

轻烃及硫化物气体测量找寻 多金属隐伏矿方法试验

李 生 郁 徐 丰 孚

(地矿部航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘 要 挥发性有机化合物及硫化物气体作指标勘查金属矿床的工作国内外均处于初试阶段。近几年我们用硫化氢、二氧化硫及轻烃气体(C_1 — C_4 烷烃和烯烃)作指标对十个不同景观条件不同地区的铅锌矿、铜钼矿、金矿、铜镍等多金属矿床进行了土壤及地表岩石测量勘查隐伏矿的方法试验,取得很好的结果。表明该方法是寻找多金属隐伏矿的一种有效的气体测量方法,它可用于寻找覆盖厚度几米到 400 多米运积物覆盖区隐伏矿及基岩面下埋藏 400 多米盲矿的地表土壤和岩石测量以及岩体评价找矿工作。试验结果还表明该方法用于岩石测量的效果优于土壤测量。

关键词 硫化氢, 二氧化硫, 轻烃气体, 隐伏矿, 气体化探。

0 前言

在运积物覆盖区找寻隐伏矿是地质工作的难题。气体地球化学测量可望成为解决这一问题的一种有效手段。气体化探测量找寻金属矿已在国内试验了多种方法,其中有汞、二氧化碳、氩以及近年开展的测量以微尘或气溶胶形式存在的锌、铅、银、砷、锑和金等元素的地气测量法^[1-2]。但其中仅汞气测量较成熟得到普遍使用。

我们在 1987 年—1989 年期间对轻烃、汞及二氧化碳气体综合测量找矿进行过专题试验,除二氧化碳、汞气体外初步结果表明轻烃气体也是找金属矿的有效指标^[3]。为进一步肯定烃气找金属矿的效果和开发更多有效的气体指标,本文又较系统地开展了试验。阴离子硫是多金属矿成矿或伴生元素,它对金属矿的形成起着重要作用。在地球化学作用过程中,它会在地表土壤或出露岩中留下其活动的痕迹,例如,1985 年美国密执安大学加尔德纳(M. D. Gardner)等人指出,风化硫化矿床上方有 CS_2 和 COS 气体晕,并指出 CS_2 主要存在于土壤气中,而 COS 主要吸附在土壤上。他们建议勘查矿床时用这两种指标。同年英国的巴尔(Ball)^[4]对花岗岩有关的钨矿和萤石硫化矿床及含块状硫黄铁矿床等九个矿床研究中,有 5 个矿床上发现甲硫醇 CH_3SH 、二硫化碳 CS_2 和羰基硫 COS 三种气体有普查找矿意义。国内有人对硫化氢找矿也作过初步试验^[5]。这表明硫化气体作为找矿指标已引起地球化学家们的重视。 H_2S 、 SO_2 是硫化物气体中主要气体,普遍存在于金属矿床上方土壤及围岩中,且其含量高于有机硫化物气体,测定技术较简单,因而对它作为找矿指标的效果进行试验很有实用意义。

1 硫化物及烃气气体采样介质

用硫化物及烃气勘查金属矿采样介质是成功的关键。开始我们在野外现场用埋入探测器

方法直接测量土壤气中自由 H_2S 、 SO_2 气体未获成功,后经用标准硫化物气体埋入地表下 50cm 处进行的模拟试验,证明近地表土壤中不会有自由 H_2S 、 SO_2 气体存在(即使有其量甚微,用现有技术难以检测出)。矿床产生的 H_2S 、 SO_2 气体的量较少,进入围岩及土壤后发生了化学转化,生成稳定性高的金属硫化物、亚硫酸盐及硫酸盐。而且在潮湿土壤和碱性土壤中,这种转化特别快,因而在土壤中不可能采取到 H_2S 、 SO_2 气体。因此我们取它们的转化产物即被土壤(或岩石)介质吸收后被固定的硫化物作指标。采样介质不是气体而是土壤或岩石。固定型硫化物是土壤或岩石长期吸收硫化气体形成的,具有累积性,其测定值稳定,不会象自由气体测量受土壤孔隙度、地温、湿度及气象因素等的影响,对测定结果解释推断也更方便和可信。

烃类气体进入地表土壤后以气态烃、吸附态烃及进入矿物构造间隙中隐居起来的吸留态烃存在。虽然气态烃可以采取到,但在金属矿床上因其量甚微必须现场预富集,工作很不方便。故而我们采用土壤或岩石样品测定吸附态烃。

固定型硫化物已不是自由气体了,但我们仍称它为硫化物气体指标,通过本次测量试验,我们认为气体测量的内涵应扩大,测量指标不应单指真气体,还应包括能够以气体方式迁移或者其主要迁移过程中以气体方式迁移而到后期被固定或生成新的化合物的气体。分析测定对象可以是自由气体,也可以是气体的转化产物。采样介质可以是气体、土壤、疏松物、水、岩石和矿物等。

2 运积物覆盖区找隐伏矿试验

为验证方法的广泛适用性和效果,在几个差异较大的地球化学景观区—高温潮湿区、半干旱半荒漠区及黄土覆盖区选择以铅锌为主的多金属矿及金矿进行了试验。试验区覆盖厚度从 30m 到 300 多米。均取得好的效果。

2.1 江苏某铅锌矿

区内地质构造复杂,岩浆活动频繁。地表为 50m 厚的第四纪覆盖,为一套冲积、湖积和海陆交相沉积的组合。区内北北东向北西西向构造发育。沿构造通道侵入的闪长岩和石英斑岩为成矿母岩。多金属矿分布在石英斑岩两侧和闪长岩附近。矿体呈北东向展布,呈透镜状、脉状产出在岩体与围岩接触带附近,主要为盲矿。试验区有两个已知矿区,吴宅矿区和陈家桥矿区。吴宅矿体埋藏较深,基岩面矿化较弱。主要金属矿物为黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿等。地表土壤测量,在吴宅矿区和陈家桥矿区均发现有 Cu、Pb、Zn 等元素异常。

本次试验,按 500m × 500m 网度取 80—100cm 深度的地表土壤,面积约 20km²。结果见图 1。

硫化氢异常主要分布在两个已知矿区,异常面积大,浓集中心明显和下伏矿床对应关系较好。二氧化硫异常主要分布在矿区外围,异常呈北北东向带状展布,和地表岩石测量多金属异常带展布一致(图略)。硫化物气体异常显然和下伏矿化密切相关。二者分布位置不同和两气体性质有关。

轻烃检出的有甲、乙、丙烷和丁烯。但其中以甲烷、丁烷异常和矿化区及构造关系明显。两者异常主要分布在陈家桥和吴宅两矿区的西南侧和西北部,总趋势上看在测区形成一个不连续的北西向异常带,和矿区北西向裂带分布吻合。

上述四个异常的浓集区叠合在一起组成综合异常,发现两个明显特征,一是异常集中靠近已知矿区外围,形成一个不连续的似环状异常区,它的面积比已知矿区大;二是有一明显的北西向异常带,它和矿区已知断裂带一致,表明烃气兼具指示断裂构造的能力。

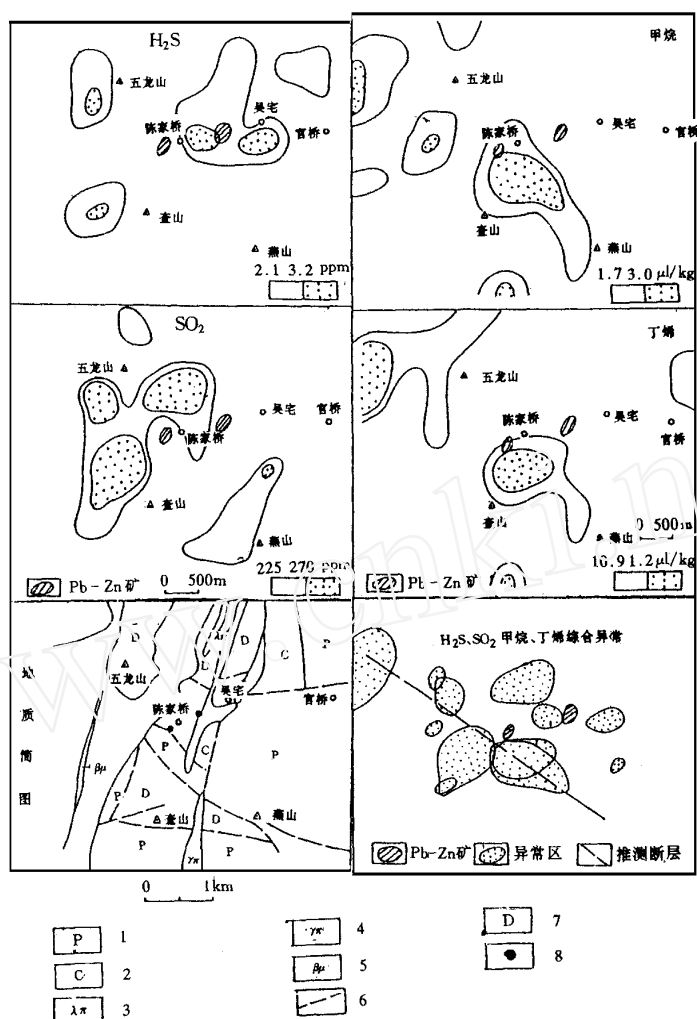


图 1 江苏某铅锌矿区异常图

- 1—砂页岩泥岩夹泥灰岩；2—砂页岩灰岩粘土岩；3—石英斑岩；4—花岗斑岩；
5—辉绿岩；6—断层；7—砂岩粉砂岩页岩；8—矿床

2.2 甘肃某多金属矿

矿区沟谷纵横,地表全被厚度 50—100m(有的 180m)黄土覆盖,属干旱区。出露岩石主要为花岗闪长岩和斜长岩。为多金属黄铁矿,矿化带呈 NW—SE 向展布,长约 4km,宽约 400—600m,分上下两个矿带,上部为多金属黄铁矿带,下部为黄铁矿、含铜黄铁矿带,矿化带内大小矿体 117 个,大部呈盲矿,产在基岩面下约 50m。少数矿体出露基岩面,遭风化后又被黄土掩埋。主要矿体是锌、铅—锌黄铁矿,矿体呈层状、透镜状和脉状产于绿泥石英砂岩夹灰岩透镜体岩段。

试验区面积 55km²,1 样点/km²。剖面测量点距 40m,采样深度 0.5—1m(见图 2、图 3)。

硫化氢和二氧化硫平均含量分别为 7.7 和 23 ug/g(ppm),最大值和最小值相差分别为 8 和 60 倍,分布很不均匀。但二者在矿体对地表投影处均有很好的异常显示,清楚反映了黄土掩埋下深部矿体的存在。

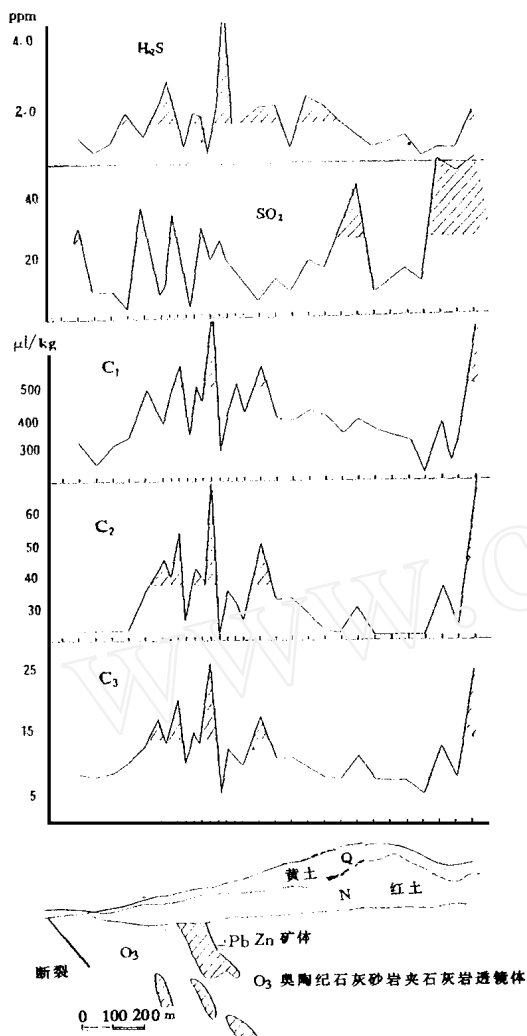


图2 剖面测量结果

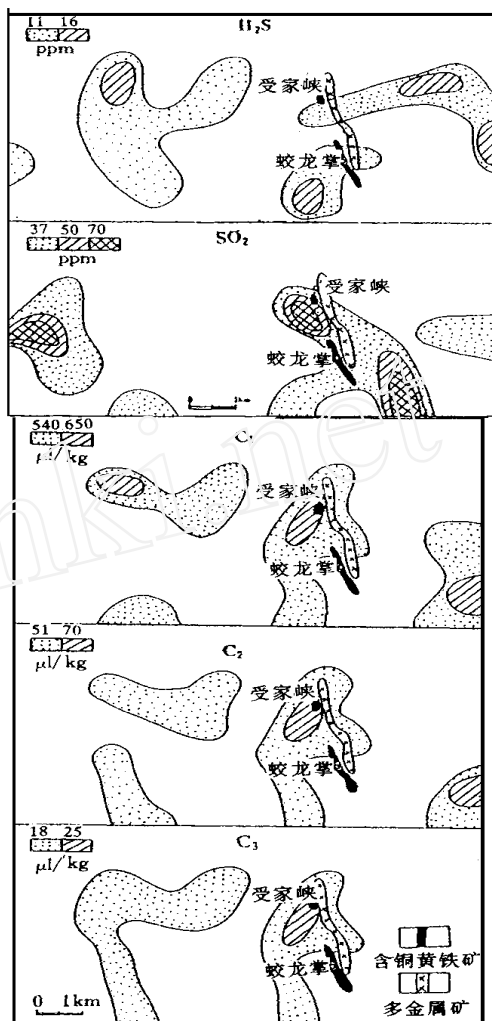


图3 区域测量结果

1—含铜黄铁矿; 2—多金属矿

本区土壤中轻烃组分齐全,有 C_1 、 C_2 、 C_3 、 iC_4 、 nC_4 烷烃,而且含量较高,如甲烷背景平均值 467 $\mu\text{l/kg}$,乙烷 40.4 $\mu\text{l/kg}$,正丁烷 3.3 $\mu\text{l/kg}$, C_1 — C_4 彼此相关系数较高,均在 0.95 以上,但异常衬度不高均为 1.3,属高背景弱异常。从图 2 和图 3 知,烃气异常分布的走向、位置、范围十分相似,异常主要出现在矿体上方。剖面上异常和硫化物异常相似均为锯齿状,这可能和矿体层状产出有关。区域测量主要异常浓集中心明显,走向和矿体一致,异常面积几乎覆盖了矿带在地表的投影区。测区西部烃及硫化物均有异常,和东部已知区比较很可能预示深部有新的矿化。

从上述结果看,在厚层黄土覆盖的干旱区,用低密度(1 样点/ km^2)或高密度取样勘查多金属隐伏矿该方法是有有效的。

2.3 山西省某金矿区

试验区地表全为上更新统风积黄土,它直接覆盖在太古代基底岩石上,其厚度一般为

30—40m,但自北向南变化很大,从数米厚增至120m左右。区内有NW向龙山区断裂斜穿和一系列次级断裂。金矿化体多赋存在断裂之中。金矿属石英脉型,已知矿化范围约2km²。区内已发现大小不等金矿脉14条,矿脉赋存在构造破碎带中,其中一号矿脉带是区内最主要的矿体赋存带,该带大部分被黄土覆盖。区内金属矿物还有黄铁矿等硫化物。

该区试验结果见图4、图5。剖面长780m,面积测量30km²。采样密度分别为点距40m及1样点/km²。从图4知硫化物异常以锯齿状出现在金矿脉上方。烃组分有C₁—C₄烷烃及丁烯,其量也较高如甲烷平均达160μl/kg,总烃达208μl/kg。烃组分之间的相关系数较高在0.95以上。烃气各成分的异常分布特征类似,峰值异常均出现在矿化蚀变带上方或一侧,品位高的金矿体上方为低值区负异常。面积测量中,硫化物有两个异常区,其一在已知矿化区,异常浓集区面积和金矿化面积相等。第二个异常区呈条带或串珠状展布在测区东部金矿化远景区(该区已发现强的金异常)。烃气异常分布十分相似(由于烃气各组分异常相似,图5中仅出现几种组分作代表),异常面积、浓集区、展布方向、几何形态完全一致,异常衬度大为2.1—2.9之间。异常呈带状北西向展布,异常前部覆盖在已知金矿化区。尾部在上浪洞银沟矿化远景区,异常展布方向和区内NW向控矿断裂及金异常(周丽沂1993年报告,图略)一致。烃异常主要反映了控矿构造。

从上述结果知,硫化物及烃气测量对于找被黄土掩埋的金矿也能取得好效果,如能和成矿元素金测量综合使用能提供更可靠的找矿信息。

2.4 金属矿区烃气异常稳定性检验

金属矿区烃气异常强度通常情况比油气田上的弱,烃气又缺乏不断的补给,异常能否长期稳定存在需加以检验。为此在1987年我们曾进行过烃气测量方法试验的内蒙某铅锌矿区又进行了重新采样试验。两次试验的区域,面积均一样为0.1km²。试验区地表全被厚度25—50m的黄土覆盖。测区矿带内矿体均呈北东—南西向延伸,倾向南西,矿体埋深一般几十至二百米。矿体赋存在大理石中,矿体是由斜长花岗岩岩浆的矿液交代碳酸盐岩富集形成。令人鼓舞的是,前后两次测量虽然相隔五年之久,但所得烃气C₁—C₃异常的分布走向、范围及平均强度等基本一致。异常均是沿主矿带两侧分布,和主矿带走向一致(篇幅所限图略)。这证明

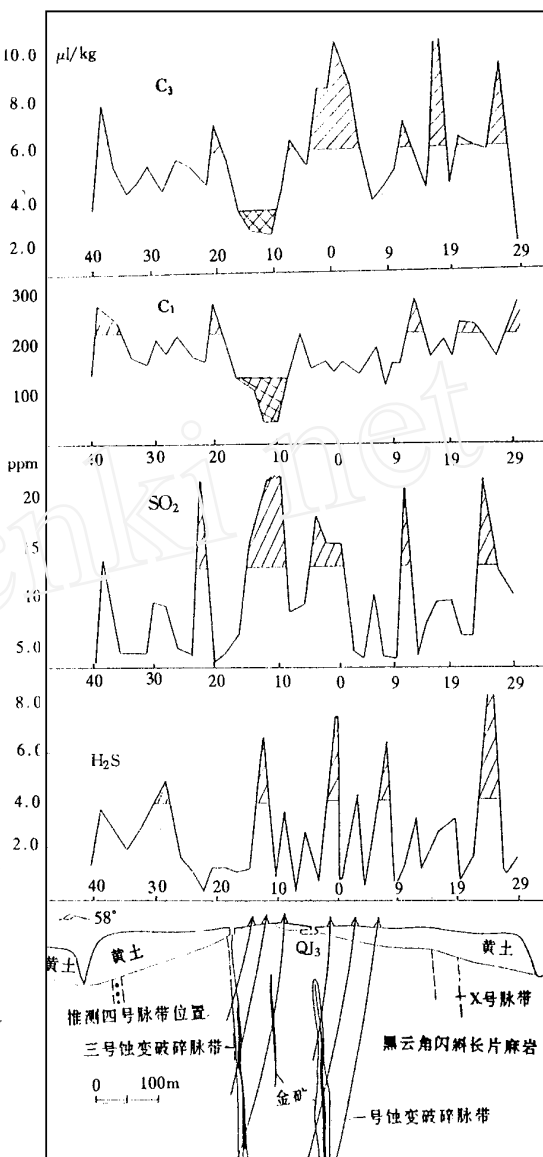


图4 金矿剖面试验结果

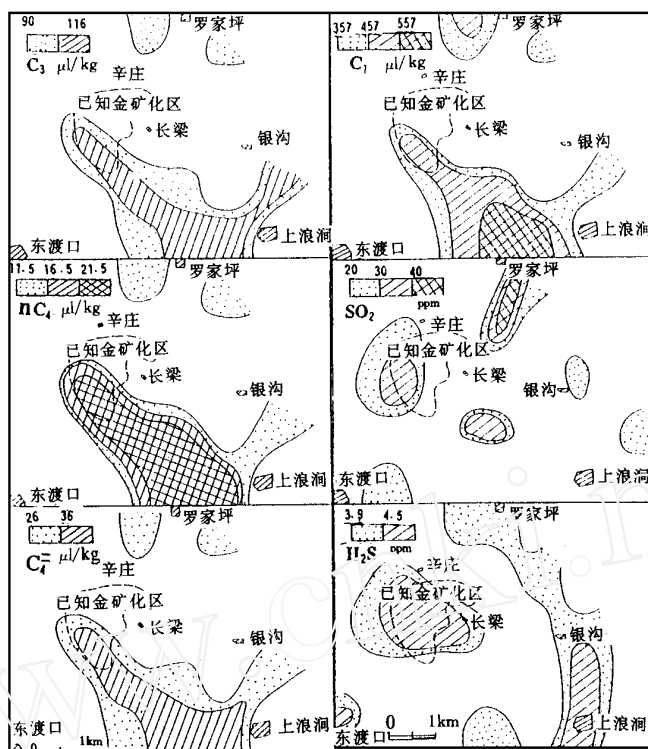


图5 金矿区域测量试验结果

金属矿区烃气异常一经形成可稳定存在,不会因补给不足时而消失。

3 岩石裸露区找盲矿试验

隐伏矿泛指未出露地表的矿,包括疏松沉积物覆盖下出露和未出露基岩面下的矿产以及裸露岩体中的盲矿。故本次也开展了地表岩石测量找盲矿的试验,并取得满意的结果。

3.1 铜镍矿

该矿与超基性岩体有同源关系。矿体赋存在以二辉橄榄岩为主的超基性岩体内,空间位置上矿体位于岩体下部靠近底盘与大理岩围岩接触,是一个工业富矿,矿体呈透镜状,埋深400m以下,金属矿物以硫化物为主。测区气候干燥少雨,日温差大,氧化带不发育。

试验结果见图6。试验剖面长1.8km,取地表岩石样采样点距20—40m。

硫化气体在矿体正上方有强度大连续性好的正异常,异常长度完全覆盖了赋存矿体的二辉橄榄岩出露区。

轻烃组分在超基性岩中较丰富有 C_1 — C_4 烷烃及烯烃,它们分布的共同特点是在矿体正上方为衬度高的低值负异常区,异常长600余米,完全和硫化气体正异常区吻合,高值正异常全部分布在矿体两侧的混合岩及大理岩中。两类指标的正负异常正好位于盲矿上方,对埋深400m以下的盲矿显示出极好的指示作用。

3.2 斑岩型铜钼矿

该矿是德兴斑岩铜矿田中的朱砂红矿床。矿区有多条断裂穿过控制着矿床。矿区分布有花岗闪长斑岩侵入体,出露岩层主要为一套泥质及火山凝灰质沉积的浅变质岩,与成矿作用有关的侵入体属燕山中期的中酸性浅成花岗闪长斑岩体。含矿岩体呈椭圆形岩筒状产出。岩体

围岩接触范围大形成由浅变质到深变质的蚀变分带。矿体主要赋存在花岗闪长斑岩体的顶部、前缘和岩体裂隙处,成矿斑岩中钼、铜、硫含量高。金矿物主要为硫化矿物。

试验剖面长 5.4km,采样点距不等,矿化区较密为 40m,离开矿化区逐渐放稀至 50—100m。取地表岩石样试验。结果见图 7。

该区岩石中烃组分较少,主要为甲烷,其含量也低,平均值仅为 1.08 $\mu\text{l/kg}$,乙烷、丙烷仅个别岩样中有,其量更低。在矿体及花岗闪长斑岩体上方甲烷值低于背景值,形成明显的负异常,其范围和含矿花岗闪长斑岩体一致,表明甲烷对矿体有指示作用。二种硫化体不论在浅变质或深浅变质岩中含量均很高,二者的相关系数也高为 0.9134,二者是同源的,它们在矿体及含矿斑岩体上方含量更高形成明显的正异常对矿体及矿化蚀变带显示出极好的指示。

3.3 矽卡岩型铜钼矿

该矿是由辉钼矿与铜矿体重叠共同构成。矿体呈似层状多层位产出。矿体空间位置比较接近,形成密集的矿体群,其中心埋深 250—300m,主矿体长 1030m,厚 6—8m,倾向延伸 100—800m,矿体受褶皱轴部控制,矿层随地层弯曲,呈双峰形态,是层控式矿床。矿石类型为含铜(钼)矽卡岩、含铜大理岩及含铜硅质页岩和含铜块状硫化物等。地表出露为大理岩及角闪岩互层,矿体围岩主要为大理岩角闪岩及砂岩。

试验剖面长 800m,采样点距不等,矿体上方为 20—25m,其余较稀,结果见图 8。

硫化物异常分布相似,起伏变化基本一致,异常主要以不连续的特高值单峰出现在矿体上方,二氧化硫在多层矿处,异常宽度大。矿体外围硫化氢无异常。多峰异常显然与矿体呈多层产出有关。

烃类组分较多,有 C_1 — C_4 烷烃和乙烯等,且含量较高,甲烷平均值达 830 $\mu\text{l/kg}$,丁烯 14 $\mu\text{l/kg}$ 。它们的异常分布不完全相同,有两种特征;乙烷、丙烷、重烃、乙烯为一类,它们之间的相关系数较高为 0.8155,剖面上异常起伏变化完全一致,均以不连续的单峰异常出现在矿体地表投影处,这是多矿层的反映。而甲烷和总烃异常为另一类,它们的单峰异常出现在矿体在地表投影处的两外侧,呈驼峰形,矿体上方为负异常。这表明甲烷和乙烷等的运移不完全同步。甲烷较乙烷丙烷等活动性大,在矿体上呈负异常可能是多期(多矿层形成)成矿作用使甲烷向两侧围岩低温区运移形成的。

上述结果表明,硫化物及烃气对埋深达 250—300m 的盲矿仍有好的指示作用。

3.4 矽卡岩—斑岩复合型铜矿

该矿是一个大型矿床。矿区内出露地层主要是三叠系下统大冶群第 3—6 段的碳酸盐岩

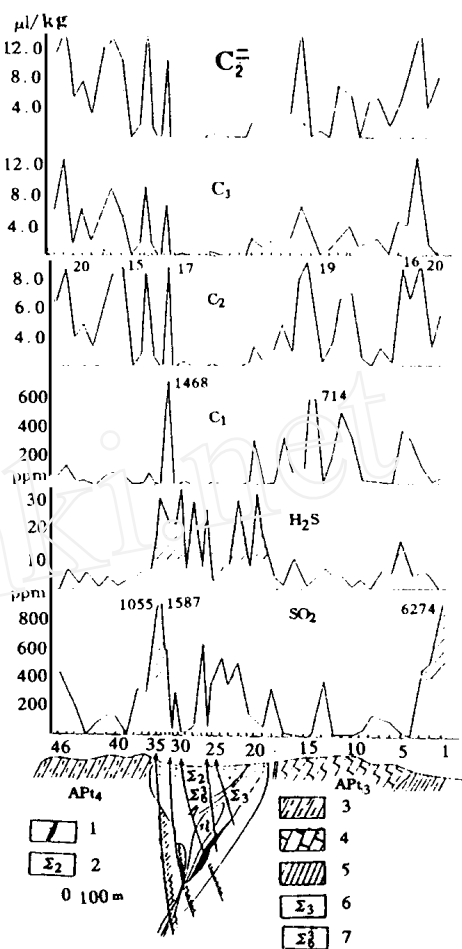


图 6 铜钼矿试验结果

- 1—矿体; 2—辉橄橄榄岩; 3—肉红色花岗片麻岩;
4—大理岩夹云母片麻岩; 5—副片麻岩夹石英片岩;
6—云母石英片岩夹二辉橄岩; 7—斜长辉橄橄榄岩

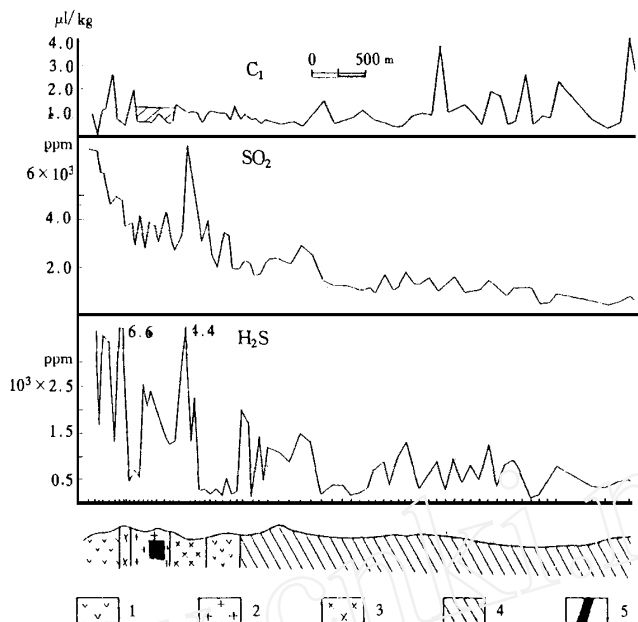


图7 斑岩铜钼矿试验结果

1—浅变质岩绿泥石伊利石化带; 2—花岗斜长斑岩; 3—变质岩
绿泥岩—水白云母化带; 4—浅变质岩(千枚岩); 5—铜矿体

地层,岩性以灰岩及灰质白云岩为主。区内主体构造为铜矿山鼻状背斜和近 NWW 向的天台山断裂构造,含矿杂岩体侵位于二者的交接部位。含矿杂岩体主要为花岗闪长斑岩株、岩脉和石英二长斑岩筒。矿床由六个铜钼矿体组成。矿体主要赋存于岩体与围岩的内外接触带。围岩蚀变广泛发育。金属矿物主要为硫化矿物。

试验剖面长 650m, 取样点距 20—10m 不等, 结果见图 9。

硫化物气体含量很高, 硫化氢平均 504μg/g, 二氧化硫 1.17%, 二者在矿体上方有强度高范围宽的极好异常, 而在无矿地段几乎无异常。烃类气体组分较多有 C_1 — C_4 烷烃、烯烃组分, 但含量较低, 如甲烷平均值为 32μl/kg, 相反丁烯(C_4^-)含量相对较高, 平均值 27μl/kg, 各组分彼此的相关系数不高, 和其它地区的不同, 有正相关也有负相关, 如 C_1 — C_4 为 +0.3325, 而 C_3 — iC_4 为 -0.3725, C_2 — C_4^- 三个有类似处, 它们在近矿围岩中为高值正异常, 远离矿体又逐渐降低在矿体上方为负异常。在和主矿体相连的侧向几个小矿脉上方, 烃气含量高低相间呈锯齿状变化, C_1/C_2^+ 比值更具特征, 在矿体上方呈清晰的低值负异常区, 低值范围比 C_1 、 C_2 的大。因此, C_1 、 C_2 、 C_4^- 、 C_1/C_2^+ 四个指标对矿体有明显的指示。

C_3 、 C_2^+ 、 iC_4 三个指标和上述四个指标的分布特征不一样, 在矿体及其两侧近矿围岩上方均为锯齿状分布的正异常(图略), 而在剖面东端无矿地段全为低值区。这是由于它们的分子量较大, 扩散速度较 C_1 慢, 在矿化区保留的量相对较高, 加上此处矿体埋藏浅接近地表, 故而矿体上方出现正异常。

上述结果表明, 硫化物及烃气勘查埋藏浅的产状近似直立的矽卡岩—斑岩复合型铜钼矿是有效的。

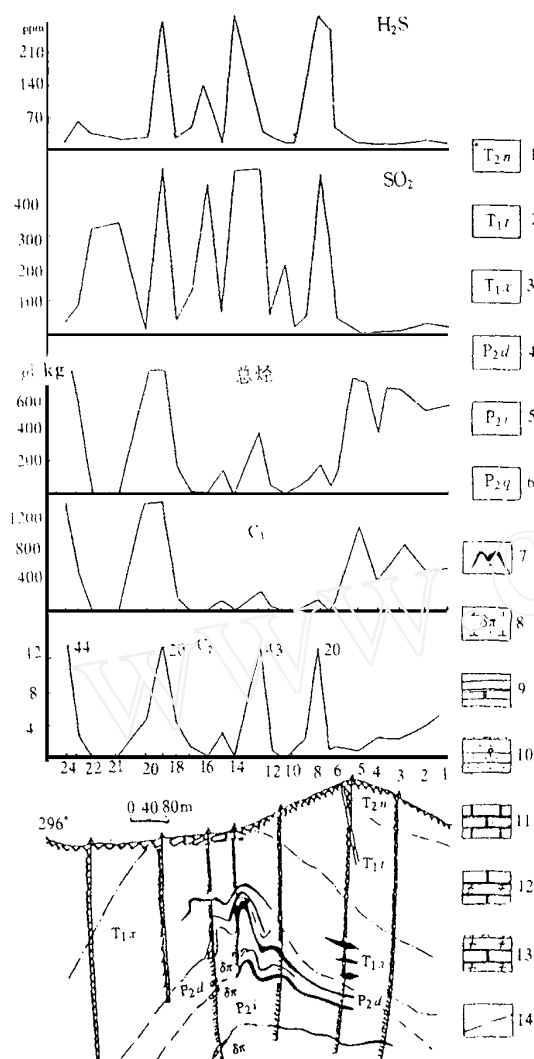


图8 砂卡岩铜钼矿试验结果

- 1—南陵湖组；2—塔山组；3—小凉亭组；4—大隆组；
5—龙潭组；6—孤峰组；7—铜矿体界线；8—闪长斑岩；
9—硅质岩夹硅质灰岩；10—砂岩；11—大理岩；12—
大理岩与角岩互层；13—角岩夹大理岩；14—地层界限

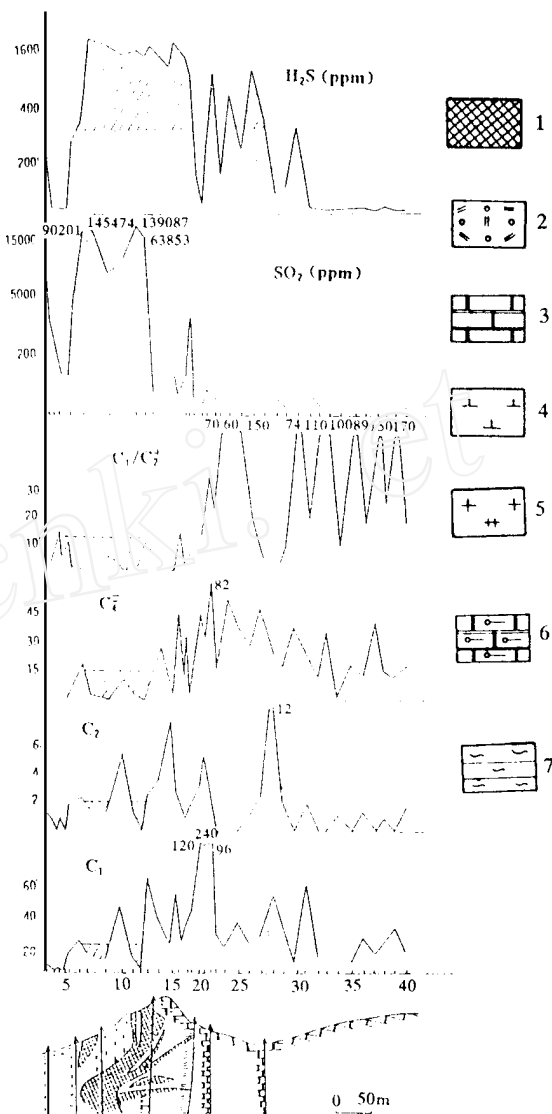


图9 砂卡岩—斑岩复合型铜矿试验结果

- 1—黄铜矿；2—第四系表土；3—大理岩；4—闪长岩；
5—硅化花岗闪长斑岩；6—石榴石细脉化大理岩；
7—透辉石石榴石砂卡岩

4 岩体含矿性评价中初步应用

为验证方法,选择了山西省孙家庄岩体进行评价试验。该岩体是燕山期中酸性花岗斑岩为主的杂岩体。岩体有两条NW向断裂穿过,区内发育一系列产状陡立走向南北的次级断裂,孙家庄岩体是区内最大的岩浆侵入体。它的北侧有义兴寨大型金矿床,东侧有辛庄中型金矿,其西侧南侧有石英脉群带,岩体内外接触带有多处金、铜、锌、铅矿化点。岩体和义兴寨—辛庄金矿床有成因联系,从地质上看有找矿前景。

本次试验是利用 1990 年的副样作样品。岩体面积约 8km^2 。平均 8 个样点/ km^2 , 样品是采自沟谷露头基岩, 结果见图 10。

硫化物在岩体上均有异常, 也有浓集中心, 硫化氢外带异常面积大于斑岩体面积, 但浓集中心在斑岩体内。二氧化硫异常呈 NW 向条带状展布, 异常内带主要在闪长岩及斑岩接触部位。二种硫化物异常均处在辛庄金矿区, 异常带展布方向和义兴寨—辛庄金矿成矿带一致。岩体中烃气组分较多有 C_1 — C_4 烷烃及烯烃, 它们的异常展布方向、形态、位置、浓集区和面积大小均较一致。异常区多分布在闪长岩和花岗斑岩接触带上, 形成半环状异常, 异常环的内区(负异常)正好和花岗斑岩区面积及铜异常浓集区一致。根据已知矿区试验得出的结果: 烃气异常多为环状, 环的内区多为矿化区, 和硫化物在矿化区多为正异常的认识, 可以认为孙家庄杂岩体中的花岗斑岩体及其和闪长岩接触部位具有找工业矿的前景。这和斑岩体内已打到铜矿的事实相符。表明硫化物及烃气测量可用于岩体含矿性评价。

5 金属矿上烃气异常特征和形成机理的初步认识

虽然试验过的十个矿区(由于篇幅所限其中一些矿区结果本文未写)中矿种、地质环境等不同, 但烃气异常分布有着十分明显的共同特点: 1. C_1 — C_4 烃气各组分彼此间具有好的或较好的相关性, 它们在矿区异常分布模式十分相似; 2. 异常主要分布在矿化区(矿体)外缘和构造带上, 环绕矿体(矿化区)为中心, 形成环状、半环状或似环状异常, 矿体或矿化区位于异常环的内区, 即负异常区, 仅个别地区由于多期成矿作用地表形成块状正异常。这和油气田上烃气异常模式相似; 3. 在断裂构造带上, 烃气异常呈条带状或串珠状展布; 4. 烃气异常分布范围比矿化区(矿体)大 1—4 倍; 5. 甲烷和其它烷烃稍有不同, 它在不同矿种和不同地表景观区均有和矿化相关的异常显示。

众所周知, 油气田上烃气异常形态绝大多数为环状、半环状, 是烃气沿油水边界以微气泡形式上移至地表形成的。金属矿上烃气形成环形或半环形异常的机理和油气田的不同, 我们认为金属矿上烃气主要靠温差效应使其从成矿(矿液)的高温区向围岩低温区扩散, 在围岩中运移到一定距离后被固定下来形成晕圈, 同时围岩受到矿液高温的影响, 使其原含有的微量烃气和部分有机物受热后新生成的烃气向外扩散, 最终造成矿体(矿化区)烃贫, 矿化区外缘烃相

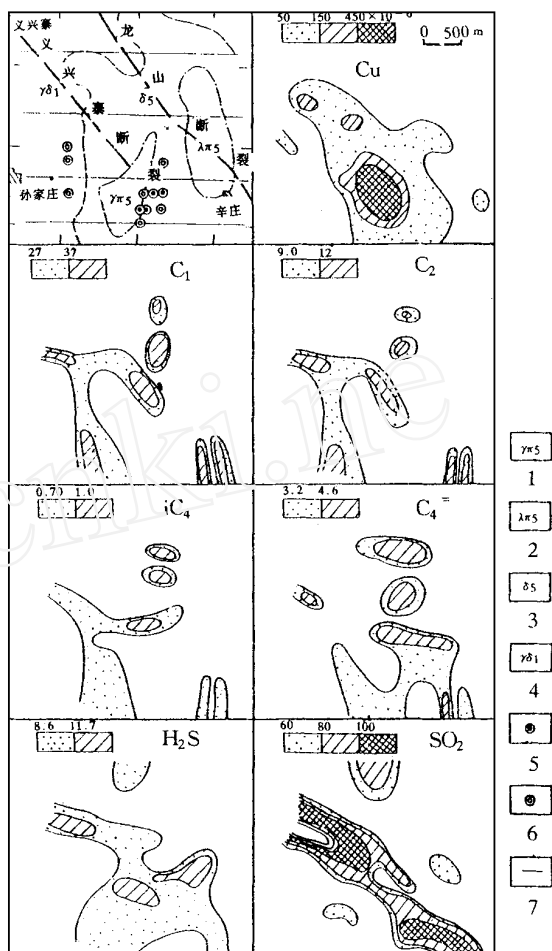


图 10 岩体评价试验结果

- 1—花岗斑岩; 2—石英斑岩; 3—闪长岩; 4—变闪长岩;
5—见矿钻孔; 6—未见矿钻孔; 7—山西省地质队测量线

对富的结果。条带状或串珠状异常多数是地壳深部气体中烃气沿构造活动带、裂隙上升到地表形成的,它主要反映构造。

6 小结

1. 经过对 10 个铜、锌、铅、镍、钼、铁、金等成矿元素为主的多金属矿床地表土壤和岩石测量试验,结果表明:硫化氢、二氧化硫和 $C_1 - C_4$ 轻烷烃、烯烃气体均有和深部矿床存在相关的各具特征的异常显示;烃气异常可长期稳定存在,不因烃源补给不足时久而消失;三类指标用于岩石测量找盲矿的效果优于土壤测量;确证它们是找寻多金属隐伏矿的一种有效方法。它可用于每平方公里采 1—8 个样的不同比例尺覆盖厚度几米到 200 多米的土壤及基岩面下埋深 400 多米矿体的找矿测量和岩体含矿性评价工作。如果和成矿金属元素测量配合,可提高对盲矿探测的效果。

2. 本次试验最终测试的硫化物用烃气均非通常理解的地质样品中自由气体仍获成功,表明气体测量的内涵应扩展,应用广义气体测量代替狭义气体测量的概念。过去气体地球化学测量,指的是地质介质中自由气体,局限性大不利于气体地球化学测量的发展。实际上矿体产生的许多气体在迁移过程中发生了很大变化,有的被地质介质吸附或吸收转化为稳定的化合物形式固定下来或进入矿物构造内部。因此气体测量除自由气体外还应包括它们的转化形式,采样介质除自由气体外还可用在土壤、水、岩石或矿物等。

参 考 文 献

- ① 童纯茵、梁兴中、李巨初,地气测量研究及其在东季金矿的试验,“物探与化探”第 6 期,445 - 425,1992 年。
- ② 王学求、谢学锦、卢荫麻,地气动态提取技术的研制及其在寻找隐伏矿上的初步试验,“物探与化探”,第 3 期,161 - 171,1995 年。
- ③ 李生郁、郑康乐、徐丰孚,微量轻烃气体快速分析方法及其在金属矿化探中的应用,“物探与化探”,第 4 期,303 - 312,1990 年。
- ④ 孙祥利,硫化氢气测找矿及其工作方法的初步探讨,“地质与勘探”,1978 年。
- ⑤ T. K. Ball, Trans. Inst. Mining and Met, Vol. 94, P181 - 188, 1985.

(下转 127 页)

(Central South Polytechnic University, Changsha 410083)

Abstract Using an advanced CAPO experimental instrument, this paper has established an empirical curve for determining strength of structural concrete by means of CAPO test in Guangzhou area, with fairly good result obtained.

Key words CAPO test, structural concrete, strength.

第一作者简介 王宝勋,男,1964年11月生于青海省。1988年毕业于中南工业大学地质系并分配至青海地勘局工作,1993年考入中南工业大学地质系,攻读硕士学位,1996年获硕士学位。qd主要从事超声波及电磁波无损检测等方面的研究工作,已发表论文5篇。

(上接 138 页)

A TEST ON THE APPLICATION OF LIGHT HYDROCARBON AND SULFIDE GASOMETRY TO THE PROSPECTING FOR POLYMETALLIC CONCEALED DEPOSITS

Li Shengyu, Xu Fengfu

(Aerogeophysical Survey and Remote Sensing Center, Ministry of
Geology and Mineral Resources, Beijing 100083)

Abstract The utilization of volatile organic compounds and sulfide gases as indices in the exploration of metallic deposits is merely at the preliminary test stage both in China and abroad. In recent years, the authors used hydrogen sulfide and light hydrocarbon gases (C_1 — C_4 paraffin and olefin) as indices to perform the test on the exploration of concealed deposits through soil and surface rock survey within ten lead-zinc, copper-molybdenum, gold and copper-nickel polymetallic deposits in different areas and under different landscape conditions and, as a result, obtained excellent results. It is demonstrated that the method is an effective gasometric technique used in surface soil and rock survey as well as rock body evaluation with the purpose of looking for concealed deposits beneath transported overburden several to more than 400m in thickness and blind deposits over 400m under the bedrock surface. Tests also show that this method is more effective in rock survey than in soil survey.

Key words hydrogen sulfide, sulfur dioxide, light hydrocarbon gas, concealed deposit, geochemical gas exploration, carbon gas, concealed deposit, gaseous geochemical prospecting.

第一作者简介 李生郁,男,1934年生,陕西榆林人。1957年毕业于西北大学化学系。毕业后一直从事金属矿勘查地球化学方法技术研究和生产工作。地矿部航空物探遥感中心气体化探室教授级高级工程师。从1983年起重点研究开发油气化探方法技术,历任研究室副主任、主任等职。先后发表论文40余篇。