

塔里木盆地轮古东地区 前石炭纪古岩溶微地貌及岩溶发育模式

张庆玉^{1,2}, 梁彬², 曹建文^{1,2}, 谈永², 李景瑞², 陈利新³

(1 中国地质大学(武汉)环境学院; 2 中国地质科学院岩溶地质研究所/国土资源部岩溶动力学重点实验室)

(3 中国石油塔里木油田分公司勘探开发研究院)

摘要 以现代岩溶理论为指导,应用“印模与残厚组合法”恢复岩溶古地貌,在4种二级地貌类型(岩溶高地、岩溶陡坡地、岩溶缓坡地和岩溶盆地)划分的基础上,将塔里木盆地轮古东地区前石炭纪古岩溶地貌进一步划分为峰丛洼地、丘峰谷地、溶丘洼地、峰丛垄脊沟谷、峰丘洼地、丘丛垄脊沟谷、岩溶谷地、溶丘平原等8种三级地貌类型。并在垂向岩溶分带研究的基础上,明确了不同古岩溶地貌条件下的岩溶发育特征及充填机制。研究认为:岩溶高地为区域补给区,发育溶蚀裂缝和溶洞系统;岩溶陡坡地为补给-径流区,以高角度溶蚀裂缝为主;岩溶缓坡地为地下水径流区,发育暗河管道系统;岩溶盆地为排泄区,岩溶缝洞充填程度高。

关键词 古地貌;古岩溶;轮南古潜山;碳酸盐岩;奥陶纪;塔里木盆地

中图分类号: TE121.3¹; TE122.2³

文献标识码: A

1 前言

“十一五”以来,我国海相碳酸盐岩油气勘探理论与实践取得了重大进展,相继在塔里木、四川、鄂尔多斯等中西部盆地发现了塔河、普光、轮古等油气田^[1-4]。随着油气勘探程度的提高,岩溶古地貌的精细刻画及岩溶地质模式的正确建立不仅有利于地质综合研究,更能有效指导油气地质开发^[5-8]。越来越多的勘探成果表明,塔里木盆地地下古生界奥陶系顶部碳酸盐岩古风化壳是油气藏发育的重要层位^[9-10],岩溶古地貌控制着岩溶发育及充填机制,进而决定着有效岩溶储层的分布规律^[11-12]。因此,对塔里木盆地奥陶系碳酸盐岩岩溶古地貌的恢复不仅可以指导古岩溶发育模式的建立,而且能够为储层分布预测提供依据^[13-15]。

多位学者已对塔里木盆地轮南古潜山的岩溶储层及构造演化进行了深入研究^[9-10],对轮古7井(即图1中的LG7井)区岩溶古地貌和轮南潜山表层岩溶带储层特征及岩溶发育类型也进行了分析^[16-18]。由于

不同岩溶地貌类型的古水文条件具有较大差异,因而控制着岩溶缝洞及岩溶储层不同的发育规律。曹建文等^[11]在2010年曾利用测网8 km×8 km的地震资料对研究区古地貌进行了初步研究,但由于地震资料的局限性,古地貌恢复精度不高,制约了井位的部署。本次研究以轮南古潜山的轮南西断裂东部(轮古东)地区100余口取心钻井为基础,利用1 km×1 km测网地震精细解释资料、测井资料,通过古潜山上下地层发育特征研究,用“印模与残厚组合法”恢复奥陶系顶面古地貌,并对岩溶缝洞系统发育规律进行分析,建立古地貌条件下的岩溶发育模式,以期为塔里木盆地轮古东地区奥陶系碳酸盐岩勘探开发提供地质依据。

2 区域地质概况

轮南古潜山位于塔里木盆地塔北隆起轮南低凸起中部地区(图1)。以轮南西断裂为界,西部斜坡带为轮古西地区;轮南西断裂的东部,也就是中部斜坡带为轮古东地区。研究区共发育轮南西断裂带、轮南

收稿日期: 2015-07-29; 改回日期: 2017-03-20

本文受国家自然科学基金“塔里木盆地高温高压奥陶系碳酸盐岩溶蚀机理研究”(41302122)、国家“973计划”项目课题“地表和近地表条件下岩溶缝洞充填过程及机理研究”(2011CB201001)、国土资源部公益性行业科研专项“塔里木古潜山奥陶系风化壳油藏岩溶储层预测”(201211082)、中国地质调查局项目“红水河上游岩溶流域1:5万水文地质环境地质调查”(DD20160300)共同资助

张庆玉: 1983年生,高级工程师,在职博士。从事油气古岩溶研究。通讯地址: 541004 广西桂林市七星区七星路50号中国地质科学院岩溶地质研究所; E-mail: zhangqingyu427@163.com

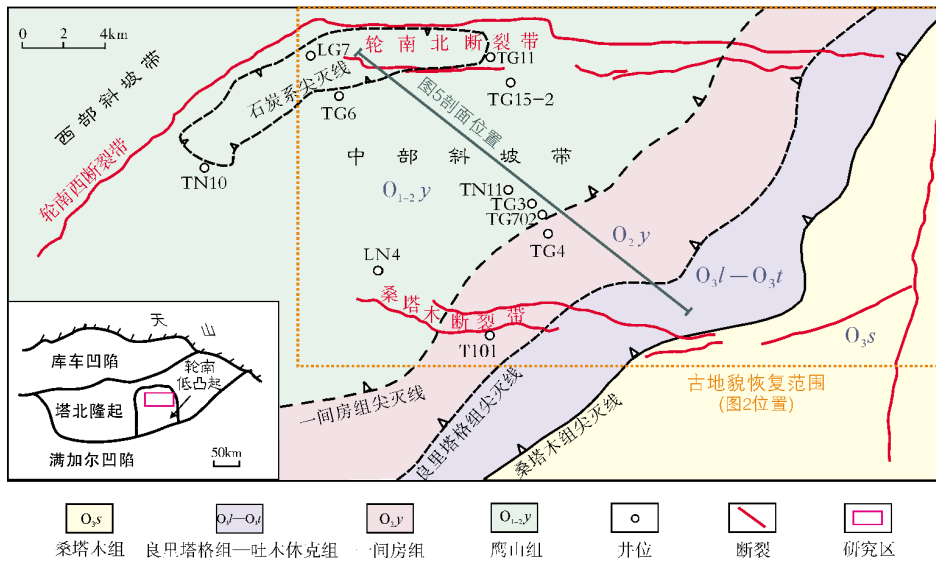


图1 塔里木盆地轮古东地区奥陶系古潜山地层构造特征图(据文献[16]修改)

北断裂带和桑塔木断裂带^[11](图1)。前人研究表明^[16],轮古东地区发育有三期构造运动:晚加里东期—早海西期、晚海西期、印支期—燕山期,正是由于多期次的岩溶叠加改造作用,造就了该区奥陶系碳酸盐岩古潜山岩溶古地貌及岩溶储集空间的发育。

轮南古潜山岩溶发育的层位主要为下奥陶统上部鹰山组一段—中奥陶统一间房组,属开阔台地相碳酸盐岩沉积^[16],广泛发育礁滩体沉积,溶蚀孔洞和溶蚀裂缝发育,储集性能较好。现今,古风化壳——奥陶系逐层尖灭,自西北向东南地层分布为:中下奥陶统鹰山组(O_{1-2y})、中奥陶统一间房组(O_{2y})及上奥陶统吐木休克组(O_{3t})、良里塔格组(O_{3l})和桑塔木组(O_{3s}),各地层尖灭线呈北东向延伸(图1)。

鹰山组岩性以石灰岩为主,底部为白云质灰岩;一间房组也被称为“灰白色鲕粒灰岩段”,呈北东向展布,岩性以生物碎屑灰岩、泥晶灰岩和亮晶砂屑灰岩为主。鹰山组和一间房组是钻探的目的层,同时也是该区重要的产层之一^[12]。

3 岩溶古地貌恢复

古地貌研究起步于20世纪50年代,目前在较广的学科范围内得到应用^[19-21]。岩溶地貌是具有溶解性的水流对碳酸盐岩长期溶蚀作用为主、机械作用为辅所造成的各种地貌现象。古地貌受区域构造、气候、排泄基准面变化、构造运动、风化剥蚀等综合作用的影响,在一定程度上控制着后期油藏的储盖组

合^[22]。由于不同的古岩溶地貌位置,古水动力条件不同,进而制约着古岩溶的发育规律及后期充填的差异性。因此古地貌的恢复与刻画,有利于在古岩溶研究过程中更好地了解古地貌的演化及古水系的变迁,为岩溶储层发育规律、岩溶模式建立及有利区带预测提供依据^[20]。

3.1 古地貌恢复方法

轮南古潜山在经历了中奥陶世至早石炭世的沉积间断后,于中石炭世再度接受沉积。石炭系厚度为340~660 m,中部巴楚组“双峰灰岩”是石炭系的标志层^[11],其厚度约20~25 m,除了在TG11-TG6-TN10一带(位置见图1)的西北方向尖灭外,全区分布连续且稳定。因而采取“印模与残厚组合法”对前石炭纪古岩溶地貌进行恢复,即在石炭系尖灭的区域内利用残厚法恢复古地貌,在具有“双峰灰岩”的覆盖区利用印模法恢复古地貌(具体方法可参见文献[11])。

3.2 古岩溶地貌分区

古地貌分区的实质是划分保存下来的古岩溶缝洞系统的分布范围及其好坏^[23],这对于刻画古潜山碳酸盐岩风化壳岩溶型储层发育特征起着决定性作用^[7]。研究区属于轮南中部斜坡带一级地貌单元,从其二级岩溶古地貌图可见(图2),地形相对高差约250~300 m,古地貌形态具有明显的分区特征,依据现代岩溶理论,结合相对高程差 H_e 和 H_c (H_e 为残

厚法奥陶系顶部至蓬莱坝组底的残余厚度;Hc为印模法石炭系“双峰灰岩”底至奥陶系顶部的厚度)的 值,自西向东可分为:岩溶高地、岩溶陡坡地、岩溶缓坡地和岩溶盆地等 4 种二级地貌单元(图 2,表 1)。

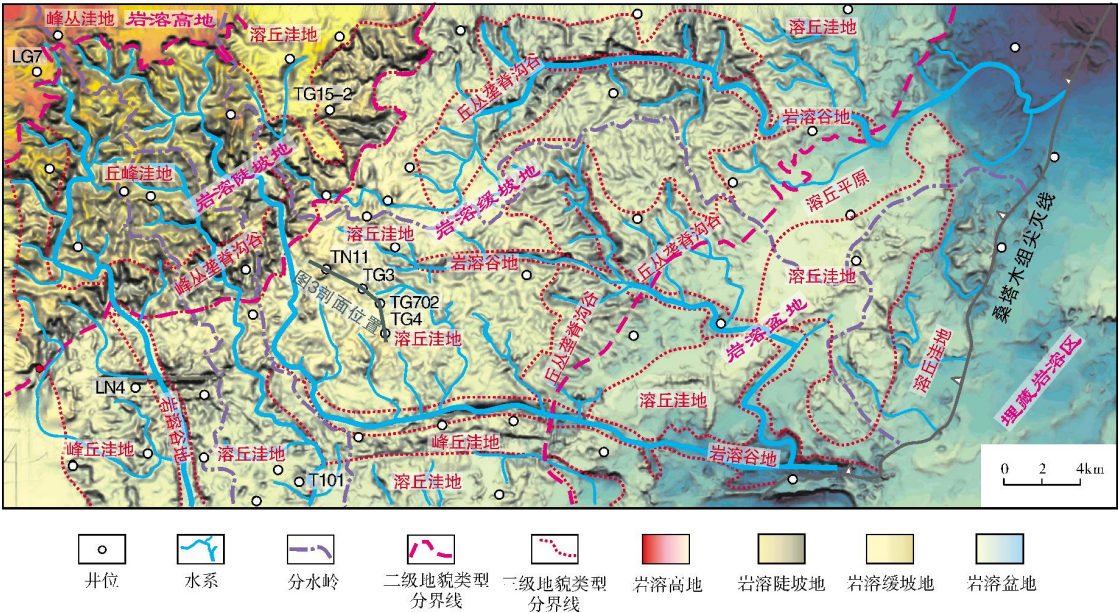


图 2 塔里木盆地轮古东地区前石炭纪奥陶系顶面岩溶古地貌特征

表 1 塔里木盆地轮古东地区前石炭纪古岩溶地貌分类及划分指标

一级岩溶地貌	二级岩溶地貌	三级岩溶地貌	划分指标*	主要微地貌形态
轮南斜坡区	岩溶高地	峰丛洼地	$He>130\sim150m$	溶丘、洼地、槽谷
		丘峰谷地		溶丘、溶峰、槽谷、洼地
	岩溶陡坡地	溶丘洼地	$He\leq130\sim150m$	溶丘、洼地
		峰丛垄脊沟谷		溶峰、洼地、沟谷、垄脊
		峰丘洼地		溶丘、溶峰、洼地
	岩溶缓坡地	溶丘洼地	$0m<Hc<100\sim120m$	溶丘、洼地
		丘丛垄脊沟谷		溶丘、垄脊、洼地、沟谷
		岩溶谷地		谷地、洼地、沟谷
	岩溶盆地	溶丘平原	$100\sim120m\leq Hc<120\sim150m$	溶丘、洼地、平原
		溶丘洼地		溶丘、洼地

* He 为残厚法奥陶系顶部至蓬莱坝组底的残余厚度;Hc 为印模法石炭系“双峰灰岩”底至奥陶系顶部的厚度

岩溶高地 划分指标是 $He>130\sim150m$,地势展布平缓,地势坡降较小,区域地形波状起伏,山体的夷平面高程相近,相对高差一般小于 50 m,属轮南古潜山地势高部位。岩溶高地的三级古地貌类型为峰丛洼地,表现为溶丘、洼地、槽谷微地貌形态。

岩溶陡坡地 划分指标是 $He\leq130\sim150m$,地形、地势起伏较大,具有明显地势坡降,局部地势坡降可达 15%~20%,山体相对高差较大,地势整体向东南倾斜,属岩溶高地向岩溶缓坡地过渡部位。岩溶

陡坡地的三级古地貌包括丘峰谷地、溶丘洼地和峰丛垄脊沟谷等三种类型,除了溶丘、洼地、槽谷微地貌形态,还发育溶峰、垄脊和沟谷。

岩溶缓坡地 划分指标是 $0<Hc<100\sim120m$,地形虽具有明显地势坡降,但坡降一般小于 5%,山体不处于同一高程,相对高差较小,属岩溶陡坡地向岩溶盆地过渡区域。岩溶缓坡地的三级古地貌包括峰丘洼地、溶丘洼地、丘丛垄脊沟谷和岩溶谷地等四种类型,发育溶丘、洼地、溶峰、垄脊、沟谷和谷地微地

貌形态。

岩溶盆地 划分指标是 $100 \sim 120 \text{ m} \leq H_c < 120 \sim 150 \text{ m}$, 地形、地势展布平缓, 山体相对较小, 发育残丘或丘丛, 岩溶洼地较浅。它的三级古地貌包括溶丘平原和溶丘洼地两种类型, 发育溶丘、洼地、平原微地貌形态。

综上所述, 结合地形地势展布特征, 研究区可以划分出 4 种二级地貌单元、8 种三级地貌类型及若干微地貌形态(图 2, 表 1)。轮古东地区的古潜山奥陶系碳酸盐岩由于遭受多期次岩溶叠加改造作用, 古岩溶发育^[24], 其岩溶古地貌形态与中国南方桂林现代喀斯特岩溶地貌特征具有可对比性。

4 古岩溶垂向分带特征

目前油气田古岩溶发育规律及岩溶储层研究, 主要是通过钻井岩心、录井资料和测井资料分析来进行古岩溶识别。为了有效地描述与评价碳酸盐岩岩溶储层发育规律, 指导油气资源评价及有利区块预测, 本次研究以现代岩溶理论为指导, 根据岩溶缝洞系统发育强弱及地下水运动方式和岩溶作用机理, 结合中国南方现代岩溶分带模式, 纵向上将轮古东地区的潜山古岩溶缝洞系统划分为: 表层岩溶带、垂向渗滤溶蚀带、径流溶蚀带、潜流溶蚀带(图 3)。

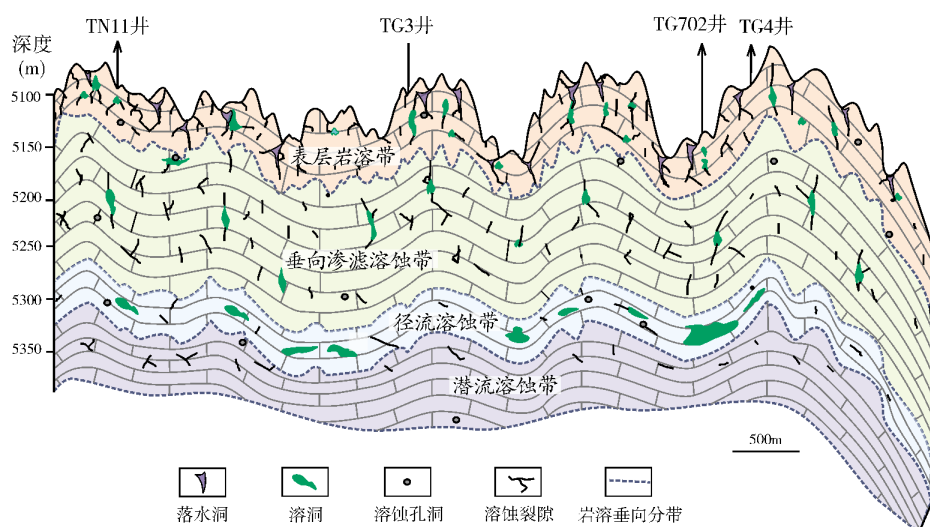


图 3 塔里木盆地轮古东地区奥陶系潜山古岩溶纵向发育结构模式图

剖面位置见图 2

表层岩溶带 位于奥陶系顶面浅部, 即奥陶系顶面以下 30~40 m 范围, 地下水以垂向渗流形态为主, 部分坡面流为岩溶强发育带, 溶蚀孔洞发育孔径一般为 0.3~0.8 cm, 但是由于该带暴露地表, 往往后期充填作用较强, 多为方解石全充填—半充填(图 4a), 铸体薄片取样观察可见微观溶蚀孔(图 4b)及溶蚀微裂缝、网状缝(图 4c)发育。钻井过程中如钻遇未充填缝洞系统则常伴有放空、漏失等现象。据表层岩溶带的 32 块岩石样品分析数据统计表明: 裂缝孔隙度大多为 0.056 1%~0.072 8%, 孔洞孔隙度大多为 5.037%~7.12%, 属裂缝—孔洞型岩溶储层。

垂向渗滤溶蚀带 位于奥陶系顶面之下 40~110 m 范围, 处于地下水渗流带, 地下水沿断层或裂隙向下渗滤, 对碳酸盐岩淋滤、溶蚀, 形成一系列高

角度扩溶缝或溶蚀孔洞, 溶蚀裂缝以发育高角度缝和垂向缝为主, 大多为后期扩溶缝, 缝宽 0.5~1.5 cm, 宽者可达 2 cm; 多呈半开启状, 灰绿色钙泥质、方解石半充填—全充填, 其中未充填缝是该区油气储集和运移的主要通道(图 4d), 这个特征与轮古西地区的类似^[25]。早期裂缝多被方解石脉全充填, 储集性能较差(图 4e)。据该带的 45 块岩石样品分析数据统计表明: 裂缝孔隙度大多为 0.015 3%~0.077 6%, 孔洞孔隙度大多为 0.778%~12.50%, 属裂缝型或孔洞型岩溶储层。

径流溶蚀带 位于奥陶系顶面之下 110~160 m 范围, 岩溶强发育, 多发育以断裂为导线的串珠状溶洞或者岩溶地下河, 后期以机械侵蚀冲刷或者崩塌作用为主。溶洞充填物多为灰绿色钙泥质岩、砂泥岩

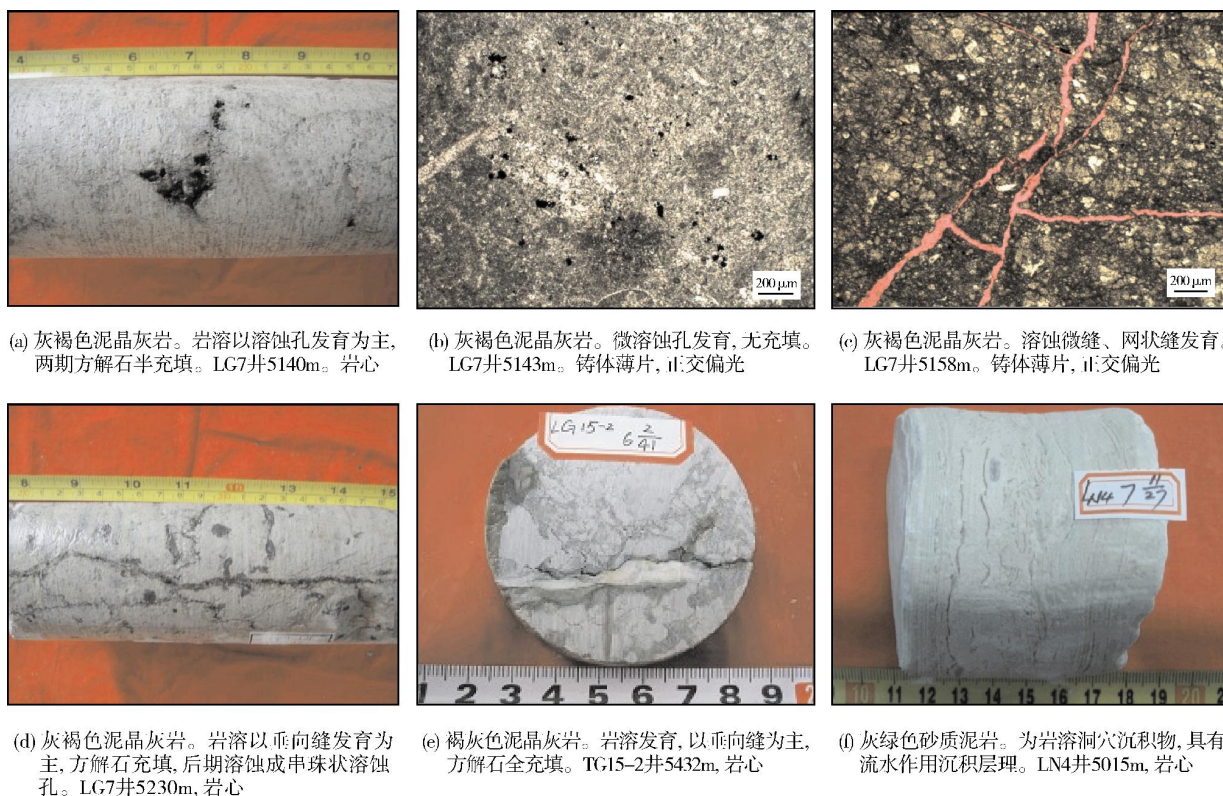


图4 塔里木盆地轮古东地区奥陶系井下古岩溶缝洞发育特征

及岩溶角砾为主。如LN4井取心7(11/27)回次发现流水沉积砂质泥岩,说明此处发育地下暗河(图4f)。在钻井过程中钻遇径流溶蚀带时,放空、漏失现象普遍。据该带的26块岩石样品分析数据统计表明:裂缝孔隙度大多为0.031%~0.081%,孔洞孔隙度大多为11.2%~20.0%,属洞穴型岩溶储层,局部由于洞穴全部充填而储集性能较差。

潜流溶蚀带 距奥陶系顶面160m以下,地下水交替循环较慢,溶蚀空间规模相对较小,以扩溶缝和溶蚀孔为主,方解石充填,岩溶弱发育。据该带的22块岩石样品分析数据统计表明:裂缝孔隙度大多为0.031%~0.063%,孔洞孔隙度平均为0.04%,有效储层发育较少,局部发育裂缝型储层。

5 古岩溶发育模式研究

在岩溶古地貌恢复及岩溶垂向分带特征研究的基础上,结合古岩溶缝洞系统发育规律研究,建立了研究区不同古地貌单元岩溶缝洞系统发育模式(图5)。

岩溶高地为区域地下水的补给区,地下水以下渗、径流为主,以接受侵蚀、溶蚀为主。该区的中晚

奥陶世地层被剥蚀殆尽,鹰山组直接裸露接受淡水淋滤。岩溶作用以垂向渗滤为主,形成较厚的垂向溶蚀带,岩溶发育强烈。如位于岩溶高地的LG7井(位置见图2)在钻井过程中放空5.5m,漏失钻井液1137.3m³,非均一性明显,岩溶形态以发育溶蚀裂缝和小型溶蚀孔洞为主。

岩溶陡坡地为补给、径流区,是水动力集中带及转换带,地下水由垂向补给状态转为垂向渗滤、与水平径流共存状态,地下水流交替明显,岩溶强发育,以侵蚀、溶蚀为主,地表切割较深,以发育垂向裂缝为主,其表层岩溶带发育小型岩溶管道系统。易形成相对较好的裂缝-孔洞型储层。在岩溶陡坡地向岩溶缓坡地转换地带发育峰丛垄脊沟谷,为局部汇流和区域径流地带,岩溶发育天坑、落水洞。

岩溶缓坡地为区域地下水补给、径流区,径流溶蚀带发育,连通性较好,地下暗河发育,部分为具流水沉积层理的砂质泥岩及角砾岩充填,为油气聚集提供良好的储集空间。勘探实践证明,岩溶缓坡地的储层厚度较大,物性较好,钻井过程中放空漏失率高,如位于岩溶缓坡地的T101井(位置见图2)在

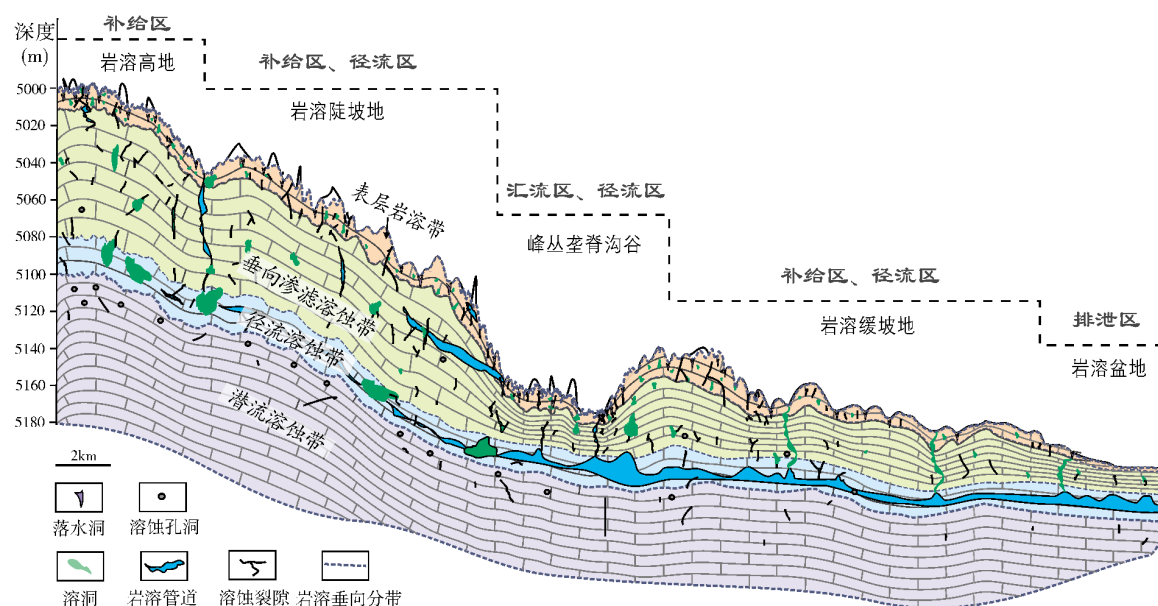


图5 塔里木盆地轮古东地区奥陶系古潜山前石炭纪区域岩溶缝洞系统发育结构模式

剖面位置见图1

钻进过程中放空4次,共14.68m,漏失钻井液987m³,这表明了多期次地下暗河管道系统的存在。

岩溶盆地为区域排泄区,岩溶缝洞充填程度高。由于钙质、泥质的充填胶结,形成致密岩性带,影响了储集性能;另一方面这里也是潜山风化壳裸露岩溶与东部桑塔木组碎屑岩覆盖埋藏岩溶区(位置参见图1、图2)的接触部位。

6 结论

(1)通过应用“印模与残厚组合法”进行古地貌恢复,结合现代岩溶理论,轮古东地区奥陶系风化壳碳酸盐岩岩溶古地貌可划分为岩溶高地、岩溶陡坡地、岩溶缓坡地和岩溶盆地等4种二级地貌单元以及8种三级地貌类型和若干微地貌形态。

(2)轮古东地区奥陶系遭受不同程度的剥蚀,古岩溶发育。岩溶储集空间主要为后期溶蚀孔、溶洞及构造溶蚀缝,具极强的非均质性。岩溶储层垂向上具分带性:表层岩溶带主要发育溶蚀孔洞,为裂缝-孔洞型储层;垂向渗透溶蚀带主要发育高角度缝和垂向溶蚀缝,为裂缝型或孔洞型储层;径流溶蚀带发育地下暗河管道,主要为洞穴型储层;潜流溶蚀带岩溶弱发育,有效储层发育较少,局部发育裂缝型储层。

(3)在岩溶古地貌及缝洞发育规律研究的基础上,建立了在不同古地貌单元岩溶缝洞系统发育的

地质模式,认为:岩溶高地为补给区,地下水以下渗、径流为主,岩溶强发育;岩溶陡坡地为补给区、径流区,地表切割较深,发育垂向缝及小型岩溶管道;岩溶缓坡地为区域径流区,地下暗河管道发育;岩溶盆地为排泄区,后期充填程度高。

参考文献

- [1] 马永生. 四川盆地普光超大型气田的形成机制[J]. 石油学报, 2007, 28(2): 9-14.
- [2] 韩剑发, 梅廉夫, 杨海军, 等. 塔里木盆地塔中地区奥陶系碳酸盐岩礁滩复合体油气来源与运聚成藏研究[J]. 天然气地球科学, 2007, 18(3): 426-435.
- [3] 戴金星, 秦胜飞, 陶士振, 等. 中国天然气工业发展趋势和天然气地质理论重要进展[J]. 天然气地球科学, 2005, 16(2): 127-142.
- [4] 王拥军, 张宝民, 王政军, 等. 渤海湾盆地南堡凹陷奥陶系潜山油气地质特征与成藏主控因素[J]. 天然气地球科学, 2012, 23(1): 51-59.
- [5] 何自新, 黄道军, 郑聪斌. 鄂尔多斯盆地奥陶系古地貌、古沟槽模式的修正及其地质意义[J]. 海相油气地质, 2006, 11(2): 25-28.
- [6] 李凤杰, 李磊, 林洪, 等. 鄂尔多斯盆地吴起地区侏罗系侵蚀古河油藏分布特征及控制因素[J]. 天然气地球科学, 2013, 24(6): 1109-1117.
- [7] 王建民, 王佳媛, 沙建怀, 等. 鄂尔多斯盆地东部奥陶系风化壳岩溶古地貌特征及综合地质模型[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2014, 44(2): 409-418.

- [8] 王宏语,樊太亮,高志前,等.塔中地区奥陶纪古地貌及其对储集层的控制作用[J].新疆石油地质,2007,28(1): 15-19.
- [9] 李阳,范智慧.塔河奥陶系碳酸盐岩油藏缝洞系统发育模式与分布规律[J].石油学报,2011,32(1): 101-106.
- [10] 邬光辉,李红辉,张立平,等.塔里木盆地麦盖提斜坡奥陶系风化壳成藏条件[J].石油勘探与开发,2012,39(2): 144-153.
- [11] 曹建文,梁彬.轮古7井以东地区前石炭纪古地貌恢复及识别[J].安徽农业科学,2010,38(27): 15273-15276,15285.
- [12] 赵文智,朱光有,苏劲,等.中国海相油气多期充注与成藏聚集模式研究——以塔里木盆地轮古东地区为例[J].岩石学报,2012,28(3): 709-721.
- [13] 徐长贵,赖维成,薛永安,等.古地貌分析在渤海古近系储集层预测中的应用[J].石油勘探与开发,2004,31(5): 53-56.
- [14] 邓宏文,王红亮,王敦则.古地貌对陆相裂谷盆地层序充填特征的控制——以渤中凹陷西斜坡区下第三系为例[J].石油与天然气地质,2001,22(4): 293-296.
- [15] 姜华,王华,肖军,等.应用古地貌分析方法进行有利区带预测——以琼东南盆地②号断裂带为例[J].石油勘探与开发,2009,36(4): 436-441.
- [16] 陈利新,潘文庆,梁彬,等.轮南奥陶系潜山表层岩溶储层的分布特征[J].中国岩溶,2011,30(3): 327-333.
- [17] 高宏亮,杨文静,秦桂珍,等.轮南地区奥陶系碳酸盐岩岩溶发育模式[J].新疆石油地质,2010,31(3): 248-249.
- [18] 张庆玉,秦凤蕊,梁彬,等.塔北隆起轮古7井区奥陶系岩溶地貌及岩溶储层特征研究[J].中国岩溶,2014,33(3): 373-378.
- [19] 吴丽艳,陈春强,江春明,等.浅谈我国油气勘探中的古地貌恢复技术[J].石油天然气学报(江汉石油学院学报),2005,27(4): 559-560,586.
- [20] 周川,王英民,黄志超,等.澳大利亚北波拿巴盆地北部地区中生界层序地层及地震相研究[J].海洋地质动态,2009,25(5): 19-24.
- [21] House M A, Wernicke B P, Farley K A. Paleogeomorphology of the central and southern Sierra Nevada: Further insights from apatite(U-Th)/He ages[J]. Geological Society of America, 1999, 31(7): 481-482.
- [22] 高志前,樊太亮,薛艳梅,等.塔中地区加里东中期古地貌特征及沉积控制[J].大庆石油学院学报,2007,31(2): 21-23,27.
- [23] 赵俊兴,陈洪德,时志强.古地貌恢复技术方法及其研究意义——以鄂尔多斯盆地侏罗纪沉积前古地貌研究为例[J].成都理工学院学报,2001,28(3): 260-266.
- [24] 孙枢,赵文智,张宝民,等.塔里木盆地轮东1井奥陶系洞穴沉积物的发现与意义[J].中国科学:地球科学,2013,43(3): 414-422.
- [25] 李世银,罗春树,邓兴梁,等.轮古西奥陶系潜山洞穴型岩溶储层发育特征与充填规律[J].海相油气地质,2012,17(2): 70-74.

编辑:黄革萍

Micro-Paleogeomorphology and Karst Development Model of the Pre-Carboniferous in Eastern Lungu Area, Tarim Basin

Zhang Qingyu, Liang Bin, Cao Jianwen, Dan Yong, Li Jingrui, Chen Lixin

Abstract: Guided by modern karst theory, the paleogeomorphology of the pre-Carboniferous Eastern Lungu area in Tarim Basin was restored by using the combination of impression method and residual method. Based on the identification of 2nd-grade geomorphological units including four types as karst upland, karst steep slope, karst gentle slope and karst basin, 3rd-grade geomorphological units are further divided, including eight types as peak cluster depression, QiuFeng valley, karst dome-depression, peak cluster ridge in valleys, peak hill depressions, QiuCong ridge in valleys, karst valley, karst dome-plains. Through the study of vertical paleokarst zoning, the development characteristics and filling mechanism of karst in different paleolandform units were definite. It is concluded that the karst highland is a recharge area in which developed karst crack and cave system; karst steep slope is a recharge and runoff area in which developed high angle corrosion cracks; karst gentle slope is a groundwater runoff area in which developed underground river pipeline system; karst basin is a discharge area in which developed fissure and hole system with highly filling.

Key words: Paleogeomorphology; Paleokarst; Buried hill; Carbonate rock; Ordovician; Tarim Basin

Zhang Qingyu: PhD degree in progress, Research Assistant. Add: Institute of Karst Geology, CAGS, 50 Qixing Rd., Guilin, Guangxi, 541004, China