

临邑洼陷圈闭类型及成因研究*

段双国,高志卫,王顺华

(胜利油田临盘采油厂,山东 德州 251507)

摘要:临邑洼陷是一个含油气层系较多,结构复杂的复式油气聚集区。本文重点介绍了临邑洼陷圈闭的类型及其成因,从圈闭角度对临邑洼陷油气藏的形成进行了概述,对临邑洼陷下步的勘探工作方向进行了分析。

关键词:临邑洼陷;构造圈闭;地层圈闭;复合圈闭;断层

中图分类号:TE122.3⁺2

文献标识码:A

0 引言

凡是能够聚集并保存油气的地质体都称为圈闭。圈闭是油气聚集和保存的场所,也是油气藏形成的基本条件之一。它至少具备3个组成部分,即储集层、盖层、遮挡(封闭)条件。对圈闭进行分类时,应从圈闭的基本要素入手,其中遮挡条件对圈闭形成和类型起着决定性的作用。遮挡条件可以由构造或地层、岩性等因素形成。例如在具备储集层、盖层等条件下,当有背斜或断块构造存在时,即可以认为存在遮挡条件,形成构造圈闭;当有地层超覆、不整合或因岩性变化而形成圈闭条件时,则能造成地层圈闭或岩性圈闭;储集层沿上倾方向相变为泥岩(储集层上倾尖灭)可形成地层—岩性圈闭。圈闭的分类就是以起主导作用的封闭因素为基础,结合储集层的特点而制定的。

1 区域地质概况

临邑洼陷位于渤海湾盆地济阳坳陷的西南部,属于惠民凹陷的次级构造单元(图1)。临邑洼陷轴线走向NEE,其北以中央凸起与滋镇洼陷相隔,南面由临南斜坡向鲁西隆起过渡。临邑洼陷由N倾的夏口断层和S倾的临商断层控制,构成不对称地堑式结构。本文主要针对临邑洼陷内圈闭的类型及形成机制进行初步的探讨。

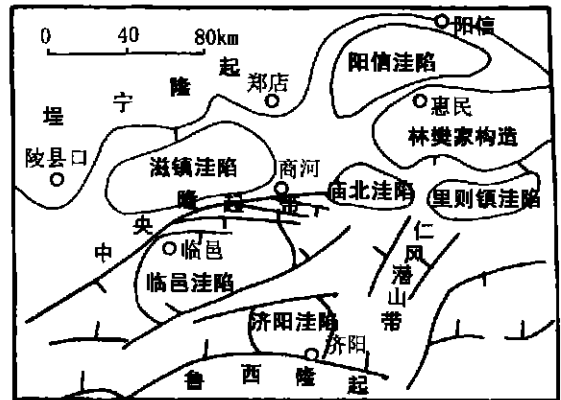


图1 惠民凹陷构造单元划分图

(据信荃麟等,1989年)

2 临邑洼陷圈闭类型及形成机制

一般认为圈闭主要分为构造圈闭、地层圈闭、水动力圈闭及复合圈闭4类^[1]。临邑洼陷主要发育了构造圈闭、地层圈闭及复合圈闭3种类型。

2.1 构造圈闭

临邑洼陷构造圈闭发育最为丰富,根据圈闭的成因和形态又分为背斜和断块2个亚类,6个种类。

2.1.1 背斜圈闭

按背斜圈闭类型的成因又分3种。

(1) 滚动背斜圈闭

滚动背斜圈闭为滚动背斜构造而形成的一类圈闭,其主要特点是沿主断层成系列分布,多为轴

*收稿日期:2003-06-26;修订日期:2003-07-10;编辑:孟舞平

作者简介:段双国(1969-),男,山东陵县人,助理工程师,从事石油开采工作。

向与主断层走向一致或以锐角相交的不对称背斜,靠近断层的一翼变形较大且较短。临邑洼陷中该类圈闭多发育在 NE 向断裂体系和帚状体系的弧形断层下降盘,特别是在弧形断层内侧曲率较大的部位。沿弧形断层分布的大芦家、田家和商 8 等区皆发育滚动背斜圈闭,在沙二段至东营组中最为发育。田家 140 剖面滚动背斜圈闭便为其中具代表性的一例(图 2)。该例是一个典型系列滚动背斜和“卷心菜”式组合。几条铲形正断层上盘的滚动背斜背次级断层复杂化,且伴生断层与主断层倾向正、反两个方向发育都较多构成“卷心菜”式断层组合。

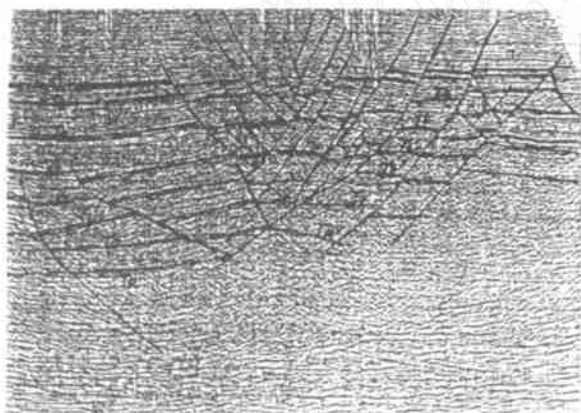


图 2 田家 140 测线滚动背斜圈闭

滚动背斜构造主要形成在铲形和座椅式断层下降盘的缓断面向上陡段过渡附近,在断层强烈活动期,凹面向上的弧形断裂上盘在下降过程中,受到近 SN 相拉伸作用和地层本身重力的双重影响,而本区的上部地层多为砂泥岩互层,如馆陶组、东营组以及沙河街组皆为砂泥岩互层,有利于层间的滑动。所以是断面附近的地层向下弯曲弥合了由拉张作用引起的潜在空间,形成了该地带规模较大的一系列逆牵引构造。这种逆牵引构造在主断层变缓处形成一个向上的分应力使地层隆起形成滚动背斜圈闭。

同时,反向断层的出现,是对铲形正断层活动所引起的段块潜在空间的另一种补偿,田家的“卷心菜”式断层组合就是这种双向的交替补偿作用形成的。

(2) 底辟背斜圈闭

底辟背斜圈闭为底辟构造常见的一种构造圈

闭,常被断层复杂化。临邑洼陷内多发育岩浆底辟,主要发育在沙二段和沙三段。岩浆侵入活动强烈的临盘油田、商西、魏家集和玉皇庙等地区,如商 13 井区、商 23 井区、商 56 井区及夏 14 井区等构造均属于与岩浆上拱有关的油气藏,临盘油田与次火山岩有关的上拱构造圈闭中也获得了工业油流。

商 13 井区构造就是岩浆侵入作用形成的。馆陶期沙三段下部侵入的辉绿岩盘使上覆的沙三段中上部、沙二段、沙一段及东营组地层上拱穹隆背斜和鼻状构造,形成拱张背斜,并伴生共轭“卷心菜”式断裂组合。

临邑洼陷自沙四段至馆陶组沉积时期,火山活动频繁,先后发生了四次较大的火山活动高峰期,各期塑性流体从下部的侵入使上覆地层形成一个向上的应力,导致上覆地层隆起。同时与区域上南北向的拉张作用共同导致了断裂的发生,并形成了不同程度的地层上移,从而形成了底辟背斜。

(3) 披覆背斜圈闭

披覆背斜圈闭是沉积在先存相对固结的突起上的沉积物经差异压实作用造成的,背斜高点的压实变形作用相对较小。这种凸起可以是先存的古背斜、古隆起、断块、火山锥等,其形态往往具有继承性。本区所见的披覆背斜圈闭多在沙二段以上。商河、玉皇庙、夏口西、马寨、临邑、江家店等地都发育了不同规模的浅层披覆背斜构造,但以商河—玉皇庙一带的火山锥披覆背斜最为典型。

商河—玉皇庙一带发育有几十个火山锥(群),形成了大量的小型火山披覆背斜圈闭,成为该区重要的圈闭类型。玉皇庙油气田及分布在一个东营组合馆陶组的火山披覆背斜上。该火山披覆构造不仅本身可形成油气藏,而且还可成为其下火山岩的良好盖层,形成火山岩油气藏,如夏气 1、夏 13 井火山岩油气藏,其上的沉积岩起到了“区域性”盖层作用。

综上所述,临邑洼陷内披覆背斜圈闭多发育在较浅的地层中。研究表明,其区域性盖层是上第三系明化镇组以泥质为主的碎屑岩,主力含油层系为馆陶组和东营组。商河—玉皇庙一带位于各弧形断裂末端与近 EW 向断裂和 NE 向断裂交汇部位。东营期该地带火山活动强烈,尤其是玉

皇庙地区,是继沙二期之后的又一火山活动高峰期。火山喷发频繁,火山锥分布普遍。这些火山锥构成地形高点,在地质时期中起古构造作用,为披覆构造的形成创造了条件。之后,东营组至馆陶组披覆其上成为可能的含油层系,而后沉积的明化镇组充当了盖层,从而形成了披覆背斜圈闭。临南洼陷这一良好的区域性成油条件使该地带的火山锥披覆构造圈闭极易形成有利的成藏圈闭。

2.1.2 断块圈闭

断块圈闭是指储集层沿上倾方向被断层切割,另一侧被不渗透层或断层泥等遮挡而形成的圈闭,为研究区最常见的一类圈闭。按形态差异又分为3种。

(1) 反向屋脊断块圈闭

为发育在张性构造中常见的圈闭,可以各种规模出现,在凹陷的盖层中是一种有利的成藏圈闭,常构成“屋脊”式油气藏,在勘探中倍受重视。反向屋脊断块圈闭主要分布在临商中央隆起带的临邑断裂带上,特别是断层上升盘或多组断裂的复合部位。马寨地区该类圈闭最为发育(图3)。该地区断裂及其发育,把断块切割成许多小断块,断块之间大致平行,向深部消失。断层南掉,地层N倾,构成一系列反向屋脊断块圈闭。

从受力分析来看,这种反向屋脊断块是重力和拉力作用的结果。该区构造上受拉张作用影响较大,产生断裂和断块运动。当断块的转动方向与断层的倾向相反时,在重力的影响下,使断块产生下掉形成反向屋脊断块构造,也称之为正断层上升盘的抬斜断块。

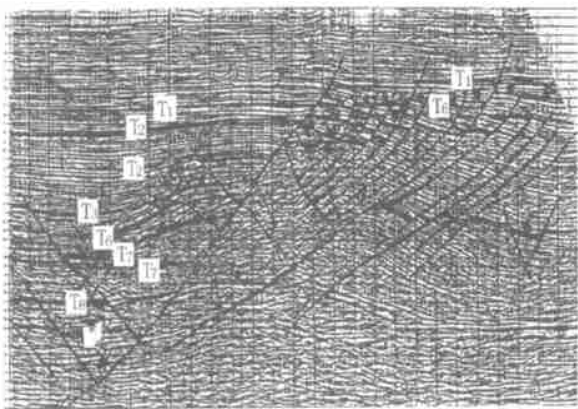


图3 马寨 157 剖面反向屋脊断块构造圈闭

反向正断块的上升盘由于断层面和上升盘的岩层倾向相反,使上盘地层在断面附近形成具有良好圈闭条件的高部位。除马寨地区外,临邑、临商、曲堤等地区也有该类圈闭,不过较马寨地区规模小。

(2) 同向断块圈闭

也为张性构造中的产物,在凹陷的盖层中是较有利的成藏圈闭。研究区同向断块的发育较反向屋脊断块更为普遍,几乎遍布整个临南地区的一切断裂地带。临南、江家店、马寨、夏口、临邑等地皆广泛发育该类圈闭,但以临南斜坡带发育规模最大最典型。

图4为江家店95剖面同向断层构造。各断块近似直线型向深部消失,断层之间大致平行。断块内地层以古近纪的沙河街组为主,其可能的含油地层也为沙河街组。江家店地区位于临南斜坡,临南斜坡是一个大的N倾单斜带,受夏口断裂体系的影响,沙一期该单斜带被一些断层切割,构成平缓的断阶带。这些断阶下部起通道作用,上部遇非渗透地层或断层泥起封闭作用形成同向断层圈闭。

与反向屋脊断块圈闭的形成机制相似,正向断块也是在各期构造运动中由重力和拉力作用形成的。所不同的是同向断块圈闭在形成过程中断块的转动方向与断层的倾向相同(图4),使断裂活动加剧了沉降。

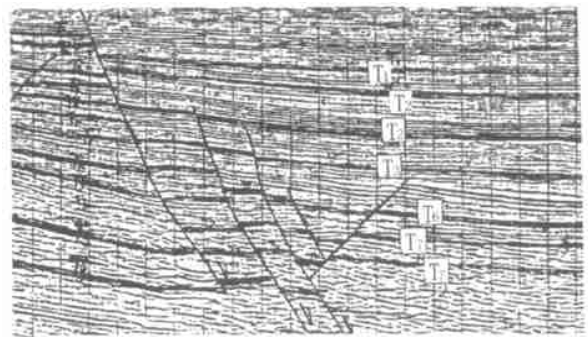


图4 江家店 95 剖面同向断层圈闭

(3) 地垒断块圈闭

较大尺度上的垒、堑相间的构造可称为盆岭结构,惠民凹陷内较大的垒—堑样式具典型意义的为临南地堑—曲堤地垒—济阳半地堑。临邑洼陷内盖层中小型的垒—堑断块主要发育在临南斜

坡地带,如夏口西 315 剖面的垒—堑断块圈闭(图 5)。该剖面处于近鲁西隆起地带,断层埋深较浅,由南及北 4 个垒、堑构造相间分布,地层基本上平行展布,与下伏的中生界不整合接触,其中的地垒断块就可构成圈闭。

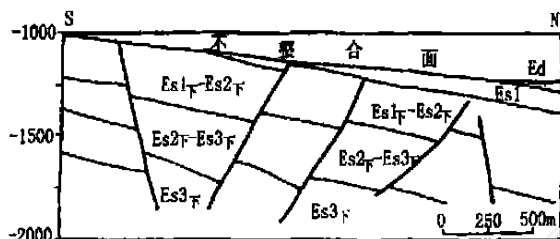


图 5 夏口西 315 剖面地垒断块圈闭

垒—堑断块也主要是由构造运动作用形成的。中生代末期,临邑断层和夏口断层开始产生,随后断裂不断发展,其影响经临南斜坡到鲁西隆起。先产生的断层发生沉降后,附近的地段由于受到拉张作用(近 SN 向)和地层重力的共同作用下也将发生断裂而弥补先前断层的潜在空间,从而形成了复杂的垒—堑断块构造,如具备良好的封闭条件即可形成圈闭。其形成时代与发育规模和埋深有关,一般浅层规模较小的圈闭多是东营期运动的产物,而深层规模较大的其形成时代则相对较早。

2.2 地层圈闭

指与地层不整合有关的圈闭,按成因和形态又分为不整合圈闭和潜山圈闭。区内发育的地层圈闭以不整合圈闭为主,本文只讨论不整合圈闭。按照圈闭与不整合面的关系,通常将不整合面以上的圈闭称之为地层超覆圈闭,以下的则称为地层不整合圈闭。

2.2.1 地层不整合圈闭

主要发育在临邑断裂和夏口断裂的上升盘地层剥蚀较大的地带,如盘河古隆起以及临南斜坡至鲁西隆起等地区。

盘河地区为一继承性古隆起,位于临邑断裂上升盘,东营期运动之后伴随区域性的隆起上升遭受强烈的风化剥蚀,且自东向西,自南向北剥蚀程度逐渐加深,残余厚度逐渐减少。因此,该区馆陶组覆盖的地层也因地而异,表现为西北部地区馆陶组基本上直接覆盖在沙三下盘河油层之上而

呈不整合接触,而东南部地区剥蚀程度较小,不同程度的保留了东营至沙二期地层,所以馆陶组通常不整合覆盖在东营组至沙河街组的各地层上。比如 272 剖面地层不整合圈闭(图 6),该剖面处于盘河地区东南部,剥蚀程度较小,尚有较薄的东营组—沙二段保留,馆陶组不整合覆盖在东营组至沙三段上(馆陶组以前地层为多期构造运动的结果)。此处更有意义的不整合面是沙三段与其上地层的不整合接触,不整合面以上地层主要起盖层作用,主含油层在沙三段。当然,东营组—沙二段如储集性能好也可能成为储集层。

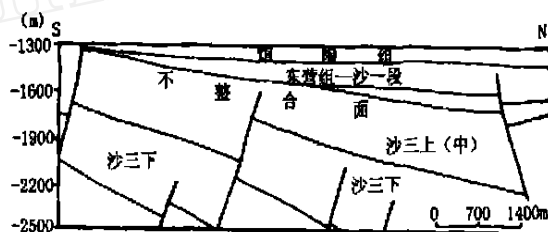


图 6 272 测线地质解释剖面图

夏口断裂的上升盘也常见不整合圈闭构造,其形成机制与盘河地区相似,是鲁西古隆起先遭受剥蚀而后被新沉积的馆陶组非渗透性岩层遮挡而形成的,形成时代估计在东营运动末期。馆陶组不整合在东营组、沙河街组之上,形成典型的角度不整合接触。据本区地层特征,不整合面以下地层极具圈闭意义,只要具备较好的油源条件便可成藏。

2.2.2 地层超覆圈闭

多发育在主断层的上升盘,沿古隆起分布。与地层不整合圈闭所不同的是新沉积地层的储集性能较好。临邑洼陷该类圈闭主要发育在夏口断层和临邑断层上升盘的古隆起附近地区。沙河街组不整合覆盖在古近纪始新世之上,同时新生代新近纪馆陶组又不整合覆盖在沙河街组各时代地层上,形成上、下两个不整合面。不整合面之上的地层自洼陷向边缘超覆,构成地层超覆圈闭。局部还发育沙二段—东营组的超覆圈闭。

2.2.3 岩性圈闭

临邑洼陷岩性圈闭也发育多种类型,目前已在部分地区的岩性圈闭中找到了工业油气流,但多规模较小。本文主要讨论其特征岩性圈闭类型

——火山岩圈闭。

临邑洼陷内火山岩主要分布在临邑断裂带上,特别是多组断裂的复合部位。东部以水下喷发岩为主,分布范围广;西部以次火山岩为主,分布范围局限,主要在大芦家地区。临邑洼陷曾发生多期的岩浆活动,有利于火山岩形成多种类型的圈闭。火山岩自身经次生改造后可以作为良好的储层。上述火山岩紧邻临南生油洼陷周围的构造高部位分布,有断裂与油气疏导层沟通以及火山岩自身封堵或其他盖层的良好配置,故而可形成火山岩油气藏。如临盘油田火山岩油气藏(图7)。

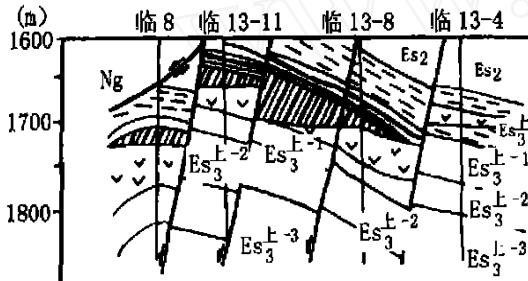


图7 临盘油田火山岩油藏剖面图 (据刘泽容等,1992年)

该油气藏位于临邑断裂带几组断裂的复合部位,火山岩属于次火山岩相,岩体中部厚,边缘薄,底平顶凸,呈岩盖产状侵入到沙二和沙三段的砂泥岩剖面中,受断层破坏而肢解,与其中砂岩构成共同储集体。

2.3 复合圈闭

研究区发育构造—地层、构造—岩性、地层—岩性三类复合圈闭。它们多与构造、地层不整合有关。因受勘探和研究程度限制,这里仅做简单介绍。

2.3.1 构造—地层圈闭

本区构造—地层圈闭主要发育断块—地层圈闭,多分布在盘河和夏口地区,即临邑断裂和夏口断裂的上升盘上。如在图8中沙三段就可能形成断层—地层圈闭,其形成机制与地层圈闭类似,为研究区多期构造运动的结果。只不过在这个过程中由于断块的生成而使原本形成地层圈闭复杂化。

2.3.2 地层—岩性圈闭

主要发育在临邑断裂上升盘,受东营运动影响该区伴随区域性隆起上升遭受强烈风化剥蚀后形成地层不整合接触关系,主要是馆陶组直接覆盖在沙河街组之上。形成了发育地层圈闭的良好条件,同时该区因处在主断层上升盘,常发育与河道砂有关的岩性圈闭。二者如发育在一起或靠近便可形成地层—岩性圈闭。马寨地区常发育该类复合圈闭。

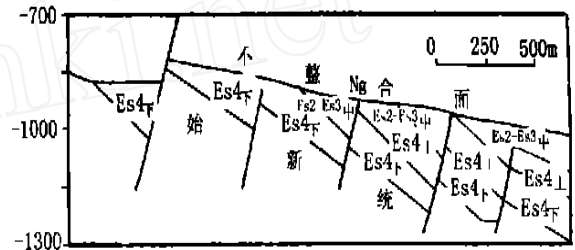


图8 夏口113剖面构造—地层复合圈闭

2.3.3 构造—岩性圈闭

研究表明,临南斜坡多发育与扇三角洲有关的岩性圈闭,这类圈闭如被断层切割就可能形成构造—岩性圈闭。而临南斜坡又大量发育系列同向断阶,这些断阶如果切砂岩体,且具备断层上部起遮挡作用,下部为油气运移起通道作用便可形成有利的构造—岩性圈闭。在对临南斜坡的勘探过程中该类圈闭很受重视。

3 临邑洼陷勘探潜力分析

临邑洼陷地区由于受多次构造运动和多种应力方式同时或不同时作用形成了断裂复合的联合的影响,构造面貌极为复杂。洼陷北部近EW向的临商断裂带及其与之伴生派生的帚状断裂体系、近EW向断层斜列和南部NEE向或近EW向的夏口断层控制了洼陷古近系的充填演化,与沉积的有序配置形成了本区多种类型的圈闭,特别是为隐蔽圈闭创造了条件;受两条断裂活动影响的长期继承性中央隆起带和临南斜坡为油气运移指明了方向;频繁活动的岩浆岩形成了许多与之相关的岩浆岩特殊构造圈闭如披覆背斜圈闭、底辟背斜圈闭等,以及岩性圈闭;多种类型圈闭的形成和分布为本区油气藏创造了重要的条件。

构造圈闭尽管在整个临邑洼陷占了举足轻重

的作用,但随着滚动勘探的进一步深入,构造类型的圈闭发现程度已经越来越高了,其勘探难度也越来越大。这使得人们必须把目光转到隐蔽油气藏的勘探上来。

(1) 断层与扇体配置形成的圈闭:此类圈闭是目前临邑洼陷发现的最主要的一种隐蔽油气藏圈闭类型,包括整个临南油田、瓦屋含油区块、临南-商河断裂带下降盘(大芦家油田除外)等,大多属于这种类型,其原因是临邑洼陷为北东断西南超的箕状洼陷,北、西北为盘河古隆起、南部为鲁西隆起向北的延伸。临邑洼陷沉积的不同时期,来自西北部、北部、南部、东南部的碎屑物质进入湖盆形成水下扇,与边缘断层配合则形成断层封闭的扇三角洲圈闭,湖盆沉积构造继承性发育,使这些扇体在大体一致的范围内,叠层发育,只是随着时间的变化规模大小,入湖方向略有变化,形成了叠层连片的广泛分布。

(2) 地层超覆和砂岩上倾尖灭形成的圈闭:由于临邑洼陷构造具有中央下掉,西北、东南抬升的特点,而物源主要来自北、西北、西南、东南、南部,因而为上倾尖灭圈闭形成创造了条件,不同层位其上倾尖灭地层分布不同,沙三中下段沉降速度快,物源碎屑少,洼陷欠补偿,因而在临邑洼陷的缓坡带存在着形成上倾尖灭性圈闭的地质条件。在临邑洼陷的南斜坡,是形成岩性尖灭的有利地区。

(3) 不整合面有关的地层岩性圈闭:临邑发育的3个大的不整合面(新近系和古近系之间,沙一、

沙二段之间,沙四与沙三之间)为本区形成与不整合面有关的油气藏提供了条件。从层序地层学的观点看,不整合面是基准面上升,在地层沉积过程中的体现,代表了地层的不连续沉积。在不整合面的上、下都可能形成油气藏。沙一段地层超覆于沙二段或沙三段等老地层之上形成的地层超覆油气藏;不整合面起侧向封堵作用,如盘河油田紧邻临盘断裂带上升盘的油藏;沙一段超覆于沙四、孔店组砂层之上形成圈闭,这类油藏中沙三既是源岩又是盖层,生储盖条件配置有利时,可形成沙三、沙四的不整合有关的油气藏;馆陶组在部分地区底部广泛分布泥岩是形成下伏地层圈闭的有利条件。

(4) 浊积扇砂体圈闭:这种类型的圈闭主要发育于距河口有一定距离的湖盆中部,属于3种三角洲及扇三角洲前缘处的部分,主要因为重力作用而形成,浊积扇砂体具有好的成藏条件及生储盖匹配关系。

(5) 岩浆岩圈闭:岩浆岩发育是本区的一个主要特色,岩性以辉绿岩、玄武岩及凝灰岩为主。根据已有资料本区的商741井区块已探明地质储量上千万吨。地震剖面上还可识别出上百个小的岩浆岩体,是一个重要的成藏领域。

参考文献:

- [1] 陈荣书. 石油及天然气地质学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1994,153.

Study on Encirclement Types and Origin of Linyi Depression

DUAN Shuang - guo , GAO Zhi - wei , WANG Shun - hua

(Linpan Oil - exploration Company of Shengli Oil Field , Shandong Dezhou 251507 , Chia)

Abstract :Linyi depression is a compound oil - gas congregation area which has many gas - oil bearing strata and complicated structure. Type ,origin of Linyi depression encirclement are introduced emphatically. Form of Linyi depression is introduced form the point of encirclement , and exploration direction is analyzed as well.

Key words :Linyi depression ; tectonic encirclement ; strata encirclement ; compound encirclement ; fault