

文章编号: 0253- 9985(2004) 01- 0039- 05

东营凹陷中央隆起带油-源特征分析

刘 华¹, 蒋有录¹, 杨万琴¹, 王 宁²

(1. 石油大学地球资源与信息学院, 山东东营 257061; 2. 中国石化胜利油田地质科学研究院, 山东东营 257015)

摘要: 东营凹陷的沙河街组三段的烃源岩具有姥鲨烷占优势, 姥植烷比为 0.5~1.0, 微弱的伽马蜡烷等特征; 沙河街组四段烃源岩具有较强的植烷优势, 姥植烷比小于 0.5, 丰富的伽马蜡烷等特征。根据这一显著差异, 将东营凹陷中央隆起带上各油田的油源类型划分为沙三型、沙四型以及混合型, 其中以沙三型和混合类型为主。不同地区和不同层系原油的来源存在较大差异, 通过对构造特征与地化特征的平面分布规律研究, 认为石油遵循就近运移聚集的规律, 各洼陷中心即为油源中心; 西部地区的油源主要以利津洼陷沙河街组三段烃源岩为主; 少量东南部的原油由牛庄洼陷沙河街组四段烃源岩供应; 而东北部的则由民丰洼陷烃源岩供给。断裂发育处混源石油较为普遍, 说明了断裂对混源的作用较大。

关键词: 油源对比; 断裂; 中央隆起带; 东营凹陷

中图分类号: TE112.113 文献标识码: A

An analysis of oil-source characteristics of central uplift belt in Dongying depression

Liu Hua¹ Jiang Youlu¹ Yang Wanqin¹ Wang Ning²

(1. Earth Science College of Petroleum University, Dongying, Shandong;

2. Research Institute of Geosciences, Shengli Oilfield Co. Ltd, Dongying, Shandong)

Abstract: Source rocks in Es₃(the third member of Shahejie Formation) in Dongying depression are characterized by the predominance of pristane with a pristane/ phytane ratio of 0.5~1.0 and small amount of gammacerane; while source rocks in Es₄(the fourth member of Shahejie Formation) are characterized by the relative abundance of phytane with a pristane/ phytane ratio of below 0.5 and rich in gammacerane. Based on this remarkable difference, the oil sources of oilfields in the central uplift belt of Dongying depression are classified into Es₃, Es₄ and mixing types, of which the Es₃ and mixing types are predominant. Sources of oil in different regions and different horizons vary greatly. Study on structural features and areal distribution of geochemical properties reveal that the hydrocarbons would migrate preferentially into the nearest reservoirs, thus the center of each sag consists of the center of oil source. The oil in the western area come mainly from the Es₃ source rocks in Lijin sag; small amount of oil in the southeastern area come from the Es₄ source rocks in Niuzhuang sag; while oil in the northeastern area have been generated by the source rocks in Minfeng sag. Oil of mixing type commonly occur in areas where faults are well developed, indicating that faults have large impacts on mixing type oil.

Key words: oil and source rock correlation; fault; central uplift belt; Dongying depression

由于经过运移的石油在一些成分参数上与其残留在源岩中的沥青的地化指标没有明显差别^[1,2], 油源对比正是基于这样的思路而产生的。近几年来, 这一方法广泛应用在勘探领域中^[3~6]。

通过对原油与烃源岩地化特征的研究, 找出原油来源的洼陷及层段。详细的油源对比还可提供石油成因和可能运移途径的信息, 对深入勘探有一定的指导作用。在含油气构造被断裂强烈切割的

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2001BA605A09)

第一作者简介: 刘华, 女, 26 岁, 博士生, 油气藏形成与分布

收稿日期: 2004- 02- 06

区域以及在多含油层系油田的开发中,这种油源对比尤为重要,因为可以提供不同断块和不同产层间的油气是否相关的信息^[2]。

1 地质概况

中央隆起带是东营凹陷的一个正向二级构造带,位于凹陷中央的深陷区,是受多种因素作用而形成的下第三系褶曲构造。其特点是边断边隆,断裂十分发育。在平面上,由利津、牛庄和民丰3个洼陷包围,离油源近,易捕获油气。本区的主要生、储油岩系以下第三系为主,沙河街组四段和三段为主力烃源岩,断层发育,油气沿断裂运移活跃。

中央隆起带已发现东辛、现河、新立村、史南以及郝家等油田。这5个油田在构造及岩性圈闭内聚集了油气。除新立村以外,在其他4个油田的构造鞍部也富含油气,形成多个含油层系、多种油藏类型叠合连片。本区构造的复杂性导致油源特征也比较复杂。目前,本区已进入了高成熟期,

研究其油源情况,对于下一步的勘探具有重要的指导意义。

2 油-源特征分析

2.1 烃源岩特征

整个东营凹陷目前已发现的烃源岩为沙河街组三段中、下部和四段上部两套岩系,它们由于所形成环境的差异,导致地化特征具有较大的区别:沙河街组三段中、下部形成于潮湿、微咸水深湖环境,异戊间二烯型化合物中,姥鲛烷占优势,Pr/Ph一般在0.5~1.0;五环三萜烷系列中,具有微弱的伽马蜡烷,伽马蜡烷/C₃₀藿烷的值小于0.2。而沙河街组四段(以下简称沙四段)上部烃源岩属半咸水型沉积环境,具有较强的植烷优势,Pr/Ph一般小于0.5;在五环三萜烷中,具有丰富的伽马蜡烷,伽马蜡烷/C₃₀藿烷的值大于0.5,部分样品达到1.0以上。根据这两套烃源岩地化特征上的较大差异,我们对中央隆起带的原油类型进行了划分(表1)。

表1 中央隆起带原油特征地化数据表

Table 1 List of geochemical characteristic data of crude oil in the central uplift belt

油田	含油层位	T _m /T _s	伽马蜡烷 /C ₃₀ 藿烷	C ₂₉ 甾烷 20S/(20S+20R)	Pr/Ph	井(样品数)	油源类型	来源洼陷
东辛油田	沙三	1.1~3	0.04~0.22	0.4~0.48	0.46~1	Y11N9(10)	沙三型	利津、牛庄、民丰
	沙二	1.4~4	0.25~0.31	0.33~0.4	0.37~0.5	Y72-322(12)	沙三为主混合型	
		2~2.5	0.36~0.42	0.3~0.34	0.33~0.4	X11-152(3)	混合型	
现河油田	沙三、沙四	1.6~3	0.27~0.41	0.42~0.46		河139(4)	沙四型	牛庄
		0.7~1	0.02~0.21	0.51~1.11	0.4~0.55	河80-X61(8)	沙三型	利津
		1~1.3	0.18~0.22	0.43~0.46	0.44~0.5	河51-128(3)	混合型	利津、牛庄
郝家油田	沙一、沙二	0.27	0.09	0.51		南1(1)	沙三型	利津
新立村	沙二	1.5~2.8	0.3~1	0.19~0.45	0.3~0.5	永8(3)	沙四型	牛庄
史南油田	沙三中	0.8~1.1	<0.15	0.5~0.55	0.5~0.65	史115-1(4)	沙三型	利津

2.2 原油

中央隆起带由于断裂活动强烈,其油气来源相对要复杂一些。为了详细分析本区的油源特征,在全区进行了针对性的取样,样品涉及各油田及各主要含油层系。通过对地化指标和谱图特征的详细分析(表1和图1),可以看出,牛庄洼陷周围的原油与牛庄洼陷沙河街组四段上部烃源岩的地化特征相一致,具有高伽马蜡烷含量,低姥植比的特点;而利津洼陷周围油田中的原油与利津洼陷沙河街组三段(以下简称沙三段)烃源岩的地化特征比较吻合,具有低伽马蜡烷含量,高姥植比的特点;而民丰洼陷周围的原油地化特征与民丰洼

陷沙四段烃源岩的特征相一致。由于民丰洼陷沙河街组四段沉积时,湖水盐度高于利津洼陷和牛庄洼陷^[3],导致其成熟度较低。

从图1所显示的特征以及表1的统计数据中,可以看出中央隆起带油源的大致特征。油源涉及3个生油洼陷,原油以沙河街组三段型(以下简称沙三型)和混合型为主,成熟度较高。为了更好地了解该区的油源情况,我们对其进行了分油田的研究,以期对该区油源有较详细的了解。

2.2.1 东辛油田

东辛油田处在东营凹陷中央隆起带的中段,其油气来源涉及利津、牛庄和民丰3个洼陷,

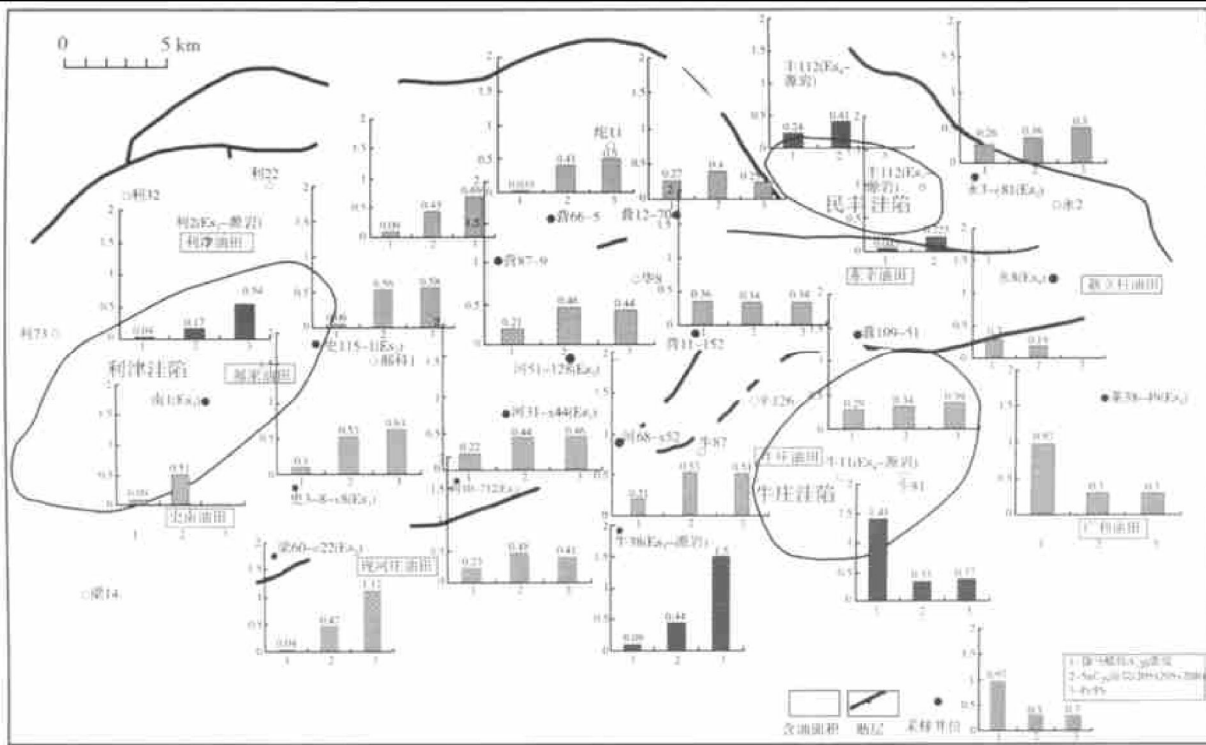


图 1 东营凹陷中央隆起带原油与烃源岩地化特征图

Fig. 1 Geochemical characteristics of oil and source rocks in the central uplift belt of Dongying depression

构造带本身也具有生油气条件, 油源条件比较优越。该油田由东营、辛镇两个背斜组成, 并被多组断裂复杂化, 不同地区原油地化特征差异较大。

从东辛油田的地化特征分析中可以看出, 原油以“混合型”和“沙三型”两种类型为主, 不同层系及区块的油气来源存在差异(表 1, 图 2)。沙河街组三段中、下部岩性油气藏中的原油主要来自本层系, 其地化特征为: 姥鲛烷优势, 具有微弱的伽马蜡烷, 成熟度较高。这些特点表现出与利津洼陷沙三段烃源岩有着密切的亲缘关系。而中南部的原油姥植比较低, 伽马蜡烷/ C_{30} 藿烷的值介于 0.3~0.5, $5\alpha C_{29}20S/(20S+20R)$ 的值为 0.3~0.4, 其特点与沙河街组四段型(以下简称沙四型)和沙三型都不完全相同, 具有“混合型”的特征。其他井的特点与沙三型接近程度较大, 与沙四型相差较远, 但又不完全符合“沙三型”, 因此可以认为其油源是以沙河街组三段烃源岩为主, 并混有少量沙河街组四段烃源岩的“混合型”(表 1)。

东辛油田的油源主要来自利津洼陷和南部牛庄洼陷沙四段烃源岩。本区的油气来源与构造有关, 北倾的大断层以北的原油来源于民丰洼陷, 以南则来源于牛庄洼陷。目前来自不同洼陷的油气尚不能有效地区分开, 但大体上可识别来自不同

层段烃源岩的油气(表 1)。

2.2.2 现河油田

现河油田位于中央隆起带西段, 由现河鼻状构造和河-50 背斜组成。油田的主要构造被走向断层切割成长条形断块。由于断层多为反向断层, 断块多为长条形“屋脊”式断块。含油层系多, 其中沙河街组二段为主要储层; 油水关系复杂, 断块间差异大。由于构造的开启程度和高低不同, 各断块的油气富集程度差别很大, 每个断块的油水关系自成体系。

现河油田的原油基本上以“沙三型”原油为主, 普遍具有低伽马蜡烷特征; 姥植烷比较高。通过分析数据, 并参照各原油类型的分类依据, 对现河油田采集样品进行了油源类型的划分(表 1)。

为了使油源类型的分布情况一目了然, 我们将其原油地化特征在平面图上进行了标注(图 3)。不同类型原油的平面分布具有一定的规律性: 沙三型原油都分布在西北部, 即靠近利津洼陷的一面; 而靠近牛庄洼陷和民丰洼陷的原油大多是沙四型或混合型, 原油类型的分布特征与洼陷有着密切的关系。

现河油田的油大部分来自利津洼陷和牛庄洼陷, 其分界也较明显。现河油田的构造复杂, 主体

为南西向倾伏的鼻状构造, 而且其主构造比较靠近牛庄洼陷, 断层向利津洼陷倾伏, 因此, 油气从利津洼陷沿断层向现河油田运移聚集比较容易。通过分析地化特征, 发现油气主要来源于利津洼陷沙三型原油; 位于构造东部靠近牛庄洼陷的部分区块, 其石油来源于牛庄洼陷, 原油类型为沙四型和混合型。

2.2.3 郝家油田及史南油田

郝家油田位于中央背斜带西段, 由郝家鼻状构造组成。该油田断层多, 含油断块较小, 以沙河街组二段和一段为主力油层。

史南油田位于中央隆起带西南端, 由史南鼻状构造组成。断块含油面积大, 储集物性好, 沙河街组二段是油田的主力含油层系。

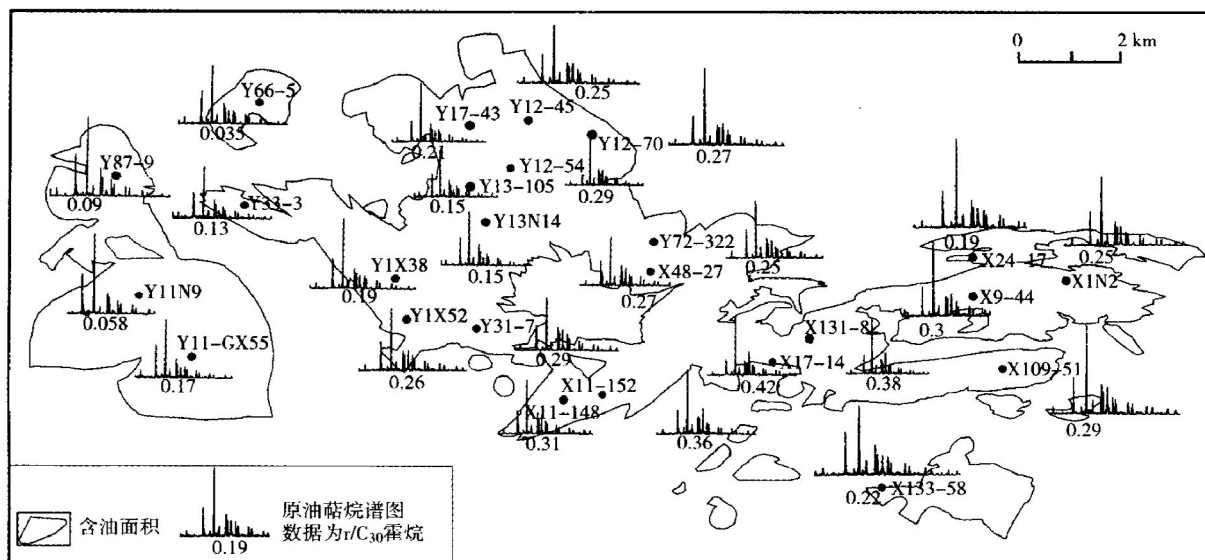


图2 东辛油田原油萜烷平面分布图

Fig. 2 Areal distribution of terpanes in crude oil in Dongxin oilfield

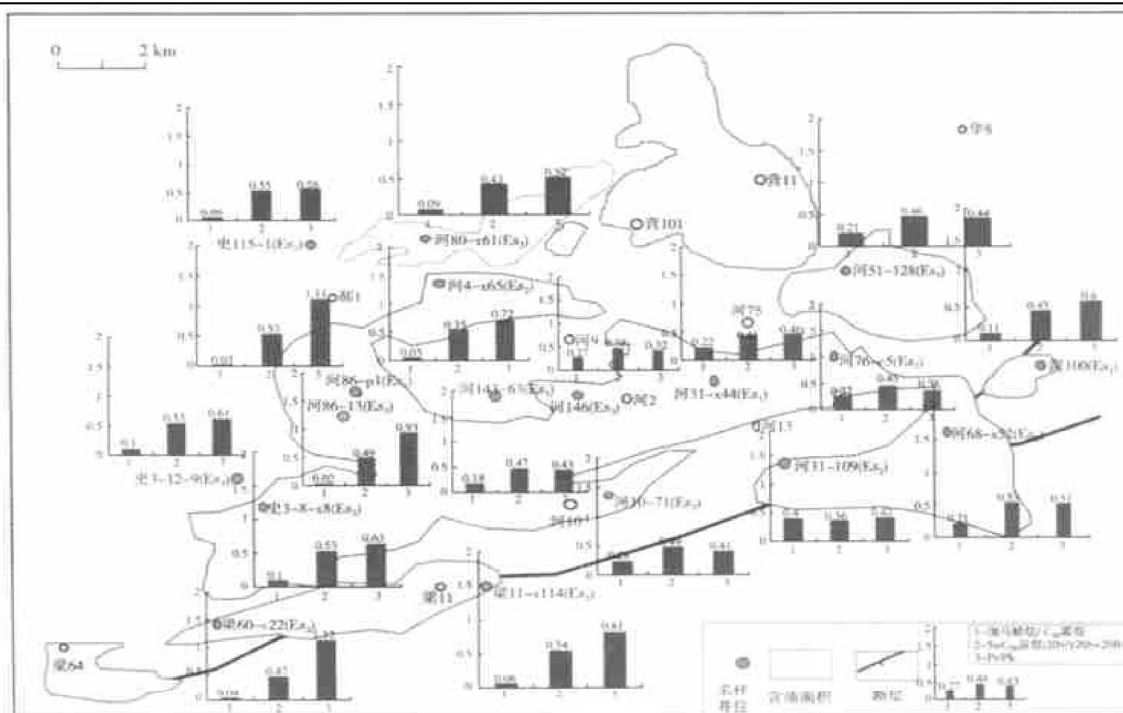


图3 现河油田原油地化特征图

Fig. 3 Geochemical characteristics of oil in Xianhe oilfield

郝家和史南油田的构造位置以及断层倾向与现河油田基本一致, 主要断层倾向利津洼陷, 与利津洼陷的烃源岩关系比较密切。通过对郝家油田的南1井和史南油田的史115-1井的原油的甾萜图对比分析(图4), 发现两个油田的油样具有相似性: 高成熟度、低伽马蜡烷, 表现出与沙河街组三段烃源岩相似的特征(表1)。又因为郝家与史南的地理位置接近利津洼陷, 其甾、萜烷谱图与利津洼陷的烃源岩的地化特征相接近, 因此, 认为郝家和史南的原油主要来自利津洼陷, 且为沙三型原油。

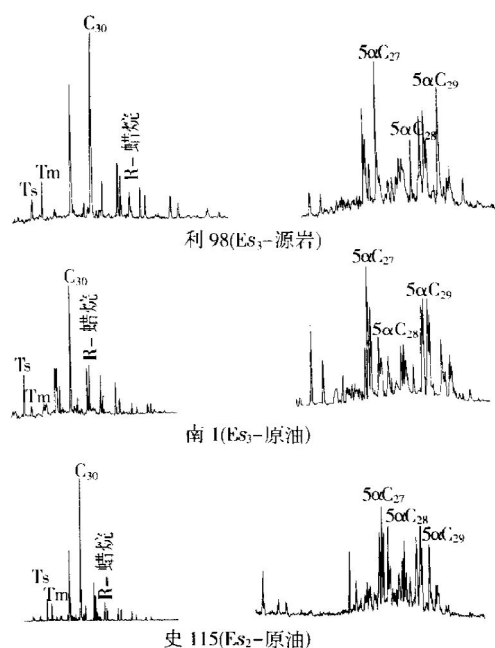


图4 郝家、史南油田原油与利津洼陷沙三烃源岩萜烷、甾烷对比图

Fig. 4 Correlation of steranes and terpanes in the oil in Haojia and Shinan oilfields with those in Es₃ source rocks in Lijin sag

2.2.4 新立村油田

新立村油田位于中央隆起带东端, 由新立村背斜构造组成。油田面积较小, 以沙河街组三段上部块状厚油层为主, 沙河街组二段为层状油藏。通过对其沙河街组二段原油的分析, 可以看出其地化特征与牛庄洼陷沙四型烃源岩具有很好的相

关性: 低成熟度、高伽马蜡烷含量, 表明原油类型为沙四型(表1), 结合其构造位置和周围环境, 认为其油源主要来自于牛庄洼陷和民丰洼陷。

3 小结

中央隆起带油源的供给者主要为利津、牛庄和民丰洼陷, 其中利津洼陷占主要地位。中央隆起带的混源情况比较严重, 不仅有沙三、沙四型原油的混合, 还兼有不同洼陷原油的混合。这一现象的发生不仅与构造发育受断裂控制有关, 还与特殊的地理位置有关。中央隆起带位于3个生油洼陷的中央, 断层的大量发育构成了油气运移的通道, 致使油气沿断裂运移至有利的圈闭中聚集成藏。在中央隆起带上, 凡具有多个含油层系的油田大都分布在多期活动的大断层附近(如东辛油田), 主断层形成的断层圈闭, 大多形成富含油的长条形窄油藏, 断裂对油藏的形成和分布起到了控制作用^[7], 对烃类的运移具有重要的影响^[8]。

致谢: 本研究得到了东辛采油厂、现河采油厂以及胜利油田地质研究院各级领导和许多同志的帮助, 在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- 1 彼得斯 K E, 莫尔多万 J M. 生物标记化合物指南——古代沉积物和石油中分子化石的解释[M]. 姜乃煌, 张水昌, 林永汉, 等译. 北京: 石油工业出版社, 1995. 80~146
- 2 王启军, 陈建渝. 油气地球化学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1988. 280~290
- 3 李素梅, 李雪, 张庆红, 等. 牛庄洼陷第三系古沉积环境及其控制油气作用[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(3): 269~273
- 4 林卫东. 查干凹陷原油地球化学特征与油源对比[J]. 石油与天然气地质, 2000, 21(3): 249~251
- 5 林青. 塔北斜坡西部原油类型及主力油源层[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(2): 150~157
- 6 查明. 东营凹陷沙三、沙四段石油运移地球化学特征及意义[J]. 现代地质, 1997, 11(4): 540~545
- 7 李春光. 东营凹陷断裂系统对油气藏分布的控制[J]. 石油与天然气地质, 1994, 15(1): 87~93
- 8 阎福礼, 贾东, 卢华复, 等. 东营凹陷油气运移的地震泵作用[J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(4): 295~298