



新农村新能源丛书

农村

风能开发与利用

NONGCUN FENGNE NG KAIFA YU LIYONG

XINNONGCUN XINNENGYUAN CONGSHU

主编 张曰林



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn



农村

风能开发与利用

NONGCUN FENGNENG KAIFA YU LIYONG

主编 张曰林



图书在版编目(CIP)数据

农村风能开发与利用/张曰林主编. — 济南:山东科学技术出版社,2009
(新农村新能源丛书)
ISBN 978-7-5331-4477-7

I. 农… II. 张… III. ①农村—风力能源—能源开发
②农村—风力能源—资源利用 IV. TK8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 178721 号

新农村新能源丛书
农村风能开发与利用
主编 张曰林

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号
邮编:250002 电话:(0531)82098088
网址:www.lkj.com.cn
电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号
邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:临沭县书刊印刷厂

地址:临沭县城南工业区
邮编:276700 电话:(0539)6280890

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:3

版次:2009 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-4477-7

定价:7.00 元

丛书编委会

主 任	张 霞				
委 员	张曰林	刘培军	王泽洋	成 冰	
	王媛媛	刘兆勇	柳洪艇	王 强	
	马根众	侯方安	强 莉	徐建堂	
	牛贞福	王淑芬	张希民	张 奎	
	张 杰	陈 宁	秦 波		

主 编	张曰林	王媛媛		
副主编	陈 宁	秦 波	王泽洋	
参 编	赵 冰	张 杰	李宗清	

序言 PREFACE

能源是经济和社会发展的基础,也是发展现代农业、建设社会主义新农村的重要物质保障。当前,随着全球性能源短缺问题的日益突出,新能源、可再生能源的开发和利用正被越来越多的国家所关注。我国作为一个人口大国、农业大国,在能源方面面临巨大的缺口和压力,发展农村新能源和可再生能源,不仅是缓解目前能源短缺压力的有效方式,而且也是减少农业环境污染、改善农村环境的重要途径,更是建设社会主义新农村、实现农村社会和谐发展的必要举措。党的十七大明确要求,在2020年全面建成小康社会时,要基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式、消费模式,循环经济形成较大规模,可再生能源比重显著上升。这一目标的提出,将发展新能源和可再生能源提到了战略的高度,使之成为一项重要的历史使命。

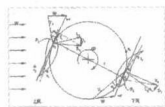
山东是一个农业大省,农业人口占70%,在发展农村新能源和可再生能源方面具有丰富的资源和广阔的前景。每年大约产生7 000万吨农作物秸秆、2.9亿吨人畜粪便,生物质能源总量折合标准煤达6 000万吨;可开发利用的风能储量为8 800万千瓦,居全国前三位,太阳

能更是丰富。近年来山东省委、省政府高度重视农村可再生能源工作,将其作为生态省建设和节能减排等全局性工作的重要内容,制定优惠政策,拿出专项资金,支持发展。到2007年底,全省农村户用沼气累计总量达到100万户,大中型沼气工程263处,全省年产沼气5亿立方米,节能折合标准煤37万吨,累计推广太阳能热水器670万平方米,取得了明显的生态、经济和社会效益。

应该看到,我们在农村可再生能源开发方面取得了一定的成绩,但是与其巨大的潜力和省委、省政府的要求相比还有相当的距离,也还有不少制约因素,其中技术力量不足就是“瓶颈”之一。该丛书包括农村沼气建设与利用、作物秸秆综合利用、农村太阳能开发与利用以及农村风能开发与利用等四个方面的内容,立足山东,面向全国,既符合山东实际,又对全国有很好的借鉴意义,是从解决农村粪堆、草堆和垃圾堆“三大堆”入手,本着实用、实效、实践的原则,针对农村可再生能源发展过程中存在的实际问题,组织基层技术人员和有关专家,在总结实际工作经验、适应农民实际需求的基础上编写完成的。这套新农村新能源丛书内容丰富全面、语言深入浅出、形式图文并茂、技术实用易学,必将为新能源开发、新农村建设知识的普及、打通技术“瓶颈”起到积极的促进作用。

山东省农业厅 李占祥

2008年11月



目 录 CONTENTS

第一章 风能基础知识/1

- 第一节 风及风能简介/1
- 第二节 风能分布/14
- 第三节 风能的利用形式/17

第二章 风力发电/21

- 第一节 小型风力发电机的组成/22
- 第二节 小型风力发电机安装场址的选择/24
- 第三节 小型风力发电机的选用/29
- 第四节 小型风力发电机的安装/34
- 第五节 小型风力发电机的使用与保养/43
- 第六节 小型水平轴风力发电机常见故障及维修/52
- 第七节 大型风力发电机/60
- 第八节 其他形式的风力发电机/62

第三章 风力提水/71

- 第一节 风力提水机的组成/72
- 第二节 风力提水工程的设计/74
- 第三节 风力提水机的选用/82
- 第四节 风力提水工程的施工/84
- 第五节 风力提水工程的维护与管理/86

第一章 风能基础知识

在全球能源短缺和生态环境恶化的今天,人们越来越清醒地认识到开发清洁可再生能源、保护大气环境的重要性,而风能作为一种比较有利用价值的可再生能源,它的地位和作用也逐渐突出起来。

第一节 风及风能简介

风是地球上的一种自然现象,太阳光照射到地球上,由于辐射能量不均、地球表面吸热能力不同,而引起各处气温差异,冷、热空气对流就形成了风。也就是说,风能最终还是来自太阳能。据估计到达地球的太阳能中虽然只有大约 2% 转化为风能,但其总量仍是十分可观的。地球上风能约为 2.7 万亿千瓦,可利用风能为 200 亿千瓦,是地球上水能的 10 倍。因此,可以说风能是一种取之不尽、用之不竭的可再生能源。

风的本质是空气相对于地表面的运动,通常指空气的水平运动,其性质包括方向和大小,即风向和风速。

风存在于世界的任何地方,可以说有空气的地方就有风。

一、风的形成原因

形成风的直接原因是地球表面气压分布的不均匀,而空气也像水一样会从压力高处往压力低处流,导致包围着地球的空气产生流动,空气的流动就形成了风。风的形成情况主要有以下几种。

一是太阳和地球的相对位置造成的。地球南北极接受太阳的能量少,所以温度低,气压高;而赤道接受热量多,温度高,气压低。另外地球又绕自转轴每 24 小时旋转一周,温度、气压昼夜变化。这样由于地球表面各处的温度、气压变化,气流就会从压力高处向压力低处运动,以便把热量从热带向两极输送,因此形成不同方向的风。图 1 表示了地球上风的运动方向。实际上,地面风不仅受这两个力的支配,而且在很大程度上受海洋、地形的影响,其中山隘和海峡能改变气流运动的方向,还能使风速增大;丘陵、山地却因摩擦大,可使风速降低;孤立山峰则因海拔高,可使风速增大。因此,风向和风速的时空分布较为复杂。

二是随着季节变化而形成的。在冬季,大陆比海洋冷,大陆气压比海洋高,风从大陆吹向海洋;夏季相反,大陆比海洋热,风从海洋吹向大陆。这种随季节转换的

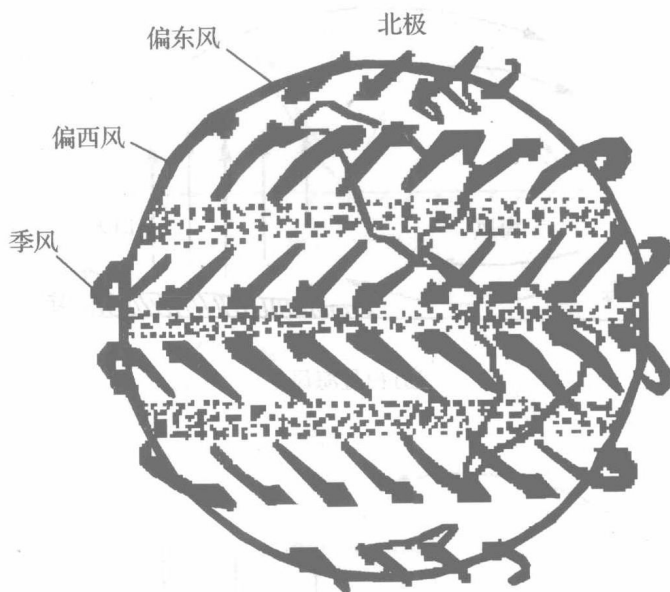


图 1 地球上风的运动方向

风,我们称为季风。山东省的风能状况主要就是受季风影响。

三是海陆差异对气流运动的影响。如沿海地区,由于海水热容量大,接受太阳辐射能后,表面升温慢;陆地热容量小,升温比较快。于是,在白天,由于陆地空气温度高,空气上升而形成海面吹向陆地的海风;反之在夜晚,海水降温慢,海面空气温度高,空气上升而形成由陆地吹向海面的陆风(图 2)。沿海地区风能多受此影响。

四是地球上各处的地形地貌的影响。如在山区,白天太阳使山上空气温度升高,随着热空气上升,山谷冷

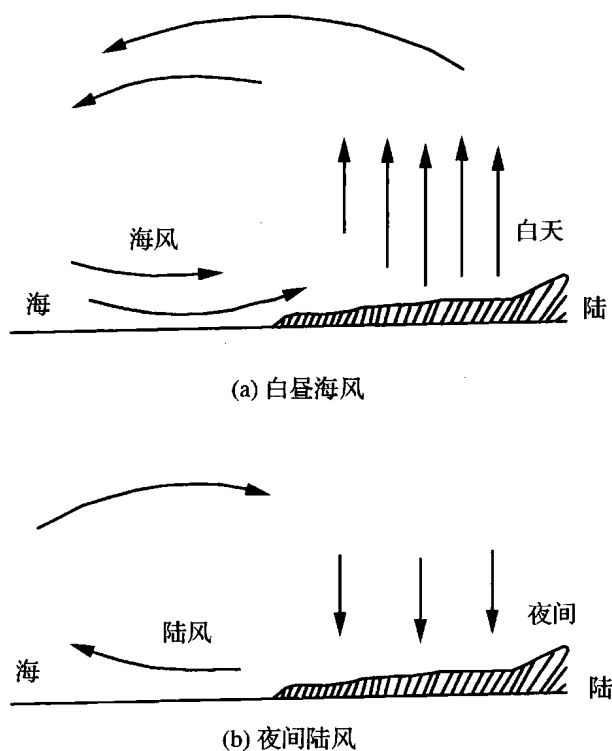
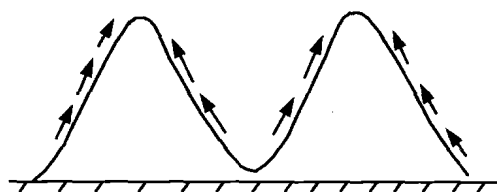


图2 海陆风的形成图

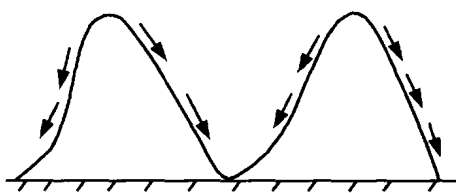
空气随之向上运动,形成“谷风”;相反到夜间,空气中的热量向高处散发,气体密度增加,空气沿山坡向下移动,又形成所谓“山风”(图3)。

另外,局部温度变化等因素也会使风能分布发生变化。

以上介绍的季风、海陆风和山谷风都比较稳定,有很强的规律性,常伴随规律的气象变化,能较好地利用。



(a) 白天“谷风”



(b) 夜间“山风”

图3 山谷风形成图

用。另外还有一些风,如暴风、飓风、龙卷风、沙尘暴、台风、热带风暴等产生原因比较复杂,能量很高,却不易被我们所利用,还时常对风能利用机械产生比较大的危害,我们在实际应用中应该加以防范。

二、风能的特点

风能与其他能源相比,既有其明显的优点,又有其突出的局限性。

1. 优点

(1)风能的储量大。据世界气象组织估计,地球上可利用的风能为 200 亿千瓦。全世界每年燃烧煤炭得到的能量,还不到风力在同一时间内所能提供的能量的 1%。

(2)分布广。风无处不在,只要有空气的地方就有风。

(3)可再生,无污染。风能主要来自太阳辐射,只要太阳在,就能随时产生。

(4)利用简单。风能利用机械简单,容易制作,尤其是风力发电比太阳能发电要便宜 1 倍以上。

2. 缺点

(1)不稳定。表现在以下 3 个方面:

①风随时间不断变化:风随时间的变化,包括每日的变化和季节的变化。通常一天之中风的强弱在某种程度上可以看作是周期性的。例如,地面上夜间风弱,白天风强;到 100~150 米高空中正相反,是夜里风强,白天风弱。太阳和地球的相对位置发生变化,使地球上存在季节性的温差,因此风向和风的强度也会发生季节性变化。我国大部分地区风的季节性变化情况是:春季最强,冬季次之,夏季最弱。所以,我们安装风力机时要考虑夏季电力是否够用。

②风随高度不断变化:地面上的空气流动受涡流、黏性和地面植物及建筑物等的影响,风向基本不变,但越往高处风速越大。各种不同地面情况,如城市、乡村

和海边平地,其粗糙度不同,风速随高度的变化也不同。对于接近地面的位置,风速随高度的变化主要取决于地面粗糙度。粗糙度越大的地面,风速度越慢,安装风力机械的塔架就应越高。不同地面情况的地面粗糙度见表 1。

表 1 不同地面情况的地面粗糙度 α

地 面 情 况	粗糙度 α
光滑地面,硬地面,海洋	0.10
草地	0.14
城市平地,草较高的草地,树木极少	0.16
有高的农作物、篱笆,树木少	0.20
树木多,建筑物极少	0.22~0.24
森林,村庄	0.28~0.30
有高层建筑的城市	0.40

③风的变化具有随机性:如果用自动记录仪来记录风速,就会发现风速是不断变化的,一般所说的风速是指平均风速。通常自然风是一种平稳气流与瞬间激烈变动的紊乱气流相重合的风。紊乱气流所产生的瞬时高峰风速也叫阵风风速。阵风多数对风力机无益,有时还会造成事故。

(2)密度低。这是风能的一个重要缺陷。由于风能

来源于空气的流动,而空气的密度是很小的,因此风力的能量密度也很小,只有水力的1/816。从表2可以看出,在各种能源中,风能的能流密度是最低的,这给其利用带来一定的困难。

表 2 各种能源的能流密度比较

能源类别	能流密度(千瓦/米 ²)
风能(3米/秒)	0.02
水能(流速3米/秒)	20
波浪能(波高2米)	30
潮汐能(潮差10米)	100
太阳能	晴天平均1.0,昼夜平均0.16

(3)地区差异大。由于地形的影响,风力的地区差异非常明显。两个邻近的区域,有利地形下的风力,往往是不利地形下的几倍甚至几十倍。

三、风的性质

1. 风向

气象上把风吹来的方向定义为风的方向。因此,风来自北方就叫做北风,风来自南方就叫做南风。气象台预报风时,当风向在某个方位左右摆动不能肯定时,

则加以“偏”字,如偏北风;当风力很小时,则采用“风向不定”来说明。风向的测量单位,我们用方位来表示。如陆地上,一般用 16 个方位表示,海上多用 36 个方位表示;在高空则用角度表示。

2. 风向频率

表示某个方向的风出现的频率,通常用风向频率这个量,它是指一年(月)内某方向风出现的次数和各方向风出现的总次数的百分比,即

风向频率 = 某风向出现次数 / 风向的总观测次数 $\times 100\%$

由计算出来的风向频率,可以知道某一地区哪种风向比较多,哪种风向最少。根据观测发现,我国华北、长江流域、华南及沿海地区的冬季多刮偏北风(北风、东北风、西北风),夏季多刮偏南风(南风、东南风、西南风)。

3. 风玫瑰图

风玫瑰图是一个给定地点一段时间内的风向分布图。通过它可以得知当地的主导风向。最常见的风玫瑰图是一个圆,圆上引出 16 条放射线,它们代表 16 个不同的方向,每条直线的长度与这个方向的风的频度成正比。静风的频度放在中间。有些风玫瑰图上还指示出了各风向的风速范围。季风的风玫瑰图如图 4 所示。风向频率和风玫瑰图是我们选择安装地点的重要依据。