

天山造山带山间盆地砂岩型铀矿成矿模式及找矿方向探讨*

Metallogenic model and prospecting targets for Interlayer oxidation type sandstone-hosted uranium deposits in intermountain basins of the Tianshan orogenic belt

李胜祥, 韩效忠, 蔡煜琦, 黄净白, 蔡根庆

(核工业北京地质研究院, 北京 100029)

LI ShengXiang, HAN XiaoZhong, CAI YuQi, HUANG JingBai and CAI GenQing

(Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China)

摘 要 文章讨论了天山造山带山间盆地砂岩型铀矿成矿模式、成矿类型及找矿方向等问题。通过对比研究天山造山带山间盆地与中亚地区砂岩型铀矿成矿地质条件, 认为天山造山带山间盆地含矿砂体的规模和延伸稳定性不如中亚地区, 因而单个矿床规模难以构成超大型, 但山间盆地可以发育多个由河流相或三角洲相控制的矿床, 从而在总体规模上可形成大型、超大型砂岩型铀矿集区。最后, 指出了天山山间盆地砂岩型铀矿找矿应注意的几个问题。

关键词 天山造山带; 山间盆地; 砂岩型铀矿; 成矿模式

前苏联地质工作者于 20 世纪 50 年代至 80 年代在中亚地区寻找地浸砂岩型铀矿取得了巨大成功, 发现探明了一批大型、超大型地浸砂岩型铀矿床, 并在此基础上将中亚地浸砂岩型铀矿成矿模式归纳为后地台活化的次造山带成矿模式, 形成了著名的“后地台次造山带控矿”成矿理论 (P.И.戈利得什金, 1994)。但是, “后地台次造山带控矿”成矿理论不能解释中国新疆天山造山带山间盆地砂岩型铀矿的成矿作用问题。因为按“后地台次造山带控矿”成矿模式, 属于天山造山带的山间盆地不利于地浸砂岩型铀矿的形成, 但事实上, 从 20 世纪 90 年代开始, 中国相继在天山造山带的伊犁盆地、吐哈盆地的侏罗纪地层内发现并探明了一批砂岩型铀矿床, 获得了相当规模的铀资源储量。笔者通过研究后认为, 伊犁盆地、吐哈盆地在造山作用之前和强造山作用之后均发生过铀成矿作用, 并提出造山带内的山间盆地只要曾经存在较稳定的构造地带 (构造斜坡带最好), 就有可能发育并保存地浸砂岩型铀矿; 在此基础上总结了造山带山间盆地砂岩型铀矿成矿模式。

1 天山造山带山间盆地砂岩型铀矿成矿模式

1.1 天山造山带山间盆地砂岩型铀矿成矿模式

天山造山带山间盆地的砂岩型铀矿的形成可归纳为在沉积成岩预富集基础之上经后生层间氧化改造再富集成矿的两阶段成矿模式:

(1) 容矿层沉积成岩作用阶段, 在沉积相带有利部位形成铀的预富集 (高背景场), 并在局部发育低

*本文得到国家重点基础研究发展规划(973)项目“中生代盆地流体系统与可地浸砂岩铀矿成矿规律”课题 (课题编号 2001 CB409808) 资助
第一作者简介 李胜祥, 男, 1962 年生, 研究员级高级工程师, 主要从事铀矿区域成矿规律与成矿预测研究

品位铀矿化（图 1A）。

（2）在盆地后生改造阶段，由于层间渗入水的氧化作用，来自盆地南缘蚀源区和容矿层氧化带的铀不断向承压水水力梯度降低的方向迁移，当渗入水中的氧逐渐耗尽时，铀在有机质碎屑及油气含量较高的层间氧化还原过渡带被还原、吸附而沉淀下来，形成层间氧化带卷状砂岩型铀矿（图 1B）。

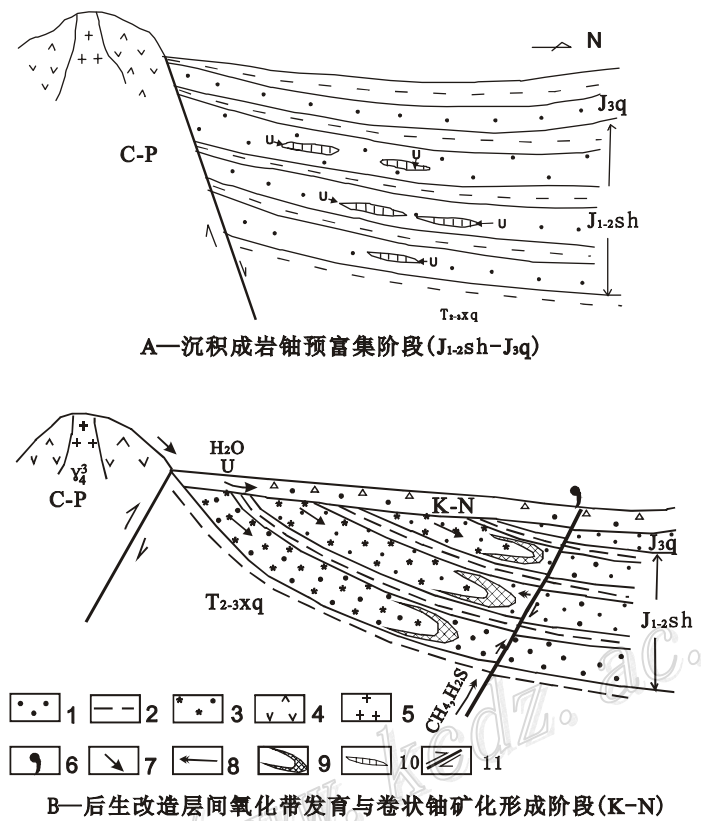


图 1 天山造山带山间盆地砂岩型铀矿成矿模式示意图

1—透水岩层（砂岩及砂砾岩）；2—隔水层(泥岩、粉砂岩及煤层)；3—层间氧化带；4—石炭—二叠纪火山岩、火山沉积岩及沉积岩；5—海西期花岗岩及花岗闪长岩；6—地下水排泄源；7—含氧含水运移方向；8—CH₄、H₂S等还原性气体运移方向；9—工业铀矿体；10—低品位铀矿化；11—断层及其运移方向

1.2 天山造山带山间盆地砂岩型铀矿成矿类型

造山带山间盆地砂岩型铀矿成因类型基本上都属层间氧化带型。根据其层间氧化带发育时间可分为古层间氧化带型、近代层间氧化带与古层间氧化带叠加型 2 种（表 1）。其中古层间氧化带型的铀成矿作用主要发育在造山带的强造山作用之前，强造山之后由于构造埋葬或抬升剥蚀，铀成矿作用基本终止。古层间氧化带与近代层间氧化带叠加型主要形成于构造斜坡带部位，由于其含矿层受强造山作用影响较小，在盆地遭受强造山作用之后仍继续发育层间氧化作用而在古层间氧化带基础之上叠加新的层间氧化带型铀矿化。

表 1 天山造山带山间盆地砂岩型铀矿床分类表

型	亚型	典型矿床实例
古层间氧化带与近代层间氧化带叠加型		库捷尔太矿床、十红滩矿床
古层间氧化带型	构造抬升破坏亚型	沙瓦布齐矿床
	构造褶皱保存亚型	蒙古古尔矿床

古层间氧化带型根据其 与盆地后期改造构造的关系又可分为构造抬升破坏亚型和构造褶断保存型 2 个亚型。构造抬升破坏亚型铀矿是指早先形成的层间氧化带型铀矿在强造山期位于强造山逆冲断层的上盘，铀矿体受到一定程度破坏而成为残余矿床；构造褶断保存亚型铀矿则位于强造山逆冲断层的下盘，铀矿体被深埋并不再遭受新的层间氧化作用改造而保存起来。

2 天山山间盆地与中亚地区砂岩型铀矿成矿地质条件对比研究

从表 2 可以看出，天山山间盆地砂岩型铀矿成矿地质条件与中亚地区有许多相似处，是很有利的产铀盆地。主要不同点是天山山间盆地规模较小，容矿建造沉积相以河流相和三角洲相为主，而中亚地区主要为滨海相及海陆交互相；因而天山山间盆地含矿砂体的规模和延伸稳定性不如中亚地区，从而导致其单个矿床规模不如中亚地区那么大。但山间盆地中若河流相或三角洲相地层发育，可以形成多个由河流相或三角洲相控制的矿床，从而在总体规模上形成大型、超大型砂岩型铀矿矿集区。此外，天山山间盆地容矿建造形成后经历的干旱-半干旱古气候时间比中亚地区长，也就是说其铀成矿时间长于中亚地区，有利于矿化的多次富集叠加，这在一定程度上可以弥补沉积相规模小的不足。

表 2 伊犁盆地、吐哈盆地与中亚地区砂岩型铀矿床成矿地质条件对比表

成矿地质条件	楚萨雷苏-锡尔河	中央克兹尔库姆	伊犁盆地	吐哈盆地
盆地类型	大型台向斜盆地	大型台向斜盆地边部的 断拗式盆地	山间盆地	山间盆地
盆地规模 km ²	450000	>125000	16000(中国部分)	51000
盆地主要蚀源区	天山造山带	天山造山带	天山造山带	天山造山带
盆地砂岩型铀矿成矿时代 Ma	25~1	25~1	108~50, 25~1	104, 81, 24~7
必备性成矿地质条件				
蚀源区及基底铀源	富铀，岩石中 w _U 为 (6~7) × 10 ⁻⁶	富铀，岩石中 w _U 为(6~ 7) × 10 ⁻⁶	富铀，岩石中 w _U 为(4~ 14.3) × 10 ⁻⁶	现代铀含量不高，但古 铀含量高
大地构造背景及构造演化	次造山构造背景，具弱 伸展-弱挤压变革期	次造山构造背景，具弱 伸展-弱挤压变革期	造山构造背景，具弱伸展 -弱挤压变革期	造山构造背景，具弱伸 展-弱挤压变革期
泥-砂-泥岩性组合	非常稳定	非常稳定	稳定	较稳定
容矿建造形成后干旱-半干旱性 古气候	>20 Ma	>20 Ma	>65 Ma	>65 Ma
辅助性成矿地质条件				
容矿建造沉积相	滨海相及海陆交互相	滨海相及海陆交互相	三角洲相、辫状河流相	辫状河流相、三角洲相
容矿建造内砂体地球化学性质	灰色层	灰色层为主，杂色层也 很重要	灰色层	灰色层
油气还原与成矿作用关系	不明	明显	明显	明显
控矿层间氧化带性质	区域性层间氧化带	局部性层间氧化带	局部性层间氧化带	局部性层间氧化带

3 天山造山带山间盆地砂岩型铀矿找矿应注意的几个问题

天山造山带有大大小小的山间盆地 46 个，具有较大的找矿潜力；今后的铀矿找矿工作应注意以下几个问题：

3.1 找矿目的层以侏罗系为主，积极探索白垩系和第三系等新层位的铀矿化远景

由于天山造山带山间盆地的侏罗纪地层为暗色含煤系地层，含水层砂体中有机质、黄铁矿等聚铀剂丰

富, 目前发现的砂岩型铀矿床绝大多数产于侏罗纪地层中, 因此, 侏罗系理所当然成为天山造山带山间盆地找矿的首选目的层。但天山造山带山间盆地有时油气活动比较发育^①, 还要注意在白垩系和第三系中寻找与油气二次还原有关的砂岩型铀矿(李胜祥, 2006)。

3.2 要抓住造山带山间盆地铀成矿具近源浅成特点, 将找矿重点放在盆缘附近

天山造山带山间盆地控矿层间氧化带主要为局部层间氧化带性质, 因此铀成矿具近源浅成特点, 加之山间盆地受后期造山运动影响, 地层倾角往往较大, 多大于 5° , 离开盆缘十几公里目的层埋深一般较大, 超出目前地浸开采能力范围, 因此, 造山带山间盆地的找矿重点应放在盆缘附近。

3.3 要注意山间盆地的原型盆地恢复, 正确评价盆地的铀成矿远景

由于受后期造山运动隆升剥蚀作用影响, 天山造山带现今看到的不少山间盆地系残留盆地, 在沉积作用发生时它可能属某一大盆地的一部分。如后峡盆地、柴窝堡盆地等侏罗纪沉积时与准噶尔盆地是连在一起的。评价这类盆地时, 我们不能仅依据其现今盆地规模小, 就认为其沉积相带发育差而否定其铀成矿远景。而首先要恢复其原型盆地面貌, 然后从构造演化、沉积及古气候演化、水文地质条件、铀源条件等方面全面分析其铀成矿条件, 才能对其找矿远景作出准确判断。如果山间盆地的原型盆地规模大、相带分异完善, 即使其现今盆地规模小, 只要其残留的是河流相及三角洲相等有利相带和其他铀成矿条件发育, 山间盆地的铀矿化规模也会相当可观, 如美国科罗拉多高原的温德河盆地。

3.4 要注意识别古层间氧化带型砂岩铀矿化, 以免漏掉矿体

近代层间氧化带砂岩型铀矿由于其成矿时代新(有些矿床的铀成矿作用现在还在进行), 铀矿化位于黄色层间氧化带与灰色还原带的过渡部位而很容易识别。但古层间氧化带型砂岩铀矿化就比较难追索, 这是因为古层间氧化带型砂岩型铀矿有时埋深较大或其近矿部位的层间氧化带被后期二次还原现象掩盖而不易识别。天山造山带山间盆地后期构造复杂, 油气二次还原作用也较发育, 更应加强古层间氧化带型砂岩铀矿化的识别与研究工作, 尤其当层间氧化带出现灰白色或蓝灰色或灰绿色分带时, 更应引起重视。

参 考 文 献

P.И.戈利得什金. 1994. 中亚自流盆地的成矿作用. 地震出版社.

李胜祥, 欧光习, 韩效忠, 等. 2006. 伊犁盆地油气与砂岩型铀矿成矿关系研究. 地质学报, 80(1): 112~118.

① 杜乐天, 欧光习. 2003. 油气在北方砂岩型铀矿形成和找矿中的作用. 核工业北京地质研究院内部科研报告.