

## 四、减少酸雨

酸雨是空气质量下降更明显、更紧迫的结果之一。

1872年，英国化学家 R.A. Smith 在《空气和降雨：化学气候的开端》一书中首先使用了“酸雨 (acid rain)”这一术语。20世纪60年代，瑞典土壤学家 S. Oden 发现酸性降雨是欧洲一种大范围现象。1972年瑞典政府向联合国人类环境会议提出报告：《穿越国界的大气污染：大气和降水中的硫对环境的影响》。1982年在瑞典召开了国际环境酸化会议。酸雨已成为当代全球性的环境污染问题之一。1994年中国16位酸雨专家向国家环保局提交的《中国酸雨问题专家报告》指出，中国  $\text{pH} < 5.6$  (酸雨标准) 的降水面积大大增加，从1983年的约175万平方千米扩大到1993年的约280万平方千米，扩大了100多万平方千米； $\text{pH} < 5.6$  的降水等值线已大幅度向西向北移动，越过了长江和黄河。1986年  $\text{pH} < 4.5$  的重酸雨区仅为重庆和贵阳等局部地区，而1993年我国江南包括川、黔、湘、鄂、赣、桂、粤、闽、浙，大部分地区平均降水  $\text{pH} < 4.5$ ，面积达100多万平方千米，已造成明显的经济和生态损失。1993年重庆市酸雨频率为80%，全年酸雨  $\text{pH}$  值平均为4.38，最低值2.8已逼近醋的酸度。

从20世纪60年代开始，世界上先后建立了一些大型监测网。到1990年共有168个监测站在测定降水化学组成。中国环境保护部门于1982年建立了189个观测点的酸雨监测网。

大量分析结果表明，世界上有三大酸雨区，按出现时间先后为：欧洲、北美和中国。《1994年中国环境状况部分公报》指出：我国酸雨主要分布于长江以南、青藏高原以东及四川盆地。

酸雨中的酸主要成分是  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{HNO}_3$ ，它们占总酸量的90%以上。至于这两种酸的比例如何，则取决于燃料的构成。由于我国一次能源当中煤占75%，所以我国酸雨属煤烟型，其中  $\text{H}_2\text{SO}_4$  占大多数。

酸雨的危害是严重的。由于酸雨的侵蚀，世界上很多著名的大理石雕像和石灰石建筑物遭到破坏。伦敦的英王理查一世雕像，被酸雨腐蚀得面目全非。受害的还有雅典的巴特农神庙、印度的泰姬陵、华盛顿的林肯纪念碑和英国牛津大学的罗马大帝雕像等。酸雨也严重腐蚀金属，危害钢铁桥梁、建筑物、交通工具、铁路等。

酸雨造成某些地区湖泊河流逐渐酸化，铝等有害金属溶入水中，鱼类减少，当  $\text{pH} < 4.8$  时，水中就没有鱼了。挪威和瑞典南部，1/5 暮 挥杏悖 幽么笥\*14000个湖成为死湖。如果湖河周围是不透水、不易发生化学反应的花岗岩，其抵抗  $\text{pH}$  变化的容量——酸中和容量 (ANC) 小，特别容易酸化。如果湖河周围是易于与酸反应的石灰石，则其酸中和容量要大得多。

强酸度的降水、雾和高浓度的  $\text{SO}_2$  等直接危害森林和农作物。再有，酸雨造成土壤酸化，使钙、镁、钾等营养元素流失，抑制有机物降解和固氮作用，使土壤贫瘠化；另一方面，又将铝等有害元素活化，进入土壤溶液，被树木根部吸收后转化为氢氧化铝等，堵住根内传输管道。据欧洲22国普查，有1.5亿亩森林受到酸雨破坏，主要受害树种是松、冷杉、山毛榉和栎等。我国川、黔和两广每年因酸雨造成森林损失就达十几亿元。

$\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{HNO}_3$  雾直接危害人体呼吸系统、眼睛和皮肤。由于酸雨使湖河、

土壤酸化，溶出铅、镉、汞等重金属，如进入饮用水，也将对人类健康造成严重威胁。

由于酸雨的前体物  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_x$  主要来自矿物燃料（煤、石油、天然气）的燃烧，所以节约能源可以减少它们的排放。

世界上许多国家致力于削减  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_x$  的排放。1979 年欧洲 39 国签订关于长距离穿越国界的大气污染公约；1985 年签订赫尔辛基议定书，要求到 1993 年减少 30%  $\text{SO}_2$  排放量；1988 年签订索菲亚议定书，要求 1994 年把  $\text{NO}_x$  排放量减至 1987 年的水平，1994 年又签订奥斯陆议定书，要求各成员国根据其临界载荷（Critical Load，指一个地区在发生对环境有害的效应之前可以承受的污染物的沉降量）以不同比例进一步削减  $\text{SO}_2$  排放量。我国在《大气污染防治法》中明确规定了控制工业燃煤  $\text{SO}_2$  排放的法律条文，现已开始推行  $\text{SO}_2$  排放收费制度。

治理  $\text{SO}_2$  的途径是：不用含硫量高的“脏煤”，改用含硫量低的“清洁煤”。燃料脱硫：比如把煤破碎成细粉并用水洗，使较重的硫化矿物沉在底部而分出。排烟脱硫：分干法（使用固态吸附剂或吸收剂）和湿法（使用液态吸收剂）。

治理  $\text{NO}_x$  的途径是：排烟脱氮：分干法（催化还原法、吸附法）和湿法（直接吸收法、氧化吸收法、氧化还原吸收法、液相吸收还原法、络合吸收法）。改善燃烧方法和设备，控制  $\text{NO}_x$  的产生。

瑞典试验在已酸化的土壤和水体中施加石灰，在短期内曾取得较好的效果。加拿大一家公司用混凝土中和被酸雨污染的湖泊和溪流里过多的酸性物质获得成功。荷兰环境保护部门用直升飞机喷撒白垩和磷酸盐，以中和酸化了的荷兰南部森林地区。荷兰科学家把真菌注入树木，使之在寄主植物根部形成一个保护体，并增加对某些维生素的吸收量，增加了树木对酸雨的抵抗力。