

- ◎ 面向“十三五”规划推荐遴选教材
- ◎ 轨道交通类专业实验、实训系列教材
- ◎ 职业教育现代学徒制试点精品规划教材

铁道信号常用仪表使用 实训指导书

主 编◎ 朱小娟 宋保卫 | 副主编◎ 鄂英华 白玉娟 安玉华 郎桂英

TIEDAO XINHAO CHANGYONG YIBIAO SHIYONG SHIXUN ZHIDAOSHU



北京交通大学出版社
<http://www.bjtup.com.cn>

面向“十三五”规划推荐遴选教材
轨道交通类专业实验、实训系列教材
职业教育现代学徒制试点精品规划教材

铁道信号常用仪表使用 实训指导书

主 编 朱小娟 宋保卫
副主编 鄂英华 白玉娟 安玉华 郎桂英

北京交通大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

本书共分为5个教学项目,分别为万用表的使用,钳形电流表的使用,兆欧表的使用,接地电阻测试仪的使用和CD96-3Z移频在线测试记录表的使用。根据信号工典型工作任务,每个教学项目中设置了不同的实训任务,供教师和学生在校内实训时选用。

本书可作为高等职业院校铁道信号专业实训课程教材,也可供相关工程技术人员参考。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

铁道信号常用仪表使用实训指导书 / 朱小娟, 宋保卫主编. —北京: 北京交通大学出版社, 2015. 6

ISBN 978-7-5121-2356-4

I. ①信… II. ①朱… ②宋… III. 铁路信号-电工仪表-使用方法-教材 IV. ①U284.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第190448号

策划编辑: 刘 辉

责任编辑: 刘 辉

特邀编辑: 刘广钦

出版发行: 北京交通大学出版社

电话: 010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街44号 邮编: 100044

印 刷 者: 北京艺堂印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印张: 5.75 字数: 144千字

版 次: 2015年9月第1版 2015年9月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5121-2356-4/U·1524

印 数: 1~1000册 定价: 20.00元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。
投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

为适应高等职业教育的发展及高职院校教学改革的需要，特此编写了《铁道信号常用仪表使用实训指导书》。本实训指导书以培养铁道通信信号专业高端技能型人才为目标，以强化基础、突出能力、注重实用为原则，强化学生正确使用信号常用仪表的能力，提高学生的综合职业能力。

本书内容结合高职教育的特色和铁道信号专业培养目标，根据信号岗位能力要求，经反复研究而精心选定。本书共分为5个教学项目，分别为：项目一万用表的使用，项目二钳形电流表的使用，项目三兆欧表的使用，项目四接地电阻测试仪的使用，项目五CD96-3Z移频在线测试记录表的使用。根据信号工典型工作任务，每个教学项目中设置了不同的实训任务，供教师和学生在校内实训时选用。

本书由黑龙江交通职业技术学院教师朱小娟、宋保卫担任主编，鄂英华、白玉娟和齐齐哈尔电务段仪表工区工长郎桂英担任副主编，其中朱小娟负责编写项目一和项目四，白玉娟负责编写项目二，鄂英华、安玉华负责编写项目三，宋保卫和郎桂英负责编写项目五。

在本书编写过程中哈尔滨铁路局齐齐哈尔电务段仪表工区提供了大量的技术资料，并提出了珍贵的意见和建议，在此表示衷心感谢。

由于时间紧迫和编者水平有限，书中难免会出现疏漏和不足之处，恳请读者批评指正，便于我们以后完善。

编 者
2015.5

目 录

项目一 万用表的使用	(1)
实训任务一 电压、电流的测量	(13)
实训任务二 电工常用元器件的测量	(18)
实训任务三 色灯信号机电气特性测试	(27)
实训任务四 转辙机电气特性测试	(29)
实训任务五 轨道电路电气特性测试	(32)
项目二 钳形电流表的使用	(37)
实训任务一 电流的测量	(41)
实训任务二 漏电接地故障判断	(43)
项目三 兆欧表的使用	(46)
实训任务一 信号电缆测量	(52)
实训任务二 电动机绝缘电阻测量	(55)
项目四 接地电阻测试仪的使用	(58)
实训任务一 接地电阻的测量	(63)
实训任务二 土壤电阻率的测量	(66)
实训任务三 导体电阻的测量	(69)
项目五 CD96-3Z 移频在线测试记录表的使用	(71)
实训任务 ZPW-2000A 移频自动闭塞室内测试	(82)
附录 A 信号其他测试仪表	(85)

项目一

万用表的使用



【能力目标】

- (1) 会正确选用各种型号的万用表。
- (2) 会正确使用指针式万用表、数字式万用表各项测试功能。
- (3) 会正确使用指针式万用表、数字式万用表测量信号基础设备的电气特性。



【知识目标】

- (1) 掌握万用表的类型、结构及测量功能。
- (2) 掌握万用表的正确使用方法及使用注意事项。



【素质目标】

- (1) 树立安全第一意识。
- (2) 养成严谨的工作作风。
- (3) 养成爱岗敬业精神。



【教学实施要求】

教学实施是以行动导向教学方法为主，按工作任务为中心来选择、组织课程内容，并以完成工作任务为主要学习方式的课程模式，其目的在于激发学生的自主学习热情，培养学生实践能力，探究式的学习能力。

实训任务的选择可以根据实际教学情况进行增补或删减，每一任务的教学按以下步

骤实施。

- (1) 教师下达任务书进行任务布置，并给出本任务的实施方法与任务的评价标准。
- (2) 组织实施教学，将学生分成 8~10 人一个学习小组，接受一项工作任务，以小组的形式组织讨论、查找与任务相关的学习资源、研究学习计划、实施任务教学。
- (3) 教师全程关注每一个小组的学习任务内容，提出引导性意见，发展学生的反思习惯与解决问题的能力。
- (4) 完成学习任务后，小组要进行总结汇报演讲或针对实践技能的掌握进行实作演示，学生进行自我评分及相互评分，给出各任务学习中的成绩，教师对学生测试检查或成果展示情况给出评分。
- (5) 教师根据学生的自评分、互评分及教师评分给出综合评分。

学习任务书

项目名称	万用表的使用	学习小组、人数	第 组 人
项目要求	正确使用万用表	专业、班级	
任务内容	使用万用表测量电压、电流； 使用万用表测试电工常用元器件； 使用万用表测试色灯信号机电气特性； 使用万用表测试转辙机电气特性； 使用万用表测试轨道电路电气特性		
学习目标	(1) 掌握万用表的结构及功能； (2) 会正确使用万用表； (3) 养成严谨的工作作风		
企业情境描述	信号设备工作状态下电流、电压的测定，完成日常测试； 信号设备控制电路板的检测、维护及制作		
对学生的要求	(1) 能够根据具体任务选择合适型号的万用表； (2) 掌握万用表使用注意事项； (3) 能够正确使用仪表，爱护仪表； (4) 具有团队合作精神，以小组的形式完成工作任务； (5) 严格遵守课堂纪律，不迟到、不早退、不旷课； (6) 应树立职业道德意识，并按照企业的质量管理体系标准去学习和工作		

 【学习资料】

万用表（Multimeter）是一种高灵敏度、多用途、多量限的携带式测量仪表，可以用来测量交流电压（ACV）、直流电流（DCA）、直流电压（DCV）、直流电阻（Ω）以及音频电平（dB）。万用表的型号较多，有些型号的万用表还可用作测量电感量、电容量、功率，以及对晶体管的测试等。因此，万用表是信号测量和维修所必备的常用仪表。

(一) 万用表的组成

万用表的基本组成主要包括指示部分、测量电路、转换装置 3 部分。

(1) 指示部分：俗称表头，用于指示被测电量的数值，分为指针式和数字式两类。指针式万用表的表头通常为磁电式微安表，而数字式万用表则为液晶或荧光数码显示屏。“指示部分”是万用表的关键，其很多重要性能，如灵敏度、精确等级等都决定了表头的性能。

(2) 测量电路：是把被测的电量转化为适合于表头的微小信号，再通过“转换装置”转换成能够驱动指示部分指示所需的信号。

(3) 转换装置：通过转换装置可实现万用表的各种测量类型和量程的选择。转换装置通常包括转换开关、接线柱、输入插孔等；转换开关有固定触头和活动触头，测量时改变开关的位置，即可接通相应的触头，实现相应的测量功能。

(二) 万用表的种类及其特点

依据显示测量结果的方式不同，万用表大体可分为“指针式万用表”和“数字式万用表”两类。指针式万用表又称“模拟式万用表”“伏欧表”。万用表（包括指针式和数字式）的测量灵敏度和精度相对较低，测量时的频率特性也差（测量信号的频率范围为 $45 \sim 1\,000\text{ Hz}$ ），从而只能用于对工频或低频信号的测量，测量交流信号时读数为有效值。

1. 指针式万用表

指针式万用表的型号和种类很多，不同型号的万用表，功能不尽相同。实际测量时，根据需求选择和使用合适的万用表。一般来说，万用表的测量灵敏度和精度越高，价格越贵，一般以满足测量要求为度。常用的 MF14 型万用表的外形如图 1-1 所示，MF47 型万用表的外形如图 1-2 所示。



图 1-1 MF14 型指针式万用表外形



图 1-2 MF47 型指针式万用表外形

1) 指针式万用表的工作的原理

(1) 测直流电流原理。如图 1-3 (a) 所示, 在表头上并联一个适当的电阻 (称为分流电阻) 进行分流, 就可以扩展电流量程。改变分流电阻的阻值, 就能改变电流测量范围。指针式万用表的直流电流挡实际上是一个多量限的直流电流表。一般采用带闭路式分流器的电路。

(2) 测直流电压原理。如图 1-3 (b) 所示, 在表头上串联一个适当的电阻 (称为倍增电阻) 进行降压, 就可以扩展电压量程。改变倍增电阻的阻值, 就能改变电压的测量范围。指针式万用表的直流电压挡实质上是一个多量限的直流电压表。大多采用共用附加电阻的多量限直流电压表电路。

(3) 测交流电压原理。如图 1-3 (c) 所示, 因为表头是直流表, 所以, 测量交流时需加装一个并、串式半波整流电路, 将交流进行整流变成直流后再通过表头, 这样就可以根据直流电完的大小来测量交流电压。扩展交流电压量程的方法与直流电压量程相似。

(4) 测电阻原理。如图 1-34 (d) 所示, 在表头上并联和串联适当的电阻, 同时串接一节电池, 使电流通过被测电阻, 根据电流的大小就可测量出电阻值。改变分流电阻的阻值就能改变电阻的量程。

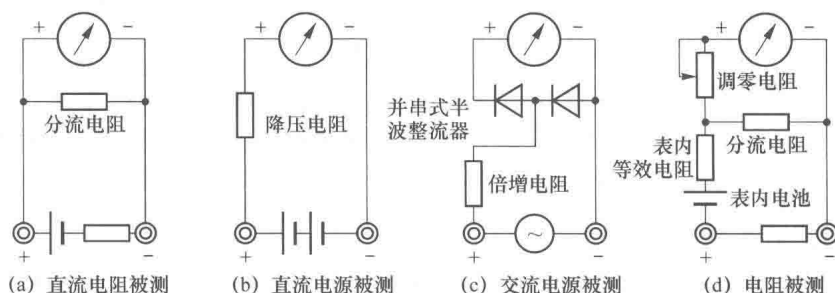


图 1-3 指针式万用表工作原理图

2) MF47 万用表面板及功能

MF47 万用表面板如图 1-4 所示。指针式万用表面板主要由刻度盘、挡位选择开关、旋钮和一些插孔组成。

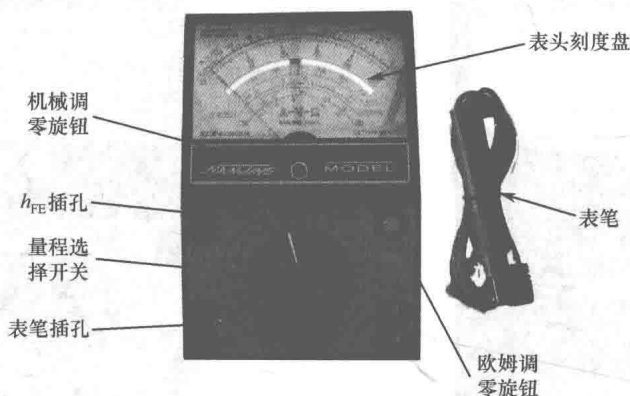


图 1-4 MF47 万用表面板

(1) 刻度盘。指针式万用表的刻度盘如图 1-5 所示。

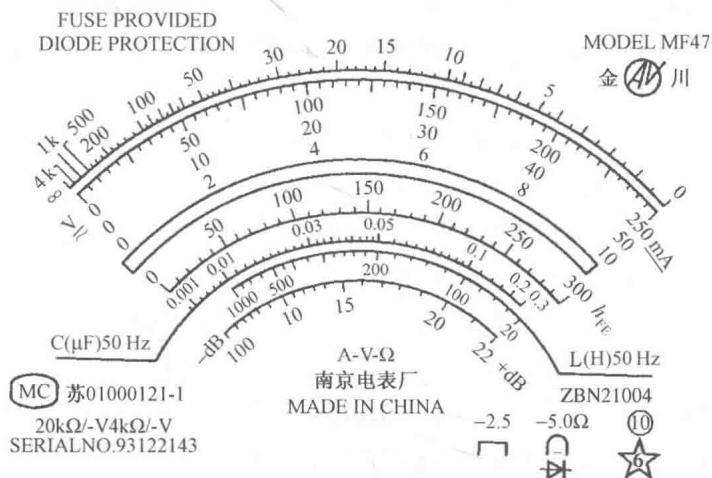


图 1-5 指针式万用表的刻度盘

第一条标有“ Ω ”符号的为欧姆刻度线。在测量元件阻值时查看该刻度线。这条刻度线最右端刻度表示的阻值最小，为 0；最左端刻度表示的阻值最大，为 ∞ （无穷大）。在未测量时，表针指在左端无穷大处。

第二条标有“V、mA”符号的为直、交流电压/电流刻度线。在测量直流电压、电流和交流电压时都查看这条刻度线。该刻度线最左端刻度表示最小值，最右端刻度表示最大值，在刻度线下方标有 3 组数，它们的最大值分别是 250、50 和 10。当选择不同挡位时，要将刻度线的最大刻度看作该挡位最大量程值。例如，当挡位选择开关置于“50 V”挡测量时，表针指在第二刻度线最大刻度处，表示此时测量的电压值为 50 V（而不是 10 V 或 250 V）。

第三条标有“AC10V”字样的为交流 10 V 挡专用刻度线。在挡位开关置于交流 10V 挡测量时，查看该刻度线。

第四条标有“ h_{FE} ”字样的为三极管放大倍数刻度线。在测量三极管放大倍数时查看这条刻度线。

第五条标有“C (μ F)”字样的为电容容量刻度线。在测量电容的电容量时查看这条刻度线。

第六条标有“L (H)”字样的为电感量刻度线。在测量电感的电感量时查看这条刻度线。

第七条标有“dB”字样的为音频电平刻度线。在测量音频信号电平时查看这条刻度线。

(2) 量程选择开关。指针式万用表可以测量电压、电流、元件阻值和三极管放大倍数等，在测量不同的量时，量程选择开关应置于不同的挡位。分为欧姆挡、三极管放大倍数挡、直流电流挡、直流电压挡和交流电压挡。除三极管放大倍数挡外，其他各挡位根据测量值的大小又细分成多挡。

(3) 旋钮。机械调零旋钮的作用是在使用万用表前,将表针调到刻度盘电压刻度线(第二条刻度线的“0”刻度处)。

欧姆调零旋钮的作用是在使用欧姆挡测量电阻时,按一定的方法将表针调到欧姆刻度线的“0”刻度位置。

(4) 插孔。标有“COM”字样的为黑表笔插孔,标有“+”字样的为红表笔插孔;图1-4中右下角标有“2 500 V”字样的为高电压测量插孔(在测量大于1 000 V而小于2 500 V的电压时,红表笔需插入该插孔);标有“5A”字样的为大电流测量插孔(在测量大于500 mA而小于5 A的电流时,红表笔需插入该插孔);图1-4中左上角标有“P”字样的为PNP型三极管插孔;标有“N”字样的为NPN型三极管的插孔。

3) 指针式万用表的正确使用

万用表的结构型式多种多样,表面上的旋钮、开关布置各有差异,且测量类型多,各类测量中量限差异又大,所以,正确使用万用表非常重要。

(1) 测量类型选择。测量前首先要根据被测对象选择好类型,将开关旋至相应位置,绝不可张冠李戴,否则,轻则得不到正确结果,重则烧坏万用表表头。例如,用电流挡或欧姆挡来测电压,这时因万用表内阻较小,很可能流进大电流而将万用表烧坏。

(2) 量限选择。应根据被测量的大致范围选择好量限,测量电压、电流时,最好使指针指示在满标度的1/2或2/3以上,这样测量结果较准确。若不知被测量大小,可先选择大量限,然后根据测量情况,确定是否改换量限。

(3) 测量连接。类型、量限选择好后,即可进行测量。测量电压时将万用表并接在被测支路上;测量电流时应将万用表串入被测支路中。测量直流电量时特别要注意仪表极性,即测直流电压时应将连接万用表正极的红色表棒接被测电路的正极,连接万用表负极的黑色表棒接被测电路的负极。

测直流电流时,应让被测电流经红色表棒流入万用表,再从黑色表棒流出。若不知被测量极性,可把量程置于最大,先将一个表棒接入电路一端,用另一个表棒去碰电路另一端,注意指针方向,若往正方向偏,说明万用表接入方向正确;反之,则需对换表棒进行测量。

(4) 欧姆挡的正确使用。使用万用表欧姆挡测量电阻时必须注意下列各点。

① 选择适当的倍率,尽量使指针指示在接近欧姆中心的刻度部分。因为被测量越接近欧姆中心,读数越准确。例如,用MF-47型万用表测200 Ω 左右的电阻,应选用R $\times$ 10挡,这时欧姆中心是165 Ω ,与之较接近。若选用R $\times$ 1挡,虽也可测,但因离欧姆中心(16.5 Ω)较远,读数较困难。

② 测量前应先“调零”。即将两测试棒短接,旋转“零欧姆调整旋钮”,使指针指在零欧姆位置。这是保证测量准确度必不可少的步骤。若靠“零欧姆调整旋钮”无法调至零欧姆刻度,则需更换内部相应的测量电源。

③ 不能带电测量电阻。若带电测量相当于在测量回路中又增加了一外加电源,这不仅会使测量结果无效,而且可能烧坏表头。所以,测某电路的电阻时,第一步应断开

电源。

④ 被测电阻不能有并联支路，否则，测得的电阻值将不是被测电阻的实际阻值，而是某一等效电阻值，所以，测量前应断开所有并联支路。除非能肯定所有并联支路的等效电阻比被测电阻大得多，对测量影响不大。

⑤ 零欧姆调整要迅速，不调零时注意不要让两测试棒短接，以免浪费干电池。

(5) 正确读数。读数时首先应分清各类标尺，如图 1-6 所示为指针式万用表的刻度盘示意图，从相应的标度尺读数不要混淆。若表盘有反射镜，则应待指针与反射镜中镜像重合时读数，以尽量减少读数误差。万用表的读数方法如下：读数值 = 标示值 + 小格值 × 倍制值。

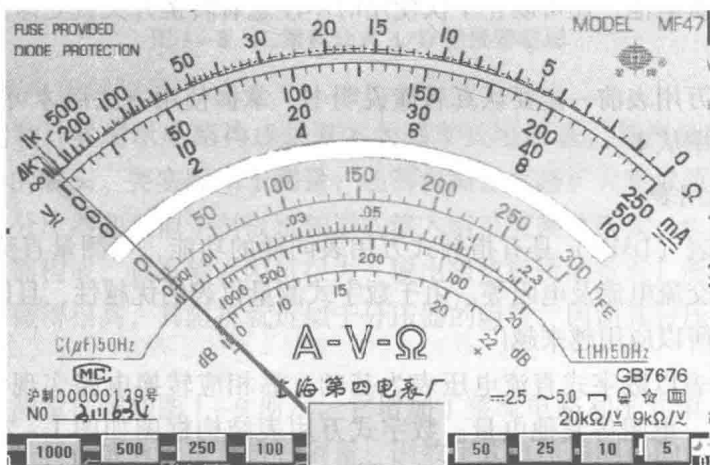


图 1-6 指针式万用表的刻度盘示意图

电流、电压挡位值等于满刻度值，观测标尺为第二条标尺（从上至下），如果指针在 250 满刻度位时，当转换开关在交流电压挡 250 V（ACV250）时，读数值就为 250 V；当转换开关在交流电压 50 V（ACV50）时，读数值就为 50 V；当转换开关在直流电流挡 25 mA（DCmA25）时，读数值就为 25 mA。

各挡位标尺倍制如下。

① 250 标尺常有 0.25、2.5、25、250、2 500 挡位。该标尺每小格为 5 倍制（10 小格标示）：2 500 挡，每小格是 50；250 挡，每小格是 5；25 挡，每小格就是 0.5；2.5 挡，每小格就是 0.05；0.25 挡，每小格是 0.005。

② 50 标尺常有 0.5、5、50、500 挡位。该标尺每小格为 1 倍制（10 小格标示）：500 挡，每小格是 10；50 挡，每小格是 1；5 挡，每小格是 0.1；0.5 挡，每小格是 0.01。

③ 10 标尺常有 1、10、100、1 000 挡位。该标尺每小格为 2 倍制（10 小格标示）：1 000 挡，每小格是 20；100 挡，每小格是 2；10 挡，每小格是 0.2；1 挡，每小格是 0.02。

如指针位置在 200 过 4 小格，当转换开关挡在 ACV25 挡时，读数 = $20 + 4 \times 0.5 =$

22 V；当转换开关挡在 ACV2.5 挡时，读数值 = 2.2 V。

(6) 注意操作安全。

① 测量时手不要与表笔金属部分接触。测大电流、高电压时更应注意，最好一只手拿两个测试笔，以保证测量安全和测量准确度。

② 测大电流、高电压时，不要带电转动转换开关。否则，开关触点会出现电弧，这对于万用表专用的弱电开关来说是承受不了的。

③ 测量直流电压叠加交流信号时，应考虑仪表转换开关的最高耐压值。若叠加电压峰值很大，转换开关印刷接触片间绝缘会因电压过高而击穿。

④ 使用万用表后，一般应将转换开关旋至交流电压最高挡。这样可防止在欧姆挡时表棒短接，耗费电池，还可防止下次使用时不注意看转换开关就立即去测电压烧坏万用表。

总之，使用万用表前一定要认真看懂说明书，掌握使用方法后才可动手，要细心、谨慎，切不可草率从事。

2. 数字式万用表

数字式万用表 (DMM) 具有指针式万用表同样的功能，可测量直流电压、直流电流、交流电压、交流电流及电阻等。由于数字式测量仪表的优越性，且因采用集成电路而轻便、灵活，所以应用越来越广。

数字式万用表以数字式直流电压表为基础，靠相应转换电路实现测量直流电流、交流电流、电压、电阻等其他电量。数字式万用表结构框图如图 1-7 所示，它主要由 A/D 转换器、计数显示器、整流器、电阻 - 电压变换器、电流 - 电压变换器等部分组成。其中，A/D 转换器和计数显示器实际上就构成了一个直流数字式电压表。

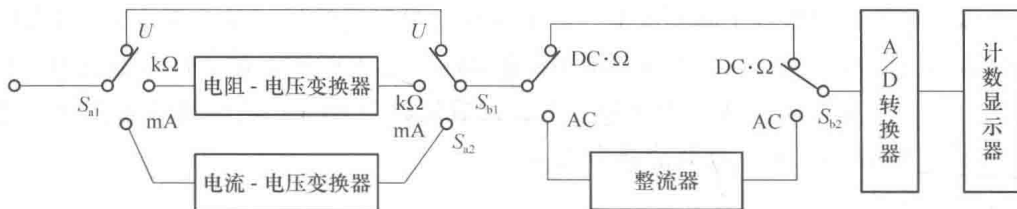


图 1-7 数字式万用表结构框图

1) A/D 转换器

A/D 转换器是进行电压、电流、电阻等数字测量的最关键部分，其种类繁多，且采用的 A/D 转换器不同，模数转换方式不同，测量精度也就不同。所以，一些数字式电压表、多用表常以所用 A/D 转换器的类型代表其测量方式。

数字式电压表、多用表用得较多的是二重积分式 A/D 转换器，其框图如图 1-8 所示，由基准电压 E_r ，时钟脉冲，模拟开关 K1、K2 和 K3，积分器，比较器，控制逻辑电路等组成。它通过两次积分把被测电压转换成与其平均值成正比的平均间隔，然后对这个间隔用时钟脉冲进行计数，从而实现 A/D 转换。

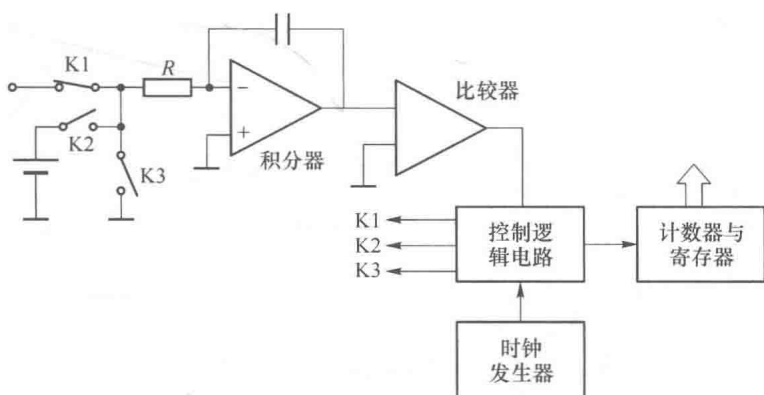


图 1-8 二重积分式 A/D 转换器框图

2) 交、直流电压的测量

A/D 转换器和计数显示电路构成最基本的数字式电压表，其测量范围有限，类似于指示式仪表中的表头。要实际用于测量，还需由测量电路扩大测量范围。数字式电压表的测量电路由分压器和类似于射极跟随器的输入阻抗变换器构成。由于其输入阻抗变换器由运算放大器构成，具有输入阻抗很大、输出阻抗极低的特点，所以，数字式电压表的输入阻抗可做得很高，其阻抗就近似于分压器的阻抗，因而其分压器一般由高阻值电阻构成。

交流电压的测量框图如图 1-9 所示。它增加了整流电路和平均值-有效值转换电路。即将交流电量转换成直流电量进行测量，因数字式电压表测得的是平均值，而常常要测量有效值，所以还需进行平均值-有效值转换，而这只要经具有一定放大倍数 K 的放大器放大即可实现。

例如，半波整流后平均值为 $0.318U_m$ ，则要求 K 为

$$K = \frac{U}{\bar{U}} = \frac{0.707U_m}{0.318U_m} = 2.22$$

式中： U ——有效值； $\bar{U}$ ——平均值； U_m ——峰值。

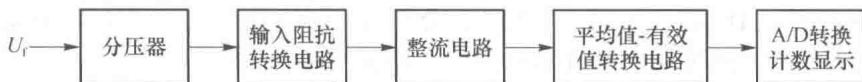


图 1-9 交流电压测量框图

3) 电阻的测量

电阻测量是通过恒流源供电的伏安测量法，将被测电阻转换为相应的直流电压进行测量，如图 1-10 所示。由于采用恒流源，所以， U_x 与 R_x 存在以下线性关系：

$$U_x = I_s R_x, \quad R_x = U_x / I_s$$

式中： I_s ——恒流源输出电流。

不难理解，适当选择 I_s 可使指示值同电阻值一致，选择不同的 I_s 可实现量程的变换。例如，可选择 $I_{s1} = 1 \text{ mA}$ ， $I_{s2} = 0.001 \text{ mA}$ 两种，但 U_x 均为 4.5 V ，则它所代表的被

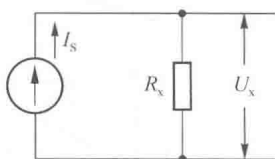


图 1-10 电阻测量的变换

测电阻 R_x 分别为:

$$R_{x1} = 4.5 / (1 \times 10^{-3}) = 4.5 \text{ k}\Omega$$

$$R_{x2} = 4.5 / (0.001 \times 10^{-3}) = 4.5 \text{ M}\Omega$$

前后两式 U_x 、 R_x 的数值一样, 均为 4.5, 但单位不相同。

4) 交流、直流电流的测量

将电流转换成电压较容易, 只要使电流流入分流器, 在分流器上即可取得相应的电压降, 且经改变分流电阻值即可变换电流测量量限, 交流电流测量同交流电压测量原理相似, 只要增加整流器和平均值-有效值转换器即可实现。

5) 数字式万用表的使用

现以 DT-830 型为例, 介绍数字式万用表的使用方法。其外观如图 8-11 所示。

(1) 主要性能指标如下。

① 显示: LCD (液晶 FE 型) 最大显示为 1 999 或 -1 999, 有自动调零和自动极性调整功能。

② 测量类型: DCV, ACV, DCA, ACA, Ω , h_{FE} , 二极管及连续检验。

③ 输入超限: 显示“1”或“-1”。

④ 测量范围和输入阻抗。

- 直流电压 (DCV), 0.1 mV ~ 1 000 V, 分 5 挡。最大允许输入在 200 mV、2 V 和 20 V 挡时为 1 000 V 直流电压或交流电压峰值, 在 200 V 和 1 000 V 挡时, 直流电压或交流峰值电压不能大于 1 100 V, 输入阻抗 10 M Ω 。
- 交流电压 (ACV), 0.1 mV ~ 750 V, 分为 5 挡。最大允许输入电压为交流有效值 750 V。输入阻抗为 10 M Ω , 电容小于 100 pF。
- 直流电流 (DCA), 0.1 μ A ~ 10 A, 分 5 挡。200 mA 以下各挡允许最大电压负荷为 250 mV, 10 A 挡时允许最大电压负荷为 700 mV。
- 交流电流 (ACA), 0.1 μ A ~ 10 A, 分 5 挡。允许频率为 45 ~ 500 Hz, 各挡最大负荷电压同上。
- 电阻 0.1 Ω ~ 20 M Ω , 分 6 挡。最大允许输入 250 V 直流电压或交流电压 (有效值)。
- 二极管检验, 测试电流 1 mA $\pm$ 0.5 mA, 提供开路电压 2.8 V。
- h_{FE} 检验范围, 0 ~ 1 000, 提供 $U_{ce} = 2.8$ V, $I_b = 10$ μ A, 有 PNP、NPN 两挡。
- 通过蜂鸣器进行连续检验, 分辨率 0.1 Ω , 测试电阻小于 (20 $\pm$ 10) Ω , 最大开路电压 1.55 V, 最大测试电流 1 mA。

(2) 面板布置。DT-830 型数字式万用表面板如图 1-12 所示。



图 1-11 DT-830 型数字式万用表外观



图 1-12 DT-830 型数字式万用表的面板图

① 选择开关，具有选择测量方式和量限的功能。测量方式共有 8 种选择，分别为 DCV、ACV、DCA、ACA、 Ω 、 h_{FE} 、二极管检验、连续检验。

② 输入插孔有 4 个，用什么插孔测量需根据所选测量类型、量限而定。

- 黑色表笔始终插入“COM”插孔。
- 测 DCV、ACV、 Ω 、二极管和连续检验蜂鸣器时，红色测笔插入“V· Ω ”插孔。
- 测量 DCA、ACA 量限在 200 mA 及以下时，红色测笔插入“mA”孔。
- 测量 DCA、ACA 量程需选择 10 A 挡时，红色测笔应插入“10 A”挡。

③ h_{FE} 插孔，用于连接晶体管引脚。基极、集电极分别插入“B”和“C”孔，发射极接到“E”插孔之一。

④ 电源开关，置“ON”位置时，工作电源接通。

⑤ 显示，LCD 屏显示 3 位半数、小数点、“-”号及低电压提醒等符号。

(3) 测量方式如下。

① 测量直流电压。

- 量限开关选择所需“DCV”挡位。当不知大致范围时，选择最高挡位。
- 黑色测笔插入“COM”插孔，红色测笔插入“V· Ω ”插孔。
- 电源开关扳至“ON”。
- 测试笔接至测试点，读数即见。当位数少时，可调小量限。

② 测量交流电压。

选择开关扳至所需“DCA”位置，当不知大至范围时，放在最高量限。

③ 测量直流电流。

- 量限开关扳至所需“DCA”位置，当不知大至范围时，放在最高量限。
- 黑色测笔插入“COM”插孔。
- 红色测笔在 200 mA 以下各挡时放“mA”插孔，10A 挡时应放“10 mA”插孔。

- 打开电源开关。
- 表笔接至测量点，即可见读数。

④ 测量交流电流。将选择开关置于所需“ACA”位置，其余测试步骤同DCA测量。

⑤ 电阻测量。

- 量限开关扳置于要求的“ Ω ”挡位置。
- 黑色测笔接“COM”孔，红色测笔接“V· Ω ”孔。
- 接通电源，测试笔接至测试点，即可见读数，若位数少可适当调小挡位。

⑥ 二极管检验。

- 量程开关置“二极管”，表棒按 Ω 挡连接。
- 红黑色测笔接二极管正极，黑色测笔接负极，测其正向特性。这时液晶显示二极管正向压降，显示值一般为500~800 mV。若显示“000”说明短路了，显示“1”说明开路。
- 若红色测笔接二极管负极，黑色测笔接正极，可测二极管反向特性。好的显示“1”，损坏的显示“000”或其他值。

⑦ h_{FE} 测量。

- 根据三极管类型将量限开关置于“PNP”或“NPN”位。
- 接通电源。
- 晶体管按其引脚极性插入 h_{FE} 插口。
- 液晶显示晶体管 h_{FE} 值。

⑧ 用表内蜂鸣器进行连续检查。

- 量程开关置“蜂鸣器”位。
- 表棒按测电阻法连接。
- 电源接通，测试笔接至被测电路，若被测电路电阻在20 Ω 以下，表内蜂鸣器发声，表示电路导通。

3. 指针式万用表和数字式万用表使用的区别

指针式万用表和数字式万用表的使用方法大致相同，但由于其内部电路和显示方式的不同，在具体的使用方面还存在一些差异。一般而言，指针式万用表的测量精度通常为2~2.5级（2%~2.5%），数字式万用表的测量精度为1‰~25‰，当用万用表测量时，对测量精度要求较高的场合应选用数字式万用表。由于数字式万用表采用数字式显示，所以其读数直观且精确；指针式万用表的读数误差较大。

在测量过程中，指针式万用表的量程需在测量前由测量者预先选定，而数字式万用表量程则能自动转换。数字式万用表在测量参数值超量程时能自动溢出，指针式万用表则会出现打表头现象。因此，当被测量参数值在测量前无法估计时，一般选用数字式万用表较为方便。

数字式万用表对被测信号采用的是瞬时采样工作方式，测量时抗干扰较差，从而使用数字万用表测量时要求被测系统的稳定性较高，而指针式万用表测量较为稳定，抗干扰能力较强。此外，对直流参数的测量不宜选用数字式万用表，因为直流工作状态下指