

珠江三角洲地区大气混合层特征分析

梁汉明 董保群*

彭贤安 田广生

(南京气象学院)

(中国环境科学研究院)

提 要

该文使用珠江三角洲地区部分测站低空温度探测资料,分析讨论该地区边界层内冬、夏季混合层的高度、厚度变化特征,得出该地区混合层高度偏低并具有多层分布的特点。

一、概 述

珠江三角洲地处亚热带季风气候区,滨临海洋、雨量充沛、日照充足、交通方便、人口稠密,是我国南方经济发达的地区之一。为了更好地开发和利用当地资源,提供环境气象依据,分析混合层的特征是重要的一个内容。

本文根据1988年1月和6—7月由中国环境科学院组织有关单位在珠江三角洲地区部分测站,采用低空探空方法进行较系统的探测,根据所取得的资料,对混合层高度、厚度及变化特点进行分析讨论,得出一些有意义的结果。

二、资料处理方法及规定

1. 资料来源

根据1988年1月1—20日(代表冬季)及6月25日—7月15日(代表夏季)珠江三角洲地区的顺德(冬、夏)、增城(冬、夏)、东莞(冬、夏)和佛山(冬)、广州(冬)、珠海(冬)的低空探测资料,取1500m和以下每天02、05、07、09、11、14、18、23时共8个时次记录,并将各站资料填绘成时空剖面图,进行计算分析。测站位置见图1。

* 86级王安林同学参加部分资料计算工作。

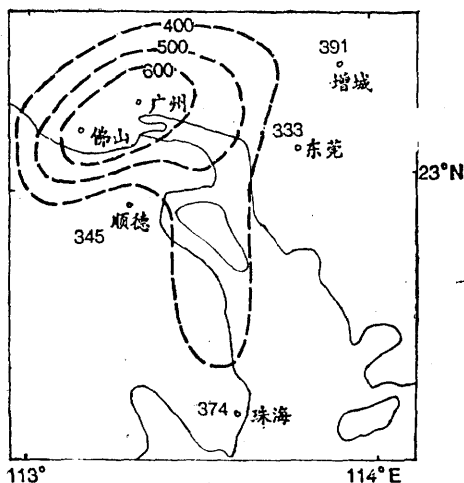


图1 珠江三角洲最高混合层平均高度分布(冬季)图

2. 资料处理和规定

(1) 同一混合层中可以包含 $\leq 20\text{m}$ 厚的逆温和等温层。

(2) 混合层分贴地和离地两类。前者从地表开始,后者指从某一高度开始,但混合层的厚度必须 $\geq 25\text{m}$, $< 25\text{m}$ 则不考虑。

(3) 本文采用 $\gamma \geq 0.8^\circ\text{C}/100\text{m}$ 的空气层为混合层。其原因是实际大气并非干空气,而是含有一定量的水汽;同时由于空气质点运动的惯性以及空气的浮力作用,实际上空气质点的湍流扩散不可能人为地规定在某一高度上。因此本文采用温差法计算混合层高度,把温度递减率的标准定义在干绝热

递减率和湿绝热递减率之间。

三、珠江三角洲地区混合层特征

1. 贴地混合层的特点

表1列出冬、夏各站各时次贴地混合层的平均高度。其中A表示实际出现混合层时的平均高度；B则包括未出现混合层时的平均高度(下同)。由表1看出：

表1 各站冬、夏贴地混合层平均高度(m)表

时 间		02	05	07	09	11	14	18	23	平均	
增城	冬	A	120	50	63	198	285	391	160	91	170
		B	9	5	25	137	163	287	60	23	89
	夏	A	83	63	158	350	558	391	192	167	245
		B	23	31	106	350	558	391	96	107	208
顺德	冬	A	95	102	135	188	282	345	431	109	212
		B	70	91	113	188	282	345	363	74	191
	夏	A	124	190	161	270	414	498	367	142	271
		B	62	44	116	216	273	465	314	61	206
东莞	冬	A	150	202	271	181	266	333	250	218	234
		B	35	71	75	117	266	333	74	61	129
	夏	A	124	215	164	226	322	353	204	191	225
		B	41	61	36	211	253	331	192	101	153
广州	冬	A	118	168	186	222	560	638	288	150	29
	B	52	74	103	167	280	442	180	83	183	
佛山	冬	A	223	170	144	185	369	647	600	170	313
	B	69	34	45	130	346	606	323	36	199	
珠海	冬	A	204	213	136	268	356	374	147	138	226
	B	84	75	113	252	356	245	26	38	149	

(1) 有明显日变化。无论A、B混合层，高度几乎都是夜间和早晨较低(如02、05时)，中午前后(如11、14时)达最高。这与早、晚间大气中乱流运动减弱，稳定度大，而中午前后扰动大、稳定度小有关。

(2) 各站实际出现的混合层最高值平均为330—650m之间，多数在500m以下，

而且计算得出：高度在800m以上的是少数，个别站点可达1300多m。因此该地区出现的混合层高度是偏低的(1)**。

(3) 季节变化不显著。我们分别计算冬季(6站)、夏季(3站)各时次高度平均后得到两组分布曲线(图2、图3)。可看出冬、夏季珠江三角洲地区混合层高度随时间分布曲线呈单峰型，冬季14时达最高，约460m，然后迅速向两侧降低，02时达最低；夏季亦类似，只是11—14时前后达最高，约

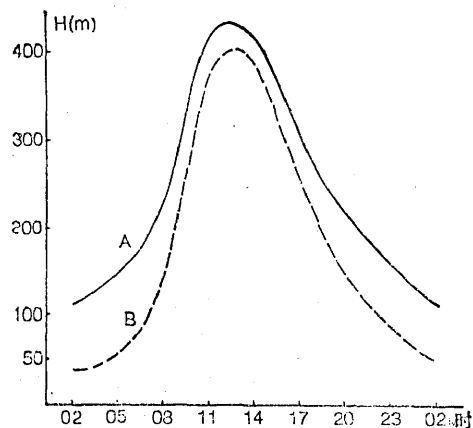


图2 冬季贴地混合层平均高度分布
A: 实际出现混合层平均高度,
B: 包括未出现混合层时的平均高度

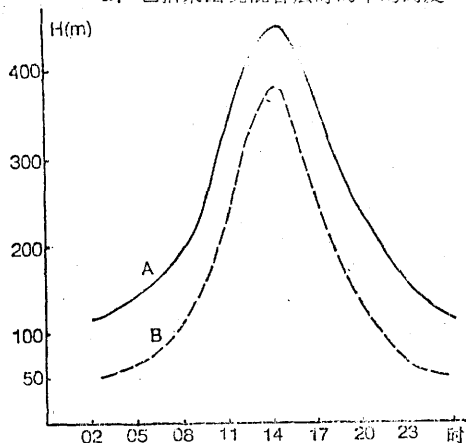


图3 夏季贴地混合层平均高度分布
说明同图2

** 南京气象学院等，污染气象条件的综合分析——大气专题报告附件1，扬子乙烯工程大气影响评价报告书，1984。

440m。而冬(夏)季各时次实际混合层平均高度约237(247)m,故平均高度夏季略比冬季高,可差别不悬殊,但各时次的平均高度冬、夏之差有些站却较大。由此看出该地区混合层高度值的日变化比季节变化大得多。

(4) 无论从冬季各站最高混合层平均高度分布(图1)或者各时次平均值分布看,都是以佛山、广州为最高,并向周围降低,这表明广州、佛山的城市热岛效应较其他城市明显。

因此,从层结条件看,珠江三角洲是属于偏稳定的大气环境条件类型。

2. 不同标准温差法计算的混合层高度

(1) 三种标准计算混合层平均高度比较。为了比较,把混合层高度标准分别定为 $(-\partial T/\partial z) \geq 1^\circ\text{C}/100\text{m}$, $(-\partial T/\partial z) \geq 0.8^\circ\text{C}/100\text{m}$ 和先 $(-\partial T/\partial z) \geq 1^\circ\text{C}/100\text{m}$,后取 $(-\partial T/\partial z) \geq 0.8^\circ\text{C}/100\text{m}$ 3个标准,并分别以a、b、c代表。对东莞冬、夏分别计算各时次贴地混合层平均高度,其结果用图4、图5一组曲线表示。由图看出:3种标准计算所得的曲线形状是相似的,高度具有明显的日变化,但冬、夏变化不显著,仍可看出平均情况夏季略比冬季高。冬、夏3种曲线平均高度以a最低,b最高,c则介于两者之间,同样得出中午前后混合层最高,其余测站亦有类似现象(图略)。

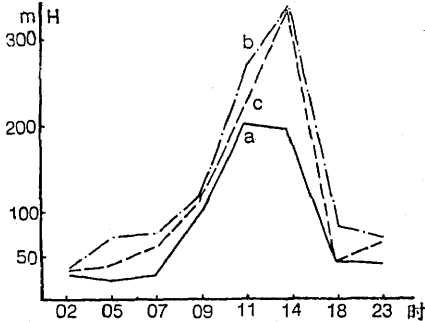


图4 东莞冬季贴地混合层平均高度分布

(2) 最高和最低两种标准的混合层高度比较。把珠江三角洲冬季(6站)、夏季(3站)的资料按前述a、b标准分别计算各

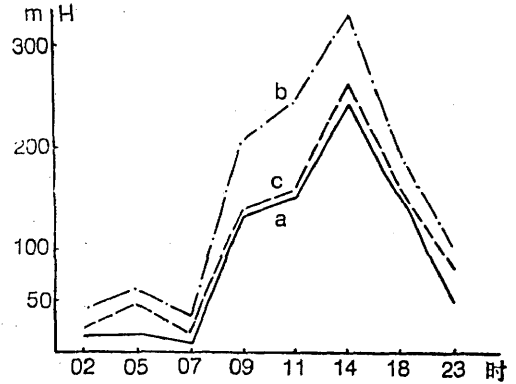


图5 东莞夏季贴地混合层平均高度分布

时次的混合层平均高度值,并求出总平均高度值,最后按两类把b标准与a标准的总平均值相减,结果列于表2。由表知:两类算出的各站混合层平均值之差夏季略比冬季高约10—15m,对A(B)类,冬、夏平均高约63(54)m,因此对两种温差法标准计算的两类混合层高度平均值之差约50—65m。

据国外报道,有人曾用光雷达、声雷达、温差法计算混合层高度,发现三者变化趋势一致,但后者比前两者高度偏低约50m〔2〕。

所以,采用温差法 $\gamma \geq 0.8^\circ\text{C}/100\text{m}$ 的标准算出的珠江三角洲混合层高度,无论是中午前后所达的最高值,或者是整个混合层平均高度都是偏低的,其原因可能是:

①近江、海的地理位置。各站都近纬度较低的江、海,冬夏季低空常吹西南—东南风,使该地区直接受海上气流的影响,因湿度平流作用使低层边界层内夜间和白天气温不易降低太快和上升不致太高。

②雨量多和温度高。该地区年平均雨量在1500mm以上,土壤潮湿,加之气温高湿度大,蒸发缓慢,使地温冬、夏日变化不如北方内陆城市剧烈。

③温度日较差小。例如广州平均气温日较差夏季(7—8月)为 7°C 左右、深圳为 $6—7^\circ\text{C}$ 、香港为 4°C 左右〔3〕。冬季(1月)广州为 8.5°C ,但北方的北京、太原、兰州1月和

表 2

各站两种温差法标准计算混合层高度差值表

类 别	增 城		顺 德		东 莞		广 州	佛 山	珠 海	平 均	
	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	冬	冬	冬	夏
A	77.5	70.5	38.0	80.4	43.4	50.1	81.4	58.5	52.2	58.5	67.0
B	36.5	65.1	49.1	65.2	50.0	58.3	37.0	65.6	37.0	45.9	62.9

7—8月平均气温日较差为11.2℃、14.1℃、14.4℃和9.3℃、11.1℃、13.1℃。这说明珠江三角洲地区冬、夏的平均气温日较差远比内陆城市小得多。

3. 离地（不及地）混合层的特征

分析和计算所有剖面图资料后发现，混合层除贴地一类外，还存在离地（不及地）

的混合层，并出现多层并存的特点，而两层之间可以是中性或薄层逆温（等温）层结。

表3给出珠江三角洲地区冬、夏季各站离地混合层平均底高、厚度、层数。除说明外，表中第2、第3层均指离地混合层，而最多和平均层数包括贴地混合层。从表中可以看到：

表 3

冬夏各站离地混合层平均底高及厚度(m)

项 目	增 城		顺 德		东 莞		广 州	佛 山	珠 海	平 均		
	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	冬	冬	冬	夏	
第 2 层	底高	599	406	596	445	433	351	366	500	495	498	401
	厚度	272	297	232	249	261	265	228	295	331	270	270
第 3 层	底高	1138	630	940	787	776	745	709	858	855	879	721
	厚度	248	231	338	242	293	200	353	258	491	330	224
平均层数		1.01	1.66	1.62	1.72	1.25	1.75	1.01	0.98	1.43	1.22	1.71
最多层数		3	5	4	5	3	5	3	2	4		

(1) 混合层最多达5层。从平均数及最多层数看都是夏季多、冬季少，各站冬、夏平均都在1—2层之间。说明混合层的多层分布特性在珠江三角洲地区较为普遍。统计表明，早、晚层数相对少些，白天相对多些（表略）。这种多层分布特点除与环境天气条件有关外，可能还和大气的层结稳定与否有关，但内在关系还有待进一步研究分析。

(2) 第2、第3混合层底高是冬比夏高，而厚度除第2层冬夏差别不大外，第3层也是冬比夏高，平均情况亦类似。一般说中午前后最厚，早晚较薄（表略）。这与中午前后太阳辐射增强，近地面对流活动达最大有关。

(3) 第2混合层平均底高冬（夏）季约

500（400）m，平均厚度冬（夏）季为270（270）m；第3层平均底高冬（夏）季约880（720）m，平均厚度冬（夏）季为330（220）m。

(4) 无论冬、夏一天中不一定每个时次都出现混合层，但白天中午前后出现概率达90%以上，夜间和早晨只有60%以下。混合层各时次间一般是连续的，但不同天气条件影响和天气系统的演变能引起混合层发生不连续、中断、消失，以及使高度、厚度产生抬高、降低现象。

四、混合层高度计算与实测值比较

1. 使用探空曲线计算混合层高度

在实践工作中有人提出用上午探空曲线来确定混合层高度〔3〕。根据该方法,由逐日低探资料点绘成探空曲线,分别计算上午和下午混合层高度P、尔后据拉普拉斯压高公式〔4〕

$$Z_1 - Z_2 = 18400 \left(1 + \frac{t}{173}\right) \lg \frac{P_1}{P_2}$$

转换成高度Z。并与上述得出的逐日上、下午混合层高度最大值(实测值)比较。

表4 混合层高度的计算与实测值(m)之差表

时 间	增 城		顺 德		佛 山		广 州		东 莞		平 均	
	冬	夏	冬	夏	冬	冬	夏	冬	冬	夏	冬	夏
上午平均	90	-39	54	23	30	79	122	63	35			
下午平均	93	161	38	144	62	111	214	76	173			

2. 混合层高度计算值与实测值之差分析

表4给出珠江三角洲冬、夏季部分测站混合层计算值与实测值之差的平均。可知,

(1) 冬、夏除个别外,平均为正,说明计算值高于实测值,而且夏比冬误差大,下午比上午大。逐日情况变化更明显。

(2) 曾分别统计各站误差的正、负值总和(表略),同样得到,无论冬、夏,用上述方法确定的上、下午混合层高度远高于实测值,通过各站两值的方差计算,也得出结

果太大(表略),说明两值误差较大。

综上所述,在珠江三角洲地区用此法计算逐日上、下午混合层高度时要慎重。

五、小 结

1. 珠江三角洲地区除有贴地的第一混合层外,还存在第2、第3混合层,即具有多层特征,最多可达5层。

2. 混合层高度偏低,最高平均在650m以下,多数在500m以内,800m以上是少数,1000m以上是个别现象。早晚低,中午前后达最高(厚),平均夏比冬高;而离地混合层平均底高则冬比夏高,厚度亦类似。

3. 采用每日探空曲线计算上、下午混合层高度的常规方法,得出的混合层高度较实测值普遍偏高,故使用时应慎重。

参 考 文 献

- 〔1〕 吕乃平等,边界层大气的混合层结构,中国科学院大气物理研究所集刊,第10号, P25—33, 科学出版社, 1982。
- 〔2〕 Richard L. Coulter, A Comparison of three Methods for Measuring Mixing-layer Height, Journal of Appl. Met. 18. P1492—1499 November 1979.
- 〔3〕 王润鹿等编著,实用污染气象学 P136—138,气象出版社, 1981。
- 〔4〕 J.M华莱士, P.V.霍布斯普, 王鹏飞等译, 大气科学概观, P36—37, 上海科学技术出版社, 1981。

An analysis on the characteristics of the mixing layer in the area of the Pearl River Delta

Liang Hanming Dong Baoqun

(Nanjing Institute of Meteorology)

Peng Xianan Tian Guangsheng

(Chinese Research Academy of Environment Science)

Abstract

The top height and thickness of the mixing layer in ABL are measured with radiosonde data taken from some stations over the Pearl River Delta in winter and summer days, 1988. The analysed result shows that the heights of the mixing layer in this area appear lower and with a feature of multi-layer structure are in the most case.