

文章编号:1672-9854(2009)-01-0041-05

塔中 I 号坡折带上奥陶统礁滩的白云石化及其储集意义

郑兴平, 寿建峰, 朱国华, 沈安江

(中国石油杭州地质研究院)



郑兴平

摘要 塔里木盆地塔中 I 号坡折带上奥陶统良里塔格组礁滩灰岩发生了少量白云石化作用。白云石化主要发育在溶洞充填的钙质渗流粉砂、泥晶生物碎屑灰岩的泥晶基质、亮晶颗粒灰岩的钙藻屑、藻砂屑、藻泥屑等三种组构中。白云石化直接贡献了平均 1% 的孔隙度, 同时产生的白云石晶间孔为进一步溶蚀提供了通道, 对有效储层的形成起到了重要作用。高镁方解石生物是白云石化所需镁离子的重要来源。这套与生物白云石化相关的礁滩储层地质预测需要深入研究钙藻、海百合等生物的古生态、岩相环境及分布。

关键词 塔里木盆地; 塔中 I 号坡折带; 晚奥陶世; 良里塔格组; 礁滩相; 白云石化作用; 孔隙演化

中图分类号: TE112.23 **文献标识码**: A

郑兴平 1971 年生, 高级工程师。1996 年中国石油大学(北京)硕士研究生毕业, 主要从事沉积、储层研究工作。通讯地址: 310023 杭州市西溪路 920 号; 电话: (0571)85224940

1 储层概况

塔里木盆地塔中 I 号坡折带上奥陶统良里塔格组沉积时期发育台地边缘礁滩复合体, 呈北西—南东走向, 长约 100km, 宽约 1~5km, 面积约 1100km²[1-2]。礁滩复合体由中等规模颗粒滩和小规模生物礁丘多旋回沉积组合而成, 单个礁滩体厚度从数米到数十米, 累积厚度达 200~300m, 沿台地边缘呈带状分布[3]。

储层的主要岩石类型为颗粒灰岩, 包括泥亮晶棘屑灰岩、亮晶砂屑灰岩、生物砂砾屑灰岩等, 还有少量的生物礁丘。储集空间多种多样, 主要有非组构选择性的小溶洞、裂缝、溶缝, 以及组构选择性的粒间溶孔、粒内溶孔等, 总体属低孔、低渗储层, 孔隙度和渗透率的相关性较低, 受裂缝影响较大[2-4]。

塔中 I 号坡折带上奥陶统良里塔格组资源潜力大, 目前已有大量勘探发现[2]。同时礁滩储集层的成因与控制因素较为复杂, 认识上的分歧也较多[4-5]。本文认为, 礁滩岩性主要是灰岩, 但局部发生了少量白云石化, 且这种白云石化与储层关系密切, 值得深

入探究。本文系统总结了塔中 I 号坡折带上奥陶统良里塔格组礁滩储层中的白云石化发育特点, 探讨了其储集意义、成因及预测思路。

2 礁滩白云石化的基本特征

经过对上奥陶统良里塔格组礁滩体 4 口典型高产稳产井(TZ82、TZ823、TZ62、TZ621)的 324 个薄片的统计, 其中发生明显白云石化(白云石含量 $\geq 1\%$)的薄片有 83 个, 比例占 25.6%(图 1)。

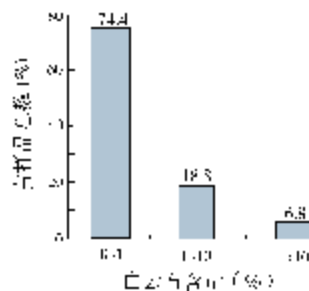


图 1 上奥陶统良里塔格组礁滩白云石含量薄片统计

收稿日期:2008-06-01

白云石化主要发育在以下三种组构中。

溶洞充填的钙质渗流粉砂(图2) 研究区的礁滩出露水面而遭受大气水淋滤,形成了不规则的溶洞,溶洞中充填了灰绿色的钙质渗流粉砂,渗流粉砂发生了较强的白云石化(白云石含量10%~55%)。以TZ62井4714.53m为例,原岩为生物碎屑泥晶灰岩,渗流粉砂以泥晶方解石和泥质为背景,常漂浮着小小个体生物碎屑,发生泥晶—粉晶白云石化,局部白云石晶间孔发育,红色铸体或油质浸染。

泥晶生物碎屑灰岩的泥晶基质(图3) 研究区生物碎屑灰岩的泥晶基质发生白云石化比较多见,在海百合、钙藻等生物碎屑颗粒间的泥晶基质背景上,分布斑点状泥晶—粉晶白云石,自形程度较差,白云石晶间微孔隙较发育。当存在缝合线时,白云石化沿缝合线富集更明显,可在钙泥质背景上发育自形细晶白云石。

亮晶颗粒灰岩钙藻屑、藻泥屑、藻砂屑等(图4) 白云石化作用对钙藻屑(红藻、绿藻)(图4a)、藻泥屑(图4b)、藻砂屑(图4c、d)等颗粒具有明显的选择性,以上颗粒发生泥晶—粉晶白云石化。低倍镜下显白色斑点状,高倍镜或扫描电镜下观察晶形较自形,局部可见在泥晶—粉晶白云石化基础上发育了少量结晶加大的自形—半自形的粉细晶白云石。

以上三种组构中,白云石化程度最高的是溶洞渗流粉砂(范围10%~55%,平均29.7%),其次是泥晶生物碎屑(主要是棘屑)灰岩的泥晶基质部分(范围0~20%,平均5.4%),再次的是亮晶颗粒灰岩的钙藻屑、藻泥屑、藻砂屑(范围0~10%,平均2.6%)(图5)。但后两者在岩心和薄片中的出现概率比前者高4倍。良里塔格组礁滩储层段整体平均白云石含量9.1%(加权平均)。考虑到溶蚀损失,原始白云石含量比以上数据可能稍高一些。

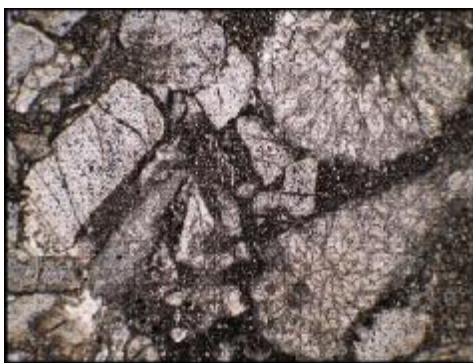


(a) 渗流粉砂白云石化。TZ62井,4714.53m。
单偏光,×4;铸体



(b) 渗流粉砂白云石化。TZ62井,4714.53m。岩心

图2 TZ62井渗流粉砂白云石化显微特征(a)及白云石化岩心照片(b)



(a) 泥晶基质白云石化。TZ621井,4867.6m。
单偏光,×4



(b) 泥晶基质白云石化。TZ62井,4744.68m。
单偏光,×4;铸体

图3 TZ621井(a)和TZ62井(b)泥晶基质白云石化特征

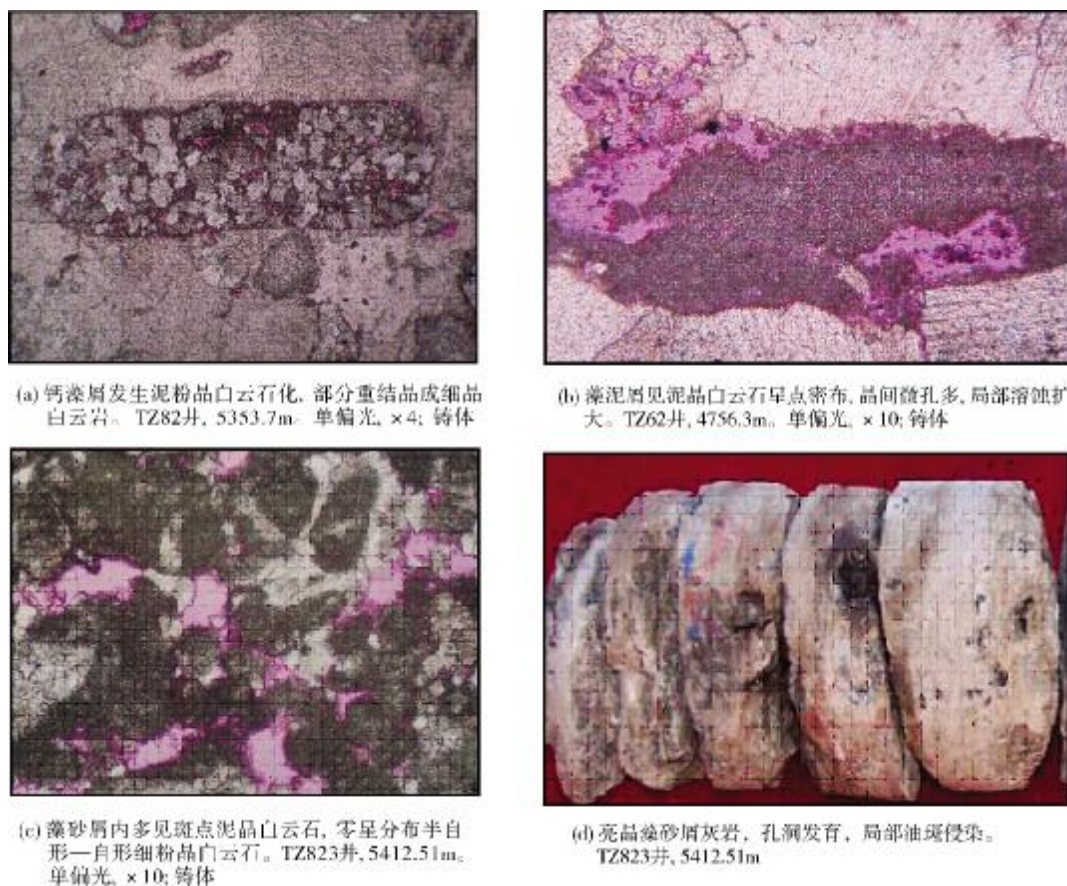


图4 亮晶颗粒灰岩的钙藻屑(a)、藻泥屑(b)、藻砂屑(c,d)白云石化特征

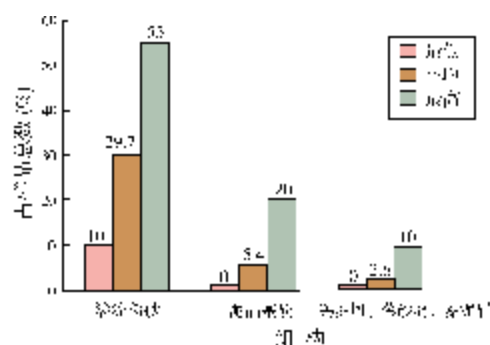


图5 上奥陶统良里塔格组礁滩白云石化结构薄片统计

3 礁滩白云石化对储层的贡献及孔隙演化

良里塔格组礁滩体储层段中, 理论计算白云石化孔隙直接贡献=白云石平均含量 (9.1%) \times 完全白云石化增孔率(12.96%) \approx 1.2%; 显微镜下鉴定白云石化孔隙度范围 0~2%; 对于白云石化最强的渗流粉砂,

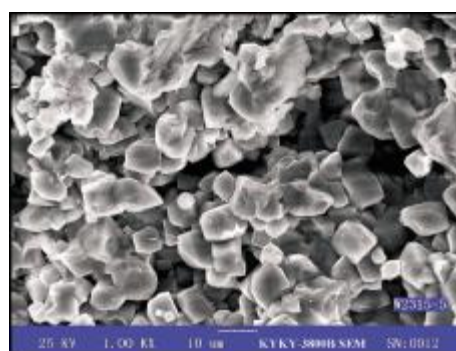


图6 TZ82 井泥晶白云石及晶间微孔隙。扫描电镜

白云石晶间孔隙贡献最大可达到 5%~6%左右。

根据扫描电镜分析, 泥晶白云石晶粒较自形, 晶间孔隙较多, 孔隙大小以 5~20 μm 的居多, 连通性较好, 孔吼大小 1~5 μm , 属于微孔—细孔中喉孔隙结构, 可做有效储层^[6]。

白云石化对孔隙的间接贡献主要是大气水表生岩溶、埋藏岩溶顺晶间微孔隙扩溶成大孔洞,这种情况也较为常见,见图4b、图4c、图4d、图7。

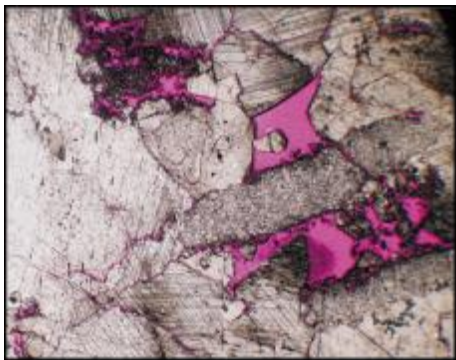
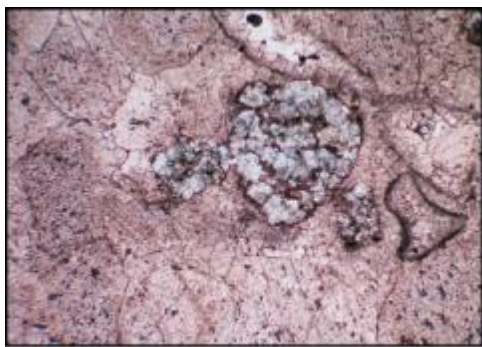


图7 TZ62井亮晶棘屑灰岩,钙藻屑少量白云石晶间孔,扩溶成粒间孔洞。
TZ62井, 4751.0m。单偏光, $\times 4$; 铸体

因此,可以说良里塔格组礁滩白云石化对储层具有不可忽视的促进作用。

孔隙演化过程主要是:(1)早期准同生泥粉晶白云石化(少量晶间微孔);(2)表生岩溶大气水淋滤扩溶;(3)浅埋藏粉晶—细晶白云石化,结晶加大孔隙不变;(4)中埋藏有机酸溶蚀孔洞扩溶;(5)深埋藏铁白云石胶结堵塞孔隙(图8)。

注意图4a中钙藻屑白云石化后,有效孔隙仅位于泥粉晶白云石晶间,重结晶成细晶白云石部分没有增加孔隙。



深埋藏环境的铁白云石胶结物(染蓝色)堵塞孔隙。
TZ82井, 5384m。单偏光, $\times 4$; 染色

图8 TZ82井深埋藏环境的铁白云石胶结物堵塞孔隙

4 礁滩白云石化储层预测思路探讨

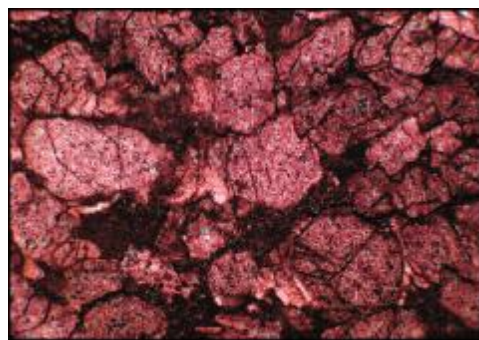
塔中北坡上奥陶统良里塔格组是在温暖潮湿的开阔海台地边缘沉积的,缺乏蒸发—浓缩和渗透回

流等白云石化条件,因此未发生广泛而强烈的白云石化。

笔者注意到这套地层少量的白云石化对海百合、钙藻等生物具有很强的依赖性,包括溶洞渗流粉砂也在生物沉积附近,又与储层密切相关,由此判断是生物白云石化的机理在发挥重要作用。

文献资料表明^[7],海百合、红藻本身原始矿物组成就是高镁方解石,镁离子摩尔数可以高达10%以上。成岩过程中,镁离子从这些生物碎屑中析出,为其他组分白云石化提供了镁离子。另外还有蓝细菌、藻类生物可从海水中吸附镁离子^[7]。

图9中的泥晶棘屑灰岩中棘屑表面见到未染色的斑点状白云石,这是海百合生物原始高镁方解石构成的直观证据。



棘屑表面斑点状白云石(未染色)。TZ621井, 4868.26m。
单偏光, $\times 4$; 染色

图9 TZ621井棘屑表面斑点状白云石

根据以上论述,良里塔格组礁滩白云石化储层地质预测思路应该从生物白云石化机理入手,深入研究钙藻、海百合等高镁方解石原始构成生物的古生态、岩相环境及分布^[7]。以内因起主导作用的生物白云石化,即使缺乏任何其他白云石化模式的环境,也能发生并产生孔隙,这类储层的分布比台地边缘高能相带更广阔。

5 结论

(1)塔中I号坡折带上奥陶统良里塔格组礁滩储层段发生了少量的白云石化;

(2)白云石化主要发育在溶洞充填的钙质渗流粉砂,泥晶生物碎屑灰岩的泥晶基质,亮晶颗粒灰岩的钙藻屑、藻砂屑、藻泥屑等三种结构中;

(3)白云石化直接贡献了平均约1%的孔隙度,

同时白云石晶间孔为进一步溶蚀扩大提供了通道,对有效储层的形成起到了重要作用;

(4)高镁方解石生物是白云石化所需镁离子的重要来源,这套与生物白云石化相关的礁滩储层地质预测需要深入研究钙藻、海百合等生物的古生态、岩相环境及分布。

参考文献

- [1] 邬光辉,李启明,张宝收,等. 塔中 I 号断裂坡折带构造特征及勘探领域[J]. 石油学报,2005,26(1):27-30.
- [2] 周新源,王招明,杨海军,等. 中国海相油田勘探实例之五:塔中奥陶系大凝析气田的勘探与发现[J]. 海相油气地质,2006,11(1):45-51.
- [3] 王振宇,李宇平,陈景山,等. 塔中地区中—晚奥陶世碳酸盐陆棚边缘大气成岩透镜体的发育特征[J]. 地质科学,2002,37(增刊):152-160.
- [4] 沈安江,王招明,杨海军,等. 塔里木盆地塔中地区奥陶系碳酸盐岩储层成因类型、特征及油气勘探潜力[J]. 海相油气地质,2006,11(4):1-12.
- [5] 孙玉善,韩杰,张丽娟,等. 塔里木盆地塔中地区上奥陶统礁滩体基质次生孔隙成因——以塔中 62 井区为例[J]. 石油勘探与开发,2007,34(5):541-547.
- [6] 裘亦楠,薛叔浩,等. 油气储层评价技术[M]. 北京:石油工业出版社,1997:117-121.
- [7] 余素玉. 化石碳酸盐岩微相[M]. 北京:地质出版社,1989:22,41-65,84.

编辑:金顺爱

Dolomitization of Upper Ordovician Reef-Shoal Reservoir of Tazhong- I Slope-Break Zone and Dolomitization Contribution to Reservoir

Zheng Xingping, Shou Jianfeng, Zhu Guohua, Shen Anjiang

Abstract: A small amount of dolomitization is found in the Upper Ordovician Lianglitage Reef-Shoal complex reservoir of Tazhong- I Slope-Break Zone in Tarim Basin. The dolomitization commonly are in three fabrics: (a) the calcic vadose silt of cave filling, (b) mud matrix of bioclastic packstone, and (c) calcareous alga, eophyton sand and alga-mud sand of grainstone. The result of the dolomitization directly contributes an average 1 percent of the porosity to the reservoir, while the intercrystal pores provide for channels of further erosion, which plays an important role to the formation of an effective reservoir. Biological high-Mg calcite is the important source of magnesium ions for dolomitization. In-depth study on the distribution of Crinoid and Calcareous Alga rock is required to predict this dolomitization-associated reef-shoal reservoir.

Key words: Late Ordovician; Lianglitage Formation; Reef-Shoal complex; Dolomitization; Pore evolution; Tazhong- I Slope-Break Zone; Tarim Basin

Zheng Xingping: male, Marster, Senior Geologist. Add: HIPG PetroChina, 920 Xixi Rd., Hangzhou, Zhejiang, 310023 China