

塔里木盆地中央隆起区

恰尔巴克组与一间房组分布及意义

蔡习尧¹, 马宇驰^{1,2}, 陈跃³, 钱一雄³, 尤东华³

(1. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 中国石油大学地球科学学院, 北京 102249;

3. 中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所, 江苏无锡 214151)

摘要:塔里木盆地中央隆起区共有 10 口探井钻遇了上奥陶统恰尔巴克组及中奥陶统一间房组, 分属上奥陶统良里塔格组/恰尔巴克组/一间房组/鹰山组与却尔却克组/恰尔巴克组/一间房组/鹰山组 2 种不同的地层层序。恰尔巴克组为紫红、褐、灰色泥晶灰岩、泥灰岩及灰质泥岩, 厚度 17~25 m, 属于斜坡相沉积, 底部产 *Pygodus anserinus* 化石带。一间房组为灰色泥晶砂屑灰岩、颗粒灰岩及生屑灰岩, 厚度 80~120 m, 属开阔台地—台地边缘相沉积, 顶部产 *Pygodus serrus* 化石带。恰尔巴克组与一间房组分布在隆起边缘的低洼部位及隆起往拗陷的过渡区, 在隆起的主体上分别为沉积缺失与剥蚀缺失。中央隆起区奥陶系分为隆起区、过渡区(A、B)与拗陷区, 过渡区的西边界至少西推了 100 km, 中晚奥陶世区内为开阔台地—台缘—斜坡相沉积, 不发育“萨尔干组”型的烃源岩, 过渡区具备 2 套良好的储盖组合, 为有利的油气勘探区。

关键词: 牙形石; 一间房组; 恰尔巴克组; 地层划分对比; 中央隆起区; 塔里木盆地

中图分类号: TE121.3⁺4

文献标志码: A

Distribution and significance of the Ordovician Qrebake and Yijianfang formations in the Central Uplift of the Tarim Basin

Cai Xiyao¹, Ma Yuchi^{1,2}, Chen Yue³, Qian Yixiong³, You Donghua³

(1. SINOPEC Petroleum Exploration & Production Research Institute, Beijing 100083, China;

2. College of Geosciences, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;

3. Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214126, China)

Abstract: The Qrebake Formation of the Upper Ordovician and the Yijianfang Formation of the Middle Ordovician have been intersected in ten wells in the Central Uplift of the Tarim Basin. They belong to two stratigraphic sequences: the Lianglitage/Qrebake/Yijianfang/Yingshan formations, and the Queerqueke/Qrebake/Yijianfang/Yingshan formations. The Qrebake Formation is composed of purplish red, brown and grey micritic limestones, marls and calcareous mudstones representative of slope facies. This formation is about 17–25 m thick, and has a *Pygodus anserinus* zone at the bottom. The Yijianfang Formation is composed of grey micritic sand-clastic limestones, grained limestones and bioclastic limestones representative of open platform and platform margin facies. This formation is about 80–120 m thick, and has a *Pygodus serrus* fossil zone at the top. The Qrebake and Yijianfang formations are mainly distributed in the lower parts of the uplift edge and the transition area from the uplift to the depression, while a sedimentary gap for the two formations is observed in the Central Uplift. The Ordovician of the Central Uplift is divided into the uplift zone, the transition zone (A, B), and the depression zone. The western boundary of the transition zone should be at least 100 km to the west compared to previous studies. During the Middle and Late Ordovician, the study area was an open platform to platform margin and slope facies, and developed no hydrocarbon source rocks of the “Salgan” type. Two sets of favorable reservoir and cap assemblages have been discovered in the transition zone, showing a good potential for hydrocarbon exploration.

Key words: conodont; Yijianfang Formation; Qrebake Formation; division and correlation of stratigraphy; Central Uplift; Tarim Basin

收稿日期: 2014-08-06; 修订日期: 2015-08-11。

作者简介: 蔡习尧 (1963—), 男, 高级工程师, 从事地层古生物与石油勘探研究。E-mail: caixy.syky@sinpec.com。

基金项目: 国家油气重大专项 (2011ZX05005-004-003-002) 和国家重点基础研究发展计划 (973 计划) (06-2012CB214806) 资助。

塔里木盆地中央隆起区(包括围斜部分)横亘于塔里木盆地中部,总体近东西向展布,东西长 1 200 km 以上,南北宽 60~150 km,面积约 $14 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[1],是油气勘探的最有利区带之一。多年来,一些专家学者认为中央隆起区缺失上奥陶统恰尔巴克组和中奥陶统一间房组,缺失达 8~12 个牙形石带^[2-5],上奥陶统良里塔格组不整合覆在中下奥陶统鹰山组或下奥陶统蓬莱坝组之上。近期随着勘探的深入,该区奥陶纪地层的研究取得了重大进展^[6-8]。董宝清等^[9]在研究塔中 88 井奥陶系地层层序时,发现良里塔格组之下为恰尔巴克组/一间房组,且获得了其标准的牙形石带。蔡习尧等^[10]在从事古隆地区奥陶系油气勘探时,发现古隆 1 井奥陶系地层层序发育完整,恰尔巴克组、一间房组无论是岩电特征还是古生物群面貌,均与巴楚地区露头剖面及塔河井下的十分相似,从而确认了该区不仅存在恰尔巴克组与一间房组,而且中上奥陶统的牙形石带序列是连续的,不缺化石带,且首次指出恰尔巴克组之上整合覆盖的为却尔却克组,而非良里塔格组。

本文通过对玉北地区大量新钻井奥陶系岩电特征、生物群面貌、碳氧同位素及地震资料等深入分析,旨在搞清楚玉北地区奥陶系地层层序结构、主要勘探目的层良里塔格组、一间房组及鹰山组等时空展布特征,划分地层小区,进而确认中央隆起及其围斜区奥陶系 2 种不同地层层序的分布范围。

1 恰尔巴克组与一间房组确认及分布

1.1 岩电特征

中央隆起区奥陶系地层层序前人作过深入的研究^[11-13],但主要集中于巴楚隆起、卡塔克隆起与古城墟隆起,而麦盖提斜坡几乎处于起步阶段,对恰尔巴克组与一间房组的岩电特征研究尤其较晚,下面以玉北 9 井为例简述之。

玉北 9 井位于麦盖提斜坡东部麦盖提 1 区块,井底层位为中下奥陶统鹰山组,钻揭的奥陶系地层层序自下而上为:中下奥陶统鹰山组,中奥陶统一间房组,上奥陶统恰尔巴克组与却尔却克组(图 1);其上为下石炭统巴楚组下泥岩段不整合覆盖。

1.1.1 鹰山组

分布井段为 6 618.00~7 091.00 m,钻厚 474.50 m(未穿)。

塔里木盆地的鹰山组可分为 4 段,自上而下分别为颗粒灰岩段、纯灰岩段、云灰岩段和灰云岩段^[14]。本井鹰山组 4 段特征亦十分明显,上部

(1~2 段)为巨厚层状灰色灰岩、泥晶灰岩夹泥晶砂屑灰岩,下部(3~4 段)为灰色云质灰岩夹少量灰质云岩和白云岩。上部 GR 平直,偶夹尖峰状,值一般 12~15 API,电阻率曲线为齿状高阻,值达 2 000~10 000 $\Omega \cdot \text{m}$;下部 GR 微齿-小齿状夹齿状及少量尖峰状,值一般 15 API 左右,局部可达 60 API,电阻率明显较上段低,值 1 000~5 000 $\Omega \cdot \text{m}$ 。

1.1.2 一间房组

分布井段为 6 566.00~6 618.00 m,钻厚 52.00 m。

上部为灰色泥晶灰岩夹泥晶砂屑灰岩与亮晶颗粒灰岩,下部为泥晶灰岩夹极少量砂屑灰岩。GR 平直,值 15 API 左右,电阻率上部为块状高阻夹中高阻,值达 2 000~20 000 $\Omega \cdot \text{m}$,下部为块状高阻,值达 40 000 $\Omega \cdot \text{m}$ 。

1.1.3 恰尔巴克组

分布井段为 6 543.00~6 566.00m,钻厚 23.00 m。

上部为棕红色灰质泥岩,下部为棕红、褐灰色泥晶灰岩。GR 呈小齿状钟型,值 30~90 API,电阻率曲线呈小齿状漏斗型,值 2~200 $\Omega \cdot \text{m}$,与 GR 曲线组成典型的八字形。

1.1.4 却尔却克组

分布井段为 6 269.00~6 543.00 m,钻厚 274.00 m。

下部为棕红色泥岩夹灰质团块泥岩,中上部为灰、深灰色泥岩夹粉砂质泥岩、灰质泥岩。下部 GR 呈块状高值,可达 120~150 API,电阻率曲线块状低值,一般 4~6 $\Omega \cdot \text{m}$;中上部 GR 齿状夹尖齿状,值 90~120 API,电阻率曲线齿状,值 6~10 $\Omega \cdot \text{m}$ 。

其上为下石炭统巴楚组不整合覆盖。

1.2 古生物特征

由于钻井取心有限,在中央隆起区钻遇的 10 口井中分别获得一定数量的化石,可归属于 4 个牙形石带。

1.2.1 *Eoplacognathus suecicus* 带

该带仅见于古隆 1 井一间房组 5 876~5 879 m 井段,除带化石外,还见有 *Pygodus serrus* (early)、*Dapsilodus mutatus*、*Panderodus gracilis*、*Periodon aculeatus*、*Protopanderodus varicostatus*、*Walliserodus iniquus*、*W. ethingtoni* 等分子。其中 *Eoplacognathus suecicus* 是国内外中奥陶世晚期的标准带化石,在塔里木盆地作为寒武—奥陶系牙形石的第 13 个化石带,与笔石 *P. elegans* 带可以对比^[14-15]。

1.2.2 *Pygodus serrus* 带

除玉北 9 井外,其余 9 口井的一间房组上部均获该带。突出的特征为带化石丰度较高,最多可达 30 个以上。共生的分子还有 *Dapsilodus mutatus*、

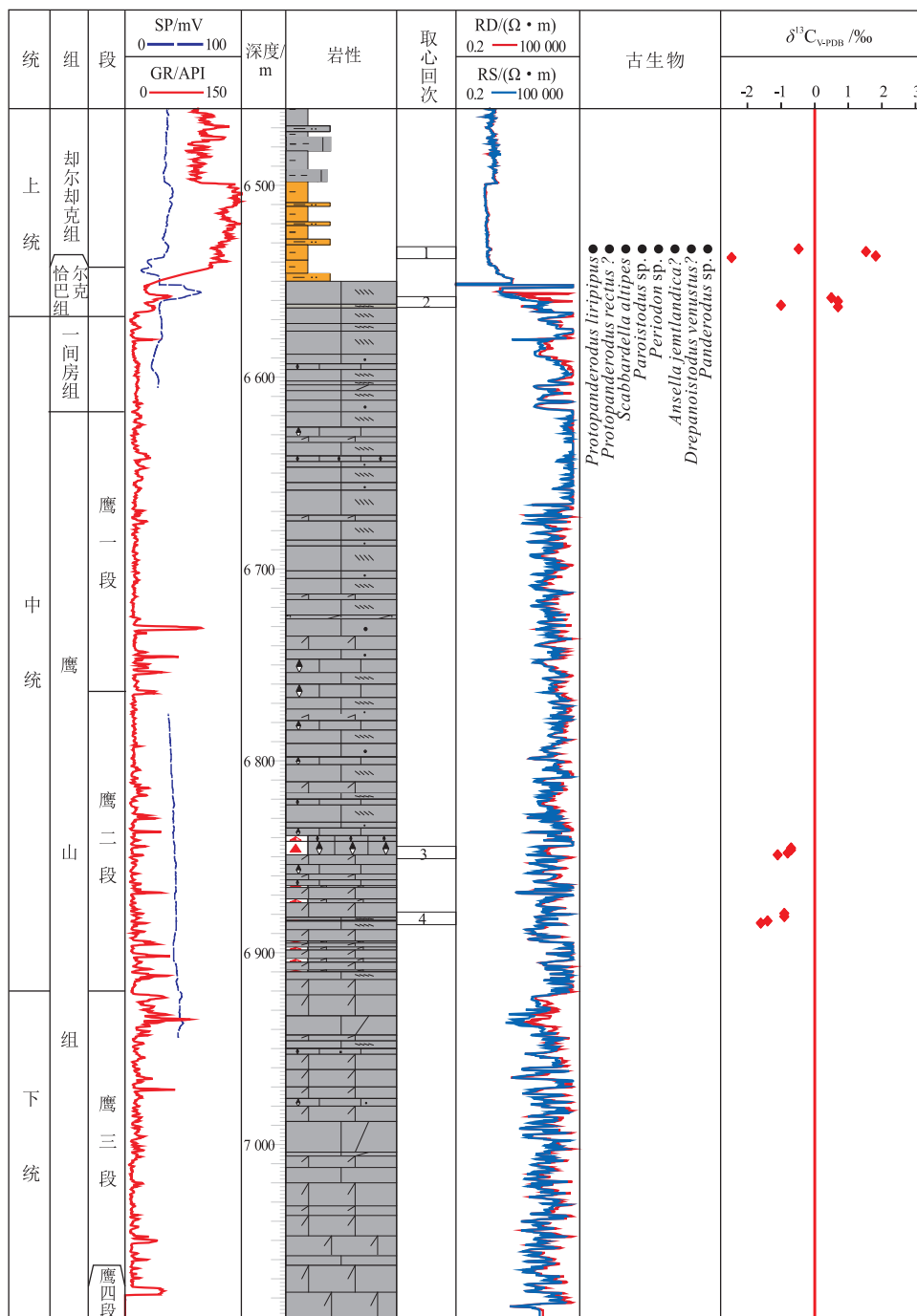


图1 塔里木盆地玉北9井奥陶系岩电特征

Fig.1 Lithological and logging characteristics of the Ordovician section in well Yb9 in the Tarim Basin

Panderodus gracilis、*Periodon aculeatus*、*Protopanderodus varicostatus*、*Walliserodus iniquus*、*W. ethingtoni* 等。其中 *Pygodus serrus* 是国内外中奥陶世末期的标准牙形石,在塔里木盆地作为寒武—奥陶系牙形石的第14个化石带,与笔石带 *Didymograptus murchisoni* 至 *Glyptograptus teretiusculus* 的下部可以对比^[14-17]。

1.2.3 *Pygodus anserinus* 带

该带与 *Pygodus serrus* 带相似,除玉北9井外,

其余的9口钻井恰尔巴克组下部均有产出。带化石丰度较高,最多可达15个。共生分子还有 *Pygodus* sp.、*P. serrus*、*Dapsilodus mutatus*、*Panderodus gracilis*、*Periodon aculeatus*、*Protopanderodus rectus*、*P. sp.*、*Walliserodus ethingtoni*、*W. iniquus* 等。其中 *Pygodus anserinus* 是国内外晚奥陶世早期的标准牙形石,在扬子地区出现于上奥陶统庙坡阶下部,其厚度一般不超过3m;在华南地区其跨度亦小于8m^[15];在塔里木盆地其厚度一般小于6m,最大可达26.14m

(乌里格孜塔格剖面)^[15],在塔里木盆地作为寒武—奥陶系牙形石的第 15 个化石带,与笔石带 *G.teretiusculus* 上部至 *N.gracilis* 的下部相当^[14-16]。

恰尔巴克组中上部的 *Eoplacognathus jianyeensis* 带与 *Eoplacognathus elongatus* 带在 9 口钻井均未获得。

1.2.4 *Baltoniodus alobatus* 带

该带仅见于玉北 9 井却尔却克组底部 6 533.04~6 537.74 m 井段,虽未获带化石 *Baltoniodus alobatus*, 但却获常与其同层出现的 *Protopanderodus liripipus* 化石^[15]。共生分子还有 *Belodella fenxiangensis*, *B.jemtlandica*, *Drepanoistodus venustus*, *Panderodus gracilis*, *Protopanderodus sp.*, *Protopanderodus ? cooperi*, *Scabbardella similis* 等。其中 *Protopanderodus liripipus* 是 *Baltoniodus alobatus* 带的重要分子,其首现层位与带化石大致相同,当未见 *Baltoniodus alobatus* 时,可将 *Protopanderodus liripipus* 首现作为该带之底^[15]。*Protopanderodus liripipus* 首现层位总是高于 *Nemagraptus gracilis* 笔石带和 *Pygodus anserinus* 带,如江苏昆山、安徽和县、江西武宁、修水、皖南、鄂尔多斯南缘、新疆柯坪、库鲁克塔格及乌里格孜塔格等地区^[15]。该带为塔里木盆地寒武—奥陶系牙形石的第 18 个化石带,指示的地质时代为晚奥陶世早中期。

1.3 分布规律

通过对典型钻井(古隆 1 井与玉北 9 井等)恰尔巴克组与一间房组岩电特征及古生物群面貌的分析,确认在中央隆起及其围斜区的古城墟隆起古隆 1、2、3 井,古城 4、6 井,塔中北坡的塔中 88 井,顺南 1、2 井,塘古孜巴斯凹陷的塘参 1 井、麦盖提斜坡玉北 9 井等 10 口钻井发育恰尔巴克组与一间房组。从由东往西(过渡区—隆起区)古隆 1 井—塔中 29 井—塔中 44 井—塔参 1 井作连井对比图(图 2 左)可看出,恰尔巴克组与一间房组分别在古隆 1 井与塔中 29 井之间及塔中 29 井(过渡区,产丰富的一间房组常见化石)与塔中 44 井(隆起边缘)之间尖灭。经自南而北(过渡区—隆起区)塘参 1 井—中 2 井—塔中 37 井—中 1 井作连井对比图(图 2 右)亦可看出,恰尔巴克组在塘参 1 井与中 2 井之间尖灭,而一间房组自中 2 井往北不远即告尖灭。至中 1 井,良里塔格组含泥灰岩段(第 3 段)直接不整合覆盖在中下奥陶统鹰山组第 2 段之上,其间缺失了良里塔格组第 4~5 段、恰尔巴克组、一间房组与鹰山组第 1 段,且鹰山组第 2 段亦遭受强烈剥蚀,残存仅 22 m^[8]。2 条对比剖面

均表明,一间房组分布范围略大于恰尔巴克组,在过渡相区两者常联袂出现,至隆起边缘一间房组尚残存,而恰尔巴克组多为缺失。

众所周知,中晚奥陶世之交为全球性的重大构造变革期,表现在:(1)华北地台、西伯利亚地台褶皱隆升成陆;(2)晚奥陶世初期全球海平面快速上升(事件?),在北美、南美、北欧、澳大利亚及扬子均有响应,奥陶纪 $\delta^{13}\text{C}$ 第二次大规模的正漂;(3)恰尔巴克组含 3~4 个牙形石带,时间跨度约 5.4 Ma,地层厚度 7.4~29.5 m,沉积速率极低—凝缩层;(4)地史时期第 4 次动物群更替期,海绵造礁→珊瑚—层孔虫造礁;(5)钼、铀、锰、锶、镍等多种微量元素异常。在塔里木盆地则表现为加里东中期 I 幕构造运动,它不仅使塔里木盆地的古地理格局由寒武纪以来的“东盆西台”演变为南北“隆凹相间”,早期的“塔西大台地”解体,而且造成中央隆起区发生强烈的差异升降,即巴楚—卡塔克隆起剧烈隆升,其围斜部分急速下沉,塔中 I 号断裂带与塔中南缘断裂带形成。断裂带下盘,在全球海平面快速上升的大背景下,大部分地区一间房组与恰尔巴克组之间为连续过渡,并无沉积间断^[18];而隆起主体上,在晚奥陶世早期(恰尔巴克组与良里塔格组 4~5 段沉积期)已隆升成陆,一间房组被剥蚀殆尽,鹰山组亦遭受不同程度的剥蚀,这种现象在地震剖面上也有良好的反映。

因此,恰尔巴克组与一间房组的分布规律为:主要分布在中央隆起区边缘的低洼部位及隆起往拗陷的过渡区,在隆起的主体上,分别为沉积缺失与剥蚀缺失(图 2,3)。

2 勘探意义探讨

2.1 中央隆起区奥陶系地层分区

根据恰尔巴克组与一间房组的分布规律,中央隆起及其围斜区奥陶系可分为 3 个地层小区,即隆起区、过渡区与拗陷区,隆起区主体部位缺失恰尔巴克组与一间房组,鹰山组亦遭受不同程度的剥蚀;边缘低洼部位则发育较全。过渡区进一步分为 A、B 2 种类型,A 型恰尔巴克组之上为薄的良里塔格组覆盖,而 B 型则为巨厚的却尔却克组覆盖。在拗陷相区,恰尔巴克组与一间房组已相变为碎屑岩的黑土凹组上部与却尔却克组下部(表 1)。

2.2 中央隆起区三级构造单元边界的厘定

中央隆起及其围斜区三级构造单元边界多发发育边界断裂,划分方案差异不大,但塘古孜巴斯凹陷与麦盖提斜坡边界长期以来模糊不清,一直用虚

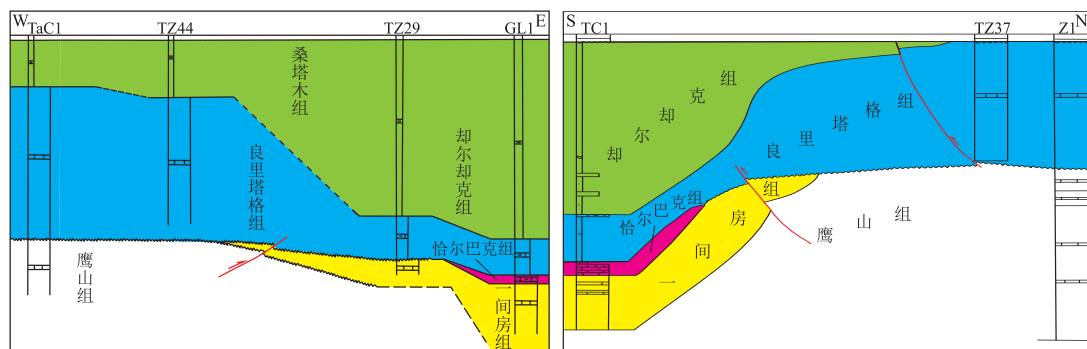


图 2 塔里木盆地古隆 1—塔参 1 井、塘参 1—中 1 井奥陶系对比简图

Fig.2 Comparison of the Ordovician sections from profiles from the wells GL1 to TaC1 (E-W) and wells TC1 to Z1 (S-N) in the Tarim Basin

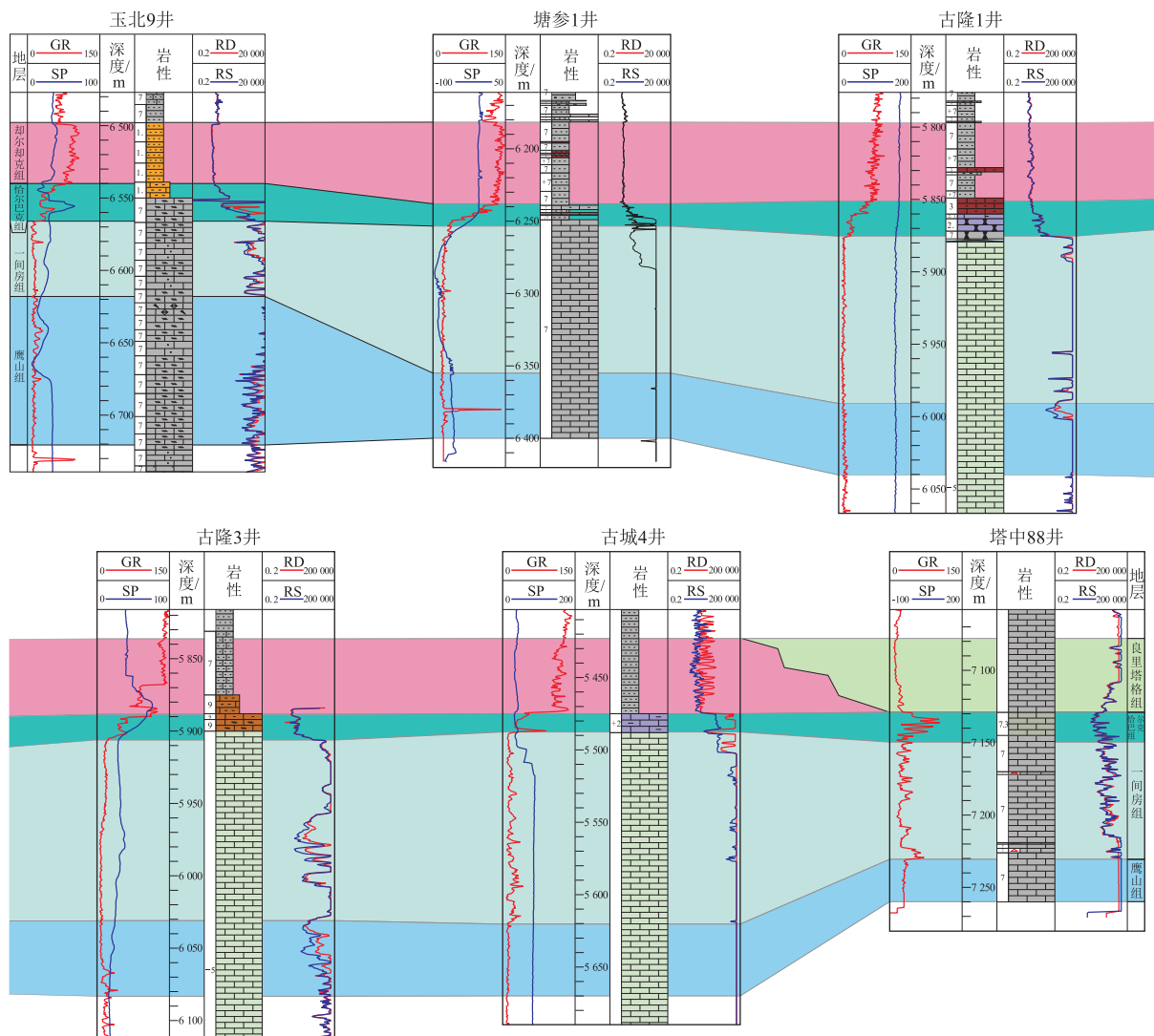


图 3 塔里木盆地玉北 9 井—塔中 88 井奥陶系对比

Fig.3 Correlation of the Ordovician section from wells YB9 to Tazhong88 in the Tarim Basin

线表示。通过奥陶系恰尔巴克组与一间房组的精细划分对比,确认玉北 9—玉北 5 井区地层层序与塘参 1 井、古隆 1 井等一致(图 3),而其西侧的玉北 4—皮山北 2 井区地层层序为典型的隆起区类

型,即良里塔格组直接不整合覆盖在鹰山组之上。隆起边缘大致沿玉北 7—皮山北 2 井一线分布(图 4)。据此,将塘古孜巴斯凹陷与麦盖提斜坡边界往西至少推出了 100 km。

表 1 塔里木盆地中央隆起区奥陶系地层分区

Table 1 Division of the Ordovician in the Central Uplift of the Tarim Basin

年代地层			地质年龄/ Ma	隆起区		过渡区		拗陷区
系	统	阶		主体部位	边缘低洼	A型	B型	
上覆地层				柯坪塔格组/东河塘组/巴楚组				侏罗系/白垩系
奥陶系	上统	赫南特阶	445.6					
		钱塘江阶	458.4	桑塔木组	桑塔木组	桑塔木组	却尔却克组	却尔却克组
		艾家山阶		良里塔格组	良里塔格组			
				良里塔格组	良里塔格组	良里塔格组	却尔却克组	
		达瑞威尔阶		467.3	一间房组	一间房组	一间房组	
	大坪阶	470	鹰山组	鹰山组		灰岩段(1~2)		
	中统	益阳阶	477.7	蓬莱坝组	蓬莱坝组	蓬莱坝组	白云岩段	突尔沙克塔格组
		新厂阶	485.4		蓬莱坝组	蓬莱坝组	白云岩段	
		下伏地層上寒武统			501	下丘里塔格组		

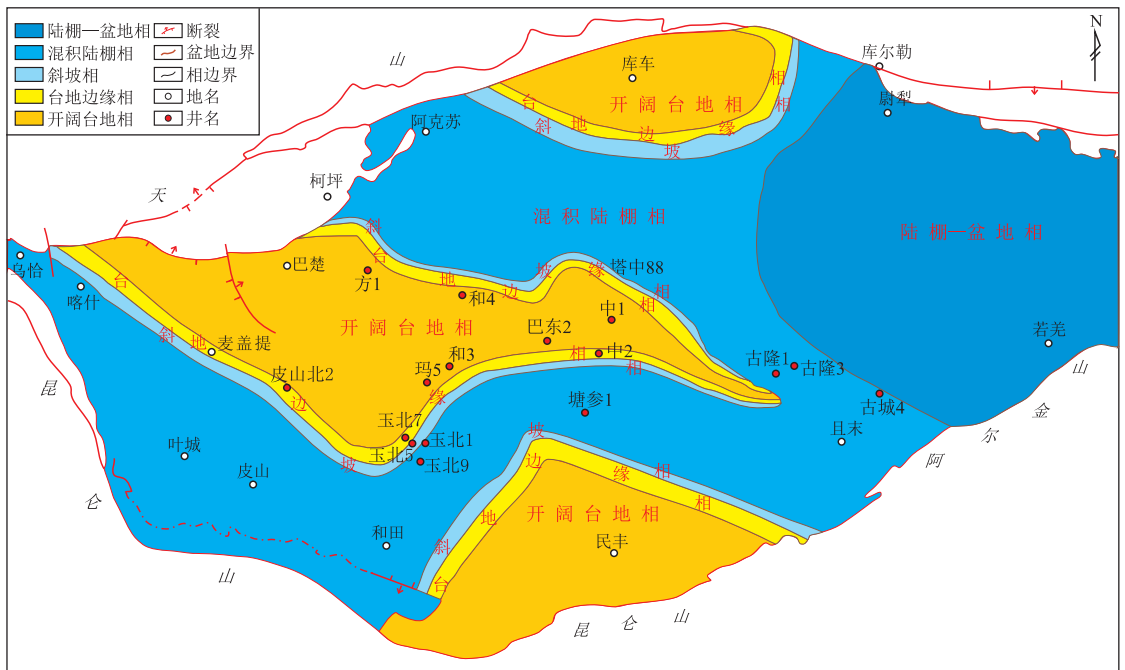


图 4 塔里木盆地晚奥陶世早中期沉积相

Fig.4 Sedimentary facies of the Tarim Basin during the early and middle periods of the Late Ordovician

2.3 中央隆起区不发育“萨尔干组”型烃源岩

众所周知,塔里木盆地西缘“萨尔干组”型的烃源岩是一套十分重要的烃源岩,其在中央隆起区是否发育一直倍受油气勘探家的关注。前人对萨尔干组生物地层作了精细的研究,该组自下而上产牙形石 *Eoplacognathus suecicus* 带、*Pygodus serrus* 带与 *Pygodus anserinus* 带,产笔石 *Amplexograptus confertus*-*Isograptus armatus* 带、*Pterograptus elegans* 带、*Glossograptus hincksi* 带及 *Nemagraptus gracilis*

带^[19-20]。陈旭等^[19]认为萨尔干组化石十分丰富,可与国内外相当地层进行精确的对比,但仅见于柯坪至阿克苏地区,分布过分局限;但也有学者^[21]认为萨尔干组在阿瓦提凹陷或阿满过渡带亦有分布。生物地层对比认为,萨尔干组大致相当于中央隆起区的一间房组上部至恰尔巴克组下部(表 2),即萨尔干组在中央隆起区已相变为颗粒灰岩与泥晶灰岩。因此,中央隆起区不具备发育典型的“萨尔干组”型烃源岩的地质条件。

表 2 塔里木盆地中上奥陶统萨尔干组与一间房组—恰尔巴克组对比

Table 2 Comparison between the Salgan Formation and the Qrebahe-Yijianfeng formations of the Middle and Upper Ordovician in the Tarim Basin

年代地层			地质年龄/Ma	牙形石带 ^[15]	柯坪地区	中央隆起区		
系	统	阶				隆起区	过渡区	
奥陶系	上统	赫南特阶	445.6					
		钱塘江阶			印干组	塔里木组		
		艾家山阶		458.4	18. <i>Belodina confluens</i> 带	其浪组	良里塔格组	却尔却克组
					17. <i>Phragmodus undatus</i> 带			
					16. <i>Belodina compressa</i> 带			
					15. <i>Baltoniodus alobatus</i> 带			
				14. <i>Eoplacognathus elongatus</i> 带				
			13. <i>Eoplacognathus jianyeensis</i>					
	中统	达瑞威尔阶		467.3	12. <i>Pygodus anserinus</i> 带	坎岭组	恰尔巴克组	
					11. <i>Pygodus serrus</i> 带			
					10. <i>Eoplacognathus suecicus</i> 带			
		大坪阶		470	9. <i>Amorphognathus variabilis</i> 带	萨尔干组	一间房组	一间房组
					大湾沟组			
				鹰山组	鹰山组	鹰山组		

2.4 有利油气勘探区探讨

中央隆起区奥陶系是重要的油气勘探目的层系,主要有台缘礁滩相带的良里塔格组(如塔中 44 井)与风化壳岩溶型的鹰山组(如中 1 井)。本文在精细地层划分对比基础上,指出过渡区具备 2 套良好的储盖组合。第一套储盖组合为恰尔巴克组与一间房组构成的正常式储盖组合,其主要分布于过渡区向坳陷区的一侧,大致沿顺南 1 井—古隆 1 井一线以东分布,两组为整合接触,不存在明显的沉积间断。一间房组以颗粒灰岩为主,物性较好,恰尔巴克组以紫红、灰色泥晶瘤状灰岩、泥灰岩与灰质泥岩为主,具有良好的封盖能力。第二套储盖组合为却尔却克组与一间房组构成的储盖组合,其主要分布于过渡区向隆起区的一侧,区内沉积缺失了恰尔巴克组,一间房组亦遭受了一定程度的剥蚀,发育岩溶型储层,巨厚深灰色的却尔却克组泥岩作为良好的盖层。近两年来,在塔中北坡的顺南 1、5 井及麦盖提斜坡的玉北 6A 井的第一套储盖组合中,先后获得了良好的油气勘探成果,第二套储盖组合的含油气性有待钻探证实。目前的油气勘探成果不仅肯定了过渡区为有利的油气勘探区,而且也表明了中央隆起区的勘探重点由“台上转向台下”的决策十分及时与正确。

3 结论

(1) 中央隆起区局部发育恰尔巴克组与一间房组,其分布规律为:隆起边缘的低洼部位及其与坳陷区之间的过渡区内。

(2) 中央隆起区奥陶系可分为 3 个地层小区,

即隆起区、过渡区与坳陷区,隆起区的主体部位缺失恰尔巴克组与一间房组,而边缘低洼部位则发育较全;过渡区可细分为 A、B 2 种类型,前者恰尔巴克组之上为薄的良里塔格组所覆盖,后者则为巨厚的却尔却克组所覆盖。

(3) 塘古孜巴斯凹陷与麦盖提斜坡大致以玉北 7—胜和 2 井一线为界,不仅清晰地勾画了该边界,而且使其至少西推了 100 km。

(4) 过渡区具备 2 套良好的储盖组合,针对第一套储盖组合的勘探已获良好的油气成果,这充分表明过渡区为有利的油气勘探区。

参考文献:

[1] 何治亮,陈强路,钱一雄,等.塔里木盆地中央隆起区油气勘探方向[J].石油与天然气地质,2006,27(6):769-778.
He Zhiliang, Chen Qianglu, Qian Yixiong, et al. Hydrocarbon exploration targets in central uplift area of Tarim basin [J]. Oil & Gas Geology, 2006, 27(6): 769-778.

[2] 何登发,周新源,张朝军,等.塔里木地区奥陶纪原型盆地类型及其演化[J].科学通报,2007,52(增刊1):126-135.
He Dengfa, Zhou Xinyuan, Zhang Chaojun, et al. Tectonic types and evolution of Ordovician proto-type basins in the Tarim region [J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52(SI): 164-177.

[3] 贾承造,姚慧君,魏国齐,等.塔里木盆地板块构造演化和主要地质构造单元地质构造特征[C]//童晓光,梁狄刚.塔里木盆地油气勘探论文集.乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1992:207-225.
Jia Chengzao, Yao Huijun, Wei Guoqi, et al. Tectonic evolution and major tectonic units features of the Tarim Block [C]//Tong Xiaoguang, Liang Digang. Proceedings of the Oil and Gas Exploration in the Tarim Basin. Urumqi: Xinjiang Press of Science, Technology and Hygiene, 1992: 207-225.

[4] 倪寓南,耿良玉,王志浩,等.奥陶系[M]//周志毅.塔里木盆

- 地各纪地层.北京:科学出版社,2001:39-80.
- Ni Yu'nan, Geng Liangyu, Wang Zhihao, et al. Ordovician [M]// Zhou Zhiyi. Stratigraphy of the Tarim Basin. Beijing: Science Press, 2001:39-80.
- [5] 贾承造, 张师本, 吴绍祖, 等. 塔里木盆地及周边地层 [M]. 北京: 科学出版社, 2004:320-333.
- Jia Chengzao, Zhang Shibin, Wu Shaozu, et al. Stratigraphy of the Tarim Basin and adjacent areas [M]. Beijing: Science Press, 2004:320-333.
- [6] 杨海军, 李勇, 刘胜, 等. 塔中地区中、上奥陶统划分对比的主要认识 [J]. 新疆石油地质, 2000, 21(3):208-212.
- Yang Haijun, Li Yong, Liu Sheng, et al. Classification and correlation of middle-upper Ordovician in Tazhong area and its key understanding [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2000, 21(3):208-212.
- [7] 黄智斌, 邓胜徽, 杜品德, 等. 塔里木盆地奥陶纪地层研究新进展 [C]//周新源. 塔里木会战20周年论文集. 北京: 石油工业出版社, 2009:172-186.
- Huang Zhibin, Deng Shenghui, Du Pinde, et al. New advances in stratigraphic study on Ordovician in Tarim Basin [C]//Zhou Xinyuan. Paper Collection for the 20 Years Anniversary of Tarim Petroleum Meeting Campaign. Beijing: Petroleum Industry Press, 2009:172-186.
- [8] 蔡习尧, 李越. 新疆塔中南坡奥陶系的地层缺失和沉积相变 [J]. 地层学杂志, 2008, 32(4):353-362.
- Cai Xiyao, Li Yue. Ordovician lithofacies and stratigraphic lacunae in the Southern part of the central Tarim, Xinjiang [J]. Journal of Stratigraphy, 2008, 32(4):353-362.
- [9] 董宝清, 杜品德, 刘兴礼, 等. 塔中88井奥陶系吐木休克组的发现及地层划分 [J]. 新疆石油地质, 2008, 29(5):599-602.
- Dong Baoqing, Du Pinde, Liu Xingli, et al. Discovery of Tumuxiuke formation of Upper Ordovician in Tazhong-88 well with stratigraphic division [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2008, 29(5):599-602.
- [10] 蔡习尧, 钱一雄, 陈强路, 等. 塔里木盆地古隆1井奥陶系恰尔巴克组与一间房组的发现及意义 [J]. 石油实验地质, 2011, 33(4):348-352.
- Cai Xiyao, Qian Yixiong, Chen Qianglu, et al. Discovery and significance of Qrebake and Yijianfang Formations of Ordovician in well GL1, Tarim Basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2011, 33(4):348-352.
- [11] 赵宗举, 李宇平, 吴兴宁, 等. 塔里木盆地塔中地区奥陶系特大型岩性油气藏成藏条件及勘探潜力 [J]. 中国石油勘探, 2004, 9(5):12-20.
- Zhao Zongju, Li Yuping, Wu Xingning, et al. Conditions for migration and accumulation of giant Ordovician lithologic oil and gas reservoirs in Tazhong Region and exploration potential [J]. China Petroleum Exploration, 2004, 9(5):12-20.
- [12] 于炳松, 陈建强, 林畅松. 塔里木盆地奥陶系层序地层格架及其对碳酸盐岩储集体发育的控制 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(3):305-309, 316.
- Yu Bingsong, Chen Jianqiang, Lin Changsong. Sequence stratigraphic framework and its control on development of Ordovician carbonate reservoir in Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(3):305-309, 316.
- [13] 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.
- [14] 张师本, 黄智斌, 朱怀城, 等. 塔里木盆地覆盖区显生宙地层 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2004:1-300.
- Zhang Shibin, Huang Zhibin, Zhu Huaicheng, et al. Phanerozoic strata of Bestow area in Tarim Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004:1-300.
- [15] 赵治信, 张桂芝, 肖继南. 新疆古生代地层及牙形石 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2000:1-340.
- Zhao Zhixin, Zhang Guizhi, Xiao Jinan. Paleozoic stratigraphy and conodont in Xinjiang [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2000:1-340.
- [16] 熊剑飞, 武涛, 叶德胜. 新疆巴楚中—晚奥陶世牙形刺研究的新进展 [J]. 古生物学报, 2006, 45(3):359-373.
- Xiong Jianfei, Wu Tao, Ye Desheng. New advances on the study of Middle-Late Ordovician Conodonts in Bachu, Xinjiang [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2006, 45(3):359-373.
- [17] 赵宗举, 赵治信, 黄智斌. 塔里木盆地奥陶系牙形石带及沉积层序 [J]. 地层学杂志, 2006, 30(3):193-203.
- Zhao Zongju, Zhao Zhixin, Huang Zhibin. Ordovician conodont zones and sedimentary sequences of the Tarim Basin, Xinjiang, NW China [J]. Journal of Stratigraphy, 2006, 30(3):193-203.
- [18] 蔡习尧, 祁玉平, 钱一雄, 等. 塔里木盆地古隆1井中上奥陶统牙形石生物地层界线研究 [J]. 地质科学, 2011, 46(2):466-474.
- Cai Xiyao, Qi Yuping, Qian Yixiong, et al. Research of the biostratigraphy boundary on the Middle and Upper Ordovician in Well GL1 of Tarim Basin [J]. Chinese Journal of Geology, 2011, 46(2):466-474.
- [19] 张师本, 倪富南, 龚福华, 等. 塔里木盆地周缘地层考察指南 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2003:18-26.
- Zhang Shibin, Ni Yunan, Gong Fuhua, et al. A guide to the stratigraphic investigation on the periphery of the Tarim Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003:18-26.
- [20] 陈旭, 张元动, 李越, 等. 塔里木盆地及周缘奥陶系黑色岩系的生物地层学对比 [J]. 中国科学: D辑: 地球科学, 2012, 42(8):1173-1181.
- Chen Xu, Zhang Yuandong, Li Yue, et al. Biostratigraphic correlation of the Ordovician black shales in Tarim Basin and its peripheral regions [J]. Science China; Series D: Earth Sciences, 2012, 42(8):1173-1181.
- [21] 高志勇, 张水昌, 李建军, 等. 塔里木盆地西部中上奥陶统萨干干页岩与印干页岩的空间展布与沉积环境 [J]. 古地理学报, 2010, 12(5):599-608.
- Gao Zhiyong, Zhang Shuichang, Li Jianjun, et al. Distribution and sedimentary environments of Salgan and Yingan shales of the Middle-Upper Ordovician in western Tarim Basin [J]. Journal of Palaeogeography, 2010, 12(5):599-608.