

◆海洋科学◆

钦州湾海域表层沉积物重金属分布与污染评价*

梁千千^{1,2},谭凯燕³,戴圣生⁴,王伊华^{1,2},陈丽雯^{1,2},雷富^{1,2**}

(1. 广西海洋科学院(广西红树林研究中心),广西近海海洋环境科学重点实验室,广西南宁 530007;2. 北部湾海洋产业研究院,广西防城港 538000;3. 广西壮族自治区产品质量检验研究院,广西南宁 530200;4. 广西科学院,广西南宁 530007)

摘要:为探究广西钦州湾海域表层沉积物中重金属分布特征和污染情况,于2021年12月在钦州湾海域采集20个表层沉积物,利用原子吸收光谱仪和原子荧光分光光度计测定重金属(Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、As)含量,并运用潜在生态风险指数法和地累积指数法对重金属污染程度和生态风险等级进行评价。结果表明,研究区表层沉积物重金属平均含量均未超出海洋沉积物质量一类标准限值。潜在生态风险评价显示,Cd为中等生态危害,其余重金属为轻微生态危害。地累积指数评价结果显示,Cu、Pb、Zn、Cr、Hg和As污染程度为无污染,Cd介于无污染与中污染之间,各重金属的污染程度依次为Cd>As>Pb>Cu>Cr>Zn>Hg。

关键词:钦州湾;重金属;表层沉积物;生态风险;分布特征

中图分类号:P736 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2023)02-0291-08

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20230529.008

重金属被认为是沿海地区重要的污染物之一,具有持久性、蓄积性、生物毒性三大特征,可通过吸附、絮凝、沉降等物理和化学过程将海水中大部分重金属转移为颗粒态沉降于海底^[1]。随着城市港口和现代化交通等基础设施的不断完善,钦州保税港区、中石油钦州炼油厂、中船钦州修造船基地、金桂浆纸厂等重点企业落户和投产,钦州湾步入了一个全新的发展阶段,经济发展潜力巨大,前景广阔。在发展经济的同时,钦州湾沿海城镇建设以及频繁的人为活动对钦州湾海岸带地区的生态环境造成了强烈的干扰,大量

的生活污水和工业废水通过入海河流和大气沉降进入钦州湾海域,使大量污染物在近岸累积,超出了河口海湾的环境承载能力,以致钦州湾海域重金属污染日益增加。

目前,已有学者对钦州沿海海域重金属污染情况开展了相关研究,雷富等^[2]研究发现,2011年茅尾海沉积物含量均符合国家一类沉积物质量标准,Cd、Hg为茅尾海海域的主要风险因子;王恩康等^[3]研究发现,2013年钦州湾南部海域表层沉积物Zn和Hg的质量分数均明显高于2011年和2012年;曹宏明

收稿日期:2022-04-22

修回日期:2022-11-10

* 广西科技重大专项(桂科AA17202020)和广西近海海洋环境科学重点实验室开放基金项目(GXKCLHY21-03)资助。

【第一作者简介】

梁千千(1997-),女,研究实习员,主要从事海洋环境调查研究,E-mail:1121846164@qq.com。

【**通信作者】

雷富(1975-),男,副研究员,主要从事海洋环境监测研究,E-mail:smallfoxlf@sohu.com。

【引用本文】

梁千千,谭凯燕,戴圣生,等. 钦州湾海域表层沉积物重金属分布与污染评价[J]. 广西科学,2023,30(2):291-298.

LIANG Q Q, TAN K Y, DAI S S, et al. Distribution and Pollution Assessment of Heavy Metals in Surface Sediments of Qinzhou Bay [J]. Guangxi Sciences, 2023, 30(2): 291-298.

等^[4]研究发现,钦州湾沙井岛周围海域的重金属含量基本低于海洋沉积物质量一类标准,重金属潜在危害指数属于轻微危害级别;朱学韬等^[5]研究表明,2018年钦州湾海域 As 和 Hg 含量均高于其他相似区域,随机地累积模型评价结果显示 Cd 为“无-中污染”。以上研究表明,钦州湾海域生态环境已受到一定程度的重金属污染。因此,监测调查钦州湾海域沉积物重金属含量状况与变化趋势具有重要的意义。

本研究以 2021 年 12 月钦州湾近岸海域的调查资料为基础,分析讨论重金属 Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg 和 As 在钦州湾海域表层沉积物的含量状况和空间分布特征,以便科学地认识该海域重金属污染状况,为日后该海域的持续监测和污染治理提供科学基础依据。

1 材料与方 法

1.1 站 位 布 设

2021 年 12 月在钦州近岸海域进行航次调查,共设置 20 个站位采集表层沉积物样品。采样站位见图 1。

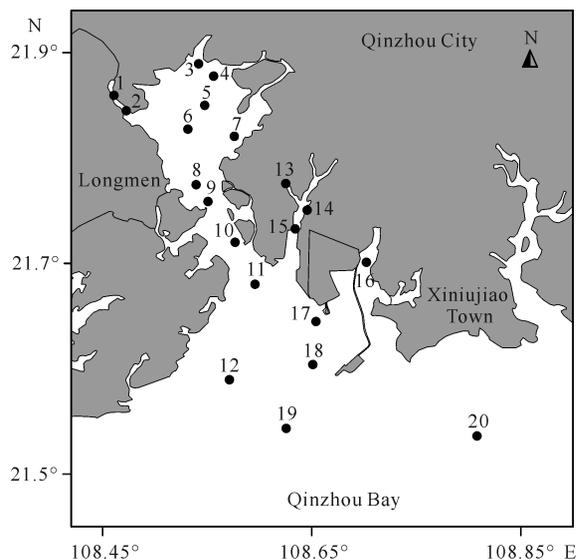


图 1 采样站位

Fig. 1 Sample stations

1.2 分 析 方 法

样品采集、处理和分析均依据《海洋监测规范:第 5 部分 沉积物分析》(GB 17378.5-2007)^[6]进行。表层沉积物用抓斗式采泥器采集,取其中央未受干扰的表层沉积物样品于聚乙烯袋中保存。Cu、Pb、Zn、Cd、Cr 和 As 样品置于 105 °C 烘箱内烘干,Hg 样品在自然条件下晾干,研磨过筛。称取 0.2 g 沉积物样品,经 HNO₃-HClO₄-HF 将样品消化溶解,Cu、Pb、

Cd 和 Cr 元素含量采用无火焰原子吸收法测定,Zn 含量采用火焰原子吸收法测定;Hg 和 As 元素样品经 HNO₃-HCl 水浴消化,采用原子荧光法测定。实验所用玻璃器皿均用(1+3)硝酸浸泡 24 h 以上,然后用超纯水反复冲洗并烘干,所用试剂均为优级纯。为确保数据的有效性,使用近海海洋沉积物成分分析标准物质(GBW07314)进行质量控制。7 种元素的回收率为 91.2% - 109.5%。Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg 和 As 的检出限分别为 0.5、1.0、6.0、0.04、2.0、0.002、0.06 mg · kg⁻¹。

1.3 评 价 方 法

1.3.1 潜 在 生 态 风 险 指 数 法

瑞典科学家 Hakanson 的潜在生态风险指数法^[7],不仅包括单因子污染系数评价^[8,9],而且引入了重金属的毒性响应系数,将二者综合后评价重金属对生态环境的危害,简便、快速且较为准确。其计算公式如下:

$$C_f^i = C_s^i / C_n^i, \quad (1)$$

$$E_r^i = T_f^i \times C_f^i, \quad (2)$$

$$RI = \sum_{i=1}^n E_r^i = \sum_{i=1}^n T_f^i \times C_f^i, \quad (3)$$

式中, C_f^i 为重金属 i 的单因子污染系数; C_s^i 为重金属 i 的实测含量(mg · kg⁻¹); C_n^i 为重金属 i 的沉积物环境背景值(mg · kg⁻¹),本研究采用 1986 - 1990 年全国土壤环境背景值调查研究中的广西土壤重金属元素背景值^[10]作为参照值; E_r^i 为重金属 i 的潜在生态风险系数; T_f^i 为重金属的毒性响应系数(Cu = 5, Pb = 5, Zn = 1, Cd = 30, Cr = 2, Hg = 40, As = 10)^[11],反映重金属的毒性水平和生物对其污染的敏感程度;RI 为多种重金属综合潜在生态风险指数,分级标准见表 1。

表 1 重金属潜在生态风险分级标准

Table 1 Classification criteria for potential ecological risks of heavy metals

E_r^i	RI	生态风险分级 Ecological risk classification
<40	<150	Light
40 - 80	150 - 300	Medium
80 - 160	300 - 600	Strong
160 - 320	≥600	Very strong
≥320	≥600	Extremely strong

1.3.2 地累积指数法

地累积指数又叫 Muller 指数^[12],是德国科学家 Muller 提出的针对沉积物中重金属污染程度评价的常用指标,能直观地反映重金属的累积程度,计算公式如下:

$$I_{\text{geo}} = \log_2 [C_n / (kB_n)] , \quad (4)$$

式中, I_{geo} 为地累积指数; C_n 为第 n 种重金属在沉积物中的测定值($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$); k 通常设为常数,取值为 1.5; B_n 为沉积岩中第 n 种元素的地球环境背景值($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$),本研究采用 1986-1990 年全国土壤环境背景值调查研究中的广西土壤重金属元素背景值^[10]作为参照值。地累积指数与重金属污染程度的划分关系如表 2 所示。

表 2 地累积指数与沉积物重金属污染程度划分的关系

Table 2 Relationship between I_{geo} and the classification of heavy metals pollution degree

I_{geo}	等级 Grade	污染程度 Pollution degree
<0	0	No
(0,1]	1	Between no and medium
(1,2]	2	Medium
(2,3]	3	Between medium and strong
(3,4]	4	Strong
(4,5]	5	Between strong and very strong pollution
>5	6	Very strong

2 结果与分析

2.1 表层沉积物中重金属含量及分布特征

钦州湾海域 20 个站位的重金属分析结果如表 3 所示,参考《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)一类沉积物标准^[13],研究区各重金属平均含量均未超出一类标准值,说明钦州港海域重金属沉积物质量总体较好。

钦州湾重金属含量分布特征如图 2 所示。表层沉积物重金属 Cu、Pb、Zn 和 As 整体分布趋势相似,最高值都出现在茅尾海西北面,重金属含量由北向南递减,其原因可能是茅尾海西面为 1、2 号站位,是茅岭江入海口,且河流沿岸有纸浆厂等工业排污口。3

号站位为大榄江入海口,大榄江是钦州市的重要河流,且沿岸居民楼众多,大量的生活污水和工业废水排入江河造成重金属含量偏高于其他地区。Cd、Cr 和 Hg 分布趋势相似,含量较高值均出现在研究区中部海域。研究区中部海域位于龙门港至犀牛脚之间,是重要的钦州港工业区,工业区燃煤、石油化工、频繁的船只航行等造成研究区重金属污染严重。

表 3 钦州湾海域沉积物重金属含量

Table 3 Heavy metal content in sediment in the Qinzhou Bay

元素 Element	重金属含量/ $(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$ Heavy metal content/ $(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$	
	变化范围 Variation range	平均值 Average value
Cu	1.51 - 58.25	20.30
Pb	6.55 - 40.53	21.75
Zn	14.28 - 93.43	47.30
Cd	0.078 - 0.477	0.25
Cr	21.49 - 52.95	36.85
Hg	0.010 - 0.061	0.038
As	4.19 - 18.06	10.13

2.2 重金属潜在生态风险评价

重金属潜在生态风险评价结果如表 4 所示。从表 4 可以看出,研究海域沉积物重金属 Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg 和 As 的 E_r^i 分别为 0.33-12.89、1.26-7.79、0.19-1.26、24.23-147.53、0.70-1.74、6.15-39.38、3.74-16.12,各重金属元素的 E_r^i 平均值大小为 $\text{Cd} > \text{Hg} > \text{As} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Cr} > \text{Zn}$ 。研究海域 Cd 元素 E_r^i 均值为 78.54,生态风险等级属于中等生态危害。除重金属元素 Cd 外,其余重金属元素潜在生态风险系数均小于 40,生态风险等级属于轻微生态危害。钦州湾海域 RI 为 56.54-204.08,平均值为 121.61。其中 2、3、13、14、15 号站位的 RI 值超过了 150,属于中污染,研究海域其余站点属于轻度污染。综合表 4 和图 3 可知,研究区域 E_r^i 偏高的站点,对应的 RI 也偏高,且 Cd 的占比远大于其他重金属,说明 Cd 是该海域沉积物重金属的潜在生态风险因子。

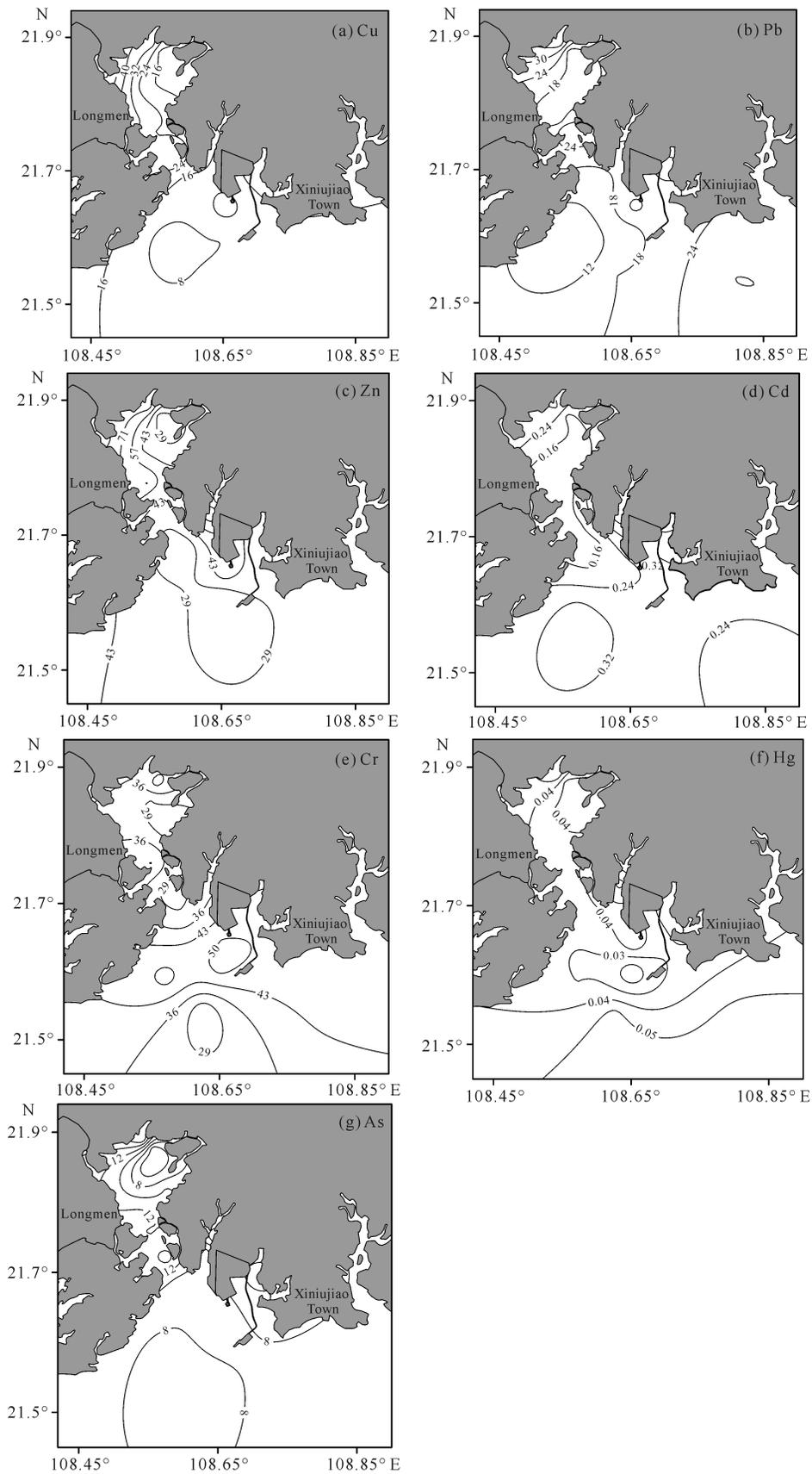


图2 钦州湾近海表层沉积物中重金属含量分布

Fig. 2 Distribution of heavy metal of surface sediments in the offshore Qinzhou Bay

表 4 表层沉积物中重金属评价结果

Table 4 Evaluation results of heavy metals in surface sediments

站位 Station	E_r^i							RI	I_{geo}						
	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As		Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As
1	10.84	6.19	1.10	78.32	1.53	16.00	12.07	126.05	0.53	-0.28	-0.45	0.80	-0.97	-1.91	-0.31
2	12.89	5.08	1.26	89.64	0.96	31.38	11.41	152.61	0.78	-0.56	-0.25	0.99	-1.64	-0.93	-0.39
3	7.96	7.79	1.04	101.02	1.18	37.54	16.12	172.66	0.09	0.06	-0.52	1.17	-1.34	-0.68	0.10
4	2.75	2.87	0.32	44.31	1.52	15.38	4.50	71.66	-1.45	-1.39	-2.22	-0.02	-0.98	-1.96	-1.74
5	3.69	3.68	0.43	58.74	0.94	17.85	3.74	89.06	-1.02	-1.03	-1.81	0.38	-1.68	-1.75	-2.00
6	3.94	3.66	0.57	47.09	1.00	17.85	6.86	80.97	-0.93	-1.04	-1.38	0.07	-1.59	1.00	-1.13
7	3.35	2.32	0.45	24.72	0.70	16.00	9.00	56.54	-1.16	-1.69	-1.75	-0.86	-2.09	-1.91	-0.74
8	6.82	2.71	0.98	24.23	1.35	24.00	12.13	72.22	-0.14	-1.47	-0.62	-0.89	-1.15	-1.32	-0.31
9	5.08	5.73	0.59	37.16	1.42	24.00	10.44	84.42	-0.56	-0.39	-1.35	-0.28	-1.08	-1.32	-0.52
10	6.82	3.96	0.43	49.03	0.80	22.77	13.32	97.12	-0.14	-0.92	-1.80	0.12	-1.91	-1.40	-0.17
11	2.38	2.70	0.21	29.07	0.99	20.31	7.23	62.88	-1.66	-1.47	-2.85	-0.63	-1.60	-1.56	-1.05
12	0.61	1.26	0.51	112.91	1.74	18.46	6.48	141.97	-3.62	-2.57	-1.56	1.33	-0.79	-1.70	-1.21
13	3.59	6.59	0.84	147.53	0.93	24.62	8.95	193.04	-1.06	-0.19	-0.84	1.71	-1.69	-1.29	-0.74
14	3.64	4.91	0.68	142.59	0.84	28.92	14.41	195.98	-1.04	-0.61	-1.14	1.66	-1.84	-1.05	-0.06
15	3.65	4.12	1.13	145.93	1.12	39.38	8.73	204.08	-1.04	-0.87	-0.40	1.70	-1.42	-0.61	-0.78
16	0.33	3.02	0.46	121.65	1.52	12.31	4.21	143.50	-4.49	-1.31	-1.71	1.43	-0.98	-2.29	-1.83
17	4.58	4.97	0.70	66.31	1.66	29.54	8.38	116.14	-0.71	-0.59	-1.09	0.56	-0.86	-1.02	-0.84
18	1.82	2.88	0.19	88.67	1.72	6.15	7.84	109.28	-2.05	-1.38	-2.96	0.98	-0.80	-3.29	-0.94
19	2.17	3.43	0.34	98.70	0.76	33.23	6.19	144.81	-1.79	-1.13	-2.16	1.13	-1.97	-0.85	-1.28
20	2.94	5.79	0.52	63.23	1.48	34.46	8.82	117.24	-1.35	-0.37	-1.52	0.49	-1.02	-0.80	-0.77
Average	4.49	4.18	0.64	78.54	1.21	23.51	9.04	121.61	-1.14	-0.96	-1.42	0.59	-1.37	-1.47	-0.84

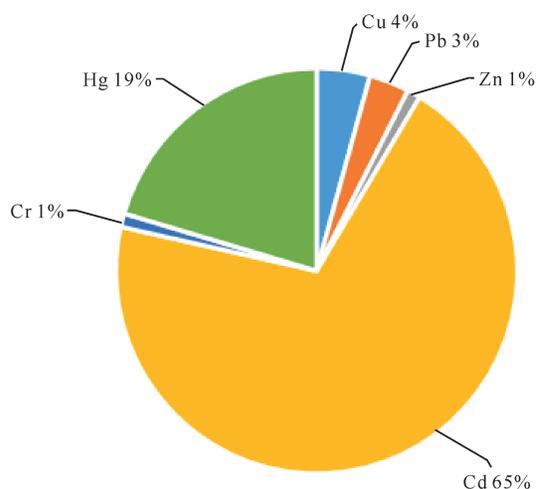


图 3 各元素在 RI 的占比情况

Fig. 3 Proportion of each element in RI

2.3 重金属地累积指数评价

从各重金属元素地累积指数结果(表 4)可以看

出,研究区 Cu、Pb、Zn、Cr、Hg、As 6 种元素 I_{geo} 平均值均小于 0, 总体污染程度为无污染。在本次调查中发现, Pb 和 As 元素在 3 号站位有超标; Cu 元素在 1、2、3 号站位均有超标, 污染程度介于无污染与中污染之间; Cd 元素 I_{geo} 平均值小于 1, 总体介于无污染与中污染之间; 但在本次调查站位中, Cd 元素有 15 个站位超标, 约占总站位数的 75%, 有 8 个站位介于无污染与中污染之间, 7 个站位为中污染。各重金属的污染程度依次为 $Cd > As > Pb > Cu > Cr > Zn > Hg$ 。

3 讨论

3.1 Cd 潜在生态风险分析

本研究潜在生态风险系数大小依次为 $Cd > Hg > As > Cu > Pb > Cr > Zn$ 。Cd 元素生态风险系数最高, 一方面可能是 Cd 的重金属毒性系数较高, 从而导致潜在生态风险系数高; 另一方面, 研究表明,

Cd 污染主要来源于化工生产和工业冶金^[14], 钦州港是重要的工业港口, 造纸厂、化工厂等工业污染物排放入海, 势必会增加海洋沉积物重金属的含量。研究海域 Cd 的潜在生态风险系数呈近岸向远岸递增的趋势, 1-3 号站位和 12-16 号站位潜在生态风险系数高于其他站位, 1-3 号站位为茅岭江和大榄江入海口, 12-16 号站位有市政和工业排污口, 这种分布模式说明污染受人类活动影响较大。

3.2 沉积物重金属含量年际变化

为进一步揭示近年来钦州湾表层沉积物重金属含量的变化特征, 表 5 对比分析了近 10 年钦州湾近岸表层沉积物重金属含量。从表 5 可以看出, 钦州湾

表 5 往年钦州湾沉积物重金属含量
Table 5 Heavy metal contents in sediments of Qinzhou Bay in previous years

年份 Year	含量/(mg · kg ⁻¹) Content/(mg · kg ⁻¹)							参考文献 Reference
	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As	
2011	7.7	10.1	43.9	0.12	3.9	0.035	13.2	[3]
2012	16.5	17.4	56.0	0.18		0.047	16.8	[3]
2014	12.6	19.0	56.9	0.14		0.075	10.7	[15]
2017	18.1	26.8	61.1		47.0	0.060	10.1	[4]
2021	20.3	21.8	47.3	0.25	36.9	0.038	10.1	This article

表 6 钦州湾表层沉积物重金属含量与其他海湾的比较

Table 6 Comparison of heavy metal contents in surface sediments of Qinzhou Bay with other bays

区域 Regions	含量/(mg · kg ⁻¹) Content/(mg · kg ⁻¹)							参考文献 Reference
	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As	
Qinzhou Bay	20.3	21.8	47.3	0.25	36.9	0.038	10.1	This article
Lianzhou Bay	15.9	29.5	68.0	0.30		0.079		[16]
Fangchenggang Bay	22.4	22.4	65.1	0.07	37.8	0.070	9.1	[17]
Jiaozhou Bay	30.2	30.6	85.5	0.10	62.9	0.110	8.5	[14]
Quanzhou Bay	71.4	67.7	179.6	0.59	82.0	0.400	21.7	[18]
Zhoushan offshore	24.7	27.2	114.5	0.14	58.3			[19]

4 结论

由 2021 年 12 月钦州湾表层沉积物的重金属分布和评价结果可得出以下结论。①钦州湾表层沉积物 7 种重金属平均含量均符合海洋沉积物质量一类标准, 重金属 Cu、Pb、Zn 和 As 分布趋势相似, 最高值分布在茅尾海西北面; Cd、Cr 和 Hg 分布趋势相似, 较高值分布在钦州港工业区。②潜在生态风险评

沉积物重金属含量长期处于清洁水平, 各元素均未达到污染水平。各重金属元素中, Cd 含量变化幅度较小, Cu、Pb、Zn 含量存在波动, 但总体都呈上升趋势。Hg 和 As 含量变化不明显。2011 年 Cr 含量较低, 2017 年波动明显。

3.3 钦州湾表层沉积物重金属含量与其他海湾的比较

钦州湾表层沉积物重金属含量与其他海湾相比(表 6), 钦州湾重金属含量更接近于北海廉州湾、防城港海域。与国内其他地区港口、海湾相比, Cu、Pb、Zn 和 Cr 含量明显低于胶州湾、泉州湾和舟山近岸海域。钦州湾重金属的含量总体比其他地区低, 可能与钦州港地区的经济发展水平有关。已有研究表明, Cr 污染主要来源于采矿活动和工业污染物, 经陆源排污随着河流输入海洋; Cu 和 Zn 污染主要来源包括工业污染、冶金、陆地土壤活岩石风化产物; Pb 污染主要受陆源排污、海上交通排污及大气沉降等因素的影响^[3,20]。钦州湾位于北部湾经济区的南部, 是新兴的临海工业港和广西大型临海工业园区, 经济相对于国内其他地区较为落后, 以致生活与工业的排污量相对于其他地区较少, 这可能是导致重金属 Cu、Pb、Zn 和 Cr 污染程度远低于其他地区的主要原因。

价结果显示, Cu、Pb、Zn、Cr、Hg 和 As 元素潜在风险系数均较小, 属于轻微生态危害。Cd 元素潜在生态风险系数均值为 78.54, 是该海域沉积物重金属的潜在生态风险因子, 生态风险等级属于中等生态危害。③地累积指数评价结果显示, Cd 元素重金属地累积指数平均值小于 1, 污染程度介于无污染与中污染之间; Cu、Pb、Zn、Cr、Hg 和 As 元素地累积指数平均值均小于 0, 污染程度为无污染; 各重金属元素的污染

程度依次为 Cd>As>Pb>Cu>Cr>Zn>Hg。

参考文献

- [1] 张少峰,林明裕,魏春雷,等.广西钦州湾沉积物重金属污染现状及潜在生态风险评价[J].海洋通报,2010,29(4):450-454.
- [2] 雷富,陈宪云,许铭本,等.广西茅尾海夏季海水和表层沉积物中重金属污染现状及评价[J].广西科学,2013(3):205-209.
- [3] 王恩康,孙永根,夏鹏,等.钦州湾南部表层沉积物重金属分布及生态危害评价[J].海洋科学进展,2017,35(2):284-294.
- [4] 曹宏明,朝鲁,陈代庚,等.钦州湾沙井岛及周边海底沉积物重金属分布与生态风险评价[J].北部湾大学学报,2020,35(8):1-7.
- [5] 朱学韬,林海英,冯庆革,等.广西北部湾表层沉积物重金属污染水平、生态风险评价和源分析[J].环境工程,2021,39(8):69-76.
- [6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.中国国家标准化管理委员会.海洋监测规范:第5部分 沉积物分析:GB 17378.5-2007[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [7] HAKANSON L. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach [J]. Water Research,1980(14):975-1001.
- [8] 孙书涵,王冬艳,胡克,等.双台子河口区水中重金属污染评价及其生态效应分析[J].世界地质,2007,26(1):75-79.
- [9] 生态环境部环境工程评估中心.环境影响评价技术方法[M].北京:中国环境科学出版社,2021.
- [10] 国家环境保护局.中国土壤元素背景值[M].北京:中国环境科学出版社,1990.
- [11] 陈静生,周家义.中国水环境重金属研究[M].中国环境科学出版社,1992.
- [12] MULLER G. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River [J]. GeoJournal,1969,2:108-118.
- [13] 中国国家标准化管理委员会.海洋沉积物质量:GB 18668-2002[S].北京:中国标准出版社,2002.
- [14] 刘丽华.福建省西南近岸海域表层沉积物重金属污染特征与风险评价[J].海洋环境科学,2022,41(2):200-207.
- [15] 刘保良,陈旭阳,李武全,等.茅尾海海洋公园沉积物持久性毒害污染物生态风险分析[J].海洋环境科学,2019,38(6):856-904.
- [16] 刘国强,张春华,魏春雷,等.广西廉州湾沉积物重金属污染现状及其生态风险评价[J].海洋通报,2012,31(6):707-712.
- [17] 庞国涛,阎琨,李伟.广西防城港近岸表层沉积物重金属分布特征及污染评价[J].中国地质调查,2022,9(1):82-90.
- [18] YU R L, YUAN X, ZHAO Y H, et al. Heavy metal pollution in intertidal sediments from Quanzhou Bay, China [J]. Journal of Environmental Sciences, 2008, 20(6):664-669.
- [19] 粟启仲,王益鸣,申友利,等.舟山近岸海域沉积物中重金属的生物有效性研究[J].海洋环境科学,2019,38(3):328-334.
- [20] 陈斌,尹晓娜,姜广甲,等.珠江口外陆架海域表层沉积物重金属潜在生态风险评价及来源分析[J].应用海洋学学报,2021,40(3):520-528.

Distribution and Pollution Assessment of Heavy Metals in Surface Sediments of Qinzhou Bay

LIANG Qianqian^{1,2}, TAN Kaiyan³, DAI Shengsheng⁴, WANG Yihua^{1,2}, CHEN Liwen^{1,2}, LEI Fu^{1,2*}

(1. Guangxi Key Laboratory of Marine Environmental Science, Guangxi Academy of Marine Sciences (Guangxi Mangrove Research Center), Nanning, Guangxi, 530007, China; 2. Beibu Gulf Marine Industry Research Institute, Fangchenggang, Guangxi, 538000, China; 3. Guangxi Zhuang Autonomous Region Institute of Product Quality Inspection, Nanning, Guangxi, 530200, China; 4. Guangxi Academy of Sciences, Nanning, Guangxi, 530007, China)

Abstract: In order to explore the distribution characteristics and pollution of heavy metals in surface sediments of Qinzhou Bay in Guangxi, 20 surface sediments were collected in Qinzhou Bay in December 2021. The contents of heavy metals (Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Hg, As) were determined by atomic absorption spectrometer and atomic fluorescence spectrophotometer, and the pollution degree and ecological risk level of heavy metals were evaluated by potential ecological risk index method and geo-accumulation index method. The results showed that the average content of heavy metals in surface sediments of the study area did not exceed the standard limit of marine sediment quality. The potential ecological risk assessment showed that Cd was a moderate ecological hazard, and the remaining heavy metals were mild ecological hazards. The results of geo-accumulation index showed that the pollution degree of Cu, Pb, Zn, Cr, Hg and As was pollution-free, and the pollution degree of Cd was between pollution-free and moderate pollution. The pollution degree of each heavy metal was $Cd > As > Pb > Cu > Cr > Zn > Hg$.

Key words: Qinzhou Bay; heavy metals; surface sediments; ecological risk; distribution characteristics

责任编辑:唐淑芬



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkx@gxas.cn

投稿系统网址:<http://gxkx.ijournal.cn/gxkx/ch>