

文章编号: 1000-0550(2002)01-0156-04

平落坝储层有机包裹体特征与气藏形成过程研究

高岗 黄志龙

(石油大学 北京 102200)

摘要 通过储集层成岩作用与有机包裹体的研究认为,研究区储集层有机包裹体主要通过交代和重结晶作用而形成,有各种相态形式,主要分布在石英颗粒内溶蚀缝或孔隙中,构造裂缝中基本未见有机包裹体。上三叠统储集层包裹体丰度明显高于侏罗系沙溪庙组。香二气藏砂岩有机包裹体均一温度主峰在 $100\sim 110^{\circ}\text{C}$,沙溪庙气藏砂岩有机包裹体均一温度主峰在 $90\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。香二气藏形成时间早,经历了印支期少量注入到印支期末—喜山早期大量注入,再到喜山晚期调整、部分注入的过程。沙溪庙气藏天然气注入则主要发生于喜山运动期。

关键词 有机包裹体 气藏 储集层 均一温度 原生气藏 次生气藏

第一作者简介 高岗 男 1966年出生 煤田、油气地质与勘探

中图分类号 TE122.2 **文献标识码** A

平落坝构造是在川西地区上三叠统和侏罗系发现的天然气地质储量的可观构造。位于四川邛崃县境内,在成都西南约80 km处。区域构造位置上属于盆地龙门山前带川西拗陷南部,紧邻生气拗陷,其构造位于龙门山山前构造区中隐蔽构造带,介于成都凹陷与龙门山山前陡构造带之间。1989年在平落坝构造上开始钻探,第一口探井平落1井测试发现了沙溪庙组和香二段气藏。目前共发现了沙溪庙组、香二段和香四段3个气藏,香二段为主力气层。沙溪庙组气藏为次生岩性气藏,香二气藏与香四气藏均为原生背斜气藏。川西其它许多构造上也发现了上三叠统和侏罗系气藏^[1,2,3,4],展示了川西—川西北地区中浅层找气的广阔前景。由于上三叠统香二气藏与香四气藏具相似之处,本文主要从香二段原生气藏和侏罗系次生气藏储集层的有机包裹体特征分析入手,研究气藏的形成过程,以期对川西—川西北其它地区的中浅层气藏的成藏过程研究具有借鉴作用。

1 储层成岩作用与有机包裹体的形成

根据砂岩样品岩石学及成岩演化的研究,本区沉积岩主要经历了压实、胶结、压溶和溶蚀、重结晶和交代等成岩作用。研究样品中有机包裹体主要分布在由压溶和溶蚀作用形成的孔隙或缝隙中,次生加大边中虽有分布,但丰度低,个体很小。其分布特点表现为:

(1)研究样品有机包裹体的相态、大小、光性及组成等方面都比较单一,变化不大,次生加大边中虽然有包裹体分布,但丰度极低,个体很小,因此,可以认为这

些充填在溶蚀孔隙或缝隙中的有机包裹体基本上为同一地质发展过程中形成的。这说明在溶蚀孔隙或缝隙形成后,本区发生过油气运移。

(2)尽管在石英次生加大、重结晶等成岩作用特征方面上三叠统和沙溪庙组变化不明显,但上三叠统样品中有机包裹体的丰度明显比沙溪庙组样品高。

(3)根据观察,尽管在砂岩中存在后期构造作用形成的裂缝,但裂缝中基本上未发现有机包裹体的充填,这说明油气运移在裂缝形成之前就已经基本完成。

根据有机包裹体的分布、赋存、相态组合及其大小等特点,认为研究区有机包裹体主要形成于压溶作用完成后重结晶作用开始之前这一阶段。

2 有机包裹体特征

本次研究分别采集了香二气藏和沙溪庙气藏储集层砂岩样品进行制片观察,并应用Leitz 1350热台和Chairmeca冷热台对其中30块砂岩样品的有机包裹体进行了均一温度测试。研究样品为石英砂岩,其中有机包裹体广泛分布。根据显微镜下观察(表1),主要的有机包裹体类型有:

(1)单相液态烃包裹体:个体很小,一般 $< 2\mu\text{m}$,形态为不规则、椭圆形,数量较少。主要分布在溶蚀孔隙或缝中,透射光下呈褐色—褐黄色,具弱黄色荧光。

(2)气态烃+液态烃相包裹体:数量相对较多,个体较小且形态不规则,一般 $< 3\mu\text{m}$ 。透射光下液态烃相呈淡黄色,气态烃相呈褐黑色,其中以液态烃相为主,气态烃相一般 $< 20\%$,具弱黄色荧光。主要分布在

表 1 有机包裹体特征及分布

Table 1 Characteristics and distribution of organic inclusions

井号	深度 /m	时代	丰度	相态和类型	大小及形态	分 布
平落 1	3506.6	T _{3×3}	一般<10%	气相+气、液二相为主	不规则,一般<5~10 μ m	溶蚀缝为主,
平落 2	3228	T _{3×4}	一般<5%	气相+气、液二相+沥青	一般<5~10 μ m	同上
	3514	T _{3×4}	一般<5%	气相+气、液二相为主	<5 μ m,不规则椭圆形	溶蚀缝为主
平落 3	3573	T _{3×2}	一般<5%	液相+气、液二相为主	<3 μ m,不规则	同上
	3577		一般<5%	液相+气、液二相为主	<3 μ m,不规则	同上
平落 5	2063	J _{2s}	一般<1%	气相为主	一般<1 μ m	溶蚀缝为主
	3788	T _{3×2}	一般<5%	气相+气、液二相为主	<5 μ m,椭圆—不规则	同上
	3799	T _{3×2}	一般<10%	气相+液相+气、液二相	一般<3 μ m,见<15 μ m	同上
平落 9	1981		一般<1%	气相为主	一般<1 μ m,	同上
	3236	J _{2s}	一般<10%	气相+液相+气、液二相	<5 μ m,不规则	同上
	3249.8		一般<10%	液相+气相为主	<5 μ m,不规则	同上
平 16	3755	T _{3×2}	一般<10%	气相+气、液二相为主	<3 μ m,不规则—椭圆	同上,加大边有但少

溶蚀缝或溶蚀孔隙中。

(3) 液态烃相+气态烃相+盐水溶液相包裹体:数量相对较少且形态为不规则、椭圆形。液态烃在透射光下呈淡黄色、褐黄色,无定形,一般占10%~30%;气态烃不规则,具厚壁结构,透射光下呈褐黑色,个体很小,含量小于10%;盐水透明无色。主要分布在溶蚀缝中。

(4) 固体沥青相包裹体:数量很少且无一定的形态,透射光下呈黑色,个体从2~15 μ m都有分布。

(5) 含气态烃包裹体:由气态烃和盐水二相组成,较多。气态烃呈圆形或椭圆形,具厚壁结构,褐黑色;盐水无色,无形态。气液比一般小于20%。分布在石英溶蚀缝或溶蚀孔中。

(6) 气态烃包裹体:数量较多,椭圆形~无定形,体积较小,一般<2 μ m。以气态烃为主,体积可占80%以上,黑灰色,有时含10%左右的液态烃,为透明无色,能见到很弱的浅黄色荧光,呈串珠状沿溶蚀缝分布。

从各样品有机包裹体丰度看,上三叠统样品明显高。其丰度一般<10%;沙溪庙组样品普遍<1%。从有机包裹体大小看,以<3 μ m的为主,有时能见到10 μ m左右的有机包裹体,且在各样品中大小变化不明显。对不同类型有机包裹体来看,气相包裹体一般较小,但也存在较大的类型,气、液二相类型变化较大,以气态烃相、气态烃+盐水相、液态烃相包体为主,气态烃+液态烃包体也常能见到。有机包裹体形态以无

定形或不规则状—椭圆状为主,其中气态烃相以椭圆形、圆形为主,有时见个体较大的类型为不规则状,液态烃相包裹体形态极不规则,明显受溶蚀缝和孔隙形态的控制,气态烃+盐水相包裹体也不规则。

由于胶结物以黑色、褐黑色的粘土杂基和自生粘土矿物为主,在胶结物中很难见到有机包裹体;在石英次生加大边中能见到零星分布的有机包裹体,但数量很少,而且个体很小;主要的分布类型为充填在石英颗粒内溶蚀缝或孔隙中,根据溶蚀缝或孔隙的相互关系,具有明显地多期性形成特点;有时能见到构造作用形成的裂缝并使得石英颗粒碎裂,但构造裂缝中未见明显的有机包裹体充填。

3 有机包裹体均一温度与油气成藏关系

根据均一温度测试结果,尽管各个层位样品均一温度有变化,但总体上还是集中于一定的温度段(图1)。沙溪庙组砂岩有机包裹体均一温度分布较为集中,总体只有一个峰,分布范围在80~120 $^{\circ}$ C,主峰在90~100 $^{\circ}$ C;香二段砂岩有机包裹体均一温度分布范围集中在90~120 $^{\circ}$ C,主峰在100~110 $^{\circ}$ C。可见,上部沙溪庙气藏的成藏温度要低于下部香二段气藏。应该指出,包裹体均一温度反映的是烃类经过运移之后进入到储集层中时的地层温度,其实际形成时的温度要高于此温度,与生成时温度的差别大小与运移的垂向距

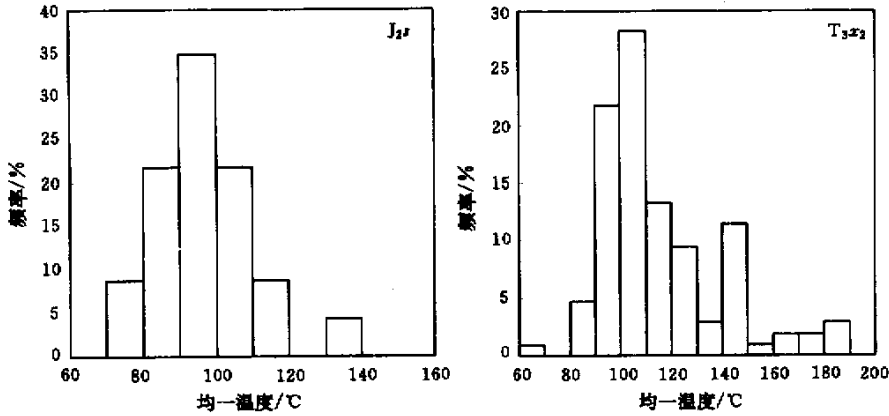


图1 砂岩储层有机包裹体均一温度频率分布图

Fig. 1 homogeneous temperature distribution of organic inclusions in sandstone reservoir

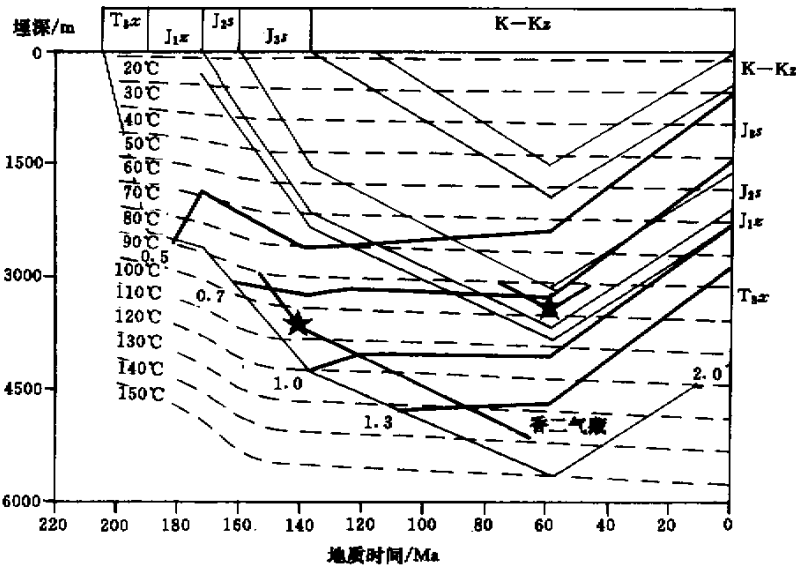


图2 平落坝气田地层埋藏史、地温史与香二段、沙溪庙组储层包裹体形成时期

Fig. 2 burial and geotemperature history of strata and for mation time of inclusions in the second interval of Xiangxi Formation and Shaximiao formation in Pingluoba Gas Field

离、地温场分布等都有关。

将有机包裹体均一温度与地层沉积埋藏史相结合,可以展示出气藏中油气的注入与包裹体的形成过程(图2)。上三叠统烃源岩从三叠纪末期直到沙溪庙期一致处于未成熟—低成熟的演化阶段,油气还未大量生成,所以该阶段还未开始油气的大规模运移。由于地温较低,砂岩主要处于压溶和溶蚀阶段,包裹体很少形成。随着埋藏深度的增加,地温不断升高,有机质演化程度增加,油气开始大量生成,直到晚侏罗世中期香一段烃源岩开始进入高成熟阶段。这一阶段油气开

始运移,埋藏深度也比较大,砂岩开始发生交代和重结晶作用,油气被矿物晶体捕获形成大量包裹体。由于该阶段岩石中还保留一定的孔隙,矿物晶体的形成过程也比较活跃,形成的有机包裹体较多。随埋深进一步加大,晚侏罗世以后香一段烃源岩开始达到高成熟甚至过成熟阶段,香三段和香五、六段烃源岩也进一步成熟—高成熟阶段,烃类不断向香二段圈闭中注入,该阶段是香二气藏形成的主要时期。由于该阶段,砂岩已经很致密,烃类注入速度较慢,地层压力升高,矿物的交代和结晶作用也已经很弱,所以形成的包裹体数

量已很少。第三纪开始,地层抬升,烃源岩的油气形成过程减慢甚至停止,烃类注入圈闭的速度也再次减慢。由于构造作用对储层的破坏作用较弱,挤压作用所形成的逆断层封闭性较好,所以香二段气藏的油气得以保存。

在地层的稳定沉降即老第三纪之前的阶段,沙溪庙组与下伏烃源岩相距几百到上千米的距离,并且下伏气藏封盖条件良好,未开始烃类的大规模注入,但可能通过扩散作用注入少量烃类。这些扩散的烃类以气态烃类为主,由于烃浓度低,矿物结晶包裹这些气态烃形成气态烃包裹体,这与观察到的沙溪庙组有机包裹体以主要为气态烃的实际情况一致。第三纪地层抬升后,由于构造应力的作用,产生断裂和裂缝系统,使得沙溪庙组储层与下伏烃源岩甚至已有的气层沟通,烃类在烃源岩内部或下伏储层中高压作用下得以运移至该套储层中。当气体到达沙溪庙气层后,由于扩散、渗透等横向调整作用,从而形成次生气藏。其烃类主要注入过程应从地层抬升后开始,即开始于喜山期(图 3),该阶段早期烃浓度稍低时仍可形成少量有机包裹体。该阶段,下伏香二段气藏内部也产生微裂缝,导致储集空间增大,气藏内部的气体重新调整,气藏压力有所降低,此时具有较高压力的烃源岩内的气体烃类在压力差的作用下向气藏补充气体。

所以,香二段气藏与沙溪庙组气藏的主要形成期不同,前者开始形成时间早,后者晚,但它们的形成过程是连续的过程,香二段气藏是通过长期的油气注入

过程形成的,经历了前期少量注入,到大量注入,再到后期调整、少量注入的过程。沙溪庙气藏的气体注入过程则主要发生于喜山运动期。

4 结论

研究区储集层成岩作用主要为压实作用、胶结作用、溶蚀和压溶作用、交代与重结晶作用,包裹体主要通过交代和重结晶作用而形成。储集层中包裹体有各种相态,主要分布在石英颗粒内溶蚀缝或孔隙中,构造裂缝中未见明显的有机包裹体充填。侏罗系储集层包裹体丰度低于上三叠统储集层。沙溪庙气藏砂岩有机包裹体均一温度主峰在 90~100℃;香二段气藏砂岩有机包裹体均一温度主峰在 100~110℃。香二段气藏开始形成时间早,经历了印支期少量注入到印支期末—喜山早期大量注入,再到喜山晚期调整、部分注入的过程。沙溪庙气藏的气体注入过程则主要发生于喜山运动时期。

参 考 文 献

- 1 曹伟,安凤山,王允诚等. 致密砂岩天然气藏地质特征[J]. 矿物学报,1998,7(18):39~44
- 2 周江羽,吴冲龙,韩志军等. 川西坳陷天然气成藏条件与成藏模式[J]. 四川地质学报,1998,18(2):116~120
- 3 李少虎,吴冲龙,王华等. 四川盆地香家河组地层格架与天然气藏成藏的关系[J]. 石油与天然气地质,1998,19(2):146~151
- 4 刘斌,贝东,王菁. 四川西北部陆相地层异常高压的形成与演化[J]. 天然气工业,1995,19(3):8~11

Research on Organic Inclusion in Reservoir and Gas Accumulation Process in Pingluoba Gas Field

GAO Gang HUANG Zhi-long
(University of Petroleum, Beijing 102200)

Abstract In this paper, the author researched diagenesis and organic inclusion in reservoir. In this area, organic inclusions were mostly formed by recrystallization and metasomatism and with various phases. They distributed chiefly in dissolved seams and pores in quartz grains and not in structure slot. The organic inclusion abundance in Upper Triassic was more than that in Shaximiao Formation. The homogenization temperature of organic inclusion was between 100℃ and 110℃ in the second interval of Xujiahe Formation and between 90℃ and 100℃ in Shaximiao Formation. The second segment gas reservoir of Xujiahe Formation was formed earlier and underwent the course early from small charge to large charge and late again from adjustment to small charge. The gas reservoir of Shaximiao Formation was formed in the course of Xishan Tectonic Movement

Key words organic inclusion, gas accumulation, reservoir, homogenization temperature, primary gas reservoir, secondary gas reservoir