

# 建湖冈西剖面全新世沉积物物源示踪及其对苏北盆地水系调整的指示

何梦颖<sup>1,2</sup>, 金融哲<sup>1</sup>, 杨青<sup>1</sup>, 成玥<sup>1</sup>, 凌光久<sup>1</sup>, 郑洪波<sup>3,4</sup>

(1 南京师范大学地理科学学院, 南京 210023; 2 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 南京 210023; 3 云南大学地球系统科学研究中心, 昆明 650091; 4 中国科学院青藏高原地球科学卓越创新中心, 北京 100101)

**摘要:**建湖冈西剖面全新世陆相沉积保存了区域水系调整的记录, 对其进行物源示踪研究对了解全新世以来苏北盆地水系变迁、盆地演化以及我国东部陆海相互作用均具有重要意义。通过对建湖冈西剖面全新世以来的陆相沉积物进行了碎屑锆石 U—Pb 年龄测试, 并将其与区域可能物源端元水系对比, 结果表明: 建湖冈西剖面沉积物碎屑锆石年龄分布较一致, 主要表现为 7 组年龄区间: 分别为 <200、200~350、350~550、700~1 100、1 300~1 600、1 700~2 100 和 2 400~2 600 Ma。长江、黄河、淮河及废黄河作为可能物源端元, 其沉积物碎屑锆石 U—Pb 年龄分布存在较明显的差异。通过剖面与水系沉积物碎屑锆石 U—Pb 年龄组成的对比认为, 自建湖地区成陆作用以来, 该区域受到淮河流域的影响较大, 废黄河对其有一定的影响, 长江、黄河流域对该地区的物质贡献较少。

**关键词:**全新世; 建湖冈西; 碎屑锆石; 物源示踪; 苏北盆地

中图分类号: P736.2

文献标识码: A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2018.01001

苏北盆地位于江苏省东北部, 属于苏北—南黄海盆地西部的陆上部分, 是连接陆地和海洋的关键区域。该区域受典型的东亚季风控制, 对全球变化反映敏感, 是研究环境变化的理想场所<sup>[1-4]</sup>。里下河地区是苏北平原的重要组成部分, 自全新世以来, 该区古地理环境经历了湖沼相—海相—陆相的变迁<sup>[5,6]</sup>。本区地势低洼, 河湖众多, 北有废黄河故道, 南有长江。历史上黄河、长江、淮河均从江苏东部入海。河流搬运了大量物质沉积在苏北盆地中。因此, 对苏北盆地里下河

地区河流沉积物组成特征及其物质来源进行研究, 对探讨区域水系变迁、盆地演化以及我国东部陆海相互作用均具有重要意义<sup>[7-9]</sup>。

针对苏北盆地沉积物物源示踪的研究, 前人开展了部分工作, 包括元素和碎屑矿物等方法<sup>[10-12]</sup>。陈敦梁<sup>[13]</sup>通过对苏北盆地钻孔沉积物及长江与淮河下游河流沉积物进行石榴石电子探针分析, 判别了苏北盆地晚中新世以来沉积物的物源变化及水系调整过程, 认为苏北盆地 8 Ma 以来受到来自长江与淮河的不同影响; 然而在历史时期, 黄河下游曾多次改道, 特别是 1128—1185 年黄河曾南流夺淮入海, 携带大量泥沙, 堆积形成废黄河三角洲<sup>[14]</sup>, 因此, 黄河对苏北盆地也应有较大的贡献, 应该作为物源端元之一进行讨论。此外, 高文华等<sup>[15]</sup>指出, 废黄河与黄河沉积物重矿物与地球化学元素存在较明显的差异性, 认为应将废黄河作为独立源区, 因此, 苏北盆

收稿日期: 2017-10-09

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目 (2015CB953804); 国家自然科学基金青年基金 (41602180); 江苏省自然科学基金青年基金 (BK20150974)

作者简介: 何梦颖 (1985—), 女, 博士, 讲师, 主要从事地表过程与全球变化、沉积物物源示踪方面的研究工作。E-mail: conniehe@nynu.edu.cn

地沉积物的物源端元实际上存在长江、淮河、黄河及废黄河4条水系。

锆石是自然界最稳定的矿物之一,物理化学性质稳定,是U—Pb同位素定年的理想对象。碎屑锆石U—Pb年龄在河流沉积物物源示踪方面得到广泛的应用<sup>[16-20]</sup>。因此,本文选择对建湖冈西剖面全新世以来的陆相沉积物进行碎屑锆石U—Pb年龄物源示踪研究,结合区域内长江、黄河、淮河及废黄河沉积物的锆石年龄分布,了解不同水系沉积物特征,判别苏北盆地全新世成陆作用以来沉积物的主要物质来源,以期对苏北盆地全新世以来水系调整有所指示。

## 1 区域地质概况

建湖冈西剖面(JH,图1)位于江苏省盐城市建湖县冈西镇砖瓦厂(33°30′55″N,119°54′02″E),地处里下河平原东侧中部。剖面深度约5 m,底部为含贝壳层和蚌壳的海相沉积,根据AMS<sup>14</sup>C测年结果显示,该贝壳层形成年龄大约在7.6 ka BP。海相层上部以粉砂质黏土为主,平行层理发育,层理为浅灰色粉砂,推测其属于洪泛沉积。本文将针对此洪泛沉积物开展碎屑锆石物源示踪研究。

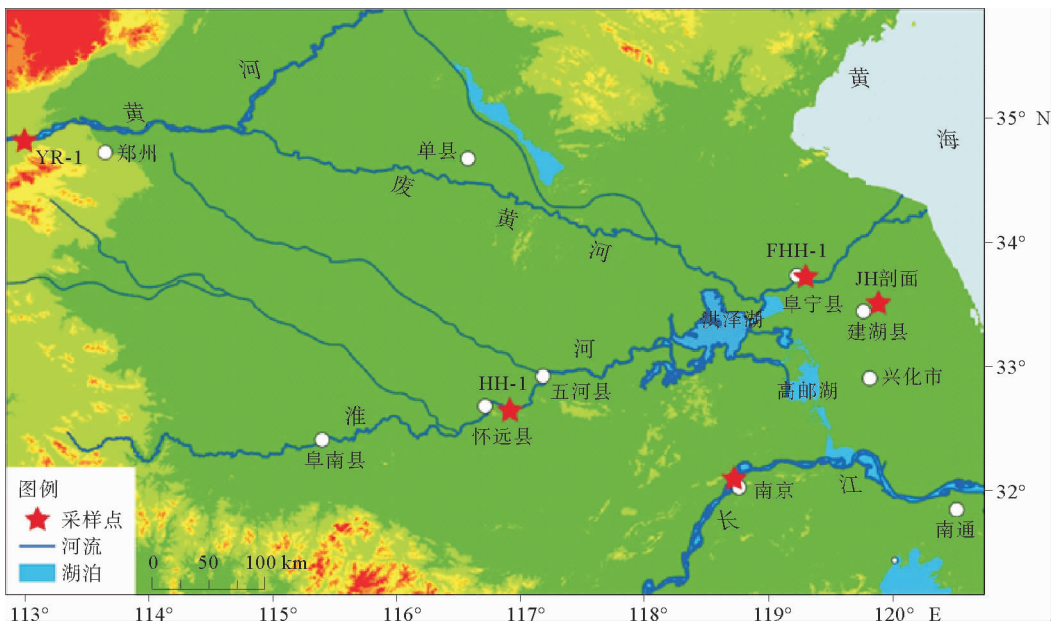


图1 研究区域地貌图及样品位置点

Fig. 1 Geomorphological map of the study area and sample locations

## 2 样品与方法

冈西剖面样品分别取自0~1 m和1~2 m含平行层理的粉砂层,分别为JH-1和JH-2;淮河流域样品采自淮河上游怀远县(HH-1);废黄河样品采自淮安东小堆村(FHH-1);黄河样品采自巩义市石板沟村(YR-1);长江样品数据来自He等<sup>[16]</sup>。河流样品均为采自河漫滩的砂样,避免城市及人为污染(图1、表1)。

表1 冈西剖面及河流沉积物样品位置

Table 1 The sample locations of the Gangxi Section and the river deposits

样品号	样品位置	样品描述
JH-1	33°30′55″N, 119°54′02″E	剖面~1 m处粉砂
JH-2	33°30′55″N, 119°54′02″E	剖面~2 m处粉砂
HH-1	32°40′15.0″N, 116°54′05.5″E	淮河, 怀远县以东
FHH-1	33°43′45.0″N, 119°18′21.0″E	废黄河, 淮安东小堆村
YZ-1	32°06′47.4″N, 118°44′40.1″E	长江(He等 <sup>[16]</sup> )
YR-1	34°50′44″N, 112°58′57″E	黄河, 巩义市石板沟村北

将采集的样品送至河北廊坊恒宇股份有限公司进行锆石矿物挑选。将锆石颗粒在显微镜下随机挑选固定在双面胶上,用环氧树脂和凝固剂制靶,抛光露出锆石平面,在反射光和透射光下进行拍照后上机测试。锆石 U—Pb 年龄测定在南京师范大学地理科学学院激光剥蚀等离子质谱仪实验室完成。分析时采用 GJ-1 国际标准锆石作为外标,清湖锆石作为内标,激光束斑直径为 25  $\mu\text{m}$ 。年龄计算及数据处理采用 Igor Pro-Iolite 程序。锆石年龄谱用 Kernel Density Estimation (KDE) 方法绘制<sup>[21]</sup>。每个样品随机分析 120 个颗粒。对于<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb 年龄 $<1\ 000$  Ma 的锆石颗粒,采用更精确的<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄;对于<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb 年龄 $>1\ 000$  Ma 的锆石颗粒,采用<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb 年龄。去掉不谐和度超过 10% 的颗粒,来进行碎屑锆石年龄谱的分析。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 建湖剖面和河流样品碎屑锆石年龄分布

JH-1 和 JH-2 碎屑锆石年龄分布基本一致,均表现出多峰态特征(图 2)。锆石年龄主要呈现

7 组区间,分别为 $<200$ 、200~350、350~550、700~1 100、1 300~1 600、1 700~2 100 和 2 400~2 600 Ma。

淮河、废黄河、长江和黄河河流沉积物碎屑锆石年龄分布表现出较大的差异(图 2)。其中淮河沉积物锆石年龄主要表现出 7 组年龄区间,分别为 $<200$ 、200~350、350~550、700~1 100、1 300~1 600、1 700~2 100 和 2 400~2 600 Ma。废黄河沉积物碎屑锆石年龄分布主要呈现 200~350、350~550、900~1 100、1 700~2 100 和 2 300~2 600 Ma 5 组年龄区间。长江沉积物锆石年龄同样表现为多峰态分布,主要为 $<100$ 、100~300、300~600、700~1 100、1 700~2 100 和 2 300~2 600 Ma 等 6 组年龄区间。黄河沉积物锆石年龄主要表现为 4 组,分别为 200~400、400~600、1 600~2 200 和 2 300~2 600 Ma。

#### 3.2 建湖剖面沉积物物源判别

建湖剖面 JH-1 和 JH-2 两个样品呈现较一致的碎屑锆石年龄分布,表明该地区全新世成陆阶段沉积物物质来源较稳定。根据剖面样品碎屑锆石的 7 组年龄区间分别做柱状图及饼状图(图 3),由此可见,JH-1 样品中,350~550 Ma 的锆石

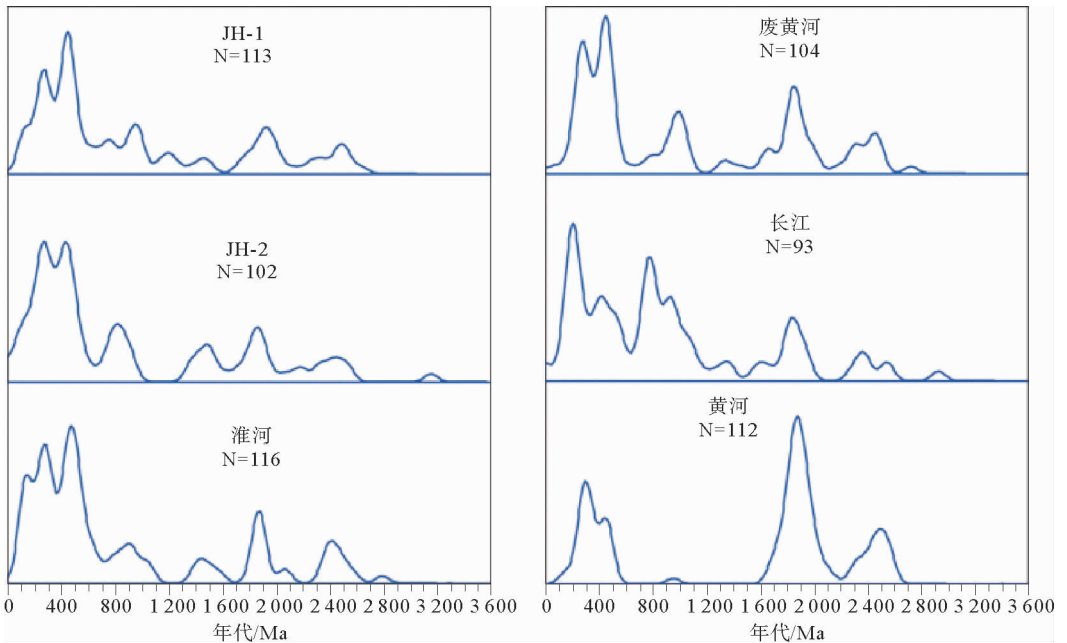


图 2 剖面 JH-1、JH-2 及不同河流沉积物碎屑锆石 U—Pb 年龄分布

Fig. 2 Zircon U-Pb age spectra of the section (JH-1, JH-2) and the river sediments

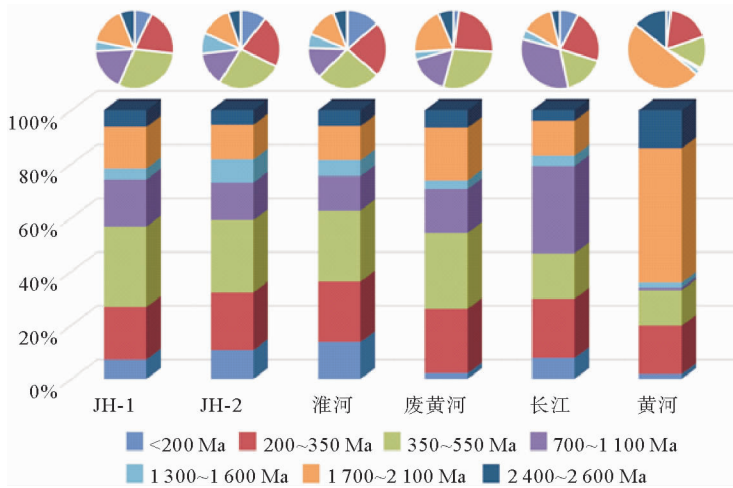


图3 沉积物碎屑锆石百分比含量柱状及饼状图

Fig. 3 The histogram and pie charts of zircon age distribution in sediments

含量最高(30%),其次为 200~350 Ma(20%)、700~1 100 Ma(18%)和 1 700~2 100 Ma(15%)的, <200 Ma 的锆石占 7%。JH-2 样品中,含量最高的锆石年龄区间同样为 350~550 Ma(27%),其次为 200~350 Ma(22%)、700~1 100 Ma(14%)和 1 700~2 100 Ma(13%)的, <200 Ma 的锆石占 11%(表 2)。

淮河沉积物以 350~550 Ma 和 200~350 Ma 的锆石为主,锆石含量分别占 26%和 23%;其次为 <200 Ma(14%)、700~1 100 Ma(13%)和

1 700~2 100 Ma(13%)的锆石。废黄河沉积物中同样是 350~550 Ma 的锆石含量最高(28%); 200~350 Ma 和 1 700~2 100 Ma 的锆石次之,分别占 24%和 20%; <200 Ma 的锆石含量较少,仅占 2%。长江沉积物中 700~1 100 Ma 的锆石含量最高,占 32%;其次为 200~350 Ma(22%)、350~500 Ma(17%)和 1 700~2 100 Ma(13%)的锆石。黄河沉积物中 1 700~2 100 Ma 的锆石占 50%;其次为 200~350 Ma 和 2 400~2 600 Ma 的锆石,含量分别为 18%和 14%。

表 2 剖面及河流沉积物碎屑锆石年龄百分比

Table 2 The proportion of zircons content of different age in the sections and river sidiments

样品来源	锆石年龄/Ma						
	<200	200~350	350~550	700~1 100	1 300~1 600	1 700~2 100	2 400~2 600
JH-1	7%	20%	30%	18%	4%	15%	6%
JH-2	11%	22%	27%	14%	9%	13%	5%
淮河	14%	23%	26%	13%	6%	13%	6%
废黄河	2%	24%	28%	16%	3%	20%	7%
长江	8%	22%	17%	32%	4%	13%	4%
黄河	2%	18%	13%	1%	2%	50%	14%

由上可知,冈西剖面沉积物中碎屑锆石分布以 <200 Ma 和 350~550 Ma 的锆石为特征。淮河沉积物碎屑锆石在各个年龄区间的百分比均可与冈西剖面样品有较好的对应。废黄河沉积物虽然与冈西剖面样品锆石年龄分布相近,但 <200

Ma 的锆石仅占 2%,表明其对建湖地区贡献有限。而长江和黄河下游沉积物均表现出与冈西剖面样品的明显差异,长江沉积物以 700~1 100 Ma 的年龄区间为主,黄河沉积物中 1 700~2 100 Ma 的锆石含量最高,表明二者对该地区的贡献

较小。同时,沉积物碎屑锆石年龄分布也较好的区分出废黄河与黄河的差别,表明在黄河南流夺淮过程中,废黄河沉积物的组成受到区域水系的影响,发生改变。此结论与高文华等<sup>[15]</sup>相符。

因此,尽管苏北平原在早全新世海侵影响下,长江、淮河等河流携带大量泥沙入海,且晚全新世时黄河夺淮,大量泥沙被带至里下河地区,但通过对建湖冈西剖面陆相沉积物碎屑锆石 U—Pb 年龄分析发现,建湖地区全新世成陆作用以来,该区域受到淮河流域的影响最大,废黄河对其有一定的影响,长江、黄河流域对其影响较小。

## 4 结论

本文通过对建湖冈西剖面全新世以来的陆相沉积物进行碎屑锆石 U—Pb 年龄分析,对比不同物源端元水系(长江、黄河、淮河及废黄河),判别该区全新世以来沉积物主要来源,结果显示:

(1)建湖冈西剖面沉积物碎屑锆石年龄分布一致,主要表现为7组年龄区间:分别为<200、200~350、350~550、700~1 100、1 300~1 600、1 700~2 100和2 400~2 600 Ma。

(2)长江、黄河、淮河及废黄河沉积物碎屑锆石 U—Pb 年龄分布存在较明显的差异,其中黄河与废黄河沉积物特征显著不同,表明废黄河沉积物的组成受到区域水系的影响,并非全部来自黄河。

(3)建湖地区全新世成陆作用以来,该区域受到淮河流域的影响较大,废黄河对其有一定的影响,长江、黄河流域对其影响较小。

### 参考文献:

[1] 邱海峻,许志琴,乔德武. 苏北盆地构造演化研究进展[J]. 地质通报,2006,25(9):1117-1120.

[2] 杨兢红. 苏北平原的形成与演化[D]. 南京:南京大学,2006.

[3] 杨兢红,王颖,张振克,等. 苏北平原 2.58 Ma 以来的海陆环境演变历史——宝应钻孔沉积物的常量元素记录[J]. 第四纪研究,2006,26(3):340-352.

[4] 陈友飞,严钦尚,许世远. 苏北盆地沉积环境演变及其构造背景[J]. 地质科学,1993,28(2):151-160.

[5] 凌申. 全新世以来苏北平原古地理环境演变[J]. 黄渤海海洋,1990,8(4):20-28.

[6] 凌申. 全新世以来里下河地区古地理演变[J]. 地理科

学,2001,21(5):474-479.

[7] 薛春江. 关于江苏建湖庆丰剖面全新世沉积环境与海面变化关系的讨论[J]. 沉积学报,2002,20(1):174-177.

[8] 金爱春. 江苏建湖岗西沉积剖面记录的全新世以来区域环境变迁研究[D]. 南京:南京师范大学,2010.

[9] 赵希涛,唐颌余,沈才明,等. 江苏建湖庆丰剖面全新世气候变迁和海面变化[J]. 海洋学报:中文版,1994,16(1):78-88.

[10] 杨守业,李从先,张家强. 苏北滨海平原全新世沉积物物源研究——元素地球化学与重矿物方法比较[J]. 沉积学报,1999,17(3):458-463.

[11] 杨守业,李从先,张家强. 苏北滨海平原冰后期古地理演化与沉积物物源研究[J]. 古地理学报,2000,2(2):68-75.

[12] 周健,林春明,张永山,等. 苏北盆地高邮凹陷联盟庄地区戴南组物源及沉积相研究[J]. 沉积与特提斯地质,2012,32(2):1-10.

[13] 陈敦梁. 晚中新世以来苏北盆地沉积物石榴石水系示踪研究[D]. 南京:南京师范大学,2014.

[14] Zhou L Y, Liu J, Saito Y E A. Coastal erosion as a major sediment supplier to continental shelves: Example from the abandoned Old Huanghe (Yellow River) delta[J]. Continental Shelf Research,2014,32(3):43-59.

[15] 高文华,高抒,王丹丹,等. 废黄河沉积记录中来自不同河流物质的信息——基于重矿物与地球化学元素分析[J]. 地理科学,2015,35(12):1631-1639.

[16] He M, Zheng H, Bookhagen B, et al. Controls on erosion intensity in the Yangtze River basin tracked by U-Pb detrital zircon dating[J]. Earth-Science Reviews,2014,136:121-140.

[17] Alizai A, Carter A, Clift P D, et al. Sediment provenance, reworking and transport processes in the Indus River by U-Pb dating of detrital zircon grains[J]. Global and Planetary Change,2011,76(1/2):33-55.

[18] Iizuka T, Hirata T, Komiya T, et al. U-Pb and Lu-Hf isotope systematics of zircons from the Mississippi River sand: Implications for reworking and growth of continental crust[J]. Geology,2005,33(6):485.

[19] 郭佩,刘池洋,王建强,等. 碎屑锆石年代学在沉积物物源研究中的应用及存在问题[J]. 沉积学报,2017,35(1):46-56.

[20] Safonova I, Maruyama S, Hirata T et al. LA ICP MS U-Pb ages of detrital zircons from Russia largest rivers: Implications for major granitoid events in Eurasia and global episodes of supercontinent formation[J]. Journal of Geodynamics, 2010,50:134-153.

[21] Pieter V. On the visualisation of detrital age distributions[J]. Chemical Geology,2012,312/313(3):190-194.