

銅井砂卡岩銅矿床地球物理 与地球化学勘探的初步經驗

李 宝 印

1958年秋,在山东沂水銅井矿区,以物探化探方法进行找矿。在銅井本区及其外圍都找到了銅矿。实践证明,对于象本区的这种砂卡岩类型的銅矿床,物探化探工作,对勘探工作的布置可以起到有效的指导作用。在很大的程度上减少了地質普查或山地工作的盲目性,加快了地質普查勘探工作的速度。

一、地 質 情 况

本区位于山东地台,主要岩层除前震旦紀变質岩系外(出露很少),以古生代之沉积岩为主。其中有震旦紀石英岩、砂質灰岩、下寒武紀紫色頁岩、中寒武紀鲕状灰岩、上寒武紀竹叶状灰岩。此外在矿区东部一带出露有白堊紀杂色砂頁岩夹凝灰岩及安山岩。燕山运动之后,本区有大量的火成岩侵入于灰岩中,其中有閃长斑岩、閃长玢岩和花崗岩等,后者出露于矿区西部一带。

矿床主要为火成岩与寒武紀灰岩接触交代而形成的砂卡岩类型銅矿。金屬矿物以黃銅矿、磁鉄矿、黃鉄矿等为主,此外有少量的孔雀石、鉛鋅矿等,銅和磁鉄矿互相成层,有时銅浸染于磁鉄矿中或磁鉄矿周边之砂卡岩中,一般有磁鉄矿就有銅矿。黃鉄矿和黃銅矿之間的关系也較密切。

矿体总的形状多成透鏡状,銅矿石之結構有两种情况,上部为浸染状質量較差,下部逐渐变为脈状及团块状,質量合乎工业要求。硫化物总含量約达10%~20%左右。

矿区地形平坦,复盖层較厚(2—8米),用地質测量的方法在本区找矿比較困难,因此本区投入了物探工作。

二、物探化探工作任务

本区物探化探工作的主要地質任务是寻找广大第四紀复盖层下面的矿体,圈定火成岩之分布以便确定

接触带,这些任务的解决,有助于为地質找矿提供方向。此外物探工作还賦有确定矿体規模和产状的任务,这些任务的解决,将为山地工程的布置提供根据。

我們採用了磁法、自然电流法及金屬測量三种工作方法。由于銅矿与磁鉄矿共生,因此,用磁法間接找銅是普查找矿的主要手段。此外本区与成矿有关的有閃长岩类和花崗岩类,又具有稳定而高于灰岩的磁性,这情况給用磁法圈出火成岩体,查明接触构造带,提供了可能性。因此首先对矿区进行了1:25000的磁法普查,在普查的基础上物探工作轉入了对所圈定的異常带(区)进行詳細找矿和查明个别矿体。这时投入磁法、电法和金屬測量。磁法的任务是詳細查明个别矿体,由于磁異常的規模基本上反映銅矿床的分布,因此当情况良好时,由磁異常可推测矿体的埋藏深度、产状和水平厚度。

我們投入了自然电流法,这主要考虑到本区沒有石墨化現象,矿体的氧化情况和地下水的条件也較适宜。实践证明这个方法也能部分的反映矿体的分布情况,但大部矿体上方沒有異常,其原因主要与矿体上部的浸染状結構的矿石有关,这部矿体之金屬元素的分布,一般不能形成电子导电。估計电阻法和在井內(深部)做充电法,会有好的結果。

金屬測量在查明矿化带和圈定个别矿体方面有直接而重要的作用,在一般情况下它和磁法可以起到相互校正的作用。

这一阶段採用 50×20 公尺的測网,化探用50×10公尺的測网,比例尺1:5000。

三、異常的分類及对異常的解釋推断

經過普查找矿及詳細找矿的物探工作,得到了許多異常,这些異常从特征及其規律性来看,反映了不同的地質体。結合本区的地質情况对異常作如下的分类:

(一) 第一类异常

有磁法和金属测量的综合异常，其特点如图1所示。磁异常 $Z_{max}=2000\sim 8000\gamma$ ，异常有明显的走向，异常形状一般呈拉长形，梯度变化一侧较陡

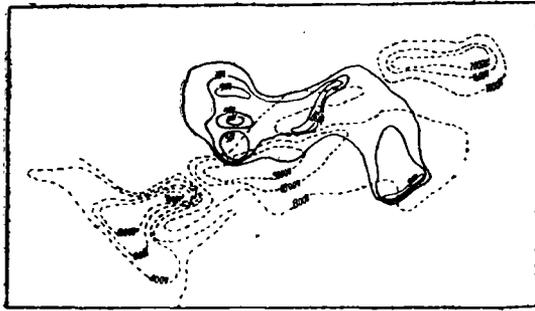


图1 第一类异常
实线表示金测异常；虚线表示磁法异常

露微弱负值，而另一侧较缓，但也有些异常表现了明显的对称性。在磁异常上一般有明显铜的次生量，磁异常的高值部份往往也是铜量次生量的最高部份（次生量的强度达到0.25~0.5%）如图2所示。不过铜量的梯度

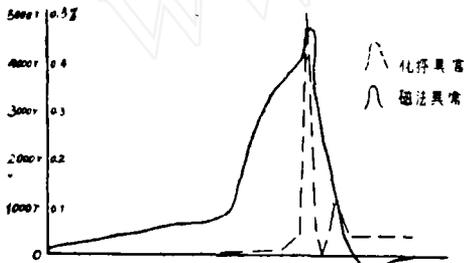


图2 磁法、金测异常对比图

一般都大于磁异常，且规律性较差。

这类异常推测是由黄铜矿、磁铁矿等所引起的。4号钻孔于汞泉I号异常处打到了矿体，证实系由地下的矿体所引起。

(二) 第二类异常

这类异常属于单方法的异常，即磁法、自然电场、金属测量异常。

1. 单独存在的磁法异常又可分作两类：

(1) 异常特征是普遍高，有较宽广的极大值，一般 $Z_{max}=800\sim 1500\gamma$ 左右，变化有规律。此类异常推断系由本区广泛分布的闪长斑岩、闪长玢岩等所引起。根据对闪长岩类的磁性测定，有百分之九十以

上的闪长岩类磁化强度可达 $I = 0.005\sim 0.008\text{c.g.s.m}$ ，余磁很小。由于闪长岩类具有稳定而高起的磁异常，因此圈定了闪长岩类在复盖层下面的分布情况如图3。

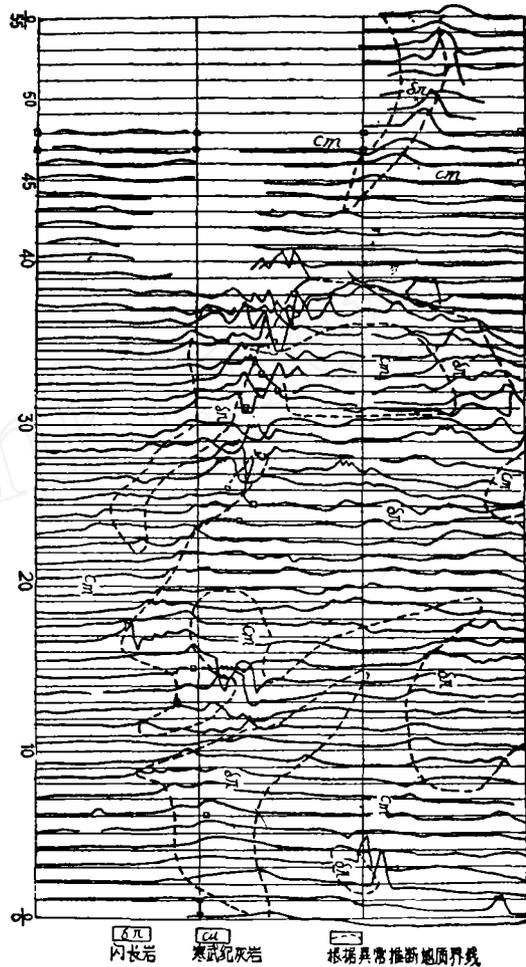


图3 闪长岩类异常及圈定岩体分布图

(2) 异常特征是普遍高起，有正负异常，多成锯齿状，异常值 $600\sim 1000\gamma$ ，个别超过 1500γ 以上。根据异常的变化特征，推断系由不均匀磁性岩层所引起，实际观察在异常部份出露大片安山岩，对安山岩的磁性测定可知 $I = 0\sim 0.01\text{c.g.s.m}$ 。磁性变化大，有些磁性很小，几乎和非磁性的灰岩差不多，而有些安山岩磁性特别强。图4表示了安山岩引起的异常特征及其分布情况。

2. 单独存在的自然电场异常也可分两类：

(1) 异常分布的范围不大，形状如图5所示。

由以上所述，可以指出本区第一类磁法、金属测量综合异常是本区最有意义的异常，而其他单方法异常，则基本上属于干扰或可以做出几种解释的意义不大的异常。

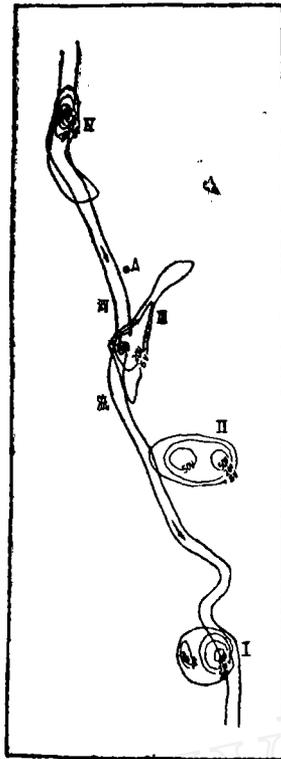


图8 人工沉积于河床之铜金属砂造成的异常

本区第一类异常之所以具有找矿意义，其主要根据是：

① 要同时产生磁法和铜次生晕异常，要求产生异常的地质体具有磁性和含有铜金属。这个条件只有矿体才具备，而其他异常，因都

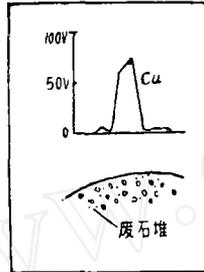


图9 地面废矿石引起的异常

是单方法异常，故不具备这个条件。

② 同时从本区地质条件来看，铜矿中含有磁铁矿（前面已作了叙述），因此用磁法找到磁铁矿，就等于找到了铜矿。由本区地质和地球物理的这种客观条件所决定，因此必将产生磁法、金属测量综合异常。

四、关于异常的某些理论计算结果

为了指导和布置山地工程，对于普查和详细找矿阶段所发现的有意义异常，进行了初步的理论计算，目的在于确定矿体的规模和产状。计算工作主要根据磁异常进行的。

图10是汞泉异常平面图，此异常推断是由四个互不相联的透镜状矿体所组成。

异常走向近南北，其中I号异常是最大的一个，如以 $\frac{1}{2}Z_{max}$ 圈定，长轴有400米，短轴有20~30米，长短轴之比在10倍以上，因此满足了矿体走向无限的假设条件。异常北端出现了一片负值，异常东侧有微弱负值，梯度也较大，西侧梯度缓些。异常的这些特征反映了矿体受偏磁化的影响。向西倾斜的矿层，由于矿体走向南北，故在异常中部所切垂直剖面，可按垂直磁化来考虑。

VI号剖面的计算结果：

1. 埋藏深度：

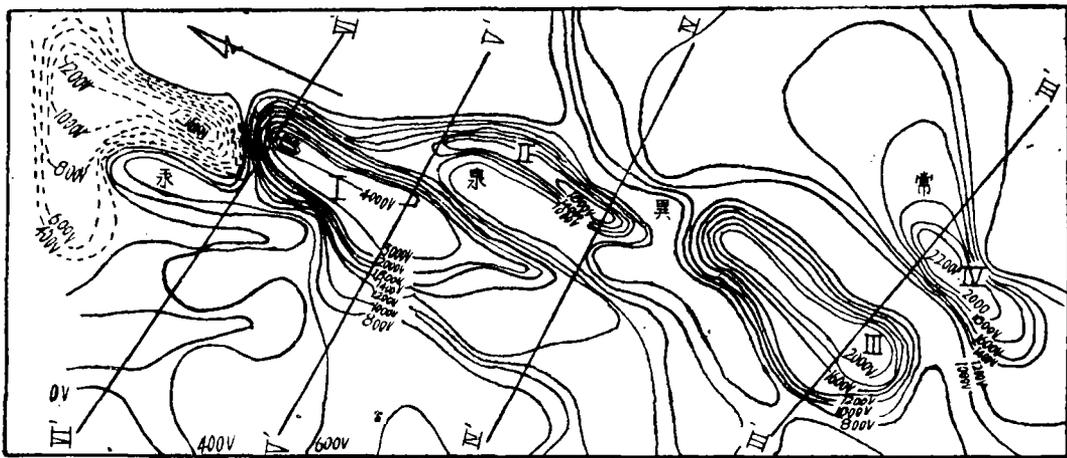


图10 汞泉异常平面图

- 1) 根据玻璃姆柯娃多点法计算：

$$R = X_i \sqrt{\frac{Z_i}{Z_{max} - Z_i}} = 17.14 \text{米}$$

$$R = 14 \text{米}$$

- 3) 西蒙耳柯积分法算得深度：

$$R = \frac{(X^2 \cdot Z_a)_{max}}{\int_{-a}^a Z_a dx} = 24 \text{米}$$

- 2) 由 Z_a 计算了 H_a ，并由 Z_a, H_a 所作全矢量 T_a 得向量交点：

4) 特殊点法计算深度:

$$R = \frac{X_2^2 - X_1^2}{2X_1} = 16.4 \text{米}$$

Ⅳ号剖面所打4号钻孔(直孔)在20米处见到緻密的磁铁矿和团块状黄铜矿, 20米以上见到几米磁铁矿和含铜砂卡岩。看来计算结果相差不多, 仅积分法稍深些。

2. 矿层厚度:

1) 按文献1 § 40之公式计算厚度=2d。

以 Za 曲线左半枝计算2d=7米。

2) 根据文献1按下列公式计算厚度得:

$$d = \frac{Z_{\max} \cdot R}{4I} = 4 \text{米}$$

$$2d = 8 \text{米}$$

3) 用 $\frac{1}{2}Z_{\max}$ 求厚度:

$$d = \frac{\frac{1}{2}Z_{\max} (R^2 + X_1^2)}{4IR} = 3.6 \text{米}$$

$$2d = 7.2 \text{米}$$

4) 孔打钻结果厚度10米左右, 结果很符合。

3. 求矿层倾角:

根据文献3所导出的公式:

$$\frac{\cos \delta \cot \delta \sin \alpha - \sin \delta}{\cos \delta \sin \alpha + \sin \delta \cot \delta} = \sqrt{\frac{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - X_m^2}{R^2}}$$

$$\text{得 } \delta = 65^\circ$$

根据 $f(x)$ 及 $\varphi(x)$ 曲线之比,

$$\tan \delta = \frac{f(x)}{2\varphi(x)} = \frac{I_0 \frac{(x-b)^2 + h^2}{(x+b)^2 + h^2}}{\tan \frac{2bh}{x^2 - b^2 + h^2}}$$

$$\text{得 } \delta = 73^\circ$$

对于两层矿体所引起的异常, 计算结果也都使人满意。图11是汞泉Ⅲ、Ⅳ号异常剖面, 对这类异常的计算一般依据 Za 外半枝曲线进行。

右矿层的计算

结果如下:

埋深按多点法

求深度 $R = 23$ 米;

厚度 $2d = 6.5$ 米;

左矿层的计算一般

假定矿体埋藏深度

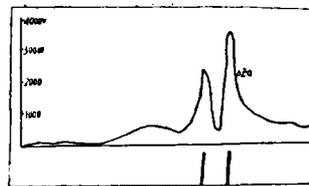


图 11 汞泉ⅢⅣ号异常剖面

和右层一致, 则左层之矿体厚度按下式算出:

$$d = \frac{Z_{\max} \cdot R}{4I} = 2.3 \text{米}$$

$$2d = 4.6 \text{米}$$

钻探结果与计算结果基本符合。

五、结 语

(一) 根据这次工作结果, 证明利用物探化探工作寻找砂卡岩类型铜矿有重要意义。用较短的时间可以准确的圈定出有希望的矿化带, 可以确定矿体的规模和产状, 这就大大的减少了地质普查的工作量及山地工程布置的盲目性, 节约了勘探费用。

(二) 实践证明, 本区找矿的主要而有效的方法是: 磁法和金属测量法。至于电法本区一般效果不大, 即使某些电法能够解决一些问题, 往往不如上述方法迅速。

(三) 用磁法可以相当准确的计算出矿体的产状单元, 钻探验证表明结果相当吻合。应当指出, 矿体产状单元的计算不仅要慎重的选用适合于本区的计算公式, 在选取矿体磁化强度 I 时, 其对计算结果的准确度也有重要意义。一般在地面上仅根据几块岩石样品的测量结果来计算 I 值, 往往不能代表矿体的真实磁化强度。正确的办法是:

1. 测定由钻孔在深部取出的岩心。

2. 根据已知区在矿体上方由实测剖面来计算, 对所计算的 I 值要反复的对比验证, 最后确定下来, 推广到未知区。

(四) 至于物探方法的选择, 普查与详查找矿所采用的比例尺, 这要根据每个矿区的具体情况来决定。虽然同是砂卡岩类型的铜矿床, 其情况也有许多不同, 就本区的情况来说, 上述方法是适宜的。

参 考 文 献

1. A. A. 罗加切夫: 磁法勘探教程 1951 年
2. 熊光楚: 在我国某铜矿产地物探方法的应用 (地球物理勘探1958年第5期)
3. 赵明昌: 接触变质铁矿的磁法勘探解释 (地球物理勘探1957年第2期)
4. 塔费也夫: 金属矿床地球物理勘探文选