

# 贵州凤冈-湄潭地区二叠系栖霞组沉积相研究

司海瀛, 王甘露, 牟雨亮

(贵州大学资源与环境工程学院, 贵州 贵阳 550025)

**[摘要]** 贵州凤冈-湄潭地区二叠系栖霞组碳酸盐岩出露良好、层序完整、沉积现象丰富, 为研究沉积相提供了良好的场所。本文通过凤冈-湄潭地区中二叠统栖霞组野外剖面测制、样品采集及室内测试鉴定等手段, 对栖霞组岩石类型、沉积结构构造、古生物、地球化学、测井曲线等多种相标志及其沉积环境意义进行了系统研究。通过研究, 认为栖霞组处于局限浅海台地碳酸盐岩沉积体系, 整体处于水深数米到数十米浪基面之下, 水动力条件较弱, 海水欠流畅, 海底贫氧或缺氧, 盐度多高于正常海水的盐度。部分时段水体更深, 水体环境更为闭塞、贫氧, 水动力条件更低。根据水体深度和水动力条件等的物质表现, 又分为潮下、台内洼地和台内滩3个亚相, 以及生物碎屑滩、深水泥、静水泥3个微相。

**[关键词]** 沉积相; 栖霞组; 二叠系; 凤冈县; 湄潭县; 贵州

**[中图分类号]** P534.46 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2018)03-0181-07

关于贵州凤冈-湄潭地区中二叠统栖霞组沉积相研究, 前人做过大量工作, 大部分学者认为中二叠世栖霞期毕节-贵阳-镇远一线以北地区为台地相带, 岩性主要为富含低能藻类的深灰色、灰黑色泥质条带状、眼球状灰岩, 类以 *Nankinella-Pisolina* 组合为主, 以浅海相碳酸盐岩建造为主, 反映了水动力不强的半局限台地相沉积环境。但由于以往地质调查精度及研究手段限制, 故对其沉积环境及其变化的认识不够具体、深入。

本文依托的基金项目为《凤冈二区块二维地震解释及勘探目标选择》。该项目以栖霞组、茅口组、石牛栏组和龙马溪组、宝塔组等层位为主, 开展了研究区的路线地质调查、剖面测量、样品分析测试等工作, 进行二维地震资料再处理及精细解释, 重点解剖典型含气构造, 进一步明确储层、构造特征及天然气成藏的主控因素。

本文利用该项目两个地层实测剖面(凤冈县木根槽、凤冈县西山村剖面)资料、两个钻井(永参2井、永凤三井)岩芯编录资料, 以及200余件化学分析及岩矿鉴定资料, 对栖霞组岩石类型、沉积结构、古生物、地球化学、测井相等多种相标志

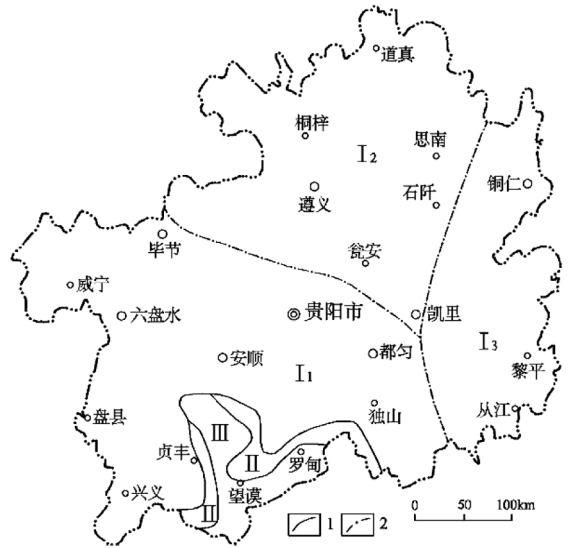


图1 贵州省二叠系中统地层分区图

Fig. 1 Stratigraphic division of middle Permian in Guizhou  
1—地层分区界限; 2—地层小区界限; I—遵义-贵阳-兴义分区(浅海台地相); II—紫云-册亨分区(台缘礁滩相); III—关岭-罗甸分区(斜坡-盆地相); I<sub>1</sub>—独山-威宁-兴义小区(滨岸沼泽相); I<sub>2</sub>—遵义-务川小区(半局限台地相); I<sub>3</sub>—天柱-黎平小区(半局限台地相)

[收稿日期] 2018-04-20 [修回日期] 2018-08-31

[作者简介] 司海瀛(1992—), 男, 贵州大学研究生在读, 主要从事非常规油气研究。

[通讯作者] 王甘露(1965—), 男, 贵州大学副教授。

及其沉积环境意义进行了系统研究,获得了更深入具体的认识,划分了沉积相、亚相及微相,为分析天然气储层发育特征提供了沉积相及沉积环境依据。

### 1 地质概况

研究区大地构造位置处于扬子陆块区的上扬子陆块中部之风冈南北向构造变形区。在中二叠世,其地层分区归属于扬子地层区的遵义—贵阳—兴义分区之遵义—务川小区(陶平等,2017),沉积地层有梁山组、大竹园组及栖霞组、茅口组,沉积厚度大于500 m。从已有研究成果可知(刘鸿允,1955;王立亭等,1983;王鸿祯,1985;刘宝珺,1980;冯增昭等,1966),早二叠世未接受沉积,在黔桂运动后海水入侵而沉积了梁山组滨海及湖沼相含炭质泥质碎屑岩,局部地势高处未沉积。随着海水持续上升,本区逐渐向半局限台地相、开阔台地相碳酸盐岩沉积环境过渡,先后沉积了栖霞组、茅口组碳酸盐岩。但关于研究区栖霞组沉积相及其沉积环境的更具体认识,尚需开展深入研究才能知晓。本文将黔北的风冈县木根槽剖面栖霞组为代表,并结合风冈县西山村剖面进行其综合分析。

风冈木根槽剖面位于研究区的西北部,其栖霞组与下伏地层梁山组、上覆地层茅口组均为整合接触。其分层特征如下:

上覆地层:茅口组 灰色、深灰色厚层块状含燧石团块含生物碎屑灰岩。

-----整合接触-----

栖霞组 厚 249.8 m

上段: 厚 96.7 m

7层 深灰色厚层状-块状生物碎屑泥晶灰岩,夹黑色含有机质泥灰岩,眼球状构造明显,生物碎屑可见海百合茎、珊瑚等,单层厚度 2~4 m。 44.8 m

6层 厚层块状中粗晶灰质白云岩,中部夹薄层灰黑色含有机质泥灰岩,下部含链状泥质条带。 4.0 m

5层 灰黑色中厚层泥质灰岩,夹灰色薄至中层白云质灰岩,顶部可见白云岩化,单层厚度 1~2 m。 22.7 m

4层 灰黑色中厚层状泥质灰岩与灰黑色含泥质生物碎屑灰岩互层。泥质灰岩呈断续状分布,风化后呈眼球状,生物碎屑可见腕足介壳。 25.2 m

下段: 厚 153.1 m

3层 灰白色厚层块状含燧石团块亮晶灰岩,夹灰色中至厚层生物碎屑泥晶灰岩,底部 0.5 m 为黑色薄层炭质

灰岩,见沥青及碳质泥质条带。单层厚度 1.5~3 m。

46.6 m

2层 深灰色厚层状含生物碎屑泥晶灰岩与灰黑色厚层含有机质泥质灰岩互层,夹灰黑色薄层炭质灰岩,局部可见生物碎屑,以腕足、介壳为主,偶见海百合茎、珊瑚,单层厚度 1~1.5 m。 94.4 m

1层 灰黑、黑色中厚层状含生物碎屑泥晶灰岩与灰色中厚层泥晶灰岩互层,夹灰中层黑色生物碎屑泥质灰岩,生物碎屑可见珊瑚、蜓类,单层厚度 30~130 cm。 12.1 m

12.1 m

-----整合接触-----

下伏地层:梁山组 浅灰、灰白色粘土岩。

### 2 沉积地质学标志

沉积相是沉积环境的物质表现。沉积相的划分标志,主要依据沉积岩的岩石类型、结构、原生沉积构造、古生物、地球化学、古流向特征等因素,结合沉积相序列的垂向与横向空间配置规律而综合判定。沉积相标志是沉积相分析的重要基础,可以用来研究和解释沉积岩的形成(沉积)过程及沉积时环境的特征。下文用颜色、岩性、沉积构造、古生物、地球化学、测井曲线特征来研究分析栖霞组沉积环境,为探讨沉积相提供依据。

#### 2.1 颜色标志

沉积岩颜色一定程度上可反映沉积环境的水体中含氧性和水动力强弱。当水体较深、水动力条件较弱、氧气不足时,一般表现为岩石中泥质含量较多,生物中有机质得以保存完整,形成颜色较深的岩石类型。而水体较浅、水动力较强、氧气充足时,则表现为沉积的泥质含量较少,生物中有机质被氧化,形成颜色较浅的岩石类型。本区栖霞组下段颜色较浅,以深灰、灰色为主;上段颜色较深,为深灰、灰黑、黑色等。

#### 2.2 岩石类型

岩石类型是沉积物在其所属沉积环境下形成最重要的物质表现,也是沉积相判别的最重要标志之一。

通过岩心、野外剖面观察描述和室内岩石薄片详细鉴定,研究区栖霞组主要为灰岩,少量白云岩,泥、页岩。

灰岩类:其类型较多,主要有泥晶灰岩和颗粒灰岩。泥晶灰岩颜色以灰色和深灰色为主,偶见

生物碎屑,以有孔虫、棘皮、腕足为主。栖霞组颗粒类型多样化,砂屑、生物碎屑、藻团块等组成,生物主要包括双壳类、苔藓虫、海绵、珊瑚、有孔虫、腹足、腕足类、棘屑、蓝绿藻等。

白云岩类:岩石类型比较单一,属于深埋藏白云岩化,无同生白云岩。白云石多为菱面体,晶间多有沥青浸染,杂质较多表面较脏;泥岩、页岩发育较少,一般作为夹层出现,颜色较深,多为灰黑色、黑色,有机质含量高,为炭质页岩。

## 2.3 沉积构造

见图2,在研究区栖霞组最为常见眼球状构造、含燧石团块或条带和缝合线构造,眼球灰岩

主要发育在栖霞组上段,是与茅口组划分的标志;燧石团块或条带主要发育在栖霞组一段;另缝合线构造,缝合线主要被有机质和泥质充填。栖霞局部存在星散状黄铁矿。一般认为黄铁矿是在缺氧环境中形成的,厌氧细菌利用硫酸盐作氧化剂降解有机质过程中形成的(吕炳全等,1989)。

## 2.4 古生物特征

研究区栖霞组化石丰富,种类众多、含量高,以绿藻和红藻为主,有孔虫和腕足类次之,类、珊瑚、海百合、腹足类、双壳类、三叶虫、苔藓虫和介形虫等。

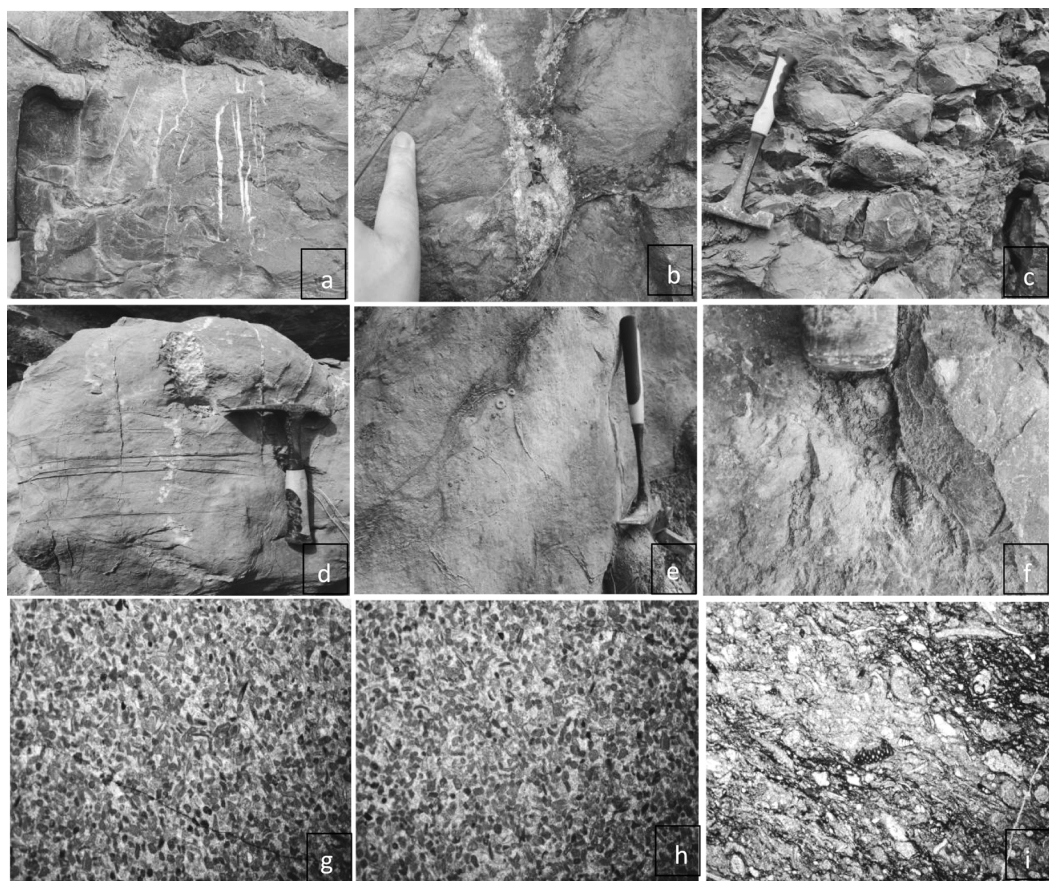


图2 研究区主要沉积相标志

Fig. 2 Major sedimentary facies signs of the target area

a—泥晶灰岩;b—泥晶生物碎屑灰岩;c—眼球状灰岩;d—生物碎屑泥晶灰岩;e—海百合茎;f—三叶虫;g—亮晶生物碎屑灰岩,倍数25X(-);h—亮晶砂屑灰岩,倍数25X(-);i—藻类及串珠虫,倍数100X(-)

研究区栖霞组主要可以分为两类生物组合,一类是有孔虫以壳壁较厚的属种为主,内部构造亦较复杂,外形多呈纺锤形或长纺锤形;腹足类和珊瑚则个体较大、数量较多,且生物破碎,该组合主要分在栖霞组下段。另一类则是混入泥质的含低能藻类的条带状、眼球状泥晶灰岩,类个体小,

内部构造简单,多为球形或透镜状,主要成员有 *Misellna*、*Cancellina*、*Neoschwagerina* 等这类抗性能弱的低能量的,腕足类、介形虫、苔藓虫大量减少,生物较为完整,反映了水动力不强的还原环境(吕炳全等,1989),该组合主要分布在栖霞组上段。



## 2.5 地球化学标志

对沉积岩中地球化学特征研究沉积岩形成的古地理环境和成岩作用环境,已成为沉积地球化学的一个重要方面<sup>[9]</sup>。

国外学者根据沉积岩在贫富氧环境沉积的沉积地球化学特征的表现,将  $V/(V+Ni)$  (Hatch and Leventhal, 1992)、 $V/Cr$  和  $Ni/Co$  (Jones and Manning, 1994) 比值可作为沉积环境贫富氧性的判识标志,并给出了相应标准(表1)。

表1 缺氧环境和富氧环境的地球化学判识指标表

Table 1 Geochemical indicators for hypoxic and oxygen-enriched environment

判识标志	缺氧环境		富氧环境
	厌氧	贫氧	
$V/(V+Ni)$	>0.6	0.46~0.6	<0.46
$V/Cr$	>4.25	2~4.25	<2
$Ni/Co$	>7	5~7	<5

表2 研究区栖霞组沉积地球化学测试结果表

Table 2 Sedimentary geochemical test results of Qixia formation in the target area

样号	$Ni/\mu g/g$	$V/\mu g/g$	$Co/\mu g/g$	$V/(V+Ni)$	$Ni/Co$
YF-1	5	19	1	0.79	
YF-2	5	19	<1	0.79	—
YF-3	10	55	<1	0.85	
YF-4	7	50	<1	0.88	—
YF-5	6	29	<1	0.83	—
YF-6	7	19	<1	0.73	
YF-7	1	6	<1	0.86	
YF-8	3	3	<1	0.50	—
YF-9	14	53	1	0.79	14
YF-10	11	38	2	0.78	5.5
YF-11	9	24	1	0.73	9
GH001	4	10	1	0.71	4
GH002	4	23	<1	0.85	—
GH003	9	68	<1	0.88	—
GH004	5	19	1	0.79	
GH005	4	10	1	0.71	

测试单位:贵州大学资源与环境工程学院,2017。

样品来自永凤三井和凤冈西山剖面共16个灰岩,根据  $V/(V+Ni)$  值的判识指标,栖霞组几乎全部处于厌氧区间,只有一个处于贫氧区间;其中有10个样品  $Co$  含量过低,无法检测,根据4个样品的  $Ni/Co$  比值,其比值较为宽泛,从富氧到厌

氧均有分布,但整体上处于缺氧环境,而且样品中  $Co$  值非常低,其比值代表性不强。另外根据前人资料,古氧相地球化学指标  $V/(V+Ni)$ 、 $Ni/Co$  等都指示本区栖霞组整体上是缺氧的沉积特征(王争鸣,2003;施春华等,2004)。

另外笔者选取了6组眼球状灰岩共计12个样品分析了  $Sr/Ba$ 、 $Sr/Ba$  比值常是海水深度和离岸距离的重要判别标志。 $Sr$ 、 $Ba$  的化学性质相近,但  $Sr$  的迁移能力强于  $Ba$ ,可迁移到大洋深处,而  $Ba$  多在近岸沉积物中富集,仅有少量进入深海。通常  $Sr/Ba < 1$ ,代表淡水, $Sr/Ba > 1$  表示咸水。结果数值分布于1.1~925.41之间,具有离岸较远的沉积特征。

## 2.6 测井相标志

测井技术的自然伽马曲线可以反映出一些沉积物的沉积环境,泥质含量、粒度大小、分选性控制着自然电位曲线的幅度和大小。一般来说,泥质含量越高,沉积环境越还原,自然伽马值就越大,泥质含量低,自然伽马值就越小。研究区永凤三井的栖霞组自然伽马曲线(图3)在极小范围内变化幅度大,近似于尖峰的指性形态,这样的自然伽马曲线形态通常由水动力较弱的沉积环境形成,主要形成于局限台地相中。

自然伽马曲线数值总体较低,但上段的数值高于下段,反映出上段岩性泥质含量高于下段;在栖霞组低端自然伽马曲线较高,表现为数值较高的锯齿状,此处的岩性为在潮下亚相形成的眼球状灰岩,此处眼球状灰岩岩层较厚,超过10m,眼皮部分颜色为较深的灰黑色,泥质含量高,有机质含量较高,反映较还原的沉积环境;随后曲线数值迅速降低,表现为数值低的较小的尖峰指性状态,反映出泥质含量的减少,水动力的增强;出现过几次幅度相对较大的尖峰,原因为泥质含量的增加,岩性多为眼球状灰岩。

## 3 沉积相分析及划分

### 3.1 沉积相分析

研究区岩石颜色以灰黑色、深灰色为主,富含有机质,总体代表水体能量较低的还原环境。但是,具体岩性特征不同,揭示出其沉积环境及沉积相有所差异,具体分析如下。

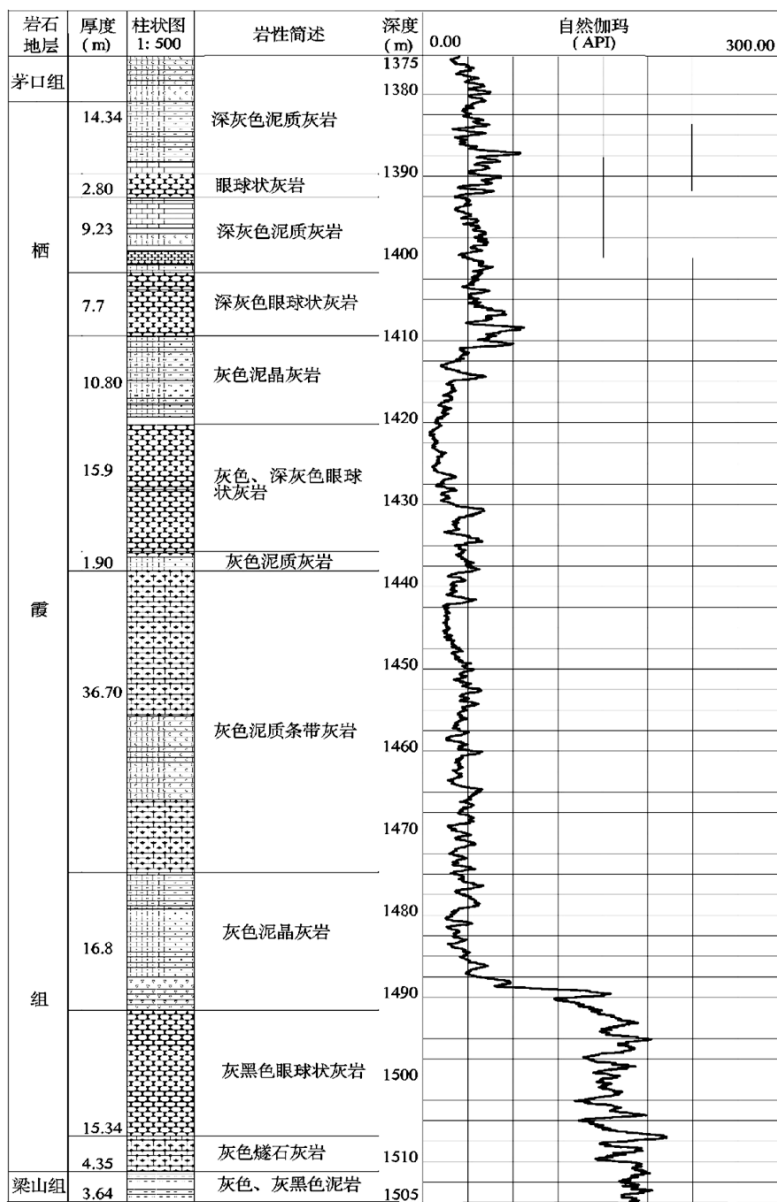


图 3 永凤三井自然伽马曲线图

Fig. 3 Natural gamma curve of the Yongfeng three wells

泥晶灰岩含少量泥质,生物较少,主要形成于台内潮下低能环境或者台内洼地深水环境中。

生物碎屑泥晶灰岩,生物碎屑种类较多,破碎程度一般,无分选性、杂乱分布,多为原地堆积,水动力条件较泥晶灰岩稍强,主要形成于潮下环境。

颗粒灰岩主要分为泥晶生物屑灰岩、泥晶藻团块灰岩、亮晶砂屑灰岩和泥质泥晶生物碎屑灰岩。泥晶生物碎屑灰岩生物含量较高,整体较为破碎,略具分选性,局部可见陆缘碎屑,表明具有一定水动力的台地相;泥晶藻团块灰岩颜色较深,有机质含量高,主要形成于碳酸盐岩台地相内低能潮下带;亮晶砂屑灰岩中见有大量砂屑,含少量

生物碎屑,磨圆度和分选性好,此类岩石胶结物以亮晶为主,表明水动力较强的沉积环境,主要形成于高能潮下带;泥质泥晶生物碎屑灰岩其生物碎屑包括有孔虫、腕足、棘皮等,无分选性,颜色呈灰黑色,有机质含量高,主要形成于碳酸盐岩局限台地相内台地浅滩或低能潮下带。

泥、页岩类主要形成于台地洼地或潮下低能还原环境。眼球状构造形成于水动力条件很弱或者静水低能量的沉积环境中,其形成条件与泥岩相似,同时眼球状灰岩颜色呈灰黑色、有机碳含量高,反映水动力条件弱或者静水低能量的沉积环境中,主要为台地潮下低能环境。燧石条带、团块灰岩多呈黑色椭球状、串珠状、条带状等不规则形

态分布于灰色、深灰色中厚层泥晶灰岩中,说明沉积时水体较深,循环不良,沉积环境可能为台内洼地较深水环境。

腹足类和珊瑚数量较多,且生物破碎,反映当时沉积环境为具有一定的水动力条件的清澈的浅水台地,主要分在栖霞组下段。栖霞组上段腕足类、介形虫、苔鲜虫大量减少,生物较为完整,反映了水动力不强的还原环境。

### 3.2 沉积相类型划分及特征

通过综合分析上述各种相标志及其组合特征,研究区栖霞组处于局限浅海台地碳酸盐岩沉积体系。该局限浅海台地整体上处于水深数米到数十米浪基面之下,水动力条件较弱,海水欠流畅,海底贫氧或缺氧,盐度多高于正常海水的盐度。部分时段水体更深,水体环境更为闭塞、贫氧,水动力条件更低。根据其水体的深度和水动力条件的大小的物质表现,又分为潮下、台内洼地和台内滩3个亚相和3个微相,如图4所示。下文选取凤冈县西山剖面进行分析总结。

潮下亚相:指在平均低潮线下水体较深、水动力条件弱的沉积区域。岩性主要为含有机质和泥质较高的深灰、灰黑色泥晶灰岩、生物碎屑泥晶灰岩,并夹一套灰黑色、黑色更富含有机质泥晶灰岩和泥质泥晶灰岩互层的眼球状灰岩岩性组合。其眼球状灰岩体颜色较浅,生物化石个体相对完整,而环绕眼球状灰岩体者颜色较深,为富含炭质泥质生物碎屑灰岩。这一岩性纵向变化特征,揭示了本亚相总体较为闭塞,并呈现水动力条件、水体深度、含氧性等间歇性变化。本区潮下亚相的微相均属于静水泥。

台内滩亚相:指在台地内水体较浅,水动力条件较强并富氧的沉积区。岩性主要为灰色、暗灰色厚层-块状亮晶(泥晶)生物碎屑灰岩、亮晶砂屑灰岩。受到较强的波浪和潮汐淘洗冲刷,岩石具有泥质含量较少,颗粒分选均匀,生物碎屑较为破碎,灰泥组分含量较少,胶结物以亮晶为主,有机质不易保存,颜色较浅等特征。本区台内滩亚相的微相,可据颗粒类型不同划分为生物碎屑滩和砂屑滩两种。

岩地	层号	厚度(m)	累计厚度(m)	柱状图 1:1000	岩性及相标志	沉积相			
						微相	亚相	相	
第四系					浮土及松散沉积物。				
茅口组	下段	18	4.9	175.2		灰色块状生物碎屑泥晶灰岩。生物化石少见。			局限台地
		17	14.4	170.3		灰色厚层状生物碎屑泥晶灰岩。生物碎屑见海百合茎、珊瑚等。	生屑滩	台内滩	
		16	14.7	155.9		灰色厚层块状泥晶灰岩。生物碎屑较少,主要为海百合茎。	静水泥	潮下	
		15	21.9	141.2		灰色块状生物碎屑灰岩。生物碎屑主要为珊瑚海百合茎等,生物含量较高。	生屑滩	台内滩	
栖霞组	上段	14	7.4	119.3		灰色中至厚层眼球状灰岩。眼球状构造明显,单层厚度0.8-1.5m。	静水泥	潮下	局限台地
		13	6.3	111.9		深灰色中层泥晶灰岩。			
		12	1.7	105.6		灰色中层泥晶灰岩夹黑色薄层碳质泥页岩。			
		11	8.3	103.9		深灰色中层块状泥晶灰岩。见眼球状灰岩。			
		10	9.5	95.9		灰色后增泥晶灰岩。底部为一厚层黑色碳质灰岩。偶见腕足、介壳。			
		9	14.0	86.4		深灰色厚层块状泥质灰岩。溶蚀现象发育,大小约为1.5-2m,可见灰岩结核,顶部可见白云岩化。	生屑滩	台内滩	
		8	15.5	72.4		灰色厚层状生物碎屑灰岩。生物见海百合茎、腕足,见白云岩结核。			
	下段	7	4.5	56.9		灰色厚层块状泥质灰岩。见眼球状构造			
		6	4.2	52.4		灰色中层泥晶灰岩。见燧石团块,大小5-20cm。			
		5	10.0	48.2		中至厚层块状泥晶灰岩。见较大燧石团块,约10-40cm。			
4		8.0	38.2		灰色中至厚层泥晶灰岩。				
3		5.4	30.2		灰色厚层块状生物碎屑灰岩。				
	2	17.8	24.8		灰色块状生物碎屑灰岩,局部见生物碎屑,以腕足为主,见少量介壳、海百合茎。生物含量50%。层间充填钙质条带。	生屑滩	台内滩		
	1	7.0	7.0		灰色厚层块状泥晶灰岩。				
梁山组	0	10.5			灰色中至厚层泥晶灰岩,局部见煤线。				

图4 凤冈西山剖面栖霞组沉积相结构图

Fig. 4 Sedimentary facies structure diagram of Qixia formation in Xishan section of Fenggang

台内洼地亚相:指浅海碳酸盐岩台地内部相对洼陷的深水沉积区域。由于水深宁静,细粒灰泥沉积为主,以含燧石团块或条带为特征。主要发育灰色、深灰色含燧石团块、条带泥晶灰岩。本区台内洼地亚相的微相均属于深水泥。

## 4 结论

本文通过凤冈-湄潭地区中二叠统栖霞组剖面测制、样品采集及测试鉴定等,对其岩石类型、沉积结构构造、古生物、地球化学、测井曲线等多种相标志及其沉积环境意义进行了系统研究。

通过以上研究,认为栖霞组处于局限浅海台地碳酸盐岩沉积体系,整体处于水深数米到数十米浪基面之下,水动力条件较弱,海水欠流畅,海底贫氧或缺氧,盐度多高于正常海水的盐度。部分时段水体更深,水体环境更为闭塞、贫氧,水动力条件更低。根据水体深度和水动力条件等的物质表现,又分为潮下、台内洼地和台内滩3个亚相,以及生物碎屑滩、深水泥、静水泥3个微相。

### [参考文献]

陈中红,查明. 自然伽马及自然伽马能谱测井在沉积盆地古环境

- 反演中的应用[A]. 中国地质学会. 第八届古地理学与沉积学学术会议论文摘要集[C]. 中国地质学会,2004,2.
- 冯增昭,杨玉卿,金振奎. 中国南方二叠系岩相古地理[J]. 沉积学报,1996.,14(2):1-11.
- 郭春杰,王迪,王保军. 自然伽马能谱测井在沉积学中的应用研究[J]. 国外测井技术,2013,34(1):34-36.
- 刘鸿允等著. 中国古地理图[M]. 北京:科学出版社,1955.
- 刘宝珺等著. 沉积岩石学[M]. 北京:地质出版社,1980.
- 吕炳全,瞿建忠. 下扬子地区早二叠世海进和上升流形成的缺氧环境的沉积[J]. 科学通报,1989.,34(22):1721-1724.
- 罗进雄,何幼斌. 中-上扬子地区二叠系眼球状石灰岩特征及成因研究[J]. 地质论评,2010,56(5):629-637.
- 罗进雄,何幼斌,王丹,等. 贵州桐梓松坎二叠系岩石特征及沉积环境分析[J]. 科技导报., 2013,31(2):37-44.
- 刘杰,李蔚洋,何幼斌. 四川旺苍双汇下二叠统茅口组眼球状石灰岩成因分析[J]. 海相油气地质,2011,16(1):63-67.
- 刘喜停,颜佳新,马志鑫,等. 华南栖霞组灰岩-泥灰岩韵律层的成因[J]. 地球科学(中国地质大学学报),2014. 39(2):155-164.
- 施春华,胡瑞忠,颜佳新. 栖霞组沉积地球化学特征及其环境意义[J]. 矿物岩石地球化学通报,2004,23(2):144-148.
- 陶平等著. 中国区域地质志·贵州志[M]. 北京:地质出版社,2017.
- 王立亭,叶念曾,秦大康,等. 贵州省早二叠世岩相古地理概论[J]. 中国区域地质,1983,3(1):23-38.
- 王鸿祯等著. 中国古地理图集[M]. 北京:地图出版社,1985.

## Study of Sedimentary Facies of Qixia Formation, Permian in Fenggang-Meitan Area of Guizhou

SHI Hai-ying, WANG Gan-lu, MOU Yu-liang

(College of Resources and Environmental Engineering, Guiyang 550025, Guizhou, China)

**[Abstract]** The carbonate rock of Qixia formation, Permian in Fenggang-Meitan area are well exposed, have complete sequences and abundant sedimentary phenomena, it's suitable for sedimentary facies study. By field measurement, sample collection, indoor test and identification and other method, the rock type, sedimentary structure, paleontology, geochemistry, logging curve and its sedimentary significance are studied. It's thought that Qixia formation is located in a shallow carbonate sedimentary system in the shallow-sea platform which below the surface wave several meters to several ten meters deep, the hydrodynamic condition is relatively weak, the seawater is fluent, oxygen is poor or deficient in the seabed, the salinity is higher than normal seawater. In some periods, the water body is deeper, the water environment is more occluded and oxygen-poor, the hydrodynamic condition is lower. According to the water depth, hydrodynamic condition and other material performance, it's divided into 3 subfacies: subtidal, depression, beach and 3 microfacies: bioclastic beach, deep cement and static cement.

**[Key words]** Sedimentary facies; Qixia formation; Permian; Fenggang county; Meitan county; Guizhou