

某磁铁矿区的地质与地球物理参数之间的关系

前言

过去很少有人细致地研究或直接对比地质与地球物理参数之间的关系。本文介绍的是在这方面的一个初步尝试。试验地点选在加拿大布里尔克利夫湖区的一个有经济价值的磁铁矿矿床上,这是因为在该铁矿上大部分覆盖层已剥除,也没有采矿作业干扰试验工作。而且岩层近乎直立,有利于成果的解释。试验测量工作是在露头上进行的(图1)。

研究工作程序

先在试验所在的露头上用仪器打好20×20呎的测网。测线与铁矿层的走向平行。测点上做好永久性的标志(用漆写在露头上,或打上木桩)。两测点之间的加密点用测绳测定。

测网准备好以后,在20呎(必要时减半)的点距上用仪器确定地形相对高差,并与露天矿台阶的标高联系,测绘出等高线间隔为2呎(甚至1呎)的地形图。

为了使地质结果与物探结果密切对比,在出露面积大、岩石种类多、地形起伏小的露头上,填制了比例尺为1吋等于10呎的详细地质图。

地质情况

试验地区最老的岩石有石英黑云母片岩、铁矿层和火山岩。它们呈等斜褶曲的残留体保存下来,长约30哩,宽约10哩,四周被较年轻的花岗片麻岩和花岗岩所包围。白云母伟晶岩呈岩脉、岩床或不规则的岩体侵入所有较老地层,伟晶岩则又被许多辉绿岩岩脉所切穿。

磁铁矿和石英一道呈几吋到几十呎厚的

矿层,其中夹有石英黑云母片岩。主矿层为磁铁石英岩与少量角闪石、石榴石、绿帘石及镜铁石英岩的互层,一般厚约50呎到80呎,含铁25~30%。覆在含矿层上面的是磁铁石英岩与石英黑云母片岩的互层,含铁的品位为10%到20%。磁铁矿富矿层的厚度一般小于4吋,但片岩夹层可厚达几十呎。

铁矿层走向北70°东,向南和向北陡倾。在片岩中残留的层理表明,主要构造形态是一倒转向斜,它两翼的倾角相等。矿层中发育的小褶曲的倾角也是相等的。在片岩和磁铁石英岩层中这些小褶曲和角闪石线理大致以60°角向东倾没。

整合的石英-长石-白云母伟晶岩体,除造成电气石在围岩中有局部富集外,似乎对周围的铁矿层没有太大的影响。

地层表

新生代

近代的 泥炭、湖沼和河流沉积物

更新世 砂、砾、粘土

前寒武纪 辉绿岩岩脉

元古代

太古代

伟晶岩与细晶岩侵入体;

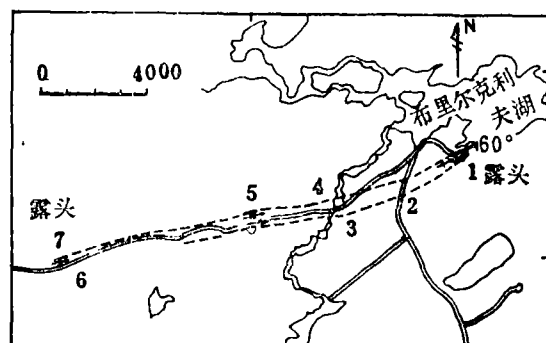
花岗岩、角闪石、黑云母片麻岩;

火山岩和绿岩;

石英黑云母片岩(马歇尔湖系)

地球物理

研究的方法有垂直磁场强度和梯度测量、磁化率测量、水平线框的电磁法以及用落锤的地震勘探方法。用上述诸方法,在垂直地质构造走向的有代表性的测线上,测得的结果表示在剖面图上,以便彼此对比并与地质剖面对比。



观察的 推测的 轴线与倾向
品位富的磁铁矿石英岩

图1 露头位置图

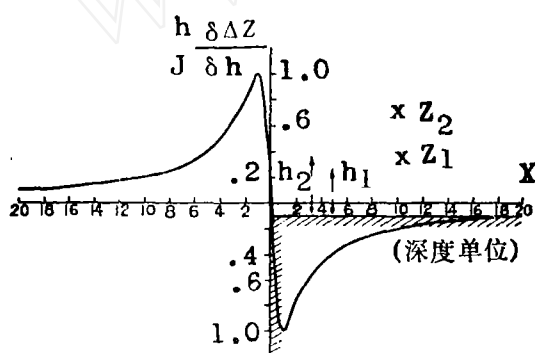


图3 岩石垂直接触线上的磁场垂直梯度曲线

磁力测量

使用饱和式磁力仪，沿线距为5呎的测线，以2.5呎的点距和距地面3呎的高度，测量垂直磁场强度。两个人工作半天可测得大约1千个读数。在1号露头上完成了长约21000呎的测线，共约13000个读数。测量垂直磁力梯度也用同样的磁力仪。方法是在每个测点上用两种高度进行观测。一般是离地表1呎和3呎高取读数。此外，还利用磁力仪配备一个外加的探头来测量定向岩芯标本的余磁矢量的垂直分量。总余磁矢量的方向是后来在实验室内测量的。

测得的垂直磁场强度经区域地磁场（在该区为59250伽马）改正后示于图2。开始就注意到个别岩石的磁异常可能不是由于磁铁矿、矿物或构造方面的变化所引起的；磁

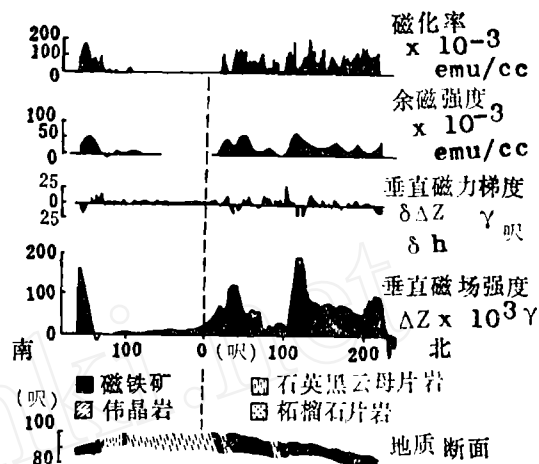


图2 露头6上的地质物探综合剖面图

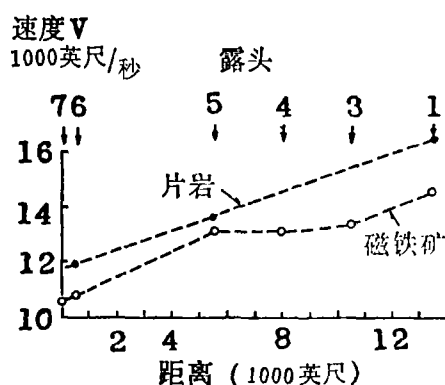


图4 纵地震波速度曲线

异常的高低在细节上与地形有明显的对应关系。同时，也未发现垂直磁场强度像磁化率测量结果所表现的那样，与磁铁矿含量成正比。例如，在116号点， $\Delta Z = 192000\gamma$ ，而 $K = 50000 \times 10^{-6} \text{ emu/cc}$ （即电磁单位/厘米³），只相当于15%（以体积计）的磁铁矿。而最强的异常（在5号磁铁矿石英岩和片岩的露头上）为380000 γ ，该处磁铁矿的品位只有17%（以体积计）。

岩石中磁铁矿含量和测得的 ΔZ 值之间差异，原因在于磁场强度并不一定取决于磁铁矿的含量。用磁力仪测得的垂直磁场强度是余磁和感磁两种强度的矢量和。余磁的方向取决于岩石的地质史，其强度与磁铁矿含量似乎没有多大的关系。感磁与磁化率和地磁场成正比。定向钻孔岩芯标本的余磁强

度垂直分量的测量结果表明,测得的异常大多数以余磁为主。余磁与感磁的比值是它们对垂直磁场强度的相对作用的量度。在这里余磁与感磁的比值高达6.5,明显地反映出磁铁石英岩上的磁异常主要是余磁的影响。所以,那些由于强余磁引起的磁异常,不会与下伏岩石中的磁铁矿含量成正比。

室内测定的数据还指出,标本的余磁方向与层理面的交角大多在 10° 之内。另外,余磁的倾向与主要褶曲构造和角闪岩线理倾向平行。因此,在某些情况下研究磁化强度的方向,对解释地层和构造可能有帮助。

垂直磁力梯度是在某一高度(h_1)测得的读数(ΔZ_1)和在另一高度(h_2)测得的读数(ΔZ_2)之差与这两点高差的比值,即:

$$\text{垂直磁力梯度} = \frac{\Delta Z_2 - \Delta Z_1}{h_2 - h_1}$$

在隐伏地下并具有不同磁性的两种岩石的垂直接触带上,其归一化的垂直磁力梯度的理论曲线示于图3。 h 是磁力仪与磁性较强的岩石顶板的垂直距离。 J 是两种岩石总磁化强度的矢量差。在垂直接触带正上方,磁力梯度为零。在其两边,梯度的符号不一样。另外,梯度的正极值和负极值之间的水平距离是异常体深度的两倍。这只是当异常体的深度比磁力仪两次读数位置的高差大很多时才是正确的。

在野外的一条有代表性的测线上,垂直磁力梯度的测量结果也绘在图2上。在片岩与铁矿层的几个接触带上的垂直磁力梯度均为零。在研究过程中,用这种方法还在别的地段发现了类似的接触带;异常在中间为零,两边符号不一样。这与磁化率的测量结果所表现的相同,可能是与铁矿层中磁铁矿含量的突然变化有关。于是在许多场合下,当在磁铁矿带上进行垂直磁力梯度测量时,相邻地层之间磁铁矿含量的差异显然也足以产生这种形态的异常。但异常为负的一侧落在磁铁矿含量较高的铁矿层那一边。

磁化率测量

所用仪器是一种卡里福斯特电桥式的磁化率测定仪。该仪器附有的一个探测线框,测量时平放在地面上,在该点可测量约5立方呎体积的铁矿层的磁化率。利用比例已知的磁铁矿和石英砂混合物,测定该混合物的磁化率,对仪器进行校准,即可确定岩石中所含磁铁矿的体积百分数。另外,还将靠近采样探槽所测定的铁矿层的磁化率结果,与所取样品的选矿分析结果进行了对比。

磁化率测量结果对解释铁矿层的磁铁矿含量变化是有启发性的(图2)。例如,1号露头狭窄的矿带,其磁化率高达 $200000 \times 10^{-8} \text{emu/cc}$,大约相当于50%的磁铁矿(以体积计)。而在相邻的矿带上,异常的外观相似,但所测得的磁化率结果,表明其磁铁矿含量低达15%(以体积计)。

水平线框电磁法

利用水平线框电磁法仪器(即类似电磁探矿枪那种仪器),沿线距为50呎并垂直岩层走向的测线,以20呎的点距测量实分量与虚分量。在每条测线的末端,将发射线框和接收线框的位置互换,进行复测作为检查。

用这一方法未取得结果。在1号露头的部分主矿带上,有虚分量异常,其它矿带上则没有。同时,实分量也没有对应的变化。虽然1号露头富含石榴石的带上有一虚分量异常,但在片岩上则没有任何电磁异常。产生异常的原因不明,在异常带上既没有石墨、硫化物,也无充水的破碎带。在其它地段有黄铁矿矿染,但未用这种方法测量。

落锤地震勘探

地震仪测量了落锤产生的地震波的纵波在主矿层以及片岩和伟晶岩中的速度。重锤直接落在露头上,用放在露岩上的地震检波器接收初至波。磁铁石英岩中的地震波速度从西到东(即从7号露头开始)有规律地增大(图4)。在7号露头上,平行矿层的纵波速度为10600呎/秒;而在1号露头上,是14500呎/秒。由于在这两点间的矿层中颗粒大小,矿物或磁铁矿含量没有显著的改变

变,所以难以解释地震波速度增大的原因。现有材料指出石英岩和磁铁矿中的纵波速度是相似的(根据伯奇等人所编手册中的数据计算,分别为16500呎/秒和15900呎/秒)。所以速度的增大不可能是由于矿层中石英和磁铁矿含量相对比例小而有规律的改变所引起的。

可是在卡皮科山脉的这一地区,褶皱强度确实向东增大,可能影响岩石的弹性常数,以致使地震波速度增大。

在石英黑云母片岩中,速度有向东增大的趋势,但在这种岩石上所作的测量比在磁铁矿石岩矿层上所作的测量要少(图4)。在片岩中平行岩层测得的纵波速度其范围在12000到16500呎/秒内。在磁铁矿石片岩中垂直走向测得的速度比平行走向测得的速度要偏低少许。

在伟晶岩中的速度为13400呎/秒,大致等于地表花岗岩中的平均速度。

摘 要

根据详细对比磁铁矿石岩铁矿层的地质参数和有关的地球物理参数所得的结果,可作出如下的初步解释:

1.单是余磁即可在磁铁矿石岩铁矿层上引起强大异常。它是所获得的异常的主要部

分。余磁强度为感磁强度的六倍多。

2.垂直磁场强度测量不能用来查明含矿最高的地带,因为在变质铁矿中余磁强度也大。

3.一般余磁方向是沿层理面的,并与褶皱构造和矿石线理的倾向平行。

4.垂直磁力梯度测量对寻找隐伏的铁矿层与石英黑云母片岩的接触带是有效的,它还可以反映主矿层中磁铁矿含量的变化。

5.在现场进行磁化率半定量测量,可测得铁矿层中百分之几的磁铁矿含量。当换算成含铁重量百分数时,所得结果表明铁矿层的含铁品位在20~50%范围内。

6.水平线框的电磁法没有提供有结论意义的结果;主矿带上有虚分量异常,而另一些矿带上则没有异常。

7.在铁矿层上和片岩上平行层理测得的地震波速度都有规律地由西到东增大,地震波速度似乎随着岩石变形程度的增大而增大。

摘译自《The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin》
1966, Vol.59, No.646, p.154~158.

作者D.F.桑格斯特等
贝庚译,邵梦林校

(上接第25页)

的穿插交代等特征,不难看出,成矿是多期的。从高温气化开始,结束于中温热液阶段,主要为高-中温热液阶段成矿,以交代为主,充填次之。本矿床属于伴生多种稀有和分散元素的砂卡岩型铜锌钨矿床。

五、找矿方向及标志

(一) 本区受华夏及新华夏构造体系影响,岩浆活动频繁,褶皱构造极为发育,不同构造岩浆期的侵入岩皆相应地呈北东或北北东向分布,尤其燕山第二侵入期的花岗闪长岩多沿褶皱轴部侵入,铜矿化点分布普遍,是普查多金属矿床的远景区。

(二) 下二迭统地层多成小面积零散分布,其中大理岩与角岩(原岩为火山碎屑岩

及砂页岩)地段,应注意找寻层间矿体。

(三) 铁帽是地表找矿的重要标志,一般铁帽中若海绵状构造发育时,表明含铜较高,并预示深部可能有原生矿体存在。

(四) 围岩蚀变是重要的间接找矿标志,如大理岩化、角岩化则标志附近有侵入体,而砂卡岩化、硅化、黄铁矿化及绿泥石化是寻找本类矿床的重要围岩蚀变。

(五) 物探异常是最好的间接找矿标志。实践表明,磁法寻找接触带,感应法确定接触带及层间剥离(裂隙)构造,进而用激发电位法(AB极距等于600米)可确定矿体赋存部位。这在表土掩盖区,既可做地质填图,又能起到良好的找矿效果。