

氦子体累积法在铀矿深部找矿中的应用

娄汉生, 李万华, 喻腾, 张冬, 耿海军, 郭长林, 荣晓

核工业二〇三研究所, 陕西咸阳, 712000

探寻深部隐伏铀矿找矿方法是目前铀矿探索的热点, 也是难点。笔者根据近几年在我国西北部地区铀矿找矿中的实践和研究, 认为氦子体累积测量方法适用于西北部地区气候相对干燥, 且以花岗岩类为主的地区铀矿深部找矿。能够实现直接对放射性异常进行全面系统地检查, 确定其放射性核素铀含量分布规律和确定异常位置, 大致查明异常与构造、岩体之间的关系, 有效地对该地区铀矿异常作出快速评价。

1 技术方法

1.1 吸附器的组装

所需材料有吸附剂、干燥剂和吸附容器。要求是: 以化学纯的无定型桃核活性炭作吸附剂, 以变色硅胶作干燥剂, 以锥形塑料瓶作吸附容器。依次在吸附器内装入约 15g 活性炭和约 3g 变色硅胶, 同时瓶口塞好纤维物, 最后密封、编号。

1.2 野外埋杯

探坑为截锥形, 坑口直径 15~20cm, 坑底直径为 10~20cm, 坑深为 40cm。设计好探坑后, 埋下装有活性炭吸附器的吸附杯, 一般野外埋杯时间为 5 天, 使氦与子体达到平衡。收回时, 立即封好, 防止氦再沉淀, 同时做好野外观测记录。

1.3 室内测量

取回吸附器后, 将活性炭盒放入铅室, 需要在本底较低的环境中测量, 活性炭样品底数测定, 用伽马射线测量方法测量, 从每批未经野外埋置的吸附器中随机取 5 个进行测量, 测量场所应选择本底较低的环境。

样品测量要求与底数测量相同, 但从野外取回的样品应在 10h 内测量完毕。测量前及时擦净塑料瓶上的泥土, 按编号顺序排列好, 样品排放地点应

采取屏蔽措施, 以免对测量结果产生干扰。

1.4 数据修正

活性炭吸附器的埋置时间一般为 5 天, 应归一化至 30 天, 同时, 样品应在 10h 内测量完毕, 超过规定时间的样品, 应对伽玛照射量率进行修正。

上述两项修正方法如下:

$$N_0 = \frac{N_T}{F_\lambda \cdot F_D}$$

式中: N_0 —经归一化修正和伽玛照射量率衰减修正后计数率, 脉冲/min;

N_T —减去底数后的仪器示值, 脉冲/min;

F_λ —根据吸附器的实际埋置时间 (T_λ), 查资料可得修正系数;

F_D —根据样品伽玛照射量率的衰减时间 (T_D), 查资料可得修正系数。

1.5 数据处理

1.5.1 氦浓度计算: 采取推导公式为:

$$Q_{Rn2} = K_i N$$

式中: Q_{Rn2} —氦浓度, Bq/L;

K_i —换算系数, (Bq/L) /D;

N —测氦仪(屏蔽底数后)数值, 脉冲/min。

1.5.2 异常下限的确定:

对氦测试样品结果数据和坑内伽玛测量数据进行数理统计, 采用如下公式求得背景值 \bar{X}_0 、标准偏差 S_0 , 剔除掉特高值。对本区剩下的样本数进行正态分布检验, 基本符合正态分布。再按如下公式求出 X 、 S , 以背景值 X 加一、二、三倍标准偏差 ($\bar{X} + S$, $\bar{X} + 2S$, $\bar{X} + 3S$), 作为圈定相对等值线图的原则, 并分别称为偏高场、高场及异常场。

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

注: 本文为国家地质调查基金资助项目(编号 1212011220783)的成果。

收稿日期: 2015-02-02; 改回日期: 2015-02-28; 责任编辑: 费红彩。

作者简介: 娄汉生, 男, 1985 年生, 工程师, 勘查技术与工程专业。Email: louhansheng@163.com。

2 应用实例

2.1 内蒙古阿拉善右旗 A 地区:

A 地区, 位于北大山南部边缘, 南邻潮水盆地, 主体岩性为火山岩类。F₁ 断裂贯穿工作区, 为逆断裂, 倾向北, 呈近东西~北东向延伸, 长数约 10km, 为控矿断裂。断裂活动可分为三期, 发育多组次级北东向次级断裂, 铀矿化点控矿的北东向断裂就是该断裂的一条次级断裂。内部岩石强烈破碎, 发生片理化, 发育绿泥化、赤铁矿化、碳酸盐化。岩石强烈破碎、热液蚀变强烈的地段, 铀矿化较好 (孙圭等, 1998)。

通过氡累积和能谱测量的比值处理, 去掉了北方物理风化浅表层的影响, 反映出了深部铀矿化的剩余异常, 划分了 A₁、A₂ 和 A₃ 三个一级异常远景地段。如图 1 可以看出, 异常整体沿 F₁ 断裂这一区域断裂近东西向展布, 单个异常均位于主断裂及其北西向次级断裂的节点、膨大夹持部位, 为铀异常显示最好部位, 尤其断裂内部岩石强烈破碎部位, 绿泥石化、赤铁矿化、碳酸盐化发育部位, 铀矿化最好。通过槽探和钻探查证, 发现铀工业孔 3 个, 矿化孔 1 个 (耿海军等, 2014)。

2.2 内蒙古阿拉善右旗 B 地区:

B 地区, 位于北大山东部, 主要岩性为花岗岩。断裂主要包含中部断裂 (F₁) 和东部断裂 (F₂), 断

裂特征及铀矿化特点如下: 中部断裂 (F₁): 总体走向近东西。断裂通过处岩石强烈破碎, 内部及其南北两侧发育大量灰白伟晶状花岗岩脉。在中段、东段断裂宽度大, 断裂两侧晚期灰白色伟晶状花岗岩密集分布。在西段, 断裂活动强度变小, 宽度越窄。沿该断裂有铀矿化显示, 尤其是断裂活动强度较大、伟晶状花岗岩脉发育的中段、东段, 铀矿化强度高, 规模大, 在 F₁ 断裂与 F₂ 断裂交叉部位产出铀矿点 (孙圭等, 1998)。

东部断裂 (F₂): 分布于 B 区东侧。断层走向北西, 倾向北东向。断裂两侧岩石因挤压而破碎。伟晶状花岗岩脉主要沿近东西向 F₁ 断裂分布。伟晶状花岗岩与石炭纪角闪辉长岩接触带处, 发育赤铁矿化、硅化及碳酸盐化等蚀变, 放射性强度高, 铀矿化显示好, 规模较大。通过氡浓度与能谱 U 道比值处理, 突出了深部铀矿化, 细化了异常边界信息, 如图 2 可见, A₁、A₂、A₃ 和 A₄ 整体呈线性沿断裂 F₁ 分布, 在西段 A₁ 逐渐尖灭, 中段 A₃ 和东段 A₄ 逐渐膨大, A₃ 为 F₁ 和 F₂ 断裂的节点部位, A₄ 为 F₁ 和 F₂ 断裂的夹持部位, 氡浓度极值为 $8.9 \times 10^5 \text{Bq/m}^3$, 铀矿点位于 A₄ 异常段。

2013~2014 年通过中国地质调查局矿产远景调查项目, 槽探和钻探查证, 发现工业孔 4 个, 矿化孔 3 个 (耿海军等, 2014)。

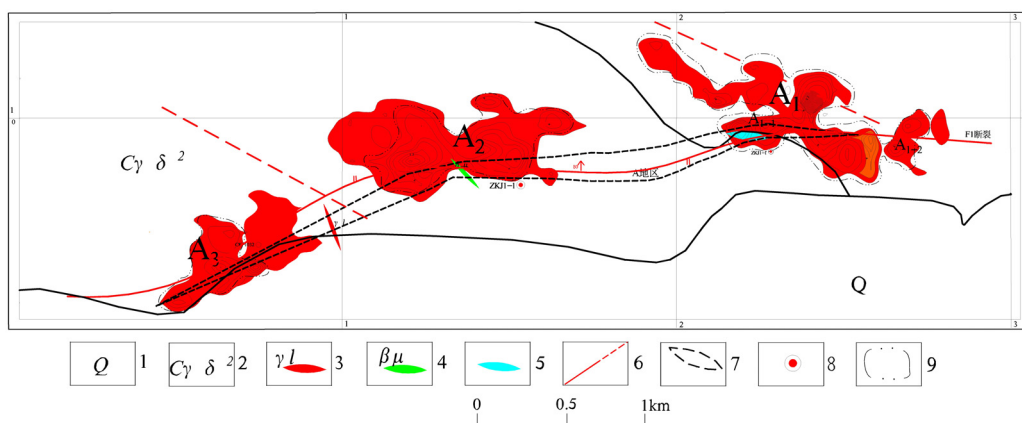


图 1 内蒙古阿拉善右旗 A 地区氡浓度异常图

1—坡积物; 2—灰绿色砾岩、砂岩、火山熔岩和角砾熔岩; 3—细晶岩脉; 4—辉绿(玢)岩脉; 5—闪长(玢)岩脉; 6—断裂构造;
7—推测铀矿体; 8—施工钻孔; 9—铀异常编号

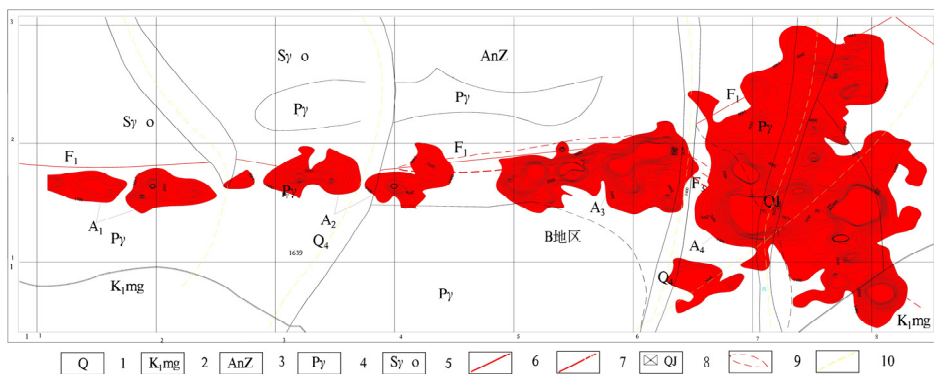


图 2 内蒙古阿拉善右旗 B 地区氩浓度异常图

1—新近系全新统砂、砾；2—下白垩统庙沟群紫红、棕红夹灰绿、灰色泥岩、泥灰岩、钙质粉砂岩、砂岩及砾岩；3—前震旦系北大山群(AnZ)二云母石英片岩、黑云母石英片岩及片麻岩；4—钾长花岗岩、似斑状钾长花岗岩；5—斜长花岗岩；6—性质不明断层(实测)；7—性质不明断层(推测)；8—浅井及编号；9—推测铀矿体；10—路

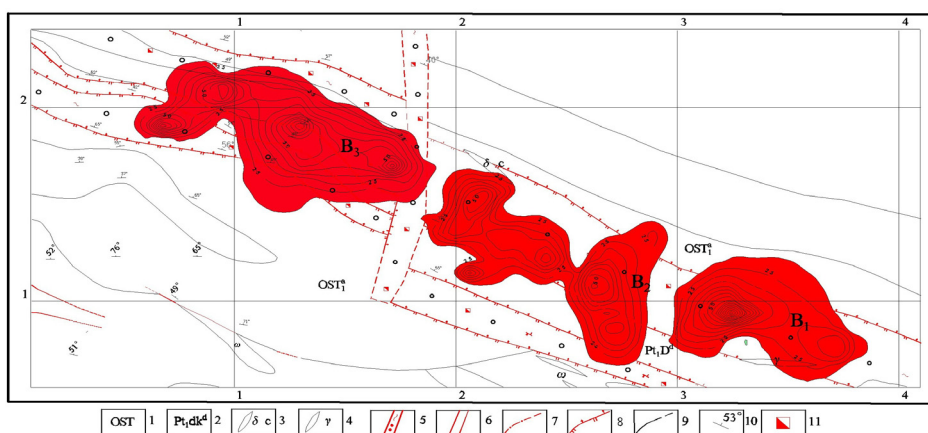


图 3 青海省查查香卡 C 地区氩浓度异常图

1—奥陶-志留系滩洞山群；2—黑云斜长片麻岩、云母石英片岩；3—闪长细晶岩脉；4—花岗岩脉；5—砂化糜棱角砾岩带；6—构造破碎带；7—实测及推测断层；8—逆断层；9—实测及推测地质界线；10—岩层及构造产状；11—赤铁矿化

2.3 青海省乐都县查查香卡 C 地区

C 地区，位于柴达木陆块东北缘，受柴达木北缘、鄂拉山构造带影响，形成了区内构造形迹的复杂化和多样化，为铀、多金属成矿提供了有利的导矿和容矿空间。区内矿化受 F₁₀ 构造断裂带控制，呈北西向展布，特别是与北东向断裂叠加部位是成矿的最有利地段。同时和铀、钍相伴生的元素，如铈、钽、金等元素的成矿性较好。

通过开展氩浓度累积和能谱测量，经过数值比对分析处理之后，如图 3 所示，氩浓度异常带呈北西向沿 F₁₀ 构造断裂带展布，宽约 100~500m，长约 3.5km，尤其是北西向和北东向两组断裂的交汇

节点部位是异常的主要赋存部位。通过槽探和钻探查证，该异常带见到了较好的铀、钍、稀土等成矿显示(刘林等，2014)。

3 结论

氩及子体累积测量法直接能反映控矿断裂及铀矿化信息，尤其氩浓度异常高晕圈部位，直接反映了铀矿体赋存空间。通过氩浓度与能谱 U 道含量比值数据处理，可弱化浅地表矿化的影响，突出深部矿化及隐伏矿体信息。

参 考 文 献 / References

刘林, 陈擎, 姜汉生等. 2014. 青海省乌兰县查查香卡地区铀多金属矿预查. 孙圭, 赵致和, 等. 1998. 中国西北部铀矿地质, 内部资料.

耿海军, 郭长林, 姜汉生, 等. 2014. 内蒙古阿拉善右旗新井—碱井地区 1:5 万铀资源潜力评价.