

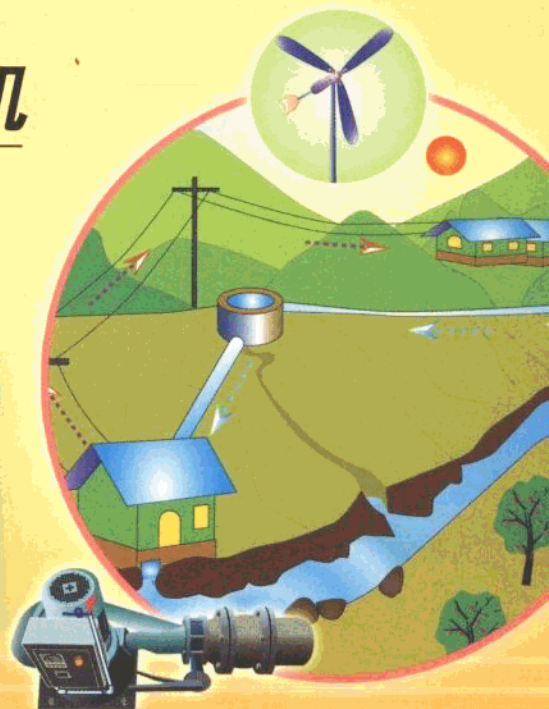
建设社会主义新农村书系

# 户用小型风力发电机 使用与维护

小康家园建设篇

邓可蕴 主编  
沈德昌 编著

M315  
714



中国农业出版社  
农村读物出版社



建设社会主义新农村书系  
小康家园建设篇

# 户用小型风力发电机 使用与维护

邓可蕴 主编

沈德昌 编著

中国农业出版社  
农村读物出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

户用小型风力发电机使用与维护 / 邓可蕴主编; 沈德昌编著. —北京: 中国农业出版社, 2006.6

(建设社会主义新农村书系)

ISBN 7-109-11002-8

I. 户... II. ①邓... ②沈... III. ①风力发电机, 小型—使用 ②风力发电机, 小型—维护 IV. TM315

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 060262 号

中国农业出版社 出版  
农村读物出版社

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 刘爱芳 宋会兵

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/24 印张: 1.5

字数: 30 千字

定价: 5.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 出版说明

党的十六届五中全会明确提出了建设社会主义新农村的重大历史任务,2006年中央1号文件又把推进社会主义新农村建设作为当前和今后一个时期党和政府的中心工作。按照生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主的要求,中国农业出版社本着为“三农”服务的办社宗旨,及时策划推出了《建设社会主义新农村书系》。

中宣部、新闻出版总署、农业部和中国版协十分重视本套书系的出版工作,给予了大力支持和精心指导。本书系旨在服务“三农”上有所创新,以促进农民增收为出发点,以促进农村和谐社会建设为落脚点,真正做到贴近农业生产实际、贴近农村工作实际、贴近农民需求实际,让广大农民、农技人员和乡村干部看得懂、学得会、买得起、用得上。

本套书系紧紧围绕建设社会主义新农村的内涵,在内容上,分农业生产新技术、新型农民培训、乡村民主管理、农村政策法律、农村能源环境、农业基础建设、小康家园建设、乡村文化生活、农村卫生保健、乡村幼儿教育等板块;在出版形式上,将手册式、问答式、图说式与挂图、光盘相结合;在运作方式上,按社会主义新农村发展的阶段性,分期分批实施;在读者对象上,依据广大农村读者的文化水平和阅读习惯,分别推出适合广大农民、农技人员和乡村干部三个层次的读本。整套书系内容通俗易懂,图文并茂,突出科学性、针对性、实用性和趣味性,力求用新技术、新内容、新形式,开拓服务的新境界。

我们希望该套书系的出版,能够提高广大农民的科技素质,加快农业科技的推广普及,提高农业科技的到位率和入户率,为农业发展、农民增收、农村社会进步提供有力的智力支持和精神动力,为社会主义新农村建设注入新的生机与活力。

中国农业出版社

2006.5

# 目录

## CONTENTS

### 出版说明

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 1. 风力资源的基本知识 .....      | 1  |
| 2. 小型风力发电机的结构 .....     | 6  |
| 3. 小型风力发电机是如何工作的 .....  | 10 |
| 4. 小型风力发电机在陆地上的安装 ..... | 16 |
| 5. 湖区小型风力发电机的安装 .....   | 22 |
| 6. 小型风力发电机电器系统的接线 ..... | 26 |
| 7. 小型风力发电机的使用 .....     | 27 |
| 8. 维护和保养 .....          | 30 |
| 9. 小型风光互补系统简介 .....     | 31 |

# 1 风力资源的基本知识

## 1.1 风是怎样产生的

风是由于地球自转和太阳使大气受热不均而引起的空气运动。空气受热时会膨胀

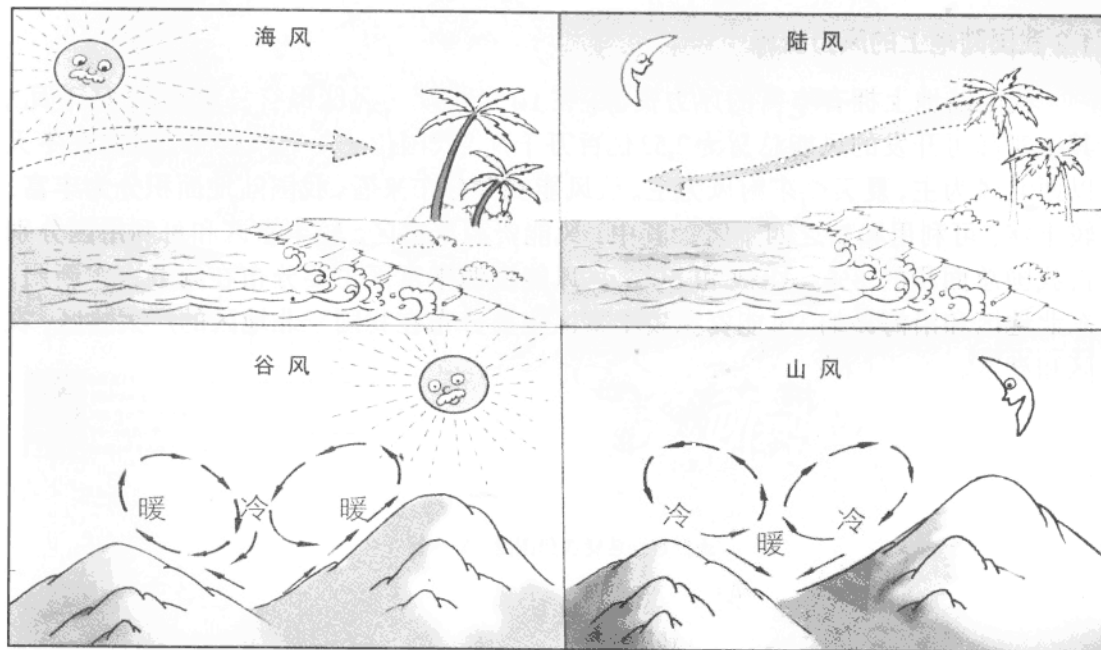


图 1-1 风的模式

上升,没受热或冷的空气就下降跑去填充受热空气上升后留下的位置。这个过程叫做空气的对流(图1-1)。

风的模式根据季节、昼夜和地形的不同而变化。如季风、海陆风、山地风等。风能是清洁的、可再生的能源。它没有污染,也不产生二氧化碳。但风的流动速度是不稳定的,风的流动方向也是不断变化的。因此,在我们的日常生活中,应当尽量避免风暴或台风带来的损失。

## 1.2 我国陆地上的风力资源

我国陆地上拥有丰富的风力资源,在10米高度的风能保有总量是32亿千瓦,其中实际可开发的风能总量为2.53亿百万千瓦。我国位于季风气候带,风向在冬天以西北风为主,夏天以东南风为主。从风能资源分布来看,我国陆地面积分为丰富、较丰富、可利用和贫乏四个区。其中,风能资源丰富区、较丰富区和可利用区分别占我国总面积的8%、18%和50%。风能资源丰富区主要分布在内蒙古、新疆、东北地区和沿海岛屿;风能资源较丰富区主要分布在我国三北地区的广大牧区、农区和湖区。

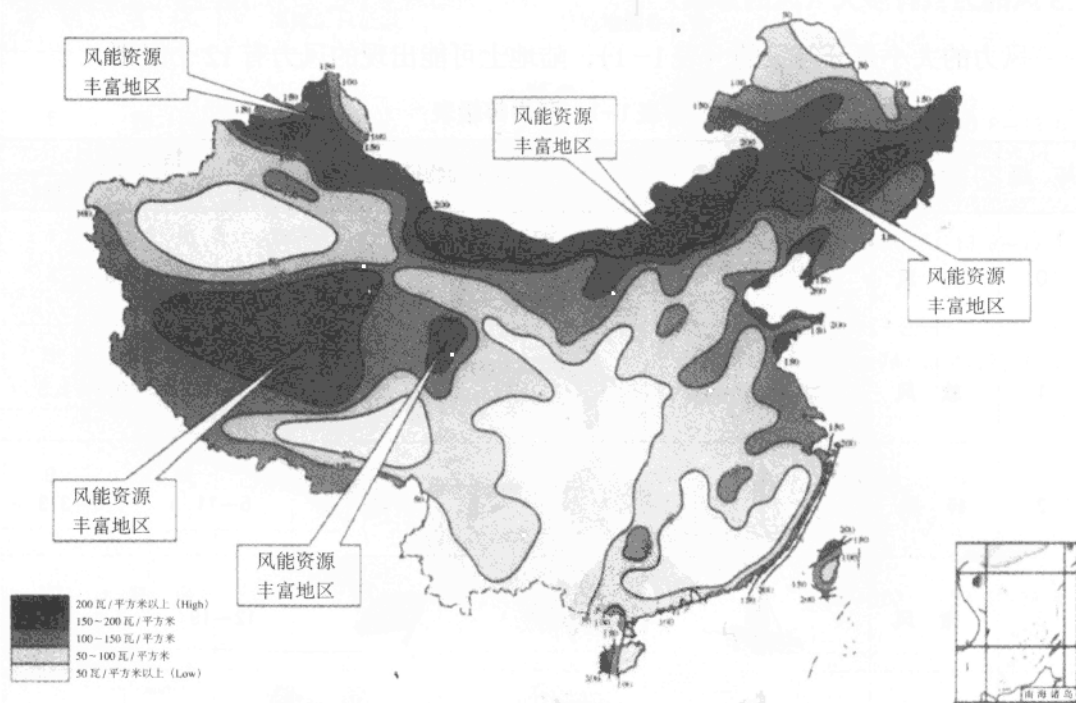


图 1-2 我国风力资源分布简图

### 1.3 风的力气有多大（风的分级）

风力的大小是分等级的（表1-1），陆地上可能出现的风力有12个级别。

表1-1 风力等级表

| 等 级 | 名 称 | 海岸船只征象                                                                             | 陆地地面物征象                                                                            | 相当风速  |          |
|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|
|     |     |                                                                                    |                                                                                    | 公里/小时 | 米/秒      |
| 0   | 无 风 |                                                                                    |   | 小于1   | 0~0.2    |
| 1   | 软 风 |   |   | 1~5   | 0.3~1.5  |
| 2   | 轻 风 |   |   | 6~11  | 1.6~3.3  |
| 3   | 微 风 |   |   | 12~19 | 3.4~5.4  |
| 4   | 和 风 |   |   | 20~28 | 5.5~7.9  |
| 5   | 清 风 |  |  | 29~38 | 8.0~10.7 |

(续)

| 等 级 | 名 称 | 海岸船只征象                                                                             | 陆地地面物征象                                                                                                                                                             | 相当风速    |           |
|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|
|     |     |                                                                                    |                                                                                                                                                                     | 公里 / 小时 | 米 / 秒     |
| 6   | 强 风 |   |   | 39~49   | 10.8~13.8 |
| 7   | 疾 风 |   |   | 50~61   | 13.9~17.1 |
| 8   | 大 风 |   |   | 62~74   | 17.2~20.7 |
| 9   | 烈 风 |   |                                                                                    | 75~88   | 20.8~24.4 |
| 10  | 狂 风 |   |                                                                                    | 89~102  | 24.5~28.4 |
| 11  | 暴 风 |   |                                                                                    | 103~117 | 28.5~32.6 |
| 12  | 飓 风 |  |                                                                                   | 118~138 | 32.7~36.9 |

## 2 小型风力发电机的结构

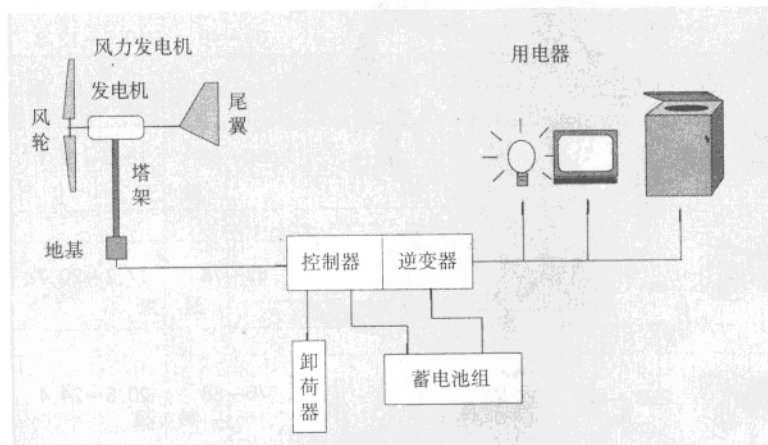


图 2-1 小型风力发电机组简图

小型风力发电机一般由风轮、发电机、塔架、尾翼、控制器、逆变器、蓄电池组、电缆、调速系统和混凝土地基组成（图 2-1）。

### 2.1 风轮

风轮一般由叶片、轮毂、盖板、连接螺栓组件和导流罩组成。风轮是风力机最关键的部件，是它把空气动力能转变成机械能。大多数小型风力机的风轮由 3 个叶片组成。叶片材料有木质、铝合金、玻璃钢等。

风轮在出厂前经过试装和静平衡试验，风轮的叶片不能互换，有的厂家叶片与轮毂之间有安装标记，组装时按标记固定叶片。组装风轮时要注意叶片的旋转方向，一般都是顺时针。固定扭矩要符合说明书的要求。

## 2.2 发电机

发电机由机壳、定子绕组、转子磁钢、发电机轴和前后端盖组成。

风力机驱动的发电机一般都是低速发电机，在转速几百转/分时就可以发电。发电机是永磁、三相的交流发电机。为防止绕线，采用了滑环和碳刷结构。

## 2.3 回转体

回转体是风力机关键部件风轮、发电机和尾翼的载体，是一个安装在塔架顶部的轴承结构。一些风力机的回转体和发电机是作成一体的。

回转体是使风力机的主体可以绕塔架垂直轴在 360 度水平方向自由转动的机构。回转体和尾翼是实现风轮调向、对风的必要部件。

## 2.4 尾翼

尾翼由销轴、尾翼杆和尾翼板组成。尾翼对风轮起到调向和调速的作用（图 2-2）。

## 2.5 塔架（塔管、底板、拉线）

见图 2-3、图 2-4。

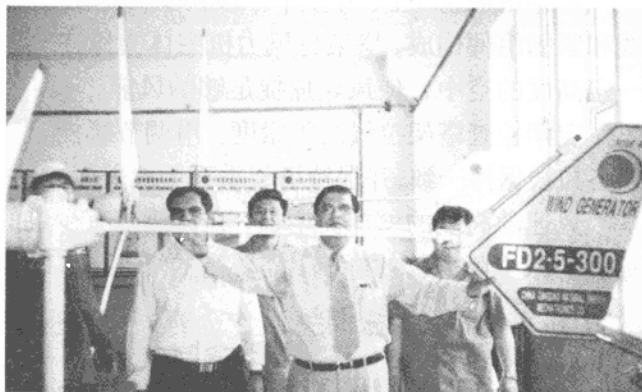


图 2-2 发电机尾翼

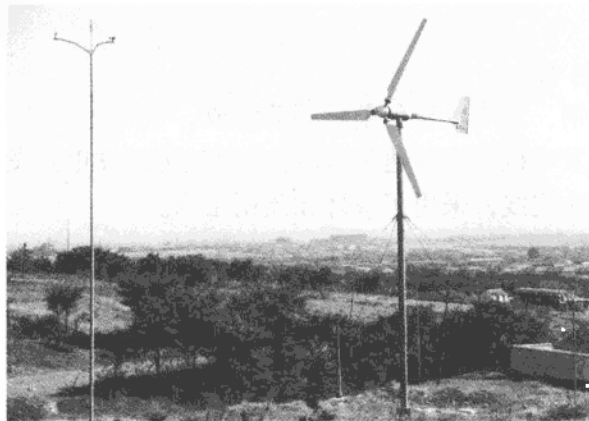


图 2-3 发电机塔架

塔架由塔管（上、中、下三段）、底板、拉线和紧固组件构成。塔架将风力机主体支撑在一定高度的空中，使风轮捕捉足够的风能。

定期检查塔架拉线的张紧度，用调节螺栓使各拉线保持一致，并保持塔架垂直于地平面。

风速随高度的增加而增加，在风速上有少量的增加，会导致在功率上有大量的增加。为减少障碍物的影响，需要高的塔架。可以要求塔架根据实际情况变动其高度。

## 2.6 地基

地基包括混凝土基础、地锚、拉线环、底板螺栓等。



图 2-4 500 瓦风力发电机的塔架

## 2.7 控制器 + 逆变器、卸荷器

控制器将发电机发出的交流电整流后，充入蓄电池组。逆变器将蓄电池组输出的直流电转换成 220 伏交流电，并提供给用电器。现在多数厂家都采用控制器和逆变器一体化的方案，简称控制逆变器。

控制逆变器的保护功能：

### (1) 过充保护

当风速持续较高，蓄电池充电很足，蓄电池组电压超过额定电压 1.25 倍时，控制器停止向蓄电池充电，多余的电流向卸荷器。

### (2) 过放保护

当风速长期较低，蓄电池充电不足，蓄电池组电压低于额定电压 0.85 倍时，逆变器停止工作，不再向外供电。当风速再增高，蓄电池组电压恢复到额定电压的 1.1 倍时，逆变器自动恢复工作、向外供电。

## 2.8 蓄电池

蓄电池的功能是把风力机输入的电能转变成化学能储存在蓄电池内。把蓄电池内的化学能转变成电能输出给逆变器或直流用电器。使用中，要防止蓄电池过充或过放。现用的蓄电池有普通汽车用铅酸蓄电池(寿命 3 年)、干荷式铅酸蓄电池(寿命 3~5 年)、阀控式全封闭铅酸蓄电池(寿命 5~8 年)、免维护固定式铅酸蓄电池(寿命 10 年)。

### 3 小型风力发电机是如何工作的

#### 3.1 风力机发电 (图 3-1)



图 3-1 小型风力发电机工作图

## 3.2 风轮

风轮产生的功率与空气的密度成正比,风轮产生的功率与风轮直径的平方成正比,风轮产生的功率与风速的立方成正比,风轮产生的功率与风轮的效率成正比。风力发电机风轮的效率一般在 0.35~0.45 之间(理论上最大值为 0.593)。

## 3.3 调向、调速

调向原理:

在额定风速以内,尾翼板与风轮旋转面保持垂直,风向变化时,尾翼板与风向保持平行,因而保证了风轮的正向迎风。

调速原理:

当风速大于额定风速时,以某种机构(如:倾斜轴+尾翼调速系统)使风轮偏离风向某一角度,减少风轮迎风面积,从而减少对风能的吸收。使风轮在额定转速下工作。当风速很大的时候,风轮旋转面与风向平行,风轮停止转动,风力机停止发电。

## 3.4 小型风力发电机可在多大的风速下安全工作

小型风力发电机的起动风速一般在 3~4 米/秒之间,国产小型风力发电机的额定风速一般在 8~10 米/秒之间;欧洲小型风力发电机的额定风速一般在 12~15 米/秒之间。小型风力发电机的最大工作风速一般在 25 米/秒左右。

小型风力发电机在 3~9 级风的范围内可以安全工作,即从风速 3 米/秒到 24 米/秒之间都可以安全工作。

### 3.5 小型风力发电机的用途和性能参数

例如：FD2.2-300 瓦风力发电机的技术参数

|                |               |
|----------------|---------------|
| 风轮直径(米)        | 2.2           |
| 叶片材料           | 玻璃钢           |
| 叶片数            | 3             |
| 调速系统           | 尾翼翻转式(风轮侧偏)   |
| 工作风速(米/秒)      | 3 ~ 20        |
| 切入风速(米/秒)      | 3             |
| 额定风速(米/秒)      | 8             |
| 额定功率(瓦)        | 300           |
| 输出电压(伏)        | 交流 220(直流 24) |
| 发电机            | 3 相, 交流, 永磁   |
| 塔高(米)          | 5.2           |
| 重量(千克)         | 110(不包括蓄电池)   |
| 蓄电池组(伏) / (安时) | DC24/150      |