

湘西北杨家坪寒武纪事件沉积

郭成贤 朱忠德

(江汉石油学院, 湖北荆州 434102)

靳 涛

(新疆石油管理局勘探开发研究院, 克拉玛依 843000)

谢 宏

(辽河油田勘探局, 辽宁盘锦 124010)

湘西北杨家坪处于鄂中碳酸盐台地西缘, 寒武纪期间区内先后出现大洋缺氧事件、浊流事件、风暴事件等突发性灾变沉积。根据黑色岩系的岩石学特征和它产于急速海侵的层序底部, 以及它在我国南方和世界性广泛分布等事实, 表明它的出现是与震旦—寒武纪之交的外星撞击地球、泛大陆解体、全球性海平面突然上升有关。浊流事件和风暴事件均为强烈的地方性灾变事件, 前者的产物为磷质浊积岩和钙质浊积岩, 其诱发因素与风暴活动有关; 后者为具冲刷底界的近源风暴岩和具创蚀底界的原地风暴岩。

关键词 寒武纪 湘西北 大洋缺氧事件 浊流事件 风暴事件

第一作者简介 郭成贤 男 59岁 副教授 沉积学

近十几年来由于风暴岩、震积岩、海啸岩及界线附近粘土岩的发现和研究的, 大大改变了传统的认识, 这些以突发性、等时性及空间延展性等显著特点极大地提高了地层划分、对比的精度及岩相古地理的深入研究。尽管风暴袭击、海啸冲蚀、浊流爆发、地震活动、磁极倒转、造山运动、火山喷发、海面升降、生物灭绝、外星撞击等都是地质历史上突发性, 且难于预测的突变事件, 它给大地生灵带来极大灾难, 也给地球表层打下深深的烙印, 然而也给地学工作者对地内事件、地外事件的深入研究, 提供了机遇; 对确定地层界线、地层对比、盆地分析、区域找矿、重建构造古地理、研究生物和地球发展历史等方面显示出巨大的潜力^[1], 它将有希望解决渐变论及均变论无法解决与解释的一些重大地质、地层、沉积学问题, 并可能或必将破除地球科学中的很多陈旧观点, 从而为地球科学的发展开辟新的前景^[2,3]。

1 事件沉积背景

1.1 古地理概况

早古生代时, 湘西北石门杨家坪位于中扬子区

鄂中碳酸盐台地西缘, 与鄂西海盆相邻, 台地周缘为巨大断裂及其相伴的斜坡带。据瞿乐生等^[4]研究, 晚震旦世灯影末期, 自鄂西海盆向东, 其沉积环境由浅海陆棚渐向潮坪沉积过渡, 反映鄂中台地西缘的古地势是东高西低(图1)。

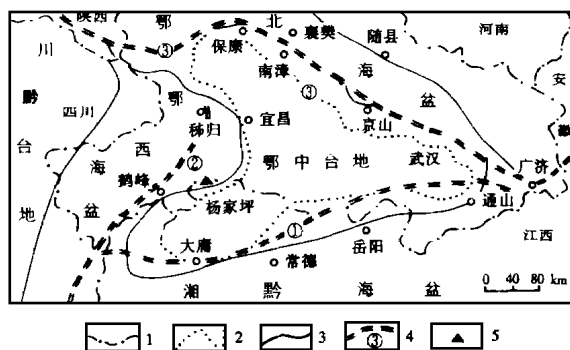


图1 鄂中台地晚震旦世古构造—地质图

Fig. 1 Tectonic geological map of Late Sinian in Central Hubei carbonate platform

1—省界; 2—陡山沱期鄂中台地边界; 3—灯影期相区界线;

4—断裂及其编号; 5—剖面位置

①江南古断裂; ②武陵断裂系; ③青峰-襄樊-广济断裂

1.2 地层层序

区内寒武系地层层序及其与峡东地区、滇东地区地层对比见表1。区内上震旦统为大套碳酸盐沉

积,下寒武统木昌组、杷榔组为细碎屑岩沉积,底部为富有机质的黑色碳质页岩夹浊积磷块岩,清虚洞组至寒武系顶部也为大套碳酸盐沉积。寒武系与震旦系、奥陶系以及寒武系内部各组均为整合接触^[5]。

表 1 研究区寒武系层序及邻区地层

Table 1 Sequences of the Cambrian System in study area and strata in neighbouring area

地 层		研究区	峡东地区	滇东地区		
下奥陶统		西陵峡组	西陵峡组			
寒 武 系	上统	江 坪 组	雾渡河组			
	中 统	孔王溪组	新 坪 组	双龙潭组		
			官山垭组			
		高 台 组	磕膝包组	陡坡寺组		
		清虚洞组	石龙洞组	龙王庙组		
	下 统	杷 榔 组	天河板组	沧浪铺组		
			石 牌 组			
		木 昌 组	水井沱组	筇竹寺组	玉案山段	
上 震 旦 统		灯 影 组				
			天柱山组	岩家河组	渔户	大海段
						中谊村段
			灯 影 组	村组	小歪头山段 白岩哨段	

注:Z—C界线,按生物地层学观点置于①,按事件地层学观点置于②,即本文观点(据蒲心纯等,1993,及朱忠德等,1995综合)

1.3 沉积相序

据朱忠德等^[5]研究,区内灯影组中、下部为碳酸盐潮坪沉积的局限台地相,上部为碳酸盐砂屑滩、藻礁组成的台地边缘滩相,顶部为由准同生滑动变形的薄板状白云岩,偶夹浊积薄层颗粒含磷白云岩组成的斜坡相沉积;下寒武统木昌组底部(I段)为黑色碳质页岩,浊积磷块岩,夹磷质结核组成的盆地边缘相,木昌组II段为黑色含碳页岩的盆地相,区内木昌组与灯影组组成一个快速海侵相序。杷榔组及清虚洞组底部是以碳酸盐沉积为主的斜坡相,清虚洞组下部为碳酸盐台地边缘浅滩相,清虚洞组中部至上寒武统为碳酸盐岩的潮坪沉积。

2 事件沉积特征

2.1 大洋缺氧事件和黑色岩系

2.1.1 黑色岩系的剖面概况

黑色岩系在区内分布在下寒武统木昌组(厚 151.2 m)和杷榔组底部(即杷 I 段,厚 68.0 m)。主

要由大套黑色含碳水云母页岩组成。仅木昌组底部(即木 I 段,厚 14.7 m)为黑色碳质页岩,黑色硅质页岩互层夹黑色浊积磷块岩;在碳质页岩中常富含磷质结核,偶见沉积型重晶石岩。杷 I 段为黑色碳质页岩夹钙质浊积岩。

2.1.2 黑色岩系的岩石学特征及沉积环境

处于震旦—寒武纪界线之上的下寒武统黑色岩系具有如下特点:(1)有大套富有机质的黑色碳质页岩,有机碳平均值为 8.76‰,区域上可达 36.4‰^[6],据薄片比较观察,该碳质质点为 20‰~30‰,系球藻类植物化石碳化产物^[7]。(2)碳质页岩中有大量漂浮的动物化石,无底栖生物,仅见硅化、黄铁矿化的海绵骨针及少量古介形类化石。(3)页岩中有丰富的磷结核,尤其在木 I 段上部的 0.8 m 范围内,其丰度垂向每米 30 层,水平方向每米 12 个,结核为球形、椭圆形,长轴 1~2 cm,最大达 7 cm,据现代海洋沉积研究,磷结核形成于氧最低值的边界附近。(4)页岩中有沉积型重晶石岩夹层,单层仅数毫米,多为零星产出,局部最富时,每 5 cm 有 3~4 小层,由白色自形柱状的中、粗晶重晶石富集成层,经中国地质大学(武汉)电子探针定量分析:BaO 60.15‰,SO 39.03‰,SrO 0.51‰(图 2)。这种海相沉积型重晶石在我国南方深断裂两侧的震旦—寒武纪界线附近常有发现。据王忠诚等^[8]研究,该重晶石具有特高型硫同位素,其 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 3.0‰~4.7‰,其组成接近于或略高于同期海水的 $\delta^{34}\text{S}$ 值,是海水中硫酸盐还原细菌起了催化作用,只有缺氧环境才适宜于硫酸盐还原细菌的繁衍,使海水硫酸盐还原。胡永嘉^[9]认为宁静滞留、闭塞的海盆边缘特别有利于这种特高型($\delta^{34}\text{S}$)硫酸盐矿物(重晶石)的形成和富集。(5)有

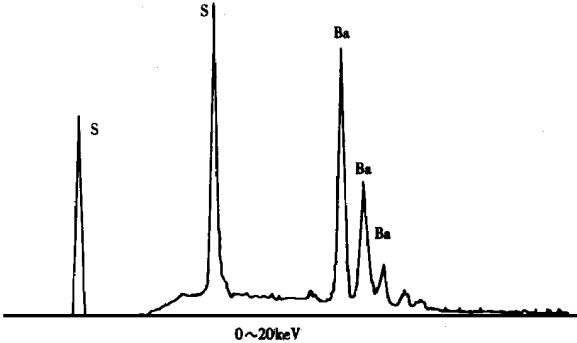


图 2 杨家坪下寒武统木昌组沉积型重晶石岩电子探针图谱

Fig. 2 Illustrations of electron probe in sedimentary barytite of Muchang Fomation, Lower Cambrian in Yangjiaping area

频繁的浊积磷块岩夹层(详见下文)。综合上述特点,可以看出该黑色岩系形成于强还原环境的深海盆地边缘相—盆地相。

区内该黑色岩系上覆在上震旦统灯影组大套碳酸盐台地沉积为主的浅灰色白云岩之上。灯影组顶部为强烈准同生滑动变形的浅灰色薄板状白云岩和含小壳化石的薄层浊积含磷质颗粒白云岩,属台地前缘斜坡相沉积。尽管下寒武统底部黑色岩系与灯影组白云岩整合接触,但二者间沉积环境急速变化,反映其水体突然加深,碳酸盐沉积突然消失,并由氧化突变为强还原环境,二者组成了一个快速的海侵相序。

2.1.3 黑色岩系的区域分布及沉积环境变化特点

与杨家坪下寒武统黑色岩系的岩石学特征相似,层位相同的黑色岩系在我国南方有广泛分布,仅扬子区就有近百万平方公里,此外在秦岭地区、新疆等地及国外的巴基斯坦、印度、伊朗、法国南部、英格兰、阿曼北部、原苏联、蒙古、澳大利亚、加拿大及美国等世界的广大范围内均有分布,因此,它具有全球性、等时性的规模^[10,11]。

包括本区在内的扬子区震旦—寒武纪界线之上的这套黑色岩系中,有机碳含量一般为5%~10%,少数达20%以上,这大大超过缺氧事件的黑色岩系的有机碳含量为1%的标准^[10]。扬子区下寒武统黑色岩系是覆在富含小壳化石的磷酸盐、碳酸盐台地沉积之上,如滇东晋宁梅树村剖面可作为扬子区晚震旦世分布最广泛的碳酸盐、磷酸盐台地沉积的代表。据罗惠麟等^[12]研究,晚震旦世末,该处是以潮上、潮间为主的富含小壳化石的白云岩沉积,向上急速转为富含小壳化石的磷酸盐潮下带沉积,进入早寒武世则快速转为碳质含量较高的,具有还原环境的黑色陆源细碎屑岩沉积,属于浅海陆棚—半深海相。因此,扬子区也显示出海平面突然上升,水体加深,从氧化环境转为还原环境的变化过程。

我国南方和世界各地一样,震旦—寒武纪界线之上的这套黑色岩系,主要集中在陆块被动大陆边缘的大陆坡环境(如杨家坪地区那样),并夹在巨厚的碳酸盐之中,它与下伏富含小壳化石的磷块岩、白云岩基本上是连续沉积,但却反映了明显不同的沉积环境,磷块岩层与黑色页岩之间是一个沉积环境的转折点,其沉积环境正如杨家坪、滇东晋宁地区那样发生明显的突变,并代表了快速海侵序列。在巨厚的碳酸盐岩中出现的这套黑色岩系,代表了

一个大范围内甚至全球性的环境突变——海平面突然上升和全球性缺氧的沉积环境。这种变化看来不是区域性局部因素所能左右的,而是与震旦—寒武纪之交的泛大陆解体、外星撞击地球事件有关^[13~16]。

2.2 浊流事件和浊积岩

不论是地外因素,如风暴型海啸,特大春汛及坡面局部超载等所能触发的浊流;还是地内因素,如地震及地震型海啸、构造(断裂)活动所引起向广海回流形成的密度流或使台地边缘沉积物突然活化,导致浊流的出现;或沉积盆地周边火山爆发物大量向海倾注所产生的浊流,这些都是突发性突变性的事件。

区内浊积岩主要分布在下寒武统木昌组Ⅰ段和杷榔组Ⅰ、Ⅱ段。按浊积岩的物质成分,可分为磷质浊积岩和钙质浊积岩。

2.2.1 磷质浊积岩

该浊积岩仅分布在木昌组Ⅰ段距底3m的范围内,与黑色纸状碳质页岩、薄层含磷结核碳质页岩、薄层含碳硅质岩等深水原地沉积的岩石互层,组成盆地边缘相,其单层厚度多为薄层状,少数为中层状或页状,横向厚度稳定、延伸甚远,累计厚度达1.3m。单层厚度较大者,可出现鲍马层序ABC、AB及CDE等组合,单层厚度较小者,仅数毫米,则不显示鲍马层序,但也显示递变正粒序。上述浊积岩每个单层均具侵蚀突变底界。浊积岩单层底部的颗粒含量通常为30%~60%,其颗粒粒径多为中、细砂屑级,少数为粉屑级和粗砂屑级。颗粒类型主要是内碎屑,但也有少量个体完整或不完整的小壳化石。内碎屑主要是磷质,占颗粒总量的60%~70%,余下为白云质、粘土质及碳质。其中磷质内碎屑的颜色为黑色,少数为褐黄色及二者的过渡色。磷质和白云质内碎屑均为磨圆度极高的圆形、椭圆形。颗粒间为细粉屑和泥级质点充填。

根据该浊积岩的磷质颗粒含量高,并出现与该还原环境不相容的小壳化石及浅色细粉晶白云岩岩屑等颗粒组合判断,该浊积岩的主要颗粒是来自浅水碳酸盐台地的高能相带。

2.2.2 钙质浊积岩

主要分布在杷榔组Ⅰ段底部和杷Ⅱ段。在杷Ⅰ段底部的浊积黑色泥晶粉屑灰岩集中夹在大套黑色碳质页岩的底部,在2.1m剖面中有9个单

层,单层之间偶夹碳质页岩,单层厚7~30 cm,最厚达58 cm,横向十分稳定,追索2 km以上未见尖灭。单层内部不显纹层,顶底界面突变,少数层底部有明显侵蚀面和重荷模。岩石具粉晶-粉屑结构或粉屑质粉晶结构,单层下部颗粒平均含量53% (9个样品统计),单层上部平均含量36.5% (6个样品统计),颗粒成分为泥晶灰岩、黑色页岩及碳屑,略具粗尾递变正粒序,基质为灰泥及粘土矿物。该浊积岩形成于具强还原环境的盆地边缘相中。

杷II段的浊积灰色粉屑粉晶灰岩频繁地夹在灰色薄板状泥晶含泥灰岩或泥质灰岩之中,后者水平纹层发育,常见准同生滑动变形,偶见滑动岩块。浊积岩单层厚仅数毫米,少数可达1~2 cm。在垂向上出现的频率为每10 cm有5~10层,在横向上延伸甚远,且厚度十分稳定。浊积岩内部不具纹层,底界面清晰,具侵蚀面,上界清晰-模糊,有时跟随薄板状灰岩向下滑动,呈轮廓清晰的变形藕节状(图3)。岩石具粉屑粉晶结构,颗粒含量20%~40%,主要为粉屑,少数为细砂屑及陆源粉砂级石英,自下而上,颗粒变细,含量减少,粒间为灰泥、粘土充填。



图3 杷榔组钙屑浊积岩呈藕节状

Fig. 3 Calcarenitic turbidite in Balang Formation showing the shape of lotus root

上述两个层位(即木昌组、杷榔组)浊积岩具有下列共同特点:(1)处于低纬度热带信风区^[17];(2)颗粒偏细,为粉屑和中、细砂屑为主的磷质颗粒;(3)岩石底界均有明显的截切面,但规模较小;(4)具粗尾递变正粒序,具不完整鲍马层序或其层序不明显的正粒序;(5)单层厚度不大,但横向延伸甚远;(6)具有频繁活动的特点。

两个层位浊积岩有下列不同点,木昌组底部浊积岩分布集中,颗粒组分主要为磷质颗粒和磷质小壳化石,以中-细砂屑为主,显示为高能条件下形成的颗粒;杷榔组浊积岩除底部浊积岩特别集中外,其它则是小规模夹在薄板状含泥灰岩中,颗粒

粒度以粉砂屑为主,中-细砂屑少量,主要是泥粉晶灰岩、水云母页岩等低能条件下形成的岩石碎屑。

研究区从台地到盆地为无明显坡折的缓坡,故浊流的触发机制是与风暴活动有关。木昌期浊积岩是由于风暴活动使台地区高能条件下形成的磷质颗粒活化,并随风暴底流向广海回流,经缓坡加速形成浊流直达盆地边缘沉积而成,而杷榔期浊积岩则是风暴作用于浅海陆棚区将低能沉积物破碎,在风暴衰减期将其中较粗颗粒滞留在浅海陆棚中,而较细颗粒顺坡流动形成低密度浊流沉积在盆地边缘。

2.3 风暴事件及风暴沉积

风暴沉积在地质历史上是司空见惯的寻常事件,是一种强烈的地方性事件。飓风的风速可达200 km/h,能量相当于400颗2 000吨级的氢弹爆炸的威力,飓风产生的风暴浪可使浪基面从正常的水深30 m下移至200 m。类似鲍马层序的理想风暴岩垂向层序,可在正常浪基面之下的浅海陆棚中找到。风暴流的流速巨大,如1961年观测墨西哥湾的飓风形成风暴流最大流速是3 m/s以上,相当于飓风的水面风速的2%~5%。风暴形成的强大潮流猛烈地冲击着海岸,也在滨线沉积物中留下特征的标志。

据地磁资料证实,寒武纪时扬子地台位于中低纬度和热带信风区及赤道飓风带,具风暴岩发育的古地理和古气候条件^[17]。本区风暴沉积主要集中在中寒武统的下部(5层累计厚2.6 m)、中部(4层累计厚1.6 m)及上寒武统底部(6层累计厚0.9 m)等碳酸盐潮坪环境中,由于潮汐水流的反复改造,它只保留了理想层序下部的典型特征,根据风暴岩的组构特征可分为下列两种:

2.3.1 具冲刷底界的风暴岩

该风暴岩在区内最为发育,现已发现12层,主要集中在中寒武统至上寒武统下部,通常单层厚0.2~0.4 m,最厚达0.7 m,夹在潮间至潮上及藻坪、蒸发坪等碳酸盐岩的沉积层序中,其最大特点是:

(1)具缓波状丘形底界面。岩石多为砂砾屑白云岩(灰岩),少数为含砾砂屑白云岩(灰岩),通常是潮坪沉积中最粗部分,其剖面形态为顶、底界双起伏的条带状、扁豆状、似透镜状等多种不规则形态,长轴平行该沉积层序的层面,厚度横向不稳定,

常可侧向尖灭再现。砾屑层顶、底界面突变, 底界为缓波状丘形起伏, 起伏的幅度随下伏层岩性而异, 下伏层为泥粉晶白云岩(灰岩)、粉屑白云岩(灰岩)等低能条件下形成的岩石时, 则起伏幅度为数厘米至十数厘米, 若下伏层为颗粒白云岩(灰岩), 则随颗粒粒径和含量的增大, 起伏幅度减弱, 呈低缓波状微起伏。顶界面通常也是缓波状起伏, 但受上覆层岩性的影响较小, 特别是上覆层为泥粉晶白云岩(灰岩)或层状-微波状叠层石白云岩时, 砾屑层的顶界也表现为缓波状起伏(图 4)。

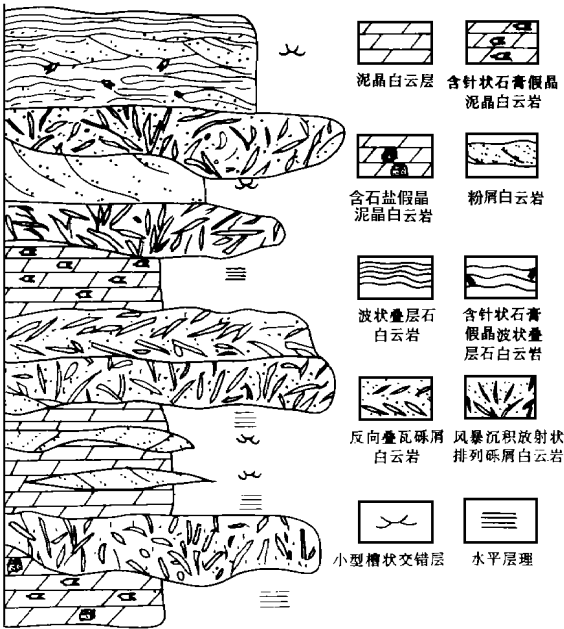


图 4 杨家坪具冲刷底界的风暴岩素描图

Fig. 4 Sketch map of tempestite with scoured basement in Yangjiaping

(2) 由板片砾屑形成特殊的岩石组构。不论是风暴形成的砂砾屑白云岩或含砾砂屑白云岩(灰岩), 其砾屑主要呈板片状, 厚 1~3 mm, 长 0.7~2 cm, 磨圆度低, 多为棱角状、次棱角状, 砂、砾屑成分主要是泥粉晶白云岩(灰岩), 粉屑白云岩(灰岩)或长形藻叠层白云岩(灰岩), 岩石中除上述内碎屑外, 还有少量鲕粒、核形石, 颗粒含量变化较大, 砾屑 20%~50%, 砂屑 15%~40%, 总量达 70%~80%。岩石中最具特色的是板片砾屑、砂屑, 呈直立状, 倒“小”字形, 倒“八”字形, 扇形-放射状, 收敛-撒开的帚状, 旋转菊花状, 及紊乱(即杂乱)等多种排列方式(图 5), 显示风暴粒序层的特有组构, 上述排列方式常使岩石具颗粒支撑, 格架结构, 形成大小不等的原始孔隙, 并随后被亮晶方解石或白云石充填。

根据上述特殊组构判断, 该风暴岩是潮下低能或潮间带的白云坪、灰泥坪、藻坪等沉积物遭受强大风暴袭击形成大量板片砾屑, 并随风暴潮涌向海岸, 沿途(尤其沿潮渠)又裹挟更多颗粒, 在回流中保持较高的流速, 具有很强的侵蚀能力, 当风暴开始衰减和涡流作用下, 形成了具缓波状丘形侵蚀底界面和具特殊岩石组构的粒序层。根据板片状砾、砂屑的磨圆度差, 棱角较明显, 该风暴岩的形成是离风暴中心不太远, 为近源风暴岩。

2.3.2 具刨蚀底界的风暴岩

该岩石区内很少发现, 仅在中寒武统孔王溪组 II 段发现三层, 一层是夹在潮上带藻坪之中, 另两层夹在潮间带白云坪之中, 其岩石的最大特点是:

(1) 具刨蚀底界面和松动层。岩石为黄灰色中

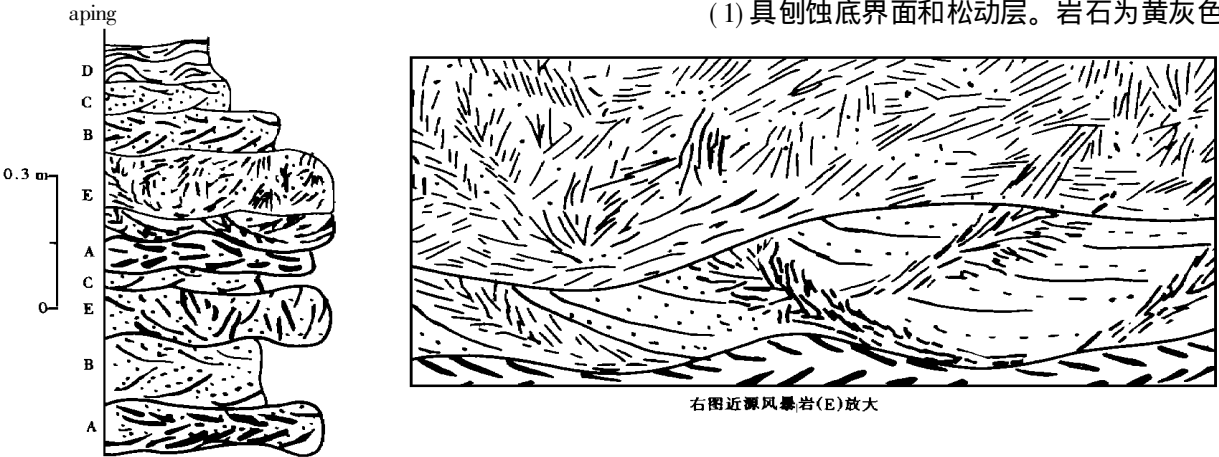


图 5 杨家坪 164 层潮间坪沉积层序及具冲刷底界风暴岩沉积素描图

Fig. 5 Sketch map of intertidal flat sequence and tempestite with scoured basement in No. 164 section of Yangjiaping

A 一板片砾屑反向叠瓦状排列的砂砾屑白云岩; B 一具羽状交错层砂屑白云岩; C 一砂粉屑白云岩; D 一波状叠层石白云岩; E 一近源风暴岩

层粉晶砾砂屑白云岩,薄层砾屑白云岩,厚度横向不稳定,仅8~30 cm。最具特色的是底界具大小不等的袋状、渠伏构造,口径1至数厘米,口径周缘具明显的棱角状,无水流冲刷、磨蚀痕迹,并有大量松动而未离地的大小不等、形状各异的砾屑,沿底界构成断续的松动层,显示刨蚀、上掀等作用特点(图6)。



图6 杨家坪具刨蚀底界的风暴岩素描图

Fig. 6 Sketch map of pitting erosion basement tempestite in Yangjiaping

①—近源风暴岩; ②—板片砾屑反向叠瓦排列的砾屑白云岩; ③—具羽状交错层砂屑白云岩; ④ ⑤—由含针状石膏假晶白云岩、粉屑白云岩组成潮汐层理; ⑥—薄层含硅泥晶白云岩; ⑦—具袋状构造原地沉积风暴岩; A—松动层; B—滞留层; C—粒序层

(2) 具滞留层和粒序层的特征岩石组构。与理想的风暴层序比较,此处因露头或侵蚀原因仅见风暴层序的下部,仅靠侵蚀面为一层厚仅数厘米的风暴滞留层,由大小不等、形态各异的棱角明显的砾屑组成,砾屑含量60%~70%,具颗粒支撑,砂屑、白云质泥充填,砾屑长轴排列杂乱。此层向上为类似于 Bouman 层序 A 段的粗尾递变正粒序层,砾屑长轴多数呈水平或缓倾斜排列,砾屑为棱角状,常具塑性变形,长轴数毫米至十余毫米,含量15%~40%,自下而上粒径和含量递减,具杂基支撑,基质为砂屑、粉屑及白云质泥等。该风暴岩的所有颗粒成分单一,均为下伏层的泥粉晶白云岩,粉屑白云岩解体的岩石碎块。

根据该风暴岩底界特征和松动未离地的岩石碎块,向上为滞留层、粒序层及岩石颗粒成分十分单一等显著特点分析,它是无横向迁移的原地风暴岩沉积产物。

本文是在完成中国石油天然气总公司(89)中油计第596号文件中有“江汉平原西缘前白垩纪

地层油气综合评价研究项目”的基础上进一步深化撰写的。该项目由朱忠德教授主持,参加该项目工作的还有刘秉理,罗柳忻,胡明毅,肖传桃,李相明,李建明,孟宪富,胡爱梅,李维峰等老师,高振中,姜衍文,李罗照等教授给本文作了许多指导,在此一并衷心致谢。

参 考 文 献

- Cowie J W. Stratigraphy and the International commission. Episodes, 1985, 8(2): 86
- 张勤文,徐道一,孙亦因,等.地质灾变在划分地质历史阶段中的应用.百科知识,1986,(1): 48~50
- 吴瑞棠.事件地层学——一个新的挑战.地质论评,1986,(4): 405~411
- 瞿乐生,余林青,吴斯江,等.湖北省震旦纪岩相古地理.武汉:中国地质大学出版社,1990. 62~65
- 朱忠德,胡明毅,肖传桃,等.鄂西南湘西北地区上震旦统至奥陶系石油地质研究.北京:地质出版社,1995. 60~78
- 孙一虹.湘西北下寒武统碳质页岩岩石学、岩石化学和地球化学研究.湖南地质,1986,5(1): 4~5
- 王幼惠,郭成贤,翟永红.宜昌地区下寒武统沉积环境分析.江汉石油学院学报,1991,13(3): 15~22
- 王忠诚,储雪蕾,李仲.高 $\delta^{13}\text{C}$ 值重晶石矿床的成因解释.地质科学,1993,28(2): 191~192
- 胡永嘉.华南震旦系、寒武系海相沉积成因重晶石的硫同位素组成及其地质学上的意义.湖南地质,1986,5(1): 7~10
- 范德廉,叶杰,杨瑞英,等.扬子地台前寒武—寒武纪界线附近的地质事件与成矿作用.沉积学报,1987,5(3): 81~92
- 徐强,许效松.南方沉积地壳中事件和事件沉积.见:刘宝瑞,许效松,潘兴南,等.中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿.北京:科学出版社,1993. 110~112
- 罗惠麟,邢裕盛,张世山,等.中国云南晋宁梅树村震旦系—寒武系界线层型剖面.昆明:云南人民出版社,1984. 5~23
- 徐道一,张勤文,孙亦因.古生物大量绝灭——地质历史发展阶段划分的基本标志.地质学报,1987,61(3): 195~203
- 许靖华,孙枢,克雷恩比 U. 寒武纪生物爆发前的死劫难海洋.地质科学,1986,(1): 1~6
- 徐道一.地层的天文对比方法.见:吴瑞棠,张守信,编著.现代地层学.武汉:中国地质大学出版社,1989. 159~165
- 张勤文,毛雪瑛,徐道一,等.在前寒武纪和寒武纪界线上的地质事件.见:国际地质对比计划中国委员会主编.国际交流地质学术论文集(一)——为二十七届国际地质大会撰写.北京:地质出版社,1984. 144~149
- 蒲心纯,叶红专,王剑,等.岩相古地理分析.见:蒲心纯,周浩达,王熙林,等.中国南方寒武纪岩相古地理与成矿作用.北京:地质出版社,1993. 48~54

EVENT SEDIMENTS OF CAMBRIAN IN YANGJIAPING,
NORNORTHWEST HUNAN

Guo Chengxian Zhu Zhongde

(*Jiangnan Petroleum Institute, Jingzhou, Hubei*)

Jin Tao

(*Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Xinjiang Petroleum Adminishation, Kelamay, Xinjiang*)

Xie Hong

(*Liaohu Petroleum Exploration Bureau, Pajin, Liaoning*)

Abstract

Yangjiaping, Northwestern Hunan, is situated in the west margin of Central Hubei carbonate platform. In the Cambrian, there occurred successively a series of catastrophic events in the study area, including oceanic anoxic event, turbidity event and tempest event. According to the petrological characteristics of the black rock series and the facts that they occur on the bases of the rapid transgression sequences and are distributed widely in South China and the whole world, the formation of the black rock series should be related to the meteorite impact, the break up of parr continent and the eustatic sea level abrupt rising between the Sinian and Cambrian. The turbidity events and tempest events were all strong local catastrophic events. The former resulted in phosphorous turbidites and calcareous turbidites, their induced factors were related to tempest activities; the latter resulted in near source tempestites and scoured basement autochthonous tempestites

Key Words: Cambrian System Northwest Hunan oceanic anoxic event turbidity event tempest event

(上接第 38 页)

FORMATION MODELS OF DEVONIAN AND CARBONIFEROUS
DOLOMITES IN GUIZHOU- GUANGXI REGION

Fang Shaoxian Hou Fanghao Dong Zhaoxiong Zhu Xiaohui

(*Southwest Petroleum Institute, Nanchong, Sichuan*)

Abstract

The Devonian and Carboniferous laminated dolomites in Guizhou-Guangxi Region are mainly distributed on the edge of continent-linked(shelf) carbonate platform and the isolated carbonate platform near deep trough. The dolomitization mechanism includes active tidal pumping dolomitization , normal seawater dolomitization, mixed near surface dolomitization, buried squeeze- compaction flow dolomitization, tectonic hydrothermal dolomitization. It is suggested that different dolomitization models possess different mechanisms and characters.

Key Words: dolomitization model continent-linked carbonate platform isolated carbonate platform intraplatform sag reservoir quality