

准噶尔盆地阜东斜坡侏罗系齐古组砂岩中钙质胶结物特征及对储层的影响

蒋艳霞¹⁾, 文华国^{1,2)}, 靳军^{1,2)}, 王涛¹⁾, 刘亚鹏¹⁾

1) 成都理工大学 沉积地质研究院, 成都, 610059;

2) 中国石油新疆油田分公司 实验检测研究院, 新疆克拉玛依, 834000

钙质胶结物是碎屑岩储层中较为常见的一种成岩自生矿物。目前, 针对钙质胶结物的研究主要集中在其对储层质量的影响、对包括油气在内的古流体的来源/运移的示踪作用以及其作为致密胶结层的封隔作用等方面(杨智等, 2010)。钙质胶结物对储层质量的控制作用取决于胶结物的沉淀时间和沉淀机制(刘四兵, 2014)。不同期次钙质胶结物的形成可以记录下成岩过程中流体组分特征的变化(Carlos R et al., 2001), 特别是胶结物中碳同位素组成可以指示成岩流体中碳的来源(Macaulay et al., 1993)。钙质胶结物的氧同位素可以估算其沉淀时的温度。因此, 根据对钙质胶结物的碳氧同位素组成特征的分析, 在某种程度上可以对钙质胶结过程中流体的演化进行反演(Macaulay et al., 2000)。

1 矿物学特征

准噶尔盆地东部阜东斜坡区齐古组地层的砂岩中广泛发育钙质胶结物。经钙质胶结的砂岩在岩心中呈夹层或斑块状发育, 至少存在两期方解石胶结: ①早期方解石胶结物, 负胶结物孔隙度可高达 30%, 主要以包裹碎屑颗粒发育, 使碎屑颗粒呈悬浮状分布, 方解石晶形较好, 有的甚至呈连晶状出现, 在阴极发光下发亮黄色光; ②晚期方解石胶结物较少见, 以充填自生粘土矿物包膜保存的原生粒间孔隙中或交代碎屑颗粒两种形式产出, 在阴极发光下发橙红色光。

2 同位素地球化学特征

14 件钙质胶结物样品碳氧同位素分析结果显示: 样品大多具有负偏的 $\delta^{13}\text{C}$ (PDB) 值, 主要位于 $-7.5\text{‰} \sim -40.4\text{‰}$ 之间, 并伴有较低的 $\delta^{18}\text{O}$ 值($-6.6\text{‰} \sim -12.2\text{‰}$), 指示钙质胶结物形成过程中受到了较强烈的有机碳浸染影响, 推测钙质胶结物的沉淀多与相对更深部含有机酸的孔隙流体侵入有关。在碳氧同位素组成分布图中(图 2), 多数样品落在大气成岩和受有机质的氧化分解作用影响的埋藏成岩区之间, 指示砂岩钙质胶结物的形成可能受到二者共同影响。然而, 显微镜下观察显示研究区含钙质胶结物砂岩孔隙中有很多残余沥青, 沥青表面附着黏土矿物薄膜, 剩余孔隙有被钙质胶结物充填的现象, 说明钙质胶结物形成于有机酸充注溶解作用之后, 其形成可能很少受到水岩作用的影响。阜东斜坡区齐古组部分砂岩具有极负的 $\delta^{13}\text{C}$ (PDB) 值, 甚至低于正常海相和非海相有机质, 其可以用超压驱动下的同位素动力分馏原理来解释, 如阜东 162 井齐古组砂岩样品的 $\delta^{13}\text{C}$ (PDB) 值随井深增加而减小(图 1), 指示这些样品位于超压顶面附近或以下, 随着超压流体的多次排放, 超压驱动的同位素分馏效应被逐渐强化, 因而展现出现今砂岩碳同位素的分布规律。而少量样品具有较高的 $\delta^{13}\text{C}$ (PDB) 值($+8.5\text{‰}, +10.2\text{‰}$), 可能与厌氧细菌参与的还原环境有关(Macaulay et al., 2000)。

收稿日期: 2015-02-02; 改回日期: 2015-02-28; 责任编辑: 费红彩。

作者简介: 蒋艳霞, 女, 1990 年生, 在读硕士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业。Email: 337008167@qq.com。

3 对储层质量的影响

研究区钙质胶结强烈，形成于蚀变作用和粘土化作用之后，部分砂岩的钙质胶结物几乎充填粒间孔。砂岩中钙质胶结物对储层质量具有双重作用：一方面，钙质胶结物的出现使原生孔隙大幅度减少，造成砂岩极低的孔隙度和渗透率，同时也增加了储层层内非均质程度，不利于储层发育；另一方面，早成岩期形成的钙质胶结物可阻碍压实作用的

进行，直到早成岩 B 期，少量酸性流体的侵入，使钙质胶结物发生部分溶蚀，储层质量可一定程度上得到改善。值得注意的是，研究区齐古组钙质胶结物的溶蚀作用很弱，且钙质胶结物的含量与孔隙度具有非常明显的负相关性（图 3），充分说明钙质胶结物对储层孔隙的破坏作用显著，并呈现钙质胶结物含量越多，对储层破坏越大的特点。

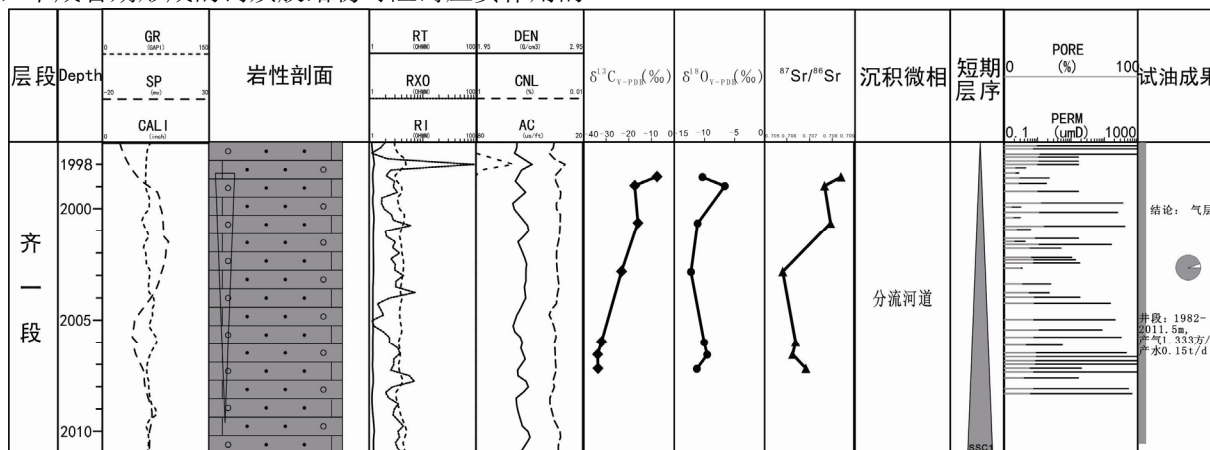


图 1 阜东 162 井钙质胶结物发育段综合柱状图

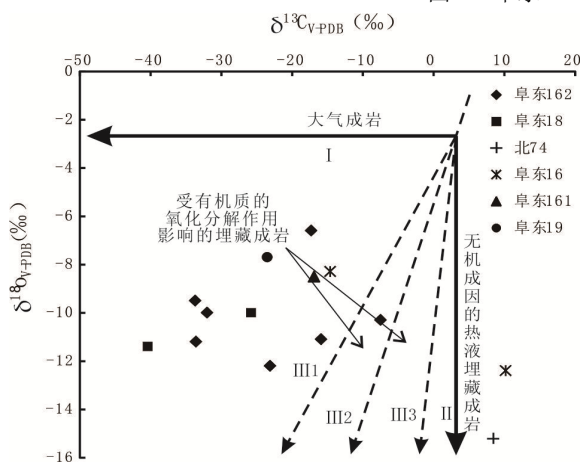


图 2 齐古组砂岩碳氧同位素组成（底图据杨智等，2010）

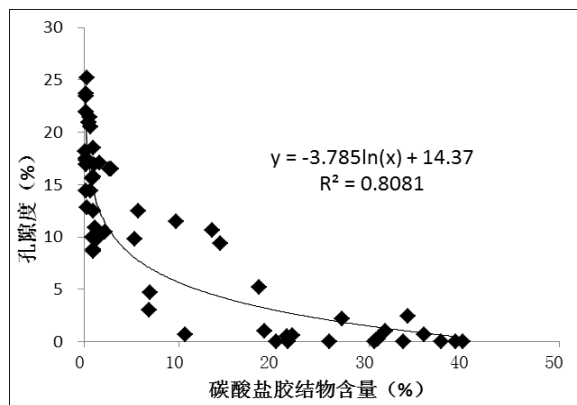


图 3 齐古组砂岩中钙质胶结物含量与孔隙度之间的关系

参 考 文 献 / References

刘四兵, 黄思静, 沈忠民, 吕正祥, 宋荣彩. 2014. 砂岩中碳酸盐胶结物成岩流体演化和水岩作用模式——以川西孝泉-丰谷地区上三叠统须四段致密砂岩为例. 中国科学-地球科学, 44(7): 1403~1417.

杨智, 邹才能, 何治亮, 武恒志, 曹锋, 李奇艳, 孟闲龙, 王芙蓉, 肖七林. 2010. 准噶尔盆地腹部超压顶面附近碳酸盐胶结带的成因机理. 中国科学: 地球科学, 40(4): 439~451.

Carlos R, Rafaela M, Karl R. 2001. Facies-related diagenesis and multiphase siderite cementation and dissolution in the reservoir sandstones of the Khatatba Formation, Egypt's western desert. Journal

of Sedimentary Research, 71(3): 459~472.

Macaulay C I, Haszeldine R S, Fallick A E. 1993. Distribution, chemistry, isotopic composition and origin of diagenetic carbonates: Magnus Sandstone, North Sea. Journal of Sedimentary Petrology, 63: 33~43.

Macaulay C I, Fallick A E, Haszeldine R S, Macaulay G E. 2000. Oil migration makes the difference: regional distribution of carbonate cement $\delta^{13}C$ in northern North Sea Tertiary sandstones. Clay Minerals, 35: 69~76.