

括地壳上层产生的异常磁场值。中国地磁图等值线(七十年代)是用通化值(基本磁场和异常磁场之和)勾绘的,对我省来说,不能用于地面磁测的正常梯度改正,而需用基本磁场的等值线来取地面磁测的正常梯度改正值。

鉴于笔者水平有限,文中不当之处,恳请指正。本文由孔庆大同志审查原稿,张玲瑛同志帮助清绘成图,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] Б. М. 扬诺夫斯基, 1982, 地磁学, 地质出版社
- [2] 成都地质学院等, 1980, 应用地球物理学—磁法教程, 地质出版社
- [3] 中国科学院地球物理研究所, 中国地磁图, 1970
- [4] 中国科学院地球物理研究所, 中国地磁测量报告, 1970

红花沟金矿用 MK-3 型激电仪取得的效果

涂 振 勋

红花沟金矿位于内蒙台背斜内三级构造云雾山隆起的东北端。隆起北以深断裂与地槽相接;南以大断裂与坳陷分界。隆起、坳陷及深大断裂均呈北东向延展。区内各矿点均产于太古界变质岩中。

三年来,在该区用 MK-3 型时域激电仪进行了电阻率和激电测量,得到许多异常和异常带。由于矿脉小、浮土厚,工作结果只能圈定与矿脉赋存有关的强烈花岗岩化地带和斜长角闪岩地带。在这些地段,电阻率异常宽,阻值不大;激电异常变化也是宽而低缓。据此难以准确圈定矿脉的空间位置。

MK-3 是由加拿大进口的一种时域激电仪,精度高,经几年野外工作表明,其均方误差小于 0.4%;功率大,发射机配备 7.5 kW 的发电机;参数多,在每个观测点,能测得一次电位 V_p , 四个充电率 M_1-M_4 。将 M_1-M_4 绘于半对数纸上可得该点的衰减曲线,分解该曲线可获十多个二级参数;抗干扰,在接收机内外装有滤波装置,排除 50 周波的干扰;操作简单,数码管显示,人为读数误差极少。基本积分时间和延时可以调节。利用该仪器测得的二级参数可以提高异常推断能力。

地 球 物 理 特 征

区内出露的岩石比较简单,主要有斜长角闪

岩、混合花岗岩、混合岩、斜长角闪片麻岩等。主要矿石有含金石英脉和含金黄铁矿石英脉。通过露头、坑道及室内标本测定,所得结果列入表 1。由表可知:

1. 岩矿石的电阻率有明显的差异。含金石英脉和含金黄铁矿石英脉与近矿围岩(即斜长角闪岩和混合花岗岩)的电阻率相差 4~10 倍。

2. 矿脉与围岩的充电率 M_1 相差 2~4 倍; M_0 相差 2~5 倍。

3. 矿与近矿围岩的衰减速度 d_1 相差 1~3 倍, d_2 相差 2~7 倍, d_3 相差 8~9 倍。

本区不但存在应用电阻率法和激电法的物性前提,而且还可以利用激电二级数(衰减速度,特别是 d_3)来提高异常的推断解释能力。

岩矿石的衰减特性

衰减速度是岩矿石激发极化二次场的一个物理参数。

由理论和实验可知,它满足指数方程。陕西第一物探队曾将岩矿石激发极化二次场衰减过程分成:早(20~100 毫秒),中(100~1000 毫秒),晚(1~几十秒)三期。并指出岩矿石激发极化场在早期和晚期衰减速度较慢,在中期却相反。本区所用的基本积分时间和延迟时间分别为 $t_p = 60$ 毫秒, $t_D = 120$ 毫秒,取样时间为 150, 240,

岩矿石名称	标本块数	ρ_s (Ωm)	M_1 (%)	M_2 (%)	M_3 (%)	M_4 (%)	M_5 (%)	M_6 (%)	d_1	d_2	d_3	备 注
含金石英脉	65	33654	20.0	12.00	5.59	3.36	2.66	1.95	61.54	49.30	5.42	M 为充电率, d 为衰减速度 $d_1 = \frac{M_1 - M_2}{t_2 - t_1}$
含金黄铁矿石英脉	53	22916	17.10	10.00	6.40	4.73	3.73	2.76	54.61	27.69	7.58	
混合花岗岩	71	3154	4.59	1.88	1.38	1.11	0.97	0.89	20.85	3.85	0.85	$d_2 = \frac{M_2 - M_3}{t_3 - t_2}$
斜长角闪岩	35	7229	8.60	2.88	1.55	0.99	0.83	0.75	44.00	10.23	0.92	
煌斑岩脉	30	637	2.88	1.41	1.14	0.88	0.80	0.67	10.38	2.38	0.81	$d_3 = \frac{M_4 - M_6}{t_6 - t_4}$ 表内岩矿石的电参数是由中国科学院地球物理研究所11室用IPR-8测定的。 取样时间为(毫秒): $t_1 = 130, t_2 = 260,$ $t_3 = 390, t_4 = 520,$ $t_5 = 650, t_6 = 780$
闪长玢岩脉	31	2690	5.02	2.00	1.57	1.00	0.80	0.57	23.23	3.31	1.65	
正长斑岩	30	3126	2.65	1.63	1.26	0.96	0.83	0.75	7.85	3.31	0.81	
闪长岩脉	28	1608	4.13	1.80	1.23	0.99	0.88	0.78	17.92	4.38	0.91	
混合岩	10	2984	6.03	2.07	1.39	1.06	0.92	0.92	30.46	5.28	0.53	
斜长角闪片麻岩	6	1410	3.34	1.57	1.21	0.96	0.84	0.75	13.62	2.77	0.81	

420, 780毫秒, 属于中期衰减。由表1和图1可知, 整个中期衰减较复杂, 表现为前段最大, 中段次之, 末段最小。

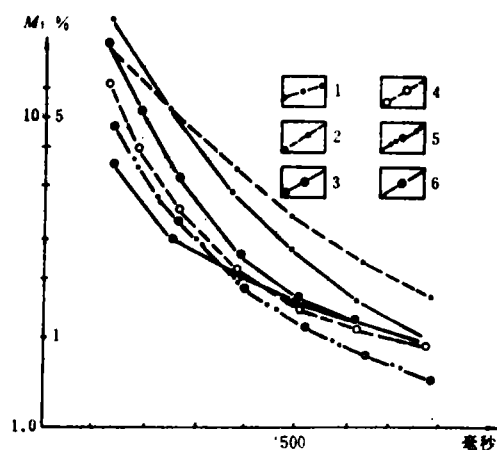


图 1

1—含金石英脉; 2—含金黄铁矿石英脉; 3—斜长角闪岩; 4—混合岩; 5—闪长玢岩; 6—混合花岗岩
曲线1, 2用外侧坐标, 曲线3~6用内侧坐标

一般而论, 岩矿石衰减速度的大小与很多因素有关, 但起主导作用的是岩矿石中导电矿物的含量。导电矿物含量越多, 衰减速度就越大(表和图1)。本区含金石英脉和含金黄铁矿石英脉含硫化物最多, 围岩含的较少, 远矿围岩不含硫化物, 而且含金石英脉和含金黄铁矿石英脉与黄铁矿呈正相关关系。另外 d_3 比充电率 M_1 到 M_4 敏感, 因此, 利用 d_3 有可能从宽大的电阻率和低缓

的激电异常中, 较准确地圈定含金石英脉的空间位置。岩矿石衰减速度按下式计算:

$$d_3 = \frac{M_3 - M_4}{t_4 - t_3} \% \text{秒}^{-1}$$

式中 M_3 、 M_4 为420和780毫秒时的充电率值, t_3 和 t_4 为 M_3 、 M_4 的取样时间。

应用效果

通过在已知矿体上进行多次试验, 发现衰减速度 d_3 有排除干扰、突出找矿信息的优点, 在矿体上方响应清晰, 可直接根据它来进行地质解释。

在含矿较富的含金黄铁矿石英脉的上方曾布置了一条试验剖面, 该矿脉长240米, 走向北西, 倾向南西, 延深288米, 厚度变化不大, 含金一般为35~65克/吨。围岩是斜长角闪岩和条带状花岗岩, 埋深28米。 d_3 在36~38号点之间得到一个宽20米的单峰异常。峰值高、梯度大, 曲线近于对称, 极大值点落在37号, 与 M_1 和 M_4 异常的极值点重合, 并与矿体在地表的投影位置吻合(图2)。由图2可看出, ρ_s 异常宽70米。 M_1 在28~41号之间有一锯齿状复合异常, 宽120米, M_4 也在28~41号之间有一幅值较高的异常, 宽120米, 由此可见 d_3 在矿体上的反映较 ρ_s 、 M_1 、 M_4 都清晰, 而且对于干扰有较强的抑制。总之, d_3 在矿体上方能获得较好的异常。曲线呈单峰, 梯度大, 近于对称, 极值点与 M_1 、 M_4 的异常重合。这些特征在本区其他地段也得到体现, 因篇

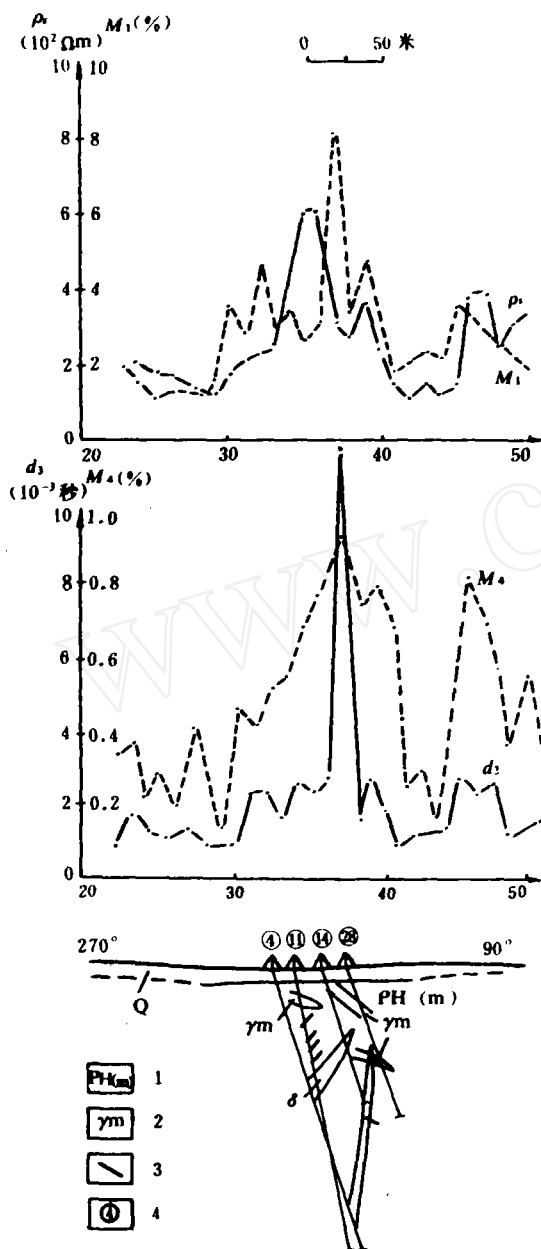


图 2

- 1 - 斜长角闪岩; 2 - 混合花岗岩;
3 - 含金黄铁矿石英脉; 4 - 钻孔及编号

幅有限, 下面再简短地介绍两条实测剖面。

D_{26-1} 、 D_{15-1} (图3) 是1980年获得的一个综合异常。异常位于测区502~508线的585~196点之间。 ρ_s 异常长400多米, 宽50~70米; 以0.6%圈定的 M_4 异常, 长650米, 宽30~200米; 以2%圈定的 M_1 异常成雁行排列, 长400米, 宽

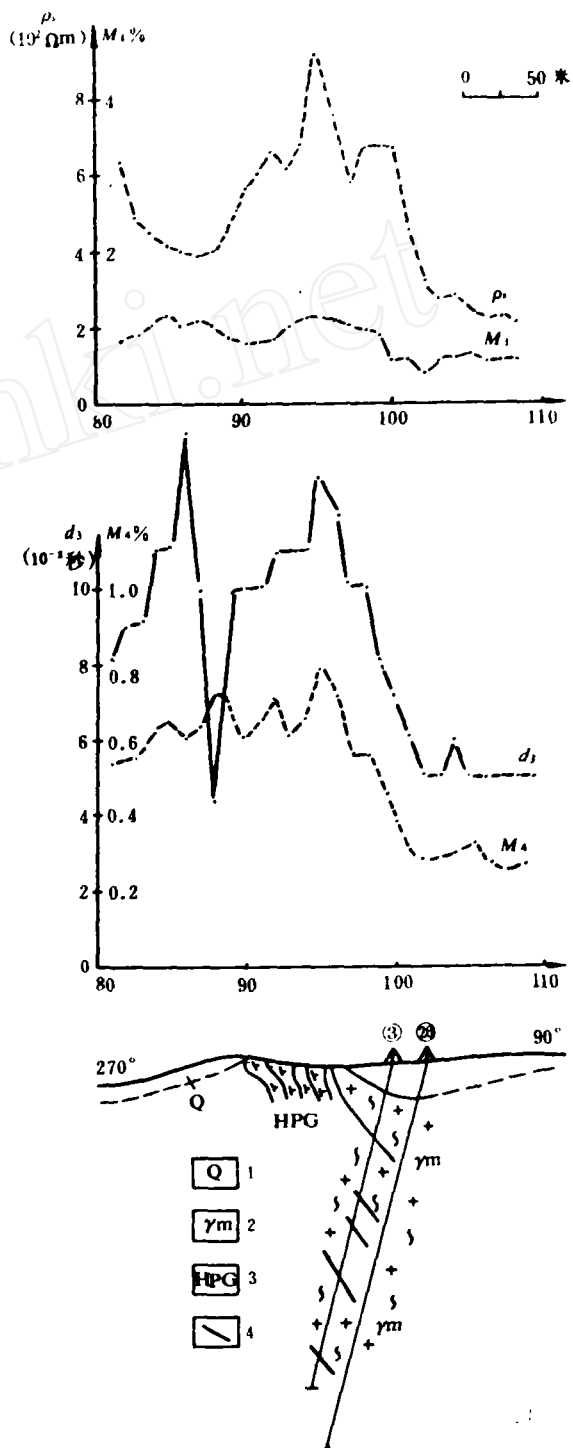


图 3 a

- 1 - 第四系; 2 - 混合花岗岩;
3 - 斜长角闪片麻岩; 4 - 含金石英脉

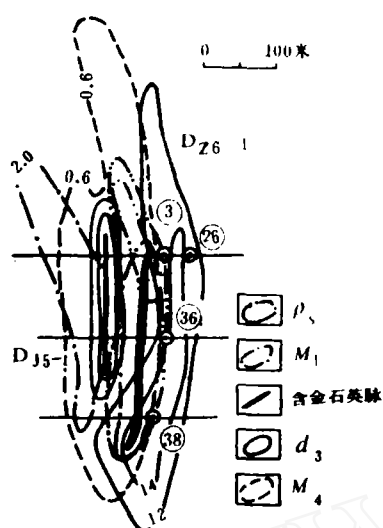


图 3 b

20~60米; 用12‰圈定的 d_3 异常由两个异常组成。南北走向, 大的形态与 M_4 相似, 长550米, 宽20~100米。与 ρ_s 、 M_1 、 M_4 大部分吻合(图3b)。从剖面(图3a)上看, d_3 和 ρ_s 、 M_1 、 M_4 的关系: ρ_s 异常宽100米, 极值点在95号点; M_1 从92~96之间, 有低缓异常, 极大值在95号点; 以0.6‰画出的 M_4 异常, 从83~97号之间, 呈锯齿状, 极值位于95号点; d_3 在90~98号点之间有单峰异常, 在极值点处, 峰值高达15‰, 梯度大, 极值点位于95号, 与 ρ_s 、 M_1 、 M_4 的极值点重合, 随 M_1 、 M_4 异常同步变化(图3b)。综合分析认为该异常由含金石英脉和混合花岗岩综合引起。经钻探查明, 推断结果与实际情况相符。其验证结果如下: 异常北部的3号孔, 分别在60.81米处见到厚0.34米, 品位1.64克/吨, 和在84.35米处见到0.5米厚, 品位为0.3克/吨等五层工业矿体; 在36号孔中, 分别在183米和229米处见到0.65米和0.85米厚, 品位为12.9克/吨和60.4克/吨的含金石英脉; 在38号孔中, 在206米见到0.3米的含金石英脉。矿体在地表投影位置基本落在 d_3 异常之中。矿体从北向南倾伏, 在38号孔中只见到一层矿体, 在左边 d_3 已无反映。

图4是 D_{Z10} 和 D_{J8} 异常的一部分以及通过该异常Ⅱ号剖面上的 ρ_s 、 M_1 、 M_4 、 d_3 的特征。 ρ_s 异常长550米, 宽20~80米; M_1 长400米,

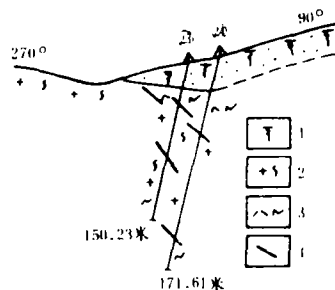
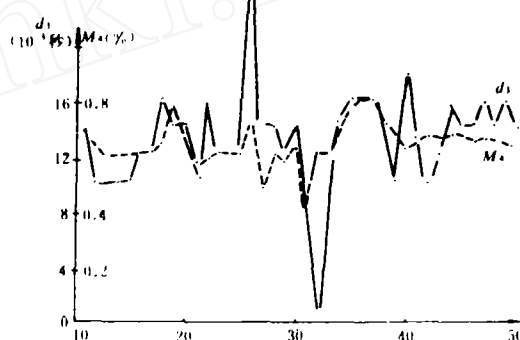
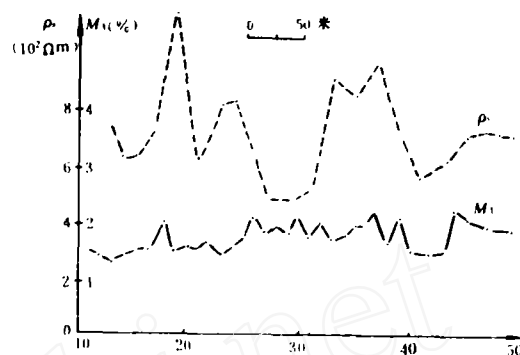


图 4 a

- 1 - 第四系; 2 - 混合花岗岩;
3 - 斜长角闪岩; 5 - 含金石英脉

宽20~100米; 位于 ρ_s 异常的南部。以0.6‰圈定的 M_4 异常, 范围较大, 南端尚未封闭(图4b)。以12‰圈定的 d_3 异常形态规则完整, 整个异常与 ρ_s 重合较好, 与 M_1 、 M_4 只部分重合。从剖面(图4a)看, d_3 在25~27点有单峰异常, 梯度大, 曲线近于对称, 极值点落在26号点上。同时 d_3 与 M_1 、 M_4 同步变化(图4b)。对资料综合分析结果, 认为该异常由23号含金石英脉南延引起的, 经23号孔验证, 在31.40~31.70米处见到

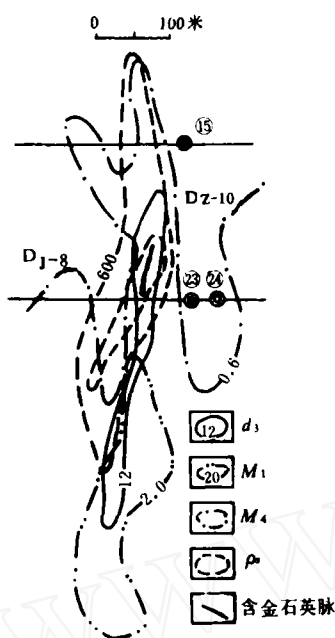


图 4 b

0.3米,品位为21.18克/吨和85.10~86.30米处见到1.2米厚,品位0.7克/吨两条含金石英脉。该矿脉在地表投影位置与 d_3 北端吻合。为追踪23号脉北延部分和验证 ρ_s 、 M_4 的找矿效果,而施工了15号孔,结果在孔内只见到混合花岗岩和斜长角闪岩。从图4的平面图上可见, d_3 在23号孔部位往北已无异常。向南有可能延展,值得以后工作注意。

结 论

对激电二极参数的研究只是刚开始,试验工作做的还不多。但是根据现有资料可以说明,象在红花沟矿区的地质条件下,利用岩矿石的衰减速度 d_3 可以排除干扰,净化异常,突出找矿信息。这对解释低缓激电异常是有帮助的。

多个球状矿体的 η_s 和 ρ_s 的通用算法

冶金部地质研究所 石昆法

在电法勘探中,点源电场的理论计算多采用场强公式,而很少采用电位叠加的方法。显然这是为了简化计算。但是在多个矿体、多个电极的情况下,难以实现现场的叠加。因此,在复杂情况下,作正演计算有很大困难。

作者通过一定的工作,将电场强度公式改用电位叠加方法,在电子计算机上编排了适用于多个矿体的中梯、测深、四极、联剖计算视极化率

η_s 和视电阻率 ρ_s 的通用计算程序,并做了一定量的试算工作,现将某些计算结果叙述如下。由于篇幅所限,将计算程序删去。

基本公式

在点源场中,在半空间的情况下(图1),球形矿体在 M 点的总场电位为

$$V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \cdot \frac{1}{1-\eta_1} \left(\frac{1}{R} + \sum_{n=0}^{\infty} q_n \cdot Y_n \right)$$

二次场电位为

$$V_2 = \frac{I\rho_1}{2\pi} \cdot \frac{1}{1-\eta_1} \left\{ \eta_1 \left[\frac{1}{R} + \sum_{n=0}^{\infty} q_n \cdot Y_n \right] + (1-\eta_1) \sum_{n=0}^{\infty} q_{2n} \cdot Y_n \right\}$$

式中:

$$q_n = \frac{2n\mu(1-\eta_1) - (1-\eta_2)}{n(1-\eta_2) + (n+1)(1-\eta_1)\mu}, \quad q_{1n} = \frac{2n(\mu-1)}{n+\mu(n+1)},$$

$$q_{2n} = q_n - q_{1n},$$