

文章编号:1672-9854(2009)-04-0010-08

# 塔里木盆地寒武系白云岩的主要成因类型及其储层评价

陈永权, 周新源, 杨文静

(中国石油塔里木油田分公司勘探开发研究院)



陈永权

**摘要** 塔里木盆地寒武系发育规模巨大的白云岩地层。对覆盖区钻孔岩心的岩石学分析表明,塔里木盆地寒武系白云岩成因主要有六种:潮坪相沉积成因、潟湖相沉积成因、渗透回流交代成因、压实排挤流交代成因、岩溶低温结晶成因和岩溶高温结晶成因。岩心物性分析与铸体薄片分析结果表明,岩溶低温结晶成因白云岩本质上可成为最优质的白云岩储层,储层特征为高孔高渗;潮坪沉积成因与岩溶高温结晶成因白云岩可形成高孔低渗的白云岩储层;潟湖相沉积成因白云岩、渗透回流交代成因白云岩与压实排挤流交代白云岩一般不作为优质的白云岩储层。

**关键词** 塔里木盆地;寒武系;白云岩储层;白云岩类型;储层评价

**中图分类号**:TE112.22 **文献标识码**:A

**陈永权** 1978年生,2006年于南京大学获博士学位。目前在塔里木油田博士后工作站从事沉积地球化学与白云岩沉积储层研究,在国内外刊物上发表论文10余篇。通讯地址:841000 新疆库尔勒市123号新疆博士后工作站;电话:(0996)2174791

## 1 概述

据统计,北美洲白云岩储层的油气储量占碳酸盐岩油气储量的80%以上,且白云岩油气储量占全球碳酸盐岩油气储量的50%以上<sup>[1]</sup>。在欧洲的西北部与南部、北非、中东等地白云岩油气储层也占有非常重要的比例<sup>[2-3]</sup>。同时,白云岩也是多种矿产资源的重要储层<sup>[4-7]</sup>。

白云岩能够作为油气与矿产资源储层的一个重要原因是其一直处于亚稳态中,溶解与结晶过程不断进行,形成了高连通性的晶间孔隙作为油气与流体的储层空间与运移通道<sup>[3]</sup>。但是白云岩的储层物性与晶体结构之间的关系是非常复杂的,并不是每种白云岩都可成为优质的油气储层<sup>[8-12]</sup>。

根据前人研究,白云岩的储层空间主要分为两个类型:一为晶(粒)间孔,二为溶蚀孔(缝、洞)<sup>[13-15]</sup>。晶(粒)间孔为白云石原生储集空间,溶蚀空间(孔、缝、洞)为白云岩次生储集空间。孔-孔相连的狭小

通道称为喉道,白云岩物性参数中,孔隙度取决于原生孔与次生孔的发育程度,而渗透率则取决于喉道半径与数量。原生晶间孔发育较好的白云岩一般具有较好的渗透率<sup>[8]</sup>。

郑和荣等<sup>[16]</sup>报导了塔里木盆地寒武系白云岩作为优质储层的主要控制因素包括原始沉积相带、溶蚀作用、裂缝作用等,这些因素只决定溶蚀孔隙的发育程度和规模,并不是孔隙形成的本质。决定晶间孔发育程度的主要因素是白云岩的成因,但是由于白云岩成因问题是一个国际学术难题,因此,白云岩的成因对储层的控制作用存在不同的认识。

塔里木盆地发育多种成因类型的白云岩,同时塔里木盆地覆盖区钻井岩心物性资料丰富,是白云岩成因对储层控制作用研究的理想区域。

## 2 区域地质概况

塔里木盆地位于中国新疆维吾尔自治区,夹持于天山、昆仑山与阿尔金山之间,是一个大型的叠

收稿日期:2009-01-07

本文受中国石油塔里木油田分公司2006年博士后科研项目资助

合复合盆地(图 1)。塔里木盆地寒武系可分为两个沉积区,东部深水盆地区,西部克拉通台地区,以轮南—古城斜坡为界,盆地区东部边界发育一个罗西斜坡。

罗西斜坡上寒武统发育了厚层白云岩,中、下寒武统沉积物以泥晶灰岩与硅质岩等深水沉积物为主;盆地区寒武系沉积物以泥晶灰岩等深水沉积物为主;轮南—古城斜坡以西的克拉通台地区寒武系沉积了单一岩性的白云岩。

本研究选择了米兰 1、英东 2、牙哈 5、和 4、塔参 1、塔中 1 井寒武系白云岩作为研究对象以研究白云岩的成因对储层的控制作用(图 1)。米兰 1 井、英东 2 井位于罗西斜坡上,塔中 1 井、牙哈 5 井、和 4 井、塔参 1 井位于西部台地沉积区。

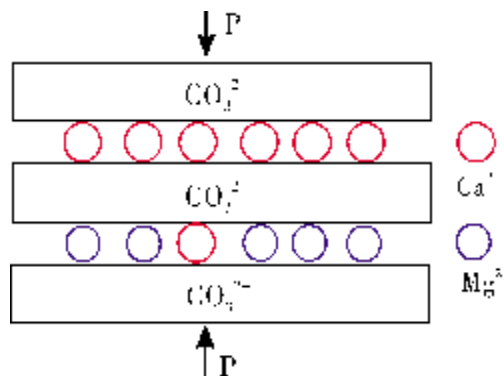


图 1 塔里木盆地寒武系沉积相图与钻孔位置

### 3 白云岩成因类型划分与岩石学证据

根据岩石学特征,塔里木盆地寒武系白云岩可划分为六种成因类型:(1)潮坪相沉积白云岩;(2)潟湖相沉积白云岩;(3)渗透回流交代白云岩;(4)压实排挤流交代白云岩;(5)岩溶空间低温结晶型白云岩;(6)岩溶空间高温结晶型白云岩。

#### 3.1 潮坪相沉积白云岩

潮坪相沉积白云岩指白云岩在潮坪环境中通过化学沉积的方式形成。根据沉积相带,可将潮坪沉积白云岩划分为潮间带沉积白云岩与潮上带沉积白云岩。

潮间带同生沉积白云岩以塔中 1 井的藻纹层状白云岩最为典型。塔中 1 井藻纹层白云岩发育于塔中 1 井中,井段为 3 800~4 900 m。白云岩主要为藻纹层泥晶白云岩(图 2)或竹叶状泥晶白云岩,被认

为是潮间带沉积成因<sup>[17]</sup>。因此,将塔中 1 井藻纹层和竹叶状白云岩定为潮间带沉积成因白云岩。

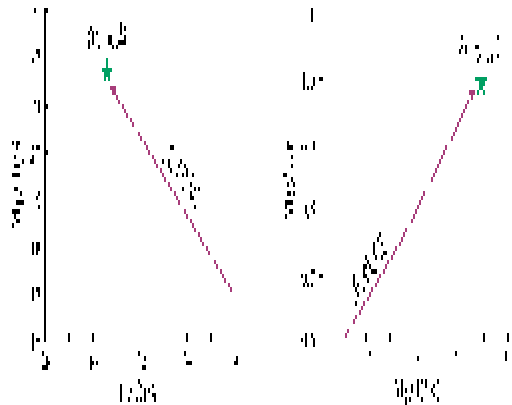


图 2 寒武系潮间带沉积成因泥晶白云岩

牙哈 5 井中寒武统 5 800~5 840 m 井段白云岩与泥岩互层产出,白云岩呈红色条带,泥质成分呈绿色条带(图 3a)。显微镜下,泥晶白云石因泥质含量差异可见极细的纹层(图 3b),白云石晶间可见少量褐色的泥质。显微镜下可见大量的石膏假晶与陆源碎屑(主要为石英),说明其形成环境为近陆源的强蒸发相,其红色白云岩证明了其长期暴露的氧化环境,因此牙哈 5 井与泥岩互层的白云岩为潮上带沉积成因白云岩。

#### 3.2 潟湖相沉积白云岩

与潮坪相沉积白云岩一致,潟湖相沉积白云岩也属于表生沉积成因白云岩,不同的是白云岩的形成环境。和 4 井的膏质白云岩或与膏岩互层白云岩段发育于和 4 井中寒武统 5 078~5 340 m 处,岩石主要由粉—细晶白云石、硬石膏以及石盐组成,硬石膏和石盐的存在表明当时应该是一个封闭的潟湖蒸发相环境。膏质白云岩岩心呈角砾状结构(图 4a),白云石呈粉—细晶结构,硬石膏呈连晶斑块状或者纹层状分布,其中镶嵌粉晶白云石(图 4b)。这些显微特征说明该白云岩形成于潟湖蒸发浓缩海水,是一种潟湖蒸发同生沉积白云岩。

#### 3.3 渗透回流型交代白云岩

卤水回流白云石化模式首次被 Adams 等人<sup>[18]</sup>提出用于解释与潟湖相连的礁滩相白云岩的白云石化过程。其核心内容是潟湖蒸发产生高盐、高密度卤水,并取代原生孔隙水,向高孔渗条件的石灰

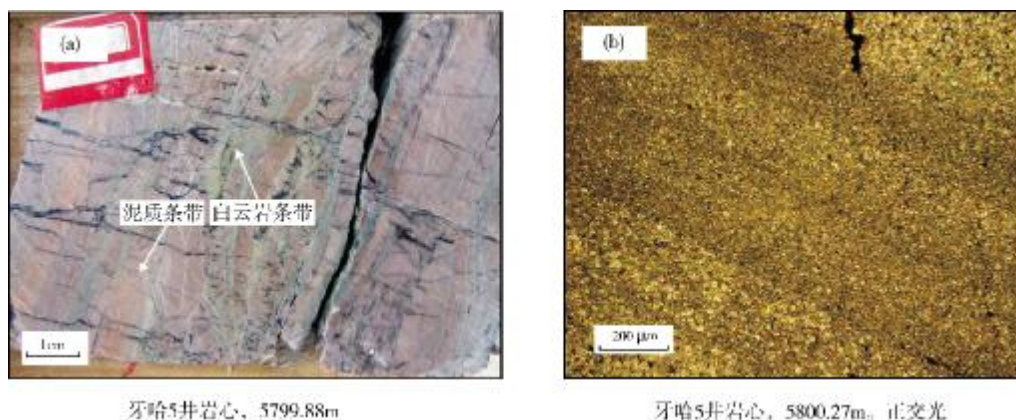


图3 中寒武统潮上带沉积成因泥晶白云岩

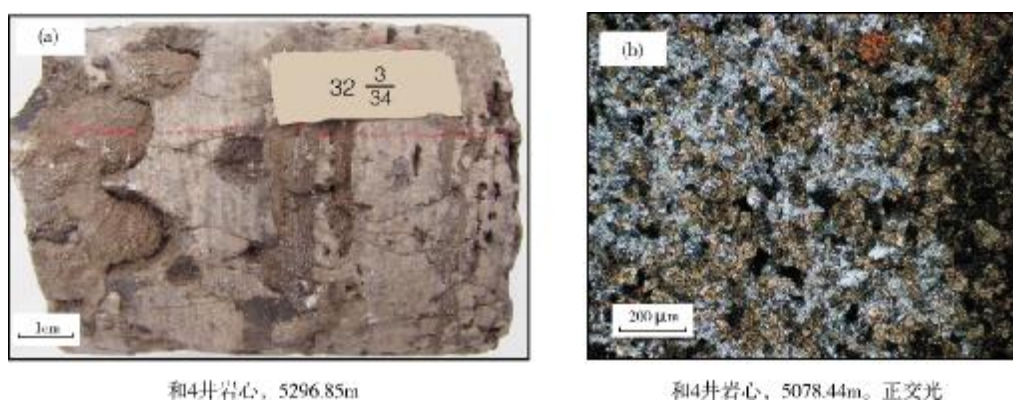
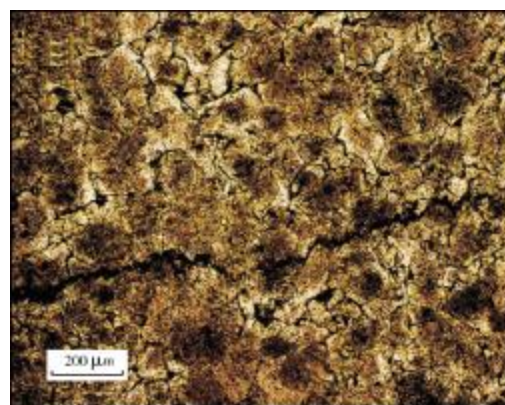


图4 中寒武统潟湖相沉积白云岩

岩渗透,从而发生了白云石化作用。一般条件下,发生卤水回流浅埋藏白云石化的原岩主要为砾屑、砂屑、生物碎屑灰岩或高能鲕粒滩相石灰岩。生成的白云岩多具有砂屑残余、鲕粒溶孔、雾心亮边等显微结构<sup>[19]</sup>。

塔里木盆地西部台地区,上寒武统白云岩中,渗透回流交代白云岩占有非常重要的比例。本文选择塔参1井5076~5130m井段,该段白云岩主要为雾心亮边型细晶白云岩,岩石由晶体较浑浊的粉细晶白云石和晶面相对较干净、具有雾心亮边的白云石组成(图5)。

然而,塔里木盆地寒武系渗透回流成因白云岩皆表现为他形粒状结构,该结构特征不是渗透回流交代成因白云岩的典型特征,而是受成岩作用过程中热作用改造的结果。因此塔里木盆地寒武系渗透回流交代白云岩由于经历了热改造成岩作用,原生孔隙已经消失,其孔隙结构与物性条件不代表渗透回流交代白云岩的普遍特征。



塔参1井岩心, 5104.22m。单偏光

图5 上寒武统渗透回流交代白云岩

### 3.4 压实排挤流交代白云岩

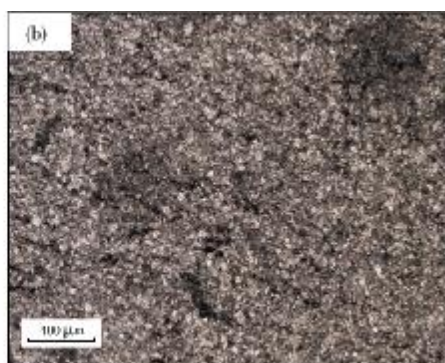
压实排挤流白云石化模式由 Land<sup>[20]</sup>提出,核心思想是泥岩或泥质灰岩在埋藏压实作用过程中伊利石向蒙脱石转化,同时释放出  $Mg^{2+}$ ,导致共生灰质成



分发生白云石化作用。此种白云石化模式的  $Mg^{2+}$  来源于黏土矿物转化所释放的  $Mg^{2+}$ 、有机质与植物叶绿素分解释放的  $Mg^{2+}$  等<sup>[21-22]</sup>。此模型中,由于白云石的生长空间较小,形成的白云岩一般为自形粒状泥粉晶白云岩。



英东2井岩心, 4554.1m



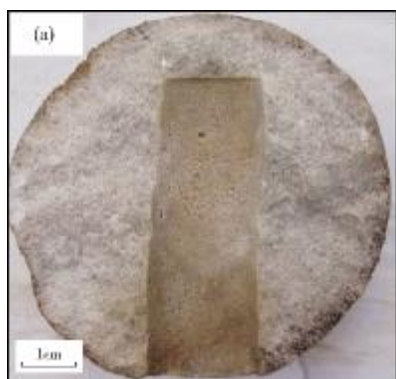
英东2井岩心, 4426.86m。单偏光

图6 压实排挤流交代白云岩

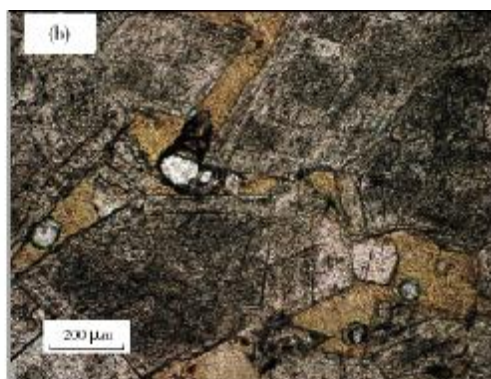
### 3.5 岩溶空间低温结晶白云岩

岩溶空间低温结晶白云岩是指在溶洞或顺层岩溶空间中结晶/交代成因的白云岩,白云石结晶空间开阔,以中—粗晶白云石为主,同时由于白云石结晶于低温环境,晶体呈自形粒状结构。

岩溶空间低温结晶型白云岩显微镜下白云石截面特征可指示白云石化发生的位置与流体来源。在大气水岩溶阶段,混合水作用可以在岩溶空间中结晶出洁净明亮的粗—巨晶白云岩,或雾心亮边型白云岩<sup>[23-24]</sup>。在埋藏岩溶空间中,由地层卤水在岩溶空间中结晶出来的白云石截面污浊,无亮边结构。



和4井岩心, 3590.6m



和4井岩心, 3591.18m。单偏光

图7 上寒武统埋藏岩溶空间低温结晶白云岩

米兰1井5250~5290m、英东2井4415~4435m发育一套灰黑色泥质泥晶白云岩(图6)。通过沉积相判断该白云岩形成于深水陆棚相,无蒸发海水、回流卤水、大气淡水等白云石化流体,推测其成因为压实排挤流模式。

本研究选择了和4井与塔参1井上寒武统发育的埋藏岩溶空间低温结晶白云岩为研究对象。该白云岩岩性呈块状或针孔状构造(图7a),显微镜下,白云石呈自形粒状粗晶结构,晶体截面污浊,晶间孔发育(图7b)。

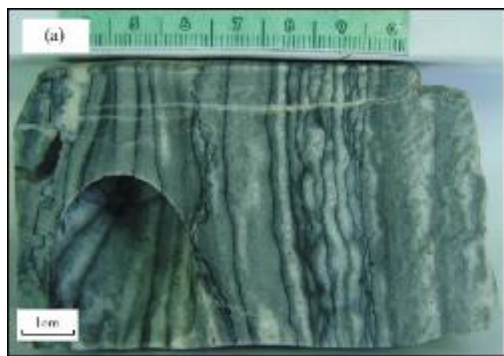
### 3.6 岩溶空间高温结晶白云岩(热液白云岩)

热液流体侵入至已形成的岩溶空间中发生白云石结晶作用而产生的白云岩称为岩溶空间高温结晶型白云岩,与前人所描述的热液白云岩相似,只是概念范围更小。在此将之称为“岩溶空间高温结晶白云岩”,目的是将其与“岩溶空间低温结晶白

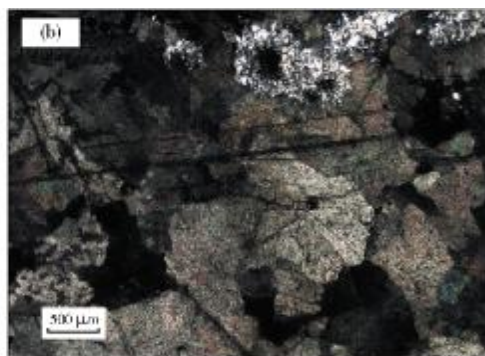
云岩”分开,因为二者之间岩石地球化学特征与孔隙结构特征差别很大。与岩溶空间低温结晶白云岩唯一相同的是,岩溶空间高温结晶白云岩也呈粗晶结构;岩溶空间高温结晶白云岩一般呈他形粒状粗晶结构。

塔东地区米兰1井5 523~5 528 m与英东2井

4 586~4 592 m取心段发育一套斑马状白云岩,岩心呈明暗相间的条带状构造(图 8a),与国外学者报道的斑马状热液白云岩<sup>[25]</sup>一致。显微镜下,白云石主要为中—粗晶、他形粒状(马鞍状)结构,且岩石中存在燧石团块(图 8b),显示为高温热液活动重结晶成因。



米兰1井岩心, 5523m



英东2井岩心, 4587.59m。正交光

图8 岩溶空间高温结晶白云岩

## 4 白云岩储层评价

### 4.1 物性统计

岩心物性分析结果统计如表1所示。将塔里木盆地寒武系各成因类型白云岩储层物性进行对比(图9)。对比结果表明,岩溶空间低温结晶成因白云岩平均孔隙度(4.02%)与平均渗透率( $11.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ )均为最高,为高孔高渗的白云岩储层;潮坪相沉积成因白云岩、岩溶空间高温结晶成因白云岩平均孔隙度皆高于2.0%,但是平均渗透率较低( $<0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ),为高孔低渗的白云岩储层;潟湖相沉积成因、压实排挤交代成因白云岩平均孔隙度均低于2.0%,为低孔低渗的白云岩储层。

挤流交代成因白云岩平均孔隙度较低( $<1.0\%$ ),一般不能成为优质白云岩储层。

表1 各成因类型白云岩物性统计结果

成因	平均孔隙度 (%)	平均渗透率 ( $\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ )
潮坪相沉积成因	2.50	0.01
潟湖相沉积成因	0.44	0.24
渗透回流交代成因(热改造)	0.92	1.42
压实排挤流交代成因	0.95	0.02
岩溶空间低温结晶成因	4.02	11.5
岩溶空间高温结晶成因	2.45	0.08

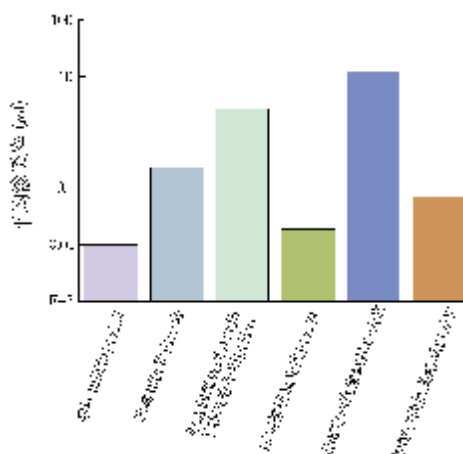
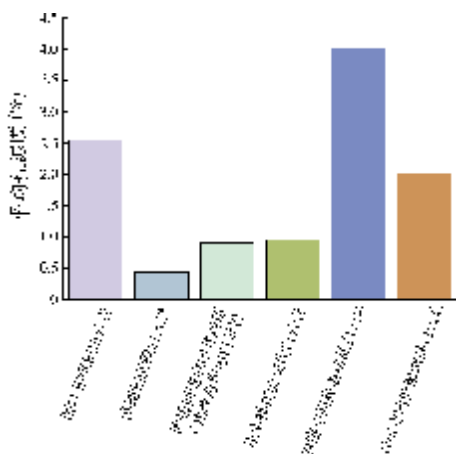


图9 塔里木盆地寒武系各成因类型白云岩储层物性对比图

塔里木盆地渗透回流交代白云岩孔渗条件差,不能构成有效储层。因为塔里木盆地该白云岩类型受到热改造成岩作用的影响,所以这个结果并不代表全球该成因类型都不能构成有效储层,而仅限于塔里木盆地。

## 4.2 优质储层的孔隙结构

### 4.2.1 岩溶空间低温结晶成因白云岩储层

铸体薄片分析结果表明,岩溶空间低温结晶型白云岩储层空间主要以晶间孔与晶间溶孔组成,所谓晶间溶孔实际上是由于白云石颗粒的溶解造成的棱角状孔隙(图 10)。

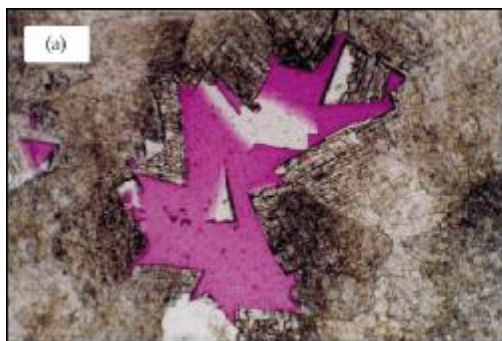
岩溶空间低温结晶白云岩一般具有自形粒状粗

晶结构特征,晶体之间的接触关系一般为点、线或平面接触关系,所以晶间孔发育,且连通性较好。因此,岩溶空间低温结晶型白云岩本质属性上可构成高孔高渗的孔-洞型储层。

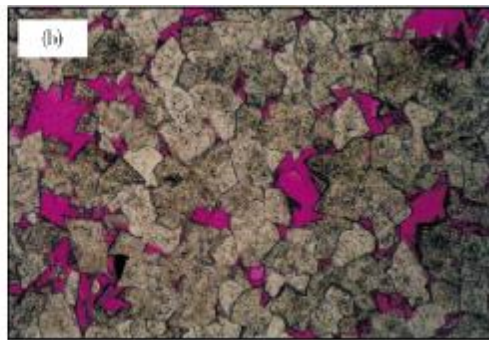
### 4.2.2 潮坪沉积白云岩储层

铸体薄片分析表明,塔中 1 井潮间带白云岩呈泥粉晶结构,晶间孔不发育。储集空间主要以后期溶孔、溶洞为主,溶孔溶洞面孔率占总面孔率的 89.7%,溶蚀缝与构造缝占总面孔率的 10.3%,为典型的洞-缝型白云岩储层。

牙哈 5 井潮上带白云岩主要的储集空间为溶孔与裂缝,溶斑与溶沟为辅助储集空间,属于次生空间。



塔中1井岩心, 5582.05m。单偏光,  $\times 50$



和4井岩心, 3588.59m。单偏光,  $\times 80$

图 10 岩溶空间低温结晶白云岩铸体薄片特征

因此,潮坪相沉积白云岩不具有原生孔发育的本质属性(晶间孔不发育);由于潮坪相沉积白云岩更易于暴露而发生同生岩溶作用的特殊性,潮坪相沉积白云岩具有次生孔发育的本质属性。世界大油气田中潮坪相白云岩储层是白云岩储层中最重要的类型<sup>[16,26]</sup>,因而潮坪相白云岩一般是优质储层。

然而,由于次生溶孔之间的连通性较差,导致潮坪相白云岩在裂缝不发育情况下渗透率极差。因此,潮坪相沉积白云岩一般构成高孔低渗的洞-缝型白云岩储层。

### 4.2.3 岩溶空间高温结晶型白云岩储层

铸体薄片分析表明,岩溶空间高温结晶型白云岩有效的储层空间以晶间溶孔为主(图 11),晶间溶孔空间占总储层空间的 94%,裂缝空间占总的有效空间的 6%。

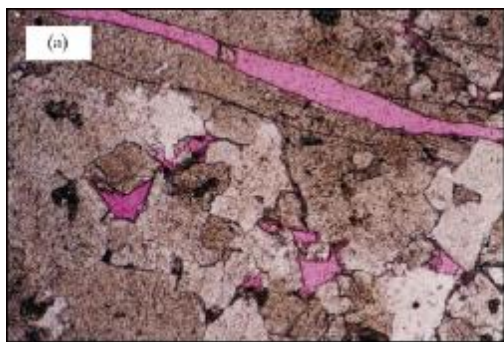
晶间溶孔的发育是岩溶空间高温结晶型白云岩储层的本质特征,这是因为白云石化流体为热液,溶蚀能力较强,白云石化过程会伴随有部分白云石以及早期碳酸盐矿物的溶解作用,将产生大量的晶间溶孔。

另一方面,由于白云石呈他形粒状、晶体之间多为曲面接触关系,彼此镶嵌,孔隙间喉道较细,导致了渗透率很低。因此岩溶空间高温结晶型白云岩本质上可形成高孔低渗的孔-洞-缝型白云岩储层。

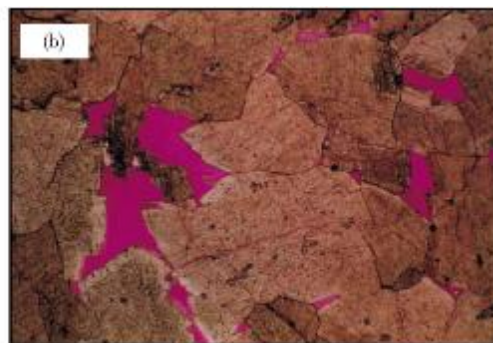
## 5 结 论

根据岩石学特征,塔里木盆地寒武系白云岩可以分为六种成因类型:(1)潮坪相沉积成因;(2)潟湖相沉积成因;(3)渗透回流交代成因;(4)压实排挤流交代成因;(5)岩溶空间低温结晶成因;(6)岩溶空间高温结晶成因。





英东2井岩心, 4587.71m。单偏光,  $\times 80$



米兰1井岩心, 5524.5m。单偏光,  $\times 50$

图 11 岩溶空间高温结晶白云岩铸体薄片特征

对各成因类型白云岩的物性统计与孔隙结构分析表明, 岩溶空间低温结晶成因为最有利的形成优质白云岩储层的成因类型, 易形成高孔高渗的孔—洞型储层。潮坪蒸发沉积成因与岩溶空间高温结晶成因也有利于形成优质白云岩储层, 储层为高孔低渗型储层; 不同的是潮坪蒸发成因白云岩一般构成洞—缝型储层, 而岩溶空间高温结晶型白云岩一般构成孔—洞—缝型储层。潟湖蒸发成因白云岩、排挤流交代白云岩与渗透回流交代白云岩一般不能形成有效白云岩储层。

#### 参考文献

- [1] Zenger D H, Dunham J B, Ethington R L. Concepts and models of dolomitization[C]. Spec Publ SEPM, 1980, 28: 320.
- [2] Sun S Q. Dolomite reservoirs, porosity evolution and reservoir characteristics[J]. AAPG Bull, 1995, 79 (2): 186-204.
- [3] Warren J. Dolomite: Occurrence, evolution and economically important associations[J]. Earth-Science Reviews, 2000, 52: 1-81.
- [4] Bustillo M, Ordonez S. Lower Cretaceous Pb-Zn ores of Cantabria, Northern Spain—New considerations based on petrological and geochemical evidence[J]. Trans-Inst Min Metall Sect, 1995, 104 (B): 55-65.
- [5] Savard M M. Pre-ore burial dolomitization adjacent to the carbonate-hosted Gays River Zn-Pb deposit, Nova Scotia. Can.[J]. Earth Sci, 1996, 33 (2): 302-315.
- [6] Warren J K, Kempton R H. Evaporite sedimentology and the origin of evaporite-associated Mississippi Valley-type sulfides in the Cadjebut Mine Area, Lennard Shelf, Canning Basin, Western Australia// Montanez I P, Gregg J M, Shelton K L, eds. Basinwide diagenetic patterns: Integrated petrologic, geochemical, and hydrologic considerations[C]. Spec Publ-SEPM, 1997, 57: 183-205.
- [7] Kontak D J. A study of fluid inclusions in sulphide and nonsulphide mineral phases from a carbonate-hosted Zn-Pb deposit, Gays River, Nova Scotia, Canada[J]. Econ Geol, 1998, 93(6): 793-816.
- [8] Wardlaw N C. Pore geometry of carbonate rocks as revealed by pore casts and capillary pressure[J]. AAPG Bull, 1976, 60(2): 245-257.
- [9] Wardlaw N C, Cassan J P. Estimation of recovery efficiency by visual observation of pore systems in reservoir rocks[J]. Bull Can Petrol Geol, 1978, 26 (4): 572-585.
- [10] Wardlaw N C, McKellar M, Yu L. Pore and throat size distributions determined by mercury porosimetry and by direct observation[J]. Carbonates Evaporites, 1988, 3(1): 1-15.
- [11] Choquette P W, Cox A, Meyers W J. Characteristics, distribution and origin of porosity in shelf dolostones; Burlington-Keokuk Formation Mississippian, U.S. Mid-Continent[J]. Sediment Petrol, 1992, 62(2): 167-189.
- [12] Woody R E, Gregg J M, Koederitz L F. Effect of texture on the petrophysical properties of dolomite; evidence from the Cambrian-Ordovician of southeastern Missouri[J]. AAPG Bull, 1996, 80(1): 119-132.
- [13] Lucia F J. Petrophysical parameters estimated from visual description of carbonate rocks: A field classification of pore space[J]. Petrol Technol, 1983, 35: 626-637.
- [14] 马永生, 郭彤楼, 赵雪凤, 等. 普光气田深部优质白云岩储层形成机制[J]. 中国科学: D 辑, 2007, 37(增刊 2): 43-52.
- [15] 张军涛, 胡文宣, 钱一雄, 等. 塔里木盆地白云岩储层类型划分、测井模型及其应用[J]. 地质学报, 2008, 28(3): 380-386.
- [16] 郑和荣, 吴茂炳, 郭兴威, 等. 塔里木盆地地下古生界白云岩储层油气勘探前景[J]. 石油学报, 2007, (2): 1-8.
- [17] 陈永权, 周新源, 赵葵东, 等. 塔里木盆地塔中 1 井藻纹层白云岩与竹叶状白云岩成因——基于岩石学、元素与同位素地球化学的厘定[J]. 地质学报, 2008, 82(6): 826-834.
- [18] Adams J F, Rhodes M L. Dolomitization by seepage refluxion[J]. AAPG Bull, 1960, 44: 1912-1920.

- [19] 邵龙义,何宏,彭苏萍,等. 塔里木盆地巴楚隆起寒武系及奥陶系白云岩类型及形成机理[J]. 古地学报,2002,4(2):19-27.
- [20] Land L S. The origin of massive dolomite[J]. Geol Educ, 1985,33:112-125.
- [21] 顾家裕. 塔里木盆地地下奥陶统白云岩特征及成因[J]. 新疆石油地质,2000,21(2):120-122.
- [22] 沈昭国,陈永武,郭建华. 塔里木盆地地下古生界白云石化成因机理及模式探讨[J]. 新疆石油地质,1995,16(4):319-324.
- [23] 胡忠贵,郑荣才,文华国,等. 川东邻水—渝北地区石炭系黄龙组白云岩成因[J]. 岩石学报,2008,24(6):1369-1378.
- [24] 吴仕强,朱井泉,王国学,等. 塔里木盆地寒武系—奥陶系白云岩结构构造类型及其形成机理[J]. 岩石学报,2008,24(6):1390-1400.
- [25] Gasparrini M, Bechstadt T, Boni M. Massive hydrothermal dolomites in the southwestern Cantabrian Zone (Spain) and their relation to the Late Variscan evolution[J]. Marine and Petroleum Geology, 2006, 23:543-568.
- [26] 范嘉松. 世界碳酸盐岩油气田的储层特征及其成藏的主要控制因素[J]. 地学前缘,2005,12(3):23-30.

编辑:金顺爱

## Genesis of Cambrian Dolostone and the Reservoir Evaluation in Tarim Basin

Chen Yongquan, Zhou Xinyuan, Yang Wenjing

**Abstract:** Thick Cambrian dolostone strata are distributed in Tarim basin. The petrology analysis of the drilled cores from the rock shows that the Cambrian dolostone can be divided into six types of genesis: tidal flat sedimentary dolostone(TSD), lagoon sedimentary dolostone(LSD), permeability-reflux secondary dolostone(PRSD), compacting fluid secondary dolostone(CFSD), secondary dolostone crystallized in burial karstification under low temperature(BKLTSD), and hydrothermal fluid secondary dolostone (HFSD). Based on the analysis of physical property from the cores and thin sections, it is shown that BKLTSD could be the best high-porous and high-permeable reservoir, TSD and HFSD could be high-porous and low-permeable reservoir and the others could not be good reservoirs in tarim basin.

**Key words:** Cambrian; Dolostone reservoir; Type of rock genesis; Reservoir evaluation; Tarim Basin

**Chen Yongquan:** male, Doctor. Add: Exploration and Development Research Institute, Tarim Oil Field Company, No.123 Korla, Xinjiang, 841000 China