

COMSOL在ME天线响应特性研究中的应用

仵杰¹, 胡静¹

1. 西安石油大学光电油气测井与检测教育部重点实验室, 电子二路18号, 陕西省, 西安市

简介: ME天线具有线圈间距短、信号强、方位角敏感和探边距离远的特点, 与水平发射线圈组合可以实现钻头前方远探测能力, 在随钻地质导向中具有重要应用。应用COMSOL软件对ME天线的响应特性进行数值模拟分析, 为实际测量和分析提供理论依据。

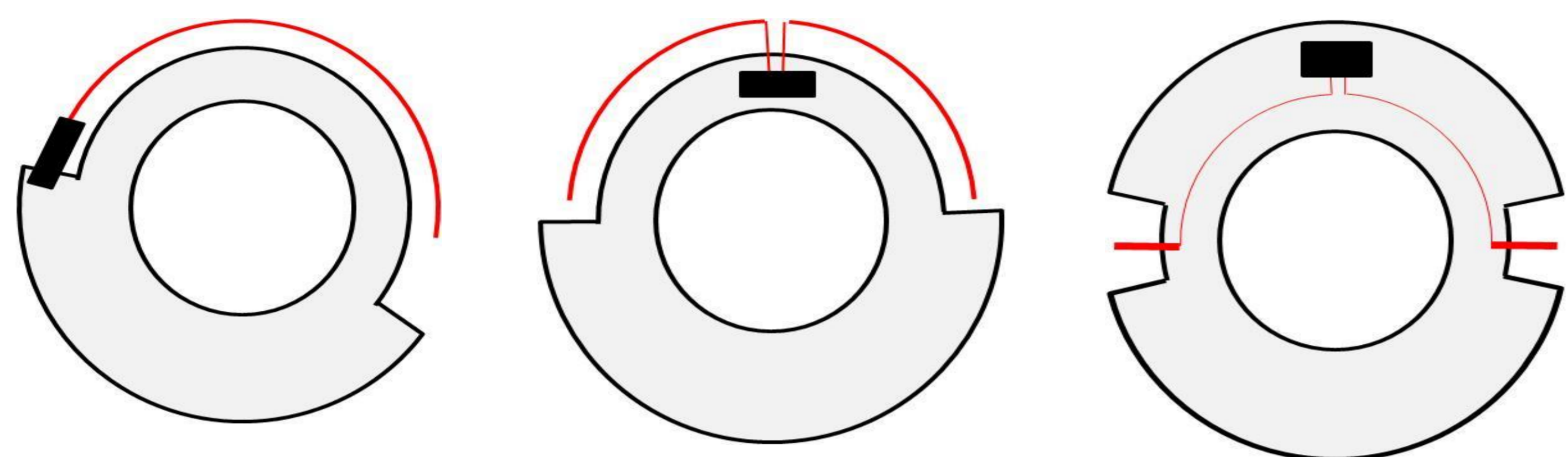


图1 ME天线的三种结构

计算方法:

应用COMSOL中的AC/DC模块(低频电磁场), 该模块提供了磁场、电场、电流、电路等物理场。本文采用磁场进行数值计算。

AC/DC模块提供的一般形式的PDE方程为:

$$-\nabla \cdot ((j\omega\sigma - \omega^2\epsilon_0)\vec{A} - \sigma\vec{v} \times (\nabla \times \vec{A}) + (\sigma + j\omega\epsilon_0)\nabla V - (\vec{J}^e + j\omega\vec{P})) = 0$$
$$(j\omega\sigma - \omega^2\epsilon_0)\vec{A} + \nabla \times (\mu_0^{-1}\nabla \times \vec{A} - \vec{M}) - \sigma\vec{v} \times (\nabla \times \vec{A}) + (\sigma + j\omega\epsilon_0)\nabla V = \vec{J}^e + j\omega\vec{P}$$

另外, 本文边界条件设置为“连续”, 边缘条件设置为“磁绝缘”。

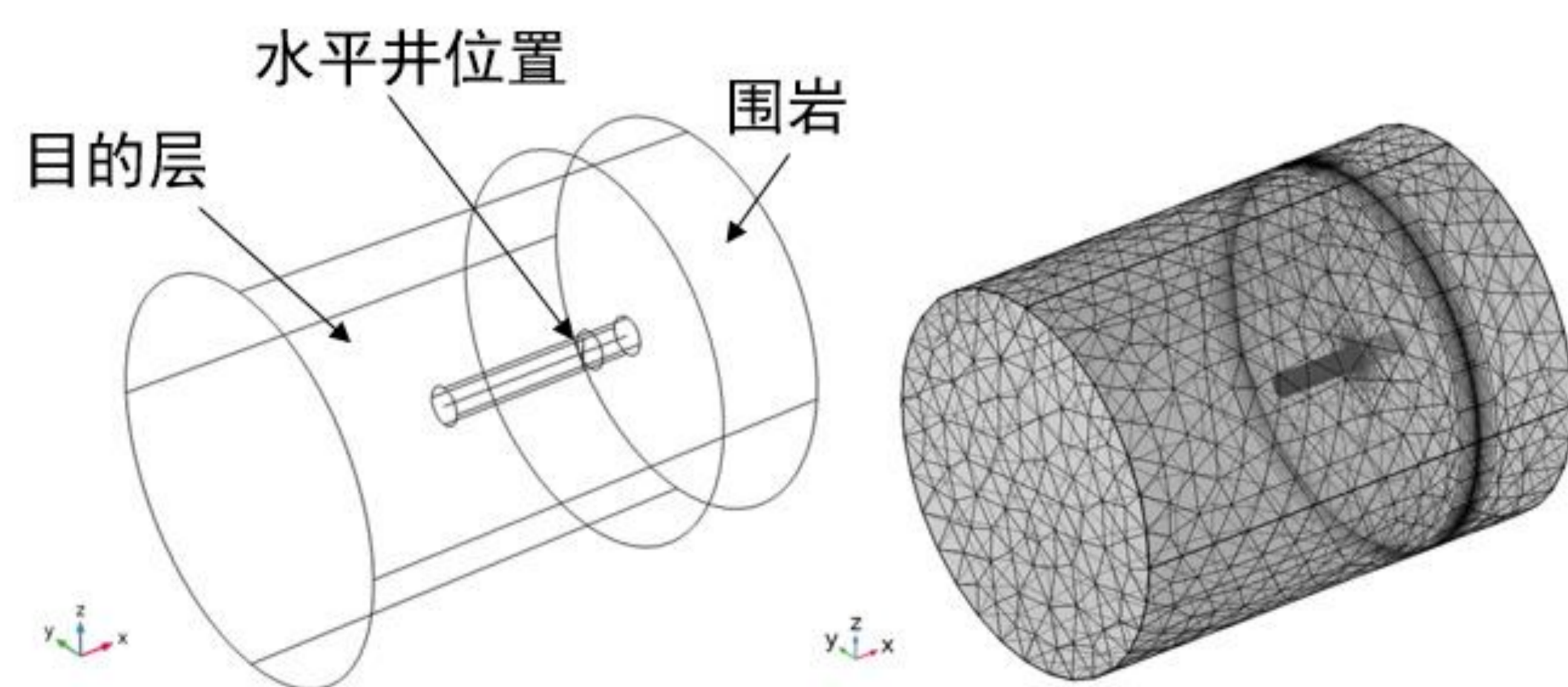


图2 两层对称地层的三维模型与网格剖分结果

结果: 1. 图3和图4分别给出了频率100KHz, 仪器距边界3m, 源距为1m情况下, 电场X分量和电场Y分量的分布情况。

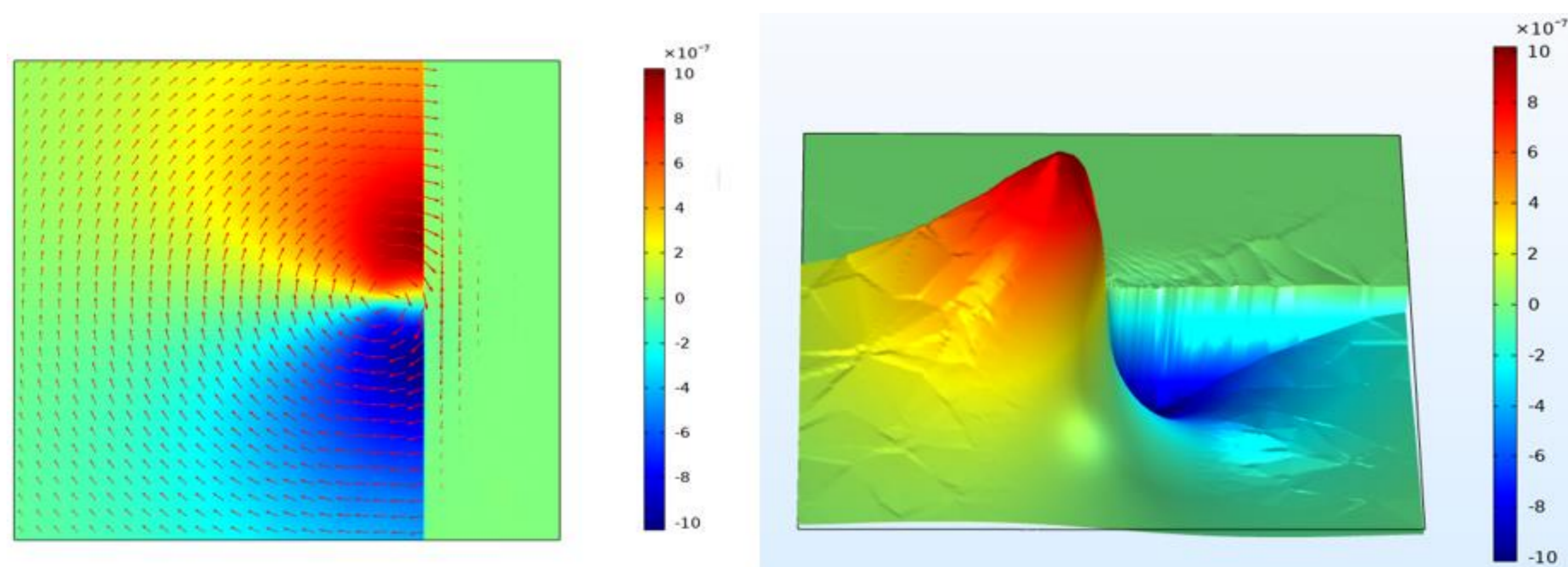


图3 电场X分量分布情况

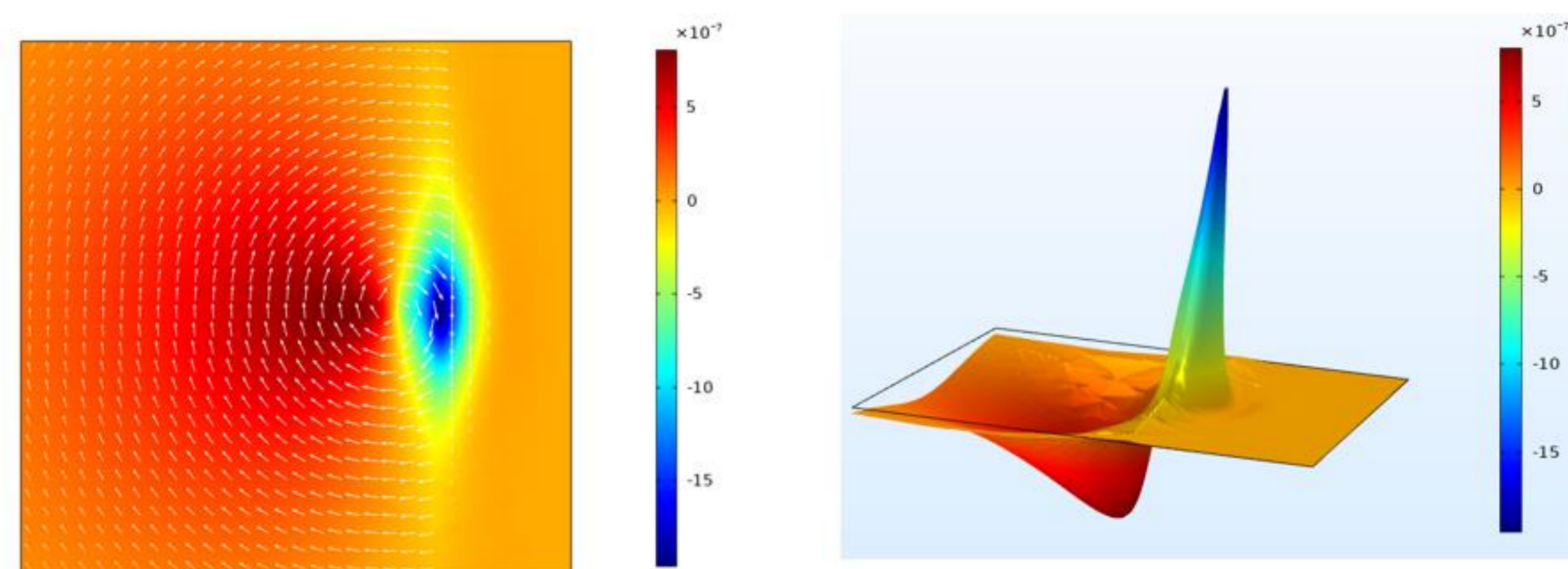


图4 电场Y分量分布情况

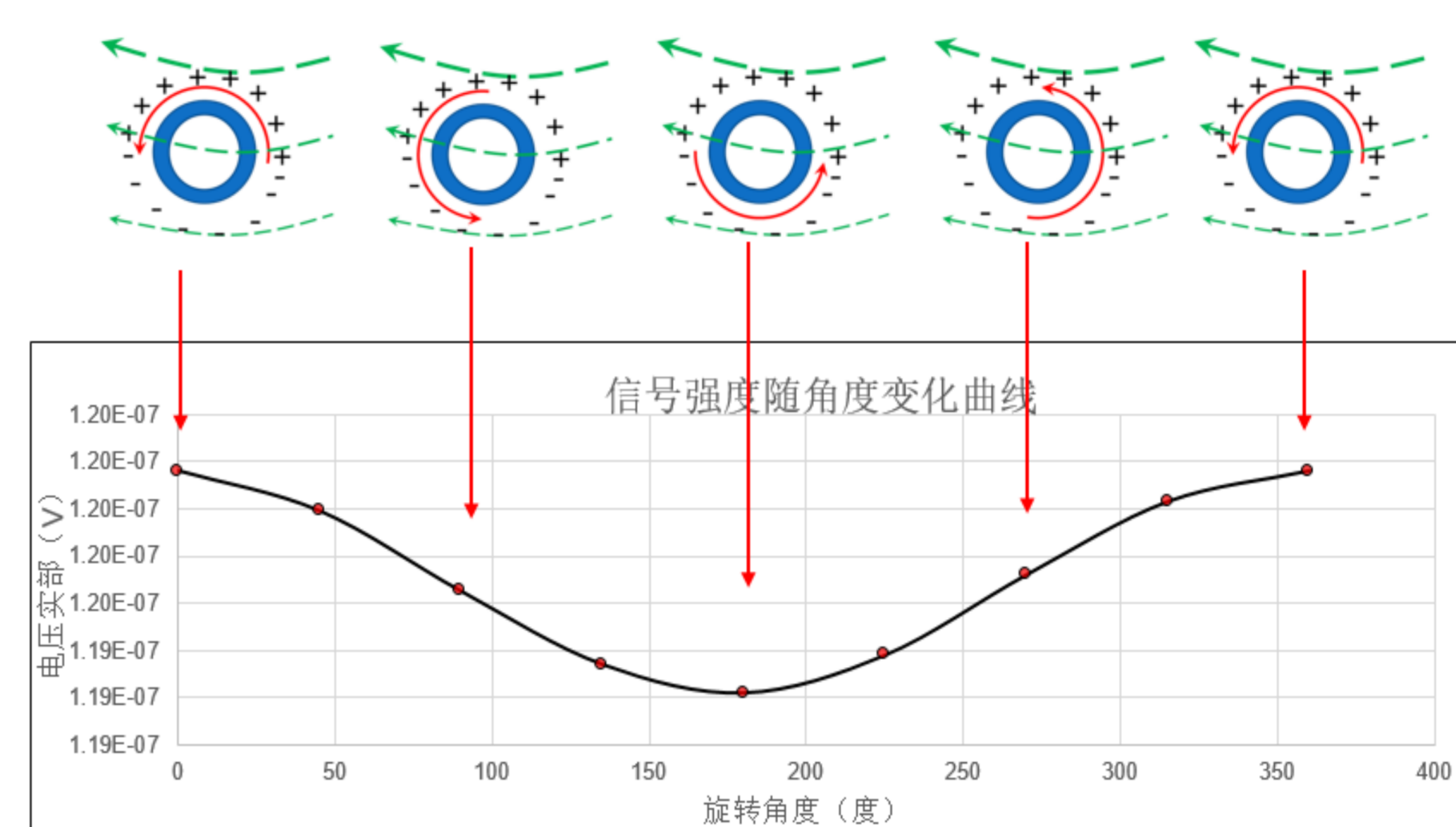


图5 旋转角度影响曲线图

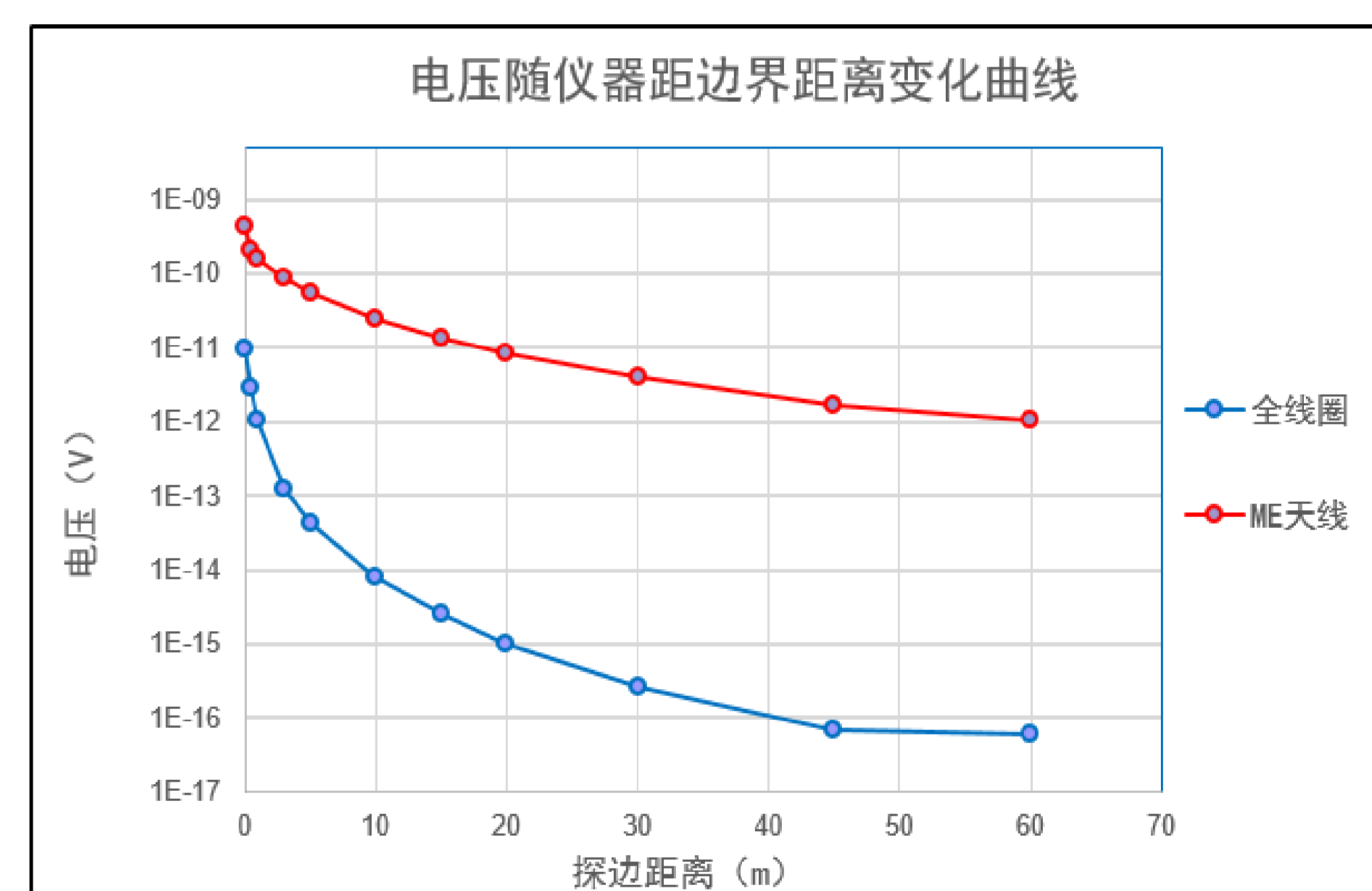


图6 距边界距离影响曲线图

2. 图5表明ME对天线旋转角度反应敏感, 当ME天线旋转至边界层一侧时, 信号强度最大。图6中ME天线测量信号的强度明显大于全线圈, 且探边距离较远。

结论: 当ME天线和水平线圈组合形成一个天线系用于测量地层界面时, 具有以下特点:

- (1) 线圈距越短探测到的地层界面的反射信号越强
- (2) 测量的信号强度远远大于目前流行的倾斜线圈
- (3) 仪器的尺寸可以做的很小。

ME天线和水平线圈组合可以进行远距离地层界面前探测和侧向探测, 在随钻地质导向中具有重要应用。

参考文献:

- [1]张建华, 刘振华, 仵杰, 电法测井原理与应用
- [2]吴意明, 郝以岭, 熊书权, 边界探测技术在水平井随钻地质导向中的应用
- [3]刘丹, 潘保芝, 陈刚, 随钻电磁波测井仪器地质导向方法综述