

2004 年 10 月珠江口西岸海陆风特征观测研究^{*}

李明华^{1,2}, 范绍佳¹, 王宝民¹, 吴兑^{3,1}, 祝薇¹, 刘吉¹

(1 中山大学大气科学系, 广东 广州 510275)

(2 广东省惠州市气象局, 广东 惠州 516001)

(3 中国气象局广州热带海洋气象研究所, 广东 广州 510080)

摘 要: 根据 2004 年 10 月在珠江口西岸新垦观测的大气边界层探测资料和自动气象站资料, 研究了珠江口西岸海陆风特征。结果表明: 珠江口西岸海风出现频率较高, 20 时出现频率为 51.8%; 海风出现和结束时间都较晚, 一般在 14–18 时之间出现, 23 时–次日 02 时之间结束; 海风环流高度随海风持续时间逐步升高, 23 时最高达到 700 m 左右; 海风使珠江口西岸贴地逆温出现时间推迟, 低空逆温出现频率增加。

关键词: 海陆风; 10 月; 珠江口西岸

中图分类号: P404 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2007) 02-0123-03

海陆风是典型的因海陆热力差异所引起的大气低层中尺度局地环流系统, 与空气污染密切相关, 是沿海地区大气边界层研究的重要内容^[1-4]。珠江三角洲地处低纬, 三面环山、一面临海, 受海陆风影响较大, 珠江口海岸线呈喇叭口状, 海岸线不顺直使海陆风结构非常复杂^[5-9]; 改革开放以来, 珠江三角洲经济快速发展, 下垫面发生了显著变化, 目前已经形成了以广州、深圳、佛山、东莞、中山等城市为代表的大范围的城市群^[9-11]。

为了研究珠江三角洲地区海陆风特征及其对空气污染的影响, 2004 年 10 月中山大学在位于珠江三角洲城市群下风向、珠江口西岸的广州市番禺区新垦进行了大气边界层观测, 每天采用双经纬仪小球测风观测 7 次 (06、08、10、14、18、20 和 23 时), 5–7 日和 16、17 日加密观测, 增加 02、07、17 和 19 时 4 个时次。小球测风探空气球升速约为 100 m/min, 测风读数间隔为 30 s, 温度探空数据采集间隔为 5 s。本文利用新垦大气边界层风、温度观测资料和地面自动气象站资料, 研究 2004 年 10 月珠江口西岸海陆风特征。为分析方便, 将小球探空的风资料平均处理到 50 m 的分辨率, 温度资料平均处理到 10 m 的分辨率。

1 研究结果

观测期间新垦有海风出现时海风环流高度都在 300 m 左右, 本文以不同时间 50~300 m 高度层平均风玫瑰图考察观测期间海风出现频率 (图略)。

由图可知, 从平均来看新垦风向自 NW–N 这 45° 扇区内的西北风出现频率为 22.0%, NNE–ENE 这 45° 扇区内的东北风出现频率为 51.9%, 而风向自 ESE–S 这 67.5° 扇区内的东南风出现频率为 19.3%, 三者之和占到总风向频率的 93.2%, 说明 10 月新垦主要是西北风、东北风和东南风。西北风为离岸流, 是陆风; 东北风是系统风 (东北风) 与离岸流 (西北风) 叠加的结果; 而东南风为向岸流, 是海风。06–14 时东北风出现频率较高, 没有海风出现; 18–23 时海风和陆风出现频率较高, 18 时陆风和海风出现频率相当, 20 和 23 时海风出现频率分别为 51.8% 和 50.9%。

图 1 为观测期间新垦地面自动气象站风向频率日变化。由图 1 可知, 新垦地面静风出现频率非常高, 除 8–11 时以外都在 50% 以上; 地面风向变化规律与 50~300 m 高度层基本一致, NNW–ENE (东北风) 和 ESE–S (海风) 出现频率较高, 但 NW–N (西北风) 出现较少; 4–14 时东北风出现频率较高, 9 时东北风达到最高 69% 而静风达到最低 26%, 随后东北风逐步减少而静风逐步增加; 15 时–次日 02 时海风出现频率较高, 海风 15 时开始出现, 随后逐步增加, 21 时达到最高 41%, 02 时消失。

图 2 为新垦 10 月 5 日 6 时到 7 日 10 时加密观测的风廓线, 为较强冷空气过后系统风较大时典型风廓线。图 3 为 6 日夜晚新垦温度和风廓线, 为偏

^{*} 收稿日期: 2006-05-09

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40645026); 国家 973 计划资助项目 (2002CB410801)

作者简介: 李明华 (1980 年生), 男, 助理工程师; 通讯联系人: 范绍佳; E-mail: eesfsj@mail.sysu.edu.cn

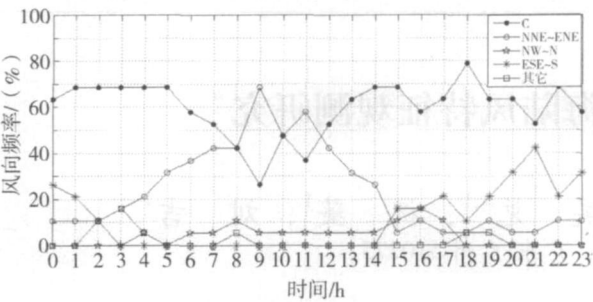


图 1 新垦地面风向频率日变化
Fig. 1 Frequency diurnal variations of wind direction in Xinken

北风影响下典型贴地逆温发展过程。由图 2 可知, 这三天的系统风为偏北风, 边界层内风速较大, 没有海风出现, 5 日 17-23 时和 6 日 14-23 时低层为西北风。由图 2 和图 3 可知, 新垦 6 日 17-23 时低层为偏北风, 在此期间新垦 300 m 以下温度较高且变化较大, 没有低空逆温出现; 贴地逆温出现时间较早, 17 时贴地逆温已形成, 随后逐步加强, 23 时厚度达到 200 m。

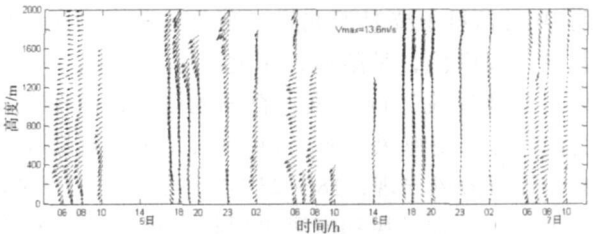


图 2 新垦 10 月 5-7 日风廓线
Fig. 2 Wind profiles in Xinken during 5-7 October

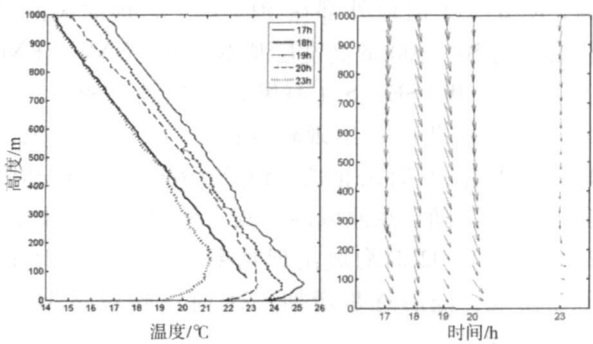


图 3 偏北风影响下 (10 月 6 日) 夜晚新垦典型温度和风廓线
Fig. 3 Temperature and wind profiles in Xinken on 6 October

图 4 为新垦 10 月 15 日 6 时到 17 日 10 时加密观测的风廓线, 为灰霾天气下典型风廓线。图 5 为 16 日夜晚新垦温度和风廓线, 为海风影响下典型

贴地逆温和低空逆温发展过程。由图 4 可知, 这三天的系统风为东北风, 高层风速较大, 低层风速较小; 15 日 18-23 时、16 日 17 时到 17 日 02 时都观测到了海风, 海风风速较大。15 日 18 时和 16 日 17 时即观测到了海风, 且海风环流高度为 300 m 左右, 说明海风在 14-18 时之间出现; 海风环流高度随时间逐步抬升, 23 时达到最高 700 m 左右。

低层海风冷空气的入侵与上层空气之间在风向切变区域产生温度逆转的跃变, 形成类似大尺度的冷锋界面的结构, 称作海微锋, 图 5 是一个典型的海微锋过程。由图 5 可知, 16 日新垦 17-23 时低层为偏南风, 在此期间珠江口 300 m 以下温度较低且变化较小; 有低空逆温出现, 低空逆温所处高度与风切变高度基本一致, 逆温层底高随着风切变高度的抬升也逐步增加; 贴地逆温出现时间较晚, 直到 20 时才形成, 且厚度仅 30 m, 23 时厚度为 100 m。

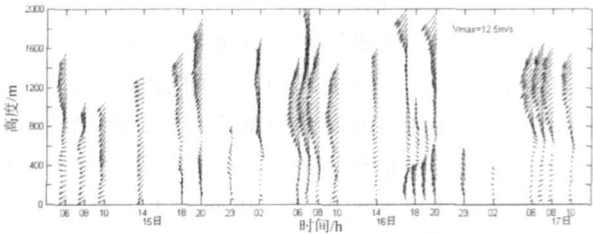


图 4 新垦 10 月 15-17 日风廓线
Fig. 4 Wind profiles in Xinken on 15-17 October

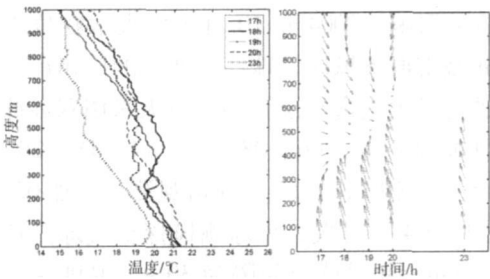


图 5 海风 (偏南风) 影响下 (10 月 16 日) 夜晚新垦典型温度和风廓线
Fig. 5 Temperature and wind profiles in Xinken on 16 October

2 结果与讨论

通过对 2004 年 10 月在珠江口西岸新垦进行的大气边界层风、温度观测资料和地面自动气象站风资料的分析, 得到以下初步结论:

(1) 2004 年 10 月珠江口西岸海风出现频率较高, 50~300 m 高度层处 20 时海风出现频率高达 51.8%; 海风出现和结束时间都较晚, 一般在 14-18 时之间出现, 但也多次观测到 20 时才出现, 23 时-次日 02 时之间结束; 海风环流高度随海风持续时间逐步抬升, 23 时达到最高 700 m 左右。

(2) 2004 年 10 月珠江口西岸夜晚, 当低层为偏北风时, 从上风向城市群来的气流温度较高, 使珠江口西岸 300m 以下温度较高, 贴地逆温出现时间较早, 强度较强。

(3) 2004 年 10 月珠江口西岸夜晚, 当低层为偏南风 (海风) 时, 从上风向海洋来的气流温度较低, 使珠江口西岸 300m 以下温度较低; 温度较低且风速较大的海风使贴地逆温出现时间较晚, 强度较弱; 低层海风冷气流的入侵与上层空气之间产生一个温度逆转的跃变, 在风向切变区域易形成逆温使珠江口低空逆温出现频率增加。

由上面的分析可知, 2004 年 10 月珠江口西岸海风出现和结束时间都较晚, 与通常 “海风常出现在中午前后, 陆风出现在夜晚” 有较大差异。2004 年 10 月珠江口西岸海风出现时间较晚, 这可能是由于珠江口地区盛行风向为偏北风, 与海风方向相反, 抑制并掩盖了海风的发生发展; 海风结束时间较晚, 可能与珠江三角洲地区城市化程度较高, 城市群热岛效应使夜晚陆地温度还高于海洋, 海陆热力差异使海风能持续到深夜^[12-13]。

参考文献:

[1] 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 11(4), 306 – 314

[2] WANG T, WU Y Y, CHEUNG T F et al A study of surface ozone and the relation to complex wind flow in Hong Kong [J]. Atmospheric Environment 2001, 35 3203 – 3215

[3] 周伯生, 汪永新, 俞健国, 等. 广东阳江沿海地区海陆

风观测结果及其特征分析 [J]. 热带气象学报, 2002 18(2): 188 – 192

[4] 柯史钊, 黄健. 华南海陆风的数值模拟 [J]. 热带气象学报, 1993 9(2), 169 – 176

[5] 黄志兴, 刘嘉玲. 伶仃洋海陆风观测的初步结果 [J]. 热带海洋, 1985 14(3): 21 – 29

[6] 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 23(5): 581 – 589

[7] LIN W S, WANG A Y, WU C H et al A Case Modeling of Sea – Land Breeze in Macao and Its Neighborhood Advances in Atmospheric Sciences [J]. 2001 18(6): 1231 – 1240

[8] DING A J, WANG T, ZHAO M, et al Simulation of sea – land breezes 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

[9] 范绍佳, 王安宇, 樊琦, 等. 珠江三角洲大气边界层特征及其概念模型 [J]. 中国环境科学, 2006 26(Sup pl): 4 – 6

[10] 林文实, 范绍佳, 祝薇, 等. 珠江口高分辨率下垫面特征的气象学分析 [J]. 中山大学学报: 自然科学版, 1998 37(增刊 2): 144 – 147

[11] 陈燕, 蒋维楣, 郭文利, 等. 珠江三角洲地区城市群发展对局地大气污染物扩散的影响 [J]. 环境科学学报, 2005 25(5): 700 – 710

[12] 苗曼倩, 唐有华. 长江三角洲夏季海陆风与热岛环流的相互作用及城市化的影响 [J]. 高原气象, 1998 17(3): 280 – 289

[13] 李维亮, 刘洪利, 周秀骥, 等. 长江三角洲城市热岛与太湖对局地环流影响的分析研究 [J]. 中国科学: D 辑, 2003 33(2): 97 – 104

Sea land Breeze on the West Coast of the Pearl River Mouth in October 2004

LIM ing-hua^{1, 2}, FAN Shao-jia¹, WANG Bao-min¹, WU Dui^{3, 1}, ZHU Wei¹, LIU Ji¹

(1. Department of Atmospheric Sciences, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275 China

2 Huizhou Meteorological Bureau, Huizhou 516001, China

3 Institute of Tropical and Marine Meteorology, CMA, Guangzhou 510080 China)

Abstract Based on the boundary layer meteorological sounding and automatic meteorological station’s data of Xinken on the west coast of the Pearl River mouth in October 2004, the characteristics of the sea land breeze are studied. The frequency of sea breeze was high, reaching 51.8% at 20 o’clock. Both the starting and ending time of the sea breeze were very late. It started from 14 to 18 o’clock and ended from 23 to 02 o’clock of the next day respectively. The height of sea breeze circulation rose with the duration of sea breeze, and reached the peak value of about 700m at 23 o’clock. The sea breeze delayed the appearance of ground level inversion, but increased the frequency of lower layer inversion.

Key words sea land breeze; October; the west coast of the Pearl River mouth