



21 世纪中等职业教育系列教材
中等职业教育系列教材编委会专家审定

电子整机装配工艺与技能训练

主编 王来喜



北京邮电大学出版社
<http://www.buptpress.com>

中等职业教育系列教材
中等职业教育系列教材编委会专家审定

电子整机装配工艺 与技能训练

主 编 王来喜
副主编 耿立军
韩召成

北京邮电大学出版社
· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

电子整机装配工艺与技能训练/王来喜主编. —北京:北京邮电大学出版社,2007(2009.1 重印)

ISBN 978 - 7 - 5635 - 1509 - 7

I. 电... II. 王... III. 电子设备—装配—工艺—技术培训—教材 IV. TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 117651 号

书 名 电子整机装配工艺与技能训练
主 编 王来喜
责任编辑 周 堃 张丹丹
出版发行 北京邮电大学出版社
社 址 北京市海淀区西土城路 10 号 邮编 100876
经 销 各地新华书店
印 刷 北京市彩虹印刷有限责任公司
开 本 787 mm × 960 mm 1/16
印 张 9.75
字 数 194 千字
版 次 2007 年 8 月第 1 版 2009 年 1 月第 2 次印刷
书 号 ISBN 978 - 7 - 5635 - 1509 - 7
定 价 13.50 元

如有印刷问题请与北京邮电大学出版社联系
E-mail: publish@bupt.edu.cn

电话: (010)82551166 (010)62283578
Http://www.buptpress.com

版权所有

侵权必究

出版说明

本书根据教育部最新颁布的中等职业学校《电子整机装配工艺与技能训练教学基本要求》,参考相关行业的职业技能鉴定规范及考核标准编写。

本书的内容包括:电子整机装配常用元器件、常用工具和常用设备的简介;电子整机装配的准备、焊接、连接、总装、调试、检验以及技术文件和安全文明生产的基础知识和基本内容;电子整机装配工艺技能训练;对于一些新工艺,如表面安装技术、工业自动焊接技术等也作了简要介绍。

本书章节的体例安排包含:学习目标,知识拓展,实例分析,技能训练,本章小结,思考与练习题。

本书编写的特点:

一、采用项目编排法。全书共安排七章内容,每章包含若干节,每节是一个知识点,是一个项目,内容具有自身系统性、相对独立性,方便使用者按项目选用。

二、注重技能训练。在每个项目课题内容中,都设计操作训练内容,反映了本课程工艺训练的特点,达到让学习者每学必练的目的。

三、可读性强。本书注重基础知识介绍,概念清楚,重点明确,语言通俗,与实习和生产紧密联系,具有较强的可读性和兴趣性,有利于学生自学和进行延伸性的课外训练与电子电路的独立制作。

四、力求与行业接轨。本书内容力求反映现代企业技术,适当引入新知识、新技术、新工艺、新方法,以拓宽学生视野,激发学生的学习兴趣,培养学生的创新精神,满足现代化生产对学生职业能力的需要,为学生提供适应劳动力市场需要和有职业发展前景的、模块化知识结构的学习资源。

参加本书编写的三位老师都长期从事电子类专业课教学工作,有着丰富的教学经验,能够将中职教学的规律和学生理解知识、掌握技能的特点充分体现在教材中。其中王来喜老师编写第二、三、七章并负责全书统稿,耿立军老师编写第一、四章,韩召成老师编写第五、六章。

对本书存在的疏漏与差错,恳请广大读者谅解与指正。

编 者

目 录

第一章 常用电子元器件及其检测	1
第一节 电阻器	1
第二节 电容器	7
第三节 电感器	11
第四节 半导体分立器件	15
技能训练一	23
本章小结	26
思考与练习一	27
第二章 常用电子材料及其加工	28
第一节 常用线材及其加工工艺	28
第二节 常用绝缘材料和磁性材料	34
第三节 常用焊接材料	36
技能训练二	38
本章小结	40
思考与练习二	41
第三章 技术文件与安全文明生产	43
第一节 电子产品的技术文件	43
第二节 安全文明生产	46
本章小结	48
思考与练习三	49
第四章 常用工具仪器设备及使用	50
第一节 装配工具的使用	50
第二节 仪器设备使用	55
技能训练四	74
本章小结	76
思考与练习四	76

第五章 整机焊接工艺	78
第一节 手工焊接工艺	78
第二节 焊接质量分析及处理	90
第三节 拆焊	94
第四节 工业自动焊接技术简介	96
技能训练五	99
本章小结	104
思考与练习五	105
第六章 整机装配工艺	106
第一节 总装前准备工序中的加工工艺	106
第二节 总装前零部件装配工艺	110
第三节 整机总装工艺	121
技能训练六	126
本章小结	132
思考与练习六	133
第七章 整机调试检验工艺	135
第一节 整机调试工艺	135
第二节 电子产品的调试举例	137
第三节 整机检验工艺	142
本章小结	145
思考与练习七	146

第一章 常用电子元器件及其检测

任何一个实际的电子电路中,都是由若干个电子元器件组合而成。了解常用元器件的电性能、型号规格、分类组成以及识别方法,用简单的方法测试判断这些元器件的好坏,是选择、使用电子元器件的基础,也是组装、调试电子电路必须具备的技术技能。本章分别介绍电阻器、电容器、晶体管等电子元器件的基本知识及万用表的使用。

知识目标:

1. 掌握指针式万用表性能及使用、维护方法。
2. 了解电阻器、电容器、电感器等常用元件分类、命名和用途。
3. 了解常用半导体器件的分类、命名和用途。

技能目标:

1. 正确使用指针式万用表。
2. 掌握电阻器、电容器、电感器等常用元件的识别和检测技能。
3. 掌握常用半导体器件的识别和检测技能。

第一节 电阻器

电阻器是电子产品中最常用的基础元件,在电路中主要起限流、分流、分压、降压、负载和匹配等作用。

一、电阻器的分类

电阻器的种类很多,形状各异,用途广泛。

按阻值是否可变分为固定电阻器、可变电阻器和敏感电阻器三类。

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,如电位器和微调电阻器都是可变电阻器。敏感电阻器是指电阻值随着温度、光照等变化而变化的电阻器,如阻值随温度变化的热敏电阻器和阻值随光照变化的光敏电阻器都是敏感电阻器。

按材料分为碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器等。

按用途分为精密电阻器、高频电阻器、功率电阻器等。

图 1-1 所示是几种常见的电阻器外形示意图和有关图形符号。

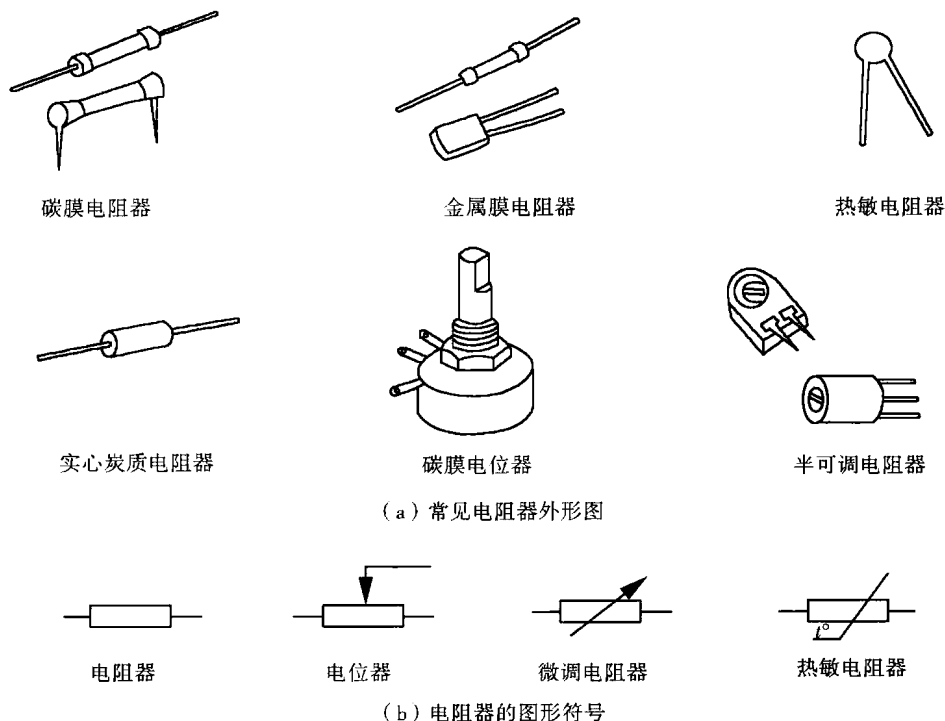


图 1-1 几种常见电阻器的外形图和图形符号

二、电阻器的参数及标称方法

电阻器的参数主要考虑它的标称值、额定功率和允许偏差等,对有些特殊要求的电阻,还应考虑它稳定性、温度系数、噪声系数和高频特性。

1. 电阻的标称值和允许偏差

电阻器的标称值是电阻器上标出的数值。它和实际的阻值有着一定的偏差,而实际阻值与标称值之间允许最大偏差范围叫做允许偏差。如表 1-1、表 1-2 和表 1-3 所示。

表 1-1 标称电阻器阻值

允许误差	系列代号	标称阻值系列											
±5%	E24	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
±10%	E12	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2

续表

允许误差	系列代号	标称阻值系列
$\pm 20\%$	E6	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8

表 1-2 精密型电阻器色标法

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	第四色环倍数	第五色环误差
黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	10^6	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	10^8	
白	9	9	9	10^9	
金				10^{-1}	
银				10^{-2}	

表 1-3 普通型电阻器色标法

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	第四色环误差
黑	0	0	10^0	
棕	1	1	10^1	
红	2	2	10^2	
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	
蓝	6	6	10^6	
紫	7	7	10^7	
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	
金			10^{-1}	$\pm 5\%$
银			10^{-2}	$\pm 10\%$

续表

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	第四色环误差
无色				± 20%

2. 电阻器的命名方法和阻值的色标法

(1) 电阻器的命名

根据国家标准 GB2470 - 81《电子设备用电阻器、电容器型号命名方法》的规定,电阻器和电位器的型号由以下四部分组成,详见表 1 - 4。

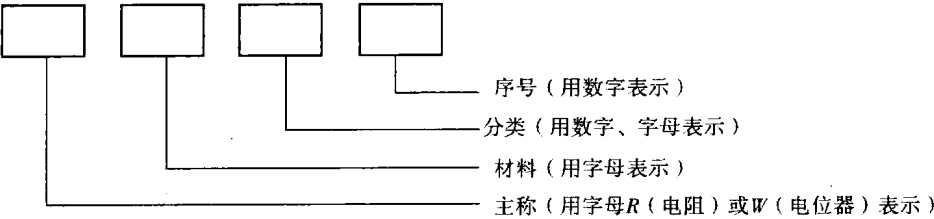


表 1 - 4 电阻器和电位器型号的命名方法

第一部分		第二部分		第三部分	
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示分类	
符号	意义	符号	意义	符号	意义
R	电阻器	T	碳膜	1	普通
W	电位器	H	合成膜	2	普通
		J	金属膜(箔)	3	超高频
		Y	氧化膜	4	高阻
		S	有机实心	5	高温
		N	无机实心	7	精密
		I	玻璃釉膜	8	高压
		X	线绕	9	特殊
		C	沉积膜	G	高功率
		G	光敏	T	可调
				X	小型
				L	测量用
				W	微调
				D	多圈

举例:RJ71——精密金属膜电阻器;
WSW1——微调有机实心电位器。

(2)电阻器阻值的色标法

色标法是用不同颜色的色环或点在电阻器表面标出标称阻值或偏差值的方法。其色环的意义如表 1-5 所示。

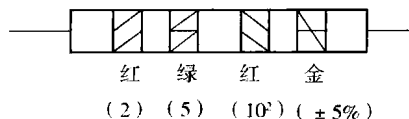
表 1-5 色环表示的意义

颜色	有效数字	乘数	允许偏差	颜色	有效数字	乘数	允许偏差
黑	0	10^0		紫	7	10^7	$\pm 0.1\%$
棕	1	10^1	$\pm 1\%$	灰	8	10^8	
红	2	10^2	$\pm 2\%$	白	9	10^9	
橙	3	10^3		金		10^{-1}	$\pm 5\%$
黄	4	10^4		银		10^{-2}	$\pm 10\%$
绿	5	10^5	$\pm 0.5\%$	无色			$\pm 20\%$
蓝	6	10^6	$\pm 0.25\%$				

色标法分为如下两种:

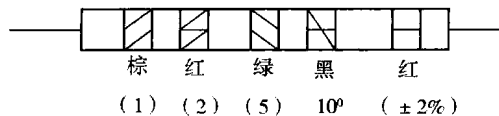
①两位有效数字色标法 普通电阻器用四条色环表示标称阻值和允许偏差,从左至右第一、二条色环表示阻值,第三条色环表示倍乘,最后一条色环表示允许偏差(通常为金色或银色),如图 1-2(a)所示。

②三位有效数字色标法 精密仪器(如万用电表)用五条色环表示标称值和允许偏差,从左至右第一、二、三条色环表示阻值,第四条色环表示倍乘,最后一条色环表示允许偏差(通常最后一条与前面四条之间的距离较大),如图 1-2(b)所示。



阻值是 $25 \times 10^2 = 2.5\text{k}\Omega$, 误差是 $\pm 5\%$

(a) 两位有效数字的表示方法



阻值是 $125 \times 10^0 = 125\Omega$, 误差是 $\pm 2\%$

(b) 三位有效数字的表示方法

图 1-2 阻值色标的表示方法

准确认读色环电阻的关键是找出第一位有效数字。一般靠电阻体末端较近的色环为第一色环,与电阻体末端较远的色环为误差环。若电阻体积较小,也可以找出金色或银色为误差环,再由此确定色环顺序。

三、电阻器测量方法

1. 测量电阻器的电阻值

(1) 量程选择 将万用电表的开关旋到欧姆挡上,以便测量时指针可处于刻度的中间区域。

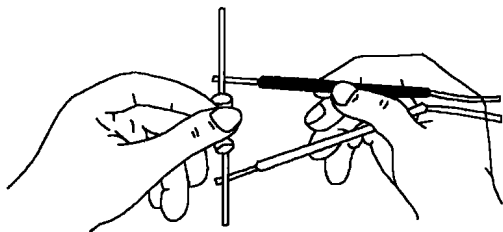
(2) 调零 将万用表的两支表笔短接后,调节欧姆调零旋钮,使指针指在欧姆刻度线的零位上。而且每换一个量程都要重新调零一次。

(3) 测量 右手握两支表笔,将表笔跨接在被测点上,如图 1-3(a) 所示。

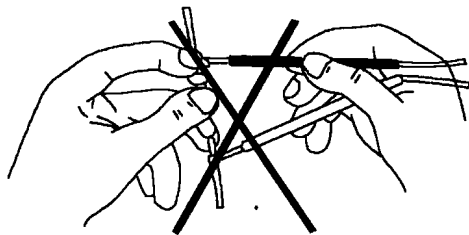
(4) 读数 正视面板,读出指针在欧姆刻度线上所指读数。该读数与所选量程的倍率相乘,即可得到实际的电阻值。

例如:如果用 $R \times 10$ 挡测量一个电阻器,指针读数为 20,那么,被测电阻器的阻值是:
 $20\Omega \times 10 = 200\Omega$ 。

注意:测量时,特别是几十千欧以上电阻,人体不能同时接触被测电阻的两根引线,如图 1-3(b) 所示,以避免人体电阻的影响。



(a) 电阻正确测法



(b) 电阻错误测法

图 1-3 测量电阻

2. 电位器的检测

检测电位器时,首先要看旋转是否平滑、开关是否灵活(带开关的电位器)。

(1) 选择好万用表欧姆挡的量程。

(2) 先按图 1-4 所示方法测“1”、“3”两端,其读数应为电位器的标称阻值。

(3) 然后,同样用万用表的欧姆挡测“1”、“2”或“3”、“2”两端,将电位器的转轴逆时针旋转,指针应平滑移动,电阻逐渐减小;若将电位器的转轴顺时针旋转,电阻值应逐渐增大,直至接近电位器的标称值。

(4) 如在检测过程中,万用表指针有跳动现象,说明活动触点有接触不良的故障。

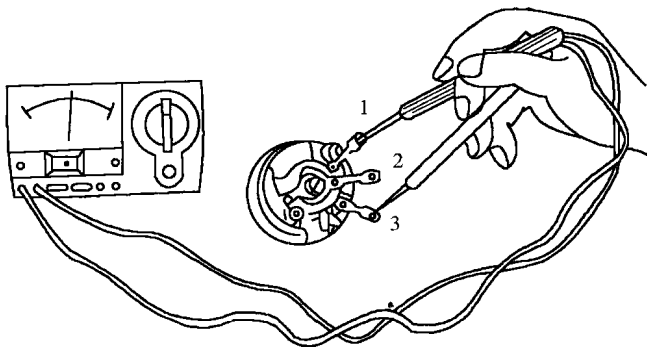


图 1-4 电位器的检测

第二节 电容器

电容器是一种储能元件,它由两块板构成,两极间为绝缘介质,在两极板上分别引出一根引脚,就构成了电容器。电容器具有隔直通交、级间耦合及滤波等本领,在调谐电路中和电感还可组成谐振回路。在电子产品中是不可缺少的元件。

一、电容器的分类

电容器种类较多,按其容量是否变化可分为可调电容器、半可调电容器和固定电容器。按介质可分为空气电容器、云母电容器、纸质电容器、石腊电容器、薄膜介质电容器等。按有无极性来分可分为有极电容器和无极电容器。如图 1-5 所示。

二、电容器的参数

1. 标称容量与允许误差

电容器外壳上所标的容量值为标称容量,标称容量与实际容量之间的允许最大偏差范围为电容器的允许误差。

2. 工作电压

工作电压也称耐压或额定工作电压,表示电容在工作时允许加在它两端的最大电压值。

3. 绝缘电阻

电容器的绝缘电阻值的大小表示电容器漏电性能好坏,在数值上加在电容器两端的电压除以漏电流,绝缘电阻越大,则漏电电流越小,电容器性能越好。

三、电容器的规格与标注方法识读

1. 直标法

直标法电容示例如图 1-6 所示。

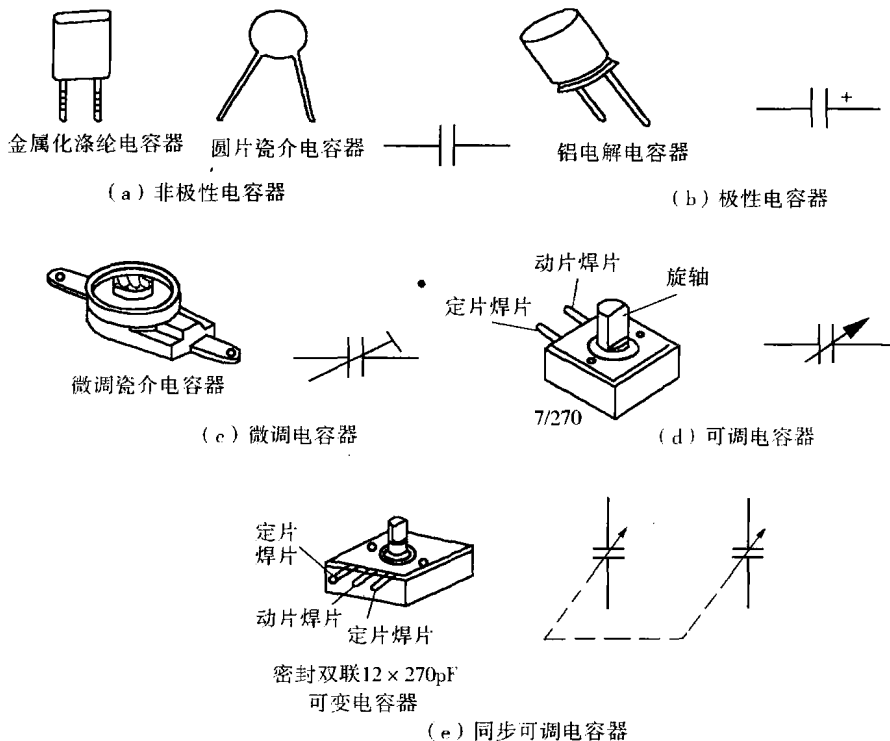


图 1-5 常用电容器的外形图和电路图形符号

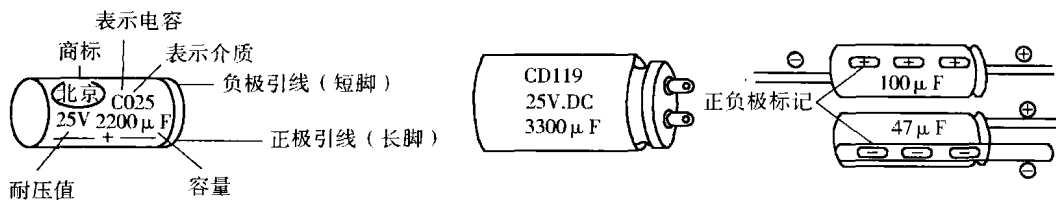


图 1-6 电容直标法

2. 文字符号法

使用文字符号法时,容量整数部分写在容量单位符号的前面,容量的小数部分写在容量单位符号的后面。允许偏差用文字符号 D ($\pm 0.5\%$)、F ($\pm 1\%$)、G ($\pm 2\%$)、J ($\pm 5\%$)、K ($\pm 10\%$)、M ($\pm 20\%$) 表示。文字符号法示例如图 1-7 所示。

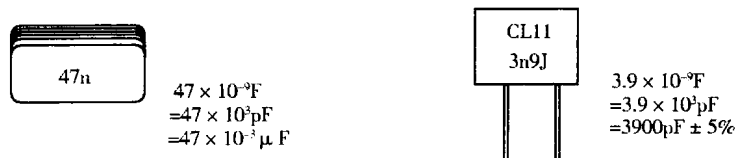


图 1-7 电容容量文字符号法

3. 数码法

一般用三位数字表示电容器容量的大小,其单位为 pF。其中第一、二位为有效值数字,第三位表示倍乘数,即表示有效值后“零”的个数。数码法示例如图 1-8 所示。

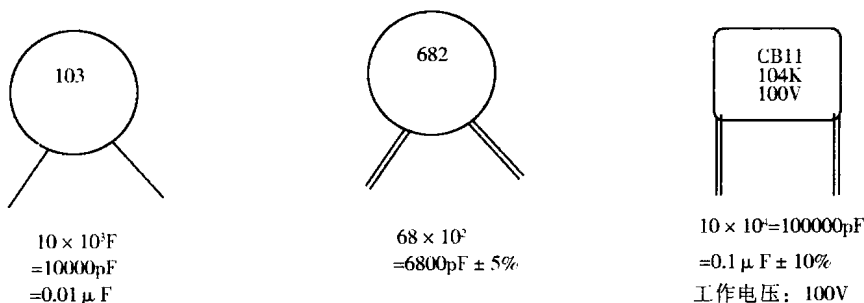


图 1-8 电容容量数码表示法

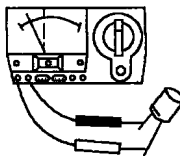
四、电容器的测量

电容器的测量包括容量大小判断、极性确定和故障检测等。电容器常规的故障有:断路、短路(击穿)、漏电等。简易的测量方法如下:

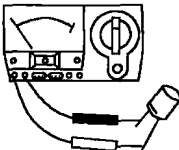
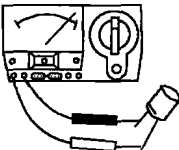
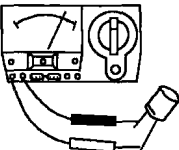
1. 固定电容器测量

一般固定电容器检测内容如表 1-6 所示。

表 1-6 电容器的检测

可选量程	不同容量	< 1 μF	1 ~ 47 μF	
	相应量程	R × 10k	R × 1k	R × 100
检测	常见故障	检测现象		说明
	正常	 指针先向右偏转,再向左回归		

续表

可选量程	不同容量	$<1\mu\text{F}$	$1\sim47\mu\text{F}$	
	相应量程	$R\times10\text{k}$	$R\times1\text{k}$	$R\times100$
检测	常见故障	检测现象		说明
	容量太小 或消失	 表针不动		在同一电阻挡： 1. 万用表指针向左偏转幅度越大，电容器容量越大 2. 万用表表针回转幅度越大，说明漏电流越小，电容器性能越好 3. 电解电容器的反向漏电阻略小于正向漏电阻
	击穿短路	 表针不回转		
	漏电现象	 表针回转幅度小		

(1) $0.01\mu\text{F}$ 以下电容器测量,可用 $R\times 10\text{k}$ 挡,万用电表的表笔,任意接触电容器的两个引脚,正常情况下,欧姆表的读数无穷大;若测的阻值小或零,则被测电容器内部漏电或短路。

(2) $0.01\mu\text{F}$ 以上固定电容器测量,可用万用电表 $R\times 10\text{k}$ 挡测量,看电容器是否有充电过程以及漏电情况,并可估计容量值的大小。

在测量过程中,如果发现表针有充电现象,表针摆动的角度越大,则说明其容量越大,最后表针在充电过程中返回无穷位置,说明电容器漏电最小,性能也好。

2. 电解电容器极性判别

电解电容器的极性可根据其漏电大小来判别,漏电电阻值小的一次,则黑表笔接的脚为电解电容的正极,具体判别方法如下:

(1) 漏电阻测量

① 针对不同容量的电解电容器选用合适的量程。一般情况下 $1\sim47\mu\text{F}$ 间的电解电容器可选用 $R\times 1\text{k}$ 挡; $47\sim1000\mu\text{F}$ 间的电解电容器可选用 $R\times 100$ 挡。

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幅度,然后逐渐向左回转,直到停在某一位置。此时的阻值便为电解电容器的正向电阻,此值越大,说明漏电流越小,电容器性能越好。

③将红、黑表笔对调,重复刚才测量过程。此时所测阻值为电解电容器的反向漏电阻。

在实际使用中,电解电容器的漏电阻一般应在几百千欧以上,且反向漏电阻略小于正向漏电阻。

(2) 极性判断

①先测量电解电容器任意两极间的漏电阻。

②交换红、黑表笔,再一次测量电解电容器的漏电阻。

③如果电解电容器性能良好的话,在两次测量结果中,阻值大的一次便是正向接法,即红表笔接电解电容器的负极,黑表笔接正极。

(3) 注意事项

①重复检测电解电容器时,每次应将被测电解电容器短路一次。

②检测时,应反复调换表笔触碰电解电容器的两引脚,以确认电解电容器有无充电现象。

③检测时,手指不要同时接触被测电解电容器的两个引脚。否则,将使万用表指针回不到无穷大的位置,给检测者造成错觉,误认为被测电解电容器漏电。

④在实际使用中,必须注意电解电容器的极性,按极性要求正确连接到电路中去,否则,可能引起电解电容器击穿或爆炸。

第三节 电感器

电感器是一种储存磁场能量的电气元件,也叫电感线圈。它在电路中具有通直流阻交流、通低频阻高频的作用。电感器有固定电感器、可调电感器、低频电感器和高频电感器等。变压器是利用互感原理工作的电感器。

一、常用电感器及其分类

1. 常用电感器

表 1-7 几种常见的电感线圈

类型	电路图形符号	外形图	类型	电路图形符号	外形图
空芯线圈电感器			色码电感器		