

电子装配与调试工艺

金 明 主编

DIANZI ZHUANGPEI YU TIAOSHI GONGYI

全国电子信息类
职业教育实训系列教材

东南大学出版社

TN05

40

2005

全国电子信息类职业教育实训系列教材

——信息产业部电子行业特有工种技能鉴定学习用书

电子装配与调试工艺

主 编 金 明

副主编 沈许龙

参 编 (按姓氏笔画排序)

胡国兵 姚玲俐

东南大学出版社

内 容 提 要

本书是一本介绍电子装配与调试的实训课教材,全书共分8章,分别讲述了常用元器件知识、手工焊接知识、自动焊接知识、装配工艺基础、常用工艺文件与整机装配工艺、调试与检测基础、举例调试方法以及综合练习等,并附有《电子设备装接工》、《无线电调试工》的国家标准。

本书的特点是实用、通俗、易懂,同时兼顾了电子特种行业技能鉴定,去除了烦琐的理论说教,用最直观的实例,最通俗的语言,说明操作的步骤、过程与技巧,能满足一般工程技术人员需要。

由于各校情况不同,本课程教学时数可根据具体情况灵活安排,但一般情况下建议教学参考时数为64学时左右。

本书可作为高职高专院校电子信息工程、无线电、通信设备制造、广播电视工程及通信工程等电子与通信专业学生使用,也可供电子与通信领域内的工程技术人员培训、考级或自修参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子装配与调试工艺 / 金明主编. —南京:东南大学出版社,2005.8

ISBN 7-5641-0087-7

I. 电... II. 金... III. ①电子设备-装配-高等学校:技术学校-教材②电子设备-调试-高等学校:技术学校-教材 IV. TN05

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第066511号

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼2号 邮编210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 丹阳市兴华印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:17 字数:424千字

2005年8月第1版 2006年7月第2次印刷

印数:4001—8000册 定价:26.00元

(凡因印装质量问题,可直接向读者服务部调换。电话:025-83792328)

出版说明

全国电子信息类职业教育教学改革与教材建设第二次研讨会于2004年4月17日在山西省电子工业学校召开,历时4天。

本次会议总结了2003年教材建设的经验,并提出了第二批教材建设的四项原则:一是求实的原则:编写的教材必须结合职业教育的特点,高质量、高标准;二是协作的原则:编委会打造了一个平台,各校通过参与教材建设,能够提高本校的教学质量,培养一批优秀的教师;三是民主的原则:编委会是一个民间组织,坚持民主的原则,通过协商共同开展教材建设;四是联系的原则:编委会每年至少召开一次会议,组织学校开展教学交流和教材建设。为了更好地开展教材建设,编委会建议将原来的“全国电子信息类职业教育实训教材编委会”更名为“全国职业教育电子信息类教材编委会”。

与会代表认真地总结了首批教材建设的经验,提出了教材编写的要求:坚决贯彻职业教育的要求,即基础适度够用、加强实践环节、突出职能教育,把握职业教育电子信息类专业课程建设的特点;立足当前学生现状,面向用人单位(市场),打破条条框框,少一些理论,多一些技能教育;采取逆向思维的方式编写,即从市场需要什么技能来决定学生需要什么知识结构,并由此决定编写什么教材。

参加教材编写的单位有:

山东信息职业技术学院

福建省电子工业学校

扬州电子信息学校

河南信息工程学校

大连电子工业学校

黑龙江信息技术职业学院

本溪财贸学校

湖北三峡职业技术学院

四川省电子工业学校

本溪电子工业学校

内蒙古电子信息职业技术学院

南京信息职业技术学院

长沙市电子工业学校

山西综合职业技术学院

北京信息职业技术学院

锦州铁路运输学校

山西省邮电学校

新疆机械电子职业技术学院

山西工程职业技术学院

哈尔滨机电工程学校

上海机电工业学校

贵州省电子工业学校

全国职业教育电子信息类教材编委会

2004年8月

前 言

随着我国电子工艺水平的提高,我国已成为世界电子产业加工厂。与之相适应,不可避免地需要大量的电子装配与调试的高级技术人员。本书的特色是,“以实用为基础,以够用为前提”,“以技能训练为主导,以技能鉴定为背景”,系统地介绍了电子装配与调试工艺,删除了繁琐的理论说教,代之以简单明了的实际操作方法,力求做到言之有理、言之有据、言之有用;操作明确、操作规范、操作易学。本书的宗旨是,“以理论学习为基础,以技能培养为前提”,系统地培养学生的自学能力、动手操作能力,力求做到学生能学、会学、想学。

本书从最基本的元器件出发,系统地介绍了元器件名称、符号、作用、标值、参数、好坏判断及使用时的注意事项和采购指标;从现行的电子工艺发展,介绍了传统的手工焊接、自动焊接和先进的贴片焊接和表面安装技术;全面地讨论了电子整机装配与调试的常用工具、常用仪器、常用材料、印制板的制作、焊接的训练方法和调试的方法,也讨论了装配工艺的元器件处理、基本连接、整机装配、工艺文件的编制与填写,调试工艺的指标、步骤和技巧;举例介绍了电子装配和调试的全过程。每章后附有习题和实训内容,同时附有《电子设备装接工》、《无线电调试工》的国家标准和江苏省信息产业厅电子行业江苏职业技能鉴定站无线电装接中级、无线电调试工中级理论考核试卷、操作考题及评分标准。

本书由金明任主编,负责全书的组织编写与统稿,并编写了第2章、第5章,编辑和整理了第8章及附录;由沈许龙任副主编并编写了第1章、第3章;胡国兵编写了第6章、第7章;姚玲俐编写了第4章。

本书在编写过程中,得到南京信息职业技术学院华永平副教授,江苏省信息产业厅技能鉴定所陈万春高级工程师的大力支持,也得到了相关领导和同事的大力帮助,编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2005年5月

目 录

1 常用无线电元器件	(1)
1.1 电阻器	(1)
1.1.1 电阻器的作用和分类.....	(1)
1.1.2 电阻器的主要参数.....	(2)
1.1.3 电阻器、电位器型号的命名	(3)
1.1.4 电阻器典型参数的标识方法.....	(5)
1.1.5 电阻器好坏的判别.....	(6)
1.1.6 其他.....	(6)
1.2 电容器	(6)
1.2.1 电容器的作用与类别.....	(6)
1.2.2 电容器型号命名方法.....	(7)
1.2.3 电容器的主要参数.....	(8)
1.2.4 电容器标识.....	(9)
1.2.5 电容器的简易测试.....	(10)
1.2.6 电容器使用注意事项.....	(11)
1.3 电感器	(11)
1.3.1 电感器的类别.....	(12)
1.3.2 电感器的主要参数.....	(12)
1.3.3 小型固定电感器的标识.....	(13)
1.3.4 电感器的简易测试.....	(13)
1.4 继电器	(13)
1.4.1 继电器的分类.....	(14)
1.4.2 有关继电器的名词及参数.....	(14)
1.4.3 常用继电器型号.....	(15)
1.4.4 固态继电器.....	(15)
1.5 半导体器件	(16)
1.5.1 半导体分立元件的命名.....	(16)
1.5.2 半导体二极管.....	(18)
1.5.3 半导体三极管.....	(20)
1.5.4 场效应管.....	(22)
1.5.5 光电耦合器.....	(24)
1.5.6 集成电路.....	(24)
习题 1	(26)

实训 1	(27)
一、电阻器阻值的判读和检测	(27)
二、电容器标称值判读及电容容量比较	(28)
三、半导体二极管和三极管的简单测试	(30)
2 手工焊接工艺	(32)
2.1 手工焊接工具	(32)
2.1.1 电烙铁	(32)
2.1.2 焊接辅助工具	(35)
2.1.3 电烙铁的维护与维修	(35)
2.2 焊料与助焊剂	(36)
2.2.1 焊料	(36)
2.2.2 助焊剂	(38)
2.3 元器件的筛选与成型	(39)
2.3.1 元器件的筛选	(39)
2.3.2 元器件引线成型	(39)
2.4 手工焊接	(41)
2.4.1 电烙铁的选用	(41)
2.4.2 电烙铁使用前的准备	(42)
2.4.3 焊点的质量要求	(42)
2.4.4 焊接的要领	(43)
2.4.5 焊接的步骤	(45)
2.4.6 几种常用工件的焊接	(46)
2.4.7 几种特殊工件的焊接	(49)
2.5 焊接质量的检查	(51)
2.6 拆焊	(53)
习题 2	(54)
实训 2	(55)
一、带锡焊接法	(55)
二、点锡焊接法	(55)
三、元器件的焊接	(56)
四、搭焊、钩焊和绕焊训练	(57)
五、手工贴片焊接	(57)
六、拆焊训练	(58)
七、贴片拆焊训练	(59)
3 自动焊接工艺	(60)
3.1 印制电路板(PCB)	(61)
3.1.1 印制电路板材料与类型	(61)
3.1.2 印制电路板的制作	(62)
3.2 浸焊与波峰焊	(67)

3.2.1	浸焊	(67)
3.2.2	波峰焊	(68)
3.2.3	二次焊接工艺	(71)
3.3	表面安装技术(SMT)	(72)
3.3.1	表面安装技术的特点	(72)
3.3.2	表面安装材料	(72)
3.3.3	表面安装工艺	(73)
3.4	微组装技术(MPT)	(76)
3.4.1	微组装技术概述	(76)
3.4.2	微组装技术类型	(77)
3.4.3	微组装技术焊接	(79)
习题 3		(79)
实训 3		(80)
4	装配工艺基础	(81)
4.1	常用工具与材料	(81)
4.1.1	装配工具	(81)
4.1.2	装配设备	(84)
4.1.3	常用线材	(85)
4.1.4	绝缘材料	(87)
4.1.5	磁性材料	(89)
4.1.6	电工常用塑料	(90)
4.1.7	常用紧固件与线扎	(91)
4.1.8	常用粘接材料、油漆和有机溶剂	(92)
4.2	装配中的加工工艺	(94)
4.2.1	导线的加工	(94)
4.2.2	线扎加工	(96)
4.2.3	电缆导线的加工	(99)
4.3	装配中的安装工艺	(100)
4.3.1	螺装	(101)
4.3.2	铆装	(102)
4.3.3	粘装	(103)
4.3.4	压接	(104)
4.3.5	绕接	(104)
习题 4		(105)
实训 4		(106)
导线与电缆的加工训练		(106)
5	常用技术文件及整机装配工艺	(107)
5.1	常用技术文件	(107)
5.1.1	概述	(107)

5.1.2	工艺文件的编制原则与要求	(108)
5.1.3	常用工艺文件的类型及填写	(109)
5.1.4	工艺文件的管理	(116)
5.2	整机装配工艺	(117)
5.2.1	装配准备	(117)
5.2.2	装配阶段	(130)
5.2.3	检验阶段	(131)
习题 5		(133)
实训 5		(133)
	一、BJ-1 八路数字显示报警器的装配	(133)
	二、敲击式语言门铃的装配	(134)
6	常用调试仪器	(137)
6.1	万用表	(137)
6.1.1	MF-47 型万用表的表盘结构	(138)
6.1.2	测量原理	(138)
6.1.3	测量范围和指标	(139)
6.1.4	使用方法	(139)
6.1.5	注意事项	(140)
6.2	晶体管稳压电源	(141)
6.2.1	面板结构	(141)
6.2.2	主要技术指标	(141)
6.2.3	工作原理	(141)
6.2.4	使用方法	(142)
6.2.5	注意事项	(142)
6.3	信号发生器	(142)
6.3.1	低频信号发生器	(143)
6.3.2	高频信号发生器	(145)
6.3.3	函数信号发生器	(147)
6.4	示波器	(148)
6.4.1	面板结构图	(149)
6.4.2	主要性能指标	(149)
6.4.3	工作原理	(150)
6.4.4	使用方法	(151)
6.4.5	注意事项	(152)
6.5	晶体管毫伏表	(153)
6.5.1	面板结构图	(153)
6.5.2	主要性能指标	(154)
6.5.3	工作原理	(154)
6.5.4	使用方法	(155)

6.5.5 注意事项	(155)
6.6 频率特性测试仪	(155)
6.6.1 面板结构图	(155)
6.6.2 主要性能指标	(155)
6.6.3 工作原理	(156)
6.6.4 使用方法	(157)
6.6.5 注意事项	(159)
6.7 矢量示波器	(159)
6.7.1 前后面板控制器、连接器说明	(159)
6.7.2 主要技术指标	(162)
6.7.3 示波管内刻度说明	(162)
6.7.4 使用方法	(164)
6.7.5 注意事项	(167)
6.8 虚拟仪器	(167)
习题 6	(168)
实训 6	(169)
一、SR-8 双踪示波器的使用训练	(169)
二、示波器、信号发生器、晶体管毫伏表混合使用训练	(170)
7 调试技术	(172)
7.1 概述	(172)
7.2 调试的工艺文件	(173)
7.3 单元调试	(173)
7.3.1 静态调试	(174)
7.3.2 动态调试	(175)
7.4 整机调试	(179)
7.5 电子整机调试与检测举例	(179)
7.5.1 超外差式晶体管收音机的调试	(180)
7.5.2 彩色电视机的调试	(182)
习题 7	(187)
实训 7	(187)
一、收音机调试训练	(187)
二、高频特性曲线的调试训练(2 频道)	(188)
三、中放特性曲线的调试训练	(188)
四、伴音鉴频 S 曲线的调试训练	(189)
8 综合练习	(190)
8.1 电子设备装接工练习题及答案	(190)
8.1.1 中级工练习题	(190)
8.1.2 高级工练习题	(198)
8.2 无线电调试工练习题及答案	(204)

8.2.1	中级工练习题	(204)
8.2.2	高级工练习题	(221)
附 录		(234)
附录 1	电子设备装接工国家职业标准(摘要)	(234)
附录 2	无线电调试工国家职业标准(摘要)	(241)
附录 3	信息产业部电子行业江苏职业技能鉴定站无线电装接中级理论 考核试卷(2004 年)	(247)
附录 4	电子设备装接工中级操作技能考核试卷(2004 年)	(249)
附录 4	电子设备装接工中级评分标准(2004 年)	(253)
附录 5	信息产业部电子行业江苏职业技能鉴定站无线电调试中级理论 考核试卷(2004 年)	(254)
附录 6	无线电调试中级工操作技能考核试卷(2004 年)	(256)
附录 6	调试操作中级工评分标准(2004 年)	(259)
参考文献		(260)

1 常用无线电元器件

【主要内容和要求】

(1) 掌握电阻器、电容器、电感器、继电器和半导体器件等常用元器件的外形特征、制造材料。

(2) 掌握电阻器、电容器、电感器、继电器和半导体器件等常用元器件的名称、符号、标称值和标注方法。

(3) 掌握电阻器、电容器、电感器、继电器和半导体器件等常用元器件的性能、用途、质量好坏的判断方法和使用方法。

(4) 掌握电阻器、电容器、电感器、继电器和半导体器件等常用元器件的使用注意事项。

(5) 掌握电阻器、电容器、电感器、继电器和半导体器件等常用元器件的采购指标。

常用无线电元器件包含电阻器、电容器、电感器及半导体二极管、三极管、集成电路、继电器、开关、连接件(接插件)等。掌握常用元器件的性能、用途、质量好坏的判断方法,对提高电子整机装配的质量将起到重要的作用。

1.1 电阻器

1.1.1 电阻器的作用和分类

电阻器是组成电路的基本元件之一。在电路中,电阻器用来稳定和调节电流、电压,作分流器和分压器,并可作消耗电路的负载电阻。电阻器用符号 R 或 r 表示。

(1) 电阻器按阻值是否可调节,分为固定式和可调式两大类。固定式电阻器是指电阻值不能调节的电阻器,它主要用于阻值固定而不需要变动的电路中,起到限流、分流、降压、分压、负载或匹配等作用。可变电阻器是指阻值在某个范围内可调节的电阻器,可变电阻器又称变阻器或电位器,主要用在阻值需要经常变动的电路中,用来调节电路中的电压、电流等,从而达到控制或调节电路等参数。

(2) 电阻器按制造材料可分碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器、水泥电阻器等。其中,碳膜电阻器和金属膜电阻器的阻值范围大,从几欧到几百兆欧不等,但功率不大,一般约在 $1/8\text{ W}$ 到 2 W ,最大的可到 10 W 。线绕电阻器和水泥电阻器的阻值范围小,从十几欧到几十千欧不等,但功率较大,最大可到几百瓦。相同功率的电阻器的体积,碳膜电阻器和金属膜电阻器的体积比线绕电阻器和水泥电阻器的体积要小。

(3) 除了常规的电阻器外,还有特种电阻器,如热敏电阻器、压敏电阻器、光敏电阻器、气敏电阻器等敏感电阻器。

(4) 随着集成电路的发展,出现了一种专门适合于在计算机中使用的特殊电阻——排阻,它是由几个(4个或8个)阻值相等、功率相同的电阻器集合在一起,每个电阻器的一个

引脚在内部连接在一起,作为公共端引出。排阻的出现大大节省了空间,同时也提高了可靠性。

常用电阻器外形及其图形符号如图 1-1 所示。



图 1-1 部分电阻器外形及其图形符号

1.1.2 电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有: 标称阻值和偏差、额定功率、最高工作温度、极限工作电压、稳定性、高频特性和温度特性等。一般只考虑标称阻值、偏差和额定功率。

1) 标称阻值和偏差

标称阻值是指电阻器上面所标注的阻值,其数值范围应符合 GB 2471《电阻器标称阻值系列》的规定。电阻器的标称阻值应为表 1-1 所列数值的 10^n 倍,其中 n 为正整数、负数或 0。以 E₂₄ 系列为例,电阻器的标称值可为 0.12 Ω , 1.2 Ω , 12 Ω , 120 Ω , 1.2 k Ω , 12 k Ω , 1.2 M Ω 等,其他各项依此类推。

偏差是指实际阻值与标称阻值的差值与标称值之比的百分数。通常为 $\pm 5\%$ (I 级)、 $\pm 10\%$ (II 级)、 $\pm 20\%$ (III 级)。此外,还有其他的阻值偏差与标志的规定,见表 1-2。

表 1-1 电阻器标称值系列

系列	偏差	电阻器的标称值
E ₂₄	I 级(±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
E ₁₂	II 级(±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
E ₆	III 级(±20%)	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

2) 标称功率

电阻器的标称功率是指电阻器在室温条件下,连续承受直流或交流负荷时所允许的最大消耗功率。

3) 温度系数

温度系数是指温度每变化 1℃所引起的电阻值的相对变化。温度系数越小,阻值的稳定性越好。阻值随温度的升高而增大的为正温度系数,反之,为负温度系数。

表 1-2 阻值偏差标志

对称偏差标志符号				不对称偏差标志符号	
允许偏差/(%)	标志符号	允许偏差/(%)	标志符号	允许偏差/(%)	标志符号
±0.001	E	±0.5	D	+100 -10	R
±0.002	X	±1	F		
±0.005	Y	±2	G	+50 -20	S
±0.01	H	±5	J		
±0.02	U	±10	K	+80 -20	Z
±0.05	W	±20	M		
±0.1	B	±30	N	+无规定 -20	无标记
±0.2	C				

采购电阻器时,主要考虑电阻的材料、标称值和标称功率这三个参数。

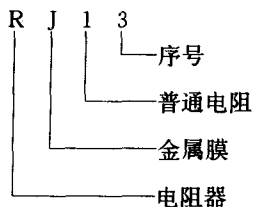
1.1.3 电阻器、电位器型号的命名

电阻器、电位器的型号由四部分组成,分别代表产品的名称、材料、分类和序号,代号及其含义见表 1-3。

表 1-3 电阻器和电位器的型号命名方法(GB 7159—87)

第一部分：名称		第二部分：材料		第三部分：特征分类			第四部分
符号	含义	符号	含义	符 号	含义		
					电阻器	电位器	
R	电阻器 电位器	T	碳膜	1	普通	普通	对名称、材料特征相同， 仅尺寸、性能指标略有差别， 但不影响互换的产品给同一 序号。若尺寸、性能指标差 别已明显不能互换时，则在 序号后面用大写字母作为区 别代号给予区分。
		H	合成膜	2	普通	普通	
		S	有机实心	3	超高频		
		N	无机实心	4	高阻		
		J	金属膜	5	高温		
		Y	氧化膜	7	精密	精密	
		C	沉积膜	8	高压	特殊函数	
		I	玻璃釉	9	特殊	特殊	
		P	硼碳膜	G	高功率		
		U	硅碳膜	T	可调		
		X	线绕	W		微调	
		F	熔断	D		多圈	

如：普通金属膜电阻

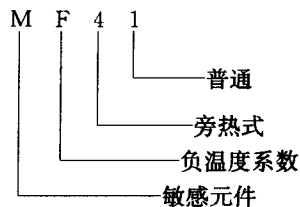


敏感元件也是由四部分组成。第一部分：主称，用 M 来表示，说明是敏感元件；第二部分：类别，用字母表示，见表 1-4；第三部分：用途或特征，用字母或数字表示，见表 1-4；第四部分：序号，用数字表示。

表 1-4 敏感元件的类别代号及意义

材 料		分 类					
代号	意义	代号	意 义				
			正温度系数	负温度系数	光敏电阻	压敏电阻	
F	负温度系数热敏	1	普通用	普通用	紫外光	W	稳压用
Z	正温度系数热敏	2		稳压用	紫外光	G	高压保护
G	光敏	3		微波测量用	硅杯	P	高频用
Y	压敏	4		旁热用	可见光	N	高能用
S	湿敏	5	测温用	测温用	可见光	K	高可靠性
C	磁敏	6	控温用	控温用	可见光	L	防雷用
L	力敏	7	消磁用		红外光	H	灭弧用
Q	气敏	8		线性型	红外光	Z	消噪用

如：普通旁热式负温度系数热敏电阻



1.1.4 电阻器典型参数的标识方法

1) 直标法

直标法是用阿拉伯数字和单位符号在电阻器表面直接标出阻值和允许偏差。

如：5.1 k Ω 。

2) 文字符号法

文字符号法是用阿拉伯数字和字母有规律的组合来表示标称阻值，其偏差也用字母表示。如：2R7F(表示 2.7 $\Omega \pm 1\%$)，4k7(表示 4.7 k $\Omega \pm 10\%$)等。

3) 色标法

色标法是利用不同颜色的色环在电阻器表面标出标称值和允许偏差，具体的规定见表 1-5 和例 1、例 2。

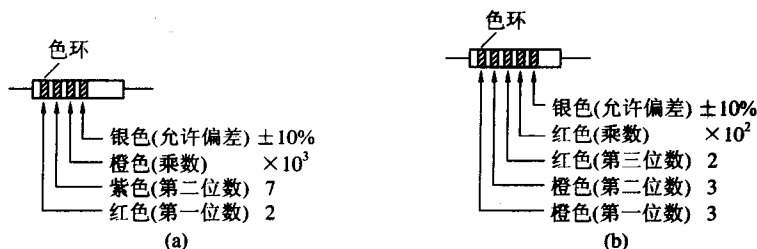


图 1-2 色标电阻示意图

例 1：两位有效数字的色标示例，见图 1-2(a)所示，该电阻的阻值为 27 000 $\Omega \pm 10\%$ 。

例 2：三位有效数字的色标示例，见图 1-2(b)所示，该电阻的阻值为 33 200 $\Omega \pm 10\%$ 。

表 1-5 电阻器标称值及允许偏差的色标

颜色	有效数字	乘数	允许偏差/(%)
棕	1	10^1	± 1
红	2	10^2	± 2
橙	3	10^3	—
黄	4	10^4	—
绿	5	10^5	± 0.5
蓝	6	10^6	± 0.25
紫	7	10^7	± 0.1
灰	8	10^8	—

续表 1-5

颜色	有效数字	乘数	允许偏差/(%)
白	9	10^9	—
黑	0	10^0	—
金		10^{-1}	± 5
银		10^{-2}	± 10
无色		—	± 20

4) 数码表示法

数码表示法是在电阻器上用三位数码表示标称值的标注方法。数码从左到右,第一、二位为有效数,第三位为乘数,即乘 10 的幂次方,单位为 Ω ,偏差用字母表示。如:标志为 104 J 的电阻器,其电阻值为 $10 \times 10^4 \Omega \pm 5\%$,即 100 k Ω 。又如:标志为 222 k 的电阻器,其电阻值为 $22 \times 10^2 \Omega \pm 10\%$,即 2.2 k Ω 。

1.1.5 电阻器好坏的判别

- (1) 目测法 观察电阻体是否有烧焦及电阻器的引线帽是否脱落等现象。
- (2) 表测法 用万用表欧姆挡直接测量其电阻值,看其阻值是否与标注的相同。

1.1.6 其他

1) 书写方法

为了识别和选用电阻器,还应熟悉它的书写方法。

例 1: RT-1/2-3.3 k Ω ,则 RT 表示是碳膜电阻器,标称功率是 0.5 W,标称阻值是 3.3 k Ω 。

例 2: RJ-1/4-100 Ω ,则 RJ 表示是金属膜电阻器,标称功率为 0.25 W,标称阻值为 100 Ω 。

例 3: RX-2-47 Ω ,则 RX 表示是线绕电阻器,标称功率为 2 W,标称阻值为 47 Ω 。

2) 使用注意事项

使用时要注意所用电阻的材料、功率和误差。特别是线绕电阻和其他一些特殊电阻的使用,如熔断电阻等,不可使用其他电阻替换。

1.2 电容器

1.2.1 电容器的作用与类别

电容器是组成电路的基本元件之一,是一种储能元件,在电路中作隔直、旁路和耦合等用。电容器用文字符号 C 表示。