

# 南宁市酸雨影响因素分析

## Analysis on Factors of Acid Rain Formation in Nanning City

陈<sup>1</sup>,董惠清<sup>2</sup>,谢 健<sup>1</sup>

Chen Hong<sup>1</sup>, Dong Huiqing<sup>2</sup>, Xie Jian<sup>1</sup>

(1. 南宁市环境保护局,广西南宁 530012;2. 广西气象台,广西南宁 530022)

(1. Nanning Environmental Protection Bureau, Nanning, Guangxi, 530012, China; 2. Guangxi Observatory, Nanning, Guangxi, 530022, China)

**摘要:**根据南宁市环保监测站的酸雨监测资料和南宁市气象局的气象观测资料,分析南宁市本地污染源排放、大气颗粒物缓冲能力、大气中 $H_2O_2$ 含量以及气象因素对南宁市酸雨的影响,提出南宁市的自然地理环境和气象气候条件有利于酸雨的形成,其形成与冷空气关系密切;影响南宁市的大气环流主要是东路、中路冷空气,这两股冷空气南下时容易形成酸雨且降水酸性明显增强。南宁市的酸雨受外来的影响非常明显。

**关键词:**酸雨 颗粒物缓冲能力  $H_2O_2$  大气环流

中图法分类号:X517

**Abstracts:** The influences of local pollutant emission, particulate buffering capacity, concentration of  $H_2O_2$  and weather factors on acid rain formation in Nanning city are discussed according to the record data of Nanning Environment Inspection Station and Nanning Weather Bureau. It is showed that the physical geography circumstances and weather conditions of Nanning are favorable to the formation of acid rain. The formation of acid rain shows a close relationship with northern cold atmosphere. The acidity of precipitation increases markedly when the eastern and middle cold atmospheres pass through from the north. The acidity of Nanning is affected by external influence remarkably.

**Key words:** acid rain, particulate buffering capacity,  $H_2O_2$ , atmospheric circumfluence

酸雨的形成具有综合性、复杂性的特征,其影响因素也是众多的,既与污染源排放有关,又与当地自然环境状况、气象条件关系密切,也有可能与外来因素的影响有直接关系。南宁市长期以来酸雨频率及降水酸度居高不下,研究酸雨的影响因素,对于探明南宁市酸雨来源、了解酸雨的成因具有非常重要的现实意义。本文着重从南宁市的本地污染源排放、自然地理环境、气象气候条件等对酸雨的影响进行分析,明确南宁市酸雨形成的主要影响因素,从而为控制南宁市酸雨污染提供科学依据。

### 1 本地污染源排放对南宁市酸雨的影响

南宁市降水属典型硫酸型,1991~2001年,硫酸根一直占据降水阴离子的首位,以当量计算,其所占比例为54.2%~75.6%。降水中的硫酸根主要来

源于人为活动过程中排放的二氧化硫<sup>[1]</sup>。

从表1可见,南宁市市区的二氧化硫排放量呈稳步下降趋势,2001年与1991年相比,二氧化硫削减了25093t,削减率高达70.4%,大气中二氧化硫从1995年起也稳定达到国家空气质量二级标准,但是,南宁市的酸雨频率基本保持稳定,降水pH值也基本保持稳定,表明南宁市本地污染源不是南宁市酸雨形成的主要因素。

对表1进行相关分析的结果表明,二氧化硫排放量与大气二氧化硫浓度的相关系数为0.561,相关显著,说明南宁市市区大气中的二氧化硫主要来源于本地源,控制市区内排放的二氧化硫对于控制市区内的二氧化硫污染,保证市区内空气质量达到国家二级标准至关重要。降水pH值与二氧化硫排放量、大气二氧化硫浓度的相关系数分别为0.342、0.064,酸雨频率与二氧化硫排放量、大气二氧化硫

表 1 南宁市市区二氧化硫排放量、大气二氧化硫浓度及酸雨状况年度变化统计结果

年度	SO <sub>2</sub> 排放量 (t)	大气 SO <sub>2</sub> 浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	降水平均 pH 值	酸雨频率 (%)
1991	35668	0.054	5.34	25.6
1992	42164	0.088	5.13	56.4
1993	35229	0.078	4.74	52.6
1994	29984	0.066	4.87	66.1
1995	31458	0.060	4.47	61.8
1996	26276	0.039	4.83	43.4
1997	31859	0.034	4.89	53.8
1998	26824	0.037	4.82	76.8
1999	26957	0.035	5.07	56.1
2000	20416	0.034	4.78	61.8
2001	10633	0.052	4.81	75.3

浓度的相关系数分别为 0.513、0.062, 相关都不显著。降水 pH 值、酸雨频率与二氧化硫排放量有一定相关性, 但不显著, 与大气二氧化硫浓度无明显关系, 说明南宁市的酸雨污染与本地污染源排放有一定的关系, 但更重要的应该是受到外来源的影响, 本地排放源主要影响本地的大气环境质量。

## 2 大气缓冲能力对南宁市酸雨的影响

为掌握南宁市市区大气缓冲能力, 了解其对降水酸性所起的作用, 我们分别吸收一定量的气体和气溶胶到去离子水中, 所得到的溶液 pH 值会升高或降低, 往此溶液中加入酸(或碱)使 pH 值达到 5.6, 所加入的酸(或碱)的量以  $\Delta C_b$  表示, 加酸时  $\Delta C_b$  定为正值, 加碱时定为负值。用  $\Delta H^+$  表示 pH 值为 5.6 时氢离子浓度与该水溶液初始氢离子浓度的差值(含空白本底)。监测结果见表 2。从表 2 看, 在南宁市区范围内, 大气缓冲能力为  $2.35 \times 10^4 \sim 2.67 \times 10^4$  neq/m<sup>3</sup>, 其中气态物质的缓冲能力远远高于气溶胶, 是发挥大气缓冲能力的主要成分。与全国部分地区相比, 南宁市区气溶胶的缓冲能力相对较低, 远远低于北京、承德等北方地区, 但高于衡山、广州、柳州、峨眉山等南方地区(详见表 3)。

气溶胶缓冲能力的大小与当地土壤类型有着密切的联系<sup>[1]</sup>。土壤普查结果表明<sup>[2]</sup>, 南宁市成土母质较为复杂, 主要是第四纪红色粘土母质、紫色砂页岩风化物、砂页岩风化物、冲积物、石灰岩风化物、花岗岩风化物、砂岩和页岩风化物等, 主要土壤种类有赤红壤、棕色石灰土、洪积土等, 其中赤红壤所占比例最高, 其土壤 pH 值为 4.39~4.92, 是酸性土壤, 这是导致南宁市气溶胶缓冲能力相对较小的重要原

因。

表 2 南宁市市区大气缓冲能力监测结果

时段	项目	$\Delta C_b$ (neq/m <sup>3</sup> )	$\Delta H^+$ (neq/m <sup>3</sup> )	$\Delta C_b - \Delta H^+$ (neq/m <sup>3</sup> )
上午	气溶胶	192.29	41.82	150.47
	气态物质	$3.08 \times 10^4$	$4.19 \times 10^3$	$2.65 \times 10^4$
	大气缓冲能力	$3.10 \times 10^4$	$4.23 \times 10^3$	$2.67 \times 10^4$
下午	气溶胶	130.43	35.03	95.40
	气态物质	$2.89 \times 10^4$	$5.50 \times 10^3$	$2.34 \times 10^4$
	大气缓冲能力	$2.90 \times 10^4$	$5.53 \times 10^3$	$2.35 \times 10^4$

表 3 南宁市与全国部分地区气溶胶缓冲能力比较<sup>[1]</sup>

地区	$\Delta C_b - \Delta H^+$ (neq/m <sup>3</sup> )
衡山	8.86
广州	39.78
柳州	25.96
峨眉山	0.91
北京	425.0
承德	375.4
南宁	122.94

## 3 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 对南宁市降水酸化的影响

对南宁市降水中 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浓度的监测结果见表 4。与广州、韶关、桂林、柳州等城市相比, 南宁市区降水中的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浓度处于最低水平(详见表 5), 说明南宁市二氧化硫的局地污染比广州、柳州严重, 降水中的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 大量被消耗在氧化 SO<sub>2</sub> 的过程中, 同时促进了市区降水的酸化, 但南宁市的 SO<sub>2</sub> 排放量以及 SO<sub>2</sub> 浓度均远低于广州、柳州, 说明除了南宁市本地源的影响外, 外来源的影响不可排除, 即降水中的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 应该是更多地消耗在高空中的外来的 SO<sub>2</sub> 中。

表 4 南宁市市区降水中 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 监测统计结果

项目	pH 值	降水量 (mm)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 含量 (μg/L)
监测值	4.12~7.58	1.3~27.0	9.6~38.1
平均值	4.98	12.3	14.2

表 5 部分城市降水中 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 监测结果<sup>[3]</sup>

城市	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 含量 (μg/L)
广州	1145.8
韶关	1213.8
桂林	1186.6
柳州	78.2
南宁	14.2

## 4 气象因素对南宁市酸雨的影响

降水的形成与天气系统密切相关, 同样酸雨的形成受气象因素的影响很大。要避免或减轻酸雨的危害, 必须对酸雨的“来龙去脉”进行深入的分析研

究,从而从根本上“堵住源头,预防酸雨”<sup>[1]</sup>。

#### 4.1 高空大气环流对酸雨的影响分析

##### 4.1.1 南宁市酸雨与大气环流的关系

春季(2~3月)大气环流发生季节性变化,南方暖湿空气开始活跃,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习习、细雨连绵的阴雨天气<sup>[3]</sup>。春季南宁市酸雨的出现与冷空气南下影响广西的路径有着非常密切的关系。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<sup>[3]</sup>。

东路冷空气是指北方冷空气进入我国后,从河套地区以东沿115°E附近南下,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,冷空气前峰到达广西沿海形成静止峰后,湘桂铁路沿线常吹东北风,当与暖湿空气配合时,容易出现较长时间的阴雨天气。此时,南宁市出现酸雨的机率大大增加。在春季(2~3月)期间,南宁市1996~2001年出现的53例酸雨过程中,东路冷空气(含高压后部)影响的占44例,机率高达83.0%<sup>[3]</sup>。东路冷空气影响与南宁市酸雨的出现关系最为密切。

中路冷空气是指北方冷空气主力进入我国后,从河套地区(即105~115°E)沿110°E附近地区南下,经华中、两湖盆地、黔东影响广西。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,南宁市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%<sup>[3]</sup>。

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、强度大、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%。西路冷空气影响与南宁市酸雨出现的关系不密切。

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峰,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,西太平洋副热带高压明显增强,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。这阶段的降水期间一般地面和高空出现偏东风,出现酸雨的频率较小,降水pH值较大。

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。此时,地面受冷高压影响,上下一致均为偏北气流,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。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,此时降水出现酸雨的频率较高,降水pH值较小。

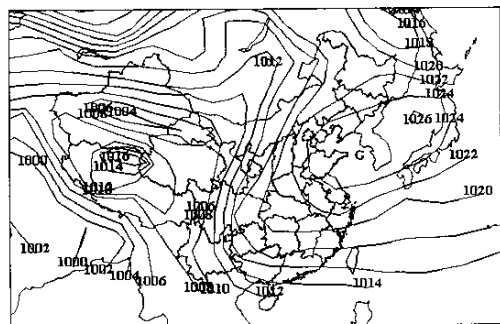
##### 4.1.2 造成南宁市酸雨的大气环流模式

引起酸雨的大气环流形势根据其形成的基本环流特征可概括成2种主要类型,第一类型为东路冷空气影响类,第二类型为中路冷空气影响类。

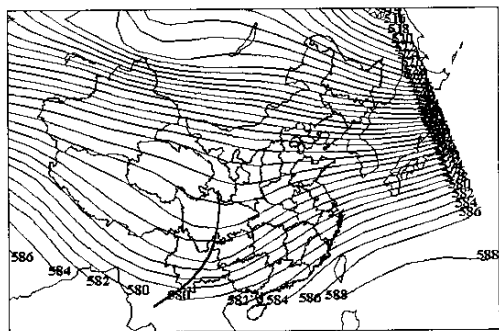
东路冷空气影响的大气环流模式的特点是:地面冷高压脊像楔子一样从华北经两湖盆地伸入广西,在广西沿海形成一准静止峰,峰后柳州、南宁等地持续吹东北风;由于冷空气的密度比暖空气大,冷空气的到来迫使暖空气产生上升运动。此时,当500 hPa(5500 m)高空广西处在低气压槽前部时,受上升气流辐合的作用,整个广西出现明显的降雨天气,南宁市酸雨就是在这种背景下形成的。

图1是1996年3月24~28日东路冷空气南下影响、南宁市出现酸雨的典型大气环流模式,该次降水的pH值<4.5,可见降水酸性程度相当严重。

中路冷空气影响的大气环流模式的特点是:地面冷空气主力从河套经川、黔东部及湖北、湖南进入广西,冷高压多为南北走向。冷空气影响广西时,所经之处盛行北到东北气流,此时由于500 hPa(5500 m)高空有低压槽东移,广西处在槽前西南暖湿气流辐合上升区域之中,有利于降雨的产生和南宁市酸雨的形成。图2是1997年3月1~2日中路冷空气南下影响,造成南宁市出现酸雨的典型大气环流模式。



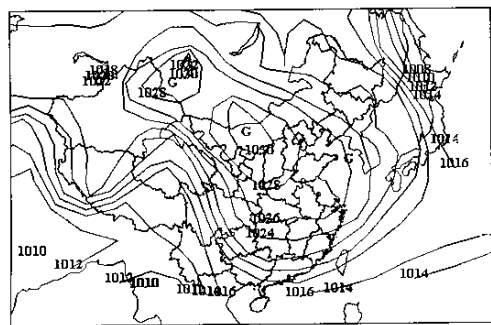
(a)



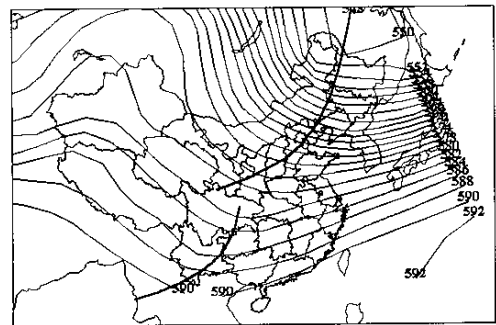
(b)

图1 东路冷空气影响形成南宁市酸雨的大气环流模式

(a)地面冷空气影响模型;(b)500 hPa 高空环流形势



(a)



(b)

图2 中路冷空气影响形成南宁市酸雨的大气环流模式

(a)地面冷空气影响模型;(b)500 hPa 高空环流形势

综上所述,春季造成南宁市酸雨的大气环流模式主要是地面冷空气从东路或中路南下影响广西,冷空气进入广西后,在湘桂铁路沿线走廊的近地面层多数时间盛行东北气流,南宁市正好处在走廊通道东北气流的出口处,其通道上游重要污染源如柳州工业区、来宾电厂、冶炼厂、合山电厂、上林电厂等排放的污染物就可能顺风漂流而下,当冷空气到达沿海受到暖气团的阻挡后在华南沿海形成准静止锋,南宁市处在静止峰后的降雨区内,此时,若500 hPa(5500m)高空孟加拉湾地区有南支槽东移,广西处在南支槽前西南气流辐合上升区域,由于气流辐合上升运动的作用,进一步加强了降雨的形成,受其影响可造成南宁市连续数天出现酸雨天气。

#### 4.2 南宁市秋、冬季酸雨的气象条件分析

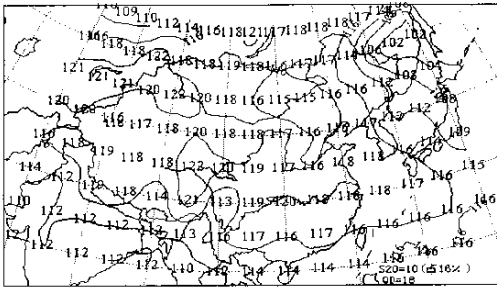
采用南宁市环保监测站的历史酸雨监测数据以及南宁市气象局的历史气象资料观测数据进行统计分析,秋季历史样本为1996~2000年10~11月共28例,其中达到酸雨标准的有23例,冬季历史样本为1996~2000年12月~次年1月共26例,其中达到酸雨标准的有23例。

##### 4.2.1 秋季南宁市酸雨与大气环流的关系

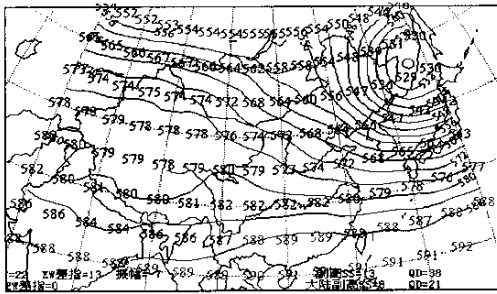
秋季南宁市出现酸雨的大气环流与春季相类似,除了与冷空气南下影响广西的路径有密切的关系外,还与冷空气活动的势力强弱有关。一般情况下,影响广西的冷空气从东路或中路南下,其势力较强时南宁市出现酸雨的天气就较为严重。例如:2000年10月15日受东路较强冷空气南下影响,广西地面从北向南刮起东北到偏东风,850 hPa(1500 m)高空盛行东北气流,雨区随气流自北向南移动,南宁市出现了严重的酸雨,青山、市监测站、农学院测得的酸雨pH值分别为4.65、5.02、4.14。秋季当冷空气活动势力较弱,无力到达南宁或副热带高压控制广西时,南宁市出现酸雨的机率相对较小。图3是1997年10月11~12日地面弱冷空气从中路南下,5500 m高空广西受副热带高压控制,南宁市出现了降雨,但是酸雨不严重,农学院11日、12日的降水pH值分别为7.40和6.03,市监测站11日的降水pH值为5.20。

##### 4.2.2 冬季南宁市酸雨与大气环流的关系

冬季南宁市出现酸雨的大气环流也与春季相类似,与冷空气南下影响广西的路径有密切的关系。在23例酸雨中,东路冷空气南下影响造成的有11例,



(a)



(b)

图3 1997年10月11~12日南宁市降雨天气

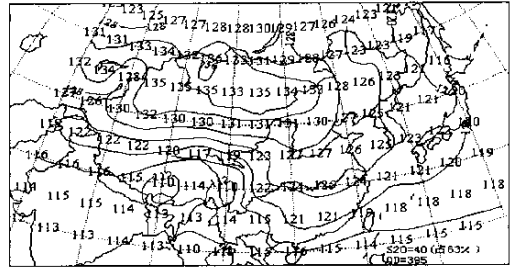
(a)地面弱冷空气从中路南下;(b)500 hPa 高空广西受副热带高压控制。

中路冷空气南下影响造成的也有11例,两者合计高达95.6%,而西路冷空气南下影响造成的仅有1例,只占4.4%。根据图4(a)中长江流域以南等压线呈东北西南走向的特征分析,广西盛行东北季风;从图4(b)可以清楚的看到冬季东路冷空气南下影响造成南宁市酸雨的850hPa(1500m)高空风场广西上空吹东北风,雨区自北向南移动,显而易见上游(柳州、来宾、宾阳等地)排放的污染物会随风向向下游地区南宁方向输送,从而造成南宁市较为严重的酸雨天气。

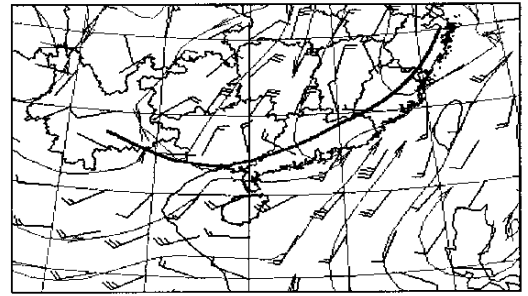
### 4.3 南宁市酸雨风向频率分析

#### 4.3.1 冬半年酸雨风向频率

将冬半年按不同季节分为秋季10~11月、冬季12月至次年1月、春季2~3月,分别统计南宁市1996年10月至2001年3月冬半年(10月至次年3月)各种风向出现的频率(即气候频率)及产生酸雨的前一天和当天各种风向出现的频率,列于表6。由表6可见,秋季10~11月,在静风时出现酸雨,其次在酸雨的前一天和当天是偏东北风(NNE-NE-E);冬季12月至次年1月,在北风(N)、偏东北风(NNE-NE-E)及偏西北风(NNW)时出现酸雨;春季2~3月,在偏东北风(NNE、NE、ENE)、偏西北风(NNW)时出现酸雨。这与前面冬季南宁市酸雨与大气环流关系的统计分析结果相吻合。



(a)



(b)

图4 冬季东路冷空气南下影响造成南宁市酸雨

(a)地面平均气压场;(b)850 hPa(1500 m)高空风场。

风起到输送、混合污染物的作用<sup>[4]</sup>。南宁市每年2~3月降水为酸雨的当天,地面风向以静风为主,且静风频率明显高于降水为非酸雨时候的频率。

静风条件下本地源排放的大气污染物不易扩散稀释。因此,可以认为造成南宁市酸雨污染的原因是外地源和本地源叠加协同形成。

#### 4.3.2 2001~2002年酸雨风向频率

采用南宁市2001年8月至2002年7月吴圩、市监测站、民族学院的酸雨监测资料与同期气象资料(地面02、08、14、20时次;高空08、20时次)风向资料进行统计分析,时间选取降雨的前一天及当天,高空资料选取925 hPa(130 m)、850 hPa(1500 m)、700 hPa(3000 m)、500 hPa(5500 m)、400 hPa(7000 m),统计分析结果见表7。从表7可见,南宁市出现酸性降雨时地面以偏北风(NW-N-E)为主,无酸性降雨出现时地面以偏东南风(E-SE-S)为主,说明南宁市的酸雨与地面风向有较为密切的关系。

### 4.4 酸雨与近地层逆温条件分析

南宁市地面观测站2001年11月~2002年7月31日降雨及南宁市高空逆温状况列于表8。由表8可见,冬半年降雨时高空逆温较明显,而且逆温温差较大,因此酸性降雨的频率较大;夏半年(4~9月)降雨时高空逆温不明显甚至没有逆温出现,因此产生酸雨频率较小。说明逆温对酸雨的产生起到一定的作用。这是因为在逆温条件下,大量的SO<sub>2</sub>和

NO<sub>x</sub> 被抑制在逆温层内,并在一定的条件下通过气 环境条件<sup>[4]</sup>。  
相、液相氧化反应过程,形成有利于降水酸化的大气

表 6 南宁市冬半年各种风向频率(%)

风向	10~11月			12月~次年1月			2~3月		
	气候	前一天	当天	气候	前一天	当天	气候	前一天	当天
C	49.9	56.2	51.7	52.4	39.8	37.3	55.5	42.4	51.8
N	1.6	0	0	1.7	7.2	3.6	1.1	0.6	0.6
NNE	4.7	4.5	6.7	3.2	3.6	6	3.9	5.9	5.3
NE	11.4	10.1	10.1	11.4	7.2	14.5	10.0	14.7	15.9
ENE	11.3	11.2	15.7	12.1	16.9	22.9	11.0	21.8	15.3
E	5.3	5.6	3.4	4.8	4.8	1.2	3.7	4.1	1.2
ESE	1.3	1.1	0	1.8	3.6	0	2.5	3.5	4.1
ESE	0.3	0	0	0.7	2.4	2.4	1.1	0.6	0.6
SSE	1.1	2.2	0	1	0	0	1.2	0.6	0
S	0.6	0	0	0.7	0	0	1.3	0.6	0
SSW	2.5	1.1	0	0.9	0	1.2	2.7	0	0
SW	1.2	1.1	1.1	2.2	1.2	1.2	1.5	0.6	0
WSW	0.9	2.2	0	0.3	0	0	1.2	0	0.6
W	1.4	0	2.2	0.8	1.2	0	0.5	0	0
WNW	1.4	1.1	1.1	1.1	0	1.2	0.5	0.6	0.6
NW	2.1	2.2	3.4	1.6	1.2	1.2	1.1	1.8	1.2
NNW	3.8	1.1	4.5	3.1	10.8	7.2	1.5	2.4	2.9
合计	100.8	99.7	99.9	99.8	99.9	99.9	100.3	100.2	100.1

表 7 南宁市部分酸雨监测站降雨时地面各种风向频率(%)

酸雨状况	市监测站				民族学院				吴圩			
	有(35场)		无(35场)		有(73场)		无(56场)		有(32场)		无(11场)	
	前1天	当天	前1天	当天	前1天	当天	前1天	当天	前1天	当天	前1天	当天
C	56	55	46	46	40	43	15	14	94	87	80	87
N	22	28	6	5	24	31	2	2	41	37	16	14
NNE	7	4	3	7	4	5	1	1	8	11	5	5
NE	5	11	7	6	4	9	1	1	12	12	11	9
ENE	5	5	3	4	5	4	3	3	9	7	8	8
E	11	5	14	24	12	11	3	5	11	13	19	27
ESE	2	0	4	4	3	2	3	2	2	3	10	5
SE	17	8	21	23	17	6	8	6	9	7	32	32
SSE	0	1	7	5	2	1	2	2	1	2	11	5
S	5	8	19	8	4	4	4	5	7	5	17	9
SSW	0	0	3	1	0	0	0	0	1	1	2	3
SW	3	2	3	2	2	2	1	1	3	4	3	5
WSW	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	2
W	0	0	0	2	3	1	1	1	1	0	4	2
WNW	0	2	1	3	0	0	0	1	0	4	0	3
NW	6	7	2	2	8	6	0	0	9	15	3	3
NNW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
合计	140	139	139	139	128	125	44	44	211	215	221	219
风向	NW-N-E		E-SE-S		NW-N-E		E-SE-S		NW-N-E		E-SE-S	
合计	116		129		123		40		185		167	
百分率(%)	41.6		46.4		48.6		45.5		43.3		38	

表8 2001~2002年南宁市部分降雨过程及高空逆温状况

日期	pH 值	前 1 天逆温				当天逆温			
		8:00		20:00		8:00		20:00	
		高度 (hPa)	温差 (C)	高度 (hPa)	温差 (C)	高度 (hPa)	温差 (C)	高度 (hPa)	温差 (C)
2001-11-05	4.79	967~933	1	—	—	881~850	5	—	—
2001-12-10	5.49	1000~980	1	885~850	1	914~845	6	884~850	5
2001-12-11	4.93	914~845	6	884~850	5	957~850	6	925~848	5
2001-12-12	4.68	957~850	6	925~848	5	936~874	7	925~828	4
2001-01-24	—	931~849	5	931~844	5	922~842	6	877~804	7
2002-01-25	4.55	922~842	6	877~804	7	888~807	6	908~784	4
2002-01-31	4.0	867~743	4	881~842	2	925~850	3	917~831	2
2002-02-01	4.28	925~850	3	917~831	2	850~780	3	886~832	5
2002-02-04	4.16	—	—	949~893	3	925~871	4	911~838	4
2002-02-10	4.52	948~900	2	978~929	2	868~799	2	880~834	4
2002-03-18	5.53	904~837	2	874~865	2	922~862	2	946~921	1
2002-03-19	7.14	922~862	2	946~921	1	943~921	2	857~46	1
2002-04-17	6.81	944~955	1	925~902	1	997~982	2	—	—
2002-04-18	4.18	997~982	2	—	—	923~847	3	907~874	3
2002-07-26	5.20	—	—	—	—	987~939	1	616~597	1

## 5 结论

(1) 1991~2000年南宁市市区  $\text{SO}_2$  排放量、大气  $\text{SO}_2$  浓度及酸雨状况变化统计结果表明,南宁市的酸雨污染与本地污染源排放有一定的关系,但更重要的应该是受到外来源的影响,本地排放源主要影响本地的大气环境质量。

(2) 南宁市自然环境有利于酸雨的形成,土壤呈酸性,大气颗粒物缓冲能力较弱。

(3) 南宁市当地的气象条件有利于酸雨的形成,南宁市常年静风频率高,逆温现象严重,不利于污染物的扩散。

(4) 南宁市出现酸雨时地面以偏北风(NW-N-E)为主,无酸雨出现时地面以偏东南风(E-SE-S)为主,说明南宁市的酸雨与地面风向关系密切,也说明南宁市酸雨与外来的影响有关系。

(5) 酸雨的形成与冷空气关系密切,影响广西酸雨的大气环流主要是东路、中路冷空气,这两股冷空气南下时易形成酸雨且降水酸性明显增强,表明南宁市的酸雨受外来的影响非常明显。

### 参考文献:

- 1 陈志远,刘志荣. 中国酸雨研究. 北京:中国环境科学出版社,1997. 8.
- 2 侯光炯,高惠民. 中国农业土壤概论. 北京:农业出版社,1982. 2.
- 3 蒙远文,蒋伯仁,等. 广西天气及其预报. 北京:气象出版社,1989. 11, 17.
- 4 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.

(责任编辑:邓大玉)