

技术方法

# 测井技术在泰安姚庄油页岩勘探中的识别应用

丰莉<sup>1</sup>,王石<sup>2</sup>,郭文建<sup>2</sup>

(1.山东科技大学资源与土木工程系,山东 泰安 271000;2.山东省第五地质矿产勘查院,山东 泰安 271000)

**摘要:**油页岩是一种很有前景的油气资源,测井技术是油页岩矿勘探开发的关键技术。该文依托姚庄地区油页岩矿钻孔的测井工作,通过对典型钻孔zk002的测井资料进行分析对比,得出测井曲线的变化与岩层有机质含量的关系,识别出地层岩性,并定出含油页岩层厚度,其结果与地质岩心钻探结果基本一致,因此,测井技术能较好地识别含油页岩层。

**关键词:**油页岩;测井曲线;自然伽马;电阻率;泰安市

**中图分类号:**P618.12

**文献标识码:**B

**引文格式:**丰莉,王石,郭文建.测井技术在泰安姚庄油页岩勘探中的识别应用[J].山东国土资源,2016,32(5):75-78.FENG Li, WANG Shi, GUO Wenjian. Identification Application of Log Technique in Yaozhuang Oil Shale Exploration in Tai'an City [J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(5): 75-78.

油页岩是一种高灰分的有机质沉积岩,经过低温干馏处理后可得到类似原油的页岩油及页岩气,可用作发电、取暖和运输,也可生产建筑材料,是一种很有前景的非常规油气资源<sup>[1,2]</sup>。油页岩多与泥岩、炭质页岩、粉砂岩泥质、泥灰岩、粉砂岩等相伴生<sup>[3,4]</sup>。近年来,油页岩的勘探开发正在国内外广泛开展,测井技术是油页岩勘探开发的关键技术之一,因此,油页岩的测井评价方法也成为国内外众多学者研究的热点。该文依托山东省泰安市姚庄地区油页岩矿钻孔地球物理测井工作,分析测井技术在油页岩矿勘探中的应用。

## 1 矿区概况

矿区含油页岩段位于泰莱盆地西北部,所处地段为湖泊相沉积区的西部,岩相上为油页岩—泥岩岩相区,其地表广泛被第四系覆盖。测区内岩性以粉砂质泥岩、页状泥灰岩、泥灰岩为主夹薄层碳质砂岩、砂砾岩、泥岩及油页岩,其颜色呈现灰—浅灰色,局部浅黄—浅黄褐色。赋矿岩石颜色为灰色、浅灰褐色—灰褐色、黄褐色,细粒泥质结构,页片状构造。含油页岩页理及微细层理十分发育,性脆易碎、比重

轻、易燃、燃烧具硫化氢气味、并伴随有爆裂声,燃烧后呈白色粉末状。

## 2 测试仪器及测试方法

该次测井使用仪器为中装集团重庆地质仪器厂生产的JGS-1B智能工程测井系统,包括JGS-1B智能工程测井系统主机、JCH-3绞车控制器、JCH-2000绞车、M552贴壁组合探管。M552组合贴壁探管采集的参数为:密度、自然伽玛、自然电位、井径、三侧向视电阻率。

(1)密度:激发源为Cs<sup>137</sup>;源强度为80 mci;短源距为200 mm,闪烁体为NaI(Tl):Φ23×20 mm,长源距为350 mm,闪烁体为NaI(Tl):Φ23×40 mm,光电倍增管:GDB23;长短源距技术范围:0~32 000 cps;密度测量范围:1~4 g/cm<sup>3</sup>;灵敏度:0.01 g/cm<sup>3</sup>;测量精度误差小于3%。密度曲线是通过密度计算程序,由处理过的长源距、短源距密度数据曲线,输入刻度系数,再经过软件处理得到的。

(2)自然伽玛:测量范围为大于30 KeV的γ射线;闪烁体为NaI(Tl):Φ23×60 mm;光电倍增管:GDB23;计数范围:0~32 000 cps。

收稿日期:2015-07-21;修订日期:2015-09-27;编辑:王敏

作者简介:丰莉(1981—),女,安徽桐城人,工程师,主要从事地球探测与信息技术方面工作;E-mail:fengli\_0212@126.com

(3)三侧向电阻率:测量范围为 $0\sim 2\text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ ;测量精度误差小于2%;主电极长25 mm,电极全长455 mm。

(4)自然电位:测量范围为-2V至+2V;测量精度: $\pm 2.5\text{ mV}$ 。

(5)井径:测量范围为50~300 mm;灵敏度为0.5 mm;测量精度误差小于2%。

所有参数都是在提升或下放电缆时连续测量的,其中自然电位自井口至井底为下测,其余四项参数均为上测。采样间隔为0.1 m,测井速度不大于10 m/min。测完后均进行回程差观察,各方法探管的回程差均为负值,且误差小于0.1%。

### 3 矿区测井曲线特征分析

#### 3.1 测井曲线识别岩层岩性的基本原理

测井曲线识别岩性是利用测井曲线形态特征和曲线值相对大小,从长期实践中积累起来的规律性认识。测井曲线识别岩性是以岩性的物理特征来识别岩层岩性的。不同岩石其密度、硬度、导电性、放射性等各方面的物理特征不同,在测井曲线上的反应也有所不同,综合分析这些物理特征、各条曲线形态和曲线值,就可判断出不同岩性<sup>[2]</sup>。

在含油页岩的沉积地层中,油页岩层与围岩有着自然伽玛、电阻率、密度等物性差异,正常情况下,有机质含量越高的岩层在测井曲线上的异常越大,测井曲线对油页岩的响应主要有<sup>[4-8]</sup>:

(1)自然伽马曲线。油页岩含丰富的有机质,在该曲线上表现为高异常,是因为富含有机质的油页岩往往吸附有较多的放射性元素铀。

(2)密度曲线。由于有机质的密度较小,当有机质取代岩石骨架时,就会使岩石的密度减小,富含有机质的油页岩,其密度低于其他岩层,在曲线上表现为低异常。

(3)电阻率曲线。油页岩中所含的有机质不具导电性,从而减小了油页岩中泥质的导电能力,使油页岩的电阻率增大,因而在该曲线上表现为高异常。

#### 3.2 矿区综合测井曲线响应特征分析

为了更准确地识别油页岩,应综合分析所有曲线特征来识别油页岩。该工作区主要利用三侧向视电阻率曲线、密度曲线、自然伽玛曲线、自然电位曲线来综合划分岩层岩性,划分的岩性主要有:泥岩、

泥灰岩、粉砂岩、含油页岩、粉砂质泥岩、砾岩等。共测试钻孔6个,取最有代表性的钻孔zk002分析,从钻孔zk002综合测井曲线上截取三段放大进行分析。

图1所示在108.18~109.2 m位置,三侧向电阻率出现一明显高值异常,且自然伽玛数值不高,分析该层导电性较弱且含较少放射性元素,推断为泥灰岩引起;109.2~110.6 m位置,三侧向电阻率值相比上层明显偏低,而自然伽玛数值升高,分析该层有机质含量增加,推断该层为含油页岩层。

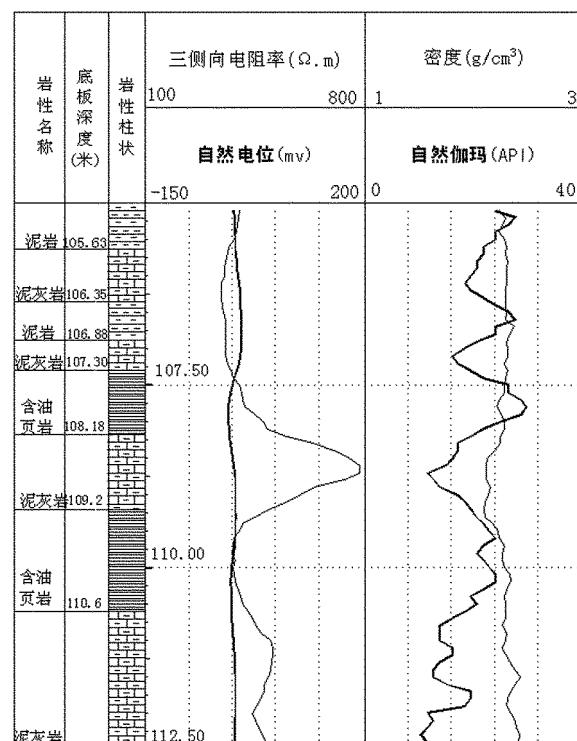


图1 105~112.5 m测井曲线图

图2所示120.7~121.25 m,122.0~122.75 m及125.25~125.8 m处三侧向电阻率相对偏低,自然伽马偏高,分析为有机质含量增加引起。这三层含油页岩中间均夹杂泥灰岩层,测井曲线反映为高电阻率、低自然伽马特征。

图3所示131.55~132.7 m,133.5~135 m,136~136.6 m处曲线特征均表现为三侧向电阻率偏低,自然伽马数值偏高,分析为有机质含量增加导致,推断这三层为含油页岩层。135~136 m处,测井曲线值与围岩的曲线值之间渐次变化,且幅度较小,推断该处为泥灰岩。该次测井工作得出的主要岩性测井参数值见表1。

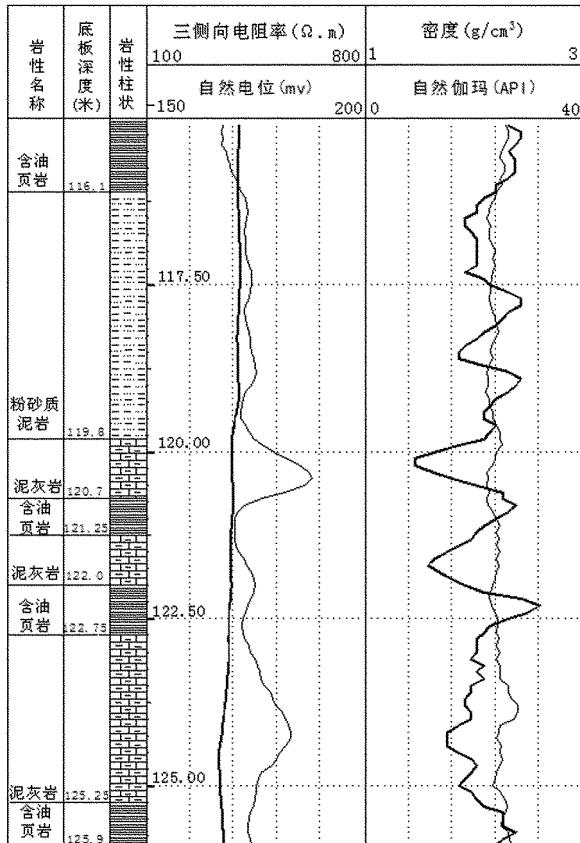


图2 115~126.4 m测井曲线图

表1 主要岩性测井参数统计

岩性	测井参数			
	电阻率 $\Omega \cdot M$	自然伽马 API	密度值 $g/cm^3$	其他
含油页岩	380~700	20~35	2.0~2.4	井径易扩大
泥岩	180~370	10~30	2.0~2.6	井径易扩大
砾岩	370~400	0~25	2.5~2.8	井径不易扩大
泥灰岩	345~900	0~15	2.5~2.8	井径不扩大
粉砂岩	330~450	5~15	2.5~2.8	井径易扩大
粉砂质泥岩	330~360	10~30	2.0~2.5	井径易扩大

以上分析结合表1统计得出,该钻孔含油页岩层的测井曲线表现为电阻率不高,自然伽马偏高,密度较低,利用这一特征可从岩层中识别出含油页岩层,得出的厚度与地质钻探结果基本一致。通常油页岩富含有机质,有机质与泥质、矿物质等相比在电阻率、自然伽马、密度等测井响应特征上存在明显的差异,造成了油页岩的高自然伽马、高电阻率和低密度的测井响应特征。而该钻孔含油页岩层的测井参数曲线反应不是很明显,结合地质钻探取芯结果,分析是由含油页岩层的有机质含量相对较低,含油率不高引起。

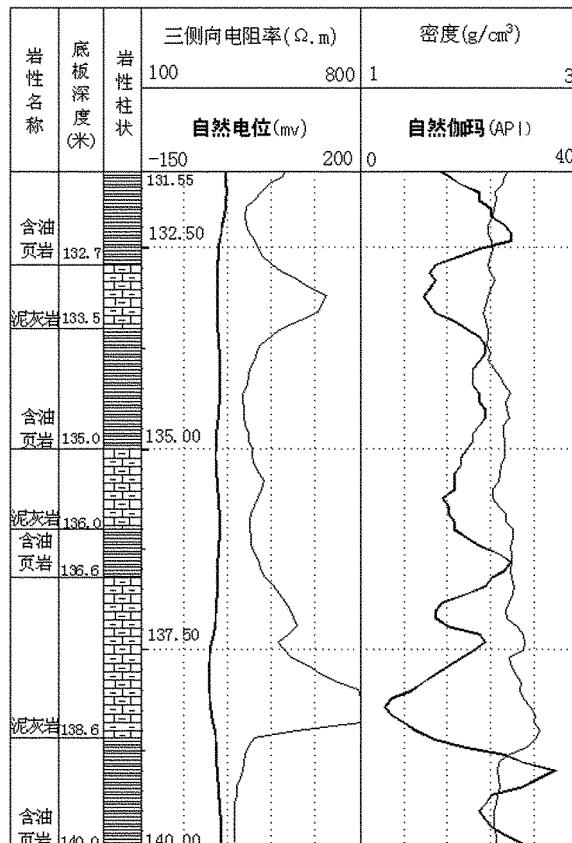


图3 131.5~138.5 m测井曲线图

## 4 结语

(1)利用综合测井技术能较好识别和划分含油页岩层,此次测试钻孔划分的含油页岩层的厚度与地质钻探取芯的厚度基本一致。

(2)在该次测井中,三侧向电阻率和自然伽马这2条曲线是含油页岩层定厚定性的主要参数,而密度和自然电位虽然反应不是很明显,但也有一定的规律可循,起到一定的辅助作用。

(3)姚庄油页岩钻孔含油页岩层曲线特征表现为电阻率不高,自然伽马值偏高,密度较低,局部呈锯齿状波动,分析是含油页岩层的有机质含量相对较低且夹杂少量其他岩性引起的测井曲线特征变化,推断该钻孔内含油页岩层的含油率偏低。

## 参考文献:

- [1] 刘招君,董清水,叶松青,等.中国油页岩资源现状[J].吉林大学学报(地球科学版),2006,36(6):869~876.
- [2] 薛成,刑楠.山东省油页岩资源特征及开发利用前景[J].山东国土资源,2014,30(6):29~32.

- [3] 王新龙,罗安银.油页岩地层测井解释评价技术探讨[J].测井技术,2013,37(3):275-279.
- [4] 刘博.利用测井资料有效识别油页岩技术及其应用—以松辽盆地南部地区为例[D].吉林:吉林大学,2010.
- [5] 张佳佳,李宏兵,姚逢昌.油页岩的地球物理识别和评价方法[J].石油学报,2012,33(4):626-631.
- [6] 孔霞.数字测井技术在油页岩勘探中的应用[J].吉林地质,2008,27(4):72-74.
- [7] 吴雅明.油页岩测井识别[J].中国石油和化工标准与质量,2013,(15):149-150.
- [8] 史冀忠.内蒙古巴格毛德油页岩特征及测井响应研究[D].吉林:吉林大学,2008.

## Identification Application of Log Technique in Yaozhuang Oil Shale Exploration in Tai'an City

FENG Li<sup>1</sup>, WANG Shi<sup>2</sup>, GUO Wenjian<sup>2</sup>

(1. Resources and Civil Engineering Department of Shandong University of Science and Technology, Shandong Tai'an 271000, China; 2. No.5 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Tai'an 271000, China)

**Abstract:** Oil shale is a kind of oil and gas resources with bright prospect. Log technique is the key technique in oil shale exploration and development. In this paper, relying on log work of Yaozhuang oil shale mine, through analysis on log data of typical zk002 drilling well, relationship between the change of the log curves and organic matter content of the strata has been gained, strata lithology has been identified, and the thickness of oil shale layers has been determined. It is showed that the result is almost equal to geological core drilling result. Log technique can well identify shale layers.

**Key words:** Oil shale; log curve; identification; natural gamma; resistivity; Tai'an city