

东营凹陷下第三系水下 冲积扇地层型油藏

杨申德 杨瑞琪 刘太成

(胜利油田地质科学研究院)

东营凹陷位于济阳拗陷东南部,面积5700平方公里,是一个小型、复杂、含油气丰富的块断凹陷。该凹陷近二十年的勘探工作,主要是围绕有明显构造特征的部位勘探背斜型和断块型油气田。1980年,在凹陷西北缘单家寺地区发现了水下冲积扇地层型油藏,为在济阳拗陷勘探同类型油藏开辟了良好的前景。

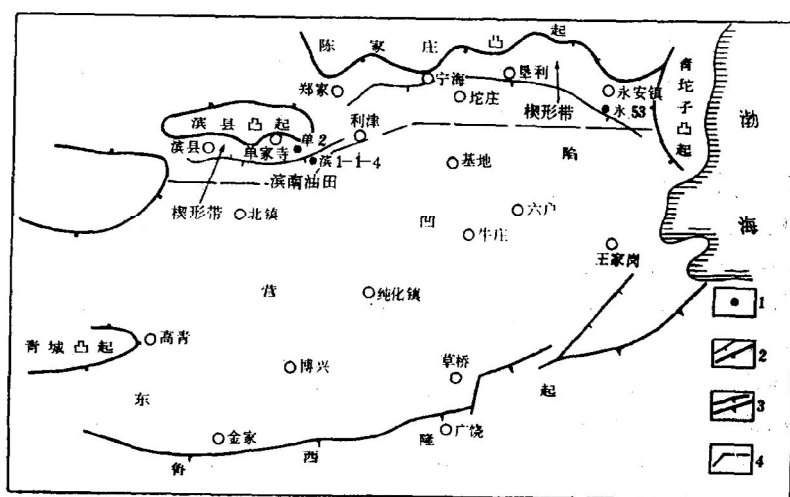


图1 地理位置图

1.井位 2.断层 3.下第三系尖灭线 4.东营凹陷北部范围

单家寺地区位于滨县凸起与滨南油田之间的楔形地带(图1)。1970—1971年曾在凸起及其边缘钻过几口井,在单2井中发现了沙一段稠油层,厚达60米;1980年在单2井以南0.7公里钻单9井,又发现了沙三、沙四段的稀油层;现在,已找到了高产的水下扇断块岩性油藏和大面积地层超覆油藏(图2)。

同类型的沉积广泛发育于东营凹陷北部,即陈家庄凸起与滨南—利津、坨庄—胜利村—永安镇之间的楔形地带。已初步查明,东营凹陷北部约有15个下第三系水下冲积扇砂砾岩体。目前正在楔形地带中寻找“单家寺式”油藏,已在若干地区钻获工业油流。

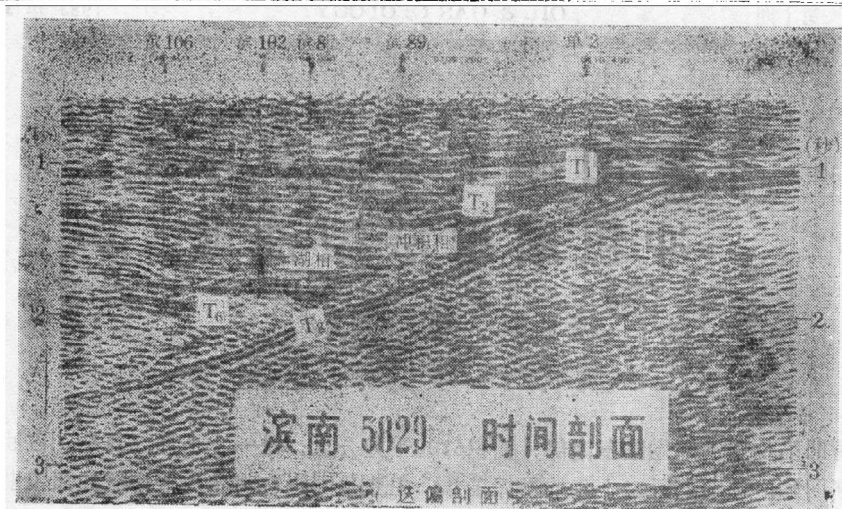


图2 滨南582.9地震测线叠偏时间剖面

一、水下冲积扇的基本特征及分类

水下冲积扇是我国东部早第三纪断陷湖盆陡坡带较普遍发育的一种沉积体。在黄骅、泌阳、东濮相继发现了水下冲积扇中的油气储集后,进一步扩大了油气勘探领域。我们通过六口井的岩心观察,1058块次化验分析,综合录井、电测资料,确定东营凹陷北部广泛分布的砂砾岩体属于水下冲积扇沉积。其沉积特征与孙永传等^[1]所论述的特征符合,兹概述如下:

(一) 冲积扇的结构构造

在冲积扇的岩石组分中,以粗碎屑岩为主,并夹在湖相暗色泥岩之间。碎屑岩由砾岩、砾状砂岩、含砾砂岩、砂岩、粉砂岩以及泥岩组成频繁的韵律互层(图3)。岩心中观察到的垂向岩性序列有正韵律型、反韵律型、完整韵律型及块状序列四种,以正韵律型为主。岩性序列交替频繁。在永53井沙四段37米岩心中看到了56个序列,其中正韵律型有23个,反韵律型有8个,完整韵律型12个,块状序列13个。在滨1-1-4井沙三段中部一层厚15.8米的砂砾岩层中看到了16个序列,绝大部分为正韵律型。岩心中常见包马序列的a段、ab段,亦可见acd段、bcde段等组合。横向上岩性自边缘向盆内由粗变细,砂砾岩层由厚变薄(图4)。

下第三系孔店组、沙四段、沙三段、沙一段中均有冲积扇发育,其分布深度从1070—4350米。地层厚度近百米至数百米,最厚达千米。

上述粗碎屑岩分布的楔形带内沉积间断多,地层向边部减少以至尖灭,多数地区缺失沙二段及东营组沉积。沙一段及沙三段有较广泛的超覆。

(二) 冲积扇的沉积特征

1. 碎屑岩成熟度低 据统计,在各类砂砾岩中,石英含量最高不超过50%,低者仅10%;长石含量14—54%,以斜长石为主;岩屑含量10—30%,高者可达68%。多属岩屑长石砂岩或混杂砂砾岩。一般为大小混杂、分选很差的混杂结构,岩心中见到泥石

流(图版 I-1)。普遍发育有基质支撑块状混杂砾岩(图版 I-2)、碎屑支撑的块状或递变状砾岩、砾状砂岩等岩石类型。砾石成分的垂向分布具有与凸起的岩石层序相反的序列。总之,岩石组成反映了搬运距离短及快速堆积的特点。

2. 粒度分布反映了洪水浊流的特点,具有高密度浊流为主兼有牵引流的组合形式。

粒度概率曲线分洪水浊流型、浊流-河流过渡型和河流型三种。但以前两种为主。如单13井洪水浊流型概率曲线反映为以悬浮组分为主,占80%,斜率小(26°),跳跃组分占20%,斜率 43° ,细截点为 -1ϕ ;浊流-河流过渡型以悬浮及跳跃两段式为主,斜率小,粒度区间大,类似浊流型,但折线段明显。又类似河流型;河流型概率曲线则为二-三段式,斜率变化大,分选也变好(图5)。

C-M图上点子分布于QR段,为一平行C=M的直条形。C值一般为 $10^3-10^4\mu$,M值为 $90-10^3\mu$, $C/M\approx 11$ 。反映以递变悬浮为主的洪水浊流特点(图6)。

3. 层理构造以递变层理及变形层理为主。

在粗粒岩石中多见正递变层理(图版 I-3)、块状层理及冲刷面,亦见有反递变及双向递变层理。较细粒岩石中多发育变形层理(图版 I-4),常见滑塌变形所产生的同生角砾岩(图版 I-5)、同生小错断、砂泥混杂等现象;还见到火焰构造、负荷构造等;而斜层理、交错层理相对不发育。在水平纹层很发育的沙三段下部至沙四段普遍见到变形层理。此外,还见到基质支撑的泥石流,砾石杂乱排列等现象。垂向层序上有包马序列的a段、ab段、abc段、bcd段等组合。显示这种粗碎屑沉积物的搬运机制是浊流甚至泥石流等重力流,且有重力滑塌或崩落等同生构造作用的影响。

4. 砂砾岩体的骨架形态:平面呈扇形,剖面呈楔形,多个扇体叠合成裙边形。水下

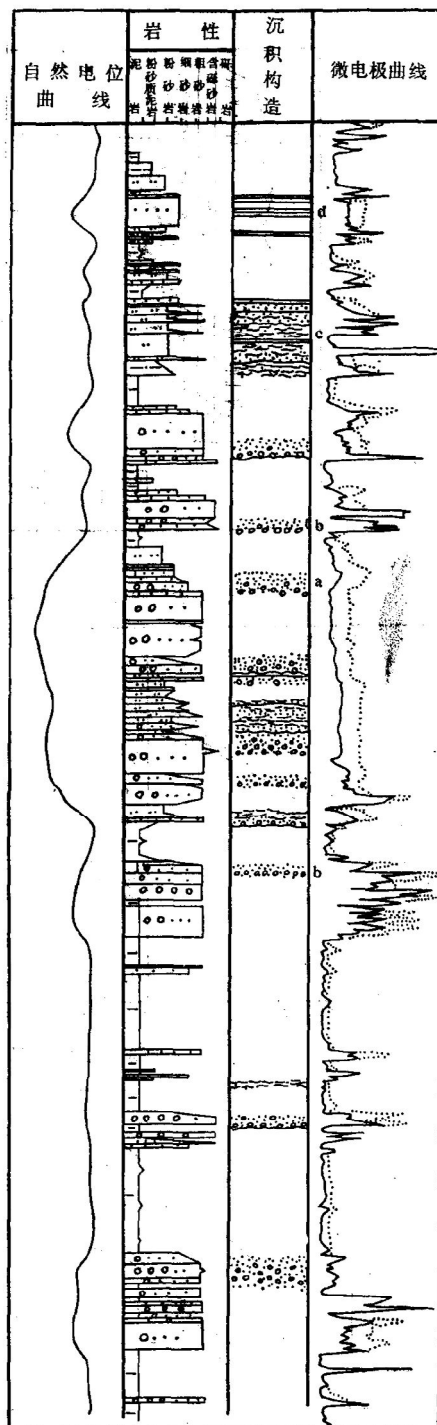


图3 滨南沙三段岩心柱状图

a. 递变层理 b. 平行层理 c. 波状层理 d. 水平层理

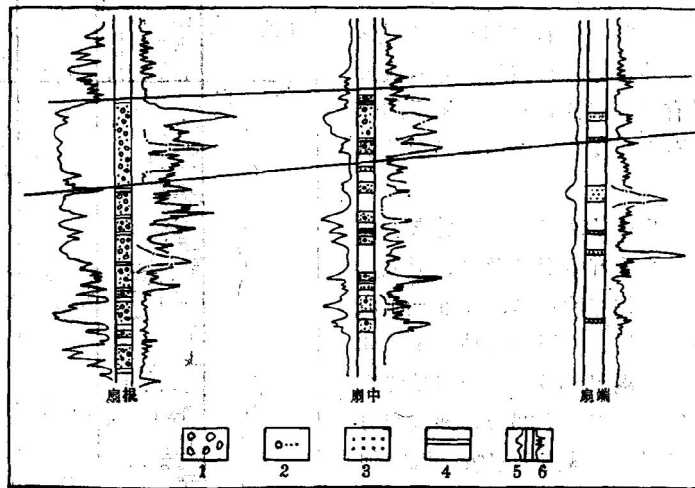


图4 滨南水下扇横向变化图

1. 砾岩 2. 含砾砂岩 3. 砂岩 4. 页岩 5. 自然电位曲线 6. 电阻曲线

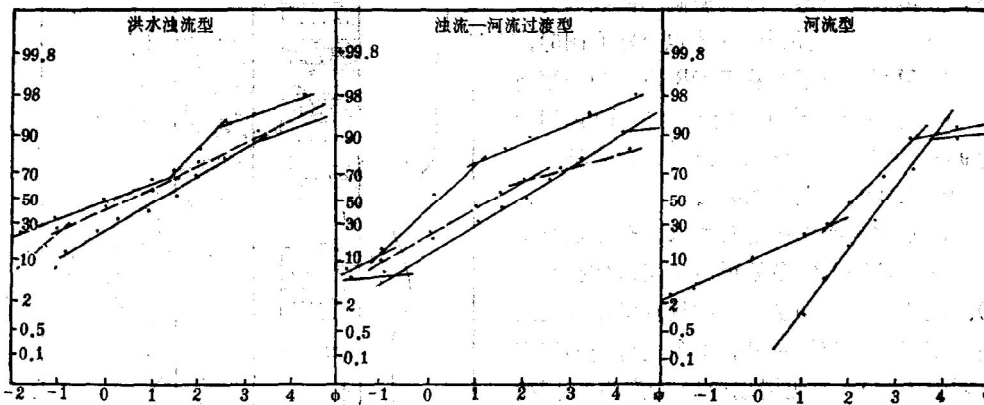


图5 单13井沙三段粒度概率曲线

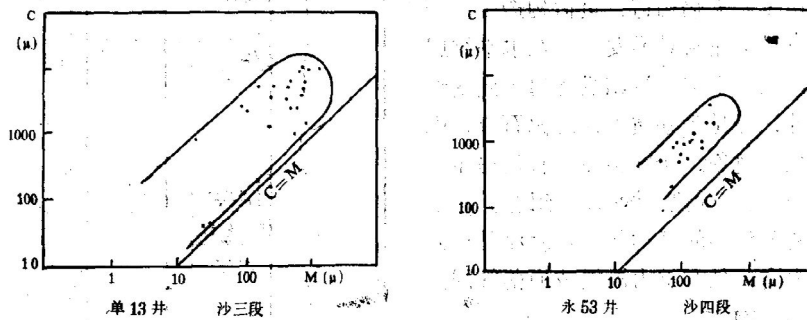


图6 水下扇 C-M 图

扇剖面呈楔状体。扇根部位岩性粗，分选差，砂砾岩百分含量高；扇中部位岩性变细，物性变好；至扇端部位地层厚度加大，但砂砾岩变薄甚至尖灭（见表1）。随着岩性的变

表1 单家寺地区沙三段中部水下扇数据表

亚相带	井号	井深(米)	地层厚度(米)	砂 砾 岩 层		
				厚度(米)	岩 性	百分比
扇根	单2	1246—1328.5	82.5	80	砾岩为主	97
	单9	1340.5—1427.5	87	58	含砾砂岩	58
扇端	单18	1479.5—1585	105.5	20	灰质砂、砾状砂	19
	滨80	1692.5—1828	135.5	10		7

化, 沉积构造和沉积序列也发生规律性的变化。

水下扇单个扇体平面呈扇形或舌形, 扇体随水道摆动而侧向迁移, 形成多个扇体, 相叠合成裙边形。如滨南沙三段中部水下扇, 受水道摆动控制, 扇体由老至新从西向东侧向迁移, 平面上叠合成裙边形。扇体叠合部位砂层厚, 油层厚度亦大(图7)。

5. 上述粗碎屑岩均夹于湖相暗色地层之中。岩性组合中夹有白云岩、油页岩、页岩。岩心中普遍见到塔螺、平卷螺、蚌壳、介形虫、鱼骨等化石, 证实冲积扇的大部分是在湖水面以下形成的。

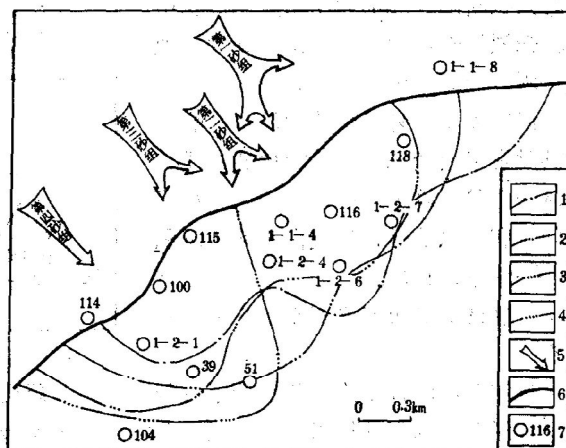


图7 滨南水下扇平面叠合图

(三) 冲积扇的地形分类

古地貌凸起和陡坡控制水下

扇的规模和形态。按湖盆陡坡古地形, 水下扇可分为湖崖型、断崖型、阶地型三种, 湖崖型是主要类型。

1. 湖崖型 面积大、厚度大、分布广。主要发育在下第三系楔形带内。扇体毗邻湖盆边缘, 纵向上紧靠基底侵蚀断面, 甚至直接覆盖于花岗片麻岩之上。东营凹陷北部目前已发现11个湖崖型水下扇, 已有单家寺等四个水下扇获工业油流。

2. 断崖型 分布于同生断层下降盘并紧邻断层, 扇体面积较小, 厚度较薄, 但埋藏深, 离湖盆边界远, 纵向上也远离基底侵蚀断面。此类水下扇有滨南和宁海两个, 均获工业油流, 滨南水下扇已投入开发。

3. 阶地型 产生在基底侵蚀断面的凹地或阶地上, 扇体偏离湖盆边界, 但纵向上紧靠基底侵蚀断面。扇体厚度大, 面积小。如永安镇水下扇, 扇体面积12平方公里, 总厚达1100米。

三种类型水下扇剖面特征见图8。

二、冲积扇形成的地质条件

东营凹陷早第三纪水下冲积扇是洪水浊流快速堆积的砂砾岩体。据初步分析,认为水下冲积扇的形成与发育具备以下四个环境因素:

1. 高山深湖古地貌是水下冲积扇形成的地形背景

东营凹陷是一个北陡南缓、北深南浅的箕状断陷。北部为早第三纪沉积中心。强烈块断运动造成高山深湖的古地貌景观。凸起上山头耸立,山高谷深,山区河短流急,易受季节性洪水影响。发洪时带来大量风化及垮塌碎屑物质,河流一出谷口就进入湖盆,山区和湖区之间没有平原地带,形成洪水浊流沉积物——水下冲积扇。

2. 湖湾鼻梁相间有利于水下冲积扇发育

早第三纪时,凹陷北部经历了块断—侵蚀—超覆的演变历程,使北界基底断面成为一个舒缓波状的剥蚀堆积面。平面上分割成九个湖湾八个鼻梁!这种湖湾鼻梁相间的古地形有利于水下冲积扇发育、复合,形成规模较大的扇体。如单家寺湖湾毗邻的古山谷是滨县凸起上五个山谷中最大的一个,受湖湾两侧鼻梁的间隔,形成在面积近35平方公里的单家寺水下扇体(图9)。

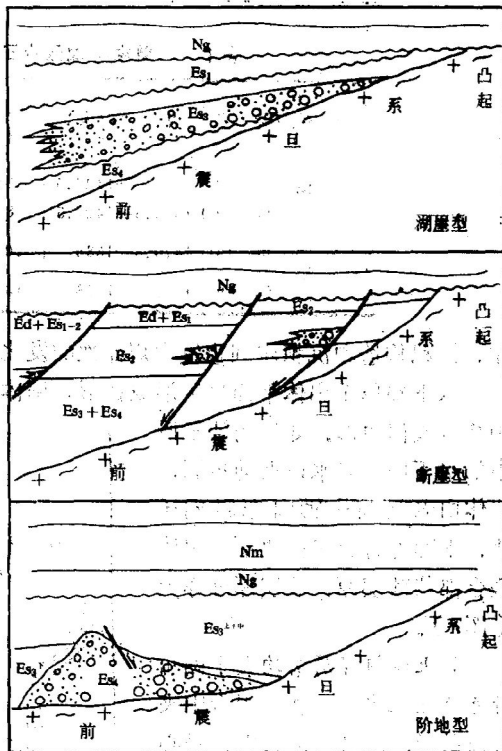


图8 水下冲积扇分类示意图

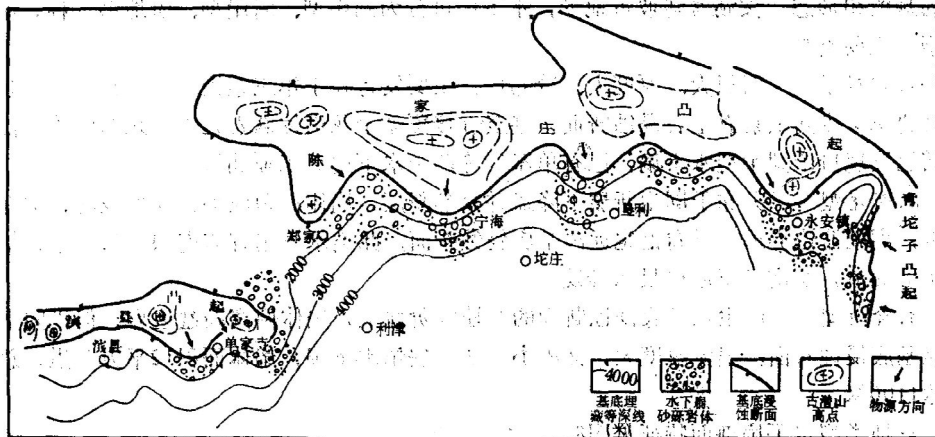


图9 东营凹陷北部早第三纪古地貌图

3. 湖盆坡度大是形成浊流沉积的重要条件

东营箕状凹陷具有北陡南缓、北坡窄南坡宽的特征。北坡倾角 15° — 25° , 最小为 10° , 宽4—8公里, 如此陡的地形坡度, 有利于沉积物的重力流产生, 形成较厚的浊流沉积。

4. 前震旦系花岗片麻岩为主的母岩区是形成水下扇的物质条件

东营凹陷北界滨县、陈家庄凸起, 东邻青坨子凸起。前者主要由前震旦系花岗片麻岩组成(经绝对年龄测定为3.9—5.1亿年, 因岩石风化, 故数值偏低), 是陆源碎屑主要供给区; 后者是中生代火成岩区, 为水下扇次要物源区(图9)。丰富的陆源碎屑造就了水下冲积扇广泛分布, 15个水下扇总面积281平方公里, 占凹陷北部楔形带总面积的40%。

三、成油条件及油藏类型

水下冲积扇所处的楔形带, 下临深洼, 上接凸起。深洼陷内生油岩厚度大, 是良好的生油场所。由扇体组成的楔形渗透带, 成为油气运移必经之道——输油带。如果凸起上有良好的圈闭, 可能形成较为大型的披覆构造或潜山油气藏。若楔形带本身具备封闭条件, 就可形成油气藏。盖层、断层、岩性、地层间断面及水动力条件等因素均可影响或形成圈闭, 因此水下冲积扇中的油藏属地层型复合油藏。扇体不同部位, 圈闭条件不同, 形成不同种类的油气藏。

扇根 储集层岩性粗、厚度大。由沙一段超覆或上第三系底部形成封闭。一般是地层超覆油藏的分布地带。其特点是油层厚, 埋藏浅, 油稠、水淡。

扇中 泥岩盖层、隔层较扇根厚, 地层多顺坡下倾。主要靠重力滑动断层或岩性尖灭和侵蚀间断面在上倾方向形成封闭。以断层遮挡的岩性油气藏最常见。原油性质好, 油井产量较高。

扇端 以透镜体岩性油藏为主。油层较薄, 横向变化大, 油质轻, 油层压力高、物性差, 产能可能较低(图10)。

水下冲积扇地层型油藏的控制因素比较复杂, 由于其本身沉积特点的缘故, 岩性物

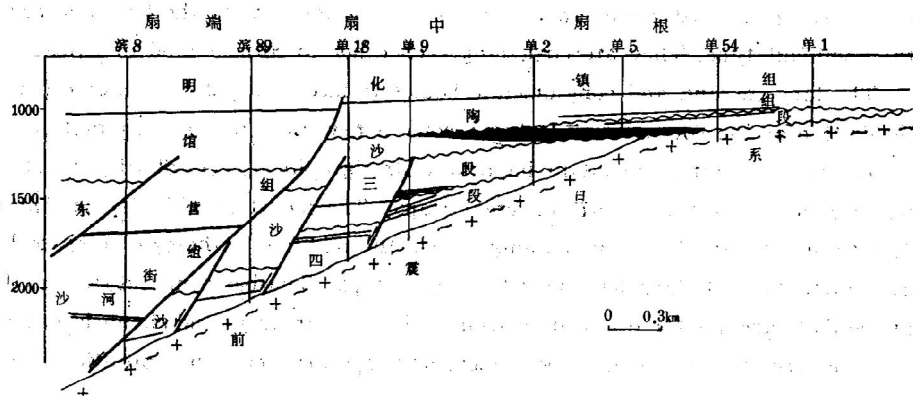


图10 单家寺油藏剖面图

性变化也很大,因而增加了勘探工作的复杂性和艰巨性。但目前认为毗邻洼陷的基岩鼻梁是形成油气聚集的有利地区,已钻探6个鼻梁有5个获工业油流。扇中和扇中前缘次生孔隙发育(图版 I-6),是有利的储集相带。孔隙度达19—26%,渗透率380—860毫达西,已在滨南找到富集小油田。

东营凹陷北部的这种地质特点和成油条件,在济阳拗陷有一定的普遍性,从而揭示了在济阳拗陷勘探程度较低的楔形带内寻找地层型油藏的必要性和可能性。

本文引用了华东石油学院信荃麟、王中文老师指导的1977届毕业生的毕业论文的部分资料。此外,本项研究得到我院地质化验室、数学地质室协助,在此一并致谢。

(收稿日期 1982年4月14日)

主要参考文献

- [1] 孙永传等, 1980, 水下冲积扇——一个找油的新领域。石油实验地质, 第3期。

STRATIGRAPHIC OIL POOL IN EOGENE SUBAQUEOUS ALLUVIAL FAN IN DONGYING DEPRESSION

Yang Shengpiao Yang Ruichi Liu Taicheng

(Research Institute of Shengli Oilfield)

Abstract

Dongying depression has experienced evolution of blockfaulting, erosion and overlapping during Eocene, resulting in a gently waved erosional surface of basement rocks on its north steep slope where lacustrine embayments were separated by basement noses and subaqueous alluvial fans well developed. These paleomorphological and paleotopographical features have obviously controlled the size and geometry of fans, which can be divided into three types, 1) lacustrine cliff fans, 2) faulted scarp fans, and 3) terraced fans, with the first one being the dominant type. They are coalescing each other to form a kind of skirt-hem.

The fans are sand and conglomerate bodies formed by rapid deposition of flood turbidite near the source area. It has become a new field for the exploration of oil and gas, since it may contain important stratigraphical types of oil traps. Different parts of these fans form different traps. The model roughly is, the inner-fans form stratigraphical overlapping traps, the mid-fans lithologic traps sealed by faults, the outerfans lenticular lithologic traps. The basement noses are the prerequisite ground for oil accumulation. The mid-fan front and channels, having a lot of secondary pores and good reservoir properties, may be prolific in oil and gas.