

文章编号:1673-8217(2012)05-0009-04

南阳凹陷白秋地区油气成藏控制因素分析

张本书¹,张帆¹,卢靖¹,丁艳红²,刘桂兰¹,李波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. 中国石化河南石油勘探局地球物理勘探公司)

摘要:张店-白秋地区地处南阳凹陷北部斜坡内带,是油气运移的主要指向区。区内发育不同期次、不同走向的断层,形成大小不等、形态各异的复杂断鼻、断块圈闭;牛三门生油次凹核桃园组暗色泥岩是该区主力烃源岩,砂层和活动断层是该区油气运移优势通道,砂体与烃源岩的配置关系、不同沉积微相砂体的物性差异以及断层的分布是该区油气运移和富集的主要控制因素。

关键词:南阳凹陷;白秋地区;成藏控制因素;烃源岩

中图分类号:TE112.31

文献标识码:A

南阳凹陷属于南襄盆地的一个次级构造单元,面积3 600 km²,东部以唐河低凸起与泌阳凹陷相隔,是一个中新生的小型断陷(图1)。核桃园组(尤其核二、三段)是凹陷的主要含油目的层。

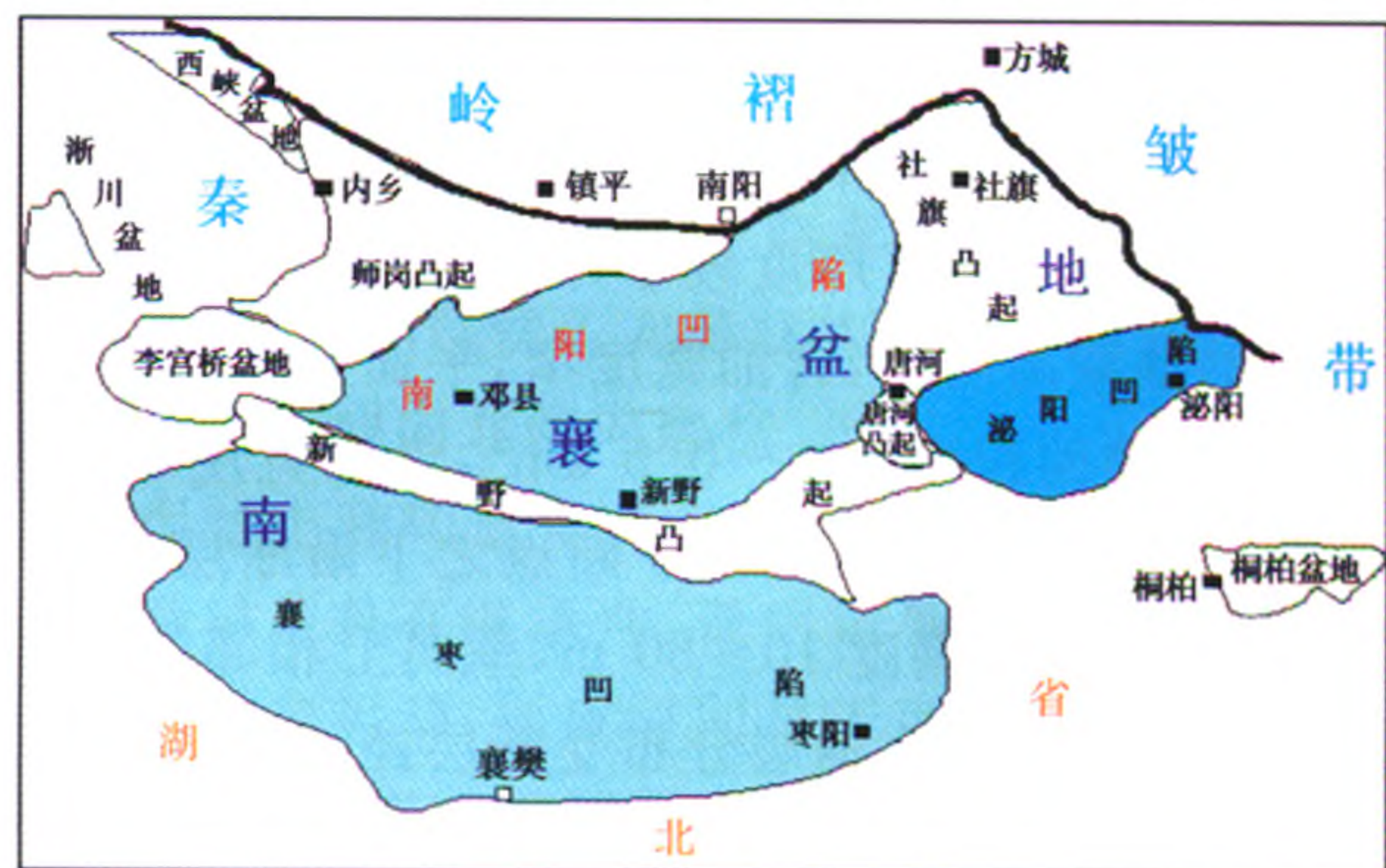


图1 南阳凹陷区域位置

白秋地区位于张店鼻状构造带北部,属南阳凹陷东北部的斜坡区。该区断裂发育,北东向断层与北西向断层相互交切形成了一系列断鼻、断块圈闭,储层主要是来自北东方向的金华-张店复合三角洲的东部分支的张店三角洲沉积砂体,油源主要来自于南部牛三门次凹。综合分析认为该区具有优越的油源、圈闭和储层条件,是油气聚集的有利场所。

1 构造特征

白秋区块属张店鼻状构造的北延部分,受张店断鼻构造的影响,白秋区块中部发育轴向为北北东向的微幅度鼻状构造,地层由南向北东方向逐渐抬升,鼻状构造向北逐渐变为单斜。区内多组断层相互交切形成复杂的断鼻断块圈闭群。根据断层发育

特征和构造形态,可将白秋地区分成3个构造区块:南部区、中部区和北部区。南部区发育两组断层,西部发育北东走向正断层,向北延伸较远,中东部发育近东西走向正断层,延伸距离和断距都较小,断层与构造等值线低角度斜交,以发育长条状的断块圈闭为主,西部北东走向断层与中东部近东西走向断层交切是南部形成圈闭的关键。中部区发育北东(或北东东)向和北西西(或近东西)向两组断裂,其中北东东向断裂为主断裂,其延伸较长,与北西西向小断层交切,形成一系列大小不等的断块圈闭。北部区以发育雁行式排列的弧形断层为主,西部断层呈北东东走向,向东转为北西西走向。这些断层对构造圈闭的形成起重要作用。

2 储层特征

白秋区块沉积物源主要来自北东方向的社旗凸起,属金华-张店复合三角洲的东部分支的张店三角洲沉积体系,张店三角洲砂体由北东向南西延伸,构成白秋地区的主要储集砂层。沉积环境主要为三角洲前缘和前三角洲沉积环境,微相构成上为三角洲前缘的水下分流河道、河口坝、远砂坝、支流间湾沉积以及前三角洲泥沉积,主要以水下分流河道及河口坝沉积组合交互出现为主。

据白秋区块取心井的薄片鉴定分析资料统计,区内砂岩碎屑成份主要有石英、长石、岩屑等,以石英为主。其中石英含量所占比例在27%~70%之

收稿日期:2012-04-19;改回日期:2012-06-17

作者简介:张本书,工程师,1967年生,2005年毕业于中国石油大学(华东),一直从事石油勘探综合研究。

间,平均55%;长石次之,含量在20%~40%之间,平均31%;岩屑在1%~43%之间,平均13%;其它矿物1%~2%。储层岩性主要为岩屑长石石英粉-细砂岩,少量中-粗砂岩和含砾砂岩。粒度中值区间0.017~0.515 mm,平均为0.165 mm;分选系数1.17~3.95,平均为1.62。胶结物以泥质和灰质为主,泥质胶结物含量1%~30%,平均8.8%;碳酸盐胶结物含量一般0.3%~33%,平均5.5%;胶结类型以孔隙式胶结为主。磨圆度为次棱-次圆,分选中等-好,风化程度中等。

据该区岩心样品分析资料统计,平面上储层物性变化趋势与砂体延伸方向基本一致,自北而南逐渐变差,纵向上储层物性总体随地层变老、埋深增大而变差。碎屑岩孔隙度3.2%~36.8%,渗透率 $(0.1\sim 9717)\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$,碳酸盐含量0.2%~41.6%,平均6.2%。总之,该区属中孔中渗储层,储集条件良好。

3 成藏作用与时间匹配

3.1 油气生成作用

白秋地区油源根据南阳凹陷生烃研究成果,核三段烃源岩在核一段末达到生排烃高峰,核二、三段烃源岩在廖庄末期达到生排烃高峰,可见它们均在主要成藏期(廖庄期末抬升期)之前或同时达到大量生排烃高峰期。

3.2 圈闭形成作用

构造演化史研究表明,张店鼻状构造是由差异压实所形成而并不是由继承性的古隆起所致,其鼻状构造幅度较小,圈闭发育与油气生排烃高峰期时间匹配良好。

3.3 油气聚集成藏时间

张店油田油气成藏时期可能存在两个时期和一个时间界线,即核一段沉积中晚期至廖庄组沉积早

期,北东和北西走向的断层形成时期之前和之后到现今。

3.4 成藏过程

核一末-廖庄期,核二和核三段生成的烃类处于生排烃高峰期,油气大量就近进入张店三角洲砂体并聚集于张店鼻状构造背景下的断块和断层+岩性圈闭中,形成油气聚集。

4 油藏类型及油层分布特征

4.1 油藏类型

由于受鼻状构造、断层和砂体共同控制,多数油藏以北掉正断层为遮挡条件,油层均富集于断块(断鼻)高部位。目前发现的油藏类型主要为断块、断鼻油藏,少量断层-岩性油藏,均为具有独立油水系统的层状边水油藏,油藏具有不同的油水界面。

4.1 油层分布特征

(1)油层埋藏中深,含油井段长,含油层数多,主力油层集中;白秋地区油藏埋深884~1948 m,平面上具有南深北浅的特点,纵向上含油层位跨度大(H₂I油组下部-H₃I油组中上部),主力油层主要分布在H₂II油组中下部和H₃III油组的顶底部。油层呈层状分布,单层厚度较小,属中薄层。

(2)油藏高度小,含油宽度窄,平面叠合连片,单油砂体含油面积为0.1~0.5 km²,含油宽度100~200 m,剖面上油层多数位于断点之下沿断层呈“屋脊状”分布,含油高度10~80 m,垂向上相邻油层油水界面各异,反映出油层分布受断层控制的特点(图2),具有“碎、小、窄”的分布特征。同一断块油藏,上倾方向受同一断层遮挡,虽然侧向分布宽度较小,但沿断层倾斜方向自浅而深依次偏移错开,导致多套含油层系自下而上呈“叠瓦状”连片含油。

(3)油藏规模小、数量多,储量丰度低。白秋复杂断块区已发现的18个含油断块发育个数不等的

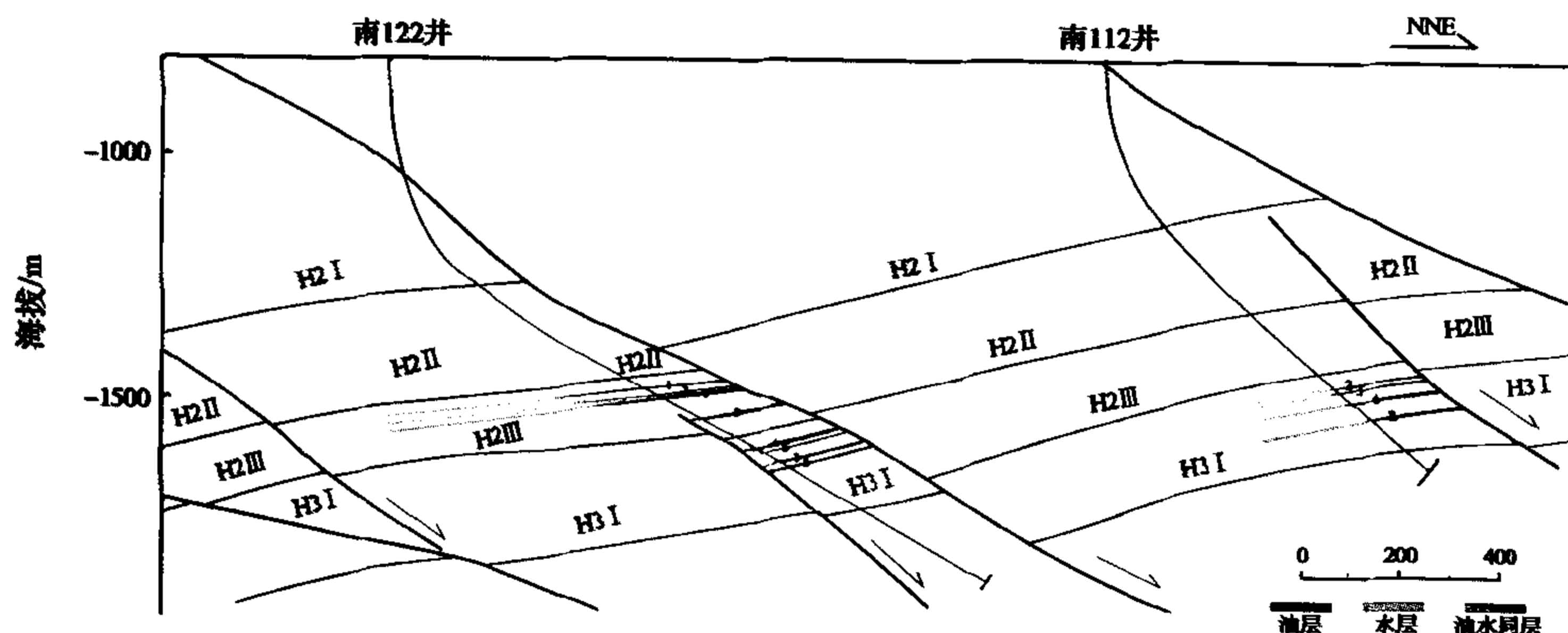


图2 白秋地区过南122井-南112井油藏剖面

油层,单元储量分布不均,最小仅 1.6×10^4 t。连续含油层数多,油层总厚度大,规模不大的众多油藏储量丰度小,平均为 18.2×10^4 t/km²。

5 油藏分布主要控制因素

通过对北部斜坡带的成藏条件及油气运聚规律研究认为:继承性稳定发育的斜坡带紧邻有效烃源岩分布区,是油气长期运移的指向区;众多砂体伸入深凹油源区,垂向上与烃源岩构成指状互层式生储组合,砂体和断层等运移通道发育;油气运移从南向北,由构造低部位向高部位运移,油气主要沿优势运移通道向砂体根部运移,运移途中遇到断层进行调整运移。这一规律从根本上控制着白秋地区的油气成藏特点、规模及分布。

5.1 继承性的鼻状构造控制了油气聚集方向及富集程度

同沉积差异压实作用形成的张店鼻状构造由于受边界断层的影响,廖庄组沉积末期发生的区域性隆升作用使鼻状隆起幅度加大。根据油气运移理论,只要圈闭和烃源岩间存在着势能差,油气就会运移^[1]。倾没于深凹区的张店鼻状构造不仅控制了油气的运聚方向,而且因廖庄期末的差异抬升作用增加了势能差,油气优先向鼻状构造轴部运移,而后沿鼻状构造轴线向北侧向运移。

埋藏史和构造发育史研究表明,张店鼻状构造带发育早且具有继承性,最后定型时间为廖庄组沉积末的构造运动,形成时间早于南阳凹陷大量排烃期(核一段至廖庄组沉积末的早期成藏期),直至廖庄末地层抬升的中晚期油气仍在大量运移,尤其是白秋复杂断块区的断裂作用进一步促使油气沿斜坡向上倾方向运移并聚集。

5.2 砂体沉积对油气成藏的控制作用

研究区地层含砂率一般大于 30%,以水下分流河道、河口坝、远砂坝微相沉积为主,相对高孔渗砂体(孔隙度一般都大于 20%,渗透率大于 $200 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)发育,砂层厚度较大(图 3)。由于研究区多数断层未伸入生油中心,沉积砂体就成为油气从烃源岩区运移到斜坡区的主要通道,因此砂体与烃源岩的配置控制油气运移通道和富集层位,即使对于具有同一烃源岩的多个沉积砂体,砂体与烃源岩的配置关系不同,其油气充注量亦可能存在较大的差异^[2]。油气在运移过程中总是优先沿着最小阻力路径(即相对高孔渗带)运移,并在相应层位中聚集,导致不同区块含油层位相对一致。

5.3 断层调控油气成藏,控制平面油气差异聚集

白秋复杂断块区断裂发育几乎贯穿于全部含油岩系的沉积和构造发育的始终。大量的油气勘探实践和石油地质研究已证实,活动断层是油气大规模较长距离运移聚集成藏的有效通道,断层活动易导致下盘形成地垒、地堑、断鼻、反向屋脊断块等多种圈闭,为油气聚集创造了良好的空间环境^[3]。白秋地区断裂继承性发育,各时期活动强弱不同,落差不一,导致断层产状不同。

5.3.1 断层调控油气运移及聚集成藏

白秋地区断层形成于北东走向的伸展构造体系,北东向主断层顺走向斜切砂体,断距大、延伸长、形成期早,控制油气运移;北西向断层是为了保持变形守恒而产生的传递断层,属于北东向断层的应力转向分支或派生次级断层。油气在输导体(高渗透砂层)内向势能降低梯度最大方向运移,在遇到北东向断层时在断层的遮挡下调整运移方向,沿断层与地层配置形成的紧贴断层的构造脊部向北东向高部位运移,遇到北西向断层阻隔时即可在断块圈闭内聚集成藏。

5.3.2 断层封闭性控制油藏含油范围和高度

研究区构造破碎、断层发育,断块内油气聚集主要取决于断层封闭性^[4]。通过主要控油断层封闭性分析,断层侧向封堵主要取决于断层两侧岩性对置关系和砂泥比。统计表明泥岩涂抹因子值(SSF)在 1.25~3.05 之间,断面可形成连续的泥岩涂抹,对油气起一定的封堵作用(图 3)。但是,该区断层对油气的封堵能力有限,当断层局部封堵性较差或油气在圈闭内聚集的油气柱高度达到断层所能封闭的临界油气柱高度后,油气就会突破圈闭封堵性相对较差部位的封闭压力,穿断层向对盘运移(或沿断层向上运移)。

研究表明,该区油气运移受断层影响主要表现为穿断层阶梯状运移和顺断层走向侧向运移两种形式。由于受断层封堵条件限制,油藏特征普遍表现为含油高度小、含油宽度窄的特点。

6 结论

白秋地区油气运移聚集受控于构造背景、断层、砂体等因素,油气在北东向断层的遮挡下顺着物性较好的砂体运移,受到北西向断层的封闭聚集成藏。当油气聚集达到临界高度后,会在封闭断层的薄弱处穿越断层继续调整运移,在新的圈闭中聚集成藏。由于受断层封堵条件限制,油藏特征普遍表现为含

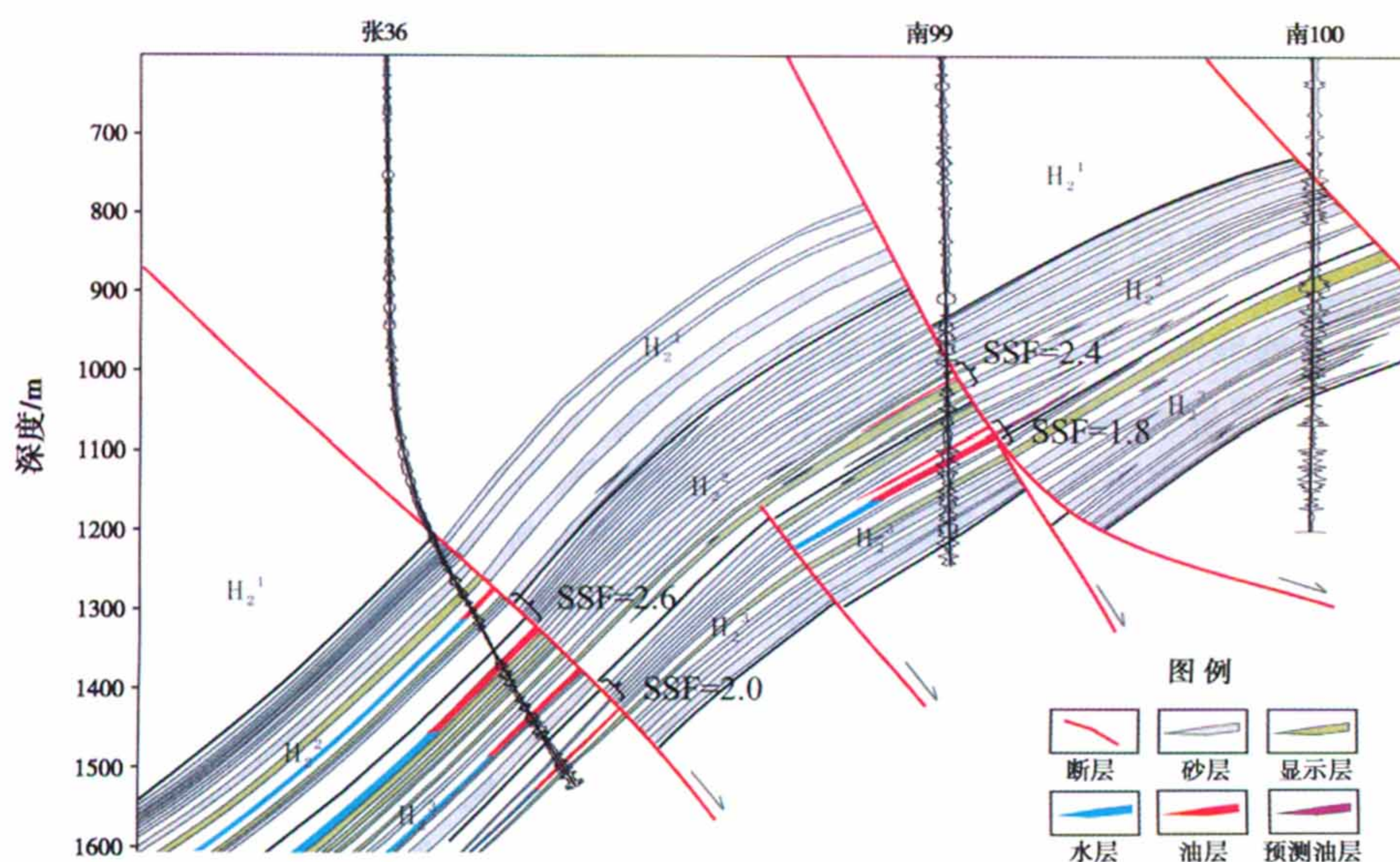


图3 张36、南99断块岩性对置剖面及泥岩涂抹因子分布

油高度小、含油宽度窄的“牙刷式”油藏特点。

参考文献

[1] 李明诚. 石油与天然气运移(第二版)[M]. 北京:石油工业出版社,1994:8-16.

[2] 宋芳. 油气充注历史研究方法综述[J]. 石油地质与工程,2008,22(1):18-21.

[3] 邱荣华,李连生,张永华,等. 泌阳凹陷北部斜坡带油气富集控制因素与勘探技术[J]. 石油天然气学报,2006,28(2):39-41.

[4] 刘泽容,信荃麟. 断块群油气藏形成机制和构造模式[M]. 北京:石油工业出版社,1998.

编辑:吴官生



(上接第8页)

参考文献

[1] 陈光新. 扶余油田中区北部扶余油层油藏精细描述[D]. 大庆:东北石油大学,2010.

[2] 邓跃炳. 松南扶余油层沉积微相与岩性圈闭关系[D]. 长春:吉林大学,2006.

[3] 张庆国,鲍志东,郭雅君,等. 扶余油田扶余油层的浅水三角洲沉积特征及模式[J]. 大庆石油学院学报,2007,31(3):4-8.

[4] 沈渭滨,张林. 川口油田川46井区延长组油层沉积相研究[J]. 石油地质与工程,2010,24(2):33-36.

[5] 李涛,徐静刚,韩东,等. 靖安油田盘古梁西区长6储层沉积微相研究[J]. 石油地质与工程,2010,24(2):5-11.

[6] 高艳红,李建明. 乌南地区下油砂山组沉积微相研究[J]. 石油地质与工程,2011,25(2):27-29.

[7] 李功强,赵永刚,陈利雯. 镇泾油田长8₁段储层测井相

研究[J]. 石油地质与工程,2011,25(5):41-44.

[8] 梁昌国,王志章,林承焰,等. 松辽盆地扶余油田白垩系泉四段沉积微相研究[J]. 西南石油大学学报(自然科学版),2008,30(2):69-73.

[9] 张兴金,杨清彦,马世忠. 朝阳沟油田扶余油层曲流河沉积微相及测井相研究[J]. 大庆石油学院学报,1994,18(1):17-22.

[10] 尹寿鹏,王贵文. 测井沉积学研究综述[J]. 地球科学进展,1999,14(5):440-445.

[11] 楼章华,兰翔,卢庆梅. 地形、气候与湖面波动对浅水三角洲沉积环境的控制作用[J]. 地质学报,1999,73(1):83-91.

[12] 赵翰卿,付志国,吕晓光. 大型河流-三角洲沉积储层精细描述方法[J]. 石油学报,2000,21(4):109-113.

编辑:吴官生