

# 薄砂体油层常规测井精细识别技术研究

王小佳 (中石化胜利油田分公司勘探开发研究院, 山东 东营 257000)

**摘要:** 为解决常规测井技术纵向分辨率低的问题, 本文建立基于沉积微相精细研究的交会图、基于油藏特征分析的微电极幅度差薄层识别法与BP神经网络评价技术, 用于实现对测井精细解释的验证。实际应用结果表明, 将上述技术方法应用于油田探测中, 可有效提升对薄砂体油层的解释精度, 具备良好应用效果。

**关键词:** 油田勘探; 薄砂体油层; 测井资料; 精细识别

## 0 引言

伴随当前储层压裂改造技术、水平井开发技术的研发创新, 薄砂体油层的储量与产量均得到大幅提升。将常规小数控测井系列应用于薄砂体油层的探测环节, 易因纵向分辨率低引发误判问题, 因此急需探索一种精细测井识别技术, 致力于提升测井解释精度, 为薄砂体油层的解释评价与油水层区分提供技术支持。

## 1 薄砂体油层对测井响应特征的影响

### 1.1 测井曲线纵向分辨率

纵向分辨率是指在测井曲线上可分辨出的最小地层厚度, 在实际测量环节其纵向分辨率受地层物性影响发生变化, 导致测井曲线反映出的测试结果精度低于仪器分辨率, 进而导致划分出的岩层厚度大于真实厚度。通常采用双感应测井技术进行探测时, 针对夹层厚度大于2m的地层可实现有效区分, 而当夹层厚度小于0.5m后则无法实现对多套砂体的准确区分, 加之围岩影响致使测井值偏低。

### 1.2 测井数值

针对地层厚度对于电阻率和声波时差测井的影响进行分析, 伴随地层厚度的减小, 测井响应电阻率呈指数增大趋势, 当地层厚度小于2m后电阻率逐渐减小; 在地层厚度 $> 1\text{m}$ 时, 声波时差曲线可准确反映出地层特征。

## 2 测井精细识别技术的应用及效果评价

### 2.1 区域地质情况

以某油田勘探项目为例, 该油田构造位于斜坡带, 含油层系为E1f2, 发育有滨湖亚相砂坝、湖泊砂体。其中砂坝砂体呈团块状、条形状, 平行于湖岸线; 湖泊砂体呈席状, 环绕砂坝四周分布, 砂体平均厚度为1~3m, 呈现为典型的薄砂体储层。E1f2砂岩的主要成分包含细砂岩、粉砂岩, 砂体平均孔隙度为16.7%、平均渗透率为38.9md。考虑到该油田以往测井曲线的纵向分辨率较低, 加之周边围岩干扰, 导致常规测井技术难以实现对油层的精确识别, 因此还需通过技术优化为测井资料揭示与油水层判断提供支持。

### 2.2 测井精细识别技术

#### 2.2.1 交会图分析

受含油层系沉积微相的影响, 砂滩砂体厚度小于砂坝砂体, 以往采用的深感应电阻率指标无法适应薄砂体油层的电阻率测试精度需要, 难以利用深感应电阻率-声波时差交会图进行薄砂体油层与砂体水层间的有效区分。综合考虑钻井取心资料的归位效果和单井相分析结果可知, 两类砂体在储层物性上存在显著区别, 砂坝、砂滩砂体

的平均孔隙度分别为17.1%和15.7%, 平均渗透率分别为53.7md和22.1md, 含油饱和度平均值为70%和66.2%, 碳酸盐体积分数为11.3%和11.6%。整体来看该砂岩储层的四性关系处于较好水平, 砂坝储层的物性、电性均优于砂滩。在此基础上, 结合两类沉积微相在测井响应上存在的区别, 分别建立砂坝、砂滩微相深感应电阻率-声波时差关系图, 实现对测井资料的解释, 以此区分薄砂体油层和水层, 其中在 $8\sim 11\Omega\cdot\text{m}$ 这一油水关系复杂区间范围内的解释精度得到显著提升。

#### 2.2.2 薄层识别法

E1f2砂岩具有非统一油水界面层状构造特征, 主力断块上部油砂体未见水层, 仅下部⑦号油砂体见水层。储集层位于油水界面上方, 仅能区分出渗透性油层和非渗透性干层, 原有声感测井技术不再具备适用价值。因此可借助微电极系进行渗透性储集层的区分, 以此划分有效厚度。微电极系电极间距约为2.5cm, 纵向分辨率高于常规声感测井技术, 且微梯度、微电位探测深度分别为4cm和10cm, 能够分别反映出泥饼、冲洗带的电阻率。通常渗透性砂岩的泥饼厚度约为0.13~3cm, 电阻率为泥浆的1~3倍; 冲洗带深度大于10cm, 电阻率至少为泥饼的5倍。

针对渗透性地层两种深度不同的微电极系进行探测时, 微电极系曲线视电阻率有一定的幅度差, 通常表现为正幅度差; 针对非渗透性地层, 微电极系曲线存在较小的幅度差或无幅度差, 无法确定正负。针对砂泥岩地层, 应以大段泥岩层的自然电位曲线为基线生成测井曲线, 将有异常负幅度差的井段判定为渗透性岩性, 其中幅度差最大区域出现在纯砂岩井段, 利用微电极系视电阻率曲线配合自然电位测井曲线可实现对渗透层界面的有效划分, 结果具备较强可靠性。

通过综合考虑砂岩地质特征与测井资料, 采用微电极电阻率、自然电位测井曲线与声波时差进行油田E1f2薄砂体的综合判断, 针对微电极、自然电位幅度差进行标准化处理, 建立多参数测井资料解释图版, 并完成下限参数的设定。其中针对渗透性油层和非渗透性干层, 微电极幅度差与微电极电阻率的比值分别控制为 $\geq 0.25$ 、 $< 0.25$ , 自然电位幅度差和自然电位测井曲线的比值分别控制为 $\geq 0.2$ 、 $< 0.2$ , 深感应电阻率与声波时差的比值分别控制为 $\geq 235$ 和 $< 235$ , 可有效保障解释精度。

#### 2.2.3 BP神经网络评价

BP神经网络是由若干神经元连接组成的智能化、自适应非线性动态系统, 包含输入层、隐(下转第75页)

能够得出矿井在达到所需要的产量时,瓦斯来源总共有三个部分构成:在围岩和周边岩层涌出的瓦斯气体,掘进工作面涌出来的瓦斯气体,还有在煤矿采空区涌出来的瓦斯气体。每一个部分所涌出来的瓦斯气体所占全部涌出气体的比例与很多影响因素有关,矿井的采煤深度和煤矿在井下的生产情况,还有煤矿掘进的综合强度等,都有很大的关系。通过对瓦斯涌出量的一些合理预测,能够得出一些所需要的数据。现在煤矿井下的通风条件不完善,瓦斯浓度经常超出规定的限制,因此,要科学、有效的治理掘进工作面存在的瓦斯气体,这是非常关键的操作流程。在对于所有的煤矿瓦斯进行治理的过程当中,采空区的瓦斯治理使较为关键的,占有非常重要的位置。

#### 2.4 乏风利用不高的原因分析

煤炭企业在开采的过程中,绝大部分的瓦斯都是经过乏风所排放出来的。因为煤矿乏风中存在的甲烷含量非常的少,如果想要提纯和提浓,需要考虑很多方面。针对存在的较多空气和浓度极低的瓦斯气体,需要提供非常多的能量来不断满足加压过程中的消耗。消耗的全部能量,和获得甲烷的浓度是没有可比性的。所以,要立足于能源利用的方面进行分析,全面考虑其中所获得的经济效益,都是不可取的。另外,采取直接燃烧瓦斯的方法在理论和技术上也是有很大局限性的。这两种利用方法都是不能很好的处理煤矿瓦斯的利用问题。

### 3 结语

总而言之,我国综合利用煤矿瓦斯技术还不是特别成

熟,还处于起步阶段,需要不断的研究一些新方法和新技术,从根源上提高瓦斯的利用率,高效率的利用瓦斯气体,这样可以更好的促进瓦斯抽放技术的不断发展,还可以利用一些新型的清洁能源,对于保护环境起到了非常重要的作用,可以适当的调整我国的能源结构,因此要全面解决我国瓦斯抽放存在的一些问题,对煤矿企业来说具有重要的作用。

#### 参考文献:

- [1] 温有权,裴雁飞.有关低浓度煤矿瓦斯的利用对策研究[J].科技与企业,2015(3).
- [2] 姚成林.煤层气综合利用趋势研究[J].矿业安全与环保,2016(1).
- [3] 张伟莉.低浓度瓦斯制LNG的技术进展和发展前景[J].中国石油和化工标准与质量,2013,33(7).
- [4] 任少阳.低浓度煤层气变压吸附装置防静电研究[D].淮南:安徽理工大学,2015.
- [5] 赵海华,李广学,任少阳,彭飞,马钊,董安周,段艳文.低浓瓦斯浓缩用碳分子筛的制备研究[J].广东化工,2014(20).
- [6] 张延松,李润之,国雅强.低浓度煤层气利用现状及安全探讨[J].现代职业安全,2013(9).

#### 作者简介:

马福平(1987-),男,籍贯:山西朔州,毕业院校:太原理工大学,学历:本科;现有职称:中级工程师。

(上接第73页)含层、输出层三个层级。基于既定拓扑结构和学习规则将相关测井资料间的对应关系转化为已知样本,利用网络对样本进行学习和训练,保证神经元间建立有效连接、获取知识,实现对不同模式下神经元输出状态变化情况的有效计算,最终获取到精确输出模式。为实现对油水层的准确识别,需选取关键测井参数建立学习模型,以研究区域E1f2砂岩为基准,分别选取自然伽马、声波时差、自然电位幅度差、微电极幅度差/标准微电极幅度差、自然电位幅度差/标准自然电位幅度差、自然伽马/标准自然伽马作为神经网络学习样本,针对样本进行训练、试算与调节,经由迭代后测得训练误差不超过0.0001,说明该模型符合预测精度要求,并且可根据神经元间的连接权进行电性、含油性关系的识别判断,以此实现对油、水层间的有效区分。

#### 2.3 应用效果评价

通过以常规测井资料为基准,采用交会法和薄层识别法进行油、水层解释,借助BP人工神经网络评价技术进行验证,能够有效提高解释精度。以研究区域某断块构造中部的10#、11#、12#井为例,三井均位于砂滩微相沉积区,发育典型薄砂体储层,采用常规小数控测井系列测井一次解释为干层。将本文建立的综合性测井解释方法应用于三井,分别解释油层1.4m+1.0m+0.6m+1.0m+1.1m、3.7m+0.5m+0.7m+1.4m+1.2m、1.2m+0.9m+0.6m+1.0m+1.1m+1.0m,三油层压裂投产后的日产油量依次为

10.3m<sup>3</sup>、8.6m<sup>3</sup>和11.8m<sup>3</sup>,说明本文建立的测井解释图版具备较高的精度。在此基础上,采用该方法针对该断块共65口井的砂岩进行测井解释,可划分出有效厚度574.1m/262层,其中43口井的106层测井一次解释为非油层储集层,将其重新划分为油层后增加有效厚度160.3m,薄砂体油层占比超过80%,计算得出石油探明储量为124×10<sup>4</sup>t,具有显著效益。

### 3 结论

总体来看,本文通过采用交会法、薄层识别法与常规测井资料、地质研究成果进行整合,可实现对薄砂体油层的精细识别与解释,配合BP人工神经网络评价技术进行验证,保障实现对油、水层间的有效区分,进一步提高解释精度。将上述技术方法应用于油田勘探开发领域,具备显著的经济价值与社会效益。

#### 参考文献:

- [1] 刘吉余,杨文婷,张欣.朝阳沟油田47区块薄砂体储层预测[J].黑龙江科技大学学报,2019(03):272-276.
- [2] 石新朴,史全党,侯向阳,等.准噶尔盆地西北缘二叠系上乌尔禾组低阻气层成因分析与识别方法研究——以K83井区为例[J].新疆地质,2020(03):383-387.

#### 作者简介:

王小佳(1985-),性别:男,民族:汉,籍贯:陕西西安,职称:工程师,学历:本科,研究方向:油田勘探开发,测井资料解释。