

济阳坳陷各凸起超覆地层的找油前景

余庆云 马连喜 戴学荣

(胜利油田地质调查指挥部)

济阳坳陷内沙一段超覆尖灭线以上的高凸起的面积超过 3000 km²。按基岩岩性不同,凸起可分为以下古生界碳酸盐岩为主的义和庄型和以中生界及孔店组砂泥岩为主的林樊家型两类,各有不同的地震反射特征和主要油气藏类型,都有良好的含油气前景。

随着勘探程度的提高和勘探领域的扩大,1983年,济阳坳陷在埕子口凸起上于 Ch 12-10 井的馆陶组下段和义和庄凸起于 Z 13 井的东营组中获油气流后,在凸起上找油找气,更加引起人们重视,经几年来的勘探已卓见成效。

凸起上各超覆层中的油气藏,是隐蔽圈闭的又一形式。它的发现,为济阳坳陷开辟了找油气新领域。本文根据济阳坳陷各凸起上已发现油气田及含油气情况,结合地震资料,对只有东营组和馆陶组超覆的高凸起上的找油前景作一讨论。

一、地质概况及地震反射特征

济阳坳陷有不少次一级的正向二级构造带,它们都是以凸起为背景的复式油气区。如埕子口、义和庄、孤岛、庆云、无棣、陈家庄、滨县、青坨子、垦东、青城、广饶等(图1),均系中、新生代的拉张块断运动中隆升而成。组成凸起的基岩为太古界泰山群变质岩,和以碳酸盐岩为主的古生代地层及中生界碎屑岩等。凸起长期遭受剥蚀,直到渐、中新世才逐渐下沉,第三系从凹陷向凸起逐层超覆。“超覆地层中的油气藏多分布于凸起上不同时代地层的残丘斜坡上,油气聚集受鼻状构造或被超覆地层古地貌控制”¹⁾。有人称之为“谷侧”圈闭和“丘翼”圈闭,它的油气聚集受“丘翼”和“构造翼部”位置的限制^[1]。因此查明储集层沉积时的古地理背景是一个重要环节。而要解决这个问题,地震资料就起着极重要的作用。

在高凸起上,东营组、馆陶组受古地形影响,厚度变化较大,但因渐新世至上新世



图1 济阳坳陷凸起位置图

本文1987年1月6日收到,同年8月20日改回。

1) 宋永生, 1983, 济阳坳陷非背斜油气藏类型成油条件及油气资源预测。

时,全区下沉接受沉积,其物源都是自身基岩的风化残积物,基岩中不稳定矿物和易溶成分被溶蚀,残存以石英为主的稳定矿物,故此各凸起上的东营组、馆陶组的岩石成分大致相同。东营组砂泥岩互层,下部夹含砂砾岩;馆陶组上部以泥岩为主,下部夹含砂砾岩。反映在地震剖面上,馆陶组上段底部的泥岩为2至3个连续性好的较强反射,其上连续性差,并有分叉、合并及透镜状反射;馆陶组下段为一反射稀疏段带。东营组和馆陶组下段,在凸起上“残丘”的翼部尖灭(图2),含油砂层在地震剖面上为弱波,主要分布在基岩地形的“洼地”,这些砂体在地震剖面上的形态,多为顶平底凹的凸镜状,由低洼处向高处减薄。图3所示义和庄凸起上的几口井,其东营组可分为四层:a层含砂砾岩以充填式沉积分布在凸起翼部的“洼地”。b层在a层“填平补齐”后大面积超覆于凸起的基岩及a层之上,岩性为含砾砂岩,它是东营组主要含油层段。c层以泥质岩为主,砂质含量在凸起和“高点”处增加,该层厚度稳定,与下伏b层的砂质岩之间形成一波阻界面,在低洼处形成能量较弱的反射;在凸起部分由于砂质含量增加,与下伏b层的波阻界面不清,地震反射极弱或消失。d层是一套砂岩地层,分布广泛,在凸起西南部一带含油。

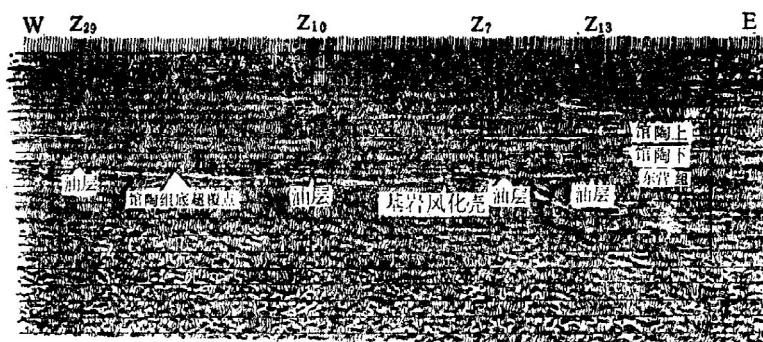


图2 义和庄凸起 161.4 叠偏剖面

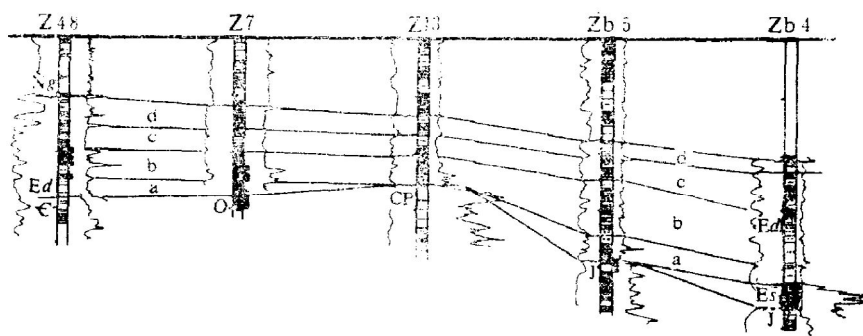


图3 义和庄凸起 Z48—Zb4 钻井剖面图

馆陶组下段以同样方式超覆沉积于凸起更高部位和东营组之上,它和东营组的油层多为砂体,“是由于沉积层覆盖在基底地形‘高点’的翼部所造成的岩性油藏”¹⁾。

各超覆层中砂砾岩的成分,以石英为主,少量长石及燧石。究其物源,因沉积时各

1) 王捷等, 1985, 济阳坳陷及外围地区油气资源评价。

凸起都呈“海岛”式相互隔绝,附近也没有更高的凸起可作物源,所以来自凸起本身的中生界和古生界。它是基岩地层风化残留物,为经过再加工的河道沉积或残余沉积^[2]。

凸起上超覆地层中的油气来自凹陷,油气沿断层、不整合面和顺层运移到凸起处,只要凸起顶部有好的储盖组合及圈闭条件,就可形成油藏¹⁾。实际上凸起上的东营组和馆陶组在纵向上自成储盖组合,横向上的岩性或构造因素形成圈闭,创造了十分有利的成油条件。

二、凸起上的油气勘探

经20多年的勘探,尤其是近两年来已在埕子口、孤岛、义和庄、陈家庄、林樊家等凸起上,于第三系明化镇组、馆陶组、东营组和沙一段中发现油气藏,其中孤岛、孤东和埕东等凸起在馆陶组上段都已找到大型披覆构造油气藏。近两年又在义和庄、埕东、林樊家等凸起较低部位的沙一段至馆陶组超覆地层中发现油气藏。

总的看来,馆陶组上段及明化镇组中的油气,主要是分布在凸起基岩高部位为背景的披覆构造形成的圈闭中;而馆陶组下段及东营组的油气,则分布于凸起翼部尖灭的砂体中。

1. 埕子口凸起:东端的埕东油田,基岩由下古生界碳酸盐岩和太古界变质岩组成,第三系从南、北、东三面的洼陷向凸起上超覆,东营组仅在北部见到,馆陶组下段超覆在古地形的不同部位。古地形控制了超覆范围和岩性,同时也控制了地层中的油气分布。如穿过埕东构造高点附近的173.8剖面(图4),代表馆陶组上段底部的反射,为2—3个连续相位,在凸起高部位形成明显的披覆构造及馆陶组上段的披覆构造油气藏。图中Ch67、5、61、62等井,馆陶组上段位于一组反射的高部位,都见到油气,而位于这同一组反射低部位的Ch72井则未见油气。

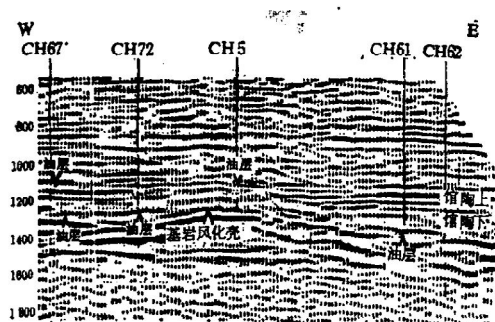


图4 埕子口凸起173.8地震剖面

剖面上代表馆陶组下段的反射为一稀疏带。它有两个特点,一是向高点上明显减薄,二是稀疏带反射同相轴在高点附近尖灭。图上Ch67、72、61、62等井,馆陶组下段含油砂层所对应的同相轴,在Ch5井高点附近尖灭。在该高点,馆陶组下段明显减薄,缺少下部地层,东侧的Ch61、62井以油水同层为主,因处于低部位,故含油性差。

剖面上代表馆陶组下段的反射为一稀疏带。它有两个特点,一是向高点上明显减薄,二是稀疏带反射同相轴在高点附近尖灭。图上Ch67、72、61、62等井,馆陶组下段含油砂层所对应的同相轴,在Ch5井高点附近尖灭。在该高点,馆陶组下段明显减薄,缺少下部地层,东侧的Ch61、62井以油水同层为主,因处于低部位,故含油性差。

2. 义和庄凸起:它的基岩是下古生界碳酸盐岩,在北侧低部位有上古生界和中生界分布。凸起自燕山块断运动始,长期遭受剥蚀,始新世以后才接受沉积。其东营组、馆陶组基本上未受构造变动的影响,它们在沙一段超覆线以上的面积约400km²。下古生界的风化地形中有不少起伏不平的残丘,最高的残丘主高点上,基岩埋深仅850m。在Z5、13、4等残丘次高点上,于东营组、馆陶组中见到油气。由图2可看到,东营组继沙

1) 宋永生, 1983, 济阳坳陷非背斜油气藏类型成油条件及油气资源预测,

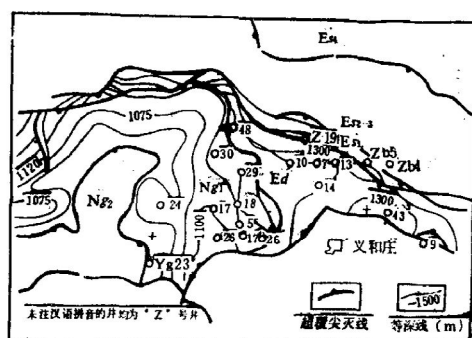


图5 义和庄凸起顶部超覆构造图

即为东营组油层所在位置。这组弱波向西在较高处减薄尖灭,说明东营组的砂层绕残丘高点分布。在这类次高点的上方,馆陶组底的反射显示披覆构造,Z13井的气层即受该构造控制,如图2所示。根据地震剖面揭示小残丘在潜山上的分布,结合区域地层对比及残积层在低洼处厚度大的规律,在残丘附近低洼处定了6口井,经钻探在东营组内均见到油层及油流。

同样,在馆陶组下段超覆范围内,Z5残丘次高点的油气分布与Z13井次高点东营组油气分布情况类似。Z5高点已在四口井中于馆陶组和明化镇组中见到油气,穿过Z5高点的剖面显示,Z18井馆陶组下段油层位于高点的翼部低洼处,含油砂体向高点尖灭(图6)。根据上述现象,我们在馆陶组下段弱波带及与Z18井油层相等

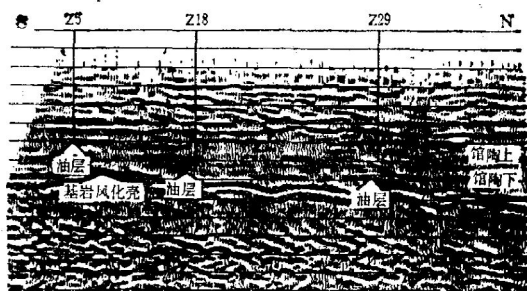


图6 义和庄凸起596.4地震剖面

深度附近,和下伏有残丘次高点处,新布置了四口探井。钻探结果在两口井中见到油层,另外两口井落空。分析落空原因,一口是钻在残丘次高点上,虽钻遇相当于油层的砂层,可能因埋深较大位于油水界面之下(外)而不见油气;另一口因砂层薄,故含油性差。馆陶组下段在Z5井高点部位因地层很薄(仅17m)未见油气,但馆陶组上段底部,有一层含砾砂岩油层;该高点上方,馆陶组和明化镇组都显示披覆构造,Z5、17两井在明化镇组中均见气层,在地震剖面上反映为透镜状,可见系属构造-岩性油气藏。

3. 林樊家凸起:为惠明凹陷的中央隆起带,它的“基岩”由孔店组碎屑岩组成,是在始新世后断隆上升接受剥蚀的,直到新第三纪早期,沙河街组层层向凸起上超覆,东营期后又一次遭受剥蚀,故仅在凸起翼部古地形低洼处残留部分东营组。油气从东营凹陷沿不整合面向凸起上运移,形成大型地层超覆油藏。馆陶组则是在凸起顶部孔店组沙泥岩地层遭受剥蚀的丘陵地貌背景上的超覆沉积,其岩性较细,以泥岩为主,但在凸起较低部位可形成面积大的砂岩透镜体,油气多集中在其底部的10—30m内,从而形成该区上下第三系之间不整合面附近的地层-岩性油藏。在地震剖面上(图7),代表馆陶组底的反射层之上,常可见到底平上凸,两侧合并的透镜状反射。L5井油层的砂岩,就在这同相轴合并处附近。在该区其它的地震剖面上,都可看到类似的透镜体,

河街组之后向凸起上超覆,其中的含油气层位,向凸起上升高,埋深变浅。主高点太高,馆陶组上段(Ng_2)仅厚160m,加之地震剖面上无明显的圈闭,因而未见油气。

利用地震剖面作出义和庄凸起第三系各组地层超覆构造图(图5)。图示东营组顶面为一向东倾没的鼻状构造,基本上反映了下伏潜山的古地形。目前已在东营组和馆陶组的超覆带内见到了油气。Z13井位于潜山残丘次高点上,在馆陶组底的反射与潜山之间的弱波,

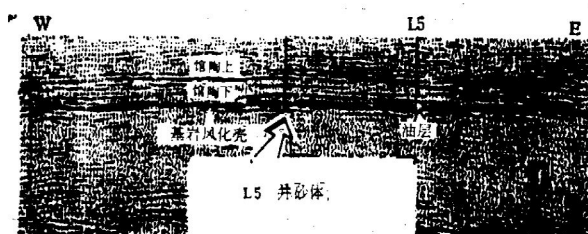


图7 林樊家凸起 97.1 地震剖面

如 L9 井、B604 井等所钻遇的砂岩油层，都在这类透镜状反射之中。

此外，在地震剖面上还可以明显地看到透镜体反射互相叠置、交错成“豆荚”状，电测曲线为箱形、钟形或两者的组合形式，它们代表河流相沉积，由于河流发育在准平原式的风化壳上，河流流向不定、摆动大，致使形成的砂体交错分布，在剖面上形似“豆荚”。

三、凸起上超覆地层的油气分布

(一) 类型

综观不同基岩凸起上超覆地层中的油气分布情况，可分如下两类：

1. 义和庄型(图8)

凸起以碳酸盐岩为基岩，其表面地形变化大。馆陶组下段的沉积绕凸起的主“高点”分布，河道砂沉积在“高点”翼部低洼处，油气也主要聚集在这些砂体中，形成地层超覆油气藏。

东营组的砂岩与馆陶组下段的砂岩分布相似，但居于凸起的更低部位，油藏既受岩性控制，又与次“高点”上因差异压实所形成的小型披覆构造有关，如 Z13 井所见，形成构造-岩性油气藏。

馆陶组上段普遍超覆于凸起之上，其高点上的砂体常形成披覆构造油气藏。

2. 林樊家型(图9)

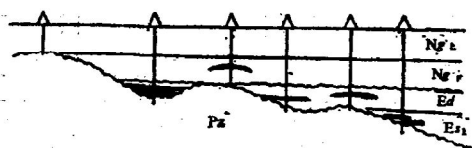


图8 义和庄凸起油藏剖面图

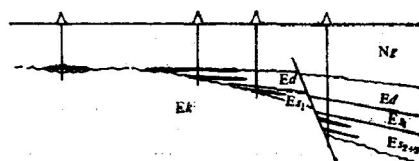


图9 林樊家凸起油藏剖面图

以砂泥岩组成凸起的基岩，其风化表面较平缓；下第三系沙一段、东营组超覆在凸起伏低部倾伏处，上第三系馆陶组超覆在东营组及凸起高处的孔店组风化壳之上；馆陶组底部宽缓的砂岩透镜体中，常有丰富的油气聚集形成地层-岩性油藏；东营组下部有地层超覆油藏，上部有地层不整合油藏。

(二) 应用

上述两种凸起的油气藏类型，可以推及济阳坳陷内其它凸起，从基岩组成看，在林

樊家-青城凸起以西的惠民凹陷内,次一级凸起的基岩为中生界孔店组的砂泥岩;以东的东营凹陷和沾化凹陷内的凸起,其基岩则以下古生界碳酸盐岩为主。这些凸起不乏上述类型的油气藏分布,如陈家庄、滨县等凸起上,就有义和庄式的油气藏赋存。

陈家庄凸起,东西长约75 km,南北宽约30 km,面积约2300 km²,下第三系从四周向凸起上超覆,沙一段超覆线以上的凸起部分,面积约550 km²。从地震剖面分析,与义和庄、埕东等凸起一样,馆陶组下段也是反射稀疏带,其中有弱的能量团,围绕凸起分布,

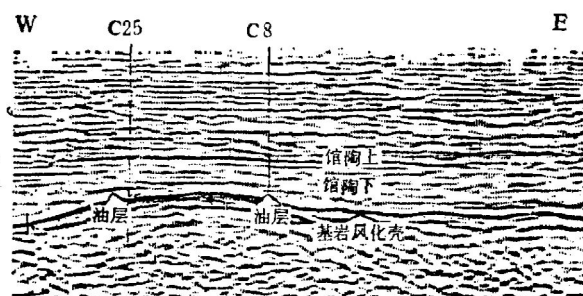


图10 陈家庄凸起 140.2 地震剖面

按义和庄凸起馆陶组超覆层中的剖面类型,在馆陶组的稀疏反射带有弱波处,应是砂岩,厚度大,其含油性应比高部位的C7、8井好。因此,在凸起上的低洼部位设计了井位。经钻探,在十口井中见油层(电测结果)及油流(图10)。C8井钻在高部位,馆陶组下部见油层;在其西侧翼部所钻C25井,钻遇馆陶组砂岩油层的深度

及宽度,都较C8井大,该含油砂层所在的弱反射,亦比C8井明显。

在滨县凸起,其翼部目前已在南侧单家寺地区发现沙河街组地层超覆油藏,在顶部虽未见油气,但从地震剖面上,于馆陶组上段底的一组强波之下,见馆陶组下段的稀疏带,带内的弱反射绕凸起分布。分析它的成油条件,与义和庄某凸起相似,因此滨县凸起上应具有良好的找油前景,现已在凸起顶部布置了探井。

林樊家式的凸起,在西部虽未见有较林樊家更有利者,但在东部的以中生界为基岩的垦东-孤东凸起,目前已在馆陶组上段见到工业油流。从地震剖面分析,在中生界风化壳上有较大而平缓的起伏,馆陶组下段超覆其上,在低洼处有弱反射向高点翼部尖灭,和向两侧尖灭合并。因此在垦东凸起上发现林樊家类型超覆地层油藏是可能的。

四、结 束 语

以义和庄、林樊家两种凸起超覆地层中的油气藏类型,推及整个济阳凹陷内其它凸起,据现有地震剖面分析,都有类似的沉积特征,因此,在凸起上找油的前景很好。初步统计,在济阳凹陷内凸起上超覆的面积(沙一段超覆线以上)约2000 km²,加上五号桩-孤东低凸起上沙河街组-馆陶组超覆、垦东凸起上的馆陶组超覆,总面积超过3000 km²,这是一个广阔的勘探领域。

我国东部各凹陷中,广泛分布着各种类型的凸起,它们有不同的基岩类型;从盖层发育看,有超覆沉积了第三系的低凸起和只有东营组、馆陶组超覆的高凸起。东部许多地区自燕山运动以来,地质发育史基本相同,沉积条件相似,因此它们的各类凸起,可能与济阳凹陷具有类似的成油条件。

因专题内容及篇幅所限,本文未涉及浅层勘探的另一个方面,即凸起上的浅层构造油气藏,纵观济阳地区的地震资料,发现在二级断层附近,在上第三系中普遍可见浅层

“滚动”构造，在其中一些构造中已见油流。笔者认为，在这类浅层构造内找油定有良好的前景。

参 考 文 献

- [1] G.里登豪斯, 1972, 地层圈闭分类; 陈荣书译, 1987, 地层圈闭油气田, 上册, 石油工业出版社。
[2] P.A. 契诺威斯, 1972, 不整合圈闭; 姚梅生译, 1987, 地层圈闭油气田, 上册, 石油工业出版社。

OIL POTENTIAL OF THE OVERLAP BEDS OF UPLIFTS IN THE JIYANG DEPRESSION

Yu Qingyun Ma Lianxi Dai Xuerong
(Geological Survey Headquarters of Shengli Oilfield)

Abstract

There are several secondary uplifts in the Jiyang Depression. The uplifts are overlapped by the Shahejie Formation and the formations younger than that. The total area of high uplift on the pinch-out line of the first member of the Shahejie Formation is greater than 3000 km², and the buried depth generally less than 1400 m. Now oil and gas have been found in the overlap beds of some uplifts.

The uplifts can be divided into two species according to their basement rocks, the Yihezhuang type is dominated by Lower Paleozoic carbonate rocks and the Linfanjia type consists of sandstones and mudstones of the Mesozoic and Kongdian Formation. The paleotopography of the former ones undulated strongly, while the later ones were relatively gentle, as a result, the shapes and occurrences of the sandbodies in the overlap beds were different, thus forming different type pools.

1. The Yihezhuang type, Oil-bearing sandstones in the overlap beds distribute around the tops of the uplifts and form stratigraphic-overlap pools. In the lower part of the uplifts, structural-lithological and structure draping pools may form in the upper parts of secondary high points on the survival mounts of the basement rocks.

2. The Linfanjia type, sandbodies in the overlap beds are generally wide-gentle lens, they often form stratigraphic-lithological pools.