



全民节约用电 全民兴办电站

怎样建立风力发电站

开原县肖台子乡九社办电经验

陈 印 刘友瑜编



辽宁人民出版社

怎样建立风力发电站

陈 印 刘友瑜编

☆

辽宁人民出版社出版(沈阳市沈阳路二段宫前里2号) 沈阳市书刊出版业营业许可证文出字第1号
沈阳新华印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

787×1092毫米·1/4印张·26,000字·印数:1—50,000 1958年11月第1版
1958年11月第1次印刷 统一书号:T15090·87 定价(5)0.11元

出版者的話

目前，我省电力供应十分紧张。这一方面是因为工作大跃进，对于电力的需要猛然增加，而电力工业的发展赶不上需要；另一方面是由于我省今年天旱，水电站的水位一直下降，使水电的来源大大减少。少数厂矿因为电力不足，已经不能维持正常生产。中共辽宁省委从8月11日起，一再发布指示，召开紧急会议，动员全省人民开展节电、办电的群众运动，来战胜电力不足的困难。现在，全省已经掀起了一个全民节约用电和兴办电站的工业“抗旱”运动。

为了交流各地办电的经验，推动全民办电的全面开展，以保证我省今年工业跃进计划的提前完成和超额完成，我们选择了一些比较好的办电经验将陆续编辑出版，供各地办电时参考。这些经验有的适用于工业，有的适用于农村，有的适用于沿海地区，使用时可以创造性的加以运用。由于时间仓促，这些经验编写得还不够完善，希望读者多多指正。

前 言

自从农业大跃进以来，农村中深感动力的缺乏。为了帮助农村解决动力和照明问题，我们辽吉电业管理局沈阳中心试验所的下放干部，在开原县县委、肖台子乡党委及沈阳中心试验所的支持和协助下，贯彻执行了党的土洋结合的方针，学习了外地的经验，利用废料和现有材料，苦干了四十天，制成了一台风力发电设备，可以直接带动动力，也可以发电。最近，在党的全民办电的指示下，很多单位都在着手建立风力发电站，为了供各地参考，我们将这一不成熟的经验介绍出来，希望同志们阅后多多提出宝贵意见，以便我们得以改进。

目 录

第一章 概 論	1
一 設計風動機的一般知識	1
二 風力發電站概況	3
1. 風力發動機	4
2. 發電機	5
第二章 風力發動機	5
一 塔 架	5
二 轉動頭	7
三 傳動裝置	13
四 風 輪	18
五 尾 舵	24
第三章 風力發動機的安裝	28
一 塔架主柱的安裝	28
二 轉動頭鉄盒的安裝	29
三 風翅的安裝	30
第四章 發電機部分	32
一 感應電動機作為發電機運行	32
二 作為發電機運行的感應電動機的調壓	33
三 離心式調壓裝置	35
第五章 風力發動機的維護與操作規程	37
結束語	38
附 录	39

第一章 概 論

一 設計風動機的一般知識

農村中動力比較缺乏，應廣泛利用自然能，而利用風能便是其中的一種。由於風能用之不尽，因此運用風力發動機做動力最為經濟。在東北農村中，經常有風，如開原縣最大的風速達到20公尺/秒，平均風速為3公尺/秒左右。建立風動機不但可以發電，供給照明，也可用以脫谷、鋤草等，大大節省人力和畜力。

風動機就是將風能轉變為機械能的原動機。為了更好的利用風能，使風動機能在最高效率下運行，對風車的大小、形狀等應作周密的考慮。現將風動機工作的一些概念略述如下：

$$\begin{aligned}\text{風能 } T &= \frac{mV^2}{2} \text{ 公斤—公尺} \\ &= \frac{\rho V^3 F}{2} \text{ 公斤—公尺/秒}\end{aligned}$$

考慮風能的利用係數 ξ ，

$$\text{風能 } T = \frac{\rho V^3 F \xi}{2} \text{ 公斤—公尺/秒}$$

式中：

m ——空氣質量

V ——風速度(公尺/秒)

F ——受風面積(平方公尺)

ξ ——風能利用係數

化为以馬力为單位的风輪功率 $N = \frac{\rho V^3 F \xi}{150}$ 馬力

当空气密度 $\rho = 0.125$ 公斤—秒³/公尺 时,

$$N = \frac{V^3 D^2 \xi}{1530} \text{ 馬力,}$$

式中 D ——风翅的直径(公尺)

从上式可以看出, 风力发动机的功率是和风速的三次方成正比, 而且和风輪翼片所形成的圓面积成比例, 也就是和輪翼直径的平方成正比。就是說风翅直径增加一倍, 风动机功率要增加四倍。当风速增加一倍时, 功率要增大 8 倍。

另外和功率有关的重要因素就是风能的利用系数, 一般风車如制造得粗糙时, 利用系数只能达到 0.1 左右, 在很精确的加工情况下, 风能利用系数可达到 0.33。利用系数同时亦与翼片断面形状有关, 今簡述如下:

气流經過物体时所形成的阻力, 即作用于物体上的压力, 随物体的形状及气流位置而异, 当物体呈流綫型时, 所受阻力为最小 (如图 1)。

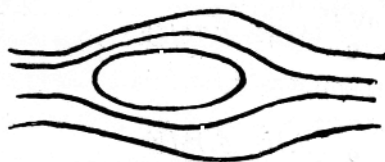


图 1

如以一平板放置气流中, 并与气流方向成一角度时, 則平板的水平方向和垂直方向均受到作用力, 垂直于气流方向的 Y 軸升力使翼輪轉动, 此升力大小与风輪断面的形状有关 (如图 2)。

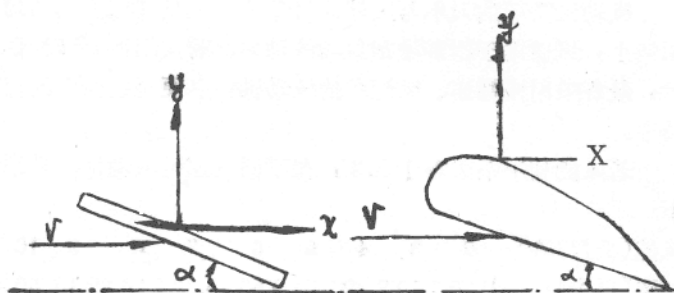


图 2

当与气流方向成同样角度 α 时，不同断面的升力大小亦不同，其中以流线型断面的升力为最大。为了得到较高的风能利用系数，将翼片断面做成飞机机翼一样的流线型体，则可以得到较高的转速和效率。

轮翼表面的光洁程度也和风能利用系数有关。表面制造得愈精致愈好。假如表面粗糙，或凹凸不平，将引起涡流，减少风能利用系数，使转速及功率亦随着降低。所以我们选用木筋空心，外面包以铁皮的风翅。风翅对旋转平面的倾斜角度愈小则速度愈大；风翅末端的速度要比靠近主轴的一端大，所以末端的倾斜角必须比轴端小，否则末端将起着阻碍作用。

二 风力发电站概况

我们在开原县肖台子乡九社建立了一个大型高转速风力发动机。为了在 3 级风力时（在开原是经常出现的风）能带动 5 马力的功率，选取风翼的直径为 16 公尺。我们不但要用它带动

动力，还要用它做为发电机的原动机，必须采用高转速、四风翅的风车。

风动机功率的大小与风翅数目无关，但是风翅少则启动力矩较小，只适用于逐渐增加负荷的动力。若仅用作带动动力时，最好采用慢转速、风翅多的风动机，以便得到较大的启动转矩。

若风能利用系数等于 0.3，在不同风速时风动机的功率如下：

风速(公尺/秒):	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
功率(馬力):	0.35	1.19	2.82	5.51	9.53	15.33	22.6	32.15	50	86

风力发电站分风力发动机和发电机两部分：

1. 风力发动机：由塔架、转动头、风轮、传动装置组成。风轮直径16公尺，塔高12公尺，全长20公尺。塔架是用四根圆木柱中间用十字撑連結组成。木柱埋入地中2公尺，与地中所埋的横木相連。塔架顶部放一铁板底座以支承转动头，转动头系用大铁箱底部連以圆套筒，以便自由转动。箱子前后侧放有滚珠轴承以支承主轴。主轴与水平线成10度角，前端固定风翅。风翅侧面成流线型，直径为16公尺，风翅由包以白铁皮的一根主杆和19个翼筋制成。

传动装置由固定在水轴上的主动齿轮和固定在竖轴顶部的从动齿轮传动。这两个齿轮成80度相交，转速比为3。竖轴下端用解放式水车传与横轴，转速比为3，横轴由两个滚珠轴承支承住。由横轴上装一皮带轮，用皮带与发电机连接，转速比为5。这样从风翅到发电机的转速比是45:1，在横轴上还可以安置根据其他动力所需不同转速的皮带轮。

风动机规格

风轮直径

16公尺

风翅数量	4 个
每个风翅的重量	150公斤
受风面积	200.96平方公尺
功率（当风速为每秒 8 公尺时）	22.6馬力
风輪到横軸的轉速比	9 : 1
风輪到发电机的轉速比	45 : 1
风輪中心至地面高度	12公尺

2. 发电机: 由于发电机甚缺, 故用感应电动机并联电容器做为发电机运行, 在发电机繞組上串以电阻来調压。

第二章 风力发动机

一 塔 架

塔架高12公尺, 由四根圓立柱, 中間撑以十字撑的錐形木塔組成。每根立柱用細端直徑 250 公厘, 长 8 公尺及直徑 180 公厘, 长 8 公尺的两根松木連接組成。接腿长 2 公尺, 用串釘連接, 并繞以8号鉄絲。为了加强塔架的强度, 立柱中間撑以X形的撑木, 撑木用串釘与塔架立柱連接, 如图 3~1、3~2。

塔架頂部直徑为 600 公厘, 四根立柱中間夹以木头, 如图 3~3 为塔頂結構的上視图。

塔頂部要承受风动机大部重量, 风动机轉动头还要能够自由的轉动, 所以在塔頂部固定一个直徑为 600 公厘的圓鉄盘, 焊四个脚, 与立柱用串釘連接做为底座。圓鉄盘上用鉄条焊成滾珠槽 (若在鉄盘上加工成小槽, 那么底盘鉄板要很厚), 中間放75个18公厘的滾珠粒, 以便轉动头能够灵活的轉动(图 4)。

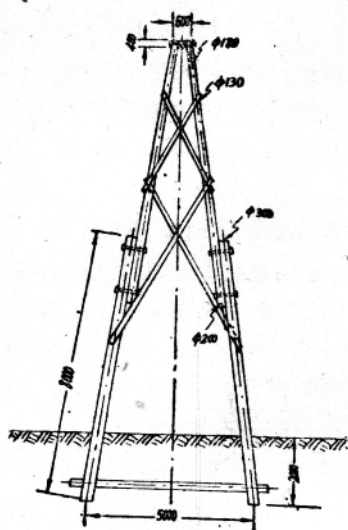


图 3 ~ 1

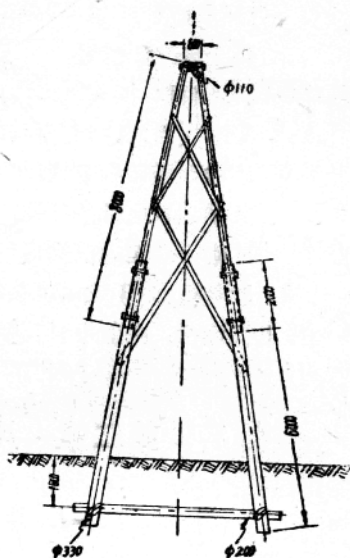


图 3 ~ 2

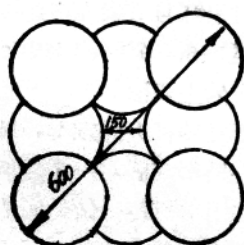


图 3 ~ 3 塔架结构图

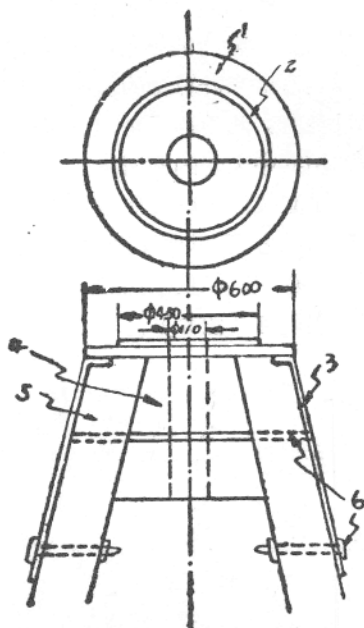


图4 轉动头底座

1.厚12mm鋼板 2.滾珠槽 3.鉄脚 4.木块 5.木杆 6.串釘

由于塔架基础的泥土較松，四柱承受风車全部重量后，地基就要下沉，因此泥土必須夯实，并在柱基埋以橫木，以增加与泥土的接触面积，减小单位面积的压力。另外当风車受风时，主柱两腿所产生的上拔力，也被橫木上土压所引起的工作力矩平衡一部分。

二 轉 动 头

1. 主軸：主軸在轉动过程中所承受的負荷最大，因此必

須仔細計算，要考慮影響主軸破壞的兩種作用力，應根據所傳動的負荷大小來選擇主軸的截面積，還要根據主軸前部由於風翅的重量引起軸的彎曲來計算軸的截面。當風輪很重，離支承軸的支點距離過長時，此力相當可觀，可能引起軸的彎曲，所以必須考慮，選用其中大者的截面積。

經計算選用了直徑為 100 公厘的實心鐵軸做主軸。軸的頭部加工成 56×56 的正方形，以方便於固定轉動的風翅。主軸的 A、B 兩處要放滾珠軸承，所以要求加工成三級精確度，其他部分加工成一級精確度即可（圖 5）。

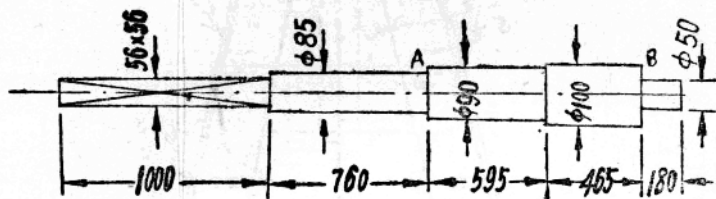


圖 5 主軸 A、B 放滾珠軸承

為了使主軸轉動靈活，減少損失，提高效率，在 A、B 處放滾珠軸承。又因風輪受正面的垂直軸向的壓力，所以 A 處必須選用能承受推力的錐柱軸承。為了加強軸的強度，在靠近固定風翅處加裝一個軸瓦，以減少風翅至支點的力臂。為了風翅在轉動時不致與錐體塔架互相碰撞，主軸與水平綫應成 10° 角，以縮短風翅和軸承間的距離，減小主軸的尺寸，也減小了主軸由於風翅重量引起的彎曲力矩。

2. 主動齒輪：齒輪是用鑄鐵鑄成的，齒數 $Z_1=60$ ；模數 $m=8$ ；齒輪的直徑 $D=480$ 公厘。

由於主軸和水平綫成 10° 角，所以主動齒輪和傳動齒輪應

当成80度角相交（图6）。

$$\begin{aligned} m &= 8 \\ Z_1 &= 60 \\ Z_2 &= 20 \end{aligned}$$

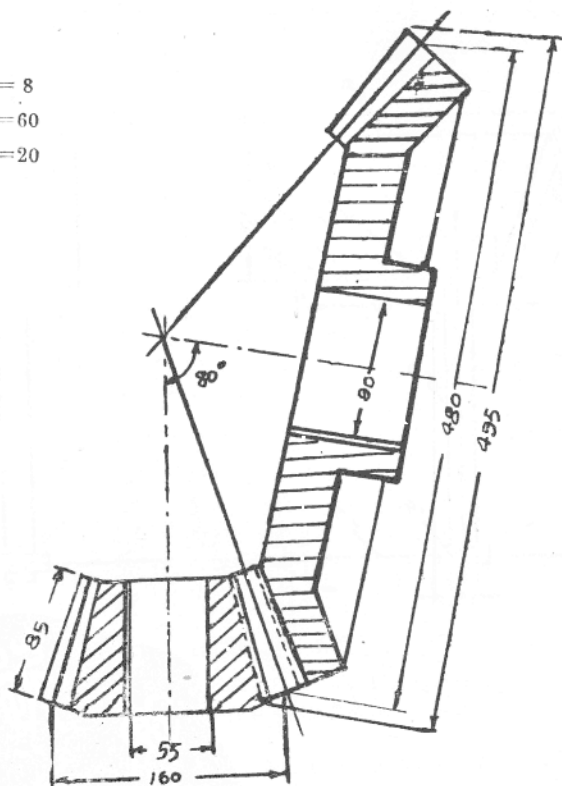


图6 主动从动齿轮图

Z_1 —主动齿轮齿数 Z_2 —从动齿轮齿数

3. 转动铁箱：转动头的主轴和主动齿轮等，装置在一个大转动铁箱内。当风向改变时，为了使风翅能自由的迎风旋

轉，鐵箱必須能向各方向轉動。鐵箱底焊一套筒，套在套圈內，套圈和塔架連接，套筒可在套圈內轉動，如图7。构造如下：

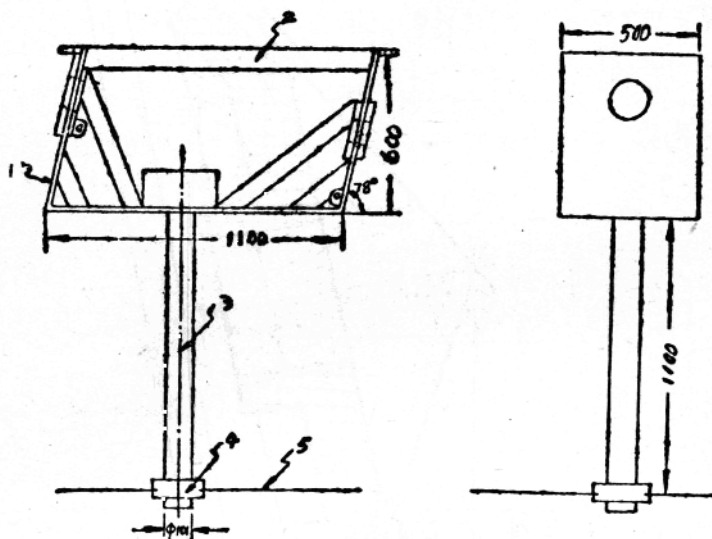


图7 轉动鉄箱

- 1.鉄板焊成的鉄箱 2.70×70公厘角鉄 3.套筒
4.套圈 5.与塔之支柱連接的拉筋。

鉄箱（图7）前后两边用12公厘的鉄板焊成，在放滾珠軸承处另加厚两层。这样有足够厚度放滾珠軸承，也节省了鋼材。鉄箱左右两边用角鉄焊住，代替整塊的鉄板。鉄板的受力情况是：前部受压力，后部受拉力。鉄箱两侧焊以角鉄以分担压力和拉力。横角鉄将前后鉄板与箱子連成整体。因为軸和水平綫成10度角，所以前后鉄板应和垂直綫成10度角，以便放滾珠軸承。

4. 套筒：风叶与尾舵重量作用在铁箱套筒处的力矩平衡时，套筒仅受作用于风轮上的风压引起的力矩。但当平衡破坏时，套筒要受由不平衡力而引起的弯曲力矩，所以套筒截面的选择要考虑由不平衡力产生的力矩。套筒使用直径 101 公厘、厚 9 公厘、长 1.1 公尺的钢管。

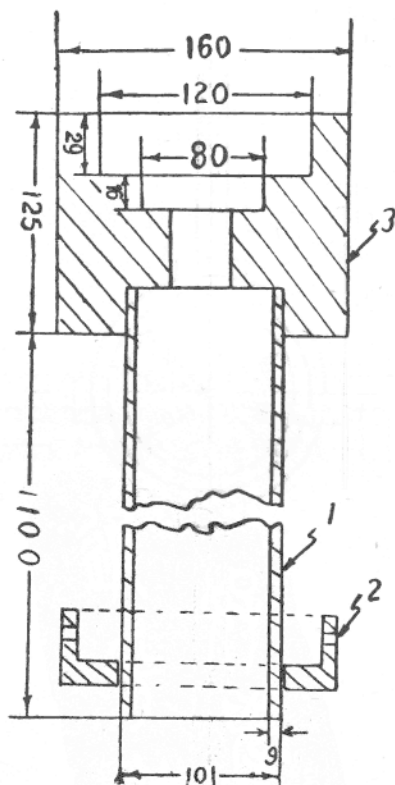


图 8~1 套筒连接图

1. 套筒 2. 套圈 3. 套圈

套筒（图 8～1）上端为了牢固的和鉄箱底盘焊住，故先焊在套圈 3 内，套圈再与底盘焊住。

套圈 2（图 8～2）的内径为 110 公厘，为了使套筒能在里面自由转动，用四个直径 20 公厘的拉筋固定在支柱上；拉筋套以絲扣使易于连接和調整套圈位置。

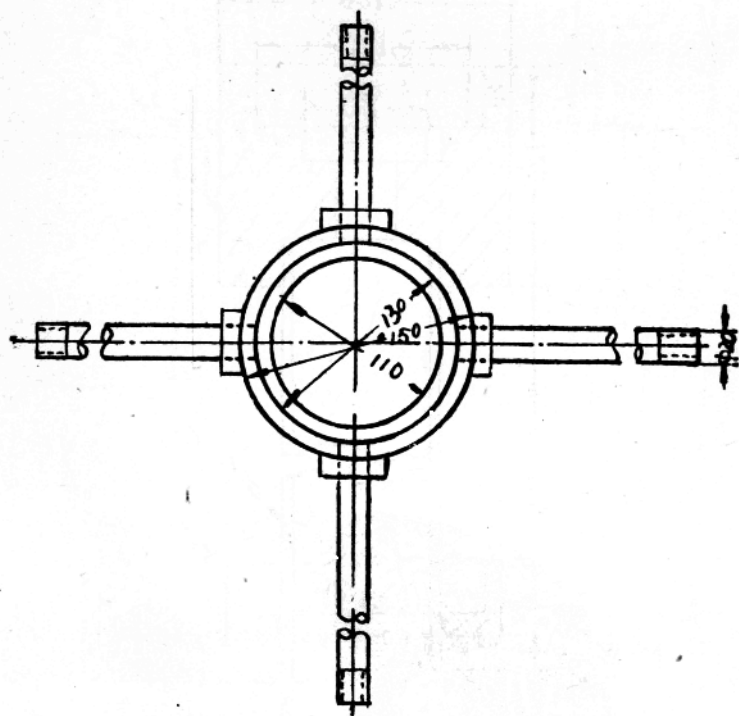


图 8～2 套圈 2 的结构图