文章编号:1006-544X(2003)01-0026-05

多种新方法寻找隐伏铀矿床的试验研究

文雪琴[1]，罗先熔[1]，邵 飞[2]，庞保成[1]，杜建波[1]，张 鸿[2]

（1. 桂林工学院 资源与环境工程系，广西 桂林 541004；2. 中国核工业总公司270研究所，江西 南昌 330000）

摘 要：在铀矿成矿区进行了以地球电化学测量法、土壤离子电导率和土壤吸附相态汞测量的综合找矿试验研究. 在进行地球电化学提取法中发现利用稀硝酸作为提取液比用稀王水作为提取液提取的效果好. 在找矿预测中发现了二处具有找矿前景的多种方法组合异常：已知矿床（70号矿床 Ⅰ－Ⅰ’剖面）深部可能存在隐伏铀矿体；未知区（$P-P'$剖面）也可能有埋藏深度不大的隐伏铀矿体.

关键词：铀矿床；多种方法；找矿研究；江西

中图分类号：P632.1 **文献标识码**：A

本次工作选择了已知矿和未知矿各一条剖面进行对比研究. 已知矿剖面长度为500 m，未知矿剖面长度为1 000 m，共计1.5 km，采集土壤离子电导率及土壤吸附相态汞测量样品各87个，采集地球化学测量样品137个.

1 矿区地质概况

盛源盆地位于江西省溪县县城以南，面积约300 km^2，形态似桃形，根据物探资料，盆地基底由东部、南部及西部自盆地中心逐渐加深.

盛源盆地的性质为火山沉陷盆地，它的基底主要为震旦系的片麻岩、千枚岩、变质砂岩等，局部为上三叠统的砾岩、砂岩、粉砂岩、页岩夹煤系地层，其次为加里东期与燕山早期的花岗岩. 盖层为上侏罗统的流纹质熔结凝灰岩、凝灰岩、粉砂岩与页岩互层、砂岩和砂砾岩等，安山岩和安山-玄武岩较少，盖层沿盆地边缘分布，产状倾向盆地中心. 盆地中心及其北部主要出露白垩系红色砂岩. 上层覆盖物为第四系堆集物，厚度从几米到十几米.

盛源盆地的构造主要表现为几组长断裂，其中盆地东部有一条NE向断裂，贯穿盆地基底与盖层，在盆地西部边缘，有一组NNE向断裂，以致震旦系变质岩逆冲隆起并逆掩于J_3-K_1f地层之上. 盆地北部为近东西向的信江断陷带，其次为NW向的断裂. 盆地未见环状和放射状构造，也未见晚期侵入体.

盆地内目前已发现60，65，70号等3个铀矿床，十几个铀矿化点，并有众多矿化线索. 60矿床位于盆地东部，含矿地层为上侏罗统鹅湖岭组第二段（J_3e^2）凝灰质砂岩、粉砂岩、砂页岩、沉凝灰岩等，上覆地层为上侏罗统鹅湖岭组第三段（J_3e^3）砂质岩，下伏地层为上侏罗统打鼓顶组第三段（J_3e^3）粉砂岩. 65、70矿床位于盆地的西部，矿床受65～70推覆体控制，该推覆体面积约3～4 km^2，由上侏罗统火山碎屑沉积岩系组成，主要岩性为流纹质熔结凝灰岩、凝灰岩及与其互层的粉砂岩、砂岩和砂砾岩. 推覆体的下部为震旦系石英云母片岩. 铀矿化发生于上侏罗统打鼓顶组第二段（J_3d^2）的球泡熔结凝灰岩、凝灰岩顺层挤压形成的破碎带或断层内，含矿层的上下部层位为紫红色砂岩. 矿体形态为似层状、

收稿日期：2002-05-23；修订日期：2002-09-06

基金项目：中国核工业270研究所资助项目.

作者简介：文雪琴（1974-），女，山西吕梁人，硕士研究生，地球化学专业.

透境状、或成群出现呈边幕式排列，矿体产状与岩层产状一致. 矿床类型为火山岩型铀矿. 矿床矿石矿物中铀矿物有沥青矿、铀石和钛铀矿、铜铀云母、钙铀云母等，金属硫化物有胶硫钼矿、辉钼矿、黄铁矿等；脉石矿物有石英、黄玉、水铝氟石、萤石、磷石等.

2　找矿可行性试验

本次工作使用的研究方法包括地电化学提取测量[1]、土壤离子电导率测量法、吸附相态，汞测量法. 为了检验这些方法对于寻找隐伏铀矿床的有效性，特选择已有工程控制的 70 号矿床 Ⅰ－Ⅰ′ 剖面进行试验.

2.1　地电化学提取法

在同一剖面上，分别用硝酸提取液、王水提取液和双组合电极方法（以硝酸为提取液）进行成矿离子提取. 采用民用电作供电电源，经过整流器整流，直流电供电电压为 220 V，供电电流为 1 A，供电时间 48 h，提取样品送江西核工业地质局测试研究中心分析 U、Mo 两个元素.

2.1.1　*硝酸提取液*　从硝酸提取液地电异常图（图 1a）看出，在 2 ~ 12 点号之间具有明显的 U 和 Mo 异常，U 的异常强度为 12×10^{-6} ~ 49×10^{-6}，异常高出背景（5×10^{-6}）2 ~ 9 倍，异常宽 180 余 m；Mo 的异常强度为 15×10^{-6} ~ 49×10^{-6}，异常高出背景（5×10^{-6}）3 ~ 9 倍，异常宽 240 余 m. U 与 Mo 异常同步出现在剖面的 0 ~ 12 点之间，两者的最高异常均位于 11 号点，二者的吻合程度十分完好，异常较清晰指示了隐伏矿体的赋存部位. 而且从异常的分布特征来看，异常在矿体的上盘更为发育，因此推测该已知矿体应该继续向深部延伸，只是尚未被工程所控制.

另外在 14 ~ 22 号点之间，测出强度为 20×10^{-6} ~ 114×10^{-6} 的 Mo 异常，异常高出背景 4 ~ 22 倍，异常宽约 160m，在该区段同样测出 10×10^{-6} 的低缓 U 异常，根据异常形态及走向，并考虑到已知矿体的产出形态，推测在 Mo 异常的极高区深部，有异常形态及走向，并可能存在已知铀矿体的侧向雁行排列式的隐伏铀矿体.

2.1.2　*王水提取液*　王水提取液地电异常（图 1b）所示，在 0 ~ 8 号点之间测出了 3 个明显的峰值 Mo 异常，峰值分别为 94×10^{-6}，30×10^{-6} 和 80×10^{-6}，另外 15 ~ 16、19 ~ 20 号点之间测出 2 个明显的 Mo 异常，与硝酸提取液中的 Mo 异常出现的位置相吻合，全线 U 含量都较低，最大值为 7.1×10^{-6}.

2.1.3　*双组合电极方法（以硝酸为提取液）*　测试结果（图 1c）表明在 0 ~ 13 号点之间 U 和 Mo 都出现幅度不大的异常；14 ~ 22 号之间 Mo 出现多处高异常，U 也有一处出现明显的高异常（该点 Mo 异常为最大值）.

综上所述，在已知矿体上方，以上 3 种地电提取方法都表现出明显的示矿异常，而在已知的矿体上盘无矿体地段，采取的3种提取办法都测

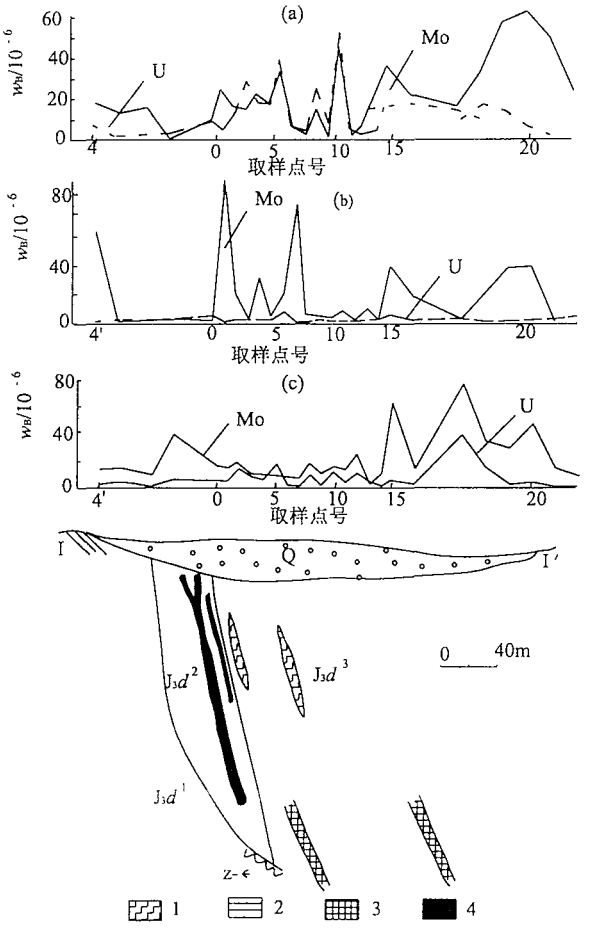


图 1　江西盛源盆地艾门村已知剖面（Ⅰ－Ⅰ′）硝酸提取液（a）与王水提取液（b）及双组合电极法（c）地电异常剖面图

Fig. 1　Cross - section Ⅰ - Ⅰ′ of anomalies of the electro - extraction of aqua fortis(a) and aqua regia(b) and multi - series electrode(c) Jiangxi

Q—第四系；J_3d^1—紫红色砂砾岩、粉砂岩；J_3d^2—紫灰色晶屑－玻屑凝灰岩；J_3d^3—紫红色粉砂岩；Z－∈—震旦—寒武系；1—流纹岩；2—凝灰岩；3—推测矿体；4—铀矿体

出了明显异常，因此，推测在该地段的深部存在与已知矿体呈雁形排列的隐伏矿体.

2.2 土壤离子电导率法

此方法的实质是通过测定样品中的多种成晕离子的电导率来达到寻找隐伏矿床的目的[2]. 如图2a中所示，整条剖面测出的异常不太明显，仅在剖面的3号点测出4 μs/cm的单点高值异常，该位置正是已知矿体头部投影位置.

2.3 土壤吸附相态汞测量法

测量结果（图2b）表明，在异常的1～4、5～7、11～12、16～20等地段均出现强度不等的Hg量异常，1～4号点测出的Hg量异常与土壤离子电导率异常相吻合，其它地段出现的异常与地电提取U，Mo异常位置相吻合.

从以上对已知矿床的多种方法试验研究可知，地电化学提取方法中硝酸和王水提取液对Mo的提取效果相同，而对U来说，硝酸的提取效果比王水好得多，且硝酸提取液地电法所反映的异常明显、清晰（这主要是因为，硝酸可与铀反应生成硝酸铀，而王水与铀反应没有明显变化）. 因此，可用此方法进行隐伏铀矿床的找矿预测研究.

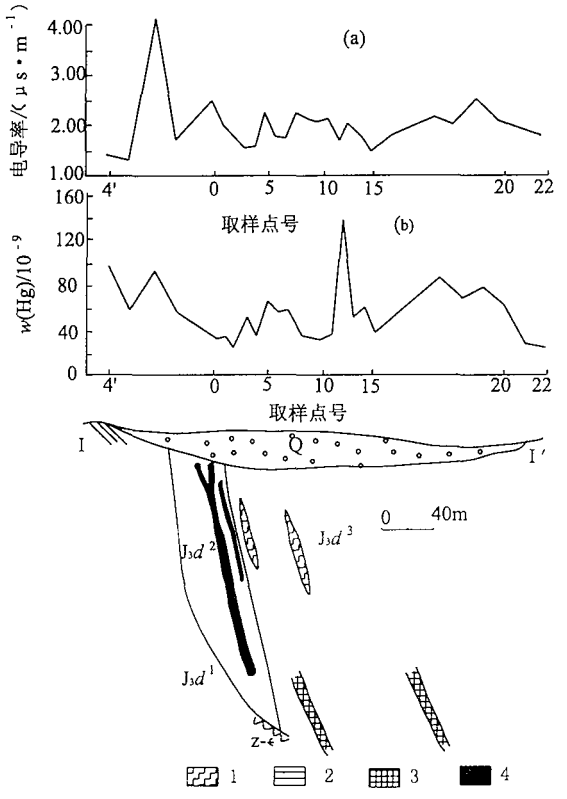


图2 江西盛源盆地艾门村已知剖面（Ⅰ－Ⅰ'）电导率异常（a）与土壤离子吸附相态汞异常（b）剖面图

Fig. 2 Cross-section Ⅰ－Ⅰ' of anomalies of electrical conductivity (a) and the mercury aborbeded in soil ionic (b) in Jiangxi

图例同图1

土壤离子电导率法和土壤吸附相态汞测量法，对已知矿体都有不同程度的反映，可作为地电提取的辅助方法综合用于找矿预测.

3 未知区找矿预测

按照270研究所项目组的安排，在江西盛源盆地石岭—崔家选定一条1 000 m的剖面（编号为$P-P'$剖面），开展地球电化学提取、土壤离子电导率及土壤吸附相态汞测量找矿预测研究.

3.1 地电提取异常分布及特征

$P-P'$地电提取异常剖面上，U和Mo在整条剖面上表现出非常一致的异常形态特征（图3a），只是浓度有所不同，所有测点，Mo比U的含量都高. 整条剖面上有3个异常区：Ⅰ位于剖面的1～5号测点之间，U的异常强度为15×10^{-6}～47×10^{-6}，异常高出背景3～9倍，最高异常值47.7×10^{-6}出现在剖面的3号测点；Mo的异常强度为39×10^{-6}～201×10^{-6}，异常高出背景3～20倍，最高异常值201.1×10^{-6}出现在剖面的3号测点，综合异常宽100 m. Ⅱ位于剖面的9～18号测点之间，U的异常强度为43×10^{-6}～94×10^{-6}，异常高出背景8～18倍，最高异常值94.48×10^{-6}，出现在剖面的17号测点. Mo的异常强度为20×10^{-6}～508×10^{-6}，异常高出背景宽为40 m，Mo的异常宽为180 m，综合异常的浓集区在剖面的17～18号测点. 25号点为弱异常，异常值U为10.1×10^{-6}，Mo为49.1×10^{-6}.

3.2 土壤离子电导率

整条剖面上，电导率（图3b）呈波状起伏，没有众数很大的背景，没有明显的异常.

3.3 土壤吸附相态汞异常分布及特征

测出了2个明显的土壤吸附相态汞异常（图3c）. 第1个Hg量异常位于剖面的1～5号测点，异常强度为23×10^{-9}～$1\ 472\times10^{-9}$，异常高出背景2～8倍，最高异常值137.49位于剖面的5号测点，次高异常值72.5位于剖面的17号测点. 第2个Hg量异常位于剖面的14～21号测点，异常强度为23×10^{-9}～$1\ 472\times10^{-9}$，异常高出背景值$1\ 472.65\times10^{-9}$位于剖面的17号测点.

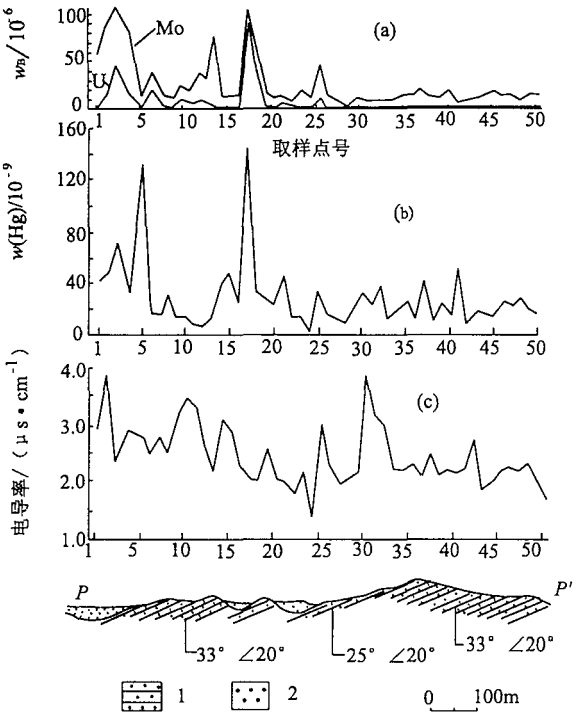


图3 江西盛源盆地石岭—崔家未知剖面（$P-P'$）硝酸提取液地电异常（a）及土壤离子电导率（b）、土壤吸附相态汞异常（c）剖面图

Fig. 3 Unknown section of anomalies of the electro - extraction of aqua frica (a) and the soil ionic conductivity (b) and the mercury absorbed in soil (c), Jiangxi

1—含砾砂岩；2—第四系

3.4 异常评价与找矿预测

从以上异常分布研究可以看出，地电提取法中$P-P'$剖面有3个明显的异常显示，U和Mo的峰值分别出现在3号点、17号点和25号点. 土壤吸附相态汞方法中，$P-P'$剖面上也有3个明显的异常，峰值分别出现在3，5和17号点，其中3号和17号异常点与地电法重叠. 所以根据测出的异常强度、规模、吻合程度可将石岭—崔家未知剖面的异常，划分为2个异常靶区.

第1个异常靶区：位于剖面的1～5号测点之间，在该靶区内同时地电提取U、Mo异常、土壤吸附相态汞异常. 3种异常都具有以下共同点：（1）异常强度均高出背景8以上，最大Mo异常（201.2×10^{-6}）高出背景达20倍；（2）异常均有一定规模，综合异常宽度达100余m；（3）高异常区高度集中，最高异常均出现在剖面的3号测点.

第2个异常靶区：位于剖面的9～18测点之间，在该靶区内也同样出现地电提取U，Mo异常、土壤吸附相态汞异常. 3种异常有以下共同点：（1）异常强度大，异常均高出背景18倍以上，最大Mo异常（508.4×10^{-6}）高出背景达50倍，最大Hg异常（$1\,472\times10^{-9}$）高出背景达98倍；（2）异常均有一定规模，其中Mo异常宽度达180余m；（3）高异常区高度集中，最高异常值均出现在剖面的17～18号测点.

尽管这几个异常点都位于第四系洼地的中间，但是不能就此认为异常的出现是岩性差异造成的. 虽然第四系松散沉积物对于异常的出现具有重要贡献，但它只是起放大作用，如果其下部没有异常物质源，则很难形成如此显著的异常，如17号点异常非常高，U为94.8×10^{-6}，Mo为508.4×10^{-6}，Hg为$1\,472.65\times10^{-9}$，3号点异常则比17号点弱. 因此，推测在1～17号点之间区段的地下存在隐伏矿体，矿体产状可能为层状或似层状，倾向与白垩系砂岩产状一致，矿体可能不连续，中间因厚度变薄而断开.

综上所述在上述两个异常靶区内，都是寻找隐伏铀矿的有利部位，特别是在一号异常的3号测点、二号异常的17～18号测点地段是最佳的找矿部位.

4 结 论

（1）利用以地电提取法为主、以土壤离子电导率、土壤吸附相态汞测量为辅的多种方法相结合，寻找隐伏铀矿具有一定的可行性.

（2）利用稀硝酸作为提取液比用稀王水作为提取液提取的效果好.

（3）在找矿预测中发现了二处具有找矿前景的多方法组合异常，即已知矿床（70号矿床Ⅰ－Ⅰ'剖面）深部可能存在隐伏铀矿体；未知区（$P-P'$剖面）也可能有埋藏深度不大的隐伏铀矿体，值得引起高度重视.

参考文献：

[1] 罗先熔. 地球化学勘查及深部找矿［M］. 北京：冶金工业出版社，1996. 134－147.

[2] 费锡铨. 地电提取离子法［M］. 北京：地质出版社，1992. 1－53.

New method study in search of uranium deposit

WEN Xue-qin[1], LUO Xian-rong[1], SHAO Fei[2], PANG Bao-cheng[1], DU Jian-bou[1], ZHANG Hong[2]
(1. *Department of Resources and Environmental Engineering, Guilin Institute of Technology, Guilin* 541004, *China*; 2. *No.* 270 *Institute of CNNC, Nanchang* 330000, *China*)

Abstract: With the new methods of geo-electrochemistry and soil-ion conductivity and the mercury absorbed in soil in uranium deposit, several combined methods of searching hidden uranium deposit are used. The methods can be used in search of hidden uranium deposit. Nitric acid and aqua fortis as extraction to Mo are used. Nitric acid as extraction to U is better than aqua fortis. In prospecting for the deep deposit two places are found with exploration prospect. One lies deep under the known ore bed (section I-I′ore bed 70) where hidden U ore body may exist. The other is the unknown area (section *P-P*′) where exists not much deep ore body.

Key words: uranium; deposit; multi-methods; prospecting ; Jiangxi

科研不是为了当“明星”

在中国，20 年前“做导弹”的不如卖“茶叶蛋”的状况曾使许多知识分子黯然神伤；而在今天，“知识就是价值，科技就是进步”正成为越来越多人的共识。然而，科学不是追名逐利的场所，数载的苦心钻研也不能仅仅是为了一朝成名，万众瞩目。

中国数学学会理事长、中国科学院院士马志明说：“科学研究需要献身精神，它的目的不是成为明星，而是造福人类。”

马志明说，现在中国科技界有很多优秀的年轻人，工作、为人都很出色。但是，由于外部环境的影响，如各种评奖、考察活动等过于频繁，使年轻人不能安心科研，变得越来越浮躁。他说，作为老一辈科学家，我们有责任引导青年一代树立正确的科学观、人生观。现在国家已经意识到了这一点，在科技界搞青年团队，目的就是给青年人创造宽松环境，不让他们整天想着争科研经费、抢这个那个的奖项。

中国科技大学校长朱清时院士告诫青年人：要想成功，必须诚实守信。一个不讲诚信的人，社会是不会接受他的。他说，你必须有肚量去容忍那些“不能改变的事”，有勇气去改变那些“可以改变的事”，而且要有智慧去区别这两类事。

朱校长指出，既要实现自己的宏图大志，又要为国家、为社会做出贡献，是每一名青年学子都要面临的人生课题。他说，只有不断提高综合素质，诚实守信，树立机遇意识，青年人才能在成就自我理想的同时，肩负起时代赋予的光荣任务：为中华崛起而努力奋斗！