

本手册适用于DT200型电表

三用电表

DT200型三用电表

水利电力部技术改进局著

三用电表

水利电力出版社

序

为了解决目前电气测量仪表不足的困难，我們試制了几种配电盘型仪表。

这种表計采用的材料，一般农村都容易解决。整个制造过程也比较简单、經濟、方便，一般县的小工厂和农村人民公社的小工厂亦可小量生产。

在尽可能采用代用材料、簡化制造工艺过程的基础上，还要求尽量改善仪表的性能，使具有一定的准确程度，保证正常的运行。一般說来在小型电站中，对电气仪表的准确度要求比较低，这就使土电表有可能满足这种要求，从而能够在經濟簡便的基础上，解决缺乏仪表的困难。

这里，我們着重介紹了土制电流表、电压表和电流、电压、功率三用綜合表(或者說电磁式瓦特表)的制作方法和采用的代用材料。內容通俗易懂，一般具有初步电学知識或初中文化程度的人，均能掌握有关理論部分，仿制仪表。

在試驗和調整过程中，需要一些比較精密的設備，如0.5級的标准表等。小电站中如果没有这种标准表，可想法外借，同样可以自己制造、試驗和調整。

由于参加工作的人員水平所限和初次制造，这几种表計目前还存在一些问题，有待进一步改进。这里只是提供一些不成熟的工作方法，希望进行这项工作的同志随时提出意見，以便进一步改进、提高。

目 录

第一章 土电压表及土电流表的工作原理.....	3
第二章 各部分零件的制作方法.....	5
第一节 固定部分零件的制造.....	5
第二节 可动部分零件的制造.....	12
第三节 外壳及表盘的制造.....	18
第三章 装配.....	20
第一节 固定部分的装配.....	20
第二节 可动部分的装配.....	23
第三节 总装配图.....	24
第四章 调整试验.....	27
第一节 电压表的结綫及試驗.....	27
第二节 电流表的結綫及試驗.....	28
第三节 調整.....	29
第四节 扩大量程的方法.....	30
第五节 技术鉴定.....	32
第五章 电磁式、电压、电流、功率三用表的工作原理.....	33
第六章 零件的制作方法 & 装配.....	34
第一节 固定部分零件的制造.....	34
第二节 可动部分零件制造.....	38
第三节 表壳及表盘.....	40
第四节 总装配.....	43
第七章 試驗及調整.....	45
第一节 試驗及調整.....	45
第二节 結綫图.....	51
第八章 周波表.....	52
第一节 工作原理.....	52
第二节 零件制造和装配.....	54
第三节 調整.....	59

序

为了解决目前电气测量仪表不足的困难，我們試制了几种配电盘型仪表。

这种表計采用的材料，一般农村都容易解决。整个制造过程也比较简单、經濟、方便，一般县的小工厂和农村人民公社的小工厂亦可小量生产。

在尽可能采用代用材料、簡化制造工艺过程的基础上，还要求尽量改善仪表的性能，使具有一定的准确程度，保证正常的运行。一般說来在小型电站中，对电气仪表的准确度要求比较低，这就使土电表有可能满足这种要求，从而能够在經濟簡便的基础上，解决缺乏仪表的困难。

这里，我們着重介紹了土制电流表、电压表和电流、电压、功率三用綜合表(或者說电磁式瓦特表)的制作方法和采用的代用材料。內容通俗易懂，一般具有初步电学知識或初中文化程度的人，均能掌握有关理論部分，仿制仪表。

在試驗和調整过程中，需要一些比較精密的設備，如0.5級的标准表等。小电站中如果没有这种标准表，可想法外借，同样可以自己制造、試驗和調整。

由于参加工作的人員水平所限和初次制造，这几种表計目前还存在一些问题，有待进一步改进。这里只是提供一些不成熟的工作方法，希望进行这项工作的同志随时提出意見，以便进一步改进、提高。

目 录

第一章 土电压表及土电流表的工作原理.....	3
第二章 各部分零件的制作方法.....	5
第一节 固定部分零件的制造.....	5
第二节 可动部分零件的制造.....	12
第三节 外壳及表盘的制造.....	18
第三章 装配.....	20
第一节 固定部分的装配.....	20
第二节 可动部分的装配.....	23
第三节 总装配图.....	24
第四章 調整試驗.....	27
第一节 电压表的結綫及試驗.....	27
第二节 电流表的結綫及試驗.....	28
第三节 調整.....	29
第四节 扩大量程的方法.....	30
第五节 技术鉴定.....	32
第五章 电磁式、电压、电流、功率三用表的工作原理.....	33
第六章 零件的制作方法及装配.....	34
第一节 固定部分零件的制造.....	34
第二节 可动部分零件制造.....	38
第三节 表壳及表盘.....	40
第四节 总装配.....	43
第七章 試驗及調整.....	45
第一节 試驗及調整.....	45
第二节 結綫图.....	51
第八章 周波表.....	52
第一节 工作原理.....	52
第二节 零件制造和装配.....	54
第三节 調整.....	59

第一章 土电压表及土电流表的工作原理

电压、电流值是电气工业中最重要的参数之一，对这些量的测量，在各种情况下都是必要的。目前试制的土电压表和土电流表，均采用电磁式吸引型的，因为这种型式在电气测量仪表中，是结构最简单的一种。它具有制造简便、经济、不怕过负荷等一系列的优点，可以保证一定的准确度。

电磁式土电流表、土电压可以用于测量交流和直流电量，其相互间的误差不超过许可值。

电磁式测量系统分两大部分，即固定部分和可动部分。固定部分包括产生磁场的线圈、支架、轴承、阻尼盒、附加电阻、表盘等。换句话说这些零件是固定不动的。可动部分包括轴、铁心、指针、指针架、重锤（或者是游丝弹簧）和阻尼片等。也就是说，这一部分零件都是可以转动的。

当线圈接入电流后，活动部分为什么能产生转动的现象呢？这是因为线圈通入电流后，就产生了磁场，就象磁铁吸铁片一样，它也要吸引在线圈外部的铁心（不过当通入电流是交流时，产生磁场将是交变的），它要努力把铁心吸入线圈中间的缝隙中去，但是铁心是焊在轴上的，铁心不能被吸进去，吸力只能使铁片靠线圈更近一些。由于采用铁心的形状使轴与铁心边缘距离不同，线圈的吸引就使得铁心转动（图1-1）这就带动了轴

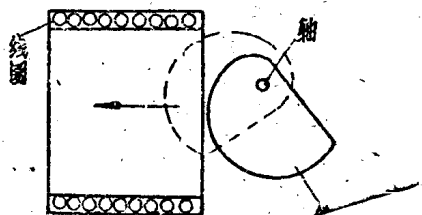


图 1-1

和指針的轉動。

為了使它能夠根據不同的值，指示不同的數，這就必須加上產生反作用力矩的元件（這裡採用了用重錘作反作用力矩），當沒有電流通過綫圈時，調整反作用力矩，使指針指在零位時平衡。通入電流後，產生了一作用力要使鐵心轉動（這叫作用力矩），當它轉到一定位置時，由於作用力矩和反作用力矩又再次平衡，鐵心停止轉動，指針就停在某一位置上。這就是說，在綫圈中，通入大小不同的電流，指針的指示位置亦不同。根據通過大小不同的電流刻出指針的位置，即可運用。

電磁式表計轉角與電流的关系：

$$\alpha = K \times I^2.$$

式中 α ——仪表活動部分轉動角度；

I ——通入綫圈的電流；

K ——一個常數（不變的數）。

從公式中，我們可以看出，電磁式儀表的轉角與通入綫圈的電流平方成正比。其刻度：是不均勻的。為了改善這種特性，我們採用了形狀特殊的鐵心，使其在使用範圍內，刻度比較均勻、明顯。

儀表的作用力矩與綫圈的安匝數^①關係很大，一般電流表、電壓表的安匝數為200~300。這裡為了減少漆包綫和電能的消耗，採用安匝數較小，為200安匝左右。

$$M = K' (Iw)^2$$

式中 M ——作用力矩；

I ——綫圈中電流；

w ——綫圈匝數；

① 安匝數——通入綫圈電流的安培數(I)與綫圈匝數(w)的乘積。

K' ——常數。

即作用力矩与安匝数的平方成正比。

第二章 各部分零件的制作方法

第一节 固定部分零件的制造

一、线 圈

因为采用了吸引型结构，电压、电流线圈均为偏形线圈。

1. 电压表线圈的绕制

(1) 绕制线圈的线圈胎 线圈胎用厚 2.8 公厘的胶木板作成，如果没有胶木板，利用普通木板亦可，但必须刨平，厚度仍为 2.8 公厘左右。见图 2-1。

线圈胎左端钻一孔，以备绕线时，将线头绕在孔中。两端突出部分，如图 2-1 中 A、B 处的形状由绕线机的结构不同而变化，总的原则是能把线圈胎固定到绕线机的转轴上。

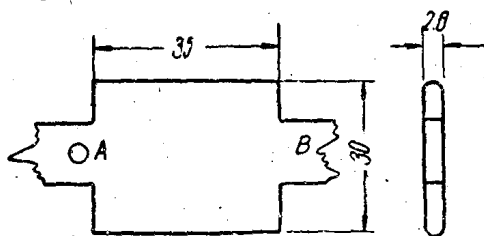


图 2-1 繞线胎

(2) 线圈两端夹板 夹板用 1 公厘厚胶木板作成，也可以采用同样厚度的绝缘纸板。有一块板上有两个小孔，以便作引出线之用

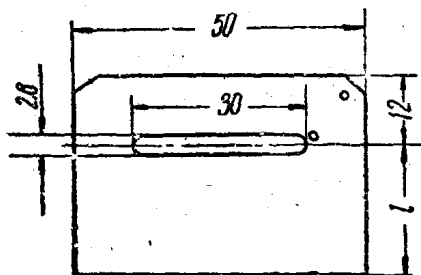


图 2-2 线圈夹板

(見圖2-2)。有小孔的作為繞圈的前夾板，其 $l=16$ 公厘。另一塊無小孔，作繞圈的后夾板， $l=23$ ，比前夾板要長。

(3) 繞圈的繞制方法 最好能有一架簡單繞綫機。將繞圈胎外包裹一層 $0.2\sim 0.25$ 公厘厚的絕緣紙，將夾板坎入繞圈胎上，用萬能膠或者虫膠（又名洋干漆或漆片），粘在絕緣紙上（見圖2-3）。兩端板相距25公厘。

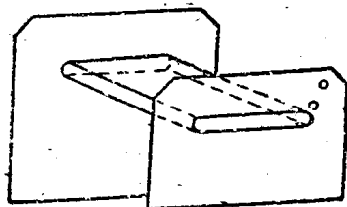


圖 2-3 繞圈胎

用直徑 0.21 公厘的漆包銅綫，繞制 $4,000$ 匝左右（稍許有些誤差是允許的）。

繞完后，量出其電阻值，將電阻數和繞圈匝數注在繞圈上，用一薄透明或半透明的紙將繞圈包好。

如果沒有繞綫機，可利用一圓鐵棒作軸，裝在一個軸承上，加一個搖把，設法將繞圈胎固定在軸上，用手搖搖把，就成了一架簡單的繞綫機（見圖2-4）。繞綫時必須數清楚匝數，否則以後將無法計算其安匝數，調整時就比較困難。

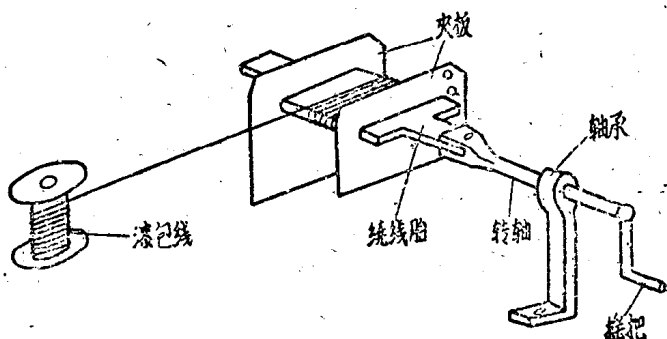
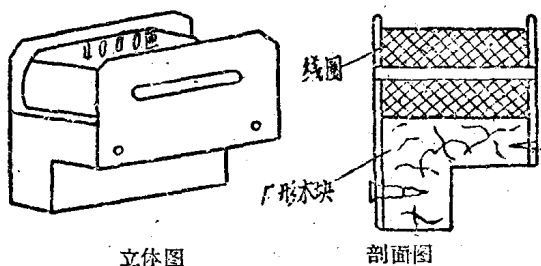


圖 2-4 自制繞綫機

(4) 电压线圈的固定 如图 2-5 所示, 电压线圈用夹板夹住。如在线圈下部垫一“T”形木块, 前端用小钉铆在前夹板上, 后部用小木螺丝固定, 这样, 线圈可以利用“T”形木块固定在表壳的底板上(具体办法见第三章第一节)。



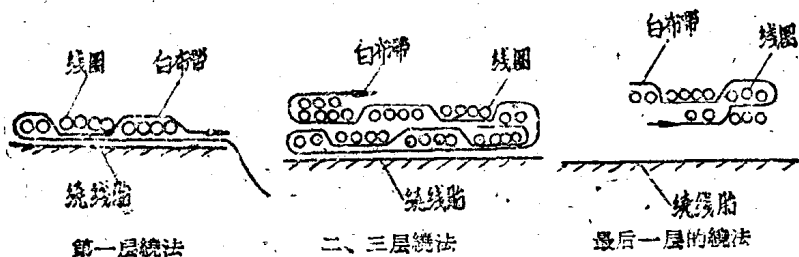
立体图

剖面图

图 2-5 电压线圈固定方法

2. 电流线圈的绕制

(1) 绕线胎 绕线胎仍然与绕制电压表线圈一样。因为电流线圈圈数少, 而导线比较粗, 所以绕制方法有些不同。绕电流线圈不必用绕线机, 由两个人用手绕即可。绕制方法是: 一人拿绕线胎将铜丝一端头穿入绕线胎上孔 A 中(与电压线圈一样, 绕线胎上事先包一层绝缘纸), 慢慢的转动绕线胎; 另一人用白布带事先垫在绝缘纸上, 开始绕第一圈时, 就把它压住, 然后再绕 4 匝左右, 将白布带翻动一次, 以便将线圈扎紧(见图 2-6)。



第一层绕法

二、三层绕法

最后一层的绕法

图 2-6 电流线圈的绕法

导线可以采用1.45公厘粗的漆包线,如果没有这么粗的线,可用两根粗0.75公厘的线并起来绕。

(2)固定方法 用三合板作一如图2-7所示的小板。

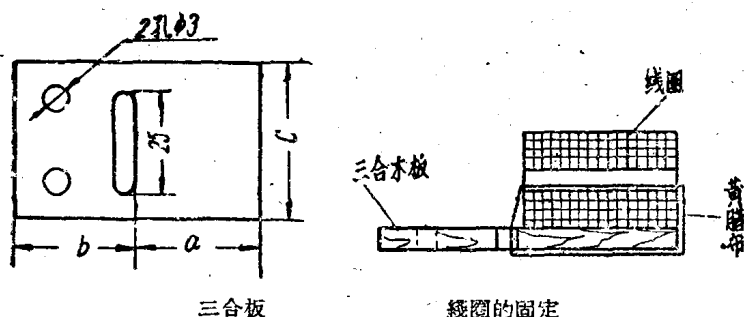


图 2-7 电流线圈的固定

a—线圈宽度13~25公厘;

b—根据仪表内部安装位置的大小适当的选择,约40公厘左右;

c—可取30公厘。

用黄蜡布穿过线圈孔,将线圈固定在木板上(见图2-7)。

3. 电压表的附加电阻

根据计算,总电阻应为2,500欧(计算方法见第四章第四节)线圈已有内阻为200欧,应加入的电阻是 $2,500 - 200 = 2,300$ 欧。采用丝绕电阻(一般市面有卖),1,500欧10瓦一个,1,000欧10瓦1个,串联。或用两个1,500欧,10瓦丝绕电阻(注意:其中至少有一个是可以调节的电阻)串联。

丝绕电阻的固定方法是这样的:用铜丝把电阻固定在小木板上,然后用小钉钉在底板上(见图2-8)。

注意:铜丝最好用漆包线,与电阻接触要垫一层绝缘纸。

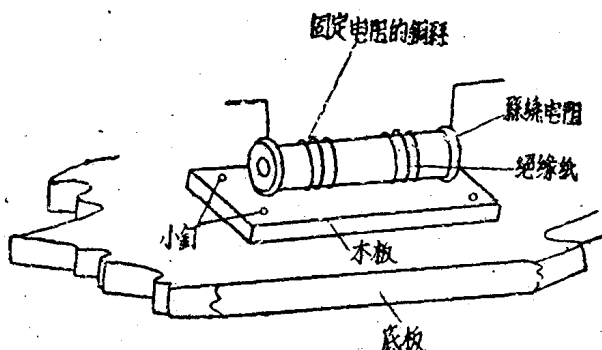


图 2-8 电阻的固定

二、支 架

一般的表计中，采用胶木或金属的支架，考虑到胶木或金属支架材料和加工比较困难，这里采用了木制支架。这样，可以保证有足够的机械强度，又简化了制作过程，代替了农村中不能制作的材料，价值也便宜得多。

利用木块作三个长方形的支柱，上下各钻一小孔，一端固定在底板上(见图2-9)。

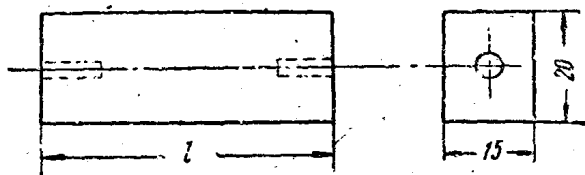


图 2-9 木 支 架

$l=59$ 公厘，装在电压表中； $l=48$ 公厘，装在电流表中。

为了避免断裂，横支架利用三合板作成，两端钻孔，固定在支柱上。如图2-10所示。

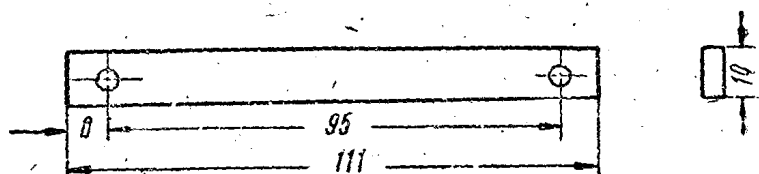


图 2-10 横 支 架

三、阻 尼 盒*

阻尼盒是用 1 公厘厚的木板胶合而成。这种木板可以自己作成，也可以把三合板剥开得到。将木板用丝锯锯成图 2-11 形状，其中 A 作两片，B 作一片，C 作一片，D 作一片。

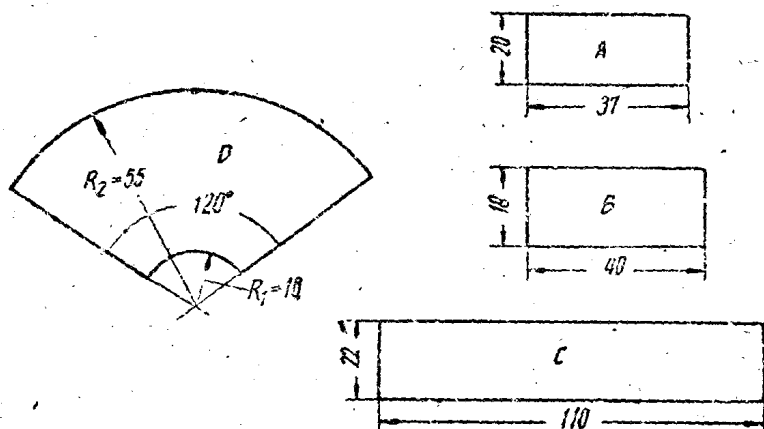


图 2-11 阻 尼 盒 零 件

* 当电压表电流表等一通电时，指针由零位上升，向着一定的指数位置偏转。由于惯性关系，指针将越过应指示值位置，又由于反作用力矩的存在，使指针又向反方向摆动，这样就产生来回摆动的现象，这种现象要比较长的时间才能停止。为了解决这一现象，用一个小盒和一个扇片构成一个象风箱样的元件，当指针移动时，扇片亦随着移动，移动时受到空气的阻力，很快就可以使指针停止摆动，大大缩短了摆动时间。这种作用叫阻尼。小盒叫阻尼盒，可动片叫阻尼片（见第二章第二节）。

注意：A, D用木板作, B, C用两层0.25公厘厚的絕緣紙用万能胶結合而成, 它具有可撓性(可以弯曲), 又有一定的硬度。用魚鰾(或水胶)将各零件胶合一起, 成一扇形盒状(见图2-12)。

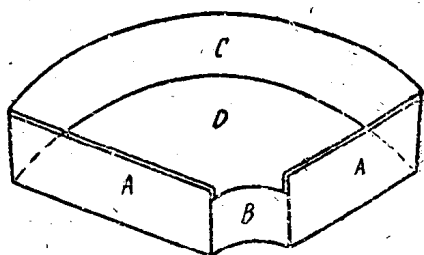


图 2-12 阻尼盒装配

为了簡便起见, 阻尼盒盖用表盘来代替, 同样可以起到应有的作用。

四、軸 承

这是仪表中很重要的部分, 也是最难于制造的零件之一。一般表中, 軸承是由宝石或瑪瑙作成, 因为它的硬度大, 以承受鋼制軸尖的磨損。但是宝石, 瑪瑙是比較貴重的材料, 一般不易找到, 且由于它的硬度很大, 很难加工, 即是可以制造, 成本費亦太高, 在土电表中可以用代用品。

如果能想法在城市的修理鐘表店里, 买到鐘表用的玻璃軸承最好, 这样的軸承形状比較規則, 把普通的小銅螺絲的尾端鉗一小孔, 用虫胶粘在孔里即成。

如果不可能买到, 可以自己制造玻璃軸承。玻璃的硬度比一般金属大一些, 加工也不太困难, 这就提供了用玻璃代替宝石的可能性。

玻璃軸承的制造方法是这样的:

用3公厘粗10公分左右长的鋼絲(鉄絲或銅絲均可), 一端磨成一圓錐体, 角度为 85° 左右(见图2-13)。

找一些碎的玻璃(要厚一些的, 最好3公厘左右), 块的大

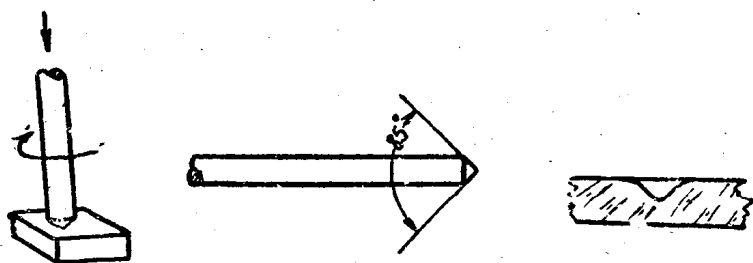


图 2-13 轴承的制法

小可适当的选取，一般用 4×4 公厘左右的小方块(或小圆块)，其他不规则的形状亦可。

选好的小玻璃块置于一薄铁片上，用酒精灯加热或用喷灯加热(在火炉里设法加热亦可)。前者温度可能不够，最好是用后种办法。当玻璃受热软化时，将预先磨制好的小铜棒，对准玻璃块的中心，一面旋转，一面轻轻下压(这时停止加热见图 2-13)，在玻璃中压出一圆锥形凹窝，轴承即制成了。

注意：(1) 加热温度不能过高，时间不宜过长，否则将会从玻璃与铁片接触处产生气泡，使工作无法进行。(2) 必须注意铜棒压入玻璃的深度，最好压入1.5公厘左右。不要过深或太浅，过深将使底部玻璃太薄，轴承的强度太弱，如果轴尖经常发生震动时，轴承容易破裂。压入过浅，轴尖容易从中脱落。这都会影响表计本身的可靠运行。(3) 制作个数比较多时，应注意铜棒(尤其是铜棒)尖端，经常保持原来的形状，即比较尖锐的圆锥形，否则尖端变秃，将影响轴承的质量。一旦发现变形，应立即磨好，恢复原状。

第二节 可动部分零件的制造

可动部分即可以转动的部分，它包括了轴、轴尖、指针、

指針架、重錘、阻尼片和鉄心等。

一、軸和軸尖

一般表計的軸用鋁棒制成，而軸尖用軸尖鋼作成，然後將鋼制軸尖安裝在鋁制的軸上。軸尖鋼材料很難找，並且製造小的軸尖和鋁軸亦不容易。為此，我們利用了普通的鋼針來代替。用大的縫紉針，取其有效長度約50公厘〔注〕，將針尖和針鼻去掉，兩端磨成角度為 60° 的圓錐形即成。如圖2-14。

這樣大大簡化了軸與軸尖的製造工藝。

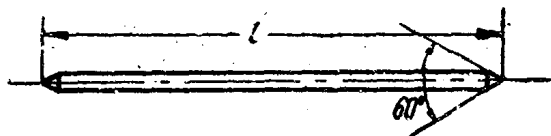


圖 2-14 軸與軸尖

l ——軸長，電壓表軸長=48公厘；電流表軸長=50公厘。

磨制的方法是这样的：

最好能找一個夾具（普通稱為手捻的，一般鐘表店都有）。先將針在火上燒一下（燒紅為至）讓其自然冷卻（即退火）。把指針夾在夾具上，在油石（一種可以磨金屬的磨石）上磨尖（一面來回移動，一面自行轉動，兩者同時進行）。見圖2-15。

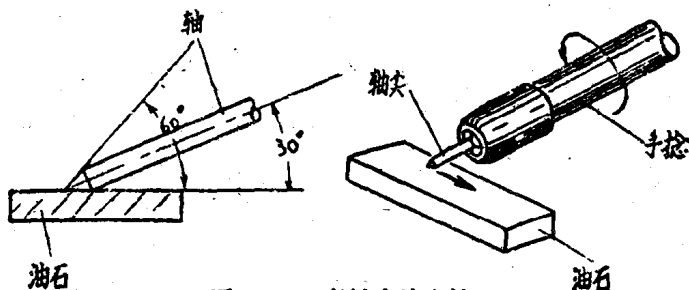


圖 2-15 磨軸尖的方法
圖中箭頭方向為運動方向。