

中国沿海城市的气块后向轨迹分析¹⁾

张 维 邵德民 殷鹤宝 何珍珍

(上海市气象科学研究所, 200030)

提 要

该文讨论了大连、青岛、上海、福州、厦门和广州 6 个沿海城市的气块长距离后向输送轨迹。输送层假设在 1500m 上。计算了 1985 年 1、4、7、10 月份的轨迹。轨迹分析得出:①气块后向轨迹与天气形势和季节有关,且南北方有差异;②北方沿海城市的 72 小时气块后向轨迹输送距离要比南方沿海城市远些。

关键词: 气块 输送 后向轨迹

1 概况

我国沿海城市在降雨过程中常常观测到雨水有酸化现象,即使地处北方的沿海城市青岛,1982 年以后雨水的年平均 pH 值都在 5 以下,1985 年雨水平均 pH 值为 4.43,其最低值曾出现 pH 值为 2.30;南方沿海城市厦门雨水也较酸,市区雨水平均 pH 值为 4.74^[1]。分析这些地方酸雨的出现除与该城市的本地污染源有关之外,还可能与外来污染源有关。这些外来污染源与气象条件、天气系统的影响有密切关系,在一定的天气形势下,外来污染物随着气流不断地输送到该地区,影响雨水的酸化过程。为此,我们选择了大连、青岛、上海、福州、厦门和广州 6 个主要沿海城市,计算 1985 年 1、4、7、10 月到达各城市的气块后向输送轨迹,对外来污染气块的主要来向及其与季节、天气形势等的关系进行了分析讨论。

2 计算方法

污染物的远距离输送主要取决于大气的平流运动,采用 08 时、20 时(北京时)850hPa 层高空风资料,在 850hPa 等压面上利用二

维流场计算到达各城市的气块在前 72 小时内的拉格朗日输送轨迹,计算区域为 18—45°N、100—136°E,共有网格点 20×23,格距为 150km^[2]。

3 资料分析

3.1 天气形势

将每天影响各城市的天气形势分成高压控制、冷锋低压,静止锋和热带风暴影响 4 类,以 1、4、7、10 月分别代表冬、春、夏、秋 4 个季度。从表 1 中可看出各季度南北方沿海城市所受的天气系统影响有所不同。北方沿海城市大连和青岛的降水天气以低压冷锋天气影响为主,尤其在春、秋季节(4、10 月)受冷锋低压天气影响均占全月的半数左右,全年极少出现静止锋天气,而南方沿海城市福州、厦门、广州三地全年降水天气除夏季 7 月外,都以静止锋影响天气为主,1、4、10 月都占全月的 1/3 左右,低压冷锋天气仅在夏季 7 月出现较多。上海介于南北方之间,降水天气在春季 4 月份时以低压冷锋天气为主,其他季节低压冷锋天气和静止锋天气两者相差不多。

1) 本文为国家自然科学基金资助项目

表1 天气系统情况表 1985年(天数)

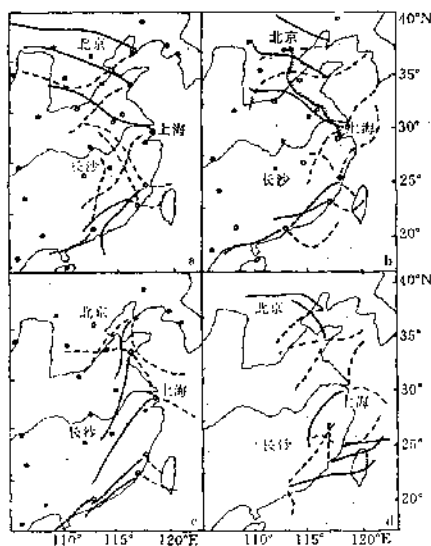
地点	低压冷锋					静止锋					高压控制					热带风暴影响		
	月份				合计	月份				合计	月份				合计	月份		合计
	1	4	7	10		1	4	7	10		1	4	7	10		7	10	
大连	8	17	12	14	51	0	0	4	0	4	20	10	15	14	59	0	0	0
青岛	9	16	12	14	51	0	0	5	0	5	19	10	14	12	55	0	0	0
上海	4	9	7	8	28	3	1	5	6	15	22	18	16	15	71	3	2	5
福州	2	4	13	5	24	10	9	0	10	29	16	14	15	12	57	3	1	4
厦门	2	4	13	3	22	11	9	0	12	32	15	13	15	12	55	3	1	4
广州	2	4	13	3	22	11	10	0	12	33	14	13	17	13	57	1	0	1

3.2 气块后向输送轨迹来向

由于各季度南北方沿海城市所受的天气形势影响不同,因此到达各城市的气块主要平均后向轨迹线²⁾的输送来向也不一样。附图为各月平均后向轨迹线。南北方以1、4月差别较显著,到达大连、青岛和上海的气块主要平均后向轨迹线都来自NW方向,而福州、厦门和广州3个南方沿海城市的气块主

要平均后向轨迹线都来自SW方向。夏季7月到达南北方沿海各城市的气块主要平均后向轨迹线来向较一致,都来自SW方向。秋季10月南北方又有差异,到达大连和青岛的气块主要平均后向轨迹线来自N—NW方向,到达上海的气块来向主要仍为SW方向,而南方福州、厦门、广州3城市的气块主要平均后向轨迹线都来自东边,且到达厦门和广州的气块多数来自台湾或受台湾的影响。

表2为到达各城市60小时前的气块来向频率,从频率分布也可得出上述后向轨迹来向的特征。从表中还可看出,4、10月到达青岛的气块从偏东(NE, E, SE)来向的频率分别有24%和20%,其中部分来自韩国和朝鲜,分析青岛4、10月的雨水酸性除受本地污染源影响外,可能还受来自NE—E方向的外来污染源影响。10月到达上海的气块也有20%来自东北方向,因此东北向外来污染物也会对上海有所影响。到达厦门和广州的气块来自偏东方向的也不少,以10月最多,到达福州、厦门、广州的气块60小时前偏东方向的频率分别达到54%,68%和87%。分析1985年厦门4、10月和广州10月降雨期的后向轨迹来向基本上都来自NE, E, SE的偏东方向,因此4、10月厦门和广州10月的酸雨,可能受本地污染源影响之外,海洋性外来污染源环境对酸雨的影响也不可忽视。



附图 各月气块平均后向轨迹线(1985年)

a. 1月 b. 4月 c. 7月 d. 10月

实线: 主要平均后向轨迹线

虚线: 次要平均后向轨迹线

2) 气块主要平均后向轨迹线是指该月中来向频率最多(频率大于50%以上)的后向轨迹进行平均所得到的平均后向轨迹线。次要平均后向轨迹线是指该月中出现5次以上相同来向的轨迹进行平均所得到的平均后向轨迹线。

表2 到达各城市的气块 60 小时前的来向频率/% 1985 年

气块来向		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1 月	大连	0	0	0	0	0	5.6	22.2	72.2
	青岛	14.3	0	0	0	0	7.1	21.4	57.1
	上海	9.5	4.8	0	0	4.8	19.0	23.8	38.1
	福州	3.7	7.4	14.8	3.7	7.4	25.9	11.1	25.9
	厦门	19.2	7.7	3.8	0	0	15.4	30.8	23.1
	广州	19.0	14.3	4.8	4.8	4.8	23.8	14.3	14.3
4 月	大连	10.5	5.3	5.3	5.3	5.3	10.5	21.1	36.8
	青岛	19.0	9.5	14.3	0	4.8	0	28.6	23.8
	上海	5.3	5.3	5.3	5.3	10.5	31.6	0	36.8
	福州	15.4	15.4	7.7	3.8	7.7	23.1	7.7	19.2
	厦门	10.0	15.0	10.0	15.0	0	15.0	20.0	15.0
	广州	0	8.3	8.3	0	16.7	37.5	25.0	4.2
7 月	大连	24.1	6.9	0	0	27.6	17.2	13.8	10.3
	青岛	13.8	0	3.4	6.9	17.2	24.1	27.6	6.9
	上海	0	0	4.0	4.0	16.0	72.0	4.0	0
	福州	0	0	0	8.0	20.0	40.0	28.0	4.0
	厦门	0	4.3	4.3	4.3	8.7	47.8	26.1	4.3
	广州	3.6	3.6	3.6	0	28.6	46.4	14.3	0
10 月	大连	8.0	4.0	0	0	0	24.0	28.0	36.0
	青岛	24.0	8.0	4.0	8.0	0	16.0	24.0	16.0
	上海	12.5	20.8	4.2	8.3	4.2	41.7	8.3	0
	福州	0	23.1	26.9	3.8	7.7	7.7	19.2	11.5
	厦门	28.0	24.0	32.0	12.0	4.0	0	0	0
	广州	8.7	26.1	43.5	17.4	4.3	0	0	0

3.3 气块后向轨迹来向与天气形势的关系

气块后向轨迹来向与天气形势有关。将气块来向划分为 NE、SE、SW、NW 4 类,从表 3 中可看出,高压天气控制时,大连和青岛两个北方沿海城市的气块后向轨迹输送来向大多数以 NW 向为主,但高压控制天气对上海、福州、厦门和广州 4 个城市较为复杂,受冬季北方来的冷高压控制时,到达上海和福州的气块主要来自 NW 方向,到达厦门和广州的气块则主要来自 SW 方向。夏季受西伸太平洋副热带高压控制时,到达上海、福州、厦门和广州 4 个城市的气块都来自 SW 方向。低压冷锋天气影响时,无论南北方沿海城市的气块后向轨迹输送来向都以 SW 向居多数,但到达大连和青岛的气块也有不少来自 NW 方向,这主要由于 4 月北方城市受低压

冷锋天气影响时,气块多数仍来自 NW 方向。静止锋影响时,到达上海的气块大多数来自 SW 方向,福州、厦门和广州三地的气块多数也来自 SW 方向,但也分别有 45%、38% 和 39% 频率来自 NE 方向,其原因是由于 10 月静止锋影响该三城市时,几乎全部气块的后向轨迹来自 NE 方向。

4 气块主要平均后向轨迹线的输送行程和平均输送速度

气块主要平均后向轨迹线北方沿海城市要比南方沿海城市的输送行程长些,速度也快些(表 4),到达大连(除 7 月份外)和青岛的 72 小时平均输送距离都超过 1000km,以 1 月最长,到达大连的气块 72 小时行程达 1887km,平均速度达 $7.3\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,到达大连和青岛的气块平均速度(除大连 7 月份外)均

大于 $4\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。到达南方沿海城市的 72 小时输送行程相对要短些,速度也慢些,以到达厦门的气块输送行程最短,都不超过 900km。

到达上海的气块行程在各季度相差不大,行程都大于 1000km。

表 3 到达各城市气块后向输送轨迹来向分布频率/%与天气形势的关系(1985年1、4、7、10月)

气块来向	高压控制天气						低压冷锋天气						静止锋天气					
	大连	青岛	上海	福州	厦门	广州	大连	青岛	上海	福州	厦门	广州	大连	青岛	上海	福州	厦门	广州
NE	9	11	18	7	36	25	6	16	3	13	14	18	0	40	13	45	38	39
SE	3	6	7	23	15	33	0	14	18	25	27	18	0	20	7	14	9	6
SW	17	16	33	40	49	39	47	33	61	54	59	59	75	0	73	34	53	55
NW	71	67	42	30	0	3	47	37	18	8	0	5	25	40	7	7	0	0
天数合计	59	55	71	57	55	57	51	51	28	24	22	22	4	5	15	29	32	33

表 4 气块主要平均后向轨迹线 72 小时输送距离(L)和平均输送速度(V) 1985 年

地点	L/km				V/m · s ⁻¹			
	1月	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月
大连	1887	1070	796	1392	7.3	4.1	3.1	5.4
青岛	1462	1433	1128	1195	5.6	5.5	4.4	4.6
上海	1267	1363	1198	1019	4.9	5.3	4.6	3.9
福州	754	1016	1042	993	2.9	3.9	4.0	3.8
厦门	863	879	765	829	3.3	3.4	3.0	3.2
广州	721	1003	824	1213	2.8	3.9	3.2	4.7

4 结论

4.1 到达我国沿海城市的气块输送来向与天气形势和季节有关,且南北方有差异。

4.2 72 小时后向轨迹输送行程北方沿海城市要比南方沿海城市长些,输送速度快些。相对讲,以到达大连的气块输送速度最快,到达

厦门的气块速度最慢。

参考文献

- 1 中国环境科学学会编. 酸雨文集. 北京: 中国环境科学出版社, 1989.
- 2 邵德民等. 上海地区高空气流长距离输送轨迹及其与酸雨的关系. 上海环境科学, 1992 年 1 月.

An Analysis of Backward Trajectories of Air Parcel at Coastal Cities in China

Zhang Wei Shao Demin Ying Hebao He Zhenzhen

(Shanghai Meteorological Institute, 200030)

Abstract

Air parcel backward trajectories of long-range transport at six coastal cities, Dalian, Qingdao, Shanghai, Fuzhou, Xiamen and Guangzhou, are discussed. The transport layer is assumed to be 1500 m high, the trajectories during January, April, July and October 1985, are computed.

The trajectory analysis shows that: (1) The backward trajectories of air parcel are related to weather situations and seasons, and however the backward trajectories between the coastal cities in the North and in the South are different. (2) The transport-distances (the backward trajectory of 72 h) of the coastal cities in the North are farther than that in the South.

Key Words: air parcel transport backward trajectory