

王敬, 韩忠, 王玉莲. 桑沟湾海域表层沉积物重金属含量和污染评价[J]. 海洋地质前沿, 2023, 39(9): 87-93.

WANG Jing, HAN Zhong, WANG Yulian. Distribution and environment assessment of heavy metals in surface sediments of the Sanggou Bay and adjacent area[J]. Marine Geology Frontiers, 2023, 39(9): 87-93.

桑沟湾海域表层沉积物重金属含量和污染评价

王敬^{1,2}, 韩忠^{1,2*}, 王玉莲^{1,2}

(1 山东省第六地质矿产勘查院, 威海 264209; 2 山东省深部金矿探测大数据应用开发工程实验室, 威海 264209)

摘要:分析了山东省荣成市东部桑沟湾及邻近海域 200 个站位的表层沉积物样品重金属元素 (As、Cd、Cr、Cu、Hg、Pb、Zn) 含量分布特征, 采用不同的评价方法, 研究了重金属元素对环境的污染情况。结果表明, 桑沟湾及邻近海域表层沉积物中多数重金属元素含量由湾内向周围降低, As、Cd、Cr、Cu、Hg、Pb、Zn 平均含量分别为 6.51、0.11、64.86、18.05、0.015、27.74、75.21 $\mu\text{g/g}$ 。海底表层沉积物整体质量较好, 重金属污染程度低, 潜在生态风险程度低。

关键词: 桑沟湾; 表层沉积物; 重金属; 污染评价

中图分类号: P736.4

文献标识码: A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2022.130

0 引言

重金属是海底表层沉积物中的重要污染物, 对环境具有潜在危害性, 进入到海洋环境的重金属, 绝大部分被悬浮物吸附, 沉降转移至沉积物中, 通过生物体富集, 对环境造成不同程度的污染^[1]。因此, 海底表层沉积物的重金属含量水平反映了一个地区的环境质量状况^[2]。近年来, 重金属污染问题日益成为关注的焦点, 众多学者对中国海底表层沉积物中的重金属含量分布规律及其对环境的影响进行了探讨, 例如, 中国沿海从南至北包括浙江近海、长江口及其邻近海域、南黄海西部、山东半岛丁字湾和芝罘湾、山东半岛北部滨浅海区、渤海西岸、辽东湾北部等近岸海域和海湾的表层沉积物重金属研究逐步展开, 并取得了显著的成果^[1-10]。近年来, 荣成市海洋牧场建设迅猛发展, 为人们提供了大量海产品, 但是对于该海域表层沉积物重金属含量水平的研究却较少。为了解海洋底栖生物或

依靠沉积物生存的生物是否受到污染物质的毒害作用, 需要对海洋沉积物中不断累积的有毒有害物质进行分析研究^[8]。因此, 本文利用近年来在研究区获取的调查资料, 分析了 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Pb、Zn 等重金属的含量及其分布特征, 采用多种评价方法探讨了重金属元素对环境可能造成的影响, 对海洋牧场的建设和海洋环境的保护具有借鉴意义。

1 材料和方法

1.1 研究区域及样品采集

山东省荣成市桑沟湾及邻近海域水深较浅, 海底平滑, 坡度小, 由岸边向海逐渐过渡到水深 40~50 m, 非常适合水产养殖业发展。为了了解该海域表层沉积物环境质量, 2019 年在该海域采集了 202 个站位海底表层沉积物样品 (图 1), 取样时用 DG-PS 定位系统定位, 用箱式取样器采集海底 0~40 cm 沉积物, 然后选取 0~20 cm 的表层沉积物样品装入专用布袋中, 样品重量一般为 2~3 kg。

1.2 样品分析

1.2.1 粒度分析

202 个站位表层沉积物样品的粒度分析测试由自然资源部海洋地质实验检测中心完成。在样品

收稿日期: 2022-04-24

资助项目: “山东省威海市海洋牧场示范区海底沉积物地球化学调查” (鲁勘字(2019)52 号)

作者简介: 王敬(1982-), 男, 正高级工程师, 主要从事水文地质、环境地质及海洋地质等方面的研究工作。E-mail: lywhwj@126.com

* 通讯作者: 韩忠(1988-), 男, 高级工程师, 主要从事水文地质、环境地质及海洋地质等方面的研究工作。E-mail: hanzhonggl@163.com

处理过程中,每份样品称重 30~50 g,放入烧杯中,用 15 mL 30% 的 H_2O_2 溶液浸泡,静置 24 h 以上,除净沉积物中的有机质;然后,加入 5 mL 3 mol/L 的 HCl 稀溶液,再静置 24 h,溶解去除沉积物中的钙质及碳酸钙物质;再将样品进行多次离心和洗盐,重复上述过程,直到溶液 pH 值接近 7 时为止;最后,用超声波震荡分散样品,使用 Mastersizer 2000 型激光粒度仪进行测试,仪器测试粒径范围为 0.02~2 000 μm ,每次测量的相对误差 $<3\%$ 。

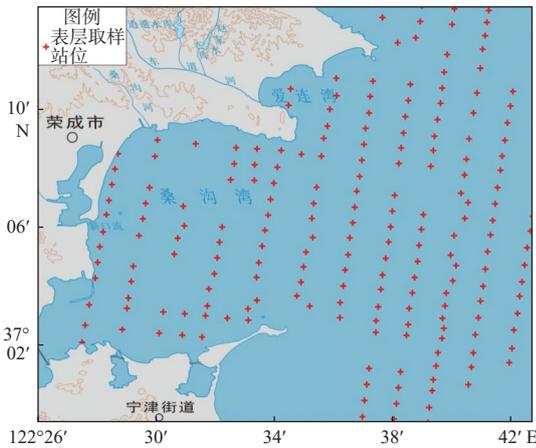


图 1 研究区表层样品取样站位分布

Fig.1 Sampling stations for surface sediments in the study area

1.2.2 重金属元素测试

沉积物中 Cd、Cr、Cu、Pb、Zn 等元素采用等离子体发射光谱法分析。先将沉积物在低热条件下以硝酸、高氯酸和氢氟酸熔矿,盐酸溶解;定容后与标准系列一同在 JY38S 型单道扫描直读光谱仪测定 Cd、Cr、Cu、Pb、Zn 含量。仪器相对标准偏差 $<3\%$ 。

沉积物 As 和 Hg 含量采用冷原子荧光法测定。先将沉积物经王水沸水浴分解,定容并放置澄清,取澄清液或稀释后溶液用 XGY-1101A 原子荧光分析仪测定 As 和 Hg 的浓度。相对标准偏差(RSD) $<5\%$ 。

2 结果与讨论

2.1 表层沉积物平均粒径分布特征

平均粒径(M_z)是沉积物的重要粒度特征参数,其大小是沉积物平均动能的反映^[11]。在较强的水动力条件下,细粒物质能够被搬运到他处,而粗粒物质能够沉积下来;反之,在弱水动力条件下,粗粒物质不能够被搬运,而细粒物质能够大量沉积。因此,根据海底表层沉积物的平均粒径大小,可以粗

略地估计沉积环境的水动力强弱。平均粒径较大(Φ 值较小),反映了水动力条件较强;平均粒径较小,反映了水动力条件较弱。

研究区的平均粒径分布,总体上显示由岸向海逐渐变细的趋势,但岛镇东部近岸和宁津东部浅海海域发育粗粒沉积区(图 2)。研究区平均粒径的平均值为 5.29 Φ ,大部分海域平均粒径介于 5 Φ ~7 Φ ,属粉砂粒级,在桑沟湾内及东部浅海海域均有分布;最小值为-2.33 Φ ,主要分布于宁津东部浅海海域;最大值为 7.41 Φ ,为细粉砂粒级,在桑沟湾内海域分布。

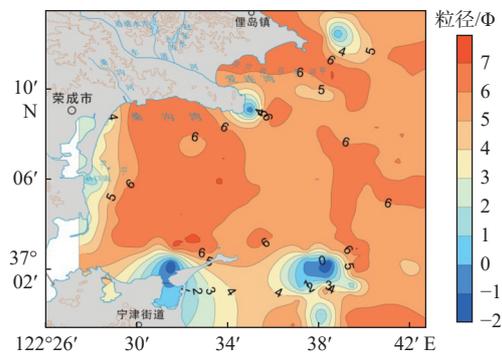


图 2 研究区表层沉积物平均粒径分布

Fig.2 Distribution of mean-grain-size of surface sediments in the study area

2.2 表层沉积物重金属含量分布特征

在研究区采集的 202 个站位的样品中,有 2 个站位样品测试结果出现异常值(超过研究区所有样品平均值与标准差的 4 倍之和,即 $>av+4S$),去除异常值后,本文选取了 200 个站位的表层样品进行分析研究(图 1)。研究区表层沉积物重金属的含量统计特征值见表 1。

表 1 重金属元素特征值统计

Table 1 Statistics in eigenvalue of heavy metal elements

元素	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
最小值	0.20	0.01	11.40	2.89	0.003	11.40	9.60
最大值	13.91	0.26	110.70	41.87	0.035	41.00	131.90
平均值	6.51	0.11	64.86	18.05	0.015	27.74	75.21
标准差	2.07	0.04	12.06	6.19	0.006	3.72	17.73

沉积物重金属含量的平面分布见图 3。由含量分布图可以看出,沉积物中 As、Cr、Pb 和 Zn 4 种重金属的分布特征大体一致,高值区与低值区也基本吻合。总体特征是,桑沟湾西部和南部近岸海域含量最低,桑沟湾和爱莲湾湾内含量最高,从湾内向湾外呈现逐渐减少的趋势。对照表层沉积物平均

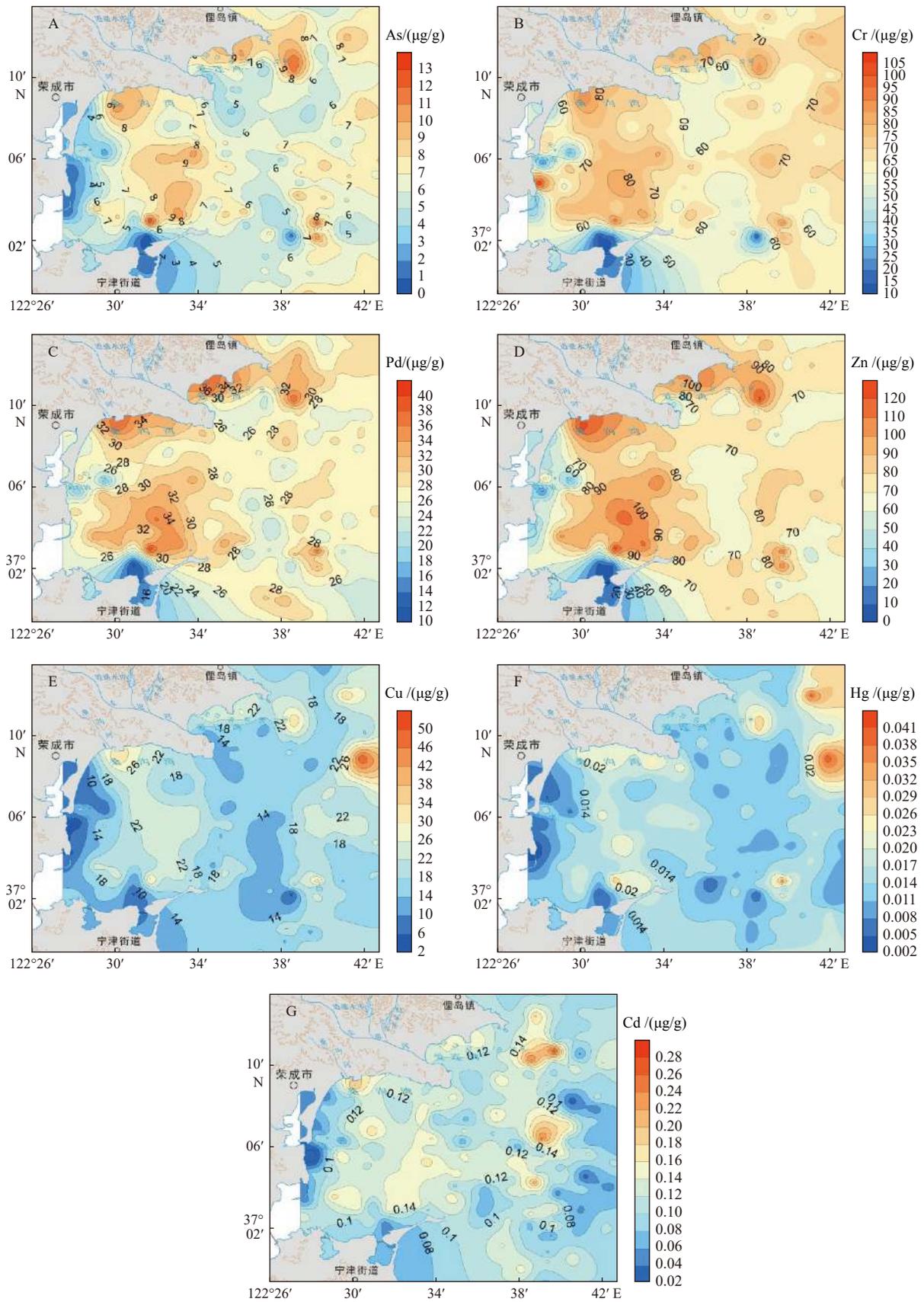


图 3 研究区主要重金属含量分布

Fig.3 Distribution of major heavy metals in the study area

粒径分布图可以发现,沉积物中 Pb、Zn、As 和 Cr 4 种重金属的分布与平均粒径(Mz)呈明显的正相关性,越是细颗粒沉积物中,这 4 种重金属越容易富集(图 2、3),符合“元素粒度控制律”^[12]。桑沟湾及邻近海域入海河流有桑沟河、崖头河、沽河和小落河等中小河流,随着沿海经济特别是港口经济及制造业的发展,人类活动产生的大量重金属污染物通过河流进入海域,受“元素粒度控制律”影响,形成 Pb、Zn、As 和 Cr 4 种重金属在湾内富集的分布特征,为下一步环境保护和治理敲响了警钟;Cu 和 Hg 的分布特征基本相同,在研究区东北部浅海区形成了高值区;Cd 的分布特征与其他重金属元素均不同,在爱莲湾外部形成 2 个高值中心,在桑沟湾由湾内向西岸和南岸降低。

2.3 重金属污染评价

本文主要采用多种评价方法相结合对研究区表层沉积物中的 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Pb 和 Zn 7 种重金属元素进行污染评价。采用的评价方法主要包括内梅罗综合指数法、综合污染指数法、潜在生态危害指数法。

2.3.1 内梅罗综合指数法

该评价方法(Nemerow Index)最早由美国叙拉古大学内梅罗(NEMEROW N L)提出,后在国内外综合污染评价中得以广泛应用,是一种基于多因子综合的评价方法^[13]。其原理主要是内梅罗污染指数与标准指数的计算和对照。本文采用的单元素污染评价分级标准如表 2 所示。

表 2 表层沉积物单元素污染评价分级标准

Table 2 Grading standards of surface sediment pollution with single element

评价等级	P_a 值(a元素污染指数)	污染程度
I	$P_a \leq 0.7$	清洁
II	$0.7 < P_a \leq 1$	未污染
III	$1 < P_a \leq 2$	轻污染
IV	$2 < P_a \leq 3$	中污染
V	$3 < P_a$	重污染

(1) 单因子污染指数情况

As 污染指数最大值为 0.7(表 3),仅有 1 个站点为 0.7,其余站点均 < 0.7 ,属于未污染状态;Cd 污染指数最大值为 0.57,所有站点均未污染;Cr 污染指数变化范围为 0.14~1.38,其中 162 个站点污染指数 > 0.7 ,但 < 1 ,属于尚清洁,有 14 个站点污染指数为 1~2,属轻度污染;Cu 污染指数范围为

0.08~1.45,其中 15 个站点污染指数 > 0.7 ,但 < 1 ,属于尚清洁,有 4 个站点污染指数为 1~2,属轻度污染;Zn 污染指数为 0.06~0.88,有 13 个站点污染指数 > 0.7 ,但 < 1 ,属尚清洁,其余站点均为未污染;Cd、Hg、Pb 在所有站点样品中污染指数均 < 0.7 ,为未污染状态。

表 3 内梅罗指数法特征统计
Table 3 Statistics of the Nemerow index

	P_a 值(a元素污染指数)							综合污染指数(P)
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn	
最大值	0.70	0.57	1.38	1.45	0.21	0.68	0.88	1.11
最小值	0.01	0.02	0.14	0.08	0.01	0.19	0.06	0.20
平均值	0.33	0.22	0.81	0.52	0.07	0.46	0.50	0.65

采用内梅罗指数法对研究区重金属单因子污染水平进行评价,得知研究区内重金属总体污染水平为“清洁”,但部分站点有 Cr、Cu 元素的轻度污染情况(表 3)。

(2) 综合污染指数情况

在 199 个站点样品中(剔除了测试结果含异常值的样品数据),有 149 个站点综合污染指数 ≤ 0.7 ,属于未污染状态;有 49 个站点综合污染指数为 0.7~1,重金属含量未超标,属于尚清洁状态,但已达或接近警戒线,主要分布于桑沟湾中部、爱莲湾北部和研究区东北部海域;仅有 1 个站点综合污染指数 > 1 ,但 < 2 ,属于轻度污染,分布在研究区东北部海域(图 4);研究区整体污染水平为清洁或尚清洁,污染程度较低。

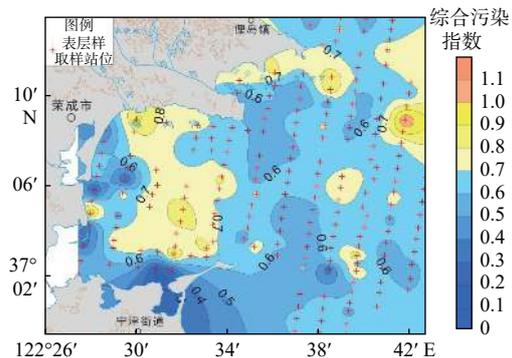


图 4 内梅罗指数法综合评价结果

Fig.4 Result of comprehensive assessment for Nemerow Index

2.3.2 综合污染指数法

有学者在评价重金属污染情况时采用“综合污染指数法”^[14-15],这种方法在评价单个重金属元素污染程度时与内梅罗指数法是相同的,但该评价方法考虑了各个重金属元素对环境质量影响程度的

不同, 有利于监控和有针对性地治理污染, 这种方法对本研究区的重金属污染评价有借鉴作用。综合污染指数法主要采用单元素评价、多元素评价、权重赋值计算的步骤进行。

(1) 单元素评价

计算单个元素的质量指数, 相关公式为:

$$P_a = E_a / S_a \quad (1)$$

式中: P_a 为 a 元素的质量指数;

E_a 为 a 元素的实测指数;

S_a 为 a 元素的评价标准, 本文 S_a 选用国家标准^[16]。

(2) 多元素评价

本文采用加权评价的方法进行多元素评价, 基于单元素评价的结果, 结合各元素的权重赋值进行评价^[17]。相关公式为:

$$I_{sum} = \sum_{a=1}^n W_a P_a \quad (2)$$

式中: I_{sum} 为环境质量的总质量指数;

W_a 为 a 元素的权重值, $\sum W_a = 1$ 。

(3) 权重赋值计算

权重赋值计算是量化各元素对环境质量影响程度的比重分配。权重的赋值计算可以通过各元素的环境可容纳量确定^[18], 相关公式为:

$$W_a = (1/K_a) / (\sum 1/K_a) \quad (3)$$

式中: K_a 为 a 元素的环境可容纳量, 可由评价标准 (S_a) 和背景值 (C_a) 来确定, 相关公式为:

$$K_a = (S_a - C_a) / C_a \quad (4)$$

本文综合污染指数法的评价分级标准的确定参考了前人研究^[16], 同时考虑与内梅罗指数法对比研究, 相关分级标准见表 4。

表 4 海底沉积物环境质量分级标准

Table 4 The criterion for sediment assessment

评价等级	综合污染指数 I_{sum}	污染程度
I	$I_{sum} \leq 0.7$	清洁
II	$0.7 < I_{sum} \leq 1$	未污染
III	$1 < I_{sum} \leq 1.5$	轻污染
IV	$1.5 < I_{sum} \leq 2$	中污染
V	$2 < I_{sum}$	重污染

利用综合污染指数法对研究区海底沉积物进行重金属污染评价时, 单元素评价方法与内梅罗指数法相同, 评价结果也一致, 不再赘述。在进行多元素污染综合评价时, 首先需要确定研究区环境中各重金属元素的权重值。本文将所有站位元素含

量的平均值作为环境背景值, 采用《海洋沉积物质量》一类标准作为评价参考值, 计算统计各重金属元素的环境可容纳量和权重值(表 5), 从表中可以看出, 重金属 Cr 的环境可容纳量最小, 其次是 Cu, 也就是说, 在本研究区应重点关注的是 Cr 和 Cu 的含量水平, 尤其是 Cr, 容易达到警戒值甚至超标, 因此在进行综合评价时, 其权重值也相应增大, 是其他重金属元素权重值的数倍甚至数十倍。

表 5 重金属权重值和环境可容纳量统计

Table 5 Weight value and environmental capacity for heavy metal

污染元素(a)	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
环境可容纳量(K_a)	2.07	3.55	0.23	0.89	9.00	1.16	1.00
权重值(W_a)	0.06	0.03	0.53	0.14	0.01	0.11	0.12

根据综合污染指数计算结果, 研究区 199 个站位样品中(剔除了测试结果含异常值的样品), 有 153 个站位综合污染指数介于 0~0.7, 属于未污染状态(图 5); 45 个站位综合污染指数 >0.7, 但 <1, 污染水平为有影响但未超标, 属于尚清洁状态; 仅有 1 个站位综合污染指数为 1.01, 属于很轻微的“轻度污染”水平, 分布在研究区东北部海域。另外, 对比图 4 和图 5 可以发现, 综合污染指数法与内梅罗综合指数法的评价结果吻合程度高, 评价结果可信。

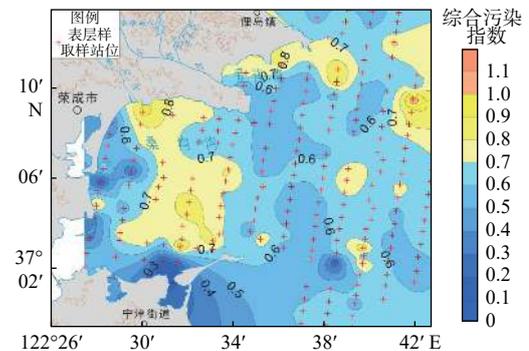


图 5 综合污染指数法评价结果

Fig.5 Assessment result using comprehensive index of pollution

2.3.3 潜在生态危害指数法

本文采用的潜在生态危害指数法是一套基于沉积学原理评价重金属污染及生态危害的方法^[19]。评价依据的相关参数与污染程度及生态危害程度的对应关系^[20]如表 6 所示。

通过计算统计, 评价结果列于表 7。就单元素污染指数 (P_a) 来看, 7 种重金属中除了 Cr 和 Cu 出现 >1 的污染系数外(表 7), 其他重金属污染指数均 <1, 污染程度低。对各重金属污染评价数据中

表6 污染程度及生态危害程度分级

Table 6 The levels of pollution and ecological hazard

P_a	单元素污染程度	P_{sum}	综合污染程度	E_a	单元素生态危害程度	E_{sum}	综合生态危害程度
<1	低	<8	低	<40	低	150	低
1~3	中等	8~16	中等	40~80	中等	150~300	中等
3~6	重	16~32	重	80~160	较重	300~600	重
≥ 6	严重	≥ 32	严重	160~320	重	≥ 600	严重
				≥ 320	严重		

注： P_a 代表单元素污染指数， P_{sum} 是多元素综合污染指数， E_a 是单元素潜在生态危害指数， E_{sum} 是多元素综合潜在生态危害指数。

表7 重金属污染系数及生态危害指数

Table 7 Pollution coefficient and ecological hazard index of heavy metals

重金属	单元素污染指数(P_a)							综合污染指数(P_{sum})	总体污染程度
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn		
最小值	0.01	0.01	0.13	0.06	0.01	0.16	0.05	0.75	
最大值	0.93	0.28	1.23	1.02	0.17	0.59	0.75	4.29	低
平均值	0.43	0.11	0.72	0.36	0.06	0.40	0.42	2.51	

重金属	单元素潜在生态危害指数(E_a)							综合生态危害指数	综合生态危害程度
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn		
最小值	0.13	0.34	0.25	0.29	0.44	0.81	0.05	4.57	
最大值	9.27	8.49	2.46	5.09	6.61	2.93	0.75	28.08	低
平均值	4.34	3.37	1.44	1.80	2.37	1.98	0.43	15.74	

筛选发现，Cr有4个站位污染系数 ≥ 1 ，但 < 3 ，为中等污染程度；Cu仅有1个站位污染系数 ≥ 1 ，但 < 3 ，为中等污染程度。各个站位样品的重金属总体污染指数(P_{sum})均 < 8 ，为低污染(表7,图6)。

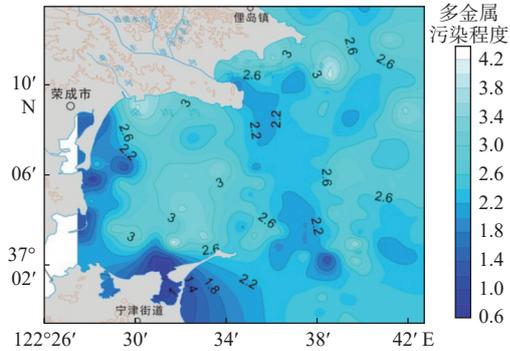


图6 重金属总体污染程度

Fig.6 Pollution level of heavy metals

研究区沉积物中，潜在单元素生态危害指数(E_a)均 < 40 ，生态危害程度低。多金属综合生态危害指数(E_{sum})均 < 150 ，生态危害程度低(表7,图7)。因此，研究区重金属总体污染程度为低污染，同时研究区内污染程度及生态危害程度与动力环境、沉积物粒度相关性良好，近岸粗粒区，沉积动力相对较强，污染程度及生态危害程度低，远岸区沉积物相对较细，沉积动力相对较弱，利于重金属富集，污染程度及生态危害程度有升高的趋势，这与前人对比山东半岛东北部滨浅海区重金属污染评价的研究结

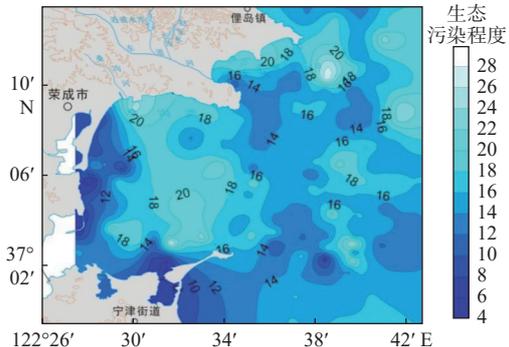


图7 重金属潜在生态危害程度

Fig.7 Level of potential ecological risk of heavy metals

果是一致的[8]。

另外，就单元素污染指数(P_a)的平均值来看，由高到低排序为 $Cr > As > Zn > Pb > Cu > Cd > Hg$ ，而单元素潜在生态危害指数由高到低排序为 $As > Cd > Hg > Pb > Cu > Cr > Zn$ 。其中，Cd和Hg虽然单元素污染指数小，排序靠后，但潜在生态危害程度较高。在其他海域沉积物重金属污染评价中也出现类似的情况，究其原因，是各元素毒性指数差异性所致，毒性指数越高，其潜在生态危害程度也就越大[5]。

3 结论

(1) 桑沟湾及邻近海域表层沉积物中，As、Cr、Pb和Zn 4种重金属元素的分布特征基本相似，由

海湾中部向周围含量降低;Cu和Hg的分布特征基本相同,在研究区东北部浅海区形成了高值区;Cd的分布特征与其他重金属元素均不同,在爱莲湾外部形成2个高值中心,在桑沟湾由湾内向西岸和南岸降低。

(2)根据内梅罗指数法和综合污染指数法的评价结果,研究区海底沉积物总体环境质量较好,为清洁或尚清洁,污染程度较低。

(3)潜在生态危害指数法评价结果显示,研究区内重金属总体污染程度和生态危害程度均较低,仅有4个站位样品存在Cr元素中等污染和1个站位样品存在Cu元素中等污染的现象。

(4)本研究表明,海底表层沉积物对重金属具有富集作用,人们在发展经济的同时要注意控制有毒有害物质的排放,保护生态环境。

参考文献:

- [1] 徐刚,刘健,孔祥淮.南黄海西部陆架区表层沉积物重金属污染评价[J].海洋环境科学,2012,31(2):181-185.
- [2] 贺志鹏.南黄海重金属的演变特征及控制因素[D].青岛:中国科学院海洋研究所,2008.
- [3] 丁喜桂,叶思源,鲁静.浙江省近岸海域表层沉积物重金属分布特征及地球化学分区[J].海洋地质动态,2010,26(12):1-8.
- [4] 盛菊江,范德江,杨东方,等.长江口及其邻近海域沉积物重金属分布特征和环境质量评价[J].环境科学,2008,29(9):2405-2412.
- [5] 顾效源,孔祥淮,王伟,等.山东丁字湾表层沉积物重金属分布及污染评价[J].海洋地质前沿,2019,35(3):13-21.
- [6] 吴建政,余晓玲,鲍鹏,等.芝罘湾近期沉积物中重金属元素记

- 录[J].中国海洋大学学报,2006,36(1):141-144.
- [7] 王伟,顾效源,赵辉,等.山东芝罘湾表层沉积物重金属含量与环境质量评价[J].海洋科学,2018,42(7):1-9.
- [8] 梁源,刘健,孔祥淮,等.重金属在山东半岛东北部滨浅海区表层沉积物中的分布和污染评价[J].海洋地质动态,2008,24(3):27-32.
- [9] 王安国,窦衍光,张训华,等.渤海西北近岸海域表层沉积物重金属污染及评价[J].海洋地质前沿,2018,34(5):13-21.
- [10] 张现荣,张勇,叶青,等.辽东湾北部海域沉积物重金属环境质量和污染演化[J].海洋地质与第四纪地质,2012,32(2):21-29.
- [11] 梅西,李学杰,密蓓蓓,等.中国海域表层沉积物分布规律及沉积分异模式[J].中国地质,2020,47(5):1447-1462.
- [12] 赵一阳,鄢明才.中国浅海沉积物地球化学[M].北京:科学出版社,1994.
- [13] 陆书玉.环境影响评价[M].北京:高等教育出版社,2002:163-164.
- [14] 苏子晓.辽东半岛东南沿海滩涂土壤特性及重金属潜在生态危害评价[D].大连:辽宁师范大学,2018.
- [15] 龙夏亿.广西国有大桂山林场免炼山桉树人工林土壤重金属污染评价[D].长沙:中南林业科技大学,2020.
- [16] 丁喜桂,叶思源,高宗军.近海沉积物重金属污染评价方法[J].海洋地质动态,2005,21(8):31-36.
- [17] 王瑞.长江中游不同鱼类养殖方式对湖泊生态系统的影响研究[D].北京:中国科学院大学,2018.
- [18] 张雪,张云,吴英超,等.海洋工程对觉华岛国家级海洋公园海域生态环境影响研究[J].海洋开发与管理,2021(3):33-38.
- [19] HAKANSON L. An ecological risk index for aquatic pollution control: a sedimentological approach[J]. Water Research, 1980, 14(8): 975-1001.
- [20] 胡刚.近百年以来长江口滨外区沉积作用及其对环境变化的响应[D].北京:中国科学院大学,2014.

Distribution and environment assessment of heavy metals in surface sediments of the Sanggou Bay and adjacent area

WANG Jing^{1,2}, HAN Zhong^{1,2*}, WANG Yulian^{1,2}

(1 No.6 Institution of Geology and Mineral Resources Exploration of Shandong Province, Weihai 264209, China;

2 Shandong Provincial Engineering Laboratory of Application and Development of Big Data for Deep Gold Exploration, Weihai 264209, China)

Abstract: Distribution characteristics of heavy metals (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn) from 200 surface sediments in the Sanggou Bay and adjacent area in the northeastern Shandong Peninsula was analyzed and possible effects of heavy metals on the environment were discussed using different evaluation methods. Results show that the contents of most of heavy metals in the surface sediments decreased from the inner bay to the surrounding area. The average contents of As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, and Zn were 6.51, 0.11, 64.86, 18.05, 0.015, 27.74, and 75.21 $\mu\text{g/g}$, respectively. The overall quality of surface sediment on the seabed is good, the overall pollution level of heavy metals is low, and the potential ecological hazard is slight.

Key words: Sanggou Bay; surface sediment; heavy metals; pollution assessment