

国家中等职业教育改革发展示范校建设系列教材

电子实训指导书

主 编 王博超 张 丽 孙伟星

副主编 赵 瑞 王永平 陈鹏飞 孙媛媛

主 审 杨伟龙



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

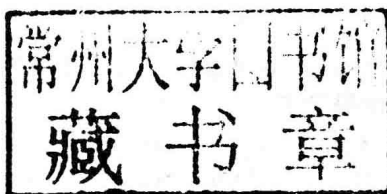
国家中等职业教育改革发展示范校建设系列教材

电子实训指导书

主 编 王博超 张 丽 孙伟星

副主编 赵 瑞 王永平 陈鹏飞 孙媛媛

主 审 杨伟龙



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是根据《中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲》编写的。

本书主要包括 8 个项目：电子元器件检测，模拟电子技术，电冰箱，洗衣机，空调选购、使用与维护，开关电源原理，液晶，电器设备维修经验，含 48 个学习情境。

本书可作为中等职业学校电子类专业的基础课教材，也可用作职业培训教材。

图书在版编目（C I P）数据

电子实训指导书 / 王博超, 张丽, 孙伟星主编. —
北京 : 中国水利水电出版社, 2014. 5
国家中等职业教育改革发展示范校建设系列教材
ISBN 978-7-5170-2050-9

I. ①电… II. ①王… ②张… ③孙… III. ①电子技术—中等专业学校—教学参考资料 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第119521号

书 名	国家中等职业教育改革发展示范校建设系列教材 电子实训指导书
作 者	主 编 王博超 张 丽 孙伟星 副主编 赵 瑞 王永平 陈鹏飞 孙媛媛 主 审 杨伟龙
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 7.25 印张 172 千字
版 次	2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	18.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

黑龙江省水利水电学校教材编审委员会

主 任：刘彦君（黑龙江省水利水电学校）

副主任：王永平（黑龙江省水利水电学校）

张 丽（黑龙江省水利水电学校）

赵 瑞（黑龙江省水利水电学校）

委 员：张 仁（黑龙江省水利水电学校）

王 安（黑龙江省水利水电学校）

袁 峰（黑龙江省水利水电学校）

魏延峰（黑龙江省水利第二工程处）

马万贵（大庆防洪工程管理处）

吕海臣（齐齐哈尔中引水利工程有限责任公司）

张 娜（哈尔滨第一工具厂）

李状桓（黑龙江傲立信息产业有限公司）

杨品海（广州数控设备有限公司）

武彩清（山西华兴科软有限公司）

周广艳（北京斐克有限公司）

陈 侠（湖北众友科技实业有限公司）

凌 宇（哈尔滨东辰科技股份有限公司）

石 磊（哈尔滨工业大学软件工程股份有限公司）

本书编审人员

主 编：王博超（黑龙江省水利水电学校）

张 丽（黑龙江省水利水电学校）

孙伟星（黑龙江省水利水电学校）

副主编：赵 瑞（黑龙江省水利水电学校）

王永平（黑龙江省水利水电学校）

陈鹏飞（黑龙江省水利水电学校）

孙媛媛（黑龙江省水利水电学校）

主 审：杨伟龙（国网吉林省电力有限公司）

前言

为适应国家关于职业教育的发展规划需要,根据教育部《关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》、《国家中长期教育改革和规划纲要》、《中等职业教育创新行动计划(2010—2012)》和电子技术应用专业发展需求。在校领导的指导下,编写了适用于电子技术应用专业教学的《电子实训指导书》。

本书是专业基础知识和专业基础能力及专项技能课程,通过本书的学习可以使学生掌握电子技术应用专业知识,了解家电维修行业规范,家用电器的故障检测方法,SMT工艺和流程。具备使用双踪示波器、直流稳压电源等仪器仪表。

本书参照家电维修行业标准规范编写,书中所讲授的内容和所进行的实训直接为培养学生职业能力和职业素养奠定了重要的基础,为培养适合社会的高级技术人员提供支撑。

本书分为电子元器件检测,模拟电子技术,电冰箱,洗衣机,空调选购、使用与维护,开关电源原理,液晶,电器设备维修经验等8个项目,含48个学习情境。

本书是国家示范性中职学校建设成果之一,教材由电子建设团队完成。

由于编者水平有限,书中不免会有很多不足及错误之处,衷心恳请广大读者批评指正。

编 者

2014年4月

目 录

前言

项目 1 电子元器件检测	1
学习情境 1.1 电阻器的检测方法 with 经验	1
学习情境 1.2 电容器的检测方法 with 经验	3
学习情境 1.3 电感器、变压器的检测方法 with 经验	4
学习情境 1.4 二极管的检测方法 with 经验	5
学习情境 1.5 三极管的检测方法 with 经验	7
学习情境 1.6 三端稳压器管脚判断	10
学习情境 1.7 晶闸管的检测方法	10
学习情境 1.8 万用表的使用技巧	12
项目 2 模拟电子技术	18
学习情境 2.1 常用电子仪器的使用	18
学习情境 2.2 晶体管的测试实验	22
学习情境 2.3 共射单管放大电路	24
学习情境 2.4 差动放大电路	28
学习情境 2.5 集成比例和求和运算电路	31
学习情境 2.6 集成有源滤波器	34
学习情境 2.7 集成稳压器	38
学习情境 2.8 晶闸管整流电路	40
项目 3 电冰箱	47
学习情境 3.1 电冰箱的制冷原理	47
学习情境 3.2 电冰箱的使用与保养	48
学习情境 3.3 冰箱不制冷故障分析	48
学习情境 3.4 冰箱不停机的故障分析	49
学习情境 3.5 电冰箱冰堵、脏堵及维修	50
项目 4 洗衣机	58
学习情境 4.1 洗衣机的选购	58
学习情境 4.2 双桶洗衣机的拆卸方法	59

学习情境 4.3	滚筒式洗衣机的拆卸方法	61
学习情境 4.4	全自动洗衣机的拆卸方法	62
学习情境 4.5	洗衣机故障检修思路	63
学习情境 4.6	全自动洗衣机的主要故障及维修方法	65
项目 5	空调选购、使用与维护	72
学习情境 5.1	空调选购	72
学习情境 5.2	空调使用注意事项	73
学习情境 5.3	空调保养	74
项目 6	开关电源原理	78
学习情境 6.1	开关电源的电路组成	78
学习情境 6.2	输入电路的原理及常见电路	78
学习情境 6.3	功率变换电路	80
学习情境 6.4	输出整流滤波电路	81
学习情境 6.5	稳压环路原理	83
学习情境 6.6	短路保护电路	83
学习情境 6.7	输出端限流保护	84
学习情境 6.8	输出过压保护电路的原理	85
学习情境 6.9	功率因数校正电路 (PFC)	87
学习情境 6.10	输入过电压、欠电压保护	87
项目 7	液晶	92
学习情境 7.1	液晶原理	92
学习情境 7.2	液晶的使用	92
学习情境 7.3	高压板电路原理	93
学习情境 7.4	液晶高压板维修及其代换	94
学习情境 7.5	液晶电视背光灯常见故障	95
学习情境 7.6	液晶屏的常见故障	96
项目 8	电器设备维修经验	100
学习情境 8.1	检测顺序	100
学习情境 8.2	检查方法和操作实践	101

项目1 电子元器件检测

元器件的检测是家电维修的一项基本功,如何准确有效地检测元器件的相关参数,判断元器件是否正常,不是一件千篇一律的事,必须根据不同的元器件采用不同的方法。特别对初学者来说,熟练掌握常用元器件的检测方法和经验很有必要。下面对常用电子元件的检测经验和方法进行介绍。

学习情境 1.1 电阻器的检测方法 with 经验

1.1.1 固定电阻器的检测

将两表笔(不分正负)分别与电阻的两端引脚相接即可测出实际电阻值。为了提高测量精度,应根据被测电阻标称值的大小来选择量程。由于欧姆挡刻度的非线性关系,它的中间一段分度较为精细,因此应使指针指示值尽可能落到刻度的中段位置,即全刻度起始的20%~80%弧度范围内,以使测量更准确。根据电阻误差等级的不同,读数与标称阻值之间分别允许有 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 或 $\pm 20\%$ 的误差。如超出误差范围,则说明该电阻值变值了。

注意:测试时,特别是在测几十千欧以上阻值的电阻时,手不要触及表笔和电阻的导电部分;应将被检测电阻从电路中卸下来,至少要卸开一个头,以免电路中的其他元件对测试产生影响,造成测量误差;色环电阻的阻值虽然能以色环标志来确定,但在使用时最好还是用万用表测试一下其实际阻值。

1.1.2 水泥电阻的检测

检测水泥电阻的方法及注意事项与检测普通固定电阻完全相同。

1.1.3 熔断电阻器的检测

在电路中,当熔断电阻器熔断开路后,可根据经验作出判断:若发现熔断电阻表面发黑或烧焦,可断定是其负荷过大,即通过它的电流超过额定值很多倍所致;如果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,也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。

1.1.4 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,开关通断时“喀哒”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,来选择万用表的合适电阻挡位,然后可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。

1.1.5 正温度系数热敏电阻(PTC)的检测

检测时,用万用表 $R \times 1$ 挡,具体可分两步操作:

(1) 常温检测(室内温度接近 25°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。

(2) 加温检测。在常温测试正常的基础上,即可进行第二步测试——加温检测。将一热源(例如电烙铁)靠近 PTC 热敏电阻对其加热,同时用万用表监测其电阻值,若随温度的升高而增大,说明热敏电阻正常;若阻值无变化,说明其性能变差,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。

1.1.6 负温度系数热敏电阻(NTC)的检测

1. 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欧姆挡可直接测出 R_t 的实际值。但因 NTC 热敏电阻对温度很敏感,故测试时应注意以下几点:

(1) R_t 是生产厂家在环境温度为 25°C 时所测得的,所以用万用表测量 R_t 时,亦应在环境温度接近 25°C 时进行,以保证测试的可信度。

(2) 测量功率不得超过规定值,以免电流热效应引起测量误差。

(3) 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。

2. 估测温度系数 α_t

先在室温 t_1 下测得电阻值 R_{t1} ,再用电烙铁作热源,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。

1.1.7 压敏电阻的检测

用万用表的 $R \times 1k$ 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。

1.1.8 光敏电阻的检测

(1) 用一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,不能再继续使用。



(2) 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, 也不能再继续使用。

(3) 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。

学习情境 1.2 电容器的检测方法 with 经验

1.2.1 固定电容器的检测

(1) 检测 10pF 以下的小电容。因 10pF 以下的固定电容器容量太小, 用万用表进行测量, 只能定性地检查其是否有漏电、内部短路或击穿现象。测量时, 可选用万用表 $R \times 10\text{k}$ 挡, 用两表笔分别任意接电容的两个引脚, 阻值应为无穷大。若测出阻值 (指针向右摆动) 为零, 则说明电容漏电损坏或内部击穿。

(2) 检测 $10\text{pF} \sim 0.01\mu\text{F}$ 固定电容器是否有充电现象, 进而判断其好坏。万用表选用 $R \times 1\text{k}$ 挡。两只三极管的 β 值均为 100 以上, 且穿透电流要小。可选用 3DG6 等型号硅三极管组成复合管。万用表的红和黑表笔分别与复合管的发射极 e 和集电极 c 相接。由于复合三极管的放大作用, 把被测电容的充放电过程予以放大, 使万用表指针摆动幅度加大, 从而便于观察。应注意的是: 在测试操作时, 特别是在测较小容量的电容时, 要反复调换被测电容引脚接触 A、B 两点, 才能明显地看到万用表指针的摆动。

(3) 对于 $0.01\mu\text{F}$ 以上的固定电容, 可用万用表的 $R \times 10\text{k}$ 挡直接测试电容器有无充电过程以及有无内部短路或漏电, 并可根据指针向右摆动的幅度大小估算出电容器的容量。

1.2.2 电解电容器的检测

(1) 因为电解电容的容量较一般固定电容大得多, 所以, 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, $1 \sim 47\mu\text{F}$ 间的电容可用 $R \times 1\text{k}$ 挡测量, 大于 $47\mu\text{F}$ 的电容可用 $R \times 100$ 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偏度 (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姆以上, 否则, 将不能正常工作。在测试中, 若正向、反向均无充电现象, 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, 然后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, 即黑表笔接的是正极, 红表笔接的是负极。

(4) 使用万用表电阻挡, 采用给电解电容进行正、反向充电的方法, 根据指针向右摆



动幅度的大小,可估测出电解电容的容量。

1.2.3 可变电容器的检测

(1) 用手轻轻旋动转轴,应感觉十分平滑,不应感觉有时松时紧甚至有卡滞现象。将载轴向前、后、上、下、左、右等各个方向推动时,转轴不应有松动的现象。

(2) 用一只手旋动转轴,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,是不能再继续使用的。

(3) 将万用表置于 $R \times 10k$ 挡,一只手将两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动几个来回,万用表指针都应在无穷大位置不动。在旋动转轴的过程中,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。

学习情境 1.3 电感器、变压器的检测方法 with 经验

1.3.1 色码电感器的检测

将万用表置于 $R \times 1$ 挡,红、黑表笔各接色码电感器的任一引出端,此时指针应向右摆动。根据测出的电阻值大小,可具体分下述两种情况进行鉴别:

(1) 被测色码电感器电阻值为零,其内部有短路性故障。

(2) 被测色码电感器直流电阻值的大小与绕制电感器线圈所用的漆包线径圈数有直接关系,只要能测出电阻值,则可认为被测色码电感器是正常的。

1.3.2 中周变压器的检测

(1) 将万用表拨至 $R \times 1$ 挡,按照中周变压器的各绕组引脚排列规律,逐一检查各绕组的通断情况,进而判断其是否正常。

(2) 检测绝缘性能。将万用表置于 $R \times 10k$ 挡,做以下几种状态测试:

1) 初级绕组与次级绕组之间的电阻值。

2) 初级绕组与外壳之间的电阻值。

3) 次级绕组与外壳之间的电阻值。

上述测试结果分别出现三种情况:①阻值为无穷大,正常;②阻值为零,有短路性故障;③阻值小于无穷大,但大于零,有漏电性故障。

1.3.3 电源变压器的检测

(1) 通过观察变压器的外貌来检查其是否有明显异常现象。如绕组引线是否断裂,脱焊,绝缘材料是否有烧焦痕迹,铁心紧固螺杆是否有松动,硅钢片有无锈蚀,绕组是否有外露等。

(2) 绝缘性测试。用万用表 $R \times 10k$ 挡分别测量铁心与初级、初级与各次级、铁心与各次级、静电屏蔽层与初级、次级各绕组间的电阻值,万用表指针均应指在无穷大位置不动。否则,说明变压器绝缘性能不良。

(3) 线圈通断的检测。将万用表置于 $R \times 1$ 挡,测试中,若某个绕组的电阻值为无穷



大,则说明此绕组有断路性故障。

(4) 判别初级、次级绕组。电源变压器初级引脚和次级引脚一般都是分别从两侧引出的,并且初级绕组多标有 220V 字样,次级绕组则标出额定电压值,如 15V、24V、35V 等,再根据这些标记进行识别。

(5) 空载电流的检测。

1) 直接测量法。将次级所有绕组全部开路,把万用表置于交流电流挡(500mA,串入初级绕组。当初级绕组的插头插入 220V 交流市电时,万用表所指示的便是空载电流值。此值不应大于变压器满载电流的 10%~20%。一般常见电子设备电源变压器的正常空载电流应在 100mA 左右。如果超出太多,则说明变压器有短路性故障。

2) 间接测量法。在变压器的初级绕组中串联一个 $10\Omega/5W$ 的电阻,次级仍全部空载。把万用表拨至交流电压挡。加电后,用两表笔测出电阻 R 两端的电压降 U ,然后用欧姆定律算出空载电流 $I_{\text{空}}$,即 $I_{\text{空}}=U/R$ 。

(6) 空载电压的检测。将电源变压器的初级接 220V 市电,用万用表交流电压挡依次测出各绕组的空载电压值(U_{21} 、 U_{22} 、 U_{23} 、 U_{24})应符合要求值,允许误差范围一般为:高压绕组不大于 $\pm 10\%$,低压绕组不大于 $\pm 5\%$,带中心抽头的两组对称绕组的电压差应不大于 $\pm 2\%$ 。

(7) 一般小功率电源变压器允许温升为 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$,如果所用绝缘材料质量较好,允许温升还可提高。

(8) 检测判别各绕组的同名端。在使用电源变压器时,有时为了得到所需的次级电压,可将两个或多个次级绕组串联起来使用。采用串联法使用电源变压器时,参加串联的各绕组的同名端必须正确连接,不能搞错。否则,变压器不能正常工作。

(9) 电源变压器短路性故障的综合检测判别。电源变压器发生短路性故障后的主要症状是发热严重和次级绕组输出电压失常。通常,线圈内部匝间短路点越多,短路电流就越大,而变压器发热就越严重。检测判断电源变压器是否有短路性故障的简单方法是测量空载电流(测试方法前面已经介绍)。存在短路故障的变压器,其空载电流值将远大于满载电流的 10%。

学习情境 1.4 二极管的检测方法与经验

1.4.1 检测小功率晶体二极管

1. 判别正、负电极

(1) 观察外壳上的符号标记。通常在二极管的外壳上标有二极管的符号,带有三角形箭头的一端为正极,另一端是负极。

(2) 观察外壳上的色点。在点接触二极管的外壳上,通常标有极性色点(白色或红色)。一般标有色点的一端即为正极。还有的二极管上标有色环,带色环的一端则为负极。

(3) 以阻值较小的一次测量为准,黑表笔所接的一端为正极,红表笔所接的一端为负极。



2. 检测最高工作频率 f_M

晶体二极管工作频率,除了可从有关特性表中查阅出外,实用中常常用眼睛观察二极管内部的触丝来加以区分,如点接触型二极管属于高频管,面接触型二极管多为低频管。另外,也可以用万用表 $R \times 1k$ 挡进行测试,一般正向电阻小于 $1k\Omega$ 的多为高频管。

3. 检测最高反向击穿电压 V_{RM}

对于交流电来说,因为不断变化,因此最高反向工作电压也就是二极管承受的交流峰值电压。需要指出的是,最高反向工作电压并不是二极管的击穿电压。一般情况下,二极管的击穿电压要比最高反向工作电压高得多(约高1倍)。

1.4.2 检测玻璃封装硅高速开关二极管

检测玻璃封装硅高速开关二极管的方法与检测普通二极管的方法相同。不同的是,这种管子的正向电阻较大。用 $R \times 1k$ 电阻挡测量,一般正向电阻值为 $5 \sim 10k\Omega$,反向电阻值为无穷大。

1.4.3 检测快恢复、超快恢复二极管

用万用表检测快恢复、超快恢复二极管的方法基本与检测塑封硅整流二极管的方法相同。即先用 $R \times 1k$ 挡检测一下其单向导电性,一般正向电阻为 $45k\Omega$ 左右,反向电阻为无穷大;再用 $R \times 1$ 挡复测一次,一般正向电阻为几欧姆,反向电阻仍为无穷大。

1.4.4 检测双向触发二极管

(1) 将万用表置于 $R \times 1k$ 挡,测双向触发二极管的正、反向电阻值都应为无穷大。若交换表笔进行测量,万用表指针向右摆动,说明被测管有漏电性故障。

(2) 将万用表置于相应的直流电压挡。测试电压由兆欧表提供。测试时,摇动兆欧表,万用表所指示的电压值即为被测管子的 U_{BO} 值。然后调换被测管子的两个引脚,用同样的方法测出 U_{BR} 值。最后将 U_{BO} 与 U_{BR} 进行比较,两者的绝对值之差越小,说明被测双向触发二极管的对称性越好。

1.4.5 瞬态电压抑制二极管(TVS)的检测

用万用表 $R \times 1k$ 挡测量管子的好坏。

(1) 对于单极型的 TVS,按照测量普通二极管的方法,可测出其正、反向电阻,一般正向电阻为 $4k\Omega$ 左右,反向电阻为无穷大。

(2) 对于双向极型的 TVS,任意调换红、黑表笔测量其两引脚间的电阻值均应为无穷大,否则,说明管子性能不良或已经损坏。

1.4.6 高频变阻二极管的检测

应识别正、负极。高频变阻二极管与普通二极管在外观上的区别是其色标颜色不同,普通二极管的色标颜色一般为黑色,而高频变阻二极管的色标颜色则为浅色。其极性规律与普通二极管相似,即带绿色环的一端为负极,不带绿色环的一端为正极。

具体方法与测量普通二极管正、反向电阻的方法相同,当使用 500 型万用表 $R \times 1k$ 挡测量时,正常的高频变阻二极管的正向电阻为 $5 \sim 55k\Omega$,反向电阻为无穷大。

1.4.7 变容二极管的检测

将万用表置于 $R \times 10k$ 挡,无论红、黑表笔怎样对调测量,变容二极管的两引脚间的电阻值均应为无穷大。如果在测量中,发现万用表指针向右有轻微摆动或阻值为零,说明



被测变容二极管有漏电故障或已经击穿损坏。对于变容二极管容量消失或内部的开路性故障,用万用表是无法检测判别的。必要时,可用替换法进行检查判断。

1.4.8 单色发光二极管的检测

在万用表外部附接一节 15V 干电池,将万用表置 $R \times 10$ 挡或 $R \times 100$ 挡。这种接法就相当于给万用表串接上了 1.5V 电压,使检测电压增加至 3V (发光二极管的开启电压为 2V)。检测时,用万用表两表笔轮换接触发光二极管的两管脚。若管子性能良好,必定有一次能正常发光,此时,黑表笔所接的为正极,红表笔所接的为负极。

1.4.9 红外发光二极管的检测

(1) 判别红外发光二极管的正、负电极。红外发光二极管有两个引脚,通常长引脚为正极,短引脚为负极。因红外发光二极管呈透明状,所以管壳内的电极清晰可见,内部电极较宽较大的一个为负极,而较窄且小的一个为正极。

(2) 将万用表置于 $R \times 1k$ 挡,测量红外发光二极管的正、反向电阻,通常,正向电阻应在 $30k\Omega$ 左右,反向电阻要在 $500k\Omega$ 以上,这样的管子才可正常使用。要求反向电阻越大越好。

1.4.10 红外接收二极管的检测

(1) 识别管脚极性。

1) 从外观上识别。常见的红外接收二极管外观颜色呈黑色。识别引脚时,面对受光窗口,从左至右,分别为正极和负极。另外,在红外接收二极管的管体顶端有一个小斜切平面,通常带有此斜切平面一端的引脚为负极,另一端为正极。

2) 将万用表置于 $R \times 1k$ 挡,用来判别普通二极管正、负电极的方法进行检查,即交换红、黑表笔两次测量管子两引脚间的电阻值,正常时,所得阻值应为一大一小。以阻值较小的一次为准,红表笔所接的管脚为负极,黑表笔所接的管脚为正极。

(2) 检测性能好坏。用万用表电阻挡测量红外接收二极管正、反向电阻,根据正、反向电阻值的大小,即可初步判定红外接收二极管的好坏。

1.4.11 激光二极管的检测

将万用表置于 $R \times 1k$ 挡,按照检测普通二极管正、反向电阻的方法,即可将激光二极管的管脚排列顺序确定。但检测时要注意,由于激光二极管的正向压降比普通二极管要大,所以检测正向电阻时,万用表指针仅略微向右偏转而已,而反向电阻则为无穷大。

学习情境 1.5 三极管的检测方法与经验

1.5.1 中、小功率三极管的检测

1. 判别三极管的性能

已知型号和管脚排列的三极管,可按下述方法来判断其性能。

(1) 测量极间电阻。将万用表置于 $R \times 100$ 挡或 $R \times 1k$ 挡,按照红表笔、黑表笔的六种不同接法进行测试。其中,发射结和集电结的正向电阻值比较低,其他四种接法测得的电阻值都很高,约为几百千欧至无穷大。但不管是低阻还是高阻,硅材料三极管的极间电



阻要比锗材料三极管的极间电阻大得多。

(2) 三极管的穿透电流 I_{CEO} 的数值近似等于管子的倍数 β 和集电结的反向电流 I_{CBO} 的乘积。 I_{CBO} 随着环境温度的升高而增长很快, I_{CBO} 的增加必然造成 I_{CEO} 的增大。而 I_{CEO} 的增大将直接影响管子工作的稳定性, 所以在使用中应尽量选用 I_{CEO} 小的管子。

通过用万用表电阻挡直接测量三极管 e—c 极之间电阻的方法, 可间接估算 I_{CEO} 的大小, 具体方法为: 万用表电阻的量程一般选用 $R \times 100$ 挡或 $R \times 1k$ 挡, 对于 PNP 管, 黑表笔接 e 极, 红表笔接 c 极, 对于 NPN 型三极管, 黑表笔接 c 极, 红表笔接 e 极。要求测得的电阻越大越好。e—c 间的阻值越大, 说明管子的 I_{CEO} 越小; 反之, 所测阻值越小, 说明被测管的 I_{CEO} 越大。一般说来, 中、小功率硅管、锗材料低频管, 其阻值应分别在几百千欧、几十千欧及十几千欧以上, 如果阻值很小或测试时万用表指针来回晃动, 则表明 I_{CEO} 很大, 管子的性能不稳定。

(3) 测量放大能力 (β)。目前有些型号的万用表具有测量三极管 hFE 的刻度线及其测试插座, 可以很方便地测量三极管的放大倍数。先将万用表功能开关拨至 $R \times 1k$ 挡, 量程开关拨到 ADJ 位置, 把红、黑表笔短接, 调整调零旋钮, 使万用表指针指示为零, 然后将量程开关拨到 hFE 位置, 并使两短接的表笔分开, 把被测三极管插入测试插座, 即可从 hFE 刻度线上读出管子的放大倍数。

另外, 有些型号的中、小功率三极管, 生产厂家直接在其管壳顶部标示出不同色点来表明管子的放大倍数 β 值, 其颜色和 β 值的对应关系见表 1.1, 但要注意, 各厂家所用色标并不一定完全相同。

表 1.1 三极管颜色与放大倍数对应关系

颜色	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫
β	7~15	15~25	25~40	40~55	55~80	80~120	120~180

2. 检测判别电极

(1) 判定基极。用万用表 $R \times 100$ 挡或 $R \times 1k$ 挡测量三极管三个电极中每两个极之间的正、反向电阻值。当用第一根表笔接某一电极, 而第二表笔先后接触另外两个电极均测得低阻值时, 则第一根表笔所接的那个电极即为基极 b。这时, 要注意万用表表笔的极性, 如果红表笔接的是基极 b, 黑表笔分别接在其他两极时, 测得的阻值都较小, 则可判定被测三极管为 PNP 型管; 如果黑表笔接的是基极 b, 红表笔分别接触其他两极时, 测得的阻值较小, 则被测三极管为 NPN 型管。

(2) 判定集电极 c 和发射极 e。(以 PNP 为例) 将万用表置于 $R \times 100$ 挡或 $R \times 1k$ 挡, 红表笔接基极 b, 用黑表笔分别接触另外两个管脚时, 所测得的两个电阻值会是一个大一些, 一个小一些。在阻值小的一次测量中, 黑表笔所接管脚为集电极; 在阻值较大的一次测量中, 黑表笔所接管脚为发射极。

3. 判别高频管与低频管

高频管的截止频率大于 3MHz, 而低频管的截止频率则小于 3MHz, 一般情况下, 两者是不能互换的。



4. 在路电压检测判断法

在实际应用中,小功率三极管多直接焊接在印刷电路板上,由于元件的安装密度大,拆卸比较麻烦,所以在检测时常常通过用万用表直流电压挡去测量被测三极管各引脚电压值的方法来推断其工作是否正常,进而判断其好坏。

1.5.2 大功率晶体三极管的检测

利用万用表检测中、小功率三极管的极性、管型及性能的各种方法,对检测大功率三极管来说基本上适用。但是,由于大功率三极管的工作电流比较大,因而其PN结的面积也较大。PN结较大,其反向饱和电流也必然增大。所以,若像测量中、小功率三极管极间电阻那样,使用万用表的 $R \times 1k$ 挡测量,必然测得的电阻值会很小,好像极间短路一样,所以通常使用 $R \times 10$ 挡或 $R \times 1$ 挡检测大功率三极管。

1.5.3 普通达林顿管的检测

用万用表对普通达林顿管的检测包括识别电极、区分PNP和NPN类型、估测放大能力等内容。因为达林顿管的e-b极之间包含多个发射结,所以应该使用万用表能提供较高电压的 $R \times 10k$ 挡进行测量。

1.5.4 大功率达林顿管的检测

检测大功率达林顿管的方法与检测普通达林顿管基本相同。但由于大功率达林顿管内部设置了 V_3 、 R_1 、 R_2 等保护和泄放漏电流元件,所以在检测时应将这些元件对测量数据的影响加以区分,以免造成误判。具体可按下述几个步骤进行:

(1) 用万用表 $R \times 10k$ 挡测量b、c之间PN结电阻值,应明显测出具有单向导电性能。正、反向电阻值应有较大差异。

(2) 在大功率达林顿管b-e之间有两个PN结,并且接有电阻 R_1 和 R_2 。用万用表电阻挡检测时,当正向测量时,测到的阻值是b-e结正向电阻与 R_1 、 R_2 阻值并联的结果;当反向测量时,发射结截止,测出的则是电阻 $R_1 + R_2$,大约为几百欧,且阻值固定,不随电阻挡位的变换而改变。但需要注意的是,有些大功率达林顿管在 R_1 、 R_2 上还并有一二极管,此时所测得的则不是 $R_1 + R_2$,而是 $R_1 + R_2$ 与两只二极管正向电阻之和的并联电阻值。

1.5.5 带阻尼行输出三极管的检测

将万用表置于 $R \times 1$ 挡,通过单独测量带阻尼行输出三极管各电极之间的电阻值,即可判断其是否正常工作。具体测试原理、方法及步骤如下:

(1) 将红表笔接e,黑表笔接b,此时相当于测量大功率管b-e结的等效二极管与保护电阻 R 并联后的阻值,由于等效二极管的正向电阻较小,而保护电阻 R 的阻值一般也仅有 $20 \sim 50\Omega$,所以二者并联后的阻值也较小;反之,将表笔对调,即红表笔接b,黑表笔接e,则测得的是大功率管b-e结等效二极管的反向电阻值与保护电阻 R 的并联阻值,由于等效二极管反向电阻值较大,所以此时测得的阻值即是保护电阻 R 的值,此值仍然较小。

(2) 将红表笔接c,黑表笔接b,此时相当于测量管内大功率管b-c结等效二极管的正向电阻,一般测得的阻值也较小;将红、黑表笔对调,即将红表笔接b,黑表笔接c,则相当于测量管内大功率管b-c结等效二极管的反向电阻,测得的阻值通常为无穷大。