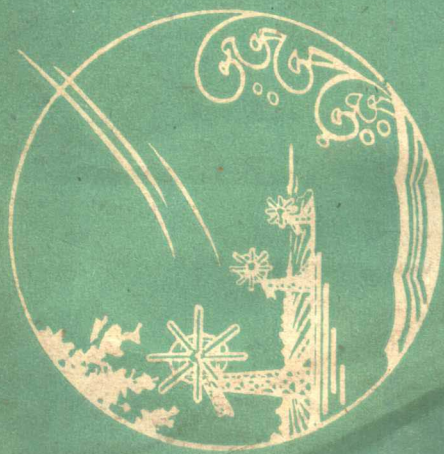




风车的制造和使用

山东省水利厅技术革新处编
山东人民出版社

风车的制造和使用

山东省水利厅技术革新处编

*

山东人民出版社出版（济南经9路胜利大街）

山东省书刊出版业营业登记证出001号

山东新华印刷厂印刷 山东省新华书店发行

*

书号：3360

开本 787×1092毫米 1/16·印张 3 1/4·字数 19,000

1960年4月第1版 1960年4月第1次印刷

印数：1—6,000

统一书号：15098·111

定 价：(7) 0.34 元

目 录

一 关于风的一般知識	1
二 风能利用系数	5
三 风輪气动知識	5
四 风能利用物理知識	7
五 风車类型的划分	8
六 风車的实用价值	10
七 风車的管理	12
附: 蓬萊县风車操作規程	12
八 山东省1959年选择风車	14
(一) 多叶慢轉人风两用风力水車	14
(二) 平式风力水車	18
(三) 轉盘自动定向人风两用风力水車	21
(四) 55型风車	28

前 言

自1958年大跃进以来，我省人民在党的正确领导下，利用风能为生产服务取得了不少的經驗，創造了許多种类的风車。据1960年1月份的不完全统计，只用于农田提水方面的风車就达3万余部之多。这些风車，在农业战線上，发挥了很大的作用，大大节省了劳力、畜力、資金和燃料。

我省自然条件很好，常年多风，而且风速較大，因而利用风能做动力，便是我省今后索取自然能量的主要方法之一。

为了交流我省群众制造和使用风車的經驗，从而帮助各地更好地利用风能来为生产服务，我們特把风車制造和使用的一般知識，以及經過群众使用鉴定后認為較好的四种风車編写成册，以供各地参考。

山东省水利厅技术革新处

1960年3月

一 关于风的一般知識

风是取之不竭，用之不竭的良好能量资源。据苏联拉扎列夫院士断定，全世界每年所燃烧的煤的能量，只有风力在一年內所提供的能量的三千分之一。

我省屬半島，四季多风，而沿海地区风能的潛力更大。因此可以大力推广风車，利用风能为人民造福。但要想做一部理想的风車，必須懂得关于风的一般知識，否則就无从着手研究风車的結構，即便做出来，也不会达到要求。

(一) 风是怎么形成的

风是由于空气流动而产生的。空气所以能够流动，主要是由于不同地区气温的变化引起的。因为暖的空气輕、压力小，冷的空气重、压力大，压力大的空气便会向压力小的空气区流动，而空气的这种流动，便形成了风。在不同地点內，若压力差愈多，风就愈大，压力差愈小，风就愈小。

(二) 风速及物象辨别风級的办法

风速就是单位時間內风所吹刮的距离。风速以米/秒为单位。根据风速的大小，风又分为13級（0—12級）。級是风力的单位，平时我們多慣于用級来表示风的大小，如我們平時講，今天是一級风或三級风等。

风速可以用仪器（如維尔达风信旗、手提电动风速計等）測定。各地气象站均設有測定风速的仪器，如果

物象辨别风力等级表

风级	风速 (米/秒)	名称	现象
0	1以下	无风	烟直升。
1	1	软风	烟稍斜，能表示风向。
2	2—3	轻风	树枝摇动，人面感觉有风。
3	4—5	微风	旗能展开，细树枝能摇摆。
4	6—8	和风	尘土能起地面。
5	9—10	清风	水面有小波，小树干摇摆。
6	11—12	强风	电线呼呼有声，较粗树枝摇摆。
7	13—15	疾风	迎风步行感觉困难，能吹折细小树枝。
8	16—18	大风	人面行走感觉阻力很大，树上部摇摆。
9	19—21	烈风	小屋遭破坏。
10	22—25	狂风	能将建筑物吹毁，把大树刮断。
11	26—29	暴风	树能连根拔起。
12	30以上	飓风	陆上少见，有极大破坏性。

没有这套设备，则可根据地面物象变化情况，对风速做近似的辨别，辨别办法如右表：

(三) 地形与地面障碍物对风的影响

风在流动中遇到障碍物（如建筑物、山地及不平的地面等）时，便会产生不同程度的摩擦，形成不规则的涡流，降低风的速度。因而城市的风速小于农村，丘陵的风速小于平原。但在具有良好的流线型的斜坡，而地形又不是急剧变化的山顶上，则风速比四周地区风速要大得多。如当气流经过两座山峯之间时，其速度便会增加几倍以上。

风由于遇到障碍物而消耗了部分动能，使风速大大减弱。这种减弱的程度愈上愈小，因而离地面愈高，风速愈大，所形成的涡流也会随着远离障碍物而逐渐消失。当离开障碍物的距离等于障碍物高度的15倍时，涡流就会完全消失。

(四) 已知某一高度风速求不同高度风速

上面已经谈过，高度不同；风速也不同，风距地面愈高，速度愈大。我们平时所讲的风速，仅能代表某一高度的风速值，而不能代表所有高度的风速值。

根据苏联所测出的风速随高度变化的对数公式，便可求出不同高度的风速，其公式是：

$$V_2 = \frac{10^{Z_2} - 10^{Z_0}}{10^{Z_1} - 10^{Z_0}}$$

式中：

Z_2 为所求风速在地面上的高度（米）。

Z_1 为已知风速的高度（米）。

V_2 为所求 Z_2 高度处的风速。

Z_0 为地面粗糙率指数（米）。

Z_0 的数值在雪地上为 0.0005 米，无植物的平滑地面为 0.001 米，短草地为 0.03 米，长草地为 0.05 米。

若以风速仪距地面高 10 米，便可按系数 $= \frac{10^Z - 10^{0.01}}{10^{10} - 10^{0.01}}$ 算出风速随高度的变化系数如下表：

所求风速高度	5	6	7	8	10	15	20	25	30
系数	0.8997	0.9261	0.9484	0.9677	1.0000	1.0587	1.1003	1.1326	1.1590

在换算各高度的风速时，可将气象站的风速乘以想知道的高度的系数即得。

例如：已知某气象站的风速为 4 米/秒，求 5 米及 20 米高度处的风速。

则：5 米高度风速 = $4 \times 0.8997 = 3.6$ 米/秒。

20 米高度风速 = $4 \times 1.1003 = 4.4$ 米/秒。

二 风能利用系数

风车性能的好坏，我們常以它的风能利用系数的大小，作为鉴定的依据。

风能利用系数的大小，主要取决于风车机翼的形状和结构，翼式风车的风能利用系数一般是0.30—0.42，而走馬灯和轉子式风车（这几种风车均在（五）中介绍）的风能利用系数则仅在0.10—0.18左右。

风能利用系数与风车功率有着直接的关系。风能利用系数愈大，风车所发出的功率就愈小。

那么什么是风能利用系数呢？风能利用系数就是风给予风车的能量与风车实际发出的能量的比值。

一般理想的风能利用系数在0.50左右，但实际上却往往达不到这个数，一般也就在0.19—0.40左右。

三 风輪气动知識

（一）风車功率

风和其它的运动物体一样，具有一定的动能，而且这些动能也可表示为机械功。

风車功率一般都用力或瓦表示（一馬力等于0.735瓦，一瓦等于1.36馬力）。当我们已知风速和风輪的直径，想求风車的功率时，可用下列公式計算：

$$N = \frac{D^2 V^3 \xi}{1530} \text{ (馬力)} \quad P = \frac{D^2 V^3 \xi}{2080} \text{ (瓦)}$$

式中:

D 为风輪直径。

V 为风速 (米/秒)。

ξ 为风能利用系数。

N 为馬力。

P 为瓩。

(二) 风輪直径

我們在动手做一部风車时, 一定会遇到这样一个問題, 就是在一定的风速情况下, 想带动一定的載荷, 究竟风輪該确定多大才会达到要求呢? 这是一个很重要的問題。这个問題解决不好, 做出来的风車就达不到理想的要求。那么风輪的直径怎样确定呢? 确定的办法很简单, 只要知道两个条件就行, 一是风速, 二是需要的功率。知道这两个条件后, 便可按下列公式求出风輪直径:

$$D = \sqrt{\frac{1530N (\text{馬力})}{V^3 \xi}} \quad \text{或} \quad = \sqrt{\frac{2030P (\text{瓩})}{V^3 \xi}}$$

式中:

D 为风輪直径。

V 为风速。

N 为馬力。

P 为瓩。

ξ 为风能利用系数。

(三) 风車轉數

不同作业对风車轉數有着不同的要求，如发电、提水和副业加工等对轉數的要求就各不相同，发电須要轉數高，而提水一般20轉/分左右便可达到要求（带水草）。因此知道风車的轉數是十分必要的。

风車的轉數，可按下式求出：

$$n = \frac{30ZV}{\pi R} \quad (\text{轉/分})$$

式中：

Z 为風速比。風速比即切綫速度与風速之比，翼式風車一般假定为5—8，多叶慢轉風車（农田提水）一般为1—2.4。

V 为風速（米/秒）。

R 为風輪半径（米）。

π 为圓周率3.1416。

四 风能利用物理知識

(一) 风速与风能的关系

風輪的动力与風速的立方成正比。例如：風速降低二分之一，即由8米/秒降到4米/秒，則風車功率便減少到八分之一；如風車功率在風速8米/秒时为8馬力，在4米/秒时就会降到1馬力。假若風速增加到原来的2倍，風輪的动力就会增加到原来的8倍。

(二) 风輪直径与风車功率的关系

风車的功率与风輪的风翅所形成的圓面积成正比。例如：风輪的直径增加一倍，风車功率便能增加4倍。假設风輪直径为2米，在风速8米/秒的情况下，功率为3馬力；若将风輪直径增加到4米时，那么功率便会增加4倍，即12馬力。

(三) 风翅数目多少与轉数、功率的关系

我們常听到有人講，风翅数目愈少，功率愈大，而轉数愈慢。这种說法是没有根据的。

当用同一直径的风輪相比较时，功率的大小与风翅的数目多少无关；风輪的轉数即是：风翅数目少的轉数高，风翅数目多的轉数低，但后者启动力矩大。比如說在同样的风速情况下，12个风翅的风車可以轉动工作，但4个风翅的风車就不一定能够轉动。

上述情况告訴我們，风翅少的风車可以帶动发电机，而风翅多的风車則适于帶动水車。

五 风車类型的划分

风車可按风輪的构造及其在风中的位置来分类。根据这两个条件，风車可分三种类型：

(一) 翼式风車

这种风車，各桨叶都装在风輪旋轉平面的半径方向，垂直于旋轉軸，而和风輪旋轉平面成一角度。当风車正常運轉时，风輪旋轉平面和风向垂直。

由于风车作业各有不同，故风轮转数也不同。因此翼式风车又可分为两种：

(1) 翼式：翼式风车的桨叶数为1—4片，因它转得快，所以也叫做高速风车。(如图1)

(2) 多叶式：多叶式风车的桨叶数一般是4—24片，由于叶片多，因而转得慢，故称低速风车。我省做的布蓬6叶风车就属于这一种。(如图2)

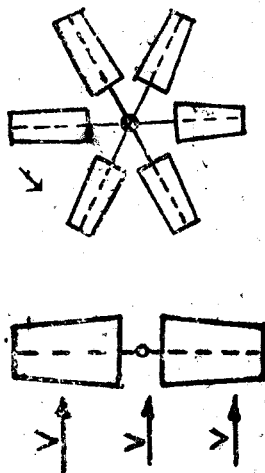


图1 翼式

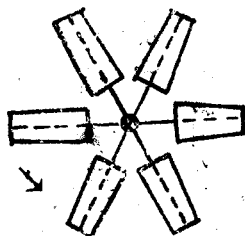


图2 多叶式

(二) 走马灯式和转子式风车

这类风车的风轮轴是装在与水平线垂直的位置。当风轮旋转时，旋转一侧桨叶的运动方向和风向一致，而另一侧桨叶的运动方向则和风向相反(如图3)。我省沿海地区用的灯笼式风车就属这一种。为了使风轮转动，可用屏板将桨叶运动方向相反的一侧遮住，或将桨叶做成曲面(转子式)；以减少阻力。(如图4)

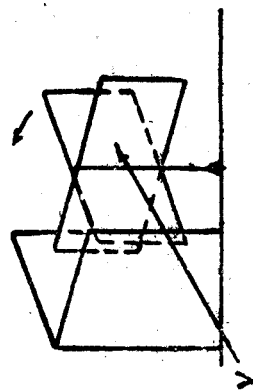


图3 走马灯式

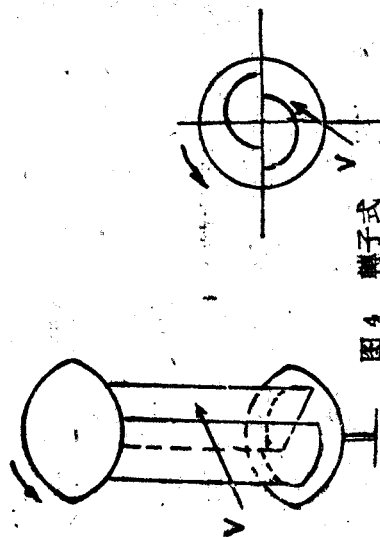


图4 转子式

(三) 鼓形风車

这种风車的构造原理和走馬灯式相同，唯其旋轉軸系裝在水平方向。(如图5)

上述三种风車，以翼式风車最好，走馬灯式和鼓形风車效率較低，而且构造也笨重，所以沒有发展和实用价值。

六 风車的实用价值

风車是件宝，不吃料和草，
只要风婆来，就能把头搖，
搖的水車轉，搖的谷皮掉，
搖的电灯亮，搖的机床跑。
样样都能做，为民把福造。

这是我省群众对风車的一首赞歌，也是对风能利用的評價。

风通过风車，可以进行各种不同的作业，如发电、提水、农副业加工等。利用风能可以大大地节省劳力、畜力和資金。在风速較高的地区，充分利用起风能，具有很大的现实意义。比如拿提水来講，一部风力水車可比一部畜力水車节省两个劳力、一头畜力。一部畜力水車一天可浇地1.5亩，而一部风力水車一天便可浇地3亩以上。

关于风車的实用价值，可用下表說明：

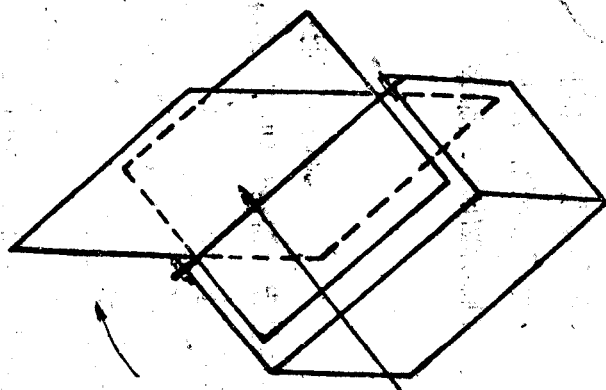


图5 鼓形式

风 車 效 率 表

风 的 級 別		二級風	三 級 風		四 級 風		五 級 風	
風 速 (米/秒)		3	4	5	6	7	8	10
風 車 動 力 (馬力)		0.102	0.123	0.55	0.95	1.5	2.25	3.2
不同風速每小時	水井深 4米	9	15	21	27	32	39	44
出水量(立方米)	水井深 6米	6	8	12	18	23	28	33
								36

五米磨面效益对比表

風		車		畜		力	
數 量	工作時間	利用風級	部 數	數 量	工作時間	部 數	人 力 畜 力
750斤	3 小時	4	1	335斤	10小時	1	1 2

不同机具效能对比表

类 別	每天浇地 (亩)	每 天	消 耗	平 均 每 亩 消 耗	需要勞力數	平均每亩浇 一次成本	浇地時間
煤 气 机	25	机 油	1斤	1.4元	4 人	0.394元	24小时
		煤	200斤	3 元			
		汽 油	1斤	0.45元			
風 車	7—8	机 油	0.4斤	0.50元	一个半勞力	0.1592元	24小时
畜力提水	3	草	45斤	1.98元	2 人	1.549元	24小时
		料	6斤	0.27元			

七 风車的管理

风車和其他工具一样，須要很好地管理养护，否則就很容易遭到损坏，因此做好风車的管理工作，是充分利用风能的重要保证。

我省各地在这方面創造了不少的办法和經驗，如蓬萊县制訂的“风車操作規程”就很好，現附在下面，以供参考。

附：蓬萊县风車操作規程

一、风車的安裝

- (1) 安裝风車时架子要埋深，并在周圍塞紧夯实，以免被大风刮倒或遇雨天地湿致使风車架子活动，引起倒塌、歪斜現象。
- (2) 安裝风車时，应將风車各个部件进行詳細的检查，看看是否有不合乎标准的地方或破裂的地方，以免安裝后发生事故，影响使用，甚至造成損失。
- (3) 风車安裝好后，先讓空蓬隨風轉動，以观察风蓬跑得是否正當，各部分是否有阻力。經检查无毛病后，再帶动水車开始使用。

二、使用与管理

- (1) 每部风車应备一套简单的修理工具及风車各部分的小零件，如鉗子、錘子、螺絲擱子、鉄絲、

螺絲帽等。发现风車有毛病，应馬上进行修理，以免由小毛病扩展成为大毛病，造成大的损坏。

- (2) 要准确地辨别风向。风車架頂上插一面小旗，据此調动风輪。
- (3) 风翅要鑲得牢固，以免风輪轉动时被甩掉跌坏。
- (4) 风車开动后，看管风車的人，应堅守工作崗位，不得无故远离风車。
- (5) 如突然起了暴风，应迅速將风帆調偏卸下，防止风蓬被刮翻或刮断。
- (6) 风車如不使用，应及时將风翅卸下来保管好，特别是晚上不用时一定要卸下来，以防丢失和被

风刮坏。

- (7) 风車各部齿輪、軸承或軸瓦处，应及时注油使其潤滑。新安的风車，一般每隔4小时就应注一次油，以減輕摩擦，延长风車寿命。

(8) 每部风車要固定专人负责看守，对看守人員要进行简单的訓練，使其掌握操作技术和简单的修理技术。

- (9) 对风車要划片負責保管，做到部部有人看，片片有人管。
- (10) 如遇雨天，要及时將布蓬卸下来，妥善保管，以免被雨淋坏。

三、安 全

- (1) 风車在轉动时，不得靠近，以免发生事故。
- (2) 风車在轉动时，如果发现损坏的地方需要修理，应将风帆調到側旁风，轉速放慢或將风帆卸下来进行修理，不得在风車快轉时修理。
- (3) 风車轉得过快，可能发生掉鏈子現象，这时不能馬上用手往上安鏈子，需將风車停住后再安，以免发生危险。

八 山东省1959年选样风車

(一) 多叶慢轉人风兩用风力水車

这种风力水車是我省平度县創造的。它适用于农田提水灌溉，本身結構具有簡單、坚固、价廉的特点，作业可以入风兩用、人风合用。

(1) 結構及性能：

多叶慢轉人风兩用风力水車的結構，是由木質塔架、梯架、鉄軸、鉄輪、水車齒輪、鏈子、筒子、風輪和搖把等部分組成。(如图6)

1. 塔架：塔架系梯形方架，在离地面高半米处，設有脚踏板撐子两个，放上木板，人便可以上去手搖搖把提水。(如图7)

2. 梯架：梯架是由两根木柱構成的梯形架，它的作用可使橫軸平衡和風輪轉动稳定。橫軸与梯架頂梁接鑲处裝有軸承一个，以使風輪轉动輕便省力。(如图8)

3. 風輪：風輪是占两个等圓鉄板(即風翅固定鉄板)固定着8个等距离的梯形翼片組成。翼片安裝与風輪橫軸成45度的傾斜角，翼片与翼片成互压形式。翼片构件有翼梁一根、翼骨四根和布等。(如图9)

这种风力水車是直接把水車鏈輪串在風輪橫軸上，若要提水，挂上鏈子使風輪轉动便可。

这种风力水車属于翼式中的多叶式，它的直径为3.24米，在揚程2米(水面至地面)、水筒直径90毫米、风速近5米/秒的情况下，風輪轉速为每分鐘13轉，筒內水提升速度为0.37米，故出水量为： $0.37 \times 0.0064 \times 3600 = 8$ 立方米/时。风速增加、出水量也相应增加。

(2) 工作范围及特点：