

也门 X 区块下白垩统沉积相分析

张朝¹, 张廷山¹, 魏祥峰¹, 戴传瑞¹, 王秀林²

(1. 西南石油大学资源与环境学院, 四川 成都 610500;

2. 中国石化国际石油勘探开发有限公司也门分公司, 北京 100083)

摘要:为了弄清也门 X 区块下白垩统地层的沉积相特征和评价其潜在的含油气性, 运用了地震相和测井以及地震层速度等综合分析手段, 分析了区内下白垩统的沉积相, 认为下白垩统主要为一套陆棚背景的陆源碎屑—碳酸盐岩的混合沉积, 主要包括混积潮坪亚相、混积内陆棚亚相和混积外陆棚亚相, 在此基础上指出, 研究区的西南侧含砂量大, 离物源近, 可作为有利勘探区。

关键词:地震相; 层速度; 沉积相; 下白垩统; 也门 X 区块

中图分类号: TE122.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-1926(2008)06-835-05

0 引言

也门盆地 X 区块的勘探程度相对周边区块较低, 目前仍处在盆地早期评价阶段, 又是中国石化新中标的风险勘探区块, 对其地层、构造、沉积相、储层、油气成藏组合等特征的认识程度比较低, 尤其是对勘探主要目的层——下白垩统的构造与圈闭分布特征、油气勘探潜力及有利的勘探区带、有利勘探目标尚不清楚, 这对下一步的勘探部署产生了很大的影响^[1-4]。本文拟探讨也门 X 区块下白垩统的沉积相特征, 旨在为研究区内下白垩统油气勘探提供一些地质依据。

1 研究区概况

也门共和国位于阿拉伯半岛南端, 境内以山地和高原为主, 北部属沙漠、半沙漠地区, 沿海有狭长平原。也门 X 区块位于马里卜—夏布瓦 (Marib-Shabwah) 盆地的中部, X 区块面积 1 324 km², 整个区块地表被沙化, 地面平坦。X 区块断裂相对比较发育, 构造整体呈 NWW 走向 (图 1)^[5]。

2 沉积相分析

区内钻井很少, 仅有 Mashaf-1 井和 Mashaf-2 井 2 口井的资料, 并且没有收集到野外露头资料, 如

果直接利用钻井资料确定区域沉积相类型及展布规律, 预测结果将很片面, 因此, 在沉积相分析的时候, 我们主要根据地震相分析, 综合测井、VSP 资料、层速度等, 查清沉积相类型及其展布规律, 进而对沉积相进行描述^[6-7]。

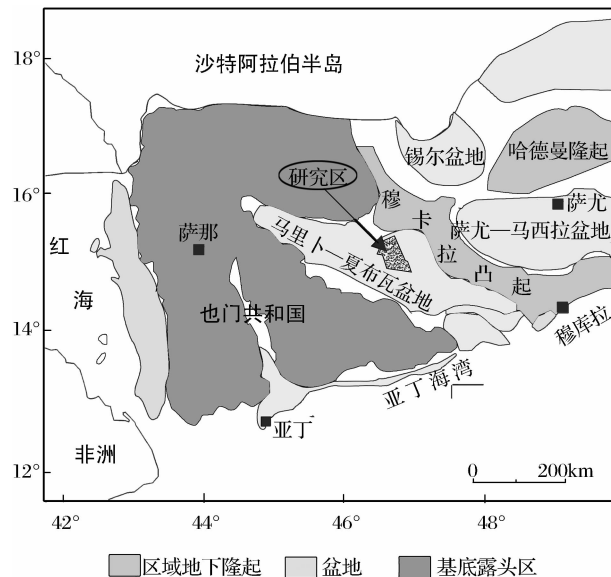


图 1 也门沉积盆地分布

晚侏罗世, 研究区沉积了一套大范围的厚层盐岩, 为海退时期蒸发环境的沉积产物。而到了早白垩世, 该区处于裂谷后期的早期阶段, 构造活动相对

较弱,地势起伏与先期的沉积地层具有一定的继承性。研究区沉积基底向 NNE 倾斜,由于海平面频繁小幅度升降变化,全区不同程度地受到陆源碎屑注入的影响,从而沉积了一套陆棚背景的陆源碎屑—碳酸盐岩的混合沉积^[3-5]。

2.1 地震相分析

根据研究区的情况,也门 X 区块下白垩统从南到北基本为单斜带,反映在地震剖面上主要表现为几何参数中单元边界反射结构和内部反射结构的变化、外形的变化相对单调,以席状为主,因此,在地震相的划分中以物理参数为主、内部反射为辅、剔除不反映原始沉积特征的地震剖面段^[8-12](图 2)。

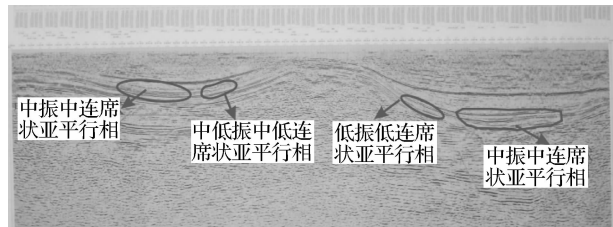


图 2 Sy69-003 测线地震剖面

依照上述原则和地震剖面反射特征对剖面进行地震相划分和描述,对也门 X 区块内下白垩统划分出了下列地震相类型(表 1),并将各测线上本层序各地震相单元的边界投影到测网上,将同一地震相单元的范围用光滑曲线圈出,即得到研究区下白垩统的地震相平面图(图 3),从中可以发现其分布具有如下规律:

(1)近岸中振中连和中高振中高连席状地震相区。这 2 种地震相在研究区西南侧控盆断裂带西侧断层前沿可以看作是相互联系的整体,地震波阻特征表现为同相轴平直且相互平行,平面上振幅中一中高,但在纵向上小部分区域振幅有变化。连续性中一中高,频率较大但具有一定的变化。没有发现前积相,说明该区块下白垩统并没有受到深大断裂过多的影响。

(2)中部低振低连和中低振中低连席状地震相。这 2 种地震相类型位于研究区中部,没有明显的分界,以大面积的稳定的低一中低振幅反射为特征,反射结构表现为亚平行,连续性也较差,外部形态为席状。反映了其地势相对较缓、水体能量较弱的沉积环境。

(3)北部中振中连席状地震相。该地震相类型仅在也门 X 区块北部几条长测线中辨识出来,同相轴亚平行,中振幅,频率中一低,连续性较好,外部形态为席状。虽然在地震剖面上该区域地势较低,但

未发现楔状发散相,说明地势逐渐变缓。

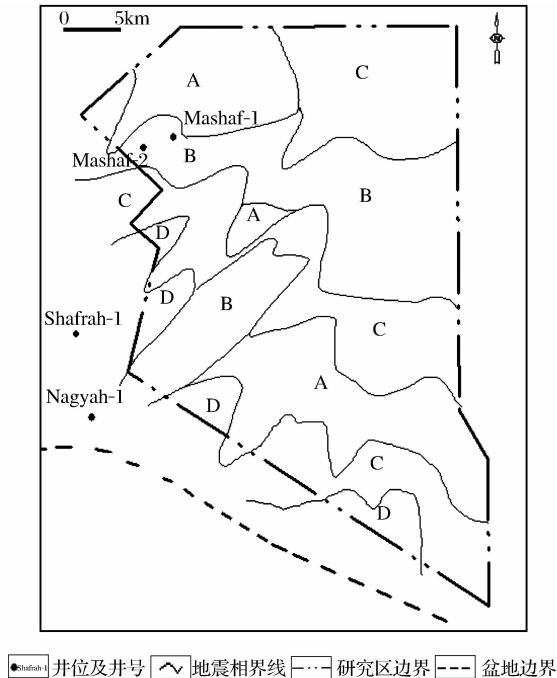


图 3 也门 X 区块早白垩世沉积期地震相分布模式

A 低振低连席状地震相;B 中低振中低连席状地震相;
C 中振中连席状地震相;D 中高振中高连席状地震相

表 1 也门 X 区块下白垩统地震相划分

地震相	代号	地震相单元外形	振幅	连续性	可能的沉积环境
低振低连席状地震相	A	席状	低	低	半塞性泻湖、前三角洲、碳酸盐岩台地相、陆棚混积相
中低振中低连席状地震相	B		中低	中低	陆棚混积相、三角洲平原、三角洲前缘、半闭塞性泻湖
中振中连席状地震相	C		中	中	陆棚混积相、三角洲平原、三角洲前缘
中高振中高连席状地震相	D		中高	中高	滨岸相、陆棚混积相、生物滩、三角洲前缘、三角洲平原、盐湖、浊积砂发育的深海

2.2 参考测井资料的岩性分析

我们通过对 Nagaha-1 井、Shafra-1 井、Mashaf-1 井和 Mashaf-2 井的自然伽玛和声波测井曲线的解释,可以看出,由于各井所处的构造位置不同,所反映的下白垩统的沉积特征和厚度各不相同。Nagaha-1 井更靠近盆地边界,其沉积的深度和地层厚度最小,并且碎屑岩和灰岩互层频繁,灰岩厚度所占比例较大;向北依次延伸至 Mashaf-1 井,深度、厚度逐渐增加,但灰岩厚度所占比例有所减少。

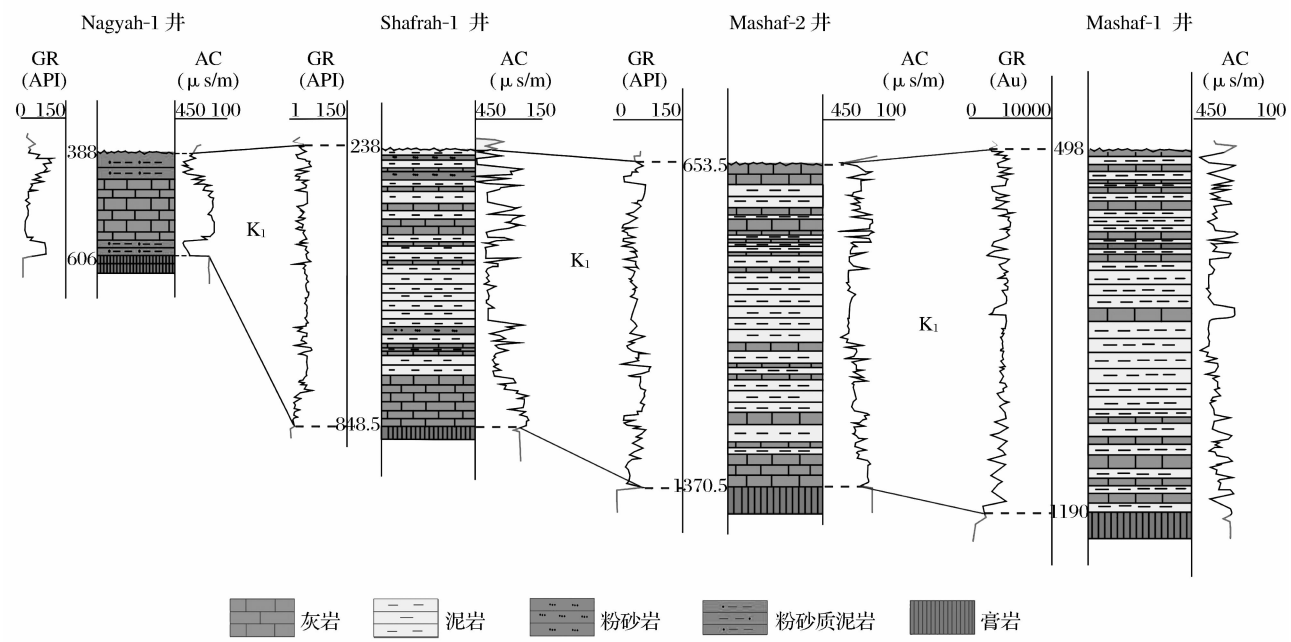


图 4 X 区块及邻区早白垩统时期测井解释对比剖面

2.3 参考地震剖面层速度变化资料的沉积相展布分析

从层速度分布图中可以较为明显地看出层速度的变化规律(图 5),这为研究下白垩统地层沉积相展布提供了较为可靠的依据。从层速度图中还可以看出以下规律:

(1)层速度整体上具有研究区西南边界和东北盆地中心处最高,中部为大范围的低速区的特点。西南方向虽然相对较浅,但一方面该区水体能量相对较高,陆源碎屑岩中含有较多的砂质、粉砂质,造成此处为高速层;另一方面,灰岩所占的厚度百分比比较大也是该区为高速层的原因之一。中间低速区相对地势变化不大,比较平坦,但由于离物源区较远,只有泥质沉积物以悬浮状态被带到该区,虽然一定时期内由于海进,有碳酸盐岩的沉积,但与近岸高速区相比,陆源碎屑沉积物还是占有主导地位,从而造成了研究区中部为大范围的低速区。最后的高值则可能是由于向广海方向该区离物源区更远,较细粒的泥质陆源物质减少,并且海水相对清澈,从而碳酸盐岩沉积物明显增加,从而造成东北盆地中心的高速区(图 5)。

(2)速度变化范围较小,分布在 3 000~3 750 m/s 这样一个区间内。这说明早白垩统沉积期岩性变化并不太明显,虽然该区为一套陆棚背景的陆源碎屑—碳酸盐岩的混合沉积,但是主要是较细粒的泥质沉积物和碳酸盐岩沉积物,砂质、粉砂质含量

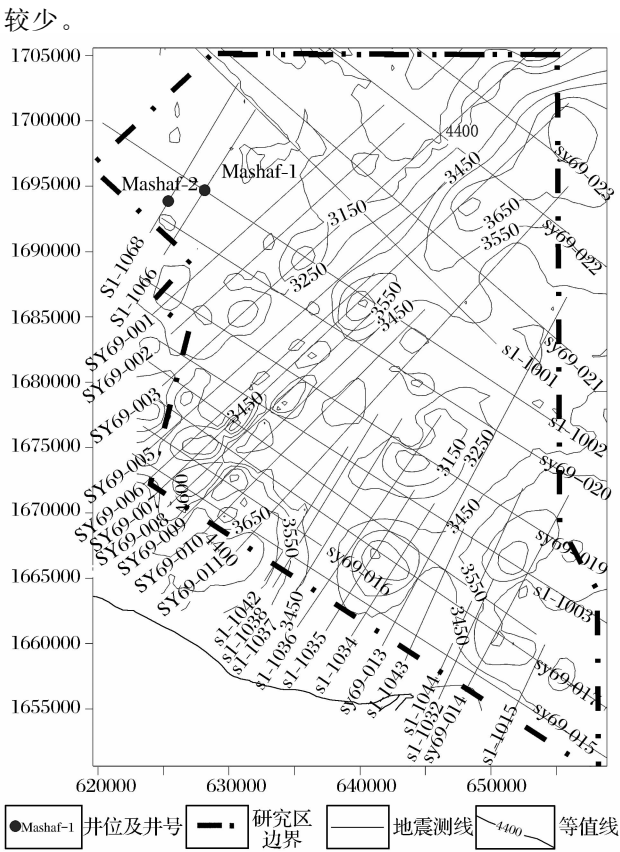


图 5 也门 X 区块下白垩统层速度变化

(3)层速度的低值区主要分布在也门 X 区块中间大范围的平坦区,一般为 3 000~3 250 m/s,这说明该区离物源区较远,沉积物主要为以悬浮状态被运移到此的泥质沉积物,碳酸盐岩沉积物不占主导

地位,厚度相对较小,且碳酸盐岩沉积厚度百分比为一相对的稳定值。

(4)层速度的高值区主要分布在西南方向,最高可达3 750 m/s。结合测井资料可知西南高速区碎屑岩颗粒较粗,含有少量的砂质、粉砂质,而到盆地中心,主要为极细的泥质沉积物,说明近岸陆源物源可能由此方向过来。

(5)层速度变化梯度大的部分主要在西南近岸区,说明了地层岩性的相对变化较快,这可能与陆源碎屑物源的供应程度以及形成碳酸盐岩沉积物水体的环境有关,从而为沉积相的解释提供了一定依据。

3 沉积模式和沉积特征分布

3.1 沉积模式

在早白垩世沉积期,由于之前西南隆起遭受强烈剥蚀以及马里卜—夏布瓦盆地不断的接受外来的沉积物,且此时由于研究区处于裂谷后期的早期阶段,构造活动相对较弱,地势起伏继承晚侏罗世的沉积格局,因此,研究区西南盆地边缘控盆断裂带断裂两侧并没有较大的高差,坡度较缓。但由于海平面具有频繁小幅度升降变化,全区不同程度的受到陆源碎屑注入的影响,从而沉积了一套陆棚背景的陆源碎屑—碳酸盐岩的混合沉积^[1-5]。

因此,结合盆地沉积的区域地质背景、物源条件、古气候因素、沉积特征在垂向和平面上的组合、实际变化情况,建立起其沉积模式(图6)。

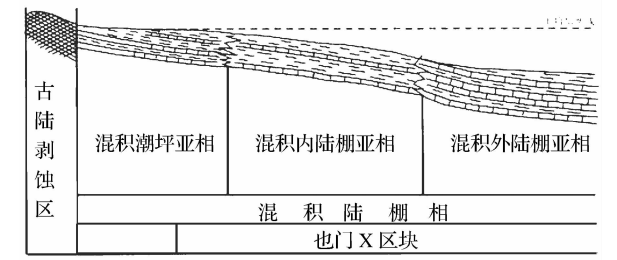


图6 也门X区块及邻区早白垩世沉积期沉积体系模式

3.2 沉积特征平面分布

总体上,由前述研究区盆地性质以及构造演化特征的分析可知,整个研究区早白垩世沉积期,由于受到海平面升降变化等因素的影响,不同程度地受到陆源碎屑注入的影响,从而形成了一套陆棚背景的陆源碎屑—碳酸盐岩的混合沉积。因此,整个也门X区块为混积陆棚相,又可细分为混积潮坪亚相、混积内陆棚亚相和混积外陆棚亚相(图7)。

3.2.1 混积潮坪亚相

研究区的混积潮坪亚相以碳酸盐岩和陆源碎屑

频繁交互沉积为特征,在地震剖面上表现为中强(中)振幅、中强连续以及频率较大的特征。研究区发育的混积潮坪序列在垂向上由单一的碳酸盐潮坪和碎屑潮坪叠置而成。这可通过测井资料看出。在该地区的混积潮坪沉积主要发育在平均低潮线以下的位置,早期的沉积主要是以碳酸盐岩沉积为主,夹薄层的泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩。而晚期的沉积则以陆源碎屑沉积为主,夹薄层的灰岩。推测其可能是对海平面频繁升降变化、物源供应变化和古气候变化的响应,结果构成所谓的“高频旋回”。根据沉积背景和沉积物的粒度等沉积特征推测,研究区混积潮坪陆源碎屑物的物源供应来自于盆地西南缘的古隆起。

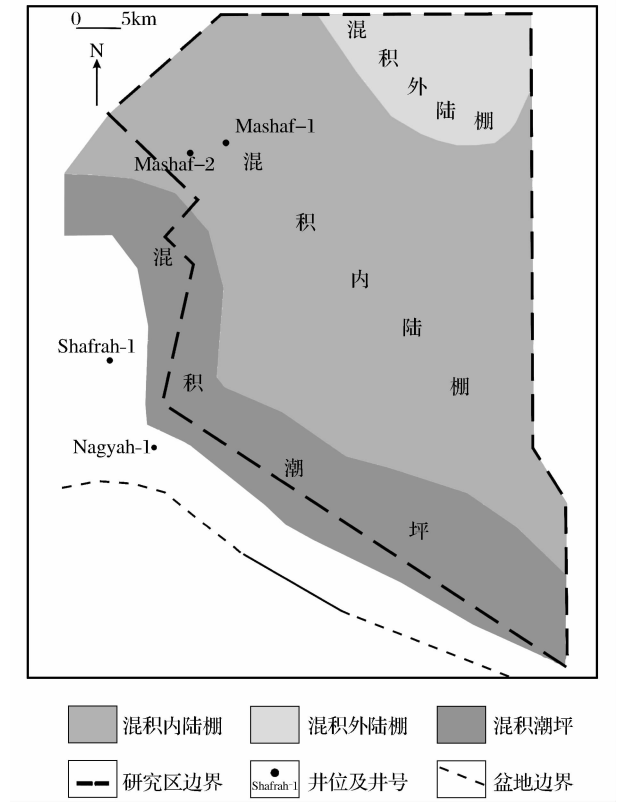


图7 也门X区块早白垩世沉积期沉积特征平面分布

3.2.2 混积内陆棚亚相

虽然被称为混积内陆棚,但该区域已离物源较远,只有泥质沉积物以悬浮状态被带到该区,虽然一定时期内由于海进,有碳酸盐岩的沉积,但通过层速度分布图发现此区域为大范围的低值,说明此区域由于受陆源碎屑注入的影响,还是不同程度的抑制了碳酸盐岩的沉积,因此该区域以厚层的泥岩偶夹薄层灰岩为主,以至于在地震剖面上表现为低(中低)振幅低(中低)连续的地震波阻特征。

3.2.3 混积外陆棚亚相

混积外陆棚沉积相区,也就是近于盆地中心区,

水体相对较深,离物源更远,仅在物源特别丰富或水动力作用特别强的时候,极细的沉积物才得以搬运至此,因此,该区域水体有利于碳酸盐岩的沉积。

在纵向上表现为碳酸盐岩夹泥岩,碳酸盐岩厚度百分比相对较大,在层速度分布图上表现为高速区。泥岩和灰岩之间的波阻抗较大,分层明显,连续性好,因此在地震剖面上表现为中振中连的特征。

4 结 论

(1)也门 X 区块下白垩统主要为一套陆棚背景的陆源碎屑—碳酸盐岩的混合沉积,包括混积潮坪亚相、混积内陆棚亚相和混积外陆棚亚相。

(2)地震相与沉积相等综合资料分析表明,研究区的西南侧,离物源区较近,其含砂量大,是研究区的最有利勘探区。

(3)沉积相研究是油气勘探工作的基础,但在研究区内钻井很少,又无地表露头资料,在对地层、构造、沉积相、储层、油气成藏组合等特征的认识程度比较低的情况下,利用地震相与沉积相的转换,结合层速度等手段对沉积相进行研究具有重要的实用价值。

参考文献:

[1] 张新建,张孝义,顾勤,等. 也门 69、71 区块油气勘探前景展望

[J]. 断块油气田,2005,12(4):33-35.

[2] 王佑宁. 也门 69 区块构造特征与勘探方向分析[J]. 石油天然气学报,2007,29(5):44-49.

[3] 童晓光,朱向东. 立足国内外两种资源发展石油工业[J]. 西南石油学院学报,1996,18(1):1-8.

[4] 吕延仑,何碧竹,张孝义. 也门石油工业及勘探开发前景[J]. 当代石油石化,2001,9(9):36-39.

[5] 黄彦庆,侯读杰,江尚昆,等. 也门马里卜—夏布瓦盆地的地质模式和油气成藏风格[J]. 中国石油勘探,2007,(6):58-63.

[6] 王晓平,陈波,臧殿光,等. 地震相分析技术在伊通地堑储层沉积特征分析中的应用[J]. 石油物探,2008,(2):172-178.

[7] 杨占龙,陈启林,郭精义. “三相”联合解释技术在岩性油气藏勘探中的应用——以吐哈盆地胜北地区为例[J]. 天然气地球科学,2007,18(3):370-374.

[8] 李红哲,杨占龙,吴青鹏,等. 沉积相分析在岩性油气藏勘探中的应用——以吐哈盆地胜北洼陷中侏罗统一白垩系为例[J]. 天然气地球科学,2006,17(5):698-702.

[9] 徐怀大,王世风,陈开元. 地震地层学解释基础[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1990:28-35.

[10] 黄小平,杜洪凌,史晓川. 地震相分析在石南 21 井区沉积相划分中的应用[J]. 新疆石油地质,2004,25(6):671-672.

[11] 董春梅,张宪国,林承焰. 地震沉积学的概念、方法和技术[J]. 沉积学报,2006,24(5):698-704.

[12] 董春梅,张宪国,林承焰. 有关地震沉积学若干问题的探讨[J]. 石油地球物理勘探,2006,41(4):405-409

Analysis of Lower Cretaceous Sedimentary Facies, X Block, Yemen

ZHANG Zhao¹, ZHANG Ting-shan¹, WEI Xiang-feng¹, DAI Chuan-rui¹, WANG Xiu-lin²

(1. Resource and Environment Institute, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China;

2. SINOPEC International Petroleum Exploration Corporation Yemen Subcompany, Beijing 100083, China)

Abstract: To find out sedimentary facies features of the Lower Cretaceous formation of X block in Yemen, and evaluate its potential oil and gas bearing characters, we use comprehensive methods, such as seismic facies, logging and earthquake interval velocity etc, to analyse the Lower Cretaceous sedimentary facies in the area. We think the Lower Cretaceous formation is mainly a set of terrigenous clastic-carbonatite deposition in a continental shelf environment, chiefly including the mixed deposited tidal shoal parafacies, the mix deposited inner shelf parafacies, and the mixed deposited outer shelf parafacies. At the same time, the south-west side, where sand content is large and near provenance, can be a favorable place for exploration.

Key words: Seismic facies; Interval velocity; Sedimentary facies; Lower Cretaceous; X block in Yemen.