

夏永涛,刘永立,刘存革,等.塔河油田西北部加里东中期古水系特征及其地质意义[J].中国岩溶,2019,38(3):438-443.
DOI:10.11932/karst20190312

塔河油田西北部加里东中期古水系特征及其地质意义

夏永涛¹,刘永立¹,刘存革²,罗鹏³,谢乘飞¹,徐珊¹

(1. 中国石化西北油田分公司,乌鲁木齐 830011; 2. 广东石油化工学院,广东茂名 525000;
3. 四川省国土勘测规划研究院,成都 610045)

摘要:塔河地区奥陶系中下统碳酸盐岩主要经历了加里东中期—海西期古岩溶作用,前人对海西期岩溶特征研究作了大量工作,并取得了一些共性认识,但加里东中期岩溶作用与古水系的发育特征研究较为薄弱。利用三维地震资料和相关技术,对塔河地区西北部奥陶系古水系进行识别和刻画,并结合区域地层沉积和构造演化等,尤其是不整合面上覆地层接触关系,发现奥陶系上统良里塔格组顶面和桑塔木组顶面分别存在相互独立的水文体系,实现了对加里东中期Ⅱ幕和Ⅲ幕岩溶古水系归属的厘定,首次提出了良里塔格组末期的加里东中期Ⅱ幕运动具有优越的岩溶发育条件,初步探索了加里东中期古岩溶发育模式,从而为深入研究塔河地区奥陶系加里东中期构造特征和古岩溶作用奠定了基础。

关键词:塔河油田;奥陶系;加里东中期岩溶;古水系

中图分类号:P618.13

文献标识码:A

文章编号:1001-4810(2019)03-0438-06

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



0 引言

关于塔河油田奥陶系中下统碳酸盐岩古岩溶作用,前人投入了大量工作^[1-13],特别是对海西期古岩溶作用的研究,取得了丰硕的成果,这有效指导了奥陶系缝洞型油气藏的勘探开发。塔河油田古岩溶研究主要形成了以下共识:塔河油田奥陶系中下统碳酸盐岩主要经历了加里东中期—海西期古岩溶作用,南部上奥陶统覆盖区以加里东中期Ⅰ幕古岩溶作用为主,中北部泥盆—石炭系覆盖区以海西早期古岩溶作用为主,北部三叠系覆盖区以海西晚期古岩溶作用为主,北部多期叠加改造强烈,发育暗河和大型洞穴。仅少数学者针对塔河油田加里东中期古岩溶作用进行研究^[4-10],通过地震反射特征、岩矿和地化方法等,指出加里东中期岩溶作用处于幼年期,暴露时间相对较

短,规模较北部海西期岩溶区弱。而关于加里东中期古水系方面的研究较为薄弱,本文基于区域地质背景,利用三维地震资料和相关技术,对塔河油田西北部加里东中期古水系进行刻画和厘定,并探讨了相应时期的构造—沉积响应和古岩溶作用模式,为推进加里东中期古构造特征和古岩溶发育规律奠定了基础,以期南部上奥陶统覆盖区缝洞型油藏勘探开发提供理论支持。

1 地质概况

塔河油田位于塔里木盆地北部沙雅隆起阿克库勒凸起,主要经历了加里东中期—海西期多期构造运动,奥陶系上统、志留系、泥盆系和石炭系均遭受了不同程度剥蚀作用,造成奥陶系中下统碳酸盐岩上覆地层分

资助项目:国家科技重大专项(2016ZX05005-002);国家重点基础研究发展计划“973计划”项目(2012CB214800)

第一作者简介:夏永涛(1981—),男,工程师,从事塔里木盆地沉积与储层研究。E-mail:190440@163.com。

通信作者:刘存革(1976—),男,副教授,从事碳酸盐岩沉积与储层研究。E-mail:liucunge@163.com。

收稿日期:2018-10-20

布较为复杂(图 1)。中下奥陶统为碳酸盐岩台地沉积,鹰山组 and 一间房组均以灰岩为主,上奥陶统为混积陆棚沉积,恰尔巴克组发育泥质灰岩和灰质泥岩,良里塔格组发育含泥灰岩,桑塔木组发育巨厚泥岩,志留系、泥盆系和石炭系均为海陆交互相碎屑岩^[3]。

塔河油田奥陶系经历了加里东期—海西晚期多期构造运动,发生了多期表生岩溶作用,形成了多个不整合面。其中,加里东中期主要发生了 3 次大规模暴露,分别为中奥陶世末(一间房期末),即加里东中期 I 幕运动,晚奥陶世良里塔格期与桑塔木期之间,即加里东中期 II 幕运动,以及晚奥陶世末(桑塔木期末),即加里东中期 III 幕运动^[3]。

阿克库勒凸起主体部位奥陶系中下统直接被石炭系所超覆,典型岩溶地貌发育,暗河和缝洞体呈准面状分布。凸起东南斜坡带奥陶系上统良里塔格组^[10-12]、桑塔木组和志留系尖灭线自北向南呈裙边状分布,缝洞体分布主要沿断裂带分布,断裂带之间

欠发育。而凸起西北斜坡带,尖灭线分布与东南部具有较大差异,自北向南志留系、奥陶系上统桑塔木组和良里塔格组依次尖灭(图 1、图 2)。

从连井地层对比剖面 and 对应的地震时间偏移剖面来看,塔河油田西北部良里塔格组顶部自南向北存在削截—削失现象,桑塔木组直接超覆其上,与东南部地层序列 and 展布特征显然不一致,即良里塔格组尖灭线以北存在近东西向的桑塔木组覆盖区。

2 古水系特征分析

基于三维地震资料 and 精细相干分析技术,通过地震道的相似性分析,刻画造成地层不连续性的异常体,如断裂或古水系等,特别对深层低信噪比的地震资料更为有效^[14](图 3)。塔河油田西北部奥陶系桑塔木组顶面古水系较为清晰,南向结构显著。

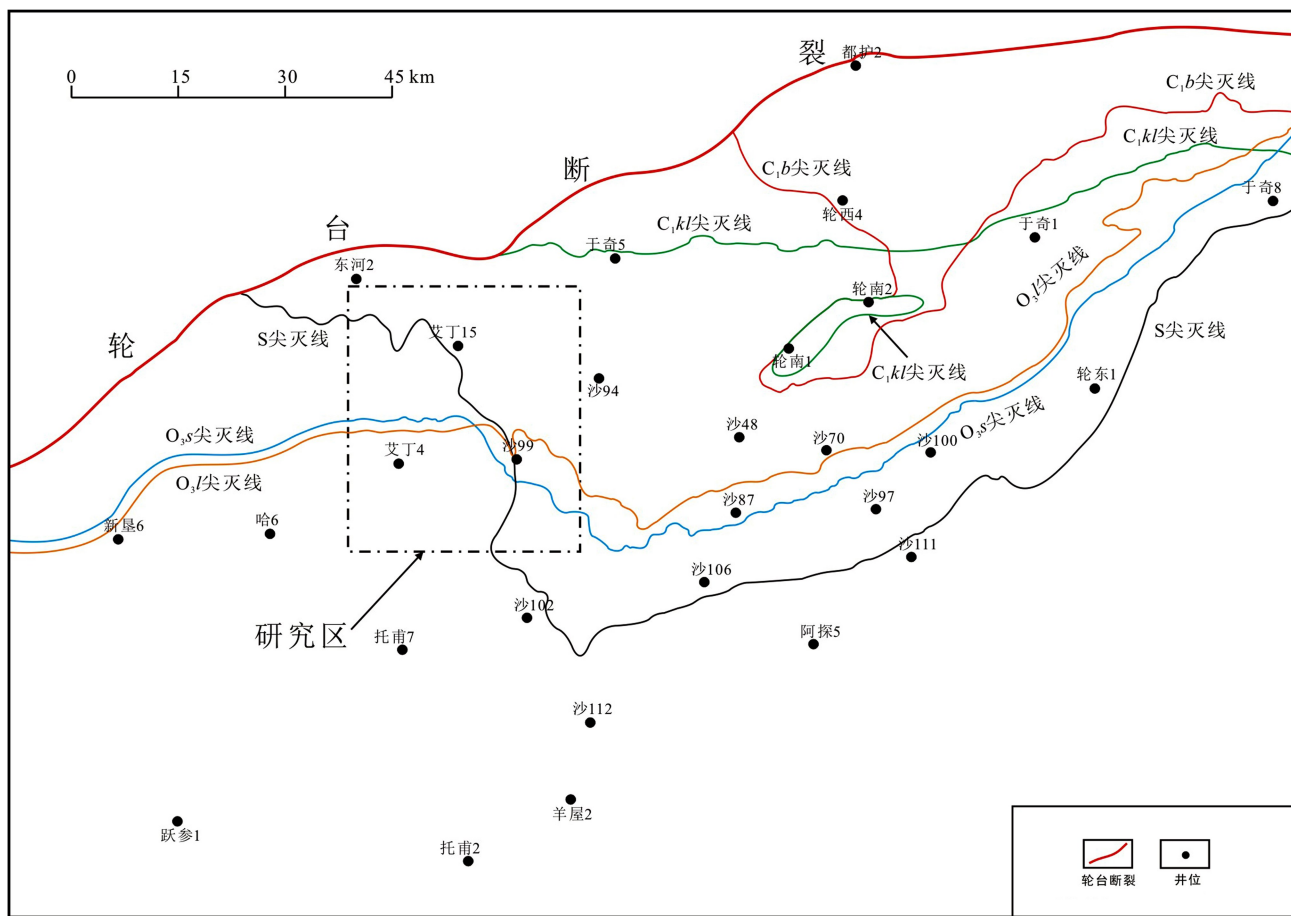


图 1 塔河油田奥陶系中下统上覆地层分布图

Fig. 1 Distribution map of the overlying strata on middle-lower Ordovician in Tahe oilfield

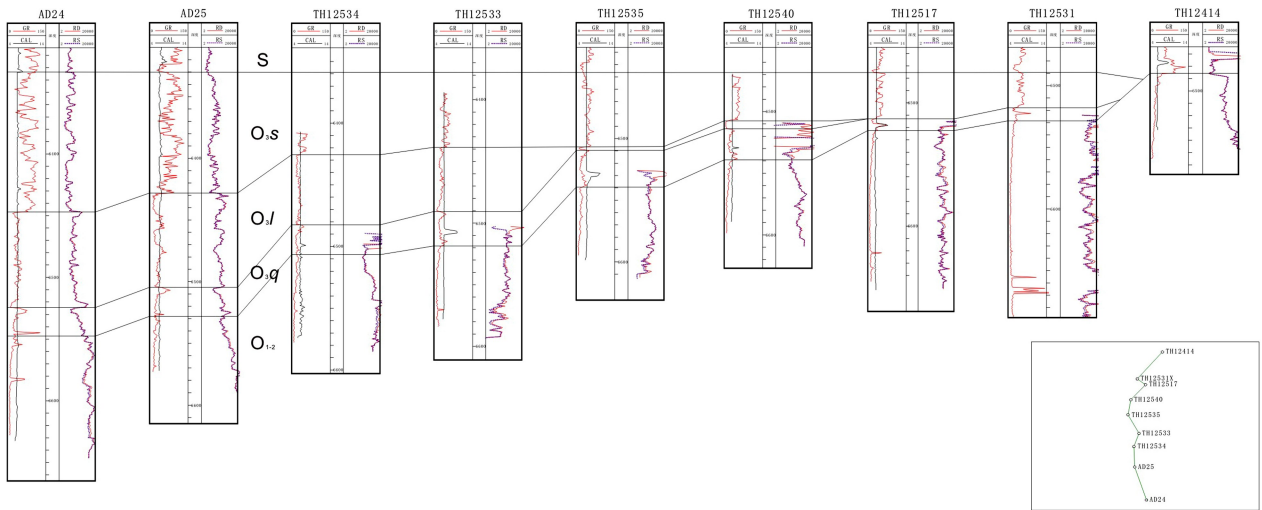


图2 塔河油田西北部奥陶系中下统上覆地层典型对比图

Fig. 2 Typical collation map of the overlying strata on middle-lower Ordovician in northwestern Tahe oilfield

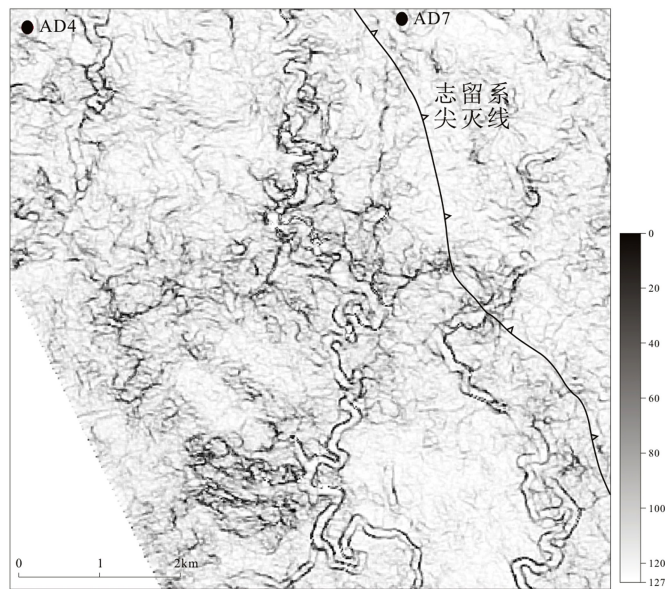


图3 塔河西北部局部奥陶系桑塔木组顶面古水系分布图

Fig. 3 Palaeodrainage pattern distribution map on the top of the Ordovician Sangtamu formation in northwestern Tahe oilfield

对塔河油田奥陶系各期不整合面的古水系顶面异常体进行刻画,水系平面展布特征较为清晰^[15-17],并对奥陶系中下统顶面、良里塔格组顶面和桑塔木组顶面古水系分析进行厘定和分析(图4)。

确定岩溶古水系发育时期,主要依据水系所在的地层时代和其上覆地层时代。在石炭系覆盖区,奥陶系中下统顶面为海西早期古水系;在志留系覆盖区,奥陶系上统桑塔木组顶面为加里东中期Ⅲ幕古水系;在桑塔木组覆盖区,奥陶系上统良里塔格组顶面为加

里东中期Ⅱ幕水系;而良里塔格组覆盖区,一间房组顶面无地表古水系影像。

据此,初步实现了塔河西北部加里东中期—海西早期奥陶系古水系期次划分,如图4,紫色为海西早期古水系,主体为北东—南西走向;蓝色为加里东中期Ⅲ幕古水系,以南北走向为主;黑色为加里东中期Ⅱ幕古水系,以南北走向为主。上述三期古水系特征反映了相应的构造运动期均为北高南低的构造格局,尤其是加里东中期Ⅱ幕和Ⅲ幕古水系。

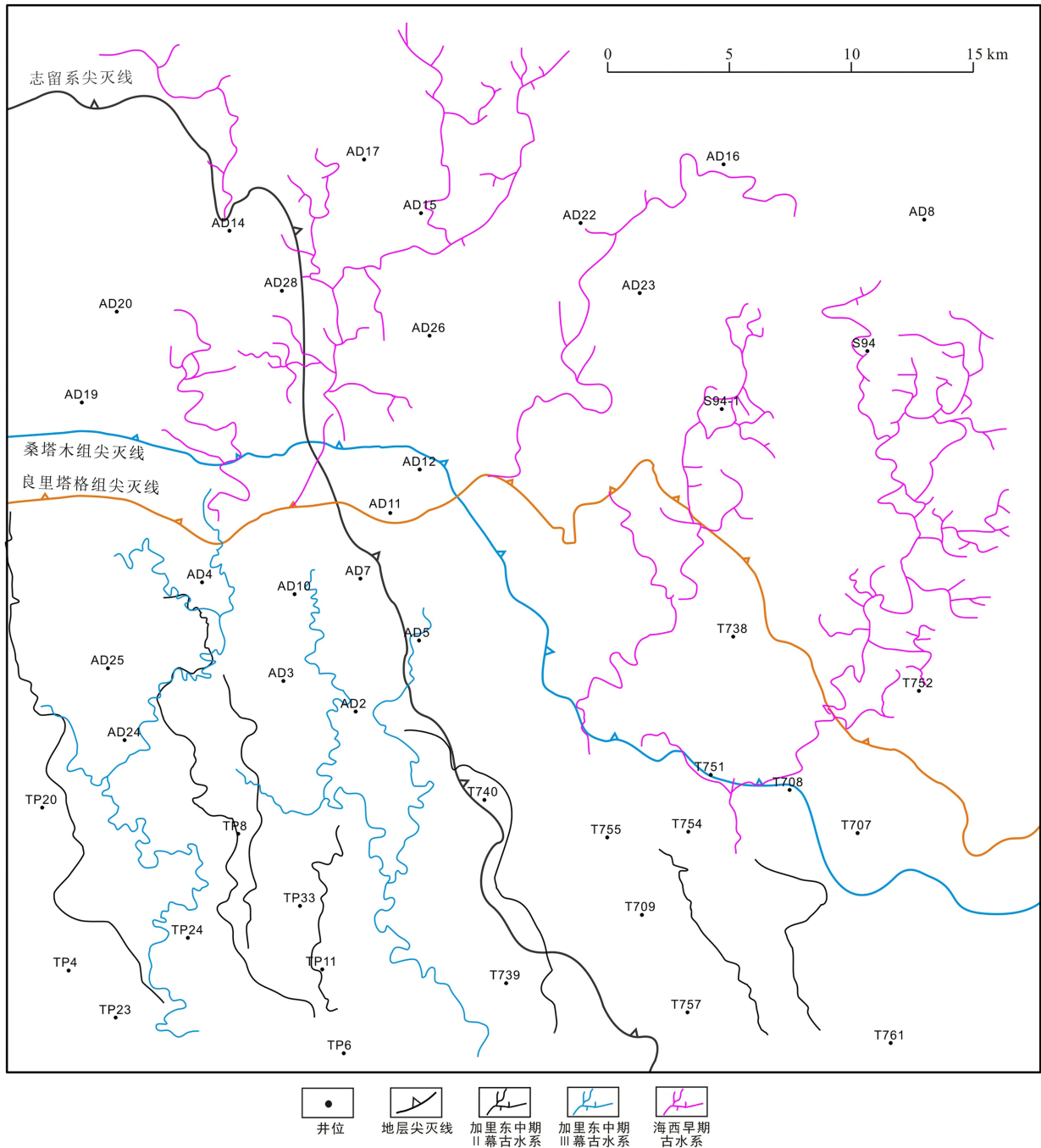


图 4 塔河油田西北部奥陶系古水系叠合图

Fig. 4 Superimposition of the Ordovician palaeodrainage pattern in northwestern Tahe oilfield

3 晚奥陶世沉积—构造演化

通过对塔河油田西北部奥陶系地层接触关系和古水系的特征刻画及期次厘定,基本明确了该区加里东中期沉积—构造演化模式(图 5)。

奥陶系上统良里塔格组沉积后,发生了加里东中期 II 幕构造运动^[18-20],形成北高南低的构造格局,古水系由北向南汇流,北部构造高部位地层剥蚀强度大,

奥陶系中统碳酸盐岩不同程度出露,大气淡水岩溶作用发育,而南部剥蚀强度相对较弱,恰尔巴克组—良里塔格组泥岩—泥质灰岩出露。其后,桑塔木组泥岩超覆于加里东中期 II 幕不整合面上,自北向南依次为 O_3s/O_{1-2} 、 O_3s/O_{3q} 和 O_3s/O_{3l} 的地层接触关系。桑塔木组沉积后的加里东中期 III 幕构造运动,强度进一步加剧,桑塔木组上部亦遭受剥蚀,发育南北向古水系,北部高部位奥陶系中统碳酸盐岩再次出露,接受

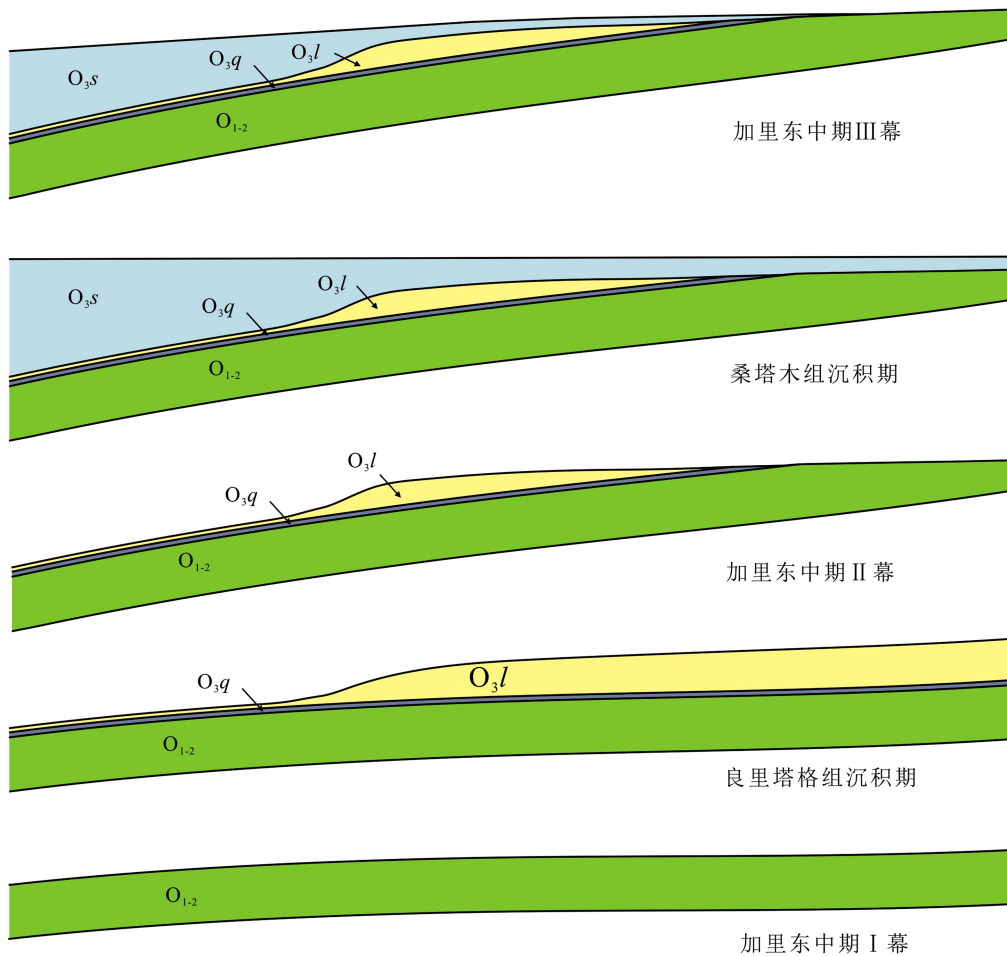


图5 塔河油田西北部奥陶系沉积—构造演化示意图

Fig. 5 Schematic diagram of sedimentary-tectonic evolution of Ordovician in northwestern of Tahe oilfield

大气淡水淋滤。加里东晚期,志留系碎屑岩直接超覆于加里东中期Ⅲ幕不整合面上,自北向南依次为S/O₁₋₂和S/O_{3s}的地层接触关系。

4 结论

(1)通过对上覆地层接触关系的梳理,明确了塔河油田西北部桑塔木组覆盖区奥陶系中下统一良里塔格组顶面为加里东中期Ⅱ幕古水系,志留系覆盖区奥陶系中统和桑塔木组顶面为加里东中期Ⅲ幕古水系。

(2)前期认为塔河地区加里东中期Ⅱ幕构造运动和岩溶作用较弱,而塔河油田西北部加里东中期Ⅱ幕构造运动显著,不同于塔河东部,部分地区奥陶系中下统直接暴露地表,大气淡水淋滤作用较强,后被桑塔木组直接超覆。

(3)在古构造与古水系联合分析的基础上,明确了塔河地区西北部加里东—海西期,持续为北高南低的构造格局,控制了南向古水系的持续发育。

参考文献

- [1] 焦方正,翟晓先. 海相碳酸盐岩非常规大油气田—塔河油田勘探研究与实践[M]. 北京:石油工业出版社,2008:140-152.
- [2] 焦方正,窦之林. 塔河碳酸盐岩缝洞型油藏开发研究与实践[M]. 北京:石油工业出版社,2008:6-22.
- [3] 翟晓先. 塔里木盆地塔河特大型油气田勘探实践与认识[J]. 石油实验地质,2011,33(4):323-331.
- [4] 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.
- [5] 俞仁连. 塔里木盆地塔河油田加里东期古喀斯特特征及其意义[J]. 石油实验地质,2005,27(5):468-478.
- [6] 吕海涛,张达景,杨迎春. 塔河油田奥陶系油藏古岩溶表生作用期次划分[J]. 地质科技情报,2009, 28(6):71-75.
- [7] 刘存革,徐明军,云露,等. 塔里木盆地阿克库勒凸起奥陶系海西晚期古岩溶特征[J]. 石油实验地质,2015,37(3):280-285.
- [8] 刘存革,李涛,吕海涛,等. 阿克库勒凸起中—上奥陶统地层划分及加里东中期Ⅰ幕古喀斯特特征[J]. 成都理工大学学报:自然科学版,2010,37(1):55-62.
- [9] 张涛,蔡希源. 塔河地区加里东中期古岩溶作用及分布模式[J]. 地质学报,2007,81(8):1125-1134.
- [10] 严威,王兴志,张廷山,等. 塔河油田加里东中期Ⅲ幕岩溶作用[J]. 石油学报,2011,32(3):411-416.

- [11] 郑多明,张庆玉,赵宽志,等.塔北哈拉哈塘地区奥陶系层间改造区岩溶古水文条件分析[J].中国岩溶,2015,34(2):179-186.
- [12] 赵宽志,淡永,郑多明,等.塔北哈拉哈塘地区奥陶系潜山岩溶储层发育特征及控制因素[J].中国岩溶,2015,34(2):171-178.
- [13] 张庆玉,梁彬,秦凤蕊,等.塔里木盆地奥陶系古潜山碳酸盐岩岩溶储层评价与预测:以轮古 7 井区以东为例[J].中国岩溶,2017,36(1):32-41.
- [14] 苑书金.地震相干体技术的研究综述[J].勘探地球物理进展,2007,30(1):7-15.
- [15] 蔡忠贤,刘永立,段金宝.岩溶流域的水系变迁:以塔河油田 6 区西北部奥陶系古岩溶为例[J].中国岩溶,2008,28(1):30-34.
- [16] 刘永立,蔡忠贤.塔河油田四区奥陶系古岩溶流域的倒淌河及其成因研究[J].现代地质,2009,23(6):1121-1125.
- [17] 沈玉昌,龚国元.河流地貌学概论[M].北京:科学出版社,1986:71-81.
- [18] 侯明才,万梨,傅恒,等.塔河南盐下地区上奥陶统良里塔格组沉积环境分析[J].成都理工大学学报:自然科学版,2006,33(5):509-516.
- [19] 毛雪莲,马青,刘伟,等.哈拉哈塘地区良里塔格组沉积特征分析[J].岩性油气藏,2012,24(3):21-26.
- [20] 朱峰,樊太亮,高志前.顺托果勒西区良里塔格组沉积相及储层特征[J].断块油气藏,2010,17(5):521-525.

Characteristics and geological significance of middle Caledonian palaeodrainage pattern in the northwest of Tahe oilfield

XIA Yongtao¹, LIU Yongli¹, LIU Cunge², LUO Peng³, XIE Chengfei¹, XU Shan¹

(1. Northwest Oilfield Branch of SINOPEC, Urumqi, Xinjiang 830011, China;

2. Guangdong University of Petrochemical Technology, Maoming, Guangdong 525000, China;

3. Sichuan Institute of Land Planning and Survey, Chengdu, Sichuan 610045, China)

Abstract The Tahe oilfield is located in the main part of Akekulei nose arch, which is situated on the Shaya uplift, northern Tarim basin, Xinjiang. The main target reservoirs are developed within paleokarst weathering crusts at the tops of middle and lower Ordovician successions, which underwent paleokarstification from the middle Caledonian to early Hercynian periods, and formed large-scale fractured-cavern reservoirs. Large amounts of previous studies on the paleokarstification in the Tahe oilfield mainly focused on the axial zone of Akekulei nose arch, which is the major part of production and displayed intensive early Hercynian paleokarstification below the overlapping lower Carboniferous shale. While the northwest part of Tahe oilfield was supposed to locate on the low-relief northwest slope of Akekulei nose arch, and preserve a large number of production of the middle Caledonian paleokarstification, which has not attracted the attention of many scholars and has been poorly studied. Starting from the factors controlling the hydrological conditions, the authors analyzed the distribution of overlying strata, determined the atmospheric freshwater confluence characteristics of each stage of paleokarstification, and explored the paleokarstification model in the northwest of Tahe oilfield. On one hand, by comparing the upper and lower Ordovician strata with several drilling data, it is revealed that the successions overlying on the weathering crusts are correlated. Shale interval in the upper Ordovician Sangtamu formation is found locally to overlie directly on the middle-lower Ordovician carbonate successions and the successions counterpart to the Qiaerbake and Lianglitage formations are absent. This context of successions in the slope zone of Akekulei nose arch is distinct from that in the axial zone and suggests the interference of the episode II of middle Caledonian. On the other hand, 3D seismic data and related techniques were applied to identify and characterize the drainage distribution patterns of episodes of middle Caledonian paleokarstification. Based on further research of the multi-episode sedimentary and tectonic evolutions and sequences of the middle Caledonian in the northwest of Tahe oilfield, it is pointed that there are two independent drainage systems on the top of Lianglitage and Sangtamu formations of the upper Ordovician successions. This research has contributed to the identification and discrimination of drainage systems during the episode II and III of the middle Caledonian paleokarstification. It is proposed for the first time that the episode II of the middle Caledonian movement at the end of Lianglitage formation has favorable conditions for the development of paleokarstification. The model of middle Caledonian paleokarstification is established provisionally. It does provides new and favorable evidence for further studying the characteristics and evolution model of the middle Caledonian paleokarstification in the Ordovician strata of the whole Tahe area. And this research provides an important clue to revealing the development of the Ordovician fractured-cavern reservoirs in Tahe oilfield, and to predicting the exploration of high-quality reservoirs in Tarim basin.

Key words Tahe oilfield, Ordovician, middle Caledonian palaeokarstification, palaeodrainage pattern

(编辑 黄晨晖)