

川西南下二叠阳新统白云岩成因探讨

陈明启

(四川石油局勘探开发研究院)

摘要 本文根据四川峨嵋、汉旺及宝兴一带下二叠系阳新统白云岩的岩石结构和阴极发光、微量元素、包裹体测温等资料结合纵向特征、横向展布及沉积、埋藏史提出了该白云岩是源于早期受峨嵋山—瓦山古断裂控制沉积的滩相生屑灰岩经过海水、淡水混合作用而形成；继后受地壳升降、褶皱、火山等影响而形成多种、多期成岩作用叠加的产物。白云岩结构不均一，具波状消光、机械双晶、晶粒紧密镶嵌，阴极发光下不显晶粒，孔隙很小，储集性变差。

主题词 下二叠系 白云岩 白云岩化作用 成岩阶段

作者简介 陈明启 女 55岁 高级工程师 石油地质及岩矿鉴定

下二叠系阳新统是四川盆地已知碳酸盐岩产气层之一，近年来在川西南汉旺场地区钻探发现有累厚近百米的白云岩（含栖霞组 P_1^2 和茅口组 P_1^3 中上部），钻井中在该段发生井漏并产气，为川西南油气勘探提供了重要的依据。该段白云岩孔隙率为1%左右，裂缝较发育，属低孔隙—裂缝性储集层。白云岩孔隙率不高的原因是本文要讨论的内容。

一 白云岩分布情况

在龙门山南段地区、峨嵋、汉旺场、宝兴一带的阳新统白云岩范围内，构造复杂，断裂发育。

该区下二叠系阳新统地层（包含上述白云岩）上与上二叠统玄武岩、下与下寒武统九老洞组皆为假整合接触，岩性特征与盆地其它地区类似，分三组七段（图1）

本文所述的白云岩发育在阳新统顶部侵蚀面以下， P_1^2 的上部和 P_1^3 中上部两个层段。分别属于栖霞和茅口两个成滩期^{①②}的产物。其中 P_1^2 的白云岩分布在川西北龙门山区的南北两端， P_1^3 中上部的白云岩目前则只在川西南汉旺、峨嵋一带出现，厚约65m。

二 白云岩的特征

1、以细—粗晶粒级的它形晶白云石为主要结构，其中混有一些自形晶好的粉晶粒（0.05~0.1mm）白云石。可能显示白云石早期是较细的自形晶好的粉晶粒，由于再次白云化作用的叠加使大多数晶粒增大，形成以它形晶为主的粗大白云石。

2、白云石晶粒内有缘藻或有孔虫屑的残余结构（图版I，1）和多晶粒白云石的阴影；阴极发光呈桔红色，反映生屑灰岩在 Eh 值较低，含锰的还原条件下被白云化，应是埋藏后的产物。

3、白云石晶粒粗大，具波状消光和机械双晶（图版I，3、4），晶粒间呈波状紧密接触，

^① 万汀仁、马行、赖国良1978年四川盆地二叠系阳新统与下三叠系嘉陵江组浅滩玢岩在区域构造上的分布规律及含油气远景（内刊）

^② 宋文海、马行、陈士1979年四川盆地阳新统沉积相及含油气条件研究报告（内刊）

可能是介质浓度低、结晶速度慢、温度高、受力强，作用时间长等因素影响，使细粒白云石转变成粗粒白云石，并产生一系列“应变结构”。

4、白云岩化学分析，Mg/Ca 值 0.8—0.9，小于标准白云石的 Mg/Ca 值 (1)；微量元素 K、Na、Sr、Fe、Mn 等含量均不高 (10—200ppm)，其中 Sr 含量为 30—180ppm，比现代方解石沉积物含 Sr 量 1000—1200ppm 低，比古代方解石 Sr 含量约 400—700ppm 低；Na 含量为 100—200ppm，比近代海相生物碳酸盐 Na 含量的 500—8000ppm 低许多，说明生屑灰岩在含盐度不高的介质中被白云化。

5、白云岩包裹体测温情况，经中国科学院地球化学研究所施继锡、李本超同志测定：汉 X 井 P₁³ 白云岩样品只在基质透明处 (即重结晶处) 见少量气液比为 5—10% 的液体包裹体，温度为 145—185℃ (均一法测定)。

宝兴地面 P₁² 样品有两种包裹体；一种是气/液比为 5—15% 的液体包裹体；另一种是气体包裹体，大多数均一法测温为 140—185℃；与汉 X 井 P₁³ 所测得的温度基本一致，说明形成粗晶结构白云石在白云化时介质温度比较高，高温是促进白云化作用的有利条件。

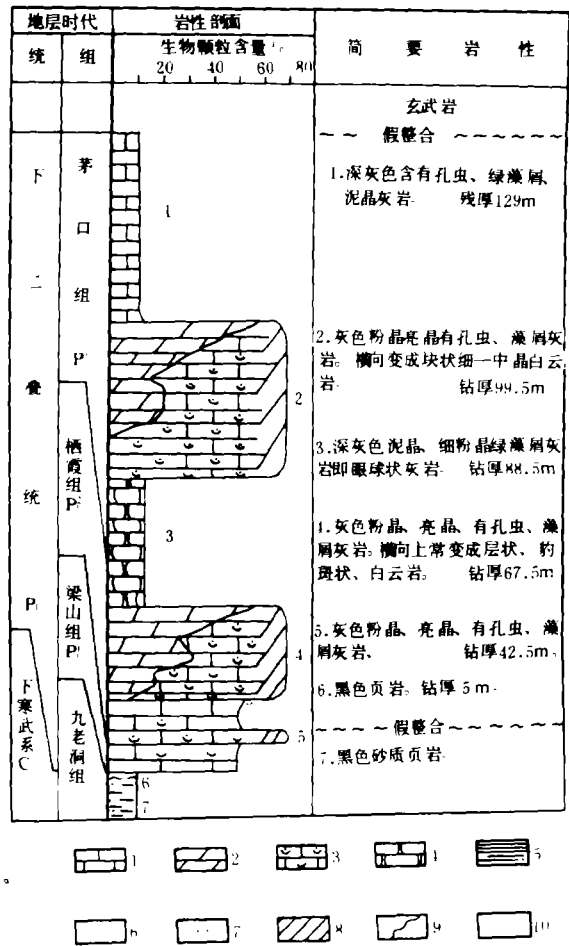
三 对川西南 P₁²、P₁³ 白云岩形成的认识

根据前述白云岩的特点并结合它们的产状、分布，笔者有下述认识。

1、P₁²、P₁³ 白云岩是在滩相沉积时早期海水、淡水混合白云化后又受阳新统顶部侵蚀面及玄武岩喷发的影响多期形成的。因为：

(1) P₁²、P₁³ 白云岩是一套缺乏蒸发岩类共生的碳酸盐岩组合，二叠系阳新统是底栖生物 (有孔虫、腕足类、棘皮类、珊瑚类、苔藓虫等)、藻类等组成的浅海沉积物。它们与“蒸发泵”及“渗滤回流”所阐述的白云化全然不同。海水、淡水混合白云岩化在当今为人们所认识的实例有佛罗里达和尤卡坦 (ERLC MOUNTJOY, 1986)；又据 1973 年 K·巴迪奥札曼尼的实验结果：只要 5% 的海水和 95% 的地下水混合，这种水对方解石不饱和而对白云石饱和，不需要高镁钙比的盐水就能促使岩石白云化。“混合白云化”在理论上、实验室里和现代海沉积物调查中实际存在，说明用它来解释古老的缺乏蒸发岩碳酸盐岩白云化是有说服力的，因此笔者认为 P₁²、P₁³ 在汉旺一带的白云化是海水淡水混合白云化的类型。

(2) P₁²、P₁³ 白云岩岩体分布明显的与阳新统两个成滩期的滩体分布一致 (图 2、3)，而这些

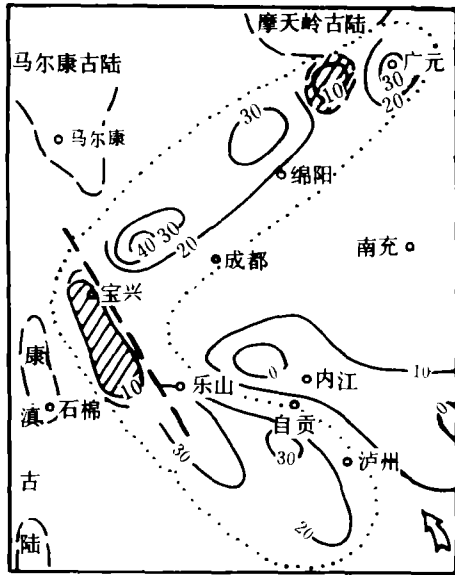


1. 灰岩, 2. 白云岩, 3. 有孔虫屑、藻屑灰岩, 4. 眼球状泥晶灰岩, 5. 页岩、砂页岩, 6. 泥晶, 7. 细粉晶, 8. 亮晶, 9. 岩性界线, 10. 玄武岩

图 1. 二叠系阳新统柱状剖面图

Fig.1 Columnar of Yangxing Series in Permian

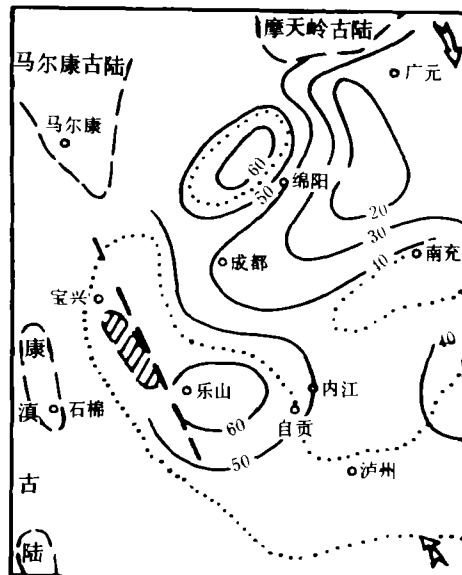
滩体又沿峨嵋—瓦山断裂走向分布, 受古断裂控制。滩体又控制了白云岩的展布。由于滩体经常暴露与沉没, 有利于海水、淡水混合形成成岩早期白云岩化。P₁²、P₁³白云石有粉晶粒 (<0.1mm) 也有细—中晶粒, 甚至粗晶粒 (0.1—1mm), 这种混合的结构, 可能暗示早期白云化细粒的粉晶白云石, 经过后来的白云化作用迭加而形成粗粒白云石。



1、深断裂 2、白云岩区 4、滩体 5、海侵方向

图 2 P₁² 滩体与白云岩分布区

Fig.2 Distribution of bank and dolomite of P₁²



1、深断裂 2、白云岩区 4、滩体 5、海侵方向

图 3 P₁³ 滩体与白云岩分布图 (图例同图 2)

Fig.3 Distribution of bank and dolomite of P₁³

(3) P₁²、P₁³ 地层受阳新统顶部侵蚀面和玄武岩喷发的影响, 具备了继续白云化有利条件, 阳新统沉积不久, 东吴运动发生, 地壳上升, 地层广遭剥蚀, 西北一带的宝兴地区隆起最高, 剥蚀最多, 残留茅口组下部地层。川西南汉旺、大兴一带残留地层较多, 比宝兴地区厚 100—150m 左右, 为当时的低凹处。西侧高地的淡水沿着宝兴—峨嵋北西向的峨嵋山—瓦山断裂及其它渗透性好的岩层流向凹地, 若岩层中保留有 5% 的海水, 就能促进白云化作用的进行; P₁²、P₁³ 白云岩晶体内有绿藻、有孔虫残余结构、Mg/Ca < 1, 微量元素含量低 (Sr、Na 的含量都小于 200ppm), 均说明生屑灰岩白云化作用时介质含盐量低, 与当时埋藏凹地的环境相呼应。值得强调的是阳新统经受剥蚀以后, 该地区又有大量的玄武岩喷出, 地壳深处的热液活动, 不但增加了围岩的温度, 更重要的是提供了各种元素如 Mg、Ca 等, 改变了孔隙水的成份, 大大有利于 P₁²、P₁³ 白云化作用的进行。P₁²、P₁³ 白云石在阴极发光下为桔红色, Eh 值低, 印证了它们白云化作用是在含锰的还原环境——也就是埋藏环境下发生的。

(4) 阳新统内白云石有多种产状。如 P₁² 为豹斑状、层状。P₁³ 只局部产出, 它们的白云石以细—粗晶为主、它形为主; 而其上下夹层里则有沿基质或绿藻屑等稀疏散布的粗粉晶 (0.05mm) 自形晶很好的白云石, 这种晶粒结构的差异, 以及产出层位的差别, 说明白云化的多期性。晚期白云化作用叠加在已白云化的岩石上, 促使晶粒增大。从 P₁²、P₁³ 白云岩中的白云石晶粒粗细混杂、多种晶形共存的结构可以看到白云石由于白云化作用多次叠加使它们以细—中晶甚至粗晶粒为主、它形为主的结果。据上述资料, 笔者认为 P₁²、P₁³ 白云岩乃多期形成。

2、川西南阳新统 P_1^2 、 P_1^3 白云岩可能经历了三个或更多的不同成岩阶段，在地史中逐渐发展形成。

(1) P_1^2 、 P_1^3 地层沉积时为滩相浅水环境，有利海水、淡水混合形成白云石，奠定了白云化的基础。

(2) P_1^2 、 P_1^3 地层位于阳新统顶部侵蚀面以下，并有玄武岩喷发，受侵蚀面及地下热液的影响，具备继续白云化作用的有利条件。

(3) 深埋条件下的白云化。继东吴运动玄武岩喷发以后，该地区持续下沉，在玄武岩之上又接受了数千米的沉积物，随着埋深、地温梯度的增加，有机质，向烃类转化，液态烃向气态转化，这可由白云石晶间隙里残留有黑色碳质沥青所证明（图版 I，2），也同白云岩中包裹体的测温（145—185℃）所证实， P_1^2 、 P_1^3 的白云岩与深埋环境紧密相关。

随着地壳下沉、深埋和随后的地壳一系列抬升、褶皱，特别是具有重大影响的印支运动发生，使龙门山地区构造复杂、断裂发育，使 P_1^2 、 P_1^3 白云岩中的白云石晶粒普遍产生了波状消光、沿解理分布的机械双晶、晶粒介线呈波状、锯齿状以及阴极发光下晶粒介线消失呈现一片桔红色等一系列后生变化，使白云石晶粒增大，白云岩孔隙变小，导致了 P_1^2 、 P_1^3 白云岩的储集性能变差

收稿日期 1987 年 2 月 23 日

参 考 文 献

- 张荫本 1982 二叠系阳新统白云岩化 石油学报 2卷1期
 D·W·莫昀 1983 年白云岩（成岩作用讲座一、二）夏宜葆译 1985，年国外地质科技 6、7期
 K·巴迪奥札曼尼 1973，混合白云化作用模式——应用于威斯康辛的中奥陶统
 冯增昭译 1979，天然气工矿勘探与开发 2期

A DISCUSSION OF THE ORIGIN OF YANGXIN DOLOMITE OF LOWER PERMIAN IN SOUTHWEST SICHUAN

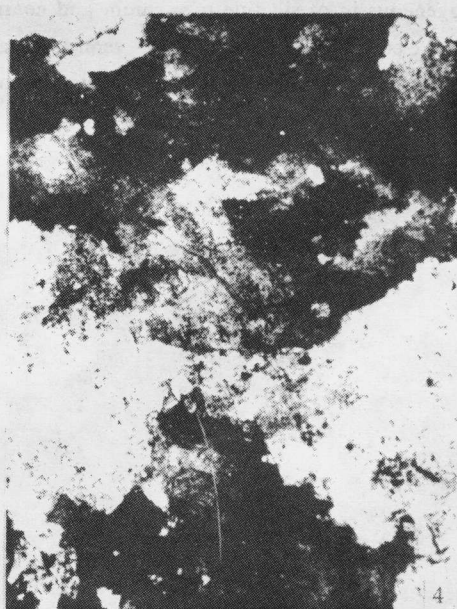
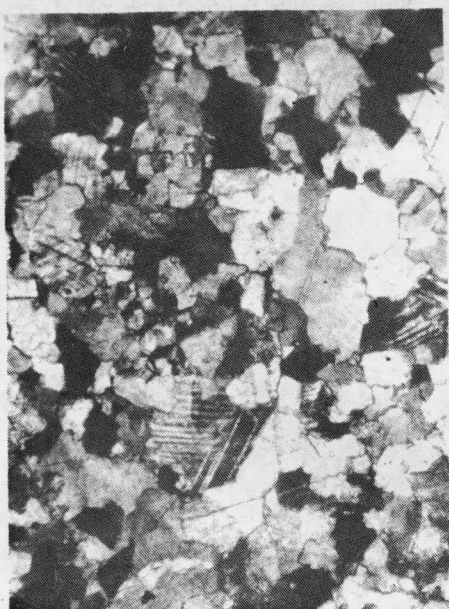
Chen Mingqi

(Institute of Exploration and Development of Sichuan Petroleum Administration)

Abstract

Based on the lithological texture, optic features, cathodoluminescence, trace elements and inclusion temperature measurement the Yangxin series of the Lower Permian (which is exposed on Ermei, Hanwang and Baoxing of south-west Sichuan) with a cumulative thickness of approximate 100m combined with the occurrence of the dolomite and its vertical petrographic complex, horizontal distribution and the deposition and burial history, the author proposes that the dolomite in this region was originated from bioclastic limestone of beach facies which deposited under the control of the Ermeishan-Washan ancient fault during early stage. It is beneficial to form mixing dolomite by presh and marinewater because of it frequently expose and submerge from sea level and sequentially form the diagenesis of uplifting and downgoing of earthcrust, folding and faulting in geohistorical process. Especially the Dongwu movent soon happened after the deposition of Yangxin series, it made the earth crust uprise, leading these strata to expose and denude, and the Baoxing, northwest portion

of the region was the highest and denuded deeply while its southeast portion, the Hanwang and Daxin denuded less with 100—150m in remains thickness (the Lower Permian) more than that of Baoxing, it was the depression at that time, thus making the fresh water in west side of the highland flow along the Ermeishan—Wasan fault and its accompanying fractures towards the depression, wherever there reserved 5% of seawater in rocks, there would promote dolomitization to take place. Subsequently the volcanic eruption, basalt's mass flowed out, and hydrothermal activity from earth crust in that region, these major geological events deeply influenced the strata in Ermei, Hanwang and Baoxing, changed the physical and chemical conditions of rocks increased the geotherm and the composition of pore water was also changed, and simultaneously provides the ions of various elements as calcium and magnesium etc. thus a favorable condition for continuous dolomitization was possessed. Owing to the long term subsidence of earth crust, the Yangxin series of the Lower Permian in that area deeply buried under several thousand meters and sustained a number of reworkings by deep burial, such as the increase of geothermal gradient composition change of pore water, transformation of organic matter into hydrocarbon etc. which also provides conditions for continuous dolomitization. Until the later Indo—China movement, the dolomite was sustained such dynamic action as intensive compression and tension, making them reproduces such "strain textures" as tight contact between crystals in a zigzag form, not show crystal, but show sheet-connected orange in color under cathoaluminescence, a general extinction, and mechanical twincrystals etc. They are further to evolve into the present dolomite with extremely inhomogeneous in of silt fine to medium and coarse crystals, but it is mainly the medium—coarse crystals in which there coexist with the euhedral, semieuhedral and anhedral crystals the anhedral one is the main, this is a result of superposition of various diagenetic condition and various types dolomitizations, it made the dolomite crystals to enlarge the porosity to decrease and the reservoir capacity to worsen.



陈明启 川西南下二叠阳新统白云岩成因 图版 I

Cheng Mingqi THE ORIGIN OF YANGXI DOLOMITE IN SICHUAN

- 1、汉×井 $P_1^2 \times 20$ ，单偏光，细—中晶白云岩中的绿藻碎屑幻影。2、汉×井 $P_1^2 \times 50$ 单偏光，细—中晶白云岩，半自形晶—自形晶，晶间孔隙有沥青；3、宝兴西大河， $P_1^2 \times 20$ 正交偏光，中晶白云岩，它形晶，晶粒界线呈波状、锯齿状，晶深埋或受力后的“应变”特征—机械双晶。4、汉×井， $P_1^2 \times 50$ ，正交偏光，细—中晶白云岩，具波状消光，显示深埋或受力后的“应变”特征。