

全民办电叢書之十六

木制風动机和 土蓄電池充电

旅大市教师进修学院著

水利电力出版社

內 容 提 要

这本小册子是大連全民办电現場會議的一个資料。書中敘述了風輪、机头、尾翼、架身和傳动機構的制造，並介紹了蓄電池的充電和用電。最后还談到对風力發電設備的維護及今后改進的意見。

木制風动机和土蓄電池充電 旅大市教師進修學院著

1733R366

水利電力出版社出版 (北京西郊科學路二號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第105號

水利電力出版社印刷廠印刷 新華書店發行

787×1092 $1/32$ 開本 * $5/8$ 印張 * 13 千字

1958年11月大連第一版

1959年2月北京第2次印刷 (7,001—12,320冊)

統一書號: T 15143·335 定價 (第8類) 0.08元

前 言

爲積極響應省委、市委關於大力辦電的號召，我院辦電小組在黨支部的領導和大力支持下，建成了以土法爲主，發電功率爲2瓩的風力發電站。

在籌建過程中，首先遇到的困難是沒有圖紙，我們到機械一廠去學習，但是借來的設計圖完全是以鋼鐵爲材料，而且要經過許多加工過程才能製成，造價又很高，對我們這樣一個既沒有鋼鐵又沒有機器的單位來說，用這種方法辦電是很困難的。在這種情況下，我們進行務虛，解放了思想，提出用風力發電的土辦法，也就是以木製風力發動機來帶動發電機發電。

在製作過程中，曾得到農林局，製材廠等單位的大力支持，供給我們必要的經驗和器材。另外還缺少的我們就到市場上去購買。有些零件是自己動手用磨、鑽、鉋等辦法做出來的。需要的蓄電池，在大家苦幹實幹，總結數次失敗經驗的基礎上，終於試制成了鹽水蓄電池，沒有發電機，我們向大連海軍指揮學校借來了直流發電機。就這樣我們以“做、代、借”的辦法把風力發電設備全部備齊，經過十幾天的努力，終於在九月二十四日建成正式發電，作爲向國慶節的獻禮。

下面就木製風力發動機的主要構造和運行操作情況作一介紹，希兄弟單位給我們以幫助與指導進一步改進風力發動機，爲社會主義建設提供更多的能源！

目 錄

前 言

一、風力發電站的概況·····	3
二、風輪·····	7
三、機頭和傳動機構·····	10
四、尾翼和架身·····	13
五、發電和蓄電部分·····	14
六、離心調壓裝置·····	14
七、土法鹽水蓄電池·····	15
八、蓄電池的充電和用電·····	17
九、風力發電設備的維護·····	18
十、進一步改進的幾點意見·····	20

一、風力發電站的概況

風力發電的基本原理：

風力發電就是利用風力吹動風輪旋轉，然後通過傳動機構帶動發電機發電。風輪動力的大小決定於以下三個基本因素：

1. 風速；風輪動力與風速的立方成正比，如風速增加到原來的 2 倍，風輪的動力增加到原來的 8 倍；風速降低二分之一，則風輪的功率減少到八分之一。如風動機的功率在風速 8 公尺/秒時為 1,600 瓦，則在 4 公尺/秒時就降低到 200 瓦。

2. 風輪的受風面積；風輪動力與風輪翼片所形成的圓面積成正比。圓面積是與直徑平方成正比的。如翼片的長度增加一倍，在同一風速下風動機的功率可增加到 4 倍，如風速為 8 公尺/秒，風輪的直徑為 2 公尺，功率為 300 瓦，那麼將風輪直徑增加到 4 公尺時，其功率將增大到 4 倍，也就是 1,200 瓦。

3. 風能的利用率；任何一個風輪都能把通過它的風的能量的一部份變為有用的機械功（能利用的這一部份能量的多少，我們用風能利用率來表示）。風能利用率總是小於 1，而風能利用率的大小決定於風輪製造的型式，如鼓式和轉子式的風力發動機，風能利用率是 0.10—0.18，翼式風力發動機則是 0.30—0.42。風輪的翼片做得很精細，其斷面與傾斜角有準確的規定，風能利用率就高，反之，翼片的準確度不嚴格，表面又粗糙，風能利用率就低。

此外，風力發動機的動力，還和傳動機構的機械效率及空氣的密度成正比。

由上述可知，風力發動機的動力大小（動力大小決定發出電力的大小）決定於風速、風輪受風面積及風輪的形狀是否合適等因素。也就是說，在一定的風速下，風力發動機的受風面

積大，葉片的形狀又合於流綫體的話，則這種風力發動機的動力最大，發出的風力就多。

這次我們做的是六翼式風力發動機，大部份都是木質製成，造價便宜，較耐用，它能帶動 2 瓩的直流發電機發電，可供機關、學校、農村照明之用。

風力發電站主要分風力發動機和發電機兩部份：

風力發動機的主要組成部份有：風輪、機頭、機尾、架身、傳動機構及調整機構等，如圖 1 所示。

風輪的槳葉都裝在風輪旋轉平面的半徑方向，垂直於旋轉軸而和風輪旋轉平面成一角度，風輪的每個槳葉都採用硬質木和三合板製成。這樣相同的有六個槳葉，用六條輪輻所組成的鐵骨架把它們裝釘在軸上，風輪就告成功。當風力發動機正常運轉時，風輪旋轉平面和風向垂直。

機頭包括風輪主軸和上部傳動機構。主軸採用鋼鉸棒，兩旁裝有滾珠軸承，並裝有制動輪一個。上部傳動機構有兩個傘形齒輪，相嚙合互成直角。從動齒輪可在垂直軸支座上的滾珠軸承中自由旋轉。為使風輪能够經常迎風，機頭可以和風輪一起繞架身支座中的垂直軸轉動。

機尾是和機頭連接在一起的，我們利用了一塊長形硬質木板把它們連接起來，它的功用是要使風輪能經常迎風，其作用原理如一般維達爾式風向器一樣。

傳動機構的功用是將風力發動機的運動按一定速比傳給發電機，我們根據發電機的轉速（1,500 轉/分）及風輪的轉數（60 轉/分）設計了放大速比為 1:20。當風輪在 4 級風的推力下，每分鐘可轉 70—75 轉，可傳至發電機的轉速，則可達每分鐘 1,500 轉以上，使發電機能發出應有的功率和電壓。

架身的功用是支承風輪、機頭和機尾的整個重量，架放得

高一些是爲了使氣流避免受到地面建築物的影響。架身的制作我們只用了一根電鐵桿，四角用4根支柱使它固定下來，以免

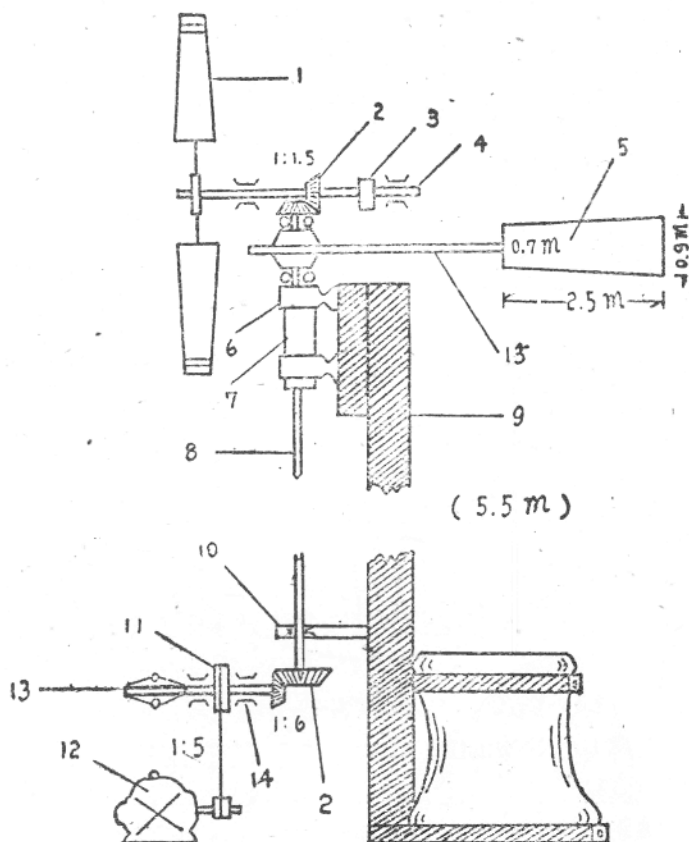


圖 1.a 風力發電機的主要組成部分

- 1—槳葉； 2—傘形齒輪； 3—制動輪； 4—主軸； 5—尾翼；
6—上部支座； 7—套筒； 8—垂直軸； 9—木架身；
10—下部支座； 11—皮帶輪； 12—發電機； 13—離心調壓器；
14—“六”滾珠軸承； 15—轉動木板。

發生搖動。架身的地基要堅固，能經得起八、九級風而不至發生意外。

發電機是採用了複激式的直流發電機，再通過簡易的配電盤把電充到蓄電池或輸送到電路中。

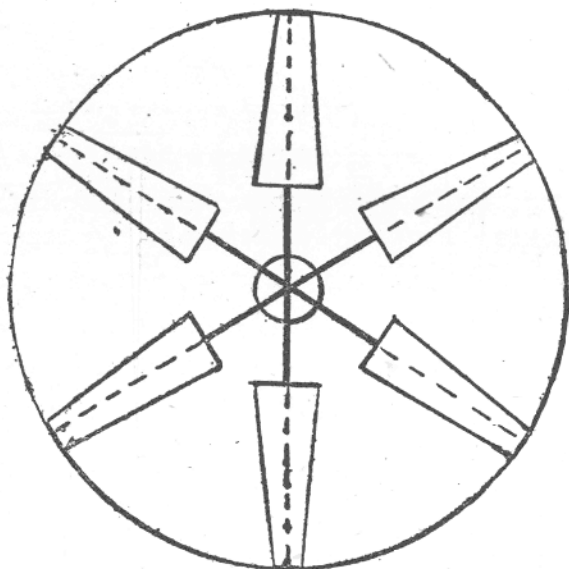


圖 1,6 風輪正面圖

翼式風力發動機的主要規格

風輪直徑	4 公尺
槳葉數	6
受風面積	12.56 平方公尺
當 4 級風時，風輪的功率	3 馬力
當 4 級風時，每分鐘轉數	70~75
起動時的最低風速	2 級風（即每秒 3 公尺）

風輪到發電機的轉速比	1:20
各部份重量:	
風輪	約80公斤
機頭	約90公斤
機尾	約35公斤
架身及垂直軸	約 500 公斤
風能利用系數	0.30~0.40

二、風 輪

風輪是風力發動機的主要部份，由六個槳葉所組成，每個槳葉包括槳桿、葉肋和葉殼等如圖 5。槳桿的毛胚採用長 200 公分，寬10公分，厚 5 公分的硬質木料來做，這種木料需要細緻的纖維和端直の木紋，並且要很好乾燥，沒有裂縫和節疤。在加工過程中可按圖 2、3、4、5 的步驟進行，圖 2 的虛綫部份表示要削去，使槳桿的外緣處傾斜角為 7° ，而在內緣處則為 35° ，如圖 3 所示，然後在槳桿（164公分）之上按等間距離的辦法刻挖出八個橫槽，以便安裝葉肋。這一加工步驟對於確定斷面和傾斜角的準確性起着決定性的作用，對風輪的性能好壞有重大關係。葉肋用五合板制成，每一個葉肋用二塊寬 6 公分的五合板合釘裝成，但每一個葉肋的長度不同，如下表所示。

葉 肋 號 數	1	2	3	4	5	6	7	8
長度（公分）	30	33.5	36	38.5	41.5	44	47.5	50
傾斜角（度）	7°	11°	15°	19°	23°	27°	31°	35°

在裝釘葉肋的時候，可按圖 4 把葉肋 1 和 8 固定好，然後用拉綫找出和校正中間 6 塊葉肋的位置和形狀是否正確。由於

葉肋是用二塊五合板合釘成，中間的空隙要以相適應的木塊填補上。葉殼是用二塊三合板做的，其形狀大小完全按已制成的槳葉骨架大小為準，如圖4。葉殼裝釘後再用亞麻布縫好，然後用豬血刷二次，以防被雨水淋濕而變形，待乾後再行塗抹油漆。爲使槳葉堅固，在它的邊緣或四角用鐵皮包復並塗以油漆。

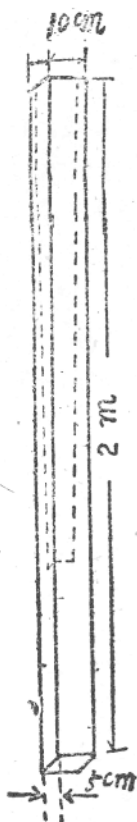


圖 2

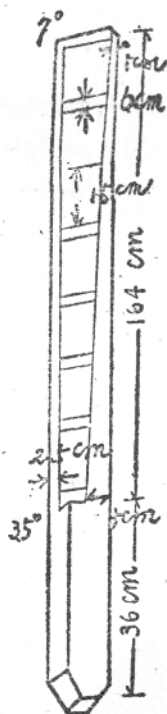


圖 3

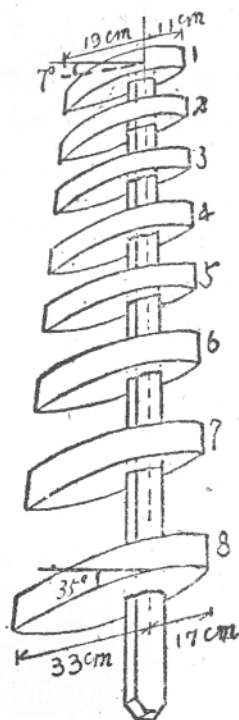


圖 4

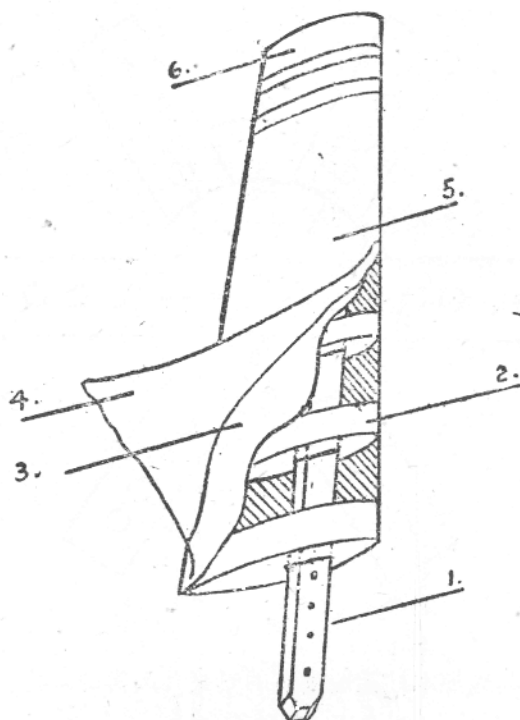


圖 5

1—槳桿（硬木質）；2—葉肋（五合板）；3—葉殼（三合板）；
4—麻布；5—豬血；6—鉛油。

槳葉與主軸的固定，我們將用直徑60公分厚、0.8~1公分的六角鐵圓板二塊把六個槳葉固定在主軸上，如圖6所示，中間眼的大小須與主軸的大小相吻合，眼的形狀採用正方形較好。在安裝時，先取一塊六角鐵圓板與主軸焊接固定，使軸露出約10~12公分，另一塊待槳葉安裝時，一併進行裝配。

風輪的平衡工作也相當重要，安裝前應在地面調整好。重的

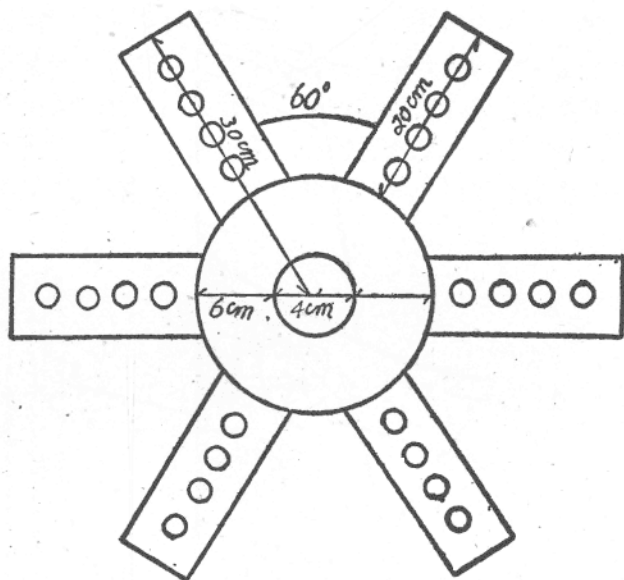


圖 6

槳葉可將其端部木柱縮短或輕的槳葉加適當的重物進行調整。

三、機頭和傳動機構

機頭包括主軸、套筒和上部傳動機構，這些都用鐵來製成。

主軸；主軸是支承整個風輪的重量而且經常運轉，承受的負荷很大，因此必須慎重選擇主軸的材料和粗細。影響主軸產生形變的主要原因是由於風輪的重量太大或傳動時負荷大，很有可能引起軸的彎曲，應選用合適的鋼鐵棒。

我們經過計算選用了直徑為4公分，長為1米的鐵棒作為主軸，軸的頭部加工成圓形或是正方形，以便於固定轉動的圓輪。軸的兩旁裝有滾珠軸承，主動齒輪裝在二滾珠軸承之間，

齒輪的右旁裝有一個飛輪，作為制動輪使用。主軸的轉動處要經過精細的加工，使摩擦減少到最小程度。主軸上的所有裝置都安裝在可轉動的木板上。這塊木板是長 260 公分、寬 20 公分，厚 5 公分的硬質木料製成，為增強它的堅固性，在木板邊緣用寬 5 公分、厚 0.3 公分的鐵板包住。

套筒；套筒是支承風輪、機頭及尾翼的所有重量裝置，而且要經受得住風輪上的風壓而引起的力距，所承受的力是很大的，所以套筒的截面大小也應慎重選擇。套筒是一個直徑 10 公分、厚 1 公分和長 70 公分的鐵管，如圖 7。套筒的上端有平滾

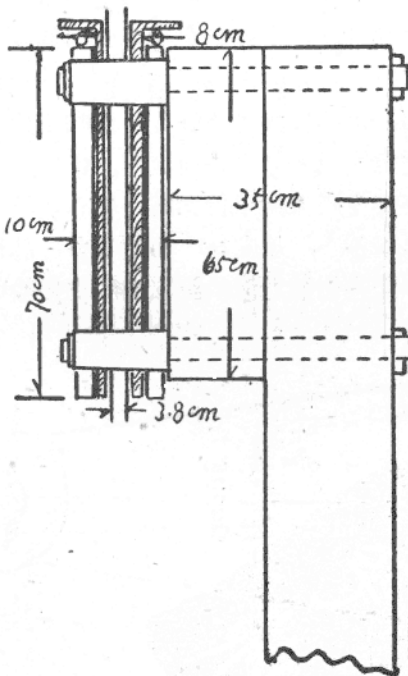


圖 7 套 筒

珠軸承或球滾珠軸承，使機頭的木板可以隨風向而自由轉動。套筒中有垂直軸，與上端的從動齒輪相連，套筒是由兩個上部支座釘紮在木架的頭端。

傳動機構；主軸的主動、從動齒輪是用鑄鐵鑄成的（也可用汽車上的舊齒輪代替）。前者齒數是30，後者齒數是20。由於主軸和風輪成直角，所以主動齒輪和從動齒輪也成 90° 的角而相嚙合。在從動齒輪的底部，為使轉動時減少摩擦，裝有球形滾珠軸承或平面滾珠軸承，從動齒輪是用鍵與垂直軸固定的，垂直軸選用38公分的實心鐵棒來做，中間一段採用空心鐵管連接。須注意：鐵管應很直，如有偏度時須事先糾正好。因為稍有偏度當軸轉動時，下端就會有很大的偏斜，影響動力的傳動。

鐵管的下端，用一根直徑38公分，長50公分的鐵軸連接。中間裝有一個支座叫做下部支座如圖8。使垂直軸在轉動時不致擺動並能與上部支座保持平行和同一軸心。垂直軸的下端也裝有傘形齒輪大小各一，互成 90° 而相嚙合，然後通過橫軸帶動皮帶輪轉動，最後把動力傳給發電機的皮帶輪而進行作功。

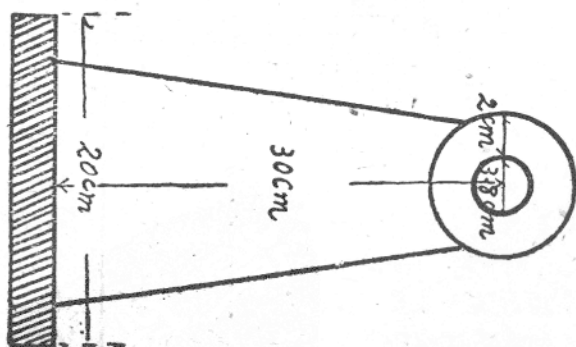


圖 8

傳動步驟如下：風輪通過主軸帶動主動齒輪——→從動齒輪——→垂直軸——→下部主動齒輪——→從動齒輪——→橫軸——→皮帶輪——→發電機。

上部主動齒輪和從動齒輪的傳速比是 1:1.5

下部主動齒輪和從動齒輪的傳速比是 6:1

橫軸皮帶輪和發電機皮帶輪的傳速比是 5:1

總的風輪到發電機傳速比是 20。

可能由於垂直軸過長，轉動時擺動很厲害，這時可以在每隔 2~4 公尺間用套圈固定，使它不致於擺動。

橫軸多餘出的一段，如圖 1—13 可作為離心調壓器的中心軸使用，使電機的電壓能隨着橫軸轉速的大小自行進行調整。

四、尾翼和架身

尾翼也是用硬木材製成如圖 9 的木框子，然後用三合板按框子的大小合釘上，外用布縫好，再刷猪血二次，待乾後再塗油漆。尾翼的桿是利用轉動木板的後一部份。安裝時在尾翼鑽上二至三個 1.4 公分的眼，插入尾翼桿末端的中間處，用螺栓上緊。尾翼的下端，須裝釘上一個堅實的鐵鉤，以便携裝繩

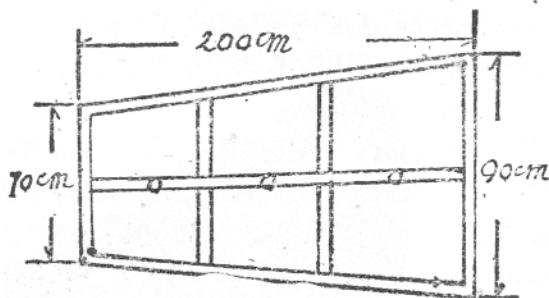


圖 9

子，作為調整尾翼的方位使用。

架身採用一根長 550 公分、直徑 25 公分的電綫桿，上端加固一塊木頭使套筒的穩固性更加堅強。架身的底座採用“井”字形的木架地基，緊緊地把石台抱住。這樣遇到六、七級風時，也不會搖動。

五、發電和蓄電部分

風力發電的嚴重缺點是由於風速不斷發生變化，使發電機發出的電壓忽高忽低很不穩定。如用機械方法來控制它的轉速是可以的，但需要複雜的調速裝置，這樣就要增加投資。比較好的辦法是根據轉速的大小來調整發電機的電壓，使其保持穩定。另一方面發電後的蓄電也是個較複雜的問題，購置一批蓄電池也得化一筆資金，我們用土法試製成鹽水蓄電池來代替，解決了蓄電的困難。

六、離心調壓裝置

發電機的勵磁綫圈，可以串聯一定的電阻來改變它的電流強弱，以達到調整電壓穩定的目的。一般的直流電機電阻大小的改變是用人工來控制，這樣既不及時又不方便，如能用自動控制來調節那就好了，根據風速及橫軸轉數的大小，在橫軸上裝有離心調壓裝置，如圖10所示。

當轉速增大時，鉛錘（每個40克重）由於離心力的作用向外拉，則使活動節頭向裡移動，帶動連接桿而改變滑動變阻器的電阻。連接桿與活動節頭的連接，應在節頭（3）上加工一個圓槽，連接桿的一端作成圓圈形或Y字形，套在節頭（3）的圓槽中，這樣就能使連接桿不隨節頭（3）轉動，但能隨（3）作前後的移動。連接桿的另一端與滑動變阻器的活動接

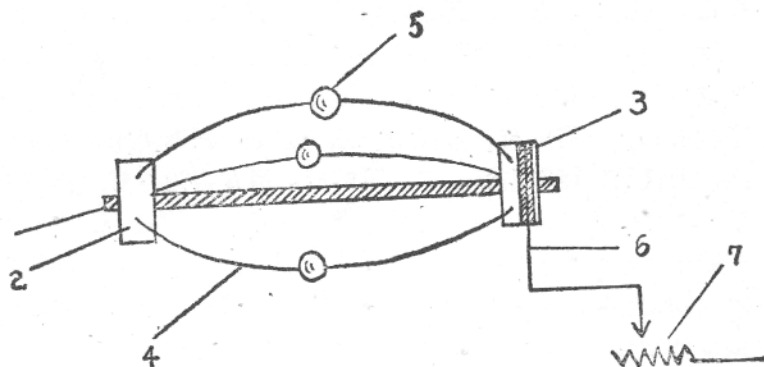


圖 10 離心調壓裝置

- 1—離心調壓器中心軸； 2—固定節頭； 3—活動節頭；
4—片狀彈簧； 5—鉛錘； 6—連接桿； 7—滑動變阻器。

觸點相連。

轉速增高時，三個鉛錘向外跑，使活動節頭移動，通過連接桿而帶動變阻器的接觸點向前移，增加了電阻值，致使勵磁線圈的電流弱，電機的電壓不能過高，當轉速降低時，由於片狀彈簧的彈力作用使活動節頭往後移，減少了電阻值，使勵磁線圈的電流增大，能保持一定的電壓。在安裝時應試驗當轉速變化時，由活動節頭的移動帶動變阻器的挪動而產生的電阻值是否合乎要求。這樣才能確定電阻器應有的電阻值（電阻器可自行設計和製作）。

七、土法鹽水蓄電池

一般來說風力發電站應備有充足的蓄電池，以備無風使用。

這種蓄電池的製法很簡單，主要分兩部分：一、電極。用炭板或石墨板製成，板的周圍包一袋壓緊的或緊緊塞滿的活性