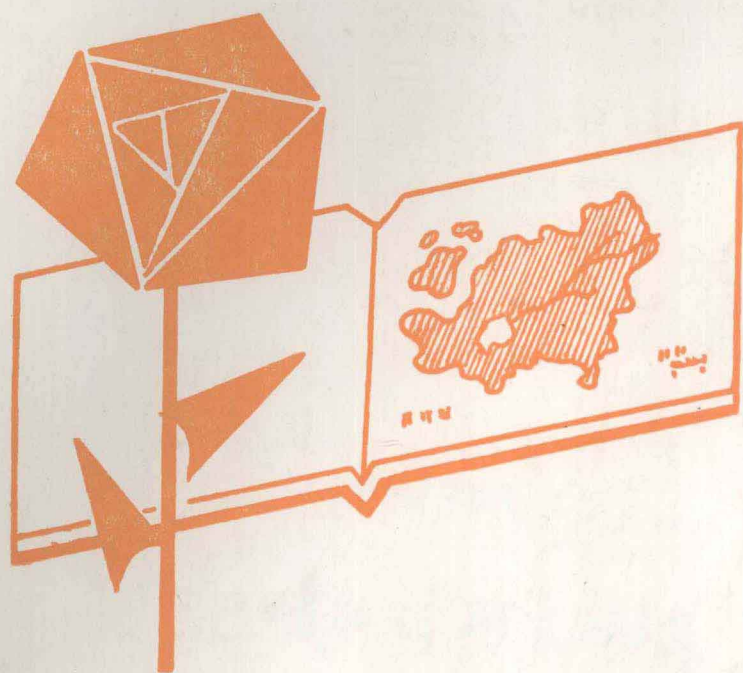


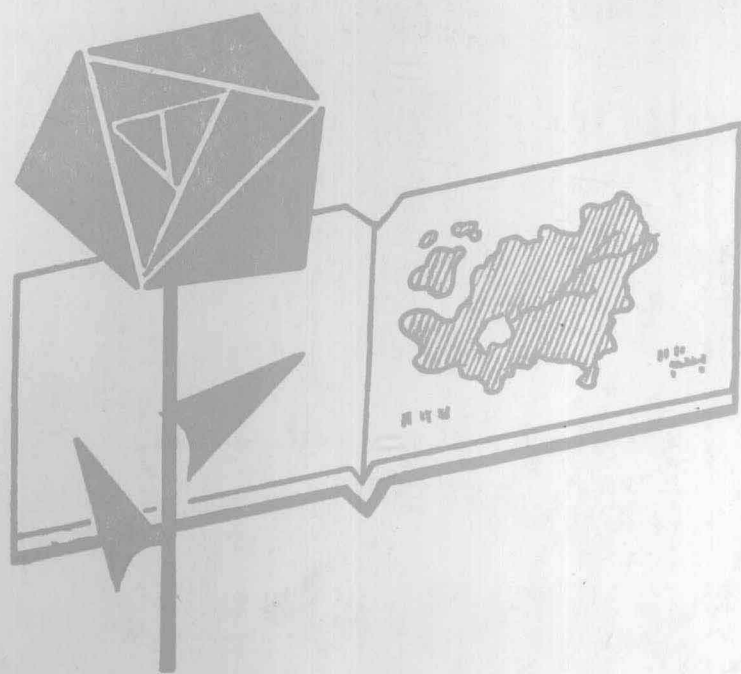


区域环境研究译文集

19**2**84

中国科学院环境科学情报网

QYHJTYJYW



区域环境研究译文集

19 **2** 84

中国科学院环境科学情报网

QYHJYJYWZ

目 录

大气污染研究

美国大陆酸雨沉降模式.....	(1)
波尔多地区空气污染物中飘尘成分的研究.....	(8)
漫海姆—路德维希港大气污染现状及多年来空气负荷量的趋势.....	(15)
莱茵河—鲁尔区碳氢化合物的测定.....	(22)
美国得克萨斯州埃尔帕索臭氧的浓度问题.....	(31)

水域污染研究

中欧污染河流沉积物中重金属的化学提取法.....	(33)
在干旱期间和下雨时对海狸河水的流量和污染状况的研究.....	(41)
综述：沉积物和悬浮颗粒对痕量金属的吸收作用.....	(52)
东京湾是最坏的腐水性水域.....	(65)
卢瓦尔河河口的微生物污染.....	(66)
牡蛎作为墨西哥湾泻湖中重金属污染的指示物.....	(73)
在镁离子存在下海洋浮游生物、大植物和颗粒物吸附铜离子的容量—美国长岛海湾 重金属生物吸附净化的研究.....	(79)

土壤污染研究

在沥滤系统—土壤中重金属的迁移.....	(94)
重金属污染对森林的影响—瑞典Gusum镇的专题研究.....	(101)

区域环境管理

英国的水质管理与河流水质现状.....	(109)
21世纪汉城的环境问题.....	(115)
东非地区的环境压力.....	(128)
戎格莱运河，是新的发展还是生态灾难？.....	(134)
北苏门答腊阿萨地区的开发与环境对策.....	(142)

环境污染对生物和人体健康的影响

人血中微量元素的含量与气溶胶的关系.....	(148)
------------------------	-------

环境因素与食管癌—关于含硒土壤和 <i>trichothecene</i> 霉菌毒素的一种假说.....	(156)
印度胃癌及其它癌症的地理分布.....	(160)
铜、锌、镉、铬对意大利黑麦草和红三叶草生长的影响.....	(167)
不列颠哥伦比亚社区儿童血液中Cd、Cu、Pb、和Zn的含量.....	(172)
意大利人奶中某些痕量元素的浓度.....	(179)
生物与微量元素—其必需性和毒性.....	(187)
人体对环境硒的接触—接触—移交评价法.....	(194)
砷在人体组织和牛奶中的分布.....	(200)
前寒武纪地质湖泊中各种金属的生物累积与生物放大作用的调查.....	(202)
13个国家与地区人发总汞含量和鱼消耗量及地区的关系.....	(212)

索 引

(156)	.....
(160)	.....
(167)	.....
(172)	.....
(179)	.....
(187)	.....
(194)	.....
(200)	.....
(202)	.....
(212)	.....

索 引

(156)	.....
(160)	.....

索 引

(156)	.....
(160)	.....
(167)	.....
(172)	.....
(179)	.....
(187)	.....
(194)	.....
(200)	.....
(202)	.....
(212)	.....

索 引

(156)	
-------	-------

美国大陆酸雨沉降模式

摘要:

现在酸雨已成为一种人们关心的主要环境问题。本文论述了它的影响范围。七十年代末,由取自横跨美国大陆和加拿大南部的9个降水化学网和二个单独的台站分析实验室所测 pH 值的资料,绘制出美国大陆降水中 pH 值和 H^+ 的沉降图。已经取得或统计了近100个台站实验室的平均 pH 值并由此计算出降雨中的 pH 加权平均值和 H^+ 沉降的年平均值。分析结果表明,虽然取样地点和收集样品的方法有很大的差异,但是在不同台站, pH 平均值却有显著的一致性。美国东北部地区持续出现最酸的降水,美国东部的其余部分和西部海岸部分地区以及科罗拉多中部的一小部分地区,也遭受了酸雨的袭击。

一、前言

酸雨已成为人们关切的主要环境问题。在美国,东部地区是最先得知多酸雨影响的地区,但如今密西西比河东部的大片地区也出现了酸雨。在1970年制订的净化空气法中,所包括的环境法则还没有直接写明酸雨问题。但是在1979年8月卡特总统向国会作的第二个环境咨文中承认了酸雨的严重性,当时他提出需要有指导今后十年的广泛的研究方案。对此,美国国会立法委员会遵循1980年能源安全法第七章的规定,在十年期间提供高达5000万美元的经费来研究和评价酸性沉降物的起源和影响。

一项科学研究的新课题表明,酸雨可能对环境产生长期的不利影响。这种影响包括湖泊、河流和地表水的酸化,杀伤鱼类和其它水生生物;土壤的酸化和反矿化作用;森林和农作物产量的变化;损坏人工建筑物以及饮水系统的退化。这些影响可能是累积性的,也可能由短期酸度高的降雨所引起。

二、背景

当五十年代初 Barrett 和 Brodin (1955) 在斯堪的那维亚地区记录到降雨的 pH 值为3.5时,引起了科学家们对酸雨问题的广泛兴趣。直至六十年代初,在新罕布什尔州 Hubbard 小河森林实验一书中系统地生物地球化学研究揭露出酸雨问题以后,美国对酸雨问题才真正重视起来,该书中揭示出酸性沉降物的 pH 值已低于4 (Likens等, 1972)。

在过去的几十年中,所使用的 pH 值和降水化学参数监测器,是由能连续分析 pH 值和阴阳离子的降水采集系统组成的。一些采样网采集全部沉降物(采样器进行全天候采样)。而另一些采样网则根据干湿情况进行采样,一部分采样网只在降雨期间采样,而另一些采样网则在不降雨期间(干旱情况下)采样。采样时间可以变化,或者每日一次,或者每次雨采一次。Eriksson (1954) 和 Niemann (1979) 等的报告已说明了这个问题。最近, Wisniewski 和 Kinsman (1982) 提出了一个北美的酸雨监测计划,并分别介绍了北美现有的71个降水化学网。

最近, Likens 等 (1979) 已注意到欧洲西北部和美国东北部降水酸度增加的趋势。他们注意到1956年斯堪加纳维亚南部和欧洲大陆北部降水的平均 pH 值约为5.0, 18年后的1974

年,那里的降水酸度已显著增加,在同一地区已出现大面积的降水平均 pH 值为4.5的情况。这些趋势是根据此间每日连续采集降水样品的监测站的资料得出的。

Liken等还说明了美国东北部在五十年代中期到七十年代初降水发生的变化情况。与斯堪的纳维亚的资料不同,美国在这个时期所测的降水 pH 值只是零星的和局部地理范围内的。Likens等指出,在任何的降水过程中,酸性沉降物的范围明显地扩展到美国南部和中东部,并向北延伸到加拿大的南部。然而,最近Hansen和Hidy (1982), Wisniewski与Kinsman (1982)的研究指出, Likens等研究中并没有提供足够的资料来解释自五十年代中期以来降水酸度增加的趋势。这并非说无此趋势,只是试验数据并不支持这种推测。至今对此尚无定论的这一事实,更进一步促进对美国的降水进行准确而连续的监测。降水酸化趋势这一结论尚存在某些问题并不能掩盖美国许多地方降水的酸度已经很高的这一事实,正象本文提供的美国大陆沉降物的 pH 值和 H^+ 图所说明的那样。

三、酸雨的定义和起因

为了适当地评价酸性沉降物的现状,确定一条可供比较的基线是非常必要的。酸性的化学定义即 $pH < 7.0$,对于酸雨是不适用的,因为天然降水的化学类型显著低于这个 pH 值。任何时候的降水的 pH 值都可以看作是气象变化的结果,并且要考虑以下四个因素:

- 1、产生酸和中和酸的成分长期的天然影响,这两种成分在时间上和空间上都保持相对的稳定;
- 2、由于自然放射中空间和时间变化,而导致产生酸和中和酸的成分在天然影响中短时间的波动;
- 3、由人类活动而引起的产生酸和中和酸的成分长期的背景影响;
- 4、人类活动所引起的空间和时间上的短期波动。

目前被科学界通用的酸雨的定义,有一部分是根据上述第一条(即大气中 CO_2 相对稳定的影响)而定的。在有水存在的情况下, CO_2 按下列方程呈弱酸性反应:



如果假定大气中 CO_2 的浓度稳定在320 ppm,结果水溶液中 pH 是5.65。因此,通常称之为“酸雨”的酸性沉降物就可以定义为 pH 值为5.6或低于5.6的降雨(或雪、霰、雹)(U、S、EPA, 1980)。

然而,用这个 pH 来代表“天然”降水又必须了解以下两个问题:

- 1、大气中的 CO_2 并非稳定在320 ppm;事实上,目前大气中 CO_2 的背景值约为335 ppm;
- 2、沉降物中其它天然成分对酸性也有影响。

过去的几十年中,大气中 CO_2 的含量在稳定地上升,这是由于增加了化石燃料的使用量的结果。另外,还有冬天建筑物取暖而引起的显著的季节性循环,这是北半球占优势的放射物。虽然这些变化的年际和季节平均值还不到5%,但是,这些变化确实说明目前大气中的 CO_2 是天然的和重要的人类活动两者共同影响的结果。

除了大气中 CO_2 的浓度的变化外,降水的酸度还受其它天然的化学物质的影响,这些化学物质在时间和空间上都可以波动。这种天然影响因素的主要来源包括:

- 1、地球表面微生物和细菌的活动;

火山喷发物；
天然尘埃的悬浮物；
海洋盐分的悬浮物。

地表面微生物和细菌的活动是 H_2S 和 NO_x 的主要来源。这类放射物质有明显的季节变化，它和温度或太阳辐射成函数关系。

火山活动是硫发射物的天然来源，它在发生时间上比生物活动要随机得多。由华盛顿大学云和气溶胶物理小组在圣海伦火山的主要喷发期间和喷发之后所采集的空气样品表明，气体发射物主要是 H_2S ，其次是 SO_2 (U、S、NASA/U、S、FAA, 1980)。在火山喷发后好几天还观察到有氯化物、硫化物、溴化物和硫酸盐的颗粒。

上面所讨论的天然事件会有助于增加降水的酸度。另一方面，尘埃或海盐的悬浮物以及由于生物活动产生的 NH_3 等一般有中和酸雨的效果。已经完成了有中和作用的成分的许多单独研究。例如在1954年和1977年，用同一个乡下农业试验点上所取的降水的化学测定结果进行比较，所得的资料说明降水的酸度已经增加 (Stensland, 1978)。但是该作者断定酸度的增加不是由于酸性成分的增加，而是由于碱性物质的减少， Ca^{2+} 离子和 Mg^{2+} 离子的测定结果证实了这一点。这种现象将支持这样的结论，即天然土壤气溶胶的存在或缺乏在决定中西部沉降物的酸性程度中起着主要的作用。

海洋气溶胶还通过其盐分组成和酸性成分的化学作用可以在中和降水和沉淀物中起作用。过去，虽然对海洋气溶胶已有相当多的研究，但对它们同自然的和人为的污染物质之间的相互作用却未集中精力进行研究。近年来，已经进行了海洋盐分及海洋气溶胶迁移和沉淀方面的若干研究 (Hsu和Whelan, 1976; Blanehard, 1977; Williams和Moser, 1976)。这些研究普遍证明海盐沉降率随浪击地带与内陆的距离而迅速减少。起源于浪击带的大多数海盐具有足够大的颗粒，使其在600米的范围内就能完全沉淀下来。然而，全部海洋气溶胶的主要部分出现于广阔的大海上，而且其颗粒非常小。在距离海洋1000公里的内陆地区已发现有海洋气溶胶（悬浮微粒）。

来自碱性尘埃和海洋盐分的天然中和性成分的作用，导致降水的 pH 值与5.65有一个明显的地理偏差，而且这个 pH 值已不受人为污染物输入的控制。在对于人类放射物对酸雨的影响范围进行任何正确的评价之前，必须了解自然的和人为的两方面的影响。

普遍认为酸雨来源主要是由于工业和运输业排放的 SO_2 和 NO_x 进入大气所致。虽然其它污染物也可以作为酸雨的先兆，但可以相信这两种氧化物可以代表主要的影响因素。 SO_2 和 NO_x 通过大气中相当复杂的氧化过程的广泛变化而转化成 H_2SO_4 和 HNO_3 。这些酸或有关的硫酸盐、硝酸盐被输送走，并最终从大气中除去而沉降在森林、作物和湖泊中。它们或以干沉降的方式从降水上去除掉，或包含在露、霜和雾中。大气科学家最近正在研究这种转换、输送和去除过程，以期建立模拟不同过程的模式。

SO_2 主要是从固定源放射而来的，如利用和以高硫石油式煤为燃料的锅炉。相反， NO_x 是从固定的或运输业中有关的放射源放射而来的。1977年 SO_2 占美国大气污染发射物总量的14% (27.4×10^6 吨)，而 NO_x 为总量的12% (23×10^6 吨) (U、S、EPA, 1978)。

目前，硫酸根离子是美国东北部和加拿大东南部酸性沉降物中的主要化学成分。然而，硝酸根离子似乎是美国西海岸地区酸性沉降物中的主要成分 (Mccoll, 1980)。

四、绘制美国大陆总酸度图

该研究的具体目的是绘制七十年代后期美国大陆大气降水中 pH 加权平均值分布图和 H^+ 年平均值分布图。这项工作通过以下途径来完成：

(1) 降水的 pH 加权平均分布图是利用美国大陆台站 1976—1979年期间所收集的实验室 pH 测定值资料绘制的。

(2) 湿沉降物的 H^+ 年平均值分布图是用湿沉降的 pH 加权平均值结合国家气象中心分布的降水资料编制的。

1 本研究所用的资料来源

为了计算降水图中的 pH 和 H^+ 的加权平均值，所用资料或由原始资料计算得出或通过美国和加拿大不同组织经办的11个降水化学监测网直接观测到的资料(见表1)。本研究所用的两个监测网，真正是由一个单独的采样点组成的，然而作者在本文的讨论中非正式地选择这些台站中的每一个作为一个观测网。由于无法取得有意义的干沉降物的测量结果，作者只用了湿沉降样品的资料。

表 1 提供本文 pH 加权平均值的降水化学监测网

监 测 网	台站数目	分析资料的时间	样品采集时间	可利用的资料类型	文 献 来 源
国家大气沉降规划局 (NADP)	28	1978—1979	每 周	D	科罗拉多大学(1980)
能 源 部 (DOE)	7	1976—1978	每 月	D	Freely和larsen, 1979
美国环境保护局/国家海洋局和大气管理局/世界大气组织(EPA/NOAA/WMO)	14	1976—1979	每 月	D	Akland, 1980
伯克利的加利福尼亚大学	3	1798—1979	当时采集	P	Mecoll, 1980
多国大气动力能产生污染研究机构(MAP3S)	8	1978—1979	当时采集	P	Paek, 1980
加利福尼亚技术研究所	2	1978—1979	当时采集	P	Morgan和Ciljestranci, 1980
电力研究所(EPRI)	10	1978—1979	每 日	P	Paok, 1980
橡树岭国家实验室 (ORNL)	1	1977—1979	每 月	D	加拿大环境, 1980
亚利桑那大学	1	1976—1977	当时采集	P	Dawson, 1978
加拿大降水采样网(CANSAP)	25	1977—1979	每 月	D	加拿大环境, 1980
佛罗里达大学	4	1978—1979	每 周	P	Eclgerton等, 1979

D 为可利用的个别样品资料 P 为自参考文献中取得的经处理过的 pH 加权平均值和当量数。

本研究中所用的11个监测网中每一个台站的更多的资料可以在Wisniewski和Kinsman (1982)最近发表的研究论文中找到，这篇研究论文记述了每个监测网的以下资料：主办和资助组织、检测参数、检测范围和地点、检测日期、所采用的样品类型、分析实验室的位置以及未来有关的资料等。每个监测网的具体说明如下。

国家大气沉降规划局 (NADP) 最初是用野外测得的 pH 值来计算其加权平均值。后来，可以明显看出，在这些资料中未作解释的变异使得所有的资料都适用于实验室的 pH 值。因此，标在图上的数据是实验室测得的 pH 值。

能源部 (DOE) 用每月由实验室测定的样品 pH 值和降水量来计算 pH 的加权平均值。

美国环境保护局/国家海洋局和大气管理局/世界气象组织 (EPA/NOAA/WMO) 由

于西弗吉尼亚两个站的数据未报告,因此,本研究只用了14个站的数据。在1976~1979年间从每月采的样品中测定的降水量和实验室pH值用作计算pH的加权平均值。

在伯克利的加利福尼亚大学。由于一些采样站的地理方位密集,因此,决定做实验室pH值资料加权平均值的构成。位于伯克利、圣克利、约瑟、Hopeland、戴维斯和纳帕的监测站予以合并,并绘在伯克利图幅上。pH的平均值从圣克利、约瑟的4.4到戴维斯的5.2。建于塔霍城和Challenge的监测站也合并了,并绘于两个地点的中间。加利福尼亚的Parher站保留作为一个单独站。如所报告的那样,由每个站的总降水量和实验室测得的pH加权平均值来做pH值的构成图。

加利福尼亚技术研究所。由于一些采样点地理位置比较靠近,所取资料被划为两个构成组。决定将位于洛杉矶盆地的5个监测站(帕萨迪纳、阿苏萨、洛杉矶、长滩、威斯伍德)组合在一起。东北和东部的监测站组合第二组(大贝尔山、威廉桑、里弗塞德、怀特伍德)。由各个点的总降水量和实验室测出的pH平均值来计算pH的加权平均值。

多国大气动力能产生污染研究机构(MAP35)和电力研究所(EPRI)。资料包括1978年8月~1979年6月根据实验室测出的pH值计算出 H^+ 值。同样一套资料被用于这两个监测网的其他分析中(Pack 1980),并提供给本研究的作者。在编制地图时将加权的 H^+ 转变成pH值。

橡树岭国家实验室(ORNL)。本研究所用的pH加权平均值直接取自橡树岭报告(Lindberg等1979)。

加拿大降水采集网(CANSAP)。本文所进行的分析只包括靠近美国边境的监测站即低于北纬50°的地方)。根据降水深度和实验室测出的pH值计算pH的加权平均值。

亚利桑那大学。本研究已报导了pH的加权平均值,这个值已被用于图森站(Dawson 1978)。

佛罗里达大学。虽然所有的站都测定了降水量,但只有4个站具有采集湿沉降物的能力。本文分析中用了这4个站的pH加权平均值(Edgerton等1979)。

2、降水中pH的加权平均值

大多数监测网都用实验室测的pH值结合所报告的降雨量来计算pH的加权平均值:

$$\text{加权平均}(H^+) = \frac{\sum (H^+) P_i}{\sum P_i}$$

式中: (H^+) = 已知降水样品的pH值的*i*时段中其 H^+ 离子的平衡浓度

P_i = 在*i*时段中降水样品的深度

在这些情况下,pH的平均值和 H^+ 平均值的数据直接取自自己公开发表的报告,本研究中只包括由上述过程计算出的加权平均值。由 H^+ 浓度加权平均值的计算再转换成pH值并用此做出图1所示的pH加权平均值图,这是作者用手工绘制的pH等值线图。

3、降水中 H^+ 离子的沉降

估算降水中 H^+ 的年沉降是用降水中 H^+ 的加权平均浓度(毫克当量/克)乘以降水的年平均值(用厘米表示)。这个结果再乘以 10^{-4} ,其值就变换成千克/公顷·年。由美国阿特拉斯气象站(US DOC, 1968)获得年平均降水量,并用加拿大站获得的该地区的降雨量曲线加以补充(Bryson和Hare 1974)。在大多数情况下,美国和加拿大南部的年平均降水量图经过用当地小的降水变量校正而画成的。该图如图2所示,并用它来估算本文分析中所使用的数据。这个方法优先用于全部测定的湿沉降量的直接累加方面,因为在过去的三年

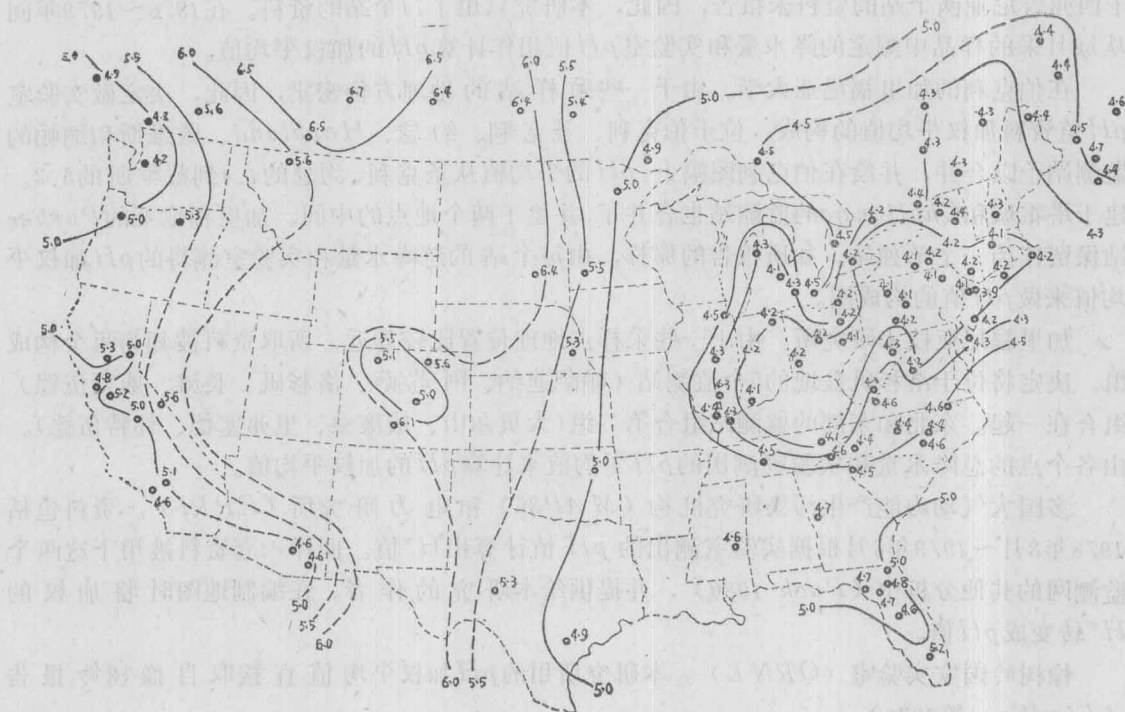


图1 1976—1979年间降水中 pH 的加权平均值

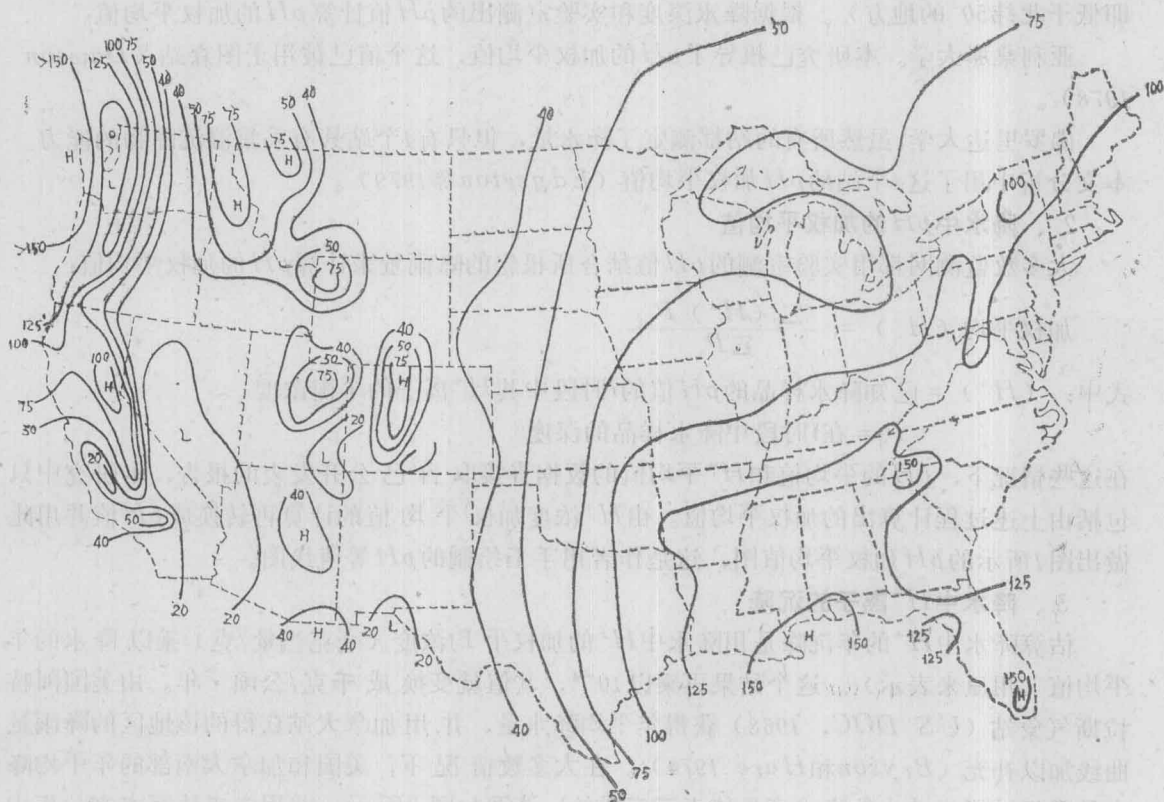


图2 年平均降水量(厘米)

中,许多台站有漏测的重要事件发生,因此,在总湿沉降量中就产生了不知道的误差。由于没有理由去怀疑漏测资料产生的系统偏差,所以,只好假定这些误差是随机误差。在 pH 值的分析中,所有台站都对湿沉降量进行了计算。

作者用手工绘制了 H^+ 等值线图,并示于图3。

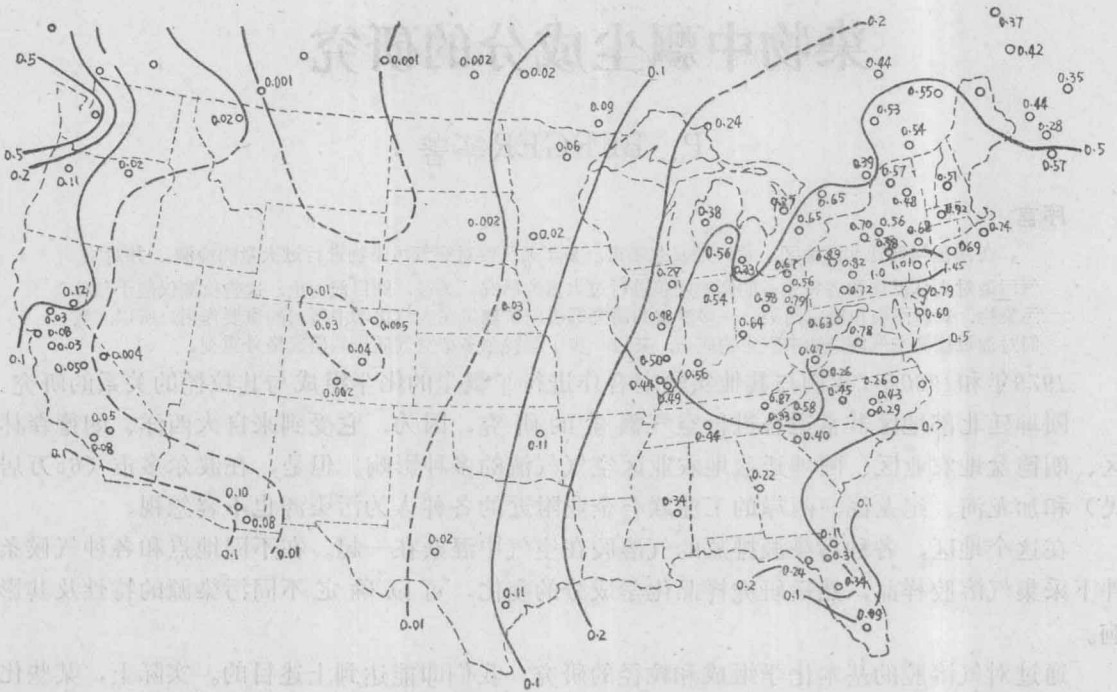


图3 1976—79年间降水水中 H^+ 沉降量的年平均值(千克/公顷)

五、讨论

编制美国大陆湿沉降物的 pH 和 H^+ 图的初步尝试,为深入了解美国和加拿大酸沉降物的现状提供了大量信息。尽管某些地区个别资料中瞬时的 pH 低至3,而另一些地区的 pH 却高达8,然而从空间上长期的 pH 和 H^+ 的变化趋势来看, pH 值和 H^+ 等值图还是相当吻合的。尽管用了很多资料,但是,上述 pH 的波动是由于不同的降水化学监测网造成的(取样方法、分析技术、地理位置和采样时间均不同)。更令人惊异的是由于质量控制(或质量保证)方面的原因,几乎所有降水化学监测网所遵循的程序都不尽相同(Wisniewski和Miller 1977)。由于各监测网操作特性多种多样,未能正规地对不同系统的资料进行统计学上的比较。然而,Pack(1980)对MAP3c和EPRI两套资料进行了分析。Pack进行了方差分析,结果表明,这两套资料的参数(包括实验室测定的 pH 值),在5%的显著水平。诚然,若不对资料进行加权处理来抵消由于根本未对这些结果做有效性检验所带来的损失,那么本文的 pH 和 H^+ 图就有可能改变形状。

仔细分析这些分布图可以发现,很酸的降雨出现在美国东北部的中心地区。酸性次强的降雨出现在包括俄亥俄流域和安大略南部一带。目前,似乎在佛罗里达、科罗拉多、落矶山以及沿西海岸的人口稠密地带也有酸雨的迹象,现在,这些地区已记录到降水的 pH 值为5或低于5。按照Huge的资料,关于美国西部的情况出现明显的分歧。他甚至认为在大多数西部地区目前尚未遭受酸害。但由于规划中西部能源的开发对这个地区很有必要加强监测工

波尔多地区空气污 染物中飘尘成分的研究

P. BERGER等著

序言

在法国阿坤廷北部地区,尤其是波尔多市,多年来,曾对空气污染物进行过大量的检测,并对空气污染对人体健康和各种设备的影响问题进行过大量的研究。不过,到目前为止,这些检测仅限于气体污染物、真菌污染和粉尘污染。许多专家的研究都表明了飘尘在大气化学中所起的重要作用。所以,我们对通过检测空气污染物中飘尘的成份,来进一步了解波尔多市空气质量的研究格外重视。

1979年和1980年,我们与其他实验室合作进行了飘尘的化学组成与其粒径的关系的研究。

阿坤廷北部地区非常适合进行空气飘尘的研究,因为,它受到来自大西洋、朗德森林区、朗德盆地农业区、阿坤廷盆地农业区空气气流的多种影响。但是,在波尔多市(65万居民)和加龙河、纪龙德河两岸的工业联合企业附近的各种人为污染源也不容忽视。

在这个地区,各种污染源排放的气溶胶在空气中混杂在一起。在不同地点和各种气候条件下采集气溶胶样品,然后研究样品化学成分的变化,可以确定不同污染源的特性及其影响。

通过对气溶胶的基本化学组成和粒径的研究,我们即能达到上述目的。实际上,某些化学元素的性质就代表着一种特殊污染源的类型,其粒径的分配就是一种能够表示气溶胶形成过程的参数。

一、实验程序

1、取样

利用巴黎第七无机化学实验室研制的EGAI80型阶式撞击取样器进行气溶胶的实地采样。这种仪器可以按粒径选取飘尘试样,每次取样,按照飘尘的不同粒径(见表1)各采取6种样品。这样就可使我们估计出每次取样中被测元素的粒径。

2、分析方法

利用X射线荧光光谱测定法对阶式撞击取样器所取样品中的各种元素进行定量分析。这

这些地图是将许多来源不同的资料汇总起来的一种尝试,也是对美国大陆的酸性沉降物得出一个综合看法的尝试。随着不同监测网的数据不断地完善和我们对监测过程进一步改进,这些地图会不断改进和提高。希望这些地图将成为全美国和加拿大酸性沉降物长期监测资料分析的一部分。

王兰译自 "Water, air, and Soil Pollutou Vol.19 No.4"

李日邦校

表 1

EGAI80 型阶式撞击取样器的特性

层 次	1	2	3	4	5	6
采集飘尘的粒径	大于 5μ	$5-2\mu$	$2-1\mu$	$1-0.7\mu$	$0.7-0.3\mu$	小于 0.3μ

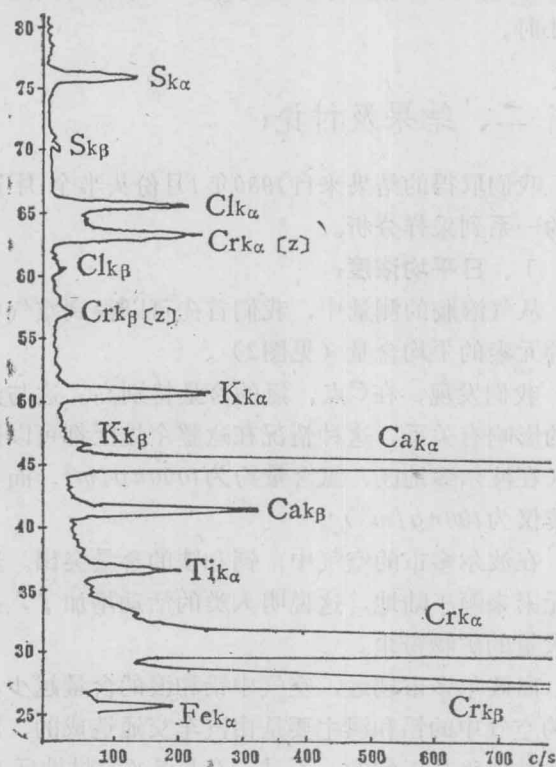


图 1 在波尔多市对阶式撞击取样器第三层上所取样品（粒径为 $1\sim 2\mu$ ）进行的定性分析示例（铬管 $45KV$, $36mA$ ；晶体 PET ；气流计数器）。

种非破坏性分析方法可以测定出过滤器上收集的每种元素的重量，但不能测定化合物的化学式，国立科学研究中心的固体化学实验室采用了一种专门对气溶胶样品进行检测的方法。

3、选择分析的元素

对大部分过滤器上沉积物进行的定性分析表明，存在10多种元素：硅、硫、氯、钾、钙、钛、铁、铜、锌、溴和铅（见图1）。

我们挑选那些能够代表污染源类型的元素进行分析（见表2）。

4、选择地点：

为了确定各种自然的和人为的污染源对这一地区空气质量的影响，我们在波尔多市中心（A点），海边（C点）以及农村地区（B点）三个地点同时进行采样。

对采样来说，采样高度是很关键的。

采样高度过低（2米左右），样品会受到局部的意外污染源或空气紊流的干扰。因此，在较大区域的实验中不宜使用这一高

表 2

分 析 元 素 的 来 源

元 素	硅	硫	氯	钾	钙	铁	溴	铅
来 源								
主要来源：								
自然来源	土 壤 岩 石		海	土 壤 岩 石 海	土 壤 岩 石 海	土 壤 岩 石		
人为来源		采 暖 工业生产 汽车交通					汽车交通	汽车交通 工业生产
次要来源：								
自然来源		海					海	
人为来源			汽车交通		采石场 水泥场			

度。我们在各采样点选择的高度都在10米以上。不过，我们也注意到，在这种高度取样，容易采到微小的颗粒物，而不易采到较大的颗粒物。因为大颗粒物容易沉降，

采样次数也是要注意的问题。采样时间过长，有可能将各种短期现象掩盖住。采样时间过短(除非受到设备条件的限制)。可能得不到足量的分析资料。我们采取了折衷方案，将采样时间定为24小时。

二、结果及讨论；

我们取得的结果来自1980年1月份头半个月进行的一系列采样分析。

1、日平均浓度：

从气溶胶的测量中，我们首先可以得到空气中各种元素的平均含量(见图2)。

我们发现，在C点，氯的含量特别高。这与海洋的影响有关系，这种情况在这整个地区都可以遇到(在波尔多地区，氯含量约为 $1000\text{ng}/\text{m}^3$ ，而在巴黎仅为 $100\text{ng}/\text{m}^3$)。

在波尔多市的空气中，钙和铁的含量突出。这些元素来源于陆地，这说明人类的活动增加了，扬起大量的矿物粉尘。

离波尔多市越远，空气中铅和溴的含量越少，因为空气中的铅和溴主要是由汽车交通造成的，所以这种现象是正常的。不过，在B点(农村地区的采样点)，我们发现空气中铅的含量又增加了，这可能是由于采样点附近穿过的“波尔多—卡费莱特”公路造成的。

在三个采样点上，硫都是含量最高的元素。因为绝大部分含硫气溶胶都是由微小的颗粒物组成的，因此可以进行长距离迁移。

这一情况表明，必须了解气溶胶中各种元素的粒径分配。使用阶式撞击取样器可以使直接得到这些数据，因为它是按照颗粒物的直径选取试样的。

了解气溶胶的粒径分配可以确定它们的来源。正象我们前边所指出的，一般都认为，大颗粒(直径约 n 微米)的元素是由机械运动(扬尘、浪花等)产生的，因此，多来源于自然活动。而小颗粒(1 微米以下)的元素产生于化学过程(由气体和微粒转变为气溶胶)，因此一般与污染现象(汽油

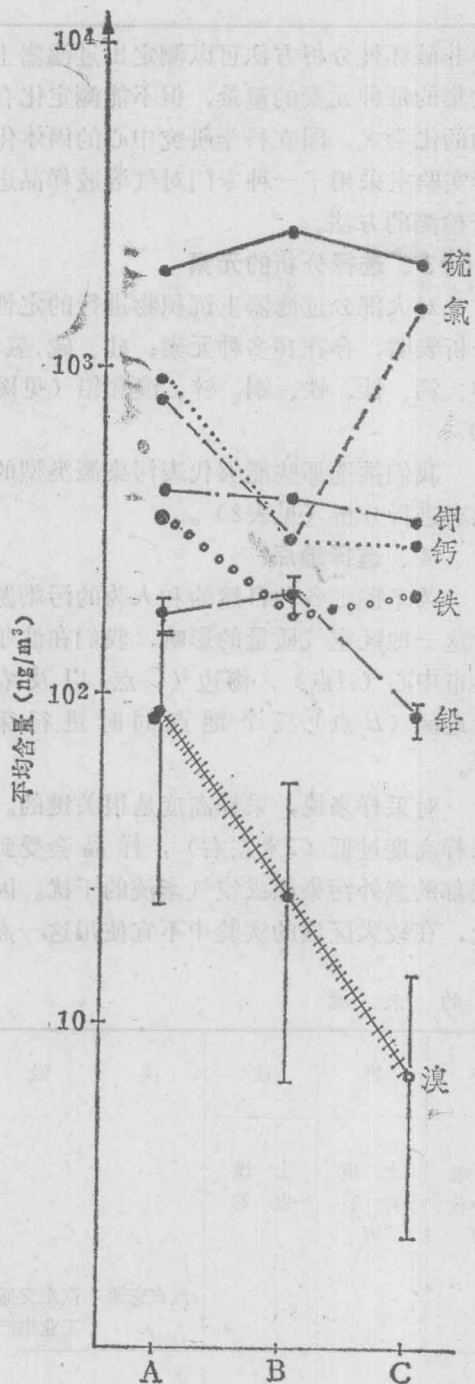


图2 在三个采样点上的各种元素的日平均含量

燃烧、家用燃料的燃烧等)有关。不过,自然界的某些运动也可以产生微小的颗粒。例如“气泡”形成和破裂的过程,就可产生大量的海洋气溶胶。海浪使大量的气泡进入海水,当气泡升到海面破裂后,生成两种类型的颗粒:大颗粒(液滴)和微小颗粒(薄雾)。微小的颗粒来自飘浮在海面上的微生物层的死亡破裂。

在我们所分析的元素中,氯、钙和铁大多是大颗粒,而硫、铅、溴和钾则以小颗粒为多(见图3)。

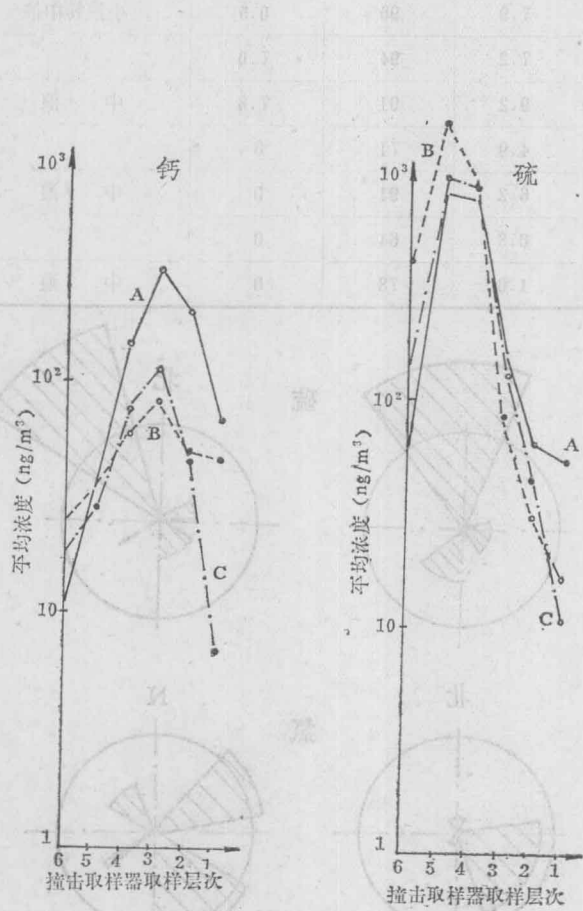


图3 钙和硫在气溶胶中的粒径分配

需要指出的是,三个采样点上的粒径分配相似。例外的是,在C点,由于西风的作用,硫并不是含量最高的小颗粒元素。其他作者观测到的硫在小颗粒元素中含量最高的现象是由浪花中的硫酸盐造成的。研究硫的粒径分配曲线表明,当刮西风时,会同时出现大颗粒增加,小颗粒减少的现象(见图4)。

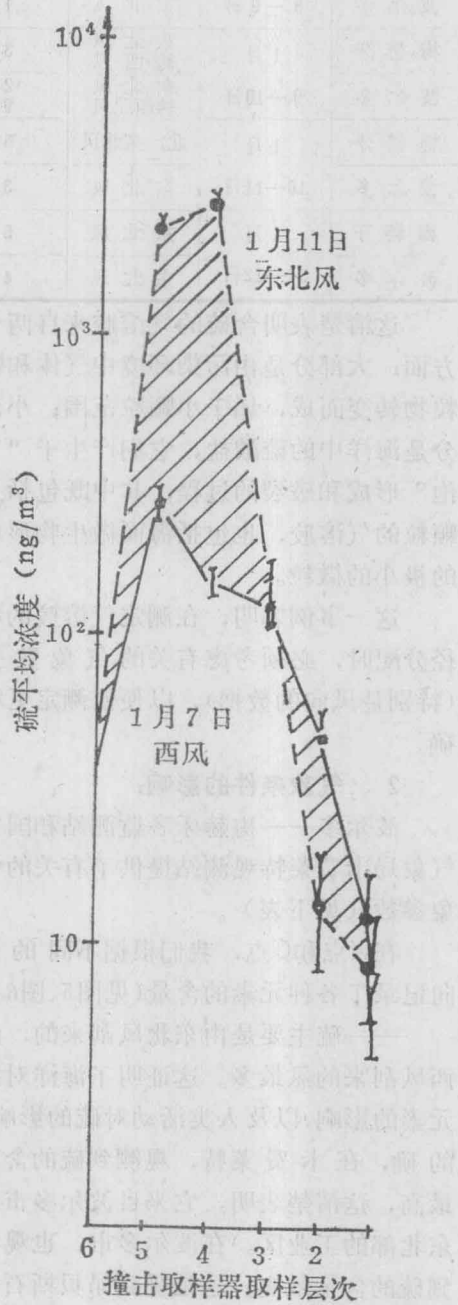


图4. 在C点,硫根据风向而变化的粒径分配图

表 3

波尔多—梅赫牙地区的气象情况

地 点	日 期	风 向	平均风速	平均湿度℃	温 度	降雨(毫米)	海洋状态
梅赫牙	1月	西 风	2.0	8.7	83	0	
波尔多	7—8日	西南风	3.1	8.0	94	0	小 浪
梅赫牙	1月	东北风	1.5	7.1	89	0	
波尔多	8—9日	东北风	1.5	7.9	96	0.5	小浪转中浪
梅赫牙	1月	东北风转西	3.0	7.2	94	7.0	
波尔多	9—10日	东北风转西北	2.0转 9.7	9.2	91	7.8	中 浪
梅赫牙	1月	北, 东北风	5.1	4.9	71	0	
波尔多	10—11日	东北风	3.8	6.2	91	0	中 浪
梅赫牙	1月	东北风	5.6	0.8	64	0	
波尔多	11—12日	东北风	4.2	1.0	78	0	中 浪

这清楚表明含硫的气溶胶来自两个方面：大部分是由污染环境中气体和颗粒物转变而成，属于小颗粒范围；小部分是海洋中的硫酸盐，它们产生于“气泡”形成和破裂的过程，其中既包括大颗粒的气溶胶，也包括海面微生物形成的极小的微粒。

这一事例表明，在测定气溶胶的粒径分配时，必须考虑有关的气象数据（特别是风向的数据），以便使测定更精确。

2、气象条件的影响：

波尔多——梅赫牙各监测站和国家气象局卡费莱特观测站提供了有关的气象参数（见下表）。

在A点和C点，我们根据不同的风向记录了各种元素的含量（见图5、图6）。

——硫主要是由东北风刮来的，而西风刮来的氯最多。这证明了海洋对氯元素的影响，以及人类活动对硫的影响。的确，在卡费莱特，观测到硫的含量最高，这清楚表明，它来自波尔多市和东北部的工业区。在波尔多市，也观测到硫的含量最高，这是受到昂贝斯石油联合企业影响的结果。

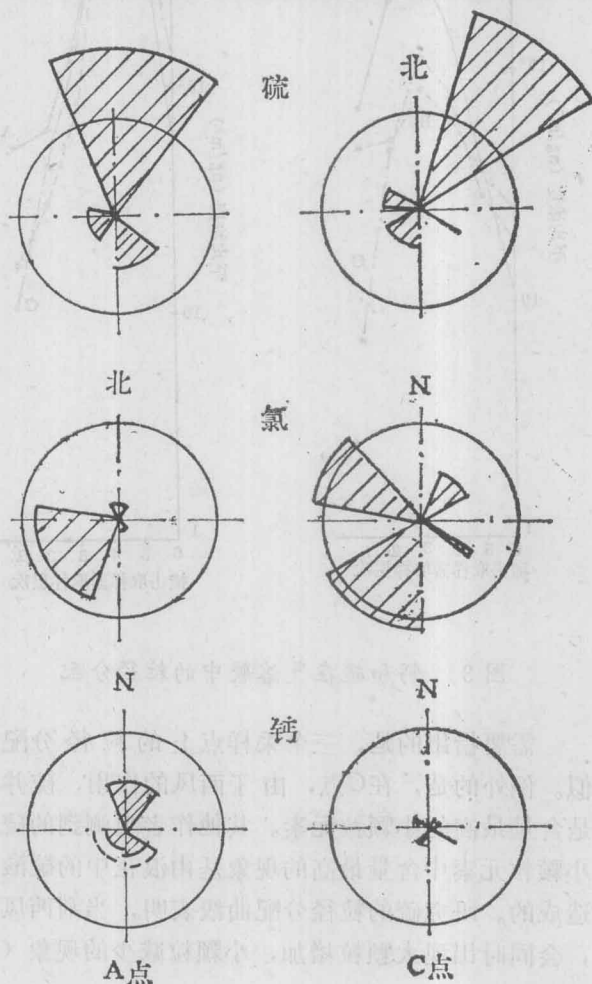


图5 不同风向下的各种元素含量（扇形的半径与元素含量成比例：半径1厘米相当于含有该元素 $1000\text{ng}/\text{m}^3$ 。）

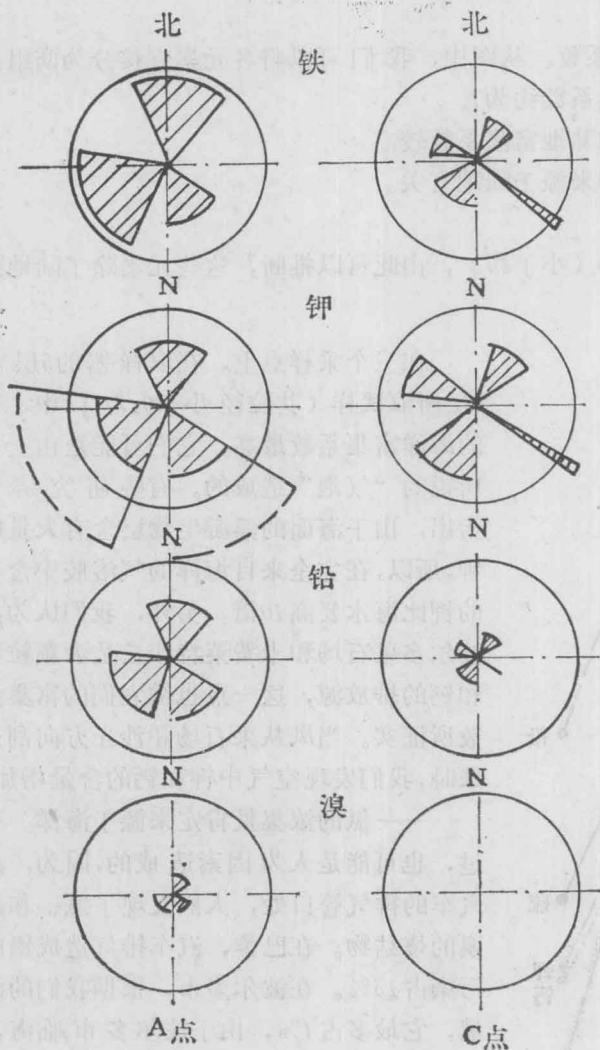


图6 不同风向下各种元素含量(扇形的半径与元素含量成比例:半径1厘米相当于有该元素 $250\text{ng}/\text{m}^3$)。图6展示了在不同风向下的各种元素含量。扇形的半径与元素含量成比例，半径1厘米相当于有该元素 $250\text{ng}/\text{m}^3$ 。图中展示了铁、钾、铅、溴四种元素在A点和C点的分布情况。

3、富集系数

我们研究了气溶胶中各种元素的变化，并对研究结果进行了分析整理。为此，我们曾计算出陆地和海洋各种元素的富集系数。

我们选择氯和铁分别作为海洋和陆地的基准元素，利用下式确定各元素的富集系数。

$$(X\text{元素})\text{海洋富集系数} = \frac{(X/\text{氯})\text{气溶胶}}{(X/\text{氯})\text{海洋}}$$

$$(X\text{元素})\text{陆地富集系数} = \frac{(X/\text{铁})\text{气溶胶}}{(X/\text{铁})\text{陆地}}$$

掌握了海洋富集系数和陆地富集系数，可以确定气溶胶的来源。如果某种元素的陆地富集系数接近1，那么，这种元素的气溶胶肯定来源于陆地。如果海洋富集系数和陆地富集系

——钙的浓度也与风向有关。

在刮东北风时，我们观测到波尔多市颗粒物的含量最高，它们可能来自于城市东北部的水泥厂和采石场。它们离城很近，不足5公里，而且，加龙河在此形成了一个具有特色的峡谷，有利于这些大颗粒物的迁移。在卡费莱特，东南风夹带的钙较多，这个方向的风夹带的主要元素是铁、钙、硅、钾。这些元素都属大颗粒范围，我们推测它们来自地面，可能是由毕拉沙丘和阿尔卡逊盆地东南5公里处沙丘的风蚀现象造成的。

对毕拉沙丘的沙粒进行矿物成分的分析证实了这一推测。这些沙粒中除含有大量的二氧化硅外，还含有相当数量的云母，它是由铝硅、铁、钙和钾组成的，呈片状，易于风的传播。

——但对铅和溴来说，我们发现，风向对其影响不大，因为汽车的行驶是很分散的，特别是在波尔多市采样点附近更是如此。

气象条件对所研究地区气溶胶的组成有重要影响。不过，了解了气象参数和各元素的粒径分配，还

不足以确定不同污染源真正排放