

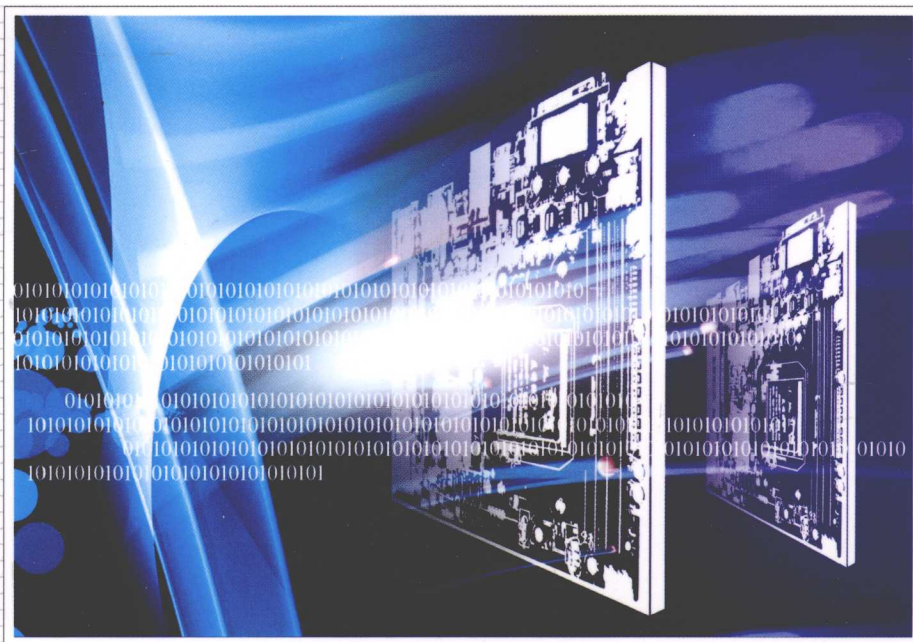


中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

电子技能与实训

dianzi jineng yu shixun

■ 主编 李筱康 钦 湘



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本课程内容包括安全用电、电工基本操作工艺、电气照明与内线工程、常用电工仪表、小型变压器、异步电动机、单相异步电动机、电动机的控制、直流电动机和特种电动机等。同时本书还根据教学基本要求设计了实训内容供师生选用,使理论联系实际,便于学生学习和解决工程实际问题。

本教材可作为中等职业学校电子电器应用与维修专业及其他相关专业的教学用书,也可作为岗位培训用书或自学用书。

版权专用 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电子技能与实训/李筱康,钦湘主编. —北京:北京理工大学出版社, 2009.7

ISBN 978-7-5640-2436-9

I. 电… II. ①李…②钦… III. 电子技术—专业学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 112190 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通县华龙印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 7.25

字 数 / 185 千字

版 次 / 2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

定 价 / 12.00 元

责任校对/陈玉梅

责任印制/母长新

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

中等职业教育是以培养具有较强实践能力,面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业技术教育,是职业技术教育的初级阶段。目前,中等职业教育教学改革已经从专业建设、课程建设延伸到了教材建设层面。根据教育部关于要求发展中等职业技术教育,培养职业技术人才的大纲要求,北京理工大学出版社组织编写了《21 世纪中等职业教育特色精品课程规划教材》。该系列教材是中等职业教育课程改革项目研究成果。坚持以能力为本位,以就业为导向,以服务学生职业生涯发展为指导思想。主要从以下三个角度切入:

1. 从专业建设角度

该系列教材摒弃了传统普通高等教育和传统职业教育“学科性专业”的束缚,致力于中等职业教育“技术性专业”。主体内容由与一线技术工作相关联的岗位有关知识所构成,充分体现职业技术岗位的有效性、综合性和发展性,使得该系列教材不但追求学科上的完整性、系统性和逻辑性,而且突出知识的实用性、综合性,把就业岗位所需要的知识和实践能力的培养融于一炉。

2. 从课程建设角度

该系列教材规避了现有的中等职业教育教材内容上的“重理论轻实践”、“重原理轻案例”,教学方法上的“重传授轻参与”、“重课堂轻现场”,考核评价上的“重知识的记忆轻能力的掌握”、“重终结性的考试轻形成性考核”的倾向,力求在整体教材内容体系以及具体教学方法指导、练习与思考等栏目中融入足够的实训内容,加强实践性教学环节,注重案例教学和能力的培养,使职业能力的提升贯穿于教学的全过程。

3. 从人才培养模式角度

该系列教材为了切合中等职业教育人才培养的产学结合、工学交替培养模式,注重有学就有练、学完就能练、边学边练的同步教学,吸纳新技术引用、生产案例等情景来激活课堂。同时,为了结合学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的实际,注重对新知识、新工艺、新方法、新标准引入,在培养学生创造能力和自我学习能力的培养基础上,力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了贯彻和落实上述指导思想,在本系列教材的内容编写上,我们坚持以下一些原则:

1. 适应性原则

在进行广泛的社会调查基础上,根据当今国家的政策法规、经济体制、产业结

构、技术进步和管理水平对人才的结构需求来确定教材内容。依靠专业自身基础条件和发展的可行性,以相关行业和区域经济状况为依托,特别强调面向岗位群体的指向性,淡化行业界限、看重市场选择的用人趋势,保证学生的岗位适应能力得到训练,使其有较强的择业能力,从而使教材有活力、有质量。

2. 特色性原则

在调整原有专业内容和设置专业新兴内容时,注意保留和优化原有的、至今仍适应社会需求的内容,但随着社会发展和科技进步,及时充实和重点落实与专业相关的新内容。“特色”主要是体现为“人无我有”,“人有我精”或“众有我新”,科学预测人才需求远景和人才培养的周期性,以适当超前性专业技术来引领教材的时代性。结合一些一线工作的实际需要和一些地方用人单位的区域资源优势、支柱产业及其发展方向,参考发达地区的发展历程,力争做到专业课内容的成熟期与人才需求的高峰期相一致。

3. 宽口径性原则

拓宽教材基础是提高专业适应性的重要保证之一。市场体制下的人才结构变化加快,科技迅猛发展引起技术手段不断更新,用人机制的改革使人才转岗频繁,由此要求大部分专门人才应是“复合型”的。具体课程内容应是当宽则宽,当窄则窄。在紧扣本专业课程内容基础上延伸或派生出一些适应需求的与其他专业课相关的综合技能。既满足了社会需求又充分锻炼学生的综合能力,挖掘了其潜力。

4. 稳定性和灵活性原则

中职职业教育的专业课程都有其内核的稳定性,这种内核主要是体现在其基本理论,基础知识等方面。通过稳定性形成专业课程教材的专业性特点,但同时以灵活的手段结合目标教学和任务教学的形式,设置与生产实践相切合的项目,推进教材教学与实际工作岗位对接。

为了更好地落实本教材的指导思想和编写原则,教材的编写者都是既有一定的教学经验、懂得教学规律,又有较强实践技能的专家,他们分别是:相关学科领域的专家;中等职业教育科研带头人;教学一线的高级教师。同时邀请众多行业协会合作参与编写,将理论性与实践性高度统一,打造精品教材。另外,还聘请生产一线的技术专家来审读修订稿件,以确保教材的实用性、先进性、技术性。

总之,该系列教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的成果,希望本系列教材能为职业教育的提高和发展作出贡献。

北京理工大学出版社

前 言



本书是中等职业学校电子电器应用与维修专业的电子技能与实训教材，是根据电子电器应用与维修专业《电子技能与实训教学大纲》编写的，可作为电子专业“双证”考核的实训参考教材。

本书的编者结合多年的教学经验和实践，从提高学生全面素质出发，以培养中职学生能力为主要目标，并参考了许多相关教材来确定教材内容和知识深度。考虑到中职学生的特点，本书内容力求简洁实用、浅显好学；语言精练流畅、通俗易懂；体现出科学性、针对性、应用性等特点。

本课程的参考学时为 50~70 学时。全书主要介绍了电子技能基础知识、常用电子仪器仪表的使用与维护、常用电子元器件的识别与检测、印刷电路板的手工制作等。教学中，教师要边介绍边演示，以学生练习为主开展教学。

由于水平有限，书中难免存在不妥之处，希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

模块一 常用元器件的选用.....	1
项目 1 电阻器	1
项目 2 电容器	9
项目 3 电感器	14
项目 4 变压器和继电器	17
项目 5 半导体二极管和三极管	20
项目 6 集成运算放大器和集成稳压器	24
项目 7 接插件	29
模块二 电子电路基础	32
项目 1 二极管整流与滤波电路	32
项目 2 三极管及其放大电路	35
项目 3 基本放大电路及组成原理	37
项目 4 共集基本放大电路	39
项目 5 常用组合逻辑器件及其应用	40
项目 6 集成触发器及半导体存储器	45
模块三 常用电子仪器及其使用方法	49
项目 1 电子测量基础	49
项目 2 万用表	53
项目 3 示波器	56
项目 4 信号发生器	63

模块四 焊接和元器件装配	65
项目 1 电烙铁	65
项目 2 焊料和焊剂的选用	67
项目 3 元件的装配和焊接工艺	68
模块五 印制电路板的设计和制作	72
项目 1 概述	72
项目 2 印制电路板手工制作的方法	74
项目 3 印制板检验	76
模块六 电子电路基础实验	78
项目 1 常用电子仪器使用——低频信号发生器及万用表的使用	78
项目 2 电阻、电容、二极管的识别与检测	80
项目 3 音频集成功率放大器	83
项目 4 触发器	86
模块七 电子电路实例	88
项目 1 分压式电流负反馈偏置放大电路的安装调试与维修	88
项目 2 直流稳压电源的安装调试与维修	91
项目 3 家用调光台灯电路的安装调试与维修	95
项目 4 石英晶体遥控发射器的安装调试与维修	97
项目 5 数字钟的安装调试与维修	101

常用元器件的选用



模块概述

本模块主要讲述了一些常用元器件的选用,其内容包括电阻器、电容器、电感器、变压器和继电器,半导体二极管和三极管,集成运算放大器和集成稳压器和接插件等。



1. 掌握电阻器的参数及常用电阻器;
2. 掌握电容器的参数及常用电容器;
3. 掌握电感器的参数及常用电感器;
4. 掌握变压器、继电器的分类及参数;
5. 掌握半导体二极管和三极管的基本知识;
6. 了解集成电路及集成稳压器;
7. 知道什么是接插件及其种类。

* * * * *

项目1 电阻器

一、概述

电阻器在所有的电子设备中是必不可少的,在电路中常用来进行电压、电流的控制和传送。电阻器通常按如下方法进行分类。

按材料分:主要有碳质电阻、碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻等。

按结构分:主要分为固定电阻和可变电阻。

按用途分:有精密电阻、高频电阻、高压电阻、大功率电阻、热敏电阻等。

二、电阻器的参数

电阻器的参数主要包括标称阻值、额定功率、精度、最高工作温度、最高工作电压、噪声系数及高频特性等,在挑选电阻器的时候主要考虑其阻值、额定功率及精度。至于其他参数,如最高工作温度、高频特性等只在特定的电气条件下才予以考虑。

1. 标称阻值

电阻器的标称阻值通常在电阻的表面标出。标称阻值包括阻值及阻值的最大偏差两部



分,通常所说的电阻值即标称电阻中的阻值,这是一个近似值。它与实际的阻值是有一定偏差的。标称值按误差等级分类,国家规定有 E24、E12、E6 系列,如表 1-1 所示。

表 1-1 E24、E12、E6 系列的具体规定

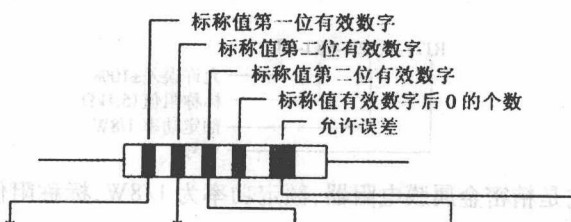
阻值系列	最大误差	偏差等级	标称值
E24	$\pm 5\%$	I	1.0,1.1,1.2,1.3,1.5,1.6,1.8,2.0,2.4,2.7,3.0,3.3,3.6,3.9,4.3,5.1,5.6,6.2,6.8,7.5,8.2,9.1
E12	$\pm 10\%$	II	1.0,1.2,1.5,1.8,2.2,2.7,3.3,3.9,4.7,5.6,6.8,8.2
E6	$\pm 20\%$	III	1.0,1.5,2.2,3.3,3.9,4.7,5.6,6.8,8.2

标称值一般用色标法、直标法和文字符号描述法来表示。

(1) 色标法 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。色标电阻(色环电阻)器可分为三环、四环、五环三种标法。其含义如图 1-1 和图 1-2 所示。



图 1-1 两位有效数字电阻值的色环表示法



颜色	第一位有效值	第二位有效值	第三位有效值	倍 率	允许偏差/%
黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	± 1
红	2	2	2	10^2	± 2
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	± 0.5
蓝	6	6	6	10^6	± 0.25
紫	7	7	7	10^7	± 0.1
灰	8	8	8	10^8	
白	9	9	9	10^9	
金				10^{-1}	
银				10^{-2}	

图 1-2 三位有效数字电阻值的色环表示法

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。

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。

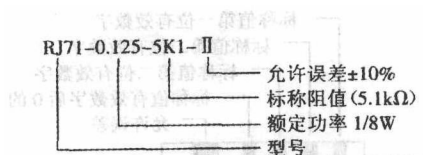
有些色环电阻器由于厂家生产不规范,无法用上面的特征判断,这时只能借助万用表判断。

(2)文字符号直标法 文字符号直标法是用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值、额定功率、允许误差等级等。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,其文字符号所表示的单位如表 1-2 所示。如 1R5 表示 1.5Ω , 2K7 表示 $2.7\text{k}\Omega$ 。

表 1-2 文字符号直标法

文字符号	R	K	M	G	T
表示单位	欧姆(Ω)	千欧姆($10^3\Omega$)	兆欧姆($10^6\Omega$)	千兆欧姆($10^9\Omega$)	兆兆欧姆($10^{12}\Omega$)

例如:



由标号可知,它是精密金属膜电阻器,额定功率为 1/8W,标称阻值为 5.1kΩ,允许误差为 ±10%。

2. 电阻器的额定功率表示符号

电阻器有电流流过时会发热,如果温度过高就会被烧毁。图 1-3 表示在常温、常压下电阻器长期工作所能承受最大功率的表示方法。



图 1-3 电阻器额定功率与对应符号

三、常用电阻器

1. 碳质电阻

碳质电阻由碳粉、填充剂等压制而成,价格便宜但性能较差,现在已不常用。

2. 线绕电阻

线绕电阻由电阻率较大、性能稳定的锰铜、康铜等合金线涂上绝缘层,在绝缘棒上绕制而成。阻值 $R = \rho l / s$, 其中 ρ 为合金线的电阻率, l 为合金线长, s 为合金线的截面积。当 ρ 、 s 为定值时,电阻值和长度具有很好的线性关系,精度高,稳定性好,但具有较大的分布电容,较多用在需要精密电阻的仪器仪表中。

3. 碳膜电阻

碳膜电阻是由结晶碳沉积在磁棒或瓷管骨架上制成的,稳定性好、高频特性较好,并能工作在较高的温度下(70℃),目前在电子产品中得到广泛的应用。其涂层多为绿色。

4. 金属膜电阻

与碳膜电阻相比,金属膜电阻只是用合金粉替代了结晶碳,除具有碳膜电阻的特性外,能耐更高的工作温度。其涂层多为红色。

5. 热敏电阻

热敏电阻的电阻值随着温度的变化而变化,一般用做温度补偿和限流保护等。从特性上可分为两类:正温度系数电阻和负温度系数电阻。正温度系数的阻值随温度升高而增大,负温度系数的电阻则相反。

热敏电阻在结构上分为直热式和旁热式两种。直热式是利用电阻体本身通过电流产生热量,使其电阻值发生变化;旁热式热敏电阻器由两个电阻组成,一个电阻为热源电阻,另一个为热敏电阻。

6. 贴片电阻

该类电阻目前常用在高集成度的电路板上,它体积很小,分布电感、分布电容都较小,适合在高频电路中使用。一般用自动安装机安装,对电路板的设计精度有很高的要求,是新一代电路板设计的首选组件。

四、电位器

电位器实际上是一种可变电阻器,可采用上述各种材料制成。电位器通常由两个固定输出端和一个滑动抽头组成。

按结构电位器可分为单圈、多圈;单联、双联;带开关;锁紧和非锁紧电位器。按调节方式可分为旋转式电位器、直滑式电位器。在旋转式电位器中,按照电位器的阻值与旋转角度的关系可分为直线式、指数式、对数式。具体常用电位器形状如图 1-4 所示。表 1-3 是电位器使用材料与标志符号。

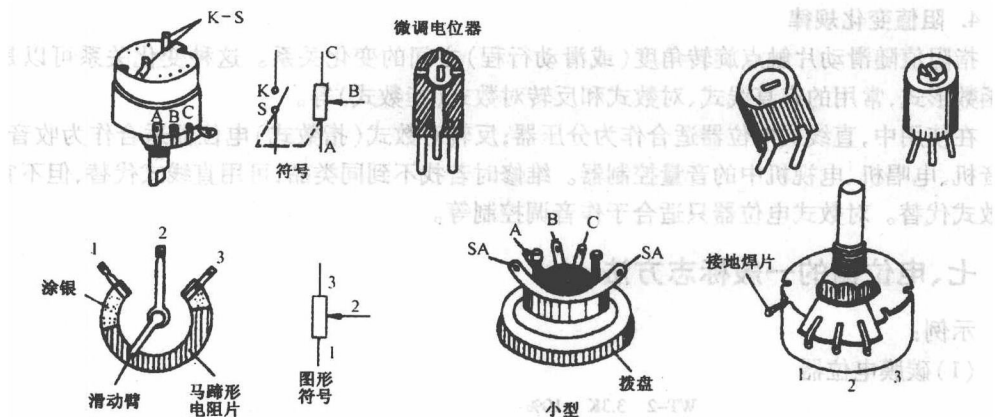


图 1-4 常用电位器的外形和符号

表 1-3 电位器使用材料与标志符号

类 别	碳膜电位器	合成碳膜电位器	线绕电位器	有机实心电位器	玻璃釉电位器
标志符号	WT	WTH(WH)	WX	WS	WT

五、用万用表测量电阻器、电位器的阻值

1. 电阻器的测量

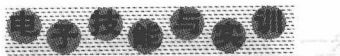
电阻器在使用时要进行测量,看其阻值与标称值是否相符。用万用表测量电阻时,应用万用表中的欧姆挡进行测量,测量电阻时应根据电阻值的大小选择合适的量程,以提高测量精度。同时在测量时应注意手不能同时接触被测电阻的两根引线以避免人体电阻的影响。

2. 电位器的测量

如图 1-4 所示,电位器的引线脚分别为 A, B, C, 开关引线脚为 K 和 S。首先用万用表测电位器的标称值。然后再测量 A, B 两端或 B, C 两端的电阻值,并慢慢地旋转轴,若这时表针平稳地朝一个方向移动,没有跳跃现象,表明滑动触点与电阻体接触良好,最后再测量 K 与 S 之间开关功能。

六、电位器的主要技术指标

电位器是一种机电元件,靠电刷在电阻体上的滑动,取得与电刷位移成一定关系的输出电压。其技术指标有:



1. 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。

2. 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。

3. 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,可允许有 $\pm 20\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 的误差。精密电位器的精度可达 0.1% 。

4. 阻值变化规律

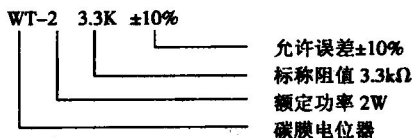
指阻值随滑动片触点旋转角度(或滑动行程)之间的变化关系。这种变化关系可以是任何函数形式,常用的有直线式、对数式和反转对数式(指数式)等。

在使用中,直线式电位器适合作为分压器;反转对数式(指数式)电位器适合作为收音机、录音机、电唱机、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。

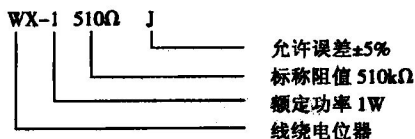
七、电位器的一般标志方法

示例:

(1) 碳膜电位器



(2) 线绕电位器



八、常见电位器

1. 合成碳膜电位器

电阻体是用经过研磨的碳黑、石墨、石英等材料涂敷于基体表面而成,该工艺简单,是目前应用最广泛的电位器。特点是分辨力高,耐磨性好,寿命较长。缺点是电流噪声、非线性特性大,耐潮性以及阻值稳定性差。

2. 有机实心电位器

有机实心电位器是一种新型电位器,它是用加热塑压的方法,将有机电阻粉压在绝缘体的凹槽内。有机实心电位器与碳膜电位器相比具有耐热性好,功率大,可靠性高,耐磨性好等优点。但温度系数大,动噪声大,耐潮性能差,制造工艺复杂,阻值精度较差。在小型化、高可靠、高耐磨性的电子设备以及交、直流电路中用来调节电压、电流。

3. 金属玻璃铀电位器

用丝网印刷法按照一定图形,将金属玻璃铀电阻浆料涂覆在陶瓷基体上,经高温烧结而

成。特点是:阻值范围宽,耐热性好,过载能力强,耐潮、耐磨等特性都很好。是很有前途的电位器品种,缺点是接触电阻和电流噪声大。

4. 绕线电位器

绕线电位器是将康铜丝或镍铬合金丝作为电阻体,并把它绕在绝缘骨架上制成。绕线电位器的优点是接触电阻小,精度高,温度系数小,其缺点是分辨力差,阻值偏低,高频特性差。主要用作分压器、变阻器、仪器中调零和调整工作点等。

5. 金属膜电位器

金属膜电位器的电阻体可由合金膜、金属氧化膜、金属箔等分别组成。特点是分辨力、高、耐高温、温度系数小、动噪声小、平滑性好。

6. 导电塑料电位器

用特殊工艺将 DAP(邻苯二甲酸二烯丙脂)电阻浆料覆在绝缘机体上,加热聚合成电阻膜,或将 DAP 电阻粉热塑压在绝缘基体的凹槽内形成的实心体作为电阻体。特点是:平滑性好,分辨力优异耐磨性好,寿命长,动噪声小,可靠性极高,耐化学腐蚀等。多用于宇宙装置、导弹、飞机雷达天线的伺服系统等。

7. 带开关的电位器

有旋转式开关电位器、推拉式开关电位器等。

8. 预调式电位器

预调式电位器在电路中,一旦调试好,用蜡封住调节位置,在一般情况下不再调节。

9. 直滑式电位器

采用直滑方式改变电阻值。

10. 双连电位器

可分为有异轴双连电位器和同轴双连电位器。

11. 无触点电位器

无触点电位器消除了机械接触,寿命长,可靠性高,包括光电式电位器和磁敏式电位器等。

九、电阻器的检测

1. 固定电阻器的检测

将两表笔(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。由于欧姆挡刻度的非线性关系,它的中间一段分度较为精细,因此应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,则说明该电阻值变值了。

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;被检测的电阻从电路中焊下来,至少要焊开一个头,以免电路中的其他元件对测试产生影响,造成测量误差;色环电阻的阻值虽然能以色环标志来确定,但在使用时最好还是用万用表测试一下其实际阻值。

2. 水泥电阻的检测

检测水泥电阻的方法及注意事项与检测普通固定电阻完全相同。

3. 熔断电阻器的检测

在电路中,当熔断电阻器熔断开路后,可根据经验作出判断:若发现熔断电阻器表面发黑

或烧焦,可断定是其负荷过重,通过它的电流超过额定值很多倍所致;如果其表面无任何痕迹而开路,则表明流过的电流刚好等于或稍大于其额定熔断值。对于表面无任何痕迹的熔断电阻器好坏的判断,可借助万用表 $R \times 1$ 挡来测量,为保证测量准确,应将熔断电阻器一端从电路上焊下。若测得的阻值为无穷大,则说明此熔断电阻器已失效开路,若测得的阻值与标称值相差甚远,表明电阻变值,也不宜再使用。在维修实践中发现,也有少数熔断电阻器在电路中被击穿短路的现象,检测时也应予以注意。

4. 正温度系数热敏电阻(PTC)的检测

检测时,用万用表 $R \times 1$ 挡,具体可分两步操作:

(1)常温检测(室内温度接近 25°C) 将两表笔接触 PTC 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 $\pm 2\Omega$ 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 在常温测试正常的基础上,即可进行第二步测试——加温检测。将一热源(例如电烙铁)靠近 PTC 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增大,如是,说明热敏电阻正常,若阻值无变化,说明其性能变劣,不能继续使用。注意,不要使热源与 PTC 热敏电阻靠得过近或直接接触热敏电阻,以防止将其烫伤。

5. 负温度系数热敏电阻(NTC)的检测

(1)测量标称电阻值 R_t 用万用表测量 NTC 热敏电阻的方法与测量普通固定电阻的方法相同,即根据 NTC 热敏电阻的标称阻值,选择合适的电阻挡,可直接测出 R_t 的实际值。但因 NTC 热敏电阻对温度很敏感,故测试时应注意以下几点:

R_t 是生产厂家在环境温度为 25°C 时所测得的,所以用万用表测量 R_t 时,亦应在环境温度接近 25°C 时进行,以保证测试的可信度。

测量功率不得超过规定值,以免电流热效应引起测量误差。注意正确操作,测试时不要用手捏住热敏电阻体,以防止人体温度对测试产生影响。

(2)估测温度系数 α_t 先在室温 t_1 下测得电阻值 R_1 ,再用电烙铁作热源,靠近热敏电阻 R_t ,测出电阻值 R_2 ,同时,用温度计测出此时热敏电阻 R_t 表面的平均温度 t_2 ,再进行计算。

6. 压敏电阻的检测

用万用表的 $R \times 1k$ 挡测量压敏电阻两引脚之间的正、反向绝缘电阻,均为无穷大。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。

7. 光敏电阻的检测

(1)第一步 用一黑纸片将光敏电阻的透光窗口遮住,此时万用表的指针基本保持不动,阻值接近无穷大。此值越大说明光敏电阻性能越好。若此值很小或接近为零,说明光敏电阻已烧穿损坏,不能再继续使用。

(2)第二步 将一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)第三步 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遮光窗上部晃动,使其间断受光,此时万用表指针应随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。

十、电位器的检测

1. 准备工作

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“喀哒”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。

2. 检测过程

用万用表的欧姆挡测“1”、“2”两端,其读数应为电位器的标称阻值,如万用表的指针不动或阻值相差很多,则表明该电位器已损坏。

检测电位器的活动臂与电阻片的接触是否良好。用万用表的欧姆挡测“1”、“2”(或“2”、“3”)两端,将电位器的转轴按逆时针方向旋至接近“关”的位置,这时电阻值越小越好。再顺时针慢慢旋转轴柄,电阻值应逐渐增大,表头中的指针应平稳移动。当轴柄旋至极端位置“3”时,阻值应接近电位器的标称值。如万用表的指针在电位器的轴柄转动过程中有跳动现象,说明活动触点有接触不良的故障。

项目2 电容器

电容器是由两个金属板,中间夹有绝缘材料(绝缘介质)构成的,根据绝缘材料的不同,构成的电容器的种类也不同。电容器在电路中具有隔断直流、通过交流电的作用。常用于电路级间耦合、滤波、去耦及信号调谐等方面,在电子设备中用量仅次于电阻,是电子电路的基本元件之一。

一、电容器的种类

电容器的种类很多,形状各异。按结构可分为:固定电容器、可变电容器、半可变电容器。按介质材料的不同可分为:气体介质电容器、液体介质电容器、无机固体介质电容器和陶瓷电容器等。以电解质的不同形态可分为液式和干式两种电解电容器;按阳极材料可分为铝、钽、钛电解电容器等;按极性可分为有极性和无极性电容器等。在电路图中,电容器的符号如图1-5所示。

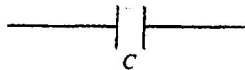


图1-5 电容器的符号

二、电容器的主要参数

1. 标称容量和误差

(1)含义 标在电容外壳上的数值称为电容器的标称容量。对于标称容量有一系列国家标准。表1-3给出了固定电容器的标称容量系列。

电容的单位有:法拉(F)、微法(μF)、皮法(pF)。它们之间的换算关系是:

$$1\text{F} = 10^6\mu\text{F} = 10^{12}\text{pF}$$

(2)计算方法 电容器的标称值与其实际容量之差,除以标称值所得的百分数,就是电容器的容量误差。电容器的容量误差一般分为三级,即 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$,或写成I级、II级、III级。有的电解电容器的容量误差可能大于20%,对于不同材料制成的电容器,其标称容量系列也不一样。对于纸介质电容器、纸膜复合介质电容器及低频(有极性)有机薄膜介质电

容器的允许误差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 。对于高频(无极性)有机薄膜介质电容器、瓷介质电容器、玻璃釉电容器、云母电容器的标称容量值采用 E24、E12、E6 系列。其中大于 4.7pF 的电容器标称容量值采用 E24 系列。小于和等于 4.7pF 的其标称容量值采用 E12 系列。对于铝、钽、钛电解电容器的标称容量值采用 E6 系列。

表 1-3 固定电容器标称容量系列

标称值系列	允许误差	标称容量系列
E24	$4-5\%$	1.0、1.1、1.2、13、1.5、1.6、1.8、2.0、2.2、24、2.7、3.0、3.3、3.9、4.3、47、5.1、5.6、6.2、68、7.5、8.2、9.1
E12	$\pm 10\%$	1.0、1.2、1.5、1.8、22、2.7、3-3、3.9、4.7、5.6、6.8、82
E6	$\pm 20\%$	1.0、1.5、2.2、33、47、6.8

2. 额定直流工作电压

电容器的额定直流工作电压(也称为电容器的耐压值)指的是电容器接入电路后,能长期连续可靠地工作,不被击穿时所能承受的最大直流电压。在实际使用时不允许超过这个耐压值,如果超过这个值,电容器就可能损坏或被击穿。如果电压超过耐压值很多时,电容器可能会爆裂而损坏。

3. 绝缘电阻

电容器的绝缘电阻是指电容器两极之间的电阻,也称为漏电阻。它在数值上等于直流电压加在电容上,产生漏电流,两者之比的大小。绝缘电阻的大小决定于电容器介质性能的好坏,在选用电容器时应选绝缘电阻大的为好。因为电容器的绝缘电阻越小,漏电就越多,这样会影响电路的正常工作。

三、电容器的电容量标注方法及误差表示法

1. 直标法

直标法是国际电工委员会推荐的表示方法。这种方法识别很直观,是目前普遍采用的标注法。一般来讲,金属膜或瓷片电容通常采用与直标法类似的数字标注法,其具体内容是:用 2~4 位数字和一个字母表示标称容量,其中数字表示有效数值,字母表示数值的量级。字母为 m、 μ 、n、p。字母 m 表示毫法(10^{-3}F)、 μ 表示微法(10^{-6}F)、p 表示皮法(10^{-12}F)。字母有时也表示小数点。如 33m 表示 $33\,000\mu\text{F}$, 47n 表示 $0.047\mu\text{F}$, $3\mu 3$ 表示 $3.3\mu\text{F}$, 另外也有些是在数字前面加 R,则表示为零点几微法,即 R 表示小数点,如 R22 表示 $0.22\mu\text{F}$ 。

2. 色环表示法

所谓色环表示法就是用不同的颜色表示不同的数字。具体的方法是:沿着电容器引线方向,第一、第二个色环代表电容量的有效数字,第三个色环表示有效数字后面零的个数,其单位为 pF。每种颜色所代表的数字见表 1-4。如遇到电容器色环的宽度为两个或三个色环的宽度时,就表示这种颜色的两个或三个相同数字。例如沿着引线方向,第一道色环的颜色为棕色,第二色环的颜色为紫色,第三道色环的颜色为橙色,则这个电容器的电容量为 $17\,000\text{pF}$ 即 $0.017\mu\text{F}$ 。