

文章编号: 1001-6112(2012)05-0506-04

# SW地区油气层夹层厚度扣除方法及应用

刘志霞, 吴小林

(中国石油化工股份有限公司 江苏油田分公司, 江苏 扬州 225009)

**摘要:** 在陆相碎屑岩储油层内部非均质比较严重, 油层内部常常夹有泥岩、粉砂质泥岩等低阻夹层, 有些油层内还有较薄的钙质层条带等高阻夹层, 它们不含油或对工业油流没有贡献, 在划分油气层有效厚度时应扣除。根据这些夹层在测井曲线上的响应特征, 采用微电极和八侧向测井曲线, 研究了其对应的扣除方法, 使有效厚度划分更加准确, 提高了油气储量的计算精度。

**关键词:** 夹层厚度; 储量计算; 微电极; 八侧向; 油气层

中图分类号: TE321

文献标识码: A

## Research and application of deducting method of interlayer thickness of hydrocarbon reservoir in SW area

Liu Zhixia, Wu Xiaolin

(SINOPEC Jiangsu Oilfield Company, Yangzhou, Jiangsu 225009, China)

**Abstract:** In land facies detrital reservoirs, mudstones and silty mudstones with low resistance are very common, and sometimes thinner calcareous interlayers with high resistance are also found, resulting in strong nonhomogeneity. Those interlayers are oil free or not contributive to commercial oil and gas flows, hence should be deducted when calculating the effect thickness of reservoir. The deducting method of interlayer thickness has been studied based on micro-electric-log and Laterolog 8, improving the reliability of effective thickness calculation and reserve prediction.

**Key words:** interlayer thickness; reserve calculation; microelectrode; Laterolog 8; hydrocarbon reservoir

由于陆相碎屑岩储层的非均质性, 在油气层内部, 常夹有薄层的泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩等致密砂岩, 还有石灰岩、白云岩及高灰质的致密砂岩薄夹层<sup>[1]</sup>。在电性特征上, 前者呈低阻特征而后者呈高阻特征, 通常称为低阻夹层和高阻夹层。这部分厚度不含油或对工业油流无贡献, 在划分油气层的有效厚度时应加以扣除<sup>[2]</sup>。

常规测井曲线中, 由于微电极测井和八侧向测井的电极距小<sup>[3-4]</sup>, 对微小的岩性变化反应灵敏, 纵向分辨率强, 因此选取了微电极和八侧向测井曲线来研究油气层中夹层的扣除。

### 1 低阻夹层扣除

#### 1.1 低阻夹层在微电极系曲线上的响应

渗透性地层在微电极曲线上的基本响应特征就是有幅度差。当探测深度较大的微电位曲线幅度大于探测深度较浅的微梯度曲线幅度时, 称为“正幅度差”; 当微电位曲线幅度小于微梯度曲线

幅度时, 称为“负幅度差”。常见的砂岩油气层在微电极曲线上都有正幅度差, 而在含高矿化度地层水的大孔隙砂岩层中, 可能在微电极曲线上出现负幅度差。

非渗透性地层的微电极曲线无幅度差或有正负不定的较小的幅度差。砂泥岩剖面中, 泥岩是常见的非渗透层, 其电阻率值较低, 微电极曲线幅度低, 无幅度差或有很小的正负不定的幅度差; 泥质粉砂岩渗透性很差, 但电阻率值比泥岩要高, 随着泥质含量的增加, 微电极曲线幅度降低, 且幅度差减小<sup>[5-6]</sup>。在好的油气层中, 当微电位曲线遇到薄层泥岩或泥质粉砂岩等, 其值会减小, 曲线就会表现出回返<sup>[7]</sup>的特征。图1上微电极曲线2 401.6~2 402.4 m处, 是一典型的泥岩夹层。

#### 1.2 低阻夹层在八侧向曲线上的响应

泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩等低阻夹层, 属于非渗透或渗透性很差的层, 八侧向电阻率很小, 粉砂质泥岩和泥质粉砂岩的电阻率比泥岩的八侧

收稿日期: 2012-05-17; 修订日期: 2012-07-23

作者简介: 刘志霞(1969—), 女, 高级工程师, 从事油气储量及油气勘探研究。E-mail: liuzx.jsyt@sinopec.com. http://www.cnki.net

基金项目: 中国石化江苏油田分公司“瓦状油田  $E_{1f}^6$  砂岩储层储量参数研究”(DY2004-12)资助。

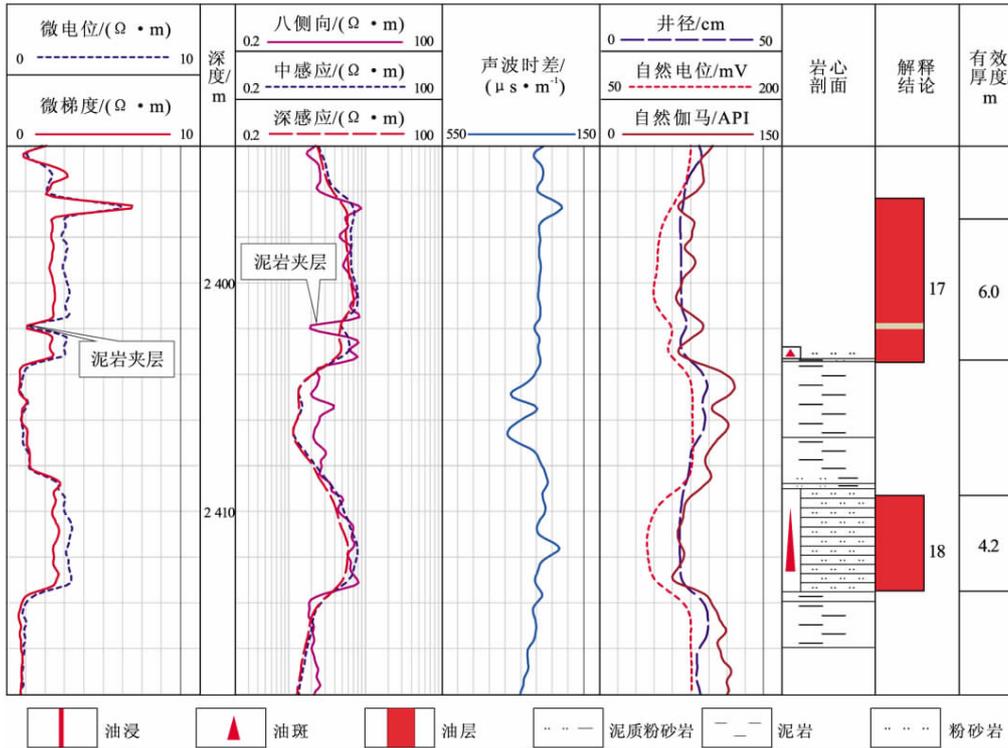


图 1 W2-2 井测井曲线

Fig. 1 Logging curves from well W2-2

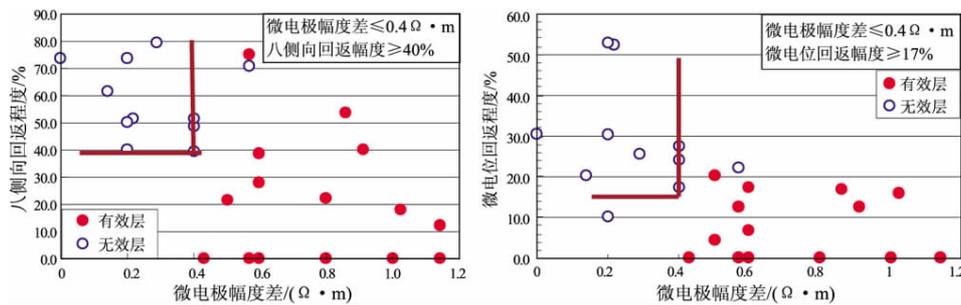


图 2 油层中微电极幅度差与八侧向、微电位回返程度交会图

Fig. 2 Cross plots of microelectrode separations and reversion amplitudes of LL8 and ML logging curves

向电阻相对稍高,但随着泥岩含量的增加,其值也会逐渐减小<sup>[2]</sup>。测井曲线在砂岩油气层中,遇到泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩等薄层,八侧向电阻率会不同程度的回返<sup>[8-9]</sup>(图 1),通过对八侧向回返程度的研究,扣除夹层。图 1 上八侧向曲线 2 401.6 ~ 2 402.4 m 处,是一典型的泥岩夹层。

### 1.3 低阻夹层扣除标准研究

根据以上低阻夹层在测井曲线上的响应特征,选取了微电极幅度差、微电位回返程度、八侧向回返程度这 3 个参数<sup>[10]</sup>,研究本区的油气层夹层厚度扣除标准。利用 SW 地区取心资料 32 个层点分别建立了微电极幅度差与微电位回返程度、微电极幅度差与八侧向回返程度交会图,按照最小误差原则确定了夹层扣除标准(图 2),图 2 中有效层和非

有效层的界限很清楚。

三参数夹层扣除标准是:微电极幅度差  $\leq 0.4 \Omega \cdot m$ ,微电位回返程度  $\geq 17\%$ ,八侧向回返程度  $\geq 40\%$ 。

### 1.4 夹层边界的确定

在 SW 地区对夹层扣除标准的研究过程中发现,相对于微电极曲线,夹层厚度可以按照微电位曲线回返的半幅点划分。但是如果按照八侧向曲线回返的半幅点处扣除其夹层厚度,扣除的厚度与岩心夹层厚度相比往往偏大(图 3)。根据八侧向曲线 2 567.9 ~ 2 568.4, 2 576.4 ~ 2 576.9, 2 583.4 ~ 2 584.0 m 处显示,均是低阻夹层,按照八侧向曲线的回返半幅点处划分,夹层的厚度分别为 0.5, 0.5, 0.6 m,而由钻井取心显示泥质夹层均只有 0.1 m。

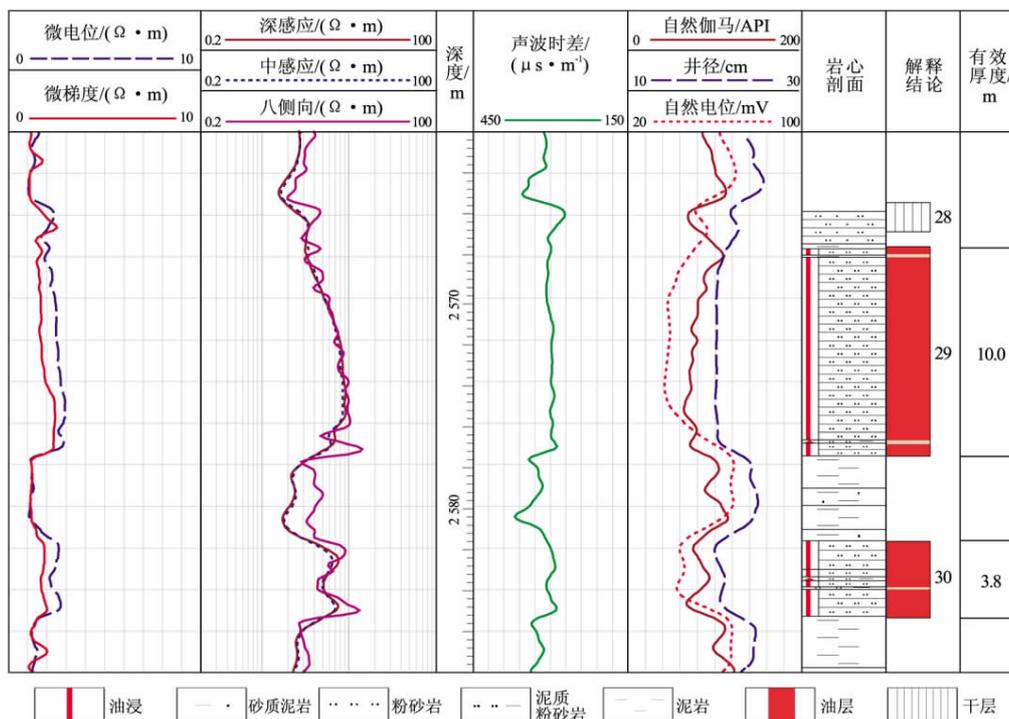


图 3 W2-16 井测井曲线

Fig. 3 Logging curves from well W2-16

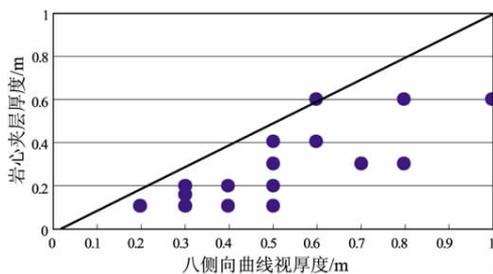


图 4 岩心夹层厚度与八侧向视厚度交会图

Fig. 4 Cross plots of interlayer thickness of cores and apparent thickness of LL8

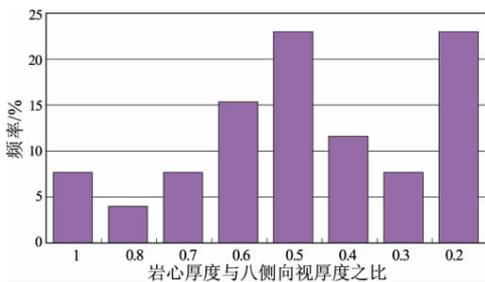


图 5 岩心厚度与八侧向视厚度比值频率

Fig. 5 Frequency plots of ratio of core thickness and apparent thickness of LL8

这种现象在 SW 地区比较普遍,尤其是在较厚的砂岩油气层中。这种泥岩薄层在八侧向曲线上反应太灵敏,很薄的泥岩就能引起八侧向曲线幅度降低。

对于这种现象,根据 SW 地区的取心资料,选

取了 26 个层点,做了岩心夹层厚度与八侧向曲线视厚度关系图及两者比值频率图(图 4、5)。

由图 4 可见,岩心夹层厚度大多比八侧向的视厚度要小;图 5 显示岩心夹层厚度与八侧向视厚度之比大部分在 0.2~0.6 之间,尤其是在厚油层内部的泥质夹层厚度,其岩心厚度与八侧向视厚度的平均比值为 0.32。因此在 SW 地区有效厚度的夹层扣除过程中,应该按照八侧向回返曲线半幅点靠近下部尖峰的一半处扣除夹层厚度,见图 3 中 29 号、30 号油层中的低阻夹层厚度扣除。

## 2 高阻夹层扣除

非渗透性的石灰岩和白云岩薄夹层以及含灰质成分较重的致密砂岩夹层,含油级别很低或不含油,在微电极曲线上电阻率读数最高,微电极曲线呈尖峰状,没有幅度差或幅度差特别大,八侧向电阻率异常大,声波时差明显减小<sup>[11-12]</sup>(图 6)。图 6 中曲线 2450~5450.2 m 处,是一石灰岩薄夹层,在微电极曲线上呈尖峰状,八侧向电阻率也急剧升高。

对于石灰岩或含灰质的致密砂岩的高阻夹层,根据钻井取心和测井曲线对比,其夹层厚度就是微电极曲线的高尖部分,对应的八侧向曲线也是按照其半幅点靠近高尖部分的一半处划分,见图 6 S32-3 井 5 号油层中高阻夹层的扣除。

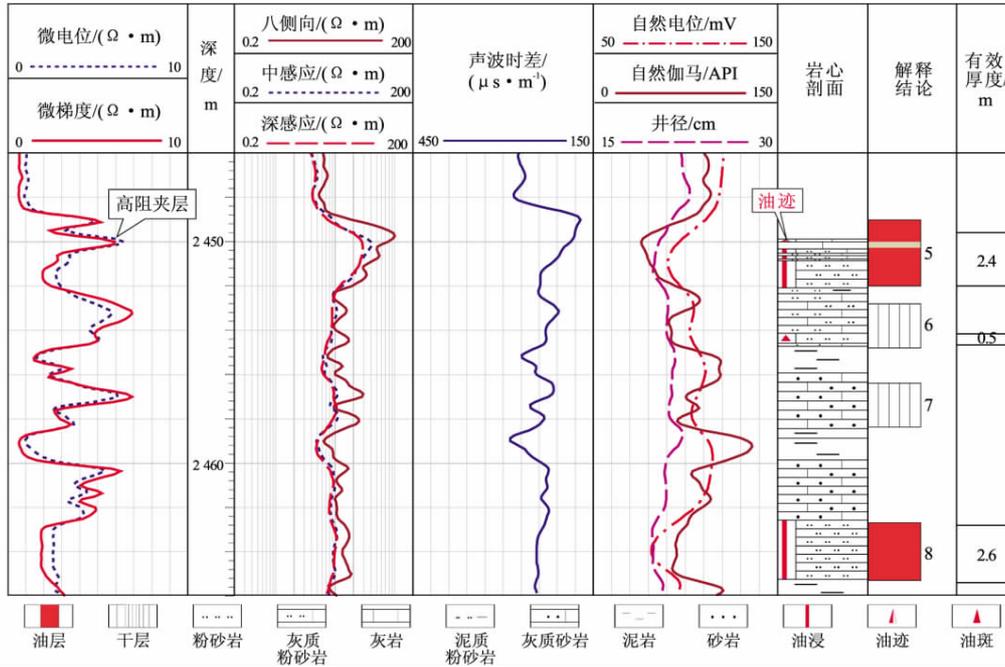


图 6 S32-3 井测井曲线

Fig. 6 Logging curves from well S32-3

### 3 应用及结论

根据以上研究的夹层厚度扣除标准,划分了 WZ 油田 32 口井 125 层的有效厚度,精确扣除夹层 48 层,仅夹层中增加的有效厚度为 22 m,为 WZ 油田的储量研究提供了理论依据。

油气层的有效厚度对于油气藏储量评价影响很大,陆相碎屑岩中的非均质性严重,准确扣除夹层厚度是精确确定有效厚度的保证。根据 SW 地区确定的夹层厚度扣除标准,对于苏北盆地其它地区的砂岩油气藏均有借鉴意义。

#### 参考文献:

[1] 宋子齐,程国建,王静,等.一种特低渗透油层有效厚度标准研究[J].大庆石油地质与开发 2006 25(6):50-52.  
 [2] 杨通佑,陈元千.石油及天然气储量计算方法[M].北京:石油工业出版社,1991.

[3] 张庚骥.电法测井[M].北京:石油工业出版社,1984.  
 [4] 楚泽涵,高杰,黄隆基,等.地球物理测井方法与原理[M].北京:石油工业出版社,2007.  
 [5] 张海燕,王栋梁,周红涛.塔河油田三叠系低阻油气层测井评价[J].断块油气田 2010,17(4):513-516.  
 [6] 李力,孙耀庭,陈建.普光气田飞仙关组和长兴组测井解释方法[J].断块油气田 2011,18(4):508-511.  
 [7] 靳亚勤,王桂成,张涛.直罗油田马莲沟区油层有效厚度下限标准新研究[J].中国西部科技 2010 9(4):11-13.  
 [8] 魏广建,周本良,王超胜,等.双感应—八侧向测井仪应用探讨[J].石油仪器 2004,18(6):58-60.  
 [9] 曹玥.双感应与双侧向电阻率曲线的一致性校正[J].科技传播 2010(12上):132-133.  
 [10] 蒋阿明.苏北盆地低对比度油层特征及识别方法[J].石油天然气学报 2011(6):248-252.  
 [11] 陆玉滨,谭海芳,胡素华,等.WN 油田低阻油层的测井评价[J].国外测井技术 2011(5):59-61.  
 [12] 周荣波,段强,周荣辉,等.八侧向曲线异常分析及解决方案[J].石油仪器 2009(4):94-96.

(编辑 徐文明)