

202X–XX–XX 实施

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—XXXX



**井水位埋深测量仪校准规范**

Calibration Specification for Well Water

Level Measuring Machines

（征求意见稿）

202X–XX–XX 发布

中国地震局 **发 布**



**Calibration Specification for Well Water Level Measuring Machines**

**井水位埋深测量仪校准规范**

JJF XXXX—XXXX

归 口 单 位：全国地震专用计量测试技术委员会

主要起草单位：应急管理部国家自然灾害防治研究院

参加起草单位：中国地震局第一监测中心

本规范委托全国地震专用计量测试技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

何案华（应急管理部国家自然灾害防治研究院）

明晓冉（中国地震局第一监测中心）

贾鸿飞（应急管理部国家自然灾害防治研究院）

邓卫平（应急管理部国家自然灾害防治研究院）

参加起草人：

李文一（中国地震局第一监测中心）

XXX（）

XXX（）

XXX（）

目 录

[引 言 II](#_Toc146702033)

[1 范围 3](#_Toc146702034)

[2 引用文件 3](#_Toc146702035)

[3 术语 3](#_Toc146702036)

[4 概述 4](#_Toc146702037)

[5 计量性能要求 5](#_Toc146702038)

[6 通用技术要求 5](#_Toc146702039)

[7 校准条件 5](#_Toc146702040)

[8 校准项目和校准方法 6](#_Toc146702041)

[9 校准结果表达 9](#_Toc146702042)

[附录A 11](#_Toc146702043)

[附录B 13](#_Toc146702044)

[附录C 15](#_Toc146702045)

引 言

本规范是依据JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》进行编制的。

JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列文件。

本规范为首次发布。

井水位埋深测量仪校准规范

# 1 范围

本规范适用于地震监测专用、量程0～10m、压力式井水位埋深测量仪的校准。

# 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001 - 2011 [通用计量术语及定义技术规范](http://www.cesi.cn/jlbz/201712/3430.html)

JJF 1002 - 2010 国家计量检定规程编写规则

JJF 1059 - 1999 测量不确定度评定与表示

GB/T 6587-2012 环境适应性试验

GB/T 11828.2-2005 水位测量仪器 第2部分：压力式水位计

DB/T 32.1-2020 地震观测仪器进网技术要求地下流体观测仪 第1 部分：压力式水位仪

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。

# 3 术语

下列术语和定义适用于本规范。

**3.1**

井水位埋深 depth of well water level

参考面到井水水面的距离。

注：图1中标注6所示，其中参考面与地面可为同一面。



图1. 井水位埋深观测示意图

**3.2**

水柱高度 water column height

水位传感器受力面到井水水面之间的距离，即传感器入水深度。

注：图1中标注7所示。

**3.3**

水位跟踪速率 tracking speed

井水位埋深测量仪对水位变化的响应速率。

# 4 概述

井水位埋深测量仪是一种显示式测量仪器，主要用于地震监测的井水位埋深长期连续观测，由传感器、电缆和数据采集器（显示仪表）组成，其中传感器采用压力式传感器。测量原理是：利用（其中为水柱压力，为井水密度，为测量点重力加速度）得到水柱高度（），然后根据（为传感器安装深度，也即传感器受力面到参考面距离）得到井水位埋深（）。

# 5 计量性能要求

5.1 示值误差

最大允许误差±20mm。

5.2 分辨力

1mm。

5.3 水位跟踪速率

不小于1m/s。

5.4 仪器漂移

不大于3mm（30d）。

注：仪器漂移为非强制性校准指标。

# 6 通用技术要求

6.1 外观

井水位埋深仪外表面应光洁，电缆不应有裂痕、破损等缺陷。

6.2 铭牌

井水位埋深测量仪应有清晰的铭牌，标志产品型号规格、制造厂名、出厂日期等。

# 7 校准条件

7.1 环境条件

环境条件要求如下：

a) 环境温度：25±5℃；

b) 相对湿度：≤80%；

c) 模拟井孔水温：25±5℃；

d) 供电电压：交流220V±10%，直流12V±10%。

7.2 测量标准及其他设备

校准使用的主要设备及其他配套设备见表1。

表1 校准使用的主要设备及其他配套设备

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 技术要求 |
| 1 | 压力控制器 | 准确度等级0.05级及以上，最大允许误差±(0.02%Rdg+0.02%F.S) |
| 2 | 标准钢卷尺 | 二级，标称长度不小于2m |

# 8 校准项目和校准方法

8.1 校准项目

井水位埋深测量仪校准项目见表2。

表2 校准项目一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准方法 |
| 1 | 外观及铭牌 | 8.2.1 |
| 2 | 示值误差 | 8.2.2 |
| 3 | 分辨力 | 8.2.3 |
| 4 | 水位跟踪速率 | 8.2.4 |
| 5 | 仪器漂移 | 8.2.5 |
| 注：仪器漂移为非强制校准项目 | | |

8.2 校准方法

8.2.1 外观及铭牌

采用目力观察和手检的方法检查。

8.2.2 示值误差

示值误差校准步骤如下：

a) 压力控制器通过气路与井水位埋深测量仪传感器相连；

b) 压力控制器和井水位埋深测量仪通电预热15分钟以上；

c) 将压力控制器设置成0m, 1m, 2m , 3m, 4m, 5m, 6m, 7m, 8m, 9m, 10m水柱高度（或对应的压力值）进行正反行程输出，读取并记录各校准点的显示值；达到满量程10m时，保持1分钟，各校准点上应待压力值稳定后方可读数。

d) 各校准点的示值误差按式（1）计算，取正反行程示值误差最大值为井水位埋深测量仪的示值误差。

(1)

式中：

̶ 井水位埋深各校准点的示值误差，m；

̶ 井水位埋深各校准点的示值，m；

̶ 压力控制器各校准点的标准值，m。

8.2.3 分辨力

分辨力校准步骤如下：

a) 压力控制器通过气路与井水位埋深测量仪传感器相连；

b) 压力控制器和井水位埋深测量仪通电预热15分钟以上；

c) 将压力控制器按表3设置成3组，依据表3中校准点序号进行正反行程输出；

d) 各校准点待井水位埋深测量仪稳定后，读取连续5个秒钟值的平均值进行记录。

表3 分辨力校准点

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测试点序号 | 组别 | 测试点 |
| 1 | 0.1m | 0.100m |
| 2 | 0.101m |
| 3 | 0.102m |
| 4 | 0.103m |
| 5 | 5.0m | 5.000m |
| 6 | 5.001m |
| 7 | 5.002m |
| 8 | 5.003m |
| 9 | 9.0m | 9.000m |
| 10 | 9.001m |
| 11 | 9.002m |
| 12 | 9.003m |

8.2.4 水位跟踪速率

水位跟踪速率校准步骤如下：

a) 按图2所示，井水位埋深测量仪安装于模拟井孔内，通电预热15分钟以上；

b) 通过注水控制阀往模拟井孔内注水到泄流口自然流出；

c) 打开电磁开关阀，使模拟井孔内1.2m水柱在1s时间内排出，完成正行程跟踪速率测试；

d) 打开电磁开关，打开注水控制阀，使模拟井孔内水位1s内完成上升1.2m，完成反行程跟踪速率测试。



图2. 跟踪速率校准过程示意图

8.2.5 仪器漂移

仪器漂移校准步骤如下：

1. 按图3搭建实验平台，通过入水控制阀门向模拟井孔内连续注水，注水速率可抵消模拟井孔内水的蒸发等损耗速率即可，保持模拟井孔中水面在同一水平且水面保持在静置状态，水面振荡幅度小于0.001m。
2. 井水位埋深测量仪传感器静置于模拟井孔中，传感器入水深度应大于1m，通电预热15分钟以上；
3. 连续运行30天，采用公式（2）计算其标准差，并对30天日均值数据进行线性拟合。要求30天数据每天标准差小于3mm，且时间序列拟合的线性斜率在±（3mm/30d）。

（2）

其中，

式中：

̶ 分钟水位值标准差；

̶ 被测仪器分钟水位值输出量的算数平均值；

̶ 分钟水位值输出量；

̶ 有效分钟水位值总数。



图3. 仪器漂移校准过程示意图

# 9 校准结果表达

9.1 校准记录

校准记录格式见附录A。

9.2 校准证书

经校准的井水位埋深测量仪应出具校准证书。校准证书应包含信息及内页格式见附录B。

9.3 校准结果的测量不确定度

校准证书中给出校准结果的测量不确定度信息。校准结果的测量不确定度应按JJF 1059.1-2012的要求评定，测量不确定度评定示例见附录C。

# 附录A

井水位埋深测量仪校准记录表格式

证书编号\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 仪器型号 |  | 校准地点 |  |
| 送检单位 |  | 生产单位 |  |
| 型号/规格 |  | 仪器编号 |  |
| 环境温度 |  | 环境温度 |  |
| 计量标准名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 计量（基）标准证书编号及有效期 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 校准项目 | | | |
| 一、外观与铭牌 |  | | |
| 二、示值误差 | | | |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 标准压力值  （m H2O） | 被测仪器  正行程输出  （m H2O） | 被测仪器  正行程示值误差  （m H2O） | 被测仪器  反行程输出  （m H2O） | 被测仪器  反行程示值误差  （m H2O） | | 0 |  |  |  |  | | 1 |  |  |  |  | | 2 |  |  |  |  | | 3 |  |  |  |  | | 4 |  |  |  |  | | 5 |  |  |  |  | | 6 |  |  |  |  | | 7 |  |  |  |  | | 8 |  |  |  |  | | 9 |  |  |  |  | | 10 |  |  |  |  | | 最大示值误差 | |  | | | | | | |
| 三、分辨力 | | | |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | 校准点 | 正行程输出（m H2O） | 反行程输出（m H2O） | | 0.100m |  |  | | 0.101m |  |  | | 0.102m |  |  | | 0.103m |  |  | | 0.500m |  |  | | 0.501m |  |  | | 0.502m |  |  | | 0.503m |  |  | | 0.900m |  |  | | 0.901m |  |  | | 0.902m |  |  | | 0.903m |  |  | | | | |
| 四、水位跟踪速率 | | | |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | 时刻显示值 | +1s时刻显示值 | |  |  |  | |  | 时刻显示值 | +1s时刻显示值 | |  |  |  | | 正行程速率 |  | | | 反行程速率 |  |  | | 注：表示正行程开始时间，表示反行程开始时间 | | | | | | |
| 五、仪器漂移（可选） | | | |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | 日期 | 日均值 | 日方差 | |  |  |  | |  |  |  | | … | … | … | | 日方差最大值 |  | | | 日均值线性拟合斜率 |  | | | | | |

校准员： 核验员： 校准日期： 年 月

# 附录B

B.1 校准证书内容

井水位埋深测量仪的校准证书应包括以下信息:

a）标题,如 “校准证书”；

b）证书的编号、页码及总页数；

c）校准实验室的名称和地址；

d）进行校准的日期；

e）进行校准的地点（如果与校准实验室的地址不同）；

f）客户的名称和地址；

g）被校井水位埋深测量仪的型号、规格及出厂编号；

h）本规范的名称及代号；

i）校准环境的描述；

j）校准结果及其测量不确定度的说明；

k）校准证书签发人的签名、职务或等效标识,以及签发日期；

l）校准结果仅对被校对象有效的声明；

m）未经实验室书面批准,不得部分复制证书的声明。

B.2 校准证书内页格式

井水位埋深测量仪校准证书内页宜采用图B.1所示格式。

图B.1 校准证书内页格式

校 准 结 果

本井水位测量仪经校准，结果如下：

1. 外观、铭牌

2. 示值误差

3. 分辨力

5. 水位跟踪速率

6. 仪器漂移

# 附录C

井水位埋深测量仪示值误差校准结果不确定度评定示例

C.1测量原理

利用压力控制器输入压力，从测量下限平稳的输入压力信号到各选定点直至测量上限，读取井水位埋深测量仪在每个选定点的输出并记录，后反向平稳改变压力输入到各选定点直至测量下限，读取井水位埋深测量仪*Ad*在每个选定点的输出*Ad*并记录，与通过压力控制器给出压力所对应的标准水位值*As*作差，即为示值误差。

C.2数学模型

由测量原理和方法，得到数学模型：

Δ*A=Ad－A*s （C.1）

式中：

Δ*A—*井水位埋深测量仪各选定点的示值误差，m;

*Ad—*井水位埋深测量仪示值，m；

*A*s*—*压力控制器标准值，m。

C.3 方差和灵敏系数

因为各输入量彼此独立。依不确定度传播率: 

由式（C.1）得方差： 

式中： —输出量引入的标准不确定度分量；

—标准器具引入标准不确定度分量。

灵敏系数

 

故： 

C.4标准不确定度分量

标准不确定度一览表（见表C.1）

表C.1 测量不确定度来源及说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 输入标准不确定度*u*(*x*i) | 不确定度来源 | 标准不确定度分量*ui*/m |
| *u*(*Ad*) | 测量重复性引入的标准不确定度分量 | 0.0006 |
| *u*(*A*s) | 标准器具引入标准不确定度分量 | 0.0019 |

C.4.1测量重复性引入的标准不确定度分量

* 测量重复性引入的标准不确定度分量，用压力控制器输入为50kPa压力时，在空间不同位置、不同姿态进行重复性测量，其重复性引入不确定度为：

*u*1(*Ad*)=0.0006 m

* 被校准仪器分辨力引入的标准不确定度分量

井水位埋深测量仪的分辨力为0.0001 m，则分辨力的区间半宽为0.00005 m，假设服从均匀分布，*k*=，由井水位埋深测量仪分辨力引入的标准不确定度为：



取测量重复性引入的标准不确定度与分辨力引入的标准不确定度较大者作为标准不确定度的分量，则：

*u*(*Ad*)=0.0006 m

C.4.3标准器具引入标准不确定度分量

*As*的测量模型：

式中：

*ρ—*传压介质水的密度(取 *ρ=*0.998×103 *kg/m3*），*kg/m3*；

g*—*当地重力加速度(取 *g=*9.8015×103 *m/s2*），*m/s2*；

*P—*压力控制器输入值(取 *P=*50 *kPa*），*kPa*；

* 输入量*ρ*引入的标准不确定度

一般传压介质为水，二等密度计标准器的最大允许误差为±0.5kg/m3，假设服从均匀分布，则*ρ*引入的标准不确定度为：



* 输入量*g*引入的标准不确定度

测量地中立加速度为9.8015m/s2，其修约误差为±0.000005m/s2，假设服从均匀分布，则g引入的标准不确定度为：



* 输入量*P*引入的标准不确定度

压力控制器为0.01级，最大允许误差为±-0.02kPa，则P引入的标准不确定度为：



* 灵敏系数









C.5合成不确定度



C.6扩展不确定度

*U*=0.0040 m（*k*=2）