

B01864

X3

美国全国酸沉降评价规划 1983年度报告

国家环境保护局外事处

一九八五年五月

机构间酸雨特别工作组

1983 年度报告

美国农业部、国家海洋和大气管理局、
美国环境保护局、环境质量委员会、
商业部、能源部、内政部、卫生和人类服务部、国务院、国家航空和航天管理局、田纳西工程管理局

目 录

一、概述

认识的状态

《全国规划》的成就

科学的作用

二、前言

背景

管理活动

三、演变中的酸沉降科学

降水的天然酸度

排放和沉降之间的关系

对水环境的影响

对陆地环境的影响

材料和其它影响

四、研究进展与展望

A、天然来源

B、人为来源

C、大气过程

D、沉降监测

E、对水环境的影响

F、对陆地环境的影响

G、对材料和文化资源的影响

H、控制技术

I. 评价

J. 国际活动

五. 缩写词一览表

六. 活动计划一览表

一、概 述

机构间酸雨特别工作组

1983 年度报告

一、概 述

《全国酸雨评价规划》（以下简称《全国规划》）的目标是发展和不断改善一个供决策者利用的客观和全面的信息库。本份法定的《呈交总统和国会的年度报告》概述了《全国规划》在去年（83年财政年度）所取得的具体成就，为决策者总结了目前的科学认识水平，展望了联邦组织的酸沉降研究工作的继续进展。

在1980年底制定此《全国规划》时，国会就认识到这一问题的紧迫性以及为了充分了解这一问题开展长期研究工作的必要性。本法定规划授权10年，届时可再延长，每年须提交年度报告。规划认识到，将酸沉降信息的许多主要提供者和应用者召集在一起是必要的，故组织了十二个联邦单位共同负责。人们认识到，为了有效地对付极端复杂的酸雨问题，采取这种以长期性和广泛性为基础的做法是必要的。

《全国规划》接受的资金不断增加：从1982年度的1,800万美元至1984年度的2,700万美元。85年度申请5,500万美元。1983年，也就是《全国规划》研究的第二年，我们的活动进入了一个崭新的阶段。1981年和82年间，重点放在计划和组织总体规划。现在工作已全面展开，重点已转向取得成果和与信息的使用者合作。主要专家评论组对全部工作——250多个项

目——的评论已经完成。全国性会议和讨论会使酸沉降情报和信息的生产者和使用者聚集一堂。在将全面规划的制定重点放在与决策者的需要息息相关的科学问题方面已经取得重大的进展。决策者与科学人员之间已决定继续对话，以便提供反馈，使工作保持内在联系，同时能更深入地了解计划中的研究工作的力量和局限性。

酸沉降情报信息有许多不同但又很重要的用途。《全国规划》有各种各样的用户，当然，首要重点是满足国会和执行部门决策者的紧急需要。这些人员有制定正确的国家环境政策的责任。在公开的辩论中，多数意见集中在与制定二氧化硫管理政策有关的情报信息上，其次是在氮氧化物的排放。

除了用于制订排放控制政策外，这些信息还有其它的用途。需要酸沉降情报信息的有：负责湖泊、森林、农作物、野生动物和文化遗址的资源管理人员，联邦和私人部门中的能源管理人员。公共环境专业和贸易组织在确定其立场和活动时也需要此类情报信息。这么多的领域，时时都在制定政策，酸沉降信息对这些决定颇具价值。《全国规划》有志于为这些领域提供比较可靠的情报信息。

认识的状态

关于酸雨的辩论不断深化，要求获得权威性情报的呼声也随之高涨。围绕着酸雨问题表露出来的感情也在激化。《全国规划》在坚持基本客观现实——这是《全国规划》以科学为主，不受政策左右的权威的核心——的同时，正在致力于满足人们要求获得情报信

息的迫切要求。对于要求根据现有情报提供最佳猜测的呼声，必须对照可靠的技术分析和力求避免猜测的必要性作利弊分析。一方面是要要求获得明确答案的呼声日益高涨。另一方面是还存在许多科学上的不确定度。然而，《全国规划》的价值在于其科学的可靠性。而这一点必须依靠严密的技术分析和专家评论小组的充分评议来保持。

随着研究工作获得新的结果和根据新资料重新分析过去的结果，我们对酸沉降现象的认识也在迅速地演变。关于科学认识不断变化的情况，本文仅介绍某些重点，在《演变中的酸雨科学》一节再作比较详尽的讨论。

排放与沉降之间的关系

根据目前有限的资料，按整个北美东半部一年多来的平均，二氧化硫排放量与硫酸盐湿沉降之间几乎呈 1:1 (线性) 关系，然而在较小的时空范围内，此关系则可能不成立。例如北美东部二氧化硫排放量下降 50%，硫化合物沉降总平均可下降 50%。排放量和沉降之间的准确关系仍不得而知。用现有的大气模式预测，这种不确定度可高达 10 倍。《全国规划》正在进行广泛的研究，提高我们的能力，以便更准确地预测排放量与沉降之间的关系。

有一种科学舆论认为，人为排放导致北美东部降雨酸度上升。但是，以现有的数据和研究为依据，还不足以确定过去降水酸度的具体规律。早期在测定 pH 和其它参数方面存在的问题，使人们对

以前为确定北美东部降水酸度上升的具体速率和规律所进行的尝试产生怀疑。目前正在开展监测和研究工作。这些工作将能改进我们对历史数据的解释，对未来趋势进行有把握的评价。

酸沉降的影响

敏感区内某些湖泊已经酸化，渔业蒙受损失。然而，这些变化的速率、特征和涉及整个范围仍属重要的科学未知数。对水生系统几乎没有作细致的研究，因而无法证明其实际变化。最近研究清楚地表明，湖泊或河流周围的植被和土壤在决定水体对酸沉降的响应速率和性质方面起着主要的作用。

北美有许多湖泊的汇水区很复杂，降水在这些汇水区中流经森林冠盖和土壤，经过化学调节之后才进入湖泊。当雨水流经植被和土壤，其酸度可降低或上升许多倍。有些汇水区经几十年的时间后可能成为相当薄弱的地区，而其它有一些则可能具有几个世纪的中和能力中和目前降雨的这种酸度。目前，正在进行或计划进行调查和详细的研究，确定和预测这种变化的速率，鉴定最薄弱的水资源。

最近的研究和调查结果已缓和人们对酸雨损害农作物的担心，但却增加人们对森林可能受到影响的普遍关注。农民施于作物的化肥中的硫和氮——酸雨的基本成分——的速率比沉降带来的硫和氮的沉降速效高许多倍。迄今开展的几项有关研究表明，尽管有些品种产量下降，但是种植最普遍的那几类作物并不十分容易受到酸沉降的影响。为了更充分地评价实际酸沉降对农作物的影响，正在开展

实验室和现场的研究。

北美和欧洲的一些森林正在呈现出遭受环境压力损害的现象。其原因成为科学争论的主题。对三年来的证据分析表明，美国东部森林中有些品种树木的生长和活力发生了显著的变化。根据对树木死亡率和生长率下降进行区域评价，有些树木的生长在过去的20—30年来已经明显地呈现出系统和持续的下降。在新英格兰的一些高地森林中，红云杉已经出现大面积的枯萎和衰落，在一些森林中，树木死亡率达60%。

在南阿巴拉契亚山，包括北卡罗来纳州和田纳西州，树林生长率下降，死亡率增加也很明显。新英格兰红云杉凋落的症状与德国挪威云杉的症状在某些方面相似，可在其它方面却大相径庭。实测的变化有：树顶和冠盖外针状叶的开始脱落，树木的雄姿和朝气活力逐步消失，生长缓慢直至最终枯死。在东北部，20年来，其它树种（主要是冷杉、北美油松和短叶松）的生长速度也明显下降。看来美国的森林对过去二三十年来出现的环境压力可能有反应。

尽管与自然因素有关，但是单单这些因素似乎不能充分解释观察到的变化。因而产生了和有系统地试验新假说来解释森林衰落的原因。这些假设认为各种污染物（如二氧化硫、氮氧化物、痕量金属、臭氧和酸雨）或各自起作用或共同起综合作用。即使上述列出的这些污染物可能与森林衰落有关，但是不能认为是全面的，因为森林损害与这些污染物出现之间的联系并非十分明显。现有的证据似乎可以证明，这些污染物对落叶有综合的影响，尽管此时此刻可以排除土壤的调节过程。原因可能是多种多样的。除了确定那个因素

(如酸雨、气体污染物、病虫害或干旱)对观察到的变化有影响,现在正在制定计划,加快工作进程。

德意志联邦共和国已经用证据证明了森林遭受损害,而且这种损害似乎更进一步接近最初的假设:酸沉降和土壤中铝的毒性是元凶。最近,又有人认为,其它因素(例如直接接触气态空气污染物)也是导致损害的原因。为了确定欧洲和北美观察到的森林变化的原因、特征和程度,正在进行国际间的合作和努力。

酸度上升,可加速建筑物的腐蚀速率和退化。但是,关于酸沉降对材料的影响的资料,需要进一步明确。这些资料包括:属人为污染物导致材料损害的程度,材料退化变质的速率,有关损害过程的定量评价以及蒙受风险的材料可靠性估量。根据《全国规划》,正在对美国蒙受风险的材料进行普查、造册登记,并开展其它关键性分析。

由于科学提高了我们对酸雨问题的认识,经过收集和分析数据,提出了许多不同的假设来解释观察到的现象。必须确立一些试验来检验各种可能原因的科有效性。任何时候同时存在几种可能的解释都有可能把问题弄得含混不清,使决策者和公众无所适从。但是,对复杂环境问题的科学探索,如果有的话,也很少能够提供简明的答案。对认识的探索往往是艰巨的,而对决策者提出的要求则是迫在眉睫的。公众和决策者急于求成的心情是可以理解的。然而只有通过细致的研究方能为即将制定的决策提供可靠的情报基础。

《全国规划》的成就

1983年度，也就是开展研究的第二年，《全国规划》取得了许多具体的成就。这里仅择重点简要介绍一部分。较详细的讨论可见本报告的《研究进展与展望》一节。

《全国规划》10个专题组的主要活动见图1所示。1983年的主要进展如下：

天然来源

- 实测了墨西哥湾的东太平洋的硫化合物。

意义：对海水中天然硫化合物的潜在主要贡献量进行定量。

- 模拟了闪电导致的光化学过程模型，评价氮氧化物的这一天然发生源。

意义：对闪电的硝酸盐贡献量进行定量。

此贡献量占天然本底量的大部分（约25%）。

- 研制和试验了氧化氮快速响应化学发光检测器。

意义：测定自然环境中存在低浓度氧化氮。

首次对地区范围内的变化速率进行直接测定。

人为来源

- 完成了48个相邻州内点源和面源二氧化硫氮氧化物，总挥发性有机物和颗粒物排放量的《1980年排放量数据库》改进方案初稿。

意义：改进数据库，适应修改后模式的运算和评价。

- 研究了适于州级使用的《高级实用模拟模式》。

意义：加速对排放量和控制费用的区域性预测。

大气过程

- 与加拿大共同进行了阿巴拉契亚山两侧示踪物实验 (OAPTEX) 追踪惰性示踪物云团穿越北美东北部的过程。

意义：协助验证远程迁移和扩散模拟模式。

- 开展了尘和其它物质的远程空气迁移研究，追踪世界不同地区气团的移动过程。

意义：帮助评价污染物远程迁移对偏远地区的意义。

- 实测各种表面和各种大气条件下的硫和氮干沉降。继续研制硫氮快速响应敏感器，以便测定其流通量。

意义：帮助提供干沉降量测定数据，以便根据这些数据为数值模式中的模拟推导数学描述。

- 利用《高级统计学轨迹法区域空气污染模式》建立1980年和1981年硫的干湿模式，以便绘制全州范围年沉降图。

意义：修改区域沉降图，以便进行影响对比。

- 研究了一种机载双波长激光雷达系统，用于测定特殊同位素标记的空气团远离发生源后的位置。

意义：便于进行污染烟羽的远距离跟踪。

沉降监测

- 在“全国趋势网”安装了17个新站。

意义：填补湿沉降监测数据库中的空白。

- 试验了新设备，以便研制顺序采雨器，研究雾对空气中颗粒物的去除作用，测定偏僻地区降雨酸度的起源和评价酸度的昼夜和季

节变化。

意义：提高特殊研究的可靠性和广泛性。

- 与“大气过程专题组”一起，建立三个干沉降现场研究点。

意义：便于及时和全面地分析数据。

对水环境的影响

- 完成了美国湖泊、河流和地下水体现有水质数据的调查和登记，以便评价它们对酸沉降的敏感性范围和程度。

意义：为损害评价提供本底数据。

- 在全国湖泊和河流建立一个长期监测站网，探索水质变化与沉降的相关关系。

意义：提高对变化的随时监测能力。

- 开始了一项湖泊酸化现场对照试验。

意义：提高对生物和化学效应机理的认识。

- 着手开展实验室和现场试验，研究在酸沉降敏感期投加石灰的治理方法。

意义：开发比较好的技术，补偿酸化带来的损失。

- 调查东北部饮水和水源的质量，了解重金属在不同 pH 水平时的迁移，以便测定可能存在的与酸沉降有关的间接健康影响。

意义：初步结果表明，被调查的水体有许多具有腐蚀性。但重金属的水平并未超过环保局（EPA）的最高容许浓度。

对陆地环境的影响

- 开始了美国东部森林生产率的大普查。

意义：提出许多地方几种树木生长减慢的主要规律，但原因仍无法确定。

- 调查了长周期内树木年轮中痕量元素的蓄积。

意义：通过调查铁的蓄积量与排放量的相关关系，了解历史的沉降规律。

- 开展了模拟酸雨对黄杨、火炬松、红云杉和其它敏感树种幼苗的影响研究。

意义：结果表明，在 $\text{pH } 3.6$ 或以上时无影响。

- 开展了森林土壤的调查。

意义：结果表明，在缓冲酸沉降，在将硫酸盐转化为迁移性较差的硫化合物，或在硫酸盐沉降下沥滤土壤中重金属方面，土壤的物理和生物能力显著变化。

- 开展了非自然状态的模拟酸雨对农作物影响的现场实验。

意义：结果表明，玉米、大豆或马铃薯的生产率几乎没有变化。有一品种的大豆于 $\text{pH } 5.6 \sim 4.2$ 时减产 8 %。

对材料和文化资源的影响

- 完成了对几十年以来用相同或类似采石场石头雕凿的墓碑的广泛调查工作。

意义：结果表明，在污染物的地方排放源最集中的城区，（材料）损害较为显著。

- 建立了四个现场暴露试验点，测定印地安那州石灰石、佛蒙特州大理石，以及七种金属的退化速率。暴露试验方案也同时测定气

象条件。湿式酸沉降。空气质量和湿度。

意义：为科学地分析建筑物的腐蚀和风化提供本底数据。

- 着手对普通建筑材料和文化建筑的分布进行调查和登记。

意义：为评价材料的全面损害提供基础数据。

- 开始汇编主要建筑材料和构件的使用寿命和成本数据。

意义：为评价酸沉降的递增效应提供比较现实的成本概算。

控制技术（利用过去项目的资金）

- 制定了已二酸增强的石灰石烟道气脱硫（FGD）技术的运行试验文件。应用这种技术可去除高硫煤燃烧中90%以上二氧化硫。

意义：降低费用，提高去除效率。改进石灰石烟道气脱硫工艺的可靠性。

- 研制了工业锅炉用先进重油燃烧器。这种燃烧器可降低85%氮氧化物。投入商业应用时应是广为有效的。

意义：降低可形成酸的氮氧化物的控制费用。

- 由于研制了更有活性的石灰石吸收剂。用于石灰石注射多级燃烧器流程。提高对二氧化硫的捕获率已有可能。

意义：使得二氧化硫的费用有效性控制更有潜力。

评价

- 编写了关于酸雨科学现状的《评价综述》。

意义：将过去关于酸雨影响与损害的研究与分析总结于一文之中。

- 修改了“高级实用模拟模式”，便于综合评价法采用。

意义：将模式应用与影响的总体评价结合起来。

- 为将来评价酸沉降的影响提出了一种综合评价方法。

意义：为评价酸沉降对生态系统的综合影响确定了原则。

国际活动

- 与加拿大研究与监测协调委员会举行会议，回顾双方正在进行的合作项目，讨论未来的联合行动。

意义：扩大酸雨研究的双边合作，包括通过12项美加合作新项目。

- 与德意志联邦共和国研究部门代表举行会议，安排美——德科学家的交流，发展合作性研究。

意义：增进情报交流，着手拟订合作研究计划。

- 与加拿大共同发起组织“森林损害国际会议”。

意义：使从事这一重要研究课题的专家汇集一堂，交流情报，制订合作研究项目。

- 加入几个与酸雨有关的国际组织，例如联合国欧洲经济委员会。

意义：为国际酸雨研究工作建立比较广泛的合作和规划，解决问题和交流情报。

规划管理活动

- 对研究项目进行专家组评论，评价《全国规划》的充分程度和全面性。

意义：由外面专家检查《规划》的科学质量，关联性以及研究项目之间的互相关系。

- 召集部分酸雨情报的用户和生产者组成一个小组，准备以“开展研究，支持决策”为主的第二次年会。

意义：为向决策者提供科学信息的《全国规划》制定指南。

- 加强了联邦研究工作与州和地方政府、私有部门和环境组织之间的协调和合作。

- “大气现场实验协调工作组”开始活动。

意义：由联邦、私有部门和加拿大研究人员组成的小组保证各个研究项目之间的及时联系，加速制定综合计划，对研究污染物排放源与酸沉降之间的相互关系进行大规模的现场调查。

科学的作用

《全国规划》的研究和监测活动正在成功地为制定和实施正确的政策提供更有用的工具和建立不断完善的信息库，以求用最低限度的社会费用获得最大限度的环境效益。正如国会在制定这一长期而又广泛的规划时所意识到的，（酸雨）问题异常复杂，它要求在生态学和大气科学这些基础领域内的科学前沿取得进展。

要有效地阐述酸雨问题，需要开展研究和制定适当的环境政策。客观的科学资料对政策的制定仅仅是一种贡献，尽管是一种重要的贡献。到什么时候科学资料已足于制定政策，应由政策制定者决定，而不是研究人员的事。科学家只能及时地确定在任何时刻那些是已知的，其置信水平和那些是未知的。

对政策制定者必须同时解决的问题，也需要作一大堆主观判断。