

泥河湾组有孔虫化石群的锶同位素研究*

王世杰 董丽敏 林文祝 李春来

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳 550002)

汪品先 赵泉鸿

(同济大学海洋地质开放实验室, 上海 200092)

吴锡浩

(地质矿产部地质力学研究所, 北京 100081)

关键词 有孔虫 锶同位素 陆相 泥河湾组

学术界对于我国东部不少新生代陆相盆地中存在的含有孔虫化石群层的沉积环境问题, 一直存在着海相和陆相沉积之争. 近年来的研究成果表明, 难以用壳体形态或属种组成有效地区别现代盐湖与弱海相洼(如潮上带、泻湖)有孔虫群^[1]. 鉴于河、湖水和海水之间存在着较大的化学和同位素成分的差别, 壳体地球化学方法则可能是解决问题的一条出路. 为此, 我们对赋存于泥河湾盆地小渡口剖面厚达二十余米, 含 *Nonian shansiensis* (即 *Evolutononion shansiensis* N.Wang) 单种有孔虫化石群的 27 层上部和 28 层地层进行连续取样. 因分析所需有孔虫量的关系, 本次工作仅选择有孔虫密度大于每公斤样 300 枚的样品 (25 cm × 25 cm × 20 cm) 进行锶同位素分析工作 (图 1).

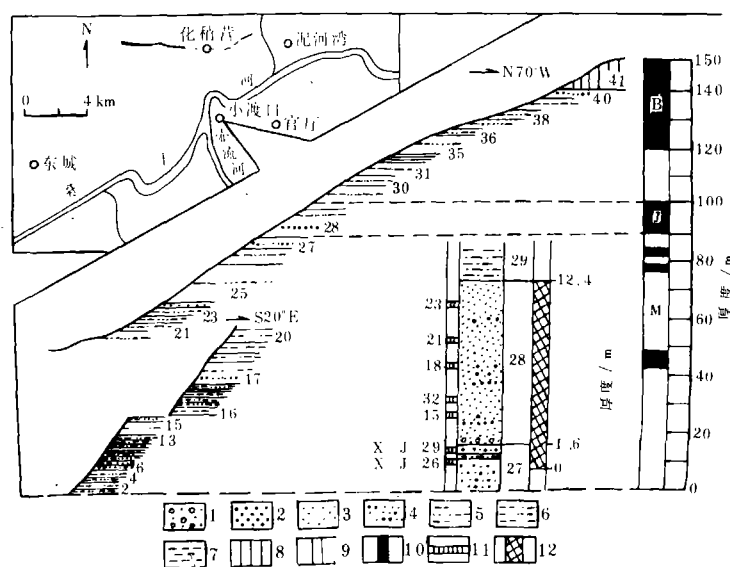


图1 小渡口地层剖面及采样层位图

1 为砂砾石, 2 为粗砂, 3 为砂, 4 为砂质粉砂, 5 为粘土质粉砂, 6 为粉砂质粘土, 7 为粘土, 8 为黄土, 9 为极性倒转, 10 为正极性, 11 为样品点, 12 为含有孔虫样点. 小渡口剖面的岩性、地层和古地磁据陈茅南等^[3]

1995-03-01 收稿, 1995-05-18 收修改稿

* 国家自然科学基金和中国科学院院长特别基金资助项目

1 材料和方法

取样品 500 g, 在蒸馏水中浸泡 24 h 可自行散开. 用 0.09 mm 孔径的标准筛在蒸馏水中筛洗, 筛取样在 80~90℃ 烘干, 称重. 然后, 用四氯化碳浮选富集有孔虫化石. 每个样品在双目镜下仔细地挑出外表洁净、壳径在 0.20 mm 左右的有孔虫 40~60 枚, 以作一次分析之用. 壳径 0.20 mm、厚 0.10 mm 的有孔虫个体经静电天平称重, 为 $\pm 1 \mu\text{g}$. 所有有孔虫样品在测定前均在 H_2O_2 中浸泡 1 h, 再用去离子水和酒精反复漂洗 3 次.

国内现有的锶同位素化学分离技术要求的样品量都较大, 为 $\pm 10 \text{ mg}$, 而微体化石的样品量往往不能满足这一条件. 最近, 我们完成的锶同位素化学分离技术要求的样品量较少, 为 $\pm 50 \mu\text{g}$. 用 5% HAC 溶样, 离心蒸干. 用 1 mol/L HCl 转化为氯化物, 蒸干. 用 1 mol/L HCl 溶样后通过 Dowex-50 W $\times 8$ 树脂 (200~400 筛孔) 柱, 以 1 mol/L HCl 为流洗剂. 头 30 mL 丢掉, 收集 20 mL Sr 液. 再重新通过 Dowex-50 W $\times 8$ 树脂 (100~200 筛孔) 柱, 对 Sr 进行再次纯化. 处理全过程 Sr 空白浓度为 $5 \times 10^{-9} \text{ g}$. Sr 收集液蒸干后在冶金部天津地质研究院 VG-354 质谱仪上作 Sr 同位素比值测定. 本次工作对 NBS987 标准测定的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值为 0.710229, 精度为 $\pm 0.003\%$ ($2\sigma_{\text{平均}}$).

2 分析结果和讨论

在任何水体中, 与碳酸钙矿物共沉淀的 Sr 不会产生同位素分馏作用. 沉积后如没遭受蚀变, 含锶的碳酸钙矿物记录了沉积时宿生水体的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值. 我们用两种手段评估用于分析的有孔虫样的成岩变化: (1) 双目镜下挑选表面清洁的有孔虫; (2) 用扫描电镜 (SEM) 检查有孔虫内、外表面和壳壁的溶解或重结晶作用程度. 经 SEM 系统检查, 小渡口剖面有孔虫内、外表面较为干净, 在房室内表面孔隙结构明显, 房室壳壁保存有较好的立柱状结构 (图 2(b)), 没有次生加大和溶解现象. 通过与现生种的 SEM 图像 (图 2(a)) 相比较, 可知小渡口剖面有孔虫经埋藏后, 基本上保持着原生的结构, 并没经历过明显的蚀变作用. 因 ^{87}Rb 在碳酸盐类矿物中含量相当低, 不需考虑 ^{87}Rb 就位衰变对 ^{87}Sr 的贡献^[3]. 故所测定的小渡口剖面有孔虫骨骼矿物的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值就代表矿物相形成时宿生水体的锶同位素比值.

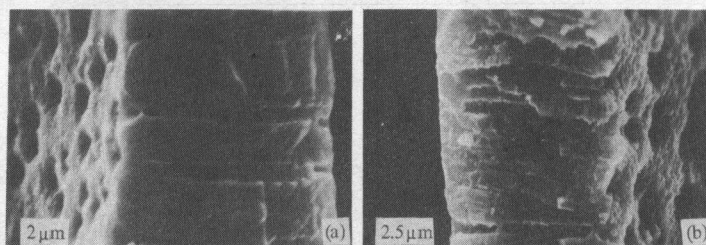


图 2

(a) 上海芦潮港现生种 *Nonion shansienses* 的房室壳壁构造微区 SEM 图, $\times 7000$; (b) 小渡口剖面 X-J-29 号样 *Nonion shansienses* 的房室壳壁结构微区 SEM 图, $\times 5600$

小渡口剖面 7 个层位的有孔虫样品 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值处于 0.71105~0.71274 范围内, ΔSr 值为 33~51.1 (表 1), 明显地高于同时期海水的值 0.709087~0.709147^[4], 也略高于现代黄河的平

表 1 小渡口剖面有孔虫的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值

样品号	层位	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\Delta\text{Sr}^{\text{b)}$
23		$0.71143 \pm 8^{\text{a)}$	32.6
21		0.71105 ± 18	27.3
18	28	0.71165 ± 12	35.7
32		0.71146 ± 12	33
15		0.71274 ± 16	51.1
X-J-29	27	0.71274 ± 5	51.1
X-J-26		0.71146 ± 12	33

a) 平均标准误差, b) $\Delta\text{Sr} = \left[\frac{(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{样品}, t}}{(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{海水}, t}} - 1 \right] \times 10^4$, 当 $t = 0.95 \text{ Ma}$, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{海水}} = 0.709117^{\text{a)}$

均值 $0.7111^{[5]}$, 表明小渡口剖面有孔虫生活时的水体为内陆湖泊, 完全可以排除与海有联系的海相性水体的可能性。另一方面, 迄今已报道的野外区域地质工作, 也没有足够的证据从构造上说明当时远离大海的古泥河湾湖(距海岸线 300 km)是怎样与海相通的^[2]。近几十年来, 国外学者已陆续报道了一些与海无关的内陆咸水、半咸水湖中发现有孔虫现生种的事实, 说明在内陆湖泊中生存有那些能忍受极度偏离海水的有孔虫种属是完全有可能的^[1]。因此, 完全有理由认为, 我国小渡口剖面有孔虫化石群属内陆非海相有孔虫。

参 考 文 献

- 汪品先. 微体化石在海侵研究中的应用与错用. 第四纪研究, 1992, (4): 321 ~ 300
- 陈茅南主编. 泥河湾层的研究. 北京: 海洋出版社, 1988
- Martin E E, Macdougall J D. Seawater Sr isotopes at the Cretaceous/Tertiary. Earth Planet Sci Lett, 1991, 104: 166 ~ 180
- Hodell D A, Mead G A, Mueller P A. Variation in the strontium isotopic composition of seawater (8Ma to present): implication for chemical weathering rates and dissolved fluxes to the oceans. Chemical Geology, 1990, 80: 291 ~ 307
- Palmer M R, Edmond J M. The strontium isotope budget of the modern ocean. Earth Planet Sci Lett, 1989, 92: 11 ~ 26