

EH4 电磁系统的近源效应及其校正方法

莫 撼

(华东地质学院, 江西 临川 344000)

摘要: EH4 电磁系统要求在“远区”观测。当发一收距较小时, 测点在人工源的低频段处于过渡带中, 数据发生畸变, 从而形成过渡带低谷。提出一种线性校正方法, 可对过渡带数据进行校正。

关键词: EH4 电磁系统; 过渡带低谷; 线性校正方程

中图分类号: P631.33 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2000)04-0314-03

近源效应 校正

在频率测深中, “过渡带”和“近区”的数据会发生畸变, 这是由于测点靠近场源而产生的非平面波效应, 也称为近源效应。判别测点是否处于“近区”或“远区”的依据是综合参数 $|kr|$ 值的大小。 k 为大地波数

$$k = \sqrt{-i\omega\mu_0/\rho}, \quad (1)$$

其中 ω 为工作角频率; ρ 为大地电阻率; $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$, r 为发一收距离。理论上 $|kr| \gg 1$ 为“远区”, $|kr| \ll 1$ 为“近区”, 介于“近区”和“远区”之间的称为“过渡带”。

为了对“过渡带”和“近区”数据进行校正, 国内外学者针对不同的装置提出过各种校正方法, 例如较为熟知的“过渡区三角形法”和“全频域视电阻率法”等等, 并且都取得了一定的效果。作者根据 EH4 电磁系统的特点, 认为其高频和低频段数据都能满足“远区”条件, 但在中频段的数据则有可能由于测点进入“过渡带”而发生畸变, 因此提出了对“过渡带”数据进行线性校正的方法。野外实践表明, 这是一种简单可行的校正方法。

1 EH4 电磁系统简介

STRATAGEMEM EH4 电磁系统(简称 EH4)是一种同时使用天然场源和人工场源信号的频域电磁观测系统。其天然场源信号频率从 10 Hz ~ 1 kHz, 而人工场源信号则由一对正交的水平谐变磁偶极子产生, 频率从 1 ~ 70 kHz(图 1)。在 $|kr| \gg 1$ 的“远区”条件下, 水平谐变磁偶极子的电磁场接近于平面波场, 因此, EH4 电磁系统要求将测站设置在“远区”位置, 并且该系统的数据处理软件均建立在均匀平面波场的理论基础之上, 例如卡尼亚(Cagniard)视电阻率 ρ_c 的计算和博斯蒂克(Bostic)反演等。

然而, 由于地形条件或发射功率的限制, 发一收距常常不能满足“远区”的条件, 这时测点实际上处于“过渡带”中, 因此人工源数据中低频部分的数据因为近源效应而发生畸变。畸变的 1 个重要标志是 ρ_c 曲线在低频段出现过渡带低谷, 并且在与天然场接合处有明显的脱节现象。图 2 是在新疆某地用 EH4 实测的频率测深曲线, 由于 $r = 150$ m, 不能满足“远区”的条件, 因此在 4 ~ 1 kHz 范围内, ρ_c 曲线出现明显的过渡带低谷并在 1 kHz 处出现与天然场源数据脱节的现象。由于近源效应而造成的数据畸变将对资料解释产生影响, 因此, 必须对畸变数

收稿日期: 1999-11-17

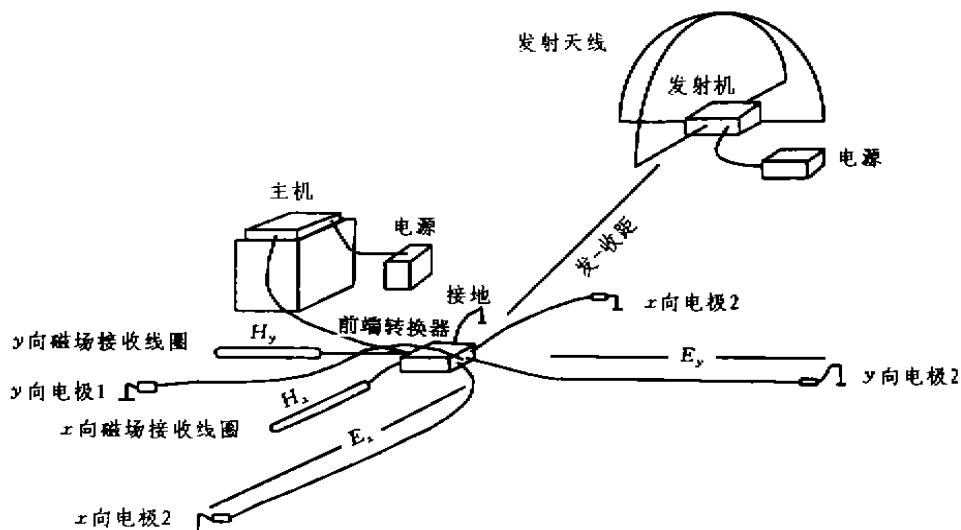
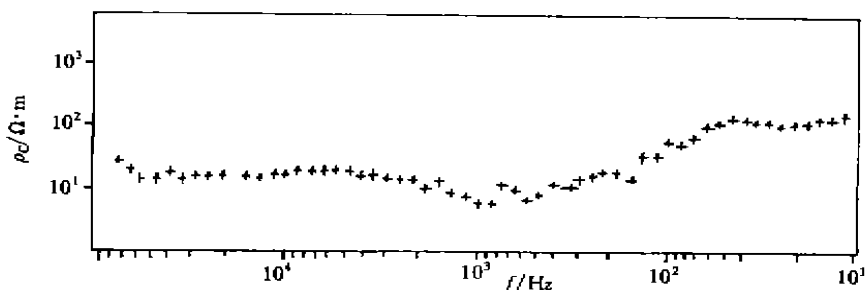


图1 EH4 电磁系统

图2 $r = 150 \text{ m}$ 的频率测深曲线

据进行校正。

2 校正方法

考虑到过渡带只出现在有限的频率范围内(通常为 $1 \sim 10 \text{ kHz}$),并且在 $\leq 1 \text{ kHz}$ 处有天然场源的数据可供参照,为此,提出了线性校正的方法。

首先确定过渡带的上限频率。若取 $|kr| = 10$ 作为“远区”的标准,则由(1)式很容易算得过渡带的上限频率 $f_g = 1.27 \times 10^7 \rho / r^2$ 。 ρ 可由实测 ρ_c 曲线左支大致地确定。

然后,建立线性校正方程

$$\Delta\rho = af + b, \quad (2)$$

式中, $\Delta\rho$ 即为校正量; a, b 为待定系数,可由以下边界条件确定

$$\begin{cases} f = f_d & \Delta\rho = \Delta\rho_0 \\ f = f_g & \Delta\rho = 0 \end{cases}, \quad (3)$$

这里 $f_d = 1 \text{ kHz}$, $\Delta\rho_0$ 为 $f = 1 \text{ kHz}$ 时 2 种场源数据的差值。将(3)式代入(2)式,便可求得

$$a = -\Delta\rho_0 / (f_g - f_d);$$

$$b = -af_g = \Delta\rho_0 \times f_g / (f_g - f_d)。$$

确定 a, b 之后,便可逐一算出过渡带内每个频点的校正量 $\Delta\rho$,从而对实测数据进行校正

$$\rho_c = \rho_c^{\text{实}} + \Delta\rho,$$

3 校正实例

对图 2 实测曲线做了校正。当 $\rho = 7 \Omega \cdot \text{m}$, $r = 150 \text{ m}$ 时,算得过渡带上限频率 $f_g = 3951 \text{ Hz}$,同时由实测数据查出 $\Delta\rho_0 = 11.01 \Omega \cdot \text{m}$,于是求得 $a = -3.7 \times 10^{-3}$; $b = 14.6$ 。线性校正方程为

$$\Delta\rho = 14.6 - 3.7 \times 10^{-3} f。$$

对过渡带内各频点数据的校正结果列于表 1 中,为了检查校正效果,表中同时列出了 $r = 300 \text{ m}$ 时同一测点的实测数据($|k_r| = 10.07 > 10$)。校正结果表明,最大相对误差不超过 15%。

表 1 对瞬变数据进行线性校正的结果

频 率 Hz	$r = 150 \text{ m}$			$r = 300 \text{ m}$	相对误差 %
	实测值	$\Delta\rho$	校正值(ρ_1)	实测值(ρ_2)	
1 000	5.39	11.01	16.40	16.4	0
1 170	7.08	10.38	17.46	18.3	4.6
1 360	8.68	9.67	18.35	19.5	5.9
1 580	12.30	8.86	21.16	19.5	8.5
1 850	10.20	7.86	18.06	15.7	15.0
2 150	13.0	6.76	19.76	17.2	14.9
2 510	13.2	5.43	18.63	16.7	11.6
2 930	14.10	3.87	17.97	15.9	13.0
3 410	16.5	2.1	18.6	16.6	12.0
3 980	16.5	0.0	16.5	16.4	0.6

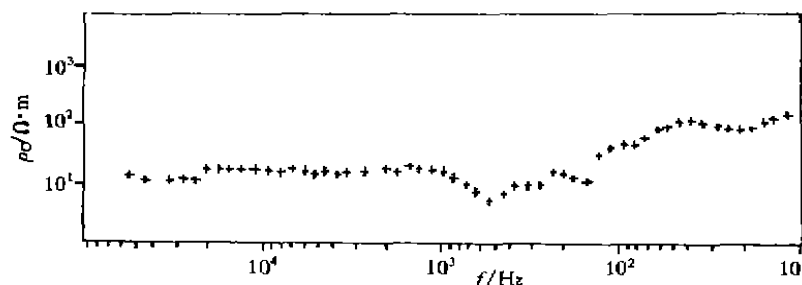


图 3 $r = 300 \text{ m}$ 的频率测深曲线

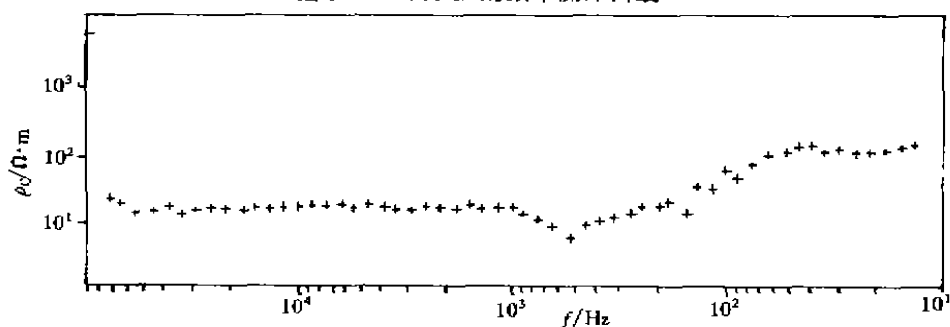


图 4 校正后的 $r = 150 \text{ m}$ 的频率测深曲线

(下转 320 页)

THE APPLICATION OF VB TO THE COMPILATION OF DATA FORMAT CONVERSION PROGRAM IN HIGH-DENSITY ELECTRICAL METHOD

HAN Yong-qi, ZHANG Shou-zhi

(Geophysical Exploration Corporation of No. 1 Surveying and Designing Institute, Ministry of Railways, Lanzhou 730000)

Abstract: This paper gives the detailed algorithm for calculating the coordinate corresponding spatially to the data of high-density electrical method, and points out the trouble existent in using VB to design programs.

Key words: VB program; data format; high-density electrical method

第一作者简介: 韩永琦(1965—),男。1986年毕业于武汉地质学院物探系,现在铁道部第一勘测设计院物探公司工作,曾发表文章。

(上接 316 页)

图 3 和图 4 分别为 $r = 300$ m 时的实测曲线和对 $r = 150$ m 数据进行校正以后的曲线,可以看出,两者重合得非常好。

上述方法很容易编成程序,只需输入 ρ 及 r 值,便可对实测数据进行自动校正。

参考文献:

- [1] 何继善编译.可控源音频大地电磁法[M].长沙:中南工业大学出版社,1990,118—125.
- [2] 王东全.EH4 在新疆砂岩铀矿成矿环境评价中的应用研究[D];[学位论文].临川:华东地质学院,1999,19—23

SOURCE EFFECT OF EH4 ELECTROMAGNETIC SYSTEM AND TECHNIQUE FOR ITS CORRECTION

MO Han

(East China College of Geology, Linchuan 344000, China)

Abstract: EH4 electromagnetic system requires distant observation. If the distance between transmission and reception is relatively short, the measuring points in the low frequency band of the artificial source will lie in the transitional zone, and the data will be subjected to distortion, thus forming the low valley of the transitional zone. A linear correction technique is put forward in this paper, which can be used to correct data of the transitional zone

Key Words: EH4 electromagnetic system; low valley of the transitional zone; linear correction equation

作者简介: 莫撼(1938—),男。1960年毕业于长春地质学院物探系。现为华东地质学院教授,主要从事电法及电磁法教学和科研工作。参编及主编的教材有《场论》;《水文地质与工程地质地球物理勘查》。曾发表论文多篇。