

也可从本研究中纤维状微塑料均为 PA 型得到佐证。此外, Taghipour 等的研究指出, 塑料微珠是自来水中微塑料的重要来源, 而 PA 和 PS 均为塑料微珠的常见制备原料, 因此塑料微珠也可能是本研究区自来水中微塑料的来源之一。

3.3 风险评估

本研究所用的 DWI、BW 数据均取自《中国人群暴露参数手册》, 其中 DWI 采用手册中宁夏居民全年日均总饮用水摄入量的 50 百分位数值, 未成年人 (<18 岁) 相关数据则取各年龄段的均值。基于上述参数, 结合研究区自来水样品中微塑料的平均丰度计算可得: 成年人的 EDI 为 6.220 item/kg/day, 未成年人为 5.813 item/kg/day; 对应的 EAI 中, 成年人达 2270.30 item/kg/year, 未成年人为 2121.75 item/kg/year。

4 结论

本研究通过对宁夏吴忠市柳泉乡永泉村自来水的系统调查, 首次揭示了该微观案例区域自来水中微塑料污染的总体特征与人群暴露风险。研究结果显示, 当地自来水样品中微塑料的检出率为 30%, 平均丰度为 200.0 ± 358.3 items/L, 且不同采样点间的污染水平差异极大, 呈现出显著的空间异质性。结合所有采样点源自同一集中供水水厂这一背景, 高达 70% 的未检出率和点位间巨大的丰度差异强烈表明, 污染并非源于水源或水厂处理过程, 而很可能发生在入户管网这一局部环节。在形态特征上, 检出的微塑料以粒径小于 $100 \mu\text{m}$ 的碎片为主, 颜色集中于黄色和白色。拉曼分析分析结果表明, 微塑料的主要成分为 ABS、PA 和 PS, 其中 ABS 作为给排水管道常用材料, 与“局部管网污染”的推断高度吻合; PA 和 PS 则可能与纺织品洗涤废水输入以及塑料微珠残留等途径有关。基于《中国人群暴露参数手册》中的宁夏相关数据进行的风险评估表明, 研究区域内成年居民与未成年居民通过饮水摄入的 EDI 分别为 6.220 items/kg/day 和 5.813 items/kg/day。

参考文献

[1] Shi R, Liu W, Lian Y, et al. Phytotoxicity of polystyrene,

polyethylene and polypropylene microplastics on tomato (*Lycopersicon esculentum* L.)[J]. *Journal of Environmental Management*, 2022, 317: 115441.

- [2] 李湘湘, 文少白, 张军. 饮用水中微塑料的赋存特征及风险评估研究进展[J]. *环境化学*, 2025, 44(04): 1310-1319.
- [3] Huang D, Tao J, Cheng M, et al. Microplastics and nanoplastics in the environment: Macroscopic transport and effects on creatures[J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2021, 407: 124399.
- [4] Dąbrowska A, Mielańczuk M, Syczewski M. The Raman spectroscopy and SEM/EDS investigation of the primary sources of microplastics from cosmetics available in Poland[J]. *Chemosphere*, 2022, 308: 136407.
- [5] Xia B, Sui Q, Du Y, et al. Secondary PVC microplastics are more toxic than primary PVC microplastics to *Oryzias melastigma* embryos[J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2022, 424: 127421.
- [6] Nguyen B, Claveau-Mallet D, Hernandez L M, et al. Separation and Analysis of Microplastics and Nanoplastics in Complex Environmental Samples[J]. *Accounts of Chemical Research*, 2019, 52(4): 858-866.
- [7] Ivleva N P. Chemical Analysis of Microplastics and Nanoplastics: Challenges, Advanced Methods, and Perspectives[J]. *Chemical Reviews*, 2021, 121(19): 11886-11936.
- [8] Sharma S, Basu S, Shetti N P, et al. Microplastics in the environment: Occurrence, perils, and eradication[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2021, 408: 127317.
- [9] Allen D, Allen S, Abbasi S, et al. Microplastics and nanoplastics in the marine-atmosphere environment[J]. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2022, 3(6): 393-405.
- [10] Erni-Cassola G, Dolf R, Burkhardt-Holm P. Microplastics in the Water Column of the Rhine River Near Basel: 22 Months of Sampling[J]. *Environmental Science & Technology*, 2024, 58(12): 5491-5499.

Landfilling of Urban Domestic Waste and Environmental Impact Assessment: A Case Study of Kunming City, Yunnan Province

Huifang Su

Yunnan Century Environmental Protection Science Research Institute Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

With the acceleration of urbanization, municipal solid waste management has become a critical issue in urban governance. Taking Kunming City as a case study, this paper investigates the environmental impacts of municipal solid waste landfilling and evaluates corresponding assessment methodologies. It provides an overview of current domestic and international practices in waste management, with particular focus on challenges faced by Kunming in waste disposal. The study analyzes potential pollution and ecological damage caused by landfill operations to soil, water resources, atmosphere, and ecosystems. Through case analysis of the Kunming Municipal Solid Waste Sanitary Landfill Project, the paper explores environmental impact assessment approaches and practical implementation strategies. It discusses the importance of household waste sorting in Kunming, examines current implementation status, and proposes measures to alleviate landfill environmental pressures through waste classification. A comprehensive environmental impact assessment model is constructed, accompanied by policy recommendations and improvement measures aimed at promoting sustainable waste management in Kunming. This research not only offers strategic references for waste management in Kunming but also provides valuable insights for other cities facing similar environmental challenges.

Keywords

municipal solid waste treatment; environmental impact assessment; Kunming City; waste sorting; sustainable development

城市生活垃圾填埋与环境影响评估——以云南昆明市为例

苏慧芳

云南新世纪环境保护科学研究院有限公司, 中国·云南 昆明 650000

摘要

随着城市化进程的加速, 城市生活垃圾的处理成为城市管理中的重要问题。本文以昆明市为例, 研究了城市生活垃圾填埋的环境影响及其评估方法。概述了国内外城市生活垃圾处理的现状, 特别是昆明市在垃圾处理方面所面临的挑战。分析了垃圾填埋可能对土壤、水资源、大气和生态系统造成的污染和破坏。通过对昆明市生活垃圾卫生填埋场建设项目的案例分析, 探讨了环境影响评价的方法和实践。讨论了居民生活垃圾分类的重要性及其在昆明市的实施现状, 以及如何通过垃圾分类来减轻垃圾填埋的环境压力。构建了一个环境影响评估模型, 并提出了相应的政策建议和改进措施, 旨在促进昆明市垃圾处理的可持续发展。本文的研究不仅为昆明市提供了垃圾处理的策略参考, 也为其他城市在类似环境下的垃圾管理提供了借鉴。

关键词

城市生活垃圾处理; 环境影响评估; 昆明市; 垃圾分类; 可持续发展

1 引言

1.1 研究背景

随着全球城市化进程的加速, 城市人口激增, 随之而来的是日益严重的城市生活垃圾问题。特别是在西部地区的重要城市——昆明市, 这一问题尤为突出。近年来, 昆明市在经济快速发展的同时, 城市生活垃圾的产生量也在持续增加, 这对城市的环境保护和生态平衡构成了严峻挑战。传统

的垃圾处理方式, 如填埋和焚烧, 虽然在一定程度上缓解了垃圾处理的压力, 但同时也带来了一系列环境问题, 如土壤污染、地下水污染、大气污染等。在此背景下, 对昆明市城市生活垃圾处理现状进行深入研究, 探索更加环保、高效的垃圾处理方式, 对于改善城市环境质量、推动城市可持续发展具有重要意义。本研究旨在通过分析昆明市城市生活垃圾处理的现状、问题及成因, 探讨垃圾处理的环境影响, 以及如何通过环境影响评估来优化垃圾处理策略, 为昆明市乃至其他城市提供参考和借鉴。研究希望能够为城市生活垃圾处理提供科学依据, 促进垃圾处理方式的优化和改进, 实现环

【作者简介】苏慧芳(1990—)女, 白族, 中国云南大理人, 本科, 中级职称, 从事生态环境治理研究。

境保护与城市发展的协调统一。

1.2 研究目的与意义

本研究旨在深入分析和评估昆明市城市生活垃圾填埋的环境影响，探讨其对当地土壤、水体、大气环境质量以及生态系统的潜在影响。通过系统地研究昆明市生活垃圾填埋的现状，识别填埋场运营过程中可能产生的环境问题，并评估这些问题对周边环境和居民健康的影响，本研究将为制定有效的环境管理和政策提供科学依据。探索居民垃圾分类对减轻填埋压力和环境影响的作用，以及如何通过垃圾分类提高资源回收利用率，促进昆明市垃圾处理的可持续发展。

通过研究，可以提高公众对垃圾处理和环境保护重要性的认识，促进居民参与垃圾分类和减量活动，共同改善城市环境。为昆明市生态文明建设提供科学依据，推动构建绿色、循环、低碳的城市发展模式。

2 生活垃圾处理现状

2.1 国内外城市生活垃圾处理现状

国际上，许多发达国家已经建立了较为完善的垃圾处理体系，包括分类回收、生物降解、焚烧发电和卫生填埋等多种方式。瑞典和瑞士等国通过高效的回收系统和焚烧发电技术，实现了垃圾的资源化和能源化利用。即便在这些国家，垃圾处理仍然面临着成本高、环境影响和公众接受度等问题。相比之下，发展中国家由于基础设施不足、资金限制和技术水平较低，垃圾处理问题更为严峻。许多城市仍然依赖传统的填埋方式，这种方式虽然成本较低，但长期来看，存在土壤和水源污染、温室气体排放等环境风险。随着城市化进程的加快，一些城市开始探索垃圾分类和资源回收的新模式，但由于公众意识不足、政策执行力度不够，效果并不理想。

2.2 昆明市生活垃圾处理现状

目前，昆明市的垃圾处理方式主要包括填埋、焚烧和部分分类回收。由于垃圾分类推广不力，回收效率不高，大部分垃圾最终仍以填埋方式处理。昆明市的垃圾填埋场面临着容量不足、环境污染和运营管理等问题。尽管昆明市政府已经意识到垃圾处理的重要性，并开始推行垃圾分类政策，但由于缺乏有效的激励机制和公众参与度不高，垃圾分类的实施效果并不理想。昆明市的垃圾焚烧处理能力有限，且焚烧过程中可能产生的二噁英等污染物也引起了公众的关注。如何平衡垃圾处理的效率、成本和环境影响，成为昆明市亟需解决的问题。昆明市在垃圾处理方面也进行了一些探索和尝试，例如建设垃圾焚烧发电厂，推广生物降解技术等。但这些措施在实施过程中仍面临着技术和管理上的挑战。昆明市需要借鉴国内外的成功经验，结合本地实际情况，制定更为科学合理的垃圾处理策略，以实现垃圾处理的可持续发展。

3 昆明市生活垃圾填埋的环境影响

3.1 土壤污染

昆明市作为中国西南地区的重要城市，其生活垃圾处理方式主要依赖填埋。填埋场的不当管理可能导致严重的土壤污染问题。生活垃圾在分解过程中会产生大量有机物质，这些物质在微生物作用下转化为腐殖质，同时释放出氮、磷等营养物质。如果这些物质过量积累，会改变土壤的肥力和结构，影响土壤的自然生态平衡。垃圾中的塑料、纸张、金属等不易降解物质长期积累，会破坏土壤的透气性和水分保持能力，进一步加剧土壤质量的退化。更为严重的是，生活垃圾中的有害化学物质，如重金属、持久性有机污染物（POPs）等，预防和控制土壤污染的发生是昆明市垃圾处理中亟需关注的问题。

3.2 水资源污染

昆明市的生活垃圾填埋场在运营过程中，渗滤液的产生是不可避免的。渗滤液中含有大量的有机物质、氨氮、重金属和病原微生物，如果不经过严格的处理，这些污染物会通过地表径流或地下渗透进入水体，对水资源造成严重污染。渗滤液中的氮、磷等营养物质进入水体后，会引起水体富营养化，导致藻类大量繁殖，消耗水中的溶解氧，形成缺氧甚至无氧的环境，对水生生物造成致命打击。重金属等有毒物质在水体中的积累，会通过生物放大作用，最终影响到人类的食品安全。加强对填埋场周边水体的监测，及时发现和处理污染问题，保障水资源的安全和可持续利用。

3.3 大气污染

昆明市的生活垃圾填埋场在运营过程中，除了对土壤和水资源造成潜在威胁外，还可能对大气环境产生不利影响。垃圾分解过程中产生的有机物质，在微生物的作用下会产生甲烷、硫化氢等气体。这些气体不仅具有温室效应，加剧全球气候变化，而且在一定条件下，如甲烷的爆炸性，还可能对周边环境安全构成威胁。长期暴露在这些恶臭气体中，可能会增加呼吸道疾病的风险，影响居民的生活质量。昆明市在垃圾填埋场的规划和管理中，需要采取有效的措施来控制 and 减少这些气体的排放，如加强填埋场的覆盖和密封，采用生物滤池等技术处理恶臭气体，以及加强填埋场周边的绿化和植被建设，以提高空气质量。

3.4 生态系统破坏

生活垃圾填埋对生态系统的影响是多方面的。填埋场的选址往往占用了大量土地资源，这些土地原本可能是农田、林地或其他自然生态系统，填埋场的建设改变了土地的使用性质，破坏了原有的生态结构和功能。垃圾填埋场的建设和运营过程中，可能会对周边的野生动植物栖息地造成干扰和破坏。生态系统的破坏不仅影响了生物多样性，还可能对生态系统的服务功能产生负面影响，如水源涵养、土壤保持、气候调节等。