



普通高等教育高职高专“十二五”规划教材 电气类

电机维修实训

主编 马香普 王志勇



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育高职高专“十二五”规划教材 电气类

电机维修实训

主 编 马香普 王志勇

副主编 李 凯 毛冬林 岳 健



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材主要介绍小型变压器、三相异步电动机、单相异步电动机的运行与维修,包括常见故障的故障现象、产生原因及修复方法,并对一些常规试验等做了较为详细的介绍。

本教材通俗易懂、可操作性强,所有内容以必需、够用为度,强调基本技能的训练,力求增强学生的实践动手能力,为培养工程技术应用型人才奠定坚实的基础。另外,附录中收集了常用小型变压器、三相异步电动机、单相异步电动机的技术数据,查阅方便,可作为高职高专学校学生的实训用书,也可作为广大电工和电气技术人员的培训教材和工作参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电机维修实训 / 马香普, 王志勇主编. -- 北京 :
中国水利水电出版社, 2014. 10
普通高等教育高职高专“十二五”规划教材. 电气类
ISBN 978-7-5170-2650-1

I. ①电… II. ①马… ②王… III. ①电机—维修—
高等学校—教材 IV. ①TM307

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第249325号

书 名	普通高等教育高职高专“十二五”规划教材 电气类 电机维修实训
作 者	主编 马香普 王志勇 副主编 李凯 毛冬林 岳健
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	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 9.75印张 231千字
版 次	2014年10月第1版 2014年10月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	25.00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

前言



本教材是普通高等教育高职高专“十二五”规划教材，是为了解决学生的动手实践能力，提高学生分析问题、解决问题的能力，掌握电机维修操作的技能、技巧而编写的。根据高职高专学校的培养目标和教学特点，本书内容通俗、简要、易学、易懂、易会，图文并茂，操作手段和解决问题的方法灵活多样，这将对提高电机维修人员的素质起到积极作用。

本教材主要介绍如何维修小型变压器、三相异步电动机、单相异步电动机。本书第一版由马香普、毛源、宋杰、殷芬编写。第二版由马香普、王志勇、李凯、毛冬林、岳健编写，马香普任第一主编，王志勇任第二主编，李凯、毛冬林、岳健任副主编。

在本教材编写过程中，得到了相关各级领导的热忱帮助和鼎力支持，编者在此致以诚挚的谢意。同时，本教材还参考了有关院校编写的教材和生产技术资料，编者在此一并致谢。

由于水平有限，书中可能存在缺点和不妥之处，敬请各校师生及其他读者给予指正。

编者

2014年8月

目录



前言

项目一 电机维修实训的基本知识	1
任务一 电机维修工具、量具及仪表	1
任务二 电机维修常用材料	14
项目二 小型变压器维修实训	22
任务一 小型变压器的设计计算	22
任务二 小型变压器的制作	26
任务三 小型变压器组装后的测试及故障检修	30
项目三 三相异步电动机维修实训	35
任务一 三相异步电动机的拆卸与装配	35
任务二 定子绕组的嵌线工艺	43
任务三 定子绕组的接线、整形与绑扎	58
任务四 定子绕组的浸漆与烘干	60
任务五 电机修复后的检查与试验	62
任务六 电动机的运行、维护与管理	68
任务七 三相异步电动机故障检查与修复	75
项目四 单相异步电动机的维修实训	99
任务一 单相异步电动机的拆卸与装配	99
任务二 单相异步电动机的定子绕组	102
任务三 单相异步电动机的绕组线模制作及嵌线工艺	112
任务四 单相电动机故障的判断与修理	118
任务五 单相异步电动机的日常维护	123
任务六 三相异步电动机改为单相运行	131
附录	
附录 1 漆包线技术数据	134
附录 2 电力变压器常用技术数据	137

附录 3 三相异步电动机技术数据	140
附录 4 单相异步电机技术数据	144
参考文献	147

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 电机的分类	1
第二节 电机的用途	2
第三节 电机的选择	3
第二章 三相异步电动机的结构	5
第一节 三相异步电动机的基本结构	5
第二节 三相异步电动机的铭牌	10
第三节 三相异步电动机的性能	15
第三章 三相异步电动机的运行	20
第一节 三相异步电动机的启动	20
第二节 三相异步电动机的调速	25
第三节 三相异步电动机的制动	30
第四章 单相异步电动机的结构	35
第一节 单相异步电动机的基本结构	35
第二节 单相异步电动机的铭牌	40
第三节 单相异步电动机的性能	45
第五章 单相异步电动机的运行	50
第一节 单相异步电动机的启动	50
第二节 单相异步电动机的调速	55
第三节 单相异步电动机的制动	60
第六章 三相异步电动机的检修	65
第一节 三相异步电动机的检修	65
第二节 三相异步电动机的检修	70
第七章 单相异步电动机的检修	75
第一节 单相异步电动机的检修	75
第二节 单相异步电动机的检修	80

附录

附录 1 三相异步电动机技术数据	140
附录 2 单相异步电机技术数据	144

项目一 电机维修实训的基本知识

任务一 电机维修工具、量具及仪表

一、常用工具

1. 钢丝钳

钢丝钳常称为钳子，见图 1-1。它的用途是夹持或折断金属薄板以及切断金属丝。钢丝钳有两种，电工应选用带绝缘手柄的一种，一般钢丝钳的绝缘护套耐压为 500V，所以只适合在低压带电设备上使用。使用钢丝钳要注意以下几个问题：

(1) 在使用钢丝钳的过程中，切勿将绝缘手柄碰伤、损伤或烧伤，并注意防潮。

(2) 钳轴要经常加油，防止生锈。

(3) 要保持钢丝钳清洁，带电操作时，手与钢丝钳的金属部分保持 2cm 以上的距离。

(4) 根据不同的用途，选择钢丝钳的大小规格，一般钢丝钳有 150mm、175mm、200mm 等数种。

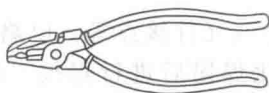


图 1-1 钢丝钳



图 1-2 尖嘴钳

2. 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细，见图 1-2。适用于狭小的工作空间或带电操作低压电气设备，尖嘴钳既可作为电机电器制作、维修工具，又可作家庭日常修理的工具，使用灵活方便。电工维修人员在选用尖嘴钳时，也应选用带有绝缘手柄的耐酸塑料套管，耐压应在 500V 以上。需注意的问题如下：

(1) 使用尖嘴钳时，为了安全，手距离金属部分的距离应不小于 2cm。

(2) 注意尖嘴钳的防潮。勿磕碰损坏柄套以防触电。

(3) 钳头部分尖细且经过热处理，钳夹物不可过大，用力切勿太猛，以防损伤钳头。

(4) 使用尖嘴钳后要擦净，钳轴要经常加油，以防生锈失灵。

3. 剥线钳

剥线钳用来剥削 6mm 以下塑料或橡胶导线的绝缘层，见图 1-3。由钳头和手柄两部分组成，分有直径为 0.5~3mm 的多个切口，钳头部分由压线口和切口构成，以适用于不同规格的芯线。使用时，电线必须放在大于其芯线直径的切口上切剥，否则会切伤线芯。

4. 试电笔

试电笔简称电笔,见图1-4。用它可以方便地检查低压线路和电气设备是否带电,其检测电压在60~500V之间。为了便于使用和携带,试电笔常做成钢笔式或螺丝刀式结构。

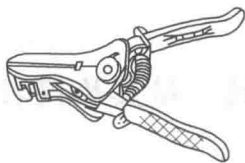


图 1-3 剥线钳



图 1-4 试电笔

试电笔由氖管、 $2M\Omega$ 电阻、弹簧、笔身和笔尖构成。弹簧、氖管和电阻依次相连,两端分别与金属笔尖和金属笔挂相接。使用时,金属笔尖接触被测电路或带电体,人的手指接触金属笔挂,这样电路或带电体与电阻、氖管、人体和大地形成导电回路。当带电体与地之间的电压超过60V时,笔身中的氖管发出红色辉光,表明被测体带电。

使用注意事项:

- (1) 使用试电笔前,一定要在有电的电源上检查试电笔氖管能否正常发光,确保试电笔无误,方可使用。
- (2) 在明亮的光线下测试时,不易看清氖管是否发光,应遮光检测。
- (3) 试电笔的金属笔尖多制成螺丝刀形状,但只能承受很小的扭矩。

5. 电烙铁

电烙铁见图1-5。它可用来焊接电线接头、电气元件接点等。电烙铁的工作原理是利用电流通过发热体(电热丝)产生的热量,熔化焊锡后进行焊接。电烙铁的形式很多,有外热式电烙铁、内热式电烙铁等多种。外热式电烙铁具有抗震动、机械强度大等特点,适用于较大体积的电线接头焊接;但缺点是预热时间较长,效率较低。而内热式电烙铁的优点是体积小、重量轻、发热快,适用于在印制电路板上焊接电子元件;缺点是机械强度差,不抗震动,不适于大面积焊接。电烙铁在使用时要注意以下几点:

- (1) 使用前应检查电源电压与电烙铁上的额定电压是否相符,一般为220V,检查电源和接地线接头是否接错。
- (2) 新烙铁在使用前先用砂纸把烙铁头打磨干净,然后和松香一起在烙铁头上沾上一层锡(称为搪锡)。
- (3) 电烙铁不能在易爆场所或腐蚀性气体中使用。
- (4) 电烙铁在使用中一般用松香做焊剂,特别是电线接头和电子元器件的焊接。一定要用松香做焊剂,严禁用盐酸等带有腐蚀性的焊锡膏焊接。以免腐蚀印制电路板或短路电气线路。
- (5) 电烙铁在焊接金属铁、锌等物质时,可用焊锡膏焊接。
- (6) 如果在焊接中发现紫铜制的烙铁头氧化不易沾锡时,可将铜头用锉刀锉去氧化层,在酒精内浸泡后再用,切勿浸入酸内浸泡以免腐蚀烙铁头。
- (7) 焊接电子元器件时,最好选用低温焊丝,头部涂上一层薄锡后再焊接。焊接场效



应晶体管时,应将电烙铁电源线头拔下。利用余热去焊接,以免损坏管子。

(8) 使用外热式电烙铁,应经常将铜头取下清除氧化层,以免日久造成铜头烧死。

(9) 电烙铁通电后不能敲击,以免缩短使用寿命。

(10) 电烙铁使用完毕,应拔下插头,待冷却后放置干燥处,以免受潮漏电。

6. 电工刀

电工刀见图 1-6。适用于电工在装配维修工作中割削电线绝缘外皮,以及割削绳索木桩等。电工刀的结构与普通小刀相似,它可以折叠,尺寸有大小两号,还有一种多用型的,既有刀片,又有锯片和锥针,不但可以削电线还可以锯割电线槽板,锥钻底孔,使用起来非常方便。使用电工刀要注意以下几点:

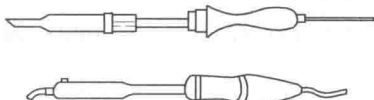


图 1-5 电烙铁

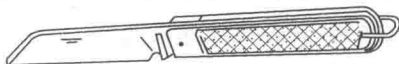


图 1-6 电工刀

(1) 使用电工刀时切勿用力过猛,以免不慎划伤手、肢。

(2) 一般电工刀的手柄是不绝缘的,因此严禁用电工刀带电操作。

7. 套筒扳手

套筒扳手是用来旋紧或旋松有沉孔的螺母,或在无法使用活络扳手的地方使用。由套筒和手柄两部分组成,套筒应配合螺母规格选用。

8. 镊子

镊子是电工用来消除金属毛刺,或对已生锈的小螺栓进行镊断消除换新的一种工具。所以初学的电工人员也要掌握一些钳工的基本知识和技能,使用镊子时要掌握以下几点:

(1) 在工作前要检查锤头是否装牢,用右手握紧锤把,左手握紧镊子,镊子尾部伸出 4cm 左右,用力敲击。

(2) 镊子应经常刃磨,并把镊子尾部毛刺及时去掉以免伤人。

(3) 镊削脆性材料或毛刺时,人体应靠镊子的后面站,以免碎屑飞近伤人。

9. 清槽片

清槽片见图 1-7。它是清除电动机定子、转子或电枢铁心槽内残存的绝缘物、铁锈等杂物的工具,也可用来清除换向片间的污垢或云母片。清槽片可用旧锯条制作,其一端在砂轮上磨成尖头或钩状,尾部用包布或塑料带包扎作手柄。

10. 划线板(也称理线板)

划线板见图 1-8。它是嵌线圈时用来把导线划入线槽,不致交叉。划线板还可以迫使堆积在槽口的导线移至槽内两侧,以及整理已嵌入槽内的导线,以便上边的导线入槽的专用工具。划线板最好用不锈钢制作,但也可用竹片或层压塑料板削磨制作。其长度为 15~20cm,宽度为 10~15mm,厚度为 2~3mm。头部略呈尖形,一边稍薄,如刺刀形,表面应光滑。

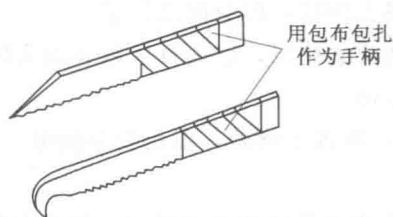


图 1-7 清槽片

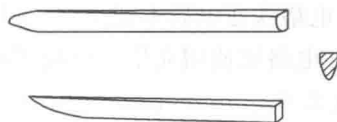


图 1-8 划线板

11. 划针

划针见图 1-9。它是在线圈导线嵌好后，用来包卷绝缘纸的专用工具，可用不锈钢或弹簧钢磨制。其直线部分长度为 20~25cm，宽度为 2~4mm，厚度为 1~2mm，尖端部分略薄而且尖，其表面应非常光滑。

12. 压线板

压线板见图 1-10。它是把已嵌入线槽的导线压紧并使其平整的专用工具，一般用不锈钢或黄铜制作，并装上木柄。其尺寸随线槽宽度而定，一般备几种大小不同的压线板。

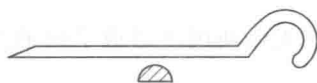


图 1-9 划针

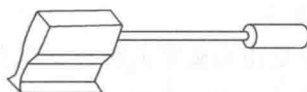


图 1-10 压线板

13. 刮线刀

刮线刀见图 1-11。它是用来刮去导线焊接头上的绝缘层（如聚酯漆包线外圆的漆膜或玻璃包铜扁线外层的玻璃丝）的专用工具。在有弹性对折的钢片两端各装一片铅笔刀片，每片用两只螺钉拧紧固定。

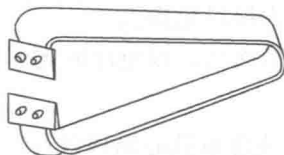


图 1-11 刮线刀

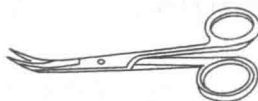


图 1-12 剪子

14. 剪子

可用理发剪子代替（其他剪子也可），用来剪裁所需的绝缘材料及剪除槽绝缘的多余部分。现多用手术弯剪来代替，这种剪子使用起来较为灵活。其形状如图 1-12 所示。

15. 皮老虎

皮老虎见图 1-13。它是用来吹除各种电气设备内部的积灰等垃圾。

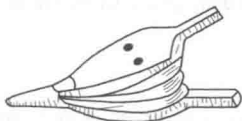


图 1-13 皮老虎

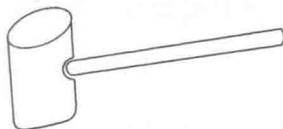


图 1-14 木锤

16. 木锤及橡皮锤

木锤及橡皮锤是一种敲打工具，它的式样、规格都很多。修理中常用的有 0.25kg、0.5kg、0.75kg 的圆头锤。在需要轻轻敲打的场合，手应握得离锤头近一些，在需要用力敲打的场合，手应握在木柄尾部，握持的部位得当，不仅用得上力，而且手部震麻的感觉可以减少许多。

在修理三相电动机绕组的时候，经常用到木锤及橡皮锤，其外形如图 1-14 所示。由于它们较铁锤头质软，所以在整理绕组端部时，导线的线皮不易受到损伤。木锤可用硬杂木加工而成。

17. 喷灯

喷灯见图 1-15。它是利用喷灯火焰对工件进行加热的一种工具，火焰温度可达 900℃，常用于锡焊、焊接电缆接地线等。使用喷灯应注意以下几点：

(1) 在使用前，按喷灯要求加燃料油，加油时最多加到容器的 3/4 处，并拧紧螺塞。

(2) 使用前要检查一下喷灯各个部位是否漏油，喷嘴是否塞死，是否有漏气现象，检查合格后方能使用。

(3) 喷灯在修理或加油、放油时，一定要灭火后进行。

(4) 喷灯点火时，喷嘴前切勿站人。

(5) 喷灯在工作时，应保持火焰与带电体有足够的距离。喷灯在工作场所不能有易燃易爆等危险品存放。

(6) 喷灯在点燃时，在火碗内注入燃油，用火点燃，待喷嘴烧热后，再缓慢打开进油阀；打气时要先关闭进油阀后再行加压。

18. 手摇绕线机

手摇绕线机见图 1-16。其主要用来绕制小型电动机的绕组、低压电器线圈和小型变压器。手摇绕线机体积小、重量轻、操作简便。能记忆绕制的匝数，使用手摇绕线机时应注意以下问题：

(1) 使用时要把绕线机固定在操作台上。

(2) 绕制线圈时记下起头指针所指示匝数，并在绕制后减去。

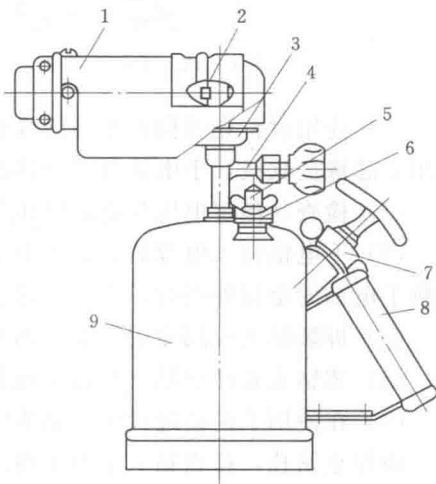


图 1-15 喷灯结构

- 1—灯头；2—喷嘴；3—电火碗；4—进油阀；
5—安全阀；6—加油螺塞；7—手油泵；
8—手柄；9—油桶



(3) 绕线时,用手把导线拉紧拉直,注意较细的漆包线切勿用力过度,以免将线拉断。

19. 手电钻

手电钻见图 1-17。它不但体积小、重量轻,并且还能随意移动。近年来,手电钻的功能不断扩展,功率规格也越来越多,不但能对金属钻孔,带有冲击功能的手电钻还能对砖墙、钢筋、水泥打眼。目前常用的是手枪式手电钻,电源一般为 220V,也有三相 380V 的。钻头大致也分两大类:一类为麻花钻头,一般用于金属打孔;另一类为冲击钻头,用于砖和水泥柱上打孔。使用手电钻时应注意以下几点:

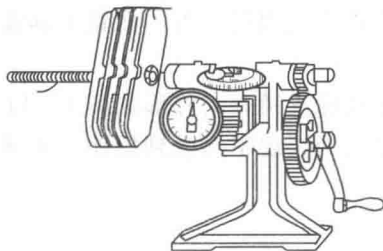


图 1-16 手摇绕线机

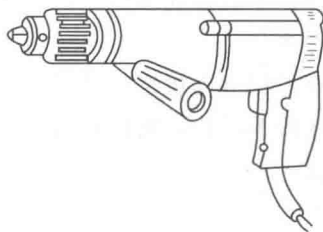


图 1-17 手电钻

(1) 使用时首先要检查电线绝缘是否良好,如果电线有破损处,可用胶布包好。最好使用 3 芯橡皮软线,手电钻外壳应接地。

(2) 检查其额定电压与电源电压是否一致,开关是否灵活可靠。

(3) 手电钻接入电源后,要用电笔测试外壳是否带电,如不带电方能使用。操作时需接触手电钻的金属外壳时,应戴绝缘手套、穿电工绝缘鞋并站在绝缘板上。

(4) 拆装钻头应用专用钥匙,切勿用螺丝刀和手锤敲击电钻夹头。

(5) 装钻头要注意钻头与钻夹保持同一轴线,以防钻头在转动时来回摆动。

(6) 在使用手电钻过程中,钻头应垂直于被钻物体,用力要均匀,当钻头被物体卡住时,应停止钻孔,检查钻头是否卡得过松,重新紧固钻头后再使用。

(7) 钻头在钻金属孔过程中,若温度过高,很可能引起钻头退火,可适量加些润滑油。

(8) 钻孔完毕,应将电线绕在手电钻上,放置于干燥处以备下次使用。

20. 拉具

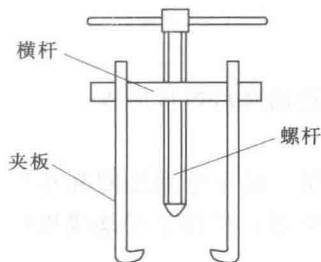


图 1-18 拉具

拉具又称拉马、拉子,见图 1-18,是电工拆卸皮带轮、联轴器以及电机轴承、电动机风叶的一种不可缺少的工具。使用拉具时要注意以下几点:

(1) 使用拉具拉电动机带轮时要把拉具摆正,丝杆要对准机轴中心,然后用扳手上紧拉具的丝杠,用力要均匀。

(2) 在使用拉具时,如果所拉部件与电机轴间锈死,要在轴的接缝处浸些汽油或螺栓松动剂,然后用铁锤敲击带轮外缘或丝杆顶端,再用力向外拉带轮。



(3) 必要时可用喷灯将带轮的外表加热后迅速拉下带轮。

二、常用量具

测量电机零部件的尺寸、形状和位置的工具称为量具。电机修理所用的量具很多，大体分为普通量具和精密量具。常用的钢直尺、卷尺、 90° 角尺、内外卡钳等均是普通量具；而游标卡尺、外径千分尺、百分表、水平仪等属于精密量具。

1. 钢直尺

钢直尺是电机修理中测量各种零部件尺寸、形状和位置的普通量具，精度为 0.5mm 的钢直尺是用厚 1mm 、宽 25mm 的不锈钢板制造的。尺的一端是直边，称工作端边，尺的另一端有悬挂用的小孔。尺的长度有 150mm 、 200mm 、 300mm 、 1000mm 和 1500mm 等，其外形如图 1-19 所示。

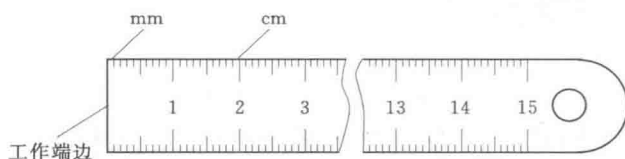


图 1-19 钢直尺

2. 游标卡尺

游标卡尺属于较精密、多用途的量具，一般有 0.1mm 、 0.05mm 、 0.02mm 3 种规格，其外形如图 1-20 所示。尺身每一分度线之间的距离为 1mm ，从“0”线开始，每 10 格为 10mm ，在此尺身上直接读出整数值，游标上每一分度线之间距离为 0.9mm ，从“0”线开始每向右一格，增加 0.1mm 。

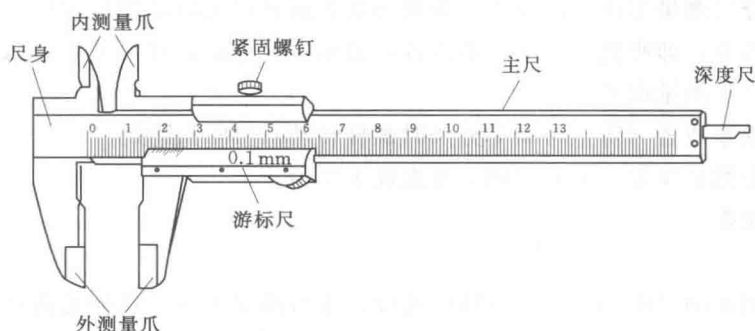


图 1-20 游标卡尺

测量前，要做“0”标志检查，即将尺身、游标的卡爪合拢接触，使其“0”线对齐，然后按被测量的工件移动游标，卡好工件后，便可在尺身、游标上得到读数。

使用时应注意以下几点：

- (1) 不可使用游标卡尺测量表面粗糙的工件表面（如铸铁件等），以防磨损卡爪。
- (2) 读数时要防止视觉误差，要正视，不可斜视。
- (3) 用后，把游标卡尺放在专用盒内，不可与其他工具叠放在一起。



3. 外径千分尺

外径千分尺的分度值为 0.01mm ，一般用于测量导线的线径。测量导线的线径前要用火烧掉导线外面的绝缘层，用软织物擦去外层灰垢，切不可用砂布或刀片去刮绝缘层，以免损伤线径致使测量不准确。其外形结构如图 1-21 所示。

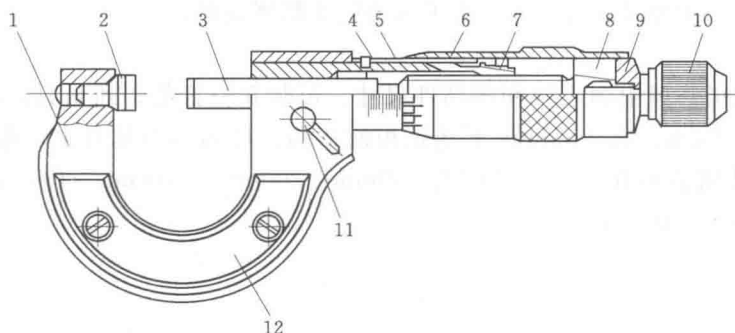


图 1-21 外径千分尺

1—尺架；2—固定测砧；3—测微螺杆；4—螺纹轴套；5—固定刻度套筒；6—微分筒；
7—调节螺母；8—接头；9—垫片；10—测力装置；11—锁紧螺钉；12—绝热板

外径千分尺的使用方法如下：

(1) 测量前，先把千分尺的两个测砧面擦干净，转动测力装置，使两个测砧面轻轻地接触，并且没有间隙和漏光现象，同时微分筒和固定套筒要对准零位。

(2) 应把零件的被测量表面擦干净，以免有脏物存在时影响测量精度。绝对不允许用千分尺测量带有研磨剂的表面，以免损伤测量面的精度。也不能用千分尺测量表面粗糙的零件，这样易使测砧面过早磨损。

(3) 用千分尺测量零件时，应当手握测力装置的转帽来转动测微螺杆，使测砧表面保持标准的测量压力，即听到“嘎嘎”的声音，表示压力合适，并可开始读数。要避免因测量压力不等而产生测量误差。

(4) 旋紧锁紧装置（防止移动千分尺时螺杆转动），即可读数。

(5) 为减少测量误差，可重复测量几次取平均值。

三、常用仪表

1. 转速表

转速表可用来测定电动机转轴旋转的速度，也可测定负载端机械轮的转速。转速表常用的是离心式手持转速表，近几年新型转速表不断涌现，有离心式电子显示板显示转速的转速表、感应式转速表等。

离心式手持转速表在使用中应注意以下事项：

(1) 在测电动机轴的转速之前，要用眼观察电动机转速，大致判断其速度，然后把转速表的调速盘转到所要测的转速范围内。

(2) 在一般没有多大把握判断电机转速时，要将调速盘调到高位观察，确定转速后再向低挡调，以使测试结果准确。

(3) 换挡时要等转速表停转后再换挡，以免损坏表的机构。



(4) 测量转速时, 应将转速表的测试轴与被测轴轻轻接触并逐渐增加接触力, 测试时要手持转速表保持平衡, 转速表测试轴与电动机轴保持同心, 直到测试指针稳定时再记录数据。

(5) 转速表换轴后可测试设备的转速和线速度。

2. 兆欧表

兆欧表俗称摇表、绝缘摇表, 外形见图 1-22。兆欧表主要用来测量电气设备的绝缘电阻。如电动机、电气线路的绝缘电阻, 判断设备或线路有无漏电现象、绝缘损坏或短路。

兆欧表的主要组成部分是一个磁电式流比计和一只作为测量电源的手摇高压直流发电机, 与兆欧表表针相连的有两个线圈, 一个同表内的附加电阻 R_f 串联, 另一个和被测的电阻 R 串联, 然后一起接到手摇发电机上, 当手摇动发电机时, 两个线圈中同时有电流通过, 在两个线圈上产生方向相反的转矩, 表针就随着两个转矩的合成转矩的大小而偏转某一角度, 这个偏转角度决定于两个电流的比流, 附加电阻是不变的, 所以电流值仅取决于待测电阻的大小值。

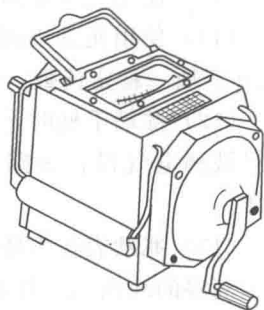


图 1-22 兆欧表外形

值得一提的是, 兆欧表测得的是在额定电压作用下的绝缘电阻阻值。万用表虽然也能测得数千欧的绝缘阻值, 但它所测得的绝缘阻值只能作为参考, 因为万用表所使用的电池电压较低, 绝缘物质在电压较低时不易击穿, 而一般被测量的电气设备, 均要接在较高的工作电压上, 为此, 只能采用兆欧表来测量。一般还规定测量额定电压在 500V 以上的电气设备的绝缘电阻时, 必须选用 1000~2500V 的兆欧表, 测量 500V 以下电压的电气设备, 则以选用 500V 摇表为宜。

兆欧表使用时需注意以下几点:

(1) 正确选择其电压和测量范围。选用兆欧表的电压等级应根据被测电气设备的额定电压而定, 一般测量 50V 以下的用电设备电气绝缘, 可选用 250V 兆欧表, 50~380V 的用电设备检查绝缘情况, 可选用 500V 兆欧表, 500V 以下的电气设备, 兆欧表应选用读数从零开始的, 否则不易测量, 因为在一般情况下, 电气设备无故障时, 由于绝缘受潮其绝缘电阻在 $0.5\text{M}\Omega$ 以上时, 就能给电气设备通电试用, 若选用读数从 $1\text{M}\Omega$ 开始的兆欧表, 对小于 $1\text{M}\Omega$ 的绝缘电阻无法读数。

(2) 选用兆欧表外接导线时, 应选用单根的多股铜导线, 不能用双股绝缘线。绝缘强度要在 500V 以上, 否则会影响测量的精确度。

(3) 测量电气设备绝缘电阻时, 测量前必须先断开设备的电源, 并验明无电。如果是电容器或较长的电缆线路须进行放电后再测量。

(4) 兆欧表在使用时必须远离强磁场, 并且平放。摇动摇表时切勿使表受振动。

(5) 在测量前, 兆欧表应先做一次开路试验, 然后再做一次短路试验, 表针在前次试验中应指到 “ ∞ ” (无穷大) 处, 而后次表针能摆到 “0” 处, 表明兆欧表工作状态正常。

(6) 测量时, 应清洁被测电气设备各表面, 以免引起接触电阻大, 测量结果不准。

(7) 在测电容器的绝缘电阻时须注意, 电容器的耐压必须大于兆欧表发出的电压值,



测完电容后应先取下摇表线再停止摇动摇把,以防已充电的电容向摇表放电损坏仪表,测完的电容要用电阻进行放电。

(8) 兆欧表在测量时,还需注意摇表上标有“L”的端子通入电气设备的带电体一端,而标有“E”接地端子应接配电设备的外壳或接电动机外壳或地线,如果测量电缆的绝缘电阻时,除把兆欧表“接地端”接入电气设备接地外,另一端接线路后,还需再将电缆芯之间的内层绝缘物接“保护环”,以消除因表面漏电而引起的读数误差。

(9) 若遇天气潮湿或降雨后空气湿度较大时,应使用“保护环”以消除绝缘物表面泄流,使被测物绝缘电阻比实际值偏低。

(10) 使用兆欧表测试完毕后也要对电气设备进行一次放电。

(11) 使用兆欧表时,要保持一定的转速,一般为 120r/min ,容许变动 $\pm 20\%$,在 1min 后取一稳定读数,测量时不要用手触摸被测物及兆欧表接线柱,以防触电。

(12) 摇动手柄时,应先慢再逐渐加快,待调速器发生滑动后,应保持转速稳定不变,如果被测电气设备短路,表针摆动至“0”时,应停止摇动手柄,以免兆欧表过流发热烧坏。

(13) 兆欧表在不使用时应放于固定柜橱内,周围温度不宜太冷或太热,切忌放于污秽、潮湿的地面上,并避免置于含侵蚀作用的气体附近,以免兆欧表内部线圈、导流片等零件发生受潮、生锈、腐蚀等现象。

(14) 应避免剧烈的、长期的振动,造成表头轴尖变秃或破裂弹簧宝石轴而影响指示。

(15) 禁止在雷电时或在邻近有带高压导体的设备时用兆欧表进行测量,只有在设备不带电又不可能受其他电源感应而带电时才能进行。

兆欧表主要用于测量线路、电缆和电机的绝缘。兆欧表的使用见图 1-23。

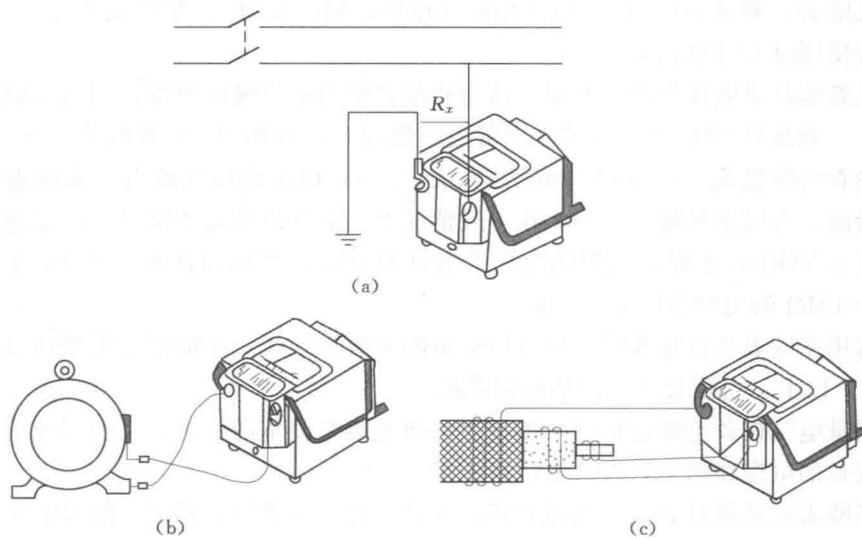


图 1-23 兆欧表的使用

3. 万用表

万用表见图 1-24,它是一种多用途、多量程仪表。一般以测量电流、电压和电阻为



主,习惯称为三用表。有的万用表还可以测量电感、电容、功率及晶体管的 β 值等。

万用表按其测量指示分为指针式万用表和数字式万用表两类。

使用万用表的注意事项如下:

(1) 使用万用表测量高电压时,不要用手触及表笔的金属部分。测量电阻时,不能带电测量。测量电流时,应先切断电源,接好连线再行测量以保证安全。

(2) 测量电压或电流,不可带电转动转换开关,以免烧坏万用表。

(3) 万用表接入被测电路之前,要认真核对所选用的测量种类及量程。在测量电压时,误用电流挡、电阻挡测量电压是造成万用表损坏的主要原因之一。

万用表的使用方法:

(1) 直流电压的测量。

1) 将黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V/ Ω ”插孔。

2) 将转换开关置于直流电压挡V—的合适量程。

3) 表笔与被测电路并联,红表笔接被测电路高电位端,黑表笔接被测电路低电位端,则液晶显示屏显示测量数据。

(2) 交流电压的测量。

1) 黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V/ Ω ”插孔。

2) 将转换开关置于交流电压挡V~的合适量程。

3) 表笔与被测电路并联,则显示屏显示测量数据。

(3) 直流电流的测量。

1) 将黑表笔插入“COM”插孔。当测量值小于200mA时,红表笔插入“mA”插孔。当测量值大于200mA时,红表笔插入“20A”插孔。

2) 将转换开关置于直流电流挡A—合适量程。

3) 将红、黑表笔串入被测电路。红表笔接高电位端,黑表笔接低电位端,则显示屏显示测量数据。

(4) 交流电流的测量。

1) 黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“mA”或“20A”插孔,同直流电流的测量选择相同。

2) 将转换开关置于交流电流挡A~的合适量程。

3) 将红、黑表笔串入被测电路,则显示屏显示测量数据。

(5) 电阻的测量。

1) 将黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V/ Ω ”插孔。

2) 将转换开关置于电阻挡 Ω 的合适量程。

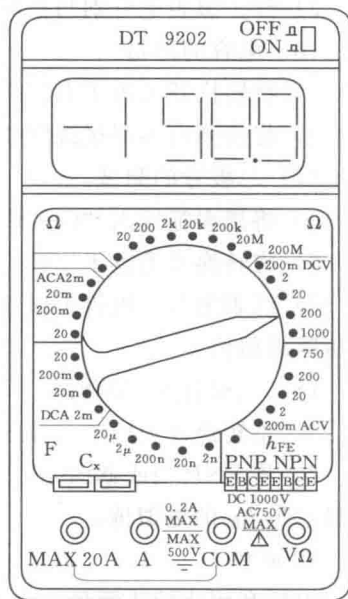


图 1-24 万用表