

# 鄂尔多斯盆地西缘逆冲断褶带式砂岩型铀矿成矿环境、矿化特征及成矿模式

徐高中, 李卫红, 李保侠, 贾恒, 龚斌利

(核工业二〇三研究所, 陕西 咸阳 712000)

根据水成铀矿理论及其找矿实践经验, 典型层间氧化带砂岩型铀矿一般只产出于中生代以来构造相对稳定的次造山带构造区(张金带等, 2005), 具有缓倾斜坡带的中生代盆地, 而构造活动相对强烈的断陷或冲断带特征的盆地边缘不利于层间氧化带砂岩型铀矿形成。但通过对鄂尔多斯盆地西缘断褶带发展演化, 尤其是侏罗纪以来盆地构造变动及改造特征的深入分析, 认识到在鄂尔多斯盆地西缘断褶带内, 存在相对和缓的构造活动时期及构造活动相对稳定的区段。综合分析该区地质构造环境及其演化, 结合该地区油、气、煤等矿产及其对砂岩型铀成矿的影响, 预测其中的惠安堡地段具有良好的铀成矿条件, 通过勘查验证发现了新的铀成矿区。分析该区砂岩型铀成矿环境和矿化特征, 不同于典型层间氧化带型砂岩铀矿, 初步认为是具有特色的、鄂尔多斯盆地西缘“逆冲断褶带式”砂岩铀成矿模式。

## 1 惠安堡地区铀成矿环境

### 1.1 构造环境及演化

惠安堡地区位于盆地西缘断褶带的马家滩—甜水堡段, 具有典型的逆冲推覆构造特征。断褶带由一系列近南北走向的背(向)斜和断裂构成。断褶带北部以褶皱为主, 褶皱宽缓稳定; 中南部褶皱紧密, 断层较发育。显示出多期活动性特点。

该区侏罗系沉积之后经历了多期构造-改造(刘池洋等, 2005; 李卫红等, 2006)。其中, 中燕山期(J3末)近东西向挤压构造运动在本区表现较为强烈, 使侏罗系及其以前的地层发生褶皱断裂和隆升, 形成一系列近南北走向的冲断褶皱带, 奠定了盆地西缘逆冲断褶带的雏形。早白垩世, 该区再度下沉, 接受了早白垩世杂色碎屑岩沉积。晚燕山期—喜马拉雅早期(K<sub>2</sub>—E<sub>2</sub>), 该区全面隆起, 缺失上白垩统一始新统沉积, 侏罗系局部已被剥露于地表, 受到长时期的地表水淋滤改造。始(渐)新世开始, 鄂尔多斯盆地整体抬升, 银川—河套和六盘山断陷开始形成, 盆地西缘局部地区接受渐新世沉积。中新世阶段, 盆地西缘总体以弱的差异升降运动为特点, 曾发生过两次明显地抬升运动。一次发生于中新世早期(23 Ma左右, 与盆地区域抬升构造运动有关), 造成中新统与渐新统之间的不整合接触; 另一次发生于中新世晚期(8~5 Ma), 与六盘山的抬升回返有关, 造成了干河沟组(N<sub>1g</sub>)与下伏红柳沟组(N<sub>1h</sub>)之间的角度不整合或平行不整合。这两次构造作用使该区断褶带受到一定的抬升和剥蚀, 侏罗系砂体再次遭受到地表和地下水的淋滤改造。上新世以来, 随着银川盆地强烈断陷和向南发展, 贺兰山进一步抬升崛起, 银川盆地已基本阻隔了蚀源区(贺兰山-宁卫北山)与该区地下水动力的联系。

### 1.2 沉积建造及岩性、岩相条件

区内有利砂岩型铀成矿的含矿建造层主要为中侏罗统直罗组、延安组。

直罗组: 由灰、灰白色中粗粒砂岩和灰绿色泥岩、粉砂岩组成, 从早到晚由辫状河相向曲流河—泛滥平原相演变。直罗组下段以灰色、灰白色中粗砂岩为主, 细砂岩、粉砂岩为次, 底部夹有炭质泥岩, 发育厚大(20~40 m)的辫状河砂体; 直罗组上段由灰褐、紫红色细砂岩、粉砂岩及泥岩组成, 以曲流河—泛滥平原相沉积为主, 发育厚度小于5 m的细砂岩。构成主要的找矿目的层。

延安组: 为灰白、深灰、灰黑色砂岩, 粉砂岩, 泥岩夹可采煤层, 为河流、沼泽相沉积, 其中发育一定规模的河流相砂体。亦对后生氧化作用及砂岩型铀矿形成有利。

### 1.3 富铀的蚀源区及含矿层

区内含矿层侏罗系直罗组、延安组沉积物来自盆地西北部元古界—古生界富铀变质岩、花岗岩、中酸性火山岩类, 原始沉积物中较富铀, 形成了铀背景丰度较高的富铀层位, 直罗组灰色砂岩中铀丰度达  $4.50 \times 10^{-6}$ , 延安组灰色砂岩中铀丰度为  $4.11 \times 10^{-6}$ , 因而, 含矿层本身也可为铀成矿提供重要的蚀源。

### 1.4 后生氧化-还原及油气、煤对铀成矿的作用

该区中侏罗统直罗组、延安组的砂体中发育潜水或层间氧化带(李卫红等, 2006)。其中, 潜水氧化带深度一般可达几十米~上百米; 层间氧化带主要发育在侏罗系背斜的东、西翼部, 一般沿倾向上延伸数百米以上, 沿走向断续延伸长度2~10 km, 层间氧化带发育深度一般可达500 m以上。

该区是油藏(马家滩—摆宴井油田)、煤田等能源矿产的富集区。油藏富集层为中生界延长组及延安组下部, 油藏富集于逆冲断褶带的形成构造圈闭或岩性圈闭之中, 从油气演化分析, 晚侏罗世—早白垩世已达到生烃高峰期(刘池洋等, 2005),

油气藏开始形成, 晚白垩世—新近纪阶段随着该区多次构造抬升, 油气藏受到一定的改造、破坏, 沿断裂向上部层位(直罗组、延安组)逸散、运移, 在含矿层中形成绿色还原性蚀变。延安组煤层累计厚度大, 分布稳定, 其后期也会产生大量的煤层气。这些后生还原作用对提高含矿层砂体的还原能力及铀成矿也有促进作用。

综上所述, 该区虽处于盆地西缘断褶带, 构造相对活动和复杂。但从空间上看, 断褶带中存在相对稳定区(宽缓背向斜区); 从时间上看, 晚白垩世之后总体以差异抬升为主, 长期处于构造和缓期, 含矿层呈宽缓背向斜构造带产出, 并在背斜核部剥出露于地表, 为含氧含铀地下水下渗、淋滤改造提供了有利的构造条件; 从层位上看, 含矿层中侏罗统直罗组、延安组分布广泛, 其中发育多层河流相砂体, 具有良好的“泥-砂-泥”结构, 并富含有机质、煤等还原性物质。该区具备后生氧化作用及砂岩型铀矿形成的基本条件, 预测为砂岩铀矿成矿远景区。

## 2 惠安堡铀成矿区矿化特征

以上预测研究成果经过初步找矿验证, 在惠安堡地区发现了长达十多公里的铀矿带, 其矿化特征与典型层间氧化带型砂岩铀矿有明显差异。铀矿带沿宽缓的背向斜翼部展布(李保侠等, 2008), 含矿主岩为直罗组、延安组灰色细粒—中粗粒长石石英砂岩及岩屑长石砂岩, 富含有机质、黄铁矿等还原剂, 泥质、钙质胶结, 岩石疏松。铀矿化主要受层间氧化带控制, 矿体产于氧化带顶底板或前锋部位, 即氧化—还原过渡部位, 具多层状。铀主要以吸附状态存在于砂岩胶结物中, 还有沥青铀矿、铀石等形式存在。铀矿成矿年龄: 铀矿物(铀石、沥青铀矿)U-Pb 等时线年龄为 59.2 Ma、21.9 Ma、6.2 Ma, 铀成矿作用主要发生于古新世—中新世, 与该区抬升剥蚀改造期相一致。

## 3 铀成矿模式

该地区铀矿化是独具特色的、受断褶带构造背景控制的局部层间氧化带砂岩型铀矿。铀矿形成经历了早中侏罗世沉积预富集阶段; 晚侏罗世含矿层构造格局形成与潜水氧化铀矿化富集阶段; 晚白垩世—中新世层间氧化带发育及铀成矿阶段和上新世局部油气二次还原改造阶段等成矿演化过程。初步分析成矿模式如下(图1)。

早中侏罗世, 气候温暖潮湿, 在区内形成中下侏罗统延安组、直罗组灰色河流相含煤碎屑岩沉积, 形成铀预富集层, 为砂岩型铀成矿奠定了物质基础; 晚侏罗世的中燕山运动使该区含矿层发生褶皱、断裂和隆升, 形成近南北向断褶带雏形, 奠定了含矿层呈宽缓褶曲状分布构造格局; 晚白垩世—渐新世阶段, 该区全面抬升隆起, 侏罗系遭受到长时期剥蚀、氧化淋滤改造, 初步形成层间氧化带及铀矿化; 中新世, 该区发生的2次(23 Ma, 8~5 Ma)的抬升运动, 使侏罗系再次遭受到地表和地下水的氧化淋滤改造, 形成主要的层间氧化带砂岩型铀矿化。上新世以来, 随着盆地西北边缘引张断裂的进一步活动, 贺兰山进一步抬升崛起, 银川盆地的形成已基本阻隔了蚀源区与该区地下水动力的联系, 层间渗入砂岩型铀成作用基本停止。同时, 上新世以来的构造运动使区内断裂构造进一步活化, 盆地深部油气沿断裂构造和砂岩层向上部运移、逸散, 在局部地段使早期形成的层间氧化带发生“二次”还原蚀变, 早期砂岩型铀矿受到一定的叠加改造。

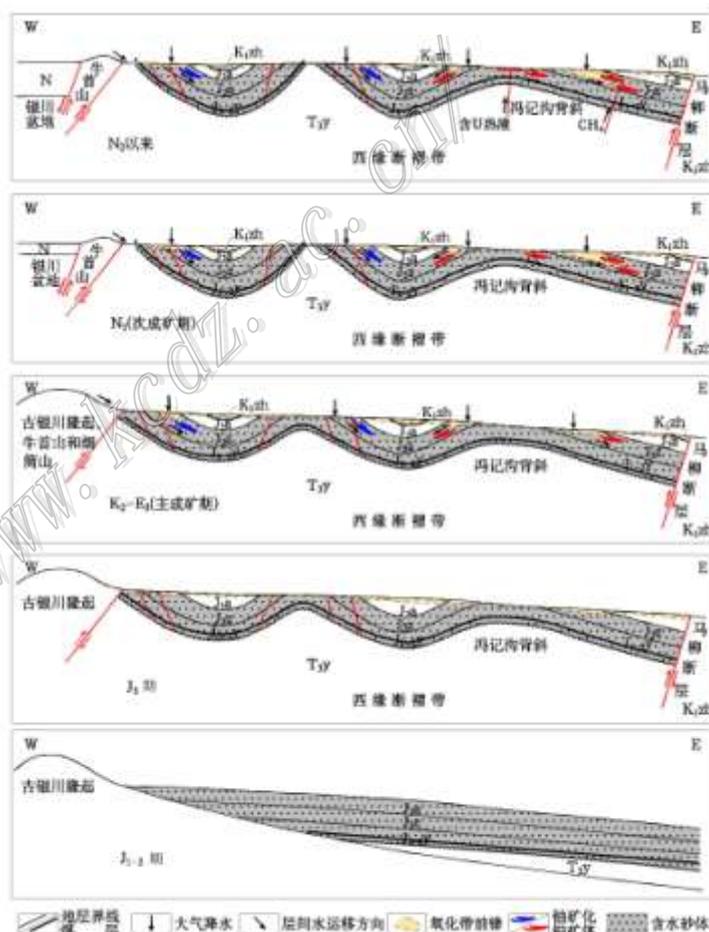


图1 惠安堡地区铀成矿演化模式图

## 参考文献

- 李保侠, 贾恒, 等. 2008. 鄂尔多斯盆地西缘槐树湾地区铀矿化特征及成因分析[J]. 铀矿地质, 24(6): 327-331.  
 李卫红, 徐高中, 等. 2006. 鄂尔多斯盆地后期改造与砂岩型铀成矿关系初步分析[J]. 地球科学与环境学报, 28(3): 19-23.  
 刘池洋, 赵红格, 等. 2005. 鄂尔多斯盆地西缘(部)中生代构造属性[J]. 地质学报, 79(3): 737-747.  
 张金带, 等. 2005. 我国可地浸砂岩型铀矿成矿模式初步探讨[J]. 铀矿地质, 21(3): 139-145.