

文章编号: 1000-0550(2008) 05-0820-08

长江口及邻近海域表层沉积物 pH、Eh 分布及制约因素^①

齐红艳 范德江 徐琳 杨作升

(中国海洋大学海底科学与探测技术教育部重点实验室 山东青岛 266100)

摘要 使用精密酸度计和新型全自动氧化还原电位仪测定了长江口及其邻近海域表层沉积物中的 pH、Eh 值, 分析了它们的分布特征, 并从水团性质、层化特征、底质类型、生物扰动等方面深入探讨了 pH、Eh 的影响因素和影响机理。研究表明: 研究区内表层沉积物属于中性—弱碱性环境, pH 值变化于 7.1~7.8 之间, 空间分布上具有分带性和不均一性特征; 为还原环境, Eh 变化于 -100~-300 mV 之间, 大部分在 -250 mV 左右, 其空间分布也具有弱分带和不均一的特点。该区沉积物酸碱性主要受水团性质的制约, 同时底质类型、生物扰动对沉积物酸碱性也有一定影响, 而氧化还原电位则主要受水团性质、水层层化和生物扰动等的影响。

关键词 长江口 东海 沉积物 pH Eh 影响因素

第一作者简介 齐红艳 女 1983 年出生 硕士研究生 海洋沉积地球化学 E-mail: hbing0921@ouc.edu.cn

通讯作者 范德江 E-mail: djfan@ouc.edu.cn

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

pH 即酸碱度, Eh 是铂片电极相对于标准氢电极的氧化还原电位, 两者作为介质 (包括水、土壤等) 环境物理化学性质的综合性指标。pH 值高低反映介质酸碱性的强弱, Eh 值大小则表征介质氧化性或还原性的相对程度。在海洋沉积物中, Eh、pH 是两个反映沉积环境的良好的综合性指标, 它们直接影响了沉积物 (及孔隙水) 中元素的地球化学行为、自生矿物的形成和转化、成岩作用进程等^[1-3]。

大河河口三角洲和临近海域是陆地和海洋间物质和能量交换最强烈的地带, 这里发生着复杂的物理、化学、生物、地质过程, 是全球变化研究和海洋地质科学的前沿领域之一^[4-6]。大河流域和三角洲也是人类活动最为频繁、强度最大的区域, 人类活动产生的大量污染物进入河口三角洲和临近海域, 引起该区域环境的恶化乃至底质环境的改变^[7,8]。表层沉积物 pH、Eh 的研究对深入了解发生在该区域的表层地质过程有着基础和前提的作用, 同时对了解人类活动污染物的水体——沉积物界面过程有着重要的意义。长江口作为世界第三大河的入海口, 每年经河口入海的水量平均达 8912 亿 m³, 悬沙量 4.6 亿 t^[9], 与陆架水体共同塑造了长江三角洲和临近海域的环境特征; 每年由长江带入东海的重金属达 2~3 万 t^[10]。本世纪以来就有许多学者从海洋环流、水文特征、悬浮体分布、底质沉积、生物、地球化学等等诸多

方面在该区域作了深入研究^[11-17], 但由于受仪器等原因限制, 在沉积环境特征方面, 前人对 pH、Eh 尤其是 Eh 的直接准确测定和调查还相当欠缺。为此, 本研究于 2006 年 6 月利用精密酸度计和新型全自动氧化还原电位仪测定了长江口及其邻近海域 33 个站位表层沉积物中的 pH、Eh 值, 分析了它们的空间分布规律, 并深入探讨了其影响机理。

1 取样和分析测定方法

1.1 样品采集

调查研究海域和站位设置见图 1。其中原设计调查站位共 46 个, 由于底质类型差异等原因实际 pH、Eh 的采样站位共 33 个。在“东方红 2 号”调查船于 2006 年 6 月调查期间, 使用箱式取样器获得无扰动沉积物, 随即用小勺取其最表层约 3 cm 的浮泥装入预先处理过的 50 mL 塑料瓶中, 送入船上实验室内待测。

1.2 测试方法

pH 用 pH S-3C 型精密酸度计测定, 使用前电极用蒸馏水浸泡 24 h, 正式测定之前预热 30 min 并用标准缓冲溶液校正。仪器显示的结果每秒刷新一次, 测定的 pH 值在 2 min 内迅速稳定 (图 2a), 基本保证了表层沉积物的真实 pH 状态。待稳定后记录该沉积物的 pH 测定值。该仪器测量精度为 0.01。

①国家自然科学基金项目 (批准号: 40676035)、重点基金 (批准号: 90211022) 和国家重大基础研究发展计划项目 (2002CB412404) 联合资助。

收稿日期: 2007-12-23 收修修改稿日期: 2008-01-28

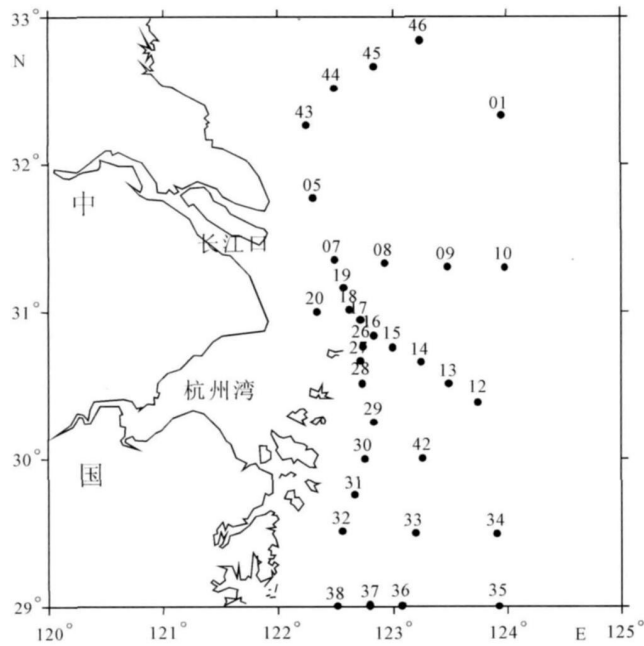


图 1 调查研究海域和站位设置

Fig 1 The study area and station locations

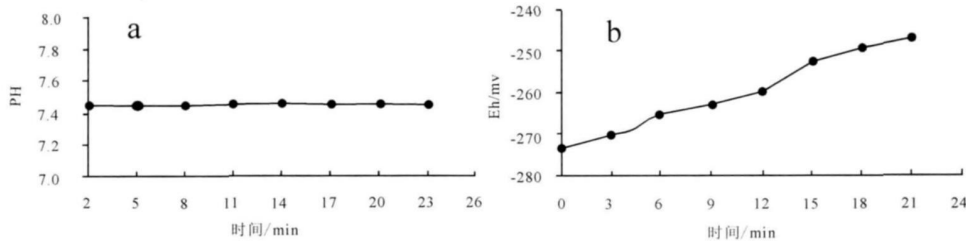


图 2 表层沉积物 pH、Eh 测定曲线

(a pH 测定曲线; b Eh 测定曲线)

Fig 2 Measured values of pH and Eh of surface sediments against time

(a- pH measuring curve b- Eh measuring curve)

2 结果与讨论

2.1 表层沉积物 pH 平面分布特征

图 3 为研究区表层沉积物 pH 平面分布图。研究区内表层沉积物 pH 最低值位于长江口及杭州湾外附近区域, 其值小于 7.1, 最高值大于 7.8 出现在研究区东北部, 31°N, 124°E 附近。总体上表现为中性—弱碱性环境。

表层沉积物的 pH 分布具有明显的分带性和不均一性。长江口以及浙江近岸内陆架海域 pH 值低, 约在 7.4 以下; 从岸向海方向, pH 值逐渐增加, 从 7.1 增加到 7.8 其中在 123°E 附近存在一个近南北向的梯度带, pH 值从约 7.4 迅速增加到 7.7 左右。另外,

Eh 使用 FJA-2 型全自动氧化还原电位 (Eh) 去极化法测定仪测定。使用前电极用蒸馏水浸泡 24 h, 正式测定之前预热 30 min 并且经 Eh (ORP) 标准溶液校正。该仪器是基于极化法原理设计的, 相对于传统 Eh 测定方法来说, 其最大的特点是能迅速获得沉积物的 Eh 值, 并且具有温度自动校正性能^[18-19]。实际测量中测定时间持续 15~20 min 获得一组时间间隔为 2~3 min 的数据, 该组数据清楚地反映了沉积物与空气接触后迅速氧化、Eh 值逐渐增加的趋势 (图 2b)。因此工作中选取该组数据最先稳定者的最小值作为被测沉积物的 Eh 测定值, 它基本上代表了表层沉积物现场氧化还原状态。极化法 Eh 仪测定误差为 ±10 mV。

另外, 水体温度、盐度由“东方红 2 号”调查船上的 Seabird 100 型温盐深仪 (CTD) 同步测得, 表层沉积物样品粒度分析在中国海洋大学海底科学与探测技术教育部重点实验室采用 Mastersizer 2000 型激光粒度仪测得, 生物扰动状态通过 X 射线成像获得, 在青岛大学医学院附属医院完成。

在长江口向南的近岸内陆架区, 出现多个 pH 低值区, 长江口 1 个, 杭州湾南北侧各 1 个, 它们的最低 pH 值都在 7.3 以下; 相反地, 在沿着 123.5°E 经度方向上也出现呈串珠状排列的高 pH 值区, 它们都在 7.7 以上 (见图 3)。

2.2 表层沉积物 Eh 平面分布特征

本区表层沉积物 Eh 值变化范围约在 -100~-300 mV 之间, 其中大部分在 -250 mV 左右, 这说明本区表层沉积物均处于还原环境中^[20], 大部分地区还原性较强, 且由近岸到外海表现出由弱还原环境向强还原环境过渡的趋势 (图 4)。

表层沉积物的 Eh 值表现为由近岸向外海基本呈由高到低分布, 与 pH 值分布趋势相反。与 pH 相

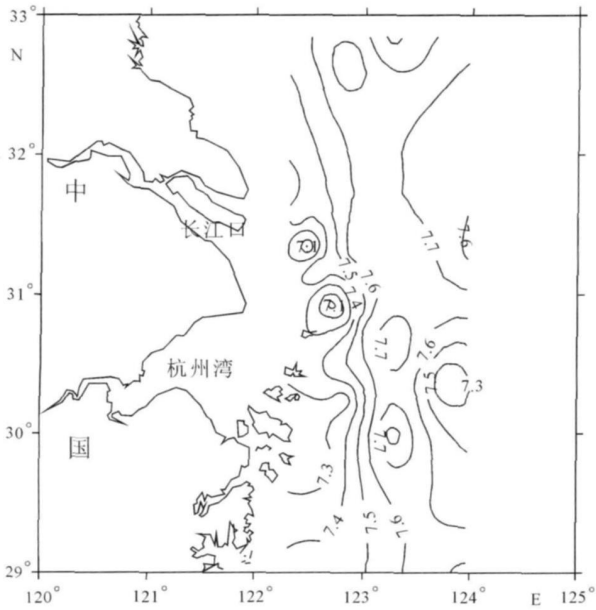


图 3 研究区表层沉积物 pH 平面分布图

Fig 3 Distribution pattern of pH of surface sediments in the study area

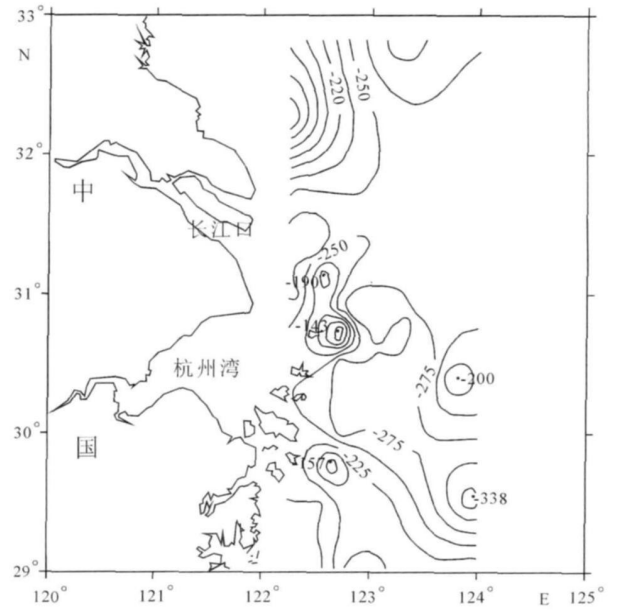


图 4 研究区表层沉积物 Eh 平面分布图

Fig 4 Distribution pattern of Eh of surface sediments in the study area

比, Eh 值等值线与岸线的平行程度较差, 等值线封闭的情况较多, 也没有较连续的梯度锋面。紧靠长江口北侧发育 1 个较大范围的 Eh 高值区, 其值达 -100 mV, 形态呈舌状, 向东南方向突出; 从长江口向南的近岸内陆架区, 分布几个高 Eh 区, 其值在 -200 mV 左右, 分布总体位置、形状都与 pH 低值区有很好的对应关系 (图 4)。

2.3 影响表层沉积物 pH、Eh 的因素

2.3.1 水团的影响

表层沉积物暴露于底层海水中, 两者之间存在着充分的物质交换, 沉积物 pH、Eh 高低直接取决于其上覆底层海水的对应参数的大小, 进而受其物理、化学等因素的影响。夏季研究区底层水团有: 苏北沿岸水、闽浙沿岸水、台湾暖流水等。不同的水团其温度、盐度等差异明显。

长江口及邻近海域底层海水温度和盐度的分布情况见图 5a、b。由图 5 清楚地指示了台湾暖流、闽浙沿岸流的存在。台湾暖流具有高盐、高温的特点, 它大致沿着 123°E 向北爬升, 一直到达 32°N 或更远; 闽浙沿岸流则具有低盐、温度变化大的特点, 它主要局限于 122.5°E 以西的近岸海域, 分布在长江口、杭州湾及闽浙沿岸。台湾暖流源自黑潮和台湾海峡^[21], 具有外海水体的物理化学特征, 其 pH 值相对较高, 表层沉积物中沿着 123°E 的呈串珠状的高 pH

值带正好与台湾暖流经过区一致, 表明它主要受控于台湾暖流。紧靠长江口以及浙江沿岸分布的近岸水团受到长江入海河水的明显影响, 它继承了河水低 pH 值的特点^[22], 所以在该水团发育区的底质沉积物 pH 值也出现了明显的偏低, 但由于受到杭州湾潮汐通道的影响, 使得近岸 pH 分布不连续, 被切断成数个斑块状的低 pH 值区 (图 3)。由于台湾暖流、闽浙沿岸水团在约 $122.5^{\circ}\text{E} \sim 123^{\circ}\text{E}$ 交汇混合, 等盐线密集, 盐度梯度大 (图 5b), 导致了表层沉积物 pH 值在该处出现梯度带 (图 3)。可见, 研究区表层沉积物中的 pH 分布主要受到水团性质的制约。

Eh 值的情况与 pH 值类似, 表层沉积物氧化还原性的强弱也与底层海水的含氧量及自身内部的氧化还原反应有密切关系, 同样受水团性质的影响, 只是其影响因素更为复杂。近岸水团发育区, 表层沉积物中的 Eh 较高, 反映了较氧化底质环境; 向外, 特别在台湾暖流途径区, Eh 明显降低, 这可能与台湾暖流是从深处向浅处爬升、未及充分混合有关。需要特别指出的是, 在长江口北侧发育一个呈舌状的高 Eh 区, 它的分布和形状与该处发育的苏北沿岸流吻合^[23], 可能主要受到苏北沿岸水团的影响。

2.3.2 海水层化的影响

水层层化在一定程度上反映了波浪、潮汐和海浪等动力过程的综合结果。无层化的垂直结构说明水

体能量大、上下混合充分, 可导致底部呈富氧状态; 反之, 当水体能量小、混合差时, 底部则可能贫氧。由于层化作用影响了不同酸碱性水体的混合, 所以表层沉

积物 pH 可能会受到影响。而层化作用对底层水氧化状态的影响, 又进一步表现为对表层沉积物的 Eh 值的影响。故海水层化的影响也不可忽视。

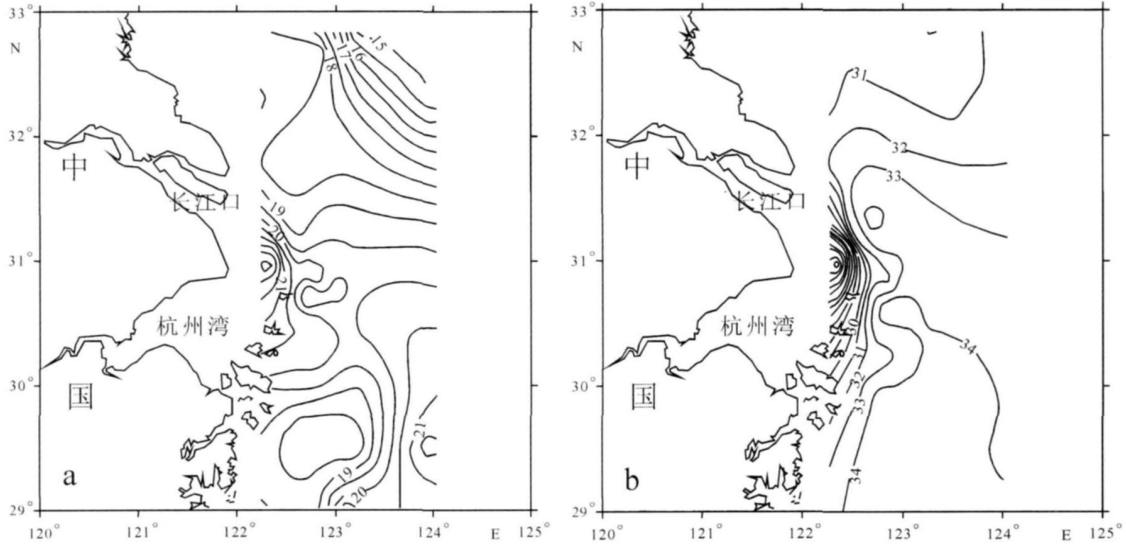


图 5 研究区底层海水温度(a)和盐度(b)平面分布图

Fig. 5 Distribution patterns of temperature (a) and salinity (b) of the bottom water in the study area

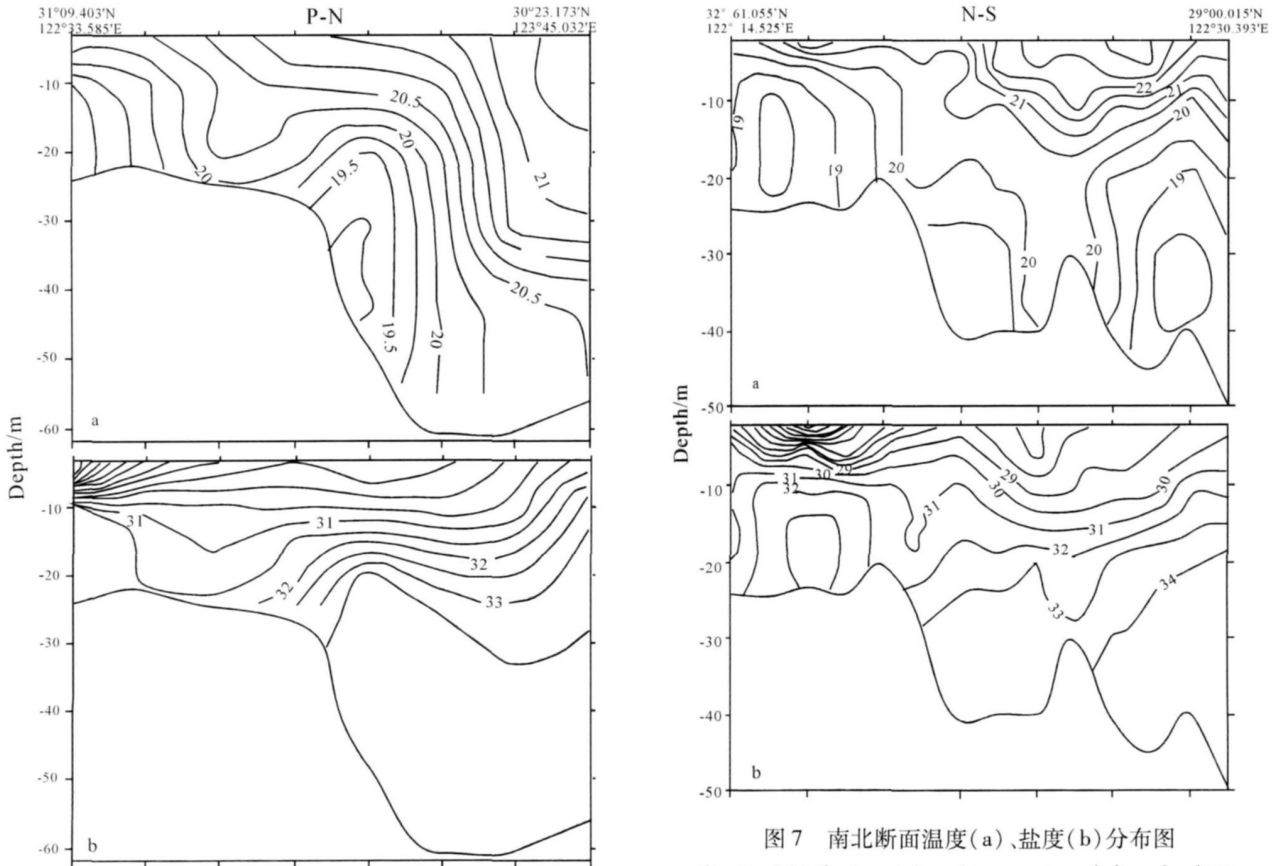


图 6 PN 断面温度(a)、盐度(b)分布图

Fig. 6 Distribution styles of temperature (a) and salinity (b) along PN section

图 7 南北断面温度(a)、盐度(b)分布图

Fig. 7 Distribution styles of temperature (a) and salinity (b) along the shore at about 20 ~ 40 m water depth section

根据研究区内同步实测温盐分布特点(图 6 7)可以看出:在 PN 断面上(包含图 1 中 12~ 19 站),由近岸到远海,上下水体温度变化差异不大,仅 14~ 17 站最表层水体有轻微层化,而盐度则在近岸垂向混合较均匀,外海层化较为明显,层化深度可达 30 m;南北向的断面上(即图 1 中由北向南包含 43 站到 38 站的 14 个站位)温度层化程度由北向南呈弱—强—弱的变化趋势,即在 18 站到 28 站这部分海域上下水体温度差异明显,存在垂向梯度,而盐度分布在南北方向上较为一致,即表层盐度较低,向下升高,层化明显,南部层化深度大于北部。这样的温盐分布特点恰好与前述 Eh 分布特点相吻合,表明 Eh 值近岸高外海低的分布特征一定程度上受到了层化差异的影响。而与 pH 分布特点相对比发现层化作用对 pH 的影响表现不明显。

2.3.3 底质类型

与底层水体相比,底质类型作为沉积物本身的一个重要性质与表层沉积物的 Eh、pH 值关系亦非常密切。从表层沉积物粒度分析结果(见图 8)知本区近岸以泥质沉积物为主,向外海则主要为砂质沉积物,这与前人对本区底质类型分布研究结果相一致^[24-26]。

相关性分析发现表层沉积物 pH 值与平均粒径 ϕ 值表现出负的相关性, Eh 值与平均粒径 ϕ 值则呈正相关,相关系数分别为 -0.65 和 0.22(见图 9a、b),对比三者的分布图亦可发现近岸泥质沉积物中 pH 值低、Eh 高,而在外海砂质沉积物中 pH 值高、Eh 低。经显著性检验前者相关性显著,证明底质类型对 pH 这一环境指标具有重要影响,而对 Eh 值影响则较弱。pH 值的变化很容易理解,但 Eh 值的这种分布与通常认为泥质沉积物中由于含有大量有机质而还原性应该更强的观点相违背。实际上 Eh 值的大

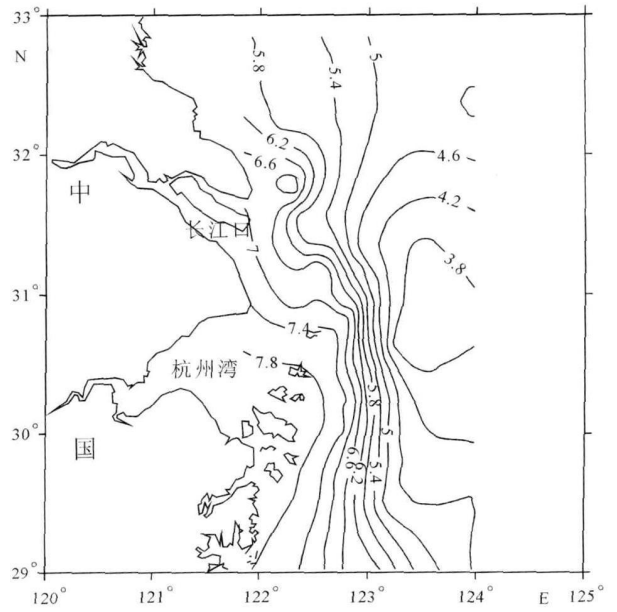


图 8 研究区表层沉积物粒度(平均粒径 ϕ)分布图
Fig. 8 Average grain size (unit in ϕ) distribution of surface sediments in the study area

小的确与沉积物中有机质含量密切相关,在垂直分布上 Eh 与有机碳表现为相同变化趋势,但在平面分布上变化趋势则相反^[27]。本区的异常表现是因为该处沉积速率很高^[28],表层沉积物中有机质还未来得及还原,也就不能提供给氧化态物质以还原的能量,故使 Eh 表现为相对高值。

2.3.4 底栖生物的影响

底栖生物适应于一定的沉积环境,当沉积环境发生改变时,底栖生物做出相应调整以适应新的沉积环境,同时,它们自身的活动也对周围沉积环境产生影响。生物活着时,由于其觅食、筑穴等活动不仅使沉积物内部发生混合,更使得 pH 相对较高、氧化性相对较强的海水通过这些生物活动通道渗入沉积物内

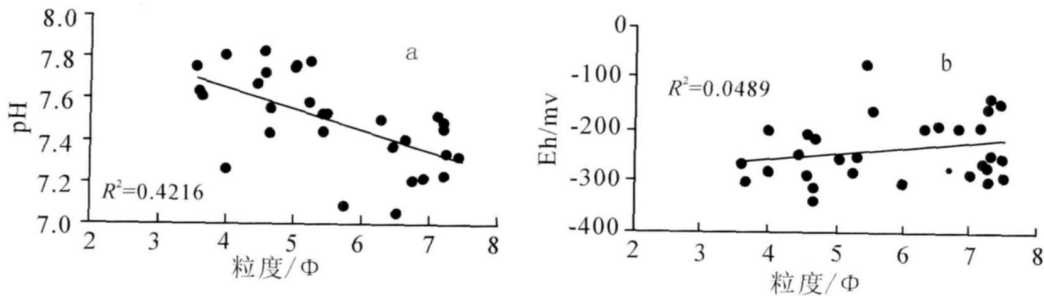


图 9 表层沉积物 pH、Eh 与沉积物平均粒度相关图
(a pH 与平均粒径关系图, b Eh 与平均粒径关系图)

Fig. 9 Correlation of pH and Eh with average grain size of surface sediments

部,造成其 pH 升高、氧化性增强。生物死亡后,遗体留存于沉积物内部,有机质部分极强的还原性又使得周围小范围内沉积物 Eh 值降低。沉积物受扰动较轻时,底栖生物的这种作用可能很小,但扰动达到一定程度时,则具有不可忽略的影响。

对区内无扰动柱状样的生物扰动观察显示许多站位上都有不同程度的生物扰动,具有明显的差异性。以 PN 断面为例,15、16、17 生物扰动构造发育,尤以 17 站(122°7'E, 31°N)附近生物扰动构造最为发育(见图 10),据 Taylor^[29]的分类方案界定的生物扰动指数等级最高可达 4 级,而其它站位生物扰动很弱或无。不过在这些扰动构造的内部发现的生物遗体却较少,因此底栖生物的强烈扰动在这里更主要的是使得表层沉积物与底层海水混合加强,促使周围沉积环境还原性相对减弱, Eh 值升高。长江口外高值区与较强的生物扰动构造相一致,可能也与生物活动有关。

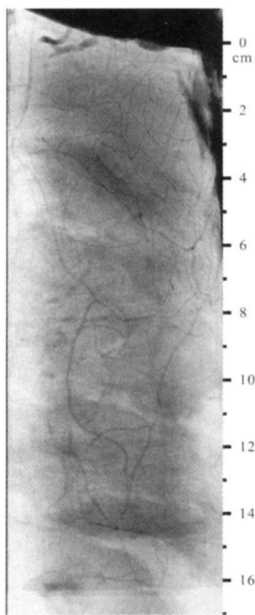


图 10 X 射线负片揭示的 17 站浅表沉积层中的生物扰动构造

Fig 10 X-ray negative photograph showing bioturbation in the subsurface sediments of station 17

3 结论

长江口及邻近海域表层沉积物属于中性—弱碱性环境, pH 值变化于 7.1~7.8 之间;空间分布上具有分带性和不均一性特征,总体表现为近岸低、向外增加,并在近岸及中陆架上发育多个相对低值区和高值区。

长江口及邻近海域表层沉积物总体上为还原环境, Eh 变化于 -100~-300 mV 之间,大部分在 -250 mV 左右;空间分布也具有弱分带性和不均一的特点,表现为近岸高,向外降低,同时发育多个相对高值区。

该区沉积物酸碱性主要受水团性质的制约,同时底质类型、生物扰动对沉积物酸碱性也有一定影响,而氧化还原电位则主要受水团性质、水层层化和生物扰动等的影响。

参考文献 (References)

- 1 刘宝珺主编. 沉积岩石学 [M]. 北京: 地质出版社, 1980: 60-79 [Liu Baojun. Sedimentary Lithology [M]. Beijing Geological Publishing House 1980: 60-79]
- 2 朱而勤, 王琦. 海洋自生矿物 [M]. 北京: 海洋出版社, 1988: 12-17 [Zhu Erqin, Wang Qi. Marine Autogenic Mineral [M]. Beijing Ocean Press, 1988: 12-17]
- 3 中国科学院地球化学研究所编. 高等地球化学 [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 300-301 [Institute of Geochemistry Chinese Academy of Science. Higher Geochemistry [M]. Beijing Science Press 1998: 300-301]
- 4 Robert R L, John W D, Brian D M, et al. The effects of riverine discharge on temperature, salinity, suspended sediment and chlorophyll a in a Mississippi delta estuary measured using a flow-through system [J]. Estuarine Coastal and Shelf Science, 2007, 74: 145-154
- 5 许淑梅, 翟世奎, 张爱滨, 等. 长江口及其邻近海域表层沉积物中氧化还原敏感性微量元素的环境指示意义 [J]. 沉积学报, 2007, 25 (5): 759-767 [Xu Shumei, Zhai Shikui, Zhang Aibin, et al. Distribution and environment significance of redox sensitive trace elements of the Changjiang Estuary Hypoxia Zone and its contiguous sea area [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2007, 25(5): 759-767]
- 6 Wright L D, Friedrichs C T. Gravity-driven sediment transport on continental shelves: a status report [J]. Continental Shelf Research, 2006, 26: 2092-2107
- 7 Jae-Young Koo, John W Day. A review of ecological impacts of oil and gas development on coastal ecosystems in the Mississippi Delta [J]. Ocean & Coastal Management, 2004, 47: 597-623
- 8 孟翎, 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 [Meng Yi, Liu Cangyu, Cheng Jiang. Geochemical characteristics of heavy metal elements in the surface sediments in the Yangtze River estuarine area and evaluations of the bed materials [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2003, 23(3): 37-43]
- 9 黄海军, 李凡, 张秀荣. 长江黄河水沙特征初步对比分析 [J]. 海洋科学集刊, 2004, 46: 79-90 [Huang Haijun, Li Fan, Zhang Xiurong. A primary comparison of water and sediment flux between the Changjiang River and the Yellow River [J]. Studia Marina Sinica, 2004, 46: 79-90]
- 10 国家海洋局. 2005 年中国海洋环境质量公报 [R]. 北京: 国家海

- 洋局, 2006 [State Oceanic Administration PRC. China's Marine Environmental Quality Communique of 2005[R]. Beijing: State Oceanic Administration, 2006]
- 11 Li Shihai Yun Caiking. Coastal current systems and their origin and expansion of suspended sediment from Changjiang River Estuary [J]. *Marine Science Bulletin*, 2006, 8(1): 22-32
 - 12 唐晓辉, 王凡. 长江口邻近海域夏、冬水文特征分析 [J]. *海洋科学集刊*, 2004, 46: 42-66 [Tang Xiaohui Wang Fan. Analyses on hydrographic structure in the Changjiang River Estuary adjacent waters in summer and winter [J]. *Studia Marina Sinica*, 2004, 46: 42-66]
 - 13 郭志刚, 杨作升, 张东奇, 等. 冬、夏季东海北部悬浮体分布及海流对悬浮体运输的阻隔作用 [J]. *海洋学报*, 2002, 24(5): 71-80 [Guo Zhigang Yang Zuosheng Zhang Dongqi *et al*. Seasonal distribution of suspended matter in the Northern East China Sea and barrier effect of current circulation on its transport [J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2002, 24(5): 71-80]
 - 14 雷坤, 杨作升, 郭志刚, 等. 东海不同底质类型海域春季悬浮体通量及影响因素 [J]. *海洋与湖沼*, 2001, 32(1): 50-57 [Lei Kun Yang Zuosheng Guo Zhigang *et al*. Suspended sediment flux in spring on the East China Sea Shelf with different surface sediment types [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2001, 32(1): 50-57]
 - 15 刘红, 何青, 王元叶, 等. 长江口表层沉积物粒度时空分布特征 [J]. *沉积学报*, 2007, 25(3): 445-455 [Liu Hong He Qing Wang Yuanye *et al*. Temporal and spatial characteristics of surface sediment grain-size distribution in Changjiang Estuary [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2007, 25(3): 445-455]
 - 16 华尔, 张志南, 张艳. 长江口及邻近海域小型底栖生物丰度和生物量 [J]. *生态学报*, 2005, 25(9): 2234-2242 [Hua Er Zhang Zhinan Zhang Yan. Abundance and biomass of meiobenthos in the Changjiang (Yangtze River) estuary and its adjacent waters [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(9): 2234-2242]
 - 17 吕晓霞, 翟世奎, 于增慧. 长江口及邻近海域表层沉积物中营养元素的分布特征及其控制因素 [J]. *海洋环境科学*, 2005, 24(3): 1-5 [Lv Xiaoxia Zhai Shikui Yu Zenghui. Nutrient distribution and controlled factors at the surface sediment of the Changjiang Estuary and adjacent sea area [J]. *Marine Environmental Science*, 2005, 24(3): 1-5]
 - 18 方建安. FJA-02型全自动氧化还原电位 (Eh) 去极化测定仪器说明书 [J]. 南京: 中科院南京土壤研究所技术服务中心/南京传滴仪器设备有限公司, 2006 [Fang Jianan. Manual of FJA-02 automatic redox (Eh) meter [J]. Nanjing: Nanjing Zhuan-Di Instrument & Equipment CO., LTP. / Technical Service Centre, Institute of Soil Science Chinese Academy of Sciences, 2006]
 - 19 方建安. 去极化法测定氧化还原电位 [J]. 南京: 中科院南京土壤研究所技术服务中心/南京传滴仪器设备有限公司, 2007 [Fang Jianan. Measurement of Eh with depolarization method [J]. Nanjing Nanjing Zhuan-Di Instrument & Equipment CO., LTP. / Technical Service Centre, Institute of Soil Science Chinese Academy of Sciences, 2007]
 - 20 宋金明, 李延, 朱仲斌. Eh和海洋沉积物氧化还原环境的关系 [J]. *海洋通报*, 1990, 9(4): 33-39 [Song Jiming Li Yan Zhou Zhongbin. Relationship between Eh value and redox environment in marine sediments [J]. *Marine Science Bulletin*, 1990, 9(4): 33-39]
 - 21 翁学传, 王从敏. 关于台湾暖流的研究 [J]. *青岛海洋大学学报*, 1987, 19(1): 159-168 [Weng Xuechuan Wang Congmin. A study on Taiwan warm current water [J]. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 1987, 19(1): 159-168]
 - 22 冯士筵, 李凤岐, 李少菁主编. *海洋科学导论* [M]. 北京: 高等教育出版社, 1999 [Feng Shizhen Li Fengqi Li Shaojing. *Introduction to Marine Science* [M]. Beijing: Higher Education Press, 1999]
 - 23 朱建荣, 沈焯庭, 周健. 夏季苏北沿岸流对长江冲淡水扩展影响的数值模拟 [J]. *华东师范大学学报*, 1997, 2: 62-67 [Zhu Jianrong Shen Huoting Zhou Jian. Numerical simulation of the impact of the Subei coastal current on the expansion of the Changjiang River diluted water in summer [J]. *Journal of East China Normal University*, 1997, 2: 62-67]
 - 24 刘锡清. 中国边缘海的沉积物分区 [J]. *海洋地质与第四纪地质*, 1996, 16(3): 1-11 [Liu Xiqing. Sedimentary division in marginal seas of China [J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 1996, 16(3): 1-11]
 - 25 秦蕴珊, 郑铁民. 东海大陆架沉积物分布特征的初步探讨 [C]// 中国科学院海洋研究所海洋地质研究室编. *黄、东海地质*. 北京: 科学出版社, 1982, 31-51 [Qin Yunshan Zheng Timin. A discussion on the sediment distribution characteristics in the East China Sea Shelf [C]// Marine Geology Laboratory, Institute of Oceanology Chinese Academy of Sciences. *Geology of Yellow Sea and East China Sea*. Beijing: Science Press, 1982, 31-51]
 - 26 李广雪, 杨子庚, 刘勇. 中国东部海域海底沉积环境成因研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2005 [Li Guangxue Yang Zigen Liu Yong. Study of the Cause of Depositional Environment Formation in the East China Sea Area [M]. Beijing: Science Press, 2005]
 - 27 李延, 王庆张. 东海沉积物的氧化还原平衡分布 [C]. *海洋湖沼论文集*, 1981: 79-91 [Li Yan Wang Qingzhang. Distribution of redox balance in the sediment of East China Sea [C]. *Collection of Oceanology and Limnology*, 1981: 79-91]
 - 28 Chih-Chieh Su, Chih-An Huh. ^{210}Pb , ^{137}Cs and $^{239,240}\text{Pu}$ in East China Sea sediments: sources, pathways and budgets of sediments and radionuclides [J]. *Marine Geology*, 2002, 183: 163-178
 - 29 Taylor AM, Goldring R. Description and analysis of bioturbation and ichnofabric [J]. *Journal of the Geological Society*, 1993, 150: 141-148

The States of pH, Eh in Surface Sediments of the Yangtze River Estuary and Its Adjacent Areas and Their Controlling Factors

QI Hong-yan FAN De-jiang XU Lin YANG Zuo-sheng

(Key Lab of Submarine Geosciences and Technology of Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao Shandong 266100)

Abstract The values of pH and Eh (Oxidation-Reduction Potential) of the surface sediments in the Yangtze River estuary and its adjacent areas were determined with a precision acidimeter (pH meter) and a ORP meter. The space distributions of pH and Eh of the sediments in these areas are figured out and their influence factors are systematically discussed. The results indicate that the surface sedimentary environment in the study areas is neutral or weak alkaline with pH value ranging from 7.1 to 7.8. The distribution of pH value in the area is zonal and heterogeneous. The redox in the area is reductive with Eh ranging from -300mV to -100mV and mostly ranging around -250mV. Distribution of Eh in the area also seems zonal and heterogeneous. The value of pH in these areas is mainly dominated by the natures of water masses as well as grain size of sediment and patterns of bioturbation. While the natures of water masses, water stratification and patterns of bioturbation are the controlling factors of Eh in these areas.

Key words Yangtze River estuary, East China Sea, surface sediment, pH, Eh, influence factor

欢迎订阅《沉积学报》

《沉积学报》是中国矿物岩石地球化学学会沉积学专业委员会、中国地质学会沉积地质专业委员会、中国科学院兰州地质研究所共同主办的综合性学术刊物,是全国自然科学核心期刊。主要刊载沉积学、沉积矿产、地球化学以及相关分支学科、交叉学科的基础和应用基础研究的创新性研究成果和高水平论文,介绍沉积学研究的新技术、新理论及国内外最新沉积学论著,同时也报导有关学术活动、学科研究动态及学术思想的讨论和争鸣。优先发表国家、省、部级重大科技项目及基金资助的在沉积学、地球化学前沿各分支领域以及学科交叉点上有创造性的研究成果。读者对象为大专院校地学专业的师生及科研院所的地学工作者。

2006年起《沉积学报》改为双月刊,16开本,每期144页,逢双月10日出版,定价30元,全年定价180元。国内外公开发行,欢迎广大读者到当地邮局订阅。

国内邮发代号: 54-45

国外发行代号: Q 832

同时欢迎各位专家学者踊跃投稿。

网址: www.cjxb.ac.cn

地址: 兰州市东岗西路 382号 中国科学院兰州地质研究所《沉积学报》编辑部

邮政编码: 730000

联系电话: (0931)4960916 4960917 传真: (0931)8278667

E-mail: cjxb@ns.lzb.ac.cn