李帅, 俞伟哲, 秦兰芝, 等. 西湖凹陷平湖斜坡带物源-坡折耦合控砂模式[J]. 海洋地质前沿, 2024, 40(7): 36-44. LI Shuai, YU Weizhe, QIN Lanzhi, et al. Sand-controlling model of source-slope-break coupling in Pinghu Slope Belt, Xihu Sag[J]. Marine Geology Frontiers, 2024, 40(7): 36-44.

西湖凹陷平湖斜坡带物源-坡折耦合控砂模式

李帅,俞伟哲,秦兰芝,张粲 (中海石油(中国)有限公司上海分公司,上海 200335)

摘 要:平湖斜坡带为西湖凹陷岩性油气藏勘探的重要区域之一。勘探开发实践证实,平湖 斜坡带平湖组砂体展布复杂,控砂模式指导下的砂体刻画已成为岩性油气藏勘探突破的关键。 从物源体系研究出发,结合坡折带特征分析,梳理了研究区物源坡折耦合控制下的砂体展布 特征。沟谷及重矿物特征表明,研究区存在海礁隆起西部、西南部稳定物源及宝云亭凸起动 态物源三大物源体系,控制了研究区储层沉积物来源;受隆起、断裂差异活动及沉积作用控制, 研究区发育的断裂坡折、挠曲坡折和沉积坡折共同控制了研究区地形特征。物源体系与坡折 耦合控制了沉积物从源到汇的动态过程:平湖组下段由西南物源及宝云亭凸起动态物源共同 控制,发育混源堆积型控砂模式;平湖组中段由西部海礁隆起物源主控,以挠曲坡折限制的单 源改造型控砂模式为主;平湖组上段由沉积坡折主控,发育缓坡过渡型控砂模式。 关键词:平湖斜坡带;物源;坡折带;控砂模式;岩性油气藏

中图分类号:P744.4;P618.13 文献标识码:A DOI:10.16028/j.1009-2722.2023.119

0 引言

西湖凹陷平湖斜坡带平湖组已经经历了 30 多年的勘探历程。前人研究揭示,平湖组富煤地层具备有利的生烃条件,平湖组具有含砂率为 20%~40%的砂泥岩互层地层,具备有效的储盖组合及自生自储的有利成藏背景^[1-2]。勘探开发实践表明,平湖组砂体平面稳定性差,砂体展布特征复杂,平湖组沉积相及其时空演化规律认识不清,直接影响了开发井实施效果,制约勘探开发成效。

前人针对平湖组砂岩展布特征开展了一系列 研究,涵盖了平湖组沉积背景、层序地层、沉积相类 型及其演化特征,然而缺乏砂体展布特征及主控因 素的研究^[3-9],致使目前对平湖组物源体系认识较为 模糊,尤其是对宝云亭凸起是否提供物源存在争议;

收稿日期: 2023-05-06

第一作者: 李帅(1989—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事沉积储层、油气田 勘探地质等方面的研究工作. E-mail: lishuai7@cnooc.com.cn

并且对平湖组复杂沉积背景下砂体展布主控因素 尚未形成统一认识,砂体平面展布规律认识不清。 以上因素制约了平湖组的勘探开发进程。本文以 宝云亭区为研究区,梳理平湖组砂岩从源到汇的动 态过程,厘定坡折类型及演化对沉积相展布的控制 作用,总结物源-坡折耦合控制下的砂体发育模式, 为宝云亭区的下一步岩性油气藏勘探开发提供有 力的理论支撑。

1 区域地质概况

东海陆架盆地西湖凹陷是受太平洋板块俯冲 作用影响的陆缘断陷盆地,西湖凹陷盆地演化具有 明显的早期断陷、后期断-拗转换的演变特征。平 湖组沉积期盆地类型并不是简单的断陷盆地,而是 后期的陆缘整体型断-拗转换盆地。西湖凹陷构造 特征较为复杂,自西向东依次划分为西部斜坡带、 中央洼陷反转带及东部断阶带,其中,西部斜坡带 自北向南又可划分为杭州斜坡带、平湖斜坡带及天 台斜坡带3部分,构造特征整体表现为"东西分带、 南北分块"的特征。宝云亭区位于平湖斜坡带中部, 西邻海礁隆起,内部受宝云亭凸起控制,发育一系

资助项目:中海石油(中国)有限公司上海分公司生产科研项目"西湖凹 陷古近系区域沉积体系研究及规模岩性圈闭勘探方向"(CCL2023SHP S010RS)

列的正、反向断阶带,斜坡特征复杂(图1)。自下而 上沉积了古近系宝石组、平湖组、花港组,新近系龙 井组、玉泉组、柳浪组、三潭组及第四系东海群等 地层^[4-7]。

平湖组为始新统含煤地层,自下而上划分为平

湖组下段、中段及上段。古生物特征表明,平湖组 沉积时期为局限海背景,岩性组合为砂、泥、煤互层, 水体整体表现为先上升后下降的震荡式海退(图 2), 受古水体演化控制,平湖组垂向上整体表现为正旋 回一反旋回的"粗-细-粗"旋回特征^[7,9]。





2 物源分析

古地形特征是盆地物源体系最直观的判断手段,碎屑物质从源到汇的动态过程受古地形特征控制,本文以古地形特征为基础,结合沟谷体系刻画, 梳理平湖组物源特征^[10-13]。

受构造作用控制,综合残余地层厚度变化,研 究区平湖组古地形整体呈"西高东低"的格局,西部 海礁隆起持续隆升剥蚀,为平湖组持续提供物源。 宝云亭凸起的演化控制动态物源供给,宝云亭凸起 形成于始新世早期,为断陷期受断裂活动控制的地 垒,平湖组下段沉积期断层活动强烈,宝云亭凸起 特征明显,地震反射表现为逐级上超的特征,指示 宝云亭凸起持续暴露,具备物源发育的地形背景; 平湖组中段沉积期及以后,断裂活动逐渐减弱,地 震反射特征由上超反射逐渐演化为平行反射,指示 地层的填平补齐,宝云亭凸起逐渐消失,表现为 "西高东低"的宽缓斜坡背景(图 3)。因此,宝云亭 凸起表现为动态物源地质特征。

沟谷为沉积物搬运过程中侵蚀下切形成的地 形单元,为沉积物由物源区向盆地内部搬运的通道, 指示了物源方向。本文系统刻画研究区沟谷发育 特征,揭示了西部及西南部下切沟谷组合及宝云亭 凸起之上下切沟谷 2 类沟谷体系发育特征。西部 沟谷以大型"V"型、"U"型及复合沟谷发育为主, 沟谷宽度为 1.3~5 km,时间深度为 65~115 ms,沟 谷规模大,揭示了较强的水动力条件;沟谷上覆平 湖组上段地层,揭示了平湖组沉积时期为持续的物 源通道。宝云亭凸起之上沟谷规模相对较小,沟谷 宽度为 1.8~3 km,上覆平湖组中段地层,平湖组下 段沉积之后宝云亭凸起被上覆地层覆盖,沟谷消亡 (图 4),物源供应停止,宝云亭凸起物源仅对平湖组 下段供应,表现为动态物源发育特征^[14]。

本文统计了 A1、A2、A3、B1、B2、B3 六口井 薄片微观鉴定资料,系统梳理平湖组不同层系岩石



图 2 西湖凹陷地层综合柱状图

Fig.2 Comprehensive stratigraphic histogram of the Xihu Sag



图 3 研究区平湖组古地形特征

Fig.3 Paleo-topographic characteristics of Pinghu Formation in the target area

学特征差异,结合 A3 并不同层系重矿物特征差异 厘定不同物源控制下的沉积响应。从已钻井揭示 的岩石学特征及重矿物组合特征来看,研究区平湖 组下段与中段及上段表现出差异性特征:平湖组下 段以岩屑砂岩及岩屑质石英砂岩为主,重矿物组合 以赤褐铁矿-白钛矿组合为特征;平湖组中段及上段 砂岩表现为长石岩屑质石英砂岩,重矿物组合为赤 褐铁矿-石榴子石-锆石组合特征。砂岩岩矿及重矿物 组合揭示了平湖组垂向物源差异演化特征(图 5)。

综合地形及沟谷特征分析认为,宝云亭区平湖 组存在西部海礁隆起稳定物源及宝云亭凸起动态 物源两大物源体系。平湖组下段沉积时期,宝云亭



图 4 研究区下切沟谷发育特征及规模







Fig.5 Petrological characteristics and heavy mineral assemblages of sandstone in Pinghu Formation of the target area

凸起特征明显,西部海礁隆起物源及宝云亭凸起动 态物源联合供源;平湖组中上段沉积时期,宝云亭 凸起作为动态物源消失,在"西高东低"地形背景下, 以西部海礁隆起物源为主。

3 坡折类型及分布特征

坡折带为沉积地貌突变区,研究区整体位于斜 坡区,以小型坡折发育为主,坡折之下沉积厚度突 然增大,地层倾角突变,坡折上下往往造成沉积相 突变,地震剖面上表现为振幅、频率及反射特征有 明显变化^[15-18]。构造、沉积作用均可造成地貌变化 形成坡折带,按照其成因可分为断裂坡折、挠曲坡 折及沉积坡折3大类。本文结合宝武地区地形演 化特征、地层倾角属性及地震相,分析宝云亭区坡 折带类型及展布特征。

3.1 多类型坡折带特征

在构造及地貌演化控制下,宝云亭区发育断裂 坡折、挠曲坡折及沉积坡折3类坡折带,平湖组发 育同沉积断层,断裂坡折最为发育。平湖组断裂表 现为同沉积及分段生长特征,以 F1 不同部位古断 距统计来看,平湖组下段断裂控制沉积特征明显, 古断距值为 100~500 ms,古断距最大 500 ms,最小 仅 50 ms,断裂表现为强弱间隔发育、分段生长特征 (图 6)。断层差异化活动形成一系列断裂伴生挠曲 坡折,随着断裂活动减弱,以沉积坡折发育为主。

(1)断裂坡折受同沉积断层持续活动影响, 断层下降盘可容纳空间突然增大,受控于不同类型 断裂(顺向断裂及反向断裂),又可分为顺向断坡及 反向断坡2种类型。坡折之上为平行反射,之下可 见楔形体发育(图 7a)。

(2) 挠曲坡折 受断层差异化活动及断裂分段活动的影响,构造差异沉降导致断层发育区挠曲坡折较为发育,挠曲坡折往往与断层伴生,发育于断阶之间。坡折之上为过路区,之下前积反射特征明显(图 7b)。

(3) 沉积坡折 构造活动减弱之后, 洼隆地形







图 7 研究区坡折带类型及成因模式

Fig.7 Types and genetic model of slope-break in the target area

格局逐渐被填平补齐,受沉积速率及差异压实作用 的影响,地形发生突变,该沉积类型常见于三角洲 前缘发育区。研究区内沉积坡折常与高角度前积 反射伴生(图 7c)。

3.2 坡折带分布特征

宝云亭区坡折带发育受构造控制明显,具有继 承性、间歇性的演化特点。平湖组断裂活动经历了 由强到弱的演化特征,受断裂活动控制,不同时期 坡折带平面分布特征也表现出差异化特征(图 8)。

(1) 平湖组下段 断裂活动强, 受构造控制地

形高差大,坡折发育,规模大,反向断坡与顺向断坡 发育,断阶内及断裂转换区挠曲坡折发育,坡折表 现为多级坡折特征。

(2) 平湖组中段 断裂活动逐渐减弱,部分断裂继承性控制沉积作用,坡折继承性发育,但整体来看,同沉积断层减少,部分断裂坡折及挠曲坡折消亡,坡折规模也有所减弱,与下段相比坡折数量减少,坡折规模减弱。

(3)平湖组上段 断裂活动进一步减弱,地形 也逐渐被填平补齐,除少数断裂仍控制沉积作用外, 以沉积坡折为主。



Fig.8 Areal distribution and evolution characteristics of different types of slope-breaks

4 物源-坡折耦合控砂模式

4.1 沉积相类型

西湖凹陷平湖组沉积时期,受东部钓鱼岛隆褶 带遮挡,整体为局限海沉积背景。在此背景下,平 湖组砂岩受河控及潮汐改造综合控制,成因特征复 杂。本研究以沉积相分析最直接的岩芯特征为出 发点,结合岩性旋回特征及测井相特征分析,明确 平湖组砂岩类型。

平湖组下段沉积时期,在洼隆间互地形背景下, 地形高差大,宝云亭凸起动态物源及西部海礁隆起 物源联合供源,物源充足,水动力条件强,砂岩厚度 大、粒度粗,岩芯砂岩粒度较粗,以中砂岩及含砾砂 岩为主,块状层理及平行层理发育;测井相以箱型 及钟形为特征,砂岩与底部泥岩多为突变接触,可 见冲刷泥砾及泥岩撕裂屑,表现为辫状河三角洲水 下分流河道砂岩类型(图 9a、b)。 平湖组中段沉积时期,海平面整体上升,潮汐 对沉积影响作用增强,以受潮汐影响的三角洲沉积 为主,岩芯可见指示双向水流的双黏土层及羽状交 错层理发育;测井相以齿化箱型及指形为主,砂岩 与泥岩表现为互层特征,沉积相以水下分流河道及 潮汐砂坝为主(图 9c、d)。

平湖组上段沉积时期,在宽缓斜坡背景下,平 湖组整体海退,三角洲进积发育,研究区以三角洲 平原沉积为主,岩芯以细砂岩为主;测井相以钟型 最为常见,砂岩与上部泥岩呈渐变的韵律特征,岩 芯中可见平行层理,泥岩以灰绿色泥岩为主,可见 较强的生物扰动及垂直虫孔发育,揭示了三角洲平 原-前缘沉积环境(图 9e、f)。

4.2 物源-坡折耦合控砂模式

物源坡折的不同组合模式及发育特征控制了 沉积相的平面展布特征,受物源-坡折演化特征控 制,砂体发育呈垂向分异平面分区的差异化发育 特征^[19-25]。



(a)B3 井, 3 774.7 m, 含砾砂岩; (b)B2 井, 4 188.9 m, 泥砾杂乱堆积; (c)A2 井, 3 594.7 m, 双向层理; (d)B2 井, 4 008.8 m, 双黏土层; (e)B2 井, 3 649.8 m, 块状砂岩; (f)A1 井, 3 495.7 m, 生物扰动构造

图 9 研究区平湖组岩芯特征

Fig.9 Core characteristics of Pinghu Formation in the target area

(1) 平湖组下段: 混源堆积型控砂模式

该时期断陷构造背景下,宝云亭凸起遭受剥蚀, 表现为局部动态物源与西部海礁隆起稳定物源共 同控制目标区混合物源的特征,且多类型坡折控制 了目标区源-汇体系发育模式。海礁隆起西南物源 受反向断坡限制,砂体沿反向断槽呈 NE 向展布,反 向断槽内部挠曲坡折控制砂体局部卸载区,同时, 宝云亭凸起动态物源受断坡控制,近源快速卸载堆 积于断裂坡折之下(图 10a),宝云亭凸起周缘表现 为混源快速堆积型控砂模式。该类型砂体规模较 大,已钻井揭示以厚层砂砾岩及中粗砂岩为主,上 倾部位受坡折控制易形成规模岩性油气藏。

(2) 平湖组中段: 单源改造型控砂模式

随着地形填平补齐,凸起动态物源消失,以西 部海礁隆起物源为主,地形整体呈"西高东低"背景, 砂体自西向东展布,断裂坡折与物源方向垂直,控 制了砂体的卸载分散,坡折之下砂体富集,侧向挠 曲坡折控制的地形变化限制砂体侧向展布,且受海 平面上升影响,该时期砂体整体受潮汐改造作用明 显,形成了断裂坡折控制,挠曲坡折限制的改造型 控砂模式(图 10b)。该类型砂体常与泥岩互层,砂 体受潮汐改造较为纯净,在泥包砂背景下易形成砂 岩透镜体型岩性油气藏。

(3) 平湖组上段:缓坡过渡型控砂模式

该时期构造活动减弱,整体为地形平缓的宽缓 斜坡背景。沉积差异控制了地形的坡度变化,沉积 坡折控制了平湖组上段海岸线展布,坡折处过渡为 水下卸载沉积,坡折之下砂体连片展布,形成了沉 积坡折主控的过渡型控砂模式(图 10c)。该类型砂 体平面分布较广,纵向上砂泥互层可形成多套有利 的储盖组合,易形成构造岩性复合油气藏。

5 勘探启示

平湖组在不同物源及坡折控制下,其不同层系 储层分布及储层特征存在明显差异,整体来看,物 源控制了储层类型差异,坡折控制了储层平面展布。 在混源堆积控砂模式下,平湖组下段砂体规模大、 粒度粗、石英含量高,为西湖凹陷探索深层优质储 层提供了有利的勘探方向;在单源改造型控砂模式





下,平湖组中段砂体展布受坡折限制明显,坡折控制了砂体的横向尖灭,坡折线为岩性圈闭砂体尖灭线的有效指示,可为岩性圈闭刻画及岩性油气藏勘探区带选择提供地质理论指导。

6 结论

(1)宝云亭凸起之上沟谷早强晚弱,平湖组中 段之后填平补齐,西侧沟谷稳定发育,平湖组上段 之后填平补齐,指示宝云亭凸起平湖组下段动态物 源供应、西部及西南部稳定物源供给的特征,因此, 研究区具有稳定物源及动态物源联合供给的源-汇 体系特征。

(2)研究区主要发育断裂坡折、挠曲坡折及沉积坡折3大类坡折类型,且坡折分布具有继承性、间歇性演化特征。平湖组下段断裂及挠曲坡折发育,至平湖组中段,随构造活动减弱,断裂坡折及挠曲坡折数量减少、规模减弱,平湖组上段,断裂发育停滞,以沉积坡折为主。

(3)物源-坡折耦合控制了储层特征及平面分布 差异,不同物源与坡折耦合控制形成混源堆积厚层 局限分布砂体、单源改造型砂泥互层发育段及缓坡 过渡型富砂发育段,整体表现为物源控制储层类型、坡折控制储层展布特征,指出岩性圈闭沿坡折 分布的勘探方向,为下一步勘探开发部署提供理论 支撑。

参考文献:

- 肖晓光,秦兰芝,张武,等.西湖凹陷西斜坡平湖组储层特征 及致密化过程分析 [J].海洋地质前沿,2023,39(4):34-45.
- [2] 吴峰,任培罡,谈明轩,等.东海西湖凹陷孔雀亭地区平湖组 沉积相演变及其主控因素分析 [J].海洋地质与第四纪地质, 2022,42(2):119-130.
- [3] 周瑞琦,傅恒,徐国盛,等.东海陆架盆地西湖凹陷平湖组一 花港组沉积层序[J].沉积学报,2018,36(1):132-141.
- [4] 秦兰芝,刘金水,李帅,等.东海西湖凹陷中央反转带花港组
 锆石特征及物源指示意义 [J]. 石油实验地质,2017,39(4):
 498-504,526.
- [5] 刘英辉,蔡华,段冬平,等.西湖凹陷平湖地区平湖组海侵体 系域潮控三角洲-潮坪沉积特征及模式 [J].海洋地质前沿, 2022,38(1):33-40.
- [6] 蒋一鸣,周倩羽,李帅,等.西湖凹陷西部斜坡带平湖组含煤 岩系沉积环境再思考 [J].中国煤炭地质,2016,28(8):18-25.
- [7] 张绍亮,蒋一鸣.西湖凹陷平湖斜坡带始新统平湖组层序地层[J].海洋地质前沿,2013,29(10):8-13.
- [8] 杨彩虹,孙鹏,田超,等.东海盆地西湖凹陷平湖组异常高压 分布及形成机制探讨[J].海洋石油,2013,33(3):8-12.

[9]	魏恒飞,陈践发,郭旺,等.西湖凹陷平湖组层序地层划分和聚		坡折对层序建造和岩性油气藏富集带的控制 [J]. 岩性油
	煤特征 [J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2013, 43(3): 669-679.		2018, 30(4): 14-25.
[10]	刘大明,孙占营,杨鹏涛,等.青海省达卡地区三叠系巴颜喀	[18]	刘豪,田立新,周心怀,等.断陷湖盆坡折体系与剥蚀沉
	拉山群岩石学特征及物源分析 [J]. 地质科技情报, 2018,		应:以黄河口凹陷古近系为例 [J]. 中国海上油气, 2017, 29
	37(2): 71-78.		28-38.
[11]	何昕锴,李晓龙,赵洪,等.东海西湖凹陷碎屑岩物源聚类分	[19]	侯国伟,刘金水,蔡坤,等.东海丽水凹陷古新统源-汇系
	析 [J]. 海洋地质前沿, 2020, 36(6): 11-19.		控砂模式 [J]. 地质科技情报, 2019, 38(2): 65-74.
[12]	宁泽,徐磊,林学辉,等.东海东北部陆架表层沉积物碎屑矿	[20]	杜庆祥,郭少斌,曹中宏,等.南堡凹陷南部沙一段控
	物分布及其物源分析 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2022,		式 [J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2016, 46(2): 348-357
	42(5): 58-69.	[21]	杨晓利,张自力,孙明,等.同沉积断层控砂模式:以南堡
[13]	曾小明,张辉,邹明生,等.北部湾盆地乌石凹陷东区流三段		南部地区 Esl 段为例 [J]. 石油与天然气地质, 2014, 35
	物源分析及其对储层物性的控制 [J]. 地质科技情报, 2016,		526-533.
	35(6): 63-69.	[22]	徐长贵.陆相断陷盆地源-汇时空耦合控砂原理:基本思
[14]	赖维成,宋章强,周心怀,等."动态物源"控砂模式[J].石油		概念体系及控砂模式 [J]. 中国海上油气, 2013, 25(4): 1-1
	勘探与开发,2010,37(6):763-768.	[23]	罗群.陆相断陷盆地坡折带成因类型及控砂模式:以南
[15]	肖子亢,丁文龙,曹自成,等.塔中南缘断裂坡折带成因演化		陷为例 [J]. 油气地质与采收率, 2008, 15(6): 10-13.
	及对奥陶系优质礁滩体的控制作用 [J]. 地质科技情报, 2019,	[24]	崔龙涛,张倩萍.坡折带-物源耦合控砂模式在湖相盆地
	38(1): 35-44.		预测中的探讨:以松辽盆地西斜坡地区白垩系储层为例

[16] 黄文凯,邱燕,彭学超,等.南海北部海域中东部陆架坡折带 类型与迁移演化及成因 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2021, 41(3): 1-11.

44

[17] 冯有良,胡素云,李建忠,等.准噶尔盆地西北缘同沉积构造

气藏,

- 积响 9(4):
- 统及
- 砂模
- 凹陷 5(4):
- 思想、 1
- 堡凹
- 储层 预测中的探讨: 以松辽盆地西斜坡地区白垩系储层为例 [J]. 石油地质与工程, 2018, 32(4): 6-11.
- [25] 杜晓东,彭光荣,吴静,等.珠江口盆地阳江东凹始新统的源 汇过程:碎屑锆石定年及物源示踪 [J]. 海洋地质与第四纪地 质,2021,41(6):124-137.

Sand-controlling model of source-slope-break coupling in Pinghu Slope Belt, Xihu Sag

LI Shuai, YU Weizhe, QIN Lanzhi, ZHANG Can (Shanghai Branch of CNOOC (China) Ltd., Shanghai 200335, China)

Abstract: Pinghu Slope Belt has become one of the important fields of lithologic reservoir exploration in the Xihu Sag. Exploration and production have confirmed that the distribution of sand bodies in the Pinghu Formation is complex, and sand body characterization guided by sand-controlling model has become the key to the breakthrough of lithologic reservoir exploration. Based on the studies on the source system and slope-break zone, the distribution characteristics of sand body under the control of source and slope-break coupling in the target area were summarized in this paper. The characteristics of ravines and heavy minerals indicate that there are three source systems in the target area: the western source and southwestern source of Haijiao Uplift, and the dynamic source of Baoyunting paleo-uplift, which controlled the source of sand material in the target area. Under the control of paleo-uplift, differential activities of faults and sedimentation, three types of slope-breaks developed in the target area, namely faulted slope-breaks, flexural slope-breaks, and depositional slope-breaks, controlled jointly the topographic features of the target area. Source system and slope-break coupling controlled the dynamic process of sediment from source to sink. Under the joint control of the southwestern source and the dynamic source of Baoyunting Uplift, the development of mixed-source sand body accretion is dominant in the lower member of Pinghu Formation. Under the main control of the source of the western Haijiao Uplift, the single-source-reformation sand-controlling mode restricted by flexural slope-break is dominant in the middle member of Pinghu Formation. Under the main control of the depositional slope break, the transitional sand-controlling mode of gentle slope was developed in the upper member of Pinghu Formation.

Key words: Pinghu Slope Belt; source; slope-break; sand-controlling mode; lithologic reservoir