

春光油田远源成藏输导体系研究

马荣芳¹, 李风勋²

(1. 中国石化河南油田分公司勘探开发研究院, 河南郑州 450046; 2. 中国石化勘探开发研究院无锡石油地质研究所)

摘要: 春光油田位于准噶尔盆地西缘车排子凸起之上, 属于远源成藏。昌吉凹陷、四棵树凹陷不同层位、不同时期生成的油气经红车及艾卡走滑断裂带纵向调整, 沿石炭系顶不整合面及沙湾组沙一段骨架砂体侧向广泛运移, 再经次级油源断裂沟通, 在春光油田沙湾组有利圈闭中聚集成藏。高效输导体系是春光油田油气富集成藏的关键因素, 春光油田为典型的“它源供烃、复式输导、地层岩性控圈、立体富集”成藏模式。

关键词: 春光油田; 远源成藏; 骨架砂体; 输导体系

中图分类号: TE112.1 文献标志码: A

春光油田位于准噶尔盆地车排子凸起之上, 其西北面邻近扎伊尔山, 南面为四棵树凹陷, 向东以红车断裂带与昌吉凹陷相接(图1)。车排子地区长期处于隆起或斜坡背景, 本身不发育烃源岩, 距离生油中心(昌吉凹陷和四棵树凹陷)超过100 km, 属于典型的源外成藏。自2005年排2并于新近系沙湾组1 014.5~1 017.3 m井段放喷试获60.35 m³高产工业油流之后, 该区于白垩系、古近系、侏罗系及石炭系均有油气发现, 累计提交三级储量近亿吨, 表明该区油气富集。本文通过油气输导体系的研究, 对春光油田斜坡带油气聚集成藏进行解剖^[1-4]。

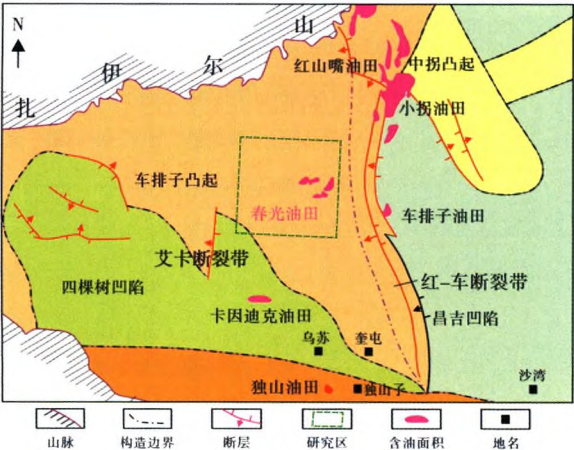


图1 春光油田构造位置

前人研究已证实, 昌吉凹陷二叠系、侏罗系及四棵树凹陷侏罗系烃源岩发育, 为车排子凸起的主要供烃层系。其中昌吉凹陷二叠系烃源岩总有机碳(TOC)为0.5%~1.5%, 生烃潜量(S₁+S₂)不大于5 mg/g, 干酪根为Ⅱ₁-Ⅲ型, 烃源岩成熟度高, 现今局部地区已成熟, 大部分已进入高成熟-过成熟,

达到生气阶段;侏罗系烃源岩 TOC 为 1%~3%, S₁+S₂ 不大于 10 mg/g, 主要为Ⅱ₁-Ⅲ型干酪根, T_{max} 达 420~460 ℃, 烃源岩正处于大量生油阶段。两大生烃凹陷为春光油田油气富集提供了丰富的物质来源, 通过断裂、不整合、骨架砂体三者的立体配置, 构成了该区高效的油气输导体系。

1 断裂输导体系

红车及艾卡区域断裂带长期处于走滑活动状态, 为两大供烃凹陷油气输出总出口。春光油田沙湾组二段以辫状河三角洲-湖泊相沉积为主, 砂体横向连通性差, 需要断层沟通成藏。春光油田断层以喜山期正断层居多, 断层沟通横向输导层, 于一些孤立砂体中聚集成藏。断层的输导能力是该类油藏成藏的关键因素^[5-8]。

沙二段(N₁S₂)油气基于沙一段(N₁S₁)骨架砂体横向输导, 油源断裂沟通成藏。因此沙二段目的层到沙一段骨架砂体的距离, 对断层输导有很大的控制作用。通过对春光油田沙二段 5 砂组(N₁S₂V)所有已知油藏的地质统计规律来看, 当目的层砂体距沙一段顶面 20 m 以内时, 有利圈闭在断层沟通下可以成藏;当距离大于 20 m 时, 则钻探失利(表1)。

从 N₁S₂Ⅵ、N₁S₂Ⅶ砂组地质统计规律来看(表2),

收稿日期: 2017 - 10 - 23
作者简介: 马荣芳, 1970 年生, 工程师, 2009 年毕业于中国石油大学(华东)资源勘查工程专业, 现从事岩性油气藏勘探工作。

其目的层砂体距沙一段顶面普遍在 50 m 以上,但距目的层之下“砂包泥”地层结构距离 20 m 以内成藏,超过 20 m 则失利。泥岩厚度 20 m 是春光油田沙湾组断层沟通的临界厚度,这与世界范围内大油藏区域盖层厚度 20 m 的统计结果一致。

表 1 春光油田 N₁S₂V 砂组油藏距 N₁S₁ 顶距离

井号	是否成藏	距 N ₁ S ₁ 顶/m
排 2	成藏	12.0
排 2-27	成藏	13.2
排 206	成藏	11.2
排 2-30	成藏	13.0
排 2-40	成藏	14.0
排 2-70	成藏	11.0
春 90	成藏	16.6
春 106E	未成藏	48.0
春 107E	未成藏	44.0
春 115E	未成藏	31.0

表 2 春光油田 N₁S₂VI、N₁S₂VII 砂组油藏距 N₁S₁ 顶及砂包泥结构距离

井号	层位	是否成藏	距 N ₁ S ₁ IV 顶/m	距下部“砂包泥”砂体/m
排 8	N ₁ S ₁ VII	成藏	57	19
排 8-20	N ₁ S ₁ VII	成藏	55	17
排 8-30	N ₁ S ₁ VII	成藏	55	17
排 8-40	N ₁ S ₁ VII	成藏	54	14
春 108E	N ₁ S ₁ VI-1	未成藏	62	62
春 3	N ₁ S ₁ VI ²	未成藏	61	23
排 27	N ₁ S ₁ VI ²	未成藏	92	26
排 10	N ₁ S ₁ VI ³	未成藏	97	27
春 124E	N ₁ S ₁ VII	未成藏	123.6	23
春 67	N ₁ S ₁ VII	未成藏	134.5	26
春 135E	N ₁ S ₁ VII	未成藏	139.9	36

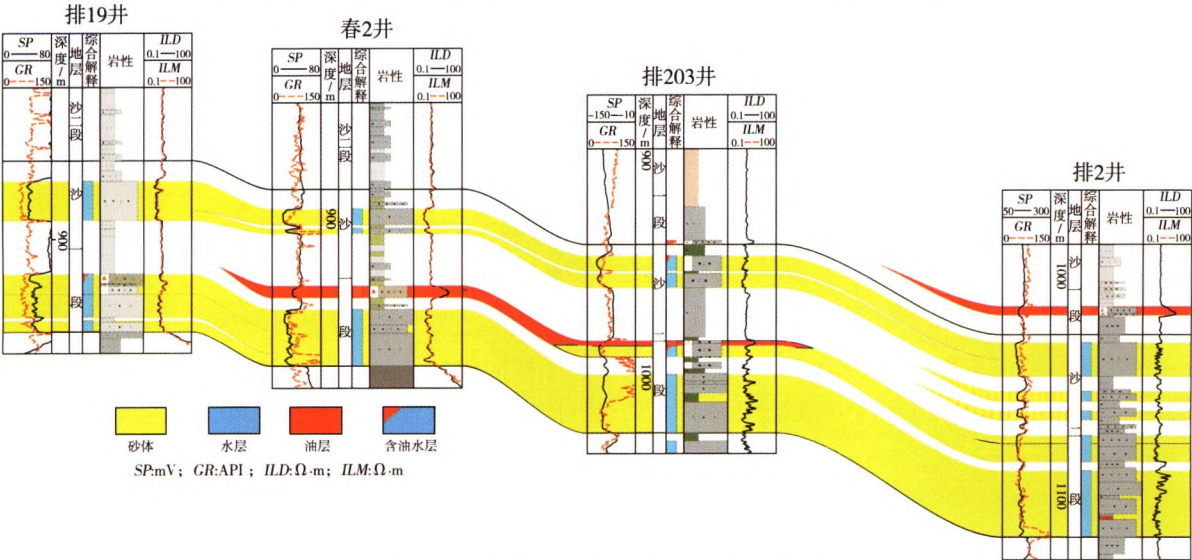


图 2 春光油田沙湾组一段油气成藏模式

春光油田除沙湾组一段辫状河沉积的厚砂体作为骨架砂体外,在石炭系顶面古沟槽中沉积有不同时期的沟谷砂体。虽然沉积时期不同,但均为厚层粗粒沉积物,岩性主要为砾状砂岩及砂砾岩,在沟谷中连续分布,且物性较好(孔隙度 20%~30%,渗透率 $200 \times 10^{-3} \sim 1\,500 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$),也是一套骨架

2 骨架砂体输导体系

骨架砂体是油气侧向运移的最高效输导层。春光油田沙湾组一段发育辫状河沉积体系,砂体的长期迁移、叠置造成砂体横向连通性非常好。沙一段砂体厚约 80 m,平均孔隙度 35%,平均渗透率大于 $1\,000 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,孔渗条件非常优越;该套砂体东与红车断裂带相接,西与艾卡断裂带相连。两大供烃凹陷生成的油气在此高速通道内广泛运移,于沙一段砂体尖灭区成藏,已发现的沙一段油藏均属此类(图 2)。因此,基于砂体横向输导的沙一段油气成藏模式可概括为“骨架砂体输导,砂岩尖灭圈闭成藏”。

3 不整合输导体系

春光油田石炭系火成岩基底之上逐层超覆有白

垩系、古近系、新近系地层，局部有侏罗系地层残存。因此，存在 N_{1s}/E 、 E/K 、 N_{1s}/E 、 $E/K/C$ 等多个不整合界面，但勘探实践表明，只有石炭系顶不整合面具有油气侧向输导能力。

3.1 春光油田存在稳定的火成岩半风化淋滤层

风化壳的输导主要取决于不整合面上下的岩性、半风化淋滤层的发育程度。从不整合面上、下岩性组合关系看，春光油田存在多种岩性组合类型。其中，不整合面之下为泥岩，之上发育砂岩，油气在上部运移，称为上运移；反之则称为下运移；上下都为砂岩则为上下双通道运移。在断陷盆地中，难以存在稳定的不整合面作为油气的横向输导层，局部发育的砂体成为油气聚集场所。春光油田所在的车排子凸起，作为准噶尔盆地的一部分，其不整合具有一样的特点，即不存在稳定分布的相当于沙湾组骨架砂体一样的输导层。因此，从岩性组合角度来说，该区不整合输导能力有限^[9-10]。

现代石油地质学及越来越多的石油地质工作者认为，不整合存在风化黏土层、半风化淋滤层、未风化岩石三层结构，不整合输导能力依赖于其风化淋滤带的发育程度。油气在半风化淋滤层内运移，其上的风化黏土作为盖层，当风化黏土层不发育时，油气进入上覆地层；且火成岩风化淋滤层的输导能力远远好于沉积岩风化淋滤层的输导能力，因为母岩风化后，火成岩抗黏土化填充能力更好。而春光油田石炭系为火成岩，其风化淋滤后，具有很好的输导能力。由图 3 可见，春 17 井 1000~1040 m 井

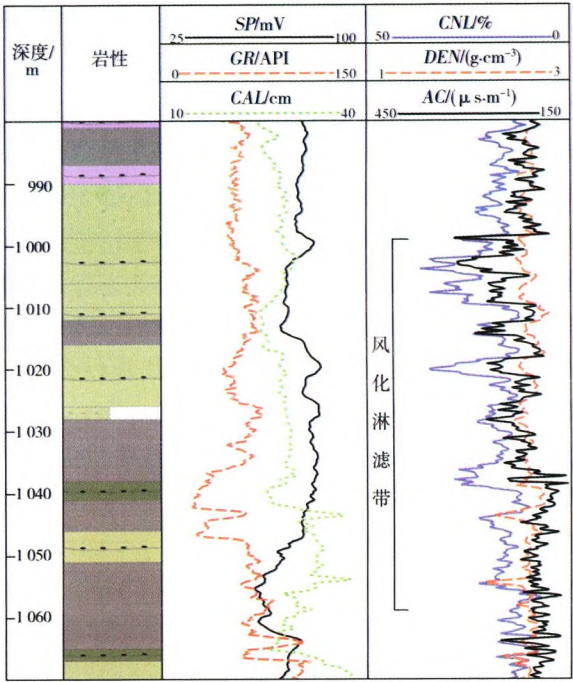


图 3 春光油田春 17 井风化淋滤带特征

段风化淋滤带声波时差 (AC) 可达 270 $\mu s/m$ ，而其下的未风化原岩 AC 仅 200 $\mu s/m$ ，该种类型不整合能成为春光油田油气横向输导的有利通道条件。

3.2 油气显示及油气藏集中于石炭系顶部不整合面附近

由春光油田北西-南东向连井剖面可见，油气显示集中于距离石炭系顶不整合面 50 m 内，超过这个范围后，则无任何油气显示。在 E/K 不整合面之上，也无任何油气显示，说明 E/K 不整合面不是油气横向运移的通道 (图 4)。

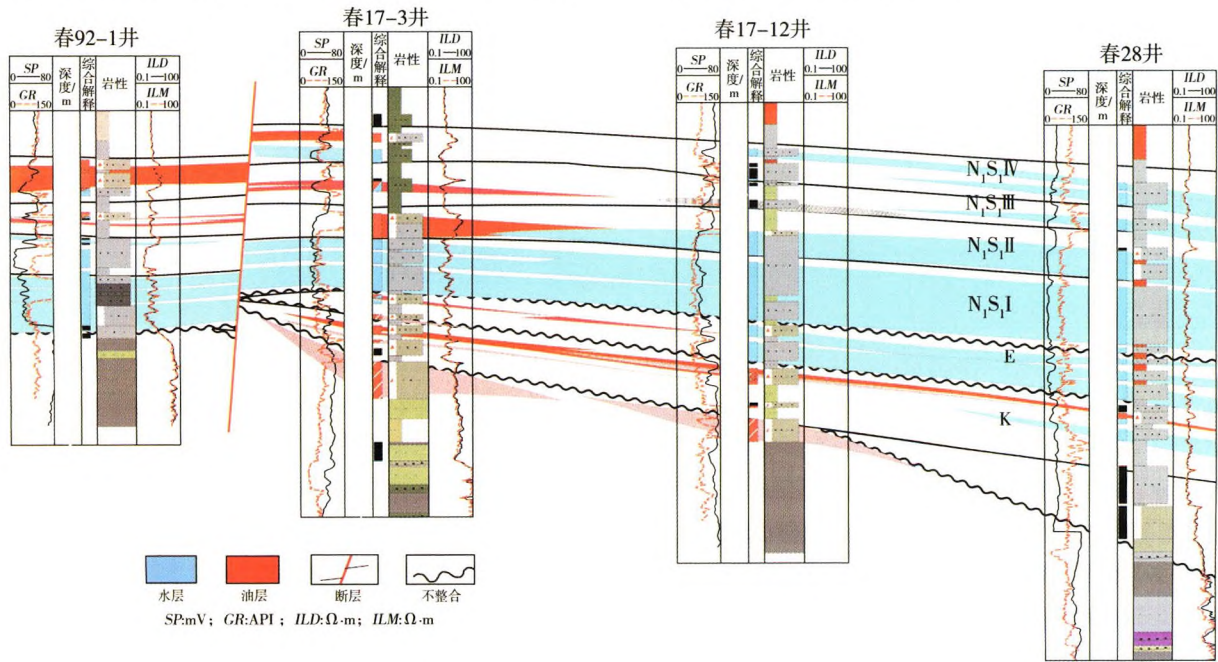


图 4 春光油田春 16—春 28—春 56—春 59 对比

石炭系顶部不整合面对油气输导有控制作用,即在研究区东部,地层厚度较大,油气显示或油藏集中于石炭系顶不整合面附近的白垩系地层内;往西的地区,随着地层厚度减薄,当白垩系地层厚度很小而古近系距离石炭系顶不整合面小于 50 m 时,则古近系地层油藏发育。

春光油古近系、白垩系因基于石炭系顶不整合面横向输导成藏,其油藏平面上分布于各地层超覆带附近,已发现的油藏平面分布规律与石炭系顶不整合两者之间呈很好的对应关系。

4 输导体系组合及远源成藏模式

断裂、砂体、不整合这三者间的立体组合复式输导体系构成了油气运移输导网络,油气横向沿不整合或骨架砂体输导,在砂体尖灭带或地层超覆圈闭中成藏,或经断层沟通于之上的孤立砂体中成藏。

红车断裂、艾卡断裂长期活动,把昌吉凹陷、四棵树凹陷二叠系、侏罗系生成的油气进行纵向运移,为车排子凸起油气输入的总端口;广泛分布的沙一段骨架砂体及石炭系顶面不整合与两大断裂带相交,则油气在横向范围内发生大规模的运移;再经小级别的油源断裂沟通、调整,在不同层位、不同岩性圈闭中聚集成藏(图 5)。沙湾组一段成藏模式为“骨架砂体横向输导,砂岩尖灭圈闭成藏”;沙二段成藏模式为“断层沟通,岩性成藏”^[11]。

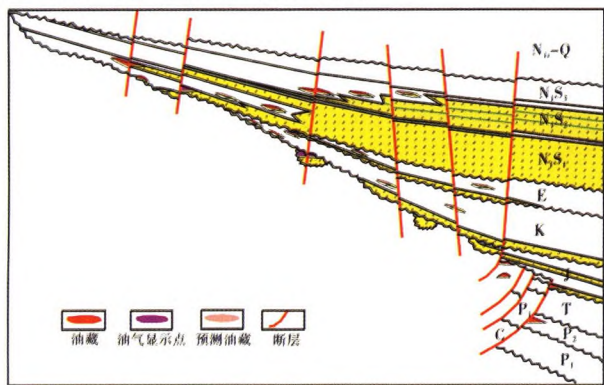


图 5 春光油田远源成藏模式

5 结论

春光油田与昌吉、四棵树两大供烃凹陷间存在

由石炭系顶不整合面、骨架砂体及各级别的油源断裂所构成的复式、高效输导体系,为不同层系目的层油气聚集成藏提供良好的输导作用,使车排子凸起成为斜坡带油气远源成藏的典型。

参考文献

- [1] 李风勋. 准噶尔盆地西缘春光油田勘探启示[J]. 石油地质与工程, 2014, 28(6): 1-3.
- [2] 范光华, 李建新. 准噶尔盆地南缘油源探讨[J]. 新疆石油地质, 1985, 6(4): 11-18.
- [3] 丁安娜, 惠荣耀, 孟仟祥, 等. 准噶尔盆地侏罗系烃源岩及油气形成特征[J]. 石油勘探与开发, 1996, 23(3): 11-18.
- [4] 潘建国, 郝芳, 谭开俊, 等. 准噶尔盆地红车地区火山岩储层特征及主控因素[J]. 石油地质与工程, 2007, 21(5): 1-3.
- [5] 宋国奇, 隋风贵, 赵乐强. 济阳拗陷不整合结构不能作为油气长距离运移的通道[J]. 石油学报, 2010, 31(5): 12-16.
- [6] 赵海玲, 刘振文, 李剑. 火成岩油气储层的岩石学特征及研究方向[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(6): 609-613.
- [7] 骆传才. 准噶尔盆地演化历史与含油气性探讨[J]. 石油与天然气地质, 1992, 13(1): 114-123.
- [8] 王勇, 陈丽丽, 李风勋, 等. 春光探区沙湾组沉积体系与油气分布特征[J]. 石油地质与工程, 2015, 29(1): 8-10.
- [9] 吴元燕, 平俊彪, 吕修祥, 等. 准噶尔盆地西北缘油气藏保存及破坏定量研究[J]. 石油学报, 2002, 23(6): 24-28.
- [10] 王勇, 李风勋, 丁洁莹, 等. 准噶尔盆地西缘春光探区沉积演化及含油砂体分布特征[J]. 石油地质与工程, 2015, 29(4): 1-4.
- [11] 王新民, 郭彦如, 付金华, 等. 鄂尔多斯盆地延长组长 8 段相对高孔渗砂岩储集层的控制因素分析[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(2): 35-38.

编辑: 蒲洪果