

厚层覆盖区壤中电导率测量方法及其找矿效果

罗先熔

(桂林冶金地质学院隐伏矿床预测研究所)

应用壤中电导率测量方法,在不同覆盖类型、不同成因的10多个已知隐伏矿床上进行了不同采样和测试条件的试验研究,均获得了清晰的电导率异常。在未知区的找矿预测也取得了好的效果,表明该方法在厚层覆盖区寻找不同成因的隐伏金属矿床是很有前景的。

为解决厚层覆盖条件下深部隐伏矿的地球化学找矿问题,我们从1982年开始研究壤中电导率测量找矿方法。几年来,先后在安徽铜陵地区、广西平桂—栗木地区的不同地球化学景观、不同覆盖类型和不同成因的有色金属矿床上进行了广泛的试验,均取得了较好的找矿效果。配合壤中吸附态汞测量,开展了约几十平方公里的生产性试验,发现了数处具有找矿远景的电导率异常,其中有的异常已经取得经济效益。

壤中电导率测量法属于地电化学测量找矿法的一种,是近年来才开展起来的新的化探方法。按G. J. S. Govett (1976) 等人的意见,应属壤中电导率及 H^+ 浓度普查找矿。但经原冶金部地质研究所化探室及笔者的大量试验研究表明,利用 H^+ 浓度来判断异常,指导找矿,存在许多难以说明的问题,而且影响因素多,效果也不佳。所以本文着重讨论壤中电导率测量法及其找矿效果。

壤中电导率异常的形成机理

厚层覆盖条件下的深部隐伏(包括掩埋的)硫化物矿体,一般位于潜水面之下。G. J. S. Govett 等人根据元素自隐伏的硫化物矿体向地表迁移的地球化学分散机理,提出了硫化物矿体周围元素电化学分散理论模型。这种分散机理认为,当隐伏的硫化物矿体位于潜水面或岩石层面之下,在裂隙水发育或土壤饱和水的条件下,相当于把一个惰性电导体置于电解液中,从电导体的一端到另一端将产生氧化电位梯度,电子将通过导体从 E_h 低的一端(矿体的底部)流向 E_h 高的一端(矿体的顶部)。这样,围绕矿体底部便产

生一个正电带,围绕矿体顶部产生一个负电带。因此,围绕着矿体的阳离子必须完全向上迁移,阴离子完全向下迁移,以保持电中性。正是由于这种电化学溶蚀作用,促使矿体和疏松沉积层中阴、阳离子按一定规律迁移和分布,使得岩石、土壤中固有的物理化学参数发生变化,如各种阴、阳离子浓度增大,电导率也随之增高。故电导率能恰当地反映所有离子的总浓度,由此可以推出电导率异常应是各种成壤作用的最终产物,因此,利用电导率异常找寻隐伏矿能取得一定效果。

工作方法

(一) 采样与加工 壤中电导率测量的野外工作方法,基本上与土壤地球化学测量一样,垂直地质构造走向布置取样剖面,线距和点距视测量比例尺和矿化规模而定,多采用 $100 \times 20 \sim 250 \times (20 \sim 40)$ 的测网,沿剖面采集B层土壤物质,凉干捣碎,过100目筛,取-100目的20克样供分析用。

(二) 室内分析 称取1克样品,放入100毫升玻璃烧杯中,加入100毫升去离子水,用磁力搅拌器搅拌1分钟,静置30秒,用DDS-11A型电导率仪测定电导率,然后整理数据,编制图件。

找矿效果

(一) 已知矿的试验效果

1. 厚层基岩覆盖区的试验效果: 已知矿体被几十米至几百米厚的基岩覆盖,地表残坡积物不甚发育,一般在0.5~10米之间。

(1) 安徽铜陵马山中低温热液交代型硫金矿床: 位于铜官山背斜的倾伏端, 矿体主要赋存在石炭系中统黄龙组 (C_2h) 和上统船山组 (C_{1c}) 灰岩层间破碎带中, 呈似层状产出, 隐伏深度200米左右。矿石矿物有含金黄铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿等。地表为薄层坡残积物—残坡积物覆盖。

在通过已知矿体的25线,作了不同层位采样对比, 结果在矿体上方均有电导率异常 (图1)。取样层对比

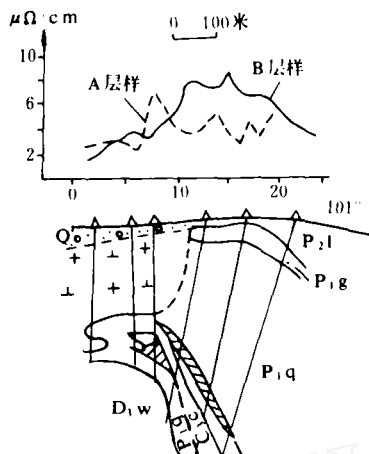


图1 马山硫金矿床25线壤中电导率异常剖面

Q—第四系; P_{2l} —龙潭组; P_{1g} —孤峰组; P_{1q} —栖霞组; C_{3c} —船山组; C_{2h} —黄龙组; C_{1g} —高丽山组; D_{1w} —五通组
试验表明, B层样比A层样效果要好, 前者异常强度高, 与下伏矿体吻合好。这是因为A层已接近地表, 电化作用迁移上来的离子又被淋滤带走, 致使A层样电导率低于B层样。

(2) 广西新路石门锡石硫化物矿床: 位于姑婆山岩体南缘凹陷部位的新路矿田中部, 矿区为喀斯特丘陵陵区。矿体产于中上泥盆统变质大理岩中, 埋深200余米。主要金属矿物为磁黄铁矿、铁闪锌矿、黄铁矿、毒砂等。在41线已知剖面, 做了雨前雨后采样分别测量电导率的对比试验, 在矿体上方均测出了清晰的异常 (图2)。而且异常形态完全吻合。只是雨后所采样品电导率稍有增加, 这可能是雨水参入, 使离子迁移速度加快, 电化作用加强的缘故。

2. 厚层坡积物覆盖区的找矿试验 此类实例的特点是坡积物、外来堆积物厚度大, 一般厚几米至几十米, 掩埋或隐伏矿体的次生分散晕被厚层坡积物覆盖。

(1) 安徽繁昌长龙山高温热液交代型铁矿: 位于安徽省繁昌县桃冲镇。矿体产于石炭系孤峰组灰岩与

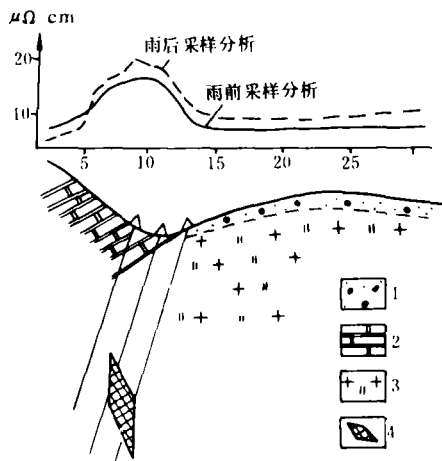


图2 石门锡石硫化物矿床41线壤中电导率异常

1—第四系; 2—大理岩; 3—花岗闪长岩; 4—矿体石榴石夕卡岩接触带上, 埋深300余米。围岩蚀变为夕卡岩化、大理岩化和硅化, 地表残坡积层发育。通过对 W_{17} 线电导率测量试验, 矿体上方有清晰的异常 (图3), 异常强度在 $4 \sim 10 \mu\Omega/\text{cm}$ 。

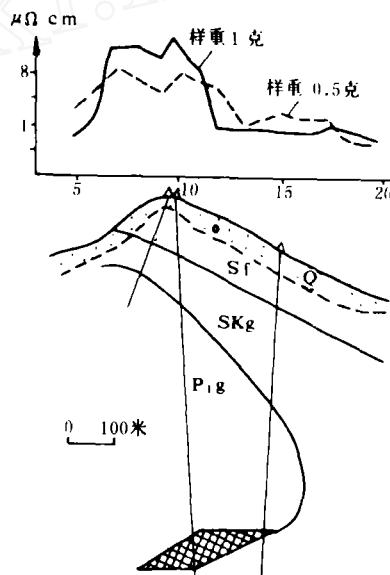


图3 长龙山铁矿 W_{17} 线壤中电导率异常

Q—第四系; Sf—坟头组; P_{1g} —孤峰组; SK—夕卡岩

在该线进行了不同重量样品的分析试验, 结果表明, 1克样品的异常较0.5克样要清晰。这是因为随着样品重量加大, 离子数量增多, 电导率异常也增强。

(2) 广西珊瑚盐田岭锡矿床: 位于珊瑚矿西部, 为锡石硫化物矿床。矿体赋存于泥盆系下统那高岭组及莲花山组白云岩中, 呈透镜状产出。主要金属矿物有锡石, 其次有黄铜矿、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等。

围岩蚀变为退色化、黄铁矿化等。区内残坡积层发育。在4号剖面做了不同粒级土壤电导率测量和重复测定,结果在矿体上方均有明显的异常(图4)。

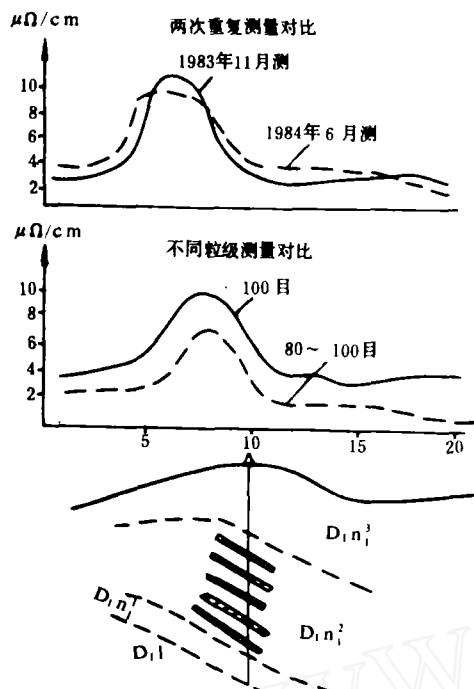


图4 盐田岭锡矿4线壤中电导率异常
D₁n₁³—那高岭组下段第三层; D₁n₁²—那高岭组下段第二层; D₁n₁¹—那高岭组下段第一层; D₁l—莲花山组

从图4可看出, -100目的土壤电导率异常强度要比80~100目的异常强度大,因样品粒级越细,越易溶解,相对的离子浓度增大,电导率异常强度也相应增加。不同时间的两次测量分析结果重现性很好。

3. 厚层冲积物覆盖区的找矿试验 测区全被第四系厚层冲积物所覆盖,并多为水稻田。

(1) 安徽新桥高中温热液铜硫铁矿床:位于淮阳弧东南翼的一个褶皱带内,石炭系黄龙、船山组是主要赋矿层位,部分栖霞组地层交代成矿。围岩蚀变为夕卡岩化、绿泥石化、黄铁矿化。主要金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、褐铁矿和少量方铅矿。

通过47线的电导率测试,在两个已知矿体上方均发现清晰的异常(图5)。I号异常强度为4~19μΩ/cm, II号异常强度为4~32μΩ/cm,两异常分别指示两个矿体的赋存部位。从I号异常形态特征来看,反映矿体有可能继续往147°45′方向深部延伸。

(2) 安徽铜陵县野鸡冲低温热液充填型铅锌矿:

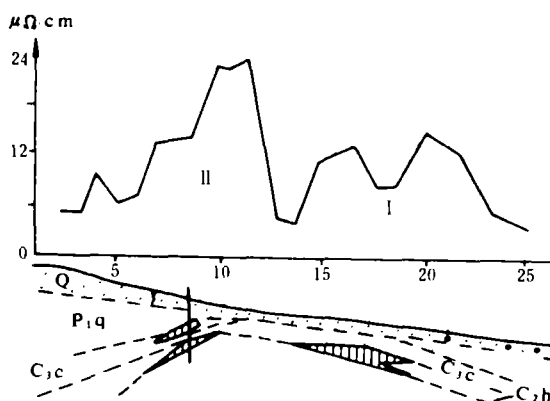


图5 新桥铜硫铁矿47线壤中电导率异常
Q—第四系; P₁q—栖霞组; C₁c—船山组; C₂h—黄龙组
位于狮子山、新桥、凤凰山三个铜矿的中间地带。矿体产于三叠系青龙群灰岩中。围岩蚀变为绿泥石、角砾岩化、碳酸盐化等。主要金属矿物为方铅矿、闪锌矿和少量黄铁矿。矿体埋深200余米。

对51线剖面样品进行了不同浸置时间测试试验,在矿体上方均有清晰的电导率异常(图6)。浸置1小

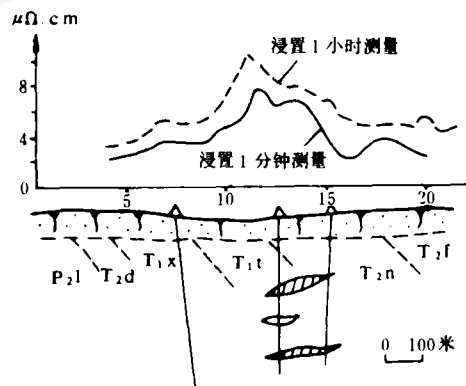


图6 野鸡冲铅锌矿51线壤中电导率异常
T₂f—分水岭组; T₂n—南陵湖组; T₁t—塔山组; T₁x—小凉亭组; P₂d—大隆组; P₂l—龙潭组

时后测出的电导率量高于浸置1分钟的电导率量,其异常形态完全一样。因随着时间增加,所溶解离子增多,电导率相应增大。但为了提高工作效率,一般都浸置1分钟。

(二) 未知厚层覆盖区的找矿测量效果

1. 厚层基岩覆盖区 骑岭—交椅岭测区位于珊瑚长营岭锡矿床与八卦岭矿床之间。区内构造发育,出露地层为泥盆系灰岩。前人在测区内进行过零星的化探工作,发现了一些F和As的异常。为在测区内进一

步开展找矿工作,我们与广西地质勘探公司204队协作,对2平方公里面积做1/5000(200×20米)壤中电导率测量。取3~4 $\mu\Omega/cm$ 为外带,4~18 $\mu\Omega/cm$ 为内带,圈出了3个带状异常(图7),异常中心电导率

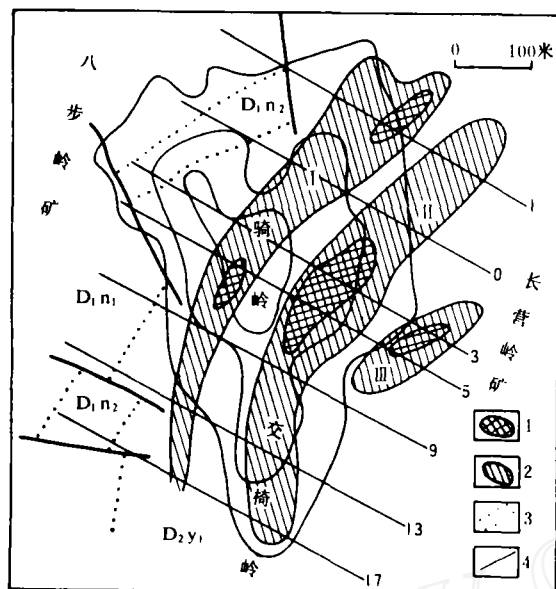


图7 骑岭—交椅岭测区壤中电导率异常平面图
1—异常内带(4~18 $\mu\Omega/cm$); 2—异常外带
(3~4 $\mu\Omega/cm$); 3—地质界线; 4—断层

最高达18 $\mu\Omega/cm$ 。II号异常位于测区中部,与I号异常呈雁行排列,长1000米,异常强度4~18 $\mu\Omega/cm$,异常由北向南有逐渐尖灭的趋势。III号异常位于测区东面,紧靠长营岭矿床,异常强度为4~16 $\mu\Omega/cm$ 。

值得注意的是3个电导率异常均与壤中吸附态汞异常吻合,其强度和形态特征与邻近长营岭矿床非常相似。据204队提供的资料分析,III号异常为长营岭已知矿床6号脉组的延伸部分所引起。推测区内I、II号异常为两组呈雁行排列的长营岭式矿脉组所引起,尚待工程验证。

2. 厚层残坡积物覆盖区 测区选在铜官山背斜南西端的北西翼,东西向凤凰山基底断裂带的西端。出露地层为 S_3 — P_2 ,主要是灰岩和砂页岩。北东和北西向断裂发育。沿高丽山组上部有10多处透镜状铁帽分布,仪家冲铁帽和古松3号铁帽含金分别为8.67g/t和24.20g/t,地质条件有利于成矿。

为探明铁帽形态、规模,配合壤中吸附态汞的测量,投入1.5平方公里的1/2万(200×20米)壤中电

导率测量。共发现2个电导率异常(图8)。

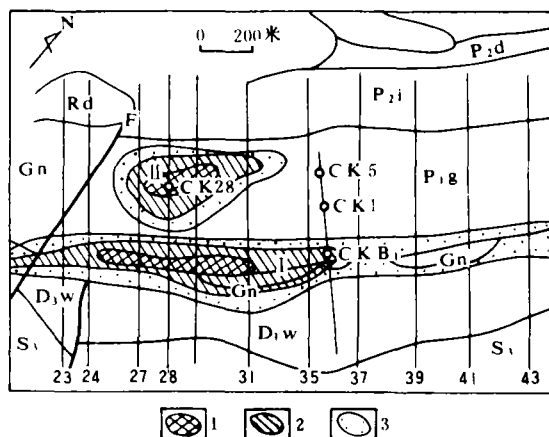


图8 仪家冲测区壤中电导率异常平面图

R—第三系; P_2d —大龙组; P_2l —龙潭组; P_1g —孤峰组;
 D_3w —五通组; S_1 —志留系上统; S_2 —志留系下统; Gn—
铁帽; 1—异常内带(25~30 $\mu\Omega/cm$); 2—异常中带
(15~25 $\mu\Omega/cm$); 3—异常外带(10~15 $\mu\Omega/cm$)

I号异常带沿北东70°方向延伸达2000余米,与铁帽排布方向完全一致,完整地反映了铁帽的形态、规模和分布特征。早先施工的CKB₁孔,位于电导率异常的中带,见到20米厚的铁帽体,而CK4和CK5不在电导率异常范围内,只见到褐铁矿化现象,预测在I号异常带浓集中心部位(27~29线范围内)有可能见到具有工业价值的含金铁帽体。安徽812队对I号异常验证结果表明,含金铁帽体有一定的规模和延伸,可望成为一个中小型金矿床。

II号异常呈葫芦状,轴向北东70°,异常强度为8~14 $\mu\Omega/cm$,推断异常浓集中心部位(27~29线范围)有可能发现含金硫化物矿体。

3. 厚层冲积物覆盖区 测区在安徽铜陵地区M背斜和N背斜之间的向斜部位。出露地层有三叠系和二叠系上统,主要岩性是灰岩和砂页岩。北西和北东向断裂发育。燕山期的闪长岩与成矿关系密切。测区被第四系冲积物(水稻田)覆盖。通过9平方公里1/万(250×40米)的土壤中电导率测量,发现3个具有找矿意义的异常(图9)。

I号带状异常呈北东向延伸,长900余米,平均宽约150米,异常强度为15~30 $\mu\Omega/cm$,高出背景几十倍,异常浓集中心部位(7~9线)位于某铜矿床南西侧,相距700余米,异常强度和规模与某铜矿床的富集地段

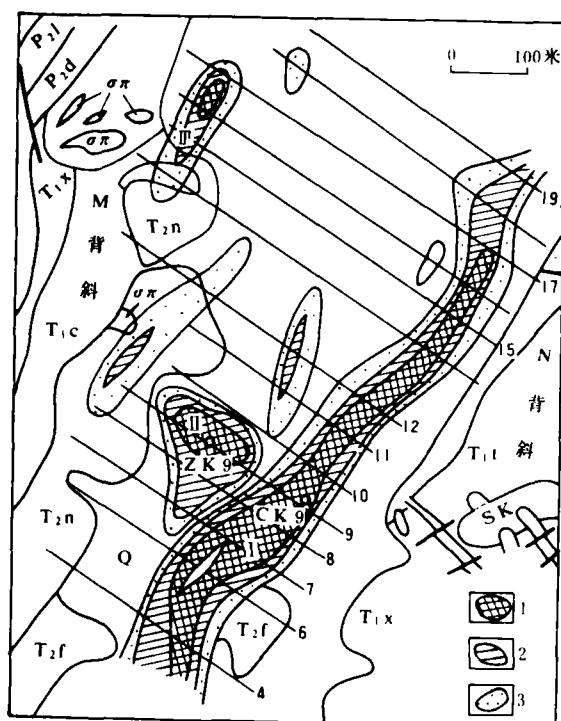


图9 某铜矿区外围壤中电导率异常平面图

Q—第四系; T₂l—龙头组; T₂f—分水组; T₂n—南陵湖组; T₁t—塔山组; T₁x—小凉亭组; P₂d—大龙组; P₂l—龙潭组; δπ—闪长斑岩; SK—夕卡岩; 1—异常内带 (25~30 μΩ/cm); 2—异常中带 (15~25 μΩ/cm); 3—异常外带 (10~15 μΩ/cm)

相当,二者呈雁行排列。根据异常特征和已知矿床的构造控矿格局。推断Ⅰ号异常浓集中心恰好位于北东、北西、和东西向断裂构造的交汇复合部位,可能由赋存于穹窿状构造中的矿体引起。异常带由隐伏矿带引起。

Ⅱ号异常呈三角形,强度与Ⅰ号异常相当,正好位于Ⅰ号异常膨胀部位,因此认为是同一矿体的反映。据地质资料分析,后期的断裂活动矿体被分成两部分。

Ⅲ号异常位于测区北西面,长250米,宽50米,异常强度一般为20 μΩ/cm。在该异常的南西侧有与成矿

关系密切的闪长玢岩岩体露头,附近地段黄铁矿化较普遍,又有Cu,Zn次生晕异常。另外,此异常强度与附近的某含金硫化铁矿床的电导率异常强度相当,推测Ⅲ号异常是与隐伏岩体有关的硫铁矿体的反映。

结 论

1. 试验结果表明,在不同景观条件下,不同成因的金属盲矿体和掩埋矿体上方,均能测出清晰的壤中电导率异常,说明该方法在厚层覆盖区寻找金属矿床上是一种有前景的新方法。

2. 电导率异常受断裂构造影响较小,一般都是在垂直于矿体上方电导率异常清晰。在层状或缓倾斜矿体上方,电导率异常范围大、强度较低,较连续;而陡倾斜矿体上方异常范围窄,幅值高。这与电化学溶蚀成晕机制是一致的。

3. 壤中电导率测量具有方法简单、工效高(每人每天可测定200个样品)、重现性好(影响因素少)、成本低(全套仪器设备约1000元左右,分析一个样品仅需几角钱)等优点。应用该方法配合壤中吸附相态汞测量开展普查找矿,是一种行之有效且快速简便的方法。

4. 试验结果表明,在有类似于石墨导体存在的地方,以及地表有矿石堆和农田区洒化肥农药的地方,对壤中电导率测量有干扰,在异常评价时应予以注意。

野外工作得到安徽地质勘探公司803队、812队,广西地质勘探公司204队、新路矿地质科、平桂探矿队等单位大力支持和帮助。在成文过程中得到本院刘成湛教授、罗年华工程师、黄乃培讲师的指教,欧阳宗圻高级工程师对文稿作了审阅,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] Govett G. J. S., Journal of Geochemical Exploration, 1976, Vol. 6, No. 3, P. 359~385
- [2] G. J. S. (姜红译): 地质与勘探, 1978, 第5期

Prospecting Effectiveness of Soil Conductivity Measurement in Thickly Overburdened Terrain

Luo Xianrong

(Research Institute of Concealed Deposit Prognosis, Guilin College of Geology)

Abstract

Over a number of proved concealed deposits of different origins and covered by different types of overburdens, the soil conductivity measurement method has been tested under different sampling and measuring conditions. Clear conductivity anomalies over the proved concealed deposits and prospective targets indicate that this method is effective in search after concealed ore deposits of different genesis beneath thick overburden.