

层间氧化带型铀矿成矿地质特征

刘武生, 蔡煜琦, 贾立城

核工业北京地质研究院, 中核集团铀资源勘查与评价技术重点实验室, 北京, 100029

1 定义及其基本特征

1.1 定义

层间氧化带型铀矿床主要是指产于中新世代的渗入型自流水盆地中、含矿主岩以具一定渗透性砂岩为主, 在具有稳定的隔水顶、底板的层间含水层中所形成的铀矿床(王正邦, 2002)。

1.2 铀矿床规模

目前, 层间氧化带型铀矿已成为我国最重要的铀矿类型之一, 已探明的资源储量占砂岩型铀资源量的 80%, 占全国铀资源量的 25% 以上(刘武生等, 2012)。

1.3 时空分布特征

宏观上看呈区域带状分布, 层间氧化带型铀矿主要分布在南北半球中纬度($20^{\circ} \sim 50^{\circ}$)地区, 受纬度、气候条件所控制。我国层间氧化带型铀矿 90% 分布于中国北方产铀盆地内, 特别是北方中大型产铀盆地达 85%; 含矿层位上, 中下侏罗统占 52%、下白垩统占 25%、上白垩统占 19%(刘武生等, 2012)。

1.4 铀矿床的一般特征

层间氧化带型铀矿床的矿石品位低(一般为 $0.01\% \sim 0.1\%$), 但面积大(一般达上百平方公里), 具多期多阶段性, 主成矿期为新生代(夏毓亮等, 2003); 矿体在剖面上呈不规则的卷状或板状, 平面上呈条带状或蛇曲状; 矿床储量大, 勘查和开采成本低。因而, 该类铀矿床成为许多国家勘查和开发的主要对象(黄世杰, 1994)。

2 成矿条件

2.1 大地构造条件

层间氧化带型铀矿形成需要具较高初始铀含量

的大地构造背景、一定强度(适度)的构造运动、地下水入渗的水动力机制、铀含量偏高的含氧地下水的存在、畅通的含氧地下水运行通道、良好的地下水化学类型等因素。

2.2 含矿目的层条件

含矿目的层主要在弱伸展的构造环境下在温湿古气候匹配下沉积的一套暗色含煤碎屑岩建造, 其有利的沉积相为河流相和三角洲相, 并与沉积相的规模具一定关系: ①河流相规模: 宽一般 $n \sim (10+n)$ km, 最宽可达几十公里; 长一般为 $(10+n) \sim n \times 10$ km, 最长达一百多公里。古河道型较小, 长仅为 $1 \sim n$ km, 长为 $n \sim 10 \times n$ km; ②三角洲规模: 三角洲朵体大小长约 $10 \sim 30$ km, 宽 $3 \sim 10$ km; ③岩性结构: 稳定的“泥(煤)一砂一泥(煤)”岩性结构(黄世杰, 1994; 李子颖等, 2004; 秦明宽等, 1999; 张金带等, 2007)。

2.3 层间氧化条件

沿地下水渗入方向, 层间氧化带发育完全, 可分为氧化带、氧化—还原过渡带和还原带。其规模直接决定了矿床或矿化发育的规模。一般而言, 区域性层间氧化带长度为 $n \times 10 \sim n \times 100$ km, 宽度为 $n \sim n \times 10$ km, 单个矿床可形成大型、超大型规模; 在局部性氧化带中, 氧化长度仅 $n \sim n \times 10$ km, 宽度为 $n/10 \sim n$ km, 单个矿床规模为中小型。我国层间氧化带大都以后者为主(黄世杰, 1994; 李子颖等, 2004; 秦明宽等, 1999; 张金带等, 2007)。

2.4 含矿砂体条件

在弱伸展环境下、在温湿古气候下沉积的中生代地层中的三角洲相或河流相砂体, 成熟度较低, 原生铀含量高(可 $\geq 5 \times 10^{-6}$), 有机质含量高($\geq 0.5\%$), 厚度达 $15 \sim 80$ m, 埋深小于 1000 m, 并发育后生蚀变(黄世杰, 1994; 李子颖等, 2004; 秦

注: 本文为中国地质调查局“全国铀矿资源潜力评价”项目(1212011121042)的成果。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 周健。

作者简介: 刘武生(1977—), 男, 高级工程师, 主要从事沉积型铀矿评价与研究工作。Email: lws970815@126.com。

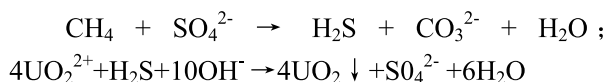
明宽等, 1999; 张金带等, 2007)。

3 成矿作用特征

3.1 成矿机制

在氧化带, 砂岩中的铀及其伴生元素(Se、Mo、Re、Zn、Pb、Cu、Ni、Co、Sc、V和REE等)由于含氧水的作用被淋滤浸出, 与来自蚀源区的含铀含氧水一起运移。铀在地下水中以 $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2^{2-}$ 和 $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$ 碳酸铀酰离子形式迁移; 伴生元素以简单阳离子、氢氧化物或其它络合物形式搬运。

在氧化—还原过渡带中的铀是“滚动”的, 早期沉淀的铀发生溶解, 并随地下水向前运移, 在地球化学障内沉淀。地球化学障是一个pH值、Eh值等都发生急剧变化的带, pH值由 8 降到 4, Eh值由+350mV降到-200mV。在这个带中 SO_4^{2-} 在硫酸盐在有机质、油气的作用下生成硫化氢, 形成强烈的还原环境, 不仅使围岩中的氧化铁还原生成黄铁矿, 同时也使水溶液中的六价铀还原沉淀(陈祖伊等, 2007)。



在还原带中, 地下水为含 Cl^- 、 HCO_3^- 和 SO_4^{2-} 的还原性质的地下水, 对岩石中的铀没有淋滤能力, 携带的铀等元素也早在地球化学障内卸载, 因此不发生后续氧化蚀变, 也没有铀的带入与带出。

3.2 成矿作用过程

含矿建造形成期为弱伸展的构造环境及温湿的古气候环境, 有利于构造斜坡带的发育, 有利于河流—三角洲沉积体系发育, 有利于灰色富铀建造的发育。成矿期弱挤压的构造环境以及适度的造山运动条件, 有利于构造斜坡的稳定发育, 促使含矿目的层广泛出露地表, 有利于层间氧化带形成。通

常隆升剥蚀时间长, 氧化带规模大, 分带完善, 氧化与还原地球化学特性反差大, 氧化成熟度高, 铀富集规模大。成矿期后构造相对稳定地区, 断块活动弱, 断裂不太发育, 褶皱平缓, 切割作用不强, 铀成矿作用继续“滚动”前进; 成矿期后构造强烈活动区, 侵蚀基准面、潜水面下降, 地形强烈切割, 矿体易遭受剥蚀或淋滤流失, 但应注意三点: 一是由于构造变形深埋地下的矿体, 接受叠加富集, 如蒙其古尔矿床; 二应注意隆升剥蚀后残留矿体, 如萨瓦布其矿床; 三应注意正向构造, 即断隆区或隆升区上发育铀矿化的可能性, 如红沟窑矿床。

参考文献 / References

- 王正邦. 2002. 国外地浸砂岩型铀矿地质发展现状与展望. 铀矿地质. 18 (1): 9~21.
- 刘武生, 贾立城, 刘红旭. 2012. 全国砂岩型铀矿资源潜力评价. 铀矿地质. 28 (6): 349~355.
- 夏毓亮, 林锦荣, 刘汉彬. 2003. 中国北方主要产铀盆地砂岩型铀矿成矿年代学研究. 铀矿地质. 19 (3): 129~136.
- 黄世杰. 1994. 层间氧化带砂岩型铀矿形成条件及找矿判据. 铀矿地质. 10 (1): 6~13.
- 李子颖, 秦明宽, 王志明, 方锡珩, 陈安平, 欧光习. 2004. 地浸砂岩型铀矿成矿预测综合评价技术. 核工业北京地质研究院建院 45 周年文集: 12~22.
- 秦明宽, 赵瑞全, 王正邦. 1999. 可地浸砂岩铀矿识别模式. 铀矿地质. 15 (3): 65~72.
- 张金带, 徐高中, 陈安平, 王成. 2005. 我国可地浸砂岩型铀矿成矿模式探讨. 铀矿地质. 21 (3): 139~145.
- 陈祖伊, 郭庆银. 2007. 砂岩型铀矿床硫化物还原富集铀的机制. 铀矿地质. 23 (6): 231~327.