

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

鄂西利川复向斜南部储层矿物包体 与油气生盖运聚关系

陈宗清

(四川石油地质勘探开发研究院, 成都, 610051)

内容提要 应用相邻生油层生油条件的好坏和“恢复有机碳全岩热模拟法”计算生烃量与储层包体对比,发现利川复向斜南部石炭系—三叠系储层包体的有机包体富集程度可定性反映生油层的优劣,生油层好者有机包体丰富,反之则差。同样,利用相邻储层有机包体的多寡,结合生油条件的好坏,在一定程度上也可判别相应盖层条件佳否。包体均一温度经压力校正后,可明显看出各储层油气的运移都发生在印支运动后的侏罗纪;油气的初次聚集,各储层并不完全按时代先后为序,有错置现象,但一般在侏罗纪时便已完成了聚集。该区可能有干溪石炭系和黄泥塘二叠系一下三叠统两个印支期古隆起或高带存在。

关键词 石炭系 二叠系 包体 油气运聚 湖北利川

为扩大油气资源,加强南方中、古生界的油气勘探,1995~1996年笔者在对鄂西利川复向斜南部进行石油地质调查和研究的同时,并对该区石炭系—三叠系储层胶结物包体进行了研究^①(图1),发现储层的有机包体含量和温度变化与油气的生盖运聚密切相关,对进一步研究该区油气藏形成规律、评价和指导勘探有现实意义。

1 储层胶结物包体特征与均一温度

1.1 石炭系黄龙组储层

本区石炭系仅西部有上统黄龙组(C_2h)雷音铺段和福成寨段^[1]残存,东部缺失。储层为福成寨段(C_2h^2),沉积时由于地处潮间淡化坪,经强烈的去云化作用和重结晶作用,岩性已由白云岩变为中—巨晶去云化灰岩夹砂屑灰岩及藻团粒灰岩,龙潭铺干溪一带厚11.3m,与下伏志留系呈假整合接触。包体存在于灰岩裂缝、溶孔及藻团粒间方解石中,系方解石形成时的俘获体,除沥青包体外,以烃包体(指气、液体有机包体,以下同)为主,占73.2%,水包体(泛指水溶液包体,以下同)26.8%。水包体无色,形态规则,体小一般 $<10\mu\text{m}$,气液比以 $<10\%$ 者居多;烃包体浅黄—灰褐色,形态以不规则为主,体大一般 $>15\mu\text{m}$,气液比以 $>10\%$ 者为主。均一温度是在显微镜冷热台上将包体样品加热至气态或液态包体消失时的温度,即包体的俘获温度。 C_2h^2 储层水包体均一温度为 $71.7\sim 89.9^\circ\text{C}$ (表1),最大频率区间 $80\sim 90^\circ\text{C}$ (图2);烃包体均一温度 $82.7\sim 134.5^\circ\text{C}$,最大频率区间 $120\sim 130^\circ\text{C}$ 。包体均一温度差 62.8°C 。显然,烃包体均一温度大多较水包体高,均一温度 $>90^\circ\text{C}$ 已无水包体存在,储层内除饱和 CaCO_3 溶液外已全为油气;从包体均一温度差不大来看,储层孔缝充填持续时间较短。

① 参加野外工作的有李云岗、刘淑瑛、罗国达和李平同志。包体为罗国达分析鉴定。

本文1997年7月收到,1998年5月改回,周健编辑。

表 1 鄂西利川复向斜南部各储层包体均一温度数据表

Table 1 Data of homogenization temperature of various reservoirs inclusions in southern part of the Lichuan synclinorium in western Hubei

层 位	石炭系		茅口组		长兴组		大冶组		嘉陵江组		巴东组	
被测矿物	裂缝、溶孔及藻团粒间充填方解石		裂缝、生物体腔及溶孔中充填方解石		裂缝、生物碎屑内及生物碎屑间充填方解石		鲕内、鲕间及灰岩裂缝充填方解石		裂缝及溶孔充填方解石		裂缝及溶孔充填方解石	
包体类型	水包体	烃包体	水包体	烃包体	水包体	烃包体	水包体	烃包体	水包体	烃包体	水包体	烃包体
测量点数	15	41	14	35	7	21	36	24	12	2	6	0
均一温度(℃)	71.7~89.9	82.7~134.5	84.4~122.8	63.1~191	71~96.9	105.3~141.8	85.1~135.9	75.1~169.9	61.4~130.6	128.4~131.5	92.8~113.8	
最大频率区间(℃)	80~90	120~130	110~120	120~130	80~90	130~140	100~110	100~110	120~130	128~132	100~110	
均一温度差(℃)	62.8		127.9		70.8		94.8		70.1		21	

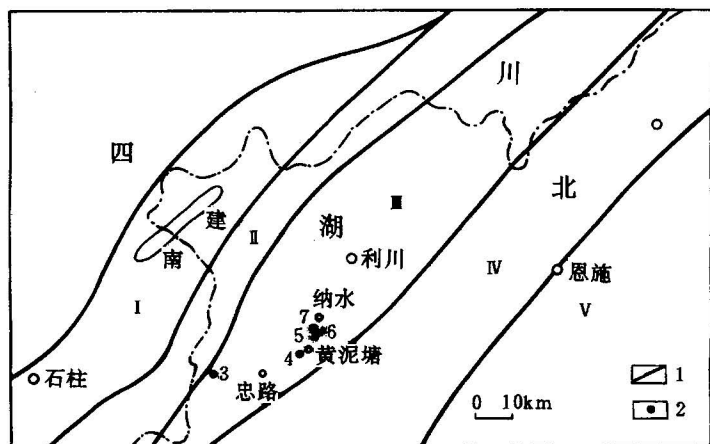


图 1 利川复向斜南部构造和包体采样位置图

Fig. 1 Map of southern part of the Lichuan synclinorium and inclusion sampling localities

I—石柱复向斜; II—齐岳山背斜带; III—利川复向斜; IV—中央背斜带; V—花果坪复向斜; 1—构造分区线; 2—岩样采集地; 3—干溪; 4—芦家垭口; 5—老钱屋基; 6—大后槽; 7—纳水溪

I—Shizhu synclinorium; II—Qiyueshan anticlinal zone; III—Lichuan synclinorium; IV—central anticlinal zone; V—Huaguoping synclinorium; 1—boundaries of structure; 2—sampling locality; 3—Ganxi; 4—Lujiaoyakou; 5—Laoqianwuji; 6—Dahoucao; 7—Nashuixi

1.2 二叠系茅口组储层

利川复向斜南部处于茅口组(P_1m)与孤峰组的相变带上,东部黄泥塘一带茅四段和茅三段的一部分已相变为孤峰组硅质层。储层为茅二段—茅三段灰岩,黄泥塘芦家垭口一带厚 198 m。包体存在于灰岩裂缝、生物体腔及溶孔充填方解石中,除沥青包体外,烃包体占 71.4%,水包体 28.6%。水包体无色,形态以不规则者略多,体小以 $5\sim 10\ \mu\text{m}$ 为主,气液比一般 10%~15%;烃包体以浅黄—灰褐色为主,形态以不规则状为主,体大一般 $10\sim 15\ \mu\text{m}$,气液比一般 15%~20%。水包体均一温度 $84.4\sim 122.8^\circ\text{C}$,最大频率区间 $110\sim 120^\circ\text{C}$;烃包体均一温度 $63.1\sim 191^\circ\text{C}$,最大频率区间 $120\sim 130^\circ\text{C}$ 。包体均一温度差达

127.9°C ,表明储层孔缝充填的时间相当长,烃包体贯穿着孔缝充填的始终,水包体仅存在于孔缝充填的早、中期,均一温度在 122.8°C 以上已无水包体存在。

1.3 二叠系长兴组储层

该区长兴组(P_2c)储层以生物灰岩、生物碎屑灰岩及藻灰岩为主,夹石灰岩、砂屑灰岩及团

粒灰岩,黄泥塘老钱屋基一带厚 176.5 m。包体存在于灰岩裂缝、生物碎屑内及生物碎屑间方解石中,除沥青包体外,烃包体占 75%,水包体 25%。水包体无色,形态以不规则为主,体小 5~10 μm ,气液比多数为 5%;烃包体浅黄褐色,形态以不规则为主,体大一般 10~15 μm ,气液比以 15%~25%为主。水包体均一温度 71~96.9 $^{\circ}\text{C}$,最大频率区间 80~90 $^{\circ}\text{C}$;烃包体均一温度 105.3~141.8 $^{\circ}\text{C}$,最大频率区间 130~140 $^{\circ}\text{C}$ 。从包体均一温度差仅 70.8 $^{\circ}\text{C}$ 来看,储层孔缝充填持续时间相对较短,以均一温度 100 $^{\circ}\text{C}$ 为界,<100 $^{\circ}\text{C}$ 为水包体,>100 $^{\circ}\text{C}$ 者全为烃包体。

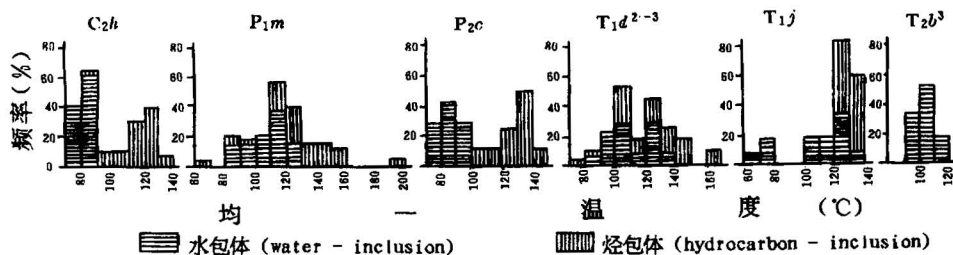


图2 各储层包体均一温度直方图

Fig. 2 Histograms for homogenization temperature of various reservoirs inclusions

1.4 三叠系大冶组储层

本区大冶组(T_1d)储层为大三段,与其相同层位的川东、鄂西的飞仙关组三段岩性一样为鲕粒灰岩夹豆鲕灰岩,黄泥塘老钱屋基一纳水大后槽一带厚 45~78 m。包体(T_1d^{2-3})存在于鲕内、鲕间及灰岩裂缝充填方解石中,除沥青包体外,水包体占 60%,烃包体 40%。水包体无色,形态以不规则状为主,体小多数为 5 μm ,气液比以 5%~10%为主;烃包体浅褐灰—浅黄褐色,形态以不规则状为主,体较小一般 5~10 μm ,气液比以 5%~10%为主。水包体均一温度 85.1~135.9 $^{\circ}\text{C}$,最大频率区间 100~110 $^{\circ}\text{C}$;烃包体均一温度 75.1~169.9 $^{\circ}\text{C}$,最大频率区间也是 100~110 $^{\circ}\text{C}$ 。包体均一温度差 94.8 $^{\circ}\text{C}$,表明储层孔缝充填持续时间较长。

1.5 三叠系嘉陵江组储层

该区嘉陵江组(T_1j)的较好储层为嘉二段底部白云岩,纳水大后槽一带厚 26 m。包体主要存在于 T_1j 灰岩裂缝及溶孔充填方解石中,除沥青包体外,水包体占 85.7%,烃包体 14.3%,水包体无色,形态不规则,体大一般 5~10 μm ,气液比以 5%~10%为主,烃包体浅褐色,形态不规则,体小 5 μm ,气液比 10%~15%。水包体均一温度 61.4~130.6 $^{\circ}\text{C}$,最大频率区间 120~130 $^{\circ}\text{C}$;烃包体均一温度 128.4~131.5 $^{\circ}\text{C}$ 。从包体均一温度差仅 70.1 $^{\circ}\text{C}$ 来看,储层孔缝充填持续时间相对较短。

1.6 三叠系巴东组储层

本区巴东组(T_2b)储层为巴二段所夹长石细砂岩及巴三段底部厚 40 m 石灰岩。于纳水溪巴三段采了 11 个岩样,包体稀少,仅于 3 个岩样中发现有少量包体。包体含于灰岩裂缝及溶孔充填方解石中,除一个岩样有沥青包体外,全为水包体。水包体无色,形态不规则,体小 5 μm 或 <5 μm ,气液比 5%~20%,均一温度 92.8~113.8 $^{\circ}\text{C}$,温差仅 21 $^{\circ}\text{C}$ 。表明巴三段储层内水和烃都很少,孔缝充填持续时间短。

2 储层包体与生、盖层的关系

2.1 石炭系黄龙组储层包体与生、盖层的关系

本区石炭系黄龙组储层福成寨段的去云化灰岩和藻团粒灰岩,富含沥青包体和烃包体,所测 56 个点,烃包体即占 41 个,对照表 2 可清楚看出,烃、沥青包体丰富与该生储盖组合的生油层志留系泥页岩的有机质含量丰富密切相关,特别是下志留统底部 46 m 厚的黑及黑灰色页岩平均有机碳含量高达 1.74%,其上的下一中志留统灰绿—深灰色页岩平均有机碳含量虽仅 0.16%,但厚达 450 m 却可弥补其不足。应用“恢复有机碳全岩热模拟法”计算生烃量,该生油层约占本区志留系—三叠系生烃总量的 85%^①,显然本区石炭系储层烃包体和沥青包体丰富是由于下伏志留系生油层生烃量丰富所致。该组合的盖层为下二叠统梁山组的泥页岩和栖霞组的泥灰岩和石灰岩,据川东和鄂西建南石炭系气藏证实其封闭较严密,是一良好的直接盖层^[2];本区石炭系储层有机包体丰富,也反证了这一结论。

表 2 各储层包体特征与生油层有机碳含量及厚度表

Table 2 Characteristics of reservoir inclusion, and organic carbon content and thickness of source-bed

采样地点	层 位		岩 性	岩样数	测量点数	流体包体含量(%)		沥青包体	生 油 层			备 注
						烃包体	水包体		层位	有机碳含量(%)	厚度(m)	
纳水溪	三叠系	巴东组	泥晶灰岩	3	6	0	100	仅 1 个岩样有				另有 8 个岩样未见包体
纳水一大后槽		嘉陵江组	泥晶灰岩	4	14	14.3	85.7	有少量或偶见	嘉三段	0.07	205	另有 4 个岩样未见包体
									嘉一段	0.04	123	
大后槽—老钱屋基		大冶组	鲕粒灰岩 豆鲕灰岩	10	60	40	60	多数有少量或偶见	大三段	0.03	78	另有 5 个岩样未见包体
									大二段	0.04	259	
老钱屋基	二叠系	长兴组	生物灰岩 生屑灰岩	5	28	75	25	较多	长兴组	0.12	177	另有 1 个岩样未见包体
芦家垭口		茅口组	生屑灰岩 泥晶灰岩	7	49	71.4	28.6	丰富—很丰富	茅口组	0.29	231	
									栖霞组	0.27	81	
龙潭铺干溪	石炭系	黄龙组	去云化灰岩 藻团粒灰岩	7	56	73.2	26.8	丰富	S ₁₋₂	0.16	450	
									S ₁	1.74	46	

2.2 二叠系茅口组储层包体与生、盖层的关系

本区茅口组储层茅二段—茅三段的生屑灰岩和泥晶灰岩中,沥青包体和烃包体都很丰富,所测 49 个点,烃包体占 35 个。同样从表 2 可明显看出,烃、沥青包体丰富与该生储盖组合的生油层密切相关,生油层为茅口组自身和紧邻其下的栖霞组。栖霞组为深灰—灰黑色泥灰岩、生屑灰岩及石灰岩,平均有机碳含量 0.27%,厚 81 m;茅一段—茅三段为深灰色泥灰岩、钙质页岩及生屑灰岩,平均有机碳含量 0.29%,厚 231 m。显然,该两生油层是比较好的生油层,应用“恢复有机碳全岩热模拟法”计算生烃量,该两生油层生烃量约占本区志留系—三叠系生烃总量的 14%,因此茅口组储层烃、沥青包体的丰富,无疑也是由于生油层生烃量较丰所致。本组合的盖层为茅四段的硅质层和上二叠统吴家坪组的泥页岩夹灰岩,盖层条件也较好,遂使聚集于储层的烃不易垂向向上散逸。

① 中国石油天然气总公司川鄂边区天然气勘探项目经理部. 湖北利川复向斜南部石油地质概详查报告. 1996.

2.3 二叠系长兴组储层包体与生、盖层的关系

长兴组储层在本区除礁灰岩分布区外,主要为生物灰岩和生屑灰岩,烃包体丰富,沥青包体也较多,所测28个点,烃包体占21个,但分布不均,且于另一个岩样中甚至未见包体存在。如表2,与其相关的生油层主要为长兴组灰岩自身,平均有机碳含量0.12%,应用“恢复有机碳全岩热模拟法”计算生烃量,约仅占本区志留系—三叠系生烃总量0.2%。表明虽有一定的生烃能力,但量不丰,致烃、沥青包体分布不均,也与生油层好坏密切相关。长兴组储层的盖层为下三叠统大冶组大一段的泥页岩与大二段的致密灰岩,封闭条件较好,上覆储层大三段有机包体明显减少即是一很好的证明。

2.4 三叠系大冶组储层包体与生、盖层的关系

大冶组储层大三段的鲕粒灰岩,沥青、烃包体已显著减少,所测60个点(部分属大二段),烃包体已不及一半,虽然多数岩样也有沥青包体,但量已减少为少量或偶见,甚至在另外5个岩样中连包体也未见。减少原因显然是由于生油层很差所致,尽管有一定的厚度,但平均有机碳含量仅0.03%~0.04%,生烃量太少,兼之下伏组合的盖层条件较好,在通常情况下油气是难以大量透其而入本组合储层的,所以烃、沥青包体都少。本组合的盖层为大四段和嘉一段的致密灰岩,封闭条件较好。

2.5 三叠系嘉陵江组储层包体与生、盖层的关系

本区嘉陵江组的沥青包体和烃包体极少,所测14个点仅有2个烃包体,沥青包体也只有少量或偶见,且于另外4个岩样中连包体都未见(表2),也是由于生油层差所致,虽有一定的厚度,但平均有机碳含量仅0.04%~0.07%,不仅本组合生烃量少,且如前述下伏组合的生烃量也少,致烃源严重不足,故烃、沥青包体俱少。盖层为嘉二段底部白云岩之上直至中三叠统巴东组巴二段的石灰岩、角砾白云岩及泥页岩,岩性致密,厚度大,封闭条件良好。

2.6 二叠系巴东组储层包体与生、盖层的关系

在巴东组底部灰岩中采了11个岩样找包体,结果仅于3个岩样中找到6个水包体,1个岩样中有沥青包体,未见烃包体。生油岩为巴三段自身的灰色灰岩、泥灰岩及泥岩,厚314 m,未作有机碳分析,从颜色上看有生油的可能,推测量也不多。盖层为其中、上部的致密灰岩和泥灰岩,封闭良好,有机包体少看来并非因其封闭性差所致。

3 储层包体与油气运聚关系

应用储层充填矿物包体确定油气运聚的时间关键在于包体形成时的温度,如果已知矿物包体形成时的古地温和储层在各时期埋藏的古地温,便可估算出该储层的包体是在何时形成的;在此基础上,再找出同一储层包体的烃包体与水包体之间的分布关系,便可找到该储层油气的运聚过程。据银玉光等对与本区毗邻的建南气田的研究^[3],三叠系嘉一段—飞三段(相当大三段)的古地温梯度为3.3℃/100 m(推测本区石炭系—三叠系也基本相似),同时考虑到本区石炭系—三叠系以碳酸盐岩为主,沉积时的古气候应属温—热带,因此假设当时的年平均气温为25℃,再据该储层及其上覆层各时期的地层厚度和古地温梯度,便可求出该储层在各时期埋藏的古地温(图3)。因此,研究油气的运聚过程,首要的是应预先知道包体形成时的准确古地温,然而由于矿物包体是矿物中由一相或多相物质组成的封闭系统,其形成是在地腹深处高温、高压下被成矿溶液包裹而存在于矿物的晶体中,目前所测流体包体均一温度是在常压下升温至气、液相消失,恢复为均匀体系时的温度。因此,均一温度尚须经压力校正后才是矿物形

成时的古地温。将水包体均一温度校正为成矿温度须有较多的水文地质资料,本区水文地质资料少,目前尚难据以求出。近年来,吴康通过对包体和人文地质资料较多的川西地区二叠系的研究^[4],结合 E. Roedder 压力对均一温度修正值实验图版^[5],计算出当流体压力为 300~450 Pa 时,二叠系水包体温度修正值为 25~37℃,也就是说在所测水包体均一温度上再加上此温度修正值便是成矿时的古地温。然而,由于缺少相应的烃包体的压力修正图版,吴康引用了美国北达科他州小刀油田有机包体与无机包体压力校正的经验数据,求出当流体压力同样为 300~450 Pa 时,二叠系烃包体的温度修正值为 34~46℃。可见,水包体的平均温度修正值为 31℃,烃包体的平均温度修正值为 40℃,二者相差 9℃。本区与川西地区的地质条件相近,现借其包体温度修正值讨论本区石炭系—三叠系各储层油气的运移和聚集如下。

3.1 石炭系黄龙组储层油气的运移与聚集

本区石炭系储层包体的均一温度和最大频率区间如前述和图 2,经压力校正后(图 3)水包体形成时的成矿温度为 102.7~120.9℃,最大频率区间 110~120℃;烃包体形成时的成矿温度为 122.7~174.5℃,最大频率区间 160~170℃。也即是说,石炭系储层孔缝间的水溶液在中三叠世巴东期中期,CaCO₃ 溶液已开始达到饱和状态沉淀形成方解石,并俘获了未饱和的其它水溶液形成水包体,而水包体的大量存在却在巴东期晚期—晚三叠世沙溪庙期,即印支运动一、二幕之间,至早侏罗世珍珠冲期沉积时则骤减并逐渐消失;相应地在水包体骤减的同时已开始有烃包体的出现,烃包体的大量出现是在中侏罗世新田沟期中期,至下沙溪庙期达到高峰,而突然结束于上沙溪庙期。这一结果清楚表明,石炭系储层的油气是在印支二幕以后的早侏罗世珍珠冲期才开始运移入的,当时下伏志留系生油层的温度已近 140℃,早已超过大量生成石油的成熟温度,石油和天然气已大量生成;说明尽管志留系生油层于石炭系沉积时或稍后从古地温曲线看有机质便已开始向油气演化(图 3),而本区于印支二幕前虽然也曾经历了昆明、云南、东吴和印支一幕等地壳运动的影响,但油气都未运移入石炭系(表明志留系泥页岩致密,上述地壳运动都较弱,油气很难向上运移),及至较强烈的印支二幕发生有较多的构造缝产生后,于早侏罗世珍珠冲期沉积时才开始有油气运移入,这一时期储层内流体的特点是油气水共存;早—中侏罗世自流井期以后至上沙溪庙期沉积时,石炭系储层内的流体已只有饱和 CaCO₃ 溶液和油气,油气运入最多的时期是中侏罗世新田沟期—下沙溪庙期沉积时。鉴于古地温达到 180℃ 后储层内已无包体存在,推测在上沙溪庙期以后石炭系储层在燕山期前的充填和用即已基本结束,储层内充填的流体已尽为油气。因此,可以认为在早—中侏罗纪自流井期—上沙溪庙期已是油气的初次聚集期,岩样采集地龙潭铺干溪一带当时可能是印支期隆起的相对高处或有圈闭存在。

3.2 二叠系茅口组储层油气的运移与聚集

茅口组储层包体的均一温度经压力校正后,水包体形成时的成矿温度为 115.4~153.8℃,最大频率区间 140~150℃;烃包体形成时的成矿温度为 103.1~231℃,最大频率区间 160~170℃。如图 3,很明显茅口组储层于印支一幕以前的中三叠统巴东期便有少量油气存在,从生油层古地温曲线来看,有机质已达到大量生成石油的成熟温度,但由于茅口组储层自身也是生油层,因此推测此时储层内的油气很可能是自生自储的油气。油气的运移主要发生在印支二幕以后,由于地壳上隆较强使储层产生了较多张性缝,油气随水沿着这些张性缝开始不断的向上运移,但是油气的运移并不完全呈连续状,如在早侏罗世珍珠冲期早期和中侏罗世新田沟期便未见烃包体存在,油气的大量运入是在下、上沙溪庙期,高峰期主要在上沙溪庙期的

早期,同时已无水包体存在,储层内 CaCO_3 水溶液已达到饱和状态,包体消失约在晚侏罗世蓬莱镇期末。因此,推测茅口组储层在燕山期前的充填作用可能已延续至侏罗纪末才结束,油气的初次聚集是在中侏罗世上沙溪庙期一晚侏罗世蓬莱镇期,岩样采集地黄泥塘芦家垭口一带当时可能是印支期隆起的相对高处或有圈闭存在。

3.3 二叠系长兴组储层油气的运移与聚集

长兴组储层包体的均一温度经压力校正后,水包体形成时的古地温为 $102\sim 127.9^\circ\text{C}$,最大频率区间 $110\sim 120^\circ\text{C}$;烃包体形成时的古地温为 $145.3\sim 181.8^\circ\text{C}$,最大频率区间 $170\sim 180^\circ\text{C}$ 。图3清楚的表明长兴组储层油气水在地史中分布有一截然的分界线,也即水包体全见于早侏罗世珍珠冲期一中侏罗世新田沟期早期,而以早一中侏罗世自流井期最盛,在新田沟期晚期一下沙溪庙期早期储层内 CaCO_3 溶液可能未达到饱和状态,该期未见包体存在;油气全部分布在下沙溪庙期晚期一晚侏罗世遂宁期早期,而以上沙溪庙期晚期最丰。表明,尽管长兴组储层经印支运动虽已增添了一些张性缝,并改善了与生油层之间的通道,但在晚三叠世一早侏罗世珍珠冲期早期储层内的 CaCO_3 溶液都未达到饱和状态沉淀形成方解石,充填作用是在珍珠冲期晚期才开始;此时,虽然生油层的温度早已达到大量生成油气的成熟温度,但是并无油气运入,直至下沙溪庙期晚期油气才开始运移入储层。这一情况证实,长兴组自身的生烃能力不理想,同时也说明隔于主要生油层栖霞组一茅口组之间的吴家坪组的泥页岩、硅质层和致密灰岩是一较好的隔盖层。包体消失约在晚侏罗世遂宁期早期,推测长兴组储层在燕山期前的充填作用于该时已基本结束,孔缝内已尽是油气。其运移与聚集期都在中侏罗世下沙溪庙期一晚侏罗世遂宁期,岩样采集地黄泥塘老钱屋基一带当时可能是印支期隆起之相对高处或有局部圈闭存在。

3.4 三叠系大冶组储层油气的运移与聚集

大冶组储层大三段的均一温度经压力校正后,水包体形成时的成矿温度为 $116.1\sim 166.9^\circ\text{C}$,最大频率区间 $130\sim 140^\circ\text{C}$ 和 $150\sim 160^\circ\text{C}$;烃包体形成时的成矿温度为 $115.1\sim 209.9^\circ\text{C}$,最大频率区间 $140\sim 150^\circ\text{C}$ 。如图3,油气水是呈交替或共同存在,由于相邻生油层的生油条件差,当储层温度达到 115.1°C 时,中侏罗世新田沟期才有少量油气运移入储层,此后在下沙溪庙期也有少量油气与水共存,至上沙溪庙期早期则仅有水溶液存在,表明此时相邻生油层的主要成油期可能已经结束;至上沙溪庙期一晚侏罗世遂宁期才又有较多的油气与水共存,此期的油气可能是下伏二叠系生油层生成的油气向上透过大一段一大二段的泥页岩和灰岩而运移入大三段储层的。至晚侏罗世蓬莱镇期大三段储层的水溶液可能已全为 CaCO_3 饱和溶液,此时已无水包体存在,烃包体则可断续延续至侏罗纪末或白垩纪初期。因此,推测大三段储层在燕山期前的充填作用可能已延至侏罗纪末或白垩纪初期才结束,油气的初次聚集也在此一时期。岩样采集地纳水大后槽一带,当时很可能是处于大三段在印支期隆起的相对高处或有圈闭存在。

3.5 三叠系嘉陵江组储层油气的运移与聚集

嘉陵江组储层的均一温度经压力校正后,水包体形成时的成矿温度为 $92.4\sim 161.6^\circ\text{C}$,最大频率区间 $150\sim 160^\circ\text{C}$;烃包体形成时的成矿温度 $168.4\sim 171.5^\circ\text{C}$ 。从早一中侏罗世自流井期开始继续有包体出现,直至晚侏罗世皆以水包体为主;烃包体仅于晚侏罗世时才见有两个,与水包体共存。表明生油条件差,生成的油气量不多,油气可能在晚侏罗世才开始运移,但并不聚集迹象,至少在岩样采集地纳水大后槽一带是如此。

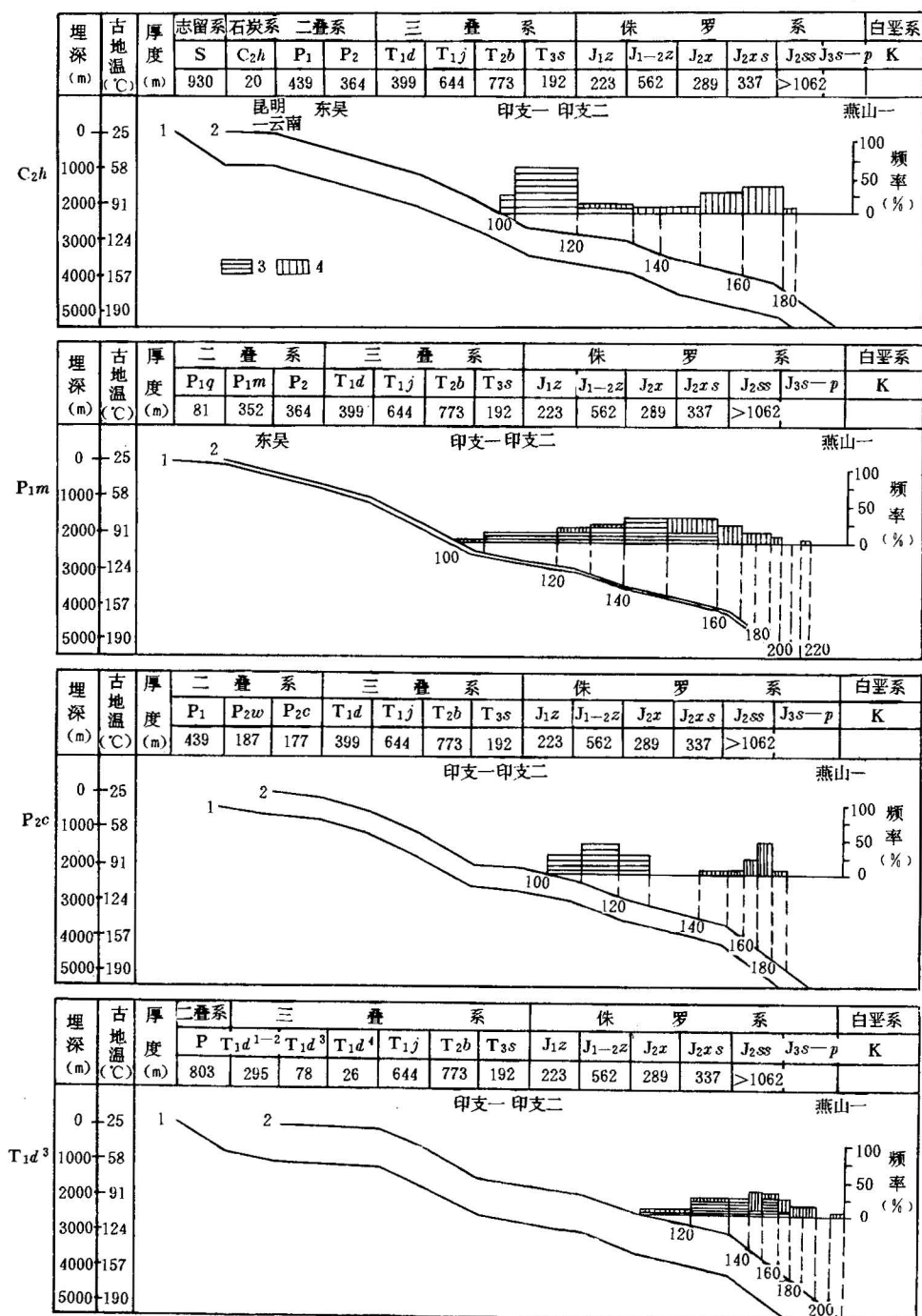


图3 利川复向斜南部石炭系—三叠系储层包体与油气运聚关系图

Fig. 3 Relationship between reservoir inclusion and migration-accumulation of Carboniferous-Triassic systems of southern part of the Lichuan synclinorium

1—生油层古地温曲线;2—储层古地温曲线;3—储层中水包体均一温度经压力校正后不同温度区间的频率;4—储层中烃包体均一温度经压力校正后不同温度区间的频率; P_{1q} —下二叠统栖霞组; P_{1m} —下二叠统茅口组; P_{2w} —上二叠统吴家坪组; P_{2c} —上二叠统长兴组; T_{1d} —下三叠统大冶组; T_{1j} —下三叠统嘉陵江组; T_{2b} —中三叠统巴东组; T_{3s} —上三叠统沙镇溪组; J_{1z} —下侏罗统珍珠冲组; J_{1-2z} —下—中侏罗统自流井组; J_{2x} —中侏罗统新田沟组; J_{2xs} —中侏罗统下沙溪庙组; J_{2ss} —中侏罗统上沙溪庙组; J_{3s-p} —上侏罗统遂宁组—蓬莱镇组

1—Paleogeothermal curve of source-bed; 2—paleogeothermal curve of reservoir; 3—pressure-corrected homogenization temperature frequency of reservoir water-inclusion for different temperature intervals; 4—pressure-corrected homogenization temperature frequency of reservoir hydrocarbon-inclusion for different temperature intervals; P_{1q} —Lower Permian Series Qixia Formation; P_{1m} —Lower Permian Series Maokou Formation; P_{2w} —Upper Permian Series Wujiaping Formation; P_{2c} —Upper Permian Series Changxing Formation; T_{1d} —Lower Triassic Series Daye Formation; T_{1j} —Lower Triassic Series Jialingjiang Formation; T_{2b} —Middle Triassic Series Badong Formation; T_{3s} —Upper Triassic Series Shazhenxi Formation; J_{1z} —Lower Jurassic Series Zhenzhuchong Formation; J_{1-2z} —Lower—Middle Jurassic Series Ziliujing Formation; J_{2x} —Middle Jurassic Series Xintiangou Formation; J_{2xs} —Middle Jurassic Series lower Shaximiao Formation; J_{2ss} —Middle Jurassic Series upper Shaximiao Formation; J_{3s-p} —Upper Jurassic Series Suining Formation—Penglaizhen Formation

4 结语

利川复向斜南部石炭系—三叠系储层的烃包体和沥青包体的富集程度,经与生油条件好坏和用“恢复有机碳全岩热模拟法”计算生烃量对比,可定性反映各生油层的优劣,这一方法可便捷地用于新区勘探。应用相邻储层烃包体和沥青包体的多寡,结合生油条件好坏,在一定程度上并可判别相应盖层条件佳否。各储层油气运移的初始温度都较高,即使具自生自储的茅口组灰岩的古地温也在100℃以上。油气水共存的古地温多在120~160℃,油气初次聚集的古地温可由130~230℃,且大多在燕山运动前即已完成,相应地各储层早期的充填作用于此时也已基本结束。燕山期前本区西部干溪一带可能有一石炭系古隆起或高带存在,东部黄泥塘一带可能有二叠系一下三叠统古隆起或高带存在,对各储层早期油气的运聚起着控制作用。油气只有经燕山或喜马拉雅运动打破了早期聚集的平衡以后才能进行再分配,因此本区的油气勘探除应着重寻找燕山—喜马拉雅期圈闭外,寻找古圈闭也很重要。

参 考 文 献

- 1 陈宗清. 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, 1985, 59(2): 87~96.
- 2 刘树根. 川东石炭系气藏的封闭条件研究. 成都理工学院学报, 1996, 23(3): 69~78.
- 3 银玉光, 陈劲人. 运用储层成岩矿物包体研究建南地区天然气成藏规律. 天然气工业, 1992, 12(6): 8~15.
- 4 吴康. 应用流体包体分析川西二叠系裂缝形成和油气运移时期. 天然气工业, 1992, 12(6): 15~20.
- 5 Roedder E. Studies of fluid inclusions I; Freezing data and their interpretation. Econ. Geol., 1963, 58: 167~211.

Relation between Reservoir Mineral Inclusions and Oil-Gas Generation-Capping, Migration and Accumulation in the Southern Part of the Lichuan Synclinorium, Western Hubei

Chen Zongqing

(Sichuan Institute of Petroleum Geological Exploration and Development, Chengdu, Sichuan, 610051)

Abstract

In light of the merits of the petroleum generation conditions of the adjacent source beds and the correlation of the reservoir mineral inclusions with the hydrocarbon yield calculated with the "heat simulation method of recovering the whole-rock organic carbon", it is found that the degree of concentration of organic inclusions in Carboniferous-Triassic reservoir inclusions in the southern part of the Lichuan synclinorium may qualitatively reflect the merits of the source beds; if the source bed is good, organic inclusions are rich, and vice versa. Likewise, whether the conditions of relevant cap rocks are good or not can be judged to a certain degree according to the amount of organic inclusions in adjacent reservoirs combined with the merits of the petroleum generation conditions. The pressure-corrected inclusion homogenization temperatures evidently show that the oil-gas migration in various reservoirs took place in the Jurassic after the Indosinian movement. The primary accumulations of oil-gas for various reservoirs did not all occur according to the age priority, as exemplified by the Maokou and Changxing Formations, but generally petroleum accumulation was completed in Jurassic time. In the study area, there might exist two Indosinian uplifts or high zones, i. e. the Carboniferous Ganxi uplift and the Permian-Lower Triassic Huannitang uplift.

Key words: Carboniferous; Permian; inclusion; oil-gas migration and accumulation; Lichuan, Hubei

作 者 简 介

陈宗清,男,1931年生。1954年毕业于重庆大学地质系石油与天然气勘探专业。现任四川石油地质勘探开发研究院高级工程师。长期从事扬子区海相碳酸盐岩地层、沉积相、油气藏形成条件与富集因素、非背斜圈闭油气藏等方面的研究工作。通讯地址:610051,四川成都一号桥,四川石油地质勘探开发研究院。