

农业中风力的利用

(苏联)B.A.梅津采夫著



科学普及出版社

本書提要

風是一種既便宜而又有利前途的能量。它可以吹動帆船和風車，用來灌溉、排水、打谷和磨粉，更重要的是還能用它來發電，所以我們常把它叫做“藍煤”。

這本小冊子向讀者介紹了風的性質、風的利用，各種風力機械以及它們在農業中的各種應用。

總號：405

農業中風力的利用

ЭНЕРГИЯ ВЕТРА В

СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

原 著 者：В. А. МЕЗЕЦЕВ

原 編 者：ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО ПО
РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИ-
ЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

原出版者：ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

1953

譯 者：倪 庆 华

出版者：科 学 普 及 出 版 社

(北京市西直門外德勝門)

北京市書刊出版業登記證出字第091號

發 行 者：新 华 書 店

印 刷 者：北 京 市 印 刷 一 厂

(北京市西直門南大街乙1號)

開本：787×1092¹/₃₂

印張：8

1956年10月第 1 版

字數：12,000

1956年10月第 1 次印刷

印數：20,550

統一書號：16051·4

定價：(9)1角1分

苏联拥有千百条大小的河流，也就是說拥有無穷的水流（或称为“白煤”）的能量。由于水在自然界中总是不断地循环，这些蘊藏的能量实际上是永远用不完的。因此使用“燃料”为“白煤”的水电站来发电是比较經濟的。

苏联还在广泛地建設着地方性的水电站，在無數的小河流上已修建了数千个集体农庄水电站，它們能以廉价的电能使农业和牧畜業中的費力劳动得到广泛的机械化。

所有这些事实都有力地証明了苏联正大规模地、順利地解决使用“白煤”这一巨大自然能源的問題。但是，除“白煤”之外，在自然界中还存在着另一种同样是無穷無尽又价廉的能源——風。

这种極為有用而又价廉的能源在国民經济中的使用范围，却还没有达到像利用“白煤”能那样的程度。但是，这种能源可以，并且也应该在国民經济各部門，首先是在集体农庄和国营农場生产中的劳动过程电气化和机械化事業方面發揮出它的巨大作用。

風 的 特 点

是什么原因引起自然界中空气的剧烈振动和流动的呢（我們把这种空气的振动和流动称为風）？这正如大家知道的，地球周圍的空气用很大的力量压在一切物体上。但是，空气的压

力（或叫做大气压力）在各个地方是不同的；往往在同一地方空气的压力也不是經常不变的。因此，由于空气压力的不同，大量的空气便从大气压力大的地方流向大气压力小的地方。同时，在某两个相隣地区間，空气压力的差别越大，那么在这两个地区間空气的运动便越快，因而風也刮得越大。

这种现象和河流中的水流十分相似。水經常向坡度最大的方面流，也就是經常由高的水位流向低的水位。例如在河流中，从河源到河口之間的水位总是越来越低的。坡度愈大，水的流动愈急。

風是地球上含有無穷能量的源泉之一。將風能变为其他各种能——电能、机械能时，人类便能使自然界中最强大的力量之一——風力——为他們服务。

風能也和水流一样，不断地再生着。每时每刻在地球上都發生着各种不同方向和不同力量的空气流。根据 П.П. 拉查列夫院士的統計，全世界每年燃燒的煤的能量，只达風力在同一时期內所能提供的能量的三千分之一。

有时風力非常大。大家都知道不少关于南方海洋上發生的有破坏性的热帶颶風的事实。1780年10月，在安的列島上空發生过一次影响最大的颶風。

我們可以引証 K. 弗拉瑪里昂在他的“大气”一書中 对 这次颶風的記載。

“颶風从巴佈达島起程，它在那兒將所遇到的一切，如树木、房屋等都吹倒，摧毁后又繼續前进，淹沒了停在聖露西亞附近的整整一个英国艦队，蹂躪了这个島，淹死了島上六千多人，然后又轉向馬尔的尼加島。它吞噬了四十多艘法国的运输

艦和四千多个登陆部队的人员……

它在陆地上造成了和在海洋里同样多的灾难。在馬尔的尼加島淹死一万人，在这一万人中，仅聖彼尔一个地方就淹死了1,000人。这里什么东西都沒有留下，因为水曾漲到七公尺半高。这个小城中所有的150所房屋全被冲掉了。在洛叶尔港中有1,400所房屋完全被毀；廢墟下死亡了1,600人。在聖特—愛斯达希七艘大船在峭壁上撞碎了。船撞碎后落入海中的19个錨也只有一个是完整的。在聖露西亞淹死了6,000人；最坚固的建筑物也被摧毀了……”。

風 力 的 利 用

当然，这样强力的颶風是很少的。但是即使是力量較小的風有时也会帶來很大的破坏。例如1950年秋天，在美国的东部曾有过强大的暴風。报纸和無線电报导說：暴風摧毀了千百所房屋和工業企業，好几千人都受了伤。

气流中所含的能量是非常巨大的。为了利用風能，或者说像人們称为“藍煤”的能，既不用建設矿井，也不用建造堤壩，同时更不需在勘探工作上耗費大量的資金。又因为生产的电能可以直接就地使用，所以也不用敷設昂貴的輸电綫把电力經發电站送到消費戶的地方。

在苏联的許多省內都有年度平均速度为每秒3—4.5公尺以上的風。在波罗的海的各区、堪察加、里海的沿岸、巴尔哈什湖和貝加尔湖的各区以及北冰洋沿岸都有特別稳定而强大的風出現。此外，在苏联东南部的許多区，在哈薩克斯坦和北西伯利亞也經常刮着大風。根据統計数字可以說明，如果充分利

用这些地方的風力，再把它变成电力的話，那么在每一平方公里面积上每年就可获得几百万瓩小时的电能。

現在，風力的利用比水力的利用少得多。但是，只就風力的利用本身來說，在苏联已經获得了很大的成就。共产党和苏联政府对于在国民經济中使用祖国的風力技术成就方面予以極大的注意。特别是在战后的这些年以来，生产和使用風力發动机的工作已广泛地展开了。在第四个五年計劃时期已經在农村地区中大量地建造了中小型水电站、風力站和火电站。十八次党代表大会关于組織生产風力裝置的指示，在建設大量生产風力發动机的生产基地方面具有非常重大的意义。这种風力發電机主要是供費力的农業工作的机械化所用的。

苏联的科学和技术是和生产實踐密切結合的，它們正順利地完成着党和政府所提出的任务——在国民經济中广泛使用“藍煤”的任务。苏联人民正在有计划地改造自然；他們使这种强大的能源——風——为苏联的共产主义建設服务。

風力机械的發展过程

在远古时代，人們就企圖利用風力了。很久以前，人們已能在水上利用風力。为了利用風力，人們便在船只上裝上些很大很結实的布帶——帆。風吹滿帆时，就將船只向前推动。同时，还在船上应用許多形状和尺寸不同的帆来操縱这种船只的行駛。直到蒸汽机出現后，这种大帆船才由輪船代替了。但是，現在在許多河流和海洋中还可以看到一些較小的帆船。

利用風力使風磨工作，也是在远古时代就已經是大家所熟悉的事情了。但很难說第一架風磨是誰又是什么时候造成的。

关于这个问题在人类的文化史上也没有遗留下任何精确的记载。但是大家知道，中国人使用风车已不止1,000年了，在埃及到现在也还遗存着许多古代建造的风磨。学者们认为这些埃及风磨的石塔大约是在3,000年前所建造的，这些风车只有在一定的风向下才能工作。埃及人曾用风来磨谷和灌溉田地。

在欧洲，最早的风磨出现在1,000多年以前。根据某些历史资料可以断定，欧洲在8—9世纪时已有风车出现，后来在12—13世纪时，欧洲曾出现过许多原始的风磨，其中有許多是古俄罗斯的。这些风车在任何风向下都能工作。

19世纪，在俄罗斯共有20万架以上的风磨。它们主要是用来磨谷物的。

这种风磨的主要部分是风轮。风轮是由固定在水平轴上的四个或六个桨或翼所构成的。当风速为每秒6—8公尺时，风磨的风轮就和轴一起开始旋转，再由轴通过一对圆锥形的齿轮使磨细谷物的磨盘随着转动，翼（和风磨的顶一起）或者整个风磨可由一个简单的设备——导架——使它随着风向的改变而转向迎风的方向。

有两种农村用的风磨——“雄羊式”“帐篷式”——是大家所熟悉的。前者是将整个磨转动而向着迎风的方向（只留磨盘不动）；后者则仅将它的上部——顶蓬——和风轮一起转向迎风的方向。

这种风力发动机是极其笨重而且很不完善的，它只能在风速达每秒6—8公尺时才能工作。它所利用的风力不超过十分之一。

上世纪末叶，俄国工程师B.П.达维多夫第一次彻底地改进

了农村的风磨，他制造的金属和木材结构的風力發动机
1) 装有一个自动裝置。当風力强度达到引起危险的
时，这裝置可由風力的作用使風輪和風磨自动脫开，这种
發动机的風輪装着許多狹窄的金属翼片，它們比老式風車
重的木質翼片要輕得多。金属翼片的数目是以構成一个
环形的風輪为原則的。达維多夫制造的这种風力發动机，
風速在每秒4公尺左右就能工作。

虽然，达維多夫的風力發动机比老式風力發动机有許多
著的优点；但是，它在革命前的俄国并没有能得到广泛的
用。因为几百万貧穷的农民沒有購買和使用机器的可能，而
主和富农却主要是使用僱农的廉价的劳动力。

有很長的一个时期，一直到20世紀初期以前，始終沒有
一套風力發动机的理論。許多“風力机器”的設計者們都是閉門
車地工作着。每一个設計者都只依靠他自己的經驗和方法。

在1918年，偉大的俄国科学家——俄罗斯航空之父——
尼古拉·叶果洛維契·茹科夫斯基研究了利用風力的問題，奠
定了世界上最早的現代風力發动机原理的基础。

在苏維埃政权的最初时期；莫斯科中央流体动力研究所按
照列宁的指示开始进行广泛地关于运用廉价的“藍煤”資源的
研究工作；后来，中央風力研究所、全苏农業机械化电气化科
学研究所、全苏农業机器制造研究所和其他的一些科学机关繼
承了莫斯科中央流体动力研究所的工作。

同时，还进行了風力發动机的使用可能性和使用效果的巨
大研究工作。E.M.法捷耶夫教授奠定了在社会主义农業中正确
使用“風力机器”的基础。

苏联風力發
 前 設計者，对
 及 翼式“風力
 及 “——原始
 一 曾予以
 大的注意。这
 風力發动机正
 理論計算所証
 明，它可以很好
 地利用气流中的
 能。著名的苏联
 風力学者Г.Х. 沙
 比宁教授認為：
 翼式風力發动机
 的風輪，可以有
 效地利用通过風
 力發动机翼片受
 風面的全部風力
 的 68.7 % (圖
 2)。換句話說，

就是翼式風車可以把全部風力的三分之二變成機械功。這就是
 最經濟的翼式“風力機器”的理論上的“基礎”。

應該指出，苏联現代較好的翼式風車，它所利用的風力已
 達到 42%。如果按照效率往往不超過 15—20% 的許多現代動
 力裝置來算的話，那麼現代的翼式風力發动机已經是極經濟而



圖 1 “В.И. 達維多夫型”多叶式風力發动机
 (1896年)。



圖2 翼式風力發動機的受風面。

完善的機器了。

在五年計劃的年代中，H.E. 茹科夫斯基的學生——繼承者，T. X. 沙比寧教授、H. B. 克拉索夫斯基教授、B. П. 維特契金教授和其他等人，為國民經濟各種不同的需要創造了幾十種不同型式的翼式風力發動機。同時，除設計產生機械能的風力發動機以外，他們還設計了許多各種不同的風力發電設備，這些設備可將“藍煤”的變化無常的能量變為恒定電壓的電流。例如，在各種負荷和風速下使工作軸轉速不變的“Д-12 型”萬能風力發動機，在所有工作時間內都能發出恒定的電壓。對於這種在任何風速和風向下都能均勻工作的風力發動機的製造，也曾被予以特別的注意。

蘇聯現代風力機器的構造及效率

現代的各種風力裝置的功率範圍很廣。設計者們的設計了從只能供兩盞小電燈電流的發電能力為一百瓦以下的風車起，一直到幾千瓦的裝置。

翼式風力發動機的主要部分是轉動水平軸的風輪。而這個水平軸又和機器頂相聯接（圖3）。這種旋轉運動通過錐形齒輪傳到垂直的軸上，或將這種旋轉運動改變成像抽水時的往復運動。

按風輪構造的不同，翼式風力發動機可分為高速或低速兩種。高速風力發動機的風輪有3—4個翼片，低速風力發動機的風輪最多可以達24個翼片。

低速或多翼式風力發動機（圖4）能輕便而平穩地起動。利用這種發動機只要在風速為每秒3.5公尺時，便能很容易地將某一種機器發動起來。這種風力發動機常用于起動時需較大動力的機器（例如起動由深井或鑽孔

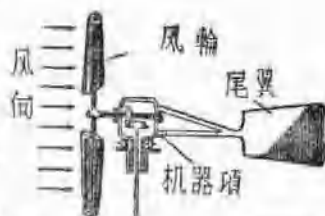


圖5 翼式風力發動機機構簡圖。

中抽水的活塞系）。但是低速風力發動機的風輪極為笨重，所以現在只製造風輪直徑在8公尺以下的低速風車。

高速或少翼式風力發動機（圖5）很難起動。但是，它却比低速風力發動機的風輪輕。它的風輪構造非常簡單，現在可以製造功率很大的、風輪直徑為50公尺或50公尺以上的高速風車。

蘇聯風力學進一步發展的方向，主要是製造高速風車。

現代風力發動機的風輪裝置可以自動地按風向而偏轉。例如，小型的風力發動機的風輪，利用類似船舵的尾翼來保持迎風方向；在大型的風力裝置上則利用分開的一些單獨小的多翼風輪，使風輪轉向迎風的方向。這種小風輪稱為風向翼（圖6）。

當風輪的位置正對風向時，順着風流的風向翼是不動的；當風向改變時，風向翼片便受風的作用而轉動。和風向翼片相聯的傳動機構便使風力發動機的頂與風輪一起轉動，直到風輪重新對正風向時為止。

此外，在大型風力發動機上使風輪對正風方的另一個方法也是大家所了解的。這種發動機頂是利用電動機來對正風



圖 4 現代的风輪直徑為5公尺的“TB-5”型
低速多翼式風力發動機。

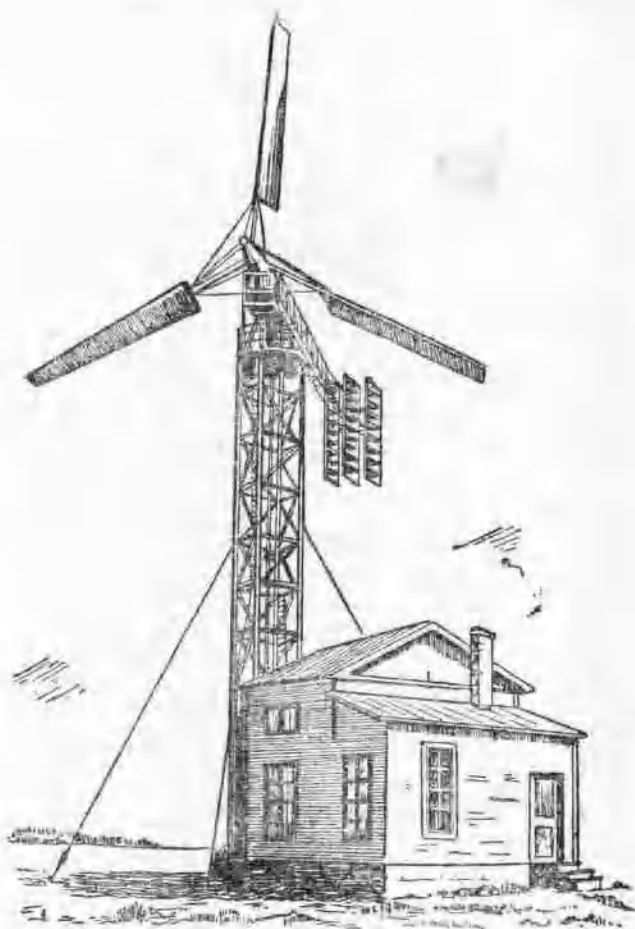


圖 5 風輪直徑為 18 公尺的功率為 35 馬力的
“П-18 型”可能風力裝置。

向的。电动机的开动或关闭，是利用一个像风向翼一样的小风

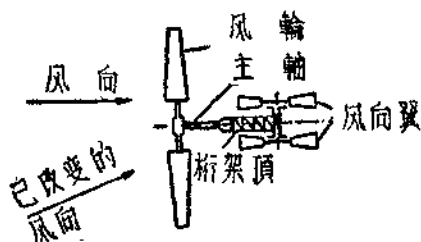


圖 6 用风向翼調整風輪的偏轉。

它正对風向的位置。

“風力机器”的设计者还成功地使風輪的轉速在气流速度改变时保持不变。通常，工厂生产的每一架現代風力發动机都有一个特殊的裝置，它能控制風力發动机風輪的轉速和避免其他機構的損壞。

当風力过大时（达到暴風的程度），風輪便自动停止轉动。

苏联的風力工作者創制了新穎的風輪轉速調節系統。例如在低速風力發动机上，为了調節風輪轉速，采用能放过一部分風力的風輪裝置。这种風輪能随風力强度的变动而改变它对風向的位置。例如，在“TB—8型”低速風力發动机上就有这种裝置。它可利用風輪的調速翼（圖 7）放过一部分風力。当風速在每秒 8 公尺以下时，这种裝置的彈簧能使風輪保持它原来的迎風的位置；但当風力加强，調速翼上所受的壓力大于彈簧的拉力时，風輪便偏轉一个角度而放过一部分風力。風力愈大，風輪的偏轉角度也愈大，当風速达到每秒 24 公尺时，風輪便以翼的稜边对着風，因而停止了轉动。

高速翼式風車的風輪的轉速可用另一種方法來調節。這種風車不是以整個風輪將風放過，而是只用幾個翼片，甚至只用翼片上的一部分放過的風力。為了要用翼片的一部分放過風力，就把風翼的末尾部分做成可以轉動的。

蘇聯發明家 A. Γ. 烏菲姆采夫和 B. П. 維特契金教授設計了一種調節系統。應用這種調節系統時，高速風力發動機的翼片本身可以旋轉；當風力過分強大時，它能用翼片的稜邊對着風向而使風輪停止旋轉；同時，為了使風力發動機能更均勻速地

工作，在傳動軸上加了一個慣性蓄能器；這個慣性蓄能器通稱為飛輪。

在大多數現代高速風力發動機上，用表面是流綫型的穩定器（圖 8）來調節風輪的轉速。這種調節機構是在 Г. X. 沙比寧教授和 H. B. 克拉索夫斯基教授領導下設計成的。穩定

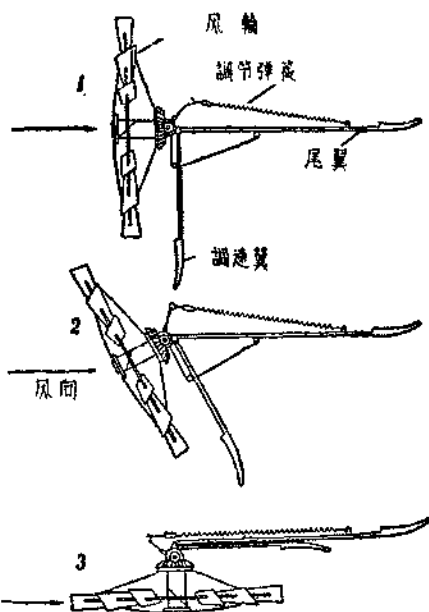


圖 7 利用調速翼調節農業用的“TB-8型”多翼風力發動機風輪的轉速。

1. 風速為每秒 8 公尺時；
2. 風速為每秒 8 公尺以上時；
3. 風速為每秒 24 公尺以上時。

器是固定在風輪翼片末端的可傳动的部分上，在这些可轉动的部分內裝有特殊的离心重荷，这种离心重荷可隨風力的改变而变动自己的位置；同时稳定器也和这些离心重荷一起轉动，翼片的末端部分便能放过一部分風力，因而減低了風輪的轉速。

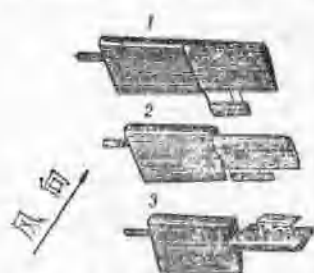


圖 8 利用稳定器調節高速風力發動機的風輪轉速：

1. 風速在每秒 10 公尺以下時；
2. 風速在每秒 10 公尺以上時；
3. 風速在每秒 40 公尺以上時。

在較小的高速風力發動機上，風輪的轉速是用特殊的新型裝置（轉动翼片）來調節的。这种裝置是蘇聯風力工作者 B. C. 夏馬寧所設計的。

这样，蘇聯的風力工作者——設計者們便战胜了風的“脾氣”。

現在，蘇聯更創造出許多型的現代風力發動機，它們應該被認為是世界上最優秀的機器。

蘇聯工程師 B. H. 西多羅夫、П. А. 阿尼金、B. C. 沙馬寧、A. B. 卡爾米申和 C. B. 納查羅夫等設計了功率達 35 馬力、風輪直徑為 18 公尺的強大的“Д-18 型”高速風力裝置。这种風力發動機可供集體農莊、國營農場、較小的火車站和市鎮以及石油工業和魚業方面發電用。除了發電以外，“Д-18 型”風力裝置可以用在畜牧業中最繁重的勞動過程的機械化上面。在脫谷、磨粉等工作中它也起很大的作用。它還可為各種生產作坊和地方工業企業服務。

“Д-18 型”風力裝置的設計者，在 1948 年曾獲得斯大林

獎金。

高速万能風力裝置中的“Д—12 中型”風力裝置是很值得注意的風力機器。它的功率達 14 馬力，能產生機械能及電能。它用於各種不同的目的，如照明、脫谷、灌溉田地、清淨谷物、磨粉和鋸木等。

“ТБ—5 型”和“ТБ—8 型”是較好的低速風車。“ТБ—5 型”的功率可以達 2.5 馬力，“ТБ—8 型”的功率可達 6 馬力。這些風力裝置主要是用作為農業中產生機械能的發動機。

蘇聯的風力工作者成功地設計着廉價的小風車發電站。

這些風車中最小的一種是“ВИСХОМ—РД—1.5 型”高速風力發動機。它的功率總共只有 100 瓦，翼片的直徑是 1.5 公尺。這是一種極小的，但卻是很完善的風力發電站，它的構造極為簡單，即使在不大的機械工場中也很容易製造出來。

1949 年，Г. X. 沙比寧教授設計了一種新穎的風力發電站，它的功率為 120 瓦，重量約為 30 公斤生產的電力可供 4—5 盞電燈照明用。這種風力發電站可安裝在木桿上供給單幢的房屋，如農村俱樂部、學校、畜牧場房、打谷場等房屋照明用。

小型的功率為 1 瓩的“ВИД—Д—3.5 型”和“ВДУ—3.5 型”風力發電站，也能供給上述各種建築物照明所需的電力（圖 9）。

上述這兩種風力發電站在風力起任何變化時都能產生恒定電壓的電流。每一個風車都能保證供給 20 盞燈泡所需的電流。

近來，蘇聯的工業部門還生產功率由 100 瓦到 1 瓩的“ВЭ