

松辽盆地西南部辉绿岩侵入与砂岩型铀成矿关系 探讨：来自碳酸盐胶结物的 C-O 同位素证据

章展铭¹⁾, 蔡煜琦¹⁾, 蔡建芳²⁾, 刘章月¹⁾

1) 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;

2) 核工业二四三大队, 内蒙古赤峰, 024000

关键词: 钱家店铀矿床; 辉绿岩; C-O 同位素

松辽盆地钱家店铀矿床是我国的超大型砂岩型铀矿床, 但是其矿床成因存在较大争议。前人主要通过铀矿物与有机质、草莓状黄铁矿的共生关系, 碳酸盐胶结物中油气包裹体的存在来推测生物/油气活动对松辽盆地砂岩型铀矿的富集有一定的促进作用, 却忽略辉绿岩侵入在该地区铀成矿过程中扮演的角色, 其与铀成矿关系尚未明确。

1 研究区地质概况

研究区位于松辽盆地西南部开鲁坳陷的次级构造单元千家店凹陷东北部。主要发育的 NNE、NW 和近 EW 向三组断裂均贯通盖层, 表现为构造破碎带及辉绿岩脉充填, 其中辉绿岩是在嫩江期末构造翻转期的岩浆活动产物 (70.0±3.0 Ma, Cheng, 2018)。盆地基底主要由上古生界石炭-二叠系的浅变质岩和花岗岩组成, 其中中生代酸性岩浆岩 (铀源)、新生代辉绿岩与成矿的时空关系最为密切。含矿目的层为上白垩统姚家组下段, 主要为一套辫状河相的灰色中-细砂岩, 富含炭屑和黄铁矿。

2 研究方法及手段

首先对钻孔采集的含铀砂岩进行详细的扫描电镜观察, 我们发现铀矿物主要为铀石与沥青铀矿, 其主要的赋存状态是: ①于砂岩基质中, 铀矿物 (铀石为主) 与草莓状黄铁矿关系紧密, 充填在单个黄铁矿小晶体的孔隙之间; ②被吸附在植物炭屑表面或者胞腔中, 且炭屑被草莓状黄铁矿强烈充

填; ③分布在石英、长石碎屑颗粒裂隙和孔隙中, 长石表面普遍高岭土化, 其中强烈溶蚀的长石形成的空间是铀沉淀的有利场所; ④分散在含钛氧化物表面, 氧化物表现为遭受强淋滤作用的含钛矿物残余格架; ⑤围绕着铁白云石与胶状黄铁矿边缘生长。

前人根据铀矿物与炭屑、草莓状黄铁矿的共生关系, 碳酸盐胶结物中存在油气包裹体等证据来推测生物/油气活动对松辽盆地砂岩型铀矿的富集作用 (Bonnetti, 2017; Zhao, 2018), 却忽略一些指向岩浆热液影响因素的证据。基于铀矿物与铁白云石、胶状黄铁矿紧密的空间关系, 本次研究结合含铀砂岩碳酸盐胶结物的 C-O 同位素和前人研究中的胶状黄铁矿 S 同位素数据, 探讨钱家店地区辉绿岩侵入与铀成矿作用关系。

3 结论与讨论

含铀砂岩中碳酸盐胶结物的 C-O 同位素分析结果表明, 所测样品 $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ 值变化范围为 -1.2‰ ~ -8.5‰, 平均 -4.51‰, 小于海相沉积碳酸岩 ($\delta^{13}\text{C} = -1\text{‰} \sim 2\text{‰}$, 平均 0‰) 的 $\delta^{13}\text{C}$ 变化范围, 明显高于有机来源 ($\delta^{13}\text{C} = -18\text{‰} \sim -33\text{‰}$) CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 范围, 跨越了淡水沉积碳酸盐 ($\delta^{13}\text{C} = -4.93\text{‰} \pm 2.75\text{‰}$) 和大气中 CO_2 碳同位素 ($\delta^{13}\text{C}$ 约 -7‰ 左右) 的 $\delta^{13}\text{C}$ 范围。可见在碳酸盐胶结物形成时, 仅仅由沉积期的介质水是不能形成如此宽泛的 $\delta^{13}\text{C}$ 值。因此, 在成岩成矿过程中一定有外来碳源的加入。根据 $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^{13}\text{C}$ 图解发现, 较多的样品 $\delta^{18}\text{O}$ 值接近岩浆岩的端元, 同时计算得到 Z 值

注: 本文由国防科工局核能开发项目“松辽盆地砂岩型铀矿综合预测评价技术研究”(编号: 地 HSL1403-3) 的成果。

收稿日期: 2019-01-10; 改回日期: 2019-03-20; 责任编辑: 黄敏。 Doi: 10.16509/j.georeview.2019.sl.054

作者简介: 章展铭, 男, 1994 年生, 在读硕士生, 矿产普查与勘探专业, Email: zhangzhanmingok@163.com。通讯作者: 蔡煜琦, 男, 1969 年生, 正高级工程师, Email: caiyq@126.com。

(用以区分古盐度) 识别本区碳酸盐的形成并无高盐度流体的参与。因此, 碳酸盐胶结物的形成是岩浆热流体与淡水(大气水)混合形成, 且无有机碳的参与。结合实际观察和已有报导的胶状黄铁矿形

态及 S 同位素数据 ($-5.7\text{‰} \sim +24.8\text{‰}$, Bonnetti, 2017), 指示胶状黄铁矿的热液成因。综上, 我们认为在松辽盆地内辉绿岩侵入过程中所带来的物质(C、S)能作为铀迁移、富集的矿化剂。

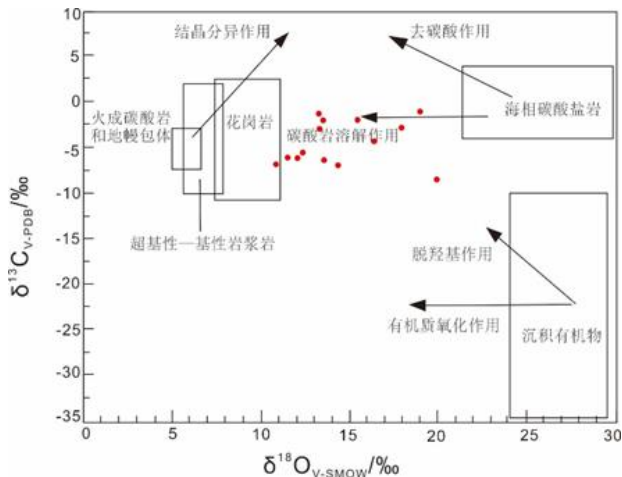


图 1 碳酸盐胶结物 $\delta^{18}\text{O}$ — $\delta^{13}\text{C}$ 图解

Fig.1 Cross-plot of $\delta^{18}\text{O}$ — $\delta^{13}\text{C}$ of carbonate cement

参 考 文 献 / References

- Bonnetti C, Liu X, Yan Z, Cuney M, Michels R, Malatre F, Mercadier J, Cai J. 2017. Coupled uranium mineralisation and bacterial sulphate reduction for the genesis of the Baxingtu sandstone-hosted U deposit, SW Songliao Basin, NE China. *Ore Geology Reviews*, 82: 108~129.

- Cheng Y, Li Y, Wang S, Li Y, Ao C, Li J, Sun L, Li H, Zhang T. 2018. Late Cretaceous tectono-magmatic event in Songliao Basin, NE China: new insights from mafic dyke geochronology and geochemistry analysis. *Geological Journal*, 53 (6) : 2991~3008.

- Keith M L, Weber J N. 1964. Carbon and oxygen isotopic composition and environmental classification of selected limestones and fossils. *Geochimica Cosmochimi Acta*, 28: 1786~1816.

- Zhao L, Cai C, Jin R, Li J, Li H, Wei J, Guo H, ZHANG B. Mineralogical and geochemical evidence for biogenic and petroleum-related uranium mineralization in the Qianjiadian deposit, NE China. *Ore Geology Reviews*, 101: 273~292.

ZHANG Zhanming, CAI Yuqi, CAI Jianfang, LIU Zhangyue: Discussion on the relationship between diabase intrusion and sandstone-type uranium mineralization in the southwestern Songliao Basin: C-O isotope evidence from carbonate cement.

Keywords: Qianjiadian sandstone-type uranium deposit; diabase