

Sedimentary Characteristics and Geological Significance of the Middle Jurassic Zhiluo Formation in Northwestern Ordos Basin

Ang Li^{1,2} Chang'e Bai³ Dangxing Cheng³ Wenbin Zhai^{1,2}

1. School of Earth Sciences and Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

2. Shaanxi Key Laboratory of Petroleum Accumulation Geology, Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

3. Exploration and Development Research Institute of PetroChina Changqing Oilfield Company, Xi'an, Shaanxi, 710018, China

Abstract

Many large sandstone-type uranium deposits, such as Dongsheng, have been found in the sandstones of Zhiluo Formation in the northeast of Ordos Basin, filling the gap of no large sandstone-type uranium deposits in China, the metallogenic conditions in the northwest and northeast of Ordos Basin are similar, but the sand body type and regularities of distribution of the Middle Jurassic Zhiluo Formation are unclear. In view of the above problems, the field observation of core and typical outcrop profiles in the study area is carried out, combined with logging data, the comprehensive analysis and identification of sand body distribution in the study area are carried out. The results show that the middle Jurassic Zhiluo Formation is braided river-meander river deposit, and the sand body of Zhiluo Formation is developed. The research results provide guidance for the next exploration of sandstone-type uranium deposits in the study area.

Keywords

northwestern Ordos Basin; Zhiluo formation; sedimentary facies; sedimentary evolution; fluvial sedimentary model

鄂尔多斯盆地西北部中侏罗统直罗组沉积特征及地质意义

李昂^{1,2} 白嫦娥³ 程党性³ 翟文彬^{1,2}

1. 西安石油大学地球科学与工程学院, 中国·陕西 西安 710065

2. 西安石油大学陕西省油气藏地质学重点实验室, 中国·陕西 西安 710065

3. 中国石油长庆油田分公司勘探开发研究院, 中国·陕西 西安 710018

摘要

鄂尔多斯盆地东北部直罗组砂岩中已发现东胜等多个大型砂岩型铀矿床, 填补了中国无大型砂岩型铀矿床的空白, 鄂尔多斯盆地西北部与东北部成矿条件类似, 但中侏罗统直罗组砂体类型及分布规律不明。针对上述问题, 开展研究区岩心、典型露头剖面实地观测, 结合测井资料, 对研究区砂体分布进行综合分析判别。结果显示, 中侏罗统直罗组是辫状河—曲流河沉积, 直罗组砂体发育。研究成果为研究区下一步的砂岩型铀矿勘探工作提供了指导。

关键词

鄂尔多斯盆地西北部; 直罗组; 沉积相; 沉积演化; 河流相沉积模式

1 引言

直罗组下段辫状河相是铀矿化最有利的相带^[1]。鄂尔多斯盆地北部的巴音青格利—苏台庙地区直罗组下段发育三角洲平原亚相, 可以进一步识别出决口扇、分支河道、沼泽和分流间湾微相^[2]。鄂尔多斯盆地南部的直罗—店头地区直罗组下段发育砂质辫状河相, 直罗组上段发育滨浅湖相和曲流河相^[3]。鄂尔多斯盆地北部直罗组多发育河流相和辫状

河三角洲。其中的下段下亚段发育砂质辫状河, 下段上亚段发育曲流河和砂质辫状河, 上段发育曲流河^[4]。

虽然近年来在直罗组地层中取得了较好的勘查成果, 但是研究程度比较浅, 不利于研究区的铀矿找矿工作。因此, 论文在野外露头剖面观测的基础上, 结合室内研究, 参考100余口钻井的资料, 对研究区直罗组的砂体展布特征、沉积微相类型和沉积相分布特征开展分析, 为该区铀矿找矿工作提供新依据。

2 区域地质概况

鄂尔多斯盆地位于华北克拉通的中西部, 地域包含陕

【作者简介】李昂(1999—), 男, 中国河北衡水人, 硕士, 从事沉积学及铀矿地质勘查研究。

甘宁晋蒙五省区。鄂尔多斯盆地的六个一级构造单元分别是晋西挠褶带、渭北隆起、天环拗陷、西缘逆冲带、伊盟隆起和陕北斜坡^[5]。研究区的大体位置位于陕北斜坡、天环拗陷和伊盟隆起的交汇部位（见图1）。论文的研究目标层位是直罗组，是鄂尔多斯盆地侏罗系地层的主要层位，根据直罗组内部的岩性变化规律，可将其分为直罗组下段和直罗组上段。

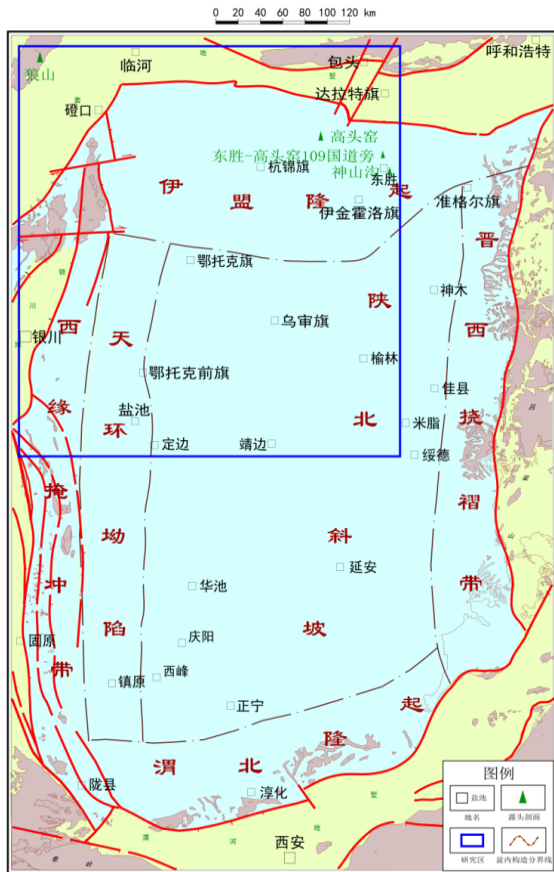


图1 鄂尔多斯盆地研究区范围及主要露头剖面分布

3 沉积相分析

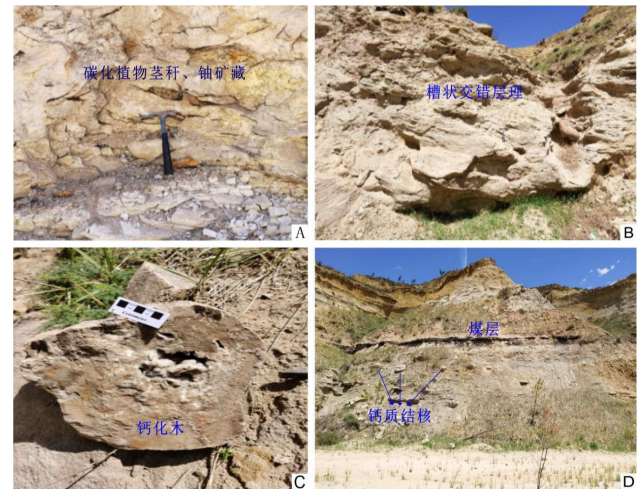
沉积相是沉积环境及沉积物的沉积条件和沉积特征的综合，其不仅控制着砂体的展布特征，同时还影响储层物性^[6]。因此，开展沉积相研究对分析研究区砂体空间展布形态，推测勘探优选区具有重要指导意义。通过观察野外露头剖面、钻井取心以及测井资料的综合研究，论文总结出鄂尔多斯盆地北部直罗组的沉积相特征。

3.1 直罗组野外剖面特征

论文选取神山沟剖面来概括直罗组野外剖面特征。神山沟剖面位于鄂尔多斯盆地北部鄂尔多斯市东胜区，蕴藏大规模的砂岩型铀矿床^[7]。

辫状河河道宽而浅，弯曲度小，河床因心滩发育造成河道频繁分汊，形如发辫，河道不固定，变化迅速^[8]。直罗组下段砂质辫状河沉积，发育黄绿色砂岩夹薄层煤，具有典

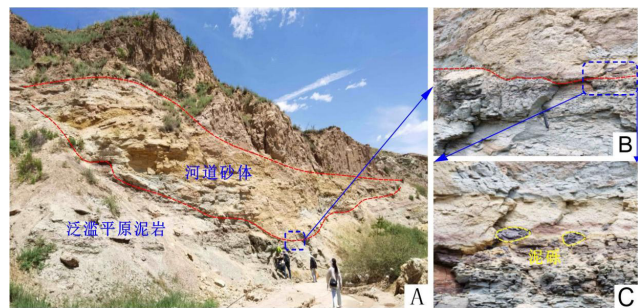
型的槽状交错层理（见图2B），钙质结核（见图2D）、碳化植物茎秆、钙化木比较常见（见图2C），偶见铀矿藏（见图2A）。红色钙质结核是其成岩过程早期形成，因岩性比较致密，故没有发生还原作用，颜色代表了原始地层颜色，周围砂岩为还原后颜色^[9]。



A—碳化植物茎秆常见，偶见铀矿藏；B—发育槽状交错层理；C—发育钙化木；D—发育黄绿色砂岩夹薄层煤，钙质结核常见

图2 神山沟剖面直罗组下段辫状河沉积特征

曲流河是单一河道，河道稳定，其亚环境可以细分为河床、河漫、堤岸和牛轭湖亚相^[10]。鄂尔多斯盆地西北部直罗组上段发育曲流河，神山沟剖面的直罗组上段为灰色泥岩夹薄层灰黄色砂岩，顶部与白垩系砾岩呈不整合接触。直罗组上段的曲流河河道表现为“顶平底凸”的特征，与以岩性为灰色泥岩的泛滥平原相间分布（见图3A、图3B）。曲流河河道与泛滥平原的接壤处，常出现大量泥砾（见图3C）。



A—曲流河河道砂体与泛滥平原泥岩相间分布；B—灰黄色砂岩与灰色泥岩呈侵蚀不整合接触；C—灰黄色砂岩中可见泥砾

图3 神山沟剖面直罗组上段曲流河及泛滥平原沉积特征

3.2 直罗组平面沉积特征

根据鄂尔多斯盆地北部的钻井数据，参考物源位置和野外剖面特征，论文绘制出两张沉积相图，有助于更深入地揭示鄂尔多斯盆地西北部直罗组沉积相的平面展布特征。

直罗组下段：①沉积相主要为河流相，以辫状河沉积

为主，泛滥平原与河道相间分布，也发育冲积扇和决口扇；②砂体总体走向呈自西北向东南，发育3条主要的大型砂体运移通道（见图4A）。

直罗组上段：①沉积相主要为河流相，辫状河和曲流河均有分育，东北部为冲积扇—辫状河沉积，西南部为曲流河沉积，泛滥平原与河道相间分布；②砂体总体走向呈自西北向东南，发育3条主要的大型砂体运移通道，与直罗组下段的砂体走势和规模保持大体一致，表明沉积演化具有明显的继承性（见图4B）。

3.3 直罗组沉积模式特征

依据鄂尔多斯盆地直罗组下段和直罗组上段不同的沉积特征，论文绘制出两张沉积模式图，在立体上更好地展示直罗期总体的地层特征。直罗期鄂尔多斯盆地的物源来自西北方的狼山及阴山地区，沉积中心处于鄂尔多斯盆地南部延安一带。研究区辫状河和曲流河并存，心滩、边滩和泛滥平原发育，沉积环境为湿润气候，植物遗迹常见，河道砂体发育，是砂岩型铀矿的理想储集区（见图5、图6）。

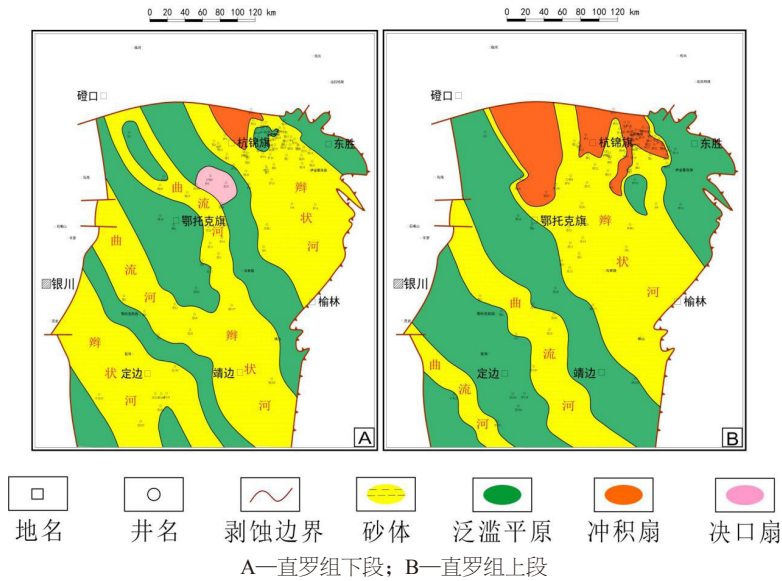


图4 鄂尔多斯盆地西北部直罗期沉积相及古地理演化图

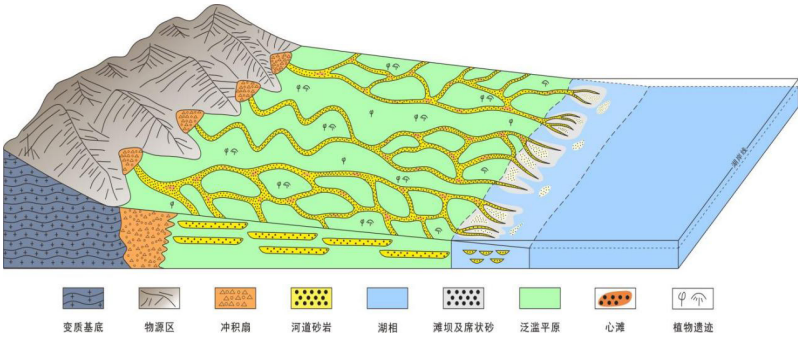


图5 中侏罗世直罗期早期沉积模式

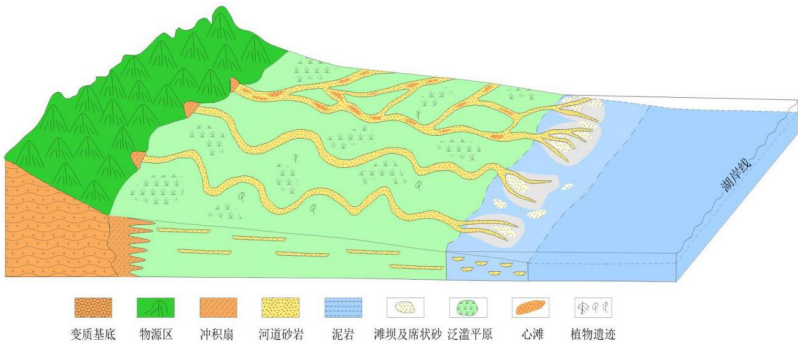


图6 中侏罗世直罗期晚期沉积模式

4 结论

①鄂尔多斯盆地西北部直罗组为辫状河—曲流河沉积,沉积相主要为河流相,西北部以辫状河沉积为主,其余为曲流河沉积。

②鄂尔多斯盆地西北部直罗组的辫状河砂体是砂岩型铀矿主要的储集体。

参考文献

[1] 王凯,王晓鹏,周伟,等.鄂尔多斯盆地南部彬长地区直罗组下段沉积特征及其与铀矿化关系[J].东华理工大学学报(自然科学版),2023,46(2):113-124.

[2] 张宾,刘红旭,丁波,等.鄂尔多斯盆地北部巴音青格利—苏台庙地区中侏罗统直罗组下段沉积特征及其铀成矿意义[J].高校地质学报,2020,26(2):218-230.

[3] 王晓鹏,刘坤鹏,陈宏斌,等.鄂尔多斯盆地南部直罗—店头地区侏罗系直罗组沉积特征及铀成矿[J].古地理学报,2020,22(2):

295-307.

[4] 薛锐,赵俊峰,闫占冬,等.鄂尔多斯盆地北部侏罗系直罗组沉积特征与演化[J].古地理学报,2017,19(6):999-1012.

[5] 刘海燕.鄂尔多斯盆地北部杭锦旗地区地质构造特征及其铀成矿意义[D].西安:西北大学,2014.

[6] 陈林.鄂尔多斯盆地西南部延长组长8砂岩储层沉积相及致密化机理研究[D].北京:中国地质大学,2015.

[7] 王龙辉,剡鹏兵,焦养泉,等.鄂尔多斯盆地北部下白垩统铀成矿模式[J].地质科技通报,2023,42(3):222-233.

[8] 李伟,岳大力,王武荣,等.辫状河沉积构型研究进展:沉积演化与构型特征[J].古地理学报,2023,25(5):1032-1048.

[9] 季春旭.黄土中钙质结核内部结构特征及形成演化机理研究[D].太原:太原理工大学,2022.

[10] 孙遥,郭峰,彭晓霞,等.曲流河相储层特征及其主控因素分析:以鄂尔多斯盆地胡尖山油田延9为例[J].现代地质,2022,36(5):1403-1413.