

# 论时域激电法电化学异常场的时间谱

## ——兼论利用衰减曲线评价异常问题

傅良魁 史元盛

### 前言

近年来国内外都在研究不同断电时间( $t$ )和不同供电时间( $T$ )的激电异常规律(异常场的时间谱),试图提高方法的找矿效果,寻求评价异常或“区分矿与非矿”的可能性。我国有些单位在这方面已获得了有意义的成果。本文系统地介绍我们所取得的实验结果,初步总结出某些规律。限于篇幅,实验规律的物理、化学解释,对其他单位研究成果的评述从略。

### 已往的研究概况

已往国内外在研究岩矿石的激发极化性质时,几乎都是在测量电极与待测标本相接触的条件下进行的。试图利用这种条件下获得的电学物理场的时间谱或激电场时间特性的某些规律来评价激电异常,例如,利用 $\Delta V_2$ 的充、放电曲线性质便属此类,并在特定条件下总结出了以下一些经验公式:

$$\Delta V_2 = \Delta V_{20} e^{-t/\tau}$$

$$\Delta V_2 = A e^{-\alpha t} + B e^{-\beta t} + C e^{-\gamma t}$$

$$\Delta V_2 = \sum A_n e^{-\alpha_n t}, n = 1, 2, 3, \dots$$

$$\Delta V_2 = \frac{\Delta V_{20}}{1 + bt}$$

$$\Delta V_2 = \frac{\Delta V_2(T, 0)}{1 + b(T)\sqrt{t}} \cdot \frac{T}{T+t}$$

$$\Delta V_2 = b \lg \frac{(t+g)(t+T+h)}{(t+h)(t+T+g)}$$

式中,  $\Delta V_{20}$  为  $t=0$  时的最大二次极化电位差值;  $\Delta V_2(T, 0)$  为不同  $T$  值条件下  $t=0$  时的  $\Delta V_2$  值;  $\tau$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $b$ 、 $h$ 、 $g$  等均为

反映放电快慢的时间常数。

上述公式虽在某些特定条件下取得过一定效果,但由于不具普遍性而未获得广泛应用,其原因在于将利用时间特性区分“矿与非矿”问题看得过于简单了,以致在实际找矿中,失败的例子往往多于成功的例子。如广东省物探队曾在一些已知矿体和矿化带上试验观测了在长直流脉冲( $T=2$ 分)激发下,断电 $0.1$ 秒后 $\Delta V_2(t)$ 的衰减曲线,计算了在特定时间间隔上二次场的衰减速度,结果发现,在同一类岩矿上其值变化范围很大,而在不同类型的岩矿上,衰减速度值的变化范围彼此重叠。再如利用 $\Delta V_2$ 衰减曲线半衰时大小的方法找寻地下水,在陕西省成功的例子较多,而在内蒙则相反。因此,直接简单地根据二次场的衰减速度评价引起激电异常的地质背景或极化源性质(如物质成分),是很值得进一步研究的。我们的研究工作表明,不能将简单的一维条件下(测量电极均与极化体接触的标本测量和露头测量)所获得的二次场时间特性规律,直接简单地运用到三维空间寻找地下矿产的实际条件(测量电极不与极化源接触)。因为在一维条件下,影响激电场时间特性的主要因素是岩矿的物质成分及其结构,而在三维条件下,决定激电场特性的因素则很多,规律相当复杂,其中某些因素对激电场时间特性的影响很大,甚至超过了极化体本身物质成分和结构的影响。

### 一些实验研究结果和规律

我们通过实验研究发现,当极化体埋在地下时,对激电异常时间特性有明显影响的因素至少有十多个。可归纳为以下三类:

(1) 矿体因素; (2) 环境因素; (3) 人为因素。

我们认为, 只有全面、正确地认识和掌握这些影响因素的规律, 才有可能有效地利用它们进行异常评价。为了揭示极化体电化学异常场的时间谱规律, 就目前的科学水平看, 单纯利用数学物理解析方法是很不够的, 还必须充分利用模型实验研究方法。为了使所得到的时间谱规律与矿体在自然界中所存在的三维空间条件相对应, 我们的实验研究主要是在大水槽 (容积为  $155 \times 135 \times 100 \text{cm}^3$ ) 中进行, 个别实验是在二维条件下的薄水盘中进行。测量一般采用中梯装置, 仪器主要是光点示波仪和DDC-2型激电仪。时域范围是:  $T=1 \sim 60$ 秒,  $t=0.5 \sim 120$ 秒。现将部分研究结果简介如下。

#### (一) 矿体因素对激电异常场衰减曲线特征的影响

1. 极化体物质成分的影响: 在其他条件相同的情况下, 极化体物质成分不同, 其放电曲线也不同。在异常极大点上, 主要表现在放电曲线的下降速度不同 (图1)。从慢到快的次序是: 铁→铅→铜→石墨。然而这种放电速度的不同, 可以由于极化体尺度的不同而出现重叠现象。如图4的曲线4 (虚线), 虽然这是由浸染状石墨块形成的, 但其二次激电场的放电曲线特征基本上与小尺

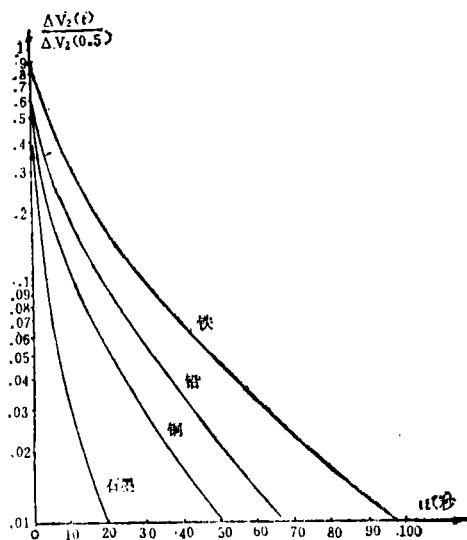


图1 在体积相同、物质成分不同的水平柱状极化体上二次激电场的归一化放电曲线

AB=100cm, MN=1cm, I=280mA,  
X=0(矿顶), 柱长L=15cm, 半径 $r_0=2.5$  cm

度的铜质极化体情况一致。因为, 虽然图1显示出按 $\Delta V_2(t)$ 曲线下速度有区分物质成分的可能性, 但图4的实验结果又表明, 孤立地根据放电曲线的下降情况判定物质成分是十分困难的。

2. 极化体物质结构的影响: 对体极化情况而言, 极化体中的颗粒形状对二次场放电曲线特征有明显影响。如极化单元的形状为柱状时, 则其规律是: 当极化场平行其走向时, 放电曲线下速度较慢, 当极化场垂直柱状体走向时, 放电曲线的下降速度则较快。这一规律既可以由体极化体情况获得, 也可由面极化体情况获得 (这可视作体极化体中单个极化单元尺寸的放大情况), 如图2所示, 曲线1和2是长(L)19cm、高6cm、宽5cm的纯水平石墨柱体的情况; 曲线3和4是长88cm、宽10cm、厚0.2cm水平铜板的情况, 实验结果清楚表明了上述规律。当地下面极化体为非等轴状或体极化体中极化颗粒为非对称状时, 极化体的放电曲线随供电方向的不同而有不同的衰减特征。因此, 在实际工作中, 即使对其他矿产地地质条件都已掌握, 而对面极化体的形状或体极化体中颗粒结构还不了解, 便不易有效地利用放电曲线特征来评价异常源的背景。

3. 极化体产状的影响: 图3给出了在不同产状的模型上测得的二次激电场归一化放

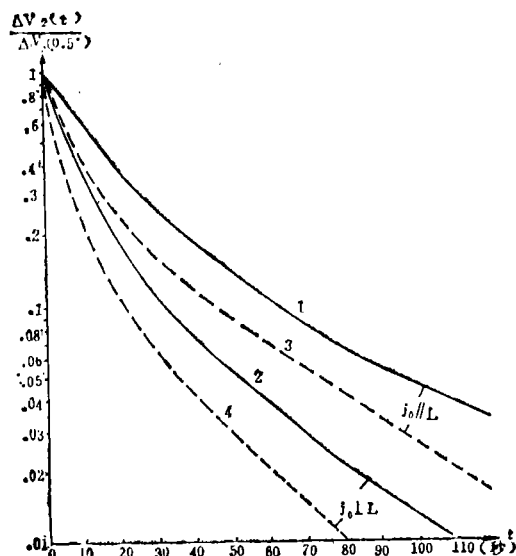


图2 在水平石墨柱状体和水平铜板上用不同供电方向测得的二次场归一化放电曲线

AB=100cm, MN=2cm, I=238mA,  
T=10秒, h=2cm

电曲线。它们是在三维空间的大水槽中铜板上测得的。

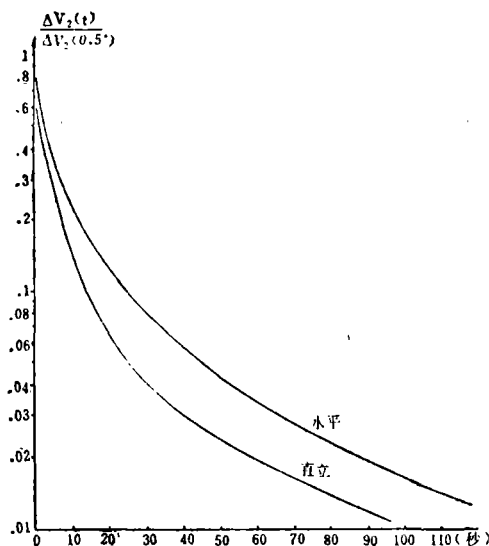


图3 不同产状极化体上测得的二次激电场归一化放电曲线

AB=100cm, MN=2cm, h=2cm, I=260mA,  
L=88cm, H=10cm, 厚=0.2cm,  $\alpha=0^\circ, 90^\circ$

图中各曲线表明, 在不同物质成分的极化体上, 放电曲线的下降速度均随极化体倾角的变缓而减小。虽然是同一种物质成分的极化体, 如果产状不同, 二次场放电速度的快慢也大不相同。其规律是: 极化体产状从水平→倾斜→直立时, 二次场放电速度从慢→较快→最快。

4. 极化体大小的影响: 当物质成分和其他条件相同时, 极化体大小不同, 对二次激电场衰减曲线的下降速度有显著影响。如图4所示, 在大小不同的极化体上(大铜板:  $20 \times 6 \times 0.2 \text{ cm}^3$ ; 圆铜饼: 厚 0.5cm、半径 3cm; 小铜片:  $3.5 \times 1.5 \times 2 \text{ cm}^3$ ; 浸染状小石墨块  $8 \times 5 \times 1 \text{ cm}^3$ ), 二次场的衰减速度明显不同。规律是: 当极化体的尺寸从小逐渐变大时, 二次激电场的衰减速度相应地从大变小。

5. 极化体埋藏深度的影响: 为明确极化体埋藏深度对二次激电场衰减曲线特征的影响, 这里给出在大水槽中水平石墨块 ( $20 \times 6 \times 5 \text{ cm}^3$ ) 上的观测结果(图5)。极化体埋藏深度影响放电曲线下降速度的规律是: 随着极化体埋藏深度的增大, 二次激电场的放电速度相应变大; 尤其在埋藏深度较小时,

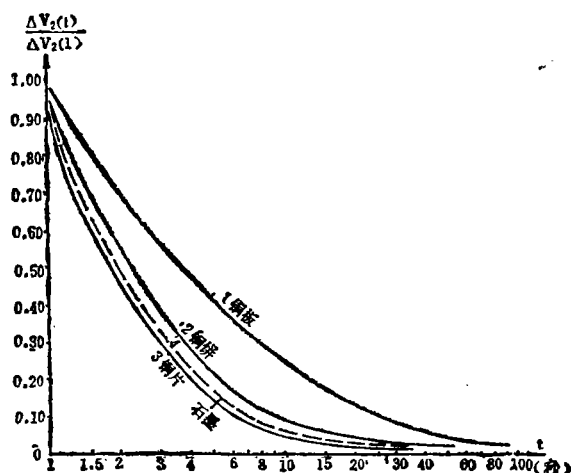


图4 在大小不同的铜质模型上激电场归一化的放电曲线

I=40mA, T=10秒, MN=2cm, AB=40cm,  
h=2cm, 薄水槽体积:  $40 \times 30 \times 2 \text{ cm}^3$

这种影响表现得格外明显。而当埋深相当大时, 地表面影响二次电流放电速度的作用渐渐变弱, 下降速度趋于极限(其他条件不变)。

6. 极化体导电性和极化作用不均匀的影响: 上述各实验结果都是在均匀导电的极化体情况取得的, 如果极化体的导电性不均匀(自然条件下是常见的), 放电曲线的形态特征将复杂化。在一个极化作用和导电性都

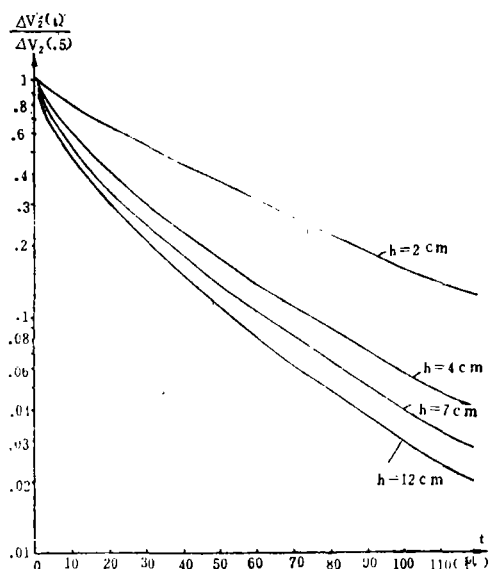


图5 在水平石墨块上改变极化体深度的实验结果

AB=70cm, MN=2cm, I=130mA, T=10秒,  
h=2cm, 4cm, 7cm, 12cm

不均匀的石墨水平圆柱体(走向长60cm、半径3cm)的中央上方( $x=0$ )将观测到图6中所示的放电曲线,不仅在放电速度与均匀极化的情况明显不同,而且形态上也全然不一样:开始为很强的正值,并很快下降,大约在 $t=8$ 秒时 $\Delta V_2=0$ ,以后由于 $j_2$ 方向的改变 $\Delta V_2$ 变为负值,并大约在 $t=30$ 秒时出现负极值,最后慢慢趋于零。表明在一定条件下二次激电场的量值和方向随 $t$ 改变。

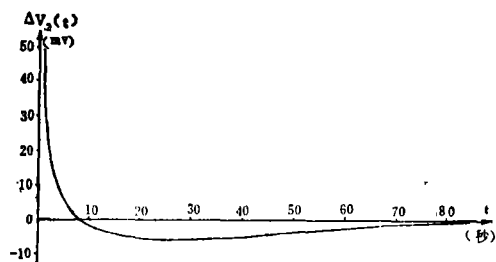


图6 在一个导电性和极化作用不均匀的石墨质水平圆柱体上测得的二次激电场放电曲线

$AB=100\text{cm}$ ;  $MN=2\text{cm}$ ; 柱体走向与 $AB$ 平行,并在 $AB$ 的中部下方;  $I=225\text{mA}$ ;  $T=10$ 秒;  $h=2\text{cm}$ ; 水平石墨圆柱:  $60 \times \pi \times 3.25\text{cm}^3$

## (二)环境因素对二次激电场衰减曲线特征的影响

1. 围岩极化作用的影响: 以上所给实验结果均是在围岩极化很弱的情况下获得的。如果围岩具有较明显的极化作用( $\eta_1$ 背景值较高的地区,则由于极化体与围岩极化作用相叠加,也将使放电曲线的形态复杂化。具体情况由测点处极化体和围岩两者极化作用的强弱和各自的放电速度以及二次场方向等所决定。为简单起见,实验结果未列入。

2. 围岩导电性及极化作用不均匀的影响: 图7中给出了三条归一化放电曲线,是在截面呈矩形的水平石墨柱体上(大小为 $19 \times 6 \times 5\text{cm}^3$ 、 $j_0$ 与走向垂直)观测的。该结果说明,围岩导电性不均匀或极化体附近(上顶或旁侧)有导电性不好的高阻岩层时,不仅使二次场的量值显著减小,而且还使二次激电场的放电速度发生明显变化(当前是使曲线下下降变快),并且,屏蔽层面积越大,放电曲线下下降速度越大(相对均匀情况)。

3. 温度影响: 当围岩和极化体处于不同温度的环境时,二次激电场的放电速度不

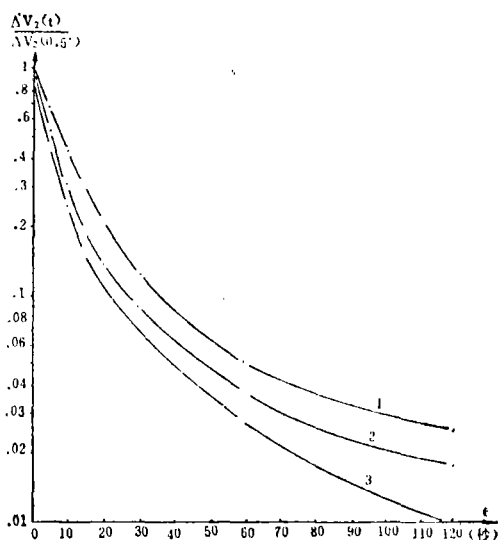


图7 在有高阻屏蔽层作用的水平石墨柱上二次激电场的归一化放电曲线

$AB=80\text{cm}$ ;  $MN=2\text{cm}$ ;  $I=238\text{mA}$ ;  $T=10$ 秒;  $h=2\text{cm}$ ; 测点在柱顶上,1—围岩均匀;2—上部有高阻屏蔽,油毡:  $15 \times 15\text{cm}^2$ ; 3—旁侧有高阻屏蔽,玻璃:  $20 \times 20 \times 0.2\text{cm}^3$

相同。图8所示是在小薄水盘中石墨块( $5 \times 4 \times 3\text{cm}^3$ )上测得的曲线。结果表明,极化体所处的温度环境对 $\Delta V_2(t)$ 放电速度影响的规律是:随着温度( $T^\circ$ )的升高,放电速度加快。这可能是电化学反应性的增强

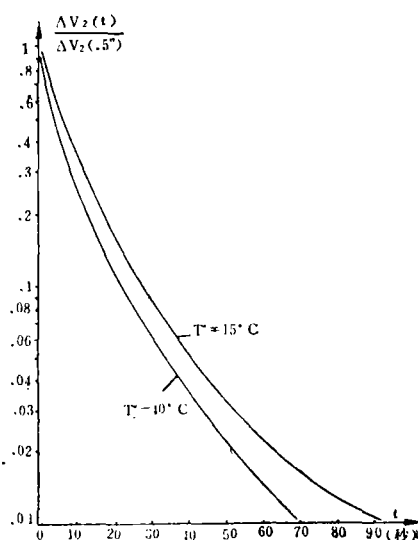


图8 温度对二次激电场放电曲线下下降速度影响的归一化曲线

$AB=40\text{cm}$ ;  $MN=2\text{cm}$ ;  $h=2\text{cm}$ ;  $T=5$ 秒

(电化学反应和离子迁移速度加快)所造成。对比其他因素看,这种影响较小些,特别在金属矿区找寻不太深的矿体时,由于地表与矿体处的温差不太大,故此种影响不会太强烈。但在开发和寻找地热资源时,则需要特别注意。

4. 围岩电阻率大小及其物质成分的影响: 围岩的物质成分和电阻率对放电曲线是有影响的。为了明确此种影响,我们在水盘中的二度水平石墨柱体上进行了观测,实验结果列于图9。由图可见,在这种具体条件下,二次场在放电初期( $t < 25$ 秒)高阻围岩放电慢,低阻的盐溶液放电快;而在放电后期( $t > 25$ 秒),情况则相反。表明了围岩的物质成分和电阻率对二次场放电曲线不仅有影响,而且较复杂,实际工作中应予以注意。

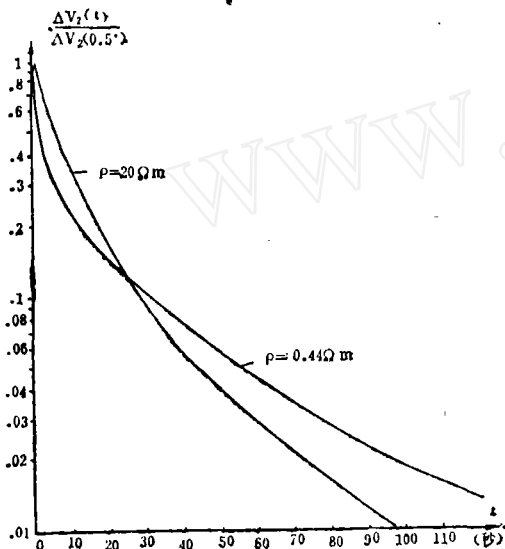


图9 围岩物质成分和电阻率对二次激电场放电特性影响的归一化衰减曲线  
AB=40cm; MN=2cm; h=2cm; T=10秒

5. 地形起伏的影响: 当极化体上方地面不平时,  $\Delta V_2$ 的衰减速度不同(地面上各测点的放电特征也均较水平地表情况复杂)。我们给出了在薄水槽中测得的结果(图10)。从图可看出,当测点位于极化体上方并且极化体顶端深度相同时,山谷地形的放电速度较水平地表情况快,而在山脊地形条件下,  $\Delta V_2$ 的衰减速度较水平地表情况慢。地形起伏越强烈,这种地形影响作用越明显。

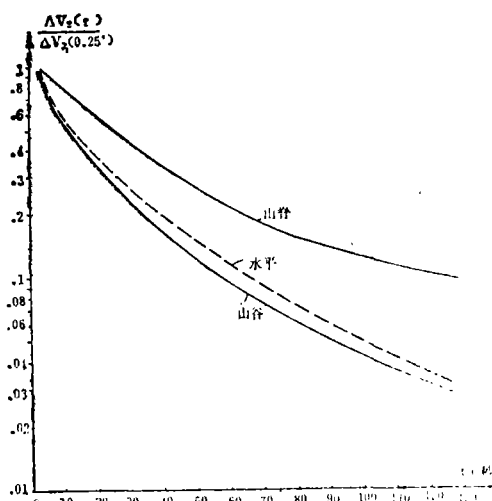


图10 在水平石墨柱体上方地面不平时二次激电场的归一化放电曲线

AB=88cm; MN=2cm; h=3cm; T=10秒;  
水平石墨柱的截面积:  $9.2 \times 1.8 \text{ cm}^2$ ; 观测点:  
柱顶( $x=0$ 处)

6. 组合极化体对二次场放电曲线的影响: 当地下有多个极化体时,其迭加二次场的放电曲线就更为复杂。不仅在放电速度上可以相差悬殊,而且还可以出现各种复杂形态的放电曲线。图11中给出了在大小和埋深均不同的两个石墨板模型上测得的二次场放电曲线。测点位于水平模型的正上方,直立

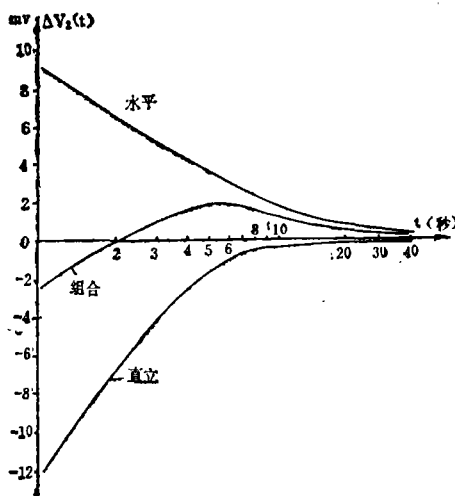


图11 在两个大小不同的纯石墨模型上测得的二次场电位差  $\Delta V_2(t)$  放电曲线  
(小水盘实验曲线)

对称四极装置: AB=40cm; MN=2cm;  
 $I=4\text{mA}$ ; T=10秒; 水平模型: 纯石墨板,  
 $7 \times 5 \times 0.5 \text{ cm}^3$ ; h=10cm; 直立模型: 纯石墨  
板,  $13.5 \times 10 \times 2 \text{ cm}^3$ ; h=2cm

模型置于其附近。当仅有水平模型时，MN处的二次场电位差为负值（即与一次场电位的符号相反），测得放电曲线为上升形。由于大而浅的极化体的二次场放电较慢，小而深的极化体的二次场放电较快，当两个模型同时存在时，实测的放电曲线为两条曲线场值迭加的代数和。由图11可见，放电曲线的形状比较复杂，先负后正，最后趋于零。

应当指出，组合极化体的情况，放电曲线可以有各式各样形状。除有先负后正形外，还可以有先正后负形（傅良魁：《电法勘探若干问题》，1975年）。

### （三）人为因素对二次激电场衰减曲线的影响

1. 充电时间的影响：充电时间的影响多年来许多研究者都早已注意到。图12是在大水槽中石墨块（ $19 \times 6 \times 5 \text{ cm}^3$ ）上用不同供电时间测得的结果（AB垂直极化体走向）。其规律是：随供电时间T的增大，放电曲线速度逐渐变慢，对T值相差较大的放电曲线而言，放电速度也相差悬殊，对大时间常数的极化体情况，供电时间虽已很长（10分钟），但二次激电场的衰减速度还未达极限状态。

这里强调指出：充电时间不同，不仅可引起放电曲线下速度的变化，而且还能引

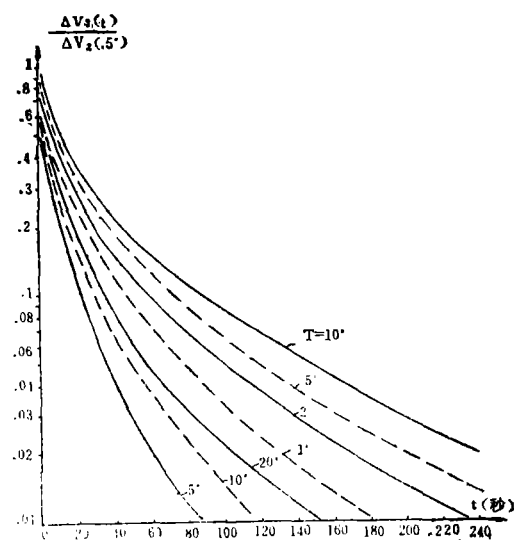


图12 在石墨块上用不同供电时间测得的归一化放电曲线

$x=0$ ;  $AB=80 \text{ cm}$ ;  $I=233 \text{ mA}$ ;  $MN=2 \text{ cm}$ ;  $h=2 \text{ cm}$

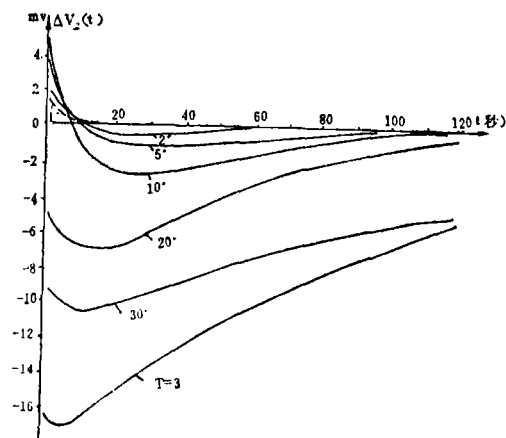


图13 水平石墨板旁侧（ $x=6 \text{ cm}$ ）一点放电曲线形状随T的变化图

$AB=70 \text{ cm}$ ;  $MN=2 \text{ cm}$ ;  $I=170 \text{ mA}$ ;  $h=2 \text{ cm}$

起放电曲线形状的变化。例如，图13是测点位置在石墨块（ $20 \times 10 \times 5 \text{ cm}^3$ ）边侧外边测得的。随着供电时间T由小到大的变化，放电曲线的形状也相应地发生明显变化。

T = 1 秒时， $\Delta V_2(t)$  曲线为简单的正值衰减曲线；

当T = 2 秒和 5 秒以及 10 秒时， $\Delta V_2(t)$  曲线形状复杂化，随t由小到大，曲线从正值开始很快下降到零，以后变为负值，最终又慢慢地趋于零值。

当T = 20 秒和更大时， $\Delta V_2(t)$  曲线全为负值，不但量值逐渐增大，而且负极小点位置也相应地向t值更小的一边移动。

实验结果充分表明，二次激电场的量值大小和方向随T变化是一种活性场。指出随着充电时间的变化，二次激电场的变向点或  $\Delta V_2(t) = 0$  点的位置逐渐移动的活性规律。

应当指出，放电曲线的形状随T的变化而变化，不仅有如图13的形状，而且还有与其恰好相反的形状，例如，在大水平铜板旁侧便有这种现象。不仅如此，而且在极化体旁侧的放电曲线随T的改变还有更复杂的形态。实验还表明，放电曲线形态随T的变化特征与极化体表面的物质成分（如氧化程度、气泡、杂质等）有密切关系，它可以使放电曲线形态发生相反的变化。

2. 电极距大小的影响：改变对称四极测深装置（MN中点在极化体顶部）的供电电极距AB的大小和改变中梯装置（MN中点也

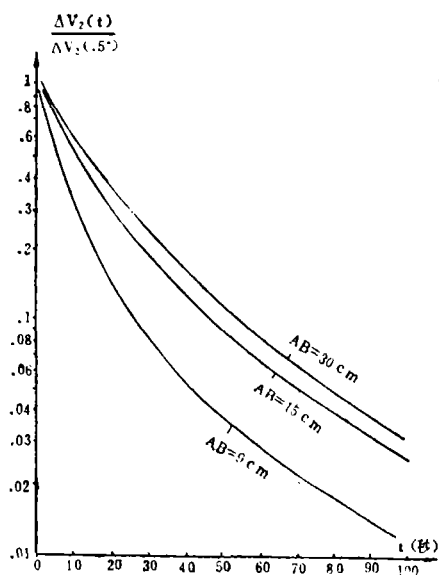


图14 在石墨模型上 ( $19 \times 6 \times 5 \text{ cm}^3$ ) 用不同供电电极距观测的  $\Delta V_2(t)$  归一化放电曲线  
MN = 2 cm; h = 3 cm; T = 10 秒

在极化体顶上)的测量电极距MN的大小进行了两种观测。图14所示的三条衰减曲线是用不同AB极距在三维空间条件下在石墨模型上测得的。得到的规律是:随着供电电极距AB从小到大的增加,放电曲线的下降速度相应地变小。

此外,实验结果还表明,  $\Delta V_2$  衰减速度与MN的大小也有关系,为节约篇幅这里没有给出所得的实验结果。

以上实验资料表明,在激电测深法中,应注意AB和MN变化时引起  $\Delta V_2$  衰减速度变化的有关问题。为此,过高要求测深曲线定量解释精度是有困难的。

3. 测点位置的影响:前面给出的实验资料,都是在固定的测点处获得的。当沿测线逐点观测时,实验结果表明,按二次激电场的充、放电曲线性质,在异常地段内,可划分为三个区域,对均匀极化体情况其特点如下:

①正向区:位于极化体顶部上方一定范围内,这里二次激电场或  $j_2$  的方向与初次电流场  $j_0$  的方向相同,异常明显,  $\Delta V_2(t)$  为正值,放电曲线单调下降,但各点的放电速度并不相同。在图15中给出了在大水槽中水平石墨板 ( $20 \times 10 \times 5 \text{ cm}^3$ ) 上,从  $x=0$  (测点在极化体中心上方) 到  $x=4 \text{ cm}$  (测点在

极化体端部内侧 1 cm) 的二次激电场归一化放电曲线(实验)。可以看出,随着测点向极化体端部或外侧移动,二次场放电速度明显增大,即  $\Delta V_2(t)$  值不是按等比例的下降速度衰减。这一规律对激电法的解释理论很重要。当测点越过极化体端点 ( $x > 5 \text{ cm}$ ) 时,  $\Delta V_2(t)$  放电曲线的后支出现负值,进入了下述的复杂放电区。

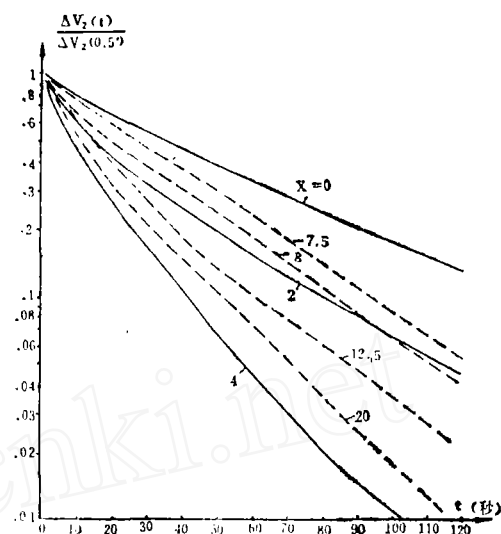


图15 从极化体中央到端部附近二次激电场归一化放电曲线  
AB = 80 cm; MN = 1 cm; h = 2 cm;  
I = 280 mA; T = 10 秒

②变向区:在研究二次激电场的放电特性过程中,我们发现了一个变向区,该区一般在极化体两端附近,  $\Delta V_2(t)$  值从正值接近零以及变为负值(不同极化体情况可以相反),区域的范围很窄,  $\Delta V_2(t)$  的异常值也较小。对一定T值的  $\Delta V_2$  而言,其放电过程如图16所示。  $\Delta V_2(t)$  值可以改变符号(由正变到负),在变向区内的二次极化电流  $j_2$  的方向,在放电过程中(充电过程也如此)是改变的(主剖面内发生方向相反的变化),使变向区附近的充、放电曲线出现各种各样的复杂形态,放电曲线除从正到负和从负到正外,还有阶梯形、单峰形、双峰形等等。在变向区内观测某一特定  $t$  值的  $\Delta V_2(t)$  的大小,其价值不如记录完整的充、放电曲线意义更大。这种变向区的存在,更充分表现了极化体电化场的复杂性。

③反向区:本区位于变向区的外侧,  $\Delta V_2(t)$  均为负值,即二次极化电流  $j_2$  的方

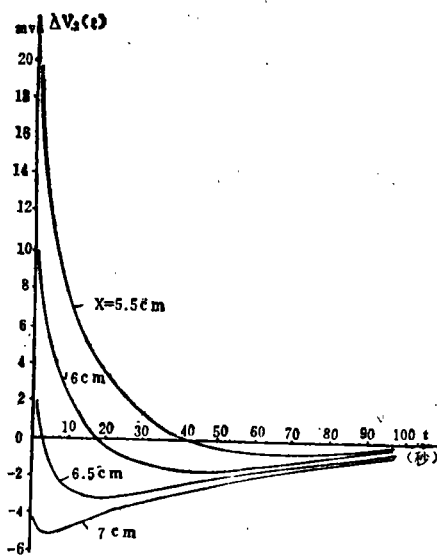


图16 水平石墨板上,  $x=5.5\sim 7\text{ cm}$   
区内 $\Delta V_2$ 放电曲线  
形状的变化图条件同图15。T = 10秒为定值

向与 $j_0$ 相反。异常值一般小于正向区, 其放电速度也随测点向外侧移动而相应变大, 在图15中我们给出了在变向区外侧测点位置从 $x=7.5\text{ cm}$ 到 $x=20\text{ cm}$ 区域之间 $\Delta V_2(t)$ 值均为负值的四条归一化放电曲线(虚线)。随着测点离极化体愈远, 放电曲线下落速度愈快。就此极化体而言, 放电曲线可分为三段, 在极化体在地面的投影上方及端点外侧的两段上, 随着测点离开极化体中心,  $\Delta V_2(t)$ 曲线的放电速度依次变快; 在极化体端点附近的一段区间内, 放电曲线形态相当复杂, 可以出现各种形态。

应当说明, 对于物质成分相同、产状不同的极化体而言, 在相同测点上的放电曲线特征不一样, 甚至相反。同时还须指出, 在体极化介质的条件下, 二次激电场的变向现象也存在, 但不如面极化体的情况明显。

以上所给出的影响二次激电场衰减曲线特征的各种实验资料, 可供在研究利用二次激电场放电曲线评价异常时参考, 避免由于将这一问题看得过于简单, 致使在实践中得不到预期效果。

最后说明, 虽然我们只讨论了直流激电效应的时间特性问题, 但由于直流激电的时间特性与交流激电的频率特性在本质上是一致的, 在数学上有互相联系的等效关系, 可以互相换算, 因此, 前面对时间域的讨论及

有关结论, 均可类推到频率域, 即在自然条件下测得的交流激电场(振幅、相位、虚分量、实分量)的频率特性曲线的形态特征)如升、降的快慢或极值点出现的早、晚等)也是由多种因素决定的, 所以用它们来评价异常也同样必须慎重从事。为节约篇幅起见, 这里就不再给出频率域的实验结果了。

## 结论与建议

1. 决定矿体激电异常值衰减快慢或放电曲线下落速度或曲线形态的因素很多, 为了在实际找矿中评价异常, 所建立的函数式必须反映或包含所有这些因素, 还要求在实践中正确地运用。单纯依靠 $\Delta V_2$ 衰减的快慢来评价异常是困难的, 只在特殊条件下才有可能。不能仿照国外将只局限在一维条件下对矿石标本所进行的研究结果, 就用于野外实际的三维情况下来评价激电异常。一维和三维的场的研究均应重视, 但应各有不同的目标, 其间不具有简单的代替关系。

2. 矿体电化物理场无论量值大小和空间分布形态都随时间变化, 不是静止不变的。即使对一定的T而言(如 $T \rightarrow \infty$ 的饱和情况), 由于空间各点激电异常值的衰减速度不等, 即在断电后, 各测点的 $E_2$ (或 $\Delta V_2$ )值也不是同步地减小, 而是有快有慢, 因此, 用不同t观测的 $\Delta V_2$ 剖面曲线仍有不同的特征, 为了严格地解决反演问题, 不应采用同样的不包含时间因素在内的定性、定量解释方法, 否则只能是极粗略的, 甚至有时会是错误的。所以根据目前国内仪器、技术条件以及理论水平的现状来看, 不能过高地要求激电资料定量解释的精度, 作到半定量就算可以了。当然, 严格的正、反演问题的研究工作, 还应当继续进行。

3. 矿体两侧有二次极化电流变向区的存在。我们认为这是由于二次激电异常场是由放电速度不同的多种电化作用综合形成的。在变向区及其附近地段, 放电曲线的形态相当复杂, 可使 $\Delta V_2$ 值和衰减曲线随着t、T发生变化, 既可以使 $\Delta V_2$ 由正变到负, 也可使 $\Delta V_2$ 由负变正, 还可有其他形式。

所以在野外工作中不能认为一出现 $\Delta V_2$ 改变符号就肯定是干扰, 要求观测者能客观



地、高质量、高效率地进行测量（尤其在矿体埋藏浅或在井中或坑道中）作激电观测时更应如此。建议野外操作规程应作适当的修改。

对异常区内的观测质量标准 and 评价质量的方法应有恰当的规定。在仪器时控系统对  $T$ 、 $t$  值精度不高和矿体极化条件有变化的情况下，可将相对误差的标准放宽，否则建议采用平均绝对误差的评定标准（对  $\frac{\Delta V_2}{I}$

及  $\eta_s$  分别定出不同的数值）。

4. 极化体表面的物质成分或固相与液相相接触的物质成分对激电异常的量值大小和充、放电曲线形状有极大的影响，使按放电曲线评价产生激电异常的地质目标（尤其是物质成分）变得更为艰巨。

5. 各种极化介质激电异常电化学活动性的规律有进一步继续深入、全面研究的必要，这对找矿和评价异常都可能带来良好的前景。

## 鞍山区重力勘探地质效果及对某些问题的讨论

鞍钢地质勘探公司 潘勇飞

### 前言

解放初期，在鞍山磁异常的基础上曾作了少量面积性的重力工作，得出的结论是：基岩地形起伏可引起重力异常；在鞍山平原范围内没有较大的弱磁性的和非磁性的矿体；根据对李三台子的重、磁剖面进行矿体埋深计算，求得埋深为1000~1500米，这500米的深度差解释为鞍山式铁矿的氧化带。

1974年开始为在鞍山区寻找风化壳型富铁矿，作了将近1000平方公里的1:20000（200×50米网度）的重、磁测量。目前全部资料还没有整理完毕，不过根据部分重力异常的钻探结果来看，其效果还是可以认识的。

现在对数据处理、资料整理和选取中

间层密度几个方面提出一些个人的看法，虽是针对鞍山区重力工作提出的，或许对其它地区开展重力工作也有参考意义。

### 鞍山区重力勘探的地质效果

发现有下列几种情况的重力异常：

1. 鞍山式铁矿引起的重、磁同现的异常：由于鞍山式铁矿磁性强、密度大，因此当其具有一定规模时，能产生重、磁综合异常，这是在已知矿上早已实际证明的了。异常的特点是在平面图上表现为布伽重力异常等值线有明显的弯曲或自行封闭。重力二次导数异常同磁异常吻合，并有明显的走向延长。异常剖面图见图1。有的重、磁异常中心位置吻合较好，多数异常沿走向和倾向有一定的位移。

2. 有重力异常但无磁异常：在鞍山平原及东部山区发现不少这类异常，原来认为异常可能与（高密度、弱磁性或无磁性的）风化壳型富矿有关。但经钻探验证查明，绝大部分是闪长岩的反映。认为下列两种地质原因可能引起该类异常：

① 闪长岩可引起重力异常。鞍山区所见的闪长岩，磁参数测定、地面磁测及钻孔三分量磁测并都证明闪长岩并没有磁性，但其密

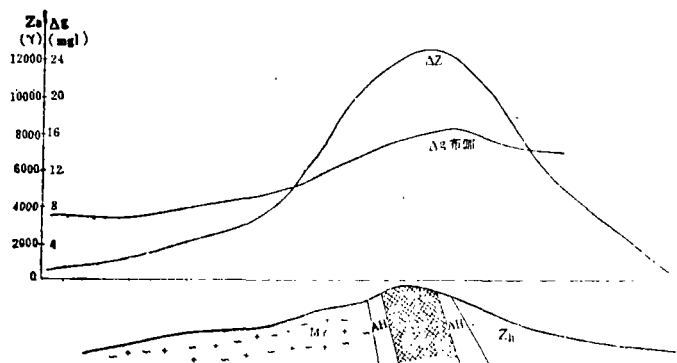


图1