

高职高专适用教材

电子电路分析与应用

主 编 毕国芳
副主编 石晓波 徐晓枫
主 审 李 丽

哈尔滨地图出版社

高职高专适用教材

电子电路分析与应用

DIANZI DIANLU FENXI YU YINGYONG

主 编 毕国芳
副主编 石晓波 徐晓枫
主 审 李 丽

哈尔滨地图出版社

· 哈尔滨 ·

图书在版编目(CIP)数据

电子电路分析与应用/毕国芳主编. —哈尔滨:哈尔滨
地图出版社, 2008. 12
ISBN 978-7-80717-978-7

I. 电… II. 毕… III. 电子电路 - 电路分析 - 高等学校 -
教学参考材料 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 204169 号

内 容 简 介

本书是以当前高职教育教学的新理念“项目引导、实践先行、教学做合一”为指导思想,结合电子电路的新技术、新器件、新组件应用发展趋势进行编写的。本书的编写采用项目化课程模式,以电子技术中的典型项目为载体,内容包括:直流电压表与电流表的制作、简单照明电路的设计与安装、光控灯的设计与制作、扩音机的安装与调试、函数信号发生器的制作、三人表决器逻辑电路的设计与制作、加法计数器逻辑电路的设计与制作、数字钟的制作与调试、3 位直流数字电压表的制作与调试等共九个项目,每个项目又分为若干个任务。以完成工作任务的技能实训为主线,链接相应的专业知识。技能实训及知识链接部分均设置了思考与探索题,以巩固所学内容。本书的编写思路较好地体现了课程改革的新理念,紧密结合职业技能考证,着力培养实践能力。本书的理论知识讲授以够用为度,文字阐述浅显易懂。本书可作为高等职业院校电类专业通用教材,也可作为岗前培训和自学用书。

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址:哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮政编码:150086)

哈尔滨太平洋彩印有限公司印刷

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16 印张:15 字数:384 千字

ISBN 978-7-80717-978-7

2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

印数:1 ~ 1 000 定价:28.80 元

前 言

依据《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,本着“服务为宗旨、以就业为导向、以能力为本位”的指导思想,我们在深入开展以项目教学为主体的课程改革过程中,编写了《电子电路分析与应用》项目教材。

本课程是高等职业院校电类专业的专业基础课。通过本课程的学习,使学生具备相关职业高等应用型人才所必需的交直流电路、半导体器件、放大电路、信号发生器、直流稳压电源、逻辑代数、门电路、触发器、组合逻辑电路、时序逻辑电路等方面的知识以及电子装调工艺的基本知识,同时具有常用电子仪器仪表的使用、元器件的识别与检测、集成电路产品的识别与测试、常用功能电路的调整与测试、典型电子线路的制作与调试等方面的技能。本课程是电类专业面向职业岗位(岗位群)所设专门化方向限选课程的前修课程。

本教材的编写,采用项目化与综合化的课程模式。以项目为载体,以原学科体系中的电路基础、模拟电子电路、数字电子电路和电工电子技术实训等课程内容为主,还综合了电子测量仪器和电子装调工艺的相关内容。

本教材以电类专业学生的就业为导向,根据行业专家及企业技术人员对专业所涵盖的岗位群进行的工作任务了职业能力的分析,以电类专业共同具备的岗位职业能力为依据,遵循学生认知规律,紧密结合职业资格证书中对电子技能所作的要求,确定项目模块和课程内容。为了充分体现任务引领、实践导向的课程思想,将本课程项目模块下的教学活动又分解设计成若干任务,以任务为单位组织教学,并以常用电子仪器仪表、典型电子线路为载体,按电子工艺要求展开教学,让学生在掌握电子技能的同时,巩固相关专业的理论知识,使学生在技能训练过程中加深对专业知识、专业技能的理解和应用,培养学生的综合职业能力,为学生将来在岗位上工作打下良好基础。

本教材由毕国芳担任主编(黑龙江林业职业技术学院,编写了项目三、项目四、项目七),石晓波(黑龙江林业职业技术学院,编写了项目一、项目二、项目六)、徐晓枫(黑龙江林业职业技术学院,编写了项目五、项目八、项目九)担任副主编。

在本教材的编写过程中,郝华涛、张玉清、丰玉臣、毕既华老师对编写工作提出了许多宝贵建议,对本教材编写给予了极大的支持和帮助。编者在此一并表示衷心的感谢。

我们在编写过程中,力求贯彻课程改革的新理念,但限于编者水平有限,加之时间仓促,本书难免存在不妥之处,恳请广大师生批评指正,以便不断完善。

为了方便教师教学,本还配有电子教案和课件。

编者

2008年12月

目 录

项目一 直流电压表、电流表的制作与调试	1
任务一 电阻、电容、电感组件的识别与测试	1
知识衔接一 电阻、电容、电感组件	1
技能训练一 元件参数及性能的测定	9
知识衔接二 电路中的基本物理量	10
知识衔接三 电路中的电阻、电感、电容组件	11
任务二 直流电路中的电路分析	14
知识衔接一 电路中的基本规律	14
知识衔接二 直流电路分析方法	15
技能实训 直流电压、电流表的安装与实验	18
自我检测	19
项目二 简单照明电路的设计与安装	21
任务一 探究正弦交流电路的基尔霍夫定律	21
知识衔接一 正弦量的基本知识	21
知识衔接二 电阻、电感、电容组件的电压电流关系	24
知识衔接三 交流电路的基尔霍夫定律	26
知识衔接四 示波器的使用方法	27
任务二 RLC 串并联电路的制作与测试	30
技能训练一 RLC 串联电路的研究	30
知识衔接一 RLC 串联电路与串并联谐振	31
技能训练二 单相交流电路功率因数的提高	36
知识衔接二 提高功率因数的意义和方法	36
知识衔接三 正弦交流电路的功率	38
知识扩展一 阻抗的串联与并联	39
知识扩展二 三相电源	40
技能实训 简单照明电路的设计与安装	45
自我检测	46
项目三 光控灯的设计与制作	48
任务一 直流电源的制作与检测	48
技能训练一 半导体二极管的识别与检测	49
知识衔接一 二极管的型号及部分二极管参数表	50
知识衔接二 二极管的测量	51
知识衔接三 二极管的基本知识	52
知识衔接四 电源的整流、滤波	54
知识扩展一 电感滤波	58
知识衔接五 稳压	59

知识扩展二	开关电源	64
阅读材料一	半导体的基本知识	65
阅读材料二	特殊二极管	68
技能训练二	简单直流电源的制作与检测	70
知识拓展三	并联型稳压电路的设计	72
任务二	信号发生电路与驱动电路的制作与测试	73
技能训练一	光敏电阻、三极管识别与检测	73
知识衔接一	晶体三极管的基本知识	75
技能训练二	三极管基本应用电路测试	82
知识衔接二	光敏电阻的基本知识	83
知识衔接三	继电器的基本知识	84
知识衔接四	例子的最终分析	85
知识衔接五	制作印刷电路板	86
技能实训	完成光控灯电路的制作与调试	89
阅读材料		90
知识扩展	场效应晶体管的基本知识	91
自我检测		94
项目四	扩音机的安装与调试	96
任务一	前置放大器的制作与测试	96
知识衔接一	扩音机的基本原理	96
技能训练一	共射单级放大器	97
知识衔接二	放大器的功能及性能指标	99
知识衔接三	低频小信号共发射极放大器的分析	102
知识衔接四	负反馈放大器	109
知识衔接五	多级放大器	114
技能训练二	共集电极放大器	115
知识衔接六	共集电极放大器	117
任务二	功率放大器的制作与调试	119
知识衔接一	功率放大器的基本知识	119
技能训练一	OTL 功率放大器的制作与调试	120
知识衔接二	互补对称功率放大器	122
知识扩展一	复合管互补对称功率放大器	123
知识衔接三	扩音机原理的分析	124
技能实训	扩音机的电路安装与调试	126
阅读材料	集成功率放大电路	127
自我检测		128
项目五	函数信号发生器的制作	131
任务一	集成运放运算电路的制作与测试	131
知识衔接一	集成运放的基本知识	132
阅读材料	集成电路的基本知识	136

技能训练一 集成运放运算电路的制作与测试	140
知识衔接二 集成运放的线性应用	143
技能训练二 方波、三角波发生器的制作与测试	146
知识衔接三 集成运放的非线性应用	147
知识衔接四 正弦波振荡器的基础知识	150
任务二 函数信号发生器制作与调试	157
知识衔接 8038 函数信号发生器功能及应用电路	157
技能实训 8038 函数信号发生器的电路制作与调试	158
自我检测	159
项目六 三人表决器逻辑电路设计与制作	161
任务一 基本逻辑门逻辑功能的测试	161
知识衔接一 数字电路的基本知识	161
阅读材料 常用集成门电路的产品简介	166
技能训练一 集成逻辑门电路的功能测试	168
任务二 三人表决器的设计与制作	170
知识衔接一 逻辑代数的基本知识	170
知识衔接二 逻辑函数的化简	171
知识衔接三 组合逻辑电路的分析与设计	175
技能实训 三人表决器逻辑的设计与制作	178
自我检测	178
项目七 加法计算器逻辑电路设计与制作	180
任务一 BCD 编码器的逻辑电路设计与制作	180
知识衔接一 数制和码制	180
知识衔接二 编码器	183
技能训练一 BCD 编码器的逻辑电路设计与制作	186
知识衔接三 译码器	187
技能训练二 译码器、译码显示电路	190
技能训练三 加法运算电路	193
技能实训 一位十进制加法计算器的逻辑电路设计与制作	194
自我检测	196
项目八 数字钟电路的设计与制作	198
任务一 集成触发器的功能测试	198
知识衔接一 触发器的逻辑功能	198
阅读材料 常用集成触发器的产品简介	201
技能训练一 触发器的功能测试及功能转换	203
任务二 秒脉冲信号电路的设计	205
知识衔接一 石英晶体振荡器与秒脉冲信号发生器	205
知识衔接二 分频电路的设计与工作原理	206
技能训练一 计数器设计与测试	211
知识衔接三 数字钟的电路设计与工作原理	212

技能实训 数字钟的制作与调试	216
知识扩展 555 定时及应用	217
自我检测	220
项目九 $3\frac{1}{2}$ 位直流数字电压表	221
任务一 A/D, D/A 转换电路的制作与测试	221
知识衔接一 A/D 转换器	221
知识衔接二 D/A 转换器	223
技能训练 模数、数模转换电路制作与检测	225
知识衔接三 $3\frac{1}{2}$ 位直流数字电压表原理	227
技能实训 $3\frac{1}{2}$ 位直流数字电压表制作与调试	228
自我检测	231
参考文献	232

项目一 直流电压表、电流表的制作与调试

技能目标

学会电阻、电容、电感组件的识别与测试;学会仪器、仪表的使用方法;会运用 Multisim8 进行电路设计与仿真;能够制作直流电压表与电流表并进行调试。

知识目标

了解电阻、电容、电感组件的命名、标注及其在电路的应用;掌握电阻、电容、电感的特性;理解并掌握直流电路的基本定律与定理,并运用其进行直流电路的分析与运算。理解直流电压表与直流电流表的制作与工作原理。

通过直流电压表、电流表的制作与调试,我们将接触一个简单的应用电路,对电路中的基本物理量电压与电流有一定的认识,掌握测量电压与电流的基本方法。对学习电路的基本定律及电路的分析积累一定的实践经验。

任务一 电阻、电容、电感组件的识别与测试

元器件是构成各种电子电路最基本的单位。各种电路都是由元器件构成的,因此,了解元器件的特性,掌握元器件的选用、使用及好坏的鉴别,是分析电路和排除电路故障的基本保证。

知识衔接一 电阻、电容、电感组件

(一) 电阻组件

1. 电阻器的型号命名方法与电路图形符号

(1) 电阻器的型号命名方法 电阻器的型号命名主要是依据 GB/T2470—1995《电子设备用固定电阻器、固定电容器型号命名方法》的规定来进行命名。

固定电阻器的型号命名由以下四部分组成:

第一部分用字母 R 表示电阻器的主称。

第二部分用字母表示电阻器的主要材料,如表 1-1 所示。

第三部分用数字表示产品的主要特征,个别类型用字母表示,如表 1-2 所示。

第四部分用数字表示序号,以区别电阻器的外形尺寸和性能指标。

表 1-1 电阻器主要材料

符号	H	I	J	N	G	S	T	X	F	Y
意义	合成碳膜	玻璃釉膜	金属膜(箔)	无机实心	沉积膜	有机实心	碳膜	线绕	复合膜	氧化膜

表 1-2 电阻器产品主要特征

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	G	T
产品分类	普通	普通	超高频	高阻	高温	—	精密	高压	特殊	功率型	可调

(2) 电路图形符号 常见的电阻器电路图形符号如图 1-1 所示。

2. 电阻器的主要参数

为了能正确选用电阻器就必须了解电阻器的技术参数。电阻器的参数有标称阻值、阻值误差、额定功率、最高工作电压、最高工作温度、温度特性、高频特性等。现主要介绍以下三个:

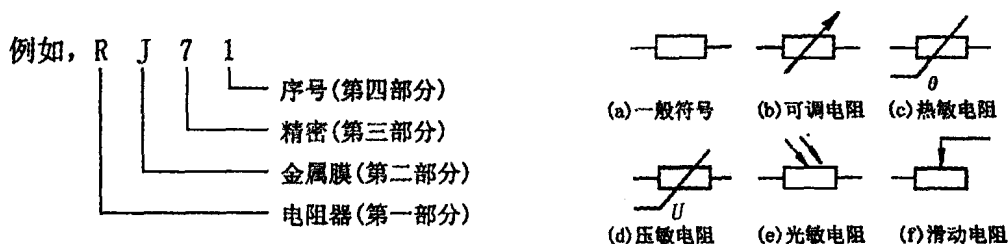


图 1-1 常见的电阻器电路图形符号

(1) 电阻器的标称阻值 标称阻值是指电阻器表面所标的阻值。电阻器的标称阻值是根据国家制定的标准系列标注的,不是生产者任意标定的。为了生产的便利,选购的方便,国标规定了系列阻值,因此选用电阻器时必须按国标规定的电阻器标称阻值范围去选用。

表 1-3 是国家规定的系列标称值,使用时将表中的数值乘以 10, 100, 1 000...直到 10^n (n 为整数) 就可以成为这一系列阻值。如 E24 系列中的 1.5 就有 $1.5\ \Omega$, $15\ \Omega$, $150\ \Omega$, $1.5\ \text{k}\Omega$, $15\ \text{k}\Omega$, $150\ \text{k}\Omega$ 等。在选择电阻器的阻值时,可能系列中没有,此时可以选择系列中相近值的电阻器使用。

表 1-3 标称阻值系列

阻值系列	允许误差(%)	误差等级	电阻标称值
E-24	± 5	I	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	± 15	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
E-6	± 20	III	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

(2) 电阻器的额定功率 额定功率是指电阻器在一定的气压和温度下长期连续工作所允许承受的最大功率。如果电阻器上所加电功率超过额定值,电阻器就可能被烧毁。电阻器额定功率的单位为瓦,用字母 W 表示。

电阻器的额定功率也是按照国家标准进行标注的,其标称值有 $1/8\ \text{W}$, $1/4\ \text{W}$, $1/2\ \text{W}$, $1\ \text{W}$, $2\ \text{W}$, $5\ \text{W}$, $10\ \text{W}$ 等。如收音机、电视机的大多数电路使用的是 $1/8\ \text{W}$ 和 $1/4\ \text{W}$ 电阻器,在电源电路中就要用到额定功率在 $1\ \text{W}$ 以上的电阻器。

(3) 电阻器的误差等级 由于生产电阻器工艺水平的差别,将使产品的实际阻值与标称阻值之间产生一定的误差,为能反映出误差的大小,国标规定了误差等级,具体等级的规定见表 1-3。从表中可以看出 I 级误差为标称值的 $\pm 5\%$,而对于精密电阻器允许误差则为 $\pm 1\%$, $\pm 0.5\%$ 。允许误差越小,其精度等级越高。

3. 电阻器标称阻值及误差的标注方法

(1) 直标法 直标法就是将电阻器的标称阻值及误差直接标注在电阻器的表面,使用者可以从电阻器的表面直接读出阻值及阻值误差。

(2) 文字符号法 文字符号法就是用文字、数字有规律地组合起来直接标注在电阻器的表面,表示出电阻器的阻值与阻值误差。

文字符号有 R, Ω , k, M, G, T。其意义是 Ω 表示欧姆、k 表示千欧、M 表示兆欧、G 表示吉 (10^9) 欧、T 表示太 (10^{12}) 欧。例如, 3R3 表示 $3.3\ \Omega$; 3k3 表示 $3.3\ \text{k}\Omega$; R33 表示 $0.33\ \Omega$; 3M3 表示 $3.3\ \text{M}\Omega$, 等等。从上述几例中看出, R, k, M 等代替了小数点。

文字符号法中的允许误差也是用字母表示的,其字母代表的意义如表 1-4 所示。

例如, 2R2k 表示电阻器的阻值为 $2.2\ \Omega$, 允许误差为 $\pm 10\%$; 6k8M 表示电阻器的阻值为

6.8 k Ω ,其允许误差为 $\pm 20\%$ 。

表 1-4 阻值允许误差与字母对照表

字母	允许误差(%)	字母	允许误差(%)
W	± 0.05	G	± 2
B	± 0.1	J	± 5
C	± 0.25	K	± 10
D	± 0.5	M	± 20
F	± 1	N	± 30

(3)色标法 色标法是将电阻器的标称阻值与误差用不同的颜色环标注在电阻器表面上。各色环所代表的意义如表 1-5 所示。

表 1-5 色环所代表的意义

色环颜色	第一色环 第一位数	第二色环 第二位数	第三色环 第三位数	第四色环 第四位数
黑	0	0	0×10^0	$\pm 1\%$
棕	1	1	0×10^1	$\pm 2\%$
红	2	2	0×10^2	$\pm 3\%$
橙	3	3	0×10^3	$\pm 4\%$
黄	4	4	0×10^4	
绿	5	5	0×10^5	
蓝	6	6	0×10^6	
紫	7	7	0×10^7	
灰	8	8	0×10^8	
白	9	9	0×10^9	
金	—	—	0×10^{-1}	$\pm 5\%$
银	—	—	0×10^{-2}	$\pm 10\%$
无色	—	—	—	$\pm 20\%$

普通电阻器一般用四条色环来表示电阻器的阻值与误差,即靠近电阻器端头的为第一条色环,其余顺次为第二、第三、第四条色环。第一条色环表示第一位数,第二条色环表示第二位数,第三条色环表示倍乘数,即表示有效数字后应加“0”的个数,第四条色环表示误差范围。如图 1-2 所示。

精密电阻器一般用五条色环表示,其前三环表示有效数字,第四环表示倍乘,第五环表示误差。

4. 色环电阻的第一环如何确定

对于标注为四色环的电阻器,因第四个色环表示的是误差范围,又因表示误差色环的只有金色或银色,因此我们只要在电阻器色环中找到金色或银色,就可确定为第四环,当确定第四色环后,便可依此向前推算第三环、第二环、第一环。

5. 电阻器的检测

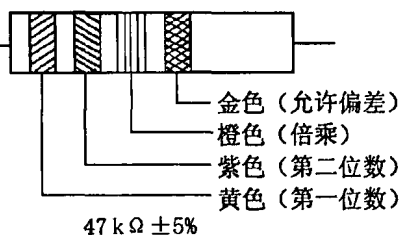


图 1-2 色环的表示方法

电阻器的检测主要是看其实际阻值与标称阻值是否相符。

具体的检测方法是:用万用表的欧姆挡,欧姆挡的量程应视电阻器阻值的大小而定。一般情况下应使指针落到刻度盘的中间段,以提高测量精度。这样做的原因是万用表的欧姆挡刻度线是非线性的,而中间段分度较细而准确,因此,在测量不同电阻的阻值时,应注意量程的选择。

6. 电阻的串联与并联

(1) 电阻串联: $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ 串联,可等效为一个电阻 R ,等效电阻 R 等于各个串联电阻之和,即

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

(2) 电阻并联: $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ 并联,可等效为一个电阻 R ,等效电阻 R 的倒数等于各个并联电阻倒数之和,即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

(二) 电容器

电容器是家用电器、各种电子设备中不可缺少的电子元件。正确的选用是保证用电器质量的关键。下面介绍电容器的作用、型号、种类、检测及选用方法。

1. 电容器的作用、分类与符号

(1) 电容器的作用

如果把电容器的两块金属板分别接到电池的正、负极上,就会发现,接电池正极的金属板上由于其电子被电池的正极吸引过去而带正电荷;接电池负极的金属板就会从电池的负极得到大量的电子而带负电荷。这种现象称为电容器的“充电”。充电时,电路中有电流流动。当两块金属板充电形成的电压与电池电压相等时,充电停止,电路中就没有电流流动,相当于开路,这就是电容器能隔断直流的作用。

若将电容器与电池分开,用导线把电容器两块金属板连接起来,再接入一块电流表,则刚接上时,会发现电流表上有电流指示,说明电路中有电流流动。随着时间的推移,两金属板之间的电压很快降低,直到电流表指示为零,这种现象称为电容器的“放电”。

如果把电容器接到交流电源上,则电容器会交替地进行充电放电,电路中总是有电流流过,这就是电容器具有能通过交流电的作用。

综上所述,不难看出电容器具有“隔直通交”的作用。这一特性被广泛应用,在电子电路中,电容器常用来隔断直流电、旁路交流电,还可以进行信号调谐、耦合、滤波、去耦等。

(2) 电容器的分类与符号

① 电容器的分类

按结构分类:电容器按结构分为固定电容器、可变电容器和微调电容器三类。电容器按介质分为陶瓷电容器、云母电容器、纸介电容器、油质电容器、薄膜电容器、电解电容器、钽电容器等。常见电容器的外形如图 1-3 所示。

② 电容器的符号

电容器在电路中的图形符号如图 1-4 所示。

2. 电容器的命名方法、主要参数与标记

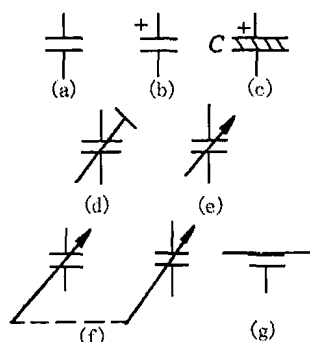
(1) 国产电容器的命名方法 电容器的型号由四部分组成:

第一部分用一个字母表示主称,用字母 C 表示。

第二部分用一个字母表示介质材料。各字母的含义如表 1-6 所示。



图 1-3 常见电容器的外形图



a) 电容器一般符号 b) 电解电容器
c) 国外电解电容器 d) 微调电容器
e) 单联可变电容器 f) 双联可变电容器
g) 穿心电容器

图 1-4 电容器在电路中的图形符号

第三部分用数字或字母表示分类,各数字、字母表示的意义如表 1-6 所示。

表 1-6 电容器型号中第二、三部分的字母、数字所表示的意义

第二部分:材料		第三部分:分类				
字 母	意 义	数字或字母	意 义			
A	钽电解		瓷介电容器	云母电容器	有机电容器	电解电容
B	聚苯乙烯等非极性有机薄膜	1	圆形	非密封	非密封	箔式
C	高频陶瓷	2	管形	非密封	非密封	箔式
D	铝电解	3	叠片	密封	密封	烧结粉非
E	其他材料电解	4	独石	密封	密封	烧结粉固体
G	合金电解	5	穿心		穿心	
H	纸膜复合	6	支柱			
I	玻璃釉	7				无极性
J	金属化纸介	8	高压	高压	高压	
L	聚酯等极性有机薄膜	9	特殊	特殊		
N	铌电解	G	高功率型			
O	玻璃膜	T	叠片式			
Q	漆膜	W	微调式			
S	低频陶瓷	J	金属化型			
T	低频陶瓷	Y	高压型			
V	云母纸					
X	云母纸					
Y	云母					
Z	纸介					

第四部分用数字表示序号。

说明:表 1-6 中第二部分(材料)中的字母 B 表示除聚苯乙烯外其他非极性有机薄膜时,

在 B 后再加一字母以区分具体材料。例如,聚四氟乙烯用 BF 表示,聚丙烯用 BB 表示等。

当材料中的 L 表示除聚酯外其他极性有机薄膜材料时,在 L 后再加一个字母以区分具体材料。例如,LS 表示聚碳酸酯。

电容量的基本单位是法拉,用字母“F”表示。常用单位有微法(μF)、皮法(pF)以及纳法(nF)和毫法(mF),其换算关系如下:

$$1 \text{ 法拉} = 10^3 \text{ 毫法} = 10^6 \text{ 微法} = 10^{12} \text{ 皮法}$$

$$1 \text{ F} = 10^3 \text{ mF} = 10^6 \mu\text{F} = 10^{12} \text{ pF}$$

(2) 电容器的标记

① 直标法

直标法就是将电容器的标称容量、允许误差、耐压等数值印在电容器表面上。另外,还有不标电容单位的直标法,即用一位到四位大于 1 的数字表示电容量,单位是 pF;用零点几表示容量大小时,单位是 μF ,如图 1-5 所示。

② 数字符号法

将电容器的主要参数用数字和单位符号按一定规则进行标注的方法,称为数字符号法。其标注形式如下:

容量的整数部分、容量的单位符号、容量的小数部分。其中容量的单位符号就是用电容量单位代号中的第一个字母。例如:10 p 表示电容量为 10 pF;5 p 6 表示电容量为 5.6 pF;4 m7 表示电容量为 4.7 mF。

③ 数码标注法

用三位数字表示电容量大小的标注方法,称为数码标注法。三位数字中前两位数表示电容量值的第一、二位有效数字,第三位数字表示前两位有效数字后“0”的个数,这样得到的电容量单位是 pF,如图 1-6 所示。

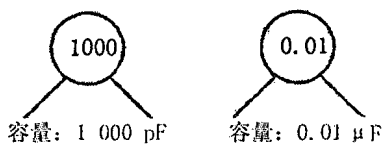


图 1-5 电容器参数的直标法

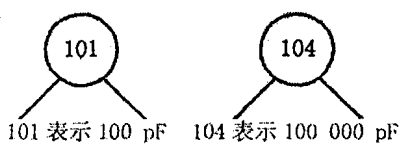


图 1-6 电容器参数的数码标注法

3. 电容器的检测

(1) 无极性电容器的检测

常用无极性电容器有陶瓷电容器、涤纶电容器、云母电容器、钽电容器等。

漏电阻的测量:对于电容量在 $0.1 \mu\text{F}$ 以上的无极性电容器,可以用万用表的欧姆挡($R \times 1 \text{ k}\Omega$)来测量电容器的两极,表针应向右微微摆动,然后迅速回摆到“ ∞ ”,这样说明电容器是好的。测量时若出现下列几种情况,则说明电容器质量有问题。

① 短路:测量时,万用表表针一下摆到“0”之后,并不回摆,说明该电容器已经被击穿短路。

② 漏电阻:测量时,万用表表针向右微微摆动后,并不回摆到“ ∞ ”,说明该电容器有漏电现象;漏电阻的测量是用万用表的欧姆挡($R \times 10 \text{ k}$ 或 $R \times 1 \text{ k}$ 挡),把两表笔分别接触电容器两引脚,万用表指针将先摆向零,然后慢慢反向退回到无穷大附近。当指针稳定后所指示值即为该电容器的漏电阻。若指针离无穷大较远,表明电容器漏电严重,不能使用。

③ 断路:测量时,万用表表针没有摆动,说明该电容器已经断路。

(2) 电容器断路的测量

电容器的容量范围很宽,用万用表判断电容器的断路情况时,首先要看电容量的大小。对于 $0.01\ \mu\text{F}$ 以下的小容量电容器,用万用表不能准确判断其是否断路,只能用其 Q 仪表进行鉴别。对于 $0.01\ \mu\text{F}$ 以上的电容器,用万用表测量时,必须根据电容器电容量的大小,选择合适的量程进行测量,才能正确的给以判断。

如测量 $300\ \mu\text{F}$ 以上容量的电容器时,可选用 $R \times 10$ 挡或 $R \times 1$ 挡;如要测 $10 \sim 300\ \mu\text{F}$ 电容器时可选用 $R \times 100$ 挡;如要测 $0.47 \sim 10\ \mu\text{F}$ 的电容器时可选用 $R \times 1\ \text{k}$ 挡;如测 $0.01 \sim 0.47\ \mu\text{F}$ 的电容器时,可选用 $R \times 10\ \text{k}$ 挡。

按照上述方法选择好万用表的量程后,便可将万用表的两表笔分别接电容器的两引脚,测量时,如指针不动,可将两表笔对调后再测,如指针仍不动,说明电容器断路。

对于电容量在 $0.1\ \mu\text{F}$ 以下的无极性电容器,可以用万用表的欧姆挡($R \times 10\ \text{k}\Omega$)来测量电容器的两极,其质量好坏的判别方法同上。

4. 电解电容器的检测

电解电容器的容量较大,两极有正、负之分,长脚为正,短脚为负。在电子电路中,电容器正极接高电位,负极接低电位,极性接错了,电容器就会被击穿。一般在外壳上用“+”或“-”号分别表示正、负极。

用万用表判别电解电容器的正、负电极的测量方法,用万用表的欧姆挡,根据电解电容器的容量选好合适的量程,用两表笔接电容器的两引脚测其漏电电阻,并记下这个阻值的大小,然后将两表笔对调再测一次漏电电阻值,将两次测量的漏电电阻值对比,漏电电阻值小的一次,黑表笔所接触的是电解电容器的负极。

漏电电阻的测量方法,依照上述量程选择方法,选择万用表的合适量程,红表笔接电容负极,黑接正极,表针首先向右偏转,然后慢慢地向左摆回,并稳定在某一数值上,此时指针所指的阻值是电解电容器的正向漏电电阻,其值越大,说明电解电容器性能越好;将红、黑表笔对调再进行测量,此时指针所指的阻值为反向漏电电阻,此值应比正向漏电电阻小些。测得的以上两漏电电阻阻值如很小(几百千欧以下),则表明电解电容的性能不良,不能使用。

检测时,一般用万用表的欧姆挡($R \times 1\ \text{k}\Omega$),红表笔接电容器的负极,黑表笔接电容器的正极,迅速观察万用表指针的偏转情况。测量时表针首先向右偏转,然后慢慢地向左摆回,并稳定在某一数值上,表针稳定后得到的阻值是几百千欧以上,则说明被测电容是好的。

5. 电容的串联与并联

为了满足所需的电容量和工作电压,在线路中常将电容组合起来使用。

电容器并联后,可提高电容量,但不能提高耐压的大小;电容器串联后,可提高耐压能力,但电容量要减小。

电容并联:其等效电容 C 等于各个电容之和。即: $C = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n$

电容串联:其等效电容 C 的倒数等于各个电容倒数之和。即:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}$$

(三) 电感器

电感线圈又称电感器,具有“通直隔交”的作用,它也是家用电器、各种仪器仪表及各种电子产品中不可缺少的元件。

1. 电感线圈的种类与应用

电感线圈简称为线圈,在电路中的文字符号用字母“L”表示,电感线圈是用漆包线或绕包

线绕在绝缘管或铁芯上的一种电子元件。常见的电感线圈有天线线圈、高频振荡线圈、中波振荡线圈、短波振荡线圈、低频扼流圈、高频扼流圈、行偏转线圈、场偏转线圈等。常用图形符号如图 1-7 所示。

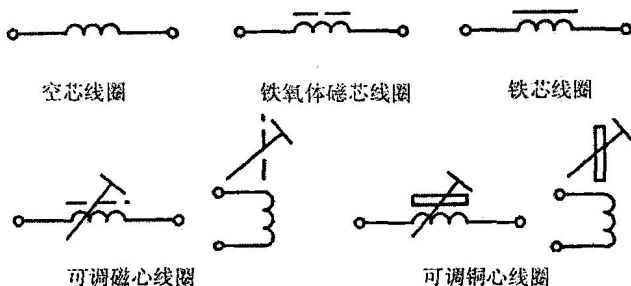


图 1-7 常用线圈的图形符号

(1) 单层螺旋管线圈

这种线圈是用绝缘导线逐圈地绕在绝缘管上形成的,如图 1-8 所示。如果是一圈挨着一圈绕的,称为密绕法。这种绕法简单,容易制作,但分布电容较大,多用于中波段收音机中的天线线圈。如果是一圈与一圈之间有一定间隙的绕法,称为间绕法。这种绕法的优点是分布电容小,多用于短波收音机中。如果绕好后抽出管芯,并把线圈拉开一定距离,称为脱胎法。这种绕法的分布电容更小,多用在超短波收音机中。

(2) 磁棒式线圈

这种线圈是用绝缘导线或镀银线绕在磁棒上制成的,其电感量可以调节,如图 1-9 所示。

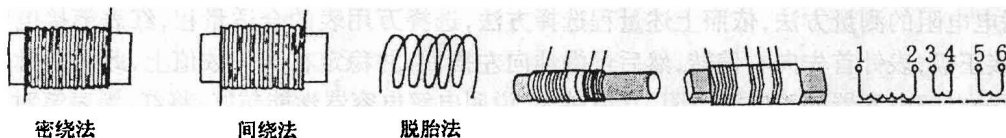


图 1-8 单层螺旋管线圈

图 1-9 磁棒式线圈

(3) 铁氧体线圈

为了调整方便,在线圈中加入带螺纹的铁氧体磁芯,如图 1-10 所示。转动磁芯可以调整磁芯和线圈的相对位置,从而改变线圈的电感量。

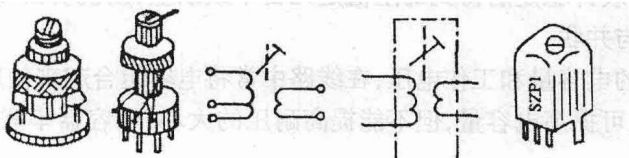


图 1-10 铁氧体线圈

(4) 扼流线圈

在电子电路中,用来阻碍交流电通过的线圈称为扼流线圈或阻流线圈。扼流线圈分为高频扼流线圈和低频扼流线圈。高频扼流线圈用来阻止高频信号通过而让低频信号和直流信号通过。它的电感量比较小,一般只有几毫亨,要求分布电容及介质损耗小,通常采用陶瓷或磁芯做骨架。

在电子电路中,低频扼流线圈常常和电解电容器组成滤波电路,用来消除整流后残存的交流成分,只让直流通。这种线圈中有铁芯,电感量较大,一般为几亨。

2. 电感线圈的型号命名方法

电感线圈的型号由四部分组成:

第一部分用字母表示主称, L 表示线圈, ZL 表示阻流圈。

第二部分用字母表示特征, G 表示高频。

第三部分用字母表示型号, X 表示小型。

第四部分用字母表示区别代号(字母分别是 A, B, C, D...)。

例如: LGX 表示小型高频电感线圈。

3. 电感线圈的测量和使用

(1) 电感线圈的测量

电感线圈的精确测量要用专用的电子仪表, 一般可用万用表测量电感线圈的电阻来大致判断其好坏。一般电感线圈的直流电阻很小, 当线圈的电阻为无穷大时, 说明线圈内部或引出端已断线。

(2) 电感线圈的使用

在使用线圈时, 不要随意改变线圈的形状、大小和线圈的距离, 否则会影响线圈原来的电感量。可调线圈应安装在易于调节的位置, 以便调整线圈的电感量, 使其达到最理想的工作状态。

4. 电感的串联与并联

(1) 电感串联: $L_1, L_2, \dots, L_n$ 串联, 可等效为一个电感 L , 等效电阻 L 等于各个串联电感之和, 即

$$L = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$

(2) 电感并联: $L_1, L_2, \dots, L_n$ 并联, 可等效为一个电感 L , 等效电阻 L 的倒数等于各个并联电感倒数之和, 即

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

思考与练习:

1. 电阻器标称阻值及误差有哪些标注方法?
2. 电阻器的型号命名有哪四部分组成, 各部分代表怎样的含义?
3. 查阅手册, 了解国外电容器的型号命名方法。
4. 怎样检测电解电容器的极性?
5. 电容器、电感线圈各有哪些应用?

技能训练一 元件参数及性能的测定

(一) 实训目标

1. 学会电阻、电容和电感常用组件的识别与判定。
2. 学会电阻、电容和电感常用组件有关参数的测量方法。
3. 熟悉万用表的使用方法。

(二) 主要仪器与器件

直流电压表、电流表、万用表各 1 块; 电阻、电容、电感组件若干。

(三) 实训内容及步骤

1. 拿出部分不同阻值的色环电阻进行识别, 并用万用表测量, 比较二者的数值大小。
2. 拿出部分电容器, 用万用表判别其好坏, 记录电容, 并测量其漏电阻的大小。
3. 拿出部分电解电容器, 用万用表判别其好坏, 记录电容, 测量其极性。