

# 珠江口伶仃洋表层沉积物的重矿物特征 及其对陆架水入侵的反映\*

陈耀泰

(中山大学河口海岸研究所, 广州 510275)

**摘要** 珠江口伶仃洋表层沉积物中业经鉴定的重矿物共有近30种(类)。根据重矿物种类和含量的分布特点,可将海区划分为4个重矿物组合类型及相应的4个矿物区。浅海残留砂矿物区主要受陆架水入侵控制;河口湾矿物区主要受陆架水入侵的顶托影响;混合矿物区处于陆架水入侵控制—顶托影响的过渡地段。伶仃洋由于受下泄径流和陆架水入侵的夹击作用,致使其底质沉积物的粒度及重矿物的含量,由陆向海分别呈现“粗—细—粗”和“高一低—高”的变化趋势。

**关键词** 珠江口, 伶仃洋, 表层沉积物, 重矿物, 陆架水入侵

**分类号** P736.21

1988~1992年,在珠江口主要沉积动力过程的研究中,对珠江口表层沉积进行了调查,采集样品68个。在沉积物粒度和成份分析的基础上,从湾顶至湾口选取了18个代表性样品的4 $\phi$ 粒级进行重矿物分析。部分特征性矿物作了化学分析和电子探针扫描分析。本文以此资料为依据,并参阅有关研究成果<sup>[1~3]</sup>,论述了珠江口伶仃洋海区的重矿物特征,并分析探讨其对陆架水入侵的反映。

## 1 伶仃洋动力环境及沉积类型简述

### 1.1 动力特征

珠江口伶仃洋是一个由虎门、蕉门、洪奇门和横门等4个分流口所组成的喇叭状河口湾(图1)。径流入湾后,受地形和潮流、陆架水上升流的作用和影响,分别形成3个性质各异的水体。

1.1.1 淡水径流 水色浅黄至浅绿,盐度0‰~2‰,平均含沙量0.126~0.334 kg/m<sup>3</sup>,洪季大于枯季,主要分布于海区西北侧5m以浅的三角洲前缘地带。

1.1.2 陆架水体 指的是湾口外缘高盐(30.0‰~34.6‰)、低温(23~25℃)的水体。汛

收稿日期:1992-11-25, 修改完成日期:1994-03-02

\* 国家自然科学基金资助项目

期,当珠江大量淡水下泄并向海推进时,陆架水便向岸运动产生上升流.底层的陆架水流的流向始终上溯向陆,流速  $0.2\sim 0.5\text{m/s}^{[4]}$ .处于表层冲淡水流与底层陆架水流之间的中层混合陆架水流,则随涨、落潮上溯或下泄而交错变化<sup>[4]</sup>.大致内伶仃岛以南、10m 深的海域都受到此水体的控制和影响.

1.1.3 冲淡水体 介于下泄径流与上溯陆架水流之间的过渡性水体.大致 5~10m 等深之间水域为该水体活动的主要范围.

上述 3 种水体随着径流的增减、潮汐的涨落以及陆架水的入侵和退缩而相互作用和运动,为制约伶仃洋现代沉积作用的基本动力因素.

### 1.2 沉积物类型

伶仃洋海区底质包括现代河口沉积及低海面时期的残留沉积.主要有砾砂(GS)、中细砂(MFS)、细砂(FS)、泥质砂(YS)、细砂质粉砂(FST)、砂质淤泥(SY)、淤泥质粉砂(YT)、粉砂质淤泥(TY)等 8 大类沉积(图 1).为便于研究,特把它们归拼为三个具有动力意义的粒组,即砂质沉积、泥质沉积及混合沉积加以论述.

1.2.1 砂质沉积 又可分为现代砂质沉积和残留砂质沉积.前者主要分布于海区的西北侧、大约 5m 以浅的三角洲前缘地带,以细砂和细砂质粉砂沉积为主,跃移组分(50%~90%)占优势.中值粒径( $Md\phi$ ) $2.5\sim 5.0$ ,分选好至中等( $QD\phi=0.6\sim 2.2$ ).推跃悬三段型概率累积曲线.残留砂沉积包括砾砂、中细砂等类型,中值粒径( $Md\phi=1.0\sim 2.5$ ),分选好( $QD\phi=0.6\sim 2.0$ ).推跃悬三段型概率累积曲线.主要出现于万山群岛以西、20m 水深附近的海底.

1.2.2 泥质沉积 主要类型是粉砂质淤泥,为现代河口泥质沉积.中值粒径( $Md\phi$ )8 左右,分选差( $QD\phi=2.2\sim 3.0$ ).概率累积曲线多为跃悬二段型,以悬移组分为主(>90%).该类沉积大面积分布于海区东侧的中、上部.

1.2.3 混合沉积 主要有细砂粉砂质淤泥和砂质淤泥、淤泥质砂等 3 类.前者分布于前三三角洲地区,为现代河口粗(细砂)、细(粉砂质淤泥)成分混合的产物;后者见于南海内陆架浅海区的北缘,是那儿的残留砂与现代河口细颗粒泥砂掺混并经改造而成.混合沉积在粒度、成分上均具有现代河口泥质、砂质沉积与残留砂沉积的过渡相的属性.

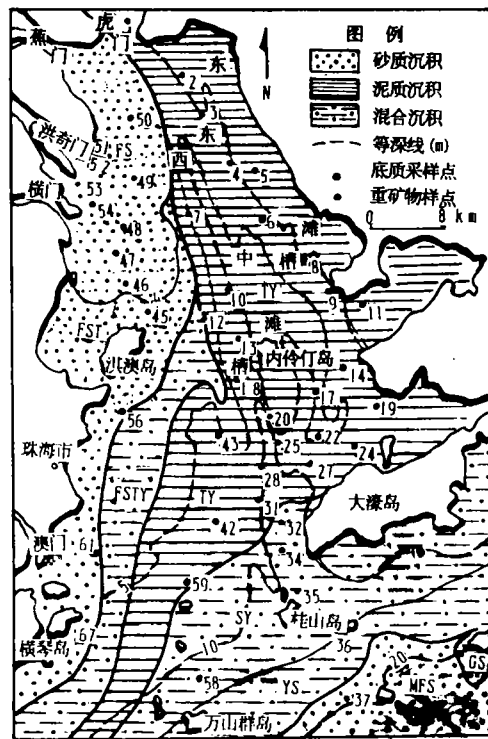
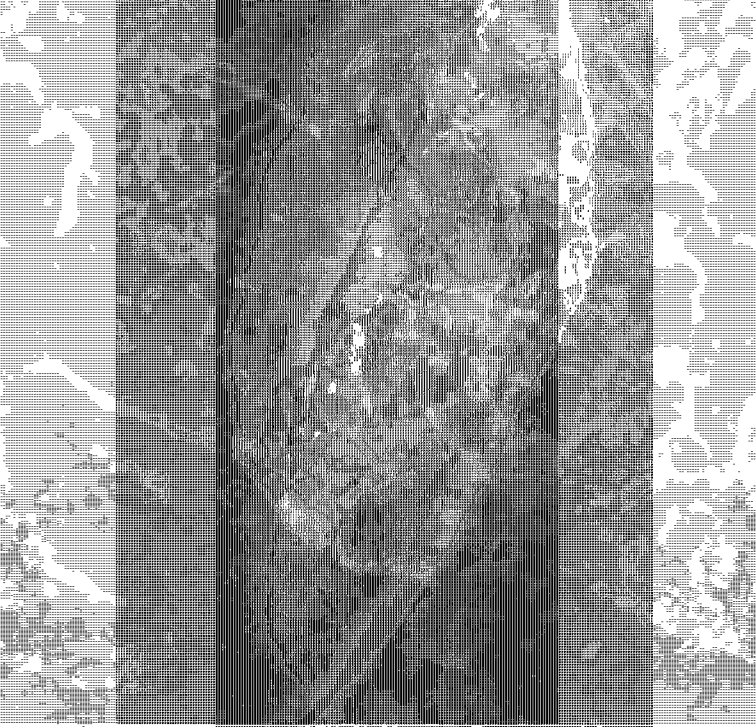


图 1 动力环境与沉积物类型分布

Fig. 1 Distribution of the hydraulic environments and sedimentary types



物集合材料物 图版出版 10

ironalcinggileglatet TheEmi

E. 結構 0: B. 石 鐵 研.

2.1.2 特征重矿物 特征重矿物是指那些含量较高,具有明显环境属性的矿物(成分).

①铁质浑圆物,棕褐色、黄褐色的浑圆粒状,表面光泽明亮(图版 I),多见于 0~5m 水深的三角洲前缘地带.经电子探针扫描分析<sup>①</sup>,其主要成分为 FeO 占 48.71%,SiO<sub>2</sub> 占 22.66%,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 占 16.75%,CaO 占 0.17%,K<sub>2</sub>O 占 0.63%,TiO 占 0.76%;具双层结构:外层为铁质组分,内层为绿泥石类矿物.此特征表明:当淡水中含有较多的 Fe<sup>2+</sup> 离子和 Fe(OH)<sup>2+</sup> 络合物分子被径流带至河口海域后,在电介质作用下,可溶性低价的铁质组分被海水中绿泥石微粒所吸附,后经氧化为褐铁矿而在其表层聚积,逐渐形成铁质组分的外层.加之,由于长期受径流、潮流和波浪的作用,使它经常处于运动状态而形成浑圆、光泽明亮的颗粒.

②矿物集合体,多呈灰绿色、灰黄色,固结程度较低、表面粗糙的粒状(图版 I).主要由圆度较好、陆相的磁铁矿、钛铁矿、锆石、铬铁矿、石榴子石、金红石等晶粒被绿泥石、海绿石等海相矿物胶结而成.表明在冰期低海面时期,陆相成分的晶粒经长期反复搬运沉积于河口附近滨岸海域,以后随着海面的回升而逐渐被海相矿物所胶结.所以,该集合体可作为早期低海面滨海环境的特征性成分.

③黄铁矿,绿黄色、褐黄色.金属光泽.球粒状或鲕状集合体状,或呈微粒充填于有孔虫或介形虫的遗壳中.该矿物多富集于泥质沉积、有机质和铁质丰富、水动力较弱的中偏碱性的沉积环境,为低能还原环境的指示矿物.

④海绿石,多呈灰绿色、褐绿色的球粒状.电子探针定量分析其成分为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 占 22.75%,SiO<sub>2</sub> 占 56.45%,K<sub>2</sub>O 占 7.75%,CaO 占 0.15%,TiO 占 0.10%,FeO 占 12.80%.一般认为它是盐度较高(30‰~34‰)、细砂级沉积、水体交换较好的浅海相环境的指示矿物.海区南部的残留砂沉积中该矿物含量最高.

⑤CaCO<sub>3</sub>,灰白色、黄白色的碎片状,淡盐酸下强烈起泡.为海相生物贝壳风化破碎的产物.其水动力特性仅次于云母类矿物.

⑥方解石,主要见于河口湾的泥质沉积中.灰白色,多呈晶形完好的菱面体状.

### 3 重矿物组合类型与分区

根据海区主要和特征矿物(成分)种类、含量及其分布特点,并考虑区内不同的沉积环境和动力条件,可划分出 4 个矿物区及其相应的 4 种重矿物组合类型(表 1、图 2).

#### 3.1 河口矿物区(I)

分布于伶仃洋西侧 0~5m 水深的三角洲前缘地带,以河流作用为主,沉积速率大于

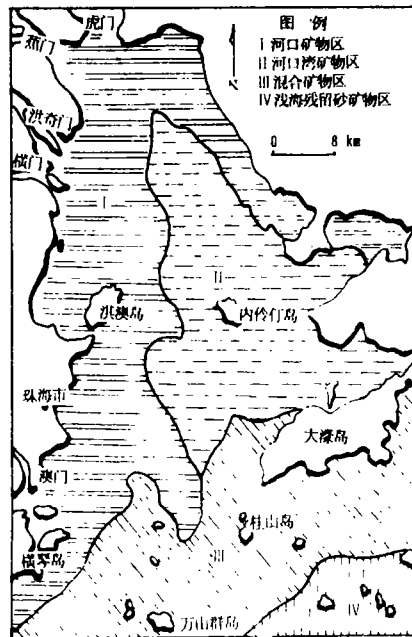


图 2 矿物分区示意图  
Fig. 2 Sub-sections of heavy mineral

<sup>①</sup> 电子探针分析:广东地质局实验研究中心,胡谨甫,1991

2.5cm/a.现代细砂及细砂质粉砂沉积.重矿物含量高(平均为3.0%~5.0%),A组合类型,其主要特点是磁铁矿、赤铁矿含量最高,二者共达60%左右,且多呈等轴状或短柱状,磨圆度较好,出现多量的铁质浑园物特征成分.

表 1 矿物区及重矿物组合类型特征

Tab. 1 Character of the mineral sub-sections and heavy mineral combinations

矿物区 与 编号	重矿物组 合类型及 代 号	分布 地点	动力 特征	沉积 类型	主要重矿物(%)						特征重矿物(%)					
					磁 铁 矿	赤 铁 矿	钛 铁 矿	锆 石	电 气 石	角 闪 石	云 母 类	铁 质 浑 圆 物	黄 铁 矿	方 解 石	碳 酸 钙	矿 物 集 合 体
河口矿 物区 I	磁铁矿-赤 铁矿-锆石 -电气石 A	伶仃洋西侧 0~5m水深 沿岸地带	河流作用为 主	FS FST	38.4	2.7	6.9	3.2				/	0.6			
						20.9	8.0	5.7			7.4		/	/	/	
河口湾 矿物区 II	云母-角闪 石-电气石 -赤铁矿 B	伶仃洋中部、 东侧0~10m 水深海域	潮流作用、陆 架水顶托影 响	TY	3.6	0.2	6.1	53.1				4.6	2.9	0.2		
						5.3	1.2	10.3			3.2	3.7	1.2			
混合矿 物区 III	云母-磁铁 矿-赤铁矿 -钛铁矿 C	伶仃洋南10 ~20m海域	陆架水顶托 控制	FSY YS	10.7	4.3	2.5	39.1				2.4	10.6	5.3		
						5.7	1.4	2.7			2.2	2.6	1.5			
浅海 残留砂 矿物区 IV	钛铁矿-磁 铁矿-锆石 -电气石 D	伶仃洋南 20m以深海 域	陆架水入侵 控制	MFS GS	20.9	36.9	4.9	2.4				/	4.9	8.6		
						3.7	6.1	0.5			3.5	0.7	6.2			

3.2 河口湾矿物区(II)

分布于伶仃洋的中部及东侧,大致0~10m水深的海域.以潮流作用为主,受陆架水顶托影响,沉积速率1.5~2.5cm/a,主要为粉砂质淤泥沉积,B组合类型,重矿物含量(平均为1.0%~2.0%)最低,主要特点是云母类矿物含量特高,角闪石、电气石多呈长柱状或晶屑状,且磨圆度较差;特征矿物黄铁矿、方解石含量远高于其它矿物区.

3.3 浅海残留砂矿物区(IV)

主要分布于伶仃洋南部20m以深及附近海域,受陆架水入侵控制,沉积速率约0.2cm/a,底质为粗粒中细砂、砾砂等残留沉积,D组合类型,重矿物含量较高(2.0%~4.0%),稳定矿物种类较多.以钛铁矿磨圆度好、含量高,大量出现矿物集合体及海绿石特征矿物(成分)等特点而有别于其它矿物区.

3.4 混合矿物区(III)

出现于10~20m水深、混合陆架水交错活动海域.主要重矿物的成分及含量均介于

I、IV 矿物区之间, 显示出该区具有过渡相的环境特性.

### 4 重矿物特征对陆架水入侵的反映

实测资料<sup>②</sup>表明: 南海高盐陆架水入侵的前锋伸入到伶仃洋的中心腹地, 大致内伶仃岛以南, 10m 等深线以外的广大海域都受到此水体的控制和影响. 这从海区重矿物含量变化、组合类型的分布特征和特征矿物可得以反映.

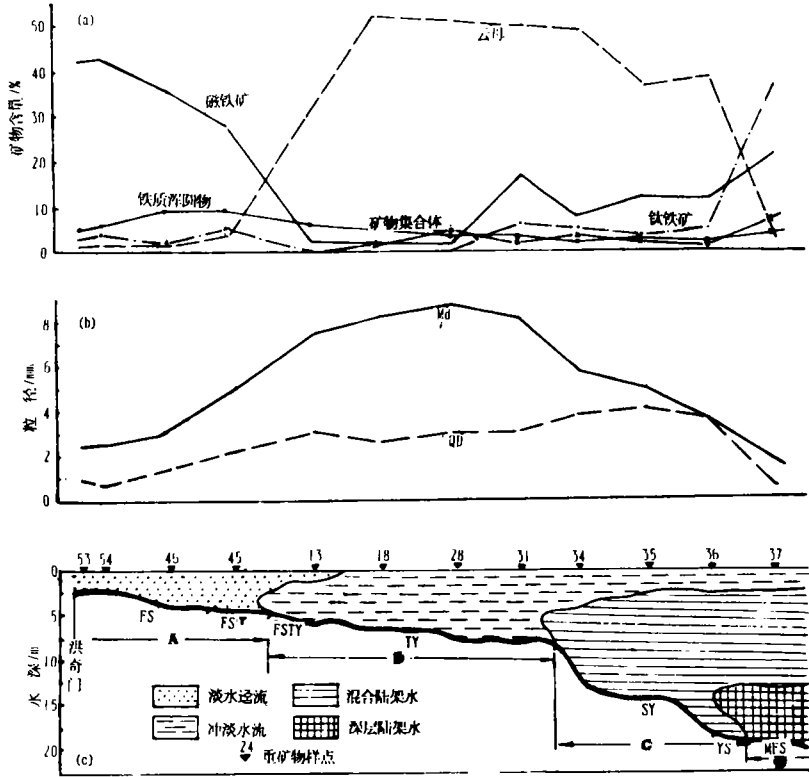


图 3 重矿物含量及沉积物粒度与陆架水入侵关系示意图

Fig. 3 The relationship between the percentage content of heavy mineral and grain size of sediment and the invasion of the shelf's water

#### 4.1 重矿物组合的反映

D 重矿物组合类型, 分布于 I 矿物区(图 3). 该区由于受到陆架水的入侵控制, 涨潮流得以加强. 在强劲上溯流的作用下, 一方面减缓和阻碍河口下泄悬浮泥沙的向海搬运与沉积, 致使该海床出现冲刷侵蚀现象, 残留砂沉积免遭覆盖而得以保存; 另一方面, 那些颗粒细, 比重小, 呈片状产出及易于分解的长石、云母、角闪石等不稳定组分不断被迁移和

<sup>②</sup> 1989 年 7 月中山大学地理系河口室伶仃洋水文同步观测

磨蚀,而稳定的石英及比重大的磁铁矿、钛铁矿、锆石等组分则逐渐积聚,并随着残留砂的进一步“粗化”,重矿物的种类和含量也相应的增多和增高。因此,D重矿物组合反映陆架水入侵控制的动力特征。

B重矿物组合,赋存于Ⅱ矿物区。该区除受到径流下泄的影响外,主要还受到涨潮流及陆架水入侵的顶托作用,动力条件弱,环境较为闭塞,极有利于有机质和细颗粒悬浮泥沙的沉积。比重较小,呈片状、长柱状的云母、角闪石等矿物具有活跃的水动力特性,由于它们与这一环境相适应而逐渐积聚富集。黄铁矿、方解石亦在此有机质丰富、较稳定的环境下缓慢结晶形成。

C重矿物组合,分布于大濠岛南10~20m水深的混合矿物区。导致这一片状与粒状、比重轻与比重大的矿物共生而又富集的原因,主要是该区处于混合陆架水交错变化的地段,受其入侵控制或顶托影响,动力条件时强时弱,因而,反映在重矿物成分和含量的特征上就呈现出介于Ⅱ、Ⅳ矿物区过渡相的属性。

#### 4.2 重矿物含量变化的反映

伶仃洋海区重矿物的平均(重量)百分含量为2.4%,最高为18.5%,最低为0.2%,其变化幅度相差近10倍。但总的趋势,从陆向海呈现出明显的高一低一高的变化:水深0~5m三角洲前缘区,重矿物含量最高,平均为3.0%~5.0%;5~10m的河口湾区,重矿物含量最低,平均为1.0%~2.0%;水深>20m的内陆架浅海区,重矿物含量高,平均为2.0%~4.0%。这与正常河口区重矿物含量从陆向海由高到低的变化是相悖的。显然,此异常现象的产生是与陆架水的入侵密切相关的,三角洲前缘区,河流作用明显,内陆架浅海区,受陆架水入侵控制。这二个地区因动力条件强劲,当然重矿物含量就高;而河口湾区,因受下泄径流和上溯潮流的“夹击”作用及陆架水顶托影响,动力条件弱,自然重矿物含量就低。

#### 4.3 特征矿物的反映

Ⅳ矿物区的矿物集合体和海绿石特征矿物(成分),分别形成于低海面时期的滨岸环境和砂质沉积的浅海相环境。前已述及,矿物集合体和海绿石与陆架浅海区的残留沉积有直接的成因关系,而残留沉积得以保存的原因,主要是陆架水的入侵产生的上升流作用所致。在这股方向始终是向陆的强大的上溯流的长期冲刷、筛选下,二者的含量则随着残留沉积物的进一步“粗化”而逐渐增高。因而,矿物集合体及海绿石的出现和富集反映出陆架水入侵控制的动力特征。它们的含量从海向陆由高到低的变化特征(图3a),则说明沉积物的分异是由海向陆进行的,也为陆架水的入侵与影响提供了有力的佐证。

黄铁矿和方解石为Ⅱ矿物区的特征矿物。由于该矿物区汇集了较丰富的上游带下来的有机质,其分解后产生大量含硫的厌氧细菌,硫与海水中的铁化合而形成黄铁矿。呈球粒状或鲕状集合产出的黄铁矿,显示其形成环境较为稳定,底层水流较为缓慢。方解石多富集于钙质含量较高的泥质沉积,其完好的菱面体晶形亦表明它是在平静的环境中缓慢结晶形成的。可见这二种矿物在Ⅱ矿物区伴生又较为富集,反映该区受陆架水的顶托影响,动力条件较弱,从而给它们的形成和富集提供了一个理想的环境。

## 参 考 文 献

- 1 吴文中,赵焕庭. 从沉积物的矿物分析论珠江河口湾伶仃洋的泥沙来源,热带海洋,1982,1 (2)
- 2 朱素琳,梁百和,吴华新. 珠江口及邻近海岸表层沉积物重矿物的初步研究. 海洋通报,1983, 2 (1)
- 3 苏广庆,王文行. 珠江口表层沉积的重矿物分析,南海研究与开发,1990,(1)
- 4 李春初. 高盐陆架水入侵影响我国河口的概况与问题. 海洋科学,1990,13 (3)
- 5 陈耀泰,罗章仁. 珠江口现代沉积速率及其反映的沉积特征. 热带海洋,1991,10 (2)

Character of the Heavy Mineral in the Surface  
Sediment of Lingding Yang in the Pearl  
River Mouth and Their Relection to  
the Invasion of Shelf's Water

*Chen Yaotai* \*

**Abstract** There are thirty Kinds of heavy mineral identified in the surface sediment of Lingding yang. Accrding to charaeter of content and distribution of heavy minerals, and characteristic minerals appeared, the Lingding yang is divided into four heavy mineral combinations and four mineral subsections. Mineral section of the shallow sea-relict sand is invaded by the shelf's water. Mineral section of the estuary bay is withstanded by shelf's water. Mixed mineral section is Located at the excessive section between inrasion and withstand of the shelf's water. Because of the Lingding yang is coerced by leaking river water and by the shelf's water invasion, grain size and content of heavy minerals in the surface sediment are resulted to present a changing trend from "coarser to finer to coarser" and "higher to lower to higher" a scope from land to sea.

**Keywords** Lingding Yang in the Pearl River Mouth, surface sediment, heavy mineral, invasion of shelf's water

---

\* Institute of Estuary and Coast, Zhongshan University, Guangzhou 510275