

轮古西地区前石炭纪古岩溶微地貌特征及刻画

张庆玉^{1,2}, 陈利新³, 梁彬^{1,2}, 陈宏峰^{1,2}, 曹建文^{1,2}

(1 中国地质科学院岩溶地质研究所; 2 国土资源部广西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 应用印模法,以石炭系区域标志层双峰灰岩底至奥陶系潜山面填平补齐的沉积厚度为标识,恢复了轮古西地区前石炭纪古岩溶地貌。自东向西划分了岩溶台地、岩溶缓坡地和岩溶盆地3类二级地貌单元。应用现代岩溶分类方法,根据微地貌组合形态,对二级地貌作精细刻画,划分了9种三级地貌单元。认为不同的地貌位置,其水动力条件不同,不同类型岩溶地貌的发育特征、古水系排泄和储层充填特征存在着差异性。

关键词 轮古西地区; 前石炭纪; 岩溶型储层; 岩溶地貌; 古地貌恢复

中图分类号: TE112.23

文献标识码: A

古岩溶地貌是岩溶作用与各类地质作用综合的结果,地貌形态对岩溶发育起着控制作用^[1-10]。所以,研究古岩溶地貌特征及其区域分布规律对岩溶储层评价具有重要意义。

前人对塔里木盆地轮古西地区奥陶系古地貌已经做了一定的研究工作^[11-15],但是由于整体研究程度较低,仅划分了该地区二级地貌单元。本次工作在前人的基础上,结合现代岩溶理论和分类方法,充分利用最新地质成果和地震解释资料,恢复了轮古西地区前石炭纪奥陶系岩溶古地貌,并对微地貌进行了精细刻画,意在为该地区岩溶储层特征的研究和布设钻井井位提供依据。

1 区域地质构造

轮古西地区位于塔里木盆地塔北隆起轮南低凸起中西部(图1),为一奥陶系潜山构造。受晚加里东期区域不均衡构造抬升的影响,轮南地区形成了一个大型南倾的斜坡。早海西期由于区域性北西—南东向挤压运动,在大斜坡的背景上形成了一个北



图1 轮古西地区区域构造位置图

东—南西走向的大型背斜,在背斜的最高部位发育了北东—南西走向的轮南西断裂。由于长期的抬升,奥陶系碳酸盐岩上覆的志留系、中—上奥陶统逐渐被剥蚀,形成了奥陶系潜山。同时,奥陶系潜山顶面遭受大

收稿日期: 2012-06-26; 改回日期: 2012-07-30

基金项目: 本文受“973计划”项目(编号 2011CB21001)、国土资源部公益性行业专项(编号 201211082)和中国地质科学院岩溶地质研究所基金项目(编号 2012002)资助

张庆玉: 1983年生,助理研究员。2009年获吉林大学硕士学位。主要从事古岩溶研究。通讯地址: 541004 广西桂林市七星路50号; 电话: (0733)5810671

气降水淋滤作用,形成明显的古岩溶地貌。中晚海西期—印支期,以区域上的强烈挤压应力和东西向大型断裂活动为特点,在区域挤压应力的作用下,潜山背斜继续隆升,背斜幅度继续增大,石炭系在大型背斜的背景上层层超覆,并且逐渐将潜山埋藏,形成了一个盖层厚度超过 500m 的大型披覆背斜^[3-4,11]。

由于海西早期大幅度抬升,轮古西地区奥陶系被剥蚀厚度较大,上奥陶统及中奥陶统一间房组均被剥蚀殆尽,钻孔揭露的地层仅有中—下奥陶统鹰山组及下奥陶统蓬莱坝组顶部。在轮古西地区,奥陶系古风化壳形成形态多样的岩溶地貌,导致空间上岩溶作用的差异性,从而控制着岩溶储层的发育^[5-7]。

2 古岩溶地貌恢复

2.1 古地貌恢复条件

轮南古潜山在经历了中奥陶世至早石炭世沉积间断后,于中石炭世又再度接受沉积,石炭系沉积厚度达 350~670m。中部的标准灰岩段(“双峰灰岩”段)是石炭系标志层,厚度约为 20m,且区域上分布连续稳定,因而利用石炭系标志层在区域上的展布特征及其厚度变化来分析区域性的古地貌形态是可行的。

根据研究区地震及实钻资料,依据印模法^[8,13],通过对古风化壳上下地层对应关系的分析,以奥陶

系潜山顶面至上覆的石炭系区域标志层“双峰灰岩”底面填平补齐的沉积厚度(H_c),恢复该区前石炭纪古岩溶地貌,从而进行古地貌识别。

2.2 古地貌识别标识

古地貌的识别,主要依据以下几点^[8-9,13-14]:

(1)当奥陶系残余厚度较大而上覆石炭系充填沉积厚度较薄时,为相对岩溶正地形;

(2)当奥陶系残余厚度较小而上覆石炭系充填沉积厚度较大时,说明古地表侵蚀作用较强,为相对岩溶负地形;

(3)当奥陶系地层保存较全,残余厚度较大,而上覆石炭系充填沉积厚度比周围有明显增厚时,表明该区处于古构造低部位;

(4)当奥陶系地层不全,残余厚度较小,而上覆石炭系充填沉积厚度亦较小时,表明该区处于古构造高部位。

3 古岩溶地貌识别结果

从轮古西地区前石炭纪古岩溶二级地貌类型划分(图 2)可见,轮南古潜山中西部具有较典型的岩溶地貌特征,奥陶系顶面形态起伏变化强烈,高差悬殊,侵蚀沟谷与古地貌高地交错,地形相对高差在 200m 左右。

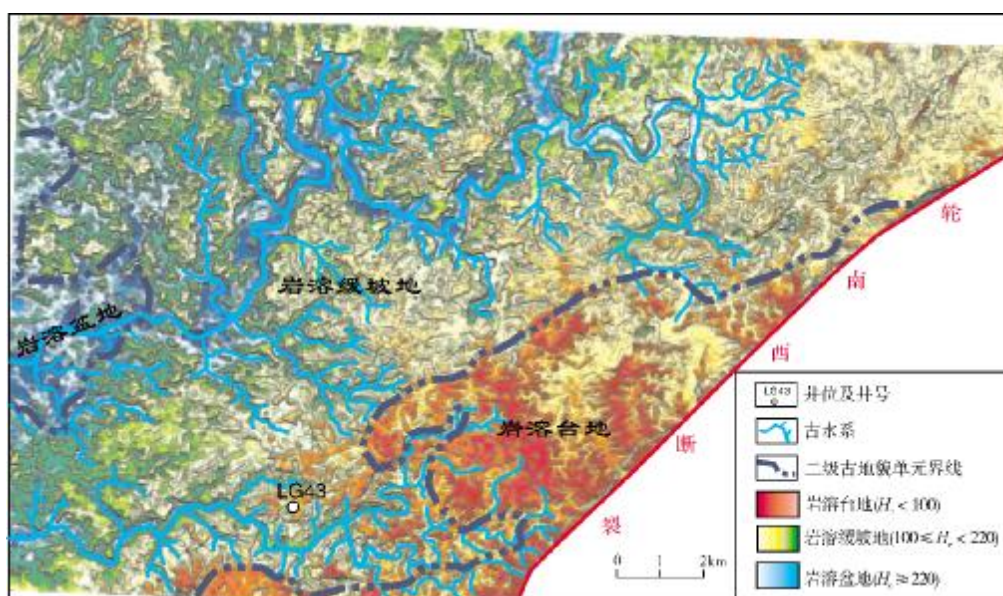


图 2 轮古西地区前石炭纪古岩溶二级地貌特征图

地形相对高差约 200m。

H_c 为奥陶系顶部至上覆石炭系标志层“双峰灰岩”底的厚度

西部岩溶斜坡带(本研究区,一级地貌单元),受区内走滑断裂的背景控制,自东向西可明显分成岩溶台地、岩溶缓坡地、岩溶盆地 3 类二级地貌单元(表 1,图 2),并可进一步细分出 9 种三级地貌单元^[15](表 1,图 3)。

表 1 轮古西地区前石炭纪古岩溶地貌单元划分表

一 级	二级(划分指标 H_c *)	三 级
西部斜坡带 (轮古西地区)	岩溶台地($H_c \leq 100m$)	溶丘洼地
		丘丛谷地
	岩溶缓坡地 ($H_c=100\sim 220m$)	溶丘洼地
		丘丛谷地
		岩溶谷地
		峰丛洼地
		峰丘洼地
		峰丘垄脊沟谷
		丘丛垄脊沟谷
		岩溶湖
	岩溶盆地($H_c \geq 220m$)	溶丘平原

* H_c 为奥陶系顶部至上覆石炭系标志层“双峰灰岩”底的厚度。

4 古岩溶微地貌刻画

4.1 岩溶台地

岩溶台地位于轮古西地区东部,呈北东向的条带状展布,北东长 12.4 km,东西宽 1~5 km,轮廓面积 48 km²。该带紧靠轮南西断裂,该构造带下伏一条大型基底张扭断层,属断裂下盘的挤压背斜构造带。该区 H_c 为 40~100 m,奥陶系顶面起伏相对较小,一般为 10~30 m,台地内地势相对比较平坦,岩溶现象主要为缓丘、洼地及落水洞。该地区地势较高,属古水系分水岭及地下水主要补给区。

结合南方现代地表岩溶分类方法,根据微地貌组合形态,可进一步划分为溶丘洼地和丘丛谷地 2 种三级古岩溶地貌(图 3)。

4.2 岩溶缓坡地

岩溶缓坡地位于研究区中部及北部, H_c 为 100~220 m,奥陶系顶面起伏相对较大。该区属古水系补给区和径流区,岩溶极为发育,以错综复杂的峰丛、岩溶洼地、落水洞、岩溶沟谷及局部台地为特点。

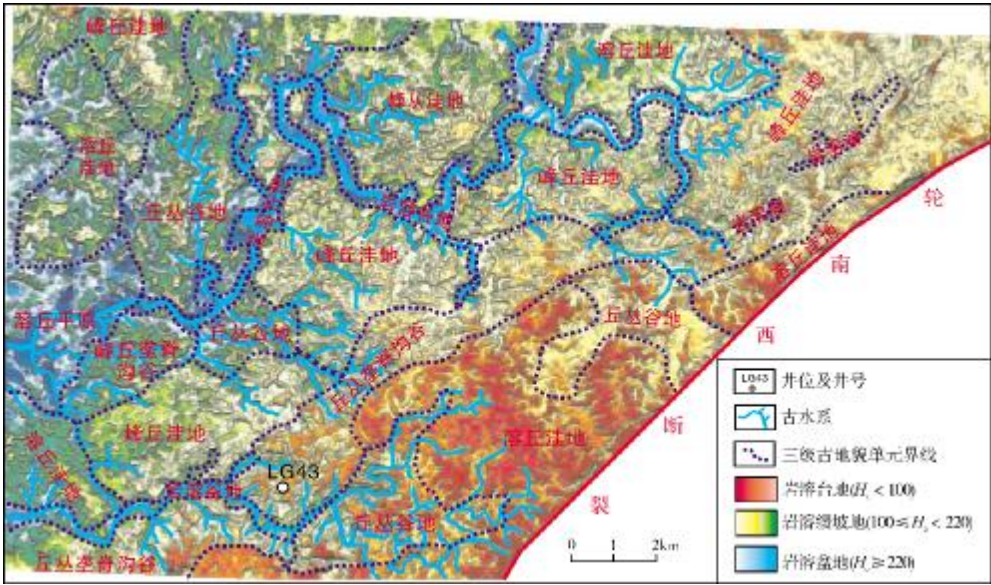


图 3 轮古西地区前石炭纪古岩溶三级微地貌特征图
 H_c 为奥陶系顶部至上覆石炭系标志层“双峰灰岩”底的厚度

根据微地貌组合形态,可进一步划分为丘丛谷地、丘丛垄脊沟谷、溶丘洼地、岩溶湖、峰丛洼地、峰丘垄脊沟谷、峰丘洼地和岩溶谷地等 8 种三级古岩溶地貌类型(表 1),

4.3 岩溶盆地

位于研究区西部, H_c 为 225~250 m,盆地自东向西倾斜,主要岩溶现象为岩溶孤丘、岩溶洼地,属山

间岩溶盆地地貌。该类型地貌是峰林平原进一步演化的结果,地形相对比较平坦。地表叠置洼地和脚洞。由于该区处于排泄区,岩溶空间后期易于充填。

根据其岩溶形态,也可进一步划归为三级微地貌类型中的溶丘平原(图 3)。

5 结 论

(1)研究区具有东高西低的趋势,利用地震、钻井等地质资料并应用印模法,对轮古西地区前石炭纪的奥陶系岩溶古地貌进行了恢复。结合现代岩溶特征及岩溶地貌分类法,从东往西将地貌划分为岩溶高地、岩溶缓坡地和岩溶盆地等 3 类二级地貌单元。

(2)应用现代岩溶理论,根据微地貌组合形态,在二级地貌的基础上,对三级地貌进行精细刻画:岩溶台地可进一步划分为溶丘洼地和丘丛谷地,岩溶缓坡地可进一步划分为丘丛垄脊沟谷、丘丛谷地、溶丘洼地、岩溶湖、峰丛洼地、峰丘垄脊沟谷、峰丘洼地和岩溶谷地,而岩溶盆地则可进一步划分出溶丘平原三级古岩溶微地貌类型。

(3)不同地貌位置,其水动力条件不同,岩溶发育特征和充填特征存在着差异性。岩溶台地地势较高,为地下水的补给区,表层岩溶作用比较强烈;岩溶缓坡地为古水系补给区和径流区,岩溶极为发育;岩溶盆地处于古水系的排泄区,岩溶作用后期多被充填。因此,对古地貌的精细刻画研究不仅可还原初始的喀斯特地貌特征,而且也可布设钻孔提供理论基础。

参 考 文 献

- [1] 夏日元,唐健生,关碧珠,等. 鄂尔多斯盆地奥陶系古岩溶地貌及天然气富集特征[J]. 石油与天然气,1999,20(2):133-136.
- [2] 夏日元,唐健生,邹胜章,等. 塔里木盆地北缘古岩溶充填物包裹体特征[J]. 中国岩溶,2006,25(3):246-249.
- [3] 顾家裕,周兴熙. 塔里木盆地轮南潜山岩溶及油气分布规律[M]. 北京:石油工业出版社,2001.
- [4] 沈安江,潘文庆,郑兴平,等. 塔里木盆地地下古生界岩溶型储层类型及特征[J]. 海相油气地质,2010,14(2):20-29.
- [5] 黄成毅,邹胜章,潘文庆,等. 古潮湿环境下碳酸盐岩缝洞型油气藏结构模式——以塔里木盆地奥陶系为例[J]. 中国岩溶,2006,25(3):250-255.
- [6] 郭建华. 塔北、塔中地区下古生界深埋藏古岩溶[J]. 中国岩溶,1996,15(3):207-216.
- [7] 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.
- [8] 何江,沈昭国,方少仙,等. 鄂尔多斯盆地中部前石炭纪岩溶古地貌恢复[J]. 海相油气地质,2007,12(2):8-16.
- [9] 曹建文,金意志,夏日元,等. 塔河油田四区奥陶系风化壳古岩溶作用标志及控制因素分析[J]. 中国岩溶,2012,31(2):220-226.
- [10] 徐微,陈冬梅,赵文光,等. 塔河油田奥陶系碳酸盐岩油藏溶洞发育规律[J]. 海相油气地质,2011,16(2):34-41.
- [11] 陈广坡,陶云光,张耀堂,等. 轮古西地区奥陶系潜山古水系分布与岩溶特征[J]. 江汉石油学院学报,2004,26(4):36-38.
- [12] 陶云光. 轮古西地区奥陶系碳酸盐岩储层特征研究[J]. 天然气工业,2007,27(2):20-22.
- [13] 曹建文,梁彬. 轮古 7 井区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.
- [14] 龚福华,刘小平. 塔里木盆地轮古西地区断裂对奥陶系古岩溶的控制作用[J]. 中国岩溶,2003,22(4):313-317.
- [15] 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:赵国宪

Characterization of Precarboniferous Karst Microgeomorphology in the West Part of Lungu Oilfield, Tarim Basin

Zhang Qingyu, Chen Lixin, Liang Bin; Chen Hongfeng; Cao Jianwen

Abstract: Using the method of molding, with referring the sediment thickness from the bottom of Carboniferous Shuangfeng limestone to the surface of Ordovician buried hill as the marker, the preCarboniferous karst micro-geomorphology is restored in the west part of Lungu Oilfield. Three 2nd-grade geomorphological units are divided, which include the karst platforms, karst gentle slopes and karst basin from east to west. In the light of the division method of modern karst theory, the 2nd-grade geomorphological units are characterized finely and then eight 3rd-grade micro-geomorphological units are divided in this area. It is concluded that the hydrodynamic circumstance is different in different geomorphologic locations which results in the differentiation among the karst micro-geomorphology, the water drainages and the reservoir filling style. The law and filling of the landscape units in karst reservoir development.

Key words: preCarboniferous; Ordovician; Karst reservoir; Karst geomorphology; Paleogeomorphology restoration; Lungu Oilfield; Tarim Basin

Zhang Qingyu: male, Master, Assistant Professor. Add: Institute of Karst Geology, CAGS, 50 Qixing Rd., Guilin, Guangxi, 541004, China