

文章编号: 0253-9985(2000)03-0226-06

冀中地区供油条件与滚动勘探目标选择

李 博¹, 梁星如¹, 黄海容¹, 王智深², 李 杰¹

(1. 华北油田分公司勘探开发研究院, 河北任丘 062552; 2. 华北油田分公司

第二采油厂, 河北任丘 062552)

摘要: 通过已知油气藏的分析, 冀中地区第三系碎屑岩油气藏的供油方式有两种: 一是断面供油; 二是层状渗透层供油。导油断层不仅控制圈闭的形成和储集体的分布, 还直接控制油气运移路径。层状渗透层供油受构造高点控制, 运移路径一般为垂直构造等高线沿鼻状构造的鼻梁向构造高点运移。按“顺瓜找藤, 再顺藤摸瓜”的思路, 沿油气运移途径的圈闭是最有利的油气成藏场所。因此, 紧靠导油断层的构造中低部位和鼻状构造的鼻梁带是下步滚动开发的最有利部位。

关键词: 冀中地区; 供油条件; 复杂断块; 滚动勘探; 导油断层; 鼻梁带

第一作者简介: 李博, 男, 31岁, 工程师, 地质力学

中图分类号: TE122.3 文献标识码: A

从美国等一些主要产油国的勘探历程来看, 隐蔽油气藏(非背斜油气藏)勘探难度虽然大, 但在含油气盆地中所占储量比重却很大, 与构造油藏相比, 最高可达1:1。从冀中地区有意无意所发现的隐蔽油气藏总储量来看, 所占比例还很低, 仍有丰富的油气资源赋存在油气运移途径的隐蔽圈闭中。因此, 落实油气运移的途径就成了找到这类油气藏的关键所在。几年来在冀中地区滚动勘探开发实践中, 探索了一条以供油条件分析技术为主, 确定滚动勘探目标的一套分析方法。因此本文重点介绍具有冀中地区地质特点的供油条件分析确定滚动勘探目标的技术。

1 意义与思路

冀中地区下第三系碎屑岩储层横向变化极大, 只要是油气运移经过的地方, 都有机会富集形成不同类型的油气藏。明显的构造圈闭已基本被钻探, 加强对隐蔽油气藏的滚动勘探已刻不容缓。而决定隐蔽圈闭成藏的关键因素在供油条件, 因此, 依据供油条件确定滚动勘探目标是极其重要而又方便实用的办法, 是关系下步工作是“有的放矢”还是“无的放矢”的大事, 是整个滚动勘探工作的重中之重, 具有长远的战略意义。

冀中地区复杂区块供油条件分析的总体思路是从“断面供油”、“渗透层供油”的特点和线路出

发, 充分应用复杂断块区现有的各种地质资料, 抓住油气在断面和渗透层中运移的特点, 研究一套“顺瓜找藤, 再顺藤找新瓜”的工作方法。“瓜”指的是一个个油气藏, “藤”指的是油气在断面和渗透层中的运移线路或方向。只有把握住油气运移线路这根藤, 从已知的油气藏分析其油气的来源和过往去向的途径, 在其主要的油气运移途径上及其周围有目的性、预见性地寻找新的、甚至更加隐蔽的油气藏。

2 断面供油

2.1 类型划分

在复杂断块区搞清哪些断层是控制油气藏形成的, 哪些断层是形成具体油气藏的, 在供油条件分析中十分重要。为了便于分析, 首先把断层以其在油气运移中起的不同作用划分为导油、配油、封堵断层三类(图1), 其特点如下。

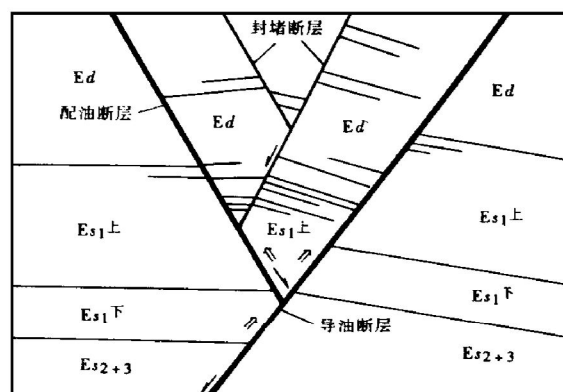


图1 导油、配油、封堵断层划分图

Fig. 1 Division of oil diverting, allocating and blockading faults

导油断层:是控制油气藏平面分布格局的大断层,是油气生成后垂向上运移的主通道,其规模大、形成早(本地区生油高峰之前)、切穿生油层、后期又继续活动。其主要特点是切穿生油层,且本身规模大。

配油断层:对导油断层运移的油气进行再分配的断层。其特点是:一般与导油断层同期形成,为导油断层的伴生断层,断层中等规模,本身没有切穿生油层,但与导油断层直接相交,能把导油断层运移的油气进行再分配而使油气运移到离导油断层更远、更广地区。

封堵断层:是形成圈闭的断层,其规模可大可小。它具备侧向封堵条件时,主要是起封堵作用,当圈闭具备油源条件时,形成具体的油气藏。

以上3种断层在一定的条件下,它们之间又存在着交叉关系,前二者在断层活动期表现出对油气有垂向导通能力,统称为油源断层;在断层非活动期具备封堵条件的情况下又起封堵作用,可视为封堵断层。划分出这三类断层,目的是为在平面上首先便于区分有利含油气区和不利含油气区的大局,为沿油源(导油、配油)断层寻找有利滚动勘探目标找到出发点。

2.2 导油断层的控制作用

2.2.1 控制圈闭

在冀中地区油气藏的形成与富集主要以断块圈闭为基本单元,特别是有利的含油构造带,由于多期构造或断裂活动,导致构造纵向上叠加复合的复杂格局。同时在各构造带或有利含油气区,导油断层的活动及其相伴生的一系列断层的活动,是形成各断块圈闭的主要因素。从冀中地区实际地质特征及构造特征分析主要有以下3种形式(图2)。

(1)雁列断裂组系:由于扭动的侧向挤压而产生的背斜、鼻状构造,同时也产生了配套的断层而切割这些构造形成圈闭,这些断层也具雁行排列的特点,如岔河集油田就是这种含油圈闭。

(2)羽状断裂组系:主要是由于主断层的长期继承性活动,而产生的同期与晚期断层,继而形成断块圈闭,如马西-八里庄断层两侧就属这种圈闭形式。

(3)分枝断层组系:这种断层的平面组合似分枝状,圈闭夹于其间,是同期活动的结果,其在剖面上形成“Y”字型结构,如曹家务-柳泉地区就属这种类型。

总之,这些多种形式的断层组合,作用于砂泥岩剖面上,由于砂岩储集体的错落而形成良好的多种侧向封堵形式,形成了有效的储油圈闭。

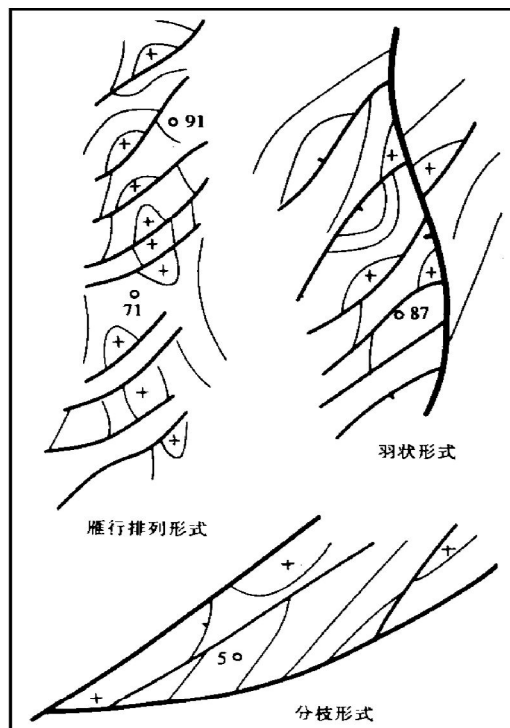


图2 断层组合形式图

Fig. 2 Complex forms of faults

2.2.2 控制沉积环境及储层

在冀中地区继承性的控制凹陷及构造带的大断层都是导油断层,这些断层由于活动期早,且时间长,在断层的下降盘一侧影响着有效生油岩的厚度、质量,以及生油岩的埋藏演化过程。断层的发育演化还控制了储层的展布及其迁移,在强活动期砂体规模一般较大,砂体沿着断层向相对活动强度较大的地段转移。从实际情况分析,在湖相沉积时,断层下降盘一侧造成砾岩的塌积、坠积,形成的浊积体和三角洲砂体是较好的储集体。对于河流相沉积的砂体,在导油断层下降盘一侧,一般沿着断层走向展布,离断层越近砂体越发育,离断层越远,砂体发育程度逐渐变差;而在导油断层上升盘一侧,砂体展布一般与断层走向垂直或斜交。当砂体展布与构造圈闭重叠时,往往能形成油气富集。

2.2.3 控制油气藏的形成与分布

导油断层由于规模一般都比较,活动时间也相对较长,在纵向上能沟通油源层与储集层形成下生上储的油藏,在华北油区导油断层两侧的井油气显示都比较活跃就证明了这一点;导油断层在横向上也能沟通油源区与非油源区的联系。由于导油断层的这种通道作用改善了纵、横向对油气的疏

导,可充分发挥生油源层资源的优势,提高圈闭的利用率,增加含油层系。另外,由于导油断层的作用,改善了储集条件,使在导油断层附近油层一般较发育,油层集中,有效厚度增加,油气富集程度较高。

利用高品质的三维地震资料紧紧围绕导油断层开展精细评价、落实圈闭、优选有利目标,这是滚动钻探取得成功及提高滚动效益的关键技术(方法)之一。如在冀中地区的深南油田泽70井区,通过利用三维地震资料的精细描述,发现构造特征和断层组合与原来的认识都有很大不同。经滚动开发成果证实,泽70断块东营组三段油藏是受泽70断层控制的一个断鼻构造油藏,油层平均厚度为16.9 m。从区域构造上看,泽70断层是深南大断层(导油断层)的一条伴生断层,那么真正控油断层就应该是深南大断层。基于这一认识,通过进一步地层精细对比、构造精细解释及地质综合评价,位于深南大断层上升盘的泽70北断块油气富集程度应该比泽70断块富集程度高。泽70北断块高部位的泽70-15、70-16两口井中,在东营组三段分别发现I类油层41.0 m和91.8 m,取得了良好的评价效果。且泽70北断块东营组三段油藏油层平均厚度达40.9 m,油气富集程度的确高于泽70断块。

3 层状渗透层供油

油气的横向运移主要是指在渗透层中的运移。图3是一张理想层状均质界面低部位供油条件下油气运移路径的模式图。鼻梁是油气首先汇集的地方,构造高点是油气最终聚集的场所。另一种情况是断面供油,油气首先到达构造高部位,首先占据储集空间的高点,当油气的驱动力大于圈闭中储层水对它的浮力,油气不断占据储层中水的空间,此时,油气在储层中的运移方向是由高部位逐渐向低部位运移,且垂直等高线。当然,在实际地层中,由于储集层的横向变化,单砂体本身存在的严重非均质性,再加上断层的作用,油气在横向的运移要复杂得多,但一般有垂直等高线运移的趋势,因此沿垂直等高线运移最能代表油气在地下的运移方向和途径,也就是说,鼻状构造的鼻梁是油气最主要的运移途径。因此,结合现有的地质认识和科技手段,在鼻状构造的鼻梁带上寻找隐蔽圈闭是滚动勘探不断有所发现的关键。

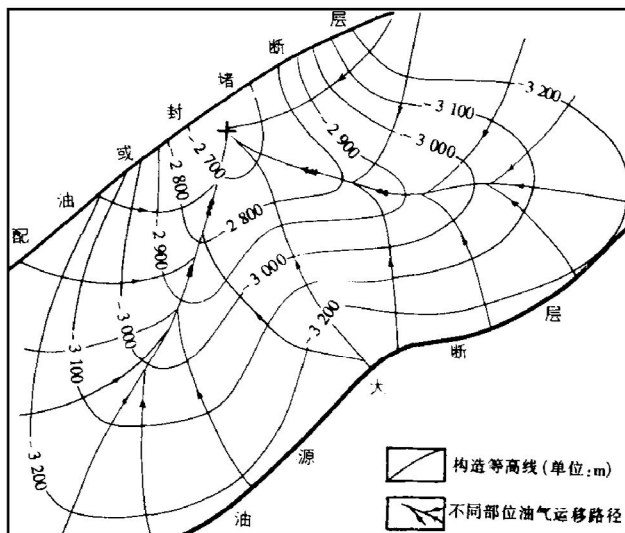


图3 理想层状均质体条件下油气平面运移模式图

Fig. 3 Model of hydrocarbon planar migration under condition of ideal laminar isotropic body

4 勘探目标选择

4.1 储层的垂向组合

不管是冀中地区还是二连地区,下生上储式油藏都是复杂断块区的主要成藏类型。根据以上油源断层的作用、油气横向运移的一般规律,结合储层在纵向上的分布特点,主要有以下两种油气富集模式。

4.1.1 生油层上部储层不发育-较发育

当复杂断块生油层上部储层不发育时,生油层进入生油门限深度后,生成的油气主要沿油源断层做纵向运移,然后自下而上依次进入储层,并在储层上翘方向聚集,沿各条油源断层均有油气富集(图4),贫富分配与油源断层本身的供油能力有直接关系。如霸县岔河集背斜断层十分发育,构造十分复杂,主要储油层是东营组三段到沙河街组一段上亚段河流相砂体,其油源来自下边的沙河街组三段,沙河街组三段生成的油气从3 800 m以下的深度沿背斜顶部的一系列张性断层向上运移到2 000~3 000 m附近的东营组-沙河街组一段储层中,形成了长达1 000 m左右的含油层段。饶阳凹陷肃宁油田为基底潜山和区域挤压复合形成的塌陷背斜,为典型复杂断块,其主要目的层东营组三段为河流相沉积的河道砂,砂岩不十分发育。主要生油层沙河街组三段生成的油气沿断层以纵向运移为主,因而沿各条油源断层油气富集。这类复杂断块区油气在纵向上沿油源断层呈“牙刷”状分布,平面上沿油源断层两侧呈串珠状分布。此类地区油源

断层的多少及其本身的规模直接控制该区的油气富集程度。正是有这些特点,这类复杂区块具有较大的滚动潜力。落实油源断层是这类地区寻找滚

动目标的出发点。近几年冀中地区滚动勘探开发不断有新的油气藏发现(诸如岔河集、大王庄、留楚、肃宁、八里庄、柳泉等地区)大都属于此类。

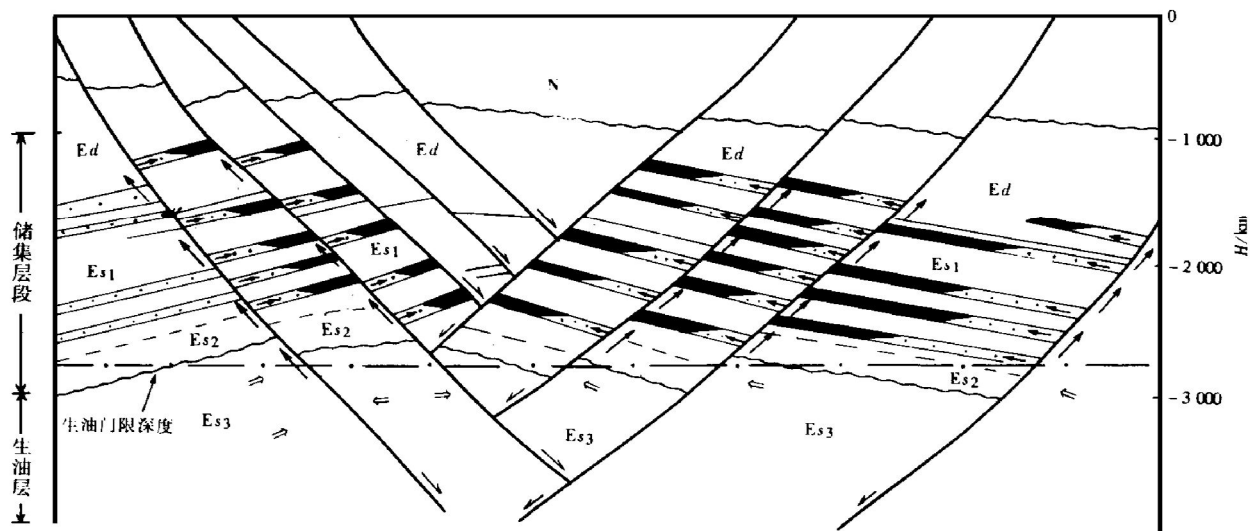


图4 油气沿断层纵向运移模式

Fig. 4 Model of hydrocarbon vertical migration along faults

4.1.2 生油层上部储层发育

复杂区块生油层上部储层发育时,即油气运移层段以砂岩为主,当生油层进入生油门限深度后,大量生成的油气沿油源断层向上进入运移层段,然后主要做横向运移。运移的结果是油气沿储层上翘方向聚集。如图5,D断层聚集的油气靠A,B,C 3条油源断层供给,C断层聚集的油气靠A,B两断层供给。这种运移方式的特点是油气纵向运移距离短,主要做横向运移。富集规律是油气平面分布贫富相差悬殊,油气主要富集在构造高部位,在低

部位油气贫乏。如深县凹陷深南油田、榆科油田,两油田均为复杂断块油田,生油层上部砂岩十分发育,砂地比均在30%以上,沙河街组三段生油层生成的油气从深部沿油源断层进入储层,然后主要顺砂层发育段向上翘方向运移,最终在构造较高部位富集。这类复杂区块具有油气平面分布较集中,纵向上油层厚度大,储量丰度高等特点。此类地区的滚动目标选择重点应在落实构造高点上。冀中地区的深南、榆科构造带是这种类型的典型代表。

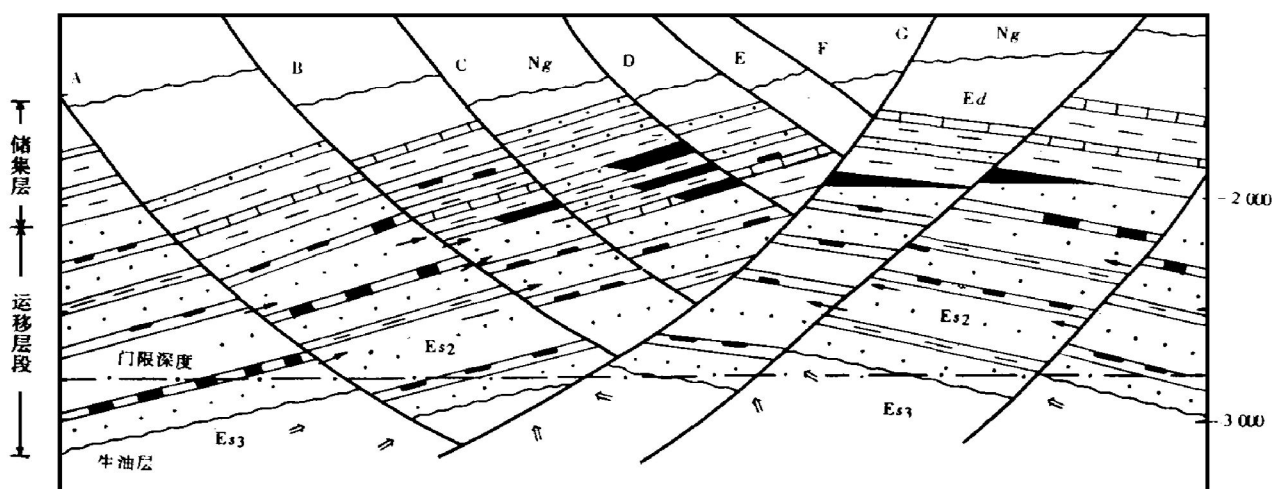


图5 油气沿储层横向运移模式

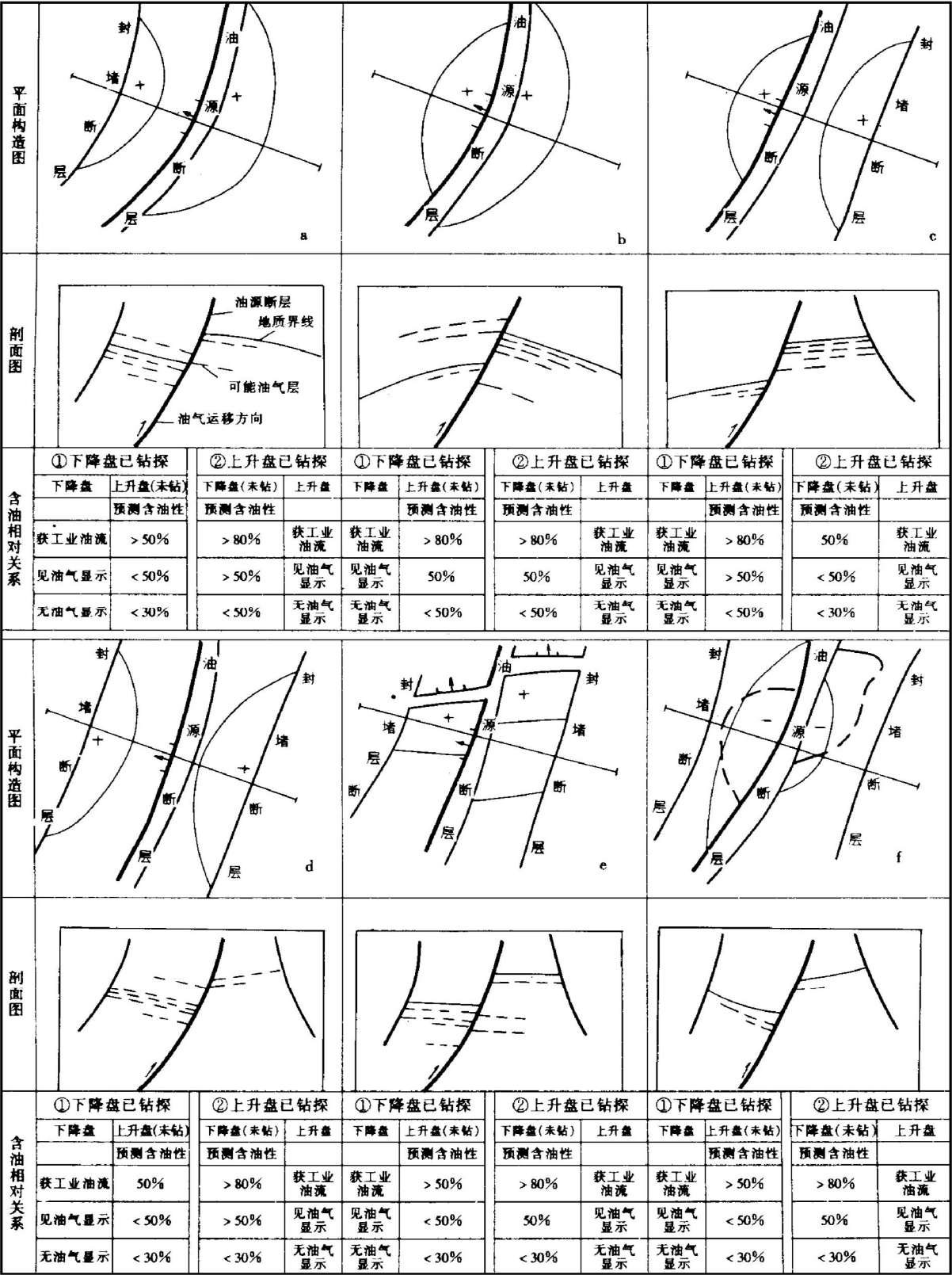
Fig. 5 Model of hydrocarbon lateral migration along reservoirs

4.2 油源断层(导油、配油断层)上下两盘

根据以上述及的油气在垂向上、平面上的运移特性,结合冀中地区第三系碎屑岩沉积一般特征,

油源断层两盘的含油性随地层产状与断面的组合关系而存在一定的对应关系(图6)。假若上升盘已经钻探,有3种结果,一种结果是获得工业油流,

那么下降盘含油的可能性大于 80% (最有可能含油); 第二种结果是见油气显示, 未获工业油流, 那



注: 含油性 > 80% 为最可能含油; > 50% 为有利含油; 50% 为可能含油; < 50% 为不利含油; < 30% 为个别含油

图 6 冀中第三系油源断层两盘综合含油相对关系图

Fig. 6 Oil-bearing correspondence relationship between upper walls and lower walls of oil-diverting faults in Tertiary of Jizhong
么下降盘的含油可能性大于 50% (有利含油); 第三种结果是未见油气显示, 下降盘的含油性 < 50% (可能含油) (图 6a)。也可以是两盘均已钻探的情况, 根据断层两盘的关系, 判断是否符合这种规律。

若不符合, 可以指出重点分析研究的对象。另一种情况是两盘均未钻探, 根据两盘含油有利关系, 可指出谁最有利, 谁应先钻探。当然这种对应关系只是一种概率趋势, 要因地质条件的不同而具体分析, 才能达到理想效果。针对冀中地区下第三系的具体特点, 划分了6种形式(图6): a 为反断型, 其油源断层上盘最为有利; b 为背斜型, 油源断层下盘最有利; c 为顺断型, 油源断层下盘最有利; d 为对称型, 油源断层上盘最有利; e 为断块型, 油源断层两盘均较有利; f 为岩性型, 油源断层上盘较为

有利。需要说明的是百分数代表的是含油可能性的高低, 不是统计的数据。总体来讲, 对第三系复杂断块及其沉积背景而言, 多数油源断层的下降盘, 是油气有利聚集的场所, 是滚动工作研究的重点, 是今后目标选择的有利区。

4.3 滚动勘探目标

综上所述, 冀中复杂断块区下步滚动勘探及目标选择的方向有两个: (1) 紧靠油源断层(导油、配油断层)的构造中低部位。(2) 各类鼻状构造的鼻梁带中的隐蔽新目标。

SELECTING EXPLORATION TARGETS ACCORDING AS OIL-PROVIDING CONDITION IN JIZHONG REGION

Li Bo¹ Liang Xingru¹ Huang Hairong¹ Wang Zhisheng² Li Jie¹

(1. Institute of Petroleum Exploration and Development, North China oilfield Branch, Renqiu, Hebei;

2. The Second Oil Recovery Factory, North China oilfield Branch, Renqiu, Hebei)

Abstract: There are two kinds of oil supply ways in the Tertiary clastic rock oil reservoirs in Jizhong Region: one is fractured surface supply oil; the other is bedded permeable layer supply oil. Oil diverting faults did not only control trap formation and reservoir distribution, but also controlled the migration paths. The bedded permeable layer supply oil is controlled by structural highs, the migration paths are usually the counter lines of vertical structures, and oil migrates towards the height of nose structure along the nose bridge. The traps along oil and gas migration paths are favourable for hydrocarbon pool formation. It thus suggested that the middle and the lower parts close to oil diverting fault and the bridge of the nose structure are most favourable for future rolling exploration.

Key Words: Jizhong Region; oil providing condition; complex block; rolling exploration; oil diverting fault; nose zone

(上接第219页)

DEVELOPING BOTTOM WATER POOLS WITH HORIZONTAL WELL

Chen Zhihai

(The Planning Institute of CNSPC, Beijing)

Abstract: Taking a water bottom reservoir in Tarim Basin as an example, the results of developing the reservoir with horizontal well and vertical well are compared and studied in this paper. The results prove that horizontal well development is superior to the vertical well development. Then the mode of developing the reservoir with horizontal well according to reservoir engineering, physical test and reservoir numeric simulation were studied. A new method of calculating critical production and critical bottom flowing is proposed. It is suggested that, in developing water bottom reservoir with horizontal well, one should pay attention to the effect of horizontal and vertical permeability, and that different primary allocations may have different effects on developing results. The horizontal section of the horizontal well should be limited within 70%~90% of the relative thickness of oil layer.

Key words: horizontal well; vertical well; bottom water pool; developing way; critical production