

贵州铜仁新元古界大塘坡组地球化学特征

王丹^{1,2)}, 林方成^{1,2)}, 孙志明^{2,3)}, 刘伟^{2,3)}, 马志鑫^{2,3)}, 罗亮^{2,3)}

1)成都理工大学, 成都, 610059; 2) 中国地质调查局成都地质调查中心, 成都, 610081;

3) 中国地质调查局青藏高原地质研究中心, 成都, 610081

新元古代 1000~541Ma 之间, 全球发生了一系列重要的地质事件。包括 Rodinia 超级大陆的形成与裂解, 与裂谷作用有关的岩浆侵入和火山喷发、以及全球范围的“雪球地球事件”(Hoffman, 1998)。尤其是大约 8 到 6 亿年前与“雪球地球事件”相对应的全球性冰川沉积事件, 不仅改变了地球的气候, 而且也产生了大型超大型的沉积矿产。

贵州铜仁地区完整保存了新元古代与“雪球地球事件”相关的 Marinoan 冰期(650~635Ma)至 Sturtian 冰期(710~720Ma)地质记录。大塘坡组是上述新元古代两个冰期之间的间冰期沉积, 主要岩性为页岩、含炭质页岩以及粉砂质页岩, 同时产出“大塘坡式锰矿”。大塘坡组主要为细碎屑岩, 相对于其上下层位与冰川作用沉积粗碎屑岩(主要为砾岩、含砾砂岩)更好的记录了古环境、古气候和沉积水体的信息。

1 区域地质背景

贵州铜仁地区位于华南板块中扬子地块与华夏地块之间的江南造山带西南段(王剑等, 2012), 先后经历了雪峰、加里东、印支、燕山及喜山多期运动。该地区新元古代南华纪自下而上依次为下统两界河组、铁丝坳组、大塘坡组和上统南沱组。铁丝坳组含砾砂岩相当于 Sturtian 冰期的冰海沉积; 南沱组含砾砂岩相当于 Marinoan 冰期沉积。两界河组主要分布在大塘坡地区, 与下伏的青白口系板溪群呈不整合接触; 大塘坡组则为上述为 Sturtian 冰期与 Marinoan 冰期之间的间冰期沉积。

2 地球化学特征

2.1 主量元素特征

本次所有样品的 SiO₂ 含量均较高, 最高达 64.68%, 最低为 44.40%, 平均为 57.43%。MgO/CaO 值是气候变化的一种指示剂, 高值指示干热气候, 低值指示湿润气候。样品的 MgO/CaO 比值介于 0.85~5.25 之间, 平均为 2.27, 表明气候相对干热。镁铝比值($\omega=100\times\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$), 为 5.07~17.23, 平均为 10.08, 指示其为陆海过渡性沉积环境(ω 为 1~10)。

2.2 微量元素特征

样品的稀土总量较高, 介于 $147\times 10^{-6}\sim 303\times 10^{-6}$, 平均达 249×10^{-6} , 不具有明显的 La 正异常($\text{La}/\text{La}^*=0.77\sim 1.50$, 平均为 0.98), 具有微弱的 Ce 负异常($\text{Ce}/\text{Ce}^*=0.73\sim 1.19$, 平均为 0.96)。从稀土配分曲线来看(图 1), 所有样品的曲线基本一致, 主要表现为平坦型, 分布于近岸河口沉积物平均值配分曲线与深海粘土配分曲线之间, 且曲线特征与近岸河口沉积物配分曲线相似, 除 1 件样品外, 其他样品均表现出较弱的铈正异常。这些特征表明, 沉积物质更多的来源于陆壳的风化, 同时亦有部分的大洋物质的参与。

Rb/Sr 值的大小能够反映气候变化, 以及化学风化的程度。在湿热的条件下, 化学风化作用强, 会有较多的 Sr 进入沉积环境, 因此 Rb/Sr 值变小, 相反在寒冷干燥的环境 Rb/Sr 值会变大。此次样品的 Rb/Sr 介于 0.67~2.95 之间, 波动较大, 但整体的值也较大, 反映了化学风化作用较弱的干燥环境, 同时也暗示了气候波动。

Sr/Ba 值的大小, 可以反映盐度值的高低。此

注: 本文为国家自然科学基金会项目(49801234)资助的成果。

收稿日期: 2015-01-20; 改回日期: 2015-02-10; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 刘艳宾, 女, 1986 年生, 博士, 助理研究员, 地球化学专业。Email: liuyanbin_geo@163.com。

次样品的 Sr/Ba 值介于 0.08~0.19, 平均为 0.12, 指示其为微咸水相 (小于 0.5), 整体上相差不大, 表明沉积环境的水体盐度变化不大。

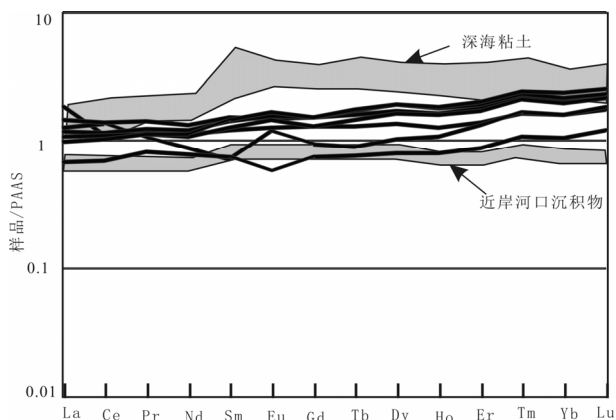


图 1 贵州铜仁地区钻孔剖面 ZK2107 稀土元素配分曲线

在不同的氧化还原条件下, 某些微量元素的性质迥异, 从而使得其在迁移、沉积的过程中富集程度有差别, 因此可以利用这些元素进行环境重建(常华进等, 2009)。通常利用 V/Cr 比值 (Jones and Manning, 1994)、Ni/Co 比值 (Scheffler et al., 2006)、U/Th 比值 (Jones and Manning, 1994) 来判别氧化还原环境, 在实际运用中并取得了很好的效果 (周长勇等, 2014)。从表 1 可见, 样品的 V/Cr、Ni/Co、U/Th 等值均较低, 均显示为氧化环境。

2.3 同位素特征

间冰期大塘坡组中 $\delta^{13}C_{V-PDB}$ 均小于 -5‰, 最低达 -9.4‰, 平均为 -7.3‰, 明显低于 Marinoan 冰期之上南沱组帽状白云岩 (1.4‰和 0.54‰)。在现代洋底热泉水沉积碳同位素范围 (-5‰~-8‰), 明显高于海泥有机质 -20‰, 同时亦低于但非常接近河水的 $\delta^{13}C$ (-10‰)。这可能是由于间冰期相对温暖的环境更加有利于生物的生长, 从而导致更多富集 ^{12}C 的有机物沉积。

对样品 ZK2107-8 和 ZK2107-10 进行了 Sr 同位素分析, 样品 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始比值分别为 0.7051 和

0.7117, 均高于海底热液值 (0.7031), 其中 0.7117 非常接近于陆壳化学风化产物 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 值 0.712, 高于海水值 (0.709)。较低的 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始比值反映了较多的海底热液物质参与沉积, 而较高 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 的初始比值反映了陆壳风化物作为主要的沉积物质来源, 而较少的大洋及海底热液物质参与。可能正是这少量海底热液物质提供了锰矿的物质来源。

3 结论

(1) 新元古代间冰期气候比较干燥, 化学风化相对较弱, 处于一个氧化的环境。

(2) 通过镁铝比值 ($\omega=100 \times MgO/Al_2O_3$) 和 Sr/Ba 比值分析, 大塘坡组形成于陆海过渡性的环境。稀土配分曲线和 Sr 同位素均表明, 其物质来源主要来自陆壳风化物, 有少量的海底热液物质参与。

参 考 文 献 / References

常华进, 储雪蕾, 冯连君, 黄晶, 张启锐. 2009. 氧化还原敏感微量元素对古海洋沉积环境的指示意义. 地质论评, 55(1): 91~99.

王剑, 段太忠, 谢渊, 汪正江, 郝明, 刘伟. 2012. 扬子地块东南缘大地构造演化及其油气地质意义. 地质通报, 31(11): 1739~1749

周长勇, 张启跃, 吕涛, 胡世学, 谢韬, 文雯, 黄金元. 2014. 云南中三叠世罗平生物群产出地层的地球化学特征和沉积环境. 地质论评, 60 (2), 285~295

Hoffman, P. F., Kaufman, A. J., Halverson, G. P. and Schrag, D. P. 1998. A Neoproterozoic snowball earth. Science, 281,1324~1346

Jones B, Manning D A C. 1994. Comparison of geochemical indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones. Chem Geol, 111(1-4): 111~129

Scheffler K, Buehmann D, Schwark L. 2006. Analysis of late Palaeozoic glacial to postglacial sedimentary successions in South Africa by geochemical proxies- Response to climate evolution and sedimentary environment. PALAEO,2006,240(6):184~203

表 1 贵州铜仁 ZK2107 钻孔剖面元素比值特征对比表

判别参数	本文数据	缺氧环境		氧化环境	资料来源
		厌氧	贫氧		
V/Cr	0.75~2.09, 平均 1.21	>4.25	2.00~4.25	□2.00	Jones and Manning,1994
Ni/Co	0.38~1.72, 平均 0.74	>7.00	5.00~7.00	□5.00	Scheffler et al. ,2006
U/Th	0.18~0.55, 平均 0.30	>1.25	0.75~1.25	□0.75	Jones and Manning,1994