

红山铀矿床砂岩灰白色蚀变特征及其找矿意义

李万华¹, 张树明², 郭长林¹, 安伟涛²

(1 核工业二〇三研究所, 陕西 咸阳 712000; 2 东华理工大学, 江西 抚州 344000)

经典的层间氧化带和潜水氧化带通常是以黄色为主色调的后生蚀变特征, 铀矿产在黄色与灰色岩石界面偏灰色岩石一侧。这种氧化带常见于侏罗系盆地砂岩型铀矿床, 如伊犁、吐哈、塔里木、鄂尔多斯等盆地。近年在酒东盆地白垩统中发现的红山砂岩型铀矿床, 其层间氧化带并不典型, 而是以灰白色为显著特征, 铀矿赋存在弱氧化、强水解灰白色砂岩与原生灰色砂岩界面附近偏灰色岩石一侧, 独具特色(李细根等, 2004; 庞雅庆等, 2007; 李子颖等, 2007)。

1 区域地质背景

(1) 大地构造背景 酒东盆地是位于北祁连加里东褶皱带与阿拉善地块之间走廊过渡带上的中生代断(拗)陷盆地, 面积约 8 400 km²。盆地划分为九个 II 级构造单元, 研究区位于东北斜坡构造单元之上。

(2) 基底性质 盆地北部基底是由前震旦系龙首山群($AnZln$)结晶变质岩系和海西期花岗岩类(γ_4)组成的结晶地块。基底断裂发育相对少, 构造相对稳定; 基底埋深较浅, 一般 100~1 000 m。

(3) 盖层沉积建造 盆地盖层为三叠系、中下侏罗统、下白垩统及新近系。下白垩统新民堡群(K_1xn), 受北东向断陷控制, 出露广泛, 铀矿化发育, 是盆地主要盖层和找矿目的层。依据东北缘红山地区新民堡群层序划分, 由下至上可划为三个层序。其中层序 II, 即第一岩组上段(K_1xn^{1-2}), 是一套灰色为主的细碎屑沉积建造, 为盆地伸展拗陷期, 湖泊扩张形成, 发育退积型扇三角洲沉积体系, 可细划为 5 个准(小)层序, 其中第一、二、三准(小)层序灰色砂体发育, 富含有机质、炭屑及黄铁矿等吸附还原物质, 为主要含矿层。

(4) 构造特征及盆地演化 盆地总体构造活动相对较强, 发育北西西向和北东向断裂。在盆地北缘发育北西西向逆冲断层, 形成盆缘断阶带, 而相对抬升带对铀成矿有利。黑河断裂属正断层, 为区域排泄断裂。而盆地南缘发育北西西向逆冲推覆构造带, 对砂岩型铀成矿不利。盆地构造-沉积演化经历了 3 个主要阶段(任战利, 1999), 即盆地早期形成阶段($T_3 \sim J_2$), 盆地伸展发展阶段(K_1)和盆地改造萎缩阶段($K_2 \sim Q$)。伸展阶段形成主要目的层和铀的初始富集, 在改造阶段促成了铀矿体的形成。

2 灰白色蚀变特征及形成机制

2.1 空间分布特征

(1) 灰白色蚀变在平面空间上分布特征是: 从北(盆缘)向南(盆内), 层间砂体被后生地下水氧化改造, 由紫红色、黄色向灰白色转化, 直至原生灰色岩石。紫红—褐黄色—黄色氧化往往是多期次、强氧化叠加的结果, 多在潜水氧化带中表现。红山矿区的层间灰白色亚带分布范围较大, 宽度几十 m~1000 m, 厚度 2~29 m 不等, 在第一、三小层序较发育。因此, 层间氧化带前锋线应该划在灰白色与灰色岩性之间, 而灰白色蚀变属氧化带的前部。

(2) 垂向空间分带特征是: 潜水氧化带由暗紫色亚带、黄色亚带、灰白色亚带向灰色岩石带过渡, 氧化带前锋在灰白色与灰色岩性之间。层间氧化带由浅入深, 也可划分黄色氧化亚带和灰白色弱氧化强水解亚带, 并向灰色岩石带转化, 氧化带前锋在灰白色与灰色岩性之间。灰白色亚带发育宽广, 而黄色亚带相对狭窄, 这与经典的层间氧化带有明显差异。

2.2 物质组成特征

(1) 矿物成分 暗紫色亚带以赤铁矿化为特征, 黄色亚带以褐铁矿化为主, 两亚带中的长石和炭屑几乎消失; 而灰白色亚带除石英、长石(残留)等矿物外, 自生矿物主要是高岭石, 其次为方解石、水云母以及绿泥石等, 少见炭屑和黄铁矿。随着氧化作用减弱, 高岭石含量递增, 高岭土化逐渐增强, 灰白色越醒目; 至灰色岩石高岭石含量又急低, 说明灰色岩石高岭石化很弱。扫描电镜观察和分析表明: 灰白色砂岩中自生高岭石含量最高, 而原生灰色、灰黑色砂岩中很少。自生高岭石集合体形貌主要为书本状、蠕虫状, 单体多为不规则片状、假六方片状和近四角板状, 而高岭石矿物 EDX 能谱多数显示只有 Si 和 Al。

(2) 化学成分 依据目的层 276 个砂岩样品分析对比: 从紫红色→黄色(褐黄、黄及浅黄)→灰白色(灰白、白)→灰色(灰、深灰、灰黑)砂岩, 随颜色变化, 其中 U、Ra、 ΣS 、OrgC 含量明显增加, 反映还原性增强, 铀趋向还原环境富集。同时, Fe^{3+}/Fe^{2+} 、Th/U 比值明显降低, 也说明氧化程度减弱。灰白色砂岩 Fe^{3+}/Fe^{2+} 比值略偏低, 但同时 ΣS 、OrgC 含量很低, 说明处于过渡环境。

2.3 形成机制探讨

目的层形成后, 在干旱气候下, 补给区 $Cl SO_4-Na$ 型地下水氧含量高, 呈弱碱性环境(pH 7~8.5)。当含氧水进入含水层砂体时, 砂体中的有机质、低价铁(Fe^{2+})等逐步被氧化, 所产生的 H^+ 离子使介质水逐步酸化形成酸性环境。这种环境导致了砂岩中长石发生水解, 形成三水铝石 $[Al(OH)_2]^+$, 并向前方迁移。当硅、铝富集到一定程度时, 便晶化形成高岭石。高岭石的大量聚集就使砂岩发白, 称之为增白效应; 与此同时, 大量有机质、炭屑被氧化, 铁被部分迁移, 从而砂岩因缺少有机质和铁质而产生褪色, 称之为褪色效应。增白与褪色双重效应是使砂岩总体发白的重要原因, 所形成的灰白色蚀变亚带在空间上位于黄色氧化亚带与灰色原生岩石带之间, 与氧化作用关系密切, 而与其它地区所见因油气或热液等上升还原形成的“漂白砂岩”不同(陈祖伊, 2000)。

3 灰白色蚀变与铀矿化的关系

(1) 灰白色蚀变的形成过程也是富铀砂岩发生分解、释放部分铀源的过程, 而高岭土化所反映的介质酸性环境的变化有利于铀的迁移与聚集。因此, 灰白色蚀变是导致相邻灰色原生岩石带发生铀矿化聚集成矿的直接因素之一。

(2) 灰白色蚀变可以作为白垩系目的层中砂岩型铀矿的找矿标志之一。与经典的黄色氧化带不同, 灰白色蚀变带由于容易被忽视, 因此更加值得关注。

4 结论

(1) 灰白色蚀变是由于长石被强水解高岭土化产生的增白效应和目的层砂岩中有机质等被氧化产生的褪色效应双重作用的结果;

(2) 灰白色蚀变的形成过程也是富铀砂岩发生氧化分解、释放部分铀源的过程。

(3) 灰白色蚀变可以作为白垩系目的层中砂岩型铀矿的找矿标志之一, 铀矿常产在灰白色与灰色岩石过渡部位, 偏灰色岩石一侧。

参考文献

- 陈祖伊摘译. 2000. 胡少康校. 多元素矿床普查和勘探的地质-地球化学判据[J]. 国外铀地质, 17(2): 103-105.
- 李细根, 王乐民. 2004. 层间氧化带中褪色带的成因及其意义[J]. 铀矿地质, 20(3): 151-155.
- 李子颖, 方锡珩, 陈安平, 等. 2007. 鄂尔多斯盆地北部砂岩型铀矿目标层灰绿色砂岩成因[J]. 中国科学, 37(增刊 1): 139-146.
- 庞雅庆, 向伟东, 李田港, 陈晓林, 夏毓亮. 2007. 钱家店铀矿床漂白砂岩成因探讨[J]. 世界核地质科学, 24(3): 142-146, 171.
- 任战利. 1999. 中国北方沉积盆地构造热演化史研究[M]. 北京: 石油工业出版社.