

文章编号: 1000-0550(2012)04-0629-10

渤海湾盆地歧口凹陷古近系沙一段物源—沉积体系重建^①

吕琳¹ 焦养泉^{1,2} 吴立群¹ 鲁超¹ 荣辉¹ 汪小妹¹

(1. 中国地质大学资源学院 武汉 430074; 2. 中国地质大学构造与油气资源教育部重点实验室 武汉 430074)

摘要 采用布格重力异常手段宏观地区分物源区和沉积区,根据重矿物特征分析物源区位置及影响范围,依据地震反射特征识别物源运移方向,通过砂分散体系精细分析和表征物源—沉积体系特征,并利用岩石地球化学资料进一步佐证物源—沉积体系分析。综合研究表明,渤海湾盆地歧口凹陷沙一段时期存在五个物源区,分别为葛沽物源、小站物源、增福台物源、钱圈物源和北大港潜山物源。葛沽物源为板桥次凹提供沉积物,且沉积物主体呈两支向歧口主凹进一步推进;小站物源、增福台物源和钱圈物源影响范围较小,均呈两支进入板桥次凹;北大港潜山物源为歧北次凹提供沉积物,向马棚口和高尘头地区推进时物源频繁分叉。综合岩芯、录井、测井和古生物等沉积成因标志,认为板桥次凹发育扇三角洲沉积体系,歧口主凹和歧北次凹发育深湖浊流体系。

关键词 歧口凹陷 沙一段 物源—沉积体系

第一作者简介 吕琳 女 1986年出生 博士研究生 沉积学 E-mail: lvlin_cug@gmail.com

中图分类号 TE121.3 **文献标识码** A

0 引言

物源—沉积体系重建是含油气盆地分析中的一项重要工作,在确定物源区位置、性质、沉积物搬运路径和整个盆地的沉积作用、构造演化以及储层品质评价等方面都具有重要的意义^[1,2]。国内外学者从不同的角度、采用不同的手段对沉积盆地的物源—沉积体系进行了大量的研究,目前其方法日趋成熟:如古地貌恢复与古水流测量法^[3~7]、岩矿特征分析法^[8~10]、砂分散体系分析法^[11]、岩石地球化学法^[12]、离子质谱技术及同位素测年法^[13~15]等。但任何一种研究方法在独立分析物源—沉积体系的过程中均具有一定的局限性和多解性^[1,16]。不同的研究区或研究对象可能具有特殊性,或者对对象观察与探测的方法不同,需要对具体对象进行方法的取舍,多种方法的综合运用将能更准确的重建物源—沉积体系。

渤海湾盆地歧口凹陷古近系沙一段时期沉积一套广泛分布的烃源岩,已发现港东、港西、马东、马西和唐家河等油田,且近几年来,在北大港潜山东翼中浅层(沙一段和东三段)发现岩性圈闭发育带,尤其是歧深1井中浅层实现重大突破,表明歧口凹陷沙一段仍具有巨大的勘探潜力,因此,精细研究其物源—沉积体系,对于预测有利隐蔽圈闭发育区带,实现增储上产具有重要的现实意义。而目前关于歧口凹陷

沙一段物源—沉积体系的研究,国内外尚未见相关报道。该时期究竟存在几个物源?各物源的影响范围如何?板桥次凹沉积物能否搬运至歧口主凹?北大港潜山带是否为歧北次凹提供沉积物?沉积体系空间展布具有何特征?这些都直接制约着该区域油气储层的精确预测及下一步的勘探部署工作,是亟待解决的问题。本文综合布格重力异常、重矿物特征、地震反射结构、砂分散体系和岩石地球化学等方法,不同的方法发挥各自的优势,且各种手段相互佐证与修订,从不同的视角对歧口凹陷古近系沙一段物源—沉积体系进行重建,可避免某一种方法单独分析造成的误差与多解性,使物源—沉积体系的重建更系统,结论更具说服力。

1 地质背景

歧口凹陷位于渤海湾盆地黄骅拗陷中部,是渐新世以来长期发育的大型生油凹陷,其以伸展构造为主,并发育与之相关的伸展变换构造^[17,18]。歧口凹陷受北东向的沧东断层、大张坨断层、港西断层、港东断层和南大港断层以及东西向的海河断层和歧中断层的控制,研究区主要由歧口主凹、北东向的板桥和歧北两个半地堑凹陷以及北大港、南大港两个半地垒凸起组成,总体呈现东西分带、南北分块的构造格局(图1a)。

^①中国石油天然气股份有限公司重大专项课题(编号:2008E-0601)资助。
收稿日期:2011-09-16;收修改稿日期:2011-11-09

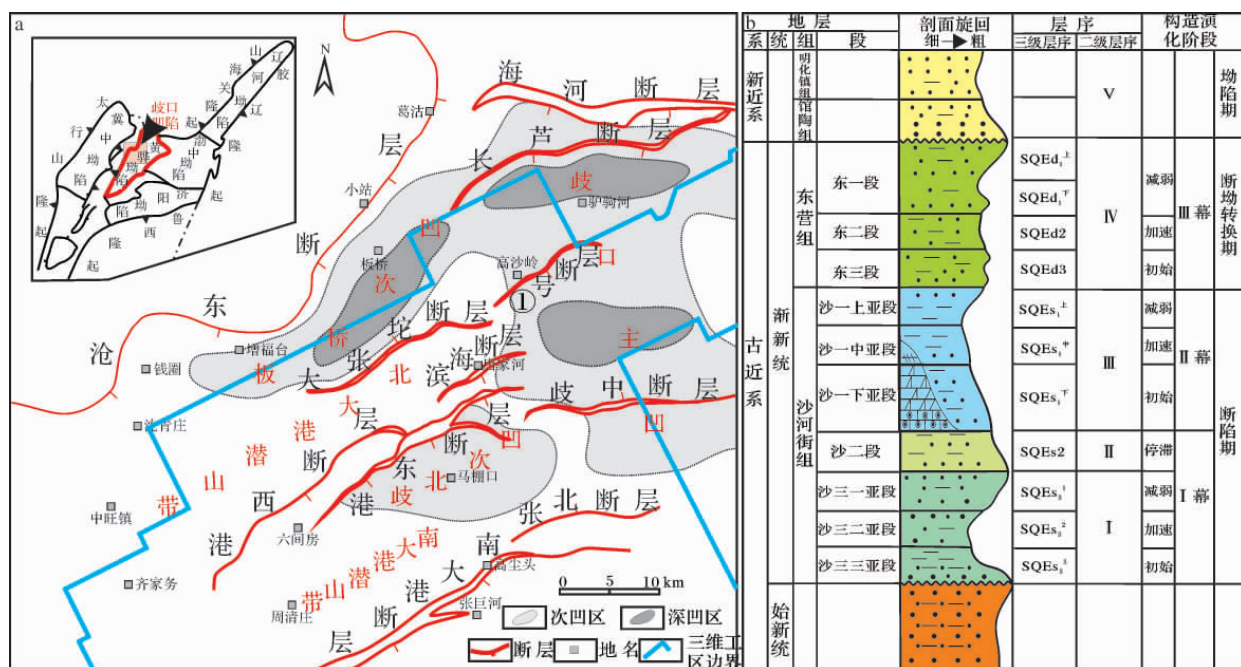


图1 歧口凹陷构造格局及古近系充填演化序列

a. 歧口凹陷构造格局; b. 古近系充填演化序列

Fig. 1 Structure framework and filling succession in the Paleogene of the Qikou sag

歧口凹陷古近系自下而上接受沙河街组和东营组的巨厚沉积。沙河街组可细分为沙三段、沙二段和沙一段,其中本文研究的沙一段是本区的主力含油气层系,其可进一步划分为三个亚段,自下而上依次为沙一下亚段、沙一中亚段和沙一上亚段。沙一下亚段为灰色、深灰色、灰绿色泥岩夹中厚层细砂岩和灰质砂岩;沙一中亚段为灰色、深灰色泥岩夹粉砂岩和细砂岩;沙一上亚段主要为灰色厚层粉砂岩和一中细砂岩,夹中薄层灰色泥岩(图1b)。

2 物源—沉积体系重建

在对歧口凹陷沙一段物源—沉积体系进行重建时,首先采用布格重力异常手段宏观的区分物源区和沉积区,其次根据重矿物特征分析物源区位置及影响范围,依据地震反射特征识别物源运移方向,重点对砂分散体系进行分析以精细的表征物源—沉积体系特征,最终利用岩石地球化学资料进一步佐证物源—沉积体系分析。

2.1 布格重力异常分析

布格重力异常是地下地质体之间密度差异的综合响应,重力高值区对应基底隆起,重力低值区对应基底断陷或拗陷,重力高值区与低值区以梯级带相连,反映它们之间的断裂或地层坡降关系^[19]。布格

重力异常特征能直观的表征隆凹展布形态,可宏观的区分物源区和沉积区,且对于判别物源通道也具有一定的指示意义。

研究区沙一段时期布格重力表现为正异常带与负异常带交替展布的格局,呈现“三隆三凹”的地貌特征。“三隆”分别为沧县隆起、北大港潜山带和南大港潜山带,“三凹”为板桥次凹、歧口主凹和歧北次凹。沧县隆起区的重力等值线密集带位于葛沽、小站、增福台和钱圈地区,可能为主要的物源通道,沉积物可沿着物源通道由沧县隆起物源区搬运至板桥次凹沉积。高沙岭地区存在一个布格重力异常相对较低的区带,板桥次凹北东部的沉积物可能沿着该区带进一步推进至歧口主凹。北大港潜山南东翼的马棚口附近地区布格重力异常相对较低,源于北大港潜山物源区的沉积物可搬运至歧北次凹沉积(图2)。

2.2 重矿物特征分析

矿物组分分析是研究物源—沉积体系的重要手段^[6,11]。重矿物组合分区及ZTR指数、稳定系数分布特征可有效地反映物源区位置及物源影响范围等^[1,10]。

通过岩矿薄片鉴定,板桥次凹的葛沽、小站、增福台和钱圈地区以及歧北次凹的六间房地区岩块组合均以灰岩、生物碎屑、黑云母含量高,同时见白云母、

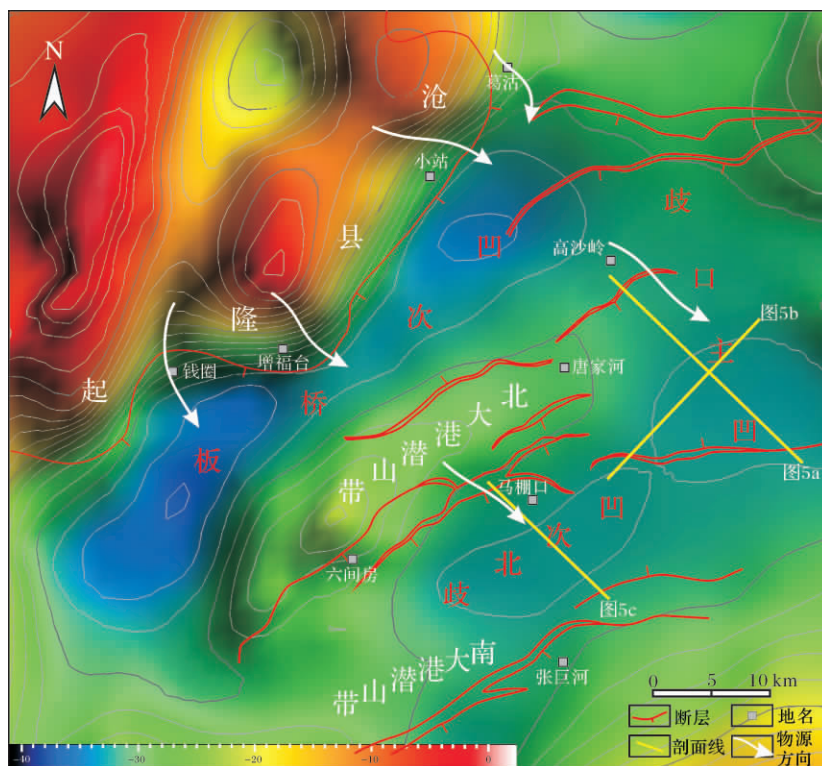


图 2 歧口凹陷沙一中亚段布格重力异常特征

Fig. 2 Distribution and characteristics of Bouguer gravity anomalies of the middle sub-member of the first member of Shahejie Formation in the Qikou sag

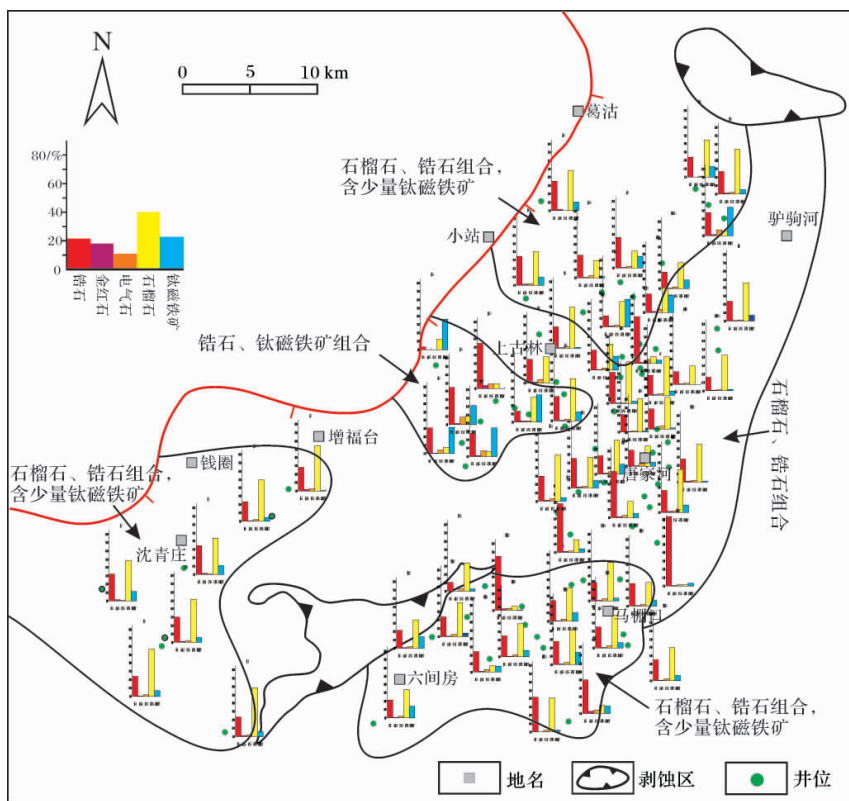


图 3 歧口凹陷沙一段重矿物组合分区特征

Fig. 3 Heavy mineral province of the first member of Shahejie Formation in the Qikou sag

玄武岩为特征,长石类型以聚片双晶斜长石、绢云母化斜长石、条纹长石发育为主,其母岩类型一致,为中、酸性喷出岩和变质岩。歧口凹陷沙一段重矿物组合具明显的分区性,主要可划分为五个区块(图3):板桥次凹的葛沽地区、钱圈地区以及歧北次凹的重矿物组合特征一致,以石榴石和锆石为主,含少量钛磁铁矿;增福台北东部地区重矿物以锆石和钛磁铁矿组合为特征,含少量的石榴石;歧口主凹重矿物则以石榴石和锆石为主,含极少量的钛磁铁矿。重矿物组合分区特征表明物源区主要位于沧县隆起的葛沽、增福台和钱圈地区,且该时期北大港潜山物源区为歧北次凹提供沉积物。

依据重矿物 ZTR 指数和稳定系数的分布特征,可以看出,葛沽物源影响范围极大,沉积物沿着长芦断层和①号断层下降盘继续搬运至歧口主凹的高沙岭和唐家河地区;增福台物源和钱圈物源影响规模相对有限,沉积物主要充填于板桥次凹;北大港潜山物源为歧北次凹提供沉积物,物源影响范围较大,已延伸至马棚口和高尘头地区(图4)。

2.3 地震反射特征分析

依据地震反射特征和外部反射结构可判断物源方向,且对于分析物源通道位置具有重要的指示意义^[11, 20]。因地震前积反射特征代表沉积物向盆地的推进过程,前积反射是三角洲前缘中常见的地震反射特征,而三角洲前缘多发育在盆地边缘,因此,地震前积反射特征对于分析距离物源的远近具有一定的参考意义^[1]。

通过分析歧口凹陷沙一段时期的地震反射特征,

可以确定:(1)板桥次凹的沉积物在高沙岭地区被进一步搬运至歧口主凹,在地震剖面上可以看到较大规模的前积地震相,内部前积反射特征显著(图5a);高沙岭附近地区的南西至北东向地震相表现为连续性较差的亚平行同向轴组成,常有许多非系统性的反射终止和同相轴分裂现象,即为丘状反射结构,表明剖面走向可能为横切或是斜切物源进积通道(图5b);(2)北大港潜山为歧北次凹提供沉积物,物源主体方向为北西至南东向,在地震剖面上可识别出明显的前积地震相结构(图5c)。

2.4 砂分散体系分析

砂分散体系特征可为物源—沉积体系重建提供有力的证据,其空间结构不仅可以指示物源区数量、物源位置和方向,而且可以有效地揭示物源的影响范围,且能精细的表征物源分支,完善物源—沉积体系分析。对于同一个沉积体系而言,一般的规律是距离物源区越近,砂体厚度越大、含砂率值越高,它们通常为沉积物的主要搬运通道^[8, 11]。

从沙一段砂体空间配置特征可以看出(图6),砂体厚度高值区主要分布于板桥次凹的葛沽、小站、增福台和钱圈地区、歧口主凹的驴驹河—高沙岭一带以及歧北次凹的马棚口地区。板桥次凹发育四条砂体厚度高值带,均呈北西至南东向展布,体现了沧县隆起的物源供给,表明沧县隆起存在四个主要物源区,分别为葛沽物源、小站物源、增福台物源和钱圈物源。其中,葛沽物源影响范围极大,沉积物由板桥次凹进一步推进至歧口主凹的驴驹河和高沙岭地区;小站物源、增福台物源和钱圈物源规模相对有限,沉积物

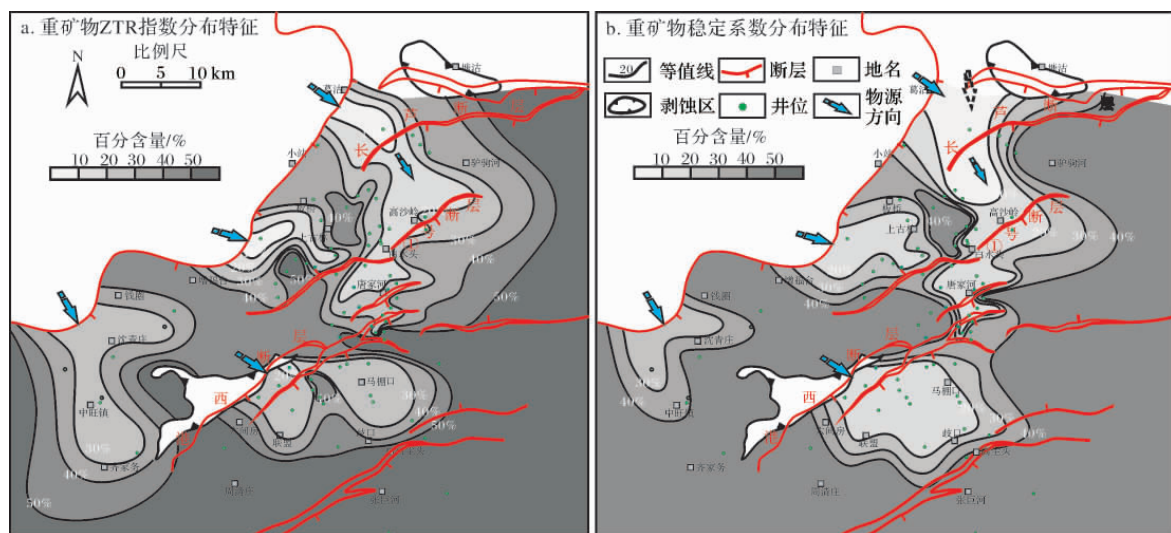


图4 歧口凹陷沙一段重矿物 ZTR 指数和稳定系数分布特征

Fig. 4 Distribution of heavy mineral ZTR index and stability factor of the first member of Shahejie Formation in Qikou sag

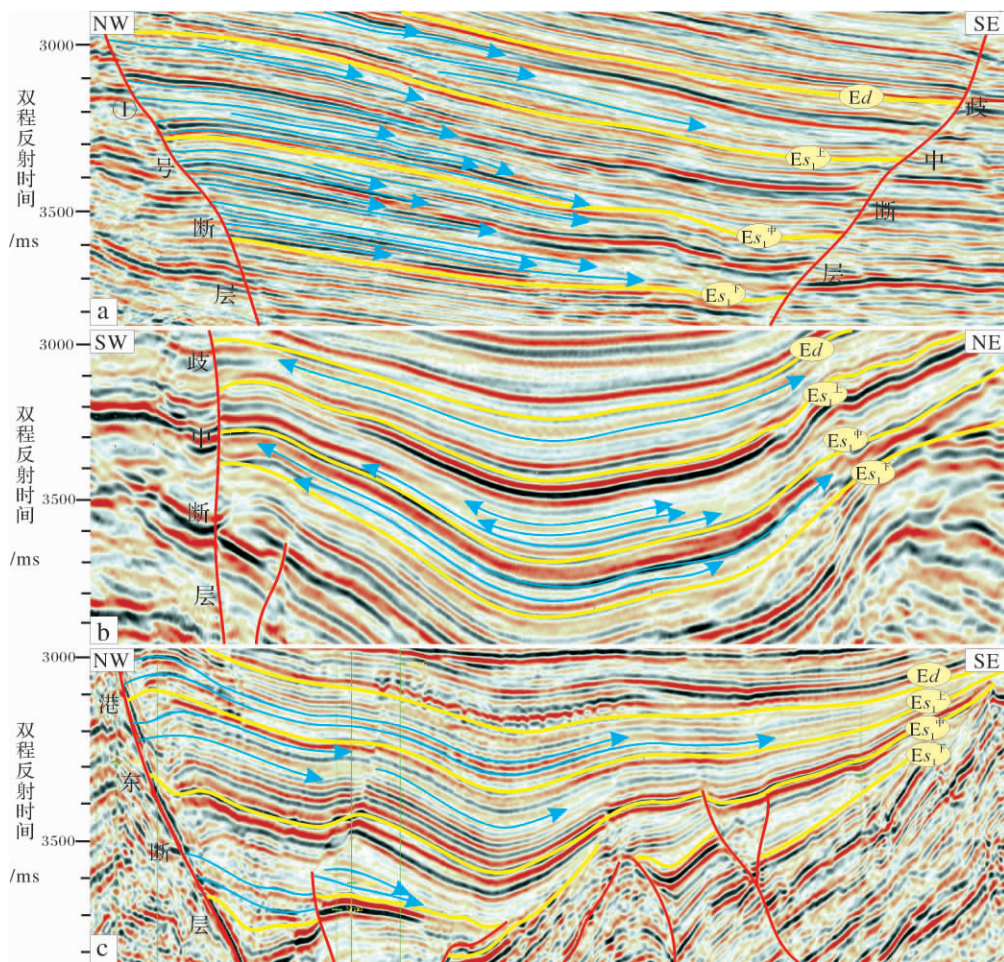


图 5 歧口凹陷沙一段地震反射特征(剖面位置见图 2)

Fig. 5 Seismic reflection characteristics of the first member of Shahejie Formation in the Qikou sag

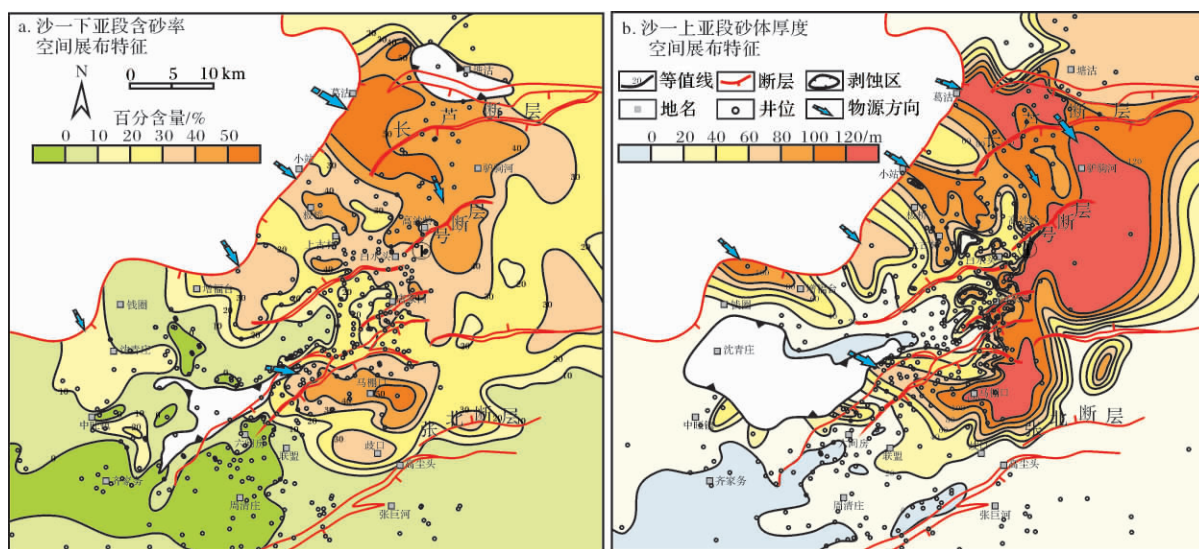


图 6 歧口凹陷沙一段砂体空间配置特征

a. 沙一下亚段含砂率空间展布特征; b. 沙一上亚段砂体厚度空间展布特征

Fig. 6 Distribution and characteristics of sandbody in the first member of Shahejie Formation in the Qikou sag

仅充填于板桥次凹。此外,歧北次凹的沉积物呈北西至南东向一直延伸至张北断层,主要体现了北大港潜山带的物源供给。

2.5 岩石地球化学特征分析

岩石地球化学特征(干酪根类型分区、岩石氧化色分布)对于物源位置、物源方向和影响范围的判定具有一定的参考作用^[12]。

干酪根类型是有机地球化学的重要指标之一,可为判定物源位置和物源方向提供一定的依据。Ⅲ型干酪根为腐植型,母质主要是高等木本植物,指示其环境以陆相为主;Ⅱ型干酪根为腐泥-腐植过渡型,指示陆湖过渡环境;Ⅰ型干酪根为腐泥型,母质是浮游生物和藻类,指示其为覆水环境。对研究区沙一段时期干酪根类型进行分区,结果显示,干酪根主要为Ⅱ型、Ⅰ-Ⅱ型和Ⅰ型,而Ⅱ-Ⅲ型干酪根仅发育于板桥次凹的葛沽和小站地区以及歧北次凹的马棚口地区,进一步证实沙一段时期发育葛沽物源、小站物源和北大港潜山物源(图7a)。歧口凹陷沙一段时期岩石氧化色厚度百分含量大于30%主要位于板桥次凹的葛沽、小站和增福台地区、歧口主凹的唐家河一带以及歧北次凹的马棚口附近地区,可以佐证研究区发育葛沽、小站、增福台物源以及北大港潜山物源(图7b)。

2.6 物源-沉积体系综合分析

综合分析沙一段沉积期物源-沉积体系特征,结果表明,歧口凹陷存在五个物源区,分别为葛沽物源、

小站物源、增福台物源、钱圈物源和北大港潜山物源。各物源区物源位置、物源方向和影响范围在沙一下亚段至沙一上亚段时期具有相似性和较好的继承性,但仍存在一定的差异。其中,(1)葛沽物源:该物源影响范围极大,是研究区最大的物源区,在沙一段时期物源方向总体为北西至南东向,沉积物充填于板桥次凹,并主体呈两支顺着长芦断层和①号断层下降盘向歧口主凹进一步推进,但沉积物发育终止于歧中断层;物源位置在沙一段时期由南西向迁移演变为北东向迁移,但迁移规模较小。(2)小站物源:沿小站-白水头一线发育,影响范围相对较小,在沙一中亚段和沙一上亚段时期呈两支沿SSE和SE方向进入板桥次凹;物源位置由北东向迁移演变为南西向迁移。(3)增福台物源:发育规模较有限,受大张坨断层的影响,沉积物仅充填于板桥次凹,且在沙一下亚段和沙一上亚段时期呈两支由SSE和SE方向进入板桥次凹;沙一上亚段与沙一下亚段、沙一中亚段相比较,物源位置向北东向迁移。(4)钱圈物源:物源位置发育不稳定,由向西迁移演变为向北东向迁移,迁移规模较大;在沙一段时期呈两支物源子体系向板桥次凹推进。(5)北大港潜山物源:沉积物顺着港西断层和港东断层下降盘搬运至歧北次凹,主体呈北西至南东向展布,其延伸至张北断层,物源影响范围较大,分布规模仅次于葛沽物源,在向马棚口和高尘头地区推进时物源频繁分叉(图8)。

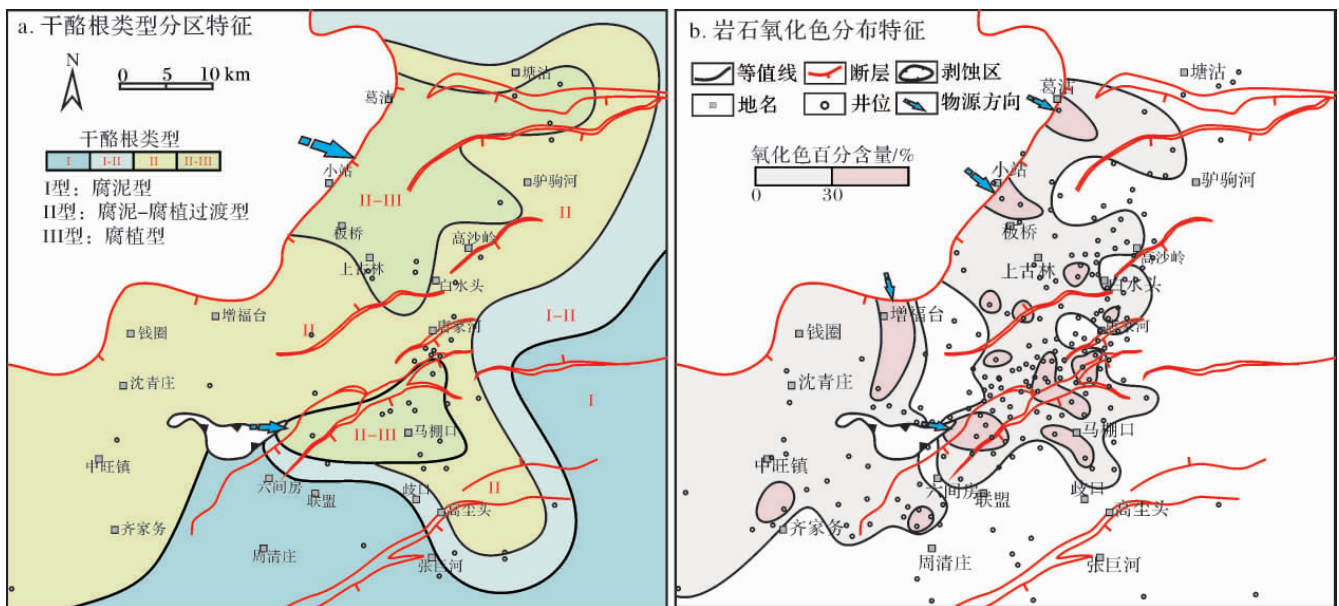


图7 歧口凹陷沙一段干酪根类型分区和岩石氧化色分布特征

Fig.7 Kerogenic types province and rock oxidation color of the first member of Shahejie Formation in the Qikou sag

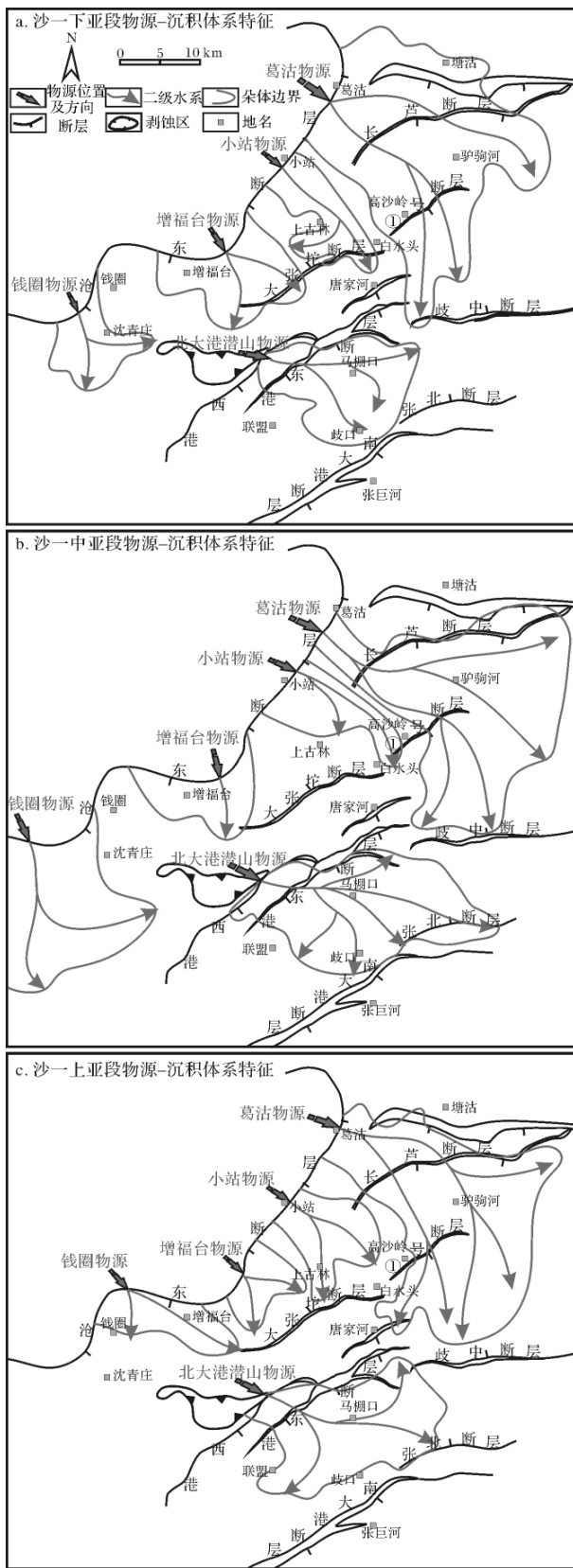


图 8 歧口凹陷沙一段物源—沉积体系综合分析
Fig. 8 Provenance-sedimentary system analysis of the first member of Shahejie Formation in the Qikou sag

3 沉积体系空间配置特征

在歧口凹陷沙一段物源—沉积体系重建的基础上, 结合大量的岩芯、录井、测井和古生物等沉积成因标志, 分析沉积体系发育类型及空间配置特征。源于葛沽物源、小站物源、增福台物源和钱圈物源的沉积物经历短距离搬运入湖, 在沧东断层控制的陡坡背景下, 板桥次凹在葛沽、小站、增福台和钱圈地区发育扇三角洲沉积体系, 包括扇三角洲平原、扇三角洲前缘和前扇三角洲成因相组合; 葛沽物源控制发育的扇三角洲前缘砂体在向歧口主凹进一步推进时, 受活动性较强的长芦断层的影响, 沉积物搬运至半深湖—深湖环境中, 在歧口主凹演变为深湖浊流体系; 歧北次凹接收北大港潜山物源的供给, 其沉积物短距离搬运至港西断层和港东断层控制形成的半深湖—深湖环境中, 在歧北次凹马棚口地区发育深湖浊流体系。沉积体系空间配置特征明显受各物源区的物源方向、展布形态和规模的影响。因整个沙一段时期沉积背景没有太大的变化, 因此沙一下亚段至沙一上亚段沉积期的沉积体系发育类型和空间配置特征具有相似性和较好的继承性(图 9)。

4 结论

(1) 采用布格重力异常手段宏观的区分物源区和沉积区, 根据重矿物特征分析物源区位置及影响范围, 依据地震反射特征识别物源运移方向, 通过砂分散体系的分析精细的表征物源—沉积体系特征, 并利用岩石地球化学资料进一步佐证物源—沉积体系分析。这种多方法综合分析的思路对物源—沉积体系的重建是行之有效的, 对同类型沉积盆地物源—沉积体系的研究具有一定的推广应用意义。

(2) 渤海湾盆地歧口凹陷沙一段时期存在五个物源区, 分别为葛沽物源、小站物源、增福台物源、钱圈物源和北大港潜山物源。葛沽物源为板桥次凹提供沉积物, 且沉积物主体呈两支向歧口主凹进一步推进; 小站物源、增福台物源和钱圈物源影响范围较小, 均呈两支进入板桥次凹; 北大港潜山物源为歧北次凹提供沉积物, 向马棚口和高尘头地区推进时物源频繁分叉。

(3) 板桥次凹发育扇三角洲沉积体系, 歧口主凹和歧北次凹发育深湖浊流体系。沉积体系空间配置特征明显受物源区的物源方向、展布形态和规模的影响。

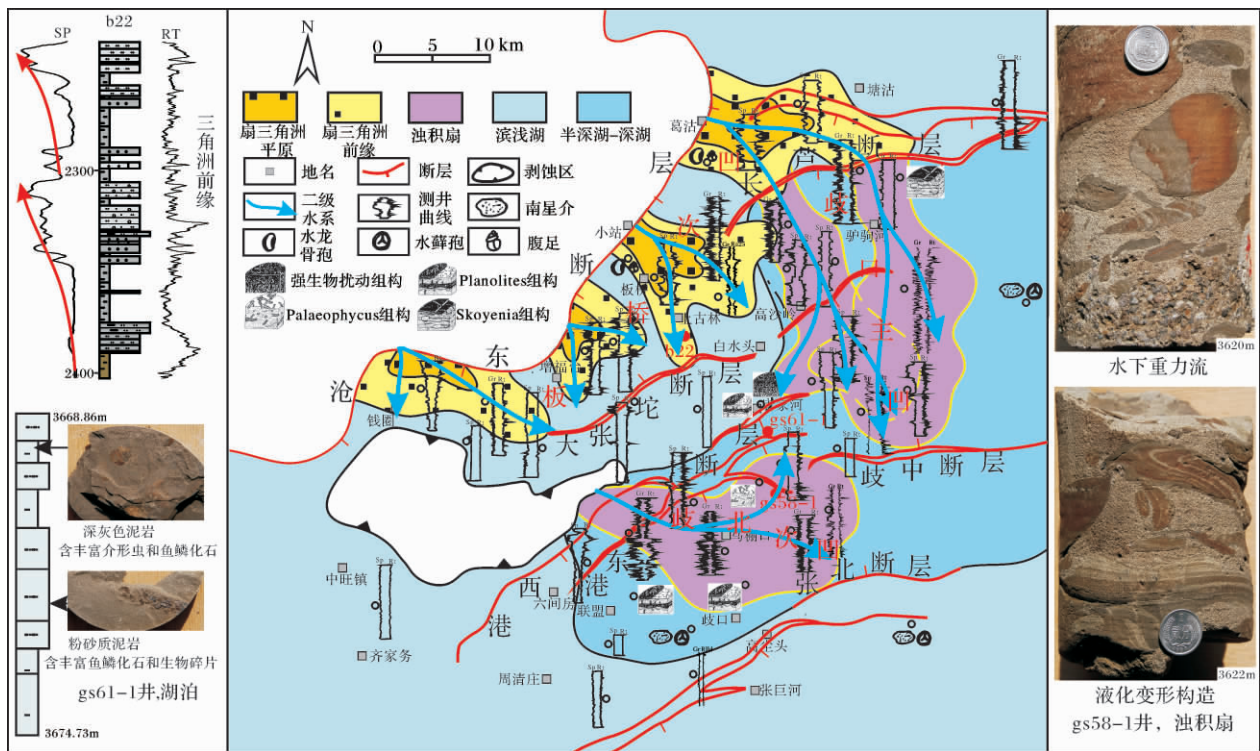


图9 歧口凹陷沙一上亚段沉积体系空间配置特征

Fig. 9 Distribution of sedimentary system of the upper sub-member of the first member of Shahejie Formation in Qikou sag

参考文献 (References)

- 王华,白云风,黄传炎,等. 歧口凹陷古近纪东营期古物源体系重建与应用[J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 2009, 34(3): 448-456 [Wang Hua, Bai Yunfeng, Huang Chuanyan, *et al.* Reconstruction and application of the Paleogene provenance system of the Dongying Formation in Qikou depression[J]. Earth Science: Journal of China University of Geosciences, 2009, 34(3): 448-456]
- 赵红格,刘池洋. 物源分析方法与研究进展[J]. 沉积学报, 2003, 21(3): 409-415 [Zhao Hongge, Liu Chiyang. Approaches and prospects of provenance analysis[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(3): 409-415]
- 黄传炎,王华,周立宏,等. 北塘凹陷古近系沙河街组三段物源体系分析[J]. 地球科学-中国地质大学学报, 2009, 34(6): 975-982 [Huang Chuanyan, Wang Hua, Zhou Lihong, *et al.* Provenance system characters of the third member of Shahejie Formation in the Paleogene in Beitang sag[J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 2009, 34(6): 975-982]
- 齐井顺,李广伟,孙立东,等. 徐家围子断陷白垩系营城组四段层序地层及沉积相[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2009, 39(6): 983-990 [Qi Jingshun, Li Guangwei, Sun Lidong, *et al.* The research on sequence stratigraphy and sedimentary facies of the member 4 of Yingcheng Formation in Xujiaweizi Depression[J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2009, 39(6): 983-990]
- 吴立群,焦养泉,杨琴,等. 鄂尔多斯盆地富县地区延长组物源体系分析[J]. 沉积学报, 2010, 28(3): 434-440 [Wu Liqun, Jiao Yangquan, Yang Qin, *et al.* Provenance system analysis of Yanchang Formation in Fuxian area of Ordos basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2010, 28(3): 434-440]
- 王世虎,焦养泉,吴立群,等. 鄂尔多斯盆地西北部延长组中下部古物源与沉积体空间配置[J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 2007, 32(2): 201-208 [Wang Shihu, Jiao Yangquan, Wu Liqun, *et al.* Spatial combination of paleoprovenance and depositional lobe of mid-lower Yanchang Formation in the northwest of Ordos basin [J]. Earth Science: Journal of China University of Geosciences, 2007, 32(2): 201-208]
- 姜在兴,邢焕清,李任伟,等. 合肥盆地中-新生代物源及古水流体系研究[J]. 现代地质, 2005, 19(2): 247-252 [Jiang Zaixing, Xing Huanqing, Li Renwei, *et al.* Research on provenance and Palaeocurrents in the Meso-Cenozoic Hefei Basin [J]. Geoscience, 2005, 19(2): 247-252]
- Dickinson W R. Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones[J]. Provenance of Arenites, 1985, 148: 333-361
- Morton A, Hurst A. Correlation of sandstones using heavy minerals: an example from the Statfjord Formation of the Snorre field, northern North Sea [J]. Geological Society Special Publication, 1995, 89: 3-22
- 赵俊兴,吕强,李凤杰,等. 鄂尔多斯盆地南部延长组长6时期物源状况分析[J]. 沉积学报, 2008, 26(4): 610-616 [Zhao Junxing, Lü Qiang, Li Fengjie, *et al.* Sediment provenance analysis of the Chang 6 oil-bearing interval of Yanchang Formation in the South of Ordos Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2008, 26(4):

- 610-616]
- 11 焦养泉,李珍,周海民. 沉积盆地物质来源综合研究——以南堡老第三纪亚断陷盆地为例[J]. 岩相古地理, 1998, 18(5): 16-20 [Jiao Yangquan, Li Zhen, Zhou Haimin. The integrated study of sediment sources in sedimentary basins: an example from the Eocene Nanpu rift subbasin[J]. Sedimentary Facies and Palaeogeography, 1998, 18(5): 16-20]
 - 12 史春鸿,韩润生,吴鹏,等. 滇中牟定地区上白垩统马头山组岩石地球化学及物源属性[J]. 沉积学报, 2011, 29(2): 303-311 [Shi Chunhong, Han Runsheng, Wu Peng, et al. Geochemistry and provenance of source rock for matoushan Formation rocks (Late Cretaceous) in the Mouding area, Central Yunnan[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2011, 29(2): 303-311]
 - 13 Johnson C M, Winter B L. Provenance analysis of lower Paleozoic quartz arenites of the North American mid-continent region: U-Pb and Sm-Nd isotope geochemistry[J]. Geological Society of American Bulletin, 1999, 111(11): 1723-1738
 - 14 Sherlock S C, Jones K A, Jones J A. A central European variscide source for upper Carboniferous sediments in SW England: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Ar detrital white mica ages from the forest of Dean basin[J]. Journal of the Geological Society, 2000, 157(5): 905-908
 - 15 Stevenson R K, Whittaker S, Mountjoy E W. Geochemical and Nd isotopic evidence for sedimentary source changes in the Devonian mio-geocline of the southern Canadian cordillera[J]. Geological Society of American Bulletin, 2000, 112: 531-539
 - 16 Taylor S R, McLennan S M. The Continental Crust: Its Composition and Evolution[M]. Oxford Blackwell Scientific Publication, 1985
 - 17 吴永平,周立宏,王华,等. 歧口凹陷层序构成样式的时空差异性研究[J]. 大地构造与成矿学, 2010, 34(4): 473-483 [Wu Yongping, Zhou Lihong, Wang Hua, et al. Spatiotemporal differences of sequence architecture styles in the Qikou sag[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2010, 34(4): 473-483]
 - 18 吕琳,王文革,鲁超,等. 歧口凹陷古近系东二段沉积体系空间配置研究[J]. 大地构造与成矿学, 2010, 34(4): 545-553 [Lü Lin, Wang Wenge, Lu Chao, et al. Distribution of paleogene sedimentary system of the second member of the Dongying Formation in the Qikou sag[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2010, 34(4): 545-553]
 - 19 曾华霖. 重力场与重力勘探[M]. 北京: 地质出版社, 2005 [Zeng Hualin. Gravity Field and Gravity Exploration[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2005]
 - 20 林畅松. 沉积盆地的构造地层分析——以中国构造活动盆地研究为例[J]. 现代地质, 2006, 20(2): 185-194 [Lin Changsong. Tectonic stratigraphic analysis of sedimentary basins: a case study on the inland tectonically active basins in China[J]. Geoscience, 2006, 20(2): 185-194]

Reconstruction of Provenance-Sedimentary System of the First Member of the Paleogene Shahejie Formation in the Qikou Sag, Bohai Bay Basin

LÜ Lin¹ JIAO Yang-quan^{1,2} WU Li-qun¹
LU Chao¹ RONG Hui¹ WANG Xiao-mei¹

(1. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074;

2. Key Laboratory of Tectonics and Petroleum Resources of Ministry of Education, China University of Geosciences, Wuhan 430074)

Abstract: According to the characteristics of the Bouguer gravity anomalies, the source and deposition areas were macroscopically distinguished in this paper. Based on the characteristics of heavy mineral, the location and extent of the source areas were described. In addition, the direction of the sources were determined on the basis of seismic reflection characteristics. Furthermore, the characteristics of provenance-sedimentary system were finely pictured by the distribution of sandbody, and could be further verified through geochemical characteristics. Different ways exerted respective superiority, and various means revised each other, the provenance-sedimentary system of the first member of the Paleogene Shahejie Formation in the Qikou sag of the Bohai bay basin was reconstructed by these ways. The results suggested that, there were five sources in the first member of Shahejie Formation in the Qikou sag, that were Gegu source, Xiaozhan source, Zengfutai source, Qianquan source and Beidagang buried hill source. The Gegu source was the largest source in the Qikou sag, the direction was overall the northwest to southeast, it provided sediments for Banqiao sag, and the sediments were further promoted into Qikou sag mainly in two directions but terminated at the downthrow wall of the Qizhong fault, the migration direction of the source location evolved from the southwest to the northeast in the first member of the Shahejie Formation, but the scale of the migration is small. The Xiaozhan

source developed along Xiaozhan to Baishuitou area , the extent was small , the sediments were promoted into Banqiao sag in SSE and SE , the migration direction of the source location evolved from northeast to southwest. The scale of the Zengfutai source was limited which was influenced by the Dazhangtuo fault , the sediments filled into the Banqiao sag , and the source location migrated along northeast. The location of the Qianquan source was unstable , the migration direction of the source location evolved from west to northeast , the extent of migration was large scale , the sediments were promoted into Banqiao sag in two directions. The sediments of the Beidagang buried hill source were carried to the Qibei sag along the downthrow wall of the Gangxi and Gangdong fault and extended to the Zhangbei fault which showed from northwest to southeast , and being frequent bifurcation when impelled into Mapengkou and Gaochentou area. Combined with well cores , drilling , logging and paleobiology , it showed that Banqiao sag developed fan delta sedimentary system which was controlled by the Cangdong fault , that included fan delta plain , fan delta front and front-fan delta. The Qikou sag developed deep-lake turbidite sedimentary system which was influenced by the strong activity of Changlu fault , it was involved from the sandbody of the fan delta sedimentary system which controlled by the Gegu source. The Qibei sag developed deep-lake turbidite sedimentary system located in the background of the semi deep-lake and deep-lake controlled by the Gangxi and Gangdong fault. The distribution of sedimentary system was obviously influenced by the direction , shape and extent of the source area. The research proved that this comprehensive analysis of multi-methods was effective for the reconstruction of provenance-sedimentary system.

Key words: the Qikou Sag; the first member of Shahejie Formation; provenance-sedimentary system

勘 误

沉积学报 2012 年 30 卷第 3 期 565 页脚注: 国家重点基础研究发展计划(973 项目)(编号: 者按 0110B403305) 应为国家重点基础研究发展计划(973 项目)(编号: 2011CB403305)。特此向作者表示歉意!