

山区复杂地形条件下的风场分析

覃 军

袁业畅 李 燕 李 源

(南京大学大气科学系, 南京 210093)

(武汉气象中心, 武汉 430074)

摘 要 利用实测资料对山区复杂地形条件下风场的一般特征和局地性特点作了计算分析, 详细分析了山谷风的时空变化规律, 比较了山谷风演变的不同阶段以及不同季节的特点和差异。

关键词: 山区; 复杂地形; 风场

1 引言

随着三峡工程的顺利进行, 三峡库区的老工矿企业的拆迁以及新移民配套工程的上马会越来越多, 因此, 山区和复杂地形条件下低层大气特征和大气扩散规律的研究会越来越被重视。在调整、发展工业的同时, 必须以预防为主, 全面规划, 合理布局, 这是减轻污染, 改善环境的重要途径。

风场是影响大气扩散的重要因子。山区风场比平原复杂, 对山区风场特征进行观测和分析是很重要的, 它可以为山区工业合理布局, 污染源排放高度的选择及排放时间的控制提供依据。本文利用实测资料分析了山区复杂地形条件下风场的时空变化特征。

2 资料来源及观测方法

湖北兴发化工集团股份有限公司迁建工程厂址位于湖北省兴山县境内, 拟建中的三峡库区旁, 属移民配套工程, 也是重污染型化工项目。该厂厂址位于白沙河沟内的河滩地上 (海拔 240 m), 厂址以东约 2 km, 海拔 700 m (高头山半山腰) 是昭君村游览区, 厂址以西约 0.6 km 为白沙河小学, 刘家坡居民区。西河在刘家坡转向东, 形成白沙河。白沙河 (走向为 W-E) 和香溪河 (走向为 WNW-ESE) 是古沙河 (走向为 NNE-SSW) 的一个支沟, 在响滩处交汇。另外, 在工作区内种植有柑桔等经济林作物, 这些均成为本项目的环境敏感点。图 1 为白沙河河沟地形简图。

1999 年 8 月和 12 月, 我们先后对白沙河河谷内三个点进行了风场和温度场的现场测试, 每天按 02、06、08、14、18、20 时 6 个时次观测, 并选择晴天加密观测。观测方法、时间列于表 1。夏季现场观测期间 (8 月 7~20 日), 前期以晴天为主, 8 月 16 日后晴到多云天气为主, 8 月 17~20 日傍晚前后常伴有雷阵雨天气。冬季现场观测期间 (12 月 10~21 日), 以晴到多云天气为主, 12、19 日受冷空气的影响, 出现了阴雨天气。

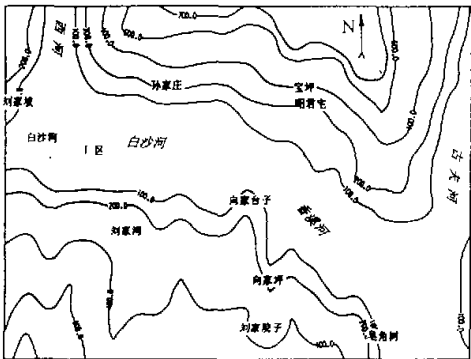


图 1 湖北兴山白沙河河沟地形简图

表 1 现场观测说明

测点	观测项目	观测时间	仪器
刘家坡	地面风、温、主要污染物浓度监测	8月16~20日、12月17~21日，气象观测与污染物浓度监测同步进行	手持轻便风向风速仪（DEM6型）、阿斯曼干湿球温度计（DHM2型）
厂区	地面风、温、主要污染物浓度监测，单经纬仪小球测风、双经纬仪平衡球试验、低空探空	8月7~20日、12月10~21日，其中8月16~20日、12月17~21日现场风、温场观测与污染物浓度监测同步进行	七〇—I式测风经纬仪、手持轻便风向风速仪（DEM6型）、阿斯曼干湿球温度计（DHM2型）、GNZ3型遥测接收仪、XWX-2042型自动平衡记录仪
昭君村	地面风、温、主要污染物浓度监测	8月16~20日、12月17~21日，气象观测与污染物浓度监测同步进行，电接风测风时间为：8月8日~9月15日、11月19日~12月19日	手持轻便风向风速仪（DEM6型）、阿斯曼干湿球温度计（DHM2型）、EL型电接风向风速仪

注：主要污染物浓度监测由宜昌市环境监测站实施。

3 结果分析

3.1 风场的一般特征

3.1.1 地形对梯度风的影响

白沙河河沟为由西至东走向，两边山高多为500~700 m，最高的山峰为940 m。取1 000 m高度处的风代表梯度风，300 m高度处的风代表河沟内的局地风，从白沙河冬、夏季不同高度的风向频率玫瑰图（略）可见，山沟内风向与山沟走向基本一致，为东西方向，而山沟外受梯度风影响，风向主要是南北向。

3.1.2 坡风

昭君村位于白沙河河沟的北坡上，相对于沟底高度约为400 m，这里下坡风指向山沟，风向为偏北风。与位于沟底河滩地上的厂区风向比较，冬季白沙河厂区主导风向及频率，次主导风向及其频率分别为W、24%和E、20%，而昭君村则分别为S、13%和

N, 11%。夏季白沙河厂区主导风向及频率, 次主导风向及频率分别为 E、20%和 WSW、11%, 而昭君村则分别为 SSE、7%和 NNW、4%。因此, 沟内以山谷风为主, 而昭君村处以坡风为主, 只有当沟内为偏西风或有上坡风(偏南风)时, 沟内的污染物才有可能影响到昭君村。

3.1.3 山谷风

山区由于地形复杂, 造成辐射条件差异, 热力状况明显不一致, 从而导致局地环流, 山谷风是白沙河河沟内最明显的局地风场。在这里, 山风为偏西风, 谷风为偏东风。图 2 是白沙河晴天山谷风风向的日变化, 白天以谷风为主, 夜间以山风为主; 山谷风转换时间在日出日落前后。冬季, 清晨 07 时前后, 山风(出沟风)开始向谷风(进沟风)转换, 至 10 时, 谷风建立; 从 15 时开始, 谷风向山风转换, 至 18 时山风建立。冬、夏季山谷风转换所需时间也不一致, 冬季山谷风转换期持续 3 小时左右, 而夏季只需约 2 小时。

图 3 是白沙河厂区山谷风平均风速的日变化, 可以看出, 山风期间平均风速较小, 谷风期间平均风速最大, 而转换时期平均风速最小。一般而言, 山谷中的风速有两个最大值, 两个最小值。最大值一个出现在中午, 一个在夜间, 而两个风速最小值出现的时段正好与山谷风转换时段一致。

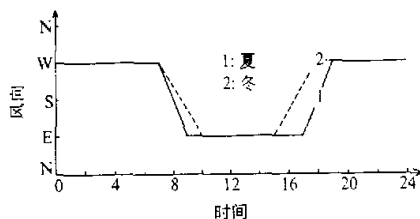


图 2 白沙河河谷平均风向日变化

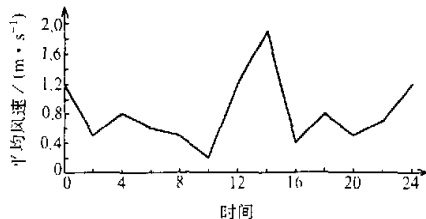


图 3 冬季白沙河河谷平均风速日变化

3.2 风场的局地性特征

3.2.1 小风分析

分析冬、夏两季各高度各风速段出现频率(表略)可知, 冬季小风(风速 $\leq 1.0 \text{ m s}^{-1}$)主要出现在 1 000 m 以下各高度, 出现频率为 40%~70%, 以地面小风出现频率最高, 为 67%。夏季小风主要出现在 600 m 以下各高度, 200~500 m 各高度小风频率较高, 为 42%~62%, 地面小风频率为 42%。由以上分析可知, 白沙河河沟内各高度的风速都较小。对测风资料的统计表明, 河沟内的厂区和昭君村与沟外的气象站比较, 昭君村由于地处弯顶处, 又位于半山腰上, 因此小风频率最高, 厂区小风频率最低。冬季地面风速 $\leq 0.5 \text{ m s}^{-1}$ 的频率分别为: 白沙河厂区 57%, 气象站 66%, 昭君村 87%, 三者的静风频率分别为 33%, 50%和 56%。进一步分析厂区地面小风频率的日变化(图略)及山谷风演变的各阶段风速和小风频率(表 2)可见, 冬季各时段的平均风速较夏季低, 小风频率也较夏季高。白天谷风盛行期, 平均风速最大, 小风频率最低, 尤其是 14 时前后, 而山谷风转换期平均风速最小, 小风频率最高, 尤其在 08 时和 16 时前后。

表 2 白沙河厂区小风 (风速 $\leq 0.5\text{ m s}^{-1}$) 统计

	山风期		谷风期		转换期	
	冬	夏	冬	夏	冬	夏
平均风速 / m s^{-1}	0.8	1.3	1.2	1.6	0.5	1.0
小风频率 / %	59	28	50	18	65	53

3.2.2 山谷风的垂直结构

分析各高度的风向频率 (表略) 可知, 冬、夏两季 400 m 以下, 偏西风 (山风) 频率高于偏东风 (谷风) 频率; 而 400~700 m 则相反; 700 m 以下, 受河沟内山谷风的影响, 风向主要在偏东风和偏西风之间转换; 700~1 200 m, 受大型山谷风的影响, 风向在偏南风 and 偏北风之间转换; 而 1 200 m 以上是梯度风, 风向稳定少变。

分析小球测风资料可发现, 白沙河河沟内风场随高度变化比较复杂, 山谷风以上存在反向气流, 使山谷风构成闭合环流, 并且反向山谷风之上还有一层地形风, 这是因为白沙河河沟是比其更大的古夫河河沟的支沟, 即白沙河山谷风之上叠加有后者的山谷风。

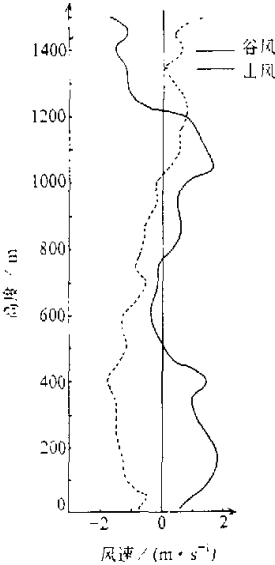


图 4 冬季晴天山谷风纵向分量的垂直分布

为了更清楚地表示风向的垂直分布, 将风矢量分解为沿山沟方向的速度分量, 称之为山谷风的纵向分量, 正值时为山风 (偏西风), 负值时为谷风 (偏东风)。图 4 为白沙河河沟内冬季晴天白天 (6 次) 和晴夜 (9 次) 风速纵向分量的平均值随高度的分布。夜间 500 m 以下为山风 (偏西风), 500~750 m 为反向山风 (偏东风), 750~1 200 m 为偏北风, 即大山沟的山风, 1 200 m 以上为梯度风 (偏南风)。由于白沙河沟深 600~900 m, 梯度风难以影响到沟内, 白天谷风深厚, 其平均厚度为 1 000 m, 并有大型谷风出现。

夏季山谷风纵向分量随高度分布较冬季简单 (图略), 夜间 400 m 以下为山风, 400 m 以上为反向山风, 且反向山风深厚。可见, 无论冬、夏季, 污染物在沟底 (400 m 以下) 经山谷风排出沟外时都有可能被反向山谷风带回沟内, 从而加重河沟内的污染。

表 3 是白沙河河沟内实测的冬季夜间 20 次、白天 10 次, 夏季夜间 30 次、白天 33 次的山谷风平均

表 3 白沙河内冬、夏两季山谷风比较

季节	平均厚度 / m		平均最大风速 / m s^{-1}		最大风速出现平均高度 / m	
	山风	谷风	山风	谷风	山风	谷风
冬季	500	900	1.3	2.3	200	300
夏季	400	800	1.7	2.4	150	200

厚度、平均最大风速及平均最大风速出现高度的统计结果。一般而言, 一日中谷风的厚度、强度都大于山风, 冬季山谷风较夏季山谷风深厚, 而夏季的山谷风平均风速较冬季的略大。两季山谷风都有几个极大值, 山谷风的第一极大值高度, 冬季略大于夏季。

4 结论

(1) 对于沟深较大的山谷, 沟内风场的变化由山谷风的变化决定, 山谷风的转换时间和持续时间以及山谷风的厚度和强度有不同的日变化和季节变化。

(2) 白沙河河沟内风场随高度变化复杂, 山谷风之上常存在反向气流, 使山谷风构成闭合环流, 并在反向山谷风之上, 叠加有大型山谷风。在 700 m 以下, 受白沙河河沟内山谷风的影响, 风向主要在偏东风和偏西风之间转换; 700~1 200 m, 受大型山谷风的影响, 风向主要在偏南风 and 偏北风之间转换; 而 1 200 m 以上才是梯度风。

(3) 在山谷风演变的不同阶段(山风期, 谷风期及转换期), 谷风期平均风速最大, 而转换期的平均风速最小, 小风频率也最高。白沙河河沟内, 小风、静风频率较高, 尤其是在山谷风的转换期。因此, 污染物的排放应避开这个时段。

参 考 文 献

- 1 中国科学院大气物理研究所, 山区空气污染与气象, 北京: 科学出版社, 1978, 7~28.
- 2 翁笃鸣、罗哲贤, 山区地形气候, 北京: 气象出版社, 1990, 420~432.

A Study of Wind System in A Sophisticated Relief in Mountain Area

Qin Jun

(Department of Atmospheric Science, Nanjing University, Nanjing 210093)

Yuan Yechang, Li Yian and Li Yuan

(Wuhan Meteorological Center, Wuhan 430074)

Abstract The general characteristics and local features of wind field in a sophisticated relief in mountain area are calculated and analyzed by using observation data. The spatial and temporal variation rules of the mountain-valley wind are carefully analyzed, the differences of wind systems in different variation stages and different seasons are also compared.

Key words: mountain area; sophisticated relief; wind field.