渤海湾西岸210 Pbese、137 Cs 测年与现代沉积速率

李建芬¹,王 宏¹,夏威岚²,S.L. Goodbred³,康 慧¹,张玉发¹

(1. 天津地质矿产研究所,天津 300170;2. 中国科学院南京地理与

湖泊研究所,南京 210008; 3. State University of New York, NY 11794--5000, USA)

摘 要:根据渤海湾西岸潮间带上部与堤后盐沼区三个垂直于海岸线的长剖面(L、S和Q剖面)的11个样柱的²¹⁰ Pbese、¹³⁷ Cs的放射性强度垂直分布特征、蓄积量,以及各样柱所处的微地貌部位对现代沉积过程的制约关系,发现该地区现代沉积速率从东向西(由海向陆)依次为1~3 cm/yr、0.35 cm/yr和0.1 cm/yr,并划分了三个相应的现代沉积亚区;开放高潮坪亚区、近端盐沼亚区和远端盐沼亚区。

中图分类号: P736.21; P736.22*3 文献标示

文献标示码:A 文:

文章编码:1672-4135(2003)02-114-15

1 背景

作为中国和世界沿海都会圈(上海市与长三 角、广州市与珠三角、天津市与环渤海等,纽约都 会圈、东京都会圈等)的重要地质载体,海岸带面 临着地面下沉、海面上升等地质环境恶化的威 胁^{[1~3]①}。这是涉及沿海地区(还包括人口稠密 的人海大河河口地区,例如恒河/布拉马普特拉河 平原^[4]、尼罗河三角洲^[5]等)21 世纪可持续发展 的大问题,即现代沉积的速度,能否抵消甚至超过 地面下沉和海面上升的双重不利影响。很显然, 确定近现沉积速率,是回答这一问题的关键之一。

研究区位于渤海湾西岸沿海低地及潮间带 地区,北起天津市大港区上古林乡、南抵河北省 黄骅港(图1)。地势平坦、微向海倾斜。~7000 年前的中全新世早期,海侵达到最大边界后,海 岸线逐渐向东退缩过程中形成的第二道及第一 道贝壳堤(II、I堤),纵贯全区。在南部,两道堤 重叠,沿现代 MHWST 岸线(Mean high water spring tide,平均大潮高潮线)作 NNW/N 方向 展布;歧口以北,I堤不再叠覆于 II 堤之上,而是 沿现代海岸线向 NNE 延伸。II 堤以西、以及相 邻两道贝壳堤之间的浅表地层,是全新世陆相、 海相和海陆过渡相的泥质、泥砂质沉积物。

晚全新世以来,与 II、I 堤相间的低地,是以 盐沼、泻湖为主的海陆过渡相环境(以及古河口 或三角洲)。这一自然状态一直较完好地持续到 上世纪中叶^{[6]②}。I 堤以东(现代 MHWST 岸线 以东)的泥质潮间带,近 1~2 ka 直至现代,经历 着开放海湾高能动力(高潮水及风暴潮水)过程 的反复作用^{[7,8]③}。近半个世纪、特别是近 20 年 来,人类的活动范围逐步拓展至潮间带(港口、虾 池、突堤)。在人 - 地关系日趋密切的今天,及早 开展海岸带地区现代沉积速率调查,具有紧迫的 现实意义。

2 方法

2.1 柱状剖面位置

渤海湾西岸短半衰期放射性同位素¹³⁷ Cs、 ²¹⁰ Pb示踪与测年柱样(柱状剖面)分别属于三个 垂直海岸线的浅表地层剖面。自南向北依次是老 狼坨子的L剖面、青静黄排水渠 - 马棚口湾的Q 剖面和独流减河 - 上古林的S剖面。其中,L剖 面有A、B、L1、L2、L3、L4、L5和L6八个样柱,S剖 面有S1、S2和S3三个样柱,Q剖面有Q1、Q2、Q3 和Q4四个样柱,共计15个样柱(图1)。

地调项目:泥质海岸带现代地质作用(沉积、剥蚀与岸线变迁)及精细测年(0100201094)

作者简介:李建芬(1967),女,副研究员,主要从事微体古生物与沉积环境研究。

①Albritton D L, Allett M R, Baede A P M, et al. Summary for Policymarkers, A Report of Working Group I of IPCC, 2001. ②李建芬. 渤海湾西岸近百年地表形态变化, 2002.

收稿日期:2003-05-16

③康 意.白水头- 岐口镇幅地貌图,2003.



图 1 L、Q、S 剖面位量及放射性¹³⁷Cs、²¹⁰ Pb 研究取样位置图 Fig. 1 Lacation map of the Profiles L,Q and S, and samping columns for¹³⁷Cs,²¹⁰Pb radioisotope study

L4、L5、L6 位于现代泥质潮间带靠近 MH-WST岸线处(潮间带最上部);S3、S4位于现代 泥质潮间带中部,分别距 MHWST 岸线约 800 m、2 100 m。其余样柱,均分布于贝壳堤后的盐 沼地区。根据它们与贝壳堤的距离(受海水影响 的程度),又分为远端盐沼环境(S1、S2)和近端盐 沼环境(A、B、L1、L2、L3)两类。L4、L5 相距不足 10 m,是专门用作对比研究的两个样柱。

2.2 取样

取样时间是 1999 年 11 月至 2000 年 12 月, 为方便沉积速率的计算,一律定为 2000 年(唯一 的例外是Q4样柱于2002年3月取样,该样柱沉 积速率测定将以 2002 年为准。)根据取样点的地 貌位置和沉积物组成、潜水位深度等实际情况。 采用两种不同的取样方法。

堤后盐沼、低地地区,挖掘人工探坑,在探坑 侧壁从上向下依次取样。取样工具为直径 5.5 或 10 cm、深 1 cm 的金属制圆盒,圆盒侧壁极薄 (厚度~1 mm)、边缘成刃状,稍加外力(甚至仅 用手指按压)即可将取样盒按入泥质沉积物中。 为减少沉积物在取样过程中变形、压缩,在盒顶 部钻数个小孔,以使沉积物中的空气在取样(加 压)时逸出。样品取出后立即装入塑料袋中,严 密封口。经验表明,样厚1 cm 时,人为压缩量 ~ 1 mm,可视为系统误差,略去不计。

开放潮坪地区,沉积物含水量高,无法开挖 探坑,转而采用 Eikelkamp 槽型取样器方法。具 体步骤是钻取直径 60 mm 的沉积物柱心(取心 率 80~100%),立即用塑料薄膜紧密包裹,以防

止沉积物含水量损失或运输过程中因颠簸而致 样柱变形。妥为运回室内后,立即深冻 12 小时 以上,然后使用圆盘切割机按约 2.5 cm 的间隔 将样柱切成薄片。圆盘锯自身厚 2.5 mm,切割 时还会损失沉积样柱 1~2 mm,共计 3.5~4.5 mm,即每相邻两个样之间均有约 5 mm的损失。去除薄片周边约 0.5~1 cm 厚的 外缘部分,以防止可能的污染,然后将剩余核心 部分封入塑料袋备用。

盒式取样法所取样品的体积,可通过计算圆 盒的体积而获得; Eikelkamp 样柱经圆盘锯切割 后获得的厚约 2.5 cm、直径 6 cm 的圆片状样, 在剥离外缘部分后,分别量取其核心部分的长、 宽、高,大致计算其体积。进一步称取每一样品 的湿重,然后在烘箱内或室温下使其脱水干燥, 再称取干重,由此获得每一样品的天然含水量及 干比重(附表1)。至此,全部前处理工作完成。 2.3 测试方法

制成后的样品分送中国科学院南京地理与 湖泊研究所湖泊沉积与环境重点实验室(A、B、 L1(L6 及 Q1 ~ Q3 共 11 个样柱) 及美国纽约州 立大学 Stony Brook 分校海洋科学研究中心(S1 (S3、Q4 共 4 个样柱),进行²¹⁰ Pb、¹³⁷ Cs 等短半 衰期放射性同位素示踪测量与初步测年研究。 在实验中,用γ分析方法对各样品进行无损坏的 多种核素同时直接测量。其中210 Pb 和137 Cs 的 放射性强度(比活度),通过γ谱分析系统直接分 析 46.5 keV 和 662 keV 处的 γ射线能谱得到。 而210 Pb 的母体同位素226 Ra 则通过分析352 keV 处 γ 射线能谱得到。分析样品为 2 ~ 5 g 研磨 至过 100 目孔筛的干沉积物样品。分析仪器为 美国 EG & G Ortec 公司生产的由高纯锗井型探 测器(Ortec HPGe GWL)与 Ortec 919 型谱控制 器和 IBM 微机构成的 16 k 道多道分析器所组成 的 γ 谱分析系统。低环境本底通过由 110 mm 厚老铅、2 mm 厚铜板和 5 mm 厚有机玻璃组成 的全封闭屏蔽室保证。实验中,用中国原子能科 学院提供的与测量样品几何构成完全一致的标 准体源标定,并用模拟土样进行了校正,同时与 其它实验室的分析结果进行了对比。测量时间 一般为 12 小时左右。

3 结果

目前,已获得 L、S 和 Q 系列 12 个样柱的 ¹³⁷Cs、²¹⁰Pb_{total}、²²⁸Ra 和 ²¹⁰Pb_{cxc}放射性同位素 强度(附表 1、图 2、3)。原实验报告的放射性同 位素强度的计量单位分别为 Bg/kg 和 dpm/g, 本文已统一换算为 dpm/g;原实验结果仅 S2 一 个样柱给出了沉积累计含量,本文据放射性强度 (实验测得)、干比重和每一样品的实际取样厚 度,计算出各样柱¹³⁷Cs 和²¹⁰Pb_{exc}的沉积累计含 量(蓄积量)(见附表 1 中的斜体数字)。测量过 程中,有些样柱根据测试结果适当减少了测试样 品(采取隔样测量的方法),对于这种情况,在计 算累计含量时,参考了相邻已测样品的强度数值 (附表 1)。

4 讨论

近二、三十年来,²¹⁰ Pb、¹³⁷Cs 等短半衰期放射 性同位素核素示踪与测年,已成为全球泥质海岸 带(及入海大河河口、三角洲)研究沉积与侵蚀、岸 线进退及监测环境污染的重要手段^{[9~19,4]②}。中 国内陆湖泊现代沉积物和土壤侵蚀的²¹⁰ Pb、¹³⁷Cs 测年,也已积累一批研究成果^[20~28],这些研究遍 及长江中下游、云贵高原、青藏高原以及西北、东 北干旱区湖泊。²¹⁰ Pb、¹³⁷Cs 测年,可以较准确地测 定近 100~150 年来、近 50 年来两个时段的沉积 物年龄,从而推断现代沉积速率。

但是,迄今为止,中国海岸带(及相邻海区)

的¹³⁷Cs、²¹⁰ Pb 示踪与测年研究尚处于起步阶 段。长江口附近的现代潮坪曾有零星的²¹⁰ Pb 研 究^④、长江口外陆架底质现代沉积测年刚刚开 始^⑤。十余年前,业渝光等在黄河现代三角洲及 相邻浅海区,做过一段时间的²¹⁰ Pb 测年和沉积 学研究^[10],此外 徐家声、刘鹤智^[29]报道了老狼 坨子和高尘头现代潮间带由荷兰海洋研究所做 的零星的²¹⁰ Pb 踏勘性研究。相对于密西西比河 河口及相邻盐沼地区、切萨皮克湾、加利福尼亚 湾等地区的现代沉积测年^[11,13,30],中国海岸带 的同类研究亟待加强。

4.1 ¹³⁷Cs、²¹⁹Pb_{exc}的大气沉降量与沉积物中的 蓄积量

¹³⁷Cs、²¹⁰Pbexc同位素示踪与测年研究的一项 基本假设是:浅表地层剖面¹³⁷Cs、²¹⁰Pbexc强度的 垂直分布特征,可以反映大气降尘中该类微粒的 实际含量。例如,¹³⁷Cs在大气层中达到最大浓度 是 1963年。该浓度被浅表地层中¹³⁷Cs第一个峰 值所记录,该层所在位置并被认为是 1963~1964 年的地表面。但是,实际情况往往要复杂得多。 沉积速率、物源区的变化以及诸如风暴潮这样的 特殊沉积事件、沉积后的地球化学或生物扰动作 用引起的迁移等等,在很大程度上决定着 ¹³⁷Cs、²¹⁰Pbexc垂直分布特征。因此,在开展一地 区的¹³⁷Cs、²¹⁰Pbexc 剩年研究时,如果对该类放射 性核素的大气沉降量和沉积物中该核素地区性累 计含量(蓄积量)有足够的了解(表 1),将有助于对 上述各类事件的参与做出尽可能合理的解释。

大气降尘中¹³⁷ Cs、²¹⁰ Pb_{exc}等十余种放射性 微粒含量的长期监测,可提供一地区这些同位素 的逐年含量变化及累计含量情况^[13,31,32];甚至 可从其他途径间接获得(例如逐年测量牛奶中这 些同位素的含量^[14])。一旦查明一地区大气降 尘中所含某一放射性同位素累计含量,则可将近 地表沉积物中同一同位素的累计含量(蓄积量) 与之相比:一般而言,沉积物中的蓄积量低的,可 能受到侵蚀;高的,可能有再搬运加积^[13]。

表1是作者搜集的中国湖泊与世界海岸带 现代沉积物中的¹³⁷Cs、²¹⁰Pbexe累计含量一览表, 以及据此获得的代用的中国东部(长江以北)沉

① 许羽,个人通信,1999.

② Chen Zhongyuan et al. Sedimentation rate and heavy metals of the subaqueous Yangtze Delta, China. In: Asian Deltas: their e-volution and recent changes (eds, MRE and AIST), 2002. 2) 庄克琳, 个人通信, 2003.

表 1 湖泊与海岸带泥质沉积物中¹³⁷ Cs、²¹⁰ Pb_{ec}累计含量(蓄积量)一览表 A list showing ¹³⁷ Cs and ²¹⁰ Pb_{ec} inventories collected from lacustrine and coastal muddy deposits

Table 1 A list showing ¹³⁷ Cs and ²¹⁰ Pb _{exc} in	ventories colie	cted from lac	ustrine and coastal muddy deposits
	¹³⁷ Cs	²¹⁰ Pbexe	
地理位置与样柱编号	累计含量	累计含量	说明
	(dpm/cm ²)	(dpm/cm ²)	
YWS94T (29°43', 106°49') ^[22]	12.98	_	
YCH94T (31°20′, 120°39′) ^[22]	9.96		
南洞庭湖 DMS1(28°49′, 112°33′) ^[22]	9.21	276.3	²¹⁰ Pbexc主要来源于水平搬运 ^[22]
东洞庭湖 DMS2 (29°20′, 112°59′) ^[22]	10.2	55.74	²¹⁰ Pbexc 主要来源于大气沉降 ^[22]
都阳谢蚌湖 BH05 等 ^[22] ′	6.86	39.14	BH05 是在 73 km ² 的湖区所取的 6 个样柱之 ¹³⁷ Cs 最大检出深度 26 cm (BH1)、11 cm (BH5),而 BH6 几未检测到 ¹³⁷ Cs,这反映了赖江 洪水泛滥时水平沉积量的变化 ^[22]
都阳湖大汊湖 DCH01 ^[22]	4.97	35.49	
都阳湖 PYH97T(29°15′,115°56′) ^[22]	10.28	48.09	蚌樹南部 10 km 处稻田的土壤剖面。 ²¹⁰ Pb _{erc} 被认 为主要是大气 ²¹⁰ Pb _{erc} 微粒垂直沉降所致,在 15 cm 深度与 ²²⁶ Ra 达到平衡。 ¹³⁷ Cs 检测深度超过 18 cm,表明后者更强的迁移能力 ^[22]
巢湖 CH05 ^[22]	—	70.89	
巢湖 CH27 ^[22]		52.31	
固城湖 GL9103, 9201(31°16′, 118°55′)[22]	0.76~1.04	-	
固城湖 GCH01 ^[22]	0.38	13.83	
固城湖 GCH02 [22]	2.91	53.25	
女山湖 NSL9101(32°57′, 118°01′) ^[22]	1.29	— —	
阳澄湖 YC1 ^[22]	0.96	34.87	
阳澄湖 YC3 ^[22]	3.34	28.68	
长荡湖 CDHN1 ^[22]	_	63.24	
长荡湖 CDHN3 ^[22]	-	32.82	
洱海 (25°46′, 100°12′) ^[21]	2.160		原文 Bq/cm ² , 疑为 Bq/m ² 的笔误
洱海 EH9903 ^[22]	9.45	41.30	
杞麓湖 T9914 ^[22]	3.49	44.70	
阳宗海 YZH9901 ^[22]	<i></i>	33.79	
星云湖 XYH9913 ^[22]	4.92	63.69	
洱源西湖 EHXH99^[22]	3.12	47.30	
剑湖 JL9301(26°30′, 99°56′) ^[22]	1.39	—	
红枫湖(26°32′,106°24′) ^[21]	21.66	_	原文 Bq/cm ² , 疑为 Bq/m ² 的笔误
滇池 DC9301 (24°51′, 102°42′) ^[22]	1.36	20.73	
福建沙县东溪(~26*26´,~117°50´) ^[25]	0~30.33		分布于水土流失程度不同的坡顶、坡底和茶园的 17 的地点的最小、最大值
福建三明市郊公园[25]	29.80		与沙县东溪对比的、被认为未受扰动的剖面
东居延海 T95(~42°18′,~100°55′) ^[22]	9.34	23.74	原文认为 ¹³⁷ Cs, ²¹⁰ Pbese蓄积量与大气沉降量相当, 因此沉积物可能记录了较完整的环境信息
达连海(36°07′,100°25′) ^[27]	~45.19	_	本报告据原文的强度、容重及厚度(相邻两样如 有未测量部分,其强度依被测部分)自行计算
陕西安塞纸坊內 ^[26]	4.22~8.44	_	黄土区小流域内五种微地貌类型的平均最小、最 大值(极端最小值是0.极端最大值是23.09), 总平均值是5.26
大布苏湖 DBS94(~44°47′,~123°39′) ^[22]	1.96	10.36	原文推测偏低的 ¹³⁷ Cs、 ²¹⁰ Pbesc蓄积量是碱性潮水
大布苏湖 DBS97(~44°47′,~123°39′)[22]	5.00	7.61	的溶出效应所致
希门措 XM92(33°23′, 101°08′) ^[22]	4.5	13.72	•
南红山湖(35*10′, 80*04′) ^[28]	63.27~42.18	31.34~20.89	当以 1.5 g/cm ³ 作为干密度参与计算时, 累计含量为较大数值; 反之, 干密度为 1 g/cm ³ 时, 为较
			小数值
Crawford 砌 CL92(43 20 N, 80~10 W) ^[22]	2.46	25.16	
18日四日に 1日 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11	11.1	-	原为 mCi/km ²

1	1	8
---	---	---

(续	表	1)	

	¹³⁷ Cs	210 Pbexc	
地理位置与样柱编号	累计含量	累计含量	说 明
	(dpm/cm ²)	(dpm/cm ²)	
南卡罗来纳 North Inlat 扑双区 5 个龄林[9]		_	盐沼区面积 32 km ² ,其中 25 km ² 位于潮间带深
			度,主要植被为 Spartina 属
路易斯安那 Barararia 流域近海盐沼 ^[12]	18.14		原为 pCi/cm ²
路易斯安那 Barararia 流域半咸水盐沼 ^[22]	18.09		同上
路易斯安那 Barararia 流域淡化的盐沼 ^[22]	21.93	-	同上
路易斯安那 Barararia 流域淡水沼泽[22]	23.22		同上
贝加尔 制 湖面 10 个站位(51*44′~53*55′, 104° 28′~108°25′) ^[33]	0~42	6.6~30.6	¹³⁷ Cs、 ²¹⁰ Pb _{exc} 累计量一般在 2.4~8.4,6.6 ~18.6之间。 ¹³⁷ Cs 累计量为 0 的样柱,以水下 滑塌致使表层沉积缺失等原因解释;三个累计量 最高的(¹³⁷ Cs, ¹⁵ ~42; ²¹⁰ Pb _{exc} ;25.8~30.6) 的样柱,位于 Selenga 河河口水下三角洲上,高 离积量是河水的影响
供参考的沉积物蓄积量波动范围	~6-13 (?)	~40-60(?)	综合上述前人结果给出的供本文使用的参考数据

所有数据据原出处的 Bq/m²、Bq/cm²、mBq/cm²或 mCi/km²等换算而来。

积物中"标准蓄积量"大致变化范围。

作者搜集到北半球中高纬度地区(东京、密西西比河口、北美地区或北半球中高纬度、北半球平均)大气降尘中¹³⁷ Cs 含量,在约 8~12 dpm/cm²之间^[13,22,32,33];但北半球大气天然核 ${\ensuremath{\hat{g}}^{210}}$ Pbesc 累计含量,却少有资料。一份转引的数据显示其为~24 dpm/cm²[22]。

表1最后给出了供参考的¹³⁷ Cs、²¹⁰ Pb_{exe} 蓄 积量的可能范围。当然,在实际应用时,必须十 分谨慎。例如,1963~64 年之后,地层中的137 Cs 蓄积量急剧减少。因此,大约近 20 年来的快 速沉积反倒缺少¹³⁷ Cs。这一情况,可能出现于 布拉马普特拉河的辫状支流地区(参见 Goodbred 和 Kuehl^[4]的 Core 4)。

4.2 L、S和Q系列¹³⁷Cs、²¹⁰ Pbexc的垂直分布特 征、蓄积量与沉积环境

11 个样柱(S3 因大港油田施工将老沉积物覆 于近百年来的现代沉积之上而舍弃)的¹³⁷ Cs 和²¹⁰ Pbexc 最大检出深度、蓄积量、²¹⁰ Pbexc 最大检出深 度的沉积年龄、沉积速率见表 2(及附表 1)。假 设¹³⁷ Cs 的最大检出深度是 1955 年年层^[13,19],取 样时间是 2000 年。因此,由该核素示踪给出的沉 积速率 = 最大检出深度 ÷ 45 年(cm/yr)。采用 何种沉积速率计算模式(CIC 或 CRC 模式)^[22]计 算²¹⁰ Pbexc最大检出深度的对应年龄,由实验室给 出,其沉积速率 = 最大检出深度 ÷ (2000 年 - 最 大检出深度对应年份)(cm/yr)。

根据 11 个样柱所在的地貌部位、¹³⁷ Cs 和 ²¹⁰ Pbexc特征,初步将这 11 个样柱划分为三大

类、并据不同的沉积速率划分了渤海湾西岸现代 沉积的三个亚区,其中 III 亚区还可进一步细分 (表 2、3,图 4)。

I亚区:远端盐沼亚区。S1、S2的¹³⁷Cs和²¹⁰Pb_{exe}的检出深度均较浅,最深不超过15 cm (表 2),说明环境稳定、沉积速率较低。这与恒 河 ~ 布拉马普特拉河流域距孟加拉湾100 ~ 300 km 的远端泛滥平原的样柱7、8 相似^[4]。该 亚区的沉积速率是0.1 cm/yr。S1、S2 两个样柱 所记录的¹³⁷Cs、²¹⁰ Pb_{exe}累计含量-7~ 8.5 dpm/cm²和20~45 dpm/cm²一被视为地 区性"标准蓄积量"参考值,并可能接近地区性大 气降尘的累计量。

II 亚区:近端盐沼亚区。A、B、L1、L2和L3 样柱,不但所处的微地貌位置位于向陆的远端盐 沼和开放海湾之间,其放射性同位素强度的垂直 分布形态亦介于二者之间(图 2、3)。²¹⁰ Pbecc的检 出深度均大于 40 cm(从强度分布特征判断,32、 33 cm 并非 A、B 样柱真正的最大检出深度)、 ¹³⁷ Cs检出深度在 10 ~ 20 cm 之间。该亚区的 沉积速率是~0.35 cm/yr。

III 亚区:面向开放海湾的潮坪上部、潮控河 漫滩亚区。L4/L5、L6 和 Q1 四个样柱,¹³⁷ Cs 和²¹⁰ Pb_{exc} 的检出深度均较深,但强度偏低; ²¹⁰ Pb_{exc}强度均表现为近等幅的波动。说明沉积 速率高、并有生物扰动(大量直径 1 ~ 3 cm 的螃 蟹发育)。该亚区的沉积速率是 1 ~ 3 cm/yr。



图 2 A、B、Q1、S1-S3 样的¹³⁷Cs、²¹⁰Pbere 强度垂直分布 Fig. 2 Distribution of¹³⁷Cs and²¹⁰Pbere of the Columns A, B, Q1 and S1-S3

.



图 3 L1-L6 柱样¹³⁷Cs、²¹⁰Pbeec 强度垂直分布 Fig. 3 Distribution of ¹³⁷Cs and ²¹⁰Pbeec of the Columns L1-L6

表 2 L,S及Q 剖面 11 个样柱的最大检出深度、蓄积量、年龄及沉积速率

Table 2 Detectible depth, inventory, sedimentary rate and estimated

age of the 11 columns, Profiles L, S and (Q
--	---

微地貌 分区	样柱	¹³⁷ Cs 最大 检出深度 (cm)	蓄积量 ⟨dpm/cm²⟩	沉积速率 (cm/yr)	²¹⁰ Pb _{ext} 最大 检出深度 (cm)	蓄积量 (dpm/cm ²)	推测年 龄(年)	平均沉 积速率 (cm/yr)
远端堤后盐	S1	12	2.50	~0.27	12	18.59	?	~0.1
褶(I)	S2	10	8.50	~0.22	15	22.50	?	~0.1
	Α	~15	—	~0.33	~32	78.39	1841	0.19
近端堪后巷	В	~10	-	~0.22	~33	93.35	1864	0.20
¥274092011 mm	L1	17	2.73	0.38	45	87.90	1923	0.58
10(11)	L2	22	12.24	0.49	40	87.89	1890	0.36
	L3	16	7.18	0.36	40	46.37	1905	0.42
面向开放海	L4/L5	96/125(7)	0.88/1.02	2.13/2.78	~195	343.92/422.63	?	~3.0
(HI)	Q1	65.5	12.56		103	304.21	?	1.28
(4) (111)	L6	46.5	8.57	1.03	154.5	24.92	?	1.94

表 3 11 个样柱的¹³⁷Cs、²¹⁰ Pbex 蓄积量、推测地区性蓄积量与沉积速率分带的背景

Table 3 The measured ¹³⁷Cs, ²¹⁰ Pbac inventories, estimated regional inventories

and physiographical background of the subzones of the accumulation rates for the 11 columns

沉积分区*	137Cs	210 Pbexc								
与样柱	累计含量	累计含量	背景分析							
编号	(dpm/cm ²)	(dpm/cm ²)								
			III-1. 直接面向开放海湾的潮坪							
L4/L5	0.88/1.02	343. 92/422. 63	老狼坨子现代 MHWST 岸线处("站位 1")的两个样柱,相距(10 m, ¹³⁷ Cs 累计含 量极低、 ²¹⁰ Pb _{esc} 累计含量极高。这种强烈对比现象的形成,推测是因该处沉积物 中粉砂含量及含水量较高,位于日水位波动 ~ 1 m的潮间带顶部且附近 10 m处 有深度~ 2 m的潮道,沉积物本身对活性强的 ¹³⁷ Cs 吸附能力就不高、与潮道有水 力连通的波动潜水又会带走沉积下来的 ¹³⁷ Cs 。反之, ²¹⁰ Pb _{esc} 则因其相对稳定,而 被大量蓄积;但其含量并非随深度增加而明显衰减,则是甲壳纲动物扰动造成的 混合作用所致							
		ti	I-2. 间接面向开放海湾的潮控漫滩							
Q1	12.56	315.96	顺直地形图 (1926) 以及近半个世纪前的地形图 (1951) 显示 ^[a] ,该地在 80~ 9 年前一直是无贝壳堤阻挡的沿海低地;1970 年代开挖青静黄排水菜后,该点所 位置转化为距该排水渠~15 m、无任何植被的潮控浸滩,天文大潮时即被淹没 ¹³⁷ Cs在~70 cm 埋深內被普遍检出、无明显峰区特征,说明存在混合作用,这 1970~80 年代"根治海河"及随后的河道疏浚、甲壳纲掘穴有关;明显偏高[210Pbm。累计含量,最高沉积速率的结果							
		111 -	3. MHWST 岸线处堤间积水凹槽地形							
L6	8.57	246.92	内流式的积水洼地降低了 ¹³⁷ Cs、 ²¹⁰ Pbexc蓄积后的迁移。测量深度~155 cm,其中 ~30 cm 岩心因取样原因缺失。因此,实际累计含量应再高一些,估计分别是~9 ~10、~250(300 dpm/cm ² (?)。155 cm 柱心的一半(~73 cm)是潮水往复运动的 水平搬运的机械沉积;另一半是富含有机质的灰黑色淤泥质沉积,此时主要接受 垂直沉积的大气 ¹³⁷ Cs、 ²¹⁰ Pbexc 微粒。							
		II. 堤后	盐沼,靠近现代 MHWST 岸线(近端盐沼)							
L2	12.24	87.89	老狼坨子板堂河北侧草地,仅特大潮时淹没。1980 与1995 年两次航摄显示,该点 及周边地区在该时段经历着海水逐渐蚕食高度很低的无阻挡盐沼的过程。据民 访,该样柱位于该地区曾有的农耕时期(1960~70 年代)耕作范围的边缘、甚或未 经人类扰动。 ¹³⁷ Cs峰显示被加宽的(?)特征,可能即徽弱的农耕扰动所致。 ²¹⁰ Pb _{ese} 累计含量偏高,是特大潮的加积作用所致							

⑥ 参见"泥质海岸带现代地质作用(沉积,剥蚀及岸线变迁)与精细测年"关于现代沉积速率的分区(王宏,李建芬等,2002).

(续表3)

沉积分区 ⁽¹⁾ ¹³⁷ Cs ²¹⁰ Pb _{exc}		²¹⁰ Pb _{exc}						
与样柱	累计含量	累计含量	背景	分析				
编号	(dpm/cm ²)	(dpm/cm ²)						
A		78.39	距现代 MHWST 岸线~1 km,1970 年 代有短期旱作栽培史	A、B样柱的 ¹³⁷ Cs累计含量远小于北半 球平均值 [®] .1.1 亦(3. dnm/cm ² . ²¹⁰ Ph				
В		93.35	距现代 MHWST 岸线~1 km,靠近通 往村外的土路	累计含量相近,可能反映了在接受力 与 ²¹⁰ Ph				
L1	2.73	87.90	距现代 MHWST 岸线~1.5 km,1970 年代有短期旱作栽培史	的水平沉积作用的加积				
L3	7.18	46.37	距現代 MHWST 岸线~2 km,与 L1 之 间被冯家堡通往南部诸村的土路分隔, 并位于军事管理区内。据民访,无农耕 活动					
		[. 堤尼	註沼,远离现代 MHWST 岸线(远端盐沼)					
51	2.50	18.59	距現代 MHWST 岸线~11 km,1970 年 代有短期水稻种植史	相对封闭、已谈化的盐沼。 ¹³⁷ Cs、 ²¹⁰ Pb _{esc} 累计含量,推测主要是大气降尘放射性 微粒的贡献。S1 处的水稻种植可能导 致 ¹³⁷ Cs 的损失。L3 在 20 世纪初的沉				
52	8.50	22.50	距现代 MHWST 岸线~9 km,近~30 年来为泄洪区,之前可能有少量农耕活 动	积通量(600 mg/cm ² /yr,是 20 世纪末 期的倍,这可能是 ²¹⁰ Pb _{ex} 累计含量偏 大的原因。据民访和 19 世纪末地 图 ^[6] ,老狼坨子 NW 方向与冯家堡之 间,19 世纪末曾是有小河流汇入的内 凹小海湾,现已完全被充填				
研究区 "理想" 样柱蓄积 量参考值	~7-13 (?)	~20 - 40 (?)	近端盐沼 A、B、L1 和 L2 样柱,有风暴潮水的再搬运沉积,因此 ²¹⁰ Pbeec 累计 到 80 ~ 90 dpm/cm ²)。L3 样柱相对封闭, ²¹⁰ Pbeec 则低一些。似可将 L3 性同位素特征视为近端盐沼与远端盐沼的"过渡"类型					

5 结论

渤海湾西岸三个长剖面 11 个样柱的¹³⁷ Cs 和²¹⁰ Pbexc强度垂直分布、蓄积量特征及进一步获 得的沉积速率表明,该地区现代沉积具有强烈活 动、快速堆积与封闭平静、缓慢堆积的多样性特 征。从陆向海,依次分为三个平行于现代海岸线 的沉积亚区。I亚区:远离现代海岸线的盐沼(远端盐沼),沉积速率仅 0.1 cm/yr。II亚区:靠近海 岸线的堤后盐沼(近端盐沼)。其沉积速率是 ~ 0.35 cm/yr。III亚区:位于现代潮间带上部,近百 年来的平均沉积速率 1~3 cm/yr、甚至更高。

现代沉积速率与重大海岸工程设计、清淤防 洪,有直接的关系。面对地面下沉/海面上升的双 重地质环境恶化的长期、缓慢而持久的压力,查明 现代沉积速率,有助于科学规划海岸带和沿海都 会圈的长远发展。¹³⁷ Cs和²¹⁰ Pb 测年表明,以往水 文站将恒河(布拉马普特拉河入海泥砂量多估算 了 15%(甚至 30 ~ 40%),实际上有相当多的泥 砂被沉积在沿海平原^[4]。这个结果,对于饱受地

图 4 根据现代沉积速率确定的渤海湾西岸现代沉积分区 Fig. 4 Map showing the estimated modern accumulation subzones,

based on the various sedimentaion rates I 亚区 这端盐沼亚区 Ⅱ 亚区 近端盐沼亚区 Ⅲ 亚区 开放高潮坪亚区

⑨ 王 宏,李建芬,夏威岚,等.渤海湾老狼坨子海岸带¹⁴C,¹³⁷Cs,²¹⁰Pb 测年与现代沉积速率的加速趋势,2003.

⑦ 李建芬,渤海湾西岸近百年地表形态变化,2002.

⑧ 项 亮, A, B样柱实验报告, 2000.

ь

面下沉和风暴潮之苦的孟加拉国自然不是坏事。 我们的初步结果表明,如果近百年来(受人为影 响已大大增加了)的现代沉积速率[®]在今后仍保 持不变,那么,也许海岸带直接来自海洋(渤海 湾)的影响因 III 亚区(图 4)的较高的沉积速率 而被抵消;但盐沼地区(I、II 亚区,图 4),却可能 因沉积速率偏低而造成地势低下、地下水水位偏 高,更有甚者,会导致生活污水/雨水/洪水宣泄 不畅。这对于天津市向沿海地区的战略发展,将 产生长期、深远的影响。至于 III 亚区的快速加 积,虽然可能有利于抵御风暴潮,但是,它的负面 影响却也已经显现出来:人海河口、港口的强烈 淤积等,有关部门对此须有足够的认识。

致谢:张金起、王云生、李凤林、阎玉忠、赵长荣、林 防、潘 桐、钟新宝、裴艳东、R. Paepe、E. van Overloop 和 H. Streif 等先后参加了野外调 查与取样、技术辅助性工作和讨论,项 亮做了 A、B样柱示踪与测年的前期研究,谨致谢意。该 成果也是 IGCP475 项(2003-2007)中国渤海岸 地区的组成部分。

附	表	1 激	海湾	西岸	L,S,Q	系列	12 个样柱的	取样深度、	干密度、	¹³⁷ Cs 1	或""Pberc	遥度、蓄積	织量一览表
	A	ppend	ix 1 4	A list	showin	g sam	pling—depth	, dry weigh	nt density	, rad	lioactivity	and inve	ntory of
	137	<u></u>	3 2101	т н	o	. 10		Th		10		~ .	

		DATI	US a	la r	Den IF	om the	12 0	JIUEBO	SUL	ne rro	nues L	, э, я	na Q,	the v	vester		ast of a	DOLLAR	баў	
			137	Cs	²¹⁰ H	b _{exc}				137	Cs	²¹⁰ H	Phexe				137	Ċs	²¹⁰ F	b _{exc}
样品 编号	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm²	dpm /g	dpm/ cm²	样品 编号	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm ²	dpm /g	dpm/ cm²	样品编号	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm²	dpm /g	dpm/ cm²
A01 - 1	0	1, 10					L3 - 29	29	1.44				0.13	累计				1.02		422. 63
A01 - 2	2	1.08					1.3 - 30	30	1, 39	0.00	0.00	0.09	0, 13	L6 - 1	6.0	1.58	0.37	1. 76	3.70	17, 53
A01 - 3	4	1.40					1.3 - 31	31	1.44				0.13	L6 - 2	8.0	1.37	0.39	1.09	2.17	5.96
A01 - 4	6	1. 29					1.3 - 32	32	1.41				0.12	L6 - 3	11.0	1.45	0.56	2.42	4, 45	19.37
A01 - 5	8	1.24					1.3 - 33	33	1.44				0, 33	L6 - 4	13.5	1.45	0.44	1, 60	1, 89	6, 84
A1	10	1.43			3.00	8.58	1.3 - 34	34	1, 39				0, 32	L6 - 5	36.5	1.25	0, 17	n, 53	3. 25	10, 16
A2	12	1.55			2.04	6.31	1.3 - 35	35	1.57	0.00	0, 00	0, 23	0.36	L6 - 6	39.0	1.79	0, 03	0.19	2.35	14.72
A3	14	1.53			3. 84	11.74	1.3 - 36	36	1, 41				0.32	L6 - 7	41.5	1,60	0.04	0,14	2. 11	8.42
A4	16	1.33			2, K8	7.67	1.3 - 37	37	1.46				0.33	16 - R	44.0	1,48	0, 21	0.77	2.25	8.32
A5	18	1.62			5.58	18.08	1.3 - 38	38	1.46				0.33	L6 - 9	46, 5	1.37	0, 02	0, 07	3.00	10.30
A 6	20	1.37			2. 68	7, 92	L3 - 39	39	1.44				0, 33	L6 - 10	49,0	1.59	0.00	0.00	1, 59	6, 28
A7	22	1.33			0, 78	2.07	L3 - 40	40	1.39	0, 00	0,00	0, 23	0, 32	L6 - 11	51.5	1.54	0.00	0,00	4.18	16, 11
A8	24	1,4R			1.68	4, 99	L3 - 41	41	1.43				0.33	L6 - 12	54.0	1. 72	0, 00	0,00	0, 99	4.27
А9	26	1.36			2.04	5. 53	L3 - 42	42	1.47				0.34	L6 - 13	56, 5	1.73	0, 00	0,00	4.09	17.71
A10	28	1.37			0.9	2. 47	L3 - 43	43	1.41				0. 42	L6 - 14	59.0	1.75	0, 00	0.00	1.92	8.36
A11	30	1.33			0.39	1,03	L3 - 44	44	1, 46				0. 42	L6 - 15	61.5	1, 89	0, 00	0.00	2.37	11.20
A12	32	1, 44			0. 69	1.99	L3 - 45	45	1, 51				0. 44	L6 - 16	64.0	1, 70	0.00	0.00	2.35	9.98
展计						78.39	L3 - 46	46	1. 40	0.00	0.00	0. 29	0, 41	L6 - 17	66.9	1.66	0.00	0.00	1.57	7,52
Bı	5	L.'74			4, 86	16, 89	累计				7.18		46. 37	L6 - 18	68.9	1, 63	0,00	0.00	1.96	6.37
B2	7	1.45			4.08	11.80	1.4 ~ I	7	1, 24	0. 03	0, 11	2, 99	11.15	L6 ~ 19	70.8	1.50	0,00	0.00	1.73	4. 93
B3 .	9	1, 22			1.86	4. 55	L4 ~ 2	10	1, 48	0.04	0.17	3, 09	13.73	1.6 – 20	72.6	1,63	0.00	0.00	1. 96	5, 78
B4	11	1. 46			2.52	7.34	L4 ~ 3	13	1.35	0. 03	0,14	1, 90	7.69	L6 – 21	74.5	1,54	0.00	0.00	2, 22	6. 49
B5	13	1. 23			5.28	12. 98	[4 - 4	16	1.25	0.00	0.00	1.27	4.74	1.6 - 22	76, 5	1.57	0.00	0,00	2.40	7, 52
B6	15	1. 50			2. 46	7.36	L4 - 5	21	1.47	0.00	0.00	1. 22	R. 46	L6 - 23	78.3	1. 65	0.00	0, 00	2.60	7.72
B7	17	1, 31			1, 38	3. 62	L4-6	29	1.35	0. BD	0.00	1. 59	16. 84	L6 - 24	80.1	1.65	0.00	0, 00	2, 30	6, 83
B8	19	1, 46			1, 83	5, 34	L4 - 7	31	1.33	0,00	0.00	1.82	6.04	L6 - 25	81.9	1.50	0.00	0.00	0.93	2.53

																(续	附表 1)			
			137	Cs	²¹⁰ J	ծթ ^{ու}				137	Cs	210	Pbexe				13	′Cs	210	Pbexc
样品 编号	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm²	dpm /g	dpm/ cm²	样品 编号	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm²	dpm /g	dpm/ cm²	↓ 样品 编号	深度 cm	密度 g/cm	dpm /g	dpm/ cm ²	dpm /g	dpm/ cm²
B9	21	1, 48			1.26	3.74	1.4 - 8	34	1.30	0.00	0.00	1.15	3.73	L6 - 26	5 83.7	1.56	0.00	0.00	1.33	3.73
B10	23	1.36			1.68	4.56	1.4 - 9	36	1.51	0,00	0,00	1, 21	4.57	L6 - 27	85.5	1.52	0.00	0.00	1.10	3.00
B11	25	1.54			1, 14	3, 52	LA - 10	39	1.34	0,00	0,00	1.49	4, 98	L6 - 28	87.2	1, 52	0,00	0.00	1. 88	4.86
B12	27	1, 44			1.5	4. 31	L4 - 11	41	1.38				5.14	L6 - 25	89.2	1, 49	0, 00	o. on	1.78	5, 31
B13	29	1.53			0, 75	2.29	L4 - 12	44	1.40	0.00	0,00	0.86	2, 99	L6 - 3(91.2	1.38	0.00	0.00	1.64	4.55
B14	31	1, 49			0.78	2.32	L4 - 13	46	1, 31				2.82	L6 - 31	92.9	1.57	0,00	0,00	0.75	2.00
B15	33	1, 34			1.02	2.73	L4 - 14	49	1.30	0.00	0.00	1.72	5, 59	L6 - 32	94.5	1, 41	0,00	0.00	1.06	2.40
累计						93, 35	LA - 15	51	1, 24				5.33	L6 - 33	96.5	1.44			1. 39	4.02
L1 ~ 1	1	1.61	0.18	0, 29	2. 85	4, 60	1.4 - 16	54	1.25	0. 03	0, 09	1, 77	5, 51	L6 - 34	105.0	1. 29			1. 62	17. 78
L1 ~ 2	2	1.41	0, 13	. ^{0, 19}	4.05	5. 72	L4 - 17	56	1, 33				5, 88	1.6 - 35	107, 6	1.40			1, 16	4. 23
l.1 - 3	3	1, 57	0.09	0.14	1,05	1, 64	L4 ~ 18	59	1, 30	0.04	0, 12	0, 98	3.17	L6 - 36	110.2	1.48			1.30	4, 99
L1 - 4	4	1.66	0, 10	0.16	1.13	1.87	L4 - 19	61	1. 37				3. 35	L6 - 37	112. R	1.63			1.16	4.94
L1 ~ 5	5	1.67	0, 16	0, 28	0.30	0.50	L4 – 2N	64	1, 39	0.00	0.00	1. 22	4, 23	L6 - 38	115.3	1.51			1.04	3.93
L1 - 6	6	1.51	0, 10	0, 15	1. 74	2.62	L4 – 21	66	1.45				4, 42	L6 - 39	118.3	1.49			1.80	8.04
L1 - 7	7	1.56	0. 11	0.17	1.05	1.63	L4 - 22	69	1,36	0, 00	0.00	1.08	3, 68	1.6 - 40	120, 8	1.48			1.60	5.91
L1 - 8	8	1, 46	0, 17	0, 25	2. 93	4. 27	L4 - 23	71	1.45				3.91	L6 - 41	123, 4	1, 44			1. 12	4.17
1.1 - 9	9	1.54	` 0. 07	0, 11	0.60	0, 92	L4 - 24	75	1, 45	0.00	0, 00	1.57	8.42	L6 - 42	125. 9	1. 44			1.35	4, 87
L1 - 10	10	1.51	0.16	0.25	0, 53	0, 79	L4 - 25	78	1, 31				7.40	L6 - 43	128.4	1. 49			0, 93	3. 45
L1 - 11	11	1,37	0, 12	0.17	1.23	1.69	1.4 - 26	80	1.62	0,00	0, 00	0.79	2.55	L6 - 44	131.0	1.56			0. 79	3, 22
l.1 - 12	12	1.15	0, 09	0.13	1, 17	1.34	L4 - 27	83	1.58		_		3.37	L6 ~ 45	133.5	1.58			1,07	4, 25
L1 - 13	13	1.36	0. 11	0, 15	0.45	0.61	L4 - 28	86	1.51	0.00	U. 00	0.66	2.47	L6 - 46	136.4	1.50			1. 22	5, 30
L1 - 14	14	1.34	0.09	0, 12	0.60	0, 80	1.4 - 29	88	1.48				2, 44	1.6 - 47	139.0	1.56			1.29	5. 24
L1 - 15	15	1.24	0.10	0.13	2,40	2. 98	L4 - 30	91	1. 42	0.03	0.11	0. 77	3. 18	L6 - 49	144, 0	1, 36			0.62	4.19
L1 - 16	16	1.32	0.03	U. 04	0.83	1,09	14 ~ 31	94	1, 11				2.31	L6 - 50	146.5	1.35			0, 94	3.17
L1 - 17	17	1, 24	0.03	0, 04	1.50	1.86	L4 - 32	96	1.18	0, 05	U. 16	1.34	4, 25	L6 - 51	152, 0	1.21			0.84	5.61
L1 - 18	18	1.23	0,00	0, 00	0.86	1.05	1.4 - 33	99	1.48				5, 75	L6 - 52	154.5	1.59			0, 68	2.70
L1 - 19	19	1, 20	0.00	0.00	0, 53	0.63	L4 - 34	102	1.38	0.00	0.00	1.43	4.94	累计				8, 57		246. 92
L1 - 20	20	1.24	0.00	0.00	2, 19	2.73	1.4 - 35	105	1.53				6, 34	S1 - 1	1.0	1, 18	0.35	0. 41	5.90	6,96
L1 - 21	21	1,49				3.26	1.4 - 36	108	1.34	0.00	0.00	1.33	5, 52	S1 - 2	2.0	1.41	A. 27	0.38	2. 80	3, 95
L1 - 22	22	1. 23				2.69	L4 ~ 37	110	1.45				4, 43	SI - 3	3.0	1.27	0, 28	0.36	1, 35	1.72
L1 ~ 23	23	1.34				0.44	L4 - 38	113	1, 39	0,00	0.00	fl. 85	3.07	S1 - 4	4.0	1.40	0.18	0, 25	1.10	1.54
.1 - 24	24	1.25				0.41	L4 - 39	115	1.67				3. 69	S1 - 5	5.0	1.46	0.18	0.26	1.10	1,60
.1 - 25	25	1. 29	0.00	0, 00	0.33	0.42 I	L4 - 40	118	1, 17	0.00	0.00	1. 79	5, 89	S1 - 6	6.0	1.35	0, 14	U. 19	0, 35	U. 47
1 - 26	26	1, 38				0.45 [.4 - 41	121	1.42				7.62	S1 - 7	7.0	1.42	0, 10	0.14	0.45	0. 64
.1 - 27	27	1, 29		\longrightarrow		0.42 [.4 - 42	124	1, 49	0.00	0,00	1.60	5, 97	S1 - 8	8.0	1.36		0.00		0, 61
1 = 28	28	1. 22				0.91	4 - 43	126	1.47				5.88	S1 - 9	9.0	1.47		0. 00	- 1	0. 22

.

																	(续)	附表 1)		
·			137	'Cs	²¹⁰ F	b _{exc}				137	Cs	²¹⁰ F	b _{exc}	<u> </u>			¹³⁷ Cs		²¹⁰ Pbexe	
样品 编号	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm²	dpm /g	dpm/ cm²	样品 编号	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm ²	dpm /g	dpm/ cm ²	样品 编号	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm²	dpm /g	dpm/ cm²
L1 - 29	29	1, 36				1,02	L4 - 44	129	1.60				6, 40	S1 - 10	10.0	1. 47	0.25	0,37	0, 15	0, 22
L1 - 30	30	1. 33	0.00	0,90	0, 75	1.00	1.4 - 45	131	1.64				4. 14	S1 - 1 1	11.0	1.51		0.00		0, 23
L1 - 31	31	1, 40				1.05	L4 - 46	134	1.60	0.00	0.00	1.01	4.05	S1 - 12	12.0	1.36	0.10	0.14	0, 15	0, 20
L1 - 32	32	1. 27				n. 95	1.4 - 47	136	1,42				3, 58	S1 - 13	13, 0	1.45		0,00		0, 22
L1 - 33	33	1. 23				2.48	1.4 - 49	141	1.59				3. 42	S1 - 14	14.0	1. 49		0.00		U. O O
L1 ~ 34	34	1.38				2.79	1.4 - 50	144	1.63	0.00	0, 00	0, 86	3, 51	S1 - 15	15.0	1.38		0,00		8,00
L1 - 35	35	1. 34	0.00	0.00	2, 02	2, 70	1.4 - 51	146	1.62				3, 48	S1 - 16	16.0	1.37		0,00		0.00
L1 - 36	36	1, 38				2.79	L4 - 52	149	1.51	0, 00	9, 00	0.87	3, 28	S1 - 17	17.0	1. 53		0.00		0.00
L1 - 37	37	1, 28				2.58	1.4 - 53	151	1.36				2, 96	S1 - 18	18.0	1.62		0,00		0.00
L1 - 38	38	1.34				2, 72	1 <i>.</i> 4 – 54	154	1.61	0, 00	0,00	1.48	5.98	S1 - 19	19.0	1. 41	0.00	0,00		
L1 - 39	39	1.37				2.78	L4 - 55	159	1.39				10, 28	S1 - 20	20.0	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00
L1 - 40	40	1.39	0,00	0.00	2, 03	2, 82	L4 - 56	163	1.47	0.00	0. VQ	1.61	10, 69	累计				2,50		18, 59
L1 - 41	41	1, 32	ļ			2, 68	L4 - 57	168	1.53				11.08	S2 - 1	1.0	0, 99	1.52	1.50	6, 18	6, 10
1.1 - 42	42	1.27	ļ			2, 58	L4 - 58	172	1, 63	0,00	0.00	0.93	6, 87	S2 - 2	2, 0	1,08	1, 60	1,73	5,38	5, 80
L1 – 43	43	1.32				2.68	L4 - 59	177	1, 61				6.74	S2 - 3	3, 0	1. 24	1, 46	1.81	2, 95	3. 66
L1 - 44	44	1.51				3.06	LA - 60	181	1.37	U. OU	0,00	0, 95	5, 88	S2 - 4	4.0	1.21	1. LO	1.33	1.71	2, 07
L1 - 45	45	1.40	0. UO	D. 00	2.03	2.84	L4 - 61	186	1.49				6.37	S2 - 5	5.0	1. 21	0.81	0.98	0.86	1.04
累计		ļ		2.73		87, 90	L4 - 62	190	1.44	0,00	0.00	1.04	6. 75	S2 - 6	6.0	1.30	0, 35	0,46	0.75	0.98
L2 - 1	1	1.22	0, 22	0.27	6. 13	7.49	L4 - 63	195	1,41	0.00	0.00	0.79	5.02	S2 - 7	7.0	1.27	0.22	0.28	0.55	0.70
L2 - 2	2	1.06	0, 20	0, 21	5, 61	5.92	₩井				0, 88	•	343.92	S2 - 8	8.0	1, 32	0,10	0, 13	0.55	0,73
L2 - 3	3	1.18	0.54	0, 64	5.03	5, 93	L5 - 1	3.5	1.52	0.00	8.00	3.63	11.01	S2 - 9	9.0	1.42	0, 11	0, 16	0.53	0.75
L2 - 4	4	1, 54	0.35	0.54	4.50	6, 92	1.5 - 2	10. 8	1.52	0,00	0.00	4.82	21, 98	S2 - 10	10.0	1.28	0.05	0.06	0. 19	0.24
L2 - 5	5	1.55	0.27	0. 42	1.28	1.98	L5 - 3	14.0	1, 51	0.00	0,00	2.89	13. [1	S2 - 11	11.0	1, 30		0.06		U. 25
1.2 - 6	6	1.43	0.42	0.61	4.04	5, 78	L5 - 4	17.0	1.40	0.00	0,00	3, 53	14.82	S2 - 12	12, 0	1, 38		0, 00		0.00
1.2 - 7	7	1.65	0. 44	0.72	0.88	1, 45	L5 - 5	21.0	1.44	0.03	0, 11	3, 96	17.10	S2 - 13	13.0	1, 35		0.00		0.00
12-8	8	1.55	0, 39	0.61	2.07	3.21	L5 - 6	24.0	1.53	0.11	0.49	3. 21	14,78	\$2 - 14	14.0	1, 50		0.00		0.00
12-9	9	1.49	0, 37	0.56	1.48	2.20	L5 - 7	27, 0	1.50	0,00	0.00	1, 54	6.94	S2 - 15	15.0	1.46	0.00	0,00	0.06	0.09
L2 - 10	10	1.57	0, 34	0, 54	0.72	1. 13	L5 – 8	30, 0	1,45	0, 00	0.00	1,60	6.97	S2 ~ 16	16.0	1.52		0.00		0.09
L2 - 11		1.54	0.76	1, 17	1.53	2.36	15-9	32.5	1.31	0, 00	0,00	2.52	8, 26	S2 - 17	17.0	1.46		0.00		0.00
1.2 - 12	12	1.51	0.53	0.80	1.60	2, 41	L5 - 10	35.0	1.20	0, 00	0,00	1.83	5, 51	52 - 18	18.0	1.57		0,00		0.00
12 - 13	15	1,43	0, 23	0, 33	0.45	0.64	1.5 - 11	37.5	1.32	0.00	0,00	0, 94	3.11	S2 - 19	19.0	1,53		0.00		0.00
12-14	14	1.58	0, 78	1,23	2, 18	3.46	L5 - 12	40.0	1, 25				2.94	S2 - 20	20.0	1.57	0.00	0.00	0, 00	0.00
	15	1.4/	86.V	1.49	0.86	1.26	13 – גע גע – 13	42, 5	1.30	0.00	0.00	0, 98	3. 19	暴计				8.50		22, 50
10 - 17	10	1,04	0.40	1,48	2. 42	J. 98	15 - 14	45.0	1.20				2,94	S 3 - 1	1.0	1.56	0,00	0.00	U, 48	0.75
12 - 17	1/	1.40	0.18	0.26	1.12	1,64	15 - 15	47.5	1.26	0,00	0.00	0,96	3, 03	S3 - 2	2.0	1, 52	0.00	0.00	0.08	0.12
L2 - 18	18	1.57	0, 56	0.88	2, 21	3.48	L5 - 16	50.0	1,24				2.97	S 3 - 3	3.0	1.68	0.00	U. 00	n. 08	0.13

					• • • • • •							····· ··· ··· ··· ··· ··· ···			.		,		(续附表 1)		
样品 编号		密度 g/cm ³	¹³⁷ Cs		²¹⁰ Pb _{exc}					¹³⁷ Cs		210 Pbear		_			¹³⁷ Cs		210	²¹⁰ Pb _{exc}	
	深度 cm		dpm /g	dpm/ cm²	dpm /g	dpm/ cm ²	, 样品 编号	r 深度 − cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm ²	dpm /g	dpm, cm ²	/ 样品 编号	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm ²	dpm /g	dpm/ cm ²	
L2 - 19	19	1. 52	0, 05	0.08	1.30	1.97	2.5 - 1	7 52.5	1.29	0.00	0.00	1.50	4.85	53 - 4	4.0	1.46	<u> </u>	0.00		0.12	
L2 · 2(20	1.57	0.06	0.10	1.11	1.74	L5 - 1	8 55.0	1.29		1		4.84	S3 - 5	5.0	1.42	0.08	0.00	0.00	0.00	
L2 - 21	21	1.56	0.15	0.23	1,30	2, 04	L.5 – I	9 57.5	1.28	0,00	0.00	1.36	4, 34	S3 - 6	6.0	1.67		0.00		0.00	
1.2 - 22	22	1, 50	0.02	0.03	0, 13	0.20	L5 - 2	0 60.0	1.35	<u>+</u>			4. 59	S 3 - 7	7.0	1.42	0.00	0,00	0.00	0.00	
1.2 - 23	23	1.58	0,00	0.00	0.38	0. 59	L5 - 2	1 62.5	1, 39	0.00	0.00	2, 43	8.45	53 - 8	8.0	1.77		0.00		0.00	
L2 - 24	24	1, 75	0,00	0.00	0.00	0.00	1.5 - 2	2 65, 0	1.52				9.23	\$3 - 9	9.0	1. 53		0,00		0, 00	
1.2 - 25	25	1.57	0.00	0.00	0, 54	0.84	L5 - 2	3 67, 5	1.31	0.00	B. 00	1.44	4.73	S3 - 10	10.0	1.57	0.00	0,00	0.40	0, 63	
L2 - 26	26	1.58				0, 85	L5 - 24	4 70.0	1. 31				4.71	S 3 - 11	11.0	1, 69		0,00		0.67	
1.2 - 27	27	1. 52				0.82	L5 - 2	5 72.5	1.38	0.00	0.00	1.62	5.59	53 - 12	12.0	1. 55		0.00	-	0.00	
1.2 - 28	28	1, 47				1,06	1.5 - 20	5 75.0	1.45				5.87	S3 - 13	13.0	1.64		0.00		0.00	
L2 - 29	29	1.59				1. 14	L5 - 21	77.5	1.50	0,00	0.00	1.27	4, 78	53 - 14	14. (J	1.73		0.00	<u>+</u>	0.00	
L.2 - 30	30	1.51	0, 00	0,00	0.72	1, 09	L5 - 21	80,0	1.41		1		4.47	S3 - 15	15.0	1. 49		0.00		0.00	
L2 - 31	31	1, 55				1, 12	L5 - 29	82.5	1.55	0,00	0.00	1.05	4.05	\$3 - 16	16.0	1. 52	0.00	0.00	0.00	0.00	
L2 ~ 32	32	1, 34				0.96	1.5 - 30	B5, 0	1, 57				4. 12	累计				0.00	<u> </u>	2.42	
.2 - 33	33	1.48				0.52	1.5 - 31	87.5	1.54	0.00	0.00	1.80	6.92	Q1 - 1	1,7	1, 74	0. 20	0.59	3.95	11, 71	
L2 - 34	34	1.49				0. 52	L5 - 32	90, N	1, 51		-		6.79	Q1 - 2	5.5	1, 81	0.04	0.27	3.99	27.44	
L2 - 35	35	1.60	0, 00	0.00	0, 35	0, 56	L5 - 33	92.5	1, 44	0, 00	0.00	0, 63	2.27	Q1 - 3	9,0	2.19	0. 16	1.23	2.31	17,67	
L2 ~ 36	36	1.51				0.53	1.5 - 34	95.0	1.53				2, 41	Q1 - 4	13, 0	1.77	0. 09	0.64	2.49	17, 68	
2 – 37	37	1.50				0. 52	1.5 - 35	97.5	1.53	0.00	0.00	0,63	2.39	Q1 - 5	16.0	1.36	0, 19	0.77	3.07	12. 54	
.2 - 38	38	1.47				1.66	L5 - 36	100, 0	1.52	0. 03	8.12	1.07	4.05	Q1 - 6	19.5	1, 71	0, 03	0, 18	4, 52	27. U2	
.2 - 39	39	1.49				1.68	L5 - 37	102.5	1.73	0.03	0, 13	0. 93	4.01	Q1 - 7	23.0	1.85	0.20	1, 29	1.70	11.02	
.2 - 40	40	1. 45	0.00	0.00	1.13	1,64	L5 - 38	105.0	1.37	0.00	0.80	1, 31	4.48	Q1 - 8	26.5	1.33	0. 22	1.02	2, 47	11.51	
.2 - 41	41	1. 49				1.68	1.5 - 39	107.5	1.48	0.00	0.00	0, 75	2.78	Q1 - 9	30.5	1.66	0, 13	0.86	2. 25	14.88	
.2 - 42	42	1, 46				1.65	1.5 ~ 4 0	110.0	1.44				2, 02	Q1 - 10	34.0	1.58	0.16	0, 88	1. 49	8. 22	
.2 - 43	43	1.53				0, 44	L5 - 41	112.5	1, 39	0,00	0.00	1.27	4.41	Q1 - 11	36.5	1.22	0, 22	0.67	2.63	8.02	
2 - 44	44	1.31				0.38	1.5 - 42	115.0	1.53				4.86	Q1 - 12	39,0	1.44	0, 04	0. 14	2. 64	9.50	
2 - 45	45	1.53	0.00	0,00	0. 29	0.44	L5 ~ 43	117, 5	1.46	0, 00	0.00	1.22	4, 43	Q1 - 13	41, 5	1.38	0.20	0, 67	3.68	12.67	
# #			8.14	12, 24	51.37	87.89	L5 - 44	120, 0	l. 72				5.24	Q1 - 14	44.5	1.36	0.04	0, 16	2.27	9.24	
3-1	1	1.27	0. 72	0.91	6.08	7, 70	L5 - 45	122.5	1, 79	0.00	0.60	0. 70	3, 14	Q1 - 15	47.0	1, 11	0.17	0,47	2. 11	5,85	
.3 - 2	2	1.35	0.47	0, 63	3.40	4.59	L5 - 46	125, 0	1, 71	0.04	0.17	1.15	4. 91	Q3 - 16	49, 0	1, 15	0. 10	0.23	1.14	2. 62	
3-3	3	1, 53	0.91	1.39	3, 77	5. 76	L5 - 47	127.5	1.73	0,00	0.00	0,66	2. 86	Q1 - 17	51.5	1.30	0.10	0, 32	1.89	6.12	
3 - 4	4	1. 45	8, 60	0.87	1.60	2. 32	L 5 - 49	132.5	1.64	0.00	0.00	0, 74	3. 05	Q1 - 18	54.0	1.36	0.17	0.59	1.45	4, 95	
3-5	5	1.70	0.28	0, 47	U. 77	1, 30	L5 - 50	135.0	1.80				3. 33	Q1 - 19	57.0	1. 62	0, 19	0.92	1.69	8. 22	
3-6	6	1.48	0, 21	0.31	1,81	2. 69	L5 - 51	137, 5	1.62	0.00	0,00	2.79	11. 34	Q1 - 20	60.0	1. 26	0.05	0.19	3.77	14. 25	
3 - 7	7	1. 40	0, 25	0.35	0, 87	1. 22	L5 - 52	140.0	1, 50		f.	_	10.46	Q1 - 21	62.0	1.20	0, 15	0.36	2,84	6,82	
8 ~ C.	8	1.59	0, 23	0.36	0, 45	0, 71	L5 - 53	142, 5	1,64	0.00	0.00	1. 14	4.64	Q1 - 22	65, 5	1. 57	0.02	0, 11	1.57	8.64	

,

1	2	7
_		

(续附表 1)

样品 编号		<u>г</u>	137	¹³⁷ Cs		210 Pberc			Г	¹³⁷ Cs		²¹⁰ Pbesc				ſ	137 Cs		²¹⁰ Pbexc	
	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm ²	dpm /g	dpm/ cm ²	样品 编号	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm²	dpm /g	dpm/ cm ²	样品 编号	深度 cm	密度 g/cm ³	dpm /g	dpm/ cm²	dpm /g	dpm/ cm²
L3-9	9	1.48	0.24	0.36	Ð. 96	1.42	15 - 54	145, 0	1.51				4, 30	Q1 - 23	69. U	1.57	0,00	0,00	1.57	8, 64
L3 - 10	10	1.52	0.20	0, 30	0.52	0.79	1.5 - 55	147, 5	1, 53	0.00	0.00	1, 27	4, 87	Q1 - 24	71.0	1, 53	0.00	9.00	2.95	9,00
1.3 - 11	11	1.53	0, 13	ก, 19	0, 12	0. 18	L5 - 56	150.0	1.46				4, 63	Q1 - 25	74.5	1,62	0,00	0.00	1,20	6. 79
L3 - 12	12	1, 57	0, 05	0.08	0.44	0.70	L5 - 57	152.5	1.45	0.00	0,00	1.32	4, 77	Q1 - 26	77.0	1,65	0.00	0.00	1.20	4,95
L3 ~ 13	13	1, 43	0.11	0.16	0.94	1.34	L5 - 58	155.0	1.46				4, 82	Q 1 - 27	80.0	1, 69	0,00	0,00	0.91	4.59
L3 - 14	14	1. 57	0.27	0.42	0, 40	0, 63	L5 - 59	157, 5	1, 39	0, 00	0.00	2,10	7.29	Q1 - 28	83.0	1, 72	0.00	0,00	1.09	5.61
L3 - 15	, 15	1.50	0.10	0.15	0. 28	0, 41	1.5 - 60	160. 0	1.41		1		7.40	Q1 - 29	85.8	1.54	0.00	0.00	0.69	2.97
L3 - 16	16	1.52	0, 15	0, 23	1, 86	2.82	·1.5 - 61	162.5	1.42	A, 00	0.00	1.42	5.06	Q1 - 30	88.8	1.73	0.00	0.00	0.98	5.07
L3 - 17	17	1. 52	0, 00	0, 00	0.61	0.92	L5 ~ 62	165.0	1.44				5.11	Q1 - 31	92, 8	1.62	0, 80	0,00	0.70	4. 52
L3 - 18	18	1.56				0.95	L5 - 63	167.5	1.40	U. 00	0.00	1.70	5.98	Q1 - 32	95, 6	1.73	0, 00	0.00	0.39	1.89
L3 - 19	19	1.50				0.69	LS - 64	170.0	1.42			6.03	Q1 - 33	98, 4	1, 79	0,00	0, 00	0.65	3. 25	
L3 - 20	20	1.48	0, 00	0.00	0.46	0.68	1.5 - 65	172.5	1.43	0.00	0.00	2, 53	9.04	Q1 - 34	100,8	0,35	0.00	0.00	0.56	0.47
1.3 - 21	21	1.50				0.69	1.5 - 66	175.0	1, 56		1	1	9, 87	Q1 - 35	103.5	2.10	0.00	0.00	0.29	1,63
1.3 - 22	22	1.52				0, 70	1.5 - 67	177.5	1, 41	0.00	0, 00	1,00	3.51	累计			1	12.56	1	315,96
L3 - 23	23	1,41				0, 31	L5 - 68	3 180.0	1.52				3, 80							1
L3 - 24	4 24	1.42	1	1	1	0, 31	L5 - 69	182.5	1.28	0,00	0.00	1.74	5. 57	1				1		
L3 - 25	i 25	1, 40	U. CO	0.00	0. 22	0, 31	L5 - 7(185.0	1.47			1	6, 39							
L3 - 20	j 26	1. 38				0.30	L5 - 71	187.5	1.63	0, 80	8.00	0,82	3, 34							
L3 - 27	/ 27	1.38				0, 30	L5 - 72	190.0	1.44				2. 95							
L3 - 28	5 28	1.49				0.13	1.5 - 73	192.5	1.54	0,00	0.00	1.00	3, 83		[<u> </u>			t	

参考文献

- [1]中国科学院地学部.海平面上升对中国三角洲地区的 影响及对策[M].北京:科学出版社,1994,1-353.
- [2]Flethcher C H. Sea-level trends and physical consequences, applications to the U. S. shore[j]. Earth-Science Review, 1992, 33: 73-109.
- [3]Gornitz V, Couch S, Hartig E K. Impacts of sea level rise in the New York City metropolitan area[J]. Global and Planetary Changes, 2002, 32, 61-88.
- [4]Goodbred S L, Kuehl S A. Floodpain processes in the Bengal basin and the storage of Ganges – Brahmaputra river sediment; an accretion study using ¹³⁷Cs and ²¹⁰ Pb geochronology[J]. Sedimentary Geology, 2000, 121; 239 – 258.
- [5]Stanley D J, Warne A G. Nile Delta in its destruction phase [J]. Journal of Coastal Research, 1998, 14(3), 795-825.
- [6]钟新宝,康慧. 渤海湾海岸带近现代地质环境变化(附 彩色插页2帧)[J]. 第四纪研究, 2002, 22(2): 1~6.
- [7]徐家声,刘刻福,李肇基,等.唐宋以来渤海湾西岸歧口狼坨子贝壳堤的发育与岸线变化[A].IGCP200中国工作组,中国海平面变化,北京,海洋出版社,61-69.
- [8]王宏,张金起,张玉发,等. 渤海湾西岸第一道贝壳堤的年代学研究及1千年来的岸线变化[J]. 海洋地质与第四纪地质,2000,2:7-14.

- [9]Sharma P, Gardner L R, Moore W S, et al. Sedimentation and bioturbation in a salt marsh as revealed by ²¹⁰ Pb, ¹³⁷Cs and ⁷Be studies [J]. Limnology and Oceanography, 1987, 32(2); 313 - 326.
- [10]业渝光,薛春汀,刁少波.现代黄河三角洲叶瓣模式 的²¹⁰ Pb 证据[J],海洋地质与第四纪地质,1987,7:75 --80.
- [11] Patrick W H, DeLaune R D. Subsidence, accretion, and sea level rise in south San Francisco Bay marshes[J]. Limnology and Oceanography, 1990, 35(6); 1389 - 1305.
- [12]Chmura G L, Kosters E C. Storm deposition and ¹³⁷ Cs accumulation in fine — grained marsh sediments of the Mississippi Delta Plain [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 1994, 39, 33 - 44.
- [13] Milan C S, Swenson E M, Turner R E, et al. Assessment of the¹³⁷ Cs method for estimating sediment accumulation rate: Louisisna salt marshes [J]. Journal of Coastal Research, 1995, 11(2): 296-307.
- [14] Williams H F L, Hamilton T S, Sedimentary dynamics of an eroding tidal marsh derived from stratigraphic records of ¹³⁷Cs fallout, Fraser Delta, British Columbia, Canada [J], Journal of Coastal Research, 1995, 11 (4), 1145 - 1156.

- [15] Dukat D A, Kuehl S A. Non-steady-state ²¹⁰ Pb flux and the use of 228 Ra/226 Ra as a geochronometer on the Amazon continental shelf [J], Marine Geology, 1995, 125: 329-350.
- [16]宋云香,战秀文,王玉广.辽东湾北部河口区现代沉 积特征[J]. 海洋学报, 1997, 19(5): 145-149.
- [17] Goff J R, Chagué-Goff C. A late Holocene record of environmental changes from coastal wetlands; Abel Tasman National Park, New Zealand [J]. Quaternary International, 1999, 56; 39-51.
- [18] Thomson J., Brown L., Nixon S., et al. Bioturbation and holocene sediment accumulation fluxes in the north -east Atlantic Ocean (Benthic Boundary layer experiment sites)[J]. Marine Geology, 2000, 169: 21-39.
- [19]Suckow A, Morgenstern U, Kudrass H-R. Absolute dating of recent sediments in the cyclone - influence shelf area off Bangladesh; comparison of gamma spectrometric (137 Cs, 210 Pb, 228 Ra), radiocarbon, and 32 Si ages[J]. Radiocarbon, 2001, 43(2B): 917-927.
- [20]万国江.¹³⁷Cs及²¹⁰ Pb方法湖泊沉积计年研究新进展 [J]. 地球科学进展, 1995, 10(2):188-192.
- [21]万国江,现代沉积年分辨率的¹³⁷Cs 计年一以云南洱海 和贵州红枫湖为例[J]. 第四纪研究, 1999,1:73-80.
- [22]项 亮. 核素示踪对湖泊环境变化的研究[A]. 中国科 学院南京湖泊与地理研究所博士论文,2000,1-103.
- [23]夏威岚,王云飞,潘红玺.女山湖现代沉积速率和环 境解释[J]. 湖泊科学,1995,7(4);314-319,
- [24]杨 浩,杜明远,赵其国,等.基于¹³⁷Cs地表富集作 用的土壤侵蚀速率的定量模型[J].土壤侵蚀与水土保

持学报,1999,5(3):1-10.

- [25] 濮励杰,包浩生, Higgitt DL.土地退化方法应用初步 研究---以闽西沙县东溪流域为例[J]. 自然资源学报, 1999, 14(1); 1 - 7.
- [26]杨明义,田均良,刘普灵.应用¹³⁷Cs研究小流域泥沙 来源[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(3):1-6.
- [27]严 平,董光荣,董治宝,等. 青海共和盆地达连海湖 积物¹³⁷Cs示踪的初步研究[J],地球化学,2000,29(5); 469 - 474.
- [28]朱立平,陈 玲,李炳元,等.西昆仑山南红山湖沉积 环境反映的过去 150 年湖区环境变化[J]. 中国科学 (D), 2001, 31(7);601-607.
- [29]徐家声,刘鹤智.黄骅海岸带开发环境概论[M],北 京:海洋出版社,1991,44-45,
- [30]Colman S M, Baucom P C, Bratton J, et al. Radiocarbon dating, chronologic framework, and changes in accumulation rates of Holocene estuarine sediments from Chesapeake Bay [J]. Quaternary Research, 2002, 57. 58 - 70.
- [31] Thomas A J, Martin J M. First assessment of Chernobyl radioactive plume over Paris[J]. Nature, 1986, 321:817 - 819.
- [32] Aoyama M, Hirose K, Suzuki Y, et al. High level radioactive nuclides in Japan in May [J]. Nature, 1986, 321: 819 - 820.
- [33]Edgington D N, Val Klump J, Robbins J A, et al. Sedimentation rates, residence times and radionuclide inventories in Lake Baikal from 137 Cs and 210 Pb in sediment cores[J]. Nature, 1991, 350; 601-604,

²¹⁰Pb_{exc} and ¹³⁷Cs Dating and Modern Sedimentation Rate on the Western Coast of Bohai Bay

LI Jian - fen1, WANG Hong1, XIA Wei - lan2, S. L. GOODBRED3, KANG Hui1, ZHANG Yu - fa1

(1. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Tianjin 300170; 2. Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008; 3. State University of New York at Stony Brook, NY11794-5000, USA)

Abstract: Three long profiles, L, S and Q, perpendicular to the present shoreline, are located throughout the upper portion of the intertidal flat, the proximal marsh, as well as the distal marsh on the Western Coast of Bohai Bay. 12 Columns of the three profiles have been measured for their ²¹⁰ Pb_{exc} and ¹³⁷Cs radioisotope activities and inventories. Characteristics of the radioisotope distribution and micromorphology of the columns, by which the modern accretion processes are constrained, indicate that the present sedimentation rate decreases from east to west (i.e. from bay to land) as 1 \sim 3 cm/ yr, 0.35 cm/yr and 0.1 cm/yr, respectively. Consequently, the coast is divided into three corresponding subzones as the upper intertidal flat on the open - bay, proximal marsh and distal marsh, based on their various sedimentation rates.

Key words: Western Coast of Bohai Bay;²¹⁰ Pb/¹³⁷Cs radioactivities; Modern Sedimentation Rate

128