

大民屯凹陷基岩油气藏油气运聚规律研究

邱芳

(中国石油辽河油田海南油气勘探分公司,辽宁盘锦 124010)

摘要:大民屯凹陷已进入油气勘探中后期,基岩油气藏为下一步勘探的主战场。通过流体非均质性反演了基岩油气藏油气充注方向,认为大民屯凹陷高蜡油主要来源于安福屯洼陷和胜东洼陷,其中安福屯洼陷为主要油源区。根据凹陷潜山的构造特征、油气藏分布特征及充注方向的分析将凹陷分为六个油气运聚单元,并进行了综合评价,认为除荣胜堡洼陷和三台子洼陷油气运聚单元基岩油气藏成藏条件较差外,其它运聚单元基岩油气藏勘探前景都较大。

关键词:基岩;潜山;充注;运聚;大民屯凹陷

中图分类号:TE112.322

文献标识码:A

1 区域地质概况

大民屯凹陷位于辽河断陷盆地的东北部,大地构造背景属于华北地台的东北部,也属于燕辽沉降带东北部的汎河沉积区。自下而上依次为太古宇(Ar)、元古界(Pt₂)、古生界(Pz)、中生界(Mz)及上覆新生代地层。基底主要为前中生代地层。如图1所示,基岩岩性主要分两大类,一是太古宇结晶基底,主要分布在大民屯凹陷的中南部;二是位于太古宇结晶基底之上的,以碳酸盐岩为主的地台盖层,主要分布在凹陷的北部。元古宇主要为一套滨-浅海相沉积。

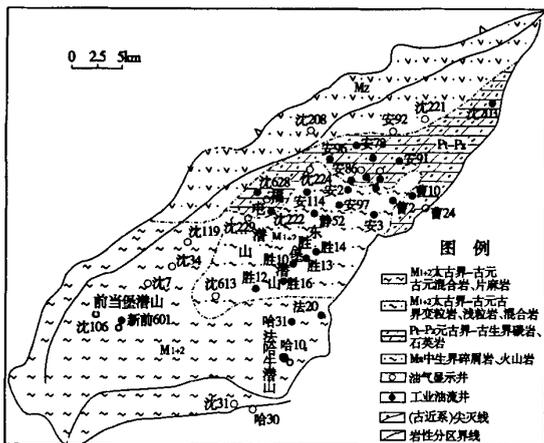


图1 大民屯凹陷基岩岩性分布

凹陷主要为巨厚的新生界所覆盖,局部发育中生界。新生界最大埋深超过6 000 m。凹陷整

万方数据

体构造格局呈东西分带、南北分块(段)的特点,根据基底结构特点、沉积特征、构造类型及其发展演化规律,大致可划分为西部斜坡带、中央深陷带和东侧陡坡带等3个亚一级构造单元。中央深陷带可分南、中、北三段,中段为两洼夹一隆,即安福屯洼陷和胜东洼陷夹静安堡—东胜堡构造带,南、北段为凹中洼,即荣胜堡洼陷和三台子洼陷,荣胜堡洼陷西侧为前进断裂半背斜构造带。荣胜堡洼陷、安福屯洼陷和胜东洼陷是其主力生烃洼陷(图2)。凹陷含油气丰度高,是闻名于世的高蜡高凝原油的生产基地。目前已发现五套含油气储集层,其中前第三系潜山和古近系沙三段砂岩是最重要的产层。其中,基岩潜山的探明储量占大民屯凹陷总探明储量的1/3以上,且以高蜡油为主(含蜡量>20%)。

凹陷主要有三套有效烃源岩,即沙四上段下部以“油页岩”为主的高丰度源岩,沙四上段上部和沙三四亚段以暗色厚层质纯泥岩为主的烃源岩,最新地化研究认为前者是高蜡油的油源,也是基岩潜山的主要油源,后两者是正常油的油源。

2 基岩油藏的充注方向

分析静安堡、静北及曹台潜山原油的来源方

收稿日期:2005-10-12;改回日期:2006-02-20

作者简介:邱芳,工程师,1970年生,1991年毕业于西南石油学院勘探系,现主要从事石油地质综合研究工作。电话:0427-7298938

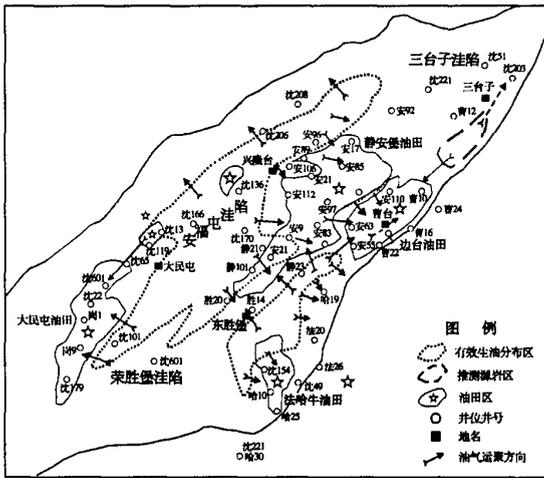


图2 大民屯凹陷中、北部潜山油藏充注方向

向有助于认识大民屯高蜡油的形成及运聚规律,同时能够了解各注陷的供油能力。

分析油藏中原油的运移充注方向可有很多方法,其中通过比较原油的物理性质及化学组成在平面上的变化来分析原油的运移充注方向是一种简便而有效的方法^[1]。基本原理是由于地质色层作用,在横向运移过程中,原油中的大分子和极性较强的化合物如长链蜡质及胶质沥青质等运移相对较慢,而且容易被岩石吸附,因此从源岩到聚集区方向原油的含蜡量及胶质沥青的含量应呈现降低的趋势。

大民屯凹陷中段静安堡、静北及曹台潜山原油理化性质接近,除少部分遭到后期生物降解改造的原油外,均为高蜡油。它们的油源特征相似,主要来源于沙四段下部烃源岩。首先潜山上覆沙四烃源岩埋藏较浅(<2 800 m),成熟度较低(R<0.6%),因此不可能形成大量的高蜡油。其次,本地生油岩纵然能够生烃,也不可能大规模垂向下排注进入潜山。因此,中段原油只能从侧向埋深更深、成熟度更高的源区运移而来。

通过分析原油物性及化学组成在平面上的变化,结合生油注陷的分布,可以得出凹陷中段高蜡油有两个来源,即西侧的安福屯注陷带和东侧的胜东注陷,其中安福屯注陷带为主要油源区。

首先,静安堡-静北潜山聚集区原油含蜡量和胶质沥青含量整体上从西侧边缘向东降低。西侧边缘的安17、安89、安130、安112、静52井等原油的含蜡量和胶质沥青含量均在52%以上,向

万方数据

东至安87、安85、安97、安83等井明显降低,这均说明原油由西向东的充注方向。

同时大量的原油成熟度分析测试结果表明,沙三段原油成熟度明显低于潜山原油,这种成熟度的差异说明潜山原油来自成熟度相对较高的烃源岩,这部分烃源岩由于埋藏较深,能与基岩直接接触,排出的成熟度相对较高的原油直接进入潜山发生侧向运移和聚集成藏,而上部源岩无法与基岩接触,其生成并排出的成熟度较低的原油只能通过断层运至沙三段砂岩储层中,聚集成藏。另一方面由于沙四段巨厚泥岩的封隔,下部潜山原油没能向上运移至沙三段储层中。

曹台潜山区原油物性总体上存在由南向北含蜡量和胶质沥青含量降低的特点,尤其是胶质和沥青含量降低更明显。南侧静55井(2416~2 430 m)原油胶质沥青含量为17.86%,至曹18井(1 791~1 817 m)原油胶质和沥青含量降至12.45%,在向北至曹10井(1742.79~1820.9 m)原油胶质和沥青含量更降至10.15%。这种趋势说明曹台潜山原油很可能主要由南向北运移充注而成,而南侧的东胜堡注陷应是曹台潜山的主要油源区。沈203井已发现的油气显示,应与曹台注陷有关。

3 油气运聚单元的划分与评价

根据对凹陷潜山的构造特征、油气藏的分布特征及充注方向的分析^[2],可将凹陷初步划分为六个油气运聚单元(图3)。

3.1 静安堡-静北油气运聚单元

该单元东西侧分别为胜东注陷和安福屯注陷所环绕,烃源岩条件非常优越。

该运聚单元的基岩岩性主要由元古界碳酸盐岩、石英岩以及太古界变粒岩、浅粒岩、混合岩组成,它们经过长时间的风化剥蚀作用,形成风化壳,裂缝、孔洞发育,成为有利储层。沙四段源岩所生成的高蜡油从侧向上运移到潜山和垂向上倒灌式进入基岩潜山。沙三段原油的运移通道与潜山原油则不同,沙四段下部源岩生成的原油先经由断层垂向运移,越过沙四段中上部厚层泥岩进入沙三段砂岩储集层中进行横向运移。与潜山直接侧向接触的沙四段源岩埋藏较深,其原油的成熟度也相对较高,而埋藏较浅的源岩,一般难与潜山直接侧向接触,其生成的成熟度较低的原油也

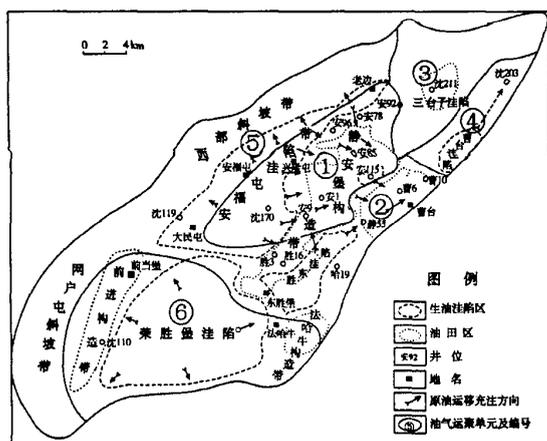


图3 大民屯凹陷油气运聚单元示意图

- ①静安堡—静北油气运聚单元; ②边台—曹台油气运聚单元; ③三台子洼陷油气运聚单元; ④曹台洼陷油气运聚单元; ⑤安福屯洼陷—西侧陡坡带油气运聚单元; ⑥荣胜堡洼陷油气运聚单元

只能通过断层运至沙三段砂岩储集层中。

毫无疑问,沙四段是潜山油藏的良好盖层,其分布广泛,是潜山油藏在该区大规模存在的主要原因之一。潜山圈闭的形成主要受基岩的构造起伏和基岩断裂的控制。

静安堡—静北油气运聚单元的油气运聚规律可以概括为:①东西两侧为有效烃源岩所环绕,油源条件良好;②基岩鼻状隆起的构造背景成为油气运聚的有利指向,油气运移总体上由西向东呈扇形收敛;③沙四段砂体不发育以及因断裂而使有效烃源岩与基岩潜山裂缝储层的侧向直接接触,为潜山油藏的形成创造了良好的条件。

3.2 边台—曹台油气运聚单元

该单元主要包括曹台和边台潜山油藏及边台沙三段砂岩油藏。该单元不是完全独立的油气运聚单元,原因之一是边台沙三段砂岩油藏实质上是与静安堡—静北油气运聚单元沙三段砂岩油藏具有相同的运聚规律,是后者向东、向构造高部位的延伸。另外,边台潜山原油也有可能和静安堡潜山原油有油源联系,即边台潜山部分原油有可能是静安堡潜山原油继续向东运移聚集的结果。

边台—曹台油气运聚单元一个突出的特点是源自胜东洼陷的油气由西南向东北运移至边台潜山及曹台潜山聚集而成。因此,胜东洼陷也成为该油气运聚单元的一部分。

胜东洼陷的源岩条件与西侧安福屯洼陷带相似,沙四段下部源岩较发育,而沙四段内部砂岩欠万方数据

发育,因此从源岩到潜山成为油气初次运移的主流。从洼陷区到油藏区的构造上倾使得边台—曹台潜山区成为油气横向运移的有利指向。该单元基岩潜山岩性主要为元古界碳酸盐岩和太古界变粒岩、浅粒岩,裂缝发育,储层条件优越,潜山成藏条件较好。

3.3 三台子洼陷油气运聚单元

该单元内迄今尚未发现油气显示,因此可能存在的油气运聚规律只能根据单元内的石油地质特征加以分析和推断。

首先,三台子洼陷沙四段下部烃源岩不发育,这是其与南部的安福屯洼陷和胜东洼陷最突出的区别。其次,三台子洼陷内基底起伏不大,而房身泡组和中生界在该区较发育,因此潜山圈闭的发育条件要明显逊色于中段,基岩油气藏成藏条件相对较差。

3.4 曹台洼陷油气运聚单元

该油气运聚单元位于大民屯凹陷北部东侧东西方向呈向斜状,向西地层上倾至中央断隆,向东上倾延至凹陷的东侧边界,轴向上地层由南西向东北方向上倾。

根据沉积条件分析,其源岩条件应好于三台子洼陷。油气的运聚方向为北东向,这已经由沈203井的显示所映证。岩性—构造圈闭是曹台洼陷油气运聚单元下一步勘探的重要方向,而基岩中、新元古界勘探也应给予重视。

3.5 安福屯洼陷—西侧陡坡带油气运聚单元

该油气运聚单元实质是安福屯洼陷运移分割槽以西的区域。分割槽以东的源岩所排出的油气在静安堡—静北油气运聚单元内运移聚集而成,而分割槽以西的油源所排出的油气则向西运移,在沙河街组或中生界地层中聚集,沈184、沈205、沈208、沈241、沈249等井中的油气聚集、显示就证明了这一点。该油气运聚单元基岩潜山的勘探程度较低,但潜力很大。

3.6 荣胜堡洼陷油气运聚单元

该运聚单元规模最大,以沙三段烃源岩和沙三段砂岩油藏发育为特征。由于基岩在该洼陷主体部位埋藏较深(3 500~7 500 m),基岩顶面构造简单,且主要由结晶变质岩组成,所以基岩油气藏相对凹陷的中北部欠发育。而东西两侧埋藏相对较浅的前当堡潜山、法哈牛潜山等离主体油源

(下转第7页)

南延伸。河口坝则呈团块状零散分布在水下河道内部。天然堤和决口扇分布在 DW337 - DW307 井一带。席状砂在工区中部、南部和东北部的水下河道侧缘广泛分布,呈条带状或席状延伸。河道间沉积零散分布在水下河道间或席状砂内。浅湖泥主要分布在工区东部和东南部边缘,以及南边局部地区。由本期砂体形态、厚度分布、以及相关资料的综合分析来看,本区物源则主要来自西北和东北方向。

4 有利相带分布

本区主要的砂体微相是克下段的辫状水道和克上段的水下河道与河口坝,也是本区视有效砂体厚度大、单井初期产量值高的井分布的主要砂体微相,因此,这三类微相砂体是下一步挖潜的首选。

5 结论

(1)研究区主要发育一套下粗上细、具有水陆交互正旋回特征的扇三角洲沉积地层;

(上接第 3 页)

区较远,裂缝发育程度又较碳酸盐岩差,所以潜山油气藏的富集程度不高。

4 结论

(1)通过流体非均质性反演了基岩油气藏油气充注方向,认为大民屯凹陷高蜡油主要来源于安福屯洼陷和胜东洼陷,其中安福屯洼陷为主要油源区。

(2)根据凹陷潜山的构造特征、油气藏分布特征及充注方向的分析将凹陷分为六个油气运聚单元,即静安堡 - 静北油气运聚单元、边台 - 曹台油气运聚单元、三台子洼陷油气运聚单元、曹台洼陷油气运聚单元、安福屯洼陷 - 西侧陡坡带油气运聚单元、荣胜堡洼陷油气运聚单元。

(3)对六个油气运聚单元进行了综合评价,认

(2)克下段地层为扇三角洲平原亚相沉积,克上段地层为扇三角洲前缘亚相沉积,各砂体微相在剖面上表现出较为明显的层状特征,其中顶、底部砂体微相的连通性好于中部;

(3)砂体走向多为北西 - 南东向,个别层位出现北东 - 南西向,各砂体横向分布范围有限,厚度极不稳定;

(4)存在西北、东北两个物源,克下段主要为西北向和东北向物源沉积,克上段演变为以西北向物源沉积为主,微相砂体以由西北向东南方向及由东北向西南方向延伸为主;

(5)克下段的辫状水道微相和克上段的水下河道微相与河口坝微相是本区挖潜的首选目标。

参考文献

- 1 穆龙新,贾爱林. 扇三角洲沉积储层模式及预测方法研究[M]. 北京:石油工业出版社,2003. 6~75

编辑:吴官生

为除荣胜堡洼陷和三台子洼陷油气运聚单元基岩油气藏成藏条件相对较差,静安堡 - 静北油气运聚单元和边台 - 曹台油气运聚单元基岩油气藏成藏条件最好,安福屯洼陷 - 西侧陡坡带油气运聚单元和曹台洼陷油气运聚单元基岩油气藏具有一定的勘探前景。

参考文献

- 1 丘比特,英格兰. 油藏储层地球化学[C]. 王铁冠,张枝焕译. 北京:石油工业出版社,1997. 7~41
- 2 赵文智,何登发. 石油地质综合研究导论[M]. 北京:石油工业出版社,1999. 10~45

编辑:吴官生