

电力工业学校教材

电子线路装配实习

福州电力高级技工学校 李德灿 编

China Electric Power Press

中国电力出版社

电力工业学材

电子线路装配实习

福州电力高级技工学校 李德灿 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是在学生掌握了电子电路的基本理论和分析方法以及一定的实验操作技能的基础上,用于指导电子线路装配实习的指导书。学生通过此次实习可以获得电子线路组装、调试的基本技能,提高动手能力和综合运用知识分析和解决问题的能力。

全书共分三章:电子线路装配的基础知识;电子装置整机电路分析;电子线路的组装与调试。

本书适于中专、技校电气类专业的学生、教师从事电子线路装配实习使用。

图书在版编目(CIP)数据

电子电路装配实习/李德灿编. -北京:中国电力出版社, 2000. 8

ISBN 7-5083-0336-9

I. 电… II. 李… III. 电子电路-装配 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 31098 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京梨园印刷厂印刷

各地新华书店经售

2000 年 8 月第一版 2000 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 3 印张 64 千字

印数 0001—3000 册 定价 5.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

序

近年来,电力职业技术教育在结构改革过程中,创建了将中专和技校融为一体的新型办学模式——电力工业学校。与此同时,进行了专业设置、教学计划、课程体系等一系列教学改革。教材作为教与学双边活动过程中不可缺的信息载体,其改革和建设必然是教学改革的重要部分。为了巩固教育、教学改革已经取得的成果,推动改革持续深入发展,满足电力工业学校教学工作的急需,并促进教学质量不断提高,从1996年底开始,便着手组织力量进行教材改革的研究、探索和教材建设的安排部署,先后成立了电力工业学校教材建设研究课题组,制订了《关于电力工业学校教材建设的若干意见》和《电力工业学校教材出版、推荐、评估暂行办法》,组建了电力工业学校教材编审委员会,并于1997年末在电力职业技术教育委员会各教学研究会和网、省电力公司教育部门推荐的基础上,经过审议、遴选确定了此批电力工业学校一般教材的出版计划。

这批教材以明确的岗位和职业需要为依据,以能力培养为主线,以综合开发学生能力为目标,不片面追求学科体系的完整性,而强调贴近生产实际和工作实际,使理论同实践紧密结合,传授知识同培训技能紧密结合;精选教材内容,删繁就简,返璞归真,充实技术性、工艺性、实用性的内容,而且体现先进性和科学性的原则;注重定性分析,阐明物理意义和应用方法,简化某些论证,减少不必要的数学推导;在内容的编排、组合上,一是最大限度地做到模块化,增强教材使用的灵活性,便于不同教学阶段,不同专业采用。二是使理论阐述同实践指导有机结合,便于在教学过程中贯穿能力培养这一主线,采用以实际训练为轴心,把讲授、实验、实习融为一体的教学方式;适应各校功能延伸的新要求,兼顾各种职业培训对教材的需要。

这批教材的出版只是整个教材改革和建设的阶段性成果,仍需再接再厉,继续深化教材改革,推进教材建设。预期经过几年的努力,会形成一套具有电力职业技术教育特色,以职业能力培养为主线,门类比较齐全,形式比较多样,并能与其他教育相衔接,兼顾职工培训需要的教材体系。

中国电力企业联合会教育培训部
电力职业技术教育委员会电气类专业教学研究会

2000年3月

前 言

本书根据中国电力教育协会职业技术教育委员会电气类专业教研会 1997 年编的教学大纲编写,供电力工业学校“发电厂及变电站电气运行与检修”和“发电厂及电力系统运行”专业以及中专、技校的电气类专业教学使用。

电子技术是实践性很强的课程。在掌握电子电路的基本理论和分析方法以及一定的实验操作技能的基础上,通过一周的电子线路装配实习训练,使学生获得电子线路组装、调试的基本技能,并将进一步提高学生的动手能力及综合运用知识分析和解决问题的能力。

本书介绍了带限流保护的串联型稳压电路和袖珍六管收音机的组装、调试方法,各校可根据具体情况选用。选择收音机组装时,可以考虑选用成套散装件(含印刷电路板)。另外还介绍了镍镉电池自动充电器和光控音乐门铃等实用电路的制作以供参考。书中的部分资料图表参考了原国家教委统编的电子电器专业相关教材的内容。

本书由福州电力高级技工学校李德灿编写,成都水力发电学校左能主审。由于编者水平所限,书中误、漏及不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

1999. 7

目 录

序

前言

第一章 电子线路装配的基础知识.....	1
第一节 常用电子元器件使用常识.....	1
第二节 印刷电路板简介.....	14
第三节 焊接技术基础	16
习题	21
第二章 电子装置整机电路分析	23
第一节 整机电路分析的一般方法	23
第二节 串联稳压电路分析	24
第三节 收音机电路分析.....	25
第四节 镍镉电池自动充电器电路分析	27
习题	31
第三章 电子线路的组装与调试	32
第一节 组装	32
第二节 调试	33
第三节 串联稳压电源的组装与调试	35
第四节 收音机的组装与调试	37
第五节 光控音乐门铃的组装与调试	40
第六节 电子装置的技术报告	42
习题	42

第一章 电子线路装配的基础知识

第一节 常用电子元器件使用常识

电阻器、电容器、电感器、二极管、三极管、集成电路都是电子电路常用的元器件。本节先介绍这些常用电子元器件使用常识。

一、电阻器

电阻器是用电阻率较大的材料（碳或镍铬合金等）制成的器件。电阻器在电子产品中是一种必不可少、用得最多的元件，它在电子电路中通常起着稳定或调节电流、电压的作用。

（一）电阻器的分类

电阻器的种类很多，形状各异，额定功率也各不相同，通常按下列几种方法分类。

1. 按阻值可否调节

可分为固定电阻器、可变电阻器两大类。固定电阻器是指电阻值不能调节的电阻器，可变电阻器是指阻值在某个范围内可调节的电阻器。

2. 按制造材料

可分为碳膜电阻器、金属膜电阻器、有机实芯电阻器等。

3. 按用途

可分为精密电阻器、大功率电阻器、热敏电阻器、光敏电阻器等。图 1-1 所示是部分电阻器及电位器的外形及图形符号。

（二）电阻器的主要参数

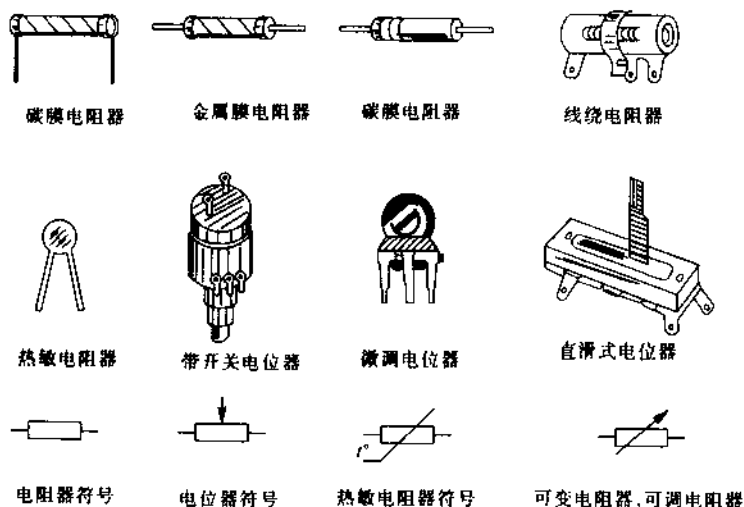


图 1-1 部分电阻器外形及图形符号

1. 标称阻值和偏差

标称阻值是指电阻器的设计阻值，通常标注在电阻器上面。

批量生产的电阻器，不可能满足所有使用者对阻值的要求。为了保证使用者能在一定的阻值范围内选用适当的电阻器，就需要按一定的规律设计电阻器的阻值系列，即便于厂家安排批量生产，也便于使用者选到合适电阻值的电阻器。电阻器的标称阻值系列如表1-1所示。

表 1-1 电 阻 器 标 称 阻 值 系 列

系 列	偏 差 (%)	电 阻 器 的 标 称 值
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, 3.6, 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

表 1-1 中的标称值还可以乘以 10^n ，例如 4.7 这个标称值，就有 0.47Ω 、 4.7Ω 、 47Ω 、 470Ω 、 $4.7k\Omega$ 等阻值的电阻器。这种标称值系列的优越性在于：同一系列相邻两值中较小数值的正偏差与较大数值的负偏差彼此衔接或重迭，便于使用者按需要选用。

偏差是指标称电阻值与实际阻值的差值占标称阻值的百分数。通常可划分为 $\pm 5\%$ (I 级)、 $\pm 10\%$ (II 级)、 $\pm 20\%$ (III 级) 三个等级。

2. 额定功率

电阻器的额定功率是指电阻器在环境温度为 $-55\sim+70^\circ\text{C}$ 的条件下，连续承受直流或交流负荷时所允许消耗的最大功率。

3. 温度系数

温度每变化 1°C 所引起的电阻值的相对变化量称为电阻的温度系数。温度系数越小，电阻的稳定性越好。凡阻值随温度的升高而增大的温度系数为正；若温度升高时阻值减小则温度系数为负。

(三) 电阻器的标示方法

电阻器的标称阻值和偏差通常都标示在电阻器件上，标示方法有以下几种：

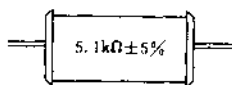


图 1-2 电阻器直标法示意图

1. 直标法

直标法是用数字和文字符号在电阻器上直接标出主要参数的标示方法。图 1-2 所示的标志，电阻值为 $5.1k\Omega$ ，偏差为 $\pm 5\%$ 。若电阻上未注偏差，则均为 $\pm 20\%$ 。

2. 文字符号法

文字符号法是用数字和文字符号或两者有规律的组合，在电阻器上标示出主要参数的标志方法。其具体方法为：阻值的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。如图 1-3 所示，阻值为 $1.6k\Omega$ 。



图 1-3 电阻器文字符号法标志示意图

标志符号规定如下：

欧姆 (10^0 欧姆), 用 Ω 表示, 例: 0.1Ω , 标志为 $\Omega 1$ 。

千欧 (10^3 欧姆), 用 k 表示, 例: $1k\Omega$, 标志为 1k。

兆欧 (10^6 欧姆), 用 M 表示, 例: $3.3M\Omega$, 标志为 3M3。

吉欧 (10^9 欧姆), 用 G 表示, 例: $8.2 \times 10^9\Omega$, 标志为 8G2。

太欧 (10^{12} 欧姆), 用 T 表示, 例: $3.3 \times 10^{12}\Omega$, 标志为 3T3。

3. 色标法

色标法是指用不同颜色的色环, 按照它们的颜色和排列顺序在电阻器上标示出主要参数的标志方法。具体规定参看表 1-2 和下述两例。

表 1-2 色 标 符 号 规 定

颜 色	有效数字	乘 数	允许偏 差 (%)	工 作 电 压 (V)	颜 色	有效数字	乘 数	允许偏 差 (%)	工 作 电 压 (V)
银 色		10^{-2}	± 10		绿 色	5	10^5	± 0.5	32
金 色		10^{-1}	± 5		蓝 色	6	10^6	± 0.25	40
黑 色	0	10^0		4	紫 色	7	10^7	± 0.1	50
棕 色	1	10^1	± 1	6.3	灰 色	8	10^8		63
红 色	2	10^2	± 2	10	白 色	9	10^9	$+50, -20$	
橙 色	3	10^3		16	无 色			± 20	
黄 色	4	10^4		25					

二位有效数字的色标示例, 见图 1-4, 该电阻的标称阻值为 $27k\Omega$, 允许偏差为 $\pm 5\%$ 。
三位有效数字的色标示例, 见图 1-5, 它的标称阻值为 $33.2k\Omega$, 允许偏差为 $\pm 1\%$ 。

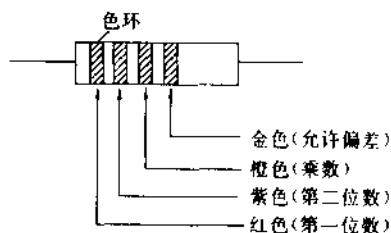


图 1-4 二位有效数字色标示意图

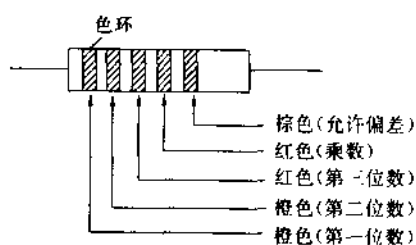


图 1-5 三位有效数字色标示意图

4. 数码表示法

数码表示法是在电阻器上用三位数码表示标称值的标志方法。数码从左至右, 第一、二位为阻值的有效数值, 第三位为乘数, 即有效数字后加零的个数, 单位为 Ω 。偏差通常采用文字符号表示, 参见表 1-3 所示。

例如, 标志为 222J 表示电阻为 $2.2k\Omega$, 偏差为 $\pm 5\%$; 标志为 103k 表示电阻为 $10k\Omega$, 偏差为 $\pm 10\%$ 。

下面再举几个例子:

- (1) $2M\Omega$ 表示标称阻值为 $2 \times 10^6\Omega$, 偏差 $\pm 20\%$;
- (2) $8k2k$ 表示标称阻值为 $8.2k\Omega$, 偏差为 $\pm 10\%$;
- (3) 242J 表示标称阻值为 $2.4k\Omega$, 偏差为 $\pm 5\%$ 。

表 1-3 阻值偏差标志符号规定

对 称 偏 差 符 号				不 对 称 偏 差 符 号	
允许偏差 (%)	标志符号	允许偏差 (%)	标志符号	允许偏差 (%)	标志符号
±0.001	E	±0.5	D	±100, -10	R
±0.002	X	±1	F		
±0.005	Y	±2	G	±50, -20	S
±0.01	H	±5	J		
±0.02	U	±10	K	±80, -20	Z
±0.05	W	±20	M		
±0.1	B	±30	N	±100, -20	不标志
±0.2	C				

(四) 电阻器 (含电位器) 型号命名方法

电阻器 (含电位器) 的型号由四部分组成, 分别代表产品主称、材料、分类和序号, R、M、W 分别为普通电阻器、敏感电阻器、电位器的主称, 其余参见表 1-4、表 1-5。

表 1-4 电阻器的材料、分类代号及其意义

材 料		分 类					
代 号	意 义	代 号	意 义		代 号	意 义	
			电阻器	电位器		电阻器	电位器
T	碳膜	1	普通	普通	G	电阻器	
H	合成膜	2	普通	普通	T	可调	
S	有机实芯	3	超高频		W		微调
N	无机实芯	4	高阻		D		多圈
J	金属膜	5	高温				
Y	氧化膜	7	精密	精密			
I	玻璃釉膜	8	高压	特殊函数			
X	线绕	9	特殊	特殊			

表 1-5 敏感电阻器的材料、分类代号及其意义

材 料		分 类				
代 号	意 义	代 号	意 义			
			负温度系数	正温度系数	光 敏	压 敏
F	负温度系数热敏材料	1	普 通	普 通		碳化硅
Z	正温度系数热敏材料	2	稳 压	稳 压		氧化锌
G	光 敏 材 料	3	微 波			氧化锌
Y	压 敏 材 料	4	旁 热			
S	湿 敏 材 料	5	测 温	测 温		
C	磁 敏 材 料	6	微 波			
L	力 敏 材 料	7	测 量			
Q	气 敏 材 料					

例如, RJ71 为精密金属膜电阻器, 其中 R 为主称, 表示电阻器; J 表示材料为金属膜; 7 为分类代号, 表示精密, 最后的 1 表示序号。

又如, MF41 为负温度系数旁热式热敏电阻器, 其中 M 为主称, 表示敏感电阻器。

(五) 电阻器的质量判别和选用

1. 电阻器质量判别

目测可以看出引线折断或电阻体烧坏等外表缺陷；用万用表欧姆档可测试电阻器内部是否良好及阻值是否正常。

2. 电阻器的选用

应根据电子整机的具体要求，从电气性能兼顾经济价值等方面综合考虑。不要片面采用高精度电阻器。为了保证电阻可靠耐用，其额定功率应是实用功率的 1.5~2 倍。

二、电容器

电容器是由两个导体及它们之间的介质组成的。在电子电路中用于隔直流或旁路交流信号、耦合交流信号等。

(一) 电容器的分类

1. 按电容量可否变化

可分为固定式及可变式（包括半可变电容器和微调电容器）二类。

2. 按介质

可分为空气介质电容器、油浸电容器及固体介质（云母、纸介、陶瓷、薄膜等）电容器以及电解电容器。

3. 按有无极性

可分为有极性电容器和无极性电容器。

常见电容器的外形及几种电容器的图形符号见图 1-6 及图 1-7。

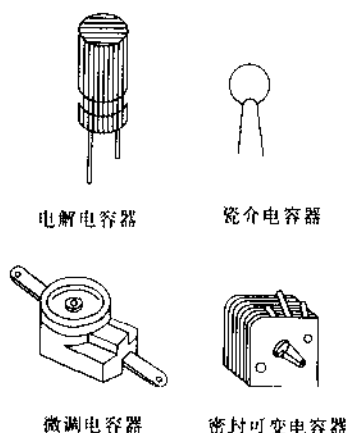


图 1-6 几种电容器外形

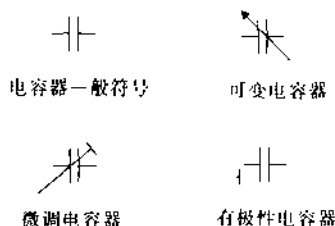


图 1-7 几种电容器的图形符号

(二) 电容器的主要参数

1. 标称电容量

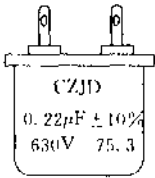
标在电容器外壳上的电容量数值称为电容器的标称容量。固定电容器的标称容量系列与电阻器相似，只是计量单位不同，见表 1-1，表中的标称值也可以乘以 10ⁿ。

2. 额定直流工作电压

当电容器的两极板间所加的电压高到一定数值时，极板间的介质就会被击穿，该电压值叫做电容器的击穿电压。

电容器的额定直流工作电压是指电容器在正极限环境温度下，能长期可靠正常工作所允许的最高直流电压，其值通常为击穿电压的一半。在使用时，应使实际所加的电压始终

小于额定直流工作电压；在交流电路中，则应使所加的交流电压的最大值（峰值）不超过额定直流工作电压。



(三) 电容器的标志方法

电容器的标称容量及允许偏差一般标在电容器上，其标示方法可分为以下几种。

1. 直标法

直标法是将电容器的标称容量及允许偏差直接标在电容器上的标示方法。图 1-8 所示的标志为单层密封金属化纸介电容器，CZJD 为型号，0.22μF 为标称容量，±10% 为允许偏差值，630V 为额定直流工作电压，75.3 表示生产日期。

2. 文字符号法

标称容量的整数部分通常写在容量单位标志符号的前面，小数部分写在容量单位标志符号的后面。如 0.33pF 写为 p33，2.2pF 写为 2p2。

3. 色标法

电容器色标法采用颜色的规定与电阻器色标法的规定相同，见表 1-2，其单位为皮法（pF）。

例如，图 1-9 (a) 是两位有效数字的色标示例，其标称电容量为 22000pF，允许偏差为 ±10%。

又如，图 1-9 (b) 是三位有效数字的色标示例，其标称电容量为 3320pF，允许偏差为 ±5%。

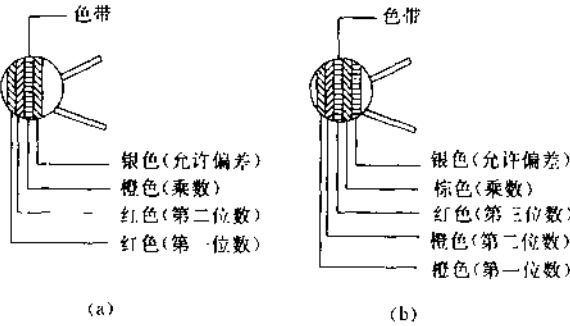


图 1-9 电容器色标法示意图

(a) 两位有效数字；(b) 三位有效数字

表 1-6 电容器的材料代号及其意义

代 号	意 义	代 号	意 义	代 号	意 义
C	高频瓷	B	聚苯乙烯等非极性有机薄膜	N	钽电解质
T	低频瓷			G	合金电解质
I	玻璃釉	BF	聚四氟乙烯非极性有机薄膜	L	聚酯等极性有机薄膜
O	玻璃膜				
Y	云母	Q	漆膜	LS	聚碳酸酯极性有机薄膜
V	云母纸	H	复合介质		
Z	纸介	D	铝电解质	E	其他材料电解质
J	金属化纸	A	钽电解质		

表 1-7

电容器的分类代号及其意义

数字代号	意 义				字母代号	意 义
	瓷介	云母	有机	电解		
1	圆片	非密封	非密封	箱式	G	高功率
2	管形	非密封	非密封	箱式		
3	叠片	密封	密封	烧结粉液体		
4	独石	密封	密封	烧结粉固体	W	微 调
5	穿心		穿心			
6	支杆等			无极性		
7						
8	高压	高压	高压			
9			特殊	特殊		

4. 数码表示法

电容器的数码表示法与电阻器的相似,但电容器数码表示法中,第三位数字中“9”表示 10^{-1} ;在 μF 容量中,小数点可用R表示。例如339K瓷片电容器为 $3.3\text{pF} \pm 10\%$;R47K电容器为 $0.47\mu\text{F} \pm 10\%$ 。

(四) 电容器型号命名方法

电容器的型号一般由四部分组成,分别代表主称、材料、分类和序号,参见表1-6、表1-7。例如CCW1型圆片形微调瓷介电容器,第一个C表示主称为电容器,第二个C表示材料为高频瓷,W表示分类为微调电容器,最后的1表示序号。

(五) 电容器的质量判别与选用

1. 电容器的质量判别

(1) 固定电容器漏电判别。用万用表的电阻 $R \times 10\text{k}$ 量程档,将表棒接触电容器的两极,表头指针应向顺时针方向跳动一下(5000pF以下的电容观察不出跳动),然后逐渐逆时针复位,即回至 $R = \infty$ 处。如果不能复位,则稳定后的读数表示电容器漏电的电阻值,其值一般为几百到几千兆欧。阻值越大,电容器绝缘性能越好。

(2) 电容器容量判别。5000pF以上的电容器可用万用表最高电阻档判别有无电容量。用表棒接触电容器两端时,表头指针应先是一摆动,后逐渐复原。将黑红两表棒对调之后再接触,表头指针应是又一摆动,并摆动得更大,而后又逐渐复原。这就是电容充电、放电的情形。电容器的容量越大,表头指针摆动幅度越大,指针复原的速度也越慢。根据指针摆动的角度可估计其容量大小。若用万用表 $R \times 10\text{k}$ 最高电阻档判别时表针不摆动,则说明电容器内部断路。

对于5000pF以下的小容量的电容器,用万用表最高电阻档已看不出充放电现象,应另外采用专门的测量仪器判别。

(3) 可变电容器碰片判别。可用万用表电阻档来判别。将两表棒分别搭在可变电容器的动片与定片上,旋转电容器动片至任何位置时,如果发现是直通(即表针指零),说明有碰片,应使用专用工具进行检修,使之正常。

2. 电容器的选用及电解电容器引线极性判别

(1) 选用电容不仅要考虑到电容器的各方面性能,还应考虑它的体积、重量及价格等;不仅要考虑电路工作的要求,还应考虑电容器所处的工作环境及电容器引出脚的形式。

(2) 电解电容器当其引出脚标志的正、负极性符号不清时,可根据电解电容器正接时漏电小,反接时漏电大的现象来判别引出脚的电极极性。用万用表先量一下电解电容器漏电阻值,而后再将两表棒对调一下,再测量出漏电阻值。两次测量中,漏电阻值小的一次,黑表棒所接触的就是电解电容器的负极(因为黑表棒与表内电池的正极相接)。

三、电感器

电感器有时也叫电感或电感线圈。电感器是利用电磁感应原理制成的元件,常见有两类:具有自感作用的自感线圈和具有互感作用的变压器。电感器在电路中起阻流、变压、传送信号等作用。

在电子整机中,常用的变压器有电源变压器、音频变压器、中频变压器(中周)和各种高频变压器(如天线线圈)等。下面所介绍的电感器主要是各种自感线圈。

(一) 电感器的分类

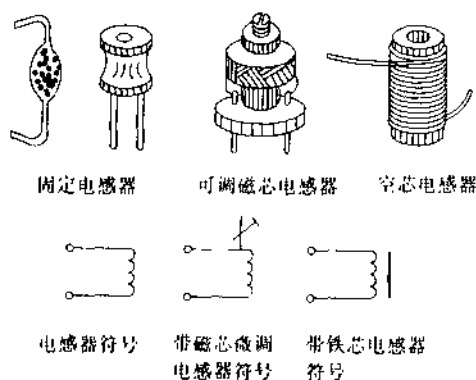


图 1-10 部分常见电感器外形及电感器图形符号

电感器的种类很多,而且分类方法也不一样。通常,按电感量变化情况可分为固定电感器、可变电感器、微调电感器等;按电感器线圈芯性质可分为空芯电感器、磁芯电感器、铜芯电感器等;按绕制特点又可分为单层电感器、多层电感器、蜂房电感器等。

部分常见的电感器外形及图形符号见图 1-10 所示。固定电感器是将铜线绕在磁芯上,然后再用环氧树脂或塑料封装起来。这种电感器的特点是体积小,重量轻,结构牢固,使用方便。下面将以它为例,简介一些有关电感器的基本常识。

(二) 电感器的主要参数

1. 标称电感量

电感量的单位是亨利,用字母 H 表示。实用中标称电感量常用毫亨(mH)或微亨(μH)表示。

2. 品质因数

品质因数是指线圈在某一频率的交流电压下工作时所呈现的感抗与线圈的总损耗电阻的比值,其计算公式为: $Q = 2\pi fL / R = \omega L / R$, 式中 Q 是品质因数。在谐振回路中,线圈的 Q 值越高,回路的损耗越小。

3. 分布电容

分布电容是指线圈的匝间形成的电容,即由空气、导线的绝缘层、骨架为介质所形成的电容。它的存在降低了线圈的品质因数,应设法减小分布电容(如线圈采用蜂房绕法或

间绕法)。

(三) 固定电感器

固定电感器是将线圈绕制在软磁铁氧体的基体上构成的，这样能获得比空芯线圈更大的电感量和较大的Q值。固定电感器有卧式和立式两种。电感器的外表涂有环氧树脂或其他封装材料作为保护层。部分固定电感器的型号及性能见表1-8。表中A、B、C、D、E组分别表示最大直流工作电流为50、150、300、700、1600mA。电感量允许误差用Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ分别表示+5%、±10%、±20%。

(四) 电感器的标志方法

电感器的标志方法与电阻器、电容器的标志方法相同，有直标法、文字符号法和色标法。

表 1-8 固定电感器型号及性能

型 号	外形尺寸系列 (mm)	电流组别	电感量范围
LG1、LGX 型 (卧式)	$\phi 5$ 、 $\phi 8$ 、 $\phi 10$ 、 $\phi 15$	A	10 μ H~10mH
		B	100 μ H~10mH
		C	1 μ H~1mH
		E	0.1 μ H~560 μ H
LG400 型 (立式)	$\phi 13$	D	10 μ H~820 μ H
LG402 型 (立式)	$\phi 19$	A	10 μ H~820 μ H
LG101 型 (立式)	$\phi 5$ 、 $\phi 8$ 、 $\phi 18$	A	10 μ H~82mH
		D	10 μ H~820 μ H

彩色电视机中常用的固定电感器过去多采用色码标志，统称为色码电感器。目前我国生产的固定电感器不采用色码标志法，而是在电感器实体上直接标出数值，即采用直标法，但习惯上仍称为色码电感器。

四、半导体分立器件

(一) 半导体二极管

1. 半导体二极管的分类

半导体二极管具有单向导电特性。它有多种分类方法：按用途分，有整流二极管、检波二极管、稳压二极管、开关二极管、发光二极管、光电二极管等，图1-11所示是其中常见的部分二极管外形及有关的图形符号；按采用的材料分，有锗二极管、硅二极管、砷化镓二极管等；按结构特点分，有点接触二极管和面接触二极管。此外，还有按工作原理分类的，如变容二极管、雪崩二极管等等。

2. 二极管引脚极性的判别

二极管引出线极性的标志如图1-12所示。若是轴向引线型(即非同端引出)，则在二极管管外壳上印有符号，如图1-12(a)所示的符号，有时在负端以色环(点)标志，以区分正负极。若二极管是同端引出，则有的在负极处有明显的标记。带定位标志型，如图1-12(b)所示，判别时，观察者面对管底，由定位销起，按顺时针方向，引出线依次为正极和

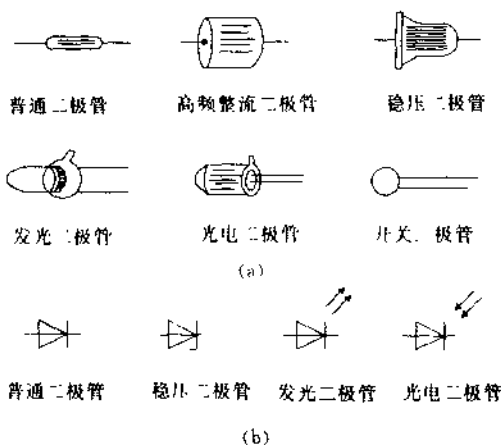


图 1-11 部分半导体二极管外形和图形符号示例

负极。塑料封装型,如图 1-12(c)所示,判别时,观察者面对切角面,引出线向下,由左往右依次为正极、负极。还有的二极管其管壳是透明玻璃管,则看到连接触丝的一端为正极。

如果管壳既无符号、色环(点),又不透明,那么可利用普通万用表的欧姆档识别引脚的极性,测试方法如图 1-13 所示。根据二极管正向电阻小,反向电阻大的特点,将万用表旋钮置于 $R \times 100$ 或 $R \times 1000$ 档(不要用 $R \times 1$ 档和 $R \times 1000$ 以上档,以免电流过大或电压高损坏管子)。两表棒接触二极管的两端,如欧姆表指出是几百欧姆的小阻值,则接黑表棒的那个电极为二

极管的正极,反之若欧姆表指示是几百千欧的大阻值,则接红表棒的引出脚是二极管的正极。

3. 用万用表测量稳压二极管

一般使用万用表的低阻档($R \times 1k$ 档以下)测量稳压二极管时,由于表内电池为 1.5V,这个电压不足以使稳压二极管反向击穿,因而使用低阻档测稳压二极管正反向电阻,其阻

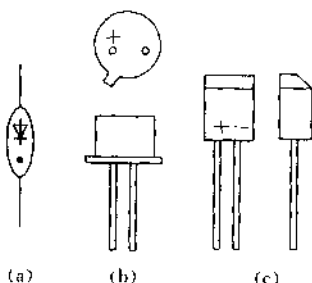


图 1-12 半导体二极管的引脚示意图
(a) 轴向引线型; (b) 带定位标志型;
(c) 塑料环装型

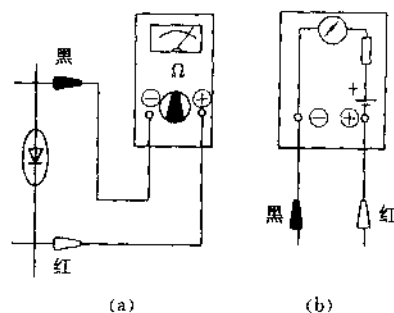


图 1-13 二极管引脚极性的判别
(a) 电路示意图; (b) 原理图

值应和普通二极管一样。要测量稳压二极管的稳压值 U_Z , 必须使管子进入反向击穿状态。所以, 测试电压要大于被测管的稳定电压。这样, 就必须使用万用表的高阻档(如 $10k$ 档), 这时表内所接电池是电压较高的迭层电池。

将万用表量程置于高阻档后, 测其反向电阻, 若实测阻值为 R_x , 则:

$$U_Z = E_0 \times R_x \div (R_x + nR_0)$$

式中 n 是所用档次的倍率数, 如所用万用表最高电阻档是 $R \times 10k\Omega$, 即 $n=10000$ 。 R_0 是万用表中心阻值, E_0 是所用万用表最高阻值档的电池电压值。

例如,用MF50型万用表测一只2CW14, $R_0=10\Omega$,最高电阻档是 $R\times 10k\Omega$,使用15V迭层电池 $E_0=15V$,实测反向电阻为 $75k\Omega$,则: $U=15\times 75\times 10^3\div (75\times 10^3+10^4\times 10)=6.4(V)$

如果实测阻 R 、非常大(接近 ∞),表示被测管的 U_Z 大于 E_0 ,无法将被测稳压管击穿。如果实测时阻值 R 极小,接近零或者只有几欧姆,则是表棒接反,只要将表棒互换就可以进行测量工作。

4. 用万用表测量发光二极管

发光二极管是一种把电能变成光能的半导体器件,当它通过一定的电流时就会发光。它具有体积小,工作电压低,工作电流小等特点,广泛应用于收录机,音响设备及仪器仪表中。目前常用的有红、绿、黄三种颜色,均为全塑封的。

BT型系列发光二极管一般用磷砷化镓、磷化镓等材料制成。内部是一个PN结,具有单向导电性,故可用万用表测量其正反向电阻来判别其极性和好坏。测试方法类似于一般二极管的测量。测量时,万用表置于 $R\times 1$ 或 $R\times 10k$ 档,测其正反向电阻值,一般正向电阻小于 $50k\Omega$,反向电阻大于 $200k\Omega$ 以上为正常。

发光二极管的工作电流是一个重要的参数。工作电流太小,发光二极管点不亮,太大则易损坏发光二极管。测量发光二极管工作电流的线路如图1-14所示。

测量时,先将限流电阻(电位器)置阻值较大的位置,然后慢慢将电位器向较低阻值方向调整。电位器电阻达一定值时,发光二极管起辉。再继续使电位器阻值变小,使发光二极管达到所需的正常亮度,这时电流表指示的电流值即为发光二极管的正常的工作电流值。在测量时注意不能使发光二极管亮度太高(工作电流太大),否则易使发光二极管早衰,影响使用寿命。

工作电流较小的发光二极管,用万用表的 $R\times 1\Omega$ 档测其正向电阻时,会使发光二极管点亮。

5. 用万用表测量光电二极管

光电二极管是一种能把光照强弱变化转换成电信号的半导体元件。光电二极管的顶端有一个能射入光线的窗口,光线通过窗口照射到管芯上,在光的激发下,光电二极管内产生大量“光生载流子”,光电二极管的反向电流大大增加,使内阻减小。常用的光电二极管为2CU、2DU型。

光电二极管的正向电阻值约为几千欧,其反向电阻在无光照时应大于 $200k\Omega$ 。受光照时,其反向电阻变小,光线越强,反向电阻越小,甚至仅为几百欧。去除光照,反向阻值立即恢复到原来的高阻值。

(二) 半导体三极管

1. 半导体三极管的分类

通常所说的半导体三极管是指对信号有放大作用或开关作用,具有三个电极的半导体器件。三极管按工作频率分,有高频三极管和低频三极管;按功率大小分,有大功率、中功率、小功率三极管;按封装形式分,有金属封装和塑料封装等;按电极性不同分,有PNP

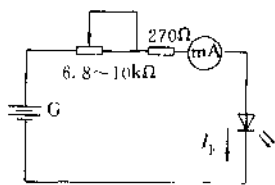


图1-14 测量发光二极管
工作电流线路图