

南宁市酸雨频率特征分析

董蕙青 黄海洪 高安宁 郑永骏

(广西壮族自治区气象局气象台, 南宁 530022)

摘要 通过对 1999 年 1 月至 2002 年 10 月南宁市酸雨观测数据进行统计分析,发现南宁市的酸雨频率较高,2000 年为 61.8%;酸雨的酸度(pH 值小)较大,其酸雨频率分布特征为夏半年较低,冬半年较高。将各季节酸雨分布状况与气象条件进行综合分析,发现其与地面和高空风向频率有很好的关系,与大气环流特征密切相关。

关键词 酸雨 降水 pH 值 风向频率 大气环流特征

引言

广西工业能耗构成中 60% 以上是煤,其中大部分为广西本地产的煤,属劣质煤,含硫量高。根据南宁市地面气象观测站 1992~1998 年南宁市酸雨观测资料统计,出现酸雨的平均频率达 68%,特别是每年 10 月至次年 3 月出现酸雨频率高达 100% 的月份占 57%。近年来南宁市酸雨频率又有上升的趋势,如不采取措施,酸雨污染将更严重。

根据广西壮族自治区环境保护局公布的广西环境状况公报:2000 年广西酸雨向西部地区 and 沿海地区发展的趋势未改变。9 个城市的降水监测统计,除钦州市外,均出现酸雨。降水 pH 年平均值为 4.92;酸雨频率最大的是百色市,为 79.7%,其次为南宁市,为 61.8%。2001 年广西酸雨继续向西部地区 and 沿海地区蔓延。9 个城市的降水监测结果表明,均出现酸雨,酸雨频率范围为 2.6%~88.4%,平均为 35.4%;降水 pH 平均值范围 4.23~6.31,平均值为 4.99,酸雨频率最大的是河池市,为 88.4%,其次为南宁市,为 75.2%。

1 资料取得

原南宁市地面气象观测站经中国气象局批准和广西壮族自治区政府同意,于 1999 年 1 月 1 日搬迁到吴圩。因此,取南宁市吴圩气象观测站 1999 年 1

月至 2002 年 10 月酸雨观测数据。

2 酸雨总体分布

收集到有效降水样本 1999 年 104 个,2000 年 78 个,2001 年 139 个,2002 年 1 月至 10 月 103 个,4 年总共 424 个。其中 pH 值 < 5.6 的降水样本有 280 个, pH 值 < 4.5 的降水样本有 119 个。降水样本 pH 值最小为 3.08,出现在 2000 年 4 月 7 日。降水样本最大 pH 值为 7.13,出现在 2001 年 7 月 14 日。图 1 是 1999~2001 年 1~12 月和 2002 年 1~10 月各月酸雨分布状况。

表 1 是酸雨出现频率,由表 1 可以看出每年冬半年 10 月至次年 3 月酸雨频率较高,夏半年 4~9 月酸雨频率较低。但 2000 年出现例外,1 月只有 1 次降雨过程,出现在 1 月 22 日回流天气产生降雨,雨量只有 2 mm,没有出现酸雨,1 月酸雨频率为 0,而夏半年冷空气活动较频繁,酸雨频率较高。

图 2 是南宁市吴圩气象站 1999~2001 年 1~12 月降水 pH 月平均值。由图 2 可以看出,每年冬半年 10 月至次年 3 月降水的 pH 月平均值较低,夏半年 4~9 月 pH 月平均值较高。酸雨频率则与 pH 月平均值变化大致相反,冬半年频率高,夏半年频率低。 pH 月平均值 ≥ 5.6 的只有 1 个月, pH 月平均值 ≤ 4.5 的降水集中在冬半年。

图 3 是南宁市吴圩气象站 1999~2001 年 1~

表 1 南宁市 1999 年 1 月至 2002 年 10 月酸雨出现频率

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
1999 年	100	100	100	50	74	67	80	95	88.9	100	100	100	83.7
2000 年	0	50	100	71.4	93.3	66.7	84.6	100	80	100	100	100	83.3
2001 年	100	90.9	61.5	80	57	35	16.7	60	84.6	66.7	40	100	64
2002 年	83.3	83.3	30	50	21.4	23.1	38	0	70	50			44.9

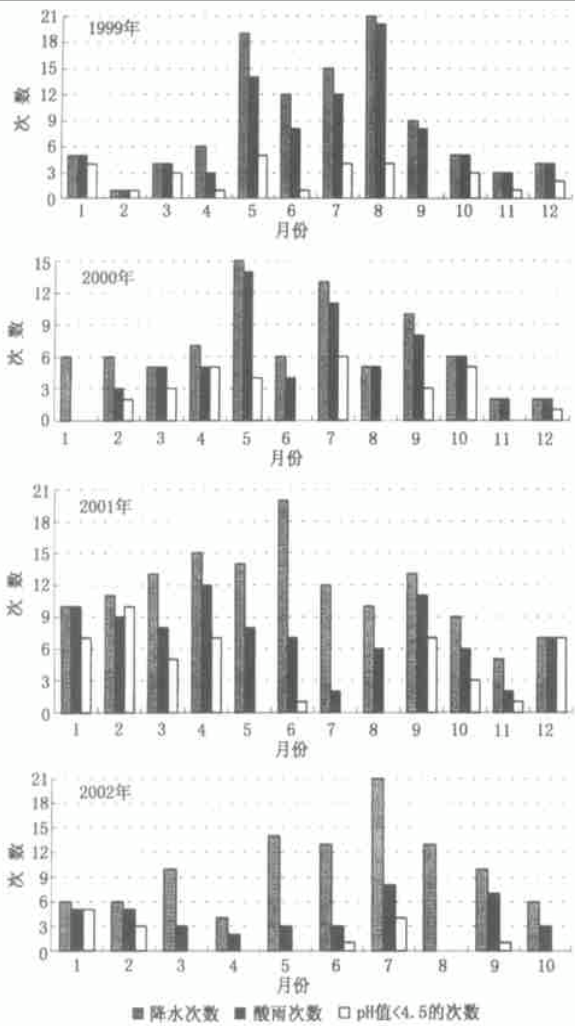


图 1 南宁市吴圩气象站 1999 ~ 2002 年 1 ~ 10 月各月酸雨状况

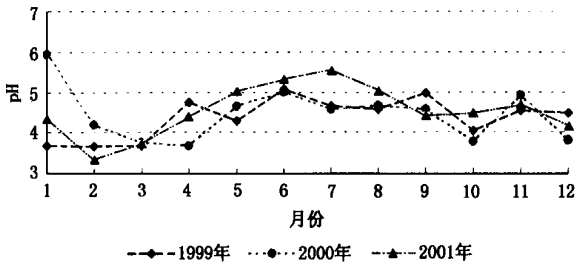


图 2 南宁市吴圩气象站 1999 ~ 2001 年 1 ~ 12 月 pH 月平均值

12 月降水 pH 最小值变化曲线,可以看出 12 月至次年 4 月 pH 最小值最低,10 月出现一个较低值。变化趋势与各月 pH 月平均值基本一致。

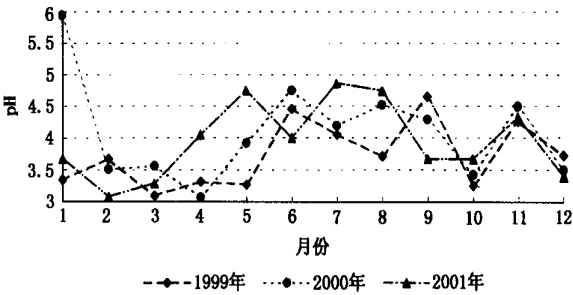


图 3 南宁市吴圩气象站 1999 ~ 2001 年 1 ~ 12 月降水最小 pH 值

3 酸雨气象条件分析

3.1 酸雨地面和高空风向频率分析

酸性降水的形成过程除受到排放源、各种大气成分影响外,还与气象条件及各种天气过程有关。其中,风主要起到输送、混合污染物的作用^[1]。

对 2000 年 12 月至 2002 年 8 月出现的酸雨与地面、高空气象要素进行分析。按不同季节统计(分为冬季 12 月至次年 1 月、春季 2 ~ 3 月、前汛期 4 ~ 6 月、后汛期 7 ~ 9 月、秋季 10 ~ 11 月),地面要素取 02、08、14、20 四个时次的风向,高空取 08、20 时次 925、850、700、500、400hPa 的风向。分别按出现酸雨的前 1 天和当天地面、高空主要风向频率进行统计。出现酸雨的前 1 天和当天,地面为静风的频率最大,其次主要风向为:除 2000 年 12 月至 2001 年 1 月酸雨的前 1 天为东南风(SE),其他月地面和近地层 925hPa 为偏东北风(NE),850hPa 主要是偏南风(SE 和 SW),高层 700 ~ 400 hPa 为偏西风(SW - W + WNW)时,易产生酸性降雨;而地面和近地层 925hPa 为偏东南风(E - SE - S),高层 700 ~ 400hPa 为偏西南风(SSW - SW - W)时,不易产生酸性降雨。

对 2001 年 7 ~ 9 月降水 pH 值 < 5.6 (有酸雨)和 pH 值 > 5.6 (没有酸雨)的前 1 天和当天主要风

向频率进行统计。

降水 pH 值 < 5.6 地面为静风的频率最大,其次主要风向为偏东北风(NE),高空各层主要风向为偏东北风。

pH 值 > 5.6 地面为静风的频率最大,其次主要风向在东风到南风之间,920hPa 为东南偏东风(SSE)到西南偏西风(SSW)之间,850~500hPa 主要为偏西南风(SW)到偏东南风(SE)之间,400hPa 为北风(N)和偏东南(SE)风。

由此可以看出,7~9 月降水过程产生酸雨与不产生酸雨风向不同,即降水的前 1 天或当地地面和

高空如果为偏东北风(NE)时容易产生酸雨,地面和低层为偏南风 SW-S-SE 不容易产生酸雨。

例如 2000 年 1 月只有一次降雨天气,出现在 22 日,回流天气地面是南风,因此没有出现酸雨,该月的酸雨频率为 0。夏半年(5~8 月)冷空气活动较频繁,多为偏东北风降雨,因此出现了夏半年酸雨频率反而较高的现象。

3.2 酸雨个例分析

2002 年 10 月 18~22 日受北方冷空气的影响,广西自北向南出现了降水过程,南宁市酸雨观测点与广西各酸雨观测点的观测数据见表 2。

表 2 2002 年 10 月 18~20 日广西受冷空气影响降雨过程产生酸雨状况

日期	桂林		柳州		河池		百色		南宁城区		南宁吴圩		梧州		玉林		北海		锋面情况
	pH	雨量	pH	雨量	pH	雨量	pH	雨量	pH	雨量	pH	雨量	pH	雨量	pH	雨量	pH	雨量	
17	7.20	14.9											4.98	3.6	4.77	1.7			锋前
18			6.65	1.9							6.95	0.9							20 时锋面
19	5.56	13.8	4.48	8.1	4.82	2.3							3.68	10.9					过桂林 锋面在桂 林摆动
20	4.95	13.8	4.41	4.1	7.02	1.7							3.42	11.6	4.79	5.7			20 时锋面
21					5.11	2.4	6.93	1.6	5.54	2.9	6.31	21.0	3.64	4.4	4.86	36.1	6.21	2.9	过南宁 锋面到 沿海
22		5.0	4.43	14.6	4.18	1.3			4.63	1.5	6.32	1.0	3.58	27.4	4.52	59.0			锋面到 沿海

注:雨量单位为 mm

由表 2 可以看出,冷空气影响前桂林、柳州没有出现酸雨;锋面过广西后,由于地形的原因,除南宁的吴圩(在南宁市的西南郊)、百色(在南宁市的西面)、北海(在南宁市的南面)没有出现酸雨,广西大部分城市出现了酸雨。

3.2.1 地面和高空风向频率分析

取南宁市吴圩气象观测站从 10 月 19~21 日地面和高空风向频率进行统计,冷空气影响前 19、20 日地面为静风和南风,19 日高空从近地层到高层都为偏西南风,20 日 08 时 700 hPa 开始转西西北风,500hPa 以上为西风,锋面 18:30 经过南宁,地面 20 时为东风,925hPa 为北东北风,850 hPa 为西西北风,500hPa 以上为西风;21、22 日地面和近地层为偏北风,高层为偏西风。说明南宁市地面和近地层为北风,高空为偏西风,容易产生酸性降雨。

3.2.2 南宁市雷达回波分析

2002 年 10 月 20 日 10:40 锋面回波在广西天峨南部—河池南部—都安—忻城—柳州一带;13:44

锋面回波在广西百色的巴马—都安—马山—忻城—来宾—象州—金秀一带;16:37 锋面回波从云南经过广西百色的那坡—靖西—德保—隆安—武鸣—宾阳—横县—玉林市北部—梧州的藤县一带;锋前回波在玉林的博白—陆川—容县一带。

20 日 18:30 锋面回波在云南福宁—那坡—靖西—天等—隆安—南宁—横县—玉林,此时锋面西段南压,冷空气锋面经过南宁,南宁市开始降雨。

这次冷空气从 10 月 18 日开始自北向南影响广西,20 日 18:30 锋面经过南宁,从南宁市产生锋面降雨的雷达回波来看,降雨云系主要从西北面南压下来,从云的结构来看是属于层状云,造成了广西大部分城市的降雨过程,由于地形的影响,沿海和南宁市西北面的百色没有出现酸雨。因此可以认为酸性降雨有可能是从南宁的北面大气中的污染物随着冷空气的活动自北向南产生的结果。

4 南宁市酸雨与大气环流关系的统计特征

2~3月大气环流发生季节性变化,南方暖湿空气开始活跃,而北方干冷空气开始减弱,当冷暖空气势均力敌时,它们频繁地在华南地区上空呈拉锯式的相互交绥,使华南地区出现寒风阵阵,细雨连绵的阴雨天气^[2],酸雨常常伴随着这种天气的出现。经统计分析发现,南宁市酸雨的出现与冷空气南下影响广西的路径有较密切的关系。一般情况下,影响广西的冷空气路径主要有东路、中路和西路3条。

东路冷空气影响与南宁市酸雨的出现关系最为密切。东路冷空气一般是指北方冷空气进入我国后,从河套地区以东沿 115°E 附近地区南下,经两湖盆地东部地区至湘桂铁路沿线走廊侵入广西。此类冷空气因南下的主力偏东,地面冷空气前锋到达广西沿海形成静止锋后,湘桂铁路沿线常吹东北风,当与暖湿空气配合时,则容易出现较长时间的阴雨天气。此时,若850hPa南宁附近有逆温层存在,则出现酸雨的机率就会大大增加。经统计,在2~3月期间,南宁市出现的53例酸雨过程中,东路冷空气(含高压后部)影响的占44例,机率达83.0%。

中路冷空气影响与南宁市酸雨的出现关系仅次于东路冷空气。中路冷空气一般是指北方冷空气主力进入我国后,从河套地区(即 $105^{\circ}\sim 115^{\circ}\text{E}$),沿 110°E 附近地区南下,经华中、两湖盆地、黔东和桂东影响广西。此类冷空气南下时,广西主要吹北到东北风,风力较大,湘桂铁路沿线走廊常出现4~5级、阵风6级的大风。冷空气影响时,多伴有降水,同时,在850hPa南宁附近也有逆温层存在。此型出现酸雨的机率仅次于东路冷空气。在53例酸雨过程中,中路冷空气影响的占8例,机率为15.1%。

西路冷空气影响与南宁市酸雨出现的关系不密切。西路冷空气是指北方冷空气主力进入我国后,从河套以西(即 105°E 以西),经青藏高原及其东侧,进入四川盆地、云贵高原或沿横断山脉南下影响广西。此类冷空气南下时主力偏西,具有移速快、强度高、来势猛、风力大、降雨时间短等特点。冷空气南下时,广西多数吹西北到偏北风,湘桂铁路沿线走廊常出现5~6级强风,伴随的降水时间短,南宁市出现酸雨的机率很小,在53例酸雨过程中,西路冷空气影响的仅占1例,机率为1.9%。

4~6月是广西前汛期,冬季风逐渐减弱。夏季

风在华南地区逐渐加强,侵入广西的冷空气的强度也随之减弱,但入侵的次数仍然较频繁。同时孟加拉湾地区低槽和西太平洋副热带高压逐渐加强。高空南支槽比较活跃,常与北方南下的冷空气在广西形成一条东西向的静止锋,造成前汛期降水。此时降水出现酸雨的频率随时间逐渐减小,pH值逐渐增大。

7月开始进入后汛期,西太平洋副高压明显增强北抬,西伸。在赤道辐合线附近或副热带高压南侧,常有热带低压生成,有的会发展成台风,它在副热带高压南侧偏东气流引导下,向偏西或偏西北路径移动影响广西,造成后汛期降水。而此时段的降水一般地面和高空出现偏东风,且出现酸雨的频率小,降水pH值最大。

10月开始进入秋季,蒙古高压迅速加强东进,副热带高压位置明显偏南、偏东,广西受冬季风影响。这时,广西地面受冷高压影响,上下一致的偏北气流,大气垂直结构稳定,湿度小,形成秋高气爽、晴朗少雨天气。10月中、下旬以后,副热带高压退出大陆,南支西风急流重新建立,北方冷空气势力逐渐增强^[3]。当地面有冷空气侵入,同时高空有南支槽东移,水汽较充足时,也会形成降雨,此时南宁的酸雨频率高,pH值较小。

5 结语

(1) 南宁市酸雨观测数据表明,南宁市酸雨频率较高,酸雨的酸度(pH值小)较高。

(2) 南宁市酸雨频率较高与冷空气活动频繁和南下的路径有关。冬半年冷空气活动较多,且从东路或中路南下影响广西时,南宁市酸雨频率较高;夏半年大气环流异常,冷空气活动多影响广西时,南宁市酸雨频率也会升高。

(3) 酸雨与气象条件及各种天气过程有关,其中,风主要起输送、混合污染物的作用,地面和近地层925hPa为偏东北风,高层700~400hPa为偏西风时,易产生酸性降雨;地面和近地层925hPa为偏东南风,高层700~400hPa偏西南风时,不易产生酸性降雨。

参考文献

- 1 吴兑,邓雪娇.环境气象学与特种气象预报.北京,气象出版社,2001.112

(下转第108页)

ANALYSIS OF FREQUENCY CHARACTERS OF ACID RAIN IN NANNING CITY

Dong Huiqing Huang Haihong Gao Anning Zheng Yongjun
(Guangxi Meteorological Observatory, Nanning 530022, China)

Abstract: The acid rain observation in Nanning is analyzed. The results show that the acid rain frequency and the acidity in Nanning are both high, the frequency of acid rain in 2000 is 61.8%. The frequency is lower in summer half-year and higher in winter half-year. The relationship between acid rain and weather in different seasons is also analyzed. The seasonal distribution characters of acid rain have obviously relativity with the upper and surface wind direction frequency and the atmospheric circulation.

Key words: acid rain, rain pH value, wind direction frequency, atmospheric circulation character