

薛敏 袁春红 薛桁

(中国气象科学研究院,北京 100081)

提 要

运用风场的空间相关,选取江苏省如东气象站和太阳滩观测点,在考虑风向以及不考虑风向的条件下,分别对两个站点作相关分析,并建立回归方程。在考虑风向时,分别采取16个风向方位和4个风向方位,并用两者短期的风速资料找出相关关系,进一步估算太阳滩的长期平均风速。

关键词: 空间相关 风向方位 回归方程

引 言

随着常规能源日趋减少,风能太阳能的利用日益受到重视,因而对风能太阳能资源的评价,也成了应用气候的一个重要内容^[1]。为便于判断是否适合安装风能转化系统(WECS)和对候选点做出选择,需要定点的长期平均风能资料。由于常常不可能在每个点上都有长期可用的平均资料,所以切合实际的办法仍然是依靠短期的资料^[2](但足以做出适当的估算)或者是依靠别的可替换的估算办法,来获取长期的平均风资料。

Corotis等人曾发现,根据一年的数据就可以做到在90%的置信度下,使所观测的季节性平均风速对长期平均值的偏差不得超过10%。在同样置信度水平下风能值偏差不得超过30%。Justus等人^[3]进一步的研究表明,对于一年的期限,在同样的置信度水平下,就那些风速变化正常的台站来说,月平均风速与长期实测平均风速值的偏差不得超过18%。

当测点与附近气候站之间的记录具有较好的相关关系时,利用附近的这些气候站可以进一步改进测点的长期平均风速估算,并运用气候学处理方法可以对此进行确定^[4]。气候学处理方法是建立在这样的假设基础上

的,即风速具有一定程度的空间相关,并且依赖于单个气候站的观测。为了提高测点和附近气候站的相关程度,本文将附近气候站,即如东气象站的风向按16个方位分别统计,然后与太阳滩观测点相应时段的风速序列求相关,依次求出16个方位的风速相关系数。由此进一步分析测点和附近气象站的相关关系。

1 原理和方法

本文以如东太阳滩风电场候选场址为例,选择如东气象站作为基准站进行分析。太阳滩有从1996年11月到1997年7月共9个月的逐日每小时风速风向观测资料,同时收集如东气象站从1996年11月到1997年12月共14个月的逐日每小时风速风向观测资料。取两个站点的同时段的资料1996年11月到1997年7月共6480个样本数作相关分析以及回归估计。相关分析采用了如下几个方案:

方案1 不考虑风向,整个序列作相关分析;

方案2 将风向划分为16个方位,在每个方位下分别对其作相关分析;

方案3 将16个风向方位合并为4个

方位,再对这4个方位分别作相关分析。

以上所描述的方法是建立在要素场的空间相关基础上的,如果由于局地因素影响,则该方法将不适用。4个 270×24 的矩阵包括了1996年11月到1997年7月270天的24小时的测点和气象站的风速值和方向。以如东气象站的方向为基准,当风速为静止或风向风速缺测时,删除该时刻的风速资料,最后得到6363个样本作相关分析。

2 相关分析

(1)不考虑风向,整个序列作相关分析(如东气象站为基准站, x 表示如东气象站, y 表示太阳滩,以下同)得到:

$$\text{相关系数 } r = 0.6912$$

$$\text{回归方程 } y = 1.3618x + 2.0519$$

(2)对16个风向方位分别作相关分析,结果见表1。

表1 方案2的相关分析结果

如东气象站 风向	风频	相关系数	样本回归系数		回归方程 $y = bx + b_0$
			b	b_0	
N(348)	0.0547	0.7603	1.3340	3.0900	$1.3340x + 3.0900$
NNE(659)	0.1036	0.7538	1.3583	2.5572	$1.3583x + 2.5572$
NE(491)	0.0772	0.6609	1.2157	2.3128	$1.2157x + 2.3128$
ENE(549)	0.0863	0.6995	1.1828	2.1045	$1.1828x + 2.1045$
E(306)	0.0481	0.6631	1.0056	2.3200	$1.0056x + 2.3200$
ESE(579)	0.0910	0.6959	1.1828	2.3660	$1.1828x + 2.3660$
SE(401)	0.0630	0.7600	1.6095	1.2779	$1.6095x + 1.2779$
SSE(458)	0.0720	0.7833	1.4392	1.5896	$1.4392x + 1.5896$
S(425)	0.0668	0.7150	1.3720	1.4880	$1.3720x + 1.4880$
SSW(361)	0.0567	0.5748	1.0148	2.0413	$1.0148x + 2.0413$
SW(219)	0.0344	0.5217	0.9512	1.8183	$0.9512x + 1.8683$
WSW(327)	0.0514	0.4407	0.8598	2.3886	$0.8598x + 2.3886$
W(289)	0.0454	0.4928	1.2657	2.2490	$1.2657x + 2.2490$
WNW(387)	0.0608	0.7069	1.5252	2.4787	$1.5252x + 2.4787$
NW(211)	0.0332	0.7949	1.6530	2.7955	$1.6530x + 2.7955$
NNW(353)	0.0555	0.8263	1.6280	2.8548	$1.6280x + 2.8548$

注:括号内数字为该风向出现的次数

表1给出了16个方位的风向统计值、风向频率以及如东气象站和太阳滩风的相关系数和回归方程。结果表明,除了SSW、SW、WSW、W方向的相关系数略低于不考虑风向时的相关系数0.6912外,其余的都高于该

值。由风向频率可知,这几个方向恰好是频率最低的几个方向,即非主导风向。

(3)对4个方位分别作相关分析,结果见表2。

表2 方案3的相关分析结果

如东气象站 风向	相关系数	样本回归系数		回归方程 $y = bx + b_0$
		b	b_0	
N, NNE, NE, ENE	0.7257	1.3130	2.2727	$1.3130x + 2.2727$
E, ESE, SE, SSE	0.7316	1.3314	1.8564	$1.3314x + 1.8564$
S, SSW, SW, WSW	0.5472	1.1360	1.9432	$1.1360x + 1.9432$
W, WNW, NW, NNW	0.7178	1.5088	2.6084	$1.5088x + 2.6084$

由表2可见,除S、SSW、SW、WSW这4个方向组成的区域的相关系数略低于不考虑

风向时的相关系数0.6912外,其余的3个区域的相关系数都高于该值。而此区域,是风

向频率最低的区域。这个结果与方案2的结果比较吻合。对比以上两种结果,可以看出,方案2,即将风向划分为16个方位,其相关系数高于方案3,即将风向划分为4个方位的相关系数。

以上所有的相关系数都通过置信度 $\alpha = 0.05$ 的 t 分布检验以及相应的回归方程都通过置信度 $\alpha = 0.05$ 的 F_0 检验。上述结果表明,太阳滩的风速与如东气象站的风速有很好的相关。因此,我们可以用如东气象站的风速资料来推算相应时段的太阳滩的风速情况。

3 估算风速

表3给出如东气象站1997年各月平均风速。

表4给出太阳滩各月平均风速的实测值和用3种方案作相关所得的计算值及相对误差分析。

表3 如东气象站1997年各月平均风速
(单位: $m \cdot s^{-1}$)

月份	月平均风速($m \cdot s^{-1}$)
1	2.6
2	2.4
3	2.9
4	2.9
5	2.6
6	2.6
7	2.6
8	3.1
9	2.5
10	2.3
11	2.6
12	2.6
年平均	2.64

表4 3种方案的计算结果和误差分析

时间 年·月	观测值 ($m \cdot s^{-1}$)	方案1		方案2		方案3	
		计算值 ($m \cdot s^{-1}$)	相对误差	计算值 ($m \cdot s^{-1}$)	相对误差	计算值 ($m \cdot s^{-1}$)	相对误差
1996.11	6.8	5.86	0.138	6.09	0.104	6.04	0.112
1996.12	5.1	5.18	0.016	5.17	0.014	5.16	0.012
1997.1	6.0	5.59	0.068	5.90	0.017	5.85	0.025
1997.2	5.5	5.32	0.033	5.48	0.004	5.42	0.015
1997.3	5.8	6.00	0.034	6.09	0.050	6.11	0.053
1997.4	5.6	6.00	0.071	5.89	0.052	5.92	0.057
1997.5	5.2	5.59	0.075	5.41	0.040	5.41	0.040
1997.6	5.5	5.59	0.016	5.37	0.024	5.49	0.002
1997.7	5.2	5.59	0.075	5.22	0.004	5.30	0.020

从上述结果看出,方案1得到的最小相对误差为0.016,最大为0.138,平均为0.058;方案2得到的最小相对误差为0.004,最大为0.104,平均为0.034;方案3得到的最小相对误差为0.002,最大为0.112,平均为0.037。由此可见,方案2相对最优。

用上述3种方案,利用如东气象站1997年8~12月的每天每小时的风速观测资料,推算得出太阳滩相应时段的各月平均风速,结果见表5。

由表3知道如东气象站1997年平均风速为 $2.64 m \cdot s^{-1}$,并由方案1的回归方程

$y = 1.3618x + 2.0519$,得到太阳滩的1997年平均风速为 $5.65 m \cdot s^{-1}$ 。由观测资料计算得到如东气象站多年平均风速为 $3.3 m \cdot s^{-1}$,则可以估算出太阳滩多年平均风速为 $6.55 m \cdot s^{-1}$ 。

表5 1997年太阳滩各月平均风速
(单位: $m \cdot s^{-1}$)

月份	方案1	方案2	方案3
8	5.59	6.03	6.13
9	5.59	5.55	5.61
10	5.18	5.10	5.16
11	5.46	5.76	5.83
12	6.27	6.01	6.02
年平均	5.65	5.65	5.69

4 结 论

(1)利用风的短期观测资料估算长期平均状况,在观测点和基准气象站之间具有较好的空间相关情况下,建立不同风向方位下的回归方程,并由此作出观测点的长期估算是可行的。但本方法存在一定的局限性,在复杂地形状况下,各个地区风的统计特征会表现出很大的差异,此时本方法将不适用。

(2)比较3种方案可见,方案2,即将风向划分为16个方位最为细化,能更好的体现出风场的实况,相对最优。

参考文献

- 1 朱瑞兆,祝昌汉,薛桁.中国太阳能风能资源及其利用.北京:气象出版社,1988.
- 2 屠其璞.一种气温场序列的延长插补方法.南京气象学院学报,1986,(1):19~30.
- 3 Justus, C. G., W. R. Hargraves, A. S. Mikhail, and D. Graber. Methods for estimating the wind speed frequency distributions. *J. Appl. Meteor.*, 1978, 17(3): 350—353.
- 4 V. R. Barros and E. A. Esteran. On the Evaluation of Wind Power from Short Wind Records. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 1983, 22(6): 1116—1123.

A Method of Evaluation of Long-range Wind Speed from Short-range Wind-records

Xue Min Yuan Chunhong Xue Heng

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

Bases on the fact that wind field has some degree of spatial correlation, selecting Rudong climatological station and Taiyangtan as the on-site, the correlation analysis between both the stations is derived and the regression equation is established under the condition of either taking into account wind directions or not. When considering the wind directions, using sixteen-wind-direction and four-wind-direction, respectively. The correlation coefficient is obtained from these two short range wind records, thus, the long-range average wind speed of Taiyangtan is further estimated.

Key Words: spatial correlation wind direction regression equation