

新疆白杨河铀钍矿床钻孔岩心高光谱遥感特征

徐清俊^{1,2)}, 叶发旺^{1,2)}, 张川^{1,2)}, 刘洪成^{1,2)}

1) 核工业北京地质研究院, 北京, 100029; 2) 遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室, 北京, 100029

新疆白杨河铀钍矿床是我国目前已探明的中型矿床, 且铀的储量有望达到超大规模型。该区构造类型复杂, 断裂构造极其发育, 构造岩浆演化经历多旋回、多阶段过程。近年来, 核工业地质队和一些科研院所在白杨河铀钍矿区开展了较多地质研究、地质调查、以及物化探工作。这些工作或从蚀变岩石的地球化学特征出发, 通过对矿区岩石主量、微量元素在矿化蚀变过程中的迁移规律研究, 分析热液的性质与特点(修晓茜等, 2011); 或者是从流体包裹体(萤石包裹体)的角度去研究流体活动期次(毛伟等, 2013; 杨文龙等, 2014); 或是着重分析矿区的控矿构造特征(童旭辉等, 2012); 或是通过 ETM+图像解译、识别白杨河矿区的火山机构, 探讨矿区成矿远景(鲁克改等, 2009)。上述工作很少有人利用高光谱遥感手段, 开展白杨河铀钍矿床热液蚀变特征研究。鉴于此, 笔者通过地面高光谱遥感手段, 利用钻孔岩心研究了白杨河铀钍矿床的热液蚀变特征。

1 白杨河铀钍矿床地质概况

白杨河铀钍矿床位于雪米斯坦(谢米斯台)火山岩带西段, 大地构造上处于准噶尔板块北缘古生代陆源活动带内晚古生代成熟岛弧之上(王谋等, 2012)。该区经过了多期次的构造活动的影响, 地壳演化成熟度高, 是新疆北部三条重要的火山岩带之一, 也是铀钍等多金属的有利成矿带。

矿区内出露的地层包括: 上泥盆统塔尔巴哈台组、下石炭统和布克河组、下石炭统黑山头组, 岩性主要为中性—酸性火山岩以及火山碎屑岩。矿区内的侵入岩为早二叠世的花岗斑岩, 其间穿插闪长玢岩、辉石闪长岩和辉绿岩。花岗斑岩空间展布主要由查干陶勒盖—巴音布拉克深大断裂控制, 由杨

庄岩体、阿苏达岩体、小白杨河岩体组成。

白杨河铀钍矿床铀矿化主要赋存于岩体与围岩的接触带部位, 在花岗斑岩、围岩的层间构造破碎带也是铀钍矿化赋存部位(王谋等, 2012)。

2 钻孔岩心高光谱数据获取与分析

笔者选取了白杨河铀钍矿床主要赋矿部位的三口钻孔 ZK5432、ZK3310、ZK2710, 利用便携式 ASD 光谱仪开展了岩心高光谱测量。光谱测量范围为 400~2500nm, 光谱分辨率在 350~1050nm 为 3nm; 1050~2500nm 为 10nm。钻孔岩心光谱测量点距约为 20cm, 局部地段加密测量, 间距约为 10cm。在上述三个钻孔岩心中分别获取光谱曲线 1941 条、2156 条、1612 条。通过对这些光谱曲线数据进行了格式转换, 并利用 ENVI 软件平台建立了光谱库, 以便于光谱特征分析和矿物识别。光谱特征分析和矿物识别主要是根据特定的蚀变矿物在可见光-短波红外波段具有特定的波谱吸收特征的原理, 利用 ENVI 软件平台上提供的光谱分析功能和目视分析相结合的方法进行的。如高岭石的特征吸收峰位于 2160nm 和 2200nm, 呈现前弱后强的双吸收峰特征; 碳酸盐的特征吸收峰位于 2320~2340nm; 绢云母组矿物按照光谱吸收位置的不同分为高、中、低三种类型, 本文中的高铝绢云母光谱特征吸收峰位于 2190~2200nm, 低铝绢云母光谱特征吸收峰位于 2200~2220nm, 绿泥石的光谱特征吸收峰位于 2250~2260nm 之间等。

通过光谱特征分析和矿物识别, 在三口钻孔岩心中识别出的蚀变矿物主要有: 黄钾铁矾、低铝绢云母、高铝绢云母、绿泥石、高岭石、赤铁矿化、蒙脱石与碳酸盐 8 种。

在钻孔 ZK5432 中, 识别的蚀变矿物有黄钾铁

注: 本文为中核集团优先发展技术项目资助成果。

收稿日期: 2014-12-10; 改回日期: 2015-03-13; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 徐清俊, 男, 1987 年生。硕士研究生在读, 遥感地质专业。Email: 15210964889@163.com。

矾、低铝绢云母、高铝绢云母、碳酸盐、高岭石、绿泥石、蒙脱石与赤铁矿化。其分布由浅及深为：0~187.26m 以蒙脱石为主，并且夹有黄钾铁矾与少量赤铁矿化；187.26~328.61m 以低铝绢云母为主，且夹有蒙脱石和黄钾铁矾；328.61~358.01m 以高铝绢云母、黄钾铁矾与碳酸盐为主，夹有高岭石；358.01~388.02m 以绿泥石为主，且有高铝绢云母。而铀矿富集段位于 328.61~345.01m，蚀变矿物主要以黄钾铁矾、高铝绢云母与碳酸盐为主，也有高岭石。碳酸盐多以脉状形式存在岩石中，铀矿富集段上部蚀变矿物为低铝绢云母，下部为高铝绢云母。

在钻孔 ZK3310 中，识别的蚀变矿物有黄钾铁矾、低铝绢云母、蒙脱石、高铝绢云母、绿泥石与赤铁矿化。其分布由浅及深为：0~58.15m 以黄钾铁矾和低铝绢云母为主，且有少量蒙脱石和赤铁矿化；58.15~304.42m 主要为低铝绢云母和黄钾铁矾；304.42~362.55m 高铝绢云母、低铝绢云母大量出现，且伴有绿泥石；362.55~380.12m 基本全为绿泥石。在该钻孔中，铀富集段为 323.3~346.42m，其上部蚀变矿物为低铝绢云母，下部为高铝绢云母，夹有蒙脱石与绿泥石。

在钻孔 ZK2710 中，识别的蚀变矿物有黄钾铁矾、低铝绢云母、高铝绢云母、碳酸盐、蒙脱石、绿泥石与赤铁矿化。其分布由浅及深为：0~38.17m 主要为黄钾铁矾，也有赤铁矿化；38.71~281.42m 以低铝绢云母和黄钾铁矾为主，并伴有少量蒙脱石；281.42~397.21m 主要为低铝绢云母、高铝绢云母和绿泥石，且有少量碳酸盐。该钻孔中，铀富集段为 327.13~353.17m，蚀变矿物主要为低铝绢云母和高铝绢云母，少量蒙脱石、碳酸盐。

从上述三口钻孔岩心识别的蚀变矿物及其分布特征可以看出：绢云母是白杨河矿区分布最广泛的蚀变矿物，几乎贯穿每个钻孔的始末；绿泥石主要位于钻孔岩心深部岩体接触带外的安山质火山岩中；黄钾铁矾主要位于钻孔岩心的中部与上部，高岭石与蒙脱石主要出现在钻孔岩心的中部，碳酸盐多以脉状形式存在于岩石中。从矿物成因学角度来说，绢云母、伊利石等形成于偏中性的流体环境，高岭石、黄钾铁矾等矿物形成于酸性流体环境，蒙脱石形成于偏碱性的流体环境。因此，上述钻孔中出现这些形成于不同流体性质的蚀变矿物，反映了白

杨河矿床经历了多种性质不同的流体的相互叠加作用。从形成温压条件来看，在三个钻孔的深部与中部大量出现了高铝绢云母与低铝绢云母，二者形成的温压条件明显不同，高铝绢云母反映的是相对低温高压的环境，低铝绢云母反映的是相对高温低压的环境（甘甫平等，2004）。因此，这两种绢云母在同一口钻井岩心中出现，且具有分带性，可能反映了多期次流体的叠加作用。从铀矿赋集部位出现的蚀变来看，铀矿化主要与高铝绢云母、低铝绢云母、高岭石等有关，尤其是高铝绢云母与低铝绢云母这两种非同期蚀变的接触部位是铀矿化赋集的有利地段。

3 结论与讨论

(1) 从高光谱遥感角度看，白杨河铀矿床基本的蚀变矿物组合是深部为高铝绢云母+绿泥石；中部主要为低铝绢云母+黄钾铁矾+碳酸盐+高岭石（蒙脱石）；浅部主要是黄钾铁矾+低铝绢云母。

(2) 钻孔中出现了反映不同温压条件的高铝绢云母与低铝绢云母等两种蚀变矿物，表明白杨河铀矿床经历了多期的流体活动；同时，钻孔岩心中出现高岭石，反映蚀变流体具有酸性性质。上述高光谱反映出来的流体特征与前人通过流体包裹体研究所得出的结论是吻合的。

参 考 文 献 / References

- 甘甫平, 王润生. 2004. 遥感岩矿信息提取基础与技术方法研究[M]. 北京: 地质出版社. 2~10.
- 鲁克改, 王国荣, 尹松, 李晓红. 2009. 雪米斯坦地区火山机构的 ETM+ 图像解译、识别及铀成矿远景探讨. 中国核科学技术进展报告(第一卷): 382~394.
- 毛伟, 王果, 李晓峰, 王谋, 肖荣. 2013. 新疆白杨河铀矿床流体包裹体研究. 矿床地质, 32(5): 1026~1033.
- 童旭辉, 张旺生, 师志龙, 李彦龙. 2012. 新疆白杨河铀钍多金属矿区控矿构造特征研究. 矿床地质, 31(增刊): 219~220.
- 王谋, 李晓峰, 王果, 李彦龙, 师志龙, 鲁克改. 2012. 新疆雪米斯坦火山岩带白杨河铀矿床地质特征. 矿产勘查, 3(1): 34~40.
- 修晓茜, 范洪海, 马汉峰, 衣龙升. 2011. 新疆白杨河铀矿床围岩蚀变及其地球化学特征. 铀矿地质, 27(4): 215~220.
- 杨文龙, Mostafa Fayek, 李彦龙, 王谋, 周剑. 2014. 西准白杨河铀矿床萤石及流体包裹体特征. 新疆地质, 32(1): 82~86.