

2004~2011年广西酸雨时空变化特征及影响因素分析

Analysis of Temporal-spatial Variation Characteristics and Influencing Factors of Acid Rain in Guangxi during 2004~2011

蒋芸芸

JIANG Yun-yun

(广西壮族自治区环境监测中心站,广西南宁 530028)

(Guangxi Environmental Monitoring Center, Nanning, Guangxi, 530028, China)

摘要:基于2004~2011年广西14个设区市及部分县的降水监测数据,对降水pH值进行统计和空间插值,分析广西酸雨特征的变化趋势和时空分布状况,并探讨影响广西酸雨形成的主要因素。结果表明,2004~2011年,广西降水pH值年均值均小于5.6,酸雨城市比例自2007年起逐年下降;酸雨发生频率在25%以上的城市比例自2006年起逐年下降;2004~2007年,广西酸雨区域分布格局变化不大,自2008年起,广西酸雨区域面积呈现较大幅度的减少。广西的酸雨污染有所减轻,这与广西近年来对二氧化硫排放量的严格控制有关。

关键词:酸雨 时空变化 影响因素

中图分类号:X517 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2012)04-0298-04

Abstract: Based on the acid rain monitoring data of 14 cities and some counties in Guangxi Province during 2004~2011, the annual variation trend and temporal-spatial distribution of the acid rain were analyzed, and the influencing factors were explored. The results showed that the annual mean pH value was less than 5.6 during 2004~2011. The proportion of acid rain cities annually had decreased since 2007, and the proportion of acid rain cities with acid rain occurrence frequency being over than 25% had decreased gradually since 2006. During 2004~2007, the distribution pattern of Guangxi acid rain region slightly changed. The area of acid rain region in Guangxi dramatically decreased. The rigid control of the SO₂ emission recent years in Guangxi is play an important role in the decrease of pollution caused by acid rain.

Key words: acid rain, temporal-spatial variation, influencing factors

酸雨是指pH值低于5.6的雨水、冻雨、雪、雹、露等大气降水,其形成最主要是工业生产、民用生活燃烧煤炭排放出来的二氧化硫(SO₂),燃烧石油以及汽车尾气排放出来的氮氧化物(NO_x)在大气或水滴中转化为硫酸和硝酸所致^[1]。酸雨造成湖水酸

化、森林损毁、建筑物腐蚀、土壤贫瘠化、鱼类与水生物减少或绝迹^[2],酸雨已经成为全球性的环境问题。我国酸雨区域面积占国土面积的30%,已经成为继欧洲、北美之后的世界第三大重酸雨区域^[3]。我国长江中下游以南地区至少50%以上的面积年均降水pH值低于4.5,为酸雨重污染区^[4],目前已经形成了华中、西南、华南和华东四大酸雨区。广西地处华南,是酸雨污染较为严重的区域^[5,6]。根据“九五”国家科技攻关报告控制酸雨和SO₂污染的“两控区”方案,广西区内有11市(县)列入酸雨控制区

收稿日期:2012-07-18

修回日期:2012-08-16

作者简介:蒋芸芸(1984-),女,工程师,主要从事环境质量综合分析工作。

域。为了更进一步地了解广西区内的酸雨状况,本文根据2004~2011年的降水监测资料,分析研究广西酸雨的时空分布特征,并探讨影响酸雨形成的主要因素,以期为广西酸雨的治理提供依据。

1 数据资料与方法

选取广西2004~2011年共8年14个设区市及部分县(南宁、柳州、桂林、梧州、北海、防城港、钦州、贵港、玉林、百色、贺州、河池、来宾、崇左、武鸣、上林、宾阳、横县、隆安、岑溪、桂平、平南和凭祥)的降水监测数据进行统计分析。其中,降水pH值的平均值采用氢离子(H⁺)雨量加权法计算^[7]。其计算公式如下:

$$pH = -\log[H^+] \quad (1)$$

$$pH_{\text{平均}} = -\log[H^+]_{\text{平均}} \quad (2)$$

$$[H^+]_{\text{平均}} = \frac{\sum [H^+]_i V_i}{\sum V_i} \quad (3)$$

式中:[H⁺]为氢离子当量浓度,V_i为各次样品的降水量(mm)。

酸雨频率取降水pH值小于5.6的次数,按照公式(4)计算其出现频率^[4],即

$$F_{[<5.6]} = \frac{N_{[<5.6]}}{N_{\text{总}}} \times 100\% \quad (4)$$

式中:F_[<5.6]为pH值小于5.6的频率,N_[<5.6]为pH值小于5.6的次数,N_总为当年进行降水pH值监测的次数。

降水酸度的分级标准为:强酸性(pH值<4.5)、中度酸性(4.5≤pH值<5.0),以及弱酸性(5.0≤pH值<5.6)^[8]。

通过Excel相关系数函数的计算,对酸雨的影响因素进行分析。

2 酸雨的时空变化特征和影响因素分析

2.1 酸雨的时空变化特征

2.1.1 酸雨城市比例变化

由图1可知,2004~2011年广西14个设区市中,酸雨城市(即降水pH值年均值小于5.6的城市)比例自2007年起呈现明显的下降趋势,其中酸雨较重的城市(pH值年均值5.0以下的城市)比例的变化趋势与酸雨城市比例变化趋势较为一致,但是2011年出现较重酸雨的城市与2010年相比增加了1个;pH值年均值低于4.5的城市比例自2009年起均为0值。

2.1.2 降水酸度和酸雨频率变化

图2分析结果表明,2004~2011年期间广西14个设区市的降水pH值年均值均小于5.6,2008年降水酸度达到近年来的最低值,2011年降水酸度达到最高值。

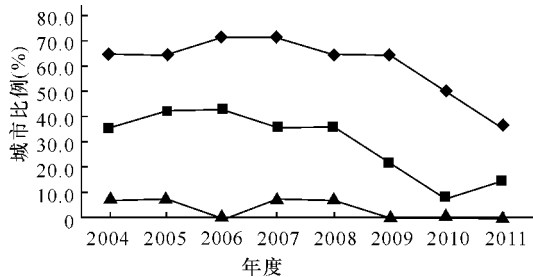


图1 2004~2011年广西酸雨城市比例变化

◆:pH值<5.6, ■:pH值<5.0, ▲:pH值<4.5。

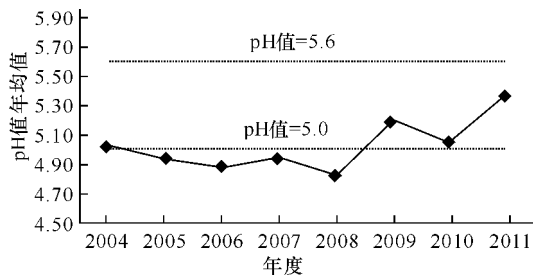


图2 2004~2011年广西降水pH值年均值变化

图3结果显示,自2006年起,广西酸雨发生频率在25%以上的城市比例逐年下降,酸雨发生频率在50%以上和75%以上的城市比例均呈现下降趋势,2009年广西酸雨发生频率在25%以上的城市比例虽然达到了57.1%,但是酸雨发生频率在50%以上和75%以上的城市比例均为0。

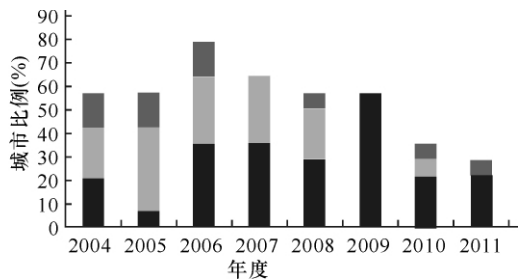


图3 2004~2011年广西不同酸雨发生频率的城市比例

■:频率>75%, ▨:50%<频率≤75%, ▩:25%<频率≤50%。

2.1.3 酸雨区域分布变化

由图4可知,2004~2011年,广西酸雨区域分布格局变化较为明显。2004~2007年广西的酸雨区域未发生明显变化,但是酸雨区内发生较重酸雨的区域(降水pH值年均值低于5.0的区域)面积有所减少,非酸雨区区域也由北海、钦州两市扩展至玉林。与2004~2007年相比,2008年非酸雨区域面

积增长较多,酸雨区域主要分布在广西的东南部、中部和西北部,形成将广西一分为三的东南—西南带状酸雨区,酸雨区内发生较重酸雨的区域主要分布在贵港及其周边地区,河池、来宾有零星分布。2009年,广西酸雨区的范围进一步缩小,主要分布河池、柳州两市一带区域,百色、贵港和梧州有零星分布。2010年,广西酸雨区面积又有所增大,主要分布在广西的东北部,酸雨区内发生较重酸雨的区域位于桂林及其周边地区。2011年,广西的酸雨区域面积达到近年来最小,主要分布在桂林及其周边地区,来宾和河池有零星分布。

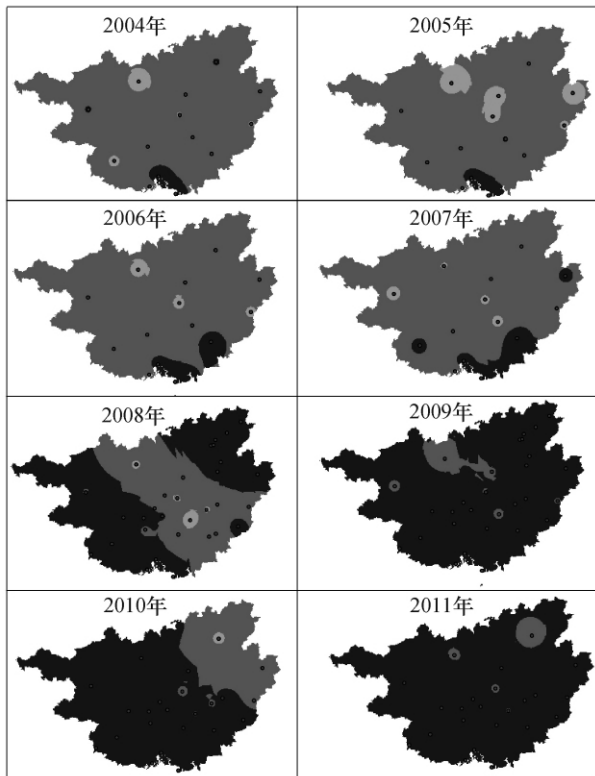


图4 2004~2011年广西降水 pH 值分布
□: <math>pH < 4.5</math>, ■: $4.5 \sim 5.0$, ■: $5.0 \sim 5.6$, ■: $pH > 5.6$。

2.2 酸雨形成的影响因素分析

广西的酸雨即属于硫酸型^[9,10],主要是 SO_2 的大量排放造成的,而且还受气象条件、土壤因素的影响。由图5可以看出,2004~2011年广西 SO_2 排放量与 pH 值年均值整体上呈现相反的变化趋势(相关系数 $r = -0.84$),2011年的 SO_2 排放量与2010年相比有明显的增加,而2011年 pH 值年均值也有较大程度的降低。从图6可以看出,2004~2011年广西 SO_2 排放量与酸雨频率变化趋势基本一致(相关系数 $r = 0.86$),随着广西 SO_2 排放量的持续降低,酸雨频率也相应的逐渐降低。由此可见,广西酸雨污染程度与 SO_2 排放量密切相关。

区域 SO_2 排放量与降水酸度密切相关,但是并不意味着两者呈严格的正相关,即 SO_2 排放量高, SO_2 浓度高,降水 pH 值不一定低。酸雨形成的充分条件还包括其他多种自然因素的影响^[11]。广西酸雨的形成在很大程度上还受到气象条件的影响,尤其是静风、逆温等扩散条件较差的天气条件,对酸雨的形成起到一定的促进作用。广西局部地区风力较弱,静风频率高,不利于 SO_2 扩散,因此造成酸雨发生频率较高。广西的酸雨形成与大气环流密切相关,污染物远距离传输对广西部分城市降水酸度影响较大,特别是冬半年,冷空气携带污染物经桂东北的湘桂走廊到达广西,而广西地形是周边高中间低,形似盆地,污染物不容易扩散出去,因而造成广西降水酸性增大。另外,由于地形地貌、建筑物、生态环境等造成局部地区小气候的不同,对降水酸度的影响也不同。除此之外,土壤中碱性离子含量及 pH 值也是影响酸雨形成的重要因素之一^[4]。降水中的碱性物质主要来自于土壤,但是广西的自然土壤以红壤、砖红壤性红壤为主,呈酸性至强酸性,碱性物质含量比较低,因此颗粒物对酸性降水的中和缓冲能力较弱,这也是影响广西酸雨形成的重要因素之一。

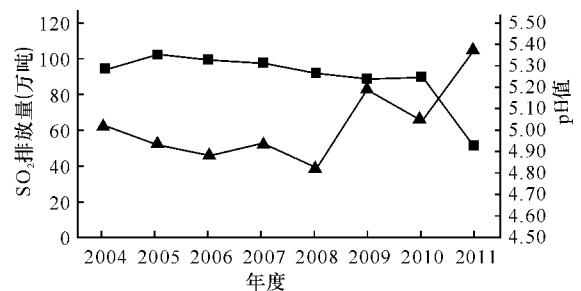


图5 2004~2011年广西 SO_2 排放量与 pH 值年均值变化趋势

■: SO_2 排放量, ▲: pH 值年均值。

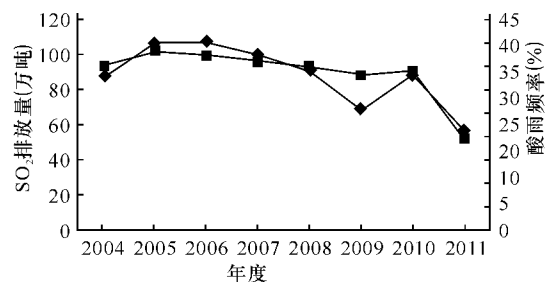


图6 2004~2011年广西 SO_2 排放量与酸雨频率变化趋势

■: SO_2 排放量, ◆: 酸雨频率。

3 结束语

2004~2011年,广西酸雨城市比例自2007年

起逐年下降;2011年降水 pH 值年均值达到近 8 年来的最高值,但是仍然小于 5.6;自 2006 年起,广西酸雨发生频率在 25% 以上的城市比例逐年下降。2004~2007 年,广西酸雨区域分布格局变化不大,自 2008 年起,广西酸雨区域面积呈现较大幅度的减少,酸雨区域呈现东南—西北带状分布,2010 年酸雨区域主要分布在桂东北一带,2009 年和 2011 年的酸雨区域零星分布。近年来广西的酸雨污染有所减轻。

2004~2011 年广西二氧化硫排放量与 pH 值年均值整体上呈现相反的变化趋势,与酸雨频率的变化趋势基本一致,广西酸雨污染程度与二氧化硫排放量密切相关。此外,广西酸雨的形成在很大程度上受到气象条件和土壤因素的影响。

参考文献:

- [1] 樊后保. 世界酸雨研究概况[J]. 福建林学院学报, 2002,22(4):371-375.
- [2] 杜子璇,刘荣花,熊杰伟,等. 1992~2006 年河南省酸雨分布特征分析[J]. 2009,32(1): 55-58.
- [3] 王明星,张仁健. 大气气溶胶研究的前沿问题[J]. 气候与环境研究,2001, 6(1): 119-124.
- [4] 赵艳霞,侯青. 1993~2006 年中国区域酸雨变化特征及成因分析[J]. 气象学报,2008,66(6): 1032-1042.
- [5] CHENG Ai-zhen, WEI Hua-hong, TAN Fei. Analysis of the Temporal-spatial distribution and seasonal variation of the acid rain in Guangxi province [J]. Meteorological and Environmental Research, 2010, 1(1): 62-65.
- [6] 黄蕙青,黄海洪,高安宁,等. 影响广西酸雨的大气环流特征分析[J]. 气象,2005,31(10): 51-55.
- [7] 国家环境保护局. 环境质量报告书编写技术规定[R]. 北京:国家环境保护局,1991.
- [8] 程新金,黄美元. 降水化学特性的一种分类分析方法[J]. 气候与环境研究,1998,3(1): 82-88.
- [9] 王明星. 大气化学[M]. 北京:气象出版社,1999: 161-162.
- [10] 樊后保. 世界酸雨研究概况[J]. 福建林学院学报, 2002,22(4): 371-375.
- [11] 花日茂,李湘琼. 我国酸雨的研究进展[J]. 安徽农业大学学报,1998,25(2): 206-210.

(责任编辑:邓大玉)

燃烧秸秆排放污染物可精确量化

我国农作物秸秆拥有量居世界首位,传统的家庭燃料和露天焚烧两种秸秆处理方式所排放的大气气态污染物和大气可吸入颗粒物已成为影响我国区域环境质量、气候变化和人体健康的重要因素。最近,复旦大学环境科学与工程系的研究人员通过自行研制的大型气溶胶烟雾箱、专用燃烧炉和先进的表征大气颗粒物等测量系统,研究 2004 年我国玉米、小麦、水稻秸秆产量及燃烧比例情况。结果显示,秸秆燃烧排放颗粒物的排放因子分别为:每吨水稻秸秆燃烧排放颗粒物 (260 ± 50) kg,每吨小麦秸秆燃烧排放颗粒物 (110 ± 30) kg,每吨玉米秸秆排放颗粒物 (390 ± 60) kg;仅 2004 年这 3 种农作物秸秆燃烧排放的气态污染物总量为:一氧化碳、二氧化碳和氮氧化物总量就分别达到了 2.3×10^7 t、 2.5×10^8 t 和 2.8×10^5 t,以二氧化碳为例,每吨小麦秸秆燃烧就排放二氧化碳 1557.9kg,每吨水稻秸秆燃烧排放二氧化碳 791.3kg,每吨玉米秸秆燃烧排放二氧化碳 1261.5kg;2004 年多环芳烃 (PAHs) 及烷基多环芳烃 (APAHs) 的总量分别为 1088t 和 379t。这个结果定量揭示了秸秆燃烧源对空气质量的影响程度,由此每年秸秆燃烧排放污染物总量就可以很容易计算出来。这为我国控制温室气体排放的发展战略,以及在国家层面上加快农业秸秆综合利用政策、降低大气污染提供了科学依据。

(据科学网)