



职业教育电子类专业“新课标”规划教材

电子产品装配 与调试

Electronic Product Assembly
and Debugging

主 编 吴明波 晏学峰

副主编 邹红卫 文 辉 肖玉龙

主 审 谭立新

工学结合 **新理念**

考核评价 **新模式**

技能抽查 **新指导**



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

give as a present

赠送电子教案

电子产品装配与调试

主 编 吴明波 晏学峰
副主编 邹红卫 文 辉 肖玉龙
参 编 胡志高 李 震 唐子红
蒋丽贞



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

电子产品装配与调试/吴明波,晏学峰主编.

—长沙:中南大学出版社,2014.5

ISBN 978-7-5487-1069-1

I.电... II.①吴...②晏... III.①电子设备-装配(机械)-
职业教育-教材②电子设备-调试方法-职业教育-教材

IV.TN805

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第068578号

电子产品装配与调试

吴明波 晏学峰 主编

责任编辑 胡小锋

责任印制 易建国

出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

印 装 长沙印通印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 13 字数 321千字 插页

版 次 2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5487-1069-1

定 价 26.00元

图书出现印装问题,请与经销商调换

职业教育电子类专业“新课标”规划教材编委会

主任：李正祥

副主任：张希胜 游百春

委员：(按姓名首字母音序排列)

陈文华	范国学	奉天生	高兴	黄建国
贺建辉	李波	李春	雷春国	卢次之
李俊新	罗凯	刘梦龙	李茂之	刘鹏
罗伟光	刘益华	乔立新	彭新明	唐卫民
王昌波	肖启梁	杨军	严建国	颜学勤
易瑜	喻义东	钟端阳	周孝军	曾雄兵
周维官				

出版说明

根据《国务院关于大力发展职业教育的决定》、国务院印发的《关于加快发展现代职业教育的决定》等文件提出的教材建设要求,和《中等职业学校专业教学标准(试行)》(2014)要求职业教育科学化、标准化、规范化等要求,以及习近平总书记专门对职业教育工作作出的重要指示,中南大学出版社组织全国近30余所学校的骨干教师及行业(企业)专家编写了这套“职业教育电子类专业‘新课标’规划教材”。

本套教材的编写紧紧围绕目标,以项目模块重新构建知识体系结构,书中内容都以典型产品为载体设计活动来进行的,围绕工作任务、工作现场来组织教学内容,在任务的引领下学习理论,实现理论教学与实践教学融通合一、能力培养与工作岗位对接合一、实习实训与顶岗工作学做合一。

本套教材力求以任务项目为引领,以就业为导向,以标准为尺度,以技能为核心,达到使学校教师、学生在使用本套教材时,感到实用、够用、好用。归纳起来,本套教材具有以下特色:

(1) 以任务为驱动,对接真实工作场景性强,教学目的性强,实用性强,教、学、做合一性。

(2) 各项目及内容按照循序渐进、由易到难,所选案例、任务、项目贴近学生,注重知识的趣味性、实用性和可操作性。

(3) 把培养学生学习能力贯穿于整个教材中,尽量避免各套教材的实训项目内容重复,注意主辅协调、合理搭配,提高教学效果。

(4) 考虑到各个学校实训条件,教材中许多项目还设计了仿真教学,兼顾各中等职业学校的实际教学要求,让学生能轻松学习知识和技能。

(5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、实训指导、习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更实用的教材。意见反馈及教学资源联系方式: 451899305@qq.com

编委会主任 李正祥
2014年6月

前 言

随着社会的日新月异,我国对技能型人才的需求越来越多。职业学校是培养技能型人才的摇篮。为适应中等职业学校电子专业技能课程的教学,我们特意编写该项目式实训教材。本书突破传统的教育模式,以行为过程为导向,以项目教学为抓手,重点培养学生的动手操作能力,体现“做中学,学中做”的职业教育的特色。

本书的教学内容一般在学习完电工技术和电子技术课程内容后进行,我们考虑了实训课程的特点与所教知识的趣味性与实用性,编写了3个项目的内容:项目1——元器件与焊接知识;项目2——插件类电子产品的装配与调试;项目3——贴片类电子产品的装配与调试。项目1介绍了电子技术中所涉及的大部分元器件的性能与检测方法,手工焊接方法(包括插件元件和贴片元件的焊接方法),焊接工艺要求,电子产品的调试方法等。项目2、项目3在综合考虑了知识的趣味性与实用性的基础上,选择了有源迷你音响、对讲机、抢答器、音乐彩灯等任务。这些任务包括了声、光、电等方面知识的应用,也包括了模拟电路和数字电路的大部分知识的应用。

本书任务1.1由长沙市电子工业学校的蒋丽贞编写;任务1.2、任务3.5由长沙市电子工业学校的吴明波编写;任务2.1由汨罗市职业中专的胡志高编写;任务2.2、任务2.5、任务3.6由常德市鸿志教育集团的晏学峰编写;任务2.3、任务2.4由岳阳县职业中专的李震编写;任务2.6、任务3.2由宁乡县职业中专的文辉编写;任务2.7、任务3.3由桃源县职业中专的肖玉龙编写;任务2.8、任务3.4由长沙市航天工业学校的邹红卫编写;任务3.1由武冈市职业中专的唐子红编写。本书由吴明波统一策划、组织编写,并负责统稿。

在本书的编写过程中,多位领导和老师给予了大力支持与帮助,在此深表感谢。由于时间仓促、加上编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请各位读者提出宝贵意见,以便进一步完善。

本书可作为中等职业学校、技工学校的电类、信息类专业学生的教材,也可作为电子技能实训课程、电子产品装配与调试竞赛项目培训和电子专业技能抽查的参考用书。

本书实训资料由湖南盛逸特有限公司大力提供,感谢该公司为本书免费提供的实训工具、套件、耗材等。如需购买本书套件的读者请与该公司联系(电话:073184154911)。

编 者
2014年7月

目 录

项目 1 元器件与焊接知识	(1)
任务 1.1 电子元器件的识别与检测	(1)
1.1.1 电阻器和电位器	(1)
1.1.2 电容器	(8)
1.1.3 电感器	(12)
1.1.4 二极管	(14)
1.1.5 三极管	(16)
1.1.6 晶闸管	(19)
1.1.7 继电器	(21)
1.1.8 石英晶体振荡器	(22)
1.1.9 数码管	(23)
1.1.10 光电耦合器	(24)
1.1.11 受话器	(25)
1.1.12 送话器	(25)
1.1.13 蜂鸣器	(26)
1.1.14 保险电阻	(26)
1.1.15 变压器	(27)
1.1.16 传感器	(28)
1.1.17 三端稳压器	(28)
1.1.18 集成电路	(30)
1.1.19 技能实训: 常用电子元器件的识别与检测	(31)
任务 1.2 手工焊接技术及工艺	(32)
1.2.1 焊接的方式与种类	(32)
1.2.2 手工焊接工具与焊料	(32)
1.2.3 插件类元器件(THT)的焊接方法	(36)
1.2.4 印刷电路板(PCB)	(40)
1.2.5 表面贴装类元器件(SMT)的焊接方法	(41)
1.2.6 元器件的预处理与装接工艺	(48)
1.2.7 电子产品的调试工艺	(55)
1.2.8 技能实训: 手工焊接的操作要领	(56)

1.2.9 技能实训: 各种焊接工艺	(57)
项目 2 插件类电子产品的装配与调试	(59)
任务 2.1 调光调速电路的装配与调试	(59)
任务 2.2 小夜灯的装配与调试	(66)
任务 2.3 电子语音迎宾器的装配与调试	(76)
任务 2.4 986A 型对讲机的装配与调试	(83)
任务 2.5 七彩万能充电器的装配与调试	(99)
任务 2.6 人体红外线感应报警器的装配与调试	(112)
任务 2.7 数字电子钟电路的装配与调试	(121)
任务 2.8 多功能电子密码锁电路的装配与调试	(132)
项目 3 贴片类电子产品的装配与调试	(143)
任务 3.1 USB 花仙子电脑音箱的装配与调试	(143)
任务 3.2 贴片调频收音机的装配与调试	(150)
任务 3.3 贴片音乐彩灯电路的装配与调试	(161)
任务 3.4 汽车前照灯自动开关电路的装配与调试	(174)
任务 3.5 声光控延时楼道灯控制电路的装配与调试	(181)
任务 3.6 全贴片八路抢答器的装配与调试	(188)
参考文献	(202)

项目1 元器件与焊接知识

任务1.1 电子元器件的识别与检测

元器件是组成各种电路的最小单位,学习各种电路原理,应从元器件开始。组成各种电器的元器件种类繁多,本任务将介绍几种最基本的元器件和集成电路的基本知识。学习这些元器件,主要是学习它们的外形特征、主要电气特性及其应用、型号命名、参数表示方法及如何用万用表判别元器件的好坏。

1.1.1 电阻器和电位器

1. 常见电阻器和电位器的外形与符号

电阻器在电子产品中是一种必不可少、用得最多的元器件。它具有一定的几何形状、物理特性、技术参数,且对电流有阻碍作用。电阻器在电路中的作用可概括为:降压、分压、限流、分流、取样、负载;其主要特性可概括为:串联分压、并联分流。电阻器最常用的单位有: $M\Omega$ 、 $k\Omega$ 、 Ω 。其国际通用单位是“ Ω ”。各单位之间的换算关系: $1 M\Omega = 10^3 k\Omega = 10^6 \Omega$ 。图1-1-1是部分电阻器和电位器的外形示意图;图1-1-2是常见电阻器和电位器的图形符号。

2. 电阻器和电位器的主要参数

(1) 标称阻值和偏差

标称阻值是指在电阻器上面所标示的阻值,常用符号“R”表示。

偏差是指电阻器的实际阻值与其标称阻值的差值与标称阻值之比的百分数。普通电阻器的偏差一般分为 $\pm 5\%$ (Ⅰ级)、 $\pm 10\%$ (Ⅱ级)、 $\pm 20\%$ (Ⅲ级)三级。常见的精密电阻偏差为 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 。电阻器的偏差标注有三种方式:

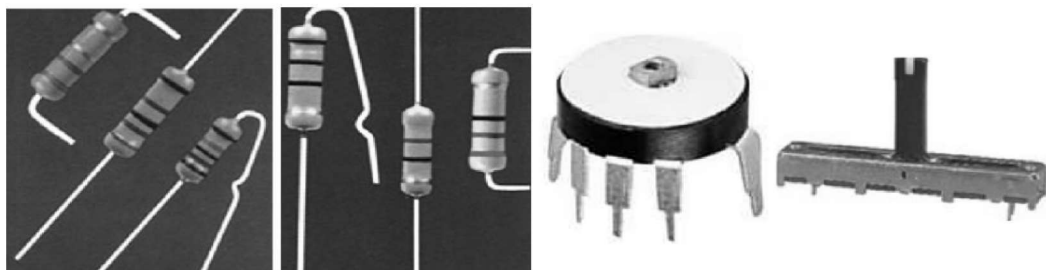
①直接用百分数表示。如 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 等。

②只用百分数的数字表示。如 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 就只标5、10。

③用字母符号表示。常用来表示偏差的字母符号有F($\pm 1\%$)、G($\pm 2\%$)、J($\pm 5\%$)、K($\pm 10\%$)、M($\pm 20\%$)、N($\pm 30\%$)。当电阻器没标偏差时,这时就表示其偏差为 $\pm 20\%$ 。另一个要强调的是,这些表示电阻偏差的字母符号,同样适合于电容器、电感器等。

(2) 额定功率

电阻器的额定功率是指电阻器在电路连续工作时,所能承受的最大消耗功率。电阻的体积越大,功率越大。我们常见的是 $1/4W$ 的电阻。 $1/8W$ 以下的额定功率,在电阻上一般不标; $1/8W$ 以上的额定功率一般要求在其图形符号上标出。标记方法如图1-1-3所示。



(a)金属膜电阻器

(b)碳膜电阻器

(c)开关电位器

(d)直滑式电位器



(e)单联电位器



(f)双联电位器



(g)热敏电阻器



(h)微调电位器



(i)贴片电阻器



(j)压敏电阻



(k)光敏电阻



(m)正温度系数电阻



(n)湿敏电阻



(o)气敏电阻

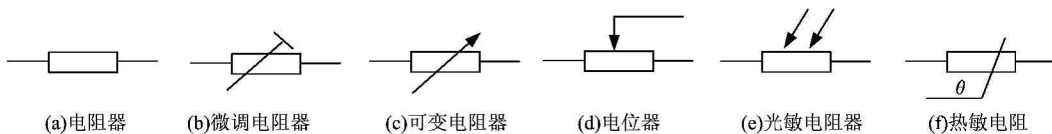


(p)负温度热敏电阻



(q)直插排阻

图 1-1-1 电阻器和电位器的外形



(a)电阻器

(b)微调电阻器

(c)可变电阻器

(d)电位器

(e)光敏电阻器

(f)热敏电阻

图 1-1-2 常见电阻器和电位器的图形符号

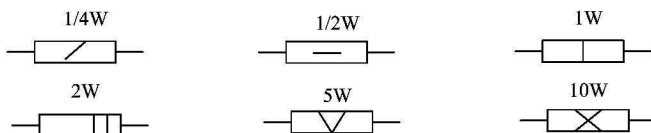


图 1-1-3 额定功率值的电阻在电路图上的符号

(3) 温度系数

电阻的温度系数是指温度每变化 1°C ，所引起的电阻值的相对变化。温度系数越小，电阻的稳定性越好。凡阻值随温度的升高而增大的为正温度系数，具有这种特性的电阻称正温度系数电阻；凡阻值随温度的升高而减小的为负温度系数，具有这种特性的电阻称负温度系数电阻。

3. 电阻器和电位器的型号命名方法

(1) 电阻器型号命名方法

电阻器型号命名方法如表1-1-1所示，示例如下：



表1-1-1 电阻器型号命名方法

第一部分：主称		第二部分：材料		第三部分：特征分类			第四部分：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	碳膜	1	普通	普通	对主称、材料相同，仅性能指标、尺寸大小有差别，但基本不影响互换使用的产品，给予同一序号；若性能指标、尺寸大小明显影响互换时，则在序号后面用大写字母作为区别代号
W	电位器	H	合成膜	2	普通	普通	
		S	有机实芯	3	超高频	—	
		N	无机实芯	4	高阻	—	
		J	金属膜	5	高温	—	
		Y	氧化膜	6	—	—	
		C	沉积膜	7	精密	精密	
		I	玻璃釉膜	8	高压	特殊函数	
		P	硼碳膜	9	特殊	特殊	
		U	硅碳膜	G	高功率	—	
		X	线绕	T	可调	—	
		M	压敏	W	—	微调	
		G	光敏	D	—	多圈	
		R	热敏	B	温度补偿	—	
				C	温度测量	—	
				P	旁热式	—	
				W	稳压式	—	
				Z	正温系数	—	

(2) 贴片电阻器的命名方法

国内贴片电阻的命名方法:

- 5%精度的命名: RS-05K102JTL
- 1%精度的命名: RS-05K1002FTL

以上式中: R——表示厚膜片式固定电阻器;

S——表示该贴片电阻额定功率;

05——表示封装尺寸(英寸)。02表示0402、03表示0603、05表示0805、06表示1206、1210表示1210、1812表示1812、10表示1210、12表示2512。贴片电阻的封装与参数见表1-1-2;

表 1-1-2 贴片电阻的封装与参数

英制 /mil	公制 /mm	长(L) /mm	宽(W) /mm	高(H) /mm	额定功率 /W	最大工作 电压/V
0201	0603	0.60 ± 0.05	0.30 ± 0.05	0.23 ± 0.05	1/20	25
0402	1005	1.00 ± 0.10	0.50 ± 0.10	0.30 ± 0.10	1/16	50
0603	1608	1.60 ± 0.15	0.80 ± 0.15	0.40 ± 0.10	1/16	50
0805	2012	2.00 ± 0.20	1.25 ± 0.15	0.50 ± 0.10	1/10	150
1206	3216	3.20 ± 0.20	1.60 ± 0.15	0.55 ± 0.10	1/8	200
1210	3225	3.20 ± 0.20	2.50 ± 0.20	0.55 ± 0.10	1/4	200
1812	4832	4.50 ± 0.20	3.20 ± 0.20	0.55 ± 0.10	1/2	200
2010	5025	5.00 ± 0.20	2.50 ± 0.20	0.55 ± 0.10	1/2	200
2512	6432	6.40 ± 0.20	3.20 ± 0.20	0.55 ± 0.10	1	200

K——表示温度系数为 100 ppm。其他型号包括: W: ±200 ppm; U: ±400 ppm; K: ±100 ppm; L: ±250 ppm;

102——表示电阻阻值为 1000Ω(1kΩ);

J——表示该贴片电阻的阻值误差精度在 ±5% 内。其他代号所代表的意义如下:

D: ±0.5% F: ±1% G: ±2% J: ±5% K: ±10%

T——表示该贴片电阻的包装形式为编带包装。除了编带包装外,贴片电阻还有塑料盒包装(用 B 表示)和 C(塑料袋散装)两种包装方法;

L——表示无铅化等级为 L 级,表示整体低铅(小于或等于 1000 ppm),如果是 G,则表示为整体无铅(小于或等于 100 ppm)。

现在常用的电阻、电容、电感、二极管都有贴片封装,贴片封装用四位数字标识,表明了器件的长度和宽度等参数。常见的贴片电阻有 0805、0603,如 0805 表示该器件的长是 2 mm,宽是 1.25 mm。(08 表示 80 mil,40 mil = 1 mm,其他类似)贴片电阻有 5% 和 1% 两种精度,购买时不特别说明的话就是指 5%。

4. 电阻器和电位器的标示内容及方法

(1) 插件电阻器的标示内容及方法

①直接标示法

将电阻器的主要参数直接标注在电阻器的外壳上,如图1-1-4所示。

②数码标示法

用3位数字表示电阻值、用相应字母表示允许偏差的方法称为数码标示法。其中,数码按从左到右的顺序,第一、二位为电阻值的有效值,第三位为零的个数,电阻的单位是 Ω 。10 Ω 以下的小数点也与文字符号法相同,如2.2 Ω 也用2R2来表示。

例1-1-1 标志为222 J和103 K的电阻器,标称阻值及偏差各为多少?

解 222J: $22 \times 10^2 \Omega \pm 5\% = 2200\Omega \pm 5\% = 2.2 \text{ k}\Omega \pm 5\%$

103 K: $10 \times 10^3 \Omega \pm 10\% = 10000\Omega \pm 10\% = 10 \text{ k}\Omega \pm 10\%$

③色环标示法

色标法是将电阻器的类别及主要技术参数的数值用颜色(色环或色点)标注在它的外表面上,色标法与对应数值如表1-1-3所示。色标电阻(色环电阻)器可分为三环、四环、五环三种标法,如图1-1-5所示。

三色环电阻器的色环表示标称电阻值(允许误差均为 $\pm 20\%$)。例如,色环为棕黑红,表示 $10 \times 10^2 = 1.0 \text{ k}\Omega \pm 20\%$ 的电阻器。

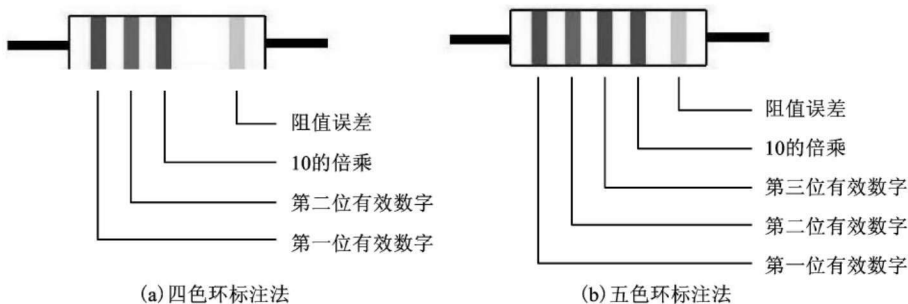


图1-1-5 色环标示法

四色环电阻器的色环表示标称值(二位有效数字)及精度。例如,色环为棕绿橙金表示 $15 \times 10^3 = 15 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ 的电阻器。

五色环电阻器的色环表示标称值(三位有效数字)及精度。例如,色环为红紫绿黄棕表示 $275 \times 10^4 = 2.75 \text{ M}\Omega \pm 1\%$ 的电阻器。

一般四色环和五色环电阻器表示允许误差的色环的特点是该环离其他环的距离较远。较标准的表示应是表示允许误差的色环的宽度是其他色环的(1.5~2)倍。有些色环电阻

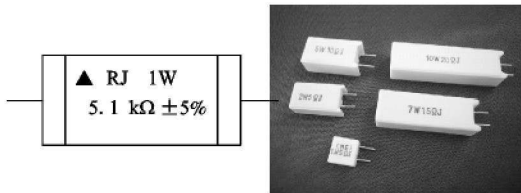


图1-1-4 直接标示法

▲—表示电阻器的商标;RJ—“R”代表电阻器“J”表示电阻器由金属材料制作而成;1W—表示电阻器的额定功率为1W;5.1 k Ω —表示电阻器的电阻值为5.1 k Ω ; $\pm 5\%$ —电阻值的允许偏差值为 $\pm 5\%$

器由于厂家生产不规范,无法用上面的特征判断,这时只能借助万用表判断。

表 1-1-3 色标法与对应数值

颜色	有效数字	倍率	允许偏差 / %
棕色	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
红色	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
橙色	3	$\times 10^3$	—
黄色	4	$\times 10^4$	—
绿色	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
蓝色	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$
紫色	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$
灰色	8	$\times 10^8$	—
白色	9	$\times 10^9$	+50% , -20%
黑色	0	$\times 10^0$	—
金色	—	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
银色	—	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
无色	—	—	$\pm 20\%$

④文字符号法

用数字和文字符号或两者有规律地组合,在电阻器上标出主要参数的标示方法。符号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。如: 0.1Ω ,可标注为 R1 或 $\Omega 1$; $1\text{ k}\Omega$,可标注为 1K; $3.3\text{ M}\Omega$,可标注为 3M3。

5. 电阻器和电位器的检测

(1) 用万用表测量实际电阻值

将万用表拨到欧姆挡,测量过程中,每换一次电阻挡位,都必须“校零”。两只表笔(不分正、负)分别与电阻的两端引脚相接即可测出实际电阻值。为了提高测量精度,应根据被测电阻标称值的大小来选择量程,并使指针指示值尽可能落到刻度的中段位置,即全刻度起始的 20% ~ 80% 弧度范围内,以使测量更准确。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了。

注意: 测试时,特别是在测几十千欧以上阻值的电阻时,手不要触及表笔和电阻的导电部分;被检测的电阻必须从电路中拆焊下来或至少要焊开一个端头,以免电路中的其他元器件对测试产生影响,造成测量误差;色环电阻的阻值虽然能以色环标识来确定,但在使用时最好还是用万用表测量一下其实际阻值。

(2) 检测电位器

①转动电位器的转轴或滑动电位器的滑片。

在操作过程中,若能感到平滑和具有良好的手感,并且电位器内部无“沙沙”声,说明此电位器性能良好;否则,应对其进行检修。

②测量电位器的标称阻值。

测量出的电位器两定片之间的阻值应为其标称阻值。如果测量值与电位器的实际标称阻值相差很大,则说明其已损坏。

③检测滑动片与电阻体定片之间的接触状况。

将万用表拨到欧姆挡,根据被测电位器的标称阻值大小,选择合适的量程挡,并校零。万用表的一只表笔接触中心焊片(滑动)的引脚(注意:中心焊片的引脚是固定的,而滑动片是可以直接移动的),另一只表笔接触其两端定片引脚中的任意一个,慢慢地将转轴(柄)从一个极端旋转到另一个极端,其阻值应从近似0(原因是电位器上存在着活动触头,而活动触头存在着接触电阻)连续变化到电位器的标称阻值,或者做相反变化。在此操作过程中,万用表的指针不应有跳动现象,否则,表明电位器的活动触头有接触不良的故障。

④检测开关性能。

带开关的电位器,当将其开关接通或断开时,应能听到清脆的响声,否则,将对其进行检修。将万用表置于 $R \times 1$ 挡,两只表笔分别接触开关的两个焊片:当开关接通时,开关的两焊片之间的阻值应近似为0,否则说明电位器开关触头接触不良;当开关断开时,开关的两焊片之间的阻值应为无穷大,否则说明电位器开关失控。

⑤检测电位器外壳与各引脚的绝缘性能。

将万用表置于 $R \times 10k$ 挡,万用表的一只表笔接触电位器的外壳,另一只表笔逐个接触电位器的各个引脚。测得的阻值都应为无穷大,否则说明电位器外壳与引脚存在着短路现象或者它们之间的绝缘性能不好。

6. 特种电阻

(1) 光敏电阻

光敏电阻又称为光导管,如图1-1-1(k)所示。它是利用半导体的光电效应制成的一种电阻值随入射光的强弱而改变的电阻;光照强,电阻减小,光照弱,电阻增大。

其主要参数:

①亮电阻($k\Omega$):指光敏电阻受到光照射时的电阻值。

②暗电阻($M\Omega$):指光敏电阻在无光照射(黑暗环境)时的电阻值。

③最高工作电压(V):指光敏电阻在额定功率下所允许承受的最高电压。

④灵敏度:指光敏电阻在有光照射和无光照射时电阻值的相对变化。

除此之外,还有亮电流、暗电流、时间常数和电阻温度系数等。

检测:

①检测暗电阻:用小黑纸片遮在光敏电阻的透光窗,此时万用表的指针应有微小幅度的摆动,阻值明显很大。暗阻为数兆欧至几十兆欧,则说明光敏电阻质量良好。

②检测亮电阻:将光源对准光敏电阻的透光窗口,此时万用表的指针应有较大幅度的摆动,阻值明显减小。此值越小说明光敏电阻性能越好,若此值很大甚至无穷大,表明光敏电阻内部开路损坏,也不能再继续使用。

③检测灵敏性:将光敏电阻透光窗口对准入射光线,用小黑纸片在光敏电阻的透光窗上部晃动,使其间断受光,此时万用表指针应随小黑纸片的晃动而左右摆动。如果万用表指

针始终停在某一位置不随纸片晃动而摆动,说明光敏电阻的光敏材料已经损坏。

(2) 热敏电阻

热敏电阻电阻值随着其表面温度的高低的变化而变化,如图 1-1-1(g) 所示。热敏电阻分为正温度系数和负温度系数电阻。选用时不仅要注意其额定功率、最大工作电压、标称阻值,更要注意最高工作温度和电阻温度系数等参数,并注意阻值变化方向。检测如下所述:

①常温检测(室内温度接近 25℃)。将两表笔接触热敏电阻的两引脚测出其实际阻值,并与标称阻值相对比,二者相差在 2Ω 内即为正常。实际阻值若与标称阻值相差过大,则说明其性能不良或已损坏。

②加温检测。将一热源(例如电烙铁)靠近热敏电阻对其加热,同时用万用表监测其电阻值是否随温度的升高而变化,阻值增大为 PTC(正温度系数),阻值减小为 NTC(负温度系数)。

若测得是开路或短路,或阻值偏离标称阻值很多,或加温后阻值无变化的表明电阻器已损坏。

(3) 压敏电阻

压敏电阻是对电压变化很敏感的非线性电阻,如图 1-1-1(j) 所示。当电阻上的电压在标称值内时,电阻上的阻值呈无穷大状态;当电压略高于标称电压时,其阻值很快下降,使电阻处于导通状态;当电压减小到标称电压以下时,其阻值又开始增加。选用时,压敏电阻的标称电压值应是加在压敏电阻两端电压的 2~2.5 倍,另需注意压敏电阻的温度系数。

辨认压敏电阻的方法:一是看在标记了标称电压值后面是否标记了“V”,有就是压敏电阻。另一种方法是看透明外壳封装的一端是否标印了一个黑点,有就是压敏电阻。

检测:在常态下(脱开电路后),用万用表的 $R \times 10k$ 挡测量压敏电阻两引脚之间的正、反向绝缘电阻,均应为无穷大。否则,说明漏电流大。若所测电阻很小,说明压敏电阻已损坏,不能使用。

(4) 湿敏电阻

湿敏电阻是对湿度变化非常敏感的电阻,能在各种湿度环境中使用,如图 1-1-1(n) 所示。选用时应根据不同类型型号的不同特点以及湿敏电阻的精度、湿度系数、相应速度、湿度量程等进行选用。

1.1.2 电容器

两个平行的导体,中间隔着一层绝缘介质,在它内部可以存储电荷,我们称它为电容器。电容器是电子产品中主要元件之一,其作用有:滤波、耦合、旁路、储存电荷、充放电等。特性有:加在两端的电压不能突变。它和电阻器一样,几乎每种电子电路中都离不开它。

1. 常见电容器的外形及符号

常见电容外形见图 1-1-6,图形符号见图 1-1-7。



图 1-1-6 电容器的外形



图 1-1-7 电容器的图形符号

2. 电容器的主要参数

(1) 标称电容量和允许偏差

标在电容器上的电容量数值称为电容器的标称容量，该参数反映了电容器储存电荷的能力大小，常用符号“C”表示。电容单位有 F(法拉，简称法)、mF(毫法)、 μF (微法)、nF(纳法)、pF(皮法)。国际通用单位为“F”。由于 F、mF 单位太大，一般少用，常用 μF 、nF、pF。各单位的换算关系是： $1\text{ F} = 10^3\text{ mF} = 10^6\ \mu\text{F} = 10^9\text{ nF} = 10^{12}\text{ pF}$ 。

实际容量可以在允许范围内偏移，这称为允许偏差。其标注方法与电阻相同。

(2) 额定直流工作电压

它要求在使用电容器时，必须确保实际所施加的电压始终小于其额定直流工作电压。在交流电路中，则应使所加的交流电压的最大值不超过额定工作电压。常用的有：6.3 V、10 V、16 V、25 V、63 V、100 V、160 V、250 V、400 V、630 V、1000 V、1600 V、2500 V 等。该参数在电容器上一般也会标出，或用颜色表示出来。

此外，电容还有温度特性、绝缘电阻及使用寿命等技术参数。

3. 电容器的命名方法

电容器型号命名法如表 1-1-4 所示，示例如下：