

文章编号: 1009-3850(2016)03-0104-09

塔中地区卡1三维区块奥陶系鹰山组台内滩的地震相特征与分布

张金虎^{1,2}, 于炳松², 祁昭林², 白忠凯¹, 阮 壮², 李丽冉²

(1. 中国地质调查局油气资源调查中心, 北京 100029; 2. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083)

摘要: 塔里木盆地塔中地区奥陶系鹰山组是海相碳酸盐岩油气勘探的有利目标层位。为查明塔中地区卡1三维区块鹰山组台内滩储层的空间分布, 基于大量的岩心、钻井、地震资料, 通过井震对比, 分析台内滩的地震反射特征, 并在此基础上预测卡1区块内鹰山组台内滩的分布。研究认为, 台内滩内部多具有高频无序反射, 振幅的强弱变化明显, 且不均匀, 两翼地层厚度有较明显的变化, 与相邻层位岩性有明显差异; 在顶面和底面多具有宽、缓的透镜状或丘状地震反射波外形, 台内滩附近的围岩, 较明显地超覆或披覆在台内滩之上。在精细解释三维地震资料的基础上, 利用地震属性, 对鹰山组古地貌进行了恢复, 预测卡1三维区块奥陶系鹰山组的台内滩有利发育区, 为区内高能滩相储集层的评价奠定基础。

关键词: 塔里木盆地; 卡1区块; 鹰山组; 台内滩; 地震反射特征

中图分类号: P618.130.2⁺.1

文献标识码: A

引言

碳酸盐岩储层在全球油气资源中占有很重要的位置^[1]。中国的碳酸盐岩分布面积广泛, 勘探程度较低, 具有广阔的油气资源前景。塔里木盆地是我国最大的含油气盆地之一, 其碳酸盐岩油气资源潜力巨大^[2]。目前, 随着勘探力度不断加强, 塔里木盆地古生界海相碳酸盐岩层系已经成为塔里木盆地油气勘探的重要目的层, 尤其是塔中地区, 已经成为塔里木盆地碳酸盐岩储层的热点区域。自20世纪80年代在塔中I号断裂带上的塔中1井获得良好油气显示以来, 塔河油田、塔北地区的轮南油田以及牙哈-英买油田先后在奥陶系碳酸盐岩中

获得高产油气流^[3-4]; 中石油在塔中隆起北坡发现的奥陶系生物礁滩相油气田^[5]; 塔北的轮古、英买力、哈拉哈塘等4个油气高效开发区的初步建立, 更是探明或控制了一批油气地质储量, 为塔中地区奥陶系碳酸盐岩油气勘探打下了坚实的基础。近几年, 塔里木盆地塔中地区油气勘探开始向台地内部深入, 虽然取得了一系列的成果, 但由于缺乏油气藏基础地质资料、埋藏深度大(平均深度4000m以下)、构造条件复杂等原因, 仍然制约着油气勘探和开发的进展。

卡1三维区块自2001年起共采集处理面积达到1000km², 前期勘探研究包括区块内的下古生界地层格架的建立、油气富集规律、沉积模式等一系

收稿日期: 2015-06-29; 改回日期: 2015-09-08

作者简介: 张金虎(1986-)男, 助理工程师/理学硕士, 矿物学岩石学矿床学/含油气盆地分析。E-mail: zhangjinhu55@hotmail.com

资助项目: 国土资源部全国油气资源战略选区调查与评价[1211302108024]; 国家油气专项“塔里木盆地海相碳酸盐岩层系构造岩相古地理研究(2011ZX05005-004-006HZ)”和“塔里木盆地深层白云岩储层形成条件与分布预测(2011ZX05009-002-402)”联合资助

列成果,目前区块主要集中在奥陶系鹰山组碳酸盐岩储层的研究。笔者在前人研究的基础上,根据新的钻井和三维地震资料,结合大量岩心的观察,总结了卡 1 区块内奥陶系鹰山组台内滩的地震相特征。采用井-震标定、恢复古地貌等一系列方法,精细刻画了台内滩的分布,预测了区内优质储集相带,对塔中地区扩大勘探领域、寻找有利目标具有重要意义。

1 卡 1 三维区块地质背景

塔中地区位于塔里木盆地中央隆起带中部,主体是塔中隆起和塔中 I 号断裂带形成的塔中低凸起(图 1),南侧为塘古孜巴斯凹陷,北侧为满加尔凹陷^[9]。

卡 1 三维区块位于塔中地区中央断垒带附近,大地构造位置为塔中 I 号断裂带的西南部,区域构造位置为塔中北斜坡带卡塔克隆起西部,东北侧为塔中 I 号断裂带、西南侧为中央断垒带。根据前人

对该区域的构造演化成果^[2-4],卡塔克隆起是由前震旦系基底上发育了一个长期的、经历了多期构造运动、变形叠加的古隆起,该古隆起主要受到塔中 I 号断裂、II 号断裂等断裂带的控制。

塔里木盆地奥陶纪地层发育较为完整、分布相对稳定、沉积厚度巨大^[10]。奥陶系自下而上的地层序列为蓬莱坝组、鹰山组、一间房组和良里塔格组。通过对该区域钻井资料的分析和整理^[11-12],下古生界主力碳酸盐岩储层分布在下列 3 个层段:(1)良里塔格组,主要岩性为生物碎屑灰岩、鲕粒灰岩和礁灰岩;(2)鹰山组,主要岩性为泥晶灰岩、砂屑灰岩和生屑灰岩;(3)蓬莱坝组,主要岩性为粉细晶白云岩和粉晶灰岩。其中,卡 1 三维工区的鹰山组为台内滩发育的主要目的层位。

鹰山组沉积时期,塔中地区主要发育半局限台地相—开阔台地相^[13]。在水体较浅且高能环境下的沉积物易受到水动力条件的影响,从而造成高能颗粒类沉积物较富集,形成台内滩。通过对塔中地

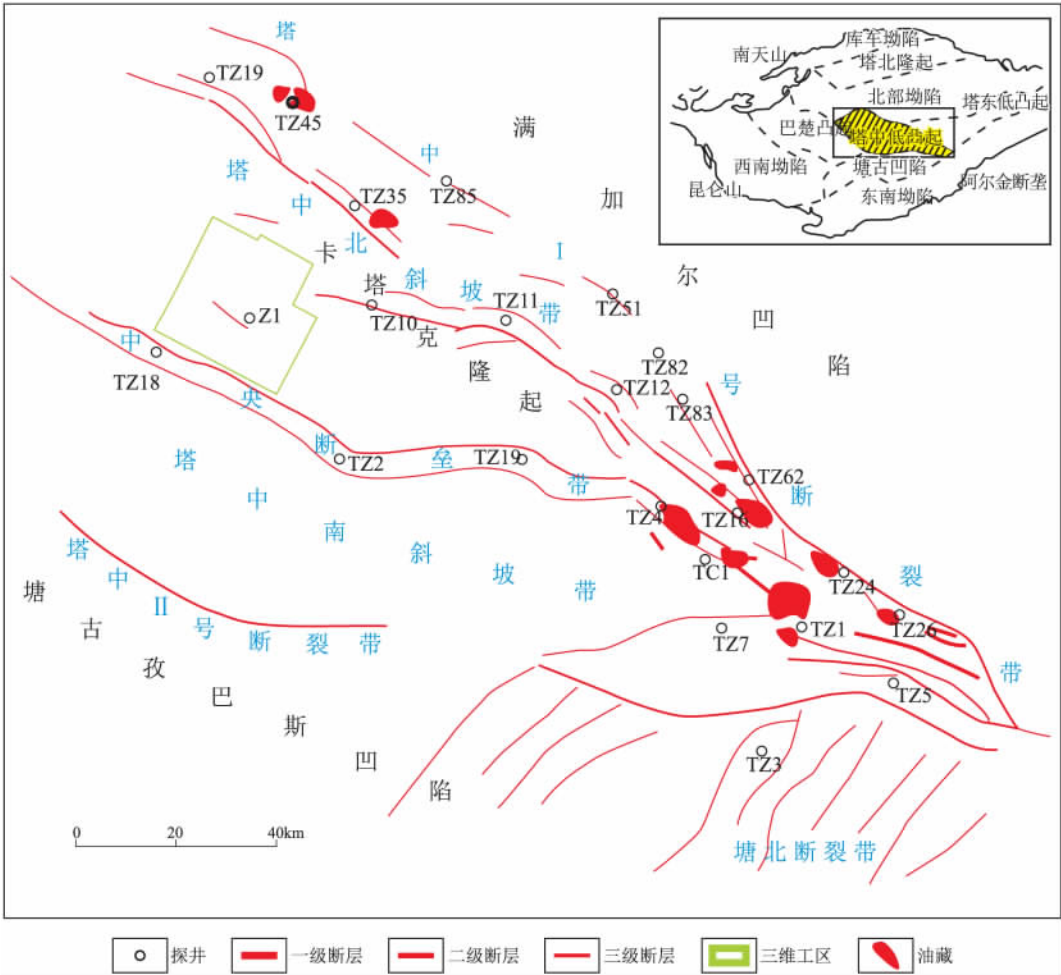


图 1 卡 1 三维工区位置图^[8]

Fig. 1 Location of the Ka-1 three-dimensional seismic area(after Wu Guanghui et al. ,2012)

区大量的岩心和薄片观察,台内滩的主要岩性为泥晶砂屑灰岩、亮晶砂屑灰岩,原生孔隙较发育,且容易受到后期构造及岩溶作用改造,具有良好的储集空间。因此,台内滩是台地内部值得勘探的优质储集相带^[14]。

2 鹰山组台内滩地震反射特征

在卡1三维工区中,以中1、中11、中12、中18、中16、中17、TZ46共7口的钻井测井资料为依据,利用这7口井进行井-震标定,标定了 T_7^0 、 T_7^4 、 T_7^8 和 T_8^0 界面,分别为奥陶系顶部大型不整合面、鹰山组顶面、鹰山组底面和蓬莱坝组底面,控制了卡1三维工区内奥陶系碳酸盐岩储层发育层位。通过对这些重要反射界面的标定,建立了研究区奥陶系地震解释模型,发现奥陶系地层岩性横向展布相对稳定,地层倾角较小,局部构造相对简单。

2.1 主要地震反射界面特征

2.1.1 奥陶系顶界面 T_7^0

由于加里东晚期构造运动的影响,塔里木盆地受到南北向挤压,塔中地区进一步抬升达到最高点,工区内的卡塔克隆起形成,使地层遭受强烈的侵蚀、削截,后期的志留系超覆其上,成为塔里木盆地十分重要的不整合面之一。处在分界线的 T_7^0 界面是大规模削截面,形成了贯穿塔里木盆地的I级不整合面,也是区分志留系和奥陶系的重要标志之一。在地震剖面上,志留系与奥陶系之间地层上超特征清晰,呈强振幅、连续反射,该界面由盆地边缘向盆地中心表现出削截—沉积间断(顶超、上超)—连续的演变特征(图2)。

2.1.2 下奥陶统鹰山组顶面 T_7^4

早奥陶世,塔里木克拉通南侧由伸展环境演化为挤压环境,中奥陶世塔里木盆地南缘的洋盆、裂陷槽趋于聚敛、闭合,沙雅、卡塔克隆起发育并具雏形,盆地总体表现为南北高中间低的古地形格局。该界面在塔里木盆地广泛发育,分隔了下奥陶统与中上奥陶统之间的地层,属于I级不整合面。在地震剖面上, T_7^4 界面的上、下地震反射特征有着明显的区别,呈较强振幅、连续反射,上覆的中上奥陶统大规模超覆于界面之上,是全区最稳定和易于追踪的界面(图2)。

2.1.3 下奥陶统蓬莱坝组顶面 T_7^8

中一晚奥陶世末期,盆内发生了大规模构造运动。由于受南北向挤压,塔中地区进一步隆升,塔中东部大幅度抬升遭受剥蚀,“帚”状形态初见端倪,隆起基本定型^[15]。在地震剖面上, T_7^8 界面为鹰山组和蓬莱坝组界限,其上、下的地震反射特征无明显差异,呈强弱振幅变化,不连续反射,使得该界面较难准确标定和区域追踪对比(图2)。

2.1.4 上寒武统顶面 T_8^0

中一晚寒武世海平面上下震荡频繁,出现大范围的沉积间断。奥陶世开始的进一步海侵,导致台地范围扩大,期间塔中I、II号断裂带也相继发育^[15]。在地震剖面上,下奥陶统与上寒武统之间反射特征差异较大,前者以较强的不稳定的反射特点,与上寒武统弱反射特征区别开来,两者间的分界面明显,呈较强振幅、连续反射,并且在全盆地范围内容易追踪对比(图2)。

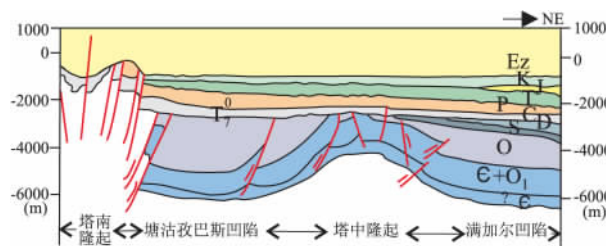


图2 塔中地区构造格局示意图(引自中石化资料)

Fig.2 Sketch to show the tectonic framework of the central Tarim Basin

根据井-震标定结果,准确追踪和识别过这7口井的地震剖面,联网闭合,将其作为建立工区内的基础剖面。在卡1三维工区地震剖面大框架搭建完毕的基础上,通过对不整合面、沉积间断面等层序界面标志的对比,准确识别地层反射界面和汇聚带,在工区内形成密度为 $8\text{km} \times 8\text{km}$ 的地震剖面网格,确保区内局部小断层及小圈闭的准确落实。在 $8\text{km} \times 8\text{km}$ 网格的基础上,进一步追踪识别 $4\text{km} \times 4\text{km}$ 的网格,最后通过机器运算达到密度为 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 的网格,准确、高效地完成全三维解释。这种方法使三维地震资料的解释具有较高的精度,为地震相分析提供可靠地质依据。

2.2 卡1三维区块奥陶系鹰山组台内滩地震相特征

在前人对塔中地区研究成果的基础上^[16-18],重点利用区内的钻井岩心、薄片和地震资料,结合井-震标定手段,对地震反射界面内部和外部几何形态特征,如振幅、频率和连续性等进行识别。地震相特征可以反映出不同沉积环境下的不同沉积过程^[17],进而有效识别碳酸盐岩沉积相,预测出优质储集相带。卡1三维工区内中下奥陶统鹰山组主要

发育半局限台地相—开阔台地相。结合井-震标定,进一步识别出颗粒滩和滩间海,总结了台内滩的地震相特征。

综合分析区内7口井的钻井岩心、测井和薄片等资料,中1、中11、中18井的鹰山组部分层段钻遇中-薄层亮晶砂屑灰岩、薄层泥晶砂屑灰岩和薄层泥晶灰岩。通过前人对塔中地区中下奥陶统鹰山组台内粒屑滩的研究,区内主要发育砂屑滩,其岩性以中-厚层泥-亮晶砂屑灰岩组成,其间夹薄层泥晶灰岩,台内滩发育厚度较薄。通过钻井揭示,卡1三维区块钻遇台内滩。井-震标定是利用钻井资料为控制手段,对区内地震资料做出正确的解释,提高地震解释结果反映地层、岩性和沉积相等信息的可信度。借助钻井对地震剖面的标定,同时依据地震剖面的形态,对台内滩进行了精细的识别和刻画。在中1井LINE1258地震剖面中,显示台内滩内部的地震相单元反射结构多出现高频杂乱无序反射、内部振幅较弱、不连续或弱连续性的特征,但异常的

振幅强弱变化较为明显,局部扭曲变形甚至出现空白反射。受水动力作用影响,多为高能的颗粒灰岩,明显区别于围岩。在中11井LINE1423地震剖面中,显示鹰山组台内滩外部反射特征多发育有宽缓丘状隆起形态,或呈透镜状展布,轮廓较清晰。顶底面均具有明显的反射界面,顶面形态坡度较平缓,强振幅,连续性较好,易于追踪;底部形态大多数是平滑的自然起伏状延伸,均为区域地层对比的标志层。台内滩的两侧在外部形态上多不对称,通常是一侧坡度较缓,另一侧坡度较陡。其上层的围岩呈超覆之势披覆在陡翼一侧,随着水体的不断加深,多为低能的泥晶灰岩(图3、图4)。

3 鹰山组台内滩有利储集相带预测

运用地球物理方法与地质方法相结合的手段对有利储集相带的预测,让油气勘探开发具有重要的现实意义。与碎屑岩储层相比,碳酸盐岩储层非均质性较强,其裂缝极为发育、溶孔溶洞连通系统复

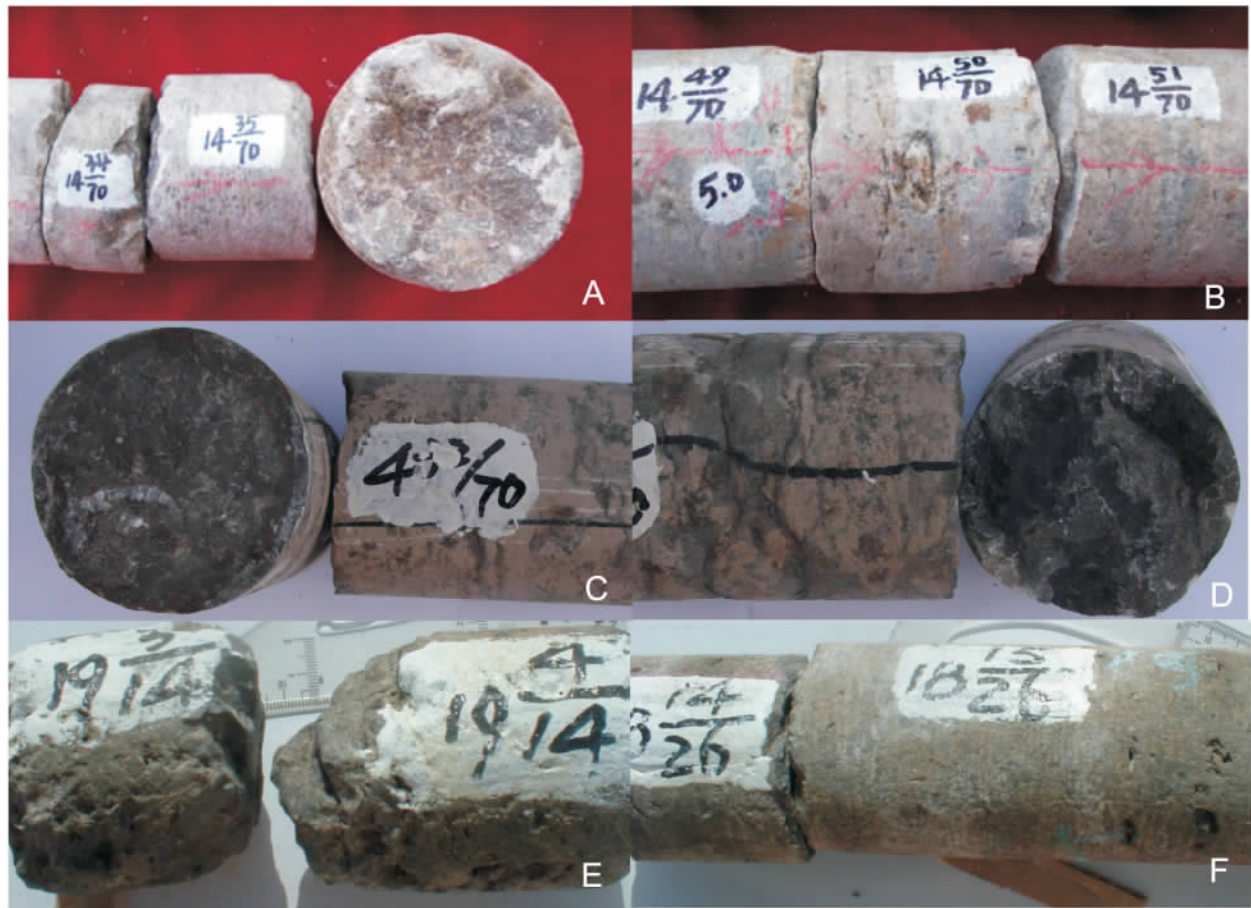


图3: 鹰山组台内砂屑滩沉积特征

A. 中11井鹰山组油斑颗粒灰岩; B. 中11井鹰山组高能颗粒灰岩; C. 中18井鹰山组深灰色含生物碎屑砂屑灰岩,可见腕足化石; D. 中18井鹰山组灰色亮晶砂屑灰岩; E. 中1井鹰山组浅灰色亮晶砂屑灰岩; F. 中1井鹰山组浅灰色亮晶砂屑灰岩

Fig.3 Sandy intraplatform shoal deposits in the Yingshan Formation

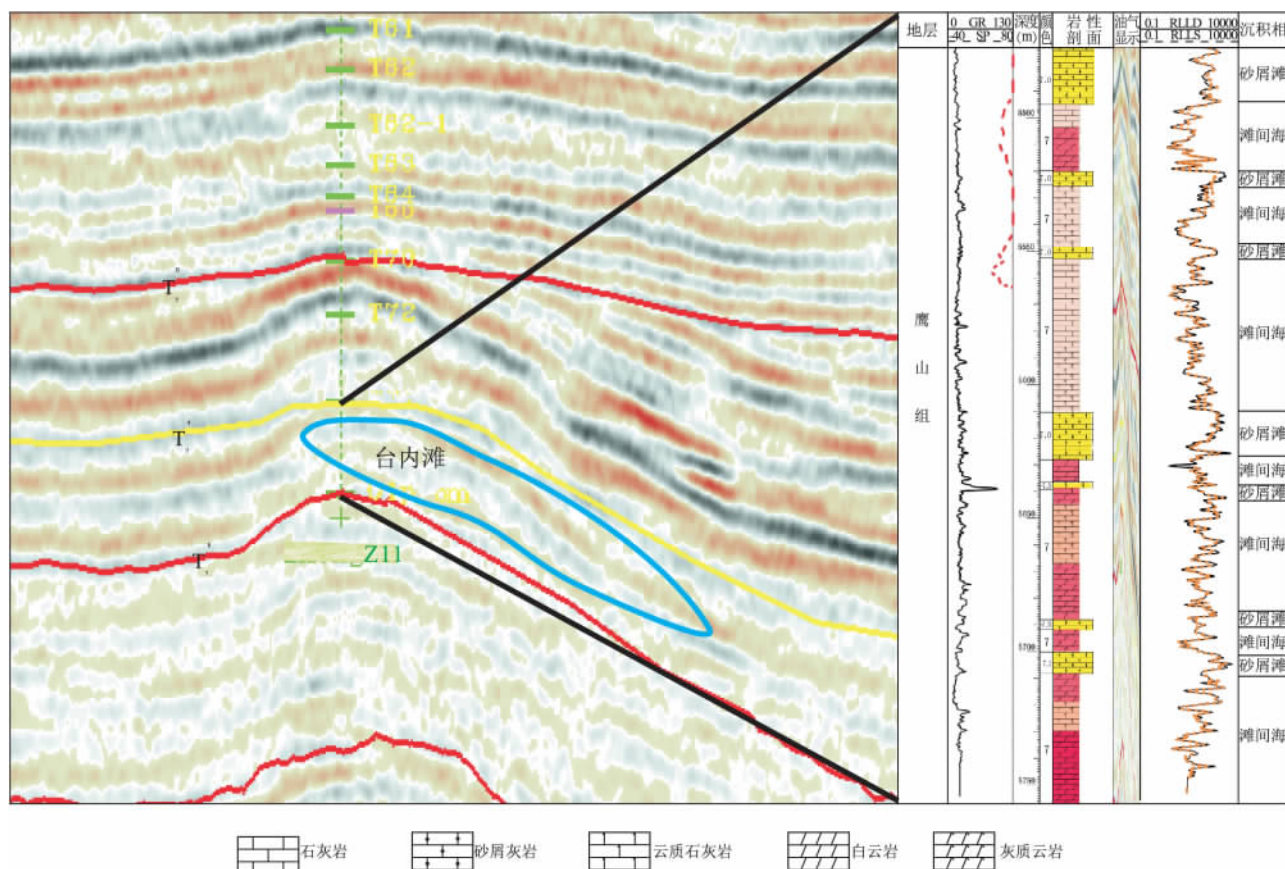


图4 卡1三维工区中11井井震标定剖面

Fig. 4 Well-seismic calibrated profile through the Zhong-11 well in the Yingshan Formation in the Ka-1 three-dimensional seismic area

杂和储层物性的空间分布规律随机性强等特点,都影响着预测的准确度。前人使用地震手段分析沉积相已经做了许多富有成效的工作^[4,14,18],研究地震相的目的就是要还原当时沉积环境和恢复古地貌,其既是一种手段,又是对勘探程度较低、钻井资料缺乏的区域作出一个宏观的判断,以便准确预测有利储集相带和圈闭。

本文对有利储集相带预测时,除了需要井震标定外,还需结合岩心和地震属性两者之间的关系。不同时期的沉积背景,还要综合考虑地层沉积厚度和古地貌等各种因素的影响,才能精确刻画沉积相平面分布^[17]。由于区内发育砂屑滩的层位,其岩性主要由中-厚层泥-亮晶砂屑灰岩组成,因此将鹰山组岩心主要为亮晶砂屑灰岩的井位作为台内滩发育的地质依据,将其投影到区内相应位置。此外,应用地震属性作为判断台内滩的地球物理依据,提取数据体的相应地震属性后,使用地震地层厚度和恢复古地貌等方法进行验证,是目前预测有利储集相带较为可信并行之有效的一种手段。

LandMark 软件提供的属性有四大类几十种,但

并非每一种属性都与油气等流体有关。本文通过地质资料和前期的测井资料对研究对象进行了全方位的特征研究,并对这些属性与油气异常的关系进行一次检测,找出反映油气、水流体的共性;调整各种参数以找出那些有异常变化且能反映台内滩分布的属性,明确使用地震属性的范围和取向;最后结合地质条件在一定程度上预测有利储集相带的展布,为塔中地区碳酸盐岩储层预测提供有效的借鉴。通过对各种地震属性进行对比分析,台内滩地震响应特征不同于围岩,在振幅、频率和连续性等地震属性上均有不同异常响应^[18],均方根振幅属性最适合反应台内滩的沉积相展布特征,其强弱变化与台内滩有利储集相带发育有关。将钻井位置与各种地震属性平面图叠合,发现中1、中11、中18井的鹰山组钻遇台内滩与地震属性平面图吻合,表明均方根振幅属性对区内较大范围预测台内滩优质储层有着得天独厚的优势。

卡1三维工区局部地震资料质量较差,但是整体质量相对稳定,这对台内滩有利储集相带的预测至关重要。在前期建立了研究区奥陶系地震解释

模型的基础上,通过井-震标定结果显示,地震反射界面 T_7^4 — T_7^8 为鹰山组沉积时期。目前普遍将鹰山组划分为上段和下段,为了更准确地识别和预测台内滩的有利发育位置,分别对鹰山组上段和下段提取均方根地震属性。由于区内鹰山组层段较薄,但整体厚度较稳定(90ms 左右),因此,将 T_7^4 界面时窗向下追踪 45ms 定为鹰山组上段界面,将 T_7^8 界面时窗向上追踪 45ms 定为鹰山组下段界面。对上下两段的均方根振幅属性的地震数据体进行分析,台内滩发育相带均方根振幅特征为:平面上强振幅

区域颜色呈浅红色和黄绿色,弱振幅区域颜色呈淡紫色和浅蓝色。外部形态表现为点状、条带状、树枝状及滩状。井-震标定结果表明,中 1 井、中 11 井、中 18 井均在鹰山组钻遇台内滩。将这 3 口钻井与均方根振幅属性图进行标定,可以确定在振幅、频率等地震属性较强的区域为台内滩的有利发育区。根据鹰山组上、下段均方根属性图发现,鹰山组上段强弱振幅对比明显,强振幅区域较大;下段强弱振幅对比比较弱,强振幅区域分面积小,分布较零散(图 5)。

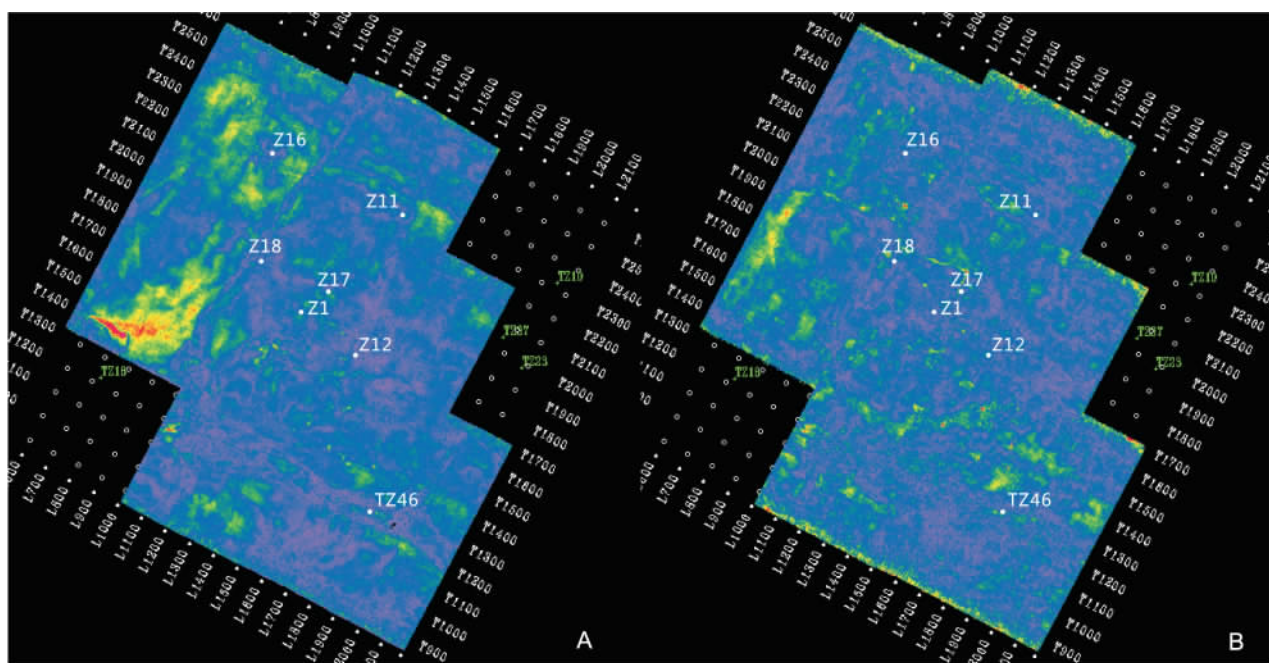


图 5 卡 1 三维工区鹰山组均方根振幅图

A. 鹰山组上段; B. 鹰山组下段

Fig. 5 Diagrams showing the root mean square amplitudes of the Ka-1 three-dimensional seismic area in the Yingshan Formation

利用区内三维地震资料解释结果, T_7^4 — T_7^8 界面为鹰山组, T_7^8 — T_8^0 界面为蓬莱坝组, 绘制了鹰山组和蓬莱坝组地震地层等厚图(图 6), 为鹰山组恢复古地貌提供了重要的基础资料。下奥陶统蓬莱坝沉积时期, 海平面缓慢上升, 区内仍主要为半局限台地相—开阔台地相, 岩性以白云岩、云质灰岩和灰岩为特征, 此时台内滩开始发育。中一下奥陶统鹰山组沉积时期, 海平面持续上升, 除了受到塔里木板块与周缘板块之间挤压作用的影响, 基本继承了蓬莱坝时期的古构造格局。区内主要为半局限台地相—开阔台地相, 内部发育潮间、台内滩和潟湖亚相。岩性以高能的颗粒灰岩为主, 夹薄层泥晶灰岩, 此时台内滩开始大面积发育。根据碳酸盐岩沉积作用特点, 我们利用蓬莱坝组地震地层厚度

概略地叙述鹰山组起始沉积时期的古地貌形态, 利用鹰山组地震地层厚度概略地叙述鹰山组沉积结束时期的古地貌形态。根据区内鹰山组上、下两段均方根振幅与鹰山组早、晚时期古地貌的关系, 将均方根强振幅区域(红色虚线范围)投射到地层厚度图的相应位置, 发现鹰山组台内滩的发育相带主要集中在沉积厚度相对较大的地区和台内缓坡周缘; 蓬莱坝时期区内南部受到断裂作用的影响, 台内滩的发育相带主要集中在北部沉积厚度相对较大的地区和台内缓坡周缘。

通过前人研究表明^[1, 14, 18-19], 古代海洋生物主要生活在日照充足, 水体清澈较浅的环境, 该区域营养丰富, 生物繁殖率高, 碳酸盐沉积速率快, 沉积厚度相应较大, 易于礁滩体的发育。在浅水环境

中,沉积物更容易受到水动力作用影响。水体能量较大,从而造成高能的颗粒灰岩相对富集,导致砂屑滩的形成。后期受到水体加深影响,多为薄层状的低能泥晶灰岩。不同时期地层沉积厚度的显著变化可为恢复古地理提供重要依据^[18],从目前区内

台内滩分布情况与古地貌特征的关系来看,台内滩的有利发育相带主要集中在台内的二级构造单元,即地貌相对高点以及台内斜坡周缘,表明古地貌特征在相当大的程度上决定着台内滩有利储集相带的平面展布情况。

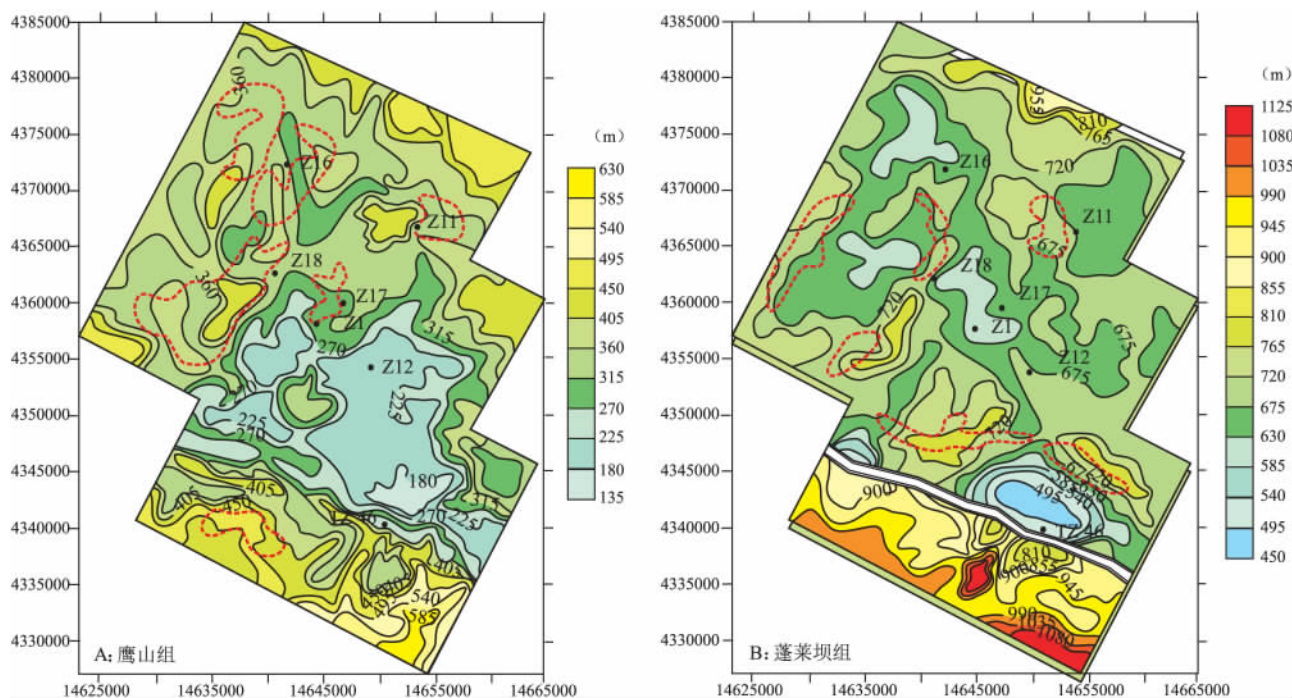


图6 卡1区块地震地层等厚图

A. 鹰山组; B. 蓬莱坝组

Fig. 6 Seismic-stratigraphic isopach maps of the Yingshan Formation (A) and Penglaiba Formation (B) in the Ka-1 three-dimensional seismic area

在钻井岩心和薄片观察基础上,重点依据地震相、地震剖面形态特征、地层沉积厚度和恢复古地貌等手段,结合井-震对比,最终预测出卡1三维工区鹰山组上段和下段台内滩有利发育区带(图7)。通过台内滩有利发育相带图可以看出,区内鹰山组台内滩发育,平面上呈一定方向展布,相对独立的滩状外形,并且上段好于下段。

4 结论

(1) 结合卡1三维地震资料解释结果,利用井-震标定手段,台内滩地震相反射特征为内部多具有高频地震反射波杂乱,振幅的强弱变化明显,两翼地层厚度上有较明显的变化,与上下相邻层位岩性有明显差异;外部形态上多具有宽、缓的透镜状或丘状外形。

(2) 通过对区内地质特征与地震反射特征分析,结合岩心、地震剖面和地震属性三者的对应关

系进行分折。地震波反射特征和均方根振幅属性可以作为识别台内滩的手段,经过井-震对比发现,均方根振幅属性的强弱变化可以反映台内滩的发育情况,其强振幅区域为台内滩有利发育相带。

(3) 台内滩的有利发育相带主要集中在台内的二级构造单元即地貌相对高点和台内斜坡周缘,表明古地貌在一定程度上决定着台内滩有利储集相带的平面展布位置。

(4) 综合区内7口井的岩心、钻井测井和地震相等特征,结合地震地层等厚图和古地貌图,精细刻画塔中地区卡1三维区块奥陶系鹰山组台内滩平面分布,绘制出鹰山组台内滩有利发育相带图。鹰山组台内滩有利发育相带图显示区内发育一定规模台内滩,且分布较广,上段发育明显好于下段,表明塔中地区奥陶系鹰山组台内滩是下古生界值得勘探的有利领域。

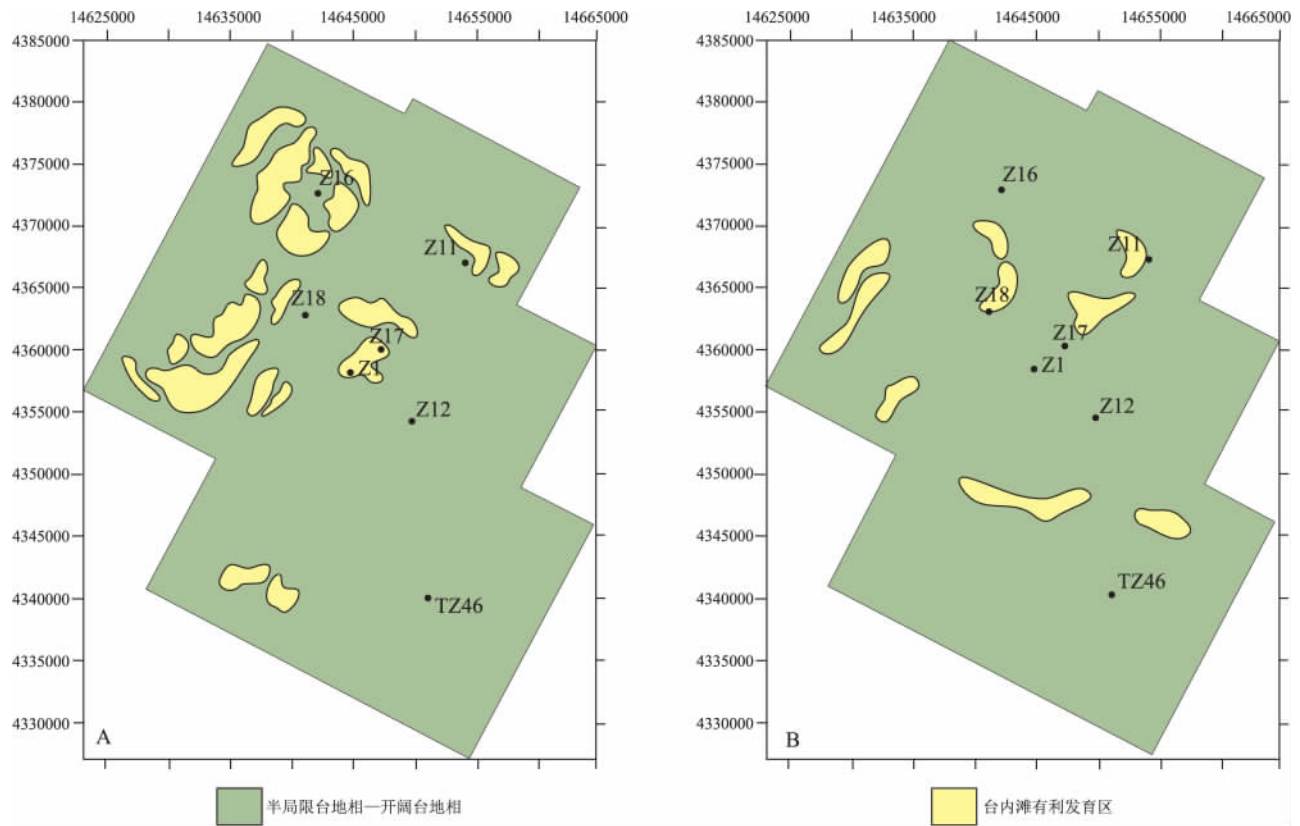


图 7 塔中地区卡 1 三维区块台内滩有利发育相带图

A. 鹰山组上段; B: 山组下段

Fig. 7 Prediction models for the Yingshan Formation in the Ka-1 three-dimensional seismic area

参考文献:

- [1] 冯增昭. 碳酸盐岩相古地理学[M]. 北京:石油工业出版社,1989.
- [2] 贾承造,魏国齐,姚慧君,等. 盆地构造演化与区域构造地质[M]. 北京:石油工业出版社,1995. 1-174.
- [3] 魏国齐,贾承造,宋惠珍,等. 塔里木盆地塔中地区奥陶系构造-沉积模式与碳酸盐岩裂缝储层预测[J]. 沉积学报,2000,18(3):408-413.
- [4] 邹森林,苏娟,俞益新,等. 卡塔克隆起卡 1 三维区奥陶系特殊地震反射体特征及属性探讨[J]. 中国西部油气地质,2006,2(3):311-317.
- [5] 阮壮,于炳松,朱金富. 塔里木盆地奥陶系礁滩相储集体特征[J]. 现代地质,2009,23(4):691-699.
- [6] 徐怀大等. 地震地层学解释基础[M]. 北京:中国地质大学出版社,1990. 57-63.
- [7] ALBERTO CONSONNI, PAPERLONCHI, CLAUDIO GELONI, et al. Application of Numerical Modelling to a Case of Compaction Driven Dolomitization: a Jurassic palaeohigh in the Po Plain, Italy [J]. Sedimentology, 2010, 57(1):209-231.
- [8] 邬光辉,杨海军,屈泰来,等. 塔里木盆地塔中隆起断裂系统特征及其对海相碳酸盐岩油气的控制作用[J]. 岩石学报,2012,28(3):793-798.
- [9] 李洪革,韩宇春. 塔中地区中上奥陶统有利油气富集的地震相特征及分布[J]. 石油地球物理勘探,2003,38(2):194-198.
- [10] 周志毅,陈丕基. 塔里木生物地层和地质演化[M]. 北京:科学出版社,1990.
- [11] 王招明,张丽娟,王振宇,等. 塔里木盆地奥陶系礁滩体特征与油气勘探[J]. 中国石油勘探,2007,6(6):1-7.
- [12] 刘洛夫,王伟力,姜振学,等. 塔中地区奥陶系储层特征及其与油气聚集关系[J]. 中国矿业大学学报,2010,3(3):395-403.
- [13] 刘伟,张兴阳,顾家裕. 塔里木盆地台盆区中西部中下奥陶统鹰山组沉积环境研究[J]. 沉积学报,2009,27(3):435-443.
- [14] 李让彬,樊太亮,高志前,等. 塔里木盆地卡塔克隆起卡 1 三维区块奥陶系鹰山组储层特征与影响因素[J]. 中国地质,2011,38(4):1016-1025.
- [15] 马明侠,陈新军,张学恒. 塔里木盆地塔中地区寒武—奥陶系沉积特征及构造控制[J]. 石油实验地质,2006,28(6):549-554.
- [16] 高志前,樊太亮,焦志峰,等. 塔里木盆地寒武—奥陶系碳酸盐岩台地样式及其沉积响应特征[J]. 沉积学报,2006,24(1):19-27.
- [17] 吴兴宁,斯春松,俞广,等. 塔里木盆地奥陶纪岩相古地理恢复及其油气勘探意义[J]. 海相油气地质,2012,17(3):9-18.
- [18] 王成林,邬光辉,崔文娟,等. 塔里木盆地奥陶系鹰山组台内滩的特征与分布[J]. 沉积学报,2011,29(6):1048-1058.

- [19] 阮壮,于炳松,李朝晖,等.塔北与塔中地区奥陶系碳酸盐岩
储层成因对比研究[J].沉积与特提斯地质,2010,30(3):84-90.

Seismic facies and the distribution of the intraplatform shoals in the Ordovician Yingshan Formation in the Ka-1 three-dimensional seismic area , Central Tarim Basin , Xinjiang

ZHANG Jin-fu^{1,2}, YU Bing-song², QI Zhao-lin², BAI Zhong-kai¹, RUAN Zhuang², LI Li-ran²
(1. Center for Oil & Gas Survey , China Geological Survey , Beijing 100029 , China; 2. School of Earth Sciences , China University of Geosciences , Beijing 100083 , China)

Abstract: The Ordovician Yingshan Formation in Central Tarim Basin , Xinjiang is interpreted as the favourable target horizons for the petroleum exploration in the marine carbonate rocks. The seismic reflection configurations and spatial distribution of the intraplatform shoals in the Ordovician Yingshan Formation in the Ka-1 three-dimensional seismic area are based on the core examination , well logs and seismic data. These intraplatform shoals have high-frequency disordered seismic reflection waves , highly varied amplitudes , and sharp changes of the stratigraphic thickness on both sides , wide and gentle lenticular or mound seismic reflection configurations , and overlapping or draping of the wall rocks around the intraplatform shoals upon the intraplatform shoals. The palaeomorphological features are reconstructed for the Yingshan Formation , and the favourable areas are delineated for the intraplatform shoals in the Formation. The results of research in this study will provide the basic information for the assessment of the high-energy shoal reservoir rocks in the study area.

Key words: Tarim Basin; Ka-1 three-dimensional seismic area; Yingshan Formation; intraplatform shoal; seismic reflection configuration