

杭州市酸雨与气象条件的关系

吴芝芳

李柱国

华瑶芳

(杭州市气象台) (浙江省环保站) (浙江省环保研究所)

摘 要

本文根据浙江省和杭州市环保站所提供的1983年2月—1985年2月,以及市区部分功能区1983年2月—1984年5月(2、5、8、11月)的酸雨观测资料,结合杭州市气象台(凤山门)地面和高空的有关气象资料,进行了分析和探讨。得出杭州市酸雨的季节差异,以及酸雨强度及频率与逆温、风速、大气湍流、扩散条件等有密切的关系。

一、杭州市酸雨概况

据杭州市代表点春季(5月)、夏季(8月)、秋季(11月)、冬季(2月)所采集的164个降水样品, pH值小于5.6的酸雨出现120个,频率达73%;平均pH值为4.97,检出范围3.90—7.62,其中, pH值最高和最低分别出现在盛夏(8月)和秋季(11月)。天目山路连续25个月(1983.2—1985.2)中所采集的320个降水样品中,酸雨达263个,其频率达82%, pH值检出范围3.42—7.50,最低值出现在1985年2月26日。平均pH值4.5。比长江流域及以南地区(上海、南京、武汉、长沙等)大城市酸雨频率要高,降水酸性要强,仅次于我国酸雨最严重的西南地区重庆、贵阳等地。

1. 酸雨的地域性

杭州市的观测资料表明,酸雨有明显的地域性。一般城区(市中心)降水酸性强,频率高,郊区降水酸性弱而频率低。 SO_2 、 NC_x 浓度高的地区降水酸性强,频率较高; SO_2 、 NO_x 浓度低的地区降水酸性较弱,频率低。大气污染物浓度的高低与降水酸性的强弱、出现酸雨频率的高低相吻合。

图1为1984年5月各功能区酸雨频率和pH均值分布图。从图1中可见,交通、居民、商业混合区米市巷、保俶路酸雨频率较高, pH值较低;以交通影响为主的天目山路酸雨频率和pH值比米市巷分别低10%和高7%;空气新鲜,树木茂密的植物园 pH值比米市巷高11%,频率降低13%。

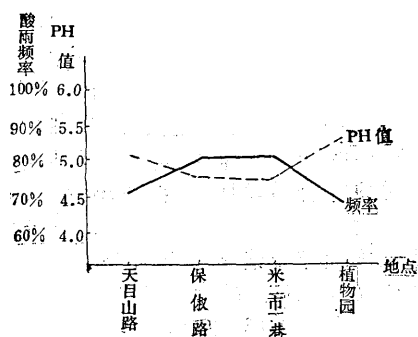


图1 各功能区酸雨频率和pH均值分布图

2. 酸雨频率和强度随季节的变化

杭州市一年四季均可出现酸雨,但酸雨强度和频率随季节不同而变化。图2为杭州市春(5月)、夏(8月)、秋(11月)、冬(2月)各季酸雨频率和强度的分布图。由图2可见,酸雨频率和强度随季节按一定的规律变化。自春至夏,酸雨频率由高到低, pH

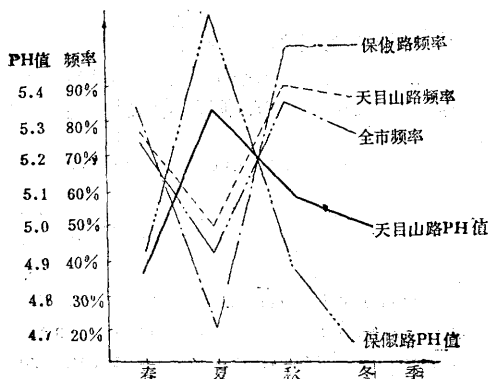


图2 各季酸雨频率、pH均值分布图

值由低到高, 降水酸性由强到弱; 夏季 8 月, 是酸雨频率和 pH 值曲线的谷、峰所在, 频率最低, pH 值最高; 由夏至冬, 频率逐渐增高, pH 值逐渐降低, 降水酸性不断增强。冬、春两季的 pH 值最低, 降水酸性最强。春、秋、冬三季酸雨频率均较高。

二、降水酸度与气象条件的关系

1. 低层逆温

降水酸化过程中, 气象条件起着决定的作用。逆温层抑制湍流的发展, 限制大气中污染物的扩散。逆温层的有无, 对污染物的扩散, 有极大的影响, 尤其是低层逆温影响更大。

杭州市低层逆温的频率、厚度、强度的气候特征, 它们随季节有明显的变化, 各季大气污染物的浓度 (SO_2 和 NO_x) 随低层逆温出现的频率、厚度、强度而变化。图 3 为各季接地层逆温强度和频率、 NO_x 和 SO_2 的浓度和降水 pH 值曲线图。图中明显反映了低层逆温强度和频率与 SO_2 、 NO_x 浓度呈正相关, 与 pH 值呈反相关。从春至夏, 随逆温频率的逐渐降低, 逆温强度不断减弱, SO_2 和 NO_x 浓度随之降低, pH 值逐渐增大; 由夏至冬, 随逆温层频率的不断提高, 逆温强度的逐渐增强, SO_2 和 NO_x 的浓度随之增大, 而 pH 值明显降低。夏季, 逆温强度最弱, 频率最低, 扩散条件最好, SO_2 和 NO_x 浓度最小, 雨水的 pH 值最高, 酸雨频率最低。冬、春两季低层逆温频率高, 强度较强, 扩散条件差, SO_2 和 NO_x 浓度大, pH 值较低, 酸雨出现的频率较高。近

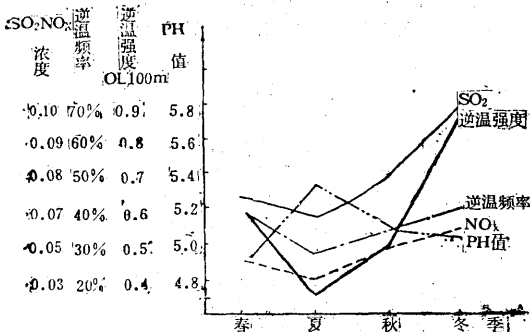


图3 接地层逆温强度、逆温频率、 NO_x 、 SO_2 、pH值四季分布图

地层逆温与酸雨也有类似关系, 不再一一论述。

2. 能见度、大雾

地面能见度的好与坏, 直接反映了近地层大气扩散能力的大小。能见度好, 说明大气扩散条件好, 能见度差, 说明大气扩散条件差。

雾: 杭州市距海较近, 湿度大, 易于出现大雾和轻雾, 年平均大雾日数近 40 天, 最多年份达 70 天左右。烟和轻雾数占全年雾日的 80% 左右。

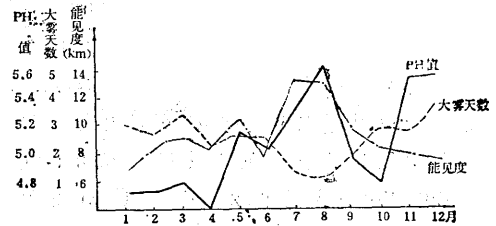


图4 能见度、大雾天数与pH值年变化曲线图

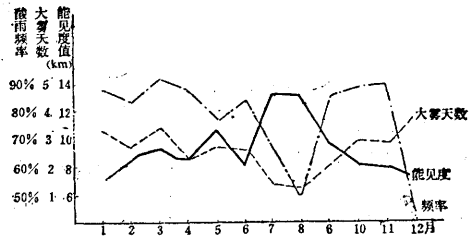


图5 能见度、大雾天数与酸雨频率年变化曲线图

当出现大雾时, 大气层结处于稳定状态, 扩散条件极差, SO_2 和 NO_x 浓度会成倍增长, 在一定条件下, 经过氧化和水解转化为硫酸和硝酸的机率较大, 易于出现酸性降水。图 4、5 分别为能见度、大雾天数和酸雨频率, pH 值年变化图。可见, 1—8 月能见度和大雾天数曲线呈波动形态, 分别递增和递减, 酸雨频率和 pH 值曲线也呈波动形态, 分别降低和增高; 8—12 月能见度和大雾天数曲线分别递减和递增, 酸雨频率和 pH 值也随之不断增高和降低。但 12 月份酸雨频率和 11—12 月 pH 值比较例外, 这主要是由于 11—12 月份在较强的大陆冷高压控制下, 杭州市往往以晴好天气为主, 由于晴天时

间长, 空气中含有碱性物质的尘埃较多, 酸性物质易被中和, 所以酸雨出现频率低, pH 值较高。

3. 风和酸雨

风速影响污染物扩散的能力。风速小、扩散差, 大气中 SO_2 和 NO_x 浓度就大, 酸雨出现的频率高, 降水酸性强。

①地面风与 pH 值

图 6 是地面季平均风速、大气中主要的污染物 SO_2 浓度和 pH 值季曲线图, 可见, 夏季风速最大, SO_2 浓度最低, pH 值较高; 春、季、冬三季风速较小, SO_2 浓度较大, pH 值较低 (NO_x 和 SO_2 相仿, 图中省略)。

②低层风 (边界层以内) 与酸雨频率

杭州市边界层以内各层的风速和酸雨频率也存在相应的关系。图 7 反映出杭州市低空 300、600、900m 各层风速季平均值和各季酸雨频率曲线呈“一峰一谷”型和“一谷一峰”型, 峰、谷对应较为一致。夏、秋两季各层风速曲线分别为峰、谷所在, 对应于酸雨频率为谷、峰所在。夏季自下而上各层风速较大, 大气扩散条件较好, 酸雨频率低,

秋季自下而上 (600—900m) 各层风速较小, 大气扩散条件较差, 酸雨频率较高。

③边界层内各层风向和酸雨

我们普查了边界层内各层的风向, 发现 pH 值低, 而酸雨频率高的过程, 前 3—4 天内, 往往各层以偏南 (或偏东) 风为主, 在酸雨出现的前一天 (或当天), 普遍由偏南 (或偏东) 转向偏北 (或偏西)。如 1983 年 4 月 7—11 日, 连续出现 5 天的酸雨过程, 3—6 日各层风向以偏南和偏东风为主, 6—7 日各层风向明显的转变, 7 日开始出现酸雨, 直至 11 日 (见图 8)。

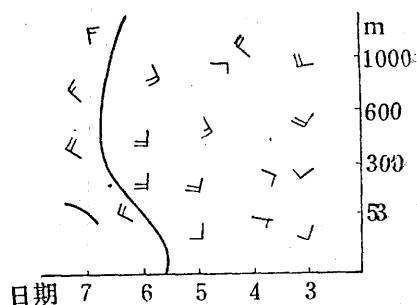


图 8 边界层风向和酸雨

三、小结

根据上述分析, 得出以下结论:

1. 杭州市夏季酸雨频率低, 强度弱; 冬、春、秋三季酸雨频率高, 强度较强。
2. 酸雨随着季节的变化, 强度与频率均有明显的差异, 这与各季低层逆温的强弱, 频率的高低, 以及边界层内各层风速的大小、大气湍流的强弱、扩散条件的好坏、 SO_2 和 NO_x 浓度的大小, 均有相当密切的关系。

本文经王德瀚教授审阅, 表示感谢。

参考文献

- [1] 吴芝芳等, 《杭州市风和逆温的气候特征与大气污染》, 环境污染与防治, 1984, 3期。
- [2] L. J 白顿, (美), 《大气的污染》。
- [3] 王润庞、杜行远, 《实用污染气象学》, 气象出版社。
- [4] 张季玉等, 《上海地区酸雨若干问题初探》, 上海环境科学, 1983, 4期。
- [5] 《美国酸雨的研究》酸雨, 1985, 3期。
- [6] 中央气象局气象科学研究所, 《大气湍流扩散及污染气象论文集》, 气象出版社。

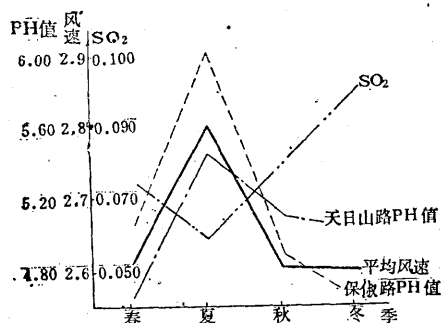


图 6 地面季平均风速与 pH 值

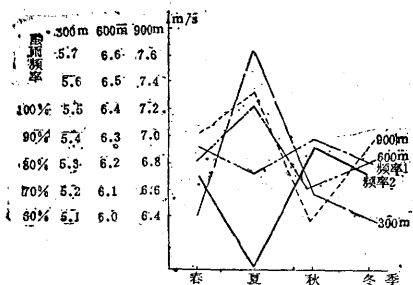


图 7 低空各层季平均风速与季酸雨频率分布图

The relations between acid rain and meteorological conditions in Hangzhou City

Wu Zhifan

(Hangzhou Meteorological Observatory)

Li Zhuguo

(Zhejiang Environmental Protection Station)

Hua Yaofang

(Institute of Environmental Protection, Zhejiang Province)

Abstract

Based on the observation data, the relations between acid rain and meteorological conditions were analysed, it shows that the intensity and frequency of acid rains and their seasonal variation relates to inversion, wind speed, turbulence and diffusion conditions etc.