代替 JJG（石油）52-2000代替 JJG（石油）5

国家市场监督管理总局 发 布

XXXX - XX – XX实施

XXXX - XX - XX发布

石油专用自然伽马刻度器校准规范

The calibration specification of petroleum special Gamma-ray calibrator

（征求意见稿）

JJF XXXX—XXXX

中华人民共和国国家计量技术规范

石油专用自然伽马刻度器校准规范

**The calibration specification of petroleum special Gamma-ray calibrator**

calibrator

**JJF××××—××××**

归口单位： 全国石油专用计量测试技术委员会

主要起草单位： 中国石油集团测井有限公司

中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司

中石化石油工程技术服务有限公司

中海油田服务股份有限公司油田技术事业部

大庆油田技术监督中心

本规范委托全国石油专用计量测试技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

王江波（中国石油集团测井有限公司）

刘青（中国石油集团测井有限公司）

李增强（中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司）

陈建华（中国石油集团测井有限公司北京测井技术开发分公司）

周辉（中国石油集团测井有限公司）

张新华（中石化石油工程技术服务有限公司）

吴兴方（中海油田服务股份有限公司油田技术事业部）

2. 目录

[引言 Ⅱ](#_Toc403486133)

[1 范围 1](#_Toc403486135)

[2 引用文件 1](#_Toc403486136)

[3 术语和计量单位 1](#_Toc403486137)

[4 概述 1](#_Toc403486138)

[5 计量特性 2](#_Toc403486139)

[6 校准条件 2](#_Toc403486140)

[7 校准项目和校准方法 2](#_Toc403486141)

[7.1 校准项目 3](#_Toc403486142)

[7.2 校准方法 3](#_Toc403486142)

[8 校准结果表达 4](#_Toc403486143)

[9 复校时间间隔 5](#_Toc403486144)

[附录A 自然伽马量值传递仪器核查 6](#_Toc403486147)

[附录B 自然伽马量值传递仪器刻度系数的确定 **8**](#_Toc403486152)

[附录C 刻度器API校准值的不确定度评定示例 1](#_Toc403486153)0

[附录D 校准证书格式 13](#_Toc403486159)

引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、 JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性系列文件。

本规范为首次发布。

石油专用自然伽马刻度器校准规范

1. 1 范围

本规范适用于石油专用自然伽马刻度器的校准。

1. 2 引用文件

本规范引用了以下文件：

JJF 1033 计量标准考核规范

GBZ 142 油（气）田测井用密封型放射源卫生防护标准

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

1. 3 术语和计量单位

下列术语和计量单位适用于本规范。

3.1 API单位 API unit

美国石油学会规定的自然伽马测井的计量单位。规定在美国休斯顿大学自然伽马测井刻度井中测得的高放射性地层和低放射性地层的读数差的1/200为一个API自然伽马测井单位。

3.2 计数率 counting rate

每秒的脉冲计数，用符号cps表示。

3.3净计数率 net counting rate

测井仪器在标准井高放层测量的计数率与在低放层测量的计数率之差，或测井仪器测量有刻度器的计数率与不加刻度器（本底）的计数率之差。

3.4自然伽马量值传递仪器 value transfer instruments for natural gamma-ray logging

用于将标准井的API量值传递到刻度器，并通过计量校准，重复性和稳定性符合要求的专用测井仪器。

3.5 自然伽马标准井 standard well for natural gamma-ray logging

复现和保存特定型号自然伽马测井仪器的应有API量值的专用标准计量器具。它一般为模拟井，它的量值不因测量方法或测量仪器的不同而改变。

3.6自然伽马刻度器 calibrator for natural gamma-ray logging

模拟和保存特定型号自然伽马测井仪器的应有API量值的专用标准计量器具。它是一种量值模拟器，它的量值可能会因测量方法或测量仪器的不同而改变。

1. 4 概述

自然伽马刻度器（以下简称刻度器）用密封放射性点源、密封含放射性物质的矿粉或者其他工业原料制成。从外观形式上可为框架形式、半包裹形式或全包裹形式。

刻度器是用于对自然伽马测井仪器进行校准的石油专用标准计量器具。

1. 5 计量特性

5.1刻度器标称值范围：100 API～200 API。

5.2刻度器标称值相对扩展不确定度：3%。

1. 6 校准条件

6.1人员

6.1.1经过测井专业技术培训合格。

6.1.2核测井仪器刻度作业人员应取得放射性工作人员培训合格证。

6.1.3工作期间应正确穿戴劳动防护用品，正确使用职业健康、安全和环保防护设施。

6.2 环境

环境条件应符合如下要求：

a) 无其他放射性干扰；

b) 无强震动、无强电磁干扰；

c) 环境温度：5 ℃～35 ℃；

d) 环境湿度：RH<80%。

6.3防护

刻度场所及人员的防护应符合GBZ 142的规定。

6.4 校准用主要设备

6.4.1标准井

配套设备主要技术指标见表1。

表1 配套设备主要技术指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准井 | 标称值 | 相对不确定度 | 层厚 | 纵向范围 |
| 自然伽马标准井 | ≥200 API | 2.5% | ≥1050 mm | ≥1200 mm |

6.4.2配套设备

配套设备主要技术指标见表2。

表2 配套设备主要技术指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设备名称 | 主要技术指标 | | 数量 |
| 地面采集系统 | 计数率测量相对误差 | ±0.1% | 1套 |
| 量值传递仪器 | 测量计数率稳定性  相对误差 | ≤1% | 1支 |
| 测量计数率重复性  相对标准偏差 | ＜2% |

1. 7 校准项目和校准方法

7.1校准项目

刻度器的API标称值。

7.2校准方法

7.2.1 量值传递仪器核查

7.2.1.1 量值传递仪器核查方法见附录A。

7.2.1.2 量值传递仪器测量计数率的相对误差应满足6.4.2的要求。

7.2.2 量值传递仪器刻度系数确定

7.2.2.1 连接系统，检查正常后，将量值传递仪器水平放置于高1 m的仪器架上并供电预热不少于1800ｓ。

7.2.2.2 将量值传递仪器放入标准井低放射性地层（以下简称低放层）中，仪器记录点对准测量点测量，每个记录点测量*n*次（*n*为重复测量次数，*n*应尽可能大，一般应不少于10次），每次测量时间不少于30ｓ。记录仪器在标准井中测量的计数率。

7.2.2.3 将量值传递仪器放入标准井高放射性地层（以下简称高放层）中，仪器记录点对准测量点测量，每个记录点测量*n*次，每次测量时间不少于30ｓ。记录仪器在标准井中测量的计数率。

7.2.2.4 高放层、低放层的平均计数率，按式（1）和式（2）计算：

 （1）

 （2）

式中：

——在某个深度点的测量次数；

*n* ——重复测量次数，*n*应尽可能大，一般应不少于10次；

——高放层平均计数率；

——低放层平均计数率。

7.2.2.5 计算量值传递仪器净计数率，按式（3）计算：

 （3）

式中：

——量值传递仪器在标准井内测量的净计数率。

7.2.2.6 计算量值传递仪器刻度系数，按式（4）计算：

 （4）

式中：

——量值传递仪器刻度系数；

——标准井标称值，单位API。

7.3刻度器校准

7.3.1连接系统，检查正常后，将量值传递仪器水平放置于高1m的仪器架上并供电预热不少于1800ｓ。

7.3.2 测量本底计数率*n*次，每次计数时间不少于30ｓ，记录计数率的测量值。计算本底平均计数率，按式（5）计算：

 （5）

式中：

——本底平均计数率；

——单次测量的本底计数率；

*n* ——重复测量次数，*n*应尽可能大，一般应不少于10次。

7.3.3将刻度器放在量值传递仪器上，测量计数率*n*次，每次计数时间不少于30 s，记录计数率的测量值。计算刻度器平均计数率，按式（6）计算：

 （6）

式中：

——刻度器平均计数率；

——单次测量的刻度器计数率；

*n*——重复测量次数，*n*应尽可能大，一般应不少于10次。

7.3.4计算刻度器的净计数率，按式（7）计算：

 （7）

式中：

——刻度器的净计数率。

7.3.5 计算刻度器API标称值，按式（8）计算：

 （8）

式中：

——刻度器API标称值，计算值小数点后保留2位有效数字。

7.3.6依据《JJF 1059 测量不确定度评定与表示》对刻度器API标称值进行不确定度评定，评定方法见附录B。

7.3.7刻度器标称值及不确定度应满足表1的要求。

7.3.8刻度器校准结果测量不确定度评定示例见附录C。

1. 8 校准结果表达

8.1 校准结果应记入校准记录（格式参见附表C.1）。

8.2 按本规范校准的刻度器，签发校准证书（格式参见附录D）。

1. 9复校时间间隔

9.1建议复校时间间隔不大于48个月。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

9.2若刻度器进行过维修，应重新校准。

a)



附录A

自然伽马量值传递仪器核查

A.1 自然伽马量值传递仪器测试

A.1.1 将量值传递仪器水平放置于高1 m的仪器架上并供电预热，预热时间应不少于1800 s。

A.1.2 将量值传递仪器置于标准井高放层中点，测量计数率，测量*m*组，每组测量*n*次，每次测量时间不少于30 s。

A.1.3 按式（A.1）计算每组测量计数率的平均值：

 （A.1）

式中：

*n*——重复测量次数；

=1，2，…，。为测量组数(≥4)；

=1，2，…，；*n*应尽可能大，一般应不少于10次；

——标准井高放层量值传递仪器第组、第次测量的计数率。

A.2 自然伽马量值传递仪器的稳定性考核

A.2.1 量值传递仪器测量计数率稳定性的相对误差，按式（A.2）计算：

 （A.2）

式中：

；

**。

A.2.2 稳定性考核确定的B类相对不确定度，按式（A.3）计算：

 （A.3）

式中：

——量值传递仪器稳定性考核的相对不确定度。

A.3 自然伽马量值传递仪器的重复性试验

A.3.1 量值传递仪器测量计数率重复性试验的标准偏差，按式（A.4）计算：

 （A.4）

式中：

——标准井高放层量值传递仪器第组重复性试验的标准偏差。

A.3.2 量值传递仪器测量计数率重复性试验的相对标准偏差，按式（A.5）计算：

 （A.5）

式中：

*RSD*——标准井高放层量值传递仪器第组重复性试验的相对标准偏差。



附录 B

自然伽马量值传递仪器刻度系数的确定

B.1 标准井净计数率的测量

仪器依次放入标准井高放层和低放层中，仪器记录点对准测量点测量，每个记录点测量*n*次，每次测量时间不少于30 s，每次测量记录的计数率为、，按式（B.1）和式（B.2）计算标准井高放层和低放层的计数率的平均值、：



 (B.1)

 (B.2)

式中：

*n* ——重复测量次数，*n*应尽可能大，一般应不少于10次；

——量值传递仪器在标准井高放层中第*i*次测量的计数率；

——量值传递仪器在标准井低放层中第*i*次测量的计数率；

B.2 标准井净计数率不确定度评定

B.2.1 A类标准不确定度评定

量值传递仪器测量标准井高放层计数率的A类标准不确定度，按式(B.3)计算：

(B.3)

量值传递仪器测量标准井低放层计数率的A类标准不确定度，按式(B.4)计算：

 (B.4)

量值传递仪器测量标准井净计数率A类标准不确定度，按式(B.5)计算：

 (B.5)

B.2.2 B类标准不确定度评定

标准井净计数率B类标准不确定度，按式(B.6)计算：

 (B.6)

式中：

——量值传递仪器稳定性考核的相对不确定度；

——量值传递仪器在标准井测量的净计数率。

B.2.3 合成标准不确定度评定

标准井净计数率合成标准不确定度,按式(B.7)计算：

 (B.7)

B.3 自然伽马量值传递仪器刻度系数

自然伽马量值传递仪器刻度系数*F*,按式(B.8)计算：

**  (B.8)

式中：

——标准井标称值，单位API。

刻度系数的标准不确定度，按式(B.9)计算：

 (B.9)

式中：

——标准井不确定度；

——量值传递仪器在标准井中的净计数率；

——量值传递仪器测量标准井净计数率A类不确定度。

附录 C

刻度器API校准值的不确定度评定示例

C.1 测量方法

根据校准规范，刻度器采用间接测量法进行校准：用标准井校准的自然伽马量值传递仪器，对刻度器进行测量，得出刻度器API校准值及不确定度。

C.2 测量模型

测量模型按式（C.1）计算：

 （C.1）

式中:

——刻度器API校准值；

——量值传递仪器刻度系数；

——刻度器的净计数率。

C.3 不确定度来源及分析

由数学模型可知，刻度器测量结果的不确定度由自然伽马量值传递仪器测量计数率的不确定度传播。此外，还包括：

由于地面采集系统测量的误差不大于±0.1%，由此引起的计数率比值误差不大于±0.14%，因此可以忽略不计。

由操作人员等引入的粗大误差在采集过程中按3原则予以剔除。

校准过程中，环境条件满足校准规范要求时，环境条件引入的不确定度可以忽略不计。

C.4 标准不确定度评定

C.4.1 A类标准不确定度评定

本底计数率A类标准不确定度，按式(C.2)计算：

 (C.2)

式中：

——本底平均计数率；

——单次测量的本底计数率。

加刻度器测量计数率A类标准不确定度，按式(C.3)计算：

 (C.3)

式中：

——加刻度器测量计数率平均值的标准不确定度。

——刻度器平均计数率；

——单次测量的刻度器计数率；

量值传递仪器测量刻度器净计数率A类标准不确定度，按式(C.4)计算：

 (C.4)

C.4.2 B类标准不确定度评定

刻度器净计数率B类标准不确定度，按式(C.5)计算：

 (C.5)

式中：

——量值传递仪器稳定性考核的相对不确定度。

——刻度器的净计数率。

C.4.3 合成标准不确定度

刻度器净计数率合成标准不确定度，按式(C.6)计算：

 (C.6)

C.4.4 刻度器校准值标准不确定度

刻度器标准不确定度，按式(C.7)计算：

 (C.7)

式中：

——量值传递仪器刻度系数的标准不确定度；

C.4.5 刻度器校准值扩展不确定度

刻度器API校准值扩展不确定度，按式（C.8）计算：

 （C.8）

式中：

——包含因子，取=2；

——刻度器校准值标准不确定度。

C.4.6 刻度器校准值相对扩展不确定度

刻度器校准值相对扩展不确定度，按式（C.9）计算：

 （C.9）

表C.1 刻度器校准记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 自然伽马量值传递仪器在标准井中的稳定性 | | | | | | | | |
| 稳定性考核B类相对不确定度 | | | | 0.0021 | | | | |
| 注：自然伽马量值传递仪器测量计数率的相对误差≤1%。 | | | | | | | | |
| 自然伽马量值传递仪器在标准井中测量的结果 | | | | | | | | |
| 自然伽马  标准井 | 标准井井号 | | 标称值，API | | | | 标准不确定度，API | |
| 30 | | 207.45 | | | | 1.98 | |
| 自然伽马量值  传递仪器 | 高放层计数率  ,cps | 高放层A类标准  不确定度，cps | | | 低放层计数率,cps | | | 低放层A类标准  不确定度  ，cps |
| 287.4273 | 0.3965 | | | 3.9970 | | | 0.0627 |
| 净计数率A类标准不确定度,cps | 净计数率B类标准不确定度,cps | | | 标准井净计数率，cps | | | 标准井净计数率合成标准不确定度，cps |
| 0.4014 | 0.5952 | | | 283.4303 | | | 0.7179 |
| 刻度系数*F，*cps/API | | | | 0.7319 | | | |
| 刻度系数标准不确定度,cps/API | | | | 0.0071 | | | |
| 刻度器校准结果及不确定度 | | | | | | | | |
| 自然伽马  刻度器 | 本底计数率  ，cps | 本底计数率A类标准不确定度,  ，cps | | | 刻度器计数率，cps | | | 刻度器计数率A类标准不确定度  ，cps |
| 79.6045 | 0.1058 | | | 280.9164 | | | 0.2104 |
| 刻度器净计数率A类标准不确定度,cps | 刻度器净计数率B类标准不确定度,cps | | | 刻度器净计数率，cps | | | 刻度器净计数率合成标准不确定度,cps |
| 0.2355 | 0.4261 | | | 201.3118 | | | 0.4869 |
| 刻度器校准值,API | | | | | 147.34 | | |
| 刻度器校准值标准不确定度,API | | | | | 1.47 | | |
| 刻度器校准值扩展不确定度 | | | | | 2.94 | | |
| 注：扩展因子*k=2*,自然伽马刻度器标称值相对扩展不确定度3%。 | | | | | | | | |



附录D

校准证书格式

自然伽马刻度器校准证书应包括以下信息：

——标题：校准证书；

——承担校准单位名称、报告签发人签名和日期；

——送校单位的名称和地址；

——进行校准的日期、地点；

——校准所依据的技术规范的描述，包括名称和代号；

——标准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

——校准环境的描述；

——校准结果，包括其测量不确定度的说明。

自然伽马刻度器校准证书校准结果格式见表D.1。

表D.1自然伽马刻度器校准证书

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准结果 | | | | |
| 校准参数 | 标称值，API | 校准值，API | 标准不确定度，API | 扩展不确定度，API |
| API值 |  |  |  |  |
| 注：下次送校须带此证书。 | | | | |

|  |
| --- |
|  |