

# 基于地震表征技术的页岩甜点区综合预测研究

袁一平 (中国石化江汉油田分公司物探研究院, 湖北 武汉 430035)

**摘要:** 在页岩气勘探开发与产能建设中, 为了取得较好的开发效果, 需要明确页岩甜点分布特征, 以便取得更好的开发效果。基于三维地震资料, 运用配套的地震表征技术, 可以对研究区页岩地质甜点与工程甜点的主要评价参数进行预测, 其结果可为页岩气的选区评价、井位设计与工程工艺优化提供支撑, 为实现页岩气的效益开发奠定基础。

**关键词:** 页岩气; 地震; 地质甜点; 工程甜点

## 0 引言

地震表征技术的使用中, 要根据当前已经生成的各类地震信息以及其他的各类数据, 通过所有这类信息的利用, 推断地下空间环境的实际情况, 之后充分分析当前的各类信息使用方法。同时也要对工程甜点和地质甜点的信息进行分析, 并充分借助目前已经得到的各类数据, 全面分析相关区域是否属于页岩甜点区, 并依据该信息调整工程方案。

## 1 基于地震表征技术的页岩地质甜点预测

### 1.1 厚度与 TOC 预测

页岩厚度及总有机碳含量是页岩生烃条件的基础因素, 是评价烃源岩质量好坏的关键参数。龙马溪组—五峰组发育的是一套海相暗色富硅质、富有机质泥页岩, 页岩总厚度较大, 均在 80m 以上。测井解释结果表明含气页岩层段具有高声波、高伽马、低密度的明显特征, 下伏地层为灰岩岩性, 上覆地层为砂泥岩岩性, 因此页岩储层顶底界面均表现为相对高波阻抗特征, 通过在波阻抗反演体上对比追踪出页岩储层顶底, 结合地层速度预测页岩储层厚度。

通过岩石物理分析建立储层参数与岩石物理参数间的相关关系, 优选地震预测方法, 是储层地震预测常用方法。通过页岩储层实测的 TOC 与岩石物理参数的交会统计分析, 确定表征 TOC 的敏感参数及方法。分析表明, TOC 与纵波阻抗、横波阻抗、泊松比、纵横波速比以及杨氏模量间相关性不好, 而与密度有较好的线性相关性, 通过拟合得到 TOC 与密度的表征关系, 利用叠前反演获得密度属性体, 应用拟合公式, 对 TOC 进行预测。

### 1.2 孔隙度预测

在地震的勘探过程中, 需要对介质内的速度与密度进行分析, 之后才可以研究地震的各类反射特征参数, 以分析出地下空间里的孔隙度参数。在具体的处理中, 理想的孔隙岩石体包括孔隙流体、岩石基质、干燥岩石以及饱和岩石。多孔弹性理论在该形势下形成, 可以用来描述在标准压力场以及温度环境下, 对介质的状态作用效果。同时该过程中, 也需要考虑在这类结构孔隙中的流体作用, 即使相关理论的使用过程中, 假设只含有一种单向流体, 其性质和多项结构的宏观评价相同。借助该理论可以用来说明非固结储层中颗粒物质的有效弹性, 并依照相关理论, 从而实现对于整个结构中的孔隙率和整个地层深度的变化参数中, 对整个系统速度方面造成的影响进行估计。

### 1.3 含气量预测

含气量的预测过程中, 要能够实现针对每个地下结

构部分叠加数据的集中反映, 从而得到弹性阻抗数据体, 其中含有大量的弹性参数信息, 那么就可以根据该参数, 直接反映储存的流体变化信息, 可以根据处理后的属性信息, 以有效预测地下空间的储存参数。在具体的处理过程, 需要通过对于剪切模量参数、流体参数以及密度等参数的处理情况下, 对于各类弹性参数的方程进行求解, 并对其进行线性调整, 此时就可以从多个角度将剪切模量代入到已经设定了的方程组内, 从而对各个采样点处的相关参数进行核算, 之后通过对岩石参数交汇情况的分析, 以研究相关的信息, 从而起到对于整个工作区域内储存流体的识别作用。

## 2 基于地震表征技术的页岩气工程甜点预测中的预测方法

### 2.1 裂缝信息分析

页岩气开发实践表明, 微裂缝改善了储集条件, 有利于压裂改造形成网络缝, 而大裂缝会造成漏失, 页岩气的逸散, 同时对压裂有较大影响, 难以形成复杂缝网。基于地震资料表征裂缝信息的过程中, 通过精细的构造解释以及断层的刻画工作, 定性分析区域的裂缝发育特征, 自页岩气层段断至地表的断层发育区, 往往是伴生断层发育、天然裂缝发育, 裂缝沟通页岩气藏, 致使页岩含气丰度降低; 通过基于叠后地震几何属性, 对裂缝发育带进行刻画, 水平井在穿行裂缝发育带时, 往往造成漏失, 因此可结合区域多井漏失情况与属性值的对应关系, 评估出漏失风险区带门槛值, 为后续钻井与压裂施工提供信息; 而针对于裂缝的量化表征, 可通过叠前道集各向异性特征对裂缝的方向及裂缝密度进行预测。

### 2.2 脆性信息分析

脆性反映地层可压裂性的重要参数, 通常情况下认为, 地层的脆性越大, 越容易压裂, 这类脆性信息通常意味着只需要投入较少的成本就可以取得足够的页岩气, 所以可以将其设定为工程甜点的有利区域。脆性的表征方式有很多种, 通常都是利用杨氏模量和泊松比进行联合表征, 通过杨氏模量和泊松比的归一化处理构建各自的脆性指数, 一种方式是取两者的平均值表征地层的脆性, 另一种方式是取两者的最大值表征脆性; 除了上述方法表征地层脆性外, 也可以根据测井资料, 用杨氏模量及泊松比与脆性矿物含量进行多元回归拟合来计算脆性矿物含量, 预测页岩气层的脆性。

### 2.3 应力信息分析

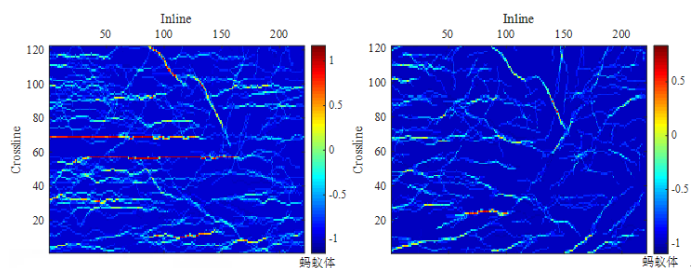
在页岩气井水力压裂施工设计中, 地应力的大小和方向是其考虑的重要参数, 其不仅控制着裂缝的方位、倾角、

高度、传导性,而且影响施工过程中泥浆漏失的情况、压力的大小与裂缝分布的关系。目前比较快速预测应力信息的方法是利用地层的几何信息、储层岩石的厚度、岩性,同时考虑储层受构造控制的裂缝分布等因素,基于弹性薄板理论,在计算构造的曲率分布基础之上,进一步计算构造的应力、应变分布。通过采用叠前地震弹性参数反演技术构建精细的非均质力学模型,把应力场数值模拟技术和地震反演技术密切结合,使应力场数值模拟更加合理的考虑了构造、断层、地层厚度、岩性等影响裂缝发育的地质因素,使模拟结果精度进一步提高。

#### 2.4 压力信息分析

在压力信息的分析过程中,要根据整个地层内的页岩气体的开发成本,以及含气量和保存情况的影响因素分析,实现对于相关压力信息的全面分析,通常情况下,对于潜藏的浅层和生物成因所产生的天然气,其成熟度相对较低并且压力较小,且整体的含气量就低。而埋藏较深的页岩气,通常为热成因气体时,则储量较大且压力较高,该区域的页岩储气区域的深度越大,则地层的压力也就较

(上接第69页)度。而利用经过基于倾角控制的构造导向滤波处理的地震数据提取的蚂蚁体属性在整体上显得更加“干净”,断裂非常清晰,突出了一些细微的断裂,给后续的断裂解释和裂缝预测提供了比较可靠的数据。



(a) 滤波之前 (b) 滤波之后

图3 蚂蚁体提取结果

#### 4 结论

①基于倾角控制的构造导向滤波技术可以有效地压制地震资料中的噪音,不但可以增强地震同相轴的连续性,

(上接第68页)0.1mm以内,可满足装配要求。

③因滚筒轴有不同程度的弯曲,两端的中心孔已经偏离了轴线中心,而且车床后尾座的顶尖无法进行调心,如果加工时以中心孔定位,就不能保证滚筒体绳槽的旋转轴线与装配到绞车架上的滚筒旋转轴线一致,滚筒旋转时就会出现一定的偏摆。

问题分析:为保证加工时滚筒的回转中心与装配后滚筒的回转中心相同,需要在加工时以滚筒轴两端的轴承安装的位置作为加工绳槽时的中心基准线;车床左端有四爪卡盘,具有调心功能,可以将轴承安装位置调整至径跳0.02以内,但另一端为顶尖顶紧,无法实现轴的调心,而且也无法在轴承安装位置使用中心架进行调节(由于滚筒较重,在加工过程中中心架的滚轮会在轴承配合面上压出压痕,影响轴承装配)。

解决方案:通过分析车床顶尖及四爪卡盘的结构,对现有的四爪卡盘进行改造,通过增加过渡法兰,制作出后

大,气体的丰富度也会随之增加,保存的条件也相对利好。因此在压力信息的分析中,要根据该地层的实际深度以及岩层的交汇情况,实现针对地下页岩气压力的预测。

#### 3 结论

综上所述,基于地震表征参数的页岩甜点及工程甜点的预测过程中,要根据当前针对整个地层环境内相关参数的分析和查找,共同研究在现有的系统运行情况下,整个体系的运行策略是否能够维持安全性,同时针对各类信息的获取、处理等工作来说,也要通过对于成本生成信息以及工程运行指标信息的分析,实现针对各类参数的全面保持。

#### 参考文献:

- [1] 李旻翔,孙敬,胡佳妮,等.页岩气水平井段甜点优选模型[J].科学技术与工程,2020,20(24):9844-9850.
- [2] 刘厚裕.页岩气低密度三维地震勘探方法适应性评估分析[J].油气藏评价与开发,2020,10(05):34-41+48.
- [3] 师敏强.丁山龙马溪组页岩气储层“甜点”预测研究[D].西安:西安石油大学,2020.

而且可以保护原始地震资料中的有效信息,尤其是可以突出一些断裂信息;

②叠后属性对噪音非常敏感,在提取叠后属性的过程中,必须对地震资料进行分析,优选合适的滤波技术进行去噪,尽可能地剔除地震资料中的一些构造假象。

#### 参考文献:

- [1] 赵凤全,崔德育,康婷婷,等.构造导向滤波技术在断裂识别中的应用[J].石油地球物理勘探,2018,53(S1):214-218+227+15-16.
- [2] 关键.常用地震噪音去除方法分析[J].中国化工贸易,2017,9(34):74.
- [3] 李彦婧.相干体技术在南川地区断层解释中的应用[J].石油化工应用,2019,38(03):91-95.

#### 作者简介:

高荣锦(1988-),女,汉族,山东荣成人,研究生,工程师,主要从事油田勘探部署方面的工作。

尾座顶尖用的四爪卡盘。使用改造后的四爪卡盘,可以利用卡爪对轴头进行调整,实现滚筒轴两端的同时调心。加工时以滚筒轴的装配支点(两侧轴承座位置)为基准进行找正,最终实现以装配时的回转轴线为基准进行绳槽加工,避免了在绞车使用时的偏摆。

#### 2 结论

通过对滚筒轴总成制作过程中的装配、焊接、加工等各工序的改进、优化,解决了第二套的轴肩间隙、轴弯曲、绳槽加工找正的问题,为技术、生产人员解决类似问题积累了经验,为后期绞车滚筒轴总成的批量自制奠定了良好的基础。

#### 参考文献:

- [1] 高俊福.大型离心压缩机主轴热装弯曲机理研究[M].大连:大连理工大学,2013.
- [2] JB/T5000.10-2007.重型机械通用技术条件第10部分:装配[S].中华人民共和国国家发展和改革委员会,2008.