

大气降尘中重金属污染及潜在生态危害评价方法探析

陈 诚¹ 胡莎莎²

1 安徽睿晟环境科技有限公司, 安徽 合肥 230000

2 安徽皖欣环境科技有限公司, 安徽 合肥 230000

[摘要] 大气降尘的重金属污染问题日益受到关注, 重金属在大气降尘中的形态特征、迁移规律、存在时间和生物附着能力均与重金属的物理化学形态有关, 同时与化学活性相关, 但是关于这类重金属及其潜在危害的评价方法较少。针对这一问题, 文章首先分析了大气降尘重污染的研究现状, 提出了单因子提取法和连续提取法, 然后总结了目前大气降尘重金属污染的生态评价主要方法, 以及这些方法的适用性和局限性, 为相关研究提供了一定参考。

[关键词] 重金属; 污染; 生态危害; 大气降尘

DOI: 10.33142/sca.v2i7.1099

中图分类号: X820.4

文献标识码: A

Analysis of Heavy Metal Pollution and Potential Ecological Hazard Assessment Methods in Atmospheric Dustfall

CHEN Cheng¹, HU Shasha²

1 Anhui Ruisheng Environmental Technology Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230000, China

2 Wanxin Huanjing Technology Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230000, China

Abstract: The heavy metal pollution in atmospheric dust has been paid more and more attention. The morphological characteristics, migration rules, existence time and bioadhesion ability of heavy metals in atmospheric dust are related to the physicochemical speciation of heavy metals and their chemical activities, but there are few methods to evaluate these heavy metals and their potential hazards. In view of this problem, this paper firstly analyzes the research status of heavy pollution caused by atmospheric dustfall. In order to solve this problem, this paper first analyzes the current research situation of heavy dust pollution, proposes single factor extraction method and continuous extraction method, and then summarizes the main ecological evaluation methods of heavy metal pollution in atmospheric dust, as well as the applicability and limitations of these methods, which provides some reference for related research.

Keywords: heavy metals; pollution; ecological hazards; atmospheric dustfall

大气降尘一般由人类生活和工业生产活动排放、以及地表风力作用所带动地表粉尘飞入空气中, 并降落至地面的大气颗粒物。大气降尘目前被归入有害物质一类, 同时粉尘对其他有害物质还起到载体作用, 例如空气中的重金属离子, 其不可以被分解, 在生物体内无法排除, 长期吸入重金属粉尘对身体健康和城市环境造成极大危害。相关的研究成果表明, 吸入重金属粉尘对人和动物造成较为恶劣的影响^[1], 例如六价铬长期在体内蓄积后能够产生致癌物质, 具有强破坏性和易吸收性。针对重金属粉尘污染物的这些特点, 本文首先依据 Tess 分布连续提取法和 BRC 连续提取法, 将形态分析应用于翻译人和自然的作用于大气降尘直接的规模和关系, 反应了重金属污染的生物特性, 形态分析中重点分析了单因子提取法和连续提取法的关键作用。然后, 针对重金属降尘的生态风险问题, 本文将地累积指数法和 Hakan 潜在生态风险评价法进行了剖析, 提出了针对性的问题。

1 大气降尘的形态特性

1.1 大气降尘重金属污染现状

重金属在大气降尘中的形态特征、迁移规律、存在时间和生物附着能力绝大多数与重金属的形态有关, 同时还取决于金属元素、化学活性等, 这种影响备受关注, 目前是国内外相关研究课题的关注重点^[2]。现阶段的研究成果中, 大多数学者的研究集中在大气内金属降尘的总量测定, 因为污染物总量的变化规律基本上能够反映该地区的大气污染水平, 但是无法对大气降尘中的金属特性、分布和毒性做到量化分析。重金属具有各种各样的物理和化学特性, 目前对于研究大气降尘中的金属形态具有重要意义。

1.2 形态分析方法简介

1.2.1 单因子提取法

单因子提取法目前在国内并没有较为成熟的研究成果。部分研究机构在进行大气降尘研究过程中利用土壤的背景值作为参考来对大气降尘的金属含量标准值进行定量化分析。本文以开封市的土壤金属元素背景值作为评价标准,将开封市划分为三个主要功能区,将其潜在的生态风险进行综合评价,以单因子提取法,调查开封市城区重金属的异常值,尤其是明显高于正常值的评价。研究发现,单因子提取法适用于直接溶解的某特定重金属形态,例如可迁移形态、可利用形态和水溶解形态等。

1.2.2 连续提取法

连续提取法相比单因子提取法,其评价方法的最大优势在于评价范围广,评价内容全面,该方法基于不同金属元素的化学性质差异利用萃取剂提取环境中的各个重金属,进而分析其含量。这是因为,大气层中的金属元素具有不同的物理和化学形态,根据其选择性和专一性的不同,将不同的提取剂进行运用,可以得到结合强度由强到弱的顺序提取分离方式。本文就目前应用最为广泛的 Tessier 五步提取法和 BCR 连续提取法进行分析。

(1) Tessier 五步连续提取法

Tessier 法是由 Tessier 等人提出的一种土壤重金属提取方法,该方法将金属的形态划分为五种,分别为金属可交换形态、碳酸盐结合形态;铁或者锰结合形态、有机质及硫化物形态以及残余晶体形态^[3]。这种提取方法适用于各种不同的环境条件,对于大气中重金属的迁移规律,可以进行判断和分析其危害性。例如, S. Charlesworth 首先采用了五步提取方法将法国里昂市的城镇接到降尘的重金属分布情况进行了生物有效性分析,发现该地区重金属危害性排列为 $Pb > Cd > Zn > Cu$; 李晓东在香港城市内利用五步提取法进行了提取分析,发现粉尘中的铜元素大多附着在有机物中;何选华等将石墨原子吸收光度法应用于五步提取中,用于测定土壤中和大气尘土中的重金属物质铜、锌、铅等元素的含量对比。通过大量文献研究发现,铜、铈和铅元素均在大气降尘中有不同形式的富集,同时在人体内和土壤中的规律基本一致。从目前的的研究成果来看, Tessier 五步连续提取法经过多年的发展和应用,已经拥有了相当广泛的科研基础支撑。

(2) BCR 连续提取法

Tessier 等人提出的单因素提取法和五步连续提取法被环境学家和土壤学家广泛用于分析土壤、大气粉尘、水体沉积物重金属污染、迁移和生物颗粒,并取得了一定的研究成果。不同提取剂和不同分析方法得到的重金属元素结果难以比较,在国际土壤环境中没有一种提取方法能被学者们普遍接受。

2 大气降尘中重金属生态风险评价

2.1 生态风险评价研究进展

生态风险评价源于上个世纪七十年代,该评价方法首先诞生于美国,其目的是用于保护黄石国家森林公园而提出,后来被学者不断改良和创新,形成了一套完整的风险评价方法。这种风险评价方法是用于评估单一或不同外界因素在发生发展过程中可能的破坏生态的事件。二十世纪九十年代开始,欧洲科学家开始提出生态风险的最终受益人不是人类,而是整个地球及其生命系统。我国的风险明显理论与实践的研究始于 21 世纪初,由于我国的工业化进程导致了大量生态问题病害,是危险性较大的大气污染始终无法解决,最开始我国学者将研究经历集中在生态风险评价与危险化学品研究方面,在石油化工、地球物理勘探、燃料加工等方面均取得了较好的成果。但是目前关于生态风险评估与生态环境评价的结合,这类研究成果较为稀少,大多集中在现象描述阶段。

2.2 生态风险评价方法

当前阶段,有关城市大气降尘及重金属潜在危害的评估分析方法,还处在试验和模拟评估阶段,大部分的研究方法基于沉积土壤的重金属污染评价,例如地累积指数法、回归量化分析法和潜在生态危害指数法等^[5,6]。潜在生态危害法应用最为广泛,是最早提出的一类研究方法(于 1970 年末由瑞士科学家汉森提出),这种方法基于地质沉积学理论,总结出来的土壤或者表层覆盖层的重金属污染分级评价方法。相较于另外两种评价方法,潜在生态危险评估发将重金属的毒性水平及其敏感度进行了量化分级,从而获取了这类型重金属的毒性机理以及生态效应,将毒理学与环境自然

规律结合成一个整体, 具有可比性和等价属性指标分级的优点。

(1) 地积累指数法

地积累指数法最早的提出是在德国汉堡大学, 该学校地质学院的教授穆勒于上个世纪六七十年代在研究沉积地层的元素迁移过程总所总结的一种方法, 这是一种研究水环境沉积作用的最经典的评价方法。该方法用来表征沉积特征、岩石地质及其它相关联的影响, 在过往评价的过程中, 除了考虑人为污染因素、环境地球化学背景值外, 自然成岩作用引起背景值变动的因素往往被研究者忽视了。然而地累积指数法充分考虑到了此项因素, 因而弥补了其它评价方法的不足目前在水文、地质和土壤学中得到了广泛应用和评价。

(2) 潜在生态风险指数法

生态危害指数法由瑞典科学家汉森依据重金属的特点而提出, 这种定量化的计算方法可以用于土壤和大气降尘中的重金属危害评价^[7]。潜在生态危害指数以以下四个条件为基础:

含量条件: 表层沉积物的金属浓度。RI 值应随表层金属污染程度的加重而增大。

数量条件: 金属污染物的种类数。受多种金属污染的沉积物的 RI 值应高于只受少数几种金属污染的沉积物的 RI 值。

毒性条件: 金属的毒性水平。毒性条件是根据“丰度原则”来区分各种污染物, 由于重金属的沉积作用及对固体的亲合作用使得毒性和稀有性之间存在着一种比例关系。毒性高的金属应比毒性低的金属对 RI 值有较大贡献。

敏感性条件: 水体对金属污染的敏感性。对金属污染敏感性大的水体应比敏感性小的水体有较高的 RI 值。

3 结论与建议

大气降尘中的重金属污染是目前全国范围内的重要研究课题, 研究重金属的形态特征、迁移规律和毒性, 对于人及其大自然环境的安全直观重要。目前关于大气降尘中的研究成果依然不够系统和科学, 本文对降尘中的金属分布形态以及提取方法首先做了简要介绍, 然后就降尘中的重金属潜在危害评估方法进行了分析。希望在今后的研究过程中更加注重完善生态风险评价体系, 为大气降尘重金属污染方面的研究提供坚实的基础理论支撑。

[参考文献]

- [1] 纪婷婷. 大气降尘中重金属污染源解析研究[J]. 化工管理, 2019(01): 86-87.
- [2] 倪玮怡. 上海市郊土壤—蔬菜系统中重金属来源及贡献研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2016.
- [3] 张国忠. 华北地区大气干湿沉降及其对农田土壤的影响研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2015.
- [4] 刘超. 攀枝花矿区环境重金属分布特征及铜同位素示踪技术[D]. 成都: 成都理工大学, 2018.
- [5] 王佳. 大气降尘中重金属的时空分布及其对土壤和蔬菜的影响研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2018.
- [6] Soheil Sobhanardakani. Human health risk assessment of potentially toxic heavy metals in the atmospheric dust of city of Hamedan, west of Iran[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2018, 25(28).
- [7] 戴青云, 贺前锋, 刘代欢, 黄放, 朱维. 大气沉降重金属污染特征及生态风险研究进展[J]. 环境科学与技术, 2018(03): 56-64.

作者简介: 陈诚 (1986-), 毕业学校: 安徽农业大学资源与环境学院; 现就职于安徽睿晟环境科技有限公司高级技术人员。