

文章编号:1001-4179(2012)10-0068-04

长江口及近海区沉积物重金属与底质环境评价

方 涛^{1,2}, 李道季², 唐静亮³, 冯志华¹

(1. 淮海工学院 江苏省海洋生物技术重点建设实验室, 江苏 连云港 222005; 2. 华东师范大学 河口海岸学国家重点实验室, 上海 200062; 3. 舟山海洋生态环境监测站, 浙江 舟山 316000)

摘要:为了评价长江口及毗邻海域重金属环境污染情况,用评价区 49 个站位的实测资料对表层沉积物重金属含量与分布变化情况进行了分析。结果表明:调查海域中,沉积物中锌的含量最高,其次为铜、铅,而汞的含量最低,且铜和锌具有明显的线性相关关系;重金属含量分布呈南高北低(特别是调查区东北部)、近岸高远岸低的特征,高值区不仅出现在长江口水质浑浊水域,也出现在杭州湾湾口海域,杭州湾可能已经成为长江口海域重金属元素的另一重要的沉积“汇”。长江口及邻近海域表层沉积物中重金属元素含量整体上呈逐步降低的趋势,2005 年沉积物各项指标均符合国家《海洋沉积物质量》一类标准,原因可能是三峡工程蓄水和近年来流域及河口的治理。

关键词:重金属含量;环境评价;长江口;杭州湾;舟山海区

中图法分类号:P33 X52 文献标志码:A

河口是淡水和海水的交汇区域,不仅截留了大量径流所携带的固相颗粒,而且伴随着盐度的增加和 pH 值的改变,将产生吸附、解析、絮沉、溶解、有机质降解等复杂的物理、化学和生物作用过程,使许多化学物质,包括重金属富集于此。在河口地区,大部分颗粒态重金属都进入沉积物中,当水体的 pH、Eh 等条件变化时,污染物将会释放出来,对水环境产生二次污染,因而可用沉积物中重金属的含量来指示环境污染的程度^[1]。

研究沉积物中重金属元素的含量和分布,不仅可以揭示重金属元素在河口地区迁移富集的规律,进而探讨水动力和沉积条件的变化,而且对于水资源保护与开发利用、区域环境评价及经济发展都具有重要意义,因而近年来越来越受到国内外学者的重视^[2-7]。本文根据 2005 年监测结果,分析了长江口及其邻近海区沉积物中铜、锌、镉、砷、铅和汞的含量变化及分布,并对沉积物中重金属污染状况进行了评价,结合历年

监测数据,分析了 1996~2005 年沉积物环境质量变化趋势。

1 采样与分析方法

1.1 研究海域

2005 年 11 月于长江口及毗邻海域共设 49 个研究站位,分别分布在 3 个区域(图 1)。其中位于长江口海域有 23 个站位(01~18, JM1~JM5),位于杭州湾海域有 6 个站位(20, 23, 25, 26, 29, 34),位于舟山海域有 20 个站位(JM6, 19, 21, 22, 24, 27, 28, 30~33, 35~43)。

1.2 取样与处理方法

使用 DAY 型采泥器取海底表层沉积物,样品经风干、研磨、过筛处理,其中铜、锌含量采用火焰原子吸收分析方法测定,镉、铅则为无火焰原子吸收法,砷采用原子荧光法,汞为冷原子荧光法,样品的采集、预处理、分析与鉴定均按《海洋监测规范》(GB17378.5-

收稿日期:2012-01-17

资助项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(40906054);淮海工学院江苏省海洋生物技术重点建设实验室研究基金项目(2010HS12);淮海工学院引进人才科研启动基金资助项目(KQ09016)

作者简介:方涛,男,讲师,博士,主要从事河口海岸生态与环境的研究。E-mail:tomtaofang@yahoo.com.cn

1998)和《水和废水监测分析方法》(第四版)进行。

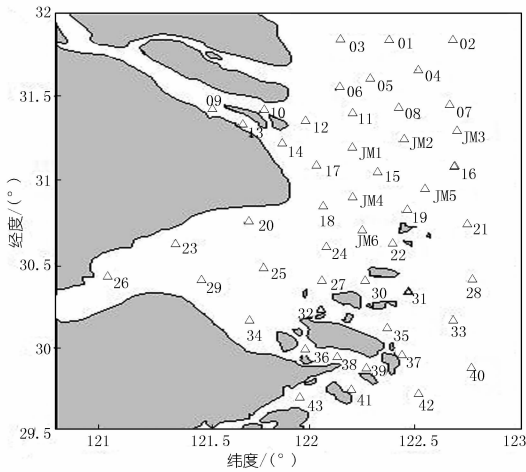


图 1 监测站位分布

2 结果与讨论

2.1 重金属含量变化及分布

各海域沉积物重金属含量的监测结果见表 1。在整个调查海域中,沉积物中锌的含量最高,可达到 90.4 mg/kg,其次为铜、铅,汞的含量最低,最小值为 0.011 mg/kg。各海区铜、锌、汞含量高低的顺序为杭州湾,舟山海域,长江口;镉含量为杭州湾,长江口,舟山海域;铅含量为长江口,杭州湾,舟山海域;而砷与铅恰好相反,为舟山海域,杭州湾,长江口。

表 1 不同海域沉积物重金属的均值和变化范围 mg/kg

重金属	长江口		杭州湾		舟山海域		全海域	
	均值	变化范围	均值	变化范围	均值	变化范围	均值	变化范围
铜	20.4	5.1~34.4	26.7	12.8~34.1	25.3	17.5~33.1	23.4	5.1~34.4
锌	66.2	40.1~89.8	80.8	48.3~90.4	74.7	61.6~85.6	72.0	40.1~90.4
镉	0.143	<0.040~0.285	0.148	0.093~0.185	0.112	0.085~0.146	0.13	<0.04~0.285
砷	9.33	6.34~13.1	9.93	5.78~12.3	10.41	7.69~13.2	9.87	5.78~13.2
铅	20.9	12.0~34.8	20.8	16.9~28.2	17.3	11.6~26.1	19.3	11.6~34.8
汞	0.056	0.011~0.109	0.073	0.054~0.092	0.068	0.042~0.184	0.064	0.011~0.184

沉积物中各重金属的平面分布如图 2 所示,具体情况如下。

(1) 铜含量最高值出现在长江口 14 号调查站位,最低值出现在南通以东的长江口北支入海口处的 6 号调查站位,在长江口南汇咀外、杭州湾北部区域及岱衢洋东部海域存在 30 mg/kg 的相对高值区,而在南通以东的长江口北支入海口有一个 10 mg/kg 的相对低值区。

(2) 锌含量最高值出现在杭州湾北部 20 号调查站位,最低值也出现在 6 号调查站位,其相对高值区(90 mg/kg)也存在于杭州湾北部区域及岱衢洋东部

海域,相对低值区(50 mg/kg)也位于南通以东的长江口北支入海口处。

(3) 镉含量最高值出现在长江口南支入海口处的 10 号站位,最低值与铜、锌一样出现在 6 号站位,在长江口南支入海口以及杭州湾北部区域存在一个 0.18 mg/kg 相对的高值区,在长江口北支入海口也同样存在着镉的低值区域(0.08 mg/kg),在调查海域的东部沉积物中镉的含量也相对较低。

(4) 砷含量最高值出现在 33 号站位,最低值出现在杭州湾内的 26 号站位,在长江口南汇咀外、杭州湾北部区域、岱衢洋东部海域以及南通以东的长江口北支入海口存在 12 mg/kg 的相对高值区,在舟山本岛北部海域存在一个 8 mg/kg 的相对低值区。

(5) 铅含量最高值出现在长江口北支入海口东北部的 2 号调查站位,最低值出现在定海东南部的 42 号调查站位,在长江口北支出海口东部、杭州湾北部区域存在 23 mg/kg 相对高值区,在定海东部海域沉积物中铅含量相对较低。

(6) 汞含量最高值出现在杭州湾北部 24 号调查站位,最低值出现在长江口北支入海口东部的 05 号调查站位,杭州湾北部存在一个 0.17 mg/kg 高值区域,其余调查海域的沉积物中汞的含量相对较低。

总体上看,重金属元素含量分布呈南高北低(特别是调查区东北部)、近岸高远岸低的特征,这与以往的研究结果类似^[4]。影响沉积物中重金属分布的因素很多,如水动力条件、河口地貌、输沙量、沉积物粒度分布、重金属来源以及元素自身的性质和其他化学生物过程等。Zhang 研究发现长江口陆架水体中的颗粒态重金属明显来源于陆地^[7]。长江口是长江口海域重金属元素的主要沉积“汇”,本文研究发现重金属元素含量高值区也都在杭州湾河口附近,说明杭州湾可能已经成为长江口海域重金属元素的另一重要的沉积“汇”。细颗粒物的吸附作用是影响重金属元素富集的另外一个主要控制因素,一般随着沉积物变细,重金属含量升高^[8],金属元素的含量和细度颗粒物有很好的正相关性。长江口从口外泥质沉积区向东到残留沉积区砂含量逐渐增多,粉砂粒级含量逐渐减少的规律性也合理地解释了前述的“重金属含量分布近岸高远岸低”的特征。长江口最大浑浊带重金属含量较高,主要是因为咸淡水交汇剧烈,流速急剧减小,海水物理化学性质发生突变,从而导致高含量金属元素的细颗粒泥沙特别是黏土沉降下来^[4],可见,水动力是除粒度和物源外控制重金属元素富集的另外一个重要因素。部分重金属元素之间具有极好的相关性,如 Cu 与 Zn(图 3),两者之间的相关系数为 0.941,说明两者

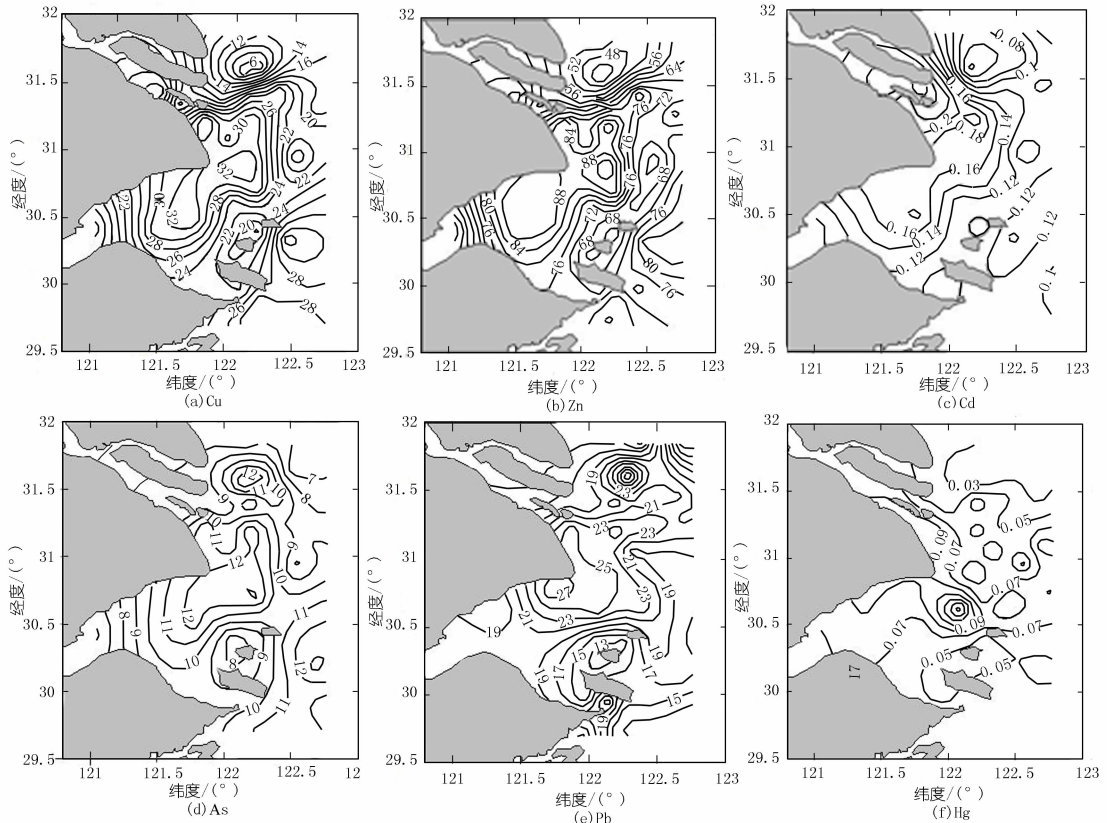


图2 长江口及其邻近海域表层沉积物中重金属含量分布(mg/kg)

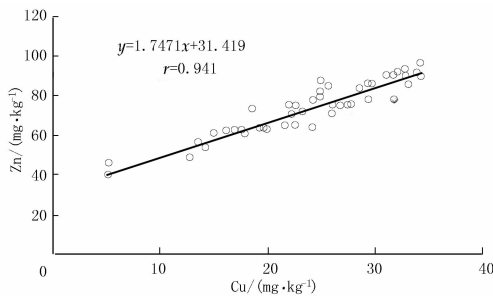


图3 铜与锌浓度之间的相关性

化学行为的相似性。

2.2 各海域沉积物重金属的均值含量比较

对1996~2005年间各海域5次监测的铜含量均值比较分析表明(图4):1996~2001年间长江口沉积物中铜的含量趋升,而2001~2005年间不断下降;杭州湾和舟山海区铜含量在1998年相对较低,其余年份相对稳定。长江口、舟山海区1996~2005年沉积物中砷含量交替升降,2001年出现最高值,而杭州湾沉积物中砷含量变化相对平缓,除了1998~2001年略有下降趋势以外,总体上缓慢上升。杭州湾沉积物中锌含量总体升高,而长江口则相反,舟山海域年际波动明显;各海域2001年的测值相对较低。长江口1996~2001年间沉积物中镉含量大幅升高,2001~2005年间

又大幅降低;1996~1998年间,沉积物中镉含量略有降低,而1998~2001年间大幅升高,2001~2005年间又大幅降低;杭州湾沉积物中镉含量在1996~1998年间有所上升,1998~2005年间仅有很小变幅。各海域1996~2005年沉积物中铅含量呈现不规则的高低起伏变化,长江口在2001年达到最高值。汞在1998,2005年含量相对较高。

2.3 沉积物环境评价

根据评价标准《海洋沉积物质量》(GB18668-2002),1996~2003年历次调查中沉积物中铜、镉、汞含量均超标,其中,铜为主要超标因子(表2)。在整个调查海域铜超标率(一类)从1996到2001年间逐渐降低,2003年突然升高,1996年铜超标区主要集中在杭州湾与舟山海域,1998年和2001年集中长江口海域。

表2 1996~2003年调查海域沉积物铜超标率(一类)比较 %

区域	1996年	1998年	2001年	2003年
长江口	0	20.0	11.1	11.0
杭州湾	20.0	0	0	20.0
舟山海域	7.7	0	0	5.6
全海域	8.3	5.3	3.2	9.4

2005年度调查海域中沉积物重金属无一超标,均符合国家一类沉积物质量标准。王长友等指出东海Cu、Pb、Zn、Cd排海总量20世纪90年代达到最大值^[9],

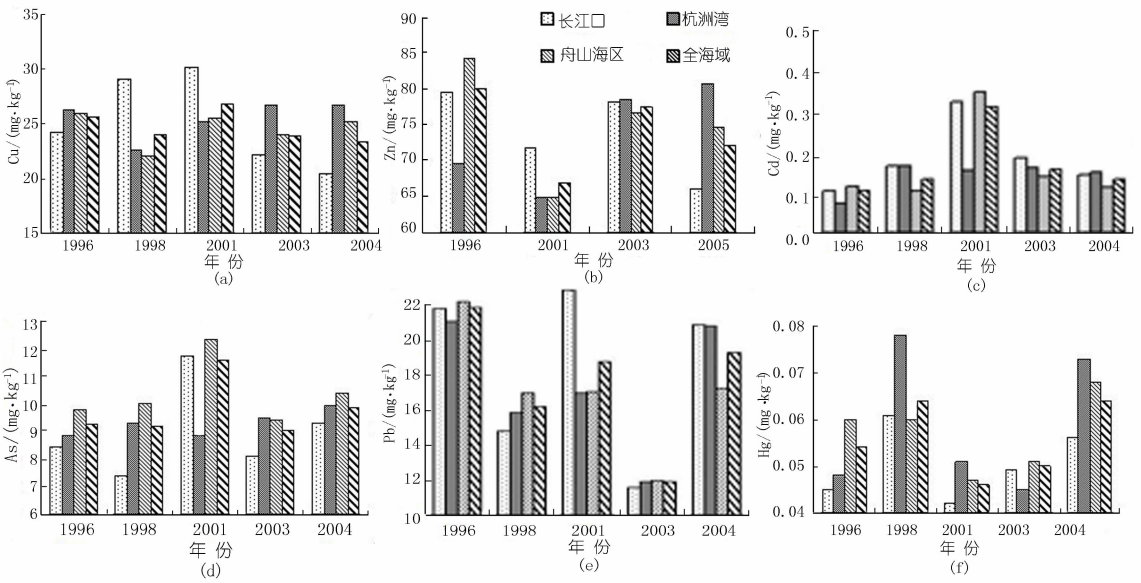


图 4 各海区沉积物中铜、锌、镉、砷、铅和汞平均含量变化情况

分别为 13.58×10^3 , 5.34×10^3 , 295.73×10^3 , 0.41×10^3 t/a, 进入 21 世纪以后, 尤其自三峡工程 2003 年一期蓄水以来, 开始降低, 分别减少到目前的 3.47×10^3 , 1.84×10^3 , 5.66×10^3 , 0.081×10^3 t/a 左右, 目前在长江口及邻近海域表层沉积物中重金属元素含量整体上都呈逐步降低的趋势, 均低于国家规定的一类海水水质标准。但是, 这种变化是由三峡工程一期蓄水所引起的, 还是由于近年来流域及河口区环境治理的结果尚有待于进一步的研究工作。

3 结论

长江口及邻近海域重金属元素含量分布呈南高北低(特别是调查区东北部)、近岸高远岸低的特征, 高值区不仅出现在长江口浑浊水域, 也出现在杭州湾湾口海域, 杭州湾可能已经成为长江口海域重金属元素的另一重要的沉积“汇”。与往年比较, 长江口及邻近海域表层沉积物中重金属元素含量整体上都呈逐步降低的趋势, 2005 年均低于国家规定的一类海水水质标准。

参考文献:

[1] 朱圣清, 臧小平. 长江主要城市江段重金属污染状况及特征[J]. 人民长江, 2001, 32(7): 23-25.

[2] Birch G F. Sediment-bound metallic contaminants in Sydney's Estuaries and adjacent offshore, Australia[J]. Estuarine, coastal and shelf science, 1996, 42(1): 31-44.

[3] 陈沈良, 周菊珍, 谷国传. 长江河口主要重金属元素的分布和迁移[J]. 广州环境科学, 2001, 16(1): 9-13.

[4] 孟翔, 刘苍宇, 程江. 长江口沉积物重金属元素地球化学特征及其底质环境评价[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2003, 23(3): 37-43.

[5] Chen Z Y, Saito Y, Kanai Y, et al. Low concentration of heavy metals in the Yangtze estuarine sediments, China: a diluting setting, Estuarine[J]. Coastal and Shelf Science, 2004, (60): 91-100.

[6] 陈敏, 陈邦林, 夏福兴. 长江口最大洋浊带悬移质、底质微量金属形态分布[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 1996(1): 38-44.

[7] Zhang J. Heavy metal compositions of suspended sediments in the Changjiang(Yangtze River) estuary: significance of riverine transport to the ocean[J]. Continental Shelf Research, 1999, (19): 1521-1543.

[8] 赵一阳. 中国海大陆架沉积物地球化学的若干模式[J]. 地质科学, 1983, (4): 307-313.

[9] 王长友, 王修林, 李克强, 等. 东海陆扰海域铜、铅、锌、镉重金属排海通量及海洋环境容量估算[J]. 海洋学报, 2010, 32(4): 62-75.

(编辑: 常汉生)

(下转第 81 页)

Irrigating development plan of rivers in Southwest China

HU Xiangyang¹, HE Zijie², ZHENG Zhuang²

(1. *Planning and Design Department, Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China;*
2. *Hubei Chanjiang Dredging Engineering Co., Ltd., Wuhan 430010, China*)

Abstract: The rivers in south – western area of China cross different climatic zones, so their differences are significant. In the irrigation planning, the issues of food security, income increasing of farmers and ecological security should be considered and principle of positioning on local conditions and prioritizing key issues is stressed. A representative basin in the southwest region is selected for analysis of present irrigation condition and development requirement, and the basin irrigation development mode which not only meets modern basin comprehensive plan, but also conforms with practical condition of southwestern region. After the implement of the irrigation development plan, the situation of construction of field water conservancy is improved, the imbalance of water supply and requirement are alleviated, and the food security is ensured.

Key words: irrigation plan; food security; income increasing of farmers; ecological security; southwest China

(上接第 71 页)

Evaluation on distribution of heavy metal elements in sediments and bed material environment in Yangtze River Estuary and its adjacent sea

FANG Tao^{1,2}, LI Daoji², TANG Jingliang³, FENG Zhihua¹

(1. *Jiangsu Key Laboratory of Marine Biotechnology, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang 222005, China;* 2. *State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062, China;* 3. *Zhoushan Marine Ecology Environmental Monitoring Station, Zhoushan 316000, China*)

Abstract: In order to evaluate the heavy metal pollution in the Yangtze River Estuary and its adjacent sea, the heavy metal content and distribution in sediment measured at 49 stations in the evaluation zone are analyzed. The analysis results show that in the investigation zone, the Zn content in sediment is the highest, and followed by Cu and Pb, Hg content is the lowest, Cu and Zn have an obvious linear relation; the distribution of heavy metals is characterized by higher in southern area and lower in northern area (especially in northeastern area), higher in coastal area and lower in offshore area; the higher value area is not only in the turbid area of estuary, but also in the mouth area of Hangzhou Bay which likely has become another important settling convergence of heavy metals. In general, the heavy metal content in sediment in the Yangtze River Estuary and its adjacent sea reduces. In 2005, the various indexes of heavy metals in sediment met the Class I standard regulated by the national "Marine Sediment Quality", the cause might be the impoundment of TGP and the regulation of estuary.

Key words: heavy metal content; environmental evaluation; Yangtze River Estuary; Hangzhou Bay; Zhoushan sea area

(上接第 77 页)

Research on water utilization and countermeasures for water saving and emission reduction of China United Cement Xichuan Co., Ltd

WANG Lin¹, HAN Jianxiu²

(1. *Nanyang Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Henan Province, Nanyang 473036, China;* 2. *Nanyang Municipal Water – saving Office of Henan Province, Nanyang 473060, China*)

Abstract: In response to national requirement on water sources area protection of S – N water diversion, China United Cement Xichuan Co., Ltd improved the production technology and added a waste heat power generation system. The analysis on energy saving and emission reduction before and after reformation of the cement plant shows that the water consumption after reformation reduces greatly, but water utilization for power generation increases and exceeds the professional standard, the total water utilization changes a little; the benefits of reformation mainly include power energy saving and reduction of sewage discharge. The existed problems in energy saving and emission reduction and water saving potential capacity are analyzed and further improvement measures are put forward.

Key words: water utilization efficiency; water saving and emission reduction; waste heat power generation; process reformation; China United Cement Xichuan Co., Ltd.