

ICS 75.020

E 11

备案号: 49576-2015

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 10022 — 2015

煤层气测井资料处理解释规范

Specifications for the process and interpretation of logging
data in coalbed methane

2015-04-02 发布

2015-09-01 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 资料收集..... 1

4 测井资料预处理 2

5 测井资料处理 2

6 测井资料综合解释 4

7 测井图件及解释成果要求..... 5

附录 A（资料性附录） 测井解释成果图 6

附录 B（资料性附录） 测井解释成果数据表 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。

本标准由能源行业煤层气标准化技术委员会（NEA/TC13）提出并归口。

本标准起草单位：中石化华东石油工程有限公司、中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院。

本标准主要起草人：张作清、龚劲松、杨立东、张松扬、苗其师、马林、徐晨、李宁、王志光。

煤层气测井资料处理解释规范

1 范围

本标准规定了煤层气测井资料收集、预处理、处理、综合解释、图件及解释成果的要求。
本标准适用于煤层气测井资料的处理解释。

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 5751 中国煤炭分类
- SY/T 5132 石油测井原始资料质量规范
- SY/T 5360 裸眼井单井测井数据处理流程
- SY/T 5633 石油测井图件格式
- SY/T 6488 电、声成像测井资料处理解释规范
- SY/T 6546 复杂岩性地层测井数据处理解释规范
- SY/T 6617 核磁共振测井资料处理及解释规范
- NB/T 10023—2015 煤层气测井原始资料及成果资料验收规范

3 资料收集

3.1 钻井资料

- 3.1.1 井号、井别、井位坐标、地面海拔、井型、井深、钻头程序、井身结构、套管结构、钻时、钻井液性能、补心高度等。
- 3.1.2 钻井过程中发生的井喷、井涌、井漏等工程事故，以及事故的处理情况。

3.2 录井资料

- 3.2.1 岩屑录井：岩性、含油气显示等。
- 3.2.2 气测录井：气测显示井段、基值、全烃最大值等。
- 3.2.3 钻井液录井：槽面显示、钻时录井、地化录井等。
- 3.2.4 钻井取心资料：取心回次、取心井段、进尺、心长、取心收获率、岩心描述等。
- 3.2.5 其他录井资料。

3.3 其他资料

- 3.3.1 地质设计资料：钻井目的、地理位置、构造位置、构造特征、岩性特征、煤体结构、煤层分布、含气量分布、地质分层数据等。
- 3.3.2 中途测试资料：中途测试的方式、深度、层位、地层温度、压力、渗透率、流体性质及产量等。
- 3.3.3 实验分析资料：煤的变质程度、煤的工业分析、显微组分分析、含气量、孔隙度、渗透率等。
- 3.3.4 邻井资料：邻井测井资料、煤层气井段及排采情况等。

NB/T 10022 — 2015

4 测井资料预处理

测井资料预处理按照 SY/T 5360 的规定执行。

5 测井资料处理

5.1 参数计算

5.1.1 煤的工业分析

5.1.1.1 岩心刻度回归法。

有岩心分析资料时，利用岩心分析数据刻度测井数据，采用统计回归方法建立的解释模型计算固定碳、灰分、挥发分、水分。推荐使用一元线性回归方法，表达式见式（1）、式（2）、式（3）、式（4）。

$$A_{ad} = ax + b \quad (1)$$

$$FC_{ad} = a_1 A_{ad} + b_1 \quad (2)$$

$$V_{ad} = a_2 A_{ad} + b_2 \quad (3)$$

$$M_{ad} = 1 - A_{ad} - FC_{ad} - V_{ad} \quad (4)$$

式中：

x ——测井数值或其组合参数，推荐使用密度数值；

a 、 b 、 a_1 、 b_1 、 a_2 、 b_2 ——地区常数；

A_{ad} 、 FC_{ad} 、 V_{ad} 、 M_{ad} ——分别为灰分、固定碳、挥发分、水分的空气干燥基含量，均为小数。

5.1.1.2 体积模型法。

利用体积模型法计算煤的工业分析表达式见式（5）、式（6）。

$$X_{log} = V_a X_a + V_{fc} X_{fc} + V_{vm} X_{vm} + V_w X_w \quad (5)$$

$$V_a + V_{fc} + V_{vm} + V_w = 1 \quad (6)$$

式中：

X_{log} ——分别为声波时差、密度、中子等测井数值；

V_a 、 V_{fc} 、 V_{vm} 、 V_w ——分别为灰分、固定碳、挥发分、水分体积百分含量，均为小数；

X_a 、 X_{fc} 、 X_{vm} 、 X_w ——分别为灰分、固定碳、挥发分、水分的声波时差、密度、中子骨架值。

由体积模型法计算的各成分体积百分比需转换为质量百分比。

5.1.2 孔隙度

5.1.2.1 核磁测井法。

利用核磁共振测井资料计算总孔隙度、有效孔隙度等。

5.1.2.2 回归分析法。

用实验分析孔隙度刻度密度、中子和声波时差等测井数据，建立一元或多元线性回归关系式计算孔隙度。一元线性表达式见式（7）。

$$\phi = ax + b \quad (7)$$

式中：

ϕ ——孔隙度，以小数表示；

x ——密度、中子、声波时差等数值；

a ——回归参数；

b ——回归参数。

5.1.2.3 体积模型法。

采用体积模型法，以声波时差、密度、中子等孔隙度曲线计算孔隙度。

5.1.3 含气量

5.1.3.1 回归分析法。

以实验测试含气量数据刻度密度、声波时差、自然伽马、电阻率等测井数据，建立回归公式计算含气量。

5.1.3.2 等温吸附曲线法。

有煤心等温吸附实验资料时，按式（8）所示 Langmuir 方程计算理论含气量：

$$V = (1 - A) \frac{V_L p}{p_L + p} \tag{8}$$

式中：

V ——理论吸附气量， m^3/t ；

A ——灰分，为小数；

p ——煤层压力， MPa ；

V_L ——Langmuir 体积， m^3/t ；

p_L ——Langmuir 压力， MPa 。

5.1.3.3 Kim 法。

有煤层压力、温度、煤的工业分析等资料时，以 Kim 法计算理论干燥无灰基含气量，关系式见式（9）。

$$V = (1 - M - A) \frac{V_w}{V_d} (k_0 p^{n_0} - bt) \tag{9}$$

$$k_0 = 0.8 \times \frac{\text{FC}}{\text{VM}} + 5.6 \tag{10}$$

$$n_0 = 0.39 - 0.013k_0 \tag{11}$$

式中：

V ——理论吸附气量， m^3/t ；

M ——水分，为小数；

A ——灰分，为小数；

V_w/V_d ——平衡水状态校正量，一般取 0.75；

b ——常数，一般取 $0.14 \text{ cm}^3/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$ ；

k_0 ——校正系数；

n_0 ——校正系数；

FC ——固定碳，为小数；

VM ——挥发分，为小数；

p ——煤层压力， atm ($1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$)；

t ——煤层温度， $^\circ\text{C}$ 。

5.1.4 岩石力学参数

5.1.4.1 有阵列声波测井资料时，利用阵列声波测井资料提取地层的纵波和横波时差，计算纵横波速度比、泊松比、杨氏模量、切变模量、体积模量、体积压缩系数、地层破裂压力梯度等岩石力学参数，并分析地层各向异性和地层主应力方向，确定水力压裂裂缝高度等。

5.1.4.2 无阵列声波测井资料时，利用纵波时差和密度曲线计算横波时差，再计算泊松比、杨氏模量、切变模量、体积模量、体积压缩系数、地层破裂压力梯度等岩石力学参数。

NB/T 10022 — 2015

5.2 处理结果检验

根据区域地质、岩心、岩屑录井和实验分析等资料，对测井资料处理结果进行检验，评价解释精度。

6 测井资料综合解释

6.1 煤层划分

6.1.1 煤层识别

煤层在三孔隙度曲线上表现为低密度、高声波时差、高中子特征，据此并结合录井、区域地质等资料识别煤层。

6.1.2 煤层划分方法

6.1.2.1 对厚度不小于 0.5m 的煤层应进行划分。当夹矸厚度不小于 1.0m 时，其上、下煤层应单独分层。

6.1.2.2 有密度测井资料时，以密度截止值（推荐数值 1.75g/cm^3 ）确定煤层顶、底界深度，当测量密度值不大于截止值时即划为煤层，但对其他因扩径或碳质泥岩等引起的低密度异常段应根据综合分析予以剔除；无密度测井资料时，以自然伽马、电阻率、声波时差、补偿中子等测井曲线结合区域煤层测井响应特征划分煤层。

6.1.2.3 对煤层中厚度不小于 0.4m 的夹矸层应根据测井资料并结合钻井、录井等资料进行划分。含夹矸的煤层应描述煤体结构，其描述方式为“煤层厚度（夹矸厚度）煤层厚度”。

6.2 煤层评价

6.2.1 煤阶分析

6.2.1.1 交会图法。

不同煤阶煤层在测井曲线数值上具有较大差别（参见 SY/T 5132），根据测井响应特征建立交会图确定煤层煤阶。

6.2.1.2 组分差异法。

根据 5.1.1 计算的挥发分数值，按 GB/T 5751 规定的不同煤阶的挥发分变化范围确定煤层煤阶。

6.2.2 煤层参数计算

根据 5.1 给出的计算方法，对煤的工业分析、孔隙度、含气量、岩石力学参数等进行计算。

6.3 非煤地层评价

6.3.1 顶、底板特性分析

6.3.1.1 根据测井响应特征结合录井、区域地质等资料识别煤层顶、底板岩性。

6.3.1.2 根据煤层顶、底板的厚度，破裂压力，裂缝发育程度和弹性模量等进行封堵性评价。

6.3.1.3 对煤层顶、底板地层进行孔隙性、含气性、含水性及岩石力学性质评价。

6.3.2 其他非煤地层评价

按 SY/T 5360 要求执行。

6.4 特殊项目评价

微电阻率成像测井资料的处理解释按照 SY/T 6488 的规定执行，多极子阵列声波测井资料的处理解释按照 SY/T 6546 的规定执行，核磁共振测井资料的处理解释按照 SY/T 6617 的规定执行。

煤层气特殊项目资料的处理方法与解释参数应体现煤层气储层评价特点。

7 测井图件及解释成果要求

7.1 测井图件

7.1.1 测井解释成果图件

7.1.1.1 内容。

包括但不限于：

- a) 解释层号，顶、底界深度，层厚及解释结论；
- b) 固定碳、灰分、挥发分、水分等；
- c) 孔隙度；
- d) 含气量；
- e) 岩性剖面。

7.1.1.2 格式。

测井解释成果图格式参见附录 A。

7.1.2 其他图件

其他测井图件按 SY/T 5633 规定执行。

7.2 测井解释成果表

测井解释成果数据表格式参见附录 B。

7.3 测井解释报告与单井测井小结

煤层气测井解释报告与单井测井小结的编写按 NB/T 10023 规定执行。

附录 A
(资料性附录)
测井解释成果图

测井解释成果图格式见图 A.1。

××××公司												
××××井 测 井 解 释 成 果 图												
1:200												
(测井公司名称及其标志符号)												
地 区				使用曲线				绘 图				
解释日期								处 理				
解释井段				技术说明				解 释				
处理程序	煤层								审 核			
	其他								技术负责			

深度 m	煤的工业分析		含气性分析		物性分析		岩性分析						解释层号	解释结论
	灰分 % 0~100		含气量 m³/t 0~50		孔隙度 % 0~50		煤	泥岩	砂岩	灰岩	其他矿物	孔隙度		
	挥发分 % 0~100													
	水分 % 0~100													
	固定碳 % 0~100													

图 A.1 测井解释成果图格式

附录 B
(资料性附录)
测井解释成果数据表

测井解释成果数据表格式见表 B.1。

表 B.1 _____井测井解释成果数据表

测量井段： m 至 m 年 月 日 制表： 解释： 审核：

组段	层号	深度 m	厚度 m	井径 cm	自然伽马 API	深侧向电阻率 $\Omega \cdot m$	补偿密度 g/cm^3	补偿中子 %	声波时差 $\mu s/m$	泥质含量 %	灰分 %	挥发分 %	水分 %	固定碳 %	孔隙度 %	含气量 m^3/t	解释结论
