



高职高专
机电类课程规划教材

电机与拖动技术

(实训篇)

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主编 郑立平 张晶 主审 孙建忠

大连理工大学出版社



高职高专机电类课程规划教材

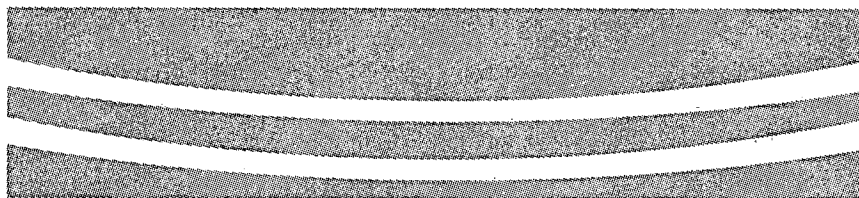
电机与拖动技术

(实训篇)

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主 审 孙建忠

主 编 郑立平 张 晶



DIANJI YU TUODONG JISHU

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

电机与拖动技术(实训篇)/ 郑立平,张晶主编. — 大连:
大连理工大学出版社,2006.1(2008.3重印)
高职高专机电类课程规划教材
ISBN 978-7-5611-3917-2

I. 电… II. ①郑…②张… III. ①电机—高等学校:技
术学校—教材 ②电力传动—高等学校:技术学校—教材
IV. TM3 TM921

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 018531 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023
发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466
E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn
大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:7.5 字数:157千字
印数:5001~8000
2006年1月第1版 2008年3月第2次印刷

责任编辑:姜楠 责任校对:张鹏
封面设计:季强

ISBN 978-7-5611-3917-2

定价:12.00元

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了21世纪的门槛。

20世纪与21世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,迫人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高等职业教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

众所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构,基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走理论型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,高等职业教育从专科层次起步,进而高职本科教育、高职硕士教育、高职博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高职教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)理论型人才培养的教育并驾齐驱,还需假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚韧不拔的努力。新世纪高等职业教育教材编审委员会就是由全国 100 余所高职院校和出版单位组成的旨在以推动高职教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职教材的特色建设为己任,始终会从高职教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的组织形式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职教学成果,探索高职教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高等职业教育教材编审委员会在推进高职教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意;也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高等职业教育教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

前言

《电机与拖动技术》(实训篇)是新世纪高等职业教育教材编审委员会组编的机电类课程规划教材之一。

《电机与拖动技术》(实训篇)从实践、实训教学的角度出发,对电气工程中常用的异步电机以及直流电机的维修技术进行了阐述。重点地介绍了三相异步电机和单相异步电机的重绕修理过程,简要地介绍了直流电机的检修要领,适当地介绍了三相异步电机的改型修理计算。整个内容突出工艺要领与操作技能,以保证对电机维修技术的真正掌握。同时,本书强调进行实训教学的方法,从实训的形式上保障了教学的质量。为了配合《电机及拖动技术》(基础篇)课程的学习,本书还安排了相应的实训内容,实训的侧重点放在电机参数及机械特性的测试上,与直流电机和变压器有关的实验较多。

本书从实践、实训角度出发,详细介绍电机实践、实训基础知识和维修技术,实用性强,既适用于本科、高职院校相关专业实践、实训教学,又可作为相关工程技术人员的参考书。

全书共分为4章,其主要内容是:电机与拖动技术实训的基本知识、基本技能训练、综合能力训练及基本实训等。

本书由郑立平、张晶老师任主编,具体分工如下:第1章、第2章由郑立平老师编写,第3章、第4章由张晶老师编写,全书由郑立平老师统稿。大连理工大学孙建忠教授审阅了全书并提出了许多宝贵的意见和建议,大连理工大学徐占国老师也提出了许多宝贵的意见,在此一并表示感谢。

4 / 电机与拖动技术(实训篇) □

尽管我们在《电机与拖动技术》(实训篇)教材的特色建设方面做出了很多努力,但由于高职教材建设还处于探索阶段,教材中难免会出现不足之处,恳切希望各相关高职院校教师和学生在使用本教材的过程中给予关注,并将意见和建议及时反馈给我们,以便修订时完善。

所有意见和建议请发往 gzjckfb@163.com

联系电话:0411-84707492 0411-84706104

编者

2006年1月



第1章 基本知识	1
1.1 实训的常用工具	1
1.2 常用仪表、仪器.....	6
1.3 电机修理的常用材料.....	13
第2章 基本技能训练	18
2.1 异步电动机的拆装.....	18
2.2 线圈的绕制.....	22
2.3 电动机嵌线.....	24
2.4 接线.....	27
2.5 绕组浸漆、烘干工艺	29
2.6 检查试验.....	32
第3章 综合能力训练	34
3.1 三相异步电动机故障的修理.....	34
3.2 单相电动机故障的修理.....	47
3.3 直流电机故障的修理.....	52
3.4 电动机的节电运行与维护.....	58
3.5 改变导线的线径.....	63
3.6 改极.....	66
3.7 三相异步电动机改为单相运行.....	68
3.8 三相异步电动机的重绕计算.....	70
第4章 基础实训	73
4.1 基础实训须知.....	73
4.2 直流电机认识实训.....	75
4.3 直流发电机的空载实训.....	77
4.4 直流发电机的负载实训.....	79
4.5 直流电动机的启动、反转实训	82
4.6 并励直流电动机的速度特性与调速特性的测定实训.....	83
4.7 变压器空载参数的测定实训.....	86
4.8 变压器短路参数的测定实训.....	87
4.9 变压器同名端的测定实训.....	89
4.10 三相异步电动机的参数测定实训	91
4.11 三相鼠笼式异步电动机的启动实训	93

6 / 电机与拖动技术(实训篇) □

4.12	三相异步电动机的反转与制动实训	95
4.13	三相绕线式异步电动机的启动、调速	96
4.14	三相同步发电机的并联运行	98
4.15	同步电动机实训	100
4.16	交流伺服电动机实训	102
4.17	直流伺服电动机实训	106
参考文献		109

第1章

基本知识

1.1 实训的常用工具

1.1.1 手工工具

1. 裁纸刀

裁纸刀是用来推裁高出槽口的槽绝缘纸的专用工具,一般用断钢锯条在砂轮上打磨而成,把柄较长,其形状如图 1-1 所示,也可用手术用弯头长柄剪刀。它们的刀刃能贴紧定子铁心槽口,而手持的长柄又可远离槽口不会划伤持刀的手指,可较灵活地裁掉高出槽口无用的槽绝缘纸边,用时比较方便。

2. 打板

打板亦称整形敲板、撬板,是绕组端部喇叭口整形时的辅助工具,外形如图 1-2 所示。大头用于敲打,小头用于撬动。

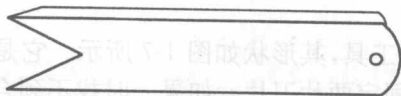


图 1-1 裁纸刀

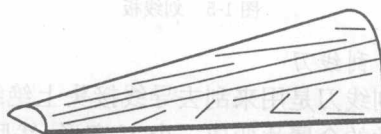


图 1-2 打板

3. 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 0.25 kg、0.5 kg、0.75 kg 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,我们经常用到木锤及橡皮锤,其外形如图 1-3、图 1-4 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。

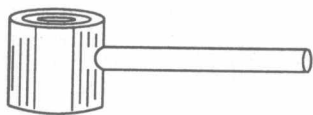


图 1-3 木锤

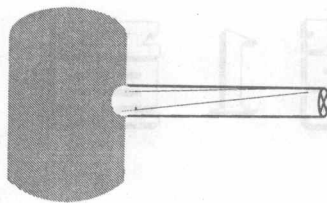


图 1-4 橡皮锤

4. 划线板

划线板也称理线板,是嵌线时将导线从引槽纸槽口划入槽内的专用工具,也是作为理顺已嵌入槽内导线的工具,如图 1-5 所示。划线板应根据电机槽口尺寸选用或自制,自制的划线板长度约 10~20 cm,宽度约 1~15 cm,尖处厚度约 3 mm。手持处应厚一些,因为太薄了手感不适。自制划线板一般用新鲜、干透了的毛竹皮或层压树脂板制作,削至上述尺寸后用砂纸打磨,擦净后,再用石蜡涂抹即可使用。

5. 压线板

压线板是将已嵌入槽内的导线压实、压平的专用工具,其形状如图 1-6 所示。压线板应根据电机槽形尺寸选用或自制,一般压线板的压脚宽度为槽上部宽度减去 0.6~0.7 mm 为宜,压脚尺寸要合适,以便于封闭槽口。为了使用方便,应配备几种不同规格的压线板,根据线槽宽度选择使用。

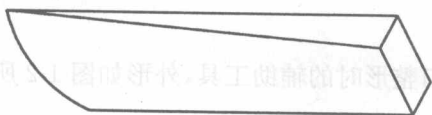


图 1-5 划线板

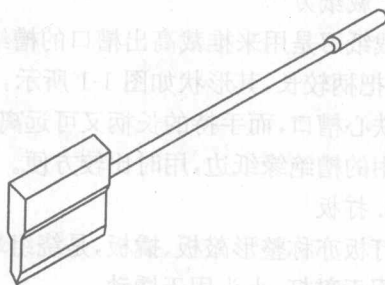


图 1-6 压线板

6. 刮线刀

刮线刀是用来刮去导线接头上绝缘层的专用工具,其形状如图 1-7 所示。它是用具有弹性的金属片弯成一个 V 字形,然后再用螺钉固定两片刀片。如果一时找不到合适的金属片,也可以用类似形状的长指甲刀代替。刮绝缘层时注意不要刮伤导线,绝缘层刮去后再用 00 号细砂纸将线芯上的油漆擦拭干净,直到露出铜线为止。

7. 清槽铲刀

清槽铲刀是清除电机定子铁心槽内残存绝缘物、锈斑等杂物的专用工具。可用断钢锯条在砂轮上磨成尖头或钩状,尾部用胶带包扎成手柄,其外形如图 1-8 所示。

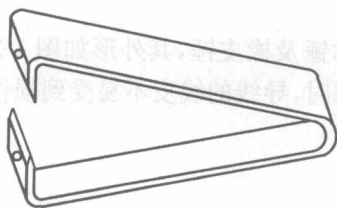


图 1-7 刮线刀

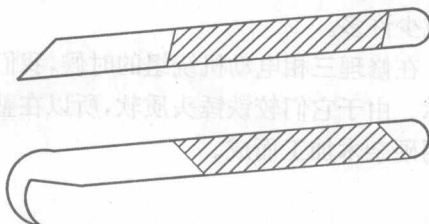


图 1-8 清槽铲刀

8. 压线条

压线条又称插条,是小型电机嵌线时必须使用的工具。压线条插入槽口时,有两个作用:其一是利用楔形平面将槽内的部分导线压实或将槽内所有导线压紧,压实部分导线是为了方便继续嵌线,而压紧所有导线是为了便于插入槽楔,封闭槽口;其二是配合划线板对槽口绝缘纸进行折合、封口。压线条一般用不锈钢棒或不锈钢焊条制成,横截面为半圆形,并将头部锉成楔形,便于插入槽口中,如图1-9所示。最好根据槽形的大小制成多件不同尺寸的压线条,压线条整体要光滑,底部要平整,以免操作时损伤导线的绝缘和槽绝缘。

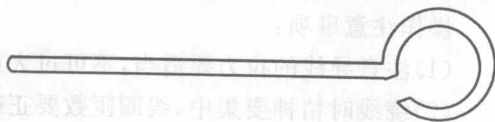


图 1-9 压线条

9. 绕线模

绕线模是用来确定线圈形状和尺寸的专用工具。使用过程中最重要的是线圈形状和尺寸的定型,因为绕线模尺寸确定的不合适,绕制的线圈就不能嵌装。线圈太小,造成嵌线困难;线圈过大,不仅浪费导线,而且因线圈端部过长给装配电机端盖带来困难,甚至会与端盖紧靠而影响对地绝缘。

中小型活络式万用绕线模是组合式绕线模,适用于 0.6~40 kW 三相电动机定子、转子的菱形、半圆形及同心形绕组的绕制,它能自由调整,其形状如图1-10所示。

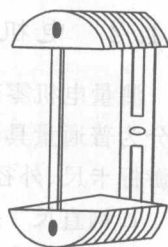


图 1-10 中小型活络式万用绕线模

10. 绕线机

绕线机是专门绕制线圈用的设备,图 1-11 是小型绕线机的外形图。

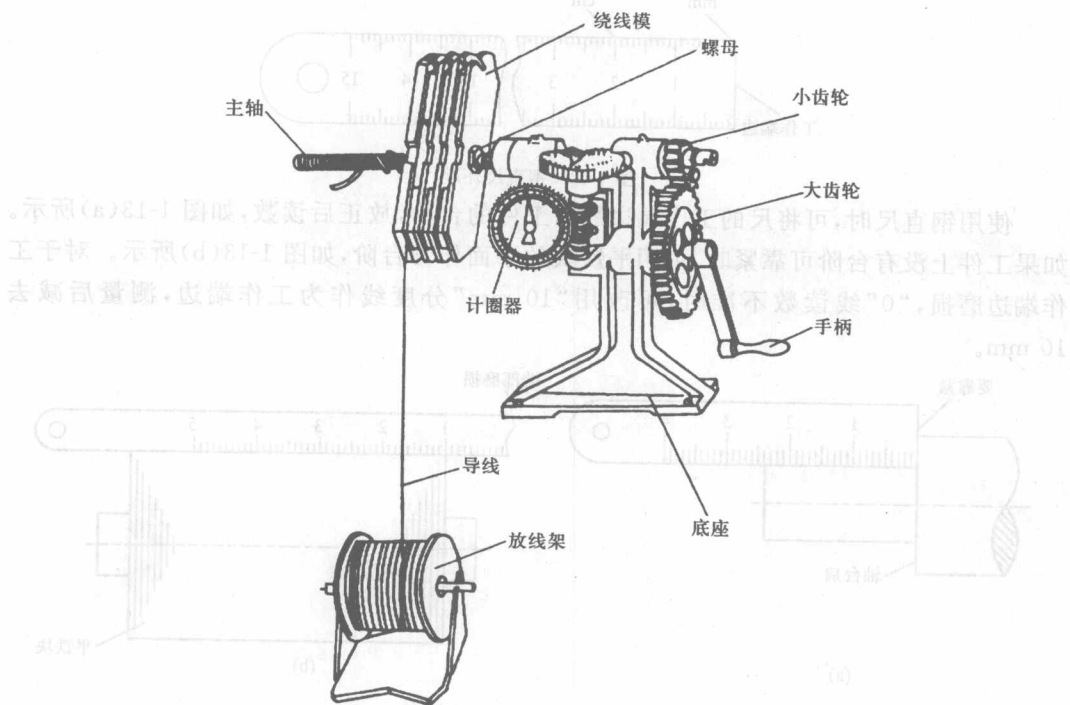


图 1-11 小型绕线机的外形图

操作时,用手摇动手柄,大齿轮转动带动小齿轮转动(转速比为 $1:4$ 或 $1:8$),小齿轮带动主轴转动。绕线模是用两端紧固螺母固定的。另外有一垂直丝带动计圈器齿轮使计圈器的指示与齿轮转速相对应,从而记录线圈的匝数。绕线时,导线从放线架抽出,其一端固定在绕线模的一端便可开始绕线。

操作注意事项:

- (1) 注意导线的拉力要适当,不可过大或过小。
- (2) 绕线时精神要集中,线圈匝数要正确。
- (3) 线匝要排列整齐。
- (4) 绕线机要定期加润滑油。工作完毕要切断电源,清理干净,绕线机要保持清洁。

1.1.2 电机修理常用量具

测量电机零部件的尺寸、形状和位置的工具叫做量具。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的尺寸、形状和位置的普通量具,精度为 0.5 mm 钢直尺是用厚 1 mm 、宽 25 mm 的不锈钢板制造的。尺的一端是直边叫工作端边,尺的另一端有悬挂用的小孔。尺的长度有 150 mm 、 200 mm 、 300 mm 、 1000 mm 、 1500 mm 等等,其外形如图1-12所示。

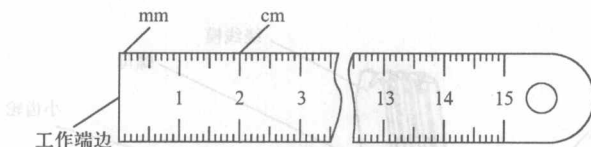


图 1-12 钢直尺外形

使用钢直尺时,可将尺的工作端边靠紧工件的台阶,放正后读数,如图1-13(a)所示。如果工件上没有台阶可靠紧时,可用平铁块的平面作为台阶,如图1-13(b)所示。对于工作端边磨损,“0”线读数不准时,可改用“ 10 mm ”分度线作为工作端边,测量后减去 10 mm 。

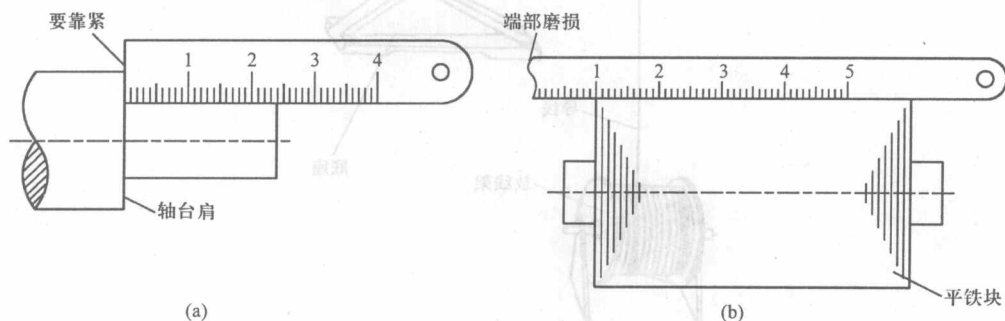


图 1-13 钢直尺使用方法

钢直尺除测量长度之外,利用其“立面”还可以检查电机铁心或绑扎的无纬带是否高出规定数值。

2. 游标卡尺

游标卡尺属于较精密、多用途的量具,一般有 0.1 mm、0.05 mm、0.02 mm 三种规格,其外形如图 1-14 所示。尺身每一分度线之间的距离为 1 mm,从“0”线开始,每 10 格为 10 mm,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 0.9 mm,从“0”线开始每向右一格,增加 0.1 mm。

(1) 操作方法

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。

(2) 注意事项

- ① 不可使用游标卡尺测量粗糙的工件表面(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。

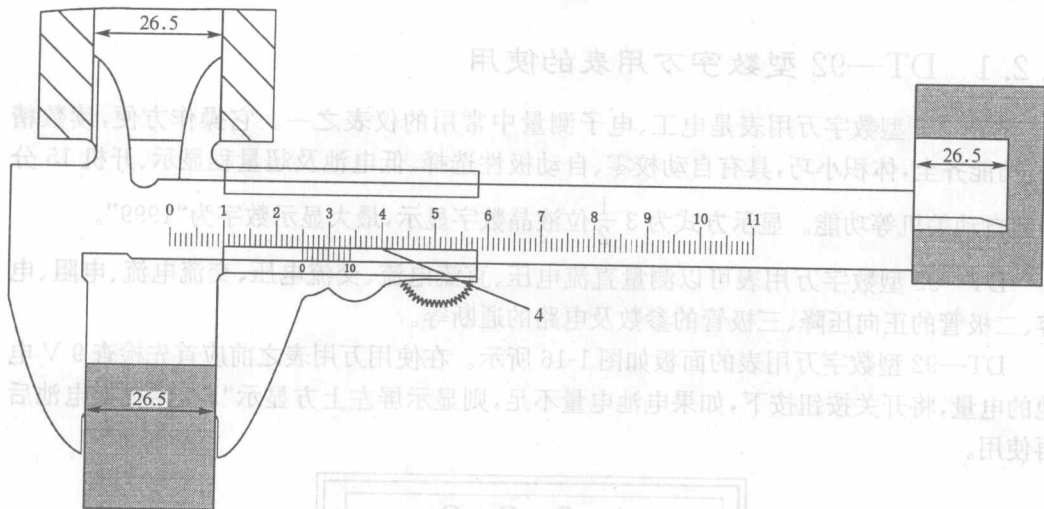


图 1-14 游标卡尺外形

3. 外径千分尺

(1) 外径千分尺的作用

外径千分尺一般用于测量导线的线径。其分度值为 0.01 mm,外形如图 1-15 所示。

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。

(2) 外径千分尺的使用

① 测量前,先把千分尺的两个测量面擦干净,然后转动棘轮,使两个测量面轻轻地接触,并且没有间隙,先检查两测量面的平行度是否良好,再检查零位是否对准。

②把被测量物表面擦干净,以免有脏物影响测量的精度。

③测量时用左手准确地握着外径千分尺的尺架(平端或垂直),右手两指旋转刻度套管。当两个测量面将要接近被测量件表面时,不要直接旋转刻度套管,而只转动棘轮,以得到固定的测量力。等到转动棘轮而刻度套管不再转动并听到棘轮发出“咔咔”声时,即可读出测量值,读数方法参照游标卡尺。

④在读取测量数值时,注意别读错 0.5 mm,即在固定套管上多读或少读半格(0.5 mm)。

⑤为避免测量一次所得结果的误差,可在第一次测量后松开棘轮,再重复测量几次,取平均值即可。

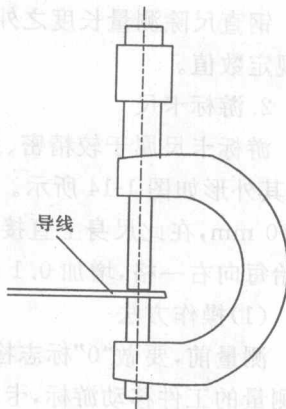


图 1-15 外径千分尺

1.2 常用仪表、仪器

1.2.1 DT—92 型数字万用表的使用

DT—92 型数字万用表是电工、电子测量中常用的仪表之一。它操作方便,读数精确,功能齐全,体积小,具有自动校零、自动极性选择、低电池及超量程显示、开机 15 分钟后自动关机等功能。显示方式为 $3\frac{1}{2}$ 位液晶数字显示,最大显示数字为“1999”。

DT—92 型数字万用表可以测量直流电压、直流电流、交流电压、交流电流、电阻、电容、二极管的正向压降、三极管的参数及电路的通断等。

DT—92 型数字万用表的面板如图 1-16 所示。在使用万用表之前应首先检查 9 V 电池的电量,将开关按钮按下,如果电池电量不足,则显示屏左上方显示“E”,需更换电池后再使用。

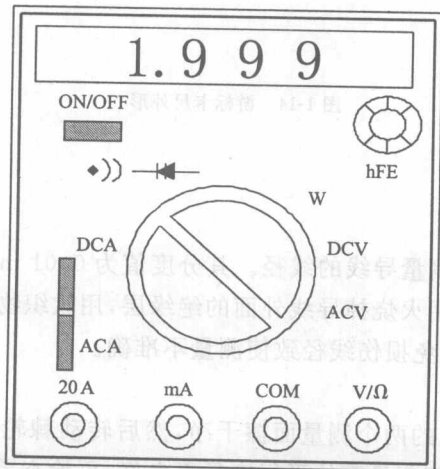


图 1-16 DT—92 型数字万用表面板图

测试之前,还要注意测试笔插口旁的符号。这是提醒测试人员在测试电压和电流时,注意不要超出指示数字,此外在测试前应将功能转换开关置于被测测量所对应的位置,选择对应的量程。

1. 直流电压(DCV)的测量

(1)将黑色表笔插入“COM”插孔,红色表笔插入“V/ Ω ”孔。

(2)将功能开关置于 DCV 量程范围,并将表笔并接在被测负载或信号源上;在显示电压读数时,同时指示红表笔的极性。

2. 交流电压(ACV)的测量

(1)将黑色表笔插入“COM”插孔,红色表笔插入“V/ Ω ”插孔。

(2)将功能开关置于 ACV 量程范围,且将表笔并接在被测负载或信号源上。

注意 在进行直流电压的测量时,应注意以下事项:

①在测量之前不知被测电压的范围时,应将功能开关置于最高量程挡,然后逐步调低。

②当显示屏最高位显示“1”时,说明已经超过量程,需调高一挡,调挡时应切断输入电压。

③不要测量高于 600 V 有效值的电压,因为这时虽然有可能测出读数,但常常会损坏内部电路。

④特别注意在测量高电压时,避免接触到超高压电路。

3. 直流电流(DCA)的测量

(1)将黑表笔插入“COM”插孔,当被测电流值在 200 mA 以下时,红表笔插入“mA”插孔;如果被测电流值在 200 mA~20 A 之间时,则将红表笔移至“20 A”插孔。

(2)将功能开关置于 DCA 量程范围,测试笔串入被测电路中。在显示电流读数时,同时指示红表笔的极性。

4. 交流电流(ACA)的测量

(1)将黑表笔插入“COM”插孔,当被测电流值在 200 mA 以下时,红表笔插入“mA”插孔;如果被测电流值在 200 mA~20 A 之间时,则将红表笔移至“20 A”插孔。

(2)将功能开关置于 ACA 量程范围,测试笔应串入被测电路中。

注意 在进行交流电流的测量时,应注意以下事项:

①在测量之前如果不知道被测电流值的范围时,应将功能开关置于高量程挡,然后逐步调低。

②当显示屏最高位显示“1”时,说明超过量程,需调高一挡进行测量。

③当被测测量从“mA”插孔输入,过载时会将内装的保险丝熔断,应予以更换,保险丝规格为 0.2 A。

④20 A 插孔内没有安装保险丝,测量时间应小于 15 秒。

5. 电阻(Ω)的测量

(1)将黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V/ Ω ”插孔(红表笔极性为“+”)。

(2)将功能开关置于欧姆挡中所需的量程范围,将测试笔跨接在被测电阻上。

注意 在进行电阻的测量时,应注意以下事项:

①当输入开路时,显示屏会显示超量程状态。最高位显示“1”。

②当被测电阻在 $1\text{ M}\Omega$ 以上时,DT-92 型数字万用表需数秒后才能稳定读数,对于高电阻测量这是正常的。

③检测在线电阻时,需要确认被测电路已关断电源,同时释放电容电荷量,才能进行测量。

④测量高阻值电阻时,应尽可能将电阻直接插入“V/ Ω ”和“COM”插孔中,因为较长的导线在高阻抗测量时容易感应出干扰信号,使读数不稳。

⑤当功能开关置于 $200\text{ M}\Omega$ 挡,短路时将显示“10”,测量时应从读数中减去。例如测量 $100\text{ M}\Omega$ 电阻时,显示数为“110”,读数时应减去“10”。

1.2.2 MF—10 型指针万用表的使用

指针万用表是一种磁电式仪表,它是电工与电子测量中最常用的仪表。在这类万用表中,MF—10 型指针万用表以其高灵敏度成为最常用仪表。

MF—10 型指针万用表可以测量直流电压(DCV)、直流电流(DCA)、中频交流电压(ACV)、音频电平(dB)和直流电阻(Ω)。由于测量所消耗的电流极小,因此在测量高内阻的电路参数时,对电路造成的影响很小,是从事电子测量工作常备的测量仪表。

MF—10 型指针万用表电流最灵敏量程的满度值为 $10\text{ }\mu\text{A}$,可以用它来测量普通万用表所不能测量的微弱电流,并且使用方便、维护简单、稳定性良好。同时,利用它的高灵敏度特点,可以测量小于 $200\text{ M}\Omega$ 的电阻值。

1. MF—10 型万用表的性能指标

(1) 测量范围

①直流电流: $10\text{ }\mu\text{A}\sim 1\text{ A}$,共分 6 挡。

②直流电压: $0.5\sim 500\text{ V}$,共分 8 挡。其中 0.5 V 挡即为 $10\text{ }\mu\text{A}$ 挡。

③交流电压: $10\sim 500\text{ V}$,共分 4 挡。

④直流电阻: $\Omega\times 1\sim \Omega\times 100\text{k}$,共分 6 挡。

⑤音频电压: $-10\sim +22\text{ dB}$ 。

(2) 准确度等级

①直流电流电压:2.5 级(以标度尺工作部分上量程的百分数表示)。

②交流电压:5.0 级(以标度尺工作部分上量程的百分数表示)。

③直流电阻:2.5 级(以标度尺长度的百分数表示)。

④音频电平:5.0 级(以标度尺长度的百分数表示)。

(3) 频率影响

①频率范围: $45\text{ Hz}\sim 1.5\text{ kHz}$ 。

②误差: $\pm 5\%$ 。

2. MF—10 型万用表的使用方法及注意事项

MF—10 型万用表的面板如图 1-17 所示。

(1) 使用方法

①机械调零:将仪表水平放置,使用时先检查指针是否在标度尺的起始点上,如果有