



风力发动机及其 在农业中的应用

法捷耶夫 著

农业出版社

Е. М. ФАТЕЕВ
ВЕТРОДВИГАТЕЛИ
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
издание второе
дополненное и переработанное
Государственное научно-техническое
издательство машиностроительной литературы
Москва 1957

根据苏联国立机器制造书籍出版社
1957年莫斯科俄文版第二版增订本译出

风力发动机及其在农业中的应用

[苏]法捷耶夫著

陈德华 米嘉荣 朱其清译

农业出版社出版

北京老馆局一号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第106号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市印刷一厂印刷装订

统一书号 15144.143

1961年9月北京制型

1962年12月初版

1962年12月北京第一次印刷

印数 1—600册

开本 850×1168毫米

三十二分之一

字数 346千字

印张 十四又四分之一

定价 (9) 一元七角

風力發动机及其在农業中的应用

科学院通訊院士荣获列宁技术科学奖章,教授

〔苏〕法捷耶夫著

陈德华 朱嘉榮 朱其清譯

农 业 出 版 社

本書內容簡要介紹

本書闡明了風力技術及風力發動機在農業中應用的問題。闡明了風能的定義，從原理上引述了各種不同體系的風力發動機的設計，並介紹了蘇聯製造的各種風力發動機及風力設備的用途。

此外，敘述了風力發動機與各種農業機器的聯合運轉的方法，同時也介紹了風力發動機的安裝、檢修及其使用。

本書第二版包括闡明了風的起源；在最後的年份內研究了實驗的風力設備後，在“風力發電設備”一章中補充了新的材料；新版將計劃擴大發刊。

本書作為農業機械學校教學教科書用，同時可推薦給工程師、技術員及機械工人們在從事風能利用領域的工作中參考。

譯 者 的 話

为了便利讀者对风力发动机的理論作进一步的研究及較全面掌握风力发动机的整套設計理論及实践方法，特增加选譯同一著者所著的苏联高等教育部高等农业教育司审定农业机械化与电气化院系的教学参考書，苏联国立农业書籍出版社 1956 年出版的“风力发动机及风力設備”一書中第四、五和十一章关于理想风輪的古典理論及新式理論、合理的且实用的风輪輪叶設計(包括气动力特性及輪叶結構强度設計)及风力发动机的支承塔架設計等关键問題，作为本書的附录(乙)。由于我們对风力发动机的专业技术水平及翻譯水平有限，难免在翻譯过程中发生錯誤，希讀者們給予批評和指教，至为感謝！

目 录

符号說明	9
前 言	13
第一章 风——能量的源泉	20
§ 1. 风的成因	20
§ 2. 风速及其測定	24
§ 3. 风速的重复性	33
§ 4. 障碍物对风速的影响	38
§ 5. 风 能	41
第二章 风力发动机的原理	44
§ 6. 风力发动机的种类	44
§ 7. 实验空气动力学的基本知識	45
§ 8. 风力发动机的理論簡要說明	53
§ 9. 风力发动机的气动力特性	60
第三章 风力发动机的构造	70
§ 10. 风力发动机的构成	70
§ 11. 风輪的对风装置	72
§ 12. 风力发动机的調节方法	83
§ 13. 风力发动机的使用条件	107
§ 14. 多叶式低速风力发动机	109
§ 15. 高速风力发动机	125
§ 16. 在农业上使用的各型风力发动机的技术特性	155
第四章 风力发动机和工作机器的联合运轉	156
§ 17. 风力設備联合运轉的特点	156

§ 18. 风力发动机带动活塞式水泵工作·····	159
§ 19. 高速风力发动机带动离心式水泵工作·····	163
§ 20. 风力发动机配合农业机械的工作·····	176
§ 21. 风力联动设备的合理组合及其应用·····	185
第五章 风力设备装置·····	190
§ 22. 风力设备的运转参数·····	191
§ 23. 风力扬水设备工作状况的主要参数的确定·····	200
§ 24. 风力扬水设备·····	216
§ 25. 灌溉用的风力扬水设备·····	232
§ 26. 饲料车间用的风力设备·····	245
§ 27. 风力磨坊·····	249
第六章 风力发电站·····	255
§ 28. 风力发电站的型式·····	255
§ 29. 小型直流风力发电联动机·····	256
§ 30. 小型风力发电联动机的轮叶尺寸的决定·····	272
§ 31. 中型交流风力发电站·····	277
§ 32. 并联于供电网路的大型风力发电站·····	286
§ 33. 国外的几种风力发电站·····	290
第七章 风力发动机的安装·····	293
§ 34. 安装工作的组织与起重设备的准备·····	293
§ 35. 风力发动机的装配·····	301
§ 36. 风力发动机塔架的竖立·····	307
§ 37. 水泵设备的安装·····	313
§ 38. 风轮的吊装·····	315
§ 39. 风力发动机的试运转·····	318
第八章 风力发动机的运行·····	320
§ 40. 风力设备的保养·····	320
§ 41. 风力设备的运行指标·····	320
§ 42. 风力发动机安装及运行的技术安全规程·····	325
§ 43. 风力设备运行实例·····	326

第九章 风力发动机的检修	330
§ 44. 关于检修的一般知识	330
§ 45. 风力发动机各部件的检修	331
§ 46. 水泵设备的检修	333
§ 47. 风力发动机的油漆	335
附录(甲)	336
附录 I. 弹簧的基本数据表	336
附录 II. 三角函数表	337
附录 III. Д-1.2 型风力发动机联动机零件表	338
附录 IV. Д-1.2 型风力发动机轮叶截面样板	341
附录 V. 风力设备的运行指标	344
附录(乙)	356
第一章 理想风轮的理論	356
§ 1. 理想风轮的古典理論	356
§ 2. 沙比宁教授的理想风轮理論	360
第二章 Г·Х·沙比宁教授的实用风轮理論	372
§ 3. 轮叶叶素的工作, 第一联系方程式	372
§ 4. 第二联系方程式	377
§ 5. 全风轮的轉矩及功率	379
§ 6. 风轮的能量損失	382
§ 7. 风轮气动力計算	384
§ 8. 风轮的特性計算	390
§ 9. «ЭСПЕРО» 翼型及其构成	396
第三章 风力发动机的結構强度計算	403
§ 10. 风轮上的风力負荷及强度計算	403
§ 11. 轮叶大梁的負荷	419
§ 12. 风轮的旋轉慣性力矩	424
§ 13. 风轮的尾舵及控制橫板的风力負荷	430
§ 14. 风力发动机的支承塔架	436

参考文献.....	449
中俄名辞对照表.....	452

符 号 說 明

A —风力设备的年产量;常数。

B —风輪前的压力系数;气压。

b —輪叶寬度。

C —离心力。

c_A —压力中心系数。

c_m —桨翼的气动力矩系数。

c_R —升力与阻力的合力系数。

c_y —升力系数。

c_x —桨翼及各种外型的物体的阻力系数。

D —风輪直徑。

d —水泵汽缸及圓軸截面的直徑。

e —彈簧圈数間的餘隙;制动系数。

F —风輪旋轉面面积;物体的截面面积;物体的表面。

f —稳定器,尾舵及輪叶的面积。

g —重力加速度。

G —风力设备的年消耗費用。

H —揚程,高度。

h —活塞行程。

i —輪叶数目;傳动速比。

J —慣性力矩。

K —桨翼的气动力性能;設備功率的利用系数。

L —輪叶,尾舵及其他等的长度。

l —零件的长度。

M —风輪产生的力矩。

$$\bar{M} = \frac{2M}{\pi R^3 \rho V^2} \text{--- 相对力矩。}$$

M_{asp} —气动力力矩。

M_z —旋轉力矩。

M_{peak} —反作用力矩。

M_{mp} —摩擦力矩。

M_0 —风輪的起动力矩。

m —質量, 从輪叶的前緣至大樑中心的距离。

N —功率。

n —每分鐘轉数; 接触次数; 彈簧圈数。

P —力。

p —单位压力。

Q —重量; 生产率。

R —风輪外緣半徑; 合力。

R_0 —雷諾数。

R_i —慣性半徑。

r —半徑。

$\bar{r}$ —风輪的半徑比 ($\bar{r} = \frac{r}{R}$)。

r_x —調节器的旋臂。

r_0 —风輪內緣半徑。

S —輪叶的表面面积; 行程。

t —時間。

T —功; 絕對溫度; 风能。

U —圓周速度; 綫速。

V —风速; 体积。

v' 及 v'' —在风輪平面上及在风輪后面的风速。

v_1 及 v_2 —在风輪平面上及在风輪后面的风速損失。

V_0 —平均风速。

W —气流的相对速度。

X —阻力。

Y —升力。

$Z = \frac{\omega R}{V}$ —輪叶尖端的模数或風輪的速度比。

Z_0 —同步速度比。

α —攻角。

β —風輪旋轉面與氣流的相對速度間所夾的角；穩定器安裝角。

γ —風輪軸與風向間的夾角；比重。

δ —輪叶翼型的厚度；轉數不均衡程度。

η —效率。

η_2 —發電機的效率。

η_M —機械的效率。

η_H —水泵的效率。

η_0 —容積的效率。

λ —表面寬度與其長度之比。

μ —摩擦係數；黏滯係數。

ν —動黏滯係數。

ξ —風能利用係數。

ξ_i —理想風輪的風能利用係數。

π —圓周率。

ρ —空氣的密度。

Σ —總和的符號。

φ —輪叶的安裝角。

ω —角速度。

前 言

农业、工业与运输业利用着三种主要的能源——各种燃料、水及风。近年来首先是在苏联开始了利用原子能。水能和原子能主要都是变为电能，而在国民经济中被利用。

在这些能源中，以风的利用最为简单。煤、石油及泥炭等必须从地中开拓，然后运至需要之处并在复杂的热力机械中燃用。河流水能的利用则必须在河上建筑高价的水工建筑物。除此之外，河流彼此相隔很远，且在某些地区完全没有河流。原子能装置目前是贵重的，还未能大量采用。风则到处皆有，而且自动流至风力发动机将其转变为机械能或电能。

以现代的技术手段所能利用的风能究竟有多大，可由下面的概算来说明。

根据本书作者的计算，在一平方公里的地面上所能装置的风力发动机的数目是：

$$n = \frac{5100}{D^2},$$

此处 D ——风轮直径，以米计。

例如，在一平方公里的地面上，能装置风轮直径为 18 米的风力发动机(Д-18)16 座。

在年平均风速为 5 米/秒的地区，装有 Д-18 型的风力发动机的风力发电站，在一年内能供给用户以 50,000 瓩小时的电量。因此，在每一平方公里的面积上，每年能得到 800,000 瓩小时的电量。

假若在 200 万平方公里面积上,仅約占苏联領土的十分之一,建立現代风力发动机的风力发电站,則在平均风速为 5 米/秒情况下,每年可获得 160×10^{10} 瓩小时的电量。以产生一瓩小时的电量約需 0.5 公斤燃料为标准計算,則获得这些电量可每年节约燃料約 8 亿吨。

风能可以源源不絕地产生,这是风的一个重要特性。风的这一特性是由于空气在阳光下受热不均匀而产生的。

关于风的威力的概念,我們可从观察自然界中的現象得到。例如,在 1703 年,经过英、法两国的颶风,曾吹翻与毀坏了 400 座风力磨坊、800 座房屋、100 座教堂及几座灯塔,約有 250,000 株大树連根拔起且被吹得很远,400 艘船舶被吹毀到岸上,数千人受伤害。即以上例中搬运 250,000 株树一事而論,风在数秒鐘內已发出了 1,000 万馬力以上的功率。

人类究竟在何时何地开始利用风能,已难查考,因为关于这一問題,沒有专门的历史記載。仅从古时記事中,我們知道风力磨坊在很久以前即已存在,推测約在 2,000 年前人类已能建造风力磨坊了。古代巴比倫人就会以风力磨坊作洼地排水之用。在埃及至今还能看到 2,000 年前所建造的古老风力磨坊的殘骸。

在西欧,直至十字軍远征时代才知道风力磨坊。在俄国,风力磨坊出現得早得多,在俄国东南部,早在公元三、四世紀时即已建造风力磨坊。

在人类还不会利用自然界的力量的时候,简单的机器是用人力或畜力来带动的(图 1)。

随着社会的发展,人的体力已不能滿足作为驱动工作机械之用。人們轉向从自然界中寻求更强有力的动力源泉——水和风。

古时代的风力发动机异常简单(图 2),它的輪叶与主軸是平行裝置的,运轉方向与风向相同。

后来,人們学会了建造木質翼型輪叶的风力磨坊,翼型輪叶的

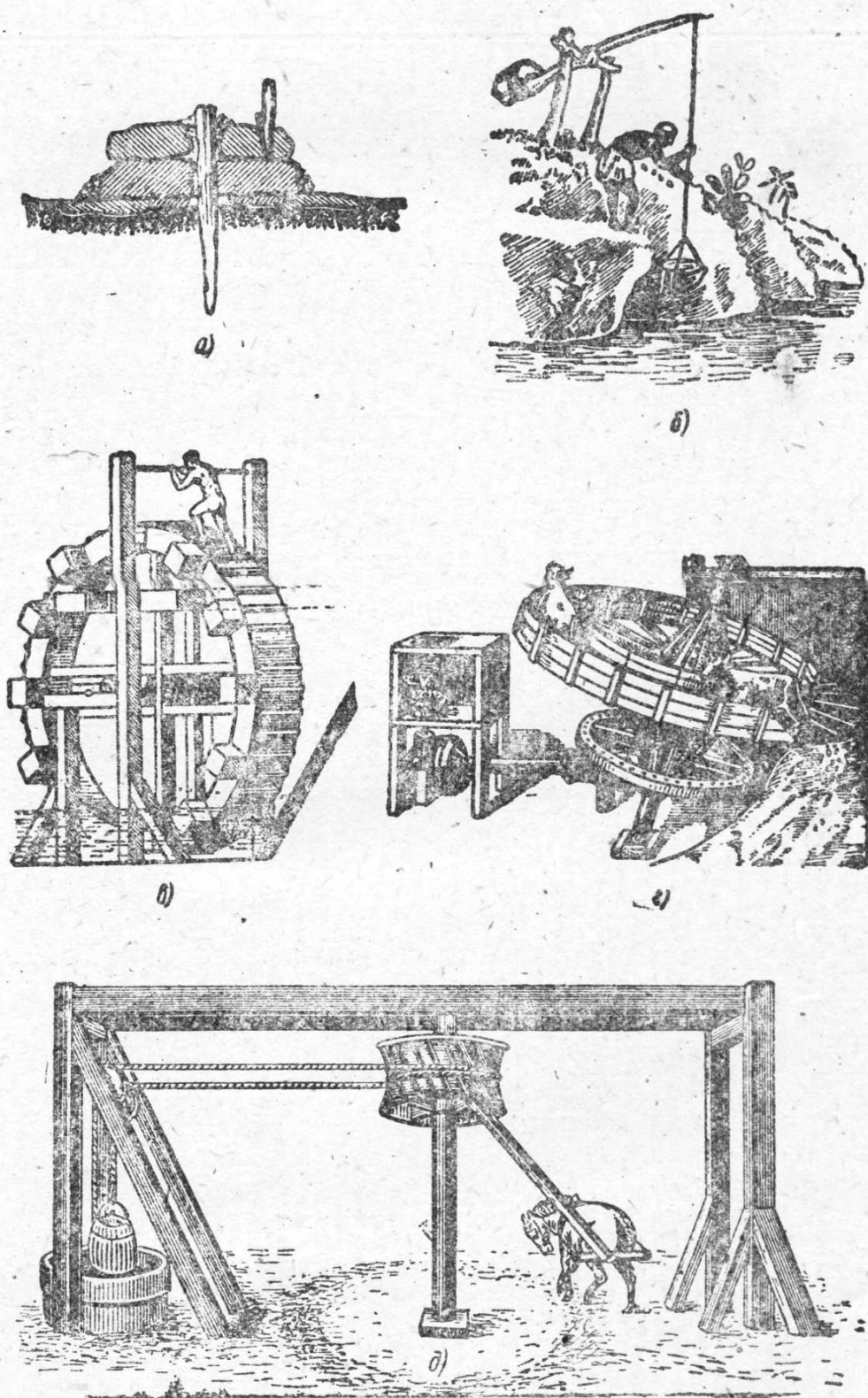


图1 体力带动运转的最简单机器

a—手推磨； b—取水吊杆； c—水车； d—踏车； e—马拉汲水机。