

云南梅树村剖面磷块岩底部 过渡层碳、氧同位素研究

武希彻 欧阳麟

(云南省地质科学研究所)

前言

为了解梅树村剖面中谊村段底部白云质磷块岩与下伏小歪头山段含磷白云岩接触界面上下沉积环境及其演变,过去曾从宏观地质特征、岩石化学成分、微量元素、重砂矿物及生物化石等方面进行过综合研究。其成果表明,两岩性段界面上下呈渐变过渡关系,其沉积环境由潮间相向潮间—潮下高能相过渡。由于界面上下均为高能环境,二者间有时出现水下冲刷现象(罗惠麟等 1982, 1984)。本文试图通过碳、氧稳定同位素研究,获得更多信息。

一、样品地质特征

样品系选取两岩性段接触界面上下岩层中的白云石单矿物,目的是使它既能反映界面上下岩石的沉积环境,同时又有共同对比的基础。经岩石薄片研究表明,样品中的大部分白云石均为同生或准同生隐—粉晶状矿物,少量为同生内砂屑状隐晶白云岩岩屑。因此,白云石是较理想的碳、氧同位素研究对象。

6 件样品中,4 件采自梅树村剖面(图版,图 1),两件取于梅树村剖面西 700m 的磷矿采场断面上(图版,图 2)。6 件样品的岩石特征如下:

样品 1:小歪头山段顶部含磷石英砂质白云岩(图版,图 3),其中隐—粉晶白云石 60%,隐晶白云岩屑 20%,石英(包括少许硅质岩屑、长石、板岩等陆屑)15%,胶磷矿 5%。

样品 2:中谊村段底部条纹条带状白云质磷块岩(又称过渡层,见图版,图 1 中 2 号样层)。由含磷白云岩条带与白云质磷块岩条纹条带相间组成。具波状层理,长形砾屑双向排列(图版,图 4)。白云石(包括少量白云岩内碎屑)70%左右,磷质颗粒 30%,石英 1%。

样品 3:为中谊村段管近底部白云质磷块岩中的白云岩透镜体,大小 15cm×4cm,主要由隐—粉晶白云石组成,胶磷矿内砂屑约 5%。

样品 4: 中谊村段近底部厚层块状白云质磷块岩。镜下显条纹构造, 主要由白云石和胶磷矿相对富集而显出(图版, 图 5)。白云石 40% 左右, 磷质颗粒(假鲕、内砂屑为主, 少许鲕粒和软舌螺化石) 60%, 石英 1—2%。

样品 5: 小歪头山段含磷白云岩(图版, 图 6), 粉晶白云石 75%, 隐晶白云岩屑 20%, 胶磷矿 3%, 石英 2%。

样品 6: 中谊村段底部叠层石磷块岩, 叠层构造主要由相对富集的白云石、磷硅质和少部分磷质层纹相间组成(图版, 图 2、7)。层纹宽 0.1—1.2mm 不等。隐—粉晶白云石 50%, 隐晶硅质 25%, 胶磷矿 20%, 石英 <1%, 黄铁矿假象褐铁矿(立方体大小 0.05—0.2mm) 2%, 主要富集于磷、硅质叠层中。

二、样品加工及分析流程

野外采下两岩段界面上下的大块岩样, 按不同岩性界面劈开取小层样品, 用不锈钢钵破碎, 过 50 目至 150 目的筛, 对不同粒级分别电磁选, 从中选择白云石较纯的粒级用蒸馏水在超声波清洗器中清洗、自然干燥、双目镜下挑纯的白云石, 最后经有经验的重砂工作人员检查合格后送作碳、氧同位素下一步流程。

稳定同位素分析测定工作是由国家地震局地质研究所承担。系采用 MAT251 稳定同位素质谱计测定。

三、分析测定结果

梅树村白云石碳、氧同位素分析结果见表 1, 其精度优于 $\pm 0.1\text{‰}$ (2σ)。

表 1 梅树村剖面白云石碳、氧同位素成分

Table 1 Carbon and oxygen isotopic compositions of dolomite from the Meishucun section

地点	层位	样号	岩性	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}(\text{‰})$		$\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}(\text{‰})$	
梅树村剖面 (一采区)	中谊村段	4	白云质磷块岩	-2.17	平均-1.96	-7.76	平均-7.47
		3	白云岩(透镜体)	-2.60		-7.57	
		2	条带状白云质磷块岩	-1.65		-7.08	
	小歪头山段	1	含磷石英砂质白云岩	-1.79		-7.49	
昆阳磷矿 (二采区)	中谊村段	6	叠层石磷块岩(贫矿)	-2.42		-7.60	
	小歪头山段	5	含磷内砂屑状白云岩	-2.32		-7.68	

上述结果表明:

1. 两岩性段界面之上的中谊村段样品(2、3、4 号样取平均值)与其下伏的小歪头山段样品相比, ^{12}C 值有增加趋势, 其 $\delta^{13}\text{C}$ 差值为 -0.1 — -0.25‰ ; 从单个样品的垂向变化看, 紧靠岩性段分界面上下样品的 $\delta^{13}\text{C}$ 差值(绝对值)分别为 0.14‰ (1、2 号样差值)和 0.1‰ (5、6 号样差值), 见图 1。

2. 不同地点而层位相当的样品是二采区(5号样)比梅树村剖面(1号样)富 ^{12}C , 其 $\delta^{13}\text{C}$ 差值

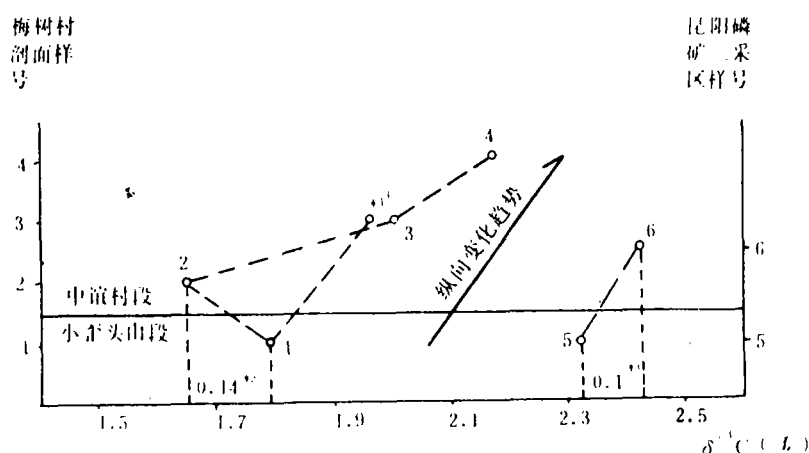


图 1 样品 $\delta^{13}\text{C}$ 纵向、横向变化图

*¹ 为 2、3、4 号样品 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值投影点, *^{2,3} 分别为二剖面中谊村段与小歪头山段分界上下样品 $\delta^{13}\text{C}$ 的差值,
*⁴ 此样点与梅树村剖面相距 700m

Fig. 1. Vertical and horizontal variations in $\delta^{13}\text{C}$ from the samples.

*¹ indicates the projected point of the average $\delta^{13}\text{C}$ values for Samples 2, 3, 4; *^{2,3} indicates the D-values of $\delta^{13}\text{C}$ from the samples collected around the boundary between the Zhongyicun member and the Xiaowaitoushan member in the section; *⁴ indicates a distance of 700 m between the sampling location and the Meishucun section.

为 -0.53% ; 中谊村段样品也是二采区(6号)比梅树村剖面(2、3、4 号平均)富 ^{12}C (见上图), 其 $\delta^{13}\text{C}$ 差值为 -0.48% 。

3. 6 件白云石样 $\delta^{18}\text{O}$ 的平均值为 -7.53% , 其最大值与最小值的差为 0.68% 。

四、讨论

1. 据资料, 不同时代海相碳酸盐岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 值差别很小, 而不同沉积环境形成的碳酸盐岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 值有明显差别。Baertschi(1957)从世界各地碳酸盐样品中测得海相样品 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -3.2 — $+5.2\%$, 平均 -1.16% ; 淡水相样品 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -18.5 — $+8.5\%$, 平均 -4.34% 。Clayton 和 Degens(1959)测得海相碳酸盐岩 $\delta^{13}\text{C}$ 为 -6.39 — 0.0% , 平均 -1.54% ; 非海相碳酸盐岩 $\delta^{13}\text{C}$ 为 -11.07 — -2.59% , 平均 -6.66% 。因此, 梅树村 6 个样品的 $\delta^{13}\text{C}$ 值均在海相碳酸盐岩范围内, 但其平均值(-2.06%)比上述海相样品平均值(-1.16% 或 -1.54%)略低, 而比淡水相样品平均值(-4.34% 或 -6.66%)高得多。

2. 海相碳酸盐岩碳同位素具有指相信息。据 Müller(1968)对德意志民主共和国二叠系施塔富斯特碳酸盐岩五个相带的研究, 存在着边缘岸堤和岸堤相富含重同位素, 泻湖相较轻, 而盆地内部最轻的结论(表 2)。梅树村样品虽不多, 但也存在类似的结果, 即潮间相 $\delta^{13}\text{C}$ 值比潮间—潮下高能相的高(表 3)。

五、结论

1. 梅树村剖面中谊村段与小歪头山段白云石的 $\delta^{13}\text{C}$ 值均属海相沉积范围, 且紧靠分界面

上下样品的 $\delta^{13}\text{C}$ 差值很小(0.14‰),岩性上呈明显过渡,两者为整合关系。

表 2 施塔富斯特碳酸盐岩五个相带的 $\delta^{13}\text{C}$ 值

Table 2 The $\delta^{13}\text{C}$ values in five facies belts of Schtafust carbonate rocks

相 带	东北部 $\delta^{13}\text{C}$ (‰)	东南部 $\delta^{13}\text{C}$ (‰)	两地 $\delta^{13}\text{C}$ 差值
边缘岸堤	4.21	4.48	0.27
岸堤	4.13	4.24	0.11
斜坡	2.93		
盆地内部	2.68	2.20	0.48
泻湖		3.60	

表 3 梅树村不同相带白云石的 $\delta^{13}\text{C}$ 值

Table 3 The $\delta^{13}\text{C}$ values for dolomite from the different facies belts in the Meishucun section

相带·	梅树村剖面(一采区) $\delta^{13}\text{C}$ (‰)		二采区 $\delta^{13}\text{C}$ (‰)	两地 $\delta^{13}\text{C}$ 差值
潮间—潮下高能带	-2.17	平均-1.94	-2.42	0.48
	-2.00			
	-1.65			
潮间	-1.79		-2.32	0.53

* 据参考文献 1、2,梅树村地区小歪头山段为潮间相,中谊村段为潮间—潮下高能相。

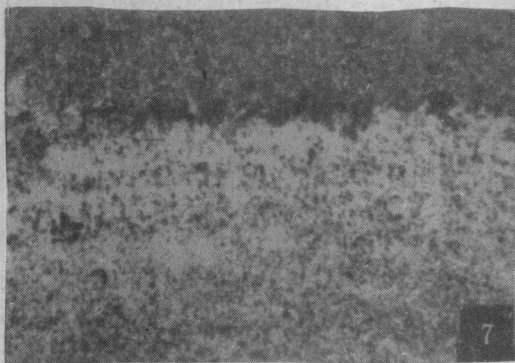
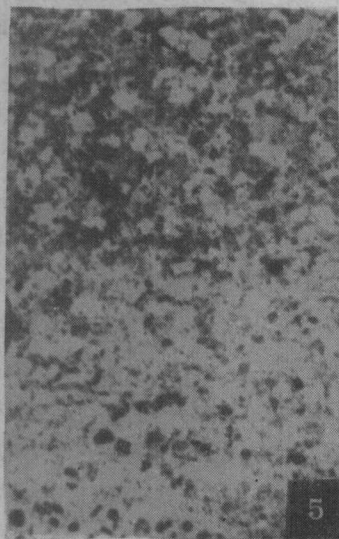
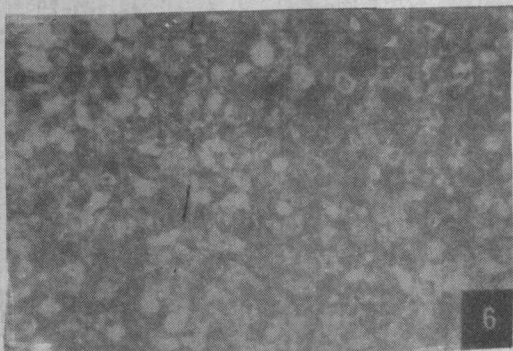
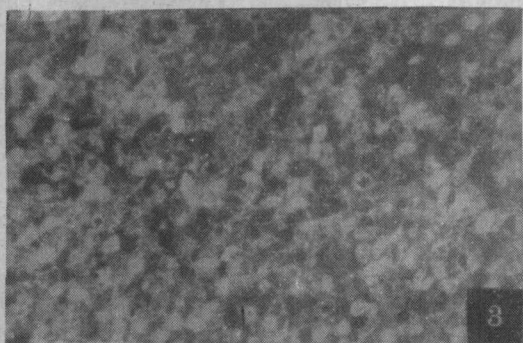
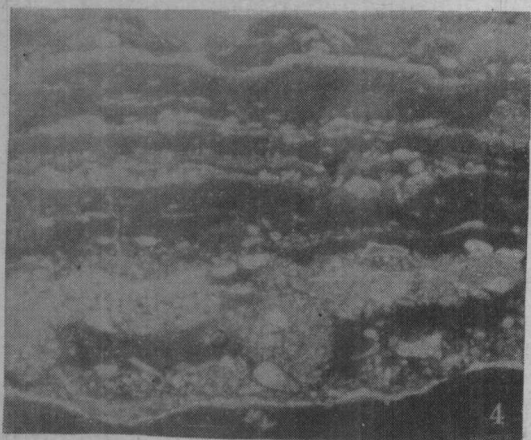
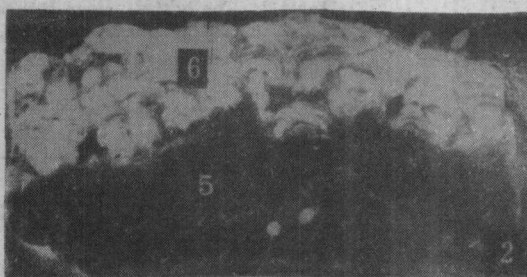
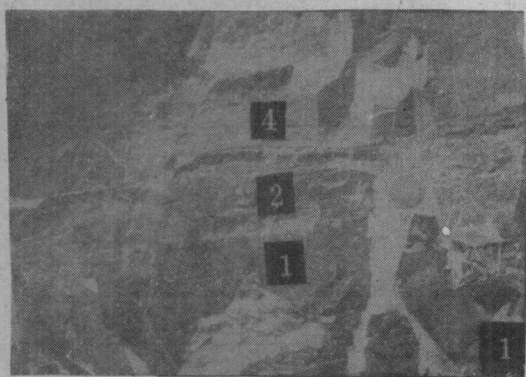
2. 昆阳磷矿二采区中谊村段与小歪头山段样品的碳同位素表明,二者界面上下白云石的 $\delta^{13}\text{C}$ 差值很小(0.1‰),其间的平整接触界面属沉积冲刷构造。

3. 两岩段界面上下样品(纵向)和相同层位不同地点样品(横向)的 $\delta^{13}\text{C}$ 差别可能是沉积环境或沉积相不同引起。它既与水的深浅(反映介质的氧化还原作用)有关,也与生物的多少(生物在中谊村段更为发育)及其在氧化条件下腐败形成富含 ^{12}C 的二氧化碳有关。

4. 如果说海相沉积碳酸盐岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 值随地质时代呈有规律变化的话,那么梅树村白云石的 $\delta^{18}\text{O}$ 值对该地层沉积时代属早寒武纪或晚前寒武纪提供了佐证。

5. 有人认为,在前寒武纪—寒武纪界线附近出现 $\delta^{13}\text{C}$ 减少 2‰,与成磷事件之前有一广泛分布的相对缺氧期(Yudomski 事件)存在相一致(P·S·摩克, J·H·谢尔登, 1984)。梅树村剖面 6 件白云石样正处于震旦系—寒武系界线附近,其 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值比一般海相碳酸盐岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值低 0.52‰或 0.9‰,与上述结论大体吻合。其是否与 Yudomski 事件有关,值得进一步研究。

参加野外工作的还有昆阳磷矿张世山同志。电磁选及挑样为吴梅英同志负责,李如植同志负责精选样品的检查,国家地震局地质研究所叶莲芳同志进行碳、氧同位素测定。文成后,蒙中国科技大学陈江峰、程伟基、周泰禧等老师,给予热情指教,并审阅全文,在此一并致谢。



图版说明

- 图 1. 小歪头山段与中谊村段整合接触, 岩性渐变过渡, 1、2、4 为采样号(3 号样位于 4 号样左侧约 3m 处, 已出图), 梅树村剖面。
- 图 2. 中谊村段磷质叠层石沿冲刷面向上生长, 下伏浅色部分为小歪头山段含磷骨砂屑粉晶白云岩, 5、6 为样号。昆阳磷矿二采区。
- 图 3. 小歪头山段顶部含磷石英砂质白云岩, 白色砂屑为石英, 黑色颗粒为胶磷矿, 灰色者为白云石或白云岩内碎屑。单偏光, $\times 23$ 。梅树村剖面。
- 图 4. 中谊村段底部条纹条带状白云质磷块岩(过渡层), 条纹条带宽 1—20mm 不等, 具波状层理, 磷质内碎屑显双向排列。 $\times 0.86$, 梅树村剖面。
- 图 5. 中谊村段底部白云质磷块岩, 镜下显条纹构造, 条纹宽 2—3mm, 由白云石(上部浅色部分)和胶磷矿(上部深色部分)相对富集而成。正交偏光, $\times 23$ 。梅树村剖面。
- 图 6. 小歪头山段含磷内砂屑状粉晶白云岩, 黑色不规则颗粒为胶磷矿, 较深色颗粒为白云岩内砂屑, 灰白色者为白云石粉晶, 单偏光, $\times 23$ 。昆阳磷矿二采区。
- 图 7. 中谊村段底部叠层石磷块岩, 深色部为磷, 硅质层纹(下部), 浅色部分为白云石层纹(上部)。单偏光, $\times 12$ 。昆阳磷矿二采区。

EXPLANATIONS OF PLATES

1. Conformable contact between the Xiaowaitoushan member and the Zhongyicun member. The lithology is gradually transitional. The figures 1, 2 and 4 represent the sampling locations (Sample 3 beyond the plate is located at a distance of about 3 m on the left side of Sample 4). Meishucun section.
2. Phosphatic stromatolites in the Zhongyicun member grow upwards along scour surface. The underlying light-coloured part consists of P-bearing intraclastic sandy dolosiltite. The figures 5 and 6 represent sample numbers. No. 2 Mining District in the Kunyang phosphorite deposit.
3. P-bearing quartzose sandy dolostone on the top of the Xiaowaitoushan member. White sands consist of quartz, black grains collophane and grey ones the intraclasts of dolomite or dolostone. Plane-polarized light, $\times 23$. Meishucun section.
4. Laminated banded dolomitic phosphorite (transitional beds) at the bottom of the Zhongyicun member. The bands with wavy beddings range from 1 to 20 mm in width. Phosphatic intraclasts are bidirectional. Thin section, $\times 0.86$. Meishucun section.
5. Dolomitic phosphorite at the bottom of the Zhongyicun member. Banded structures are seen in thin section. The bands varying from 2 to 3 mm are composed of dolomite (the upper light-coloured part) and collophane (the upper dark-coloured part). Cross-polarized light, $\times 23$. Meishucun section.
6. P-bearing intraclastic sandy dolosiltite in the Xiaowaitoushan member. Irregular black grains consist of collophane; the darker-coloured ones the intraclasts of dolostone and the greyish

white ones dolomite silts. Plane-polarized light, $\times 23$. No. 2 Mining District in the Kunyang phosphorite deposit.

7. Stomatolitic phosphorite at the bottom of the Zhongyicun member. The dark-coloured part consist of phosphatic and siliceous laminae (in the lower part) and the light-coloured one dolomite laminae (in the upper part). Plane-polarized light, $\times 12$. No. 2 Mining District in the Kunyang phosphorite deposit.

参 考 文 献

- [1] 罗惠麟等, 1982, 云南东部震旦系—寒武系界线, 云南人民出版社。
 [2] 罗惠麟等, 1984, 云南晋宁梅树村震旦系—寒武系界线, 云南人民出版社。
 [3] 涂光炽等, 1984, 地球化学, 上海科技出版社。
 [4] 程伟基, 1982, 碳同位素与矿物成因, 地质地球化学, 3 期, P22—25
 [5] J. 维齐尔 (Veizer), J. 霍夫斯 (Hoefs), 1979, 沉积碳酸盐中 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 和 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 的长期变化趋势, 氧同位素地球化学译文集, 科学技术文献出版社, P. 373—381。
 [6] P. J. 库克 (Cook), J. H. 谢戈尔德 (Shergold), 1984, 前寒武纪—寒武纪界线附近的磷、磷块岩和生物骨骼的演化, "Nature", V. 308, P. 231—236, (陈兴贤摘译)。

The Study of Carbon and Oxygen Isotopes from Transitional Beds at the Bottom of Phosphorites in Meishucun Section, Yunnan

Wu Xiche Ouyang Lin

(Yunnan Institute of Geological Sciences)

Abstract

Based on the study of the characteristics of stable isotopes of carbon and oxygen from dolomite in phosphatic dolostone and dolomitic phosphorite samples successively collected from the strata above or below the boundary between the Xiaowaitoushan and Zhongyicun members in Meishucun section, the $\delta^{13}\text{C}$ values have been determined within the range from -1.65 to -2.42% , indicating that the rocks are ascribed to marine sedimentary carbonate rocks. The increasing tendency of $\delta^{12}\text{C}$ values for the samples from bottom to top shows that there is a conformable gradational contact between the two lithologic members, in general agreement with the results on the study of petrology, petrography and palaeontology of Meishucun section made by the previous workers. The $\delta^{18}\text{O}$ values range between -7.08 and -7.67% , similar to the average $\delta^{18}\text{O}$ values of seven Cambrian dolomite samples (-7.9%) determined by Veizer and Hoets (1976), thus providing another evidence for the determination of the stratigraphic ages for the boundary of Meishucun section.