

西昌攀枝花温江三地酸雨特征对比分析

莫芳¹, 郑丽英², 房鹏¹, 郑自君¹, 李林³, 王哲²

(1.凉山州气象局, 四川 西昌 615000; 2.温江区气象局, 四川 成都 611130;

3.攀枝花市气象局, 四川 攀枝花 617000)

【摘要】利用西昌、攀枝花、温江三站近7年的酸雨观测资料,分析三地的酸雨月、年变化特征。结果表明:西昌1—12月为弱酸雨污染;攀枝花1—3月无酸雨污染,4—12月为弱酸雨污染,温江秋、冬、春三季均为强酸雨污染,夏季为弱酸雨污染。西昌近年来pH值有增大趋势,攀枝花与温江年变化趋势不显著。经综合比较,温江为重酸雨区,攀枝花与西昌为轻酸雨区。

【关键词】西昌;攀枝花;温江;酸雨特征;对比分析

【中图分类号】X517 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1673-1891(2015)04-0050-05

0 引言

酸雨危害是多方面的,包括对人体健康、生态系统和建筑设施都有直接和潜在的危害。西昌、攀枝花、温江三站于2006年6月开始酸雨监测,积累了一定的监测数据^[1]。本文利用三站的酸雨观测资料,对3个站点的酸雨污染特征进行了详细的分析^[2-3],为相关部门监测或控制酸雨,治理大气污染,保护环境等提供理论依据。

1 资料 and 统计方法

以西昌、攀枝花2个国家基本气象站及温江国家基准气候站以下简称西昌、攀枝花、温江(三站)(2007—2013年的酸雨及部分气象要素资料进行统计,分别获得604组、455组、627组降水pH值和K值的数据。再用K-pH不等式方法^[4],对三站的降水pH值和电导率(K值)数据进行校验。该方法的计算公式如下:

$$k_m > k_H^+ + k_{OH^-} = A_{H^+} \times 10^{-pH} + A_{OH^-} \times 10^{4-pH} \quad (1)$$

式中 k_m 为实测电导率, k_H^+ 和 k_{OH^-} 分别为氢离子(H^+)和氢氧根离子(OH^-)电导率,由实测的降水pH值和2种离子的摩尔电导率 A_{H^+} 和 A_{OH^-} 计算。

将实测的降水pH值和K值代入式(1),若不等式成立,则通过检验,否则不通过^[5]。攀枝花的数据全部通过检验,西昌、温江分别有16、32组数据未通过检验,未通过检验的数据为无效数据(在下文的分析中不采用),剔除无效数据后,保留有效数据进行计算。经计算,西昌、攀枝花、温江观测站的数据完整率(全年有效数据累计降水量与全年累计降水量之比)分别为94%、98%、86%。三站的酸雨观测数据的完整性和连续性较好。

经过上述校验的数据,采用《酸雨观测规范》^[6]中的定义及方法进行一系列的统计计算:首先采用

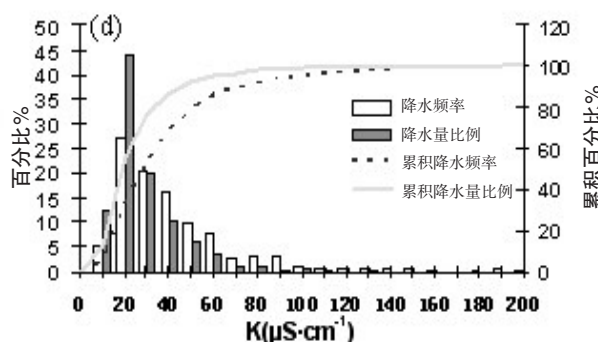
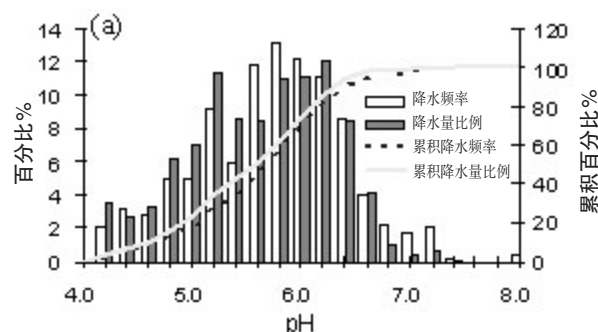
雨量加权法计算出降水pH值及降水电导率的年(季或月)平均值。 $pH < 5.60$ 的大气降水为酸雨,其中 $4.50 \leq pH < 5.60$ 的降水为弱酸雨, $pH < 4.5$ 为强酸雨。年(季或月)平均降水pH值在 $4.50 \leq pH < 5.60$ 范围内的地区为轻酸雨区,在 $pH < 4.5$ 的范围内的地区为重酸雨区。酸雨频率是指降水的总次数中, $pH < 5.60$ 的降水发生比例,其划分等级如表1所示。

表1 酸雨频率划分等级表

级别	酸雨偶发	酸雨少发	酸雨多发	酸雨频发	酸雨高发
酸雨频率F	$F \leq 5\%$	$5\% < F \leq 20\%$	$20\% < F \leq 50\%$	$50\% < F \leq 80\%$	$F > 80\%$

2 酸雨特征

2.1 三地降水pH值和电导率的变化范围



收稿日期:2015-09-08

作者简介:莫芳(1970-),女,四川西昌人,高级工程师,研究方向:地面气象观测。

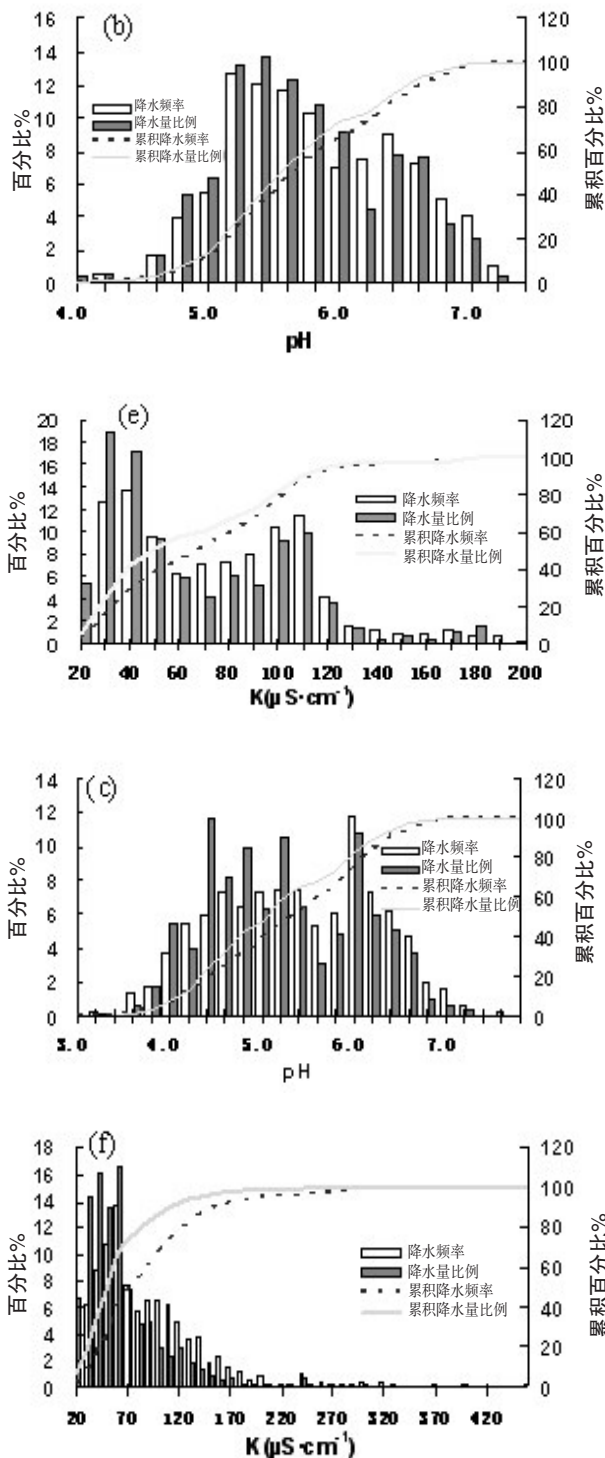


图 1 西昌站(a,d)、攀枝花站(b,e)、温江(c,f)的降水 pH 值和 K 值分布图

图 1(a)、(b)、(c)分别显示 2007—2013 年西昌、攀枝花、温江三站降水 pH 值的出现次数比例及其对应的降水量比例的分布状况。

西昌降水的 pH 值分布范围为 4.02 ~ 7.84, 且主要集中在 4.6 ~ 6.4, 此范围的累积 pH 值出现次数比例与累积降水量比例分别为 82%、83%。降水

pH 值在 < 4.5、4.5 ~ 5.6 及 > 7.0 范围内的降水量比例为 7%、44%、1%; pH 值出现次数比例为 6%、38%、3%。

攀枝花的 pH 值分布范围为 4.00 ~ 7.15, 但主要集中在 5.0 ~ 6.8, 此范围的累积 pH 值出现次数比例与累积降水量比例分别为 82%、84%。降水 pH 值在 < 4.50、4.5 ~ 5.6 及 > 7.0 范围内的降水量比例为 1%、50%、1%; pH 值出现次数比例为 1%、46%、1%。

温江的 pH 值分布范围为 3.43 ~ 7.41, 但主要集中在 4.0 ~ 6.4, 此范围的累积 pH 值出现次数比例与累积降水量比例分别为 84%、87%。降水 pH 值在 < 4.5、4.5 ~ 5.6 及 > 7.0 范围内的降水量比例为 28%、40%、0%; pH 值出现次数比例为 22%、37%、1%。

图 1(d)、(e)、(f)分别显示 2007—2013 年西昌、攀枝花、温江降水 K 值的出现次数比例及其对应的降水量比例的分布状况。

西昌降水 K 值的变化范围是 4.30 ~ 194.8 $\mu s/cm$, 当 $k < 30 \mu s/cm$ 时, 降水量比例与 k 值出现比例分别为 76%、53%, 降水量比例高于对应的 k 值出现比例; 当 $k > 30 \mu s/cm$ 时, 则相反, 降水量比例与 k 值出现比例分别为 23%、47%。

攀枝花降水 K 值的变化范围是 13.20 ~ 194.4 $\mu s/cm$, 当 $k < 40 \mu s/cm$ 时, 降水量比例与 k 值出现比例分别为 41%、29%, 降水量比例高于对应的 k 值出现比例; 当 $k > 40 \mu s/cm$ 时, 则相反, 降水量比例与 k 值出现比例分别为 59%、71%。

温江降水 K 值的变化范围是 10.20 ~ 395.0 $\mu s/cm$, 当 $k < 60 \mu s/cm$ 时, 降水量比例与 k 值出现比例分别为 67%、42%, 降水量比例高于对应的 k 值出现比例; 当 $k > 60 \mu s/cm$ 时, 则相反, 降水量比例与 k 值出现比例分别为 33%、58%。

总体而言, 西昌、攀枝花、温江当 pH 值分别在 4.6 ~ 5.4、4.6 ~ 6.0、4.4 ~ 5.2 时, 降水量比例高于 pH 值出现次数比例, 即降水量较大时, 其降水 pH 值多分布在此范围内; 而当西昌、攀枝花、温江分别在 pH 值 < 4.6 和 > 5.4、< 4.6 和 > 6.0、< 4.4 和 > 5.2 时, 则相反。三地降水 K 值出现次数比例与降水量比例分布的分析表明, 降水量较大的降水事件中, 降水 K 值较低。反之, 降水 K 值较高。这与唐信英等^[7]人的研究结论一致: 降水量大, 在一定程度上稀释了大气污染物的浓度, 净化了空气, 且降水量大雨滴粒径大, 下落速度快, 污染物通过冲刷过程进入雨滴少。

2.2 三地降水 pH 值和电导率的月变化特征

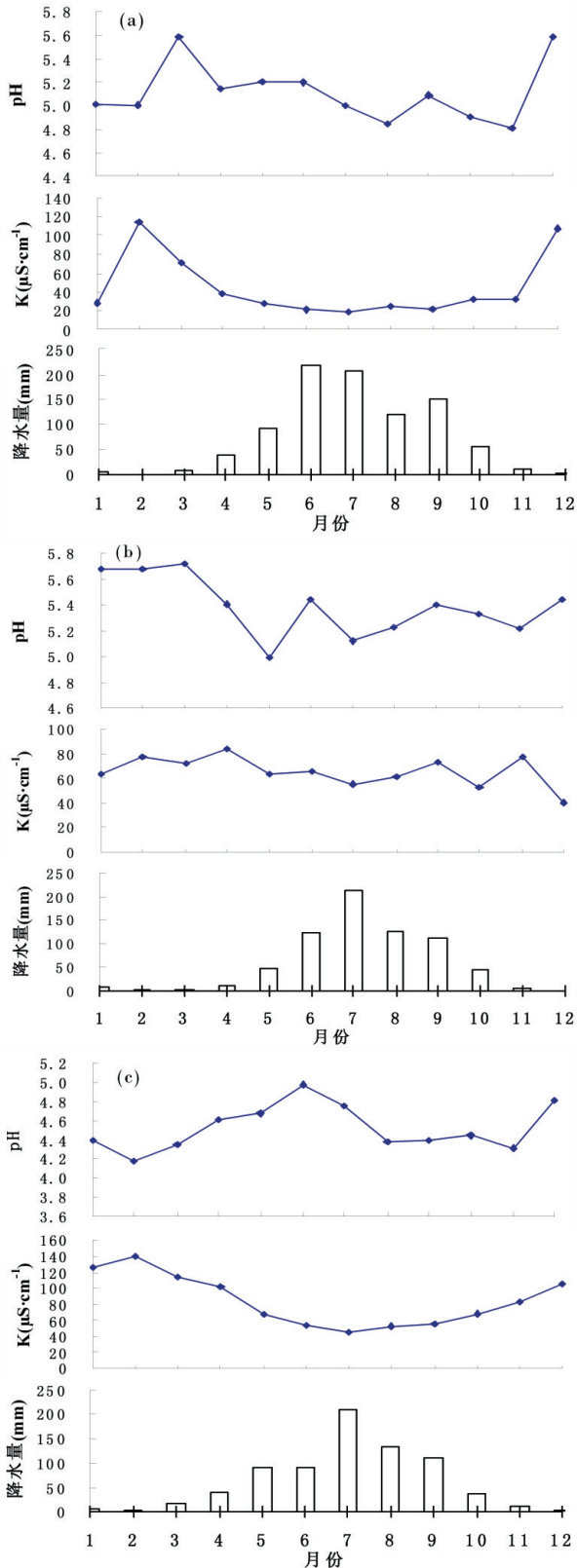


图2 西昌(a)、攀枝花(b)、温江(c)pH值、K值、降水量多年月均值变化曲线图

四季的划分把3—5月定为春季,6—8月定为夏季,9—11月定为秋季,12—2月定为冬季。如图2

所示,西昌与攀枝花降水的多年月均pH值变化范围分别是4.81~5.59、4.99~5.72。西昌1—12月、攀枝花4—12月,pH值均<5.6。西昌与攀枝花冬春两季是干季,有时全月无降水,月均降水pH值最小值出现在夏秋季或春夏之交的时候,夏秋季的pH值小于冬春季,但变化趋势不显著,属于波动变化。温江降水的多年月均pH值的变化范围是4.18~4.98,1—3、8—11月月均pH值均<4.5,4—7、12月月均pH值均处于4.5~5.6之间。月均降水pH值最小值出现在冬末春初,秋、冬、春三季的pH值总体小于夏季,略有波动。西昌全年、攀枝花4—12月均为弱酸雨污染,攀枝花1—3月常全月无降水,故酸雨比例减少,1—3月无酸雨污染。温江秋、冬、春三季均为强酸雨污染,夏季为弱酸雨污染,这与冯良敏等^[8]人的研究基本一致,即成都市夏半年空气质量明显优于冬半年。

西昌、攀枝花、温江多年月均K值的变化范围分别是18.9~114.6、40.0~77.6、44.8~139.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$,攀枝花站K值无明显季节变化,西昌、温江K值季节变化明显:冬春季较大夏秋季较小。因冬春季降水量较小,且风速较大易引起地面扬沙;夏秋季降水量较大有稀释作用;另据吴利彬等^[9-10]人的研究,成都出现霾的情况,冬季最多,秋季和春季次之,夏季最少。故西昌、温江冬春季采集的酸雨降水样品杂质含量大,k值较大,夏秋季反之。

2.3 三地降水 pH 值、电导率、酸雨频率的年变化特征

表2 三站年均pH值、K值、年酸雨频率统计表 %

站名		年份							多年平均
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
西昌	pH值	4.73	4.66	4.89	5.24	5.58	5.74	5.80	5.04
	频率	70	65	64	44	28	13	20	44
	K值	25.0	23.1	22.2	20.0	26.1	21.3	32.2	23.9
攀枝花	pH值	5.03	4.99	5.72	5.31	5.31	5.34	5.46	5.24
	频率	68	41	22	40	48	67	42	47
	K值	51.5	59.9	44.4	57.2	78.7	68.8	78.8	62.2
温江	pH值	4.47	4.25	4.65	4.48	4.47	4.73	5.04	4.56
	频率	65	79	69	47	67	59	34	59
	K值	76.0	60.5	59.4	56.4	65.8	75.0	41.3	59.2

由表2可知,西昌2007—2013年降水年均pH值的变化范围为4.66~5.80,多年平均为5.04。2007—2011年显示为弱酸雨污染态势,2009年后,pH值有逐渐增大的趋势,酸雨污染态势有所减轻。攀枝花2007—2013年降水年均pH值的变化范围为4.99~5.72,多年平均为5.24。除2009年年均pH值>5.6外,其余年份均呈弱酸雨污染态势,年际变化趋势

不显著。温江2007—2013年降水年均pH值的变化范围为4.25~5.04,多年平均为4.56。2007、2008、2010、2011年年均pH值均<4.5,呈强酸雨污染态势,2009、2012、2013年,年均pH在4.5~5.6之间,为弱酸雨污染态势,年际变化趋势不显著。

从年酸雨频率来看,西昌2007—2009年是酸雨频发、2010—2011年酸雨多发、2012、2013酸雨少发;攀枝花2007、2012年酸雨频发,其余年份酸雨多发;温江2010、2013年酸雨多发,其余年份酸雨频发。

三地相比,温江的酸雨污染最为严重,强度最大;攀枝花酸雨多年平均频率高于西昌,攀枝花酸雨污染居第二、西昌第三。

西昌2007—2013年降水年均K值变化范围为20.0~32.2 $\mu\text{s/cm}$,多年平均值23.9 $\mu\text{s/cm}$ 。攀枝花2007—2013年降水年均K值变化范围为44.4~78.8 $\mu\text{s/cm}$,多年平均值62.2 $\mu\text{s/cm}$ 。温江2007—2013年降水年均K值变化范围为41.3~76.0 $\mu\text{s/cm}$,多年平均值59.2 $\mu\text{s/cm}$ 。三地的K值年均变化略有波动,相对平稳。三地相比,西昌的多年平均K值最小,温江与攀枝花较接近,这说明三地中,西昌的空气质量最好,大气中分散悬浮的气溶胶、烟、尘、雾和碳烟等物质较少,故西昌的自然降水比较清洁。

3 三地的酸雨形成影响因素

3.1 气候与地形

西昌位于温江西南,相距400多km,全境海拔在1500m以上,是四川省第二大河谷平原,属热带高原季风气候,是一个新兴的森林、湿地旅游城市。攀枝花位于西昌西南约200多km的横断山区,海拔在1190.1m左右,境内由高山、河谷、小盆地交错分布。攀枝花是中国西部重要的钢铁、钒钛、能源基地,是一个工业城市;属南亚热带亚湿润气候。温江位于四川盆地腹地,地势平坦,境内多高楼林立。全境内海拔在511.3~647.4m之间,属亚热带湿润气候区,全年雨日多,雨量充沛。

表3 三站2007—2013年月平均风速统计表 m/s

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
西昌	1.7	2.3	2.3	2.1	2.0	1.3	1.4	1.5	1.4	1.2	1.3	1.5
攀枝花	1.1	1.6	1.8	1.9	1.8	1.7	1.3	1.2	1.1	1.1	0.9	0.8
温江	1.1	1.1	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	0.9	0.9

西昌与攀枝花海拔较高,全年风速较大,有利于污染物扩散离开城市的上空;而温江处于成都市区,属盆地底部,海拔较低,盆地四周有龙门山、邛崃山、龙泉山、大凉山、大巴山等山脉阻挡,全年风

速较小,多逆温天气出现,这种地理环境形成的静稳天气,导致污染物的扩散非常困难加重了空气污染,故温江站的酸雨污染重于攀枝花与西昌。

3.2 污染源

西昌污染源主要为城市周边的钒钛钢厂、水泥、钢铁、啤酒、化工等企业。为了恢复自然生态环境,对邛海周边的居民及企业进行了搬迁,打造恢复扩大了邛海周边的湿地面积,同时对一些工厂的排硫勒令整改,一些排污不合格的工厂进行了关闭,城区禁止燃煤,关停燃煤锅炉,近年来西昌酸雨污染略有减轻,空气比较清洁。

攀枝花主要为煤矿、钒钛铁矿石、石灰石等矿山及钢铁工业冶炼大、中型企业。工业生产与汽车尾气排放出的硫化物等酸性物质是形成酸雨的主要原因,较多的矿山对矿石的开采,使空气中尘粒较多,故攀枝花酸雨频率和平均K值较大,且K值季节变化不明显。

温江由于高污染燃料用量大、机动车尾气排放严重、非道路移动机械如工程机械、农用机械、农用运输车、铁路机车、飞机等均有不少排放、建筑工地和堆场的扬尘等原因造成了严重的酸雨污染,且K值较大。

4 结论与建议

(1)西昌、攀枝花、温江当pH值分别在4.6~5.4、4.6~6.0、4.4~5.2范围内时,降水量比例高于pH值出现次数比例,即降水量较大时,其降水pH值多分布在此范围内;而当西昌、攀枝花、温江分别在pH值<4.6和>5.4、<4.6和>6.0、<4.4和>5.2范围时,则相反。在降水量较大的降水事件中,降水K值较低。反之,K值较高。

(2)西昌1—12月为弱酸雨污染。攀枝花1—3月无酸雨污染,4—12月为弱酸雨污染。温江站秋、冬、春三季均为强酸雨污染,夏季为弱酸雨污染。西昌、温江K值季节变化明显,攀枝花K值无明显季节变化。

(3)西昌、攀枝花、温江多年年均pH值分别为5.04、5.24、4.56,西昌近年来年均pH值有增大趋势,攀枝花与温江年变化趋势不显著。温江年均pH值有4年<4.5,有3年在4.5~5.6范围;攀枝花、西昌分别有6年、5年在4.5~5.6范围,其余年份>5.6。西昌的多年平均K值最小,温江与攀枝花接近,西昌大气中的各种污染气体和颗粒物的可溶成分较少,雨水比攀枝花、温江的洁净。

(4)经综合比较,温江酸雨污染最严重,攀枝花

次之,西昌酸雨污染最轻。温江多数时候为重酸雨区,西昌与攀枝花为轻酸雨区。西昌空气洁净程度最好,适宜居住与旅游休闲度假。

(5)三地都存在着不同程度的酸雨污染,我们应时刻警醒,采取烟气脱硫、脱硝、除尘装置治理企

业锅炉燃烧高排放量污染;对超标排放的企业,该关闭就关闭;加强机动车尾气治理,采用符合标准的车用柴油,报废不合标准的机动车;治理工地扬尘,保证绿色施工等有力措施从源头防控酸雨,保护我们赖以生存的地球。

注释及参考文献:

- [1] 解淑艳,王瑞斌,郑皓皓.2005—2011年全国酸雨状况分析[J].环境监控与预警,2012,4(5):33-37.
- [2] 张明明,杨军,黄志勇,等.1993—2004年华东部分地区酸雨的时空分布特征及其与气象条件的关系[J].南京信息工程大学学报(自然科学版),2013,5(2):120-126.
- [3] 高龙.汉台区2006—2009年酸雨特征及对策建议[J].陕西气象,2013(3):25-27.
- [4] 孙根厚,汤洁.1992—2010年泰山地区酸雨变化特征及其趋势分析[J].气象,2013,39(3):347-354.
- [5] 汤洁,徐晓斌,杨志彪,等.电导率加和性质及其在酸雨观测数据质量评估中的应用[J].应用气象学报,2008,19(4):385-392.
- [6] 中国气象局.酸雨观测业务规范[M].北京:气象出版社,2005.
- [7] 唐信英,罗磊,张虹娇.西南地区酸雨时空分布特征研究[J].高原山地气象研究,2009,29(2):33-36.
- [8] 冯良敏,陈朝平,龙柯吉,等.成都地区2012年PM10污染过程气象条件分析[J].高原山地气象研究,2014,34(2):57-62.
- [9] 吴利彬,周书华,倪长健,等.成都及周边地区霾时空分布特征研究[J].高原山地气象研究,2014,34(2):63-67.
- [10] 唐信英,罗磊,金之川.青藏高原大气气溶胶研究进展[J].高原山地气象研究,2012,32(2):95-99.

The Comparative Analysis on Acid Rain' Characteristics in Xichang, Panzhihua and Wenjiang

MO Fang¹, ZHENG Li-ying³, FANG Peng¹, ZHENG Zi-jun¹, LI Lin², WANG Zhe³

(1.Liangshan Meteorological Bureau, Xichang, Sichuan 615000; 2.Panzhihua Meteorological Bureau, Panzhihua, Sichuan 617000; 3.Wenjiang Meteorological Bureau, Chengdu, Sichuan 611130)

Abstract: Based on Xichang, Panzhihua and Wenjiang's nearly seven years acid rain monitoring data, the month and annual variation characteristics of acid rain in three places are analyzed. The results shows that: in Xichang, there is weak acid rain pollution all year in Panzhihua, there is no acid rain pollution from January to March and weak pollution from April to December in Wenjiang, there is strong acid rain pollution in spring autumn and winter and weak pollution in summer The value of Xichang's PH has increasing trend in recent years, while the trend of Panzhihua and Wenjiang's Ph is not significant. Through comprehensive comparison, Wenjiang belongs to heavy acid rain area, Panzhihua and Xichang belong to light acid rain area.

Key words: Xichang; Panzhihua Wenjiang; acid rain's characteristics; comparative analysis

DOI:10.16104/j.cnki.xccxb.2015.04.015