



Littoral Fault Zone
滨海断裂带
电性结构探测



南方科技大学
SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



地球与空间科学系
DEPARTMENT OF EARTH AND SPACE SCIENCES



Gravity, Electrical, Magnetic and
Electromagnetic Research at Southern
University of Science and Technology

珠三角地区地壳电阻率结构探测研究

杨迪琨^{1,2}, 冯绍庭¹, 姜峰³, 刘恋¹

¹ 南方科技大学

² 南方海洋科学与工程广东省实验室 (珠海)

³ 中国科学院南海海洋研究所

大科学装置与大模型交叉科学研讨会

2024年1月13日 广东江门



— 目 录 —

01 | 选题背景

02 | 研究方法

03 | 野外数据采集及处理

04 | 反演结果

05 | 讨论及展望

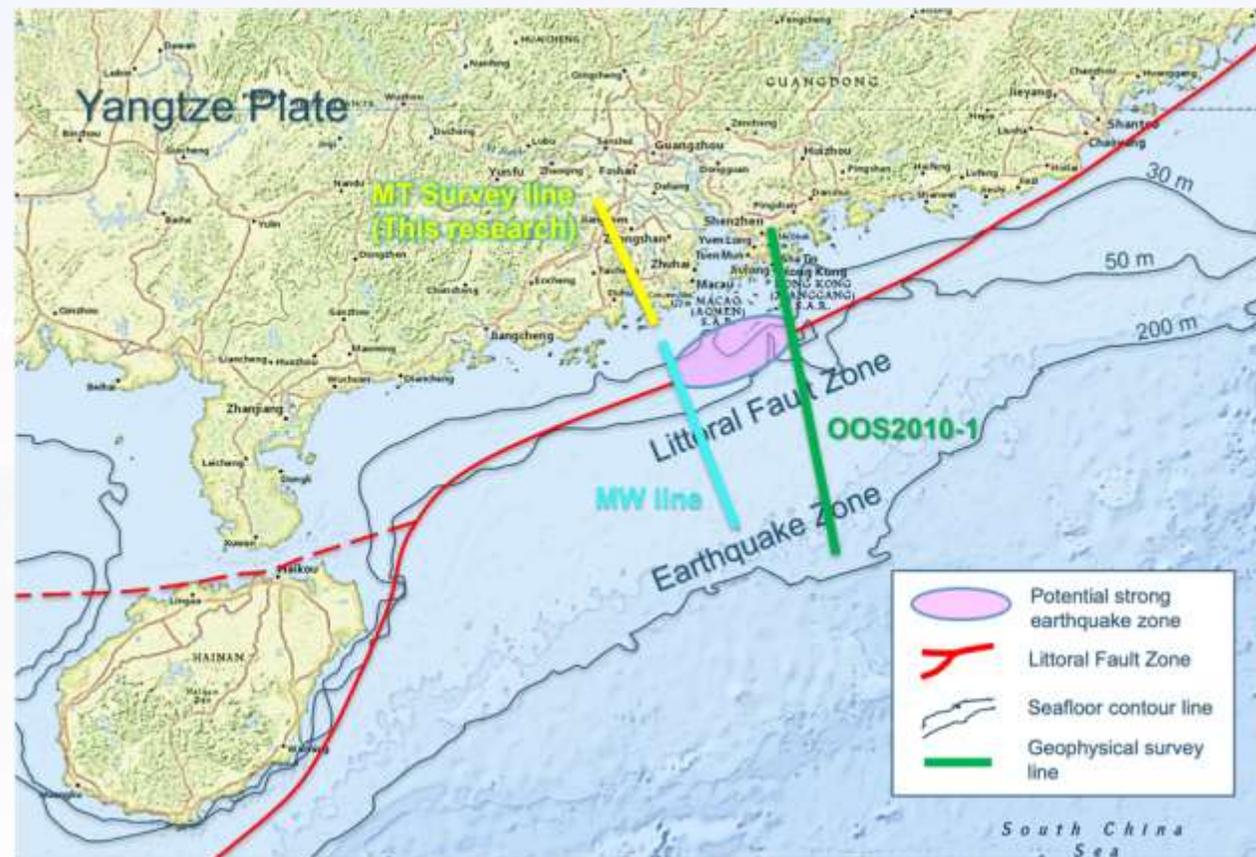
滨海断裂带 Littoral Fault Zone (LFZ)

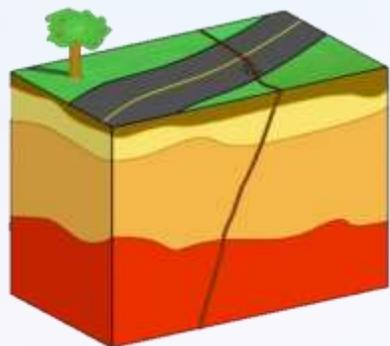
1. LFZ是什么？

- 大型断裂构造
- 南海扩张产物

2. LFZ在哪里？

- 华南大陆海岸线以南50公里
- 南海大陆架上
- 构造走向 // 海岸线

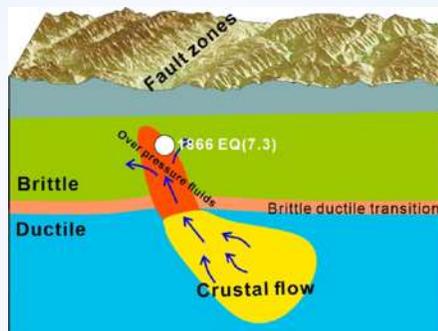




断裂构造



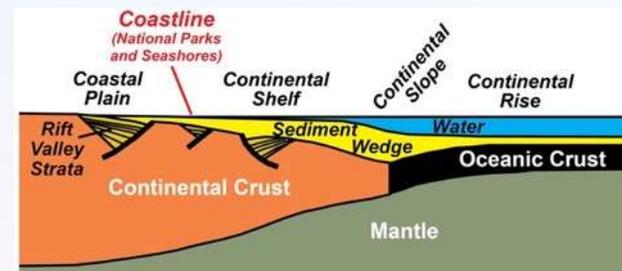
沿海工程：
跨海大桥、
海底隧道等



壳内软弱区



潜在控震及
海啸结构



南海扩张产物



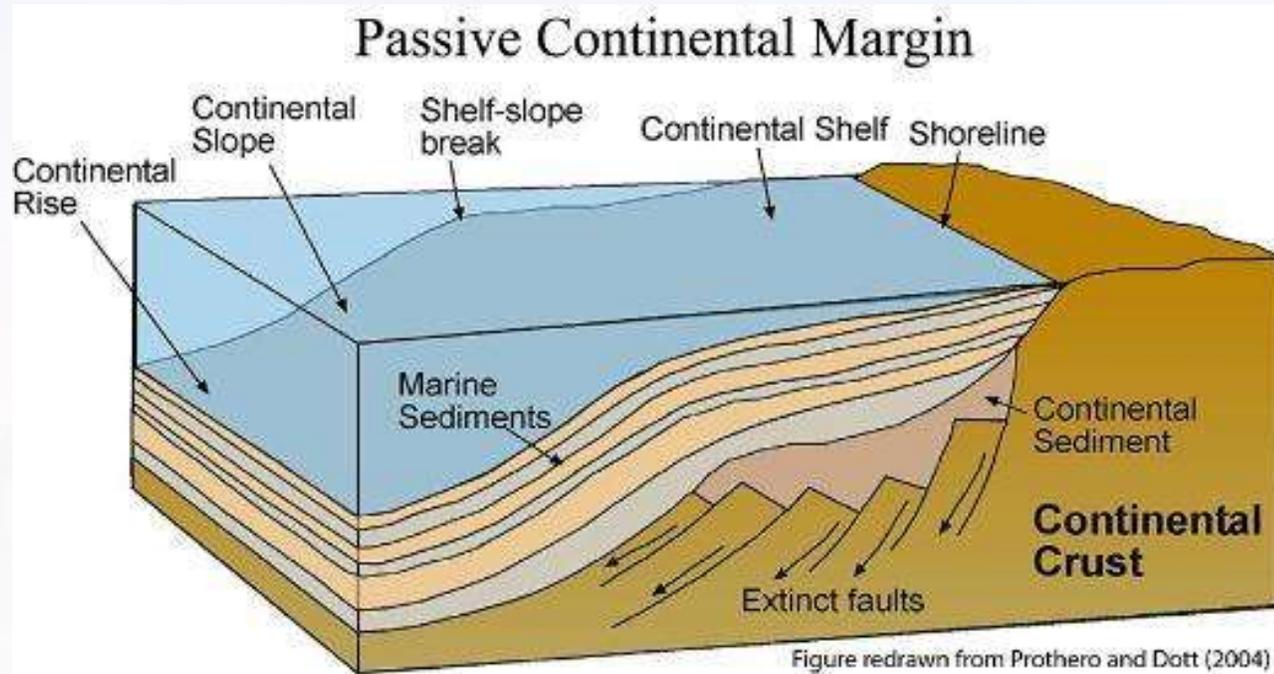
南海演化
历史
电性约束

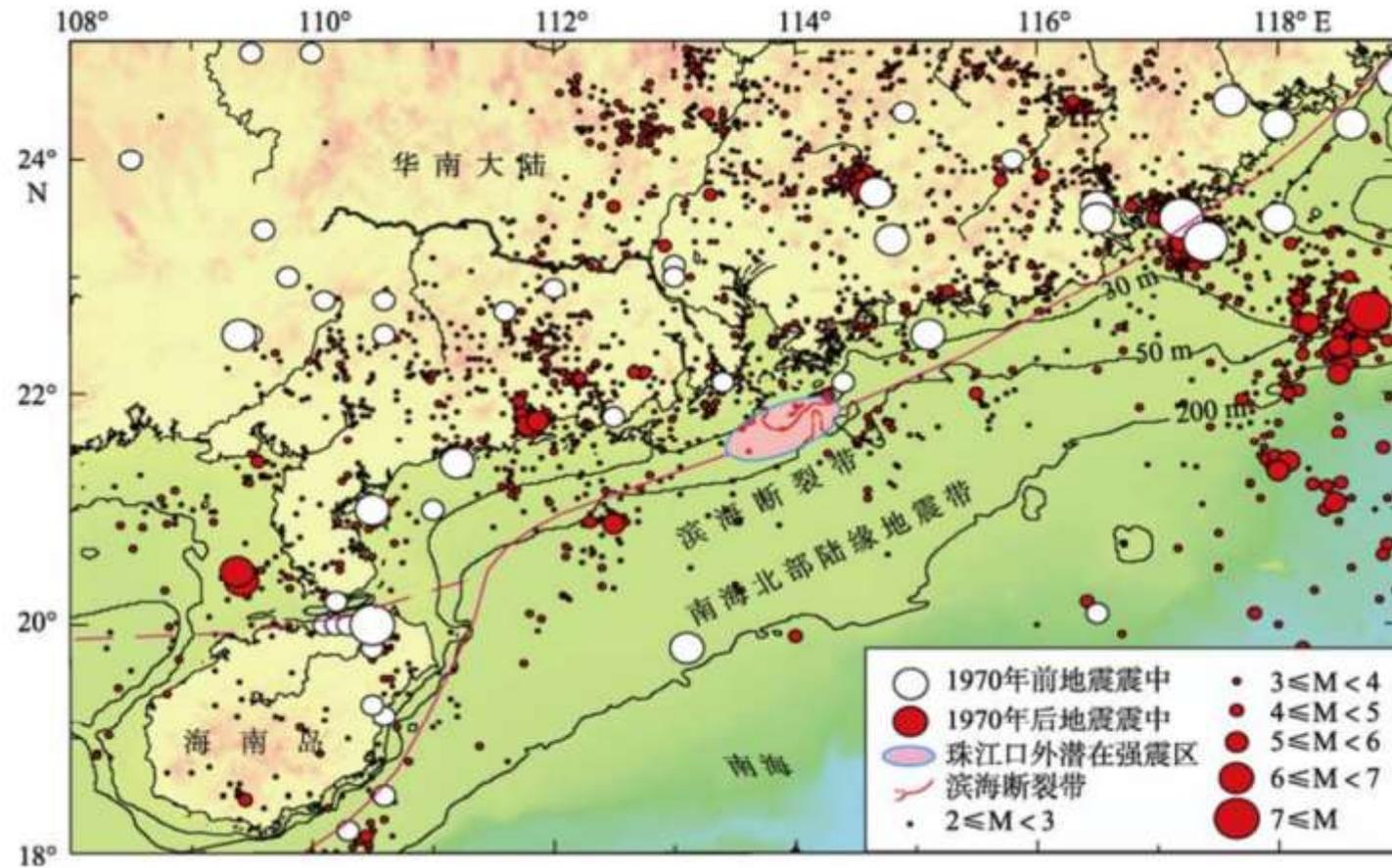
已知：

- 拉张环境，大量正断层
- 被动大陆边缘
- 大陆地壳缓慢减薄

未知、争论中：

- 南海北缘及邻区陆缘电性约束
- 扩张动力及机制
- 具体扩张形态及附属产物





- 地震

- 4次7级及以上
- 多次6级及以上
- 震源深度~10-15km

- 海啸

- 浪高可达20m

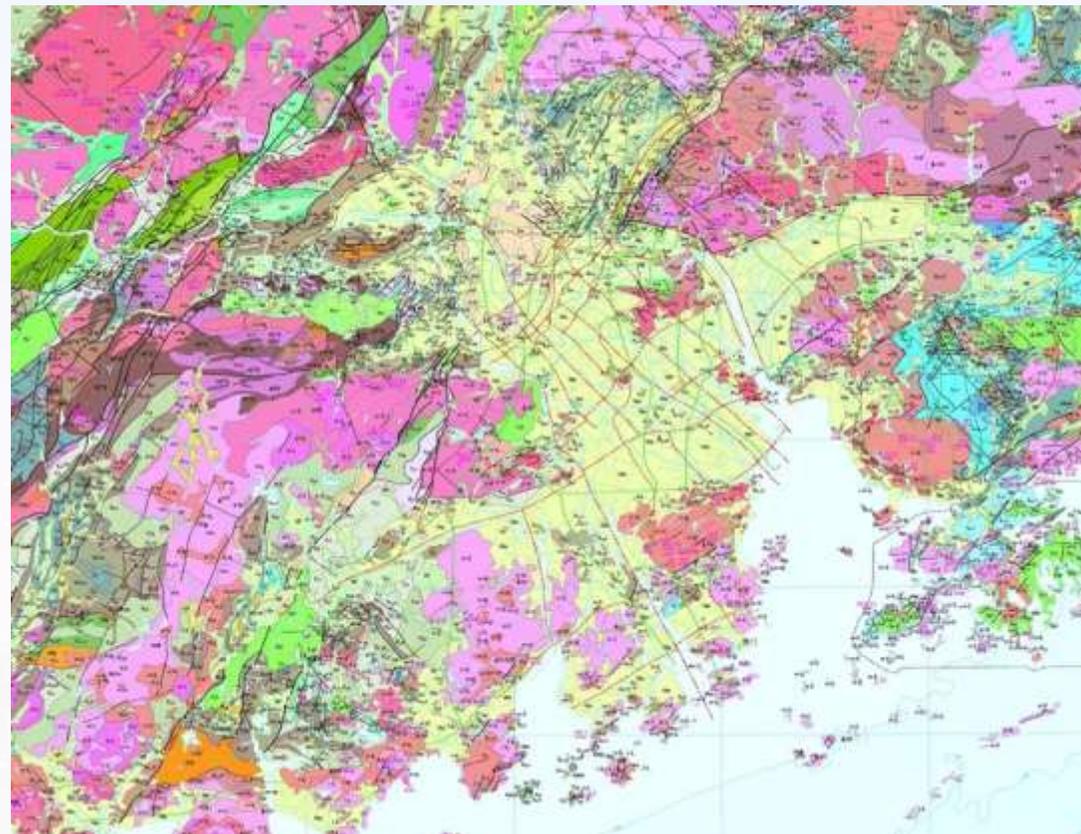
广东省地质图

➤ 基岩：花岗岩

- 部分侵入岩
- 存在风化程度较高的露头
- 高电阻率值

➤ 第四季沉积层

- 入海口附近
- 泥沙淤积，形态松散



$\eta\eta J_3^1$

Monzonitic granite

$\eta\eta K_2^1$

Monzonitic granite

Qhg

Guizhou formation

$\eta\eta T_3^3$

Monzonitic granite

$\eta\eta O_3$

Monzonitic granite

K_1b

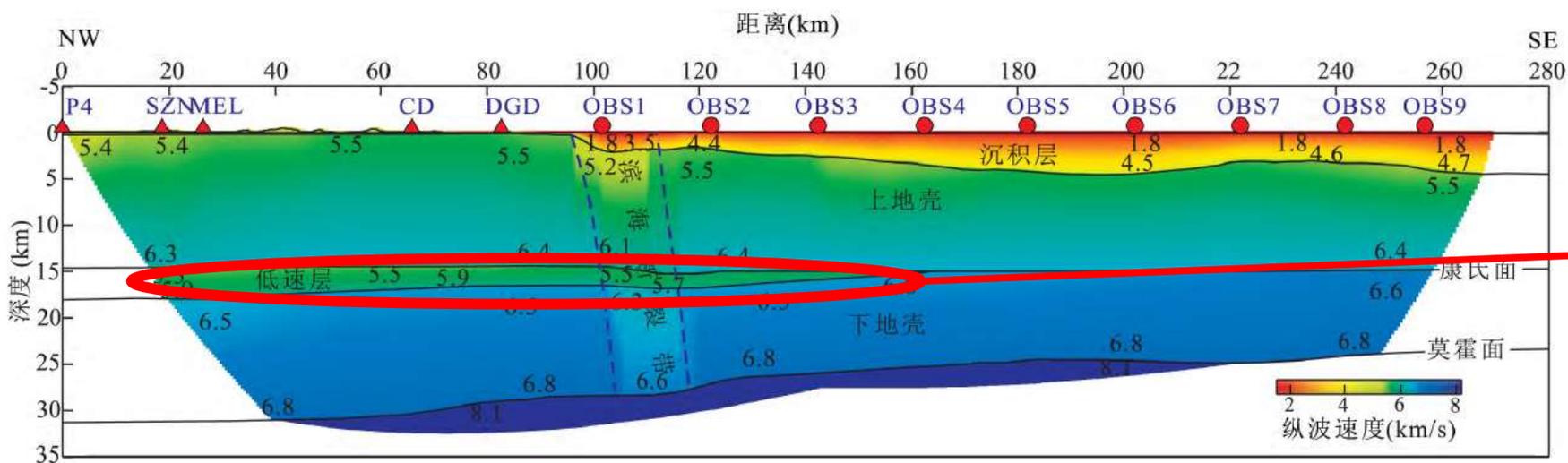
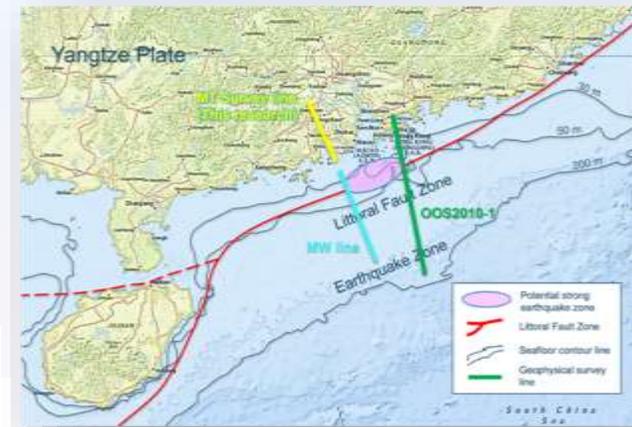
Baizhushan formation

$\eta\eta K_1^2$

Monzonitic granite

珠江口东侧海陆联测地震测线 OOS2010-1

反演波速模型：层状结构，15-20 km 低速层



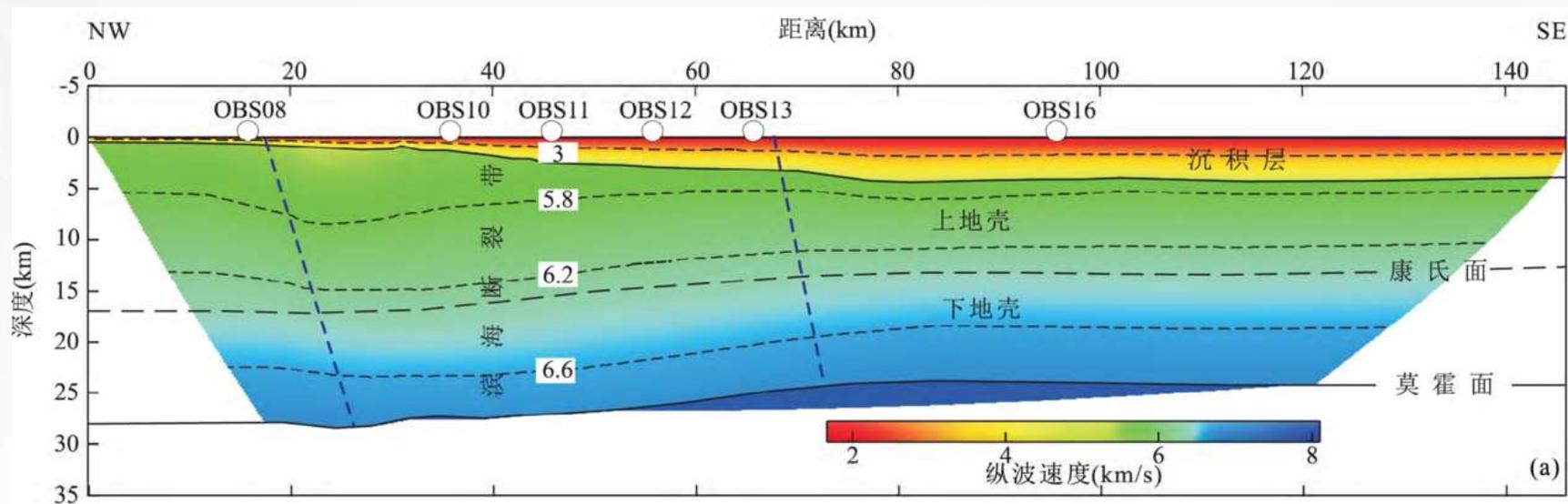
(Cao et al., 2014)

低速层

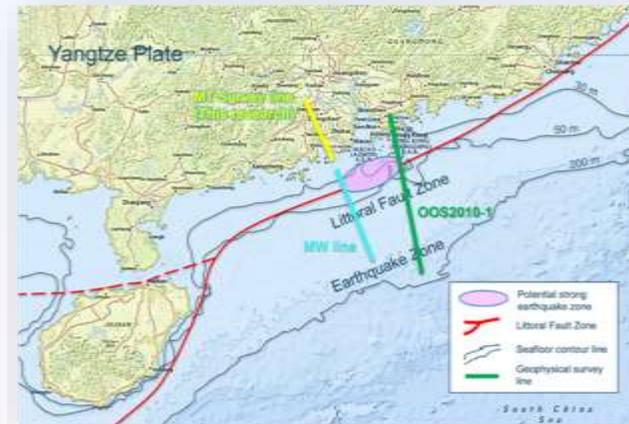
低阻

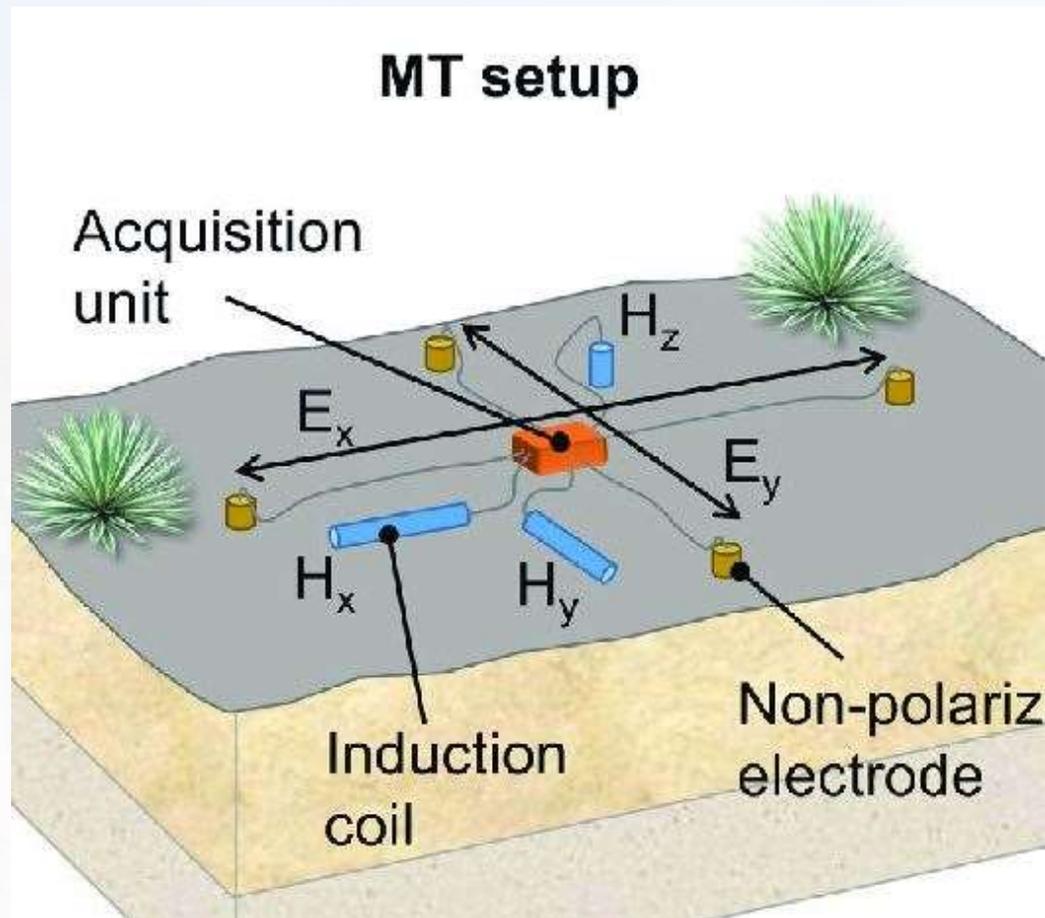
珠江口西侧海洋地震测线 MW Line

反演波速模型：层状结构



(Xiong et al., 2018)





$$\begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} \\ Z_{yx} & Z_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_x \\ H_y \end{bmatrix}$$

$$Z = \sum_{l=1}^m \alpha_l R_l(z_l)$$

$$Z = \frac{1}{(1+j)} \sqrt{\frac{2\omega\mu}{\sigma}}$$

ω - 角频率

μ - 磁导率

σ - 电导率

Z - 阻抗

E - 电场

H - 磁场

ModEM反演程序

求正则化电磁反演问题


$$\phi(m, d) = (d - f(m))^T C_d^{-1} (d - f(m)) + \nu (m - m_0)^T C_m^{-1} (m - m_0)$$

数据向量 d

数据误差 $(d - f(m))$

权重系数 ν

正则化项 $(m - m_0)^T C_m^{-1} (m - m_0)$

地下电导率 m

模型向量 m

正演响应 $f(m)$

参考模型 m_0



测线

- 测线垂直于LFZ走向
- 总长100 km
- 20个台站
- 5 km 台站间距

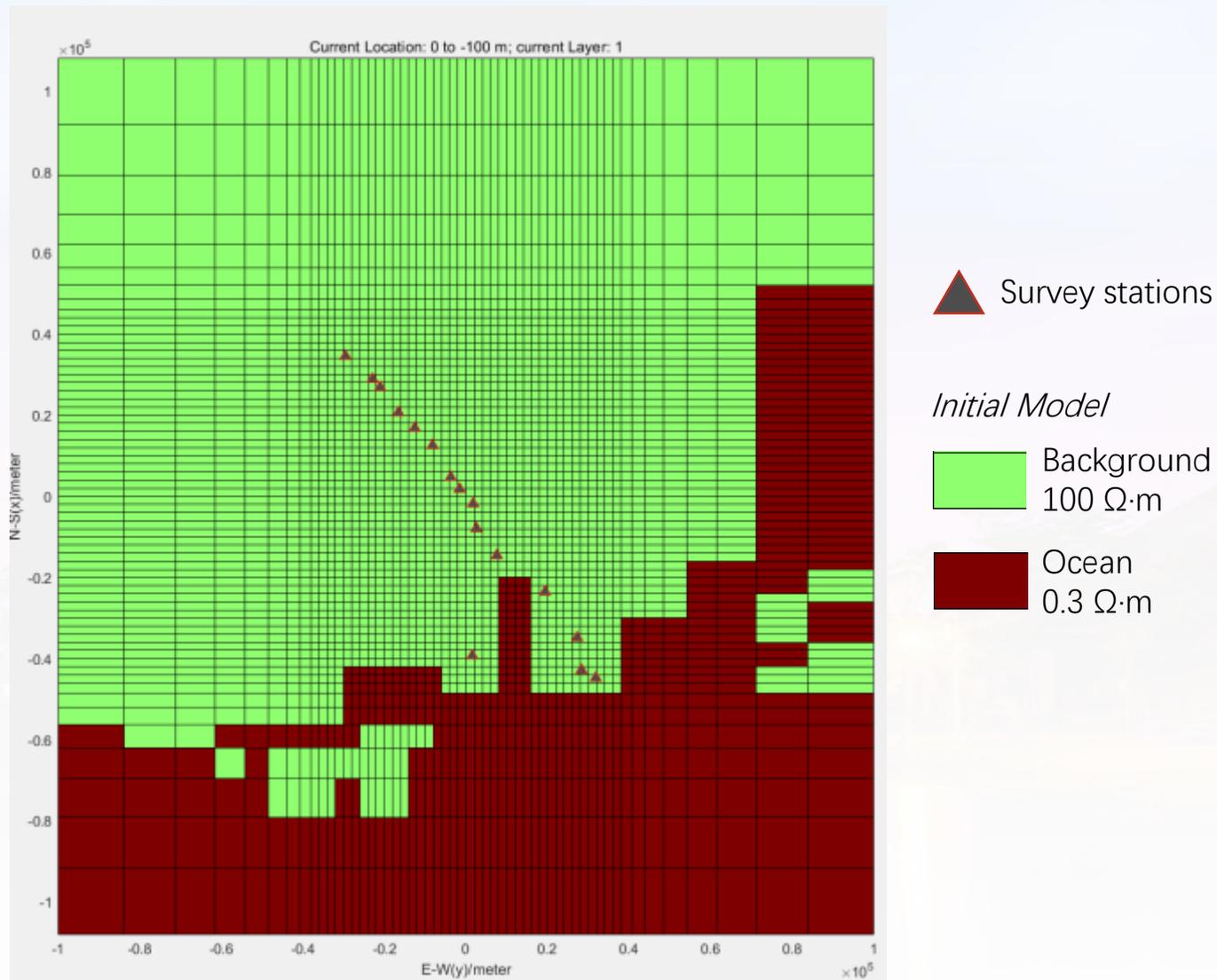
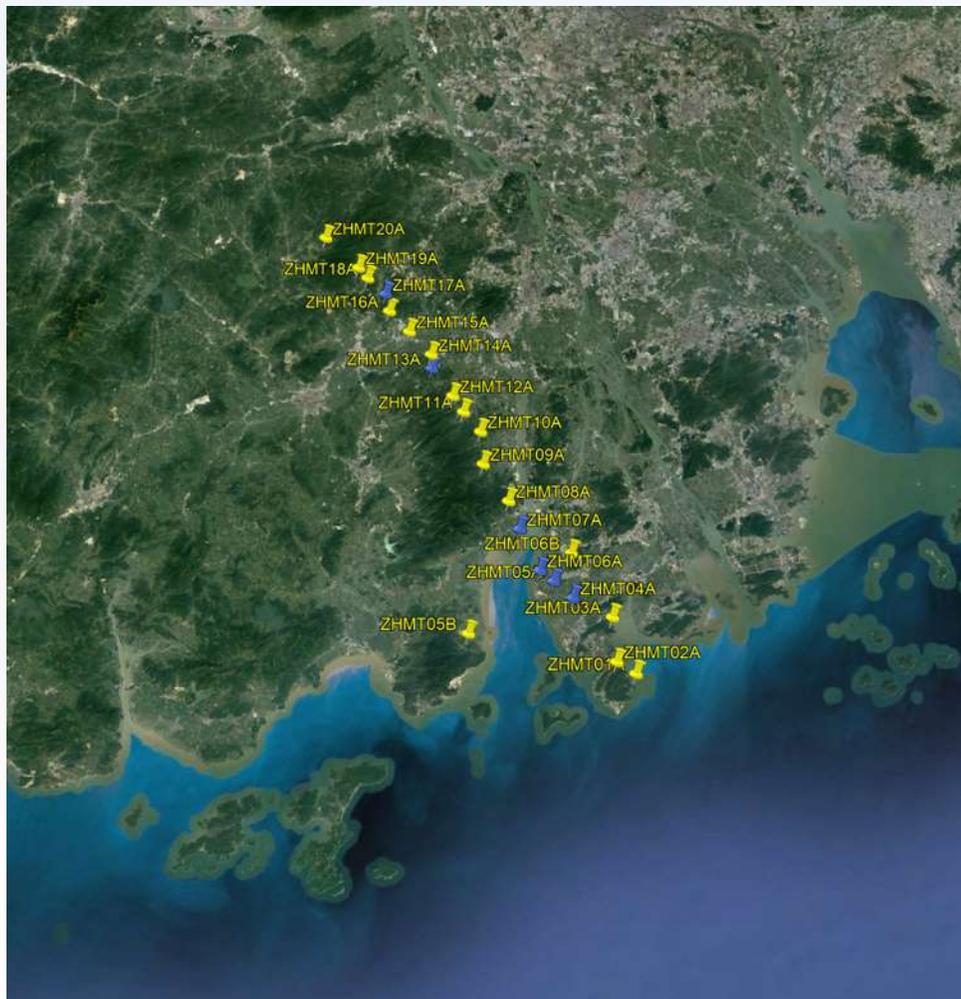
测点

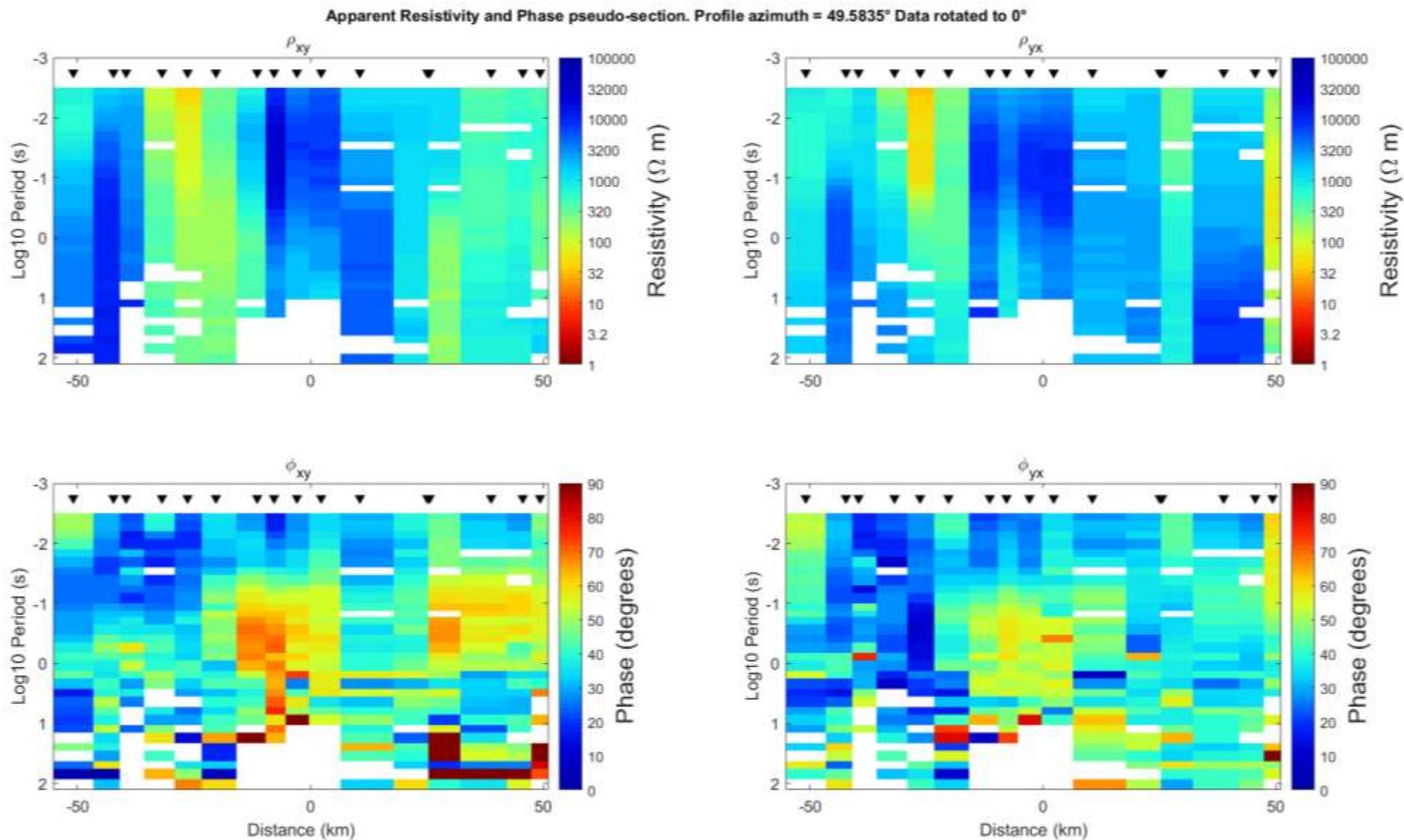
- 50 m 电极距
- 采样率：15 Hz, 240 Hz, 2400 Hz
- 采集时长：平均60小时
- 采集仪器：凤凰

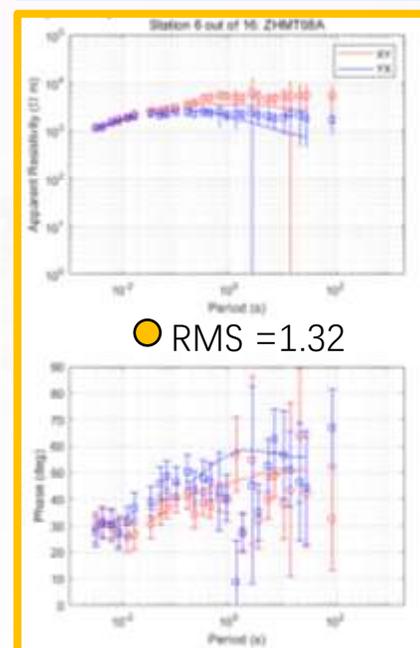
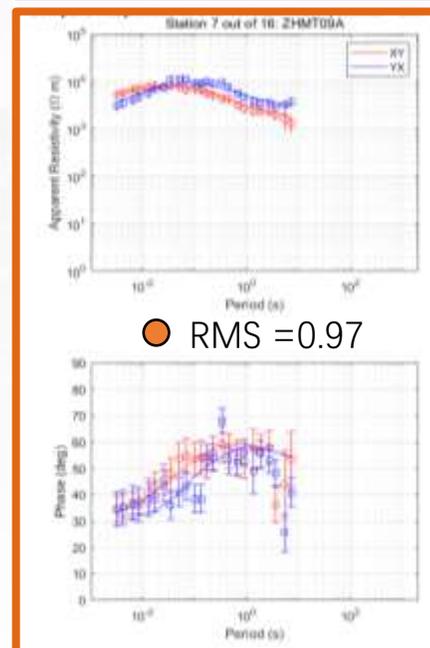
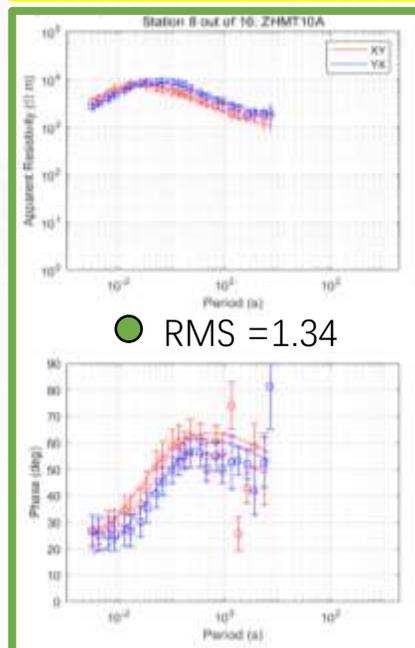
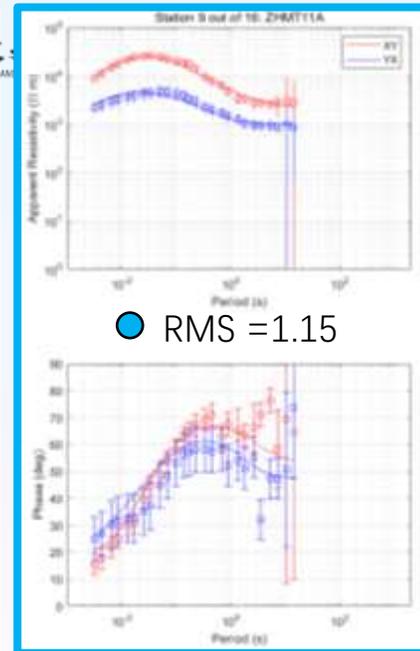
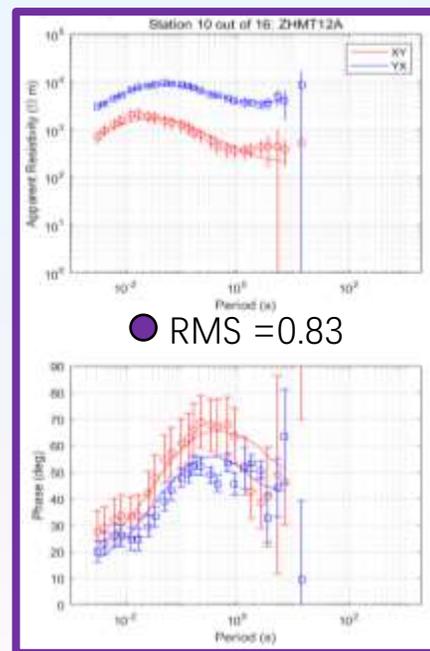
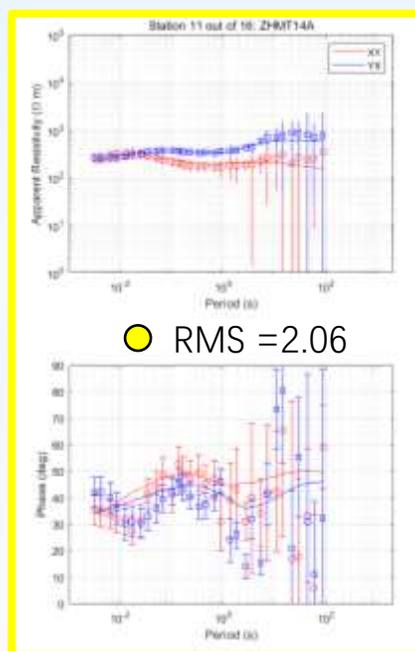
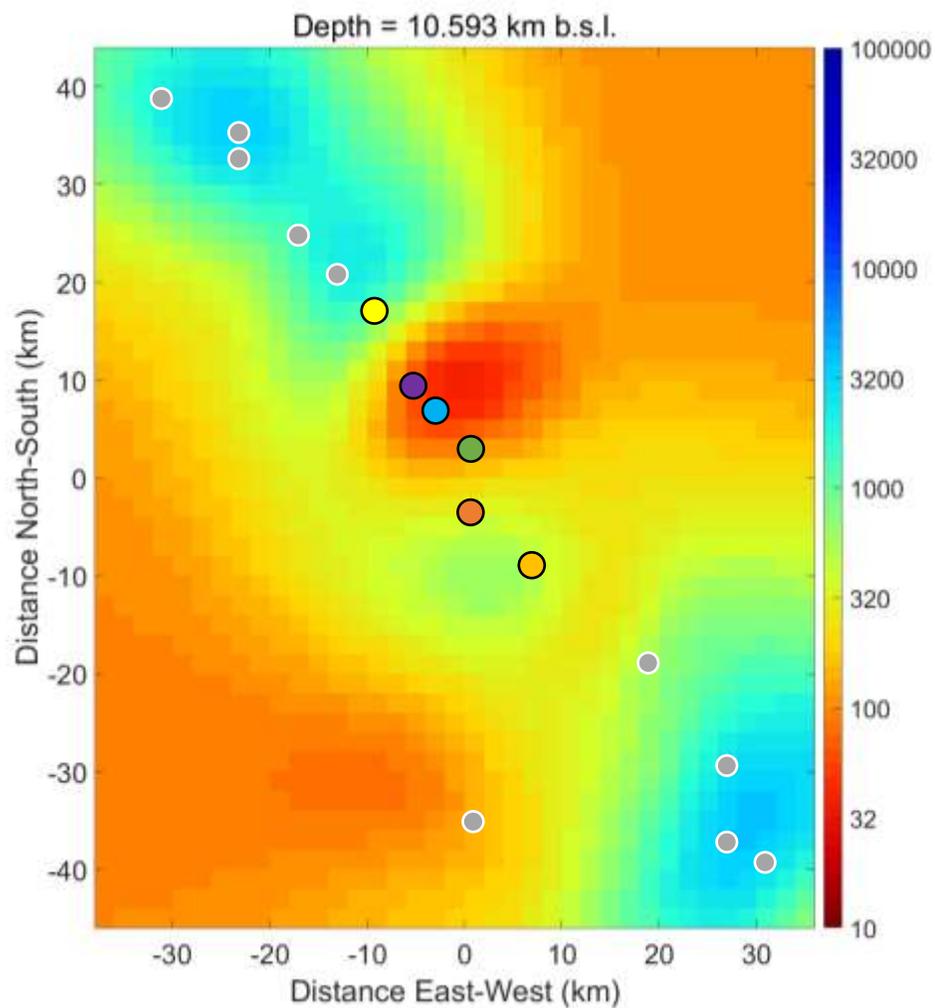




水产养殖业丰富
工厂数量庞大
电磁干扰强







反演台站个数: 16/20

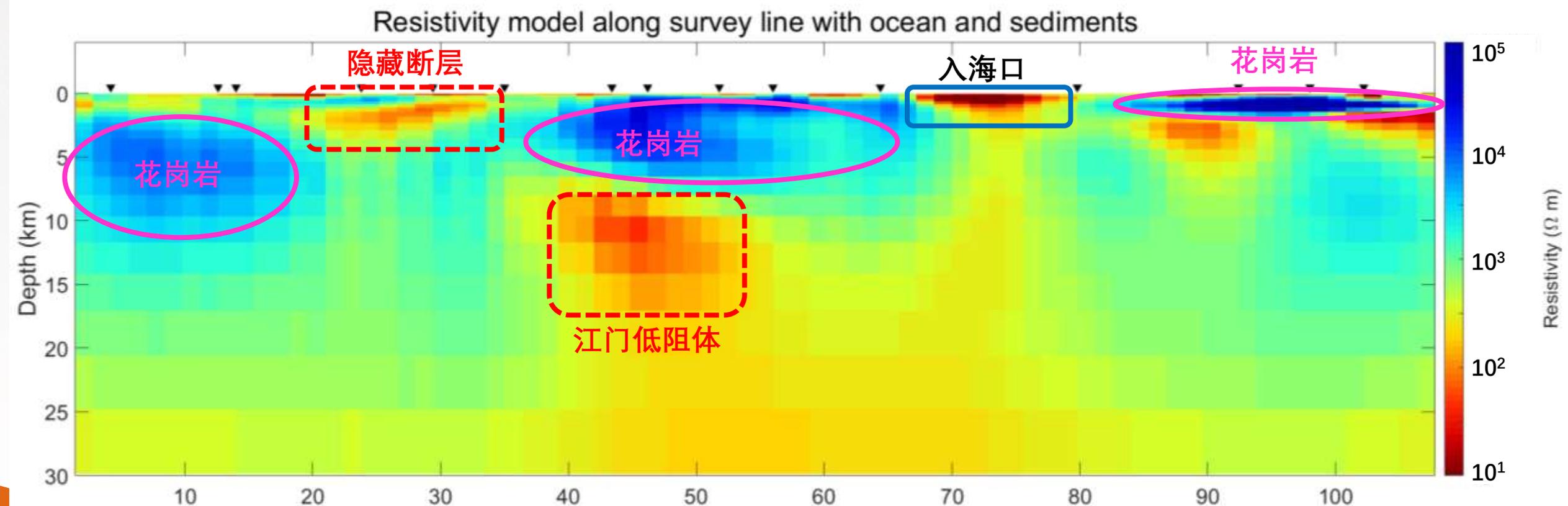
反演频率范围: 100 Hz – 0.01 Hz

反演频率个数: 43

反演数据误差: 5%

最终数据拟合RMS: 1.3

背景电阻率: 100 $\Omega \cdot m$



□ 目前研究结果讨论

- 珠江口西侧陆上测线电性结构
- 发现江门壳内低阻体
- 广东省沿海地区电磁环境
- 强干扰环境下大地电磁数据处理

□ 未来研究计划

- 海洋大地电磁测线数据采集及处理
- 区域内地震、电磁数据融合分析
- 电性结构异常及断裂带位置刻画
- 对南海扩张历史的启示

Cao, J. et al., 2012, Preliminary results of onshore-offshore seismic experiments in a potential strong earthquake area off the Pearl River Estuary: *Journal of Tropical Oceanography*, Vol 31, Issue 3: pp 71-78.

Cao, J. et al., 2014, Seismological Features of the Littoral Fault Zone in the Pearl River Estuary: *Chinese Journal of Geophysics*, Vol 57, Issue 2: pp 498 – 508.

Grayver, A. V. (2021). Global 3-D electrical conductivity model of the world ocean and marine sediments. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 22, e2021GC009950. doi: 10.1029/2021GC009950

Kelbert, A. et al., 2014, ModEM: A modular system for inversion of electromagnetic geophysical data: *Computers & Geosciences*, Vol 66, pp 40-53.

Xiong, C., et al., 2018, Variation Characteristics along the Strike of the Littoral Fault Zone in Offshore Pearl River Estuary: *Earth Science*, Vol 43, Issue 10: pp 3682 – 3697.



感谢聆听! 欢迎批评指正!

杨迪琨 yangdk@sustech.edu.cn

南方科技大学

本研究感谢王培杰博士在数据处理过程中的帮助和长江大学团队在数据采集过程中的帮助

本研究由南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）《滨海断裂带电性结构探测》项目资助