

宁夏惠安堡铀矿床矿物特征及成矿阶段探讨

荆国强, 李保侠, 贾恒

核工业二〇三研究所, 陕西咸阳, 712000

无论是中亚、美国, 还是中国砂岩铀矿床中(层间氧化带型, 潜育-H₂S 型), 均可见到较多的 Fe-Ti 氧化物碎屑及其蚀变产物, 它们为含铀矿物并与铀矿物共生, 引起了诸多铀矿地质工作者的关注, 并展开了专项研究。中国吐哈盆地十红滩矿床、鄂尔多斯盆地东胜矿床和西缘惠安堡地区也频频发现碎屑状 Fe-Ti 氧化物及其蚀变产物, 与铀密切相关(贾恒, 2012)。因此, 进行 Fe-Ti 氧化物的研究, 对深入了解成岩成矿过程、铀矿形成机制以及找矿评价具有十分重要的意义。

1 地质背景

惠安堡地区主要含矿地层有延安组及直罗组。

延安组: 为灰白、深灰和灰黑色砂岩、粉砂岩、泥岩夹可采煤层, 为河流、沼泽相沉积, 可分上、中、下 3 段。该组砂岩、粉砂岩、泥岩及煤组成韵律沉积, 以楔状、槽状层理为主, 水平层理次之, 为曲流河泛滥平原相沉积。

直罗组: 下段以灰白-灰色、中粗砂岩为主, 细砂岩、粉砂岩次之, 局部夹泥岩透镜体, 发育大中型板状、槽状、楔状交错层理, 剖面上表现为 1~3 个向上变细的不完整韵律, 以辫状河河道亚相沉积为主。上段以灰褐、灰绿、蓝灰、紫红色细砂岩、粉砂岩为主, 次为灰、褐红色中细砂岩及蓝灰色泥岩, 以曲流河相沉积为主(李保侠, 2010)。

2 惠安堡铀矿床矿石特征

2.1 矿石物质组成、结构构造

惠安堡地区赋矿岩石主要为砂岩, 其疏松程度呈多种形式, 有疏松、较疏松和致密(又可分为钙质状和非钙质状), 其中以较疏松为主。砂岩疏松程度与胶结物成分、胶结程度、构造作用以及成岩作用等因素密切相关。

赋矿砂岩以长石砂岩为主, 少量岩屑长石砂岩。砂岩碎屑以石英、长石和岩屑为主, 其次为黑云母、白云母、绿泥石, 少量碳屑和重矿物。少量自生矿物(黄铁矿和粘土矿物)。

2.2 赋矿岩石地化特征

把矿石分为较疏松砂岩型、致密砂岩型和致密钙质砂岩型。铀在三类砂岩中变化范围较大, 但总体为中低品位矿石; 有机碳在致密钙质砂岩中含量最高, 在其余两类岩石中含量相当; 全硫总体变化不大, 局部富含二硫化铁; 二氧化碳在第三类砂岩中含量最高, 为含碳质; Fe³⁺/Fe²⁺比值较高, 大部分为弱氧化矿石。

2.3 铀的存在形式及铀矿物组合特征

2.3.1 铀的存在形式

通过放射性 α 径迹照像可知铀赋存形式主要以吸附状为主, 少量铀矿物。铀主要由 Fe-Ti 氧化物和黄铁矿吸附, 少量云母、粘土质等吸附。所见 Fe-Ti 氧化物多为含铀的白钛石化碎屑状 Fe-Ti 氧化物, 碎屑被溶蚀、分解, 颗粒边缘变得浑圆, 大颗粒分解成细粒(细粒化), 内部变得浑浊不清(浊化)。镜下呈隐晶质不透明或半透明状, 斜照单偏光下为棉絮状或被铁染成浅褐、浅红色赤铁矿、金红石、锐钛矿混合物——白钛石。部分蚀变 Fe-Ti 氧化物被黄铁矿交代, 保留明显的交代结构。在部分矿床中见到保留在火山岩屑长石中的钛铀矿的良好晶体以及砂岩中碎屑状钛铀矿。放射性照相表明 Fe-Ti 氧化物多见疏密不一的 α 径迹, 少量含有细小的沥青铀矿物。说明 Fe-Ti 氧化物为主要的富铀介质, 因此可以认为 Fe-Ti 氧化物为铀的重要富集剂^①。

铀除吸附状态外, 尚有少量铀矿物形式存在。电子探针结果表明直罗组上段矿石中铀矿物主要为沥青铀矿、铀石。

2.3.2 铀矿物组合特征

注: 投稿日期: 2015-01-20; 改回日期: 2015-03-14; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 荆国强, 1983 年生。硕士, 工程师, 矿产普查与勘探。Email: 276185772@qq.com。

通过部分钻孔岩性电子探针背散射指示出直罗组上段矿石中铀矿物组合从上到下, 由贫矿石-富矿石(局部氧化)-过渡带-富矿石带的矿物组合为:

沥青铀矿、白铁矿-氧化钛铁矿组合;

沥青铀矿、铀石、白铁矿-黄铁矿、氧化钛铁矿、赤铁矿-硒铁矿、硒铅矿组合;

少量沥青铀矿、铀石-氧化钛铁矿、赤铁矿、褐铁矿-自然硒组合;

沥青铀矿、少量铀石、白铁矿-氧化钛铁矿、黄铁矿组合。

铀石和硒铁矿、自然硒和硒铅矿偏向不完全氧化环境中, 形成比沥青铀矿早, 具有较明显的元素垂向分带性, 即 U-Se-U, 与层间氧化带的分带特征一致, 因此认为其成因属于层间氧化带控矿。

通过电子探针照相显示, 铀矿物有 8 种产出形式: ①围绕氧化钛铁矿边缘交代形成的沥青铀矿; ②硫化铁交代氧化钛铁矿之后形成铀石-硒铅矿-沥青铀矿; ③硫化铁交代氧化钛铁矿之后形成铀石-沥青铀矿; ④硫化铁交代氧化钛铁矿之后形成铀石; ⑤硫化铁以内环为主, 铀石以外环为主的环带结构; ⑥沥青铀矿交代球粒状黄铁矿; ⑦产于杂基中的鱼子状沥青铀矿; ⑧产于杂基中自然硒、钛铁矿外侧、并穿插其中的自然硒, 并见铀石与少量沥青铀矿^①。

因此, 可以认为在灰色砂岩中, 大多数 Fe-Ti 氧化矿物部分到完全被二硫化铁交代, 并通常被锐钛矿镶边。在矿石中某些钛铁矿颗粒由于铁大量的迁移而转变成锐钛矿, 形成了脆的 TiO₂ 薄层网状结构, 包围了钛铁矿原来所占有的孔隙。黄铁矿可能沿着原始碎屑的边缘开始交代, 并沿着裂隙产出, 而白铁矿和铀石、沥青铀矿则是在原始颗粒界面周围的黄铁矿和锐钛矿上形成覆晶。电子探针表明: 铀与碎屑 Fe-Ti 氧化矿物的蚀变产物关系密切。在转化成二硫化铁的各个阶段中, 在 Fe-Ti 氧化矿物颗粒边缘上的 TiO₂ 铀特别丰富。铀与钛、铁、硫、硅、钙一起还产在蚀变的铁钛氧化物中的同心圆带状结构的次级相中。颗粒中的某些硅与铀广泛结合在一起, 形成了铀石^①。

3 成矿时代、成矿阶段探讨

前人通过 4 个矿石样矿物 U-²⁰⁸Pb 法同位素年龄测定结果表明, 成矿年龄均属于新生代。北部磁

窑堡地区(CY-6、CY-96)U-²⁰⁸Pb 表观年龄为 59.2Ma、21.9Ma, 属于古近纪古新世和新近纪中新世早期; 南部惠安堡地区(CY-167、CY-169)U-²⁰⁸Pb 表观年龄为 6.2Ma 和 6.8Ma, 属于新近纪中新世晚期(朱明燕, 2012)。

本次选择了 6 个矿石样进行矿物 U-²⁰⁸Pb 法同位素年龄测定, 结果表明直罗组下段砂岩铀矿石等时线成矿年龄为 6.5 Ma, 也为新近纪中新世晚期, 与喜马拉雅运动的抬升有关, 同时表明北部成矿较早, 南部成矿较晚。

国家湾铀矿床 4 件砂岩铀矿石 U-²⁰⁸Pb 法同位素年龄测定等时线年龄为 18.58Ma, 属新近纪中新世早期。罗汉洞组铀矿化全岩等时线成矿年龄为 77±2Ma, 属晚白垩世成矿。

由于各地构造抬升时间略有差异导致成矿年龄略有早晚, 但总体在晚白垩世-中新世成矿期内, 是在燕山、喜马拉雅构造运动作用下, 发生构造抬升作用, 导致大气降水沿西南缘蚀源区向盆地内部渗流, 溶滤蚀源区及所流经岩石中的铀, 并进入目的层砂岩中发生径流, 在氧化带翼部及前锋线附近发生铀的沉淀富集并成矿。

4 结论

惠安堡铀矿床铀赋存形式主要以吸附状为主, 并含有少量铀矿物。铀主要由 Fe-Ti 氧化物、黄铁矿、少量云母、粘土质等吸附。铀矿物以沥青铀矿为主, 少量铀石。

北部磁窑堡地区 U-²⁰⁸Pb 表观年龄为 59.2、21.9Ma, 属于古近纪古新世和新近纪中新世早期。惠安堡地区 U-²⁰⁸Pb 表观年龄为 6.2 Ma 和 6.8Ma, 属于新近纪中新世晚期。直罗组下段砂岩铀矿石等时线成矿年龄为 6.5Ma, 也为新近纪中新世晚期。

注 释 / Notes

①李保侠, 贾恒, 左涛, 荆国强. 2011. 宁夏盐池县惠安堡地区金家渠—冯记沟地段铀矿普查, 核工业二〇三研究所, 1~169.

参 考 文 献 / References

- 贾恒, 李保侠, 荆国强. 2012. 鄂尔多斯盆地西缘惠安堡地区构造地质及铀成矿特征. 铀矿地质, 28 (3): 149-151.
- 李保侠, 贾恒, 于宏伟. 2010. 鄂尔多斯盆地西缘惠安堡地区铀成矿特点. 铀矿地质, 26 (4): 201-206.
- 朱明燕, 贾恒, 崔建勇, 等. 2012. 惠安堡地区砂岩型铀矿 U-Pb 等时线年龄测定. 铀矿地质, 28 (3): 157-163.