

中国北方含煤盆地砂岩型铀矿找矿模式层序研究

金若时,覃志安

(中国地质调查局天津地质调查中心,天津 300170)

摘要:在研究中国北方含煤盆地的基础上,对煤田勘查钻孔的放射性异常和航空能谱资料进行了二次开发,分析了此种盆地的含矿性特征,建立了砂岩型铀矿产出的模式地层层序。结果表明该种铀矿形成于较还原的环境中,具有还原性质的灰色砂岩层才是找矿的目标层位;铀矿成矿的含煤盆地按其形成的构造环境分为三类,在不同地质时期,地球上不同纬度的环境演化和盆地所处的大地构造位置是控制铀矿成矿作用分带的基础条件。

关键词:中国北方;含煤盆地;砂岩型铀矿;模式地层;放射性异常钻孔

中图分类号: 619.14

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2013)02-0081-04

砂岩型铀矿数量多而且规模较大,根据1999年度红皮书公布的资料^[1],到1999年1月1日为止,砂岩型铀矿资源量处于第二位,仅次于在澳大利亚和加拿大两国占统治地位的不整合型铀矿。据郑大瑜^①,全球现有铀矿床1412个,其中砂岩型铀矿为566个,主要分布在哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、美国、澳大利亚等15个国家。由于地浸开采成本低,各国对地浸砂岩型铀矿进行研究、勘查、开发的兴趣越来越大,地浸砂岩型铀矿勘查、开发数量和产量均在30%以上。

1 砂岩型铀矿找矿及研究进程

美国于上世纪三十年代就发现砂岩型铀矿床并系统地总结了其成矿规律^[2],前苏联在上世纪五十年代发现了砂岩型铀矿床^[3]。美国和前苏联对砂岩型铀矿床的研究起步早,研究程度最高。美国地质学家在砂岩型铀矿的发现和勘查过程中,对该类矿床的成矿物质来源、矿床成因、地质识别依据等进行了深入的研究和系统总结,建立了“卷状铀矿床”的成矿模式^[3]。前苏联铀矿地质工作者以中亚大量矿床实例为基础,提出“次造山带控矿理论”,建立了“层间渗入成矿理论”和“水成铀矿床成矿理论”^[3]。原苏

联解体后,俄罗斯加强了古河道砂岩型铀矿的勘查、研究力度,相继发现了“外乌拉尔式”、“外贝加尔式”古河道砂岩型铀矿,并建立了相应的成矿理论和找矿模式^[3]。

我国铀矿地质科研人员在上世纪五六十年代提出了砂岩型铀矿概念,但由于没有形成系统的理论致使我国铀矿找矿最终还是在国外砂岩型铀矿理论的指导下进行^[4]。上世纪90年代以后,砂岩型铀矿的找矿理论与找矿技术引进我国,通过引进、消化、吸收前苏联和美国地浸砂岩铀矿成矿理论、找矿技术方法,初步掌握了砂岩铀矿的基本成矿理论和勘查技术方法,陆续开展了一些地浸砂岩铀矿的区域成矿预测、战略选区、普查勘探等专题性研究及地质勘查工作。例如,核工业216大队在新疆伊犁盆地首次实现了中国地浸砂岩型铀矿重大突破,发现并提交了中国第一个万吨级可地浸砂岩型铀矿床,使该盆地成为我国第一个地浸砂岩铀资源开采基地^[5]。近十年来核工业208队等在鄂尔多斯盆地东北部、二连盆地、巴音戈壁和松辽盆地南部等也取得了较大突破,先后发现了几个大型砂岩型铀矿床^[6]。2011年4月中国地质调查局天津地质调查中心、中央地勘基金中心和内蒙古国土资源厅在天津签署了华北地区铀矿选区综合研究协议,同年7月又在

收稿日期:2013-03-27

基金项目:中国地质调查项目:华北地区铀矿勘查选区研究(1212011220494)

作者简介:金若时(1958-),男,硕士,教授级高级工程师,长期从事矿产地质调查工作。通讯作者覃志安(1962-),男,博士,教授级高工,长期从事矿产地质调查和研究工作,E-mail:tjqinzhan@sina.com。

^① 郑大瑜.层间氧化带型铀矿选区评价准则[R],华北地区铀矿选区研究论证会(天津),2012。

天津组织召开铀矿找矿选区研讨会,内蒙古地质调查院在会上介绍了第一批二连盆地两个靶区的选区成果。2011年中央地勘基金组织内蒙古自治区东胜煤田普查时,发现并勘查了大营铀矿^[9]。2012年以来,根据中国地质调查局的安排,天津地质调查中心部署开展了“我国主要盆地煤铀等多矿种综合调查评价”计划项目。现已对中国北方二十多个含煤盆地的煤炭勘查资料进行了二次开发,发现了一批放射性异常钻孔,圈定了几十个与含煤地层有关的放射性异常区。目前正在组织开展钻探验证工作。

2 赋存砂岩型铀矿的含煤盆地特征

伊犁盆地、准噶尔盆地、鄂尔多斯盆地和松辽盆地是稳定地块上继承性的开阔盆地^[8]。伊犁和准噶尔盆地内的铀矿产在中生界侏罗系八道湾组(J_{1b})、三工河组(J_{1s})和西山窑组(J_{2x})砂岩中,其中西山窑组(J_{2x})为主要含矿层。鄂尔多斯盆地内的铀矿产在中生界中侏罗统延安组(J_{2y})和直罗组(J_{2z})与下白垩统华池-环河组(K_{1h-h})及罗汉洞组(K_{1l})砂岩中,主矿体一般产在中侏罗统直罗组(J_{2z})砂岩中^[6]。松辽盆地内的铀矿产在中生界下白垩统姚家组(K_{1y})砂岩中。此类矿床矿体一般赋存在河流-湖泊和三角洲相砂体内。在这种开阔的继承性盆地内沉积的砂体相对比较稳定,所以形成的矿床规模也较大。

川井盆地和二连盆地是狭长较开阔的山前盆地。川井盆地内的铀矿产在中生界下白垩统腾格尔组(K_{1bt})、赛汉组(K_{1bs})和上白垩统二连组(K_{2e})砂岩中。二连盆地的铀矿产在中生界下白垩统腾格尔组(K_{1bt})、赛汉组(K_{1bs})和上白垩统二连组(K_{2e})及新生界新近系砂岩中。此类型矿床的矿体一般赋存在河

流或冲积扇相砂体内。这种山前盆地一般比较开阔但堆积速度快,生成的矿体形态不太稳定,有的规模也不小。此类矿床含矿岩石胶结的较疏松,铀矿易浸出。

吐哈盆地、德令哈、赛什腾盆地为构造带内的山间盆地。吐哈盆地内的铀矿产在中生界侏罗系三工河组(J_{1s})、西山窑组(J_{2x})砂岩中。德令哈盆地内的铀矿产在中侏罗统大煤沟组(J_{2d})。赛什腾盆地内的铀矿产在中侏罗统石门沟组(J_{2s})中,山间盆地不开阔,一般沉积旋回较发育,离矿源近,形成的资源较集中。

对比盆地的分类,笔者认为在不同地质历史时期,地球上不同纬度的环境演化和盆地所处的大地构造位置是控制铀成矿作用分带的基础条件,这一观点和陈祖伊^[6],王仁农^[9],童玉明^[11]相同。这个思路明确了铀矿的找矿方向。

3 砂岩型铀矿产出的模式地层

中国大量的文献和地质报告都借鉴美国的研究成果,将砂岩型铀矿的产出部位确定为氧化带的前锋带,并将矿床的成因认定为层间氧化带型^[4-6]。笔者通过对含煤盆地大量勘查钻孔及地层的观察研究,根据地层颜色反映的沉积环境,建立了砂岩型铀矿赋存的模式地层层序(表1)。

从表1中可以看出,砂岩型铀矿主要产在②灰色砂岩夹泥岩偶含煤屑(次还原环境)岩层内,这样的具体事例很多,例如大营铀矿(图1),工业铀矿体产在直罗组下段下亚段灰色还原带砂体内;也有的产在①暗灰色砂岩或泥岩-黑色煤层(还原环境)岩层内。2012年天津地质调查中心组织宁夏地质调查院和宁夏核工业地质勘查院在宁东地区钻探验证铀矿靶区,在6个矿区施工6个钻孔,4个钻孔见砂岩型工业铀矿层,1个钻孔见铀矿异常,其主要见矿层位

表1 砂岩型铀矿产出的模式层序

Table 1 Model stratigraphic sequence of the sandstone-hosted uranium

⑥		紫色-红色	砂岩	氧化环境
⑤		黄色-褐色	砂岩、泥岩	次氧化环境
④		浅黄色	砂岩、泥岩、页岩	弱氧化环境
③		绿色	砂岩、泥岩	弱还原环境
②		灰色	砂岩夹泥岩偶含煤屑(含矿主目的层)	次还原环境
①		暗灰-黑色	砂岩或泥岩-黑色煤层(含矿)	还原环境

也是中侏罗统直罗组的灰色砂岩。

这些事实表明砂岩型铀矿是富铀流体渗透到还原环境的砂体内时,伴随着流体氧化砂体,砂体还原流体和高价铀而发生的氧化还原作用,使铀变为低价发生沉淀而形成。这个过程是在较还原的环境中进行,并没有“一次大规模区域性的二次氧化作用”^[2]。另外,铀矿还可以通过潜水渗透作用形成。

总之,笔者认为,寻找砂岩型铀矿的目标层位应该是具有还原性质的灰色砂岩层,找矿的钻孔施工必须给予高度重视。

4 结论

(1)在本次砂岩型铀矿的找矿工作中,笔者将铀矿成矿的含煤盆地按其形成的构造环境分成了三类,并对这些盆地的含矿性作了初步讨论,盆地类型对铀矿形成和富集规律的控制还需要从全球角度系统研究。针对铀矿成矿条件划分沉积盆地类型,研

究不同类型沉积盆地对赋矿砂体的控制关系,确定成矿作用形成的有利条件也是今后的重要任务。

(2)建立了砂岩型可地浸铀矿含矿模式地层序,认为含煤盆地中具有还原性质的灰色砂岩层才是找矿的目标层位。系统总结铀矿赋存砂体的沉积序列、沉积建造和沉积相系特征,同时搞清铀矿的成矿作用及找矿标志,建立铀矿的成矿模式和找矿模式,都是今后的研究方向。

(3)基于上述认识和大量煤田勘查资料,天津地质调查中心在新疆、青海、内蒙古、河北、山西、河南、黑龙江等省/自治区的主要含煤盆地,部署开展了一批铀矿靶区钻探验证项目。我国北方诸多中新生代盆地尚有很大的找矿潜力,其含煤地层岩系钻孔中存在大量的放射性异常,具有寻找新类型铀矿新层位和新矿区的希望。可以预期,在今后一段时间内,砂岩型铀矿在我国铀资源储量增长中将扮演“主角”之一。

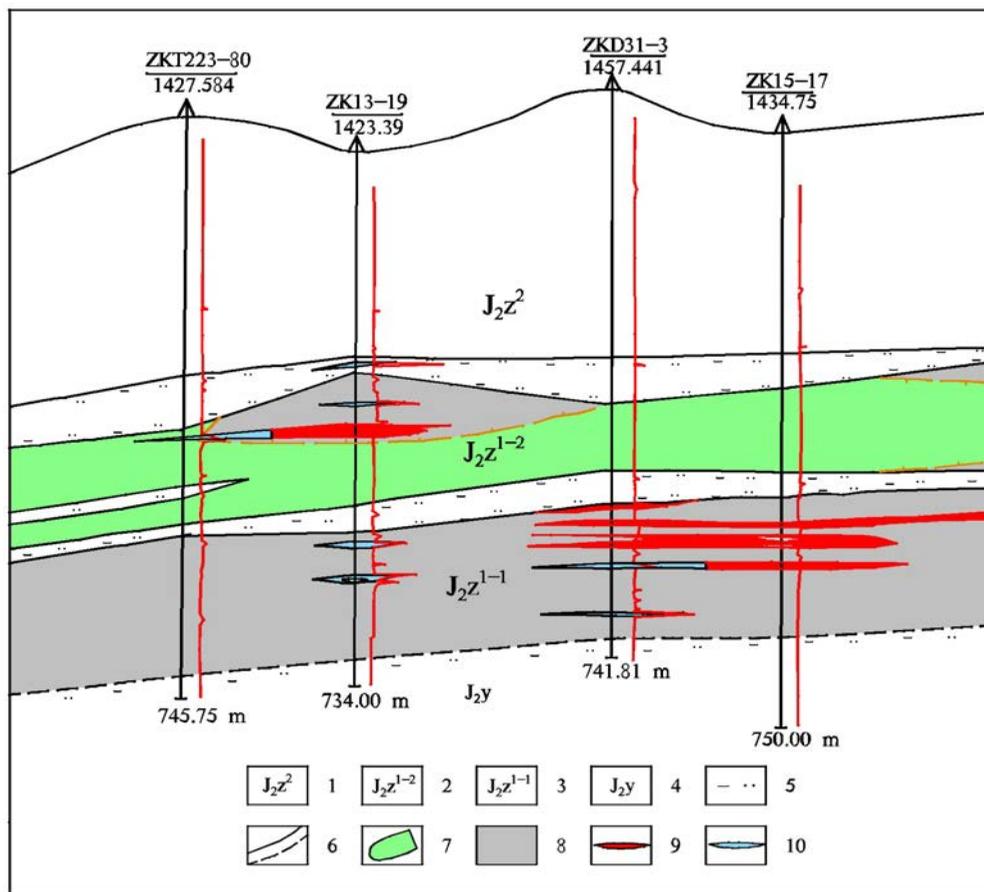


图1 大营铀矿床地质剖面图(据焦养泉等^[8])

Fig.1 Section of Daying uranium deposit

- 1.直罗组上段;2.直罗组下段上亚段;3.直罗组下段下亚段;4.延安组;5.泥岩;6.地层界线;
- 7.绿色氧化带砂体;8.灰色还原带砂体;9.工业铀矿体;10.铀矿化体

参考文献:

- [1] Nuclear Energy Agency Organization for Economic Co-operation and Development. Uranium 1999, Resources, Production and Demand[M], 2000.
- [2] Cawley Richard A. Sandstone Uranium Deposits in the United States: A Review of the History, Distribution, Genesis, Mining Areas and Outlook[M]. U.S. Department of Energy Assistant Secretary for Nuclear Energy Grand Junction Area Office, Colorado, March. 1983.
- [3] Лучинин, И.И., Пешков, П.А., Деметьев, П.К., 赵凤民. 外乌拉尔和外贝加尔古河道中的铀矿床[J]. 国外铀金地质, 1993, 10(1): 20-24.
- [4] 王正帮. 国外地浸砂岩型铀矿地质发展现状与展望[J]. 铀矿地质, 2002, 18(1): 9-20.
- [5] 刘武生, 贾立成. 伊犁盆地沉积建造特征及其与砂岩型铀矿的关系[J]. 世界核地质科学, 2011, 28(1): 1-5.
- [6] 陈祖伊. 亚洲砂岩型铀矿区分布规律和中国砂岩型铀矿找矿对策[J]. 铀矿地质, 2002: 18(3): 129-138.
- [7] 焦养泉, 吴立群, 荣辉. 中国最大铀矿诞生, 找矿取得重大突破[J]. 中国核工业, 2012: 11月增刊: 64-66.
- [8] 彭作林, 郑建京, 黄华富, 等. 中国主要沉积盆地分类[J]. 沉积学报, 1995. 13(2): 150-159.
- [9] 王仁农, 李桂春. 中国含煤盆地的聚煤规律[J]. 地质评论, 1995, 41(6): 487-498.
- [10] 童玉明. 成煤大地构造学[J]. 地球科学进展, 1999, 14(3): 312-315.

Study on the Exploration Sequence of Sandstone-hosted Uranium Deposits in North China

JIN Ruo-shi, QIN Zhi-an

(Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin 30070, China)

Abstract: Based on the study of the coal-bearing basins in north China, we researched the material radioactive anomalies of drillings and aerial energy spectrum in the basins, analysed the ore-bearing features, and established the model stratigraphic sequence of the sandstone-hosted uranium deposit. It is suggested that the uranium deposit form in a deoxidizing environment, and it is grey sandstone form in deoxidizing environment that is the goal stratum for drill prespecting. In different geological period, different latitude environment evolving and basin tectonic position control the ore-forming process.

Keywords: north China; sandstone-hosted uranium deposit; model stratigraphic sequence; radioactive anomaly