

文章编号: 0253-9985(2000)03-0241-03

白云凹陷北坡特殊层序地层样式

杨 飞¹, 魏福军², 彭大钧¹, 庞 雄³, 王 琳⁴, 刘 健⁴

(1. 成都理工学院石油系, 四川成都 610059; 2. 新星石油公司, 北京 100083;

3. 中国海洋石油南海东部公司, 广东广州, 510000; 4. 中国石化集团新星石油公司勘探研究院, 湖北荆州 434100)

摘要: 白云凹陷北坡具有独特的层序地层样式: 它的坡度较缓, 不存在地貌上的陆架坡折, 但由于断裂的活动, 断层上下盘的落差客观上起到了陆架坡折的作用, 使其低水位体系域具有 I 型陡坡层序的特征, 主要由盆底扇、深切河谷及充填物等组成。对于这种新的层序地层样式, 可称之为受断裂控制的 I 型缓坡层序地层样式。

关键词: 层序地层; I 型层序; 陡坡; 缓坡; 白云凹陷

第一作者简介: 杨飞, 男, 33 岁, 高级工程师(博士生), 石油地质

中图分类号: TE121.3 文献标识码: A

白云凹陷位于珠江口盆地珠二坳陷的东部, 凹陷的主体位于南部, 更南则以断裂与南部隆起带相邻。由于受距今 32~17 Ma 期间南海的南北向扩张的深刻影响, 它是一个由走向 NE、倾向 NW 的张性断层构成的半地堑, 凹陷中心靠近南部边界断层, 向北逐层超覆, 构成大型断陷^[1]。

白云凹陷与其所处的珠江口盆地一起经历了与被动大陆边缘盆地相同的裂谷阶段和沉降阶段后, 又经历了一个断块升降阶段(即发生在中新统的东沙运动)^[2], 这就使得该区具有独特的层序地层样式, 本文主要讨论这种特殊的层序地层样式。

白云凹陷层序地层研究主要是在白云凹陷北斜坡的上第三系的海相地层中进行的, 其研究的关键在于层序边界的正确识别与划分、低水位体系域特征研究。

1 层序边界的识别

从理论上说, 层序边界的识别标志主要为^[3,4]: 海岸上超向下转移(说明海平面快速下降); 沉积相向盆地方向迁移(从加积准层序组转变为前积准层序组); 河流回春(rejuvenation)作用(体现在下切河谷对下伏高水位体系域侵蚀)。

在对白云凹陷进行层序地层学研究时, 考虑到在斜坡陆架部分, 由于不存在低水位体系域, 则层序界面上为海侵体系域(或高水位体系域); 层序界面下为上一个层序旋回的高水位体系域。因此, 在实际研究中, 对研究区层序边界的研究主要遵循以下两点: (1) 层序边界面上表现为代表海侵体系域的超覆, 界面下表现为对上一个层序旋回中高水位体系域的削截(图 1); (2) 层序边界的另一个重要

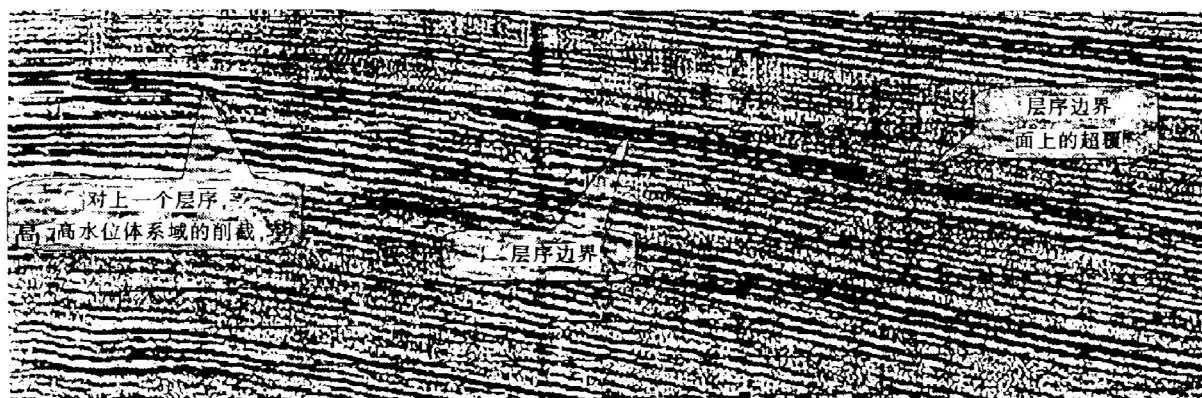


图 1 界面下的削截及界面上的超覆(86EC1572)

Fig. 1 Truncation and onlap of below and above boundary

标志, 就是存在许多因河流回春作用而形成的深切

谷, 这些下切河谷深深的切入上一层序旋回中的高水位体系域中, 且河谷充填物与其下伏沉积层存在着明显的沉积相错位(图 2)。

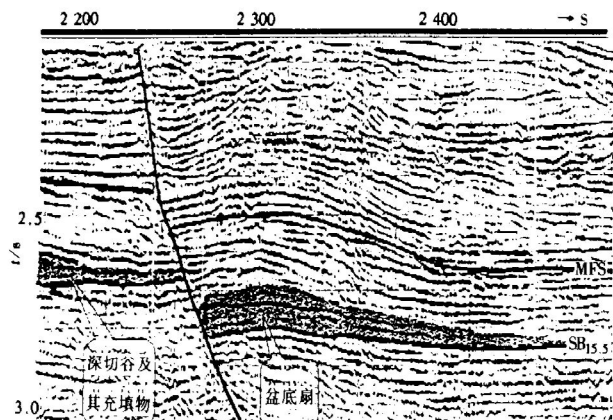


图2 深切谷(86EC2444)

Fig. 2 Incised valley (86EC2444)

根据上述层序边界的识别与划分原则,利用本区高分辨率地震剖面,在研究区准确地识别出了上第三系(珠江组、韩江组)的6套三级层序,它们对应的时限分别为21~17.5 Ma, 17.5~16.5 Ma, 16.5~15.5 Ma, 15.5~13.8 Ma, 13.8~12.5 Ma, 12.5~10.5 Ma。这些层序总体上呈缓坡状,没有陆架坡折的存在,具有缓坡边缘I型层序的部分特征;但是,由于受晚渐新世~中中新世东沙运动所造成的稳定沉降的影响,使得这6套层序又具有与缓坡I型层序截然不同的特征。

2 层序地层样式

在晚渐新世~中中新世时期,研究区处于沉降阶段,区内断层活动较为频繁^[5]。因此,本文所研究的这6套层序的发育不仅受控于海平面的升降,而且还直接受到断层活动的影响。

从经典层序地层样式可知^[6],因不存在陆架坡折, I型缓坡层序的低水位体系域主要发育相对较薄的楔状体,而缺乏峡谷和盆底扇。然而,在白云凹陷,受东沙运动的控制,使得部分断裂持续活动,并在客观上起到了陆架坡折的作用,在低水位体系域发育阶段,于断裂的两侧(上升盘侧与下降盘侧)造成了突然由浅水到深水的过渡,使河流深切形成峡谷以及斜坡扇和盆底扇。

图3所展示的为研究区内一个典型的深切谷,从图中地震剖面特征(95EC1558)分析可知:该剖面部分顺河流走向,即从炮号1800往南表现为顺河谷方向的地震剖面特征。而图4展示的则为垂直该深切谷走向的地震剖面特征(86EC2444)。在图中SB_{13.8}, SB_{15.5}分别是层序13.8 Ma和层序15.5 Ma的层序边界, MFS为最大海泛面。从图4中可看

出,在横截面上,深切谷呈现“V”或“U”型,且切谷中充填物的地震相特征(断续、杂乱)与其围岩中的地震相特征(平行或亚平行)存在着明显差异。

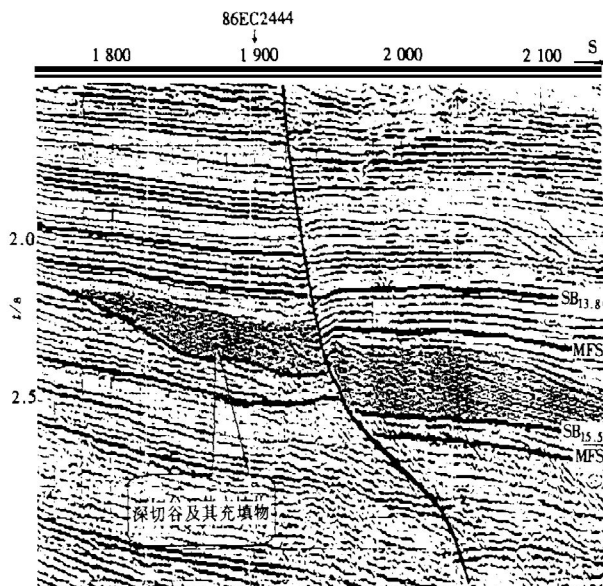


图3 顺深切河谷走向的剖面特征(95EC1558线)

Fig. 3 Characteristics of seismic section along incised valley

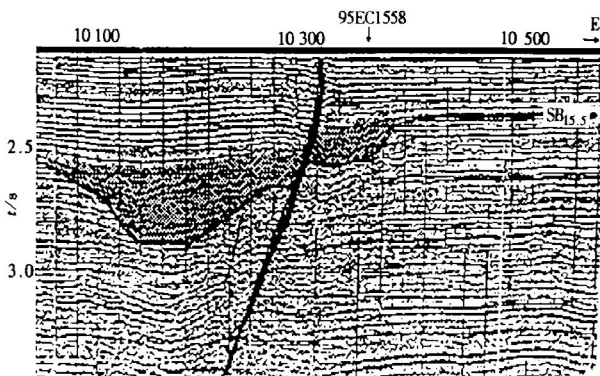


图4 深切河谷横截地震剖面特征(86EC2444线)

Fig. 4 Characteristics of seismic section across incised valley

图5与图3为同一条地震剖面(95EC1558)的不同部分,图5表现的为南段部分(炮号:2200~2500),其上的深切谷为图3上深切谷的南部末端部分。从图5中断裂两侧的最大海泛面(MFS)和层序15.5 Ma的层序边界的断距分析, MFS的断距在时间剖面上约为100 ms,而层序边界的断距则约为150 ms,由此可知该断裂在层序15.5 Ma的低水位沉积时期就有一定的断距存在,即该断裂对层序15.5 Ma的低水位体系域沉积有控制作用。

综合图3和图5可进行如下解释:在层序15.5 Ma的低水位沉积时期,由于断裂的活动(东沙运动),形成断层崖。在断裂的上升盘,上一层序尚未固结成岩的高水位沉积物受到冲刷,产生深切峡谷(图3),而因冲刷产生的碎屑则在断层崖附近

(断裂下降盘)堆积形成盆底扇(图5);由于沉积的分选作用,在断层下盘附近以粗粒的砂质碎屑为主,而远处则主要为泥质成分,在差异压实的作用下,使得盆底扇具丘状外形,高点位于断层附近。到了低水位晚期,因海平面缓慢上升,峡谷的下切作用停止,并在其中开始充填水下三角洲的沉积,如图3中深切峡谷内表现出的水下三角洲充填,其呈舌状外形,并向海盆方向前积。

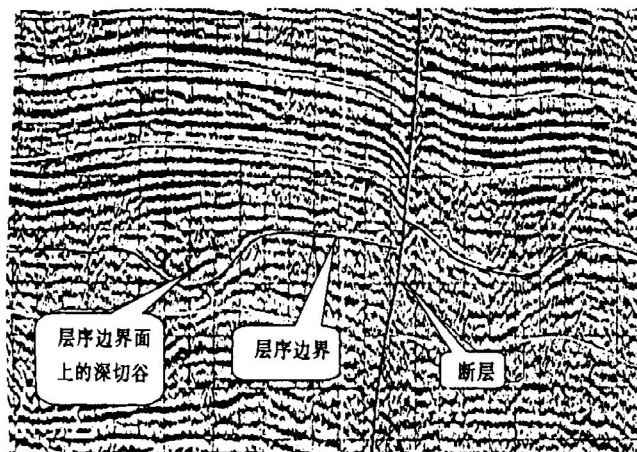


图5 断裂控制下的盆底扇地震剖面特征(95EC1558线)

Fig. 5 Seismic characteristics of basin fan controlled by fault

这样,从白云凹陷层序地层研究中,就得到了一种不同于经典的新层序地层样式:它的坡度较缓,不存在地貌上的陆架坡折,但由于断层的存在,客观上起到了陆架坡折作用,故其低水位体系域具有I型陆架坡折层序的特征,即如图6所示,其低水位体系域主要是由盆底扇、深切河谷及其充填物等组成。

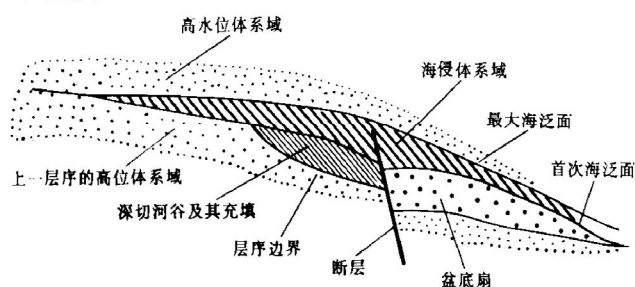


图6 白云凹陷受断裂控制的I型缓坡层序地层样式示意图

Fig. 6 Sketch map showing type I slope sequence stratigraphic model controlled by fault in Baiyun Depression

3 结论

白云凹陷的层序地层具有不同于经典层序的特征:即在缓坡的背景下,因断层起了陆架坡折的作用,控制了其低水位碎屑沉积体系,形成了具I型陆架坡折层序特征的低水位体系域。也就是说白云凹陷的层序地层样式为一种受断裂控制的I型缓坡层序,它的低水位体系域在断裂控制下,具有I型陆架坡折层序的低水位体系域特征。

在白云凹陷,这种同沉积断裂控制的I型缓坡层序中的低水位碎屑沉积体系具有重要的油气地质意义,这是因为:控制低水位碎屑沉积体系的断裂,为前期断裂的继续活动,具有多期次性,且断至下第三系的陆相生油层——恩平组、文昌组,从而使得下伏生油层所产生的油气有可能因断裂活动的多期性,而产生脉动式垂向运移,故此类型层序的低水位体系域中的盆底扇、斜坡扇等,均具有良好的勘探前景。

本文研究成果取自成都理工学院与中国海洋石油总公司南海东部公司联合研究项目“珠江口盆地南部地区白云凹陷北部斜坡带隐蔽圈闭的研究与勘探”,该项目由彭大钧教授承担,同期参加工作的还有:黄先律教授,代一丁、叶斌等,在此一并致谢!

参 考 文 献

- 1 金庆焕. 南海地质与油气资源[M]. 北京:地质出版社, 1989
- 2 代一丁, 庞雄. 珠江口盆地珠二坳陷石油地质特征[J]. 中国海上油气(地质), 1999, 13(3): 169~180
- 3 徐怀大, 魏魁生, 洪卫东. 地震地层学解释基础[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1990
- 4 朱筱敏. 层序地层学原理及应用[M]. 北京:石油工业出版社, 1998
- 5 何廉生. 南海的形成、演化及其油气资源关系[M]. 北京:地质出版社, 1990
- 6 Vail P R, 著. 应用层序地层学[M]. 张宏逵, 宋国奇, 唐其升, 等译. 山东:石油大学出版社, 1991

(下转第267页)