

叠后油气检测技术在火成岩储层的应用研究

苏越¹⁾, 李晶晶¹⁾, 孔令彦²⁾

1) 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院, 山东东营, 257022;

2) 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司孤东采油厂, 山东东营, 257237

关键词: 火成岩储层; 叠后反演; 油气检测

B 油田为三凹供烃的复式含油气区, 石炭系火成岩储层具有钻井成功率高、埋藏浅、单块圈闭资源量大的特点, 2021~2023 年, 完钻 16 口, 其中多口井试获油流, 实现规模储量升级动用, 展现了巨大的勘探开发潜力。但火成岩储层非均质性强, 岩相变化快, 导致油气分布复杂。又由于不同岩性的速度和密度整体差异小, 且含油后速度明显降低, 无法区分岩性和预测含油性。从标定上看, 有利储层纵向上地震特征受到断裂以及成像的影响, 成层性差, 从地震上描述难度比较大。所以笔者从含油气储层预测方向入手, 结合岩石物理特征分析、叠后技术综合分析, 以描述储层和含油气判识为目的, 实现含油气储层预测。

1 叠后油气检测技术对比

通过大量的文献调研, 叠后油气检测技术在储层的含油气检测方面得到了广泛应用, 并取得了较好的应用效果(张秀丽等, 2013)。通过总结火成岩油气检测适用性, 分析不同火成岩储层预测技术优缺点, 得到火成岩储层油气检测的关键技术, 开展油气检测研究, 对下一步落实储层分布具有重要意义。

叠后常规地震属性技术是通过不同地震波反射特征来识别储层不同的影响因素。其优点是快捷、直观, 并且操作简单; 缺点是地震反射受岩性百分含量、单层厚度、组合方式等储层因素的影响较强, 具有多解性, 与油气没有直接的关系。其适用条件为储层及泥岩隔层厚度均较大($>\lambda/4$), 且横向变化不大。叠后速度频变特征技术是基于地震岩石物理测试分析结论, 利用不同含油气性速度随频率变化梯度差异, 建立地震波速度频散特征识别储层流体的方法。其分辨能力高, 但受储盖组合、

厚度等因素的影响较大。适用于储层及泥岩隔层横向变化不大的情况。叠后吸收衰减属性技术是截取一段频率范围进行子波振幅谱拟合, 提取衰减的斜率作为信号的衰减属性。根据高频吸收、低频衰减的现象, 利用衰减属性, 进行油气检测。优点: 快捷简便, 易实现, 比常规属性精度高。缺点: 受厚度、物性、地震资料品质及算法等因素影响较大, 存在一定的多解性。适用条件: 岩性组合方式单一, 且储层及泥岩隔层横向变化不大, 地震资料保幅、保真性好, 信噪比高。

李宏伟对等(2013)断缝储集体低频岩石物理测试结果表明, 速度频散特征上来看含油裂缝大于裂缝不发育段, 也就是说与干层相比, 储层含油气的情况下, 速度随频率变化大。所以针对于火山岩储层非均质性强、岩性复杂, 储集空间复杂多样、储层油气分布规律复杂等特点, 分析火成岩岩石地球物理特征, 应用叠后速度频变特征技术和吸收衰减属性技术对 B 油田火成岩储层含油气性进行纵向和平面分布预测。

2 基于速度频变特征叠后反演研究

2.1 技术原理及过程

速度频变特征叠后反演技术基于岩石物理特征分析, 地震波在含油气储层传播时随频率变化而发生梯度变化, 具有明显的速度频散现象, 强的频散现象存在于地震频变。故建立地震波速度频散特征模型来识别储层流体。

基于地震资料多尺度技术, 通过对叠后地震记录进行小波分频, 利用速度频变特征参数反射方程计算, 并分析地震子波的频变子波, 综合对地震资料进行分频处理, 得到具有不同频带地震振幅信息的频变地震数据。建立频散属性褶积模型。基于贝

叶斯反演理论最优化求解, 同步反演得到纵波速度频散属性参数和波阻抗属性体。

2.2 应用效果

依据速度频变特征叠后反演的流程, 在研究区三维地震开展地震资料分频处理得到速度频变反演体。纵向剖面上来看, well1 井区测井剖面显示全井段无油气显示, 反演结果出现低值, well2 井有油气显示段, 在反演结果上出现高值。平面上速度频变反演结果与大部分实际井具有吻合度。部分含油气井在反演平面上没有显示, 且在边缘出现了条状的反演高值, 分析其原因是由于岩相分界及断裂附近对速度频变可能产生影响, 往往出现反演高值。综上所述速度频变反演对火成岩储层含油气性具有一定的适配度。但容易受复杂的断裂, 较强的储层非均质等复杂因素影响, 导致识别油气分布方面具有局限性。

3 基于吸收衰减属性叠后反演研究

3.1 技术原理及过程

地震波在地下真实介质中传播通常会表现出依赖频率的吸收衰减和相速度频散, 这种衰减效应是由地层的非完全弹性造成的。主要表现为地震波的振幅发生衰减, 地震波子波的形态发生变化, 其变化程度取决于岩石骨架弹性参数、孔隙度大小和流体性质等。

根据双相介质理论(张会星等, 2010), 地震波穿过含油气地层后会发生高频相对衰减和低频相对增加现象, 量化指标为谐振分量, 频宽变窄。因此, 利用“低频增加、高频衰减、斜率变陡、带宽变窄”四个方面信息可以检测储层的含油气性。

3.2 时频分析

能够较好的表现出“油气特征”的频谱, 首先时窗的选取非常重要, 保证受油气影响的范围包含在时窗内, 具体做法从 300 ms 开始, 以 20 ms 为一递减时窗递减进行试验, 同时进行频谱剖面分析, 与实际井的油气显示情况进行对比, 直到两者比较符合为止, 得到最佳时窗。

根据吸收衰减频谱剖面可以看出, 低频敏感段大约为 10~20 Hz, 高频敏感段为 50~60 Hz。含油气井的储层段呈现低频段谐振相对增强, 高频谐振相对减弱的特征。油井和水井的频谱具有双峰的特

点, 油井的低频段峰值振幅高于高频段峰值振幅; 水井的低频段峰值振幅低于高频段峰值振幅。利用单井频谱衰减特征与含油气性情况进行对比, 对研究区内多口井进行了含油气性检测, 结果表明, 频谱衰减特征与实际井含油气性吻合较好。

3.3 应用效果

根据吸收衰减属性进行反演, 得到吸收衰减属性反演体, 分别从单井剖面与测井剖面做对比, 发现, well3 油气井的油气显示段在吸收衰减属性剖面上显示高值, 匹配较好。well2 水井地层段在吸收衰减属性剖面上出现低值。在属性平面上可以看出沿着东北部和南部两条断裂出现高值, 含油气储层沿着油源断裂分布。进一步证实了吸收衰减特征反演在油气检测方面的可靠性。

4 结论

火成岩储层复杂, 油气检测和储层预测难度大, 此次研究对比不同叠后油气检测技术, 分析火成岩储层地震响应特点, 优选最佳方法。基于火成岩储层地震响应具有“速度频散现象”特征, 运用速度频变特征叠后反演技术, 对研究区含油气性进行检测, 取得了较好的结果。基于储层具有“低频增加, 高频减弱”的特点, 运用吸收衰减属性叠后反演技术, 预测结果与钻井做对比具有较高的吻合率。综合以上两种技术的油气检测, 大大提高了勘探工作效率, 对储层预测具有重要的指导意义。

参 考 文 献 / References

- 李宏伟, 王九拴, 邵林海, 邵林海, 丁清香, 李云子. 2013. 油气检测技术在三湖浅层生物气勘探中的应用. 石油地球物理勘探, 48(5): 770~775.
- 张会星, 何兵寿, 姜效典, 张锦昌. 2010. 利用地震波在双相介质中的衰减特性检测油气. 石油地球物理勘探, 45(3): 343~349.
- 张秀丽, 张桂明, 杨树合, 庄红妹, 肖枚. 2013. 地震油气检测技术在大港油田浅层气识别中的应用. 天然气地球科学, 24(4): 815~820.

SU Yue, LI Jingjing, KONG Lingyan: Application of post-stack oil and gas detection technology in igneous reservoirs

Keywords: igneous reservoirs; post-stack inversion; oil gas detection