

第六章 磁异常的处理与转换

- 根据磁异常的数学物理特征
- 进行必要的数据加工处理
- 满足某些特定需要

磁异常的处理与转换是磁力勘探理论的重要组成部分，对提高解释效果很重要

第六章 磁异常的处理与转换

- 目的：
- ①满足解释理论要求的假设条件
复杂→简化（曲面→平面；迭加→孤立；等）
 - ②满足解释方法(某分量→另一分量；磁化方向换算；磁场值→频谱值)。
 - ③突出磁异常某一方面特点
（上延→压制浅部、突出深度
滤波→可突出浅或深，或某一方面）

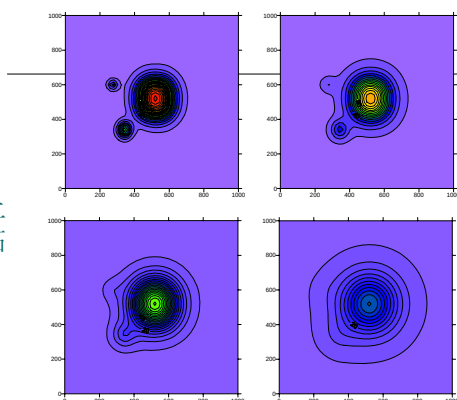
第六章 磁异常的处理与转换

- 主要内容：
- ①圆滑、划分异常
 - ②空间换算
 - ③分量换算
 - ④导数换算
 - ⑤不同磁化方向换算

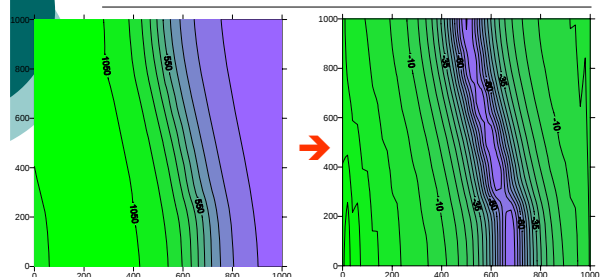
磁异常处理转换及其意义

- 1、向上延拓
→压制浅层(干扰), 突出深部(趋势);
- 2、水平导数
→突出方向构造信息;
- 3、垂直导数
→突出浅层场源信息;
- 4、化磁极
→消除斜磁化影响, 简化磁场形态;

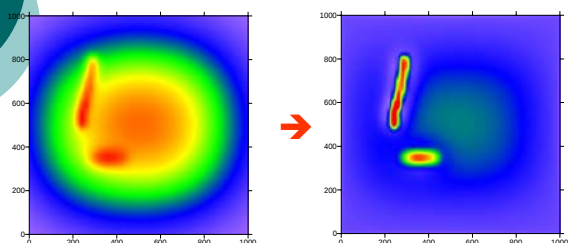
向上
延拓



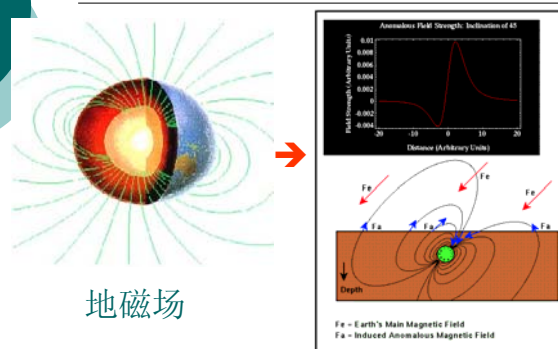
水平导数 →突出方向构造信息



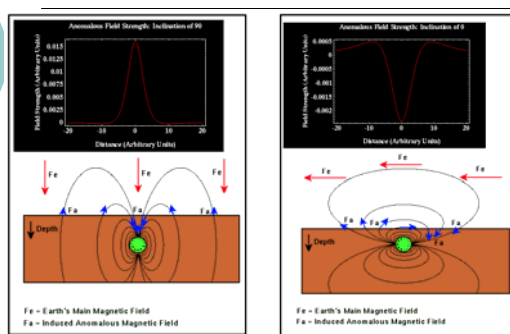
垂直导数 → 突出浅层场源信息



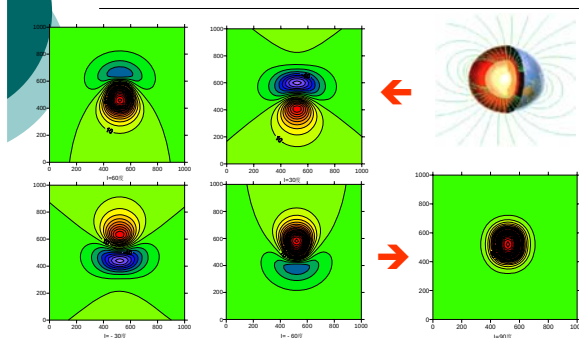
化磁极 → 消除斜磁化影响



化磁极 → 消除斜磁化影响



化磁极 → 消除斜磁化影响



第六章 磁异常的处理与转换

处理与转换要遵循的原则：

①选择合适的处理转换方法。

要求使用者必须掌握各种处理与转换方法的原理。

②处理转换只是一种数学加工方法，能突出某些信息，而不能获得数据中不包含的信息。

第六章 磁异常的处理与转换

§ 1、空间域剖面磁异常处理与转换

§ 2、频率域磁异常处理与转换

§ 1、剖面处理、转换

一、磁异常空间换算 即解析延拓

根据观测面上的实测异常，换算场源以外其他空间位置的磁异常

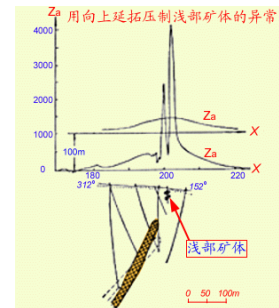
- ①向上 ②向下

§ 1、剖面处理、转换

一、磁异常空间换算 (即解析延拓)

- ①向上

- ②向下



§ 1、剖面处理、转换

一、解析延拓原理

- 磁异常为位函数，磁性体外部空间的磁场和磁位均具有调和函数的性质。
- 调和函数的性质：
在调和域中满足拉普拉斯方程且具有连续的一、二阶导数；
调和域中函数值可以通过域边界上的函数值及法向导数值来计算。

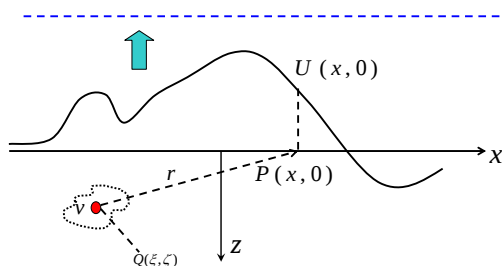
§ 1、剖面处理、转换

一、解析延拓原理

- 把观测面以上的半空间作为调和域D，在域内磁场随着观测面距离的增加而衰减，到无穷远趋于零，且域内满足拉普拉斯方程。
- 磁测数据通常是在地表或近地表取得，如果测区有足够的范围，在观测面上已有实测的磁异常及法向导数，则可求出观测面上半空间中的磁异常，即实现了磁异常的解析延拓。

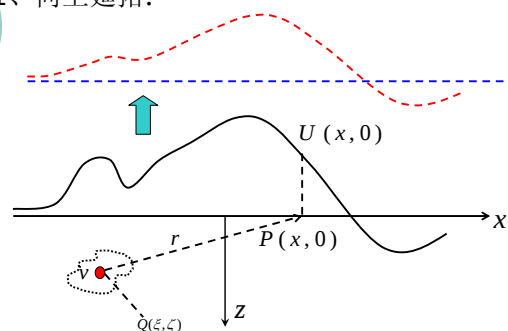
§ 1、剖面处理、转换

1、向上延拓:



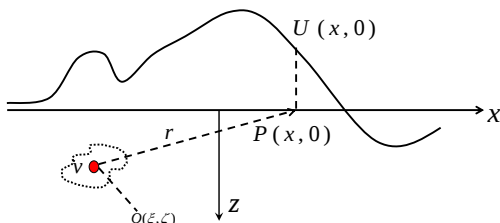
§ 1、剖面处理、转换

1、向上延拓:



§ 1、剖面处理、转换

- 1、向上延拓:
$$\begin{cases} \nabla^2 U = 0 & (z < 0) \\ U|_{z=0} = U(x, 0) \end{cases}$$



§ 1、剖面处理、转换

- 1、向上延拓:
$$\begin{cases} \nabla^2 U = 0 & (z < 0) \\ U|_{z=0} = U(x, 0) \end{cases}$$

经过复杂的求解:

$$U(x, z) = -\frac{z}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{U(\xi, 0) d\xi}{(\xi - x)^2 + z^2}$$

$$\Delta T(x, z) = -\frac{z}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\Delta T(\xi, 0) d\xi}{(\xi - x)^2 + z^2}$$

§ 1、剖面处理、转换

- 1、向上延拓:

$$U(x, z) = -\frac{z}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{U(\xi, 0) d\xi}{(\xi - x)^2 + z^2}$$

设坐标原点位于计算点下方实测剖面, 延拓高度为一个点距 (h):

$$U(0, -h) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \frac{1}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h \cdot U(\xi, 0) d\xi}{\xi^2 + h^2}$$

h : 为延拓高度

§ 1、剖面处理、转换

$$U(x, z) = -\frac{z}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{U(\xi, 0) d\xi}{(\xi - x)^2 + z^2}$$

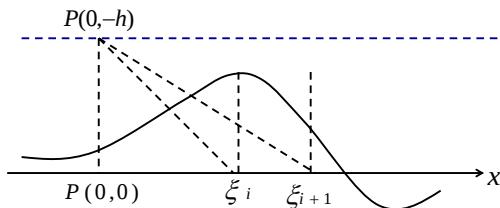
积分中值定理

$$U(0, -h) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \frac{1}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h \cdot U(\xi, 0) d\xi}{\xi^2 + h^2} = \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi$$

$\bar{U}_i$ 为 $U(\xi_i, 0) \sim U(\xi_{i+1}, 0)$ 之间某值 (中值定理)

§ 1、剖面处理、转换

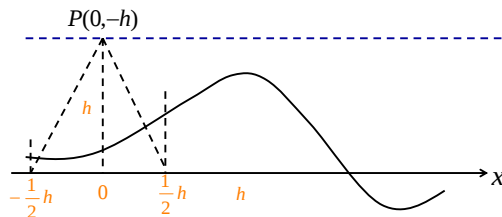
$$U(0, -h) = \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi$$



ξ_i, ξ_{i+1} 怎么选择?

§ 1、剖面处理、转换

(1). $(i - \frac{1}{2})h \sim (i + \frac{1}{2})h$ 等间距划分



§ 1、剖面处理、转换

(1). $(i - \frac{1}{2})h \sim (i + \frac{1}{2})h$ 等间距划分

$$\Rightarrow U(0, -h) = \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi$$

§ 1、剖面处理、转换

(1). $(i - \frac{1}{2})h \sim (i + \frac{1}{2})h$ 等间距划分

$$\begin{aligned} \Rightarrow U(0, -h) &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h} \right] \end{aligned}$$

§ 1、剖面处理、转换

(1). $(i - \frac{1}{2})h \sim (i + \frac{1}{2})h$ 等间距划分

$$\begin{aligned} \Rightarrow U(0, -h) &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h} \right] \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \bullet \tan^{-1} \frac{4}{4i^2 + 3} \end{aligned}$$

§ 1、剖面处理、转换

(1). $(i - \frac{1}{2})h \sim (i + \frac{1}{2})h$ 等间距划分

$$\begin{aligned} U(0, -h) &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \bullet \tan^{-1} \frac{4}{4i^2 + 3} \\ &= 0.2952 \bar{U}_0 + 0.1652 [\bar{U}_1 + \bar{U}_{-1}] + \dots \\ &\approx 0.2952 U(0, 0) + 0.1652 [U(h, 0) + U(-h, 0)] + \dots \end{aligned}$$

§ 1、剖面处理、转换

(1). $(i - \frac{1}{2})h \sim (i + \frac{1}{2})h$ 等间距划分

$$\begin{aligned} U(0, -h) &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \bullet \tan^{-1} \frac{4}{4i^2 + 3} \\ &= 0.2952 \bar{U}_0 + 0.1652 [\bar{U}_1 + \bar{U}_{-1}] + \dots \\ &\approx 0.2952 U(0, 0) + 0.1652 [U(h, 0) + U(-h, 0)] + \dots \\ &= C_0 U(0, 0) + \sum_{i=1}^{\infty} C_n [U(ih, 0) + U(-ih, 0)] \end{aligned}$$

§ 1、剖面处理、转换

(1). $(i - \frac{1}{2})h \sim (i + \frac{1}{2})h$ 等间距划分

$$\begin{aligned} \Delta T(0, -h) &= \sum_i \frac{\Delta \bar{T}_i}{\pi} \bullet \tan^{-1} \frac{4}{4i^2 + 3} \\ &= 0.2952 \Delta \bar{T}_0 + 0.1652 [\Delta T_1 + \Delta T_{-1}] + \dots \\ &\approx 0.2952 \Delta T(0, 0) + 0.1652 [\Delta T(h, 0) + \Delta T(-h, 0)] + \dots \\ &= C_0 \Delta T(0, 0) + \sum_{i=1}^{\infty} C_n [\Delta T(ih, 0) + \Delta T(-ih, 0)] \end{aligned}$$

§ 1、剖面处理、转换

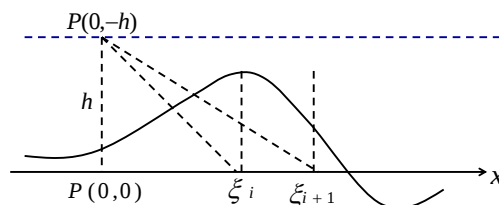
(1) $(i - \frac{1}{2})h \sim (i + \frac{1}{2})h$ 等间距划分

$$\begin{aligned} U(0, -2h) &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{2h}{\xi^2 + h^2} d\xi \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \cdot \tan^{-1} \frac{8}{4i^2 + 15} \\ &= 0.1560 \bar{U}_0 + 0.1269 [\bar{U}_1 + \bar{U}_{-1}] + \dots \\ &\approx 0.1560 U(0, 0) + 0.1269 [U(h, 0) + U(-h, 0)] + \dots \end{aligned}$$

§ 1、剖面处理、转换

(2) 不等间距划分

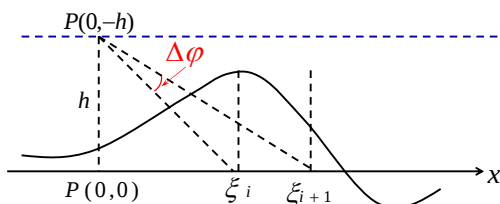
$$U(0, -h) = \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi = \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h} \right]$$



ξ_i, ξ_{i+1} ← 怎么选择?

(2) 不等间距划分

$$U(0, -h) = \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi = \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h} \right]$$



ξ_i, ξ_{i+1} ← 怎么选择?

(2) 不等间距划分

$$\begin{aligned} U(0, -h) &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h} \right] \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \Delta \varphi \end{aligned}$$

(2) 不等间距划分

$$\begin{aligned} U(0, -h) &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h} \right] \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \Delta \varphi \end{aligned}$$

$$\text{取: } \Delta \varphi = \left[\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h} \right] = 9^\circ$$

(2) 不等间距划分

$$\begin{aligned} U(0, -h) &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} \frac{h}{\xi^2 + h^2} d\xi \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h} \right] \\ &= \sum_i \frac{\bar{U}_i}{\pi} \Delta \varphi \end{aligned}$$

$$\text{取: } \Delta \varphi = \left[\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h} \right] = 9^\circ \Rightarrow \frac{\Delta \varphi}{\pi} = 0.05$$

取：

$$\Delta\varphi = [\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h}] = 9^\circ$$

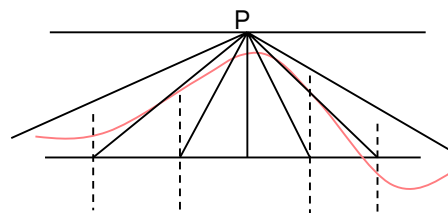
$$\Rightarrow \frac{\Delta\varphi}{\pi} = 0.05$$

则：

$$U(0, -h) = 0.05 \sum_i \bar{U}_i \approx 0.05 \sum_{i=-n}^n \bar{U}_i$$

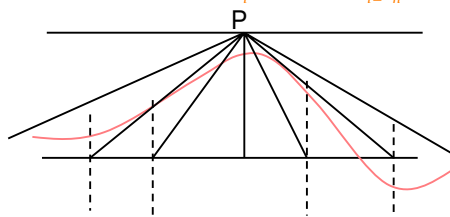
$$\text{取： } \Delta\varphi = [\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h}] = 9^\circ \Rightarrow \frac{\Delta\varphi}{\pi} = 0.05$$

$$\text{则： } U(0, -h) = 0.05 \sum_i \bar{U}_i \approx 0.05 \sum_{i=-n}^n \bar{U}_i$$



$$\text{取： } \Delta\varphi = [\tan^{-1} \frac{\xi_{i+1}}{h} - \tan^{-1} \frac{\xi_i}{h}] = 9^\circ \Rightarrow \frac{\Delta\varphi}{\pi} = 0.05$$

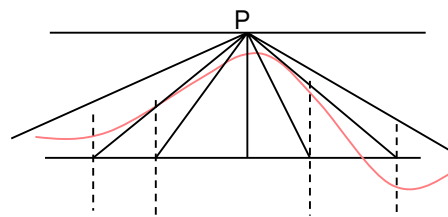
$$\text{则： } U(0, -h) = 0.05 \sum_i \bar{U}_i \approx 0.05 \sum_{i=-n}^n \bar{U}_i$$



9°
量板法
(等权)

$$U(0, -h) = 0.05 \sum_i \bar{U}_i \approx 0.05 \sum_{i=-n}^n \bar{U}_i$$

量板法怎么提高精度？



向上延拓计算的精度问题：

主要取决于剖面的长度。

长度越大、计算点数越多则计算精度越高。

§ 1、剖面处理、转换

二、磁异常分量间的换算、磁化方向换算

(一) Z_a 与 H_a 互算

§ 1、剖面处理、转换

(一) Z_a 与 H_a 互算

拉普拉斯方程的诺伊曼问题 (p166):

$$\begin{cases} \nabla^2 U = 0 & (z < 0) \\ \frac{\partial U}{\partial n} \Big|_{z=0} = \varphi(x, 0) \end{cases}$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$\begin{cases} \nabla^2 U = 0 & (z < 0) \\ \frac{\partial U}{\partial n} \Big|_{z=0} = \varphi(x, 0) \end{cases}$$

经过求解:

$$U(x, z) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial U(\xi, 0)}{\partial z} \ln \sqrt{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$U(x, z) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial U(\xi, 0)}{\partial z} \ln \sqrt{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$U(x, z) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial U(\xi, 0)}{\partial z} \ln \sqrt{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi$$

得:

$$\begin{aligned} \frac{\partial U(x, z)}{\partial x} &= -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial U(\xi, 0)}{\partial z} \frac{\partial}{\partial x} \ln \sqrt{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi \\ &= -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial U(\xi, 0)}{\partial z} \frac{(\xi - x)}{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi \end{aligned}$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$U(x, z) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial U(\xi, 0)}{\partial z} \ln \sqrt{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi$$

得:

$$\begin{aligned} \frac{\partial U(x, z)}{\partial x} &= -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial U(\xi, 0)}{\partial z} \frac{\partial}{\partial x} \ln \sqrt{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi \\ &= \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial U(\xi, 0)}{\partial z} \frac{(\xi - x)}{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi \end{aligned}$$

$$Z_a(x, z) = -\mu_0 \frac{\partial U(x, z)}{\partial z}, \quad H_a(x, z) = -\mu_0 \frac{\partial U(x, z)}{\partial x}$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$U(x, z) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial U(\xi, 0)}{\partial z} \ln \sqrt{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi$$

得:

$$H_a(x, z) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} Z_a(\xi, 0) \frac{(\xi - x)}{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$U(x, z) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial U(\xi, 0)}{\partial z} \ln \sqrt{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi$$

得:

$$H_a(x, z) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} Z_a(\xi, 0) \frac{(\xi - x)}{(\xi - x)^2 + z^2} d\xi$$

在原平面上换算时, $z=0$, 又设在坐标原点为计算点, 则 $x=0$:

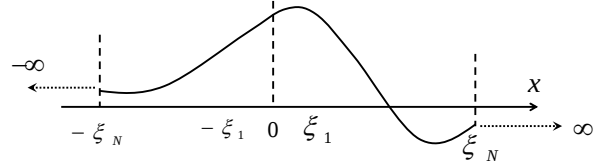
$$H_a(0, 0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi, 0)}{\xi} d\xi$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0, 0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi, 0)}{\xi} d\xi$$

将积分区间分成5个部分:

$$-\infty \sim -\xi_N, \quad -\xi_N \sim -\xi_1, \quad -\xi_1 \sim \xi_1, \quad \xi_1 \sim \xi_N, \quad \xi_N \sim \infty$$

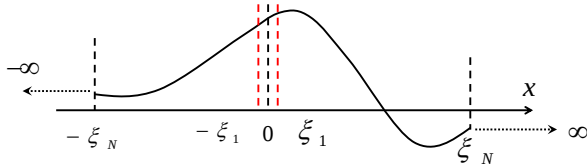


(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0, 0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi, 0)}{\xi} d\xi$$

在 $-\xi_1 \sim \xi_1$ 小积分区间内线性变化:

$$Z_a(\xi, 0) = Z_a(0, 0) + p\xi$$



(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0, 0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi, 0)}{\xi} d\xi$$

在 $-\xi_1 \sim \xi_1$ 小积分区间内线性变化:

$$-\xi_1 \sim \xi_1$$

$$\begin{aligned} \int_{-\xi_1}^{\xi_1} \frac{Z_a(\xi, 0)}{\xi} d\xi &= Z_a(0, 0) \int_{-\xi_1}^{\xi_1} \frac{1}{\xi} d\xi + \int_{-\xi_1}^{\xi_1} p d\xi \\ &= 2p\xi_1 \end{aligned}$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0, 0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi, 0)}{\xi} d\xi$$

在 $-\xi_1 \sim \xi_1$ 小积分区间内线性变化:

$$Z_a(\xi, 0) = Z_a(0, 0) + p\xi$$

$$\begin{aligned} \int_{-\xi_1}^{\xi_1} \frac{Z_a(\xi, 0)}{\xi} d\xi &= Z_a(0, 0) \int_{-\xi_1}^{\xi_1} \frac{1}{\xi} d\xi + \int_{-\xi_1}^{\xi_1} p d\xi \\ &= 2p\xi_1 \end{aligned}$$

$$Z_a(\xi_1, 0) = Z_a(0, 0) + p\xi_1, \quad Z_a(-\xi_1, 0) = Z_a(0, 0) - p\xi_1,$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0, 0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi, 0)}{\xi} d\xi$$

在 $-\xi_1 \sim \xi_1$ 小积分区间内线性变化:

$$Z_a(\xi, 0) = Z_a(0, 0) + p\xi$$

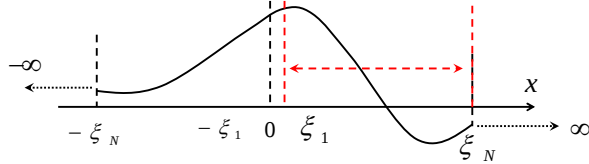
$$\begin{aligned} \int_{-\xi_1}^{\xi_1} \frac{Z_a(\xi, 0)}{\xi} d\xi &= Z_a(0, 0) \int_{-\xi_1}^{\xi_1} \frac{1}{\xi} d\xi + \int_{-\xi_1}^{\xi_1} p d\xi \\ &= 2p\xi_1 = Z_a(\xi_1, 0) - Z_a(-\xi_1, 0) \end{aligned}$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0,0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi,0)}{\xi} d\xi$$

在 $\xi_1 \sim \xi_N$ 积分区间分成一系列等间隔的小区间:

$$\xi_1 \sim \xi_2, \xi_2 \sim \xi_3, \dots, \xi_{N-1} \sim \xi_N$$



(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0,0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi,0)}{\xi} d\xi$$

在 $\xi_1 \sim \xi_N$ 积分区间分成一系列等间隔的小区间:

$$\xi_1 \sim \xi_2, \xi_2 \sim \xi_3, \dots, \xi_{N-1} \sim \xi_N$$

在每个小区间内, 磁异常近似线性变化。利用积分中值定理:

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0,0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi,0)}{\xi} d\xi$$

在 $\xi_1 \sim \xi_N$ 积分区间分成一系列等间隔的小区间:

$$\xi_1 \sim \xi_2, \xi_2 \sim \xi_3, \dots, \xi_{N-1} \sim \xi_N$$

在每个小区间内, 磁异常近似线性变化。利用积分中值定理:

$$\int_{\xi_1}^{\xi_2} \frac{Z_a(\xi,0)}{\xi} d\xi = \frac{Z_a(\xi_1,0) + Z_a(\xi_2,0)}{2} \ln \frac{\xi_2}{\xi_1}$$

$$\int_{\xi_1}^{\xi_N} \frac{Z_a(\xi,0)}{\xi} d\xi = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \frac{Z_a(\xi,0)}{\xi} d\xi + \dots$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0,0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi,0)}{\xi} d\xi$$

在 $\xi_N \sim \infty$ 积分区间没有值, 对于二维磁异常, 设按照距离平方反比衰减:

$$Z_a(\xi,0) = Z_a(\xi_N,0) \frac{\xi_N^2}{\xi^2}$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0,0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi,0)}{\xi} d\xi$$

在 $\xi_N \sim \infty$ 积分区间没有值, 对于二维磁异常, 设按照距离平方反比衰减:

$$Z_a(\xi,0) = Z_a(\xi_N,0) \frac{\xi_N^2}{\xi^2}$$

$$\int_{\xi_N}^{\infty} \frac{Z_a(\xi,0)}{\xi} d\xi = \frac{1}{2} Z_a(\xi_N,0)$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0,0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi,0)}{\xi} d\xi$$

$$H_a(0,0) = \sum_{i=1}^N a_i [Z_a(\xi_i,0) - Z_a(-\xi_i,0)]$$

其中:

$$a_1 = \frac{1}{\pi} (1 + \frac{1}{2} \ln \frac{\xi_2}{\xi_1}); \quad a_i = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{\xi_{i+1}}{\xi_{i-1}}; \quad a_N = \frac{1}{2\pi} (1 + \ln \frac{\xi_N}{\xi_{N-1}})$$

(一) Z_a 与 H_a 互算

$$H_a(0,0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Z_a(\xi,0)}{\xi} d\xi$$

$$H_a(0,0) = \sum_{i=1}^N a_i [Z_a(\xi_i,0) - Z_a(-\xi_i,0)]$$

此外, 可得:

$$Z_a(0,0) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{H_a(\xi,0)}{\xi} d\xi$$

$$Z_a(0,0) = -\sum_{i=1}^N a_i [H_a(\xi_i,0) - H_a(-\xi_i,0)]$$

二、磁异常分量间的换算、磁化方向换算

(一) Z_a 与 H_a 互算

(二) 不同磁化方向换算

1、 $Z_a \rightarrow Z_{a\perp}, H_{a\perp}$ (二度异常)

2、 ΔT 异常换算 $Z_a, Z_{a\perp}$ (二度异常)

(二) 不同磁化方向换算

1、 $Z_a \rightarrow Z_{a\perp}, H_{a\perp}$ (二度异常)

$$\begin{pmatrix} H_{ax} \\ H_{ay} \\ Z_a \end{pmatrix} = \frac{\mu_0}{4\pi G\sigma} \cdot \begin{pmatrix} V_{xx} & V_{yx} & V_{zx} \\ V_{xy} & V_{yy} & V_{zy} \\ V_{xz} & V_{yz} & V_{zz} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} M_x \\ M_y \\ M_z \end{pmatrix}$$

(二) 不同磁化方向换算

1、 $Z_a \rightarrow Z_{a\perp}, H_{a\perp}$ (二度异常)

$$\begin{pmatrix} H_{ax} \\ H_{ay} \\ Z_a \end{pmatrix} = \frac{\mu_0}{4\pi G\sigma} \cdot \begin{pmatrix} V_{xx} & V_{yx} & V_{zx} \\ V_{xy} & V_{yy} & V_{zy} \\ V_{xz} & V_{yz} & V_{zz} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} M_x \\ M_y \\ M_z \end{pmatrix}$$

(为简化问题, 设: $4\pi G\sigma=1$)

$$\begin{cases} Z_a = M_x V_{xz} + M_z V_{zz} \\ H_a = M_x V_{xx} + M_z V_{xz} \end{cases}$$

(二) 不同磁化方向换算

1、 $Z_a \rightarrow Z_{a\perp}, H_{a\perp}$ (二度异常)

$$\begin{cases} Z_a = M_x V_{xz} + M_z V_{zz} \\ H_a = M_x V_{xx} + M_z V_{xz} = \underbrace{M_z V_{xz}}_{\text{斜磁化}} - \underbrace{M_x V_{zz}}_{\text{垂直磁化}} \end{cases}$$

$$(\nabla^2 V = 0 \text{ 即: } V_{xx} + V_{zz} = 0)$$

同一分量在斜磁化与垂直磁化之间具有什么关系?

(二) 不同磁化方向换算

任意磁化时:

$$\begin{cases} M_x = M \cos I \cos A' \\ M_z = M \sin I \end{cases}$$

$$\begin{cases} Z_a = M_x V_{xz} + M_z V_{zz} \\ H_a = M_z V_{xz} - M_x V_{zz} \end{cases}$$

（二）不同磁化方向换算

垂直磁化时：

$$\begin{cases} M_x = M \cos I \cos A' = 0 \\ M_z = M \sin I = M \end{cases}$$

$$\begin{cases} Z_{a\perp} = M_x V_{xz} + M_z V_{zz} = M V_{zz} \\ H_{a\perp} = M_z V_{xz} - M_x V_{zz} = M V_{xz} \end{cases}$$

（二）不同磁化方向换算

垂直磁化时：

$$\begin{cases} Z_{a\perp} = M V_{zz} \Rightarrow V_{zz} = \frac{Z_{a\perp}}{M} \\ H_{a\perp} = M V_{xz} \Rightarrow V_{xz} = \frac{H_{a\perp}}{M} \end{cases}$$

任意磁化时：

$$\begin{cases} Z_a = M_x V_{xz} + M_z V_{zz} \\ H_a = M_z V_{xz} - M_x V_{zz} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Z_a = H_{a\perp} \cos I \cos A' + Z_{a\perp} \sin I \\ H_a = H_{a\perp} \sin I - Z_{a\perp} \cos I \cos A' \end{cases}$$

（二）不同磁化方向换算

$$\Rightarrow \begin{cases} Z_a = H_{a\perp} \cos I \cos A' + Z_{a\perp} \sin I \\ H_a = H_{a\perp} \sin I - Z_{a\perp} \cos I \cos A' \end{cases}$$

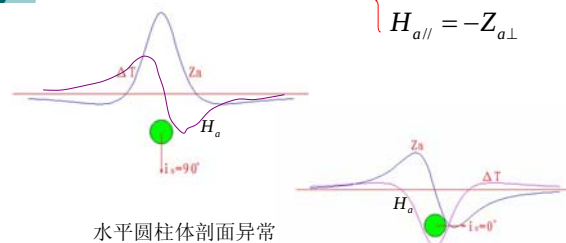
当磁化方向为水平时：

$$\begin{cases} Z_{a//} = H_{a\perp} \\ H_{a//} = -Z_{a\perp} \end{cases}$$

（二）不同磁化方向换算

水平磁化与垂直磁化时：

$$\begin{cases} Z_{a//} = H_{a\perp} \\ H_{a//} = -Z_{a\perp} \end{cases}$$



（二）不同磁化方向换算

$$\begin{cases} Z_a = H_{a\perp} \cos I \cos A' + Z_{a\perp} \sin I \\ H_a = H_{a\perp} \sin I - Z_{a\perp} \cos I \cos A' \end{cases}$$

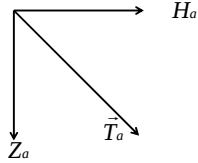
推导出垂直磁化与任意磁化的关系：

$$\begin{cases} Z_{a\perp} = \frac{1}{\cos^2 I \cos^2 A' + \sin^2 I} [Z_a \sin I - H_a \cos I \cos A'] \\ H_{a\perp} = \frac{1}{\cos^2 I \cos^2 A' + \sin^2 I} [H_a \sin I + Z_a \cos I \cos A'] \end{cases}$$

2、 ΔT 异常换算 $Z_a, Z_{a\perp}$ （二度异常）

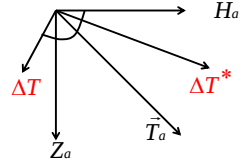
2、 ΔT 异常换算 $Z_a, Z_{a\perp}$ (二度异常)

$$\vec{T}_a = H_a \vec{i} + Z_a \vec{k}$$



2、 ΔT 异常换算 $Z_a, Z_{a\perp}$ (二度异常)

$$\vec{T}_a = H_a \vec{i} + Z_a \vec{k} \quad \vec{T}_a = \Delta T \bullet \vec{t}_0 + \Delta T^* \bullet \vec{t}^*$$



2、 ΔT 异常换算 $Z_a, Z_{a\perp}$ (二度异常)

$$\vec{T}_a = H_a \vec{i} + Z_a \vec{k} \quad \vec{T}_a = \Delta T \bullet \vec{t}_0 + \Delta T^* \bullet \vec{t}_*$$

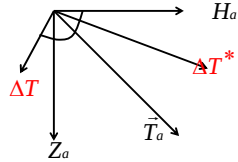
$$\Delta T = \vec{T}_a \bullet \vec{t}_0$$

$$= H_a \cos \alpha + Z_a \cos \beta$$

$$= H_a \cos I + Z_a \sin I$$

$$\Delta T^* = \vec{T}_a \bullet \vec{t}_*$$

$$= H_a \cos \alpha' + Z_a \cos \beta'$$



$$\Rightarrow \Delta T^* = H_a \cos(\alpha - 90^\circ) + Z_a \cos(90^\circ - \beta)$$

$$= H_a \sin \alpha + Z_a \sin \beta = \underbrace{H_a \sin I - Z_a \cos I}_{(\alpha = I, \beta = 90^\circ - \alpha)}$$

$$\begin{cases} \Delta T^* = H_a \sin I - Z_a \cos I \\ \Delta T = H_a \cos I + Z_a \sin I \end{cases}$$

$$\begin{aligned} &\text{共轭} \\ &\Delta T \Leftrightarrow \Delta T^* \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \Delta T^* = H_a \cos(\alpha - 90^\circ) + Z_a \cos(90^\circ - \beta)$$

$$= H_a \sin \alpha + Z_a \sin \beta = \underbrace{H_a \sin I - Z_a \cos I}_{(\alpha = I, \beta = 90^\circ - \alpha)}$$

$$\begin{cases} \Delta T^* = H_a \sin I - Z_a \cos I \\ \Delta T = H_a \cos I + Z_a \sin I \end{cases}$$

$$\begin{aligned} &\text{共轭} \\ &\Delta T \Leftrightarrow \Delta T^* \quad \Delta T^*(0,0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\Delta T(\xi, 0)}{\xi} d\xi \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \Delta T^* = H_a \cos(\alpha - 90^\circ) + Z_a \cos(90^\circ - \beta)$$

$$= H_a \sin \alpha + Z_a \sin \beta = \underbrace{H_a \sin I - Z_a \cos I}_{(\alpha = I, \beta = 90^\circ - \alpha)}$$

$$\begin{cases} \Delta T^* = H_a \sin I - Z_a \cos I \\ \Delta T = H_a \cos I + Z_a \sin I \end{cases}$$

$$\begin{aligned} &\text{共轭} \quad \Delta T \Leftrightarrow \Delta T^* \quad \Delta T^*(0,0) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\Delta T(\xi, 0)}{\xi} d\xi \end{aligned}$$

如上方程联立便可求得 ΔT 异常 $Z_a, Z_{a\perp}$ 的换算关系

三、导数换算（水平导数、垂向导数）

1、导数的物理意义：

当 Δx 很小时，一阶导数近似为：

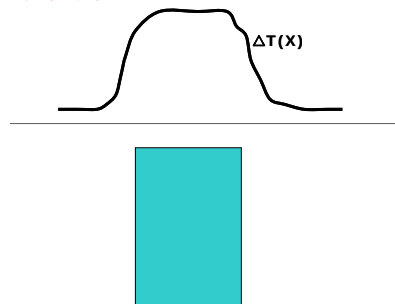
$$\frac{\partial \Delta T}{\partial x} = \frac{\Delta T(x + \Delta x) - \Delta T(x)}{\Delta x}$$

$$\frac{\partial \Delta T}{\partial y} = \frac{\Delta T(y + \Delta y) - \Delta T(y)}{\Delta y}$$

$$\frac{\partial \Delta T}{\partial z} = \frac{\Delta T(z + \Delta z) - \Delta T(z)}{\Delta z}$$

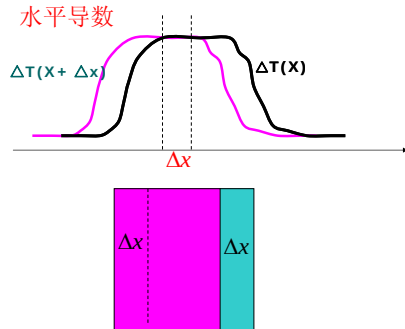
三、导数换算（水平导数、垂向导数）

水平导数



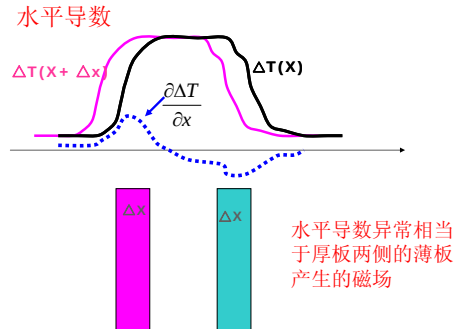
三、导数换算（水平导数、垂向导数）

水平导数



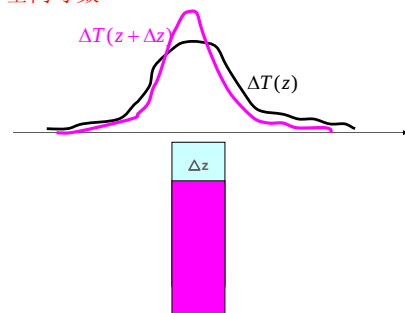
三、导数换算（水平导数、垂向导数）

水平导数



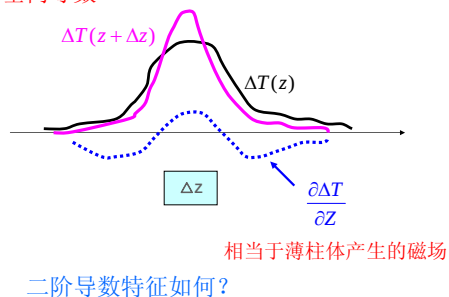
三、导数换算（水平导数、垂向导数）

垂向导数

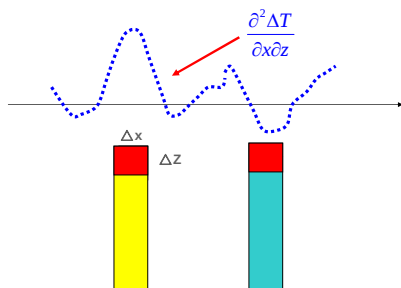


三、导数换算（水平导数、垂向导数）

垂向导数



三、导数换算（水平导数、垂向导数）



导数换算的作用：

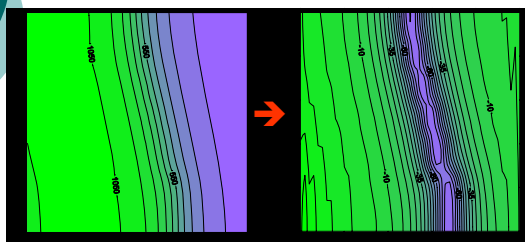
- ① 突出方向构造信息和地质体边界；
- ② 分离叠加异常，或分离叠加在背景场中的局部场

$$\Delta T = \Delta T_{\text{局}} + ax^2 + bx + c$$

$$\frac{\partial \Delta T}{\partial x} = \frac{\partial \Delta T_{\text{局}}}{\partial x} + 2ax + b$$

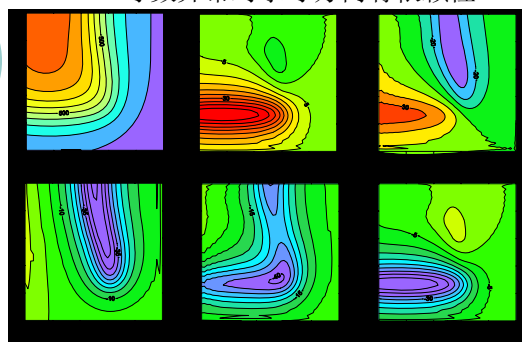
- ③ 消除正常场背景值（常数）
- ④ 可以减轻磁性围岩的干扰。

水平导数 → 突出方向构造信息



水平导数换算的不足：

导数异常对求导方向有依赖性

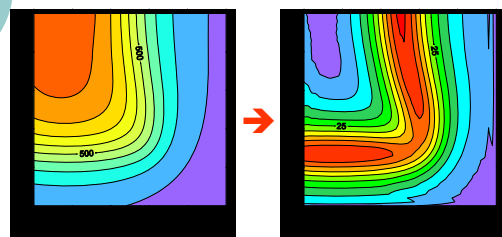


水平总梯度计算 → 克服水平导数的缺点

$$H_M = \sqrt{\left(\frac{\partial \Delta T}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta T}{\partial y}\right)^2}$$

- 水平总梯度也叫最大水平导数
- 与常规水平导数比较，克服了其方向依赖性，能更全面反映各方向的构造分布，为断裂等解释提供了可靠的处理结果。

水平总梯度（最大水平导数） → 与方向无关



§ 2、频率域磁异常的处理

(能利用频率域吗?)

§ 2、频率域磁异常的处理

(能利用频率域吗?)

频率域处理转换具有极大的优点:

磁异常的各种换算变得简单

- 把空间域内的褶积关系变为频率域内的乘积关系;
- 各种换算都统一到一个通用的表达式
- 可以从频谱特性出发, 形象地显示出种换算的滤波作用

§ 2、频率域磁异常的处理

频率域磁异常转换的基本过程:

- 1、利用傅氏变换求出原始磁场的频谱
- 2、在频率域内进行磁异常处理转换
- 3、把换算后的频谱进行反傅氏变换求出转换后的磁异常

§ 2、频率域磁异常的处理

一、磁异常频谱 (p134-144)

利用磁异常换算出的频谱进行解释的方法称为频谱分析。

磁异常的空间变化 $\Rightarrow$ 各种频率的谐波 $\Rightarrow$ 随空间变化 $\Rightarrow$ 具有不同的振幅和初相位 (均是频率的函数) $\Rightarrow$ 统称为 **频谱** (包括振幅谱和相位谱)

一、磁异常频谱

用一组空间谐波来表示磁异常, 数学上称为傅立叶变换。

一维连续傅立叶变换:

$$S_T(w) = \int_{-\infty}^{\infty} T(x) e^{-iwx} dx$$
$$T(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_T(w) e^{iwx} dw$$

一、磁异常频谱

- 对于三度体磁异常与二个坐标变量 x 、 y 有关, 其二维傅式变换为:

$$S_T(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} T(x, y) e^{-2\pi i(ux+vy)} dx dy$$
$$T(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} S_T(u, v) e^{2\pi i(ux+vy)} du dv$$

一、磁异常频谱

- 实测数据是离散的，测区范围是有限的，实际数据处理常采用离散傅式变换：

$$S_T(u, v) = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} T(x, y) e^{-2\pi i(u^m/M + v^n/N)}$$
$$T(x, y) = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} S_T(u, v) e^{2\pi i(u^m/M + v^n/N)}$$

- 其中 u 、 v 分别为 X 与 Y 轴的轴向角频率， $(u^2 + v^2)^{1/2}$ 为 X - Y 的径向角频率。

$$u = M \cdot \Delta x = M \cdot \frac{1}{L}, v = N \cdot \Delta y = N \cdot \frac{1}{L}$$

一、磁异常频谱

傅立叶变换的性质：

1. 叠加性
2. 频移性
3. 微分特性
4. 褶积特性
5. 能量公式

一、磁异常频谱

傅立叶变换的性质：

2. 频移性

磁异常在空间域位移 x_0 ，相当于在频率域乘以 $e^{-i\omega x_0}$ ，在频率域移 ω_0 ，对应空间域乘以 $e^{i\omega x_0}$ ，具有对称性。

$$S_{Tx_0}(\omega) = e^{-i\omega x_0} S_T(\omega);$$
$$S_{T\omega_0}(\omega) = S_T(\omega - \omega_0)$$

一、磁异常频谱

傅立叶变换的性质：

2. 频移性

磁异常在空间域位移 x_0 ，相当于在频率域乘以 $e^{-i\omega x_0}$ ，在频率域移 ω_0 ，对应空间域乘以 $e^{i\omega x_0}$ ，具有对称性。

$$S_{Tx_0}(\omega) = e^{-i\omega x_0} S_T(\omega);$$
$$S_{T\omega_0}(\omega) = S_T(\omega - \omega_0)$$

一、磁异常频谱

傅立叶变换的性质：

3. 微分特性

设 $T(x, y)$ 的频谱为 $S_T(u, v)$ ，其关于 x 、 y 的 N 阶导数频谱为：

$$S_{T_x^N}(u, v) = (i\omega)^N S_T(u, v);$$
$$S_{T_y^N}(u, v) = (iv)^N S_T(u, v);$$
$$S_{T_{xy}^{N,M}}(u, v) = (i\omega)^N (iv)^M S_T(u, v)$$

一、磁异常频谱

傅立叶变换的性质：

4. 褶积特性

空间域内的褶积关系变为频率域内的乘积

$$T(x) = T_1(x) * T_2(x) = \int_{-\infty}^{\infty} T_1(\xi) T_2(x - \xi) d\xi;$$
$$S_T(\omega) = S_{T_1}(\omega) \cdot S_{T_2}(\omega)$$

一、磁异常频谱

傅立叶变换的性质:

5. 能量公式

$$\int_{-\infty}^{\infty} |T(x)|^2 dx = 1/2\pi \int_{-\infty}^{\infty} |S_T(\omega)|^2 d\omega$$

↑
能谱密度

二、磁性体磁场的频谱 (p144)

1、点极

$$U = \frac{1}{4\pi\mu_0} \frac{q_m}{r}$$

$$\Delta T = -\mu_0 \frac{\partial U}{\partial t_0} \dots$$

二、磁性体磁场的频谱 (p144)

$$\tilde{U} = \frac{2\pi q_m}{4\pi\mu_0} \frac{e^{-h\sqrt{u^2+v^2}}}{\sqrt{u^2+v^2}}$$

$$\Delta \tilde{T}(u, v) = -\frac{\mu_0}{4\pi} 2\pi q_m [i(l_0 u + m_0 v) + n_0 \sqrt{u^2+v^2}] \frac{e^{-h\sqrt{u^2+v^2}}}{\sqrt{u^2+v^2}}$$

如果点极不在原点下方, 乘上 $e^{-i(u\xi+v\eta)}$

二、磁性体磁场的频谱 (p144)

2、球体 (磁偶极子) 磁异常谱 (p145)

磁矩为 m 、球心在 (ξ, η, ζ) 处的球体磁场:

$$\Delta T(x, y) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial}{\partial l} \frac{m}{\{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + (z-\zeta)^2\}^{3/2}}$$

$$\Delta \tilde{T}(u, v) = \frac{\mu_0}{4\pi} m \bullet q_i \bullet q_l \bullet \frac{e^{2\pi(z-\zeta)\sqrt{u^2+v^2}}}{\sqrt{u^2+v^2}} e^{-i2\pi(u\xi+v\eta)}$$

$$q_l = 2\pi[i(l_0 u + m_0 v) + n_0 \sqrt{u^2+v^2}] \quad \leftarrow \text{磁场方向导数因子}$$

$$q_i = 2\pi[i(\alpha u + \beta v) + \gamma \sqrt{u^2+v^2}] \quad \leftarrow \text{磁化方向导数因子}$$

二、磁性体磁场的频谱 (p144)

(三)、磁异常频谱特点:

$$\Delta \tilde{T}(u, v) = A \bullet H(u, v, h) \bullet M(u, v; l, m, n; l_0, m_0, n_0) \bullet S(u, v; a, b) \bullet D(u, v; \xi, \eta)$$

深度因子 方向导数因子
水平宽度因子 位移因子

二、磁性体磁场的频谱 (p144)

(三)、磁异常频谱特点:

$$\Delta \tilde{T}(u, v) = A \bullet H(u, v, h) \bullet M(u, v; l, m, n; l_0, m_0, n_0) \bullet S(u, v; a, b) \bullet D(u, v; \xi, \eta)$$

深度因子 方向导数因子
水平宽度因子 位移因子

$$H(u, v; h) = e^{-h\sqrt{u^2+v^2}}$$

二、磁性体磁场的频谱 (p144)

(三)、磁异常频谱特点:

$$\Delta \tilde{T}(u, v) = A \bullet \overset{\text{深度因子}}{H(u, v, h)} \bullet \overset{\text{方向导数因子}}{M(u, v; l, m, n; l_0, m_0, n_0)} \\ \bullet \overset{\text{水平宽度因子}}{S(u, v; a, b)} \bullet \overset{\text{位移因子}}{D(u, v; \xi, \eta)}$$

$$M(u, v, h) = [i(lu + mv) + n\sqrt{u^2 + v^2}] \bullet [i(l_0u + m_0v) + n_0\sqrt{u^2 + v^2}]$$

二、磁性体磁场的频谱 (p144)

(三)、磁异常频谱特点:

$$\Delta \tilde{T}(u, v) = A \bullet \overset{\text{深度因子}}{H(u, v, h)} \bullet \overset{\text{方向导数因子}}{M(u, v; l, m, n; l_0, m_0, n_0)} \\ \bullet \overset{\text{水平宽度因子}}{S(u, v; a, b)} \bullet \overset{\text{位移因子}}{D(u, v; \xi, \eta)}$$

$$S(u, v, a, b) = \frac{2}{u} \sin\left(\frac{au}{2}\right) \frac{2}{v} \sin\left(\frac{bv}{2}\right)$$

二、磁性体磁场的频谱 (p144)

(三)、磁异常频谱特点:

$$\Delta \tilde{T}(u, v) = A \bullet \overset{\text{深度因子}}{H(u, v, h)} \bullet \overset{\text{方向导数因子}}{M(u, v; l, m, n; l_0, m_0, n_0)} \\ \bullet \overset{\text{水平宽度因子}}{S(u, v; a, b)} \bullet \overset{\text{位移因子}}{D(u, v; \xi, \eta)}$$

$$D(u, v, \xi, \eta) = e^{-i(u\xi + v\eta)}$$

二、磁性体磁场的频谱 (p144)

频谱的作用: ①由 $\Delta \tilde{T} \rightarrow \Delta T$ (正演)
②转换, 以延拓为例:

$$\text{已知: } \Delta \tilde{T}_1(u, v) \leftrightarrow H_1(u, v; h_1)$$

$$\text{未知: } \Delta \tilde{T}_2(u, v) \leftrightarrow H_2(u, v; h_2)$$

$$(\text{其中: } H_1(u, v; h_1) = e^{-h_1 \sqrt{u^2 + v^2}})$$

$$H_2(u, v; h_2) = e^{-h_2 \sqrt{u^2 + v^2}}$$

二、磁性体磁场的频谱 (p144)

$$\frac{\Delta \tilde{T}_1}{\Delta \tilde{T}_2} = \frac{H_1}{H_2} \Rightarrow \Delta \tilde{T}_2 = \Delta \tilde{T}_1 \bullet e^{-(h_2 - h_1) \sqrt{u^2 + v^2}}$$

$$\Delta \tilde{T}_2(u, v) = \Delta \tilde{T}_1(u, v) \bullet e^{-\Delta h \sqrt{u^2 + v^2}}$$

二、磁性体磁场的频谱 (p144)

$$\frac{\Delta \tilde{T}_1}{\Delta \tilde{T}_2} = \frac{H_1}{H_2} \Rightarrow \Delta \tilde{T}_2 = \Delta \tilde{T}_1 \bullet e^{-(h_2 - h_1) \sqrt{u^2 + v^2}}$$

$$\Delta \tilde{T}_2(u, v) = \Delta \tilde{T}_1(u, v) \bullet e^{-\Delta h \sqrt{u^2 + v^2}}$$

$$\text{过程: } \Delta T_1(x, y) \xrightarrow{F, T} \Delta \tilde{T}_1(u, v)$$

$$\Delta \tilde{T}_1(u, v) \bullet e^{-\Delta h \sqrt{u^2 + v^2}} \Rightarrow \Delta \tilde{T}_2(u, v)$$

$$\Delta \tilde{T}_2(u, v) \xrightarrow{F, T^{-1}} \Delta T_2(x, y)$$

二、频率域处理及转换

- 1、延拓计算
- 2、分量换算
- 3、导数换算
- 4、磁源重力异常计算
- 5、磁场换算通式
- 6、各种换算的滤波作用

§ 2、频率域磁异常的处理

二、数据处理及转换

1、延拓计算

$$U(x, z) = -\frac{z}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{U(\xi, 0)}{(x-\xi)^2 + z^2} d\xi \quad \begin{array}{l} \text{上延公式} \\ (z < 0) \end{array}$$

§ 2、频率域磁异常的处理

二、数据处理及转换

$$U(x, z) = -\frac{z}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{U(\xi, 0)}{(x-\xi)^2 + z^2} d\xi \quad \begin{array}{l} \text{上延公式} \\ (z < 0) \end{array}$$

$$\Delta T(x, z) = -\frac{z}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta T(\xi, 0)}{(x-\xi)^2 + z^2} d\xi$$

2、频率域磁异常的处理

二、数据处理及转换

$$U(x, z) = -\frac{z}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{U(\xi, 0)}{(x-\xi)^2 + z^2} d\xi \quad \begin{array}{l} \text{上延公式} \\ (z < 0) \end{array}$$

$$\begin{aligned} \Delta T(x, -h) &= \frac{h}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta T(\xi, 0)}{(x-\xi)^2 + h^2} d\xi \\ &= \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta T(\xi, 0) \frac{h}{(x-\xi)^2 + h^2} d\xi \end{aligned}$$

2、频率域磁异常的处理

二、数据处理及转换

$$\Delta T(x, -h) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta T(\xi, 0) \frac{h}{(x-\xi)^2 + h^2} d\xi$$

$$\Delta T(x, -h) = \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta T(\xi, 0) \bullet \phi(x-\xi) d\xi$$

$$\text{其中: } \phi(x) = \frac{h}{\pi(x^2 + h^2)} \quad \text{上延}$$

2、频率域磁异常的处理

二、数据处理及转换

$$\Delta T_2(x, z) = \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta T_1(\xi, 0) \bullet \phi(x-\xi) d\xi = \Delta T_1(x, 0) * \phi(x)$$

2、频率域磁异常的处理

二、数据处理及转换

$$\Delta T_2(x, z) = \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta T_1(\xi, 0) \bullet \phi(x - \xi) d\xi = \Delta T_1(x, 0) * \phi(x)$$

$$\text{上延: } \phi(x) = \frac{h}{\pi(x^2 + h^2)}$$

2、频率域磁异常的处理

二、数据处理及转换

$$\Delta T_2(x, z) = \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta T_1(\xi, 0) \bullet \phi(x - \xi) d\xi = \Delta T_1(x, 0) * \phi(x)$$

$$\text{上延: } \phi(x) = \frac{h}{\pi(x^2 + h^2)}$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{h}{x^2 + h^2} e^{-i2\pi fx} dx = \pi e^{-2\pi fh}$$

2、频率域磁异常的处理

二、数据处理及转换

$$\Delta T_2(x, z) = \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta T_1(\xi, 0) \bullet \phi(x - \xi) d\xi = \Delta T_1(x, 0) * \phi(x)$$

$$\text{上延: } \phi(x) = \frac{h}{\pi(x^2 + h^2)}$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{h}{x^2 + h^2} e^{-i2\pi fx} dx = \pi e^{-2\pi fh}$$

$$\text{上延: } \tilde{\phi}(u) = e^{-2\pi fh} = e^{-uh} \quad (\text{注: } h \text{ 即 } \Delta h)$$

2、频率域磁异常的处理

(三维)

$$U(x, y, -h) = \frac{h}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{U(\xi, \eta, 0)}{[(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + z^2]^{\frac{3}{2}}} d\xi d\eta$$

$$(h > 0)$$

2、频率域磁异常的处理

(三维)

$$U(x, y, -h) = \frac{h}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{U(\xi, \eta, 0)}{[(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + z^2]^{\frac{3}{2}}} d\xi d\eta$$

$$\phi(x) = \frac{h}{2\pi(x^2 + y^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{h}{2\pi(x^2 + y^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} e^{-i(ux+vy)} dx dy = e^{-h\sqrt{u^2+v^2}}$$

2、频率域磁异常的处理

$$\tilde{\phi}(u, v) = e^{-h\sqrt{u^2+v^2}} \quad (\text{三维})$$

$$\Delta \tilde{T}_2 = \Delta \tilde{T}_1 \bullet e^{-\Delta h\sqrt{u^2+v^2}} \quad (\Delta h > 0) \text{ 向上延拓}$$

2、频率域磁异常的处理

$$\tilde{\phi}(u, v) = e^{-h\sqrt{u^2+v^2}} \quad (\text{三维})$$

$$\Delta\tilde{T}_2 = \Delta\tilde{T}_1 \bullet e^{-\Delta h\sqrt{u^2+v^2}} \quad (\Delta h > 0) \quad \text{向上延拓}$$

$$\Rightarrow \Delta\tilde{T}_1 = \Delta\tilde{T}_2 \bullet e^{\Delta h\sqrt{u^2+v^2}} \quad \text{向下延拓}$$

2、频率域磁异常的处理

$$\Delta\tilde{T}_2 = \Delta\tilde{T}_1 \bullet e^{-\Delta h\sqrt{u^2+v^2}} \quad (\Delta h > 0) \quad \text{向上延拓}$$

$$\Rightarrow \Delta\tilde{T}_1 = \Delta\tilde{T}_2 \bullet e^{\Delta h\sqrt{u^2+v^2}} \quad \text{向下延拓}$$

延拓后的场:

$$\Delta T_2 = \Delta\tilde{T}_2 \bullet e^{2\pi i(ux+vy)} dudv \quad \text{反付立叶变换}$$

2、频率域磁异常的处理

二、数据处理及转换

2、分量转换

$$\Delta T_2(x, z) = \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta T_1(\xi, 0) \bullet \phi(x - \xi) d\xi = \Delta T_1(x, 0) * \phi(x)$$

$$H_a(x, z) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} Z_a(\xi, 0) \frac{(x - \xi)}{(x - \xi)^2 + z^2} d\xi$$

2、频率域磁异常的处理

二、数据处理及转换

$$\Delta T_2(x, z) = \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta T_1(\xi, 0) \bullet \phi(x - \xi) d\xi = \Delta T_1(x, 0) * \phi(x)$$

$$Z_a \rightarrow H_a : \quad \phi(x) = \frac{x}{\pi(x^2 + h^2)}$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x}{x^2 + h^2} e^{-i2\pi fx} dx = i\pi e^{-2\pi fh} = i\pi \quad (h = 0)$$

2、频率域磁异常的处理

$$\Delta\tilde{T}_2(u, z) = \Delta\tilde{T}_1(u, 0) \bullet \tilde{\phi}(u)$$

$$Z_a \rightarrow H_a : \quad \tilde{H}_a(u, 0) = \tilde{Z}_a(u, 0) \bullet i$$

2、频率域磁异常的处理

分量换算:

$$\begin{cases} Z_a = -\mu_0 \frac{\partial U}{\partial z} \\ H_{ax} = -\mu_0 \frac{\partial U}{\partial x} \\ \vdots \\ \Delta T = -\mu_0 \frac{\partial U}{\partial t_0} \end{cases}$$

2、频率域磁异常的处理

分量换算：

$$\begin{cases} Z_a = -\mu_0 \frac{\partial U}{\partial z} \\ H_{ax} = -\mu_0 \frac{\partial U}{\partial x} \\ \vdots \\ \Delta T = -\mu_0 \frac{\partial U}{\partial t_0} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \tilde{Z}_a = -\mu_0 \sqrt{u^2 + v^2} \tilde{U} \\ \vdots \\ \Delta \tilde{T} = -\mu_0 [i(u \cos \alpha_0 + v \cos \beta_0) + \cos \gamma_0 \sqrt{n^2 + v^2}] \tilde{U} \end{cases}$$

2、频率域磁异常的处理

其中： $\cos \alpha_0 = l_0$ ； $\cos \beta_0 = m_0$ ； $\cos \gamma_0 = n_0$

$$\Rightarrow \begin{cases} \tilde{Z}_a = \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{i(u \cdot l_0 + v \cdot m_0) + n_0 \sqrt{u^2 + v^2}} \bullet \Delta \tilde{T} \\ \tilde{H}_{ax} = \frac{i u}{i(u \cdot l_0 + v \cdot m_0) + n_0 \sqrt{u^2 + v^2}} \bullet \Delta \tilde{T} \\ \tilde{H}_{ay} = \frac{i v}{i(u \cdot l_0 + v \cdot m_0) + n_0 \sqrt{u^2 + v^2}} \bullet \Delta \tilde{T} \end{cases} \quad \text{分量换算}$$

2、频率域磁异常的处理

3、总场磁异常化磁极计算

§ 2、频率域磁异常的处理

泊松公式：

$$U = -\frac{\bar{M}}{4\pi G\sigma} \bullet \nabla V$$

2、频率域磁异常的处理

泊松公式：

$$\begin{aligned} U &= -\frac{\bar{M}}{4\pi G\sigma} \bullet \nabla V \\ &= -\frac{M}{4\pi G\sigma} [\cos \alpha \vec{i} + \cos \beta \vec{j} + \cos \gamma \vec{k}] \bullet \nabla V \end{aligned}$$

2、频率域磁异常的处理

泊松公式：

$$\begin{aligned} U &= -\frac{\bar{M}}{4\pi G\sigma} \bullet \nabla V \\ &= -\frac{M}{4\pi G\sigma} [\cos \alpha \vec{i} + \cos \beta \vec{j} + \cos \gamma \vec{k}] \bullet \nabla V \\ &= -\frac{M}{4\pi G\sigma} [l \vec{i} + m \vec{j} + n \vec{k}] \bullet \nabla V \\ &= -\frac{M}{4\pi G\sigma} \left[l \frac{\partial V}{\partial x} + m \frac{\partial V}{\partial y} + n \frac{\partial V}{\partial z} \right] \end{aligned}$$

2、频率域磁异常的处理

泊松公式：

$$U = -\frac{M}{4\pi G\sigma} \left[l \frac{\partial V}{\partial x} + m \frac{\partial V}{\partial y} + n \frac{\partial V}{\partial z} \right]$$

频域泊松公式：

$$\tilde{U} = -\frac{M}{4\pi G\sigma} [i(lu + mv) + n\sqrt{u^2 + v^2}] \bullet \tilde{V}$$

2、频率域磁异常的处理

频域泊松公式：

$$\tilde{U} = -\frac{M}{4\pi G\sigma} [i(lu + mv) + n\sqrt{u^2 + v^2}] \bullet \tilde{V}$$

$$\tilde{Z}_a = -\mu_0 \frac{\partial \tilde{U}}{\partial z} = -\mu_0 \sqrt{u^2 + v^2} \bullet \tilde{U}$$

$$\tilde{Z}_a = \frac{\mu_0}{4\pi G\sigma} M [i(lu + mv) + n\sqrt{u^2 + v^2}] \bullet \sqrt{u^2 + v^2} \bullet \tilde{V} \quad (2.6-78)$$

2、频率域磁异常的处理

垂直磁化时， $l = m = 0, n = 1$

2、频率域磁异常的处理

垂直磁化时， $l = m = 0, n = 1$

$$\tilde{Z}_a = \frac{\mu_0}{4\pi G\sigma} M [i(lu + mv) + n\sqrt{u^2 + v^2}] \bullet \sqrt{u^2 + v^2} \bullet \tilde{V}$$

$$\begin{aligned} \tilde{Z}_{a\perp} &= \frac{\mu_0}{4\pi G\sigma} M (u^2 + v^2) \bullet \tilde{V} \\ &= \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{i(u \cdot l + v \cdot m) + n\sqrt{u^2 + v^2}} \tilde{Z}_a \end{aligned} \quad (2.6-79)$$

2、频率域磁异常的处理

$$\tilde{Z}_{a\perp} = \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{i(u \cdot l + v \cdot m) + n\sqrt{u^2 + v^2}} \tilde{Z}_a$$

$$\tilde{Z}_a = \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{i(u \cdot l_0 + v \cdot m_0) + n_0 \sqrt{u^2 + v^2}} \bullet \Delta \tilde{T}$$

$$\tilde{Z}_{a\perp} = \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{i(u \cdot l + v \cdot m) + n\sqrt{u^2 + v^2}} \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{i(u \cdot l_0 + v \cdot m_0) + n_0 \sqrt{u^2 + v^2}} \bullet \Delta \tilde{T}$$

2、频率域磁异常的处理

$$\tilde{Z}_{a\perp} = \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{i(u \cdot l + v \cdot m) + n\sqrt{u^2 + v^2}} \tilde{Z}_a$$

$$\tilde{Z}_a = \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{i(u \cdot l_0 + v \cdot m_0) + n_0 \sqrt{u^2 + v^2}} \bullet \Delta \tilde{T}$$

$$\tilde{Z}_{a\perp} = \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{i(u \cdot l + v \cdot m) + n\sqrt{u^2 + v^2}} \bullet \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{i(u \cdot l_0 + v \cdot m_0) + n_0 \sqrt{u^2 + v^2}} \bullet \Delta \tilde{T}$$

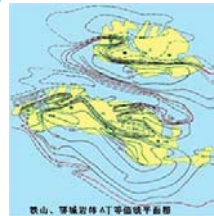
(由总场磁异常化磁极公式)

2、频率域磁异常的处理

(不考虑剩磁, 即磁化方向与地磁场方向一致)

$$\tilde{Z}_{a\perp} = \frac{u^2 + v^2}{[i(u \cdot l + v \cdot m) + n\sqrt{u^2 + v^2}]^2} \bullet \Delta \tilde{T}$$

§ 2、频率域磁异常的处理



§ 2、频率域磁异常的处理

4、导数换算 (p179)

--垂向导数:

$$\Delta T_2 = \frac{\partial \Delta T_1}{\partial z} \Rightarrow \Delta \tilde{T}_2 = \frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial z}$$

ΔT_1 是由单极(或偶极)场源组合产生的。

2、频率域磁异常的处理

$$\Delta \tilde{T}_1 = \tilde{\Delta}_1 + \tilde{\Delta}_2 + \dots \quad \frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial z} = \frac{\partial \tilde{\Delta}_1}{\partial z} + \frac{\partial \tilde{\Delta}_2}{\partial z} + \dots$$

由微分定理可得:

2、频率域磁异常的处理

$$\Delta \tilde{T}_1 = \tilde{\Delta}_1 + \tilde{\Delta}_2 + \dots \quad \frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial z} = \frac{\partial \tilde{\Delta}_1}{\partial z} + \frac{\partial \tilde{\Delta}_2}{\partial z} + \dots$$

$$\frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial z} = \sqrt{u^2 + v^2} (\tilde{\Delta}_1 + \tilde{\Delta}_2 + \dots)$$

2、频率域磁异常的处理

$$\Delta \tilde{T}_1 = \tilde{\Delta}_1 + \tilde{\Delta}_2 + \dots \quad \frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial z} = \frac{\partial \tilde{\Delta}_1}{\partial z} + \frac{\partial \tilde{\Delta}_2}{\partial z} + \dots$$

$$\frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial z} = \sqrt{u^2 + v^2} (\tilde{\Delta}_1 + \tilde{\Delta}_2 + \dots)$$

$$\Rightarrow \frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial z} = \sqrt{u^2 + v^2} \Delta \tilde{T}_1$$

$$\Rightarrow \Delta \tilde{T}_2 = \sqrt{u^2 + v^2} \Delta \tilde{T}_1$$

2、频率域磁异常的处理

水平导数:

$$\Delta T_2 = \frac{\partial \Delta T_1}{\partial x}$$

$$\Rightarrow \Delta \tilde{T}_2 = \frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial x} = iu \Delta \tilde{T}_1$$

$$\frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial y} = iv \Delta \tilde{T}_1$$

2、频率域磁异常的处理

n 阶 x 、 y 、 z 方向导数:

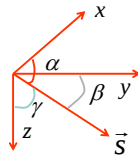
$$\frac{\partial^n \Delta \tilde{T}_1}{\partial x^n} = (iu)^n \Delta \tilde{T}_1$$

$$\frac{\partial^n \Delta \tilde{T}_1}{\partial y^n} = (iv)^n \Delta \tilde{T}_1$$

$$\frac{\partial^n \Delta \tilde{T}_1}{\partial z^n} = (u^2 + v^2)^{n/2} \Delta \tilde{T}_1$$

2、频率域磁异常的处理

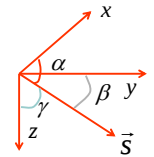
任意方向的导数: $\Delta T_2 = \frac{\partial \Delta T_1}{\partial S}$



2、频率域磁异常的处理

任意方向的导数: $\Delta T_2 = \frac{\partial \Delta T_1}{\partial S}$

$$\frac{\partial \Delta T}{\partial S} = \frac{\partial \Delta T}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial S} + \frac{\partial \Delta T}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial S} + \frac{\partial \Delta T}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial S}$$

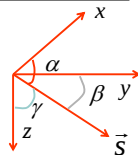


2、频率域磁异常的处理

任意方向的导数: $\Delta T_2 = \frac{\partial \Delta T_1}{\partial S}$

$$\frac{\partial \Delta T}{\partial S} = \frac{\partial \Delta T}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial S} + \frac{\partial \Delta T}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial S} + \frac{\partial \Delta T}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial S}$$

$$= \frac{\partial \Delta T}{\partial x} \cdot \cos \alpha + \frac{\partial \Delta T}{\partial y} \cdot \cos \beta + \frac{\partial \Delta T}{\partial z} \cdot \cos \gamma$$



2、频率域磁异常的处理

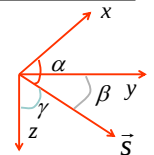
任意方向的导数: $\Delta T_2 = \frac{\partial \Delta T_1}{\partial S}$

$$\frac{\partial \Delta T}{\partial S} = \frac{\partial \Delta T}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial S} + \frac{\partial \Delta T}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial S} + \frac{\partial \Delta T}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial S}$$

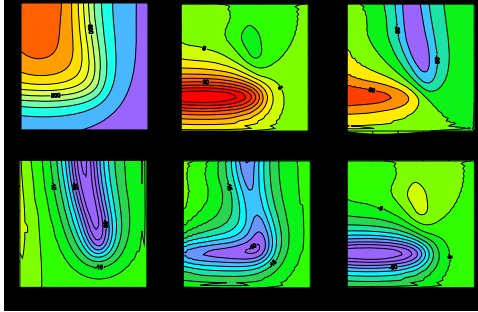
$$= \frac{\partial \Delta T}{\partial x} \cdot \cos \alpha + \frac{\partial \Delta T}{\partial y} \cdot \cos \beta + \frac{\partial \Delta T}{\partial z} \cdot \cos \gamma$$

$$\Delta \tilde{T}_2 = \frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial S} = \frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial x} \cdot \cos \alpha + \frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial y} \cdot \cos \beta + \frac{\partial \Delta \tilde{T}_1}{\partial z} \cdot \cos \gamma$$

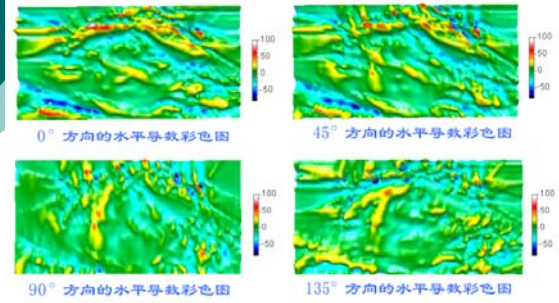
$$= \left[i(u \cos \alpha + v \cos \beta) + \cos \gamma \sqrt{u^2 + v^2} \right] \cdot \Delta \tilde{T}_1$$



2、频率域磁异常的处理



2、频率域磁异常的处理



0°、45°、90°、135° 方向的水平导数彩色图

§ 2、频率域磁异常的处理

5、磁源重力异常（伪重力异常）

$$\tilde{Z}_a = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M}{G\sigma} [i(lu + mv) + n\sqrt{u^2 + v^2}] \bullet \sqrt{u^2 + v^2} \bullet \tilde{V}$$

2、频率域磁异常的处理

磁源重力异常（伪重力异常）：

$$\tilde{Z}_a = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M}{G\sigma} [i(lu + mv) + n\sqrt{u^2 + v^2}] \bullet \sqrt{u^2 + v^2} \bullet \tilde{V}$$

$$\Delta g = \frac{\partial V}{\partial z} \quad \Delta \tilde{g} = \sqrt{u^2 + v^2} \bullet \tilde{V}$$

2、频率域磁异常的处理

磁源重力异常（伪重力异常）：

$$\tilde{Z}_a = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M}{G\sigma} [i(lu + mv) + n\sqrt{u^2 + v^2}] \bullet \sqrt{u^2 + v^2} \bullet \tilde{V}$$

$$\Delta g = \frac{\partial V}{\partial z} \quad \Delta \tilde{g} = \sqrt{u^2 + v^2} \bullet \tilde{V}$$

$$\tilde{Z}_a = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M}{G\sigma} [i(lu + mv) + n\sqrt{u^2 + v^2}] \bullet \Delta \tilde{g}$$

2、频率域磁异常的处理

磁源重力异常（伪重力异常）：

$$\Delta \tilde{g} = \frac{4\pi G\sigma}{\mu_0 M} \frac{1}{[i(lu + mv) + n\sqrt{u^2 + v^2}]} \bullet \tilde{Z}_a$$

2、频率域磁异常的处理

磁源重力异常（伪重力异常）：

$$\Delta \tilde{g} = \frac{4\pi G\sigma}{\mu_0 M} \frac{1}{[i(lu + mv) + n\sqrt{u^2 + v^2}]} \cdot \tilde{Z}_a$$

$$\Delta \tilde{g} = \frac{4\pi G\sigma}{\mu_0 M \sqrt{u^2 + v^2}} \tilde{Z}_{a\perp}$$

§ 2、频率域磁异常的处理

6、频率域磁异常处理转换的通式

$$\tilde{T}_2(u, v, z) = \frac{q_{l2}}{q_{l1}} \frac{q_{t2}}{q_{t1}} (2\pi i u)^n \bullet (2\pi i v)^l$$

$$\left[2\pi(u^2 + v^2)^{\frac{1}{2}} \right]^m \bullet e^{2\pi(u^2 + v^2)^{\frac{1}{2}} z} \bullet \Delta \tilde{T}_1$$

§ 2、频率域磁异常的处理

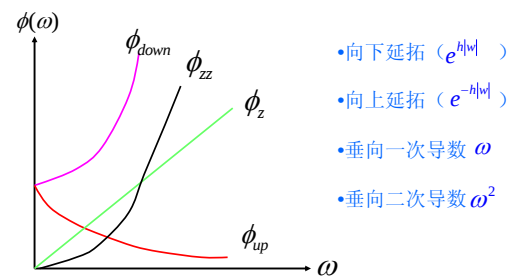
6、频率域磁异常处理转换的通式

$$\tilde{T}_2(u, v, z) = \frac{q_{l2}}{q_{l1}} \frac{q_{t2}}{q_{t1}} (2\pi i u)^n \bullet (2\pi i v)^l$$

$$\left[2\pi(u^2 + v^2)^{\frac{1}{2}} \right]^m \bullet e^{2\pi(u^2 + v^2)^{\frac{1}{2}} z} \bullet \Delta \tilde{T}_1$$

上式中依次为磁化方向换算因子、分量换算因子、
导数换算因子、空间换算因子

6、频率域换算的滤波作用



几种简单换算的频率响应函数（权函数的频谱）特征

小 结

- 磁异常处理与转换的目的
- 各项磁异常处理与转换的作用（如向上延拓、磁化方向转换、磁分量转换、磁异常化极等）
- 频率域磁异常处理与转换的步骤与方法
- 几种常用换算的滤波作用（频率响应特征）