

广西南流江三角洲全新世 沉积层序及沉积过程

孙和平 李从先 业治铮

(上海同济大学海洋地质系)

内容提要 本文依据二十多个钻孔资料,对南流江三角洲地区全新世不同类型的沉积层序进行分类,研究了各层序结构、特征及其空间分布,并与现代南流江三角洲沉积相进行对比。并探讨了全新世南海江三角洲的发育与演化,提出了该三角洲的沉积模式和后期河流改造模式。讨论了南流江及华南地区三角洲与华北地区三角洲的差异及其形成原因,提出了三角洲类型转变的第三种可能原因。

主题词 沉积层序 沉积过程 沉积模式 全新世 南流江三角洲

第一作者简介 孙和平 男 25岁 硕士 海洋地质

南流江全长287公里,根据1954—1980年常乐站资料,年平均径流量51.9亿立方米,年输沙量111万吨。最大潮差为5.36米。南流江注入北部湾。其三角洲位于合浦县南部。本文根据钻孔样品的分析对比,阐述全新世南流江三角洲沉积层序、沉积作用及沉积模式。此外,并依据南流江三角洲的演化规律,指出三角洲的发展趋势。

一、全新世南流江三角洲沉积层序

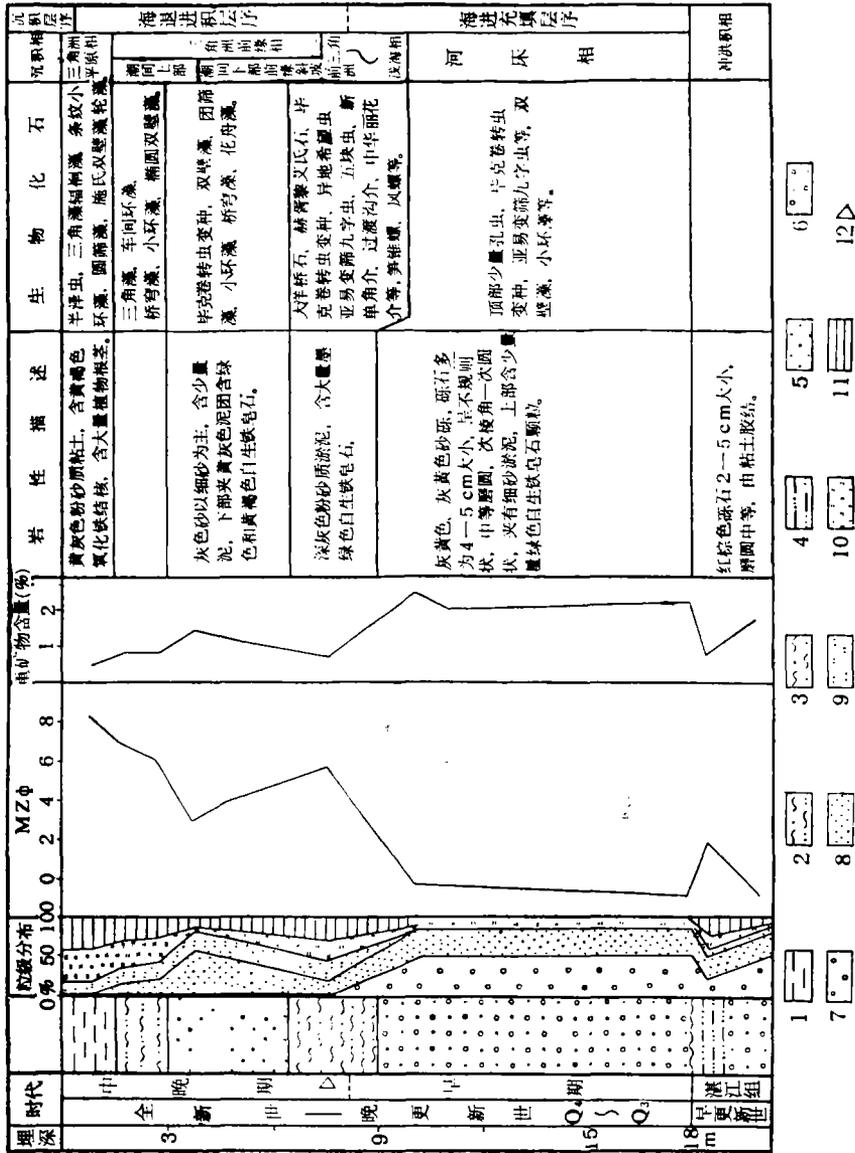
1. 全新世地层的底界

南流江三角洲的两侧为陡坎,由早更新世和中更新世的冲、洪积层构成。全新世沉积层与其下伏层有明显的差异,主要表现在:第一,北海组和湛江组皆为半固结状,比较致密,上覆全新世沉积层则为较疏松。第二,湛江组和北海组的孢粉组合与全新世沉积的孢粉组合有明显差别。合14孔下部湛江组含粘土砂砾中的孢粉组合为:松属(*Pinus*)、栎属(*Quercus*)、罗汉松(*Podocarpus*)、桑科(*Moraceae*)、山菜蕈(*Cornus*)、山茶科(*Theaceae*)、蔷薇科(*Rosaceae*)、禾本科(*Gramineae*)、蒿属(*Artemisia*)、瑞香(*Daphne*)、莎草科(*Cyperaceae*)、花蔺(*Butomus*)、蕨属(*Pteridium*)、钱线蕨(*Adiantum*)、水龙骨科(*Polypodiaceae*)、里白属(*Hicriopteris*)。第三,由湛江组构成的晚更新世末期古侵蚀地面起伏不平,高差30—50m,与上覆的全新世沉积呈不整合接触关系,其埋深见图5。

2. 沉积层序类型

南流江三角洲及以北地区全新世沉积层序可分为四种类型。

(1) 第一类型——初始型



1. 粘土 2. 淤泥质粉砂 3. 粉砂质淤泥 4. 砂质粘土 5. 砂 6. 砂砾 7. 0ϕ 8. $0-3\phi</math> 9. $3-9\phi</math> 10. $6-9\phi</math> 11. $>9\phi</math> 12. 6110 ± 170 年 (C¹⁴)$$$$

图1 台14孔柱状剖面图

Fig. 1 Drill column of He-14

全新世沉积由下部正旋回和上部反旋回构成,下部为海进充填层序,上部为海退沉积层序(图1)。自下而上沉积物为粗—细—粗—细,沉积相序为河床相—浅海相及三角洲相。

下部沉积物为灰黄色、黄灰色的砂砾。砾石多为4—5厘米,呈不规则状、长椭圆状,磨圆中等。砂和细砾磨圆较差。上部夹灰色淤泥质细砂,含少量铁代皂石颗粒、广盐性有孔虫和半咸水硅藻,如毕克卷转虫变种(*Ammonia beccarri var*)、亚易变筛九字虫(*Cribrinonien subincertum*),及双壁藻和小环藻等。沉积物具海陆过渡相的特点,海相性弱,属河口内受海水影响的河床相。而且向上出现海相微体生物化石、海相性逐渐增强。因此构成一套海进层序,厚5—9m,据其上覆淤泥的 C^{14} 年龄测定为 6110 ± 170 年,其时代属于全新世。

上部海退进积式的三角洲层序,为反旋回,由下、中、上三段构成。下段为深灰色淤泥或砂质淤泥,分选性差、碎屑重矿物含量低,含自生矿物铁皂石、粘土中硼、镁元素含量高,具生物搅动构造,以含丰富的浅海相软体动物贝壳、微体生物化石为特征,如毕克卷转虫变种、异地希望虫(*Elphidium advenum*)、压扁卷转虫幼体(*Ammonia Compressiuscula*)、新单角介(*Neomonoceratina*)、过渡沟眼介(*Alocopocythere Profusa*)、大洋桥石(*Geophyrocapsa oceanica*)和赫胥黎艾氏石(*Emiliana huxleyi*)等,显示海相性较强。中段为灰黄色、黄灰色泥质砂和砂,由下往上变粗,分选性较好,碎屑重矿物含量较高,含少量广盐性微体生物化石。上段为黄灰色和褐黄色粘土,分选性差,碎屑重矿物含量低,粘土中硼、镁元素含量较低,有大量植物碎屑和根系,含少量广盐性微体生物化石及轮藻化石,海相性很弱。显示出自下而上海相性逐渐减弱,为海退层序。本层段厚7—9m。下部淤泥的 C^{14} 年龄为 6110 ± 170 年,属全新世中晚期。由此看来,第一种类型层序为保留完整的海进河床充填层序和海退三角洲层序,沉积之后未经后期河流的改造,是本区的基本层序类型(图2),称之为初始型。

(2) 第二种类型——部分改造型

由下部正旋回、中部反旋回和上部正旋回构成,下部为海进层序,中上部为海退层序(图3)。

下部为海进充填河床沉积物,由砂砾构成,与第一类型层序的下部相似,属全新世早期。中部是部分保留的三角洲沉积,由黑色淤泥和灰黑色中细砂组成,与第一类型层序的中部相似,属全新世中晚期。上部沉积物为褐黄色砂和砾石,颗粒呈次棱角状和棱角状,分选磨圆较差,为河道河床沉积,属全新世晚期。

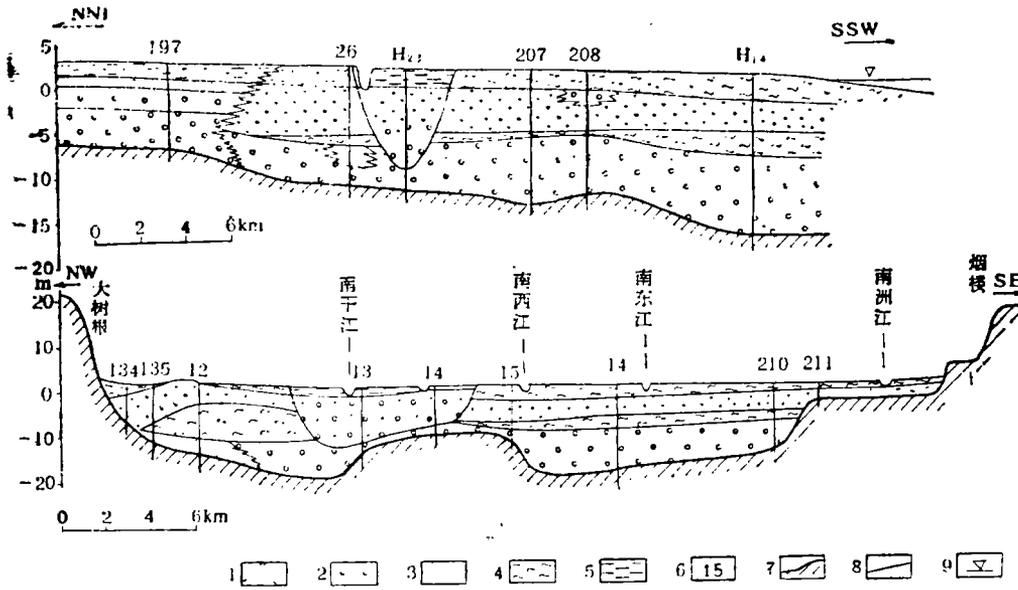
本层序部分受到河流的改造而成河流层序,故称之为部分改造型。

(3) 第三种类型——强烈改造型

全新世沉积层为下粗上细的正旋回,由上、下二段构成。

下部为灰白色砂砾和黄褐色粗砂,沉积物分选磨圆较差,呈松散状。上部为灰黑色及黄褐色粘土,含植物碎屑和铁质结核。时代属全新世晚期。这里原生全新世层序已被改造为河流层序,故称之为强烈改造型。与部分改造型的区别在于,河流切穿整个三角洲层序,前三角洲淤泥层已不存在。

(4) 第四种类型——河流层序



1.砂砾 2.含砾粗砂 3.砂 4.淤泥 5.粘土 6.钻孔 7.基底 8.相界 9.海面

图2 全新世沉积层纵、横剖面图

Fig. 2 Longitudinal and transverse profile of the sedimentary bed of the Holocene

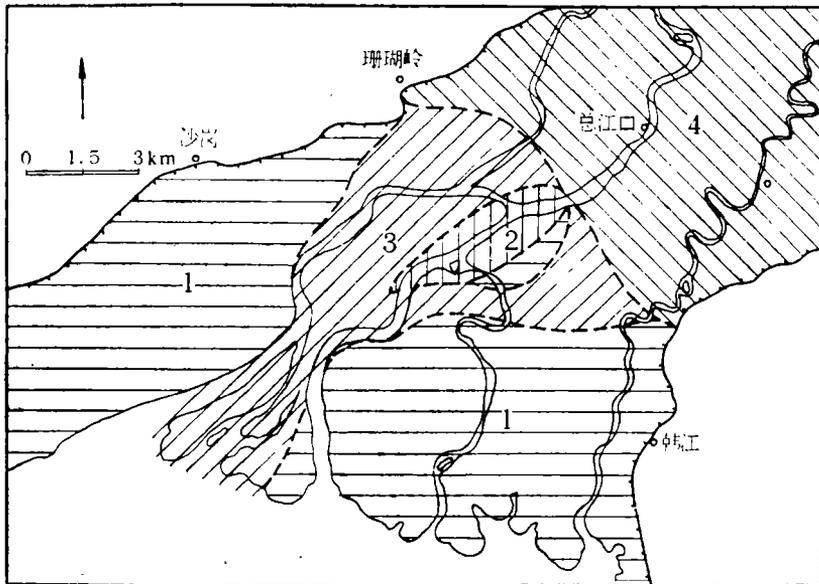


图4 沉积层序类型分布图

Fig. 4 Distribution of vertical sequences pattern

分布在三角洲以北地区，为单一的下粗上细正旋回。下部为黄褐色砂砾层，具板状、槽状交错层理，砂砾分选磨圆较差，颗粒表面具氧化铁质薄膜；上部为土黄色粘土，含植物碎屑、根系和铁质结核。二者构成单一河流层序，厚约十米。

3. 沉积层序的空间分布

上述不同类型的沉积层序分布于三角洲的不同部位(图4)。第一种类型分布在三角洲的两侧,约占三角洲面积的66%。第二种类型分布在三角洲中部近北侧的局部区域,面积仅占三角洲的5%。第三种类型分布在三角洲中部,基本沿现今主要河道分布,由南向北逐渐增宽,其面积约占三角洲的29%。三角洲以北为冲积平原分布区。

埋深	时代	岩性剖面	岩性描述	层序
2-4	全新世中	点状符号	褐黄色砾砂, 颗粒成分主要为石英, 其次还有各种砂岩, 泥灰岩 绢云母页岩及一些硅质岩碎屑, 约含5%的泥质沉积物, 重矿物有钛铁矿、锆石, 独居石, 金红石等	海退层
6-8	全新世晚	点状符号	灰黑色淤泥质中细砂, 碎屑成分多为石英, 岩屑, 黑色淤泥含量约15%左右	序
10	全新世早	点状符号	黑色淤泥, 富含有机质, 含15%左右的细砂	海进充填层序
12	全新世早	点状符号	黄褐色砂砾, 10—50mm粒径的砾石约占10—15%, 磨圆度较好, 成份多为石英	
12	全新世早	点状符号	灰白色砂砾, 半胶结状, 由白色粘土胶结, 顶部夹一白色砂质粘土薄层	

图3 149号钻孔柱状剖面图

Fig. 3 Drill colum of No. 149

在横向剖面上, 下部砂砾层在东、西两个深槽处厚度最大, 向两侧减薄(图2)。在纵剖面上由北向南增厚。该砂砾层与上部砂层之间为淤泥层, 除强烈改造区外, 它呈连续分布, 向北至尔亚桥一带尖灭, 致使上部砂层和下部砂砾层直接叠覆。

二、沉积阶段性和沉积模式

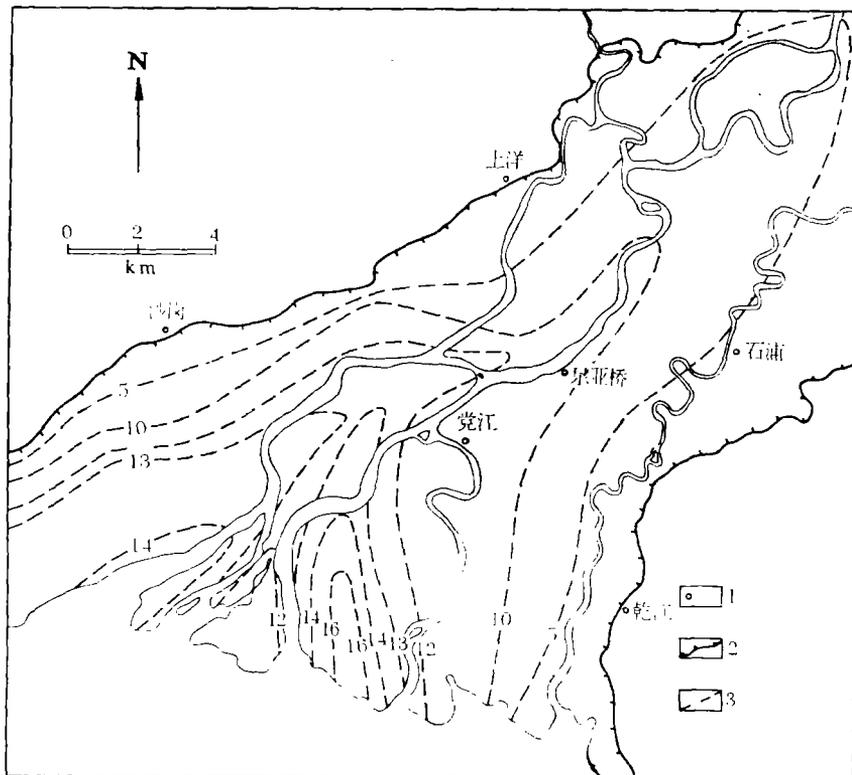
1. 沉积阶段

南流江三角洲全新世沉积过程主要受制于海面上升速度及沉积率的相对变化。根据合14孔资料, 全新世海面上升速度与沉积率有三种情况, 致使南流江三角洲地区经历了

以下主要的演变阶段。

(1) 侵蚀阶段

晚更新世低海面时期，南流江外伸甚远。由于侵蚀基准的下降，河流不断下切，形成向南和南西延伸的古河谷（图5）。全新世沉积层就是在此喇叭状河谷内堆积的，其厚度在很大程度上受此河谷控制。



1.居民点 2.三角洲界线 3.等深线(m)(珠江基面以下)

图5 基底埋深图(注:石浦应为合浦)

Fig. 5 Isogram of buried depth of sedimentary basement of the Holocene

(2) 海进阶段

早全新世海面上升速度较快，达到 $0.46-1.82\text{cm}/\text{年}$ ^[1]，南流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。而河流沉积物总是自上游向下游逐渐变细的，在海进过程中，随着溯源堆积作用的进行，充填沉积物将依次超覆，于是在垂向上形成下粗上细的河床充填层序。南流江属强潮河口，涨潮流可将海相生物化石带到河口区以上的河段，致使其中含有少量海相微古生物化石。

(3) 稳定阶段

中全新世海面上升速度减慢，逐渐与沉积速率接近，海面上升和沉积物加积作用同步进行。海进达到最大范围，现今南流江三角洲地区为宽广的河口湾。在河床中加积作

用继续进行；在古河口湾沿岸，波浪改造沿岸物质形成滨海砂堤并直接覆盖在湛江组的古侵蚀面上，此时海岸线趋于稳定。

(4) 海退阶段

本区自7000年以来，海面基本保持稳定，沉积速率逐渐超过海面上升速度，发生海退。南流江所携带的泥砂在河口湾内沉积下来，形成三角洲。随着南流江的泥砂不断供给，三角洲向前进积，在垂向上形成三角洲层序，并覆盖在海进河床充填砂砾层上。这样，在垂向上，全新世沉积层就由下部海进河床充填砂砾层和上部海退进积三角洲层构成。这便是第一种类型（初始型）的沉积层序。

在三角洲进积前展过程中，汉道河床也随之向外延伸，侵蚀改造已形成的三角洲层序，甚至切穿整个三角洲层序，使下部的河床充填层改造为单一的下粗上细的河流层序，即改造型层序（第三类型）。党江西北侧现在活动汉道之间的地带，三角洲层序部分地被改造，下段前三角洲淤泥层仍然保存，从而形成第二种类型的层序。

2. 沉积模式

南流江三角洲地区主要为海进河床充填层序和海退进积三角洲层序构成的全新世沉积层。向北越过三角洲北界（呆亚桥一带），就转变为单一的下粗上细的河流层序。冲积平原与三角洲平原毗连，而不象滦河冲积扇-三角洲那样，于冲积平原和三角洲平原之间出现冲积扇，其全新世沉积层由两个互相叠置的河流层序构成〔3〕。

南流江三角洲全新世沉积层是在海进海退过程中形成的，它由海进河床充填层序和海退三角洲进积层序构成。这是南流江三角洲的基本层序。在此层序中，下部的海进砂砾层和上部的海退砂层之间为富含海相生物化石的滨海浅海相泥质沉积层。向上游泥质沉积层逐渐变薄并最终尖灭，致使上、下粗粒层直接叠覆，砂砾层增厚。向海全新世沉积层增厚，三角洲前展，河流随之延伸，全新世沉积层被部分或几乎全部改造为河流层序。三角洲被改造的面积约占34%。可见，三角洲上出现被改造而成的河流层序应作为南流江三角洲的一大特点。应当指出的是，三角洲被河流改造的现象，在许多三角洲也可见到，如珠江三角洲〔2〕。在三角洲地区或在三角洲层序中出现河流层序是正常现象。在恢复古地理时，这点应当充分注意。

三、南北方三角洲的差异

1. 南流江三角洲与我国南、北方三角洲的对比

南流江三角洲具有两个特点。一是三角洲地区全新世沉积层受到强烈改造，其被改造的面积约占三角洲总面积的三分之一，而北方河流三角洲地区的沉积层序被改造者较小，以长江三角洲为例，仅占8.4%；另一个特点是三角洲沉积速率和伸展速度较小，根据钻孔资料，C¹⁴测年及与邻区层序的对比，7000年前海侵达到最大范围，现今南流江为一河口湾。迄今，南流江三角洲向外推进了大约10—12公里，其平均生长速度为1.6米/年，形成9米厚的三角洲垂直层序，其平均沉积速率为0.124cm/年。总的来说，南流江三角洲已前展超出内侧的小河口湾，但仍在由北海半岛构成的大河口湾-廉州湾内。可见三角洲发育不良，这在华南三角洲中具有代表性。全新世海侵在华南沿海地区

形成大量的河口湾,尔后它们逐渐被河流沉积充填形成三角洲,但河口湾大部分尚未被沉积物填满,如广西的茅尾海、大风江等。即使河口湾已转变为三角洲,如珠江、韩江、南流江等,但三角洲仍处在两侧岬角之间的海湾中。可见,南流江三角洲所显示的这一特点,在华南沿海三角洲中具有一定的代表性。

然而,南流江三角洲这一特点明显地不同于长江以北的诸河三角洲。这里,冰后期中晚期以来,河口湾迅速被河流沉积物所充填,三角洲进积推出到河口湾以外,常达数十乃至百余公里。华北三角洲的生长速度明显高于华南三角洲(表1),如黄河三角洲1954年至1972年的生长速度高达0.42公里/年,是南流江三角洲的260多倍。

表1 三角洲生长速度对比

Table 1 Comparison of progradation speed of deltas between South and North China

地 区	华 南		华 北		
	南 流 江	珠 江 ⁽²⁾	滦 河 ⁽³⁾	黄 河 ⁽⁴⁾	长 江 ⁽¹⁾
三角洲生长速度 (米/年)	1.6	27.4	123—138	190	40

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

2. 南流江三角洲与华北三角洲差别产生的原因

虽然造成南流江三角洲与华北三角洲差别的原因很复杂,但其主要原因是河流的砂水比值。

(1) 我国诸河流的砂/水比值

表2所列数据表明,我国主要入海流大致以长江为界,南部河流的砂水比值 <0.5 ,北部河流则 >0.5 。

长江以南地区为亚热带雨林区,雨量丰富,植被发育。华南属年轻褶皱带,地表多出露岩浆岩。故砂土流失较轻微,致使河流的砂水比值较低。长江以北,气候干燥,雨量较少,大面积出现沙漠、黄土,松散的第四纪沉积发育,它们易被水流冲刷搬运。因而,华北河流的砂水比值较大。

(2) 砂水比值对三角洲发育的影响

南流江的砂水比值小仅为0.22。致使进入河口湾的泥砂量减少,三角洲的生长速度缓慢,发育不良。另一方面,水多泥砂少,水的多余能量就用于对河床和河岸的切割侵蚀。这样,全新世形成的河流三角洲沉积层成了河流侵蚀、改造的对象。可见,砂水比值小乃是南流江三角洲发育不良和沉积层被河流强烈改造的主要原因。华南其它三角洲所表现的类似特点可能与此相同。

相反,华北河流泥砂丰富,它们迅速在河口湾沉积形成三角洲,并使其快速向外生长,因而现今三角洲都已推出到河口湾以外。由于河流的水量较少,又负载了大量泥砂,没有多余的能量来改造已形成的三角洲沉积层,如长江、滦河三角洲等。因此,河流的砂水比值的不同,是造成南流江及华南、华北三角洲发育差异的主要原因。

表 2 我国主要入海河流的砂/水比值^[6]
Table 2 Sand water ratio of major rivers flowing into the sea, China

河 流	输砂量×10 ⁶ 吨	径流量×10 ⁹ 米 ³	砂/水
辽 河	24.18	4.22	5.72
大 凌 河	32.30	3.71	8.72
滦 河	19.00	4.55	4.18
海 河	6.00	5.19	1.15
黄 河	1600.00	57.45	27.85
长 江	499.60	979.40	0.51
钱 塘 江	5.40	32.00	0.17
瓯 江	2.45	19.40	0.13
闽 江	7.51	62.37	0.12
韩 江	7.24	29.71	0.24
漠 阳 江	0.80	8.43	0.09
珠 江	82.78	349.20	0.24
鉴 江	1.91	8.58	0.22
南 渡 江	0.52	6.12	0.08
南 流 江	1.16	5.20	0.22

四、南流江三角洲的发展趋势

全新世中期，现今南流江三角洲为宽广的河口湾之时，湾内水深较大，风浪袭及西南湾岸，形成滨海砂堤，西场-砂环头巨大的砂堤即是这一时期的地质记录。随着三角洲不断外推和沉积物的充填，湾内水深变浅，风浪减弱，砂体的规模逐渐减小，如横岭砂体。现今湾内水底坡度进一步变缓，已无形成浪成砂体的条件。这样，现今南流江河口区潮差大、潮流强、潮成砂体发育；而波浪形成的砂体规模小、分布局限。按能量划分^[7]，此类三角洲属潮控型。但随着南流三角洲的不断进积外推，将逐渐接近湾口以至突出湾外，波浪作用将会增强，致使其前缘形成海岸砂体，三角洲将会由潮控型转变为波控型，如韩江三角洲^[4]。三角洲在其向外推进过程中，水动力因素可能会发生变化，也可引起沉积物分布格局和三角洲类型的改变。

迄今为止，已提出过二种引起三角洲类型转变的原因^[7]。其一是三角洲从浅水台地进积到深水盆地所引起的；其二是由于沉积物供应量的变化引起的。因此，可将上述由于三角洲由河口湾内向外推进过程中所引起的三角洲类型的转变视为第三种原因。

广西水文地质工程地质队提供钻孔样品，室内样品分析中得到本系沉积和微体古生

物实验室的支持。还得到李萍、陈刚等同志的大力帮助。在此，一并致以衷心感谢。

收稿日期 1985年3月16日

参 考 文 献

- [1] 杨怀仁, 谢志仁, 1984, 地理学报, 39卷1期, 20—32页。
- [2] 黄镇国等, 1982, 珠江三角洲形成发育演变, 科普出版社广州分社。
- [3] 李从先等, 1985, 滦河冲积扇——三角洲沉积体系的研究, 地质出版社
- [4] 庞家珍, 司书亨, 1979, 海洋与湖沼, 10卷2期, 136—141页。
- [5] 《中国自然地理》编委会, 1981, 《中国自然地理》地表水, 科学出版社。
- [6] 曾昭璇, 1957, 地理学报, 23卷, 6期, 255—273页。
- [7] Galloway, W. E. 1975, Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems. "Deltas: The Model for Exploration" M. L. Broussard, ed. Huston Geological Society, p.87—98.

SEDIMENTARY SEQUENCE AND PROCESSES OF POST-GLACIAL PERIOD IN THE NANLIUJIANG DELTA, GUANGXI

Sun Heping Li Congxian Ye Zhizheng

(Department of Marine Geology, Tongji University)

Abstract

The Nanliujiang Delta is located in the south of Hepu County, Guangxi. It is a small tide-dominated delta, whose area is about 150 km². Types and characteristics of sedimentary sequences are summarized by analysing the data of drilling. Based on the comparison between the sequences of the post-glacial period and the modern Nanliujiang Delta, the sedimentary evolution of the delta in the post-glacial period has been interpreted.

Three sedimentary stages are divided due to the relative variations between the sedimentary rate and the rate of sea-level rising. The first is a transgressive stage, i. e. the early post-glacial period (before 7,000 B. P.) when the sea-level rising rate is greater than sedimentary rate and the risen sea-level leads to the rising of sedimentary base-level, which induces the retrogressive aggradation in the channel, forming the low sandy gravel layer; the second is a stable one, i. e. the middle post-glacial period (around 7,000 B. P.) when the sea-level rising rate is lowered and is approximate to the sedimentary rate and the strand sand bars in the marginal area of the modern delta are the products of the wave working upon

the shore of the estuary in that period; the third is a regressive one, i.e. the late post-glacial period (after 7,000 B.P.) when the relatively stable sea-level causes the sedimentary rate to exceed the sea-level rising rate and the delta is prograding toward sea with the sediments brought by the river depositing in the moutharea. And also with the progradation of the delta, the deltaic sequence is produced and then is partly, somewhere with its underlying sandy gravel layer, cut by river. The result is the reworked post-glacial sequence.

Relating sedimentary processes with their sediments, the authors have put forward a model for post-glacial sedimentation in the area. The post-glacial sequence is composed of the lower sandy gravel layer originated by retrogressive aggradation in the channel in transgression and the upper deltaic layer formed in regression. The sandy gravel layer is characterized by coarse sediments, poor sorting, poor roundness and the occurrence of some Foraminifera of euryhalinuous species in its upper part, indicating an up-ward increase in mariness. The deltaic layer includes the lower neritic-prodelta mud, the middle delta-front sand and the upper delta-plain clay. The up-ward decrease in mariness of this layer is indicated by the fine-coarse-fine change in sediments and the decrease in marine fossils. This is the main sequence in the Nanliujiang Delta, accounting for two thirds of the delta area. Some of this type have been cut and reworked by river after its formation. As a result, parts of the upper layer or even to the bottom, are occupied by fluvial deposits.

It can be deduced that with the progradation the Nanliujiang Delta will appear outside the Lianzhou Bay and expose itself to wave, so that in its front a wave-induced sand bar may be developed. The transformation from tide-dominated type to wave-dominated one may occur, similar to the case of the Hanjiang Delta, Guangdong. Therefore, the third possible reason for the delta type transformation may be the progradation of delta itself.