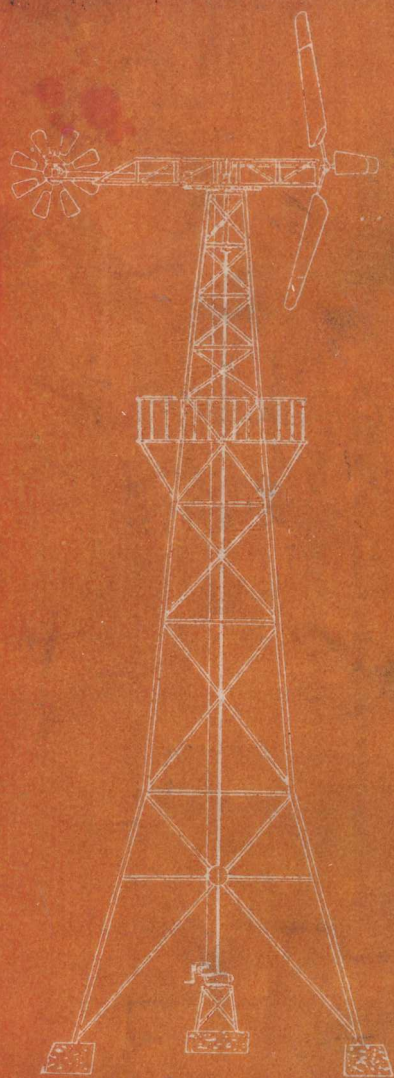


高速风車和 风車羣发电

辽宁省农业机械
电气化研究所編



农业出版社



高速風車和風車群發電

辽宁省农业机械化电气化研究所編

农业出版社出版

(北京西总布胡同7号)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 106 号

北京西四印刷厂印刷 新华書店發行

787×1092 1/32 • 3/4 印張 • 18,000 字

1959年3月第1版

1959年3月北京第1次印刷

印數: 1—3,200 定价: (7) 0.09 元

統一書号: 15144.406 59.2 农型

高速風車設計資料

概 述

1953 年开始作風力發電和綜合利用風能的研究，为摸索經驗并求節約，当时确定了小規模試驗的規劃，决定試制三翼三馬力高速風車。为將來采用大型風車着想，本風車機構設計上做了变更，使能推及于大的。迎風機構采用尾車代替原来的尾舵；塔身則采用了鋼鉄結構形式。这些都是为了給高級風車打基础。

風車設計

1. 叶片的設計和調速 接受風車試制任务时，有关風車參考資料無处寻找，因此叶型很难正确决定，是在深透不够的基础上試制流綫型的三叶風輪。叶型参考了“斯特利烈次”(B. T. Стрлец) 風車叶型。

由于我省 8 米/秒的風速出現很少，所以試制成功的 5 米直徑風車，經常达不到預期馬力。現根据可靠風速資料，修改了原風輪。各数据如下：

正常工作風速 $V_{風} = 6.5$ 米/秒

風輪直徑 $d = 6.5$ 米

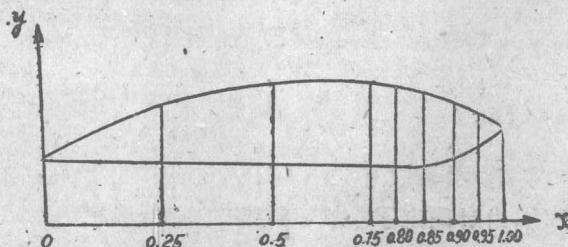
叶片数目 $i = 3$

高速性 $Z = 4.5$

馬力数 $N = 2.5$

轉數 $n=86$ 轉/分

高速性 $Z = \frac{r \cdot \omega}{V_{\text{風}}}$, 即風輪外緣速度与風速之比。



翼形可由 9 号翼型和 2 号翼型联接直線获得, 9 号翼型及 2 号翼型請参閱下表:

9 号翼型座标及安裝角

弦長 $b=330$ 毫米; 厚度 $B=50$ 毫米; 相对厚度 $B/b=0.15$; 安裝角 $\Phi=5^\circ 21'$ 。

x/b	0	0.25	0.50	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
y	5	30	50	50	48	47	45	39	24 (毫米)
y	0	0	0	0	0	1	5	10	24 (毫米)

2 号翼型座标及安裝角

弦長 $b=630$ 毫米; 厚度 $B=104$ 毫米; 相对厚度 $B/b=0.15$; 安裝角 $\Phi=14^\circ 00'$ 。

x/b	0	0.25	0.50	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
y	5	57	93	103	100	94	85	58	40 (毫米)
y	0	0	0	0	0	2	8	15	40 (毫米)

采用这种翼形, 風能利用系数为 0.32。由空气动力学求得的标准形翼形, 風能利用系数达 0.42, 但該形需經复杂的計算, 制造困难, 而制造中稍有不合要求, 如局部不平, 則風能利用系

数即达不到要求。二相权衡,采用 化型的本翼形。又 1 号和 2 号翼型相近,而 1 号处所起作用不大,故作削角(如图虚线所示)以求翼形美观。顶端鸭嘴形薄板装头,亦为求翼形美观而作。

風輪轉速用空气制动襟叶式控制器,这虽不及稳定器完善,但制造簡單,結合風輪的偏側調速,可控制風速范围如下:

(1)襟叶調节風速范围 6.5—11 米/秒。

(2)結合偏側法調节范围 11—20 米/秒。

2. 機構設計闡述

(一)風輪結構(圖 1) 風輪由三片叶子構成,每片分为翼身和翼柄。翼身結構:本風車以多种直徑的水管連接作为脊梁,沿脊梁每隔 350 毫米安一翼型木板,依安裝角裝配后,以薄鉄皮蒙上即成。

根据風車运动时風輪翼身要产生升力的理論,脊梁要求根部粗厚而尖端細薄,以适应由尖至根曲綫上升的升力力矩。仅由于缺少該型胚料和加工不便,权以多种直徑水管連接代替。若使用一根鉄管作脊梁,縱然强度滿足要求,但对轉速影响很大,似为不宜,且有增加升力及升力力矩以至折断脊梁根部的危險。

脊梁方向翼型木板的間距愈小,則翼型木板数多,翼身重增加,一則多用材料,二則增加旋轉中搖摆或震动时机座的受力;均不利。

翼柄:風車翼柄按和翼身長之比常分二种:

$$\textcircled{1} \frac{r}{R} = 0.20 \quad \textcircled{2} \frac{r}{R} = 0.25 \quad r \text{ 和 } R \text{ 各为翼柄和翼身的半}$$

徑,本風車的翼柄結合風輪前尾車迎風機構,采用 $\frac{r}{R} = 0.20$,通常風輪后尾車迎風機構因要求过風采用 $\frac{r}{R} = 0.25$ 。翼端有空气制动襟叶式調速機構。

(二) 翼端的空气制动襟叶式調速機構(圖2) 此機構为自动調速機構, 在啓閉機構(后述)处一定状态时进行一定范围的調速工作。它由橫軸、軸套、木板、配重、彈簧数部分構成。配重置木板上(見圖2), 橫軸可在軸套內轉動(見風車全形圖3), 木板上縛結有控制彈簧, 彈簧拉力經過調節, 使等于在轉速为 86 轉/分时的离心力(为此, 彈簧需有張紧度的調節裝置)。

風車轉速超过 86 轉/分后, 配重产生的离心力即克服彈簧力量向外, 而使襟叶上抬, 襟叶上抬則增加風輪迴轉时之阻力, 从而达到調速目的。

为求三个叶片动作一致, 每个叶片的襟叶拉杆均連于風輪輪轂的三叉管束(見圖3)。

此处需要說明的, 襟叶結構的配重和彈簧必須同时采用, 無配重則無法产生离心力, 風輪轉速得不到反映, 無彈簧則無法控制轉速范围, 唯此二者合理結合, 始較完滿。

風輪用双鍵固定于軸上, 为防止鍵的脫落, 应在适当地点加穿釘(見圖1)。調節風速有用稳定器的, 稳定器亦为利用离心力, 增加迴轉阻力达到調速目的。其异于襟叶式之处, 其叶板繞脊梁軸綫旋轉。当風速到达定值, 帶有螺紋的軸在离心力作用下, 即循螺旋綫旋轉外伸, 从而使固結于軸上的叶板随之轉動增加空气阻力。稳定器在制造上比襟叶式的要求精密, 因而比較困难, 故本風車未采用。

(三) 風輪前尾車迎風機構及啓閉機構(見圖5圖6) 迎風機構一般有尾舵和尾車迎風機構二种, 尾舵迎風機構一般适合使用在中小型風車上, 即馬力在 10 匹以下的風車上; 至于尾車迎風機構适合用在大型風車上。尾車配合一套啓閉機構, 在地面搖動搖把, 使尾車轉向, 就能變換尾車風輪和主風輪的相对位置, 达到調速及啓閉的目的(尾車轉 90° 和風輪平行, 風車即停

止工作)。在調節后,風向如有改变,尾車和風輪成一体能隨之变换位置,自动調向,从而消除了風向掉轉,造成風車超速轉动这种危險的可能性。大馬力風車尤其应采用此迎風機構,避免危險發生。本風車虽馬力較小,但为大馬力風車打下基础,采取了尾車迎風機構和啓閉機構。

尾車有置風輪前面和后面的,在用鋼架支持風車的条件下,風輪可放在架后,尾車放在架前,因此尾車的灵敏度增高而鉄架並沒有擋住風的冲击風輪,本風車采用此型。如为用磚石結構支持風車,則風輪应放架前尾輪放在后,而 $\frac{r}{R}$ 取 0.25 值(見翼柄部分)。尾車風輪叙述如下(見迎風機構圖 2):

尾車風輪直徑为大風輪直徑 $1/5$, 裝在悬臂軸上,悬臂軸和裝有蝸輪的立軸是一体,当搖动啓閉搖把,运动傳到蝸杆轉动蝸輪后,尾車風輪位置即隨之移动,达到变更对大風輪的相对位置,减少受風面积,达到調節轉速的目的,亦能达到啓閉的目的(其轉动范围不超过 90°)。利用这一特性,結合襟叶式轉速控制器,从而可以扩大轉速調節范围。

尾車風輪轉向控制機構由啓閉搖把,第一对傘齒輪,第二对傘齒輪,蝸輪蝸杆等構成,采用蝸輪蝸杆可以有止逆作用。啓閉搖把和尾輪風車掉向,二者轉动角之比,建議搖把每轉二周,尾車換向 30° ,以利操縱。

(四)下部傳动機構 由立軸、傘輪、二号減速箱組成,它接受立軸傳来的动力,而在通过变速箱后輸出应用。变速箱要求裝油适当,保証潤滑良好。啓閉搖把裝在減速箱旁(見圖 4)。

(五)中心機構 由一号变速箱,中心軸管,啓閉機構牙輪組,鑄鉄圈方向盤等組成(見圖 4)。变速箱要求潤滑良好。

3. 使用方法介紹 風車开动前,先看風速,以确定風車如何

調整,若風速小于 10 米/秒时可全开,風速大于 10 米/秒时,参考下表調整。

風速(米/秒) 10 11 12 13 14 15 16 17 18

偏角 0° 25° 35° 43° 49° 52° 55° 58° 60°

尾車風輪的偏角調整以后,使風輪对風,風車即旋轉,待風車轉速达到了 1/4 滿速(約 20 轉/分),逐漸增加負荷,若待風車超速轉动时突加全負荷,則牙輪受猛烈冲击必然损坏。風息时,应停閉風車(使大小風輪平行)以免来風时風車無負荷轉动,造成超速,引起事故。

4. 维护保养事項 各部分潤滑。滾珠軸承部分每 2 月檢查 1 次,其他活动部分每周加油 1 次,迎風機構及襟叶軸套应特別注意維護。

風輪槳翼油漆如有剝落,应及时重刷,以免腐蝕。

塔架需均匀油漆,以防釘縫生銹,损坏塔架。

变速箱內油及牙輪每 2 月檢查 1 次,風沙严重地区則应加强。

用風車群作动力發電

一、前 言

目前,动力的需求十分迫切,一为照明,再为动力。各地群众为了解决發電,發揚敢想敢干精神,已經建立了不少利用風能的風力發電站。其規模有大有小,效果也不相同。

大馬力的風力發动机,技术設計及制造方面,均有較高要求。除对叶片形狀及其光滑程度、迎風機構、啓閉機構及調速机

構有較高要求外，特別是塔架部分，因受力增加，建築要求及造價均立一座高。如要用之于發電，則需進一步解決穩定轉速的問題。由於這種原因，要建略具規模的風力電站，需相當數量投資及一定的技術保證，利用它來解決普遍要求的發電問題，是比較困難的。為了克服這一困難，思索之後，認為用風車群或能解決風力發電問題。以此為基礎進一步思索或能找到更好的方法，例如，如果小風車群能發出較大功率電能，如何進一步解決輸配電的問題，希望大家都來想，共同解決它。

蘇聯空氣動力學院建有 2 台大馬力風力發電機，各為

100 瓩(直徑 30 米)

1000 瓩(直徑 50 米)

塔架結構複雜，建築不易，現處研究狀態。

為求製造方便，投資少，用化整為零，集少成多的方法，仿照小土爐群建立小風車群，適合於我國目前情況能充分發揮其优越性，當然若干問題有待進一步研究解決。

二、一般情況

試用小風車群，符合總路綫多快好省的精神。小型風車，造價低廉，結構輕巧，安裝移動容易。就單個風車看，發電不多，但用風車群集中幾個小風車發出的電能，就能供給動力機械或照明（請參閱風車群電力接綫圖）。舉例說，目前小型發電風車配用的是汽車上的直流發電機，容量 180—240 瓦。如果有較大容量的發電機，如 24 伏 100 安的，用九台三馬力的風車發電，集中後得 21 瓩電量。三馬力風車造價不高（初步估價 500 元），製造簡單，用它來解決山區農村用電，是比較合適的。

所設計的小風車群，在有風時全群工作，電量充足，可以供動力機械使用。電路中裝置蓄電池以穩定電壓，可滿足機械要

求。而晚上無風時，蓄電池又能供給用戶照明用電。蓄電池數可視需要而定。

三、結構及性能(參閱附圖)

(一)小風車槳翼用整塊木塊刻成，其性能如下：

$$i=2 \quad (\text{叶片数}) \quad V=7 \text{ 米/秒}$$

$$Z=6.5 \quad (\text{高速性}) \quad N=0.4 \text{ 馬力} \div 0.3 \text{ 瓩}$$

$$R=1.25 \text{ 米 (風輪直徑)} \quad n=\frac{30}{\pi} \cdot \frac{ZV}{R}=350 \text{ 轉/分}$$

如果功率要求較大，可以放大葉輪半徑，並加強支架及其他各部強度。

i 稱高速性，僅與葉片數有關， $i = \frac{\omega \cdot R}{V_{\text{風}}}$

即為風輪輪沿速度與風速的比值。

轉速愈高愈有利於發電，葉片數愈少轉速愈高，單葉風車轉速最高，但離心力極大，要求高強度材料。強度不夠有葉片飛出的危險；又單葉片轉動平衡比較困難，用平衡重平衡稍有不正確，極易發生震動；再則單葉片起動力矩小，起動困難。為此，採用了雙葉高速風車，製造亦較簡單。

馬力數之計算，風速在 8 米/秒情況下按以下簡化公式計算：

$$N = \frac{D^2}{10}$$

代入 $D=2.5 \text{ 米}$

$$N = \frac{2.5^2}{10} = 0.625$$

設計條件為 $V=7 \text{ 米/秒}$ ，以 $\frac{7^3}{8^3}$

$$0.625 \times 0.67 \div 0.42 \text{ 馬力} \div 0.3 \text{ 瓩}$$

(二)風車超过7米/秒时,風車能自行調節,头部由尾舵作用自动偏側,减少受風面,轉速仍然稳定(本風車馬力数較小,可用拉綫解决)。停止風車工作,可拉尾舵貼紧風車身,使尾舵与風車身平行。(如馬力大則用啓閉机构,并选择适当彈簧——参看高速風車設計資料)

尾舵長度应大于風輪直徑,在相反的情况下,尾舵可能象風标一样产生轉圈。

(三)輸电和貯电簡述 使風輪和發电机軸相联,可以省去傳动机构及傳动中的能量損耗,是風能發電的可能方向。發电机要求直流發电机便于串联使用,以求得較高电压,否則用交流發电机需經整流。由發电机發出的电可有二种方法引出。其一,直接引出,需电时插上插銷即可。其二在安裝發电机的柱頂上安裝电刷。建議2瓩以上發电机采用后者,本風車采用插銷法。

蓄电問題按發電規模有如下建議:

小規模:用汽車用蓄電池

中規模:用动力蓄電池(如电瓶等)

大規模:用固定蓄電池

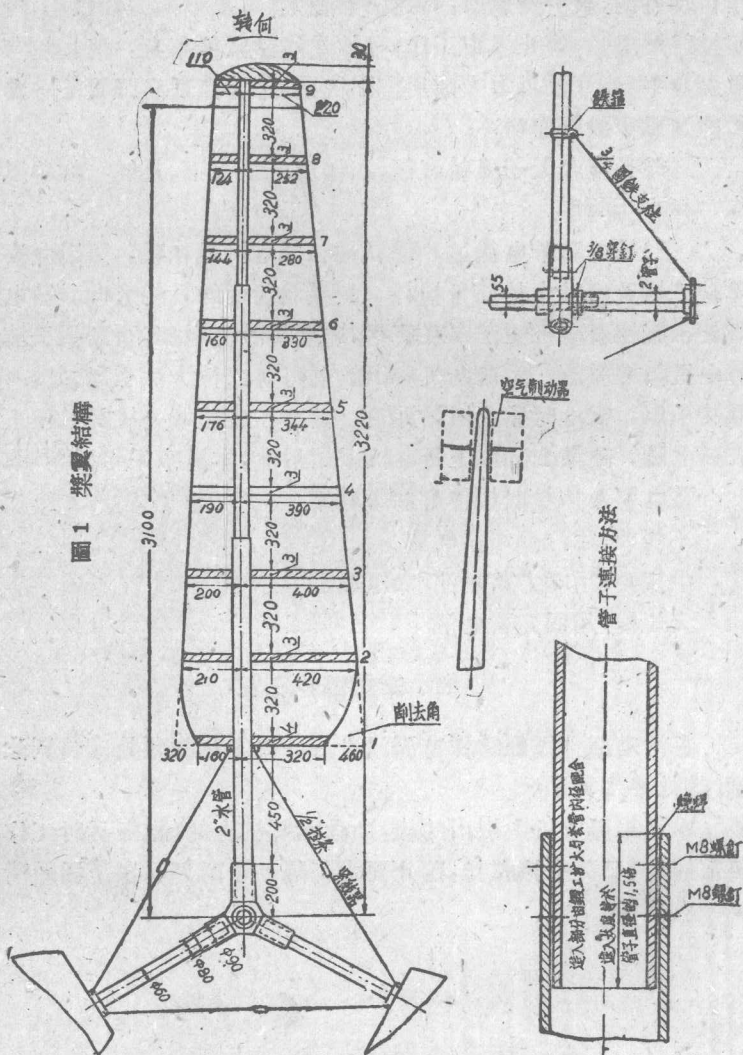
四、維護保养

各活动部件需經常保持潤滑良好,槳翼軸軸頸处应特別注意(該处使用黃油)。

本風車發电机上引出的綫,如電話耳机上的綫,經長时工作經常掉向,日久会纏成扣,因此要求每隔一个时期,拔下插銷清理一次纏扣。

“高速風車設計資料”附圖

圖 1 槳翼結構



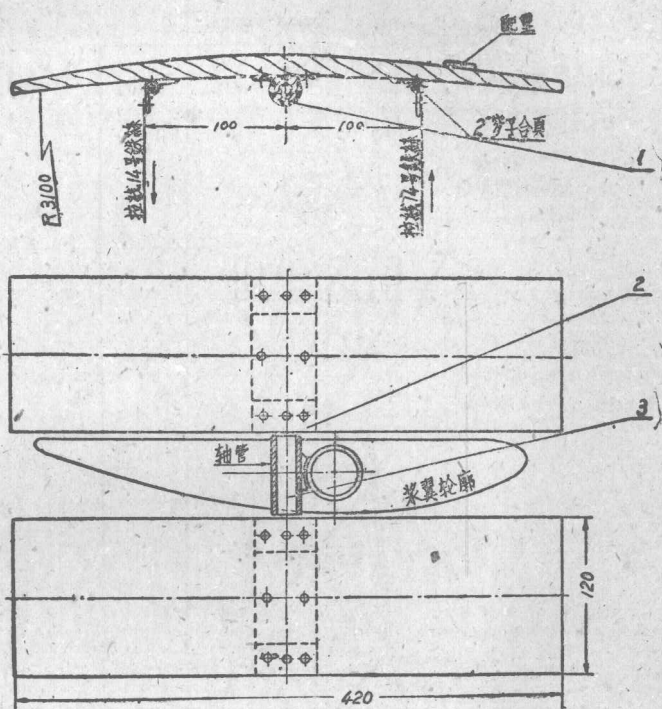


圖 2 空气制动器

高速風車全形圖

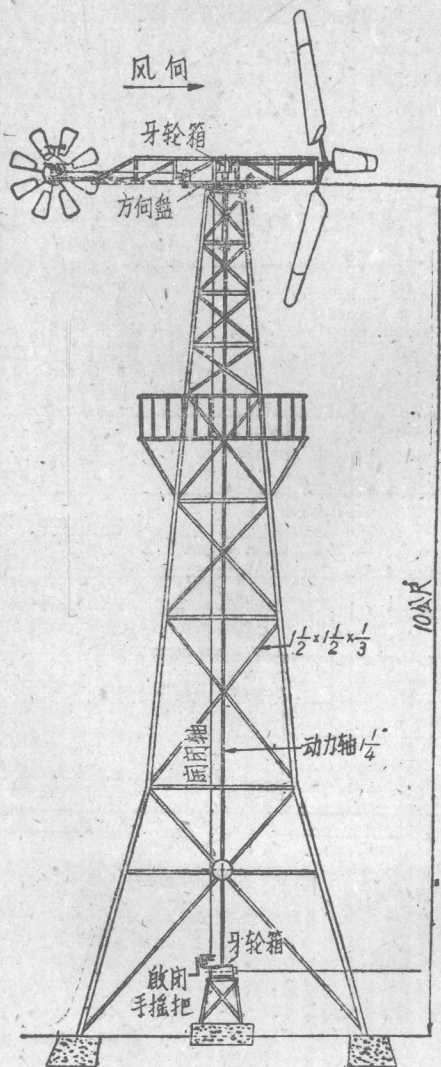
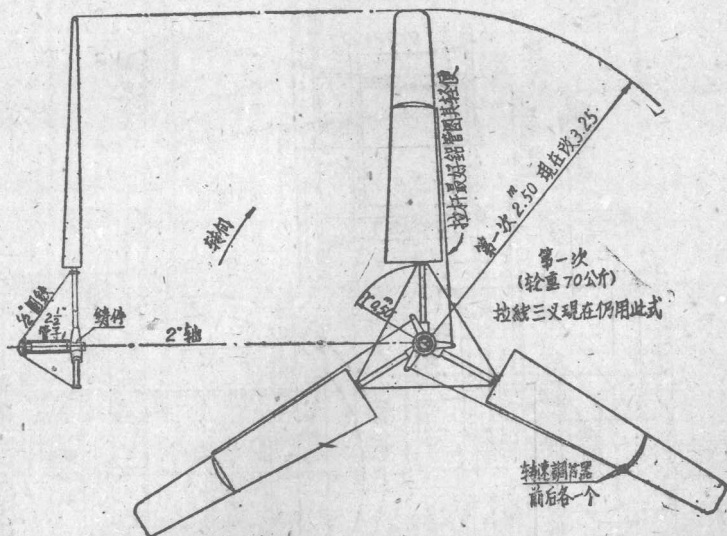
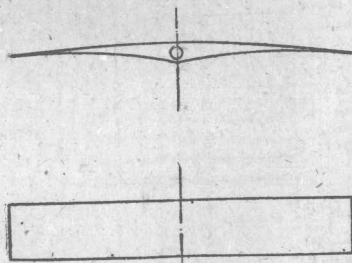


圖 3 高速風車裝配全形圖

車叶結構



轉速調節器



風車全形圖附圖

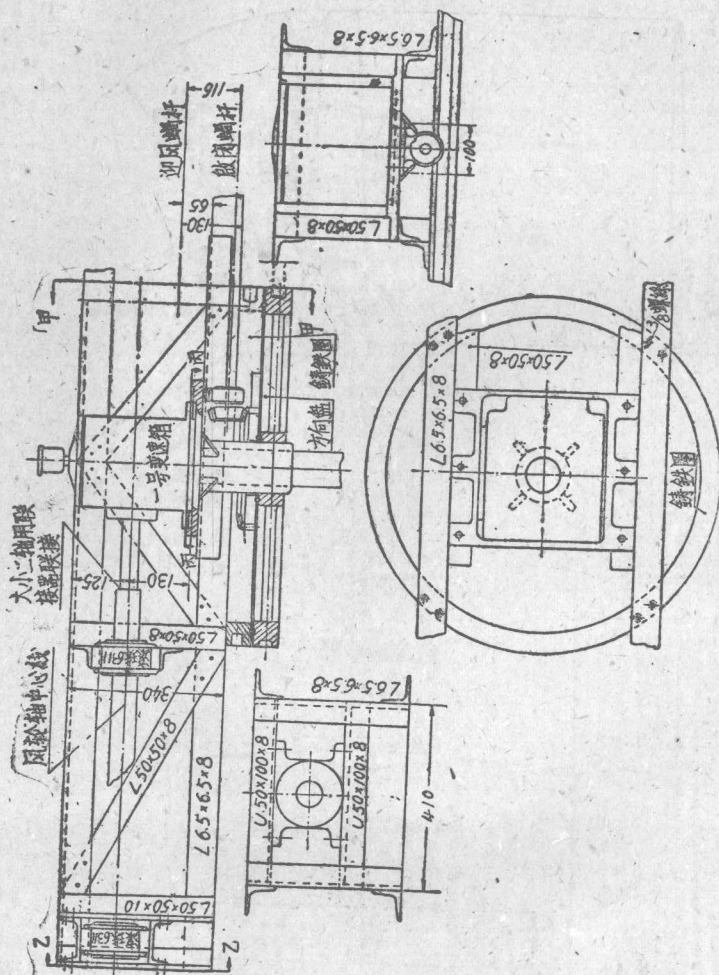


圖 4 風車身子中心結構

