

文章编号: 1000-0550(2014)02-0290-06

长江上游水系沉积物锶—钕同位素组成及物源示踪^①

邵磊^{1,2} 李长安^{2,3} 张玉芬⁴ 袁胜元^{2,5} 王节涛^{1,2} 江华军² 赵举兴²

(1.中国地质调查局武汉地质调查中心 武汉 430205; 2.中国地质大学(武汉)地球科学学院 武汉 430074;

3.中国地质大学(武汉)生物地质与环境地质国家重点实验室 武汉 430074;

4.中国地质大学(武汉)地球物理与空间信息学院 武汉 430074; 5.许昌学院城市与环境学院 河南许昌 461000)

摘要 泥沙资料表明,现代长江干流沉积物主要源自上游地区。因此,长江上游干支流沉积物主控关系及其源汇过程在长江水系沉积物物源示踪研究中极为重要。为探讨上述过程,详细测定了上游水系沉积物 Sr-Nd 同位素组成。结果显示,金沙江及闽江沉积物具有较高的 $\epsilon_{Nd}(0)$ 值,主要受控于流域内大面积分布的峨眉山玄武岩的高 $\epsilon_{Nd}(0)$ 背景值;嘉陵江水系沉积物具有相对较低的 $\epsilon_{Nd}(0)$ 值,反映了其流域内源岩对沉积物 Nd 同位素组成的控制;与 Nd 同位素组成相比,水系沉积物 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 值具有更大的变化范围,表明除源岩因素外,沉积物 Sr 同位素组成受更为复杂的因素制约。支流与干流沉积物 Sr-Nd 同位素组成对比表明,长江上游干流沉积物主要来源于金沙江流域内的源岩,金沙江流域内的表壳岩系主导了上游干流沉积物的 Sr-Nd 同位素组成。

关键词 长江 上游河段 锶—钕同位素 物源示踪

第一作者简介 邵磊 男 1984 年出生 博士 助理研究员 第四纪地质学 E-mail: shaol45218@sina.com

通讯作者 李长安 男 教授 E-mail: chanli@cug.edu.cn

中图分类号 P597 文献标识码 A

0 引言

贯通大河是研究海陆过程不可缺少的纽带,对研究全球变化及其区域响应具有十分重要的意义。这些大河将大量沉积物由源区搬运至边缘海,对边缘海体系的形成及全球海洋化学通量变化具有显著影响^[1-5]。其中,源汇过程研究是沉积物研究非常重要的组成部分。近年来,地球化学手段被越来越多的应用到沉积物物源研究中来,锶(Sr)—钕(Nd)同位素组成是其中重要的研究手段^[6-12]。长江在贯通大河中最为典型,其形成与演化历史研究长期以来一直备受关注。对于长江形成与演化研究而言,其表层现代沉积物源汇过程研究是其基础。泥沙资料^[13]及其他研究^[14,15]表明,现代长江沉积物主要来自上游地区。因此,本文选择长江上游及中游干流及主要支流沉积物为研究对象,以 Sr-Nd 同位素组成为研究手段,探讨上游河段主要支流沉积物的源汇过程,并探讨了上游主要支流与干流沉积物主控关系。

1 样品来源与分析

研究样品取自长江上游及中游长江干流及主要

支流河段的现代河漫滩沉积物,采样位置如图 1 所示,共采集样品 12 个。笔者旨在查明长江中上游河段干流及支流的 Sr-Nd 同位素组成和支流物源对干流的影响,因此各主要支流的取样点均靠近支流与干流汇合处。为了保证所取样品的代表性,所有样品均严格取自相同的微地貌位置,即选择相对开阔与顺直的河段。在靠近现代河床刚出露不久的边滩顶部挖去表层 10 cm 后开始取样,所有样品均在相同时段取得。由于粗颗粒碎屑沉积物更多的受到近源物质的影响,而细粒沉积物则能很好的反映源区的平均组成^[16]。因此,本文选取样品中 <0.058 mm 的细粒部分进行同位素组成测试。

为除去样品中自生矿物对其锶同位素组成的影响,对所有样品采用 0.5 mol/L 醋酸浸泡超过 8 h。分离出其中的酸不溶物,并用去离子水反复冲洗。将分离出的样品在无尘埃环境下自然风干。最后将酸不溶物研磨至 200 目以下,并分成两份,分别测试其锶、钕同位素组成。

所有样品的测试过程均在中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室内完成。

①国家自然科学基金(批准号:40971008,40771213)、中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室开放基金(编号:SKLLQG0908)联合资助

收稿日期:2013-02-17; 收修改稿日期:2013-08-10

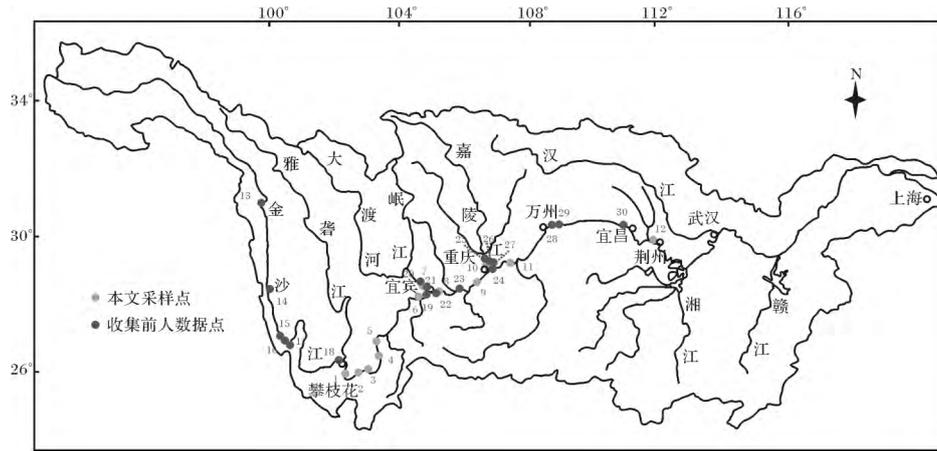


图 1 长江水系图及表层沉积物样品采集点

Fig.1 The Yangtze River system and sampling locations of sediments from the modern Yangtze River

测试仪器为 Thermo Finnigan 公司成产的 Triton Ti 型热电离同位素质谱仪 (Thermal Ionization Mass Spectrometer-TIMS)。该仪器的分辨率 >450, 可测定的质量范围为 5~320。用其测定 Sr 和 Nd 的内部精度 <5 ppm, 对应的外部精度为 >5 ppm。样品测试方法与 Ling *et al.*^[17] 采用的实验方法类似。

Sr 同位素比值测定: Sr 的流程空白样分析为 <1 ng。Sr 同位素的标准化值为 ⁸⁸Sr/⁸⁶Sr = 8.375 09。选用 SRM NBS987 作为 Sr 同位素标样, 其测试值为 ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr = 0.710 254 ± 8 (2σ 外部标准偏差, n = 22)。

Nd 同位素比值测定: Nd 的流程空白样分析为 <60 pg。Nd 同位素的标准化值为 ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd = 0.721 900。选用 La Jolla 作为 Nd 同位素标样, 其测试值为 ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd = 0.511 847 ± 3 (2σ 外部标准偏差, n = 25)。

2 实验结果

总体看来 除金沙江一个样品的 Sr 同位素组成由于信号较低而无法测出之外, 其余样品的锶—钕同位素组成的测试精度较高 (结果见表 1)。为使沉积物钕同位素组成的变化规律更为直观, 我们根据样品的 ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd 值详细计算了其对应的 ε_{Nd}(0) 值, 其换算公式为:

$$\epsilon_{Nd}(0) = \left(\frac{{}^{143}\text{Nd}/{}^{144}\text{Nd}_{\text{Measured}}}{{}^{143}\text{Nd}/{}^{144}\text{Nd}_{\text{CHUR}}} - 1 \right) \times 10^4$$

其中, (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_{Measured} 为实际测得的样品的 ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd 值; (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_{CHUR} 为球粒陨石的 ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd 值, 本研究中我们选取 (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd)_{CHUR} = 0.512 638^[18] 来计算样品的 ε_{Nd}(0) 值。

表 1 长江上游水系表层沉积物 Sr-Nd 同位素组成

Table 1 Sr-Nd isotopic compositions of sediments from the modern upper Yangtze River

样品号	图中编号	取样河段	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	±2σ	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	±2σ	ε _{Nd} (0)
JS-4	1	金沙江	0.712 785	4	0.512 263	4	-7.3
JS-5	2	金沙江	信号低未测出		0.512 217	3	-8.2
XJ-1	3	金沙江	0.734 987	5	0.511 920	13	-14.0
YL-1	4	金沙江	0.713 596	7	0.512 311	6	-6.4
NG-1	5	金沙江	0.715 723	4	0.512 322	3	-6.2
YB7-T0	6	金沙江	0.715 759	4	0.512 267	2	-7.2
YB8-T0	7	岷江	0.715 179	7	0.512 260	3	-7.4
LL1-CJ	8	长江干流	0.715 533	6	0.512 286	3	-6.9
JJ1-GMT	9	长江干流	0.715 724	5	0.512 294	3	-6.7
JLJ-ZH	10	嘉陵江	0.716 380	5	0.512 045	3	-11.6
FL3-CJ	11	长江干流	0.714 995	5	0.512 270	3	-7.2
DS-CJ	12	长江干流	0.718 395	5	0.512 336	3	-5.9

3 主要支流 Sr-Nd 同位素组成及其物源示踪意义

3.1 金沙江及岷江

本研究测定的金沙江样品中 除一个样品较为异常以外, 其余样品均具有较高的 ε_{Nd}(0) 值, 岷江样品亦具有较高的 ε_{Nd}(0) 值。

宜宾以上的长江流域内 (主要包括金沙江、雅砻江、大渡河及岷江流域), 沉积岩分布区约占整个构造面积的 80%。在古生代—新生代地层中火成岩 (主要为钙碱性玄武岩为主) 均有分布。侵入岩主要以中酸性的石英闪长岩及英云闪长岩为主, 主要沿断裂带分布。变质岩系中以三叠纪板岩—千枚岩分布最为广泛。其中, 峨眉山玄武岩是其最具代表性的源

岩^[4,6,12,19]。主要分布在金沙江流域,此外在岷江流域内也有一定数量的分布(图 2)。在云南以及四川两省境内湿润气候的控制下,玄武岩遭受较强的化学风化作用,其具有的较高的 Nd 同位素背景值可以在很大程度上主导着长江水系沉积物的 Nd 同位素组成。杨守业等^[6]在 2007 年报道了分别位于丽江、攀枝花及宜宾等地点的金沙江沉积物的 Nd 同位素组成,其结果显示金沙江沉积物 Nd 同位素比值($\epsilon_{Nd}(0)$)介于-9.7~-11.5 之间,与本研究的测试结果相比,其测定的比值略低。Wu 等^[11]在 2010 年报道了三个金沙江沉积物样品的 Nd 同位素组成,显示其 $\epsilon_{Nd}(0)$ 值变化范围为-7.7~-5.6,平均值为-6.7,显示出金沙江沉积物具有较高的 Nd 同位素比值。

与 Nd 同位素组成相比,金沙江及岷江沉积物的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值在 0.712 785~0.734 987 之间,变化范围较大。表明除受源岩性质制约外,沉积物 Sr 同位素组成还受其它因素制约。说明本研究虽然采用酸洗处理样品,并选用粒径<0.058 mm 的细粒组分,但其中更加精细的粒度组成(如<2 μm 组分的含量)仍可影响沉积物 Sr 同位素组成有一定程度的影响。黄土分粒级实验表明,<2 μm 组分的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值明显高于其他组分,因此可以认为风尘堆积物中<2 μm 组分的含量是影响其 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值的重要因素^[20,21],该影响在河流沉积物中可能同样存在。

3.2 嘉陵江

相对于金沙江及岷江沉积物的高 Nd 同位素比值,嘉陵江沉积物具有较低的 Nd 同位素比值,其

$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 值为 0.512 045,对应的 $\epsilon_{Nd}(0)$ 值为-11.6。反映了岩性差异对水系沉积物 Nd 同位素组成的控制。其 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值为 0.716 380。嘉陵江流域上游地区出露岩性以碎屑岩为主,下游地区以侏罗—第三系红色碎屑岩及三叠纪碳酸盐岩和碎屑岩为主。嘉陵江上游尤其是源区分布有大面积的黄土^[22],由于黄土易遭受物理风化,因此其可能大量的进入水系从而可能对嘉陵江水系沉积物有重要影响^[6]。

4 干流 Sr-Nd 同位素组成及干支流沉积物主控关系

总体而言,本研究测定的长江干流沉积物具有较为均一的 Sr-Nd 同位素组成,几乎所测的所有样品均具有较高的 $\epsilon_{Nd}(0)$ 值及较低的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值。

为更好地探讨长江干流沉积物 Sr-Nd 同位素组成的变化规律,笔者详细收集了前人发表的关于长江干流沉积物及源岩的 Sr-Nd 同位素组成数据(表 2)。需特别说明的是,相对于前人研究结果而言,本研究所获得的测试结果整体偏高。笔者认为其原因可能有三方面:样品本身的粒度组成、测试仪器本身的误差及样品本身的同位素组成。具体分析如下:

(1) 粒度组成 本次研究与前人所选取的样品粒级差别不大,杨守业等^[6]的研究结果表明在同一地点的河漫滩和悬浮物之间的 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比值变化较小,可能反映出样品的粒度组成对 Nd 同位素组成影响不大。所以笔者认为,样品本身的粒度组成差异不是其主要原因。

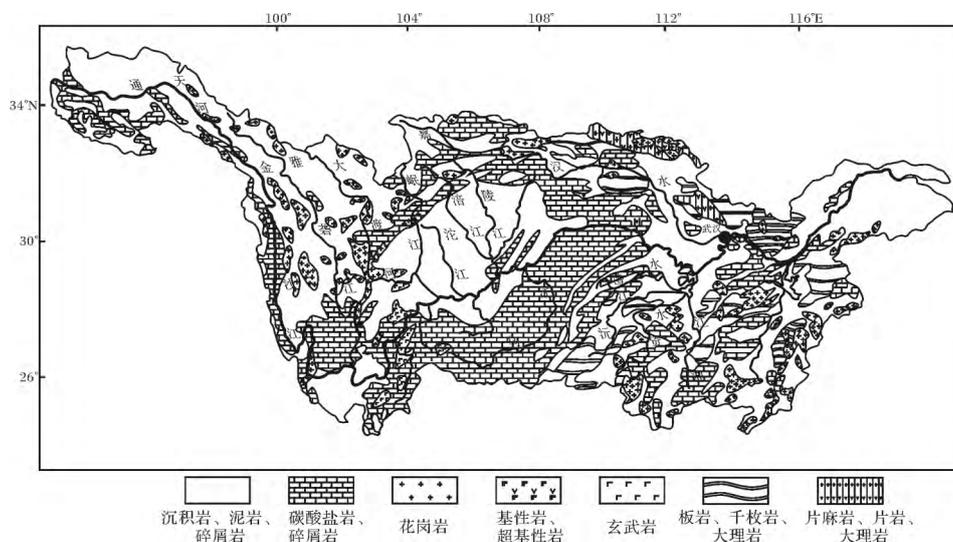


图 2 长江流域岩性分布图(据参考文献[12]修改)

Fig.2 Regional geological map of the Yangtze River drainage basin (modified from reference [12])

(2) 测试仪器 本研究与前人研究采用的仪器为 TIMS 及 MC-ICPMS。依据其测试结果来看, 两者具有相当的测试精度及误差范围。所以笔者认为, 测试仪器差异不是其主要原因。

基于此笔者认为, 样品本身的同位素组成差异是造成本次测试结果与前人研究结果间存在差异的主要因素。

表 2 前人报道的长江中上游水系沉积物的 Sr-Nd 同位素组成

Table 2 Sr-Nd isotopic compositions of sediments from the upper Yangtze River collected from the previous researches

取样河段	图中编号	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	2σ	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	2σ	$\epsilon_{\text{Nd}}(0)$	来源
金沙江	13	0.716 127	17	0.512 242	9	-7.7	[11]
金沙江	14	0.718 142	9	0.512 353	7	-5.6	[11]
金沙江	15	0.718 549	10	0.512 295	6	-6.7	[11]
金沙江	16	0.716 611	13	0.512 105	11	-10.4	[6]
金沙江	17	0.718 861	3	0.512 047	11	-11.5	[6]
金沙江	18	0.716 856	3	0.512 141	9	-9.7	[6]
金沙江	19	0.720 467	4	0.512 110	6	-10.2	[6]
岷江	20	0.719 884	2	0.512 096	7	-10.5	[6]
岷江	21	0.721 608	12	0.511 976	7	-12.9	[10]
长江干流	22	0.716 495	13	0.512 116	10	-10.2	[6]
长江干流	23	0.721 872	3	0.512 062	2	-11.2	[6]
长江干流	24	0.720 811	4	0.512 093	7	-10.6	[6]
嘉陵江	25	0.722 173	14	0.512 009	11	-12.2	[6]
嘉陵江	26	0.720 831	4	0.511 932	5	-13.7	[6]
嘉陵江	27	0.723 337	12	0.511 937	8	-13.7	[10]
长江干流	28	0.725 840	5	0.512 085	9	-10.8	[6]
长江干流	29	0.716 518	14	0.512 084	11	-10.8	[6]
长江干流	30	0.715 234	11	0.512 095	10	-10.6	[6]

如图 3 所示, 长江干流沉积物 Sr-Nd 同位素组成可明显分为两部分, 即一部分沉积物具有较高的 $\epsilon_{\text{Nd}}(0)$ 值及相对较低的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值(该部分干流数据多数为本文的数据), 另一部分沉积物则具有较低的 $\epsilon_{\text{Nd}}(0)$ 值及相对较高的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值(该部分干流数据多数为收集的前人数据)。仔细分析发现, 两部分中的干流数据均与金沙江样品大致落入同一区域, 且该区域内金沙江样品数据与干流数据大多具有相同来源。基于此笔者认为, 长江上游干流沉积物主要来源于金沙江流域内的源岩, 该部分源岩主导了长江上游干流沉积物的 Sr-Nd 同位素组成。这与川江段现代沉积物重矿物组成研究结果^[23]一致。

5 结论

通过长江上游及中游现代代表层沉积物 Sr-Nd 同位素组成分析, 得出以下主要结论:

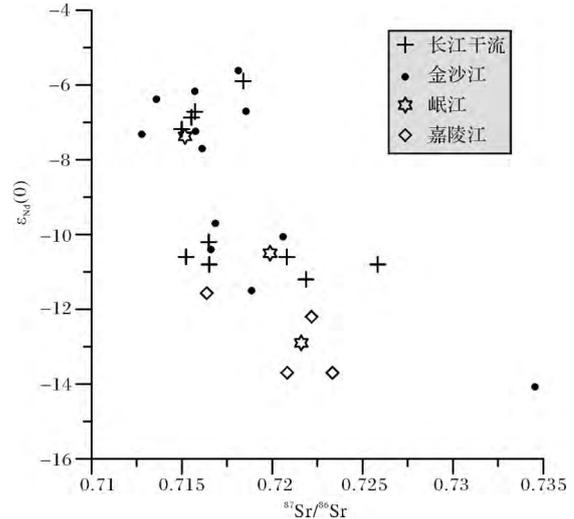


图 3 长江中上游干流及主要支流 Sr-Nd 同位素组成
注: 前人数据主要来自参考文献 [6, 10, 11]

Fig.3 Sr-Nd isotopic compositions of sediments from major tributaries and mainstream of the upper and middle Yangtze River (other data were collected from reference [6, 10, 11])

(1) 金沙江及岷江沉积物具有较高的 $\epsilon_{\text{Nd}}(0)$ 值, 主要受控于流域内大面积分布的峨眉山玄武岩的高 $\epsilon_{\text{Nd}}(0)$ 背景值; 嘉陵江水系沉积物具有相对较低的 $\epsilon_{\text{Nd}}(0)$ 值, 反映了其流域内源岩对沉积物 Nd 同位素组成的控制。与 Nd 同位素组成相比, 水系沉积物 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值具有更大的变化范围, 表明除源岩外, 沉积物 Sr 同位素组成具有更复杂的影响因素。

(2) 支流与干流沉积物 Sr-Nd 同位素组成对表明, 长江上游干流沉积物主要来源于金沙江流域内的源岩, 该部分源岩主导了长江上游干流沉积物的 Sr-Nd 同位素组成。

致谢 衷心感谢编辑部和审稿专家给予本文的修改建议! 感谢杨守业教授的指导及邱啸飞博士在样品测试过程中给予的指导和帮助!

参考文献 (References)

- 1 An Z S, Kutzbach J E, Prell W L, et al. Evolution of Asian monsoons and phased uplift of the Himalaya - Tibetan plateau since Late Miocene times [J]. Nature, 2001, 411: 62-66
- 2 Wang P X. Cenozoic deformation and the history of sea-land interactions in Asia [J]. Geophysical Monograph Series, 2004, 149: 1-22
- 3 杨守业. 亚洲主要河流的沉积地球化学示踪研究进展 [J]. 地球科学进展, 2006, 21(6): 648-655 [Yang Shouye. Advances in sedimentary geochemistry and tracing applications of Asian rivers [J]. Advances in Earth Science, 2006, 21(6): 648-655]
- 4 Yang S Y, Li C X, 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(3/4): 762-776
- 5 郑洪波, 贾军涛. 大河的地质演化与构造控制 [J]. *第四纪研究*, 2009, 29(2): 268-275 [Zheng Hongbo, Jia Juntao. Geological evolution of big river system and tectonic control [J]. *Quaternary Sciences*, 2009, 29(2): 268-275]
 - 6 杨守业, 蒋少涌, 凌洪飞, 等. 长江河流沉积物 Sr-Nd 同位素组成与物源示踪 [J]. *中国科学 (D 辑): 地球科学*, 2007, 37(5): 682-690 [Yang Shouye, Jiang Shaoyong, Ling Hongfei, et al. Sr-Nd isotopic compositions of the Changjiang sediments: Implications for tracing sediment sources [J]. *Science China (Seri. D): Earth Sciences*, 2007, 37(5): 682-690]
 - 7 Clift P D, Blusztajn J, Duc N A. Large-scale drainage capture and surface uplift in eastern Tibet-SW China before 24 Ma inferred from sediments of the Hanoi Basin, Vietnam [J]. *Geophysical Research Letters*, 2006, 33(19), L19403, doi: 10.1029/2006GL027772
 - 8 Clift P D, Van Long H, Hinton R, et al. Evolving east Asian river systems reconstructed by trace element and Pb and Nd isotope variations in modern and ancient Red River-Song Hong sediments [J]. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 2008, 9(4): Q04039, doi: 10.1029/2007GC001867
 - 9 Singh S K, Rai S K, Krishnaswami S. Sr and Nd isotopes in river sediments from the Ganga Basin: Sediment provenance and spatial variability in physical erosion [J]. *Journal of Geophysical Research*, 2008, 113(F3): 3006-3023
 - 10 Meng X, Liu Y, Shi X, et al. Nd and Sr isotopic compositions of sediments from the Yellow and Yangtze Rivers: Implications for partitioning tectonic terranes and crust weathering of the Central and South-east China [J]. *Frontiers of Earth Science in China*, 2008, 2(4): 418-426
 - 11 Wu W H, Xu S J, Yang J D, et al. Isotopic characteristics of river sediments on the Tibetan Plateau [J]. *Chemical Geology*, 2010, 269(3/4): 406-413
 - 12 Shao L, Li C A, Yuan S Y, et al. Neodymium isotopic variations of the late Cenozoic sediments in the Jiangnan Basin: Implications for sediment source and evolution of the Yangtze River [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2012, 45: 57-64
 - 13 水利部长江水利委员会. 长江泥沙公告 [R]. 2007 [Changjiang Water Resource Commission. The Sediment Bulletin of the Changjiang [R]. 2007]
 - 14 郑洪波, 黄湘通, 向芳, 等. 宇宙成因核素¹⁰Be: 估算长江流域侵蚀速率的新方法 [J]. *同济大学学报: 自然科学版*, 2005(9): 1160-1165 [Zheng Hongbo, Huang Xiangtong, Xiang Fang, et al. Cosmogenic nuclides ¹⁰Be: New approach to estimate erosion rate of Yangtze catchment [J]. *Journal of Tongji University: Natural Science*, 2005(9): 1160-1165]
 - 15 Chappell J, Zheng H B, Fifield K. Yangtze River sediments and erosion rates from source to sink traced with cosmogenic Be-10: Sediments from major rivers [J]. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 2006, 241(1Sp. Iss. SI): 79-94
 - 16 赵红格, 刘池洋. 物源分析方法及研究进展 [J]. *沉积学报*, 2003, 21(3): 409-415 [Zhao Hongge, Liu Chiyang. Approaches and prospects of provenance analysis [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2003, 21(3): 409-415]
 - 17 Ling W L, Duan R C, Xie X J, et al. Contrasting geochemistry of the Cretaceous volcanic suites in Shandong province and its implications for the Mesozoic lower crust delamination in the eastern North China craton [J]. *Lithos*, 2009, 113: 640-658
 - 18 Hamilton P J, Onions R K, Bridgwater D, et al. Sm-Nd studies of archaic metasediments and metavolcanics from West Greenland and their implications for the earth's early history [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 1983, 62(2): 263-272
 - 19 Xiao L, Xu Y G, Mei H J, et al. Distinct mantle sources of low-Ti and high-Ti basalts from the western Emeishan large igneous province, SW China: implications for plume-lithosphere interaction [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2004, 228(3/4): 525-546
 - 20 杨杰东, 陈骏, 张兆峰, 等. 距今 7 Ma 以来甘肃灵台剖面 Nd 和 Sr 同位素特征 [J]. *地球化学*, 2005, 34(1): 1-6 [Yang Jiedong, Chen Jun, Zhang Zhaofeng, et al. Variations in ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd and ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr of Lingtai profile over the past 7 Ma [J]. *Geochimica*, 2005, 34(1): 1-6]
 - 21 Chen J, Li G, Yang J, et al. Nd and Sr isotopic characteristics of Chinese deserts: Implications for the provenances of Asian dust [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2007, 71(15): 3904-3914
 - 22 方小敏, 李吉均, Rob Van der Voo. 西秦岭黄土的形成时代及与物源区关系探讨 [J]. *科学通报*, 1999, 44(7): 779-782 [Fang Xiaomin, Li Jijun, Rob Van der Voo. Discussion of the formation time and provenance of the West Qinling Loess [J]. *Chinese Science Bulletin*, 1999, 44(7): 779-782]
 - 23 邵磊, 李长安, 张玉芬, 等. 长江川江段现代沉积物的重矿物组合特征 [J]. *地质科技情报*, 2010, 29(3): 49-54 [Shao Lei, Li Chang'an, Zhang Yufen, et al. Heavy mineral assemblages in modern sediments of the Chuangjiang River [J]. *Geological Science and Technology Information*, 2010, 29(3): 49-54]

Sr-Nd Isotopic Compositions of the Upper Yangtze River Sediments: Implications for Tracing Sediment Sources

SHAO Lei^{1 2} LI Chang-an^{2 3} ZHANG Yu-fen⁴ YUAN Sheng-yuan^{2 5}
WANG Jie-tao^{1 2} JIANG Hua-jun² ZHAO Ju-xing²

(1. Wuhan Center of Geological Survey, China Geological Survey, Wuhan 430205;

2. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074;

3. State Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology, China University of Geosciences, Wuhan 430074;

4. Institute of Geophysics & Geomatics, China University of Geosciences, Wuhan 430074;

5. College of Urban Planning & Environment Science, Xuchang University, Xuchang, Hubei 461000)

Abstract: The Yangtze River is one of the major rivers in the world. Originating from the Tibetan Plateau, the river flows eastward across the three major topographic levels. Its drainage covers more than one-fifth of the continental area of China before finally entering the East China Sea. The huge Yangtze drainage basin is more than 6300 km in length and has a catchment area of 1.8×10^6 km². It is located between 24°27′–35°44′ N and 90°33′–122°19′ E. The Yangtze drainage basin spans the regional structure of China with three-grade relief and can be divided into three parts, the upper, middle and lower reaches. Although study of the evolution of the Yangtze River has a long history of more than 100 years, it is still controversial. Previous studies proposed that the Yangtze River can be dated back to the Cretaceous or the early Tertiary, the early Quaternary or the late Pleistocene. The source to sink process of the modern river sediments played a fundamental role in the research of the evolution of the Yangtze River. Sediments of the modern Yangtze River were mostly derived from the upper Yangtze drainage basin. Therefore, the erosion process of sediments from the upper Yangtze River played an important role in the erosion process of sediments from the whole river drainage system. The Sr-Nd isotopes have been proved to be rarely influenced by weathering, sediment transport and deposition process, especially the Nd isotope. We have reported the geochemical and Neodymium isotopic compositions of the late Cenozoic sediments in the Jiangnan Basin to decipher information on the changing provenance and provide more constraints on the evolution of the Yangtze River. In this study, the fine-grained samples were collected from the main stream and tributaries (the Jinshajiang River, the Minjiang River and the Jialingjiang River) of the upper Yangtze River for Sr-Nd isotopic measurements. The results revealed that samples collected from the Jinshajiang River and the Minjiang River show high $\epsilon_{Nd}(0)$ values. Although the source rocks in the Yangtze drainage basin are complicated including Archean metamorphic rocks, Paleozoic carbonate and sedimentary rocks, Mesozoic-Cenozoic igneous and clastic rocks, and Quaternary detrital sediments. It indicates that the influence of the large Emeishan Basalt Province is widely distributed in the upper Yangtze River valley in the Yunnan and Sichuan provinces. During the humid and warm climate, it undergoes rapid chemical weathering and the higher $\epsilon_{Nd}(0)$ values could dominate the Nd isotopic compositions of the Yangtze River sediments. Samples from the Jialingjiang River sediments show much lower $\epsilon_{Nd}(0)$ values, indicating that the average Nd isotopic values of the source rocks in the Jialingjiang valley is much lower. Compared with Nd, the Sr isotopic values show a wider range, indicating that the Sr isotopic sediments of sediments are affected by much more complicated factors.

In order to better understand how the modern Yangtze River generated sediments, we also collected the Sr-Nd isotopic values reported by other researchers. The results have revealed that sediments from the main stream can be divided into two parts. One part of the sediments is characterized by high $\epsilon_{Nd}(0)$ values and low $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values. The other part of the sediments is characterized by low $\epsilon_{Nd}(0)$ values and high $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values. However, we find that both of these sediments were located in the same area with the samples collected from the Jinshajiang River (No matter from this study or previous studies). It indicates that these sediments were mainly derived from source rocks distributed in the Jinshajiang valley. The influence of the sediments from the Jialingjiang River could be excluded. However, this was not consistent with the information provided by the Changjiang (the Yangtze River) Sediment Bulletin that the Jialingjiang River is an important sediment supplier to the mainstream.

Key words: the Yangtze River; the upper drainage basin; Sr-Nd isotopes; provenance