

磁测井在普查勘探磁铁矿矿床中的应用

山东冶金地质勘探一队 于德江 李殿杰

在鲁中地区某些施工的钻孔中,投入了磁测井工作,现将所取得的效果介绍如下。

寻找盲矿体

在找矿工作中,尽管对地质和地面物探资料做了充分研究,但由于地质条件复杂,往往仍不能获得预期效果。其原因可能是布钻位置不对,钻孔偏离了矿体,或是钻进深度不够大,或是由于非矿原因的干扰。这时如果投入磁测井工作,就能取得磁场纵向的变化规律,再结合地质与地面磁法资料,就可以尽快地解决上述问题,从而找到盲矿体。

例一 王××异常发现以后,先后向异常的东部和西部开展钻探找矿工作。东部情况较理想,见到矿体;但在西部开头打的两孔(CK13和CK17)都打在闪长岩上,均未见矿。继续布钻感到困难。为此在CK13和CK17中进行了磁测,所得结果示于图1。

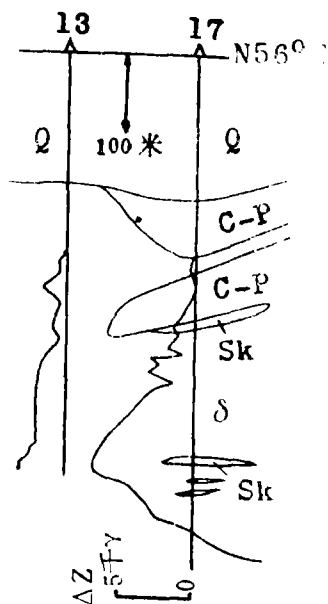


图1 王××矿区13、17孔磁测井曲线

Q—第四系; δ—闪长岩; SK—砂卡岩;
C-P—石炭二迭系

CK13孔的 ΔZ 曲线表现为梯度缓、呈单调递减的负异常,由于井深所限,曲线似乎未做完,在井底的异常值为 $\Delta Z = -3500\gamma$ 。在CK17孔中测得“S”型的异常曲线,在井深580米处出现极小值, $\Delta Z_{\min} = -7800\gamma$ 。可见在两孔的南侧有盲矿体存在的可能。对地面8号剖面进行了定量计算,计算结果认为在CK17之南应存在一个较厚的矿体。为此,设计了CK5和CK27两孔(图2)。CK5孔先竣工,并做了井中磁测。从所得 ΔZ 曲线来看,异常上下幅度都宽阔,强度高、正负极值均大于 10000γ 。该孔见到厚度不超过19米的矿,不可能引起如此强大的异常,说明井旁应该还有更大的矿体。 ΔZ 曲线呈反“S”型,与CK17孔的 ΔZ 曲线呈镜像关系。说明主矿体位于CK5孔以北。在后来竣工的CK27中见到117.5米厚的矿体,证实了所作出的推断解释。

例二 王××矿区在施工CK25孔时,钻到555米,已到预计见矿深度,但仍未见矿。为了查明井底有无矿体存在,在该孔中投入了磁测井的工作。获得了一条单调递减的“负开口” ΔZ 曲线(图3),在接近井孔终端(555米)时,曲线的梯度变大,强度达 -15000γ 。异常曲线有显著跳动现象,意味着磁性矿物不均匀。表明再向下不远即可遇见矿体,同时井孔已见到砂卡岩,这是一个很好的找矿标志。根据上述情况,建议继续钻进,结果在557米以下见到厚1.24米的磁铁矿。

例三 在牛×庄岩体与灰岩的接触带上有一磁异常,呈长条状,走向北东,异常强度低, $\Delta Z_{\max} = 800\gamma$ (图4),为了验证该异常,设计了CK-1孔,在160米和350米处分别穿过两个接触带,但没有见矿。投入了磁测井,在相应的接触带以及对应的火成

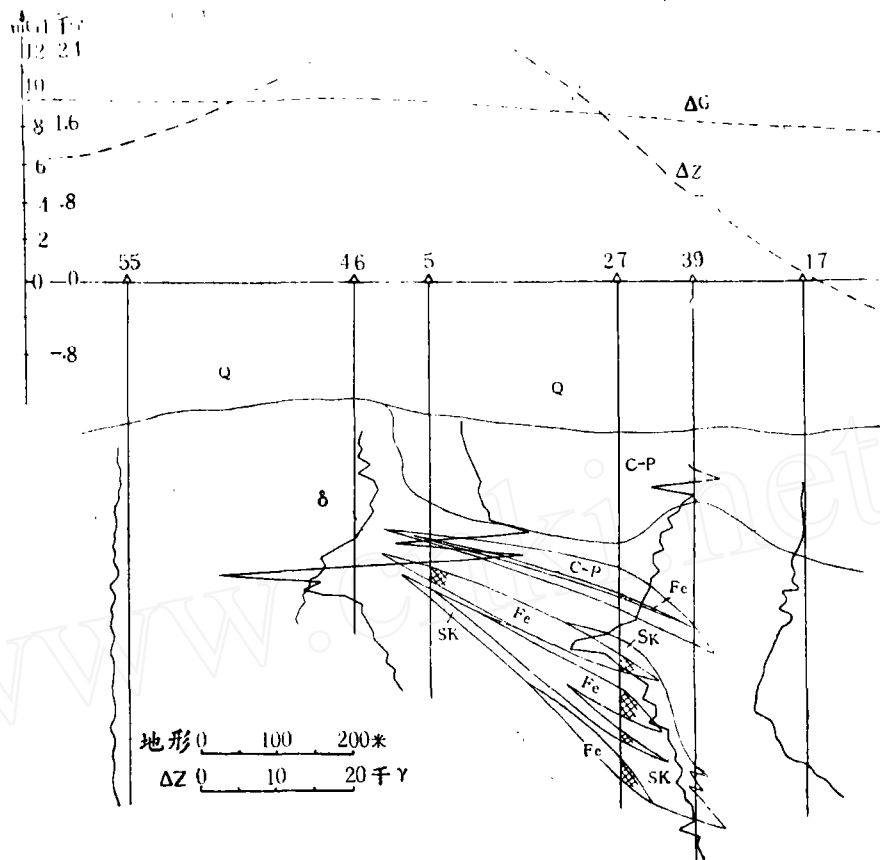


图2 王××矿区8号线综合剖面图

Fe—磁铁矿；其它图例同图1

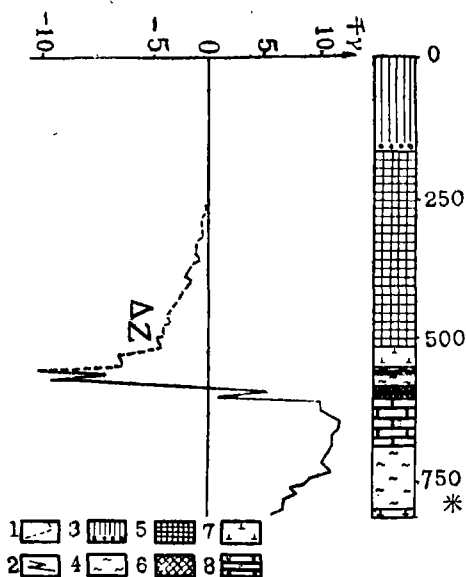


图3 王××矿区CK25孔磁测井ΔZ曲线；

1—第一次测井曲线；2—第二次测井曲线；3—第四纪；4—砂卡岩；5—角岩；6—磁铁矿；7—闪长岩；8—大理岩；

岩中，获得了 $\Delta Z = -2000\gamma$ 的异常，在灰岩里面 ΔZ 平均值为 0γ ，对该曲线作出了如下的分析：

(1) 钻孔岩心磁参数测定结果：

$$K = 1554 \times 10^{-6} \text{ CGSM},$$

$$J_r = 1425 \times 10^{-6} \text{ CGSM}.$$

若按 $(-2\pi J_0 \sim -4\pi J_0)$ 这样简单的关系来估计，则所产生的磁异常将为 2000γ ，基本上与实测结果相符。

(2) 实测异常范围与岩体基本一致。结合地面磁异常特点和地质条件综合分析，认为地面异常为接触带所引起，所以停止继续钻进。

确定矿体的位置和产状

矿体的形状及其产状可根据矿体内外磁异常的形态来确定。矿体的形状一经确定后，即可根据磁异常的形态来确定矿体的大

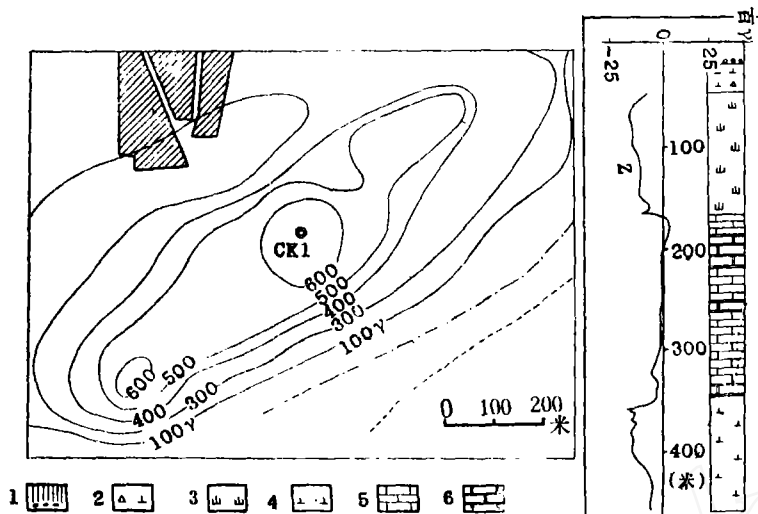


图4 牛×庄磁异常平面图和CK-1孔磁测井曲线

1—第四系；2—风化闪长岩；3—蚀变闪长岩；4—闪长岩；5—灰岩；6—大理岩

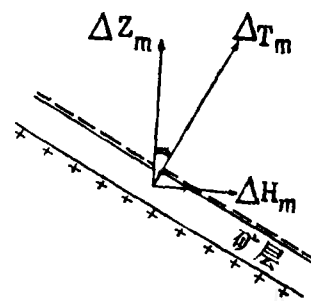


图5

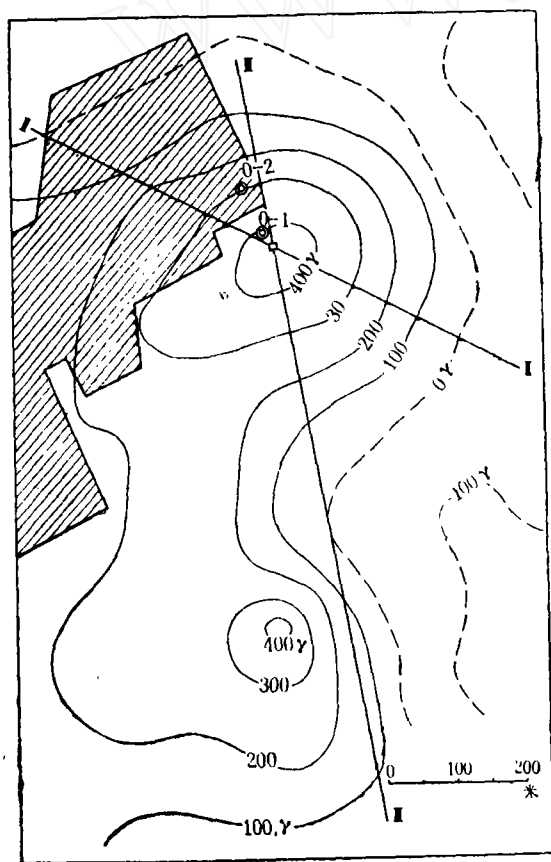


图6a ×龙矿区磁异常平面图

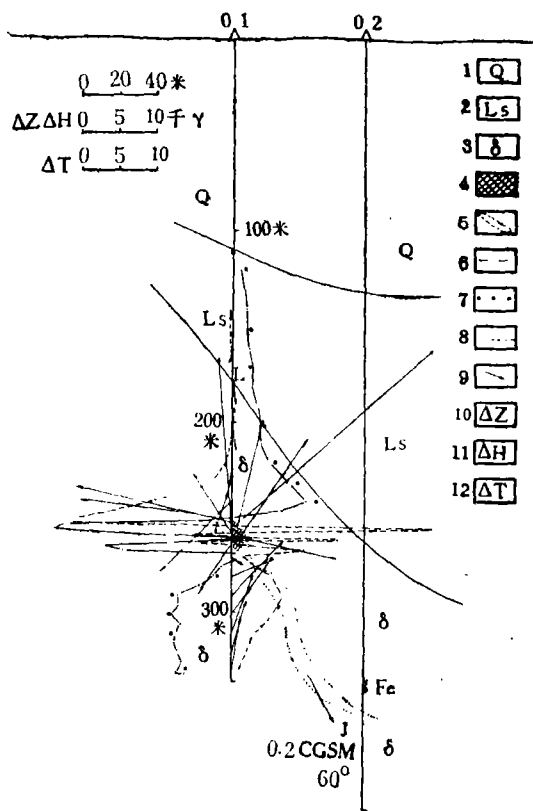


图6b

1—第四系；2—灰岩；3—闪长岩；4—实际矿体；
5—推断矿体；6—实测 ΔZ 曲线；7— ΔZ 理论曲线；
8—实测 ΔH 曲线；9—实测 ΔT 曲线

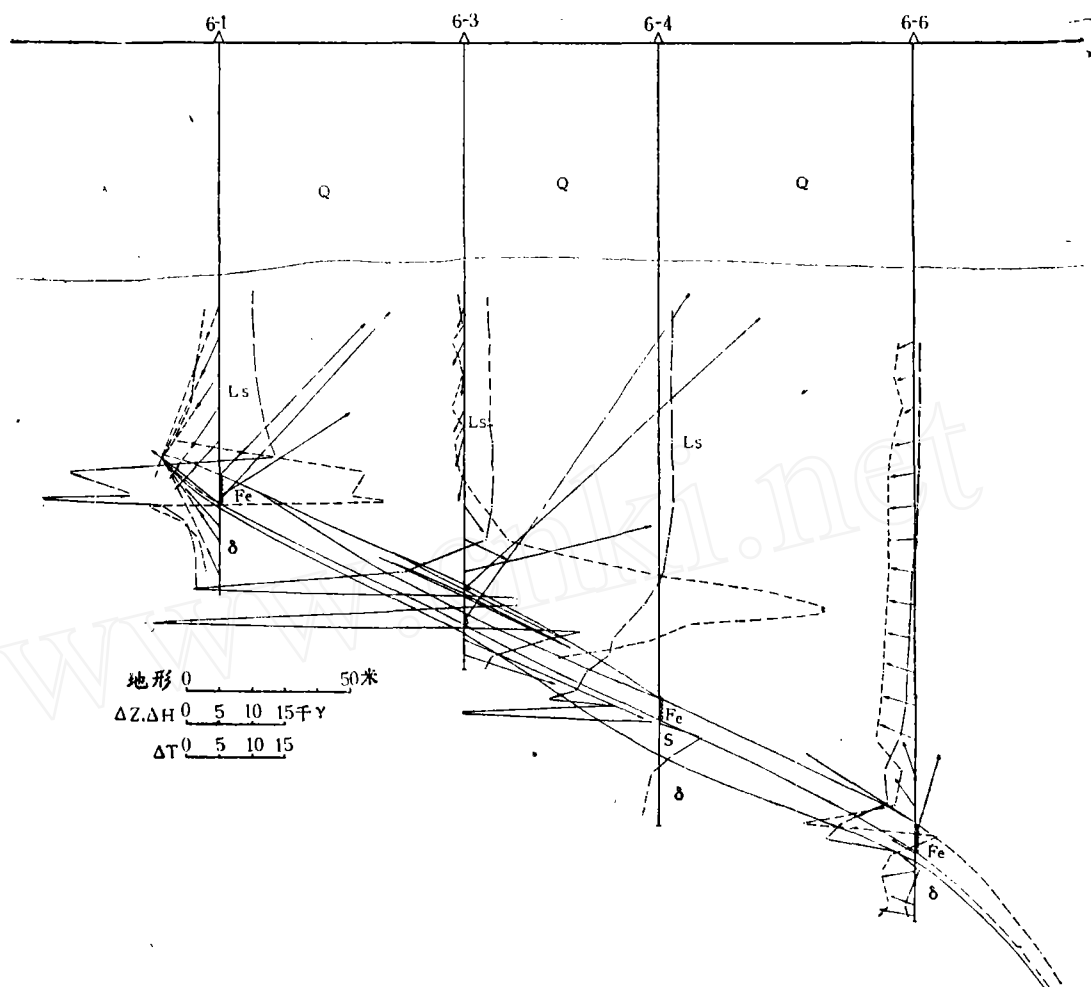


图7 ×庄矿区第6号线磁测井综合剖面图

Q—第四系；Ls—灰岩；δ—闪长岩；δa—蚀变闪长岩；Sk—砂卡岩；Fe—磁铁矿

致产状。这对指导钻孔施工具有一定的意义。

(1) 应用外磁场确定产状

如果井中 ΔZ 曲线呈现上正下负的反“S”型，即表明矿体负磁荷端靠近钻孔，而正磁荷端远离钻孔。一般情况下，矿体赋存于钻孔北（东北、西北）侧。若 ΔZ 负异常上翼陡，下翼缓，表明矿体倾向钻孔；若 ΔZ 负异常下翼陡，上翼缓，表明矿体倾向钻孔。

如果 ΔZ 曲线呈上负下正的“S”型，表明矿体正磁荷端靠近钻孔，而负磁荷端远离钻孔。一般情况下，矿体赋存于钻孔之南（东南、西南）侧。若 ΔZ 负异常上陡下缓，

表明矿体倾向钻孔；若 ΔZ 负异常上缓下陡，表明矿体倾向钻孔。

例如王××庄第8号剖面(图4)CK5孔的 ΔZ 曲线很清楚地表明：该孔打在矿头位置，矿体向北倾斜，而CK17孔的 ΔZ 曲线也表明该孔靠近矿体尾端，矿体倾向该钻孔。这与钻孔揭示的结果相符。

如果 ΔZ 曲线全为负值，而且是对称于X轴的“C”型曲线。则表明矿体倾角与其有效磁倾角成直角。

如果中部为负值，上下均出现正值的双“S”型的 ΔZ 曲线，表明此类异常是由两极引起。此时单凭 ΔZ 曲线就很难确定其位置和产状，必须结合 ΔH 和 ΔT 曲线综合分

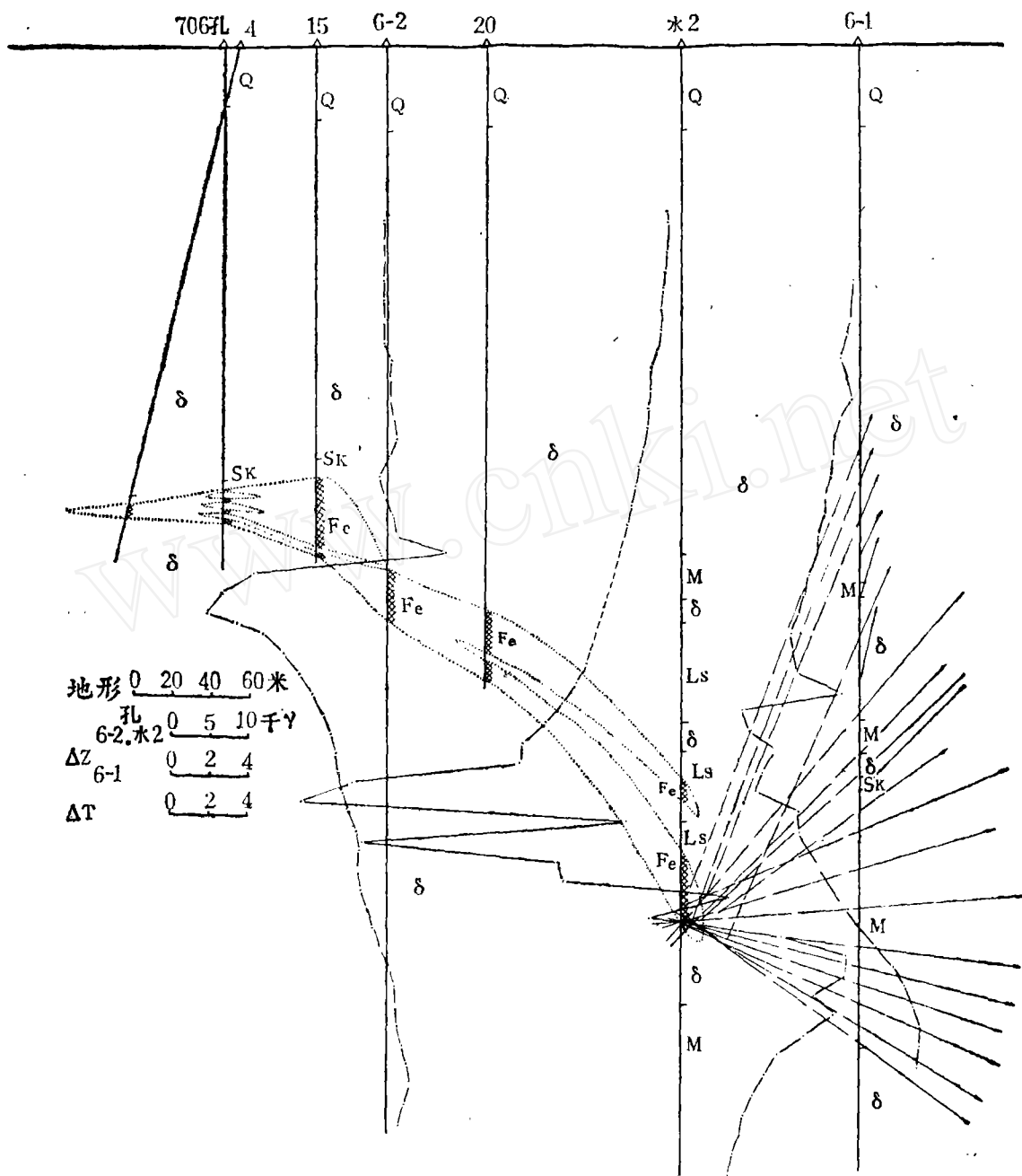


图8 张××矿区第6号线磁测井综合剖面图
(图例同图7)

析确定。

2. 利用内磁场决定矿体产状:

对于以感磁为主, 均匀磁化无限延伸的薄板状矿体, 在矿体中部, 矿体两端的面磁荷无影响, 在没有其他磁性体干扰时, 由于退磁作用, 其内磁场 ΔT 的方向总是垂直于板面的 (图5)。

因此在剖面内由下式求得矿体在该剖面的倾角 α

$$\alpha = \text{tg}^{-1} \frac{\Delta H_m}{\Delta Z_m} \dots\dots\dots (1)$$

上式中 ΔH_m 与 ΔZ_m 均以绝对值代入来求其倾角, 而矿体倾向与 ΔH 矢量方向一致。

但在实际应用中,应该首先消除干扰场的影响。

①其它磁性体的磁场在钻孔穿过板状体

$$X_m = \frac{1+2\pi k}{1+4\pi k} X_c$$

$$Y_m = \left[1 - \frac{2\pi k}{1+4\pi k} \left(\cos\phi + \frac{Z_c}{Y_c} \sin\phi \right) \cos\phi \right] Y_c \quad (2)$$

$$Z_m = \left[1 - \frac{2\pi k}{1+4\pi k} \left(\sin\phi + \frac{Y_c}{Z_c} \cos\phi \right) \sin\phi \right] Z_c$$

其中 K = 矿体磁化率, ϕ = 钻孔顶角。 X_c , Y_c , Z_c 为实测磁场分量。

应用上述关系式,我们对侯×矿体倾角做了计算,结果(表1)表明,未消除钻孔影响所计算的倾角值与实际倾角值相差较大。但消除钻孔影响后,则与实际值相差不多。产生误差的原因,除仪器本身有误差外,主要是磁参数测量的精度低。计算时如果采用各测点的真实磁化率,误差就可能更小。

为了进一步证实应用内外磁场确定矿体产状的可靠性,我们与地质人员一道对×龙磁异常(图6a)进行了综合研究,设计了CK0-1,在预计深度见矿13米。经磁测井后,根据矿体内磁场的计算与对外部磁异常

前后都是连续的,经过圆滑后即可消除。

②对于钻孔井壁感应磁荷形成的附加场,可根据下式进行消除。

形态的分析,认为矿体向北倾,倾角50~60°。再用二度量板计算,所推断出来的矿体截面形状(图6B)已为后来施工的CK0-2孔的钻探结果所证实,其产状与所推断的大致相符。

利用外磁场确定矿体边界

在确定矿体边界时,地质上习惯采用1/2划分法或自然尖灭法。这样确定的矿体边界必然对储量计算带来一定的误差。如果在边缘钻孔中投入磁测井,通过对磁场特点的分析 and 计算,则可以比较客观地确定矿体的边界,为地质人员进行储量计算提供了有价值的参考资料。

表1

孔 号	深 度 (米)	矿 体 倾 角 (度)	计 算 矿 体 倾 角 (度)				备 注
			消除钻孔影响		未消除钻孔影响		
			计算值 (度)	相 差 (度)	计算值 (度)	相 差 (度)	
CK6-1	130	30	30	0	45	15	计算时选用平均 磁化率K=0.3 CGSM
"	138	30	28	-2	42	12	
9A-3	180	30	36	6	50	20	
12-1	135	31	33	2	48	17	
"	137	31	29	-2	42	11	
"	140	31	22	-9	34	3	
10-4	195	32	27	-5	41	9	
6-3	165	30	33	3	47	17	
"	175	30	22	-8	34	4	
4-4	290	35	43	8	57	22	

平均品位计算方法探讨

李邦达

矿量平均品位计算方法中的一个问题是：算术平均品位和加权平均品位相比，哪一个更接近矿块实际品位。

在单个工程（钻孔、穿脉和沿脉）取样线中，控制矿体厚度的样品长度不等，而且品位又不均匀时，必须按样品长度加权术工程平均品位。只有在样品长度相等或品位均匀时，才能用算术平均法求工程平均品位。这是因为长度不等的样品在见矿工程中所占的分额不一样。

但是在计算矿块品位时，就不能采用加权平均法。因为当采样点之间的厚度和品位呈线性关系、而且厚度与品位有相关关系时，算术平均品位将比加权平均品位更接近实际品位。而当采样点之间的厚度为线性关系，但品位与厚度无相关关系时，就只有用算术平均法才能可靠地求出矿块品位（它的精确度主要取决于样品的数量），而不应当用加权平均法。

下面，我们来分析一下矿块算术平均品位、加权平均品位和实际品位之间的关系。

在图1中，对 K_1 、 K_2 两点间的块段来说，

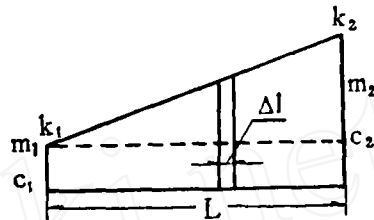


图1

$$\text{算术平均品位 } C = \frac{c_1 + c_2}{2}$$

式中 c_1 、 c_2 分别为 k_1 、 k_2 两个样品的品位。

$$\text{加权平均品位 } C_r = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2}{m_1 + m_2}$$

式中 m_1 、 m_2 分别为 k_1 、 k_2 两个样品的长度

实际品位 C 可用以下方法求得。

设矿块中单位空间 Δl 的品位

$$c = c_1 + \frac{c_2 - c_1}{L} l$$

$$\text{它的厚度 } m = m_1 + \frac{m_2 - m_1}{L} l$$

$$\text{则矿块实际品位 } C = \frac{\int_0^L c m dl}{\frac{m_1 + m_2}{2} L}$$

例一 鲁中侯×矿区6号线上各个钻孔都投入了磁测井(图7)，在该剖面内的矿体北倾，倾角 30° ，该矿体经地磁场磁化，再经退磁后，矿体有效磁化倾角与矿体倾角的夹角(γ 角)很小，S磁荷集中分布在矿体的上端，在CK6-1孔中， ΔT 很明显地交汇于一点，此 ΔT 的收敛点就是矿体上端的位置，该点距钻孔约35米。

例二 济南张××屯矿区第6号剖面上(图8)，磁测井结果在CK6-1孔中出现 ΔT 的反向交点(即发散点)，也大致指出了矿体尾

端的位置(该点在CK6-1孔以南80米处)。

在以上两例中，由于磁性体经地磁场磁化，再经退磁后，矿体的有效磁倾角和矿体的倾角的夹角 γ 都不大，故无需再做矢量旋转，如果 γ 角较大，应作矢量旋转，然后按顺层磁化处理。

※ ※ ※

以上只是几年来我们工作中的点滴收获。由于缺少细致总结，加之水平有限，所谈的也较肤浅，错误和不当之处，请读者批评指正。