

# 新生代早期南海北部水系演变

邵磊, 乔培军, 崔宇驰, 张浩

同济大学海洋地质国家重点实验室, 上海 200092

**摘要** 珠江在早渐新世仅是涉及华南沿海地区的小河;到晚渐新世,向西延伸到云贵高原前缘地带;到中新世,现代珠江流域格局初步形成。证据显示,南海北部还发育过一条源自南海西部隆起区的大型水系-昆莺琼古河,后淹没在南海之中,但在南海的沉积充填过程中扮演了重要角色。南海北部水系及沉积环境的重建,对于深刻认识南海新生代早期古地理特征以及该地区的油气勘探均具有重要意义。

**关键词** 南海;古地理;源汇对比;河流演化;沉积环境

现代的东亚地形西高东低,大江东流,构成东亚地质演化历史上绝无仅有的地貌景观。西侧高耸山脉发育的大量冰川孕育了众多河系,哺育了万物。长江、黄河是中华文明的摇篮,也是众多东流水系的代表,其形成时间一直是学界研究的热点,争议很大<sup>[1-4]</sup>,特别是长江历史上是否发生过对红河流域的袭夺<sup>[1,5-6]</sup>。这两条河流研究的难点在于它们的入海口位置并不固定,难以通过现代河口三角洲建立其完整的形成历史。

珠江流域面积相对小很多,却是中国大河三角洲中唯一盛产石油的河流,其入海口基本稳定,在南海北部形成完整的三角洲系统,是研究河流形成历史的极佳素材。在中国岸外海域中,南海是唯一拥有洋壳的边缘海,其北部在始新世(56—34 Ma)总体呈现东西向展布、隆坳相间的古地理格局。由于太平洋板块沿欧亚板块东缘斜向俯冲,华南大陆

东南边缘发生由东向西的裂开,形成现代的南海<sup>[7]</sup>。

## 1 南海北部水系演化

现代的南海沿华南大陆边缘拉开之后,在新形成的洋壳之上直接沉积了始新世海相地层,到早渐新世(34—28 Ma)已发育次深海环境<sup>[8]</sup>。该时期化石群反映水深而近岸的特点,说明早期的南海,是一个夹在两岸陡坡间的东西向狭长海湾<sup>[9]</sup>,沉积物主要来自周边高地<sup>[10]</sup>,其周边的河流系统与现今差别巨大。

### 1.1 珠江的形成与壮大

珠江是南海北部地区的主要物源提供者,是华南大陆在新生代演变过程的典型代表,其发育演化历史直接影响到南海北部的沉积充填过程。

收稿日期:2020-05-11;修回日期:2020-06-28

基金项目:国家自然科学基金项目(91528302,41576059);国家重点研发项目(2018YFE0202400)

作者简介:邵磊,教授,研究方向为沉积学及构造-环境演变,电子邮箱:lshao@tongji.edu.cn

引用格式:邵磊,乔培军,崔宇驰,等. 新生代早期南海北部水系演变[J]. 科技导报, 2020, 38(18): 57-61; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2020.18.009

南海北部源汇对比表明(图1),珠江口盆地沉积物在渐新世/中新世出现成分上的重大改变,碎屑锆石年龄谱系中元古代及太古代锆石含量明显增多,反映珠江流域古老母岩突然增多。研究显示,早渐新世,珠江流域仅包括北江和东江等华南沿海地区;晚渐新世(28—23 Ma),珠江向西延伸

到云贵高原前缘地带,但分布在有限的狭窄范围内;早中新世(23—16 Ma),珠江快速拓展至左江、右江、红水河和南盘江一带;中中新世(16—11.6 Ma),桂江、柳江和北盘江汇入珠江,珠江水系现代格局初步形成<sup>[11]</sup>。

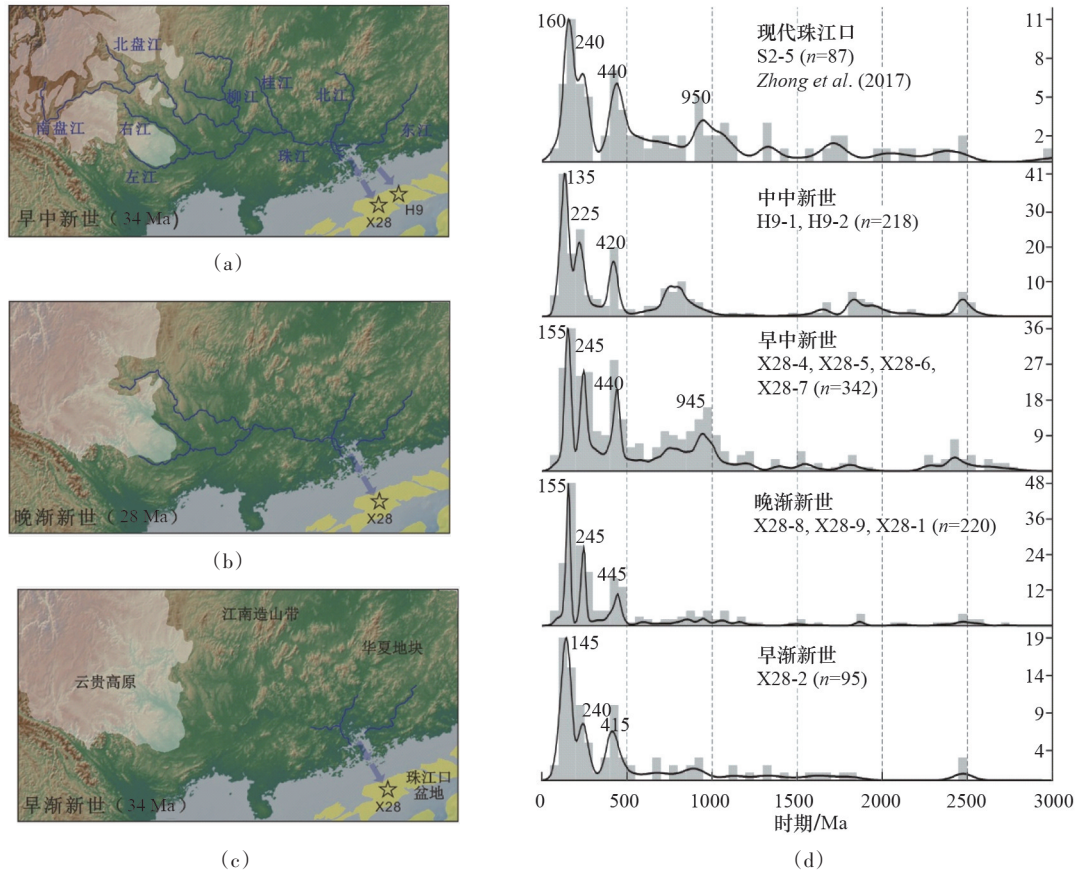


图1 珠江发育演化过程及锆石年龄谱系特征(据文献[11]修改)

## 1.2 昆莺琼古河流的出现与消亡

根据稀土元素及碎屑锆石年龄谱系分析结果,南海西部物源是南海新生代早期非常重要的物质来源。将源自南海西部隆升山脉的古河流定义为昆莺琼古河。早中始新世,该河流仅出现在琼东南盆地东侧,把南海西部沉积物输送到南海东部的深水区,甚至远达台湾岛南部等地区;晚始新世—早渐新世,该河流发育壮大,南海北部深水区主要受该物源的控制,仅在华南陆架区接受来自珠江物源的沉积物;晚渐新世,是该河流发育鼎盛时期,尽管由于南海扩张,海侵范围逐步扩大,该河流逐步淹

没在南海中,其仍然携带大量源自南海西侧的碎屑物质,向南海东部输送(图2)。晚中新世以来(11.6 Ma—今),琼东南盆地发育的中央峡谷则是昆莺琼古河流的残余,构成海底大型水道。

## 2 南海北部新生代早期沉积演化

南海北部大部分地区在始新世均为出露剥蚀区。由于神狐—番禺—东沙隆起带的分割,南海北部呈现东西向展布、隆—坳相间的古地理特征(图2)。珠江口盆地、北部湾盆地接受河湖相沉积,海

南岛周边少部分地区发育山间盆地粗粒碎屑岩沉积。南海东南侧为海陆过渡相沉积,台湾南部为浅海相沉积。南沙地区的礼乐滩-巴拉望岛该时期仍然与南海北部相连,为浅海及半深海相沉积环境(图2(a))。

早渐新世,南海西侧昆莺琼古河流开始发育,向南海东部输送沉积物。珠江流域面积范围有限,仅限于华南沿海地区,向南海沿岸提供沉积物(图2(b))。神狐-番禺-东沙隆起带对珠江口盆地仍然起到明显的分割作用,其北侧为陆相环境,南侧大部分地区在渐新世转为海陆过渡环境和浅海环境,台湾南部则为浅海外陆架环境。

晚渐新世是源于南海西侧昆莺琼古河流发育的昌盛时期。尽管该时期由于海侵作用,海南岛南侧以海陆过渡相-浅海相为主,昆莺琼古河流仍然

携带南海西侧陆源物质向盆地东侧输送。同时,珠江流域范围增大,向华南内陆扩展,提供的沉积物明显增多,使珠江三角洲越过番禺低突起进入南侧,造成该地区同时接受南海西部昆莺琼古河流和源自南海北部珠江双物源的混和沉积(图2(c))。此时,南海北部陆架区为海陆过渡环境;陆坡区则为滨浅海环境,台湾南部为浅海-半深海环境。

中新世,伴随南海的进一步扩展加深,海南岛南侧发育浅海及半深海相沉积,昆莺琼古河流完全淹没在南海中,中沙-西沙古隆起也沉没于海平面之下,接受碳酸盐台地相沉积。珠江流域面积进一步扩大,深入到云贵高原及扬子地块。珠江三角洲范围巨大,完全控制珠江口盆地广大地区,在南海北部东侧形成由陆架三角洲-陆坡水道-深水扇构成的完整源汇沉积体系(图2(d))。

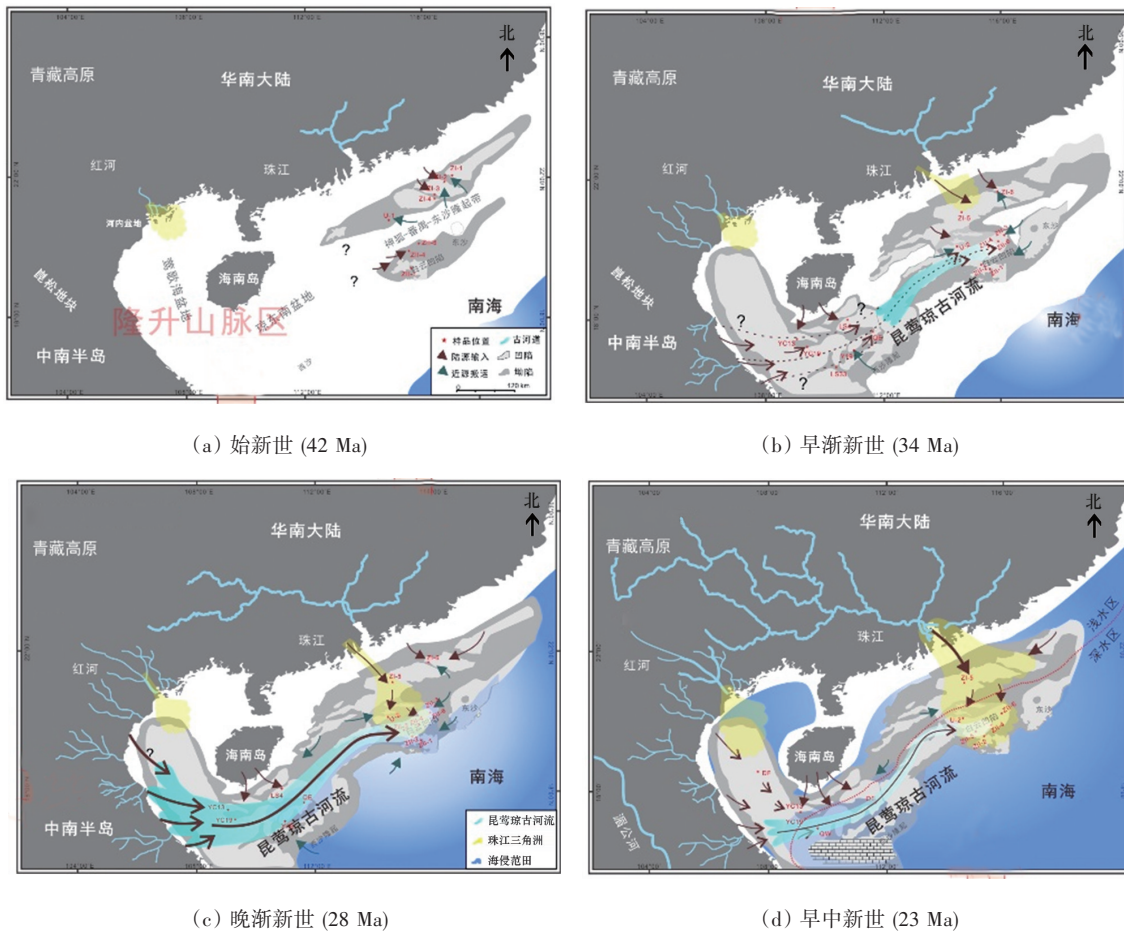


图2 昆莺琼古河流发育演化及南海北部沉积充填示意

晚中新世以来,在海南岛南侧深水区发育的东西向展布的中央峡谷为昆莺琼古河流的残余。证据显示,该中央峡谷尽管处于南海半深海环境,仍然将大量南海西侧的陆源物质向盆地东侧输送,显示了该河流顽强的生命力。

### 3 结论

南海北部新生代河流水系及源汇对比研究发现,珠江在早渐新世开始逐步发育,到中新世基本形成现代的流域格局。同时,在南海西部自始新世发育一条东西向古河-昆莺琼古河,把南海西部陆源物质向东搬运。由于这两条大河的相互作用,南海北部沉积物成分发生明显改变。

在始新世和早渐新世,源自南海西部隆起区的昆莺琼古河向南海东部地区输送了大量沉积物,南海北部南侧大部分地区受南海西部物源的控制,仅在华南沿岸地区接受来自华南大陆珠江来源的沉积物。晚渐新世以来,南海西部物源逐步被南海北部珠江物源取代。到早中新世,珠江来源沉积物全面控制珠江口盆地,大量来自华南内陆的沉积物被珠江运输至南海北部;昆莺琼古河流进一步萎缩,晚中新世以来在海南岛南侧深水区发育的中央峡谷是该古河流的残余。

源自南海西部昆莺琼河流系统的发现及珠江演变过程的构建,对于深刻认识南海新生代早期古地理特征和整个欧亚大陆东南缘的古地貌重建,以及南海盆地的油气勘探具有重要意义。

#### 参考文献(References)

- [1] Clark M K, Schoenbohm L M, Royden L H, et al. Surface uplift, tectonics, and erosion of eastern Tibet from large-scale drainage patterns[J]. *Tectonics*, 2004, 23(1): 1-20.
- [2] Yang S, Li C, Yokoyama K. Elemental compositions and monazite age patterns of core sediments in the Changjiang Delta: Implications for sediment provenance and development history of the Changjiang River[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2006, 245: 762-776.
- [3] Zheng H, Clift P D, Wang P, et al. Pre-Miocene birth of the Yangtze River[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 2013, 110(19): 7336-7561.
- [4] 郑洪波, 魏晓椿, 王平, 等. 长江的前世今生[J]. *中国科学:地球科学*, 2017, 47(4): 385-393.
- [5] Clift P D, Sun Z. The sedimentary and tectonic evolution of the yinggehai - song hong basin and the southern hainan margin, south china sea: Implications for tibetan uplift and monsoon intensification[J]. *Journal of Geophysical Research: Atmosphere*, 2006, 111: B06405.
- [6] Zhao M, Shao L, Liang J, et al. No Red River capture since the late Oligocene: Geochemical evidence from the northwestern South China Sea[J]. *Deep-Sea Research Part II*, 2015, 122: 185-194.
- [7] Huang C-Y, Wang P, Yu M, et al. Potential role of strike-slip faults in opening up the South China Sea[J]. *National Science Review*, 2019, 5(6): 891-901.
- [8] Jian Z, Jin H, Kaminski M K, et al. Discovery of the marine Eocene in the northern South China Sea[J]. *National Science Review*, 2019, 6(5): 881-885.
- [9] Zhao Q. Late Cretaceous ostracod faunas and paleoenvironmental changes at ODP site 1148, South China Sea[J]. *Marine Micropaleontology*, 2005, 54: 27-47.
- [10] Shao L, Cui Y, Statterger K, et al. Drainage control of Eocene to Miocene sedimentary records in the southeastern margin of Eurasian Plate[J]. *Geological Society of America, Bulletin*, 2019, 131(3-4): 461-478.
- [11] Cao L, Shao L, Qiao P, et al. Early Miocene birth of modern Pearl River recorded low-relief, high-elevation surface formation of SE Tibetan Plateau[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2018, 496: 120-131.

## The evolutions of the fluvial systems in the northern South China Sea since the early Cenozoic

SHAO Lei, QIAO Peijun, CUI Yuchi, ZHANG Hao

State Key Laboratory of Marine Geology, Tongji University, Shanghai 200092, China

**Abstract** The fluvial systems in the South China Sea have experienced prominent variations since the SCS was originally formed. During the early Oligocene, the drainage area of the Pearl River was constrained within the coastal South China. It gradually extended westward into the plateau margin of Yunnan–Guizhou during the late Oligocene. It is until Miocene that the modern Pearl River fluvial network has been well established. A source–to–sink analysis also indicates that a paleo–river “Kontum–Ying–Qiong” was originated from the western South China Sea paleo–ranges and played a significant role in the sedimentary infilling processes, but finally buried under the sediments with the following South China Sea seafloor spreading. The evolution reconstruction of the northern South China Sea fluvial systems and the sedimentary environment has provided considerable insights into the paleogeographic reconstruction of the South China Sea as well as the Eurasian southeastern margin since the early Cenozoic, as well as the petroleum exploration within the South China Sea sedimentary basins.

**Keywords** paleogeography; source to sink analysis; river evolution; South China Sea; sedimentary environments ●



(责任编辑 祝叶华)