

风能利用

[英]D. 毫厄尔

[摘要] 本文介绍了风能利用的几个主要问题：风车地点选择、各地可风能可利用量、风车类型及风能的储存方法等。这些对风能的开发利用会有一些的参考作用。

主题词 风力发电机

据统计资料表明，若每座电塔的顶端都安上风车，产生的能量是供这些电塔所需能量的两倍。虽然这一方案从未被履行，但它确实表明风能是很可观的。

一、风车地点选择

众所周知，风的形成是由于太阳的热量引起空气流动。离地面越高，其风速越快。接近地面，由于与地面摩擦，风速减慢。可见充分利用风能只得远离地面，选择风车的位置时一般要考虑到以下几个问题：

1. 安装在外部建筑物或塔架上。（最好不要安装在住屋的房顶上，因为风车经常发出令人讨厌的嗡嗡声。如果能在夜间将风车停止运转，安装在房顶上也是可以的。）离地面五十米处风速最大，降低高度时，若风速降低50%（2：1），功率损失就是8：1。

2. 安装在小山顶上，离地面5米（16英尺）处，但要注意把得到的风能输送到你利用的地方，要使损失保持最低。

3. 避开地面障碍，象建筑物或成片树林（零星树木和小建筑物无影响）。

4. 安装在塔架或塔座上，最好15米或更高。

二、风能可利用量

图1为美国某地区风能曲线图。图内曲

线表示一年中每个月不同风速的能量数量。图中最低部的能量曲线没有什么价值，因为风车很少在这些低风速下启动。顶线也没有什么价值，因为在这些风速下许多风车停止运行，以防损坏风车。从图中可以看出，在9月份，由6至11公里/小时（4至7英里/小时）风速的风所产生的功率较小，但13至19公里/小时（8至12英里/小时）的风力却是以在这个月从一米掠过区产生共15千瓦/小时的功率，每天约0.5千瓦/小时。图中还示出20至29公里/小时（13至18英里/小时）的风力也足以在这个月再产生30千瓦/小时。以此类推，直至示出各月不同风速所产生功率的总和。确切数值为67千瓦/小时减去4千瓦/小时（这4千瓦/小时是最低风速产生的功率，是无用的）。风速从未超过51公里/小时，超过这一速度就得关闭风车。注意，

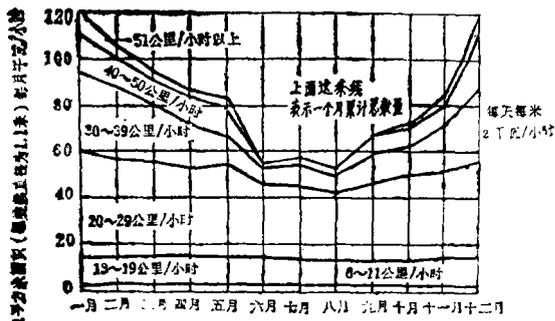


图1 一年每月不同风速的能量数量。每月的能量总量很重要，由上线表示。

63公里/小时（每天约2千瓦/小时）是风的功率，也是由一平方米掠过区获取的数量。

将1月份107千瓦/小时，2月份97千瓦/小时等……相加看出一年的总和可高达900千瓦/小时。但是象太阳辐射那样，在试图收集能源时，应考虑到损失。任何风能装置即使与高速螺旋桨一样，也只能取得效率的70%。所以，900千瓦/小时的风能降到540千瓦/小时（取效率为60%），最后真正得到的旋转能只有380千瓦/小时。由于逐月风能数据资料可从气象站、电视台或当地机场获得，实际上掌握以上数据资料不如掌握太阳辐射的数据资料重要。一年中各月所提供的风能均可满足需要（冬季的风力大），因此不需十分仔细地考虑供与求的匹配。一年中大量风能仅集中在2至3个月之内，因而部分风力不得不浪费掉。否则，就得有效地长期储存。

在估价本地区是否有足够的风能资源时，首先确定一周至少有2至3天的风力超过16公里/小时（10英里/小时）。10公里/小时的风是收集风能的起点，常被称为“启动速度”。10至20公里/小时（至12英里/小时）的盛行风有一些能源可供收集，但主要收集的风速是20至40公里/小时的“劲风”。这两组被称为“额定速度”。风力超过约50公里/小时（30英里/小时）时，大部分装置达到“收拢速度”，也就是说在这样的风速下要使这些装置停止运行，直至风势减弱。好的装置能在疾风中保持恒定转速，能继续产生高功率。

如果能获得本地区不同风速的详细的资料，就可以把各种风速转换成某一特定尺寸的螺旋桨所收集的千瓦数。然后，如图1所示，将各值相加得出月总额。如果仅有本地区各月的平均风力资料，表2示出怎样把这一数据资料变成每月可望得到的能量额。所确定出的千瓦/小时数是把发电机正常效率的75%包括在内就是所得到的实际数值。在

我们的前面例子中，将一年一平方米所收集的风力发电量由380千瓦/小时降到285千瓦/小时。

表1 不同风速各种螺旋桨所产生的能量

螺旋桨半径 (呎)	风速(哩/小时)					
	5	10	15	20	25	30
4	2	19	64	150	300	520
6	5	42	140	340	660	1150
8	10	75	260	610	1180	2020
10	15	120	400	950	1840	3180
12	21	170	540	1360	2660	4600
16	40	300	1040	2440	4740	8150

注：旋转的能量若驱动发电机只有75%左右转换成电能。风速大一倍所获得能量扩大8倍；螺旋桨直径放大一倍获得能量扩大4倍。

表2 每月不同平均风速各功率发电机所产生的能量千瓦/小时。

发电机输出功率瓦	风速的月平均值(哩/时)					
	6	8	10	12	14	16
250	6	12	18	24	29	32
500	12	24	35	46	55	62
1,000	22	45	65	86	104	120
2,000	40	80	120	160	200	235
4,000	75	150	230	310	390	460

结合上二表，表1示出直径6英尺的螺旋桨在10哩/小时的稳定风力下，一个月可产生相当于42千瓦/小时的机械能量。若把这些能量用于驱动发电机，将转换成32千瓦/小时的电能（效率取75%）。表2示出一个500瓦的发电机在10哩/小时的风力下，月发电量为35千瓦/小时（近32千瓦/小时）。

可见，需用一个直径6英尺的螺旋桨来驱动此发电机。一地区的平均风速越高，同样功率的发电机需要的螺旋桨越小；

美国许多地区的年平均风速为16公里/小时（10英里/小时），越靠近沿海风速越高。象英国这样的一些国家几乎全是海岸，他们年平均风速近20公里/小时（12英里/小时）。

三、风车类型

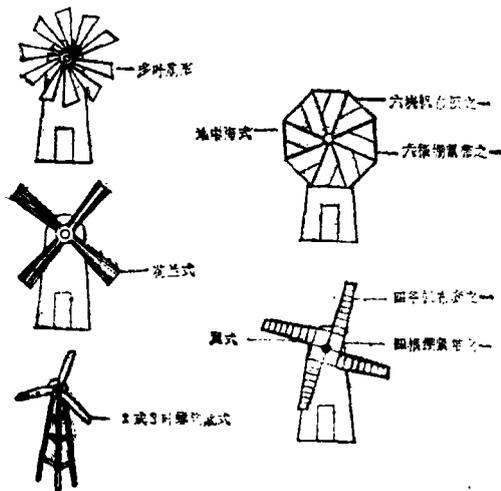


图2 图中5种均为横轴式风车，都正对着风收集风能。

风车主要分两大类：著名的荷兰式横轴旋转风车和一批新发现的竖轴式风车。图2示出横轴式风车的主要类型。在图2上部我们看到英国多叶式风车。这种风车在弱风下就能很容易地启动，转速较慢（100—200转/分钟），效率常低于50%。其次是地中海式，该风车有4—6只帆布三角形桨叶。三角形帆布叶片由拉在下一翼板上的绳子绷紧。还有荷兰式风车，因在荷兰低地抽水而闻名于世。再就是翼式风车，它是前两种的混合体。其结构是将一种袋状帆布套在主翼梁上，帆布袋被几乎和主翼梁平行的带子绷紧。最后为螺旋桨式，它一般有二个叶片，有时外加一片以助启动。

五种基本型风车从最多的全圆周内满叶

片逐渐到最少两个叶片。多叶片风车易于在弱风下启动，但转速慢，效率也低，约50%。而双叶片风车难启动，但转速快（500转/分钟），效率也高，约70%。

图3的竖轴式风车，在转动时仅一半向着风转动。这表明风车的这一半并未起到收集风能的作用，因此整个装置的效率低，最多只有50%。不过竖式风车也有它的优点和用途。

图3上部为通用Savoinous转子，这一装置的制作很简单。图3下部为Darrieus环，也是一种简单的装置，但形成Darrieus环的钢条是翼形剖面。Darrieus在微风中也能启动，虽然对在风力为15英里/小时可发电1千瓦（适合家庭使用）的装置来讲，5米（16英尺）直径看来有些大，但其外形优雅，引人注目。

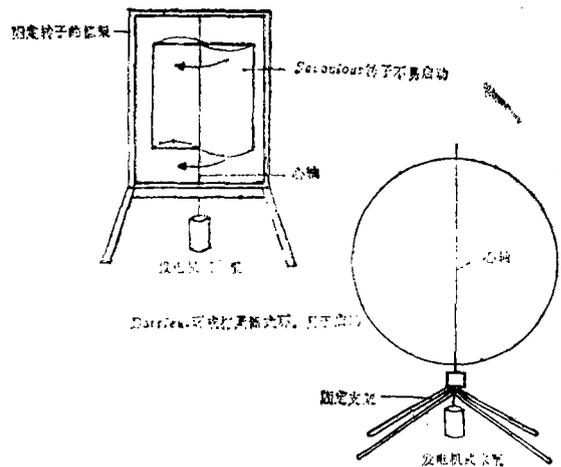


图3 竖轴式风车不论风向如何，均可运转，并可把转动轴延至地面，但效率不高。有一种风车把转子装在环内。

最后这种设计在我们讨论的这七种中效率最低。

竖式风车与一般风车不同的是，不论风从什么方向吹来都可以运转，不必根据风向调整风车的方向。另外，转动功率

输出非常易于引到地面，只需延长转动轴即可。这说明泵或发电机可装在风车塔架底部，这样可以减少顶部重量，并且使发电机免受气候的影响。由于把电线直接引到地面，又避免了一般风车存在的难解决的问题。

所有风车转速均达不到正常发电机的转速。多叶扇型风车（即竖式风车）的转速为100—200转/分钟，转速最快的双叶风车为500转/分钟。大多数直、交流发电机要很高的速度才能启动发电。风车转动轴和发电机之间的转速差主要用齿轮调节。螺旋桨型风车与发电机的比为3:1—10:1，而扇型的比为8:1—30:1。但这种齿轮阻碍一些较快速转动装置的启动，所以，在开始转动前不带电负荷或机械负荷，或二者同时取消。

四、风能的储存

获得的风能在还未充分利用之前，必须考虑能量储存的方法。其方法有以下四种：

1. 带动水泵提高水的位置，以便以后使用。
2. 压缩空气，以便以后放用。
3. 将电能储入蓄电池。
4. 发电并加热水。

可见前两条是不适用的，第三条采用的最多，常用在电网达不到的边远农场和家宅照明。对有电网供电，用风力发电照明就不经济。理由很简单，仅蓄电池（其寿命有限）的费用就与使用蓄电池省下来的电价格相同或还要高。在这种情况下，能使风车发的电更有效利用的唯一设备是在家用热水箱上加一个浸入式热水器。加热器需具有专用低压，以适合于发电机或交流发电机，可低到12伏。发电机或交流发电机直接和加热器相连，100%的电能都转换成水中的热能。

上述四种储能办法，设计者可考虑联合

形式。风能发电装置需要安装在某种形式的塔架上，可以是矮塔座，也可以是全尺寸塔架。不论哪种形式，总要注意强度。一个塔所经历的风速常常是平均运行速度的5倍，这使所受应力比正常时大25倍。设计多孔式塔身以降低风对塔身的压力，并充分利用牵索。全尺寸塔架在整个装置费用中占相当一部分。一改革者把塔底座改为混凝土环形结构，并兼作太阳能接收器的储水装置，从而降低了造价。这种布置使其塔座质量高、塔身强度好，稳定性强。总之，这是一个一次投资两种用途的极好例子。

图4示出一例典型家庭自制螺旋桨驱动风能发电机。绝大部分部件均示于图中，但图中的发电机是由螺旋桨直接驱动的。而只有用12极型的低速卡车发电机，才可能实现，否则，需加一个通用齿轮。使用齿轮的好处为螺旋桨的应力不再直接施加于发电机的轴承，这些轴承不是专为承受这种负荷设计的。建造这样的小型风车时，自行车零件是很有用的。而在建造大型风车时，汽车的传动部件则可以选用。

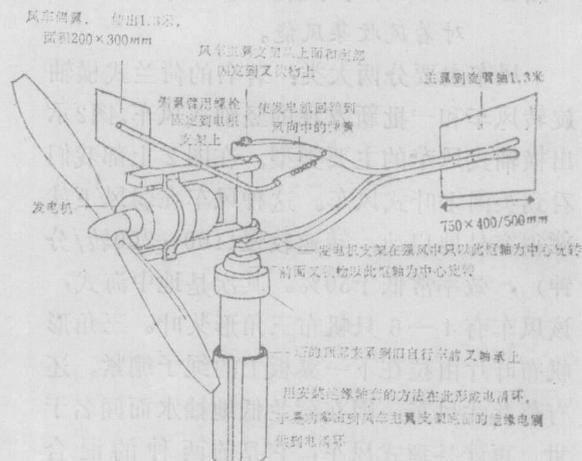


图4 一台简单的小型风车正常运转时的构造形式。（风车主翼总是顺风的，当风力太大时，侧翼将螺旋桨和发电机旋转到侧面。）

（下转42页）

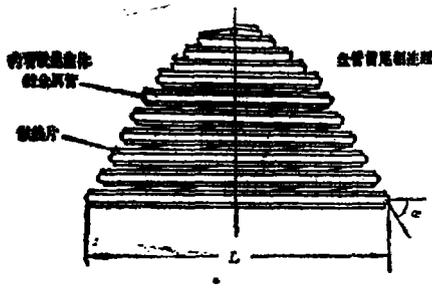


图8 锥台盘管上下散热片式集热器

五、SWT的超速控制与夜间及阴天运行

SWT 的超速控制主要使用所选配的主风力机的原来控制机构。所不同的是还要考虑热风透平的作用。很显然，在晴天情况下，SWT不但可以在低风速下起动，还可在常风速下增加主风力机的出力。但是在大风情况下，其透平的作用却是有害的。

解决方法之一是在热风塔入口处安装活

(上接46页)

五、安全装置

所有螺旋桨式风车（和大多数其它形式的风车）都应安装安全装置，在风力超过50公里/小时时应减慢或停止运行。但在设计中需要用适当的方法收拢螺旋桨，使螺旋桨保持缓慢运行，或关闭风车。这些装置归为两类：

1. 离心力装置：旋转加快时，改变螺旋桨角度，从而使风车稳速运转。

2. 旋转装置：改变螺旋桨角度。如图4所示。

最后，图5表示一种相当理想，但不大正统的风能收集器。我们认为一颗树就是一个现成的风能收集装置。它可经受最恶劣的急风骤雨，从不会被说成是刺眼的目标，但却能从几百平方米的地方收集能源。

动门。大风状态时，关闭活门，不让气流进入，使透平失却其正作用。只起到增加主机转动惯量的反作用，限制主机转速的增加。

解决的方法之二是将透平与主机的联轴器设计为可离合的。在大风情况下，脱离并车状态。另外，离合式联轴器还可给设备维护带来方便。

在夜间和阴天情况下，由于热风塔内外没有温差， β 值等于1，SWT的透平部分不能增加气流的动能，作用下降，甚至起反作用，这时可利用离合机构使透平脱离并车。

主要参考文献

- (1) 《新能源发电》机械工业出版社，1982年
- (2) 《黑龙江省风能资源研究报告》，黑龙江省气象科学研究所风能资源研究组1981年。
- (3) 《辐射对流式太阳能干燥器通风筒的设计、构造及测试》载《新能源》1985No1
- (4) 《我国晴天太阳总辐射资源分布》，载《能源》1983 No4
- (5) 《机械工程手册》No2

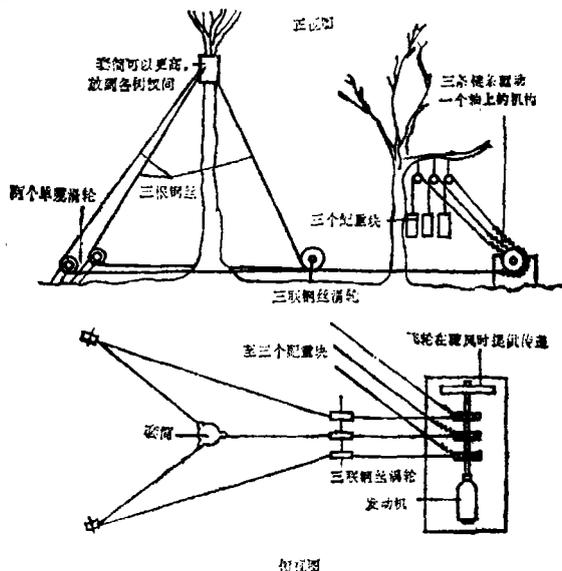


图5 树系，（当树截取风时，不论树向哪一方向弯曲，都会牵动3根缆绳中的一根。缆绳常引着锁链驱动齿轮以保持发电机运转。）

何静芳 节译自 D.Howell.《Your Solar Energy Home》 敬海燕、许春久译