

近代大陆架海侵式沉积模式的探讨*

林禾杰 黄杏珍 潘中海 李承先

(中国科学院兰州地质研究所)

大多数近代大陆架调查证明,表层沉积物形成及分布的基本规律是:由岸向海呈内细外粗“三带式”;中国近代大陆架也不例外。对其成因机理,前人做过大量的工作。本文试以南海大陆架北部近代沉积物沉积学研究为主,拟阐明“三带式”是海侵式沉积模式基本特征的观点,以便为古代海相碎屑岩地层研究提供“将今论古”的类比依据。

一、玉木冰期的低海面位置

近代大陆架的形成和玉木冰期的低海面位置密切相关。晚更新世末期(Q₃)的这次冰期,使海面下降的幅度是120 m左右^[1]。尽管目前尚存有不同意见,但¹⁴C的年代资料表明玉木冰期的最低海面位置,在东海是现水深155 m^[2],在南海大体处于水深120—150 m。这恰好是由陆坡转折为海槽(东海)或深海盆地(南海)的位置,说明近代大陆架在晚更新世末期曾普遍露出水面并发育着陆相或滨海相沉积物。其中,泥炭沉积是冰期海面降低的重要标志。渤海、黄海和东海北部有1—2层泥炭,南黄海泥炭层埋于海底下2—3 m处,¹⁴C测年为3600年,12,400±200年^[1]。同时,滨海相的贝壳层也具有相同的意义。东海(32°30'N, 126°30'E)海底下2—3 m处贝壳层¹⁴C测年23,700±900年^[2]。因此,无论是南海,还是东海近代大陆架都以此为基础,并在尔后的海侵过程中逐渐形成、发展起来。

二、沉积物分带的成因类型及环境特征

对“三带式”沉积物分析研究表明,沉积物的成因类型比较复杂,但又有一定组合关系。以南海大陆架北部近代沉积物及其生物埋藏群的分布为例(图1)。

第一带 水深0—30 m左右

这是现代近岸泥质沉积区,大多数沉积物为细粉砂质泥、粗粉砂质泥、含细砂粉砂质泥和泥质细粉砂等。其中泥质和细粉砂质的含量一般都在65%以上。该区是现代生物较为繁殖的地区,按有孔虫埋葬组合特征还可以进一步划分为4个区。

I. 河口区:毕克卷转虫(*Ammonia beccarii* var.)组合,主要由玻璃质壳底栖有孔虫组成,个体较小,属种不甚丰富,且罕见浮游有孔虫,主要分布在珠江口等河口湾区,水

* 本研究得到秦蕴珊、王靖泰两同志的帮助并提供许多宝贵资料;杨希先、岑柏栋、王祖薇为本文清绘图件及誊抄,在此一并致谢。

收稿日期:1982年2月2日。

1) 根据国家海洋局第一海洋研究所资料,1979。

2) 据赵松龄等未发表资料。

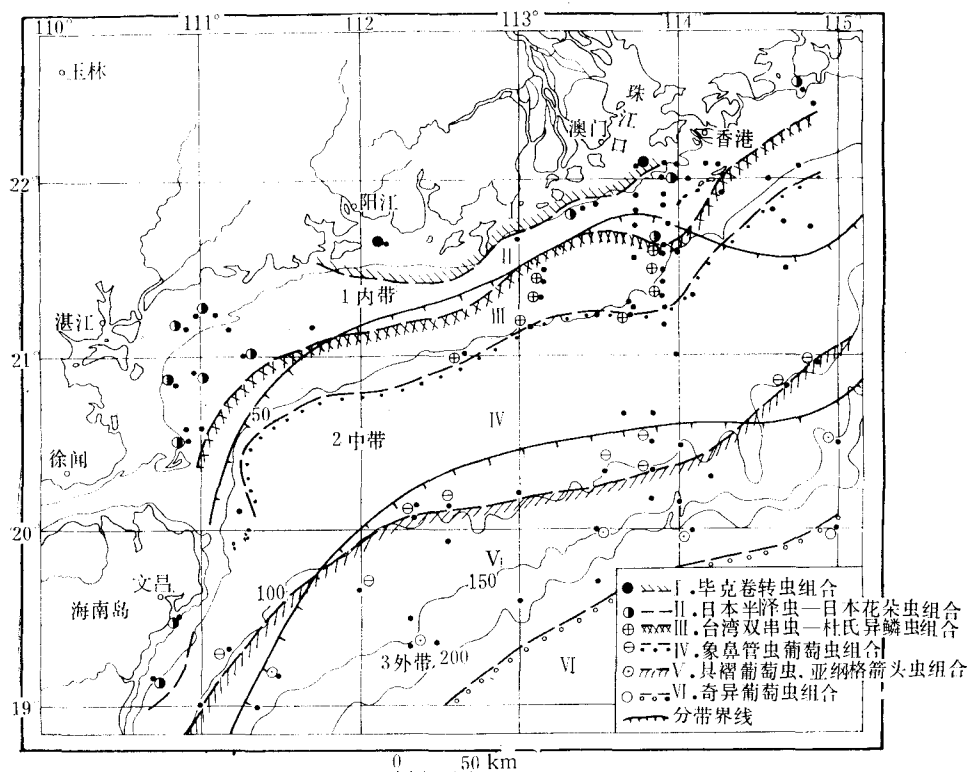


图1 南海大陆架北部沉积物分带有孔虫组合分区图

深0—20 m。

II. 内陆架区: 日本半泽虫 (*Hanzawaia japonica*)-日本花朵虫 (*Florina japonica*) 组合, 主要分布在水深20—30 m 以内的内陆架区。

第二带 水深30—100 m

这是第一带和第三带的过渡带, 在残留的沉积物中, 往往混有现代沉积物。其中泥质和细粉砂含量为30—40% 左右, 砾、砂和粗粉砂含量为60—70% 左右, 有孔虫埋藏群包括两个次一级分区。

III. 中陆架区: 台湾双串虫 (*Bigenerina taiwanica*)-杜氏异鳞虫 (*Heferolepa dutemmlci*) 组合, 主要分布在水深30—50 m 左右的中陆架区。

IV. 外陆架区: 象鼻管葡萄虫 (*Siphouvegerima proboscidea*) 组合, 主要分布在水深100m 左右的外陆架区。

第三带 水深100—200 m

这是古代沉积物的残留区, 多含泥粉砂质细砂、含粗砂质细砂、含泥质粗-细砂、砾状砂等。其中, 砾、砂和粗粉砂的含量在70% 以上。含有见褶葡萄虫 (*Uvigerina schwageri*)、亚网格箭头虫 (*Bolivina subreticulat*) 组合, 并以浮游有孔虫占压倒优势。除包括上述属、种外, 还有新种。底栖有孔虫群以列式壳、瓶虫类为多。本组合主要分布在水深150—200m 的陆架外缘地区。

此外,在水深大于 200 m 的陆坡上部区内,含有奇异葡萄虫 (*Uvigerin aperegrina*) 组合。以浮游有孔虫占绝对优势,属、种和第五组合相似。但是,底栖有孔虫群变化较大,出现大量与上述各组不同的属、种,如奇异葡萄虫 (*Uvigerina peregrina*)、布氏小卡勒虫 (*Karreriella Bradyi*)、薄边面包虫 (*Cibicides tenuimargo*) 等等。本组合分布于陆坡上部,但仅在一个站位 (21 站) 上发现。

上述三个环陆带和六个生物组合的分区特征,在本区各海域均能适用。其中在未受残留沉积干扰的海区,有孔虫个数由海岸向深水区递增,规律十分明显。但在水深 50—200m 的海域内,尚有大片砂砾暴露海底。在这些站位的样品中,有孔虫含量骤然降低,局部站位还出现只含成年壳,不见细小壳体(包括有孔虫幼体,放射虫等)分布的现象,表明海底有底流将细粒物质移去。这些比较丰富的有孔虫等化石、壳体均已交代,壳壁颜色大部分呈红—红褐色,内充填了海绿石和绿泥石,因受磨损,常呈暗色外壳或内膜。但是属、种丰富,胶结壳、瓷质壳的类型较多。鉴定结果,包括有: 卷转虫 (*Ammonia*)、科契箭头虫 (*Bolivina cochei*)、半泽虫 (*Hanzawaia*)、抱球虫 (*Globigerina*)、希望虫 (*Elphidium*)、异鳞虫 (*Heterolepa*)、五块虫 (*Quinqueloculina*) 螺轮虫 (*Tubrotalia*)、拟抱球虫 (*Globigerinoides*)、瓶虫 (*Lagena*) 类,多数属河口湾 (0—20 m) 或内陆架区 (20—30 m) 的有孔虫。反映了与现今水体完全不同的沉积环境,并和保存良好的现代有孔虫埋葬群形成了鲜明对照。可见,对残留砂来说,石化了的有孔虫组合才能代表其原始的环境特征。

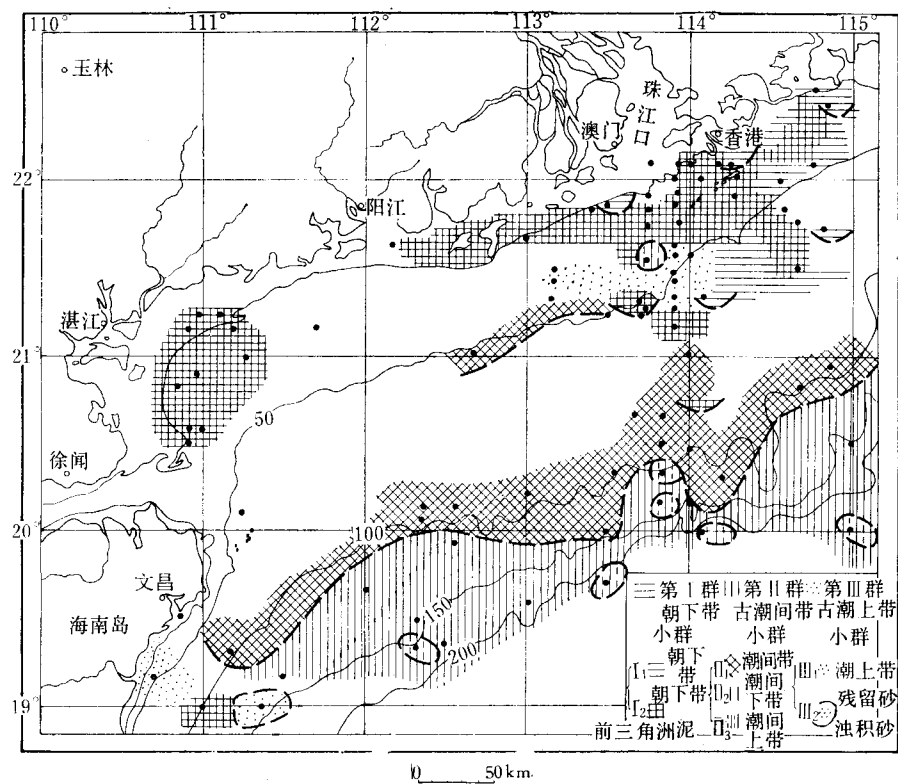


图 2 南海大陆架北部近代沉积物沉积环境群分析图

同样, 沉积物成因分类型的电子计算机因子分析也呈现出三群的对应特征(图2)。

第 I 群: 河口湾区及内陆架区(水深 20—30 m), 现代潮下带淤泥沉积区。在河口湾区, 发育着三角洲沉积, 如万泉河口三角洲的前缘、珠江三角洲的前缘弧形带。

第 II 群: 反映陆架外缘地区残留砂沉积环境特征。其中, II₁ 小群反映 100 m 等深线附近为古潮间带(包括潮间上带、潮间下带及冲刷槽), II₂ 小群反映 150 m 等深线区为古潮间下带, 而 II₃ 表明在 150—200 m 等深线间存在着一些零星分布的潮上带区古地形相对较高的地区, 它们可能是古海丘残址的显示。

第 III 群: 主要反映古潮上带沉积区(III₁) 和与三角洲有关的冲积砂体(III₂)。其中 III₁ 在珠江三角洲中显示是十分有趣的, 它很可能是珠江携带的大量泥砂的底负载, 通过切割现代潮下带的水下冲刷槽(古河道), 将粗碎屑物质冲入三角洲前缘而形成的海下扇砂体。对此尚需要沉积物的年龄资料或生物组合研究来证实。

如上所述, 沉积物分带的成因类型及环境特征充分证明: 除内带外, 在中带及外带均有残留砂及混合带存在, 具有海侵式沉积的特征。同时也揭示了现代生物埋葬群的分布在更大程度上与水深之间存在着一定的关系。

三、今、古沉积水动力分区

应用卫星照片解释现代大陆架沉积水动力分区, 和应用沉积物形成、分布及成因类型组合推断的古沉积水动力分区, 有着明显的差异。如南海大陆架北部, 现代沉积水动力分

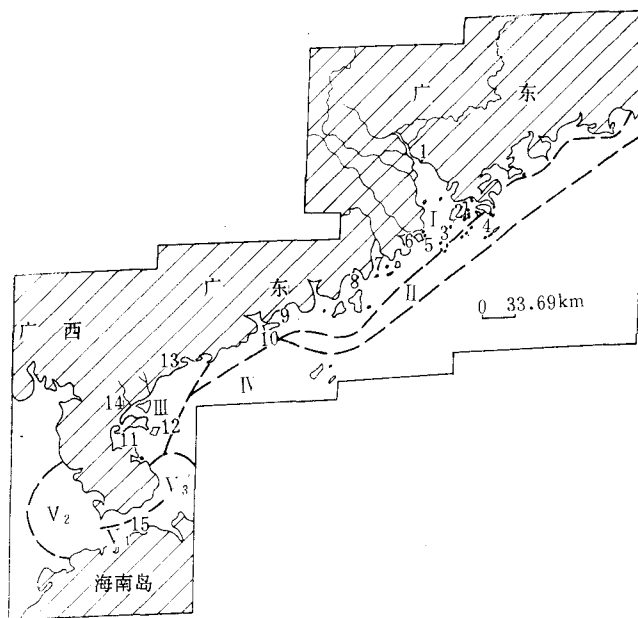


图3 南海大陆架北部现代水动力特征分区

- I. 珠江口及其岸流区; II. 珠江口外悬浮云区; III. 雷州湾-硃州岛-电白河口混流区; IV. 琼州海峡喷射流区; V₁. 海峡区, V₂. 琼西三角洲区; V₃. 琼东三角洲区。
 1. 沙角; 2. 大壕岛; 3. 万山群岛; 4. 担杆岛; 5. 大横琴岛; 6. 斗门湾; 7. 崖门外口(崖门湾); 8. 广
 海湾; 9. 北津港; 10. 海陵岛; 11. 雷州湾; 12. 硃州岛; 13. 电白(电白河口); 14. 湛江; 15. 琼州海峡。

区(图 3), 其中第 I 区——珠江口及其岸流区, 界限水深 20m 左右; 第 II 区——珠江口外悬浮云区, 界限水深 30—40 m 左右。它们反映了水深 40 m 以内的沉积水动力状态主要受珠江及其他河流的主流入海后的状态所制约。而水深大于 50 m 以外的中带及外带水动力状态则和海流作用相联系。相比之下, 古沉积水动力分区(图 4) 的第 I 区——沿岸单向流区, 其古沉积水动力特征和现代水动力分区大致相同。而第 II 区——双向流区为古代残留砂的分布区。尽管现代水体深度达 100—200 m, 但其间残留的有孔虫化石, 仍显示着潮间带特征。第 III 区——河口喷射流区, 其中珠江口喷射流区分布规模较大, 呈东宽西窄的不对称扇形, 和现代珠江口的水动力分区并不十分一致, 所以此区应是古珠江喷射流区的反映。万泉河喷射流区和琼东喷射流区, 它们和现代的水动力分区相一致, 是新的三角洲水动力环境的反映。

因此, 今、古沉积水动力分区的差异表明, 在内带的珠江口及其岸流区中, 沉积物确属珠江携带沉积而成。可是在中带及外带情况则大不相同, 沉积物成因类型、分布和现代水深的差异, 表明了它们的形成时间是不同的, 并具备着愈近岸、年代愈新的海侵式沉积特征。

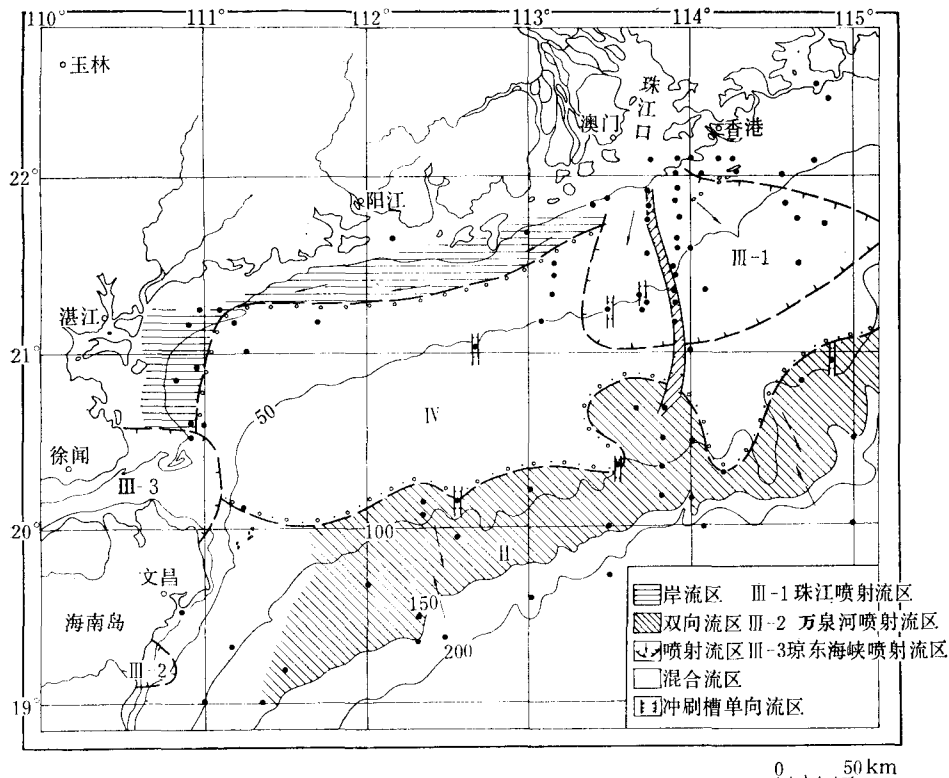


图 4 南海大陆架北部沉积水动力分区图

四、不同成熟度的海绿石的分布意义

自生矿物研究表明, 不同成熟度海绿石的分布和古岸线的变迁密切相关。如南海大

陆架北部近代沉积物中,不同期形成的黑色、绿色、黄色海绿石叠加分布,反映海侵特征是颇有规律的(图5)。

1. 晚更新世末期(Q₃末) 玉木冰期时,岸线在水深100m左右的地带,此时形成具褐色壳的黑色海绿石,因其丰度高(>10%),应属陆架边缘环境下形成。虽现今其保存在150—200m水深区,但当时此地处于近岸浅水环境,不可能形成海绿石的高含量带与富集带。因此,黑色海绿石可能是在晚更新世末以前就已形成,当时海水深度较大,为陆架边缘区。后因玉木冰期海退时,变为浅水潮汐环境或孤岛带,经常出露水面,海绿石也就渐变为黑色,壳则变为褐色。

2. 早全新世(Q₁)开始,发生海侵,岸线逐渐向岸推移,移至水深50—70m区,在原Q₃的岸线地带海水加深变为潮间带,形成丰度不高的绿色类海绿石,原Q₃的潮间带,水更深为潮下带或近于陆架边缘环境,形成丰度高的绿色海绿石,从而绿色海绿石叠加在黑色海绿石带中。

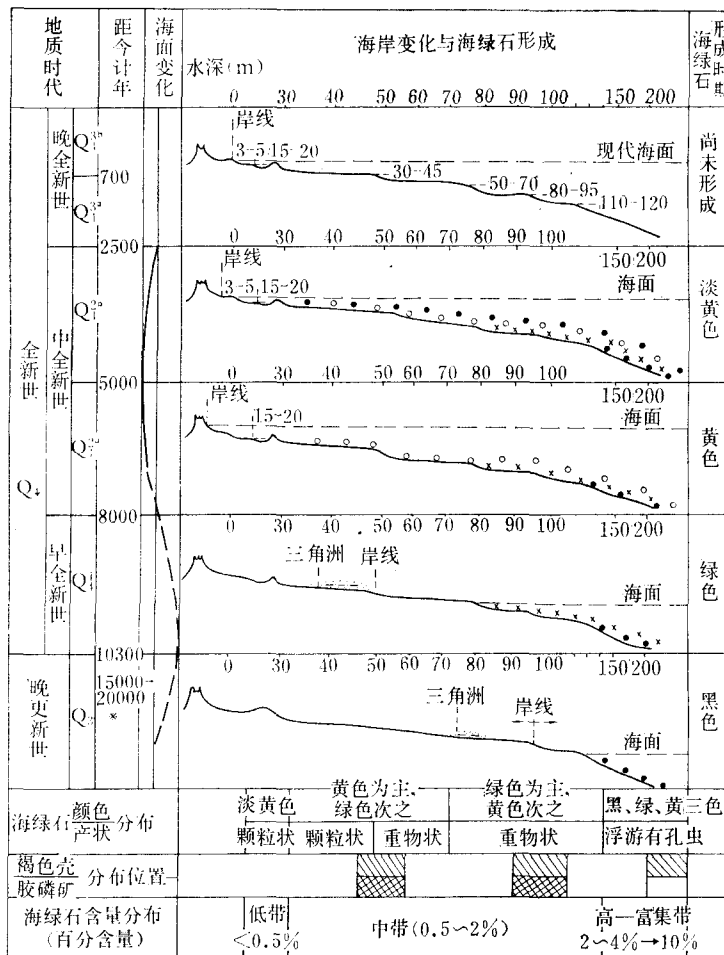


图5 南海海侵式海绿石形成示意图
(图中“重物状”应为“生物状”)

3. 中全新世早期 (Q_3^a) 是玉木冰期后, 冰消融气候最佳时期, 海侵达到最大, 其岸线已在今日岸线之上, 在沿岸地带 3—5 m 的海蚀阶地处。黄色海绿石大致在此时期形成, 在 Q_4^i 时的古三角洲地带形成黄色海绿石的中含量区, 同时黄色海绿石还叠加在 Q_3 , Q_4^i 形成的海绿石区域中, 分别构成黄色、绿色、中高含量带, 及黄色、绿色、黑色叠加的海绿石富集带。

4. 中全新世晚期 (Q_3^b) 开始海退, 至今岸线变化不大, 继续形成黄色、淡黄色海绿石叠加在 Q_3^a 各带上, 但海退会使海绿石分带性复杂化。

5. 晚全新世 (Q_3^i) 距今 700—2500 年, 时间短, 可能尚未形成海绿石。

因此, 本区大陆架上, 现今底质沉积物中保存的海绿石, 形成于不同的地质时期, 愈近岸, 颜色愈单一, 年代也愈新, 而远岸则是不同地质年代的海绿石叠加在一起, 这反映了海侵式海绿石形成的特征。

五、海侵速度大于沉积覆盖速度

大量的研究资料表明: 玉木冰期后的海侵, 发生在 Q_4^i , 到了 Q_3^a (6000 年前) 全盛, 其岸线已在今日岸线之上, 到了中全新世晚期 (Q_3^b) 才退至现今岸线。如考虑气候-海面升降与构造-海面升降因素, 20,000 年来地面平均沉降量为 1mm/a 的影响^[2], 那末海水回升的累计幅度也大致有 110—130 m 左右, 推算平均回升速度为 6 mm/a 左右。与河流搬运入海的碎屑物沉积速度相比, 海侵速度就显得速度快、幅度大。因为随着沿岸趋于平原化, 河流搬运的能量下降。除河口区外, 沉积速度不会太大 (4.2 mm/a)¹⁾。故新沉积物也仅能覆盖河口区(三角洲)和近岸区。由此可见, 近代大陆架底床是玉木冰期海面大幅度下降所暴露出来的陆地或滨海区。当时, 向海一侧, 冰期的粗碎屑沉积作用发育在现今水深线 100—150 m 附近。玉木冰期以后, 强烈的海侵大片大片地淹没了近岸地带。尔后海水虽有进退, 但最后淹至现代的岸线附近。由于海侵速度大大超过由陆向海的沉积覆盖速度, 造成了大面积的残留沉积物至今还暴露海底, 从而构成了近代大陆架内细外粗的“三带式”格局。

六、海侵式沉积模式

近代大陆架海侵式沉积模式是基于上述五点认识建立的。其中特别强调的两个基本因素是: (1) 底床是玉木冰期时的滨海区或陆地; (2) 由海向陆的海侵速度大于由陆向海的沉积覆盖速度。因此, 形成不完全覆盖的格局。由此编制了近代大陆架海侵式沉积模式图(图 6)。该图的三个分带拟按成因命名, I. 内带: 河口-岸流沉积区; II. 中带: 岸流-海流、冲刷-沉积区; III. 外带: 海流冲刷区, 这也即是近代大陆架的沉积作用过程及海底风化侵蚀过程的综合反映。因此, 这些认识对于“将今论古”研究古代海相地层是很有意义的。

1) 同济大学海洋地质系三角洲科研组, 1978 年。长江三角洲发育过程和砂体特征。

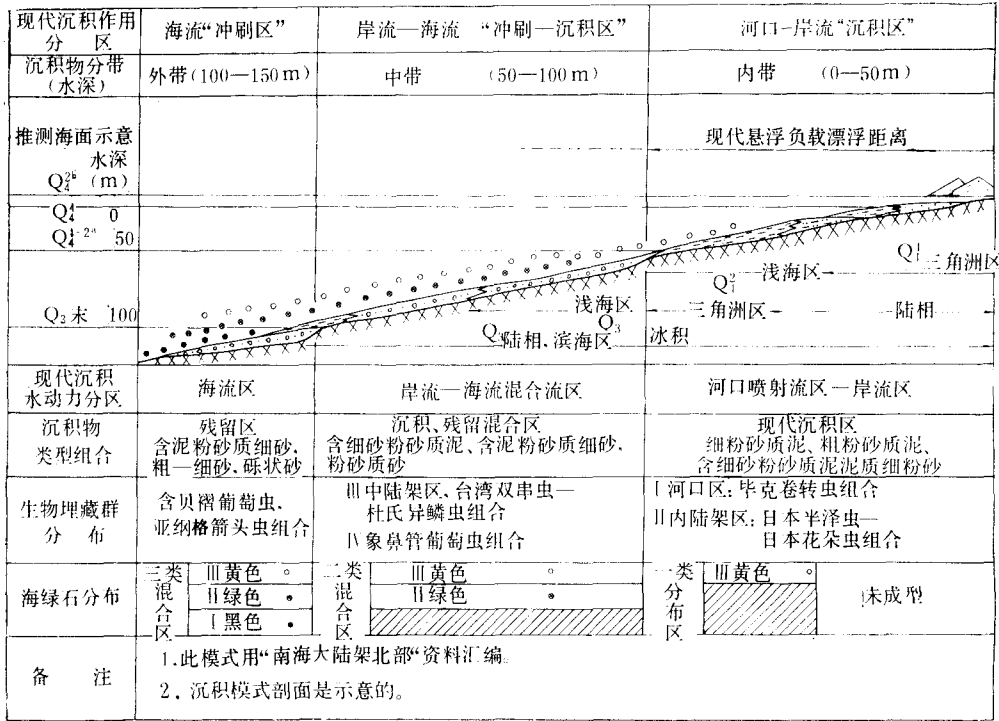


图6 近代大陆架海侵式沉积模式

参 考 文 献

- [1] 中国科学院兰州地质研究所, 1982. 南海大陆架北部近代沉积物沉积学研究. 石油地质论文. 甘肃人民出版社, 99—132页.
- [2] 王靖泰、汪品先, 1980. 中国东部晚更新世以来海面升降与气候变化的关系. 地理学报 35(4): 299—312.

AN APPROACH TO THE TRANSGRESSION SEDIMENTARY PATTERN OF THE PRESENT CONTINENTAL SHELF

Lin Hejie Huang Xingzhen Pan Zhonghai and Li Chengxian

(Lanzhou Institute of Geology, Academia Sinica)

ABSTRACT

On the basis of our study of the present sediments in the northern part of the continental shelf of the South China Sea, this article clarifies our views that "three-zone pattern" is the basic feature of transgression-type sedimentation.

The classification of transgression-type sedimentation of the present continental shelf is based on the close relationships between the formation of the present continental shelf and the position of the low sea level of Würm glacial stage, the genetic types and environmental features of sedimentary zoning, and that between the formation of glauconite with different maturity and the migration of coastline, the speed of transgression, and the overlying speed of sedimentation. We put forward the genetic name of the "three-zone pattern" to denote:

1. The internal zone, river mouth-coastal current sedimentary area;
2. The intermediate zone, coastal current-sea current scouring-sedimentary area;
3. The external zone, sea current scouring area.

All this is of significance to the study of fossil marine strata.