

松辽盆地嫩江组白云岩形成机理

—以松科1井南孔为例

王国栋,程日辉,王璞珺,高有峰

吉林大学地球科学学院,长春,130061

内容提要:松科1井是中国大陆第一口以白垩系地层为主的全取心科学探井,由松科1井南孔和松科1井北孔两个钻孔组成。在松科1井南孔岩心精细描述的过程中发现松科1井南孔揭示的嫩江组地层中发现了层状白云岩和椭球状白云岩,共62层。白云岩结核垂向截面的透镜形状、结核内部上凸下凹两端收敛的层理特点以及在显微镜下观察到的白云石的雾心亮边结构和泥灰岩被局部交代产生的“豹斑状”白云石聚集均显示嫩江组白云岩是湖相泥灰岩在准同生期被交代的产物。白云岩的形成机制是在晚白垩世松辽盆地海侵背景下白云石在准同生期交代由浊积事件、介形虫灭绝事件所带来的泥灰岩沉积。

关键词:松科1井;嫩江组;白云岩;形成机理

松科1井钻探是973项目“白垩纪地球表层系统重大地质事件与温室气候变化”的重要组成部分,是中国大陆第一口以白垩系地层为主的全取心科学探井。松科1井位于松辽盆地齐家—古龙凹陷内(图1),由2个井孔组成,称为“一井双孔”结构,目前松科1井南孔已经完钻,取心层位从嫩二段底部到泉三段顶部,累积岩心长度为944.23m,岩心收获率达到99.73%。作者在钻井现场的研究过程中发现了一系列特殊的岩层,嫩江组的白云岩层就是其中之一。

白云岩首次由Deodat de Dolomieu于1791年进行了描述(赵澄林,2001)。二百多年来,白云岩一直是沉积学研究的重要对象,特别是白云岩的形成机理问题,是碳酸盐岩研究中最复杂、最难解决的难题之一。白云岩研究之所以重要,是因为从寒武纪到新生代的地质剖面中白云岩均占有一定的比例(方少仙等,2003,1999;何莹等,2006;朱井泉等,2000;黄杏珍等,2001),对其形成机理的解释是一个重大的科学问题。不仅如此,在近、现代世界上发现的油气中,60%的油气来自于碳酸盐岩,而白云岩又是碳酸盐岩油气勘探中的重要对象(顾家裕,2000)。在世界范围内,50%的碳酸盐岩储层是白云岩,在前苏联、欧洲部分地区、中东地区和非洲均发现了大量

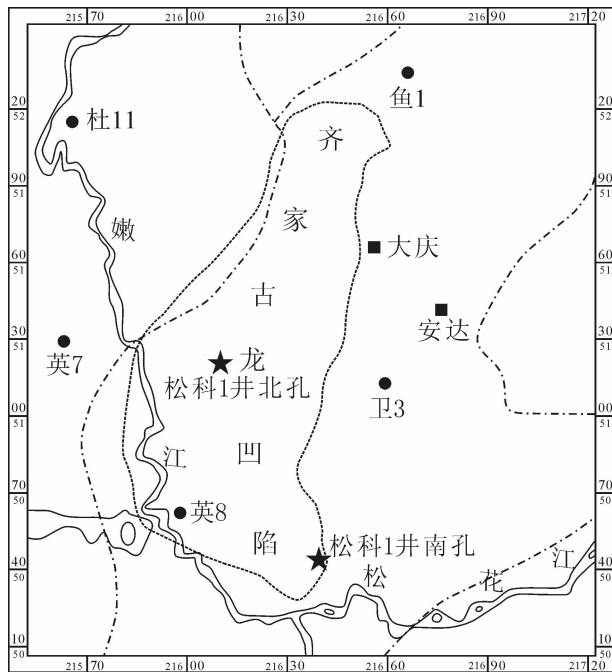


图1 松科1井井位图

Fig. 1 The location of well CCSD-SK with two drillings

的白云岩储层(Sun,1995)。近年来,我国也发现了以白云岩为储层的油气田,如四川盆地普光超大型气田、塔里木盆地田河气田以及鄂尔多斯盆地的苏里格气田,羌塘盆地中也发现了白云岩储层(陈文彬

注:本文为国家重点基础研究发展计划“973”项目(编号2006CB701403)资助的成果。

收稿日期:2007-08-28;改回日期:2007-11-02;责任编辑:郝梓国。

作者简介:王国栋,男,1982年生。吉林大学在读博士研究生。矿床普查与勘探专业,主要从事沉积学研究。Email:wanguodong100@163.com。通讯作者:程日辉,教授,博士生导师。Email:chengrh@jlu.edu.cn。

等,2006)。生产的需要迫使科学研究不断向前推进,这也是近半个世纪以来科学家们对白云岩的研究不曾降温的主要原因之一。

关于松辽盆地嫩江组白云岩沉积研究的报道并不多,王璞珺(1996)、刘万洙(1997)详细描述了位于松辽盆地东南隆起区姚家站处的嫩江组剖面,在该剖面中发现了 5 层白云岩结核层,通过对白云岩结核的产出特征、地球化学组成分析,提出了白云岩结核形成的海水侵入模式。

2 白云岩沉积背景

嫩江组沉积时期,松辽盆地处于热沉降拗陷阶段(王璞珺等,2001)。继青山口组时期的首次大规模湖侵之后,松辽盆地在嫩江组早期出现了第二次大规模的湖侵,形成了松辽湖盆的第二个扩张期,嫩江组一、二段沉积范围远远超出了现今松辽盆地的范围(中国石油地质志,卷二(下册),1993)。

松科 1 井南孔所在的齐家古龙凹陷是当时松辽盆地的沉降和沉积中心之一,在凹陷内沉积了巨厚的砂泥岩层。松科 1 井嫩一段和嫩二段主要以大套的暗色泥岩为主,局部见油页岩沉积,其中在嫩江组二段底部发育的一套厚度约 8 米左右的油页岩在全盆地内可以追踪,称作松辽盆地地层对比的“铁板层”。在大套暗色泥岩中夹有厚度不大的白云岩沉积、泥灰岩沉积、少量的粉砂岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩沉积,属半深湖—深湖沉积环境。嫩江组沉积期气温较姚家组高,气候由嫩一段沉积期的湿润向嫩二至嫩五段沉积期的半湿润、半干旱过渡(黄清华,1999)。

3 白云岩层的测井响应

自然伽马测井是测量地层中所含放射性物质的天然放射性强弱的,根据不同岩层所含放射性物质的多少不同来进行地层岩性的确定和划分。其量值主要反映了地层中的粘土含量,因而可作为判断沉积时水动力强度和水体深度的标志,其应用与自然电位相同。但其比自然电位曲线更能细致地反映微层的变化,是砂泥岩地层钻井剖面中进行岩性识别的主要手段和方法。在盐水泥浆条件下,微侧向电阻率测井的纵向分辨能力强,一般情况下可以划分出 5cm 厚的薄层。在松科 1 井南孔中实施的是 5700 系列常规测井,根据钻遇的岩性和泥浆类型,利用测井项目中的自然伽马测井曲线和微侧向电阻率测井曲线是进行地层分层和岩性划分的首选。

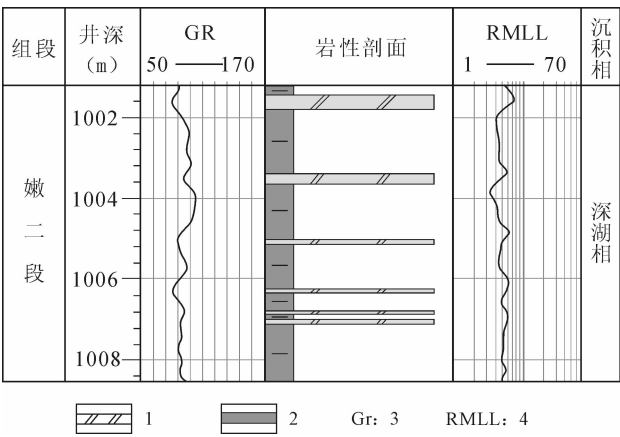


图 2 嫩江组白云岩测井响应

Fig. 2 Log responses of dolomite in Nenjiang formation

1—白云岩;2—泥岩;3—自然伽马测井曲线;
4—微侧向电阻率测井曲线
1—dolomite; 2—mudstone; 3—natural gamma ray log;
4—micro lateral resistivity log

典型的深水泥岩、泥岩的自然伽马值比较高,而纯的碳酸盐岩的自然伽马值很低,在嫩二段深灰色泥岩的段的平均自然伽马测井曲线值为 97.49gAPI,嫩江组一段的平均自然伽马测井曲线值为 108.42gAPI,白云岩层的自然伽马响应表现为在大段泥岩的自然伽马背景曲线上出现负向的弯曲,但弯曲的幅度不大,主要原因是:1)白云岩层厚度太薄,在上下泥岩放射性的干扰下,使得曲线负向偏移减小;2)白云岩不纯,含有泥质成分,同样减小曲线的负向偏移量。嫩江组中的白云岩层的微侧向电阻率较泥岩电阻率的背景值略高,表现为正向弯曲。因此在松科 1 井南孔揭示的嫩江组地层中,白云岩层的自然伽马测井曲线与微侧向电阻率曲线具有近于镜像对称的特点(图 2)。

4 白云岩岩石学特征

松科 1 井南孔所取的嫩江组岩心主要是嫩一段和嫩二段底部岩心,岩心总长 160m。在所取岩心中共发现 62 层白云岩,累积厚度为 340.20cm,占所取嫩江组岩心总心长的 2.1%。呈层状白云岩和椭球状白云岩结核两种形态产出,其中以层状为主(表 1)。

4.1 白云岩岩心特征

椭球状白云岩结核在垂向短轴方向上厚度在 4~11cm 之间,颜色主要以浅橄榄灰色为主(light olive gray,5Y 6/1)。结核轴部的纹理是水平的,偏离轴部,纹理由轴部分别向地层上下两个方向凸出,

表 1 松科 1 井南孔嫩江组白云岩层统计

Table 1 Dolomites recognized in Nenjiang formation of CCSD-SK Ⅱ

层位	顶深/m	底深/m	厚度/cm	形态	层位	顶深/m	底深/m	厚度/cm	形态	层位	顶深/m	底深/m	厚度/cm	形态
嫩二段	970.67	970.74	7	层状	嫩二段	1008.52	1008.58	6	层状	嫩一段	1044.73	1044.78	4	层状
	970.79	970.80	1	层状		1010.29	1010.39	10	层状		1044.80	1044.84	4	层状
	971.46	971.47	1.5	层状		1011.81	1011.87	6	层状		1048.64	1048.75	11	椭球状
	971.67	971.50	3	层状		1014.03	1014.09	6	层状		1051.75	1051.77	2	层状
	975.39	975.41	2	层状		1017.63	1017.64	1	层状		1050.53	1050.59	6	层状
	983.90	984.00	10	层状		1024.38	1024.33	5	层状		1052.71	1052.81	10	层状
	985.88	985.83	5	层状		1024.85	1024.87	2	层状		1055.69	1055.79	10	椭球状
	986.43	986.44	1	层状		1025.00	1025.01	1	层状		1056.14	1056.16	2	层状
	987.19	987.20	1	层状	嫩一段	1026.83	1026.87	5	层状		1056.18	1056.20	2	层状
	987.65	987.66	1	层状		1028.16	1028.20	4	层状		1056.69	1056.79	10	层状
	987.75	987.77	2	层状		1026.52	1026.57	5	椭球状		1057.47	1057.51	4	层状
	989.21	989.22	1	层状		1036.64	1036.68	4	层状		1058.16	1058.22	6	椭球状
	991.49	991.55	6	层状		1039.19	1039.25	6	层状		1058.37	1058.43	6	椭球状
	993.44	993.49	5	层状		1040.68	1040.79	11	椭球状		1058.90	1058.97	7	层状
	995.94	996.00	6	层状		1041.30	1041.35	5	椭球状		1059.37	1059.42	5	椭球状
	997.72	998.83	11	层状		1042.04	1042.10	6	椭球状		1059.48	1070.55	7	层状
	998.72	998.80	8	层状		1042.30	1042.31	1	层状		1060.14	1060.25	11	层状
	998.85	998.89	4	层状		1042.315	1042.323	0.7	层状		1115.24	1115.41	17	层状
	1001.67	1001.77	10	层状		1042.34	1042.35	1	层状	共 62 层, 累积厚度 340.2cm				
	1003.48	1003.57	9	层状		1042.68	1042.72	4	椭球状					
	1005.03	1005.11	8	层状		1042.93	1042.99	6	层状					
	1006.29	1006.31	2	层状		1043.94	1043.10	16	层状					

在水平的长轴两端纹理是向轴部收敛的,但没有相交。结核周围泥岩纹理与结核边缘形状一致(图版 I—A)。部分白云岩结核在水平方向上,从中心到两侧厚度变化快(图版 I—B)。结核长轴所在的水平侧向边缘与周围泥岩的界限不是十分清楚,似突然拉断的形状。在白云岩结核侧向的泥岩中有白云质成分存在,向两侧逐渐减少,即存在“拖尾”现象(图版 I—A、B、C)。白云岩结核短轴方向垂向截面与长轴方向的垂向截面的不同点在于没有“拖尾”现象(图版 I—D)。

层状白云岩厚度从几个毫米到十几个厘米不等,夹于大段泥岩中,顶、底与泥岩界线比较清楚(图版 I—E),内部层理不太清楚。部分层状白云岩底部见比较完整的介形虫化石(图版 I—F)。部分层状白云岩内部见泄水构造(图版 I—G)。其中在 1042.30m 上下出现三层层状白云岩,下部一层侧向延伸好;中部一层具有收缩微拉断特征,而初具椭球状结核长轴边缘的形状;上部一层与泥岩互层,部分白云岩微层在水平延伸方向上尖灭(图版 I—H)。

4.2 白云岩显微镜下特征

显微镜下,在松科 1 井南孔嫩江组中发现的白云岩中,白云石多呈半自形到自形。微晶白云石一

般为粒状结构,以半自形—自形的菱面体状晶形为主,晶形越完好,雾心亮边结构就越明显。泥灰质白云岩的晶形比较差,有镶嵌结构和局部交代形成的“豹斑状”结构,偶见陆源碎屑石英颗粒(表 2)。

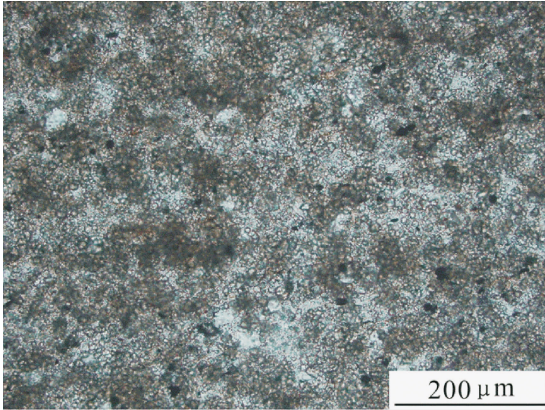
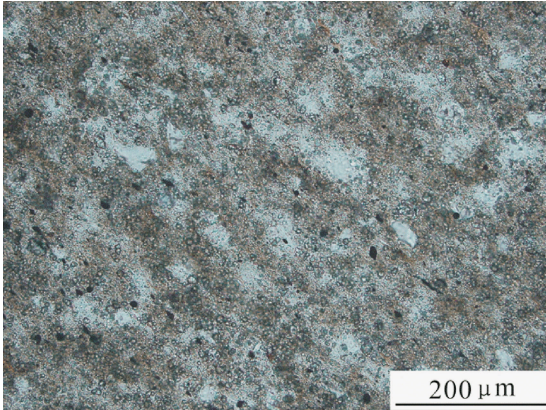
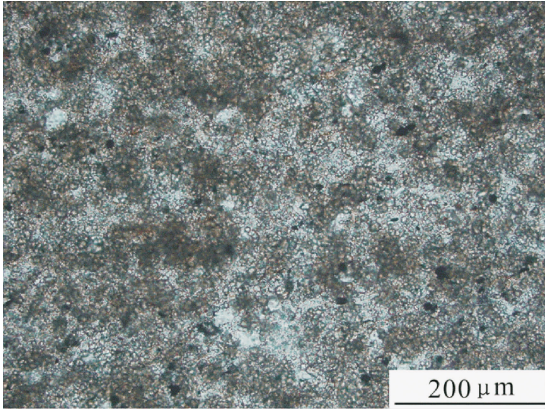
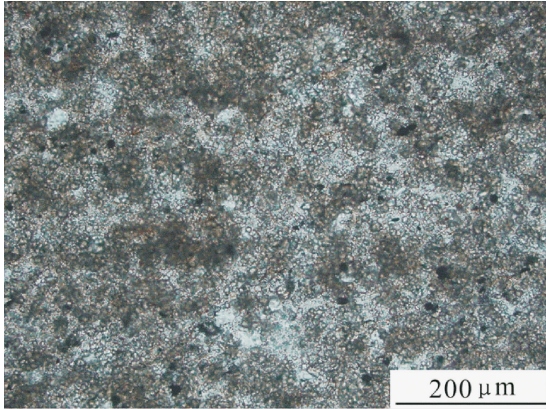
5 白云岩成因机制

科学家们一直在争论和探讨白云岩研究的相关问题,在众多问题中,最关键、最难解决的是关于白云岩的原生成因和次生交代成因机制问题(Deckker et al.,1988;Middleburg et al.,1990;Leach et al.,1991;Vasconcelos et al.1995;Deelman et al.,1999,2003;Swennen et al.,2003;刘万洙等,1997;毕义泉等,2000;邵龙义等,2002;范铭涛等,2003;李红等,2007)。长久以来没有彻底解决白云岩成因机制的主要原因是在常温常压条件下,实验室中尚未合成出真正的化学计量的白云石,同时在现代湖泊中还没有发现符合化学计量的白云岩,因此对于原生沉淀白云石的存在与否一直悬而未决。目前,对于白云石的成因,科学家根据各自研究的结果,提出了符合本地区白云岩形成的成因模式,孙健等(2005)总结了国内外各种白云岩的成因模式,已达到 17 种之多。

松科1井南孔揭示的嫩江组白云岩结核中,在

表 2 嫩江组白云岩显微镜下特征

Table 2 Characteristics of dolomites of Nenjiang formation under the microscope

 组段:嫩二段 井深:1003.49m 单偏 ×20 白云岩交代泥晶灰岩,白云石呈斑状富集,即所谓的“豹斑状”,白云石自形程度不高,泥灰质泥晶白云岩,样品取自层状白云岩	 组段:嫩二段 井深:1010.30m 正交 ×20 偶见有石英颗粒,白云石自形程度低,具镶嵌结构泥灰质泥晶白云岩,样品取自层状白云岩
 组段:嫩一段 井深:1039.24m 单偏 ×40 白云石具有不明显的雾心亮边结构,晶粒结构,半自形—自形菱面体状,微晶白云岩,样品取自层状白云岩	 组段:嫩一段 井深:1055.71m 正交 ×100 白云石具有明显的雾心亮边结构,呈自行的菱面体状,微晶白云岩,样品取自椭球状白云岩结核

长轴垂向截面上可以观察到上凸下凹、两端收敛但不相交的纹理。在长轴两端还可以观察到“似拉断边”以及“拖尾”现象,在短轴垂向截面上也有相似的纹理特征,但很少能观察到“似拉断边”及其“拖尾”现象(图 3)。“似拉断边”的存在表明嫩江组中的白云岩结核在形成结核前或者在形成结核过程中的某个时间之前是以层状形式存在且侧向连接的。内部保存的纹理在形成结核前是与宿主泥岩沉积的纹理一致的。随着结核的逐渐形成,碳酸盐矿物的结晶收缩使这层碳酸盐岩在侧向上发生拉断,形成枕状,“拖尾”是在侧向拉断过程留下的。上覆沉积物的压实作用和进一步的结晶收缩作用使枕状开始向椭球状转变。结核内部边缘纹理向轴部收敛表明在发生部分压实之后,结核在垂向上继续生长(佩蒂庄, 1975)。

对于泥、页岩背景沉积中碳酸盐岩结核的形成, Adolf Seilacher(2001)的研究表明,碳酸盐岩结核的形状与宿主沉积的渗透性有关。随着上覆沉积物的堆积,使宿主沉积物在垂向上形成一个压实梯度,导致宿主沉积物的渗透性向下减小,从而使不同压实作用阶段形成的结核具有不同的形状(Adolf Seilacher, 2001)。松科 1 井南孔中嫩江组白云岩结核的垂向截面为近似的透镜状,结核的形成是发生在上部沉积物压实作用较小的阶段,宿主泥岩沉积的渗透性在结核四周是比较均匀的,表明结核形成于准同生期。雷斯维尔(Raiswell, 1971)对同样的现象观察和研究后认为,碳酸盐沉积于早期沉积物的孔隙中,因而结核中碳酸盐的含量与宿主沉积物的孔隙性有关,同时在压实过程中,结核继续生长产生的收敛纹理便是最好的证据(Oertal, Curtis, 1972)。

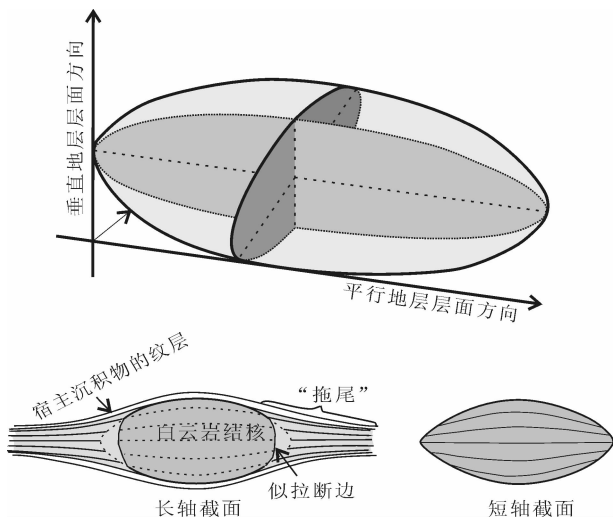


图 3 松科 1 井南孔嫩江组白云岩结核
Fig. 3 Dolomite concretion found in Nenjiang formation in CCSD-SK II

白云岩局部交代泥灰岩,交代形成的白云石成斑块状聚集,在显微镜下,未被交代的泥灰岩显得比较暗,而交代形成的白云岩聚集在一起呈亮斑状,将这种结构称为“豹斑状”结构。同时半自形—自形的白云石中心常有交代残余的泥灰质成分,与四周边部相比,白云石中心比较暗,形成雾心亮边的典型交代结构(表 2)。“豹斑状”与雾心亮边的交代结构均表明嫩江组中的白云岩是交代形成的,其源岩为湖相泥灰岩。

刘万洙(1997)等通过碳、氧同位素碳酸盐岩成因判别标准及其初始⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 比值证明了在嫩江组白云岩结核形成时期沉积盆地中同位素组成有海水来源。作者通过对刘万洙等对姚家站嫩江组剖面描述的再认识,发现多数白云岩结核出现在这样一个向上变浅的旋回中:旋回下部为油页岩沉积,向上出现与浊流相关的泥质粉砂岩或粉细砂岩沉积,再向上为介形虫碎屑灰岩或含介形虫泥岩,中、上部为泥岩夹白云岩结核层。作者认为早期海侵使有机质通量增加,外来水体与湖泊水体盐度的不同形成湖泊水体分层,造成底层水体缺氧,导致油页岩的形成。浊积沉积的形成可能是水体盐度分层的响应,湖泊水体盐度分层单因素不能完全导致大量的介形虫突然的死亡。后期浊积沉积对分层水体的扰动,一方面破坏水体的盐度分层,另一方面使介形类生存的水体不再清澈和稳定,导致其生活环境的突然变化才是介形虫死亡的主要原因。介形虫化石能够得到比较好的保存,说明介形虫死亡后在比较长的一段

时间内水体仍然是富钙的。浊积事件结束后,这种富钙的水体环境趋于清澈和稳定,在这种水体环境中形成泥灰岩沉积。 Mg^{2+} 的来源主要由侵入的海水带来。在准同生阶段,存在于宿主沉积物孔隙水中的 Mg^{2+} 开始逐渐交代已经形成的泥灰岩层或者泥灰岩结核,从而形成嫩江组的层状白云岩和椭球状白云岩结核(图 4)。综上可以看出,白云岩的形成机制是在晚白垩世松辽盆地海侵背景下白云石在准同生期交代由浊积事件、介形虫灭绝事件所带来的泥灰岩沉积。

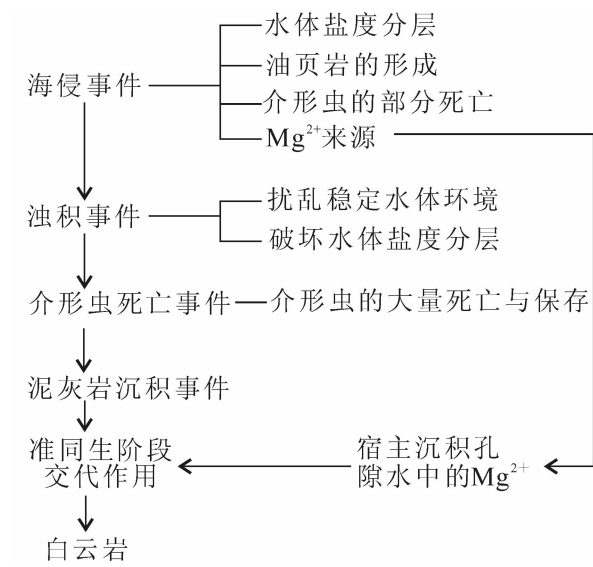


图 4 嫩江组白云岩形成机制
Fig. 4 Forming mechanism of dolostone of Nenjiang formation

6 结论

(1)松科 1 井南孔揭示的嫩江组一段与嫩江组二段底部地层中的白云岩层以层状白云岩与椭球状白云岩结核两种形式存在,共有 62 层,以层状白云岩为主。

(2)白云岩的岩心特征与显微镜下特征显示嫩江组白云岩的形成属准同生期的泥灰岩交代成因。

(3)白云岩的形成机制是在晚白垩世松辽盆地海侵背景下白云石在准同生期交代由浊积事件、介形虫灭绝事件所带来的泥灰岩沉积。

参 考 文 献

毕义泉,田海芹,赵勇生,马玉新,于文芹,胡书毅. 2001. 论泥晶套与次生白云岩原岩结构特征的恢复及意义. 沉积学报, 17(3):491~500.
陈文彬,杨平,张子杰,彭智敏. 2006. 南羌塘盆地扎仁油藏白云岩储层特征及成因研究. 沉积与特提斯地质, 26(2):42~46.
范铭涛,杨麟科,方国玉,汪满福,李铁锋,朱利东. 2003. 青西凹陷下

白垩统湖相喷流岩成因探讨及其意义. 沉积学报, 21(4):560~564.

顾家裕. 2000. 塔里木盆地地下奥陶统白云岩特征及成因. 新疆石油地质, 21(2):120~122.

方少仙,侯方浩,董兆雄. 2003. 上震旦统灯影组中非叠层石生态系兰细菌白云岩. 沉积学报, 21(1):96~105.

方少仙,侯方浩,董兆雄,朱晓惠. 1999. 黔桂泥盆、石炭系白云岩的形成模式. 石油与天然气地质, 20(1):34~38.

何莹,鲍志东,沈安江,申银民,李明和. 2006. 塔里木盆地牙哈—英买力地区寒武系一下奥陶统白云岩形成机理. 沉积学报, 24(6):806~818.

黄清华,谭伟,杨会臣. 1999. 松辽盆地白垩纪地层序列与年代地层[J]. 大庆石油地质与开发, 18(6):15~17,28.

黄杏珍,邵宏舜,闫存凤,妥进才,何祖荣,张新社,王寿庆,李玉兰. 2001. 泌阳凹陷下第三系湖相白云岩形成条件. 沉积学报, 19(2):207~213.

吉林油田石油地质志编写组. 1993. 中国石油地质志卷二(下). 北京:石油工业出版社,59~75.

李红,柳益群,朱玉双. 2007. 新疆三塘湖盆地二叠系湖相白云岩形成机理初探. 沉积学报, 25(1):75~81.

刘万洙,王璞珺. 1997. 松辽盆地嫩江组白云岩结核的成因及其环境意义. 岩相古地理, 17(1):22~26.

F. J. 佩蒂庄著,李汉瑜,徐怀大,胡伯良等译. 1981. 沉积岩. 石油工业出版社, 499~504.

邵龙义,何宏,彭苏萍,李瑞军. 2002. 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. 古地理论, 4(2):19~30.

孙健,董兆雄,郑琴. 2005. 白云岩成因的研究现状及相关发展趋势. 海相油气地质, 10(1):25~30.

王璞珺,刘招君,王东坡. 1996. 嫩江组黑色页岩—白云质结核—生物灰岩互层序成因与海水侵入的片流模式. 石油与天然气地质, 17(4):380~390.

赵澄林,朱筱敏主编. 2001. 沉积岩石学(第三版). 北京:石油工业出版社, 173~182.

朱井泉,李永铁. 2000. 藏北羌塘盆地侏罗系白云岩类型、成因及油气

储集特征. 古地理论, 2(4):30~42.

Adolf Seilacher. 2001. Concretion morphologies reflecting diagenetic and epigenetic pathways. Sedimentary Geology, 143:41~57.

Decker P D, Last W M. 1988. Modern Dolomite Deposition in Continental, Saline Lakes, Western Victoria, Australia. Geology, 16:29~33.

Deelman J C. 1999. Low-temperature Nucleation of Magnesite and Dolomite. Neues Jahrb. Mineral., Mh., Jg., 1999, 289~302.

Deelman J C. 2003. Low-temperature Formation of Dolomite and Magnesite (revised edition in a digital form). Netherlands: compact Disc Publications Geology Series.

Leach D L, Plumlee G S, Hofstra A H, et al. 1991. Origin of Late Dolomite Cement by CO₂ - Saturated Deep Basin Brines: Evidence from the Ozark Region, Central United States. Geology, 19:348~351.

Middleburg J J, de Lange G J, Kreulen R. 1990. Dolomite Formation in Anoxic Sediments of Kau Bay, Indonesia. Geology, 18:399~402.

Oertel, G, Curtis, C. D. 1972. Clay-ironstone concretion preserving fabrics due to progressive compaction. Bull. Geol. Soc. Amer., 83:2597~2606.

Raiswell, R. 1971. The growth of Cambrian and Liassic concretions. Sedimentology, 17:147~171.

Sun S Q. 1995. Dolomite Reservoirs: Porosity Evolution and Reservoir Characteristics. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 79(2):186~204.

Swennen R, Vandeginste V, Ellam R. 2003. Genesis of Zebra Dolomites (Cathedral Formation: Canadian Cordillera Fold and Thrust Belt, British Columbia). Journal of Geochemical Exploration, 78~79:571~577.

Vasconcelos C, Mackenzie J A, Bernasconi S, et al. 1995. Microbial Mediation as a Possible Mechanism for Natural Dolomite Formation at Low Temperatures. Nature, 377:220~222.

The Forming Mechanism of Dolostone of Nenjiang Formation in Songliao Basin- Example from CCSD-SK II

WANG Guodong, CHENG Rihui, WANG Pujun, GAO Youfeng
College of Earth Sciences of Jilin University, Changchun, 130061

Abstract

The CCSD-SK is the first scientific drilling well of whole core rocks of Cretaceous in the continent of China, which is composed of two drilling wells : CCSD-SK I in the north and CCSD-SK II in the south. There 62 layers of bedded dolostone and ellipsoidal dolostone identified in Nenjiang formation during the description of CCSD-SK II. The vertical section of the dolostone nodular is in convex lens, and the laminations in edges of some nodulars have convergences toward the axis. Some grains have zonal structures in which the core is marl and the outside belt is dolomite under microscope. There are some " leopard spot" dolomites also, getting together in the setting of marls. All those mentioned above suggest that the dolostone of Nenjiang formation is the product of penecontemporaneous replacement to marl. The forming mechanism of dolostone of Nenjiang formation was a process during which the grains of dolostone replaced the marls accumulated by the turbidite flow and the extinction of ostracoda, under the background of the marine transgression of late Cretaceous.

Key words: CCSD-SK; Nenjiang formation; dolostone; forming mechanism