

土法制造小型发电机

任 庆 平 著
張 依 校訂

水 利 电 力 出 版 社

前 言

本書是根據我們試制成功的 1 瓩直流发电机的經驗編写而成。內容着重介紹在缺乏电机生产設備的情況下，如何克服困難、破除迷信、大搞土法制造，以手工方式进行工具准备、材料加工和发电机各部件制造的詳細操作过程。为了便于讀者参考，書中附有 1 瓩直流发电机的各种技术規格。

在我国社会主义建設大跃进、广大农村掀起电气化的高潮中，自制电机是解决电机生产供不应求的最好办法。本書如能为讀者提供綫索，解决自制設備的困难，將是我們莫大的光榮。

由于我們学識淺薄，編写時間仓促，書中恐有錯誤，希望讀者提出批評。

作者

目 录

第一章 电枢部分的制造方法	4
第一节 材料和工具的准备工作	4
第二节 由铁皮到电枢的制作过程和注意事项	6
第三节 电枢繞綫和焊綫方法	11
第二章 整流子部分的制造方法	16
第一节 紫銅的加工和夾具工具的制作	16
第二节 整流子的制作过程和注意事项	18
第三章 磁极、炭刷及外壳的制作方法	23
第一节 磁极鉄心的構造和磁場綫圈的繞法	23
第二节 炭刷和炭刷架的制作方法	25
第三节 外壳的制作方法和总装配	26

第一章 電樞部分的製造方法

第一節 材料和工具的准备工作

为了使制造工作能够有步骤有计划地进行，在施工以前要尽可能的做好一切材料和工具的准备工作。

大家知道，由大型电机工厂生产出来的发电机，它的电枢通常都是用矽鋼片冲孔叠压而成的。在进行这些工程的时候，还设有各种专门的机械设备。现在我们要在一个小型工厂里，或者根本没有生产电机能力的地方制造出发电机来，怎么办呢？问题似乎有些严重，但是只要我们开动脑筋，拿出干劲来，就会知道，制造发电机并不那么神秘。

我们是怎样动手做起来的呢？

首先是解决矽鋼片的来源问题。电枢为什么要用矽鋼片做成？稍有电工常识的同志都知道，这是为了防止涡流损耗。矽鋼片有较小的损耗率，确是很理想的材料。但是目前我国工业飞速发展，电机制造需要大量矽鋼片，一时感到供不应求，如果试用市场上普通常见的黑铁皮代替矽鋼片，也许可以解决问题。已经试制成功的发电机的试车运转证明，用黑铁皮代替矽鋼片效果很好，没有什么显著的弊病。因此，我们完全可以打破常规，用厚度为 0.4 公厘左右的黑铁皮来作为材料。

下面介绍一下黑铁皮加工到最后道工序所需要的工具和模子。

用剪子把铁皮剪成直径为 110 公厘的圆形铁片（在下一节里将要详细谈到），中心有圆孔（图 1-1），四週有 20 个线槽孔（图 1-1），

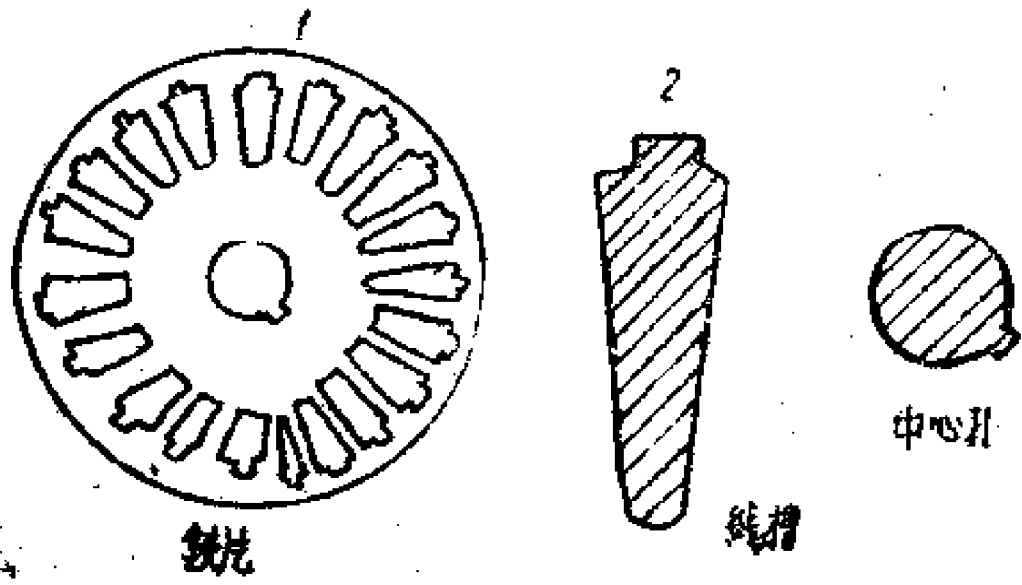


图 1-1

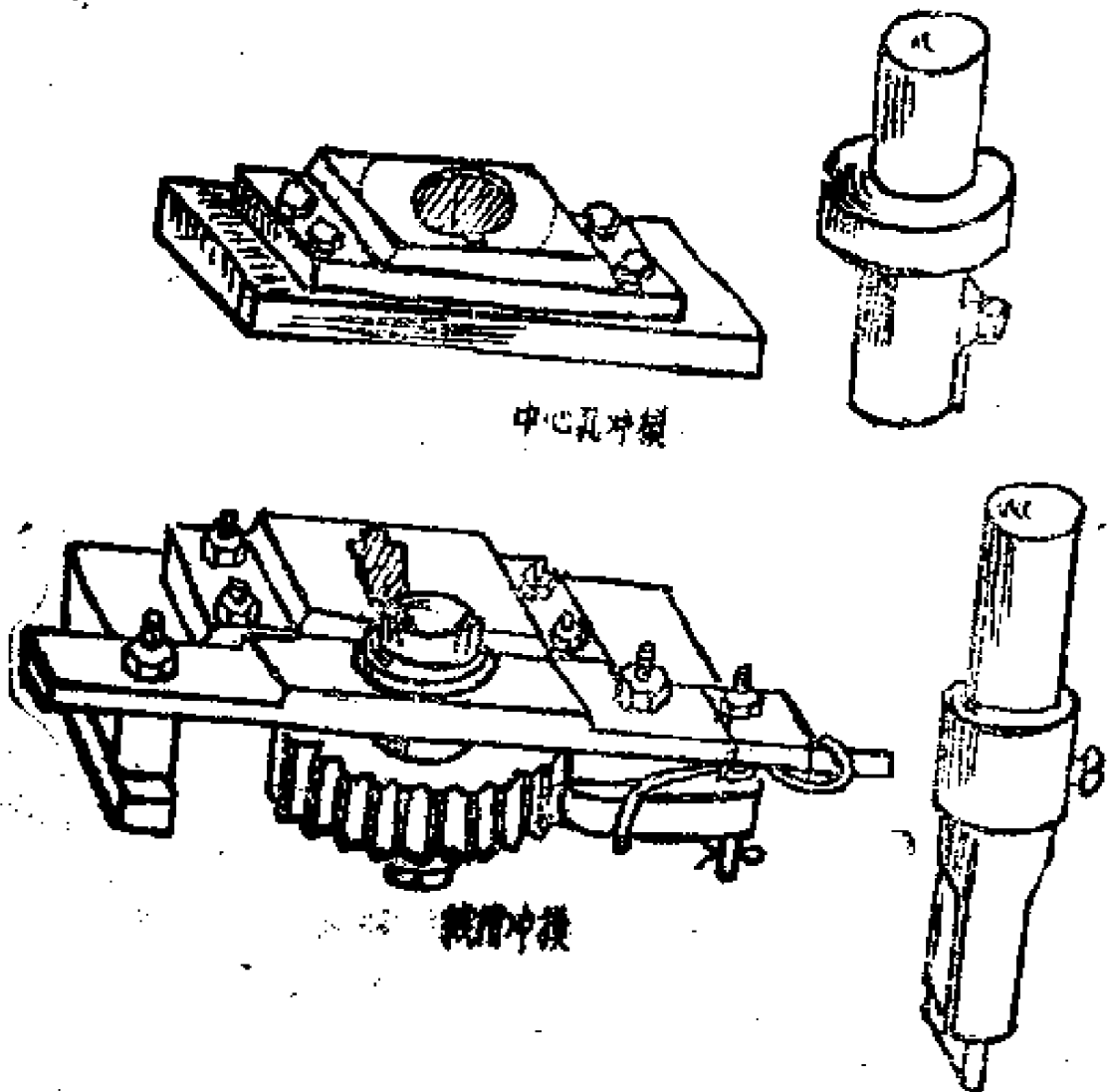


图 1-2

其大小相等，距离一样。这样，單靠一双手和一把剪刀不行，还要搞一台脚踏冲床，做兩付冲模。这项工作一般鉄业生产社都可以进行。为了节约資金，綫槽冲模只要做一个就可以了(图1-2)。

單独一个綫槽的冲模，在应用时必须和一个齒輪配合起来，才能保証20个孔的等距。它的安裝方法見图1-2。齒輪用20齿的，如果沒有，用40齿或60齿的也可。在齒輪的旁边安一个單向控制臂，使齒輪只可順时針方向或順單方向轉动。

再做一把預备銼光綫槽用的特制銼刀。它的一边較厚，一边較薄。做兩根長30公分的鉄杆，它的切面和綫槽一样，但是略小些，使它能在綫槽內既不太紧又不太松。做兩個長114公厘、兩头帶有10公厘

長勾头的Π形卡子，

另外再做兩個木枕，

中間鋸开一个凹槽

(图1-3)。做10根長

160公厘、直徑为6

公厘的螺杆，并配好

墊片和螺帽。所有以

上这些工具都制作好

了，假如車間內已經

备有各种鉗工必需的

工具，那末准备工作基本上結束。

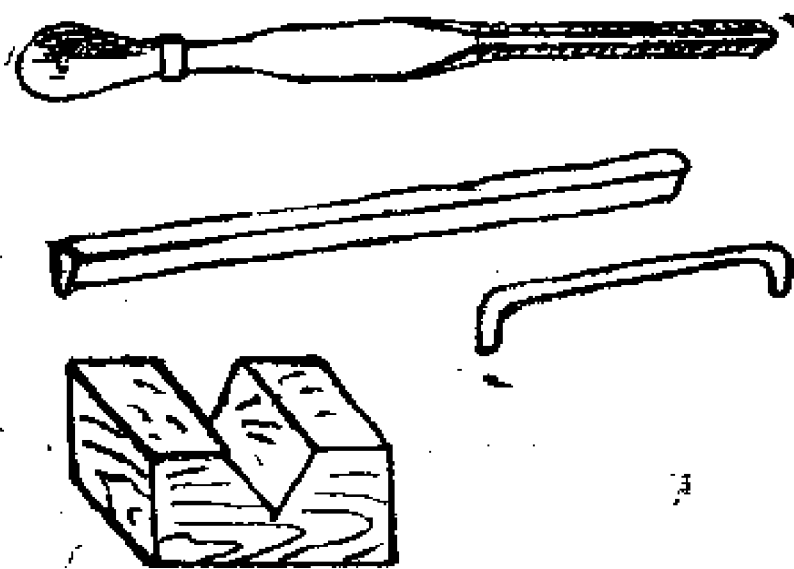


图 1-3

第二节 由鉄皮到电櫃的制作过程和注意事項

上面已經初步談到鉄皮的加工情况，为了更明确起見，我們再詳細說明一下。

由鉄皮到電樞的加工工序可分為以下幾步：第一、剪成圓形；第二、沖中心孔；第三、沖綫槽；第四、挑選和銼光；第五、疊合夾緊穿入電樞軸；第六、車床加工、鋸縫、銼綫槽。

當鉄皮剪成直徑為 111 公厘的圓形以後（整個電樞需要 280 片左右），便將每片鉄片的一面用鉛筆做上記號。

拿一張鉄片放到安裝好沖中心孔模的沖床上，將有記號的一面面向上，使鉄片的圓心和沖模的圓心在近似一點上。在鉄片旁邊做上記號，以便沖下一張時很容易放置。然後開始沖下中心孔，等到所有的鉄片都沖好了，便開始沖綫槽，同樣拿一張鉄片，記號面向上裝到安裝調正好沖綫槽模的沖床上。沖模的用以套入鉄片的突出部分正好套在中心孔內，綫槽的底部到中心孔邊的徑向距離是 19 公厘。

套中心孔的突出部分 3（圖 1-4）必須保持沖每一片時在固定不變的方向上，以減少由於起點不一致而造成的綫槽間隔不等的誤差。這就是要首先檢查一下，和固定鉄片體同軸的齒輪是那一個齒根壓在單向控制臂內，把這個齒根做上顯著的記號，以後每片開始時以它作為起點。

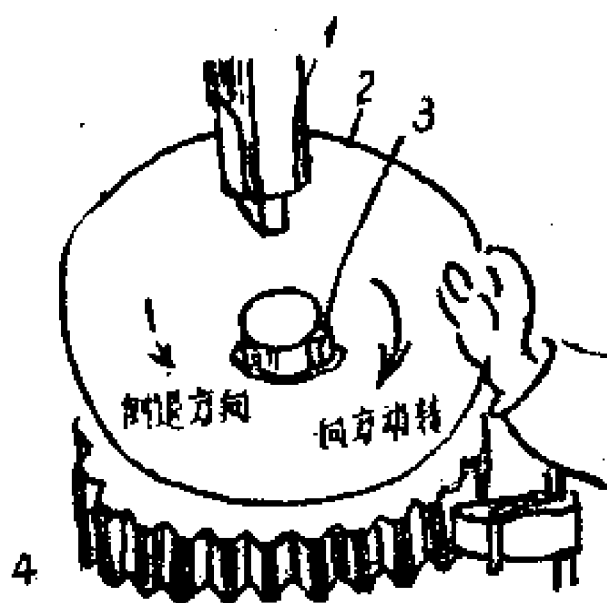


圖 1-4

1—沖頭；2—鉄片；3—固定鉄片的突出部分；4—齒輪。

為了防止齒輪間隙所造成的活動誤差，在沖前必須用手將已經套好的鉄片反時針方向轉動，直到不能轉動為止。這個活動範圍雖然很小，但是如果不在沖每一綫槽孔之前做好，就足以使整片報廢和綫槽間隔不等。所以操作者應該特別注意。

图 1-5 中的第二种情况便是由于活动间隙所成的结果。

现在我们正式开始冲缝槽。把铁片倒退一下，消除活动间隙，左右手同时扶紧铁片，脚用力踩下脚踏冲床的踏板，一个

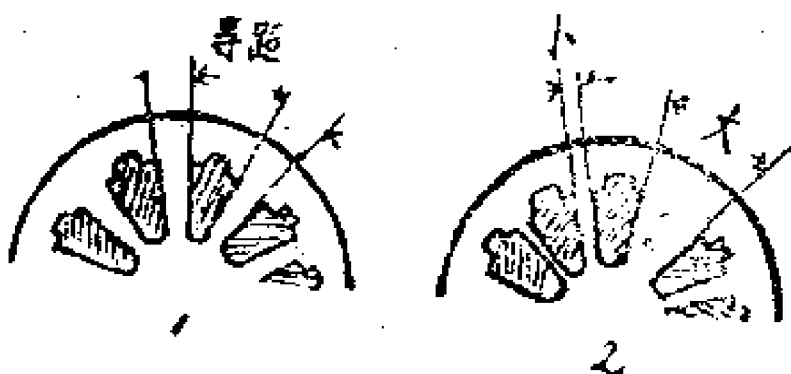


图 1-5

缝槽冲好了，再把铁片顺时针方向转动。如果你是用的20齿的齿轮，那末转动一个齿以后就可以了；假如你用的是40齿的齿轮，就要转两个齿，再倒退一下，消除间隙，继续冲第二个槽，以此类推下去。冲完铁片的一周以后，把它取下来，检查一下每个槽的边缘有无毛头或呈现皱纹，假如发现有冲起的毛头，证明我们的冲模上下没有对准，或者大小不同。这时可以用小铁锤轻轻敲击冲模的边缘，检查铁片什么地方起毛，然后用很小的平锉将它锉光。然后，再用废铁皮试冲，反复试验到冲击光滑的槽孔，才停止冲模的修理。

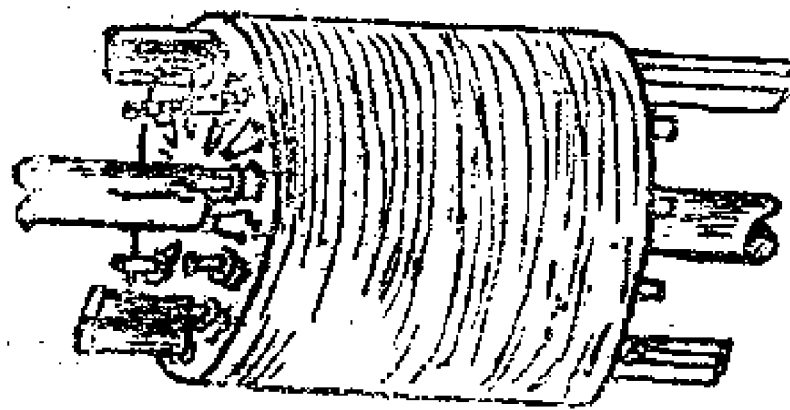
以后大批冲制时还要随时检查冲制的质量，发现起毛就要停止冲制，转入修理冲模工作。为了保护冲模，在冲了一定片数以后，冲模上要加少许润滑油。

冲好的一张张铁片不是完全可以应用的，有的也许因为活动的误差出现了缝槽孔不等距的现象。我们要挑去显著不等距的铁片，并且把起毛的地方锉光，把冲作过程中引起的铁片表面的不平地方用木锤敲平。

因为我们事先在铁皮的一面做好了记号，现在把铁片一片片叠起来，记号都向上，把中心孔的突出处朝一致的方向，

那末从一堆鉄片的正上面看去，应该象凿成的一个孔一样。

叠好 280 片左右以后，把事先做好的鉄杆穿入相对两个繞槽內，其余的槽每隔一孔把事先做好的螺杆穿入，并扭紧到一定程度(图1-6，1)。



鉄片装上电枢轴形状

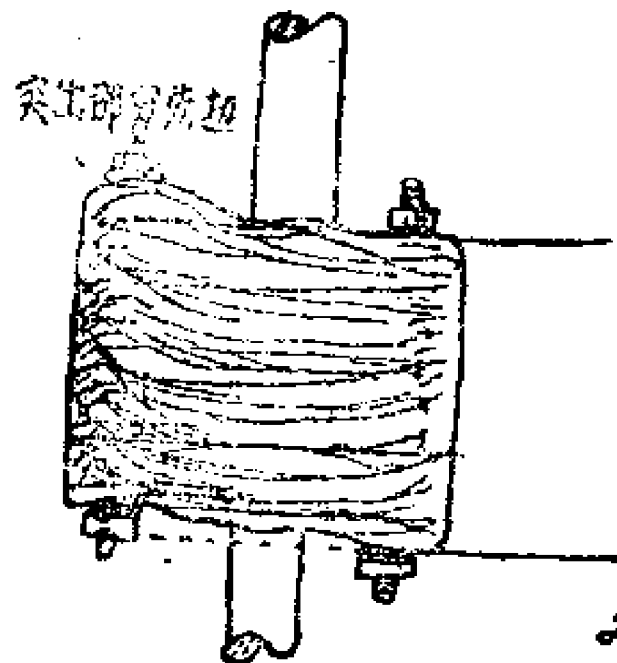


图 1-6

鉄片叠好以后，往电枢軸上安装。这时要特别注意，使叠好的鉄片不要歪斜，尽可能讓它很直的穿到电枢軸上，并且不

要讓鉄片互相錯位移动(一般穿入兩根鉄杆以后,这种情况就可以避免)。往电樞軸上固定时用力較大,敲击时要防止軸头被打坏。

电樞軸是用軟鋼制的,長46公分。图1-7中自左至右的順序是:皮帶盤軸長6公分,直徑21.5公厘;軸承部分長6公分,直徑为22.5公厘;導綫佔去位置5.1公分,直徑为24.5公厘;固定电樞部分長11公分,直徑22.5公厘。电樞离整流子距离4.2公分,直徑为22.5公厘。整流子部分長6.2公分,直徑22.5公厘;軸承部分長7.5公分,直徑为21公厘。

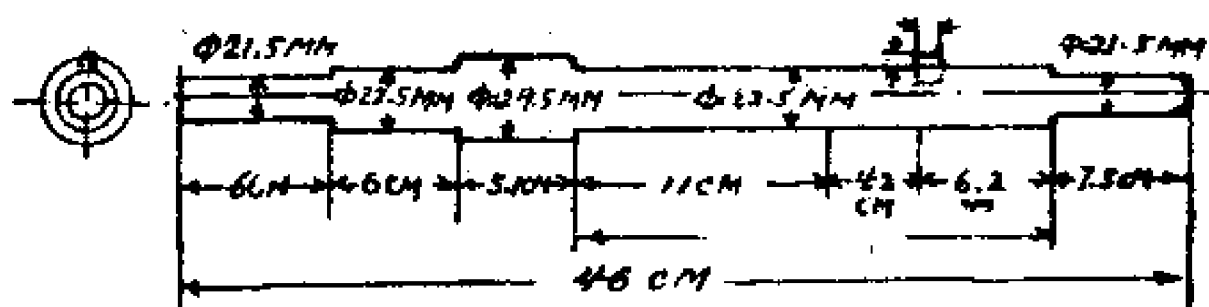


图 1-7

电樞固定好以后,把插在兩綫槽內的長鉄杆取下,补充两个螺杆。这时把10个螺杆一一扭紧,如果发现整个电樞由于往軸上敲打而造成凹凸不平时,可以扭紧螺杆的松紧来調整(图1-6,2),直到相当平直以后为止。

这时电樞的表面是杂乱起毛的,而且还没有露出綫槽,所以必需在車床上加工(这项工作要等整流子制作好了裝在电樞軸上以后一齐进行)。車去电樞的毛边,最后留下的电樞直徑是108公厘。这时电樞的外徑已接近綫槽的上端,如图1-8所示。我們用鋸子細心地將这一部分鋸开,最后便露出綫槽。这时可以清楚地看到綫槽內还有少数的鉄片綫槽边缘突起較高,因此要用特制的銼刀(图1-3)把里边銼光。在銼的时候鉄片很容

易被銼刀帶動，使綫槽的头部向外伸張，所以用卡子(图 1-3) 把它卡住以后再銼。

銼綫槽這項工作很重要。如果銼好了，就可以避免將來往電樞上繞綫時，由於鋒利的銼片口割破導綫而造成短路或嚴重的返工現象。

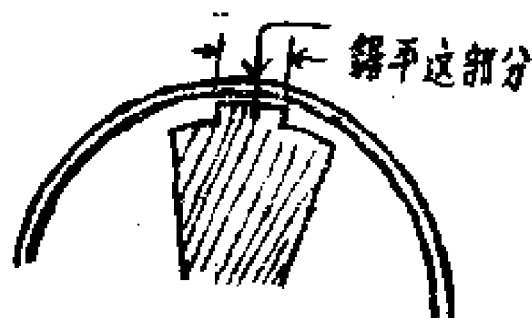


图 1-8

整個電樞鐵心製成後，它的形狀如圖 1-9 所示。

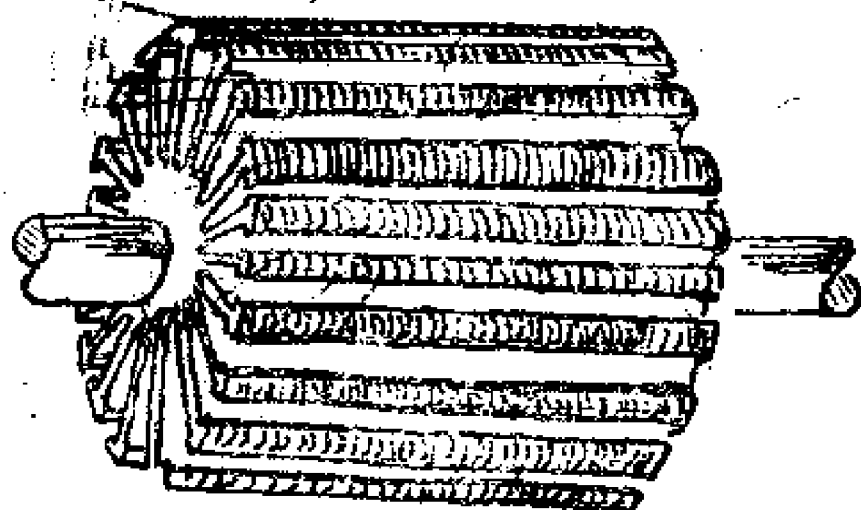


图 1-9 製成的電樞鐵心形狀

图 1-10 是電樞部分的尺寸。

第三节 電樞繞綫和焊綫方法

電樞的繞綫是一項細致的工作，所以在進行實際操作以前，要準備好所有的工具和器材，以免造成混亂現象。

我們按照圖 1-11，1 的形式做一個木架用來架起電樞，再做幾根竹制的或鉄制的刮綫、壓綫的工具，它們的表面要很光滑(圖 1-11，2 和 3 是竹制的刮綫工具，4 是壓綫工具)。然後做 20 個用以封閉綫槽的竹楔子，再準備好黃臘布和青壳紙，把它們剪

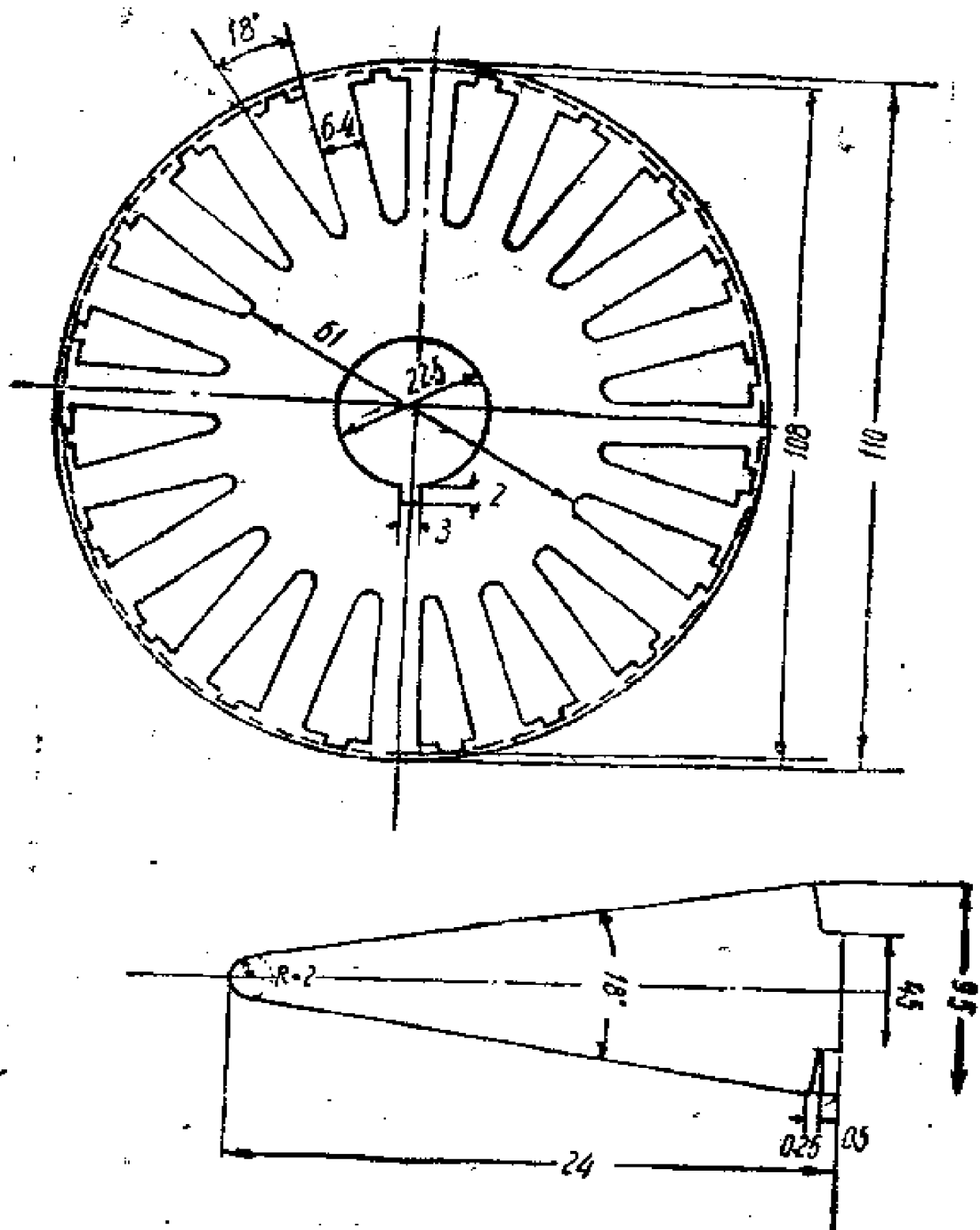


图 1-10

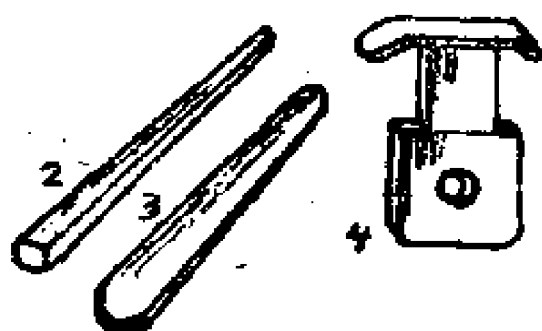
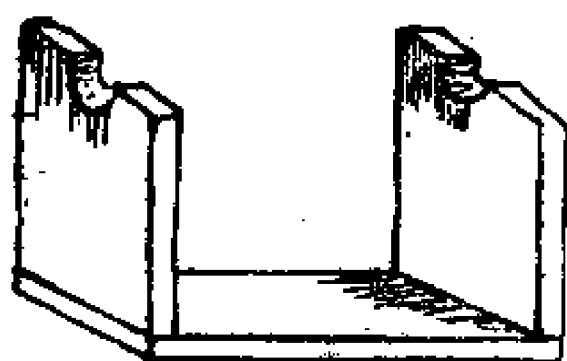


图 1-11

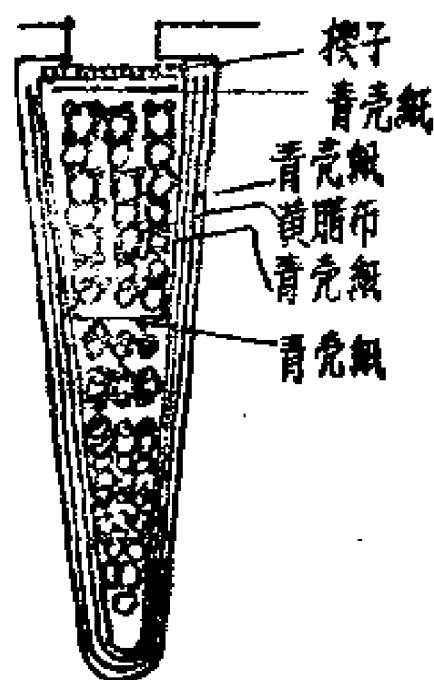


图 1-12

裁成适合垫进綫槽的尺寸，如图1-12的情况放好(楔子和綫槽当中的青壳紙应事先准备好，等繞好綫以后再裝上去)。然后，就將紗包綫(我們用的是18号紗包綫)圈三根合併起来，并且把它理直。繞綫时从整流子的一端先开始(图1-13)，留出足够焊接整流子、焊綫槽的一段綫，然后按图1-14的方法繞綫。这样参差

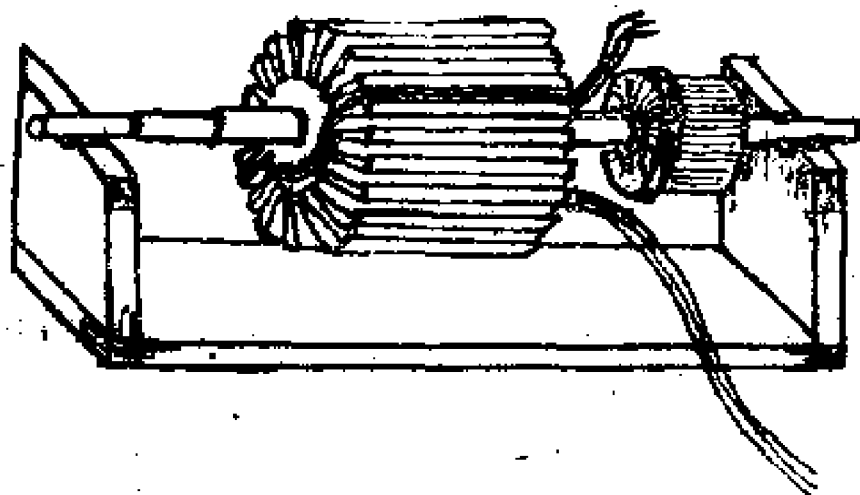


图 1-13

繞綫可以防止先繞內層、到了外層綫圈增大而造成壓勢不平均和端部所佔面積甚大的現象。此外，在繞綫的過程中必須特別注意每組綫在綫槽內要平直的放置，不能交叉，以減少所佔面積。繞上一圈時要用壓綫工具壓緊，同時注意不要破壞紗包綫的絕緣。電樞的兩頭也要理得很整齊，尽可能讓綫貼緊。繞完一組綫時，在下層綫與上層綫之間隔以青壳紙；當一個綫槽內的兩組綫都繞好以後墊上青壳紙，並且及時把楔子塞上。繞綫時要記住所繞的圈數，每組是7圈。每一組的綫頭要依次序理好，以免在焊接時，由於綫頭雜亂不堪，化很多時間去找對綫頭。圖1-14中的1、2是一組對稱的綫圈，但是它們又各自獨立；3、4又是一組。繞完了3、4，再繞5、6，這樣繼續下去，直到繞完一周以後，把楔子塞好。然後把綫頭再整理一遍，並量一下它們有沒有短路搭接的現象，準備往焊接槽內焊綫（焊綫的方法見圖1-15）。等到綫全部焊好以後，再將繞好的綫圈塗上一層絕緣漆，並把它烘乾，繞綫的工作就完成了。

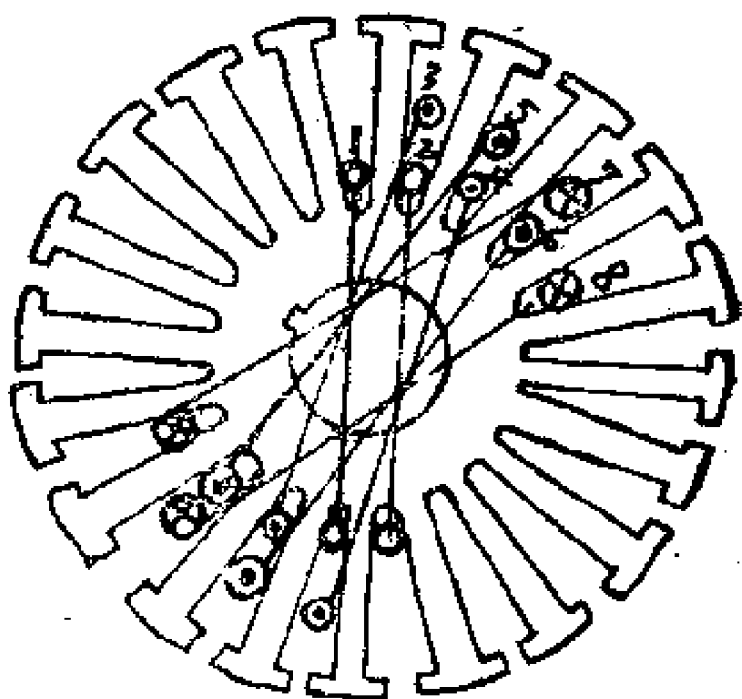


圖1-14 繞綫示意圖

圖1-15表示20綫槽雙層60個單繞組和60個整流片的焊接方法。

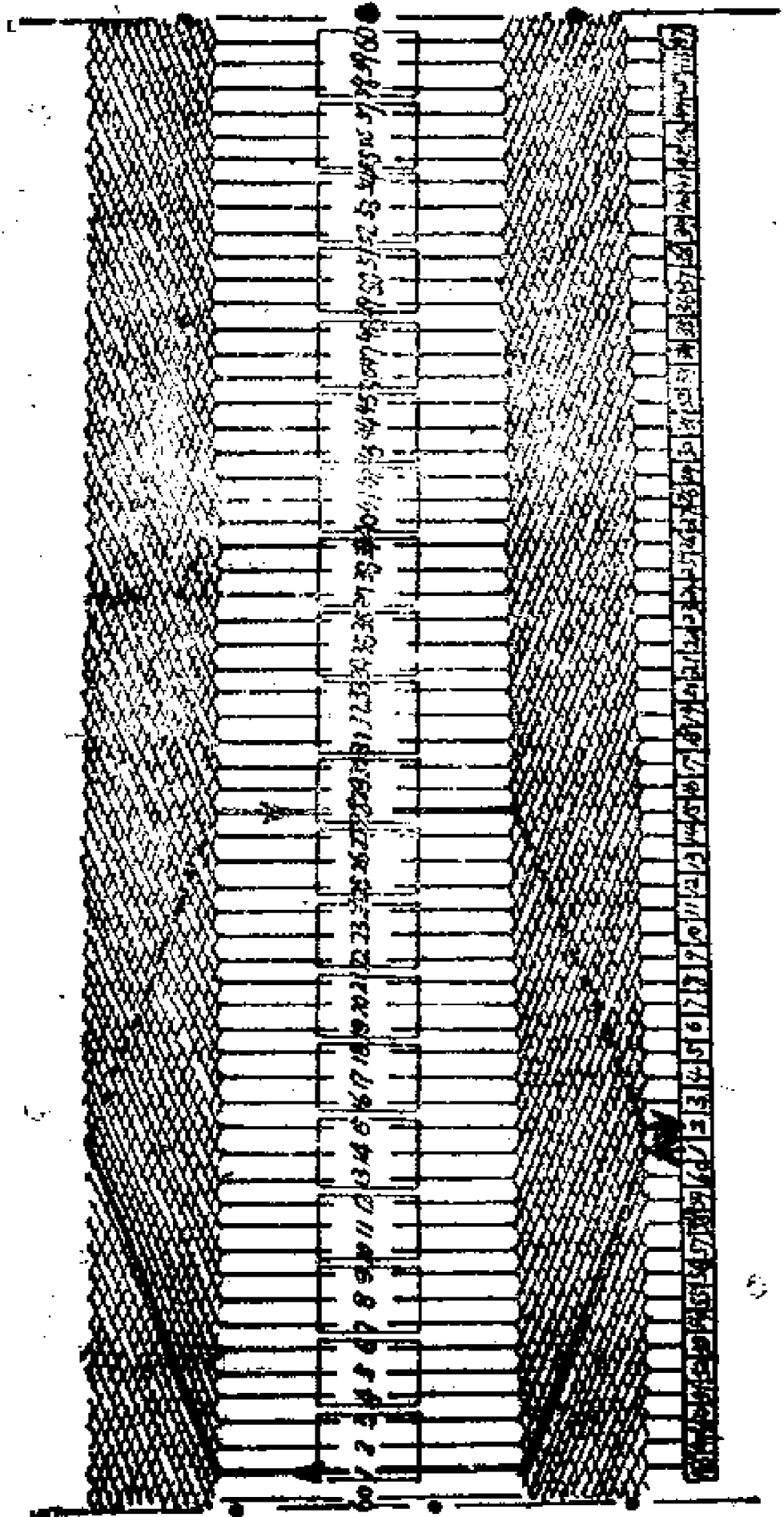


图1-15 电枢绕组与整流子焊接示意图

第二章 整流子部分的制造方法

第一节 紫銅的加工和夾具工具的制作

适合制作整流子用的紫銅条是不好买的，只有自己动手来制作。其方法是收購廢紫銅用土風箱熔化，然后抽成銅条，不等溫度降低就用錘頭敲击，以增加紫銅条內部結構的緊密程度，使冷却后的紫銅条鋸开后切面上沒有沙孔，保證它的电導性能。

紫銅条每根長約20公分，寬19公厘，厚边为3.5公厘，薄边为2.2公厘。

为了使整流片的大小精确，需要准备一个鉄模，用来檢查整流片是否合乎技术标准。鉄模是用一块大約長15公分、寬7.5公分、高6公分的鉄块做成。鉄块平滑的一面作一个寬18.5公厘、一边深3.2公厘、一边深2公厘的凹槽，見图2-1,1。

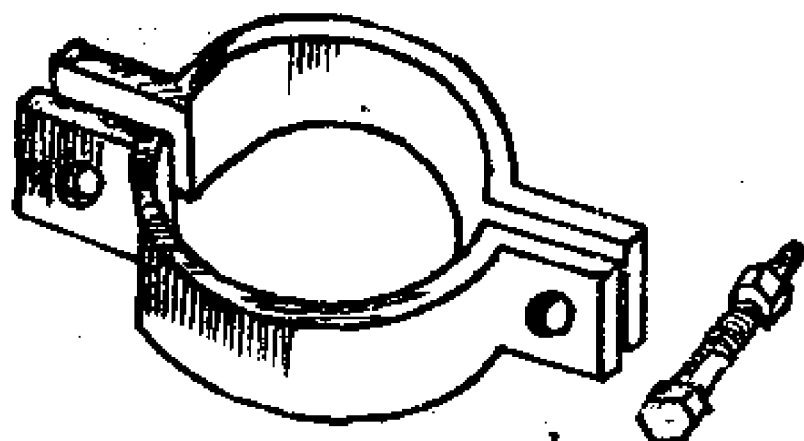
再做一个固定整流片用的鉄質的圓夾子。它的外徑为95公厘，內徑为83公厘，由两个半圓組成。圓夾子的厚度为6公厘，高为27公厘。在半圓的兩头做出螺孔(見图2-1,2)，并配以固定用的螺釘和螺帽。

做一个木枕(見图2-1,3)，平面上刻一个凹槽，用来銼光整流片。

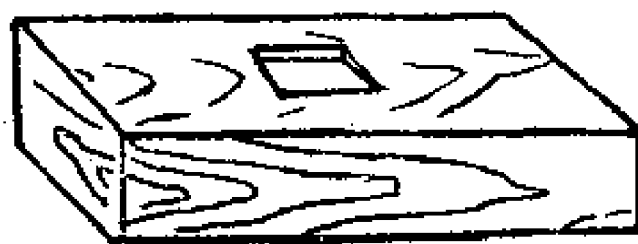
再用断鋸条在沙輪上磨成象图2-1,4所示的形狀，一端纏上布条。再准备一把照相用的切紙刀，然后便可以开始制作整流子了。



整流片检查仪



整流子夹



木柄



刮削刀

图 2-1

第二节 整流子的制作过程和注意事项

制作整流子的第一步是把紫铜条锯成长37公厘的整流片，放在刻有凹槽的木枕上(图2-1, 3)锉光。因为整流片很短，在木枕的凹槽内可以不用手扶住。把整流片固定在小虎钳上也可行，不一定照上述的办法，以方便为宜。

当整流片锉到大致和要求的尺寸(即整流片检查器的尺寸)相差无几时，放到检查仪上去检查。在槽上检查锉好的整流片时，应该使它在槽中自由通过；用直尺在模面上移动时，整流片和模面应该在一个水平水线上，如果还有高低，需继续锉。

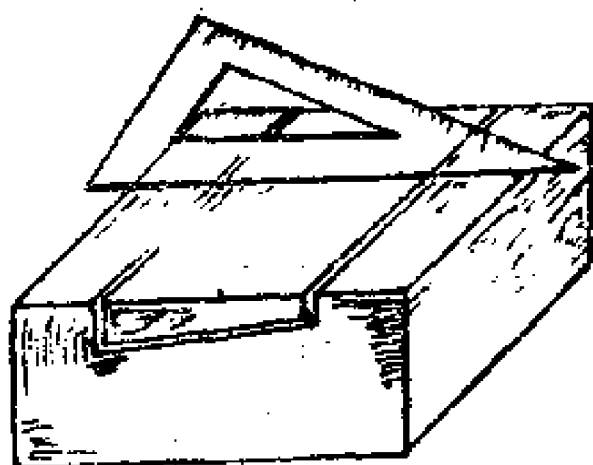


图 2-2

1 瓦直流发电机的整流片共有60片，锉够60片以后，再一一加以检查，将质量不好的挑出去，再补充几片，然后将60片放在预制的夹具内，厚边朝外，薄边向内(见图2-3)，再把它們貼紧，塞上木塞。

下一步要进行云母片的放置工作。在放置云母以前首先测量一下60片整流片在夹具内貼紧以后所留下的空格长度(即图2-3中，a点到b点的弧长)。这个长度在整流片厚薄相等的情况下，可以通过简单的计算求得(夹具内圆的直径 $\times \pi$ - 整流片的厚边 $\times 60$)。但是因为手工制作，整流片难免有厚薄，所以要量一下，然后把这个数字除60(大约0.8公厘左右)，便得出每片云母所需要的厚度。

现在把整张的云母用刨刀切下几条(如果买到片状的更

好)，然后再剪成整流片一样大小，用螺旋测微器量量每片的厚度，如果太厚了，用小刀片把它劈开，直到在测微器上量得的数字和要求数字相差无几时为止。然后把云母片插到每两个整流片之间。因为最后几片云母很难插，所以要把夹具的两个固定螺钉松开一些，等全部插好后再扭紧。

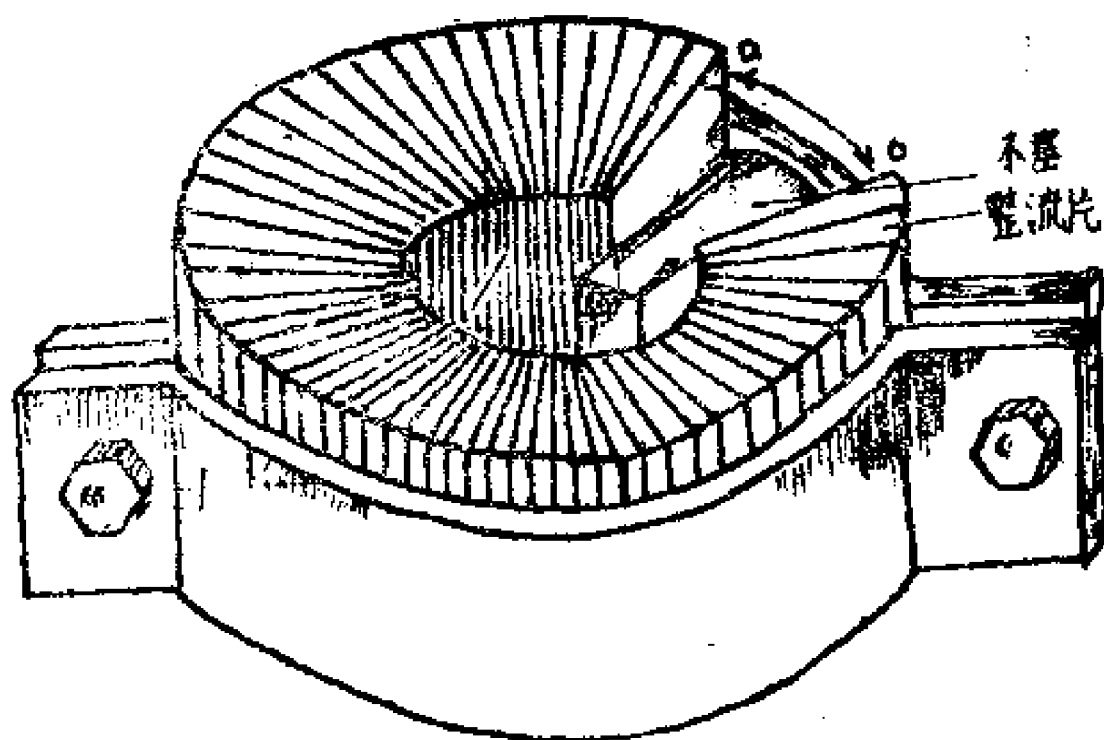


图 2-3

为了使整流片能够在松掉夹具以后仍固定在一起，在床上需车一套固定套杆。它包括一个一头带丝扣一头可以固定的套杆、两个垫片、两个固定环和一个螺帽（见图2-4）。为防止整流子夹紧时固定环的突出边缘压破绝缘的云母，固定环的突出部分必须是光秃的。

此外，把整流子透到车床上，两头车开一个夹紧用的凹槽（见图2-5）。车好以后，把残留在两整流片之间的铜屑剔乾淨，用通表量一下有无短路；如果有摇表最好量一下绝缘强度。然后把这一部分涂上一层薄薄的凡立水（没有凡立水，用洋乾漆

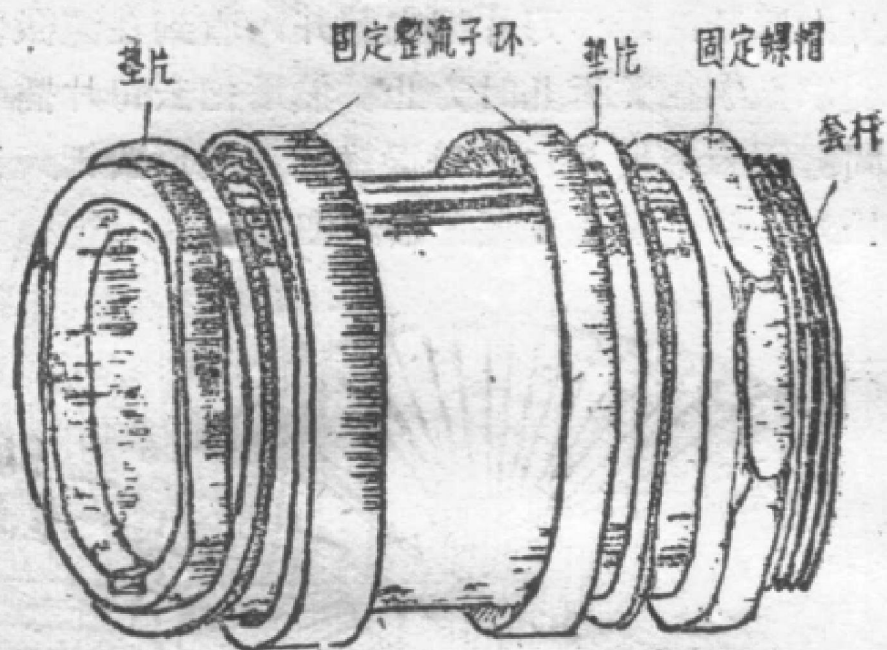


图 2-4

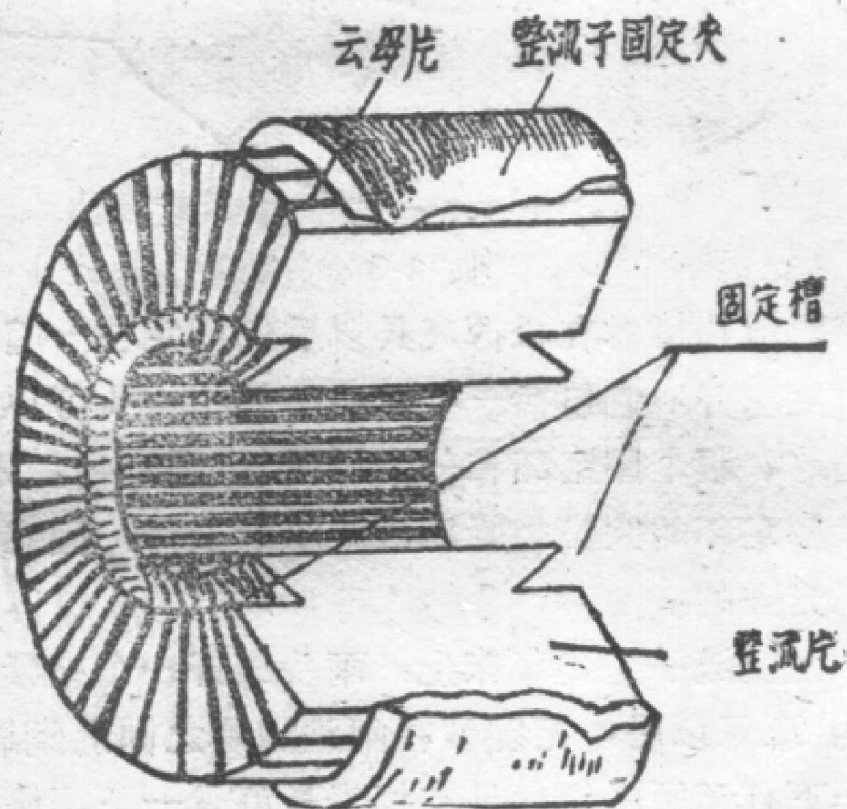


图 2-5

代替)，并把它烤乾。

再剪六張云母墊圈，將整流子每头的凹槽內墊上3層云母絕緣，然後將兩個固定環一一壓進槽內。這時云母在固定環的周圍可能有移動或墊得不正，應該從另一端反復檢查。等到確有把握時再加上套杆。套杆的外徑比整流子的內徑小得多。因此，接觸整流片的只是固定環的突出部分，我們把固定環和整流片緣絕以後，就可以了。現在再把整流子放在老虎鉗上夾住，套筒的缺口固定好，用力抓緊固定螺帽到最緊程度，這時便可以松下固定夾子了。松下固定夾後取出的整流子外圍還不是理想的，因為它的表面不光滑，甚至整流片高低不平。所以我們還要裝上電樞軸和電樞一起上車床車光。在沒進行這項工作以前，先將套杆上有固定缺口的一頭的每片整流片頭部都鋸成寬度為1.2公厘、最深处為3.5公厘的焊綫溝（見圖2-6），準備用以焊接導綫。再用萬用表或搖表量一下各整流片之間以及整流片和套杆間的絕緣電阻。如果發現有短路情況，先檢查一下短路的整流片或套杆之間有無銅屑。如果是內部短路，我們可以把短路部分接通在6伏汽車用的蓄電池上，時間極短，只要碰一碰。如果是由於制作時不小心，由銅屑造成的輕微短路，這

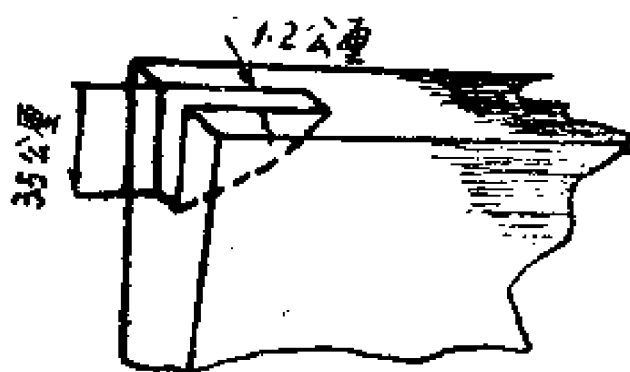


圖 2-6

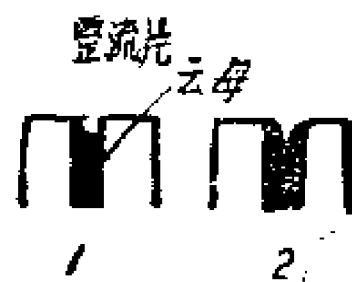


圖 2-7

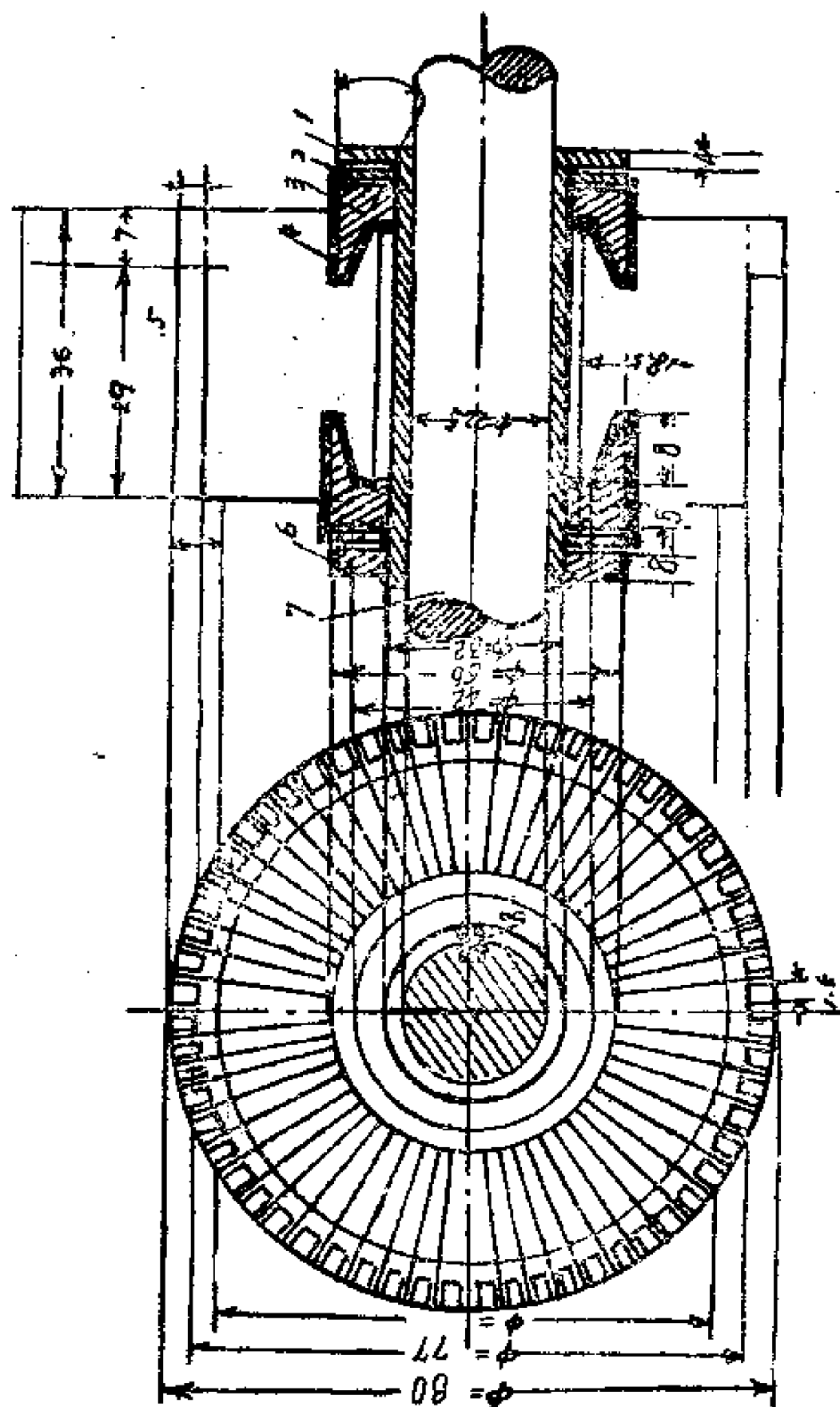


图 2-8

1—铁杆；2—固定环；3—固定环心；4—云母垫；5—整流片；6—固定螺帽；7—电枢轴心；8—螺钉。

注：单位为公厘

时便可以听到很輕的啪的一声。这是因为大电流的作用而燒成断路了。此后，再測量它的絕緣电阻是否在 1 百万欧姆以上。

如果采用了上述的办法还是短路，只好把夾具再夾上(为了事先能够防止这种情况，最好在夾具沒有放入整流片以前，先將夾具內徑垫上一层絕緣物(青壳紙)，以便在云母片插入以后不等夾具取下就先測量一下絕緣)，重新檢查內部情况。⑤

此外，再將整流子固定套杆的內壁头部开一个長 10 公厘、寬 3 公厘的銷子槽，在电樞上用一段直徑为 4 公厘的鉄釘作一个銷釘，并將它沿电樞軸方向銼平。然后將整流子裝上去和电樞一起送到車床上車光。焊綫槽部分約長出 7 公厘左右。在車床上加工以后还有許多銅屑殘留在兩整流片之間，所以必須仔細將它剔出，并且把焊綫槽修补一下，然后鋸低云母片。將整流片之間的云母削低 1 公厘左右，刮成图 2-7, 1 的形狀，不要象图 2-7, 2 的形狀。

1 瓩直流发电机整流子部分的主要規格示于图 2-8。

第三章 磁極、炭刷及外壳的制作方法

第一节 磁极鉄心的構造和磁場綫圈的繞法

磁极鉄心是用厚 1.6 公厘的鉄皮剪裁叠合而成的(图 3-1, 1)。为了防止鉄片因彈性而造成最外层向外伸張，最外层的片要比其他的厚。叠合的方法是在每片上鑽四个孔，然后鉚在一起，把鉚好的鉄心夾在老虎鉗上，用平銼銼光就行了。⑥

磁場綫圈是用 26 号漆包綫在繞綫架上繞 2300 圈(約 1.5 公斤)而成的。在图 3-1, 3 里我們看見的就是用手工繞綫的方法。繞綫架中的 D_1 和 D_2 是兩块光滑的木板，当中夾着一块和

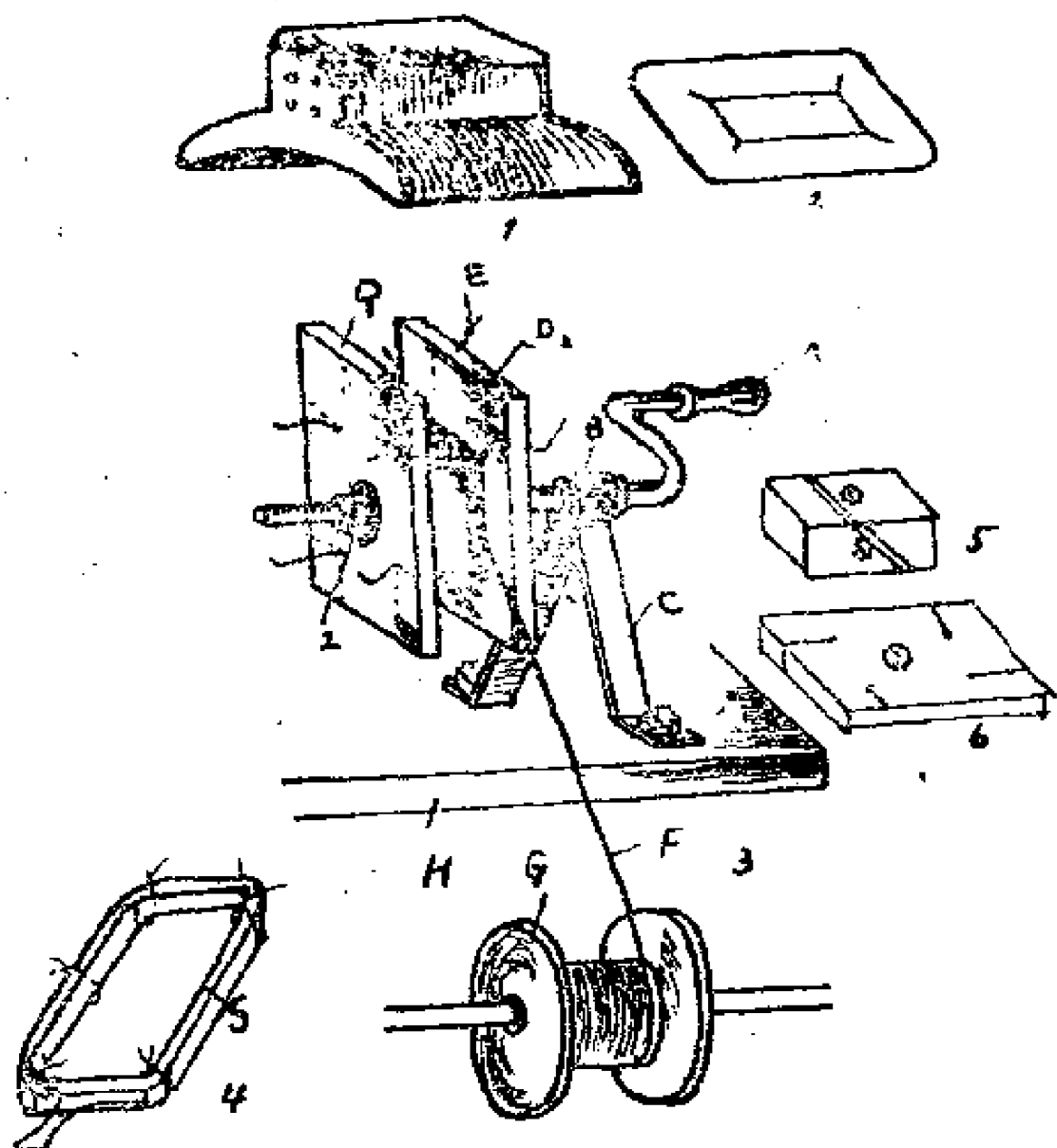


图 3-1 繞綫架

A—搖把；B—軸承；C—支架；D—木板；E—麻綫；F—漆包綫；
G—綫軸；H—工作台；I—固定螺帽。

磁極鉄心長方形部分一样大小的木块。图中麻綫是安置麻綫的細槽。在未繞綫以前，为了使繞好的綫圈能順利取下而不至散乱，麻綫槽內事先穿好四根麻綫。为了便于取下綫圈中的木块，需把它斜鋸成兩开(見图3-1，5、6)。

綫圈繞好以后，用麻綫扎好，取下固定螺帽，然后用白布条裹好，涂上一层洋乾漆。

再用馬糞紙和青壳紙剪成图3-1, 2的形狀。馬糞紙四張和青壳紙兩張用來墊在綫圈的上下, 使鉄心不至磨坏。

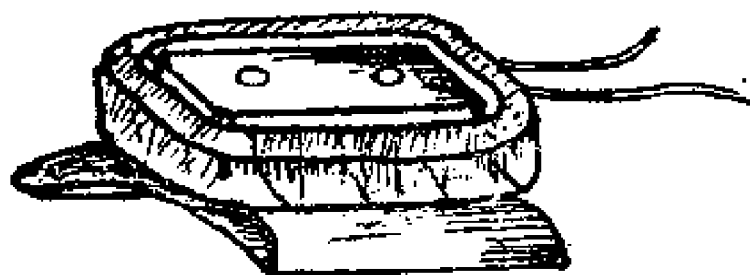


图 3-2

因为是一对磁极, 我們一共要做两个这样的磁場綫圈和鉄心。制成后的磁极形狀见图3-2。

第二节 炭刷和炭刷架的制作方法

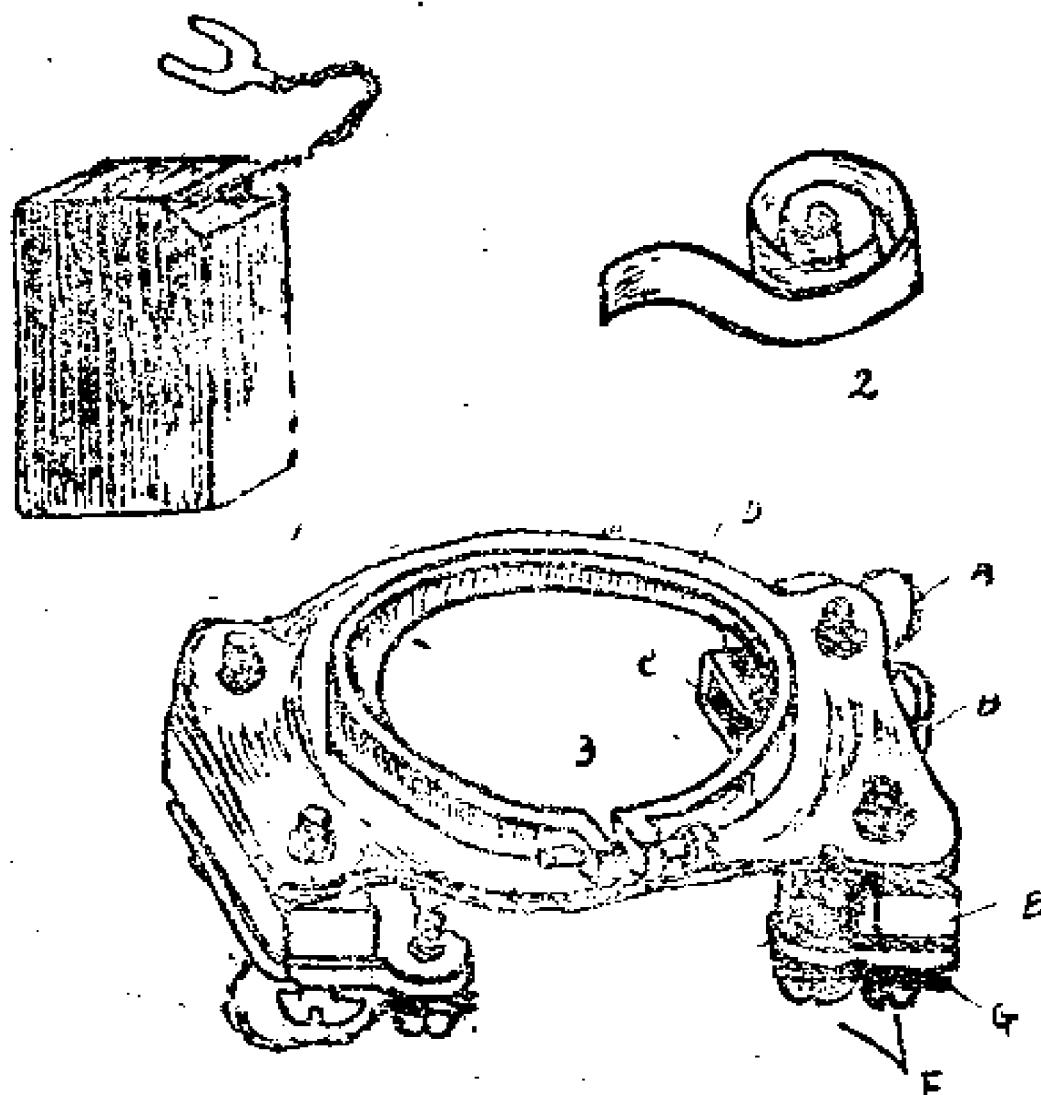


图 3-3

A—炭刷導綫; B—彈簧; C—刷圈; D—炭刷架; E—木墊;
F—固定螺釘; G—絕緣墊。

如果沒有現成的炭刷就得自己來制作。制作的方法是把整塊的炭精鋸成圖3-3, 1的形狀, 然後在截角處鑽一個小孔, 約深5公厘左右。用舊炭刷的銅瓣子(也可用花綫的銅絲搓制)剪下一段, 把一頭扭緊插入小孔內, 然後剪一段大頭針在銅絲中間慢慢打入孔內, 整個銅瓣子便可以牢固的固定在炭刷上, 而不至松脫。炭刷架是由鑄銅翻沙後加工而成的。刷握是由青銅翻沙後加工而成的。我們沒有舊炭刷彈簧, 就把廢鬧鐘的發條剪下一段, 把它卷成象圖3-3, 2的形狀來代替。

在刷架與刷握之間要墊上絕緣的木塊, 固定螺釘時也要加絕緣套和絕緣墊片。

第三節 外壳的制作方法和總裝配

發電机的外壳包括前後蓋和壳体、底座。它們都是用鑄鐵翻砂後在車床上加工而成的。如果沒有滾珠軸承, 就用銅軸承油環提油來代替。外壳的尺寸應和我們所要求的相符合。各個固定螺孔在允許誤差以內就可以了。

所需部件都已經制作好了, 鉄的暴露部分應該塗漆的, 均塗上漆。然後, 我們把這些部件一一安裝起來。首先把兩個磁

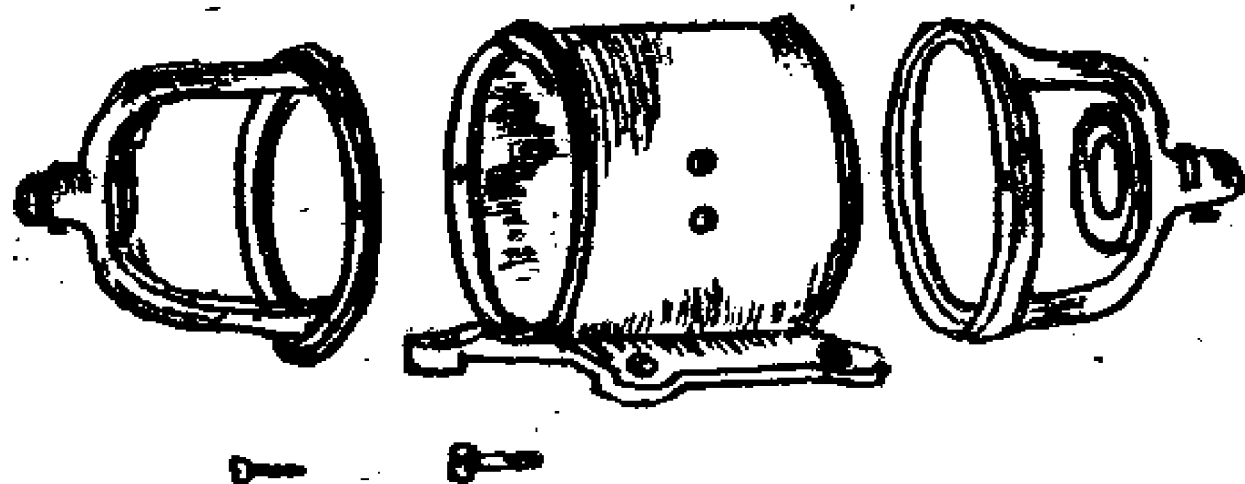


圖 3-4

极固定好，并且注意它們的繞綫方向，使它有一个 N 极，一个 S 极。然后将后盖(不帶炭刷架的)上紧，將电樞小心地送进軸承內，再上紧前盖。把炭刷調整好，使它和整流子有良好的接触。磁場綫圈和电樞須并联起来。在未并联以前，先將两个綫圈串联，并量一下电阻，如电阻不够再串联电阻(綫圈繞好后通过計算可以求得)。具体联接方法見图3-5。

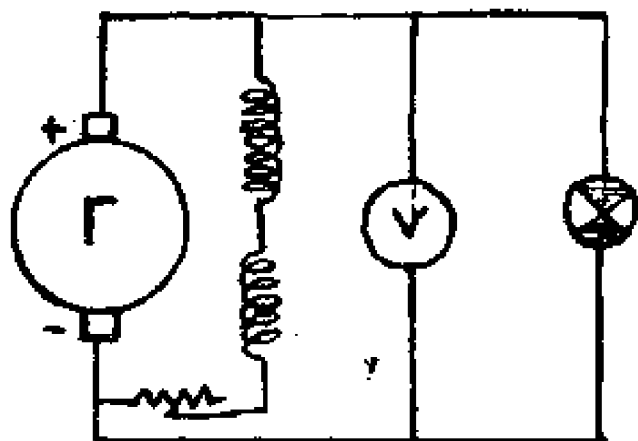


图 3-5

下一步我們准备試車。在試車以前先仔細地檢查一遍，如联接有无錯誤，电樞軸和鉄心有无摩擦，电樞軸轉动是否灵活。电刷、整流子各綫路用通表量一遍，軸承加好潤滑油，馬达帶好皮帶(电樞軸头上裝皮帶輪)。計算好，使发电机能够得到每分鐘1500轉的轉速。

整个发电机的制作和安裝工作到这里結束。图3-6介紹体壳、盖子、底座、炭刷的規格。

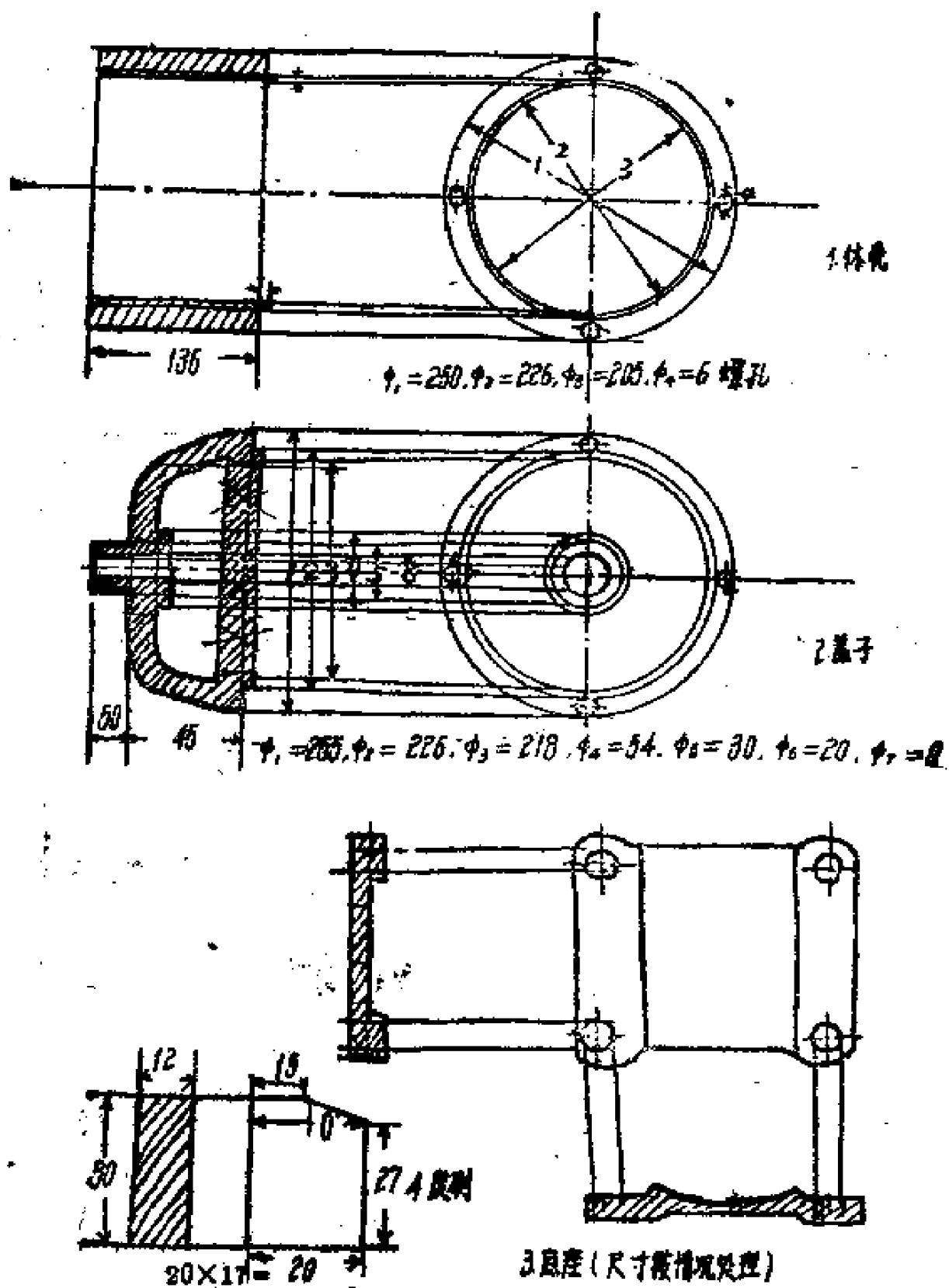


图 3-6

