

冀北拗陷中上元古界一下古生界 流体包裹体特征及其地质意义^①

刘埃平¹ 郝石生² 钟子川¹

1 (四川石油勘探开发研究院, 成都 610051)

2 (石油大学, 北京 100083)

提 要 冀北拗陷中上元古界一下古生界是一套以碳酸盐岩为主的海相沉积岩系, 其内广泛发育有结晶、重结晶作用形成的方解石、萤石、石英、重晶石等矿物。通过对这些矿物中流体包裹体特征的系统研究, 划分出六类有机(烃)包裹体和三类水溶液包裹体。这些流体包裹体分别是由油气和油田水两种不混溶流体所形成; 在这两种不混溶流体运移过程中, 油田水以连续相形式存在, 而油气以分散相(珠滴、气泡)形式悬浮于其中。按地层层序, 各地层流体包裹体的均一温度表现出在上、下高, 而中间低的特点。同一地层在拗陷不同部位, 其均一温度也明显不同, 但油气是由高温区向低温区运移。另外, 据各地层中有机包裹体发育的类型和数量, 推测此拗陷内油气主要储集层是中上元古界的铁岭组、雾迷山组, 以及下古生界的奥陶系。

关键词 水溶液包裹体 烃包裹体 中上元古界 下古生界 冀北拗陷

分类号 P534.42~43 P59

第一作者简介 刘埃平 男 32岁 博士、副教授 放射性地质和地球化学

1 冀北拗陷石油地质特点

冀北拗陷位于渤海湾盆地北部, 在内蒙古地轴以南、山海关隆起以西、密怀隆起以东, 面积约8300km²。此拗陷是我国目前勘探的最老含油气构造单元, 其沉积构造演化经历了两个不同的阶段: 第一阶段是中晚元古代—古生代, 冀北拗陷为华北地台内沉降盆地的一部分, 构造活动基本上以简单的升降运动为主。其中, 在中晚元古代—早古生代沉积了一套巨厚而横向上稳定的以碳酸盐岩为主的海相地层, 最大厚度累计达万米; 在晚古生代沉积了一套约450m厚的含煤海陆交互相地层。第二阶段为中新生代, 强烈的构造运动使本区形成了一北东向拗陷, 相应沉积了一套在横向和厚度上都变化很大的陆相杂色火山岩—沉积岩系。目前, 此拗陷内已发现了大量油苗(如表1所示), 绝大多数产出于中上古元界一下古生界地层中, 特别是产在1000~1400Ma前形成的铁岭组和雾迷山组白云岩层中。另外, 中上元古界的铁岭组、洪水庄组、雾迷山组、下马岭组、高于庄组, 以及下古生界的寒武系、奥陶系均具有一定的生烃能力, 可作为拗陷内油气的烃源岩层。其中, 铁岭组白云岩的有机碳含量平均0.

21%, 最高可达1.87%, 是富含有机质的碳酸盐岩; 洪水庄组页岩的有机碳含量平均达1.02%, 氯仿沥青“A”和总烃的平均含量也较高, 分别为 345×10^{-6} 和 159×10^{-6} , 是国内富含有机质的老地层之一; 下马岭组页岩的有机碳平均含量为1.17%, 其氯仿沥青“A”和总烃含量也很高, 平均分别达 997×10^{-6} 和 491×10^{-6} , 可见它们都是好生油岩层。但是, 由于中上元古界一下古生界海相地层中, 高等植物化石不发育, 很难测到镜质体反射率, 给确定烃源岩的热演化程度及其生成油气类型带来了很大困难。再加之, 拗陷内中上元古界和下古生界地层都曾发生过多次抬升、剥蚀, 现以高角度出露地表或潜伏于中新界之下, 构造复杂, 产生的油气运移富集在何处? 也是当前勘探中急需解决的问题之一。

2 冀北拗陷中上元古界一下古生界流体包裹体特征

油气是烃源岩生成的一种有机成矿流体。它在原生运移或次生运移过程中, 只要沉积物发生结晶或重结晶作用, 就可能被捕获于矿物生长的晶格缺陷或构造裂隙中形成有机包裹体。同样, 与油气一

起运移的油田水也会形成水溶液包裹体保留在矿物中。所以,结晶或重结晶矿物中的流体包裹体,是油气或油田水运移时的残留痕迹,是油气和油田水的真实原始样品。冀北拗陷中上元古界一下古生界的碳酸盐地层中,广泛发育有结晶、重结晶形成的方解

石、萤石、石英、重晶石等透明矿物,它们中都普遍发育有大量有机或水溶液包裹体,这为研究拗陷内油气和油田水性质提供了可靠的物质基础。该拗陷中上元古界一下古生界的有机包裹体,据其在室温下相态及加热变化特点,分为以下几类:第一类(I)是

表1 冀北拗陷中上元古界一下古生界石油地质特征

Table 1 Characteristic of petroleum geology for Middle-upper proterozoic and Lower palaeozoic suberathem of Jibei depression

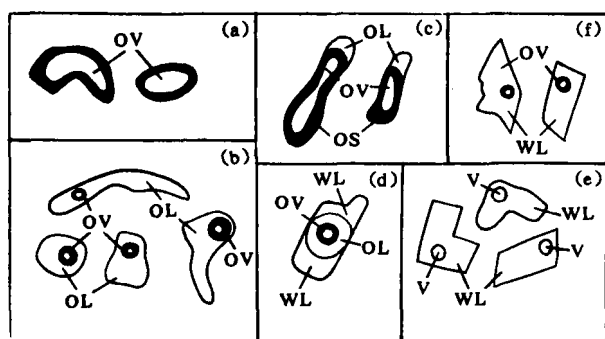
界	系	统或组	年龄 (Ma)	最大厚度 (m)	主要岩性	油苗 (处)	有机碳 (%)	沥青 A (10 ⁻⁶)	总 烃 (10 ⁻⁶)
下 古 生 界	奥陶系	中下统	440	795	灰岩	3	0.13	103	90
	寒武系		500	581	灰岩 页岩	10	0.09	145	80
中 上 元 古 界	青白口系	景儿峪组	570				0.08	60	26
		龙山组	800	114	灰岩				
		下马岭组	900	118	砂岩				
	蓟县系	铁岭组	900	117	页岩	3	1.17	997	491
		洪水庄组	1000	325	白云岩	55	0.21	419	230
		雾迷山组	1180	131	页岩		1.02	345	159
		杨庄组	1220	3416	白云岩	12	0.15	87	36
		高于庄组	1400	773	白云岩		0.09		
		大红峪组	1500	1543	白云岩	1	0.15	129	106
		团山子组	1650	408	砂岩		0.12	25	12
长城系	串岭沟组	1700	522	白云岩		0.11	36	10	
	常州沟组	1750	1167	页岩		0.44	49	32	
		1800	859	砂岩		0.09	71	32	

注:由郝石生(1990)、刘保泉(1989)数据^[1,2]综合,其中沥青 A 为氟仿沥青“A”。

有机气相包裹体,即天然气包裹体;其形态为浑圆状、不规则状,大小(直径)多为 3~15 μm ,以边缘色深、中心色浅的不均匀色调为特点(图 1a)。这一类包裹体又分为两种,一种是单一气相包裹体;另一种是边缘有黑色固体沥青—中心为气相的两相包裹体,由于有机气相普遍具有暗色边缘,固—气两相间常界线不清而难以区别开来,故归为一类。第二类(II)是纯液相有机包裹体,即纯油相包裹体;此类包裹体通常较大、为 5~15 μm ,形态多不规则,液相呈浅黄色、金黄色、褐黄色等,色调均一。第三类(III)为气液两相有机包裹体,即油气两相包裹体;其液相也呈浅黄色、金黄色、褐黄色等,气泡边缘色暗、中心色浅,气液比多为 2~10%,并随温度升高而均一呈液相(油);这类有机包裹体较大,为 5~20 μm ,形态常见有不规则状、长条状、浑圆状等(图 1b)。第四类(IV)是气—液—固三相有机包裹体,即油—天然

气—沥青质三相包裹体;其气相为色调不均的深灰色气泡,液相为褐黄色、棕黄色,固相为深褐色、黑色,液固两相界面有时模糊不清;此类包裹体形态多呈长条状、不规则状,大小为 10~20 μm (图 1c)。第五类(V)是天然气—石油—水三相包裹体,此类包裹体也较大、为 10~20 μm ,呈长条状、浑圆状、负晶形;其气泡具深暗色边缘,油相为黄色等,无色透明的水相包裹油相或与油相之间呈新月形界面接触;从包裹体外部向中心依次出现的相次序是:主晶→水溶液相→有机液相→有机气相(图 1d)。此类包裹体成分特点是水溶液相所占比例变化很大,在 8~80%之间,但两有机流体相的气液比却稳定在 3~10%之间,与 III 类有机包裹体的气液比相一致;特别指出的是有机气相随温度升高逐渐消失,而油水两相互不混溶、界面一直保持清晰。第六类(VI)是固相有机包裹体,即沥青包裹体;其特点是颜色深,

为黑色、深褐色,色调均匀,大小多为 $5\sim 10\mu\text{m}$,形态多呈不规则状、浑圆状。冀北拗陷中上元古界一下古生界地层中,与有机包裹体共存的水溶液包裹体可分为三类:第一类(VII)是纯液相水溶液包裹体,无色透明,常见有负晶形、浑圆状、长条状等孤立分布或沿解理面成群分布,也见有沿微裂隙呈线性分布。这类水溶液包裹体通常比共存的有机包裹体小,多数 $< 5\mu\text{m}$,是最常见包裹体类型。第二类(VIII)是气液两相水溶液包裹体,多数 $< 7\mu\text{m}$,其气液比变化在 $1\sim 10\%$ 之间,两相都无色透明,凭借见气泡跳动可将两相区分开来(图1e);此类包裹体加热后均一成液相。第三类(IX)为有机气相—水溶液两相包裹体,一般为 $5\sim 10\mu\text{m}$,形态有浑圆状、不规则状等;其气液比为 $2\sim 10\%$,液相无色透明,而气相以呈暗色边缘的气泡为特点(图1f),据冷冻法研究其气相成分主要是甲烷等轻烃;该类包裹体随温度升高而均一为液相,即有机气相溶解于水溶液中。



(a)气相有机包裹体 (b)气液两相有机包裹体
(c)气—液—固三相有机包裹体 (d)气—液—水
三相有机包裹体 (e)气液两相水溶液包裹体
(f)有机气相—水溶液两相包裹体

OV、OL、OS表示气相、液相、固相烃 WL表示水溶液 V表示气相
图1 冀北拗陷中上元古界一下古生界流体包裹体特征

Fig.1 Characteristics of petroleum geology for the middle-upper proterozoic and lower palaeozoic suberathem of Jibei depression

上述表明,烃包裹体和水溶液包裹体是由非均一流体体系形成的,即油与水是两种不混溶的流体;同时也显示出水溶液中可以有限溶解一定数量烃,特别是气相(轻)烃,通常约占 $2\sim 5\%$,最高不超过 10% ;液相石油中也能溶解一定数量的气相烃,一般约占 $3\sim 7\%$,最高可达 10% 左右。这说明天然气(轻饱和和烃)可溶解在水中运移;当水中天然气过饱和时,气相轻烃可呈气泡形式运移,并能富集形成水

溶性气藏(如四川威远气藏)。油(重烃)难以溶解在水中运移;又因各类包裹体都是赋存于方解石、萤石等无机盐类矿物中,而形成这些矿物的结晶、重结晶作用只能在水溶液相中完成,不可能在连续的烃流体相中进行,所以,油水两种不混溶流体的运移过程中,油田水以连续相形式存在,而油应以分散相(即珠滴)形式悬浮于其中。冀北拗陷中上元古界一下古生界地层中各类包裹体较丰富(但并不是所有包裹体类型会出现在同一样品内)。其中,第II类、第III类等有机包裹体中油相的颜色随形成温度的增高而逐渐变浅,即褐黄色→金黄色→浅黄色;相反,第VI类等有机包裹体中沥青的颜色随形成温度增高而逐渐变深,即黄褐色→棕褐色→深褐以→黑色;当第IV类有机包裹体的形成温度较低时,液相石油与固相沥青的颜色相近、两相界面不清;第III类有机包裹体和第VIII类水溶液包裹体的气液比,随形成温度增高而有增大的趋势,这说明油气或油田水在深部运移过程中,其温度或压力越大、溶解的气相组分(特别是轻烃)越多;第V类有机包裹体仅集中发育于地层的某一特定深度或部位,可能是形成于油水界面的附近。不同热演化程度的样品中,各类包裹体组合特点也不同:当热演化程度低时,有机包裹体以液相(石油)为主,常见第II类、第III类、第VI类有机包裹体,偶见第IV类有机包裹体;与此共存的水溶液包裹体常见有第VII类和第VIII类。当热演化程度高时,有机包裹体常见是第VI类和第I类包裹体,有时也见第III类有机包裹体;与此共存的水溶液包裹体除第VII类和第VIII类外,第IX类包裹体也发育。此拗陷内同一岩层的热演化程度不同,一般当上覆的上古生界—中生界(特别是侏罗系火山岩层)厚度大时,热演化程度高;反之,热演化程度低。在同一剖面上,中上元古界一下古生界按层序出现了上下部热演化程度高,而中间热演化程度低的特点。即形成较早的长城系碳酸盐地层中,有机包裹体常见有第VI类和第I类,很少见第II类等其它有机包裹体;蓟县系碳酸盐地层中,有机包裹体类型较多,除见有第VI类、第II类、第III类外,也见第I类、第IV类、第V类有机包裹体;下古生界奥陶系碳酸盐地层中,有机包裹体又多见第VI类和第I类,而第II类和第III类有机包裹体较少。另外,从各岩层中有机包裹体发育的数量看,以铁岭组、雾迷山组和奥陶系碳酸盐岩中最多,其次是寒武系;推测这些碳酸盐岩层是冀北拗陷油气的主要储集层位。

3 冀北拗陷中上元古界一下古生界流体包裹体的形成条件

沉积岩层中有机流体包裹体及其共存的水溶液包裹体,是油气和油田水的真实原始样品,这些流体包裹体的形成条件就是油气和油田水的形成条件。本文测定了冀北拗陷中上元古界一下古生界地层中第Ⅲ类有机包裹体和第Ⅷ类(及少量第Ⅸ类)水溶液包裹体的均一温度、盐度、密度等参数。其中,第Ⅸ类与第Ⅷ类的均一温度基本吻合,而第Ⅲ类与第Ⅷ类的均一温度多相互不一致。这些气液两相流体包裹体在显微镜下可明显分为两期:早期的呈星散状分布,晚期的多沿愈合裂隙呈线形分布;但同一样品内不同期第Ⅷ类的水溶液包裹体均一温度变化范围常相近,这可能是两期包裹体形成的古地热环境变化不大。冀北拗陷内不同部位的热演化程度明显不同,因此各岩层中所测的均一温度变化范围也较大。长城系高于庄组白云岩层中,气液两相水溶液包裹体(Ⅷ类)的均一温度变化在 107~140℃ 之间,平均为 120.2℃,其直方频率图如图 2 所示,未发现油气两相烃包裹体。蓟县系雾迷山组白云岩层中,Ⅷ类水溶液包裹体的均一温度在 47~173℃ 之间,平均 90.7℃;油气两相有机包裹体(Ⅲ类)的均一温度变化在 41~133℃ 之间,平均 70.4℃ (如图 3 所示)。蓟县系铁岭组白云岩层中,Ⅷ类水溶液包裹体的均一温度在 53~166℃ 之间,平均 109.2℃;Ⅲ类有机包裹体的均一温度在 41~153℃ 之间,平均 86.0℃ (如图 4 所示)。下古生界寒武系灰岩中,Ⅷ类水溶液包裹体的均一温度在 93~153℃ 之间,平均 118.4℃;Ⅲ类水溶液包裹体的均一温度在 50~93℃ 之间,平均 62.3℃ (如图 5 所示)。奥陶系灰岩中,Ⅷ类水溶液包裹体的均一温度在 74~160℃ 之间,平均 124.2℃;Ⅲ类有机包裹体的均一温度在 100~186℃ 之间,平均 143.5℃ (如图 6 所示)。上述测试的Ⅷ类、Ⅲ类两相流体包裹体的气液比都≤10%,最后均一相为液相,这表明此两相有机、无机流体包裹体所代表的油气和油田水,在运移过程中的状态都是液相。此拗陷内各地层的Ⅷ类水溶液包裹体的均一温度平均值也按地层层序表现出上、下偏高,中间偏低的特点。另外,中上元古界雾迷山组、铁岭组白云岩层中,Ⅲ类有机包裹体的均一温度平均值比Ⅷ类水溶液包裹体均一温度平均值低;但奥陶系灰岩中,Ⅲ类有机包裹体均一温度平均值比Ⅷ类水溶液

包裹体均一温度平均值高;在同一样品中,也见有Ⅲ类有机包裹体均一温度比其共生的Ⅷ类水溶液包裹体均一温度高的现象。这与以前报导的研究结果⁽³⁾有所不同,看来两者之间均一温度的关系难以用石油包裹体的压缩性比水溶液包裹体大来解释。目前水溶液包裹体的均一温度代表其流体的最低捕获温度;而油气包裹体研究较少,其均一温度所代表的地质意义还不清楚,但利用水溶液包裹体与共生烃包裹体的均一温度、密度数据可确定流体形成的真实温度和压力。

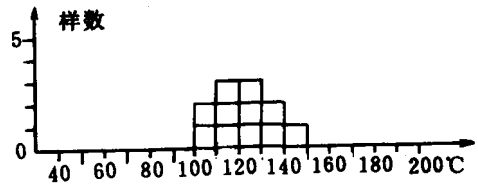
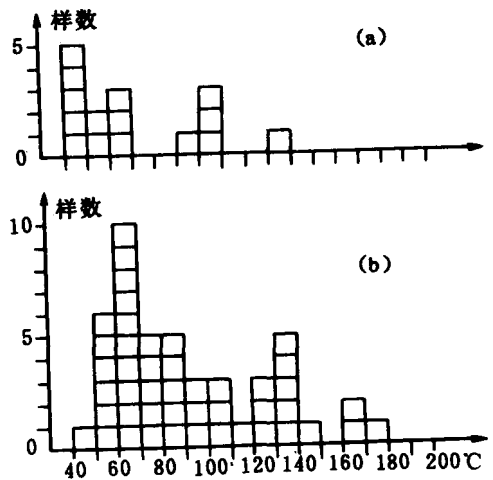
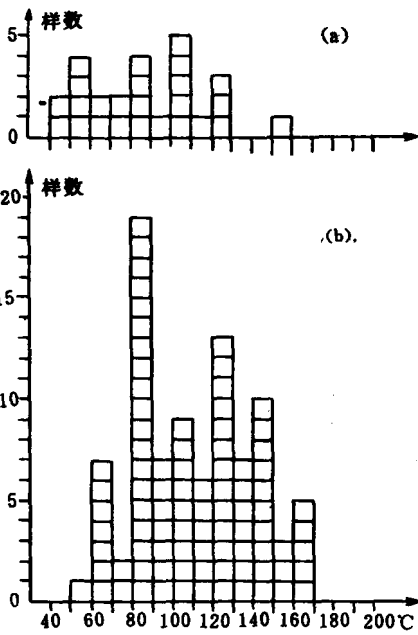


图 2 冀北拗陷长城系高于庄组水溶液包裹体均一温度直方图
Fig.2 Histogram of homogenization temperature of aqueous inclusions for Ganyuzhuang Formation of Changcheng system

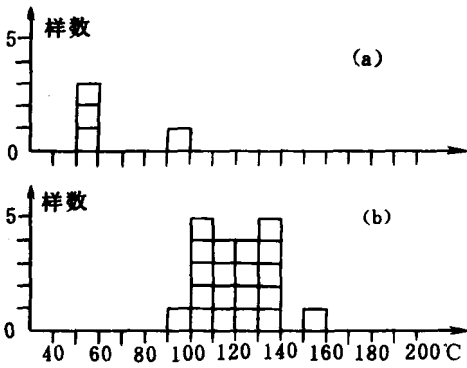


(a) 油气包裹体均一温度直方图 (b) 水包裹体均一温度直方图
图 3 冀北拗陷蓟县系雾迷山组流体包裹体均一温度直方图
Fig.3 Histogram of homogenization temperature of fluid inclusions for Wumishan Formation of Jixian system

冀北拗陷中上元古界一下古生界岩层中,水溶液包裹体的盐度都不高,在 1.73~9.86% (NaCl) 之



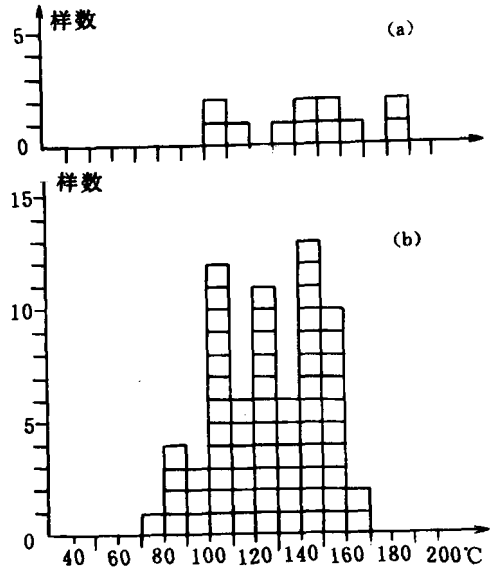
(a)油气包裹体均一温度直方图 (b)水包裹体均一温度直方图
 图4 冀北拗陷蓟县系铁岭组包裹体均一温度直方图
 Fig.4 Histogram of homogenization temperature of fluid inclusions for Tieling Formation of Jixian system



(a)油气包裹体均一温度直方图 (b)水包裹体均一温度直方图
 图5 冀北拗陷寒武系流体包裹体均一温度直方图
 Fig.5 Histogram of homogenization temperature of fluid inclusions for Cambrian system

间、平均 4.72% (NaCl), 与海水的标准盐度(3.5% NaCl)很相近, 说明此地层中的油田水来源于海水, 这也与中上元古界一下古生界为海相沉积地层相一致。显然, 与此油田水共存的油气包裹体也是自生自储的海相油气。各岩层中油田水的盐度特点如图7所示: 其中, 长城系高于庄组白云岩层中水溶液包裹体的平均盐度为 4.98% (NaCl); 蓟县系雾迷山组白云岩层中水溶液包裹体的平均盐度为 8.90%

(NaCl), 铁岭组白云岩层中水溶液包裹体的平均盐度为 4.62% (NaCl); 寒武系灰岩中水溶液包裹体的



(a)油气包裹体均一温度直方图 (b)水包裹体均一温度直方图
 图6 冀北拗陷奥陶系流体包裹体均一温度直方图
 Fig.6 Histogram of homogenization temperature of fluid inclusions for Ordovician system

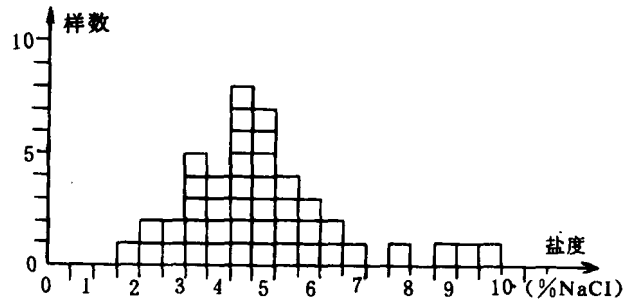


图7 冀北拗陷中上元古界一下古生界流体包裹体的盐度直方图
 Fig.7 Salinity histogram of fluid inclusions for the middle-upper proterozoic and lower palaeozoic suberathem of Jibei depression

平均盐度为 3.98% (NaCl); 奥陶系灰岩中水溶液包裹体的平均盐度为 2.78% (NaCl), 即按地层层序表现出中间雾迷山组的盐度较高, 而上下其它岩层的盐度较低。据水溶液包裹体的盐度及冷冻相变特点, 推断拗陷内中上元古界一下古生界岩层中的油田水类型为 Na-Ca-Cl 型。依据 NaCl-H₂O 体系的温度-盐度-密度-压力关系相图^[3], 获得中上元古界一下古生界岩层中油田水的密度变化在 0.94~1.01 (g/cm³) 之间; 估算其压力变化在 200 × 10⁵~750 × 10⁵ Pa 之间, 表现出从深部向浅部其压力

逐渐减少。由于本区岩层厚度巨大、压力较高,若对所测定的水溶液包裹体(Ⅷ类)的均一温度进行压力校正,校正后的捕获温度为:高于庄组约 190℃,雾迷山组约 151℃,铁岭组约 164℃,寒武系约 163℃,奥陶系约 154℃。依碳酸盐地层的静岩压力梯度($263 \times 10^5 \text{Pa/km}$)推算,本区中上元古界一下古生界的地温梯度约 24℃/km。

4 冀北拗陷中上元古界一下古生界油气评价

冀北拗陷中上元古界一下古生界的热演化程度较高,若经压力校正后,其油气的形成温度主要集中在 154~190℃ 之间,属深成阶段晚期,生成的油气为高成熟—热裂解的轻质油、凝析油、湿气。所以,冀北拗陷内勘探中上元古界一下古生界油气应以轻质油藏、凝析油藏为重点;勘探目的层应以铁岭组、雾迷山组顶部为重点,其次是奥陶系顶部和寒武系下统。同一地层在拗陷的不同部位,其热演化程度也相差很大;但在化皮、双洞两个已知的古油藏区的流体包裹体均一温度最低,显示出油气运移是从热演化程度高的高温区向热演化程度低的低温区运移。该拗陷中上元古界一下古生界烃源岩层的深度很大,长城系高于庄组中成矿流体的压力平均约为

$750 \times 10^5 \text{Pa}$,按 $263 \times 10^5 \text{Pa/km}$ 的静岩压力梯度推算,油气运移的最小埋深约 2.85km;同样,蓟县系铁岭组中成矿流体的压力平均约 $550 \times 10^5 \text{Pa}$,推算油气运移的最小埋深约 2.09km;下古生界奥陶系中成矿流体压力平均约为 $250 \times 10^5 \text{Pa}$,推算其油气运移的最小埋深约 0.95km。由于所测试样品大多数是地表露头采样,显然在上古生界—中新生界下伏的这些岩层实际埋深还会更大。另外,中上元古界洪水庄组、铁岭组、下马岭组等主要烃源岩的形成时代古老,以及区内多期的岩浆活动(最强烈为印支—燕山期),也是造成其热演化程度高的重要因素。下古生界寒武系、奥陶系的有机碳含量不高,但产出了许多油苗;这些油苗是否为中上元古界的油气扩散、运移的结果,目前还很难定论。但从另一方面说明上古生界石炭—二叠系是很好的封闭盖层,建议此拗陷内油气勘探不应忽视上古生界覆盖区的浅层油气。

参考文献

- [1] 郝石生等. 华北北部中上元古界石油地质学,北京:石油大学出版社,1990,109~161。
- [2] 刘保泉等. 华北地区中上元古界、下古生界生油特征. 中国含油气盆地烃源岩评价,北京:石油工业出版社,1989,260~279。
- [3] Hollister L. S. and Crawford M. L., Shout course in fluid inclusions: Applications to petrology (Mineralogical Association of Canada), Calgary, 1981.

Characteristics of Fluid Inclusion and Its Geological Significance for Middle-upper Proterozoic and Lower Palaeozoic Sub-erathem of Jibei Depression

Liu Aiping¹ Hao Shisheng² and Zhong Zichuan¹

1 (Sichuan Institute of Petroleum Exploration and Development, Chengdu 610051) 2 (University of Petroleum, Beijing 100083)

Abstract

There is a set of marine-facies sedimentary series which are mainly composed of carbonate rock for middle-upper Proterozoic and lower Palaeozoic sub-erathem of Jibei depression. The sedimentary formation have many minerals which are formed by crystallization and recrystallization such as calcite, fluorite, quartz, barite ect. Through making a systematic study to fluid inclusions characteristics in these minerals, there are six types hydrocarbon inclusions and three kinds aqueous inclusions have been differentiated. These fluid inclusions separately formed by two immiscible fluid oil-gas and oil field water. During the two immiscible fluid migration, oil field water exist within it by continuous phase, and oil-gas by dispersed phase (drop, bubble).

In these fluid inclusions, the vapor volume of vapor-liquid aqueous inclusions are between 1~10%, and it's salinity between 1.73~9.86% (NaCl), and average is 4.72% (NaCl), showing that it came from paleo-seawater. The homogenization temperature of the aqueous inclusions is in the range 47~173℃, and the homogenization phase is liquid phase which represents the lowest formation temperature for oil-gas migration and reservoir in the depression. The hydrocarbon inclusions are the direct sign of oil-gas primary and secondary migration, in which the vapor volume of oil-gas hydrocarbon inclusions is in the range 2~10%, and its homogenization temperature is between 41~186℃ with the oil homogenized phase showing that oil-gas migration and reservoir was in oil phase. When forming temperature is lower, the homogenization temperature of hydrocarbon inclusion is lower than aqueous inclusion. But when the temperature is higher, the homogenization temperature of aqueous inclusion is lower than hydrocarbon inclusion.

According to the strata sequence of middle-upper Proterozoic and lower Palaeozoic sub-erathem in Jibei depression, the mean homogenization temperature of fluid inclusion is higher in the top and bottom of strata, and lower in the middle strata. This is because that there are giant thick-bedded volcanic rock covering it. The homogenization temperature of the same formation are obviously different in the different parts of the depression, but the direction of oil-gas migration show that is from high temperature to low temperature. In addition, according to the type and quantity of hydrocarbon inclusions in the different layers, we deduce that the main oil-gas reservoir are Tieling formation, Wumishan formation of middle-upper Proterozoic suberathem and Ordovician system.

Key Words aqueous inclusions hydrocarbon inclusions Middle-upper Proterozoic suberathem Lower Palaeozoic suberathem Jibei depression