

# 城市大气重金属污染分析

胡星明, 王丽平, 毕建洪<sup>2</sup> (1. 合肥师范学院化学系, 安徽合肥 230061; 2. 安徽大学化学化工学院, 安徽合肥 230039)

**摘要** 总结了国内外关于城市大气重金属污染的研究现状, 详细论述了大气重金属污染元素的来源、迁移与转化过程以及造成的环境学效应, 尤其是生物有效性方面的研究成果, 同时展望了未来大气重金属污染研究的新趋势。

**关键词** 城市大气; 重金属; 大气颗粒物; 污染物

中图分类号 X513 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)01-00302-02

## Research on the Heavy Metal Pollution in City Atmosphere

HU Xing ming et al (Department of Chemistry, Hefei Teachers School, Hefei, Anhui 230061)

**Abstract** The domestic and overseas research status about heavy metal pollution in city atmosphere was summarized. The research fruits on the source, transferring and transformation courses of heavy metal pollution element in atmosphere and the caused environmental effect, especially on bioavailability were discussed in detail. Simultaneously, the new trend of future research on heavy metal pollution in atmosphere was prospected.

**Key words** City atmosphere; Heavy metal; Atmospheric particles; Pollutant

重金属一旦进入环境体系就成为永久性潜在污染物质。重金属在环境中的转化通常只涉及不同价态间的转变, 不能被微生物分解。同时, 重金属能在生物体内富集, 并通过食物链危害人类健康<sup>[1-2]</sup>。随着社会经济的快速发展和城市化的不断进行, 含有重金属的污染物通过各种途径进入城市环境, 造成城市大气、水和土壤不同程度的重金属污染<sup>[3]</sup>, 使得环境质量恶化。城市大气作为城市环境的重要部分, 频繁的交通运输、密集的工业生产和人类活动使得城市大气遭受强烈的人为干扰。因此, 探讨城市大气重金属污染的发生源、迁移、转化及其环境学效应具有十分重要的现实意义。

### 1 城市大气重金属污染源

大气重金属污染是困扰世界城市环境与发展的严重环境污染之一。其主要污染源来自工业生产、汽车尾气和汽车轮胎磨损产生的大量含重金属的有害气体和粉尘等。

工业生产如金属冶炼厂、火力发电厂以及各种化学工业产生大量含有重金属的颗粒物, 通过风的输送使得重金属物质从工厂区扩散至周围地区。在风力的运输过程中, 多数重金属物质发生化学转化, 生成毒性更强的二次污染物。这既扩大了污染范围, 又加重了危害。同时, 大气中的重金属可以通过自然沉降和雨水淋溶作用进入土壤和水体, 产生交叉污染。如, 南京某生产铬的重工业厂铬污染叠加已超过当地背景值4.4倍, 污染以车间烟囱为中心, 污染范围达1.5 km<sup>2</sup>, 最大延伸下限1.38 km<sup>[4]</sup>, 造成较为严重的环境污染。

道路交通的重金属污染源呈带状分布, 主要来自含铅汽油和汽车轮胎磨损产生的含锌、铜、铁等粉尘。近年来由于机动车尾气排放量的迅猛增加, 城市大气中以Pb、Cd、Cu、Zn为代表的重金属污染物含量急剧上升<sup>[2, 5]</sup>, 在一些重工业和发达城市地区表现尤为明显<sup>[6-7]</sup>。这些重金属物质不断地进入大气, 不可避免地造成大气重金属污染。

### 2 大气重金属的迁移与转化

迁移是空间位置的变化, 而转化则是化学形态的改变。大气重金属物质主要借助风力作用进行迁移, 干湿沉降作用使得重金属物质进入土壤和水体中<sup>[8]</sup>, 并且通过生物食物链

的传递与富集作用危害人类健康<sup>[1-2]</sup>。大气重金属是向生态系统中输入与富集重金属最重要的外源因子之一。陈甫华等探讨了大气重金属在大气和天然湖水表面间的迁移, 指出基于不同的大气重金属沉降速率, 通过分析大气重金属向水体表层迁移的滞留时间和迁移浓度估算部分重金属的气—水迁移通量<sup>[9]</sup>。吕玄文研究指出, 大气颗粒物中Cu、Pb、Zn在不同的化学条件下能够产生明显的迁移变化<sup>[10]</sup>。在模拟酸雨和湖水2种浸泡的条件下, 不同重金属的可交换态、铁锰氧化结合态、有机化合态、溶解态和残渣态的含量会发生明显的迁移改变, 表明在不同的氧化还原条件下重金属的化学形态可发生转化。谢华林也指出, 不同粒径的大气颗粒物中重金属的形态分布不同, 在环境中的交换迁移性较大, 而且通过化学反应彼此转化<sup>[11]</sup>。在人口密集的城市地区, 了解大气重金属含量和化学形态分布、转化情况, 有利于深入探讨大气重金属污染对城市水源、大气质量和生物的综合影响。

### 3 城市大气重金属污染物的环境学效应

重金属具有不同的化学活性和生物效应, 其毒害程度首先取决于元素的化学活性, 其次才是含量<sup>[12]</sup>。进入环境中的重金属物质能够产生一系列的环境学效应, 作用于环境非生物体系和环境生物体系。

**3.1 非生物体系中大气重金属污染物的催化作用** 重金属污染物进入大气, 成为大气气溶胶系统中的重要组分, 本身可以发生一系列连续的化学转化作用, 同时还能够催化氧化众多化学物质。如, 大气中的Fe<sup>3+</sup>和Mn<sup>2+</sup>催化氧化酸性气体SO<sub>2</sub>, 使得大气中的强酸性物质浓度增加<sup>[13]</sup>。一些重金属还能够催化大气有机物的光化学反应, 产生次生大气污染物, 同时影响大气污染物的转化过程。

**3.2 生物体系中大气重金属污染物与生物响应** 城市大气中的重金属通过呼吸作用和皮肤吸收进入人体, 从而直接影响人体健康, 还可以通过污染食物、水体和大气而影响城市环境质量。迄今国内外已有学者对城市大气重金属污染对人体、动植物生理生态等方面的影响做了一定的研究。

在不同的区域, 大气中有毒重金属含量的变化与人类某些疾病有着一定的关系。龙潭等研究发现, 大气中重金属含量的增加可导致高血压、心脏病发病率的上升<sup>[14]</sup>。吴涛等指出, 燃烧石油和煤炭使得环境中钒的含量增加, 钒含量的

基金项目 安徽省自然科学基金资助项目(KJ2007B168)。

作者简介 胡星明(1980-), 男, 安徽巢湖人, 硕士, 讲师, 从事环境污染监测与治理方面的研究。

收稿日期 2007-08-07

增加与某些癌症的死亡率有着相关性<sup>[15]</sup>。大气颗粒物越小,则越能携带更多污染物。大气悬浮颗粒物中的PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>可以通过呼吸系统进入人体肺部组织,尤其是PM<sub>2.5</sub>。它不但含有较多的重金属污染物,而且含有多种致癌的持久性有机污染物。它与重金属物质的协同作用可以产生很强的协同毒理作用<sup>[16-17]</sup>,危害人体健康。这一方面的探索已逐渐成为大气重金属污染物催化与协同作用的研究热点。

植物对大气中重金属污染物有吸收和富集作用,但重金属污染物超过一定阈值就会导致植物毒害或死亡。利用敏感植物,可以监测或分析大气污染情况。已有不少学者利用植物的这一生物特性来分析城市大气重金属的污染情况。张朝晖等利用低等植物苔藓和地衣来分析大气中重金属污染情况,研究表明植物对城市大气中的重金属污染物的吸收常与大气气溶胶中其他污染物有一定的关联性<sup>[18]</sup>。赵承易等研究指出,植物吸收大气重金属的量与大气硫元素含量有着正相关性,推测气溶胶系统中一定含量的硫有利于植物对大气重金属的吸收<sup>[19]</sup>。庄树宏探讨了在城市不同功能区绿色植物对重金属的富集表现出一定的区域特征<sup>[2]</sup>。这是城市大气重金属污染的空间特征在植物生理生态方面的直接体现。

#### 4 展望

目前,虽然在大气重金属的来源、化学特征、迁移与转化及其生物有效性方面取得了一定的成果,但仍然有较多的问题需要深入研究。如,大气重金属的环境影响评价研究有待加强;重金属在环境中的迁移和转化对生物有机体的生理生态的影响,尤其是大气重金属污染的综合治理亟待改善和提高。

#### 参考文献

[1] 李书鼎. 土壤植物系统重金属长期行为的研究[J]. 环境科学学报,

2000,20(1):76-80.

- [2] 庄树宏,王克明. 城市大气重金属Pb、Cd、Cu、Zn污染及其在植物中的富集[J]. 烟台大学学报:自然科学与工程版,2000,13(1):31-37.
- [3] ANTHONY C. Methyl-mercury contamination and emission to the atmosphere from soil amended with municipal sewage sludge[J]. *Journal of Environmental Quality*,1997,26(6):1650-1654.
- [4] 张辉. 南京某合金厂土壤铬污染研究[J]. 中国环境科学,1997,17(2):80-82.
- [5] OGUNSOLO O J, OLUWOLE A F, ASUBIJO O I, et al. Traffic pollution: Preliminary elemental characterization of roadside dust in Lagos, Nigeria[J]. *The Science of The Total Environment*,1994,146:175-184.
- [6] 范晔. 天津市城市空气中Pb的污染[J]. 北京师范大学学报:自然科学版,2000,36(6):281-283.
- [7] 鲁敏,王胜永,杨秀平,等. 园林植物对大气铅、镉污染物吸滞能力的比较[J]. 山东建筑工程学院学报,2003,18(2):39-41.
- [8] 罗莹华,梁凯,刘明,等. 大气颗粒物重金属环境地球化学研究进展[J]. 广东微量元素科学,2006,13(2):1-6.
- [9] 陈甫华,杨可莲,刘伟. 大气重金属在天然湖水表面微层的迁移研究[J]. 南开大学学报:自然科学版,1999,32(1):119-123.
- [10] 吕玄文,陈春瑜,党志,等. 大气颗粒物中重金属的形态分析与迁移[J]. 华南理工大学学报,2005,33(1):75-78.
- [11] 谢华林,张萍,贺惠,等. 大气颗粒物中重金属元素在不同粒径上的形态分布[J]. 环境工程,2002,20(6):55-57.
- [12] 钱嫦萍,陈振楼,毕春娟,等. 潮滩沉积物重金属生物地球化学研究进展[J]. 环境科学研究,2002,15(2):49-51.
- [13] 戴树桂. 环境化学[M]. 北京:高等教育出版社,1995:60-61.
- [14] 龙潭,孙波玲,聂文信. 关于悬浮于大气中有毒金属的研究[J]. 国外医学:医学地理分册,2002,23(2):94-96.
- [15] 吴涛,兰昌云. 环境中的钒及其对人体健康的影响[J]. 广东微量元素,2004,11(1):11-15.
- [16] HOU X M, ZHUANG G S. Characterisation and source of polycyclic aromatic hydrocarbons and fatty acids in PM<sub>2.5</sub> aerosols in dust seasons in China[J]. *Atmospheric Environment*,2006,40:3251-3262.
- [17] TAN J H, B X H, DUAN J C, et al. Seasonal variation of particulate polycyclic aromatic hydrocarbons associated with PM<sub>10</sub> in Guangzhou, China[J]. *Atmospheric Research*,2006,80:250-262.
- [18] 张朝晖,邵晶,柴之芳,等. 利用苔藓和地衣作为生物监测器对大气降尘中重金属污染物质的研究[J]. 核技术,2001,24(9):776-778.
- [19] 李维超,季海冰,戚琦,等. 北京交通干道旁杨树叶中重金属和硫的测定及大气污染状况的研究[J]. 北京师范大学学报:自然科学版,2001,37(6):795-799.

(上接第292页)

旅游的开发同样要以市场为导向,以资源为基础,以产品为核心,以效益为目标。因此,新型红色旅游开发就是一个多种资源复合型的开发过程,采取了主题性开发与综合性开发紧密结合的形式,深入分析自然红色和人文红色两类旅游资源的内在历史延续性特征、地缘性特征与人缘性特征,对它们进行整合,有的可以连成片,有的可以连成线,相互补充,相得益彰,增强吸引力,提高市场竞争力,发挥整体效应,推出主题突出、内涵丰富、富于变化的综合性新型红色

旅游产品,是一种行之有效的开发模式。总之,以多种资源复合的新型红色旅游开发就是要整合资源、整合市场、整合资金人力,立足实际,用大旅游、大开发的开放型思维开创旅游资源相互组合、旅游产品相互配套的新型红色旅游开发的大好局面。

#### 参考文献

- [1] 李明山,霍英东. 提出“红三角经济圈”新概念[J]. 韶关学院学报:社会科学版,2002,23(11):109.
- [2] 薛武. 甘肃发展红色旅游SWOT分析与对策[J]. 甘肃农业,2006(2):114-115.
- [3] 吴必虎. 区域旅游规划原理[M]. 北京:中国旅游出版社,2001.