

酸雨的成因与利弊

D.V.布伯立克

酸雨的成因 降水，包括所有从大气降达地面的水的微粒，不管是固态的还是液态的。未污染天然雨已经略带酸性，PH值为5.6。当降水的PH值低于5.6时，就被称之为酸雨。一般来说大气中固态颗粒通常是碱性的，趋向于引起PH值升高，而排放出的氧化硫和氧化氮氧化后形成成的硫酸和硝酸则使PH降低。酸性降水在地面沉积时，就会改变土壤和地表水的组分并对生态系统中的本土植物和动物产生有害的影响。此外，会加速人们对酸雨的沉积带来的变化认识还是远远不够的，但是，整理了越来越多的数据后，人们一致认为这些影响总的说来对环境是有害的，并且有些还受害非常严重。

最近进行的更广泛的观察清楚地表明

正在下酸雨，但也有一些研究人员认为从操作时间长短不一，取样方式亦有时不同的取样网所得的复合数据不足以确定这一时期的酸性变化趋势。尽管这种看法可能只代表了科学界的少数派观点，但对这个问题作出结论需要进行长期频繁的观察，同时要求使用一致的取样步骤和分析步骤。建筑物的侵蚀和其他的腐蚀作用。

酸源 污染物的释放，测定它们的转换速率，算出它们的移动速率，估价某个污染源对一个已知或待查的环境变化的影响是必须采取的步骤。

SO_x和NO_x的自然源 为了估计从个体源或区域源人为放出的SO_x和NO_x的数量和分布，必须了解有关的背景。通常先在一体积的空气中模拟排放情况；大气

到新月是由于月球表面反射太阳光线，而剩下的月亮圆盘所以能看到是由于地球的反射率或地球反射太阳光所致。看到新月在老月亮的怀抱中的最好条件是在一系列低压中间的高压背上。低压中的雨水冲洗了大气中的杂质，高压背提供天空无云的夜空。这是长期以来用这一现象作为不稳定天气前兆的理由。

太阳能或日照（太阳辐射收入）有47%到达地球。一些用以蒸发水气。一些用以加热地面，平均加热到15℃，一些地方高一些，一些地方低一些。地球按照前已叙述的原理辐射比太阳短波要长的相应波段，因此称为长波辐射。有些穿过大气进入太空，有些被云或大气中杂质反射到

地面。一些被大气吸收又以原波长幅射。因此，云与大气起到了一种屏幕作用来回传送长波幅射，由于减少了逃逸使地球更温暖一些。比较晴天与阴天夜晚的温度就可以知道云是非常有效的屏障。

从大气再幅射到地球的总量略少于从太阳射到地球的短波幅射的两倍。因此大气效应是一个重要的因素，有时称为大气的暖房效应。草地虽亦达到暖房效果但比之大气是不够完正的。

由于长期以来地球与大气维持一定的常温，因此其收入热量与损失热量必须平衡。

赵得秀译自《World and Climate》，第二节。1974

转换及传递,实现污染物的质量平衡,然后再清除污染物。这种方法常常被称为预算编制。在 NO_x 和 SO_x 系统对自然排放过程的估算,是种特别有用的方法。尽管某些 NO_x 和 SO_x 的天然源是相当可观的,但它们是全球性分布的,而人为排放往往密集得多。在污染的城市气圈中,似乎这种污染物大部分来自人为排放源。

按照通常的观点, SO_x 的天然源包括海洋中含有硫酸盐的水雾,细菌降解有机物时产生的有机化合物,缺氧的水、土壤、火山和森林大火中硫酸盐的还原产物。自然排放的估计量现在降到大约 10^{12} 克/年,约占 SO_x 总数的55%。 SO_x 天然排放量的变化范围很大,从全球范围上看,硫循环中的天然成分和人为排放量不相上下。但在北美洲东部,人为排放量可超过 SO_x 总量的90%。

关于天然产生的 NO_x 总量的数据可靠性要差得多。全球性的 NO_x 流通量大多是依据实验测定的小规模排放因素,或依据质量平衡获得未知源的粗略估计值后外推而得。来自陆地上和水源中的天然排放的 NO_x 与人为排放量之比估计是15:1至1:1,这是因为天然源组分的估计值变化不一。天然 NO_x 排放量的全球估计表明:背景 NO_x 总量中相当可观的部分来自 NO 和 NO_2 的天然陆地源和闪电产生的 NO_x — N 。陆地系统中气体 NO_x 的主要来源是硝酸盐的化学降解产物。

人为 SO_x 和 NO_x 排放源 1977年美国 SO_x 和 NO_x 的总排放量是 $31.5 \sim 21.7 \times 10^6$ 吨,发电站的燃料是这两种污染物的主要来源。就 SO_x 而言,燃料燃烧后的产物占总数的3/4以上,放出的 NO_x 约占总数的一半。第二个重要的 SO_x 排放源是工业加工,它产生的 SO_x 量占总数的18%。就 NO_x 而言,重要性仅次于燃料燃烧的来源是运

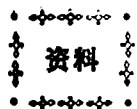
输,占 NO_x 总数的43%。运输污染中大约2/3是由于燃烧石油所致,1/3是柴油燃烧时产生的。

SO_x 和 NO_x 排放量数据表明,1960年到1970年有明显增加。在1960~1976年间,1970年的 SO_x 排放量达峰值—— 32.1×10^6 吨/年,比1940年增加了46%。在1973年的 NO_x 增加到了 25.1×10^6 吨/年,就是说比1940年增加了273%,比1960年增加了117%。交通运输、工业设施和公用事业是 NO_x 排放量增加的主要来源。

从第二次国家能源计划的能源远景规划来看,即使采用强制性控制,交通运输仍将是一个主要的 NO_x 排放源,而公用事业和工业单位会排放更多的 NO_x 和 SO_x 。有人还提出燃油源:(一)馏分石油和残余石油的燃烧产生了大量的初次硫酸盐,这些硫酸盐在炉子中生成而且不需要再经过化学反应就可参与酸雨形成。小型的民用和商业锅炉放出的初次硫酸盐比公用事业燃油锅炉放出的要浓得多。(二)燃烧残油释放出大量分裂的细碎的催化物质,如钒和碳,这些物质在大气中悬浮时可对 SO_2 转变成硫酸盐起催化作用。

因为燃煤锅炉是 SO_x 的首要排放者,所以煤的硫含量是一个重要的因素。由于反应完全,几乎所有的硫都是以 SO_2 和 SO_3^{2-} 的形式排放,很少有硫残留在煤灰中。氧气过剩水平很高时会生成硫酸盐,这也是生成 NO_x 的一个重要因素,过剩空气量下降,生成的 NO_x 随着减少。锅炉的类型对 SO_x 和 NO_x 的生成也很重要。

目前在美国东部采用的处理高含硫量的煤烟道气脱硫系统已达到了90%的脱除效率。减少 NO_x 的技术更多的是靠改变操作工艺而不是靠使用某些设备。这些方法包括将燃烧产生的蒸气冷却后喷入火锅区,降低燃烧空气预热温度,从火焰区中



城市化发展中的新趋势

本世纪初世界城市人口占10%略高一些,1940年占25%,1950年占29%,1980年占40%。城市人口平均每年增加5000多万,而农村人口仅增2500万。城市人口的增加主要是在发展中国家。

现代城市的出生率大大低于农村,而许多发达国家城市人口的出生系数低于死亡系数。欧洲城市人口出现明显的“老化”,中年以上人口比例有所提高,他们

的孩子开始减少。

农村人口向城市迁移一般都是在城市化早期阶段。非洲和亚洲的一些国家,农村人口往城市迁移(特别是往大城市,而首先是向首都)的数量已超过城市对劳动力的需求。然而,非洲和亚洲国家的城市不存在人口过剩的威胁。这些地区一些国家的城市人口不超过3—5%。东非和西非国家城市人口所占比重最低。

将热导出,降低炉子的负载,在稍微过量的空气下燃烧,分段燃烧及烟道气回流,综合利用这些工艺方法可分别使燃煤、燃油和燃烧天然气锅炉的 NO_x 量减少37%,38%和60%。

关于其它来源人们还发现大气中有氨存在也会使雪和雨的PH增高。有人提出能够以氨蒸汽在有水时与 SO_2 反应生成硫酸铵或亚硫酸铵来中和大气中的酸滴。在大气中与氮氧化物反应时,氨既是硝酸的中和剂又是硝酸的原始成分 NO_x 的助催化劑。氨可能与羟基反应生成 NO_x ,在不同的大气条件下, NO 又可被催化氧化成硝酸盐和亚硝酸盐。在总的氨排放中人为因素只占很小的比例。

美国东北部降水中的酸组成是硫酸为62%,硝酸32%,盐酸6%。盐酸的来源和形成机理至今尚未完全搞清。氯化物的天然源包括大洋的浪花,火山气体和上层大气的反应。在各种生产和加工过程中都有人为生成的氯化物和盐酸排放出来,特别是在生产、输送和液化氯气及氯化氢气体的过程中,发电设备燃烧煤时也向空中

放出了大量氯化物。

臭氧和其他光化学氧化物可能分别在 SO_x 和 NO_x 转化为硫酸盐和硝酸盐中起作用。大气中的 CO_2 通过对大气PH底值的影响可决定 SO_x 、 NO_x 、氨和氯化物对雨水酸化所起作用的大小。

在形成或中和酸性沉淀物中另一个因素是存在着天然的人为的尘埃。许多尘埃是碱性的,能和大气中的强酸发生中和反应。某些观察家甚至认为利用微尘控制装置除去飞灰也许已间接地增加了酸雨的形成。飞灰可能通过 SO_2 被金属元素催化氧化或在存在大量水时被氧化吸收,在酸雨的形成中起重要的作用。尽管许多痕量元素和微量元素已显示出催化活性,燃煤锅炉和燃油锅炉产生的五氧化二钒的活性比它们都高。 SO_x 和 NO_x 转化成比较稳定的硫酸盐和硝酸盐微粒后,在大气中的逗留时间延长了,传送更方便了,从而对酸雨问题的区域特性带来了影响。

李崇乐译自《Environmental Progress》vol.2, No.1, 1983

徐崇敬校