



进城务工  
实用知识与技能丛书



【家电维修系列】

JIADIAN WEIXIU XILIE

JINCHENG WUGONG SHIYONG ZHISHI YU JINENG CONGSHU

WANYONGBIAO XIULI

# 万用表修理

■ 李斌 编



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

# 万用表修理

李 斌 编

重庆大学出版社

## 内 容 简 介

本书主要介绍指针式万用表和数字式万用表的使用、基本结构与工作原理,常规检修方法和维修实例等。本书内容通俗易懂,具有实用价值。

本书是农民工培训教材,也可作为家电维修人员参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

万用表修理/李斌编. —重庆:重庆大学出版社,2007.3  
(进城务工实用知识与技能丛书.家电维修系列)  
ISBN 978-7-5624-3906-6

I. 万… II. 李… III. 复用电表—维修 IV. TM938.1  
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 002940 号

## 万用表修理

李 斌 编

责任编辑:曾显跃 版式设计:曾显跃  
责任校对:邹 忌 责任印制:张 策

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:[fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn) (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆华林天美印务有限公司印刷

\*

开本:787 × 1092 1/32 印张:3.625 字数:81 千

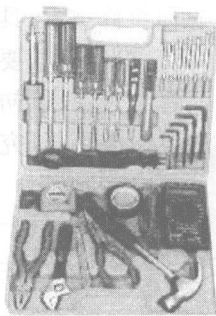
2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-3906-6 定价:5.00 元

---

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换  
版权所有,请勿擅自翻印和用本书  
制作各类出版物及配套用书,违者必究



## 编者心声

党的十六大报告明确提出,农村劳动力向非农产业和城镇转移,是建设现代化农业、解决“三农”问题的重要途径,是经济和社会发展的必然要求,是我国社会进步的重要标志,也是我国一项长期、重要的国策。加快农村富余劳动力转移和就业的关键在于加强职业技能培训。

随着社会的发展,服务业已经成为继农业、制造业之后的第三大产业。而修理业,又是服务业中重要的部分。修理行业市场广阔,品种极多,小至雨伞、鞋帽,大至家电、汽修,技术上囊括机械、电气、电子、计算机等各个学科。

修理行业有着自己的技术特点和经济特点,投资创业成本较低、易于实现自由就业或灵活就业等,因此成为极具潜力的一个劳动力开发领域。

但进入修理行业最需要的是技术和培训,为了广大的农村劳动力进城务工的需要,为了让他们拥有一技之长,实现多渠道、多方位就业,重庆大学出版社出版了这套《进城务工实用知识与技能丛书》。

本套电器电子类维修丛书的编写者来自不同的行业,他们中既有专业教师,又有活跃在维修业中的能工巧匠,更有资深



的维修工程师,但他们都是爱好维修,热衷于钻研维修技术,具有丰富的理论知识和长久的维修实践的人。不但如此,最重要的一点是,尽管本丛书要求只以初中文化的读者为对象,以初等技术为依据,但他们仍然愿意尽量将最新的科技成果、研究心得、宝贵经验等悉数为农民工朋友奉上。

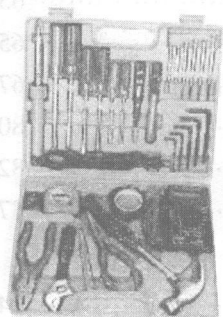
本丛书特别强调以人为本,每书开篇为“学好安全再上路”,介绍维修中需要注意的安全事项。行文中注重可操作性和实用性,语言简单明了、通俗易懂、图文并茂。

本套丛书共 30 种,几乎囊括电气、电子维修的所有领域。

我们衷心希望本套丛书能给农民工朋友带来大的帮助,使他们为建设社会主义新农村和构建和谐社会做出新贡献。希望从他们中走出作家、诗人、歌手、能工巧匠、维修工程师……。并希望能得到广大读者的批评与指正,以便逐步调整、完善、补充,使之更符合农村劳动力培训的实践。

编者

2006 年 10 月

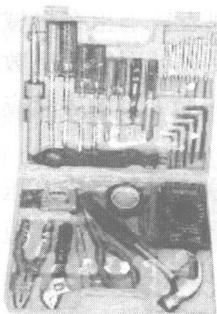


## 目 录

学好安全再上路——万用表使用和修理安全事项 .....	1
<hr/>	
第一章 指针式万用表的结构、技术特性及测量原理 .....	6
第一节 概述 .....	6
第二节 表头 .....	8
第三节 测量电路 .....	13
第四节 指针式万用表的测量原理 .....	16
第五节 指针式万用表的正确使用 .....	24
<hr/>	
第二章 指针式万用表的常规检修方法 .....	33
第一节 指针式万用表的常见故障和基本维修方法 .....	33
第二节 指针式万用表维修实例 .....	35
<hr/>	
第三章 指针式万用表的故障维修及应用实例 .....	42
第一节 指针式万用表的故障及处理 .....	42
第二节 指针式万用表的应用实例 .....	48



第四章 数字式万用表的结构和工作原理	65
第一节 数字万用表的特点	65
第二节 DT83 和 DT95 系列数字万用表的使用	67
第三节 数字万用表的常见转换电路	80
第四节 数字万用表的使用和维护	82
第五节 数字万用表的测量实例	87
第五章 数字万用表维修实例	94
第一节 数字万用表的维修概述	94
第二节 数字万用表的维修实例	98
附录	104
附录一 常见指针式万用表表头参数	104
附录二 常见指针式万用表快速检修指南	105
附录三 常见指针式万用表基本性能指标	108
参考文献	110



## 学好安全再上路

### ——万用表使用和修理安全事项

万用表又称万能表、三用表、繁用表等,是一种可以测量多种电参量的多量限、可携式电工仪表。因为万用表的测量项目多、量程多,使用次数又频繁,所以稍有疏忽,轻则损坏元件,重则烧毁表头,造成不应有的损失。因此,为了保护万用表,在使用中应注意下列安全事项:

1. 在使用万用表之前,必须熟悉每个转换开关、旋钮、按钮、插孔和接线柱的作用,了解表盘上每条刻度线所对应的被测电量数值的读法。测量前,必须明确要测什么和怎样测法,然后拨到相应的测量种类和量程挡上。假如无法估计被测量的大小,应先拨到最大量程挡上测量,再逐渐减小量程到合适的位置。每一次拿起表笔准备测量时,务必再核对一下测量种类及量程选择开关是否拨到合适位置。

2. 万用表在使用时,红表笔应接在标有“+”号的接线柱上,黑表笔应接在标有“-”或“\*”号的接线柱上(数字万用表常用“\*”或“COM”代表“-”)。有些万用表另有交、直流2500V的高压测量端钮,若测量高压时,可将红表笔插在此接线柱上,而黑表笔不动;但有些万用表测高压时,还要求将转换开关电压量程预先置于500V挡。





3. 万用表在使用时应水平放置。若发现表针不指在机械零点,须用螺丝刀调节表头上的调整螺丝,使表针回零。调数时,视线应正对着表针;若表盘上有反射镜,眼睛看到的表针应与镜里的影子重合。

4. 测量完毕,将量程选择开关(转换开关)旋至交流电压最高挡或空挡,这样可以防止转换开关置于欧姆挡时表笔短路,长期消耗电池。更重要的是防止在下次测量时,忘记拨挡就去测量电压,而使万用表烧坏。

5. 测电流时,应将万用表串联到被测电路中。测直流电流时,应注意正负极性,若表笔接反了,表针会反打,容易使表针碰弯。

6. 测电流时,若电源内阻和负载电阻都很小,应尽量选择较大的电流量程,以降低万用表内阻,减小对被测电路工作状态的影响。

7. 测电压时,应将万用表并联在被测电路的两端。测直流电压时,应注意正、负极性。如果误用直流电压挡去测交流电压,表针就不动或略微抖动;如果误用交流电压挡去测直流电压,读数可能偏高一倍,也可能读数为零(与万用表的接法有关)。

8. 严禁在测高压(如 220 V)或大电流(如 0.5 A)时拨动量程选择开关,以免产生电弧,烧坏转换开关触点。当交流电压上叠加有直流电压时,交、直流电压之和不得超过转换开关的耐压值,必要时需串接  $0.1 \mu\text{F}/450 \text{ V}$  的隔直电容,亦可直接从 dB 插孔输入。

9. 被测电压高于安全电压时,必须注意安全。应当养成单手操作的习惯,预先把一支笔固定在被测电路的公共地端(一般电路板的机壳地),拿另一支表笔去碰触测试点,以保持精

神集中。测高压时,必须使用高绝缘性的表笔。

10. 测高内阻电源的电压时,应尽量选较大的电压量程。因为量程越大,内阻也越高,这样表针的偏转角度虽然减小了,但是读数却更真实些。

11. 万用表不能用于直接测量毫伏级的微弱信号。

12. 不能直接用万用表测量方波、矩形波、锯齿波等非正弦电压。因为万用表交流挡实际测出的是交流半波的平均值,但刻度上反映的却是交流电压的有效值,并且这仅适用于正弦交流电。若被测电压为非正弦波,其平均值与有效值的关系会改变,因此不能直接读数。但只要掌握了规律,用万用表测量周期性非正弦电压也并非不可行,只是需要实践经验来估计。当被测正弦电压的非线性失真超过5%时,万用表测量误差也要增大。

13. 测量有感抗的电路中的电压时,必须在切断机器电源之前先把万用表断开,防止由于自感现象产生的高压损坏万用表。

14. 在测电阻前,要检查一下表内电池电压是否足够。检查的方法是:将量程转换开关置于电阻挡的 $R \times 1$ 挡(测1.5 V 电池)或 $R \times 10 \text{ k}$ 挡(测量较高电压电池),将表笔相碰,看指针是否指在零位,若调整“调零”旋钮后,指针仍不能指在零位,则需要换新电池后再使用。

15. 严禁在被测电路带电的情况下测量电阻(包括电池的内阻)。因为这相当于接入一个外加电压,使测量结果不准确,而且极易损坏万用表。

16. 每次更换电阻挡时应重新检查归零,尤其是当使用1.5 V五号电池时,因为电池的容量有限,工作时间稍长,电动势下降,内阻会增大,使欧姆零点改变。



17. 测电阻时要选择合适的电阻挡,使仪表的指针尽量指在标度尺的中心位置附近,这样读数较准。

18. 测高阻值电阻时,不要两手分别捏住两支表笔的金属部分,以免引入人体电阻(约为几百  $k\Omega$ ),使读数减小。

19. 检查仪器上的滤波电容时,应先将电解电容正、负极短路一下,防止大电容上积存的电荷经过万用表泄放,烧毁表头。

20. 测量晶体管、电解电容器等有极性元器件的等效电阻时,必须注意两表笔的极性。例如:在电阻挡时,正表笔(即红表笔)接表内电池的负极,所以带负电;负表笔(即黑表笔)接表内电池的正极,因此带正电。若表笔接反了,测量结果会不同。



指针式万用表的黑表笔在测电阻时,黑表笔接的是内部电池的正极;而数字式万用表却相反,它的红表笔才是电池的正极。不过后者的表笔如果接反,关系不是很大,因其可以在液晶显示屏上显示“-”。

21. 采用不同倍率的电阻挡,测量非线性元件的等效电阻时(如晶体二极管的正向电阻),测出的电阻值亦不同。因  $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$  挡一般共用一节 1.5 V 电池(只有 500 型万用表的  $R \times 1 k$  挡也是共用的 1.5 V 内部电池),而各挡欧姆中心值又不同,所以通过被测元件的电流也不相等。二极管伏安特性是非线性的,正向电流愈大,正向电阻就愈小。

22. 万用表的  $R \times 10 k$  挡多采用 9 V、12 V、15 V 叠层电池,电池电压较高,不宜检测耐压很低的元件,以免损坏元件。

23. 不能用电阻挡直接测量高灵敏度表头的内阻,以免烧毁线圈或碰弯表针。

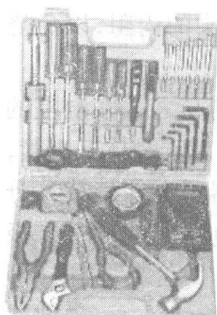
24. 测量线路内元件的电阻时,应考虑到与之并联电阻的影响。必要时应焊下被测元件的一端再测。对于晶体三极管,需脱开两个电极。不过“在路”测试(即机器脱电并稍待几分钟后,不用拆焊任何元件,直接用万用表测电路元件)中,二极管、三极管都能粗略估计好坏。注意,如果是“在线”测试(即机器正在运行或“上电”时的测试)中,务必多加小心,见前述第9项,即单手操作等安全事项。

25. 利用万用表测热敏电阻时,由于电流的热效应,会改变热电阻的阻值。这在 $R \times 1$ 挡上表现尤为显著。

26. 平时应将万用表置于干燥无震动、无强磁场、环境温度适宜的环境中,防止表内元件受潮变质。机械震动能使表头磁钢退磁,灵敏度下降。在强磁场附近使用,测量误差会增大;环境温度过高或过低,均可使整流元件的正反向电阻发生变化,改变整流系数,引起温度误差。

27. 长期不用的万用表,应将电池取出,避免电池存放过久而变质,漏出电解液腐蚀电路板。

28. 万用表的修理中安全技术十分重要,尽管人身所受威胁较小,但稍有不慎就会损坏万用表。例如,盲目地给万用表表头游丝上加缝纫机油,结果几乎使该表报废。



## 第一章

# 指针式万用表的结构、 技术特性及测量原理

## 第一节 概 述

指针式万用表属于模拟式电表,用于电工电子测量。模拟式是指仪表直接指示的是被测电量或电参量的模拟量值。模拟式电表可以对被测量进行连续的无跳跃式的测量,其测量结果一般表现为指针沿刻度标尺的位移(直线位移或角位移),被测量的模拟量值可直接从刻度标尺上读出。

模拟式仪表的突出优点是:显示直观,易于显示信号变化的倾向,易于判断信号与满度值之差等。

模拟式万用表在结构上由三个部分组成:指示部分、测量电路和转换装置。

指示部分又称表头,用来指示被测量值的大小。表头大多采用磁电系测量机构。

测量电路的作用是将被测量转换成能为测量机构所接受的过渡量(电磁量)。对于磁电系测量机构来说,即要转换成直流电流。

转换装置则用以实现对不同测量电路的选择,以适应各种

测量要求,它通常由转换开关、接线柱、按钮、插孔等组成。

转换开关由许多固定触点和活动触点组合而成。当固定触点和活动触点闭合时电路被接通。通常,活动触点称为“刀”,固定触点称为“掷”。由于万用表中所用的转换开关要按照不同的排列组合来接通相当多的量程,所以结构是特别的。它一般是单层或多层,很多“刀”和几十个“掷”,比如“双刀11掷”,说明它有2个活动接触点和11个固定接触点。

转换开关中的各“刀”之间是相互同步联动的,转动“刀”的位置可使某些活动触点与固定触点闭合,从而相应地接通所要求的测量电路。

评价万用表的优劣主要是从其测量范围、灵敏度和它的测量准确度,以及其工作频率范围和抗干扰能力等方面来衡量。

由于在传统的模拟式万用表中引入了电子线路,所以它的测量范围能够大幅度地向小量程的方向扩展,如MF-20型万用表的交流电流灵敏度就很高,满度电流为 $6\mu\text{A}$ ,而MF-10高灵敏度万用表直流满度电流为 $10\mu\text{A}$ ,其输入阻抗极高,50V量程为 $50\text{V} \times 1000\text{k}\Omega/\text{V} = 50\text{M}\Omega$ ,同时设有“ $\Omega \times 100\text{k}$ ”量程,测量值可达 $200\text{M}\Omega$ ,而MF-60和MF-63型模拟式万用表在某些方面还超过MF-10型。

由于交流电路采用了整流二极管和宽带运放,故其使用频率都比较宽,一般为 $50 \sim 1000\text{Hz}$ 。MF-85型万用表其频响为 $45 \sim 200\text{kHz}$ 。在准确度方面,MF-35型万用表的直流量程的准确度可达1.0级,而交流量程的准确度为1.5级。

各种万用表测量直流电压时的内阻为 $2000 \sim 20000\Omega/\text{V}$ 。

用万用表测量交流周期信号时,由于万用表的交流标度尺是按正弦有效值刻度的,所以用交流量程去测其他波形的周期



信号时会带来波形误差,对此使用时应注意。

## 第二节 · 表 头

模拟式万用表的表头大多采用磁电系测量机构,它利用永久磁铁的磁场与载流线圈的相互作用来产生转动力矩。这种测量机构由于气隙中具有很强的磁感应强度  $B$ ,因此机构具有较高的电流灵敏度。辐射强大而均匀的磁感应强度既使读数方程为线性和标尺刻度均匀分格,又使这种测量机构具有很强的抗外磁干扰能力。

目前由于采用了先进的工艺和结构,使得由这种测量机构所构成的仪表具有很高的准确度,0.5级准确度是很容易达到的,因而磁电系测量机构被广泛地应用到不同类型的仪表之中。

如果磁电系测量机构可动的部分是载流线圈,则为动圈式结构;如果可动部分是永久磁铁,则为动磁式结构。动圈式结构应用最广泛。在动圈式结构中,又可根据永久磁铁位于可动线圈外部、内部或者内外部,将磁电系测量机构分为外磁式、内磁式和内外磁式三种类型。下面仅以最常见的外磁式为例,介绍磁电系测量机构的结构和工作原理。

### 一、外磁式磁电系测量机构

外磁式磁电系测量机构分为可动部分与固定部分,它的结构如图 1.1 所示。

固定部分有永久磁铁 3、极掌 4 和圆柱形铁芯 9,它们组合在一起,形成磁电系测量机构的磁路系统。

永久磁铁是由磁性很强的硬磁材料制作的,而极掌和铁芯

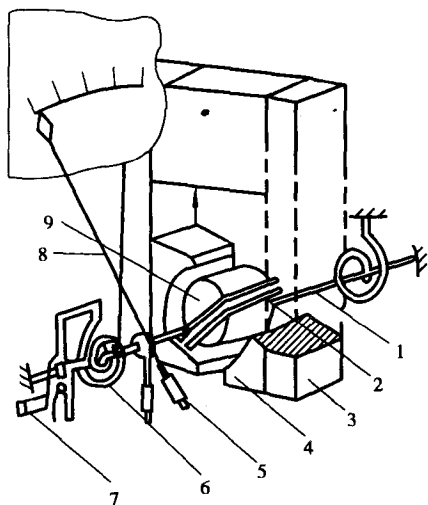


图 1.1 外磁式磁电系测量机构

1—转轴;2—可动线圈;3—永久磁铁;4—极掌;5—平衡锤;  
6—游丝;7—调零器;8—指针;9—铁芯

则由导磁性能良好的软磁材料制成,由于环形气隙的宽度均匀而窄小,因而在气隙中就形成了一个强大而均匀的径向磁场,这种均匀辐射的磁场保证了电流线圈受到的转动力矩不会随它的偏转位置而改变,如图 1.2 所示。

可动部分是由可动线圈 2、转轴 1 以及与转轴相连的指针 8、游丝 6、平衡锤 5 和调零器 7 组成,其中可动线圈是一个用细导线绕在一个铝质框架上的方形线圈,其上下端部固定着两个带轴尖的半轴,借以将可动部分支撑在轴承里。

游丝用来将电流引入可动线圈并同时提供反抗力矩。两个游丝绕向相反,其外端固定在支架上,内端则固定在转轴上,并与可动线圈相连。线圈的初始位置由游丝保持。如果仪表



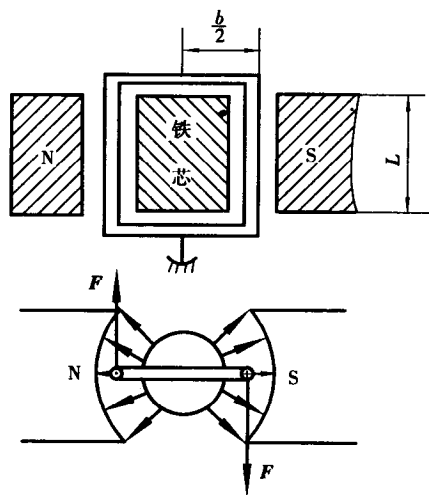


图 1.2 磁电系仪表工作原理

指针的起始点不在零位,可调节表头面板上的调零器螺杆,它的一端连着游丝,因此可调节指针归“0”位置。调节平衡锤5可以使活动部分的重心落到转轴上,因而保持整个可动部分的机械平衡。

## 二、磁电系测量机构的工作原理

### 1. 转动力矩的产生

当活动线圈通过直流电流时,这个电流所产生的磁场与永久磁铁的磁场相互作用,线圈位于气隙中的垂直边框将受到电磁力的作用,电磁力的方向可以根据左手定则来确定,每个垂直边受到的电磁力的大小为:

$$F = NBLI$$

式中: $F$ ——电磁力(单位为牛顿);

$N$ ——线圈匝数;