

内部资料
注意保存

《我国酸雨的来源和影响 及其控制对策》总报告

《我国酸雨的来源和影响及控制对策》课题组

一九八七年十月

中国科学院
图书馆

《我國陸地的來源和影響 及其控制政策》報告

（中国科学院地理研究所地理研究所地理研究所）

一、二、三、四、五、六、七、八、九、十、

《我国酸雨的来源和影响及控制对策》总报告

课题下达单位：国家环境保护局

课题承担单位：中国环境科学研究院

课题主要参加单位：北京大学技术物理系

中国环境监测总站

中国科学院生态环境研究中心

建设部南京环境科学研究所

《我国酸雨的来源和影响及控制对策》课题组

一九八七年十月

我国酸雨的形成、影响及防治对策的研究

课题总负责人

组长：王文兴

付组长：唐孝炎 魏复盛 赵殿五 秦文娟

技术秘书：陈延智 曹洪法

第一分课题：我国降水酸度及化学组成的时空分布研究

课题负责单位：* 中国环境监测总站

技术协作单位：国家气象局气象科学研究所

中国科学院生态环境研究中心

北京市环境保护研究所

组长：魏复盛

付组长：程子峰

课题技术组成员：* 刘全义 陈世刚 赵殿五 李洪珍 田钟奇 于正然 骆启仁
程春明 王明霞 龚丽珍 王瑞斌 钱铁宗 李欣君 吴国平
童思文 李柱国 章志兰 罗彩芳 李传波 李坤儒 刘嘉麒
马荣 陈攀江 薛永海

第二分课题：酸雨对生态环境的影响

组长：秦文娟

付组长：曹洪法

参加人员：

城乡建设环境保护部南京环境科学研究所

秦文娟 周修萍 江静蓉 梁伟 张纪五 向锋 顾建宁

张士萍 杨旭 赵克强

中国环境科学研究院生态研究所

曹洪法 高映新 舒俭民 刘燕云 刘厚田 张维平 沈英娃

杜晓明 邹晓燕 柳若要

中国环境监测总站

孙文舜

广西壮族自治区土肥站

周清湘

*：所有站点放在名单的后面

广西壮族自治区环境保护局

曾昭麟

浙江省土肥站

严伯瑾

贵州省土肥站

杨兆男

江苏省植物研究所

高绪平

广西壮族自治区植物研究所

陈锐章

四川大学生物系

陈泽映 赵仁昌

第三分课题：两广地区酸性降水的现状、分布、来源、形成和对策的研究

组长：王文兴 唐孝炎

付组长：毕木天 齐立文 蔡乙乞 陈延智

参加人员：

北京大学技术物理系

唐孝炎 毕木天 孙庆端 王美荣 邵可声 姚荣奎 栗欣

李金龙 余仲举 * 符基萌 * 徐晓斌

中国环境科学研究院大气研究所

陈延智 齐立文 蔡乙乞 王玮 汤大钢 宁洁 洪少贤

姜振远 叶芹 黄星原 周舟 韩应建 庞燕波

清华大学环境工程研究所

郝吉明 徐康富 张永珍 刘超 * 卜天琪 马倩如 王振声

北京大学地球物理系

张铮 盛裴轩 毛节泰 * 刘华锋 * 辛国君

广州市环境监测中心站

陈镇华 刘攸弘 全文哲 李友琼 江炽权 吴政奇 黎宪刚

陈美娥 黄澄秋 唐小玲 简鉴阳 于涛

广东省环境监测中心站

郑树声 周佩清 王蓉蓉 张兆勋 江晓 付虹 郭伟兴

李国良 向建成

* 研究生 * 学生

南宁市环境监测站

周云新 陈红斌 兰焕好 刘桂霞 匡洁人 容小邕 徐碧珍
李 森

桂林市环境监测站

吕维礼 梁丽清 秦文熙 章炳春 黎若碧

中国社会科学院数量、技术经济研究所

朱世伟 朱桂英 董世英

中国环境监测总站

孙文舜

第四分课题：西南地区酸雨的研究

组 长：赵殿五

参加工作人员：

中国科学院生态环境研究中心

赵殿五 佟玉琴 张晓山 刘怀全 张宝珠 余国泰 王著国
庞叔薇 汪安璞 陈宗良 牟世芬 黄衍初 康德梦 王玉保
杨淑兰 沈 海 康志军 茅世森 张远航 牛从容 张 力
徐维并 孙忠钢 赵志远 王德春

贵州省环境保护科学研究所

熊际翎 史润选 陈卫国 范增华 朱伟军 武曼鑫 刘丽莉
李云娥 胡润伍 张 涛 姜 平 胡明志 简孝思 林 铁

重庆市环境科研监测所

骆启仁 徐 渝 陈思龙 阎华姪 张冬保 高世东 孟 梅

四川省环境保护科研监测所

陈攀江 王永明 万学俊 徐建明 刘光前 刘祖桂 孙 利
叶 强 张进波

贵州省环境监测中心站

章志兰 刘远发 尹广才

第五分课题：峨嵋山地区酸性降水的成因及防治对策的研究

组 长：唐孝炎 陈延智

付 组 长：蔡乙乞 毕木天 齐立文

参加人员：

中国环境科学研究院大气研究所

陈延智 蔡乙乞 齐立文 王 玮 宁 洁 汤大钢 洪少贤

姜振远 叶 芹 黄星原 周 舟 韩应建 庞燕波

北京大学技术物理系

唐孝炎 毕木天 孙庆瑞 王美荣 邵可声 姚荣奎 栗 欣
余仲举 * 徐晓斌 * 符基萌 * 文健云 * 陈波珍

同济大学环境工程系

蒋大和 季学李 罗 麟 周雪兰 袁 辉 沈 强

四川省环境保护科研监测所

刘光前 王永明 万学俊 孙 利 叶 强 陈攀江 曾庆泽

峨嵋县环境监测站

窦春阳 马 丹 李宗红 梁 军 燕于佳 王厚德

西南交通大学

刘昆利 兰 波 王珊如

中国环境监测总站

孙文舜

北京大学地球物理系

张 铮 盛裴轩

峨嵋山管理局

潘再全

北京大学技术物理系

唐孝炎 毕木天 孙庆瑞 王美荣 邵可声 姚荣奎
栗欣 余仲举 *徐晓斌 *符基萌 *文健云 *陈波珍

同济大学环境工程系

蒋大和 季学李 罗麟 周雪兰 袁辉 沈强

四川省环境保护科研所

刘光前 王永明 万学俊 孙利 叶强 陈攀江
曾庆泽

峨嵋县环境监测站

窦春阳 马丹 李宗红 梁军 燕于佳 王厚德

西南交通大学

刘昆利 兰波 王珊如

中国环境监测总站

孙文舜

北京大学地球物理系

张铮 盛裴轩

峨嵋山管理局

潘再全

* 研究生

* 学生

全国降水一级网测站采样点表

测站名称	测站名称	测站名称	测站名称	测站名称	测站名称	测站名称
北 京	临 汾	玉 树	盐 城	河南省站	* 广 州	峨 嵋 山
黑龙江省站	晋 中	玛 沁	泰 州	郑 州	* 湛 江	* 九 寨 沟
哈 尔 滨	忻 州	新疆区站	准 安	* 洛 阳	汕 头	巫 山
齐 齐 哈 尔	内蒙古自治区	乌 鲁 木 齐	上 海	平 顶 山	深 圳	金 佛 山
牡 丹 江	呼 和 浩 特	* 哈 密	浙 江 省 站	南 阳	韶 关	* 康 定
佳 木 斯	* 包 头	库 尔 勒	杭 州	信 阳	梅 县	贵 州 省 站
吉 林 省 站	* 锡 林 浩 特	山 东 省 站	温 州	鹤 壁	海 县	贵 阳
长 春	* 赤 峰	济 南	宁 波	商 丘	海 南 行 政 区	遵 义
吉 林	通 辽	青 岛	嘉 兴	周 口	广 西 自 治 区	毕 节
四 平	* 海 拉 尔	枣 庄	金 华	光 山	南 宁	六 安
通 化	* 乌 兰 浩 特	烟 台	△ 普 陀	三 门 峡	桂 林	铜 兴
延 吉	* 二 连 浩 特	潍 坊	龙 泉	湖 北 省 站	柳 梧	凯 都
△ 长 白 山	宁 夏 自 治 区 站	济 宁	台 州	武 汉	百 河	赤 水
辽 宁 省 站	* 银 川	滨 德 州	福 建 省 站	* 黄 石	玉 池	净 山
沈 阳	* 固 原	荷 泽	福 州	沙 襄	四 川 省 站	云 南 省 站
大 连	* 甘 肃 省 站	* 莒 县	厦 门	宜 十	成 都	昆 明
锦 州	* 兰 州	安 徽 省 站	三 明	鄂 西 自 治 州	重 庆	个 下
营 口	天 水	合 肥	龙 岩	潜 江	自 渡	保 开
丹 东	武 都 地 区	蚌 阜	莆 田	湖 南 省 站	万 涪	文 玉
天 津	* 金 昌	马 鞍 山	建 瓯	长 沙	达 南	曲 昭
河 北 省 站	* 嘉 峪 关	铜 陵	福 安	邵 阳	内 宜	东 思
石 家 庄	陕 西 省 站	安 庆	江 西 省 站	益 岳	绵 广	楚 临
* 唐 山	* 西 安	阜 阳	南 昌	郴 州 地 区	乐 西	* 拉 昌
邯 郸	宝 鸡	徽 州 地 区	萍 乡	湘 西 自 治 州	雅 泸	
张 家 口	铜 川	霍 山	景 德 镇	常 德 地 区	* 马 尔 康	
秦 皇 岛	延 安 地 区	△ 黄 山 气 象 台 站	* 赣 州	零 陵 地 区		
保 定	榆 林 地 区	江 苏 省 站	吉 庐	怀 化 地 区		
承 德	汉 中 地 区	南 京	* 上 修	洪 江		
沧 州	安 康 地 区	苏 州	资 广	△ 衡 山		
山 西 省 站	渭 南 地 区	常 州	* 瑞 九	* 江 广 东 省 站		
太 原	商 南 县	徐 州				
大 同	青 海 省 站	南 通				
长 治	西 宁	连 云 港				
	格 尔 木					

“ ” 未报数据的测站 (29个)

“△” 背景点 (5个)

各级报告题目目录

总 报 告：我国酸雨的来源、影响及控制对策的研究

第一分课题分报告：中国降水酸度和化学组份的分布状况及变化趋势的研究

子 课 题 报 告：降水化学成份统一监测分析方法

第二分课题分报告：酸雨对生态环境的影响

子 课 题 报 告：①南方四省土壤对酸雨的敏感性

②五种南方土壤的硫酸根吸附特性

③我国地表水对酸雨的敏感性

④中国南方土壤的酸雨淋溶特性

⑤酸雨对酸性森林土壤离子淋失特性的研究

⑥105种植物对模拟酸雨的反应

⑦森林冠层对酸性降水的反应及其影响

⑧模拟酸雨对农作物生长和产量影响的研究

⑨峨眉山酸性森林土对硫酸盐的吸附特性

⑩峨眉山冷杉衰亡与酸性降水的关系初步研究

⑪重庆南山马尾松林衰亡与酸雨的关系研究

第三分课题分报告：两广地区酸性降水的现状、分布、来源、成因和对策的研究

子 课 题 报 告：①两广地区酸性降水及化学组成的特征

②广州地区酸雨分布现状与研究

③南宁市酸雨成因和对策研究

④桂林市酸雨现状及防治措施的探讨

⑤广东省降水酸度分布初步研究

⑥两广地区酸雨防治对策研究

- ⑦ 南宁酸雨综合防治的初步研究
- ⑧ 广州市区大气中硫酸雾的研究
- ⑨ 广州地区春季降水、气溶胶化学组分的统计分析
- ⑩ 广州地区大气气溶胶粒子物理化学特性及其在酸雨形成过程中作用的分析 and 研究
- ⑪ 广州地区雨水中 H_2O_2 及数据分析
- ⑫ 广州地区降水中有机的研究
- ⑬ 广州地区硝酸的湿去除及氨的作用
- ⑭ 二氧化硫的湿去除及其对降水中硫的贡献
- ⑮ 高低空流场对降水酸度的影响
- ⑯ 广州春季酸雨的一次分时段观测—酸雨特征
- ⑰ 广州地区春季大气 O_3 污染规律及其对酸雨形成的影响初探
- ⑱ 降水中离子浓度与雨量的关系
- ⑲ 广州地区春季降水的化学特性

第四分课题分报告：西南地区酸雨研究

- 子 课 题 报 告：
- ① 贵州省中部酸雨的形成、影响和对策研究
 - ② 贵州省酸雨调查与研究
 - ③ 四川省酸性降水问题研究
 - ④ 重庆地区酸雨研究报告
 - ⑤ 重庆酸雨状况及化学特性
 - ⑥ 贵州省梵净山酸雾
 - ⑦ 贵州省梵净山大气和降水背景值考察

第五分课题分报告：峨眉山地区酸性降水的现状、分布和成因的研究

- 子 课 题 报 告：
- ① 峨眉山酸雨现状及分布
 - ② 一个拉格朗日后向轨迹简单模式及峨眉山地区酸性污染物来源探讨

- ③ 1985年10月峨嵋地区气团轨迹计算
- ④ 1985年10月四川盆地大气混合层厚度探讨
- ⑤ 四川峨嵋山地区84年—85年六次降水过程的天
气形势分析及其总结
- ⑥ 峨嵋山地区酸性降水现状分布
- ⑦ 峨嵋山地区大气中硝酸和氨
- ⑧ 峨嵋山云雾水及大气中的氧化剂
- ⑨ 峨嵋山金顶云雾化学研究
- ⑩ 峨嵋山地区云雾水的化学特性及其在酸雨形成
过程中作用的研究
- ⑪ 乐山地区大气污染源调查
- ⑫ 峨嵋山大气污染的时空分布规律
- ⑬ 峨嵋山降水化学成份分析研究
- ⑭ 峨嵋山和广州地区云雾水、气溶胶、降水的缓
冲特性研究
- ⑮ 峨嵋山酸雨的垂直观测
- ⑯ 峨嵋山地区大气气溶胶粒子物理化学特性及其
在酸雨形成过程中的分析和研究
- ⑰ 峨嵋山金顶地区酸雾对植物冠层的作用及影响

前 言

本课题是由国家科委、国家环保局1985年下达的重点科研项目。任务是初步查明我国酸雨的现状和分布，探索典型地区酸雨的来源、形成和对生态环境的影响，水体和土壤对酸雨的敏感性，以及初步探讨控制酸雨的对策。

本研究课题的工作地区，酸雨的现状分布在全国进行，选择西南的四川和贵州，华南的广东和广西，以及峨眉山为典型地区。为了完成这个综合性强、难度大的研究任务，课题组组织了监测分析、环境化学，大气物理、环境生物学和环境工程等有关专业的研究人员从不同领域联合进行综合研究。采取实地调查与监测，现场综合观测和室内外模拟，以及模拟计算等原则，相互补充和验证。

为了查明我国酸雨的分布状况，在国家环保局的领导下，在我国27个省、自治区、直辖市布设了189个测站。在有关监测站的积极参与与配合下，按照全国统一的采样、实验室分析和数据处理的方法，严格质量控制，在全国533个采样点上共采集样品两万四千多个，获得数据约二十多万个。调查、监测分析项目包括降水量、电导、pH、八种阴阳离子。

在全国范围内对酸雨进行这样大规模和深度的连续和同步的观测研究在我国还是首次。通过两年的研究，得到一批重要结果，其中主要的有：查清了我国酸雨分布及其规律，并绘制了一系列以pH、硫酸根等表示的等位线图；确定了酸雨的严重地区在四川、湖南、广东广西和江西境内一些地区；明确了我国降水化学成分污染严重，降水中硫酸根浓度比美国高数倍，铵、钙、镁等阳离子浓度比美国高5—20倍；最后确定了我国全部酸雨都是属于燃煤造成的硫酸型。

酸雨的来源和成因问题，国外虽已进行了多年研究，澄清了一些方面。但由于我国低烟囱及大面积面源的排放与国外的高烟囱点源的排放情况不同，酸性物质在大气中的物理和化学行为也会有所不同。为了初步探讨我国酸雨的来源和成因，以便有针对性地提出控制对策，我们选择了以重污染区重庆和贵阳为中心的西南地区，以酸雨季节变化显著的广州和南宁为中心的沿海华南地区，以及高山有酸雨污染的峨眉山三个地区作为典型地区。这三个地区酸雨现象都较重，自然条件也有很大差异。在研究期间除了在各地区所选择的监测点进行每场雨的监测外，还对气态物质、颗粒物、降水以及降水的气象条件进行了同步联合观测，建立了模拟模式。并用飞机航测和高山点作了云雾水的研究。在此过程中还发展了一些与判断酸雨形成有关物质的分析方法。通过两年来各方面获得的大量数据的分析，对三个典型地区酸雨的来源和成因提出了初步看法。

酸雨对生态环境的影响研究大部分也是在上述三个典型地区内进行。研究了酸雨区土壤和水体对酸雨的敏感性；对降水酸度对水生生物的影响；森林死亡与酸雨的关系；以及酸雨对作物的生长和产量的影响。取得了南方杉木、柳杉等树种，女贞、法桐等园林绿化树木，珙桐、银鹊树等国家重点保护的珍稀植物，以及花卉草本植物等105种的急性实验结果。通过田间和室内模拟实验，得到各种不同酸性的降水对大豆、小麦、水稻和甘蔗等重要作物，白菜的生长及产量的影响的重要结果。通过对我国土壤的调查分析，确立了我国土壤对酸雨敏感性的分区。分区表明，土壤对酸雨最敏感的地区，大部分也是酸雨最重的地区。以上这些结果对农林业发展和生态保护均有重要意义。

酸雨研究的最后目标是寻求酸雨危害的控制对策。根据本课题全国酸雨污染现状和来源与成因研究，证实我国酸雨中酸性物质主要来自煤的燃烧排放的硫氧化物。因此，削减二氧化硫的排放量就是控制酸雨的关键。本课题根据典型地区酸雨现状和成酸的物理化学过程研究结果，建立了模式，结合我国大气二氧化硫的环境质量标准进行了初步定量计算，最后提出了控制酸雨的方案。这是我国酸雨研究的新

进展。

本课题的研究周期很短，经费有限，对酸雨这样复杂的大型课题研究受到很大的限制。但在各参加单位的共同努力下，完成了研究任务，取得不少重要结果，这些结果虽属初步成果，但对各级环境管理部门仍有很大的意义。由于酸雨问题的复杂性，尚须作长期的研究。

目 录

第一章 我国降水酸度和化学成份的时空分布·····	(1)
第一节 研究内容和监测网点布设·····	(1)
第二节 统一监测分析方法的研究和验证·····	(5)
第三节 降水样品的预处理、稳定性及监测数据的质量 保证·····	(10)
第四节 降水酸度的时空分布·····	(15)
第五节 降水化学组成·····	(28)
第六节 降水背景点的选择·····	(35)
第七节 小结·····	(39)
第二章 西南地区酸雨研究·····	(41)
第一节 研究地区的环境概况·····	(41)
第二节 采样和分析·····	(47)
第三节 西南地区酸雨的地理和季节分布·····	(53)
第四节 西南地区降水中酸碱的来源·····	(67)
第五节 大气颗粒物与降水酸化的关系·····	(71)
第六节 二氧化硫的液相氧化·····	(84)
第七节 西南地区酸雨发展趋势预测·····	(87)
第八节 小结·····	(92)
第三章 两广地区酸性降水的现状·····	(95)
第一节 环境概况·····	(95)
第二节 降水的分布及趋势·····	(100)
第三节 春季降水的集中综合观测·····	(110)
第四节 酸性降水来源成因初探·····	(119)
第五节 小结·····	(134)

第四章 峨眉山酸雨的来源和形成	(137)
第一节 峨眉山地区环境概况.....	(137)
第二节 峨眉山地区酸性降水的现状与分布.....	(142)
第三节 峨眉山大气中气态污染物和气溶胶粒子与降水 的关系.....	(146)
第四节 金顶云雾水的研究.....	(156)
第五节 模式探讨.....	(169)
第六节 小结.....	(173)
第五章 酸雨对我国生态环境的影响	(175)
第一节 酸雨对森林生态系统的影响.....	(175)
第二节 酸雨对农田生态系统的影响.....	(190)
第三节 酸雨对水生生态系统的影响.....	(215)
第四节 小结.....	(224)
第六章 酸雨对策探讨	(226)
第一节 西南地区酸雨对策探讨.....	(226)
第二节 两广地区酸雨控制对策探讨.....	(233)