

# 气测录井在页岩气勘查中的应用

——以潍北凹陷昌页参1井为例

宋昭睿

(山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014)

**摘要:** 潍北凹陷是昌潍坳陷的次一级凹陷盆地,也是传统油气开采区。潍北凹陷孔店组二段沉积了较厚的暗色泥岩、泥页岩,多为良好的烃源岩,也是凹陷内页岩气的主要生、储层位。通过分析昌页参1井气测录井数据,并结合现场解析实验数据,系统阐述了应用录井采集数据综合判别油气层的方法,以及该方法在实际油、气层判别中的应用情况。研究表明,利用该方法可对页岩气富集层段含油气情况作出较为准确的判断。

**关键词:** 气测录井;气测解释;页岩气;潍北凹陷;昌页参1井

**中图分类号:** TE122      **文献标识码:** B

**引文格式:** 宋昭睿.气测录井在页岩气勘查中的应用——以潍北凹陷昌页参1井为例[J].山东国土资源,2016,32(11):54-57.SONG Zhaorui.Application of Gas Logging in Shale Gas Exploration——Taking Canyi Well in Changye as an Example[J].Shandong Land and Resources, 2016,32(11):54-57.

油气层识别与评价是常规油气勘探开发研究工作中的重要环节之一。气测录井对提高油气层解释的准确性,以及避免漏掉油气层、预防井喷等方面具有重要现实意义<sup>[1]</sup>。在气测录井过程中,录井采集的数据是识别油气层最直观的依据,也是油气层综合分析解释的基础<sup>[2-4]</sup>。目前,气测录井技术已在四川盆地涪陵页岩气田、贵州省六盘水市盘县特区北部的松河井田以及泌阳凹陷的安深1井等油气开采区得到一定的应用<sup>[5-8]</sup>。该文以昌页参1井气测录井数据为基础,并结合现场解析实验数据,系统阐述应用录井采集数据综合判别油气层的方法,以及该方法在实际油气层判别中的应用情况。对提高气测录井的应用能力具有一定的指导意义。

## 1 实验设备

### 1.1 气测录井设备及数据采集

#### 1.1.1 气测录井设备

昌页参1井选用的气测录井设备为中石化胜利石油工程有限公司地质录井公司研制的 EXPLORER ZH-2N 综合录井仪。气测录井系统主要由3

部分组成:脱气泵;管线、干燥过滤系统;气成分分析系统<sup>[9]</sup>。第一、二部分尤为重要,脱气泵将气体从泥浆中分离出来,通过管线传入录井房,经干燥过滤后,由气泵将气样送入气成分分析系统中,最后将分析结果传输至电脑。

#### 1.1.2 气测数据采集及精度

烃类组分利用 SLSP-2K 快速色谱分析仪进行检测分析,该仪器可以同时检测全烃及组分(C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, iC<sub>4</sub>, nC<sub>4</sub>, iC<sub>5</sub>, nC<sub>5</sub>)。全烃为实时检测,组分(C<sub>1</sub>-nC<sub>5</sub>)检测设有30 s短周期和120 s长周期。全烃及组分最小检知度为10×10<sup>-6</sup>,测量范围为10×10<sup>-6</sup>~100%。

## 1.2 解析实验设备及数据采集

### 1.2.1 解析实验设备

现场解析试验采用重庆地质矿产研究院研发的 CQJC-QT-2 型页岩气煤层含气量现场测试系统,解析气测量精度为0.1 mL,温度测量误差为0.1℃,气压测量精度为0.01 MPa。设备可现场读取和换算解析气量、损失气量,不具备残余气量测试条件。

### 1.2.2 解析数据采集

现场解析样品及深度、岩性等数据采自潍北凹

收稿日期:2016-06-03;修订日期:2016-07-25;编辑:王敏

作者简介:宋昭睿(1988—),男,山东济南人,主要从事工程勘察岩土工程工作及页岩气勘查工作;E-mail:18668973775@163.com

陷昌页参1井所钻取的孔店组二段地层岩心资料。解析气量:模拟储层温度下,每吨岩石解析出的气体体积(折算成标准状态下:温度20℃、压力101.325 KPa)。损失气量:采用回归法计算损失的气量。以时间(损失时间+解析时间)的平方根为横坐标,以单位质量页岩在各时间点的累积解析气测量值为纵坐标作图。取解析温度稳定后具有线性关系的解析初期时间段内的测量数据进行线性回归,得回归直线。过横坐标为损失时间平方根,纵坐标为累积解析气体体积的点作回归直线平行线,将其反向延长值与纵坐标轴相交,所得截距的绝对值即为单位质量页岩的损失气量。页岩含气量:解析气量和损失气量之和<sup>[10-11]</sup>。

## 2 气测录井解释方法

### 2.1 油、气层解释原则

以气体全量、色谱录井甲烷含量、钻时、岩心、岩屑显示为主要依据划分异常层段;根据钻时、岩心、岩屑和气体含量变化等资料,参考色谱录井显示和对比气体后效测井显示情况,划分储存层的顶、底深度;应用岩心岩屑含油(气)显示级别及含水性、地化录井成果、烃组分解释方法、地面含气指数、地层含气指数,结合非烃气体含量,钻井液参数变化和槽液面显示,综合判断储集层流体性质。

### 2.2 解释依据

#### 2.2.1 油层

钻时相对减小,气体全量增大;色谱组分分析各组分均有显示,甲烷( $C_1$ )相对百分含量在60%~90%之间,乙烷、丙烷、异丁烷和正丁烷均有明显升高;各种烃组分解释图上显示液态石油特征;岩心或岩屑含油级别在油浸级以上,滴水呈珠状或半珠状,槽液面观察有油花;出口钻井液密度下降,温度上升,电阻率增大或电导率降低,粘度增大,出口流量相对增大和钻井液总体积增大。

#### 2.2.2 气层

钻时相对减小,气体全量增大;色谱组分分析呈高甲烷异常,甲烷( $C_1$ )相对百分含量在90%以上;各种烃组分解释图上,应显示天然气特征;岩心或岩屑不含油,槽面观察气泡较多,取一定量钻井液进行点火试验可见火苗;出口钻井液密度下降,温度上

升,电阻率增大或电导率降低,粘度剧增,出口流量相对增大或减小,钻井液总体积增大。

## 3 气测录井成果分析

该文以昌页参1井为例,选取2 689.05~2 691.36m以及2 827.76~2 829.75 m两个井段的气测录井数据及现场解析实验数据为研究对象,如表1和表2所示。其中两井段均处在孔店组二段,考察气测录井解释方法是否对页岩气富集层段的含油气情况作出准确判断。

2 689.05~2 691.36m井段录井描述为:肉眼可见黑色原油浸染,及墨绿色残余油,油味较重,说明该层原油组分中胶质、沥青质含量较高,判断该层为重质油层。

由表1和图1可以看出,该井段气测全烃值异常显示较好,最大值为0.304%(2 689.76 m);甲烷值异常显示与全烃值变化趋势基本一致,最大值为0.30%(2 689.87 m);乙烷、丙烷、异丁烷、正丁烷值和温度均有增高;钻井液密度和电导率有所下降;钻时明显减小,在2 688 m为44.07 min/m,在2 691 m突然减小为8.25 min/m;二氧化碳和硫化氢未检出异常。色谱组分分析各组分均有显示,甲烷相对百分含量在60%~90%之间;钻时相对减小,气体全量增大,推测该井段可能为油层。并在2 689.05~2 691.36m井段附近选取深度相近、岩性相同样品的现场解析实验数据进行分析,由表2可知,平均页岩含气量为0.621 m<sup>3</sup>/t,明显小于孔店组二段目标层段内的平均页岩含气量0.886 m<sup>3</sup>/t,说明储集层内主要显示液态石油特征,原因是甲烷( $C_1$ ) 在石油中溶解度最低,其他碳氢化合物溶解度比甲烷高,一般分子量越大溶解度越大,但当压力下降时,甲烷却易从石油中分离,其他碳氢化合物由于分子量大而越难分离。在该井段内地层压力相对较小,甲烷容易释放,但平均页岩含气量较小,这与总烃的高含量值不符,表明该井段重质油含量较高。应用此方法选取的综合录井数据定量判别油、气层时,判别结果与实际结论符合率较高。

2 827.76~2 829.75 m井段录井描述为:页岩光亮黑色,泥质结构,富含有机质,裂隙发育,局部有交错层理,常见泥页岩夹层及薄层泥质条带,无残余油,油味淡,判断该层为气层。

表1 气测录井数据

井深 (m)	钻时 (min/m)	钻井液密度 (g/cm <sup>3</sup> )	电导率 (mS/cm)	温度 (℃)	色谱分析(%)						C <sub>1</sub> 相对百分 含量
					总烃	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	iC <sub>4</sub>	nC <sub>4</sub>	
2688	44.07	1.42	29.42	39.53	0.054	0.065	0.002	0.003	0.000	0.001	0.91
2689	39.17	1.37	28.28	39.60	0.040	0.022	0.001	0.001	0.000	0.000	0.89
2690	29.95	1.30	27.79	39.62	0.304	0.300	0.019	0.022	0.002	0.011	0.85
2691	8.25	1.26	27.51	39.65	0.182	0.250	0.016	0.018	0.002	0.009	0.85
2692	24.67	1.29	27.21	39.66	0.035	0.018	0.001	0.001	0.000	0.001	0.90
2827	131.2	1.47	26.51	34.63	0.001	0.018	0.001	0.001	0.000	0.000	0.92
2828	125.5	1.32	26.32	34.61	0.001	0.017	0.001	0.001	0.000	0.000	0.93
2829	74.6	1.29	26.18	34.70	0.001	0.078	0.006	0.004	0.000	0.001	0.88
2830	48.2	1.24	25.58	35.07	0.001	0.067	0.003	0.002	0.000	0.001	0.93

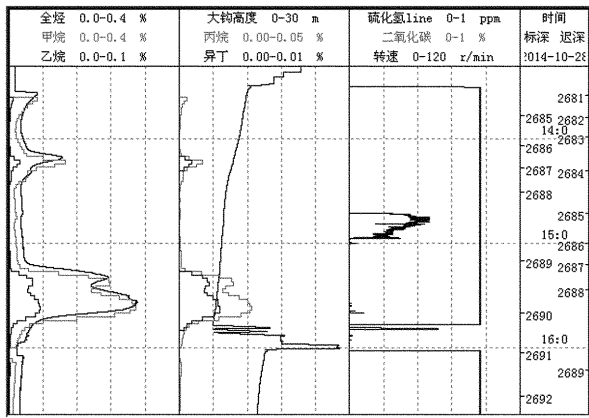


图1 2689.05~2691.36 m气测时间曲线回放图

表2 现场解析实验数据

样品编号	井深(m)	页岩含气量 (m <sup>3</sup> /t)	平均页岩含 气量(m <sup>3</sup> /t)	岩性
eye1-8	2699.83	0.298		
eye1-7	2701.09	0.926		
eye1-9	2702.06	0.553	0.621	泥岩
eye1-10	2703.47	0.708		
eye1-86	2828.10	1.586		
eye1-85	2829.15	1.231		
eye1-89	2830.06	1.760	1.362	泥页岩
eye1-84	2830.41	0.870		

由表1和图2可以看出,气测全烃值未检出异常,值较小为0.001%;甲烷值出现3个小峰值,最大值为0.08%(2828.21 m);乙烷、丙烷和正丁烷均有异常显示;温度升高,钻井液密度、电导率和钻时明显下降;二氧化碳和硫化氢未检出异常。色谱组分分析各组分均有显示,甲烷相对百分含量在90%以上;钻时相对减小,气体全量增大,推测该井段可能为气层。选取深度相近、岩性相同样品的现场解析实验数据进行分析,由表2可知,平均页岩含气量为1.362 m<sup>3</sup>/t,明显高于孔店组二段目标层段内的平均

页岩含气量0.886 m<sup>3</sup>/t,说明储集层内组分不全,仅含有甲烷,主要显示天然气特征,综合判断该层为气层。该结果与现场录井描述相符。

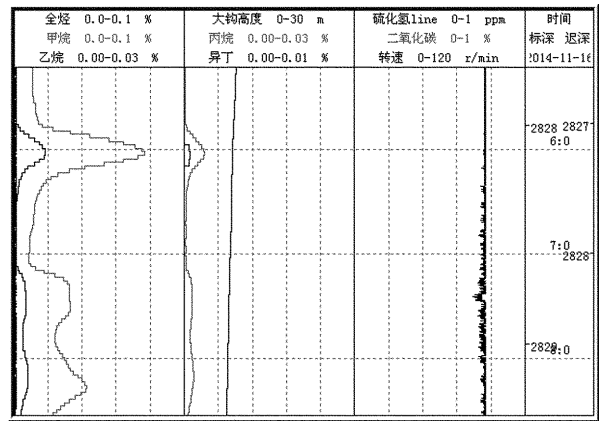


图2 2827.76~2829.75 m气测时间曲线回放图

## 4 结论

通过对昌页参1井气测录井数据的研究,取得以下结论:

(1)对于气测数据的选取是实现准确、定量判别油层和气层的前提。

(2)综合分析气测录井数据可对页岩气富集层段的含油气情况作出较为准确的判断。

(3)在进行油气层解释时,不仅要页岩气富集层段的物性、流体性质等方面进行分析,还应将现场解析实验数据纳入考虑范围,以便提高油、气层解释评价的准确性。

## 参考文献:

- [1] 杜武军,杨登科.基于气测录井资料校正方法研究[J].内蒙古石油化工,2013,(9):18-19.
- [2] 王灏,张建新.气测录井的影响因素研究[J].中国石油和化工

- 标准与质量,2016,(4):45-47.
- [3] 张增奇,田京祥,张春池,等.国内外页岩气研究进展及山东省页岩气资源潜力[J].山东国土资源,2012,28(10):1-6.
- [4] 侯平,史卜庆,郑俊章,等.利用气测录井简易参数法判别油气、水层[J].录井工程,2009,20(1):21-24.
- [5] 蔡健博.气测录井在涪陵页岩气田焦石坝区块勘探开发中的应用[J].石化技术,2016,(4):180-181.
- [6] 金军,周效志,易同生,等.气测录井在松河井田煤层气勘探开发中的应用[J].特种油气藏,2014,21(4):22-25.
- [7] 方锡贤,王光鹏,梁华伟,等.气测录井资料在安深 1 井页岩油气评价中的应用[J].石油地质与工程,2011,25(5):34-37.
- [8] 廖涛,雷军.国内外录井技术现状及发展方向[J].录井工程,2016,27(1):6-13.
- [9] 任光军.气测录井技术的进展及气测资料新用途的探讨[J].山东地质,2003,19(增刊):51-55.
- [10] GB/T 0254-2014.页岩气资源/储量计算与评价技术规范[S].
- [11] 王之跃,彭文泉,宋昭睿,等.页岩气现场解析气量影响因素探讨[J].山东国土资源,2015,31(9):22-25.

## Application of Gas Logging in Shale Gas Exploration

### —Taking Canyi Well in Changye as an Example

SONG Zhaorui

(No.1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

**Abstract:** Weibei depression is a secondary depression basin in Changwei depression. It is also a traditional oil and gas exploitation area. Thick dark mudstone shale and oil shale which are good hydrocarbon source rocks sedimented in the second section of Kongdian formation in Weibei depression. The second section of Kongdian formation is the raw and reservoir horizons of shale gas. Through analysis on gas logging data of Canyi well in Changye, combining with the analysis of experimental data, reservoir evaluation by using actual logging data, and identification of actual oil and gas have been explained. It is showed that the method can make a more accurate judgment system for the oil and gas accumulation in the shale gas enrichment zone.

**Key words:** Gas logging; interpretation of gas logging; shale gas; Weibei depression; Canyi well in Changye