

# 沾化凹陷孤北洼陷古近系油气成藏组合特征

辛也<sup>1</sup>, 田雯<sup>1</sup>, 刘惠民<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司勘探开发研究院, 山东 东营

<sup>2</sup>中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司, 山东 东营

Email: xinye.slyt@sinopec.com

收稿日期: 2020年11月26日; 录用日期: 2020年12月10日; 发布日期: 2020年12月17日

## 摘要

孤北地区位于沾化洼陷东部, 勘探面积约300 km<sup>2</sup>。通过油源对比、储层特征、盖层特征及油气藏特征, 将孤北地区已知油气藏划分为源内自生自储油气成藏组合、源内旁生侧储油气成藏组合、混源旁生侧储油气成藏组合及混源下生上储油气成藏组合, 解释了孤北洼陷存在五类油气成藏模式。沉积相带、断裂是成藏组合油气成藏的关键因素。在异常高压的作用下, 油气沿断裂及骨架砂体共同组成油气二次运移的立体网络, 使洼陷带、缓坡带、台阶带等构造岩相带都能够成为油气运移的有利指向。

## 关键词

油气成藏组合, 成藏模式, 古近系, 孤北洼陷

# Oil-Gas Play Characters Analysis of Tertiary Formation, Gubei Depression, Zhanhua Sunken

Ye Xin<sup>1</sup>, Wen Tian<sup>1</sup>, Huimin Liu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Exploration and Development Research Institute, Shengli Oilfield Company, Sinopec, Dongying Shandong

<sup>2</sup>Shengli Oilfield Company, Sinopec, Dongying Shandong

Email: xinye.slyt@sinopec.com

Received: Nov. 26<sup>th</sup>, 2020; accepted: Dec. 10<sup>th</sup>, 2020; published: Dec. 17<sup>th</sup>, 2020

## Abstract

The Gubei depression locates in eastern division of Zhanhua Sunken. There are four types of oil-gas play (inner-source inner reservoir oil play, inner-source side-reservoir oil play, mixed-source

side-reservoir oil play, mixed-source upper-reservoir oil play) according to the oil-source analysis, reservoir characters, capping formations and oil-gas reservoir characters. The oil reservoir forming pattern can be divided to five types. The key factors for the oil-gas play are sedimentary facies and faults. Oil migrate upward along oil-source fault and migrate landscape orientation along unconformity surface and sand-body providing sufficient oil source in forming reservoirs affected by abnormal pressure. Each tectonic facie belt in deep depression, gentle slope and bench belt can be the beneficial direction of oil and gas migration.

## Keywords

Oil-Gas Play, Reservoir Formed Pattern, Tertiary Formation, Gubei Depression

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

油气成藏组合是油气勘探中至为重要的概念，是综合勘探方案得以建立的有实际意义的单元，有地理与地层限制，多限于一组在岩性、沉积环境及构造发育史上密切相关的地层[1] [2]。在世界范围内得到了广泛应用，如中国南海、塔里木盆地、西非海岸盆地及西西伯利亚大型裂谷盆地等，具有良好的勘探效果。孤北洼陷位于沾化洼陷东部，长堤断层以西，孤北断层以北，埕东断层以东，桩南断层以南，勘探面积约 300 km<sup>2</sup>。区内有五号桩油田，目前已上报探明储量 5465.49 × 10<sup>4</sup> t，但具有一定的潜力。储集体类型多样复杂，储盖组合性质变化大，发育多种岩性、构造 - 岩性圈闭且广泛分布，是沾化凹陷重要的复式油气聚集带之一[3]。由于其储集层、圈闭平面分布复杂，存在一定的勘探难度。以“储集体”或“储层”为出发点的“油气成藏组合”概念则要更为得心应手。笔者以已发现的油气田数据为基础，通过系统分类及统计学分析，结合典型油气藏解剖，明确孤北洼陷古近系油气成藏的各项条件，以成藏组合为评价体系，讨论孤北洼陷古近系各油气成藏组合特征，最后指出有利勘探区带。

## 2. 油气成藏要素

### 2.1. 构造特征

研究区洼陷的构造样式主要受边界断层控制，可划分为陡坡、深洼、缓坡、中央隆起等构造单元。可划分为以下几个构造单元：孤北洼陷东缘、西缘、北缘受控于埕东、五号桩、桩西断裂带形成三个陡坡断裂构造带；受边界断层和中央低凸起的影响，发育东、西两个洼陷构造带；洼陷带和孤北低隆起之间为缓坡构造带(图 1)。孤北洼陷带断裂较为发育，长期多次的断裂活动不仅影响构造发育和沉积建造，而且控制着盆地内的油气聚散。孤北洼陷古近系断层均为正断层，不同级别的断裂具有一定的组合样式、序次和隶属关系及展布方向，构成有机联系的多组断裂系统。孤北洼陷西、北、东侧边界断层等陡坡断裂及其伴生的断裂构成了洼陷内的主要断裂系。这些断裂长期活动，控制着古近系沉积期的边界，沿断裂带有广泛分布的浊积扇、水下扇、扇三角洲体系。区内边界断裂系统按断层走向主要有四组：近东西走向断裂系统(桩南断层)，近南北走向断裂系统(五号桩断层)，北北东走向断裂系统(埕东断层、长堤断层北部)，和北西西走向的断裂系统(孤北断层)。不同的边界断层的活动强度不一

样,对洼陷结构和沉积体系的控制作用也不一样。五号桩断层在沙四段-沙三段沉积期活动最为强烈,是控制古近系早期沉积的主要边界断层。埕东断裂活动期则主要在沙三段沉积期,桩南断裂在古近系沉积期持续活动。除边界基底断层外,洼陷内还发育了一些与五号桩断层近似垂直的东西向次级同沉积断层,平面上延伸长度较短,为3~10 km,跨越陡坡断阶带与部分洼陷带,与五号桩断层组成梳状构造,对古近系近西南、北北向展布的沉积相带起分隔作用、对扇体的形态和厚度起控制作用[3]。

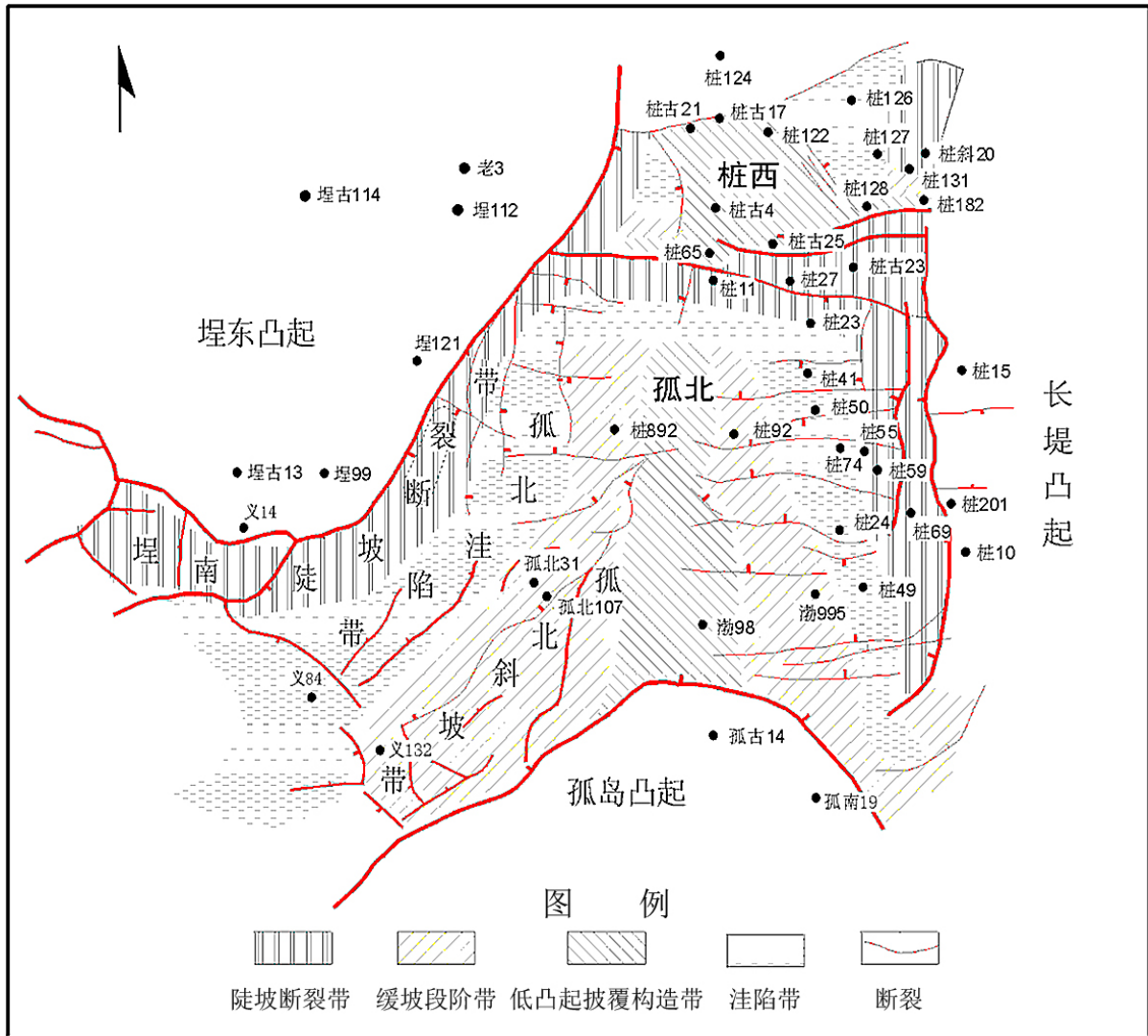


Figure 1. The structure characteristic, Gubei area  
图 1. 孤北地区构造特征

### 2.2. 地层发育特征

孔店组-沙四段为裂谷-初陷期,早期快速充填沉积之后,由于在其末期出露地表,经过长期剥蚀之后,孤北洼陷作为一个稳定的内陆湖泊已经形成。因此、古近系在整个沾化凹陷水体分布范围广,为稳定的深湖相沉积,所以其储层发育较少,沉积特征为泥包砂。沙三期盆地发生大幅度沉降,为裂谷-深陷期,在沙四段浅湖沉积的背景上快速沉降形成湖盆深化沉积。在此条件下形成了具有三期旋回的沙三段地层[4] [5]。沙三期湖泊沉积广泛发育,几乎覆盖整个地区,沉积范围明显扩大。厚度变化仍然较大,

分异性明显,反映同沉积构造仍然活动,孤北洼陷的最大厚度达 700~1000 多 m,隆起带一般 < 100 m,洼陷内低凸起一般厚 200~400 多 m。沙三段地层以湖相沉积的暗色砂、泥岩为特征,主要岩性为灰色及深灰色泥岩夹砂岩、油页岩及碳质泥岩。岩相以深水湖泊沉积广泛发育为特征。厚度为 700~1000 m,凹陷中部最厚可达 1200 m 以上。其中沙三下段储层为灰质砂岩、泥质砂岩、中砂岩、细砂岩、粉砂岩及含砾砂岩,呈明显的正旋回沉积,为该区主力产油层[6]。

沙二期至东营期为孤北洼陷裂谷-萎缩期,沙一期沾化凹陷东部的长堤地垒和孤东地垒与桩东凹陷水域完全连通,长堤等高地沉入水下接受沉积,孤北洼陷南部则出露水面变成剥蚀区。沙一段地层主要岩性为暗色油页岩、页岩,局部发育生物灰岩。东营期孤北盆地持续接受沉积,地层厚度在 500~700 m,厚度变化较小,岩性以浅灰色泥岩夹砂岩为主[7](图 2)。

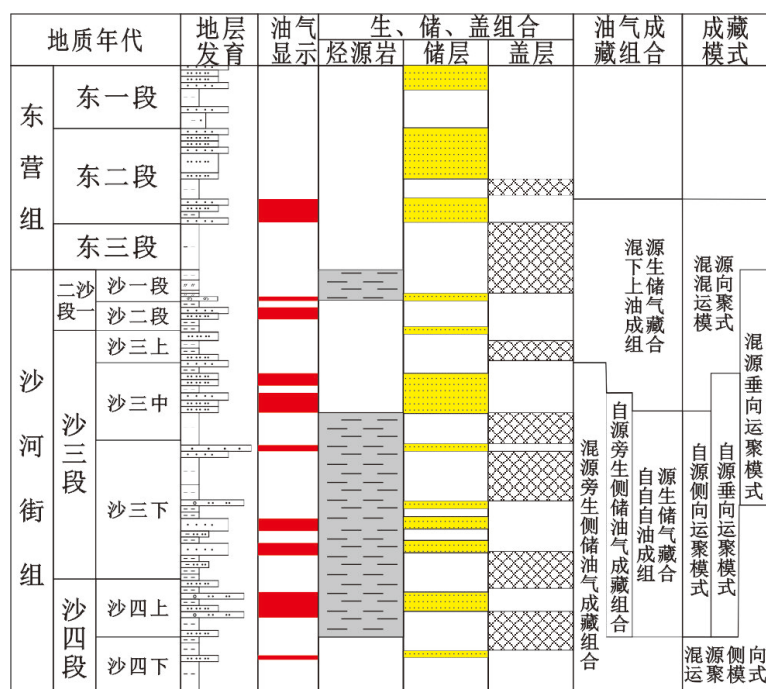


Figure 2. Eocene oil-gas play consolidated bar diagram, Gubei depression  
图 2. 孤北洼陷古近系油气成藏组合综合柱状图

### 2.3. 沉积特征

由于沙四中晚期盆地发生全面抬升,使沙四下与沙四上之间经历了一个沉积间断。在地震上表现为对沙四下顶部地层的剥蚀。这时期沙四上亚段局部的盐湖相及大范围分布的河流相萎缩至逐渐消失,盆地从边缘到洼陷中心经历了一个“河流—冲积扇体系”过渡为“盐湖及滨浅湖体系”,再由滨、浅湖体系过渡至半深湖沉积体系的演化过程。沙四上沉积期,盆地为箕状凹陷的构造格局,东北部陡坡带沉积范围窄且发育不全,发育半深湖-深湖水下扇体系[8] [9] [10]。南部缓坡带地势平坦沉积范围宽,发育滨浅湖扇三角洲-滩坝体系。

沙三下亚段沉积期,孤北洼陷处于快速下降接受沉积,主要发育深湖相,沉积相类型较丰富。在西边埋东物源处发育扇三角洲前缘水下分流河道、分流河口砂坝和前扇三角洲沉积,前端则发育滑塌扇沉积,东部长提物源同样发育扇三角洲沉积,前方发育滑塌扇沉积,而南部由于粒度较细,砂质较纯净,发育的是正常三角洲沉积,其余则发育湖相沉积。沙三中上亚段沉积相以南部的扇三角洲发育扇三角洲

前缘水下分流河道、分流河口砂坝和前扇三角洲沉积为主，东部发育小范围扇三角洲沉积[11] [12]。

沙二段至东营组沉积期，孤北洼陷主要发育浅湖相，在东部五号桩断层及北部长堤断层下降盘发育小型水下扇沉积，前端发育小型滑塌扇。西次洼局部发育灰质滩坝沉积(图 3)。

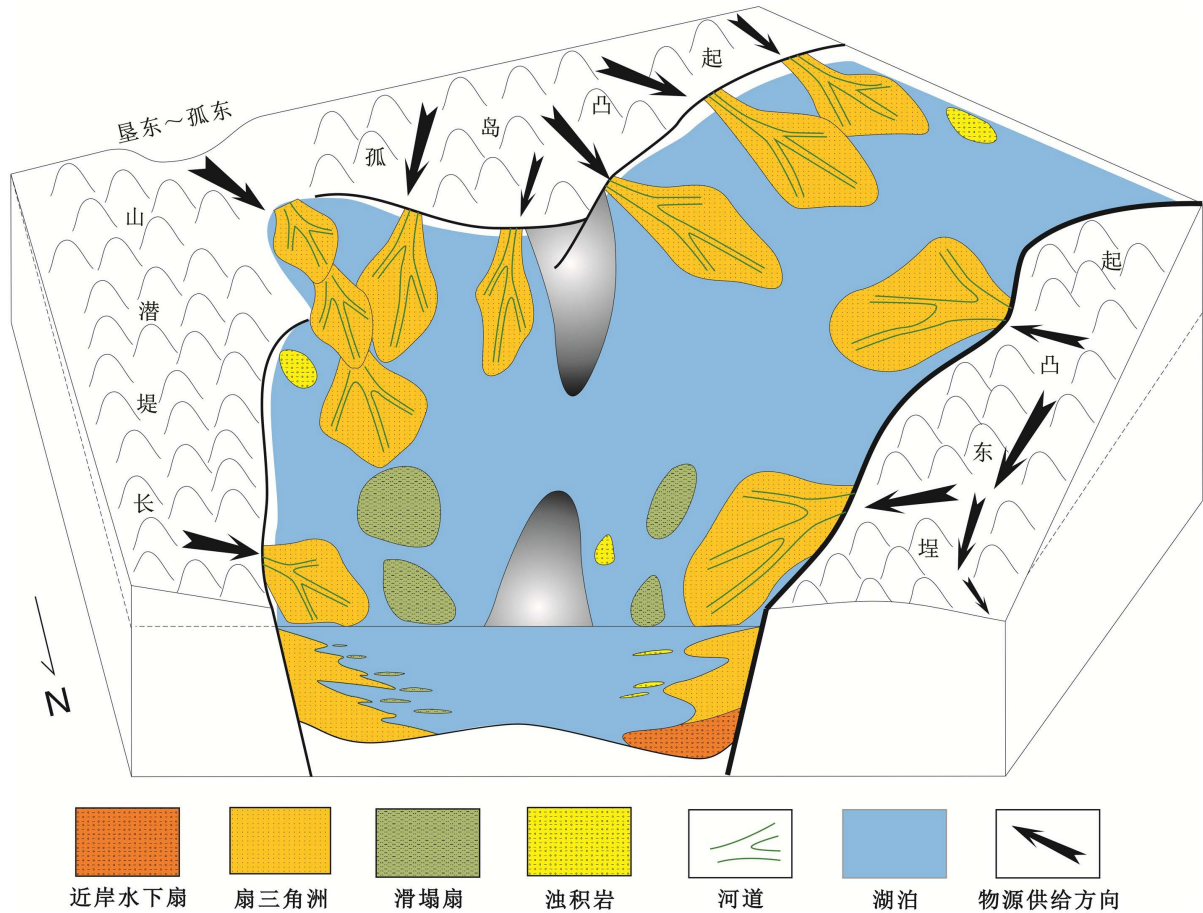


Figure 3. Eocene sedimentary model, Gubei depression

图 3. 孤北地区古近系沉积模式图

### 3. 油气成藏组合划分

#### 3.1. 成藏组合概念

成藏组合是指相似地质背景下的一组远景圈闭或油气藏，它们在油气充注、储盖组合、圈闭类型、结构等方面具有一致性。成藏组合强调地质和成藏要素的相似性，以便于勘探对象的整体潜力评价和勘探。含油气性的基本控制因素包括生油条件(Sa)、储集条件(R)、运移条件(M)、圈闭、输导与成烃期的时间匹配(T)、盖层和保存条件(S)，将每一个因素看成独立变量，各独立变量的乘积便是成藏组合的边缘概率(P)。边缘概率的大小表示成藏组合含油气可能性的大小，P 值越大，勘探风险越小，成功率越高[1]。

#### 3.2. 油源对比

孤北洼陷具有良好的生油能力，发育孔二段、沙四段、沙三段、沙一段烃源岩，其厚度大、埋藏深、分布范围广，属 I 类高成熟生油岩，具有很强的生油能力，提供了丰富的油气来源，也为沙四上亚段成藏提供了物质基础。地化分析结果显示，本区沙四段具有沙四、沙三段两套油源，原油具有混源特征。

沙四上亚段烃源岩以沙四段沉积中、晚期的暗色湖相泥岩为主，沙四段来源原油以高伽玛蜡烷、高C35 藿烷及低 4-甲基甾烷含量明显区别于沙一段及沙三段来源的原油，具有高含蜡量、高凝固点的特征(图 4)。对应的成藏时期在馆陶组沉积中期和明化镇组沉积早期。

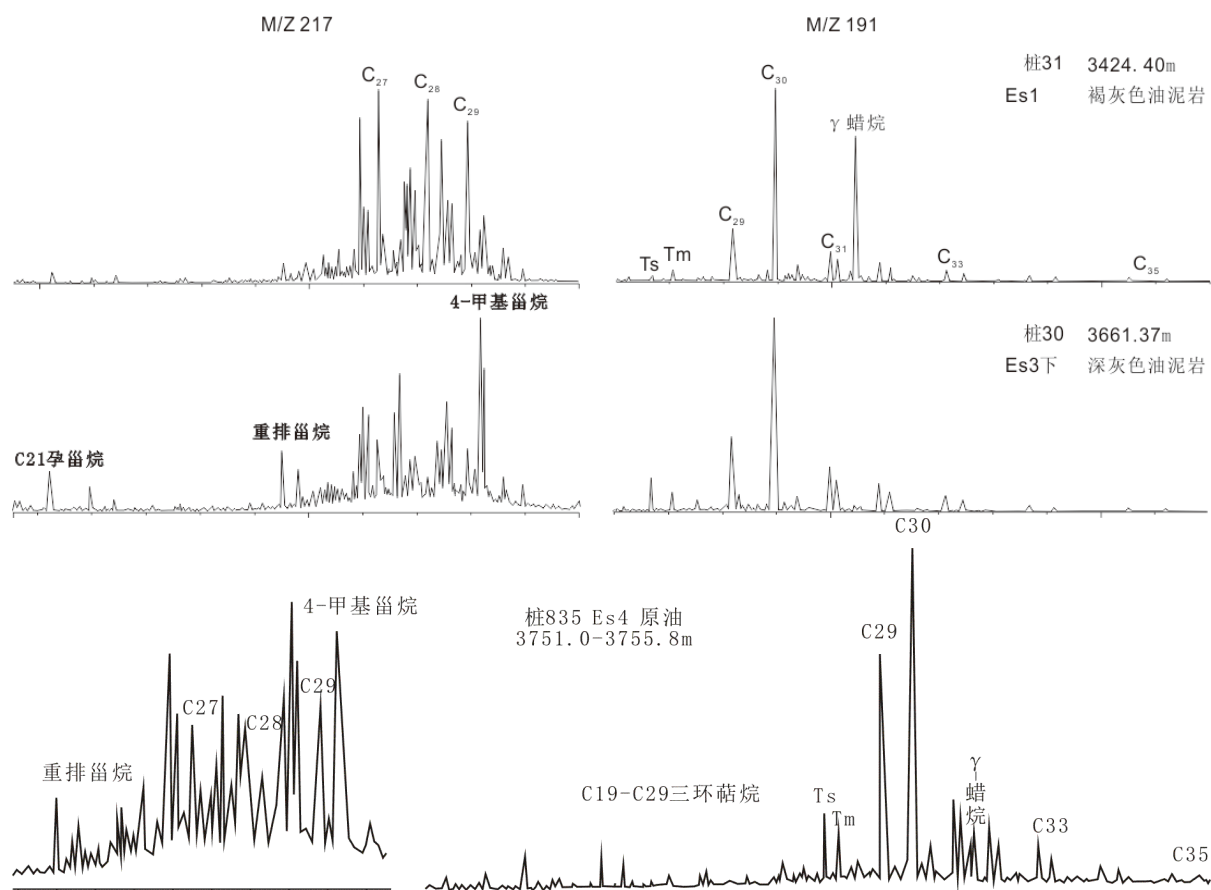


Figure 4. The oil source rocks chromatographic and mass spectrogram in different horizon, Gubei depression

图 4. 孤北洼陷不同层位烃源岩色谱质谱图

沙三段烃源岩在馆陶末期进入生油门限，明化镇中后期为主要排烃期。明化镇末进入高成熟阶段。对洼陷烃源岩丰度及有机质类型分析，其主力烃源岩为沙三段，特别是沙三下亚段，有机质含量丰富，是优质烃源岩。以干酪根类型划分，沙三中、下亚段以 II 型为主，I 型次之。从生油母质分析，沙河街各层系生油母质以水生藻类为主。生油岩目前处于高成熟阶段，生油层系厚度大，有机质丰度高，母质类型好，分布广泛且埋藏深，具备了多层系大量生烃的良好条件。

### 3.3. 储盖组合

孤北洼陷的沙四上亚段、沙三、沙二段及东营组发育多套储盖组合。受多期次构造活动的影响，沙四上亚段储集层的次生孔隙与裂缝较为发育，具有良好的储集条件。沙四上亚段储层为碎屑岩滩坝和灰质滩坝、扇三角洲各亚相。区域盖层为沙三段泥岩、油页岩和油泥岩。沙三下主力生油层具很强的生油能力，同时又是很好的区域及局部盖层和侧向遮挡层。12~13 砂组及 9 砂组发育滑塌扇砂体，形成透镜体岩性圈闭，或受东西向断层切割，形成断裂-岩性圈闭。南部缓坡沙三中 4、5 砂组及沙三上 0~1 砂组发育的扇三角洲前缘砂体分别被上覆沙三中 2+3 砂组半深湖相泥岩及沙一二段泥岩、油泥岩遮挡，形成

良好的储盖组合[13]。孤北洼陷东部次洼东三段发育浅湖相滑塌扇砂岩，与边界油源断层沟通，形成断层-岩性圈闭，东三段发育的浅灰色泥岩可作为良好的区域盖层。

### 3.4. 油气运移路径

孤北洼陷输导系统主要包括渗透性储层、断层和不整合面。断层、不整合面对油气的分布与聚集起着一定的控制作用。研究区沙四段与沙三段之间、沙三段与沙二段之间发育的不整合都是泥/砂型对接方式，砂泥的横向变化很快，泥岩隔层普遍存在使得砂岩作为输导层的横向连续性变差，导致输导油气的范围很局限。研究区内发育的多条东西向断层向下断穿沙三下亚段，向上可断至东营组，与洼陷周缘发育的边界断层可作为油气垂向运移的通道。油气在不整合面中很难进行长距离的运移，更多的情况是与断层、骨架砂体共同构成复式输导体系来进行油气的运移[14] [15] [16]。已发现油藏中有约七成是由断层、骨架砂体两者完成的，其余的三成则是仅通过断层、不整合面和骨架砂体三者共同完成。

### 3.5. 圈闭要素

孤北洼陷古近系形成的圈闭类型有扇三角洲岩性-断层圈闭、断块圈闭、滩坝岩性圈闭、水下扇岩性圈闭、滑塌扇岩性圈闭、不整合遮挡岩性圈闭等6种圈闭类型。其中在低隆起区，主要发育岩性-构造圈闭；在洼陷带发育滑塌扇岩性油藏及扇三角洲岩性-构造圈闭；在缓坡构造带发育地层不整合圈闭及扇三角洲岩性-断层圈闭；陡坡带靠近断裂的高部位主要是断块油藏、靠近洼陷带的低部位主要是岩性油藏[17]。

### 3.6. 研究区成藏组合类型

根据孤北洼陷储盖组合特征及油源对比、沉积构造演化及油气藏期次演化等特征差异，结合区域地质背景和石油地质特征，笔者将油气成藏组合划分为四种类型，即源内自生自储油气成藏组合、源内旁生侧储油气成藏组合、混源旁生侧储油气成藏组合和混源下生上储油气成藏组合(图2)，烃源岩以沙四上亚段及沙三中下亚段泥岩为主，自源自生自储成藏组合和自源旁生侧储成藏组合的储集层为沙四上扇三角洲前缘及滩坝砂岩及沙三下亚段滑塌扇砂岩，区域盖层为沙四上亚段及沙三中下亚段发育的湖相泥岩；混源旁生侧储成藏组合的储集层为靠近边界断层发育的沙四上亚段扇三角洲前缘砂体及沙三下亚段水下扇砂体[9] [10]；混源下生上储成藏组合的储集层为沙二段发育的滩坝砂岩、东营组扇三角洲前缘砂体及前缘前端发育的浊积砂体。研究区的成藏组合在横向上由于不同区带沉积环境、构造控制作用对这四类成藏组合的影响不同，他们具有各自的组合特征。

## 4. 油气成藏组合特征

### 4.1. 源内自生自储油气成藏组合

源内自生自储油气成藏组合是指沙四上亚段及沙三下亚段油气储、盖组合，以沙三下亚段12、13砂组为主体，特点为自生、自储、自盖，属自源成藏，烃源岩和盖层条件良好，主要烃源岩为孤北洼陷沙四上亚段及沙三下亚段烃源岩；储集层为扇三角洲前缘砂体、滑塌扇砂体，砂体被烃源岩所包围，具有优先捕获油气的条件[17] [18]。有利圈闭主要在孤北低隆起构造带和桩南断鼻构造带及东部次洼洼陷构造带和陡坡断裂构造带的边缘部位(图5)。其中滑塌扇砂体，砂体单层厚度小，平面上叠合连片规模较大，储层连续性好，砂岩物性变化小，表现为中孔中渗。盖层是沙四上亚段及沙三下亚段泥岩。以骨架砂体为主要运移通道，形成“自生自储”式油气藏[19]，构造形成时期早，处于油气运移的有利指向区，多期

成藏, 属于自源侧向运聚模式(图 6)。储层物性好, 油气保存条件较好。

#### 4.2. 源内旁生侧储油气成藏组合

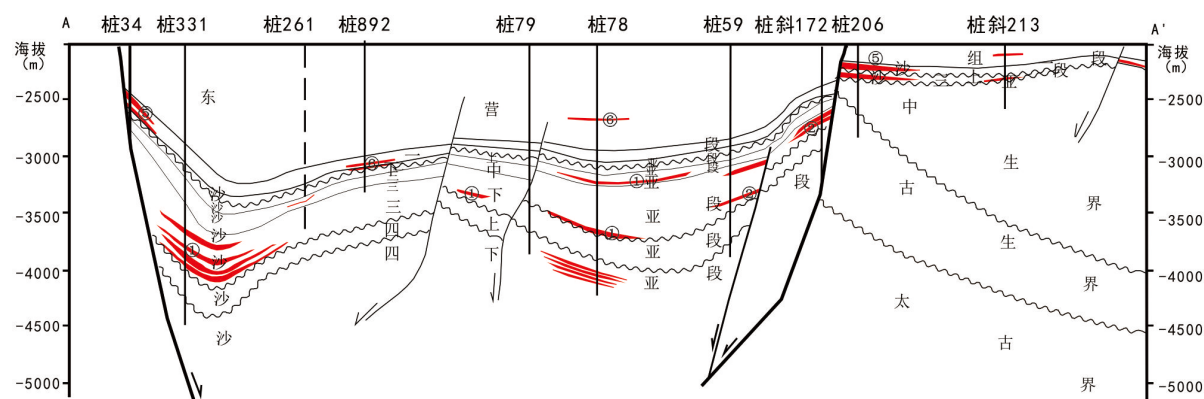
源内旁生侧储油气成藏组合是指沙四上亚段及沙三下亚段油气储、盖组合, 特点是自生、自储、自盖, 属自源成藏, 烃源岩和盖层条件良好, 主要烃源岩为孤北洼陷沙四上亚段及沙三下亚段烃源岩; 储集层为东部及西部边界断层下降盘陡坡发育的近岸水下扇相含砾砂岩, 砂体侧向直接对接烃源岩, 有利于油气输导。圈闭主要发育在边界断层下降盘陡坡及内部大型东西向断裂下降盘(图 5)。储层单层厚度大, 平面上延伸距离短, 物性变化大, 整体表现为中孔中渗, 由扇端向扇根物性变差。盖层是沙四上亚段及沙三下亚段泥岩。以骨架砂体为主要运移通道, 形成“旁生侧储”式油气藏, 属于自源侧向运聚模式和自源垂向运聚模式(图 6)。储层物性变化大, 油气保存条件相对较差, 按照储层特征、圈闭类型、区域盖层分布进而可分为 2 类次级油气成藏组合。

#### 4.3. 混源旁生侧储油气成藏组合

混源旁生侧储油气成藏组合是指沙三中亚段油气储、盖组合, 特点为旁生、侧储, 属混源成藏; 油气主要来源于沙三下亚段及沙四上亚段烃源岩, 区域盖层为生烃段泥岩, 封盖条件良好; 储集层主要表现为扇三角洲前缘砂体和滩坝砂体, 沉积厚度小, 砂体平面规模中等; 物性在表现为中孔中渗。有利圈闭主要为沿孤北东次洼发育的断块、断层-岩性、岩性、不整合遮挡圈闭(图 5)。沙三下亚段和沙四上亚段烃源岩生成的油气, 通过不整合面和断裂运移聚集成藏, 通常形成“旁生侧储”式油气藏, 属于混源侧向运聚模式或混源垂向运聚模式(图 6)。其油气供给充足, 储层物性好, 盖层条件相对发育, 保存条件较好。油气规模较小, 主要沿断裂带呈条带状分布。

#### 4.4. 混源下生上储油气成藏组合

混源下生上储油气成藏组合是指沙二段至东营组油气储、盖组合, 特点为下生、上储, 属于混源成藏; 油气来自于下伏沙四上亚段及沙三中下亚段烃源岩, 区域盖层为沙一段泥岩、油泥岩及东三段暗色泥岩。储层为沙一二段砂质滩坝及生物灰岩滩坝及东三段滑塌扇砂体, 砂体厚度小, 平面分布范围小, 物性变化大。有利圈闭主要为东、西两个次洼发育的断块、断层-岩性、岩性、岩性-断层圈闭(图 5)。沙三下亚段和沙四上亚段烃源岩生成的油气, 通过不整合面及骨架砂体横向运移, 同时通过断裂垂向运移并在邻近油源断裂的储层中聚集成藏, 通常形成“上生下储”式油气藏, 属于混源垂向运聚模式或混源混向运聚模式(图 6)。油气成藏主要受断裂及储层发育控制。其按照输导类型、圈闭类型进而可分为 4 类次级油气成藏组合。混源成藏组合的油气藏构造保存条件也较好。





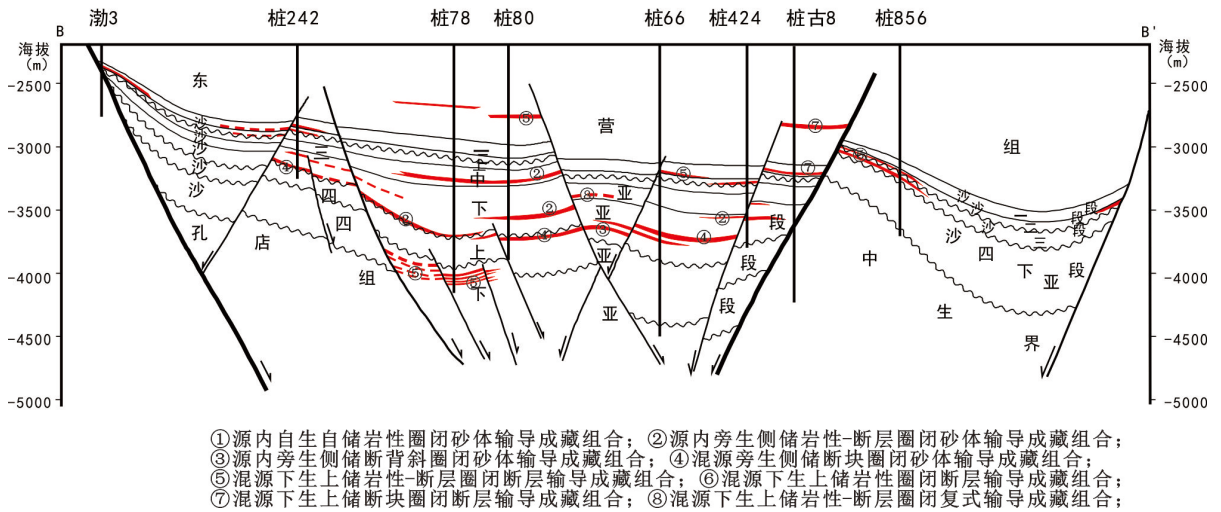


Figure 5. Eocene oil-gas play characteristic, Gubei depression  
图 5. 孤北洼陷古近系油气成藏组合特征

## 5. 油气成藏组合主控因素

### 5.1. 沉积有利相带是油气聚集的有利区带

孤北洼陷目前已发现探明储量均属于古近系。其中沙三段储量 5000 余万吨, 占古近系储量 80% 以上, 沙三下亚段 9、12、13 砂组储量 4500 万吨, 占沙三段储量约 90%, 且多集中于孤北洼陷东次洼。油藏类型多为岩性、构造-岩性油藏, 研究区储层类型及横向变化大的特点决定, 储层条件往往是控制油藏富集高产的主要因素。岩性的主导地位决定了不同单元或同一单元不同部位油气富集程度相差悬殊, 储层展布控制油气藏形成与分布。沙河街组沙三段沉积早期, 孤北洼陷主要接受来自埕东凸起、孤岛潜山和长堤潜山为物源的碎屑沉积, 形成了受孤北低隆起分割控制的三个方向的三套物源沉积。孤北凹陷东次洼与长堤凸起以断阶带形式断接, 长堤潜山为浊积砂体的形成提供充足的物源, 形成大面积的厚层浊积砂体。来自长堤凸起的物源在断阶带上快速堆积了含砾粗砂岩的扇体, 并在东洼陷的古沟槽内形成水下冲积扇沉积体系, 同时在东次洼中心发育滑塌扇, 形成大面积的厚层浊积砂体。主要为砂岩或含砾砂岩透镜体, 独立性强, 这类扇体处于成熟烃源岩的包围中, 能够形成岩性油藏。岩相的变化控制着。

### 5.2. 断层对油气分布的控制作用

断层的作用可以概括为以下三点: ① 同沉积断层的发育往往造成斜坡带地形的突变, 在断层的下降盘坡度变缓处水流速度降低, 河流携带的泥砂极易堆积形成各种各样的扇体, 成为良好的储集体。② 断层即可以作为油气运移的通道, 也可以作为遮挡层, 形成上倾方向靠断层遮挡的岩性油藏, 如东次洼南部发育的自源旁生侧储岩性-断层油气成藏组合[20]; ③ 在孤北斜坡西翼, 北西向的砂体被北东向的断层所切割而形成典型的构造岩性油藏(混源下生上储油气成藏组合)。此时, 断层不仅是油气运移的通道, 而且可以改善储层物性。

## 6. 结论

1) 孤北洼陷是沾化凹陷中油气资源较富集的洼陷之一, 含油气层系主要发育在古近系沙河街组及东营组地层中。孤北洼陷及周缘凸起发育了良好的石油地质条件: 古近系沙河街组沙四上亚段、沙三中亚段及下亚段发育的深湖-半深湖相暗色泥岩作为烃源岩, 为盆地富油气奠定了坚实的烃源基础; 断拗期发育的烃源岩与同期扇三角洲、滑塌浊积扇砂体及上覆的三角洲砂体形成了良好的配置, 形成了多套油气成藏组合。

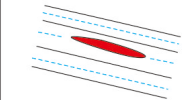
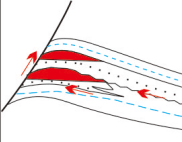
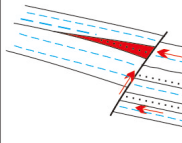
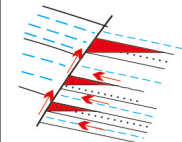
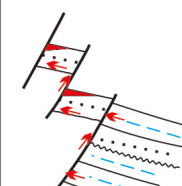
成藏模式	成藏模式图	发育层位	构成要素
自源侧向运聚模式		沙四上亚段 沙三下亚段 沙三中亚段	油源来源于自身、输导体系为骨架砂体，以侧向运移为主，圈闭为岩性圈闭
自源垂向运聚模式		沙四上亚段 沙三下亚段	油源来源于自身、输导体系为断裂、以垂向运移为主圈闭为构造-岩性圈闭
混源侧向运聚模式		沙三中亚段 沙三下亚段	油源来自于沙三中下亚段及沙四上亚段，岩性圈闭与烃源岩通过断层侧向对接以砂体-断层联合输导运聚
混源垂向运聚模式		沙三中亚段 沙一、二段 东二段	油源来自于沙三中下亚段及沙四上亚段，油气藏一般位于断层遮挡的岩性圈闭、以断层输导为主
混源混向运聚模式		沙一、二段 东二段	油源来自于沙三中下亚段及沙四上亚段，油气藏一般位于断层遮挡的断块或断层-岩性圈闭、以砂体-断层联合输导运聚过程较复杂

Figure 6. Eogene oil and gas reservoir formed model, Gubei depression  
图 6. 孤北洼陷古近系油气成藏模式

2) 依据油源对比、储层特征及圈闭特征，将孤北地区古近系划分为源内自生自储油气成藏组合、源内旁生侧储油气成藏组合、混源旁生侧储油气成藏组合和混源下生上储油气成藏组合。其在平面上和纵向上均呈现差异性分布：源内自生自储和源内旁生侧储油气成藏组合主要分布于洼陷东次洼及南部断阶带沙三中、下亚段地层中，以构造-岩性及岩性-构造油藏为主；混源旁生侧储油气成藏组合则分布于东部及南部断阶带中，主要以沙四下亚段冲积扇及沙三下亚段近岸水下扇形成的岩性-构造油藏为主；混源下生上储油气成藏组合则主要分布于洼陷北部及北部桩西潜山古近系东营组地层中，以构造-岩性及构造油藏为主。

3) 孤北地区古近系存在五类油气成藏模式：自源侧向运聚模式、自源垂向运聚模式、混源侧向运聚模式、混源垂向运聚模式及混源混向运聚模式。沉积相带及断裂发育是成藏组合油气成藏的关键因素。混源旁生侧储及混源下生上储油气成藏组合资源量丰富，勘探程度相对较低，具有良好的勘探前景，可作为下步勘探的主要目标。

## 参考文献

- [1] 赵文智, 何登发, 李小地, 等. 石油地质综合研究导论[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999.
- [2] 童晓光. 论成藏组合在勘探评价中的意义[J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2009, 31(6): 1-8.
- [3] 阳显文, 方旭庆, 彭传胜, 等. 孤北洼陷沙四段油气成藏规律分析[J]. 新疆石油天然气, 2005, 1(1): 48-51.

- [4] 辛也. 沾化凹陷孤北洼陷沙四上亚段油气成藏组合特征[J]. 沉积与特提斯地质, 2014(3): 72-77.
- [5] 林会喜, 谭先锋, 孟万兵, 等. 孤北-桩海地区古近系沙河街组层序划分及特征研究[J]. 物探化探计算技术, 2009, 31(3): 283-288.
- [6] 谭先锋, 田景春, 孟万兵, 等. 孤北-桩海地区古近系东营组层序划分及特征研究[J]. 物探化探计算技术, 2007, 29(5): 401-404.
- [7] 谭先锋, 田景春, 陈兰, 等. 沾化凹陷孤北-桩海地区沙河街组层序格架及充填[J]. 地质找矿论丛, 2009, 24(3): 249-254.
- [8] 魏魁生, 李培祝, 龙更生, 等. 孤北地区断阶式坡折沉积层序特征与隐蔽圈闭预测[J]. 现代地质, 2003, 17(3): 303-310.
- [9] 李启涛. 孤北洼陷西部沙三段沉积体系与油气富集关系[J]. 新疆石油地质, 2012, 33(5): 520-522.
- [10] 王永诗, 庄文山. 孤北洼陷沙三、四段沉积体系分析[J]. 油气地质与采收率, 2003, 10(3): 7-11.
- [11] 孟万斌, 张善文, 田波, 等. 沾化凹陷五号桩地区沙河街组三段浊流沉积特征及储集性能[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(4): 504-510.
- [12] 赵勇生, 马玉新, 纪友亮, 等. 五号桩-长堤地区沙河街组砂体储集性及控制因素研究[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(3): 107-110.
- [13] 李宗亮, 蒋有录, 刘华. 孤西断层对孤北潜山带天然气运移和聚集的影响[J]. 油气地质与采收率, 2008, 15(5): 24-26.
- [14] 胡轲. 济阳拗陷孤北-渤南地区天然气富集原因分析[J]. 科技传播, 2010(11): 19-20.
- [15] 史文东, 赵卫卫. 沾化凹陷孤北洼陷下第三系沙三段扇三角洲沉积体系及其与油气聚集的关系[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2003, 27(2): 5-18.
- [16] 杨晓敏, 罗群, 黄捍东, 等. 顺向断坡油气藏分布特征及成藏主控因素——以孤北斜坡为例[J]. 油气地质与采收率, 2008, 15(1): 10-13.
- [17] 王晶, 董双波, 贾军涛, 等. 孤北洼陷桩南断裂带构造特征及其对油气的控制[J]. 断块油气田, 2014, 21(4): 424-428.
- [18] 庄文山, 方旭庆, 阳显文. 孤北洼陷沙河街组地质特征及成藏模式研究[J]. 特种油气藏, 2003, 10(2): 34-37.
- [19] 周立宏, 肖敦清, 蒲秀刚, 等. 陆相断陷湖盆复式叠合油气成藏与优势相富集新模式——以渤海湾盆地歧口凹陷为例[J]. 岩性油气藏, 2010, 22(1): 7-11.
- [20] 毛明陆, 杨亚娟, 张艳. 试论鄂尔多斯盆地三叠系岩性油藏分析的几项地质关键技术[J]. 岩性油气藏, 2007, 19(4): 27-33.