

• 调查与评价 •

山西省大气降水水质评价

冯养云

(山西省水文水资源勘测局, 山西 太原 030001)

摘要: 为了解山西省大气降水水质状况、主要污染物及区域分布规律, 山西省水文部门于 1984 年开始对大气降水进行监测。在全省 9 个地市布设测点, 分别为: 太原市、大同市、长治市、榆次市、临汾市以及吕梁、忻州、阳泉、运城地区。监测项目为 H^+ 、电导率、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 F^- 。结果表明, 除吕梁、忻州地区外, 山西省各地市均有酸雨发生, 但酸雨发生的频率不高, 全省年平均为 3.3%; 酸雨的酸性程度也不高, 对生态可造成明显影响的降水次数不多; 山西省酸雨为典型的硫酸型, 酸雨中硫酸与硝酸的质量浓度比值远高于全国平均值。

关键词: 大气降水; 酸雨; 分析; 评价; 山西省

中图分类号: X517 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2003)04-0023-03

Water Quality Assessment of Atmospheric Precipitation in Shanxi

FENG Yang-yun

(Shanxi Hydrology and Water Resource Survey Bureau, Taiyuan, Shanxi 030001, China)

Abstract: To explore the water quality of atmospheric precipitation, main pollutants and their regional distribution law, atmospheric precipitation was monitoring from 1984 by hydrology management department in Shanxi. Monitoring sites were located in nine cities, they were Taiyuan, Datong, Changzhi, Yuci, Linfen, Luliang, Yizhou, Yangquan and Yuncheng. Monitoring items were H^+ , conductivity, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- and F^- . Result indicated that each cities have acid rain except Luliang and Yizhou, but the frequency was low, was average 3.3%. The acid degree was also low. Acid rain was typical sulfuric acid type, the ratio of sulfuric acid and nitric acid was high than the national average.

Key words: Atmospheric precipitation; Acid rain; Analysis; Assessment; Shanxi

大气降水是由海洋和陆地蒸发的水蒸气凝结而成, 它包括降雨、降雪等各种降水形式, 是大气污染物进入地表水体的主要途径。大气降水是杂质较少而矿化度很低的软水, 清洁降雨一般是近中性的, pH 为 6.5~7.5。当大气被污染后, 降水的 pH < 5.6 时, 则称为酸雨^[1]。酸雨对人类的危害很大, 它可损害人的呼吸道、皮肤、眼睛, 使植物枯死, 使土壤、湖泊酸化, 腐蚀金属器具、文物、古迹、建筑物等^[2]。山西省各城市大气污染严重, 其中太原市大气污染更为严重, 因此分析评价山西省大气降水水质状况、主要污染物及区域分布规律, 对水资源开发利用具有重要意义。

1 监测方法

山西省水文部门于 1984 年开始对大气降水进行监测。

1.1 测点布设

在全省 9 个地市布设测点, 分别为: 太原市、大同市、长治市、榆次市、临汾市以及吕梁、忻州、阳泉、运城地区。

1.2 监测项目

阳离子: H^+ 、电导率、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ ; 阴离子: SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 F^- 。

收稿日期: 2002-12-02; 修订日期: 2003-04-24

作者简介: 冯养云(1968—), 女, 江苏沛县人, 助理工程师, 大学, 从事水质分析工作。

2 分析评价方法

(1) 酸雨通常是指 $\text{pH} < 5.6$ 的大气降水, 当 $\text{pH} > 5.0$ 时, 对生态没有明显影响; 当 $\text{pH} < 4.5$ 时, 则对生态造成较严重的影响。

(2) 酸雨中的强酸主要是硫酸和硝酸, 依据其比例确定酸雨属于哪种类型。

(3) 酸雨中的离子, 当其酸性离子质量浓度大于碱性离子质量浓度时, 出现酸雨的频率高。

3 评价结果

3.1 酸雨的空间分布

根据监测结果, 太原、运城、临汾、阳泉、晋中、长治、大同等城市都有不同程度的酸雨降落。从空间分布看, 以太原发生场次居多, 占全省酸雨发生总场次的近 1/2; 其次是临汾, 占总场次的 1/5。

3.2 酸雨发生频率

从全省酸雨发生频率看, 各地差异较大, 以太原市董茹为最, 发生频率为 15.9%; 其次为大同市水文水资源勘测分局院内, 为 12.0%; 再次为临汾地区水文水资源勘测分局院内, 为 9.3%; 其他各地市的测点酸雨出现频率均小于 6.5%。山西省酸雨频率统计见表 1。

表 1 山西省酸雨频率统计

地区	采样点	酸雨场次 /次	监测次数 /次	酸雨发生频率 /1%
太原市	董茹	7	44	15.9
	敦化坊	2	47	4.3
	兰村	1	42	2.4
	水利厅	0	25	0.0
	小店	3	51	5.9
	新建路	1	34	2.9
	省局院内 ^①	0	27	0.0
大同市	分局院内 ^②	3	25	12.0
	观音堂	0	32	0.0
长治市	南街	0	24	0.0
	分局院内	2	57	3.5
	西街	0	47	0.0
榆次市	分局院内	1	84	1.2
临汾	分局院内	5	54	9.3
吕梁	分局院内	0	37	0.0
	分局院内	0	64	0.0
阳泉	原平	0	35	0.0
	分局院内	1	21	4.8
	矿区	1	38	2.6
运城市	市区	1	16	6.3
	分局院内	2	31	6.5
全省年平均		30	905	3.3

注: ①山西省水文水资源勘测局; ②水文水资源勘测分局。

3.3 酸性程度

根据有关资料, 山西省酸雨酸性程度较之南方低, 在对山西省历时 13 年 800 多场酸雨的监测中, $\text{pH} < 5.6$ 的酸雨仅 30 场次, 其中 $\text{pH} < 4.5$ 的、对生态可造成明显影响的酸雨只有 6 场次。山西省酸雨发生场次见表 2。

表 2 山西省酸雨发生场次

pH 值范围	3~4	4~4.5	4.5~5.0	5.0~5.7
场次	2	4	3	21

3.4 酸雨的类型

酸雨的形成必须有前体物的来源, 某一地区降水的酸性, 强烈地受该地区排放源强以及排放特征、土壤性质、气象条件、地形和植被等一系列因素的影响^[3], 而大气污染物起着很大的作用。

根据有关资料, 我国的酸性降水基本都属于硫酸型, 即降水中硫酸盐的含量大于硝酸盐, 一般硫酸与硝酸质量浓度比值在 5~10 之间^[4]。而山西省降水中硫酸与硝酸的质量浓度比值远远高于我国的平均值, 一般超过 10 以上, 当出现酸雨时, 其比值更高。山西省酸雨中硫酸与硝酸质量浓度比值见表 3。

表 3 山西省酸雨中硫酸与硝酸质量浓度比值

地区	采样时间	采样地点	pH 值	硫酸与硝酸质量 浓度比值
大同市	1984-08-18	分局院内	5.6	312.41
大同市	1984-08-22	分局院内	5.6	317.85
大同市	1984-08-22	分局院内	5.4	121.79
太原市	1986-05-24	敦化坊	5.6	14.79
太原市	1987-05-23	董茹	5.1	881.37
运城市	1992-08-13	分局院内	5.5	15.26
晋东南	1987-08-26	水文站	5.6	43.92
晋东南	1987-09-02	水文站	5.6	27.99
临汾	2001-09-07	分局院内	4.2	56.01
临汾	2001-09-17	分局院内	5.2	13.40
临汾	2002-03-13	分局院内	5.0	19.71
阳泉	1990-08-26	矿区	3.0	46.67
阳泉	1994-08-08	分局院内	5.1	52.97

由表 3 可见, 山西省发生的酸雨为标准的硫酸型, 其中的硫酸盐大多来自空气中的 SO_2 , 经过一系列的化学反应, 转化为硫酸, 随雨水降落至地面。虽然酸雨中也含有少量的硝酸, 即 NO_x 的转化物, 与硫酸比较, 含量甚微。

3.5 降水中氟化物的分析

山西省是含高氟地区, 特别是忻州、运城、太原

等地,大气降水中氟化物严重超标。在全省各地雨水水样中,都有毒物检出,例如离石地区雨水中的挥发酚质量浓度达 0.021 mg/L,大大超过了清洁水的标准。

3.6 太原市酸雨的空间分布

太原市酸雨的空间分布见表 4。

表 4 太原市酸雨的空间分布

时间	酸雨中心位置	pH 值
1985-08-25	董茹	4.7
1985-08-23	董茹	5.1
1985-08-26	董茹	4.4
1986-05-24	兰村	5.2
1986-05-25	新建路	5.2
1986-05-30	董茹	5.2
1986-08-14	董茹	5.4
1986-08-14	小店	5.6
1987-08-13	小店	5.1
1987-08-13	董茹	5.1
1987-08-26	敦化坊	5.1
1988-08-01	董茹	4.5

由表 4 可见,太原市酸雨发生最多的地区是董茹,占太原市总场次的 1/2 以上。董茹是太原市化工、化肥、制药、电力等行业的集中地区。全省共 84 家排污大户,分布在该区域的有 12 家,所以该区域的废气及其污染物排放集中;另外董茹位居市区下风向,城北地区的钢铁冶炼以及其他行业和市区的民用、商业等大量废气也可影响到该地区,以致形成以董茹为中心的酸雨集中分布区。

4 结论与分析

4.1 结论

(1) 除吕梁、忻州地区外,山西省各地市均有酸雨发生。

(2) 酸雨发生的频率并不高,全省年平均为 3.3%。

(3) 酸雨的酸性程度不高,对生态可造成明显影响的降水次数不多。

(4) 山西省酸雨为典型的硫酸型,酸雨中硫酸与硝酸的质量浓度比值远高于全国平均值。

4.2 分析

4.2.1 酸雨成因

山西省的大气污染相当严重,其原因是山西省是能源重化工基地,工业以煤炭、冶炼、电力、化工

及建材业为主,这些行业正是排放废气较多的行业,造成了对环境的严重污染。

大气污染物主要有两类来源,一类是工业生产、生活和商业用煤。如钢铁冶炼时排出的大量烟气和灰尘。在这些烟气中,有固体的氧化铁灰尘和飞灰,有气态 SO_2 、 CO 、少量的 H_2S 、 NO_x 等,其他如火电厂释放的粉尘、 SO_2 、 NO_x 、 CO_2 等;化学工业释放的 SO_2 、 NO_x ; 建材工业释放的粉尘、石棉、 SO_2 、 CO 等;日常生活和商业用煤排放的 SO_2 、 NO_x 等。据统计,山西省 1993 年 SO_2 排放强度为 7.7 t/km^2 。自 1993 年后,随着工业的发展,排放强度又有增加的趋势。这一类工业污染源,都含有 SO_2 、 NO_x ,且其废气都必须经过大气化学过程形成硫酸和硝酸。另一类是燃烧、交通运输等,由燃油以及机动车辆产生的大量尾气,其主要危害是高温燃油能够生成大量的硫酸盐和硝酸。

4.2.2 大气降水中的酸碱离子

某区域降水酸性决定于进入雨水中的酸碱物质相对含量。降水中酸性物质与碱性物质比值高的地区降水酸度也高。所以,降水中 NH_4^+ 和 Ca^{2+} 产生的影响也很大。我国陆地大气中颗粒物大部分来自土壤,而这些大气颗粒物中含有大量的 Ca。 NH_3 是大气中唯一的气态碱,主要源自土壤生物过程,氮肥的挥发、牲畜排泄物、燃油等,它对降水的酸性起到中和作用。因此,影响降水酸性的主要离子为 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Ca^{2+} 、 NH_4^+ ,当大气中主要酸性离子质量浓度大于碱性离子质量浓度时,酸雨发生的几率高。山西省各地区碱性离子与酸性离子质量浓度比值见表 5。

表 5 山西省各地区碱性离子与酸性离子质量浓度比值

地区	忻州	大同	晋东南	晋中	临汾	吕梁	太原	阳泉	运城
比值	2.13	1.74	1.66	2.42	2.44	1.49	1.56	1.42	1.17

由表 5 可见,山西省大气降水中碱性物质的含量远大于酸性物质,由于其碱性物质中和了酸性,阻止了酸雨的发生,致使山西省酸雨发生的频率相对较低。

4.2.3 土壤酸碱性

降水的酸性是降水中各种离子综合作用的结果,由于地面扬尘进入大气,因而土壤化学组成及其酸碱性质直接影响到降水的酸性。

(下转第 36 页)

关于水中悬浮物测定的几点建议

王 燕

(江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210036)

中图分类号: X832

文献标识码: C

文章编号: 1006-2009(2003)04-0036-01

《水和废水监测分析方法(第 3 版)》测定悬浮物有滤膜法、滤纸法和石棉坩埚法。GB 11901-89 水质 悬浮物的测定 重量法中明确规定, 测定悬浮物应使用孔径 0.45 μm 、直径 60 mm 微孔滤膜。在实际工作中, 由于滤纸法成本低, 设备简单, 故仍有不少单位使用, 这不符合 ISO 17025 中的相关规定。为使更多的单位尽快使用规范的方法, 现将滤膜法与滤纸法作以下比较:

(1) 滤膜易恒重。由于滤膜吸水性比滤纸差, 因此在称量的过程中, 滤膜的质量相对更为稳定, 易恒重, 可缩短测定时间, 提高工作效率。

(2) 滤膜测定误差小。对于干净的空滤膜 2 次称量的质量差要求 $\leq 0.2 \text{ mg}$, 载有悬浮物的滤膜 2 次称量的质量差要求 $\leq 0.4 \text{ mg}$ 。当水样取样量为 100 mL 时, 悬浮物的最大测定误差为 6 mg/L, 而滤纸法的最大测定误差则是 10 mg/L。由此可见滤膜法更为精确。

(3) 滤膜法速度快。滤膜法采用抽吸过滤, 对

于一些粘度大、难过滤的样品, 滤膜法的抽滤时间只需短短几秒钟, 而滤纸法则需要几个小时。

另外, 应用滤膜法还要注意以下几点:

(1) 滤膜的质量。经多次试验比较, 以国家海洋局第二研究所生产的滤膜能满足测定要求。

(2) GB 11901-89 中要求将“滤膜放于事先恒重的称量瓶里”, 在实际操作中发现这一步可以省略。但滤膜在用前同样需用蒸馏水洗涤, 否则在测定地表水悬浮物中会有较大误差。

(3) 样品烘干恒重时间。将滤膜第 1 次烘干时间由 1 h 延长至 3 h, 第 2 次烘干时间不变, 滤膜经此 2 次烘干, 可达到恒重, 这加快了分析过程。

修订的《水和废水监测分析方法(第 4 版)》只选用了滤膜法。

收稿日期: 2003-02-24

作者简介: 王 燕(1975-), 女, 江苏兴化人, 助理工程师, 学士, 从事环境监测工作。

(上接第 25 页) 根据有关资料, 中国南方酸性离子与碱性离子质量浓度比值低于中国北方, 而南方酸雨出现的频率又相对比北方高, 其原因是南方的土地大部分为红壤和砖红壤, pH 为 5~6, 其酸雨区正与 pH 值小的地区重叠。而北方 pH 为 6~7 或大于 7, 即使碱酸比值很大, 也未出现预计中的酸雨, 其原因就在于土壤酸碱性产生的影响^[5]。忻州和吕梁地区降雨一直呈碱性, pH 平均值为 7.3, pH 值范围为 6.4~9.2, 因两地区都有大片的盐碱地。

4.2.4 气象条件

较高的温度有利于酸雨前体物 SO_2 、 NO_x 向硫酸盐、硝酸盐转化, 增加酸雨形成的机会。山西省的平均气温低于中国南方, 温差较大, 不利于酸雨的形成。同时, 年平均降水量与降水酸性也有密切关系, 降水量大的地区, 植被好, 土壤颗粒不易进入

大气, 而降水量小的地区由于地面干燥, 土壤颗粒容易被风带入大气^[4]。山西年降水量偏低, 且位置处于黄土高原, 春、秋季节沙尘的频繁出现, 致使大气颗粒物含量较高, 从而阻止了酸雨的发生。

[参考文献]

- [1] 彭定一, 林少宁. 大气污染及其控制[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1991. 111-122.
- [2] 沈 晋, 沈 冰, 李怀恩等. 环境水文学[M]. 安徽: 安徽科学出版社, 1992. 16-17.
- [3] 王文兴. 中国酸雨成因研究[J]. 中国环境科学, 1994, 14(5): 323-329.
- [4] 王文兴, 张婉华, 石 泉, 等. 影响我国降水酸性因素的研究[J]. 中国环境科学, 1993, 13(6): 401-406.
- [5] 王 玮, 王文兴. 我国酸性降水来源探讨[J]. 中国环境科学, 1995, 15(2): 89-93.