

## 用地球化学法寻找隐伏金矿的研究

高锡根 罗先熔 姜红忠 高学生  
(桂林工学院)

**摘 要:** 隐伏矿床的寻找一直是找矿中的一大难题。采取以地电化学提取为主的找矿法来寻找矿区隐伏的矿体。通过对地电化学提取异常和其他方法异常的综合分析确定成矿靶区。证明以地电化学方法为主的找矿方法在西北荒漠戈壁区寻找隐伏矿床是可行、有效的。

**关键词:** 地电化学法; 隐伏矿体; 金矿

**中图分类号:** P622<sup>+</sup>. 3

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1009-5683 (2008) 07-0067-06

随着人们对于矿产资源需求的增加和地表出露矿的日益减少,寻找深部矿以及运积层覆盖下的隐伏盲矿的任务显得日益重要。在西北荒漠戈壁区通过使用以地球电化学测量为主,辅以土壤吸附相态汞测量和土壤离子电导率测量的方法实践证明,在西北荒漠戈壁区寻找隐伏金矿是可行的,为今后在西北荒漠戈壁区寻找隐伏金矿的工作提供了一种新的途径。

### 1 研究区地质概况

该区位于北山断槽带马莲井复向斜的金窝子凸起南部。以 210 金矿床和金窝子金矿床为中心,东西长 8km,南北宽 6km,总面积为 52km<sup>2</sup>,其地理坐标:东经 95°13'42"~95°19'51",北纬 41°35'05"~41°38'52" [1]。研究区褶皱构造为典型的线状紧闭褶皱,主要分布在金窝子岩体以北,依次有 4 个倒转向斜和倒转背斜 (见图 1)。研究区断层主要有三组:

近 SN 向断层分布在金窝子岩体内部; NNE-SSE 向断层分布在金窝子岩体以北地层中; NE-SW 向断层规模较大,表现为线状断裂带和层间破碎带。主要有两条:一条为金窝子金矿床南断层,为逆冲断层;另一条为 210 断裂带,属层间破碎带。是典型的压扭性断层。控制着 210 矿床的主要矿体形态和分布。

研究区出露地层主要为上泥盆统金窝子组,次为第三系、第四系。岩性主要为砂岩,页岩,砾岩,灰岩。研究区岩浆岩主要为海西早期黑云母二长花岗岩、黑云母花岗闪长岩,其次有呈脉状产出的石英闪长岩、细粒白云母花岗岩、伟晶岩及辉绿岩。

### 2 地电化学提取法的基本原理及方法

高锡根 (1972 - ),男,安徽来安县人,在读硕士,工程师,541004 广西桂林市。

该方法的基本原理、方法技术、理论等方面的研究已有系列文章阐述 [1~8],以下只作简单的介绍。

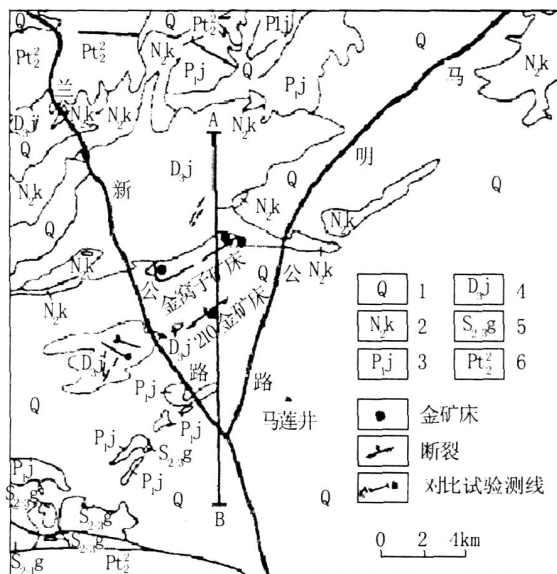


图 1 试验区交通位置及地质概况

1 第四系风积洪积冲积砂 (砾); 2 第三系红色粉砂质泥岩夹砾岩; 3 二叠系砂岩生物碎屑灰岩及硅质岩; 4 泥盆系粗砂岩、流纹质变质凝灰岩、碳质粉砂岩、钙质砂岩及页岩; 5 中下志留系安山质凝灰岩、凝灰质砂岩; 6 大理岩石英岩

地电化学提取法是以地下岩石中的离子动态平衡状态为基础的地球化学方法 [2]。在人工电场的作用下,地下岩石中的离子动态平衡被破坏,促使离子向离子收集器中迁移。经过一定时间后,地下岩石中离子达到新的动态平衡,离子收集器收集到的离子达到饱和状态。于是可以根据收集器收集到的样品 (泡塑) 中成矿离子的含量来判断深部是否有隐伏矿存在,从而达到寻找隐伏矿的目的 [3]。

首先沿剖面布置测点,每隔一段距离设置一个测点,点距根据实际情况选择 (本次工作点距选为 40m),并在每个测点处挖 30~40cm 深的坑,把碳棒

与电池的正负极相连,将接收电极(阴极)置于其中,倒入配置好的 20%硝酸溶液提取液,用挖出的土回埋压紧。通电 48h后断电,挖出接收电极,解开泡塑,最后送实验室分析泡塑所吸附的相关离子<sup>[6]</sup>。

3 找矿可行性试验

采用地电化学提取、土壤离子电导率、吸附相态汞测量等三种方法。为了检验这些方法对寻找隐伏金矿床的有效性,特选择有已知矿体的“剖面进行试验。(测点样号左边为单数,右边为双数)

3.1 地电化学法

3.1.1 Au,Ag异常特征

在图 2剖面上出现 3个 Au和 3个 Ag异常,Au的 3个异常分别在剖面的 11~22,40~62和 80~108#点。其中在 40~62#点的异常连续性好。异常高出背景 1~8倍。80~108区间异常也较好。Ag的 3个异常分别在 3~24,40~62,80~108#。其中 3~24#区间异常最好。异常高出背景值 2~23倍,且连续性好。在 40~62#点的异常也较好高出背景值 2~11倍且连续性好。

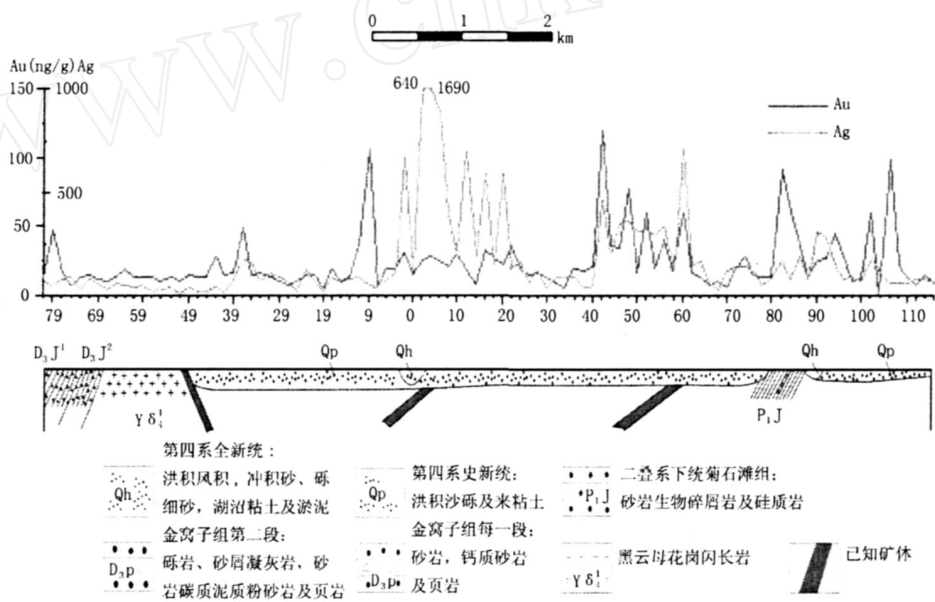


图 2 Au,Ag异常特征图

3.1.2 Cu,Mo,Pb异常特征

Cu的异常出现在剖面的 9~23#测点之间,异常高出背景 5~19倍,但连续性较差。Mo的异常出现有六段。分别在 5~8,16~28,40~50,58~66,104~116,18~26#。几段异常高出背景值 1~7倍。异

常宽度不大,连续性不好。Pb有六段异常。分别在 33~41,5~10,14~32,40~50,58~66,70~100#,异常强度不高。高出背景值约 1~7倍,其中在 5~10和 14~32之间宽度较大。其余的宽度较小。在 2~7#样区间连续性较好,见图 3。

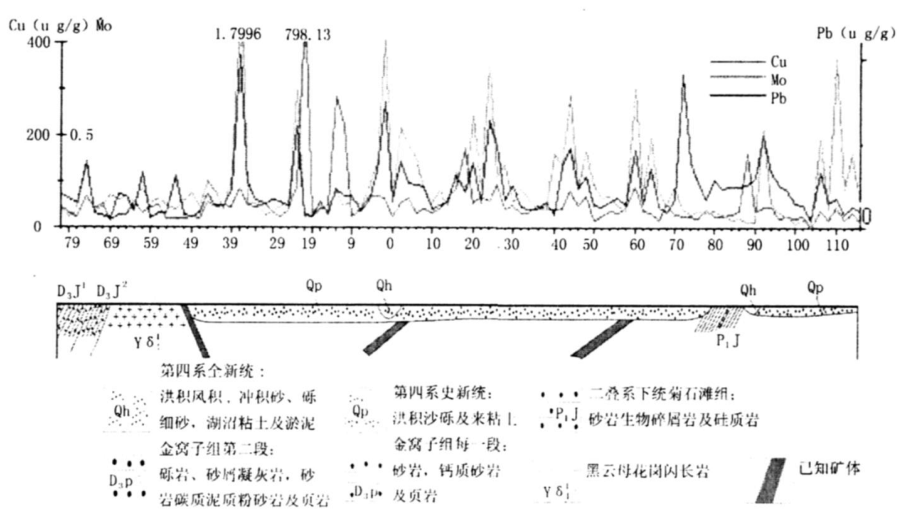


图 3 Cu,Mo,Pb异常特征图

### 3.1.3 Th, U的异常特征

Th在剖面上有五段分别在样号 3~8, 14~26, 40~50, 58~66, 92~98。它们的异常高出背景值约 1~8倍, 几段异常宽度不大。连续性不好。U异常在 108~116样<sup>#</sup>。异常高出背景值约 1~4倍, 宽度不大。连续性不好, 见图 4。

综上所述, 地电提取法在剖面的 11~26<sup>#</sup>测点、

40~66<sup>#</sup>测点、80~116<sup>#</sup>测点这 3个区间都测出了明显的异常。其中 11~26<sup>#</sup>测点、40~66<sup>#</sup>测点范围正是矿体出露的位置。而 80~116<sup>#</sup>测点可能存在隐伏矿。另外, 剖面的 23<sup>#</sup>测点和 37<sup>#</sup>测点虽然出现的是单峰异常, 但是 Au, Ag, Cu, Mo, Pb, Th, U 这 7种元素都一致地显示出明显异常, 因此值得引起注意。

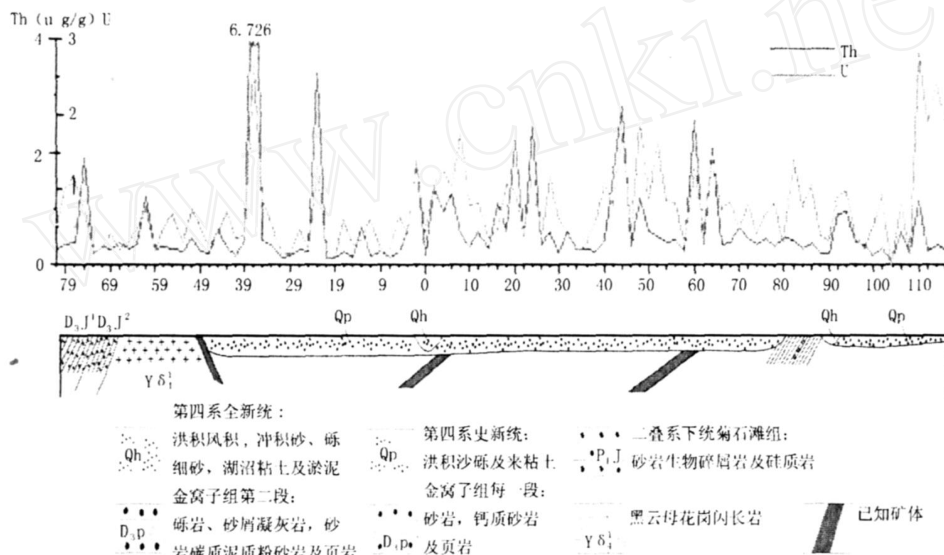


图 4 Th, U的异常特征图

### 3.2 土壤吸附相态汞异常特征和土壤离子电导率异常

经取样表明在剖面在 11~4<sup>#</sup>测点出现异常, 异常高出背景 2~3倍, 异常宽度约为 800m。另在 70、92<sup>#</sup>测点出现单峰异常。而在剖面上个别点出现弱的电导率单峰异常。

### 3.3 总结

(1) 8种地化指标的异常均有一定的规模, 异常清晰度较高, 分布较稳定。

(2) 8种地化指标的异常大多出露在 11~26<sup>#</sup>测点及 40~66<sup>#</sup>测点, 与已知矿体赋存位置相吻合。

### 3.4 方法找矿的可行性结论

经过对有已知矿体的<sup>#</sup>剖面进行 3种方法多种地化指标 (指示元素含量) 异常特征的分析发现, 在剖面上 0<sup>#</sup>测点和 60<sup>#</sup>测点附近, 除了电导率外, 其它 8种地化指标均显示明显的异常, 且它们都表现出一定的相似性。

通过对哈密金窝子地区已知剖面的找矿可行性试验研究结果可得出, 在已知金矿体上方测出了明显的地电提取、土壤吸附相态汞等两种方法 8种地化指标综合异常。说明利用这些方法在荒漠戈壁区寻找隐伏金矿床是可行的, 效果是好的, 值得在类似

的地区广泛利用。

### 4 未知区找矿预测

在矿体上取得找矿可行的基础上, 又在<sup>#</sup>剖面东 3km处布置了一条<sup>#</sup>剖面。下面叙述<sup>#</sup>剖面的异常特征。

#### 4.1 地电提取异常特征

##### 4.1.1 Au, Ag异常特征

Au的背景值 15.5ng/g, 异常下限值 30.5ng/g, 在该剖面上 80~90<sup>#</sup>测点出现异常, 异常高出背景 5倍, 异常宽约 500m。另外在 37、14、38<sup>#</sup>测点出现单峰弱异常。见图 5。

Ag的背景值 66.5ng/g, 异常下限值 155ng/g, 剖面上出现 3个 Ag的异常区间, 第一个异常位于剖面的 3~26<sup>#</sup>测点, 异常连续性好、衬度大, 异常宽度约 1.3km, 高出背景 2~24倍, 其中 2<sup>#</sup>和 4<sup>#</sup>测点异常强度 1640ng/g和 1690ng/g, 为研究区最高值; 第二个异常位于 40~66<sup>#</sup>测点, 异常清晰, 连续性好, 高出背景 2~10倍, 异常宽度约 1.3km; 第三个异常位于 80~104<sup>#</sup>测点, 异常高出背景 2~3倍, 异常连续性和清晰度较差, 异常宽约 1.2km。

##### 4.1.2 Cu, Mo, Pb异常特征

Cu的背景值 39.1μg/g, 异常下限值 92.8μg/g,

在剖面的 9~23<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 5~19倍,其中 21<sup>#</sup>测点异常值达 798 13μg/g,为整个测区最高值,该异常宽约 700m,异常强度大,但连续性较差。另外在 18<sup>#</sup>和 88<sup>#</sup>测点出现两个单峰强异常。见图 6。

Mo的背景值 0.12μg/g,异常下限值 0.24μg/g,在剖面的 5~8<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景值 2~7倍,异常宽度约 600m;在 14~30<sup>#</sup>测点出现的异常,高出背景 1~6倍,宽度约 800m;在 38~50<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 1~4倍,异常宽度约为 600m;在 58~66<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 3~5倍,异常宽度约 400m;在 104~116<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 2~6倍,异常宽约 600m。另外,在 18~26<sup>#</sup>测点出现异

常,高出背景 3~6倍,异常宽度约 200m;另在 23、37、92等测点出现较强单峰异常,其中 37<sup>#</sup>测点异常值为测区最高值,高出背景 14倍。

Pb的背景值 2.8μg/g,异常下限值 4.4μg/g,在 33~41<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 1~6倍,异常宽约 400m;在剖面的 5~10<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 1~4倍,异常宽度约为 800m;在 14~32<sup>#</sup>5测点出现异常,高出背景 1~3倍,异常宽度约 900m;在 40~50<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 1~3倍,异常宽约 500m;在 5~66<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 1~2倍,异常宽约 400m;在 70~100<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 1~6。该异常强度大,宽约 1.5km;另外,23、53、61、75、106<sup>#</sup>等测点出现单峰较强异常。

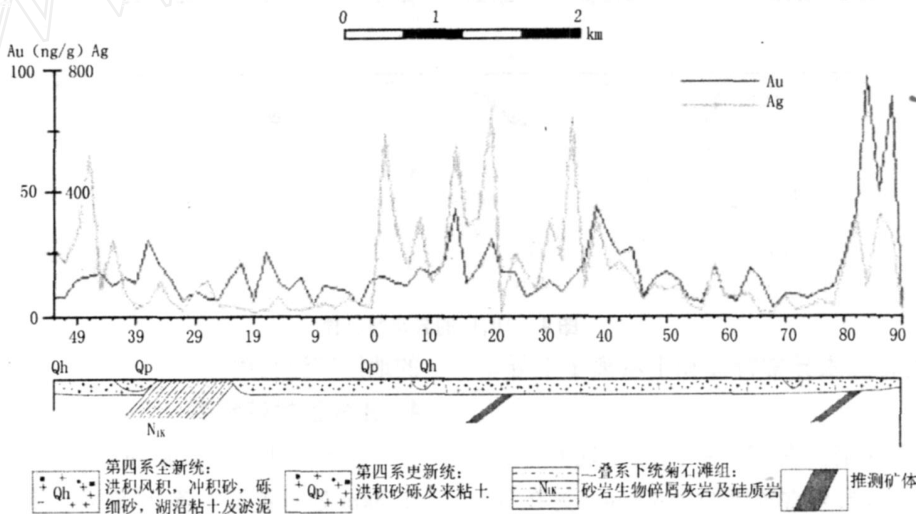


图5 Au,Ag 异常特征图

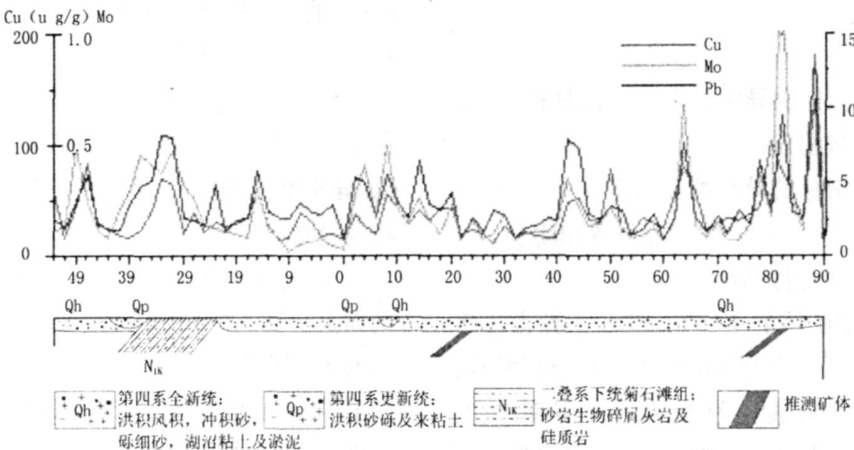


图6 Cu, Mo, Pb 异常特征图

4.1.3 Th,U异常特征

背景值 0.42μg/g,异常下限值 0.82μg/g,在剖面的 3~8<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 1~2倍,异常宽约 600m;在剖面的 14~26<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 2~5倍,异常宽度约 600m;在 40~50<sup>#</sup>测点出现异

常,高出背景 3~6倍,异常宽度约 500m;在 58~66<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 4~5倍,异常宽度约 300m;在剖面的 92~98<sup>#</sup>测点出现弱异常,异常宽度约 300m。此外,在 23、37、61、75、110<sup>#</sup>测点出现较强的单峰异常,其中 37<sup>#</sup>测点的异常高出背景 17倍,为

该剖面上 Th的最高值。见图 7。

背景值  $0.62\mu\text{g/g}$ ,异常下限值  $1.77\mu\text{g/g}$ 。在剖面上 108~116<sup>#</sup>测点出现异常,高出背景 2~4倍,异

常宽约 400m。另在 37、48<sup>#</sup>测点出现强度为较强的单峰异常。

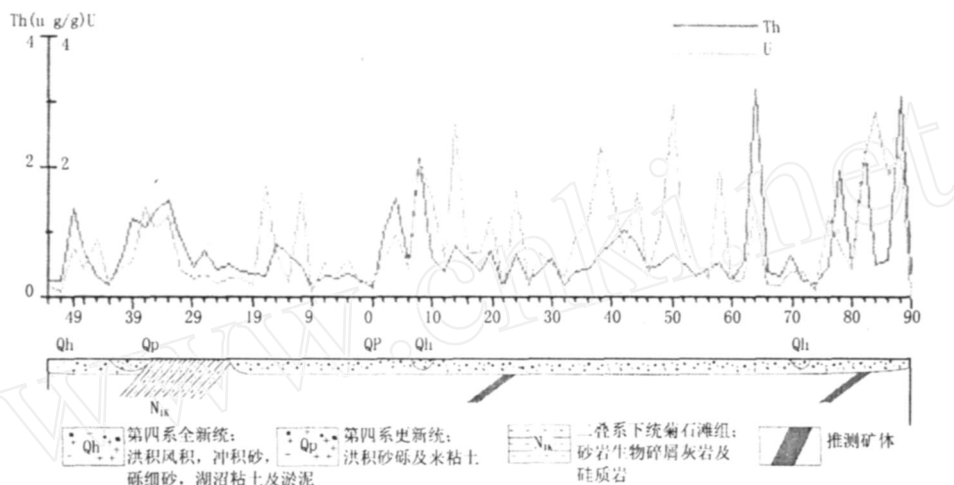


图 7 Th, U异常特征图

#### 4.2 土壤吸附相态汞异常特征

Hg的背景值  $12.56\mu\text{g/g}$ ,异常下限值  $36.87\mu\text{g/g}$ 。在剖面 8~20<sup>#</sup>测点出现的异常,高出背景 2~5倍,异常宽度约 600m。另在 38、46、58、66、86等多个测点出现较强的单峰异常。见图 8。

#### 4.3 土壤离子电导率异常特征

电导率的背景值  $1166.52\mu\text{s/cm}$ ,异常下限值  $2494.16\mu\text{s/cm}$ 。剖面个别点出现弱电导率异常。见图 8。

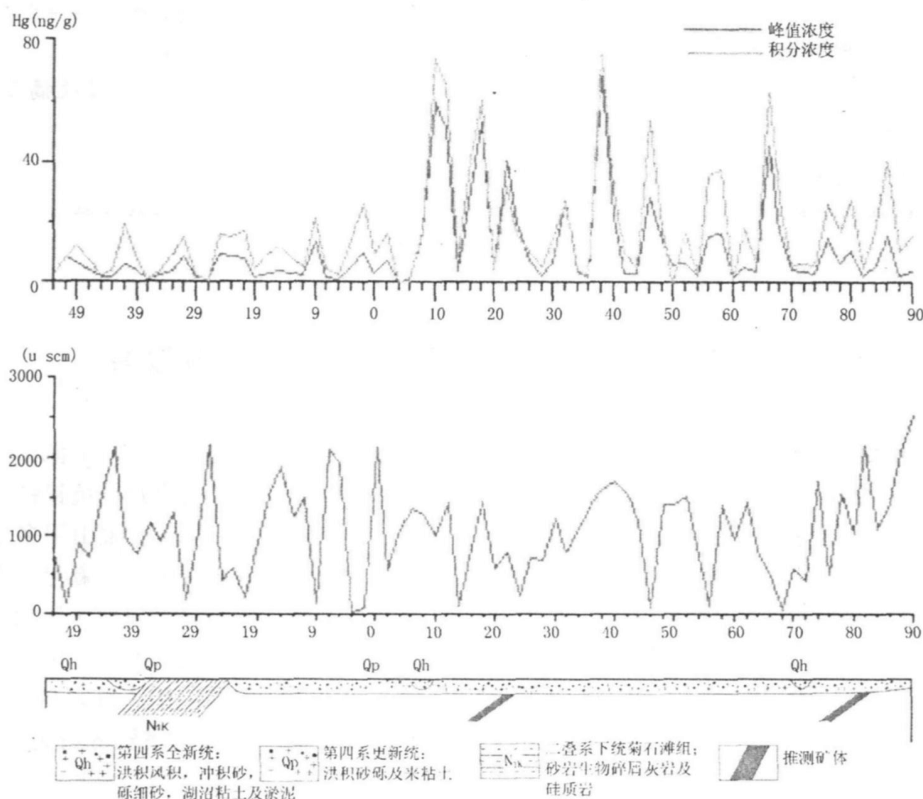


图 8 土壤吸附相态汞异常特征图

#### 5 异常评价与找矿预测

通过哈密金窝子地区地电提取金异常、土壤吸附相态汞异常及土壤离子电导率异常分布的剖面特

征的综合分析,按照异常的强度、规模、吻合程度,将<sup>#</sup>未知剖面异常划分为两个异常靶区。

(1)第一个异常靶区。位于剖面的 0~22<sup>#</sup>测

点,在该靶区内同时出现地电提取 Au、Ag、Mo、Pb、Th、U 异常、土壤吸附相态汞异常。这些异常都具有以下共同点:异常强度不是很大,但异常清晰度较高,异常连续性也较好;异常规模大,异常宽度达 1.2 km;高值异常区集中,异常中心出现在剖面的异常区的中部 10<sup>#</sup>测点附近。

(2)第二个异常靶区。位于剖面的 76~90<sup>#</sup>测点,在该靶区内出现地电提取 Au、Ag、Cu、Mo、Pb、Th、U 异常、土壤离子电导率异常。这些异常具有以下共同点:异常强度大,剖面上多种元素含量的最大值位于该异常靶区内;异常均有一定规模,异常宽度达 700 m;高值异常较集中,综合高异常值出现在剖面 82 和 88 测点。

综上所述,认为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 1<sup>#</sup>异常的 3<sup>#</sup>测点附近、2<sup>#</sup>异常的 82、88<sup>#</sup>测点地段是最佳的找矿部位,值得引起高度的重视。

## 6 结 论

(1)通过在新疆哈密金窝子金矿地区<sup>#</sup>剖面开展以地电化学提取法为主的找矿试验研究。多元素地化异常与已知矿体相吻合。表明利用以地电提取法为主、以土壤吸附相态汞测量、土壤离子电导率为辅的多种方法组合,在西北荒漠戈壁区寻找隐伏金矿方法是可行的,效果是明显的,值得推广应用。希望大家利用此方法进行找矿。

(2)用此方法在已知矿的<sup>#</sup>剖面发现了一个深部可能有隐伏矿的成矿靶区(80~116<sup>#</sup>测点),在未知区<sup>#</sup>剖面的找矿预测中发现了两个较有利的成矿靶区(0~22<sup>#</sup>测点、76~90<sup>#</sup>测点)。

(3)希望有关单位对以上有利成矿靶区进行深部勘探,达到寻找隐伏金矿的目的。

## 参 考 文 献:

- [1] 罗先熔. 地球电化学勘查及深部找矿 [M]. 北京:冶金工业出版社, 1996: 134~217.
- [2] 罗先熔,王卫民,张佩华. 隐伏金矿地电化学异常形成机制及异常形态特征 [J]. 有色金属矿产与勘查, 1997, 6(6): 364~367.
- [3] 谢学锦. 战略性与战术性深穿透地球化学方法 [J]. 地学前缘, 1998, 5(2): 171~183.
- [4] 刘吉敏,刘占元. 地电化学勘探法在厚层覆盖区应用研究 [J]. 物探与化探, 1990, 14(4): 255~264.
- [5] 罗先熔,杨晓. 地电化学测量找寻隐伏矿床的研究及找矿预测 [J]. 地质与勘探, 1989, 25(2): 43~51.
- [6] 费锡铨. 地电提取离子法 [M]. 北京:地质出版社, 1992: 1~53.
- [7] 罗先熔. 再论地球电化学测量法寻找隐伏矿床 [J]. 桂林冶金地质学院学报, 1994, 14(3): 295~301.
- [8] 罗先熔. 多种新方法寻找隐伏矿的研究及效果 [J]. 地质与勘探, 1995, 31(1): 44~49.

(收稿日期 2008-04-02)

## · 信息平台 ·

# 危机矿山深部找矿 湖南发现世界级锡矿

南岭地区涵盖湖南的湘南、江西南部、广东北部等地,是我国有色金属、稀有金属、贵金属的重要资源地和产区,区内已发现矿床数百处,其中,世界级特大型矿床 3 处,大型矿床 50 余处,并在当地的经济结构中位居主导产业的重要地位。

中国工程院院士陈毓川说,南岭地区包括湘南柿竹园、粤北大宝山、赣南西华山等在内的大部分国有矿山企业后备资源严重不足,据郴州市 123 个国有独立开采矿山统计结果,开采年限仅能维持 5a 的占 50%左右,近年因资源枯竭闭坑的矿山达 38 个,全市矿业开发出现逐步萎缩的走势,因此,对南岭地区危机矿山进行深部找矿势在必行。

通过对南岭地区的地质规律总结,运用卫星遥

感等新技术,深部找矿工作目前取得显著成果。截至 2007 年年底,广西南丹铜坑锌铜矿新增资源量锌 173 万 t 铜 7 万 t 广东大宝山钨多金属矿新增资源量钨 5 万 t 湖南瑶岗仙钨矿新增资源量三氧化钨 3 万 t 茶陵锡田锡钨多金属成矿区预测资源量锡大于 60 万 t 三氧化钨大于 30 万 t,显示出寻找大型锡钨多金属矿床的前景。引人注目的是,湖南千里山骑田岭铅锌矿区预测锡资源潜在 100 万 t 以上,可望成为又一世界级锡资源基地。

陈毓川预计,通过“十一五”末到“十二五”期间的矿产资源评价工作,南岭地区可望新增资源量:锡 200 万 t 钨 1 000 万 t 铜 50 万 t 铁 1 亿 t。