

综合化探新方法在长江中下游 寻找铜铁多金属隐伏矿的效果

栾继深 赵友方 姚锦琪

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院)

长江中下游厚层覆盖区常规物化探找矿效果不佳。卤素测量、壤中吸附态汞及气汞测量、土壤电导率测量、盐晕测量等综合化探方法在该区不同覆盖类型、不同类型已知矿床及未知区均取得好效果。

关键词：铜铁多金属隐伏矿；综合化探新方法

长江中下游地区是我国重要的铜铁多金属矿产基地，地质找矿勘探程度高，地表及浅埋藏矿日益减少。目前找矿已向纵深发展，加强在矿区外围厚层运积物覆盖区寻找掩埋矿和盲矿势在必行。在这些找矿程度较低的地区，常规地质、物化探方法找矿效果通常不佳。为配合这些地区的找矿，我们应用卤素测量、壤中吸附态汞及壤中气汞测量、土壤电导率测量、盐晕测量等综合化探新方法，在寻找铜铁多金属隐伏矿方面进行了尝试，并取得了某些令人满意的找矿效果。

已知矿上的试验效果

1. 厚层基岩覆盖的夕卡岩型铜铁矿床

(1) 铜陵老鸦岭夕卡岩型热液交代铜矿床 矿体赋存在次级穹窿状背斜构造中，呈似层状、透镜状，主要受二叠系大隆组硅质岩控制。矿石矿物主要有黄铜矿、磁铁矿和赤铁矿等。矿体隐伏深度在400m左右(图1)。该矿区某线土壤中吸附态汞和电导率测量均获清晰的异常，二者形态基本吻合。汞异常强度6~16ppb(异常下限为4ppb)，电导率异常强度6~38 μ S/cm(背景为5 μ S/cm)。表明纵向斜交含矿层的破碎带有利于汞和电导率异常的发育，因此可用于寻找隐伏数百米深的层控型盲矿体。

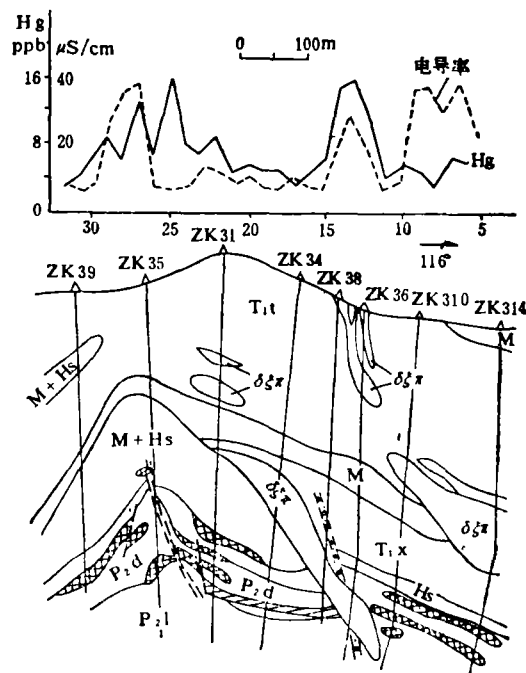


图1 老鸦岭矿区地质、化探综合剖面

T₁t—灰岩；T₁x—页岩；P₁d—硅质岩岩；P₁l—炭质岩岩；P₁g—灰岩；M—大理岩；Hs—角岩， $\delta_5\pi$ —闪长-正长岩

当涂白象山层控型铁矿，隐伏深度350m，破碎带斜交含矿层。在该区的试验矿体上方获清晰的壤中汞气、吸附态汞和电导率异常，卤素测量在矿体上方显示马鞍状

磁异常。

(2) 铜陵白家山夕卡岩型铜铁矿床

该矿床的矿体产于石英闪长岩与二叠系栖霞组大理岩的接触带上。近地表为陡倾斜的磁铁矿体，埋深约60m；深部为缓倾斜的铜铁矿体，埋深达500m。在该矿区8线作的壤中吸附态汞和卤素测量均有明显异常显示（图2）。20~25点的汞，F异常为近地表、产状近似直立的磁铁矿、褐铁矿体的反映；7~15点之间的双峰汞异常是隐伏深度达500m的缓倾斜铜铁矿体的反映。

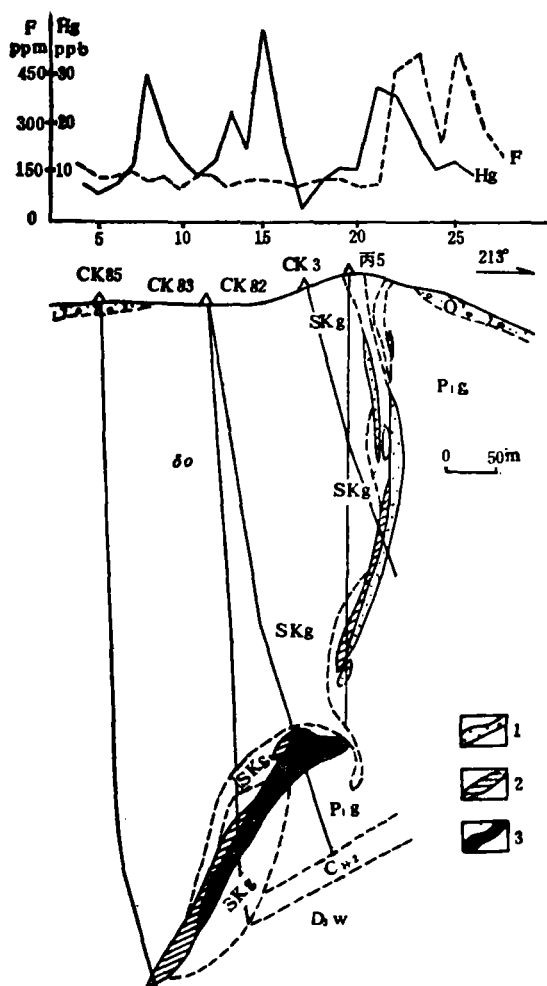


图2 白家山铜矿区8线地质、化探综合剖面

Q—残坡积物，P₁q—大理岩，C₁₊₂—砂页岩及灰岩，D₃w—石英砂岩；SKg—夕卡岩；δ₀—石英闪长岩；1—褐铁矿（铁帽），2—磁铁矿体，3—铜矿体

2. 厚层残坡积物覆盖的夕卡岩型铜矿床

铜陵金口岭夕卡岩型铜矿床地表被10~20m的残坡积物所覆盖。矿体赋存在石英闪长岩与三叠系和龙山组（T₁）灰岩接触带中。矿体隐伏深度150m，产状较陡，由黄铜矿、斑铜矿等组成，围岩蚀变为夕卡岩化。

在该矿开展了壤中汞气、吸附相态汞和卤素测量，在含矿接触带上出现吻合较好的汞气和吸附态汞异常（图3）。值得指出的是：2~5点之间的异常峰是隐伏矿体上盘岩的反映，它与接触带的异常构成“对偶异常”，这是矿体隐伏深度及产状特征的综合反映。由图3还可以看出，汞气的异常值较低（0.02~0.03ng/l），这是因为深部矿体已采空而失去汞气源造成的；壤中吸附态汞异常值较高，最高值达170ppb（异常下限为10ppb），其原因是壤中铁锰质、粘土矿物及有

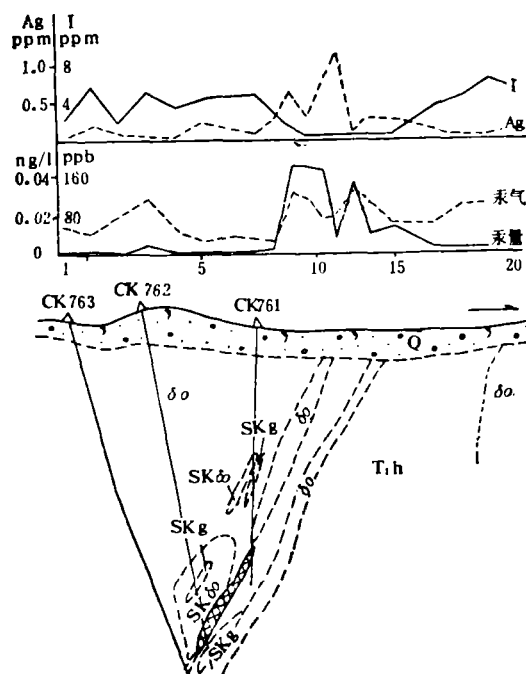


图3 金口岭铜矿区地质、化探综合剖面

Q—第四系，T₁h—灰岩，SKg—夕卡岩，SKδ₀—夕卡岩化石英闪长岩；δ₀—石英闪长岩

机质含量较多,对汞有较强的吸附能力,使吸附态汞能长期保留在土壤中。

由图3还可以看出,I异常呈“马鞍状”,即在含矿接触带部位为低值(1ppm左右),向两侧的内、外接触带碘量明显升高,峰值达6ppm。在长江中下游厚层覆盖区寻找铜铁多金属隐伏矿时,应特别注意“马鞍状”碘异常,因为碘在成矿热液中是多种成矿元素的携带剂,当碘与金属的络合物水解成矿后,碘大部分进入到挥发组份中沿矿体轴向的控矿断裂及旁侧运移,但在轴向的迁移距离比侧向要大的多,从而在矿体前缘形成中间呈低值的环状晕,在剖面上则呈“马鞍状”。

在该类矿区常规次生晕方法找矿效果也较好,含矿接触带部位有清晰的Cu、Ag、Pb、Zn、Mn、Ga、Sr等元素组合异常显示(图中略),其中Mn、Ga、Sr异常是内、外控矿夕卡岩带的反映。

3. 厚层基岩覆盖的热液交代型硫金矿床

铜陵马山热液交代型硫金矿床,矿体主要赋存在石炭系黄龙组与船山组灰岩的层间破碎带中,呈似层状。矿体隐伏深度200m左右,矿石矿物主要有含金黄铁矿、磁黄铁矿等。

几种方法的试验结果表明,在已知隐伏矿体的上方有清晰的、吻合很好的汞气和吸附态汞异常(图4);碘呈现似“马鞍状”异常(图略);盐晕测量(EDTA-NH₄AC偏提取)有Cu、Zn、Mn、Co组合异常。图4中23~30点显示的吸附态汞与Cu、Mn、Zn的盐晕异常,预示深部可能有隐伏矿体。

4. 厚层冲积物覆盖的热液型铜硫矿床
宣城铜山热液型铜硫矿床赋存在花岗闪长岩与灰岩接触带中,以及泥盆系五通组石英砂岩、石炭系黄龙、船山组大理岩和二叠系栖霞组灰岩的层间破碎带中。矿石矿物主要有含铜黄铁矿、含铜磁黄铁矿和磁铁矿。

隐伏矿体主要分布在铜山北矿段,试验剖面所经过的26线矿体隐伏深度达300m,地表冲积物(水稻田)厚10m,矿体上方仍有清晰的壤中汞气和吸附汞异常,EDTA-NH₄AC偏提取可溶性铜(C_xCu)和其与全铜(TCu)之比,在隐伏矿体上方及其上盘方向也出现较清晰的异常(图5),反映了矿体的赋存部位和产状特征。在长江中下游厚层冲积物覆盖区,开展盐晕测量找矿有其独特的意义。

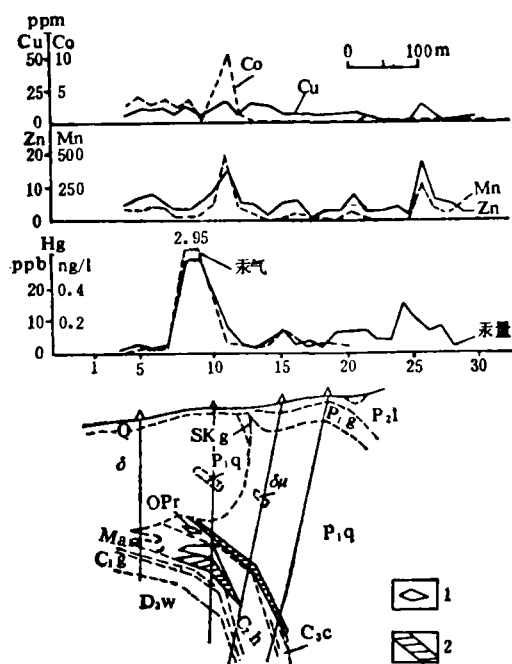


图4 马山硫金矿床地质、化探综合剖面
Q—堆积物; P₂l—炭质页岩; P₁g—硅质岩;
P₁q—灰岩; C₃c—灰岩; C₂h—灰岩; C₁g—砂
页岩; D₃w—石英砂岩; SKg—石榴石夕卡岩;
δ—闪长岩; δμ—闪长玢岩; Ma—磁铁矿; OPr—
磁黄铁矿; 1—硫矿体; 2—金矿体

为探讨铜硫矿床的吸附态汞异常模式,对26线作了钻孔岩石吸附态汞量测试,结果在矿体上只发育汞的外浓度带,向上逐增为中浓度带和内浓度带,并直达地表土壤层,形态似漏斗状(见图5),即矿体前缘及上盘汞晕发育。这可能是矿体及其原生晕氧化还原出的Hg⁰、可溶性汞(HgCl₂)等多沿岩层

或斜交岩层的陡倾斜断裂向地表运移, 进入地表经风化的岩石被其裂隙中的粘土矿物、有机质及铁锰氧化物等吸附, 故出现吸附态汞的内浓度带位于矿体上盘近地表围岩中。

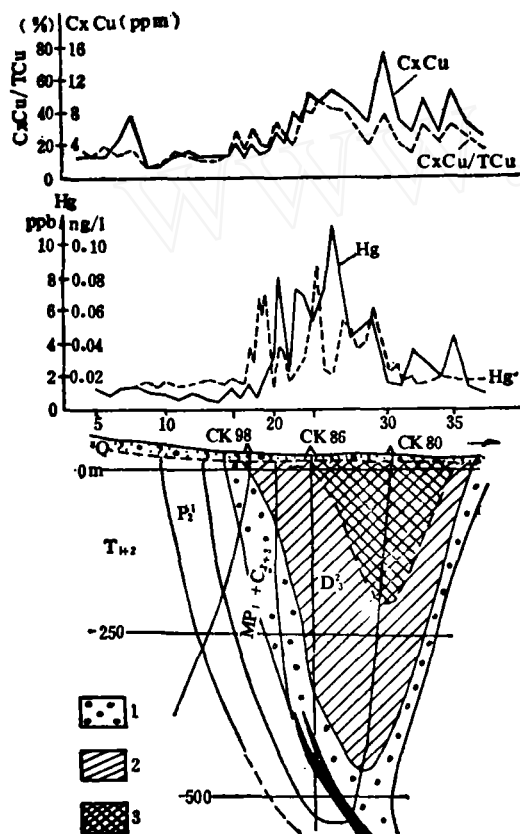


图5 铜山26线地质、化探综合剖面

Q—冲积物, T_{1-2} —灰岩, P_1^1 —砂页岩, MP_1 + C_{2+3} —大理岩灰岩, D_2^1 —石英砂岩, 1—汞1~2ppb, 2—汞2~4ppb, 3—汞>4ppb

在未知区的应用效果

1. 宣城刘家山测区

刘家山为一热液型铜硫矿点, 位于乔麦山——茶山倒转背斜的北东倾伏端, 测区岩性主要为三叠系碳酸盐质角砾岩, 其次为二叠系灰岩、炭质页岩等。沿北西向断裂有燕山期石英闪长岩、石英斑岩侵入, 与成矿关系密切。围岩蚀变有黄铁矿化、大理岩化。

地表残坡积物不发育, 见铁帽露头。

在该区开展了1/万壤中吸附态汞测量, 发现Ⅰ—Ⅲ号有找矿意义的异常(图6)。Ⅰ号异常外浓度带长500m, 宽100~200m, 受北西向断裂和接触带控制, 推断为深部透镜状铜硫矿体的反映。位于Ⅰ号异常边缘的CK41孔在419m深处见5m厚的块状铜硫矿体, 据此异常特征, 推测隐伏矿体倾向北东, 向北西方向应有较大延伸; Ⅱ号异常外浓度带长350m, 宽150m, 推测为透镜状隐伏铜硫矿化体的反映; Ⅲ号异常外浓度带长150m, 宽30m, 该异常是CK36孔在83m深处所见到的假厚度48m的铜硫多金属矿体的反映, 推则该矿体呈小透镜状, 倾向北东, 向两侧延伸不大。

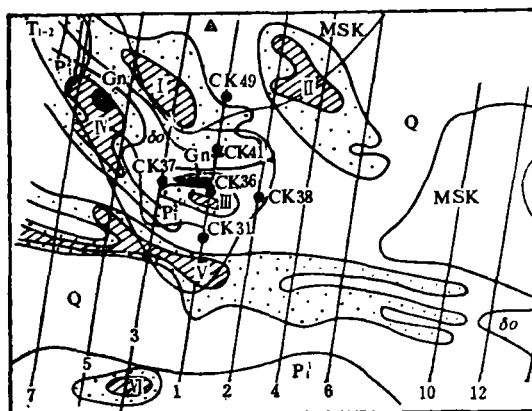


图6 刘家山测区壤中吸附态汞异常分布

Q—冲积物, T_{1-2} —灰岩, P_1^1 —硅质页岩, P_1^1 —灰岩, MSK—角岩, do—石英闪长岩, Gn—铁帽

值得指出的是Ⅲ号异常北侧的铁帽体无汞量异常反映, 其原因是汞量高浓度带多悬浮在矿体前缘, 而该铁帽体为矿体尾部的风化产物, 故无汞异常反映。

在该区1线开展了卤素及次生晕测量, 在隐伏矿体及前缘及其上盘出现较宽阔的F、Pb、Zn异常, 与汞量衬度值异常吻合(图7)。Cu、Ag异常较窄, 可能是地表铁

帽体的反映。由此可见,在残坡积物覆盖区用壤中吸附态汞及卤素测量能发现隐伏较深的铜硫矿体;Hg、F与次生晕Pb、Zn异常吻合好预示矿体埋藏较浅。

2. 南陵姚家岭测区

测区位于大公山背斜北西翼;出露志留一侏罗系砂页岩、火山碎屑岩;北东和北西向断裂发育,花岗闪长斑岩与成矿关系密切;地表为厚层坡、冲积层。

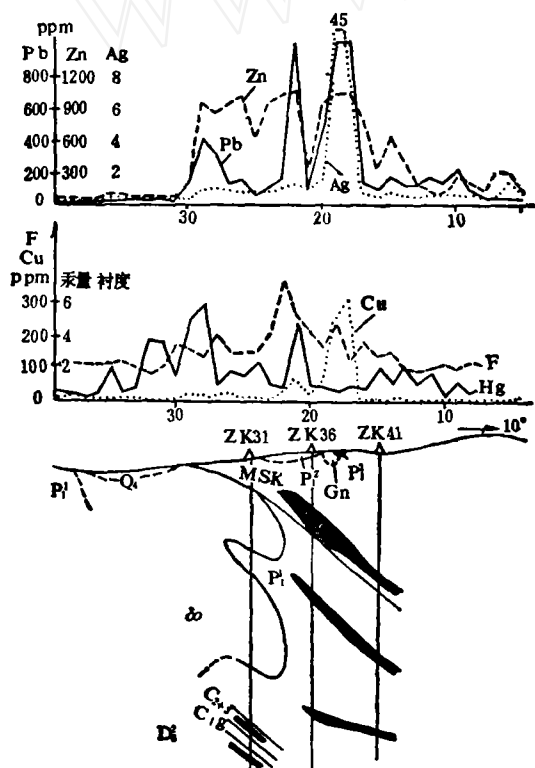


图7 刘家山1线地质、化探综合剖面

Q—冲坡积物; P_1^2 —硅质灰岩; P_1^1 —灰岩;
 C_{1+2} —大理岩化灰岩; C_{1g} —粉砂质泥、页岩;
 D_1^2 —石英砂岩; MSK—角砾岩; Gn—铁帽;
 δo —石英闪长岩

壤中吸附态汞测量所获异常见图8,其中I号异常最有找矿远景,受北东和北西向交汇断裂控制,位于花岗闪长斑岩体上。其内浓度带的形态特征表明,含矿断裂带或岩体南部接触带产状较缓,倾向南,但岩体北部接触带产状较陡。早先施工的CK701孔

恰好位于汞量内浓度带南缘,在300m深处见具工业要求的铜多金属矿体,推断I号异常是铜多金属矿体的反映。

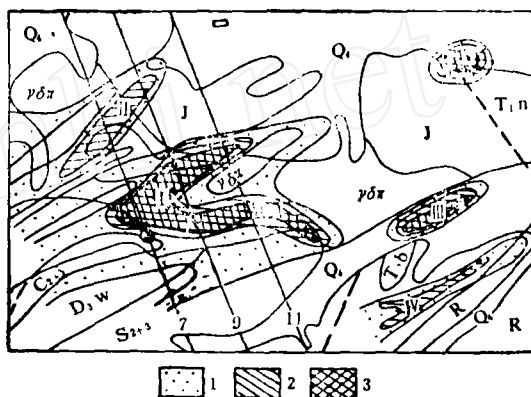


图8 姚家岭测区地质及汞异常平面图

Q—冲坡积物; R—红层; J—火山岩;
 T_{1b} —灰岩; T_{1n} —灰岩; C_{1+2} —灰岩;
 D_{1w} —石英砂岩; S_{1+2} —砂页岩; $\gamma\delta\pi$ —石英闪长斑岩; $Br\gamma\delta\pi$ —角砾状花岗岩
 闪长斑岩; 1— Hg_{2-4} ppb; 2— Hg_{4-6} ppb; 3— $Hg > 6$ ppb

为进一步评价I号异常,在9线作了次生晕、卤素和电化学测量,在40~60点之间出现与高值汞异常吻合的Pb、Zn、Ag、Ba、Mo、Bi次生晕异常,两个“马鞍状”碘异常,衬度值较低的F及电导率异常,综合异常表明铜多金属矿体隐伏深度较大。

3. 铜陵某铜矿矿区外围测区

该区位于M背斜和N背斜之间的向斜构造中,被厚层冲积物(水稻田)覆盖,下覆地层为 P_2 — T_1 灰岩、砂页岩,北西和北东向断裂发育。常规化探找矿效果不好。在该区作了 $9km^2$ 的1/2.5万壤中吸附态汞和电化学测量,所获汞异常如图8所示。认为I—II类异常具有找矿远景。经分析对比,将I类异常称为某铜矿式异常;II类异常称为某硫金矿式异常。

I₁号异常内浓度带的规模、汞量强度(最高25ppb)与某铜矿床的富矿地段相当,两者仅相距700m,互呈雁行排列。据已知

矿的构造格局推断, I 类异常恰好位于北东、北西和东西向断裂构造的交汇部, 是利成矿部位, 可能是类似某类铜矿体的反映。为了确定 I 类异常的找矿意义, 对测区 9 线进行了卤素、电化学和常规次生晕测量, 在 I 类异常高值部位出现宽阔的“马鞍状”碘异常; 电导率测量出现两个常峰值区, 分别与 I₁、I₂ 高浓度异常吻合; 常规次生晕在 I 类异常地段有 Cu、Zn 弱异常显示 (图略)。几种方法的综合异常表明, I 类汞异常最有找矿远景。

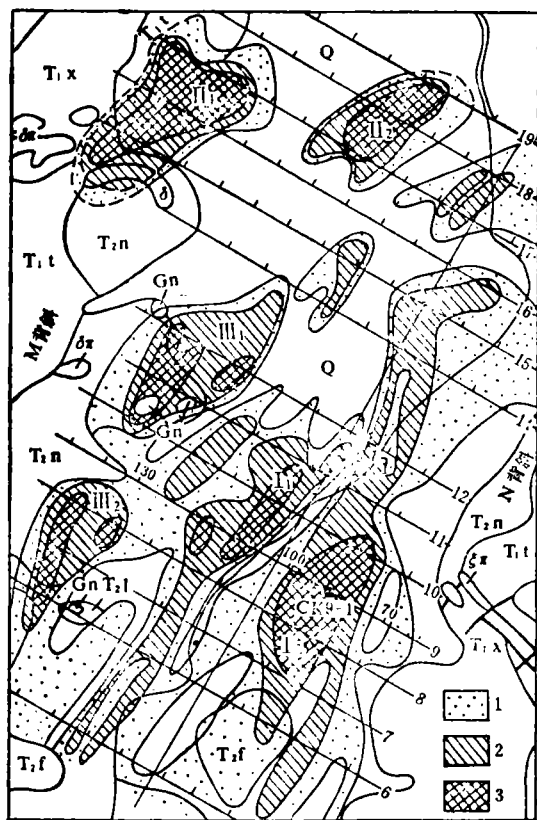


图9 铜陵矿区外围壤中吸附态汞异常分布

Q—第四系; T₁i—灰岩; T₁f—灰岩;
T₁n—灰岩; T₁t—灰岩; T₁x—砂页岩;
δ—闪长岩; δπ—闪长斑岩; ξπ—正
长斑岩脉; Gn—铁帽; 1—汞量 6~10
ppb; 2—汞量 11~15ppb; 3—汞量 >
15ppb

I 类异常一般强度 25ppb, 最大强度 >

39ppb, 是测区内汞量浓度最大的异常。其附近见与成矿有关的闪长岩体露头; 黄铁矿化较普遍; 有 Cu、Zn 次生晕异常; 汞异常与某硫金矿的汞量异常强度相当。故推测 I 类汞异常为硫金矿化体的反映。

结 论

1. 综合化探新方法在厚层基岩和运积物覆盖区各类夕卡岩型、热液型铜铁多金属隐伏矿床的试验结果表明, 壤中汞气、吸附相态汞、卤素、电化学及盐晕测量等方法, 是寻找铜铁多金属隐伏矿行之有效的找矿评价手段, 它能为开拓地质找矿范围、发现新的找矿远景区提供重要信息。

2. 在长江中下游地区, 壤中汞气和吸附相态汞测量对各类铜铁多金属隐伏矿床均有找矿效果, 二者的异常吻合程度好, 能反映数百米深的隐伏矿体, 其异常形态反映矿体隐伏部位和产状特征。隐伏矿体的吸附态汞异常模式呈悬浮漏斗状 (自矿体至上盘围岩和覆盖层, 浓度带变化趋势是外带→中带→内带), 汞的内浓度带位于近地表围岩及上覆土壤层中, 反映矿体赋存部位。

3. 在长江中下游地区, 要特别注意“马鞍状”碘异常对隐盲矿体的指示作用; 土壤电导率异常能反映矿化富集地段或含矿断裂带。

4. 在厚层冲积物覆盖区, 用 EDTA—NH₄AC 和焦硫酸钠等偏提取方法所获现 C_xMe (可溶性金属盐类) 和 C_xMe/TMe 异常指示隐伏矿体; 厚层残坡积物覆盖区常规次生晕测量发现 Cu、Ag、Pb、Zn、Mo、Sr 等元素异常预示铜铁多金属矿体埋藏较浅。

5. 在厚层覆盖的长江中下游地区, 应用卤素测量、壤中吸附态汞及汞气测量, 以及电导率及盐晕测量等综合方法, 是寻找隐伏铜铁多金属矿有效手段。