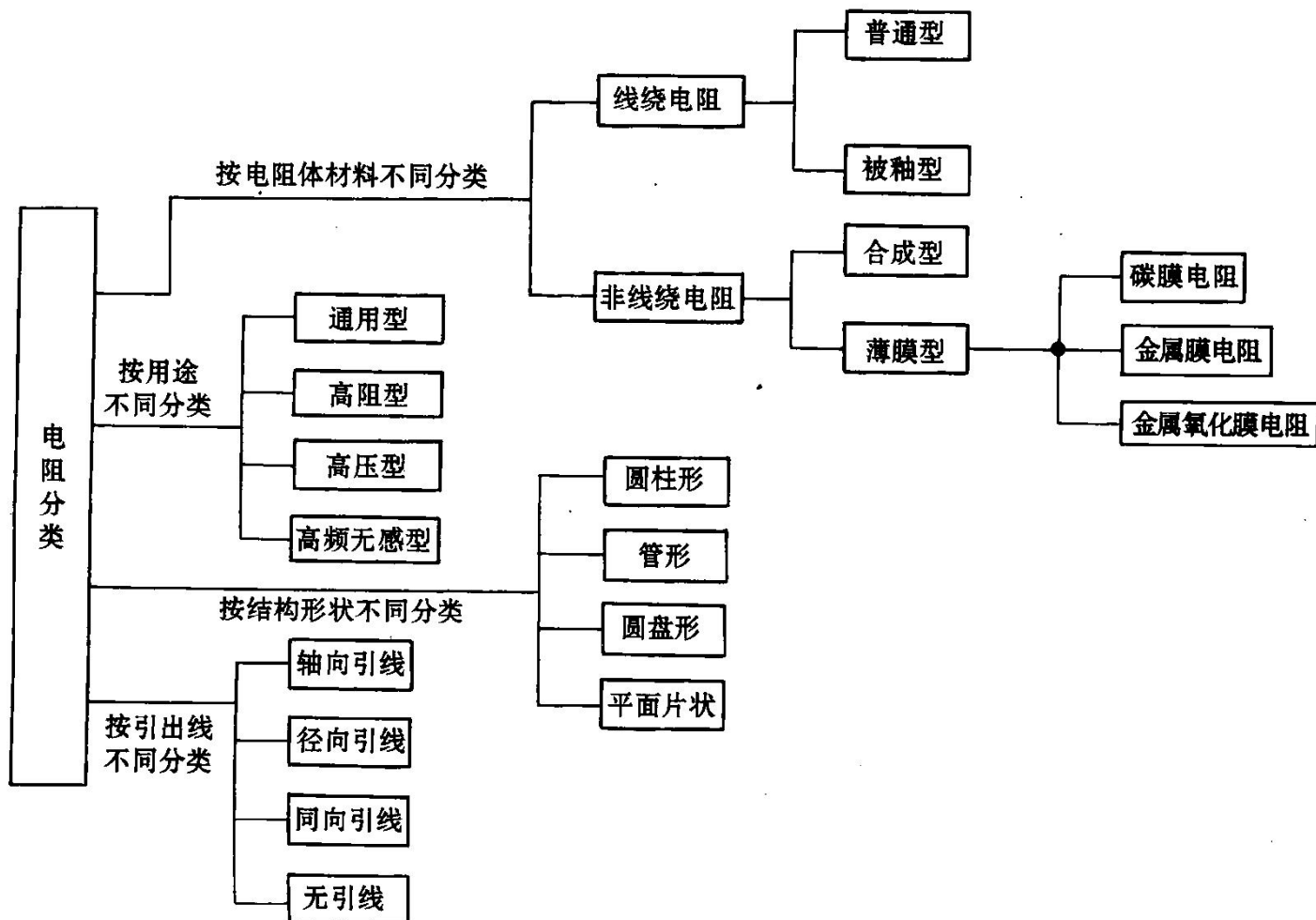


图 1.1.1-1 电阻的分类

过去生产的 RT 型碳膜电阻外表面常涂覆绿漆, RJ 型金属膜电阻则涂覆红漆, 并印上型号及规格等, 较易识别。近几年随着进口及合资产品大量上市, RT 型电阻多用色环标示它的阻值和允许偏差。RX 型线绕电阻外表多为黑色, 片状电阻外表一般为黑色, 上面标注着代表阻值的数字(需要注意, 若不为黑色且标注为 0 或 000 或根本无标注的片状元件并非电阻, 而是一种用于代替连接导线、阻值为零的“桥接元件”)。

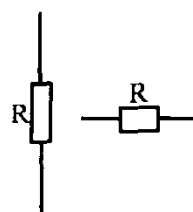


图 1.1.1-2 电阻常用图形

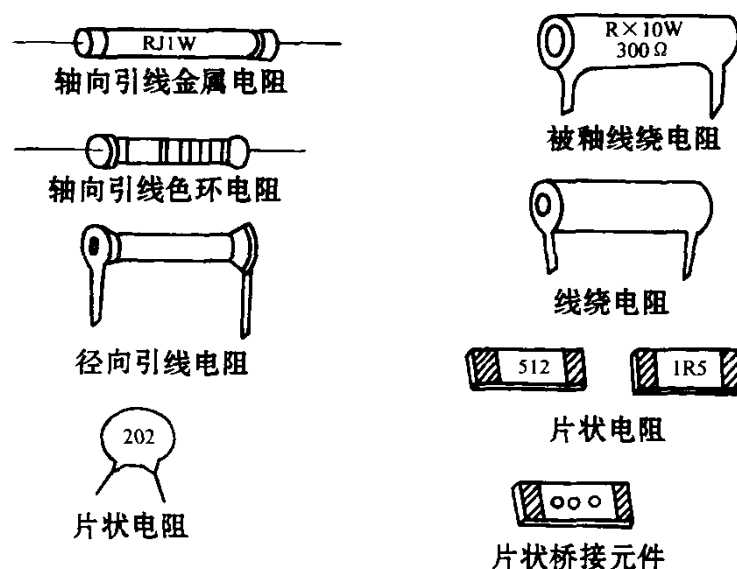


图 1.1.1-3 常见电阻外形图

2. 电阻的主要参数

电阻的主要参数有标称阻值、允许偏差、额定功率、额定环境温度、温度系统、最大工作电压、噪声及稳定性等十几项。初学者应重点了解和掌握标称阻值、允许偏差及额定功率三个参数。

(1) 标称阻值。标称阻值是指标注在电阻外表面上的阻值。阻值的基本单位为欧姆(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: $1k\Omega = 1000\Omega$, $1M\Omega = 1000k\Omega = 10^6\Omega$ 。

(2) 允许偏差。由于工艺上的原因, 一个电阻的实际阻值不可能绝对等于它的标称阻值, 两者间的偏差允许范围称为允许偏差。一般允许偏差小的电阻, 阻值精度高, 稳定性也好,

但成本也高。电阻允许偏差应根据电路或整机的实际要求选用。例如, 通常的电子制作实验对电阻精度大多无特殊要求, 可选用普通型电阻, 其允许偏差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$; 在测量仪表(如万用表)及精密仪器中, 许多电阻要求具有高精度, 这就需要选用允许偏差为 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 的高精度电阻。

(3) 电阻的额定功率。电阻的额定功率是指电阻在正常大气压力 $86.7 \sim 106.7kPa$ 和规定温度下(依产品标准不同可在 $-55 \sim 125^\circ C$ 、范围内), 长期连续正常工作时所能承受的最大耗散功率。如果电阻的消耗功率大于它的额定功率值, 电阻就会因过热而损坏。在维修电子设备时, 经常会碰到外层烧焦或烧黑的电阻, 这种电阻大都是由于耗散功率太大而烧坏的。所以选用电阻额定功率时应留有一定余量, 通常应比实际消耗功率大 $50\% \sim 150\%$, 但也不能太大, 否则体积过大, 不便于安装, 还容易拾取或接受外界干扰信号。

电阻也有标准化的额定功率系列值。线绕电阻额定功率系列值为:0.05W、0.125W、0.25W、0.5W、1W、2W、4W、8W、10W、16W、25W、40W、50W、75W、100W、150W、250W、500W;非线绕电阻额定功率系列值为 0.5W、0.125W、0.25W、5W、1W、2W、5W、10W、25W、50W、100W;片状电阻额定功率为 0.05W、0.1W、0.125W、0.25W、0.5W、1W、2W。如果所要求的额定功率不是系列值,则除应急等少数情况下可用串联或并联法(必须同时考虑到阻值也要符合要求)解决外,一般可选取大于且最接近要求的系列值,如要求的额定功率为 1.5W,则可选取 2W 的电阻。

3. 电阻的标志及识别

电阻的阻值及允许偏差等主要参数采用两种标注法,即直接标注法和色环标注法。

(1) 直接标注法。直接标注法就是将电阻参数及种类等直接标明在电阻器的表面。由于电阻器表面积有限(大功率电阻除外),所能标注的符号和数值不可能全面,所以一般仅将主要参数予以标注。常见的圆柱状及管状电阻的标注如图 1.1.1-4 所示。这类电阻最基本的标注是阻值及允许偏差值,如 4.7k Ω 5%、10k Ω 10%等。但应注意有些电阻标注中常省略基本单位符号“ Ω ”如 2.2k、5.6M 等。允许偏差值则常省略“ $\pm$ ”,即 5%是指 $\pm 5\%$,10%为 $\pm 10\%$ 。有些早期电阻则连“%”也省略,如 27k5、6.8k10 等。还有些电阻用 I、II、III、来表示允许偏差,I 为 $\pm 5\%$,II 为 $\pm 10\%$,III 为 $\pm 20\%$ 。

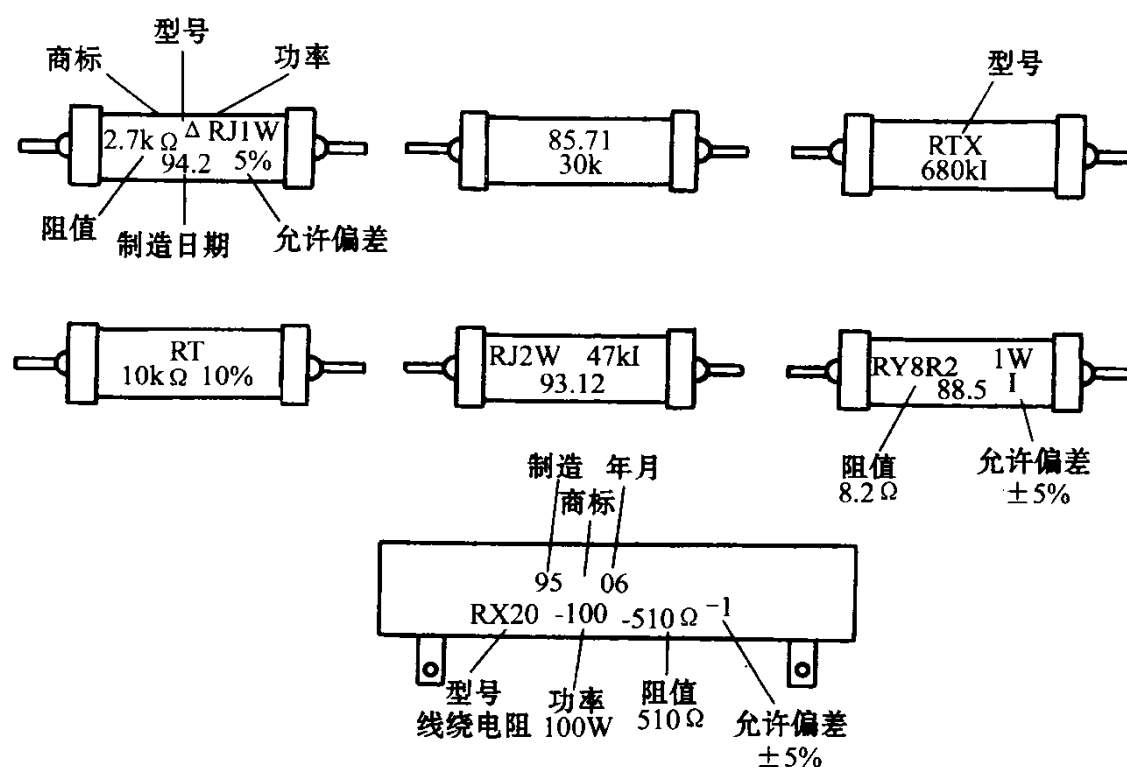


图 1.1.1-4 电阻参数的直接标注

体积较大的电阻,其标注的符号和参数往往就得多些,如将功率(1W、2W、3W 等)、电阻型号(RT、RJ 等)、生产日期(95.3、94.7 等)予以标注。表 1.1.1-1 列出了常用电阻的型号与种类对应关系,即型号命名方法(含电位器)。

近年来随着电子工业的不断发展,合资企业生产的及进口的电阻越来越多,有些电阻的命名也出现了特殊性。对初学者而言,通常要注意下述两点:①如果电阻值带有小数,如 2.7k、5.6k 等,在电阻体上则不标注小数点,而是用符号 R(或 k、M 等)将整数部分和

小数部分隔开,符号前的数字表示阻值的整数部分,符号后的数字表示阻值的小数部分。符号 R、k、M 分别代表 Ω 、 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 。需要注意,“R”是与 Ω 等同的,在这种标注法中见不到“ Ω ”符号。例如,2R2 表示:2.2 Ω ;R47 表示 0.47 Ω ;3k6 表示 3.6 $k\Omega$;1M5 表示 1.5 $M\Omega$ 。②有部分电阻的允许偏差也用英文字母来表示,各字母所表示的允许偏差为:B 为 $\pm 0.1\%$,C 为 $\pm 0.25\%$,D 为 $\pm 0.5\%$,F 为 $\pm 1\%$,G 为 $\pm 2\%$,J 为 $\pm 5\%$,K 为 $\pm 10\%$,M 为 $\pm 20\%$,N 为 $\pm 30\%$ 。

表 1.1.1-1 电阻型号命名方法

第一部分(主体)		第二部分(电阻体材料)		第三部分(类别)		第四部分(序号)
字母	含义	字母	含义	符号	产品类型	用数字表示
R	电阻	T	碳膜	0		常用个位数表示
		H	合成膜	1	普通型	
				2	普通型	
		S	有机实心	3	超高频	
		N	无机实心	4	高阻	
6						
W	电位器	J	金属膜	7	精密型	
		Y	金属氧化膜	8	高压型	
				9	特殊型	
		C	化学沉积膜	G	高功率	
		I	玻璃釉膜	W	微调	
				T	可调	
		X	线绕	D	多圈	

片状电阻实际上是一种金属玻璃釉电阻器。虽然片状电阻体积有大有小,但目前使用最多的是 3.2mm×1.6mm 及 2mm×1.25mm 两种规格,它们的体积都很小,一般只将阻值标注在电阻表面。通常用 3 位阿拉伯数字标注片状电阻的阻值,第一位数代表阻值的第一位有效数字;第二位数代表阻值的第二位有效数字;第三位数代表阻值倍率,即阻值第一、二位有效数字之后 0 的个数。例如,203 代表 20 后加 3 个 0,即 20000 Ω = 20 $k\Omega$;471 表示 47 后加 1 个 0,即 470 Ω 。对于带小数的欧姆级片状电阻或 10 Ω 之内的整数值片状电阻,也用 R 来代表 Ω ,与上述特殊标注法相同。例如,1R2 表示 1.2 Ω ;4R7 表示 4.7 Ω ;R33 表示 0.33 Ω 。值得注意的是不少初学者往往将片状电阻末位标注为 0 的电阻识别错;如将 100 误认为 100 Ω ,将 620 误认为 620 Ω 等,其实末位为 0 表示第一、二位有效数字之后 0 的个数为零,即 100 应理解为 10 Ω ,620 应为 62 Ω ,余可类推。少数片状电阻亦有用 4 位数字标注阻值的,如在美国 GE 空调遥控电路中就有标注为 6801 的片状电阻,其实际阻值为 6.8 $k\Omega$ 。由此可见,4 位数标注与 3 位数标注的差别只是多了一位有效数字,其余与 3 位数标注法相同。图 1.1.1-5 示出了数种片状电阻的标注值与实际值之间的对应关系。

(2)色环标注法。色环标注法是用不同颜色代表相应的数值,以色环或色点的方式标注在电阻表面,所标注的参数一般只有标称阻值和允许偏差。色环标注法通常有两位有效数字色标法和三位有效数字色标法。两位有效数字色标法多用于普通电阻器,电阻上共有 4 条色环,前 3 条表示阻值,末条表示允许偏差,具体识别方法如图 1.1.1-6 所示。例如,有一个电阻的色环依次为红、黑、棕、银,则阻值及允许偏差为 200 $\Omega \pm 10\%$ 。三位有

201	100	2R4	R68	684
200 Ω	10 Ω	2.4 Ω	0.68 Ω	680k Ω
475	101	332	513	6801
4.7M Ω	100 Ω	3.3k Ω	51k Ω	6.8k Ω

图 1.1.1-5 片状电阻参数的直接标注法

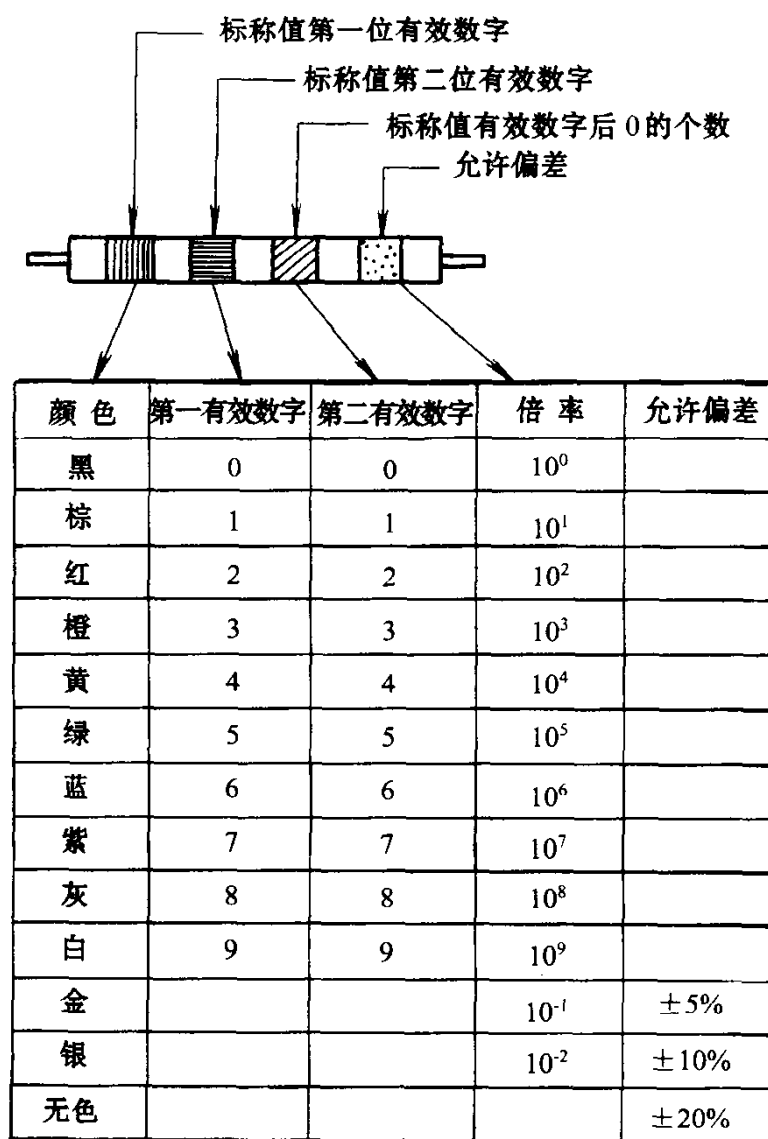


图 1.1.1-6 两位有效数字色环电阻识别示意图

效数字色标法多用于精密电阻器,电阻上共有 5 条色环,前 4 条表示阻值,最后一条表示允许偏差,具体识别方法如图 1.1.1-7 所示。例如,有一个电阻的色环颜色依次为黄、紫、黑、棕、红,则其阻值和允许偏差为 $4.7\text{k}\Omega \pm 2\%$ 。

(3) 电阻额定功率值识别法。电阻额定功率值也是一个重要参数,除了较大体积的电阻外,现在使用的电阻几乎都不标注额定功率值。由于电阻的额定功率主要取决于它的电阻体材料、几何尺寸和散热面积,所以同类型电阻可采用尺寸比较法识别其额定功率表 1.1.1-2 示出了常用电阻的外形尺寸与额定功率间的对应关系。另外,不少电路图中

颜 色	第一有效数字	第二有效数字	第三有效数字	倍 率	允许偏差
黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	10^6	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	10^8	
白	9	9	9	10^9	
金				10^{-1}	$\pm 5\%$
银				10^{-2}	$\pm 10\%$

图 1.1.1-7 三位有效数字色环电阻识别示意图

的电阻均带有功率标志,其含义如图 1.1.1-8 所示。制作或维修电子设备时一般应按其要求选择电阻的额定功率。

表 1.1.1-2 常用电阻的外形尺寸与额定功率间的对应关系

名 称	型 号	额定功率/W	外形尺寸/mm	
			最大直径 D_m	最大长度 L_m
超小型碳膜电阻	RT13	0.125	1.8	4.1
质量认证碳膜电阻	RT14	0.25	2.5	6.4
小型碳膜电阻	RTX	0.125	2.5	6.4
碳膜电阻	RT	0.25	5.5	18.5
碳膜电阻	RT	0.5	5.5	28.0
碳膜电阻	RT	1	7.2	30.5
碳膜电阻	RT	2	9.5	48.5
金属膜电阻	RJ	0.125	2.2	7.0

(续)

名 称	型 号	额定功率/W	外形尺寸/mm	
			最大直径 D_m	最大长度 L_m
金属膜电阻	RJ	0.25	2.8	8.0
金属膜电阻	RJ	0.5	4.2	10.8
金属膜电阻	RJ	1	6.6	13.0
金属膜电阻	RJ	2	8.6	18.5
片状电阻	/	0.05	2(长)	1.25(宽)
片状电阻	/	0.1 ~ 0.125	3.2(长)	1.6(宽)
片状电阻	/	0.25	9(长)	4.5(宽)
片状电阻	/	0.5	13(长)	9.5(宽)

注:有些 RT 型电阻的型号后标有 0.25、0.5 等数值,如 RT0.25、RT0.5 等,该数值亦指额定功率。

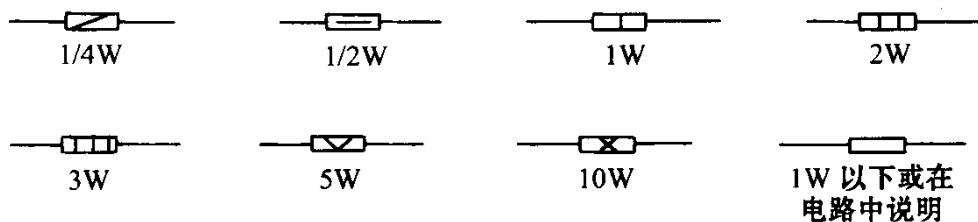


图 1.1.1-8 电路图中的电阻功率标志

二、电位器和可变电阻

电位器和可变电阻实质上也是电阻器,只是其阻值是可调整的。

1. 电位器和可变电阻的区别

电位器和可变电阻的基本结构原理是相同的,除少数特殊品种外,只要两者电参数相同,就完全可以互换使用。把它们分为电位器和可变电阻,主要是它们在电路中的连接方法(用法)不同。电位器和可变电阻的电路符号就是在电阻器符号上分别加上一条带箭头的折线和一条斜直线,其中电阻器符号就是指电位器实物中的电阻体,带箭头折线和斜直线则表示电阻体上的滑动触点。由此可见,电位器和可变电阻一般有三个引出端(特殊品种除外,如双连同轴电位器可有 6 个引出端等)。

如果电位器和可变电阻在电路中用作电位调节(或称分压调节),通常 3 个引出端都要独立运用,如图 1.1.1-9(a)所示。输入电压 U_i 加在电阻体的 A、B 两端;输出电压 U_o 从电阻体 B 端和滑动触点 C 端间获得, B 端既是输入端又是输出端,故通常称为公共端。动触点 C 实际上将电阻体分成了电阻 AC 和 CB 两段,即 R_{AC} 和 R_{CB} 。当调节电位器和可变电阻时,即改变 C 端位置, R_{AC} 和 R_{CB} 随之变化。由于 R_{AC} 和 R_{CB} 呈串联状态与输入电压 U_i 相连接, R_{AC} 和 R_{CB} 各自分配到的电压与它们的阻值成正比,电阻越大,分得电压越多。对公共端 B 而言,输出端 C 的阻值变化就是电位的改变。若输入 U_i 为一正电

压,即 A 端对 B 端电位为正,当调节 C 端使 R_{CB} 逐渐由大到小直至为零,那么 C 端电位也逐渐由高变低最后为零,反之亦然。由此可见,图 1.1.1-9(a)电路实质是一个电位调节(或分压调节)电路,电位器因此而得名。

如果采用图 1.1.1-9(b)所示的连接法将 A 、 C 端连接作为一端,另一端即为 B 端,这样就是可变电阻(或称可调电阻)连接法,调节它可使 A 、 B 两端的电阻值改变,调节范围为零至电位器或可变电阻的标称阻值。

习惯上常将带有调节手柄的称为电位器,无调节手柄或虽有调节柄但手调不很方便的(不适合或不需要经常调节的)称作可变电阻(也叫微调电位器、可调电阻、微调电阻等)。在分析电路、制作与实验中,我们不必计较电位器与可变电阻的具体称呼,而应重视它们在电路中的实际作用及所需要的具体型号、规格、参数。下面为叙述方便,除特殊情况外,将电位器和可变电阻统称为电位器。

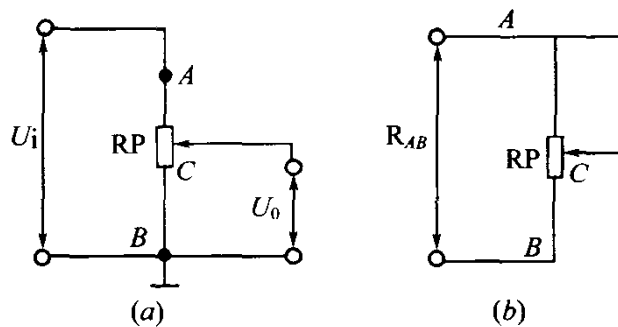


图 1.1.1-9 分压调节电路
(a) 电位器分压;(b) 可变电阻连接法。

2. 电位器的种类与型号

电位器与电阻器一样,种类十分繁多。常用电位器分类情况如图 1.1.1-10 所示。在一般家电及电子制作实验中,用得最多的是单联不带开关的合成型电位器。带开关电位器的电路符号如图 1.1.1-11 所示,这种电位器的开关在家电及多种其他电子设备中主要用做电源开关。

随着电子技术的迅猛发展,电位器的新品也层出不穷,其中应用广泛的主要是表面安装(SMD)电位器。这种电位器也称作片状微调电位器,其外形类似于微型可调电容器。还有一种电位器是新型无接触式电位器。上面介绍的电位器都属于接触式电位器,它们都有一个电刷(滑动触头)与电阻体直接接触。这种电位器用久了就会磨损,产生接触不良甚至报废。无接触式电位器是通过光电或磁敏等传感方式取代机械触头,没有摩擦力矩,也没有电阻体及触头磨损问题,因而使用寿命很长。

国产电位器的型号见 1.1.1-3。命名规则是第一位字母 W 代表电位器,第二位字母代表电阻体材料,后面的数字或字母则分别表示结构、大小、输出特性等。

表 1.1.1-3 国产电位器的部分型号

型号第一、二位字母	代表意义
WT	碳膜电位器
WH	合成碳膜电位器
WN	无机实心电位器
WX	线绕电位器
WS	有机实心电位器
WI	玻璃釉膜电位器
WJ	金属膜电位器
WY	氧化膜电位器

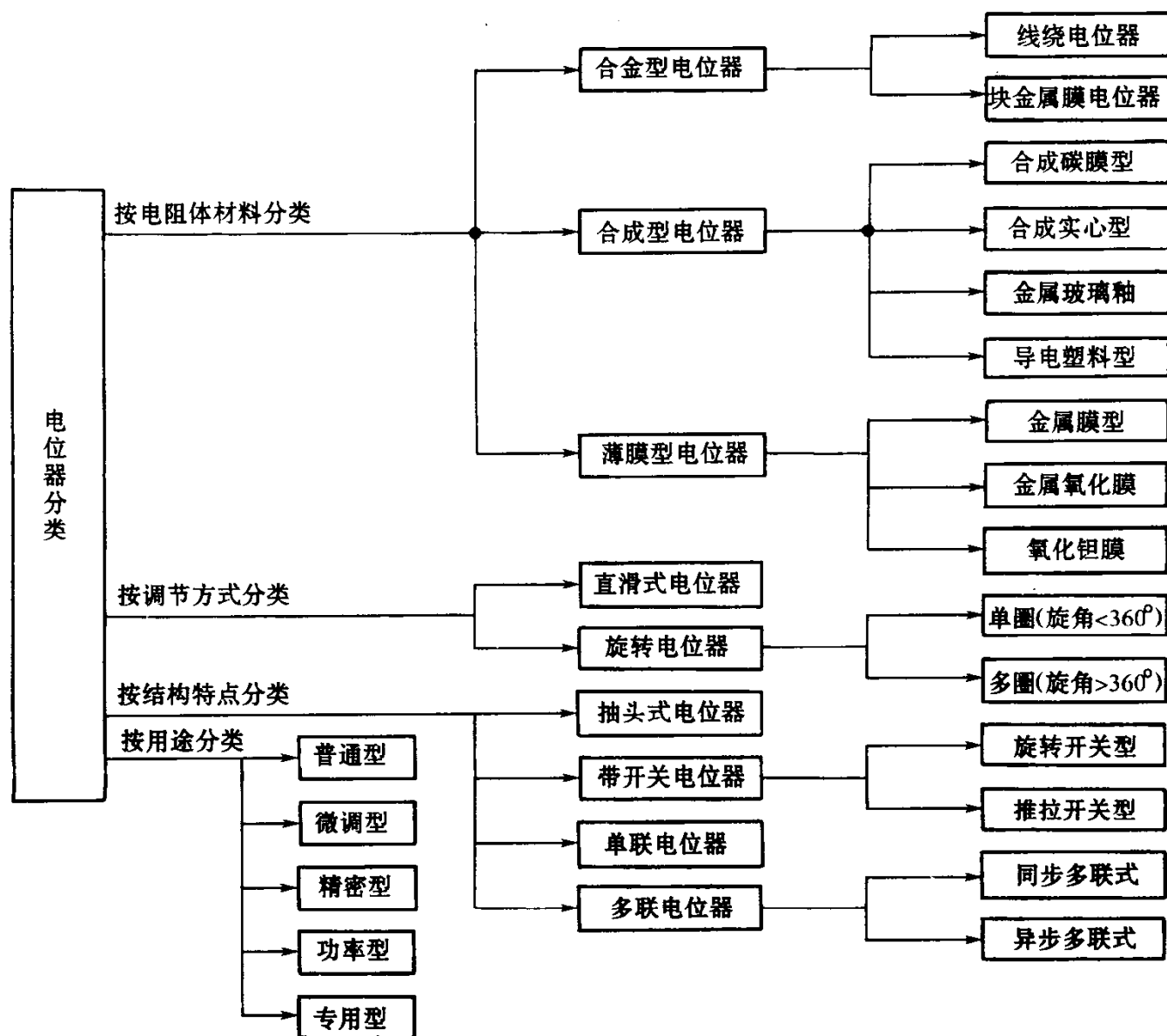


图 1.1.1-10 电位器的分类情况

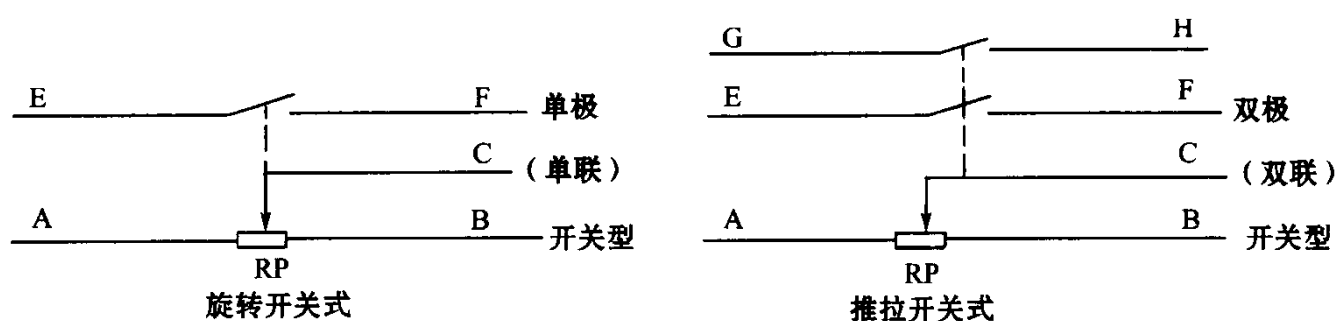


图 1.1.1-11 带开关电位器的电路符号

3. 电位器的参数

电位器的参数有标称阻值、允许偏差、额定功率、线性度、符合度、分辨力及动噪声等。其中最主要的为前三项,在有些场合也需考虑线性度或符合度这两项参数。

标称阻值、允许偏差及额定功率的基本含义与电阻器相同,这里不再赘述,只介绍其中的不同点。

电位器的标称阻值通常采用 E12(即 1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.6,

6.8,8.2)和 E6(即 1.0,1.5,2.2,3.3,4.7,6.8)系列。允许偏差可分为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 和 $\pm 20\%$ 三种,其中 $\pm 5\%$ 多见于线绕电位器, $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 则常见于非线绕电位器。线绕电位器中亦有允许偏差为 $\pm 2\%$ 和 $\pm 1\%$ 的品种,通常在要求阻值精度较高时才考虑选用。电位器的额定功率系列与电阻器也有一定差异,对线绕电位器而言,功率系列为:

0.25W、0.5W、1.0W、2W、3W、5W、10W、16W、25W、40W、63W、100W 等;对非线绕电位器来讲,功率系列为:0.025W、0.05W、0.1W、0.25W、1W、2W、3W 等。

电位器的阻值与滑动触点的旋转角度(直滑式电位器为滑动行程)之间的关系为电位器的输出函数特性,即电位器的阻值变化规律。

电位器的实际输出函数特性和理论函数特性之间的相符程度称作符合度;若电位器的理论函数特性为直线,则这时的符合度为线性度。显然,符合度及线性度都是电位器的精度参数,精度高的电位器的符合度或线性度相应地也很高。

电位器一般采用直标规格法,在标准的规格中除阻值、允许偏差和额定功率外,主要还有 X、Z、D、K 等,其中 K 表示带开关,没有 K 大都表明不带开关。通常 X、Z、D 这三种电位器不能互换使用。在选用电位器时,除了要注意标称阻值和额定功率等参数外,在许多情况下也不能忽视型号后面的 X、Z、D。

4. 电位器性能的测量

使用普通万用表对电位器性能进行测量,主要包括阻值、阻值变化特性及开关性能三项。

(1) 测量标称阻值。将万用表两表笔分别接触电位器两端的焊片,表针指示阻值应与电位器标称阻值相符,误差不应超出其允许偏差。若实测阻值误差很大,表明电位器质量差或标称值打印错误,前者一般不宜使用,后者也要在确认质量无问题且阻值在要求范围内才可使用。

(2) 测量阻值变化情况。将万用表一根表笔与电位器中心端焊片接触,另一根表笔与电位器两端焊片中的任一个焊片相连。然后缓慢均匀地转动电位器旋柄(或滑动直滑式电位器的滑柄,或用改锥拧转电位器调节槽片等),从一个极端位置转(移)至另一极端位置,表的指示应从零(或标称值)连续变化至标称值(或零值),表针不应出现任何跳动现象。测量好两端焊片中的一个之后再测另一个,中心端所接表笔则不动,测量结果同样要符合以上要求。如果出现阻值调不到零或调不到标称值的情况,说明电位器的质量欠佳,若测量中出现表针跳动现象,说明电位器接触不良。

(3) 带开关电位器性能测量。旋动或推拉电位器柄,随着开关的断开和接通,应有良好手感,同时可听到开关触点弹动发出的响声。当开关接通时,用万用表 $R \times 1$ 挡测量,阻值应为零;当开关断开时,用万用表 $R \times 1k$ 挡测量,阻值应为 ∞ 。若开关为双联型,则两个开关都应符合这个要求。

三、电容

电容是一种能容纳或储存电荷的器件。它在电子电路中应用十分广泛、主要用做交流耦合、隔离直流、滤波、交流或脉冲旁路、RC 定时、LC 谐振选频等。