

# 自动气象站资料在海陆风等局地环流研究中的应用\*

邱晓暖<sup>1,2</sup>, 范绍佳<sup>1</sup>

(1. 中山大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510275

2. 广州市环境监测中心站, 广东 广州 510030)

**摘要:** 利用珠江口西侧广州市南沙区4个自动气象站2001-2008逐时风向风速资料,建立了自动气象站数据处理筛选方法和海陆风等局地环流的分离与判定技术。该数据处理筛选方法和局地环流分离与判定技术,可利用程序编程程序化。利用该方法对广州市南沙区自动气象站数据进行分析,得到海陆风的分析结果符合一般规律,符合当地海陆风的特征。

**关键词:** 自动气象站; 数据处理; 局地环流分离与判定技术; 海陆风

**中图分类号:** P49 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-6579(2013)02-0133-04

## Study on the Application of Auto-meteorological Station Data in Local Circulations Analysis Such as the Sea-Land Breeze

QIU Xiaonuan<sup>1,2</sup>, FAN Shaojia<sup>1</sup>

(1. School of Environmental Science and Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

2. Guangzhou Environmental Monitoring Center, Guangzhou 510030, China)

**Abstract:** Base on the hourly wind data of four auto-meteorological station on the west side of Pearl River Estuary in Nansha, Guangzhou from 2001 to 2008, the processing method for auto-meteorological station data and the technology of separation and judgment of local circulation such as the sea-land breeze in coastal area were established. These processing method and the technology of separation and judgment of local circulation can be programmed. The results of Nansha sea-land breeze analysis by the established methods with auto-meteorological station data were consistent well with the general rules, and it showed the local characteristics of Nansha sea-land breeze well.

**Key words:** auto-meteorological station; data processing; separation and judgment technology of local circulation; sea-land breeze

我国经济发达地区基本上每隔5 km就有一个自动气象站,大量数据目前主要用于天气预报分析或应用于数值模拟<sup>[1-4]</sup>,研究低能见度事件和霾日判定等<sup>[5-7]</sup>,总的利用率不高,缺少比较系统的自动气象站资料分析处理方法。

海陆风是沿海地区特有的由海陆热力差异引起的局地环流。文献[8-9]使用自动气象站资料研究海陆风,吴兑等<sup>[10]</sup>提出根据自动气象站资料,

计算“风矢量和”来研究珠江三角洲区域扩散条件。发展建立一种有效使用自动气象站资料的方法,研究海陆风等局地环流的特征,有重要应用意义。

华南是我国海陆风出现频率较高地区<sup>[11-20]</sup>,珠江三角洲沿海海陆风频率达25%~35%,最强海风出现在珠江喇叭口颈部<sup>[21-23]</sup>。珠江三角洲地区机场密集、航空管制严,难于实施野外放球的海陆风观测研究。利用珠江口西侧广州市南沙4个自

\* 收稿日期: 2012-09-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41275017); 国家973计划资助项目(2011CB403403)

作者简介: 邱晓暖(1985年生),女,硕士研究生; 通讯作者: 范绍佳; E-mail: eesfsj@mail.sysu.edu.cn.

动气象站 2001 - 2008 逐时风向风速资料, 本文建立了一套自动气象站数据处理筛选方法、海陆风等局地环流的分离与判定技术, 并进行应用验证, 取得良好的效果。

## 1 自动气象站数据有效性判别与处理筛选方法

自动气象站数据由仪器自动采集发送, 由于仪器故障、维护等原因, 原始数据可能存在部分错误值, 因此, 使用数据前需要对数据进行处理。为确保自动气象站的数据有效, 根据自动气象站风向风速数据应满足的一般规律, 可采取下述方法进行数据有效性判别及处理筛选: ① 风向数据有效性: 风向数值是具体到  $1^\circ$  的数据, 若数据中连续 3 个或以上时次风向角度不变, 可认为该时间段仪器出现故障, 数据不可靠, 应舍去。② 风速数据有效性 - “ $3\sigma$  准则”: 一般风速数据为偏态分布, 为最大限度保留数据的完整, 考虑以月为基本数据集, 由逐时风速计算得到月平均风速 ( $U$ ) 和标准差 ( $\sigma$ ), 小时风速数值在 ( $U - 3\sigma, U + 3\sigma$ ) 范围外的, 可认为出现该时次的概率是小概率事件, 是异常值, 应舍去。③ 数据准确性判断: 剔除上述可判断的故障值和异常值后, 再考察数据的规律性, 数据变化是否满足气象一般规律, 去除不具气象意义的数据。

下面以位于珠江口西侧的广州市南沙区围垦公司站、南沙中学站、横沥水利会站、黄阁镇政府站 4 个自动气象站风向风速资料为例, 介绍自动气象站数据有效性判别及处理筛选过程。其中围垦公司站为 2001 - 2008 年逐时数据, 其余 3 站为 2007 - 2008 年逐时数据。

首先利用①和②的风向、风速数据有效性判别方法, 过滤得到新的有效数组, 计算得出数据的有效率。使用“ $3\sigma$  准则”对风速数据进行过滤后, 对比过滤前后的风速分布并无明显差别, 过滤掉的数据都为风速相对较大的数据, 但数目很少, 对于总体风速分布影响不大。然后对数据的总体情况进行考察。

由图 1 可知, 2001 - 2008 年围垦公司站平均静风频率为 14.9%, 静风频率差异较大, 为 0.8% ~ 39.3%, 其他各风向在各年分布情况比较一致, SE-S 所占比例最高, NNW-NE 次之, SW-WNW 出现的概率则很小。各年各风向分布情况的一致性说明数据整体有效性、正确性较高, 同时也说明 2001 - 2008 年该地区气候状态比较稳定, 没有大

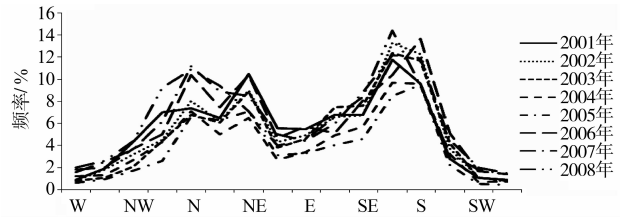


图 1 围垦公司站各年各风向频率  
Fig. 1 Frequency of annual wind direction in Weiken Company Station

的异常情况出现。

同样方法分析 2007、2008 年黄阁镇政府站、横沥水利会站、南沙中学站和围垦公司站风向频率发现: 2007 年黄阁镇政府站偏北风频率与其它站差异较大, 2007 和 2008 年南沙中学站、横沥水利会站偏南风频率与其它站差异较大。

进一步分析发现, 造成不同站点风向频率差异的原因是多方面的: 2007 和 2008 年南沙中学站的风向分布情况与其它站差异较大, 与南沙中学站 7、8 月的数据集中性缺值有关; 黄阁镇政府站 2007 年 1 - 6 月 W-S-E 风向在风玫瑰图中几乎不出现, 7 月偏北风亦明显比偏南风多, 1 - 6 月 W-S-E 风向几乎不出现很可能是由于仪器故障, 导致数据错误, 7 月偏北风比偏南风多, 数据正确性也偏低; 横沥水利会站 2007 和 2008 年 SE-S 风向频率分布规律较一致, SSW-SW 在 2008 年 9、10 月出现异常高值。

综上所述, 围垦公司站数据有效率高, 正确率大, 得到的结果是可信的; 同时, 该站数据一致性好, 具有一定的代表性。而 2007 年黄阁镇政府站, 2008 年横沥水利会站和 2007 - 2008 年南沙中学站均出现不同程度的数据异常的情况, 数据正确率低。因此, 选定围垦公司站的数据作为代表进行分析, 并以南沙 (围垦站) 表示。

综上所述, 处理自动气象站的原始数据时, 可依循以下步骤: ① 根据风向数据有效性准则, 去掉风向角度不变者; ② 根据风速“ $3\sigma$  准则”, 去掉风速异常值; ③ 考察站点本身及不同站点之间风向差异性, 去掉存在较大差异的数据, 得到合理可用的数据。

## 2 海陆风等局地环流分离与判定技术

研究表明, 珠江口海陆风频率为 25% ~ 35%, 夏季高于冬季<sup>[21-23]</sup>。在传统的海陆风分析方法中, 文献 [24 - 25] 的方法较为适用于自动气象站资料的海陆风分析。以南沙 (围垦站) 为例, 参考于恩洪的方法, 可定义南沙海风为 E-S, 陆风为

W-N; 陆风盛行时段为 1:00 - 8:00 时, 海风盛行时段为 14:00 - 21:00 时, 其他时间为海风、陆风风向转换时间; 实测风在海风盛行时段海风出现次数大于等于 4, 在陆风盛行时段陆风出现次数大于等于 4, 且风速均小于 10 m/s, 则该天为海陆风日。按照上述定义得到 2001 - 2008 年南沙 (围垦站) 海陆风频率, 2001 - 2005 年不超过 5%, 2006 - 2008 年不超过 10%。用传统方法统计自动气象站实测风得到的海陆风频率, 年出现频率非常低, 与已有的关于珠三角海陆风的研究结果相差很大, 结果不合理。因此, 传统的海陆风分析方法不适用于自动气象站资料的局地环流分析, 需要发展一套适用于自动气象站资料的局地环流分析方法。

### 2.1 系统风和局地风的分离方法

为便于研究, 把风分为实测风、系统风和局地风。自动气象站等测站所测的风称为实测风, 大范围、大尺度的风称为系统风, 海陆风等局地环流称为局地风, 实测风为系统风和局地风的叠加。

将自动气象站每日逐时实测的风矢量分解成  $u$ 、 $v$  分量, 分别取各时次  $u$ 、 $v$  分量的平均得到日平均风矢量的分量, 合成得到日平均风, 为系统风。

作实测风与系统风的矢量差, 得到的风矢量为去掉系统风之后的局地风。公式如下:

$$\begin{aligned} \mathbf{U}_{HO} &= \mathbf{U}_{DS} + \mathbf{U}_{HL} \\ \mathbf{U}_{DS} &= \sum_H \mathbf{U}_{HO} \\ \mathbf{U}_{HL} &= \mathbf{U}_{HO} - \mathbf{U}_{DS} \end{aligned} \quad (1)$$

其中,  $\mathbf{U}_{HO}$  为每日第  $H$  个时次的实测风矢量;  $\mathbf{U}_{DS}$  为每日系统风矢量;  $\mathbf{U}_{HL}$  为每日第  $H$  个时次的局地风矢量。

判断海陆风日, 还需要考虑数据的有效性。一天中, 有效的数据组数超过当天应有数据组数的 2/3 (即 24 h 至少有 17 h 的数据), 定义为“有效天”。海陆风日, 必需为有效天。

### 2.2 风向持续性统计法

海陆风日的海陆风持续性则是指海风 (陆风) 开始到结束所用的时间。分析海陆风的连续性及其出现时间, 需要将所有数据按时间顺序作为一个有序的数据集, 在该有序数据集中统计海风 (陆风) 连续出现的次数及开始时间。

将自动气象站资料以年为数据集进行海陆风持续性统计, 并以其结果作为判断海风、陆风一般发生时间的依据。在这里需要区分一般发生时间和通常所讲的盛行时间, 一般发生时间是指海陆风在所

指时间内可能发生, 盛行时间是指海陆风在所指时间内发生的频率很高。

### 2.3 海陆风日判定标准

有效天条件下, 局地地中海风在海风一般发生时间内持续出现 4 个及以上时次, 陆风在陆风一般发生时间内持续出现 4 个及以上时次, 则判定该天为海陆风日。

### 2.4 海陆风分离与判定技术的应用

利用建立的自动气象站数据筛选方法、海陆风环流分离方法和海陆风判定方法, 分析得到 2001 - 2008 年南沙 (围垦站) 海陆风日频率结果见图 2。

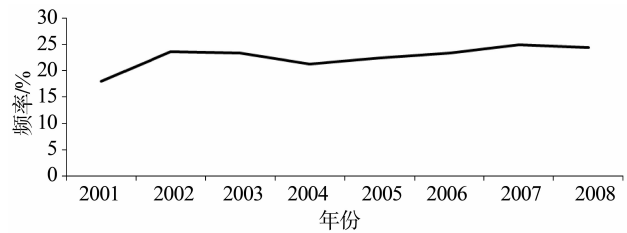


图 2 2001 - 2008 年南沙 (围垦站) 海陆风日频率  
Fig. 2 Frequency of sea-land breeze days in Nansha (Weikun Station) during 2001 to 2008

从图 2 可见, 利用建立的自动气象站数据筛选方法、海陆风环流分离方法和海陆风判定方法, 得到 2001 - 2008 年南沙 (围垦站) 海陆风频率, 和目前关于珠三角海陆风研究认为珠江口海陆风频率 25% ~ 35% 相一致。

2001 - 2008 年南沙 (围垦站) 海陆风频率季节变化研究结果 (图略), 也和夏季高于冬季的一般结论相一致。

利用建立的自动气象站数据筛选方法、海陆风环流分离方法和海陆风判定方法, 得到 2001 - 2008 年南沙 (围垦站) 海陆风结果符合一般性, 结果是可信的。

上述自动气象站数据筛选方法、局地环流分离方法和判定方法, 具有可程序化的特点, 可以推广到研究山谷风、城市热岛环流等局地环流的特征。自动气象站资料是研究海陆风等局地环流比较理想的资料。

## 3 结 论

1) 自动气象站资料是研究海陆风等局地环流比较理想的资料。

2) 利用自动气象站数据处理筛选方法和局地环流分离与判定技术, 得到珠江口西侧广州市南沙

区海陆风的分析结果符合一般规律,结果是可信的。该方法能有效地利用自动气象站数据对海陆风等局地环流进行研究。

3) 通过从实测风中分离出系统风和局地风,得到局地风的分离与判定技术,可用于自动气象站数据的局地环流研究,有推广应用价值。

#### 参考文献:

- [1] 陶士伟,仲跻芹,徐枝芳,等. 地面自动站资料质量控制方案及应用[J]. 高原气象, 2009, 28(5): 1202 - 1209.
- [2] 邵建,胡文东,贾宏元,等. 西北六省区域自动气象站资料处理及 MICAPS 应用研究[J]. 陕西气象, 2010(5): 10 - 14.
- [3] 雷卫延,谭鉴荣,伍光胜,等. 自动站资料统计软件在亚运会气象预报的应用[J]. 广东气象, 2010, 32(4): 62 - 63.
- [4] 杨静,杜小玲. 自动站资料在天气预警中的应用[J]. 贵州气象, 2005, 29(2): 28 - 29.
- [5] 陈静,吴兑,刘敏汉. 广州地区低能见度事件变化特征分析[J]. 热带气象学报, 2010, 26(2): 156 - 164.
- [6] 赵普生,张小玲,徐晓峰. 利用日均及 14 时气象数据进行霾日判定的比较分析[J]. 环境科学学报, 2011, 31(4): 704 - 708.
- [7] 张立杰,李磊,江崑,等. 基于自动站观测资料的深圳城市热岛研究[J]. 气候与环境研究, 2011, 16(4): 479 - 486.
- [8] PRTENJAK M T, GRISOGONO B. Sea/land breeze climatological characteristics along the northern Croatian Adriatic Coast[J]. Theoretical and Applied Climatology, 2007, 90(3): 201 - 215.
- [9] AZORIN-MOLINA C, CHEN D. A climatological study of the influence of synoptic-scale flows on sea breeze evolution in the bay of Alicante (Spain) [J]. Theoretical and Applied Climatology, 2009, 96(3): 249 - 260.
- [10] 吴兑,廖国莲,邓雪娇,等. 珠江三角洲霾天气的近地层输送条件研究[J]. 应用气象学报, 2008, 19(1): 1 - 9.
- [11] 张立凤,张铭,林宏源. 珠江口地区海陆风系的研究[J]. 大气科学, 1999(5): 581 - 589.
- [12] 朱乾根,周军,王志明,等. 华南沿海五月份海陆风温压场特征与降水[J]. 南京气象学院学报, 1983(2): 150 - 158.
- [13] 徐金辉,郭绵钊,梁汉民. 广东沿海地区海陆风特征及其分布规律[J]. 气象科学, 1992(2): 188 - 199.
- [14] 吴兑,陈位超,游积平. 海口地区近地层流场与海陆风结构的研究[J]. 热带气象学报, 1995(4): 306 - 314.
- [15] LIN W, WANG A, WU C, et al. A case modeling of sea-land breeze in macao and its neighborhood[J]. Advances in Atmospheric Sciences, 2001, 18(6): 1231 - 1240.
- [16] LIU H, CHAN J C L. An investigation of air-pollutant patterns under sea-land breezes during a severe air-pollution episode in Hong Kong[J]. Atmospheric Environment, 2002, 36(4): 591 - 601.
- [17] DING A J, WANG T, ZHAO M, et al. Simulation of sea-land breeze and a discussion of their implications on the transport of air pollution during a multi-day ozone episode in the Pearl River Delta of China[J]. Atmospheric Environment, 2004, 38: 6737 - 6750.
- [18] 陈训来,冯业荣,范绍佳,等. 离岸型背景风和海陆风对珠江三角洲地区灰霾天气的影响[J]. 大气科学, 2008(3): 530 - 542.
- [19] 李明华,范绍佳,王宝民,等. 2004 年 10 月珠江口西岸海陆风特征观测研究[J]. 中山大学学报:自然科学版, 2007(2): 123 - 125.
- [20] 李明华,范绍佳,王宝民,等. 秋季珠江口地区海风对城市群空气污染的影响[J]. 中山大学学报:自然科学版, 2008, 47(4): 114 - 121.
- [21] 黄志兴,刘嘉玲. 伶仃洋海陆风观测的初步结果[J]. 热带海洋学报, 1985(3): 21 - 29.
- [22] 吴祖常,董保群,任阵海,等. 内伶仃岛及其附近海面低层大气的平均结构[J]. 热带气象学报, 1991(2): 162 - 169.
- [23] 高绍凤,杨兆礼. 珠江三角洲初夏海陆风特征[J]. 中山大学学报论丛, 1993(1): 87 - 92.
- [24] 于恩洪,陈彬,白玉荣. 渤海湾西部海陆风的空间结构[J]. 气象学报, 1987(3): 379 - 381.
- [25] 陈彬,于恩洪. 渤海湾西部海陆风的天气气候特征[J]. 海洋通报, 1989(1): 23 - 29.