

重力 Δg 解释的新方法——下降法

刘祥重

(地矿部第一综合物探大队)

下降法是用来分解三个地质体垂直叠加在地面上产生的叠加异常和分别求出这三个地质体顶板埋深的一种方法。该法新颖、精度高、地质效果好,是一种用于复杂重力异常解释的较理想的新方法。

关键词: 重力法解释, 下降法

方法原理

复杂异常一般是由多个地质体各自产生的异常组成的叠加异常。若能把复杂异常分解为单个异常, 则其解释就得到了解决。单个异常的解释, 前人早已解决, 且大都规范化了。本文介绍的下降法是复杂重力异常解释的一种新方法。基本思路是: 从牛顿万有引力定律出发, 由正演计算理论得出单个地质体产生异常的积分方程, 然后将各地质体异常的积分方程联立, 得积分方程组。解这

积分方程组, 再离散化得一非线性联立方程组, 用下降法解之, 即得所需之结果。这就是 Δg 解释中的下降法。

三个垂直叠加地质体系统产生的异常, 经过冗长繁杂的数学推导, 得到如下的非线性方程组(假设各地质体底板近似水平, 顶板可任意起伏。这种假设符合野外大多数实际情况, 所得出的联立方程组也简单, 求解容易; 否则, 方程组非常复杂, 求解困难, 甚至在某些场合无法求解):

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta g_{1j}^{(0)} + \Delta g_{2j}^{(0)} + \Delta g_{3j}^{(0)} - \Delta g_j^{(0)} = 0 \\ \frac{\Delta g_{1j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{1j}^{(1)}}{h_{1j}}\right]^2} + \frac{\Delta g_{2j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{2j}^{(1)}}{h_{2j}}\right]^2} + \frac{\Delta g_{3j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{3j}^{(1)}}{h_{3j}}\right]^2} - \Delta g_j^{(1)} = 0 \\ \frac{\Delta g_{1j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{1j}^{(2)}}{h_{1j}}\right]^2} + \frac{\Delta g_{2j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{2j}^{(2)}}{h_{2j}}\right]^2} + \frac{\Delta g_{3j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{3j}^{(2)}}{h_{3j}}\right]^2} - \Delta g_j^{(2)} = 0 \\ \frac{\Delta g_{1j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{1j}^{(3)}}{h_{1j}}\right]^2} + \frac{\Delta g_{2j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{2j}^{(3)}}{h_{2j}}\right]^2} + \frac{\Delta g_{3j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{3j}^{(3)}}{h_{3j}}\right]^2} - \Delta g_j^{(3)} = 0 \\ \frac{\Delta g_{1j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{1j}^{(4)}}{h_{1j}}\right]^2} + \frac{\Delta g_{2j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{2j}^{(4)}}{h_{2j}}\right]^2} + \frac{\Delta g_{3j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{3j}^{(4)}}{h_{3j}}\right]^2} - \Delta g_j^{(4)} = 0 \\ \frac{\Delta g_{1j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{1j}^{(5)}}{h_{1j}}\right]^2} + \frac{\Delta g_{2j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{2j}^{(5)}}{h_{2j}}\right]^2} + \frac{\Delta g_{3j}^{(0)}}{\left[1 + \frac{h_{3j}^{(5)}}{h_{3j}}\right]^2} - \Delta g_j^{(5)} = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

式中 $\Delta g_j^{(0)}$ 、 $\Delta g_j^{(1)}$ 、 $\Delta g_j^{(2)}$ 、 $\Delta g_j^{(3)}$ 、 $\Delta g_j^{(4)}$ 、 $\Delta g_j^{(5)}$ 分别为地面($h^{(0)}=0$)及离地面 $h^{(1)}$ 、

$h^{(2)}$ 、 $h^{(3)}$ 、 $h^{(4)}$ 、 $h^{(5)}$ 高处实测得到的叠加异常值(可用航空重力实测, 也可用重力垂直

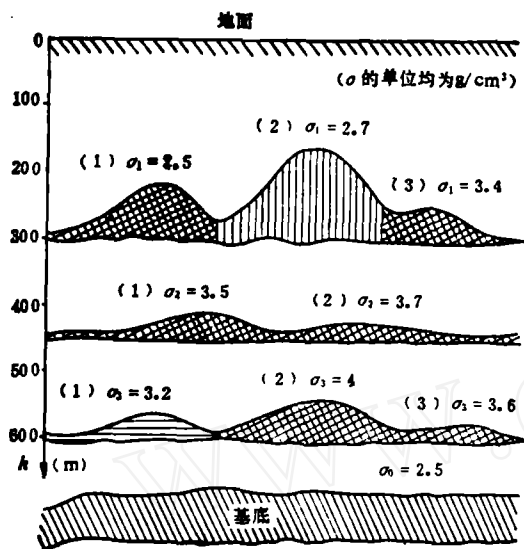


图 1 设计的理论模型模拟
野外实际未知(假设)工区

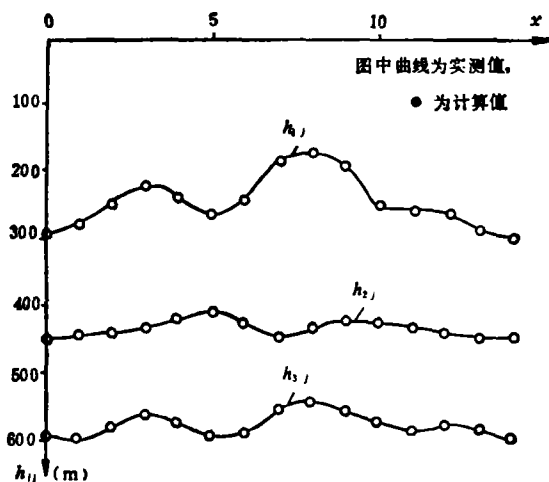


图 2 “下降法”求得单个地质体顶板埋深
与实际顶板埋深曲线比较

将图2曲线值代入(1)得非线性二次联立方程组, 用下降法解这方程组得图2和图3。

图2和图3中的曲线与其值(实际值)比较, 几乎没有误差。

图 1 中的模型是变密度模型, 各处密度是不均匀的。它基本符合野外实际地质情况, 由此证明该方法原理是正确的, 对解决野外实际地质问题是可行的。

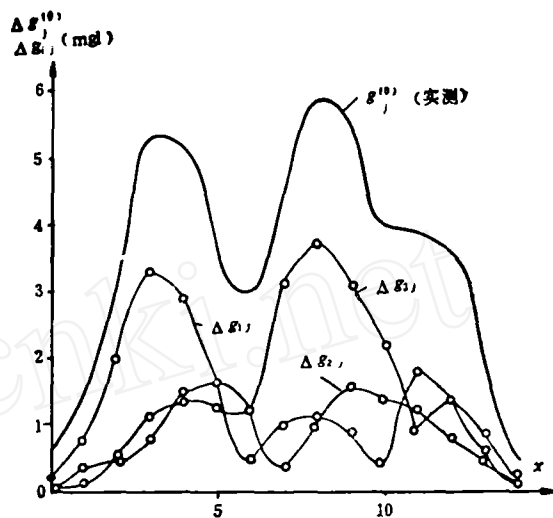


图 3 地面实测值与“下降法”分解为
单个异常值和实际异常值比较

(图中 \$\Delta g_{1j}\$, \$\Delta g_{2j}\$, \$\Delta g_{3j}\$ 曲线为实际值,
曲线上的○为计算值)

矿区实例

本文选用的矿区实例不是固体矿产, 而是石油矿区。从理论得知: 用 \$\Delta g\$ 法找固体矿比找石油容易得多, 既然用 \$\Delta g\$ 法能找到石油, 那么用此法找固体矿则更加容易。

作者研究用重磁方法寻找固体矿已20多年, 最近几年才转入用 \$\Delta g\$ 法找石油方法的研究。故目前还未收集到与本文有关的固体矿区实例。本实例选自全国闻名的沙参二井油矿区, 即新疆雅克拉重力高(西高点)实测 \$\Delta g\$ 第719号测线的实测值。其作法是: 先用滤波法去掉寒武系及寒武系以前的全部老地层产生的异常和新生界产生的异常, 所得之值用作实验(图4和图5)。

实验结果与已知资料对比于下:

1. 中生界顶板埋深

由图 5 看出: 求得的中生界顶板埋深为 3600~4300m, 其附近的跃参一井中生界顶板埋深为 3712.5m; 沙参一井中生界顶板埋深为 4672.5m。与地震资料吻合。

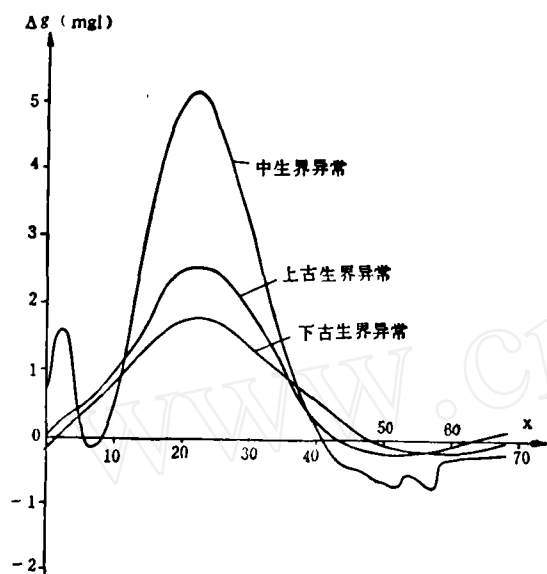


图 4 719线异常分解曲线

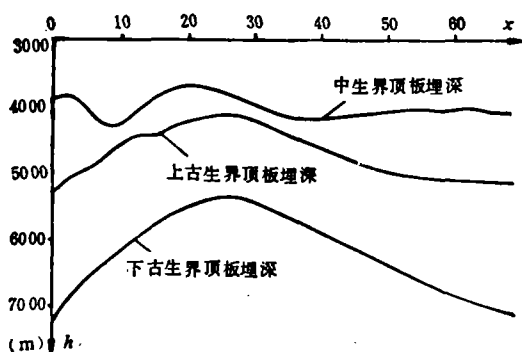


图 5 719线地质时代界面顶板埋深曲线

2. 上古生界顶板埋深

图 5 求得的上古生界顶板埋深为 4100~5300m。其麦参一井石炭系顶板为 4190.5m (缺失二叠系); 麦参二井石炭系顶板为 4116.0m (缺失二叠系); 南面附近的沙参一井上古生界顶板埋深为 4690.5m; 跃参一井上古生界顶板埋深为 4730m。与地震资料对照, 吻合也很好。

3. 下古生界顶板埋深

该区石油只与奥陶系顶板有关。图 5 求得的下古生界顶板为 5300~7100m。沙参二井钻至奥陶系顶板 5391.18m 处喷出大型工

业油气流, 而用此方法计算得下古生界顶板埋深为 5433m, 相差 42m。虽比 1988 年第 1 期《石油地球物理勘探》介绍的方法 (该方法只相差 38m) 效果略差一点, 但求得的精度也是相当可观的。在未打沙参二井以前, 前人用老方法计算出的奥陶系顶板埋深, 无论是用重力 Δg 数据, 还是用航磁 ΔT 数据都只有 4000m, 与已钻的沙参二井相差 1300 余 m, 这充分说明该方法优越于常规老方法。与地震资料对比, 吻合很好。

用该方法分离出来图 4 的异常曲线又怎样呢?

读者可能会用图 5 中求得的各地质时代顶板埋深去推断各地质时代的地层厚度。按理, 地层厚度越厚, 产生的异常越强, 可图 4 并不全然是这样! 这又怎样解释呢?

其实并不难解释。事实上, 图 2 和图 3 曲线也不满足这个关系, 可是图 2 和图 3 都严格由正演计算而得, 是正确的。而影响重力异常的最基本因素主要有二: 其一, 各处密度不均匀, 地层厚度虽薄, 但其密度大, 故产生的 Δg 值有可能大于地层厚度大而密度小的 Δg 值; 其二, 根据牛顿万有引力定律, 地质体随埋藏深度的增加而成平方关系衰减。此外, 还有该地区地质上的超覆构造、缺失构造、隆起构造、拗陷构造等因素, 将这些因素综合起来考虑就不难解释这一现象了。

分解出来的图 4 各异常曲线按现阶段科学的发展, 还不能用实际测量去验证。那么, 怎样才能证明它们是正确的呢?

可从下列几个方面得到证实:

①从分解出来的各异常趋势来看是正确的。由图 4 看出: 中生界异常最强, 符合埋藏最浅的规律; 上古生界异常中等, 符合埋藏较深的规律; 下古生界异常最弱, 符合埋藏最深的规律。由此, 从定性上分析是正确的。

②分离出来的 Δg_i ($i=1, 2, 3$ 分别代表中生界异常, 上古生界异常和下古生界异常)

和求得的 h_i ($i=1,2,3$) 分别代表中生界, 上古生界和下古生界顶板埋深, 是用同一个非线性方程组采用下降法解得的值。既然 h_i 与钻井资料和地震资料对比吻合很好, 故完全有理由说明 Δg_i 也是正确的。

③该矿区钻井不少, 地震测线密如蛛网, 钻井各种岩性密度资料也齐全, 用这些资料分别对各地质时代产生的异常进行正

演计算, 得出的结果与图4中各曲线基本吻合。

从这个实例可以证明该方法完全可以用于野外地质解释。

参考文献

- [1] 刘祥重, 石油地球物理勘探, 1988, 第1期
- [2] 刘祥重, 物化探计算技术, 1986, 第4期

A New Approach to Gravity Interpretation—the Descent Method

Liu Xiangzhong

The descent method may be employed to decompose a vertically superimposed anomaly resulted from three geological bodies buried at different depths and calculate the buried depths of their top ends respectively. It is an ideal high accuracy method for interpretation of complex gravity anomalies.

Z-SL除沙循环系统

卢予北

在松散的卵砾石层和砂层钻进中, 泥浆的含沙量对钻探成本有很大影响, 其处置又很费时。目前, 循环净化泥浆采用的多是直线型泥浆槽。

笔者在Z型泥浆槽的基础上, 设计了一种Z-SL除沙循环系统, 它具有结构简单、容易使用、沉沙速度快、泥浆净化程度高等特点, 而且是靠泥浆本身的水力性质来沉沙和净化。

时, 在槽的拐弯处因水流受阻, 也有利于物质卸载。

SL除沙器如图2所示。进入除沙器的泥浆, 因具有一定的流速而产生旋流。沙粒在离心力作用下与泥浆分离, 并从排沙孔排出, 泥浆则从溢流口溢出。

泥浆净化系统

如图1所示, 泥浆携带孔底沙子返出孔口, 经过Z型泥浆槽先沉出颗粒较大的沙子, 进入除沙器后沙子进一步分离, 得到的是净化程度较高的泥浆。

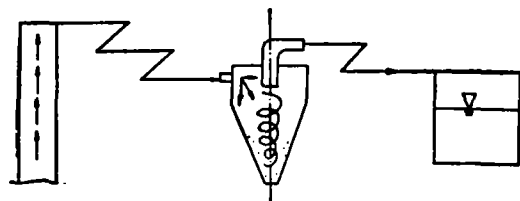


图1 泥浆循环净化系统示意图

泥浆净化原理

Z型泥浆槽与直线型泥浆槽相比, 流径路程长, 卸载机会多。其总坡度虽不变, 但单位长度坡度变缓, 泥浆流速减小, 因而沙子易于沉淀。同

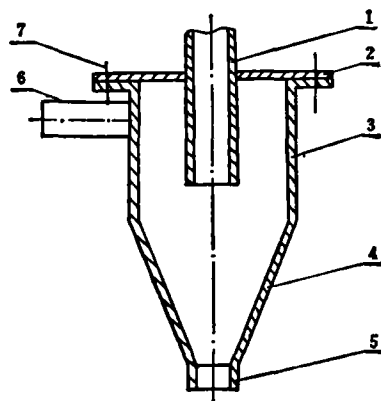


图2 SL除沙器

- 1—溢流管; 2—上盖; 3—圆筒部分; 4—圆锥部分; 5—排沙口; 6—进流口; 7—螺栓(4~10个)

除沙器距孔口的距离, 应视泵量、泥浆的流变性和沙粒的粒径而定。泥浆槽的数目, 则要根据钻孔的实际需要来考虑。