

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 14017—2016

页岩气录井技术规范

Specification of shale gas surface logging techniques

2016 — 12 — 05 发布

2017 — 05 — 01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言..... II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 录井项目 1

4 录井技术要求 1

5 录井评价流程 2

6 录井评价内容 3

附录 A（资料性附录） 核磁共振 T_2 弛豫时间与孔喉半径之间的换算关系 5

附录 B（规范性附录） 页岩气层录井评价标准 6

参考文献..... 7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由能源行业页岩气标准化委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油化工股份有限公司石油工程技术研究院、中国石油天然气集团公司川庆钻探工程有限公司、中国海洋石油总公司中法渤海地质服务有限公司、中国石油化工集团公司西南石油工程有限公司、中国石油化工集团公司江汉石油工程有限公司、中国石油化工集团公司胜利石油工程有限公司、四川长宁天然气开发有限责任公司。

本标准主要起草人：王志战、秦黎明、戴勇、毛敏、唐诚、王崇敬、邹筱春、牛强、杨扬。

页岩气录井技术规范

1 范围

本标准规定了页岩气井的录井项目、录井技术要求、录井评价流程及录井评价内容。
本标准适用于页岩气录井。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 18602 岩石热解分析
SY/T 5623 地层压力预（监）测方法
SY/T 5778 岩石热解录井规范
SY/T 5788.2 油气探井气测录井规范
SY/T 5788.3 油气井地质录井规范
SY/T 6243 油气探井工程录井规范
SY/T 6747 油气井核磁共振录井规范

3 录井项目

录井项目包括但不限于：

- 钻时录井；
- 气测录井；
- 岩屑录井；
- 元素录井；
- 矿物录井；
- 核磁共振录井；
- 岩石热解录井；
- 岩心录井（取心井，含岩心扫描）；
- 工程录井。

4 录井技术要求

4.1 气测录井

执行 SY/T 5788.2 的要求，脱气器的类型及安装应满足油基钻井液条件下的脱气需求。

4.2 岩屑录井

执行 SY/T 5788.3 的相关要求。采用油基钻井液施工时，用基础油洗清的岩屑，不能烘烤。

4.3 元素录井

4.3.1 采用基于 X 射线荧光 (XRF) 或激光诱导击穿光谱 (LIBS) 等原理的高分辨率及高精度元素分析仪。

4.3.2 对主要元素 (Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti, Mn, S, P, Cl 等) 及微量元素 (V, Co, Cr, Ni, Rb, Sr, Zr, Mo, Th, U 等) 进行含量分析、记录与输出，输出的元素总类不少于 20 种。

4.4 矿物录井

4.4.1 采用基于 X 射线衍射 (XRD) 或漫反射傅立叶变换红外光谱 (DRIFTS) 等原理的高分辨率及高精度矿物分析仪。

4.4.2 对样品中的石英、钠长石、斜长石、方解石、白云石、硬石膏、黄铁矿、菱铁矿等矿物及伊利石、高岭石、蒙脱石等黏土矿物进行分析、记录与输出。

4.5 核磁共振录井

采用回波间隔小于 0.3ms 的高分辨率核磁共振录井仪，对代表性新鲜样或基础油饱和样进行分析、记录和输出，分析流程及输出参数执行 SY/T 6747 的相关技术要求。

4.6 岩石热解录井

执行 GB/T 18602 和 SY/T 5778 中的相关要求，并清除油基钻井液的影响。

4.7 其他要求

4.7.1 地质导向技术已在页岩气水平井钻井过程中广泛应用。它是在地质建模的基础上，根据随钻测井 / 随钻测量、岩性、气测、工程参数、元素录井等数据，分析跟踪井身轨迹，提出随钻地质导向建议，以提高中靶准确率与优质储层钻遇率。

4.7.2 地层压力执行 SY/T 5623 和 SY/T 6243 的相关要求。

5 录井评价流程

5.1 基础资料收集

除本井地质设计书、录井、测井、钻井、测试、压裂等资料外，还需收集区域地质、地震及邻井录井、测井、试气、压裂、钻井及分析化验等相关资料。

5.2 目标层分析

5.2.1 解释层划分

依据录井、测井、地震等资料，对解释层的厚（长）度及边界进行确定。

5.2.2 深度与厚（长）度的确定

以测井资料为依据确定目标层的井段和厚（长）度，钻井取心井段以岩心归位后确定的深度和厚

(长)度为准,无测井曲线的井段,根据录井资料进行确定。

5.3 页岩气层录井评价

依据总有机碳含量、孔隙度、含气量及脆性等关键参数进行综合评价,评价结论分为Ⅰ类层、Ⅱ类层、Ⅲ类层三类。

6 录井评价内容

6.1 烃源岩评价

依据岩石热解、总有机碳等地化分析数据对有机质丰度、干酪根类型、有机质成熟度进行评价。

6.2 物性及孔隙结构评价

依据高分辨率核磁共振录井资料及实验室分析资料、测井资料对储层的孔隙度、渗透率、饱和度、孔隙结构(见附录A)进行评价。

6.3 裂缝评价

依据核磁共振 T_2 谱、气测曲线形态、工程参数等资料对裂缝发育情况进行评价。

6.4 含气性评价

依据气测、页岩气含气量测试、高压气体吸附分析、岩心浸水实验等资料,对吸附气、游离气总含气量进行评价。

6.5 脆性评价

根据录井获取的资料,推荐使用但不限于以下两种方法。

6.5.1 脆性指数法

依据矿物录井资料对脆性指数进行评价,见公式(1):

$$I_B = \frac{w_{Qtz}}{w_{Qtz} + w_{Carb} + w_{Clay}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

I_B ——脆性指数,用百分数表示;

w_{Qtz} ——石英类矿物(包括石英、长石、黄铁矿等)的质量分数,用百分数表示;

w_{Carb} ——碳酸盐岩类矿物(包括方解石、白云石、菱铁矿等)的质量分数,用百分数表示;

w_{Clay} ——黏土类矿物的质量分数,用百分数表示。

6.5.2 脆性矿物含量法

统计石英、长石、方解石、白云石、黄铁矿等在外力作用下容易破碎的矿物含量占总量的百分比。

6.6 孔隙流体压力评价

根据 SY/T 6243 计算 dc 指数,并采用伊顿法或比值法计算孔隙流体压力。

6.7 页岩气层录井评价

根据总有机碳含量、孔隙度、含气量和脆性矿物含量的参数值区间，将页岩气层划分Ⅰ类层、Ⅱ类层、Ⅲ类层三个等级。Ⅰ类层是两项及以上参数值位于Ⅰ类区间的层。Ⅱ类层是两项及以上参数值位于Ⅱ类区间的层。Ⅲ类层是两项及以上参数值位于Ⅲ类区间的层（见表B.1）。统计Ⅰ类层、Ⅱ类层、Ⅲ类层的厚（长）度及总有机碳含量、孔隙度、含气量和脆性矿物含量的Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类厚（长）度。

附 录 A
(资料性附录)

核磁共振 T_2 弛豫时间与孔喉半径之间的换算关系

根据核磁共振录井计算孔喉半径的公式为：

$$r = f \cdot \rho \cdot T_2$$

式中：

r ——孔喉半径，nm；

f ——孔喉形状因子，量纲为 1，球状或孔隙为 3，管状或裂缝为 2；

ρ ——表面弛豫率，nm/ms，根据国外文献，页岩的表面弛豫率在 4.4nm/ms ~ 50nm/ms 之间；

T_2 ——横向弛豫时间，ms。

附 录 B
(规范性附录)
页岩气层录井评价标准

页岩气层录井评价标准见表 B.1。

表 B.1 页岩气层录井评价标准

评价参数	I 类	II 类	III 类
总有机碳含量, %	≥ 4	$\geq 2 \sim < 4$	< 2
孔隙度, %	≥ 5	$\geq 2 \sim < 5$	< 2
含气量, m^3/t	≥ 5	$\geq 2 \sim < 5$	< 2
脆性矿物含量, %	≥ 40	$\geq 30 \sim < 40$	< 30

参 考 文 献

- [1] GB/T 31483—2015 页岩气地质评价方法
 - [2] DZ/T 0254—2014 页岩气资源 / 储量计算与评价技术规范
 - [3] 涂乙, 邹海燕, 孟海平, 等. 页岩气评价标准与储层分类 [J]. 石油与天然气地质, 2014, 35 (1) : 153–158
 - [4] 卢双舫, 黄文彪, 陈方文, 等. 页岩油气资源分级评价标准探讨 [J]. 石油勘探与开发, 2012, 39 (2) : 249–256
 - [5] Chi L, Zoya H. Quantifying the Impact of Natural Fractures and Pore Structure on NMR Measurements in Multiple-Porosity Systems[C]. IPTC 17688, 2014
 - [6] Sondergeld C H, Newsham E K, Comisky J T, et al. Petrophysical Considerations in Evaluating and Producing Shale Gas[C]. SPE 131768, 2010
 - [7] Giovanna C, Andre S, Austin B, et al. Evaluating Pore Space Connectivity by NMR Diffusive Coupling[C]. SPWLA, AA, 2014
-

中华人民共和国
能源行业标准
页岩气录井技术规范
NB/T 14017—2016

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京中石油彩色印刷有限责任公司排版印刷
新华书店北京发行所发行

* -

880×1230 毫米 16 开本 0.75 印张 21 千字 印 1—600
2017 年 8 月北京第 1 版 2017 年 8 月北京第 1 次印刷
书号：155021·7545 定价：20.00 元
版权专有 不得翻印