

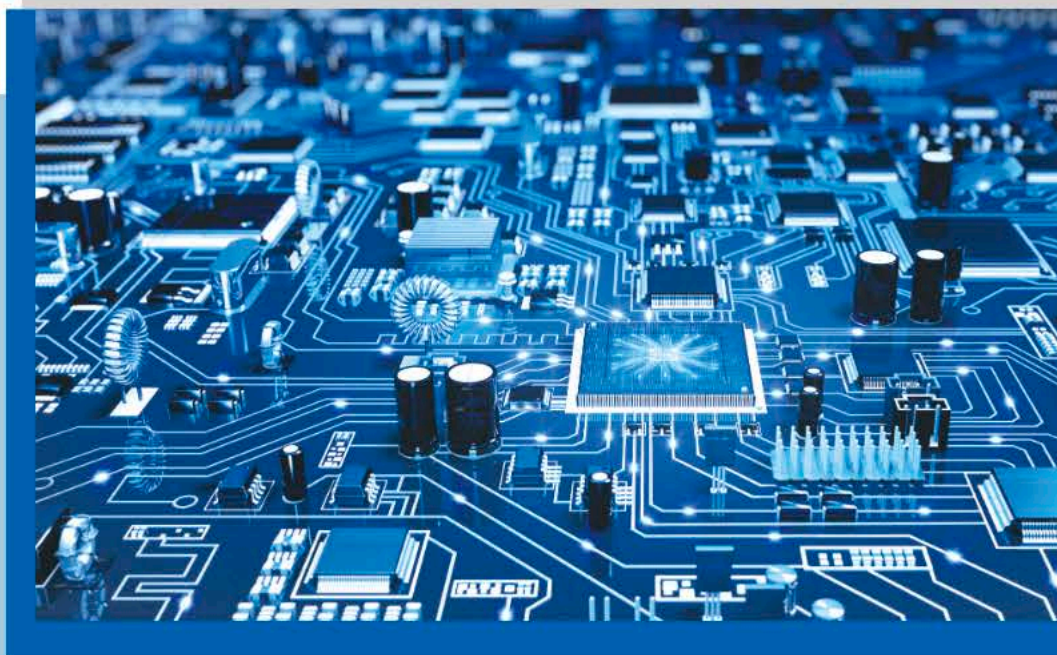


「十四五」职业教育河南省规划教材



“十四五”职业教育河南省规划教材

电工电子技术



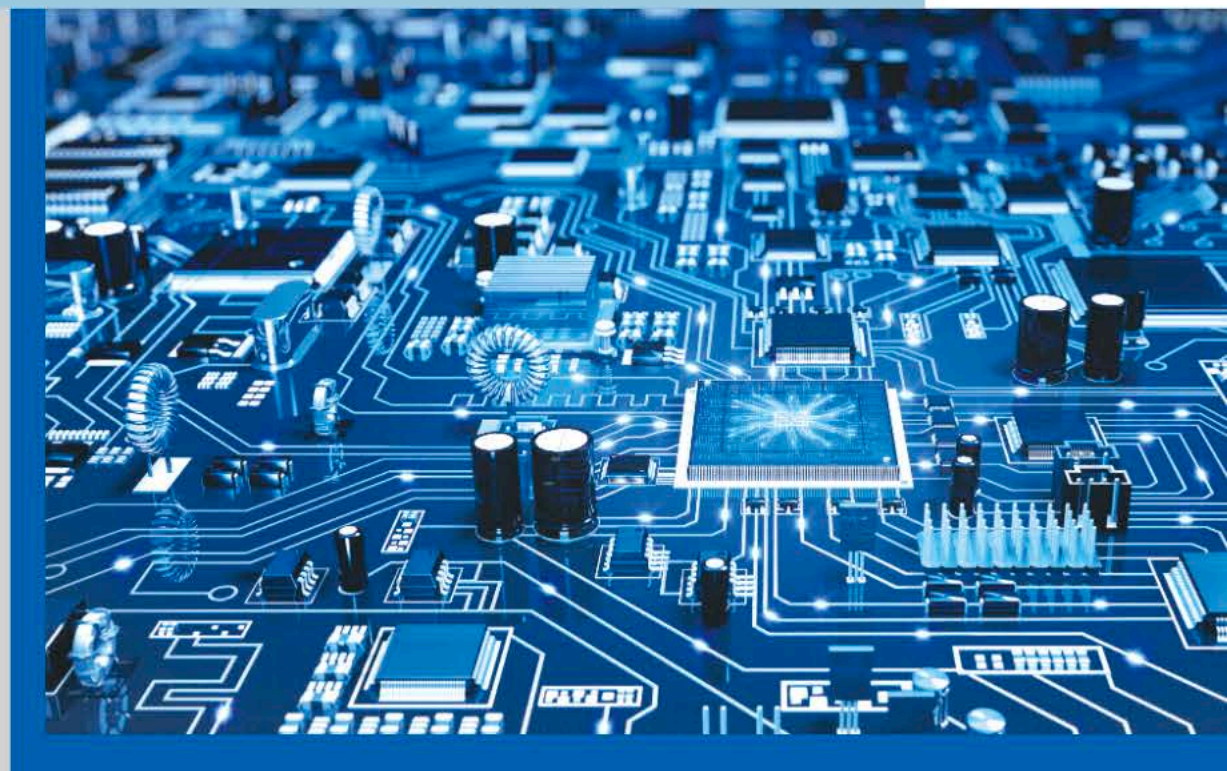
电工电子技术

主编◎冯朝印 方召

哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

电工电子技术

主编◎冯朝印 方召



选题策划：刘子嘉
责任编辑：苏 莉
封面设计：黄燕美

ISBN 978-7-5661-3716-6



定价：59.80元

哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

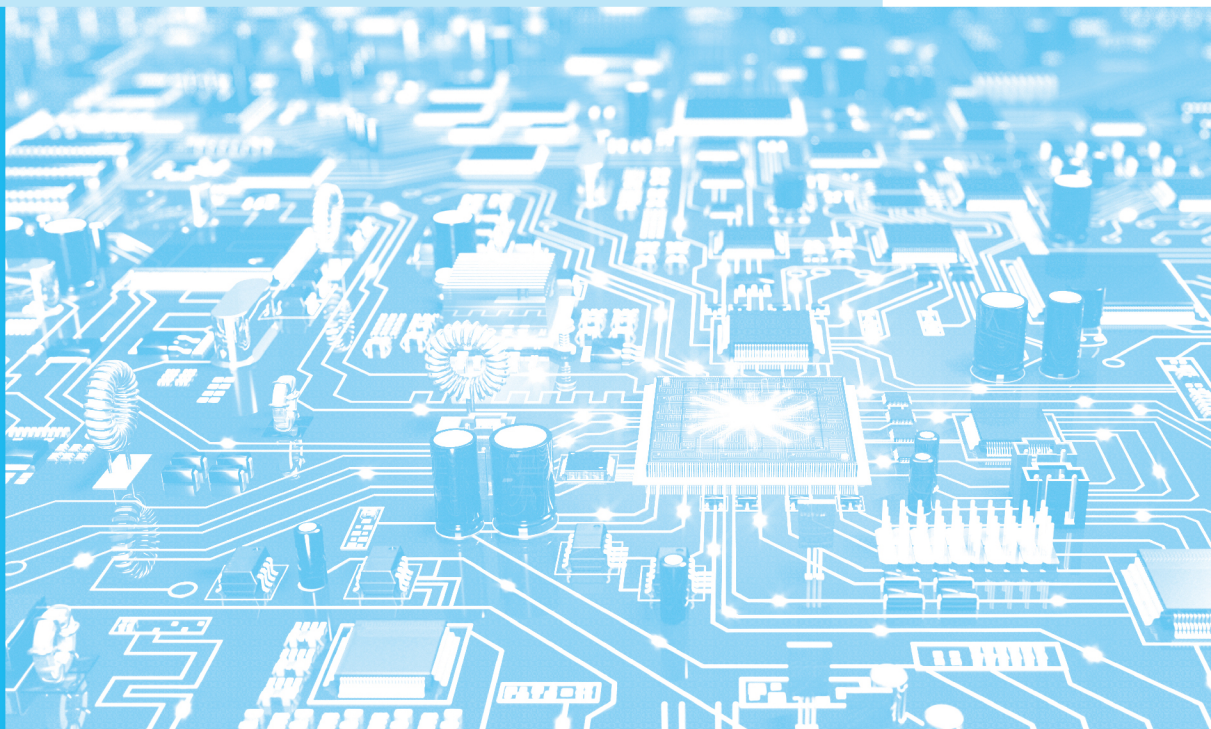


“十四五”职业教育河南省规划教材

电工电子技术

主 编◎冯朝印 方 召

副主编◎武 静 陈阳阳



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书共分 11 个项目,包括电路元件及万用表的使用、电工工具及电工仪表的使用、直流电路的认识、日光灯照明电路的安装与调试、白炽灯照明电路的安装与调试、三相交流电路的连接、直流稳压电源的制作、音频放大电路的制作、红外线报警器电路的制作、裁判表决器电路的设计与调试和 8 路抢答器的设计与调试。除此之外,本书结合了大量与电工电子技术相关的典型案例进行扩展学习,使读者能够快速掌握相应的内容与技能。

本书可作为高等职业院校机电类、自动化类、电子信息等专业学生的教材,也可作为相关培训机构的教材,还可供其他专业师生、工程技术人员、业余爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术 / 冯朝印, 方召主编. — 哈尔滨 :
哈尔滨工程大学出版社, 2023. 3
ISBN 978-7-5661-3716-6

I. ①电… II. ①冯… ②方… III. ①电工技术—高等职业教育—教材 ②电子技术—高等职业教育—教材
IV. ①TM ②TN

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 033002 号

电工电子技术

DIANGONG DIANZI JISHU

选题策划 刘子嘉

责任编辑 苏 莉

封面设计 刘文东

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号

邮政编码 150001

发行电话 0451-82519328

传 真 0451-82519699

经 销 新华书店

印 刷 大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 20 插页 1

字 数 414 千字

版 次 2023 年 3 月第 1 版

印 次 2023 年 3 月第 1 次印刷

定 价 59.80 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

“电工电子技术”不仅是高职高专院校机电类及相关工科类专业学生必修的一门专业基础课程,还是学生刚刚接触专业技术知识的首开课程,其必须及时反映电工电子技术的新进展,与时俱进,只有这样才能胜任现代电工电子技术对高等职业教育的要求。本书以高职高专“工学结合”人才培养模式为指导,以强化基础知识、突出应用能力培养、注重实用性为原则,在总结近年来的教学改革与实践经验的基础上,按照国家职业技能鉴定规范以及当前有关技术标准编写而成。

本书在理论讲解的基础上,用项目实践来引导学生进行技能训练和知识学习,教学内容都是在教、学、做相结合的情况下得以实现,试图探索并建立以学生为主体、以教师为主导、以能力为中心、以培养“工匠”为教学目标的全新教学模式。

本书内容编写条理清晰,理论分析简明,通俗易懂,方便教学;注重技能训练,突出知识应用,结构完整,选择性强;简化了复杂理论推导过程,融入新技术、新工艺、新方法。全书共分十一个项目,包括:电路元件及万用表的使用、电工工具及电工仪表的使用、直流电路的认识、日光灯照明电路的安装与调试、白炽灯照明电路的安装与调试、三相交流电路的连接、直流稳压电源的制作、音频放大电路的制作、红外线报警器电路的制作、裁判表决器电路的设计与调试、8路抢答器的设计与调试。本书内容深浅适度,具有较强的实用性,可作为高等职业院校机电类、自动化类、电子信息等专业学生的教材,也可作为相关培训机构的教材,还可供其他专业师生、工程技术人员、业余爱好者参考。

本书由许昌电气职业学院冯朝印、方召任主编,由许昌电气职业学院武静、陈阳阳任副主编。编者在编写过程中参阅了相关资料,在此对这些资料的作者致以谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 电路元件及万用表的使用	1
任务一 电路基本元件的识别与检测	1
一、电阻器的识别与检测	1
二、电容器的识别与检测	11
三、电感器和变压器的识别与检测	16
任务二 万用表及其使用方法	20
一、指针式万用表的结构	20
二、指针式万用表的测量方法	21
三、数字式万用表的结构	23
四、数字式万用表的使用方法	24
项目二 电工工具及电工仪表的使用	27
任务一 电工工具的使用	27
一、螺丝刀的使用	27
二、钳子的使用	28
三、电工刀及电工工具包的使用	29
四、活络扳手和其他常用扳手的使用	30
五、加热工具的使用	31
六、电动工具的使用	36
七、其他电工常用工具	38
任务二 电工仪表的使用	39
一、验电器的使用	39
二、兆欧表的使用	41
三、接地摇表的使用	44
项目三 直流电路的认识	50
任务一 建立电路模型	50
一、电路的组成和分类	50
二、电路的物理量	51
三、欧姆定律	54
四、理想电压流源	55
五、电路的三种状态	56
六、电阻的串联	57
七、电阻的并联	58
八、电阻的混联	59

任务二	认识基尔霍夫定律	59
一、	基尔霍夫第一定律	59
二、	基尔霍夫第二定律	60
任务三	认识叠加原理及戴维南定理	60
一、	支路电流法	60
二、	叠加原理	62
三、	二端网络与戴维南定理	63
项目四	日光灯照明电路的安装与调试	65
任务一	认识 RLC 串联电路	65
一、	正弦交流电的基本概念	65
二、	正弦量的相量表示法	70
三、	电阻元件的交流电路	71
四、	电感元件的交流电路	73
五、	电容元件的交流电路	75
六、	RLC 串联交流电路	77
七、	阻抗的串联与并联	80
八、	功率因数的提高	81
九、	RLC 串联谐振的条件与谐振频率	86
任务二	日光灯照明电路元器件识别与检测	88
一、	电光源	89
二、	家庭中的三种用电电路	89
三、	基本照明电路的组成	90
四、	基本照明电路举例	93
任务三	日光灯照明电路原理图的绘制	96
一、	日光灯照明电路图及组成	96
二、	日光灯照明电路的工作原理	98
任务四	日光灯照明电路的安装	100
一、	导线与导线的连接	100
二、	线头与接线桩的连接	100
三、	日光灯照明电路安装图	101
四、	日光灯照明电路安装所需工具及器材	102
五、	日光灯照明电路的安装	102
任务五	日光灯照明电路的调试和故障排除	104
项目五	白炽灯照明电路的安装与调试	108
任务一	白炽灯照明电路原理图的绘制	108
一、	白炽灯照明电路结构	108
二、	白炽灯照明电路图	109
任务二	白炽灯电路中使用器件的识别和测量	111
任务三	白炽灯照明电路的安装	114

一、白炽灯照明电路的安装图	114
二、安装白炽灯照明电路所需工具	114
三、安装白炽灯照明电路所需器材	115
四、安装步骤与要求	115
任务四 白炽灯照明电路的调试及故障排除	117
项目六 三相交流电路的连接	120
任务一 三相交流电路	120
一、三相对称电动势的产生	120
二、三相交流电源的连接	121
任务二 三相照明电路	126
一、三相负载的连接	126
二、三相功率	131
任务三 小型配电箱的安装	135
一、配电箱的作用与分类	135
二、常用低压配电电器	140
任务四 电度表的安装	152
一、电度表	152
二、电度表的结构	152
三、电度表的分类	153
四、电度表使用注意事项	153
五、单相电度表的安装	154
六、三相电度表的安装	155
项目七 直流稳压电源的制作	160
任务一 认识半导体及二极管	160
一、半导体基础知识	161
二、半导体二极管	165
三、特殊二极管	169
任务二 二极管基本电路	174
一、二极管整流电路	174
二、二极管稳压电路	177
任务三 直流稳压电源的制作过程	181
一、常用滤波电路	181
二、电子元器件的检测与筛选	184
三、元器件和材料清单	185
四、直流稳压电源的实现	186
五、直流稳压电源的实现的检测与调试	187
项目八 音频放大电路的制作	189
任务一 认识三极管	191
一、三极管的特性	191

	二、三极管的主要参数	195
任务二	基本放大电路	197
	一、放大电路的基本知识	197
	二、三种基本组态放大电路	202
任务三	差分放大电路	210
	一、差分放大电路的组成及静态分析	210
	二、差分放大电路的动态分析	211
任务四	反馈放大电路	213
	一、反馈放大电路的组成及基本关系式	213
	二、负反馈放大电路的基本类型	215
任务五	功率放大电路	219
	一、功率放大电路的性能要求与分类	219
	二、互补对称功率放大电路	220
任务六	音频放大电路的制作过程	224
	一、PCB 的手工制作方法	224
	二、元器件和材料清单	226
	三、音频放大电路的实现	226
	四、音频放大电路的调试	231
项目九	红外线报警器电路	233
任务一	认识集成运算放大器	235
	一、集成运算放大器	235
	二、集成运放的基本应用电路	238
任务二	集成运算放大器的线性应用——运算电路	240
	一、加法运算电路	240
	二、减法运算电路	241
	三、积分运算电路	243
	四、微分运算电路	244
任务三	集成运算放大器的非线性应用——比较器	245
	一、单限电压比较器与过零比较器	245
	二、滞回比较器(施密特触发器)	246
	三、窗口比较器	247
任务四	红外线报警器电路制作	248
	一、集成电路的识别与检测	248
	二、元器件和材料清单	250
	三、红外线报警器电路的实现	250
	四、红外线报警器电路的调试	252
项目十	裁判表决器电路的设计与调试	254
任务一	数字集成电路的识别	255
	一、数字电路概述	255

	二、数字集成电路	258
任务二	仿真测试门电路逻辑功能	268
	一、逻辑代数	269
	二、逻辑运算	272
	三、逻辑门电路与集成逻辑电路	274
任务三	仿真测试逻辑函数的化简	302
	一、逻辑函数的公式化简法	302
	二、逻辑函数的卡诺图化简法	304
	三、逻辑函数门电路的实现	310
任务四	仿真设计三人投票表决电路	314
任务五	裁判表决器电路的设计与调试	323
项目十一	8 路抢答器的设计与调试	330
任务一	数据分配器和数据选择器	330
	一、74LS138 实现的数据分配器	330
	二、数据选择器及应用	331
任务二	数值比较器	334
	一、一位数值比较器	334
	二、多位数值比较器	334
	三、数值比较器的扩展	336
任务三	加 法 器	337
	一、半加器和全加器	337
	二、多位数加法器	338
任务四	仿真测试编码器的逻辑功能	340
	一、编码器的工作原理	340
	二、集成电路编码器	343
任务五	仿真测试译码器的逻辑功能	349
	一、二进制译码器	349
	二、二十进制译码器	351
	三、数字显示器	352
任务六	8 路抢答器电路的设计与调试	370
参考文献	379

项目一 电路元件及万用表的使用

任务一 电路基本元件的识别与检测

电路元件的种类繁多,常用的有电阻器、电容器、电感器等。

一、电阻器的识别与检测

各种材料的物体对通过它的电流都会呈现一定的阻力,通常将这种阻碍电流流通的作用称为电阻。把具有一定的阻值、一定的几何形状、一定的技术性能、在电路中起电阻作用的电子元件称为电阻器,简称电阻,它由电阻的主体及其引线构成,用“R”表示。电阻的基本单位是欧姆(Ω),常用单位还有 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 、 $G\Omega$ 等。

电阻器是耗能元件,它吸收电能并将电能转换成其他形式的能量,主要用于调节和稳定电流与电压,可用作分流器和分压器,也可用作电路匹配负载。根据电路要求,电阻器还能用作放大电路的负反馈或正反馈、电压-电流转换、输入过载时的电压或电流保护元件,还可以组成 RC 电路作为振荡、滤波、旁路、微分、积分和时间常数元件等。



微课
电阻器的识别
与检测

1. 电阻器的外形及图形符号

常用电阻器的外形及图形符号如图 1-1 所示。

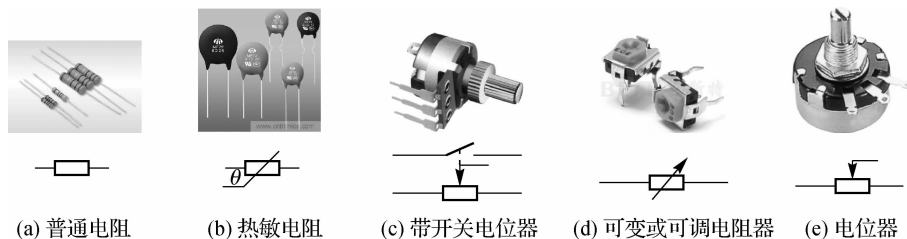


图 1-1 常用电阻器的外形及图形符号

2. 电阻器的型号命名方法

根据 GB/T 2470—1995 的规定,电阻器的型号由四部分组成(不适用敏感电阻,敏感器件及传感器型号命名方法查询 SJ/T 11167—1998)。

第一部分:主称,用字母表示,表示产品的名字,如 R 表示电阻器。

第二部分:材料,用字母表示,表示产品的主要材料,如用 T 表示碳膜,H 表示合成膜。

第三部分:特征,一般用数字或字母表示,表示产品的主要特征,也有电阻器用该部分的

数字表示额定功率。

第四部分:序号,用数字表示,表示同类产品中不同品种,以区分产品的外形尺寸和性能指标等。

电阻器型号的命名方式及含义见表 1-1。

表 1-1 电阻器型号的命名方式及含义

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		用数字或字母表示特征		用数字表示序号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	意 义
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	包括额定功率阻值 允许误差和精度等级
W	电位器	H	合成膜	2	普通	
M	敏感电阻器	S	有机实心	3	超高频	
		N	无机实心	4	高阻	
		J	金属膜(箔)	5	高温	
		Y	氧化膜	6	高湿	
		I	玻璃釉膜	7	精密	
		X	线绕	8	高压	
				9	特殊	
				G	功率型	

3. 电阻器的分类

按制作材料不同,电阻器可分为金属膜电阻器、碳膜电阻器、合成膜电阻器等。

按数值能否变化,电阻器可分为固定电阻器、微调电阻器(电阻值变化范围小)、电位器(电阻值变化范围大)等。

按用途不同,电阻器可分为高频电阻器、高温电阻器、光敏电阻器、热敏电阻器等。

常用电阻器的性能及特点见表 1-2。

表 1-2 常用电阻器的性能及特点

名 称	电阻器的性能及特点
碳膜电阻器	稳定性高,噪声低,应用广泛,阻值范围:1 Ω~10 MΩ
金属膜电阻器	体积小,稳定性高,噪声低,温度系数小,耐高温,精度高,但脉冲负载稳定性差。阻值范围:1 Ω~620 MΩ
线绕电阻器	稳定性高,噪声低,温度系数小,耐高温,精度很高,功率大(可达 500 W),但高频性能差,体积大,成本高。阻值范围:0.1 Ω~5 MΩ
金属氧化膜电阻器	除具有金属膜电阻器的特点外,它比金属膜电阻器的抗氧化性和热稳定性高,功率大(可达 50 kW),但阻值范围小,主要用来补充金属膜电阻器的低阻部分。阻值范围:1 Ω~200 kΩ
合成实心电阻器	机械强度高,过载能力较强,可靠性较高,体积小,但噪声较大,分布参数(L、C)大,对电压和温度的稳定性差。阻值范围:4.7 Ω~22 MΩ
合成碳膜电阻器	电阻器阻值变化范围大,价廉,但噪声大,频率特性差,电压稳定性低,抗湿性差,主要用来制造高压高阻电阻器。阻值范围:10~10 ⁶ MΩ

续表

名 称	电阻器的性能及特点
线绕电位器	稳定性高,噪声低,温度系数小,耐高温,精度很高,功率较大(达 25 W),但高频性能差,阻值范围小,耐磨性差,分辨力低,适用于高温大功率电路及精密调节的场合。阻值范围:4.7 Ω~100 kΩ
合成碳膜电位器	稳定性高,噪声低,分辨力高,阻值范围大,寿命长,体积小,但抗湿性差,滑动噪声大,功率小,该电位器为通用电位器,广泛用于一般电路中。阻值范围:100 Ω~4.7 MΩ

4. 电阻器的主要性能参数

电阻器是电子产品中不可缺少的电路元件,使用时应根据其性能参数来选择,电阻器的主要性能参数包括标称电阻值与允许偏差、额定功率、温度系数和极限电压等。

1) 标称电阻值与允许偏差

(1) 标称电阻值。电阻器的标称电阻值是指电阻器上所标注的电阻值,是电阻器生产的规定值。电阻器的电阻值通常是按照国家标准 GB/T 2471—1995《电阻器和电容器优先数系》中的规定进行生产的,即不是所有阻值的电阻器都存在。表 1-3 为普通电阻器的标称电阻值系列。

表 1-3 普通电阻器的标称电阻值系列

系 列	E24	E12	E6	系 列	E24	E12	E6
标 志	J(I)	K(II)	M(III)	标 志	J(I)	K(II)	M(III)
允许偏差	±5%	±10%	±20%	允许偏差	±5%	±10%	±20%
特性标称数值	1.0	1.0	1.0	特性标称数值	3.3	3.3	3.3
	1.1				3.6		
	1.2	1.2			3.9	3.9	
	1.3				4.3		
	1.5	1.5	1.5		4.7	4.7	4.7
	1.6				5.1		
	1.8	1.8			5.6	5.6	
	2.0				6.2		
	2.2	2.2	2.2		6.8	6.8	6.8
	2.4				7.5		
	2.7	2.7			8.2	8.2	
	3.0				9.1		

(2) 允许偏差。在电阻器的生产过程中,由于所用材料、设备和工艺等各方面的原因,厂家实际生产出的电阻,其阻值不可能和标准完全一致,总会有一定的偏差。把标称电阻值与实际电阻值之间允许的最大偏差范围的百分数称为电阻的允许偏差(简称允差),又称电阻的允许误差。

$$\text{电阻的允许偏差} = \frac{\text{标称电阻值} - \text{实际电阻值}}{\text{标称电阻值}} \times 100\%$$

不同的允许偏差也称为数值的精度等级(简称精度),并为精度等级规定了标准系列,用不同的字母表示。例如,普通电阻器的允许偏差有±5%、±10%、±20%等,可以分别用字

母 J、K、M 等标志;精密电阻器的允许偏差有 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 0.1\%$ 等,可以分别用 G、F、D、B 等标志。电阻值的允许偏差代码可用符号标明,见表 1-4。

表 1-4 电阻值的允许偏差代码

允许偏差/%	± 0.005	± 0.002	± 0.01	± 0.02	± 0.05	± 0.1	± 0.25
符 号	E	X	L	P	W	B	C
允许偏差/%	± 0.5	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20	± 30
符 号	D	F	G	J	K	M	N

允许偏差越小,其数值允许的偏差范围越小,电阻就越精密,同时它的生产成本及销售价格也就越高。在选择电阻器时,应该根据实际电路的要求合理选用不同允许偏差的电阻器。

2) 额定功率

电阻的额定功率是指在产品标准规定的大气压和额定温度下,电阻所允许承受的最大功率,又称为电阻的标称功率,其单位为瓦(W)。

常用的电阻额定功率有 $1/16\text{ W}$ (0.0625 W)、 $1/8\text{ W}$ (0.125 W)、 $1/4\text{ W}$ (0.25 W)、 $1/2\text{ W}$ (0.5 W)、 1 W 、 2 W 、 3 W 、 5 W 、 10 W 、 20 W 等。电阻额定功率在电路图中的表示方法如图 1-2 所示。

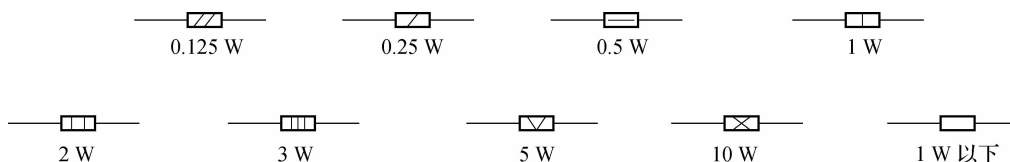


图 1-2 电阻额定功率在电路图中的表示方法

同一类型的电阻体积越大,其额定功率越大;功率越大,价格越高。在使用过程中,若电阻的实际功率超过额定功率,则会造成电阻过热而烧坏。因而在实际使用时,选取的额定功率值一般为实际计算值的 $1.5\sim 3$ 倍。

3) 温度系数

温度每变化 $1\text{ }^\circ\text{C}$ 时,引起电阻的相对变化量称为电阻的温度系数,用 α_R 表示,单位为 $^\circ\text{C}^{-1}$ 。

$$\alpha_R = \frac{R_2 - R_1}{R_1(t_2 - t_1)}$$

式中, R_1 、 R_2 分别是温度为 t_1 、 t_2 时的阻值。

温度系数 α_R 可正可负。温度升高,电阻值增大,则该电阻具有正的温度系数;温度升高,电阻值减小,则该电阻具有负的温度系数。温度系数越小,电阻的温度稳定度越高。

5. 固定电阻器的标注方法

固定电阻器的标注方法是将电阻器的主要参数(标称电阻值与允许偏差)标注在电阻器表面上的方法。

1) 直标法

直标法是将电阻器的标称电阻值用阿拉伯数字和单位符号直接标在电阻体上,其允许

偏差用百分数表示。如图 1-3(a)所示,电阻器表面印有 $3.9\text{ k}\Omega \pm 10\%$,表示其电阻值为 $3.9\text{ k}\Omega$,允许偏差为 $\pm 10\%$,未标偏差值的即默认为 $\pm 20\%$ 。

一般功率较大的电阻器上还会标出额定功率。直标法直观,易于判读,但数字标注中的小数点不易辨别。

2) 文字符号法

文字符号法是将电阻器的标称电阻值和允许偏差用阿拉伯数字和字母符号法按一定的规律组合标注在电阻器上,用特定的字母表示电阻器的允许偏差。用文字符号法表示电阻器主要参数的具体方法:用字母符号表示电阻的单位,电阻值的整数部分写在阻值单位的前面,电阻值的小数部分写在阻值单位的后面,如图 1-3(b)所示。由于这种方法不使用小数点,因此提高了数值标记的可靠性。

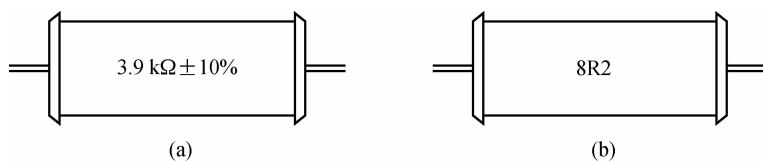


图 1-3 电阻器直标法和文字符号法

3) 数码表示法

用三位数码表示电阻器阻值、用相应字母表示电阻允许偏差的方法称为数码表示法。数码按从左到右的顺序,第一、第二位为电阻的有效值,第三位为倍乘数(有效值后“0”的个数),电阻的单位是 Ω ,偏差用字母符号表示。

例如,标志为 222 的电阻器,其阻值为 $2\ 200\ \Omega$;标志为 105 的电阻器阻值为 $1\ \text{M}\Omega$;标志为 47 的电阻器阻值为 $4.7\ \Omega$ 。需要注意的是要将这种标志法与传统的方法区别开来。如标志为 220 的电阻器其电阻为 $22\ \Omega$,只有标志为 221 的电阻器其阻值才为 $220\ \Omega$ 。标志为 0 或 000 的电阻器,实际是跳线,阻值为 $0\ \Omega$ 。一些微调电阻器阻值的标志法除了用三位数字外,还有用两位数字的表达方式。如标志为 53 表示 5,14 和 54 分别表示 10 和 50。

4) 色码法

色码法是用不同颜色的色带代替数字在电阻器表面标出标称电阻值和允许偏差的方法。这种方法在小型电阻上用得比较多,且标志清晰、易于识别,与电阻的安装方向无关。色码颜色规定见表 1-5。

表 1-5 色码颜色规定

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

色码法常用四色码法和五色码法两种,如图 1-4 所示。

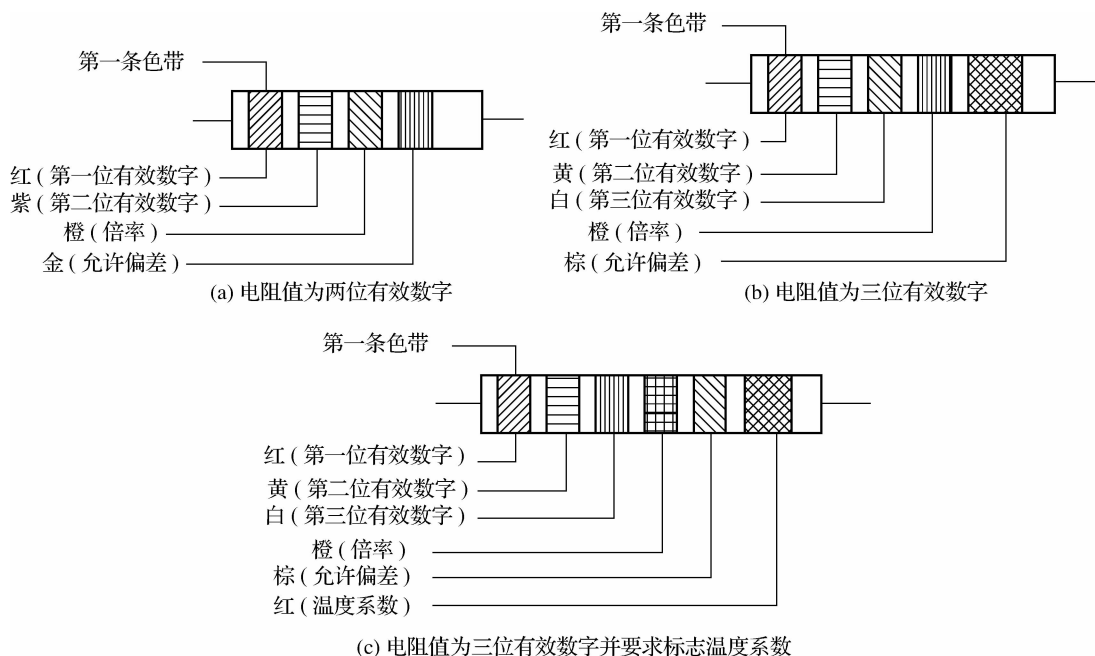


图 1-4 电阻器的色码法标注

6. 电阻器的选用与检测

1) 电阻器的正确选用

电阻器类型的选取应根据不同的用途及场合来进行。一般的家用电器和普通的电子设备可选用通用型电阻器。我国生产的通用型电阻器种类很多,其中包括通用型(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、线绕电阻器、有机实心电阻器及无机实心电阻器等。通用型电阻器不仅种类多,而且规格齐全、阻值范围宽、成本低、价格便宜、货源充足。军用电子设备及特殊场合使用的电阻器应选用精密型电阻器和其他特殊电阻器,以保证电路的性能指标及工作的稳定性。

电阻器类型的选取应注意以下几个方面。

(1) 在高增益放大电路中,应选用噪声电动势小的电阻器,如金属膜电阻器、碳膜电阻器和线绕电阻器。

(2) 针对电路的工作频率选用不同类型的电阻器。线绕电阻器的分布参数较大,即使采用无感绕制的线绕电阻器,其分布参数也比非线绕电阻器大得多,因而线绕电阻器不适合在高频电路中工作。在低于 50 kHz 的电路中,由于电阻器的分布参数对电路工作影响不大,可选用线绕电阻器。在高频电路中的电阻器,要求其分布参数越小越好。所以,在高达数百兆赫的高频电路中应选用碳膜电阻器、金属膜电阻器和金属氧化膜电阻器。在超高频电路中,应选用超高频碳膜电阻器。

(3) 金属膜电阻器稳定性好,额定工作温度高(+70 °C),高频特性好,噪声电动势小,在高频电路中应优先选用。电阻值大于 1 MΩ 的碳膜电阻器由于稳定性差,应用金属膜电阻器替换。

(4)薄膜电阻器不适宜在湿度高(相对湿度大于80%)、温度低(-40°C)的环境下工作。在这种环境条件下工作的电路,应选用实心电阻器或玻璃釉电阻器。

(5)要求耐热性较好、过负荷能力较强的低阻值电阻器,应选用氧化膜电阻器;要求耐高压及高阻值的电阻器,应选用合成膜电阻器或玻璃釉电阻器;要求耗散功率大、阻值不高、工作频率不高,而精度要求较高的电阻器,应选用线绕电阻器。

(6)同一类型的电阻器,在电阻值相同时,功率越大,高频特性越差。

(7)应针对电路稳定性的要求,选用不同温度特性的电阻器。电阻器的温度系数越大,它的阻值随温度变化越显著;温度系数越小,其阻值随温度变化越小。但有的电路对电阻器的阻值变化要求不严格,阻值变化对电路没有什么影响。例如,在去耦电路中,即使选用电阻器的阻值随温度有较大的变化,对电路工作影响也并不大。但有的电路对电阻器温度稳定性要求较高,要求电路中工作的电阻器阻值变化很小才行。例如,在直流放大器的电路中,为了减小放大器的零漂,就要选用温度系数小的电阻器。

实心电阻器的温度系数较大,不适合用在稳定性要求较高的电路中。碳膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器及玻璃釉电阻器等的温度系数较小,很适合用在稳定性要求较高的电路中。有的线绕电阻器的温度系数很小,可达 $1\times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$,线绕电阻器的阻值最为稳定。

(8)由于制作电阻器的材料和工艺方法不同,相同电阻值和功率的电阻器体积可能不一样。金属膜电阻器的体积较小,适用于电子元器件需要紧凑安装的场合。当电路中电子元器件安装位置较宽松时,可选用体积较大的碳膜电阻器,这样较为经济。

(9)有时电路工作的场合,不仅温度和湿度较高,而且有酸碱腐蚀的影响,此时应选用耐高温、抗潮湿性好、耐酸碱性强的金属氧化膜电阻器和金属玻璃釉电阻器。

2)电阻器的检测方法

(1)固定电阻器的检测。

固定电阻器的检测步骤如下。

① 外观检查。看电阻有无烧焦、电阻引脚有无脱落及松动的现象,从外表排除电阻的断路情况。

② 断电。若电阻在路(电阻器仍然焊在电路中)时,一定要将电路中的电源断开,严禁带电检测,否则不但测量不准,而且易损坏万用表。

③ 选择合适的量程。根据电阻的标称值来选择万用表电阻挡的量程,使万用表指针落在万用表刻度盘中间(略偏右)的位置为佳,此时读数误差最小。

④ 在路检测。若测量值远远大于标称值,则可判断该电阻出现断路或严重老化现象,即电阻已损坏。

⑤ 断路检测。在路检测时,若测量值小于标称值,则应将电阻从电路中断开检测。此时,若测量值基本等于标称值,该电阻正常;若测量值接近于零,该电阻短路;测量值远小于标称值,该电阻已损坏;测量值远大于标称值,该电阻老化;测量值趋于无穷大,该电阻已断路。

注意:测量时,应避免手指同时接触被测电阻的两根引脚,以免人体电阻与被测电阻并联而影响测量的准确性。

(2)线绕电阻器的检测。检测线绕电阻器的方法及注意事项与检测普通固定电阻器完

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,可根据经验做出判断:若发现熔断电阻器表面发黑或烧焦,可断定其负荷过重,通过它的电流超过额定值很多倍;若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,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)电位器的检测。检查电位器时,首先要转动旋柄,看旋柄转动是否平滑,开关是否灵活,开关通、断时“咔嚓”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万用表的合适电阻挡位,然后按下述方法进行检测。

① 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。

② 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。

(5)特殊电阻的性能及检测。

① 正温度系数热敏电阻(PTC)。正温度系数热敏电阻的电阻值会随着电阻本体温度的升高呈现出阶跃性的增加,温度越高,电阻值越大。

热敏电阻的主要特点:灵敏度较高,其电阻温度系数要比金属大 $10 \sim 100$ 倍以上,能检测出 $10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$ 的温度变化;工作温度范围宽,常温器件适用于 $-55 \sim 315 \text{ } ^\circ\text{C}$,高温器件适用温度高于 $315 \text{ } ^\circ\text{C}$ (目前最高可达到 $2\ 000 \text{ } ^\circ\text{C}$),低温器件适用于 $-273 \sim 55 \text{ } ^\circ\text{C}$;体积小,能够测量其他温度计无法测量的空隙、腔体及生物体内血管的温度;使用方便,电阻值可在 $0.1 \sim 100 \text{ k}\Omega$ 任意选择;易加工成复杂的形状,可大批量生产;稳定性好、过载能力强。

检测时,用万用表 $R \times 1$ 挡,具体可分常温检测和加温检测两步操作。常温检测(室内温度接近 $25 \text{ } ^\circ\text{C}$):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。加温检测:在常温测试正常的基础上,即可进行加温检测,将一热源(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,如电阻值随温度的升高而增大,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,以防止将其烫坏。

② 负温度系数热敏电阻(NTC 热敏电阻)。NTC 热敏电阻使用单一高纯度材料、具有接近理论密度结构的高性能陶瓷制成。因此,在实现小型化的同时,NTC 热敏电阻还具有电阻值、温度特性波动小、对各种温度变化响应快的特点,可进行高灵敏度、高精度的检测。

a. 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,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: R_t 是生产厂家在环境温度为 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时所测得的,所以用万用表测量 R_t 时,也应在环境温度接近 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 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。

b. 估测温度系数 α_R 。先在室温 t_1 下测得电阻值 R_{t1} ,再用电烙铁为热源,靠近热敏电阻 R_t ,测出电阻值 R_{t2} ,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。

③ 压敏电阻。压敏电阻是一种具有非线性伏安特性的电阻器件,主要用于在电路承受过压时进行电压钳位,吸收多余的电流以保护敏感器件。压敏电阻是一种限压型保护器件。利用压敏电阻的非线性特性,当过电压出现在压敏电阻的两极间,压敏电阻可以将电压钳位到一个相对固定的电压值,从而实现对后续电路的保护。

压敏电阻的检测:用万用表的 $R \times 1\text{k}$ 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。

④ 光敏电阻。光敏电阻是根据光电导效应制成的光电探测器件。光电导效应是指光电材料受到光辐射后,材料的电导率发生变化。它可以这样理解:材料的电导率、电阻与该材料内部电子受到的束缚力有关,束缚力越大,电子越难自由运动,电导率越小,电阻越大;当电子吸收外来的一定能量的光子后,根据能量守恒原则,动能增加,材料对电子的束缚力减弱,电导率减小,电阻减小。光敏电阻的阻值会随着光照强弱的变化而变化。光照强,光敏电阻的阻值就小;光照弱,光敏电阻的阻值就大。光敏电阻在不受光时的阻值称为暗电阻,光敏电阻在受光照射时的阻值称为亮电阻。

光敏电阻的检测步骤:用一张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,不能继续使用。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,也不能继续使用。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。

7. 微调电阻器和电位器

微调电阻器和电位器都是电阻值可调的可变电阻器,从结构上看,它们都具有三个引脚,其中两个引脚是固定端,另一个引脚是滑动端。可变电阻的标称电阻值是其最大值(两个固定引脚之间的阻值),调节可变电阻的滑动端,可以使滑动端与固定端之间的阻值在 $0\ \Omega$ 和最大阻值之间连续变化。

1) 微调电阻器和电位器的区别

从外形结构看,微调电阻器的体积小,阻值的调节需要使用工具(螺丝刀)进行;电位器的体积相对来说更大些,滑动端带有手柄,使用时可根据需要直接调节。

从作用功能上来说,微调电阻器一般是在电路的调试阶段进行电路参数的调整,一旦电子产品调整定形后,微调电阻器就无须再调整了;电位器主要用于电子产品的使用调节方面,是方便用户使用设置的,如收音机的音量电位器等。

2) 微调电阻器和电位器的分类

(1) 微调电阻器的种类很多,按安装形式不同,微调电阻器可分为立式微调电阻器与卧式微调电阻器;按电阻体的材料不同,可分为碳膜微调电阻器、金属陶瓷微调电阻器和线绕微调电阻器。

(2) 电位器按结构特点可分为单联、多联电位器,带开关电位器、锁紧型及非锁紧型电位器等;按调节方式可分为直滑式电位器和旋转式电位器等;按用途可分为普通型、精密型、微调型、功率型及专用型等类型;按接触方式又可分为接触式电位器和非接触式电位器两大类。接触式电位器包括线绕电位器、金属膜电位器、合成碳膜电位器、合成实心电位器、金属玻璃釉电位器及金属氧化膜电位器等。非接触式电位器大多由光敏和磁敏器件及电子元件组成,其中,由光敏器件组成的电位器称为光电电位器,由磁敏器件组成的电位器称为磁敏电位器,由电子元件组成的电位器称为电子电位器。

3) 微调电阻器和电位器的主要性能指标

(1) 标称电阻值。标称电阻值是微调电阻器或电位器两个固定端之间的电阻值。可以通过测试两个固定端的阻值进行验证,并判断出其实际偏差。

(2) 额定功率。电位器滑动端与固定端之间所承受的功率小于电位器的额定功率。

(3) 滑动噪声。滑动噪声是调节滑动端时滑动端触点与电阻体的滑动接触所产生的噪声。它是电阻材料的分布不均匀及滑动端滑动时接触电阻的无规律变化引起的。

(4) 阻值变化规律。为了适应不同的用途,电位器的阻值变化规律也不同,常见的阻值变化规律有三种,即直线型(X型,又称线性式)、指数型(Z型)、对数型(D型)。

X型阻值变化与转角成直线关系。电阻体上导电物质的分布是均匀的,单位长度的阻值相等,适用于要求电阻值均匀调节的场合,如分压器、偏流调整等电路中。Z型电位器的阻值变化与转角成指数变化关系。在开始转动时,阻值变化较小,而当转角到接近最大一端时阻值变化较为显著,适用于音量控制电路。D型电位器的阻值变化与转角成对数变化关系,其阻值变化与Z型相反,在开始转动时,阻值变化很大,而当转角到接近最大一端时阻值变化比较缓慢,适用于音调控制电路。

8. 电位器的选用及检测

1) 电位器的选用

电位器的规格品种很多,选择电位器时,除了考虑其主要技术参数,如额定功率、标称电阻值范围、最高工作电压、开关额定电流等满足电路的具体条件外,还要考虑调节、操作和成本方面的要求。

一般的普通电子仪器调节旋钮选用合成碳膜或有机实心电位器;同时需要控制电源开、断的应选用带开关的电位器;用作分压式音调控制和音量控制时,应分别选用对数式和指数式电位器;负反馈电路或需要均匀调节电压的电路多选用直线型电位器;电子线路中三极管偏流调整或做可变电阻时,多选用微调电位器。

2) 电位器的检测

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,并听一听电位器内部接触点和电阻体摩擦的声音,如有较响的“沙沙”声或其他噪声,则说明质量欠佳。在一般情况下,旋柄转动时应该有点儿阻尼,既不能太“死”,也不能太灵活。

用万用表测试时,应先根据被测电位器标称阻值的大小,选择好万用表的合适挡位再进

行测量。用万用表的表笔测量两个固定端的电阻值,如果万用表指示的阻值比标称值大很多,表明电位器已不能使用;如万用表的指针跳动,表明电位器内部接触不良。

测量滑动端与固定端的阻值变化情况时,均匀移动滑动端,若阻值从最小值到最大值之间连续跳变,说明电位器内部接触不良,不能选用。

3)使用注意事项

(1)电位器的电阻体大多采用多碳酸类的合成树脂制成,应避免与以下物品接触:氨水、其他胺类、碱水溶液、芳香族碳氢化合物、酮类、酯类碳氢化合物、强烈化学品(酸碱值过高)等,否则会影响其性能。

(2)电位器的端子在焊接时应避免使用水溶性焊剂,否则将助长金属氧化与材料发霉;避免使用劣质焊剂,焊锡不良可能造成上锡困难,导致接触不良或者断路。

(3)焊接时若电位器的端子焊接温度过高或时间过长可能导致电位器的损坏。插脚式端子焊接时温度应为 $235\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,3 s 内完成,焊接应离电位器本体 1.5 mm 以上,焊接时勿使用焊锡流穿线路板;焊线式端子焊接时温度应为 $350\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$,3 s 内完成。且端子应避免重压,否则易造成接触不良。

(4)焊接时,松香(焊剂)进入印刷机板的高度调整恰当,应避免焊剂侵入电位器内部,否则将造成电刷与电阻体接触不良,产生杂音等不良现象。

(5)电位器最好应用于电压调整式结构,且接线方式宜选择“1”脚接地;应避免使用电流调整式结构,因为电阻与接触片间的接触电阻不利于大电流的通过。

(6)电位器表面应避免结露或有水滴存在,避免在潮湿地方使用,以防止绝缘劣化或造成短路。

(7)安装旋转型电位器的固定螺母时,强度不宜过紧,以避免破坏螺牙或转动不良等;安装铁壳直滑式电位器时,避免使用过长螺钉,否则有可能妨碍滑柄的运动,甚至直接损坏电位器本身。

(8)在电位器套上旋钮的过程中,所用推力不能过大(不能超过“规格书”中轴的推拉力参数指标),否则将可能造成对电位器的损坏。

(9)电位器回转操作力(旋转或滑动)会随温度的升高而变小,随温度降低而变大。若电位器在低温环境下使用时需加以说明,以便采用特制的耐低温油脂。

(10)电位器的转轴或滑柄使用设计时应尽量越短越好。转轴或滑柄长度越短手感越好且稳定。反之,越长晃动越大,手感易发生变化。

(11)电位器碳膜能承受周围的温度为 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$,当使用温度高于 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时可能会丧失其功能。

二、电容器的识别与检测

电容器是一种能储存电能的元件,在各类电子线路中的使用频率仅次于电阻器。

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

电容器用字母“C”表示,其基本单位为法拉(F),常用单位还有 μF 、nF、pF 等。

1. 电容器的图形符号

常用电容器的图形符号如图 1-5 所示。



微课
电容器的识别
与检测

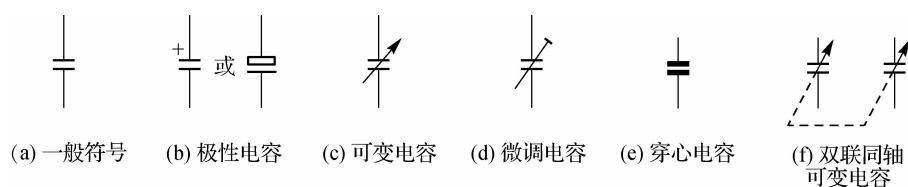


图 1-5 常用电容器的图形符号

2. 电容器的分类

按介质材料不同,电容器可分为涤纶电容器、云母电容器、瓷介电容器、电解电容器等。

按容量能否变化,电容器可分为固定电容器、半可变电容器(微调电容器,电容量变化范围较小)、可变电容器(电容量变化范围较大)等。

按电容的用途不同,可分为耦合电容器、旁路电容器、隔直电容器、滤波电容器等。

按电容器有无极性,可分为电解电容器(有极性电容器)和无极性电容器。

几种常用电容器的性能、特点见表 1-6。

表 1-6 几种常用电容器的性能、特点

电容器名称	容量范围	额定工作电压	主要特点
纸介电容器	1 000 pF~0.1 μ F	160~400 V	成本低,损耗大,体积大
云母电容器	4.7~30 000 pF	250~7 000 V	耐高压,耐高温,漏电小,损耗小,性能稳定,体积小,容量小
陶瓷电容器	2 pF~0.047 μ F	160~500 V	耐高温,漏电小,损耗小,性能稳定,体积小,容量小
涤纶电容器	1 000 pF~0.5 μ F	63~630 V	体积小,漏电小,质量轻,容量小
金属膜电容器	0.01~100 μ F	400 V	体积小,电容量较大,击穿后有自愈能力
聚苯乙烯电容器	3 pF~1 μ F	63~250 V	漏电小,损耗小,性能稳定,有较高的精密度
独石电容器	0.5 pF~1 μ F	耐高压	体积小,可靠性高,性能稳定,耐高温,耐湿性好
钽电解质电容器	1~20 000 μ F	3~450 V	电容量大,有极性,漏电流大

3. 电容器的命名方法

电容器的命名方法与电阻器的命名方法类似,电容器的材料、分类符号及其含义见表 1-7。

表 1-7 电容器的材料、分类符号及其含义

材 料		含 义				
字母代号	含 义	序 号	类 型			
			瓷介电容器	云母电容器	电解电容器	有机电容器
T	2类陶瓷介质					
C	1类陶瓷介质	1	圆形	非密封	箔式	非密封(金属箔)
Y	云母介质	2	管形	非密封	箔式	非密封(金属化)

续表

材 料		含 义				
字母代号	含 义	序 号	类 型			
			瓷介电容器	云母电容器	电解电容器	有机电容器
I	玻璃釉介质	3	迭片	密封	烧结粉液体	密封(金属箔)
O	玻璃膜介质	4	多层(独石)	独石	烧结粉液体	密封(金属化)
J	金属化纸介质	5	穿心			穿心
Z	纸介质	6	支柱式			交流
B	非极性有机薄膜介质	7	交流	标准	无极性	片式
L	极性有机薄膜介质	9			特殊	特殊
Q	漆膜介质	10			卧式	卧式
H	复合介质	11			立式	立式
D	铝电解介质	12				无感式
A	钽电解介质	G	高功率			
N	铌电解介质	W	微调			

4. 电容器的主要性能参数

1) 标称容量与允许偏差

与电阻器一样,电容器的标称容量是指在电容上所标注的容量。电容器的标称容量与允许偏差符合国家标准 GB/T 2471—1995 中的规定,与电阻类似,可参照表 1-3 和表 1-4 取值。通常,电容器的容量为几皮法(pF)到几千微法(μF)。

2) 额定工作电压与击穿电压

电容器的额定工作电压又称电容器的耐压,它是指电容器长期安全工作所允许施加的最大直流电压,有时,电容器的耐压会标注在电容器的外表上。

当电容器两极板之间所加的电压达到某一数值时,电容器就会被击穿,该电压称为电容器的击穿电压。

电容器的耐压通常为击穿电压的一半。在使用中,实际加在电容器两端的电压应小于额定电压;在交流电路中,加在电容器上的交流电压的最大值不得超过额定电压,否则,电容器会被击穿。

通常电解电容器的容量较大(微法量级),但其耐压相对较低,极性接反后耐压更低,很容易烧坏。所以在使用中一定要注意电解电容器的极性连接和耐压要求。

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,也称为电容器的漏电阻。理想情况下,电容器的绝缘电阻应为无穷大,在实际情况下,电容器的绝缘电阻一般在 $10^8 \sim 10^{10} \Omega$,通常电解电容器的绝缘电阻小于无极性电容器。电容器的绝缘电阻越大越好,若绝缘电阻变小,则漏电流增大,损耗也增大,严重时会影响电路的正常工作。

5. 电容器的标注方法

电容器的标注方法主要有直标法、文字符号法、数码表示法和色码法四种。

1) 直标法

与电阻器一样,电容器的直标法也是用阿拉伯数字和单位符号在电容器表面直接标出主要参数(标称容量、额定电压、允许偏差等)的标示方法。若电容器上未标注偏差,则默认为 20%。当电容器的体积很小时,有时仅标注标称容量一项。

2) 文字符号法

文字符号法也是用阿拉伯数字和字母符号或两者有规律地组合,在电容器上标出主要参数的标示方法。该方法的具体规定为:用字母符号表示电容的单位(n 表示 nF, p 表示 pF, μ 表示 μ F 等),电容器容量(用阿拉伯数字表示)的整数部分写在电容单位的前面,电容器容量的小数部分写在电容单位的后面;凡为整数(一般为 4 位)又无单位标注的电容,其单位默认为 pF;凡用小数又无单位标注的电容,其单位默认为 μ F。

3) 数码表示法

数码表示法也是用三位数码表示电容器容量的方法。数码按从左到右的顺序,第一、第二位为有效数,第三位为倍乘数(零的个数),容量的单位是 pF。允许偏差与电阻器的表示形式相同,也用字母符号表示。

4) 色码法

色码法是指用不同颜色的色带或色点表示电容器主要参数的标志方法,这种方法在小型电容器上用得比较多。色码法的具体含义与电阻器类似,色带颜色的规定与电阻色码法相同。

6. 电容器的选用与检测

1) 电容器的合理选用

(1)应根据电路要求选择电容器的类型。对于要求不高的低频电路和直流电路,一般可选用纸介电容器,也可选用低频瓷介电容器。在高频电路中,当电气性能要求较高时,可选用云母电容器、高频瓷介电容器或穿心瓷介电容器。在要求较高的中频及低频电路中,可选用塑料薄膜电容器。在电源滤波、去耦电路中,一般可选用铝电解电容器。对于要求可靠性高、稳定性高的电路中,应选用云母电容器、漆膜电容器或钽电解电容器。对于高压电路,应选用高压瓷介电容器或其他类型的高压电容器。对于调谐电路,应选用可变电容器及微调电容器。

(2)合理确定电容器的电容量及允许偏差。在低频的耦合及去耦电路中,一般对电容器的电容量要求不太严格,只要按计算值选取稍大一些的电容量便可以了。在定时电路、振荡回路及音调控制等电路中,对电容器的电容量要求较为严格,因此选取电容量的标称值应尽量与计算的电容值相一致或尽量接近,应尽量选取精度高的电容器。在一些特殊的电路中,往往对电容器的电容量要求非常精确,此时应选用允许偏差为 $\pm 0.1\% \sim \pm 0.5\%$ 的高精度电容器。

(3)选用电容器的工作电压应符合电路要求。一般情况下,选用电容器的额定电压应是实际工作电压的 1.2~1.3 倍。对于工作环境温度较高或稳定性较差的电路,选用电容器的额定电压时应考虑降额使用,以留有更大的余量。

若电容器所在电路中的工作电压高于电容器的额定电压,电容器往往极易发生击穿现象,使整个电路无法正常工作。电容器的额定电压一般是指直流电压,若要用于交流电路,应根据电容器的特性及规格选用;若要用于脉动电路,则应按交、直流分量总和不得超过电容器的额定电压原则选用。

(4)优先选用绝缘电阻大、介质损耗小、漏电流小的电容器。

(5)应根据电容器工作环境选择电容器。电容器的性能参数与使用环境的条件密切相关,因此,选用电容器时应注意:在高温条件下使用,应选用工作温度高的电容器;在潮湿环境中的电路,应选用抗湿性好的密封电容器;在低温条件下使用,应选用耐寒的电容器,这对电解电容器来说尤为重要,因为普通的电解电容器在低温条件下电解液会结冰而失效。

(6)选用电容器时应考虑安装现场的要求。电容器的外形有很多种,选用时应根据实际情况选择电容器的形状及引脚尺寸。例如,作为高频旁路用的电容器最好选用穿心式电容器,这样不但便于安装,又可兼作接线柱使用。

2) 电容器的常见故障

(1)开路故障。这种情况是指电容器的引脚在内部断开的情况,表现为电容两电极端的电阻无穷大,且无充、放电作用的故障现象。

(2)击穿故障。电容击穿是指电容器两极板之间的介质(绝缘物质)的绝缘性被破坏,介质变为导体的情况,表现为电容器两电极之间的电阻变为零的故障现象。

(3)漏电故障。电容漏电是当电容器使用时间过长、电容受潮或介质的质量不良时,电容内部的介质绝缘性能变差,导致电容的绝缘电阻变小、漏电流过大的故障现象。

电容器出现故障后,即失去电容的作用,影响电路的正常工作。

电容器比电阻器出现故障的概率大,检测也更为复杂。

3) 电容器的检测方法

(1)电容器容量大小的判别。5 000 pF 以上容量的电容器用万用表的最高电阻挡判别。具体操作:将万用表的两表笔分别接在电容器的两个引脚上,可见万用表指针有一个较小的摆动过程;然后将两表笔对换,再进行一次测量,此时万用表指针会有一个较大的摆动过程。这就是电容器的充、放电过程。电容器的容量越大,指针摆动越大,指针复原的速度也越慢。5 000 pF 以下容量的电容器用万用表测量时,由于其容量小,已无法看出电容的充、放电过程,应选用具有测量电容功能的数字万用表进行测量。

(2)固定电容器故障判断。根据上述对电容器容量大小的判别方法连接电容器与万用表笔,若出现万用表指针不摆动(5 000 pF 以上容量的电容),说明电容已开路;若万用表指针向右摆动后,指针不再复原,说明电容被击穿;若万用表指针向右摆动后,指针只有少量向左回摆的现象,说明电容有漏电现象,指针稳定后的读数即为电容的漏电电阻值。

(3)电解电容器的检测。

① 电解电容器的容量较一般固定电容器大得多,测量时应针对不同容量选用合适的量程。根据经验,一般情况下,1~47 μF 的电容器可用 $R \times 1\text{k}$ 挡测量,大于 47 μF 的电容器可用 $R \times 100$ 挡测量。

② 将万用表红表笔接负极,黑表笔接正极,在刚接触的瞬间,万用表指针即向右偏转较大角度(对于同一电阻挡,容量越大,摆幅越大),接着逐渐向左回转,直到停在某一位置。此时的阻值便是电解电容的正向漏电阻,此值略大于反向漏电阻。实际使用经验表明,电解电

容的漏电阻一般应在几百千欧以上,否则,将不能正常工作。在测试中,若正向、反向均无充电的现象,即表针不动,则说明容量消失或内部断路;如果所测阻值很小或为零,说明电容漏电大或已击穿损坏,不能再使用。

③ 对于正、负极标志不明的电解电容器,可利用上述测量漏电阻的方法加以判别,即先任意测一下漏电阻,记住其大小,交换表笔再测出一个阻值。两次测量中阻值大的那一次便是正向接法,正向接法即黑表笔接的是正极,红表笔接的是负极。

④ 同样可以根据电容器充电时指针向右摆动幅度的大小估测电解电容器的容量。

(4)可变电容器的检测。

① 用手轻轻旋转转轴,应感觉十分平滑,不应有时松时紧甚至有卡滞现象。或者用一只手旋转转轴,另一只手轻摸动片组的外缘,不应感觉有任何松脱现象。转轴与动片之间接触不良的可变电容器不能继续使用。

② 将万用表置于 $R \times 10k$ 挡,一只手将两根表笔分别接可变电容器的动片和定片的引出端,另一只手将转轴缓缓旋转几个来回,万用表指针都应在无穷大位置不动。在旋转转轴的过程中,如果指针有时指向零,说明动片和定片之间存在短路点;如果碰到某一角度,万用表读数不为无穷大而是出现一定阻值,说明可变电容器动片与定片之间存在漏电现象。

三、电感器和变压器的识别与检测

电感器俗称电感或电感线圈,是一种利用自感作用进行能量传输的元件。

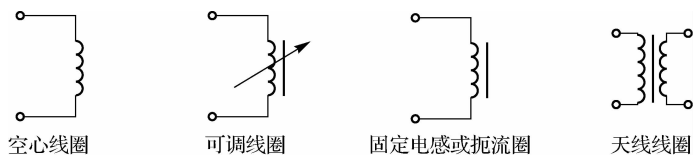
与电容器一样,电感器也是一种储能元件,是储存磁场能量的元件,广泛应用于调谐、振荡、耦合、滤波、陷波、延迟、补偿等电子线路中。

电感器用“L”表示,其基本单位是亨利(H),常用单位还有 mH、 μ H 等。

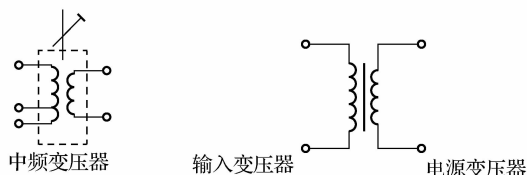
变压器也是一种利用电磁感应原理来传输能量的元件,其实质是电感器的一种特殊形式。变压器具有变压、变流、变阻抗、耦合、匹配等作用。

1. 电感器和变压器的图形符号

各种电感线圈都具有不同的特点和用途,但它们都是用漆包线、纱包线和镀银裸铜线,并绕在绝缘骨架、铁心或磁心上构成的,而且每圈与每圈之间要彼此绝缘。常用电感器和变压器的图形符号如图 1-6 所示。



(a) 常用电感器的图形符号



(b) 常用变压器的图形符号

图 1-6 常用电感器和变压器的图形符号

2. 电感器和变压器的分类

1) 电感器的分类

电感器按绕线结构可分为单层线圈、多层线圈、蜂房线圈等；按导磁性质可分为空心线圈、磁心线圈、铜心线圈等；按封装形式可分为普通电感器、色环电感器、环氧树脂电感器、贴片电感器等；按电感量是否变化可分为固定电感器、微调电感器、可变电感器等；按工作性质可分为高频电感器和低频电感器等；按用途可分为天线线圈、扼流线圈、振荡线圈、退耦线圈等。

2) 变压器的分类

变压器按工作频率可分为高频变压器、中频变压器、低频(音频)变压器、脉冲变压器等；按导磁性质可分为空心变压器、磁心变压器、铁心变压器等；按用途(传输方式)可分为电源变压器、输入变压器、输出变压器、耦合变压器等。

部分电感器和变压器的性能和用途如表 1-8 所示。

表 1-8 部分电感器和变压器的性能和用途

电感器种类	电感器外形图	性能和用途
小型固定电感线圈		将铜线绕在磁心上,再用环氧树脂或塑料封装而成。其电感量用直标法和色码法表示,又称色码电感器。体积小、质量轻、结构牢固、安装使用方便,在电路中用于滤波、扼流、振荡、延迟等。固定电感器有立式和卧式两种,电感量为 $0.1 \sim 3\,000\ \mu\text{H}$,允许误差有 I (5%)、II (10%)、III (20%) 挡,频率为 $10\ \text{kHz} \sim 200\ \text{MHz}$
铁氧体磁心线圈		铁氧体铁磁材料具有较高的磁导率,常用来作为电感线圈的磁心,制造体积小而电感量大的电感器。在中心磁柱上开出适当的气隙不但可以改变电感系数,而且能够提高电感的 Q 值、减小电感温度系数。广泛应用于 LC 滤波器、谐振回路和匹配回路。常见的铁氧体磁心还有 E 形磁心和磁环
交流扼流圈		交流扼流圈有低频扼流圈和高频扼流圈两种形式。低频扼流圈又称滤波线圈,由铁心和绕组构成,有封闭和开启式两种,它与电容器组成滤波电路,以滤除整流后残存的交流成分。高频扼流圈通常用在高频电路中阻碍高频电流的通过。常与电容器串联组成滤波电路,起到分开高频和低频信号的作用
可调电感器		在线圈中插入磁心(或铜心),改变磁心在线圈中的位置就可以达到改变电感量的目的。如有些中周线圈的磁罩可以旋转调节,即磁心可以旋转调节,调整磁心和磁罩的相对位置,能够在 $\pm 10\%$ 的范围内改变中周线圈的电感量

续表

电感器种类	电感器外形图	性能和用途
电源变压器		电源变压器的功能是功率传送、电压变换和绝缘隔离,作为一种主要的软磁电磁元件,在电源技术中和电子技术中得到广泛的应用

3. 电感器和变压器的型号命名方法

1) 电感器型号命名方法

电感线圈型号命名由四部分组成,各部分的含义如下:第一部分为主称,常用 L 表示线圈,ZL 表示高频或低频扼流圈;第二部分为特征,常用 G 表示高频;第三部分为类型,常用 X 表示小型;第四部分为区别代号。例如, LGX 型即为小型高频电感线圈。

2) 变压器型号命名方法

国产变压器型号命名由三部分组成,各部分的含义见表 1-9 所示:第一部分用字母表示变压器的主称,第二部分用数字表示变压器的额定功率,第三部分用数字表示产品的序号。

表 1-9 国产变压器的型号命名的含义

第一部分:主称		第二部分:额定功率	第三部分:序号
字母	含义		
CB	音频输出变压器	用数字表示变压器的额定功率	用数字表示产品的序号
DB	电源变压器		
GB	高压变压器		
HB	灯丝变压器		
RB 或 JB	音频输入变压器		
SB 或 ZB	扩音机用定阻式音频输送变压器(线间变压器)		
SB 或 EB	扩音机用定压或自耦式音频输送变压器		
KB	开关变压器		

4. 电感器和变压器的主要性能参数

1) 电感器的主要性能参数

(1) 标称电感量。标称电感量是指电感器上所标注的电感量的大小。它用来表示线圈本身的固有特性,主要取决于线圈的圈数、结构及绕制方法等,与电流大小无关。标称电感量反映电感线圈存储磁场能的能力,也反映电感器通过变化电流时产生感应电动势的能力。

(2) 品质因数。电感线圈中,储存能量与消耗能量的比值称为品质因数,也称 Q 值。它是表示线圈质量的一个物理量, Q 为线圈的感抗(ωL)与线圈的损耗电阻(R)的比值,即 $Q = \frac{\omega L}{R}$,线圈的 Q 值越高,回路的损耗越小。线圈的 Q 值与导线的直流电阻、骨架的介质损耗、屏蔽罩或铁心引起的损耗等因素有关。为提高电感线圈的品质因数,可以采用镀银导线、多

股绝缘线绕制线匝,使用高频陶瓷骨架及磁心(提高磁通量)等措施。

(3)额定电流。额定电流是指能保证电路正常工作的工作电流。有一些电感线圈在电路工作时,工作电流较大,如高频扼流圈、大功率谐振线圈及电源滤波电路中的低频扼流圈等。选用时额定电流应是考虑的重要因素。当工作电流大于电感线圈的额定电流时,电感线圈就会发热而改变其原有参数,严重时甚至会损坏线圈。

(4)分布电容。电感线圈的分布电容是指电感线圈的各匝绕组之间通过空气、绝缘层和骨架而形成的电容效应。同时,在屏蔽罩之间、多层绕组的每层之间、绕组与底板之间也都存在着分布电容。这些电容可以看成是一个与线圈并联的等效电容。低频时,分布电容对电感器的作用没有影响;高频时,分布电容会改变电感器的性能。

(5)电感线圈的直流电阻。电感线圈的直流电阻即为电感线圈的直流损耗电阻 R_0 ,可以用万用表的电阻挡直接测量出来。

2) 变压器的主要性能参数

(1)变压比 n 。变压比 n 指变压器的初级电压 U_1 与次级电压 U_2 的比值,或初级线圈匝数 N_1 与次级线圈匝数 N_2 的比值。

$$n = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

(2)额定功率。额定功率指在规定的频率和电压下,变压器能长期工作而不超过规定温升的输出功率。

(3)效率。效率指变压器的输出功率与输入功率的比值。一般来说,变压器的容量(额定功率)越大,其效率越高;容量(额定功率)越小,效率越低。例如,变压器的额定功率为 100 W 以上时,其效率可达 90% 以上;变压器的额定功率为 10 W 以下时,其效率只有 60%~70%。

(4)绝缘电阻。绝缘电阻指变压器各绕组之间及各绕组与铁心或机壳之间的电阻。若绝缘电阻过低,会使仪器和设备机壳带电,造成工作不稳定,甚至给设备和人身带来危险。

5. 电感器的标注方法

电感器的标注方法与电阻器、电容器相似,分为直标法、文字符号法、数码法和色码法,此处不再赘述。

6. 电感器和变压器的性能检测

1) 电感器的性能检测

电感器的主要故障有短路、断线现象。

电感器的性能检测一般采用外观检查结合万用表测试的方法。先外观检查,看线圈有无断线、生锈、发霉、松散或烧焦的情况(这些故障现象较常见),若无此现象,再用万用表检测电感线圈的直流损耗电阻。

电感线圈的直流损耗电阻通常在几欧与几百欧之间,所以使用指针式万用表检测时,通常使用 $R \times 1$ 或 $R \times 10$ 挡测量。若测得线圈的电阻远大于标称电阻值或趋于无穷大,说明电感器断路;若测得线圈的电阻远小于标称电阻值,说明线圈内部有短路故障。

2) 变压器的性能检测

变压器的性能检测方法 with 电感器大致相同,不同之处如下。

(1)检测变压器之前,先了解该变压器的连线结构,然后主要测量变压器线圈的直流电阻和各绕组之间的绝缘电阻。在没有电气连接的地方,其电阻值应为无穷大;在有电气连接之处,有规定的直流电阻(可查资料得知)。

(2)变压器各绕组之间及绕组和铁心之间的绝缘电阻的测量。电路中的输入变压器和输出变压器使用 500 V 的摇表(兆欧表)测量,其绝缘电阻应不小于 100 MΩ;电源变压器使用 1 000 V 的摇表(兆欧表)测量,其绝缘电阻不小于 1 000 MΩ。

任务二 万用表及其使用方法

万用表是一种多功能、多量程的测量仪表,可以测量直流电流电压、交流电流电压、电阻等,广泛应用于电气维修和测试中。万用表可分为指针式和数字式两大类,如图 1-7 所示。

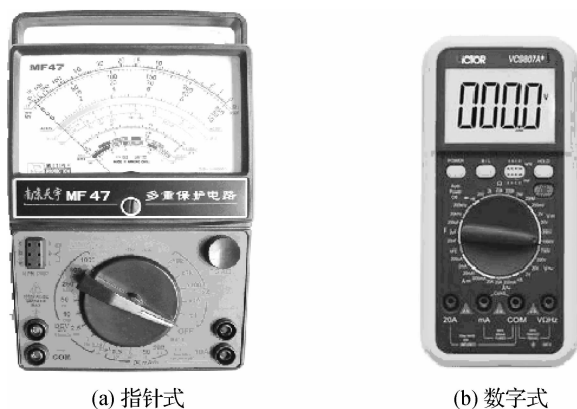


图 1-7 万用表

一、指针式万用表的结构

常见的指针式万用表主要有 500 型、MF47 型、MF64 型、MF50 型、MF15 型等,它们功能各异,但结构和原理基本相同。从外观看,它们一般由外壳、表头、表盘及面板等组成。

以 MF47 型指针式万用表为例,其面板结构如图 1-8 所示。在使用指针式万用表之前,若万用表零位不准,可采用旋具转动机械调零旋钮校准。量程转换开关周围标有不同的量程,从量程可以看出,该万用表可以测量交、直流电压,直流电流,电阻及晶体管的直流电流放大系数。量程转换开关左上角是测量 NPN 型和 PNP 型晶体管 h_{FE} 的插孔,右上角是电阻挡调零旋钮,当电阻表笔短接,指针没有指示电阻(零值)时,可旋转此旋钮调准。面板左下角标有“+”和 COM 的插孔,它们分别为红、黑表笔插孔。右下角有测量 2 500 V 直流高压的专用插孔及一个测量 5 A 直流大电流的专用插孔。

面板上还有表盘和表头指针。表头是万用表的重要组成部分,决定了万用表的灵敏度。表头由磁路系统、表针和偏转系统组成。表头一般都采用内阻较大、灵敏度较高的磁电式直流电流表。表盘由多种刻度线及各种符号组成。只有正确理解各种刻度线的读数方法和各种符号所代表的意义,才能正确地使用万用表。

MF47 型指针式万用表的表盘如图 1-9 所示。表盘中 6 条刻度标尺的含义为:从上到下看,最上面的是电阻刻度标尺,用“ Ω ”表示;第二条是交、直流电压及直流电流共用刻度标尺,用“V”和“mA”表示;第三条是晶体管共发射极直流电流放大系数刻度标尺,用“ h_{FE} ”表示;第四条是电容刻度标尺,用“C(μ F)50Hz”表示;第五条是电感刻度标尺,用“L(H)50Hz”表示;最后一条是音频电平刻度标尺,用“-dB”表示。

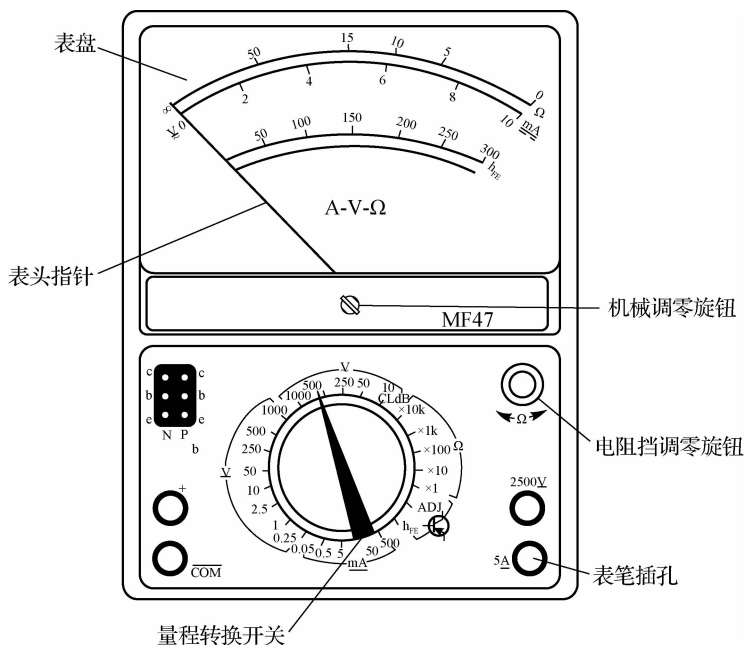


图 1-8 MF47 型指针式万用表的面板

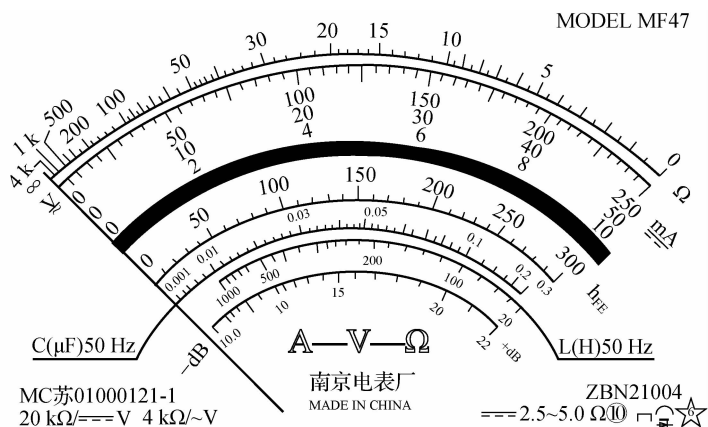


图 1-9 MF47 型指针式万用表的表盘

二、指针式万用表的测量方法

使用前,需要检查仪表。水平放置万用表,查看表头指针是否指零,若不指零,则要通过旋转机械调零旋钮进行调零。除了测量直流高电压和大电流外,其他测量时都应把红表笔

插入标有“+”的插孔,黑表笔插入标有“COM”的插孔。

(1)指针式万用表测量电阻的方法如图 1-10(a)所示。测量步骤如下:

- ①使被测电阻所在支路呈开路状态。
- ②先把量程转换开关旋到电阻挡“ Ω ”范围内,再选择适当的电阻倍率挡。
- ③将两表笔短接调零,看表头指针是否指在零刻度上,若不指零,转动电阻挡调零旋钮至表头指针指零。

④将表笔分别与被测电阻两端相连,指针将偏转一个角度,指针在刻度尺的 $1/3 \sim 2/3$ 范围内时读数比较精准,否则,应变换倍率挡,使指针指在该范围内。注意每次变换倍率后,都须重新调零。

⑤读出测量值,电阻值=指针读数 \times 倍率。

测量小常识: 如图 1-10(b)所示,测电阻时,不要用手触碰被测电阻两端或两支表笔的金属部分,以免人体电阻与被测电阻并联,使测量结果不准确;若无法调至零位,说明表内电池电压已不足,应更换新电池,其中 $\times 1 \sim \times 1k$ 应更换 1.5 V 电池, $\times 10k$ 应更换 9 V 叠层电池;不能带电测量电阻,因为测电阻时,由万用表内部电池供电,如果带电测量相当于接入一个外加电源,可能损坏表头。

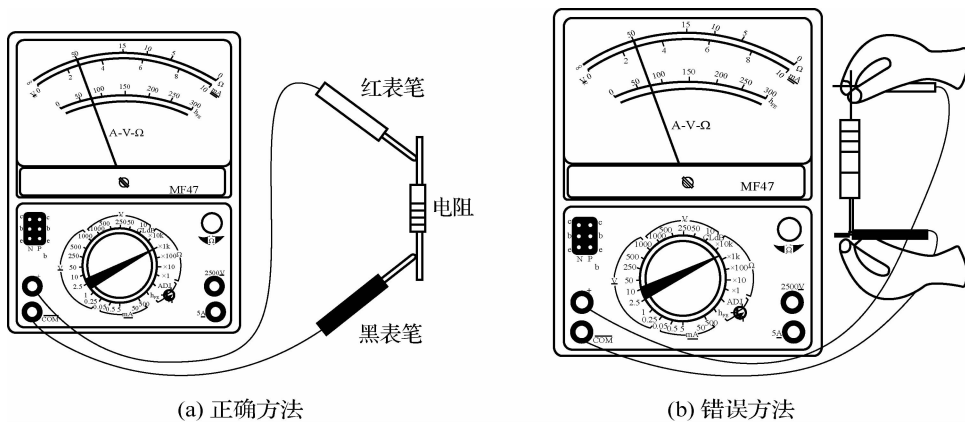


图 1-10 指针式万用表测量电阻的方法

(2)指针式万用表测量直流电压的方法如图 1-11(a)所示。具体步骤如下:

①先将量程转换开关拨到直流电压挡位范围内,根据估算电压值选择适当的量程,若不知道被测电压的值,应先用最高挡测出大约值后,再选择合适的挡位来测量,以免表头指针偏转过度而损坏表头。

- ②万用表并联在被测电路中,红表笔接被测电路高电位端,黑表笔接低电位端。
- ③读出测量值,电压值= $V(mV)/格 \times 格数$ 。

测量小常识: 适当的电压量程是指指针指在刻度尺的 $1/3 \sim 2/3$ 处。

(3)指针式万用表测量交流电压的方法如图 1-11(b)所示。具体步骤如下:

- ①先将量程转换开关拨到交流电压范围内,根据估算电压值,选择适当的量程。
- ②两表笔分别并联到被测电路的两端,与测量直流电压不同的是,红、黑表笔可任意接被测电路两端。

测量小常识：在测量电流和电压时，不能带电更换量程，也不能旋错挡位，若误用电阻挡或电流挡去测量电压，则极易烧坏电表。测量直流电压和直流电流时，注意“+”“-”极性，不要接错；如果发现指针反偏，应立即调换表笔，以免损坏表头及指针。

(4) 指针式万用表测量直流电流的方法如图 1-11(c) 所示。具体步骤如下：

① 先将量程转换开关拨到直流电流范围内，根据估算值选择量程，若不知道被测电流的大约值，应先用最高挡测出大约值后再选择合适的挡位来测量。

② 测量时应将万用表串联在被测电路中，正负极必须正确，红表笔接电流流入端，黑表笔接电流流出端。

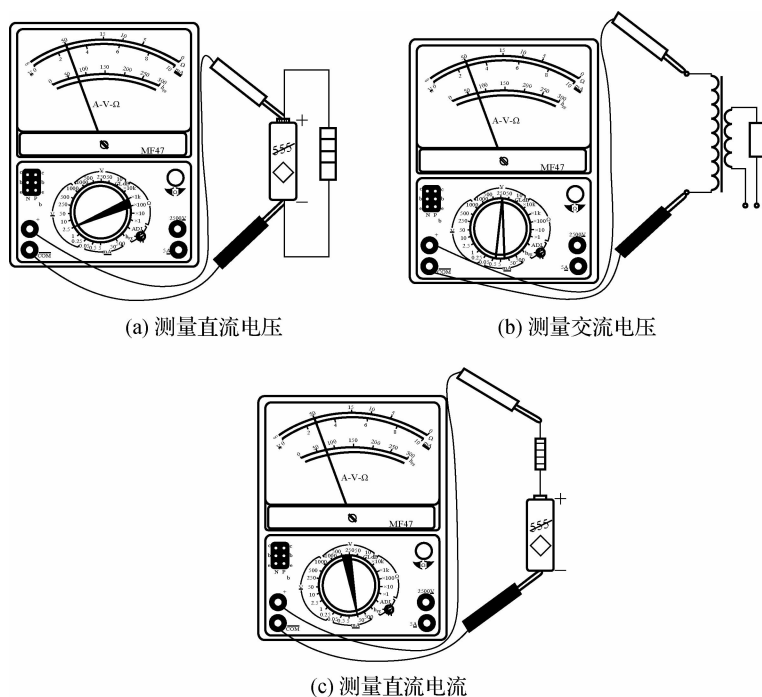


图 1-11 指针式万用表测量电压、电流的方法

测量小常识：万用表不用时，量程转换开关不要旋在电阻挡，因为表内有电池，如果不小心使两根表笔相碰短路，不仅会使表内电池的电量很快耗完，而且会损坏表头。应将量程转换开关调到交流电压最大挡位或空挡上。

活动：(1) 用指针式万用表测量自己连接电路的电压、电流和负载电阻值。
(2) 分析 MF47 型指针式万用表的测量线路原理图。

三、数字式万用表的结构

数字式万用表可用于测量交、直流电压，交、直流电流，电阻，电容，二极管、晶体管、音频信号的频率等，其面板结构如图 1-12 所示。

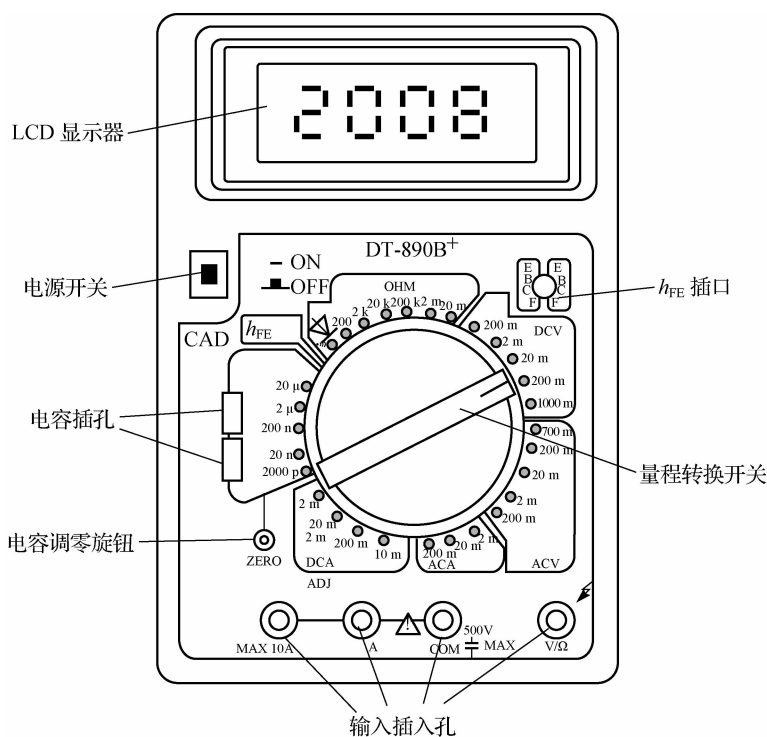


图 1-12 数字式万用表的面板结构

四、数字式万用表的使用方法

使用前应先检查仪表。将电源开关置于 ON 位置, LCD 显示器应有数字或符号显示。若显示器出现低电压符号, 应立即更换内置的 9 V 电池。表笔插孔旁的 Δ 符号表示测量时输入电流、电压不得超过量程规定值, 否则将损坏内部测量线路。测量前, 量程转换开关应置于所需量程。测量交、直流电压和电流时, 若不知道被测数值的高低, 可先将量程转换开关置于最大量程挡, 在测量中按需要逐步下调。

具体测量步骤如下:

(1) 将表笔插入相应插孔。

(2) 将量程转换开关置于相应范围内的适当量程(可参照指针式万用表的测量方法)。

例如, DC 表示直流, V 表示电压。

(3) 表笔与被测电路相连(可参照指针式万用表的测量方法)。

(4) 读数。

测量交、直流电压, 交、直流电流, 电阻, 电容, 二极管正向电阻及晶体管静态放大系数 h_{FE} 的方法如图 1-13 所示。

(1) 测量电阻。万用表与被测电阻并联, 注意必须事先断开被测电阻的一端或与被测电阻相并联的所有电路, 并切断电源。数字式万用表的各挡量程没有倍率关系, 所以按所选量程及单位读取的数字即为电阻值。表笔开路状态显示为 1, 并非故障, 所测电阻大于 1 M Ω 时, 显示读数要几秒钟后方可稳定。

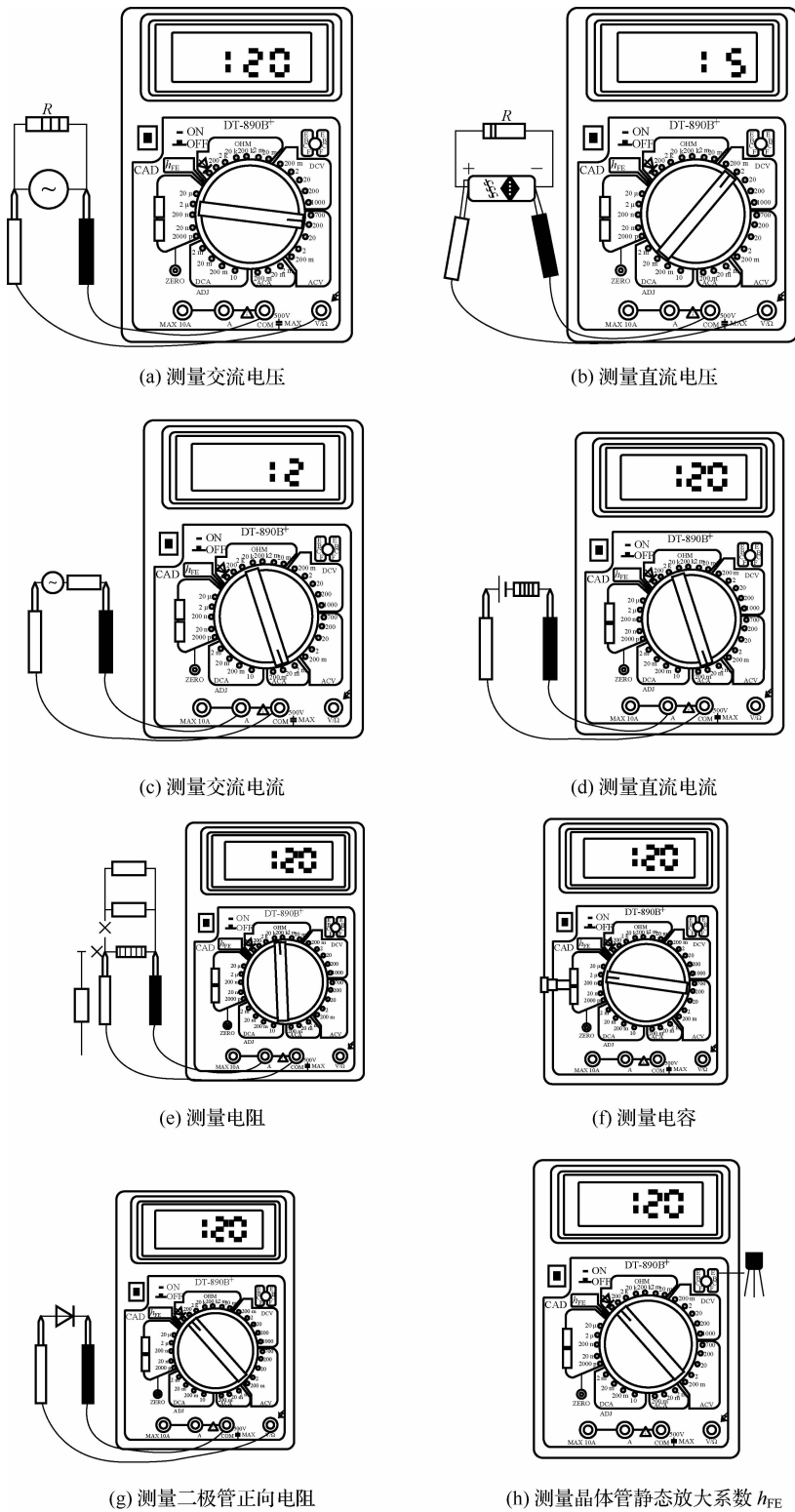



图 1-13 数字式万用表的测量方法

(2)测量电容。将量程转换开关置于 F 范围内的适当量程,注意每次转换量程时需要一定的时间才能稳定漂移数字;待稳定后调节 ZERO 电容调零旋钮,使其显示为零;将待测电容两脚插入电容插孔即可读数,插入电容时无须考虑极性,测量大容量电容时,需要一定的时间方能使读数稳定。

(3)测量二极管正向电阻。黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V/ Ω ”插孔(红表笔极性为“+”,与指针式万用表相反,指针式万用表的红表笔接仪表内部电源的“-”极);将量程转换开关置于“通断”挡;红表笔接二极管正极,黑表笔接二极管负极,此时 LCD 显示器显示值即为该二极管正向导通时的电阻值。注意二极管的正向电阻与它的工作电流有关,而在具体电路中,二极管的工作电流一般与万用表的测试电流不会相同,故万用表显示的仅为近似值。

(4)测量晶体管静态放大系数 h_{FE} 。将量程转换开关置于 h_{FE} 位置。将已知 PNP 型或 NPN 型晶体管的三只引脚分别插入仪表面板右上方的对应插孔中,LCD 显示器显示值即为晶体管静态放大系数 h_{FE} 的近似值。

 **测量小常识:** LCD 显示器只显示 1,表示被测量值超出所选量程范围,应选择更大的量程;在高压线路上测量电流、电压时,应注意人身安全,当量程转换开关置于 OHM、“通断挡位”时,不得引入电压。用万用表测量交流电路时,黑、红表笔不分极性;测量直流电路时,黑、红表笔需要分极性。

 **活动:** 用数字式万用表测量自己连接电路的电压、电流和负载电阻。

项目二 电工工具及电工仪表的使用

任务一 电工工具的使用

电工常用工具是指一般专业电工都要使用的工具。电工工具是电气操作的基本用具,工具不合格、质量不好或使用不当都会影响工作质量,降低工作效率,甚至造成事故及人身伤害,因此电气操作人员必须掌握常用的电工工具的结构、性能和电工工具正确的使用方法。



微课

电工工具的使用一

一、螺丝刀的使用

螺丝刀又称为螺丝旋具、改锥,用于拧紧或旋松螺钉。螺丝刀按结构形状可分为直形、L形和T形。直形螺丝刀最常见;L形螺丝刀为了省力,用较长的杆增大力矩;T形螺丝刀主要用于汽修行业。螺丝刀按动力源可分为手动螺丝刀和电动螺丝刀两种,其形状如图2-1和图2-2所示。



图 2-1 手动螺丝刀



图 2-2 电动螺丝刀

常用的螺丝刀有三种,即普通螺丝刀、组合型螺丝刀和电动螺丝刀。

普通螺丝刀的刀头形状可以分为一字形、十字形、米字形、星形、方头、六角头等,其中最常用的一字形和十字形两种,如图2-3所示。普通螺丝刀的头部和手柄为一体,使用时,为了避免出现打滑现象,要根据螺钉种类和规格选用合适的螺丝刀。

组合型螺丝刀的螺丝刀头和手柄可以分开。安装时根据螺丝的不同类型更换螺丝刀头即可,灵活性较强,不需要准备很多类型的螺丝刀,大大节省了存放空间。

电动螺丝刀又称为电动螺丝旋具,它以电动机代替人力,可以实现快速装卸螺钉。



活动: 演示一字形和十字形螺丝刀的用法。



图 2-3 普通螺丝刀的外形

二、钳子的使用

钳子根据用途可分为钢丝钳、尖嘴钳、剥线钳、斜口钳、卡线钳和网线压线钳等。下面介绍其中几种。

1. 钢丝钳

钢丝钳也称为老虎钳、克丝钳，由钳头、钳柄和绝缘管组成。钳头由钳口、刀口、齿口、侧口四部分组成，如图 2-4 所示。钢丝钳的握法如图 2-5 所示。钳口可夹持和弯绞导线；刀口可以切断导线和软导线的绝缘层；齿口可紧固或松起螺母；侧口可用来侧切电线线芯、钢丝及铅丝等较硬的金属线。

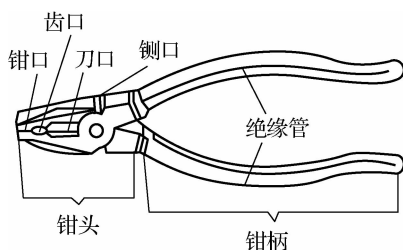


图 2-4 钢丝钳的结构

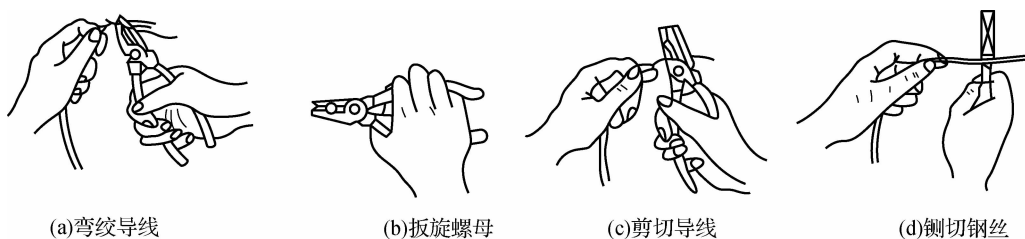


图 2-5 钢丝钳的使用

▶ 钢丝钳使用小常识： 钢丝钳剪断带电导线时，注意必须单根操作，为避免短路，不得同时剪断相线和零线；钢丝钳存放时，避免支点发涩或生锈，应在其表面涂抹润滑防锈油；钢丝钳不能作为锤子使用，以避免刃口错位。

2. 尖嘴钳

尖嘴钳由钳头、钳柄和绝缘管组成。尖嘴钳的用途和钢丝钳相似。但尖嘴钳头部细长，可在狭小的空间进行操作。带有刃口的尖嘴钳还可以剪切细小零件。它是装配、修理各种仪表和电信器材的常用工具。尖嘴钳的外形及握法如图 2-6 所示。

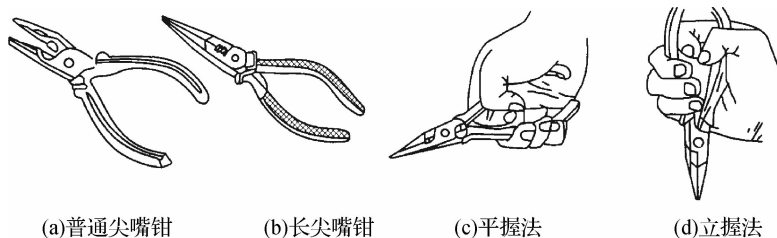


图 2-6 尖嘴钳的外形及握法

3. 剥线钳

剥线钳是用于剥除导线(直径 6 mm 以下)绝缘层的专用工具,由刀口、压线口和钳柄三部分组成,如图 2-7 所示。钳柄是绝缘的,耐压为 500 V。使用时,把导线放入相应的刀口中(比导线直径稍大),用手将钳柄一握后放松,导线的绝缘层即脱落弹出。

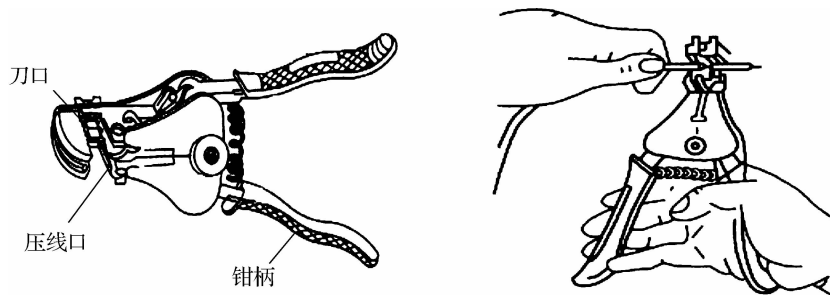


图 2-7 剥线钳的结构及用法

活动：给同组组员演示尖嘴钳和剥线钳的用法。

三、电工刀及电工工具包的使用

1. 电工刀

电工刀是用来剖削导线、切割木台缺口、剖切电缆绝缘层等的专用工具,其外形如图 2-8 所示。使用时,应将刀口朝外剖削。剖削导线绝缘层时,应使刀面与导线成小于 45° 的锐角,以免割伤导线。



图 2-8 电工刀的外形

2. 电工工具包

电工工具包是用来放置电工随身携带的常用工具或零星电工器材的,一般包括验电笔、螺丝刀、电工刀、各种钳子等,便于安装和维修用电线路和电气设备。其外形如图 2-9 所示。



图 2-9 电工工具包外形

四、活络扳手和其他常用扳手的使用

1. 活络扳手

活络扳手又称活络扳头、活扳,是用来紧固和松动螺母的一种专用工具。活络扳手的结构如图 2-10(a)所示,旋动蜗轮可调节扳口的大小。规格以“长度×最大开口宽度”(单位为 mm)来表示,电工常用的活络扳手有 150×19(6 in)、200×24(8 in)、250×30(10 in)和300×36(12 in)四种。扳较大螺母及较小螺母的握法分别如图 2-10(b)和图 2-10(c)所示。

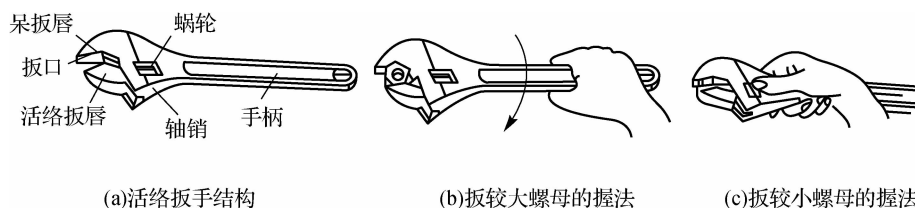


图 2-10 活络扳手结构及握法

活络扳手的使用方法如下。

- (1)扳动较小螺母时,需用力矩不大,但螺母过小,易打滑,因此操作时手应握在接近扳手端部的地方,以便随时调节蜗轮,收紧活络扳唇,防止打滑。
- (2)扳动大螺母时,需用较大力矩,手应握在接近扳手柄尾处。
- (3)活络扳手不可反方向用力,以免损坏活络扳唇,也不可用套接钢管接长手柄的方法来施加较大的扳拧力矩。
- (4)活络扳手不得当作撬棒或手锤使用,不能用于撬、砸等工作场所。

2. 其他常用扳手

扳手是用于螺纹连接的一种手动工具,除了活络扳手之外,种类和规格很多,如图 2-11 所示。下面介绍用于紧固、拆卸六角螺钉和螺母的几种扳手。