

文章编号: 1001-6112(2006)06-0560-06

中小型盆地隐蔽油气藏形成的地质背景与成藏模式

——以渤海湾盆地南堡凹陷为例

罗 群^{1,2}, 吏锋兵³, 黄捍东^{1,2}, 周海民⁴

(1. 中国石油大学 盆地与油藏研究中心, 北京 102200; 2. 北京石大博创复杂油气藏技术开发中心, 北京 102200; 3. 中国石油化工股份有限公司 胜利油田有限公司 孤岛采油厂 地质研究所, 山东 东营 257231; 4. 中国石油天然气股份有限公司 冀东油田分公司 勘探开发研究院, 河北 唐山 063000)

摘要:中小型含油气盆地凹陷相间,同沉积断裂和褶皱发育,相变剧烈,不整合面多,生储盖组合优越,具备大规模形成隐蔽油气藏的构造背景和地质条件。渤海湾盆地南堡凹陷存在断裂坡折、挠曲坡折和沉积坡折等多种成因类型的坡折带,它们控制了上倾尖灭、透镜体、断层—岩性、地层超覆、不整合遮挡、物性封闭等多种类型的隐蔽圈闭(油气藏)。隐蔽圈闭为隐蔽油气藏形成提供空间,输导体系沟通油源和隐蔽圈闭为隐蔽圈闭输送油气,烃源岩供给成熟油气,这 3 个基本要素在时空上形成有利的三维(元)—体关系,导致了隐蔽油气藏的形成。隐蔽油气藏形成需要经过 3 步(三步曲):断裂控坡折带、坡折带控隐蔽圈闭和油源断裂输导成藏。

关键词:地质背景;成藏模式;隐蔽油气藏;坡折带;南堡凹陷;渤海湾盆地

中图分类号:TE122.3

文献标识码:A

隐蔽油气藏的勘探与开发已成为稳定东部、开发西部的重要途径^[1~3]。陆相断陷盆地凹陷相间、同沉积断裂发育、成带分块构造格局明显、多幕拉张—反转地质演化历史为各种隐蔽油气藏的形成与分布提供了良好的地质条件和构造背景^[4]。

南堡凹陷位于渤海湾盆地黄骅坳陷的北部,是一个北断南超的小型箕状凹陷,面积 1 932 km²。经过 40 多年的勘探,南堡凹陷相继发现了柳赞、高尚堡、唐海、杜林、老爷庙、北堡等油田。随着勘探工作的不断深入,凹陷内容易发现的以构造为主体的油气藏已经找得差不多了,非构造类型的隐蔽油气藏的勘探已逐渐成为南堡凹陷油气勘探的主要领域和战场。那么,南堡凹陷是否具备大规模形成隐蔽油气藏的地质背景和有利条件?其隐蔽油气藏形成的规律是什么?这是目前南堡凹陷进行隐蔽油气藏勘探必须回答的首要问题。

1 南堡凹陷形成隐蔽油气藏的地质背景和有利条件

1.1 地质背景

南堡凹陷位于华北地区东北部、燕山台褶带南缘,为渤海湾盆地北侧的小型油气凹陷,中生代以

来受太平洋北部库拉板块俯冲作用,经历了多次(幕)拉张(或张扭)构造演化;受基底断裂活动控制,形成了多凸多凹、凹陷相间、南北分带、东西分块的构造格架。断裂发育、凹陷相间的构造背景为构造油气成藏提供优越构造圈闭条件的同时,也为形成各种非构造的隐蔽油气藏创造了良好的地质条件。

断裂活动导致岩性、岩相变异和构造抬升、沉降,与各种地质界面匹配形成多种类型的非构造圈闭,为各种隐蔽油气藏的形成提供了可容纳空间和机会。南堡凹陷断裂极为发育,不同级别、性质的断裂有规律地组合形成复杂的断裂系统,如发育于高柳地区受柏各庄、高柳、高北断裂控制的高柳断裂系统,受西南庄断裂控制的老爷庙断裂系统,受南堡南、北断裂控制的南堡断裂系统,受老堡断裂控制的老堡断裂系统以及受蛤坨断裂控制的蛤坨断裂系统等。这些断裂系统的共同特征是基底控制性断裂及其派生的二、三级断裂大多具有同沉积活动的特征,一方面导致其上、下盘地层岩性、岩相的差异和相变,为岩性油气藏的形成准备圈闭条件;一方面这些复杂的断裂系统与地层、不整合匹配,形成多种类型的隐蔽圈闭,如小型、微型断块、断层—岩性、断层—不整合等。

收稿日期:2005-10-24;修订日期:2006-10-30。

作者简介:罗 群(1963—),男(汉族),四川乐山人,博士后、副教授,主要从事油气成藏机理与资源评价教学和科研工作。

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(61999043310)和中国博士后科学基金项目(PX060696)。

受基底大断裂同沉积活动的控制,南堡凹陷发育多个规模较大的褶皱构造,如受柏各庄断裂控制的柳赞同沉积背斜,由柏各庄断裂同沉积活动导致的受高柳断裂控制的高尚堡潜山披覆构造,受西南庄断层控制的老爷庙和北堡滚动背斜以及受南堡凹陷中央断裂带控制的南堡、老堡和蛤坨构造。这些背斜构造的共同特征是具有同生性和继承性,这种地质背景必然在构造侧翼形成沉积的可容纳空间,为在构造侧翼形成岩性、岩相变化、上倾尖灭、透镜体等隐蔽圈闭提供了构造背景条件。目前发现的高22—10、高5等隐蔽油气藏属于这种情况。

南堡凹陷演化经历了多次构造运动、多幕拉张沉降和回返剥蚀旋回,形成了多个不整合面,如 $E_s^{3(5)}$ 底、 $E_s^{3(3)}$ 底、 E_s^2 底、 E_s^1 底、 E_d^1 底、 N_g 底等,在凹陷边缘和凹陷内的基底隆起处或构造高部位,不整合面更加发育。不整合面的存在,为形成各种类型的地层型隐蔽油气藏(如不整合遮挡、地层超覆)提供了圈闭条件;再者,不整合往往是油气横向运移的良好通道,为形成地层型隐蔽油气藏提供油气来源。本区目前发现的典型不整合遮挡油气藏为柳北的柳202x1($E_s^{3(3)}$ III)油气藏。

南堡凹陷下第三系为断陷演化时期,强烈的构造运动产生多凹多凸、凹陷相间的构造格架,断裂强烈活动,发育多种类型的沉积相和微相,尤其以各类扇体沉积为特征,相变剧烈,为形成以岩性变化为主的隐蔽型油气圈闭奠定了良好的沉积背景。南堡凹陷陆上地区东部基底同沉积断裂较发育,尤以柏各庄、高柳断裂为代表,由于它们长期、多期活动,导致沉积差异大,形成了以扇三角洲、低位扇(湖底扇)、断崖扇为特征的扇体沉积体系,在纵向上叠置、平面上并列,如四周被柏各庄、高柳断裂围限的拾场次洼,就是一个扇三角洲沉积体发育的“窝子”,沿高柳断裂下降盘发育一系列断崖肩。南堡凹陷陆地西部沉积体系主要受老王庄、西南庄断裂控制,由于断裂活动性相对较弱,地形高差相对低,故发育以河流三角洲为主的沉积体系,如老爷庙、北堡地区。南堡海域远离盆地边缘,物流供给不充分,以浅海—半深湖沉积为主,洼陷中心(如林雀、柳南次洼)存在湖底扇或浊流砂体。中央构造带(南堡—蛤坨构造带)及其附近深层发育断崖扇,浅层发育扇三角洲或三角洲沉积体。它们在纵向上相互转化、重叠,横向上相变、共存,为各类隐蔽油气圈闭(如透镜体、上倾尖灭、断层—岩性、构性封闭等)的形成提供了良好的沉积条件和背景。

1.2 有利条件

和构造油气藏一样,南堡凹陷下第三系隐蔽圈闭具备了形成油气藏的优越石油地质条件。

勘探与研究表明,南堡凹陷下第三系发育 E_s^3 、 E_s^2 、 E_d 等多套烃源岩,高柳—拾场次洼地区以 $E_s^{3(4-5)}$ 为主,高南地区 E_s^3 、 E_s^{2-1} 、 E_d 等多套烃源岩共存,纵向上叠套在一起,不同区域烃源岩成烃情况不同,其中林雀及柳南次洼中心部位的 E_s^3 烃源岩已进入高一过成熟期,曹妃甸次洼主体部位的 E_d^3 烃源岩已进入成熟—高成熟阶段,整个南堡凹陷的 $E_s^{3(4-5)}$ 烃源岩(包括拾场次洼)均已进入成熟门限。可以说,整个南堡凹陷均为多套成熟—高熟生烃岩充填,是一个富生烃凹陷,为隐蔽油气藏的形成提供了充足的油气源。

输导体系是由开启的断层、不整合面和高孔渗的骨架砂(砾层)组成的输导油气向隐蔽圈闭运移的网络体系。南堡凹陷发育柏各庄、老王庄、高柳、老爷庙、北堡以及南堡—蛇坨等多个断裂体系,每个断裂体系都由各自的主体断裂(长期或多期活动幼基底大断裂)及其派生、次生断裂构成,纵向上构成多级“Y”字形、反“入”字形,平面上形成平行、帚状、斜列等多种断裂组合形式。它们在纵向上往往沟通不同层位的烃源岩和不同类型的隐蔽圈闭,或沟通不整合面 and 骨架砂砾岩输导层,形成油气运移网络输导系统,将油气从高势区输送到低势区(隐蔽圈闭)中聚集成藏。高柳地区以近物源快速堆积为特征,导致其骨架砂体主要以各类扇(扇三角洲、近岸扇、湖底扇)形沉积体为主,骨架砂体(砂、砂砾岩)多以透镜体、分布局限的条带状砂体为主,断裂与骨架砂体构成“T”型输导体系;在老爷庙、北堡地区和海域构造发育区,发育三角洲—湖相沉积体系,席状砂大面积分布,与断裂构成“网毯”式输导体系,“网”即断裂网络,“毯”即大面积分布的骨格砂体^[5,6],油气通过“网毯”式输导体系,在其中低势区的岩性圈闭中聚集,形成隐蔽油气藏;在南堡凹陷南部缓坡带,阶梯状断裂与骨架砂岩可构成“阶梯状”输导体系;在烃源岩发育的深洼内部,发育湖底扇或沉积砂等透镜状沉积体,它们被烃源岩包裹,生成的油气直接由烃源岩的裂缝进入砂岩透镜体中,形成自生自储式“裂缝向心会聚型”运移体系,通道为烃源岩产生的裂缝等。各输导体系分布见图1。

源岩—油源断裂—隐蔽圈闭三位一体组合优越。南堡凹陷不仅发育多套成熟烃源岩,而且分布范围广,几乎占据了整个南堡凹陷。断入烃源岩的

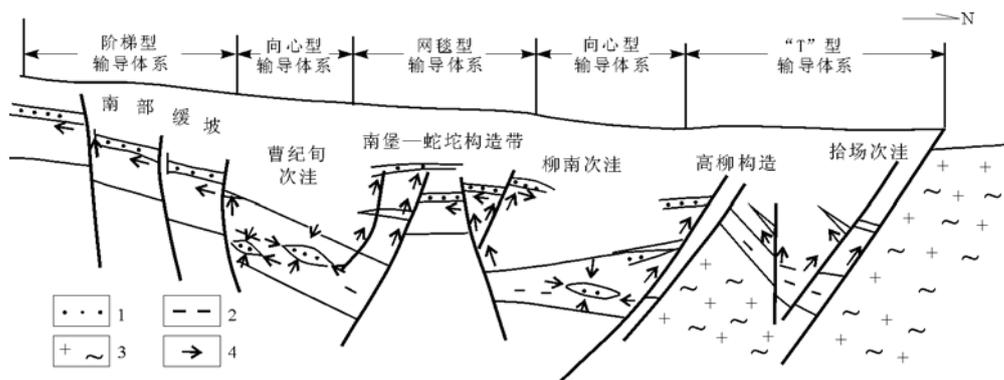


图 1 渤海湾盆地南堡凹陷油气运聚输导体系

1. 储集层; 2. 烃源岩; 3. 基底; 4. 运移方向

Fig. 1 Oil and gas migration and accumulation systems in the Nanpu Sag, the Bohai Bay Basin

断裂大多具有油源断裂特征, 它们将烃源岩与隐蔽圈闭联结在一起, 成为南堡凹陷主要的源岩—通道—圈闭三位一体的成藏形式, 这种形式在高柳—拾场地区尤为典型。此外, 被成熟烃源岩包裹的砂岩透镜体形成的自生自储两位一体的成藏模式是另一种主要的成藏形式。

2 南堡凹陷隐蔽油气藏基本类型

2.1 隐蔽油气藏的概念及识别标志

隐蔽油气藏是指用目前的传统理论难以预测、用常规地球物理方法难以发现的油气藏。传统理论如构造控油理论; 常规技术指常规地震解体、地震相预测、地震反演技术等, 由于其预测精度的限制, 难以预测隐蔽性较强的油气藏的位置和规模。

但是, 通过应用先进的地质理论、采用高精度的地球物理技术, 可以预测和发现这些隐蔽性较强的油气藏。先进理论如层序地层学^[7~9]、坡折带理论、沉积微相理论; 高精度地球物理技术(方法)包括高精度储层反演和裂缝预测、高精度地震属性提取和烃检测技术等。

岩性油气藏、地层油气藏、低幅度、微幅度构造油气藏和小断块、微断块油气藏, 以及物性封堵、水动力油气藏均属于隐蔽油气藏。

依据其概念, 我们认为隐蔽油气藏具有以下特点: 1) 不位于构造的高部位(如构造翼部或斜坡或洼陷或向斜之中或其他非构造高部位, 如鞍部), 油气藏边界与构造等高线斜交; 2) 非构造因素(岩性、不整合、物性封闭、裂缝性、水动力因素)起主要控制作用; 3) 规模一般较小, 刚发现时其规模、类型、范围、性质、潜力难以确定。上述特点可作为隐蔽油气藏的识别标志。

2.2 南堡凹陷隐蔽油气藏分布特征

经过数十年勘探, 南堡凹陷下第三系已发现上百个油气藏。依据隐蔽油气藏的概念和识别标志, 认为至少有 15 个油气藏属于隐蔽油气藏范畴, 它们是: 高 22—10 井油气藏($E_s^{3(3)}$)、柳北油气藏($E_s^{3(3)}$ III—V)、柳 9 井油气藏($E_s^{3(3)}$)、高 25x1 油气藏(E_d^3)、高 40 井油气藏(E_d^3)、高 20 井油气藏(E_d^3)、高 27 井油气藏($E_s^{3(3)}$)、高 35 井油气藏(E_d)、高 14 井油气藏($E_s^{3(3)}$)、高 5 井油气藏($E_s^{3(3)}$)、北 13 井油气藏(E_d^3)、北 3 井油气藏($E_d^2—E_d^3$)、老 2x1 井油气藏(E_d^3)等。平面上主要分布在东部高柳地区及周边和老爷庙—北堡构造地区, 构造上主要分布于高柳构造带围斜部位及老爷庙—北堡构造的南翼(围斜)部位, 少部分分布于柳南洼陷。从坡折带的角度来看, 这些已经发现的隐蔽油气藏均分布于不同类型的坡折带中, 即断裂、挠曲、沉积和侵蚀坡折带中, 坡折带控制了隐蔽油气藏的分布。

2.3 隐蔽油气藏基本类型及典型隐蔽油气藏成藏条件

南堡凹陷已找到的 15 个隐蔽油气藏, 可归结为上倾尖灭、透镜体、断层—岩性、不整合遮挡、物性封闭、地层超覆等 6 种基本类型, 分布于断裂、挠曲和沉积坡折带中。通过剖析不同类型典型隐蔽油气藏的成藏条件和过程, 以总结本区隐蔽油气藏的成藏与分布规律。

2.3.1 上倾尖灭型油气藏

在同沉积构造围斜地区或斜坡背景上, 由于储集层向上倾方向尖灭而构成圈闭条件, 形成上倾尖灭隐蔽圈闭, 油气在其中聚集成藏形成上倾尖灭油气藏。这种类型的油气藏主要受断裂坡折和挠曲

坡折控制,在沉积坡折带中也可能形成。

高5井 $E_s^{3(3)}$ II—IV 油气藏位于高尚堡构造北翼,由受挠曲坡折控制的一组向南上倾尖灭的砂岩组成,是来自北部扇三角洲砂体向高北斜坡上尖灭的构造背景上的岩性油气藏,其圈闭面积 5 km^2 ,最大厚度 300 m ,高点埋深 2980 m 。高2、高5、高19、高191x1 等井均在 $E_s^{3(3)}$ 钻遇厚油层,并获得高产工业油流,油层内部压力异常高,表明四周被大套泥岩封闭,这也是岩性油气藏的一个证据。

图2为高5井 $E_s^{3(3)}$ 油藏成藏模式。由此可知,沟通下部 $E_s^{3(4-5)}$ 源岩和目的层 $E_s^{3(3)}$ 的北倾方向的高19井尖灭圈闭的油源断裂对输导油气向隐蔽圈闭中运移起了至关重要的作用,即拾场次注中的 $E_s^{3(4-5)}$ 成熟烃源岩排运的油气,只能通过高19井顺向开启断裂向上、向南运移,进入 $E_s^{3(3)}$ 储层后再沿储层输导层向北高部位运移,最后被上倾尖灭的砂岩圈闭聚集成藏,形成高5井 $E_s^{3(3)}$ 上倾尖灭油气藏。

2.3.2 透镜体油气藏

砂岩透镜体岩性圈闭是由透镜状的储集岩体或其他不规则储集岩体四周被非渗透性岩层包围而形成的圈闭。作为其储集层的近源浊积扇砂体、前三角洲亚相的滑塌浊积岩砂体、河流相砂岩体等往往具有成群成带分布的特点,油藏原始压力高、地饱压差大,因而多具有较高的初期产能。

透镜体岩性圈闭主要位于断裂坡折带控制的深洼陷之中或斜坡带,以扇三角洲、水下扇、湖底扇、浊积扇沉积体各砂岩为主。由于四周被烃源岩包围,具有得天独厚的油源供给条件,极易形成透镜体油气藏,输导体系为泥岩裂缝向心会聚型。

高20井 E_d^3 砂岩透镜体油气藏位于高柳断

裂下降盘,储层沉积体为水下扇砂体,为受高柳断裂控制的断裂坡折带发育的透镜体砂体。储层为中孔中渗型储层,孔隙度为 $18\% \sim 24\%$,渗透率为 $(50 \sim 250) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,圈闭面积 6.0 km^2 。高20井在 $3842.0 \sim 3849.8 \text{ m}$ 井段1层 7.8 m 试油,日产油 9.0 L ,气 6759 m^3 ,无水。

2.3.3 不整合遮挡油气藏

地层不整合圈闭的形成与区域性沉积间断及剥蚀作用有关。剥蚀突起或剥蚀构造被后来沉积的非渗透层所覆盖,形成地层不整合遮挡圈闭,油气在其中聚集就形成地层不整合遮挡油气藏。柳13油藏 $E_s^{3(3)}$ II—V 油组在柳17—17,15—15,17—23井一带尖灭,与下伏地层呈角度不整合接触,形成不整合遮挡油气藏(图3)。油藏储集体为 $E_s^{3(3)}$ 沉积的低位域砂体,油层孔隙度为 $11\% \sim 29\%$,渗透率为 $(10 \sim 2000) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,含油面积为 6.3 km^2 ,石油地质储量 $2072 \times 10^4 \text{ t}$ 。柳13油藏在 $E_s^{3(3)}$ 油组 $3235.4 \sim 3227.3 \text{ m}$ 井段试油,油层厚度 8.1 m ,日产原油 43.4 t 。图3为柳13井区沙三地层不整合油气藏成藏模式,其下倾方向的顺向油源断裂沟通 $E_s^{3(4-5)}$ 成熟烃源岩,使拾场次注中的成熟油气沿断裂向北、向上进入 $E_s^{3(3)}$ III—V 目的层,在目的层输导层输导下继续往北运移,最后聚集在不整合遮挡的圈闭中成藏。这里柏各庄断裂坡折带控制了不整合圈闭的形成,而其下倾方向的顺向断裂又起到了沟通油源输导运移成藏的作用。

2.3.4 断层—岩性油气藏

受断层和岩性双重因素控制形成的圈闭为断层—岩性圈闭,油气在其中聚集便成为断层—岩性油气藏。这里,断层起遮挡作用,岩性起储集作用。

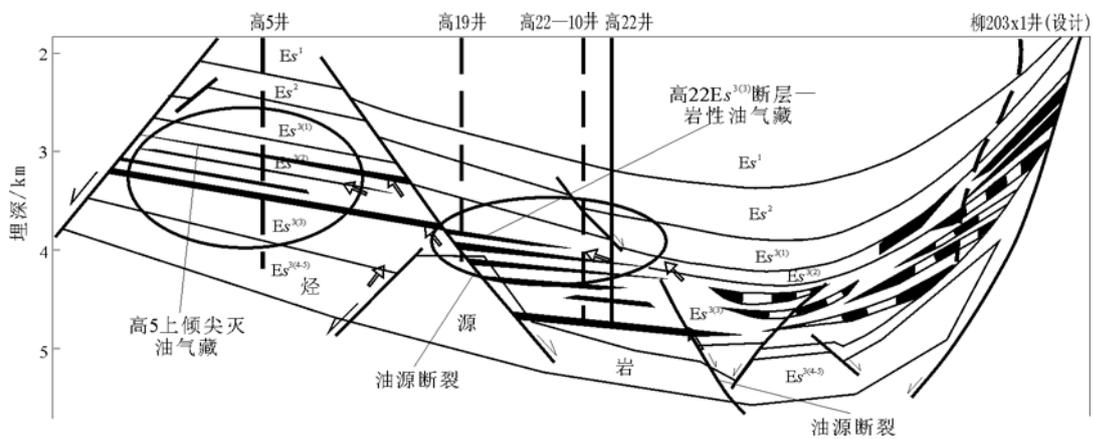


图2 渤海湾盆地南堡凹陷高5,22井区油气成藏模式

Fig. 2 Oil pool forming model in the Gao-5 and Gao-22 well region, the Nanpu Sag, the Bohai Bay Basin

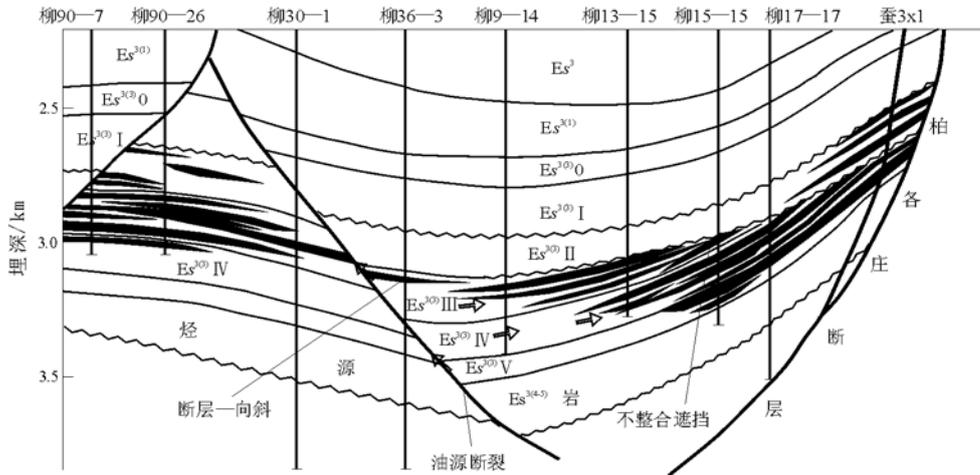


图 3 渤海湾盆地南堡凹陷柳 13 井区油气成藏模式

Fig. 3 Oil pool forming model in the Liu-13 well region, the Nanpu Sag, the Bohai Bay Basin

由于这类油气藏带位于断裂发育的挠曲坡折带和断裂坡折带,规模相对较小,因此具有较大的隐蔽性。

高 22 断层—岩性油气藏位于高北斜坡与拾场洼陷交接处。分析认为在 E_s^3 时期来自北部受柏各庄断裂控制的扇三角洲向西南方向超覆,被近东西向断裂遮挡而形成隐蔽油气藏,储层沉积体为 $E_s^{3(3)}$ 向下延伸进拾场次注的高位域扇三角洲。高 22—10 井对 4 468.0~4 509.8 m 井段试油,4 层 9 m,日产原油 11~13 m^3 ;高 22 井对 4 248.0~4 257.4 m 井段试油,日产原油 3.81 t。高 22 断层—岩性油气藏油气运聚成藏条件十分优越,既位于拾场生烃洼陷之中,又处于高部位,是油气向南运移的有利指向;其次,高 22 断层—岩性圈闭下倾方向又有顺向油源断裂沟通, $E_s^{3(4-5)}$ 生出的成熟烃源岩在浮力和压力作用下沿开启的油源断裂向上运移进入 $E_s^{3(3)}$ 储层后,在浮力作用下沿输导层向高部位的高 22 断层—岩性圈闭中运聚,被上倾方向断层遮挡而聚集成藏,图 2 右侧是高 22 断层—岩性油气藏成藏模式。

3 南堡凹陷隐蔽油气藏成藏模式

3.1 三元控藏机理和成藏三步曲

通过典型隐蔽油气藏成藏条件分析,提出了南堡凹陷隐蔽油气藏成藏的基本机理——三元控藏机理和隐蔽油气藏形成过程的成藏三步曲。

三元指形成隐蔽油气藏所必须具备的 3 个基本地质要素——隐蔽圈闭、输导体系和油源,且这 3 个基本要素要在时空上形成有利的匹配关系,即三维(元)一体关系,即油气大量运移时期有输导体系沟通油源和隐蔽圈闭,隐蔽圈闭必须位于输导体

系优势运移通道上。

隐蔽油气藏成藏需要经过 3 个阶段,即成藏三步曲:断裂控坡折带—坡折带控隐蔽圈闭—油源断裂(或裂缝)输导成藏。

3.2 南堡凹陷隐蔽油气藏综合成藏模式

选择 2 条南堡凹陷区域性有代表意义的大剖面,综合隐蔽油气藏运聚成藏的各种信息,作出南堡凹陷隐蔽油气藏运聚成藏的综合模式图(图 4)。

由图 4 可知,高柳地区及周边地区以断裂、挠曲坡折控圈控藏为特色。深层 $E_s^{3(4-5)}$ 为源内成藏体系,以透镜体隐蔽圈闭成藏为主,向心会聚输导体系、隐蔽圈闭—裂缝—烃源三元成藏模式;中浅层 $E_s^{3(3)}$ 以上为源外成藏体系,拾场次注四周发育透镜体、上倾尖灭区、断层—岩性、物性封闭及不整合遮挡、地层超覆等多种类型的隐蔽油气藏,隐蔽圈闭—油源断裂—烃源三维一体成藏模式,“T”型输导系统。北堡—老爷庙及周边地区以挠曲坡折和沉积坡折控藏为特色。深层(E_d^3)为源内成藏体系,透镜体、上倾尖灭区隐蔽圈闭发育,隐蔽圈闭—裂缝—烃源三维一体成藏模式,向心会聚输导系统;中浅层为源外成藏系统,隐蔽圈闭—油源断裂—烃源三维一体成藏模式,以上倾尖灭、断层—岩性隐蔽圈闭为主,“T”型输导系统。南堡—蛤坨构造带,断裂—挠曲坡折,以透镜体、上倾尖灭区、断层—岩性隐蔽圈闭为主,源内成藏体系,隐蔽圈闭—油源断裂(或裂缝)—烃源三维一体成藏模式,网毯式输导系统。

4 结论与认识

1)南堡凹陷凹陷相间,同沉积断裂和褶皱发育,

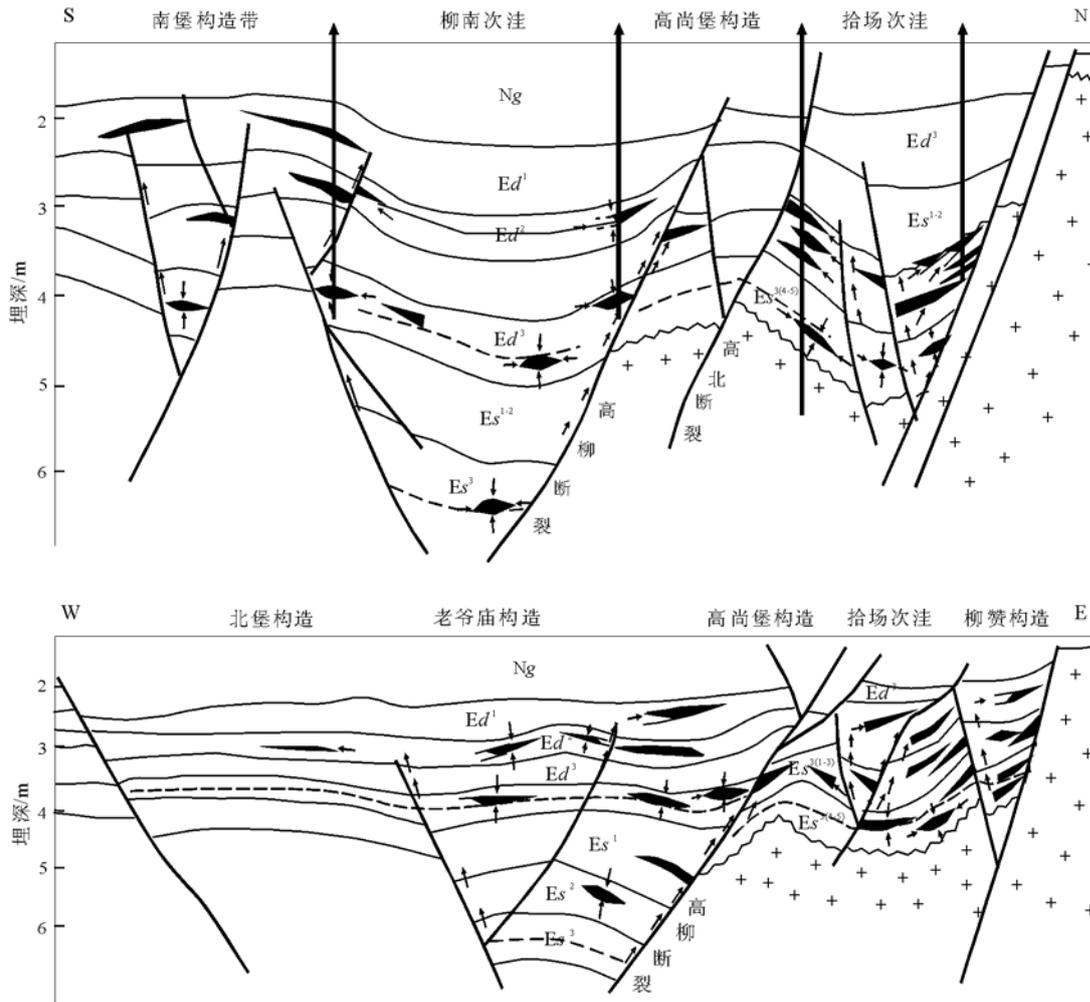


图4 渤海湾盆地南堡凹陷隐蔽油气藏成藏综合模式

Fig. 4 Subtle petroleum accumulation forming synthetic model in the Nanpu Sag, the Bohai Bay Basin

相变剧烈,不整合面多,生储盖组合优越,具备了大规模形成隐蔽油气藏的构造背景和地质条件。

2)南堡凹陷存在断裂、挠曲和沉积等多种成因类型的坡折带,控制了上倾尖灭、透镜体、断层—岩性、地层超覆、不整合遮挡、物性封闭等多种类型的隐蔽圈闭(油气藏)。其中断裂坡折对隐蔽圈闭(油气藏)的控制作用最为显著。

3)隐蔽油气藏形成需要经过3步(三步曲):断裂控坡折带—坡折带控隐蔽圈闭—油源断裂输导成藏。

4)提出了隐蔽圈闭聚集油气成藏的三元控藏机理,即隐蔽圈闭为隐蔽油气藏形成提供空间,输导体系沟通油源和隐蔽圈闭为隐蔽圈闭输送油气,烃源岩供给成熟油气,3个基本要素要在时空上形成有利的匹配关系,即三维(元)一体关系。

参考文献:

1 温志新,王红漫,陈春强等. 南襄盆地泌阳凹陷南部陡坡带隐蔽

油气藏形成与分布[J]. 石油实验地质,2006,28(2):117~122
 2 李丕龙,张善文,宋国奇等. 断陷盆地隐蔽油气藏形成机制:以渤海湾盆地济阳拗陷为例[J]. 石油实验地质,2004,26(1):3~10
 3 宗国洪,冯有良,刘承华等. 同沉积断裂带砂砾岩隐蔽油藏研究:以东营凹陷胜北断裂带为例[J]. 石油实验地质,2003,25(3):274~279
 4 罗群,白新华. 断裂控烃理论与实践:断裂活动与油气聚集研究[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1998. 34~42
 5 李丕龙,庞雄奇. 陆相断陷盆地隐蔽油气藏形成:以济阳拗陷为例[M]. 北京:石油工业出版社,2004. 80~84
 6 李丕龙,庞雄奇. 隐蔽油气藏形成机理与勘探实践[M]. 北京:石油工业出版社,2004. 80~84,350~357
 7 威尔格斯 C K. 层序地层学原理[M]. 徐怀大译. 北京:石油工业出版社,1993. 448~520
 8 张明安,鲜本忠. 层序地层学在泌阳凹陷隐蔽油藏预测中的应用[J]. 石油实验地质,2003,25(4):395~398
 9 程晓琳,周小进,郭建华. 渤海湾盆地东濮凹陷 T-R 旋回层序地层学与隐蔽油藏研究[J]. 石油实验地质,2003,25(增):548~552

(下转第 573 页)

