

目 录

一、概論.....	3
二、木制 4 叶、风輪直徑 8 公尺的风力发动机的制造說明.....	4
三、安裝时应注意的事項.....	6
四、使用和保养.....	6
五、制造图样.....	8

內 容 提 要

本書包括福建莆田風力發動機製造廠的木製 4-8 型風力發動機的製造圖紙和製造說明。這種型式風力發動機的風輪葉片為 4 葉，風輪直徑為 8 公尺，風輪轉速為 40~50 轉/分，功率為 5~10 匹馬力。風力發動機的材料可廣泛利用木材，製造所用的工具可採用簡單的土辦法。

本書供各地風力發動機製造廠、農業社和農村紅專大學的學員使用。

木製 4-8 型風力發動機

莆 田 高德喬編著

*

1467R309

水利電力出版社出版（北京西郊科學路二里溝）

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排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 1 $\frac{5}{8}$ 印張 * 7 千字

1958 年 11 月北京第 1 版

1958 年 11 月北京第 1 次印刷（0001—15,100 冊）

統一書號：15143·1162 定價（第 9 類）0.16 元

一、概 論

风力发动机是利用天然动力的机械，只要付出一笔设备费用，以后就不需任何燃料。在经常使用的时期内，其保养费用也比其他动力机械省得多，就使用寿命来说，据估计一部全铁的风力发动机，如保养适宜，可以达到三、四十年之久；而木质夹金属的，也可能达到十年左右。

年平均风速在4.5公尺/秒以上的地区，一年当中可利用的风力，约有4,500小时左右。每日工作时间平均以11小时计算，则一台8匹馬力的风力发动机，与相同馬力的柴油发动机比较，每年可节省柴油约8,000公斤和潤滑油约250公斤，价值人民币6,000元；而与相同馬力的煤气发动机比较，也可省燃料约30公吨和潤滑油约250公斤，价值3,000元左右。所以风力发动机的造价，虽然比其他内燃机贵些，如一部8匹馬力的内燃机约值2,300元左右，而木制8匹馬力的风力发动机就需要3,000元左右，但如果以十年的使用时间计算，使用风力发动机仍是合算的。在管理方面，管理风力发动机比任何内燃机都来得简单容易，一般农民稍加学习，即能操作。

一般中型风力发动机的功率随其所在地区的风力而不同，因为风力发动机的功率是跟风速的立方成正比，又和风輪直径的平方成正比，所以在年平均风速小的地区，风輪的直径就要加大，才能和年平均风速大的地区发出一样的功率。

如果要利用风力发动机进行粮食加工机械，带动碾米、磨面机等工作，那末最低限度其功率必须在5匹馬力以上，又因为空气的质量约只有水的百分之一，所以要风力发动机发出6匹馬力的功率，其风輪直径就需要有8公尺。

要使一部走馬灯式的风力发动机，在标准风速的情况下，发出6匹馬力的功率，其风輪就得有3公尺高、直径50公尺。这样大的风輪是很难制造的，就是一部低速多叶式风力发动机的风輪直径要做到超过8公尺，在设计上也很困难，并且很难做到坚固可靠。

所以一般高功率的风力发动机，应采取高速少叶翼式。因为这种型式的风力发动机构造比较简单，其风輪直径就可以做得相当大。

莆田风力发动机制造厂在1956年7月間曾試制一部翼式小型、三叶、风輪直径4公尺的风力发动机，叶片用樟木刨制，在8~10公尺/秒的风速下，平均功率约有2匹馬力。輪軸用齒輪傳动一部小型28伏、1.2瓩的发电机，每小时可充24伏蓄电池40~50安培，可供70多盞15瓦、24伏电灯照明之用。这部风力发动机系用旧料制成，曾經几次颶风襲击，但仍安全无损。

1957年又試設計一部低速24翼式、直径5公尺、功率2.5匹馬力的风力发动机。这部机械是福州农具厂制造的。材料全部用铁，自动控制，比较正规。

1958年5月間又試制一部木质4叶、半流线型翼式、风輪直径7公尺的风力发动机。

目前，莆田风力发动机制造厂所生产的木质风力发动机，其风輪直径为8公尺，其形式大体和苏联ВМЭ式相似。因为没有详细的制造尺寸图样和材料规格标准，只好用摸索办法，根据就地取材的方法进行初步设计；至于制造方法，由于工作母机缺乏，工具设备不全，都是采用一些简单的土办法。

二、木制 4 葉、風輪直徑 8 公尺的風力 發動機的製造說明

1. 塔架部分：四棱柱形杉木塔架、梁和風力剪分為三層結構(圖件號11)，高度隨安裝地點而不同，在有障礙風力的地區，如果障礙物很高，則其安裝地點與障礙物的距離應等於風輪的最低點和障礙物的最高點的高度差的15倍，如果因需要而必須安裝在障礙物附近時，則必須使風輪最低點高出障礙物的最高點 2 公尺左右。

塔架頂點安放井字平台(圖件號28)。

2. 機座：井字平台上面安置四角方盤(圖件號27)，方盤上放八角盤(圖件號26)，八個邊上各平放一付錐形滾輪(圖件號10)，八角盤上面迭置內緣削成圓弧的八角框(圖件號25)。圓弧內緣八邊各鉛直地放置一付平滾輪(圖件號25-Ⅱ)，在八角框平滾輪裏面和八角盤錐滾輪上面，放置環狀轉輪盤(圖件號24)。在轉輪盤外緣和底面與滾輪接觸部分各環鑲以扁鐵(圖件號24-Ⅰ，24-Ⅱ)，又在轉輪盤全部邊緣的扁鐵上面，鑿有深20公厘高15公厘的方槽(圖件號24)，在八角框的平面上勻排結十六片壓鐵，壓鐵的一端闕入轉輪盤的方槽內，保住轉輪盤不往上跳，又讓轉輪盤轉繞。

3. 機頭梁結構：在轉輪盤上面，鉗放水平縱梁兩條(圖件號23)和橫梁兩條(圖件號23-Ⅰ)。縱梁前端上面，放置一根前軸承座橫梁(圖件號6)，中部橫置一根立軸承座橫梁(圖件號7)，後部放置一根後軸承橫梁(圖件號21)，後端放置一根調節杆橫梁(圖件號22)。

4. 調節杆：調節杆是操縱整個機頭和風輪的杠杆機構，在立軸承座橫梁的兩端和調節杆橫梁的中央，各固結一條小木杆，通至機座後面斜通至離地面約 0.5 公尺處，三杆合結一處，在三杆的中部與調節杆橫梁鉛直位置，聯結一條加固梁和一條頂柱(圖件號30)，並在兩條水平縱梁和調節杆梁上用鐵條吊住，使整個調節杆部分牢結堅固，參看裝配總圖②。

如能在調節杆尾端裝置一只小輪，並在相應的地面圓周上，筑一環滾道，則操縱時更為簡便。

5. 主軸承：前軸承(圖件號5)裝在前軸承座橫梁的上面中央，後軸承(圖件號20)裝在後軸承橫梁的上面中央，前後二軸承的中軸綫要裝在一條直綫上，并使前端高舉與水平綫成 8° 角度，也就是和鉛直綫成 82° 角度，參看裝配總圖。

前軸承為鑄鐵制成(圖件號5)，通過車床加工，滑潤裝置是用三只牛油盃分布給油，後軸承是用斜滾珠軸承裝在鑄鐵的軸承座上(圖件號20-Ⅱ)。

6. 主軸：主軸為直徑300公厘、長4000公厘的相思木(圖件4)(目前用槐木試用)，前軸頸的直徑為 250 公厘，頸上預先埋24條埋鐵(圖件4-Ⅳ)，埋鐵的前後端車有箍槽，槽內箍緊以合片的軸頸箍(圖件號4-Ⅴ)，軸頸的中部經過車床加工。

主軸後端用 65×65 方鐵軸緊埋入木軸的中心內，把伸出部分車圓，其端部車制成與鋼珠軸承的內徑密合(圖件號20)。

主軸前端風輪葉柄孔邊緣用三個鐵箍箍住加固(圖件號4-Ⅰ)，主軸後端又用兩個軸

轆加固(图件4-I, 4-II)。

距主軸頸前約150公厘处車削一条弧槽, 它的作用一方面可以减少主軸应力, 方面可以防止軸上雨滴不流入机头內。

又距軸頸中点縱向后約1000公厘起至后端約810公厘長的部分, 制成斜度方条, 这斜度就是裝置大方条齿輪位置, 最后端330公厘部分車削为斜度圓(图件号4)。

7. 主軸: 主軸为直徑250公厘的松木, 長度随塔架高度而定, 如果長度不够也可用兩条对接, 并用螺栓和鉄箍加固(图件号12), 上下端均削成方条, 上端裝条状齿輪, 下端裝塔形皮帶輪, 以傳动皮帶分別拖动粮食加工机械, 參看裝配总图, 上下端木軸中央凿成方孔, 紧埋方鉄, 并使各木軸軸綫和方鉄的中心軸綫完全在一条直綫上, 并須使中心軸綫安裝在轉輪盤的中心上, 參看图件号12和裝配总图。

8. 主軸軸承: 主軸上軸用65×65公厘方鉄条一端車削成 $\varnothing 40$ 公厘的軸頸, 頸端为 $\varnothing 50$ 公厘(图件号8-I), 軸承用75×75鉄条埋牢在木軸上端方孔內, 中心車制 $\varnothing 51$ 公厘軸孔(图件号8-II), 与上軸頸相滑合。

主軸下端軸用65×65方鉄埋牢在主軸下端方孔內, 露出木軸端部車制成 $\varnothing 65$ 公厘, 末端又車为 $\varnothing 50$ 公厘, 与斜条鋼珠軸承內徑密合, 軸承則裝在鑄鉄制的軸承座中(图件号15-I, 15-II), 軸承座則結在地下的主軸底座上(參看裝配总图)。

9. 变向齿輪: 主軸方条齿輪(图件号19)为方条牙齿, 全周共計42牙, 各牙穿过輪圈后用楔子栓固, 中央井字斜度孔与主軸的斜度方互相密合, 輪背后用楔子固定(參看总图)。

主軸圓条齿輪(图件号9)周边排列20条牙齿, 各牙兩端削平, 一段插入上下兩片凿有平边的圓孔, 使圓条固定不至旋轉, 中央方孔紧套入主軸上端的方条部分。安裝时边缘与方条齿輪盤面应有2公分的距离, 并求在兩輪嚙合时, 各牙間都应有4公厘以上、8公厘以下的間隙, 并力求做到嚙合情况良好。

10. 風輪: 風輪分为叶柄、叶肋和叶片三部分。

叶柄用120×260×4800公厘長的干松木四根制成。每兩根組成一合, 兩对互成十字, 一前一后各对插入主軸孔內(參看裝配总图)。在兩根对穿入軸孔的兩端, 各互制成鋸牙状, 互相密合, 在对合的中央120公厘一边凿成凹槽, 紧貼在主軸縱向部分; 另一边用楔子固定, 使叶柄紧牢在主軸的中央位置(图件号1, 2, 3)。在兩边的对合部分各以叶柄箍(图件号3-I, 3-II)箍紧。

叶柄的縱向按图件1, 2, 3上的叶肋孔角度和距离, 凿成8个不同角度的方形斜孔, 各叶柄相应位置的斜孔角度要完全一样。

叶肋为方锥形, 長1200公厘的干松木条一端为55×52公厘, 一端为40×38公厘; 叶肋打入叶柄的斜孔內, 其長度为全長的2/3 (800公厘由叶柄中心算起)(图件号2)。

叶片用厚6公厘的兩层薄板(少眼少节), 用鉄釘固定在叶肋上, 底层和叶肋相垂直, 各相邻叶板的对迭角为20°。上层板則与底层板相垂直(图件号1), 叶片的表面底面全部刨光上漆, 做到越光滑越好。

叶片和底部的叶柄, 由軸綫向縱向各削成斜錐形(图件号3); 又在各叶后面的叶肋兩端和叶柄上, 各用3×25扁鉄加固(图件号2-I)。

11. 雨盖: 在前后主軸承座橫梁的四端, 豎立四柱, 柱頂四面建有橫梁和方錐形尖頂屋盖, 盖板用薄板釘成魚鱗状, 屋頂加涂柏油, 不使漏雨, 參看裝配总图。

三、安裝时应注意的事項

1. 塔架的安裝要正直，塔頂井字平台要校正成直角和水平，不要讓塔身因微小的傾斜而影响轉輪盤的繞動困難和垂直軸的傾向，而使齒輪的工作不好，井字架下用木牛腿加固(圖件号11)。

2. 四棱形塔架上下都应建筑正确的方梯形，如果是錯建成菱形，那么在風輪旋轉時，轉輪盤轉至兩個距离較長的对角時，將會使風輪輪叶打在棱柱角上，造成損壞。

3. 風輪各相对輪叶的叶尖，与塔身的距离应要求相等，最大差別不可超过10公厘，否則將产生不良搖動。

4. 風輪各相对兩輪叶板的長度应完全相等，又其相对兩叶的重量也須相同，其重量差最大不可超过0.5公斤，才不致引起劇烈的扭震，而使風輪損壞。

5. 在初試轉时应使風輪慢慢轉動，每分鐘約一、二轉，并詳細檢查齒輪的嚙合狀況，等无差誤后再漸漸加快。在試轉的一天內，不应讓風輪轉速超过30轉/分，并須隨時檢查各摩擦部分和齒輪嚙合部分是否正常，在它們处于正常状态并无异狀后，可以漸次加速，但其最高轉速最好不超过60轉/分，并隨時檢查滑潤情况和螺栓有否松脫，如有松脫現象应及时糾正。

6. 軸承在无油状态時，不得作任何轉動，所有軸承部分，嚴禁砂土混進。

这种型式的风力发动机，經初步試車，測驗其性能規格如下表：

風輪直徑： 8公尺

風輪叶片数： 4叶

風輪轉速： 8公尺/秒 (風速)，40轉/分

10公尺/秒 (風速)，50轉/分

風輪軸上功率： 8公尺/秒 (風速)，約5匹馬力

10公尺/秒 (風速)，約10匹馬力

風輪系数： $2.08, Z = \frac{n\pi R}{30V}$

起動扭矩： $0.116, \bar{M} = \frac{ZM}{PV^2\pi R^3}, M = \frac{75N}{\omega}, \omega = \frac{ZV}{R}$

最大風能利用系数： $0.24, \xi = \bar{M}Z$

四、使用和保养

这种型式的风力发动机，在三級微風時，即能开始轉動；四級風力時，帶動一部軋片机，用来加工大麥，每日可軋成品10担左右；五級風力時，即能同时帶動二号清水式碾米机和軋片机，每日工作10小时，約可磨面12市担或碾米80市担。

在比較均勻的五級風力情況下，可以帶動一部5瓩、123伏的直流发电机，若配合2伏特、100~200安培的蓄電池55~60只串聯使用，能供15瓦特、300盞電燈的用电量。

在四級风力时，可以帶动一部出水口徑100公厘的离心式水泵，水泵揚程达6公尺，能保持灌溉120亩田地。

这种型式的风力发动机的功率，是用人工控制調节的，在五級以下的风力时，就推动調节杆，使风輪面和风向相垂直，如果风力超过五級以上时，則推动調节杆，使风輪面对风向偏斜一个角度，风輪轉速就降低，功率也就降低，其偏斜角度要根据风級大小和配合加工需要情况来确定。調节杆頗为輕便，一个人就能輕易的推动，如果要使风輪停止，只要把风輪面和风向相平行，风輪就停止工作。

1958年7月，福建沿海受一次数年来最大的颱風襲击（最大风級为10~12級），莆田沿海的这种型式的风力发动机仍安全无恙。

保养风力发动机很为簡單，最应注意的就是各轉动摩擦部分的滑潤如軸承齒輪等，要經常檢查加油，其次是各个螺絲固結点，也要經常檢查是否松脫，及时扳紧，尤其是主軸上軸与橫梁的連結部分，因为这个地方正是齒輪变向接触点，震动最大，要特別注意。

在风向回轉不定，或遇有八級以上颱風时，以及在沒有加工工作时，最好把风輪停止运行。

如果管理周到，注意保养，风輪叶片每年給以小修油漆一次，塔架兩年給以煤焦油漆刷一次，估計能使用十年。

木制4-8型风力发动机在設計和制造方面还存在着缺点：

1. 由于福建沿海是颱風襲击地区，为了抵抗颱風，不得不把木材强度計算得保守一些，因此各种零件較笨重，如一个叶片就有250市斤左右，所以不能使它自动控制。

2. 莆田县木材缺乏，交通不便，故每部风力发动机的木材約值15,00元左右，而鉄料約需500公斤，約值600元，再加上其他附件工資等，每部成品总价約为3,000元。

3. 制造时采取青木，含水太多，成品干燥后发生弯曲，扭拐变形，发动机工作初期不断发生不可避免的障碍，尤其是主軸，发生扭拐弯曲，使上下軸承不能正常工作，只能随时調整或更換，因而造成費时費工費料的現象。

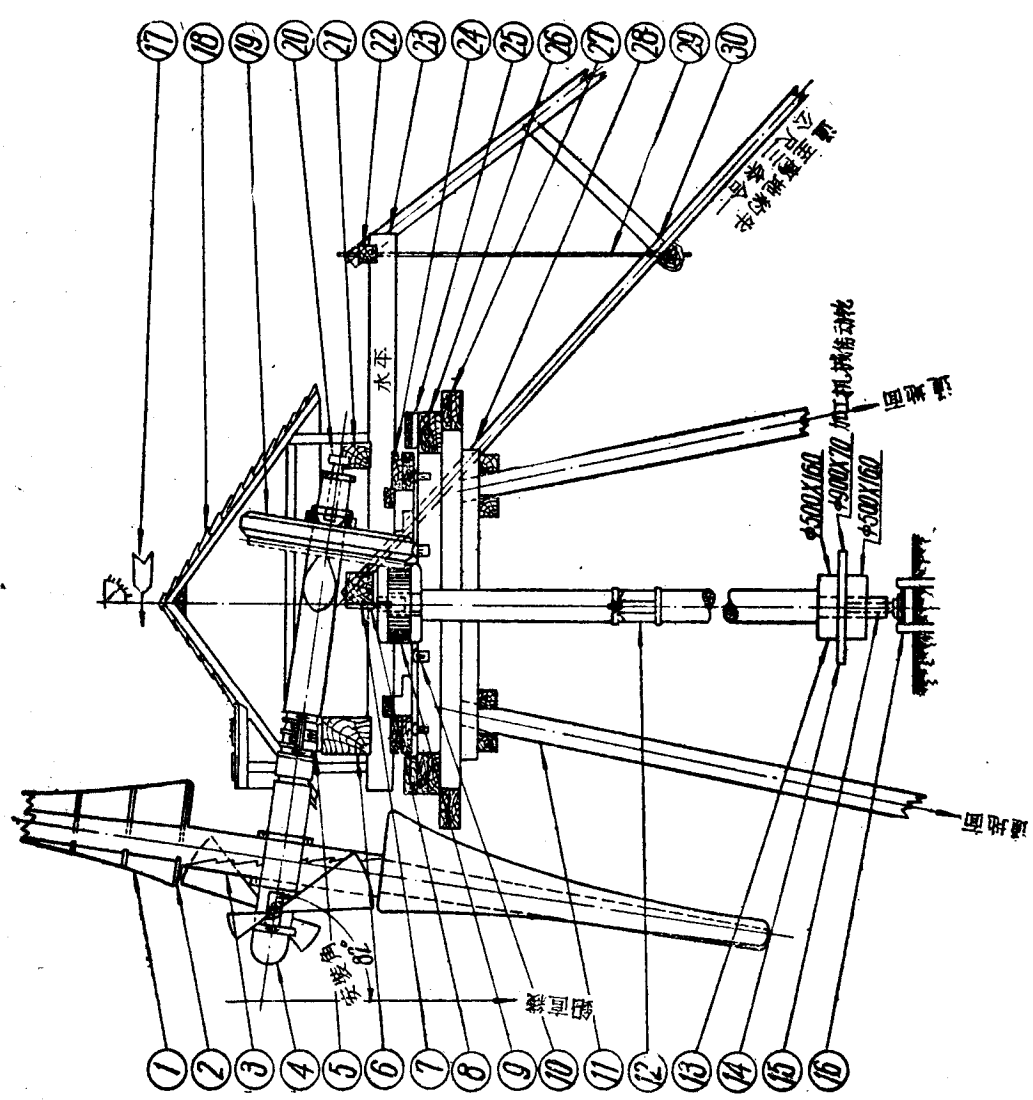
4. 由于风速和风向改变无常，又沒有自动控制机构，所以使它帶动交流发电机，会使电压时高时低，忽有忽无，不能稳定使用。

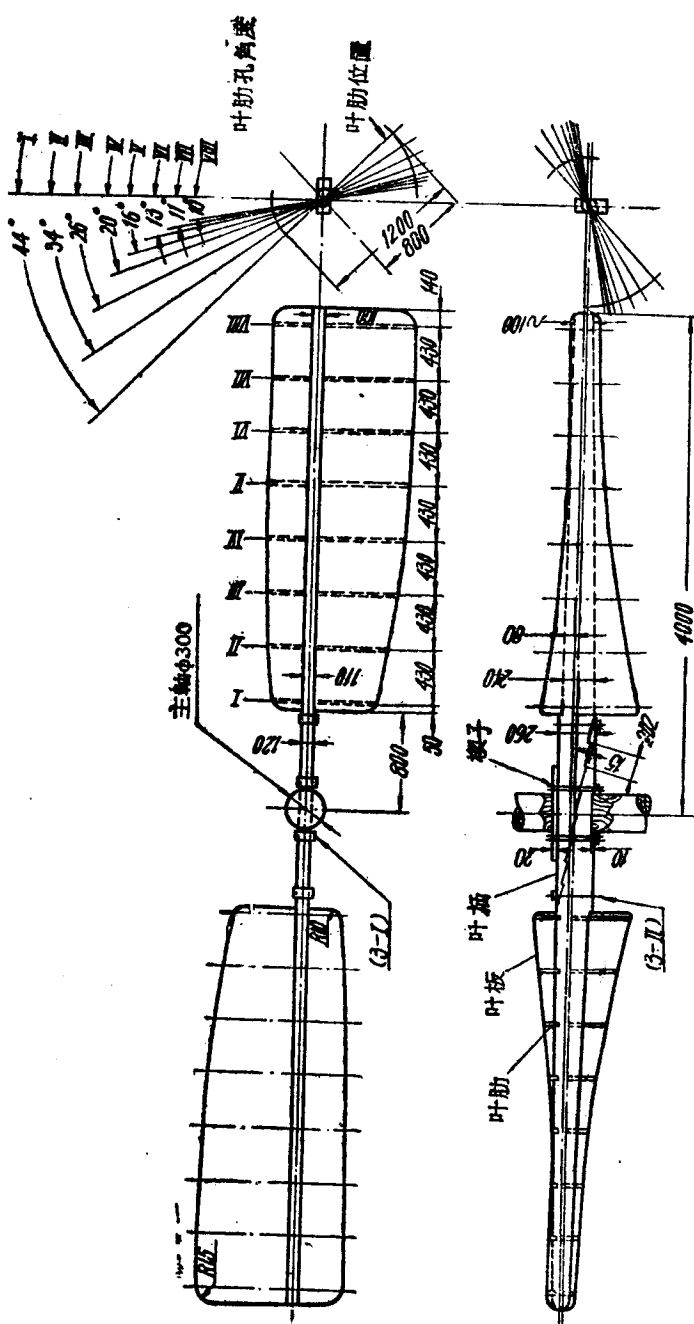
如果照前面所說，用以帶动直流发电机，而后进行充电，供給照明，当然是最理想的办法，但是设备費用很高，可能高出风力发动机价格的2~3倍。所以我們目前还是采取先加工后照明的原則。

注 录 号 附 表		说 明
30	调节杆	
29	调节杆吊铁	
28	井字平台	
27	四角方盘	
26	八角盘	
25	八角框	
24	轴轮盘	
23	机头梁结构(水平横梁)	
22	机头梁结构(调节杆横梁)	
21	机头梁结构(后轴承横梁)	
20	主轴承后轴及轴座	
19	主轴承方条齿轴	
18	雨蓬结构(无零件图)	
17	风速仪(无零件图)	
16	立轴底座(无零件图)	
15	立轴(下端轴与轴承座)	
14	传动轴隔板(无零件图)	
13	传动皮带轮(无零件图)	
12	立轴部分	
11	塔架部分	
10	八角盘附件(锥形滚轴)	
9	立轴圆条齿轴	
8	立轴上轴端及轴承	
7	机头梁结构(立轴横梁)	
6	机头梁结构(前轴承座横梁)	
5	主轴承	
4	主轴承部分	
3	风轮部分(叶柄)	
2	风轮部分(叶肋)	
1	风轮部分(叶片)	
件号	0	数量
		材料

装配总图

比例 1:50 单位 m/mm

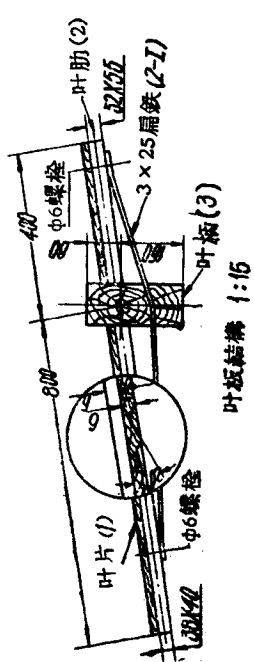




2-I	32支	扁铁
3	2合	干松木
2	32支	干松木
1	4叶	圆木, 杉木
件号	数量	材料

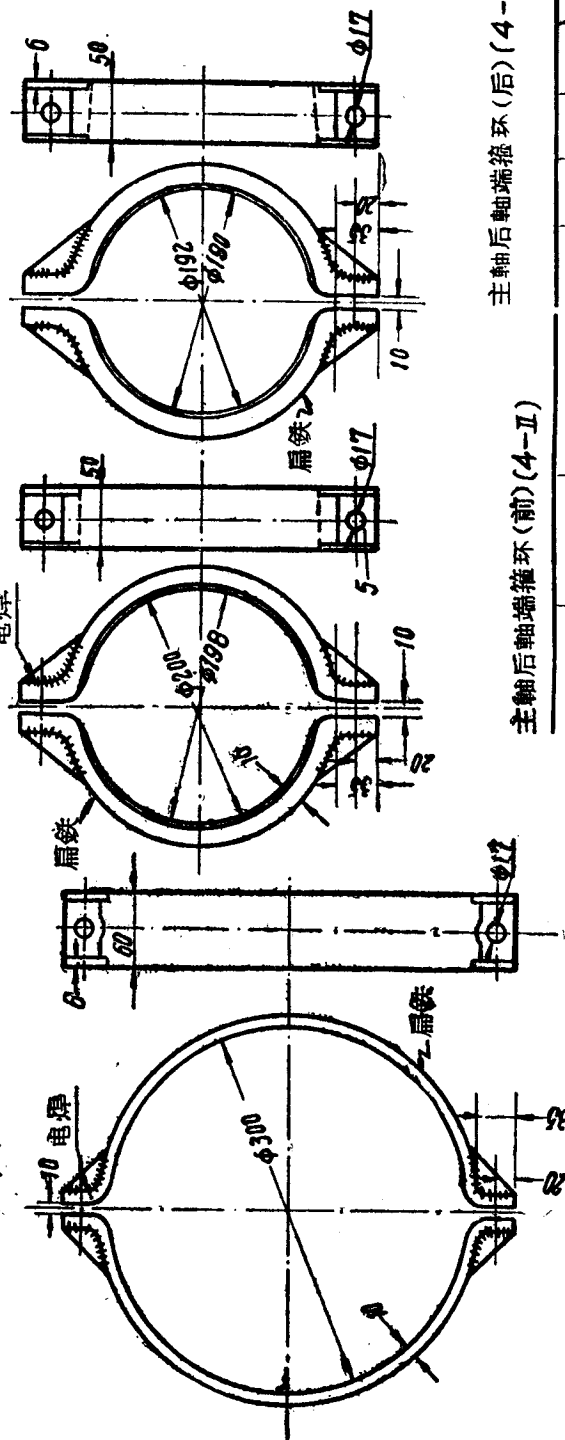
风轮部分

比例 1:50	单位 mm
---------	-------



叶板结构 1:15

主軸 (4)

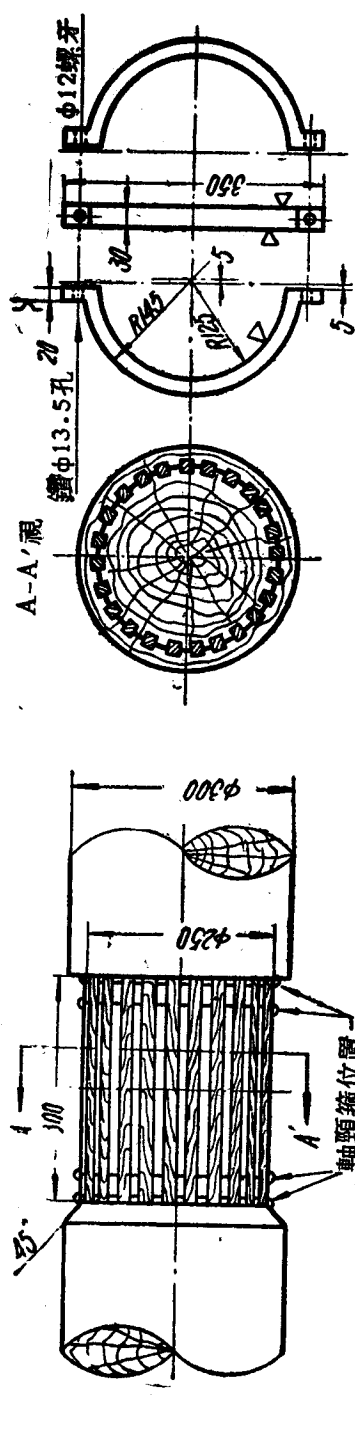


主軸后軸端箍環(后)(4-Ⅱ)

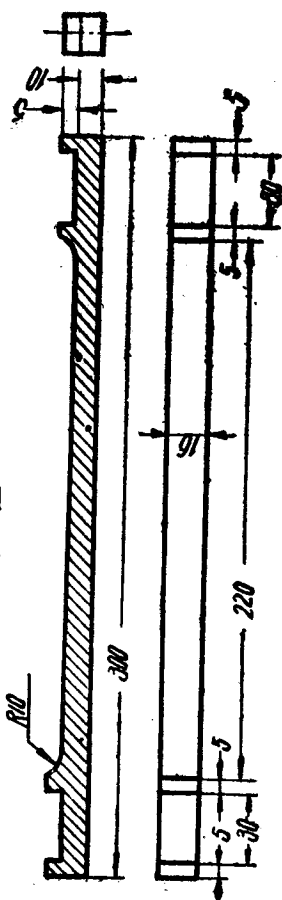
主軸后軸端箍環(前)(4-II)

主轴风筒箍环(4-1)

4-III	1 合	扁 鉄	件号	4	数量	一套	材料	相恩木
4-II	1 合	扁 鉄	(主軸及箍環)主軸部分					
4-I	3 合	扁 鉄	比例1:20					
件 号	数 量	材 料	單位: 公厘					



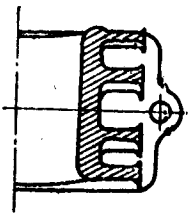
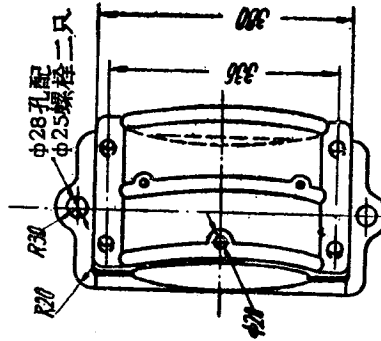
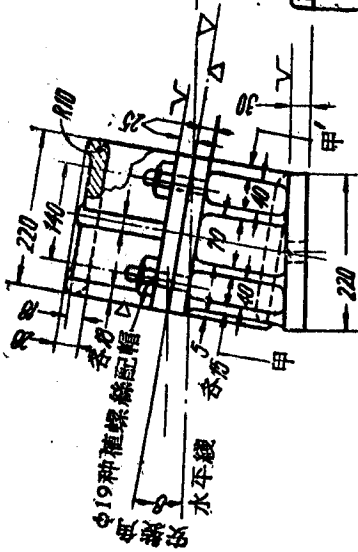
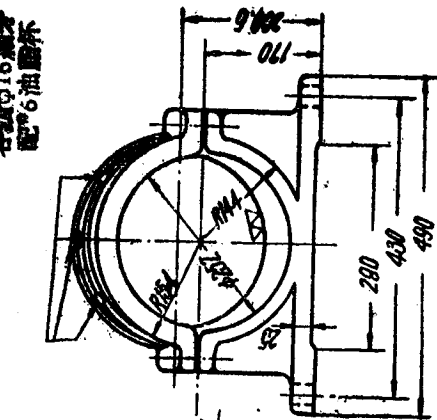
轴颈箍(4-V)



轴颈放大图1:3(4-IV)

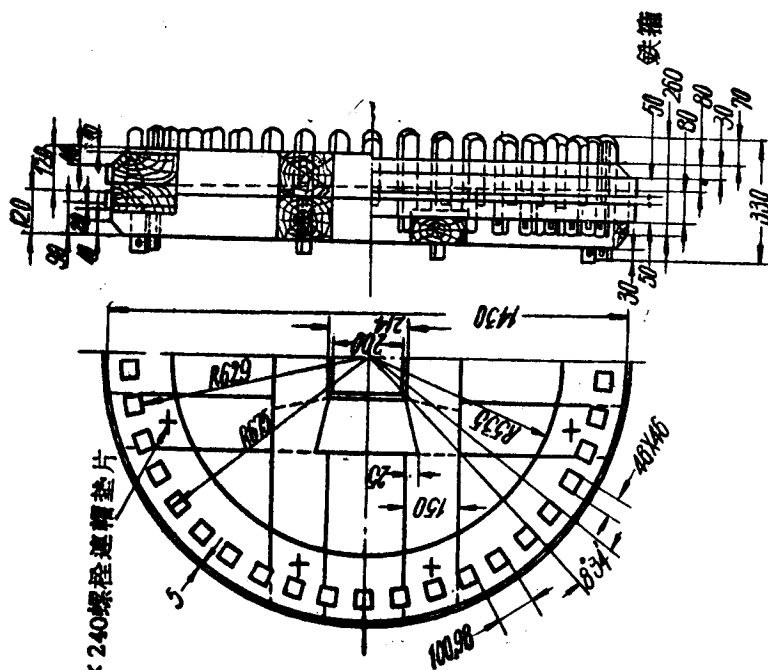
4-V	2合	圆铁
4-IV	24条	方铁
件号	数量	材料
立轴附件轴颈结构		
比例1:10		● 单位m/m

各機616螺牙
配6油圓杯



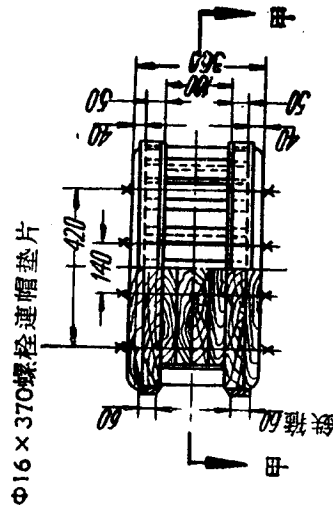
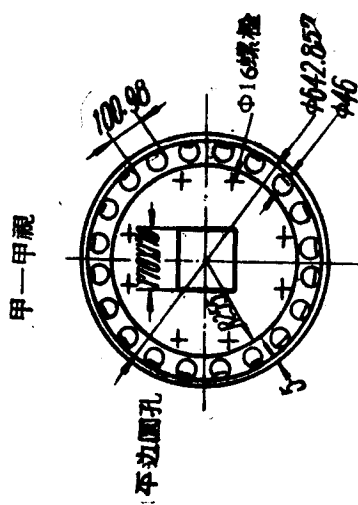
甲—甲'剖面

件号	5	数量	1付	材料	鑄 鐵
主軸承部分					
比例	1:10			單位	m/m

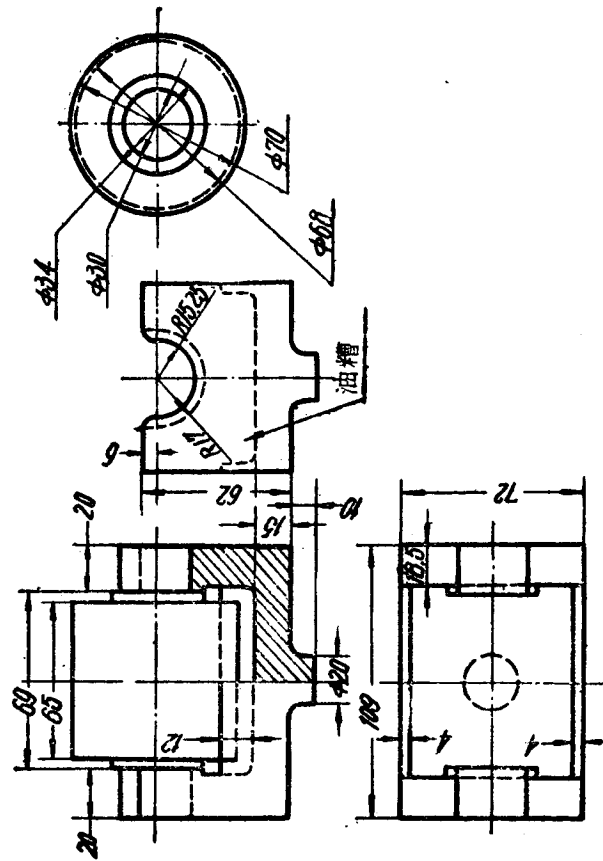


主軸方条齿輪 (19)

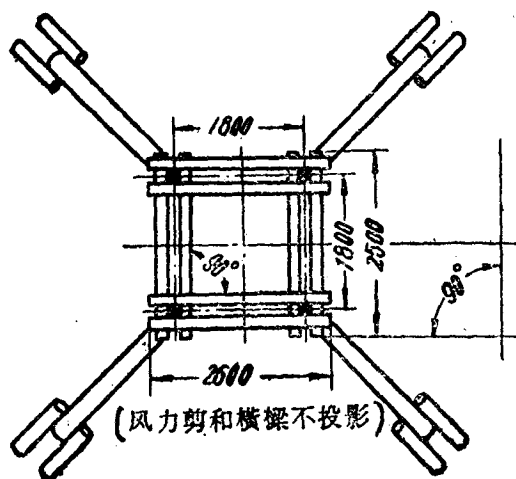
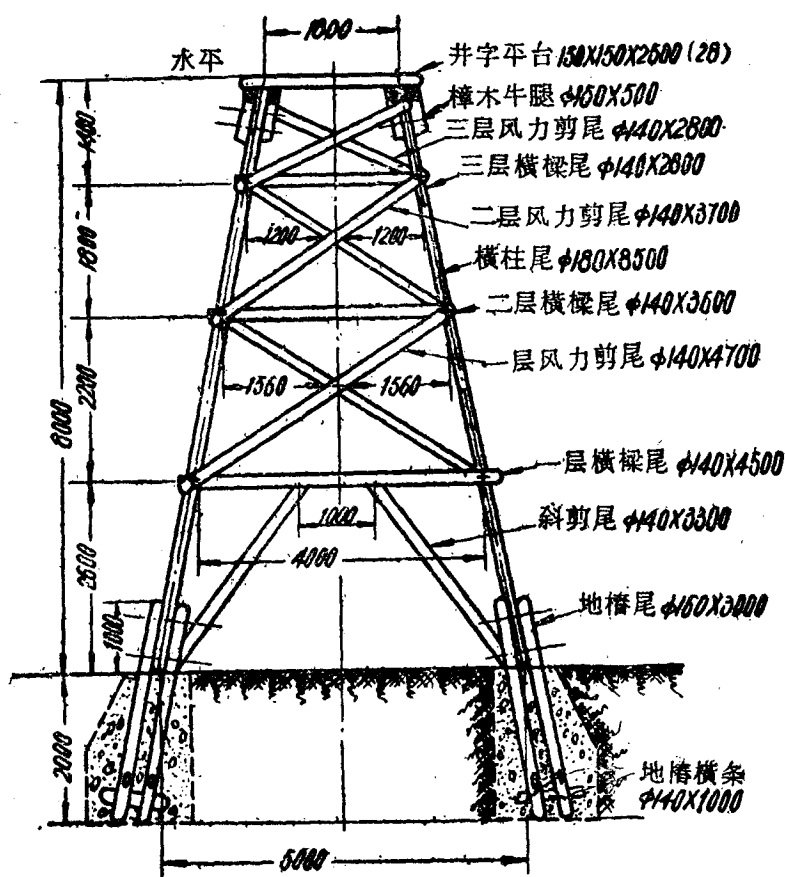
19	1		
9	1		
件 号	数 量	材 料	科
立軸方条齿輪 立軸圓条齿輪			
比例 1:20			單位 m/m



立軸上圓条齿輪 (9)



件号	10	数量	8 付	材料	鑄鉄, 元鉄
八角盤附件锥形滾輪					
比例 1:3				單位 m/m	



技术要求: 井字平台均要直角和水平
 说明: 1. 90°向视的横樑及风力剪应低200公厘的距离, 易于安装;
 2. 螺栓长度, 按实际尺寸。螺径, 梁及风力剪用φ16外其余均用φ19

28	8条	松木
11	1套	杉木
件号	数量	材料

塔架結構井字平台

比例 1:100

单位 m/m