

滇东二叠系阳新统白云岩的成因

李 安 华

(滇黔桂石油勘探局地质科学研究所)

内容提要 本文据滇东地区二叠系阳新统白云岩中碳、氧同位素值及相应盐度和微量元素Sr的含量,讨论了白云岩为混合水交代成因。此种成因的白云岩对孔隙的发育起控制作用。

滇东二叠系阳新统中白云岩普遍发育,分布范围广。其发育程度因地区、层位、沉积相区的不同而有差异。在台地沉积区,特别是弥勒-师宗断裂以西白云岩较集中;而在盆地和台地边缘沉积区则较少。从层位上讲,栖霞组比茅口组为多。

本区阳新统碳酸盐岩岩石类型为亮晶颗粒灰岩、泥晶颗粒灰岩、生物礁灰岩、晶粒白云岩、白云质斑块灰岩、含颗粒或颗粒泥晶灰岩、泥晶灰岩等。颗粒类型有内碎屑、生物或生物屑、球粒、钙球等。生物屑和生物以虫屑、藻类、介屑、棘屑、海绵、珊瑚、苔藓虫、海绵骨针为主。沉积环境主要位于潮下-潮间带,能量低至中和较高能,属浅滩、生物礁相沉积。

白云岩产状

区内白云岩分布不均匀,有多种类型,主要有三种:

1. 完全或较完全交代原岩(灰岩)的层状白云岩 表现出栖霞组比茅口组云化强烈的特点。如昆明西山栖霞组顶部白云岩厚度达60m。但这套白云岩岩性在横向不稳定,厚度变化大,向南至玉溪仅厚7米;向东南至师宗变为密集的白云岩条带或白云质斑块;向东北至宣威仅见白云岩斑块,显然非沉积因素所控制。

这类白云岩中的白云石以半自形~自形晶粒为主,它形晶粒次之。晶粒一般较粗,结构较均匀,为粉~粗晶,呈镶嵌状(图1),



图1 中晶白云岩中的晶间孔
(据昆明西山剖面R₁₀照片描绘,面孔率=5%)

内部较脏,含杂质多,普遍具雾心亮边构造。从残余结构判断,原岩应为亮晶或泥晶生物屑灰岩等。这种交代作用不受任何组构控制,局部甚至完全破坏原岩面貌,因此应为成岩晚期白云石交代方解石的产物。中晶白云岩碳、氧同位素值及相应盐度见表1。

2. 斑块状交代的白云岩 主要发育于茅口组,且自下而上减弱,斑块一般数十公分,呈不规则“补巴状”,与围岩呈渐变关系,其内常见残余的筴、介屑、棘皮等,原岩为泥晶生物屑灰岩夹亮晶生物屑灰岩。白

中晶白云岩碳、氧同位素值及相应盐度 表 1

产地及样品号	$\delta^{18}\text{O}$ (SMOW)	$\delta^{13}\text{C}$ (PDB)	相应盐度 (‰)
昆明西山R17	20.28	4.17	18

*据A.G.爱泼斯坦等人“北大西洋表层水 $\delta^{18}\text{O}$ 值与盐度相关的关系图”1953

云石多呈自形、半自形粒状，细~中晶为主，常见环带构造。白云化常破坏岩石结构，是成岩晚期白云化作用结果。斑块内白云石氧同位素值及相应盐度见表2。

白云岩斑块中
白云石氧同位素值及相应盐度 表 2

产地及层位	$\delta^{18}\text{O}$ (SMOW)	相应盐度 (‰)
昆明西山茅口组第1套	25.42	26
昆明西山茅口组第3套	23.95	24

• 据A.G.爱泼斯坦等人

3. 透镜状、条带状、楔状交代的白云岩基本同白云岩斑块内的破坏原岩结构的特征，仍应属成岩晚期的交代作用。

以上三种白云岩无论从数量上，还是从规模上来讲均为本区之冠，其它则数量较少且零星分布。

白云岩的成因

从测得的中晶白云岩和白云岩斑块中白云石的碳、氧同位素值及相应盐度来看，18‰、24‰、26‰的盐度是介于正常海水与淡水之间的，应属混合水范畴。说明在白云石交代方解石时介质条件为混合水。

宣威、玉溪等地区白云岩中微量元素Sr的含量一般较灰岩低，见表3。

从表3可见白云岩中Sr的含量比灰岩低，说明在发生白云化时介质条件不是正常

宣威、玉溪白云岩和灰岩中Sr含量对比 表 3

岩类 (标本数)	白云岩 (6)	石灰岩 (46)
含量 (%)		
最大值	0.1	0.6
最小值	0.03	0.03
平均值	0.058	0.141

海水，也不是淡水，而是混合水。

另外，在昆明西山剖面栖霞组厚层状白云岩之上约50m处有一近于水平的溶蚀孔洞发育带，可能位于古潜水面的顶部。类似的溶蚀现象在其它地方也常见。如玉溪剖面见大量溶孔、粒内孔发育于台地内部浅滩等高地部位。这些事实都说明阳新统灰岩在成岩阶段受淡水影响十分明显，为近地表成岩环境。

阳新期末，海水退去。阳新统灰岩在成岩期相对被抬升，浅滩等高地部位发生暴露，接受大气淡水注入和海水混合，从而形成淡水透镜体和咸淡水混合带，如图2所示。

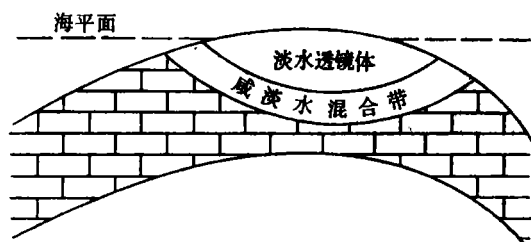


图2 淡水透镜体和咸淡水混合带示意图

(据K.巴迪奥扎曼尼, 1973, 略加修改)

据K.巴迪奥扎曼尼(1973年)计算: 5~30%的海水(其余为地下淡水)混合液对方解石仍不饱和, 但对白云石则过饱和, 因此可以发生方解石被白云石的交代作用。这种交代作用的速度可能是较快地进行, 因为它所形成的白云石既不如淡水沉淀的白云石那样

晶体完美洁净,又不象蒸发作用形成的白云石那样晶粒细小均匀。它形成独自の粗大晶粒,但透明度较差(交代残留的杂质),切割力强,且无选择性。

区内白云化作用形成的白云石晶粒粗大,一般细~中晶,少量粗、粉晶。交代残留杂质多,雾心亮边普遍可见。白云化常破坏颗粒结构及岩石组构,交代无任何选择性,甚至完全破坏原岩结构。白云岩中无蒸发岩共生,也未见干旱迹象。这些都说明本区白云岩的成因机理符合混合水白云化模式。

栖霞组处于埋藏的咸淡水混合带,长期稳定,白云化彻底,形成白云岩层。茅口组位于渗流带,白云化较弱,且多沿成岩收缩缝及其附近的高孔隙、高渗透部位优先发生,形成白云岩斑块或条带等。

白云化与孔隙的关系

经许多学者研究后认为灰岩经白云化后可增加孔隙至少13%。笔者认为白云化作用能增加孔隙的问题,应视其交代的时期、方

式、白云化规模及所形成白云石的晶粒大小等区别对待。

本区成岩晚期白云化作用形成的白云石数量可观,晶粒粗大,许多交代很彻底,所以对孔隙的改造作用突出。况且,本区成岩晚期白云岩为混合水成因类型,此种对方解石仍不饱和的水介质对岩石还可产生溶解,这就大大超过白云化作用本身对孔隙的增加。

区内白云化作用所产生的孔隙类型主要是白云石晶间孔。经红色有机玻璃铸体薄片观察也证实了此类孔隙的存在。白云岩中白云石晶间孔面孔率最高可达5~6%。孔隙形状为不规则~多边形。表4为几种不同白云岩类连通孔隙率值。

据阿拉伯油田统计,白云化程度在50~90%之间孔隙度随白云石含量的增加而提高。本区白云化程度达此量的只有成岩晚期的白云岩。从表4可以看出,孔隙最好的是粉晶白云岩,中晶和细晶白云岩次之。而中晶白云岩皆是成岩晚期白云化的结果。

综上所述可以认为:

1. 区内成岩晚期白云岩的成因属混合

表 4

岩类 (标本数)	中晶白云岩	细晶白云岩	粉晶白云岩	灰质白云岩	白云质灰岩
孔隙率 (%)	(4)	(5)	(11)	(4)	(37)
最大值	4.53	4.89	8.18	2.74	5.78
最小值	1.57	2.74	2.41	0.88	0.40
平均值	3.34	3.37	4.25	1.75	1.88

水,对孔隙的发育起到控制作用。

2. 浅滩等高地位具有一个比较稳定的水文地质背景,在暴露过程中接受大气淡水注入并与海水混合,易于发生混合水白云化,形成白云岩。

3. 混合水白云化形成的白云岩具有良好的储集性能,是很有前途的勘探对象。

4. 考虑到已往的研究,设里宽向斜具备良好的生、储、盖组合关系,是找气的有

利地区。

齐敬文、吴银富、赵册享等同志提供了资料,在此深表谢意。

参 考 文 献

- [1] 张荫本 四川盆地二叠系中的白云岩化《石油学报》1982年 第1期。
- [2] K.巴迪奥扎曼尼著 冯增昭译 混合白云岩化作用模式——应用于威斯康星的中奥陶统《天然气勘探与开发》1979年第2期
(本文收到日期 1986年4月7日)

17 Studing the Structure and Reef Morphology in Eastern Sichuan Using diplog

The diplog is a method for detecting the space location of the bedding and fault planes in barefoot well. It may solve a lot of geological problems concerning oil and gas exploration, provides evidence for optimizing well locations, and can raise the success of exploration. The application and effect of this method in studing the structure and reef morphology in eastern Sichuan are presented in this paper.

Biuyong

22 Characteristics of Structural Micro-fissures of Middle Carboniferous in Eastern Sichuan and Its Relation to the Oil-gas-water

In this paper, the structural micro-fissures of Middle Carboniferous in Eastern Sichuan are divided into three stages and four types. According to the analysis of the relationship between micro-fissures and oil-gas-water, it is recognized that the distributive area of fissures unfilled and filled by dolomite is favorable to gas-bearing, ones filled by calcite is unfavorable and ones filled by quartz is the omen of water-bearing.

Chen Mingqi

27 Origin of Yangxin Dolomite of Permian in Eastern Yunnan

According to the isotope values of carbon and oxygen, the corresponding salinity and the content of trace element Sr in Yangxin dolomite of Permian in eastern Yunnan, it is discussed that the dolomite belongs to the origin of mixed water replacement. This type of dolomite controls the development of porosity.

Li Anhua

30 Reserve Fitting in Numerical Simulation of Gas Reservoir

This paper introduces the result of fitting the reserve of gas reservoir using numerical simulation, while the range of gas reservoir simulation is basically determined, it is feasible to fit the reserve of gas reservoir with applicable fitting steps. It is also indicated that the result is relatively reliable using the numerical simulation to fit the reserve in a given gas reservoir of W gasfield.

Zhang Yongsheng

34 Application of Optimum Method to Reserve Calculation of Gas Reservoir

The authours use the optimum method to calculate the reserves of carbonate gas reservoir containing water. After obtaining various parameters using simplex method and nonlinear least square method and taking the calculation of drive index of gas reservoir as the optimum selected criterion of multi-solution values, the optimum solve is finally determined through the regression analysis. This method is used for a given gas reservoir, the result obtained is conformed with the actual data of the static state and active state.

Shi Naiguang, Dong Wei, Ding Chuanbai