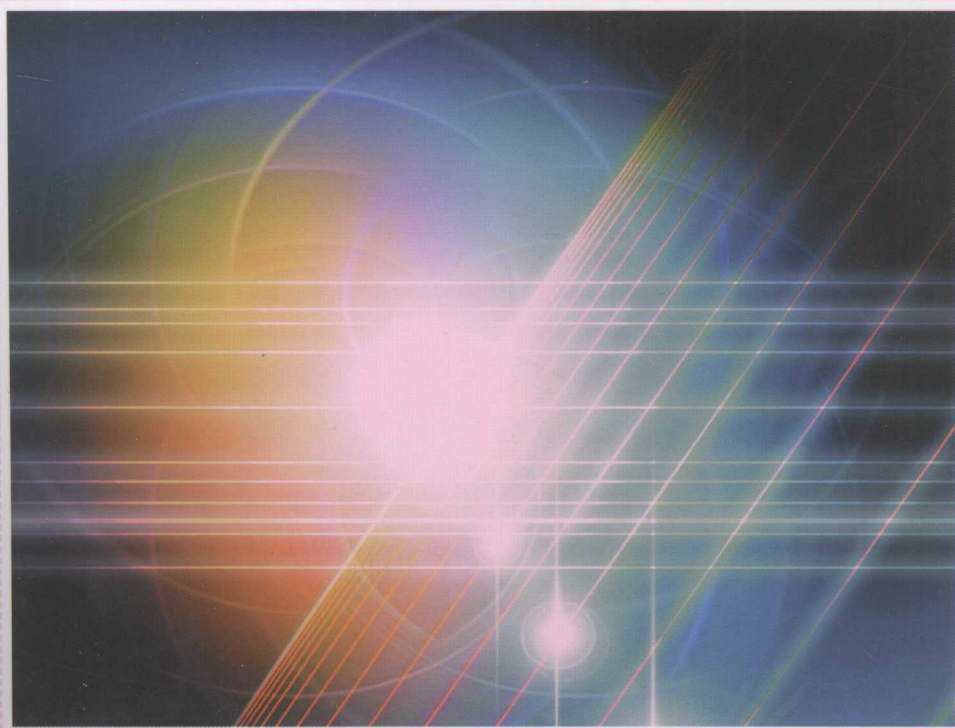


电气自动化专业高技能型人才教学用书

电子基本技能操作实训

李伟 王昆 主编



适用层次：高职高专 高级技校
技师学院 职业培训

电气自动化专业高技能型人才教学用书

电子基本技能操作实训

主 编 李 伟 王 昆
副主编 任枫轩 李永星
参 编 谢 芳 陈 冰 李 洋
主 审 王 建



机械工业出版社

根据《高技能人才培养体系建设“十一五”规划纲要》，本书依据电气类专业高技能人才培养的要求，突破传统的学科教育对学生技术应用能力培养的局限，以模块构架实训教学体系，以项目驱动技能训练，着重培养学生的实际动手能力与综合应用能力。

本书分为三个模块：电器元件的识别与检测；识图、焊接与测试；实用电路的装配、调试与制作。在实训项目上，主要涵盖电工电子技术中元器件的识别、测量、选用及常见故障的识别与排除；常用电子仪器仪表的使用方法；电子产品的焊接及相关的组装与检测工艺、生产安全；实用电路的制作、装配与调试等内容。

本书特点：编排新颖，全书按模块、分项目编写；选材难易兼顾，电路新颖实用，综合应用能力强；注重基本技能的训练和电子电路的设计与制作的内容，强调学生的创新能力和综合应用能力的培养。

本书适于作为高职高专电气自动化、电子信息技术、应用电子及机电一体化类专业实训教材，还可供广大电子、电气爱好者及工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子基本技能操作实训/李伟, 王昆主编. —北京: 机械工业出版社, 2007.9

电气自动化专业高技能型人才教学用书

ISBN 978-7-111-22316-0

I. 电… II. ①李…②王… III. 电子技术-高等学校: 技术学校-教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 139760 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 朱 华 陈玉芝

责任编辑: 侯宪国 责任校对: 吴美英

封面设计: 马精明 责任印制: 邓 博

北京四季青印刷厂印刷 (三河市兴旺装订厂装订)

2008 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·9 印张·218 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-22316-0

定价: 16.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

序

自中国加入世界贸易组织后,中国的经济飞速发展,对各层次专业人才的需求不断增加。随着经济全球化进程的不断深入,发达国家的制造能力加速向发展中国家转移,我国已成为全球的加工制造基地,这样就造成了高技能型人才的严重短缺。媒体在不断呼吁现在是“高薪难聘高素质的高技能型人才”,高技能型人才的严重短缺成为社会普遍关注的热点问题。针对这一问题,国家先后出台了《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》、《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》和《国务院关于大力发展职业教育的决定》、《关于进一步加强高技能人才工作的意见》等相关政策和法规,决定大力发展职业教育,加强高技能型人才的培养。

作为高技能型人才的重要培养基地,高职高专和高级技工学校如何突破传统的课程设置有教学模式,主动适应未来经济发展对人才的要求已经成为非常迫切的任务。教学过程中,实训是培养高技能型人才的重要途径,而教材的质量直接影响着高技能型人才培养的质量。因此,编制一套真正适合于高职高专和高级技工学校教学的实训教材迫在眉睫。

为了全面学习和贯彻国家相关文件的精神,突出“加强高技能型人才的实践能力和职业技能的培养,高度重视实践和实训环节教学”的要求,结合国家职业标准,我们编写了“电气自动化专业高技能型人才教学用书”。本套实训教材的编写特色是:

1. 教材编写以职业能力建设为核心,在职业分析、专项能力构成分析的基础上,把职业岗位对人才的素质要求,即将知识、技能以及态度等要素进行重新整合,突破传统的学科教育对学生技术应用能力培养的局限,以模块构架实训教学体系。

2. 内容上涵盖国家职业标准对各学科知识和技能的要求,从而准确把握理论知识在教材建设中的“必需、够用”,又有足够技能实训内容的原则;注重现实社会发展和就业需求,以培养职业岗位群的综合能力为目标,从而有效地开展对学生实际操作技能的训练与职业能力的培养。

3. 教材结构采用模块化,一个模块包含若干个项目,一个项目就是一个知识点,重点突出,主题鲜明,打破原有的教材编写习惯,不追求知识体系的多学科扩展渗透,而追求单科教学内容单纯化和系列教材的组合效应。

4. 以现行的相关技术为基础,以项目任务驱动教学,从提出训练目的和要求开始,设定训练内容,突出工艺要领和操作技能的培养。在项目的“相关知识点析”部分,将项目涉及的理论知识进行梳理,努力使实训不再依赖理论教材。将每个实训项目的训练效果进行量化,在“成绩评分标准”中对训练过程进行记录,并相应地给出量化参考标准。

5. 教材内容充分反应新知识、新技术、新工艺和新方法,具有超前性和先进性。

本套实训教材是符合当今高技能型人才培养发展方向的一个有潜在价值的教学模式，共计划出版 10 本，涉及电气技术和电子技术两个知识领域。

由于时间和水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

河南省电工电子协会

前 言

根据《高技能人才培养体系建设“十一五”规划纲要》和国家对高等职业教育发展的要求,为落实“十一五”期间,完善高技能型人才培养体系建设,加快培养一大批结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型和知识技能型高技能人才的这一建设目标,结合高等职业院校的教学要求和办学特点,我们特此编写了《电子基本技能操作实训》一书。

本书的主要特点是:

1. 以最新的“维修电工国家职业标准”为依据,在内容上结合我国企业生产实际情况,突出工艺要领和操作技能的培训。

2. 采用“模块化”教材结构,每个模块为一个知识单元,主题鲜明,重点突出,以其良好的弹性和便于综合的特点适应实践教学环节需求。

3. 在项目中“相关知识点析”部分,将本项目中涉及的理论知识进行梳理,努力使实训时脱离理论教材。

4. 将每个实训项目的训练效果进行量化,在“成绩评分标准”中对训练过程进行记录,并相应的给出量化参考标准。

本书由河南职业技术学院李伟和王昆主编,李传编写了前言、项目1.7、项目3.7和项目3.8的内容,王昆编写了项目1.5、项目2.5、项目2.6、项目3.1和项目3.3的内容;河南职业技术学院谢芳编写了项目3.5的内容;河南职业技术学院任枫轩编写了项目1.1、项目2.3和项目3.4的内容;河南职业技术学院李永星编写了项目1.4、项目2.2、项目2.4和项目3.6的内容;天津城市建设学院陈冰编写了项目1.2、项目1.3、项目1.6和项目1.8的内容;天津城市建设学院李洋编写了项目2.1和项目3.2的内容。本书由王建主审。本书由王建主审。

在本书的编写过程中,参考了有关资料和文献,在此向其作者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,且时间仓促,书中难免有疏漏、错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者
2007年4月

目 录

序

前言

模块一 电子元器件的识别与检测 1

项目 1.1 电阻器的识别与检测 1

项目 1.2 电容器的识别与检测 6

项目 1.3 电感器和变压器的识别
与检测 12

项目 1.4 常用接插件、开关的识别
与检测 19

项目 1.5 半导体器件的识别与检测 25

项目 1.6 光电器件的识别与检测 34

项目 1.7 集成电路的识别与检测 38

项目 1.8 电声器件的识别与检测 46

模块二 识图、焊接与测试 52

项目 2.1 常用工具的使用 52

项目 2.2 识图与绘图 61

项目 2.3 电线电缆的扎制与加工 68

项目 2.4 手工焊接基本训练 74

项目 2.5 整流与滤波电路的性能测试 79

项目 2.6 TTL 与非门的性能测试 85

模块三 实用电路的装配、调试 与制作 92

项目 3.1 直流稳压电源的装配与调试 92

项目 3.2 万用表的装配与调试 97

项目 3.3 超外差收音机的装配与
调试 102

项目 3.4 用温度传感器制作的电风扇
开关 109

项目 3.5 函数信号发生器的组装与
调试 113

项目 3.6 智力竞赛抢答器的制作 118

项目 3.7 数字钟电路的制作 125

项目 3.8 声光控延时照明电路的制作 132

参考文献 136

模块一 电子元器件的识别与检测

项目 1.1 电阻器的识别与检测

项目目的

熟悉电阻器的分类、用途和参数识别的方法，掌握用万用表测量电阻器的检测方法并计算电阻的实际偏差。

项目内容

- 1) 识别给出的各种电阻，对电阻进行分类。
- 2) 读出并记录所给电阻的标称阻值、允许误差和其他参数值。
- 3) 用万用表测量电阻的阻值，计算出与所读出数据的实际误差，分析实际偏差是否在允许范围内，并用万用表测量电阻的好坏。

相关知识点析

一、电阻器的分类、特点及性能

1. 电阻器的分类

电阻器在电子设备中是必不可少的，电路中常用来进行电压、电流的控制和传输。电阻器按材料分，主要有碳质电阻、碳膜电阻、金属膜电阻、绕线电阻等；按结构分主要分为固定电阻和可变电阻，如图 1-1 所示。

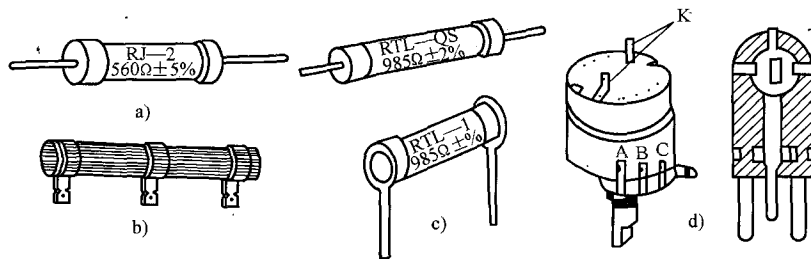


图 1-1 常见电阻器外形

2. 常用电阻器的特点及性能

(1) 绕线电阻器 绕线电阻器由锰铜、康铜等在绝缘棒上绕制而成，其外形如图 1-1b 所示。绕线电阻性能稳定性高，噪声小，温度系数小，耐高温，精度高，功率可达到 500W，但高频性能差，体积大，成本高，阻值范围 $0.1\Omega \sim 5M\Omega$ ，较多用在需要精密电阻的仪器仪表中。

(2) 薄膜电阻器 薄膜电阻器是蒸镀在绝缘材料表面制成, 图 1-1a 和图 1-1c 是薄膜电阻外形。薄膜电阻有碳膜电阻(用“RT”标识)和金属膜电阻(用“RJ”标识)之分。碳膜电阻稳定性高, 噪声小, 阻值范围 $1\Omega \sim 10M\Omega$, 涂层多为绿色; 金属膜电阻体积小, 稳定性高, 噪声小, 温度系数小, 耐高温, 精度高, 阻值范围 $1\Omega \sim 620M\Omega$, 涂层多为红色。

(3) 电位器 电位器实际上是一种可变电阻器, 可采用锰铜、康铜等在绝缘棒上绕制或碳膜, 金属膜等在绝缘材料上蒸镀制成。电位器通常由两个固定输出端和一个滑动抽头组成。按调节方式可分为旋转式、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, 图 1-1d 所示为旋转式电位器。

3. 特殊电阻器的特点及性能

(1) 热敏电阻器 热敏电阻器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。从特性上可分为正温度系数电阻和负温度系数电阻, 目前应用较多的为负温度系数电阻器。

(2) 光敏电阻器 光敏电阻器由半导体材料制成, 利用半导体光导电特性, 入射光线增强时, 阻值明显减小; 入射光线减弱时, 阻值显著增大。其外形结构和电路符号如图 1-2a 所示。

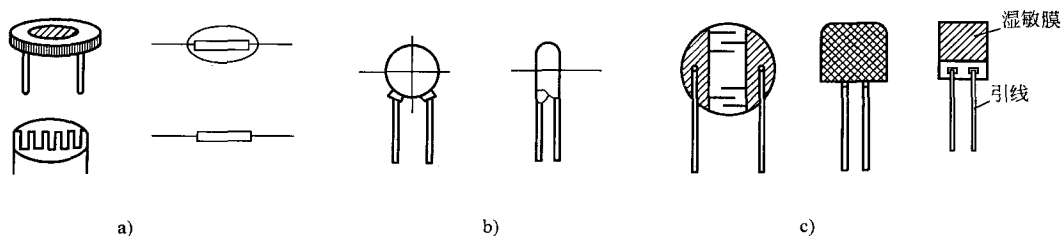


图 1-2 特殊电阻的外形及符号

a) 光敏电阻器 b) 磁敏电阻器 c) 湿敏电阻器

(3) 磁敏电阻器 磁敏电阻器是利用磁电效应能改变阻值原理制成, 其阻值会随穿过它的磁通量密度的变化而变化。磁敏电阻器多为片形, 外形尺寸较小, 外形如图 1-2b 所示。

(4) 湿敏电阻器 湿敏电阻器随湿度增加电阻值也增加, 当湿度从 50% 上升到 90% 时, 电阻值从 $3k\Omega$ 上升到 $40k\Omega$, 如录像机中在磁鼓旁设置一个湿敏电阻, 其外形如图 1-2c 所示。

(5) 熔断电阻器 熔断电阻器是一种具有熔断丝熔丝及电阻器作用的双功能元件。符号与外形如图 1-3 所示。熔丝电阻的额定功率一般有 0.25W、0.5W、1W、2W 和 3W 等规格, 阻值为零点几欧姆, 少数为几十欧姆至几千欧姆。

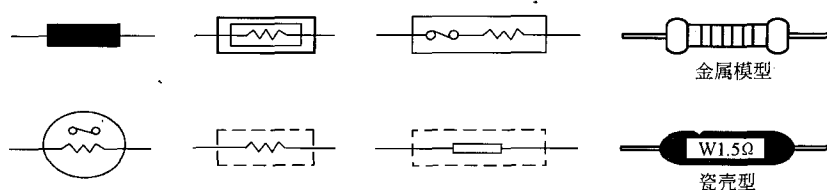


图 1-3 常见熔断电阻的符号与外形

二、电阻器的命名及主要参数

1. 电阻器的命名

根据国标 GB/T 2470—1995，电阻型号的命名由 4 部分组成。第一部分是用字母表示产品的主称；第二部分是用字母表示制作产品的材料；第三部分是用数字或字母表示产品的分类；第四部分是用数字表示产品的生产序号。电阻的主称、材料、分类符号及意义见表 1-1。

表 1-1 电阻的主称、材料、分类符号及意义

第一部分 主称										
符号	R				W				M	
意义	电阻				电位器				敏感电阻	
第二部分 材料										
符号	T	H	S	N	J	Y	C	I	X	
意义	碳膜	合成膜	有机实心	无机实心	金属膜	氧化膜	沉积膜	玻璃釉膜	线绕	
第三部分 分类(电阻)										
符号	I	2	3	4	5	7	8	9	G	T
意义	普通	普通	超高频	高阻	高温	精密	高压	特殊	高功率	可调
第三部分 分类(电位器)										
符号	1	2	7	8	9	X	W	D		
意义	普通	普通	精密	特殊函数	特殊	小型	微调	多圈		

2. 电阻器的主要性能参数

电阻器的主要参数有标称阻值和允许偏差、额定功率、温度系数、电压系数、噪声电动势和高频特性等。这里主要介绍标称阻值、允许偏差及额定功率。

(1) 标称阻值 标称阻值是指电阻表面所标识的阻值。表 1-2 是 GB/T 2470—1995 规定的通用电阻的标称阻值。电阻的标称值为本表中所列数字的 10ⁿ 倍。以 E12 系列标称值 1.5 为例，它所对应的电阻标称值为 1.5Ω、15Ω、150Ω、1.5kΩ、15kΩ、150kΩ、1.5MΩ 等，其他系列依此类推。

表 1-2 通用电阻的标称阻值系列

标称系列名称	偏差	电阻的标称阻值
E24	I 级 ±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	II 级 ±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	III 级 ±20%	1.0、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8

(2) 电阻阻值 电阻阻值允许偏差分为三级：I 级精度允许 ±5% 的偏差，II 级精度允许 ±10% 的偏差 III 级精度允许 ±20% 的偏差，用字母表示偏差时各符号的含义见表 1-3。

表 1-3 允许偏差的文字符号表示

符号	对称偏差(%)											不对称偏差(%)		
	H	U	W	B	C	D	F	G	J	K	M	R	S	Z
偏差	± 0.01	± 0.02	± 0.05	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20	+100 -20	+50 -20	+80 -20

(3) 电阻的额定功率是指在规定的电压和温度条件下电阻长期工作所允许承受的最大功率。额定功率的单位是瓦(W)。电阻按功率可分为1W、2W、3W、5W、10W和20W等,一般额定功率越大,电阻的体积也越大。

三、电阻参数的识别

电阻的主要参数一般标注在电阻表面或图样上,常用的方法有:

1) 直标法。用阿拉伯数字和文字符号在电阻上直接标出其参数。如在某电阻上可读出 $2.7\text{k}\Omega \pm 10\%$,表示其电阻值为 $2.7\text{k}\Omega$,偏差为10%。

2) 文字符号法。将阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合,在电阻上标出主要参数,具体表现为:用文字符号表示电阻的单位,阿拉伯数字表示电阻值,其整数部分写在阻值单位的前面,电阻的小数部分写在阻值单位的后面。如某电阻上标注3R9,表示其阻值为 3.9Ω 。

3) 色标法。色标法是用不同颜色的色环表示电阻主要参数的标志方法。这种方法在小型电阻用的比较多。色标法常用四环标法和五环标法两种,如图1-4所示。各色环(颜色)表示的大小见表1-4。例如,某电阻的色环为棕、红、黄、金,则其阻值为 $12 \times 10^4\Omega = 120\text{k}\Omega$,允许误差为 $\pm 5\%$ 。

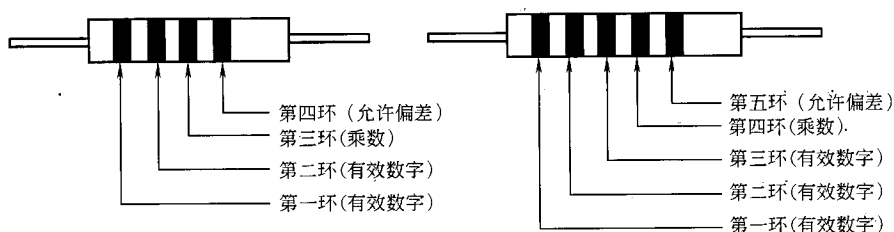


图 1-4 电阻的色标法

表 1-4 色环符号(颜色)的规定

颜色	银	金	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	无
有效数字	—	—	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	—
乘数	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	—
允许偏差(%)	± 10	± 5	—	± 1	± 2	—	—	± 0.5	± 0.25	± 0.1	—	+50 -20	± 20

四、电阻的检测

电阻的检测,主要是利用万用表的欧姆挡来测量电阻的阻值,将测量值与标称值对比,从而判断电阻是否能够正常工作,是否断路、短路及老化。检测方法主要有以下3种:

(1) 普通电阻的检测方法

1) 外观检查。从外观看电阻本身有无破损、脱皮,电阻引脚有无脱落及松动现象,从外表排除电阻有无断路情况。

2) 选择欧姆挡合适量程测量。基本等于标称值,电阻正常;接近零,电阻短路;测量值远小于标称值,电阻损坏;远大于标称值,电阻断路。

3) 在线检测。若测量值远远大于标称值,判断电阻断路或严重老化,已损坏。若明显小于标称值,则应将电路断路,断路后判断方法如2)所示。

(2) 可变电阻的检测方法 可变电阻的主要故障表现为接触不良,元件与电路时断时续;磨损严重;元件断路。

1) 用万用表测量可变电阻两个固定引脚的电阻值,看是否等于标称值。当测量值远大于或远小于标称值时,则表明元件出现故障。

2) 缓慢调节电位器或可变电阻,测量元件定片与动片之间的阻值,观察其电阻值的变化情况。正常时,电阻值应从零变到标称值;若电阻值变化连续平稳,没有出现表针跳动,表明元件正常;若远大于标称值或无穷大,则表明元件内部断路。

(3) 敏感电阻的检测方法 当敏感源发生变化时,用万用表欧姆挡检测敏感电阻的阻值,若敏感阻值也明显变化,表明敏感电阻良好,若变化很小或几乎不变,则表明敏感电阻出现故障。

设备、工具和材料准备

螺钉旋具、尖嘴钳、镊子、电烙铁、MF47型万用表、各种不同标志的普通电阻、大功率电阻、可变电阻、敏感电阻若干、有电阻元件的废旧电路板。

操作步骤

1. 分类

根据所给的电阻的外形,对电阻进行简单分类。

2. 识别

利用直标法、文字符号法和色标法,读出已经分类的电阻所给电阻的标称阻值、允许误差及其他参数值,并记录在实训报告中。

3. 测量普通电阻

1) 外观检查。看电阻本身有无破损、脱皮,电阻引脚有无脱落及松动现象,从外表排除电阻有无断路情况。

2) 选择合适量程。根据电阻的标称值来选择万用表的量程。

3) 用万用表测量普通电阻的阻值时,计算出与所读出数据的实际误差,分析实际偏差是否在允许范围内,记录在实训报告中。

4. 测量可变电阻

- 1) 用万用表测量可变电阻两个固定引脚的电阻值, 看是否等于标称值。
- 2) 缓慢调节电位器或可变电阻, 测量元件定片与动片之间的阻值, 观察其电阻值的变化情况。
- 3) 将以上测量的结果分别记录在实训报告中。

5. 检测电路板上的电阻

- 1) 观察电阻有无烧焦、脱落、引脚松动等情况, 并根据图样或标识记录电阻值。
- 2) 用万用表在线检测电阻, 与标称电阻对比, 列出表格, 记录在实训报告中。
- 3) 若在线检测阻值小于标称值, 则断路检测, 再与标称电阻对比。
- 4) 根据检测结果, 判断电阻的好坏, 是否还能正常工作。

6. 敏感电阻的检测

分别给各敏感电阻提供敏感源, 用万用表测量个敏感电阻的阻值, 观察敏感电阻有无阻值变化, 记录其变化的情况。

成绩评分标准 (见表 1-5)

表 1-5 电阻器的识别与检测的成绩评分标准

序号	主要内容	考核要求	评分标准	配分	扣分	得分
1	分类与识别	1. 元件分类正确 2. 元件标称值识别正确	(1) 分类不正确 扣 10 分 (2) 标称值识别不正确 扣 30 分	40		
2	检测	1. 电阻检测正确 2. 万用表操作正确	(1) 外观检测区分不正确 扣 5 分 (2) 普通电阻检测不正确 扣 10 分 (3) 可变电阻检测不正确 扣 10 分 (4) 敏感电阻检测不正确 扣 5 分 (5) 在线电阻检测不正确 扣 5 分 (6) 故障现象检测不正确 扣 10 分 (7) 万用表操作不正确 扣 5 分	50		
3	安全文明生产	保证人身和设备安全, 按规章制度进行实训	违反安全文明生产规程 扣 5 ~ 10 分	10		
备注			合计			
			教师 签字	年 月 日		

项目 1.2 电容器的识别与检测

项目目的

熟悉电容器的分类、用途和参数识别的方法, 掌握用万用表测量电容器的检测方法并计算电容器的实际偏差。

项目内容

- 1) 识别给出的各种电容器, 对电容器进行分类, 读出并记录所给电容器的参数值。
- 2) 用万用表估测电容器的漏电阻值和电容值, 计算出与所读出数据的实际误差, 分析实际偏差是否在允许范围内。
- 3) 用万用表检测可变电容器有无碰片和漏电等故障现象, 记录在实训报告中。

相关知识要点析

电容器是由两个金属电极中间夹绝缘层所构成的元件, 这两个金属电极称为电容器的电极或极板。电容器是一种储存电能的元件, 具有充放电特性和隔直流通交流的能力。电容器两个电极间的绝缘物质称为介质, 电容器用的介质主要有云母、陶瓷、空气、电解质及纸等。通常电容器都在其两个电极分别引出两个引脚, 以便焊接。电容器的电路符号如图 1-6 所示。

一、电容器的分类、特点及性能

1. 电容器的分类

电容器的分类方法很多。按电容量变化情况可分为固定电容器、可变电容器和微调电容器等; 按电容介质分可分为云母电容器、陶瓷电容器、纸介电容器和电解电容器等; 还可以按在电路中起的作用来分, 如滤波电容器、旁路电容器、耦合电容器和振荡电容器等。图 1-5 所示为各类常见电容器的外形。

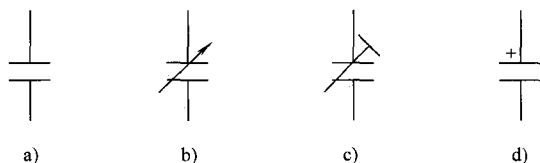


图 1-5 电容器的电路图形符号

- a) 普通电容 b) 可变电容
c) 微调电容 d) 极性电容

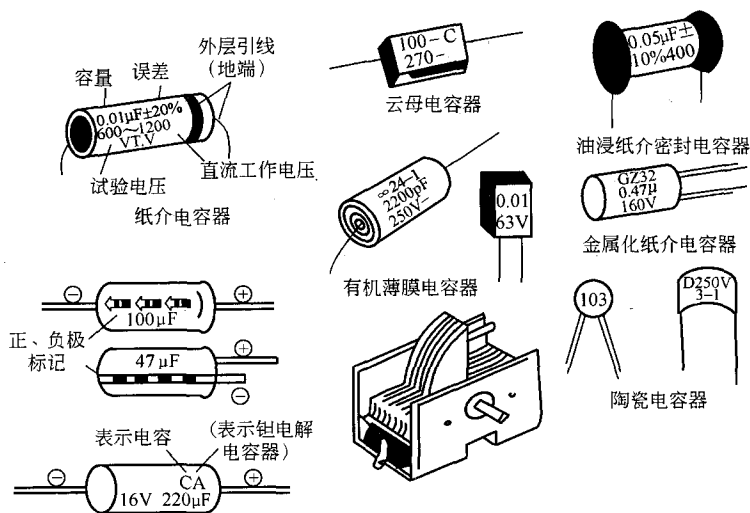


图 1-6 常见电容器的外形

2. 固定电容器的特点及性能

(1) 电解电容器 电解电容器分为有极性和无极性两种。通常有极性的电解电容器在电源电路、中频、低频电路中起滤波、褪耦、信号耦合及时间常数设定和隔直等作用，一般不能用于交流电源电路。

(2) 瓷介电容器 瓷介电容器也称陶瓷电容器，它用陶瓷材料作为介质，在陶瓷的表面涂覆一层金属薄膜（通常用银），再经高温烧结后用作电极。瓷介电容器可用于各种频率的电路中，作隔直、耦合、旁路和滤波等电容器使用。

(3) 金属化纸介电容器 金属化纸介电容器采用真空蒸发技术在涂有漆膜的纸上再蒸镀一层金属膜作为电极，它与普通纸介电容器相比，具有体积小、容量大、击穿后自愈能力强等优点。

(4) 有机薄膜介质电容器 有机薄膜介质电容器也称塑料薄膜电容器，它是用有机塑料薄膜作介质，用铝箔或金属化薄膜作电极，再按一定工艺及方法卷绕而制成的。使用较多的为聚苯乙烯电容器、涤纶电容器等多种。

纸介电容器和云母电容器目前已经很少使用。

3. 可变和微变电容器的特点及性能

可变电容器是一种电容量可以在一定范围内调节的电容器，通常在无线电接收电路中作调谐电容用，常见的有下面三种：

(1) 空气介质可变电容器 空气介质可变电容器的电极由两组金属片组成，其固定不变的一组为定片，能转动的一组为动片，动片与定片之间以空气作为介质。当动片全部旋进时，电容量为最大；而将动片全部旋出时，电容量为最小。一般用于收音机、电子仪器、高频信号发生器、通信设备等电子设备。

(2) 固体介质可变电容器 固体介质可变电容器是在其动片与定片（动、定片均为不规则的半圆形金属片）之间用云母片或塑料薄膜（聚苯乙烯等材料制成）作为介质，外壳为透明或半透明塑料。其优点是体积小、重量轻；缺点是噪声大、易磨损。

(3) 微调电容器 微调电容器实际上也是一种可变电容器，只是容量变化范围比较小，一般只有几皮法至几十皮法。常在各种调谐及振荡电路中用作补偿电容器或校正电容器使用。

二、电容器的命名及主要参数

1. 电容器的命名

国产电容器的型号命名由四部分组成：第一部分，用字母表示电容器的主称，用C表示；第二部分，用字母表示制作电容器的材料，见表1-6；第三部分，用数字或字母表示电容器的分类，见表1-7；第四部分，用数字表示电容器的序号。

表 1-6 电容器的材料分类含义

字母	A	B	C	D	E	G
介质材料	钽电解	非极性薄膜	高频陶瓷	铝电解	其他材料电解	合金
字母	H	I	J	L	N	O
介质材料	纸膜复合	玻璃釉	金属化纸介	极性有机薄膜	钽电解	玻璃膜
字母	Q	T	V	Y	Z	
介质材料	漆膜	低频陶瓷	云母纸	云母	纸	

表 1-7 数字或字母表示电容器分类的符号及意义

数字符号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
意义	瓷介电容	圆片	管形	叠片	独石	穿心	支柱	高压	
	云母电容	非密封		密封				高压	
	有机电容	非密封		密封		穿心		高压	
	电解电容	箔式		烧结粉 液体	烧结粉 固体			无极性	特殊
字母	G	J	T	W	L	M	X		Y
意义	高功率	金属化	铁片	微调	立式矩	密封型	小型		高压

2. 电容器的主要参数

(1) 标称容量 电容器的标称容量是指电容器表面所标识的容量。电容的基本单位是法拉，用 F 表示。比法拉小的常用的单位还有 μF 微法和 pF 皮法。

(2) 允许偏差 电容器的允许偏差以百分数表示，是电容器的容量实际值与容量值标称之差除以容量标称值所得。允许偏差用字母表示偏差时各符号的含义见表 1-8。

表 1-8 表示允许偏差的字母符号及含义

字母	B	C	D	E	F	G	Y
含义	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.25\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.005\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 0.002\%$
字母	H	J	K	L	M	N	Z
含义	$\pm 100\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 0.01\%$	$\pm 20\%$	$\pm 30\%$	$-20\% \sim 80\%$
字母	P	Q	S	T	W	X	不标注
含义	$\pm 0.02\%$	$-10\% \sim 30\%$	$-20\% \sim 50\%$	$-10\% \sim 50\%$	$\pm 0.05\%$	$\pm 0.001\%$	-20%

(3) 额定电压 额定电压也称电容器的耐压值，是指电容在规定的温度范围内，能够连续正常工作时所能承受的最高电压。该额定电压值通常标注在电容器外壳上。在实际应用时，电容器的工作电压应低于电容器上标注的额定电压值。

(4) 漏电流 电容器的材料不是绝对绝缘体，它在一定的工作温度及电压条件下，也会有电流通过，这个电流称为漏电流。一般电解电容器的漏电流略大一些，而其他类型电容器的漏电流较小。

(5) 绝缘电阻 绝缘电阻指电容器两极之间的电阻。它与漏电流成反比，绝缘电阻越大，表明电容器的漏电流越小，质量也越好。一般电容器的绝缘电阻在 $10^8 \sim 10^{10} \Omega$ 之间。

三、电容器参数的识别

1. 直标法

直标法是将电容器的主要技术指标直接标注在电容器表面的一种方法，体积较大的电容器用此方法进行标识。例如，CT1—0.022 μF —63V 表示圆片形低频瓷介电容器，主要参数用阿拉伯数字和文字符号在电容器上直接标出。

2. 文字符号法

文字符号法是用阿拉伯数字或文字符号或两者有规律的组合标注在电容器表面来表示容

量标称值的方法。

电容器标注时应遵循以下规则：凡不带小数点的数值，若无标注单位，则单位为皮法；凡带小数点的数值，若无标注单位，则单位为微法；对于三位数字的电容量，前二位数字表示标称容量值，最后一个数字为倍率符号，单位为皮法，若第三位数字为9，表示 10^{-1} 倍率；对于小型的固定电容器，体积较小，为便于标注，习惯上省略其单位，标注时单位符号的位置代表标称容量有效数字中小数点的位置；允许误差一般用字母表示，具体见表1-8。

例如，2200表示 2200pF ；0.56表示 $0.56\mu\text{F}$ ；689表示 $68 \times 10^{-1}\text{pF} = 6.8\text{pF}$ ；P33表示 0.33pF ；33n表示 $33000\text{pF} = 0.033\mu\text{F}$ ； 33μ 表示 $3.3\mu\text{F}$ 。

四、电容器的检测

1. 无极性固定电容器的检测

(1) 检测 10pF 以下的小容量电容器 因为这些电容器的容量太小，用万用表的 $R \times 10\text{k}\Omega$ 挡，只能检测它的漏电情况和有无短路。万用表指示为无穷大时才正常，如果指示值不是无穷大，则说明该电容器有漏电情况，如果指示值为零，则表示该电容器已经击穿短路。

(2) 检测 $10\text{pF} \sim 0.01\mu\text{F}$ 的电容器 将万用表置于 $R \times 10\text{k}\Omega$ 挡，测一下电容器两引脚间的电阻值，如果没有漏电和短路情况，可以测一下它的充放电情况。由于电容值还比较小，直接用万用表 $R \times 10\text{k}\Omega$ 挡不易看清万用表指针的摆动情况，可用图1-7所示电路来测它的大致容量。图1-7中 C 为待测电容器， VT_1 及 VT_2 为两只NPN型晶体管。由于复合晶体管的放大作用，使电容器充放电的电流变大。因此，可在测量时反复调换表笔，观察万用表指针的摆动幅度，摆动幅度越大，说明电容值越大。

(3) 检测 $0.01\mu\text{F}$ 以上的电容器 由于电容量较大，充放电的电流也较大，可用万用表欧姆挡直接观察充放电流的大小，从而估计它的质量和容量。将万用表置于 $R \times 10\text{k}\Omega$ 挡，测电容器两引脚的阻值，如果电容器没有漏电和短路情况，可以反复调换表笔测电容器的阻值。若万用表指针向右摆到一定角度后停止，然后指针向左摆，并能回到无穷大可读点，说明该电容器充放电情况良好，并且没有漏电情况，根据摆动角度的大小可估计该电容器容量的大小。

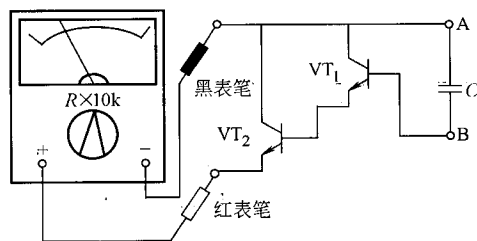


图1-7 检测 $10\text{pF} \sim 0.01\mu\text{F}$ 的电容器电路

2. 极性电解电容器的检测

(1) 选择万用表挡位 因为电解电容器的电容量比一般固定电容器的电容量大得多，电容器充电、放电的电流大得多，所以对不同容量的电容器应选用不同的欧姆挡位。通常测容量为 $1 \sim 47\mu\text{F}$ 的电解电容器可用万用表的 $R \times 1\text{k}\Omega$ 挡，容量大于 $47\mu\text{F}$ 的可用万用表的 $R \times 100\text{k}\Omega$ 挡或 $R \times 10\text{k}\Omega$ 挡。检测方法与检测一般固定电容器的方法相同。

(2) 检测漏电阻 将万用表的红表笔接电解电容器的负极，黑表笔接电容器的正极。此时，万用表指针向右偏转较大幅度，一段时间后，指针开始向左偏转，转到某一数值时，万用表指针基本不动，停在某一阻值上，这个阻值就是电解电容器的正向漏电阻。此值越大，漏电流就越小，电容器性能就越好。

再用万用表测电解电容器的反向漏电阻。将黑、红表笔对调，即黑表笔接电解电容器的