

渤海海域石油地质条件与油气田分布特征探讨

王睿

中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司 天津 300459

摘要:我国最早进行石油勘探的海域就是渤海,目前已经在渤海湾盆地发现了一定规模的油藏。通过对该位置的原油指标以及形成的地质条件进行研究,原油可以分为凝析油、中质油和生物降解稠油三大类,由此可以看出,渤海地下的原油物性十分丰富。本文主要介绍了渤海海域石油的形成机制与演化,并对该海域中石油的地质条件以及油气田的分布特征进行了分析,希望给相关的工作人员提供一些参考信息。

关键词:渤海海域;地质条件;油气田分布

Exploration of Petroleum Geological Conditions and Distribution Characteristics of Oil and Gas Fields in the Bohai Sea Area

Wang Rui

Engineering Technology Branch of CNOOC Energy Development Co., Ltd., Tianjin 300459

Abstract: The earliest oil exploration area in China was the Bohai Sea, and a certain scale of oil reservoirs have been discovered in the Bohai Bay Basin. By studying the crude oil indicators and geological conditions formed at this location, it was found that crude oil can be divided into three categories: condensate oil, medium quality oil, and biodegradable heavy oil. From this, it can be seen that the physical properties of crude oil underground in the Bohai Sea are very rich. This article mainly introduces the formation mechanism and evolution of oil in the Bohai Sea area, and analyzes the geological conditions and distribution characteristics of oil and gas fields in the area. It is hoped to provide some reference information for relevant staff.

Key words: Bohai Sea area; Geological conditions; Distribution of oil and gas fields

引言:石油是一种不可再生资源,是制作各种化工产品的重要原料,对于我国经济发展而言十分关键。渤海海域位于我国最北面,充满了油气资源,现阶段已经成为我国第二大原油生产区,在海洋石油产业中占据着非常重要的地位。通过对渤海海域石油地质条件以及油气田分布特征的研究,能够进一步发现与研究控制油气分布的主要因素,从而为渤海海域石油的开采提供科学依据。

1 渤海海域石油的形成机制与演化

1.1 渤海盆地机制的动力学成因

渤海海域的发育主要以两种体系为主,分别是大型伸展断裂体系和大型走滑断裂体系,其中比较大型的伸展断裂主要有莱北断裂以及黄北断裂等,它们起到了控制渤海中南位置凸起与凹陷形成与演化的作用;大型走滑断裂则主要是以郯庐断裂为代表,控制了该海域中盆地的形成与演化,这两种体系决定了渤海与其他在单一机制作用下而形成的盆地不同,它是走滑和伸展所共同作用下而产生的结果。除此之外,地幔热活动也是造成盆地产生凹陷问题的原因之一,而上地幔上隆和岩石圈底部的侧向流动则会造成地壳破裂,

从而形成构造变形,与此同时在东北-西南区域机压的影响下,盆地还会向北北东的方向继续断裂,继而发生右旋剪切作用,对渤海海域新生代盆地构造的产生具有非常深刻的影响。

1.2 渤海新生代构造的演化

新生代时期,渤海湾盆地逐渐形成了区域沉降与沉积的中心,其中郯庐断裂带的右旋走滑占据了更加主导的位置,并为后期的油气成藏以及富集奠定了基础。

渤海海域中盆地的演化主要分为以下五个阶段:(1)裂陷一幕,渤海湾盆地最早普遍处于剥蚀阶段,然后慢慢沉积,发育了孔店组地层,并逐渐进入断陷期。(2)热沉降阶段,当砂三段沉积结束后,整个盆地进入到了热沉降阶段,此时的充填类型也发生了比较明显的变化^[1]。例如砂一二段沉积时期之前所产生的裂陷一幕和沉积之后所产生的裂陷二幕在动力学方面就存在非常明显的区别,裂陷二幕体现出的是走滑动力机制,而裂陷一幕则是上、下地壳非均匀的不连续伸展运动更加突出。(3)裂陷二幕时期,此时的表现主要是断层活动速率和构造沉降率变大,渤海海域也逐

渐成了盆地的沉积与沉降中心, 并形成了第二主力烃源岩, 即东营组烃源岩, 它是渤海盆地所特有的岩石。(4) 二期裂后的热沉降阶段, 该阶段东营组顶部的发育区域性不整合面, 意味着古近代时期的裂陷结束, 渤海盆地逐渐向中心式不断的充值。(5) 新构造的运动阶段, 该阶段的渤海盆地呈现出快速沉降状态和相对罕见的同期次断裂活动, 在郯庐断裂的右旋走滑运动下, 形成了非常典型的花状构造等, 同时还伴随着第四系沉积中心所出现的迁移变化。渤海海域通过上述介绍的构造运动, 对石油地质条件产生了极其重要的影响, 在一定程度上也决定了油气富集所存在的差异化, 该研究对于后续油气的勘探具有十分深远的意义。

2 渤海海域石油的地质条件

2.1 烃源条件

渤海海域具有一定的生烃能力, 根据其烃源的实际条件, 从上至下分别为东营组、砂一二段、砂三段以及孔店组-砂四段四套烃源岩。根据相关数据信息表明, 90%的是油气储备都集中在10%的富烃凹陷中。工作人员在生物学、海洋学等学科的基础上对烃源进行了研究, 认为其是从传统的固体沉积物中不断发展, 最终延伸到古湖泊环境中^[2]。古代湖泊的主要特点是数量多、分布广而且有机物的生产能力高, 在温度的影响下更容易出现分层现象, 使周围的环境更加有利于有机质的保存, 为现阶段渤海海域的油气田提供了烃源基础。

本文主要从自上而下的顺序依次介绍烃源条件, 第一个是东营组, 东营组是主力烃源。渤海海域成为了渤海湾沉积与沉降的中心, 而东营组的沉降速率更是能够达到陆区的2到3倍, 再加上气候环境的影响, 所以该区域为主力烃源。第二个是砂一二组, 该阶段的裂陷区域活动不是非常强烈, 在砂三段构造逐渐抬升的影响下, 沉降速率不断下降, 虽然烃源的厚度并不是非常大, 但是品质却十分不错, 因此烃源条件也比较不错。第三个是砂三段, 该区域的形成原因是盆源断裂的长期连续性活动, 此时下降盘内所发育出的湖底扇等与油泥岩交互, 使沉积中心更加稳定。第四个是孔店组-砂四段, 在古新世中期时, 渤海湾盆地出现了裂陷, 被裂陷初期孤立和分散的古湖泊逐渐成为了彼此连通的大湖泊。此时孔店组-砂四组的湖泊面积比较小, 主要以三角洲平原沉积为主, 因此烃源岩的分布具有一定的局限性, 所以是次要烃源岩。

2.2 沉积体系

渤海海域的沉积体系主要由扇形三角洲、湖泊以及是湖底扇等结构所组成, 这些沉积体系的存在给油气资源的储藏提供了更加丰富的空间。以浅水三角洲为例, 浅水三角洲沉积体的形成主要是由于河流注入浅水卸载, 由水上平原、前缘等四个亚相所组成。与正常的三角洲相比, 浅水三角洲由于湖水相对较浅, 水底地形平坦, 地貌斜坡也不是非常明显, 所以波浪的改造能力也比较弱, 具体表现形成有以

下几点:

(1) 相对发育的水下分流河道砂岩, 浅水三角洲由于湖水比较浅, 所以改造作用相对较弱, 主要以河流砂体为主。水上平原亚相分流以中、细砂岩为主, 逐渐发育成交错层理和平行层理等, 底部产生冲刷面。天然堤则是以细、粉砂岩为主, 岩泥的颜色有紫红色、灰绿色等。水下平原分流河道的砂体和水上平原不同, 表面呈带状, 而且分叉十分明显^[3]。砂体之间的关系也比较复杂, 席状化程度较高, 连通性非常不错, 甚至在一些泥岩中还能看见淡水动、植物化石。

(2) 不连续的垂直向沉积层序, 浅水三角洲的沉积与正常三角洲不同, 它具有非常明显的进积特点, 典型的沉积序列是最底部为冲刷面, 冲刷面之下则是水上天然堤、水下决口扇等。这一现象所产生的原因是在形成沉积时, 地势一直处于低平状态, 所引起的湖面波动也比较频繁, 低水位河道长距离不断向湖泊方向推进, 而高水位则出现长距离的后退, 最终在垂直方向形成不连续的沉积层序。

(3) 三层式沉积结构不是十分明显, 浅水三角洲一般与宽展三角洲的前缘平缓相接, 没有明显的坡折, 也没有传统三角洲的顶积层、前积层以及底积层, 所以在地震剖面图上基本看不到前积结构。另外浅水三角洲的建设是以三角洲叶状体为基础, 不断加积而成的, 所以又被成为叶状复合三角洲。在地质时期不断的变化中, 三角洲的叶体也会不断变迁, 最终形成分布非常广阔而且复杂的复合体。但是由于浅水湖盆波浪的能量相对较弱, 河流能量相对更强一些, 所以三角洲对于河流而言起着一定的建设性作用。

3 渤海海域油气田的分布特征

3.1 油气田的空间分布特征

首先是不同规模油气田的分布特征, 由于勘探成本的差别, 海上与陆地上对于油气田的规模界定标准有一定的差异。当前渤海已经发现的特大型油气田有5个, 占总勘探储量的55.7%; 大型油气田有4个, 占总勘探量的12.1%; 中型油气田有9个; 小型及特小型油气田有35个, 由此可以看出, 渤海海域中特大型与大型油气的占比更多, 地位也更加重要^[4]。

其次是不同层系油气田的分布特征, 渤海海域油气田所产出的层系有很多, 如果以系为单位, 则是以新近系为主, 储备量占比为61%; 如果以组为单位, 则是明化镇组最多, 占比为39%。不同区域的油气层系分布也有所不同, 例如辽东湾地区, 东二段所勘探出的储量最丰富, 占比为79%; 黄河口凹陷中的油气则是以新近系和古近系为主, 其中新近系占比为71.4%, 古近系占比为28.6%。

最后不同深度油气田的分布特征, 渤海海域已经勘探出的油气田中, 石油分布于小于3000米的浅层储层中的占比为93.2%, 而大于3000米的深层储层中石油含量的占比却不足8%。其中有大部分油气田的主力油气层都位于深度1000

米到2000米之间,占比高达74.5%。油气田储量的深度分布,受到地质条件的影响较大,再加上受到技术因素方面的限制,海域深层勘探的程度不是非常高,所以更多深层的油气储量后还需要进一步被勘探。

3.2 凸起区域所控制的大中型稠油油田的分布特征

渤海油气田主要围绕着凸起部分分布,根据其构造以及圈闭成因可以分为披覆背斜型和断鼻型油藏两种,披覆背斜型的圈闭类型较好,储层主要为河流和三角洲。而且该区域的含油面积大,一般在30到70平方千米到之间,油层厚度在25到150米之间,油水关系比较简单,储量规模也大,其中比较典型的有秦皇岛32-6油田。断鼻型油藏则是由地层沿断层发生翘倾运动而形成的,这种类型的断层既可以成为继承性发育的大断层,也可以是短期活动的小断层。断鼻可以在断层的上升盘也可以是下降盘,还可能会被更小的断层进行分割,例如南堡35-2油田。

3.3 郯庐断裂带的油气田分布特征

现阶段在郯庐断裂带周围勘探到的油气储备量已经超过了渤海整体油气量的60%,因此工作人员认为郯庐断裂带对于渤海海域的油气聚集而言起着非常重要的作用。从古近纪以来,郯庐断裂带的发育产生了一系列的富生烃凹陷,例如辽中凹陷、渤中凹陷等^[5]。不仅如此,郯庐断裂带长期的活动下,还导致了凹陷的生烃门槛有所降低,因此渤海东以及波海南区域中相对比较浅的凹陷也产生了一定的生烃潜力。另外郯庐断裂带在长期活动下形成了极其丰富的构造圈闭,这些圈闭中包括了与断裂早期伸展作用为主的逆牵引构造等,这些类型的构造全最终在新构造运动期间定型。

3.4 凹陷区新近系浅层油气田的分布特征

渤海海域中的极浅三角洲具有非常不错的储盖组合,为晚期以及快速成藏的油气田富集提供更加有利的存储条件,而且该位置主要以轻-中质油为主,测试产能十分不错,单

砂体储量的规模也很大,因此经济收益有很理想。其中比较具有代表性的就是黄河口凹陷新近系明下段的极浅水三角洲体系普遍发育,它具有快速成藏的优点,而且主力油层明显受到层序控制,并分布于最大湖泛面之下。工作人员在该区域已经发现了渤中25-1等大中型的优质油田。

结束语:渤海海域油气田勘探工作的不断深入,使人们对整个海域资源潜力的认知也逐渐提升,帮助工作人员充分认识到该海域盆地演化的特殊性以及独特的油气藏特征,对未来勘探工作的有效落实提供更精准的数据信息,为我国石油开采工作做出更多贡献。

参考文献

- [1]江尚昆,王德英,孙哲等.渤海油田油气勘探阶段及储量增长潜力[J].海洋地质前沿,2022,38(02):48-54.
- [2]王盼祥.渤海海域石油地质条件与油气田分布特征[J].化工管理,2021,584(05):191-192.
- [3]薛永安,吕丁友,胡志伟等.渤海海域隐性断层构造发育特征与成熟区勘探实践[J].石油勘探与开发,2021,48(02):233-246.
- [4]郝婧,张厚和,李春荣,等.渤海海域油气勘探历程与启示[J].新疆石油地质,2021,42(3):9.
- [5]张立安.渤海湾盆地垦利A油田石油地质特征及成藏模式[J].海洋地质前沿,2022,38(4):8.

作者简介:王睿,工程师,1993年生,2014年毕业于新疆大学资源勘查工程专业,现在中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司从事海上地质监督工作。通信地址:300459 天津市滨海新区海洋高新技术产业园区海川路2121号渤海石油管理局大厦C座804室。

电话:15332060602

E-mail:wangrui39@cnooc.com.cn