

文章编号: 1000-0550 (2005) 04-0584-05

鄂尔多斯盆地环县地区长 6 沉积体系展布特征

刘化清 廖建波 房乃珍 林卫东 程玉红 王宏波 冯 明

(中国石油勘探开发研究院西北分院 兰州 730020)

摘 要 岩矿资料表明,鄂尔多斯盆地西部环县地区延长组长 6 三角洲沉积体系物源来自西部。进一步的地震相研究表明,该三角洲沉积体系在虎洞一带分为两支,一支沿环县—樊家川一线呈东西方向展布,另一支顺洪德方向呈北东向延展,并在耿湾—罗卜墩附近与东北物源体系的安边三角洲交汇。

关键词 物源 沉积体系 地震相 鄂尔多斯盆地西部 延长组 长 6 油层组

第一作者简介 刘化清 男 1969 年出生 高级工程师 沉积学

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

1 前言

随着近两年西峰—镇北地区上三叠统延长组下部石油勘探的不断突破,与其相邻的天环向斜中部环县地区的延长组长 6~8 已经引起广泛重视,深化该区主力勘探层系长 6 沉积体系研究对有效储层展布预测及落实岩性圈闭具有至关重要的作用。

包括环县地区在内的鄂尔多斯盆地西部延长组的沉积类型已经多人研究,水下扇^[1]或扇三角洲^[2-4]曾是上世纪的主流认识。随着资料的不断积累及研究程度的逐步深入,近年来越来越多的研究者认识到该区延长组下部长 6~8 的沉积类型为三角洲^[5]或辫状河三角洲。但由于该区以往的石油勘探主要集中在中侏罗统延安组,钻穿上三叠统延长组长 6 的探井比较少,平均每 1 000 km² 只有 1 口,导致前人基于探井资料的长 6 沉积体系研究成果存在较大的可深化研究的空间。由于资料所限,以往的成果中大多将长 6 环县三角洲沉积体系简单的表征为一个呈东西向或略呈南东向展布的朵状体或舌状体。

作者在利用有限钻井的岩矿资料分析确定物源的前提下,开展了研究区约 1 300 km 黄土塬二维地震资料的地震相分析,对长 6 沉积体系平面展布特征提出了新认识。这一认识不但深化了前人研究成果,具有理论意义,更重要的是对该区今后的石油勘探部署具有一定的指导作用。

2 物源方向分析

物源分析是开展沉积体系研究的基础。确定物源方向的方法较多,有重矿物法、碎屑岩类法、裂变径迹法、沉积方法、地球化学和同位素法等^[6]。本文主要从轻、重矿物组合特征和沉积物颗粒大小等方面对环县地区长 6 的沉积物源进行了分析。

2.1 重矿物组合特征

受不同物源影响的沉积体系,其轻、重矿物组合特征是有差别的;对于同一沉积体系,随着沉积物搬运距离增大,不稳定矿物的含量会越来越少,而稳定矿物含量则相应增多。据此,可以较好识别不同沉积体系并判断各自物源方向。

通过对具有重矿物资料的 7 口区域探井的分析,发现包括环县地区在内的鄂尔多斯盆地西部中段大致可以划分出三个特征各异组合区(图 1):一是西部虎洞—演武地区,为锆石—石榴子石组合区,其特征是相对不稳定的石榴子石含量较高,且向西含量有增加趋势,如环 20 其含量可高达 60% 以上;组合中锆石、金红石、电气石等稳定矿物也占有较大比重。二是东部的木钵—镇 10 井一带,为电气石—锆石组合区,其显著特色是几乎全部由稳定矿物构成,锆石含量高达 70% 以上,其次是电气石,占 5%~15%;而石榴子石等相对不稳定矿物含量很少,在组合中的含量一般不超过 5%。三是研究区东北部姬塬地区石榴子石—锆石组合区,虽然只有一口井资料,但仍然

显现出与前述西部及东部组合区略有不同的特征,与西部的差异表现为锆石含量较高,而与东部的区别在于具有较高的石榴子石含量。

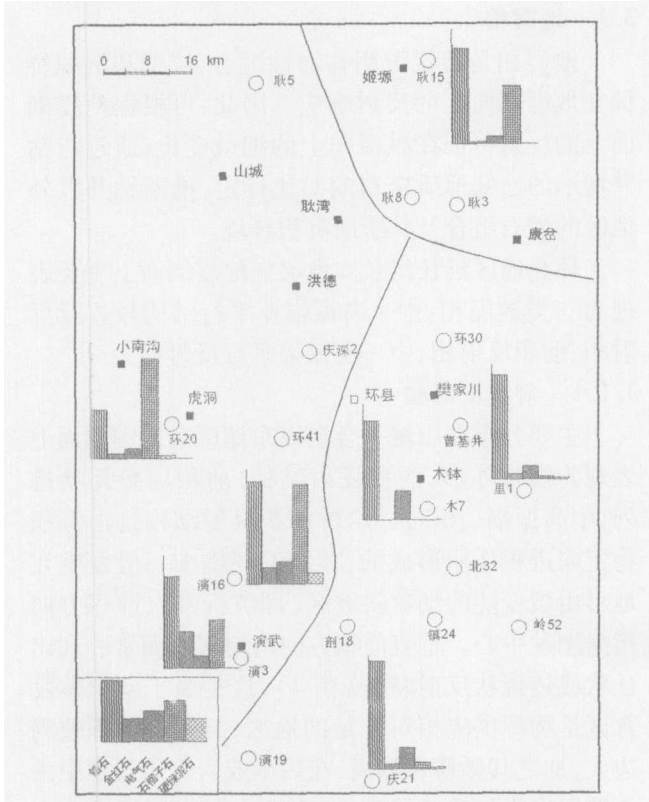


图 1 天环向斜中部长 6 重矿物组合分区图

Fig 1 Distribution of heavy mineral assemblage of the Chang 6 in the middle part of Tianhuan syncline

2.2 轻矿物特征

对研究区 13 口探井常规薄片资料的研究结果表明,鄂尔多斯盆地西部中段长 6 轻矿物也可以识别出三个特征有别的组合区(图 2)。西部耿湾—虎洞—演武一带砂岩组分中岩屑含量较高,通常在 20% 以上(演 16 井则高达 40%),而石英和长石含量一般小于 40%,属长石岩屑砂岩。东部樊家川—木钵—镇 10 井一带的砂岩轻矿物构成中以石英的高含量为特色,含量一般在 50%~60%,长石含量变化于 15%~30%,大部分井的岩屑含量小于 10%,属岩屑长石砂岩。东北部姬塬地区砂岩组分中长石含量显著高于石英和岩屑,通常大于 40%,高者可达 60%,而石英含量一般低于 40%,岩屑及云母类矿物含量则通常各自低于 10%,砂岩类型属长石砂岩类。

上述轻重矿物分区结果表现出较好的一致性,均可划分出西部洪德—虎洞—演武、东部樊家川—镇

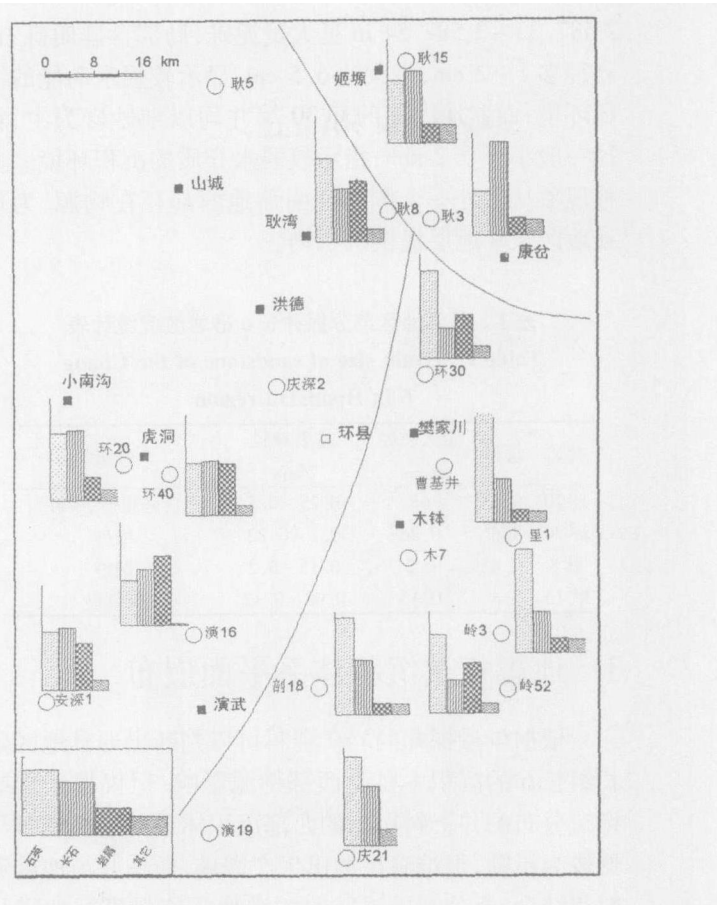


图 2 天环向斜中部长 6 轻矿物组合分区图

Fig 2 Distribution of light mineral assemblage of the Chang 6 in the middle part of Tianhuan syncline

10 井区和东北姬塬地区等三个组合区。东北姬塬地区以发育典型的长石砂岩而有别于研究区西部和东部广大地区,其物源可能来自盆地的东北方向。西部区砂岩样品中不稳定组分岩屑和稳定性相对较差的石榴子石含量明显高于东部区,而东部区岩样中稳定组分石英及稳定重矿物锆石、电气石含量显著高于西部区的事实表明,尽管不排除东部区受西南或南部物源影响的可能性,但包括洪德—虎洞—演武在内的环县地区主要受西部物源影响则似乎是可以肯定的。

2.3 砂岩粒度

砂岩碎屑颗粒大小的变化也可以有效指示物源及水流方向。对于同期沉积而言,靠近物源区的沉积物粒度粗,远离物源区的下游方向由于水介质搬运能力的逐渐降低沉积物粒度则越来越细。对研究区环 20、环 30 和耿 8 等井长 6 岩心观察及粒度分析结果表明(表 1),西部边界附近的环 20 井主要发育中砂岩,局部中—粗砂岩夹不规则炭质条带及煤线,并深

2 587.33 ~ 2 587.54 m 见大量泥砾,局部含硅质砾石,直径多 1 ~ 2 cm,最大达 6.5 cm,显示较强水动能的沉积环境;而盆地内部的环 30 等井均以细砂岩为主,粒径一般小于 0.2 mm,指示较弱水介质的沉积环境。这种现象从另外一个侧面证明盆地西部存在物源,为环县地区长 6 地层提供沉积物。

表 1 环县地区部分探井长 6 砂岩粒度统计表
Table 1 Grain size of sandstone of the Chang 6 in Huanxian region

井名	层位	最大粒径 /mm	主要球径 /mm	粒级
环 20	长 6 ¹	65	0.25 ~ 0.5	含砾粗砂、中砂
环 30	长 6 ¹	0.26	0.1 ~ 0.22	细砂
耿 8	长 6 ¹	0.2	0.15 ~ 0.2	细砂
耿 15	长 6 ¹	0.15	0.08 ~ 0.12	极细砂

3 地震相及沉积体系平面展布

依据少量探井的岩矿资料可以判断出环县地区延长组长 6 的沉积主要受西部物源影响,但仅根据这些稀疏分布的井资料得出的西部沉积体系的平面展布显然较为粗糙,很难满足油田生产需求,而钻井与地震资料相结合,充分利用该区的二维地震资料进行地震相分析则可以较好的弥补这一缺憾。

研究区为黄土塬地貌,沟壑纵横,二维地震测线多沿沟分布,不成网,且分辨率相对较低,主频一般 25 ~

35 Hz 左右,为精细地震储层预测带来一定困难,但大部分测线上地震反射结构清楚,能够满足地震相分析的需要。

3.1 地震相

地震相是特定沉积物岩性组合、层理和沉积特征在地震剖面上的反射响应。因此,可根据地震剖面上的反射特征在纵横向上的细微变化,通过与钻井揭示的已知地质资料的对比标定,推断钻井以外地区的岩石组合及其所属沉积环境。

环县地区延长组长 6 地层在地震剖面上主要表现为三类地震相:中—高振幅亚平行结构较连续反射相、前积反射相、中—弱振幅平行反射相。

3.1.1 前积反射相

主要分布在山城—合道以东地区。地震剖面上表现为楔状外形,前积反射结构,前积层叠瓦状排列,中高振幅(图 3)。这种前积反射结构是由沉积物定向进积作用形成的,在湖泊环境中一般发生在地形由缓变陡的湖盆斜坡区(即坡折带),前积方向指向湖盆中心。垂直前积方向的地震剖面常表现出丘状或透镜状反射特征(图 4),这是由于前积体发育区是物源供应相对充足的地区,沉积物体积较周边大,加之其砂质含量高,在后生成岩作用过程中由于砂泥岩之间的差异压实,表现出厚度较周围略大的特征。据该相区内环 4、环 30、剖 18、耿 3 等井揭示,长 6 地层厚度一般 90 ~ 120 m,以深灰色泥岩夹

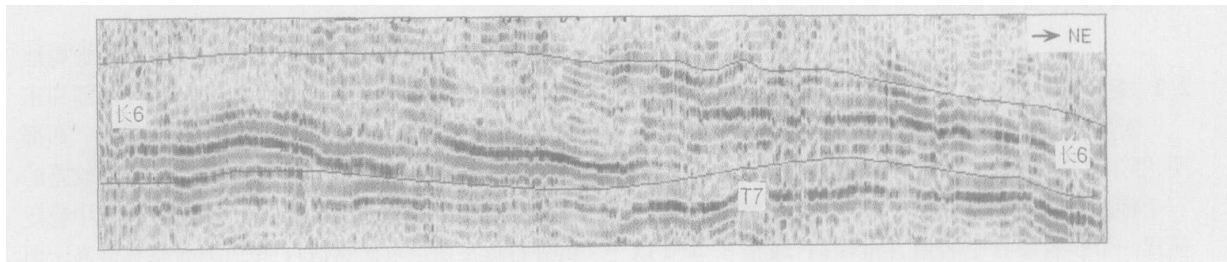


图 3 L99HB13B 测线长 6 地震反射特征

Fig 3 Seismic reflection character of the Chang 6 in Line 99HB13B

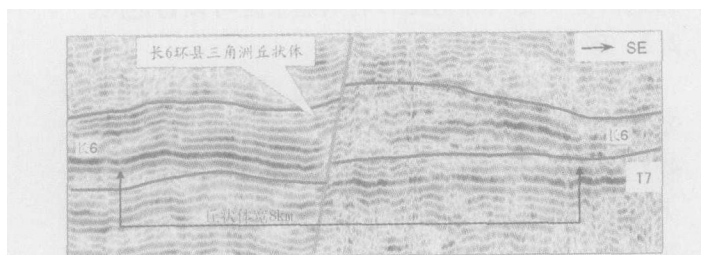


图 4 L99HB6 测线长 6 地震反射特征

Fig 4 Seismic reflection character of the Chang 6 in Line 99HB6

灰色、灰绿色细砂岩,或砂泥岩频繁互层为特色,岩心观察见小型槽状交错层理、滑塌变形构造。电测曲线整体表现为漏斗状的反旋回特征,其中厚度较大的单砂层对应的自然电位测井曲线形态常以钟型为主,局部箱型,反映水分支河道特征。前积反射地震相总体反映以三角洲前缘为主体的沉积环境。

3.1.2 中高振幅亚平行结构较连续反射相

地震反射特征表现为中—高振幅,亚平行反射结构,较连续反射相,具席状外形,主要发育在前积反射相以西地区(图 3)。环 20 等井取芯资料表明,该地震相分布区长 6 地层以灰色—灰白色含砾粗砂岩—中砂岩与暗色泥岩互层为主,砂岩段炭化植物碎屑及新芦木化石常见,底部见冲刷泥砾,自然电位曲线形态表现为幅度较高的箱状或钟形负异常,与厚度较大的泥岩段一起表现出河流沉积的二元结构特征。因此,该地震相应主要反映三角洲平原(三角洲顶积层)沉积,并对应于分支河道集中发育区。

3.1.3 中弱振幅平行反射相

席状外形,平行或亚平行结构,中弱振幅。主要分布在前积反射的前方或亚平行中高振幅外围,对应于前三角洲湖相泥岩(三角洲底积层),或分支河道间洼地以泥岩为主的沉积反射。

3.2 沉积体系平面展布特征

将中高振幅亚平行结构较连续反射相与前积反射相进行平面组合,结合物源研究成果,并考虑到沉积相序变化,勾画出如图 5 所示的环县地区长 6 三角洲沉积体系平面展布轮廓图。可以看出,该三角洲沉积体系不是简单的呈东西向或南东走向的朵状体或舌状体,而是至少可以细分出分别呈东西向和北东向展布的两支,二者在虎洞一带以西可能合而为一。其中东西支沿虎洞—环县—樊家川一线展布,延伸长度近 50 km,面积约 1 200 km²;至环 41 井以东地区逐渐散开,宽度明显增大,并在前端进一步分解出三个朵状体,于环 30—曹基井一线以东消失,相变为湖相泥岩。北东支顺小南沟—洪德—耿湾方向展布,延伸长度约 60 km,宽约 15 km,面积 900 km²左右;其前端在耿湾—罗卜塬一带与东北物源体系的安边三角洲交汇,互为消长。环县三角洲与安边三角洲交会现象在一些地震剖面得以很好反映,表现在来自两个相反物

源方向的沉积物相向前积,并且在前端由三角洲前缘相变为前三角洲时地层厚度显著减薄(图 6)。

4 结论

(1) 环县地区自西而东延长组长 6 砂岩样品中不稳定的岩屑和稳定性相对较差的石榴子石含量逐渐减少,而石英和锆石含量增高,表明沉积物来自西部。

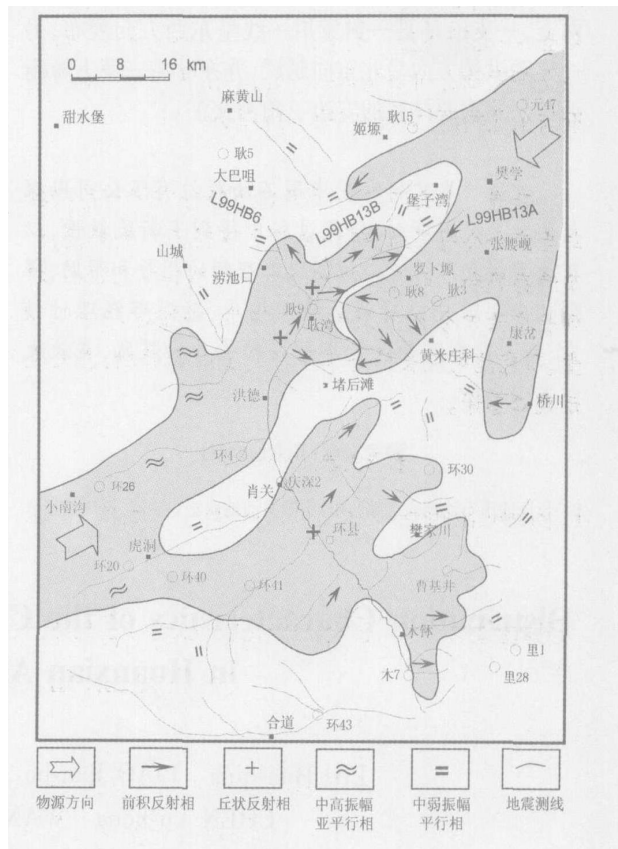


图 5 环县地区长 6 地震相及三角洲轮廓图
Fig 5 Seismic facies and sketch map of the Huanxian delta of Chang 6

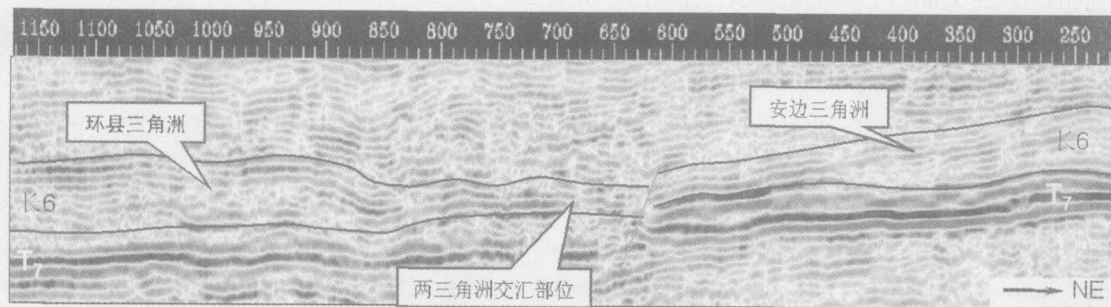


图 6 L99HB13A 测线长 6 地震反射特征
Fig 6 Seismic reflection character of the Chang 6 in Line 99HB13A

(2) 研究区长 6 地层在 seismic 剖面上主要表现出中—高振幅亚平行结构较连续反射相、前积反射相、中—弱振幅平行反射相等三类地震相, 分别对应于三角洲平原、三角洲前缘和前三角洲及分支河道间洼地以泥岩为主的沉积反射。

(3) 对相邻测线地震相的平面组合结果表明, 环县三角洲沉积体系不是简单的一个呈东西向或略呈南东向展布的朵状体或舌状体, 而是在虎洞一带分为两支, 一支沿环县—樊家川一线呈东西方向展布, 另一支顺洪德方向呈北东向延展, 并在耿湾—罗卜塬附近与东北物源体系的安边三角洲交汇。

致谢 本文研究受中国石油股份有限公司勘探与生产分公司资助, 研究过程中得到王新民教授、以及潘存焕和陈孟晋二位高级工程师的指导和帮助, 得到长庆油田分公司副总经理杨华、勘探部经理付锁堂、研究院副院长付金华等人的关心和鼓励, 在此表示衷心感谢。

参考文献 (References)

1 长庆油田石油地质志编写组. 中国石油地质志 (卷 12, 长庆油田).

- 北京: 石油工业出版社, 1992. 96~98 [Editorial Committee of Petroleum Geology of China. Petroleum Geology of China (Volume 12). Beijing: Petroleum Industry Press, 1992. 96~98]
- 2 何自新. 鄂尔多斯盆地演化与油气. 北京: 石油工业出版社, 2003. 95~109 [He Zixin. Evolution and Oil-Gas in Ordos Basin. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003. 95~109]
- 3 柯保嘉, 陈昌明, 陈志明, 等. 鄂尔多斯盆地西缘砾质冲积扇沉积学特征. 沉积学报, 1991, 9(3): 11~21 [Ke Baojia, Chen Changming, Chen Zhiming, *et al*. Sedimentology of gravelly alluvial fans on the western margin of Late Triassic, Ordos Basin. Acta Sedimentologica Sinica, 1991, 9(3): 11~21]
- 4 俞健, 韩永林, 凌升阶. 鄂尔多斯盆地三叠系延长组油田成藏地质特征及油藏类型. 中国石油勘探, 2001, 6(4): 13~19 [Yu Jian, Han Yonglin, Ling Shengjie. Pool-form geology and pool types of Yanchang Formation of Upper Triassic in Ordos basin. China Petroleum Exploration, 2001, 6(4): 13~19]
- 5 杨俊杰. 鄂尔多斯盆地构造演化与油气分布规律. 北京: 石油工业出版社, 2002. 104~108 [Yang Junjie. Tectonic Evolution and Oil-Gas Reservoirs Distribution in Ordos Basin. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002. 104~108]
- 6 赵红格, 刘池洋. 物源分析方法及研究进展. 沉积学报, 2003, 21(3): 409~415 [Zhao Hongge, Liu Chiyang. Approaches and prospect of provenance analysis. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(3): 409~415]

Distribution Characteristics of the Chang 6 Sedimentary System (Triassic) in Huanxian Area, Ordos Basin

LU Hua-qing LAO Jian-bo FANG Nai-zhen LN Wei-dong
CHEN Yu-hong WANG Hong-bo FENG Ming

(PetroChina Exploration and Development Research Institute Northwest Branch, 730020)

Abstract Decrease of debris and nonresistance minerals and increase of stable minerals such as quartz and zircon from west to east in the Huanxian region show that sediments of the Chang 6 delta system in this area was from the western regions. Three kinds of seismic facies could be recognized in the Chang 6 beds: the middle or high amplitude value-subparallel-relatively continuous reflection, the foreset reflection and the middle or low amplitude value-parallel reflection, corresponding to the deltaic plain, the deltaic front and the prodelta clay (or interdistributary clay), respectively. Distribution characteristics of seismic facies suggest that the Huanxian Chang 6 delta system could be divided into two branches in the Hudong region: one extends easternwards from Huanxian to Fanjiachuan, another goes to Hongde in NE direction and meets with the Anbian delta in Gengwan-Luobuyuan region. The front parts of the eastern Huanxian delta of Well Huan 4-Huan 41 are the ideal places to explore the lens and pinchout reservoirs.

Key words source of sediment, seismic facies, sedimental system, Chang 6 interval of the Yanchang Formation, Huanxian region, Ordos basin