

三峡坝区的地面风场与大气扩散气候特征

王祖承 陈正洪

陈少平 居志刚

(湖北省气象科学研究所, 武汉 430074)

(宜昌市气象局)

提 要

利用三峡坝区 4 个气象站和宜昌站的地面观测资料,统计了各站多年、逐年、分季平均风速和风向频率,揭示了地面风场若干气候特征,提出了坝区典型风场模型;并通过分析各站多年、分季联合频率,对坝区大气扩散的气候特点与能力做了初步评价。

关键词: 三峡坝区 地面风场 山谷风 联合频率

引 言

随着三峡工程的建设,尤其是“高峡出平湖”的景观出现之后,坝区地形与下垫面状况会发生较大变化,局地小气候将发生改变,同时可能导致大气扩散特征与能力的改变。因此,有必要对大坝蓄水之前的坝区地面风场观测资料进行分析,掌握大气扩散气候特征,为将来气候环境的对比研究打下基础,同时也为后续工程建设和地区城镇规划提供依据。

1 资料与方法

资料取自坝区乐天溪站(三峡站)1994年1月起、秭归站和宜昌市站 1998 年 1 月起、坛子岭与风箱沟 2001 年 1 月起至 2001 年 12 月止逐日定时、自记风向风速及逐日总云量、低云量资料。由于坛子岭和风箱沟的资料样本有限(仅 1 年),所以以临近基本站同期资料为参考,用全概率公式^[1]推算多年平均风向、风速值作为同期气候估计,再与其它站相比较。由于在其附近乐天溪站自 1994 年起有 8 年完整可信的资料,可以作为多年平均风向、风速推算的基本站。联合频率统计中稳定度的计算采用帕斯奎尔分类法^[2]。

2 结果分析

2.1 平均风速特征

表 1 给出了坝区 4 站及宜昌站 1998~2001 年 4 年累积各季平均风速及年平均风速与累积静风频率,其中坛子岭与风箱沟的值是推算值。

表 1 坝区 4 站及宜昌市站 1998~2001 年
各季平均风速($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

	坛子岭	风箱沟	乐天溪	秭归	宜昌
冬(12,1,2月)	1.94	1.93	1.64	0.68	1.28
春(3~5月)	1.65	1.89	1.63	0.92	1.51
夏(6~8月)	1.80	1.84	1.25	0.92	1.47
秋(9~11月)	1.53	1.41	1.29	0.67	1.24
4年平均风速	1.74	1.77	1.45	0.80	1.38
累积静风频率	34.1%	37.6%	27.6%	46.1%	23.6%

(1)地点差异

从表 1 可以明显看到,秭归 4 年平均风速比其它站小很多,仅 $0.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,静风频率高达 46%。除秭归外,坝址其它 3 个站的平均风速与静风频率均大于宜昌站,坛子岭与风箱沟的平均风速和静风频率又明显大于乐天溪,而且平均风速越大,静风频率也越高(查风箱沟的定时风向、风速资料,大于 $4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的情况相当多),说明此地风的特点是微风少大风多且阵性强,名副其实是“风箱”。

(2)季节变化

由表 1 可见,乐天溪站冬春季风速明显大于夏秋季;秭归和宜昌都是春夏季风速大于秋冬季,秭归站更明显;各站秋季风速较小。总的说来,整个三峡地区基本上在一年

中冬春季风速较大,秋季风速最小。

(3) 风速大小的日变化

坝区以及宜昌均有明显的后半夜和早晨风速小、午后和傍晚风速大的特点,一般早晨比后半夜低,午后较傍晚高(图1)。另外,乐天溪站风速的日变化明显较小,其它各站变化幅度大体相同,一般后半夜与早晨在 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以下,而14时可增大到 $1.5\sim 2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

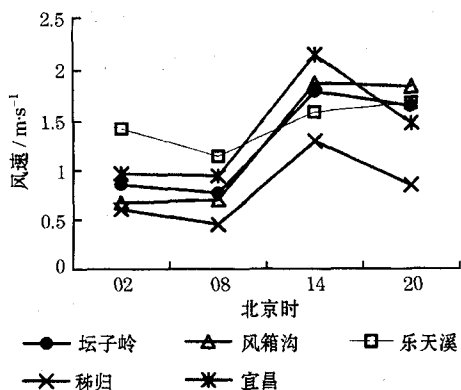


图1 各站一日4个时刻平均风速

从各时次静风频率(表2)看,坝区各站均比宜昌高,大坝上游高于下游。早晨08时最高,02时次之,14时最低。早晨08时秭归、风箱沟和坛子岭静风频率均超过50%。乐天溪和宜昌静风频率较低。

表2 各站一天各时次静风频率(%)

	坛子岭	风箱沟	乐天溪	秭归	宜昌
02时	32	39	26	50	34
08时	52	58	37	64	35
14时	20	20	26	24	6
20时	25	26	21	46	19

2.2 年平均风速的年际变化

图2给出1994~2001年逐年平均风速,由图2可见,秭归年平均风速从1994年到2001年逐年递增;乐天溪从2000年开始有较大幅度的减小;而宜昌变化不大。

进一步计算得知,乐天溪的年平均风速在1994~1999年6年平均为 $1.72\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,而在2000、2001年2年平均仅为 $1.23\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,两者相差 $0.49\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,明显高于前6年标准差 $0.14\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,说明在2000年前后可能存在

年平均风速显著差异。为证实这一判断,可利用滑动 t 检验法进行检验。取显著性水平 $\alpha=1\%$,自由度为6,则 $t_0=3.707$,计算得 $t_0=4.647>t$,因此这一判断成立,即认为该站在2000年前后存在年平均风速突变,表现为年平均风速在2000年后迅速减小。另2个站 t 检验结果均未能通过信度5%水平,说明年平均风速在正常变动范围内变化。

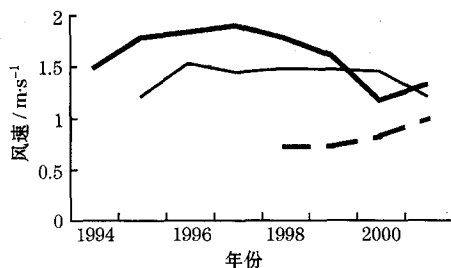


图2 平均风速的逐年变化

2.3 风向及其频率分布

(1) 各站盛行风

坛子岭基本以东—南风为主,风箱沟盛行东北风和偏南风,乐天溪盛行西北风和东南风,秭归站以南风或东南风为主,宜昌以东南风为主(图略)。东南风为三峡地区主导风向。乐天溪盛行风为相向风,频率较高并与乐天溪河谷走向基本一致,说明该站风向明显受河谷狭管地形的影响。

(2) 日变化

三峡坝区多数站点有明显的风向日变化,而且具有明显的山谷风环流特征。对照坝区地形(图3),可以看出乐天溪和风箱沟最为典型。乐天溪夜间02时盛行NNW风,而午后14时风向与夜间相反,盛行SE风;风箱沟夜晚盛行西南风,午后14时为东北风。即夜间吹山风(出山风);白天吹谷风(进山风)。坛子岭地处山顶,周围比较开阔,风向散乱,但午后14时西南风(进山风)较多,夜晚20时与02时东北风(出山风)居多,山谷风环流不如乐天溪和风箱沟明显(图略)。

(3) 季节变化

乐天溪、风箱沟和坛子岭的四季风向基

本没有大的变化,以乐天溪站最为典型,夜间冬夏一致为 NNW 风,白天基本吹偏南风。其它 2 站春夏秋 3 季的风向较为一致,仅冬季北风分量大一些。与东部平原地区相比,夏季偏南、冬季偏北的大陆季风特征不明显。2001 年,坛子岭冬季盛行东北偏东风,其它季节以东南风为主(图略);风箱沟冬季以东南风为主,其余三季盛行东北和西南风(图略)。对照坝区地形,可见多数情况主要风向与长江及其支流或谷地走向较为一致。说明局地地形条件和地理环境是影响风向的主要因素。

2.4 联合频率分析与大气扩散气候特征

根据联合频率的意义,对于频率大于 2.5% 且稳定度在中性以上,风速超过 $1.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的风向我们认为该风向的下风位置有受上游污染物扩散影响而被污染的可能,定义这些集中下风位置(方向)为主导扩散方向。从各站联合频率分布表(略)找出各站主导扩散方向,按季、年合并,列于表 3。由表 3 可

见:

(1)坝区中乐天溪站主导扩散方向一年四季均为东南偏南,分布频率集中,冬季显著。显然,扩散方向与乐天溪河谷走向非常一致。

(2)秭归位于坝区上游南岸的山上,没有明显的主导扩散方向,由于平均风速小加上全年静风频率高达 46.1% (表 1),因此污染物容易在局地堆积,夜间更甚。

(3)坝址附近的坛子岭主导扩散方向以西为主。风箱沟以北为主,但夏秋两季不明显。

表 3 各站主导扩散方向

	坛子岭	风箱沟	三峡站	秭归
冬季	WSW(12%)	NW(11%)	SSE(10.6%)	
春季	W(5.7%)	NE(5.4%)	SSE(8.4%)	
夏季	W(5.7%)		SSE(5.5%)	
秋季	W(4.1%)		SSE(8.2%)	
年均	W(5.7%)	N(4.3%)	SSE(8.2%)	

(括号内为满足条件的联合频率之和)

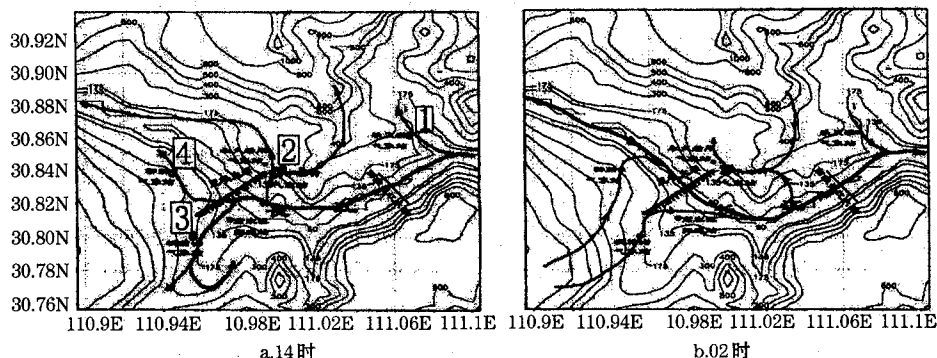


图 3 三峡坝区地形及 14 时(白天)和 02 时(夜间)典型地面风场示意图

方框 1~4 附近的圆点依次为乐天溪、坛子岭、风箱沟和秭归站所在位置

3 小结与讨论

通过以上分析,将三峡坝区地面风场特征归纳如下:

(1)坝区除秭归多年平均风速较小外,其它站均大于宜昌站,坝址附近坛子岭与风箱沟较大,风箱沟最大达 $1.77\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。坝区静风频率均较高,说明微风少、大风多且阵性强,与宜昌成鲜明对比。分析原因,可能是由

于这些站位于峡谷内,地形粗糙,风速受动力强迫的影响超过热力因子而导致。

(2)三峡坝区冬春季平均风速相对较大,秋季平均风速最小。

(3)乐天溪的年平均风速在 2000 年后迅速减小,但秭归并没有同样的变化。可以推断这不是大范围气候变化所导致,突变的原因有待进一步研究。

(4)多数站点风向并不随冬夏季节发生逆转,季风气候特征不明显。取而代之的是长江河谷及沿江溪流和山谷成为气流的运行通道。分析表明,东南风为三峡地区最多风向,这正是长江河谷大的走向。由于坝区东部是江汉平原,夏季三峡河谷是高温中心,形成了由平原指向山区的气压梯度;冬季冷空气侵入河谷的速度和程度均小于平原,南下的冷空气往往在峡口形成绕流,加上热力作用的影响,于是沿长江河谷灌入,因此形成了无论冬夏均为溯江而上的东南风。

(5)受山区下垫面热力分布与复杂地形的影响,坝区风场日变化显著,具有典型的山谷风特征。白天山地受太阳辐射增温强于谷地,形成由谷地流向山地的谷风,在午后湍流旺盛风速达到最大;夜间山坡辐射冷却,较冷的空气沿山坡向谷地汇集形成山风,但强度较谷风弱,气流平稳,到早晨达到最弱。坛子岭处出现绕流,其它地点基本是顺着谷地形

成的山谷风环流。

(6)乐天溪站地面空气主导扩散方向与河谷一致,坛子岭主导扩散方向以西为主。风箱沟以北为主,但夏秋两季不明显。在秋冬季,所有主导扩散方向均指向江面,并且层结稳定,尤其在早晨,静风频率极高,极易出现江面污染物堆积的状况。秭归没有明显的主导扩散方向,污染物容易在局地堆积,不易扩散,夜间更甚。因此,坝区总的大气扩散条件较差,由于是著名旅游区,应特别重视大气环境的控制和治理。应禁止发展高污染的工矿企业,大力推广天然气、沼气等清洁能源,逐步取消烧材和燃煤。

参考文献

- 1 马开玉等. 气候统计原理与方法. 北京:气象出版社, 1993:481~488.
- 2 国家技术监督局,国家环境保护局. 制定地方大气污染物排放标准的技术方法. 中华人民共和国国家标准 (GB/T 13201-91), 1991.

An Analysis of Features of Surface Wind and Air Diffusion in Three Gorges Dam Area

Wang Zucheng Chen Zhenghong

(Wuhan Urban Meteorological Engineering & Technological Center, Wuhan 430074)

Chen Shaoping Ju Zhigang

(Yichang Weather Office, 443000)

Abstract

The features of surface wind and air diffusion in the Three Gorges dam area is analysed according to the climatic viewpoint. The main results include that the average wind speed in the dam area is slightly greater than that in Yichang station, but Zigui station less distinctly; the wind normal speed is greater in winter and spring, and least in autumn; the calm in morning often appears in autumn and winter; the monsoon feature is not marked, but the wind daily variation distinct, that is to say, it is typical mountain and valley breeze. According to these features, the typical wind field charts in the day and night are given. By wind frequency analysis jointed air stability, it is found that the air diffusion direction pointed to the Changjiang River valley, therefore, the air pollution round this place will be aggravating. As a whole, the air diffusivity is lower in the dam area in autumn and winter.

Key Words: the Three Gorges dam area surface wind mountain and valley breeze wind frequency jointed air stability