

# 水管倾斜仪校准规范

## 编制说明

《水管倾斜仪校准规范》编写组

2025.09

# 1 规范概况

## 1.1 编制目的和意义

根据现行地震行业标准 DB/T 31.1—2008《地震观测仪器进网技术要求地壳形变观测仪第 1 部分：倾斜仪》的要求，水管倾斜仪的分辨力、量程、线性度误差等技术指标都需要检测，但由于缺乏相应的检测设备，部分指标测试并不能在仪器出厂或入网前进行，有的指标还只能用推算的方法得到。因此，研制和建立水管倾斜仪检测装置，编制水管倾斜仪校准规范，以实现对手管倾斜仪器进行性能指标检测。

在系统总结理论研究成果、开展专项实验研究的基础上，建立一套完整的水管倾斜仪校准方法，编制相应的校准规范，将对仪器响应数据的真实性形成强有力的约束性，并有助于提升地壳形变台网的科技支撑能力、地震预报能力与地震社会服务能力，同时填补地震行业标准体系中的空白。

## 1.2 任务来源

本规范的编写任务来源于《地震国家计量技术规范制修订项目》。由中国地震局地震研究所和中国地震局地球观测研究所负责编写。

## 1.3 规范结构

本规范的主要内容框架包括：范围，引用文件，术语，概述，校准条件，校准项目和校准方法，校准结果表达，复校时间间隔。

# 2 编制原则和依据

## 2.1 多方面综合性研究

在经过对我国水管倾斜仪观测原理、观测装置系统、观测数据分析应用等方

面的技术要求进行研究，通过理论计算和数值模拟研究，开展水管倾斜仪技术指标测试研究，为水管倾斜仪检测、比测以及实验室建设等方面的技术要求提供理论指导。

## 2.2 标准化和继承性

本规范以最新国家标准、地震行业标准为准，在本规范编制过程中，对于国家或地震行业标准中已有成熟完整的校准方法，且适用于水管倾斜仪检测的，直接采用。对于尚无校准方法的，根据所研究的测试方法及测试装置，并结合实际测试结果，给出具体的测试方法。

## 2.3 编写实用性

本规范的实用性完全是结合所研制的水管倾斜仪检测装置对水管倾斜仪各项性能指标的检测方法和步骤而来，用简明扼要的语言进行概括，对各项校准项目要求具体量化，有实际的可操作性。

## 2.4 充分征询意见和建议

在本规范制定和征求意见过程中，充分考虑了地震地应变观测和研究领域多位资深专家的意见和建议，对仪器观测原理、检测装置及数据处理等方面的技术要求进行了多次综合性的修正和调整。

## 2.5 规范编写依据

本规范引用和参照了如下国家标准、地震行业标准以及规范性技术文件：

DB/T 27—2008 地震观测仪器质量检验规则

DB/T 31.1—2008 地震观测仪器进网技术要求 地壳形变观测 第1部分：倾斜仪

JJF 1001—2011 通用计量术语及定义

DB/T 45—2012 地震地壳形变观测方法 地倾斜观测

## 3 规范编制的简要过程

本规范编写组调研了我国地震系统水管倾斜仪现状，对水管倾斜仪的各项技术指标进行了统计和分析计算，并根据本规范编制的实际要求提出仪器应明确测试的各项指标和方法，并组织实施了仪器量程、线性度误差等技术指标测试的专项实验。

### 3.1 基础性研究工作

#### 3.1.1 调查研究

本规范编制研究过程中，深入开展了对水管倾斜仪检测方法的现状、问题、发展方向等包括校准环境、检测设备及应用诸方面的全面调查与分析研究。调研了国内外相关标准与技术规程，主要是《地震观测仪器质量检验规则》（DB/T 27-2008）、《地震观测仪器进网技术要求地形变观测仪第 1 部分：倾斜仪》（DB/T31.1—2008）等技术标准和技术规范。

#### 3.1.2 理论研究及分析

开展我国现有水管倾斜仪的调研与分析，还对水管倾斜仪测量装置与安置、测量仪器指标等进行了分析、总结，并对测量系统的技术要求进行了探讨。

为进一步总结、提升切合实际的理论模型与认识，为规范编写中测量装置、校准项目等有关内容提供参考数据，通过理论计算和数值模拟获取了有关结果。

### 3.2 规范起草情况

2013 年，编写组研制完成了水管倾斜仪检测装置，并开展了相关性能指标的测试，具备开展水管倾斜仪检测工作的条件和能力。

2023 年 5 月 8 日，湖北省地震局在武汉组织召开形变测试技术研讨会，邀请相关领域的资深专家对计量校准规范征求意见。专家听取了编写组对规范起草情况的汇报，就规范的校准项目、校准方法、校准结果表达和校准规范编制等方

面与编写组展开深入交流，对相关技术指标提供了新的测试思路和方法，并提出了具体的修改意见和要求（详见表 1）。

表 1 征求意见汇总表

序号	国家计量技术规范章条编号	提出单位	意见内容	处理意见	理由
1	6.2 测量标准及其他设备	应急管理部国家自然灾害防治研究院	建议修改为“计量仪器与要求”	未采纳	该部分是校准规范标准格式要求
2	6.2.4 数据采集器	中国地震台网中心	“动态范围 145dB……”，这里的范围最大值和最小值应该说清楚。	已修改为和校准相关的技术参数	测量标准技术指标要和校准项目相关
3	2 引用文件	武汉地震计量检定与测量工程研究院有限公司	删去未直接引用的文件	未直接引用的文件已删除	删除未直接引用的文件
4	术语	武汉地震计量检定与测量工程研究院有限公司	删去本条	未删减	术语也是规范的组成部分之一
5	7.1 校准项目	武汉地震计量检定与测量工程研究院有限公司	建议删去	已删减	意见合理
6	7.3 校准结果的测量不确定度	武汉地震计量检定与测量工程研究院有限公司	建议删去	已删减	意见合理
7	文本数学符号字体	中国地震台网中心	建议统一文中数学符号字体，文本中有的是宋体，有的是 Times New Roman。建议统一为 Times New Roman 比较合适。	已按 JJF1071 统一改为宋体	JJF1071 中要求为宋体
8	5 计量特性	中国地震局地震预测研究所	建议增加“灵敏度”或“灵敏度系数”。	已增加	意见合理

9	7.2 校准方法	中国地震局 地震预测研 究所	细化测试步骤和 方法	已修改	意见合理
10	9 复校时间间隔	中国地震局 地震预测研 究所	建议删除本章	未采纳	参照 JJF1139-200 5《计量器具 检定周期确 定原则和方 法》需对计量 器具进行定 期校准

在规范起草过程中，编制组对规范草稿、编制说明和试验报告等进行了讨论，针对文本中出现的各项校准项目和测试数据进行了多次讨论，特别是不确定度报告部分，编制组进行了多次讨论修改，最终形成了规范的征求意见稿。

## 4 规范内容说明

### 4.1 范围

本规范是以地球物理观测设备-水管倾斜仪为基础的产品类标准，主要面向地震行业领域的应用需求，为水管倾斜观测仪器的研发、检测和实用化研究提供技术指引。

因此，将本规范的“范围”确定为水管倾斜观测仪器的校准项目及校准方法，适用于水管倾斜观测仪器的研发、测试和评估等。

### 4.2 引用文件

本规范列出了地震行业出台的与水管倾斜仪观测相关的多种标准、规范和技术要求，以及与仪器检测相关的其它通用国家标准。本按是在这些文件的基础上编制的，在编制过程中不同程度地引用了上述文件的部分内容。

### 4.3 术语

根据本规范的范围，只解释所检测仪器在校准过程中所涉及的主要术语（如

分辨力、量程、线性度误差等)。

## 4.4 概述

本规范解释了水管倾斜仪测量原理及其应用领域。

## 4.5 计量特性

本规范应包括被校对象所有可能的示值或量值,通过对本条规定的计量特性的校准,可以确定被校仪器的计量特性。

## 4.6 校准条件

本规范列出了仪器校准所需环境条件及所需设备。

### 1、环境条件

参考“DB/T 31.1- 2008 地震观测仪器进网技术要求地壳形变观测仪第 1 部分: 倾斜仪” 4.1。

### 2、测量标准及其他设备

依据“DB/T 31.1- 2008 地震观测仪器进网技术要求地壳形变观测仪第 1 部分: 倾斜仪” 5.2 , 研制的符合技术要求的测试设备。

## 4.7 校准项目和校准方法

本规范校准项目是依据“DB/T 31.1- 2008 地震观测仪器进网技术要求地壳形变观测仪第 1 部分: 倾斜仪” 4.2 性能指标, 列出所需校准项目。

校准方法是依据“DB/T 31.1- 2008 地震观测仪器进网技术要求地壳形变观测仪第 1 部分: 倾斜仪” 5.3 性能指标测试内容, 结合所研究的测试方法及研制的检测装置, 列出了校准项目的测试方法、测试步骤及数据处理方法。

### ① 灵敏度

灵敏度校准是通过所研制的水管倾斜仪检测装置进行直接测量。

### ② 分辨力

分辨力校准方法引用自《DB/T 31.1- 2008 地震观测仪器进网技术要求地壳形变观测仪第 1 部分：倾斜仪》附录 B 倾斜仪分辨力测试的固体潮推算方法。

### ③ 量程

量程校准是通过所研制的水管倾斜仪检测装置进行直接测量。

### ④ 线性度误差

为了得到仪器的整体真实性能，在本规范的编制过程中，根据仪器原理进行分析研究，研制了水管倾斜仪检测装置，完成了线性度误差测试的专项实验，在此基础上规范了水管倾斜仪线性度误差的测试方法，并把测试方法写入规范条文中。

## 5 本规范与现行法令、法规和国家（行业）标准等的关系

本规范是在相关的法规、标准的基础上制定的。未发现本规范内容与强制性国家标准、行业标准矛盾之处，也无违背现行法律、法规、规章之处。