

# 基于COMSOL的随钻电磁波电阻率仪器WPR探测特性研究

康正明<sup>1</sup>, 柯式镇<sup>1</sup>, 姜明<sup>1</sup>, 尹成芳<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中国石油大学(北京), 昌平, 北京, 中国

## Abstract

引言：随着水平井和大斜度井的增多，随钻测井(LWD)技术越来越重要。随钻电磁波电阻率测井在随钻测井中应用最为广泛。在国外，随钻电磁波电阻率测井方法已经成为一种成熟的测井技术，但我国仍处于研究发展阶段。20世纪90年代，大庆成功的研制出2MHz电磁波电阻率测井仪器。本世纪，中油测井成功引进并研制出了随钻电磁波电阻率测井仪WPR。仪器仿真对国内引进该仪器进行生产以及实际测井资料处理解释具有指导意义。本文借助COMSOL MULTIPHYSICS仿真平台，建立了二维轴对称模型，模型分为三层和多层，选择AC-DC模块中的磁场。通过COMSOL WITH MATLAB实现脚本加载模型并控制数据按一定格式输出为文本文件。考查了APS公司的随钻电磁波电阻率仪器WPR仪器的探测特性，对比了仿真结果与APS公司商业宣传介绍的仪器特性。同时对比了COMSOL与同类有限元仿真软件的误差，在自由度相近的情况下，COMSOL得到的结果误差更小(图1)。

结果：WPR仪器深浅探测模式均可识别0.2m以上的地层(图2)；对于深探测，相位差的探测深度为30in、幅度比的探测深度为50in，对于浅探测，相位差和幅度比的探测深度相近均为30in左右(图3、图4)。

结论：结果表明该仪器商业宣传介绍的仪器探测特性在理论上是可行的，对石油公司选择测井仪器具有参考价值。

## Reference

- [1] 高杰,辛秀艳,陈文辉等.随钻电磁波电阻率测井之电阻率转化方法与研究[J].测井技术,2008,32(6):503-507.DOI:10.3969/j.issn.1004-1338.2008.06.004.
- [2] 楚泽涵,高杰,等.地球物理测井方法原理[M].北京:石油工业出版社,2007:194-196.
- [3] Coupe D F, Shen L C and Huang F S C.The Theory of 2 MHz Resistivity Tool and Its Applications to Measurement While Drilling[J].The Log Analyst, 1984,25(3): 35-46.
- [4] 朱桂清,章兆淇.国外随钻测井技术的最新进展及发展趋势[J].测井技术,2008,32(5):394-397.DOI:10.3969/j.issn.1004-1338.2008.05.002.
- [5] 刘坤.随钻电磁波电阻率测井数据处理方法研究[D].中国石油大学(华东),2010.DOI:10.7666/d.y1709384.

## Figures used in the abstract

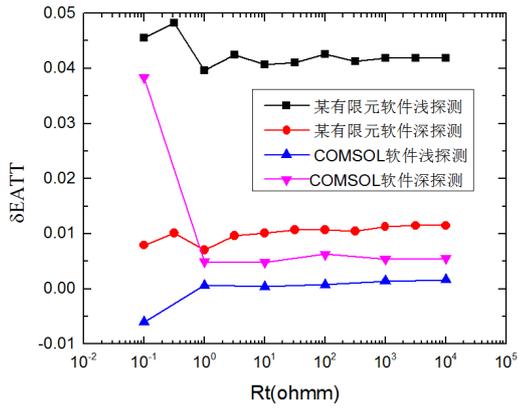


Figure 1: COMSOL软件与其他有限元软件深浅探测模式下幅度比相对误差对比

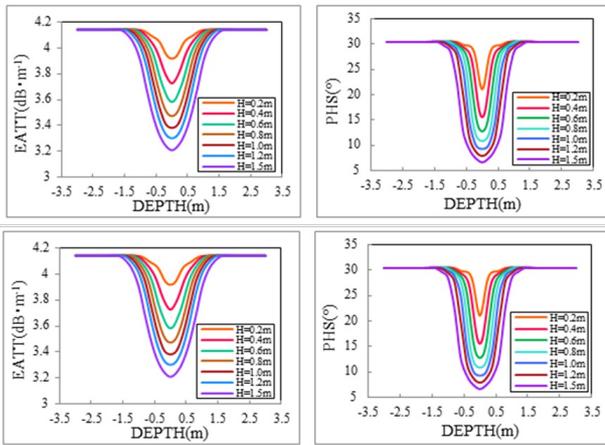


Figure 2: WPR仪器深浅探测模式下幅度比和相位差的纵向分辨率(上为浅探测模式，下为深探测模式)

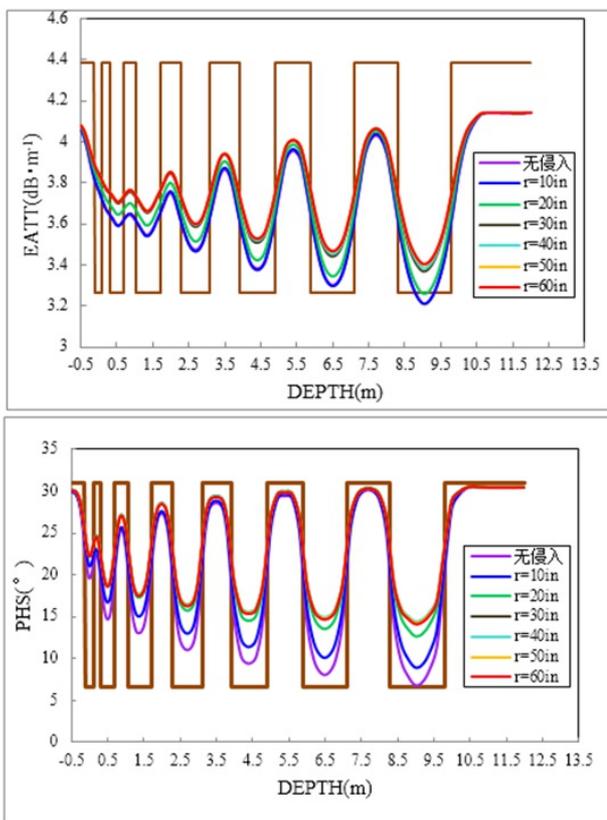


Figure 3: WPR仪器浅探测模式下幅度比和相位差的径向探测深度(上为幅度比，下为相位差)

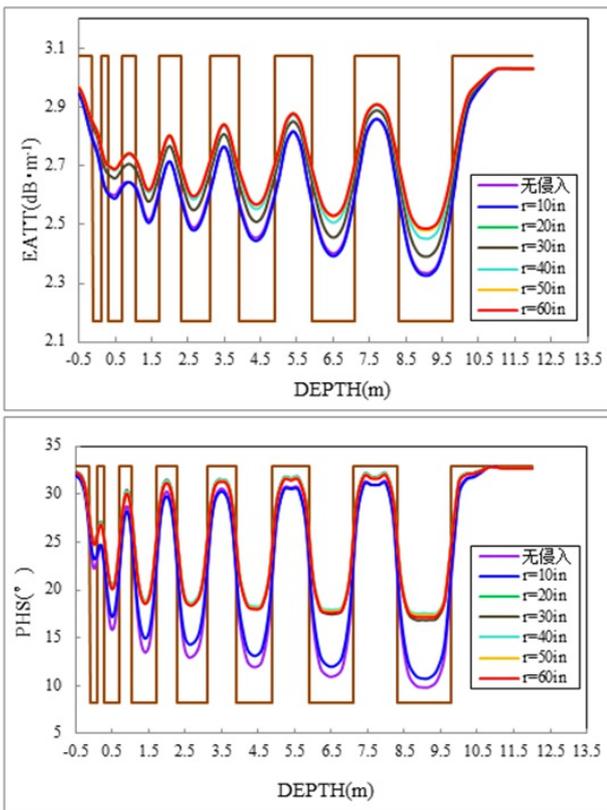


Figure 4: WPR仪器深探测模式下幅度比和相位差的径向探测深度(上为幅度比，下为相位差)