

欠平衡钻井条件下含气层识别方法研究

鲍云杰^{1,2}, 彭苏萍¹, 汪玉泉³, 陈代伟³, 王树学³, 何宝林³

(1. 中国矿业大学 资源与安全工程学院, 北京 100083; 2. 中国石化 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151; 3. 大庆油田 地质录井分公司, 黑龙江 大庆 163411)

摘要: 欠平衡钻井是天然气钻探最有效的钻井工艺技术之一, 在大港、大庆油田等勘探区域成效显著。欠平衡钻井过程中, 气层钻开后, 气测井的背景值大幅抬高, 甚至达到饱和状态, 导致后续气层无法识别。在分析气测井技术局限性的基础上, 针对欠平衡钻井工艺的特点, 探讨了通过对岩屑进行破碎、脱气和含气分析, 对地层含气情况进行识别和评价的方法, 并给出了应用实例。

关键词: 岩屑气; 气层识别; 欠平衡钻井; 天然气勘探

中图分类号: TE249

文献标识码: A

在天然气勘探工作中, 气测井是最主要的发现和识别气层的录井技术手段, 主要是依据钻开气层时, 全烃检测值明显增大来识别和评价气层。经过半个多世纪的发展, 气测井技术在装备水平、资料采集质量等方面都取得了很大的进步, 为天然气的勘探做出了重要贡献^[1,2]。

但也必须看到, 气测井仍有很大的局限性^[3,4], 特别是随着天然气勘探工作的深入、钻井工艺新技术的应用, 给录井行业提出了新的要求。录井尚需在天然气勘探录井配套技术方面进行攻关, 特别是在欠平衡钻井条件下, 第一个气层打开后, 后续气层的发现和识别等问题亟待解决。

1 工艺特点及主要问题

1.1 工艺特点

欠平衡钻井工艺与常规钻井工艺相比, 除了在设备上增加了油气分离器之外, 最大的特点是在这种工艺条件下, 钻井液的密度低, 以保证钻井液产生的液柱压力低于地层压力, 进而达到保护储集层、解放气层的目的。

1.2 录井面临的主要问题

地质录井随钻过程中地层含气的检测, 多年来一直局限于气测井方法, 即以脱气器从钻井液中脱气送入色谱仪, 通过分析全烃检测值增大的幅度来

判断气层的存在并进行产能的初步评价。随着欠平衡钻井工艺技术的应用, 原有工艺流程和方法的局限性日益突出, 特别是在第一个气层打开后, 后续气层发现问题上存在明显的不适应。

具体表现在, 由于钻井液产生的液柱压力低于地层压力, 在气层打开后, 气层中的气持续不断地进入到钻井液中, 使钻井液含气量一直表现为高值。在这种情况下, 后续气层打开后气体进入钻井液时, 在气测井曲线上表现为全烃增大的幅度很小, 甚至没有变化, 造成气层无法发现和识别。

比如, ZH S11 井自 3 170 m 采用欠平衡钻井工艺, 钻至气层, 全烃最大值由 3.78% 升至 92.11%, 钻至 3 194.4~ 3 198.8 m, 全烃最大值上升到 92.76% 左右, 此后一直持续到 3 415 m。从地层岩性、物性上看, 计有 12 个具有一定储气能力的储集层, 到底哪几个层含气难以确定。这就给试气层位选择等工作造成很大的影响。因此, 必须开展欠平衡钻井条件下气层识别方法研究, 以满足天然气勘探工作的需要。

2 岩屑样品微、痕量气体分析

为解决欠平衡钻井条件下第一个气层打开后后续气层发现的问题, 笔者针对大庆探区 WSH501 等井开展了室内和现场试验研究工作。总体思路是:

用机械破碎的方法使岩屑脱气, 利用新的气体分析技术对岩屑样品的含气情况进行分析, 考察岩屑气分析结果与气测井、地质录井、地球物理测井、试油(气)等分析资料的对应关系, 明确岩屑气分析技术对地层含气的发现能力; 考察油基钻井液对岩屑气分析结果是否有影响。

2.1 基地实验

研究表明, 在经历了降压脱气过程之后泥岩岩屑仍然保留一部分含气信息^[5], 砂岩岩屑仍然保留一部分含油信息, 并可以进行检测^[6]。岩屑中的气体是否在经历了降压脱气过程之后全部逸散? 现有的技术装备能否测出岩屑含气? 油基钻井液对岩屑浸泡后含气分析结果是否有大的影响?

为回答上述问题, 笔者对现场采集的岩屑样品, 用SDL-9000型综合录井仪进行了含气分析。从试验结果的初步分析来看(表1, 2), 可以初步得到以下结论: 1) 现有的技术装备能测出岩屑含气, 岩屑中的气体在经历了降压脱气过程之后没有全部逸散; 2) 油基钻井液对岩屑气分析结果基本上没有影响。这就为欠平衡钻井条件下第一个气层打开后, 后续气层(下面地层是否含气)的落实提供了一种可供借鉴的方法。当然对于常规钻井条件下气层的发现和落实也有指导意义。

2.2 现场实验

为了进一步验证这种方法的可行性, 笔者以满足岩屑气分析的特制配套仪器, 在大庆WSH501,

表1 WSH501井水基钻井液条件下岩屑气实验分析数据

Table 1 Experimental data of cutting gas under water-base drilling fluid condition in the Well WSH501

样号	样品深度/m	岩屑气分析结果, 10^{-6}					气测井分析结果, %	备注
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	总烃		
1	2 738	12	0	0	0	12	2 736~ 2 738 m 见异常, 全烃最大 0.55, 基值 0.31	样品放置时间 7 天, 室内分析
2	2 739	11		4	10	25		
3	2 748	9				9		
4	2 749			2	7	9	2 747~ 2 749 m 见异常, 全烃最大 0.62, 基值 0.29	
5	3 009	15		13	20	48		
6	3 012	60	2	23	17	108	3 009~ 3 013 m 见异常, 全烃最大 0.47, 基值 0.14	现场分析
7	3 013	53	7	13	11	84		
8	3 015					0		
9	3 026	18	4	24	28	74	3 026~ 3 028 m 见异常, 全烃最大 1.44, 基值 0.24	
10	3 028	13				13		
11	3 050	34				34	3 049~ 3 051 m 见异常, 全烃最大 1.24, 基值 0.18	

表2 油基钻井液浸泡岩屑条件下岩屑气实验分析数据

Table 2 Experimental data of cutting gas under oil-base drilling fluid condition

样号	样品深度/m	岩屑气全烃分析, 10^{-6}		气测井分析结果	备注
		岩屑浸泡 2 h	岩屑浸泡 20 h		
1	2 950	0	0	无异常	岩屑气分析结果是样品取到 20~ 30 d 后以油基钻井液分别浸泡 2 h 和 20 h 后分析得到的
2	2 957	2	0		
3	2 963	28	9		
4	2 975	0	0		
5	3 000	5	0		
6	3 005	1	0	有异常	
7	3 010	0	1		
8	3 050	0	0		
9	3 066	3	1	无异常	
10	3 089	0	1		

表 3 岩屑气分析与试气结论对比
Table 3 Comparison between analysis
and practice of cutting gas

井号	井段/m	岩屑气分析 数据, 10^{-6}	试气结论
WSH501	3 197.0~ 3 207.0	200~ 940	低产气层
	3 290.0~ 3 311.5	230~ 1 350	水层(出 18 m ³ 气)
ZHSH11	3 172.5~ 3 188.0	200~ 3 500	低产气层

ZHSH11, WSH11 井进行了进一步的实验研究。通过对 3 口井、1 000 包岩屑样品的分析, 共计发现了 14 个岩屑高含气井段, 其中有 3 个井段已经试气, 都有天然气产出(表 3), 说明用岩屑气分析数据识别地层含气是较为有效的, 特别是与常规气测井资料相比, 具有定位准确、发现气层能力强的特点。

3 结论

岩屑在经历了降压脱气过程之后气体没有全部逸散, 现有的技术装备可以测定岩屑的含气量。油基钻井液对岩屑气分析结果基本上没有影响。

应用岩屑气分析数据可以识别地层是否含气, 这就为欠平衡钻井条件下第一个气层打开后, 后续气层(下面地层是否含气)的落实提供了一种较为有效的方法。岩屑气分析资料与常规气测井资料相比, 具有定位准确的优势, 因此, 对于常规钻井条件下气层的发现和落实也有指导意义。

致谢: 本文得到林峰、曲永兴、王晓东、曹风俊等的帮助与指导, 深表感谢!

参考文献:

- 1 陈建飞. 麦 3 井石炭系顶部油气层气测录井特征分析[J]. 石油实验地质, 1995, 17(1): 99~ 104
- 2 李国政. 塔里木盆地塔河油田三叠系油气藏低阻油气层的成因及意义[J]. 石油实验地质, 1999, 21(4): 320~ 323
- 3 鲍云杰. 深层气测录井存在的问题与发展方向[J]. 大庆石油地质与开发, 2001, 20(5): 13~ 14
- 4 耿子友. 应用联机气体参照法实现烃显示的定量[A]. 见: 录井技术编辑部编. 录井技术文集[C]. 北京: 石油工业出版社, 1999. 126
- 5 蒋梅先. 岩屑气的测定方法[J]. 石油实验地质, 1986, 8(3): 199~ 203
- 6 孟元林. 地化录井油气层判别模型及其在科尔沁油田的应用[J]. 石油实验地质, 2000, 22(1): 74~ 76

RECOGNITION OF GAS-BEARING RESERVOIR WITH UNDERBALANCE DRILLING METHOD

Bao Yunjie^{1,2}, Peng Suping¹, Wang Yuquan³, Chen Daiwei³, Wang Shuxue³, He Baolin³

(1. School of Resources and Safety Engineering, CUMT, Beijing 100083, China;

2. Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China;

3. Logging Company, Daqing Oilfield, Daqing, Heilongjiang 163411, China)

Abstract: Underbalance drilling is one of the most effective drilling technologies in natural gas exploration. Good results have been made in the prospecting areas of Dagang Oilfield and Daqing Oilfield, et al. Some forward requirements for the identification and evaluation of geological logging with drilling gas-bearing reservoirs have been carried out by the application of underbalance drilling technology. In this paper, the localization of logging techniques for gas has been analyzed, and the application method of cutting gas analysis technology for recognition gas-bearing reservoirs in natural gas exploration has been discussed on the basis of characteristics of underbalance drilling technology, and some application examples have been shown.

Key words: cutting gas; recognition of gas-bearing reservoirs; underbalance drilling; natural gas exploration