

包头市再悬浮灰尘中重金属的污染及生态健康风险研究

王振泽、卢新卫、王凌青

陕西师范大学、中国科学院地理科学与资源研究所

摘要：随着社会现代化的飞速发展，重金属污染已成为一个亟待解决的关键问题。这一问题在工业城市表现尤为突出。为了探讨人类活动对工业城市环境质量的影响，本研究系统地分析了华北地区典型中等工业城市包头市再悬浮地表灰尘（RSD， $<100\mu\text{m}$ ）中 Ba、Co、Cr、Cu、Mn、Ni、Pb 和 Zn 等 8 种重金属（HMs）的含量、污染水平、空间差异、环境生态风险和人类健康风险。研究结果显示，包头市 RSD 中，除了 Ni 以外的其它 7 种 HMs 的平均含量均超过其当地土壤背景值。所有 HM 都呈现出明显的空间差异。污染评估中富集因子（EF）结果表明，Co、Cr 和 Pb 在 RSD 中存在明显的富集，是主要的污染元素。内梅罗综合富集因子（NIEF）结果显示包头市再悬浮灰尘中 HMs 的富集程度非常高，包头市 RSD 综合污染程度较为严重。通过聚类分析（CA）和相关性分析（CCA）定性解析，正矩阵分解模型（PMF）定量解析源贡献，确定了三个污染源（包括建筑、工业排放和交通活动）为 RSD 中重金属的主要来源，分别占总来源的 25.9%、32.5%和 41.6%。概率健康风险评估结果显示，再悬浮灰尘中重金属对当地三类人群（儿童、成年女性和成年男性）的致癌风险以及对儿童的非致癌风险不可忽视。本研究最终确定了 Co 和 Cr 为 8 种重金属中的优控元素，工业源和建筑源为研究区域的优先控制污染源。研究的结果可为包头市当地环境部门制定环保政策提供理论参考，为改善包括包头市在内的工业城市的环境问题提供一定的科学依据。

关键词：再悬浮灰尘；重金属；正矩阵分解模型；生态风险；健康风险