

塔中-巴麦地区构造沉积演化及其对奥陶系储层的控制

李慧莉^{1,2}, 刘士林¹, 杨圣彬¹, 张继标¹, 高晓鹏¹

(1. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 中国石化西北油田分公司勘探开发研究院, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:利用近期获得的钻井、地震资料,开展塔中-巴麦地区早古生代构造沉积演化研究,提出塔中-巴楚-玉北地区加里东中期形成了统一的大型“古隆起”,控制着晚奥陶世早、中期沉积相的展布;加里东晚期-海西早期,大型“古隆起”分化发展,和田“古隆起”定型,包括玉北地区东部及塔中南坡在内的塘古巴斯坳陷区北东向“潜山”构造带形成,塔中北坡发育北东向走滑断裂带。受早古生代构造-沉积演化特征控制,塔中-巴麦地区奥陶系碳酸盐岩储层发育宏观地质条件存在差异。塔中-巴楚位于加里东中期大型古隆起的主体部位,中、下奥陶统具备加里东中期I幕岩溶储层发育条件;玉北中西部、巴楚西部以及塘古巴斯坳陷区北东向潜山构造带还具备加里东晚期-海西早期岩溶储层发育条件;塔中I号断裂带以北的顺托果勒地区长期位于古隆起的斜坡部位,北东向断裂发育且多期活动,奥陶系碳酸盐岩发育与之相关的缝洞型储层。

关键词:构造演化;古隆起;碳酸盐岩储层;奥陶系;塔中地区;巴麦地区

中图分类号:TE122.2

文献标识码:A

Tectonic-sedimentary evolution of Tazhong-Bachu-Maigaiti area and its control on the Ordovician reservoir

Li Huili^{1,2}, Liu Shilin¹, Yang Shengbin¹, Zhang Jibiao¹, Gao Xiaopeng¹

(1. Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China; 2. Northwest Oilfield Company, SINOPEC, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: Tectonic-sedimentary evolution history of the Early Paleozoic was further studied in the Tazhong-Bachu-Maigaiti area by using the drilling data and seismic data obtained recently. The results show that a unified large “paleo-uplift” was formed in the Tazhong-Bachu-Yubei area in the Middle Caledonian movement, which controlled the distribution of the sedimentary facies during the early and middle stage of the Late Ordovician. Thenceforth, regional differentiation and development occurred in this large “paleo-uplift” from the Late Caledonian to the Early Hercynian, which was characterized by the development and finalization of the Hetian paleo-uplift, by the formation of the NE-trend buried hill structure zones in the East Yubei area and the Tanggubasi Depression, and by the development of the NE-trend strike-slip faults in the Tazhong North Slope. The macroscopic geologic conditions for the development of the Ordovician carbonate reservoir in these areas were different due to the control of the tectonic-sedimentary evolution characteristics of the Early Paleozoic. The Tazhong-Bachu area was located in the main part of the large middle-Caledonian paleo-uplift, in which the karst reservoirs of Lower Ordovician were developed in this stage. During the Late Caledonian to the Early Hercynian, the karst reservoirs of Lower Ordovician might be developed continually in the Middle and West of Yubei area, the western Bachu area, and the NE-trend buried hill structure zones of the Tanggubasi Depression. Fractured-vuggy Ordovician reservoirs, related with the multi-period activities of the NE-trend faults, possibly developed in the Tazhong North Slope.

Key words: tectonic evolution, paleo-uplift, carbonate reservoir, Ordovician, Tazhong area, Bachu-Maigaiti area

塔里木盆地奥陶系碳酸盐岩是台盆区最重要的勘探领域,油气成果丰硕。勘探实践与前期研究证实,奥陶系发育多种成因类型的储集体,非均质性强,宏观分布规律主要受沉积相、古隆起演化及断裂发育特征的

控制^[1-5]。塔中-巴麦地区是指包括塔中隆起、巴楚隆起、麦盖提斜坡及周边在内的广大地区,是近期中国石化集团公司展开探索的重点区域(图1)。前期针对该区构造沉积演化及奥陶系碳酸盐岩分布规律已经开

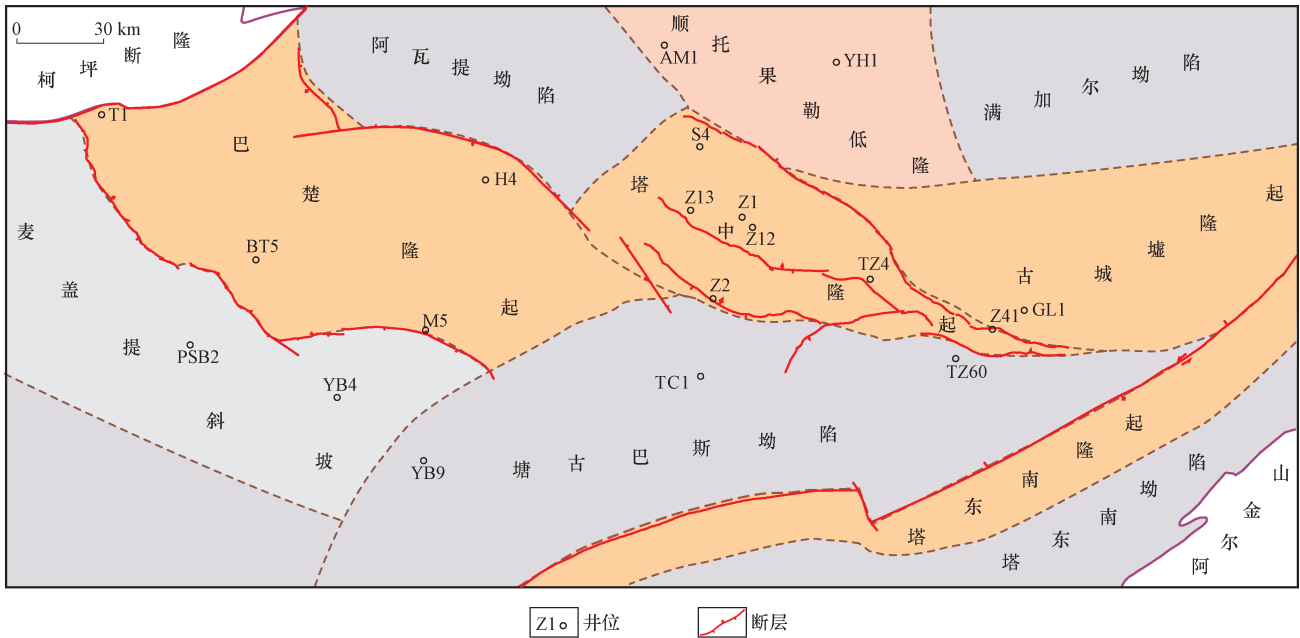


图1 塔中-巴麦地区构造单元及资料点位置

Fig.1 Tectonic units and data points in Tazhong-Bachu-Maigaiti area

展了大量的研究工作,取得了丰富的成果认识,主要包括塔中古隆起、巴楚古隆起、和田古隆起性质及其差异演化特征^[6-9],塔中-巴麦地区断裂发育特征及其成因机制^[10-12],寒武纪-奥陶纪碳酸盐岩台地演化史^[13-15],碳酸盐岩储层类型、发育特征、成因机制与主控因素等^[3-5,16-18]。这些研究成果对明确该区碳酸盐岩储层宏观分布规律,选择有利勘探区有重要的指导作用。但前期研究中,由于钻井及地震资料非常有限,早古生代的构造沉积演化历史仍有诸多疑问;尤其是该区加里东中期古构造格局、加里东晚期-海西晚期的构造演化特征亟待进一步深化研究,这对进一步明确该区奥陶系储层分布规律有重要意义。

本文主要依据近期塔中-巴麦地区勘探实践获得的钻井、地震等资料,深化了研究区加里东中期-海西早期的古隆起演化、碳酸盐岩台地发育史、断裂发育特征等方面的研究,并据此对该区奥陶系碳酸盐岩储层发育的宏观地质条件做了进一步评价。

1 加里东中期古隆起及沉积演化

自早奥陶世末期开始,北昆仑洋开始向南俯冲,塔里木板块南部从被动大陆边缘转换为活动大陆边缘,构造背景开始从伸展转为汇聚^[1,19-20]。加里东中期,塔中-巴麦地区早古生代古构造格局发生重大变革。

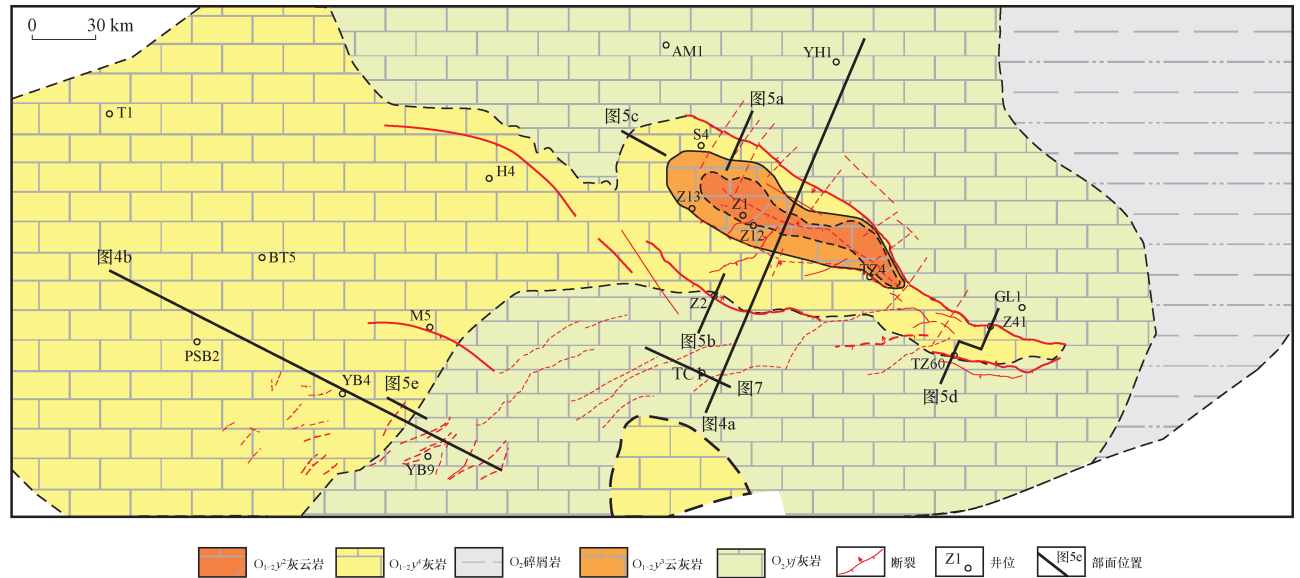


图2 上奥陶统沉积前塔中-巴麦地区古地质示意图

Fig.2 Paleogeological sketch map of Tazhong-Bachu-Maigaiti area before sedimentation of the Upper Ordovician

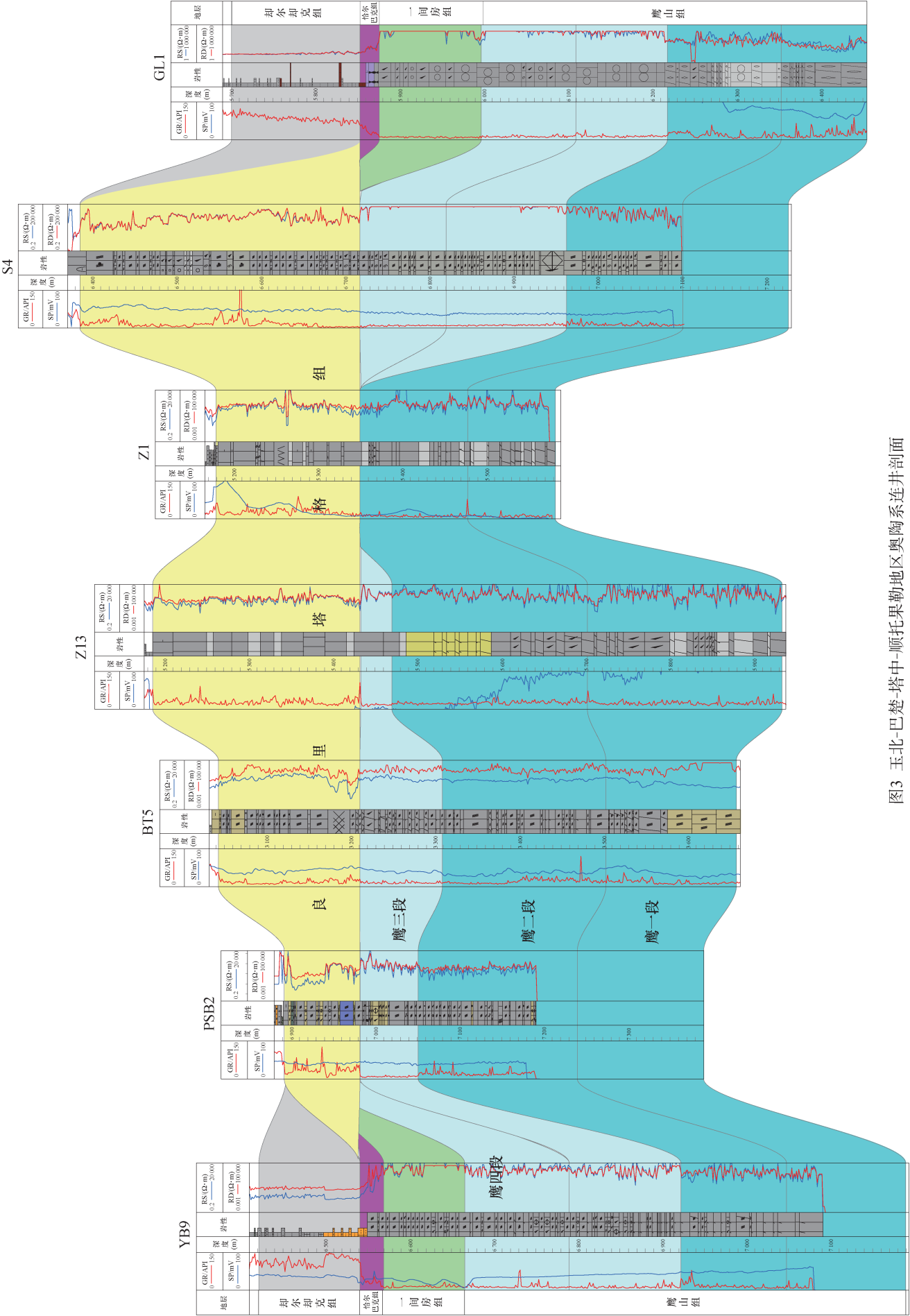


图3 玉北-巴楚-塔中-顺托果勒地区奥陶系连井剖面
Fig.3 Cross-well correlation of the Ordovician in Yubei-Bachu-Tazhong-Shuntuogoule area

1.1 加里东中期古隆起

塔中-巴麦地区加里东中期构造运动中,形成了“统一”的大型古隆起,塔中位于古隆起的核心部位(图2)。基于钻井的奥陶系地层对比及地震资料证实了该大型古隆起的存在(图3)。如图3所示,塔中隆起、巴楚隆起及麦盖提斜坡上的玉北中西部,中、下奥陶统(一间房组与鹰山组上部)遭受不同程度的剥蚀,上奥陶统底部(恰尔巴克组)沉积缺失。塔中I号断裂带以北的顺托果勒低隆起区及包括玉北东部和塔中南坡在内的塘古巴斯坳陷区处于该大型古隆起的斜坡部位,地层发育齐全。各区典型钻井地层对比的依据主要来自岩石地层、生物地层与岩石地球化学证据,已有讨论^[21-22],本文不再赘述。图4中地震剖面进一步展示了该大型古隆起的面貌。塔中地区位于古隆起主体部位,与南北斜坡区比较,中、下奥陶统厚度减薄,存在削截现象;上奥陶统由南北斜坡区向隆起主体部位超覆(图4a)。玉北地区,寒武系-中、下奥陶统整体表现为东倾斜坡,上奥陶统碎屑岩由东向西超覆(图4b)。上述地震资料还表明,该时期塔中古隆起的南北两侧发育“控边”断裂(塔中I号断裂带和塔中南缘断裂构造带),寒武系-中下奥陶统褶皱变形,形成了大型的“背斜”,

而玉北地区则更多地表现为向东倾没的缓斜坡。

1.2 良里塔格组沉积期台地演化

塔中-巴麦地区加里东中期古隆起格局控制了该区良里塔格组沉积期的碳酸盐岩台地演化。钻井揭示,古隆起主体部位在该时期为碳酸盐岩岩相,而斜坡部位则是碎屑岩岩相(图3);表明加里东中期形成的大型古隆起控制了良里塔格组沉积期的“台盆分异”。前人曾对塔中I号断裂带对良里塔格组沉积期台地演化的控制作用,前人已经做过大量的研究工作^[23-24]。塔中南缘Z2井的研究也揭示了相似的情况,其台地边缘相带沿塔中南缘断裂构造带展布^[25]。值得注意的是,受古地貌差异的控制,沿古隆起分布的台地边缘相带特征存在较大的差异;简单可分为“陡坡型”和“缓坡型”两类台地边缘(图5)。塔中古隆起主体部位南北两侧,受同沉积断裂构造带控制,发育“陡坡型”台缘;而玉北地区东部,则表现为“台-盆”斜坡过渡的“缓坡型”台缘特征。同样的情况还在塔中西北部倾末端的阿东地区、塔中东部倾末端的南北两侧存在,其在地震剖面上的表现特征不尽相同(图5a-e)。针对不同类型台地边缘的钻探证实,上奥陶统良里塔格组陡坡型台地边缘具有更好的储层发育条件,而缓坡型碳酸盐岩台地储层发育较差。

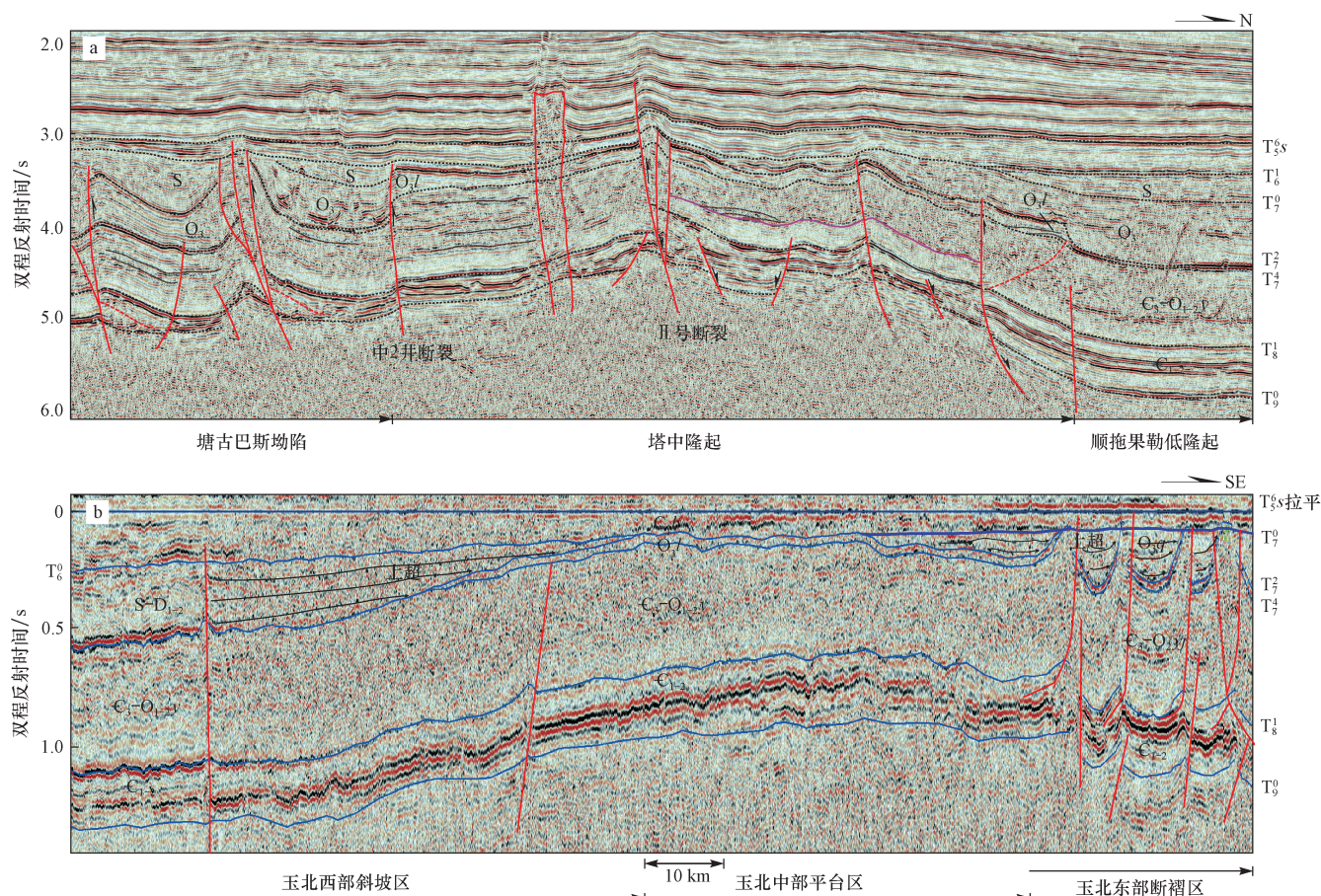


图4 塔中地区南北向(a)和玉北地区北西-东南向(b)地震剖面(剖面位置见图2)

Fig. 4 SN seismic section of Tazhong area (a) and NW-SE seismic section of Yubei area (b) (see Fig. 2 for section location)

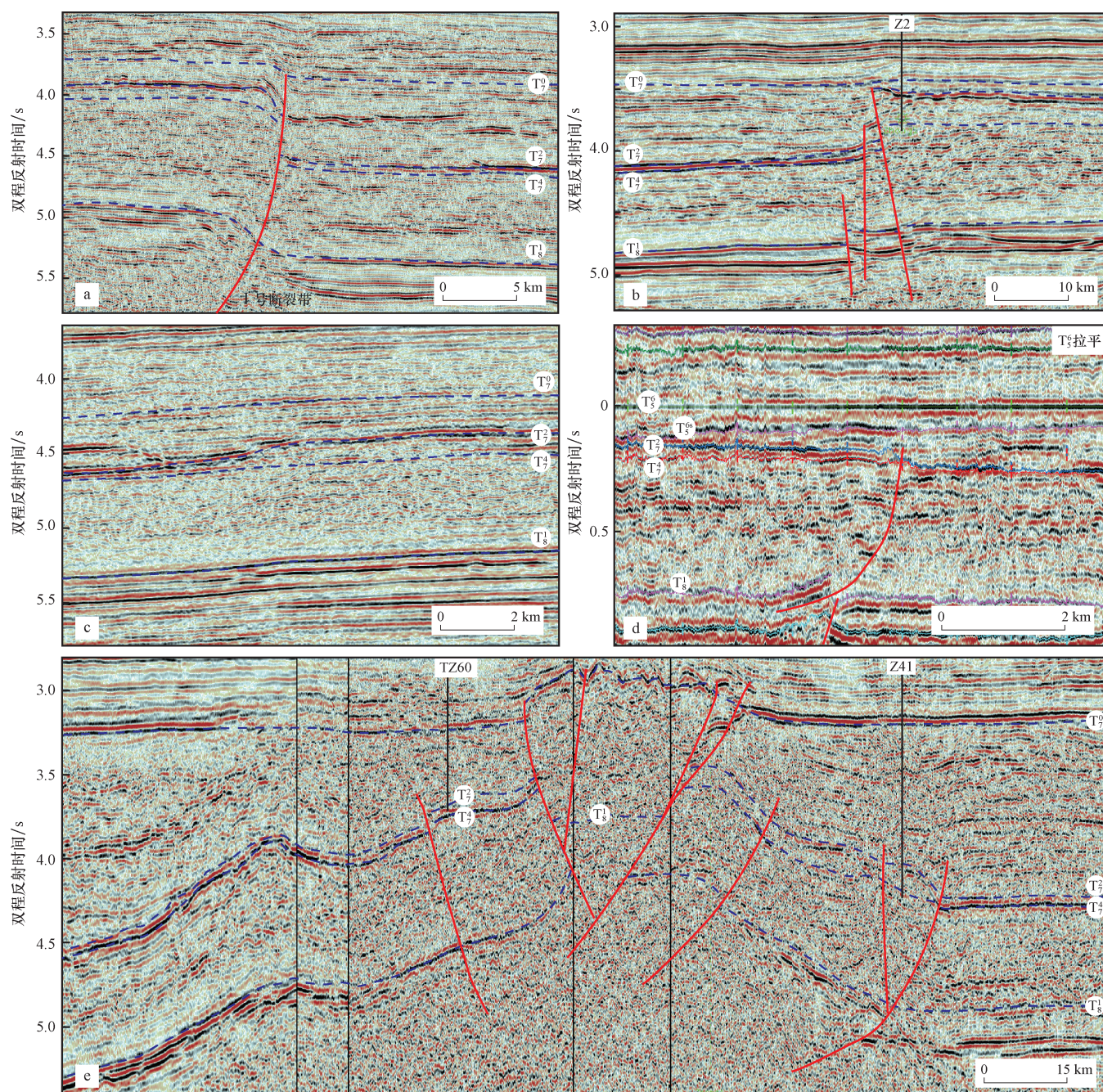


图5 塔中-巴麦地区典型地震剖面示良里塔格组台地边缘相特征(剖面位置见图2)

Fig. 5 Characteristics of platform-margin facies of the Lianglitage Formation on typical seismic sections in Tazhong-Bachu-Maigaiti area (see Fig. 2 for section location)

- a. 顺西地区,陡坡型;b. 塔中南坡 Z2 井区,陡坡型;c. 阿东地区,缓坡型;
d. 玉北东部,缓坡型;e. TZ60—Z41 井区,缓坡型

2 加里东晚期—海西早期构造演化

晚奥陶世中晚期,盆地南缘古昆仑洋—阿尔金洋最终关闭,西昆仑—阿尔金古陆与塔里木板块碰撞^[1,19-20]。强烈的持续收缩与挤压构造背景下,塔中-巴麦地区最为显著的构造活动是早期的大型古隆起分化发展,和田古隆起基本定型;包括玉北地区东部及塔中南坡在内的塘古巴斯坳陷区北东向断裂带的发育。同时受区域应力场控制,塔中北坡也发育北东向走滑断裂。

2.1 加里东晚期—海西早期古隆起的分化发展

发生在奥陶纪末期的加里东晚期 I 幕运动彻底改变了塔中-巴麦地区早期的古隆起格局。该时期研究区东南部持续抬升,上奥陶统遭受强烈的剥蚀,志留系向东南方向超覆沉积;其后东南部持续抬升,志留系遭受剥蚀,泥盆系-石炭系向东南方向超覆于残留地层之上(图6)。上述构造变革造成了加里东中期大型古隆起的分化发展,和田古隆起最终定型。如图4b所

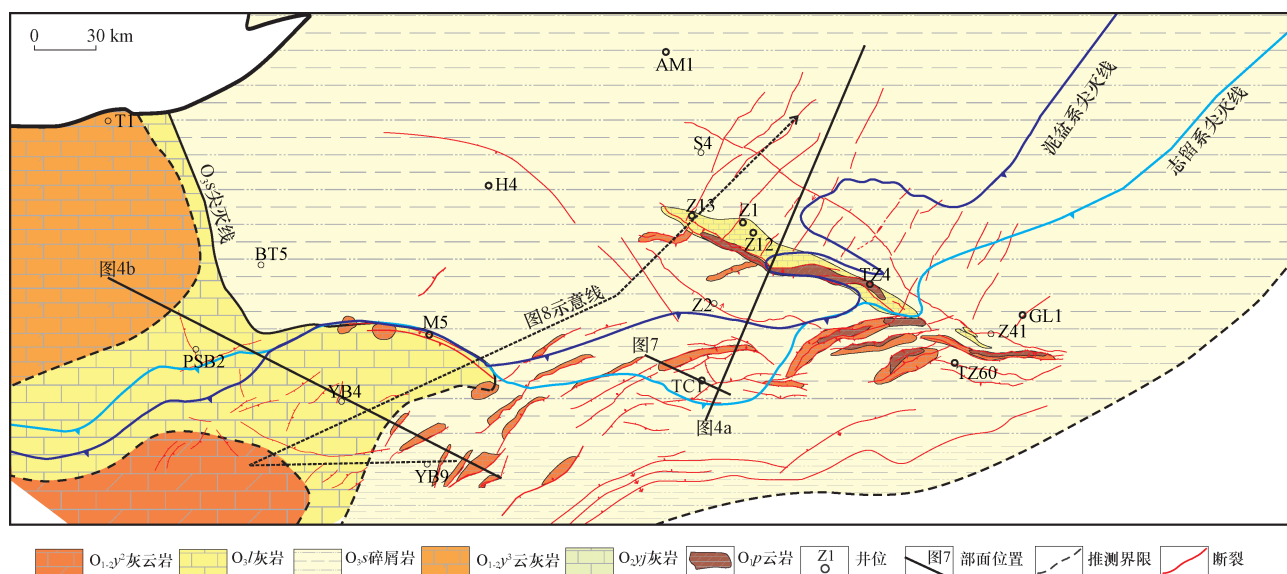


图6 志留系沉积前塔中-巴麦地区古地质示意图

Fig. 6 Paleo-geological sketch map of Tazhong-Bachu-Maigaiti area before sedimentation of the Silurian

示,和田古隆起区加里东中期运动中表现为向东倾末的斜坡,而该时期,则表现为向西北倾没的斜坡,可以看到志留系-泥盆系由西北向东南部的超覆。两个时期不同倾向斜坡的叠加使得和田古隆起最终定型。其后,海西早期,研究区基本保持了这样的构造格局。此外,巴楚隆起-麦盖提斜坡西北端也发育该时期的古隆起。野外露头及钻井揭示该区志留系覆盖于中下奥陶统鹰山组之上(图6)。

2.2 塔中南坡与玉北地区东部北东向断裂带

塔中南坡与玉北地区东部北东向断裂带的形成,是加里东晚期-海西早期该区最重要的构造活动之一。前人已经对塔中南坡北东向断裂带做过不少研究工作,探讨了其形成时代与成因机制,认为该组断裂带的形成与奥陶纪末期古昆仑洋闭合导致的塔里木地块与西昆仑-阿尔金地块拼合碰撞有关^[10,26-27]。近期,钻井及地震资料进一步揭示,玉北地区东部也发育北东向断裂带,是加里东中晚期-海西早期该区统一应力体制下的产物。钻井及地震资料(图4b)揭示,玉北地区东部北东向断裂带主体部位为石炭系披覆上形成“潜山”;而断洼区则残留上奥陶统,表明断裂构造带主要形成期不晚于奥陶纪末。值得注意的是,玉北东部断洼区可见上奥陶统向“潜山”构造带的超覆,未见明显与断裂构造带一致的褶皱变形,这一点与塔中南坡西部TC1井揭示的现象(图7)有所不同。如图7所示,TC1井区上奥陶统已卷入断裂构造带变形,志留系超覆其上,未发生相似的褶皱变形。玉北地区东部北东向断裂构造带形成时期是否略早于塔中南坡,还需进一步探讨。就地层结构与

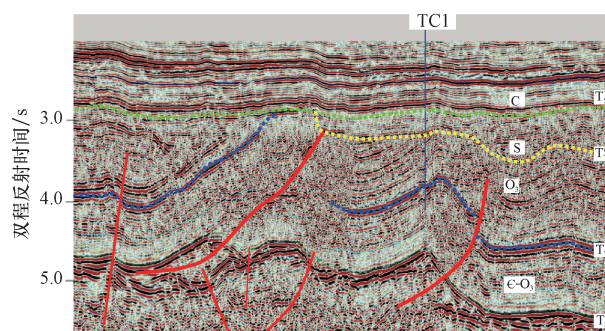


图7 塔中南坡过TC1井北西-南东向地震剖面(剖面位置见图2)

Fig. 7 NW-SE seismic section crossing well TC1 in the south slope of the Tazhong Uplift (see Fig. 2 for section location)

变形特征而言,玉北地区东部与中西部存在较大差异,玉北地区东部北东向断裂构造带发育区应明确划入塘古巴斯坳陷单元为宜。

塔中北坡发育北东向走滑断裂主要活动期为志留纪-泥盆纪,并于海西晚期(二叠纪)伴随着岩浆热液发生继承性活动。关于塔中北坡北东向走滑断裂的特征、成因机制及活动期次研究已有另文讨论^[28-29],不再赘述。

3 奥陶系碳酸盐岩储层发育宏观地质条件

塔中-巴麦地区针对奥陶系碳酸盐岩勘探领域的钻探揭示,在上奥陶统良里塔格组(台地边缘相带)与中、下奥陶统鹰山组发育两套重要的优质储集体。该区构造沉积演化特征决定了储层分布规律存在差异。本文前已述及,塔中地区为加里东中期古隆起主体部

位;巴楚地区为加里东中期古隆起,且西段叠加了加里东晚期古隆起;玉北地区中西部为加里东中期古隆起,且叠加了加里东晚期—海西早期的古隆起,东部发育加里东晚期—海西早期潜山断裂构造带。图8示意了塔中-巴楚-玉北地区奥陶系碳酸盐岩这两套主要的储集体发育模式。

良里塔格组储层发育主要受沉积相带、断裂及古地貌控制,“淹没”碳酸盐岩台地沉积背景之下,受同沉积断裂带控制的“陡坡型”台地边缘有利于储层发育,塔中I号断裂带已有大量钻井实钻证实。推测塔中南坡西段(Z2井区)-和田河地区,高陡的台地边缘断裂坡折带也有较好的储层发育条件。“缓坡型”台地边缘储层发育条件不佳。塔中东部北侧Z41井已有钻揭,储层欠发育。推测阿东地区及塔中东部南侧也为“缓坡型”台地边缘,良里塔格组该类储层发育宏观地质条件差。

中下奥陶统风化壳岩溶储层主要受古隆起及断裂控制。依据其不整合叠加和断裂发育情况(图9;表1),对研究区中下奥陶统岩溶储层发育的宏观地质条件进行综合评价。玉北东部-塔中南坡北东向潜山断

裂带、巴楚西段、玉北西南部为石炭系、泥盆系、志留系覆盖于中下奥陶统之上,具备多期风化壳岩溶储层发育条件,钻井揭示储层发育较好。塔中隆起区和巴楚隆起中东部为上奥陶统良里塔格组覆盖于中下奥陶统鹰山组之上,具备加里东中期风化壳岩溶储层发育条件;卡1-顺西地区多口井揭示了该类储层。塔中I号断裂带以北地层发育齐全,风化壳岩溶储层发育的宏观地质条件较差,但北东向断裂发育,且多期活动;因此可能发育与断裂相关的其它成因类型储层,近期钻井已有所揭示。

4 结论与存在问题

4.1 结论

1) 塔中-巴楚-玉北地区加里东中期形成统一的大型“古隆起”,加里东晚期-海西早期,大型“古隆起”分化发展。早古生代塔中隆起主要表现在为加里东中期大型“复背斜”式的古隆起;而和田古隆起则主要表现为加里东中期东倾斜坡与加里东晚期—海西早

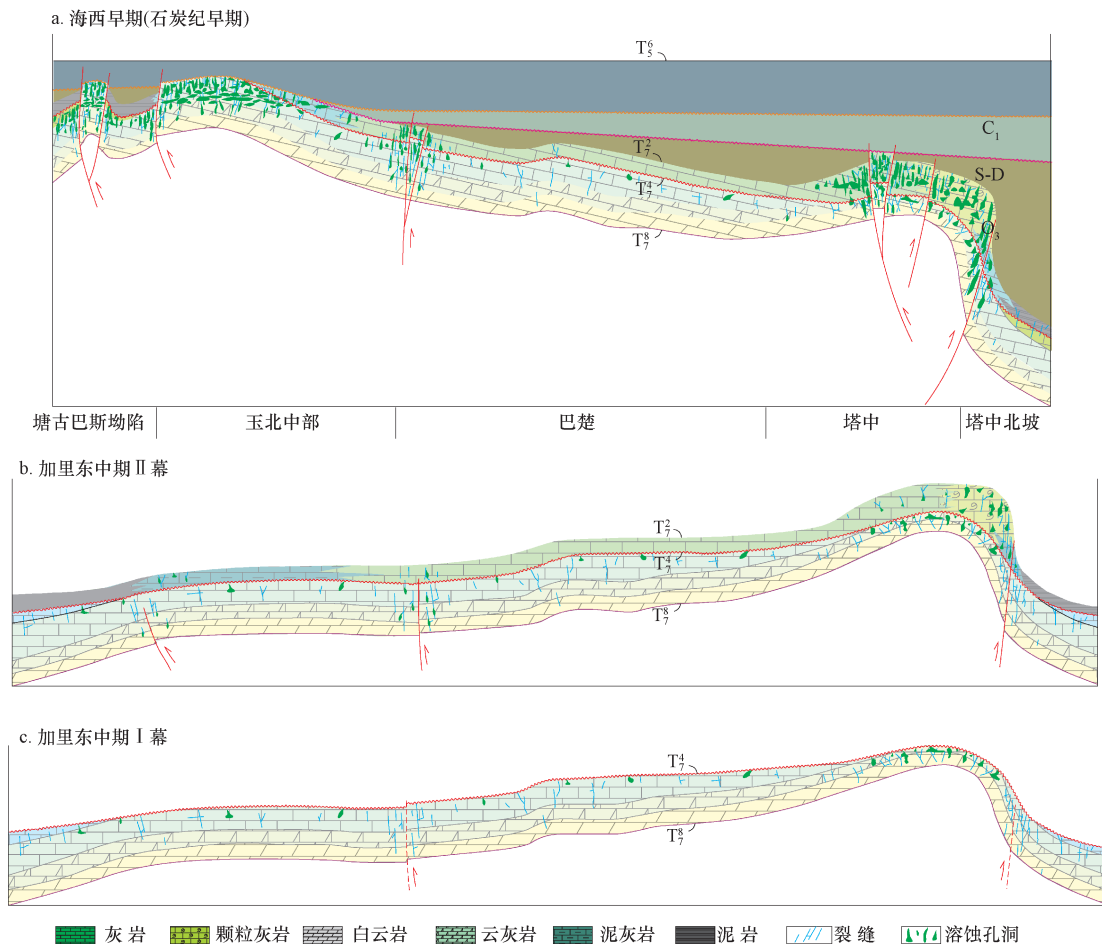


图8 塔中-巴楚-玉北地区奥陶系碳酸盐岩储层发育模式(剖面位置见图6)

Fig. 8 Schematic chart of reservoir-forming patterns of the Ordovician carbonate rocks in the Tazhong-Bachu-Yubei area (see Fig. 6 for profile location)

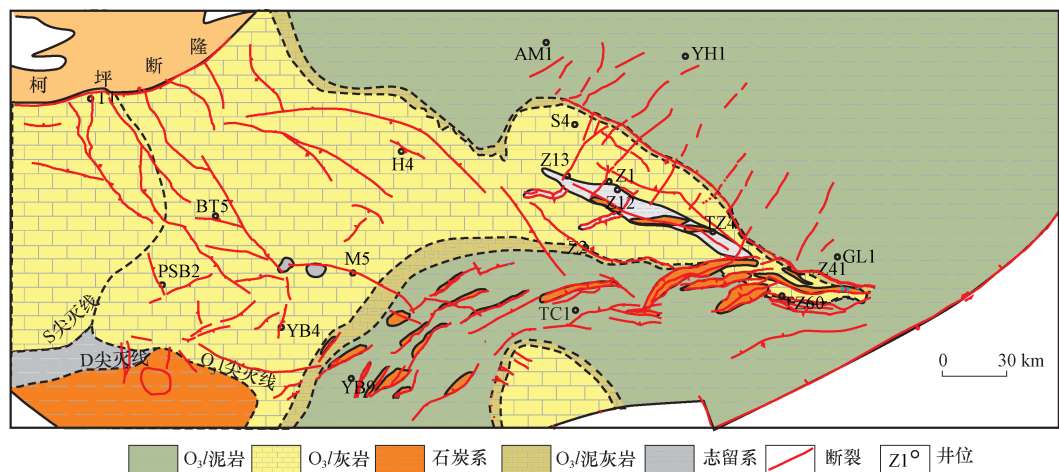


图 9 塔中-巴麦地区中、下奥陶统上覆地层平面分布图

Fig. 9 Distribution map of overlying strata of the Middle and Lower Ordovician in Tazhong-Bachu-Maigaiti area

表 1 塔中-巴麦不同地区中、下奥陶统碳酸盐岩储层发育宏观地质条件对比

Table 1 Comparison of macroscopic geological conditions of the Lower Ordovician carbonate reservoirs at different locations of Tazhong-Bachu-Maigaiti area

地区	地层结构	在古隆起演化中的位置	断裂主要活动期	风化壳岩溶储层发育期
玉北地区-塔中南坡	玉北地区中西部: $O_3l/O_{1-2}ys, S/O_{1-2}ys(?)$	加里东中期古隆起、加里东晚期—海西早期古隆起	喜马拉雅期	加里东中期、加里东晚期—海西早期
	北东向断裂断注区: O_3qr/O_2yj	加里东中期古隆起斜坡部位	—	加里东中期(?)
	北东向断裂构造带: $C-D-S/O_{1-2}ys$	加里东中期古隆起斜坡部位、加里东晚期—海西早期断裂构造带	加里东晚期—海西早期、海西晚期(部分)	加里东晚—海西早期、加里东中期(?)
巴楚地区	西段: $S/O_{1-2}ys$	加里东中期古隆起、加里东晚期古隆起	海西晚期、喜马拉雅期	加里东中期、加里东晚期
	中、东部: $O_3l/O_{1-2}ys$	加里东中期古隆起	海西晚期、喜马拉雅期	加里东中期
塔中地区	塔中 I 号断裂带以南: $O_3l/O_{1-2}ys$	加里东中期古隆起	加里东中期、加里东晚—海西早期、海西晚期	加里东中期
	塔中 I 号断裂带以北: O_3qrb/O_2yj	加里东中期古隆起斜坡部位	加里东中期(?)、加里东晚期—海西早期、海西晚期	加里东中期(?)

期西北倾斜坡的叠加。玉北地区东部北东向断裂构造带发育区应划入“塘古巴斯拗陷”,其断裂带为该区加里东晚期—海西早期统一应力体制下的产物。

2) 塔中-巴麦地区早古生代古构造演化特征决定了该区奥陶系碳酸盐岩储层发育条件不尽相同。对良里塔格组而言,受同沉积断裂控制的“陡坡型”碳酸盐岩台地边缘储层发育条件较好。对于中下奥陶统而言,石炭系-泥盆系-志留系覆盖于中下奥陶统之上的多期不整合叠置区,风化壳岩溶储层发育条件好;良里塔格组覆盖于中下奥陶统之上的加里东中期“古隆起”区,也具备风化壳岩溶储层发育条件。

4.2 存在问题

关于塔中古隆起早古生代的构造演化研究认识目前较为一致。对于巴麦地区“和田古隆起”奥陶纪末

以来的构造演化特征也有较为一致的认识,但对该区加里东早中期的演化格局研究仍存在争议^[2,6,30-33]。前人基于巴麦地区地震资料的解释提出,“和田古隆起”在加里东早中期已有雏形,对其轴向的认识有差异^[2,6,30-31]。本文的研究认为,加里东中期构造运动中“和田古隆起”主要表现为向东倾末的缓斜坡,是“塔中-巴楚-玉北中西部”大型古隆起的组成部分。在此之前,是否存在轴向“北东”或“北西”的古隆起尚缺乏确凿的依据。地震剖面揭示的“古隆起”寒武系-中下奥陶统厚度减薄可能为沉积原因所致,并非一定是构造运动所致的剥蚀。玉北地区南部“古隆起”主体部位石炭系覆盖于中、下奥陶统之上,可能主要为加里东晚期—海西早期构造运动的结果。玉北地区的钻井与地震资料揭示,与塔中地区比较,该区保留了更多的中下奥陶统,上

奥陶统良里塔格组沉积期该区存在“缓坡”过渡的“台盆分异”。加里东中期运动之前,该区是否发育早期的“古隆起”仍需进一步钻井与地震资料的证实,同时也需要加强塔里木盆地南部寒武系一中下奥陶统沉积演化及加里东早中期的盆山耦合研究。此外,野外地质工作已经表明,寒武纪一早中奥陶世塔里木盆地西部虽然历经漫长的碳酸盐岩台地发育史,但仍存在多个短期的暴露^[34]。塔中-巴麦地区的地震资料也揭示,不同地区寒武系一中下奥陶统不同层段厚度变化较大,存在若干有较大地区差异性的界面。这些现象为深入开展塔中-巴麦地区加里东早中期的构造沉积演化历史提供了重要线索。而该项研究的深入对进一步评价寒武系-奥陶系“内幕”碳酸盐岩储层发育的宏观地质条件至关重要。

参 考 文 献

- [1] 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京:石油工业出版社,1997.
Jia Chengzao. Characteristics of structures and oil of TarimBasin, China [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997, 1-438.
- [2] 丁文龙, 漆立新, 云露, 等. 塔里木盆地巴楚-麦盖提地区古构造演化及其对奥陶系储层发育的控制作用[J]. 岩石学报, 2012, 28(8): 2542-2556.
Ding WenLong, Qi LiXin, Yun Lu, et al. The tectonic evolution and its controlling effects on the development of Ordovician reservoir in Bachu-MarkitTarim basin [J]. Acta Petrologica Sinica, 28(8): 2542-2556.
- [3] 何治亮, 彭守涛, 张涛. 塔里木盆地塔河地区奥陶系储层形成的控制因素与复合-联合成因机制[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(6): 743-752.
He Zhiliang, Peng Shoutao, Zhang Tao. Controlling factors and genetic pattern of the Ordovician reservoirs in the Tahe area, Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2010, 31(6): 743-752.
- [4] 赵宗举, 王招明, 吴兴宁, 等. 塔里木盆地塔中地区奥陶系储层成因类型及分布预测[J]. 石油实验地质, 2007, 29(1): 40-47.
Zhao Zongju, Wang Zhaoming, Wu Xingning, et al. Genetic types and distribution forecast of available carbonate reservoirs in Ordovician in the central area of Tarim basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2007, 29(1): 40-47.
- [5] 罗春树, 杨海军, 李江海, 等. 塔中奥陶系优质储集层特征及断裂控制作用[J]. 石油勘探与开发, 2011, 38(6): 716-724.
Luo Chunshu, Yang Haijun, Li Jianghai, et al. Characteristics of high quality Ordovician reservoirs and controlling effects of faults in the Tazhong area, Tarim Basin [J]. Petroleum Exploration and Development, 2011, 38(6): 716-724.
- [6] 何登发, 周新源, 杨海军, 等. 塔里木盆地克拉通内古隆起的成因机制与构造类型[J]. 地学前缘, 2008, 15(2): 207-221.
He Dengfa, Zhou Xinyuan, Yang Haijun, et al. Formation mechanism and tectonic types of intracratonic paleo-uplifts in the Tarim basin [J]. Earth Science Frontiers, 2008, 15(2): 207-221.
- [7] 邬光辉, 李启明, 肖中尧, 等. 塔里木盆地古隆起演化特征及油气勘探[J]. 大地构造与成矿学, 2009, 33(1): 124-129.
Wu Guanghui, Li Qiming, Xiao Zhongyao, et al. The evolution characteristics of palaeo-uplifts in Tarimbasin and its exploration directions for oil and gas [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2009, 33(1): 124-129.
- [8] 焦志峰, 高志前. 塔里木盆地主要古隆起的形成、演化及控油气地质条件分析[J]. 天然气地球科学, 2008, 19(5): 639-646.
Jiao Zhifeng, Gao Zhiqian. Formation, evolution and hydrocarbon controlling geological conditions of major paleohighs, TarimBasin [J]. Natural Gas Geoscience, 2008, 19(5): 639-646.
- [9] 林畅松, 李思田, 刘景彦, 等. 塔里木早古生代原盆地古隆起地貌和古地理格局与地层圈闭发育分布[J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(2): 189-198.
Lin Changsong, Li Sitian, Liu Jingyan, et al. Paleohigh geomorphology and paleogeographic framework and their controls on the formation and distribution of stratigraphic traps in the TarimBasin [J]. Oil & Gas Geology, 2008, 29(2): 189-198.
- [10] 李曰俊, 吴根耀, 孟庆龙, 等. 塔里木盆地中央地区的断裂系统: 几何学、运动学和动力学背景[J]. 地质科学, 2008, 43(1): 82-118.
Li Yuejun, Wu Genyao, Meng Qinglong, et al. Fault systems in central area of the Tarim Basin: geometry, kinematics and dynamic settings [J]. Chinese Journal of Geology, 2008, 43(1): 82-118.
- [11] 李传新, 王晓丰, 李本亮. 塔里木盆地塔中低凸起古生代断裂构造样式与成因探讨[J]. 地质学报, 2010, 84(4): 1728-1735.
Li Chuanxin, Wang Xiaofeng, Li Benliang. Paleozoic faulting structure styles of the Tazhong Low Uplift, Tarim Basin and its mechanism [J]. Acta Geologica Sinica, 2010, 84(4): 1728-1735.
- [12] 黄太柱. 塔里木盆地玉北地区断裂系统解析[J]. 石油与天然气地质, 2014, 35(1): 98-108.
Huang Taizhu. Analysis on the fault system of Yubei region, TarimBasin [J]. Oil & Gas Geology, 2014, 35(1): 98-108.
- [13] 林畅松, 李思田, 刘景彦, 等. 塔里木盆地古生代重要演化阶段的古构造格局与古地理演化[J]. 岩石学报, 2011, 27(1): 210-218.
Lin Changsong, Li Sitian, Liu Jingyan, et al. Tectonic framework and paleogeographic evolution of the Tarim basin during the Paleozoic major evolutionary stages [J]. Acta Petrologica Sinica, 2011, 27(1): 210-218.
- [14] 王健, 黄华芳, 高林志. 塔里木地区寒武纪中期古地理与沉积环境[J]. 中国地质, 2011, 8(4): 989-996.
Wang Jian, Huang Huafang, Gao Linzhi. Paleogeography and sedimentary environments of Middle Cambrian period in Tarim area [J]. Geology in China, 2011, 8(4): 989-996.
- [15] 赵宗举, 吴兴宁, 潘文庆, 等. 塔里木盆地奥陶纪层序岩相古地理[J]. 沉积学报, 2009, 27(5): 939-955.
Zhao Zongju, Wu Xingning, Pan Wenqing, et al. Sequence lithofacies paleogeography of Ordovician in TarimBasin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2009, 27(5): 939-955.
- [16] 黄文辉, 王安甲, 万欢. 塔里木盆地寒武-奥陶系碳酸盐岩储集特征与白云岩成因探讨[J]. 古地理论, 2012, 14(2): 197-208.
Huang Wenhui, Wang Anjia, Wan Huan. Discussion on characteristics of the Cambrian Ordovician carbonate rocks reservoirs and origin of dolostones in TarimBasin [J]. Journal of Palaeogeography, 2012, 14(2): 197-208.
- [17] 钱一雄, 何治亮, 邹元荣, 等. 塔里木盆地塔中I号带西北部上奥陶统

- 陶统碳酸盐岩同生期岩溶—以顺2井为例[J]. 地质前缘, 2008, 15(2): 059–066.
- QianYixiong, He Zhiliang, Zou Yuanrong, et al. The meteoric diagenesis of the Upper Ordovician carbonate rocks occurred insyn-sedimentary karstification in the No. 1 belt of Northwestern Tazhong, Tarim basin taking the Well Shun 2 as an example[J]. Earth Science Frontiers, 2008, 15(2): 059–066.
- [18] 康玉柱. 塔里木盆地古生代海相碳酸盐岩储集岩特征[J]. 石油实验地质, 2007, 29(3): 217–223.
- Kang Yuzhu. Reservoir rock characteristics of Paleozoic marine facies carbonate rock in the Tarimbasin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2007, 29(3): 217–223.
- [19] 何登发, 李德生. 塔里木盆地构造演化与油气聚集[M]. 北京: 地质出版社, 1996: 92–107.
- He Dengfa, Li Desheng. Tectonic evolution of the Tarim basin and petroleum accumulation[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996: 92–107.
- [20] 丁道桂, 汤良杰. 塔里木盆地形成与演化[M]. 南京: 河海大学出版社, 1996: 182–253.
- Ding Daogui, Tang Liangjiang. Formation and evolution of Tarim basin[M]. Nanjing: Hehai University Press, 1996: 182–253.
- [21] 蔡习尧, 钱一雄, 陈强路, 等. 塔里木盆地古隆1井奥陶系哈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): 348–353.
- Cai Xiyao, QianYixiong, 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): 348–353.
- [22] 蔡习尧, 金仙梅, 赵丽娜, 等. 塔里木盆地上奥陶统良里塔格组划分对比[J]. 新疆石油地质, 2012, 33(4): 447–449.
- Cai Xiyao, Jin Xianmei, Zhao Lina, et al. classification and Correlation of Lianglitag Fomation of Upper Ordovician in TarimBasin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2012, 33(4): 447–449.
- [23] 王振宇, 孙崇浩, 杨海军, 等. 塔中1号坡折带上奥陶统台缘礁滩复合体建造模式[J]. 地质学报, 2010, 84(4): 546–552.
- Wang Zhenyu, Sun Chong hao, Yang Haijun, et al. Formation pattern of Upper Ordovician reef-bank complex along the Tazhong slopebreak I, Tarim Block, NW China[J]. Acta Geologica Sinica, 2010, 84(4): 546–552.
- [24] 谭秀成, 陈景山, 王振宇, 等. 塔中地区中上奥陶统台地镶边体系分析[J]. 古地理学报, 1999, 1(2): 8–17.
- Tan Xiucheng, Chen Jingshan, Wang Zhenyu, et al. Study of the Middle and Upper Ordovician rimmed carbonate platform system in the Tazhong area, Tarim basin [J]. Journal of Palaeogeography, 1999, 1(2): 8–17.
- [25] 高志前, 樊太亮, 刘典波, 等. 塔里木盆地塔中南坡台缘带油气成藏条件[J]. 石油勘探与开发, 2008, 35(4): 37–443.
- Gao Zhiqian, Fan Tailiang, Liu Dianbo, et al. Reservoir-forming conditions of platform margin belt insouthern slope of Tazhong, Tarim Basin[J]. Petroleum Exploration and Development, 2008, 35(4): 437–443.
- [26] 任建业, 张俊霞, 阳怀忠, 等. 塔里木盆地中央隆起带断裂系统分析[J]. 岩石学报, 2011, 27(1): 219–230.
- Ren Jianye, Zhang Junxia, Yang Huaizhong, et al. Analysis of fault systems in the Central uplift, TarimBasin[J]. Acta Petrologica Sinica, 2011, 27(1): 219–230.
- [27] 许志琴, 李思田, 张建新, 等. 塔里木地块与古亚洲/特提斯构造体系的对接[J]. 岩石学报, 2011, 27(1): 1–22.
- Xu Zhiqin, Li Sitian, Zhang Jianxin, et al. Paleo-Asian and Tethyan tectonic systems withdocking the Tarimblock [J]. Acta Petrologica Sinica, 2011, 27(1): 1–22.
- [28] 杨圣彬, 刘军, 李慧莉, 等. 塔中北围斜区北东向走滑断裂特征及其控油作用[J]. 石油与天然气地质, 2013, 34(6): 797–802.
- Yang Shengbin, Liu Jun, Li Huili, et al. Characteristics of the NE-trending strike-slip fault system and its control on oil accumulation in north peri-cline area of the Tazhongpaleouplift[J]. Oil & Gas Geology, 2013, 34(6): 797–802.
- [29] 马庆佑, 沙旭光, 李玉兰, 等. 塔中顺托果勒区块走滑断裂特征及控油作用[J]. 石油实验地质, 2012, 34(2): 120–124.
- Ma Qingyou, Sha Xuguang, Li Yulan, et al. Characteristics of strike-slip fault and its controlling oil in Shuntuoguole region, middle Tarim Basin [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2012, 34(2): 120–124.
- [30] 张仲培, 刘士林, 杨子玉, 等. 塔里木盆地麦盖提斜坡构造演化及油气地质意义[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(54): 909–919.
- Zhang Zhongpei, Liu Shilin, Yang Ziyu, et al. Tectonic evolution and its petroleum geological significances of the Maigaiti Slope, Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(54): 909–919.
- [31] 吕海涛, 张仲培, 邵志兵, 等. 塔里木盆地巴楚—麦盖提早古生代古隆起的演化及其勘探意义[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(1): 76–83.
- Lv Haitao, Zhang Zhongpei, Shao Zhibing, et al. Structural evolution and exploration significance of the Early Paleozoic palaeouplifts in BachuMaigaiti area, the Tarim Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2010, 31(1): 76–83.
- [32] 孙玮, 刘树根, 徐国强, 等. 和田古隆起构造演化及油气分布[J]. 新疆石油地质, 2004, 25(2): 147–149.
- Sun Wei, Liu Shugen, Xu Guoqiang, et al. The tectonic evolution in Hetian paleohigh and its petroleum distribution[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2004, 25(2): 147–149.
- [33] 黄泽光, 吕俊祥, 翟常博, 等. 塔里木盆地和田古隆起油气远景探讨[J]. 石油实验地质, 2003(增刊), 543–547.
- Huang Zeguang, Lv Junxiang, Zhai Changbo, et al. Petroleum of Hetian Paleouplift in TarimBasin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2003, 25(sup): 543–547.
- [34] 邓胜徽, 黄智斌, 景秀春, 等. 塔里木盆地西部奥陶系内部不整合[J]. 地质论评, 2008, 54(6): 741–747.
- Deng Shenghui, Huang Zhibin, Jing Xiuchun, et al. Unconformities in the Ordovician of Western Tarim Basin, NW China[J]. Geological Review, 2008, 54(6): 741–747.

(编辑 董立)