

# 我国砂岩型铀矿研究进展

刘鑫扬

中国核工业集团公司地质矿产事业部, 北京, 100013

我国中生代盆地砂岩型铀矿主要赋存于侏罗、白垩、第三纪盆地中, 其含矿主岩为陆相碎屑沉积岩(砂岩为主, 次为砾岩) 或陆相火山碎屑岩(凝灰质砂砾岩)。近年来, 在中国北方沉积盆地发现和探明了一批大中型铀矿产地, 形成了数个万吨级以上的铀资源基地, 取得了一系列重要地质找矿成果和研究新认识。

## 1 铀成矿作用研究

### 1.1 氧化还原铀成矿作用

砂岩型铀矿是富含  $U^{6+}$  的含氧地下水在砂岩中运移到氧化-还原界面处被还原成  $U^{4+}$  沉淀而富集成矿, 所以它是一种发育于沉积盆地中的典型后生矿床。因此, 成矿要具备对铀的氧化和还原的双重要素, 并受到较严格的成矿流体作用的制约。砂岩铀矿主要由此类成矿作用形成。

国内, 目前在伊犁盆地南缘、吐哈盆地南缘、以及鄂尔多斯盆地东北缘东胜地区找到的大型层间氧化带砂岩型铀矿呈现明显的层间氧化带型铀矿特征: 矿床定位在盆地边缘构造斜坡带上, 矿化受层间氧化带控制, 成矿年龄较新(多为  $K_2-E$  之间), 铀矿物主要是沥青铀矿、铀石, 常伴生有  $Mo$ ,  $Se$ ,  $V$ ,  $Re$  稀有元素等特点。东胜矿床虽然由绿色蚀变带控矿, 但其空间分布与层间氧化带相似。经研究, 其是古层间氧化带经二次还原作用的结果。

### 1.2 煤、油、气与铀成矿作用

我国目前发现的重要产砂岩型铀矿的盆地, 其中大多数又是产煤盆地或产油气盆地。有的产铀盆地, 如鄂尔多斯盆地中铀、煤、油、气等4种能源矿产同盆共存、聚集成藏、相伴产出, 并且这4种能源矿产资源量都较为丰富。因此, 砂岩型铀矿可能与同盆共存的煤、油、气在空间和成因上有一定联系。盆地构造与多种能源矿产时空配置关系的研

究表明, 油气、煤、铀等多种沉积能源矿产虽然赋存于盆地的不同构造部位和古生界至中生界的不同层位, 但它们在空间分布和成矿时间上却表现出相互关联, 共存富集的统一性。促使它们统一成矿、共存定位的峰值时代主要发生在盆地重大变革的燕山中晚期( $140 \sim 120 \text{ Ma} \pm$ ) 和后期改造过程的早喜山期( $60 \text{ Ma} \pm$ ), 明显受控于盆地中生代构造演化关键时期的构造转换及其耦合成矿作用。

鄂尔多斯盆地、伊犁盆地和吐哈盆地目前发现的铀矿床主要集中于中下侏罗统含煤碎屑岩建造中。比如新疆伊犁盆地南缘目前发现的可地浸砂岩型铀矿床主矿体都产在第5煤层与第8煤层之间, 矿床的形成可能与矿床中的有机质及煤成烃密切相关。

国内许多专家学者(尹金双等, 2003)认为重要产砂岩型铀矿的盆地部分砂岩型铀矿含矿主岩的油气二次还原作用明显。在伊犁、吐哈、二连、鄂尔多斯、松辽等盆地都发现在铀矿层位下方存在油气显示, 虽然没有直接的证据证明油气的存在与铀成矿的关系, 但是不可否认, 油气的运移对铀矿后期的还原富集有着重要的影响。权建平(2006)认为油气多次运移促使砂岩型铀矿成矿是一种普遍的地质作用, 在某些地区可以发现油气运移成藏过程对砂岩型铀矿成矿作用表现为油气初次运移使铀矿化预富集、油气二次运移使间氧化带型铀矿化作用中止与矿体封存、油气藏微渗漏使红色砂层中铀富集成矿等。

### 1.3 生物铀成矿作用

生物成矿作用已成为当今矿床学研究的重要前沿领域之一。生物成矿作用包括直接成矿作用和间接成矿作用。前者指生物有机体、菌藻类微生物等直接吸收、吸附、还原、沉淀元素使之富集成矿。后者指生物的衍生物-有机质吸收、吸附、还原、沉

注: 收稿日期: 2015-02-28; 改回日期: 2015-03-14; 责任编辑: 黄敏。  
作者简介: 刘鑫扬, 男, 1984年生。硕士, 工程师, 矿床学专业。Email: xinyang@bog.com.cn。

淀元素使之富集成矿。

闵茂中和彭新建(2003)采用高分辨电镜(HRT-EM)和扫描电镜(SEM),在我国伊犁盆地层间氧化带砂岩型铀矿床和吐哈盆地十红滩层间氧化带砂岩型铀矿床中发现铀矿化了的古菌藻类化石;发现沥青铀矿富集在侏罗系砂岩中的植物碳屑的细胞壁和细胞腔内部分沥青铀矿具有微生物结构,沥青铀矿交代细胞腔内的草莓黄铁矿或真菌菌丝、孢子;富矿石中存在多量沥青铀矿化了的芽孢及藻类微生物化石。芽孢是细菌(或真菌)在铀矿床放射性恶劣条件下为保持其生命状态的休眠体(叶连俊,1998;Min, et al, 2001)。这些现象是微生物直接参与砂岩型铀成矿作用的直接证据。

目前发现有机质在铀成矿作用越来越受到大家重视。张维海(2006)通过腐殖酸在铀成矿中的实验模拟,认为有机酸在铀成矿过程中起着重要作用,但是它也受到多种条件的制约,在不同的条件下,不同类型的有机酸所起的作用也有所不同。尹金双(2005)认为有机质在十红滩铀矿床成矿中的富集作用有如下几个方面:对铀的吸附作用、对铀的还原作用、降低成矿溶液Eh和pH值的作用等。

## 2 铀成矿时代研究

鄂尔多斯、伊犁、吐哈、塔里木、二连巴彦塔拉凹陷、松辽等盆地产于中下侏罗统的铀矿床居多,但矿化年龄反而较新,大致有两期:一期是57Ma~24Ma,以始新世为主,个别可能为古新世;另一期是21.4Ma~1Ma,以中新世、上新世为主,个别到了更新世。这是经历新构造运动后发生的层间水渗入改造成矿期,相应产出以层间氧化型为主的砂岩型铀矿床。这些盆地的砂岩型铀矿成矿年龄都比含矿层位的沉积时代年轻得多,证明这些铀矿都是后生的,成矿时代主要集中在第三纪。

成矿年代上除了7~8 Ma有一定共性外,不同大地构造单元产铀盆地的铀成矿年龄有差别,说明地质背景(构造环境、古气候等)与砂岩型铀矿成矿作用的关系密切:不同盆地成矿年龄的差别,为建立有关盆地可地浸砂岩型铀矿成矿模式和找矿预测提供了重要依据。

## 3 铀成矿模式研究

我国铀矿地质工作者注意到成矿铀源既有蚀源区风化剥蚀作用形成的含铀含氧水的不断补充,

也有沉积砂体中的一部分铀参与。成岩时矿化段就具有一定程度的铀预富集,而且铀预富集程度越高的地段,铀矿化也越好。这一现象反映出由沉积环境所决定的沉积砂体铀的预富集是该砂体铀成矿的重要因素。随着北方沉积盆地找矿的重大突破,我国地质工作者建立了适合我国地质特点的成矿模式。

张金带指出(2003, 2010)中核地质系统经过10多年的不懈努力,相继发现和探明了一批大型、特大型砂岩型铀矿,暂时定名为伊犁式、吐哈式、东胜式、乌兰察布式、马尼特式、通辽式等。特别要指出的是,这里的每一种“式”都不是一个矿床,而是已探明一组矿床和预期会探明更多的矿床,其中有适合地浸方式开采的,也有适合常规方式开采的。其中,伊犁式、吐哈式都是典型的层间氧化—还原作用成矿,鄂尔多斯东胜式主要受古层间氧化带控制并接受后期还原改造再富集,二连努和廷式是与泛湖事件演变密切相关的沉积成岩型铀矿,二连巴彦乌拉式是潜水氧化—还原作用与层间氧化—还原作用交替转化形成的古河谷型铀矿床,通辽式是“构造剥蚀天窗+断裂活动+深部还原物质”控矿。这些成矿模式在北方六大盆地的找矿突破中发挥了关键的指导作用,也为新区的勘查部署提供了理论依据。

## 4 建议

近年来,随着北方沉积盆地找矿工作不断深入,砂岩型铀矿在深部找矿和新层位找矿等方面均取得了新的突破。因此,要加强铀成矿作用研究,深化铀成矿理论认识,尤其是要加强深部流体、构造、沉积体系与铀成矿作用研究。笔者相信,随着勘查程度的不断加大,我国北方沉积盆地在新区和新层位找矿一定会有更大的新突破。

### 参 考 文 献 / References

- 陈祖伊,陈戴生,谷抗衡. 2010. 中国砂岩型铀矿容矿层位、矿化类型和矿化年龄的区域分布规律. 铀矿地质, 26(6): 321~330.
- 尹金双, 向卫东, 欧光习. 2005. 微生物、有机质、油气与砂岩型铀矿成矿. 铀矿地质, 21(5): 287~274.
- 张金带, 林锦荣, 徐高中. 2010. 中国北方 6 种新的砂岩型铀矿对铀资源潜力的提示. 中国地质, 37(5): 1434~1449.