|  |
| --- |
|  |

中华人民共和国国家计量技术规范

**JJF** XXXXX—XXXX

射线类含水分析仪校准规范

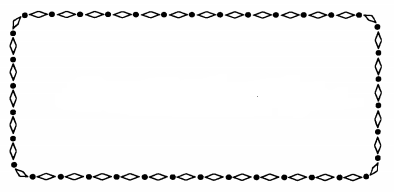
Calibration Specification for Gamma Ray Water Cut Meter

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

**国家质量监督检验检疫总局** 发布



**JJF** XXXX—XXXX

射线类含水分析仪校准规范

Calibration Specification for Gamma Ray Water Cut Meter

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：中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司

参加起草单位：中国石化集团胜利石油管理局有限公司

胜利油田胜利自动化开发有限责任公司

中国石油天然气股份有限公司大庆油田有

限责任公司

大庆油田设计院有限公司

本规范由全国石油专用计量测试技术委员会负责解释

参加起草人：

杨 斌（胜利油田胜利自动化开发有限责任公司）

张栋栋（胜利油田胜利自动化开发有限责任公司）

刘 博（中国石油天然气股份有限公司大庆油田有

限责任公司）

罗再扬（大庆油田设计院有限公司）

本规范主要起草人：

郭宏亮（中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司）

李增强（中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司）

谈晓辉（中国石化集团胜利石油管理局有限公司）

目录

引言 [II](#_Toc135237332)

[1 范围 1](#_Toc135237333)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc135237334)

[3 术语和定义 1](#_Toc135237335)

[4 概述 2](#_Toc135237336)

[4.1 用途 2](#_Toc135237337)

[4.2 基本原理 2](#_Toc135237337)

[5 计量特性 2](#_Toc135237336)

[6 通用技术要求 2](#_Toc135237337)

[6.1 随机文件 2](#_Toc135237337)

[6.2 外观 2](#_Toc135237337)

[6.3 密封性 3](#_Toc135237337)

[7 校准条件 3](#_Toc135237337)

[7.1 环境条件 3](#_Toc135237337)

[7.2 校准装置 3](#_Toc135237337)

[8 校准项目和校准方法 4](#_Toc135237337)

[8.1 校准项目 4](#_Toc135237337)

[8.2 校准方法 4](#_Toc135237337)

[9 校准报告 6](#_Toc135237337)

[10 复校时间间隔 7](#_Toc135237337)

[附录A 射线类含水分析仪空管标定记录表 10](#_Toc135237352)

[附录B 射线类含水分析仪水样标定记录表 11](#_Toc135237353)

[附录C 射线类含水分析仪油样标定记录表 12](#_Toc135237354)

[附录D 射线类含水分析仪油水混合介质配比法测量记录表 13](#_Toc135237355)

[附录E 测量不确定度评定示例 14](#_Toc135237356)

[附录F 射线类含水分析仪校准报告封面格式 15](#_Toc135237357)

[附录G射线类含分析仪校准报告内页格式 16](#_Toc135237358)

1. 引言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成制定本规范的基础性系列规范。

本规范参照JJG 899—1995《石油低含水率分析仪》、SY/T 5566—2011《低能源原油含水分析仪》、GB/T 9109.1—2016《石油和液体石油产品动态计量 第1部分：一般原则》、GB/T 9109.5—2017《石油和液体石油产品动态计量 第5部分：油量计算》等标准和技术规范，并结合我国射线类含水分析仪的使用和校准现状制定。

本规范是首次发布。

射线类含水分析仪校准规范

* 1. 范围

本规范适用于油气田开发生产计量用射线类含水分析仪（以下简称含水仪）的实验室校准，微波、射频、红外等非放射性含水分析仪不包括在本规范内。

* 1. 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071 国家计量校准规范编写规则

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJG 899—1995 石油低含水率分析仪检定规程

GB/T 9109.1—2016 石油和液体石油产品动态计量 第1部分：一般原则

GB/T 9109.5—2017 石油和液体石油产品动态计量 第5部分：油量计算

GB/T 1884-2000 原油和液体石油产品密度实验室测定法（密度计法）

GB 3836.1-2021 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB 3836.2-2021 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备

GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GBZ 125—2009 含密封源仪表的放射卫生防护要求

SY/T 5566—2011 低能源原油含水分析仪

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. 术语

多相流体 multiphase flow

以原油、天然气、伴生水等油气井产出物为主要成份组成的混合流体。

工况含水率 Water-in-liquid Ratio（WLR）

工况条件下，伴生水体积流量与原油和伴生水体积流量之和的比，常用百分数表示。

射线类含水分析仪 Gamma Ray Water Cut Meter

基于油、水、气介质对射线吸收不同的原理，用于测量含水率的仪表。

放射性同位素密封源 Sealed Radioactive Source

将放射性物质密封在包壳里或紧密地固结在覆盖层里以固体形态呈现，用于产生射线。

闪烁计数器Scintillation Counter/ Gamma Ray Detector

由晶体和光电探测器两个主要部分组成，用于探测射线。

* + 1. 豁免活度 Exempted activity

参照国际原子能机构的有关规定，按照放射源对人体健康和环境的潜在危害程度，从高到低将放射源分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ类，Ⅴ类源的下限活度值为该种核素的豁免活度。

* 1. 概述
     1. 用途

射线类含水分析仪主要用于油气田采出液的工况含水率测定，为油气矿场计量、油藏动态监测和管理、储量科学评估和优化配置等提供相关的含水率测试数据。

* + 1. 基本原理

射线类含水分析仪是一种基于射线吸收法的仪表，利用一个或多个特定能级的密封放射源发射出的粒子（如伽马射线），穿透流经的样品，然后用闪烁计数器测量穿透样品后的射线强度。由于水分子的原子构成决定了其对射线的吸收率与其他物质不同，可以通过比较原始与穿透后的射线强度，精确测量出样品中的工况含水率。

* 1. 计量特性

含水仪的计量特性通常用含水率表示，能达到的技术指标见表1。

1. 含水仪测量范围和测量绝对误差

|  |  |
| --- | --- |
| 源的活度 | 测量绝对误差注 |
| 豁免源 | ≤±2% |
| 非豁免源 | ≤±1% |
| 注：1、允许误差应指明含水仪所适用的工况使用条件，如含气率等。  2、以上指标不适用于合格判据。 | |

* 1. 校准条件
     1. 环境条件
        1. 环境温度：5 ℃～50 ℃；相对湿度：≤95% 。
        2. 交流电源电压应为220 V±22 V，电源频率应为50 Hz±2.5 Hz，也可以根据含水仪的要求使用合适的交流或直流电源（如24 V直流电源）。
        3. 外界磁场、电磁场、电离辐射、机械振动和噪声应满足含水仪和校准装置的使用要求。
     2. 主标准器及配套设备

本规范采用标准配样法，校检装置由主标准器和配套设备组成，必须具备有效的检定/校准证书。

* + - 1. 主标准器

主标准器采用一等标准密度计浮计和电子天平，用于测量油、水的密度及质量。主标准器技术要求见表2，其主要技术指标优于或等于表2均可作为测量标准。

表2 主标准器技术要求

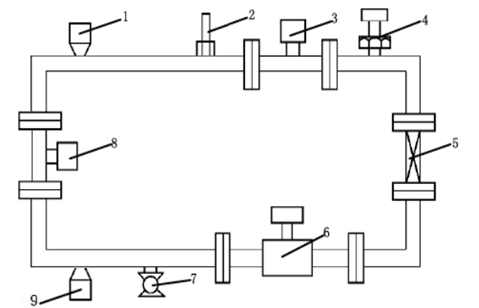
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **仪器名称** | **测量范围** | **技术要求** |
| 1 | 一等标准密度计浮计 | 700kg/m3～1000kg/m3 | 最大允许误差±0.2kg/m3 |
| 2 | 电子天平 | 0kg～5kg | 最大允许误差±0.1kg |
| 3 | 电子天平 | 0kg～50kg | 最大允许误差±0.5kg |

* + - 1. 配套设备

配套设备采用变频调速泵、热交换器、温度变送器、压力变送器等，配套设备技术要求见表3。

表3 配套设备技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **仪器名称** | **测量范围** | **技术要求** |
| 1 | 温度变送器 | 0℃～50℃ | 准确度等级不低于0.2级 |
| 2 | 压力变送器 | 0MPa～1.6MPa | 准确度等级不低于0.2级 |
| 3 | 流量计 | 0m/s～5m/s | 准确度等级不低于0.2级 |
| 4 | 热交换器 | — | — |
| 5 | 变频调速泵 | — | — |
| 6 | 空气压缩机 | — | — |



1. 主标准器及配套设备示意图

标引序号说明：

1. 进液口；
2. 温度变送器；
3. 流量计；
4. 压力变送器；
5. 热交换器；
6. 变频调速泵；
7. 放液口；
8. 被校射线类含水分析仪。
9. 吹扫口
   * + 1. 校准介质
   1. 水采用油田采出水、自来水等，水中矿化度一般小于5g/L；
   2. 油采用的净化原油、变压器油、柴油、煤油或机油等，油中无夹杂气体且含水率小于等于0.05%。
   3. 校准项目和校准方法
      1. 校准项目

校准项目包括随机文件、外观、密封性、防爆性、辐射外泄漏检测和样品校准。

* + 1. 校准方法
       1. 随机文件检查

检查随机文件，应附有使用说明书，使用说明书中应详细说明含水仪的安装和使用要求，应给出含水仪的技术指标，应给出含水仪使用的射线类源的等级、安全防护要求、个人防护措施。

* + - 1. 外观检查

仪器的外观应符合如下要求：

• 外观应保持整洁，不应有影响正常工作的机械损伤；

• 所有铭牌及标志应耐久和清楚，内容符合相关法规、标准的要求；

• 紧固件不应松动、各种调节件灵活，功能正常；

• 仪器可拆卸部分应能方便拆装；

• 表体的连接部分焊接应平整光洁，不得有虚焊、脱焊等现象；

• 读数装置上的防护玻璃应具有良好的透明度，没有使读数畸变等妨碍读数的缺陷，显示的数字应醒目、整齐。

* + - 1. 密封性检查

通过加压校准介质到最大校准压力，历时5 min, 含水仪表体上各个接口应无渗漏现象。

* + - 1. 防爆性检查

含水仪应密闭防爆，防爆应符合GB/T 3836.1—2021、GB/T 3836.2—2021、GB/T 3836.31—2021相关规定要求。

* + - 1. 辐射外泄漏检测

豁免源设备外泄漏剂量应符合GB/T 18871—2002的规定，非豁免源设备外泄漏剂量应符合GBZ 125—2009的规定，参见附录A。

* + - 1. 校准点选择
         1. 根据含水仪测量范围和校准装置含水率校准能力，选取0、10%、30%、50%、90%、100% 6个含水率校准点。
         2. 如有特殊要求，可与用户协商签订相关技术协议，由用户指定含水率校准点。
      2. 校准前参数配置
         1. 提前准备好要使用的介质，应符合6.2.3的要求。
         2. 连接、开机、预热，根据含水仪说明书完成能谱和参数设置等相关设备调试准备工作。
         3. 确保含水仪内壁光滑、洁净、无异物覆盖，标定空管计数不少于10组，获得空管标定的高、低能计数平均值，编制空管标定记录表，参见附录B，并将标定结果录入设备中。
         4. 将标定用水倒入含水仪内，浸没传感器进行标定，标定数据不少于10组，获得水标定的高、低能计数平均值，并计算出水的吸收系数，编制水样标定记录表，参见附录C，将标定结果录入设备中。
         5. 将标定用油倒入含水仪内，浸没传感器进行标定，标定数据不少于10组，获得油标定的高、低能计数平均值，并计算出油的吸收系数，编制油样标定记录表，参见附录D，将标定结果录入设备中。
         6. 每个标定样品标定1次。
      3. 校准程序
         1. 用空气对循环系统进行清洗，直至循环系统中无残留液体。
         2. 按照GB/T 1884-2000第10章测量油和水的密度，将油加入循环系统，并根据加入循环系统中的油的质量及密度、水的密度和校准点编制含水率配方表，含水率配方表见附录E。
         3. 根据含水率配方表，用盛标准混合液的烧杯从循环系统的放液口放出一定体积的标准混合液，用电子天平称量需要放出的标准混合液和需要加入循环系统内的水，称量后的标准混合液倒入废液桶，水加入到循环系统。
         4. 标准混合液在循环系统中循环5min后，且标准混合液的温度为35℃±0.5℃的条件下，连续校准5次，将被校仪表的测量值记入射线类含水分析仪校准数据记录表，射线类含水分析仪校准数据记录表见附录F。对于每个校准点，被校仪表测量值的极差应小于等于1%。
         5. 根据7.2.6.1的含水率校准点，按照从低到高的顺序依次进行校准。
      4. 每个校准点误差计算

含水仪每个含水校准点的含水率测量误差采用绝对误差，单次测量误差按公式计算：

()

式中：

——第i个含水校准点的含水率测量误差，单位用百分数表示； ——第i个含水校准点校准时含水仪的含水率平均值，单位用百分数表示；

——第i个含水校准点校准时校准装置的含水率平均值，单位用百分数表示；

* 1. 校准结果表达
     1. 校准报告至少包括以下信息：

1. 标题：“校准报告”；
2. 校准机构信息；
3. 进行校准的地点；
4. 报告的唯一性标识(如编号),每页及总页数的标识；
5. 客户的信息；
6. 进行校准的日期；
7. 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
8. 本校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
9. 校准环境的描述；
10. 校准结果；
11. 校准报告批准人的签名；
12. 校准结果仅对校准对象有效性的声明；
13. 未经校准机构书面批准，不得部分复制报告的声明；
14. 校准报告封面和内页，参见附录G和附录H；
15. 校准点含水率记录表。
    * 1. 测量不确定度评定

含水仪的含水率测量不确定度评定，参见附录I。

* 1. 复校时间间隔

新购置和维修后的含水仪使用前应进行校准，使用中的含水仪复校时间间隔建议为12个月，也可根据被校含水仪的现场使用条件、使用频率或管理要求，由送检单位自主确定复校时间间隔。

附录A

辐射泄漏剂量测试报告

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **辐射泄漏剂量测试报告** | | | | | | |
| 客 户 |  | | 项目名称 | |  | |
| 位 号 |  | | 序 列 号 | |  | |
| 同位素 |  | | 测试地点 | |  | |
| 名称 | | 放射源号 | | 辐射泄漏测试结果 | | |
| 伽马传感器 | |  | | 背景区 | | /µSv/h |
| 辐射源侧面 | | /µSv/h |
| 探头侧面 | | /µSv/h |
| 测试结果 | |  | | | | |
| 接受标准:  GB18871-2002(小于1μSv/h @ 0.1米) （豁免）  GBZ125-2009 (小于 0.25μSv/h @100cm，2.5μSv/h @5cm) （非豁免） | | | | | | |

检测员： 日期：

附录B  
 射线类含水分析仪空管标定记录表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 制造厂商： | | | 出厂编号： | |
| 外观检查： | | | | |
| 标 定 记 录 | | | | |
| 计数率1 |  | | | |
| 计数率2 |  | | | |
| 计数率3 |  | | | |
| …… |  | | | |
| 计数率N(N≥10) |  | | | |
| 平均计数率 |  | | | |
| 备注： | | | | |
| 标定人： | | 核验人： | | 标定日期： |

附录C  
 射线类含水分析仪水样标定记录表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 制造厂商： | | | 出厂编号： | |
| 标定用水密度： | | | | |
| 外观检查： | | | | |
| 标 定 记 录 | | | | |
| 计数率1 |  | | | |
| 计数率2 |  | | | |
| 计数率3 |  | | | |
| …… |  | | | |
| 计数率N(N≥10) |  | | | |
| 平均计数率 |  | | | |
| 吸收系数 |  | | | |
| 备注： | | | | |
| 标定人： | | 核验人： | | 标定日期： |

附录D  
 射线类含水分析仪油样标定记录表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 制造厂商： | | | 出厂编号： | |
| 标定用油密度： | | | | |
| 外观检查： | | | | |
| 标 定 记 录 | | | | |
| 计数率1 |  | | | |
| 计数率2 |  | | | |
| 计数率3 |  | | | |
| …… |  | | | |
| 计数率N(N≥10) |  | | | |
| 平均计数率 |  | | | |
| 吸收系数 |  | | | |
| 备注： | | | | |
| 标定人： | | 核验人： | | 标定日期： |

附录E  
 射线类含水分析仪含水率配方表

| **含水率配方表**  基础参数 | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 油总质量 g | | 油的密度g/cm3 | | 水总质量 g | | 水的密度g/cm3 | |
|  | |  | |  | |  | |
| 校准点 | | | | | | | |
| 标准含水率 % | 体积改变量 cm3 | | 放液质量 g | | 加水质量 g | | 加油质量 g |
|  |  | |  | |  | |  |
|  |  | |  | |  | |  |
|  |  | |  | |  | |  |
|  |  | |  | |  | |  |
|  |  | |  | |  | |  |
|  |  | |  | |  | |  |
|  |  | |  | |  | |  |
|  |  | |  | |  | |  |
|  |  | |  | |  | |  |
|  |  | |  | |  | |  |



附录F  
 射线类含水分析仪校准数据记录表

| **射线类含水分析仪校准数据记录表**  证书编号 | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪表信息 | | | | | | | | | | | |
| 送检单位 |  | | | 仪表名称 | |  | | | 出厂编号 |  | |
| 制造厂 |  | | | 型号规格 | |  | | | 测量范围 |  | |
| 校准数据 | | | | | | | | | | | |
| 标准介质 | |  | | 环境温度 | |  | | | 相对湿度 | |  |
| 油总质量 | |  | | 油的密度 | |  | | | 水的密度 | |  |
| 介质温度 | |  | | 介质压力 | |  | | | 介质流速 | |  |
| 标准含水率% | | 含水率测量值% | | | | | | | 测量平均值% | | 校准误差% |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  | |  | |  |  |  | |  |

附录G  
 射线类含水分析仪校准报告封面格式

校准报告封面格式如下所示：

|  |  |
| --- | --- |
| **校** **准** **报** **告**  报告编号.  委托单位：  仪器设备名称：  制造厂商：  型号/规格：  仪器设备编号  批准人  核验人  校准人  (机构校准专用章) | |
| 校准日期： | 年 月 日 |
| 地 址 ： 编 码 ：  电 话 ： 传 真 ：  网 址 ： 电子邮箱： | |

附录H  
 射线类含分析仪校准报告内页格式

报告编号：

**校准报告**

1 校准依据的技术文件（代码、名称）：

2本次校准所使用的主要计量设备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名 称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 证书号 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

3 校准地点：

4 校准条件：

环境温度： ℃ 相对湿度： % 其他：

5 校准结果：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准含水率（%） | 仪器测量值（%） | 测量绝对示值误差（%） |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

扩展不确定度： 。

本报告的校准结果仅对所校准的仪器设备有效，未经许可不得部分复制。

附录I  
 测量不确定度评定示例

I.1概述

I.1.1 校准依据：

JJF XXXXX—XXXX《射线类含水分析仪校准规范》。

I.1.2 校准方法：

在满足校准条件下，将含水仪串联接入管道。校准前被校含水仪应完成单相介质标定，然后对其进行在线校准，通过比较被校含水仪测量结果和校准装置标准值，计算其测量绝对误差。

I.2不确定度分析

I.2.1 测量模型

含水仪的含水率测量绝对误差的计算公式如下：

式中：

——第校准点的示值绝对误差，用百分数表示；

——第校准点时被校含水仪的含水率，用百分数表示；

——第校准点时标准装置的含水率，用百分数表示。

I.2.2 不确定度分量评定

（1）由重复测量引入的不确定度分量（A类不确定度）

含水率在第i测试点的重复性的计算公式如下：

式中：

—第测试点的重复性；

—第测试点的测量误差最大值；

—第测试点的测量误差最小值；

—极差系数。

（2）由标准装置所引入的不确定度分量（B类不确定度）

根据校准装置校准证书，其扩展不确定度为u，k=2，因此，标准不确定度分量为：

（3）合成不确定度

各输入量彼此独立不相关，合成标准不确定度可按下式计算得到：

（4）扩展不确定度

取包含因子k，则被校含水仪在校准装置上校准结果的扩展不确定度为：



JJF XXX—XXXX

JJF XXX—XXXX