



普通高等教育“十三五”技能型规划教材

电子工艺基础及实训

彭 华 陈东凤 主编

D I A N Z I G O N G Y I J I C H U J I S H I X U N



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位



普通高等教育“十三五”技能型规划教材

第135号

电子工艺基础及实训

主 编 彭 华 陈东风

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电子工艺基础及实训 / 彭华, 陈东风主编. —北京:
中国轻工业出版社, 2017.1

普通高等教育“十三五”技能型规划教材

ISBN 978-7-5184-1245-7

I. ①电… II. ①彭… ②陈… III. ①电子技术—高等
学校—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 009942 号

责任编辑: 李建华 责任终审: 劳国强 封面设计: 刘志伟
策划编辑: 李建华 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 张 可
版式设计: 申俊珂

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京联兴华印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2017 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19

字 数: 451 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-1245-7 定价: 42.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

161176J2X101HBW

前 言

本书是全国“十三五”高职高专规划教材,“电子工艺基础及实训”是高职高专和中等职业技术学校电子信息类专业的重要课程之一。通过本课程的学习与实践,学生掌握常用元器件的识读,掌握常用调试与检测仪器的使用,认识电子产品在生产过程中常用的工具、设备的使用与注意事项,掌握电子产品的生产装配工艺,了解电子产品的生产标准、合理编写产品技术文件,并在生产实践中提高工艺管理和质量控制能力,为今后的学习和工作打下良好的基础。

本书的内容是根据电子信息类专业的工作任务领域而设置的,是本课程体系中的工程技术型课程。本书以项目任务为主线来组织课程,将完成任务必需的相关理论知识构建于项目之中,学生在完成具体项目的过程中学会完成相应的工作任务,训练职业能力,掌握相应的理论知识。

本书的参考教学时间为64学时,共9个项目,分别是识别常用电子元器件、PCB的设计与制作、PCB的焊接技术、常用调试与检测仪器的使用、电子产品装配工艺、电子产品调试工艺、电子产品装调实例、表面贴装技术(SMT)、工艺文件与质量管理。本书在编写过程中认真研究了现阶段学生的知识体系和能力内涵,正确认识应用型人才培养的知识与能力结构,注重培养学生掌握必备的基本理论、专门知识和实际工程的基本技能,把握理论以够用为度,知识、技能和方法以理解、掌握、初步运用为度的编写原则。

本书由重庆电子工程职业学院彭华、陈东风编写,其中彭华编写了项目一至项目五,并进行了全书的统稿工作,陈东风编写了项目六至项目九,重庆电子工程职业学院夏西泉副教授对编书过程进行了指导,重庆广播电视大学任德齐教授主审了全书,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2016年8月

目 录

项目一 识别常用电子元器件	
学习单元一 电阻器与电位器	
一、电阻器	
二、电位器	
学习单元二 电容器	
一、固定电容器	
二、可变电容器	
三、电容器的检测	
四、电容器的选用	
学习单元三 电感和变压器	
一、线圈类电感器	
二、变压器	
学习单元四 半导体分立元器件	
一、二极管	
二、晶体管	
三、场效应管	
四、晶闸管	
学习单元五 半导体集成电路	
一、集成电路概述	
二、模拟集成电路	
三、数字集成电路	
学习单元六 电声器件	
一、传声器	
二、扬声器	
学习单元七 显示器件	
一、LED 数码管	
二、LCD 显示器	
三、PDP 显示屏	

四、触摸显示屏	(65)
学习单元八 导线	(67)
一、常用材料	(67)
二、导线加工工艺	(68)
三、导线焊接工艺	(69)
学习单元九 开关器件	(71)
一、继电器	(71)
二、保险器	(73)
项目自测	(75)
项目二 PCB 的设计与制作	(77)
学习单元一 PCB 设计基础	(77)
一、覆铜板概述	(77)
二、PCB 常用术语介绍	(79)
三、PCB 设计规则	(80)
四、PCB 高级设计	(84)
学习单元二 PCB 设计实例	(88)
一、电路原理图的设计及流程	(88)
二、网络表的产生	(92)
三、印制电路板的设计及流程	(94)
四、技能实训 1——PCB 的设计实训	(98)
学习单元三 PCB 制作的基本过程	(104)
一、胶片制版	(104)
二、图形转移	(105)
三、化学蚀刻	(105)
四、过孔与铜箔处理	(106)
五、助焊与阻焊处理	(106)
学习单元四 PCB 的生产工艺	(106)
一、单面 PCB 的生产流程	(107)
二、双面 PCB 的生产流程	(108)
三、多层 PCB 的生产流程	(108)
学习单元五 PCB 的手工制作	(110)
一、漆图法制作 PCB	(110)

二、贴图法制作 PCB	(111)
三、刀刻法制作 PCB	(111)
四、感光法制作 PCB	(113)
五、热转印法制作 PCB	(114)
六、技能实训 2——PCB 的手工制作	(115)
项目自测	(119)
项目三 PCB 的焊接技术	(120)
学习单元一 常用焊接材料与工具	(120)
一、常用焊接材料	(120)
二、常用焊接工具	(125)
三、技能实训 3——常用焊接工具检测	(128)
学习单元二 焊接条件与过程	(130)
一、焊接基本条件	(130)
二、焊接工艺过程	(131)
学习单元三 PCB 手工焊接	(131)
一、手工焊接姿势	(132)
二、手工焊接步骤	(132)
三、手工焊接要领	(134)
四、焊点基本要求	(135)
五、焊接缺陷分析	(136)
六、手工拆焊技术	(137)
七、技能实训 4——PCB 手工焊接	(139)
学习单元四 浸焊和波峰焊	(141)
一、浸焊	(141)
二、波峰焊	(143)
三、技能实训 5——PCB 手工浸焊	(145)
学习单元五 新型焊接	(147)
一、激光焊接	(147)
二、电子束焊接	(148)
三、超声波焊接	(149)
项目自测	(150)

项目四 常用调试与检测仪器的使用	(151)
学习单元一 万用表	(151)
一、模拟万用表	(151)
二、数字万用表	(153)
学习单元二 函数信号发生器	(154)
一、函数信号发生器的分类	(155)
二、函数信号发生器 YB1600 系列	(155)
三、面板说明	(156)
四、基本操作方法	(158)
五、使用注意事项	(160)
学习单元三 示波器	(160)
一、V-252 型号示波器面板	(160)
二、电源、示波管部分	(161)
三、垂直偏转系统	(163)
四、水平偏转系统	(164)
五、示波器测量步骤	(164)
学习单元四 直流稳压电源	(165)
一、直流稳压电源的组成	(166)
二、常用稳压电路及其适用范围	(166)
三、三端固定式集成稳压器	(167)
四、三端可调式集成稳压器	(168)
五、直流稳压电源 YB1731A	(169)
六、JWY-30F 型直流稳压电源	(170)
学习单元五 其他仪器和设备	(172)
一、晶体管特性图示仪	(172)
二、功率表	(174)
项目自测	(176)
项目五 电子产品装配工艺	(177)
学习单元一 组装基础	(177)
一、电子设备组装的内容与级别	(177)
二、电子设备组装的特点与方法	(178)

三、组装技术的发展	(178)
学习单元二 电路板组装	(179)
一、元器件加工	(179)
二、元器件安装	(181)
三、电路板组装方式	(184)
四、技能实训 6——HX108-2 型收音机电路组装	(185)
学习单元三 整机组装	(189)
一、整机组装过程	(189)
二、整机连接	(190)
三、整机总装	(194)
四、技能实训 7——HX108-2 型收音机整机组装	(195)
学习单元四 整机质检	(199)
一、外观检查	(199)
二、电路检查	(199)
三、出厂试验	(199)
四、型式试验	(199)
项目自测	(199)
项目六 电子产品调试工艺	(201)
学习单元一 调试过程与方案	(201)
一、生产阶段调试	(201)
二、调试方案设计	(202)
三、调试工艺卡举例	(203)
学习单元二 静态测试	(204)
一、静态测试内容	(204)
二、电路调整方法	(205)
学习单元三 动态测试	(206)
一、动态电压测试	(206)
二、波形测试	(206)
三、幅频特性测试	(207)
学习单元四 在线测试	(208)
一、生产故障分析	(208)
二、在线电路测试	(208)

三、功能测试	(208)
学习单元五 自动测试	(209)
一、自动测试流程	(209)
二、自动测试硬件设备	(209)
三、自动测试软件系统	(209)
学习单元六 收音机电路调试	(210)
一、直流调试	(210)
二、交流调试	(210)
三、电路故障原因	(211)
四、技能实训 8——HX108-2 型收音机静态调试实训	(211)
五、技能实训 9——HX108-2 型收音机动态调试	(216)
项目自测	(221)
项目七 电子产品装调实例	(222)
学习单元一 函数发生器电路的装调	(222)
一、电路原理	(222)
二、电路组装	(224)
三、技能实训 10——函数发生器电路的装调	(226)
学习单元二 F30-5 对讲机的装调	(228)
一、电路原理	(228)
二、电路组装	(229)
三、技能实训 11——F30-5 对讲机的整机装调	(233)
项目自测	(239)
项目八 表面贴装技术(SMT)	(241)
学习单元一 SMT 概述	(241)
一、电子装联技术的发展概况	(241)
二、SMT 技术的特点	(242)
三、SMT 生产线分类	(243)
学习单元二 表面安装元器件	(246)
一、无源器件(SMC)	(247)
二、有源器件(SMD)	(250)
三、机电器件	(252)

学习单元三 SMC/SMD 的贴焊工艺	(252)
一、SMC/SMD 的贴焊辅料	(252)
二、SMC/SMD 的贴装类型	(254)
三、SMC/SMD 各贴装类型的贴装方法	(255)
四、SMC/SMD 的焊接特点	(258)
学习单元四 表面安装设备介绍	(259)
一、焊膏印刷机	(259)
二、贴片机	(261)
三、回流焊机	(264)
四、检测设备	(266)
项目自测	(269)
项目九 工艺文件与质量管理	(270)
学习单元一 电子产品工艺文件	(270)
一、工艺文件基础	(270)
二、编制工艺文件	(272)
三、工艺文件的成套性	(273)
四、技能实训 12——HX108-2 型收音机装配工艺文件编制	(274)
学习单元二 电子产品质量管理	(283)
一、质量管理概述	(283)
二、产品设计质量管理	(283)
三、产品试制质量管理	(283)
四、产品制造质量管理	(284)
五、ISO9000 标准和 GB/T19000 标准	(284)
六、质量认证的意义与程序	(287)
七、3C 强制认证	(288)
项目自测	(289)
参考文献	(291)

项目一 识别常用电子元器件

学习目标

- 掌握常用电子元器件的分类及其在电路中的基本作用；
- 掌握常用电子元器件的文字符号和电路符号；
- 掌握常用电子元器件主要参数的识别方法；
- 掌握常用电子元器件相关参数的检测方法。

能力目标

- 能熟练通过直观判别常用电子元器件的类别和基本参数；
- 能熟练对常用电子元器件进行检测并会判断元器件的好坏；
- 能熟练对××电路进行测试和调试。

学习单元一 电阻器与电位器

电荷在物体里运动会受到一定的阻力，这种阻力称为电阻，具有一定阻值的元件称为电阻器。它是电子产品中必不可少、用得最多的电子元器件之一，约占电子产品、设备总数的35%，而有些产品(如彩电)则占50%以上，因此电阻器质量对产品影响很大。电阻器在电路中的主要作用是分压、分流、限流、偏置的作用。另外，还可以与其他元件配合，组成耦合、滤波、反馈、补偿等各种不同功能的电路。所以，有必要掌握电阻器的分类、主要参数、标志方法和测试方法等基本知识。

一、电阻器

电阻器的英文名称为 resistance，通常缩写为 R，它是导体的一种基本性质，与导体的尺寸、材料和温度有关。欧姆定律： $I=U/R$ ，那么 $R=U/I$ ，电阻的基本单位是欧姆，用希腊字母 Ω 表示，定义为：导体上加上1伏特电压时，产生1安培电流所对应的阻值。

(一)电阻器的分类与符号

1. 电阻器的分类与符号

电阻器的种类很多，按组成材料可分为碳膜、金属膜、合成膜和线绕等电阻器；按用途可分为通用、精密型等电阻器；按工作性能及电路功能分为固定电阻器、可变电阻器、和热敏感电阻器三大类；此外，还可按引脚引出线的方式、结构形状、功率大小等分类。

图 1-1 所示为电阻器的分类与符号。

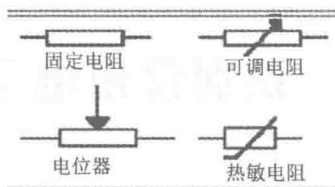
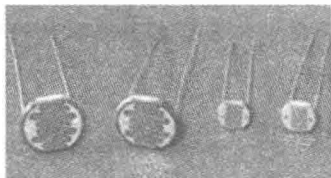
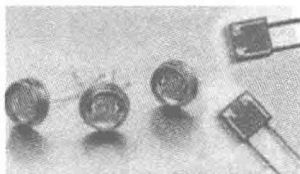


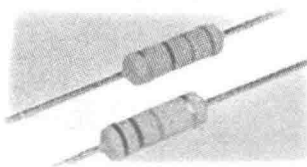
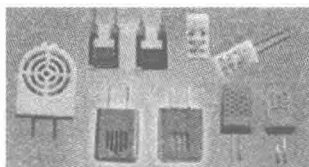
图 1-1 电阻器的分类与符号

2. 常见电阻器图片

图 1-2 所示为常见电阻器图片。

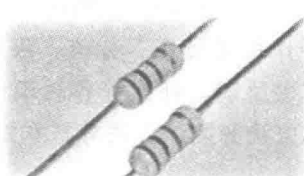


光敏电阻



湿敏电阻

金属氧化膜电阻RY



水泥型线绕电阻

碳膜电阻RT

图 1-2 常见电阻器图片

【注 1】 通常，底色为蓝色的是金属膜电阻，底色为灰色的是氧化膜电阻，底色为米黄色或土黄色的是碳膜电阻。

(二)电阻器的主要参数

在电阻器的使用中，必须正确应用电阻器的参数。电阻器的性能参数包括标称阻值及允许偏差、额定功率、极限工作电压、电阻温度系数、频率特性和噪声电动势等。对于普通电阻器，使用中最常用的参数是标称阻值和允许偏差，额定功率。

1. 标称电阻值和允许偏差

标称阻值是指在电阻器表面所标示的阻值。一般阻值范围应符合国标中规定的阻值系列，目前电阻器标称阻值系列有三大系列，即 E6、E12、E24 系列，其中 E24 系列最全。

电阻的单位是欧姆，用 Ω 表示，除 Ω 外，还有千欧(k Ω)和兆欧(M Ω)。其换算关系为：

$1\text{M}\Omega=1000\text{ k}\Omega=10^6\ \Omega\quad 1\text{k}\Omega=10^3\ \Omega$

用 R 表示电阻的阻值时，应遵循以下原则：若 $R<1000\ \Omega$ ，用 Ω 表示；若 $1000\leq R\leq 1000\text{ k}\Omega$ ，用 k Ω 表示；若 $R\geq 1000\text{ k}\Omega$ ，用 M Ω 表示。

工业标准电阻、电容、电感大小按 E6、E12、E24、E48、E96、E116、E192 系列规范分度。所谓 E12 分度规范，把阻值分为 12 档；而 E24 分度规范，把阻值分为 24 档，各分度阻值及误差范围如表 1-1 所示。

表 1-1 电阻参数的标识

系列	阻值计算及有效数字	误差	说明
E6	$10^{\frac{n}{5}}(n=0\cdots5)$ ；2 位	20%	低精度电阻、大容量电解电容
E12	$10^{\frac{n}{12}}(n=0\cdots11)$ ；2 位	10%	低精度电阻、非极性电容及电感
E24	$10^{\frac{n}{24}}(n=0\cdots23)$ ；2 位	5%	普通精度电阻及电容
E48	$10^{\frac{n}{48}}(n=0\cdots47)$ ；3 位	1%、2%	半精密电阻
E96	$10^{\frac{n}{96}}(n=0\cdots95)$ ；3 位	0.5%、1%	精密电阻
E116	$10^{\frac{n}{116}}(n=0\cdots115)$ ；3 位	0.2%、0.5%、1%	高精密电阻
E192	$10^{\frac{n}{192}}(n=0\cdots191)$ ；3 位	0.1%、0.25%、0.5%	超高精密电阻

2. 额定功率

当电流通过电阻时，要消耗一定的功率，这部分功率变成热量使电阻温度升高，为保证电阻正常使用而不被烧坏，规定电阻器在正常大气压力及额定温度条件下，长期安全使用所能允许消耗的最大功率值，称为电阻的额定功率。它是选择电阻器的主要参数之一。各种功率的电阻器在电路图中采用不同的符号表示。

额定功率一般可分为 1/8、1/4、1/2、1、2、5、10W 等。额定功率大的电阻器体积就大，在一般半导体收音机或功放等电流较小的电路中，电阻的额定功率一般只需 1/4 W 或 1/8 W 就可以了。不同功率电阻器的符号：标称功率大于 10 W 的电阻器，一般在图形符号上直接用数字标记出来。

3. 电阻器的标识

电阻器的标识方法主要有数码表示法、文字符号法、色标法和直标法。

(1)数码表示法。用三位(对于普通精度)或四位(高精度)数码表示数值。对于电阻来说，单位为 Ω ；对于电容来说，单位为 pF；对于电感来说，单位为 μH 。例如，102(对于电阻来说是 1000，即 1 k Ω ；对于电容来说是 1000 pF，即 0.001 μF 或 1 nF)、1203、333 等。

阻值在 10 Ω 以下的电阻，用 R 表示小数点。如 3.9 Ω 电阻表示为 3R9；0.33 Ω 电阻表示为 R33。

数码法多见于贴片电阻(SMC 封装)。

(2)文字符号法。文字符号法是将阿拉伯数字和字母符号按一定规律的组合来表示标称阻值及允许偏差的方法。其优点是认读方便、直观，可提高数值标记的可靠性，多用在大功率电阻器上。

文字符号法规定：用于表示阻值时，字母符号 Ω (R)，k、M、G、T 之前的数字表示阻值的整数值，之后的数字表示阻值的小数值，字母符号表示小数点的位置和阻值单位。

例如， $\Omega 33 \rightarrow 0.33\Omega$ $k3 \rightarrow 3.3\Omega$ $33M \rightarrow 3.3M\Omega$ $3G3 \rightarrow 3.3G\Omega$ 。

(3)色标法。色环法多用于轴向封装电阻(穿通式封装)。用颜色表示电阻器的阻值和允许误差，不同颜色代表不同数值。常见的有四环电阻表示法和五环电阻表示法。

普通精度的电阻用四条色带表示阻值及偏差。其中，两条表示阻值，一条表示有效数字后面 0 的个数，一条表示偏差。图 1-3 所示为两位有效数字阻值的色环表示法。



图 1-3 两位有效数字阻值的色环表示法

(4)直标法。在电阻体上直接标出阻值及误差，如 $10\text{ k}\Omega 5\%$ 。早期多用这种方法，目前电阻体积越来越小，直标法已不再适用。

(三) 常见电阻器及其选用

常见电阻器(电位器)有以下几种:

1. 碳膜(包括合成碳膜)电阻

阻值范围宽($1\ \Omega\sim 10\ \text{M}\Omega$);耐高压;精度差(误差为5%、10%、20%),高频特性较差,常用作放大电路中的偏置电阻、数字电路中的上拉及下拉电阻。

由于精度低,因此,标称阻值及误差用E6(精度为20%)、E12(精度为10%)、E24(精度为5%)分度。额定功率范围从 $1/8\ \text{W}$ 到 $10\ \text{W}$,其中耗散功率为 $1/4\ \text{W}$ 、 $1/2\ \text{W}$,偏差为5%和10%的碳膜电阻器用得最多。热稳定性较差,温度系数典型值为 $5000\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 。即温度升高 $1\ ^\circ\text{C}$,阻值的变化量为百万分之5000,即千分之五。例如一个标称阻值为 $10\ \text{k}$ 的碳膜电阻,当温度升高 10°C 时,阻值增加 $10\ \text{k}\times 5\%\times 10$,约 $0.5\ \text{k}$ 。

2. 金属膜(包括金属氧化膜)电阻

用真空镀膜或阴极溅射工艺,将特定金属或合金(如镍铬合金、氧化锡或氮化钽)淀积在绝缘基体(如模制酚醛塑料)表面上形成薄膜电阻体,构成的电阻器称为金属膜电阻或金属氧化膜电阻。

阻值范围宽($10\ \Omega\sim 10\ \text{M}\Omega$),精度高(误差为 $0.1\%\sim 1\%$),温度系数小(金属膜电阻为 $10\sim 100\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$;金属氧化膜电阻典型值为 $300\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$),噪声小,体积小,频率响应特性好,常用作电桥电路、RC振荡电路及有源滤波器的参数电阻、高频及脉冲电路、运算放大电路中的匹配电阻。耐压较低。

由于精度高,因此,标称阻值及误差用E48(精度为1%)、E116(精度为 $0.5\%\sim 1\%$)分度。阻值用3位有效数字表示。金属氧化膜电阻温度系数比金属膜电阻大一些($300\sim 400\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$),耗散功率较大。

3. 线绕电阻

线绕电阻阻值范围宽($0.01\ \Omega\sim 10\ \text{M}\Omega$),精度高(0.05%),温度系数小($<10\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$),耗散功率大,但寄生参数(分布电容、寄生电感)大,高频特性差。常用在对阻值有严格要求的电路系统中,如调谐网络和精密衰减电路。

4. 特种电阻

特种电阻主要有热敏电阻(包括负温度系数的NTC电阻及正温度系数的PTC电阻)、压敏电阻、光敏电阻、气敏电阻及磁敏电阻等。

5. 电阻器的选用常识

(1)正确选用电阻器的阻值和误差。阻值选用:原则是所用电阻器的标称阻值与所需电阻器阻值差值越小越好。误差选用:时间常数RC电路所需电阻器的误差尽量小,一般可选5%以内。对于退耦电路,反馈电路、滤波电路、负载电路对误差要求不太高,可选 $10\%\sim 20\%$ 的电阻器。

(2)注意电阻器的极限参数。额定电压:当实际电压超过额定电压时,即便满足功率要求,电阻器也会被击穿损坏。额定功率:所选电阻器的额定功率应大于实际承受功率的两倍以上才能保证电阻器在电路中长期工作的可靠性。

(3)要首选通用型电阻器。通用型电阻器种类较多、规格齐全、生产批量大,且阻值范围、外观形状、体积大小都有挑选的余地,便于采购、维修。

(4)根据电路特点选用。高频电路：分布参数越小越好，应选用金属膜电阻、金属氧化膜电阻等高频电阻。低频电路：绕线电阻、碳膜电阻都适用。功率放大电路、偏置电路、取样电路：电路对稳定性要求比较高，应选温度系数小的电阻器。退耦电路、滤波电路：对阻值变化没有严格要求，任何电阻器都适用。

(5)根据电路板大小选用电阻。

(四)电阻器的测量

电阻在使用前需进行检查，检查其性能好坏就是测量实际阻值与标称值是否相符，误差是否在允许范围之内，对测量电阻而言，在允许范围之内就是好的，否则就是坏的。测量方法就是用万用表的电阻挡进行测量，根据万用表的类型分为模拟表和数字表测量方法。

1. 模拟表测量步骤

(1)确定量程。根据被测电阻值确定量程，使指针指示在刻度线的中间一段，可使测试更加准确，且便于观察。

(2)挡位选择。一般 $100\ \Omega$ 以下电阻器可选 $R\times 1$ 挡， $100\ \Omega\sim 1\ \text{k}\Omega$ 的电阻器可选 $R\times 10$ 挡， $1\sim 10\ \text{k}\Omega$ 电阻器可选 $R\times 100$ 挡， $10\sim 100\ \text{k}\Omega$ 的电阻器可选 $R\times 1\ \text{k}$ 挡， $100\ \text{k}\Omega$ 以上的电阻器可选 $R\times 10\ \text{k}$ 挡。

(3)调零。确定电阻挡量程后，要进行调零，方法是两表笔短路(直接相碰)，调节“调零”旋钮，使模拟表指针归零，即使指针准确地指在欧姆刻度线的 0 上，如果不在 0 位置，调整调零旋钮表针指向电阻刻度的 0 位置，否则再进行机械调零，然后测电阻的阻值。

(4)操作规范。测试时注意事项：人手不要碰电阻两端或接触表笔的金属部分，否则会引起测试误差；不测试在路电阻。

(5)读数。读出来的数值乘以量程即为实际测量值。

2. 数字万用表测量方法

(1)挡位选择：选择能够测试阻值的最小挡位，可以保证测试结果的准确性；一般 $200\ \Omega$ 以下电阻器可选 200 挡， $200\sim 2\ \text{k}\Omega$ 电阻器可选 2 k 挡， $2\sim 20\ \text{k}\Omega$ 可选 20 k 挡， $20\sim 200\ \text{k}\Omega$ 的电阻器可选 200 k 挡， $200\ \text{k}\sim 200\ \text{M}\Omega$ 的电阻器选择 2 M Ω 挡。2~20 M Ω 的电阻器选择 20 M 挡，20 M Ω 以上的电阻器选择 200 M 挡。

(2)数字表读数：数字表上显示的值要乘以挡位的值即为实际测量值。

其他事项与模拟表相同。

3. 电阻性能判断

(1)定性判断：用万用表测出的电阻值接近标称值，就可以认为基本上质量是好的，如果相差太多或根本不通，就是坏的。

(2)定量判断：“ $|\text{实际值}-\text{标称值}|/\text{标称值}$ ”是否在允许范围之内。

二、电位器

电位器是一种可调的电子元件。它是由一个电阻体和一个转动或滑动系统组成的。当电阻体的两个固定触点之间外加一个电压时，通过转动或滑动系统改变触点在电阻体上的位置，在动触点与固定触点之间便可得到一个与动触点位置成一定关系的电压。在各类电子设备中，电位器是一种可调式电子元件，常用它作为分压器和变阻器。