

DIANGONG DIANZI SHIYAN SHOUCHE

电工电子实验手册

谢劲草 张豫滇编著

南京邮电大学电工电子教学实验中心

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验技术(实验手册) / 谢劲草,张豫滇编著. —南京:
河海大学出版社,2004.7

ISBN 7-5630- -

I. 电… II. ①谢… ②张… III. 电路—实验—高等学校—教材 IV. TM13-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 号

书 名 / 电工电子实验技术(实验手册)

书 号 / ISBN 7-5630- -

责任编辑 /

封面设计 /

出 版 / 河海大学出版社

地 址 / 南京市西康路1号(邮编:210098)

电 话 / (025)83737852(总编室) (025)83722833(发行部)

经 销 / 江苏省新华书店

印 刷 /

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 千字

版 次 / 2004 年 7 月第 1 版

印 数 / 册

定 价 /

前 言

《电工电子实验手册》是电工电子基础实验、电工电子实验Ⅰ、Ⅱ,高频电路实验,电子电路课程设计、单片机课程设计、电子系统设计与实验等课程的辅助性教材。

本教材的使用对象是通信工程、信息工程、电子科学与技术、计算机科学与技术、自动化、测控与仪表、微电子等电子类各专业本科学生,使用本教材时要求读者已经过学习电路分析和数字电路与系统等前期课程。

这本实验手册各章的主要内容和学习时的建议分述如下:

1. 第一章概括地给出了在学习常用电子仪表原理和操作时的建议和要求,其中仪表操作规范和实验守则是在电工电子类实验课程中必须严格遵守的。

2. 第二章给出了实验中几种常用仪表的操作练习题,这些练习题将常用仪表的每一项功能逐一分解,同时涉及到每一个开关或旋钮的基本操作,为了便于读者在了解仪表原理的基础上自觉地使用仪表,每一项练习都给出练习目的、练习步骤和提示,在提示中结合仪表原理说明操作某一开关、旋钮的目的或理由。

3. 第三章为常用仪表原理与使用的思考题,这些思考题用于引导读者学习常用仪表的原理并指导读者在明了仪表原理的基础上自觉地使用仪表。

4. 第四章为电工电子系列实验课程中常用电子元器件的参考资料,为了便于读者查找,在本手册中集中了实验中常用电子元器件的电气参数、功能表和管脚图等等。

5. 第五章给出了各类实验中所要用到的实验箱,在实验前读者必须认真阅读本章内容,学习实验箱的操作方法,了解它的功能。

《电工电子实验手册》是在原《电子电路设计与实验技术》(实验手册)的基础上改编而成,其中第一、二章由张豫滇编写,第三章由朱震华、薛梅、张豫滇共同编写,第四、五章由谢劲草编写,李旭平和朱震华提供了本书所用的照片资料。

编者于南京邮电大学

2004年7月1日

目 录

第一章	常用电子仪表学习指导.....	1
第一节	学习仪表原理,掌握仪表使用的重要性	1
第二节	怎样才能做到正确而熟练地使用仪表.....	1
第三节	电子仪表操作规范.....	3
第四节	学生实验守则.....	6
第二章	常用电子仪表操作练习.....	8
第一节	万用表.....	8
第二节	模拟双踪示波器(V-212型).....	16
第三节	交流毫伏表(以SX-2172为例)	42
第四节	函数信号发生器(8112型函数发生器).....	45
第三章	常用电子仪表原理与使用思考题	53
第一节	仪表连线	53
第二节	万用表	54
第三节	示波器	58
第四节	交流电压表	62
第五节	函数发生器	63
第六节	直流稳压电源	64
第四章	实验常用电子元器件	66
第一节	常用分立元件	66
第二节	模拟集成电路	72
第三节	标准数字集成电路	84
第四节	大规模集成电路	99
第五节	TTL器件和CMOS器件使用规则	105
第六节	半导体器件命名规则.....	110

第五章	实验箱.....	113
第一节	数字实验箱.....	113
第二节	模拟实验箱.....	124
第三节	高频实验箱.....	127
第四节	电路、信号与系统实验箱	130
附录一	实验中常用元件索引.....	133

第一章 常用电子仪表学习指导

本章将介绍学习电子仪表的意义、练习方法和操作的总体要求。通过本章学习,希望读者能体会到掌握仪表原理和操作方法的重要性,并明确常用电子仪表使用的基本规范。

第一节 学习仪表原理,掌握仪表使用方法的的重要性

任何一种电子设备在设计之初都必须拟定一套技术标准,只有完全符合所有技术标准的设备才是合格的设备。因此,在电子设备的开发、生产、销售和维护等各个阶段都必须检查它是否符合技术指标要求,而检查时所依靠的工具绝大部分是电子仪表,只有很少的指标是靠人的主观感觉评价(如电话传输系统的话音自然度要靠人的听觉来评价)。可以说,没有电子仪表,电子产品的研制,生产和维修将寸步难行。

随着电子技术的飞速发展,在电子产品研制过程中测量和仪表所占的研制经费份额越来越大,一些数字化设备的仪表和测量经费已达到全部研制经费的70%,由此可见,仪表与测量不仅仅是工具性的,它们在许多情况下甚至起着决定性的作用。

在电类专业各门课程中大都设有实验,常用的电子仪表是各种实验中取得测量数据的必要工具,如果不能正确使用仪表,则测得的数据是不可信的。笔者从事电子类实验教学多年,在实验课考试中有相当一部分同学是因为不能正确使用仪表而造成成绩不及格的,这些同学或是疏于仪表练习,或是不了解仪表原理而盲目操作,或是平时不努力想凭借临阵磨枪应付考试,这些同学不知仪表使用是一种技能,没有长期积累和训练是无法成操作能力的,在这种情况下实验考试成绩不佳就不足为怪了。

由于上述原因,不管是为了今天的学习还是今后的工作,都必须认真学习电子仪表的工作原理和掌握正确的使用方法。

第二节 怎样才能做到正确而熟练地使用仪表

为了帮助读者达到正确而熟练地使用仪表的目标,现提供如下建议:

（一）明确仪表操作训练标准

在学习仪表使用的过程中没有明确的训练标准,就无法对自己当前的仪表练习和操作水平做出客观评价,仪表操作训练必将是盲目的,若因训练盲目而形成了错误概念和习惯,纠正起来将是十分困难的。

仪表操作的训练标准可以用三句话来概括:1)牢记仪表性能指标;2)背熟仪表原理框图;3)操作熟练,没有无效动作。

牢记仪表性能指标是仪表使用者选用仪表的前提,如果因不知道仪表的具体功能指标而错选了仪表,必将造成测量错误,而测量者难以查觉错误的原因。例如,实验中常有一些同学选用 SX-2172 型交流电压表测量一个 $f=5\text{ MHz}$ 的正弦信号电压,测得结果远低于预期值。原因是该型号电压表的上限频率只有 2 MHz ,而被测信号的 5 MHz 已超出电压表上限频率,故测量数据错误。如果说操作者没有记住上限频率为 2 MHz 的指标,错选仪表是难免的。

背熟仪表原理框图,是为了使仪表操作者明白调整哪个旋钮或开关才能使仪表处于最佳的工作状态,从而得到最佳测量结果。仪表的原理框图中标明了各个开关或旋钮对仪表内部电路的控制作用,只有了解仪表的框图原理,才能清楚在什么情况下应该调节哪个开关(旋钮),避免仪表操作的盲目性。

例如,用示波器测试周期信号时,波形不稳定是最为常见的现象,如果了解使波形稳定的同步原理,同时记熟了与同步触发信号相关的那几个开关(旋钮)以及触发信号在它们之间的传输路径,那么,当波形不稳定时,使用者会自觉地根据传输路径检查相关开关或旋钮的位置是否恰当,快速地将波形调稳定。

作为电子仪表的使用者,背熟仪表的原理方框图是最起码的要求,做不到这一点,操作仪表必然是盲目的,熟练操作仪表将是一句空话,更不会具有举一反三的能力。当换了另一型号的仪表后,尽管新遇到的仪表与使用过的原理相同,只要面板旋钮开关的排列位置不同,就可能不会使用这个仪表,一些用人单位反映个别学生不会用仪表,大都是因为这一原因造成的。

熟练操作没有无效动作,是指仪表操作时不假思索一气呵成,已形成了一种自动化完成操作的定式,并且在操作时直接调节有关旋钮开关,不会操作其他无关旋钮。

仪表使用是一种技能,而形成技能的基本标准是达到自动化完成的熟练程度。如同骑自行车一样不需要时时考虑如何保持平衡那样。仪表使用技能比骑自行车要复杂,它涉及到两种技能训练;一是心智操作技能,一是动手操作技能。动手操作技能比较容易理解,它是指用手拨动旋钮和开关的操作,心智操作是指在使用仪表时,心里必须想到仪表原理框图,对当前的被测信号,测量要求,相关旋钮,进行综合分析和判断,确定应须首先动哪个旋钮开关的一个思考过程,这一思考过程必须十分流畅准确。在仪表使用技能中,心智技能是起决定性作用的,而这一技能的形成必须依靠大量的训练。

综上所述,要达到正确熟练使用仪表的目标,必须做到:记牢仪表指标,背熟原理框图,反复训练形成技能。

电子仪表种类繁多,操作方法各异,人们在实践中总结出操作这些仪表的一些共性要求,归纳成文并形成仪表使用者应共同遵守的标准,这就是仪表操作规范。

在仪表使用时要经历使用前准备、开机(打开仪表电源)、测量、关机和结束整理等五个阶段,故仪表操作规范对这五个阶段的要求如下:

(一) 做好仪表使用前准备工作

仪表使用前准备工作有:

(1) 掌握仪表工作原理、背熟原理框图,牢记仪表技术指标。

(2) 将所用仪表各旋钮开关均置于安全档位。

对于输出型仪表(函数发生器、直流稳压源)最安全档位是输出信号最小的档位;对于输入型仪表(万用表、交流电压表、示波器)最安全档位是电压最高档)。

(3) 检查所有仪表连线是否齐备完好。

(4) 合理安放其他实验用具。

一般应将元件盒工具盒放在实验桌面左侧,实验书和报告本放在桌面右侧,无关的东西不可放在桌面上,如图 1-1 所示。



图 1-1 工具盒位置

(二) 开机要求

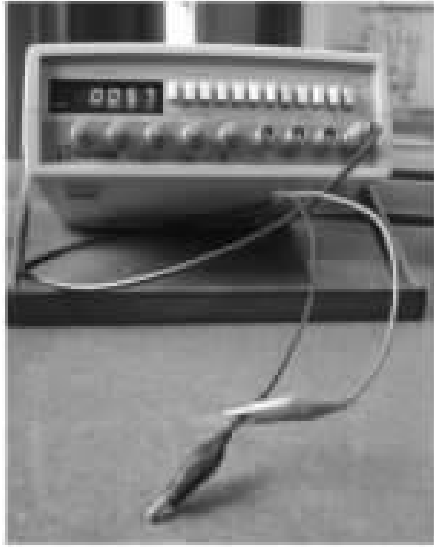
准备工作完成后,打开所有要用的仪表电源开关,在实验过程中不可反复开、关仪表电源。

要求在实验过程中仪表电源一直开着是基于: 1) 一般仪表开机后(10~30)分钟才能稳定工作,频繁开关仪表电源将难以保证仪表工作在最佳状态;2) 仪表开关的瞬间易产生某种冲击信号,这些冲击信号会对被测电路造成不利影响甚至损坏。

(三) 测量时操作要求

- (1) 必须先选择合理档位,再接被测电路。
- (2) 仪表线接入被测电路时先接地线后接信号线,拆线时必须先拆信号线后拆地线。
- (3) 暂时不用的仪表,其连线应合理放置。

当仪表暂时不用时,仪表连线不可随意乱放,对于函数发生器连线夹子按图 1-2 放置,对于直流电源,连线夹子按图 1-3 放置,对于交流电压表或示波器连线应按图 1-4 放置。



1-2 函数发生器暂时不用时连线夹子的摆放



图 1-3 直流电源暂时不用时夹子线的摆放



1-4 交流电压表暂时不用时夹子线的摆放

(4) 指针式仪表打表后不可拍打仪表机壳,必须用换档或关电源的方法使表针归位。

(四) 关机要求

关机时所有旋钮开关置于安全档位,然后关机。

(五) 实验后整理要求

(1) 所有仪表的连线放在指定位置。

如图 1-5 所示。



图 1-5a 实验结束后仪表整理要求

(2) 实验箱放入实验桌的柜中。

(3) 凳子放在桌下。

平时在实验中遵守仪表操作规范,并养成良好的仪表操作习惯,这对于提高实验效率,



图 1-5b 实验后函数发生器整理要求



图 1-5c 实验后交流电压表和示波器整理要求

避免人为差错有着至关重要的作用。在工作单位,人们往往是通过观察一个人使用仪表是否规范来评价他的科技工作素质的。

第四节 学生实验守则

1. 实验中必须遵守学校《学生实验须知》的要求,按《电工电子实验操作规范》使用仪表和实验器材,自觉养成良好的操作习惯。爱护实验设施,如违章操作损坏仪表和器材,必须依照学校《设备器材丢损赔偿处理办法》赔偿。

2. 为保证人身安全,实验时必须穿绝缘性能好的鞋,测量 36 伏以上的电压时,应先检查连线绝缘再做测试,测试时右手单手操作。发现仪表和实验装置异常,应及时报告指导老师,不得自行处理。

3. 实验前必须按要求设计,核算实验数据,做好预习报告,若预习报告不符合要求,则

不允许做实验。必须在本次实验时交上次的实验报告,否则,不予批改。实验报告必须按照《实验报告写作要求》撰写。

4. 实验应独立完成,自觉应用理论知识分析和解决实验中的问题,不依赖老师和他人。如实记录实验数据,不得抄袭他人的数据和报告,否则,一经发现将取消本次实验成绩。

5. 实验完成后必须经指导教师验收、签字。离开实验室前必须按要求整理好仪表、连线、实验器材、工具和桌椅。实验箱编号必须与实验组编号一致。

6. 未经教师同意不得擅自调换座位,不得擅自挪用其他实验组的仪表和器材,不得吃东西,不得听收音机、录音机,不得乱扔纸屑。

7. 未经教师同意不得自行调换实验时间和实验室,实验迟到 15 分钟以上取消本次实验资格,无故缺少实验达到三分之一时,依据学校的规定取消本课的考试资格。

8. 实验室开放时,应认真在《实验室开放登记本》上登记。

第二章 常用电子仪表操作练习

本章内容是实验中常用的万用表、示波器、交流电压表、函数发生器和直流稳压电源等仪表的操作练习。为了使读者较系统地进行操作练习,故将各种仪表操作进行细化,一项练习针对一个功能,或针对一项技术指标,或针对一项操作中易出现的现象,练习中给出具体操作步骤,针对测量现象给出思考题。每一项练习都有明确的提示,帮助读者运用仪表原理来解释测量中出现的一些现象。

在依照本章进行操作练习前,应该学习相关实验教材中讲述的仪表工作原理和给出的技术指标。有关直流稳压电源的操作练习没有单列出来,而是将练习分散在其他仪表练习之中。

第一节 万用表

(一) 电阻档(欧姆档)练习

编号	W-001
目的	了解电阻档调零的工作原理、操作方法及注意事项。
练习步骤	<p>① 将TY-360型万用表打至电阻档的$\times 10\text{ K}$档,将红、黑表笔对接,调整电阻调整旋钮“$0\ \Omega$ ADJ”,使表指针指向“$0\ \Omega$”刻度。</p> <p>② 红黑表笔仍然对接、将电阻换至$\times 1\text{ K}$、$\times 100$、$\times 10$、$\times 1$档,每换一档时认真观察表针是否仍指在“$0\ \Omega$”处。一般情况下每换一档后,表针都会偏离“$0\ \Omega$”刻度线。</p> <p>③ 结合电阻档工作原理,说明为何换档后表针的位置不一定指在“$0\ \Omega$”刻度上。说明为何每换一档时必须重新对电阻档进行一次调零操作。</p>
提示	<p>电阻档一般使用2组电池,当位于“$\times 10\text{ K}$”档时用的是9 V电池,当$\times 1\text{ K}\sim\times 1$档时用的是1.5 V电池,所以,由“$\times 10\text{ K}$”档换为其他档时,由于内部电池已经更换,所以必须重新调零。</p> <p>在“$\times 1\text{ K}\sim\times 1$”4个档位上,尽管同样都使用1.5 V电池,但是,由于各档电阻的中值电阻不同,加上电池内阻的影响,使得表针难以总是指向$0\ \Omega$刻度。</p> <p>基于上述两个原因,在电阻换档时必须重新进行调零操作。</p>
编号	W-002
目的	了解万用表电阻档中值电阻的含义,掌握根据各档中值电阻值选择合理档位的方法。

编号	W - 002
练习步骤	<ol style="list-style-type: none"> ① 查看万用表说明书,明确各电阻档的中阻电阻阻值。 ② 认真观察表盘上电位刻度,指出哪一段的刻度均衡,测量误差较小。 ③ 当被测电阻为 $1\text{ k}\Omega$ 时,应选择哪一档较合适。 ④ 当被测电阻为 $10\text{ k}\Omega$ 时,应选择哪一档合适。 ⑤ 当被测电阻为 $300\text{ k}\Omega$ 时,应选择哪一档合适。
提示	电阻档的中值电阻值的刻度附近刻度均匀,测量精度最好。所以,在选择电阻档位时,应按照这样的原则来选择电阻档位:使表针尽量落在中值电阻阻值周围。

编号	W - 003
目的	了解万用表位于电阻档时,红与黑两个表笔分别对外呈现的电压极性及电压值。
练习步骤	<ol style="list-style-type: none"> ① 选用 2 块 TY - 360 型万用表,为叙述方便,一只称为 A 表,另一只称为 B 表。 ② 将 A 表打到电阻“$R\times 10\text{ K}$”档,B 表打至直流电压“DCV - 10 V”档。 ③ 用 B 表电压档测量 A 表红、黑两表笔对外呈现的电压值以及红、黑表笔的电压极性,并记录之。 ④ 将 A 表打至电阻“$R\times 1\text{ K}$”档,重复第③步操作。 ⑤ 将 A 表分别打至电阻“$R\times 100$”“$R\times 10$”“$R\times 1$”档,重复第③步操作。 ⑥ 根据万用表电阻档原理说明: <ol style="list-style-type: none"> 1) 为何电阻档红黑两表笔之间对外呈现有直流电压值? 2) 为何“$R\times 10\text{ K}$”档与“$R\times 1\text{ K}\sim R\times 1$”档对外呈现的电压值不同? 3) 为何电阻档红表笔对外电压的极性为“-”,而黑表笔对外呈“+”。
提示	<p>万用表的电阻档不只是用来测量电阻值,还常用来定性测量电容器、二极管、三极管等元器件,因此,如果不了解万用表电阻档原理,在测量这些器件时将是盲目的,严重时会造成被测器件的损坏。</p> <p>万用表电阻档必须依靠自身的内部电池、内部测量电路的电阻和被测电阻 R_x 构成测量回路,产生测量电流,再经表盘刻度将测量电流值转换成电阻值表示。故使用万用表电阻档时,要明确:电阻档对外呈现有 9 V 和 1.5 V 两种直流电压;电阻档不同时,通过被测元器件的电流不同。</p>

编号	W - 004
目的	掌握测量电阻的正确方法,在操作过程中避免其他物体电阻的并联影响。

编号	W - 004
练习步骤	<p>① 选用 1 只 100 kΩ~200 kΩ 范围内的电阻,同时将万用表电阻档打至“R\times10 K”档并校表调零。</p> <p>② 用左手拇指和食指摄住电阻的一只脚,电阻另一脚悬空,右手持万用表表笔测量电阻值,记住测量值。</p> <p>③ 将电阻弯成 U 字型,用左手拇指和食指同时摄住电阻的两只脚,右手持表测量此时电阻值并记录之。</p> <p>④ 如果第②③步测量出的电阻值相差很小,可将左手拇指和食指弄湿,再重复第③步操作。</p> <p>⑤ 分析为何两次测量值不同,说明原因。</p>
提示	<p>测量电阻值时,被测电阻两端不能并联有其他电阻或非绝缘物体,否则,测得值不只是被测电阻自身电阻,而是它和与之并联物体电阻值的并联值。</p> <p>手是有电阻的,尤其是手上因汗而较潮湿时,因此,测量电阻时必须注意手持电阻的方法,不可将手的电阻并联在被测电阻上。测量电阻时正确的方法是第②步,即被测电阻的一只脚必须悬空。</p>
编号	W - 005
目的	了解万用表电阻档的测量原理,明确被测电阻必须是直流电阻这一测量对象。
练习步骤	<p>① 已知示波器的输入阻抗均为 2 MΩ,先将其 CH1 的[AC GND DC][输入耦合]开关打到“AC”档。[VOLTS/DIV]打至“5 V/DIV”档。</p> <p>② 试用万用表为“R\times10 K”档,测量示波器输入电阻,既用万表两表笔测量 CH1 探头连线两个夹子之间的电阻,记录电阻值,一般情况下电阻很大,测不出其值。</p> <p>③ 再将[AC GND DC]开关打至“DC”档,再测量其两连线端的电阻,一般情况下约有几百 kΩ。</p> <p>④ 示波器的输入阻抗不应随[AC GND DC]档位变化,但第②、③步测量值却不同,试分析其阻值不同的原因。</p>
提示	<p>上述操作有两个概念性错误:</p> <p>1) 输入阻抗是被测输入信号频率的函数,换言之,一般情况下它是指交流阻抗(包括电阻、容抗和感抗)。输入阻抗定义为 $Z_i = \frac{U_i}{i_i}$,测 Z_i 时要用符合定义的测量方法。</p> <p>2) 万用表测量的是直流电阻(因为其内部电池是直流),它只能测量某一元件通过直流时呈现的电阻值。</p> <p>第②步操作时测得阻值为无穷大,这是因为[AC GND DC]在“AC”档时,输入端串联有一个电容,而电容有阻断直流的作用,故直流电阻极大。</p> <p>第③步操作时由于在“DC”档示波器输入没有串联电容,测到的是[VOLTS/DIV]对应电路内部的直流电阻值,它不是交流阻抗。</p> <p>初学的同学极易误用万用表电阻档去测电路的交流阻抗,故通过本练习作为提醒。</p>

(二) 直流电压档练习

编号	W-006
目的	了解万用表直流电压档满刻度误差的含义,掌握为减少测量误差而合理选择档位的方法。
练习步骤	<ol style="list-style-type: none"> ① 调整直流稳压电源,使其输出约为 1.8 V。为准确起见,用示波器对其输出电压值进行校准。 ② 试用 TY-360 型万用的 2.5 V 档和 10 V 档,分别测量直流稳压电源的输出电压值,并记录。 ③ 试分析两档测得的电压值有无区别,如有,哪一档的测量值更准确。
提示	万用表直流电压档指标中的误差是满刻度相对误差,在同一档内,表针位于不同位置时误差是不同的,越偏离满刻度位误差越大。因此,为了减少测量误差,必须合理选择档位,使表针尽量靠近满刻度值,换言之,应使表针尽量落在表盘的右侧。

编号	W-007
目的	了解万用表直流电压档“电压灵敏度”的含义,明确直流电压档内阻对测量值的影响。
练习步骤	<ol style="list-style-type: none"> ① 用实验箱搭成图 2-1(a)(b)两个实验电路。 <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">图 2-1</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> ② 先核算图 2-1(a)和(b)的 U_2 值各为多少,再用万用表直流电压 2.5 V 档分别测量 U_2 值,并记录值。 ③ 再用 10 V 档分别测量图 2-1(a)(b)的 U_2 值,并记录之。 ④ 分析图(b)U_2 的测量值为何远离核算值。 ⑤ 分析为何测量图(a)的 U_2 值,用 2.5 V 档和 10 V 档测量值变化较小,而测量图(b)U_2 值时换挡后测量值变化较大。
提示	<p>由于万用表是便携式仪表,其内部电路比较简单,故性能不够高。电压灵敏度(或称内阻)不够高是其明显的不足之外。当被测电路两端的直流等效电阻较高时,将使测量值远离实际值,如图 2-1(b)U_2 的测量值,这时 U_2 核算值与实测值的区别已不能用误差来解释,只能认为是测量差错。</p> <p>第②③步测量的图 2-1(b)U_2 值不同,说明 2.5 V 档与 10 V 档内阻不同,2.5 V 值时 内阻 = $2.5 \text{ V} \times \text{电压灵敏度} = 2.5 \text{ V} \times 20 \text{ k}\Omega/\text{V} = 50 \text{ k}\Omega$ 而 10 V 档时 内阻 = $10 \text{ V} \times 20 \text{ k}\Omega/\text{V} = 200 \text{ k}\Omega$ 故在被测电路直流等效电阻较大的情况下,应选择高档位来测量。</p>

编号	W-008
目的	了解万用表直流电压测量原理,利用直流电压档测量特点扩展直流电压档的应用范围。
练习步骤	<p>① 令函数发生器输出一个正弦信号,要求 $f=1\text{ kHz}$, V_{opp} (峰峰值)$=0.5\text{ V}$, 输出电位偏移为零,用示波器检查,确认其没有直流分量。</p> <p>② 用示波器测量 V-222 型示波器本身的校正信号,测量结果应为 $f=1\text{ kHz}$, 方波,电压值为 0.5 V, 低电平值为 0 V。</p> <p>③ 用万用表直流电压 0.1 V 档测量函数发生器的输出的正弦信号,测得的电压值很小,应小于 0.01 V。</p> <p>④ 用万用表直流电压 0.25 V 档,红表笔接示波器校正信号输出端,黑表笔接示波器探头的地线夹子,测量的电压值约为 0.25 V。</p> <p>⑤ 分析两个信号电压峰峰值同为 0.5 V,为何测得的电压值不同。</p>
提示	<p>万用表直流电压档是为直流电压测量而设计的,而一个信号中的直流电压分量为其平均值,换言之,万用表直流电压值测得的是信号的平均值。</p> <p>函数发生器输出信号为正弦信号时,理想情况下其平均值为零,故第③步万用表测到的值应该为零。但是,实际上有很小的电压值,这是由于函数发生器输出的正弦信号不纯,含有非线性分量所致。</p> <p>示波器校正信号的峰峰值也为 0.5 V,但是,其平均值为 0.25 V,故第④步可测出约为 0.25 V 的电压。</p> <p>在实践中利用万用表的这一特点,可定性判断被测电路两端有无电压值较低的交流信号(电压值高时可用交流电压档)。</p>

(三) 万用表交流电压档练习

编号	W-009
目的	了解万用表交流电压档频率范围这项技术指标的含义,明确万用表交流电压档的应用场合。
练习步骤	<p>① 令函数发生器输出一个 50 Hz 的正弦信号,输出电压峰峰值 $U_{\text{opp}}=5.6\text{ V}$,用示波器测量。</p> <p>② 用万用表交流电压档 10 V 档测量函数发生器的输出电压值,应为 2 V。</p> <p>③ 将函数发生器的输出电压保持不变(用示波器监测),变化输出信号频率,分别为 1 kHz、10 kHz、100 kHz 和 1 MHz,每变换一次频率用万用表交流电压档测一次电压值并记录下来。</p> <p>④ 分析为何频率变化时测得的电压值会发生较大的变化。</p>
提示	<p>万用表交流电压档的频率范围一般为 $45\text{ Hz}\sim 1000\text{ Hz}$,由于频率范围太窄,所以交流电压档一般只用来测量市电电压(50 Hz, 220 V)。</p>