

ICS 75.180

E 90

备案号: 27516—2010

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6758—2009

岩性密度测井仪校准方法

Calibration method of lithological density log tool

2009—12—01 发布

2010—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 术语和定义	1
4 概述	1
5 计量特征	1
6 通用技术要求	2
7 校准条件	3
8 校准项目和校准方法	3
9 校准结果	4
10 复校时间间隔	4
附录 A (资料性附录) 岩性密度测井仪校准记录	5
附录 B (资料性附录) 测井仪校准证书	6

前 言

本标准由油气计量及分析方法专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准主要起草单位：中国石化集团胜利石油管理局测井公司。

本标准参加起草单位：中国石化集团胜利石油管理局技术监督处、石油工业测井计量站。

本标准主要起草人：秦欣、顿新忠、郭红旗、苏佰顺、徐金武、周明静、熊兆洪、李莉、邱益香。

岩性密度测井仪校准方法

1 范围

本标准规定了岩性密度测井仪（以下简称岩性密度仪）校准的技术要求、校准设备、校准条件、校准方法和复校时间间隔。

本标准适用于新投产、使用中和维修后的岩性密度仪的校准。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 16368 含密封源仪表的放射卫生防护标准

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

SY/T 6139 石油测井专业词汇

3 术语和定义

本标准中的光电吸收截面指数、地层体积密度、康普顿效应和光电吸收效应均来自 SY/T 6139。

4 概述

4.1 岩性密度仪的组成

岩性密度仪由上电子线路、下电子线路、探测器极板、推靠器和井径测量五部分组成。

4.2 岩性密度仪的测量原理

岩性密度测井仪是同时测量地层的岩性光电吸收指数（ P_e ）和地层体积密度的测井仪。它利用同位素伽马源向地层辐射伽马射线，再利用与伽马源相距一定距离的两个探测器来测量经过地层散射和吸收后的伽马射线强度。由于使用的铯（ ^{137}Cs ）源只辐射能量为 661keV 的伽马射线，而此能级的伽马射线与地层物质的原子核的作用主要产生康普顿效应，其散射截面与地层体积密度密切相关，故可用来测量地层岩石的密度值。当伽马射线在地层中能量衰减到 100keV 以下时，主要产生光电吸收效应，使低能伽马射线大幅度减少。而光电吸收指数与地层物质的原子序数 Z 密切相关，故可用来研究地层的岩性。

5 计量特性

5.1 测量范围

密度值测量范围：1.3g/cm³ ~ 3.0g/cm³；

P_e 值的测量范围：1.3b/e ~ 18b/e。

5.2 允许误差

密度值允许误差为 $\pm 0.025\text{g/cm}^3$ ；

P_e 值允许误差为：当 $1.3\text{b/e} \leq P_e \leq 6.0\text{b/e}$ 时， $\pm 0.2\text{b/e}$ ；

当 $6.0b/e < P_e \leq 18.0b/e$ 时, $\pm 0.3b/e$ 。

5.3 标称值及允许误差

标称值及允许误差见表 1。

表 1 标称值及允许误差

校准项目名称	标称值	允许误差
铯峰能级道	230 道	± 5 道
镅峰能级道	23 道	± 2 道
SHR_{LOW}	0.675	± 0.05
SHR_{HIGH}	0.285	± 0.025
SSD_{Mg}/SSD_{Al}	2.02	± 0.05
$HRD1_{Mg}/HRD1_{Al}$	9.6	± 0.8
$HRD2_{Mg}/HRD2_{Al}$	9.25	± 0.5
$SSD_{Mg+SHIM}/SSD_{Al}$	1.40	± 0.05
$HRD1_{Mg+SHIM}/HRD1_{Al}$	1.70	± 0.10
$HRD2_{Mg+SHIM}/HRD2_{Al}$	1.70	± 0.10
<p>注 1: $SOFT$, $HRD1$ 和 $HRD2$ 为长源距伽马射线能谱的 3 个能窗。$SOFT$ 为 (60 ~ 100) keV, $HRD1$ 为 (140 ~ 200) keV, $HRD2$ 为 (200~500) keV。 注 2: SHR 为 $SOFT$ 能窗的计数和 $HRD2$ 能窗的计数的比值。 注 3: SSD 为短源距伽马射线的计数率。 注 4: 下标 Mg 和 Al 分别代表镁块和铝块, 下标 Mg+SHIM 代表镁块中插入 0.635cm 厚的钢片, 下标 LOW 和 HIGH 分别代表低值和高值。</p>		

6 通用技术要求

6.1 外观

- 6.1.1 仪器应有铭牌, 铭牌字迹清晰, 应清楚标明: 仪器名称、型号、出厂编号、生产厂家、测量范围和供电电源。
- 6.1.2 外观应整洁, 其密封圈无明显变形、损伤。
- 6.1.3 各紧固件连接无松动, 井径皮囊无漏油现象。
- 6.1.4 推靠器应收放自如。

6.2 通路和绝缘检查

岩性密度仪线路中贯通线的通路和绝缘检查应符合仪器出厂的技术要求。

6.3 示值误差

在测量范围内, 任一校准点的示值误差应不大于允许误差。

7 校准条件

7.1 环境条件

警告：使用本标准的人员应有正规实验室工作的实践经验。本标准并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

7.1.1 仪器周围无放射性干扰。

7.1.2 无强震动、强电磁干扰。

7.1.3 地面采集系统环境温度： $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.4 地面采集系统环境湿度： $\leq 80\%$ 。

7.1.5 校准场所及校准人员的辐射防护应符合 GB 18871 和 GB 16368 的规定。

7.2 校准设备

岩性密度测井仪的校准设备和技术指标见表 2。

表 2 岩性密度测井仪校准设备和技术指标

校准设备名称	标称值	测量误差或等级
镁块 (Mg)	$1.690\text{g}/\text{cm}^3$, 2.240b/e	$\pm 0.005\text{g}/\text{cm}^3$; $\pm 0.01\text{b}/\text{e}$
铝块 (Al)	$2.692\text{g}/\text{cm}^3$	$\pm 0.005\text{g}/\text{cm}^3$
厚度为 0.635cm 插片与镁块 (Mg+ 钢片)	$1.729\text{g}/\text{cm}^3$, 10.21b/e	$\pm 0.005\text{g}/\text{cm}^3$; $\pm 0.01\text{b}/\text{e}$
厚度为 1.91cm 插片与铝块 (Al+ 镁片)	$2.603\text{g}/\text{cm}^3$	$\pm 0.005\text{g}/\text{cm}^3$
数字万用表	$0\Omega \sim 1\text{M}\Omega$	$\pm 1.0\%$
能级校准 (刻度) 器	75mci 的 Am^{241}	± 2 道

8 校准项目和校准方法

8.1 校准项目

外观检查和示值误差。

8.2 校准方法

8.2.1 外观检查

用目测检查仪器外壳和密封圈应符合 6.1 的规定。

8.2.2 校准

8.2.2.1 将岩性密度仪与地面数据采集系统通过电缆连接，并将其平放在地面支架上，给岩性密度仪供交流电压 $180\text{V} \pm 5\text{V}$ ，预热 30 min。

8.2.2.2 峰值校准：给岩性密度仪发送增益控制命令，将铯峰调整为 230 ± 5 能级道，然后把能级校准 (刻度) 器放在岩性密度仪探头上，使源窗对准长源距探头，再用增益控制命令调整铯峰为 23 ± 2 能级道，同时使铯峰保持在 230 ± 5 能级道。记录校准峰值。

8.2.2.3 密度值和 P_g 值校准。

警告：使用本标准的人员应有正规实验室工作的实践经验。本标准并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

8.2.2.3.1 断电后将岩性密度仪固定牢靠，吊起放入镁块中。将工作铯源装入岩性密度仪中。

8.2.2.3.2 下放岩性密度仪，岩性密度仪探头上端对准镁块上表面时，停止下放，岩性密度仪探头背面朝液压杆方向，用液压泵将岩性密度仪探头压于镁块上，保证两者吻合良好，其液压泵压力表读数大于 20MPa（不同种类的岩性密度仪其压力表读数不同，可参考设备操作手册）。

8.2.2.3.3 由地面数据采集系统给岩性密度仪供电，松开液压泵，将厚度为 0.635cm 钢片插入镁块中（钢片应在岩性密度仪探头一面），再用液压泵将岩性密度仪探头压紧钢片上，并保证两者吻合好。

8.2.2.3.4 断电后将岩性密度仪放入铝块中，重复 8.2.2.3.2 步骤。

8.2.2.3.5 由地面数据采集系统给岩性密度仪供电，松开液压泵，将厚度为 1.91cm 镁片插入铝块中（镁片应在岩性密度仪探头一面），再用液压泵将岩性密度仪探头压紧镁片上，并保证两者吻合好。

8.2.2.3.6 等待岩性密度仪采样完后，记录计数值、密度值和 P_c 值。

8.2.2.4 按式（1）计算测量误差：

$$\delta = P_i - P_o \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

δ ——测量误差，单位为克每立方厘米（g/cm³）。

P_i ——测量值，单位为克每立方厘米（g/cm³）。

P_o ——标称值，单位为克每立方厘米（g/cm³）。

测量误差应满足 5.2 和 5.3 的要求。

9 校准结果

9.1 校准结果应记入校准记录（参见附录 A）。

9.2 对已校准的仪器出具校准证书，校准证书应给出校准结果（参见附录 B）。

10 复校时间间隔

10.1 建议复校时间间隔为 2 个月。

10.2 若仪器在不到 2 个月的时间里，连续测井达到 8 井次时，应重新校准。

附 录 A
(资料性附录)
岩性密度测井仪校准记录

表 A.1 给出了岩性密度测井仪校准记录的格式。

表 A.1 岩性密度测井仪校准记录

送 检 单 位		校 准 时 间	年 月 日	
送检仪器型号		送检仪器编号		
校准设备型号		校准设备编号		
校准项目名称	标称值	允许误差	测量值	测量误差
铯峰能级道	230 道	± 5 道		
镅峰能级道	23 道	± 2 道		
SHR_{LOW}	0.675	± 0.05		
SHR_{HIGH}	0.285	± 0.025		
$SSD_{\text{Mg}}/SSD_{\text{Al}}$	2.02	± 0.05		
$HRD1_{\text{Mg}}/HRD1_{\text{Al}}$	9.6	± 0.8		
$HRD2_{\text{Mg}}/HRD2_{\text{Al}}$	9.25	± 0.5		
$SSD_{\text{Ag}+\text{SHIM}}/SSD_{\text{Al}}$	1.40	± 0.05		
$HRD1_{\text{Ag}+\text{SHIM}}/HRD1_{\text{Al}}$	1.70	± 0.10		
$HRD2_{\text{Ag}+\text{SHIM}}/HRD2_{\text{Al}}$	1.70	± 0.10		
备注:				
校准员		核验员		

附 录 B
(资料性附录)
测井仪校准证书

表 B.1 和表 B.2 给出了测井仪校准证书的格式。

表 B.1 测井仪校准证书 (正面)

测井仪校准证书	
证书编号: _____	
送校单位_____	
仪器名称_____	
型号规格_____	
编 号_____	
制造厂商_____	
校准技术依据 (代号): _____	
校准所使用的主要测量设备:	
型号及名称: _____	
测量范围: _____	
不确定度 <input type="checkbox"/> 、准确度等级 <input type="checkbox"/> 或最大允许误差 <input type="checkbox"/> :	
校准时环境条件: _____	
校准结果的测量不确定度 <input type="checkbox"/> 或测量误差 <input type="checkbox"/> :	
校准单位 (专用章): _____	
校准员_____	核验员_____
批准人_____	校准日期 _____年____月____日
建议复校日期_____年____月____日	证书期限_____年____月____日

表 B.2 测井仪校准证书（反面）

校准结果		
标称值	测量值	允许误差