

土壤天然热释光法在相山火山岩型铀矿床中的应用

许军才¹, 黄临平¹, 刘庆成¹, 董业才¹, 魏海¹, 龙期华²

(1. 东华理工学院, 江西 抚州 344000; 2. 核工业 270 研究所, 江西 南昌 330200)

摘要:介绍了天然热释光法在火山岩铀矿床上的应用效果,表明矿体上方热释光异常较大,无矿区域异常较小,矿体的分布范围与高值异常范围一致,还发现在一些构造薄弱带、裂隙、断层处出现大的异常,试验证明土壤天然热释光测量可以为评价火山岩铀资源提供线索。

关键词:土壤天然热释光法;热释光异常;火山岩铀矿床

中图分类号:P631.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-8918(2005)03-0224-03

江西省内铀矿床数占华东铀矿床总数的 86% 以上,江西省火山岩型铀矿储量占华东铀矿储量的 45% 以上(铀矿品位大于 0.3% 的铀矿床几乎全部为火山岩型铀矿)^[1],其中的相山矿田是我国最主要的铀矿资源基地之一。相山矿田的勘探及研究程度较高,但这一地区深部地质情况复杂,工作程度相对差些,因此有必要作进一步研究和资源评价工作^①。穿透能力较强的土壤天然热释光法是寻找隐伏砂岩型铀矿床较好的方法之一,最近在花岗岩型铀矿也取得了较好的应用效果,对于受到火山界面控制的火山岩型铀矿体应用效果如何呢?所以我们采用了土壤天然热释光方法对火山岩型铀矿进行试验性工作,希望能达到攻深找盲的目的。

土壤天然热释光方法是指采集地表一定深度的土壤或砂样品,用高灵敏度的热释光测量装置测量样品中天然矿物在漫长的地质年代内长期接受放射性核素,尤其是氡及其子体的辐射而产生的热释光强度进行找矿的一种方法^[2]。作为累积测氡方法的土壤热释光测量,由于采用土壤矿物中的晶体矿物作为热释光探测器,所以测量由铀矿体释放的氡气形成的微弱天然辐射场,具有测量时间长、灵敏度高、短期干扰因素(气象等)小等特点,而且土壤天然热释光测量方法是一种经济、快速、有效的方法,在铀矿找矿中具有很好的应用前景^[3]。

1 机理

土壤和砂中含有大量的石英(SiO_2)和方解石

(CaCO_3)等结晶矿物,它们具有半导体性质,这些结晶矿物都是天然的热释光探测器。当晶体受到射线相互作用后,产生电离和激发,使晶体价带中的电子获得足够的能量游离出来,上升到导带,在价带中剩下空穴,被电离激发的电子和空穴在亚稳态能级分别被晶体中的缺陷所俘获(激发),处于亚稳态能级上的电子和空穴在无外源激发的环境下,可以长时间滞留在缺陷中。随着时间的积累,辐射剂量增加,被缺陷俘获的电子和被电离激发的空穴数量增加,所以在线性剂量范围内晶体热释光的发光量与所接受的辐射剂量成正比^[4]。当把样品加热到一定温度,矿物晶体缺陷中的电子、空穴将会被释放出来,这样测量加热状态下样品的热释光强度就可以研究空间天然辐射场的分布,寻找铀矿床^[2]。由于矿物晶体累积记录天然辐射的时间很长,热释光测量的异常重复性很好,能够反映较弱的异常信息,图 1 是本项目中随机抽样 2 次测量的结果。

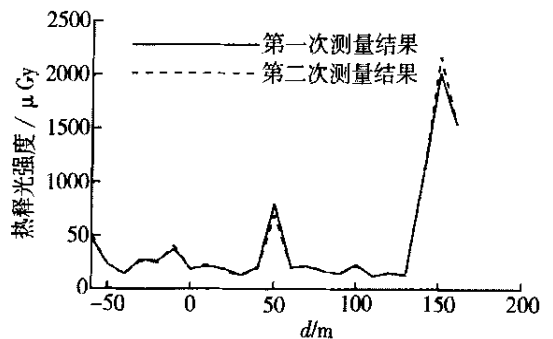


图 1 邹家山土壤天然热释光重复测量剖面

① 魏祥荣, 黄临平, 张鸿, 等. 江西省乐安县相山西部书塘地区铀资源潜力评价工作报告. 核工业 270 所项目设计书. 2003.

收稿日期 2004-12-07

基金项目 国土资源部地质局基金项目(200328)资助

2 测量方法

(1)野外取样。野外取样按照土壤地球化学规范(DZ/T0145-94)的要求进行^[5],土壤样品应取剖面 B 层的土壤 根据需要选择合适取样点距离。

(2)室内测量。将野外采集回来的样品在室温下进行自然风干(注意当样品过湿时不可在太阳下晒干) 再将样品研碎 过 80 目筛后 要求选择最优的测量参数^[6] 用高灵敏度的热释光测量仪器测量样品的热释光强度 使得测量结果达到最佳。

3 异常解释

3.1 相山地质背景

相山矿田在大地构造位置上属于华南板块 ,正处于华南加里东造山带中走滑构造体系内德兴—遂川深大断裂带附近。该断裂对相山铀矿田成矿起着重要作用。工作区附近的矿床主要有 邹家山矿床、平顶山矿床、书塘矿床、居隆庵和李家岭矿床等 这些矿床总体上受德-遂断裂次构造——邹石断裂的控制 ,容矿大部分在地层组间界面、塌陷构造变陡部位及构造裂隙发育部位^①。

我们选择了邹家山铀矿区 57 勘探线作为试验剖面(图 2)。57 勘探线是一条已知勘探线 ,前人已经对该地做了大量工作。该地段的地层为侏罗系上统打鼓顶组和鹅湖岭组。下部打鼓顶组下段(J_3d^1) 灰绿色熔结凝灰夹层薄层砂岩等与基底呈角度不整合接触 ,其上段(J_3d^2)以灰紫色、灰红色流纹英安岩为主 ,与下段地层呈不整合接触。鹅湖岭组下段(J_3e^1)为凝灰岩、弱熔结凝灰岩薄层 ,上段(J_3e^2)为灰色、灰白色碎斑熔岩等 ,为相山破火山口的主体岩性 ,其与下伏岩层(J_3d^2)呈平行不整合接触。总的来看 ,岩层之间都为不整合接触关系 ,值得注意的是

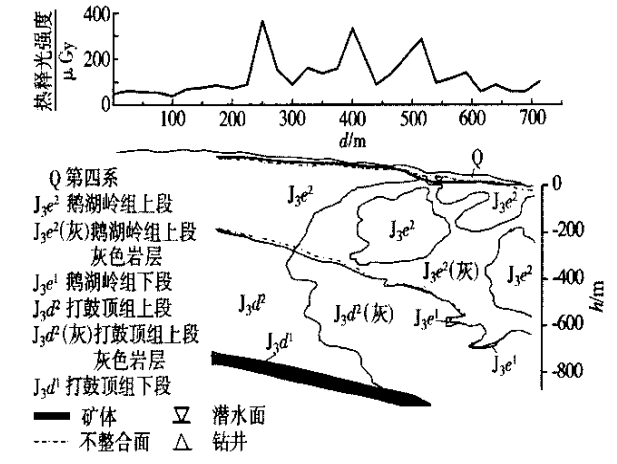


图 2 邹家山铀矿床 57 勘探线土壤天然热释光测量剖面

从灰色碎斑熔岩与周围岩石的接触关系 ,明显存在熔岩通道于其中 ,并能在地表看到熔岩通道的出口。

3.2 异常分析

(1)异常的确定按照勘查地球化学常规方法的确定原则 ,将异常分为高值异常和低值异常。对于该异常区段的划分大体分为 1 个高值异常区和 2 个的低值区。高值异常区位于 200 ~ 550 m 处 2 个的低值区 :前一个分布在 0 ~ 200 m 处 ,后一个分布在 550 ~ 715 m 处。

(2)高值异常区又分为 3 个部分 ,每个部分有一个极大值点 ,它们的分布区间分别是 200 ~ 300 m ,300 ~ 450 m ,450 ~ 550 m。分布在 200 ~ 300 m 与 450 ~ 550 m 区间的异常突出 ,形态相似 ,幅值高 ;而分布在 300 ~ 450 m 区间的异常总体趋势与前 2 个异常一致 ,所不同的是在 325 m 处产生了次一级的峰值。

(3)根据区间的测点统计知 ,0 ~ 200 m 和 550 ~ 715 m 低值异常区间共有 16 个测点 ,200 ~ 550 m 高值异常区间共有 12 个测点。

(4)通过计算可以得出低值异常区间和高值异常区间热释光强度平均值 ,对于低值异常区间 ,其平均值为 73.21 μGy ,高值异常区间热释光强度的平均值为 173.47 μGy。

(5)高值异常区 3 个小区间 ,各存在一个极大值点 ,3 个极大值点分别为 366.2、330.575、285 μGy ,极值点从大变小 ,它们的连线向下倾斜。

3.3 认识

从以上的数据分析和土壤天然热释光法剖面图我们不难看出 :

(1)铀矿体位于侏罗系上统打鼓顶组下段 ,其分布范围正处于高值异常区内 ;相反两边的低值异常区间却位于非矿区。

(2)高值异常区间热释光强度平均值远大于低值异常区间的 ,而矿体的分布范围又与高值异常区对应 ,也就是说矿体上方的热释光强度异常值大。

(3)铀矿体是向下倾斜的 ,而极大值连线也是向下倾斜 ,所以它们的倾斜方向是一致的 ,至于极大值点连线与矿体的倾斜是否存在这样关系还有待于进一步探究。

(4)值得注意的是上面所述的高值异常区第 3 个异常正对着在地表熔岩通道的出口 ,这一异常应该是由它引起。在一些构造薄弱带或者裂隙、断层

① 魏祥荣 ,黄临平 ,张鸿 ,等。江西省乐安县相山西部书塘地区铀资源潜力评价工作报告。核工业 270 所项目设计书。2003。

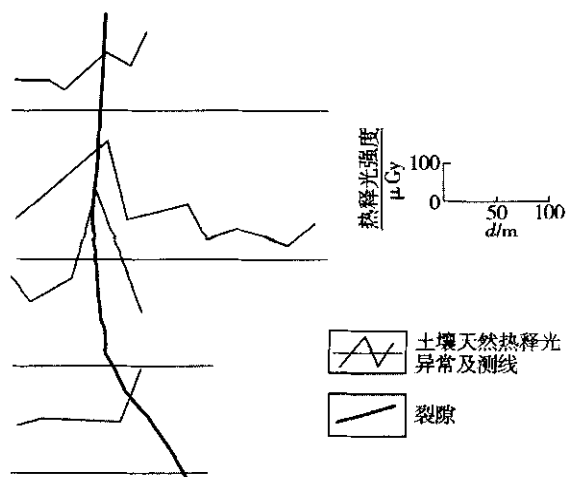


图3 土壤天然热释光测量平面剖面

处往往出现较大的热释光异常峰值,图3(本项目测区截取的一小部分)示出了相山矿区某条裂隙的发育部位(粗线)。由于这种规律性的存在,我们就可以发现控矿构造(组间界面、塌陷构造变陡部位、构造裂隙发育部位),这对评价该地区的火山岩铀资源有着重要的意义。

4 结论

土壤天然热释光测量方法是一种经济、快速、有效的方法,而且具有测量时间长、灵敏度高、短期干扰因素(气象等)小等特点,所以热释光测量的异常重复性很好。本次试验中,使用土壤天然热释光法对火山岩型铀矿进行了尝试。结果显示,高值异常区与矿体分布范围能很好地对应起来,矿体上方异

常较大,无矿区域异常较小,但在铀矿体头部和尾部方向并没有什么异常特征。在可地浸砂岩型铀矿床上方可以形成清晰的低值异常,在铀矿体头部和尾部方向形成高值异常,这一点与以前接触到的砂岩型铀矿所见到的有所不同,希望引起注意。同时,还发现在一些构造薄弱带或者裂隙、断层处出现大的峰值,这对发现控矿构造十分有利。在土壤天然热释光平面剖面图中,从试验结果可以看出一些构造线很明显经过高值点的,但不能确定高值点位置一定有构造经过,因而需要综合考虑各因素,要与该处具体的地质情况相联系起来进行合理的解释。总之,土壤天然热释光测量可以为评价该地区的火山岩铀资源提供一定的线索和依据。

参考文献:

- [1] 毛孟才. 江西火山岩型铀矿成矿特征及找矿前景[J]. 资源调查与环境, 2003, 24(2): 96-100.
- [2] 刘庆成, 杨亚新, 万骏, 等. 土壤天然热释光测量在可地浸砂岩型铀矿找矿中的应用[J]. 铀矿地质, 2002, 18(2): 118-121.
- [3] 刘庆成, 邓居智, 杨亚新. 可地浸砂岩型铀矿床上土壤热释光异常特征[J]. 物探与化探, 2002, 26(4): 287-289.
- [4] 王南萍, 侯胜利, 刘海生. 二连盆地第四系沉积物天然热释光特征及其找矿意义[J]. 物探与化探, 2002, 26(4): 258-263.
- [5] 吴信民, 刘庆成, 杨亚新. 土壤天然热释光法在下庄铀矿田找深隐伏矿床中的试验研究[J]. 物探与化探, 2003, 27(5): 338-340.
- [6] 王南萍, 王平, 侯胜利. 第四纪沉积物天然热释光测量方法技术研究——山东草桥油田研究实例[J]. 地学前缘, 2003, 10(1): 205-211.

THE APPLICATION OF SOIL THERMOLUMINESCENCE TO THE STUDY OF THE XIANGSHAN VOLCANICS TYPE URANIUM DEPOSIT

XU Jun-cai¹, HUANG Lin-ping¹, LIU Qing-cheng¹, DONG Ye-cai¹, WEI Hai¹, LONG Qi-hua²

(1. East China Institute of Technology, Fuzhou 344000 2. No. 270 Institute of Nuclear Industry, NanChang 330220)

Abstract: Soil natural thermoluminescence survey with very good repeatability can be used in exploring deep deposits. The tentative application of soil natural thermoluminescence survey to a volcanics type uranium deposit is presented in this paper. The result shows that obvious anomalies exist above orebodies, and weak anomalies are above barren bodies. Strong anomalies are also found in some of structure zones, fractures and faults. Important clues can be detected through using the soil thermoluminescence survey for evaluating volcanics type uranium resources.

Key words: soil natural thermoluminescence; thermoluminescence anomaly; volcanics type uranium deposit

作者简介: 许军才(1980-)男,安徽人,硕士,从事应用地球物理方向教学与科研工作,主要研究方向为应用地球物理反演方法理论、综合地球物理数据处理、三维成像可视化、科学计算可视化,公开发表论文5篇。