

# 湘桂地区泥盆系硅质岩 稀土元素地球化学及沉积环境\*

毛晓冬 段其发 陈泽云

(中国地质科学院宜昌地质矿产研究所, 宜昌 443003)

主题词 湘桂区 泥盆系 硅质岩 热水沉积

提要 对湘桂地区泥盆系钦防海槽和南丹-河池台盆(沟)及灵山-衡阳台盆(沟)中发育的硅质岩的稀土元素地球化学分析,给出了这些硅质岩为深水盆地沉积环境产物的解释,其成因类型既包括了正常沉积硅质岩,也有部分为原生热水沉积硅质岩,为证实丹池台盆及灵衡台盆形成线性走滑作用所致提供了新的证据。

## 1 硅质岩时空分布及样品采集

泥盆系广泛发育的大量硅质岩,在湘桂地区的分布主要集中于钦防残留海盆和线状分布的沿丹池断裂的南丹-河池台盆(沟)及沿合浦-柳县断裂的灵山-衡阳台盆(沟)之中。近年来,国内外许多学者对这些硅质岩的研究十分重视,对其沉积环境及成因提出了诸多新的看法<sup>[1-4]</sup>。通过对这些盆地中的泥盆系硅质岩的系统取样(见图1),开展了较深入的稀土元素组成分析,给出了这些硅质岩大量的稀土元素地球化学信息,为深入认识这些硅质岩的沉积环境及古气候条件以及对其成因的解释积累了更多的证据。

## 2 硅质岩系沉积组合的地质特征

研究区内硅质岩主要集中分布于残留海盆和台盆(沟)沉积环境之中,而这种沉积环境前人通过大量的研究已证实为较深水盆地沉积。其沉积物组合包括:深灰色至灰黑色泥岩(页岩)、竹节石泥岩、泥质粉砂岩、硅质岩(包括硅质泥岩、硅质灰岩)、泥质灰岩、瘤状灰岩和扁豆状灰岩,有时夹有火山岩类(如南宁五相岭、田林八渡剖面),岩石普遍发育规则微细的水平层理,该环境边缘的斜坡地带,一些碎屑流和塌积角砾岩的同生滑动和滑塌构造发育,则是其典型组合的另一显著特征。其生物组合除浮游的薄壳竹节石、牙形石,浮游的菊石和薄壳小型腕足类以外,尚包含硅质海绵(骨针)。图2给出了一个典型的台盆相硅质岩石系列沉积剖面结构。

\* 原地矿部重点攻关项目“中国南方泥盆纪岩相古地理及沉积层控矿产远景预测”(No. 86012-E)资助。

第一作者简介 毛晓冬,男,1962年生,1984年毕业于成都地质学院,从事沉积学、盆地分析及矿产资源研究。

收稿日期 98-09-09,改回日期 98-11-18

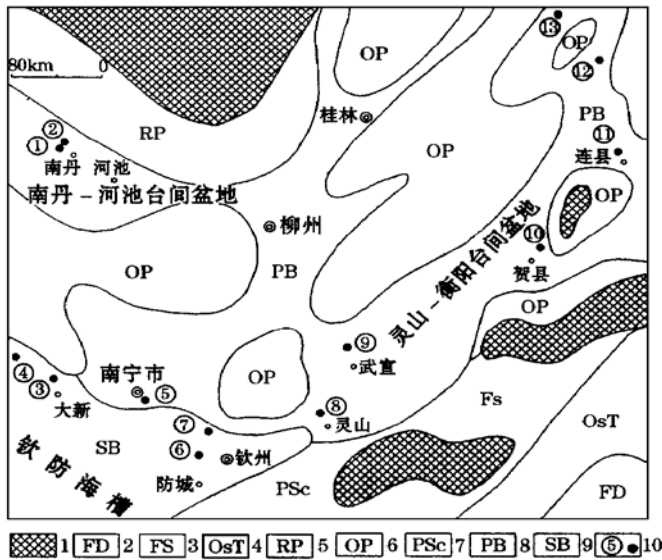


图 1 湘桂区中泥盆世晚期-晚泥盆世早期沉积相古地理及采样位置图

Fig. 1 Late Middle Devonian-early Late Devonian sedimentary paleogeography of Hunan\_Guangxi area and sampling locations

1—隆起; 2—扇三角洲; 3—碎屑前滨; 4—碎屑滨外凹槽; 5—碳酸盐局限台地; 6—碳酸盐开阔台地; 7—碳酸盐台棚; 8—泥硅质岩台盆(沟); 9—泥硅质陆坡-盆地; 10—采样位置; ①南丹罗富; ②南丹黄江; ③大新下雷锰矿; ④靖西湖润锰矿; ⑤南宁五相岭; ⑥防城大直才应; ⑦钦州小董; ⑧灵山塘肚; ⑨武宣二塘; ⑩贺县社坡; ⑪连县东陂; ⑫新田麻塘窝; ⑬邕奈余田桥

### 3 硅质岩的稀土元素地球化学

表 1 给出了 25 个硅质岩样品的稀土元素分析结果。采用 Gramet<sup>[5]</sup>所推荐的北美 40 个页岩混合样稀土元素含量,全面而系统地分析值进行北美页岩标准化(NASC),计算了一些稀土元素的特征参数,可帮助分析和判断硅质岩沉积时的环境和背景。尽管单方面以稀土

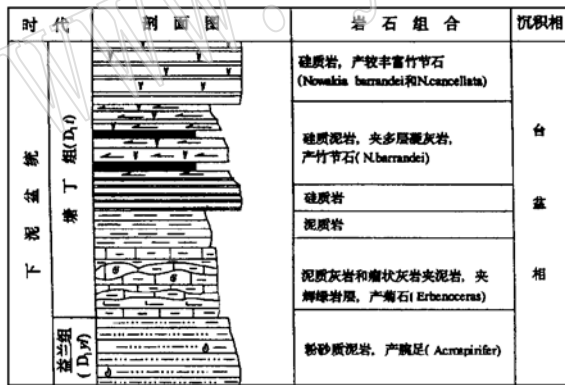


图 2 广西田林八渡驮娘边台盆(沟)相沉积剖面结构图

Fig. 2 Structural diagram of Baduoniangbian platform basin (trough) facies sedimentary section in Tianlin County, Guangxi

元素组成去判读硅质来源和硅质岩的成因机制尚无“绝招”可施,但若配合对硅质岩的硅、氧同位素分析,定会对硅质岩不同成因类型的界定作出积极的贡献。该区硅质岩稀土元素组成总量  $\Sigma REE$  普遍偏低,较好地反映出硅质岩沉积时海盆中沉积物稀土元素的匮乏。大体可将稀土元素总量划分为三个不同的区间: ①下区间:  $\Sigma REE$  区间值为  $11.32 \sim 37.20 (10^{-6})$ , 是研究样品中稀土元素总量最低的,也是样品数量最多的区间,因而具广泛的代表性。②中区间:  $\Sigma REE$  区间值为  $49.52 \sim 95.22 (10^{-6})$ , 属硅质岩稀土元素组成稍稍富集的区域,但样品的数量较少; ③上区间:  $\Sigma REE$  区间值是  $118.56 \sim 145.31 (10^{-6})$ , 是稀土元素组成最富集的区域,但仍大大

低于沉积岩类中粘土质岩石的稀土元素总量[  $\Sigma REE$  约  $200 \sim 400 (10^{-6})$  ]<sup>[6]</sup>, 集中在钦州地区的几个样品表明该地区的沉积背景有别于丹池台盆和灵衡台盆,较大的可能解释是因为钦州残留海槽内的海底热事件作用给海槽内带入了稍多的稀土元素物质。

表1 湘桂地区泥盆系硅质岩稀土元素组成 (10<sup>-6</sup>)  
Table 1 REE composition of Devonian cherts from Hunan-Guangxi area

| 采样点 | 野外编号 | 岩石名称      | La    | Ce    | Pr    | Nd    | Sm   | Eu   | Gd   | Dy   | Er   | Tm    | Yb   | Lu    | Σ REE  | Σ LREE | δ Co <sub>chert</sub> | δ Er <sub>chert</sub> |
|-----|------|-----------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|--------|--------|-----------------------|-----------------------|
| 五相岭 | WXL3 | 含竹节石硅质岩   | 4.09  | 5.05  | 0.83  | 1.63  | 0.59 | 0.10 | 0.35 | 0.29 | 0.35 | 0.10  | 0.64 | 0.061 | 14.36  | 5.94   | 0.67                  | 0.89                  |
|     | WXL2 | 含放射虫硅质岩   | 6.82  | 9.77  | 1.66  | 4.29  | 0.67 | 0.18 | 0.57 | 0.33 | 0.31 | 0.088 | 0.56 | 0.11  | 25.52  | 10.98  | 0.71                  | 1.36                  |
|     | WXL5 | 条带状硅质岩    | 18.76 | 26.05 | 6.29  | 17.15 | 3.10 | 0.66 | 2.26 | 2.27 | 1.40 | 0.18  | 0.97 | 0.088 | 80.18  | 8.82   | 0.57                  | 1.14                  |
|     | WXL6 | 泥质硅质岩     | 7.84  | 8.95  | 2.15  | 7.54  | 1.47 | 0.38 | 1.30 | 0.82 | 0.59 | 0.088 | 0.56 | 0.11  | 32.20  | 7.32   | 0.50                  | 1.28                  |
|     | XD4  | 隐晶质硅质岩    | 16.20 | 25.24 | 5.55  | 11.15 | 2.50 | 0.73 | 2.60 | 2.09 | 1.31 | 0.18  | 1.05 | 0.088 | 69.79  | 7.29   | 0.22                  | 1.32                  |
|     | XD7  | 隐晶质硅质岩    | 22.17 | 34.19 | 6.95  | 16.29 | 3.28 | 0.73 | 2.78 | 2.44 | 2.10 | 0.28  | 2.28 | 0.28  | 95.22  | 7.20   | 0.65                  | 1.11                  |
| 小董  | XD10 | 含铁质硅质岩    | 34.11 | 45.59 | 12.42 | 32.58 | 6.47 | 1.21 | 4.68 | 3.50 | 1.57 | 0.24  | 1.23 | 0.088 | 145.31 | 10.24  | 0.52                  | 1.01                  |
|     | XD11 | 隐晶质硅质岩    | 30.70 | 38.26 | 6.95  | 25.72 | 5.00 | 0.99 | 5.12 | 3.57 | 2.19 | 0.32  | 1.32 | 0.29  | 121.95 | 7.51   | 0.61                  | 0.9                   |
|     | XD12 | 含有孔虫硅质岩   | 1.53  | 1.95  | 0.83  | 1.63  | 0.48 | 0.12 | 0.35 | 0.30 | 0.30 | 0.09  | 0.56 | 0.053 | 11.32  | 1.37   | 0.43                  | 1.43                  |
|     | XD15 | 含铁质硅质岩    | 6.82  | 10.58 | 1.49  | 4.03  | 0.82 | 0.25 | 0.77 | 0.87 | 0.68 | 0.11  | 0.97 | 0.088 | 27.96  | 6.04   | 0.80                  | 1.40                  |
| 董   | XD18 | 隐晶质硅质岩    | 23.88 | 48.84 | 7.45  | 20.58 | 4.48 | 1.04 | 3.99 | 2.96 | 1.92 | 0.25  | 1.58 | 0.176 | 118.56 | 8.65   | 0.86                  | 1.13                  |
|     | XD23 | 隐晶质硅质岩    | 6.82  | 8.14  | 1.82  | 4.63  | 0.86 | 0.22 | 0.76 | 0.70 | 0.56 | 0.11  | 0.70 | 0.076 | 25.83  | 6.73   | 0.55                  | 1.27                  |
| 下雷  | XL10 | 含铁锰硅质岩    | 6.4   | 13.03 | 1.49  | 4.03  | 0.95 | 0.23 | 0.76 | 0.64 | 0.43 | 0.10  | 0.48 | 0.046 | 28.99  | 9.14   | 1.53                  | 1.22                  |
|     | LF16 | 含铁质硅质岩    | 9.38  | 13.84 | 3.64  | 6.34  | 1.12 | 0.16 | 0.73 | 0.47 | 0.45 | 0.088 | 0.51 | 0.11  | 37.20  | 12.68  | 0.57                  | 0.82                  |
| 罗富  | LF18 | 纹层状含铁硅质岩  | 5.46  | 7.65  | 2.32  | 5.32  | 1.21 | 0.29 | 0.87 | 0.87 | 0.70 | 0.12  | 0.70 | 0.081 | 26.04  | 5.87   | 0.48                  | 1.32                  |
|     | LF19 | 纹层状硅质岩    | 6.14  | 7.16  | 1.41  | 3.52  | 0.95 | 0.16 | 0.56 | 0.37 | 0.45 | 0.13  | 0.57 | 0.055 | 21.84  | 7.74   | 0.58                  | 1.02                  |
|     | LF20 | 纹层状硅质岩    | 7.16  | 10.58 | 2.23  | 7.72  | 1.55 | 0.30 | 1.21 | 0.87 | 0.80 | 0.122 | 0.92 | 0.19  | 34.16  | 6.39   | 0.64                  | 1.00                  |
|     | TD1  | 隐晶质硅质岩    | 5.46  | 7.00  | 1.99  | 4.63  | 1.03 | 0.22 | 0.76 | 0.66 | 0.40 | 0.09  | 0.32 | 0.037 | 22.94  | 7.79   | 0.48                  | 1.19                  |
| 塘肚  | TD2  | 含铁泥质硅质岩   | 14.50 | 26.05 | 6.21  | 12    | 2.59 | 0.95 | 3.47 | 3.57 | 2.62 | 0.35  | 2.28 | 0.237 | 76.44  | 4.41   | 0.64                  | 1.43                  |
|     | TD7  | 隐晶质硅质岩    | 11.94 | 13.84 | 3.15  | 11.15 | 2.07 | 0.55 | 1.74 | 1.39 | 1.66 | 0.13  | 0.88 | 0.19  | 49.52  | 6.26   | 0.54                  | 1.34                  |
| 才应  | CV11 | 隐晶质硅质岩    | 4.95  | 8.47  | 0.99  | 3.26  | 1.29 | 0.18 | 0.70 | 0.30 | 0.41 | 0.088 | 0.60 | 0.11  | 21.62  | 7.72   | 0.93                  | 0.88                  |
| 麻塘窝 | MTW5 | 含生物屑泥质硅质岩 | 4.6   | 5.05  | 1.08  | 2.91  | 0.76 | 0.21 | 0.69 | 0.59 | 0.52 | 0.11  | 0.63 | 0.058 | 17.66  | 4.79   | 0.57                  | 1.38                  |
|     | ET6  | 含炭泥质硅质岩   | 5.29  | 5.70  | 1.32  | 3.94  | 0.79 | 0.26 | 0.87 | 0.92 | 0.77 | 0.088 | 1.09 | 0.16  | 21.60  | 4.02   | 0.53                  | 1.47                  |
| 塘   | ET8  | 隐晶质硅质岩    | 3.92  | 3.42  | 0.83  | 2.49  | 0.41 | 0.15 | 0.54 | 0.45 | 0.45 | 0.088 | 0.74 | 0.10  | 13.78  | 4.38   | 0.42                  | 1.44                  |
|     | HJ7  | 纹层状硅质岩    | 2.39  | 4.40  | 0.83  | 2.14  | 0.47 | 0.16 | 0.41 | 0.30 | 0.47 | 0.088 | 0.75 | 0.15  | 12.74  | 4.42   | 0.78                  | 2.33                  |

中国地质科学院宜昌地质矿产研究所岩矿分析测试中心分析。ΣREE包括原分析 Tb、Ho 值。

LREE/HREE 值基本在 4.02~ 12.68 区间,表明了轻稀土元素对重稀土元素较大的富集作用是这些硅质岩的另一个特点,也决定了稀土元素分布曲线为右倾型的共同特征(图 2A-F)。 $\delta C_{ENASC}$ 的计算采用公式  $\delta C_{ENASC} = C_{ENASC} / \sqrt{La_{NASC} \cdot Pr_{NASC}}$ ,表中结果显示了显著的 Ce 负异常, $\delta C_{ENASC}$ 值区间绝大部分在 0.22~ 0.86,仅个别样品在 0.93~ 1.53 之间的 Ce 为弱负异常和正异常。说明研究区硅质岩在海盆中的位置属于较深水的环境。

$\delta E_{UNASC}$ 的计算公式  $\delta E_{UNASC} = E_{UNASC} / \sqrt{Sm_{NASC} \cdot Gd_{NASC}}$ ,从计算结果(表 1)中可看到, Eu 的异常情况可以区分为 2 种类型: ①区间值在 0.82~ 0.90 范围的 Eu 负异常,具有与正常沉积砂页岩相似的稀土元素 40 个北美页岩混合样标准化分布曲线,说明了这一类硅质岩的正常沉积硅质岩的属性(样品 WXL3, XD11, CY11)。这几个样品的共同特点都是普遍含有较多的黄铁矿或褐铁矿,说明这几个样品沉积时有较多的 Fe 质混入,形成于更局限的封闭环境; ②区间值在 1.01~ 2.33 范围的 Eu 正异常,与正常沉积砂页岩或燧石岩的 Eu 负异常和分布曲线有较大的差异,却与加拿大沙利文富电气石热液沉积岩(4155ND-1)和 Agnico-Eagle 矿山条带状燧石岩(19577a)<sup>[7]</sup>的  $\delta E_{UNASC}$ (1.00~ 1.35)和其分布曲线相似(表 2,图 3G)。

表 2 加拿大典型热液沉积岩的稀土元素组成<sup>[7]</sup>( $10^{-6}$ )

Table 2 REE composition of typical hydrothermal sedimentary rocks from Canada ( $10^{-6}$ )

| 样品        | 采集地          | 岩石名称      | La   | Ce   | Pr  | Nd   | Sm  | Eu   | Gd  | Dy  | Er  | Yb  | Lu     | $\Sigma$ REE | $\frac{\Sigma LREE}{\Sigma HREE}$ | $\delta E_{unasc}$ |
|-----------|--------------|-----------|------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|--------|--------------|-----------------------------------|--------------------|
| 4155 ND-1 | 沙利文          | 富电气石热液沉积岩 | 11.2 | 23.1 | 2.8 | 11.3 | 2.3 | 0.44 | 1.8 | 1.8 | 1.1 | 1.1 | 0.19   | 57.85        | 7.62                              | 1.00               |
| 19577a    | Agnico-Eagle | 条带状燧石岩    | 5.6  | 13.7 | 1.7 | 7.8  | 1.8 | 0.43 | 1.3 | 1.4 | 0.6 | 0.6 | < 0.05 | 35.40        | 7.05                              | 1.35               |

因此,该部分硅质岩属热水原生沉积硅质岩的判断是有根据的,反映了中晚泥盆世钦防海槽、丹池台盆及灵衡台盆线状走滑盆地的性质,与陈洪德<sup>[1]</sup>和周永章<sup>[3]</sup>等学者的结论一致。

#### 4 硅质岩沉积环境浅析

沉积作用都是在一定的环境和构造背景条件下进行的,不同背景条件对沉积岩石中的稀土元素分布影响不同。水下热液活动、海底喷气与喷流作用以及洋脊岩石的变质受沉积环境的影响,Ce 常常出现异常化学行为而与其他稀土元素发生分离,使稀土元素组成中出现 Ce 的明显亏损或富集;而最明显的是海相环境,因而在深海盆地沉积物中明显贫 Ce,而海水中本身 Ce 较相邻稀土元素亏损了 0.23,大西洋海水 Ce 比相邻元素亏损 0.32,而仅在一些相对封闭的海水中 Ce 浓度正常,如黑海海水则未发现 Ce 异常。加勒比燧石与太平洋燧石相比较 Ce 亏损较小,也正反映了加勒比海域被岛链包围的特点<sup>[6]</sup>。

表 3 所呈现的是 Shimizu 和 Masuda<sup>[10]</sup>对深海钻探计划(DSDP)所取的四个燧石样品和 2 个放射虫软泥中硅质显微化石以及 2 个陆地已出露的日本中部三叠-侏罗系的燧石和 1 个加拿大艾安大略 Sibley2000~ 2400Ma 的燧石样品所做的稀土元素分析结果。现代深海燧石

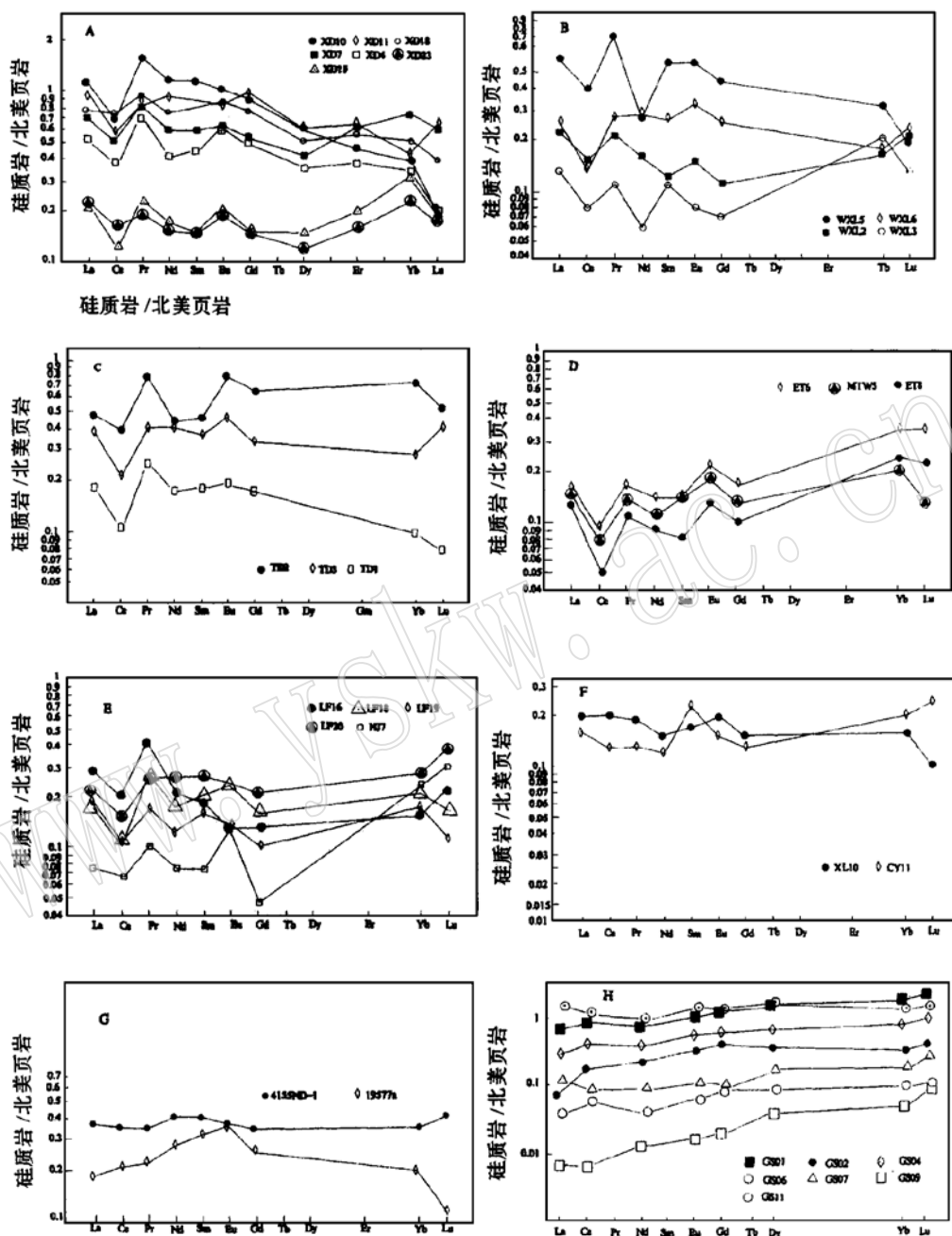


图3 硅质岩与40个北美页岩标准化稀土元素分布曲线

Fig. 3 Chondrite-normalized REE patterns of cherts and 40 shale samples from North America

A—钦州小董; B—南宁五相岭; C—灵山塘肚; D—武宣二塘、新田麻塘窝; E—南丹罗富、黄江;

F—大新下雷和防城才应; G—加拿大; H—广宁古水<sup>[11]</sup>

均有较大的Ce负异常,除一个加勒比海样品(4-29C-1)  $\delta_{Ce}$  为0.467外,其余Ce负异常

范围为 0.2~ 0.3。四个现代深海燧石样品  $\Sigma\text{REE}$  变化较大,从 7- 66- 5, 16- 163- 14, 4- 29C- 1, 17- 167- 85 顺次降低,而 7- 66- 5 是云英瓷状岩,后两者是云英质燧石,最后一个为石英燧石,反映了  $\Sigma\text{REE}$  依赖于成岩成熟度的高低而从贫到富。而 Sibley 燧石和日本三叠-侏罗系燧石则清楚地反映出  $\text{Ce}_{\text{NASC}}$  正异常或无异常,与现代深海燧石正好相反。

从 Ce 的地球化学行为我们知道,在沉积物暴露地表的风化作用下, Ce 的迁移能力明显受气候影响,在干燥气候条件下, Ce 的迁移能力最低,因此 Ce 主要保持在陆相沉积物中(海盆中发生 Ce 亏损)<sup>[6]</sup>,因此后三个样品在暴露地表接受风化的过程中不会有明显 Ce 的迁移,如果是潮湿气候条件,也是 Ce 的迁移导致 Ce 值的降低,因此,分析值可以近似地代表其在海盆中沉积时的最低量稀土元素组成,反映出这种燧石应当是浅海环境沉积物的特征,因为 Ce 被卷入到盆内浅水悬浮颗粒或土壤之中沉积,其地球化学行为与其他稀土元素是相似的,而深海环境 Ce 却相对于其他稀土元素易发生选择性的迁移。一方面悬浮物质较长时间保持悬浮态,促进了在更细颗粒中分解作用和进一步的蚀变作用,加速了 Ce 与其他稀土元素的分离(导致 Ce 负异常)。这种成岩的悬浮颗粒悬浮时间的差异,是造成区域性差异的直接原因,因此,深海悬浮物中的 Ce 向浅海沉积物的迁移,是这三个样品 Ce 正异常的最直接原因。

表 3 某些燧石和硅质显微化石中的稀土含量<sup>[9]</sup>

Table 3 REE content of some cherts and siliceous microfossils

| 样品                      | La     | Ce     | Nd     | Sm      | Eu      | Gd     | Dy     | Er      | Yb      | Lu      | $\delta\text{Ce}$ | $\Sigma\text{REE}$ | $\Sigma\text{LREE}$ | $\Sigma\text{HREE}$ | $\frac{\Sigma\text{LREE}}{\Sigma\text{HREE}}$ |
|-------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---|
| (a) DSDP<br>7- 66- 5    | 36.7   | 24.4   | 35.7   | 8.03    | 2.08    | 9.03   | 9.21   | 5.62    |         | 0.842   | 0.321             | 131.933            | 106.91              | 25.023              | 4.272   |
| (b) DSDP<br>4- 29C- 1   | 12.31  | 12.16  | 12.75  | 2.72    | 0.706   | 3.08   | 2.87   | 1.674   | 1.44    | 0.219   | 0.467             | 50.396             | 40.646              | 9.75                | 4.169   |
| (c) DSDP<br>16- 163- 14 | 14.11  | 0.02   | 15.62  | 3.50    | 0.906   | 3.75   | 3.81   | 2.27    | 2.03    | 0.316   | 0.217             | 46.549             | 34.156              | 12.393              | 2.756   |
| (d) DSDP<br>17- 167- 85 | 3.97   | 2.18   | 2.92   | 0.531   | 0.1295  | 0.645  | 0.598  | 0.388   | 0.355   | 0.0551  | 0.290             | 12.0621            | 9.731               | 2.3311              | 4.1744  |
| (e) DSDP*<br>7- 66- 3   | 5.67   | 2.98   | 6.96   | 1.569   | 0.395   | 1.864  | 1.835  | 1.157   | 1.059   | 0.1893  | 0.235             | 23.9133            | 17.574              | 6.3393              | 2.7722  |
| (F) DSDP*<br>16- 162- 7 | 0.311  | 0.1519 | 0.355  | 0.0797  | 0.01994 | 0.0666 | 0.0802 | 0.0458  |         | 0.00669 | 0.224             | 1.3407             | 0.9175              | 0.4232              | 2.1680  |
| (G)<br>750824- 14       | 4.77   | 10.04  | 4.56   | 0.920   | 0.202   | 0.866  | 0.727  | 0.451   | 0.445   | 0.0672  | 1.02              | 24.07              | 20.492              | 3.5762              | 5.7301  |
| (H)<br>750824- 15       | 5.15   | 14.94  | 5.45   | 1.250   | 0.271   | 1.115  | 1.024  | 0.544   | 0.492   | 0.0731  | 1.37              | 31.6791            | 27.061              | 4.6181              | 5.8598  |
| 加拿大<br>安大略              | 0.0785 | 0.1946 | 0.0738 | 0.01536 | 0.00453 | 0.0179 | 0.0222 | 0.01681 | 0.01632 | 0.00236 | 1.21              | 1.6356             | 0.3668              | 1.2688              | 0.2891  |

\* 显微化石

表 1 中所列出样品的稀土元素组成总量  $\Sigma\text{REE}$  [11.32~ 145.31 ( $10^{-6}$ )] 与来自深海钻探的燧石及日本和加拿大已暴露于陆地的燧石样品  $\Sigma\text{REE}$  [1.3407~ 131.933 ( $10^{-6}$ )] 是相似的,但绝大部分具强烈的 Ce 负异常值 ( $\delta\text{Ce}_{\text{cn}}$  为 0.416~ 0.69) 与 DSDP 燧石 Ce 负异常值 ( $\delta\text{Ce}_{\text{cn}}$  为 0.217~ 0.467) 更贴近一些而不同于形成于浅海环境的日本和加拿大燧石样品

( $\delta\text{Ce}_{\text{cn}} \cong 1.02 \sim 1.37$ ), 因此, 我们所分析样品的稀土元素地球化学特征是可以做为它们形成于深海环境证据的。

## 5 结论

对湘桂地区灵衡台盆、丹池台盆及钦防海槽泥盆系硅质岩稀土元素地球化学的讨论, 我们可以做出基本的结论:

(1) 硅质岩基本包括了两种成因类型, 即正常沉积的硅质岩和热水沉积硅质岩共存。

(2) 所有硅质岩均具有较强烈的 Ce 负异常和低稀土元素总量, 属海盆中水体较深环境下的产物。

### 参 考 文 献

- 1 陈洪德, 曾允孚. 广西丹池盆地上泥盆统榴红组硅质岩沉积特征及成因讨论. 矿物岩石, 1989, 9(1): 22~ 29.
- 2 韩发, R. W. 哈钦森. 大厂锡多金属矿床热液喷气沉积的证据——含矿建造及热液沉积岩. 矿床地质, 1989, 8(2): 25~ 40.
- 3 周永章. 丹池盆地热水成因硅质岩的沉积地球化学特征. 沉积学报, 1990, 8(3): 75~ 83.
- 4 王东安, 陈瑞君. 扬子地台不同时代层状硅岩的硅同位素结果的讨论. 沉积学报, 1996, 14(2): 82~ 88.
- 5 Gramet L P et al. The "North American shale composite" its compilation, major and trace element characteristics. Geochim. et Cosmochim. Acta, 1984, 48(12): 2469~ 2482.
- 6 王中刚, 于学元, 赵振华等. 稀土元素地球化学. 北京: 科学出版社, 1989, 247: 272~ 276.
- 7 韩发, R. W. 哈钦森. 大厂锡多金属矿床热液喷气沉积成因的证据——容矿岩石的微量元素及稀土元素地球化学. 矿床地质, 1989, 8(3): 33~ 42.
- 8 Cullers R L et al. Rare earth distributions in clay minerals and clay-sized fractions of the lower Permian Havensville and Es-kridge shales of Kansas and Oklahoma. Geochim. et Cosmochim. Acta, 1975, 39: 1691~ 1703.
- 9 Chaudhuri S, Cullers R L. The distribution of rare earth elements in deeply buried Gulf coast sediments, Chem. Geol., 1979, 24: 327~ 338.
- 10 Shimizu H, Masuda A. Cerium in chert as an indication of marine environment of its formation. Nature, 1977, 266: 346~ 348.
- 11 周永章, 刘友梅, 张海华等. 粤西震旦纪硅质岩建造的热成因及热水活动事件. 广东地质, 1996, 11(2): 47~ 54.

## REE Geochemistry and Sedimentary Environment of Devonian Cherts in Guangxi and Hunan

Mao Xiaodong, Duan Qifa, Chen Zeyun

(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of  
Geological Sciences, Yichang 443003)

**Key words:** Hunan\_Guangxi area; Devonian; chert; hot\_water sediment

### Abstract

Based on analysing the rare earth elements and geochemical characteristics of Devonian cherts from Qingzhou – Fangchen ocean trough and Hechi – Nandan platformal basin in Guangxi and Linshan\_Hengyang platformal basin in Guangxi\_Hunan, it is considered that the sedimentary environment of these cherts is a deep\_water basin, and that sedimentary cherts constitute two genetic types, namely normally deposited cherts and hot\_water deposited cherts. Furthermore, all these phenomena prove that Hechi- Nandan and Linshan- Hengyang platformal basins were formed by linear strike\_slipping tectonic movement in Devonian.