

川东石炭系碳酸盐岩岩性气 藏形成的几种方式

陈宗清

(四川勘探开发研究院)

本文在分析川东石炭系黄龙组的岩性、岩相与孔隙关系及影响岩性圈闭的一些基本因素的基础上,认为本区碳酸盐岩的岩性圈闭有三种型式,即沉积相圈闭式、岩性上倾尖灭圈闭式和复合岩性圈闭式。在褶皱强烈和构造复杂地区,有利于形式复合岩性圈闭。

岩性油气藏的形成,通常须具备两个条件:一是储层必须向上倾方向尖灭,其下倾方向并须与之相配置的构造等高线形成圈闭;二是储层为透镜体。

川东石炭系仅有中统黄龙组(C_{2h}),自下而上可分为雷音铺段、福成寨段和川东段(陈宗清,1985)。

雷音铺段(C_{2h_1}):岩性以角砾灰岩及石灰岩为主,夹白云岩、角砾白云岩、砂质白云岩、砂质灰岩、生物碎屑灰岩及石膏岩等。石膏岩主要分布于达县雷音铺、亭子铺、开江沙罐坪、垫江张家场以及万县高峰场等地。角砾灰岩及石灰岩以泥、粉晶结构为主,常具去云化。白云岩及角砾白云岩主要见于开江—垫江一线以东的地区,泥、粉晶结构的厚度除雷2井23.6m因石膏岩增厚较特殊外,一般在1—8m间。

福成寨段(C_{2h_2}):以角砾白云岩及白云岩为主,夹较多生物碎屑角砾白云岩和生物碎屑白云岩,偶有鲕粒白云岩、石灰岩、生物碎屑灰岩、生物碎屑角砾灰岩或鲕粒石灰岩等;唯丰都狗子水一带全为一套强烈重结晶灰岩,达县一带有较多石灰岩。鲕粒白云岩与石灰岩多呈薄层状,主要夹于中上部,横向变化显著。一般厚10—25m,最厚可达41m。

川东段(C_{2h_3}):以石灰岩、角砾灰岩及生物碎屑灰岩为主,夹白云岩、角砾白云岩及生物碎屑白云岩,偶有薄层鲕粒灰岩。不同石灰岩与白云岩常相互侧变,东部和北部石灰岩较多,甚至可以全为石灰岩及生物碎屑灰岩;一般上部石灰岩类较多,下部则较少,厚10—20m,最厚可达42m。

上述三段岩性皆为碳酸盐岩,仅雷音铺段部份地区夹有石膏岩。由于沉积以潮上—潮间带为主,高能沉积环境短暂,罕有原生高孔隙层(陈宗清,1985),多因缺乏储层而无法形成岩性油气藏。

勘探实践证明,川东石炭系的气绝大部分都产于白云岩中,因此只要搞清了白云岩的变化规律,并有适当的构造等高线相配置,这种白云岩岩性油气藏也有可能找到。川东石炭系白云岩主要发育于福成寨段和川东段。川东段白云岩主要分布于西部,其与石

灰岩侧变的地域正好在华蓥山高陡褶皱带及其附近，构造线既陡且密，上覆盖层亦已遭到严重剥蚀，因此亦不是理想的岩性圈闭段。但福成寨段的白云岩在全区普遍发育，具有明显的相变，孔隙较好，具备形成岩性油气藏的基本条件，也是川东石炭系的主要产气层。据其沉积相、岩性展布以及构造条件等，认为其形成岩性圈闭油气藏有以下三种型式。

一、沉积相圈闭式

丰都东南狗子水一带（图1），福成寨段属潮间淡化坪沉积（陈宗清，1985）。岩

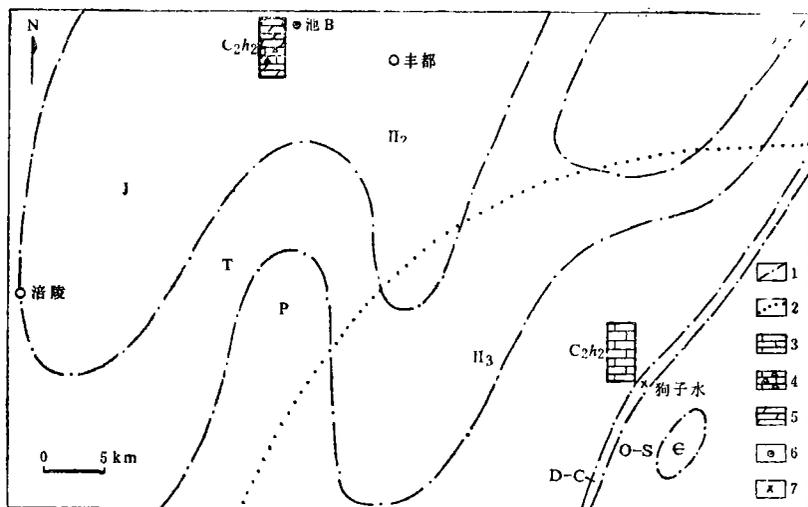


图1 涪陵—丰都地区福成寨段沉积相与现今地质关系图

- 1. 地质界线 2. 沉积相分区线 3. 石灰岩 4. 角砾灰岩 5. 白云岩 6. 井位 7. 剖面位置
- II₁ 潮间高坪 II₂ 潮间淡化坪

性为一套强烈重结晶灰岩，未见生物，油层物性极差，孔隙率一般皆在1%以下，是形成岩性圈闭的封堵层。推测沉积时南侧上扬子古陆可能有一条古河流流注，致使钙和碳酸根离子通过溶解和再沉淀而重新排列（R.W. 鲍尔斯，1981），彻底改变其原生结构，或灰泥受淡水冲洗、淋滤后，文石、高镁方解石已全部转化并重结晶为粗晶灰岩（刘宝珺等，1980）所致。古河流由南东流向北西，淡化沉积物呈扇形分布于古陆北西侧，显然其岩性必然由南东的粗晶灰岩向北西渐变为白云岩。丰都西侧大池干井构造麦子山高点以南的池8井，证实福成寨段已由粗晶灰岩相变为白云岩夹石灰岩，再北则全为白云岩。因此，在涪陵—丰都一线南东的粗晶灰岩变为白云岩的过渡区，必然有白云岩向南东变为粗晶灰岩的尖灭带，即可能形成岩性圈闭。且该处出露地层俱为侏罗系，保存条件也较好。

二、岩性上倾尖灭圈闭式

泛指非沉积相变所形成的岩性圈闭，而由局部岩性上倾尖灭与构造等高线配置形成的岩性圈闭。川东雷音铺—雷西一带（图2），福成寨段白云岩由雷音铺构造向雷西构造迅速减薄，相反石灰岩则有显著增加现象（图3），如由雷2井经雷11、雷6至雷西1井，再至雷西2井福成寨段白云岩已薄至2.5m，再北则可能尖灭。因此，福成寨段白云岩向北有迅速尖灭现象，其中以雷6井至雷西1井之间，减薄尖灭趋势更为明显。据岩心分析，福成寨段的储层厚度由南向北减薄，而且有分叉现象（图4），加权平均孔隙率大于3%（川东石炭系的有效孔隙率）的孔隙段，南部雷2井为2段，向北至雷11井合为一段，再北至雷6井则变为4段（包括川东段下部）。另据录井证实，雷西1与雷西2井的白云岩，多已变为灰质白云岩，经测试为干层，说明孔隙不发育，储层已尖灭。该灰质白云岩与灰岩（包括由白云岩侧变的灰岩和上覆灰岩层）一起，均可视为储层白云岩上倾向北尖灭方向的封堵层，只要有适当的构造等高线相配置即可构成岩性上倾尖灭圈闭。如图2，雷西构造南段—4500—4700m构造等高线正是与白云岩向北上倾尖灭相配置形成岩性圈闭的构造等高线，因此雷西构造西段应是寻找福成寨段白云岩上倾尖灭岩性圈闭的有利地区。从断裂分布特征分析雷西构造南段的两翼，分别发育两条东倾逆断层组成的断阶圈闭，东翼断层逆覆于石炭系储层之上，断距达1020—1430m，奥陶系一中上寒武统的泥页岩和碳酸盐岩掩覆其上，西翼的逆断层断距430—350m，与上盘石炭系储层直接接触，二叠系一下三叠统飞仙关组的碳酸盐岩和泥页岩掩覆其上（陈宗清，1986）。因此，雷西构造南段除具白云岩上倾尖灭圈闭外，并有构成断层—岩性复合圈闭的可能。

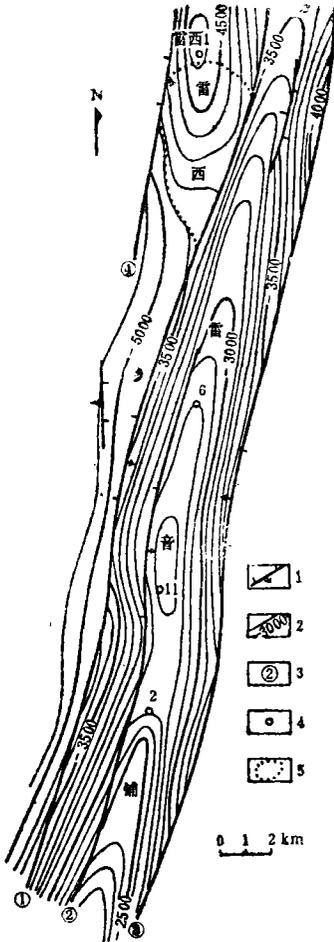


图2 雷西地区福成寨段岩性圈闭图
1.逆断层 2.二叠系阳新统顶界地震构造等高线 3.断层编号 4.井位 5.推测圈闭区

除具白云岩上倾尖灭圈闭外，并有构成断层—岩性复合圈闭的可能。

三、复合岩性圈闭式

指除纯由岩性与构造等高线组成的岩性圈闭外，尚有其它多种因素而形成的圈闭，

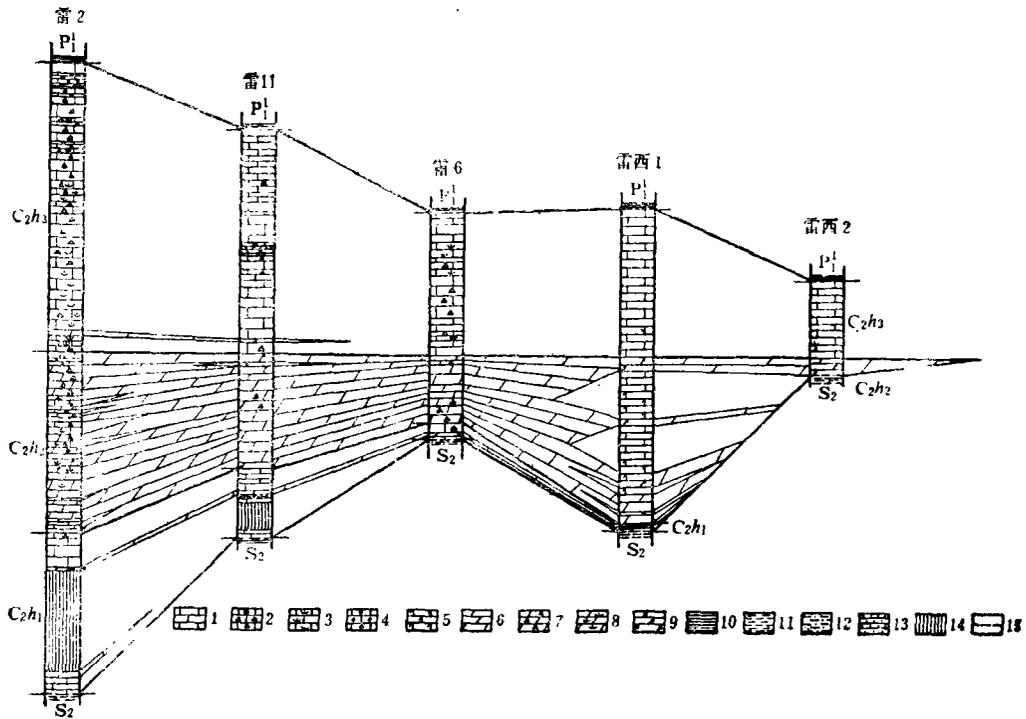


图3 雷音铺—雷西地区石炭系岩性对比图

1. 石灰岩 2. 角砾灰岩 3. 生屑灰岩 4. 假鲕粒灰岩 5. 白云质灰岩 6. 白云岩
7. 角砾白云岩 8. 生屑白云岩 9. 灰质白云岩 10. 页岩 11. 泥岩 12. 砂质泥岩
13. 砂岩 14. 石膏岩 15. 假整合

统称为复合岩性圈闭。今以大池干井构造北东段万顺场石炭系断层—岩性复合圈闭气藏为例。

大池干井构造是川东地区的大型高陡构造之一，呈北东向延伸转向北东东向，长逾100km。由南向北具麦子山、龙头、吊钟坝和万顺场等4个高点，在石炭系中已钻井12口，于万顺场高点池6、7、10及18等井为气井（图5），其它井石炭系俱产水。万顺场高点虽经地震多次覆盖以1—2km的线距重测，产气井范围内的构造等高线于高点南侧俱未形成圈闭，我们认为万顺场石炭系气藏是多因素复合岩性圈闭气藏。

1. 高点东翼构造等高线大部份均交于池⑤逆断层上，并使高点附近及其以北形成断层圈闭，断距200—680m，断层下盘二—三叠系碳酸盐岩和泥页岩遮挡良好。显然，具有断层圈闭性质。

2. 据吊钟坝高点附近所钻的池9、27和3井可看出，三口井相距很近，前两者位于池⑤逆断层上盘，石炭系残厚薄，池27井紧邻断层，缺失川东段，池9井虽有川东段，但厚仅0.8m，而池3井位于池⑤逆断层下盘，残厚显著增加，川东段厚达17m，表明沉积后该断层即可能有活动（陈宗清，1983），并已遭到剥蚀。万顺场高点的几口探井证实，石炭系不仅均缺失川东段，而且厚度都很薄（18—26.5m），而由高点向构造北东

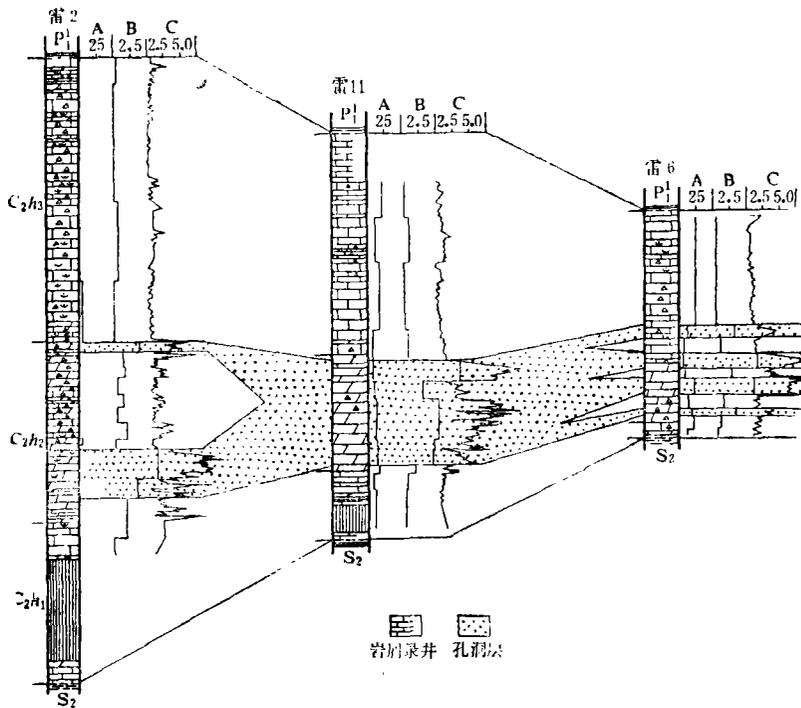


图4 雷音铺地区石炭系孔洞层对比图

A——裂缝密度 (条/m) B——加权平均孔隙率 (%) C——孔隙率 (%)

端则厚度显著增厚 (达30—42.4 m)。说明池⑤逆断层于二叠系沉积前即已发生, 西侧上升盘沿断线一带相对抬升较高, 致剥蚀较剧, 残存层位较低, 厚度也较薄; 万顺场高点是大池干井构造的主高点, 当早期断裂活动时即可能处于相对较高部位, 故高点附近所钻的井都缺失川东段, 残厚最薄, 推测紧接池⑤断层的高点顶部和沿断层带可能更薄, 甚至缺失而构成断层—地层超覆圈闭。

3. 川东石炭系的储层主要是福成寨段, 雷音铺段除相22井因去云化灰岩具有较多溶蚀孔缝产气外, 尚无一口井单独证实含气, 一般都视为隔盖层。据该构造北东段的几口取心井资料分析, 福成寨段由北东向万顺场高点顶部, 岩性和孔隙有较明显的变化, 即北东段的池16和池7井全为白云岩及角砾白云岩, 而至近万顺场高点顶部的池10井福成寨段底部 (原约6m), 却变为白云岩及砾质白云岩夹石灰岩、白云质灰岩及泥质粉砂岩, 孔隙也相应变差而为非渗透层 (该带福成寨段下部加权平均孔隙大于3%的连续孔隙段, 由池7井的17.86m至池10井已骤减为8.75m), 如加上雷音铺段的非渗透层, 则池10井一带石炭系下部非渗透层可达12m。因此, 万顺场石炭系气藏亦可能具有岩性圈闭的性质。

由上可以看出, 万顺场石炭系气藏不是单一因素形成的圈闭, 而是断层、地层超覆和岩性多种因素相结合的复合型圈闭气藏。

总之, 川东石炭系虽然主要为潮上—潮间带沉积, 尽管大部份是碳酸盐岩, 但其孔

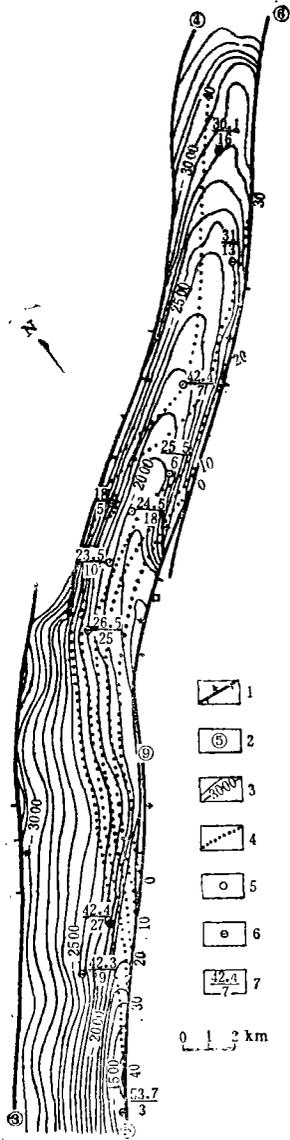


图5 万顺场石炭系复合圈闭气藏图

1. 逆断层
2. 断层编号
3. 二叠系阳新统顶界地震构造等高线
4. 石炭系等残厚线
5. 气井
6. 水井
7. 石炭系厚度(m)/井号

隙发育与分布很不均匀,加之褶皱强烈,断裂发育,构造复杂,对寻找岩性圈闭油藏气来说确实较为困难。然而经钻探证实,川东石炭系的天然气主要产于福成寨段白云岩中,气藏的形成与石灰岩的岩性岩相变化有关,为在该区寻找岩性圈闭油气藏提供了有利条件。褶皱强烈,构造复杂,对寻找岩性圈闭是不利因素,但另一方面它又为形成复合岩性圈闭创造了条件,随着勘探的发展,将能找到更多的各种岩性岩相气藏。

(收稿日期:1988年8月25日)

参 考 文 献

- [1] 陈宗清, 1985, 川东石炭系潮坪沉积区地层划分对比与找气意义, 地质学报, 第2期。
- [2] 陈宗清, 1985, 川东中石炭世黄龙期沉积相及其与油气的关系, 沉积学报, 第1期。
- [3] R. W. 鲍尔斯, 1981, 阿拉伯上侏罗统的碳酸盐岩储集层, 碳酸盐岩分类文集(地质资料汇编第9集), 科学技术文献出版社重庆分社。
- [4] 刘宝瑄等, 1980, 沉积岩石学, 地质出版社。
- [5] 陈宗清, 1986, 试论碳酸盐岩断层圈闭油气藏地质条件——川东石炭系断层圈闭油气藏勘探实践, 地质论评, 第4期。
- [6] 陈宗清, 1983, 川东石炭系天然气富集因素, 石油与天然气地质, 第3期。

FORMATIVE TYPES OF LITHOLOGICAL GAS
POOLS IN CARBONIFEROUS CARBONATES
IN EASTERN SICHUAN

Chen Zongqing

(Sichuan Research Institute of Petroleum Exploration
and Development)

Abstract

The relations among the lithology, rock facies and porosity, as well as the factors controlling the formation of lithological traps in Huanglong Formation, Carboniferous system, Eastern Sichuan were analysed. Three types of lithological traps of carbonates in the area were suggested, i. e. sedimentary facies trap, lithological updip trap and composite lithological trap. The intensely folded and the areas with complex structures are favourable for the formation of composite lithological traps.