

抚顺市区酸雨分布特征研究

王妍¹ 曹炳志² 金永民³

(1. 中国气象局, 北京 100081; 2. 抚顺市洗涤剂化工厂, 抚顺 113008; 3. 抚顺市环境保护监测站, 抚顺 113008)

摘要:降水酸度在一定程度上反映了降水和大气污染的程度。以煤烟型城市抚顺为研究对象, 分析了抚顺市区降水污染的现状以及降水 pH 值的频率、时间、空间的分布特征, 以此为城市环境治理提供参考依据。结果表明: 抚顺的酸雨主要出现在 10 月和 12 月, 降水污染主要受局地影响。降水月平均 pH 值与同期降水量有关, 酸雨频率的季节分布与空气中的 SO₂ 和 NO_x 浓度的季节分布状况相一致。

关键词:酸雨; 降水; pH 值; 分布特征

1 引言

酸雨给地球生态环境和人类社会带来了严重的影响和破坏。研究表明, 酸雨对土壤、水体、森林、建筑和名胜古迹等均有严重危害, 不仅引起了重大经济损失, 更危及人类生存和发展。至 20 世纪 70 年代, 酸雨已成为世界性的环境公害。酸雨首先出现在欧洲和北美等地^[2], 80 年代中期以后, 酸雨对中国的影响日益增加, 从西南和华南地区逐步向北方地区推移。降水酸度在一定程度上反映了降水和大气污染的程度。酸雨量化的定义首先由德国科学家 Junge 于 1962 年提出^[1], 他指出, 自然大气在 10℃ 时, 存在的 CO₂ 浓度约为 3×10^{-4} , 当它与雨水充分接触并达到平衡时, 雨水的 pH 值约为 5.6。自此以后, 降水 pH 值 5.6 便被作为标准来判断大气是否受到人类活动的影响, 并作为划分酸雨的界限。

20 世纪 50 年代, 美国生态学家勒姆 E 对土壤酸化、酸雨对湖泊水的影响进行研究, 并指出降水酸性是由于燃料排出的酸性物质造成的。1982 年在斯德哥尔摩举行了环境酸化特别会议, 1984 年又在慕尼黑举行了第 2 次国际酸雨会议。这 2 次会议为评价酸雨提供了大量的科学依据。我国对酸雨的监测起步较晚, 1984—1987 年进行了 2 次全国酸雨调查。

1995 年 8 月, 在新修订的《中华人民共和国大气污染防治法》中明确规定要在全中国划定酸雨控制区。但针对酸雨污染控制区进行污染特征的研究还较少, 关于酸雨的防治则仍处于摸索阶段。

抚顺是我国东北地区的重工业基地, 地处我国北方, 冬季采暖期较长, 能源消耗量较高, 二氧化硫排放量较大, 具有形成酸雨的内在条件。抚顺市区

已被国务院划为国家二氧化硫污染控制区, 从 1992 年开始进行降水监测工作。1994 年在新宾县首次出现酸性降水, 自此, 酸性降雨(雪)频率逐年增加, 1998 年在市区也出现了酸性降水。

为了解抚顺市酸雨对环境的影响, 本文利用一年完整的降水监测数据, 研究抚顺市区降水污染的现状, 从频率、时间、空间分布 3 方面揭示抚顺降水污染的分布特征, 以此为制定酸雨的综合防治对策及环境管理提供科学依据。

2 资料与方法

为研究降水 pH 值分布规律和发展趋势, 1998 年 6 月至 1999 年 5 月在全市范围内布设了 5 个降水监测点位, 共采集降水样品 204 个, 获得有效数据 2040 个。监测点位由西向东设立, 考虑到了抚顺的行政区划、功能分区和工业布局(表 1)。样品的采集

表 1 抚顺市降水监测点位分布

项目	点位(自西向东)				
	望花	站前	新华	东洲	水库
功能区	工业区	交通区	居民区	居民区	清洁区
所在区	望花区	新抚区	顺城区	东洲区	东洲区

和分析根据国家环境保护总局科技标准司于 1998 年编制的《空气环境分析方法标准工作手册》中的 GB13580-1992 方法进行。pH 值测定采用电极法, 二氧化硫采用甲醛吸收—玫瑰苯胺分光光度法, 氮氧化物采用 Saltzman 法^[3]。采样点位尽可能避开酸、碱、粉尘和主要交通干线等污染源的影响, 四周无遮挡雨、雪的高大树木或建筑物。测点均采用人

工采样,采样器为聚乙烯塑料桶。每次采集降水全过程(降水开始至结束)。若一天有几次降水过程,可合并为一个样品测定。若遇连续几天降雨,可收集上午 08:00 至次日上午 08:00 的降水,即 24 h 的降水,作为一个样品进行测定。

3 结果分析

3.1 降水 pH 值的频率分布特征

在所采集的降水样品中,pH 值小于 5.6 的酸性降水样品为 14 个,占样品总数的 6.9%(表 2)。市区布设的 5 个降水监测点位中有 4 个监测点位发生过酸性降水,位于市中心的站前监测点位没有出现酸性降水,酸雨频率为零。水库监测点全年共出现

酸性降水 5 次,在 5 个监测点中居最高。

表 2 1998 年 6 月至 1999 年 5 月降水酸度统计

项目	点位望花	站前	新华	东洲	水库
样品数	48	40	41	37	38
降水 pH 均值	6.57	7.46	6.50	6.53	6.49
pH 最大值	7.72	9.48	8.31	7.71	8.41
pH 最小值	4.77	6.50	4.94	5.16	4.84
酸雨次数	3	0	3	3	5
酸雨频率/(%)	6.2	0	7.3	8.1	10.5

站前监测点降水 pH 值最大频率段为 7.0—8.0 之间(表 3),占 73.8%;而其余 4 个监测点降水,pH 主要集中于 6.5—7.0 之间,其次为 6.0—6.5;7.0—7.5 之间,三者之和为 76.3%—83.3%,这说明抚顺降水 pH 值除站前点位略显碱性外,其余 4 个点位基本呈中性。

表 3 各点位降水 pH 值频率分布

点位	pH 频率							
	4.5—5.0	5.0—5.6	5.6—6.0	6.0—6.5	6.5—7.0	7.0—7.5	7.5—8.0	>8.0
望花	2.1	4.2	6.2	27.1	35.4	20.8	4.2	0.0
新华	2.4	4.9	7.3	17.1	41.5	24.4	2.4	0.0
东洲	0.0	8.1	10.8	16.2	43.2	18.9	2.7	0.0
站前	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	37.5	37.5	5.0
水库	2.6	7.9	5.3	26.3	34.2	15.8	5.3	2.6

结合抚顺市区降水点位分布可以看出,全市各监测点位除站前监测点没有出现酸性降水外,其余各点位均不同程度地出现过酸性降水。在发生过酸雨的 4 个监测点位中,酸雨发生频率由西向东逐渐升高,望花、新华、东洲、水库依次为 6.3%、7.3%、8.1% 和 10.5%,这说明抚顺市区酸雨污染由西向东呈加重趋势。

另外,由于抚顺市大气是以烟尘和二氧化硫为主要污染物的煤烟型污染^[4],降水 pH 值取决于降水中酸、碱性物质的相对含量,二氧化硫、氮氧化物等酸性气体被降水所吸收转化成了强酸,使降水酸化即降水中 H⁺ 浓度增加,而大气中的碱性尘埃等则可抑制降水的酸化^[5]。据分析,水库位于清洁区,空气质量较好,烟尘污染较轻,烟尘中的碱性物质对空气中酸性排放物的中和作用较小,因此降水 pH 较低,酸雨出现频率较高。

3.2 降水 pH 值的时间分布特征

图 1 给出了市区降水月平均 pH 值逐月分布变化情况。9 月和 4—5 月间降水月平均 pH 值形成 2 个高峰;7 月和 10 月形成 2 个低谷。由对比同期观测到的降水量(图 2)可知,降水月平均 pH 值与降水量有关。由于 9 月和 4 月降水量较小,pH 值较高;7 月降雨量最大,pH 值最低。据分析,大量的降

水对近地面灰尘颗粒物的有很强的脱洗作用,使空

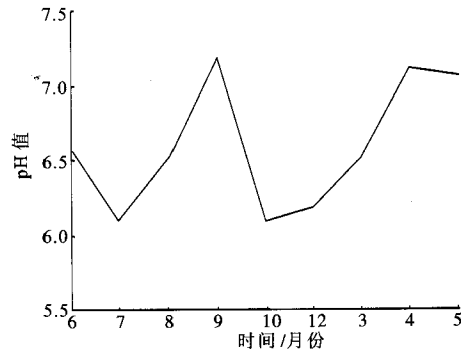


图 1 全市降水月 pH 值变化曲线

气中灰尘颗粒物迅速减少,使其对酸性物质的缓冲能力降低,因而 pH 值为最低。10 月,降水量虽然不大,但 pH 值也较低,为 6.10,并且从此以后酸雨频率不断加大,据推测这可能与酸性污染物的积累以及碱性烟尘的减少有关^[4]。

图 3 给出了市区酸雨频率月分布变化曲线。从图 3 可知,酸雨主要发生在夏、秋季和冬季,曲线总体趋势呈现 2 个高峰、2 个低谷。在 7 月和 12 月形成 2 个酸雨频率高峰,12 月最高峰的酸雨频率为 40%,7 月的次高峰的酸雨频率为 10.2%;9 月和 4 月为 2 个酸雨频率低谷,酸雨频率均为零。对比 SO₂,NO_x 环境质量日平均浓度季节变化(图 4),酸

雨频率的季节分布与空气环境中的 SO_2 , NO_x 浓度

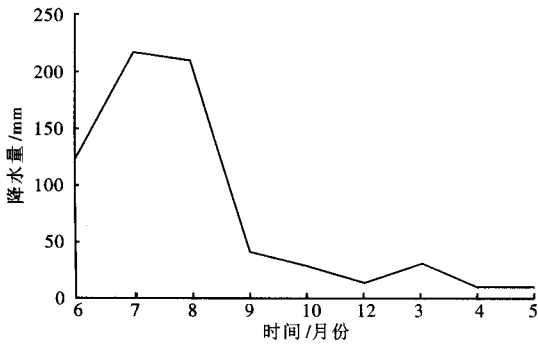


图2 全市降水月降水量月平均曲线

的季节分布状况相一致。酸雨频率最高峰于9月至翌年月形成,这期间包含了整个冬季采暖期(11月至翌年4月)。这表明,采暖期由于燃煤量剧增,面源 SO_2 , NO_x 排放量亦增加,是造成酸雨频率较大,并于12月形成最高峰的重要原因。

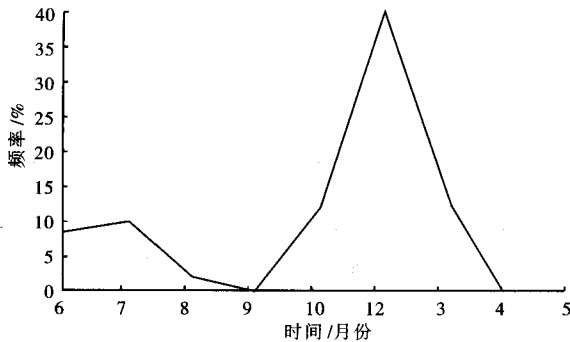


图3 全市降水月酸雨频率变化曲线

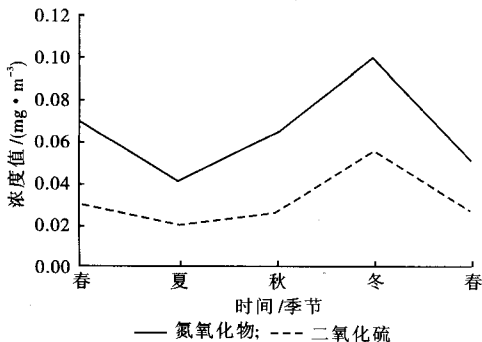


图4 1998—1999年全市 SO_2 和 NO_x 浓度的季节变化曲线

3.3 降水pH值的空间分布特征

抚顺地区降水酸度在空间分布上具有不均匀性,具体表现在各点位pH月平均最高值与最低值不同,其出现的月份也不尽相同(表4),说明抚顺市区尚未发生大面积酸性降水。

另外,各点位的酸雨发生的频率不同,酸雨频率出现最高的点位是水库,其频率为10.5%,东洲点位为8.1%,新华点位为7.3%,望花点位为6.3%,站前点位未出现酸雨。全区5个降水监测点位尚未同时出现酸雨,抚顺的周边城市沈阳、本溪、鞍山、铁岭

也均未同时出现酸雨,这说明抚顺市区降水污染主

表4 抚顺市区降水pH值的空间分布

点位	最高pH值	月份	最低pH值	月份
望花	7.41	12	5.73	3
新华	7.41	9	5.39	10
东洲	7.32	4	5.16	12
站前	8.99	10	6.50	12
水库	7.07	4或5	5.02	12

要是局地污染。

4 结论

基于抚顺一年完整的降水监测数据,对降水污染的现状及其频率、时间、空间分布特征进行了分析,主要得到以下结论。

(1)酸雨发生频率由西向东逐渐升高,望花、新华、东洲和水库依次为6.3%,7.3%,8.1%和10.5%,这说明抚顺市区酸雨污染由西向东呈加重趋势。

(2)降水月平均pH值与同期观测到的降水量有关,9月和4月降水量较小,pH值较高,9月和4—5月间形成2个高峰;7月降水量最大,pH值最低。

(3)酸雨频率的季节分布与空气环境中的 SO_2 , NO_x 浓度的季节分布状况相一致。酸雨频率最高峰在9月至翌年4月间形成,这期间包含了整个冬季采暖期(11月至翌年4月)。分析表明,采暖期燃煤量剧增,面源 SO_2 , NO_x 排放量的增加,是酸雨频率较大并于12月形成最高峰的主要原因。

(4)抚顺地区降水酸度在空间分布上具有不均匀性,表现在各点位pH月平均最高值与最低值不同,其出现的月份也不尽相同,说明抚顺市区尚未发生大面积酸性降水。抚顺的周边城市沈阳、本溪、鞍山、铁岭也均未同时出现酸雨,这说明抚顺降水污染主要是局地污染。

参考文献

- [1] Charlson R J, Rodhe H. Factors controlling the acidity of natural rainwater [J]. Nature, 1982, 295 (5851): 683 - 685.
- [2] 曹磊. 全球十大环境问题[J]. 环境科学, 1995, 32(4): 86 - 88.
- [3] 国家环境保护总局. 空气环境分析方法标准工作手册[M]. 北京: 中国科学出版社, 1998.
- [4] 吴忠艳. 抚顺市望花地区空气污染现状分析及其治理途径[J]. 辽宁城乡环境科技, 2002, 27(1): 37 - 42.
- [5] 邓焕广. 上海酸雨变化及对策[J]. 生态环境与保护, 2004, 25(5): 19 - 20.

Study on acid rain distribution characteristics in Fushun

WANG Yan¹ CAO Bingzhi² JIN Yongmin³

(1. China Meteorological Administration, Beijing 100081; 2. Fushun Chemical Detergent Plant, Fushun 113006;
3. Fushun Environmental Protection Bureau, Fushun 113006)

Abstract: The rainwater acidity could indicate the relationship between rainwater and air pollution. The rainwater pollution situation and rainwater pH distribution characteristics in frequency, time and space in Fushun was studied in this paper, in order to provide the measurements with the urban environmental conservation. The results showed that the acid rain in Fushun mainly appeared in October and December. The rainwater pollution was influenced by local conditions. There was a close relationship between monthly pH distribution and monthly rainfall. And season distributions of acid rain frequency consisted with those of SO₂ and NO_x concentrations.

Key words: Acid rain; Rainwater; pH; Distribution characteristics