

综合物探方法在冀东沉积变质 铁矿勘查中的应用

郭武林

(冶金部第一冶金地质勘探公司综合研究大队)



物探与化探

在沉积变质铁矿的找矿勘探工作中,磁法始终是一个重要手段。目前面临的问题,一方面要加大磁法勘探的深度(提高观测精度和工作的详细程度),提高异常的解水平(如考虑磁各向异性的正、反演解释),以适应找矿任务日益复杂、困难的需要。另一方面,要采用综合方法,获取多种参量和信息,提高找矿地质效果。

现将近几年来,我们在冀东寻找鞍山式铁矿的过程中,应用综合物探方法所取得的结果作一简单介绍。

物性前提

本文不拟泛泛地罗列本区沉积变质铁矿的各种地球物理特征。沉积变质铁矿的物性特征虽然比较简单,但其中的某些变化规律却不能不引起注意。下面只就三个问题作深入讨论。

(一) 剩余磁化强度的影响不可忽视

本区沉积变质铁矿没有一个统一的磁性参数特征值,每个矿区往往有各自的统计值。一般说来,围岩比矿体的磁化强度要低1~2个级次以上,因此,它对磁异常推断解释的影响可以忽略不计。而矿石的磁性与其中的磁铁矿含量、氧化程度及其所受到的变质作用(及与之有关的矿石结构构造特点)等因素有关。

几个矿区的大量岩(矿)石磁性研究表明,矿石的剩余磁化强度不但有较大的值,而且也有

较规则的方向。在磁异常的推断解释中,除应注意感应磁化强度作用外,剩余磁化强度也不可忽略。

其中较明显的规律是,随着变质作用的增强,Q值(即剩磁和感磁之比值)也随之增大。

例如,常峪矿区的赋矿地层为单塔子群白庙子组(Arb),其同位素年龄为20~25亿年,变质岩相属于绿片一角闪岩相,围岩以斜长角闪岩为主,矿石为磁铁石英岩。岩(矿)石的变质作用较弱,时代较新。我们系统地测定了134块矿心的磁性,求得剩磁—感磁比值 $Q = 0.5$;而王寺峪矿区的地质层属迁西群三屯营组(Ars),同位素年龄大于25亿年,变质岩相为麻粒岩相,围岩为辉石麻粒岩、辉石斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩类,矿石为磁铁石英岩。经过对41块矿心标本的磁性测定,求得剩磁—感磁比值 $Q = 4.2$ 。

钻孔岩(矿)心半定向规则圆柱形标本磁性测定结果表明,剩余磁化强度的矢量方向多为顺层指向(图1、2),并且沿矿体层面的转折而有规律地变化。由图1可见,矿体向斜两翼的剩余磁化矢量向核部会聚,这种现象在确定矿体总磁化强度时不可低估。

从两个矿区的结果可见,矿石剩余磁化强度的顺层指向占测定标本的70%以上;垂直层理方向指向的比较少;有一部分为反向顺层磁化,可能与钻探岩心上、下位置颠倒有关。

(二) 矿体的高阻、高极化特征

表1列出了上述两矿区岩(矿)石标本电性

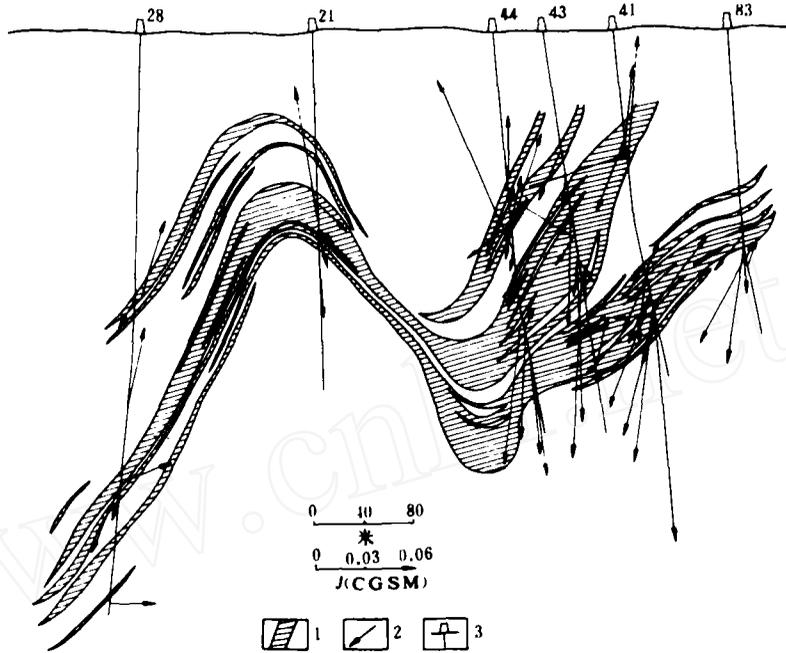


图1 常峪矿区0剖面钻孔矿心标本剩余磁化强度矢量分布图

1 - 矿体; 2 - 剩余磁化强度矢量; 3 - 钻孔

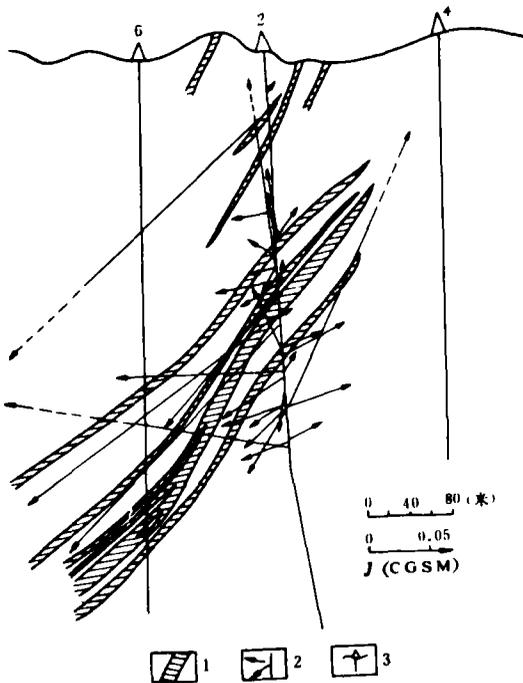


图2 王寺峪矿区4.5线岩(矿)心标本
剩余磁化强度的矢量分布图(图例同图1)

岩(矿)石电性参数表 表1

矿区名称	王寺峪		常峪	
	岩石	矿石	岩石	矿石
极化率 η_s (%)	1	15	4	35
电阻率 ρ_s (欧姆·米)	1000	220	4500	1000
测定标本的块数	104	16	81	88

参数测定的统计值。

由表1可见,岩(矿)石有明显的电性差异。矿石的极化率比岩高8倍以上;但矿石标本的电阻率则表现为低电阻,一般要低4~5倍。

标本测定结果,矿石显示低阻性,这与在已知矿体上实测的电测深结果相矛盾。从下面介绍的实例中可以看出,本区鞍山式铁矿在电测深拟断面中均表现为高电阻。另外,根据模拟实验结果^①,只有高阻性层状体才能出现K型激电测深

^① 武汉地质学院北京研究生部李金铭副教授在这方面作过大量研究。

曲线（指的是极化率随极距增大而达到极大值，然后出现下降支）。而冀东的沉积变质铁矿，只要矿体埋深较浅，延深有限，一般都可以测得K型激电测深曲线。可见矿体相对围岩而言应是高阻体。我们认为这一矛盾是宏观电性和微观电性上的差别造成的。

矿石标本的磁铁矿很集中，电性导通，往往构成良导体。但是矿体常以石英岩和磁铁矿互层出现。这时，石英岩的高阻性将抵消磁铁矿的良导电性，从而使整个矿体在宏观上表现为高阻体。于是，岩（矿）石标本的电性测定结果，就不再反映矿体的客观真实面貌。

（三）各向异性现象

岩（矿）石的磁、电各向异性是鞍山式铁矿的一个十分重要的地球物理特征。

各向异性与变质过程和构造作用有关，它使物探磁、电法结果的常规解释复杂化。

下面是两个矿区根据顺层理和垂直层理方向切成规则正方形矿石标本测得的磁、电各向异性统计值。岩石各向异性规律基本相似，不再列出。

矿石磁化率(K)各向异性统计值 表2

矿区名称	K_{\perp}/K_{\parallel}	测定块数
王寺峪	0.73	3
常峪	0.68	56

矿石极化率(η)和电阻率(ρ)

的各向异性统计值 表3

矿区名称	$\eta_{\perp}/\eta_{\parallel}$	$\rho_{\perp}/\rho_{\parallel}$	测定块数
王寺峪	0.91	2.8	4
常峪	0.78	4.5	31

由表2、3可见，在所测的三个参数中，以电阻率各向异性为最明显。特别是变质程度较低、片理化较明显的常峪矿区，标本具有较强的电阻率各向异性；磁化率的各向异性次之；而极化率的各向异性不太显著。矿石磁、电各向异性有随变质程度加深而减小的趋势。

磁各向异性对磁异常定性、定量解释的影响已有专门论述^②，此处不再赘述。

这里应该提及的是电各向异性对激电观测结

果的影响问题。前人在讨论沉积变质铁矿的激电测深曲线类型时，曾注意到极化体电阻率的影响，但未考虑到各向异性的作用。

矿石标本的水槽模拟实验结果表明，电各向异性也会影响激电测深曲线的类型。由图3可见，当垂直层理方向供电时，激电测深曲线为K型，

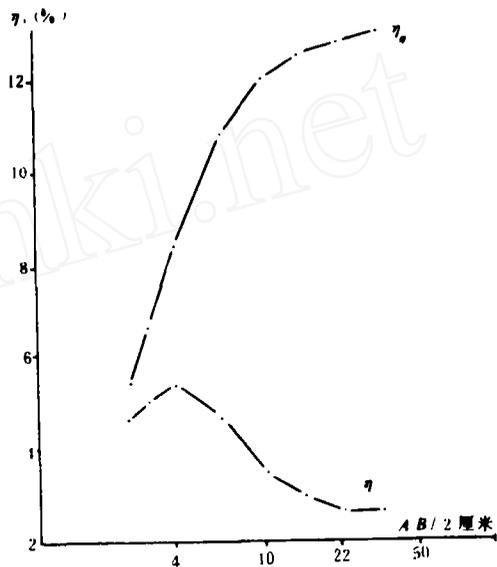


图3 平行层理(η_{\parallel})和垂直层理(η_{\perp})方向供电的激电测深曲线类型的变化(该模型实验系数由石昆法、李江两同志所作)

模型大小为: $7 \times 7 \times 2.5$ 厘米³, 电阻率

$\rho_{\perp} = 200$ 欧姆·米, 极化率 $\eta = 65\%$,

埋深 $h = 2$ 厘米; 围岩电阻率 $\rho_{\parallel} = 26$ 欧姆·米,

$\eta_{\parallel} \approx 1\%$

而当平行层理方向供电时，则变为A型（即测电测深曲线随极距增大而递增，逐渐趋向渐近值而不下降）。

综合方法的应用

（一）确定矿体的构造形态

当前沉积变质铁矿的一个重要研究课题，是确定矿体或其构造形态，尤其是通过构造研究，发现向斜核部的厚大矿体。但是，鞍部水平产出

^② 余钦范：物探与化探，1983年第5期

的层状矿体引起的垂直磁异常，远比两翼陡倾矿层的异常弱。加之斜磁化和磁各向异性的退磁影响，使垂直磁场的异常形态发生很大畸变。如果采用多参量的磁测 (ΔT 及其导数、 ΔH) 和重力、电法等手段，就能增强矿体形态方面的异常信息，使推断结果更加可靠。

图4是常峪矿区的磁测 ΔZ 等值线图及0号剖面位置。磁异常解释及勘探结果表明，本区矿体形态近于等轴状。图5是在常峪矿区0号线具有向斜—背斜组合构造形态的矿体上方，用综合物探方法测得的结果。由图5可见， ΔZ 和 ΔT 异常清晰地显示出右侧的厚大矿体，但左侧的背斜状矿体，由于受斜磁化及水平层异常特征的影响，其 ΔZ 和 ΔT 异常并不十分明显。然而其垂直梯度 $\partial(\Delta T)/\partial Z$ 和水平磁力 ΔH ，以及重力 Δg 异常却有较明显的反映。尤其是在以 $AB/8$ 为算术坐标的激电、电阻率测深拟断面中，极化率 η_s

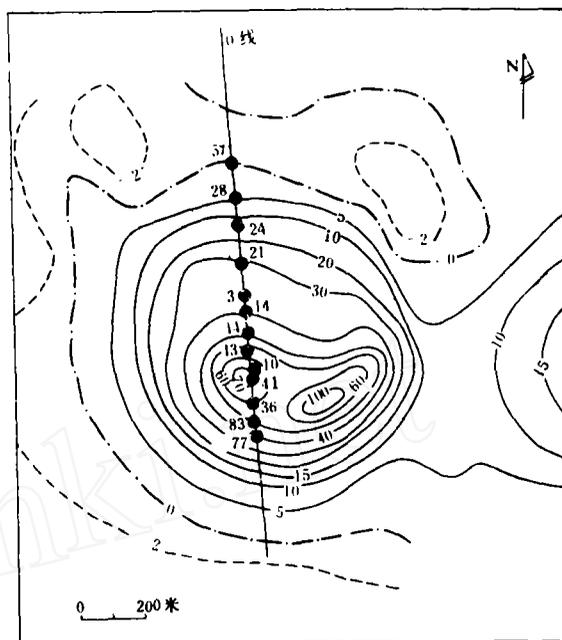


图4 常峪矿区 ΔZ 等值线图

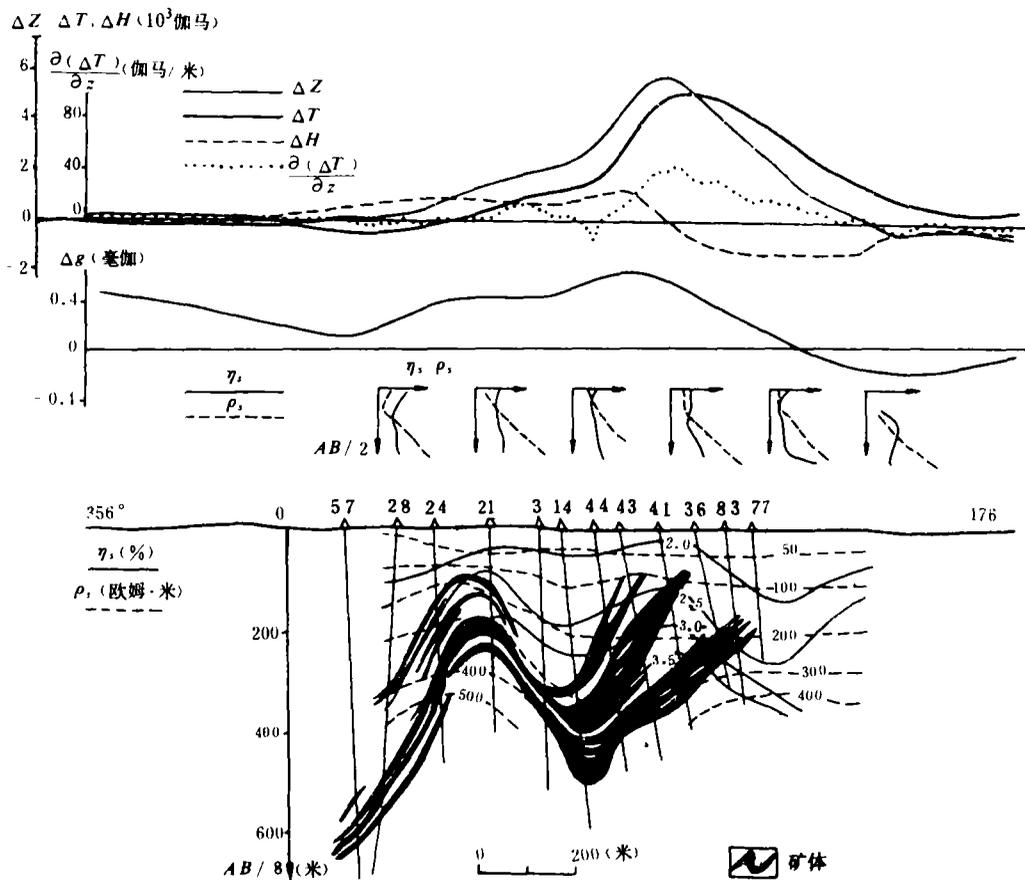


图5 常峪矿区0号综合剖面图

和电阻率 ρ ，都能比较形象地圈出矿体顶板的深度变化。^③ 图6绘出的是按垂直剖面方向布极的电测深观测结果。而按剖面方向布极的观测结果，左侧背斜状矿体的反映则不如垂直剖面方向布极结果理想。可见，在进行剖面性电测深观测时，应考虑合理的布极方向。为消除供电极附近地质体对电测深曲线所造成的畸变，最好作十字测深或不同方位测深，并进行对比。

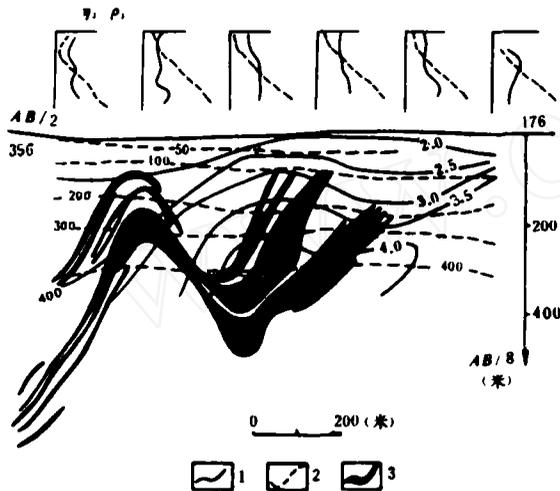


图6 常峪矿区0线顺剖面方向布极测深的电测深拟断面图
1— η 曲线；2— ρ 曲线；3—矿体

(二) 确定矿体的延深

在磁法定量解释中，确定矿体延深往往有多解性。这时如果辅以电法，有时可以取得较好的结果。

图7示出了史家庄矿点114号线磁、电方法的观测结果。地质上原来推定两侧矿体对应向斜的翼部，深部有可能相连。磁法正演拟合计算表明矿体均为有限延深。后又作剖面性激电测深观测，并以 $AB/4$ 距离的算术坐标绘制拟断面图，分别在两个露头矿体位置得到两个封闭的异常，表明矿体在深部实际上并不相连。后经两个交叉钻孔验证，最终证实了综合物探方法所作出的这

一推断。

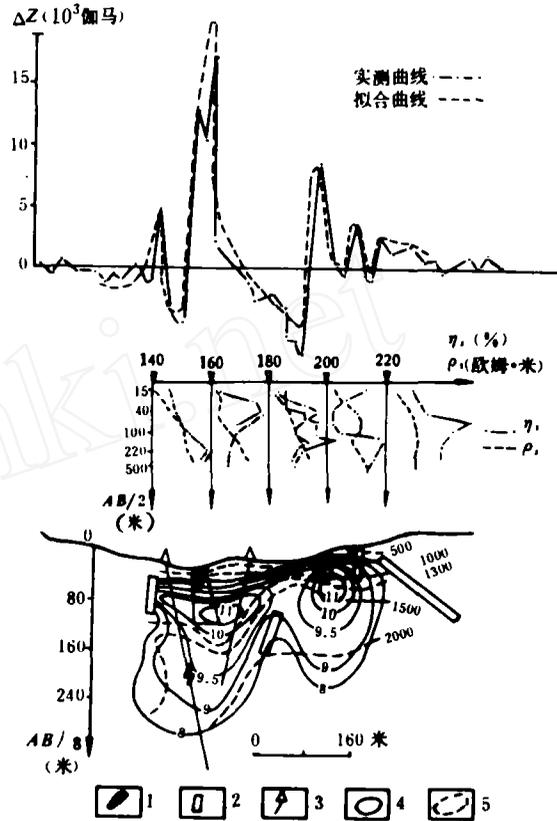


图7 史家庄矿点114号线综合剖面图
1—矿体；2—磁法推断矿体；3—钻孔；
4—等 η 线；5—等 ρ 线

(三) 井中激电的效果

磁测井是铁矿地下物探方法中的一种主要方法；井中激电方法简便、异常直观、可靠性大，也不失其为一种有效的方法。现举两例予以说明。

1. 预测深部矿体 在王寺峪矿区，ZK1孔打到230米时只见两层薄矿，无法说明地表磁异常变化，对深部能否见矿把握不大。后用井口套管和无穷远极供电，作井内激电观测，结果发现近30%的激电异常（图8），表明底部有较大的矿体存在。于是继续钻进，终于观到四层矿体。

2. 发现旁侧异常 利用地面多点供电、井中激电观测，不但可以了解极化体的空间位置，而

^③这种作图方法，为李金铭副教授所提出，并取得了实验和实际生产的检验。其中用几分之几的 AB 距做垂直比例尺应视具体地电剖面而定。

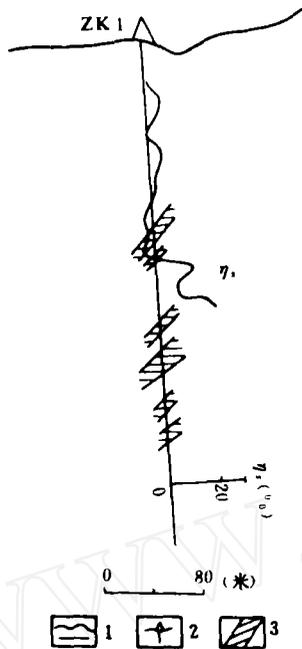


图8 王寺峪矿区

ZK1孔井中激电结果

1—井中激电 η 曲线;

2—钻孔; 3—矿体

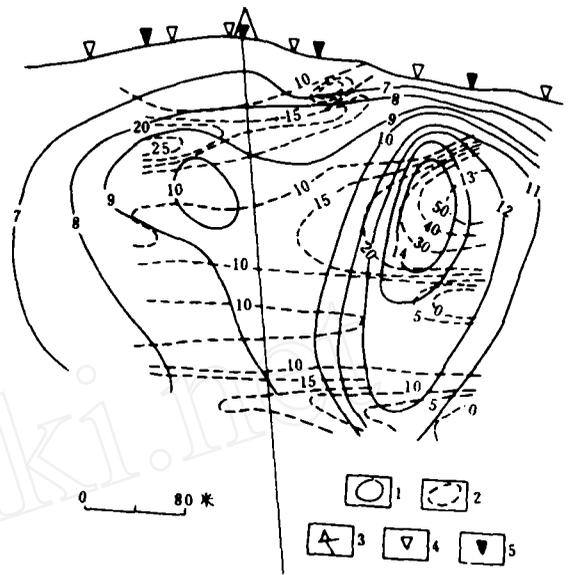


图9 附马寨矿点井中激电

和剖面性电测深拟断面对比图

1—激电测深等 η 曲线;

2—井中激电等 η 曲线;

3—钻孔; 4—激电测深点;

5—井中激电供电点

且还可以发现旁侧异常。图9为井中激电和剖面性激电测深的拟断面对比图。由图可见，两者形态基本一致。因此，用井中观测代替剖面性电测深测量是可行的，或者两者都测，互相印证。

本项工作得到武汉地质学院北京研究生部余钦范老师的指导，以及冶金部物探公司、冶金地

质物探大队、522队、515队的大力协助；严秀茹、李红同志提供了大量磁、电参数资料，在此一并致谢。

本文是我队物探研究室冀东铁矿研究专题报告部分内容的摘录。参加此项工作的先后有十余人，恕不一一列出。

用最小二乘法设计电测深滤波器

傅良魁 姚文斌

(武汉地质学院北京研究生部)

现有的电测深滤波器还不能满足各种需要。对某些问题，或是在某些情况下，必须自行设计滤波器。有两种设计方法：付里叶变换法和最小二乘法。和付里叶变换法相比，最小二乘法的优点是：计算速度快，计算存储量小，而且不必考虑滤波器的位移。在不能用付里叶变换法的某些情况下，只要有一台袖珍计算器或微型计算机，即可用最小二乘法来设计所需的电测深滤波器。我们参考了O.Koeffoed的程序，编制了一个设计电测深滤波器的PC-1500程序。它可用于设计各种装置、不同抽样间距的电测深正、反演滤波器，还可用来设计通用的最小二乘滤波器。