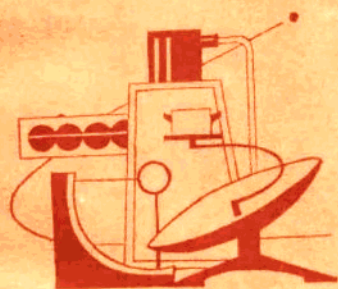


新能源实用技术

XIN NENG YUAN SHI YONG JI SHU

苏长德 等编著



北京出版社

内 容 简 介

《新能源实用技术》一书由内蒙古自治区兴安盟新能源应用研究所苏长德等人编著。全书共7章,对兴安盟的风能、太阳能、生物质能的资源储量、分布、开发前景及利用现状做了详细的介绍;结合本地区各旗(县)的实际情况,对各种能源的利用设备和行之有效的节能措施,从理论与实践两方面做了详实的描述。还附有各种单位换算、能源行业的常用金属材料、保温材料、建筑材料的规格、性能等数据。

本书内容广泛,理论结合实际,论述清晰,通俗易懂,适合于从事农村能源工作的领导干部、管理人员、工程技术人员和各类用户使用,是一本方便实用的工具书。

序 言

能源是社会发展的物质基础，是社会主义经济建设
的战略重点。四个现代化的实现，在很大程度上取决于能源
的供应和有效的利用。

兴安盟是一个缺能地区，一无油、二缺电、三少煤，绝
大部分靠外地调入。常规能源紧张，直接制约着我盟的经济
建设和发展。何况我盟是以农为主，农牧林结合发展的地
区，能源不足就更为突出。尤其是农村、牧区人民生活用能
也就更为紧张。目前，主要能源是靠农作物秸秆、柴草、薪
炭林、畜粪等，严重破坏了生态环境和影响农业的稳步发
展。

在常规能源紧缺的情况下，农村开发新能源是一个有效
的途径。要认真贯彻“因地制宜，多能互补，综合利用，讲
求效益”的方针。

我盟在新能源开发方面，通过多点试验示范，在充分利
用风能、太阳能、生物质能方面做了大量工作，并取得了显
著成效。对缓解农村能源紧张，促进农业发展和保护生态平
衡具有深远意义。

为了加快我盟对新能源资源的开发利用，把这项工作当
作兴安盟解决农村、牧区生活用能的重要途径，以缓解农村
用能紧缺的状况，逐步做到秸秆还田和秸秆饲料，减少对植
被的破坏，提高农业经济效益、社会效益和生态效益。

为方便广大从事新能源工作的基层技术人员和农牧民用

户，更快更好的开发新能源资源，我们组织了多年从事新能源工作和有实践经验的科技人员，编写了这本《新能源实用技术》一书。这是一本解决新能源推广、应用中的一些技术性问题的实用技术书籍。内容丰富，图文并茂，通俗易懂，可供从事这项工作的技术人员和城乡用户及广大爱好者参考。

王德茂

1989.6

目 录

第一章 兴安盟新能源资源.....	(1)
第一节 风能资源	(1)
一、兴安盟风的基本特征	(1)
二、风能计算指标及方法	(5)
三、兴安盟风能资源时空分布特征	(13)
四、兴安盟风能区划及分区述评	(18)
第二节 太阳能资源	(20)
一、太阳能概述	(20)
二、太阳总辐射的计算	(21)
三、直接辐射、散射辐射、生理辐射	(23)
四、兴安盟太阳能资源时空分布特征	(24)
五、日出、日没时间及太阳高度角	(30)
六、兴安盟太阳能资源分区述评	(36)
第三节 太阳能与风能互补利用	(37)
第四节 生物质能资源	(42)
一、沼气资源	(43)
二、薪柴资源	(51)
第二章 太阳能的利用.....	(56)
第一节 平板型太阳能集热器	(56)
一、平板型集热器的结构型式	(56)
二、太阳能热水系统	(59)
三、家用太阳能热水器	(62)
四、太阳能浴室	(64)
五、太阳能集热器热效率测定	(69)
六、太阳能热水系统的技术经济分析	(74)

第二节 被动式太阳房	(76)
一、直接收益式	(76)
二、集热——蓄热墙式被动太阳房	(76)
三、附加阳光间式被动太阳房	(78)
附文献1—3	(80)
第三节 太阳灶	(109)
一、特点与功能	(110)
二、安装使用方法	(110)
第四节 太阳能畜舍	(112)
一、具体要求和作法	(112)
二、普及太阳能畜舍行之有效	(114)
三、家庭暖棚养猪(鸡)的好处	(126)
第五节 太阳能制酱	(126)
附文献 4	(128)
第六节 太阳能电围栏	(132)
第七节 太阳能温室	(132)
第三章 生物质能应用	(134)
第一节 沼气的基本知识	(135)
一、沼气及其发展简史	(135)
二、兴办沼气的好处	(136)
第二节 沼气发酵工艺	(141)
一、沼气发酵原理	(141)
二、沼气产生的条件	(142)
第三节 沼气的制取与应用	(146)
一、沼气池的设计	(147)
二、钢沼气罐的制作工艺与操作技术	(151)
三、沼气池(罐)的检修	(157)
四、沼气池(罐)的管理	(160)

五、沼气的应用	(165)
六、沼气肥的利用	(174)
第四章 节能	(178)
第一节 节能炕灶在农村节能工作中的地位和作用	(179)
一、炕灶的历史和发展	(179)
二、旧式炕灶存在的弊病	(180)
三、小炉灶烧掉了大财富	(182)
四、改革旧式炕灶的好处	(182)
五、新式节能炕灶的特点	(183)
第二节 节能炕、灶、炉的基本砌法及技术要点	(184)
一、节能炕	(184)
二、节能灶	(192)
三、节能炉	(197)
四、烟囱	(198)
五、典型炕、灶、炉介绍	(201)
六、炕、灶、炉常见病的观察与处理	(211)
第三节 炉灶的热工基础知识	(214)
一、柴草的燃烧及热量的传递	(214)
二、炉灶的热平衡和各项损失的分析	(217)
三、炉灶热性能的测试	(220)
第五章 风能的利用	(229)
一、小型风力发电机的应用	(229)
二、小型风力发电机的安装技术	(229)
三、维修与管理	(231)
第六章 兴安盟能源现状分析与解决途径	(232)
第七章 新能源发展方向与布局	(236)
附录一——七	(244)

第一章 兴安盟新能源资源

第一节 风能资源

一、兴安盟的基本特征

为了有效地开发利用本盟的风能资源，有必要对风的几个表征要素做一概括分析。

1. 平均风速

简言之，风就是空气的运动。风速就是对空气运动速度的测量。我们一般所说的风，就是空气运动的水平分量。在风力利用中，一般不考虑风的垂直分量。

平均风速，一般可用来衡量一个地方的风能资源状况，因为这是最方便的表征。当然平均风速的表征能力有一定的局限性。

表1—1是全盟各地各月平均风速，表1—2是季、年平均风速。可以看出我盟平均风速的时空分布有如下几点特征：

(1) 各地间差异明显，最大在南部突泉，最小在西北部阿尔山林区。年平均风速相差2.1米/秒。突泉、中旗年平均风速均在4米/秒以上。

(2) 从季节分布看，春季最大（但南部中旗冬季最大）。春季除阿尔山和索伦外，其余各地均大于4米/秒。中南部地区冬季也大于4米/秒。

(3) 从各月看, 中旗白音胡硕最大在1—3月, 而其余地区最大在4月, 7—8月最小。

2. 最大风速

我盟各地最大风速由表1—3给出。从表可见年最大风速为32.0米/秒, 出现在中旗白音胡硕2月份。最小值可能在音德尔(因缺乏资料不定论)。除扎旗外一般均超过25.0米/秒。

3. 大风日数

取瞬时风速 ≥ 17.0 米/秒为大风标准。各地大风日数见表1—4。年大风日数音德尔11天左右, 其余各地均在20天以上, 突泉及以南地区在40天以上。白音胡硕达55.8天。从各季看, 中旗白音胡硕12—5月整个冬春多大风, 而其余各地主要集中在春季(3—5月)。

表1—1

各月平均风速

单位: 米/秒

地 区 \ 月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
阿 尔 山	1.5	2.0	2.8	4.0	3.9	2.6	2.3	2.3	2.9	3.1	2.7	1.9
沙巴尔吐	3.1	3.7	4.6	5.1	4.9	3.7	3.0	3.0	3.5	3.9	3.3	3.1
索 伦	3.0	3.0	3.5	3.9	3.5	2.3	1.8	1.8	2.4	2.8	2.8	3.0
音 德 尔	2.8	3.2	4.0	4.8	4.7	3.6	3.0	2.8	3.2	3.5	3.2	2.8
保 安 沼	3.4	3.8	4.7	5.4	4.8	3.5	3.0	2.9	3.5	4.0	3.9	3.4
乌 兰 浩 特	2.7	3.0	3.8	4.4	4.2	3.1	2.6	2.4	2.7	3.0	3.0	2.9
突 泉	5.5	5.5	5.8	6.0	5.7	4.4	3.5	3.4	3.9	4.7	5.1	5.6
白音胡硕	5.7	5.7	5.7	5.1	4.8	3.4	2.9	3.0	3.6	4.2	4.6	5.4
高 力 板	4.5	4.6	5.4	5.8	5.2	3.9	3.3	3.1	3.7	4.2	4.3	4.5

表1-2

季、年平均风速

单位: 米/秒

地区 \ 季年	春 (3-5月)	夏 (6-8月)	秋 (9-11月)	冬 (12-2月)	年
阿	3.6	2.4	2.9	1.8	2.7
沙	4.9	3.2	3.6	3.3	3.7
索	3.6	2.0	2.7	3.0	2.8
音	4.5	3.1	3.3	2.9	3.5
保	5.0	3.1	3.8	3.5	3.9
乌	4.1	2.7	2.9	2.9	3.2
突	5.8	3.8	4.6	5.5	4.9
白	5.2	3.1	4.1	5.6	4.5
高	5.5	3.4	4.4	4.5	4.4

表1-3

各地最大风速

单位: 米/秒

地区 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
阿	17.0	21.0	20.7	25.7	21.0	17.0	20.3	18.0	18.0	23.0	16.0	14.3	25.7
沙	14.0	18.0	19.0	19.3	21.0	18.0	16.0	15.3	18.0	16.0	18.3	15.3	22.0
索	15.3	16.0	19.7	17.7	21.0	18.0	15.3	19.0	17.0	22.0	19.0	15.0	22.0
乌	23.3	17.2	24.0	28.3	25.0	23.0	18.0	17.0	17.7	25.0	21.0	27.7	28.3
突	22.3	24.0	25.0	23.3	24.7	18.3	17.0	20.0	20.0	23.0	21.0	20.7	25.0
白	30.3	32.0	31.0	30.0	26.0	28.0	25.0	20.0	20.0	21.0	27.0	29.0	32.0

表1-4 各地大风日数(天)

地区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	春 (3-5)	夏 (6-8)	秋 (9-11)	冬 (12-2)
阿	0.5	0.9	2.5	5.8	5.9	1.5	9.7	1.1	1.9	2.2	1.3	0.5	24.9	14.2	3.3	5.4	1.9
沙	1.3	1.3	4.2	7.7	8.1	1.7	1.1	0.5	1.1	2.6	1.9	1.8	33.2	20.0	3.3	5.6	4.4
紫	0.9	1.0	3.3	6.3	5.4	1.2	0.8	0.5	1.1	1.9	1.3	0.7	24.3	15.0	2.5	4.3	2.6
音	0.0	0.1	1.3	3.4	3.3	1.1	0.4	0.2	0.2	0.8	0.4	0.1	11.4	8.0	1.7	1.4	0.2
保	0.4	0.6	3.1	6.0	4.7	1.8	0.6	0.5	0.6	1.6	1.0	0.6	21.4	13.8	2.9	3.2	1.6
乌	0.9	1.1	3.3	6.4	6.1	1.7	0.7	0.3	0.9	1.9	1.5	1.1	25.7	15.8	2.7	4.3	3.1
突	3.7	3.0	5.8	7.8	7.7	2.9	1.1	0.5	1.2	3.2	3.7	4.5	45.1	21.3	4.5	8.1	11.2
白	8.1	6.3	7.5	6.9	6.3	2.1	0.9	0.8	1.7	3.5	4.5	7.2	55.8	20.7	3.8	9.7	21.6

二、风能计算指标及方法

1. 风能计算的重要性

不论什么风力利用装置，从设计制造到安装使用都要考虑风能资源状况。风力装置的使用效果及效率均取决于风能资源状况。因此掌握本地风能资源状况是十分重要的。

2. 风的统计特征分析

风的随机性很大，因此，判断和计算一个地方的风况时，必须有足够多和足够长的气象资料。本文中的分析计算，有的是8—10年，有的是30年。

风速分布曲线可以较好地反映风的统计特征。一般风速分布是一个偏态概率分布。图1—1和图1—2是白音胡硕和乌兰浩特的风速分布曲线。

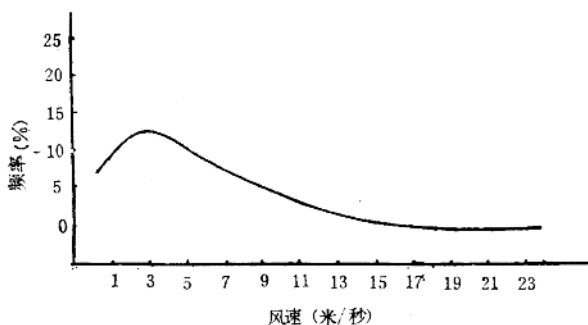


图1—1 白音胡硕风速分布曲线

风速分布为正偏态分布，风力大的白音胡硕一带分布曲线平缓些，峰值降低右移。表明风大地区大风速所占比例较

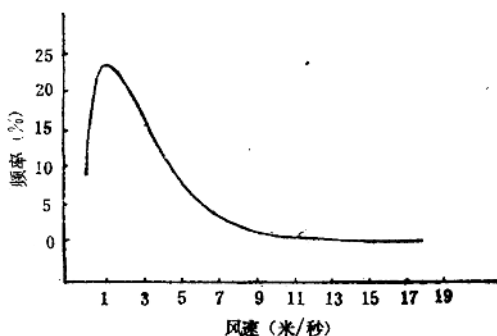


图1—2 乌兰浩特风速分布曲线

大。

通常用于拟合风速分布的统计线型有：瑞利分布；对数正态分布； Γ —分布；威布尔分布；皮尔逊曲线簇拟合等等。

本文采用双参数威布尔曲线簇。威布尔分布是一种单峰的两参数的分布函数簇。其概率密度函数表示为：

$$P(x) = \frac{k}{c} \left(\frac{x}{c} \right)^{k-1} \exp \left[- \left(\frac{x}{c} \right)^k \right] \dots\dots ①$$

式中， k 和 c 为参数， k 称形态参数， c 称尺度参数。 $c=1$ 时称为标准威布尔分布。 k 的改变对分布曲线型式影响较大。当 $0 < k < 1$ 时，分布密度为 x 的减函数； $k=1$ 时，分布是指数型； $k=2$ 时，成为瑞利分布； $k=3.5$ 时，接近于正态分布。

其累积概率函数为：

$$P(x) = \int_0^x p(x) dx = 1 - \exp \left[- \left(\frac{x}{c} \right)^k \right] \dots\dots ②$$

3. 空气密度的计算

由于风能计算中需要空气密度值,故首先对空气密度(ρ)的计算方法做如下简要说明

$$\begin{aligned}\rho &= \rho_{\text{干}} + \rho_{\text{湿}} = \frac{P-e}{RT} + \frac{e}{R_{\text{湿}}T} \\ &= \frac{P}{RT} \left(1 - \frac{e}{P} + \frac{e}{1.608P} \right) \\ &= \frac{P}{RT} \left(1 - 0.378 \frac{e}{P} \right) \\ &= \frac{\rho_0}{1 + 0.00366t} \left(\frac{P - 0.378e}{P_0} \right)\end{aligned}$$

取 $P_0=1000$ 百帕, $T_0=273\text{k}$ 时, $\rho_0=1276$ 千克/米³,

$$\text{故 } \rho = \frac{1.276}{1 + 0.00366t} \left(\frac{P - 0.378e}{1000} \right) \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

式中 P 、 e 、 t 为气压、水汽压、气温。

本文中各地各月、年的空气密度均采用③式计算。

4. 平均风能密度的计算

风能密度是一个比较方便的评价一个地方风能潜力的指标。风能密度是指气流在单位时间内垂直通过单位截面积的风能,也称风能功率密度。

$$\begin{aligned}\text{风 能: } K &= 1/2 m V^2 \\ &= 1/2 \rho V^3 F t \dots\dots\dots \textcircled{4}\end{aligned}$$

$$\text{风 功 率: } W = 1/2 \rho V^3 F \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

$$\text{风功率密度: } W = 1/2 \rho V^3 \dots\dots\dots \textcircled{6}$$

由于风速是一个随机性很大的要素,必须通过较长时间的观测,了解它的平均状况,因此一般采用平均风能密度。

$$\begin{aligned}\text{平均风能密度 } \bar{W} &= \frac{1}{T} \int_0^T \frac{1}{2} \rho V^3 dt \\ &= \frac{\rho}{2T} \int_0^T V^3 dt \dots\dots\dots ⑦\end{aligned}$$

为便于计算，以下式逼近⑦式计算：

$$\bar{W}_1 = \frac{\rho}{2N} \sum V_i^3 \dots\dots\dots ⑧$$

式中N为T时间内的观测次数， V_i 为每次观测值。

也可用下式求得：

$$\bar{W} = \int_0^\infty \frac{1}{2} \rho V^3 P(v) dv \dots\dots\dots ⑨$$

5. 平均有效风能密度的计算

平均有效风能密度是指有效风力范围内的风力平均密度。这是因为，设计风力机时需要几个参数：一个是“起动风速”，是指风力机起始运行的风速；二是“定额风速”，是指风速达到某一时速时，风机限定速度装置将限制风轮转速不再改变，其目的使风力机出力稳定；三是“截止风速”，是指若风速再增大到某一极限风速时，风力机有损坏的危险，必须停止运行。因而一般把起动风速到截止风速间的风力称“有效风力”。这一范围内的平均风能密度称平均有效风能密度，其算式如下：

$$\bar{W}_e = \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{2} \rho V^3 P'(v) dv \dots\dots\dots ⑩$$

式中 V_1 、 V_2 分别为起动风速和停机风速。 $P'(v)$ 为有效风力范围内的条件概率分布密度函数。

$$P'(v) = \frac{P(v)}{P(V_1 \leq V \leq V_2)}$$

$$= \frac{P(v)}{P(V \leq V_2) - P(V \leq V_1)} \dots\dots\dots ⑪$$

6. 年有效风能利用小时数

这个参数可利用各地风速自记资料直接计算，也可根据威布尔参数值计算：

$$\begin{aligned} t &= N \int_{v_1}^{v_2} P(v) dv \\ &= N \int_{v_1}^{v_2} \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c} \right)^{k-1} \cdot \exp \left[- \left(\frac{v}{c} \right)^k \right] dv \\ &= N \left\{ \exp \left[- \left(\frac{v_1}{c} \right)^k \right] - \right. \\ &\quad \left. \exp \left[- \left(\frac{v_2}{c} \right)^k \right] \right\} \dots\dots\dots ⑫ \end{aligned}$$

7. 有效风能储量的计算

$$S = \bar{W} e X T \dots\dots\dots ⑬$$

8. 威布尔参数 (c、k) 的计算

估算威布尔参数的方法比较多。本文简要介绍三种：

(1) 最小二乘法估算

$$\text{由 } P(V \leq V_g) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{V_g}{c} \right)^k \right]$$

由对数整理得：

$$\ln \{ -\ln[1 - P(V \leq V_g)] \} = K \ln V_g - K \ln C$$

$$\text{令 } y = \ln \{ -\ln[1 - P(V \leq V_g)] \}$$

$$x = \ln V_g$$

$$a = -K \ln C$$

$$b = K$$

于是参数C、K可由最小二乘法拟合 $y = a + bx$ 得到。

(2) 依据平均风速 $\bar{V}$ 和标准差 S 估算

$$\text{由} \left(\frac{6}{\mu} \right)^2 = \{ \Gamma(1+2/K) / [\Gamma(1+1/K)]^2 \} - 1 \text{ 直}$$

接求解比较困难, 通常用下式近似求解:

$$K = \left(\frac{6}{\mu} \right)^{-1.086} \dots\dots\dots (14)$$

$$C = \frac{\mu}{\Gamma(1+1/K)} \dots\dots\dots (15)$$

计算中以 $\bar{V}$, S_v 分别代 μ 及 σ 。

$$\bar{V} = \frac{1}{N} \sum V_i$$

$$S_v = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (V_i - \bar{V})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{N} \sum V_i^2 - \bar{V}^2}$$

如果风速各等级区间的频数已知时, 也可用下式计算:

$$\bar{V} = \frac{1}{N} \sum n_i V_i$$

$$S_v = \sqrt{\frac{1}{N} \sum n_i V_i^2 - \left(\frac{1}{N} \sum n_i V_i \right)^2}$$

(3) 用平均风速和最大风速估算

$$K = \ln(\ln T) / \ln(0.90 V_{\max} / \bar{V}) \dots\dots\dots (16)$$

$$C = \bar{V} / \Gamma(1+1/k) \dots\dots\dots (17)$$

(注: Γ 值可由表查得)

9. 风力机发电量的计算

采用风力机发电, 其发电量的计算采用下式:

$$W_A = C_P \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \bar{W}_e \cdot T / 1000 \dots\dots\dots (18)$$