

陕西省黄陵县双龙铀矿控矿因素研究

王 磊¹ 薛广富²

1. 2. 中陕核工业集团二一一大队有限公司 陕西 西安 710024

摘 要: 通过对双龙铀矿床地质特征的研究, 该铀矿床具备层间氧化带型砂岩型铀矿形成的良好的地质背景及铀成矿条件。其形成主要受铀源、构造、目的层沉积体系、层间氧化带发育程度、古气候变迁等因素控制。

关键字: 双龙铀矿床; 砂岩型铀矿; 控矿因素

Study on ore-controlling factors of Shuanglong uranium deposit in Huangling County, Shaanxi Province

Wang Lei¹, Xue Guangfu²

1. 2. China Shaanxi Nuclear Industry Group 211 Brigade Co., Ltd. Xi'an 710024, Shaanxi

Abstract: Based on the study of the geological characteristics of the Shuanglong uranium deposit, it is found that the uranium deposit has a good geological background and metallogenic conditions for the formation of interlayer oxidation zone type sandstone type uranium deposits, and its formation is mainly controlled by factors such as uranium source, structure, target layer sedimentary system, development degree of interlayer oxidation zone and paleoclimatic changes.

Key words: Shuanglong uranium deposit; Sandstone type uranium deposit; ore-controlling factors

研究区位于鄂尔多斯盆地南缘的伊陕斜坡与渭北隆起的结合部位, 区内矿产资源主要为煤矿、石油、铀矿、油页岩等。先后多家地勘单位、高等院所在盆地内不同地区开展过众多工作, 为深入了解区域地质背景、构造格架、地层结构、地质发展演化奠定了良好基础。另外, 鄂尔多斯盆地南缘铀矿整装勘查区设立以来, 投入了大量的铀矿找矿工作, 反映了鄂尔多斯盆地南缘具备形成层间氧化带型砂岩型铀矿的良好地质条件, 已发现双龙铀矿床。以层间氧化带型砂岩型铀矿成矿理论为指导, 总结控矿因素, 对成矿模式建立、矿床预测具有重要意义。

1 区域构造背景

1.1 盆地构造演化

鄂尔多斯盆地可划分6个三级构造单元, 即伊盟隆起、西缘逆冲带、天环向斜、伊陕斜坡、晋西挠褶带和渭北隆起(图1)。与区内成矿环境相对密切的有伊陕斜坡和渭北隆起2个三级构造单元。

根据地质构造层和沉积古地理环境, 可将该盆地地质构造演化、发展划分为五个大的演化阶段: 中新元古代克拉通内裂陷槽或坳拉槽演化阶段、早古生代华北克拉通陆表海演化阶段、晚古生代华北克拉通坳陷演化阶段、中生代大鄂尔多斯内陆盆地及独立鄂尔多斯盆地演化阶段、新生代周缘断陷盆地演化阶段。其中, 中生代大鄂尔多斯内陆盆地及独立鄂尔多斯盆地演化阶段是鄂尔多斯盆地演化史上的重要阶

段, 侏罗纪—白垩纪是鄂尔多斯盆地演化史上非常重要时期(图2)。

中生代盆地的发展演化过程, 构造应力从早期受印支运动影响过渡到晚期受燕山运动影响, 古气候从早期的干旱(晚三叠世)→温暖潮湿(中侏罗世早期)→晚期的干旱(中侏罗世晚期后), 尤其是侏罗世后至新构造运动前古气候持续干旱, 氧化作用发育, 盆地南缘水动力相对稳定, 形成长时间含氧含铀水的下渗, 有利于发育大型古层间氧化带。



图1 鄂尔多斯盆地构造纲要示意图

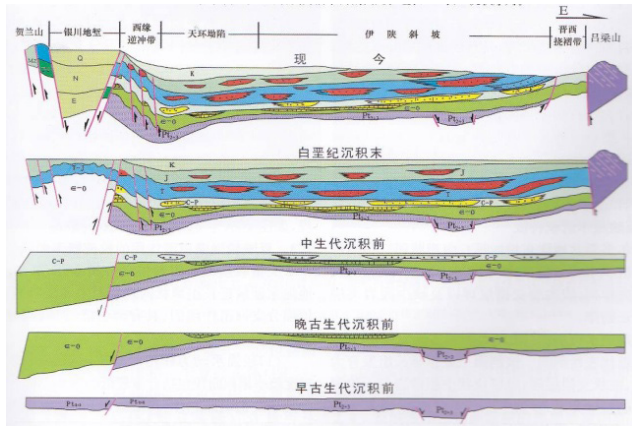


图2 鄂尔多斯盆地构造-沉积演化剖面图 (据朱筱敏, 2013) 红色/黄色分别代表油/气层

1.2 蚀源区地层岩性

1.2.1 结晶基底

鄂尔多斯盆地基底由前中生代沉积-变质岩组成,并具有“双重”基底的结构特征,分别为沉积基底和结晶基底。

鄂尔多斯盆地结晶基底为太古界及古元古界变质岩系。在盆地内部结晶基底全部被巨厚的地台沉积盖层所覆盖,对盆地盖层没有直接的影响,但在盆地周边蚀源区上述结晶基底均有不同程度的出露。

结晶基底的原岩为酸性岩浆岩或长石质砂岩,各层位的Th/U值在1.6~6.4之间(表1),说明结晶基底铀迁出明显,可为上部层位提供丰富的铀源。

表1 鄂尔多斯盆地周边地区结晶基底铀、钍含量表

地层(代号)	U (10^{-6})	Th (10^{-6})	Th/U	备注
乌拉山群(Ar ₃)	2.9	9.2	3.2	北缘
秦岭群(Pt ₁ ¹)	2.7	17.4	6.4	南缘
五台群(Pt ₁ ¹)	2.6	9.5	3.7	东缘
吕梁群(Pt ₁ ¹)	2.8	13.8	4.9	东缘
滹沱群(Pt ₁ ²)	2.0	10.2	5.0	东缘
二道凹群(Pt ₁ ²)	2.3	5.9	1.6	北缘
白云鄂博群(Pt ₂ ¹)	2.6	11.8	4.5	北缘
渣尔泰山群(Pt ₂ ¹)	3.8	9.8	2.6	北缘
什那干群(Pt ₂ ²)	1.2	2.1	1.8	北缘

1.2.2 沉积基底

沉积基底由中元古界和古生界组成,岩石固结程度较高,并发生过一定程度的变质作用,主要分布在盆地北部的阴山隆起及东部的吕梁山。

上述地层在盆地周边蚀源区有不同程度的出露,为盆地盖层的沉积提供了丰富的物源和铀源。

2 矿床地质

2.1 矿区构造

研究区位于鄂尔多斯盆地南缘,黄陵-彬县铀成矿带北部,地处伊陕斜坡(Ⅲ级)与渭北隆起(Ⅲ级)附近偏伊陕斜坡部位(图3)。区内构造简单,断裂构造不发育,发育

一系列北东向展布的舒缓开阔的小褶曲,总体趋势为倾角平缓的单斜构造。

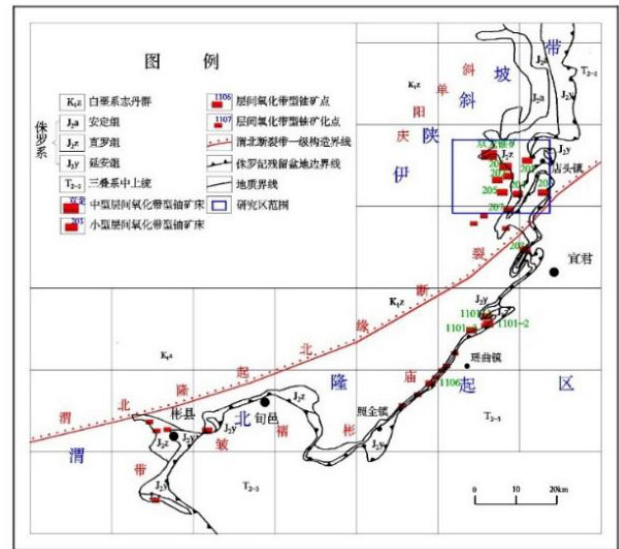


图3 研究区地质构造位置略图

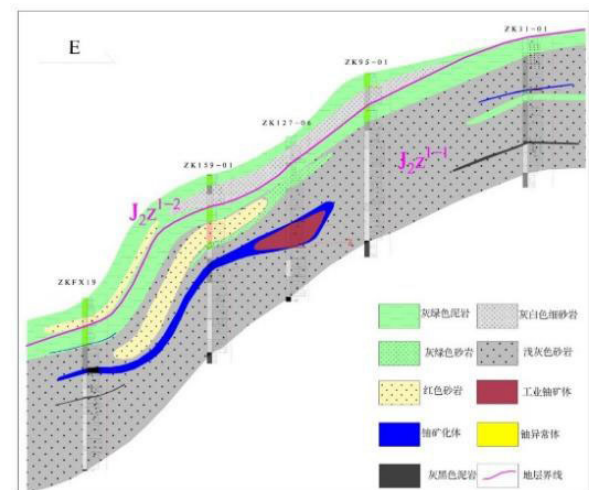


图4 直罗组下段钻孔对比剖面图

2.2 含矿层结构

中侏罗统直罗组为含矿层位,根据沉积期古气候条件、地层结构、岩性组合及岩相变化等特征可划分为上段(J₂z²)和下段(J₂z¹):

2.2.1 直罗组下段(J₂z¹)

为区内赋矿层段,中东部沿沟谷连续出露,中西部隐伏于直罗组上段,厚度变化受古隆起控制;区内地层共发育3-4个韵律层,属温暖潮湿古气候条件下形成的河流相含铀碎屑岩建造。该段主要铀背景含量 2.0×10^{-6} ~ 3.0×10^{-6} ,其中2、3韵律是该区主要赋矿段;与下伏延安组呈冲刷接触。

2.2.2 直罗组上段(J₂z²)

该区直罗组上段在东部店头附近沟谷断续出露,向西隐伏与下白垩统洛河组下部,为干旱气候条件下形成的湖相沉积体系。岩性以泥砂互层状产出,隔水性能良好,未发现铀矿化。

2.3 铀矿床特征

2.3.1 矿床分布

直罗组下段下亚段和上亚段砂体的发育具有明显的继承性, 总体呈现的南西厚至北东薄的趋势。但下亚段砂体属于辫状河沉积体系, 是复合型河床沉积叠加而成, 区内砂体联通性好, 是主要的含矿层; 上亚段属于曲流河沉积体系, 砂体规模有限、连通性差等原因, 含矿性较差, 为次要含矿层。(图4)

铀矿(化)带呈近东西向展布。依据矿体产出层位、分布规律和氧化带展布形态, 共圈连铀矿(化)带三条, 分别为北部Ⅰ号带、中部Ⅱ号带和南部Ⅲ号带。

2.3.2 铀成矿年龄

前人对店头矿床(203铀矿点)直罗组下段铀矿成矿时代有过研究, 矿石铀矿物同位素年龄为98~110Ma; 对Ⅰ号矿体富矿段选出的沥青铀矿物进行U-Pb同位素年龄测定, 所得铀成矿年龄为 47.2 ± 0.7 Ma和 52.4 ± 0.7 Ma, 成矿时代为始新世。早白垩世晚期为铀矿化预富集期, 始新世末期为成矿期。

2.3.3 铀矿物特征

通过电子探针分析结果表明双龙铀矿床矿物类型以沥青铀矿、铀石为主, 含少量钍铀矿。沥青铀矿主要呈浸染状、团块状、星散状赋存于粒间和胶结物中; 铀石占一定比例, 数量少于沥青铀矿镜下显示, 大多数铀石呈细颗粒状分散于共生矿物黄铁矿颗粒间隙内。

3 主要控矿因素分析

通过对双龙铀矿床地质特征研究, 认为双龙铀矿床形成受构造、找矿目的层沉积体系类型、层间氧化带发育特征、铀源、古气候等5个主要因素控制。具体如下:

3.1 构造与铀成矿关系

3.1.1 稳定的斜坡带对铀储层的控制

中侏罗世早期盆地构造演化特征表明, 伊陕斜坡构造单元总体呈平缓的斜坡向东及南东倾斜, 矿床长期处于稳定的斜坡带, 受印支运动南北向挤压应力的控制和秦祁造山带走向的影响, 在研究区周边形成一系列东西向的隆起构造, 尤其以双龙铀矿床南部的建庄古隆起为主, 控制了中侏罗统地层的沉积中心, 为河流相沉积, 具备泥-砂-泥结构, 砂体结构疏松, 厚度适中, 岩性岩相条件好, 为砂岩型铀矿提供了良好的铀储层。

中侏罗世晚期地层的整体挤压抬升及掀斜作用, 使得赋矿层构造变形与压实作用较弱, 为地下水后期渗入创造了条件, 形成完整的补径排体系, 从而为层间氧化带及砂岩型铀矿的形成奠定了良好的构造基础。

3.1.2 次级褶皱对铀矿化分布的控制

区域内的次级褶皱构造控制了改变了目的层的埋深与构造格局, 改变了地下水的补给区域与径流条件, 进而控制了砂岩型铀矿的分布及分带。研究区及周边次级褶皱构造发育,

为北西缓倾斜的单斜构造。双龙铀矿床三条铀矿化带虽然呈近东西向展布, 与古隆起构造行迹一致, 但是主要的铀矿体呈北东-南西向分布, 与次级褶皱构造一致。

3.1.3 构造活动控制铀成矿期次

中侏罗世之后, 盆地南缘进入抬升阶段。每一次抬升, 都会造成找矿目的层的剥蚀改造, 形成地表含铀含氧水的入参与层间氧化带的形成, 现在的层间氧化带是多次改造的综合产物。每次改造都伴随铀矿化的富集。双龙铀矿化年龄与构造活动阶段相一致, 反映了盆地后期构造活化对铀矿化的控制作用。

3.2 沉积体系与铀成矿关系

研究区铀矿化产于直罗组下段河流相沉积体系中, 沉积砂体厚度东向西、南向北厚度逐渐变薄, 矿化体自北而南呈点带式展布, 规模性铀矿体仅在双龙地区直罗组下段下亚段中上部砂体中发现。分析沉积体系发现, 建庄-双龙一带直罗组下段属低位体系域(LST)河流相沉积, 其下亚段具典型辫状河三角洲沉积特征; 砂体呈泛连通状, 大型交错层理, 利于含氧水的运移, 该层位发现规模性、锯齿层状、似层状氧化砂岩。

3.3 层间氧化带对铀矿化的控制

铀矿化主要分布于氧化-还原过渡带中, 氧化砂体涵盖浅红色、棕红色、紫红色细-(含砾)粗砂岩及细砾岩, 受地质体非均一孔渗性等因素控制, 氧化程度呈弱-强分布不均匀的氧化特性。总体而言, 砂体氧化程度全区分布不均, 自南而北具有厚度减小、氧化程度减弱趋于尖灭的态势, 说明古含氧地下水大体自南向北径流, 局部发生扭曲湾流。

3.4 铀源

周缘造山带岩浆岩与变质岩系平均放射性强度分别为10.63和6.59 nc/kg.h, Tu/U值3.08-30.79, 平均6.36。表明强的放射性异常和铀元素淋滤、迁出的特点。双龙铀矿床中原生带铀含量为 5.91×10^{-6} , 原生带Th/U值为2.44, 表明氧化作用使铀储层本身的铀活化迁移, 导致氧化带中铀含量亏损、向过渡带迁移、富集成矿。

无论目的层还是蚀源区的铀都来源于同一地区的富铀岩石、岩体。因此, 蚀源区是否有大量的富铀岩石(体)发育就成为盆地铀成矿的重要因素

3.5 古气候变迁与铀成矿关系

据研究, 干旱气候条件利于铀源区铀元素的活化, 是形成后生铀矿床的决定因素之一。古气候特征体现在沉积体原生色上。延安期为灰色含煤建造、直罗组下段时为灰色-杂色含铀建造、上段时以后为红色建造, 表明延安期古气候潮湿、直罗早期古气候转为半干旱, 之后进入干旱气候期。因此, 古气候变迁具备后生铀矿床形成的基本条件。

4 结论

双龙铀矿床为一典型的砂岩型铀矿床, 赋存于目的层后生蚀变带中。形成的物质条件有铀源、灰色富含有机质的砂

体及含铀含氧化水的入渗改造产物,成矿的过程是铀活化迁移与富集的过程。铀源、富含有机质的辫状河砂体、相对稳定的单斜地貌单元、强烈的后生蚀变(层间氧化带)、次级构造是铀矿床形成的主要控矿因素。

参考文献

[1] 王磊,王华明等.陕西省黄陵县双龙地区铀钒钼镓钍镭多金属矿普查(R).中陕核工业集团二一一大队有限公司,2019.07.

[2] 白兆华,吴立群等.陕西省鄂尔多斯盆地南缘砂岩型

铀矿整装勘查区找矿预测与技术应用示范子项目成果报告(R).中陕核工业集团二一一大队有限公司,2016.05.

[3] 二机部西北地勘局208大队二工区.陕西省黄陵县八〇四地区铀矿综合研究报告.1978.5-1979.5.

[4] 曹惠锋,刘厚宁等.鄂尔多斯盆地南缘双龙铀矿床地质特征及.中陕核工业集团地质调查院有限公司2018.01.

[5] 王磊,王华明等.陕西省黄陵县双龙地区铀矿地质调查成果地质报告(R).中陕核工业集团二一一大队有限公司.2018.08.