

文章编号: 1001-6112(2011)04-0348-05

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

蔡习尧¹, 钱一雄², 陈强路², 陈跃², 尤东华², 杨玉芳³, 赵丽娜³

(1. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151; 3. 中国石化 西北油田分公司 勘探开发研究院, 乌鲁木齐 830011)

摘要:塔里木盆地古城墟隆起古隆 1 井首次发现了上奥陶统恰尔巴克组及中奥陶统一间房组, 其具有与命名剖面、塔河及沙西地区典型钻井剖面基本一致的岩性组合、电性特征及牙形石带, 且其地层层序结构独特。岩石学、沉积构造及古生物群面貌均反映出恰尔巴克组属于斜坡相沉积。地震剖面资料显示恰尔巴克组与一间房组在古城墟隆起西段分布较稳定, 且易于追踪对比。其主要分布在隆起边缘的低洼部位及斜坡相的过渡区; 在隆起的主体上, 分别为沉积缺失与剥蚀缺失。这些发现为古城墟隆起、卡塔克隆起、塘古巴斯凹陷、塔河及沙西地区奥陶系的划分对比、沉积环境及构造运动的分析创造了条件。

关键词:牙形石; 一间房组; 恰尔巴克组; 奥陶系; 古城墟; 塔里木

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

Discovery and significance of Qrebake and Yijianfang Formations of Ordovician in well GL1, Tarim Basin

Cai Xiyao¹, Qian Yixiong², Chen Qianglu²,
Chen Yue², You Donghua², Yang Yufang³, Zhao Lina³

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

2. Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China;

3. Research Institute of Exploration & Production, Northwest Branch Company, SINOPEC, Urumqi 830011, China)

Abstract: The Qrebake Formation of the Upper Ordovician and the Yijianfang Formation of the Middle Ordovician have been found for the first time in well GL1 of the Guchengxü Uplift of the Tarim Basin. They have the same lithologic association, electrical property and conodont zone as name-sections and typical wells in the Tahe and Shaxi regions. Unique stratigraphic sequence has been found in the study region. According to studies of petrology, sedimentary structure and palaeontology, the Qrebake Formation belongs to slope facies sediments. The Qrebake and the Yijianfang Formations distribute stably in the west of Guchengxü Uplift and are favorable for trace comparison on seismic profiles. The 2 formations mainly locate in the lower positions of uplift margin and the intermediate zone of slope. On the uplift, sedimentary gap and degradation vacuity are found respectively. The studies may help the stratigraphic correlation of Ordovician and the analyses of sedimentary environment and tectonic movement in the Guchengxü Uplift, the Katkke uplift, the Tangusbas Sag, and the Tahe and Shaxi regions.

Key words: conodont; Yijianfang Formation; Qrebake Formation; Ordovician; Guchengxü Uplift; Tarim Basin

塔里木盆地奥陶系作为油气勘探的重要目的层之一, 受到了中国石化及中国石油 2 大勘探公司的高度重视, 从而快速地提升了奥陶纪地层研究的进程, 取得了一些重要进展^[1-8]。多年来, 一些专家学者认为中央隆起带缺失上奥陶统恰尔巴克组和中奥

陶统一间房组, 共缺失达 8~12 个牙形石带^[9-11], 上奥陶统良里塔格组或志留系柯坪塔格组或上泥盆统东河塘组或下石炭统巴楚组直接覆盖在中下奥陶统鹰山组或下奥陶统蓬莱坝组之上。笔者在古隆 1 井恰尔巴克组及一间房组取心段进行了系统的采样分

收稿日期: 2010-09-09; 修订日期: 2011-06-13。

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

基金项目: 中国石化重点科技攻关项目(P06079)。

析,样品间隔为 50 mm,获得了大量的牙形石(表 1),并可置于 3 个牙形石带,这是继塔中 I 号坡折带低洼部位的塔中 88 井发现奥陶系良里塔格组/恰尔巴克组、一间房组、鹰山组、蓬莱坝组的地层层序后^[2],在古城墟隆起首次发现了却尔却克组/恰尔巴克组、一间房组、鹰山组、蓬莱坝组地层层序。这不仅确认了 2 处存在恰尔巴克组与一间房组,而且明确指出后者属于斜坡相过渡区的沉积,其与东、西两侧地区的地层层序明显不同。

1 奥陶系地层层序

古隆 1 井是位于塔里木盆地中央隆起带古城墟隆起西段卡 4 区块北部的一口重要的预探井(图 1),2005 年 11 月完井,井底层位为下奥陶统蓬莱坝组,钻揭的奥陶系地层层序自上而下为:上奥陶统却尔却克组与恰尔巴克组,中奥陶统一间房组,中下奥陶统鹰山组及下奥陶统蓬莱坝组。

古隆 1 井地层层序研究表明,该井中晚奥陶世

表 1 塔里木盆地古隆 1 井中上奥陶统牙形石分布

Table 1 Distribution of conodont in Middle and Upper Ordovician, well GL1, Tarim Basin

化石名称	井深(井段)/m																
	5 855	5 864.2	5 865.2	5 867.2	5 868.85	5 869.2	5 871.9	5 872.9	5 873.93	5 874	5 875.3	5 876	5 876.8	5 878	5 879	5 885	5 890
<i>Dapsilodus mutatus</i>			√			√				√		√		√	√	√	
<i>Eoplacognathus suecicus</i>													√	√			
<i>Eoplacognathus</i> sp.										√							
<i>Panderodus gracilis</i>			√			√				√			√				√
<i>Paltodus?</i> <i>jemtlandicus</i>																	√
<i>Periodon aculeatus</i>	√					√	√			√							√
<i>Pygodus anserinus</i>		√	√	15	√		√	√	√								√
<i>Pygodus</i> sp.																	√
<i>Pygodus serra</i>	√		√			√	20	>30		√	18	√		√		√	√
<i>Protopanderodus rectus</i>	√																
<i>Protopanderodus</i> sp.																	
<i>Protopanderodus varicosatus</i>										√		√					
<i>Protopanderodus cooperi</i>																	√
<i>Walliserodus ethingtoni</i>								√									√
<i>Walliserodus iniquus</i>								√			√						

注:√为小于 5。

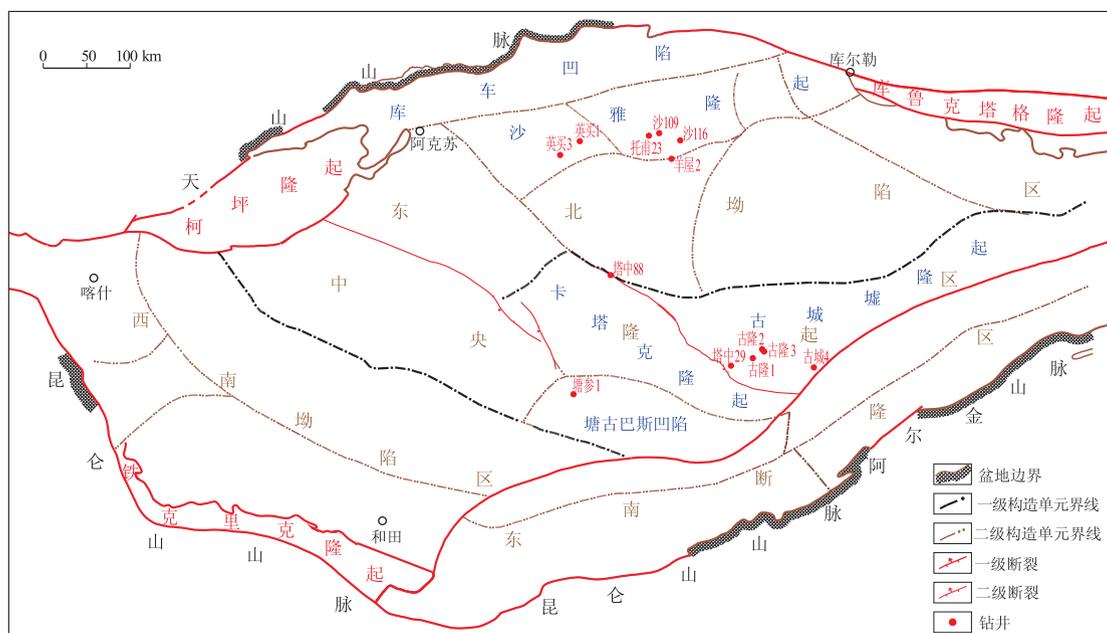


图 1 塔里木盆地古城墟隆起古隆 1 井钻井位置

Fig. 1 Location of well GL1 in Guchengxu Uplift of Tarim Basin

表 2 研究区及邻区奥陶纪地层格架对比

Table 2 Comparison of Ordovician framework in study area and its neighbourings

统	卡塔克隆起	古城墟隆起	塔东地区
上统	桑塔木组	却尔却克组	却尔却克组
	良里塔格组		
	恰尔巴克组	恰尔巴克组	
中统	一间房组	一间房组	黑土凹组
	鹰山组	鹰山组	
下统	蓬莱坝组	蓬莱坝组	突尔沙克塔格群
	下丘里塔格组	下丘里塔格组	

处于台缘斜坡带。其西侧为卡塔克隆起,大部分地区缺失恰尔巴克组与一间房组,良里塔格组以碳酸盐岩沉积为主,桑塔木组为碎屑岩沉积;古城墟隆起奥陶系中下统及上统的下部与卡塔克隆起相同,而上统的中上部则与东侧的塔东地区一致,为较深水的浊积相沉积。台地上的良里塔格组在古城墟隆起已相变为却尔却克组的碎屑岩沉积(表 2)。

2 恰尔巴克组与一间房组存在的证据

为了更好的说明该 2 组存在的证据,需将其上覆与下伏地层略作介绍。

2.1 却尔却克组

位于 3 665.00~5 852.00 m 层段,厚 2 187.00 m。该组为巨厚状灰色泥岩夹粉砂质泥岩、粉砂岩及少量细砂岩,底部 191 m 为深灰、灰色泥岩夹少量灰质泥岩与泥灰岩,与良里塔格组为同时异相的沉积。该组泥岩含量约为 80%;粉砂质泥岩次之,约为 7%;砂岩及泥灰岩很少,其含量不足 0.5%。

砂岩成分成熟度低,结构成熟度中等。碎屑矿物成分以岩屑为主,平均含量为 59.2%,其次为石英和长石,分别为 35.1%与 5.7%。砂岩分选性以中—好为主,磨圆度以次棱为主;填隙物主要为粘土和方解石,粘土矿物含量平均为 11.6%,方解石含量平均为 3.4%。



图 2 塔里木盆地古隆 1 井恰尔巴克组岩心照片

Fig. 2 Photograph of core in Qrebake Formation, well GL1, Tarim Basin

特征:电阻率曲线以小齿状为主,局部夹尖峰状、槽状,值较低;自然伽马曲线以齿状为主,局部夹槽状、箱状,值较高;自然电位曲线平直,局部夹小丘状、箱状。

产大量的晚奥陶世的几丁石。

2.2 恰尔巴克组

位于 5 852.00~5 875.50 m 层段,厚 23.50 m。该组岩性为紫红色、褐灰色瘤状泥晶灰岩与泥灰岩夹少量泥晶粒屑灰岩,顶部为紫红色灰质泥岩(图 2)。矿物成分以方解石为主,占 88%,次为白云石、黄铁矿,粒屑以砾屑为主,平均占粒屑含量的 45%,最高含量可达 86%,局部粉屑含量颇丰,最高占 44%;砾屑多呈不规则状,少量椭圆形,大小为 0.2~21 mm;生屑主要有有孔虫、三叶虫、棘屑、介屑、藻屑、腕足等,局部有孔虫含量高值达 40%。基质大多以泥晶为主,胶结物含量为 8%~25%。

电阻率曲线呈标准的小齿状钟型,值由小增大,自然伽马曲线亦呈小齿状钟型,值则由大减小,电阻与伽马 2 条曲线组合成“八字形”,自然电位曲线平直(图 3)。

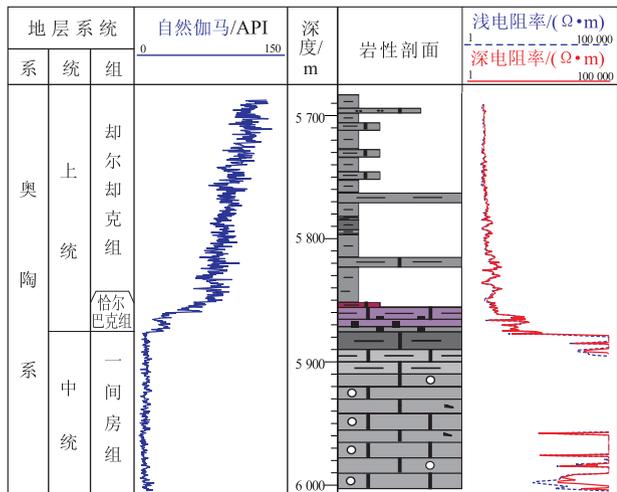


图 3 塔里木盆地古隆 1 井中上奥陶统岩电特征

Fig. 3 Lithological and logging characteristics of Middle and Upper Ordovician, well GL1, Tarim Basin

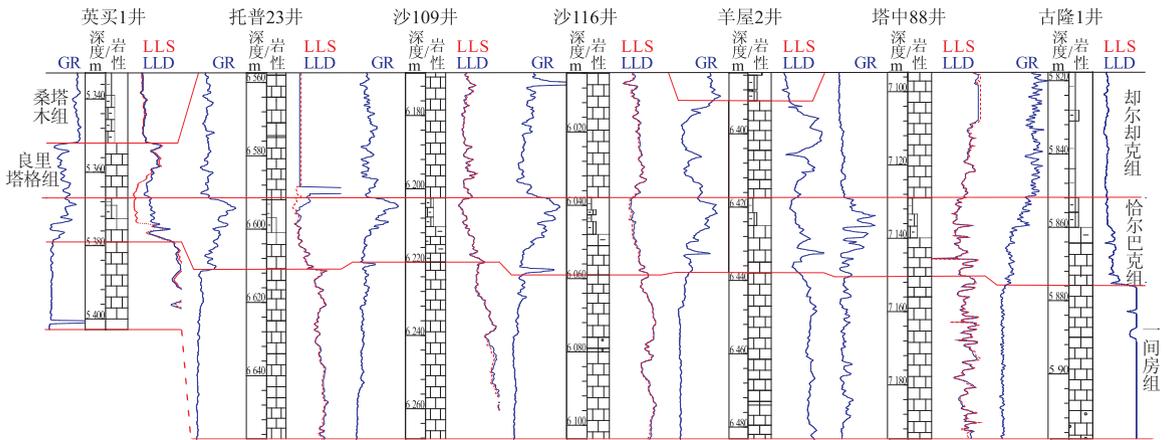


图 4 塔里木盆地重点钻井恰尔巴克组与一间房组划分对比

Fig. 4 Division and correlation of Qrebacke and Yijianfang Formations in main wells of Tarim Basin

这种岩性组合、电性特征与塔河地区的托普 23、沙 109、沙 116、羊屋 2 及沙西地区的英买 1、英买 3 等重点钻井的恰尔巴克组几乎完全一致(图 4)。

在取心中发现保存完好的小型角石与薄壳腕足,为原地埋藏,该组合可作为斜坡—盆地相的沉积标志。其所产的牙形石 *Dapsilodus mutatus* 常作为斜坡相的典型分子, *Protopanderodus rectu* 亦为较深水型的代表分子。此外,微量元素分析数据表明, Mn/Fe 值较高,为 1.519 0; B/Ca 为 3.932 7, 指示为较深水的沉积^[12]。

在古生物特征方面,在 5 864.2~5 873.93 m 井段获 *Pygouds anserinus* 化石带。带化石丰度较高,最多可达 15 个。除带化石外,还见有 *Pygodus* sp., *P. serra*, *Dapsilodus mutates*, *Panderodus gracilis*, *Periodon aculeatus*, *Protopanderodus rectu*, *P. sp.*, *Walliserodus ethingtoni*, *W. iniquus* 等,该带属种大多为下带 *P. serra* 的上延分子。其中 *Pygodus anserinus* 是中国上奥陶统底界标准牙形石,与笔石带 *G. teretiusculus* 中上部至 *N. gracilis* 的下部可以对比^[13-15]。

该带引自北大西洋牙形石生物区的牙形石同名带,为晚奥陶世早期兰代洛阶上部的标准化石带;在华南出现于晚奥陶世庙坡阶下部;在塔里木盆地作为寒武—奥陶系牙形石的第 15 个化石带,即上奥陶统底部恰尔巴克组最低的 1 个牙形石带^[13-16]。因此从生物地层角度亦可证明本井段属恰尔巴克组。

2.3 一间房组

位于 5 875.50~6 002.00 m 层段,厚 126.50 m。该组岩性为黑灰色泥晶灰岩、亮晶颗粒灰岩不等厚互层,顶部含大量生物碎屑,如双壳、腹足类、介形

虫等。其中泥晶颗粒灰岩含量约为 43%;亮晶颗粒灰岩和泥晶灰岩分别为 33.5%和 23.5%。岩石矿物成分主要为方解石,含量近 100%。

电阻率曲线呈尖峰状高阻,达仪器极限值;自然电位曲线平直;自然伽马曲线呈小齿状低值(图 3)。

这种岩性组合、电性特征与塔河及沙西地区一些重点钻井的一间房组十分相似(图 4)。

此外,微量元素分析数据表明, Mn/Fe 值高于下伏蓬莱坝组,而低于上覆的恰尔巴克组,为 0.558 9~1.621 4; B/Ca 为 0.683 5~1.447 6,反映出古水深介于两者之间^[12]。

在古生物特征方面,在 5 874~5 876 m 井段获 *Pygouds serra* 化石带。带化石丰度较高,最多可达 30 个以上。除带化石外,还见有 *Dapsilodus mutates*, *Panderodus gracilis*, *Periodon aculeatus*, *Protopanderodus varicostatus*, *Walliserodus iniquus*, *W. ethingtoni* 等牙形石。其中 *Pygodus serra* 是中国中奥陶统顶界标准牙形石,与笔石带 *Didymograptus purchisoni* 至 *Glyptograptus teretiusculus* 的下部可以对比^[13-15]。

该带引自北大西洋牙形石生物区的牙形石同名带,为中奥陶世晚期兰维尔阶顶部至晚奥陶世早期兰代洛阶中、下部的标准带化石;在华南出现于中奥陶世顶部牯牛潭阶;在塔里木盆地作为寒武—奥陶系牙形石的第 14 个化石带,即中奥陶统一间房组顶部的最高 1 个牙形石带^[13-16]。因此从生物地层角度亦可证明本井段属一间房组。

在 5 876~5 879 m 井段获 *Eoplacognathus suecicus* 化石带,带化石丰度不高,除带化石外,还见有 *Pygouds serra (early)*, *Dapsilodus mutates*,

Panderodus gracilis, *Periodon aculeatus*, *Protopanderodus varicostatus*, *Walliserodus iniquus*, *W. ethingtoni* 等牙形石。其中 *Eoplacognathus suecicus* 是中国中奥陶统上部的标准牙形石,与笔石带 *P. elegans* 带可以对比^[13-15]。

该带引自北大西洋牙形石生物区的牙形石同名带,为中奥陶世晚期兰维尔阶的标准带化石,在塔里木盆地作为寒武—奥陶系牙形石的第 13 个化石带,即中奥陶统一间房组上部的 1 个牙形石带^[13-16],因此可以认为本井段属一间房组。

2.4 鹰山组

位于 6 002.00~6 455.00 m 层段,厚 453.00 m。岩性上部为灰色亮晶颗粒灰岩夹泥晶灰岩、生屑泥晶灰岩,下部为浅灰、褐灰色灰质白云岩与白云质灰岩互层夹亮晶颗粒灰岩。根据岩性组合特征可分为 4 段^[3]。

在测井曲线上,下部电阻率曲线呈齿状高阻,自然电位曲线平直,自然伽马曲线呈齿状、似箱状低值;上部电阻率曲线呈尖峰状高阻,自然电位曲线平直,自然伽马曲线呈小齿状低值。

2.5 蓬莱坝组

位于 6 455.00~6 612.00 m 层段,厚 157.00 m。岩性为大套深灰、灰色白云岩夹薄层含燧石白云岩,局部云岩含泥质。电阻率曲线呈齿状、尖峰状高阻;自然伽马曲线呈小齿状低值。

3 地震剖面依据

通过 VSP 标定,一间房组的顶界为一强反射波组界面,即 T_7^4 界面,底界为 T_7^5 界面;恰尔巴克组厚仅 23.5 m,在地震剖面上难以分辨; T_7^4 界面之上的一套空白反射即为却尔却克组下部泥岩夹少量泥灰岩的地层,与台地上的良里塔格组为相变关系,在过井的地震剖面上显得十分明显(图 5)。该地层层序

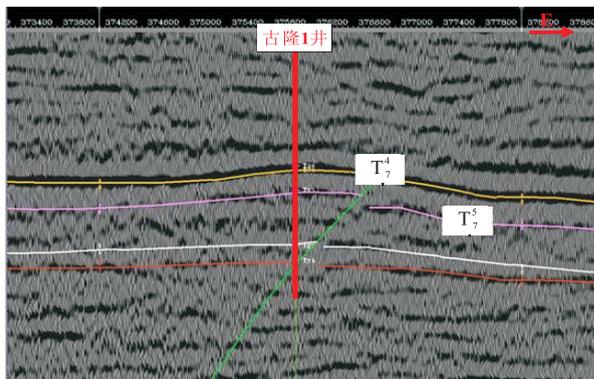


图 5 过塔里木盆地古隆 1 井地震剖面

Fig. 5 Seismic profile across well GL1, Tarim Basin

结构在古城墟西段展布稳定,横向上易于追踪对比,近期钻探的古隆 2、古隆 3 井均得到了证实。往西至卡塔克隆起恰尔巴克组与一间房组逐渐减薄尖灭,往东则相变为泥岩。

4 地层划分与对比

通过地震剖面追踪对比,并结合钻井岩电资料、古生物资料,笔者认为古隆 1 井西段的塔中 29 井 3 827~6 267.5 m 井段与 6 267.5~6 300 m(未穿)井段分属却尔却克组与一间房组,缺失了恰尔巴克组;塘古巴斯凹陷仅塘参 1 井 6 239~6 250 m 井段与 6 250~6 317 m 井段分属恰尔巴克组与一间房组;往南至卡塔克隆起南缘的中 2 井,恰尔巴克组缺失,仅见一间房组;卡塔克隆起上仅塔中 88 井 7 129~7 150 m 井段与 7 150~7 223 m 井段分属恰尔巴克组与一间房组;塔河南缘的羊屋 2 井 6 417.5~6 447 m 井段与 6 447~6 550 m 井段分属恰尔巴克组与一间房组。因此,恰尔巴克组与一间房组主要分布在卡塔克隆起边缘的低洼部位以及该隆起向东至古城墟隆起西段与向南至塘古巴斯凹陷的过渡区。在卡塔克隆起的主体上,恰尔巴克组为沉积缺失,而一间房组为剥蚀缺失。

5 结论及意义

1)古隆 1 井存在恰尔巴克组与一间房组,这是在古城墟隆起上的首次发现,同时揭示了中晚奥陶世斜坡相过渡区的独特地层层序结构。

2)古隆 1 井恰尔巴克组中发现了斜坡相小型角石—薄壳腕足组合及斜坡与较深水相的牙形石,同时 Mn/Fe、B/Ca 值较高,指示为较深水的沉积。

3)恰尔巴克组与一间房组主要分布在卡塔克隆起边缘的低洼部位及其向东至古城墟隆起西段、向南至塘古巴斯凹陷的斜坡相过渡区,且自两侧的过渡区向隆起区逐渐减薄、尖灭,但一间房组的分布范围略大于恰尔巴克组;在卡塔克隆起的主体上,前者为沉积缺失,后者为剥蚀缺失。

4)古隆 1 井恰尔巴克组为斜坡相沉积,一间房组主体为开阔台地相沉积,而其东侧古城 4 井的恰尔巴克组及一间房组均为斜坡相沉积。因此,2 井之间应存在一间房组的台地边缘相带的沉积,可作为油气勘探的重点领域之一。

5)一间房组由古隆 1 井向西到塔中 29 井发育稳定,但由塔中 29 井再向西至卡塔克隆起即告尖灭,因此其间应存在一间房组的风化剥蚀带,亦可作为积极探索的勘探区带。

→卡拉沙依组上段局限台地泥云坪、灰云坪→小海子组开阔台地,在垂向沉积序列上反映出沉积水体由深→浅→深的变化过程,总体呈现为海进沉积体系特征。

3)石炭系包括 3 套储盖组合。小海子组油气层主要分布在 BK4H—麦 4—麦 6 井一带的构造高部位。巴楚组油气层呈北西—南东向展布,分布于麦 10—BK4H—麦 6 井一带的构造高部位。

参考文献:

[1] 张荣虎,冯庆付,张惠良,等. 塔里木盆地群苦恰克地区石炭系生屑灰岩段储层特征及有利储层控制因素[J]. 地质学报, 2009,83(4):590—598.

[2] 张惠良,张荣虎,李勇,等. 塔里木盆地麦盖提斜坡西段石炭系生屑灰岩段旋回划分及意义[J]. 地层学杂志, 2008, 32(1):91—98.

[3] 王辉,詹伟,许英,等. 新疆巴什托—亚松迪地区石炭—二叠系碳酸盐岩储层特征[J]. 新疆地质,1999,17(3):255—262.

[4] 朱如凯,罗平,罗忠. 塔里木盆地晚泥盆世及石炭纪岩相古地理[J]. 古地理学报,2002,4(1):13—24.

[5] 何登发,柳少波,李洪辉,等. 塔里木盆地大油田的勘探方向:以麦盖提斜坡构造为例[J]. 勘探家,1999,4(2):57—64.

[6] 张荣虎,张惠良,沈安江,等. 塔里木盆地西部石炭系生屑灰岩段沉积环境与优质储层关系[J]. 天然气地球科学,2007, 18(4):501—508.

[7] 马青,王振宇,王兴志,等. 塔里木盆地石炭系生屑灰岩段沉积相研究[J]. 西南石油学院学报,2003,25(1):20—24.

[8] 吕修祥,杨海军,白忠凯,等. 塔里木盆地麦盖提斜坡东段油气勘探前景[J]. 石油实验地质,2010,32(6):521—526.

[9] 陈强路,周凌方,张根法,等. 塔里木盆地巴楚—麦盖提地区油气勘探领域评价[J]. 石油实验地质,2009,31(4):343—349.

[10] 邵志兵,吕海涛,耿锋. 塔里木盆地麦盖提地区石炭系油藏地球化学特征[J]. 石油与天然气地质,2010,31(1):84—90.

[11] 马永生. 碳酸盐岩储层沉积学[M]. 北京:地质出版社, 1999:121—153.

[12] 张儒佳,柳春云,郭峰. 塔里木盆地巴什托区石炭系沉积特征[J]. 新疆石油地质,2011,32(1):42—44.

(编辑 韩 或)

(上接第 352 页)

参考文献:

[1] 蔡习尧,李越. 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.

[2] 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.

[3] 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 D):126—135.

[4] 钱一雄,刘忠宝,蔡习尧,等. 塔里木盆地塔中南缘中 2 井良里塔格组沉积亚相研究[J]. 石油实验地质,2010,32(4):341—347.

[5] 李慧莉,钱一雄,沙旭光,等. 塔里木盆地卡塔克隆起西北倾没端良里塔格组碳酸盐岩储层发育特征与影响因素[J]. 石油与天然气地质,2010,31(1): 69—75.

[6] 周江羽,吕海涛,林忠民,等. 塔河油田奥陶系岩溶作用模式及控制因素[J]. 石油实验地质,2009,31(6):547—550.

[7] 彭守涛,何治亮,丁勇,等. 塔河油田托甫台地区奥陶系一间房组碳酸盐岩储层特征及主控因素[J]. 石油实验地质, 2010,32(2):108—114.

[8] 漆立新,云露. 塔河油田奥陶系碳酸盐岩岩溶发育特征与主

控因素[J]. 石油与天然气地质,2010,31(1):1—12.

[9] 张师本,耿良玉,赵治信,等. 试论塔里木盆地塔中古隆起[C]//第四届天山地质矿产资源学术讨论会论文集. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,2000.

[10] 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.

[11] 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.

[12] 蔡习尧,李慧莉,马玉春,等. 塔里木盆地古城墟隆起奥陶系沉积相特征[J]. 中南大学学报(自然科学版),2006,37(增刊 1): 155—161.

[13] 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.

[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.

[15] 倪寓南,耿良玉,王志浩,等. 奥陶系[G]//周志毅编. 塔里木盆地各纪地层. 北京:科学出版社,2001:39—80.

[16] 赵宗举,赵治信,黄志斌. 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):1—12.

(编辑 叶德燎)