沉积体系分析与底河道型砂岩铀矿成矿条件讨论

——以鄂尔多斯中生代盆地北部东胜地区为例

Analyses of Depositional System and Studies on Metallogenic Condition of Basal-channel Sandstone Uranium Deposit

吴仁贵[1] 祝民强[1] 余达淦[1] 陈安平[2]

（1 华东地质学院，江西 抚州 344000；2 核工业 208 队，内蒙古 包头 014000）

Wu Rengui[1], Zhu Minqiang[1], Yu Dagan[1] and Chen Anping[2]

（1 East China Geological Institute, Fuzhou 344000; Jiangxi, China; 2 No.208 Geological Party, Bureau of Geology ,CNNC, Baotou 014000, Inner Mongolia, China）

摘 要 文章运用沉积体系理论，对鄂尔多斯盆地北部地区直罗组的沉积相及沉积体系归属进行系统分析，指出该区直罗组的河流沉积经历了早期辫状河沉积，中期低弯度曲流河沉积和晚期高弯度曲流河沉积 3 个演化阶段。根据气候演变特点将该区直罗组分为上、下两个岩性段：其中，下段为温湿条件下的辫状沉积和低弯度曲流河沉积，形成灰色沉积建造；上段为干旱炎热条件下的高弯度曲流沉积，形成以红色为主的杂色沉积建造。底河道型铀矿化受辫状河道控制，主要赋存于辫状沉积砂体中。同时，该文对底河道型砂岩铀矿化的成矿条件进行了初步探讨。

关键词 直罗组 沉积体系 辫状河 曲流河 底河道型砂岩铀矿 鄂尔多斯

目前鄂尔多斯中生代盆地北部地区是寻找可地浸砂岩铀矿的重要区段，如何识别该区直罗组的沉积特征，关系到对该区沉积砂体展布的掌握，同时也影响到该区找矿方向和找矿指导思想的确立，因此正确认识直罗组的沉积体系特征对指导该区区调阶段的砂岩型铀矿找矿特别重要。

1 区域地质概况

1.1 区域构造背景

本区隶属鄂尔多斯中生代盆地北部的伊盟隆起带的一部分。该盆地是在华北地台的基础上发育起来的大型内陆克拉通盆地与前陆盆地叠合的拗陷盆地，位于我国东部的滨太平洋构造域与西部的古特提斯—喜马拉雅两个构造域之间，具两大构造域的双重影响而呈过渡特征。

伊盟隆起带北邻河套断陷，南接陕北斜坡，在中生代盆地的演化中具有以下两大特点。

（1）具长期相对稳定的特征。该地段位于华北地块北缘与蒙古弧交接带南缘稳定地块部位，由于南受秦岭造山带，西受阿拉善地块挤压，东受吕梁山隆升的影响，所以形成鄂尔多斯盆地周缘构造活动强烈，北缘相对稳定的构造格局。

（2）中生代构造演化具 2 次重大变革。第一次重大变革是中侏罗世早期末的隆起，该隆起阶段是盆地由主要受特提斯构造域影响转向由特提斯构造域和太平洋构造域的联合影响，属于构造应力场及其区域背景的转变阶段，本区的直罗组就是产于该阶段后的拗陷期，展示了受力状态的转变。第二次重大变革是安定组之后的晚侏罗世（J_3），本区结束了盆地的沉降历史，盆地挤压隆起，并较长时间处于剥蚀阶段。

1.2 盆地充填序列

鄂尔多斯中生代盆地是在晚古生代基底的基础上发育而成的。盖层上三叠统的延长组为前陆盆地背景下的一套河流-湖泊沉积；中生代早、中侏罗世以含煤建造为特征，下侏罗统富县组、中侏罗统延安组、直罗组和安定组，总体为一套河流-湖泊沉积体系。下白垩统分布在天环向斜一带，主要有志丹群或六盘山群，东胜一带为伊金霍洛组、东胜组，为一套灰红相

第一作者简介 吴仁贵，男，1963 年生，副教授，从事铀矿地质研究与教学。

间的河流沉积体系与风成体系的碎屑岩构成。

2　直罗组沉积体系划分

本区直罗组的沉积环境为河流环境，按沉积微相组合可分出辫状沉积和曲流沉积两大类型。早期发育辫状沉积，中期发育低弯度曲流沉积，晚期发育高弯度曲流沉积。

2.1　早期辫状沉积体系

直罗组的辫状河沉积是在延安组的古风化壳之上发育而成的，深切谷明显。在辫状河道发育位置，常导致延安组第五成因单元的厚度变薄或缺失，或直接下切至延安组第四成因单元。

辫状河道在本区内呈近南北向展布，横向上直罗组下段辫状砂体在北部地区的局部出现有自北向南砂体粒度明显变细，洪泛沉积变得频繁，并出现曲流沉积与下伏延安组直接接触的特征。

直罗组早期的沉积微相在本区以辫状河道沉积为主，局部地段发育曲流沉积。

2.2　中期低弯度曲流沉积体系

直罗组中期河流沉积广泛出现洪泛沉积、决口沉积，早期的辫状河沉积体系已过渡为曲流河沉积体系，但曲流河的弯度相对较小，与早期的辫状河沉积在空间分布上有一定的继承性。曲流河道局限在一定的范围内频繁摆动，河流的改道作用频繁发生，在河道摆动范围内，在横向上常出现由多个曲流砂体交叠形成的“准板状”砂体，该砂体长宽比明显大于下部辫状砂体，并常在垂向上与辫状沉积的“泛连通砂体”叠合在一起。两个砂体间广泛发育河流侵蚀作用面，该作用面以充填有钙化的红色或未钙化的黄绿色泥砾层（钙化的红色泥砾层可反映出经历了暴露和氧化作用阶段）为标志，泥砾层厚几公分至十公分不等。

直罗组中期的沉积微相构成有河道沉积组合、河道边缘沉积组合和洪泛平原沉积组合，其中河道沉积以侧积即边滩沉积或点坝为特征，曲流沉积的“二元结构”组合在横向上的表现要比纵向明显。

2.3　晚期高弯度曲流沉积体系

直罗组晚期的河流沉积则由中期的低弯度曲流河沉积进一步演变为高弯度曲流河沉积，河流弯度明显增大，河道变宽，砂体厚度大，但河流摆动幅度变小，河流的改道作用不再频繁，形成的砂体呈各自孤立的“朵状体”，明显区别于低弯度曲流河环境下的“准板状”砂体。

在沉积相的组合上，晚期的河道沉积、河道边缘沉积和洪泛平原沉积发育且分相明显。气候由原来的温湿转为炎热干旱，形成一套以紫红色为主要色调的杂色岩相组合。

沉积微相构成具备典型曲流河沉积的所有微相构成特征，河道沉积组合、河道边缘组合以及洪泛沉积平原组合三相齐全，曲流沉积的“二元结构”组合特征在横向上和纵向上都非常明显。

2.4　河流沉积不同阶段砂体的垂向叠置关系

在河流沉积的各个阶段中，砂体的产状差异较大。辫状沉积（$J_2z^{1\text{-}2}$）形成的砂体具有泛连通特点，由于辫状沉积的游荡性强，范围大，故形成的砂体往往有较大规模，成层性及连通性均较好，是砂岩型铀矿的理想砂体；低弯度曲流河（$J_2z^{1\text{-}2}$）的游荡性明显降低，但河道的摆动在一定范围内仍相当频繁，故形成的砂体在横向上常出现叠置，形成明显的“准板状”砂体，砂体间的连通性仍然较好，但低于辫状沉积砂体；高弯度曲流河沉积（J_2z^2）河道的稳定性最好，但沉积的砂体连通性却最差，常呈彼此弧立的“朵状体”被洪泛泥岩所隔，对砂岩型铀矿而言是最不理想的砂体类型。所以从砂岩型铀矿成矿层位的角度来看，寻找辫状砂体应是首选目标。

3　直罗组沉积特征与底河道型铀矿成矿条件分析

3.1　直罗组的沉积组合条件与铀成矿关系

本区底河道型砂岩铀矿化产出层位为温湿气候条件下的直罗组下段辫状沉积砂体，而与晚期干旱炎热气候条件下的高弯度曲流沉积砂体无关。

直罗组早期辫状沉积形成的一套灰色沉积建造，多局限在辫状深切谷发育部位，沉积碎屑颗粒较粗，以粗砂至中粗砂为主、缺少泥岩组分，富含有机质（煤线或薄煤层）和还原物质（主要表现为黄铁矿的大量出现），这是后期铀成矿有利的地球化学障，是铀成矿的有利层位条件。该辫状沉积砂体在东胜南部出现砂体粒度的明显变细和洪泛沉积，沉积相组合由原来的河道沉积、心滩沉积组合过渡为河道沉积、边滩沉积和洪泛沉积组合，即河流沉积由辫状沉积总体上向曲流沉积演变，在

这种过渡相带部位，由于水动力条件的明显变化，沉积物成分上更富含还原组分，是铀成矿最理想的地段。

直罗组中期曲流河沉积形成的一套灰色沉积建造，沉积碎屑颗粒变细，其中砂以中粗砂至中细砂为主，与粉细砂或泥频繁互层产出，见多层河沼相薄煤层，河道砂体基本上呈“准板状”出现，具曲流河沉积典型的“二元结构”，但河道沉积砂体常与下段的辫状沉积砂体交叠在一起形成多个“叠置式砂体”而导致砂体的突然增厚并与下部砂体贯通，铀矿化则存在于其下方辫状砂体之中。

直罗组晚期曲流河沉积阶段形成的一套红色沉积建造，该岩性段广布于东胜地区，与早、中期沉积的区别在于气候环境发生了明显的改变，由原来的温暖潮湿转向干旱炎热。沉积碎屑中砂以中粗砂至中细砂为主，与红色泥及薄层粉细砂组合交互产出，局部能见灰黑色的河沼泥，见较多钙化木，河道沉积组合与非河道沉积组合分异明显，具曲流河沉积典型的“二元结构”。

本区中晚期曲流沉积形成广泛的洪泛沉积组合，从而构成辫状砂体的良好上隔挡层。延安组湖相泥岩沉积是本区直罗组辫状砂体的下隔挡层，因此本区具备良好的岩性组合，有利于层间氧化的形成。

3.2 底河道型砂岩铀矿成矿条件关系的探讨

基于沉积体系的研究，首先，明确了河流沉积体系中底河道型铀矿的砂体类型。底河道型砂岩铀矿成矿仅与辫状沉积的砂体有关，而与曲流沉积砂体无关。本区的铀成矿类型是一种底河道型，与直罗组早期的辫状沉积砂体相关，铀成矿受辫状河道的发育与展布控制，它在空间分布上呈带状产出，这种带状是与辫状河道的发育密切相关的，带内形成的砂体具有“泛连通”特点。

其次，明确了该类型矿化是块段性的，但矿化的规模不定。从沉积体系分析来看，矿化规模与砂体规模相关，只要存在大规模的砂体及大规模的氧化作用，底河道型砂岩铀矿同样能形成大型甚至是特大型矿床。因此，底河道型砂岩铀与矿化规模上没有必然联系。

其三，氧化类型可多种多样，既有潜水氧化型，也有层间氧化型。只要存在良好的地层结构组合，就能形成层间氧化型铀矿化。如东胜地区直罗组辫状砂体的顶底板正好存在这种良好的结构组合，因此东胜地区存在有成大矿的远景。

其四，要形成层间氧化型铀矿化，必需要有良好的地下水补、泾、排条件。东胜地区南部至伊金霍洛旗一带东西向构造带及其以南地区可构成本区有利的排泄区。

其五，底河道型铀矿化可以有多种成矿作用或多期成矿的叠加。早期可能潜水氧化作用明显，而晚期则可以发展成层间氧化型，或局部地段两种作用并存。本区层间氧化以南北方向展布为主，东西方向为次。南北方向形成晚，表现为受多期改造后的层间型氧化性质，是本区找矿的主攻方向；东西方向成矿早，受多期改造后大都呈残留矿体出现。

其六，区域构造演化要有次造山背景。要有目标层的掀斜和剥露以及长期相对稳定的构造条件，在这种条件下才会有长期相对稳定的水动力条件和长期稳定的铀成矿作用。鄂尔多斯盆地北部地区的晚侏罗世即处于这一背景之下，具有有利铀成矿的构造环境。

参 考 文 献

陈庸勋，戴东林，杨昌贵，等. 1981. 岩相古地理研究方法——以鄂尔多斯盆地为例. 北京：地质出版社. 96～115.

陈祖伊，张铁岭，郭华，等译. 1997. 哈萨克斯坦外生铀矿床. 北京：核工业北京地质研究院.

何登发，董大忠，吕修祥，等. 1996. 克拉通盆地分析. 北京：石油工业出版社.

何登发，吕修祥，林永汉. 1996. 前陆盆地分析 北京 石油工业出版社

李思田，程守田，杨士恭，等. 1992. 鄂尔多斯盆地东北部层序地层及沉积体系分析. 北京：地质出版社. 163～174.

李思田，路凤香，林畅松，等. 1997. 中国东部及邻区中、新生代盆地演化及地球动力学背景. 武汉：中国地质大学出版社. 4～19，104～115.

李思田主编. 1996. 含能源盆地沉积体系. 武汉：中国地质大学出版社. 32～46.

内蒙古自治区地质矿产局编著. 1997. 内蒙古自治区岩石地层. 武汉：中国地质大学出版社. 249～250.

王 瑜. 1998. 中生代以来华北地区造山带与盆地的演化及动力学. 北京：地质出版社.

周文斌，余达淦，刘庆成，等. 2001. 核资源与环境研究成就与展望. 北京：原子能出版社. 63～79.

朱夏主编. 1983. 中国中新生代盆地构造和演化. 北京：科学出版社.