

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

前乐平世海洋动物灾变事件在硅质岩系中的响应

孙冬英¹⁾, 张辉¹⁾, 夏文臣²⁾

1) 九江学院旅游学院, 江西九江, 332005; 2) 中国地质大学地球科学学院, 武汉, 430074

内容提要:在广西钦州地区小董镇大虫岭层状硅质岩剖面中, 发现在乐平统底界附近, 稀土元素地球化学 Ce/Ce* 值的高异常带、稀土元素分布模式中 Ce 正异常层段(背景为负异常)以及岩性特征的明显变化段, 与放射虫动物群的突然变化层位相吻合。这一研究结果说明, 前乐平世海洋动物灾变事件在本剖面中有很好的响应。这一事件发生的原因是由于瓜德鲁普世末期全球性海退引起的, 事件持续的时间较长, 相当于卡匹敦期的晚期。

关键词:灾变事件; 放射虫; 稀土元素; 岩石学特征; 广西钦州

国际二叠纪地层分会已就二叠系的统和阶的划分、命名及其下界的层位达成统一的意见, 提出新的二叠系年代地层表。新表的下二叠统为俄罗斯和哈萨克斯坦乌拉尔地区的乌拉尔统(Cisuralian Series)、中二叠统的美国西南部的瓜德鲁普统(Guadalupian Series)和上二叠统的中国华南地区的乐平统(Lopingian Series)。新表为建立二叠系内部界线的全球层型及点位准备了工作方案, 也为更精确地对比海相二叠纪地层提供了参照标准(金玉环等, 1999)。

牙形石在二叠纪年代地层的划分中被认为是最重要的化石, 它具有全球性分布的特点。近些年来, 在半深海碳酸盐岩相中已建立了二叠纪牙形石序列(Mei et al., 1994a, 1994b, 1999, 2001; 王成源等, 1998; Wardlaw et al., 1999; Henderson, 2001), 并进行了瓜德鲁普统与乐平统界线的划分。最近, Jin 等(2001)据最新的瓜德鲁普统与乐平统界线地层牙形石带, 向国际地层委员会正式建议以 *Clarkina postbitteri postbitteri* Mei and Wardlaw 的首次出现作为乐平统的生物地层底界, 并获通过。

二叠纪末期爆发的生物集群灭绝是生物演化史上规模最大、影响最深远的事件。这一把生物界演化历史划分为两个阶段的事件是怎样进行的? 有的研究者(Jin et al., 1994; Stanley et al., 1994; 金玉环等, 1995)认为, 二叠纪末的生物大灭绝包括规模和性质不同的两幕: ① 茅口期末全球性海退使栖居地丧失而导致地方性类群和远洋浮游生物灭亡的前乐

平世海洋动物灾变事件; ② 二叠纪末期全球性急速海侵破坏了残留陆棚, 而引发生物量锐减与高级类群的消亡事件。瓜德鲁普统与乐平统之交(茅口期末)的生物灭绝事件就是前乐平世海洋动物灾变事件, 而瓜德鲁普统与乐平统(Guadalupian-Lopingian)的界线正是据以这一事件的基础上而划分的。目前还没有人在硅质岩系中来研究这一事件, 对这一事件发生的原因研究程度也相对较低。金玉环等(1995)认为是由茅口期末全球性海退引起的, 并且持续时间很长, 相当于整个卡匹敦期(Capitanian), 达2~4 Ma。Wang 等(2000)认为, 该生物灭绝事件可能与峨眉山玄武岩喷溢在时间上相对应, 可能存在成因关系。

本文研究的大虫岭剖面位于广西东南部钦州地区小董镇大虫岭区, 即北纬22°12.4', 东经108°36.98'(图1)。野外实测大虫岭剖面的总长度约46 m, 但在本论文中主要研究的是这个剖面上部的17 m, 因为在这17 m内包含了瓜德鲁普统与乐平统界线, 而且是连续的。这个剖面主要由薄层到极薄层状浅桔黄色或红色含放射虫硅质岩组成, 含硅质泥岩、夹白色凝灰质硅质岩和泥岩(图2)。

前人根据放射虫化石组合、岩浆岩及地球化学特征, 认为广西大部分地区在晚古生代可能属远洋环境, 不宜归入华南地台或准地台(吴浩若等, 1994a, 1994b, 1997; 王忠诚等, 1995, 1997; 马文璞, 1996; 吴福元等, 1998), 而殷鸿福等(1999)提出了多岛洋说。笔者综合了放射虫生物组合及稀土元素

收稿日期: 2004-10-26; 改回日期: 2005-03-17; 责任编辑: 王思恩。

作者简介: 孙冬英, 女, 1968生。2003年于中国地质大学(武汉)地球科学学院获博士学位。现在九江学院旅游学院从事地质旅游和生态旅游的研究和教学工作。通讯地址: 332005, 江西省九江市前进东路551号, 九江学院旅游学院; Email: wgq9901@263.net。

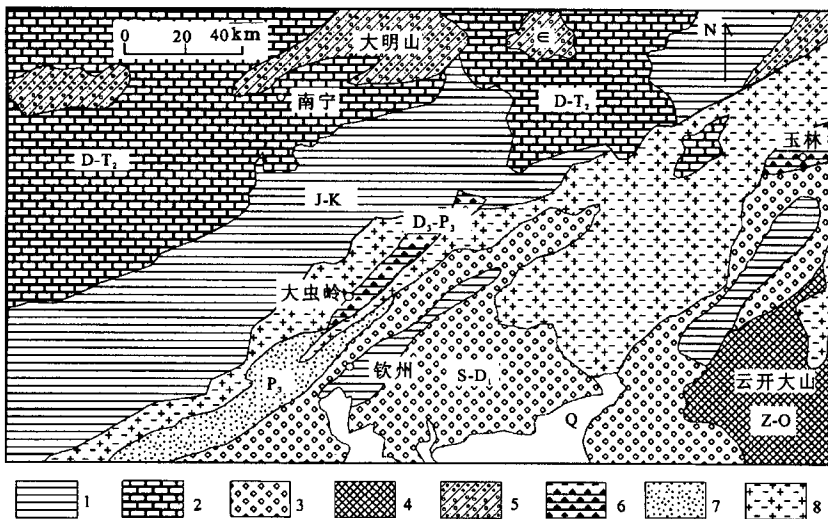


图1 广西南部地质略图(据1:1000000广西地质图修改)

Fig. 1 Geological sketch map of south Guangxi

(modified from 1:1000000 Guangxi geological map)

Q—第四系; J—K—侏罗系—白垩系; D—T₂—泥盆系—中三叠统; P₃—上二叠统; D₃—P₃—上泥盆统一上二叠统; S—D₁—志留系—下泥盆统; Z—O—震旦系—奥陶系; ∈—寒武系; 1—红层; 2—碳酸盐岩; 3—浊积岩; 4—云开杂岩; 5—碎屑岩; 6—硅质岩; 7—磨拉石; 8—花岗岩
Q—Quaternary; J—K—Jurassic-Cretaceous; D—T₂—Devonian—Middle Trassic; P₃—Upper Permian; D₃—P₃—Upper Devonian—Upper Permian; S—D₁—Silurian—Lower Devonian; Z—O—Sinian—Ordovician; ∈—Cambrian; 1—red beds; 2—carbonate rock; 3—turbidite; 4—Yunkai complex; 5—clastic rock; 6—silicolites; 7—molasse; 8—granite

(REE)地球化学特征,发现大虫岭剖面硅质岩存在明显的铈负异常,Ce/Ce⁺正常背景值范围在0.18~0.79(图2),指示本区可能属深海近陆边缘的沉积环境(Murray et al., 1990, 1991; Murray, 1994)。因此笔者同意殷鸿福等(1999)的观点,即多岛洋说,认为该区在二叠纪处在深水小洋盆之中,而非远洋环境。因此大虫岭剖面水体相对较深,避免了茅口期末全球性海退而引起的沉积间断,为研究前乐平世海洋动物灾变事件提供了条件。

王玉净等(1998)和王玉净(1994)报道了有关这个剖面的地层和放射虫化石。但笔者首次在这个剖面上发现了与放射虫共生的能指示乐平统底界年龄的牙形石,并首次在这一剖面上研究前乐平世海洋动物灾变事件。

笔者第一次收集了19块样品,采样间距为1.0~2.5 m。在初步确定乐平统的底界界线位置后,又补充采集了29块样品,采样间距为5~15 cm。所有的硅质岩或凝灰质硅质岩样品均放入5%的氢氟酸溶液中处理15~25次,每次10~12个小时,温度在25℃以下。这些样品中大多具有高的放射虫产率和分异度,

但牙形石的丰度很低,分异度小到中等。所挑选出来的样品,使用由JEOL LTD(日本)生产的JSM-35CF型扫描电镜进行照相。在323个化石样品中共鉴定出牙形石2个属,6种和放射虫15个属,45种。笔者处理出的牙形石化石层序连续,由老到新划分了二个牙形石带,即*Jinogondolella granti*带和*Clarkina dukouensis*带。这二个牙形石带与半深海碳酸盐岩相中的牙形石带对比,从而确定了大虫岭剖面深海硅质岩系中乐平统的生物地层底界,即位于Dch48-2样品的底部(孙冬英等,2004)。

1 放射虫动物群及其生态演化

在大虫岭剖面中,自下而上识别出六个放射虫带,即*Pseudoalbaillella longtanensis*带,*Pseudoalbaillella globosa*带,*Follicucullus monacanthus*带,*Follicucullus scholasticus*带,*Follicucullus charveti*带和*Albaillella levis*带(Sun et al., 2002)。根据其共生的牙形石的对比,乐平统的生物地层底界位于*Albaillella levis*带的下部(图2)。所以这里重点讨论上3个放射虫带的生态演化情况,而下部3个放射虫带因为距离乐平统底界较远,这里就不作论述。

在*Follicucullus scholasticus*带和*Follicucullus charveti*带大多数样品中,放射虫具有很高的丰度和分异度。在这两个带之间,无论从生物的绝灭率上还是稀土元素地球化学上,以及岩性的变化上,均没有发现大事件的发生,因而表现的是正常的生物更替,即带的特征种由*Follicucullus scholasticus* Ormiston et Babcock 更替为*Follicucullus charveti* Caridroit & De Wever,而*Follicucullus scholasticus*带中其他的许多种均延续到了*Follicucullus charveti*带中。

在生态演化上,上述两个带中阿尔拜虫亚目(*Albaillellaria*)中的*Follicucullus*属(丑货虫属)达到最高的丰度和分异度,有八种,因此放射虫的生态结构是以阿尔拜虫亚目占绝对优势。但是到了*Follicucullus charveti*带的上部Dch44层顶部以上,

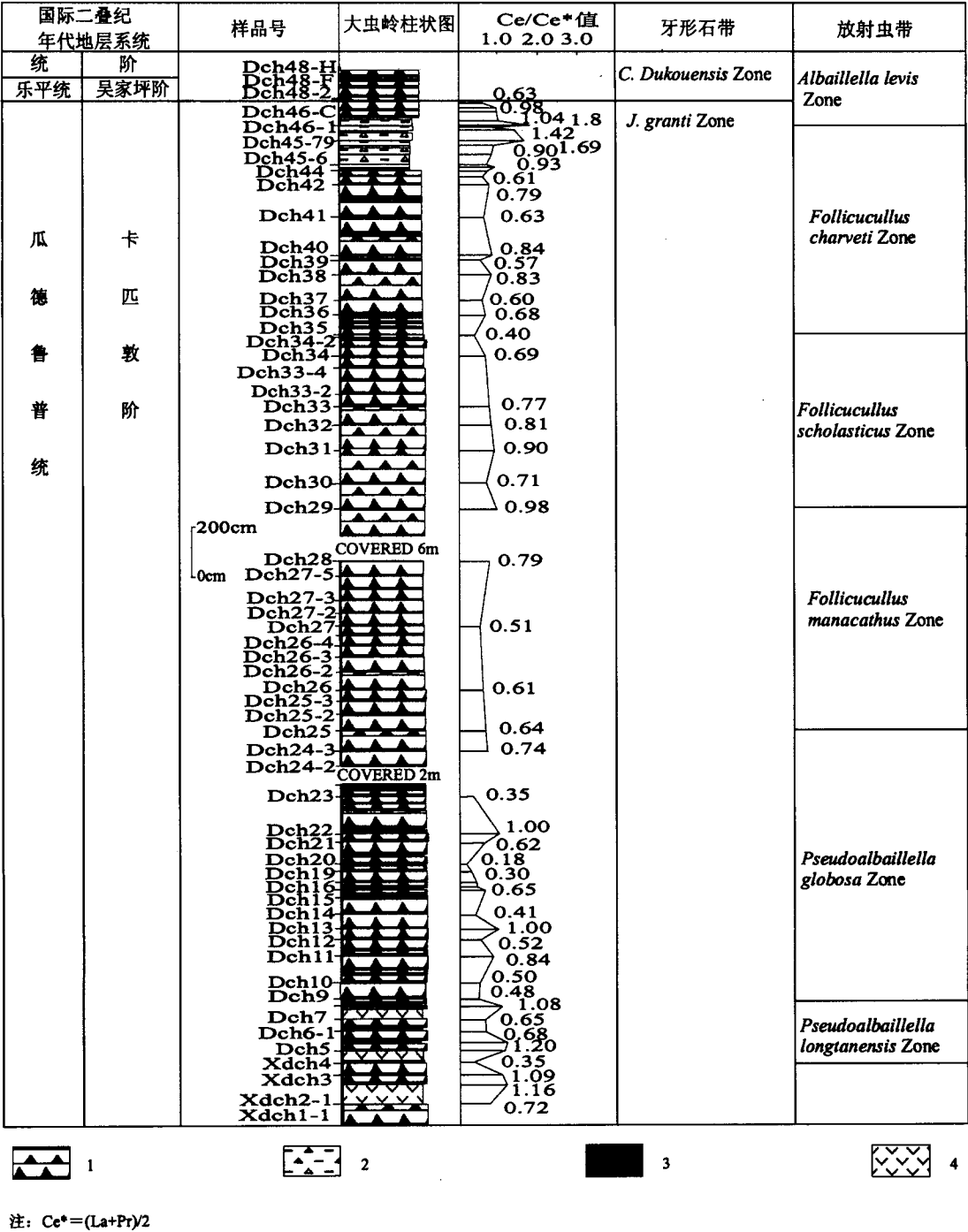


图 2 大虫岭剖面柱状图
Fig. 2 Column of Dachongling section
1—硅质岩; 2—硅质泥岩; 3—泥岩; 4—凝灰质硅质岩
1—Siliceous rock; 2—chert mudstone; 3—mudstone; 4—tuff siliceous rock

即靠近乐平统底界附近,阿尔拜虫亚目的放射虫分异度、丰度和产率均出现急剧的减小,而泡沫虫亚目(*Spumellaria*)和内射虫亚目(*Entactinaria*)上升为占绝对优势(图3),因此,Dch44层的顶部是一个重要的生态演化转折点。

据金玉环等(1995),生物事件主要表现为短期内生物群的分异度、生态结构、居群、生物地理分布和生物量的超常变化。从以上放射虫生态演化分析中可以看出,Guadalupian 统动物群与 Lopingian 统动物群以 Dch44层的顶部为转折点,显示了分异度、

生态结构、居群和生物量的突然变化,这一变化是前乐平世海洋动物灾变事件的反映。

又据 Kuwahara (1997, 1999) 报道,放射虫 spumellaria 可能在相对较浅的水中繁盛, Alabaillellaria 的动物群生活的水深度更大。在大于 500 m 水深的范围, Alabaillellaria 占优势,且与 Entactinaria, Ruzhencevispongacea 和 Phaenicosphaera 共生。在深海环境中, Entactinaria 的百分比含量较低,而 Alabaillellaria 和 Phaenicosphaera 的百分比含量较高。

从以上分析中可得出结论,在大虫岭剖面中 Dch44 层顶部之下, Alabaillellaria 占绝对优势,因而水的深度较深(大于 500 m);而在 Dch44 层顶部之上,泡沫虫亚目 (Spumellaria) 和内射虫亚目 (Entactinaria) 占绝对优势,水的深度相对较浅(小于 500 m)。因此从放射虫动物群组合及其生态演化特征来看,瓜德鲁普统末期(茅口末期)出现了海退。

2 稀土元素地球化学特征

笔者还对 Guadalupian-Lopingian 界线附近的稀

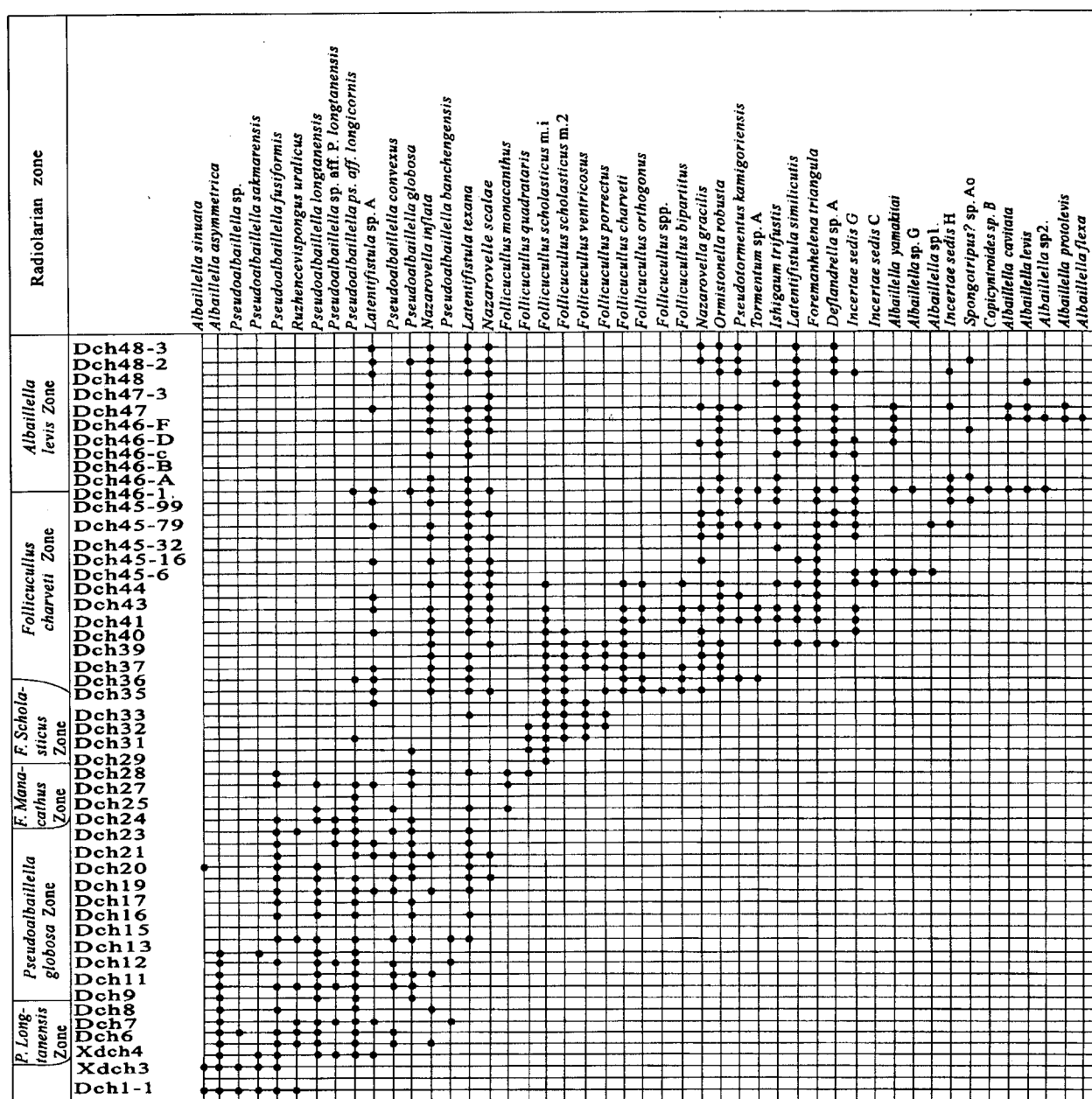


图 3 在大虫岭剖面中放射虫种的分布

Fig. 3 Distribution of Radiolarian species in Dachongling section

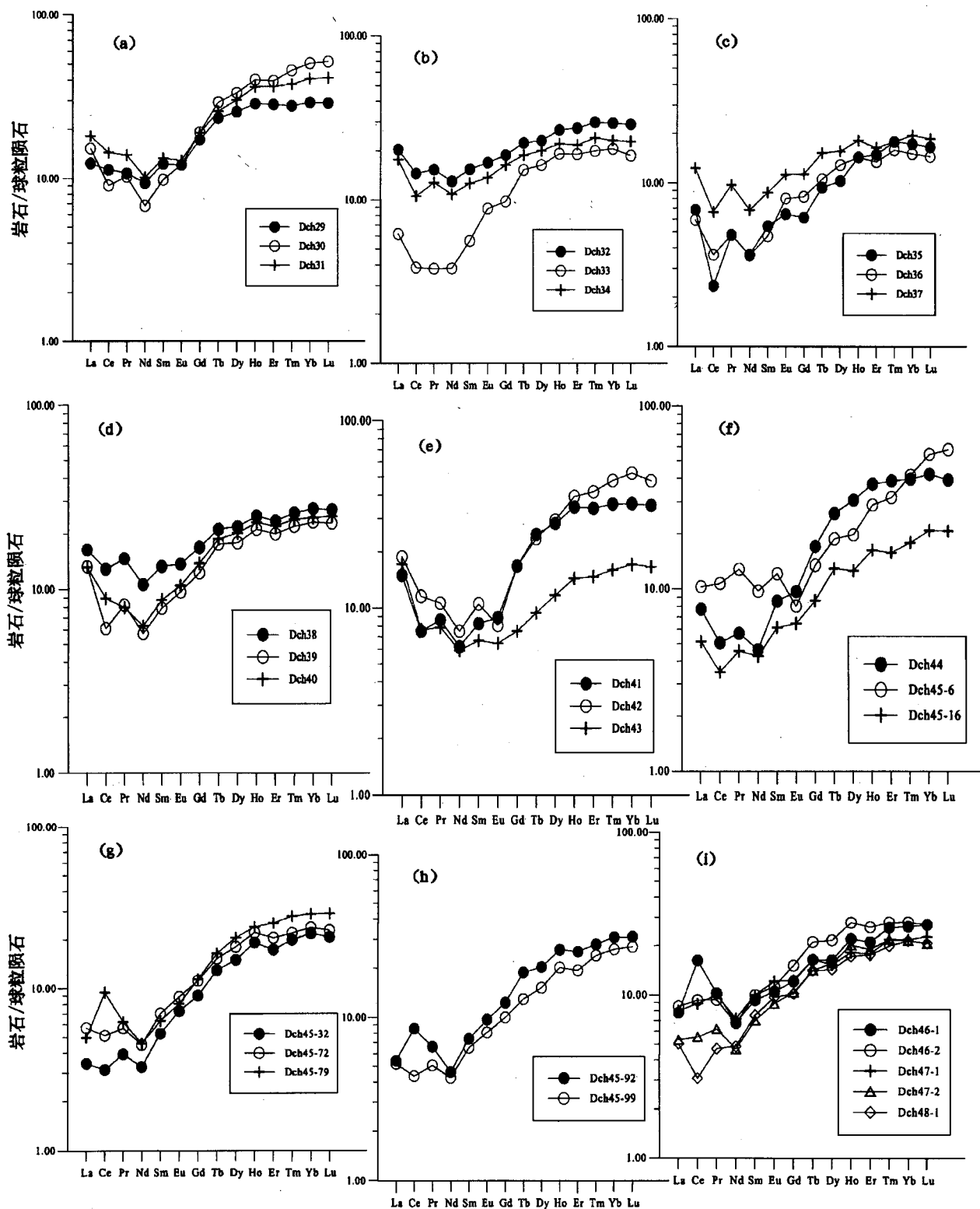


图 4 大虫岭剖面稀土元素北美页岩标准化分布模式
Fig. 4 Shale-normalized REE pattern of chert in Dachongling section

土元素地球化学特征进行了分析研究,这对于探讨 Guadalupian 到 Lopingian 统的沉积环境和物源等的变化情况是很有意义的。

根据 Murray 等(1990,1991)和 Murray(1994),有 3 个稀土元素(REE)参数即 ΣREE , La_n/Ce_n 和 Ce/Ce^* 对于确定硅质岩系的沉积环境是有效的。在

大虫岭剖面中只讨论 Ce/Ce^* 值, 因为 Ce/Ce^* 值在本研究剖面中能很好地反映沉积环境的变化。本文计算 Ce/Ce^* 值用的是 Murray 的方法 (Murray et al., 1991), 具体计算方法如下:

第一步: 将每个硅质岩样品所测得的 14 种稀土元素值进行北美页岩标准化, 即将每一个测试值除以各自的北美页岩平均值。14 种稀土元素的 40 个北美页岩平均值为: La: 32, Ce: 73, Pr: 7.9, Nd: 33, Sm: 5.7, Eu: 1.24, Gd: 5.2, Tb: 0.85, Dy: 5.8, Ho: 1.04, Er: 3.4, Tm: 0.50, Yb: 3.1, Lu: 0.48。

第二步: 计算 Ce/Ce^* 值, 其中 $Ce^* = (La + Pr) / 2$, 即 $Ce/Ce^* = 2 \times Ce / (La + Pr)$, 公式中每一个值均为经过北美页岩标准化以后的值。

从图 2 中可看出, 大虫岭硅质岩剖面中, 硅质岩样品 Ce/Ce^* 正常背景值范围为 0.18~0.79, 而到 Dch44 层顶部之上, 出现 Ce/Ce^* 值高异常带, Ce/Ce^* 值范围为 1.42~1.86 (图 2)。同时, 稀土元素北美页岩分布模式也出现改变, 即在 Dch44 层顶部以下, 出现的是明显的负铈异常, 而到 Dch44 层顶部以上, 乐平统生物地层底界附近却出现多个样品的铈正异常 (图 4)。

从以上分析, 可以看出, 这个 Ce/Ce^* 高异常带的出现和稀土元素北美页岩分布模式中铈正异常层段的出现与放射虫生态演化的突然变化层位相吻合, 所以这一稀土元素地球化学特征的结果可能较好地反应了前乐平世海洋动物灾变事件。

同时, Ce/Ce^* 高异常带和稀土元素北美页岩分布模式中铈正异常层段, 能够指示在乐平统底界附近, 沉积物受陆源物质的影响大幅度增加 (Murray et al., 1990, 1991; Murray, 1994), 陆源物质的增加与海平面的下降有关, 从而又说明了瓜德鲁普世末期 (茅口末期) 出现了海退。

另外由于这个稀土元素异常带延续的时间较长, 所以它又可能指示了前乐平世海洋动物灾变事件可能是持续了一段较长的时间, 再通过生物地层对比可以得出, 这一事件持续的时间相当于卡匹敦期 (Capitanian) 的晚期 (图 2)。

3 岩石学特征

大虫岭剖面由纯净的薄层到极薄层状硅质岩组成, 只有 Dch44 层的顶部以上 1.8 m 厚的岩层, 岩石特征才发生了大的变化, 由原来的薄层到极薄层状含放射虫硅质岩变为极薄层状硅质泥岩, 岩层的单

层厚度明显变薄, 含泥质成分大大增高。在总体外貌上, 这一段岩层明显不同于整个剖面的其他部分。泥质含量的增高, 反映了在这一阶段受陆源物质的影响大大增加 (Murray et al., 1990, 1991; Murray, 1994), 直至乐平统生物地层底界附近才又恢复了原来的面貌 (图 2)。所以大虫岭剖面的岩石学特征也很好地反映了前乐平世海洋动物灾变事件。另外, 陆源物质的增加与海平面的下降有关, 这一特征也说明了瓜德鲁普世末期 (茅口末期) 出现了海退。

4 结论

(1) 乐平统底界附近, 稀土元素地球化学 Ce/Ce^* 值的高异常带、稀土元素分布模式中 Ce 正异常层段 (背景为负异常), 以及岩性特征的明显变化段, 与放射虫动物群突然变化层位相吻合。这一研究结果说明, 前乐平世海洋动物灾变事件在广西钦州地区大虫岭剖面层状硅质岩系中有很好的响应。

(2) 前乐平世海洋动物灾变事件的原因是由于瓜德鲁普世 (Guadalupian) 末期全球性海退引起的, 这一点与金玉环等 (1995) 的观点相同。但作者还得出另外一点看法, 即这一事件持续的时间较长, 相当于卡匹敦期 (Capitanian) 的晚期, 这一点与金玉环等 (1995) 的观点有差别, 金玉环等 (1995) 认为前乐平世海洋动物灾变事件持续时间相当于整个卡匹敦期 (Capitanian), 达 2~4 Ma。

致谢: 我们感谢在野外工作中给予我们帮助的日本 Tokushima 大学的 Ishida Keisuke 教授, 中国地质大学的张宁副教授, 博士生王国庆, 硕士生黄红祥, 感谢其他给予我们帮助的地质工作者。

参 考 文 献

- 金玉环, 张进, 尚庆华. 1995. 前乐平统海洋动物灾变事件. 古生物学报, 34(4): 410~427.
- 金玉环, 王向东, 尚庆华, 王月, 盛金章. 1999. 中国二叠纪年代地层划分和对比. 地质学报, 73(2): 97~108.
- 孙冬英, 夏文臣. 2004. 广西二叠纪深海硅质岩系中瓜德鲁普统至乐平统界线地层牙形石分带及动物群特征. 微体古生物学报, 21(1): 100~106.
- 马文璞. 1996. 华南陆域内古特提斯形迹、二叠纪造山作用和互换构造域的东延. 地质科学, 31(2): 105~112.
- 王玉净. 1994. 广西钦州地区硅质岩及其放射虫化石组合带. 科学通报, 39(13): 1208~1210.
- 王玉净, 罗辉, 邝国敦, 李家骥. 1998. 广西钦州小董—板城上古生代硅质岩相地层. 微体古生物学报, 15(4): 351~366.
- 王成源, 吴健君, 朱彤. 1998. 广西来宾蓬莱滩二叠纪牙形刺与吴家坪阶 (乐平统) 的底界. 微体古生物学报, 15(3): 225~235.
- 王忠诚, 吴浩若, 邝国敦. 1995. 广西晚古生代硅质岩的地球化学及其形成的大地构造环境. 岩石学报, 11(3): 449~455.

- 王忠诚,吴浩若,邝国敦. 1997. 桂西晚古生代海相玄武岩的特征及其形成环境. 岩石学报, 13(2): 260~265.
- 吴浩若,咸向阳,邝国敦. 1994a. 广西南部晚古生代放射虫组合及其地质意义. 地质科学, 29(4): 339~345.
- 吴浩若,邝国敦,咸向阳,等. 1994b. 桂南晚古生代放射虫硅质岩及广西古特提斯的初步探讨. 科学通报, 39(13): 1208~1210.
- 吴浩若,邝国敦,王忠诚. 1997. 广西晚古生代构造沉积背景的初步研究. 地质科学, 32(1): 11~18.
- 吴福元,孙加鹏,张兴洲. 1998. 扬子地块南缘晚古生代洋壳存在的Nd同位素证据. 岩石学报, 14(1): 22~33.
- 殷鸿福,吴顺宝,杜远生,彭元桥. 1999. 华南是特提斯多岛洋体系的一部分. 地球科学——中国地质大学学报, 24(1): 1~11.

References

- Henderson C M. 2001. Conodonts around the Guadalupian-Lopingian boundary in Laibin area, south China: a report of independent test. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 18 (2): 122~132.
- Jin Y G, Zhang J, Shang Q H. 1994. Two phases of the end-Permian mass extinction. In Embry A F, Beauchamp B, Glass D J, eds. *Pangea: Global environments and resources*; Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, 17: 813~822.
- Jin Y G, Zhang J, Shang Q H. 1995. Pre-Lopingian catastrophic event of marine faunas. *Acta Palaeontologica Sinica*, 34(4): 410~427 (in Chinese with English abstract).
- Jin Y G, Wang X D, Shang Q H, Wang Y, Sheng J Z. 1999. Chronostratigraphic subdivision and correlation of the Permian in China. *Acta Geologica Sinica*, 73(2): 97~108 (in Chinese with English abstract).
- Jin Y G, Henderson C M, Wardlaw B R, et al. 2001. Proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the Guadalupian-Lopingian Boundary; Permophiles, 39: 32~42.
- Kuwahara K. 1997. Paleontological study of Late Permian *Albaillella* (radiolarian). *Journal of Geosciences, Osaka City University*, 40: 15~36.
- Kuwahara K. 1999. Phylogenetic Lineage of Late Permian *Albaillella* (*Albaillella*, Radiolarian). *Journal of Geosciences, Osaka City University*, 42: 85~101.
- Ma W P. 1996. The east-stretch of Paleo-Tethys, the Permian orogenesis and changing structure tract in the continent region at South China. *Scientia Geologica Sinica*, 31(2): 105~112 (in Chinese).
- Mei S, Jin Y G, Wardlaw B R. 1994a. Succession of Wuchiapingian conodonts from Northeastern Sichuan and its worldwide correlation. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 11(2): 121~139.
- Mei S, Jin Y G, Wardlaw B R. 1994b. Zonation of conodonts from the Maokouan-Wuchiapingian boundary strata, South China. *Palaeoworld*, 4: 225~233.
- Mei S, Henderson C M, Wardlaw B R, Shi X. 1999. On provincialism, evolution and zonation of Permian and Earliest Triassic conodonts. In: Yin H, Tong J, eds. *Proceedings of the International Conference on Pangea and the Paleozoic-Mesozoic Transition*. Wuhan, March 9-11, 1999. China University of Geosciences Press, 22~28.
- Mei S, Henderson C M. 2001. Comments on some Permian conodont faunas reported from Southeast Asia and adjacent areas and their global correlation. *Journal of Asian Earth Sciences*, 20(2002): 599~608.
- Murray R W. 1994. Chemical criteria to identify the depositional environment of chert: general principles and applications. *Sedimentary Geology*, 90: 213~232.
- Murray R W, Brink M R T B, Jones D L, et al. 1990. Rare earth elements as indicators of different marine depositional environments in chert and shale. *Geology*, 18: 268~271.
- Murray R W, Brink M R T B, Gerlach D C. 1991. Rare earth, and trace elements in chert from the Franciscan Complex and Monterey Group, California: Assessing REE sources to fine-grained marine sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 55: 1875~1895.
- Stanley S M, Yang X. 1994. A double mass extinction at the end of the Paleozoic Era. *Science*, 266: 1340~1344.
- Sun D Y, Xia W C, Liu D J. 2002. Reexamination of radiolarian biostratigraphy in Permian in Pelagic chert sequence at Dachongling Section, South China. *Journal of China University of Geosciences*, 13(3): 207~214.
- Sun D Y, Xia W C. 2004. Zonation of conodonts and characteristics of the conodonts fauna from the Guadalupian-Lopingian boundary strata in pelagic chert sequences in Guangxi. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 21(1): 100~106 (in Chinese with English abstract).
- Wang C Y, Wu J J, Zhu T. 1998. Permian conodonts from the Penglaitan section, Laipin County, Guangxi and the base of the Wuchiapingian Stage (Lopingian Series). *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 15(3): 225~235 (in Chinese with English abstract).
- Wang X D, Sugiyama T. 2000. Diversity and extinction patterns of Permian coral faunas of China. *Lethaia*, 33: 285~294.
- Wang Y J. 1994. Siliceous rock and fossil assemblage zones of radiolarians in Guangxi Qinzhou region. *Chinese Science Bulletin*, 39(13): 1208~1210 (in Chinese).
- Wang Y J, Luo H, Kuang G D, Li J X. 1998. Late Devonian-Late Permian strata of cherty facies at Xiaodong and Bancheng Counties of the Qinzhou Area, SE Guangxi. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 15(4): 351~366 (in Chinese with English abstract).
- Wang Z C, Wu H R, Kuang G D. 1995. Geochemistry and origin of Late Paleozoic cherts in Guangxi and Their explanation of tectonic environments. *Acta Petrologica Sinica*, 11(3): 449~455 (in Chinese with English abstract).
- Wang Z C, Wu H R, Kuang G D. 1997. Characteristics of the Late Paleozoic oceanic basalts and their eruptive environments in West Guangxi. *Acta Petrologica Sinica*, 13(2): 260~265 (in Chinese with English abstract).
- Wardlaw B R, Mei S. 1999. Refined conodont biostratigraphy of the Permian and Lowest Triassic of the Salt and Khizor ranges, Pakistan. In: Yin H, Tong J, eds. *Proceedings of the International Conference on Pangea and the Paleozoic-Mesozoic Transition*. Wuhan, March 9-11, 1999. China University of Geosciences Press, 154~156.
- Wu F Y, Sun J P, Zhang X Z. 1998. The Nd isotopic evidence for Late Paleozoic oceanic crust in southern margin of Yangtze Block. *Acta Petrologica Sinica*, 14(1): 22~33 (in Chinese with English abstract).
- Wu H R, Xian X Y, Kuang G D. 1994a. Radiolarian assemblage and its geological significance in the late Paleozoic Era at South

- Guangxi. *Scientia Geologica Sinica*, 29 (4): 339 ~ 345 (in Chinese).
- Wu H R, Xian X Y, Kuang G D. 1994b. Preliminary research of late Palaeozoic radiolarian chert in the south Guangxi and Guangxi Paleo-Tethys. *Chinese Science Bulletin*, 39(13):1208~1210 (in Chinese).
- Wu H R, Kuang G D, Wang Z C. 1997. Preliminary study on Late Paleozoic tectonic sedimentary settings in Guangxi. *Scientia Geologica Sinica*, 32 (1): 11 ~ 18 (in Chinese with English abstract).
- Ying H F, Wu S B, Du Y S, Pang Y Q. 1999. South China is one part of Tethys multi-island ocean system. *Geoscience—Journal of China University of Geoscience*, 24(1):1~11 (in Chinese).

Response of the Pre-Lopingian Marine Animal Crisis Event in Chert Sequence

SUN Dongying¹⁾, ZHANG Hui¹⁾, XIA Wenchen²⁾

1) *Faculty of Tourism, Jiujiang University, Jiujiang, 332005*

2) *Faculty of Earth Science, China University of Geosciences, Wuhan, 430074*

Abstract

In a bedded chert section at Dachongling in Xiaodong town of Qingzhou, Guangxi, the authors found a rare earth elements (REE) geochemical anomaly zone with higher Ce/Ce* values, a positive Ce anomaly zone (the background is negative Ce anomalous zone) in the shale-normalized REE pattern, and a zone of sharp lithological change at the basal boundary of the Lopingian Series. These zones coincide with the zone of sharp change in radiolarian groups. This fact may indicate that the pre-Lopingian crisis event are reflected very well in this section. It is inferred that the cause of the event was a global regression at the end of the Guadalupian, and the event continued for a long time that is equal to the late Capitanian period.

Key words: crisis event; radiolarian; rare earth elements; lithological characteristics; Qingzhou, Guangxi