



高职高专电子类专业“十二五”规划教材

电子组装与 调试

DIANZIZUZHUANGYUTIAOSHI

GAOZHIGAOZHUANDIANZILEIZHUANYESHIERWUGUIHUAJIAOCAI

主编 李和平

主审 邱丽芳



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

 高职高专电子类专业“十二五”规划教材

电子组装与 调试

DIANZIZUZHUANGYUTIAOSHI

GAOZHIGAOZHUANDIANZI FIZHUANYESHIERWUGUIHUAJIAOCAI

主 编 李和平

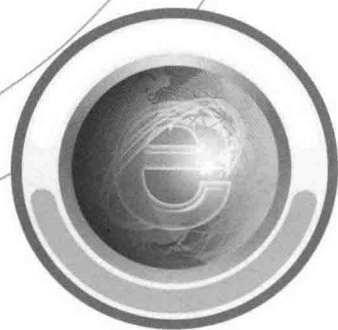
副主编 吴水平 贺晓华

参 编 何志杰 肖 成

主 审 邱丽芳



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



图书在版编目(CIP)数据

电子组装与调试/李和平主编. —长沙:中南大学出版社,2012.7
ISBN 978-7-5487-0560-4

I. 电... II. 李... III. ①电子元件—组装—教材
②电子元件—调试方法—教材 IV. TN60

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 155525 号

电子组装与调试

李和平 主编

-
- ☐责任编辑 陈应征
☐责任印制 文桂武
☐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 长沙市宏发印刷厂
-
- ☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 14.5 ☐字数 357 千字 ☐插页 2
☐版 次 2012 年 7 月第 1 版 ☐2012 年 7 月第 1 次印刷
☐书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 0560 - 4
☐定 价 29.00 元
-

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

随着电子信息技术的飞速发展,电子工艺水平的发展也日新月异,急需熟练掌握现代电子产品整机装调的专业人才。编写本书的目标是使读者熟悉电子产品装配与调试的基本知识,具备电子工艺所需的各种技能,以适应电子整机生产、调试、服务和管理等企业相应岗位职业能力的需要。

本书具有以下特点:

1. 融汇了最新的相关专业知识,图文并茂,实用性强。参考了《电子设备装接工国家职业标准》和《无线电调试工国家职业标准》,增强了教学内容的实用性和可操作性。

2. 紧密结合湖南省高等职业院校应用电子技术专业技能抽查标准和湖南省绘图员(protel)职业技能鉴定题库。围绕题库中的实例讲解理论知识与实践内容,引用标准中的技术要求和考核评价内容,更符合高职院校学生专业技能与职业素养的要求。

3. 紧密结合生产实际,内容涉及到电子组装与调试的方方面面。采用项目化的编写模式,将相关知识分为工作任务,每个任务理论联系实际,体现了新知识、新技术、新工艺、新方法。力图实现“教、学、做一体化”。

本书由娄底职业技术学院李和平副教授担任主编,提出了本书编写的基本思路,并撰写了项目1、项目6和附录,负责全书统稿和定稿工作;娄底职业技术学院吴水平副教授、贺晓华高级实验师担任副主编,分别撰写了项目2和项目4;湖南信息职业技术学院讲师肖成和湖南化工职业技术学院何志杰副教授分别撰写了项目3和项目5。

本书在编写过程中,参考了大量学者科研成果和网络资源,得到了湖南科瑞特股份有限公司及湖南铁道职业技术学院熊异、张文初老师的大力支持,湖南工业职业技术学院邱丽芳教授审阅了全书,并提出了许多宝贵建议,在此一并表示诚挚的感谢。

本书可作为高职高专院校电子信息类、电气类、机电类等专业的教材,也可以作为高职、中职相近专业以及国家职业技能鉴定、电子技能竞赛辅助教材和电子企业的培训教材。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2012年6月

目 录

项目一 电子元器件	(1)
1.1 项目描述	(1)
1.2 知识准备	(1)
1.2.1 电阻器和电位器	(1)
1.2.2 电容器	(8)
1.2.3 电感器和变压器	(14)
1.2.4 晶体二极管	(17)
1.2.5 晶体三极管	(20)
1.2.6 场效应管 FET	(22)
1.2.7 晶闸管	(23)
1.2.8 继电器	(24)
1.2.9 集成电路	(25)
1.2.10 电声器件	(25)
1.3 项目实施	(28)
任务1 串联型稳压电源电路元器件的识别与检测	(28)
任务2 U 盘主板元器件的识别与检测	(32)
1.4 拓展提高	(36)
思考练习题	(41)
项目二 焊接工艺	(43)
2.1 项目描述	(43)
2.2 知识准备	(43)
2.2.1 焊接工艺的基本知识	(43)
2.2.2 焊接工具与材料	(45)
2.2.3 手工焊接工艺	(49)
2.2.4 自动焊接技术	(54)
2.2.5 表面安装(SMT)技术	(60)
2.3 项目实施	(63)
任务1 串联型稳压电源电路的焊接	(63)
任务2 U 盘主板元器件的焊接	(68)
2.4 拓展提高	(72)
思考练习题	(73)

项目三 印刷电路板(PCB)的设计	(75)
3.1 项目描述	(75)
3.2 知识准备	(75)
3.2.1 印刷电路板基础	(76)
3.2.2 印刷电路板设计步骤和方法	(79)
3.2.3 元器件的布局原则	(80)
3.2.4 印刷电路板的布线设计	(82)
3.2.5 印刷电路板高级设计	(82)
3.2.6 印刷电路板设计实例	(89)
3.3 项目实施	(110)
任务1 Protel DXP 2004 软件	(110)
任务2 表面贴装印刷电路板的设计	(115)
3.4 拓展提高	(125)
思考练习题	(126)
项目4 印刷电路板的制作	(127)
4.1 项目描述	(127)
4.2 知识准备	(127)
4.2.1 印刷电路板的制作概述	(127)
4.2.2 印刷电路板的制作方法	(134)
4.3 项目实施	(140)
任务1 化学腐蚀法制作简易广告彩灯 PCB	(140)
任务2 物理雕刻法制作声光停电报警器 PCB	(143)
4.4 拓展提高	(148)
思考练习题	(157)
项目五 电子组装与调试工艺基础	(158)
5.1 项目描述	(158)
5.2 知识准备	(158)
5.2.1 电子组装基础	(158)
5.2.2 元器件加工与安装	(160)
5.2.3 整机组装工艺	(166)
5.2.4 电子产品调试工艺	(173)
5.2.5 电子产品防护与电磁兼容	(182)
5.3 项目实施	(187)
任务1 声光报警器的组装与调试	(187)
任务2 广告彩灯的组装与调试	(192)
5.4 拓展提高	(197)

思考练习题	(199)
项目六 电子装配与调试实例	(200)
6.1 项目描述	(200)
6.2 项目实施	(200)
任务一 声控开关电路的组装与调试	(200)
任务二 收音机的组装与调试	(206)
附录 无线电调试工国家职业标准	(215)
参考文献	(224)

项目一 电子元器件

1.1 项目描述

电子元器件的检测是电类专业从业者的基本技能。本项目主要内容包含常见电子元器件基本知识、电子元器件的识别与检测技巧、任务及作业,体现出“教中做,做中学,学中练”这一教学过程,以便读者能熟练掌握电子元器件的性能、特点、主要参数和标志方法,培养实际操作能力和团队合作能力。

学习目标

了解常用电子元器件的外形特征、制造材料,掌握电子元器件的名称符号、标称值和标注方法、性能、用途、质量好坏的判别和使用方法。

课堂练习

围绕《湖南省高等职业院校应用电子技术专业技能抽查题库》中的实例讲解理论知识与实践内容,方便教师对学习内容的安排及检查。

考核评价

引用《湖南省高等职业院校应用电子技术专业技能抽查》的技术要求和考核与评价内容,更符合高职院校应用电子技术专业学生的专业技能与职业素养的要求。

终极目标

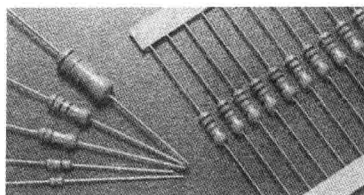
灵活掌握电子元器件检测技巧,很好地适用湖南省高等职业院校应用电子技术专业技能抽查与无线电装调工、电子组装与调试应用技师考证的要求。

1.2 知识准备

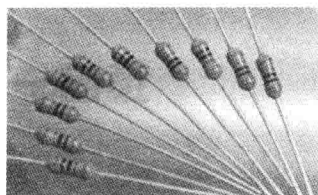
电子材料和元器件是核心基础产业的重要组成部分,处于电子信息产业链的前端,是通信、计算机及网络、数字音视频等系统和终端产品发展的基础,一切电子产品都是由单元电子电路组成的,而组成电子电路的基本单位是电子元器件,故了解元器件在电路中所起的作用以及学会检测它们的性能好坏尤为重要。随着电子技术及其应用领域的迅速发展,所用的元器件种类日益增多,学习和掌握常用元器件的性能、用途、质量判别方法,对提高电子电气设备的装配质量及可靠性将起重要的保证作用。因此辨认各种类型的元器件,看懂各种元器件的型号及参数,判别各种元器件的引脚等,是每一位学习者掌握电子技术的基础。

1.2.1 电阻器和电位器

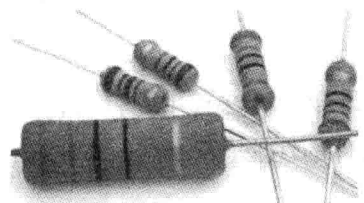
导体对电流呈现的阻碍作用称为电阻。电阻是耗能元件,它吸收电能并把电能转换成其他形式的能量。在电路中,电阻主要有分压、分流、负载等作用,用于稳定、调节、控制电压或电流的大小。常见电阻和电位器实物如图 1-1 所示。



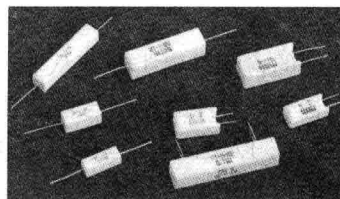
碳膜电阻器



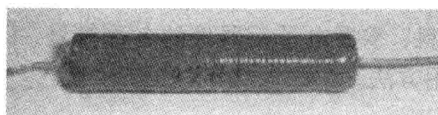
金属膜电阻器



金属氧化膜电阻器



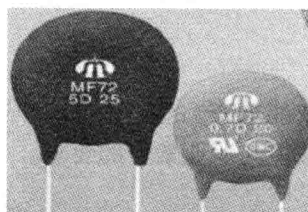
水泥电阻器



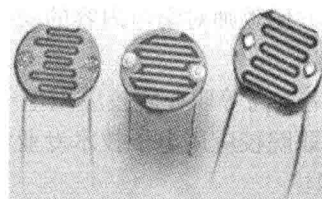
线绕电阻器



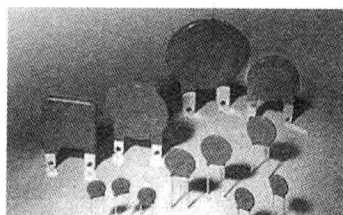
保险电阻器



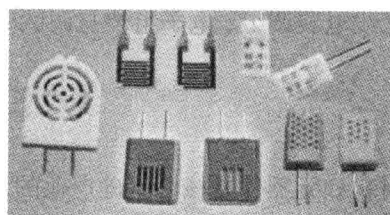
热敏电阻器



光敏电阻器



压敏电阻器



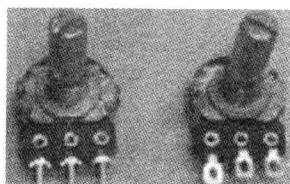
湿敏电阻器



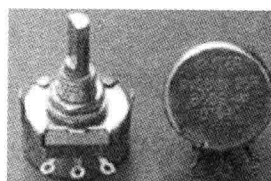
贴片电阻器



插脚排阻



碳膜电位器



金属膜电位器

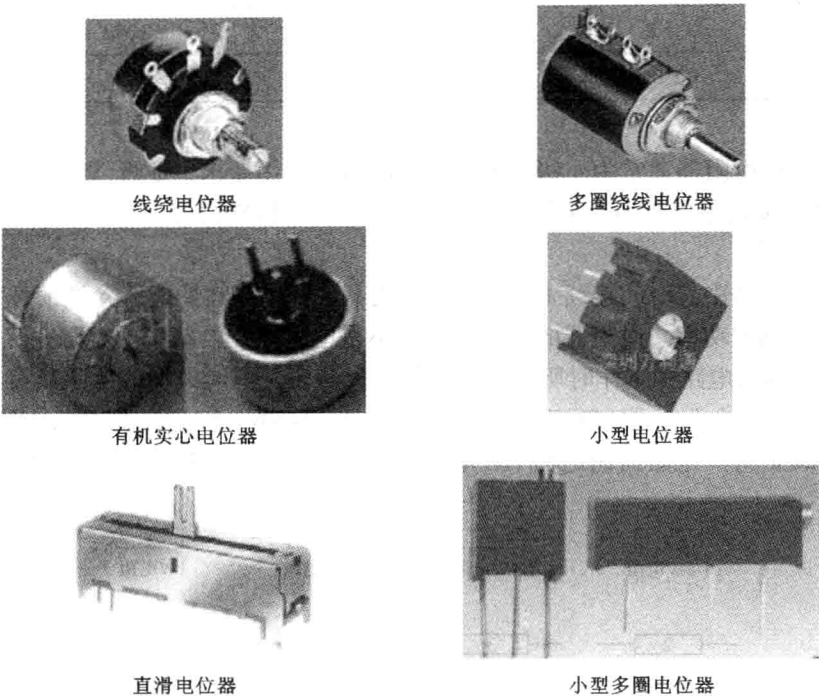


图 1-1 常见电阻和电位器实物图

一、电阻器的主要技术指标

电阻的主要性能参数包括：标称阻值与允许偏差、额定功率和温度系数等。

1. 标称阻值

电阻的标称阻值是指电阻器上所标注的阻值，是电阻生产的规定值。根据国家标准，常用的标称电阻值系列见表 1-1。E24、E12 和 E6 系列也适用于电位器和电容器。

表 1-1 标称值系列

允许误差	系列代号	系列值																							
± 20%	E6	10		15		22		33		47		68													
± 10%	E12	10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82												
± 5%	E24	10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39	43	47	51	56	62	68	75	82	91

2. 允许偏差(允许误差)

标称阻值与实际阻值之间允许的最大偏差范围叫做电阻器的允许偏差。实际上由于误差的存在，实际的电阻值与标称值存在一定误差，其值反映了电阻的精度。表 1-2 列出常用电阻器允许误差等级。

表 1-2 允许偏差级

容许误差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
等级	005	01	I	II	III

市面上成品电阻器通常为 I 级和 II 级,已能满足使用要求,III 级已基本上不生产和应用。01 和 005 级电阻属于精密电阻,常用于测量仪表和特殊用途。

3. 额定功率

电阻器在电路中长时间连续工作不损坏,或不显著改变其性能所允许消耗的最大功率称为电阻器的额定功率。电阻器的额定功率并不是电阻器在电路中工作时一定要消耗的功率,而是电阻器在电路中工作时所允许消耗的最大功率。不同类型的电阻具有不同系列的额定功率,常用的电阻标称(额定)功率有:1/16W、1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W、3W、5W、10W、20W 等。电阻器额定功率在电路图中的表示方法,如图 1-2 所示。

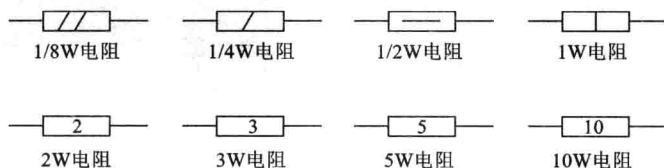


图 1-2 电阻器额定功率表示法

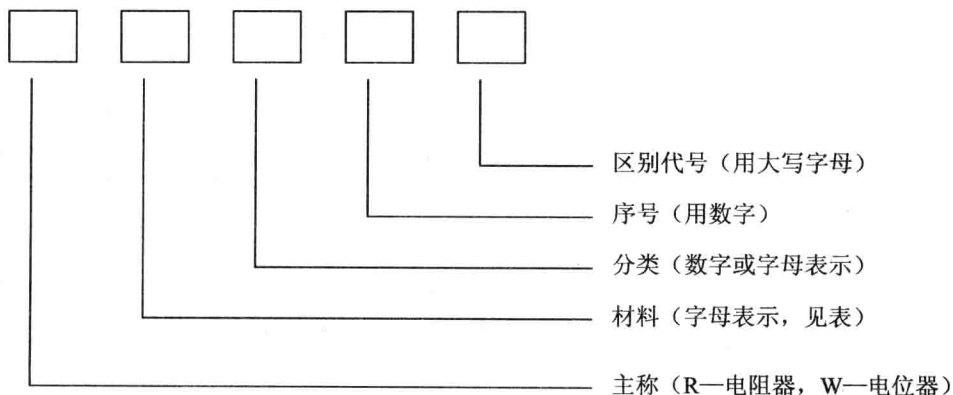
4. 温度系数

温度变化时,引起电阻器的相对变化量称为电阻器的温度系数,用 α 表示。温度系数越小,电阻的温度稳定度越高。

温度系数 α 可正可负。温度升高,电阻值增大,称该电阻具有正的温度系数;温度升高,电阻值减小,称该电阻具有负的温度系数。

二、电阻器和电位器的型号命名方法

电阻型号的命名由以下五个部分组成:



需要说明的是：区别代号的作用，主要是表明电阻器的主称、材料特征相同，尺寸、性能指标的差别，在序号之后才加字母 A，B，…以示区别。

电阻器和敏感电阻的型号命名方法见表 1-3、表 1-4。

表 1-3 电阻器型号命名方法

材 料		分 类					
代号	意义	数字代号	意义		字母代号	意义	
			电阻器	电位器		电阻器	电位器
T	碳膜	1	普通	普通	G	高功率	—
H	合成膜	2	普通	普通	T	可调	—
S	有机实心	3	超高频	—	W	—	微调
N	无机实心	4	高阻	—	D	—	多调
J	金属膜	5	高温	—	说明：新型产品的分类 根据发展情况予以补充		
Y	氧化膜	6	—	—			
C	沉积膜	7	精密	精密			
I	玻璃釉膜	8	高压	特种函数			
X	绕线	9	特殊	特殊			

表 1-4 敏感电阻型号命名方法

材料		分类				
字母代号	意义	数字代号	意义			
			负温度系数	正温度系数	光敏	压敏
F	负温度系数热敏材料	1	普通	普通		碳化硅
Z	正温度系数热敏材料	2	稳压	稳压		氧化锌
G	光敏材料	3	微波			氧化锌
Y	压敏材料	4	旁热		可见	
S	湿敏材料	5	测温	测温	可见	
C	磁敏材料	6	微波		可见	
L	力敏材料	7	测量			
Q	气敏材料	8				

三、电阻器的标志内容及方法

电阻常用的标注方法有：直标法、文字符号法、数码表示法和色标法 4 种。

1. 直标法

用阿拉伯数字和文字符号在电阻上直接标出其主要参数的标注方法称为直标法。这种标注方法用于体积较大的元器件。

2. 文字符号法

用阿拉伯数字和文字符号两者有规律地组合，在电阻上标出主要参数的标示方法称为文字符号法。

该方法用符号 R 或 Ω 表示 Ω ，K 表示 $k\Omega$ ，M 表示 $M\Omega$ ，电阻值(阿拉伯数字)的整数部分写在符号的前面，小数部分写在符号的后面。

3. 数码表示法

用三位数码表示电阻阻值、用相应字母表示允许偏差的方法称为数码表示法。

其中，数码按从左到右的顺序，第一、二位为电阻的有效值，第三位为零的个数，电阻的单位是 Ω 。例：223J 的标称阻值为 $22 \times 10^3 = 22k\Omega$ ，J 表示该电阻的允许误差为 $\pm 5\%$ 。

4. 色标法

用不同颜色的色环表示电阻的标称阻值与允许偏差的标注方法称为色标法。这种表示方法常用在小型电阻上。色标电阻(色环电阻)器可分为三环、四环、五环三种标法。其色环符号(颜色)的规定见表 1-5。

表 1-5 色环符号(颜色)的规定

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

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,色环为棕黑橙,表示 $10 \times 10^3 = 10 \text{ k}\Omega \pm 20\%$ 的电阻器。

四色环电阻器的色环表示标称值(两位有效数字)及精度。例如,色环为蓝灰红金表示 $68 \times 10^2 = 6.8 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ 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。

四、电位器的主要技术指标

1. 标称阻值

标在产品上的名义阻值,其系列与电阻的系列类似。

2. 允许误差等级

实测阻值与标称阻值误差范围根据不同精度等级可允许 $\pm 20\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 的误差。精密电位器的精度可达 $\pm 0.1\%$ 。

3. 额定功率

电位器的两个固定端上允许耗散的最大功率为电位器的额定功率。使用中应注意额定功率不等于中心抽头与固定端的功率。

4. 阻值变化规律

指阻值随滑动片触点旋转角度(或滑动行程)之间的变化关系,这种变化关系可以是任何函数形式,常用的有直线式、对数式和反转对数式(指数式)。

在使用中,直线式电位器适合于作分压器;反转对数式(指数式)电位器适合于作收音机、录音机、电视机中的音量控制器。维修时若找不到同类品,可用直线式代替,但不宜用对数式代替。对数式电位器只适合于作音调控制等。

五、电阻器的质量检测

电阻器的质量好坏是比较容易鉴别的,对新买的电阻器先要进行外观检查,看外观是否端正、标注是否清晰、保护漆层是否完好。然后可以用万用表的电阻挡测量一下电阻器的阻值,看其阻值与标称阻值是否一致,相差之值是否在允许误差范围之内。

检测半可调电阻器的质量时,先用万用表测量整个电阻的总阻值,然后再将万用表的表笔分别接在其中的一个固定端和活动端,同时慢慢的调动阻值,在万用表上看电阻值的大小是否连续变化由大到小或由小到大。如阻值能连续变化说明半可调电阻器是好的。

检测电位器的质量时,先用万用表测量电位器1-3端的总阻值,然后看是否在标称范围内;再用万用表笔接于1-2端或2-3端间,同时慢慢转动电位器的轴,看万用表的指针是否连续、均匀地变化,如不连续(跳动)或变化过程中电阻值不稳定,则说明内部接触不良。

六、电阻器的使用常识

(1) 用万用表测量在电路中的电阻时,首先应把电路中的电源切断,然后将电阻器的一端与电路断开,以免电路元件的并联影响测量的准确性。测量电阻时,不允许用两只手同时接触电笔的两端,否则会将人体电阻并联到与被测电阻器上而影响测量的准确性。要

精确测量某些电阻值时需用电阻电桥。

(2) 电阻器在使用前,最好用万用表测量一下阻值,查对无误,方可使用。用文字直接标注的电阻,装配时应使其有标注的一面向上,以便查对。

(3) 电位器使用一段时间后最易出现的故障是噪声大,特别是非密封的带开关的电位器,主要原因是电阻膜被磨损,接触电阻不稳定。可用无水酒精清洗内部电阻膜,去除摩擦产生的碳粉及污垢。当然问题严重的电位器就需要更换了。

(4) 额定功率合适。选用的功率过大,电阻的体积也大,成本也就相应增加,不利于电路的设计和装配;但是,为了保证电阻的安全使用,额定功率也不能选得过小。通常选用的额定功率应在实际消耗功率的2倍左右。

(5) 误差大小合适。一般选用的电阻与电路图中的设计值有10%的浮动。个别阻值要求精确的地方,其安装说明中会特别指出。因此,一般可使用误差环是银色的电阻,个别地方应使用五色环精密电阻。

(6) 由于电子装置中大量使用小型和超小型电阻,所以焊接时使用尖细的烙铁头,功率30W以下。尽可能不要把引线剪得过短,以免在焊接时热量传入电阻内部,引起阻值的变化。

1.2.2 电容器

一、电容器的作用

由绝缘材料(介质)隔开的两个导体即构成一个电容。电容在电路中主要起耦合、旁路、隔直、滤波、移相、延时等作用。

如果把组成电容器的金属板两端分别接到电池的正、负极上,那么接电池正极的金属板上的电子就会被电池的正极吸收过去而带正电荷,接负极的金属板就会从电池的负极得到大量电子而带负电荷,这种现象就叫做电容器的“充电”。充电的时候,电路中有电流流动,当两块金属板所充的电荷而形成的电压与电池电压相等时,充电就停止,电路中就没有电流,相当于开路,这就是电容器能隔断直流通道的道理。

如果将电容器与电池分开,用导线把电容器的两端联接起来,在刚接通一瞬间,电路中就有电流通过,随着电流流动,两金属板之间的电压就很快降低,直到两金属板上的正负电荷完全消失,这种现象叫做“放电”。

二、电容器型号命名法

电容器型号命名法见表1-6。

表 1-6 电容器型号命名法

材料		分类				
符号	意义	符号	意义			
			瓷介电容	云母电容	电解电容	有机电容
C	高频陶瓷	1	圆片	非密封	箔式	非密封
Y	云母	2	管形	非密封	箔式	非密封
I	玻璃釉	3	叠片	密封	烧结粉液体	密封
O	玻璃膜	4	独石	密封	烧结粉固体	密封
J	金属化纸	5	穿心	—	—	穿心
Z	纸介	6	支柱	—	—	—
B	聚苯乙烯等非极性有机薄膜	7	—	—	无极性	—
BF	聚四氟乙烯非极性有机薄膜	8	高压	高压	—	高压
L	聚脂涤纶有机薄膜	9	—	—	特殊	特殊
Q	漆膜	10		—	卧式	卧式
H	纸膜复合	11		—	立式	立式
D	铝电解质	12		—		无感式
A	钽电解质	G	高功率			
N	铌电解质	W	微调			
T	低频陶瓷					

三、电容器的主要技术指标

1. 标称容量

标称容量是指在电容上所标注的容量。

表 1-7 固定式电容器标称容量系列和容许误差

系列代号	E24	E12	E6
容许误差	±5% (I) 或 (J)	±10% (II) 或 (K)	±20% (III) 或 (M)
标称容量 对应值	10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 90	10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82	10, 15, 22, 23, 47, 68

注：标称电容量为表中数值或表中数值再乘以 10ⁿ，其中 n 为正整数或负整数，单位为 pF。

2. 电容器允许误差等级

常见的有七个等级见表 1-8。

表 1-8

容许误差	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$+20\%$ -30%	$+50\%$ -20%	$+100\%$ -10%
级别	0.2	I	II	III	IV	V	VI

3. 电容器的耐压

当电容两极板之间所加的电压达到某一数值时, 电容就会被击穿, 该电压叫做电容的击穿电压。

电容的额定工作电压又称电容的耐压, 它是指电容器长期安全工作所允许施加的最大直流电压, 其值通常为击穿电压的一半。

常用固定式电容的直流工作电压系列为: 6.3 V、10 V、16 V、25 V、40 V、63 V、100 V、160 V、250 V、400 V。

四、电容器的标注方法

电容器的数值及误差的表示有直标法、文字符号法与色环法, 直标法与文字符号法见表 1-9。

表 1-9 电容器直标法、文字符号法表示

容量	误差	直标法	文字符号法
$0.047\mu\text{F}$	$\pm 10\%$	0.047 II	473K
$0.22\mu\text{F}$	$\pm 5\%$	0.22 I	224J
3900pF	$\pm 20\%$	3900p III	3n9 M
$0.68\mu\text{F}$	$\pm 10\%$	0.68 II	R68 μFK
220pF	$\pm 5\%$	220 I	221J

由表 1-9 可见, 直标法电容标注为零后带小数点, 如 0.22、0.047, 其单位为 μF 。

文字符号法, 一类在标志中引入了 mF、nF ($1\text{ mF} = 10^3\mu\text{F}$, $1\text{ nF} = 10^{-3}\mu\text{F}$) 符号。在符号后面的数值表示小数点后面的值, 如 3n9 表示 $3.9\text{ nF} = 3900\text{ pF}$ 。表示中引入 R, 如在 R68 μF 中 R 表示小数点, 即 $\text{R}68\mu\text{F} = 0.68\mu\text{F}$ 。另一类表示方法采用 3 位数表示标称容量, 其单位为 pF, 3 位数中前 2 位为有效数字, 第 3 位表示有效数字后面零的个数。如 $33 \times 10^3 = 33000\text{pF} = 0.033\mu\text{F}$ 。如果最后一位数 (第 3 位数) 为 9, 表示有效数字应乘 0.1, 如 339 表示 $33 \times 0.1\text{ pF} = 3.3\text{ pF}$ 。

色环表示法, 用不同颜色的色环或色点表示电容器主要参数的标注方法。在小型电容器上用得比较多。这种表示法与电阻器的色环表示法类似, 颜色涂于电容器的一端或从顶