

辽东半岛西岸海陆风及热内边界层的观测研究

殷达中

刘万军 李侗佐

(北京大学地球物理系,100871) (沈阳区域气象中心研究所,110015)

提 要

应用 1993 年在辽东半岛西岸进行的现场观测试验资料,对该地出现海陆风及热内边界层进行了分析研究,得到了该地海陆风在各个月份出现的频率、海风起止时间、海风伸向内陆的距离等,同时还得到了热内边界层的高度随离海岸距离改变的规律。

关键词: 辽东半岛西岸 海陆风 热内边界层

引 言

辽东半岛两面临海,东面是浩瀚的黄海,西面是渤海,东西两岸均是典型的海陆交界地形,在一定的外界气象条件下将出现海陆风环流,但两面临海决定了这里的海陆风特征不同于一般海陆交界地形形成的海陆风。另在沿岸地区还会出现由于水陆热力动力差异造成的热内边界层^[1]。为了研究辽东半岛的海陆风出现规律及沿岸热内边界层结构,在 1993 年进行了一系列的现场观测试验。

1 观测试验

1.1 地面风场的观测

1993 年 7—8 月,在图 1 所示的范围内布设 11 个站观测逐时风向风速,图中现有地面测风站是指常规气象观测站,长年观测,临时地面测风站是专为现场试验而设,只在 7—8 月份进行观测。其中远海站是海洋站,该站建在紧临海边稍稍伸入海面的一块陆地上,除测风外还常年进行海温、气温、湿度、太阳辐射观测。

1.2 小球探空试验

1993 年 7—8 月,在图 1 中远海站附近

及离海岸线 4km 及 6km 处进行小球探空试验。图 2 剖面位于图 1 中虚线部位。

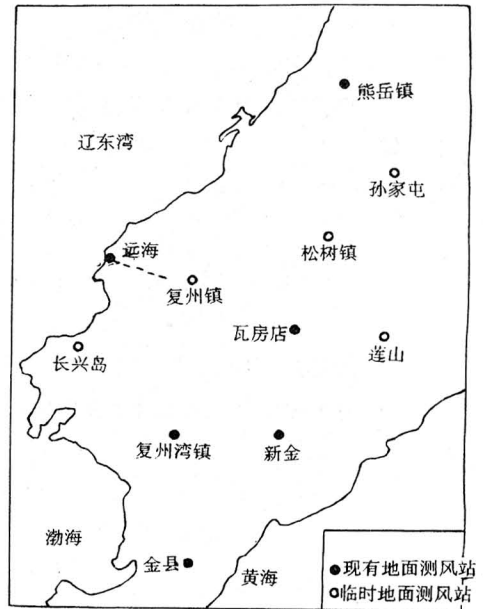


图 1 地面风场观测布点图

2 资料分析

2.1 利用远海站资料统计海陆风出现日数和频率

依据日本学者^[2]对海陆风的研究,海陆

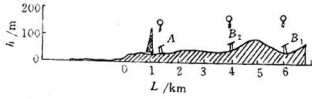


图2 小球探空布点(图中塔位为图1中的远海附近)

风出现日判据为:一天之内风向要有超过 100° 的风向转变,即白天吹向岸风,夜间吹离岸风;风速不超过 $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,将海风和系统向岸流分开,太阳总辐射在中午12时前累积正值达 $150\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 。根据这些判据得到表1。海陆风夏季出现频率最高,这主要是夏季太阳辐射强,海陆温差大,而冬季和秋季天气系统强,气压梯度大,不利于海陆风形成和维持。

表1 海陆风出现日数及频率

月份/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
日数	0	0	0	0	5	8	10	6	3	0	0	0
频率/%	0	0	0	0	16	25	31	19	9	0	0	0

2.2 海陆风的起止时间

表2中统计了表1中出现海陆风日时海风的起止时间,海风大约在8点以后形成,到19—21时结束。

表2 海风起止时间

月份/月	5	6	7	8	9
起始时间(北京时)	8-10	9-10	8-10	8-10	8-10
终止时间(北京时)	19-20	19-20	19-21	19-21	19-20

2.3 海陆风环流的转向高度及海风伸向内陆距离

离散探空点无法给出完整的海陆风环流垂直结构,这里以远海附近(图2中A点)的探空资料来分析海陆风环流转换造成风的垂直结构的变化。图3是1993年7月19日各时次风随高度的变化。从中可看出,上午08时以前1500m以下全部吹偏东风,即陆风;10时以后首先在底层(200m左右)出现了偏西风,即海风;14时,海风厚度发展到800—

1000m;20时海风开始减弱;22时海风厚度降至200m;22时后各高度均为陆风。这是一个典型的海陆风日个例,对同一个例,在海风期,利用地面测风网及变分调整^[3]诊断辽东半岛的地面流场(图4),图4中实线是辽东半岛海岸线,所示风场都有一辐合区,这是因为在可形成海陆风环流条件下,辽东半岛东西两岸均形成向岸流,由于东面的黄海海域较大,向岸海风较强,两边海风相向而行形成辐合区,西岸海风通常深入内陆10km左右,最远到30km左右。

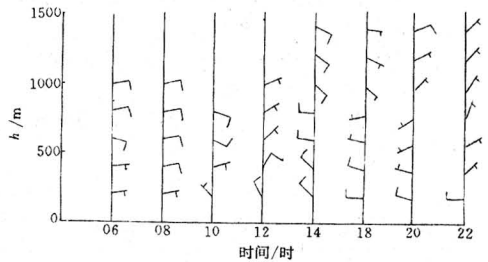


图3 远海附近海风时间剖面图

2.4 热内边界层的观测分析

在海陆交界处,当吹向岸风时,海上气流从底部开始变性,形成一特殊的大气垂直结构,底部大气受陆地加热影响往往具有不稳定结构,上部大气则保持海上的稳定结构,这就是海陆交界处的热内边界层。如果近海及内陆探空点同时观测到底层不稳定结构,上层稳定层结,且近海点两种层结交界处高度小于内陆点,则认为形成热内边界层。

表3为一些热内边界层个例近海点(A点)及内陆点(7月份B1点;8月份B2点)的高度统计。热内边界层高度在同一天随时间变化不大,出现时间一般在08时左右,在10—14时这段时间维持热内边界层存在,观测到持续最长时间为8小时(10—18时)。另外热内边界层高度与海陆温差及风速大小关系密切,8月下旬观测到的个例高度较7月中旬的个例小,风速大时热内边界层高度也

较小。

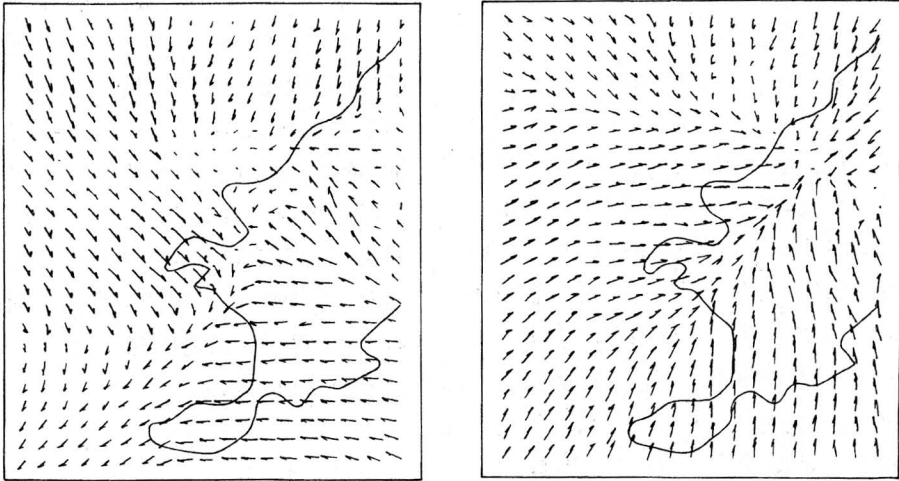


图4 1993.7.19,12:00(左)及16:00(右)地面诊断风场(图中风矢只表示相对大小)

表3 热内边界层高度

月	日	时次	风向	风速/m·s ⁻¹	高度/m(A点)	高度/m(B1/B2点)
7	11	08	SSW	2	120	250
		10	SW	3	100	350
		12	SW	2		200
7	13	10	WNW	4	200	500
		12	W	2	200	400
		14	W	2	200	300
		18	WSW	2	150	300
7	19	10	W	2	200	400
		12	NW	3	200	500
7	21	12	SW	3	200	500
8	24	08	SW	6	150	200

以 Raynor^[4](1975)的公式计算热内边界层高度 $h(x)$ 随离岸距离的变化:

$$h(x) = \frac{u^*}{u} \sqrt{\frac{x\Delta T_{st}}{\Delta T/\Delta Z}}$$

其中 u 为向岸流平均风速, ΔT_{st} 为海陆温度之差, $\Delta T/\Delta Z$ 是海上大气的平均温度梯度, u^* 为摩擦速度。

实测海陆温差计算中以远海站测得温度作海温, 内陆地面测站平均温度为陆温, 海上大气温度梯度和 u^* 从探空资料计算得到。图

5 所示, 横坐标为热内边界层实测值, 纵坐标为计算值。图中各离散点都靠近 1:1 线。公式计算的热内边界层高度与实测值较吻合。

仿照把混合层看成随时间平方根增长, 若将热内边界层当作随离岸距离的平方根增长, 利用实测资料拟合得到 $h(x) = 4.366\sqrt{x}$, x 为以 m 为单位的离岸距离值, $h(x)$ 单位是 m。

3 小结

3.1 辽东半岛两岸海陆风出现频率, 夏季最

高,春秋次之,形成海风的时间为8时左右,20时左右转为陆风,海风伸入陆地距离一般为10—20km,最大可达30—40km。

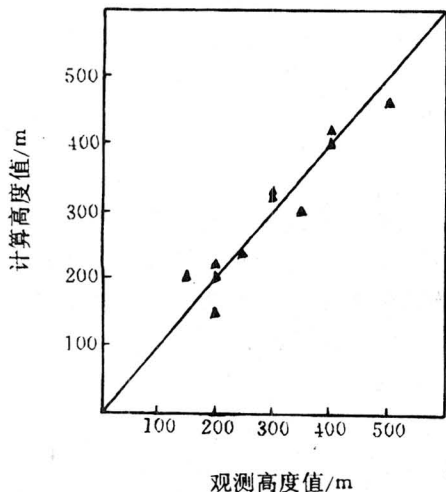


图5 计算热内边界层高度与观测值比较

3.2 热内边界层的高度随离岸距离的增加而增加,并得到高度 $h(x) = 4.366 \sqrt{x}$ 的拟合公式。

参考文献

- 1 Lyons, W. A. . Turbulent diffusion and pollutant transport in shoreline environments. Lectures on air pollution and environmental impact analysis. D. A. Haugen(Ed.). Am. Meteor. Soc. 1975;136—208.
- 2 王茂新等译. 大气污染浓度预测技术手册. 北京:气象出版社,1992;98—99.
- 3 Sherman, C. A. . A mass-consistent model for wind fields over complex terrain. J. Atmos. Meteor. . 1978, 17(3): 312—319.
- 4 Raynor, G. S. , et. al. . Studies of atmospheric diffusion from a near shore oceanic site. J. Atmos. Meteor. . 1975, 14:1080—1094.

Observational Study of the Sea-Land Breeze and Thermal Inner Boundary Layer on the West Coast of Liaodong Peninsula

Yin Dazhong

(Department of Geophysics, Peking University, 100871)

Liu Wanjun Li Yongzuo

(Research Institute of Shenyang Regional Meteorological Center, 110015)

Abstract

The data of the field experiment in 1993 was used to study the characteristics of the sea-land breeze circulation and the thermal inner boundary layer on the west coast of Liaodong peninsula. Some results of this work are given, including the emerging frequency of sea-land breeze in every month, starting and ending hour of the sea breeze, distance of the sea breeze going inland, etc. , in the mean time, the height of the thermal inner boundary layer changing as a function of the distance away from the coast is discussed.

Key Words: Liaodong peninsula sea and land breeze thermal inner boundary layer