

文章编号: 1001-6112(2011)04-0371-07

黄骅坳陷歧口凹陷 古近系坡折体系聚砂控藏机制分析

周立宏, 蒲秀刚, 周建生, 肖敦清, 陈长伟, 王书香, 侯志, 林常梅, 夏彦渊

(中国石油 大港油田公司, 天津 300280)

摘要:通过构造背景入手, 充分考虑沉积因素, 提出了斜坡区坡折体系的概念, 指出黄骅坳陷歧口凹陷发育了构造坡折带(陡坡、缓坡)、挠曲坡折带、沉积坡折带、古地貌坡折带及侵蚀坡折带 5 种类型, 其分布受古构造背景、断裂活动与沉积成岩因素的交互影响。类似于沉积体系, 歧口凹陷坡折体系中各种类型坡折带平面上匹配, 垂向上共生, 其分布达歧口凹陷平面面积的 70% 以上。坡折带既是物源水下供给通道又是可容纳空间分布区, 造就了斜坡及洼陷区的砂体十分富集, 砂体分布具有“物源供砂, 沟槽输砂, 坡折控砂, 源型聚砂”的内在机制。广泛发育的储集体使得歧口凹陷古近系油气分布具有满凹含油, 叠合连片, 优势富集, 匹配控藏的典型特征, 由此指出了歧北斜坡、滨海斜坡、板桥次凹等的坡折带与洼陷区是目前歧口凹陷古近系地层岩性油气藏勘探的有利区域。

关键词:斜坡区; 坡折带; 坡折体系; 岩性地层油气藏; 歧口凹陷; 黄骅坳陷; 渤海湾盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

Sand-gathering and reservoir-controlling mechanisms of Paleogene slope-break system in Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

Zhou Lihong, Pu Xiugang, Zhou Jiansheng, Xiao Dunqing,

Chen Changwei, Wang Shuxiang, Hou Zhi, Lin Changmei, Xia Yanyuan

(Dagang Oil Field Company, PetroChina, Tianjin 300280, China)

Abstract: Based on tectonic background and taking into consideration of sedimentary element, the concept of slope-break system has been proposed. In the Qikou Sag, 5 types of slope-break zone have been found in the study area, including tectonic (steep and gentle slopes), flexural, sedimentary, ancient landscape and erosive ones. The distribution of slope-break zone is influenced by ancient tectonic background, fault activity and sedimentary diagenesis. Similar to sedimentary system, various types of slope-break in the Qikou Sag match with each other both horizontally and vertically, accounting for over 70% of the sag area. Slope-break provides underwater channel for source supply, and also offers accommodation, resulting in sand assemblage in slope and depression. Sand distribution is controlled by the following mechanism: source providing sand, groove transporting sand, slope-break controlling sand and source type determining sand gathering. Thanks to wide-distributed reservoir, petroleum has been found all over the sag. The Qibei and Binhai slopes and the Banqiao subsag are the favorable exploration regions for Paleogene lithologic reservoir in the Qikou Sag.

Key words: slope area; slope-break zone; slope-break system; litho-stratigraphic reservoir; Qikou Sag; Huanghua Depression; Bohai Bay Basin

陆相断陷盆地由于其构造活动的复杂性及独特的地质结构决定了其发育多种成因类型的坡折带, 控制着多种类型的地层岩性圈闭的形成与分布。运用坡折带的概念及手段来识别和寻找地层岩性圈闭, 已成为目前地层岩性油气藏勘探最重要

的思路^[1-4]。近些年, 随着歧口凹陷油气勘探工作的快速推进, 业已转入地层岩性油气藏勘探阶段。歧口凹陷坡多凹多, 负向构造区区域性分布的多类型坡折带及洼陷区是寻找岩性地层油气藏以及建立地层岩性油气藏勘探方法的典型地区, 其发育机

收稿日期: 2010-11-11; 修订日期: 2011-07-05。

作者简介: 周立宏(1968—), 男, 博士, 教授级高级工程师, 从事油气勘探开发科研与管理工。E-mail: zhoulh1088@yahoo.com.cn。

基金项目: 中国石油重大专项“歧口凹陷大油气田形成条件及富集规律研究”(2008E-0601)。

制及其对沉积成藏的控制作用日益受到勘探家们的高度重视。

1 研究区概况

歧口凹陷位于渤海湾盆地黄骅坳陷中北部(图 1),是黄骅坳陷最有利的油气富集区之一。歧口凹陷受北部燕山褶皱带、西部沧县隆起、南部埕宁隆起、东部沙垒田凸起所挟持,区内发育的多条主断裂不同程度地控制了该区古近系沉积,盆内发育港西凸起、孔店羊三木凸起、南大港低凸起等多个正向构造区,负向区发育歧口主凹、北塘次凹、板桥次凹、歧北次凹、歧南次凹等单元,形成了隆凹相间的构造格局;在正向与洼陷构造单元之间的斜坡带发育多个坡折区,斜坡占整个歧口凹陷平面面积的 70%以上。近年来针对滨海斜坡、歧北斜坡等部署的探井相继获得工业油气流,显示了歧口坡折体系中岩性地层油气藏勘探的良好前景。

2 歧口凹陷古近系坡折体系分析

坡折带术语原是地貌学概念,指地形坡度发生突变的地带,无论在沉积盆地还是在剥蚀区都可能发育。在地质学中最先使用的“坡折”主要指“陆架坡折”,即外陆架与陆坡的地形由缓变陡的转折部位^[5]。关于坡折带的研究,国内外地质学家们做了大量的工作,取得了明显的成果与认识^[6-9]。对于歧口凹陷,它是渤海湾盆地中典型的多坡多凹的富油气凹陷,多类型坡折带匹配共存,形成了完整的“坡折体系”。

2.1 歧口凹陷坡折带类型

根据坡折带的形成过程,将其划分为同沉积坡折带和前沉积坡折带^[1]。依据成因机制,同沉积坡折带又可划分为构造坡折带、挠曲坡折带和沉积坡折带;而前沉积坡折带可以划分为古地貌坡折带和侵蚀坡折带(表 1)。

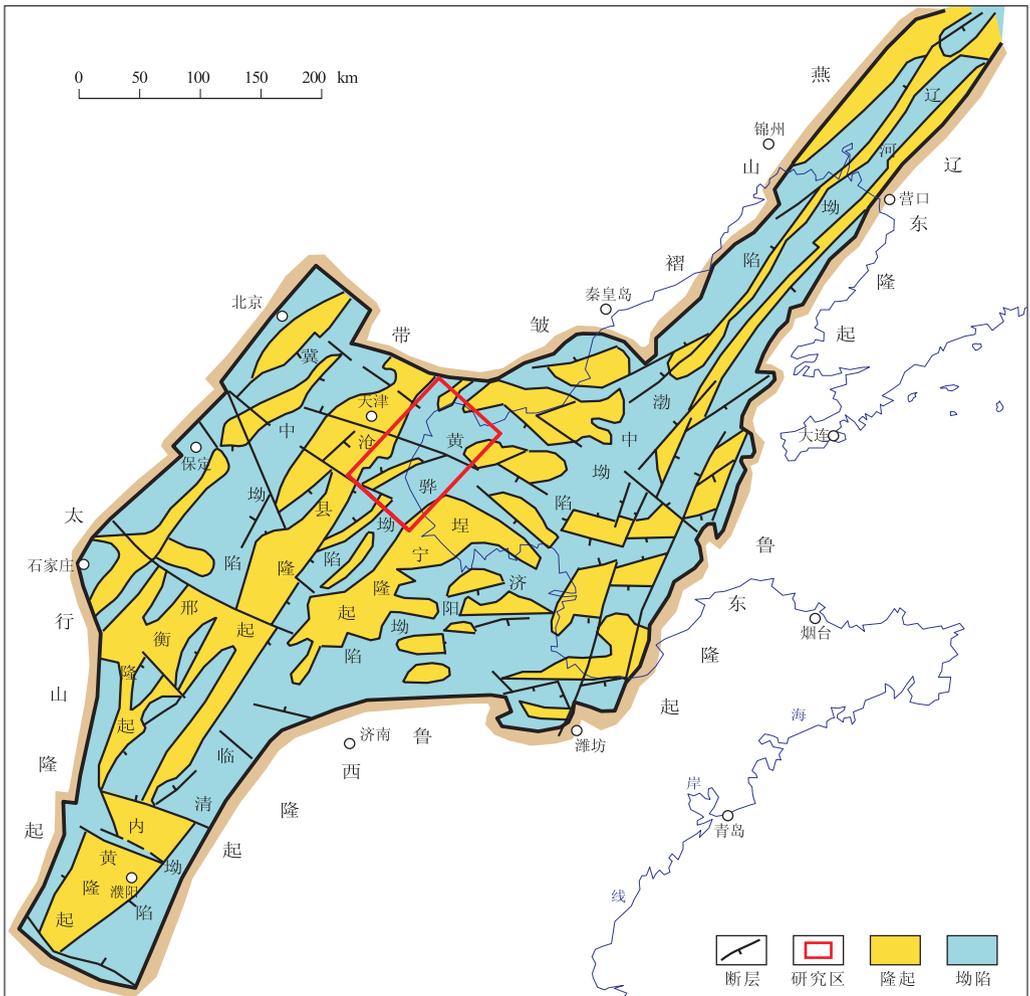


图 1 研究区位置

底图据朱伟林等,2009

Fig. 1 Location of study area

表 1 黄骅拗陷歧口凹陷古近系斜坡区坡折带与沉积学响应关系

Table 1 Relationship between slope-break system and sedimentary response in Paleogene slope, Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

坡折体系大类	编号	形成机制	典型分布地区	控制性构造	形成原因	主要沉积响应
同沉积坡折	A1	构造坡折带	1. 隆起—陡坡—洼陷: 板桥次凹陡岸古近系; 盆内主要活动断层断裂区古近系 2. 隆起—缓坡—洼陷: 埕海断阶带古近系	1. 大张坨、滨海、沧东断层 2. 羊二庄、赵北、张东、歧东断层	同沉积的构造长期活动	扇(辫状河)三角洲, 近岸水下扇, 远岸水下扇, 砂质碎屑流
	A2	挠曲坡折带	盆内凸起—缓坡—洼陷: 歧北斜坡、歧南西斜坡沙三段	前期同沉积正负向构造	同沉积背斜、同沉积鼻状构造伴生挠曲	辫状河三角洲、远岸水下扇
	A3	沉积坡折带	盆内凸起—陡坡—洼陷: 滨海斜坡东营组岩性变化带	同沉积期洼陷	沉积速率和压实作用差异	前三三角洲、远岸水下扇
前沉积坡折	B1	古地貌坡折带	隆起边缘缓坡—构造坡折带: 埕海缓坡; 港北斜坡	早期古斜坡	早期构造、沉积作用形成, 沉积主体在水下	辫状河三角洲
	B2	侵蚀坡折带	隆起边缘缓坡—洼陷: 歧北斜坡、新村斜坡等高部位	早期断层 早期凸起	古地貌经风化侵蚀作用形成, 存在暴露区	滩坝、辫状河三角洲、扇三角洲

2.1.1 构造坡折带

构造坡折带是指由于同沉积断裂长期活动引起的明显沉积突变的地带, 按照发育部位可以划分为陡坡坡折带和缓坡坡折带; 坡折带之上为古隆起, 坡折带之下为洼陷区。陡坡沉积相对较窄, 以发育近物源的水下扇或中—小型扇三角洲沉积为主(图 2), 如歧口凹陷板桥次凹主要受沧东断层控制, 发育了典型的构造陡坡坡折带。缓坡坡折带通常由多级阶状坡折带组成, 沉积相带宽, 以发育下切谷水道以及大—中型三角洲沉积为主(图 3), 研究区南缘埕海断阶区就发育该种类型的坡折带。

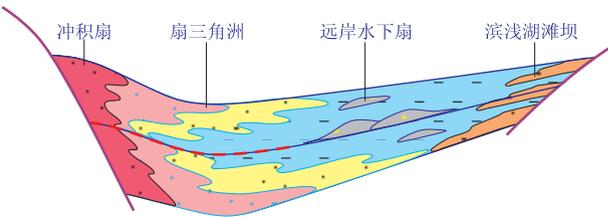


图 2 黄骅拗陷歧口凹陷构造坡折带(陡坡)发育模式
Fig. 2 Generation model of slope-break zone (steep slope) in Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

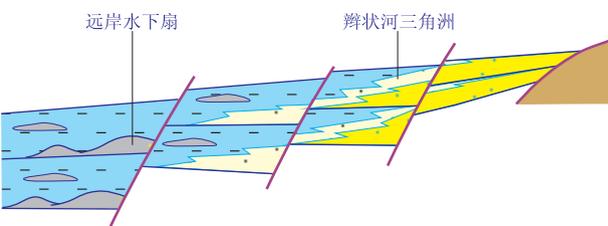


图 3 黄骅拗陷歧口凹陷构造坡折带(缓坡)发育模式
Fig. 3 Generation model of slope-break zone (gentle slope) in Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

2.1.2 挠曲坡折带

挠曲坡折带是由于构造运动的差异沉降以及沉降中心、沉积中心的不断调整造成古地貌的变化而形成的, 也可由同沉积背斜或鼻状构造的两翼挠曲、古凸起及古潜山上的披覆作用而产生。挠曲坡折的枢纽带一般不发育断层, 局部地区发育断层, 但不表现出同沉积作用特征, 其标志是坡折带下部有明显的上超和地层增厚现象, 上部有时可见地层削蚀。挠曲坡折带在拗陷湖盆及断陷湖盆的缓坡带一侧相对比较发育。坡折带之上为盆内低凸起, 之下为洼陷区, 坡折高部位主要发育缓坡背景的辫状河三角洲前缘沉积, 在坡折低部位发育滑塌浊积体及远岸水下扇沉积(图 4)。歧北斜坡沙三段发育典型的挠曲坡折带。

2.1.3 沉积坡折带

沉积坡折带主要是由于同一构造区域不同沉积速率和压实作用造成的地形坡度突变地带。沉积作用的不均衡性与物源、沉积作用方式和原始地貌密切相关。高水位期, 盆地边缘的缓坡浅水区以河流注入、三角洲沉积为主, 这种沉积作用叠加在

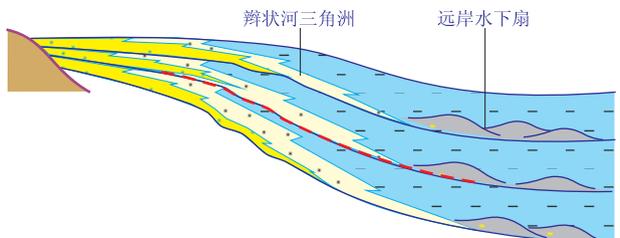


图 4 黄骅拗陷歧口凹陷挠曲坡折带发育模式
Fig. 4 Generation model of flexural slope-break zone in Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

初始的地貌斜坡上,可形成三角洲与湖泊之间的坡折带。在构造活动较强烈的盆地中,构造坡折带往往控制了沉积坡折带的发育,沉降与沉积相互作用的结果使沉积坡折带并不明显。只有在构造坡折带不发育的情况下,沉积坡折带才会明显地表现出来(图 5)。该类坡折带主要发育在歧口主凹周缘,主凹以泥质沉积为主,沉积速率小,斜坡区碎屑物质供应充足,差异沉积形成典型的沉积坡折带。

2.1.4 古地貌坡折带

古地貌坡折带是在早期构造运动、沉积速率不同造成地形坡度突变基础上形成的坡折带,其特点是沉积时构造活动较弱,即使沉积区存在着断层活动,其活动时代较沉积物老,在断层两侧沉积相同,沉积物在横向上连续(图 6),古地貌坡折带之上为隆起区边缘,之下为深洼区,沉积主体在水下。港北斜坡、埕海斜坡发育典型的古地貌坡折带。

2.1.5 侵蚀坡折带

侵蚀坡折带是在早期活动断层及其它地质作用形成的古地貌背景上,由于后期的基准面下降使风化侵蚀作用造成地形突变而形成的坡折,其识别特征是:沉积期内构造活动性小,对沉积物影响不大,沉积物呈连续的条带状分布在侵蚀界面上。侵蚀坡折带之上为较老地层盆缘隆起区,存在暴露区,之下为深洼区。侵蚀坡折带在歧北斜坡发育,表现为前第三系地层被剥蚀,第三系地层沿不整合面不断上超,披覆于前第三系地层之上(图 7)。

2.2 歧口凹陷坡折体系平面分布

研究表明,歧口凹陷现今海陆之间存在一个大

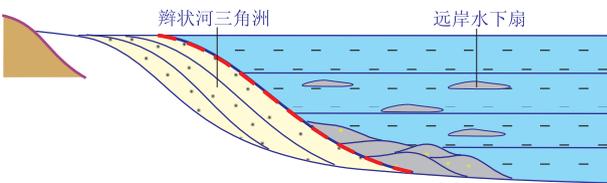


图 5 黄骅拗陷歧口凹陷沉积坡折带发育模式

Fig. 5 Generation model of sedimentary slope-break zone in Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

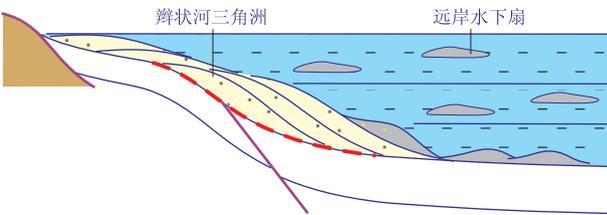


图 6 黄骅拗陷歧口凹陷古地貌坡折带发育模式

Fig. 6 Generation model of ancient landscape slope-break zone in Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

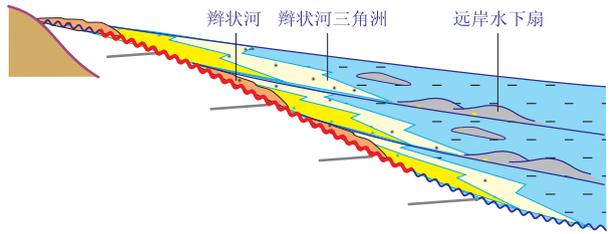


图 7 黄骅拗陷歧口凹陷侵蚀坡折带发育模式

Fig. 7 Generation model of erosive slope-break zone in Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

型斜向变换带,受大型斜向变换带影响,在变化带两侧,坡折体系分布存在差异(图 8)。斜向变换带以西,由北向南依次发育了板桥断裂陡坡坡折带、板桥次凹、港西北翼古地貌坡折带、港西南翼断裂陡坡坡折带、歧北次凹、歧北挠曲坡折带、南大港断裂陡坡坡折带、歧南次凹、歧南挠曲—侵蚀坡—析带、埕海断裂缓坡坡折带。斜向变换带以东,自南向北发育了埕北古地貌坡折带、埕海断裂缓坡坡折带、环歧口主凹沉积坡折带。歧口主凹以北,由北向南依次发育茶淀断裂陡坡坡折带、北塘挠曲—侵蚀坡折带、大神堂断裂陡坡坡折带、葛沽挠曲—侵蚀坡折带、涧南断裂缓坡坡折带、海河—新港断裂坡折带。

3 坡折体系富砂机制分析

砂体富集与沉积物供给和可容纳空间分布密切相关,歧口凹陷坡折体系中具有物源与沟槽匹配供源、多类坡折控砂、源型耦合聚砂的规律。源即盆外盆内物源体系,型即构造组合样式下的可容空间。坡折体系对沉积作用控制主要表现在坡折带既是沉积物卸载堆积的主要场所,又影响着沉积物供给的方向以及沉积相带类型。

3.1 沟槽供源

3.1.1 沟槽地貌引导砂体向凹陷深水区推进

沟槽地貌一是发育在构造变换带这种构造机制下,二是发育于古地貌背景下,其主要作用之一是引导沉积物的推进方向^[11-12],以及在推进过程中相带的分异作用。歧口凹陷不论是盆外物源还是盆内物源,砂体分布与沟槽分布均密切相关。北部燕山物源由宁河向斜及涧河向斜大型负向地形向北塘次凹供应碎屑物质,发育了北部大型辫状河三角洲—远岸水下扇体系,延伸距离远,在滨海斜坡形成上倾尖灭砂体;西部发育沈青庄、小站、葛沽等下切沟槽,均对应扇体发育;南部埕海斜坡区发育多个近南北向的辫状沟槽不仅为埕宁隆起碎屑物质提供通道,沟槽本身也成为潜在的富砂分布区。

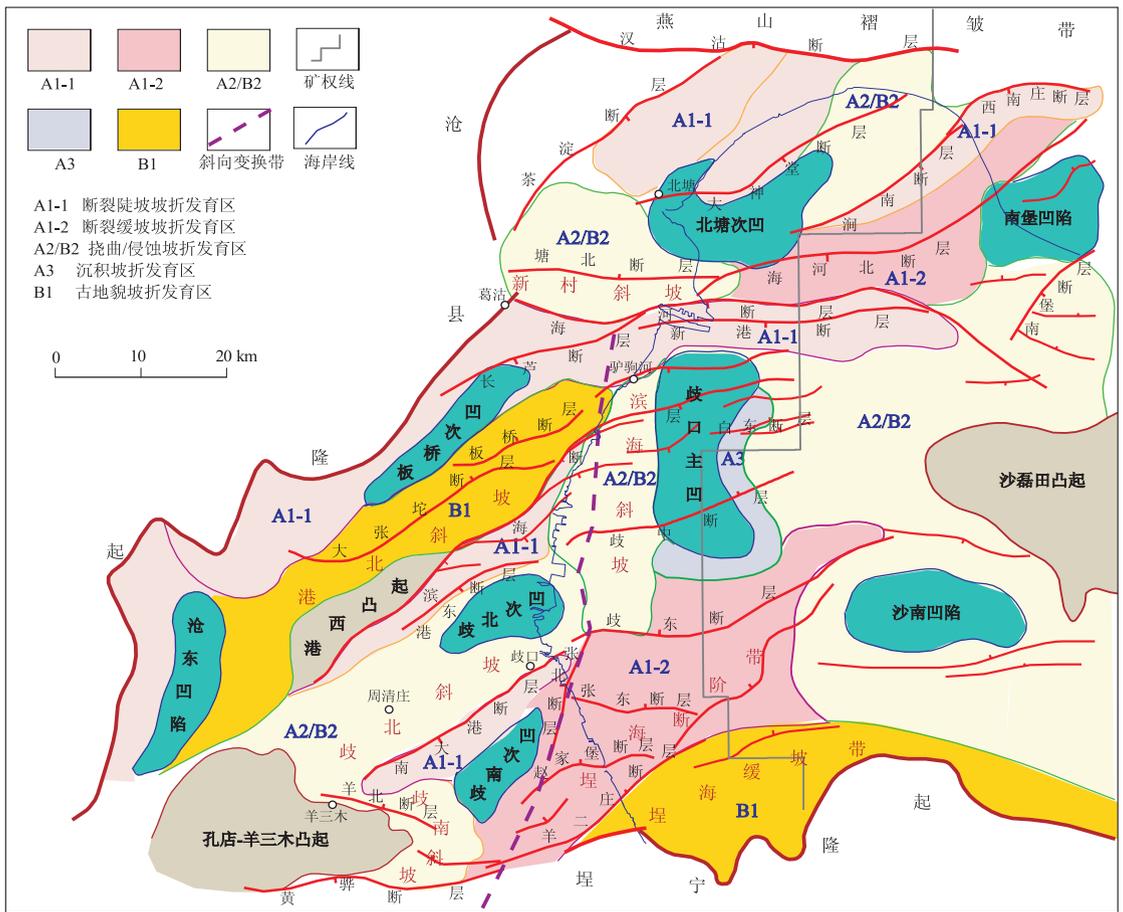


图 8 黄骅拗陷歧口凹陷古近系斜坡带坡折体系发育区示意

Fig. 8 Generation of slope-break system in Paleogene slope, Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

3.1.2 坡折带上倾方向是沟槽发育区

坡折带由于其地形变化较大,在遭受侵蚀以及沉积物路过时,在坡折带上倾方向容易形成下切沟槽。在构造坡折带上部,容易形成垂直断层走向的下切沟槽;在断裂结合部形成多阶调节带,在挠曲坡折带、及古地貌坡折带,古构造控制的继承性的沟槽较为发育,为砂体运移提供通道,也为砂体富集提供了可容空间。

3.2 坡折控砂

坡折体系对沉积作用的影响包括 2 个方面:一是沉积物厚度和分布范围;二是沉积相带类型的变化。

3.2.1 坡折带下倾方向是沉积卸载区

坡折带发育区水动力变化较强,古地貌起伏变化有利于沉积物卸载;另外,坡折带是低位域发育的重要场所,其下倾方向是可容纳空间形成的重要部位,大量发育低位扇、低位楔。不同级次的坡折带控制不同的沉积物卸载区,如歧口凹陷歧北斜坡可划分为三级坡折,可识别出三级卸载区。而不同坡折带对砂体分散和富集规律具有不同的影响。

如大型陡坡型断裂坡折带控制砂体沿断裂分布,砂体厚度大,相变快,轴向延伸距离短;缓坡型多级断裂坡折带砂体沿垂向沟槽逐阶向湖盆方向迁移,通常延伸距离远,砂体连续性好。

3.2.2 坡折带控制了沉积相带分布

坡折带两侧的幅度差反映了物源区与沉积区的地势差,也决定了沉积区的水动力大小,对沉积物供给量以及沉积物性质、粒度等方面具有明显的影响。不同构造位置和规模的坡折带控制不同的沉积体系和砂体的发育,大型断裂坡折带规模大、碎屑物源供给量大、粒度粗。例如板桥次凹陡坡带主要发育粒度相对较粗的扇三角洲沉积;而歧北斜坡及南部多阶缓坡带边缘断裂活动较弱,形成的沉降剖面的斜率、物源区与汇水区的势能差较小,因此形成粒度相对较细的辫状河及滨岸类沉积,坡折低部位发育远岸水下扇沉积。因此,通过坡折带类型、规模和分布研究,就能够达到预测沉积相带和砂体展布的目的。

3.3 源型聚砂

砂体富集需要充足的物源、合适的供给通道以

及与之匹配的可容纳空间,即“有源有型”源型耦合才会聚集砂体。歧口凹陷是一个富砂的凹陷,即使是在歧口主凹,古近系主要目的层含砂率仍在 30%左右。源型匹配的不均衡性导致砂体分布在平面上具有分异性,垂向上具有旋回性及韵律性。平面上,对于同时期不同构造部位砂体变化较大。如歧口凹陷沙一下沉积时期,为湖盆最大扩张期,西南缘碎屑物质供应相对匮乏,大面积发育碳酸盐岩以及泥岩、油页岩等湖相“清水”沉积,而与此同时,西部及北部受沧县隆起与燕山物源影响,大面积发育扇三角洲、辫状河三角洲及远岸水下扇砂体。垂向上,同构造部位不同沉积时期砂体具有层序叠加的韵律性,歧口凹陷古近系发育 3 个二级层序。如板桥次凹紧临沧县隆起,砂体较为发育,但沙三²、沙一下、东二段沉积期为湖扩期,碎屑物质输入不足,砂岩厚度较薄,砂体分布局限。

3.3.1 板桥地区砂体富集规律

板桥地区紧临沧县隆起,受沧东断层控制,发育断控坡折带(陡坡)背景。沧县隆起上可识别出多个下切沟槽,为物源提供通道。低位域时期,水体较浅,沉积物供应充足,在断层下降盘大面积发育冲积扇一扇三角洲沉积,靠近港西凸起一侧缓坡区则发育滨浅湖滩坝砂体(图 9);湖扩期,湖盆水体加深,面积扩大,沉积物供应相对匮乏,沿沧东断层一侧发育小型扇三角洲及近岸水下扇沉积。高位域发育末期,由于构造抬升存在一定规模的剥蚀,现存砂体为残余砂体。

3.3.2 歧北斜坡砂体富集规律

歧北斜坡在宽缓的湖湾背景下发育三级坡折带,分别控制歧北斜坡、歧北次凹以及歧口主凹。坡折带主要为挠曲坡折带及古地貌坡折带,区内主

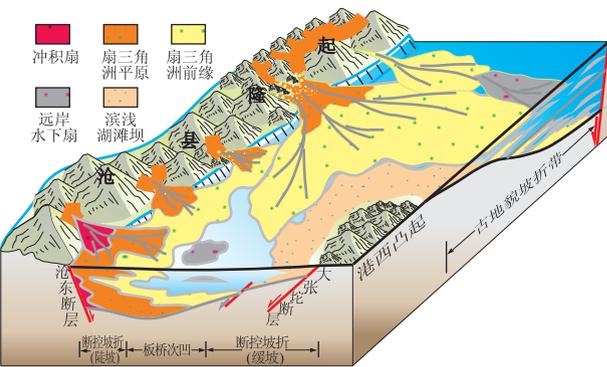


图 9 黄骅坳陷歧口凹陷板桥地区沙三段坡折带与沉积体系发育模式

Fig. 9 Relationship between slope-break and sedimentary facies, 3rd member of Shahejie Formation, Banqiao region, Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

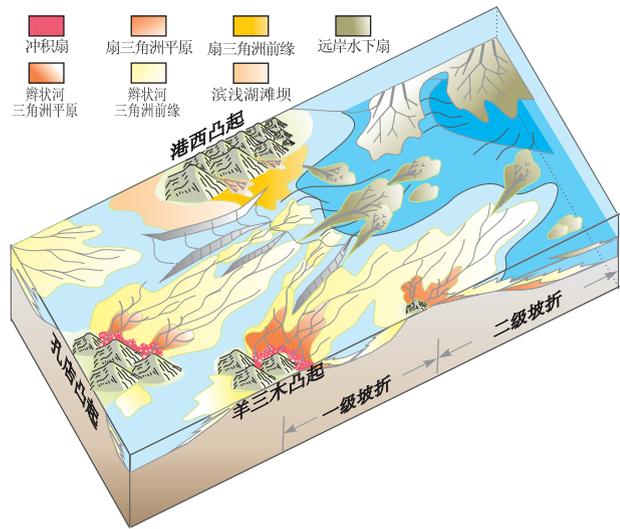


图 10 黄骅坳陷歧口凹陷歧北斜坡沙三段坡折带与低位域沉积体系发育模式

Fig. 10 Relationship between slope-break and LST, 3rd member of Shahejie Formation, Qibei slope, Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

要受港西凸起、孔店—羊三木凸起等盆内物源控制。沙三³低位期,港西凸起北段所控制的断层陡坡坡折带,港西凸起物源沿断层发育扇三角洲—远岸水下扇沉积,孔店凸起物源及羊三木凸起物源沿近东西向沟槽向歧北次凹及歧口主凹供给,发育辫状河三角洲—远岸水下扇沉积(图 10)。

3.3.3 埕海断坡砂体富集规律

埕海断坡受羊二庄断层、张东断层、歧东断层等近东西向断层控制,高部位埕海斜坡区(羊二庄断层以南)为侵蚀坡折带发育区,低部位埕海断阶区(羊二庄断层以北)为断控缓坡坡折带。湖盆发育初期,湖盆范围较小,碎屑物质主要位于低部位的埕海断阶区,以发育辫状河三角洲前缘为主;湖盆扩张期,埕海斜坡区沿沟槽向断阶低部位发育大型辫状河三角洲沉积,张东断层下降盘发育远岸水下扇沉积(图 11)。

4 坡折体系地层岩性油气藏勘探实践

歧口凹陷隆凹相间的构造格局及其与之匹配的坡折体系决定了其凹陷及斜坡区地层岩性圈闭广泛发育。平面上,坡折体系限定了地层岩性圈闭的分布;纵向上,不同层系地层岩性变化带相互叠置,在坡折体系上形成了多层系、大面积地层岩性油气藏复合连片叠置产出,与正向区复式油气聚集带一同构成了满凹含油、复式叠合成藏的油气分布格局^[13-16]。纵观歧口凹陷岩性地层油气藏勘探现状,该区岩性地层油气藏具有优势带富集、匹配控

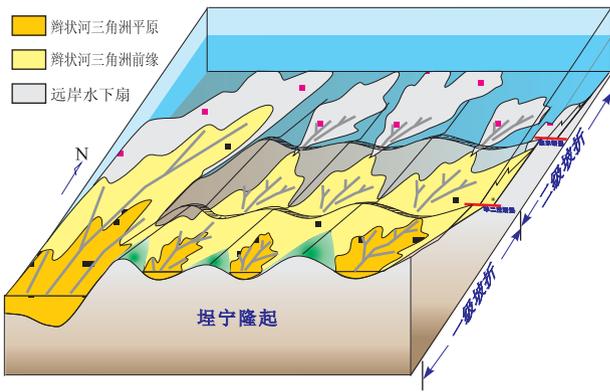


图 11 黄骅拗陷歧口凹陷坳海地区沙三段坡折带与沉积体系发育模式

Fig. 11 Relationship between slope-break and sedimentary facies, 3rd member of Shahejie Formation, Chenghai region, Qikou Sag, Huanghua Depression, Bohai Bay Basin

藏的内在规律。

4.1 优势带富集

岩性地层等隐蔽性油气藏的富集机理具有与构造油气藏一致的本质,符合油气运移、聚集总是指向相对低势区的普遍性原理。歧口凹陷多类型斜坡区发育了多种类型的优质储集相带,是油气富集的重要场所。如板桥地区断控坡折带发育的厚层砂砾岩体,歧北斜坡、歧南斜坡、坳海断阶等坡折体系中区域性发育辫状河三角洲前缘沉积,均有利于形成大型岩性地层油气藏^[14-16]。

4.2 匹配控藏

岩性地层等隐蔽性油气藏成藏要求的条件更加严格,只有在良好的生储盖匹配的条件下才能成藏^[15-16]。歧口凹陷发育的各类坡折带不但发育了较厚的低位域砂体,而且湖扩体系域还控制了烃源岩的发育,斜坡背景为油气运移聚集提供通道,使得位于坡折带砂体与油源层沟通,易于地层岩性油气藏发育。歧口凹陷的板桥次凹、滨海斜坡、歧北与歧南斜坡及次凹区等普遍发育有砂岩上倾尖灭、孤立砂体、地层超覆和不整合遮挡等地层岩性圈闭,通过自生自储或近源运移聚集成藏,在油源、有利储集相带及地层岩性圈闭三元的匹配控制下^[16],多层组油气相互叠加连片。

5 结论

歧口凹陷具有隆凹相间的构造背景,坡折体系这一负向构造单元面积占全凹陷面积的 70% 以上,古近系发育了断裂坡折带(陡坡、缓坡)、挠曲

坡折带、沉积坡折带、古地貌坡折带及侵蚀坡折带 5 种类型;多类坡折带构成的坡折体系控制了歧口凹陷砂体展布及油气富集,其砂体富集规律受物源区供给、沟槽输送及可容纳空间等主控因素共同作用。在坡折体系中发育多种类型的地层岩性圈闭,油气优势富集、匹配成藏,大型斜坡区坡折体系已成为歧口凹陷古近系岩性地层油气藏勘探与规模增储的重要领域之一。

参考文献:

- [1] 吕大炜,李增学,孙静,等. 浅析陆相湖盆坡折带理论及其对沉积的控制[J]. 大庆石油地质与开发,2008,27(3):25-27.
- [2] 王英民,金武弟,刘书会,等. 断陷湖盆多级坡折带的成因类型、展布及其勘探意义[J]. 石油与天然气地质,2003,24(3):199-214.
- [3] 王颖,王英民,赵志魁,等. 松辽盆地南部泉头组四段—姚家组西部坡折带的成因及演化[J]. 石油勘探与开发,2005,32(3):33-90.
- [4] 李群,王英民. 陆相盆地坡折带的隐蔽油气藏勘探战略[J]. 地质评论,2003,49(4):445-448.
- [5] 林杨松,潘元林,肖建新,等. 构造坡折带:断陷盆地层序分析和油气预测的重要概念[J]. 地球科学——中国地质大学学报,2000,25(3):260-266.
- [6] 王颖,王英民,王晓洲,等. 松辽盆地西部坡折带的成因演化及其对地层分布模式的控制作用[J]. 沉积学报,2005,23(3):498-506.
- [7] 王英民,刘豪,李立诚,等. 准噶尔大型拗陷湖盆坡折带的类型和分布特征[J]. 地球科学——中国地质大学学报,2002,27(6):683-688.
- [8] 张善文,王英民,李群. 应用坡折带理论寻找隐蔽油气藏[J]. 石油勘探与开发,2003,30(3):5-7.
- [9] 李树同,王多云,王彬,等. 拗陷型湖盆缓坡边缘沉积坡折带的识别:以鄂尔多斯盆地三叠纪延长长期沉积坡折带为例[J]. 天然气地球科学,2008,19(1):83-88.
- [10] 王家豪,王华,任建业,等. 黄骅拗陷中区大型斜向变换带及其油气勘探意义[J]. 石油学报,2010,31(3):355-360.
- [11] 徐长贵,赖维成,薛永安,等. 古地貌分析在渤海古近系储集层预测中的应用[J]. 石油勘探与开发,2004,31(5):53-56.
- [12] 李阳,邱桂强,刘建民. 沉积学研究对济阳断陷湖盆油气勘探开发的推动作用[J]. 沉积学报,2004,22(3):400-407.
- [13] 冯有良,徐秀生. 同沉积构造坡折带对岩性油气藏富集带的控制作用[J]. 石油勘探与开发,2006,33(1):22-26.
- [14] 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[J]. 岩性油气藏,2010,22(1):7-10.
- [15] 蒲秀刚,吴永平,周建生,等. 歧口凹陷岩性地层油气藏特征及勘探潜力[J]. 石油学报,2007,28(2):35-39.
- [16] 蒲秀刚,柳枫,周建生,等. “三元耦合”控藏机制与勘探有利区分析:以渤海湾盆地歧口凹陷古近系岩性地层油气藏为例[J]. 石油实验地质,2008,30(6):575-579.