

文章编号:1004-9045(2008)04-0351-04

湖北省 2007 年酸雨特征及其与气象污染条件的关系

许 杨,杨宏青

(武汉区域气候中心,武汉 430074)

摘 要:利用湖北省 32 个气象酸雨监测站的酸雨监测资料及相关气象资料对 2007 年湖北省酸雨特征及其与气象污染条件的关系进行了分析。结果表明:2007 年湖北省年均降水 pH 值为 4.47,年酸雨发生频率为 71.5%,各酸雨监测站年均降水 K 值(电导率)在 19.3~106.1 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 之间,降水强度、逆温及大气中酸性气体的浓度对酸雨强度及发生频率有明显的影

关键词:酸雨;气象条件;防治对策

中图分类号:P426.61+2 **文献标识码:**A

1 引言

酸雨已被公认为全球性的重大环境问题,它对生态环境的危害越来越受到世界的关注,随着中国经济的飞速发展,酸雨问题日趋严重,我国也将酸雨的污染防治工作纳入环境保护重点工作。我国对酸雨的研究起步较晚,1974 年北京首次开始酸雨监测,之后其他城市也陆续开展了此项研究,1989 年开始建立全国酸雨监测网,“七五”和“八五”期间对酸雨问题进行了大规模的调查和研究^[1-2]。

目前我国酸雨区主要分布在长江以南、青藏高原以东的广大地区,湖北省西部紧邻我国大西南酸雨区,地形上西、北、东三面环山,形成一南向敞开的完整盆地,长江由西向东贯穿全境,特殊的地理环境在湖北省形成了华中酸雨带^[3-4]。通过对湖北省历年酸雨研究发现,全省酸雨有逐渐增强的趋势,2006 年湖北省加大对酸雨的监控力度,酸雨监测站迅速增加,目前已形成了由 32 个酸雨监测站组成的酸雨监测网,能较好地反映湖北省酸雨分布特征,为酸雨研究提供了良好的平台。本文针对 2007 年湖北省酸雨特征、与气象污染条件的关系及防治对策几个方面展开分析,以期对湖北省目前的酸雨状况进行客观的解析,为今后的防治工作提供参考。

2 资料来源

湖北省原有 7 个气象酸雨监测站,2007 年又新建了 25 个酸雨监测站,于同年 4 月开始陆续投入使用。1—3 月仅有武汉、襄樊、宜昌、巴东、房县、恩施和金沙

7 站的资料,4 月增加天门的资料,5 月增加至 30 站资料,6—12 月为 32 站的资料。所用数据处理方法均按照中国气象局颁布的《酸雨观测业务规范》^[5]中有关降水 pH 值和 K 值计算方法进行处理。

3 湖北省 2007 年酸雨概况

2007 年湖北省 32 个气象酸雨监测站共对 2233 次有效降水样品进行了检测,全省年均降水 pH 值为 4.47,全年酸雨发生频率为 71.5%,年均 K 值为 47.3 $\mu\text{s}/\text{cm}$,各站年均 K 值在 19.3~106.1 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 之间变化。最小值出现在兴山,最大值出现在天门。

3.1 酸雨强度时空分布

3.1.1 年均酸雨强度空间分布

降水的 pH 值是检验大气降水酸碱度的度量标准。根据国家标准 GB/T19117-2003《酸雨观测规范》中的规定,将降水按照 pH 值的大小划分为三个等级: $\text{pH} \geq 5.6$ 为非酸雨, $4.5 \leq \text{pH} < 5.6$ 为弱酸雨, $\text{pH} < 4.5$ 为强酸雨。2007 年湖北省年均降水 pH 值为 4.47,呈强酸雨。在 32 个气象酸雨监测站中,有 13 站年均降水 pH 值为强酸雨,占总监测站数的 40.6%;18 站为弱酸雨,占总监测站数的 56.3%;仅通山站年均降水 pH 值为非酸雨。强酸雨区主要分布于鄂西南西部、三峡河谷、江汉平原、鄂西北东部及鄂东南西部地区;弱酸雨区主要分布于鄂西北南部、鄂西南中部、鄂东北大部及鄂东南东部。

3.1.2 酸雨强度年变化

2007 年湖北省酸雨强度年变化见图 1。由图可见,4—8 月月均 pH 值均在 4.6~4.8 之间,为弱酸雨,

收稿日期:2008-02-16;定稿日期:2008-05-10

基金项目:湖北省科技发展基金“酸雨潜势预报方法研究”项目(2006Y01)资助

作者简介:许杨,女,1981 年生,硕士,实习研究员,主要从事大气成分分析。Email:xuyangmr@tom.com

其它月份月均 pH 值均在 4.4 以下,为强酸雨。月均 pH 最大值出现在 8 月(pH 值为 4.7),最小值出现在 11 月(pH 值为 3.92)。从季节分布看,秋冬季酸雨强度明显比春夏季强。

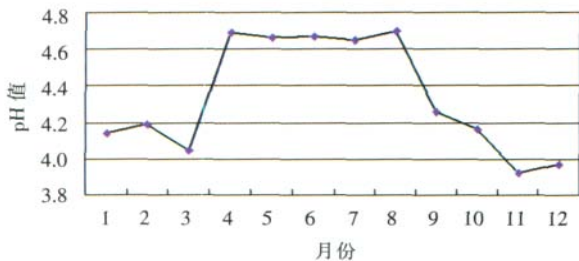


图 1 2007 年湖北省酸雨 pH 值年变化图

3.2 酸雨发生频率时空分布

3.2.1 酸雨发生频率空间分布

2007 年全省酸雨发生频率为 71.5%,其中强酸雨发生频率为 34.7%,弱酸雨发生频率为 36.8%。32 站中全年酸雨发生频率在 80%~100%之间的有 12 站,在 60%~79%之间的有 11 站,在 60%以下的有 9 站。如图 2 所示,酸雨发生频率高值区主要分布在鄂西南西部、三峡河谷、鄂北岗地及鄂东南西部地区,低值区主要分布在鄂西北中部和鄂东南南部,尤其是通山站年酸雨发生频率仅 6.1%,特就此现象对通山站进行了实地考察,初步推断造成其降水偏碱、酸雨发生频率低的主要原因是来自监测站附近的水泥厂排放污染气体和粉尘所致,较严重的污染排放源极有可能造成降水过程中酸碱中和,从而改变降水的物化性质,使降水呈碱性。

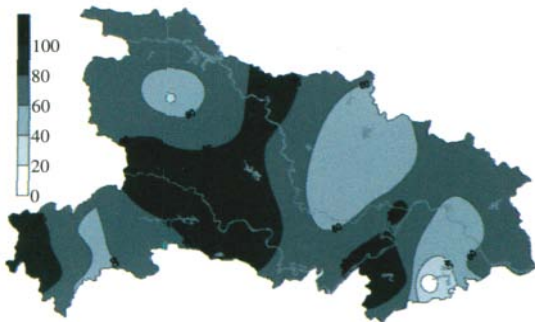


图 2 2007 年湖北省酸雨发生频率分布图

3.2.2 酸雨发生频率年变化

从 2007 年湖北省酸雨频率年变化图(图 3)中可以看出,湖北省 4—8 月强酸雨发生频率均在 26% 以下,而其它月份均在 45% 以上,强酸雨发生频率最高出现在 11 月,为 74.2%;最低出现在 7 月,为 19.4%。酸雨发生频率最高值出现在 11 月,为 93.3%;最低值出现在 5 月,为 57.5%。强酸雨频率变化趋势与酸雨频率变化趋势基本一致,均呈现出秋冬季高于春夏季

变化规律。

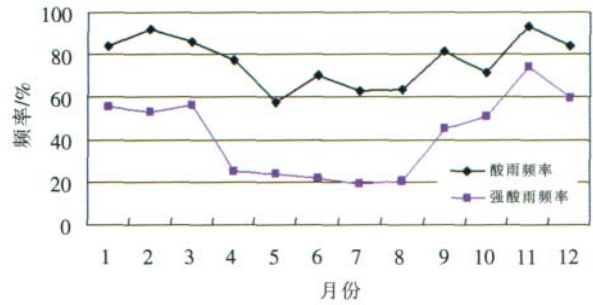


图 3 2007 年湖北省酸雨发生频率年变化图

3.3 降水 K 值时空分布

3.3.1 年均降水 K 值空间分布

K 值表示降水导电能力的大小,能反映大气降水洁净程度。2007 年湖北省年均降水 K 值为 44.7 $\mu\text{s}/\text{cm}$,各酸雨监测站年均降水 K 值在 19.3~106.1 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 之间。32 个酸雨监测站中年均 K 值大于 60.0 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 的有 4 站,在 40.0~59.9 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 之间的有 18 站,小于 40.0 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 的有 10 站。年均降水高 K 值中心分布在鄂西北北部和江汉平原,低 K 值中心分布在鄂西南大部、三峡河谷、鄂北岗地和鄂东南东部(图略)。

3.3.2 降水 K 值年变化

从 2007 年湖北省降水 K 值年变化曲线(图 4)上发现,最低月均降水 K 值出现在 8 月,为 33.9 $\mu\text{s}/\text{cm}$,最高月均降水 K 值出现在 12 月,为 104.7 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 。夏半年(4—9 月)降水 K 值明显低于冬半年(10 月至次年 3 月),9 月入秋以后月均降水 K 值持续大幅上升,至 12 月达到最大值 104.7 $\mu\text{s}/\text{cm}$,之后基本呈下降趋势,至 8 月降至最低值(33.9 $\mu\text{s}/\text{cm}$)。

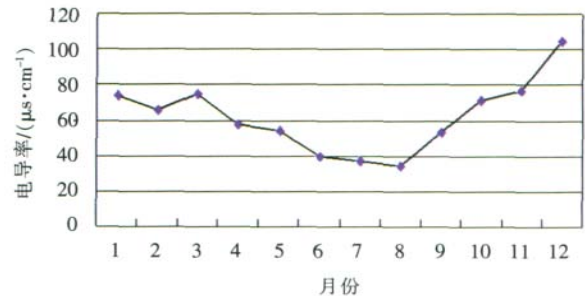


图 4 2007 年湖北省降水 K 值年变化图

4 酸雨与气象污染条件的关系

4.1 降水强度与酸雨的关系

降水量的大小直接影响到雨水对大气中气溶胶及酸性物质冲刷作用的强弱。表 1 为湖北省 2007 年不同降水强度下强酸雨出现频率及 pH 值的统计表,可明显看出在小雨和中雨情况下强酸雨出现频率较高,雨量达到大雨和暴雨时,强酸雨出现频率依次有

较大幅度降低,而降水 pH 值则从小雨到暴雨呈现出递增的变化趋势。分析结果充分说明了雨量增大之后,降水对气溶胶和酸性气体的有效冲刷及稀释作用,会使湖北省降水酸度普遍下降,强酸雨出现频率明显降低。

表 1 2007 年不同降水强度下强酸雨出现频率及 pH 值统计结果

强酸雨	小雨	中雨	大雨	暴雨
出现频率(%)	36.2	37.0	27.8	18.7
pH 值	4.28	4.42	4.54	4.64

4.2 大气污染与酸雨的关系

雨水在形成及降落的过程中不断吸收大气中的气溶胶和微量气体,因此气溶胶的酸碱性和酸性气体的浓度对酸雨的形成和发展有重要的影响。将武汉市 2007 年的逐次降水 pH 值与相应的 SO₂、NO₂ 和 PM₁₀ 浓度作相关分析,得到 pH 值与 SO₂ 浓度的相关系数为-0.20,可通过 0.10 的信度检验,pH 值与 NO₂ 浓度的相关系数为-0.29,可通过 0.01 的信度检验,pH 值与 PM₁₀ 浓度的相关系数为-0.04,相关性较差。从以上相关性分析可初步推断,武汉市 NO₂ 和 SO₂ 浓度增大时降水 pH 值随之降低,其中 NO₂ 浓度对酸雨的影响最明显,其次是 SO₂,PM₁₀ 对酸雨的影响没有呈现明显的规律,这可能与其成分有关^[6]。

4.3 逆温与酸雨的关系

为了深入分析逆温对酸雨的影响,选取位于湖北省中东部的武汉为代表站,将武汉站 2007 年的逆温变化及其与相对应的酸雨强度的关系进行了分析。通过对武汉市高空观测资料的分析,发现多数酸雨出现日都有逆温出现。

图 5 为 2007 年武汉逆温出现频率年变化曲线。由图可见,8—12 月逆温出现频率呈增强趋势,冬半年逆温出现频率要明显高于夏半年,逆温出现频率的年变化与酸雨强度及出现频率的年变化规律呈较好的对应关系,这说明逆温的出现,使得低层大气污染物难以向上扩散,近地层空气中积聚的污染物使降水的云下“冲刷”作用更明显地改变了降水的酸碱性。

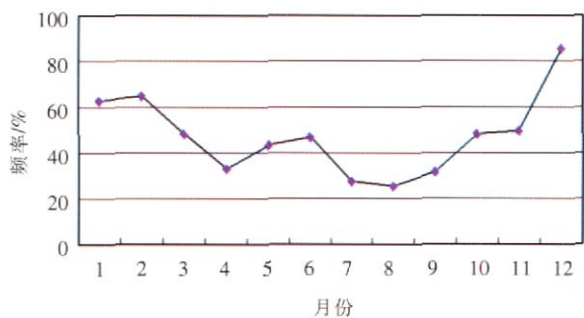


图 5 2007 年武汉逆温出现频率年变化图

此外,为进一步反映酸雨与逆温之间的关系,还将表征逆温性质的逆温厚度和逆温强度与酸雨强度的关系进行了分析。首先,将酸雨强度与逆温厚度进行分析,考虑到逆温底高超过 1 600 m 以上对当地大气污染物扩散影响较小,将武汉市降水前逆温底高小于 1 600 m 的逆温资料进行统计分析。不同逆温厚度(HD)对降水酸度的影响有所不同,把逆温厚度分为 3 个等级:0 m<HD<100 m (1 级),101 m<HD<200 m (2 级),HD>201 m (3 级)。从逆温条件与降水 pH 值变化关系图(图 6)中可看出,pH 值随逆温层厚度增加而减小,这主要是由于逆温层越厚,逆温层下部的大气污染物就越难向上扩散,局地的大气污染物越易堆集,降水时云下雨滴冲刷致酸作用就越明显。其次,将酸雨强度与逆温强度进行分析,将逆温强度 r (取 r>0.01 °C/100m 的情况)按大气干、湿绝热直减率的标准划分为 3 个等级:0.01 ≤ r < 0.4 (1 级),0.4 ≤ r < 0.98 (2 级),r ≥ 0.98 (3 级),图 6 中的分析结果显示 pH 值随逆温强度增加而减小。这说明逆温强度越大,即使逆温厚度较薄,同样可以阻止其底部的大气污染物向上扩散,有利于局地大气污染物堆集^[7]。

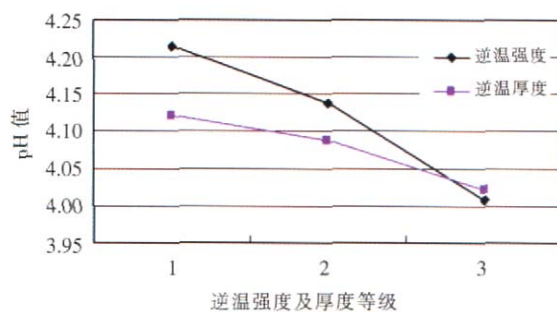


图 6 逆温条件与降水 pH 值变化关系图

5 酸雨防治对策

酸雨对生态系统,如农作物、土壤、水体、森林等会产生不良影响,其危害已逐渐为人类所认识。在湖北省酸雨逐渐增强和扩展的态势下,防治工作的实施势在必行,因此结合湖北省实际情况提出以下几点建议。

(1)加强环境宏观管理,控制污染排放量。在大的大气环流背景下酸雨有较强的迁移性,因此酸雨的防治应加大区域间的联合与协作。合理调整城市产业布局,注意发展耗能少而产值高的新兴工业、轻工业和手工业。对工业过于集中的地区适当控制污染型工业的再建,并进行必要的疏散,以减小当地污染物的排放量。

(2)改变能源结构,大力推广使用清洁能源。开发可以替代燃煤的清洁能源,如核电、水电、太阳能、风能、地热能等,将会有效地降低污染物排放量,特别是有利于 SO₂ 减排。目前,我省在各种清洁能源的开发利

用上已初见成效,然而,这些能源的广泛利用还需要进一步提高技术水平,降低使用成本,只有这样才能真正得到广泛的推广应用。

(3)加强酸雨监测力度,深入开展酸雨研究。目前,湖北省酸雨监测网较之前已有明显改善,但鄂北仍存在较大监测盲区,因此还需进一步加强酸雨监测力度。现阶段的酸雨研究仅局限于降水的简单监测分析,尚需进一步开展各种湿沉降,如雾、雪等的化学成分研究,以便于更全面地了解掌握湖北省酸沉降的特点。此外,酸雨影响及危害方面的研究也较少,可加强与环境、水文和农林业部门的交流合作,深入开展酸雨对水体、农作物、森林和建筑物等方面的影响研究。

6 结论

(1)2007 年湖北省年均降水 pH 值为 4.47,年酸雨发生频率为 71.5%,强酸雨区主要分布于鄂西南西部、三峡河谷、江汉平原、鄂西北东部及鄂东南西部地区;秋冬季酸雨强度及频率明显比春夏季强。

(2)2007 年湖北省各酸雨监测站年均降水 K 值(电导率)在 19.3~106.1 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 之间,年均降水高 K 值中心分布在鄂西北北部和江汉平原。

(3)小雨和中雨情况下强酸雨出现频率较高,雨量达到大雨和暴雨时,强酸雨出现频率降低;pH 值随逆温层厚度和强度的增加而减小。

参考文献:

- [1] 张晓勇,王振红.当前酸雨形式及治理对策[J].环境科学与管理,2007,32(8):85-88.
- [2] 吴丹,王式功,尚可政.中国酸雨研究综述[J].干旱气象,2006,24(2):70-77.
- [3] 张霞,李兰,魏静.湖北西部城市酸雨特征及其与气象条件的关系[J].暴雨灾害,2007,26(2):175-178.
- [4] 杜光智,黄晓华,黄霞,等.湖北省酸雨的时空分布规律及成因分析[J].长江流域资源与环境,2003,12(4):377-380.
- [5] 中国气象局.酸雨观测业务规范[M].北京:气象出版社,2005:23-24.
- [6] 王明星.大气化学[M].北京:气象出版社,1999:421-427.
- [7] 林长城,林祥明,邹燕,等.福州气象条件与酸雨的关系研究[J].热带气象学报,2005,21(3):330-336.

The Acid Rain Feature of 2007 in Hubei Province and Its Relation to Meteorological Contaminative Condition

XU Yang, YANG Hong-qing

(Wuhan Regional Climate Center, Wuhan 430074)

Abstract: Based on the observed data of acid rain and relevant meteorological data of 32 acid rain stations, the acid rain feature of 2007 in hubei province and its relation to meteorological contaminative condition are analyzed. The pH value of the annual average precipitation throughout the whole province is 4.47, the annual frequency of acid rain occurring is 71.5%, and the annual average conductance of each station is changed between 19.3 (xingshan)~106.1 (tianmen) $\mu\text{s}/\text{cm}$. The intensity and frequency of acid rain is significantly related to the intensity of precipitation, inversion and the acid gas concentration of atmosphere. Furthermore, some control strategies of acid rain are presented according to the air pollution situation in Hubei province.

Key words: Acid rain; Meteorological and contaminative condition; Control strategy