

# 活性炭吸附测氡所揭示的钙结岩型铀矿化信息

柯丹<sup>1,2)</sup>, 顾大钊<sup>1,2)</sup>, 王勇<sup>1,2)</sup>, 宋亮<sup>1,2)</sup>, 吴国东<sup>1,2)</sup>

1) 核工业北京地质研究院, 北京, 100029;

2) 中核集团铀资源勘查与评价技术重点实验室, 北京, 100029

氡气测量作为一种核地球物理勘查方法, 自 19 世纪 20 年代被应用于铀矿勘查以来, 在铀矿勘查 (吴慧山等, 1995; 谈成龙, 2003; 刘汉彬等, 2008)、金属矿勘查 (姚锦其等, 2009)、油气勘探 (董自强等, 1999; 尹兵祥等, 2002)、断层定位 (王诗东等, 2011) 和灾害预防 (杨建军等, 2008; 邓居智等, 2008) 等诸多方面均得到了应用。在浅覆盖区的铀矿勘查中, 氡气测量是一种较为直接、简便和经济的方法。

钙结岩型铀矿是 20 世纪 70 年代发现的一种埋藏较浅的铀矿, 它是含铀水在钙结岩中由于蒸发作用浓集沉淀而形成的。目前世界上具有工业开采价值的钙结岩型铀矿床主要有西澳大利亚的 Yeelirree、Lake Maitland 以及纳米比亚的 Langer Heinrich 等矿床。虽然在我国西北某些地区的钙结岩中发现了放射性异常, 但工业开采价值不大。通常钙结岩型铀矿品位较其他类型铀矿偏低, 但由于其埋藏较浅、便于开采, 因此在当前铀价处于低谷的时期, 具有较好的经济价值。

## 1 活性炭吸附测氡

铀矿勘查中氡气测量的主要对象是 <sup>222</sup>Rn, 它是 <sup>238</sup>U 的直接子体 <sup>226</sup>Ra 衰变的中间产物。活性炭吸附测氡就是通过探测土壤中 <sup>222</sup>Rn 在衰变成 <sup>214</sup>Pb 和 <sup>214</sup>Bi 的过程中释放出的  $\gamma$  射线的强弱, 来计算氡气的浓度。活性炭吸附测氡方法采用的活性炭具有发达的微孔结构和极高的比表面积, 是一种良好的氡气吸附材料 (邱元德等, 1996)。此次野外测量时, 将装有 25g 活性炭颗粒的小瓶埋置在深度 40~50cm 的坑中, 7 天后将其取出, 采用 HD-2003 型活性炭测氡仪进行测量便可以得到土壤氡气浓度。该方法

具有经济、简便、重复性好等优点, 且在现场就能获得测量数据。

## 2 研究区地质概况

研究区为纳米比亚达马拉造山带次级构造单元中央带南部的欢乐谷地区 (图 1), 位于北东向 Omaruru 断裂和 Okahandja 断裂夹持区域 (陈金勇等, 2013; 王生云等, 2013)。欢乐谷地区北部为基岩出露区, 主要为强烈变形的片麻岩、片岩、大理岩、变质砂岩以及侵入岩 (白岗岩、花岗片麻岩和同构造斑状花岗岩) 等, 南部基本为第四系沉积物覆盖区。区内多期次的富铀花岗岩, 可以为钙结岩型铀成矿提供铀源。

研究区内已发现的钙结岩型铀矿物以次生六价铀矿物 (主要为钾矾铀矿) 为主, 矿体埋深最浅处不足 2 米, 最深处也仅为 10 余米, 矿体平均品位为 0.02% 左右。

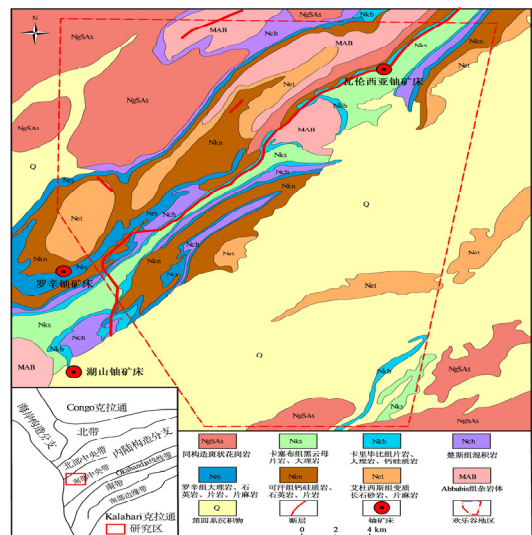


图 1 纳米比亚欢乐谷地区地质简图 (据陈金勇, 2013)

注: 收稿日期: 2015-2-28; 改回日期: 2015-3-14; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 柯丹, 男, 1981 年生。博士, 高级工程师, 矿产普查与勘探专业。Email: kedan1125@126.com。

### 3 氦气浓度分布特征

测区土壤氦气浓度范围为 1330~24460Bq/m<sup>3</sup>, 在东部和西南角各有一处氦气异常, 其他地段的氦气浓度均。其中东部的氦气异常呈 NNE 走向、面积约为 3km<sup>2</sup>, 其分布范围与已知钙结岩型铀矿体的范围吻合较好(图 2), 表明活性炭吸附测氦方法在该区寻找钙结岩型铀矿具有较好的应用效果。西南部氦气异常呈 NE 走向、面积约为 5km<sup>2</sup>, 氦气浓度最高达 23020 Bq/m<sup>3</sup>, 该异常地段目前尚没有开展钻探工作, 经地质探槽揭露, 发现了次生铀矿物, 探槽内伽马能谱铀含量达到了 500×10<sup>-6</sup> 以上。因此, 推断此处氦气异常是由钙结岩型铀矿化引起的, 为地质找矿工作提供了较好的线索。

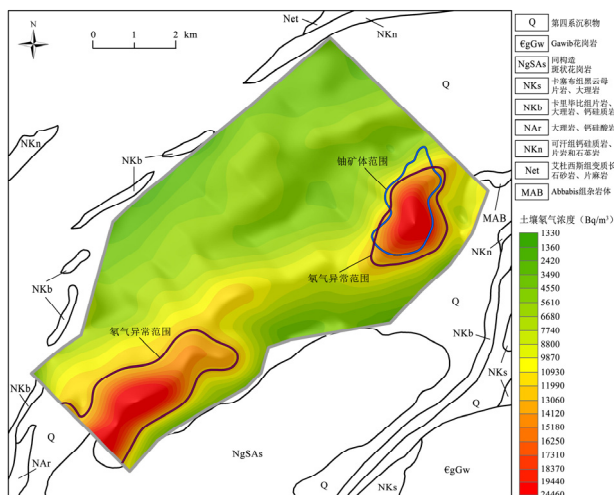


图 2 研究区活性炭吸附测氦成果图

### 4 结论与讨论

在纳米比亚欢乐谷地区南部的应用结果表明, 活性炭吸附测氦方法在揭示钙结岩型铀矿化信息方面是有效的, 能够较好地反映钙结岩铀矿化的分布范围。

虽然我国目前尚未发现具有工业开采价值的钙结岩型铀矿床, 但在西北等地区存在着大面积的干旱、半干旱地区。这些地区气候干燥、雨水较少、风沙较大, 具备合适的铀源区, 因此具有较大的钙结岩型找矿前景。特别是在我国西北荒漠区已经发现了许多航空和地面放射性异常, 但由于工作程度较低, 尚未实现找矿突破, 但随着我国铀矿找矿工作的进一步推进, 在当前铀价处于低谷的时期, 寻找埋藏浅、易开采的铀矿床势必会成为主要的找矿方向之一。因此, 活性炭吸附测氦等经济、有效的放射性测量方法也必将发挥更多的作用。

### 参 考 文 献 / References

- 陈金勇, 范洪海, 陈东欢, 顾大钊, 王生云. 2013. 纳米比亚欢乐谷地区白岗岩型铀矿物特征研究. 地质论评, 59 (5): 962~970.
- 邓居智, 叶树林, 刘庆成. 2008. 氦及其子体测量方法在滑坡勘查中的应用研究. 地质与勘探, 44 (1): 113~116.
- 董自强, 宋立中, 王娜, 杜怀旭, 赵家宏. 1999. 土壤测氦在油气勘探中的应用及其成效分析. 石油学报, 20 (2): 35~38.
- 刘汉彬, 金贵善, 尹金双, 李振涛, 张纪文. 2008. 土壤氦测量在马家滩—新上海庙地区砂岩型铀矿勘查中的应用. 世界核地质科学, 25 (3): 104~109.
- 邱居德, 童运福. 1996. 活性炭法在川北砂岩型铀矿勘探中的应用. 成都理工学院学报, 23 (2): 113~116.
- 谈成龙. 2003. 当今测氦方法及设备面面观. 世界核地质科学, 20 (4): 213~223.
- 王生云, 范洪海, 陈金勇, 顾大钊, 陈东欢, 高阳, 聂江涛. 2013. 纳米比亚欢乐谷地区斑状花岗岩成因及构造背景. 世界地质, 32 (4): 773~782.
- 王诗东, 虞先国, 李怀良, 葛宝. 2011. 氦气测量法—高密度电法在断层定位中的应用. 地学前缘(中国地质大学(北京); 北京大学), 18 (2): 315~320.
- 吴慧山, 周镭庭, 李瑾明, 于铭强等. 1984. 放射性测量新技术(第二集). 北京: 地质出版社, 242~245.
- 杨亚新, 吴雅梅, 吴信民, 陈越, 吴烈勤, 郑勇明, 张叶. 2007. 应用氦气测量和土壤天然热释光测量推断花岗岩型铀矿含矿部位—以下庄花岗岩型铀矿田为例. 铀矿地质, 23 (3): 177~181, 192.
- 杨建军, 申燕, 刘鸿福. 2008. 测氦法和瞬变电磁法在探测煤矿采空区的应用. 物探与化探, 32 (6): 661~664.
- 姚锦其, 赵友方. 2009. 氦气测量在栗木锡铋钼矿外围的找矿效果. 物探与化探, 33 (3): 286~289, 293.
- 尹兵祥, 王南萍, 刘洪涛. 2002. 氦测量在油气勘探中的应用. 石油大学学报(自然科学版), 26 (2): 23~25.