

文章编号: 1000-0550 (2005) 01-0041-08

赣西北上寒武统西阳山组碳酸盐岩岩石学特征 及沉积环境分析

李春峰¹ 张雄华² 蔡雄飞²

1 (同济大学海洋地质教育部重点实验室 上海 200092)

2 (中国地质大学地球科学学院 武汉 430074)

摘要 主要通过修水县港口地区野外 1:5 万地质填图而实测到的三条剖面(沙墩上、岩背、洞下)的详细研究,阐明西阳山组的岩石学及地层分布特征,进而分析得出本区西阳山组为深水碳酸盐台地斜坡环境沉积。鉴别出三个主要沉积相:环台地再沉积碎屑裙相、碳酸盐浊流沉积相和半远洋泥质沉积相。并在此基础上,又对本区西阳山组沉积过程的动态变化以及灰岩透镜体、扁豆体的成因作了初步分析,认为灰岩透镜体的成因是多源的,往往是多种作用共同作用的结果。另外,还发现西阳山组碳酸盐地层沉积旋回具有自相似和多重分形的特征。

关键词 西阳山组 碳酸盐岩 沉积相 灰岩透镜体 碳酸盐沉积旋回

第一作者简介 李春峰 男 1970 年出生 博士 地质过程的物理分析

中图分类号 P521.2 **文献标识码** A

赣西北地区中上寒武统为一套巨厚的含泥质碳酸盐沉积,自下而上分为两个组:华严寺组和西阳山组^[1~4]。西阳山组的横、纵向变化都较大,主要岩性为泥晶灰岩与泥质泥晶灰岩、灰质泥岩互层。泥晶灰岩层常呈透镜状、扁豆状等特征。文献中对本区西阳山组岩石学特征及沉积环境的详细分析至今仍非常少,关士聪等^[5]认为本区上寒武统为潮下深水还原环境沉积,属深水盆地相;王鸿祯等^[6]的古地理图将本区上寒武统划属深浅海碳酸盐组合,为海相稳定沉积类型。本文在地质填图的基础上^[7],对研究区内西阳山组碳酸盐沉积做了较详细的分析研究,以期以后的工作提供第一手的参考资料。

1 西阳山组岩石学特征

研究区西阳山组碳酸盐岩可分为原地碳酸盐岩和再沉积碳酸盐岩两个系列,每个系列下又有多个岩石类型(图 1)。

1.1 原地碳酸盐岩

占西阳山组碳酸盐岩的 90% 以上,岩石中普遍含有较多的泥质与炭质,为泥质泥晶灰岩,局部重结晶为灰质细晶灰岩。常呈中或薄层状产出,纹层发育并由泥质、少量粉砂石英及炭质相对集中而显现出

来。岩石中生物化石很少见。

含透镜体泥质泥晶灰岩:为西阳山组中最常见的岩石类型,构成了西阳山组岩石的主体特征。灰岩透镜体的大小形状各异,长轴一般在 3~30 cm 间。透镜体中纹层欠发育,颜色一般较浅,为灰白色。透镜体一般顺层排列,长轴平行于地层面,但也有例外。透镜体成分为泥晶灰岩,自生矿物方解石含量在 80% 以上,石英及其它陆源碎屑及炭质的含量不大于 10%,普遍含有星点状黄铁矿,基本无孔隙发育。在洞下,泥晶灰岩因重结晶作用而成为细晶灰岩。透镜体周围的泥质泥晶灰岩中的纹层发育,平直或弯曲情况都有,颜色较深,为灰黑色。自生矿物方解石含量在 65%~80% 间,粒度在 0.005 mm 左右,晶形多不规则,石英常见,含量为 5%~10%,晶形亦不规则,星点状黄铁矿也较常见。另外泥质泥晶灰岩中还含有较多的不透明的炭质,致使岩石薄片在镜下较污浊。显微镜下灰岩透镜体与泥质泥晶灰岩条带的突变接触关系明显。

细条带状泥质灰岩:由泥质泥晶灰岩与泥晶灰岩相间而构成条带状,泥质泥晶灰岩条带较规划,厚度多在 0.5~4 cm 间,常为深灰色,毫米级纹层较发育;泥晶灰岩条带则多不连续,常呈扁豆状或长的透镜状

等,厚度多在 0.5~3 cm 间,纹层不明显,其表面颜色较泥质泥晶灰岩颜色浅,为灰白色。由于受到风化溶蚀等作用,泥质灰岩条带较灰岩条带在露头上相对凸出,表现出差异风化特征。

纹层状泥质泥晶灰岩:不具条带状构造,发育毫米级水平纹层,纹层较规则,偶见有微波状起伏。此类岩石较少见,但野外特征明显,呈间隔单层产出,单层厚度稳定,在 10~50 cm 间。在洞下,因含有较多的泥质和炭质,岩石表面易风化淋漓而成叶片状,可沿毫米级纹层剥离。风化表面为黄或黄白色,新鲜面为灰色。

含扁豆体泥质泥晶灰岩:发育较少,扁豆体多为泥晶灰岩条带变形而成,其宽度较小,一般不超过 5 cm,因呈扁豆状而与透镜体相区别。扁豆体周围的泥质泥晶灰岩中纹层明显。

含炭质灰质泥岩夹灰岩扁豆体:此类岩石较少见。泥岩为灰黑色,含有较多的炭质及石英。在单偏光下,炭质相对富集而成层状或网络状,致使薄片表面极污浊。岩石中方解石含量低于 30%;石英含量可达 15%,其晶形发育不好。扁豆体成分为泥晶灰岩,薄而延伸长,长度可达 20 cm。

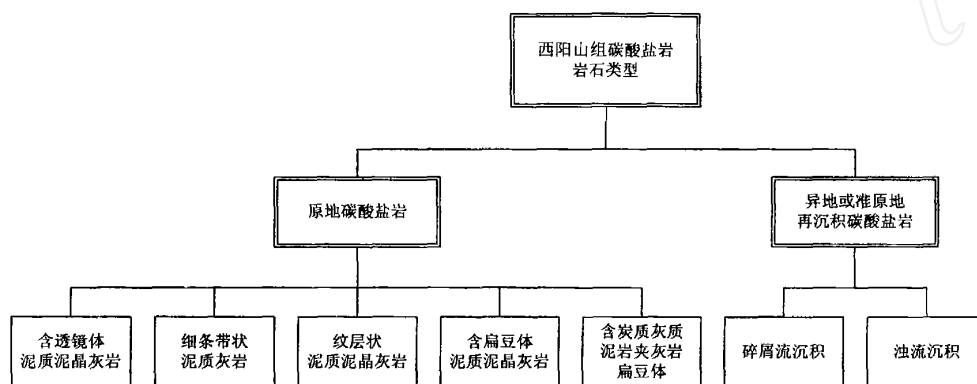


图 1 研究区内西阳山组碳酸盐岩岩石分类

Fig 1 Carbonate rock types of the Xiyangshan Formation in the study area

1.2 异地或准原地再沉积碳酸盐岩

区内再沉积碳酸盐岩较少发育,且各层的厚度均较小,间隔分布在原地碳酸盐岩层间(图 2)。Dott^[8]把海下重力搬运和沉积分成四类,即岩崩、滑动和滑塌、碎屑流和浊流。研究表明沙墩上剖面上部发育三层碎屑流沉积,岩背剖面中有两层为碎屑流沉积,另外有一层浊流沉积。

沙墩上剖面碎屑流沉积 自下到上,对三层砾屑灰岩特征分述如下:

砾屑岩席 1:厚约 0.90 m,砾屑含量约 45%,基质支撑。砾屑成分为泥晶灰岩,长轴一般在 1.5~6cm 间,排列略具定向性,磨圆及分选程度较低。

砾屑岩席 2:厚约 24 m,砾屑的排列杂乱无章,含量约 55%,其成分包括有原岩的泥晶灰岩及泥质泥晶灰岩。泥质泥晶灰岩砾屑常呈断续状,局部弯曲而成小挠曲,残留有早期滑塌痕迹,表明重力流作用发生时岩石尚未完全固结,显示出一定程度的塑性。由

于砾屑成分为泥晶灰岩或泥质泥晶灰岩,与下伏原地碳酸盐岩成分一致,故推测此砾屑岩席为准原地再沉积碳酸盐岩,搬运距离相对较近。

砾屑岩席 3:厚约 5 m,灰岩砾屑显定向性,与层面夹角约 35°,砾屑含量达 80%,最大者为 17 cm × 1 cm, 5 cm × 3 cm,砾屑形状有长条状、椭圆状、板状及其它不规则形状,分选磨圆程度均较差。基质成分为灰质泥岩,颜色相对较深。镜下研究发现,砾屑为砂屑泥晶灰岩,具粒屑结构,方解石颗粒具明显的聚片双晶及解理,晶形发育中等,颗粒总含量约 41%。泥晶基质表面污浊,常富集为团块,含量约 50%,砾屑周围的基质中炭质及石英含量约占 70%,石英粒度细小,形状多不规则。岩石中孔隙发育。上述砾屑特征与基质特征明显不同,分界线明显。由于砾屑的成分明显不同于原地碳酸盐岩的成分,砾屑不可能来源于原地碳酸盐岩,可能是浅水台地成因的沉积物的崩解物,故此砾屑岩席为异地再沉积碳酸盐岩。

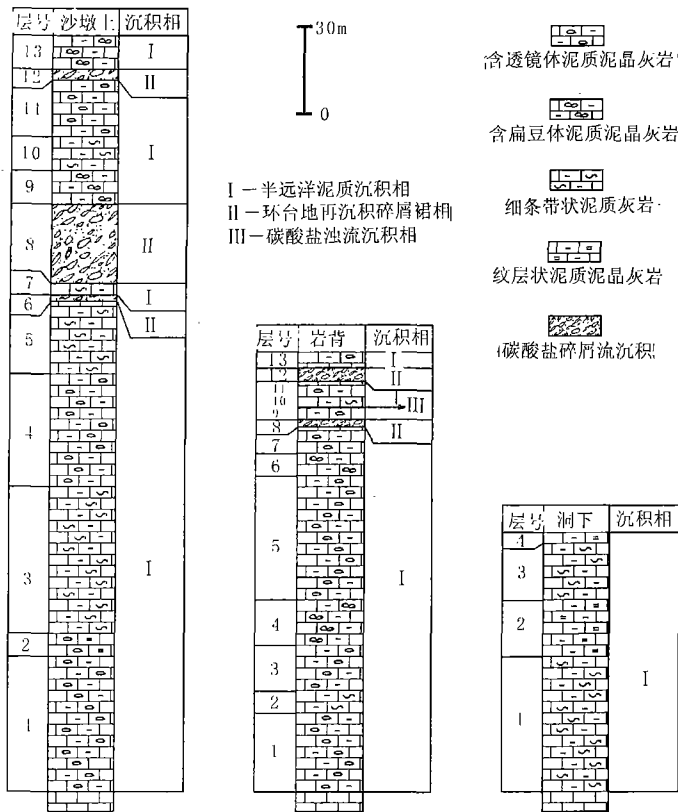


图 2 三条剖面上西阳山组岩石柱状图

Fig 2 Depositional profiles of the Xiyangshan Formation from three lithological columns

岩背剖面碎屑流沉积 自下至上,对两层碎屑流沉积特征分述如下:

砾屑岩席 1:砾屑含量约 70%,排列具较好的定向性,略具一定程度的磨圆,分选不好,大小在 4 cm ×1 cm ~ 20cm ×4cm 间,砾屑最长轴与原始层面夹角约 15°。本岩席顶部的砾屑含量明显减少,粒度亦变小,表现为一定程度的粒序性。粒序性的存在及砾屑的较好的定向性表明此砾屑岩席为一低密度碎屑流沉积。砾屑的最优产状为 245° 32°,消除地层倾斜的影响,表明碎屑流总体向西南方向流动。

砾屑岩席 2:厚约 7m,砾屑含量 50%,排列略具定向性,但没有本剖面中砾屑岩席 1 中的砾屑定向性好,磨圆度亦稍低,砾屑成分为泥晶灰岩。综合上述特征可判断砾屑岩席 2 为一近源碎屑流沉积。

上述各岩席尽管在砾屑含量、来源及离源远近等方面存在一些差别,但都应为碎屑流沉积,具有碎屑流沉积的主要特征: 没有滑动块体,少见截切,揉皱等滑动构造,均由砾屑和基质组成; 砾屑在移动和沉积过程中,几乎没有什么分异,个别具不明显的粒

序层; 缺乏牵引流逆行砂丘,平坦层,交错层理和波痕; 向下坡方向流动。沙墩上剖面与岩背剖面中的砾屑岩席不具有可对比性,显示各砾屑灰岩的物源供给方式为点源类型。

岩背剖面浊流沉积 浊流沉积区代表了台地下斜坡与盆地边缘的过渡地带。一般认为细粒浊流在成因上与碳酸盐碎屑流紧密联系,碎屑流沉积岩在斜坡下方会逐渐过渡为浊积岩。本区浊流沉积发育极少,发现仅在岩背剖面发育一层,厚度约 20 cm,粒度较细,主要为粉砂级的碳酸盐颗粒组成。据鲍马序列,本层浊积岩的底部 A 段缺失,顶部 E 段不明显。

Td—具水平纹层的细条带状泥晶灰岩,灰岩与泥质灰岩互层,顶部灰岩层呈扁豆状。厚约 7 cm。

Tc—泥晶灰岩,交错纹层特别明显。厚约 5cm。

Tb—纹层状泥晶灰岩,平行纹层。厚约 8 cm。

2 灰岩透镜体及扁豆体的成因探讨

含透镜体、扁豆体泥质灰岩是西阳山组的主要岩石类型。有关透镜体成因的论述尚为少见,它们往往被认为是单一因素作用的结果。笔者通过详细研究发现,其成因不是单一的,而是多源的,包括几种作用或几种作用相叠加(图 3)。这些作用包括同生、准同生变形,次生变化作用及后期构造作用。对岩石中不同成因的透镜体或扁豆体的正确分析及判别,有助于帮助了解成岩环境、成岩过程作用机制及成岩后生变化特点。下面对这几种可能的成因进行分述:

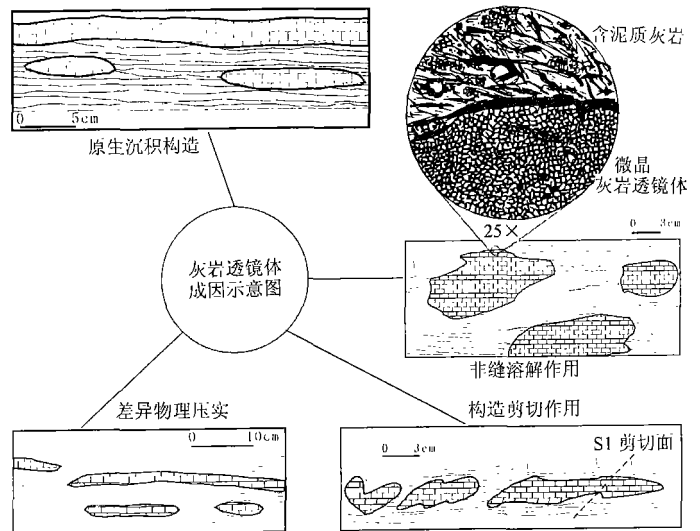


图 3 灰岩透镜体及扁豆体的成因作用示意图

Fig 3 Schematic diagram showing the possible causes for carbonate lens

原生沉积构造—沉积香肠构造 一般认为是准同生变形的产物,可以很好地解释地层纵剖面上所见的一些灰岩透镜体的成因。实际工作中,常见灰岩透镜体泥质灰岩中的纹层平行延伸,没有明显的变化,并且灰岩透镜体中的纹层与周围泥质灰岩中的纹层不连续,在透镜体发育层之上或之下的泥晶灰岩条带则基本无变化,这些特征很难用其它成岩作用来解释。同生沉积石香肠在岩石的纵剖面或横剖面上表现为扁豆体或透镜体,而沉积在灰岩石香肠之上或之下的泥质灰岩中的纹层几乎没有变形。

非缝溶解作用 为了解释石灰岩和白云岩中一些比较少见的沉积构造和纤细交织组构, Wanless^[9]认为在含有少量粘土或板状粉砂的易起反应的石灰岩单元中,压溶作用发生在整个单元的所有颗粒接触面,致使整个单元体积减小,但不会产生优先的溶解面或缝。仔细研究表明,本区泥质灰岩中的灰岩透镜体至少部分地经受过非缝溶解作用,透镜体构造可由原来比较连续的泥晶灰岩层受差异溶解而形成。表现为泥质灰岩条带中的纹层聚敛于灰岩透镜体的末端,透镜体间具有可连接的藕丝状纹层,透镜体本身呈现向外凸出的面。镜下研究发现,接近于灰岩透镜体的顶或底时,不溶的残渣(泥质或炭质)的数量增加,呈现为黑色条带(图 3)。这些现象不可能用单纯的物理压实来解释。

差异物理压实作用 这种作用在沉积物成岩过程中常见,同时也最容易被用来解释灰岩透镜体的成因。单纯由这种作用形成的透镜体间无相连接的纹层,透镜体间泥质灰岩中的纹层因挤压而构成楔入褶皱,透镜体上下层一般平行,层面平直而无凸起。差异压实作用的发生表明沉积物富含水分和缺乏早期胶结作用。

构造剪切作用 这种作用形成的灰岩透镜体有比较特殊的特征,又往往与构造相伴生,故较易鉴别。表现为透镜体间泥质灰岩中的纹层形成明显的楔入褶皱,各个小褶皱的轴面产状基本一致。透镜体形态不规则,顶面或底面多呈波浪状或钩状型态,有时透镜体是似叠瓦状排列,剪切面明显可见。

上述为灰岩透镜体的几种基本成因,而野外多见泥晶灰岩条带变为很复杂、不规则的型态。这种现象可用几种基本作用的叠加来解释。事实上,单纯一种作用形成的透镜体还是比较少见的,而往往可能是几种作用同时间或不同时间共同作用叠加的结果。差异压实作用发生的同时可能伴随有压溶作用,原始沉

积成因的石香肠再经受其它几种作用的影响,形状就会变得更复杂。譬如,剪切作用导致泥晶灰岩层内出现裂面,机械压实作用进而使裂面扩展裂开并形成楔入小褶皱,而压溶作用的结果使原始透镜体表面变钝圆并会在透镜体顶底面形成波痕形态(图 4)。

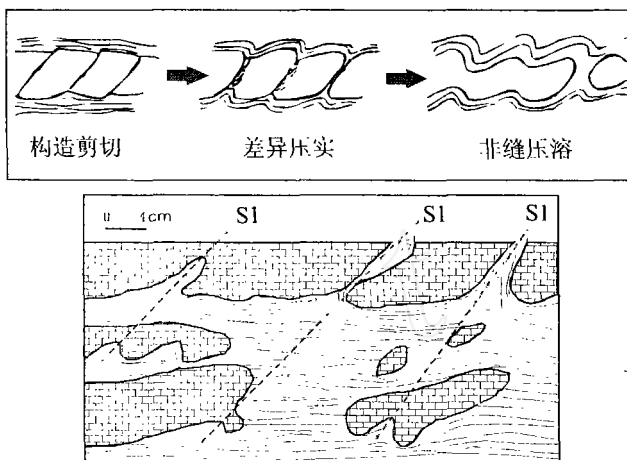


图 4 透镜体的复合形成过程示意图(上);横剖面上实际观测到的透镜体(下),剖面上清楚地反映了一组控制透镜体的形成的剪切面(S1)。另外机械压实作用使裂面扩展裂开并在透镜体间形成泥质灰岩楔入小褶皱
Fig 4 Composite causes for a type of carbonate lens (upper panel); Observed lens on a vertical section of outcrops (lower panel), on which the nearly parallel shearing surfaces (S1) controlling the carbonate lens are clearly visible. Also noticeable is the folded clayey microcrystalline limestone texture between carbonate lens

3 沉积相分析和对比

区内西阳山组横向相变迅速,纵向变化也较明显。不同剖面的地层厚度差异较大,反映了沉积环境的明显变化(图 2)。

3.1 沙墩上剖面沉积相及沉积环境分析

本剖面西阳山组地层最厚,约 255 m。岩石类型主要为条带状泥质灰岩、含透镜体泥质灰岩。剖面自底至顶,岩石中的泥,炭质含量明显增高。剖面中底部为半远洋泥质沉积相,至顶部,出现环台地再沉积碎屑裙相与半远洋泥质沉积相相叠置的特征。半远洋泥质沉积相以原地碳酸盐岩为代表,具有特征的条带状构造,亦多见灰岩透镜体或扁豆体。在前寒武和古生代,大部分最终生成的深水台地斜坡碳酸盐岩为有韵律的或条带状的泥质灰岩^[10],条带状构造由灰岩与灰泥岩或泥质灰岩相间而成,是碳酸钙生产力与

泥质供应量互相消长的结果。

本区原地碳酸盐普遍构成沉积旋回,每个旋回自底至顶都是呈现出泥、炭质含量增高的特点。据旋回特征的差异,本剖面底部的原地碳酸盐岩可分为下、中、上三部分。

下部旋回特征—每个旋回层可划分为三段(图 5):

C段—岩石中灰岩透镜体含量较少,但个体较大,长轴一般在 10~30cm 间。

B段—透镜体数量明显增多,但个体较小,一般在 0.5cm × 3cm ~ 6cm × 11cm 间。

A段—薄层条带状泥质灰岩,含灰岩透镜体,扁豆体。泥晶灰岩条带较薄,一般厚约 1cm 左右。

中部旋回特征—每个旋回层只可划分为两个岩性段:

B段—含透镜体泥质泥晶灰岩,透镜体较小,长轴一般不超过 5 cm。

A段—条带状泥质灰岩,含扁豆体泥质泥晶灰岩,扁豆体个体较大,长轴可达 35 cm。至上部,旋回特征又发生了新的变化,表现为含透镜体泥晶灰岩中出现厚度在 35 cm 左右的纹层状泥晶灰岩夹层。

本剖面的原地碳酸盐岩呈暗色,灰质及炭质含量高,星点状黄铁矿普遍存在,普遍发育规则平整的毫米级纹层,表现为深水滞流还原沉积环境。本剖面上部出现的三层再沉积碳酸盐岩属环台地再沉积碎屑裙相。不同砾屑层在砾屑含量、定向性、磨圆和分选程度上都有差异。自下而上,砾屑层从搬运距离较近的准原地再沉积碳酸盐岩发展成为异地再沉积碳酸盐岩。异地再沉积碳酸盐砾屑为台地成因,表明此碎屑流形成时的台地斜坡坡度变大,碎屑搬运距离较远。

3.2 岩背剖面沉积相及沉积环境分析

岩层总厚约 180m,以含透镜体、扁豆体泥晶灰岩为主要岩石类型。本剖面岩石有三个明显区别于其它剖面的特征: 岩石颜色普遍较浅,为灰白色; 岩石中泥炭质含量相对较少; 与其它剖面相比,岩石中星点状黄铁矿少见。这些特征表明本剖面岩石沉积成岩时的还原强度较低。剖面上岩石分属三个沉积相:环台地再沉积碎屑裙相、碳酸盐浊流沉积相和半远洋泥沉积相。

半远洋泥质沉积相 是较开放的深水斜坡原地碳酸盐岩沉积。剖面中底部的原地碳酸盐岩具明显的沉积旋回。在底部,每个旋回层可划分为三至四个岩性段,向上的旋回性不十分明显,且与沙墩上剖面

旋回特征相类似,表现为含透镜体、扁豆体灰岩层间夹厚约 10cm 的纹层状灰岩层。

底部旋回特征:

D段—含透镜体泥质灰岩(常不明显)。

C段—纹层状泥质灰岩,不含灰岩透镜体。

B段—含透镜体泥质灰岩,灰岩透镜体相对较大。

A段—灰白色纹层状灰岩,微晶结构,风化表面呈斑点状。

中部旋回特征:含透镜体,扁豆体泥质灰岩间所夹纹层状灰岩层相当于本剖面底部旋回层中的 A 段。

底部—旋回层底见一碳酸钙的沉积间断面,该间断面岩石为一黑色含硅质砂泥岩层,其底面不平整,致使本层厚度不均一,平均厚 4 cm 左右。此层的存在有两种可能的成因: 构造作用引起的地壳快速下降或海平面的突然升高,使沉积区处于碳酸钙的补偿深度(CCD 线)之下; 碳酸钙的供应量突然减少,泥、炭质供应量增多。随着沉积区相对于海平面的深度的增加,、两种因素是相关的。碳酸钙沉积间断面的存在,除可以说明本剖面原地碳酸盐岩为深水沉积类型外,在一定程度上还可以反映岩石中条带状构造的成因,即海平面的波动可能是条带状构造形成的一个因素。

环台地再沉积碎屑裙相及碳酸盐浊流沉积相与沙墩上相类似,本剖面上部出现三层规模都较小的再沉积碳酸盐岩,沉积相变化频繁(图 2)。这种现象的出现不可能是偶然的,表明晚寒武世晚期海平面波动频繁,台地斜坡的坡度变大。

3.3 洞下剖面沉积相及沉积环境分析

本剖面地层厚度最小,约为 92 m,反映了本区碳酸钙的沉积速率较低。在岩性上,本剖面与前两剖面有显著不同,多为细条带状泥质灰岩,纹层状泥质灰岩,不发育具典型特征的碎屑流沉积或浊流沉积,只偶尔见泥质灰岩中的透镜体或扁豆体发生轻微的扰动,其中的纹层与周围泥质灰岩中的纹层斜交。与沙墩上相类似,本剖面岩石中普遍发育星点状黄铁矿,普遍发育规则平整的毫米级纹层,显示出深水安静的弱还原环境沉积—半远洋泥质沉积相。

剖面底部的小旋回层可划分为三个岩性段:

C段—纹层状泥质灰岩,具毫米级的水平纹层。

B段—细条带状泥质灰岩,灰岩条带厚 0.2~2 cm,泥质灰岩条带厚 1~4 cm,条带规则。

A 段—细条带状泥质灰岩,泥晶灰岩条带较泥质泥晶灰岩条带厚,泥晶灰岩条带一般厚 1~4 cm,泥质泥晶灰岩条带厚度在 0.5~1 cm 间。岩石中水平纹层发育。

剖面顶部的旋回性亦明显,但只可划分为岩性明显的两个岩性段:

B 段—微薄层状,纹层状泥质灰岩,岩石易风化,表面呈现为黄褐色页片状,新鲜面为灰色。

A 段—细条带状泥质灰岩。泥质灰岩条带厚 0.5~3 cm,灰岩条带厚 0.3~1.5 cm,泥质灰岩条带多分叉,灰岩条带局部呈透镜状与似竹叶状。

顶为高泥质纹层状泥晶灰岩,风化表面呈叶片状,有一定程度的土壤化。每个大尺度的旋回层包含着许多单层厚几十厘米的小尺度的旋回层,每个小旋回层自底至顶岩石中的泥、炭质含量也有增高的特征。另外就整个剖面而言,自底至顶,每个大尺度旋回层的厚度变小,旋回交替加快;就大尺度旋回层而言,自底到顶,其中的小旋回层的厚度也变小,旋回交替也加快。可见,本剖面泥、炭质含量及单层厚度的变化有其独特的规律性,地层分布具有很好的自相似和多重分形特征(图 5)。

4 结论和讨论

本文对港口区上寒武统西阳山组岩石学特征进行了详细研究并对主要的岩石类型进行了分类。研究得出西阳山组碳酸盐岩为深水沉积碳酸盐岩,属滞流还原沉积环境。主要为台地斜坡沉积,并鉴别出三个沉积相,即半远洋泥质沉积相,环台地再沉积碎屑裙相和碳酸盐浊流沉积相。对泥质灰岩中普遍发育的灰岩透镜体及扁豆体的成因进行了较详细的研究,归结出四种可能的基本成因,认为透镜体及扁豆体的成因是几种作用独立或共同作用的结果,从而避免了纯构造成因或纯原生沉积成因解释的倾向。

对深水碳酸盐沉积旋回特征与浅水陆棚沉积旋回特征进行详细的对比研究,可以帮助分析成岩作用、沉积环境及海平面的变化^[11-16]。旋回特征纵横变化明显,尽管每个剖面的旋回层总体变化趋向是一致的,但同一旋回层内的相变明显,同一剖面的不同旋回层间的岩性也不尽一致。同一旋回层内的相变主要决定于沉积环境的横向变化,从台地下斜坡(沙墩上,岩背)到盆地边缘(洞下),水深逐渐加深,碳酸钙的供应量减少,导致沉积厚度减小,同时岩石中泥、炭质相对含量相应会增高。沉积速率的变化反映在岩石的单层厚度上及原生沉积构造上,沉积速率越大,岩石的单层厚度会变厚,同时,条带状构造中的条带厚度也会变大。同一剖面的不同旋回层间的旋回性的差异,反映了沉积环境随时间的动态变化。在洞下,旋回特征很好地符合自相似律并具备多重分形的特征。

在沙墩上和岩背,再沉积碳酸盐岩只出现在剖面的上部,而底部较厚的地层中一直没有出现。笔者认为这个问题可用台地边缘的迁移来解释。在适宜的构造和气候条件下,台地边缘会迅速的加积和推进,加积和推进的结果,引起斜坡折线向东南迁移,同

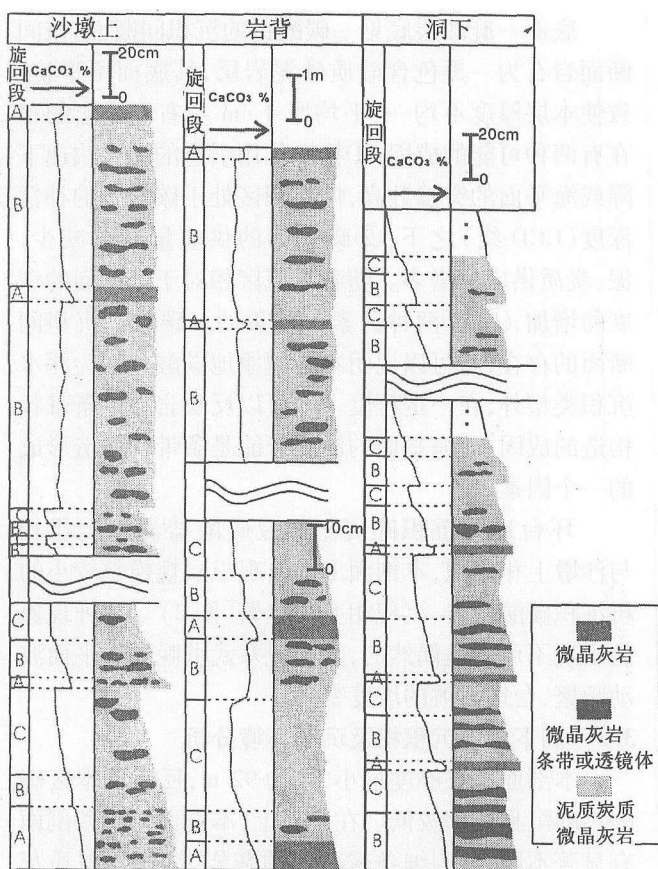


图 5 三条剖面上半远洋泥质沉积相中的旋回特征对比示意图。洞下剖面旋回具有明显的自相似和多重分形特征

Fig 5 Illustrations of cyclic patterns in sequences of hemipelagic muddy facies from three lithological columns. The CaCO_3 and layer thickness variations on the Dongxia section show clear self-similar and multifractal behavior

本剖面地层的沉积旋回特征与其它两剖面亦有明显的不同,最主要的一点是本剖面沉积旋回的旋回层可划分为两个明显尺度。大尺度旋回层单层厚 4~5 m,自底到顶,岩石中的泥炭质含量明显增多,最

时台地顶与台地下斜坡间的高差会增加,引起斜坡坡度变大,再沉积作用变得活跃。最终的结果是台地斜坡发育向上变浅的层序:剖面中底部为半远洋沉积的泥质灰岩,而顶部则呈现为原地碳酸盐与再沉积碳酸盐岩互层的特点,再沉积碳酸盐岩由不出现到出现(图 6)。

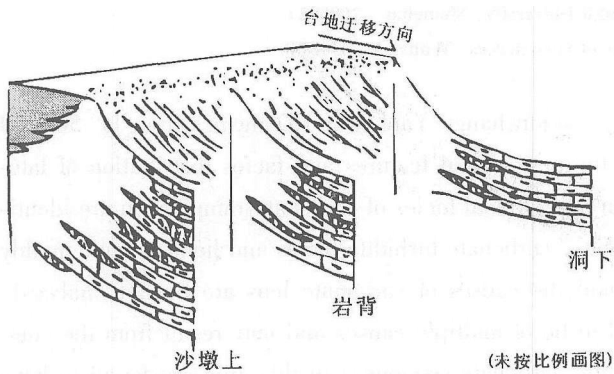


图 6 碳酸盐台缘迁移示意图

Fig 6 Schematic diagram showing the buildup of carbonate platform rims

致谢 在野外及室内工作过程中,曾得到熊兴武老师的热情帮助和指导,在此深表怀念。另外笔者还感谢钟祥军、钟广发等在工作及成文过程中给予的许多帮助。

参考文献 (References)

- 1 蔡雄飞,熊兴武,张雄华. 赣西北港口地区上寒武统的重力流沉积特征及其构造古地理意义. 江西地质, 1995, 9 (1): 28 ~ 36 [Cai Xiongfei, Xiong Xingwu, Zhang Xionghua Late-Cambrian gravitational flow depositions in Gangkou area of NW Jiangxi and their tectonic and paleogeographic significance. Jiangxi Geology, 1995, 9 (1): 28 ~ 36]
- 2 蔡雄飞,张雄华,章泽军. 基本层序和相分析是区调中组建立的基础. 地层学杂志, 1999, 23 (3): 206 ~ 210 [Cai Xiongfei, Zhang Xionghua, Zhang Zejun Sequence-stratigraphy and facies analysis—Basis for the establishment of formation in geological survey, Journal of Stratigraphy, 1999, 23 (3): 206 ~ 210]
- 3 蔡雄飞. 深水沉积环境条带状层理的分类特征及意义. 沉积与特提斯地质, 2001, 21 (4): 84 (88 [Cai Xiongfei The types and geological implications of the banded stratification in deep-water sedimentary environments Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2001, 21 (4): 84 ~ 88]
- 4 《中国地层典》编委会. 中国地层典——寒武系. 北京:地质出版社, 1999 [Editorial Commission of Chinese Stratigraphy Guidelines Chinese Stratigraphy Guidelines—Cambrian Beijing: Geological Publishing House, 1999]
- 5 关士聪,等. 中国海相沉积及古地理演变. 北京:科学出版社, 1984 [Guan Shicong, et al Paleogeographic Variations, Marine Depositional Facies and Hydrocarbon in China Beijing: Science Press, 1984]
- 6 王鸿祯,等. 中国古地理图集(及说明书). 北京:中国地图出版社, 1985 [Wang Hongzhen, et al Chinese Paleogeographic Maps (with explanation). Beijing: China Atlas Press, 1985]
- 7 章泽军,印纯清,曾佐勋,等. 赣西北地区修水县联测图组 1: 5 万区调主要进展与体会. 江西地质, 1997, 11 (2): 74 ~ 80 [Zhang Zejun, Yin Chunqing, Zeng Zuoxun, et al The Major Progress and Experience of the Combined Mapping Group in the 1: 50000 Regional Geological Survey in Xiushui County of Northwest Jiangxi Jiangxi Geology, 1997, 11 (2): 74 ~ 80]
- 8 Dott R H Jr Dynamics of subaqueous gravity depositional processes AAPG Bulletin, 1963, 47: 104 ~ 128
- 9 Wanless H R. Limestone response to stress: Pressure solution and dolomitization Journal of Sedimentary Petrology, 1979, 49: 437 ~ 462
- 10 James N P. Megablocks of calcified algae in the Cow Head Breccia, western Newfoundland: vestiges of a lower Paleozoic continental margin Geological Society of America Bulletin, 1981, 92: 799 ~ 811
- 11 James N P. Shallowing-upward sequences in carbonates In: Walker R, ed Facies Models, Geoscience Canada Reprint Series 1, Second Ed, 1984. 214 ~ 228
- 12 于炳松. 碳酸盐岩层序形成的计算机模拟. 沉积学报, 1996, 14 (增刊): 18 ~ 24 [Yu Bingsong Computer simulation of carbonate sequences Acta Sedimentologica Sinica, 1996, 14 (Suppl): 18 ~ 24]
- 13 朱同兴,蒲心纯. 扬子台地西缘二叠纪深水碳酸盐沉积作用及其环境意义. 特提斯地质, 1994, 18: 88 ~ 103 [Zhu Tongxing, Pu Xinchun Sedimentation of Permian deep-water carbonates and its environmental significance in western edge of the Yangtze Platform. Tethyan Geology, 1994, 18: 88 ~ 103]
- 14 Tucker M E, Wright V P, Dickson J A D. Carbonate Sedimentology. London: Blackwell Scientific Publications, 1990.
- 15 Reading H G Sedimentary Environments and Facies (third edition): Springer-Verlag, 1996
- 16 Tucker M E Sedimentary Petrology (2nd edition). Blackwell Scientific Publications, 1991.

Analyses of Petrology and Sedimentary Environment on Late-Cambrian Carbonate Rocks of the Xiyangshan Formation in NW Jiangxi, China

LI Chun-feng¹ ZHANG Xiong-hua² CAI Xiong-fei²

1(MOE Laboratory of Marine Geology, Tongji University, Shanghai 200092)

2 (School of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074)

Abstract Based on studies of three geological transections (Shadunshang, Yanbei and Dongxia) from 1:50,000 field mapping at Gangkou area, Jianxi, this paper addresses the petrological features and facies distribution of late-Cambrian carbonate rocks of Xiyangshan formation. Three main depositional facies of carbonate-ramp origin are identified, which are circum-platform redepositional clastic apron facies, carbonate turbidite facies and hemi-pelagic muddy facies. The dynamic variations of the depositional processes and the causes of carbonate lens are further analyzed. Carbonate lens observed in Xiyangshan formation are believed to be of multiple causes and may result from the combined action of several different mechanisms. In addition, cyclic carbonate sequences in this area are found to have self-similar and multifractal behaviors.

Key words Xiyangshan formation, carbonate rocks, sedimentary facies, carbonate lens, carbonate depositional cycle