

盐城滨海滩涂表层沉积物重金属生态风险评价

王俊杰^{1,2}, 黄阳¹, 黄雪^{1,3}, 左平^{1,2}, 赵善道¹, 邹欣庆^{1,2}

(1. 南京大学 地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210093; 2. 南京大学 海岸与海岛开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210093; 3. 北京师范大学 地理学与遥感科学学院, 北京 100875)

使用 ArcGIS 软件对江苏盐城国家级珍禽自然保护区内核心区外围滩涂表层沉积物中的镉 (Cd)、铬 (Cr)、铜 (Cu)、铅 (Pb)、锌 (Zn) 及镍 (Ni) 6 种重金属含量及其分布特征进行空间插值分析, 并采用环境风险指数法 (HPERI) 和 Hakanson 潜在生态危害指数法 (ERI) 进行重金属生态风险评价, 旨在为滨海湿地生态系统健康和环境保护提供科学依据, 为滨海保护区的开发利用提出合理化建议。研究发现, Cr、Ni、Pb 的含量均高于背景值; Cu、Zn、Cd、Pb 4 种重金属含量均低于国家 I 类标准, 属 I 类沉积物; Cr 为域类沉积; 环境风险指数法表明该区域 Cr 对环境污染的影响最大, 综合环境风险由东南至西北呈现先增大、后减小、再增大的趋势; Hakanson 潜在生态危害指数法结果表明 Cd 的潜在生态危害最大, 综合潜在生态风险与环境风险指数的变化规律大致一致, 以新洋港入海口和渔业活动最密集处为最高。六种重金属的综合潜在生态危害指数 RI 值均在 40 以下, 远小于 150, 总体也属非常轻微程度的生态危害。

[全文链接](#)

作者简介

王俊杰(1990-), 女, 山东青岛人, 硕士在读, 目前主要研究方向: 海洋生态学, 海岸沉积环境。电子邮箱: thisisme616@gmail.com。

左平(1975-), 女, 山东临沂人, 博士, 副教授。主要研究方向: 滨海湿地生态系统, 尤其盐沼湿地生态系统中的生态过程研究。研究重点是以模式外来物种互花米草为例, 研究互花米草种植后对盐沼生源要素物质循环的影响。电子邮箱: zuoping@nju.edu.cn。

(排名不分先后)

专家点评 集思广益

该论文使用 Arcgis 软件对江苏盐城国家级珍禽自然保护区内核心区外围滩涂表层沉积物中的 Cd、Cr、Cu、Pb、Zn 及 Ni 六种重金属含量及其分布特征进行空间插值分析, 并采用环境风险指数法 (HPERI) 和 Hakanson 潜在生态危害指数法 (ERI) 对核心区光滩沿海一线的重金属含量进行评价, 为滨海保护区的开发利用和生态环境保护提供科学依据。

——暨卫东 (国家海洋局第三海洋研究所 研究员)

该研究针对盐城国家级珍禽自然保护区内核心区的表层沉积物进行了重金属含量、分布和生态风险评价研究, 得到了 Cd、Cr、Cu、Pb、Zn、Ni 等 6 种重金属综合潜在生态危害指数 RI 值均在 40 以下、总体属于非常轻

微程度的生态危害的认识。该研究数据较可靠、论述有据，得到的结论对该区的生态保护具有较好的参考价值。

——范德江（中国海洋大学海洋地球科学学院 教授）

本文在采样分析的基础上，应用环境风险指数法和生态危害指数法对盐城滨海滩涂表层沉积物重金属生态风险进行评价，获得较为一致的评价结果。样品分析方法规范，评价方法可行，研究结论可信，对于盐城滨海滩涂生态保护具有指导意义。

另外，“1.1 采样布置”部分中的第二段首行中，“新洋港入海口”似应为“渔民下海通道口”。可能理解有误，仅供参考。

——罗新正（烟台大学环境与材料工程学院 教授）

本文对细致的外业调查资料进行分析，结论对评价盐城滨海滩涂的重金属生态风险具有参考意义，几点建议谨供作者参考：

1、在调查滩涂沿着垂直海岸线方向布设调查断面，可以了解重金属沿着滩涂潮汐涨落方向的分布，以研究重金属在潮汐、波浪以及其他外力等作用下的迁移过程。

2、盐城滩涂是潮汐、波浪、人类排放、沉降等多种因素强烈作用的地区，尽管表层沉积物中重金属有较强的固着性，但是，在诸多强外力作用下，是容易局地强迁移特征，这也是海洋滩涂中重金属与陆地土壤中重金属移动性差异的最显著特点，对表层沉积物中重金属平行和垂直海岸线的迁移过程，对评价重金属生态风险也是有重要意义的工作。

3、本文要素是一次调查的结果，插图展示的是要素沿着调查站位的空间分布，“趋势线”是指在时间域中的要素分布，因此，在空间域中的要素不适于用“趋势线”描述。要素分布有显著的局地特征，将滩涂分成高、中、低风险区更有评价意义。

4、文中的“位置-要素浓度”插图展示的是要素沿着调查站位的空间分布，而彩图将要素值外延到调查站位以外的空间，其差值方式偏离了资料值内插值绘制分布图的原则，是不适宜的。

——石强（国家海洋局北海环境监测中心 研究员）

文中作者采用了 Hakanson 潜在生态危害指数法对研究区域表层沉积物重金属的生态风险进行了评价，但当时 Hakanson 是根据沉积物中 PCB、Hg、Cd、As、Cu、Pb、Cr 和 Zn 8 种污染物的含量对 Eri 和 ER1 值的范围进行了划分，确定了沉积物的污染等级，本文所分析的污染物数量不足 8 个（实际只有 6 个），且研究金属元素不是完全一样，不能直接采用 Hakanson 的分级限值进行评价，需要对 Hakanson 提出 Eri 和 ER1 值的范围相应进行调整才可以引用。Eri 和 ER1 值根据各污染物的毒性响应系数所占比率进行转化，确定本文研究的沉积物评价分级标准。文中直接采用 Hakanson 的分级限值进行评价得出的结论不准确。

——丰卫华（国家海洋局第二海洋研究所 工程师）

文中给出的观测点相对较少，尤其是第五段的观测点，整个断面上仅有1个点（由浅滩到入海方向），以少量的点对整个区域海滩进行评价是否全面？我也曾用 Kriging 差值格式，对这种方法也有所了解，文中基于少量点做出来的 Kriging 差值应是否能真是全面反映出来实际情况？此外，重金属污染应该是有源头的，文中提及到“弱势群体”-渔民，诚然，渔民的生产生活存在诸多不规范的做法，有可能对当地造成一定的污染。但缺少有关重金属源头的的数据信息情况下，尤其是表面看到区域当地存在很多垃圾，但这是不是污染的主要源头呢，有关说法是值得商榷的。结论中给出了重金属来源主要是人类活动造成的，这一点结论，笔者十分认同：冰冻三尺，非一日之寒，工业化的过程有可能是污染的主要源头，因此建议作者在以后写类似文章中要适当注意一些修辞。

以上内容是我的主要意见，就最后一个说法，补充几句。大多科研的最终目的是服务于社会，本篇论文通过重金属污染对生态影响的风险评价，目的是为了当地更好地规范生产生活，控制污染等相关问题提供一个参考，论文的出发点非常好。然而，我们考虑到”弱势群体“的利益一直致是党和国家政府关注的问题，作为一个科研工作者，无论是涉及软科学还是自然科学领域，即便不能为弱势群体发声，也不要轻易把一些文字表达上给“弱势群体”带上不该有的“责任”。因此自然科学方面的研究者，也应该适当关注民生。

——刘忠波（大连海事大学交通运输装备与海洋工程学院 讲师）

该论文对盐城滩涂表层沉积物重金属含量进行了分析，并对其生态风险进行了探讨，对于开展海岸带重金属污染防治具有技术指导意义。但需要指出的是，文中采用克里格插值分析存在一些问题。克里格插值假定采

样点之间的距离或方向可以反映可用于说明表面变化的空间相关性，但从图 3-图 8 数据的波动可以看出许多参数分布连续性较差，不符合方法插值的假设前提。其次在站位布设上，图 1 给出的站位基本呈线状而非面状，采用克里格法插值会产生较大的偏差(如“牛眼”现象等)，故建议在沉积物分析评价上慎用空间插值方法，而采用点分布图(点的大小或颜色代表浓度)代替会更客观一些。

——王颢（福建省海洋环境与渔业资源监测中心 工程师）

论文在保护区中设置了大量调查站位，并测定了表层沉积物中 6 种重金属含量。通过空间插值分析清楚地指出了新洋港入海口和渔民下海通道口的重金属污染相对严重，但是通过 Hakanson 潜在生态危害指数法发现该保护区的重金属污染属于非常轻微程度的生态危害。研究结果对于该区域的保护具有明确的指导价值。建议未来考虑测定相应区域的底栖海洋生物体中的重金属含量，分析其能否与沉积物重金属污染水平和人类活动强度的相对应。

——吴鹏（国家海洋局南海环境监测中心 工程师）

文章对江苏盐城国家级珍禽自然保护区内核心区外围滩涂的 6 中常见重金属元素（Cd、Cr、Cu、Pb、Zn、Ni）的含量及其分布特征进行分析，指出重金属 Cr 主要来自海上运输，通过潮汐波浪作用由海向岸边输送，其它元素主要受周围人类活动的影响。采用环境风险指数法（HPERI）和 Hakanson 潜在生态危害指数法（ERI）进行了重金属生态风险评价，提出了保护区内湿地开发利用提出合理化建议。本研究采用的样品分析方法成

熟，数据可靠，对于盐城自然保护区内的环境监测、污染防治、生态环境保护具有重要意义。

——张连凯（中国地质科学院岩溶地质研究所 副研究员）

文章对盐城国家级珍禽保护区核心区外滩涂的表层沉积物中的6种重金属进行了空间分析和生态风险评价，这对研究该区域受人类活动影响的程度和生态环境的规划有一定的科学参考价值。

该文将沉积物粒度参数和重金属含量数据相结合分析，揭示了研究区域沉积环境的演变趋势和形成原因；并运用环境风险指数法和潜在生态危害指数法分别给出了重金属的环境生态风险潜在生态风险程度。研究思路正确，方法可靠。

倘若有长时间序列的监测资料作为论文的数据支撑，那么对研究该区域沉积环境中的重金属生态风险变化将有重要意义。此外，建议文章还可适当运用多元统计学方法，进一步解析沉积物中重金属的来源，并与本文所用的两种评价方法进行比较分析，相信这样会使文章的评价结果更具说服力。

——叶然（国家海洋局宁波海洋环境监测中心站 助理工程师）

随着我国社会经济的快速发展及环境监管的不到位，重金属已成为威胁我国近岸海域生态环境安全的重要因素之一，论文对滨海滩涂表层沉积物重金属污染进行研究，所选研究区域较为典型；采用环境风险指数法和Hakanson的潜在生态危害指数法进行风险评价，研究方法较为成熟，采样

点设置合理，结论分析清晰明确，为盐城滨海滩涂的开发利用和重金属的污染防治提供了科学依据。

——**王玉梅**（鲁东大学地理与规划学院 副教授）

该论文作者对盐城滨海贫图表层沉积物重金属进行了实地调查并对其分布与生态风险评价进行了研究，论文具有一定的资料价值和学术价值。建议采样点应在空间上均匀设置，增强调查数据与空间分布的关联性，进一步提高克里格插值结果的精度。

——**单科**（国家海洋局天津海水淡化与综合利用研究所 高级工程师）

该论文报道了对江苏盐城国家级珍禽自然保护区核心区外光滩表层沉积物样品的粒度和6种重金属调查结果，比较了重金属含量与区域背景，利用克里格差值分析方法得到调查区域的重金属分布特征，并使用环境风险指数法、Hakanson潜在生态危害指数法两种评价方法综合评价了调查区域重金属污染状况。论文着眼于自然保护区光滩区域，资料翔实，对做好保护区海洋生态环境保护具有重要的意义。但对于线状设置的采样站位，不适宜利用克里格法绘制重金属分布图，虽然形象但易产生误导，建议作者探讨使用其他方法和形式展示区域重金属分布特征；另外建议在今后的工作中更多关注保护区主要保护对象和环境保护要求，调查周边污染源分布及特征，开展关联性研究，提出更有针对性的保护对策措施。

——**秦晓光**（国家海洋局东海环境监测中心 高级工程师）

关于《海洋通报》

《海洋通报》创办于1982年，中国工程院院士方国洪担任主编，由国家海洋局主管，国家海洋信息中心和中国海洋学会主办，国家海洋局北海分局、东海分局和南海分局协办，是国内海洋领域具有较大影响的综合学术刊物。双月刊 (CN 12-1076/P, ISSN 1001-6392)，大16开本，120页，逢双月 15 日出版，国内外公开发行。

收录情况：中文核心期刊要目总览（2011年版）、中国科技期刊引证报告（CJCR）源期刊（2014年）、中国科学引文数据库（CSCD）源期刊（2015-2016目录）。

影响因子：海洋科学核心期刊中排名第3。（数据来源：中国科学技术信息研究所《2014年版中国科技期刊引证报告(核心版)》）

【海洋通报】· 惠睿观通 是新媒体环境下海洋科学传播的尝试，旨在通过知识聚合为用户提供学术阅读新体验。

2015.7.23