

伊犁盆地层间氧化带砂岩型铀矿床 控矿因素研究

李胜祥* 陈戴生 王瑞英 赵瑞全 张克芳

(核工业北京地质研究院,北京)

提 要: 本文从岩性组合、岩相古地理、构造等多方面分析了伊犁盆地层间氧化带砂岩型铀矿床的控矿因素,并通过控矿因素研究预测了伊犁盆地南缘西段(特别是索东布拉克和乌库尔其地段)具有良好的找矿前景。

关键词: 伊犁盆地 砂岩型铀矿床 控矿因素

产于伊犁盆地库捷尔太地区的层间氧化带砂岩型铀矿床是我国目前唯一具有低成本、高效益开采的大型地浸砂岩型铀矿床。本研究旨在通过研究该矿床的控矿因素,为今后盆地内其他地段或中国北方其他类似的中新生代盆地内寻找层间氧化带砂岩型铀矿提供参考。

1 盆地地质概况

伊犁盆地位于天山构造带西段。它是发育在晚古生代裂陷盆地基础之上的中生代拗陷盆地。盆地盖层为三叠系—侏罗系煤系地层及白垩系—第三系陆相杂色碎屑岩沉积。其中三叠系—侏罗系煤系地层又分出煤下系(T_{2-3})、含煤系(J_{1-2})、煤上系(J_{2-3})3个大的亚层。该盆地层间氧化带砂岩型铀矿就产于含煤系地层(J_{1-2})之中。研究表明,这套含煤系地层形成于冲积扇快速入湖的扇三角洲沉积环境。从盆缘向盆地中心地带,这套含煤系地层依次可划分出冲积扇相、扇前辫状河流相、滨湖三角洲相、湖沼相4个沉积亚相^[1]。

2 层间氧化带砂岩型铀矿床控矿因素研究

2.1 岩性组合与铀矿化关系

由于层间氧化带砂岩型铀矿床的形成需要一个稳定的具有承压性质的含矿含水层。因此,两个隔水层(或弱透层)夹一个透水层的岩性组合是层间氧化带砂岩型铀矿床形成的关键。伊犁盆地3个主含矿层总体上具有两个隔水层(或弱透层)夹一个透水层的岩性组合,但各自表现的形式不一。从下至上,第一含矿层(产于含煤系第I-II沉积旋回)的岩性为砾岩(弱透层)-砂岩-砾岩(弱透层)组合;第二含矿层(产于含煤系第V沉积旋回中)的岩性为泥岩-砂岩-泥岩组合;第三含矿层(产于含煤系第VII沉积旋回中)的岩性为煤岩-砂岩-泥岩组合。从该盆地目前的铀矿勘探来看,砂岩型铀矿化以第二含矿层最好,它

* 李胜祥,男,1962年生,高级工程师,从事盆地、地浸砂岩铀矿成矿规律及成矿远景预测研究。邮政编码:100029

占盆地砂岩型铀矿储量的70%以上。第一含矿层次之,是伊犁盆地内次重要的矿化层位。第三含矿层铀矿化较差,品位低、厚度薄,且与下伏的煤岩型矿化共生,地浸难度大。由此看来,对层间氧化带砂岩型铀矿化发育最有利的岩性组合是两个不透水层夹一个透水层的泥岩-砂岩-泥岩类岩性组合,其次是两个弱透水层夹一个透水层的砾岩-砂岩-砾岩类岩性组合,而煤岩-砂岩-泥岩类岩性组合所产的砂岩型铀矿化的经济意义则较差。

2.2 岩相古地理与铀矿化关系

(1) 岩相与铀矿化关系:仔细分析各沉积相的铀矿化特征可以看出,由于各沉积相的含水层砂体规模、稳定性及透水性能不同以及隔水层的发育程度不同,不同沉积相的含矿性也不同。冲积扇相沉积因其主要岩性为砂砾岩、含砾砂岩,而泥质岩等隔水层发育较差,不能形成稳定的隔水层,所以难以形成层间氧化带砂岩型铀矿化。扇前辫状河流相沉积砂体发育,但不太稳定,泥岩隔水层也不稳定,有机质含量不高,因此它虽然可形成层间氧化带砂岩型铀矿化,但不是主要的含矿岩相。滨湖三角洲相沉积砂体发育规模大,延伸稳定,砂岩粒度适中(多为中粗粒),砂体中有机质含量较高,砂体上下的隔水层延伸稳定。因此,滨湖三角洲相砂岩是本区层间氧化带砂岩型铀矿化的主要含矿岩相。湖沼相沉积砂体厚度相对较小,粒度细,渗透性较差,因此,其层间氧化带砂岩型铀矿的发育受到很大限制。

(2) 古地理与铀矿化关系:根据区域磁测资料得知^[2],伊犁盆地库捷尔太地区正异常显著,证实该区存在古隆起。矿床正处在隆起南侧相对凹陷的斜坡地带。铀矿化位于古隆起边缘相对凹陷部位的原因可能有两个方面:一是古隆起边缘的相对凹陷部位可能是沉积作用的地球化学过渡部位(由于隆起与凹陷水深不同,水中pH与Eh值也不同),有利于沉积阶段有利相带中铀的预富集;二是古隆起边缘的相对凹陷部位造成了含矿层地板的相对凹陷,它是含矿层地下水易于产生滞流的地带,因此也是后生层间氧化带砂岩型铀矿成矿的有利部位。

2.3 构造与铀矿化关系

(1) 含矿层沉积构造环境与铀矿化关系:区域地质研究表明,伊犁盆地盖层水西沟群沉积时盆地构造环境表现出东强西弱的构造活动特点^①,因此伊犁盆地南缘东部地区沉积环境相对动荡,沉积相带分异较差,滨湖三角洲相沉积发育范围较窄,层间氧化带砂岩型铀矿化发育规模就受到了一定程度的限制。西部地区沉积环境相对稳定,沉积相带分异也相对完善,滨湖三角洲沉积发育范围较宽,层间氧化带砂岩型铀矿化规模也就较大。

(2) 含矿层形成后构造活动与铀矿化关系:含矿层形成后的构造活动对铀矿化的控矿作用有两个特点:①含矿层形成构造活动强度相对较弱的地段是铀矿化形成的有利地段。在伊犁盆地南缘,东部地区的盆后构造活动以挤压褶皱作用为主,盖层以一系列倾角较大的向斜构造为特征,因而可能不利于层间氧化带砂岩型铀矿化的形成。西部地区的盆后构造活动则表现为以断块作用及缓慢抬升为主,盖层以倾角较缓的单斜地层为主。因而有利于层间氧化带的发育和砂岩型铀矿化的形成。②含矿层形成后的长期而缓慢的抬升剥蚀作用对铀成矿最为有利。研究表明,伊犁盆地绝大部分好的砂岩型或煤岩型铀矿化产于含矿层(J₁₋₂)

① 陈戴生等,1995,伊犁盆地若干远景地段层间氧化带砂岩型铀矿成矿机制及成矿模式,核工业北京地质研究院科研报告,1~8页

与上覆地层 (K_2 或 E) 的不整合面之下 20~150 m。从表 1 可以看出, 含矿层离上覆不整合面越近, 矿化越好。该不整合面的控矿作用表现在以下两个方面: 一是 J_{1-2} 之上的不整合面反映出在含矿层沉积之后, 盆地南缘曾发生过抬升剥蚀, 造成沉积间断, 形成一个古风化壳, 面状潜水氧化作用广泛发育, 含矿层中的 U 发生大规模的向深部淋滤迁移活动, 并可能在古层间氧化带尖灭处形成砂岩型铀矿化; 二是造成不整合面的构造抬升作用使得盆地含矿层形成单斜地层, 从而自盆缘向中心缓倾, 使得含矿层砂岩有机会与地表水连通, 接受含氧含铀水的改造, 从而形成层间氧化带砂岩型铀矿。

因此可以说本区含煤系形成的后期缓慢的构造抬升剥蚀作用对层间氧化带砂岩型铀矿化起着重要的作用。含矿砂体与其上不整合面的距离应该是本区一条重要的找矿证据。

表 1 伊犁盆地南缘不同地段 V 旋回含矿砂体铀矿化与其上下不整合面距离关系

	嘎尔扎特	库捷尔太		乌库尔其	
		4 号线	70 号线	429 号线	269 号线
V 旋回砂体距不整合面距离	20~30 m	50~110 m	80~180 m	200~230 m	360 m 左右
矿化情况	好	好	一般	一般	较差

2.4 有机质与铀矿化关系

野外宏观观察及室内微观研究均表明本区砂岩中有机质对铀成矿起着很重要的作用, 具体表现在:

(1) 有机质对铀有较强的吸附还原作用: 有机质碎屑的特点之一是其含碳量高, 吸氧性强, 因此它对 U 有较强的吸附还原作用, 镜下研究也证明了有机质表面吸附了大量的 U。

(2) 有机质碎屑为 U 的沉淀提供了有利的生成空间: 碳质碎屑的另一特点是具有多孔性和易碎性。这种多孔性和易碎性产生的孔隙和裂隙空间是 U 沉淀的有利场所。所以镜下常可见沥青铀矿呈不规则的粒状或微粒状集合体充填在碳质碎屑的裂隙内。

进一步的研究发现有机质成矿作用的两大特点: ① 有机质丝炭化组分对 U 的吸附还原作用远远大于凝胶化组分; ② 有机质内部吸附的 U 量少于有机质表面裂隙吸附的 U 量。

对本区砂岩铀矿石中有机质与 U 含量的相关分析 (表 2) 表明, U 与有机碳的相关系数为 0.62, 远远大于 $\alpha=0.1$ 的置信水平 ($N=35$ 时 $\alpha_{0.1}=0.2850$)。它表明在本区砂岩型铀矿成矿过程中有机质对 U 起着明显的吸附还原作用。

表 2 伊犁盆地砂岩铀矿石 U 与 Cor. 等化学成分相关矩阵

	U	Cor.	S _全	FeO	Fe ₂ O ₃	ΔEh
U	1.0	0.62	0.26	0.08	-0.03	0.35
Cor.		1.0	0.35	0.20	0.01	0.79
S _全			1.0	0.23	0.61	0.43
FeO				1.0	0.19	0.27
Fe ₂ O ₃					1.0	0.15
ΔEh						1.0

$M=6, N=35, \alpha_{0.1}=0.2850$

2.5 黄铁矿与铀矿化关系

黄铁矿是层间氧化带砂岩型铀矿床矿石中常见的金属矿物。因此过去不少人提出黄铁矿是层间氧化带砂岩型铀矿成矿的还原吸附剂。我们通过对伊犁盆地层间氧化带砂岩型铀矿床铀矿石物质成分的研究分析发现,黄铁矿既不是U的吸附剂,也不是U的还原剂。

首先,大量镜下观察及电子探针分析表明,黄铁矿本身含U量低,它不是U的载体。因此,黄铁矿本身不吸附U。其次,相关分析(表2)表明,伊犁盆地砂岩型铀矿石中 $S_{\text{全}}$ 及FeO与U含量没有明显的正相关关系,它们的相关系数都小于 $\alpha=0.1$ 的置信水平。因此,黄铁矿与U只是空间伴生关系,没有必然的成因联系。

3 伊犁盆地层间氧化带砂岩型铀矿成矿远景预测

通过对伊犁盆地层间氧化带砂岩型铀矿床控矿因素研究以及分析这些控矿因素在盆地的发育特点,我们认为伊犁盆地的铀矿资源扩大,除了加强已知两个矿床的找矿工作外,应重点探索盆地南缘西段,特别是索东布拉克和乌库尔其地区的成矿前景,因为从控矿因素分析来看,该地区是最有成矿远景的新区。主要依据有:①该地区的含矿层滨湖三角洲相发育,泥-砂-泥岩性组合稳定,砂体规模大,延伸稳定;②该地区含矿层沉积时构造环境稳定,含矿层形成后曾遭受长期又缓慢的构造抬升作用,缺乏煤上系(J_{2-3})和白垩系;③该地区的含煤系地层中砂体富含有机质;④目前少量钻探显示该地区含煤系地层层间氧化带比较发育,并有铀矿化显示。相比之下,伊犁盆地南缘东段和盆地北缘则表现出盆地后期构造活动强度较大,地层产状较陡,后期构造抬升幅度较大,因而其成矿远景明显不如盆地南缘西段。

参 考 文 献

- 1 李胜祥,陈戴生,王瑞英等.伊犁盆地含煤系地层沉积相特征及其与层间氧化带砂岩型铀矿成矿关系.铀矿地质,1996,12(3):129~134.
- 2 程明高,简晓飞.512可地浸砂岩型铀矿床地质特征和远景评价.铀矿地质,1995,11(1):11~18.