

- 实验报告

姓名	
评分	

实验报告

课程名称：_____地电学_____

课题名称：_____静位移校正_____

专 业：_____地球物理_____

姓 名：_____王锴_____

班 级：_____201145_____

完成日期：_____2016 年 11 月 26 日_____

目录

一、实验名称	1
二、实验目的	1
三、实验题目	1
四、实验原理	1
五、实验步骤	1
六、实验整体流程图或算法	2
七、实验结果及分析	3
八、实验体会	14
九、致谢	15
附：程序代码	15
参考文献：	20

实验报告

■ 一、实验名称

静位移校正。

■ 二、实验目的

- (1) 理解静位移产生的原理;
- (2) 掌握静位移校正的方法;
- (3) 培养编程与上机调试的能力;
- (4) 熟悉 Matlab 软件环境。

■ 三、实验题目

- (1) 根据所给数据绘制电测深剖面图;
- (2) 进行静位移校正并分析结果。

■ 四、实验原理

静位移是地表电性不均匀造成的 MT 两条视电阻率曲线首支（高频端）发生移动, 而相位曲线却影响不大的现象。如果, 在做静位移校正之前, 就对曲线进行解释, 必然会产生误差, 甚至严重的错误。理论研究和实践工作证明, 静位移实际上是大地电磁时间域和频率域采样不足的结果。静位移矫正方法主要有:

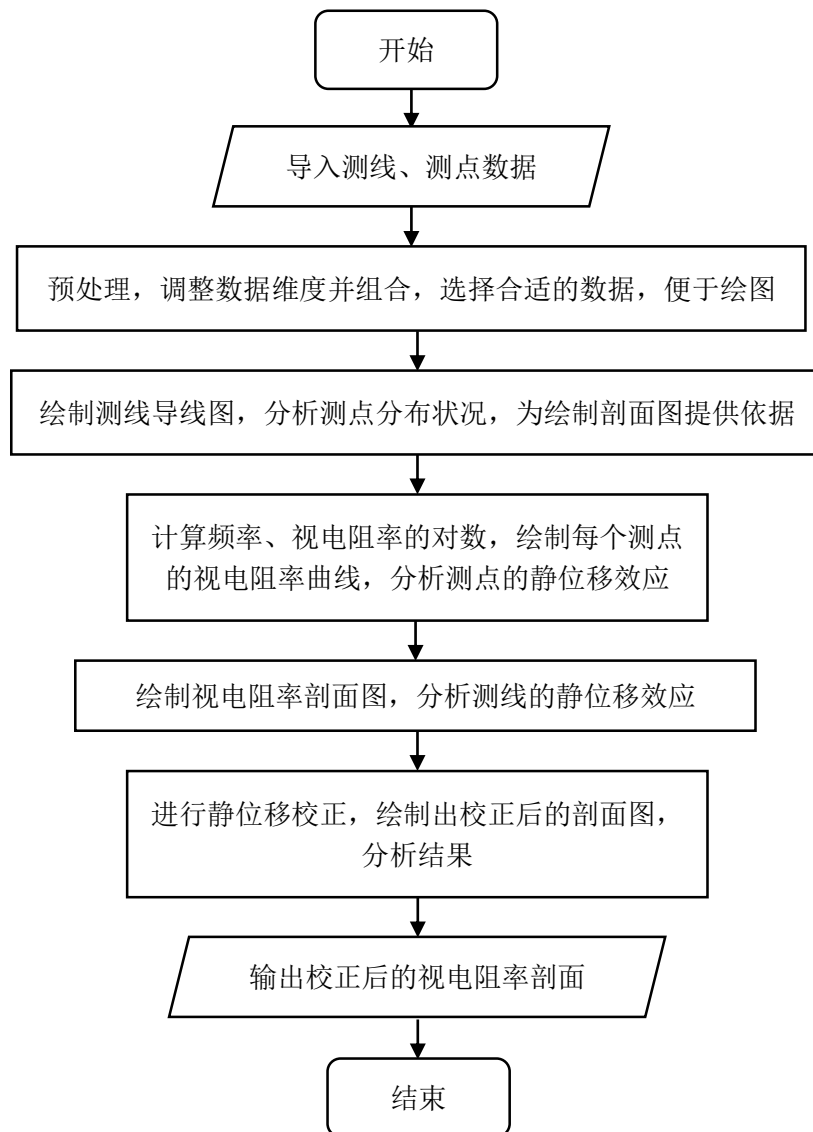
- (1) 曲线平移法: 在沉积盆地中, 由于各层岩性比较稳定, 所以, 如果已知某层, 如标致层的电阻率, 则可以以此为标准, 对曲线进行平移。
- (2) 统计平均法: 这种方法将表层电性不均匀和地形看作是一种随机的地质噪音, 从而用平滑滤波来消除不希望的畸变影响。
- (3) 空间滤波法: 空间滤波的依据是在频率空间域中进行低通滤波运算, 以消除静位移的影响。
- (4) 阻抗相位积分法: 由于静态效应对相位没有影响, 因此可以从相位曲线来计算视电阻率曲线。

■ 五、实验步骤

- (1) 将测线数据导入 Matlab, 整理得到维度大小适合视电阻率、相位数据;
- (2) 根据测线上测点的数据计算出每个测点之间的间距, 作为视电阻率剖面的横坐标, 居于剖面图上方;
- (3) 绘制出导线图, 分析测线特征, 作为绘制剖面图的依据;

- (4) 将频率求对数之后作为视电阻率剖面图的纵坐标，自上而下数值由大到小，显示深度由浅到深，绘制出每个测点双对数坐标系下的 ρ_{xy} 、 ρ_{yx} 与频率 freq 的关系图，分析每个测点的静位移情况；
- (5) 将每个测点的视电阻率 ρ_{xy} 、 ρ_{yx} 求对数，并分别绘制出它们的等值线图，用颜色表示值的大小，仍以测点为横坐标，频率的对数为纵坐标，绘制出相位的等值线图，这样可以得到四副剖面特征图像；
- (6) 对视电阻率数据进行静位移校正，绘制出校正后的图像，并分析结果。

■ 六、实验整体流程图或算法



■ 七、实验结果及分析

(1) 测线特征:

将测线数据整理并绘制出三维导线图，结果如下：

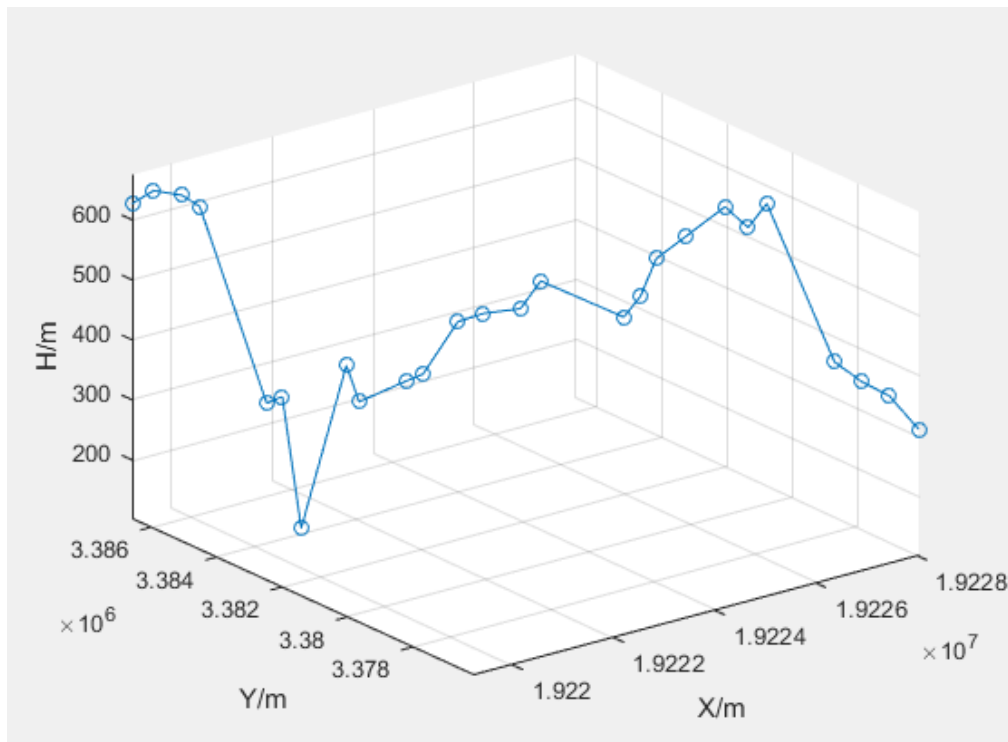


图 7.1 测线 b5 三维立体图

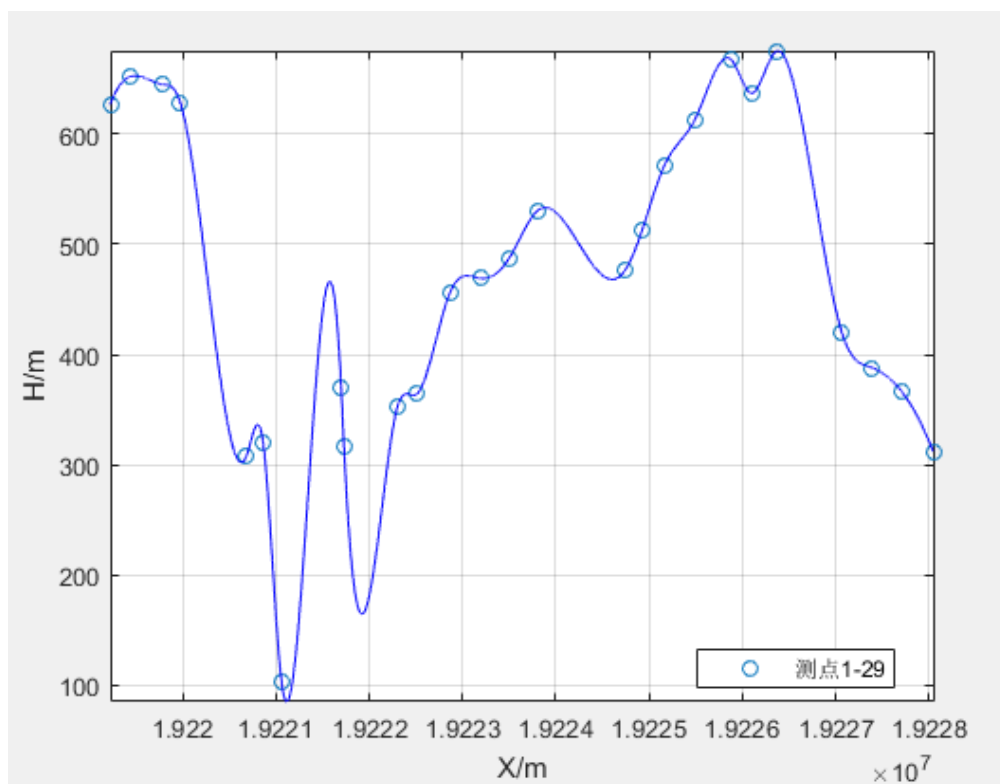


图 7.2 测线 b5 XH 侧向地势图

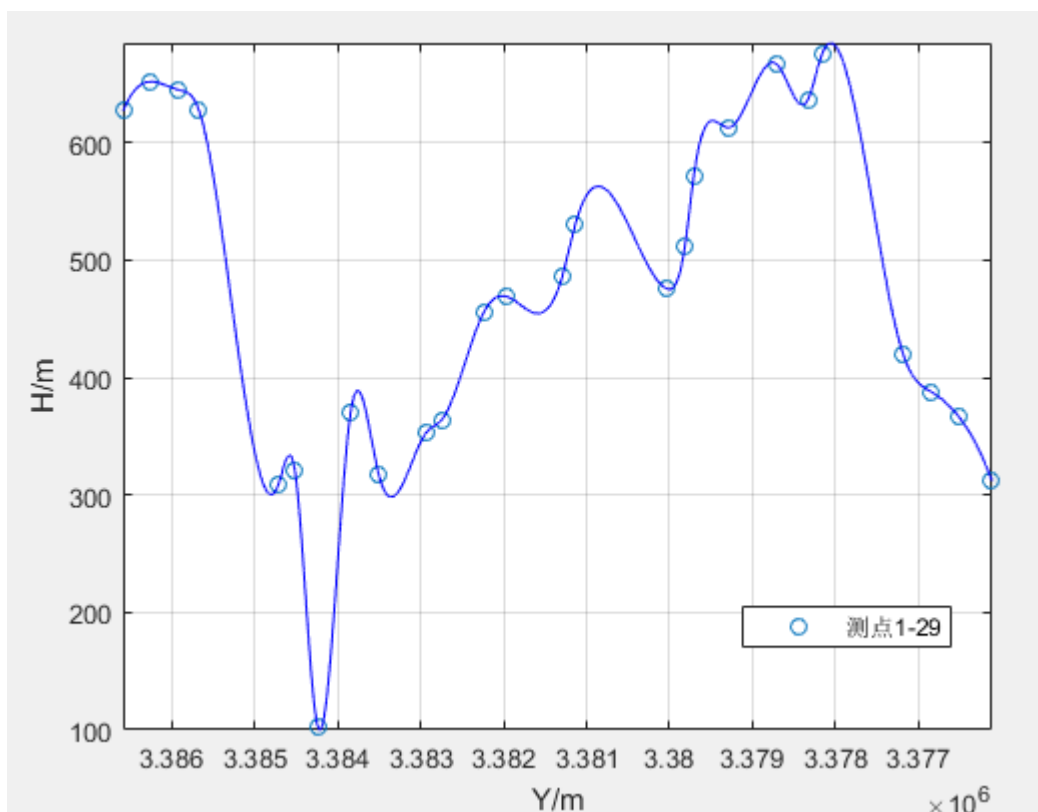


图 7.3 测线 b5 YH 侧向地势图

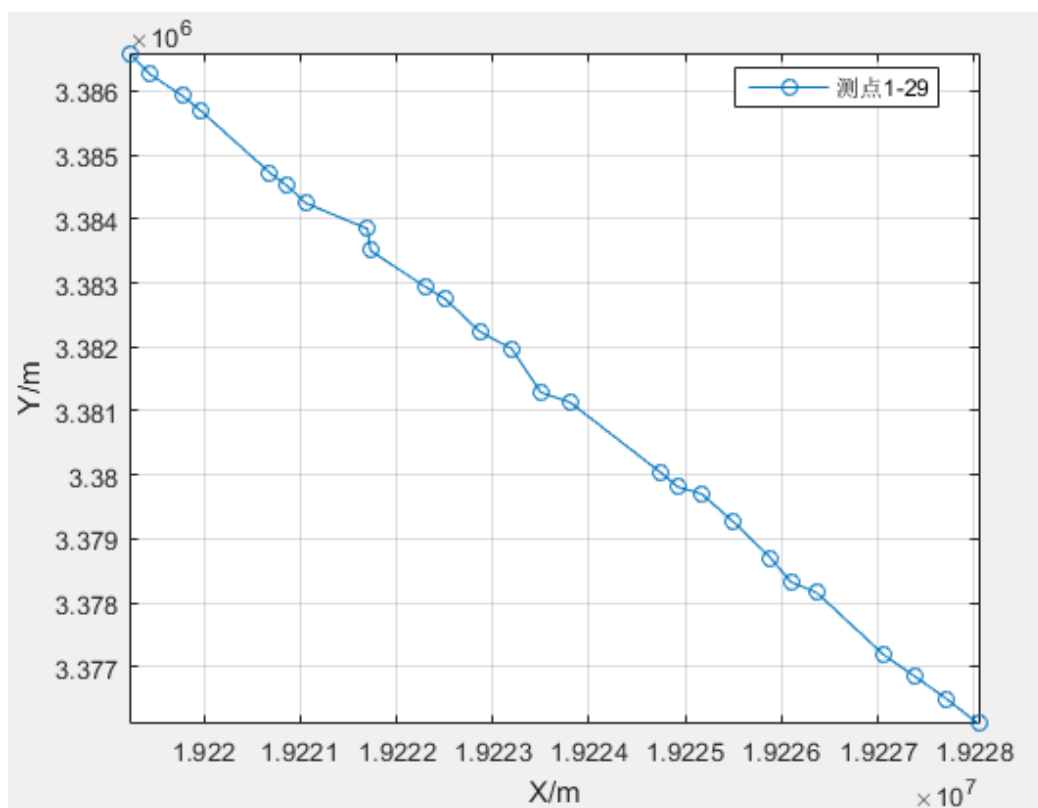


图 7.4 测线 b5 水平投影图

从图 7.1、7.2、7.3、7.4 显示，X、Y 方向均以数千公里为单位，而高程变化不超过 500m，因此地形的变化并不大，经计算，两测点间水平距离约为 $1951.9 \pm 3.2\text{km}$ ，变化范围仅为 3%，在绘制剖面图时横坐标可近似等长。

(2) 测点特征:

因数据缺少第 3 个测点的数据，故舍去测点 1、2 数据，综合测点 4-29 数据，发现前 72 个频点数据完整，而第 72-80 个频点部分测点缺失数据，故选取前 72 个频点数据进行处理，下面是以第四个测点为例的测点特征图像：

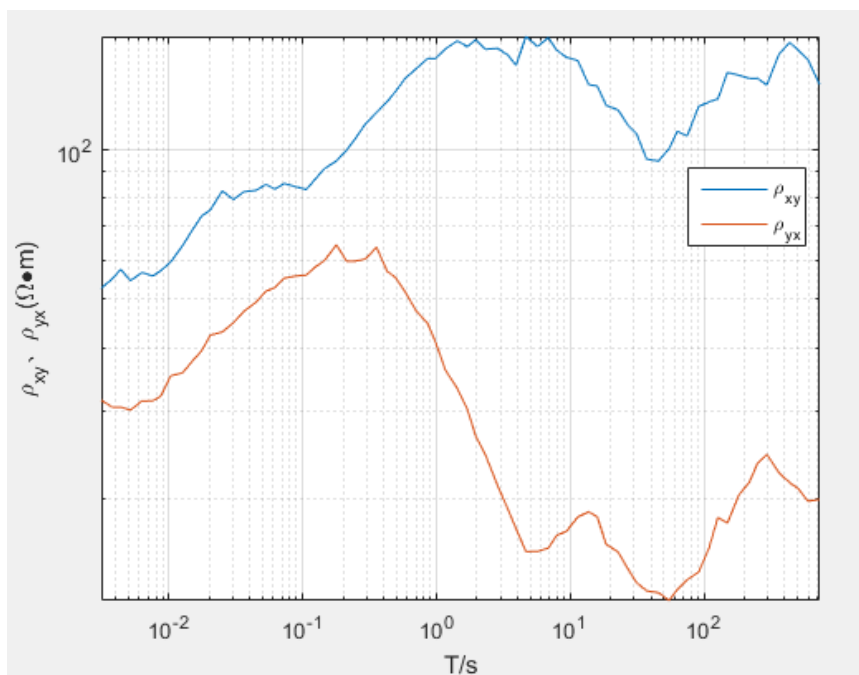


图 7.5 测点 4 视电阻率曲线

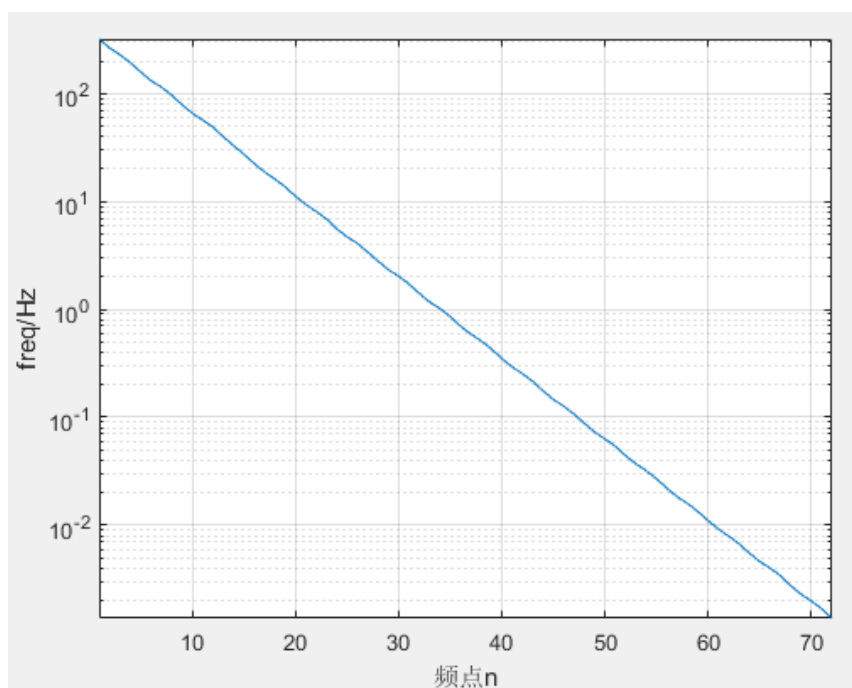


图 7.6 测点 4 频率变化图

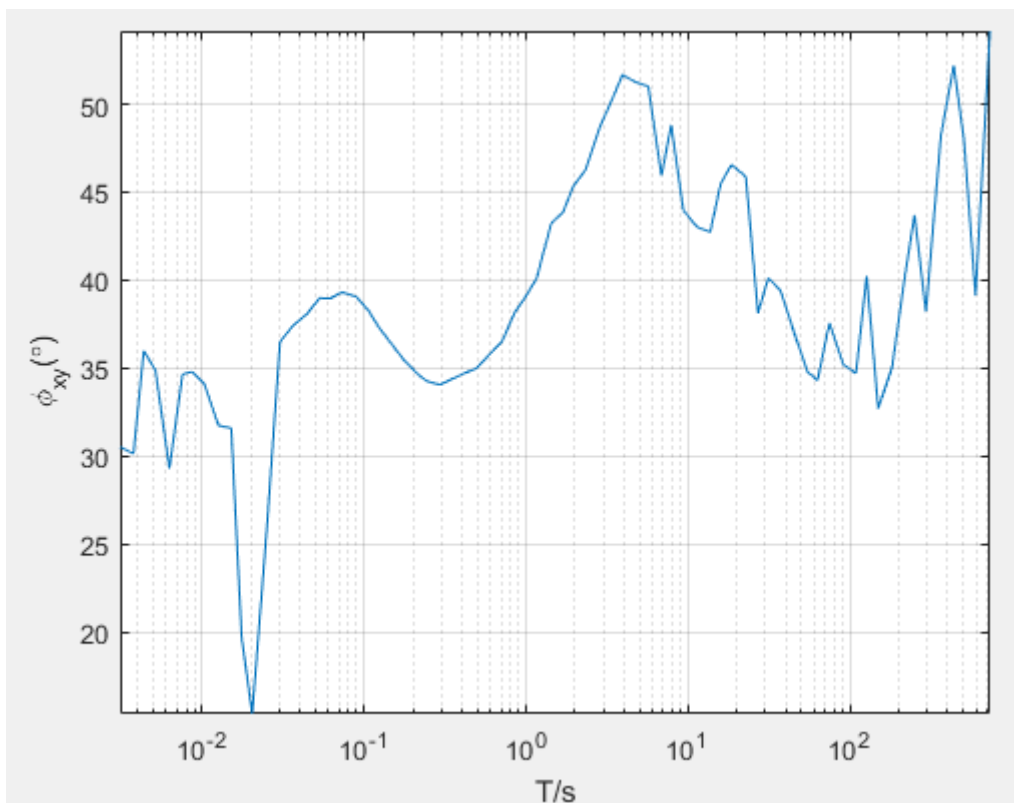


图 7.7 测点 4 ϕ_{xy} 曲线图

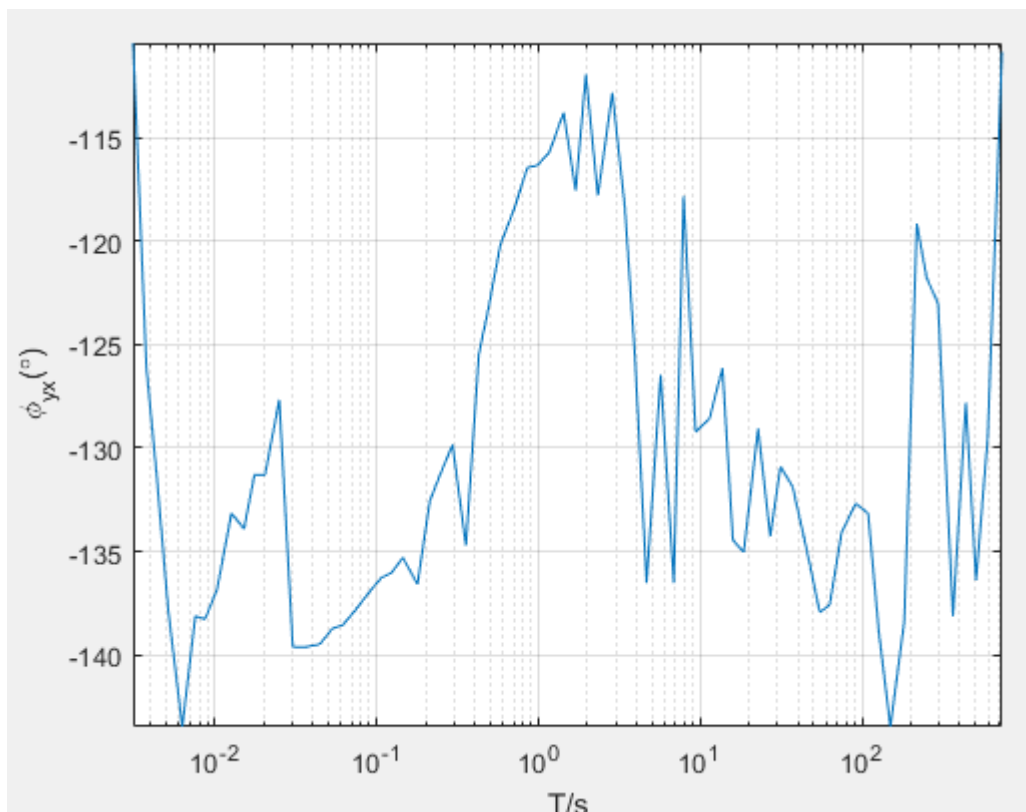


图 7.8 测点 4 ϕ_{yx} 曲线图

图 7.6 显示测量频率的对数变化是线性的，这对应了深度是以线性变化的，因此取对数后可以显示不同深度处的视电阻率的情况。

图 7.5 显示 ρ_{xy} 随着深度逐渐增大并在中段出现极大值，随后在深部出现极小值，而后继续增大， ρ_{xy} 显示出相似的特征，但极大值出现的深度较浅，这可能显示了深部高阻体对上部低阻体的一种侵入作用。其次，两支曲线的首支（高频端）不重合，存在纵向位移，这显示测点 4 存在一定程度上的静位移现象。

图 7.7、7.8 显示 ρ_{xy} 相位为正，而 ρ_{yx} 相位为负。

对所有测点进行分析得到如下图像：

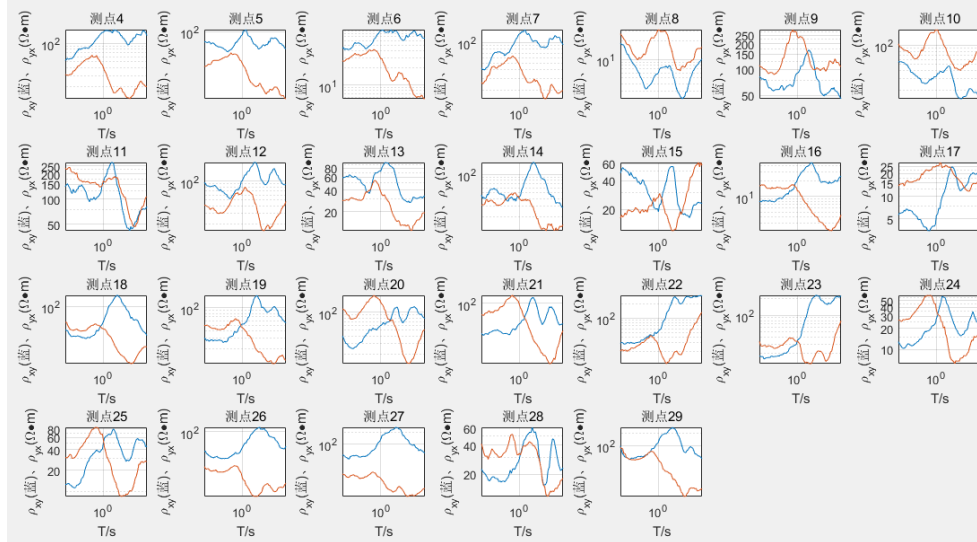


图 7.9 所有测点的视电阻率曲线图

图 7.9 显示除测点 8、14、18、22、29 外，绝大多数测点均存在明显的静位移现象，并且与测点 4 相似的，4-29 测点都显示出在一定深度出现视电阻率极大值的现象。这为下一步静位移校正及资料解释提供了依据。

(3) 电测深剖面图：

在分析每个测点数据特征的基础上，我们将整条测线上所有测点的 ρ_{xy} 、 ρ_{yx} 、 φ_{xy} 、 φ_{yx} 的信息分别显示在四张图像上，得到如下结果：

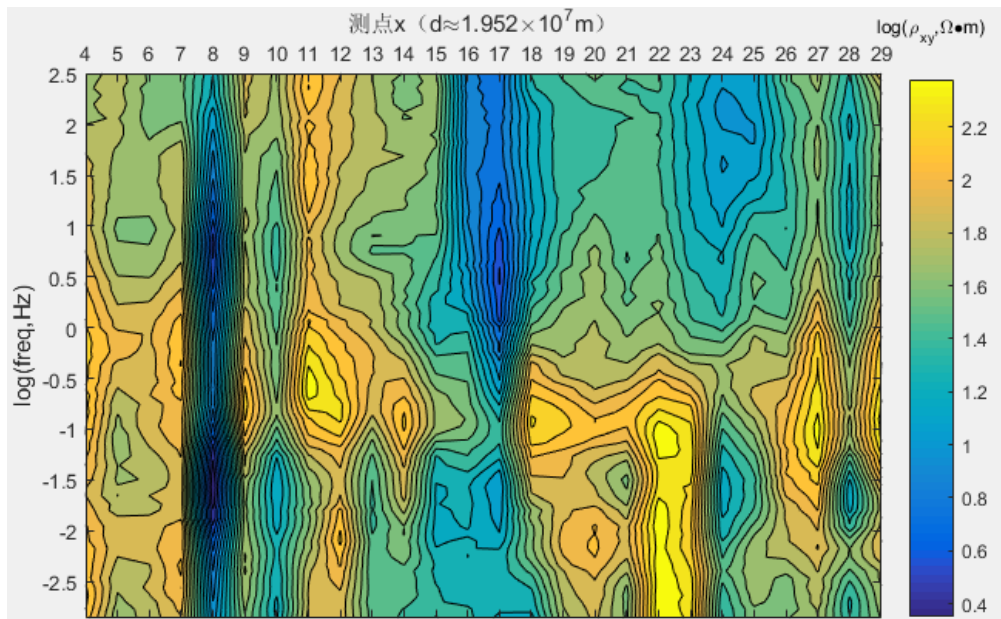


图 7.10 测线 b5 ρ_{xy} 视电阻率剖面图

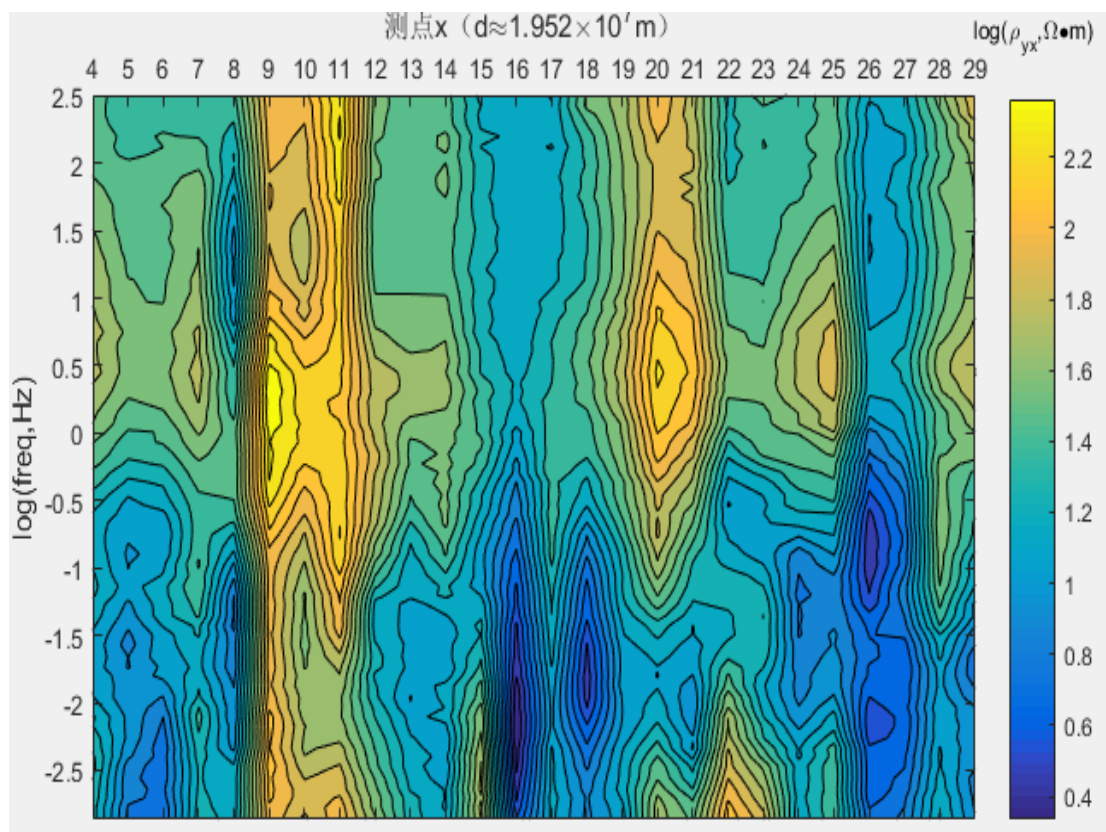


图 7.11 测线 b5 ρ_{yx} 视电阻率剖面图

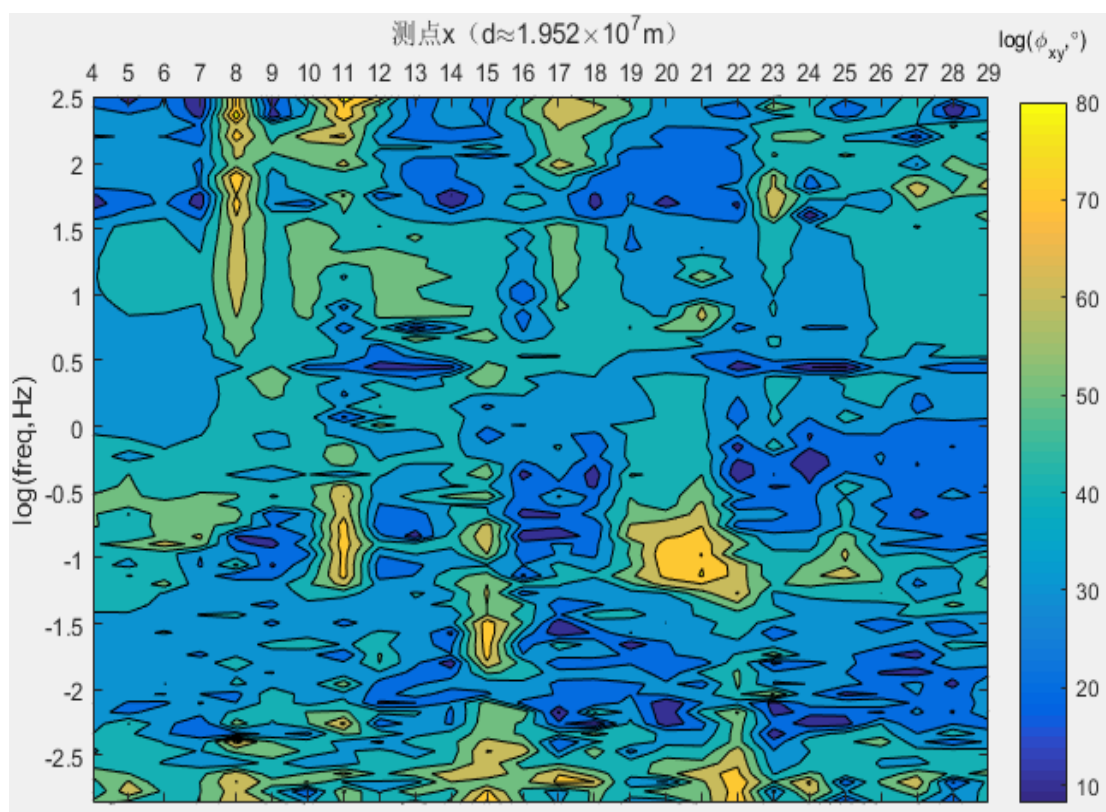


图 7.12 测线 b5 ϕ_{xy} 相位剖面图

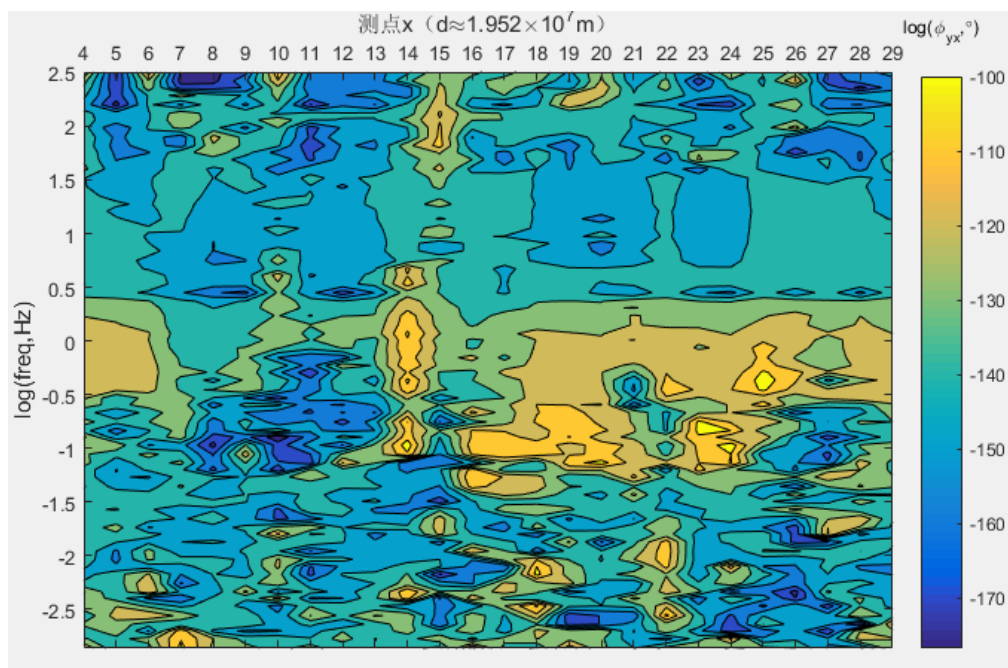
图 7.13 测线 b5 φ_{yx} 相位剖面图

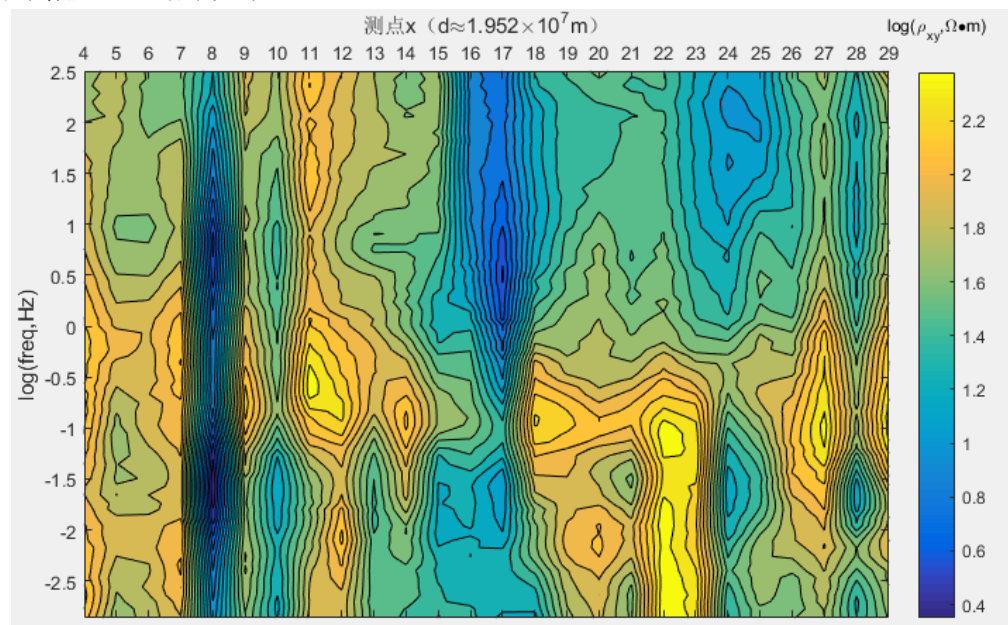
图 7.10、7.11 显示出“挂面条”的图像特征，这说明了图像内横向数据点间存在值得突变现象，这正是静位移效应所造成的结果，这样的数据是不能直接用来数据处理与解释的，因此要进行静位移的校正处理。这与每个测点单独分析时所得到的结论是一致的。

图 7.12、7.13 显示了剖面上的相位分布特征，可以看出它们并不受静位移效应的影响。

(4) 静位移校正：

由于静位移效应导致数据不能直接进行处理，因此我们要首先对数据进行静位移校正，静位移校正有多种方法，以下是采用统计平均法进行静位移校正。

①**五点均值滤波：**统计平均法的一种，对每个数据点采用“十”字型均值滤波，对边界不做处理，结果如下：

图 7.14 ρ_{xy} 校正前

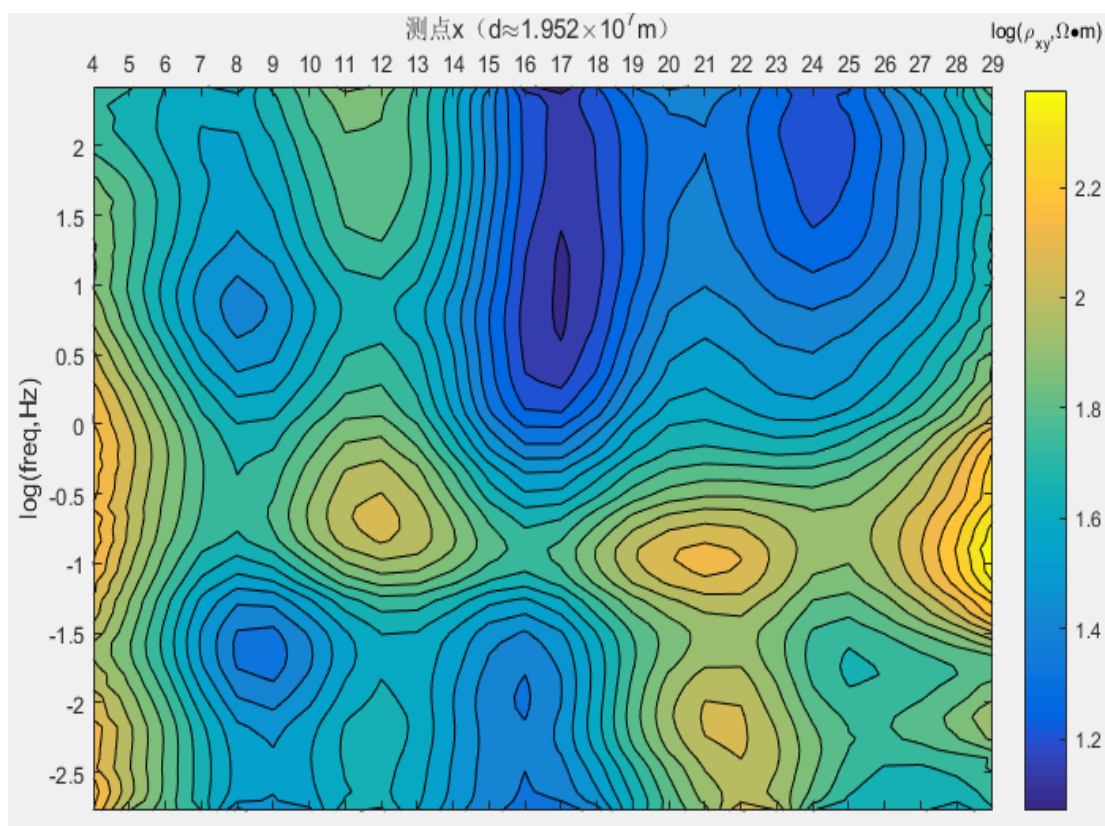


图 7.15 6 次五点均值滤波校正后 ρ_{xy} 剖面图

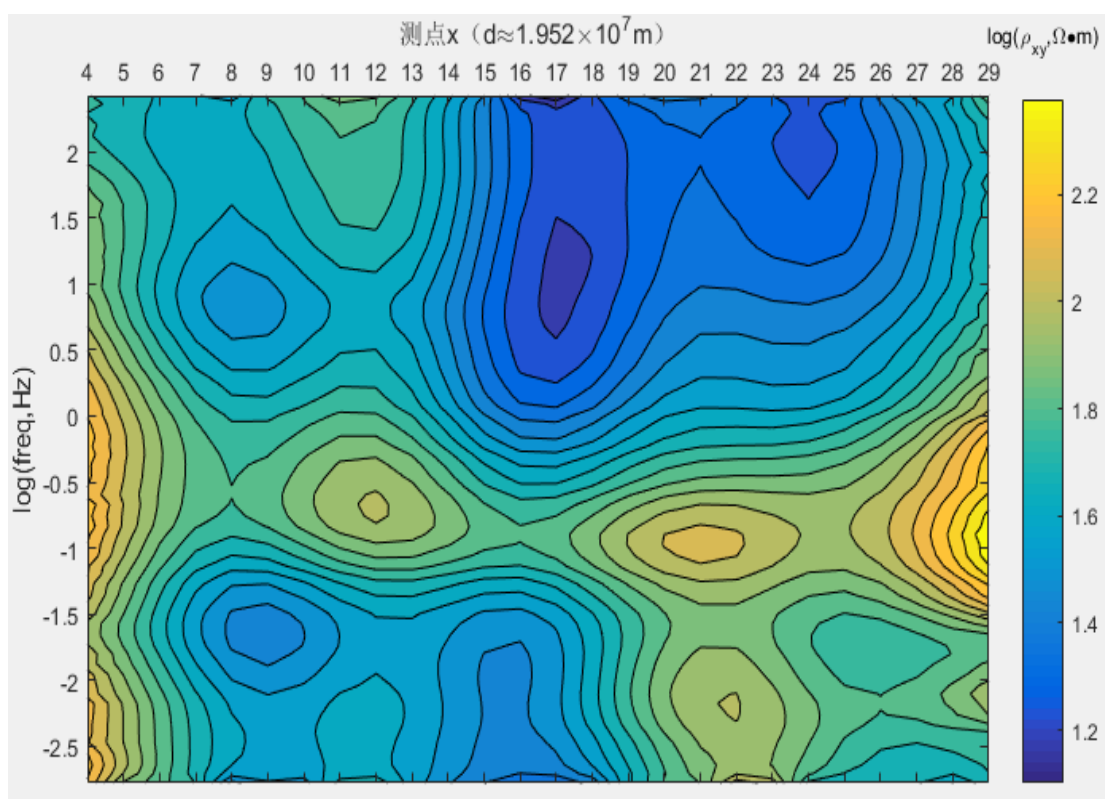


图 7.16 10 次五点均值滤波校正后 ρ_{xy} 剖面图

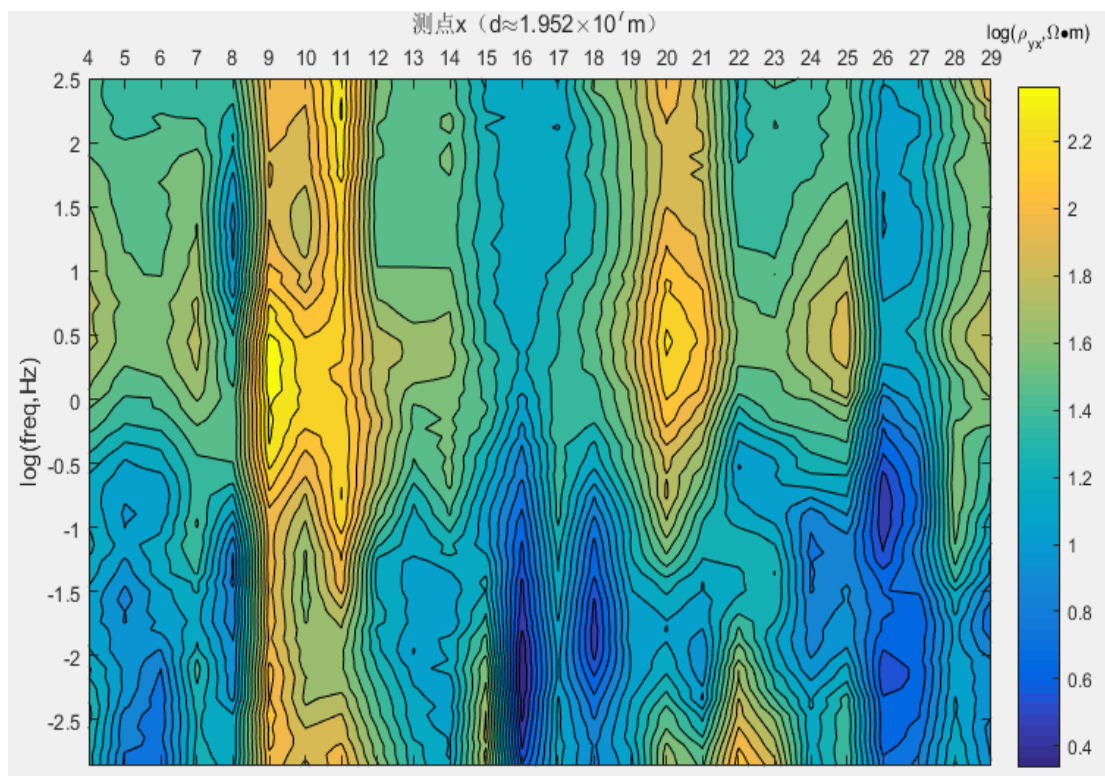


图 7.17 ρ_{yx} 校正前

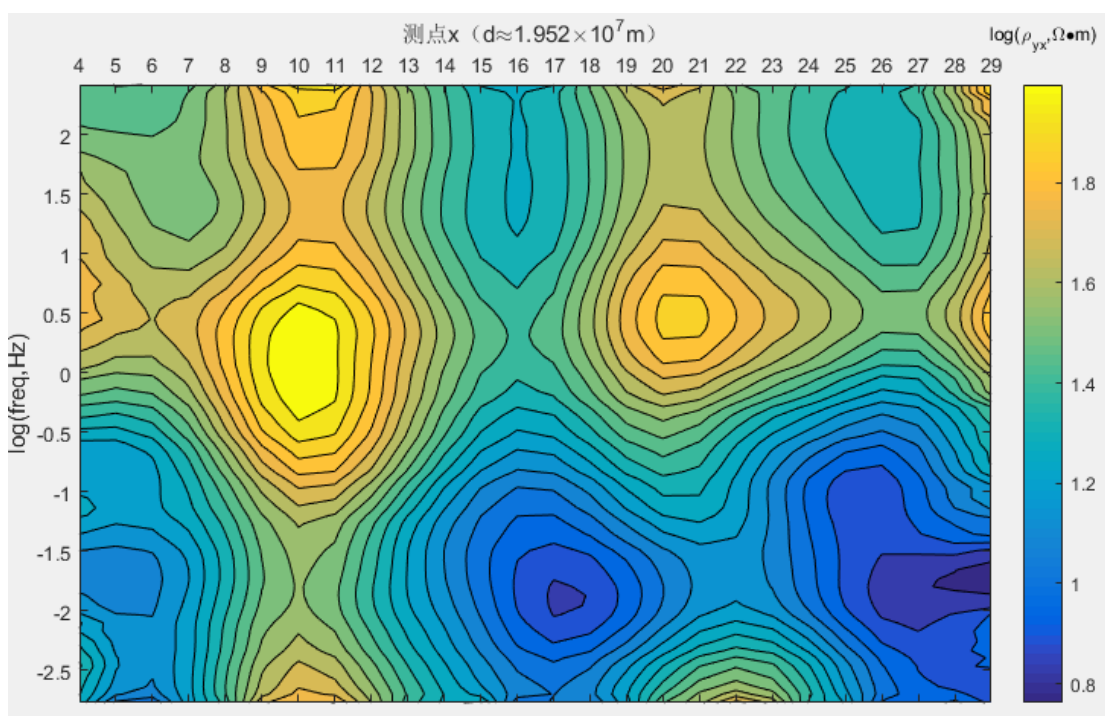


图 7.18 6 次五点均值滤波校正后 ρ_{yx} 剖面图

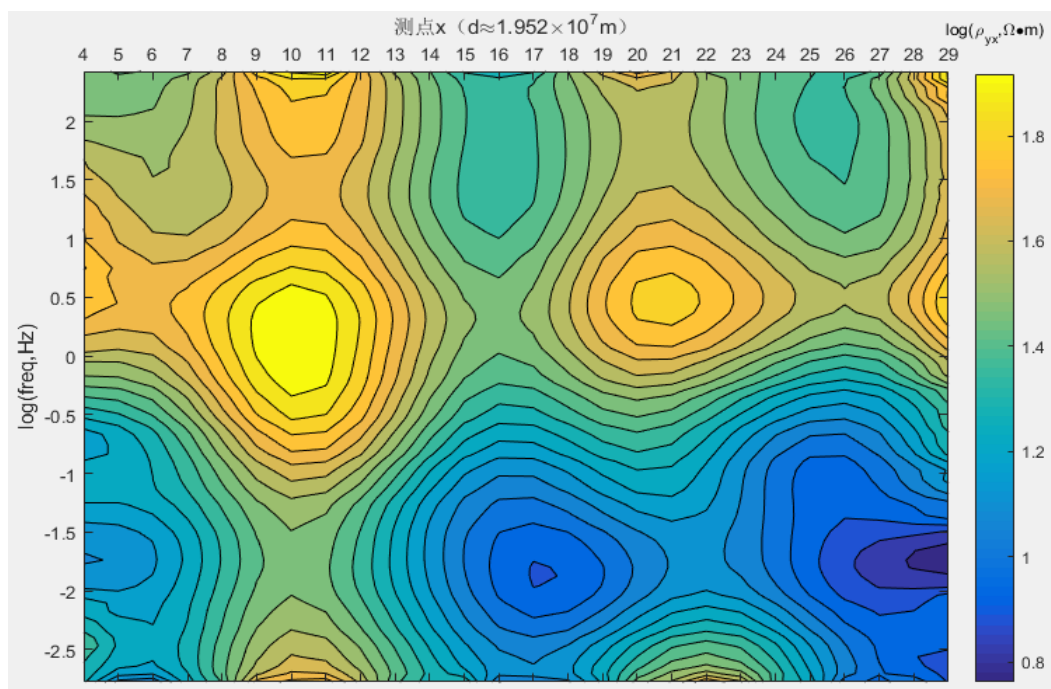
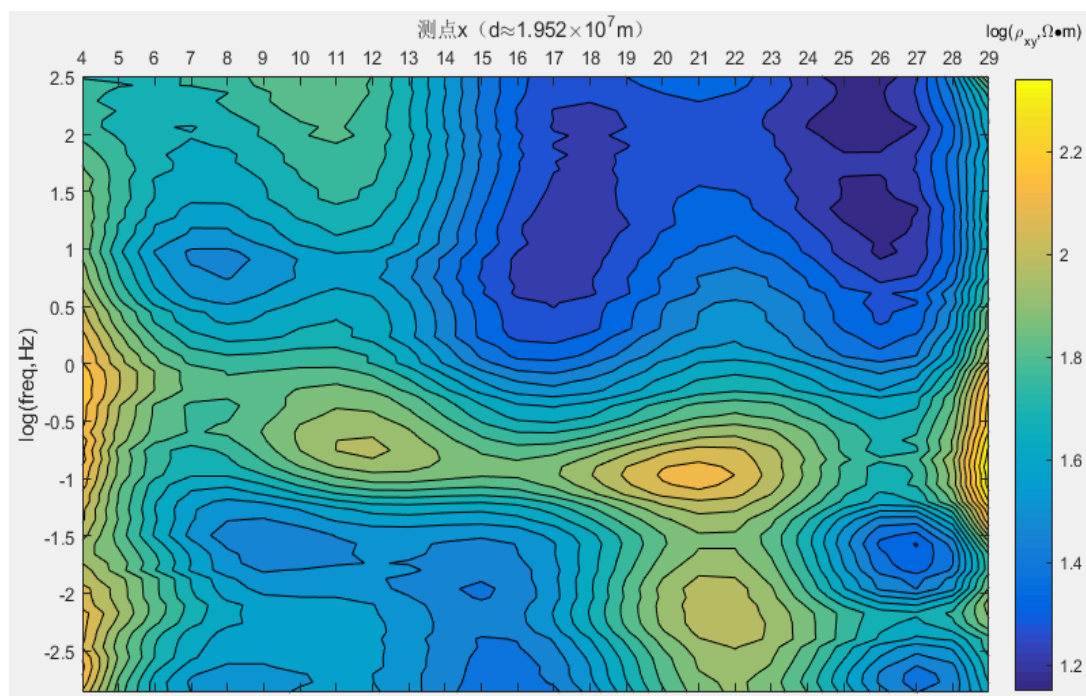
图 7.19 10 次五点均值滤波校正后 ρ_{yx} 剖面图

图 7.15、7.16 与图 7.14 对比以及图 7.18、7.19 与图 7.17 对比显示，经过五点均值滤波校正之后，视电阻率图像的“挂面条”现象消失了，这样就可以对视电阻率数据进行进一步处理与解释了。

同时， ρ_{xy} 、 ρ_{yx} 剖面图均显示，从深部到中部有一高阻体存在，二者对应很好，这也与前面提及的在一定深度存在高阻体侵入的推断相符合。

②五点三次平滑滤波：统计平均法的一种，对每个频点的所有测点的视电阻率做五点三次平滑滤波，结果如下：

图 7.20 50 次五点三次平滑滤波校正后 ρ_{xy} 剖面图

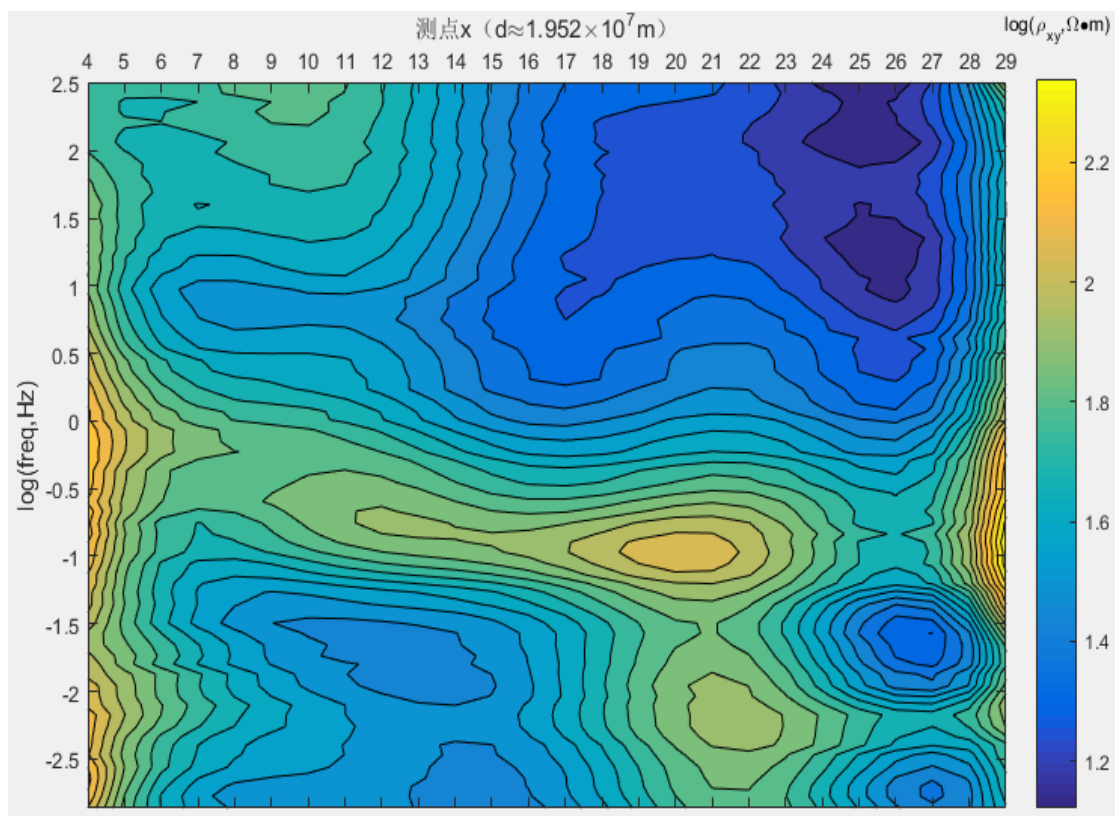


图 7.21 100 次五点三次平滑滤波校正后 ρ_{xy} 剖面图

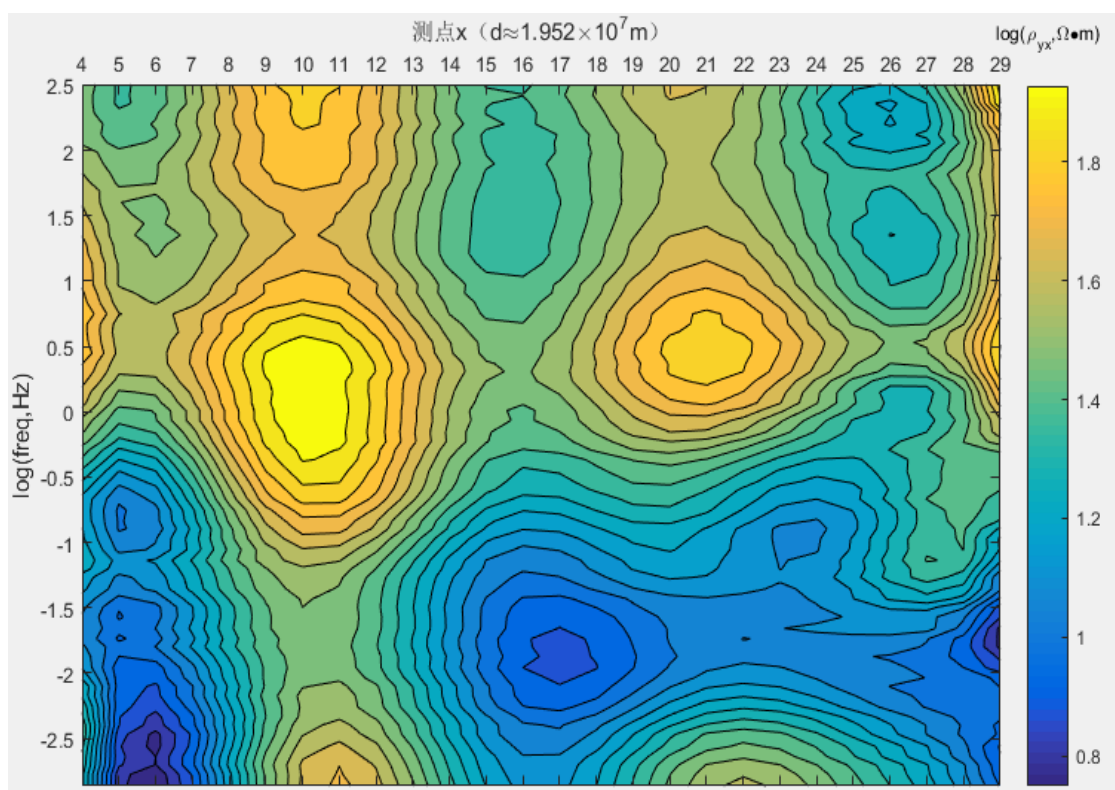


图 7.22 50 次五点三次平滑滤波校正后 ρ_{yx} 剖面图

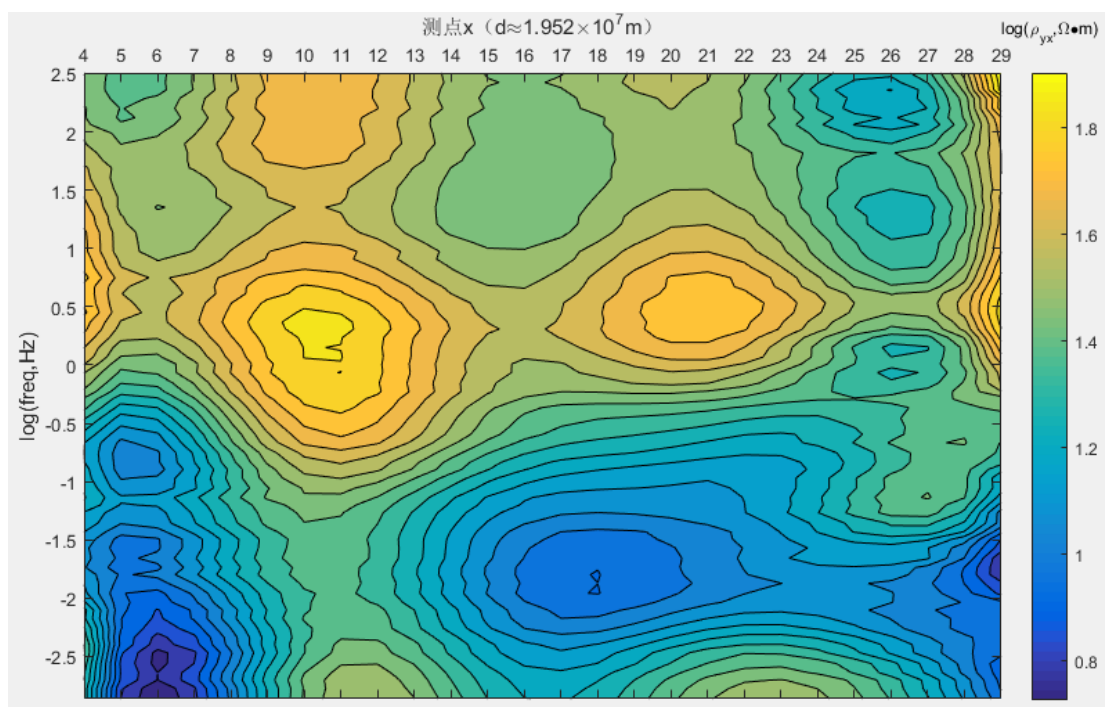


图 7.23 100 次五点三次平滑滤波校正后 ρ_{yx} 剖面图

图 7.20、7.21、7.22、7.23 与图 7.15、7.16、7.18、7.19 基本一致，静位移现象得到了校正，两种方法结果对应很好。

两种方法校正后的视电阻率图像均显示，从深部到中部有一高阻体存在。

■ 八、实验体会

本次实验主要学习了静位移产生的原理、电测深剖面数据的呈现，以及静位移校正的方法，收获十分丰富。

经过本次实验的学习，我认识到，大地电磁测深法测得的视电阻率会存在静位移现象，它是由于近地表不均匀性所导致的视电阻率首支发生平移的现象，由于静位移的存在，会使得视电阻率剖面图呈现出“挂面条”的现象，从而严重影响数据的处理解释。为此，我们对静位移进行了校正处理。

在对静位移进行校正的过程中，我采用了统计平均法中五点均值滤波和五点三次平滑滤波的方法进行校正，这两种方法相对简单，适合处理测点之间视电阻率曲线相似的情况，根据对各个测点视电阻率曲线特征的分析，我发现各个测点曲线之间存在一定的相似性，它们都体现了某一深度存在高阻体的现象。

对数据进行静位移校正之后，我得到了 ρ_{xy} 、 ρ_{yx} 的校正图像，两种方法的相似程度极高，这印证了两种方法是正确的，并且，我们可以明显地看到从深部到中部有一高阻体存在，这与前面提及的在一定深度存在高阻体侵入的推断相符合，于是，我猜测改地区中深部-深部可能存在侵入岩侵入现象。

由于本次实习的时间很短暂，再加上我知识储备上的不足，可能我的结论并不准确，但在这次实习中我的收获还是十分丰富的。

■ 九、致谢

最后，我要感谢王老师的谆谆教诲，感谢助教的解释，感谢同学们的支持与帮助。

■ 附：程序代码

(1) 测线特征:

```
load zuo_biao %导入坐标数据
x=zuo_biao(:,1);y=zuo_biao(:,2);h=zuo_biao(:,3); %获得 X、Y、H 分量
X=min(x):0.1:max(x);Hx=spline(x,h,X); %插值
Y=min(y):0.1:max(y);Hy=spline(y,h,Y); %插值
%绘制测线三维立体图
figure;set(gcf,'outerposition',get(0,'screensize'));
subplot(2,2,1);plot3(x,y,h,'o-');grid on;
xlabel('X/m');ylabel('Y/m');zlabel('H/m');axis([min(x) max(x) min(y) max(y)
min(h) max(h)])
%绘制测线 XH 平面地势图
subplot(2,2,2);plot(x,h,'o');grid on;legend('测点 1-29','Location','best');
hold on;plot(X,Hx,'b-');
title('测线 b5 正视图, XH 平面');axis([min(X) max(X) min(Hx)
max(Hx)]);xlabel('X/m');ylabel('H/m');
%绘制测线水平投影图
subplot(2,2,3);plot(x,y,'o-');grid on;legend('测点 1-29','Location','best');
title('测线 b5 俯视图, XY 平面');axis([min(X) max(X) min(Y)
max(Y)]);xlabel('X/m');ylabel('Y/m');
%绘制测线 YH 平面地势图
subplot(2,2,4);plot(y,h,'o');grid on;legend('测点 1-29','Location','best');
hold on;plot(Y,Hy,'b-');
title('测线 b5 左视图, YH 平面');axis([min(Y) max(Y) min(Hy)
max(Hy)]);xlabel('Y/m');ylabel('H/m');
set(gca,'xdir','reverse');
```

(2) 测点特征:

```
c=4; %测点编号
load rho_xy;load rho_yx;load freq;load phi_xy;load phi_yx;%导入数据
T=freq.^(-1);%计算周期
rho_xy=rho_xy(:,c-3);%获得测点 rho_xy
phi_xy=phi_xy(:,c-3);%获得测点 rho_yx
rho_yx=rho_yx(:,c-3);%获得测点 phi_xy
phi_yx=phi_yx(:,c-3);%获得测点 phi_yx
%绘制视电阻率曲线图
figure;
```

```

loglog(T, rho_xy);grid on;hold
on;loglog(T, rho_yx);xlabel('T/s');ylabel('\rho_{xy}、\rho_{yx}(\Omega\bullet)');
legend('\rho_{xy}', '\rho_{yx}', 'Location', 'best');
axis([min(T) max(T) min(min(rho_xy), min(rho_yx)) max(max(rho_xy), max(rho_yx))])
%绘制频率图
figure;
semilogy(freq);grid on;
ylabel('freq/Hz');axis([1 length(freq) min(freq) max(freq)]);
%绘制 phi_xy 相位图
figure;
semilogx(T, phi_xy);grid on;
xlabel('T/s');ylabel('\phi_{xy}(\circ)');
axis([min(T) max(T) min(phi_xy) max(phi_xy)])
%绘制 phi_yx 相位图
figure;
semilogx(T, phi_yx);grid on;
xlabel('T/s');ylabel('\phi_{yx}(\circ)');
axis([min(T) max(T) min(phi_yx) max(phi_yx)])

```

(3) 电测深剖面:

```

load d;load freq;load rho_xy;load rho_yx;load phi_xy;load phi_yx;%导入数据
x=d;%测点横坐标位置
freq=log10(freq);%频率取对数
rho_xy=log10(rho_xy);%rho_xy 取对数
rho_yx=log10(rho_yx);%rho_yx 取对数
[d, freq]=meshgrid(d, freq);%获得网格点
%绘制 rho_xy 剖面图
figure;
contourf(d, freq, rho_xy, 20);set(gca, 'axislocation', 'top');h=colorbar;
ylabel('log(freq, Hz)');xlabel('测点 x (d\approx1.952\times10^7m)');
set(get(h, 'title'), 'string', {'log(\rho_{xy}, \Omega\bullet)', ''});set(gca, 'XTick', x);
set(gca, 'xticklabel', {'4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16', ...
    , '17', '18', '19', '20', '21', '22', '23', '24', '25', '26', '27', '28', '29'});
%绘制 rho_yx 剖面图
figure;
contourf(d, freq, rho_yx, 20);set(gca, 'axislocation', 'top');h=colorbar;
ylabel('log(freq, Hz)');xlabel('测点 x (d\approx1.952\times10^7m)');
set(get(h, 'title'), 'string', {'log(\rho_{yx}, \Omega\bullet)', ''});set(gca, 'XTick', x);
set(gca, 'xticklabel', {'4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16', ...
    , '17', '18', '19', '20', '21', '22', '23', '24', '25', '26', '27', '28', '29'});

```

```

        , '17', '18', '19', '20', '21', '22', '23', '24', '25', '26', '27', '28', '29'});
%绘制 phi_xy 剖面图
figure;
contourf(d, freq, phi_xy); set(gca, 'axislocation', 'top'); h=colorbar;
ylabel('log(freq, Hz)'); xlabel('测点 x (d\approx 1.952\times 10^7 m)');
set(get(h, 'title'), 'string', {'log(\phi_{xy}, \circ)', ''}); set(gca, 'XTick', x);
set(gca, 'xticklabel', {'4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16',
...
        , '17', '18', '19', '20', '21', '22', '23', '24', '25', '26', '27', '28', '29'});
%绘制 phi_yx 剖面图
figure;
contourf(d, freq, phi_yx); set(gca, 'axislocation', 'top'); h=colorbar;
ylabel('log(freq, Hz)'); xlabel('测点 x (d\approx 1.952\times 10^7 m)');
set(get(h, 'title'), 'string', {'log(\phi_{yx}, \circ)', ''}); set(gca, 'XTick', x);
set(gca, 'xticklabel', {'4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16',
...
        , '17', '18', '19', '20', '21', '22', '23', '24', '25', '26', '27', '28', '29'});

```

(4) 静位移校正:

① 五点均值滤波:

```

load d; load freq; load rho_xy; load rho_yx; %导入数据
x=d; %测点横坐标位置
freq=log10(freq); %频率取对数
rho_xy=log10(rho_xy); %rho_xy 取对数
rho_yx=log10(rho_yx); %rho_yx 取对数
%绘制校正前 rho_xy 剖面图
figure;
contourf(d, freq, rho_xy, 20); set(gca, 'axislocation', 'top'); h=colorbar;
ylabel('log(freq, Hz)'); xlabel('测点 x (d\approx 1.952\times 10^7 m)');
set(get(h, 'title'), 'string', {'log(\rho_{xy}, \Omega\bullet)', ''}); set(gca, 'XTick', x);
set(gca, 'xticklabel', {'4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16',
...
        , '17', '18', '19', '20', '21', '22', '23', '24', '25', '26', '27', '28', '29'});
%绘制校正前 rho_yx 剖面图
figure;
contourf(d, freq, rho_yx, 20); set(gca, 'axislocation', 'top'); h=colorbar;
ylabel('log(freq, Hz)'); xlabel('测点 x (d\approx 1.952\times 10^7 m)');
set(get(h, 'title'), 'string', {'log(\rho_{yx}, \Omega\bullet)', ''}); set(gca, 'XTick', x);
set(gca, 'xticklabel', {'4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16',
...
        , '17', '18', '19', '20', '21', '22', '23', '24', '25', '26', '27', '28', '29'});
%均值滤波

```

```

c=10;%滤波次数
for k=1:c
    r_xy=rho_xy;
    r_yx=rho_yx;
    for i=2:71
        for j=2:25
            w=[r_xy(i-1,j),r_xy(i,j-1:j+1),r_xy(i+1,j)];
            w1=[r_yx(i-1,j),r_yx(i,j-1:j+1),r_yx(i+1,j)];
            rho_xy(i,j)=mean(w);
            rho_yx(i,j)=mean(w1);
        end
    end
end
[d,freq]=meshgrid(d,freq);%生成网格点
%绘制校正后 rho_xy 剖面图
figure;
contourf(d(2:71,:),freq(2:71,:),rho_xy(2:71,:),20);set(gca,'axislocation','top');h=colorbar;
ylabel('log(freq,Hz)');xlabel('测点 x (d\approx1.952\times10^7m)');
set(get(h,'title'),'string',{'log(\rho_{xy},\Omega\bullet)'});set(gca,'XTick',x);
set(gca,'xticklabel',{'4','5','6','7','8','9','10','11','12','13','14','15','16',...
    , '17','18','19','20','21','22','23','24','25','26','27','28','29'});
%绘制校正后 rho_yx 剖面图
figure;
contourf(d(2:71,2:25),freq(2:71,2:25),rho_yx(2:71,2:25),20);set(gca,'axislocation','top');h=colorbar;
ylabel('log(freq,Hz)');xlabel('测点 x (d\approx1.952\times10^7m)');
set(get(h,'title'),'string',{'log(\rho_{yx},\Omega\bullet)'});set(gca,'XTick',x);
set(gca,'xticklabel',{'4','5','6','7','8','9','10','11','12','13','14','15','16',...
    , '17','18','19','20','21','22','23','24','25','26','27','28','29'});

```

②五点三次平滑滤波:

```

load d;load freq;load rho_xy;load rho_yx;%导入数据
x=d;%测点横坐标位置
freq=log10(freq);%频率取对数
rho_xy=log10(rho_xy);%rho_xy 取对数
rho_yx=log10(rho_yx);%rho_yx 取对数
[d,freq]=meshgrid(d,freq);%计算网格点
%绘制校正前 rho_xy 剖面图
figure;

```

```

contourf(d,freq,rho_xy,20);set(gca,'axislocation','top');h=colorbar;
ylabel('log(freq,Hz)');xlabel('测点 x (d\approx1.952\times10^7m)');
set(get(h,'title'),'string',{'log(\rho_{xy},\Omega\bullet)'});set(gca,'XTick',x);
set(gca,'xticklabel',{'4','5','6','7','8','9','10','11','12','13','14','15','16',
...
,'17','18','19','20','21','22','23','24','25','26','27','28','29'});
%绘制校正前 rho_yx 剖面图
figure;
contourf(d,freq,rho_yx,20);set(gca,'axislocation','top');h=colorbar;
ylabel('log(freq,Hz)');xlabel('测点 x (d\approx1.952\times10^7m)');
set(get(h,'title'),'string',{'log(\rho_{yx},\Omega\bullet)'});set(gca,'XTick',x);
set(gca,'xticklabel',{'4','5','6','7','8','9','10','11','12','13','14','15','16',
...
,'17','18','19','20','21','22','23','24','25','26','27','28','29'});
%五点三次平滑滤波
c=100; %滤波次数
l=26; %测点数
r_xy=rho_xy;
r_yx=rho_yx;
for f=1:72
    for k=1:c
        r_xy(f,1) = (69*r_xy(f,1) +4*(r_xy(f,2) +r_xy(f,4)) -6*r_xy(f,3) -
r_xy(f,5)) /70;
        r_xy(f,2) = (2*(r_xy(f,1) +r_xy(f,5)) +27*r_xy(f,2) +12*r_xy(f,3) -
8*r_xy(f,4)) /35;
        r_yx(f,1) = (69*r_yx(f,1) +4*(r_yx(f,2) +r_yx(f,4)) -6*r_yx(f,3) -
r_yx(f,5)) /70;
        r_yx(f,2) = (2*(r_yx(f,1) +r_yx(f,5)) +27*r_yx(f,2) +12*r_yx(f,3) -
8*r_yx(f,4)) /35;
        for j=3:l-2
            r_xy(f,j) = (-3*(r_xy(f,j-2) +r_xy(f,j+2)) +12*(r_xy(f,j-1)
+r_xy(f,j+1)) +17*r_xy(f,j)) /35;
            r_yx(f,j) = (-3*(r_yx(f,j-2) +r_yx(f,j+2)) +12*(r_yx(f,j-1)
+r_yx(f,j+1)) +17*r_yx(f,j)) /35;
        end
        r_xy(f,l-1) = (2*(r_xy(f,1) +r_xy(f,l-4)) +27*r_xy(f,l-1) +12*r_xy(f,l-
2) -8*r_xy(f,l-3)) /35;
        r_xy(f,l) = (69*r_xy(f,1) +4*(r_xy(f,l-1) +r_xy(f,l-3)) -6*r_xy(f,l-2)
-r_xy(f,l-4)) /70;
        r_yx(f,l-1) = (2*(r_yx(f,1) +r_yx(f,l-4)) +27*r_yx(f,l-1) +12*r_yx(f,l-
2) -8*r_yx(f,l-3)) /35;
    end
end

```

```

        r_yx(f, l) = (69*r_yx(f, l) + 4* (r_yx(f, l-1) + r_yx(f, l-3)) - 6*r_yx(f, l-2)
        -r_yx(f, l-4)) / 70;
    end
end
%绘制校正后 rho_xy 剖面图
figure;
contourf(d, freq, r_xy, 20); set(gca, 'axislocation', 'top'); h=colorbar;
ylabel('log(freq, Hz)'); xlabel('测点 x (d\approx 1.952\times 10^7 m)');
set(get(h, 'title'), 'string', {'log(\rho_{xy}, \Omega\bullet)', ''}); set(gca, 'XTick', x);
set(gca, 'xticklabel', {'4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16',
    ...,
    '17', '18', '19', '20', '21', '22', '23', '24', '25', '26', '27', '28', '29'});
%绘制校正后 rho_yx 剖面图
figure;
contourf(d, freq, r_yx, 20); set(gca, 'axislocation', 'top'); h=colorbar;
ylabel('log(freq, Hz)'); xlabel('测点 x (d\approx 1.952\times 10^7 m)');
set(get(h, 'title'), 'string', {'log(\rho_{yx}, \Omega\bullet)', ''}); set(gca, 'XTick', x);
set(gca, 'xticklabel', {'4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16',
    ...,
    '17', '18', '19', '20', '21', '22', '23', '24', '25', '26', '27', '28', '29'});

```

参考文献:

- [1] 陈广涛. 大地电磁静态位移校正研究[J]. 科技与创新, 2015(17):82-82.
- [2] 杨婧, 肖宏跃, 蒋亚东, 等. 几种大地电磁测深资料静态位移校正方法的研究与应用[J]. 物探化探计算技术, 2015(2):187-192.