

论川东石炭系地层超覆圈闭气藏

陈宗清

(四川石油管理局勘探开发研究院)

内容提要 本文在分析了影响川东石炭系形成地层超覆圈闭的因素后,认为川东石炭系形成简单型地层超覆圈闭较少,主要为复合或复杂型地层超覆圈闭。这些圈闭的封闭条件较好,大多邻近大向斜,气源丰富,圈闭之内或其相邻圈闭多已证实为气藏,是进一步勘探的有利区。

主题词 四川东部 石炭系 地层超覆圈闭 形成 分类 油气勘探

地层超覆圈闭的形式主要取决于各种形式的隆起倾斜。其基本条件是:第一、当储层在隆起上倾方向尖灭后,需有沉积规模更大的覆盖层盖覆;第二、在其下倾方向,应有弯曲的储层构造等高线与隆起形成良好的配置关系。隆起常伴有剥蚀。储层遭到剥蚀后不但可改善其储集空间,而且往往可使边界不规则而呈裾幕或港湾状,更有利于与储层构造等高线相配合形成圈闭。隆起不仅可以在周缘,而且可以在盆地中以岛隆或由晚期隆起的形式形成侵蚀窗。这些岛隆和侵蚀窗的周缘,常常是形成地层超覆圈闭的良好场所。

川东石炭系只有上统黄龙组(C_2h)。它是经淮南运动准平原化后,在三面环陆的海湾潮坪中沉积的碳酸盐岩,原始倾斜极平缓。经昆明运动,本区上升为陆并遭受剥蚀,使石炭系残存边缘呈弯曲状,在海湾内于梁平—开江及渝北等地出现了侵蚀窗,表明古地质与

古构造吻合较好(图1)。但这些侵蚀窗隆起幅度不大,极易为后期构造运动改造而失去圈闭意义。而影响川东石炭系形成地层超覆圈闭的更严峻的因素却是晚期构造运动褶皱强烈,由华蓥山向东至七跃山形成了7排北东-南西向高陡构造带(图2),而且这些高陡构造的两翼常伴有大型逆推断层,这就导致了欲在川东石炭系寻找地层超覆圈闭气藏的复杂性。其复杂性还表现在东、西两侧石炭系残存边界的走向多与高陡构造等高线近于平行,而南、北两缘石炭系上倾尖灭带则与区域主体褶皱走向近于直交,并常有断裂切割。兼之,石炭系残厚一般仅20~50m,残存边部更薄,其原始状态极易为后期构造所改造而成为局部构造的从属。故欲在川东石炭系找到单纯由剥蚀边界与储层构造等高线相交切而形成的圈闭机会较少,一般应考虑与其它因素配置才能找到圈闭。今分类讨论如下。

参 考 文 献

- [1]刘继锡 李本超 有机包裹体及其与油气的关系 《中国科学》 1987年第3期
[2]魏宜义等 百色盆地田东凹陷下第三系生

油岩的有机质类型及其热演化特征 《石油勘探与开发》 第13卷5期 1986年

- [3]杨惠民 贵州碳酸盐矿物流体包裹体与油气勘探 《贵州地质》 第4卷第4期 1987年

(本文收到日期 1988年6月16日)

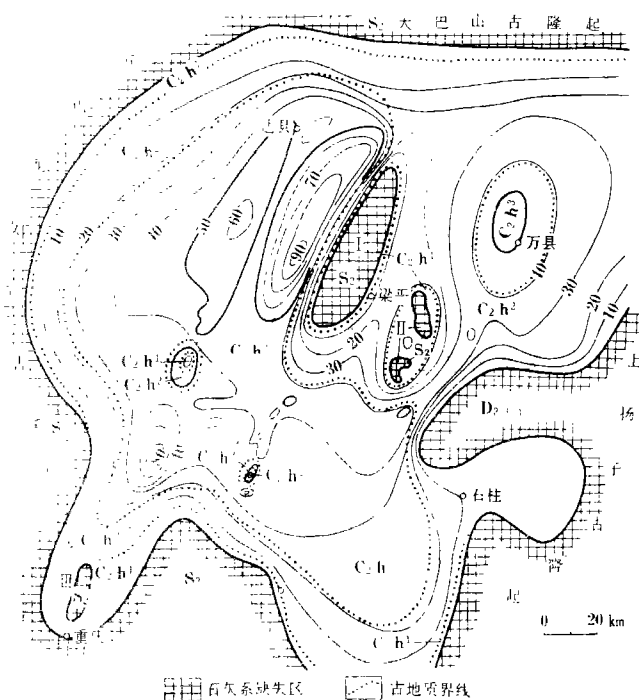


图 1 川东石炭系残厚及古地质图

(拔向隆起石炭系缺失区据廖炯仁等 1988 年地震解释)

1. 梁平-江隆起; 2. 拔向隆起; 3. 渝北隆起

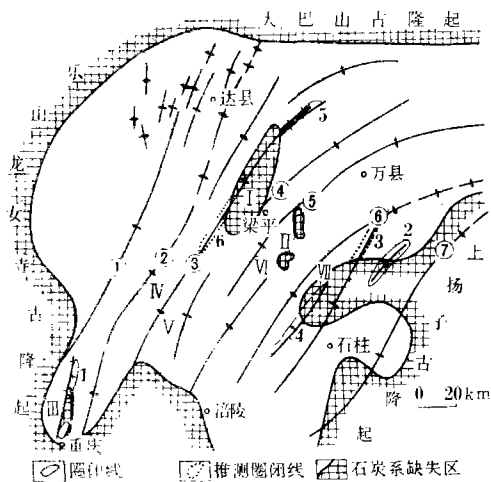


图 2 川东地区局部构造与石炭系残布关系

1. 相国寺; 2. 建南; 3. 方北;
4. 洋渡溪; 5. 天北; 6. 天南。

I. 梁平-开江隆起; II. 拔向隆起;
III. 渝北隆起; IV. 罗成寨向斜; V. 垫
江向斜; VI. 拔山寺向斜; VII. 忠县向斜

① 华蓥山高陡背斜带; ② 大坪高
陡背斜带; ③ 明月峡高陡背斜带; ④ 南
门场高陡背斜带; ⑤ 云安厂高陡背斜
带; ⑥ 大池干井高陡背斜带; ⑦ 七跃山
高陡背斜带。

简单型地层超覆圈闭

这类圈闭系指仅由储层上倾尖灭边界与自身构造等高线弯曲相交切形成的圈闭。这种圈闭或由两者或由其中之一弯曲形成。常见者有鼻状、狭长、新月和港湾状等。当油气生成后,沿着储层上倾尖灭方向运移,遇圈闭则可聚集为气藏。目前川东石炭系仅发

现一个新北圈闭。

新北鼻状背斜地层超覆圈闭:位于垫江向斜南端,新市与双龙构造之间,是近南北向新市背斜(圈闭构造等高线为-3600m)北端向东突出的鼻状构造,石炭系被北西-南东向斜切新市背斜北端的石炭系缺失带(下伏层为志留系、上覆层为二叠系梁山组泥页岩)所封闭而形成的地层超覆圈闭(图 3)。在新市背斜已钻新 3、9 井俱缺失石炭系,根据地震资料解释新 3 井以北该系普遍存在*,结合区域地质和相邻探井资料推测,其残存边界应在新 3 井稍北作北西-南东向延伸,正好与新市北端鼻状突起相切形成超覆圈闭。圈闭良好,走向近东西,长约 11km,宽约 6km,面积 > 60km²。圈闭正位于垫江向斜南端翘起

* 廖炯仁等 地震地质学在卧、新、双构造带的应用研究报告 1988 年

之东端,当下伏层志留系生成的油气运移入石炭系储层后,一部分移向两翼高处,而另一部分则移向两端翘起部位。因此,该圈闭应是油气聚集的有利地区。其北的卧龙河与其东的双龙构造均已证实石炭系含气或为气藏。尽管于鼻突上已钻双21、22井均未获气,前者是因其紧靠圈闭边缘正处气水界面之下;后者则可能是由于储集条件变差所致。鉴于川东石炭系的储集空间主要为溶蚀孔缝,当钻到溶蚀缝发育地带即可获大气,这已为以往勘探所证实^{*}。因此,新北鼻状背斜地层超覆圈闭仍是获气希望很大的圈闭。

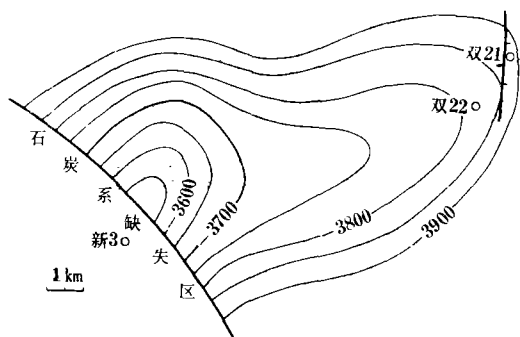


图3 新北石炭系鼻状背斜地层超覆圈闭

(二叠系阳新统顶界地震反射构造等高线,单位m,下同)

复合型地层超覆圈闭

这类圈闭不是储层缺失边界与储层构造等高线的简单配置,而是储层缺失边界与晚期其它构造(如断层、背斜和半背斜等)相叠合而形成的复合圈闭。

1. 断层-地层超覆复合圈闭

明月场断层-地层超覆复合圈闭属之。它位于罗成寨向斜南端,是铜锣峡背斜北端东

侧明月场断鼻圈闭(最外圈闭线为-3000m)向北东延伸部分(图4)。阳顶构造等高线突向北东,西、南侧分别与铜①逆断层和石炭系储层剥蚀边界相交切构成圈闭。长约6km,宽约5km,圈闭面积约25km²。铜①逆断层走向北北东,倾向西,与圈闭等高线接触处断距为1500m。上盘遮挡层推测为志留系~中上寒武统的泥页岩及致密碳酸盐岩,胶结康复性强,加之系逆推压性断错,经摩擦变质在断面附近很可能形成不渗透带而成为良好的遮挡体。南侧即明月场断鼻圈闭,尽管于该圈闭及其南的统景断鼻和铜锣峡背斜上钻了铜1、4、7、8、11及明2等6口井,但石炭系仅残存C₂h¹石灰岩2.5~4m,储层物性差,这与区域上C₂h¹一般不产气的情况相一致,可视为与上覆层二叠系梁山组和下伏层志留系泥页岩一起构成上倾封堵层。结合区域资料推测,由明2井向北不远即可能有C₂h²区域产气层残存,并向北逐渐增厚,有使储集条件变好的趋势。同样,该圈闭正位于罗成寨向斜南端之上翘高处,从志留系上移入石炭系的气必然会有一部分沿翘起向上运移入圈闭而成为气藏。兼之该向斜大,气源丰富,控制上移气的面积宽广,获气的希望较大。

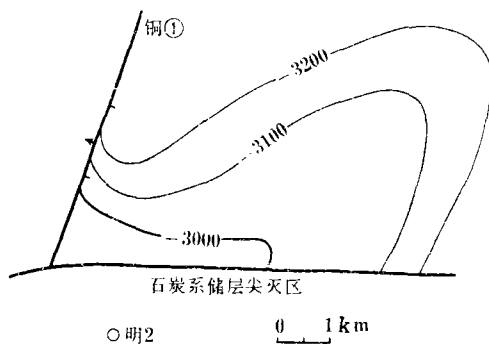


图4 明月场石炭系断层-地层超覆复合圈闭图

2. 背斜-地层超覆复合圈闭

(1) 建南背斜-地层超覆复合圈闭: 呈北东向位于川鄂边界(图 2)。该圈闭的形成, 是在石炭系沉积后经昆明运动的上升、剥蚀, 又在规则的剥蚀缺失区边界沉积上覆层后再经晚期构造运动褶皱所致。钻探证实, 在鄂西境内的北高点有石炭系并为气藏, 气水界面与背斜圈闭一致; 在川东境内的南高点缺失石炭系, 超覆带正在南北高点间。

(2) 方北背斜-地层超覆复合圈闭: 即方斗山背斜北段(图 2)。位于建南背斜之西并隔石柱向斜而与之平行。经洋渡溪半背斜 1、2 井钻探证实, 建南背斜南段的石炭系缺失区已向西横跨方斗山背斜并将其分隔为南北两段。北段与建南背斜-地层超覆复合圈闭相似, 突向北东。尽管方斗山高陡背斜褶皱强烈, 断裂发育, 南段已断露出下二叠统, 但地腹石炭系缺失区以北的倾伏带地层较平缓, 可能无大断层存在。推测石炭系储层构造等高线从缺失区向北随背斜倾伏方向形成鼻状, 然后顺两翼向南均与石炭系缺失区相交接而形成的背斜地层超覆圈闭。石炭系残厚与东西两侧的建南和石宝寨地区相似约 20~30m, 并向北增厚。鉴于成因、形态、位置以及石炭系储层残存情况和保存条件等均与建南圈闭相似, 因之认为亦是一很有希望的圈闭, 建议先上地震搞清地腹情况以备钻探。

3. 半背斜-地层超覆复合圈闭

(1) 相国寺半背斜-地层超覆复合圈闭: 为已知气藏(图 2)。对其构造、圈闭及石炭系残布情况等笔者已有详述^{[1]、[2]}。该复合圈闭的形成与建南、方北背斜-地层超覆复合圈闭相似, 是石炭系先遭剥蚀殆尽, 再经褶皱于背斜部位与石炭系储层叠合而成, 不同者是控制圈闭的因素不是完整的背斜, 构成地层超覆的石炭系上倾尖灭带不是剥蚀缺失边缘而是残存区内的侵蚀窗(渝北隆起)。因之, 侵蚀窗的适当分布对寻找地层复合超覆圈闭气藏

亦甚为有利。

(2) 洋渡溪半背斜-地层超覆复合圈闭: 位于大池干井与方斗山背斜南段之间的忠县向斜内, 与前两者平行作北东向(图 2)。据地震反射资料, 二叠系阳新统底界构造为一半背斜, 东翼被倾轴逆断层纵切, -5400m 构造等高线圈闭良好。逆断层最大断距 500m, 下盘遮挡层为二叠系阳新统致密碳酸盐岩, 遮挡较好^[2]。据区域和实钻资料, 虽然洋渡溪 1、2 井均缺失石炭系, 但在方斗山背斜南至石柱一带则有其分布; 在洋渡溪 1 井北西约 13.4km 的池 3 井, 石炭系厚达 53.7m, 距洋渡溪背斜南段约 10km 的池 11 井厚 45.5m 并产大气。据此推测, 剥蚀边界可能就在洋渡溪 1 井以南不远即可构成半背斜-地层超覆复合圈闭。圈闭长约 24km, 宽约 2km, 面积约 40km²。其西忠县大向斜控制志留系上移气的范围宽广, 是气聚集的有利场所。

复杂型地层超覆圈闭

这类圈闭是在复合型地层超覆圈闭的基础上, 至少具有两条或两条以上的断层为圈闭边界而构成的。其成因与前述两种类型相似, 是在石炭系残存区经晚期构造运动的褶皱和断裂于适当部位叠合而成。

1. 地垒背斜-地层超覆圈闭

天北地垒背斜-地层超覆圈闭: 即大天池背斜北端(图 1、2)。石炭系在梁平-开江隆起形成的大侵蚀窗斜贯大天池背斜中段。侵蚀窗主要根据南部梁向 1 井及其以东沙河铺断鼻上梁 5 井石炭系缺失, 北部沙罐坪气田东侧永兴鼻突上罐 12 井石炭系仅 2.5m, 东部开江东南邓 1 井和梁平东南梁 2 井的石炭系厚 13.3m 和 15.3m 等资料确定。地震解释也有其存在(廖炯仁等, 1988)。因此, 当大天池地垒背斜形成后, 于其北端便与石炭系叠合成复杂圈闭(图 5)。天北地垒背斜为天①、②两条倾轴逆断层组成, 呈北东向狭长展布。最

大断距天①为 600m,天②为 300m,下盘遮挡层皆为二叠系致密碳酸盐岩,遮挡良好。石炭系尖灭带推测可能在邓 1 井偏西不远即与地垒叠合形成超覆圈闭。若以二叠系阳新统顶界—4300m 构造等高线为圈闭线,长约 25km,宽约 1.5km,圈闭面积约 40km²。大天池背斜为高陡背斜,隆起幅度大,对控制油气

的运聚具有先天的优越条件,加之褶皱强烈,裂缝发育,对改善石炭系储集条件起着良好作用。天北圈闭地层出露新,保存条件好,其西北 10 余 km 的沙罐坪构造石炭系已为气藏,因此它是很有希望的圈闭,唯石炭系厚度可能较薄是其不利因素。

同样,大天池背斜南端亦可能有与此相

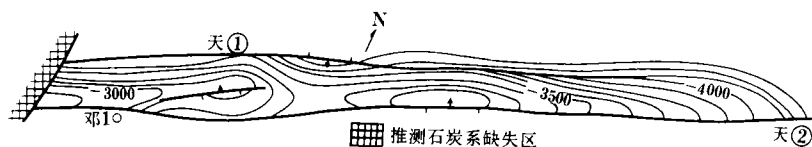


图 5 天北石炭系地垒-地层超覆圈闭

类似或其它类型圈闭,值得重视。

2. 多断层-地层超覆圈闭

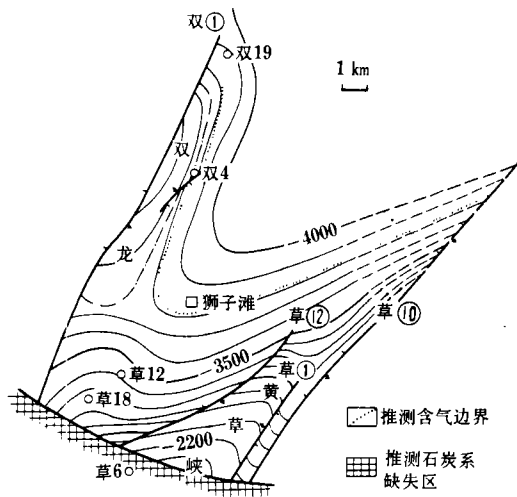


图 6 狮子滩石炭系多断层-地层超覆圈闭

狮子滩多断层-地层超覆圈闭:位于拔山寺向斜南端边缘,包括双龙构造和黄草峡构造北东端(图 6)。其西以双龙半背斜双①逆断层为界,东与苟家场高陡背斜相接,南邻黄

草峡背斜,北与拔山寺向斜主体相连。双①逆断层已证实遮挡良好,双 4 井石炭系已获工业气流。东部南段为东倾草⑩逆断层形成遮挡,推测在圈闭地段内最大断距不超过 1000m。上盘遮挡层为志留~奥陶系泥页岩,遮挡良好。南端为石炭系残厚向南尖灭形成遮挡。该尖灭带由北西经双①断层横越向斜南端,再穿过黄草峡背斜北东端而与草⑩断层相接。经钻探黄草峡构造主体部分已无石炭系存在。如图 6 由北向南石炭系厚草 12 井为 6m,南至草 18 井变为 1.5m,再南至草 6 井则已缺失。北端二叠系阳新统顶界构造等高线呈向南西微斜的 V 字形,V 形顶端分别与双①和草⑩逆断层相切,从而形成整个圈闭。圈闭内构造较为复杂,尚有次级圈闭和断裂,总面积大于 80km²。从双 4 井石炭系获气、双 19 井产水来看,推测气水界面约在阳顶构造—3800m 等高线一带。双 4 井已处在双龙构造圈闭(—3750m)之外获气表明,在—3800m 圈闭范围内含气是可能的。圈闭位于拔山寺大向斜之端部,气源丰富。唯石炭系储层厚度较薄,储集条件也可能较差,是其不

应用一种新的收敛压力和平衡常数 求解方法进行油气体系相态计算

李士伦 张思永

(西南石油学院)

内容提要 本文根据溶解度参数规则,将石油烃类体系划分为六个拟二元体系的组合,在此基础上,建立了一种新的收敛压力求解方法。并依据 Grayson-streed 规则和临界指数理论推证了一种具有一定理论基础的分段求解平衡常数的新方法,然后应用此方法编制了具有收敛压力、平衡常数、露点、泡点、闪蒸计算等五种功能的计算软件,并进行了两个实际油气体系的平衡常数和 W72 井的相态计算。结果表明,这种方法切实可行。

主题词 收敛压力 相平衡 平衡常数 露点 凝析油 闪蒸计算

凝析油气田是一类特殊油气田,也是一种经济价值很高的气田。它在世界气田开发中占有很重要的位置,据统计目前世界上气田中有一半以上是凝析气田。近年来,我国先后在四川、河南、新疆等地也发现了凝析油气田。开发这类气田有许多特殊问题需要解决,

其中之一就是凝析油气体系在开采分离过程中,往往会发生相态变化。因此,凝析油气体系相平衡理论研究是开发这类气田的基础,它对估算储量、开发方案编制、气藏动态分析、判断气藏类型、地面分离和输送工作制度的确定等都具有重要意义。

利因素,但仍是找气的有利地区。

结 语

川东石炭系由于残厚薄,古构造隆起幅度低,褶皱强烈,断裂发育,且残存边界与构造等高线多近于平行或直交,兼之地震工作尚在进行,乍看起来确实很难找到石炭系上倾尖灭带与构造等高线配置形成的地层超覆圈闭。然而,正是由于这些褶皱、断裂与剥蚀边界、侵蚀窗的展布和配置,使构造等高线不直接与石炭系区域剥蚀区相交,而交于封闭性断层上,或晚期形成的背斜被石炭系侵蚀窗横隔,而形成一些复合或复杂地层超覆圈

闭。这些圈闭良好,多与大向斜相邻,或本身就是大向斜的一部分,气源丰富,保存条件好,是勘探的有利地区。随着勘探的深化和资料的不断积累,只要加强研究,定会发现更多的地层超覆圈闭气藏。

参 考 文 献

〔1〕陈宗清 川东石炭系相南残丘气藏 《石油勘探与开发》 1983 年第 5 期

〔2〕陈宗清 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》 1986 年第 4 期

(本文收到日期 1988 年 12 月 19 日)

mation of Middle Triassic in the wells of Fa 1 and Fa3 at Shangfa region in Baise Basin, the relation between the mineral fluid inclusions and the oil and gas is discussed in this paper.

Subject Headings: Baise Basin, Lanmu Formation of Middle Triassic, fluid inclusion, characteristic, oil and gas exploration.

Liu Xin

19 Expounding on Oil and Gas Reservoirs in Stratigraphical Overlap Traps in Carboniferous in East Sichuan

After analyzing the factors which influence the formation of the stratigraphical overlap traps in Carboniferous in East Sichuan, the author considers that the simple type stratigraphical overlap traps formed in it are less and the compound or complex type are the main ones. The seal conditions of these traps are good and most of them are near to the large synclines with abundant gas source. Gas reservoirs have been mostly proved within these traps or in their adjoining ones. So that, these traps are the favourable areas for further exploring.

Subject Headings: East Sichuan, Carboniferous, stratigraphical overlap trap, formation, classification, oil and gas exploration.

Chen Zongqing

24 Phase State Calculation of Oil and Gas System Using a New Solving Process of Convergence Pressure and Equilibrium Constant

In the light of the rule of solubility parameter, the petroleum hydrocarbon system is divided into six compositions of quasi-binary system. Based on this, a new solving process of convergence pressure is set up. According to Grayson-Streed rule and the theory of critical index, a new method of sectionally solving equilibrium constant with a certain theory basis is deduced. Then, using this method, a computing software with five functions containing the calculations of convergence pressure, equilibrium constant, dew point, bubble point, flash vaporization etc. is drawn up and the equilibrium constants of two practical oil and gas systems and the phase state of well w72 are calculated. The results indicate that this method is feasible in practice.

Subject Headings: convergence pressure, phase equilibrium, equilibrium constant, dew point, condensate, calculation of flash vaporization.

Li Shulun, Zhang Siyong

30 Experimental Studies of Occluded Gas and the Reservoir Cutoffs

This paper introduces experimental methods of liquid and gaseous imbibitions, divides the reservoir into geological cutoffs and development cutoffs, investigates the distribution of pores in a heterogeneous reservoir and presents a method for measuring the thick of irreducible water film also.

Subject Headings: closed gas and oil pool, reservoir, geological cutoff, development cutoff, liquid imbibition, gaseous imbibition.

Zhang Dakui, Zhou Keming