



“十三五”职业教育规划教材

电子工艺 实训教程

DIANZI GONGYI SHIXUN JIAOCHENG

郑先锋 张超 主编
王琦 芦家成 王淼 副主编



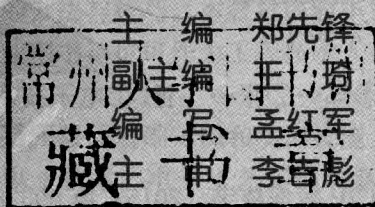
中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”职业教育规划教材

电子工艺 实训教程

DIANZI GONGYI SHIXUN JIAOCHENG



主 编 郑先锋
副主编 王琦
编 孟红军
李彪

张 超
芦家成
胡同礼
司忠志

王 淼
廖粤峰 邱亚琴



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”职业教育规划教材。全书共分8章,主要包括电子元件的识别,集成电路的检测方法,选用、检测电声器件,电子产品设计与印制电路板,电子产品的焊接与安装,电子电路调试,电子技能实训,以及Multisim软件仿真应用。为了配合课堂教学与读者学习,还在一些章节配备了习题,以便读者巩固所学知识。

本教材可作为电类专业学生电子实训环节的教材,也可供从事或有意从事电类及相关专业人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子工艺实训教程/郑先锋,张超主编. —北京:中国电力出版社,2015.8

“十三五”职业教育规划教材

ISBN 978-7-5123-7700-4

I. ①电… II. ①郑…②张… III. ①电子技术-高等职业教育-教材 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第095380号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

三河市百盛印装有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年8月第一版 2015年8月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 12印张 288千字

定价 25.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

电子工艺对于电类行业包括电子信息、自动控制以及仪器仪表行业的从业人员来说,是必须熟练掌握的一项基本技能。为了适应科学技术和高等职业教育的高速发展及当前教学改革的迫切需要,培养具有较强竞争意识、创新能力的高素质技术技能人才,编者在编写教材时,立足于基本工艺,结合职业教育的特点,强调实践动手能力,使学习者能容易扎实地掌握电子技术的基础知识和基本技能,并能制作一些自己感兴趣的电子产品,为进一步学习和应用打下基础,为从事电类及其相关专业做好技能上的准备。

本教材包括电子元器件的检测、选用知识,以及电子技术、电子工艺的实训知识。在此基础上,将传统的原理性、验证性实验与以 Multisim 软件为代表的 EDA 设计性实验紧密结合,将实物实验与虚拟仿真实验有机地结合,不仅充分利用了计算机的辅助设计能力,而且顺应了现代电子技术发展的潮流。编写过程中也突出了教材的实用性、系统性和前瞻性。

(1) 实用性。本教材中所介绍的所有电子元器件在实际生产中使用都比较广泛,同时针对制作电子产品实训中的元器件检测、选用的重要性,分别介绍了电子元器件以及常用的特殊元件的选用、检测、焊接的方法与技巧。本教材内容丰富、通俗易懂,图文并茂、语言流畅,既可作为专业人员的专业用书,也可作为工程技术人员的参考用书和业余爱好者的自学用书。

(2) 系统性。本教材包括元器件基础知识和实训技能。这些元器件基础知识,如元器件选用、元器件检测等,都是电子技术、电子工艺实训的基本要求,是学生必须要掌握的技能。但这些知识都是常识性的知识,不需要花费时间去讲授,为方便学生自主学习,教材中用一定的篇幅来讲述,以确保学生在日后从事电子技术工作时可以找到参考依据。

(3) 前瞻性。本教材不仅包括传统的电子产品生产制作的工艺实训内容,还包括 EDA 数字实验。在学时充足时,对于同一内容可通过硬件检测和 EDA 实验相互对比,使学生掌握先进的实验方法与手段,并加深对实训原理的理解,提高实训技能。另外,通过虚拟仿真实验,可将实验室中无条件进行的实训内容通过计算机仿真实验完成,极大地丰富了电子工艺实训的内容。

本教材由河南机电高等专科学校郑先锋副教授、张超老师任主编,由河南机电高等专科学校王琦老师、芦家成高级工程师及新乡职业技术学院王森老师任副主编,参与编写的有华盛天龙数控设备有限公司技术总监孟红军工程师,以及河南机电高等专科学校的胡同礼技师、廖粤峰老师和邱亚琴老师。全书由河南机电高等专科学校李吉彪教授和司忠志高级工程师主审,并提出许多宝贵意见。本书在编写过程中,华盛天龙数控设备有限公司根据自己的人才需求以及发展方向,对本书的编写提出了许多宝贵建议,校企双方在教材建设方面进行了有效的探索并且效果显著。同时,河南机电高等专科学校的赵恒、张睿曦、王磊、付进等同学在本书的整理和校对方面提供了极大的帮助。另外,教材的编写还参考了一些相关的著作和资料。在此,一并表示衷心的感谢。

由于电子技术和电子工艺的发展日新月异，加之编者水平有限，书中难免有疏漏与不妥之处，敬请广大读者不吝指正，您的宝贵意见可发电子邮件到 zhangchao915@foxmail.com，与作者进一步沟通与交流。

编 者

2015 年 6 月于新乡

目 录

前言

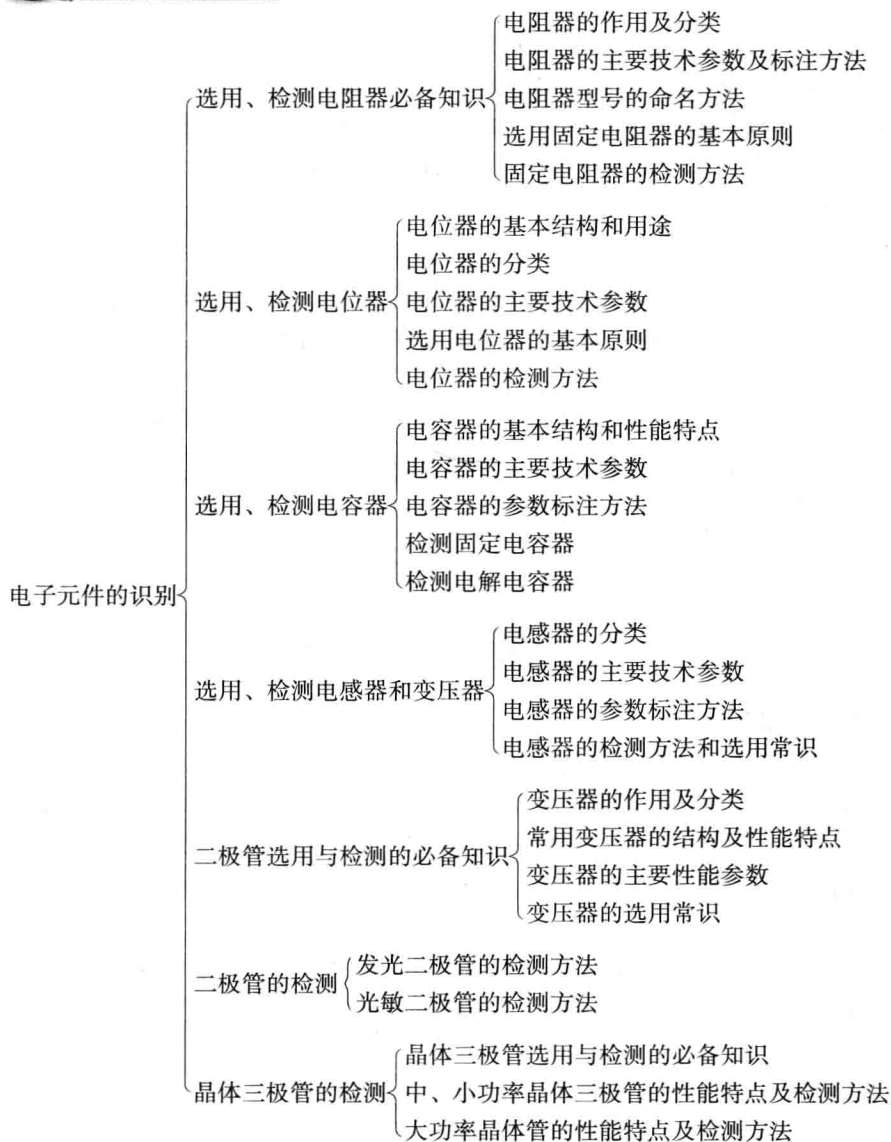
第 1 章 电子元件的识别	1
1.1 选用、检测电阻器必备知识	2
1.2 选用、检测电位器	7
1.3 选用、检测电容器	11
1.4 选用、检测电感器和变压器	16
1.5 二极管的检测	20
1.6 晶体三极管的检测	29
第 2 章 集成电路的检测方法	38
2.1 集成电路概述	38
2.2 数字集成电路的检测方法	40
2.3 通用运算放大器的检测方法	45
第 3 章 选用、检测电声器件	48
3.1 检测扬声器	49
3.2 检测耳机和耳塞	56
3.3 检测压电蜂鸣片 (PZT)	58
3.4 检测压电蜂鸣器	60
3.5 检测驻极体传声器 (MIC)	62
第 4 章 电子产品设计与制作印制电路板	65
4.1 电子电路设计的基本原则和方法	66
4.2 电子电路的组装、调试	69
4.3 印制电路板的设计与制作	72
4.4 自制印制电路板的过程	85
第 5 章 电子产品的焊接与安装	89
5.1 电路焊接技术与工艺	90
5.2 电子产品的安装工艺	109
第 6 章 电子电路调试	121
6.1 调试技术	122
6.2 干扰和噪声	128
6.3 干扰和噪声抑制技术	132
第 7 章 电子技能实训	141
7.1 集成电路声光控节能照明灯	142
7.2 有源音箱立体声功放	145

7.3	调幅收音机的安装与调试	148
7.4	万用表的安装、检查与调试	155
第 8 章	Multisim 软件仿真应用	160
8.1	Multisim 软件操作界面介绍	161
8.2	仿真电路设计	162
8.3	仿真仪表使用	166
8.4	电路仿真与分析	169
8.5	电路仿真实例	170
附录	HX 108-2 AM 收音机实习工艺文件	174

第1章 电子元件的识别



章节概述



目标规划

1. 学习目标

(1) 基本了解：了解电阻器、电位器、电容器、电感器以及晶体管的作用、分类及其技

术参数。

(2) 重点掌握：掌握选用、检测电阻器、电位器、电容器、电感器以及二极管的方法。

2. 技能目标

(1) 学会选用、检测电阻器、电位器、电容器以及电感器。

(2) 掌握各类二极管、晶体管的检测方法。



章节导入

电子元器件的种类繁多，而实现各种各样特定功能的电子电路均由它们组成。换句话说，电子元器件是组成具有特定功能的电子电路的最小单元。目前，电子技术的应用已无所不在，电子技术的发展也直接影响着各行各业的发展水平。因此，对于电类专业的学生，熟悉电子元器件的种类、结构、性能参数以及应用，显得极为重要。

提示

电子元器件一般分为电子元件和电子器件。电子元件一般是指诸如电阻器、电容器、电感器、接插件和开关等无源元件；电子器件一般则是指晶体管、集成电路等有源元器件。

本章重点掌握电子元件的选用和检测，尤其是电阻器、电位器、电容器、电感器、二极管、三极管等电路中最基本的电子元件的选用和检测，对于电路的设计、制作和维修具有极为重要的意义。

1.1 选用、检测电阻器必备知识

1.1.1 电阻器的作用及分类

电阻器是利用具有电阻性的金属或非金属材料制成、便于安装的电子元件，它在电路中是阻碍电流通过的耗能元件。具体地说，电阻器在电气装置中的作用大致可以归纳为降低电压、分配电压、限制电路电流，向各种电子元器件提供必要的工作条件（电压或电流）等几种功能。

从结构上将电阻器分为固定电阻器、可变电阻器（电位器）和敏感电阻器三大类。

1. 固定电阻器

(1) 碳膜电阻。它的稳定性好、阻值范围宽（几十欧至几十兆欧）、负温度系数、高频特性好、受电压和频率影响小、噪声小、制作成本低、价格便宜，在精度要求不高的电路中得到广泛的使用。

(2) 金属膜电阻器。它的外表涂成红色或棕色。金属膜电阻器比碳膜电阻器的精度更高，稳定性更好，阻值范围更大；最明显的是，耐热性超过碳膜电阻器，且体积更小。它的工作频率范围大，噪声小，但制造成本高，价格较贵，主要应用于高档的家用电器中。

(3) 绕线电阻器。它是用金属电阻丝烧制在陶瓷或其他绝缘材料的骨架上，表面涂以保护漆或玻璃釉膜制作而成。其优点是阻值精确、功率范围大、稳定性高、噪声小、耐热性能好，主要用于精密和大功率场合。其缺点是体积大、高频性能差。

2. 可变电阻器（电位器）

（1）绕线电位器。它是利用电阻合金丝在绝缘骨架上绕制而成的，可做成单圈、多圈、多连等结构。绕线电位器的精度易于控制，温度系数小，噪声低，但由于有线圈结构，电感大，高频特性不好。

（2）合成碳膜电位器。它的阻值分辨率高，阻值变化连续，阻值范围宽，但精度较差，耐温、耐潮性能差，使用寿命短。

（3）多圈电位器。它的阻值调整精度高，最大可达 40 圈。

3. 敏感电阻

（1）热敏电阻器。它是用对温度极为敏感的半导体材料制成的，它的阻值随温度的变化有比较明显的改变。它因具有灵敏度高，精度高，制造工艺简单，成本低，体积小等特点，而得以广泛地应用。按温度特性分类，有随温度升高电阻值增大（正温度系数 PTC）和随温度升高电阻值减少（负温度系数 NTC）两种。

（2）压敏电阻器（VSR）。它是一种对电压敏感的非线性过电压保护半导体元件。当压敏电阻器承受的电压在其标称额定电压值以内时，它的电阻值几乎是无穷大。当它所受电压超过额定电压时，其电阻值急剧变小，并立即处于导通状态。

（3）光敏电阻器。它的电阻值能随着外界光照的强弱变化而变化，广泛应用于各种自动控制电路、家用电路及各种测量仪器中。

1.1.2 电阻器的主要技术参数

电阻器的主要技术参数有标称值、允许误差、额定功率和极限工作电压。

1. 标称值和允许误差

标志在电阻器上的电阻值成为标称值。电阻的实际值与标称值之间存在一定的差别，这个差别称为电阻的允许误差。其标称值系列见表 1-1。

表 1-1 电阻器标称值系列

系列	允许偏差 (%)	电阻标称值系列
E24	±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, 3.9, 4.3, 4.7, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 8.2, 9.1
E12	±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
E6	±20	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

任何固定电阻器的标称值都应该符合表 1-1 中的标称值系列乘以 10^n ，其中 n 为正整数或负整数。例如，表中 1.8 包括 0.18Ω 、 1.8Ω 、 18Ω 、 180Ω 、 $1.8k\Omega$ 、 $18k\Omega$ 、 $180k\Omega$ 、 $1.8M\Omega$ 等阻值。

提示

除欧姆外，常用单位还有千欧（ $k\Omega$ ）和兆欧（ $M\Omega$ ）。这三者之间的换算关系是：

$$1M\Omega = 1000k\Omega$$

$$1k\Omega = 1000\Omega$$

2. 电阻器的额定功率

它是指在特定环境温度下电阻器允许承受的最大功率。在该功率限度以下，电阻器可以正常工作而不会改变其性能，也不会损坏。

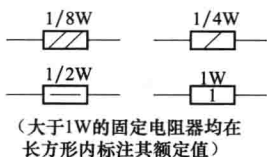


图 1-1 电阻器额定功率表示法

选用时应留有余地，一般选择电阻器时，其额定功率应比实际大 1~2 倍。额定功率分为 19 个等级，常用电阻器的额定功率有 1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W 等。在电路图中，电阻器的额定功率可直接用数字标出，也可用符号表示，电阻器额定功率表示法如图 1-1 所示。

相关链接

大部分业余电子制作中对电阻器额定功率都没有要求，可选用 1/8W 或 1/4W 的电阻器。

3. 极限工作电压

极限工作电压指电阻器的最大安全工作电压，当电压达到一定数值后，电阻器将会因过热而损坏或失效。

1.1.3 电阻器的参数标注方法

1. 直标法

直标法是指将电阻器主要参数直接印注在电阻器表面。采用直标法的电阻器，其电阻值用阿拉伯数字、允许误差用百分数直接标注在电阻器的表面。若电阻上未标注偏差，则均为 $\pm 20\%$ 。额定功率较大的电阻器也将额定功率直接标注在电阻器上。

2. 文字符号法

文字符号法是用数字和符号有规律组合在一起直接印注在电阻器表面。通常，阻值整数部分写在阻值单位标志符号的前面，阻值的小数部分写在阻值单位标志符号的后面。阻值单位标志符号 R、K、M、G 分别表示 1、 10^3 、 10^6 、 $10^9\Omega$ 。例如，4R8 表示为电阻器的电阻值为 4.8 Ω ，3K3 表示为电阻器的电阻值为 3.3k Ω 。

3. 色标法

小功率电阻器使用最广泛的是色标法。色标法是用色环、色点、色带在电阻器表面标出标称值和允许误差。色标法有 4 环和 5 环两种。普通电阻器大多用四个色环表示其阻值和允许误差，第一、二环表示有效数字，第三环表示倍率，第四环表示精度。精密电阻器采用五个色环表示其阻值和允许误差，第一、二、三环表示有效数字，第四环表示倍率，第五环表示精度。电阻器色标标注的基本颜色的定义见表 1-2。

表 1-2

电阻器色标标注的基本颜色的定义

	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑	金	银
有效数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	—	—
倍数	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^0	10^{-1}	10^{-2}
允许误差	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$			$\pm 0.5\%$	$\pm 0.25\%$	$\pm 0.1\%$				$\pm 5\%$	$\pm 10\%$

例如，棕灰棕金四环标注的电阻器，其阻值大小为 180Ω；黄橙黑红棕五环标注的电阻器，其阻值大小为 43kΩ。

1.1.4 电阻器型号的命名方法

电阻器的命名包括四个部分，见表 1-3。

表 1-3 电阻器型号的命名方法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用字母或数字表示分类		用数字表示
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	包括： 序号 额定功率 阻值 允许误差 精度等级
W	电位器	P	硼碳膜	2	普通	
		U	硅碳膜	3	超高频	
		H	合成膜	4	高阻	
		I	玻璃釉膜	5	高温	
		J	金属膜	7	精密	
		Y	氧化膜	8	高压	
		S	有机实心	9	特殊	
		N	无机实心	G	高功率	
		X	绕线	T	可调	
		R	热敏	X	小型	
		G	光敏	L	测量用	
		M	压敏	W	微调	
				D	多圈	

1.1.5 选用固定电阻器的基本原则

(1) 优先选用通用型电阻器。通用型电阻器种类很多，如碳膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器、金属玻璃釉电阻器、实心电阻器、线绕电阻器等。这类电阻器的阻值范围宽，精度包括±5%、±10%和±20%三级，功率为 0.1~10W。由于它们品种多、规格全、来源充足、价格低，有利于生产和维修。

(2) 所用电阻器的额定功率必须大于其实际承受功率的两倍。要保证电阻器正常工作而不致烧坏，必须使其实际工作时所承受的功率不超过其额定功率。为了使电阻器工作可靠，通常所选用电阻器的额定功率要为其实际承受功率的两倍以上。例如电路中某电阻器实际承受功率为 0.5W，则应选用额定功率为 1W 以上的电阻器。

(3) 根据电路的工作频率选择电阻器。由于各种电阻器的结构和制造工艺不同，其分布参数也不相同。RX 型线绕电阻器的分布电感和分布电容都比较大，只适用于频率低于 50kHz 的电路；RH 型合成膜电阻器和 RS 型有机实心电阻器可以用在频率为几十兆赫的电路中；RT 型碳膜电阻器可在频率为 100MHz 左右的电路中工作；而 RJ 型金属膜电阻器和 RY 型氧化膜电阻器可以工作在频率为高达数百兆赫的高频电路中。

(4) 根据电路对温度稳定性的要求，选择电阻器。由于电阻器在电路中的作用不同，所以对它们的温度稳定性要求也就不同，例如在退耦电路中的电阻器，即使阻值有所变化，对电路工作影响并不大，因而对电阻器的温度稳定性要求不高；而应用在稳压电源中作电压取样的电阻器，其阻值的变化，将引起输出电压的变化，因而要求选用温度稳定性较高的电

阻器。

相关链接

实心电阻器温度系数较大，不宜用在稳定性要求较高的电路中；碳膜电阻器、金属膜电阻器、玻璃釉膜电阻器都具有较好的温度特性，很适合应用于稳定性要求较高的场合；线绕电阻器由于采用特殊的合金线绕制，其温度系数极小，因此阻值最为稳定。

(5) 根据安装位置选用电阻器。由于制作电阻器的材料和工艺不同，因此相同功率的电阻器，其体积并不相同。例如相同功率的金属膜电阻器的体积是碳膜电阻器的 $1/2$ 左右，因此适合于安装在元器件比较紧凑的电路中；相反，在元器件安装位置比较宽松的场合，选用碳膜电阻器就相对经济些。

(6) 根据工作环境条件选用电阻器。使用电阻器的环境，例如温度、湿度等条件不同时，所选用的电阻器种类也不相同。像沉积膜电阻器不宜用于易受潮气和电解腐蚀影响的场合；如果环境温度较高，可以考虑用金属膜电阻器或氧化膜电阻器，它们都可在 125°C 的高温条件下长期工作。

1.1.6 固定电阻器的检测方法

测量电阻的方法很多，最常用的就是根据欧姆定律，来间接测量电阻值。下面介绍用万用表测量电阻的步骤。

(1) 将万用表的功能选择开关转到适当量程的电阻挡。

(2) 调零，将两根表笔短接，调节“ 0Ω ”电位器，使表头指针满度，指向“0”位，然后再进行测量。

提示

注意在测量中每次变换量程，都必须重新调零后再使用（凡使用欧姆挡测量，均先调零）。

(3) 两表笔分别接被测电阻器的两端，表头指针即指示出电阻值。测量时不要用双手触及电阻器引线两端，以免将人体电阻并联至被测电阻器，影响测量的准确性。



复习提示

1. 了解电阻器的作用及其分类。
2. 掌握电阻器的主要技术参数。
3. 掌握电阻器型号的命名方法，并能读取相应的阻值。



巩固练习

1. 填空题

- (1) 电阻器在电气装置中的作用是_____、_____、_____。

- (2) 从结构上讲电阻器可分为_____、_____、_____三大类。
 (3) 电阻器的主要技术参数有_____、_____、_____和极限工作电压。
 (4) 电阻的参数标注方法有三种, 分别是_____、_____、_____。

2. 判断题

- (1) 固定电阻器比可变电阻器更加稳定。()
 (2) 可变电阻器的精度易于控制, 温度系数小, 噪声低且高频信号好。()
 (3) 电阻器的额定功率是指在特定环境温度下电阻器允许承受的最大功率。()

3. 选择题

- (1) 标有 1k 的电阻, 其阻值为 ()。
 A. 0.001Ω B. 100Ω C. 1000Ω D. $1000M\Omega$
 (2) 外表标有红黄红金四色环的电阻器阻值和精度分别为 ()。
 A. $240\Omega \pm 5\%$ B. $2400\Omega \pm 5\%$ C. $240\Omega \pm 10\%$ D. $2400\Omega \pm 10\%$

1.2 选用、检测电位器

1.2.1 电位器的基本结构和用途

电位器是一种连续可调的电阻器, 因此, 有时也称为可调电阻器, 它也是一种较常用的电子元件。

相关链接

电位器应用的基本原理是, 当在电阻体上的两个固定触点之间加一个电压时, 通过转动电位器的转柄改变活动触点在电阻体上的位置, 在活动触点与任何一个固定触点之间便可得到一个电压, 这个电压的大小与活动触点在电阻体上的位置有直接关系。

图 1-2 所示为常用的旋转式碳膜电位器的结构图。由图 1-2 可见, 电位器是由一个电阻体和一个活动触点及三个引脚焊片组成。电阻体与活动触点被封装在金属或塑料壳体内。固定引脚焊片 1 和 3 分别与电阻体两端相接, 而活动触点则与引脚焊片 2 相接, 三个引脚焊片均外露于壳体外部用于与应用电路连接。

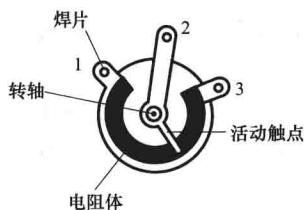


图 1-2 常用的旋转式碳膜电位器的结构

电位器的文字符号是 RP。图 1-3 中 (a)~(f) 为几种常见电位器的外形, (g) 为电位器的通用电路图形符号。

1.2.2 电位器的分类

1. 按电阻体的材料分类

电位器按电阻体的材料可分为线绕电位器和非线绕电位器。

线绕电位器又分为通用线绕电位器、精密线绕电位器、功率型线绕电位器和微调线绕电位器。

非线绕电位器可分为实心电位器和膜式电位器两种类型。其中, 实心电位器又分有机合成实心电位器、无机合成实心电位器和导电塑料电位器。膜式电位器又分碳膜电位器和金属

膜电位器。

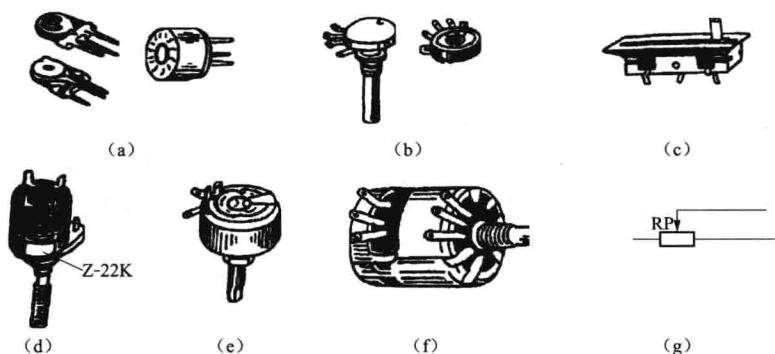


图 1-3 电位器的外形和通用电路图形符号

(a) 半可调式电位器；(b) 旋转式电位器；(c) 直滑式电位器；(d) 多圈线绕电位器；
(e) 线绕式电位器；(f) 同轴双联电位器；(g) 电位器的图形符号

2. 按调节方式分类

电位器按调节方式可分为旋转式电位器、推拉式电位器和直滑式电位器等。

3. 按电阻值的变化规律分类

电位器按电阻值的变化规律可分为直线式电位器、指数式电位器和对数式电位器。

4. 按结构特点分类

电位器按其结构特点可分为单圈电位器、多圈电位器、单联电位器、双联电位器、多联电位器、抽头式电位器、带开关电位器、锁紧型电位器、非锁紧型电位器和贴片式电位器等。

5. 其他分类方式

电位器除能按以上各种方式分类外，还可分为普通电位器、磁敏电位器、光敏电位器、电子电位器、步进电位器等。

1.2.3 电位器的主要技术参数

1. 阻值最大值和最小值

电位器的最大阻值通常在电位器外壳上标出，用万用表电阻挡直接测量电位器两端，其阻值误差应在 $\pm 5\%$ 以内。最小值应为 0，实际中不一定为 0，但越小越好。

2. 分辨率

所谓电位器的分辨率是指电阻器的调节精度，即滑动端滑动时，其输出电阻值可实现的最精细调节能力，有时，也称为分辨力。分辨率是衡量电位器输出量调节可达到的精密程度。一般，因为非线绕电位器的阻值是连续变化的，所以其分辨率比线绕电位器的高。

3. 阻值变化规律

为了适应不同用途，电位器按阻值变化规律分为三种类型：

(1) 直线 (X) 型电位器。其阻值变化与旋转角度成直线关系，电阻体上导电物质分布均匀，单位长度的阻值相等。它适用于一些要求均匀调节的场合，如分压器、偏流调整等电路中。

(2) 指数 (Z) 型电位器。它多用于音量控制，其电阻体上的导电物质分布不均匀，在

开始旋转时,阻值变化较小,旋转角度增大时,阻值变化加大。

(3) 对数(D)型电位器。它多用于音调控制,其电阻体上的导电物质分布不均匀,在开始旋转时,阻值变化较大,当电位器旋转角度增大时,阻值变化减小。

1.2.4 选用电位器的基本原则

1. 根据使用要求选用电位器

选用电位器时,应根据应用电路的具体要求来选择电位器的阻值、阻体材料、结构、类型、规格及调节方式。

提示

- ◆ 大功率电路应选用功率型线绕电位器;
- ◆ 精密仪器等电路中应选用高精度线绕电位器、精密多圈电位器或金属玻璃釉电位器;
- ◆ 中、高频电路可选用碳膜电位器;
- ◆ 收音机的音量调节兼电源开关可选用小型带旋转式开关的碳膜电位器;
- ◆ 立体声音频放大器的音量控制可选用双联同轴电位器;
- ◆ 音响系统的音调控制可选用直滑式电位器;
- ◆ 电源电路的基准电压调节应选用微调电位器;
- ◆ 通信设备和计算机中使用的电位器可选用贴片式多圈或单圈电位器。

2. 合理选择电位器的参数

根据设备和电路的要求选好电位器的类型和规格后,还要合理选择电位器的参数,包括额定功率、标称阻值、允许误差、分辨率、最高工作电压、动噪声等。

3. 根据阻值变化规律选用电位器

对各种电源电路中的电压调节放大电路的工作点进行调节,可选用直线型电位器;音响器材中的音调控制用电位器应选用对数型电位器,音量控制用电位器可选用指数型电位器。

4. 电位器选用的基本原则

(1) 认真检测好坏。使用前必须对电位器进行认真的检测(具体检测方法见后文),确认电位器无故障后再上机安装使用。尤其是对于一些曾用过的旧电位器,必须要仔细检查其引出端子是否松动,接触是否良好可靠。

(2) 安装牢固可靠。安装电位器时,应用紧固零件将其固定牢靠。不得使电位器松动,与电路中其他元器件相碰。在日常使用中,发现松动,应及时紧固,以免后患。

(3) 正确连接引脚。电位器在装入电路时,要注意三个引脚的正确连接。在扩音机、收录机等电路中,电位器常使用在信号电路中用来调节信号的大小。这时,应将其外壳接地,以屏蔽电位器内部,消除外界磁场干扰。

(4) 调节用力适度。电位器是一种可调的电子元件,由于调节频繁,磨损就比较严重,因此在电视机、收音机等电路设备中,电位器的损坏是常见的故障。为了延长电位器的使用寿命,减少损坏,在使用中,应注意调节时用力均匀,带开关的电位器,不要猛开猛关。

1.2.5 电位器的检测方法

检查电位器时,首先要转动旋柄,看看旋柄转动是否平滑,开关是否灵活,开关通断时“喀达”声是否清脆,并听一听电位器内部接触点和电阻体摩擦的声音,如有“沙沙”声,说明质量不好。用万用表测试时,先根据被测电位器阻值的大小,选择好万用表的合适电阻挡位,然后可按下述方法进行检测。

(1) 用万用表欧姆挡测量电位器两个固定端的电阻值,同时与标称值相比较,若测量值在允许误差范围内,则表示电位器是好的,如若比标称值大得多,则表明该电位器已损坏。如果用万用表的指示数值跳动,则表明电位器内部已经接触不良。

(2) 测量滑动端与固定端的阻值变化情况。移动滑动端,如果所测得的阻值从最小到最大之间连续变化,且最小值越接近于零,最大值越接近于标称值,则说明该电位器的质量较好;但如果所测阻值出现不连续或时断时续现象,则说明该电位器滑动端与电阻体接触不良,已不能再使用。

相关链接

电位器的质量好坏,也可使用专用的“电位器动噪声测量仪”来判断。



复习提示

1. 了解电位器的结构及其应用。
2. 掌握电位器的主要技术参数。
3. 了解电位器选择的基本原则。
4. 掌握电位器检测的方法。



巩固练习

1. 填空题

- (1) 电位器按电阻体的材料可分为_____和_____。
- (2) _____是衡量电位器输出量调节可达到的精密程度。
- (3) 为了适应不同用途,电位器按阻值变化规律分为三种类型_____, _____和_____。

2. 判断题

- (1) 电位器的文字符号是 WP。()
- (2) 电位器按结构特点可分为旋转式电位器、推拉式电位器和直滑式电位器等。()
- (3) 电位器是由一个电阻体和一个活动触点及三个引脚焊片组成的电子器件。()

3. 选择题

- (1) 电位器的最大阻值通常在电位器外壳上标出,用万用表电阻挡直接测量电位器两端,其阻值误差应在()以内。
A. $\pm 1\%$ B. $\pm 2\%$ C. $\pm 5\%$ D. $\pm 10\%$