

文章编号:1673-8217(2012)05-0001-04

泌阳凹陷毕店地区油气成藏主控因素分析

朱 颜¹,章新文¹,张学军¹,刘新玲²,程同军²,曲 洁¹

(1. 中国石化河南油田分公司石油勘探开发研究院,河南南阳 473132;2. 中国石化河南油田分公司第一采油厂)

摘要:应用系统的研究思路,以现代石油地质理论为指导,探讨了毕店地区油藏成藏条件与成藏主控因素。毕店地区成藏条件优越,各成藏要素具有良好的空间配置,紧邻生油中心,砂岩厚度百分比在20%~40%之间,生、储、盖层交错式配置,圈闭条件较好;该区已发现的油气藏类型以断层+岩性油气藏为主,油藏的形成和分布受到多种因素的控制。

关键词:毕店地区;成藏条件;主控因素;断层+岩性油藏

中图分类号:TE112.31

文献标识码:A

1 地质概况

毕店地区位于泌阳凹陷古城鼻状构造倾没端,地层总体上由南东向北西方向抬升,其南部为双河鼻状构造,西边紧邻前杜楼鼻状构造,北西方向发育古城鼻状构造主体,北东为张厂向斜区,东南方向过渡为深凹区,研究区面积约80 km²。毕店地区构造复杂,区内主要发育北东走向和北西~近东西走向的两组正断层,北西~近东西走向断层斜搭在两条北东走向断层中间,已落实的构造圈闭基本上都是靠一条断层切割鼻状构造而形成的断鼻圈闭。沉积物源体系主要来自北部和南部^[1],属古城-张厂曲流河三角洲和双河-平氏扇三角洲沉积体系的前缘亚相,其中水下分支河道、河口坝及席状砂为主要微相类型。岩性以细砂岩和粉砂岩为主,具有较高的结构成熟度及成份成熟度,主要含油层系为古近系核桃园组核三段。

该区自20世纪70年代投入勘探至今共经历失败、成功、停滞和突破四个阶段,早期钻探的多口探井钻遇油层,但出油层少且平面分布零散,油层分布规律性不强,油气成藏控制因素不清,长期制约着勘探工作的深入,因此,通过地震地质综合研究及典型油藏分析,研究了该区油气成藏主控因素。

2 成藏条件

2.1 油源条件

毕店地区紧邻深凹区生油中心,具有“近水楼台先得月”的先天条件。泌阳凹陷核桃园组烃源岩具有以下特点:①母质类型好,有机质类型以I型和II

a型占绝对优势,II b型较少,III型很少。②富含钙质,页理发育;③有机显微组分的总特点是陆源组分少、菌藻类有机质占主导、矿物沥青基质丰富;④烃源岩成烃潜力大,潜量高,有机质丰度高(有机碳平均含量为1.77%,氯仿沥青“A”平均含量为0.2167%),优质烃源岩所占比例大;⑤有效烃源岩分布面积广,厚度大,生油岩累计厚度达3 000 m,分布面积达640 km²;⑥凹陷的地温梯度高(平均为4.1℃/100m),生油门限浅,为1 700 m。具有十分优越的生油条件。

泌阳凹陷深湖区是全凹陷的生油中心,它控制着整个盆地的油气分布。深凹区核三下段烃源岩在核三段沉积末期(36 Ma)已全部进入成熟门限,核一段末期(29 Ma)进入成油高峰阶段,廖庄组沉积中期(18Ma)就开始有部分烃源岩进入高演化阶段(凝析油气阶段)。核三上段烃源岩在核一段沉积开始时即进入成熟门限,廖庄组沉积末期进入成油高峰阶段;核三上段现今处于主生油阶段范围内,核二段底部在廖庄组末期进入成熟门限。

根据流体封存箱理论,烃源岩大量生油气后,同时产生异常高压,油气在异常高压的作用下以混相涌流的形式排出烃源岩。异常高压是油气从烃源岩进入深凹区核三段砂体并形成箱内油气藏的根本动力,同时,为油气涌出箱外在毕店地区形成油气聚

收稿日期:2011-10-24;改回日期:2012-05-17

作者简介:朱颜,工程师,1983年生,2005年毕业于安徽理工大学地质工程专业,现从事石油勘探地质综合研究工作。

基金项目:中国石油化工股份有限公司重点科技攻关项目(P08036)。

集提供了动力。

2.2 储层条件

毕店地区储集条件良好,发育古城—张厂曲流河三角洲与南部双河—平氏扇三角洲砂体。北部的古城—张厂曲流河三角洲砂体是该区物源的主要贡献者。该砂体平面上砂体多呈“指状”分布,砂体延伸远,砂层厚度较薄,一般在2~10 m。据岩心分析,毕店地区砂岩孔隙度8.39%~29.4%,平均20.46%;渗透率 $(1\sim 1594.9)\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$,平均 $487.26\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$,属中孔、中渗透性储层。储层由于埋藏相对较浅,压实及其他成岩作用较弱,岩石骨架颗粒胶结疏松,胶结类型以孔隙型为主。

2.3 盖层条件

盖层是油气藏的重要组成部分,也是形成油气聚集的必要条件之一。毕店地区以灰色—深灰色泥岩及褐色页岩与泥页岩为主,其含量占到地层厚度的60%~80%。泥岩单层最大厚度可达30 m,其中毕店东南部的泥岩含量最为丰富,泥质岩类含量一般在80%左右。毕店地区核三段Ⅱ—Ⅷ砂组泥质岩类累计厚度可达800 m以上,靠近物源区,泥岩类含量有所降低。盖层单层厚度较大的层段为核三段Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ砂组,其次为核三段Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ砂组,最小的为核三段Ⅶ、ⅦⅠ砂组,从而在纵向上形成了很好的封盖条件。据样品物性封闭能力测定,该区核桃园组泥岩具有较强的物性封闭能力,饱和水突破压力为10.7~21.3 MPa,平均为16.14 MPa,属良好盖层。另外,泌阳凹陷核桃园组三段末期一次大范围的湖侵,沉积有机质丰富,泥岩发育,形成较厚泥岩段,呈南厚北薄的楔状,平面上则呈向东南收敛、向西北撒开的扇状。区域盖层最大分布面积约为850 km²,成为区域性大面积的盖层^[2],构成了毕店地区良好的盖层条件,对油气的保存较为有利。

2.4 圈闭条件

毕店地区主要发育两组断裂,一组为北西向断层与古城鼻状构造走向大致平行,另一组为北东走向断层横切古城鼻状构造,这些断层将鼻状构造切割成一系列断鼻、断块,控制着油气的运移和聚集。加之南北两大物源砂体到达该区,形成侧缘尖灭,与断层、构造配置易形成断层+岩性圈闭。另外,研究认为该区有形成透镜体、岩性上倾尖灭圈闭的条件,这将是下步攻关的方向。以上多种类型圈闭为毕店地区提供了良好的圈闭条件。

2.5 生储盖组合关系

从平面上看,泌阳凹毕店地区核桃园组沉积时

期,多支砂体环绕生、盖区分布,砂体以扇状或指状从凹陷边缘伸入生、盖区内,其中该区砂岩厚度百分比在20%~40%之间,砂体与生、盖层大面积接触,为油气运移和聚集创造了良好的条件。从剖面上看,生、盖层和储层以指状交错式配置。由此可见,泌阳凹陷毕店地区不仅各成藏要素具有良好的空间配置,而且各种成藏作用具有良好的时间匹配,成藏要素和成藏作用良好的时空匹配关系造就了毕店地区油气富集。

3 成藏主控因素

3.1 鼻状构造为油气运移提供了有利的构造背景

毕店地区位于泌阳凹陷西部古城鼻状构造的东南倾没端,地层总体上由东南向西北方向抬升,构造幅度向东南逐渐减小。根据油气运移理论,油气总是从高势区向低势区运移,只要圈闭和烃源岩间存在着势能差,油气就在势能差的作用下从烃源岩向圈闭运移。古城鼻状构造相对于凹陷生油区而言是明显的低势区,由此可见,古城鼻状构造是油气运移的有利指向区,而毕店地区是油气向鼻状构造运移的必经之路,所以毕店地区只要具备圈闭条件就能捕获油气。而廖庄期末的差异抬升作用更是增加了鼻状构造圈闭与烃源岩之间的势能差,使油气由势能高的构造低部位向势能低的构造高部位加速运移,局部构造上首先向鼻状构造轴部运移,而后沿鼻状构造轴线向高部位运移。因此,继承性的鼻状构造不仅控制了油气的运聚方向,其发育规模和幅度也控制了油气在各聚集带的富集程度。毕店地区位于鼻状构造东南倾没端,鼻状构造幅度减小,储量丰度没有古城鼻状构造主体高,但是毕店地区目前已经发现的微幅度构造均是含油的,说明在毕店地区微幅度构造对油气的聚集很有利(图1)。

3.2 沉积砂体提供了良好的储集条件

砂体与烃源岩的配置关系及不同沉积微相物性的差异控制油气在砂体内部的运移和富集。

3.2.1 砂体与烃源岩的有效配置

对于毕店地区而言,北部的古城—张厂三角洲砂体延伸到深凹区与生油岩充分接触,为毕店地区的油气成藏提供了良好的油气运移通道;东部深凹区的油气经过初次运移进入砂体后,不断向西侧高部位运移,下部砂体内的油气,尤其是基准面下降半旋回靠近洪泛面的砂体内的油气,不断向叠合在其上、局部连通的进积砂体内运移,在遇到合适的圈闭后成藏,而大多数砂体则作为输导层成为油气的运

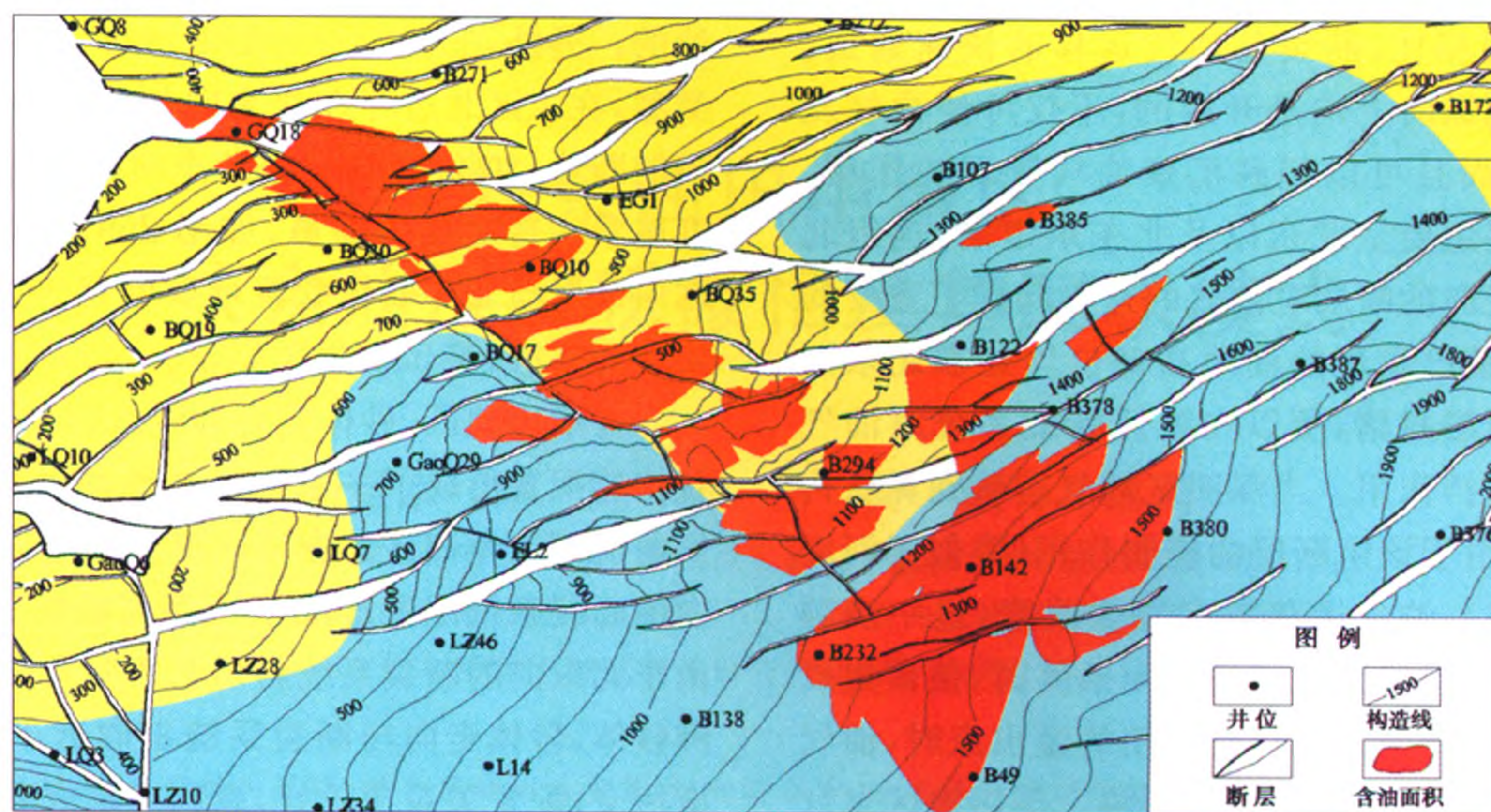


图1 泌阳凹陷古城鼻状构造油气勘探成果

移通道。在毕店地区,由于断层不发育,这些渗透层的油气输导作用起着非常重要的作用。

3.2.2 分流河道、河口坝是有利的储集相带

毕店地区统计结果表明:受沉积相带控制,油气主要富集在水下分流河道、河口坝、远砂坝微相中,前缘席状砂及河道间沉积中仅有少量油气分布。毕店地区核三段储层主要受北部的古城-张厂远源三

角洲和南部的双河-平氏扇三角洲砂体的共同控制^[3],目前已发现的油层的储层主要是北部物源的贡献,顺物源方向依次可划分为:水下分流河道、河口坝、远砂坝、前缘席状砂及河道间湾五种微相类型(表1);储层横向变化快,纵向多层叠置,是形成岩性油气藏的良好地质条件;河道砂体与断层配置,可形成断层+岩性油气藏。

表1 毕店地区各微相沉积特征

微相	厚度/m	岩性	电性
水下分流河道	8~15	含砾砂岩	自然电位呈箱形-钟形,以含砾砂岩为主
河口坝	6~8	细砂岩为主	自然电位呈漏斗形,以中粗砂岩为主
远砂坝	4~6	细砂岩、夹粉砂岩	自然电位呈漏斗形、指形或两者的复合形,以中细砂岩为主
前缘席状砂	小于4	粉砂岩为主	自然电位呈指形或复合指形,以细砂岩为主
河道间湾	厚度较小	泥岩夹粉砂岩	自然电位近平直,以泥岩为主

该区地层含砂率一般均大于20%,以水下分流河道、河口坝、远砂坝微相沉积为主。从表1中可看出水下分流河道、河口坝及远砂坝微相砂层厚度较大,相应的物性要好(据统计河口坝及远砂坝微相孔隙度一般都大于20%,渗透率大于 $200 \mu\text{m}^2$,属相对高孔高渗砂体),研究表明油气在运移过程中总是先沿着最小阻力路径(即相对高孔渗带)运移,而其它路径的油气运移量相对较少,甚至被屏蔽而不能作为有效通道。多层充注体系的物理模拟实验表明,在多层渗透率存在较大差异的情况下,低渗透层可被高渗透层屏蔽而不发生油气充注,即发生了层间干扰现象,油气主要沿着上、下两个相对高渗层发生充注^[4]。油气只沿有利微相带运移并在相应层位中聚集,根据毕店地区岩心实测资料,孔隙度为8.39%~29.4%,平均20.46%;渗透率 $(1\sim 1594.9) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均 $487.26 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。例如该区H₃ II 10小层单井试

油最高日均产油达到34.3 t,孔隙度为20.26%,渗透率为 $1594.93 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。上述原因可以作为解释该区油层薄、产量高的原因之一。

3.3 断裂系统调节油气的运移和聚集

断裂与鼻状构造的切割关系控制油气的运聚模式^[5]。针对毕店地区而言,断裂系统对油气运移主要起遮挡作用,当油气冲注圈闭达到溢出点时油气穿断层运移,因为北西向断层不是很发育,数量少、断距小、延伸距离短,所以对油气运移提供通道作用表现不是很明显。该区断层均在廖庄末期区域差异抬升时形成,所以对早期形成的油气藏有破坏作用,使油气重新分配。钻探实践证实,毕店地区断层发育的区域是油气有利富集区。

3.3.1 断层的发育对油气的运聚起到了重要的控制作用

断至生烃中心的断裂是沟通烃源岩与圈闭的桥

梁。与储集层相比,断裂是油气运移的快速通道。断层在活动期纵向上均是开启的,不仅可使油气发生纵向调整,而且可以起到汇聚油气资源的作用。毕店地区断层主要呈北东以及北东东走向,这组北东及北东东走向的断层对油气的运移起到了重要的控制作用,目前已发现的油藏高部位均是靠北东向或北东东向断层封堵,所以在该区断裂系统对油气成藏有一定遮挡作用。当深凹区油气运移到鼻状构造倾没端时,由于该组断层的控制作用(类似于河堤控制河水流向),油气运移方向发生改变,进一步顺断层走向运移,当遇到适当的圈闭条件时,便聚集成藏,当油气在圈闭中充满达到圈闭的溢出点时,油气穿断层继续向鼻状构造高部位运移。毕店地区发育的北西向断层规模相对较小,所以对油气运移的方向影响不大。

3.3.2 断层与鼻状构造的切割关系控制油气的运聚模式

前面已经分析过断层是油气运移的优势通道,同时断层又是断块油藏的主要侧向遮挡条件。该区的勘探实践表明:断层与鼻状构造的不同配置决定断层的输导或遮挡作用,可以形成不同的油气运聚模式,毕店地区主要发育北东向断层,北西向断层规模小,所以该区断层主要表现为遮挡作用,对油气运移的优势通道作用不明显。归纳起来主要为“轴-线”运聚模式(图2),即断层走向与鼻状构造轴向相交,形成油气呈“轴-线”型运聚模式:断层主要起侧向输导作用,遇到有遮挡条件时成藏,当油气充满达到圈闭的溢出点时,油气穿越断层呈线状向鼻状构造高部位运移,聚集在鼻状构造的轴部。

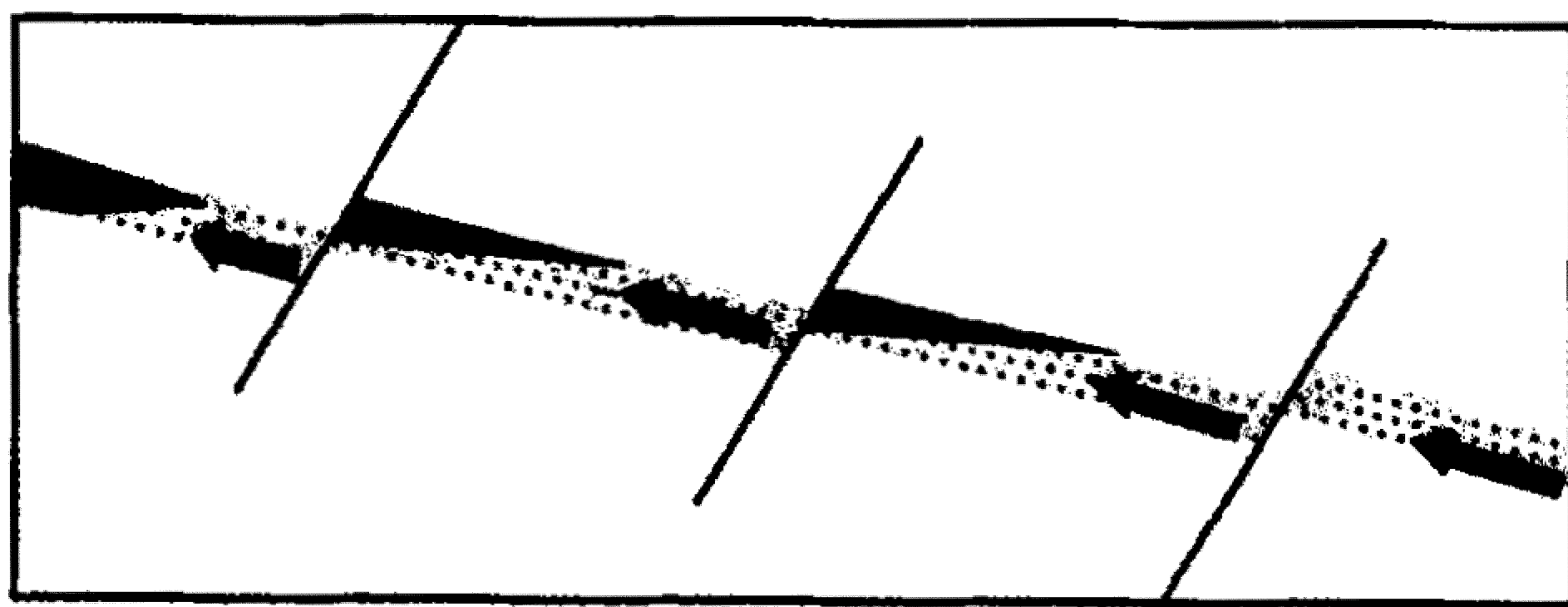


图2 毕店地区油气“轴-线”型运聚模式

3.4 砂体、构造和断裂系统的配置关系良好

前面提到了沉积、构造、断裂系统对成藏的控制作用,分析认为这三个方面的配置关系也对油气成藏起到非常重要的作用。构造、砂体、断裂系统如不能合理配置,也有可能无法形成圈闭。毕店地区油气比较富集的原因是砂体、构造和断裂系统的配置关系比较好,在该区只要圈闭可靠,圈闭基本就是含

油的。另外,三者的不同配置也形成了不同的油藏类型,在工区北边存在北东向与北西向断层交切形成的断块,如泌363断块;北东向断层切割局部微幅度鼻状构造形成的断鼻,如泌359、泌384断鼻;北东向断层与北部砂体配置形成断层+岩性圈闭,如泌362井区、泌388井区等等。

在毕店地区,砂体发育,断层的相互交切并与鼻状构造配置形成了一系列断鼻断块油藏,古城-张厂曲流河三角洲砂体在该区形成侧缘尖灭并与北东向的断裂系统配置形成了一系列断层+岩性油藏,由于北东向的断裂系统斜切北西向古城-张厂三角洲砂体,砂体走向与断裂系统走向近于垂直或大角度相交,配置关系比较好,有利于形成断层+岩性圈闭。在统计该区目前已有油层的油藏类型表明:断块油藏所占比例为18%,断鼻油藏所占比例为9%,断层+岩性油藏所占比例为73%。因此,毕店地区主要以断层+岩性圈闭为主。

4 结论

(1)通过综合地质研究以及典型油气藏分析表明:油源条件是油气成藏的物质基础;良好的储集层类型及分布控制了油气藏的分布范围;盖层发育是形成有利油气圈闭的重要条件。

(2)明确了毕店地区油气藏主控因素:构造背景控制油气的生成、运移、聚集和保存;沉积砂体提供了良好的储集条件;断裂系统调节油气的运移和聚集;砂体、构造和断裂系统的配置关系良好。

参考文献

- [1] 林社卿,李连生,白振瑞,等.泌阳凹陷复杂断块群油藏特征及勘探技术[J].河南石油,2002,16(3):12-16.
- [2] 杨道庆,林社卿,朱景修,等.泌阳凹陷北部斜坡石油成藏组合特征[J].石油天然气学报,2005,27(1):14-16.
- [3] 邱荣华,李纯菊,郭双亭.泌阳凹陷三类三角洲沉积特征及储集性能[J].石油勘探与开发,1994,21(1):99-105.
- [4] 吴胜和,王仲林.陆相储层流动单元研究的新思路[J].沉积学报,1999,6(2):252-257.
- [5] 李新,倪艳南,刘菲菲,等.泌阳凹陷北坡油气富集规律与勘探潜力分析[J].石油地质与工程,2010,24(3):13-16.

编辑:吴官生