

珠江三角洲 $\Delta 22$ 孔的沉积特征及地层划分*

蓝 先 洪

(地质矿产部海洋地质研究所, 青岛, 266071)

摘要 根据珠江三角洲中山市民众乡 $\Delta 22$ 孔岩芯的粒度、重矿物、粘土矿物、古生物、地球化学及 ^{14}C 测年等资料, 探讨了晚更新世以来沉积层的沉积特征及其地层划分, $\Delta 22$ 孔地层可分为上更新统和全新统两大部分, 各自还可划分为三层; 并论证了珠江三角洲晚第四纪海进海退过程, 认为珠江三角洲受到过两次海侵。

本文根据珠江三角洲民众 $\Delta 22$ 孔岩芯的地球化学及 ^{14}C 测年等资料, 讨论了晚更新世以来沉积层的沉积特征及其地层划分, 从而进一步论证了珠江三角洲晚第四纪的海进、海退过程。 $\Delta 22$ 孔位于中山市民众乡东约 200m, 其地理坐标为: $113^{\circ}30'\text{E}$, $22^{\circ}37'30''\text{N}$, 井口标高 2.8m, 第四系厚 48.53m, 其下已见基岩。该孔揭露地层较全, 厚度较大, 在珠江三角洲平原区有一定代表性。钻孔所处的地貌部位为珠江西、北江干流注入伶仃洋的一条古河谷^[6]。

一、沉积特征

1. 粒度特征

本孔岩芯显示为青灰色、土黄色、灰黄色及棕黄色, 主要由粉砂质粘土、粘土、粘土质粉砂、粉砂质细砂、细砂、中粗砂及少量砂砾组成。据 35 个样品粒度分析结果表明, 平均粒径为 $2-9\phi$, 其中上部样品平均粒径为 $4-9\phi$, 大部分为 $4-8\phi$ 粉砂级沉积物 (图 1)。分选很差, 分选系数一般大于 2, 但不超过 4。其偏态值多小于 1, 并都为正值, 多数为 0.1—0.7, 表明样品以粉砂、细砂部分占优势。

2. 重矿物特征

本孔重矿物含量分布不均匀, 上部各层含量较高, 一般为 8—18%; 下部各层含量均较低, 一般为 1—5%, 这可能与上部粉砂这一粒级中重矿物容易富集有关^[9]。本孔重矿物共有 10 余种, 其中以绿泥石、钛铁矿、海绿石为主, 其次有赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿、黑云母、锆石、电气石等。重矿物的组合自下而上有相当大的变化 (表 1)。从表 1 重矿物组合特征可看出, 2, 5 层和 3, 6 层的上段含有海绿石, 反映了其沉积环境为弱氧化环境, 4 层和 3, 6 层的下段菱铁矿的存在, 说明其沉积环境为还原环境^[9]。可见本孔自晚更新世以来沉积环境曾有较大的变化。

3. 粘土矿物特征

根据有关资料研究表明^[3,4,7], 粘土矿物伊利石在海相层位的含量比在陆相、滨岸相层

* 本文插图由王毅同志绘制。

收稿日期: 1988 年 11 月 7 日。

位中高,高岭石则相反。本孔 18 个沉积粘土样品分析表明,粘土矿物以伊利石为主,含量在 32—49% 之间,其次为高岭石和蛭石,含量分别为 24—41% 和 10—28%。伊利石含量与高岭石含量之比介于 1.0—1.7。伊利石含量和伊利石与高岭石比值在 5.90—16.50m, 26.00—43.00m 两个层段中较高,高岭石含量则相反,说明这两个层段以海相为主。

4. 生物特征

本孔作了详细的生物分析,为珠江三角洲生物地层划分提供依据。在 4.00—19.12m, 39.90—40.80m 发现有海生种类的潮间和潮上带贝类生物,水深小于 15m,主要为蓝蛤 (*Corbula* sp.)、牡蛎 (*Ostrea* sp.)。微体古生物分析表明,有孔虫、海相介形虫可分为两个富集层。第一富集层为 4.28—18.12m,有孔虫、海相介形虫数量多,属种丰富;第二富集层钻孔深为 39.80—40.60m,该层属种单调,但数量较多。本孔未见陆相介形虫。硅藻分布也可分为两个层段,上层为 1.90—19.40m;下层为 39.95—40.46m,它们和有孔虫、介形虫反映的生态环境相一致。

5. 地球化学特征

沉积磷酸盐的磷酸钙组分 $[Ca/(Ca + Fe)]$ 与盐度成正比关系,由文献[10]得到证实。珠江口现代沉积物和珠江三角洲第四纪沉积物的沉积磷酸盐研究表明^[8,9],沉积磷酸盐的 $Ca/(Ca + Fe)$ 比值具有指相意义。 $Ca/(Ca + Fe)$ 比值 < 0.40 以陆相为主, $0.40—0.80$ 为海陆过渡相, > 0.80 以海相为主^[6]。本孔 18 个样品的沉积磷酸盐分析表明, 5.80—14.74m 和 26.00—40.50m 两个层段 $Ca/(Ca + Fe)$ 平均比值高于 0.40,反映这两个层段受到过海水的影响。以上的地球化学特征与生物及矿物特征相吻合。

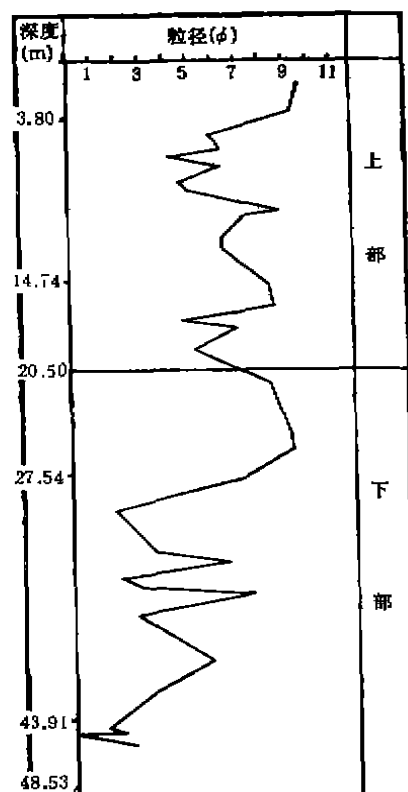


图 1 民众 $\Delta 22$ 孔粒度分布曲线图

Fig. 1 Grain size distribution curve of Minzhong core $\Delta 22$

表 1 民众 $\Delta 22$ 孔重矿物组合

Tab. 1 Heavy mineral pattern of Minzhong core $\Delta 22$

层位	埋深(m)	重矿物含量(%)	平均值(%)	重矿物组合
1	0—3.80	7.4—7.9	7.6	绿泥石、赤铁矿、黑云母、磁铁矿
2	3.80—14.74	11.4—20.9	16.0	绿泥石、海绿石、褐铁矿、黑云母、钛铁矿
3	14.74—20.50	1.3—11.6	8.8	绿泥石、钛铁矿、菱铁矿、海绿石
4	20.50—26.00	1.3—7.1	4.2	菱铁矿、钛铁矿
5	26.00—43.91	0.4—9.0	2.8	绿泥石、钛铁矿、赤铁矿、黑云母、海绿石
6	43.91—48.53	0.7—10.8	4.4	赤铁矿、钛铁矿、海绿石、菱铁矿

二、地层划分

根据岩性、粒度、矿物、生物、地球化学资料及 ^{14}C 年代, 可以将本孔自下而上分为 6 层(图 2)。

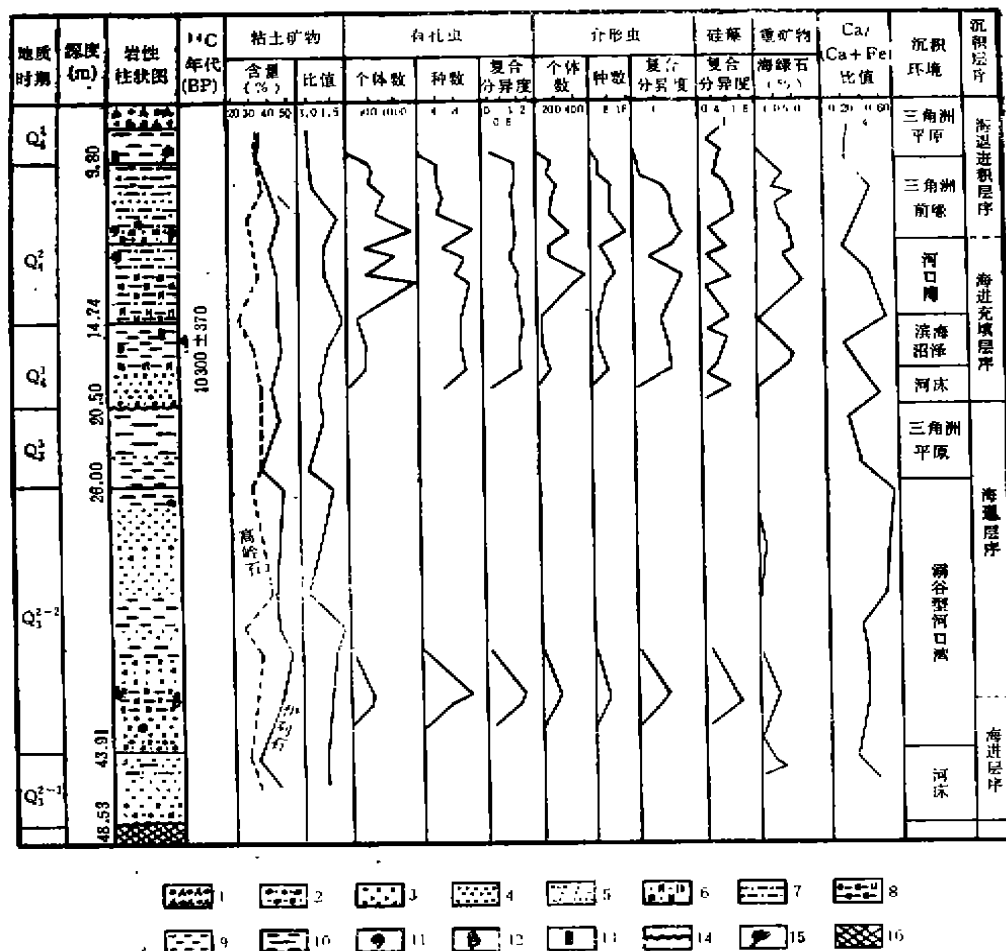


图 2 民众 $\Delta 22$ 孔岩性综合柱状图

Fig. 2 Columnar section of lithological characters of Minzhong core $\Delta 22$

1. 人工堆积; 2. 砂砾; 3. 粗砂; 4. 中砂; 5. 细砂; 6. 粉砂质细砂; 7. 粘土质粉砂; 8. 粉砂质粘土;
9. 粘土; 10. 花斑状粘土; 11. 贝壳; 12. 贝壳; 13. 腐木; 14. 不整合; 15. 植物叶; 16. 基岩。

(左上方 Q_1^1 应为 Q_2^1)

1. 上更新统下部 (48.53—43.91m)

下段为青灰色砂砾, 砾石磨圆度好, 分选差, 其成分主要为石英, 次为黑色硅质岩, 底部见紫色砂岩卵石, 与下部地层呈不整合接触。上段为青灰色中砂夹薄层粘土, 具水平层理, 含海绿石, 伊利石平均值为 37%, 高岭石为 28%, $\text{Ca}/(\text{Ca} + \text{Fe})$ 比值为 0.39。本层段未发现孔虫和介形虫, 拟定为冲积相沉积。

2. 上更新统中部 (43.91—26.00m)

为青灰色粉砂质粘土、粘土、中细砂及砾石。沉积物平均粒径为 $2-7\phi$, 标准偏差为 $1.80-3.50$ 。39.00—41.00m 的青灰色粉砂质粘土中含少量贝壳, 向上贝壳有增加趋势。本层段具有波状层理、交错层理、生物扰动构造; 重矿物组合为绿泥石、钛铁矿、赤铁矿、黑云母、海绿石; 伊利石平均相对含量为 45%, 高岭石为 32%, 伊/高为 1.41; 微体古生物有孔虫主要为毕克卷转虫 (*Ammonia beccarii* var.) 和颗粒先希望虫 (*Protelphidium granosum*); 介形虫主要有宽卵形中华丽花介 (*Sinocytheridea latiovata* Hou et Chen), 方地豆艳花介 (*Leguminocythereis hodgii*), 中国中华花介 (*Sinocythere sinensis*), 精美新单角介 (*Neomonoceratina delicata*)。硅藻主要以半咸水种条纹小环藻 (*Cyclotella striata*) 为主, 占硅藻含量的 50—70%, 其次为咸水种小眼圆筛藻 (*Coscinodiscus oculatus*) 和半咸水—咸水种柱状小环藻 (*Cyclotella stylorum* Brightw)。微体古生物的个体数多, 但种属较少。贝类为蓝蛤和牡蛎等海相组分。Ca/(Ca + Fe) 平均比值为 0.49。以上特征说明本层段为海相层。

3. 上更新统上部 (26.00—20.50m)

为青灰色粘土、花斑状粘土。下段为青灰色粘土, 具微水平层理, 夹砂透镜体, 含植物碎片; 上段花斑状粘土具铁质薄壳, 与上覆砂层间有冲蚀现象。平均粒径为 $7-9\phi$, 标准偏差为 $2.5-4.0$ 。重矿物组合为菱铁矿、钛铁矿; 伊利石平均含量为 40%, 高岭石为 36%, 伊/高为 1.20; 不含海绿石、有孔虫、介形虫和硅藻。Ca/(Ca + Fe) 平均比值为 0.32。以上特征说明本层段为泛滥平原相。

4. 全新统下部 (20.50—14.74m)

为青灰色粉砂质粘土、灰黄色中细砂及砾石。平均粒径为 $4.5-8.5\phi$, 标准偏差为 $2.5-3.5$ 。下段为细砂、中细砂、夹少量粗砂和砾石, 砾石分选磨圆均较差; 上段为青灰色粉砂质粘土, 含有孔虫、海相介形虫, 半咸水硅藻和蓝蛤, 海绿石, 但个体数少, 并且一部分个体已破碎。伊利石平均含量为 43%, 高岭石为 34%, 伊/高之比为 1.30。Ca/(Ca + Fe) 平均比值为 0.38。16.00—16.60m 处 ^{14}C 年代为 10300 ± 370 年 B. P., 可见本层段为全新统下部, 上段为滨海沼泽沉积, 下段为冲积相沉积。

5. 全新统中部 (14.74—3.80m)

为青灰色粉砂质粘土、粘土质粉砂、粉砂质细砂。平均粒径为 $4.50-8.50\phi$, 标准偏差为 $3-3.5$ 。重矿物组合以绿泥石、海绿石为主, 其次为褐铁矿、钛铁矿、黑云母、赤铁矿。伊利石平均含量为 43%, 高岭石为 31%, 伊/高为 1.40。本层段含有大量的有孔虫和海相介形虫及半咸水硅藻。有孔虫主要为毕克卷转虫、颗粒先希望虫和半缺五块虫 (*Quinqueloculina seminula*)。海相介形虫主要为宽卵形中华丽花介、方地豆艳花介和中国中华花介。硅藻以半咸水种条纹小环藻为主, 含量高达 90%, 小眼圆筛藻和柱状小环藻次之。含有较多的蓝蛤和牡蛎。Ca/(Ca + Fe) 平均比值为 0.43。可见本层段是区内冰后期一个重要的海侵层。

6. 全新统上部 (埋深 3.80m 以上)

为土黄色粘土, 含少量植物根茎碎片或碎屑。平均粒径为 $9-9.5\phi$ (图 1), 标准偏差为 $2.5-3.0$ 。重矿物组合为绿泥石、赤铁矿、黑云母、磁铁矿。不含海绿石、有孔虫、介形

虫;下段 1.90—2.50m 含有少量半咸水硅藻。伊利石平均含量为 34%,高岭石为 34%,伊/高为 1.0。 $\text{Ca}/(\text{Ca} + \text{Fe})$ 为 0.25。本层段为三角洲平原相。

三、晚更新世以来沉积层的形成过程

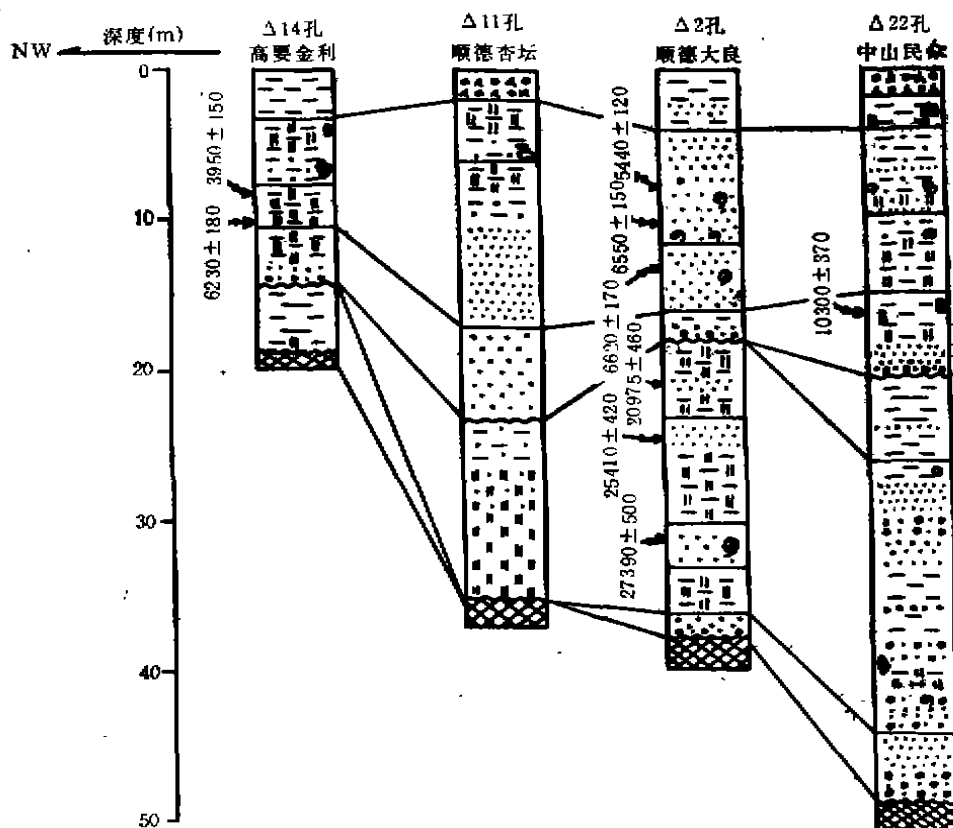
珠江三角洲在距今 4 万年以前,由于一直是处于风化、剥蚀、侵蚀的环境,从而使基岩裸露,到晚更新世中期才开始发育陆相的粗颗粒沉积,表明当时距河口还比较远,侵蚀基准面还比较低^[6]。在玉木亚间冰期时,海面上升,导致本区形成第四纪以来第一个海相层位(距今约 3—2 万年)。本次海进首先沿河谷谷底向北进侵,然后逐渐淹没沿海的部分侵蚀台地。

晚更新世海面上升时,珠江三角洲地区的沉积速率不足以补偿海面上升速度,因而海水进侵,河口不断向陆后退,沉积物逐渐充填古河谷。由于溯河搬运作用,而使得海进充填沉积层中含有少量海绿石^[1]。该孔上更新统下部正是在这种情况下形成的。这种现象在许多三角洲也可见到,如南流江三角洲^[2]。该孔埋深 40.80m 以上开始出现海相微体古生物,说明此时海水进侵已达这一地区。据 ^{14}C 年代和沉积速率推算^[6],海水到达此地时间大约为 3 万年。这一海相层所出现的海相生物,主要为广盐性属种,属种单调,数量较多;海绿石含量低(图 2)。可见海相程度不高,似乎表明当时珠江三角洲民众地区是一个溺谷型的河口湾。

距今 2—1.2 万年左右,在该孔 26.00—20.50m 地层中,除含少量蚝壳碎片之外,不含孔虫、介形虫、硅藻和海绿石;伊利石含量,伊/高比值和沉积磷酸盐的 $\text{Ca}/(\text{Ca} + \text{Fe})$ 比值下降,高岭石含量则增高,这说明海水已退出这一地区。其中的花斑状粘土表明,在晚玉木冰期全球低海面时,原来深灰色粘土出露地表变成花斑状粘土。该粘土层将上、下两大套地层截然分开。该层与上覆砂层间有冲蚀现象,呈不整合接触(图 2)。

早全新世海面上升对河口及三角洲地区的影响,也表现为海水进侵,河口以上的回水以及河床水面比降减缓而引起的溯源堆积等因素^[1]。因此这种海进初期,表现为正常河流沉积的正旋回,所不同的是它们的顶部混有海相生物,其上覆层为海相层。 $\Delta 22$ 孔的全新统下部正是在海进背景下充填的结果。由于受海水冲刷作用的影响,使得海进充填层序下段的古河谷砂砾质沉积相对较薄。该孔在埋深 18.12m 以上开始出现海相生物,据 16.00—16.60m 处 ^{14}C 测年为 $10\,300 \pm 370$ 年 B. P.,可见,距今 1 万年左右海面上升已对河口及三角洲地区有所影响。

大量研究资料表明,全新世早期的海面上升,初期速度较快,海面上升速度超过了沉积速率,因此处于海进阶段。据对珠江三角洲地区研究表明^[6],全新世中期,沉积速率显著加快,民众地区沉积速率达 2.6mm/a ,海面上升和沉积加积作用同步进行。海进达到最大范围,珠江三角洲地区表现为宽广的河口湾。由图 3 $\Delta 22$ 孔地层与珠江三角洲西北部的高要县金利 $\Delta 14$ 孔和中部的 $\Delta 11$ 孔、 $\Delta 2$ 孔地层相对比^[7,8]不难发现,珠江三角洲西北部的高要县金利 $\Delta 14$ 孔只有全新世海相层,而不存在晚更新世海相层,这说明全新世中期海进范围大于晚更新世,与上述分析相吻合。另外,在海相层由海向陆逐渐扩展时,其底面实际上为不等时面。如 $\Delta 22$ 孔距今 1 万年左右就有海相生物出现,顺德市大良镇 $\Delta 2$ 孔埋深 13.0—13.13m 蚝壳砂 ^{14}C 年龄距今为 $6\,620 \pm 170$ 年^[9],而 $\Delta 14$ 孔距今 5 000 年左右才出

图3 民众 $\Delta 22$ 孔地层与毗邻地层的对比(图例同图2)Fig. 3 Comparison of strata of Minzhong core $\Delta 22$ with that of neighbouring core

现海相生物^[7], 这说明珠江三角洲中部地区海相层开始堆积的时间较早, 其埋深较大, 西北部地区海相层形成的时间较晚, 埋深也较浅(图3)。

自5000年以来, 本区海面只有小的波动上升, 沉积速率逐渐超过海面上升速度, 因而发生海退。珠江所携带的大量泥砂在河口湾沉积下来, 由于这种沉积过程的不断发展, 于是形成了三角洲沉积体。随着三角洲向前进积, 在垂向上形成三角洲层序。

四、结 论

1. 珠江三角洲 $\Delta 22$ 孔岩芯的粒度、重矿物、粘土矿物、古生物、地球化学及 ^{14}C 测年等资料研究表明, 晚更新世以来的沉积层可划分为上更新统和全新统两大部分, 并且各自还可进一步划分为上、中、下三层。

2. 晚更新世以来, 珠江三角洲 $\Delta 22$ 孔沉积层具有两个河流相→海、陆过渡相沉积旋回, 自下而上为河流相→溺谷型河口湾相→三角洲平原相→河流相→河口湾相→三角洲前缘相→三角洲平原相沉积。

3. 晚更新世以来珠江三角洲受到过两次海侵, 全新世中期海侵大于晚更新世海侵; 珠

江三角洲是冰后期海平面相对稳定时(约 5 000 年以来)形成的三角洲沉积体。

参 考 文 献

- [1] 李从先、孙和平、唐国良, 1987。河口地区沉积物的溯源搬运。同济大学学报 15(2): 201—208。
- [2] 孙和平、李从先、业治铮, 1987。广西南流江三角洲全新世沉积层序及沉积过程。沉积学报 5(2): 132—143。
- [3] 刘敏厚、吴世迎、王永吉等, 1987。黄海晚第四纪沉积。海洋出版社, 116—140 页。
- [4] 洪辉亮、陈峰, 1988。厦门港海洋环境综合调查报告(II)。台湾海峡 7(1): 60—70。
- [5] 南京大学地质系编, 1979。地球化学(修订本)。科学出版社, 355—358 页。
- [6] 黄锡国、李日平、张仲英等, 1982。珠江三角洲形成发育演变。科学普及出版社广州分社, 47—55, 150—158, 207—210 页。
- [7] 蓝先洪、马道修、徐明广等, 1988。珠江口晚第四纪沉积物粘土矿物及指相意义。台湾海峡 7(2): 127—134。
- [8] 蓝先洪、马道修、徐明广等, 1987。珠江三角洲若干地球化学标志及指相意义。海洋地质与第四纪地质 7(1): 39—49。
- [9] 蓝先洪, 1989。珠江口现代沉积物中沉积磷酸盐的研究。海洋与湖沼 20(5): 480—487。
- [10] Nelson, B., 1967. Sedimentary phosphate method for estimating paleosalinity. *Sci.* 158(3803): 917—920。

SEDIMENTARY CHARACTERISTICS AND STRATA DIVISION OF CORE Δ22 OF THE ZHUJIANG RIVER DELTA

Lan Xianhong

(Institute of Marine Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources, Qingdao, 266071)

ABSTRACT

The sedimentary characteristics and strata division of the Zhujiang River Delta sedimentary bed since Late Pleistocene was studied based on grain size, heavy mineral, clay mineral, paleontology, geochemical and radiocarbon dating of the Minzhong Δ22 cores to find the processes of transgression and regression of Late Quaternary in the Zhujiang River Delta.

Strata in the core Δ22 may be divided into Late Pleistocene Series and Holocene Series and each of which may further be divided into three layers. Middle Pleistocene Series and Middle Holocene Series are characterized by containing foraminifera, marine ostracoda, brackish water diatom *Corbula* sp. and glauconite, the average ratio of illite/kaolinite > 1.4, and that of Ca/(Ca+Fe) in sedimentary phosphate > 0.40.