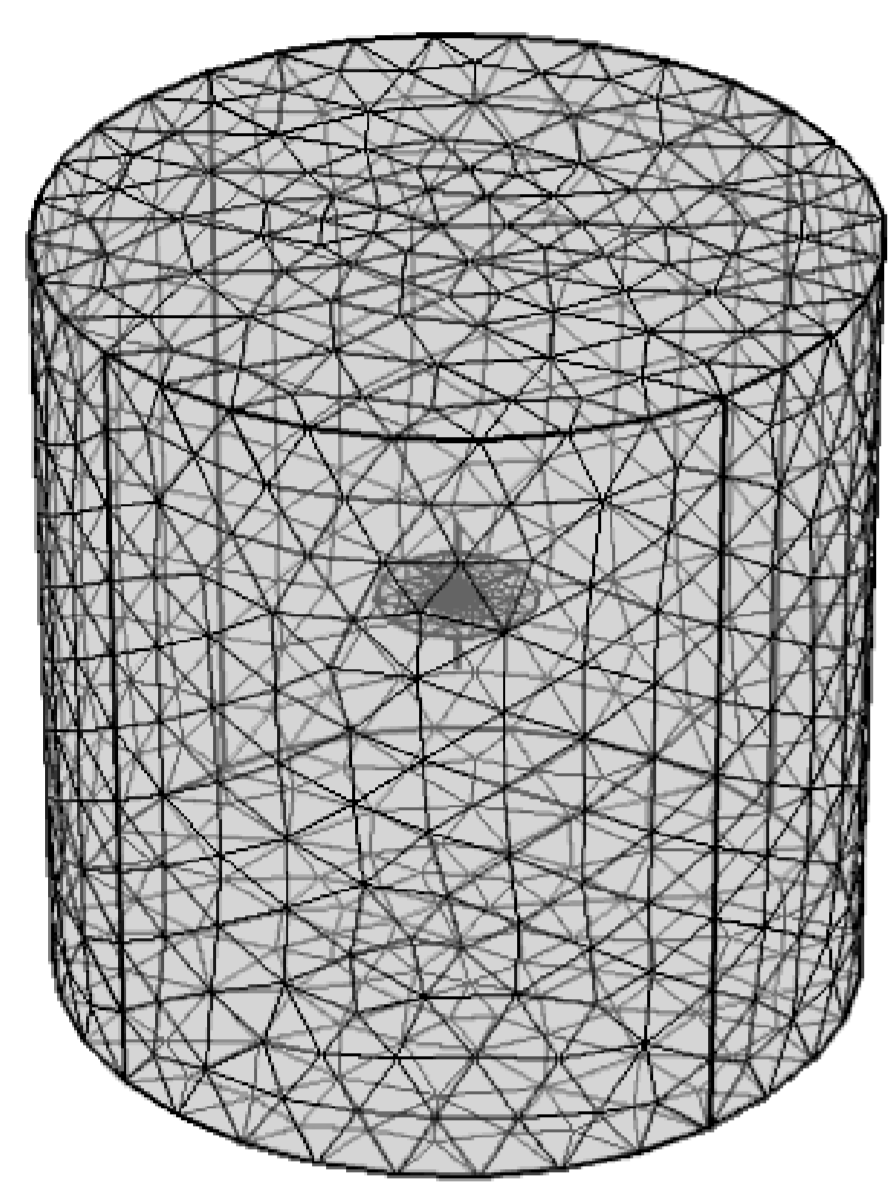


COMSOL在井旁裂缝电磁探测特性研究中应用

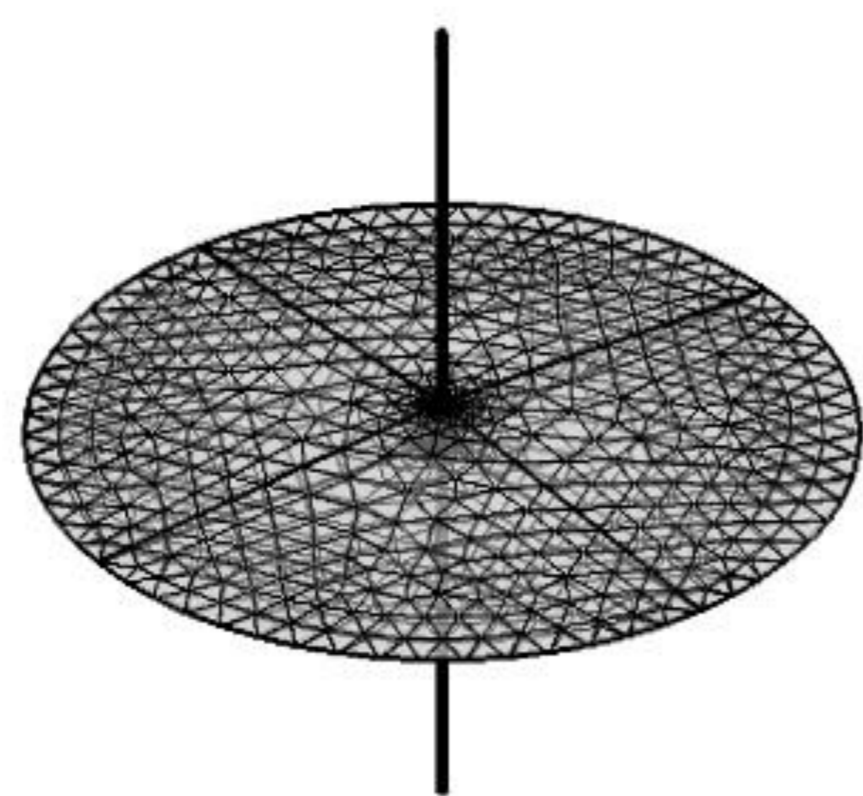
作杰¹, 云腾¹

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

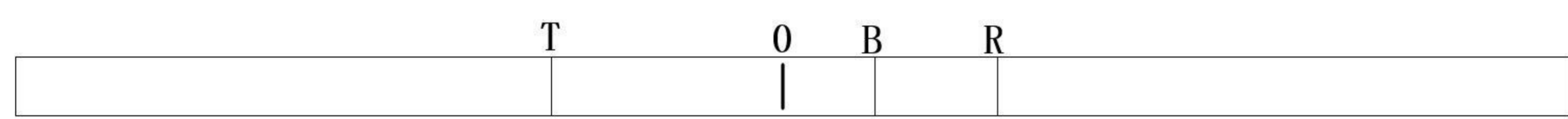
简介: 井旁裂缝的发育及分布影响着仪器探测油藏描述能力的感应成像, 应用COMSOL软件AC/DC磁场三维数值计算分析裂缝在不同地层参数和几何参数时仪器的响应特性, 为实际测量和分析提供理论依据。



模型整体剖分图



仪器和裂缝的剖分图



仪器线圈布置示意图

图1 井旁裂缝模型设计

计算方法: 用COMSOL Multiphysics®中的AC/DC磁场频域模块求解式(1)描述的磁场基本方程, 三维数值计算磁场在图1问题裂缝中的电压特性, 研究裂缝对仪器探测的影响规律。

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J}$$

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$$

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} + j\omega \mathbf{D} + \mathbf{J}_e$$

$$\mathbf{E} = -j\omega \mathbf{A}$$

(1)

结果:

建立低阻高导裂缝围岩模型, 即裂缝电导率为10 S/m, 0.0001 S/m进行对比计算。

1. 在同一张开度时, 不同裂缝长度, 视电导率曲线有相同的变化趋势;
2. 在同一张开度时, 不同裂缝长度, 裂缝长度越大视电导率值越大, 说明裂缝对响应规律影响越明显。
3. 在不同裂缝长度, 仪器穿过裂缝时, 视电导率曲线从基本重合到分层, 再重合的现象;

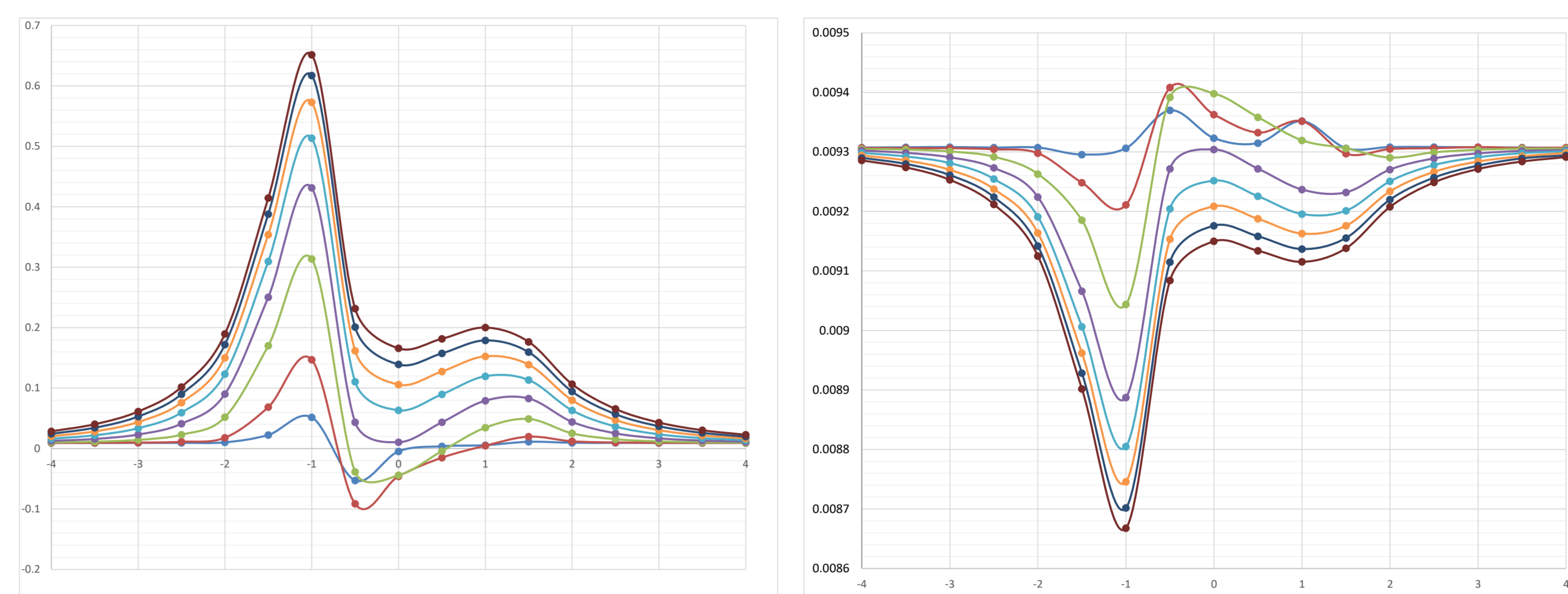


图2 裂缝张开度为0.3m时

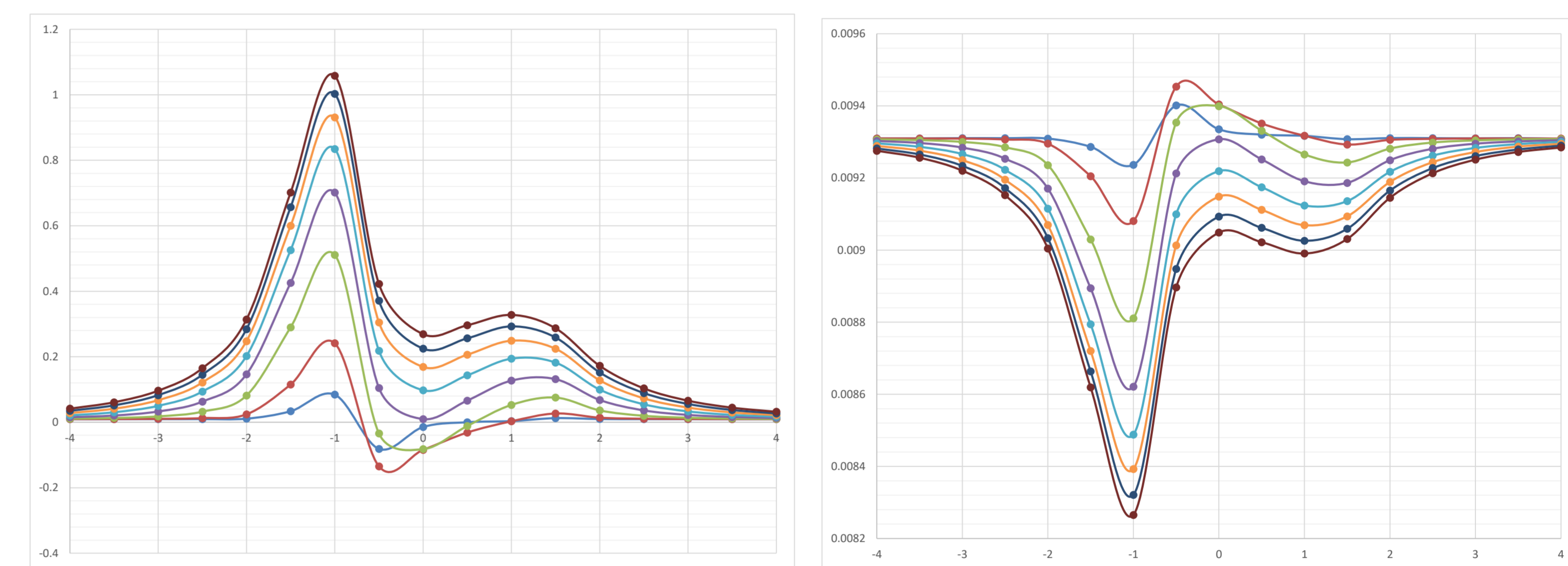


图3 裂缝张开度为0.5m时

4. 在同一裂缝长度时, 不同的裂缝张开度, 裂缝张开度越大视电导率值越大, 说明裂缝对响应规律影响越明显

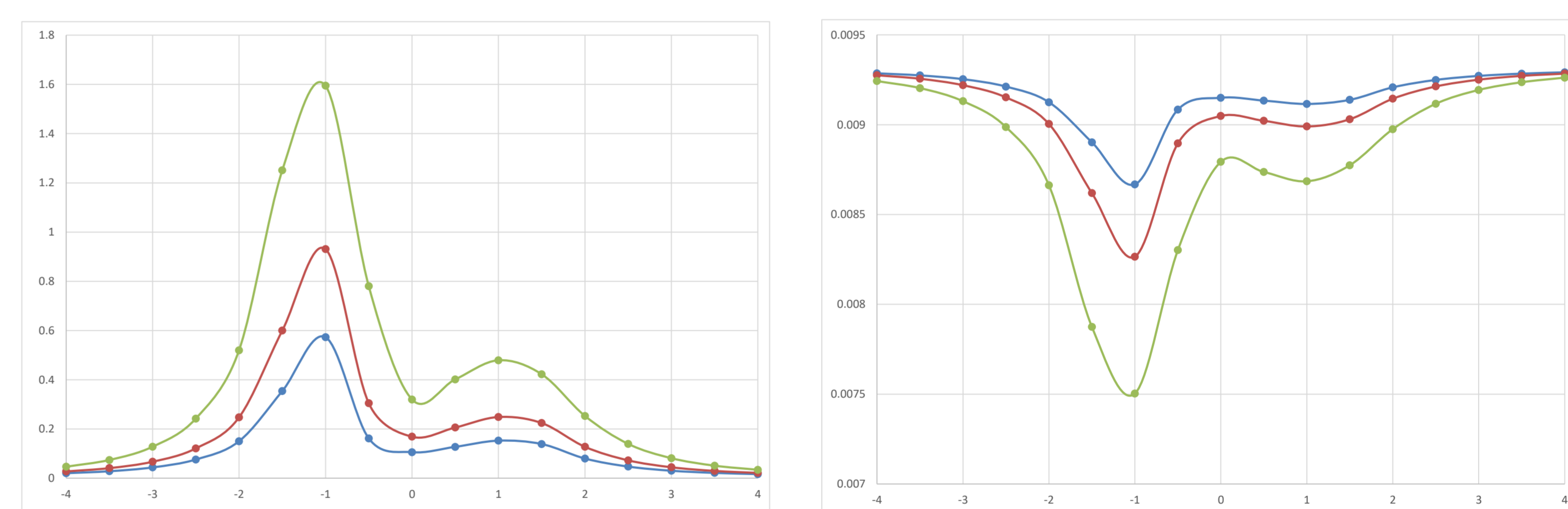


图4 裂缝长度为5m时, 张开度分别为0.3m, 0.5m, 1m

结论:

在低导或高导裂缝围岩模型 (图2, 3, 4) 中, 裂缝长度小于0.5m, 裂缝影响很小, 否则裂缝影响严重。

在低阻 (高导) 裂缝围岩模型中, 裂缝长度影响和裂缝张开度影响, 能绘制出清楚的分层曲线, 依据仪器响应特性可以为实际测量提供理论依据。

参考文献:

- [1] 葛新民, 范宜仁, 李军, 谭宝海, 王磊, 巫振观, 王晓畅. 井旁裂缝的双侧向测井物理模拟及特征分析[J]. 地球物理学报, 2019, 62(01): 354-360.
- [2]. 井旁裂缝储层评价技术获重大突破[J]. 断块油气田, 2013, 20(05): 559.
- [3] 唐钦锡. 地质导向技术在苏里格气田苏53区块的应用[D]. 东北石油大学, 2016.