

医疗器械类专业实训教材

医疗器械类专业 基础技能实训

李小红 主编



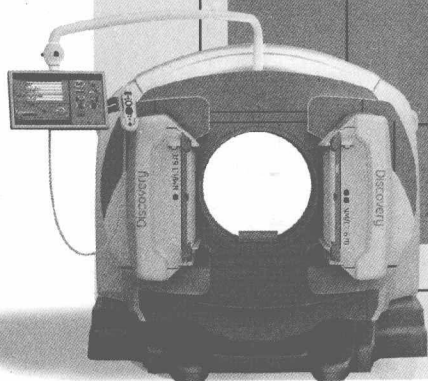
YILIAO QIXIELEI ZHUANYE
JICHU JINENG SHIXUN



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

医疗器械类专业实训教材

医疗器械类专业 基础技能实训



主编 李小红（安徽医学高等专科学校）

编者 曹彦（安徽医学高等专科学校）
余会娟（安徽医学高等专科学校）



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

• 南京 •

图书在版编目(CIP)数据

医疗器械类专业基础技能实训 / 李小红主编. —南京 :
东南大学出版社, 2014. 7

ISBN 978-7-5641-5027-3

I. ①医… II. ①李… III. ①医疗器械—电子电路—
教材 IV. ①TN77

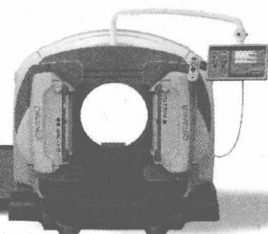
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 123878 号

医疗器械类专业基础技能实训

出版发行 东南大学出版社
出 版 人 江建中
社 址 南京市四牌楼 2 号
邮 编 210096
经 销 江苏省新华书店
印 刷 南京工大印务有限公司
开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 16.75
字 数 420 千字
版 次 2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5641-5027-3
定 价 38.00 元

* 本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系,电话:025—83791830。

医疗器械类专业 基础技能实训



前言

2012年6月,教育部印发《国家教育事业第十二个五年规划》,特别提出“高等职业教育重点培养产业转型升级和企业技术创新需要的发展型、复合型和创新型的技术技能人才”。这就要求高职医疗电子工程专业根据职业能力需求培养人才,密切联系实际,通过项目导向、任务驱动的方式,将教学内容设计成技能型的训练项目,实施教、学、做、练一体化的项目化、模块化的教学,达到职业意识与职业技能的综合培养。

实践是工程最本质的属性。本实训指导书遵循这一原则,依据医疗电子工程专业人才培养所涉及的核心技能,将基础课程中的实训任务归纳在包括电路基础、模拟电路、数字电路、单片机、传感器等在内的十一个项目中,以便于开展模块化实训教学。

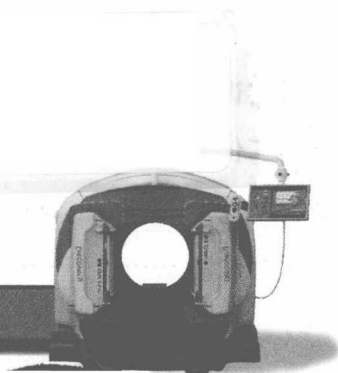
希望这本书能帮助医疗器械类高职学生系统掌握专业基础知识和基础技能,同时也帮助医疗器械维护维修人员更高效地开展工作。

限于水平,书中错误和疏漏之处在所难免,恳请读者指正,以利于我们进一步改进和完善。

编者

2014年5月

医疗器械类专业 基础技能实训



目 录

项目一 电子测量仪器实训	(1)
实训一 指针式万用表的结构及使用	(1)
实训二 数字万用表的结构及使用	(9)
实训三 双踪示波器的结构及使用	(15)
实训四 信号发生器的使用	(26)
实训五 晶体管毫伏表的使用	(30)
实训六 常用电子仪器的综合使用	(34)
项目二 手工焊接技术	(39)
实训 手工焊接	(39)
项目三 常见半导体元器件识别与检测	(48)
实训一 二极管识别与检测	(48)
实训二 三极管识别与检测	(53)
实训三 晶闸管识别与检测	(59)
实训四 场效应管识别与检测	(61)
项目四 识读电路图	(64)
实训 识读电路图	(64)

项目五 电路基础实训	(70)
实训一 基本电工仪表的使用及测量误差的计算	(70)
实训二 验证基尔霍夫定律	(73)
实训三 叠加原理验证	(75)
实训四 戴维宁定理的验证	(77)
实训五 诺顿定理的验证	(80)
实训六 R 、 L 、 C 元件阻抗特性的测定	(83)
实训七 RLC 串联谐振的研究	(86)
实训八 RC 一阶电路的响应测试	(89)
项目六 模拟电路实训	(92)
实训一 晶体管共射极单管放大电路测试	(92)
实训二 负反馈放大电路测试	(101)
实训三 RC 正弦波振荡器调试	(106)
实训四 差动放大器测试	(110)
实训五 集成运算放大器及应用	(115)
实训六 OTL 功率放大电路测试	(124)
实训七 直流稳压电源调试	(128)
项目七 数字电路实训	(132)
实训一 TTL 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试	(132)
实训二 组合逻辑电路的设计与测试	(137)
实训三 数据选择器及其应用	(140)
实训四 译码器及其应用	(146)
实训五 计数器及其应用	(149)
实训六 74161 计数设计实训	(155)
实训七 555 时基电路及其应用	(158)
实训八 电子秒表设计与调试	(162)

项目八 线性集成电路应用实训	(167)
实训一 运算放大器	(167)
实训二 数字锁相环	(169)
实训三 波形发生器	(173)
实训四 有源开关电容滤波器	(175)
实训五 集成稳压器	(177)
实训六 555 定时器	(181)
项目九 传感器实训	(184)
实训一 双孔应变传感器——称重实验	(184)
实训二 光纤传感器的位移测量	(188)
实训三 霍尔传感器	(191)
实训四 电容式传感器性能	(194)
实训五 MPX 扩散硅压阻式传感器	(197)
项目十 单片机实训	(200)
实训一 I/O 口输入输出实训	(200)
实训二 数码管实训	(202)
实训三 LED 点阵实训	(206)
实训四 按键实训	(210)
实训五 矩阵键盘实训	(212)
实训六 中断实训	(216)
项目十一 综合实训项目	(219)
实训一 简易光控电路的组装与调试	(219)
实训二 六管超外差式收音机组装与调试	(222)
实训三 脉搏测试仪电路设计与制作	(230)
附录 常用电子元器件参考资料	(232)
主要参考文献	(258)



项目一 电子测量仪器实训

实训一 指针式万用表的结构及使用

实训目标

1. 知识目标
 - (1) 了解万用表测量的基本原理。
 - (2) 熟悉指针式万用表的基本结构。
2. 技能目标
 - (1) 掌握指针式万用表的使用方法。
 - (2) 学会用万用表测量各种物理量。

实训原理

万用表又称多用表,是用来测量直流电流、直流电压和交流电流、交流电压、电阻等参数的仪表,有的万用表还可以用来测量电容、电感以及晶体二极管、三极管的某些参数。常用的有指针式万用表和数字万用表。

指针式万用表的基本工作原理是利用一只灵敏的磁电式直流电流表(微安表)做表头。当微小电流通过表头时,就会有电流指示。但表头不能通过大电流,所以,必须在表头上并联或串联电阻进行分流或降压,从而测出电路中的电流、电压和电阻。图 1-1-1 所示分别为测直流电流、直流电压、交流电压及电阻的原理示意图。

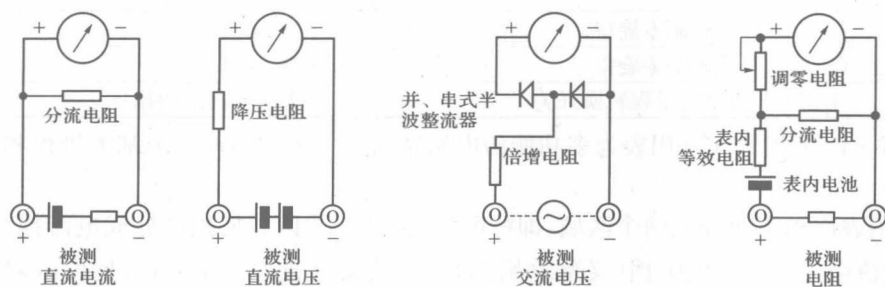


图 1-1-1 指针式万用表测量原理示意图

基本使用方法:

(1) 测试前, 首先把万用表置于水平状态, 看其指针是否处于零点(指电流、电压刻度的零点), 若不在, 则应调节表头下方的“机械调零旋钮”, 使指针指向零点。

(2) 根据被测项, 正确选择万用表上的测量项目及量程开关。

如已知被测量的数量级, 则选择与其相对应的数量级量程。如不知被测量的数量级, 则应从选择最大量程开始测量, 当指针偏转角太小而无法精确读数时, 再把量程减小。一般以指针偏转角不小于最大刻度的 30% 为合理量程。

实训器材

MF-47 型万用表; 电阻、电容、电感、二极管、三极管若干。

实训内容与步骤

1. 认识万用表

指针式万用表(又称为机械式万用表)是一种用途广泛的常用测量仪表, 主要由表盘、转换开关、表笔和测量电路(内部)四个部分组成, 其型号很多, 但使用方法基本相同, 下面以 MF-47 型万用表为例作介绍。

(1) 基本结构

MF-47 型万用表的外观如图 1-1-2、图 1-1-3 所示, 其面板结构见表 1-1-1。



图 1-1-2 MF-47 型万用表实物图

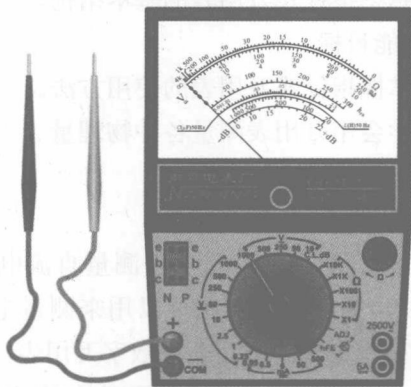


图 1-1-3 MF-47 型万用表外观示意图

表 1-1-1 MF-47 型万用表面板结构

标号	名称	标号	名称
①	表盘	⑤	晶体管测试孔
②	机械调零旋钮	⑥	表笔插孔
③	欧姆调零旋钮	⑦	高压测试插孔
④	挡位/量程转换开关	⑧	大电流测试插孔

MF-47 型指针式万用表为多功能磁电系整流式仪表, 共有 25 个基本量程和 4 个附加量程。

万用表面板主要分成两个区域, 即标度区、换挡开关区。换挡区分成电流挡、直流电压挡、交流电压挡以及电阻挡(又称欧姆挡)。各挡又分成若干量程挡, 标度区对应不同测量挡有不同的标度尺。如图 1-1-4 所示, 表盘上共有 6 条标度尺。

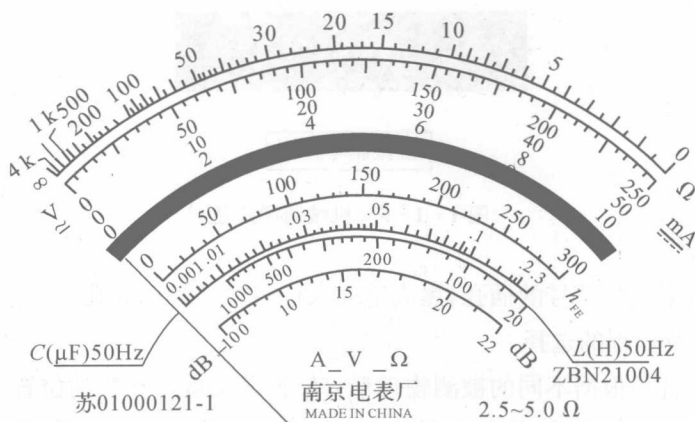


图 1-1-4 表盘标度尺

第一条标度尺:电阻标度尺(读数时从右向左读),用“ Ω ”表示。

第二条标度尺:交流电压、直流电压、电流共用标度尺(读数时从左向右读),用“ $\underline{V}$ ”表示。

第三条标度尺:晶体管共发射极直流电流放大系数标度尺,用“ h_{FE} ”表示。

第四条标度尺:电容容量标度尺,用“ $C(\mu F) 50 \text{ Hz}$ ”表示。

第五条标度尺:电感量标度尺,用“ $L(H) 50 \text{ Hz}$ ”表示。

第六条标度尺:音频电平标度尺,用“dB”表示。

读数时,应尽量使视线与表面垂直(镜面的作用),以减小由于视线偏差引起的使用误差。

(2) 使用注意事项

①进行测量前,先检查红、黑表笔连接的位置是否正确。红色表笔接到红色接线柱或标有“+”号的插孔内,黑色表笔接到黑色接线柱或标有“-”号的插孔内,不能接反,否则在测量直流电量时会因正负极的反接而使指针反转,损坏表头部件。

②在表笔连接被测电路之前,一定要查看所选挡位与测量对象是否相符,否则,误用挡位和量程,不仅得不到测量结果,而且还会损坏万用表。

在此提醒初学者,万用表损坏往往就是上述两种原因造成的。

③测量时,须用右手握住两支表笔,手指不要触及表笔的金属部分和被测元器件。

④测量中若需转换量程,必须在表笔离开电路后才能进行,否则选择开关转动产生的电弧易烧坏选择开关的触点,造成万用表接触不良的事故。

⑤在实际测量中,经常要测量多种电量,每一次测量前要注意根据每次测量任务把选择开关转换到相应的挡位和量程,这是初学者最容易忽略的环节。

2. 使用前的准备

(1) 机械调零

万用表在测量前,应注意水平放置时,用小改锥左右微调表盘上的机械调零旋钮(见图 1-1-5),使指针指准交、直流挡标尺的零刻度位置。否则读数会有较大的误差。



机械调零旋钮

图 1-1-5 机械调零旋钮

(2) 插孔选择

红表笔插入标有“+”号的插孔,黑表笔插入标有“-”号的插孔。

(3) 物理量及量程的选择

物理量选择就是根据不同的被测物理量将转换开关旋至相应的位置。

合理选择量程的标准是:测量电流和电压时,应使表针偏转至满刻度的 $1/2$ 或 $2/3$ 以上;测量电阻时,应使表针偏转至中心刻度值的 $1/10 \sim 10$ 倍,通俗地说就是测量时使指针停在表盘中间或靠近中间的位置。

3. 测量电阻

(1) 注意事项

- ①使用欧姆挡时不能带电测量。
- ②被测电阻不能有并联支路。
- ③每次读数前都需要进行欧姆调零。

(2) 测量步骤

①将转换开关旋至“ Ω ”挡。

②估计所测电阻阻值,如根据色环标识读出电阻的标称值。

③选择适当量程,预计使指针指示在中线附近。如果不能估测出被测电阻阻值,一般将开关拨在 $R \times 100$ 或 $R \times 1 \text{ k}$ 的位置进行初测,然后看指针是否停在中线附近,如果是,说明量程合适。若指针太靠零,则要减小量程;若指针太靠近无穷大,则要增大量程。

④测量并读数:阻值=刻度值 $\times$ 倍率。

在每次读数前,还需要进行欧姆调零。如图 1-1-6 所示,将红、黑两笔短接,观察指针是否指在零刻度位置,如果没有,则需调节欧姆调零旋钮,使指针指在第一条标度尺的零刻度位置,即零欧姆处。

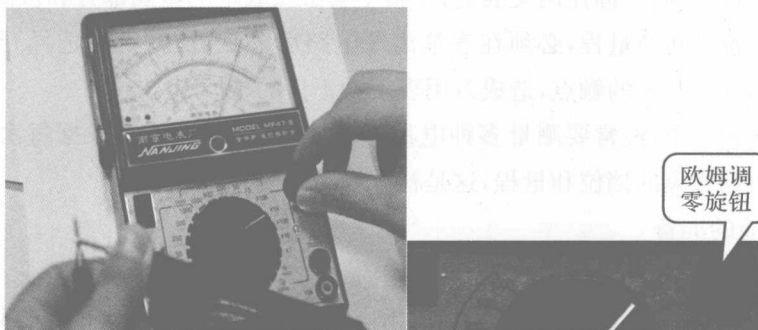


图 1-1-6 欧姆调零



注意:每换一次挡位,在正式测量之前都需重新进行欧姆调零,以减小测量误差。若调不到零点,多数原因是电池电量不足,此时应更换电池。

如图 1-1-7 所示,读出:阻值 $=24 \times 10 \text{ k} = 240 \text{ k}\Omega$

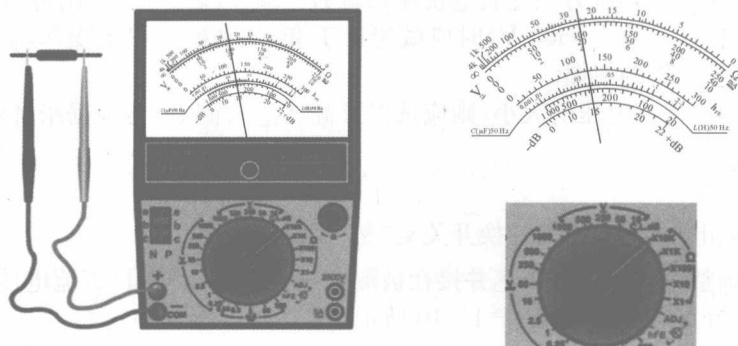


图 1-1-7 电阻测量

注意:图 1-1-8 所示为错误的测量方法。试分析并说明原因。

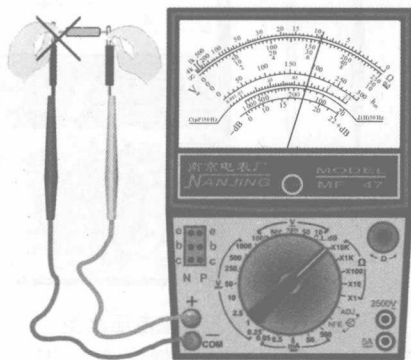


图 1-1-8 不正确的测量方法

⑤挡位复位:测量完毕,将转换开关调至 OFF 位置或调至交流电压 1 000 V 挡。

(3) 实训

如图 1-1-9 所示,所测电阻阻值为多少?

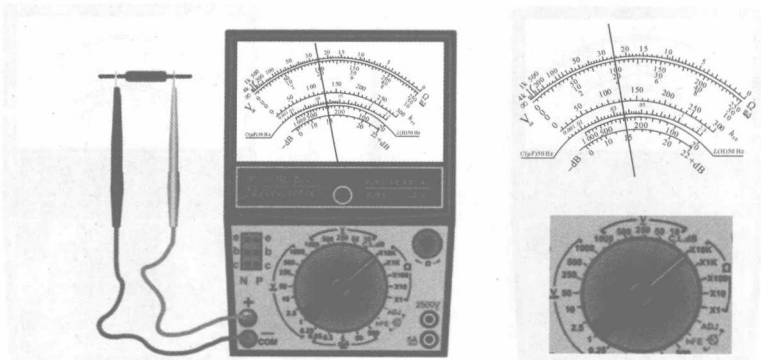


图 1-1-9 电阻测量实训

阻值=_____×_____ = _____ Ω 。

4. 测量电压

(1) 注意事项

①将万用表与被测电路并联测量。

②测量直流电压时,应将红表笔接高电位,黑表笔接低电位。若无法区分高低电位,应先将一支表笔接稳一端,另一支表笔快速触碰另一端,若表针反偏,则说明表笔接反。

③测量高电压(500~2 500 V)时应戴绝缘手套,站在绝缘垫上操作,使用高压测试表笔,并养成单手操作的习惯。

④若无法估计待测电压的大小,则应选择最高挡进行测量,再根据指针偏转情况,选择合适的量程进行测量。

(2) 测量步骤

①根据所测电压类型,调整转换开关至“V”挡或“ $\dot{V}$ ”挡。

②测量并调整量程。将两表笔并接在被测电压两端进行测量(直流电压有正负极之分,交流电压不分正负极),如图 1-1-10 所示。

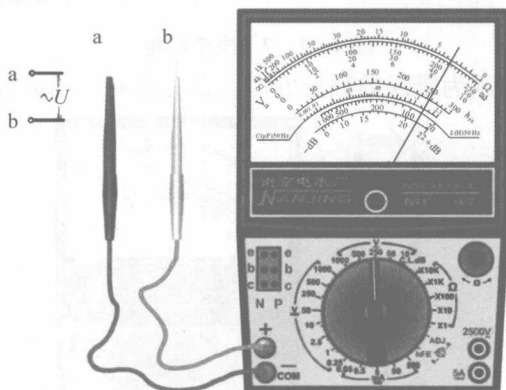


图 1-1-10 交流电压测量

③读数。读数时选择第二条刻度。第二条刻度有三组数字,要根据所选择的量程来选择刻度读数。如图 1-1-10 所示,读出此时电压值为交流 220 V(有效值)。

④挡位复位。将挡位开关打在 OFF 位置或打在交流电压 1 000 V 挡。

(3) 练习

读出图 1-1-11 中两个电压值 U_{ab} 和 U_{cd} 。

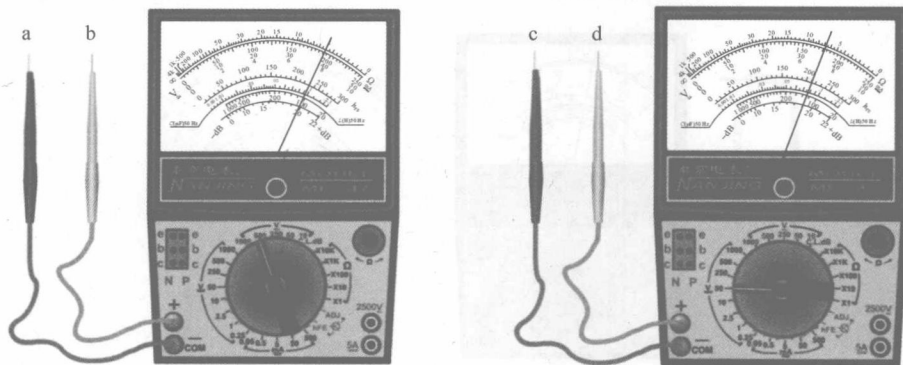


图 1-1-11 电压测量实训

U_{ab} : _____ ; U_{cd} : _____。



5. 测量电流

(1) 注意事项

- ①将万用表串联接入被测回路中。
- ②测量直流电流时,应使电流从红表笔流入、从黑表笔流出万用表。
- ③在测量时不允许带电换挡。
- ④在测量较大电流(500 mA~5 A)时,红表笔插入 5 A 专用插孔,量程选择开关置于 500 mA 挡,应断开电源后再撤去表笔。

(2) 测量步骤

①估计所测电流大小,选择量程。若不能估计电流大小,则应先用最高电流挡进行测量,以免指针偏转过度而损坏表头。注意,不允许带电换挡。

②测量并调整量程。将万用表串接在被测回路中进行测量,要注意电流方向,不可将表笔的正负极性接反。

③读数。

6. 其他功能

(1) 音频电平测量:该功能主要用于测量电信号的增益或衰减。测量方法与交流电压的测量方法相同,读数是表面最下边一条刻度尺,该刻度数值是量程选择开关在交流“10 V”挡时的直接读数值。当交流电压为“50 V”、“250 V”、“500 V”各挡时,测量结果应在表面读数值上分别加上+14 dB、+28 dB 和+34 dB。

(2) 晶体管直流放大倍数 h_{FE} 的测量:先将转换开关旋至晶体管调节 ADJ 位置进行电气调零,使表针对准 $300h_{FE}$ 标度尺;然后将转换开关旋至 h_{FE} 位置,把被测晶体管插入专用插孔进行测量。N 型管孔插 NPN 型晶体管,P 型管孔插 PNP 型晶体管。

(3) 电感和电容的测量:将量程选择开关旋至交流 10 V 位置,将被测电容或电感串接于任一测试棒,而后跨接于 10 V 交流电压电路中进行测量。



实训注意事项

万用表是比较精密的仪器,如果使用不当,不仅会造成测量不准确且极易损坏。使用万用表时应注意如下事项:

(1) 测量电流与电压时不能旋错挡位。如果误用电阻挡或电流挡去测电压,就极易烧坏电表。万用表不用时,最好将挡位旋至交流电压最高挡,避免因使用不当而损坏。

(2) 测量直流电压和直流电流时,应注意“+”、“-”极性不要接错。如发现指针反偏,应立即调换表笔,以免损坏指针及表头。

(3) 如果不知道被测电压或电流的大小,应先用最高挡,而后再选用合适的挡位来测试,以免表针偏转过度而损坏表头。所选用的挡位愈靠近被测值,测量的数值就愈准确。

(4) 测量电阻时,不要用手触及元件的两端(或两支表笔的金属部分),以免人体电阻

与被测电阻并联,导致测量结果不准确。

(5) 测量电阻时,如将两支表笔短接,“欧姆调零旋钮”旋至最大,指针仍然达不到零点,这种现象通常是由于表内电池电压不足造成的,应换上新电池方能准确测量。

(6) 万用表不用时,不要旋在电阻挡,因为内有电池,如不小心易使两根表笔相碰短路,不仅耗费电池,严重时甚至会损坏表头。



思考题

1. 使用指针式万用表可以测量哪些物理量?
2. 如何进行欧姆调零? 电阻可以带电测量吗? 为什么?
3. 测电流和测电压时,万用表接入电路的方式有何不同? 测量时有哪些注意事项?

(李小红)



实训二 数字万用表的结构及使用

实训目标

1. 知识目标

- (1) 了解万用表测量的基本原理。
- (2) 熟悉数字万用表的基本结构。

2. 技能目标

- (1) 掌握数字万用表的使用方法。
- (2) 学会用万用表测量各种物理量。

实训原理

数字万用表是目前最常用的一种数字仪表。其主要特点是准确度高、分辨率强、测试功能完善、测量速度快、显示直观、过滤能力强、省电、便于携带。

数字万用表的测量过程由转换电路将被测量转换成直流电压信号,再由模/数(A/D)转换器将电压模拟量转换成数字量,最后把测量结果用数字直接显示在显示屏上。

实训器材

VC-9802A 型万用表;电阻、电容、电感、二极管、三极管若干。

实训内容与步骤

1. 认识万用表

数字万用表是把连续的被测模拟电参量自动地变成断续的、用数字编码方式并以十进制数字自动显示测量结果的一种电测量仪表。下面以 VC-9802A 型万用表为例作介绍。

图 1-2-1 所示为 VC-9802A 型万用表。



图 1-2-1 VC-9802A 型数字万用表面板结构

其主要特点是:采用 CMOS 集成电路,双积分原理 A/D 转换,自动校零,32 挡位,自动极性选择,超量程指示,液晶大屏幕显示,自动关机等功能。

下面,我们来认识数字万用表的面板:

(1) 按下电源开关②,显示屏①有显示。如果电池电量不足,则左上方会出现电池正负极符号。若电池电量不足需要及时更换电池。

(2) 若按下③,则显示屏背光打开。为节省电池,一般只要可以清楚地观察到有数据显示,就不需打开此开关。

(3) 按下④,保持屏幕已显示数据。当下一次测量时感觉数据不变化时,请留意此开关是否被误按,弹起即可进行下一次测量。

(4) 万用表有红、黑两根表笔,位置不能接反、接错,否则,会带来测试错误或判断失误。黑表笔始终接入 COM 插孔。测直流电压、交流电压、电阻、二极管和电路通断检测时,红表笔插入 V/Ω 插孔。测电流时,需要根据所测电流大小,选择将红表笔插入 mA (小电流)插孔或 20 A (大电流)插孔。

(5) 根据测试项目选择好表笔插孔后,一定不要忘记在测量前转换好挡位。测量电压时,当无法估计被测电压的大小时,应先选最高量程进行测量,然后再根据情况选择合适的量程。测量较高电压时,不论直流还是交流,都要严禁拨动量程开关,否则将会产生电火花,使万用表损坏。测量时,若万用表显示溢出符号“1”,说明已发生过载,应更换高一级的量程再进行测量。记住,切不可用测电阻、电流挡测电压,如果用直流电流或电阻挡去误测交流 220 V 电源,则万用表会被立刻烧毁。

2. 电阻测量

(1) 注意事项

①使用欧姆挡时不能带电测量。

②被测电阻不能有并联支路。

③在使用各电阻挡、二极管挡时,红表笔接 V/Ω 插孔(带正电),黑表笔接 COM 插