

文章编号: 1000-0550(2011)06-1048-10

# 塔里木盆地奥陶系鹰山组台内滩的特征与分布<sup>①</sup>

王成林<sup>1,2</sup> 邬光辉<sup>2</sup> 崔文娟<sup>3</sup> 唐子军<sup>2</sup> 周波<sup>2</sup> 屈泰来<sup>2</sup> 高力<sup>2</sup>

(1. 中国石油大学 北京 102249; 2. 中国石油勘探开发研究院 北京 100083; 3. 中国地质图书馆 北京 100083)

**摘要** 塔里木盆地早奥陶世晚期进入伸展转向挤压的区域构造背景,造成台缘带挠曲下沉与台内地貌起伏,有利中下奥陶统鹰山组台内滩的发育。钻井资料表明鹰山组台内滩以中高能砂屑滩为主,台内滩主要分布在鹰山组上部,纵向上多旋回叠置,横向呈透镜状尖灭。通过井—震标定,鹰山组台内滩在地震响应上多具有平缓顶底面的丘状外部形态,内部多出现高频杂乱反射,有的出现多层斜交或前积反射,翼部围岩具有超覆与斜交反射,具有不同于围岩的强振幅特征。结合地震响应特征,利用地层厚度、地震属性等作图方法,可以进行台内滩的预测与识别。地震区域追踪识别表明,塔里木盆地中西部鹰山组台内滩发育,多呈团块状形态,大小不一,一般规模在100~300 km<sup>2</sup>,发育总面积达12 000 km<sup>2</sup>,集中分布区有塔北南缘、塔中北斜坡、和田河气田及其周缘等三大区块,并多沿古隆起斜坡分布。塔里木盆地台内滩类型多、分布广,是下古生界碳酸盐岩从台缘带向台内扩展的值得深入研究的有利探索领域。

**关键词** 塔里木盆地 台内滩 鹰山组 地震响应 勘探

**第一作者简介** 王成林 男 1975年出生 高级工程师 石油地质 E-mail: wangchenglin@petrochina.com.cn

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

塔里木盆地地下古生界海相碳酸盐岩油气成藏条件优越,近年来发现了轮南—塔河、塔中、牙哈—英买力三大油气田群,三级油气地质当量逾30亿吨油当量,成为塔里木盆地油气勘探开发的重要领域<sup>[1~5]</sup>。塔里木盆地碳酸盐岩油气勘探与沉积储层研究主要集中在奥陶系风化壳、奥陶系台缘带礁滩体,由于奥陶系碳酸盐岩油气主要受储层控制<sup>[4,5]</sup>,近年来对奥陶系台缘带沉积类型与特征、层序地层与岩相古地理进行了深入研究<sup>[6~10]</sup>,提出了多种台缘带发育模式;在台缘带储层特征、成因与分布等方面取得很多成果<sup>[9,11~17]</sup>,从沉积相对储层的控制作用,以及准同生期、暴露期及埋藏期等多种建设性溶蚀作用等多方面探讨了古老台缘带储层发育的主控因素。成熟盆地的勘探与研究表明,比台缘带更为广阔的台地内部高能相带是有利油气成藏领域,可能形成大型油气田<sup>[18,19]</sup>。目前塔里木盆地奥陶系碳酸盐岩的勘探与研究主要集中在台地边缘相带,台地内部岩相古地理缺少系统研究<sup>[8,9,20]</sup>,储层发育与分布规律尚不清楚,制约了油气勘探向广阔台地内部的拓展。本文通过井震结合,分析奥陶系鹰山组台内滩发育特征,通过地震追踪与工业成图刻画台内滩的分布,为塔里木盆地地下古生界碳酸盐岩勘探从台缘带向广阔的台地内部扩展奠定基础。

## 1 鹰山组台内滩发育的地质背景

早中奥陶世鹰山组塔里木盆地中西部发育大型的碳酸盐岩台地<sup>[8]</sup>(图1),面积达 $26 \times 10^4$  km<sup>2</sup>,厚度一般在300~600 m,分布稳定。在塔北隆起、塔中隆起、东南隆起等古隆起的高部位鹰山组因构造抬升剥蚀而出现局部缺失;纵向上发育两套完整三级层序<sup>[10]</sup>,上部以灰色、深灰色中—厚层状泥—粉晶灰岩为主,夹砂屑灰岩,下部为灰色、深灰色灰岩、云质灰岩互层。

Ye Haimin等综合西昆仑可靠的年代学资料研究<sup>[21]</sup>,确认在早奥陶世晚期古昆仑洋已发生俯冲消减作用,表明塔里木板块南缘从早期的被动大陆边缘转向活动大陆边缘,塔里木盆地开始从伸展转向聚敛挤压的历程。受控板块边缘构造体制的转换,塔里木盆地从东西向伸展转为南北向挤压,中下奥陶统鹰山组沉积期盆地内部处于区域伸展向区域挤压的构造过渡背景(图1),盆地内部也开始出现构造—沉积的变迁。在此构造—沉积转换期,塔里木盆地西部碳酸盐岩台地内部开始产生一系列构造—沉积特征的变化,其发生时间略滞后于板块边缘的构造作用,主要在中奥陶世才出现明显的响应:

### (1) 地层岩性出现突变

<sup>①</sup>国家重大科技专项课题(编号:2008ZX05004-02)资助。  
收稿日期:2010-12-20; 收修改稿日期:2011-01-15

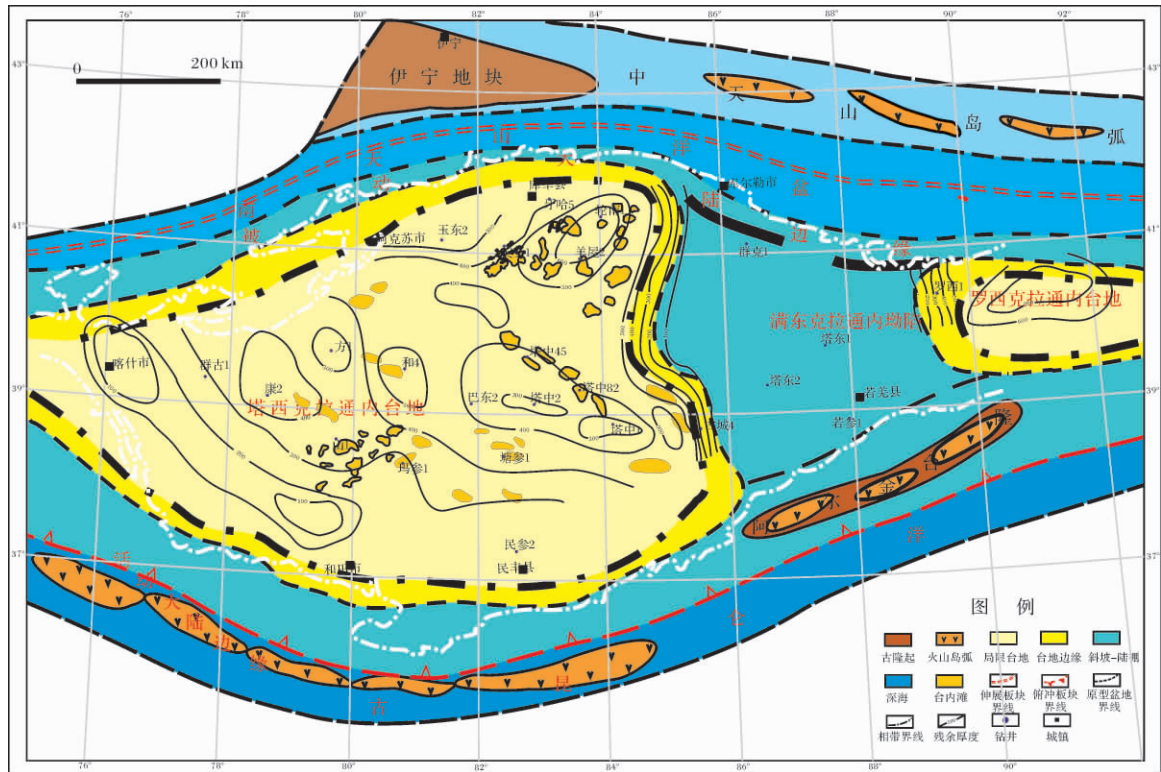


图 1 塔里木盆地及其邻区早中奥陶世鹰山组沉积期构造古地理图

Fig. 1 Tectonic-palaeogeographic map of Ordovician Yingshan Formation in Tarim basin and its neighbourhood

塔里木盆地西部碳酸盐岩台地寒武纪—早奥陶世地层分布稳定,至中奥陶世沉积时,岩石地层单元出现分异,不同地区的地层岩性出现较大变化,巴楚地区中奥陶世一间房组发育台地边缘礁滩体<sup>[8,10]</sup>,向柯坪逐步转变为斜坡相萨尔干组泥岩,直接覆盖在大湾沟组台地相碳酸盐岩之上,岩性岩相迥然不同。

(2) 盆内东西向展布的古隆起出现雏形

塔中 I 号带鹰山组明显比下盘厚,其厚度差异达 300 m,表明塔中东西向隆起开始显现,并产生南北分带的地层分布格局,形成上奥陶统良里塔格组与下奥陶统鹰山组之间大型的不整合,在塔中隆起上整体缺失中奥陶统一间房组、上奥陶统吐木休克组<sup>[8,22]</sup>。

(3) 沉积相带开始明显分异

从寒武纪—早奥陶世东西分异的沉积格局转变为中奥陶世一间房组沉积期的南北分异<sup>[8]</sup>,塔北南缘一间房组高能相带呈东西展布,形成孤立台地,南部满西地区一间房组相变为泥灰岩、泥岩组合,其分布与鹰山组明显不同,表明一间房组沉积期已发生沉积转换。

由此可见,早奥陶世末期,塔里木盆地与全球同步形成伸展转向挤压的构造背景,中奥陶世塔里木盆

地内部已发生明显的构造、沉积分异,中奥陶世应是当时构造体制转换的下限,也就是最晚在中奥陶世一间房组沉积前塔里木盆地已进入挤压环境。

在轮南—古城台缘带上钻探了古城 4 井,其鹰山组下部砂屑灰岩较发育,上部以砂屑泥晶灰岩、藻粘结岩为主,下部粒度粗、上部粒度细,表明台缘带鹰山组向上呈现水体变深、能量渐弱的趋势,鹰山组上部台缘带礁滩体不发育。结合地震剖面分析,台缘带的古城 4 井区鹰山组地层比台内薄,表现为从台地向台地边缘逐渐减薄的缓坡,台缘带沉积较薄,礁滩体欠发育,属中低能台缘带。

由于鹰山组沉积期台地边缘水体深,高能带不发育,缺少障壁遮挡,在区域挤压过程中台内微地貌出现起伏,有利台内滩发育。在台地内部塔中、轮南、巴楚等台地内部地区钻遇高能台内滩<sup>[20]</sup>,塔中 12、轮南 392、塘参 1、玛 4 等井发育多层厚逾 50 m 的粒屑滩。因此,奥陶纪鹰山组沉积期间,在区域构造挤压背景下,造成台地内部隆升与地貌起伏,碳酸盐岩台地开始出现分异,台缘带挠曲下沉,水体加深,台缘礁滩体欠发育,而处于广阔无障壁的台内高地有利台内滩的发育(图 2)。

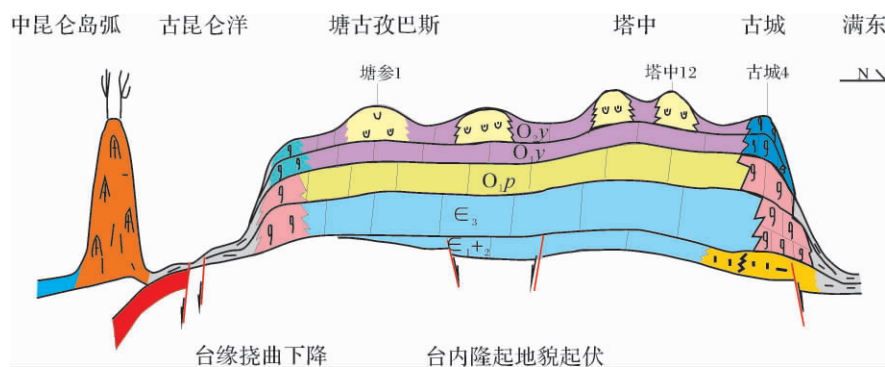


图2 塔里木盆地奥陶纪鹰山组沉积期台内滩发育背景

Fig. 2 The development model of the intra-platform beach of Ordovician Yingshan Formation in Tarim basin

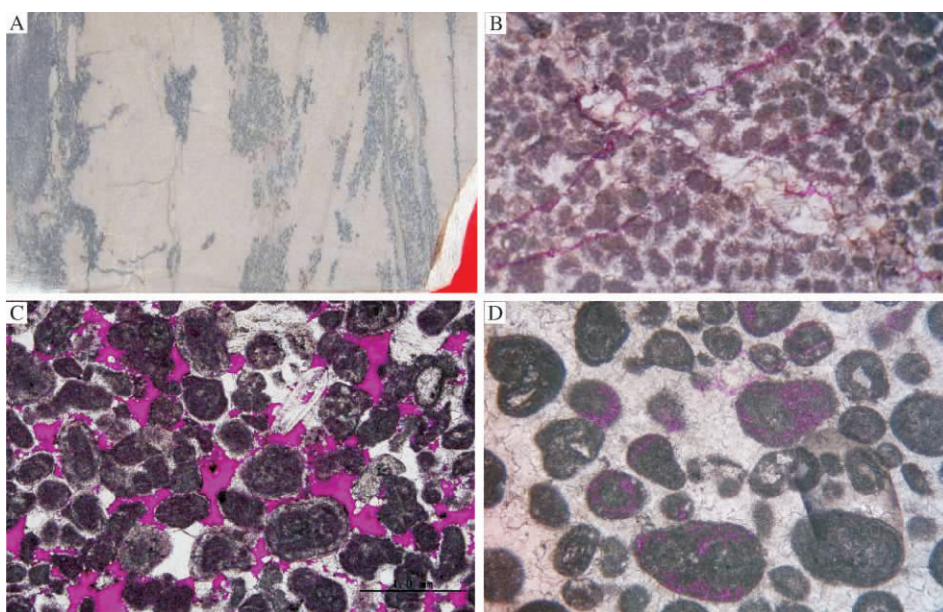


图3 塔里木盆地奥陶系鹰山组台内滩岩芯、薄片

A. 轮古392 岩芯8筒1/17, 砂屑灰岩, 双向交错层理; B. 轮南631, 5918.79m, 亮晶砂屑灰岩, 单偏光  $\times 50$ ; C. 中古203, 6571.81m, 亮晶含鲕粒砂屑灰岩, 铸体  $\times 50$ ; D. 玛4井, 2037.42m, 亮晶藻鲕砂屑灰岩, 铸体  $\times 50$

Fig. 3 The cores and slice sections of intra-platform beaches of Ordovician Yingshan Formation in Tarim basin

## 2 鹰山组台内滩沉积特征

通过大量的岩芯与薄片观察,发现塔里木盆地中下奥陶统鹰山组台内粒屑滩发育,主要为砂屑滩,含有砂砾屑滩、鲕粒砂屑滩等,岩性主要由中—厚层泥—亮晶砂屑灰岩,以及砂砾屑灰岩、鲕粒灰岩组成(图3),其间夹薄层泥晶灰岩、藻粘结岩。砂屑滩岩性以灰色中—厚层状泥—亮晶砂屑灰岩、藻砂屑灰岩为主,夹薄层砂砾屑灰岩、含砾砂屑灰岩、鲕粒灰岩等。颗粒含量一般75%以上,颗粒磨圆、分选中等—好,主要为亮晶胶结。砂砾屑滩岩性为灰—浅灰色泥—亮晶藻砾屑灰岩、含砾砂屑灰岩,以及泥—亮晶

砂屑灰岩。颗粒含量一般70%以上,磨圆度中等,分选中等—差。

轮南东部地区砂屑滩发育(图3A、图3B、图4A),岩性多以亮晶胶结的砂屑灰岩为主,分选、磨圆一般,夹砂砾屑灰岩,发育低角度交错层理,见生物扰动构造。纵向上砂屑灰岩夹薄层泥灰岩多旋回不等厚互层,砂屑滩厚度在10~60m。西部英买2井区台内滩厚度较薄,规模较小,由东向西,台内滩厚度逐渐变小,呈席状或透镜状展布,井间横向变化大。巴楚地区鹰山组高能砂屑滩发育,夹有鲕粒砂屑滩(图3D、图4C)。岩性以亮晶砂屑灰岩为主,含有亮晶鲕粒灰岩,夹薄层泥晶灰岩。砂屑滩与滩间海不等厚互



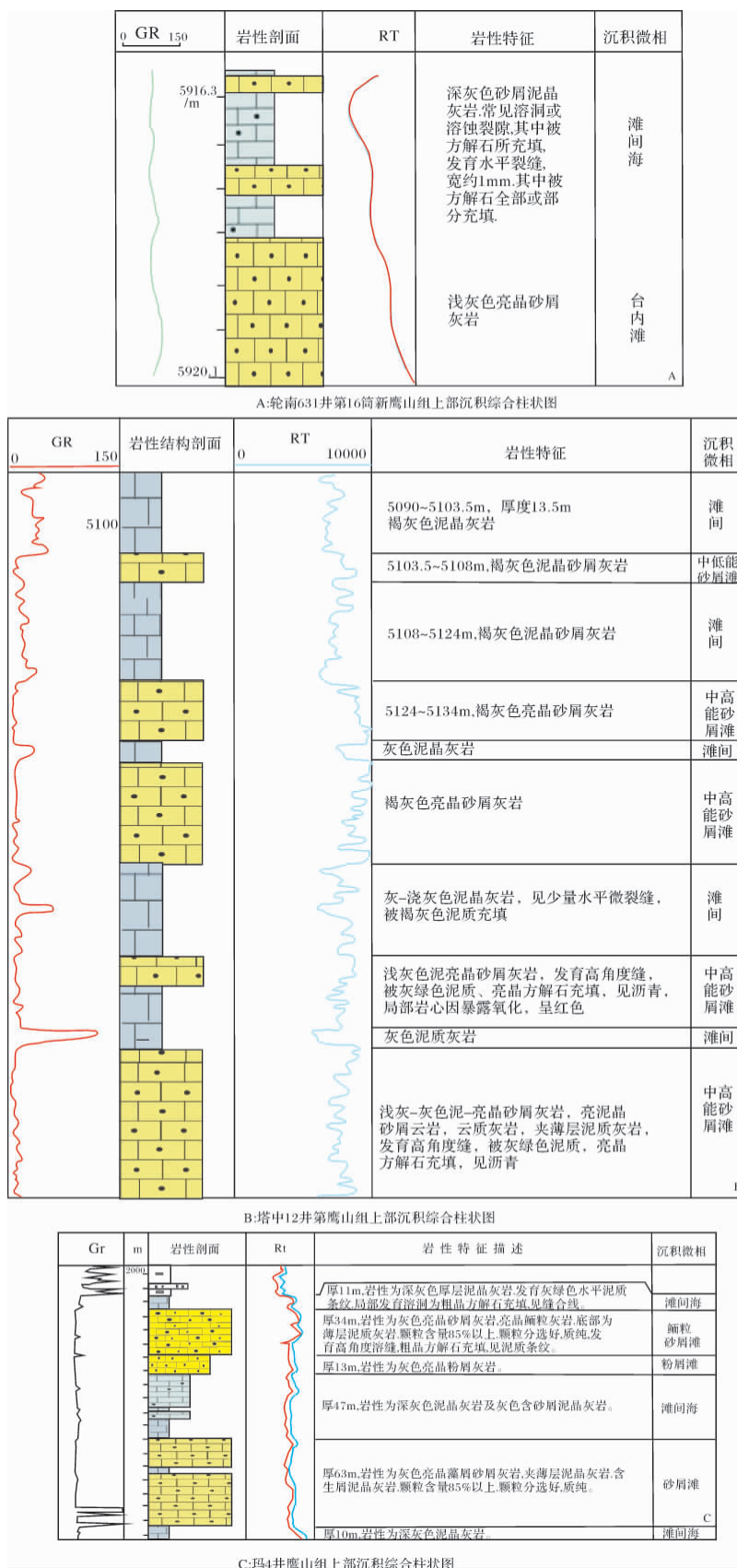


图 4 塔里木盆地鹰山组台内滩沉积综合柱状图

Fig. 4 The comprehensive synthesis column sections of the intra-platform beaches of Yingshan Formation in Tarim basin

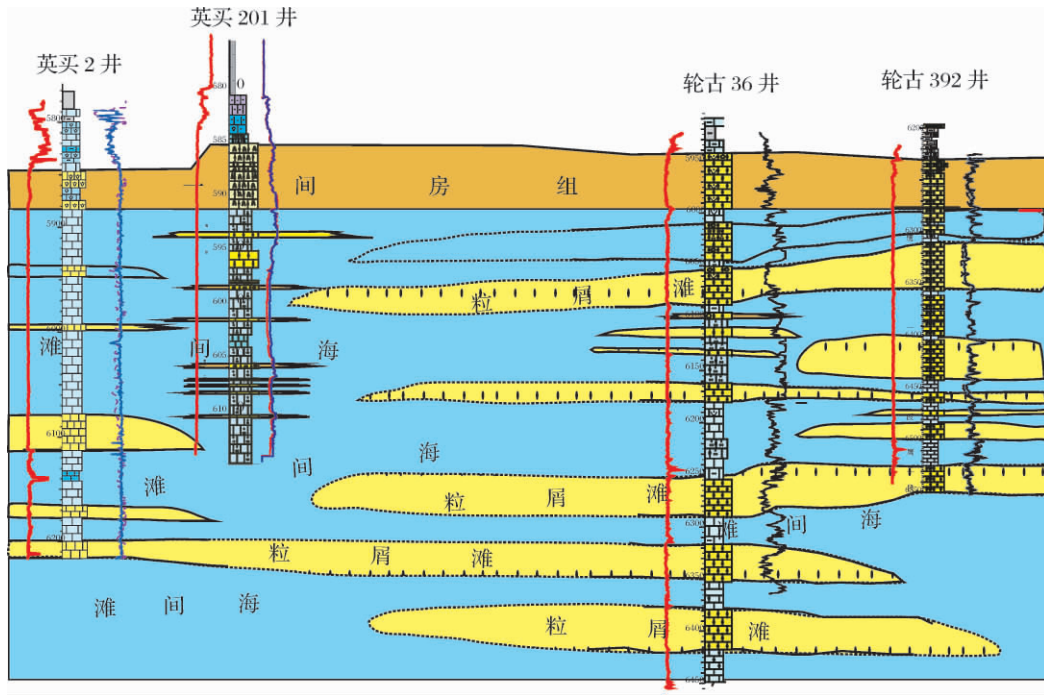


图5 塔北南缘奥陶系鹰山组台内滩井间对比

Fig. 5 The correlation of the intra-platform beaches of Ordovician Yingshan Formation in the southern Tabei uplift

层砂屑灰岩厚度一般在20~50 m。塔中鹰山组以砂屑滩为主,含有砂砾屑滩(图3C、图4B)。岩性以亮晶砂屑灰岩为主,其次为砂砾屑灰岩,以及鲕粒灰岩、藻粘结岩。塔中鹰山组取芯少,钻井揭示台内滩厚度较薄,一般在10~30 m。

钻井岩芯分析表明,鹰山组台内滩主要分布在其上部,具有多层多旋回发育的特征(图4、图5)。台内滩发育并纵向多达5~8层滩体叠置,巴楚地区台内滩厚度大,英买力井区厚度较薄。钻遇台内滩颗粒灰岩单层厚度一般在数米至30 m,最厚可达60 m,在井间变化大,台内滩不发育的邻井可能只有一些薄层的颗粒灰岩发育,横向上呈透镜状展布(图5),台内滩颗粒灰岩横向尖灭快。鹰山组台内滩井间横向迁移频繁,但在主体部位纵向叠加效应明显,表明台内滩发育的部位具有继承性发育的特征。

### 3 鹰山组台内滩地震响应特征与追踪

由于台内滩与围岩多有厚度差异、沉积结构的不同<sup>[20-23]</sup>,通过井—震标定可以识别与追踪(图6)。

外部形态上,在地震剖面上鹰山组台内滩发育部位具有宽缓丘状外部形态(图6),或是呈透镜状,顶面多具有平缓平顶,少数为圆滑起伏椭圆顶。台内滩两翼多具有不对称结构,一般有陡翼与缓翼之分,可

能与两翼沉积期的能量不同相关。台内滩周边的围岩呈超覆或斜交在台内滩翼部,直至向上超覆披覆在台内滩之上,反映滩体淹没消失后为低能泥晶灰岩覆盖,地震波组特征与台内滩有差异。台内滩上凸幅度普遍较小,与周缘围岩高差一般在30~50 m,高差较大的可达100 m。台内滩底部多近于平滑的微起伏线状延伸,也有比较平直的,多具有明显的反射界面,下部地层多有微弱的凸起,局部滩体底面有轻微的上凸形态,有的滩体底面模糊不清。

地震剖面上台内滩内部反射特征复杂(图6)。台内滩内部多出现高频杂乱反射,异常的强弱振幅变化频繁,有的出现斜交前积现象,也出现空白反射,可能与台内滩有多种沉积构造有关。有的地震剖面上台内滩内部出现层状地震反射结构,可能指示是多旋回滩体的叠加,具有一定的呈层性。台内滩顶面多呈弱反射、杂乱反射,上覆有较厚泥质条带灰岩段的地区可能出现不连续强振幅。有的台内滩由于有侧向加积或前积的砂砾屑灰岩发育,在地震剖面上台内滩内部出现斜交或前积反射特征。台内滩底面多呈弱振幅、不连续短轴状或杂乱反射,也有断续强波组出现,但不同于围岩。由于受地震分辨率的影响,台内滩内部反射特征变化大,核部多出现波形变乱、变弱的特征,与围岩均一的反射特征不一致。



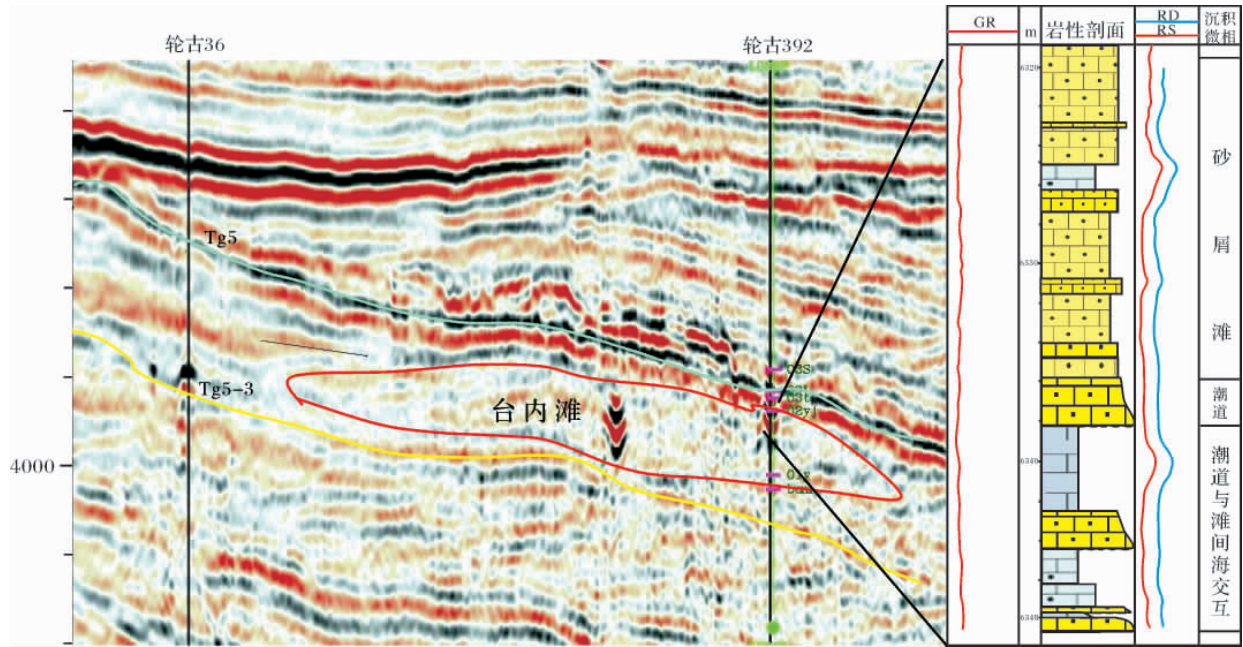


图 6 轮古 392 井鹰山组台内滩井—震标定

Fig. 6 The calibration in seismic profile of the intra-platform beach of Yingshan Formation in Tarim basin

鹰山组上部台内滩发育,在台内滩发育层段的下部有区域性可追踪的强波组(图6),通过区域强波组辅助层 Tg5-3 与碳酸盐岩顶面 Tg5' 反射层的连续追踪,可以确定台内滩分布的层段。由于在台内滩发育部位,多有地层加厚现象,通过台内滩顶底包围面的地震层序厚度成图,地层加厚的地区可能就是台内滩发育区(图7A),大体能圈定台内滩的分布及其厚度。受资料品质的限制,地层厚度图多不规则,但平

面的轮廓范围基本可信。结合反射特征与钻井资料,通过台内滩所在地震层序厚度的变化,可以进行鹰山组台内滩分布的识别与预测。由于台内滩地震响应特征不同于围岩,在振幅、频率等地震属性上也有异常响应,地震均方根振幅区变强的区块多是台内滩发育有利区(图7B),英买2井区地震均方根振幅异常与厚度追踪的台内滩分布相近,在边缘部位受资料与方法不同的限制有一定的差异,相互结合可以比较有

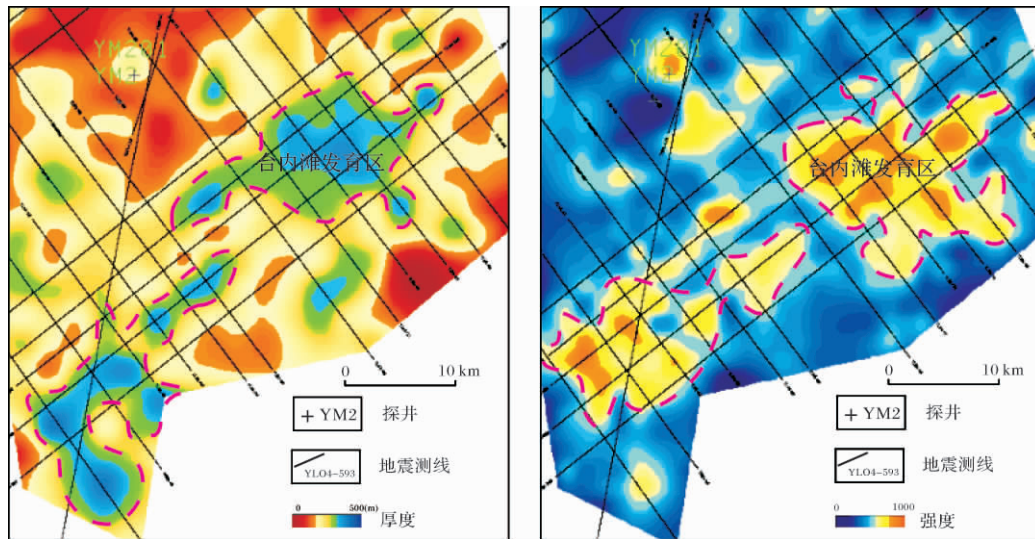


图 7 塔北隆起英买 2 地区鹰山组台内滩地震层序厚度(A)及其均方根振幅(B)

Fig. 7 The thickness(A) and mean amplitude(B) of the Yingshan Formation intra-platform beaches in Yingmai 2 area in Tabei uplift

效的确定台内滩的分布 表明地震属性也是台内滩预测的适用方法。通过多种方法的对比研究 结合钻井分析 可以综合确定鹰山组台内滩的分布 刻画台内滩的形态与规模。

通过地层厚度、地震相结合地震属性研究,开展了塔里木盆地西部鹰山组台内滩的追踪与刻画 结合钻井分析发现西部碳酸盐岩台地鹰山组台内滩发育(图8)。在塔北南缘中东部、塔中北斜坡、和田河气田及其周缘等地区都有大量的台内滩分布 综合判识台内滩合计总面积达 12 000 km<sup>2</sup>。由于较小规模的台内滩在地震上响应特征不明显,难以准确判识;同时在地震资料品质比较差的巴楚隆起、塔中南斜坡等地区 不能有效进行台内滩的识别与预测,因此鹰山组台内滩的个数会更多、总体规模会更大。

地震追踪表明,鹰山组台内滩的大小不一、形态各异,多以团块状、椭圆形、条带状分布(图8)。由于地震剖面上是多套台内滩叠加的综合效果 地震识别的台内滩一般比钻井揭示的规模大。台内滩的规模一般在 100 ~ 300 km<sup>2</sup>,大的可达 1 000 km<sup>2</sup>;识别出的台内滩复合体的厚度一般在 150 ~ 400 m,厚度较薄

的台内滩在二维地震上形态比较模糊,但三维地震工区内可以判识,在轮南、塔中地区有低于 100 m 的台内滩发育。台内滩的展布方向差异较大,但在各构造单元内有一定的规律。塔北南缘台内滩多呈北东向展布,与东部台缘带近于平行,可能与台缘带具有相似的沉积面貌;在平面组合上呈东西向分布在塔北隆起的南斜坡上,具有与塔北古隆起南坡走向一致的特点,可能与塔北古隆起开始出现雏形并形成的近东西向微地貌起伏特征有关。塔中北斜坡三维地震工区内鹰山组台内滩则呈北西走向,条带状展布特征明显,沿塔中 I 号构造带较发育,可能受控于北西向古隆起的隆升,塔中 I 号构造带抬升形成北西向古地貌高地背景有利于台内滩的发育。和田河气田及其周缘台内滩发育,其走向有北东向与近东西向,可能与本区宽缓的古地貌起伏变化较大有关。

因此可见,塔里木盆地奥陶系碳酸盐岩台内滩发育,通过地震多方法结合可以刻画台内滩的规模与分布。奥陶系鹰山组台内滩发育,规模远大于台缘带<sup>[8,10]</sup>,是寻找高能储集相带的有利方向。塔里木盆地鹰山组台内滩类型多、叠合厚度大、发育面积巨大,

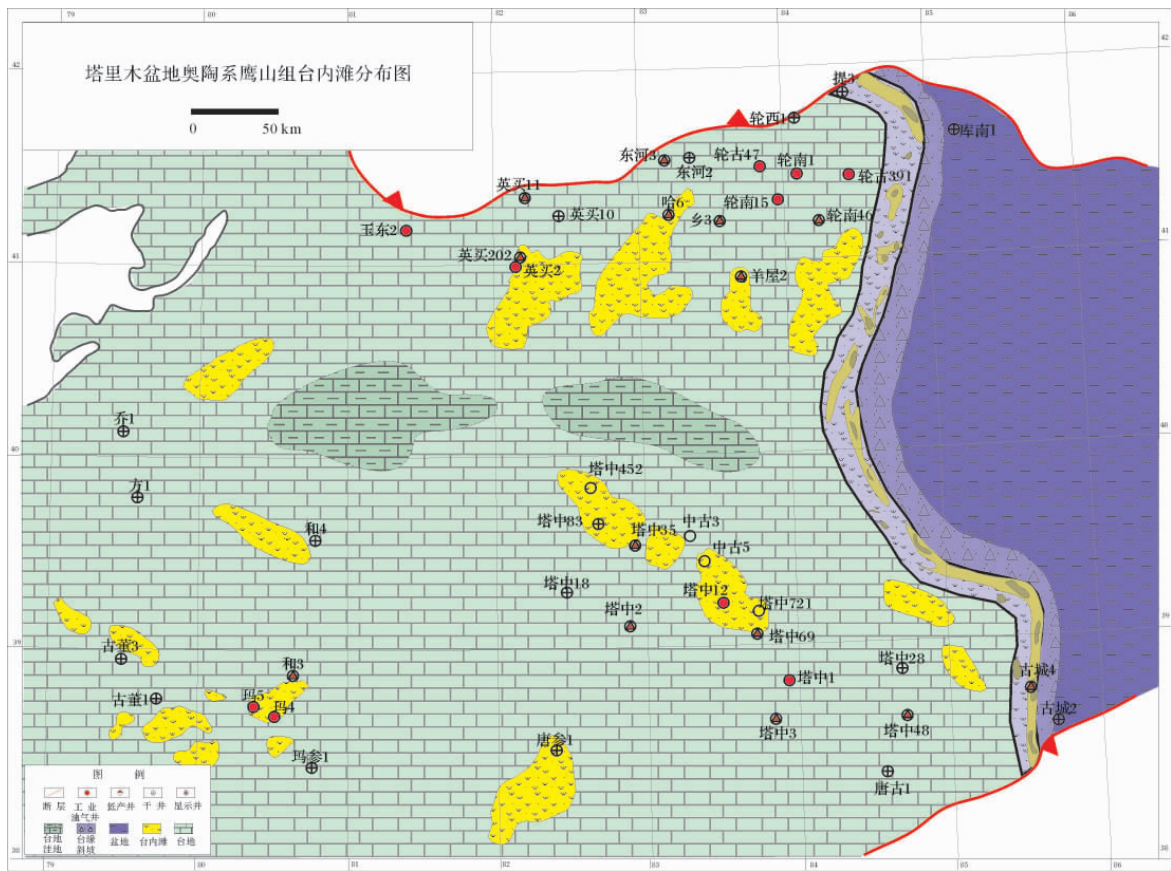


图 8 塔里木盆地中西部奥陶系鹰山组沉积相平面图

Fig. 8 The sedimentary facies of Ordovician Yingshan Formation in the western Tarim basin



在有利油气成藏的古隆起斜坡区分布很多。塔中鹰山组台内滩经过风化壳岩溶作用,储层层发育,已有大量油气发现,表明鹰山组台内滩具有基本的成藏地质条件,是下古生界碳酸盐岩从台缘带转向台内勘探的有利方向。通过进一步的储层分布与预测,围绕塔中北斜坡、塔北南缘、和田河气田周缘三大有利勘探方向深入工作,可能形成新的大型台内滩勘探接替领域。

## 4 结论

(1) 塔里木盆地早奥陶世晚期进入从伸展转向挤压的构造—沉积转换期,造成了台缘带挠曲下沉、台内起伏地貌,形成了有利于中下奥陶统鹰山组台内滩发育的地质条件。

(2) 钻井资料分析表明鹰山组台内滩广泛发育,以砂屑滩为主,厚度一般在数米至30余米,具有3~8层多旋回纵向叠置,横向上呈透镜状、席状尖灭。

(3) 塔里木盆地鹰山组台内滩地震响应上具有丘状外部形态、杂乱内部反射结构、翼部超覆斜交反射,通过厚度图、地震相、地震属性等多方法结合,可以进行鹰山组台内滩的地震识别与预测。

(4) 地震区域追踪判识鹰山组台内滩发育面积达12 000 km<sup>2</sup>,一般规模在100~300 km<sup>2</sup>,塔北南缘、塔中北斜坡、和田河气田及其周缘是集中分布区,台内滩的展布方向受控不同构造单元的地貌走向。

(5) 塔里木盆地鹰山组台内滩规模大、分布广,在勘探下古生界碳酸盐岩台缘带的同时,台内滩是值得探索的有利领域。

## 参考文献 (References)

- 1 邱中建. 中国油气勘探(第二卷) [M]. 北京:石油工业出版社,1999 [Qiu Zhongjian. Oil and Gas Exploration of China (2nd volume) [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1999]
- 2 翟光明,何文渊. 塔里木盆地石油勘探实现突破的重要方向[J]. 石油学报,2004,25(1): 1-7 [Zhai Guangming, He Wenyuan. An important petroleum exploration region in Tarim Basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(1): 1-7]
- 3 金之钧,王清晨. 中国典型叠合盆地与油气成藏研究新进展—以塔里木盆地为例[J]. 中国科学: D辑,2004,34(S1): 1-12 [Jin Zhijun, Wang Qingchen. New progresses in research of China's typical superimposed basins and reservoiring of hydrocarbons (Part II): taking Tarim basin as an example [J]. Science in China: Series D, 2004, 34(S1): 1-12]
- 4 周新源,王招明,杨海军,等. 塔中奥陶系大型凝析气田的勘探和发现[J]. 海相油气地质,2006,11(1): 45-51 [Zhou Xinyuan, Wang Zhaoming, Yang Haijun, et al. Exploration and discovery of large condensate gas fields in Ordovician System in Tazhong [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2006, 11(1): 45-51]
- 5 翟晓先,云露. 塔里木盆地塔河大型油气田地质特征及勘探思路回顾[J]. 石油与天然气地质,2008,29(5): 555-573 [Zhai Xiaoxian, Yun Lu. Geology of giant Tahe oilfield and a review of exploration thinking in the Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2008, 29(5): 555-573]
- 6 顾家裕,张兴阳,罗平. 塔里木盆地奥陶系台地边缘生物礁、滩发育特征[J]. 石油与天然气地质,2005,26(3): 277-283 [Gu Jiayu, Zhang Xingyang, Luo Ping. Development characteristics of organic reef flats at edge of Ordovician system tableland in Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(3): 277-283]
- 7 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 [Gao Zhiqian, Fan Tailiang, Jiao Zhifeng, et al. The structural types and depositional characteristics of carbonate platform in the Cambrian-Ordovician of Tarim Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2006, 24(1): 19-27]
- 8 张丽娟,李勇,周成刚,等. 塔里木盆地奥陶纪岩相古地理特征及礁滩分布[J]. 石油与天然气地质,2007,28(6): 731-737 [Zhang Lijuan, Li Yong, Zhou Chenggang, et al. Lithofacies paleogeographical characteristics and reef-shoal distribution during the Ordovician in the Tarim Basin [J]. Oil and Gas Geology, 2007, 28(6): 731-737]
- 9 赵宗举,周新源,王招明,等. 塔里木盆地奥陶系边缘相分布及储层主控因素[J]. 石油与天然气地质,2007,28(6): 738-744 [Zhao Zongju, Zhou Xinyuan, Wang Zhaoming, et al. Distribution of marginal facies and main controlling factors of reservoirs in the Ordovician, the Tarim Basin [J]. Oil and Gas Geology, 2007, 28(6): 738-744]
- 10 赵宗举,潘文庆,张丽娟,等. 塔里木盆地奥陶系层序地层格架[J]. 大地构造与成矿学,2009,33(1): 175-188 [Zhao Zongju, Pan Wenqing, Zhang Lijuan, et al. Sequence stratigraphy in the Ordovician in the Tarim Basin [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2009, 33(1): 175-188]
- 11 刘忠宝,于炳松,李廷艳,等. 塔里木盆地塔中地区中上奥陶统碳酸盐岩层序发育对同生期岩溶作用的控制[J]. 沉积学报,2004,22(1): 103-109 [Liu Zhongbao, Yu Bingsong, Li Tingyan, et al. Sequence development controls on syngensis Karst of the middle-upper Ordovician carbonate in Tazhong area, Tarim Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2004, 22(1): 103-109]
- 12 沈安江,王招明,杨海军,等. 塔里木盆地塔中地区奥陶系碳酸盐岩储层成因类型、特征及油气勘探潜力[J]. 海相油气地质,2006,11(4): 1-12 [Shen Anjiang, Wang Zhaoming, Yang Haijun, et al. Contributing factors, characteristics and hydrocarbon exploration potential of Ordovician system carbonate reservoirs in Tazhong area in Tarim Basin [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2006, 11(4): 1-12]
- 13 陈景山,李忠,王振宇,等. 塔里木盆地奥陶系碳酸盐岩古岩溶作用与储层分布[J]. 沉积学报,2007,25(6): 858-868 [Chen Jingshan, Li Zhong, Wang Zhenyu, et al. Paleokarstification and reservoir distribution of Ordovician carbonates in Tarim Basin [J]. Acta



- Sedimentologica Sinica, 2007, 25(6): 858-868]
- 14 王招明,赵宽志,邬光辉,等. 塔中I号坡折带上奥陶统礁滩型储层发育特征及其主控因素[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(6): 797-801 [Wang Zhaoming, Zhao Kuanzhi, Wu Guanghui, *et al.*, Characteristics and main controlling factors of the upper Ordovician reef-bank reservoir development in the Tazhong I Slope-Break Zone[J]. Oil and Gas Geology, 2007, 28(6): 797-801]
  - 15 王振宇,严威,张云峰,等. 塔中上奥陶统台缘礁滩体储层成岩作用及孔隙演化[J]. 新疆地质, 2007, 25(3): 287-290 [Wang Zhenyu, Yan Wei, Zhang Yunfeng, *et al.* Diagenesis and porosity evolution of the upper Ordovician series platform margin reef flat reservoirs in Tazhong[J]. Xinjiang Geology, 2007, 25(3): 287-290]
  - 16 刘洛夫,李燕,王萍,等. 塔里木盆地塔中地区I号断裂带上奥陶统良里塔格组储集层类型及有利区带预测[J]. 古地理学报, 2008, 10(3): 222-230 [Liu Luofu, Li Yan, Wang Ping, *et al.* Reservoir types and favorable oil-gas exploration zone prediction of the upper Ordovician Lianglitage Formation in Tazhong No. 1 Fault Belt of Tarim Basin[J]. Journal of Palaeogeography, 2008, 10(3): 222-230]
  - 17 李凌,谭秀成,陈景山,等. 塔中西部上奥陶统良里塔格组同生喀斯特储层成因分析[J]. 成都理工大学学报, 2009, 36(1): 8-12 [Li Ling, Tan Xiucheng, Chen Jingshan, *et al.* Analysis of contributing factors for contemporaneous Karstic reservoirs in the upper Ordovician Series Lianglitage Formation in the West of Tazhong[J]. Journal of Chengdu University of Technology, 2009, 36(1): 8-12]
  - 18 Keith B D, Zuppang C W. Mississippian Oolites and Petroleum Reservoirs in the United States: an overview, in Mississippian oolites and modern analogs [M]. AAPG Studies in Geology, 1993, (35): 1-12
  - 19 罗平,张静,刘伟,等. 中国海相碳酸盐岩油气储层基本特征[J]. 地学前缘, 2008, 15(1): 36-50 [Luo Ping, Zhang Jing, Liu Wei, *et al.* Characteristics of marine carbonate hydrocarbon reservoirs in China[J]. Earth Science Frontiers, 2008, 15(1): 36-50]
  - 20 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): 435-442 [Liu Wei, Zhang Xingyang, Gu Jiayu. Sedimentary environment of lower-middle Ordovician Yingshan Formation in mid-western Tarim Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2009, 27(3): 435-442]
  - 21 Haimin Ye, Xianhua Li, Zhengxiang Li, *et al.* Age and origin of high Ba Sr appinite granites at the northwestern margin of the Tibet Plateau: Implications for early Paleozoic tectonic evolution of the Western Kunlun orogenic belt[J]. Gondwana Research, 2008, 13: 126-138
  - 22 蔡元尧,钱一雄,陈跃,等. 塔中地区中下奥陶统划分与对比[J]. 新疆石油地质, 2007, 28(3): 292-295 [Cai Xiyao, Qian Yixiong, Chen Yue, *et al.* Division and correlation of Middle-Lower Ordovician in Tazhong area, Tarim Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2007, 28(3): 292-295]
  - 23 Robertson C H. Review of carbonate sand-belt deposition of ooidite grainstones and application to Mississippian reservoir, Damme Field, southwestern Kansas[J]. AAPG Bulletin, 1988, 72: 1184-1199

## Characteristics and Distribution of Intra-Platform Beach of the Lower-Middle Ordovician Yingshan Formation Carbonate in Tarim Basin

WANG Cheng-lin<sup>1 2</sup> WU Guang-hui<sup>2</sup> CUI Wen-juan<sup>3</sup>  
TANG Zi-jun<sup>2</sup> ZHOU Bo<sup>2</sup> QU Tai-lai<sup>2</sup> GAO Li<sup>2</sup>

(1. China University of Petroleum, Beijing 102249;

2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC Beijing 100083;

3. China Geological Library, Beijing 100083)

**Abstract** Based on the analysis of regional geology, and the discontinuity of stratum and lithology, the change of sedimentary facies, and the development of palaeo-uplifts, the transform stage of the regional deposition-tectonics cycles changed from extension to compression began at the end of the early Ordovician in Tarim basin. The early-middle Ordovician Yingshan Formation platform margin began bending and downwelling which caused the deepening upward depositional cycles with middle-low energy reef-bank complex along the margin. And it is favorable for the intra-platform beach development of Yingshan Formation in the western platform in Tarim basin, when the intra-platform ascending with morphologic prominence and lacking of platform margin barriers. Based on the well data, medium-high energy arenaceous beaches are well developed with some of grit and oolitic beaches in intra-platform in Yingshan Formation, with 3 ~ 8 layers of multi-cycles deposition aggraded vertically, and lenticular or sheet-like pinchout and changed quickly laterally. The seismic response of intra-platform beaches of Yingshan Formation is different from the adjacent formation by well-seismic calibration. It displayed various mound and lenticular external shapes with lightly upper convex of the cap face and relatively even basal plane. The seismic wave of the most intra-platform beaches can

be distinguished from the adjacent formation with weak reflection or chaotic reflection of top surface , but with discontinuous and strong reflection in case of thick mudstone cap formation , and with weak amplitude , discontinuous minor axis shape or chaotic reflection or disconnection strong wave. There are overlap and oblique reflection on the flank and thinning phenomenon of the overburden layer in the seismic section. The internal of most beaches have high frequency chaotic reflection , abnormaly strong and weak amplitude alternation , and some of them have multilayer crossing or progradation reflection which indicated multicycle beaches aggradation. On the basis of the characteristics of seismic facies , the formation thickness and seismic attributions , prediction and identification of Yingshan Formation intra-platform can be carried out in the western Tarim basin. By the regional seismic tracing and identification , there developed many large areas of intra-platform beaches in Yingshan Formation with blocklike shape horizontally and different size , most of the scales between 100 km<sup>2</sup> and 300 km<sup>2</sup> , and the total area up to 12 000 km<sup>2</sup>. The intra-platform beaches mainly distributed in the southern slope of Tabei uplift , the northern slope of Tazhong uplift and the periphery of Hetinghe gas field , most of which distributed along the slope of paleo-uplift. The Ordovician Yingshan Formation intra-platform beach , had better reservoirs with many types and wide distribution and great superimposed thickness , is favorable research aspect of potential exploration region of carbonate after the platform margin reef-bank field found in Tarim basin. And more important discovery can be obtained in intra-platform beaches along the favorable accumulation slopes of palaeo-uplift by means of reservoirs seismic prediction to choose pay targets.

**Key words** Tarim Basin; intra-platform beach; Yingshan Formation; seismic respond; exploration