



# 江苏省地方计量技术规范

JJF（苏）275—2024

## 测斜仪校验台校准规范

Calibration Specification for Inclinometer Calibration Bench

2024-09-26 发布

2024-12-01 实施

江苏省市场监督管理局 发布

# 测斜仪校验台校准规范

Calibration Specification for Inclinator

Calibration Bench

JJF(苏) 275 — 2024

本规范经江苏省市场监督管理局于 2024 年 09 月 26 日批准，并自 2024 年 12 月 01 日起施行。

归口单位：江苏省市场监督管理局

主要起草单位：常州检验检测标准认证研究院

参加起草单位：上海标卓科学仪器有限公司

本规范委托江苏省几何量计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

余娜萍（常州检验检测标准认证研究院）

戚丽红（常州检验检测标准认证研究院）

王直荣（常州检验检测标准认证研究院）

**参加起草人：**

胡培秋（常州检验检测标准认证研究院）

杨逸（常州检验检测标准认证研究院）

恽成（常州检验检测标准认证研究院）

彭向发（上海标卓科学仪器有限公司）

# 目 录

引言	II
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 水平轴与竖轴的垂直度	(2)
5.2 顶角示值误差	(3)
5.3 方位角示值误差	(3)
5.4 工具面角示值误差	(3)
6 校准条件和校准设备	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 校准项目和校准设备	(3)
7 校准方法	(4)
7.1 水平轴与竖轴的垂直度	(4)
7.2 顶角示值误差	(4)
7.3 方位角示值误差	(4)
7.4 工具面角示值误差	(5)
8 校准结果表达	(6)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 顶角示值误差测量结果的不确定度评定示例	(7)
附录 B 方位角示值误差测量结果的不确定度评定示例	(9)
附录 C 校验台原始记录参考格式	(11)
附录 D 校准证书内容	(12)

# 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》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

# 测斜仪校验台校准规范

## 1 范围

本规范适用于测斜仪校验台（以下简称校验台）的校准。

## 2 引用文件

本规范引用文件：

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

DZ 0023-1991 测斜仪校验台通用技术条件

DZ 0022-1991 测斜仪通用技术条件

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）适用本规范。

## 3 术语

### 3.1 顶角 **driftangle**

钻孔轴线上某点沿轴线延伸方向的切线与铅垂线之间的夹角，称为钻孔在该点的顶角。

### 3.2 方位角 **azimuth**

在水平面上，自正北向开始，沿顺时针方向，与钻孔轴线水平投影上某点的切线之间的夹角，称为钻孔在该点的方位角。

### 3.3 工具面角 **toolface angle**

造斜工具下到井底以后，其工具面所在的角度。工具面角分为磁性工具面角和高边工具面角。

## 4 概述

校验台主要适用于测斜仪的顶角、方位角和工具面角测量精度的检验，是为满足对测斜仪校验而设计生产的专用测量设备，可实现三轴方向上相对旋转角度的测量。按结

构和使用功能分为两轴校验台和三轴校验台。

两轴校验台以可调节水平的三角座为基础，三角座中心位置为垂直轴，上部可以沿轴旋转，旋转角度即为方位角。垂直轴上方为水平轴，轴的一端为手轮，另一端为测斜仪夹具，手轮旋转角度即为顶角。其外观结构如图1所示。

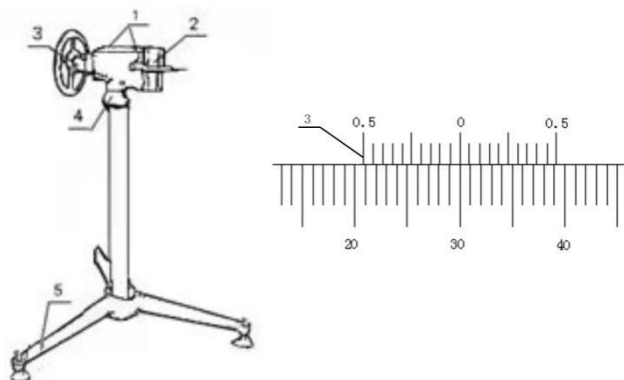


图1 两轴校验台

1—水准泡；2—测斜仪夹持器；3—顶角刻度盘；4—方位角刻度盘；5—三角支架

三轴校验台以可调节水平的底座支架支撑，底座上方为方位角刻度盘，沿垂直轴旋转，转过角度即为方位角。校验台上部为水平轴，一侧为顶角转动手轮，另一侧为制动手柄，用于固定顶角旋转角度。与水平轴垂直相交的为旋转轴，旋转轴以可旋转测斜仪夹持器为主体，转过角度即为工具面角。其外观结构如图2所示。

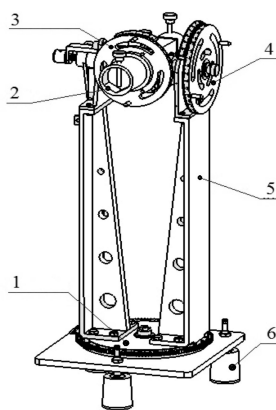


图2 三轴校验台

1—方位角刻度盘；2—测斜仪夹持器；3—工具面角刻度盘；4—顶角刻度盘；5—支架；6—底座支架

## 5 计量特性

### 5.1 水平轴与竖轴的垂直度

校验台的水平轴与竖轴的垂直度误差应不大于标准角值的  $1/4$  格。

## 5.2 顶角示值误差

顶角的最大允许误差见表 1。

## 5.3 方位角示值误差

方位角的最大允许误差见表 1。

## 5.4 工具面角示值误差

工具面角的最大允许误差见表 1。

校验台的示值误差一般不超过表 1 中的规定。

表 1 顶角、方位角、工具面角的技术指标

项目	测量范围/°	技术指标/'
顶角	0~90	±2
方位角	0~360	±4
工具面角	0~360	±4

注：校准不判断合格与否，以上计量特性的要求仅供参考。

## 6 校准条件和校准设备

### 6.1 环境条件

6.1.1 校准时室内温度应为  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 实验室内相对湿度不大于 80%。

6.1.3 实验室无磁场干扰。

6.1.4 远离振源。

### 6.2 校准项目和校准设备

校准用标准设备及其他设备见表 2

表 2 校准项目和校准设备

序号	校准项目	校准设备
1	水平轴与竖轴的垂直度	——
2	顶角示值误差	倾角仪：MPE≤1/3 顶角的最大允许误差
3	方位角示值误差	7 级光电轴角编码器
4	工具面角示值误差	7 级光电轴角编码器



## 7 校准方法

检查外观及各部分相互作用，确定没有影响校准结果的因素后再进行校准。

### 7.1 水平轴与竖轴的垂直度

调节脚螺旋使校验台保持整平。调整竖轴，使台面的一个水准泡与任意两个脚座的连线平行，调整脚螺旋使水准泡精确居中，旋转竖轴 180°，观察气泡位置，取气泡位置偏移量的一半为垂直度误差 $\omega_1$ 。用同样的方法对另一个水准泡进行校准，得到垂直度误差 $\omega_2$ 。则水平轴与竖轴的垂直度误差可按公式（1）计算：

$$\omega = \left| \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \right| \quad (1)$$

### 7.2 顶角示值误差

在测量范围内均匀选取 3~5 个角度值进行校准。拆下测斜仪夹持器，用专用夹具将倾角仪固定在转动轴上，调整转动手轮，使校验台顶角处于零位，此时倾角仪上显示的角度值即为起始读数，转动手轮，转动角度（相对于起始点）分别为选取的标准角度值，记录倾角仪在各校准点的读数，各校准点的示值误差按公式（2）计算：

$$\beta_i = (a_i - a_0) - (b_i - b_0) \quad (2)$$

式中：

$\beta_i$ —各校准点的顶角示值误差；

$b_i$ —第*i*个校准点的倾角仪读数值；

$a_i$ —第*i*个校准点的顶角读数值；

$b_0$ —倾角仪起始位读数值；

$a_0$ —顶角起始位读数值。

### 7.3 方位角示值误差

在测量范围内均匀选取 3~5 个角度值进行校准。将光电轴角编码器固定在校验台上（如图 3），光电轴角编码器转轴与校验台方位角转轴通过连轴节连接在一起，调整使其转轴与校验台的方位角转动中心重合，使校验台方位角为零位，读取编码器示值。转动校验台方位角，转动角度（相对于起始点）分别为选取的标准角度值，记录编码器在各校准点的示值，各校准点的示值误差按公式（2）为：

$$\gamma_i = (a_i - a_0) - (b_i - b_0) \quad (3)$$

式中：

$\gamma_i$ —各校准点的方位角示值误差;

$b_i$ —第*i*个校准点的光电轴角编码器示值;

$a_i$ —第*i*个校准点的方位角读数值;

$b_0$ —光电轴角编码器起始位示值;

$a_0$ —方位角起始位读数值。

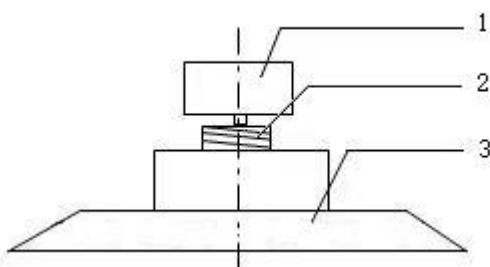


图3 校验台方位角示值误差校准示意图

1—光电轴角编码器；2—连轴节；3—方位角刻度盘

#### 7.4 工具面角示值误差

在测量范围内均匀选取3~5个角度值进行校准。转动校验台手轮，将光电轴角编码器安装在校验台上，光电轴角编码器转轴与校验台工具面角转轴通过连轴节连接在一起，并使光电轴角编码器主轴轴心与工具面角轴线重合，校验台工具面角度盘置于零位，读取编码器示值；转动校验台工具面角，转动角度（相对于起始点）分别为选取的标准角度值，记录编码器在各校准点的示值，各校准点的示值误差按公式（4）为：

$$\delta_i = (a_i - a_0) - (b_i - b_0) \quad (4)$$

式中：

$\delta_i$ —各校准点的工具面角示值误差;

$b_i$ —第*i*个校准点的光电轴角编码器示值;

$a_i$ —第*i*个校准点的工具面角读数值;

$b_0$ —光电轴角编码器起始位示值;

$a_0$ —工具面角起始位读数值。

#### 8 校准结果表达

校准后的校验台出具校准证书；给出校准结果及示值误差测量结果的不确定度。

## 9 复校时间间隔

复校时间间隔根据校验台的使用情况，建议一般不超过1年。

## 附录 A

## 顶角示值误差测量结果的不确定度评定示例

## A.1 概述

A.1.1 环境条件：温度  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 。

A.1.2 测量对象：校验台顶角示值误差，测量范围为  $(0 \sim 90) ^\circ$ 。

A.1.3 测量标准：倾角仪， $\text{MPE}:\pm 0.005^\circ$ 。

A.1.4 测量方法：在规定的环境条件下，用倾角仪对校验台的顶角示值误差进行校准。将倾角仪固定在校验台上，随校验台顶角转动，读取校准点  $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$  的示值误差。本次评定以 JJG-2 型的校验台为例。

## A.2 测量模型

$$\beta_i = (a_i - a_0) - (b_i - b_0) \quad (\text{A.1})$$

式中：

$\beta_i$ —各校准点的顶角示值误差；

$b_i$ —第  $i$  个校准点倾角仪的读数值；

$a_i$ —第  $i$  个校准点顶角的读数值；

$b_0$ —倾角仪起始位读数值；

$a_0$ —顶角起始位读数值。

## A.3 灵敏系数

公式 (A.1) 中， $(a_i - a_0)$ —相对于起始点，第  $i$  个校准点顶角转过的角度值，用  $a$  代替。

$(b_i - b_0)$ —相对于起始点，第  $i$  个校准点倾角仪转过的角度值，用  $b$  代替。

可得各影响量的灵敏系数为：

$$c_a = 1; c_b = -1。$$

## A.4 标准不确定度分量的来源

A.4.1 标准器（倾角仪）引入的标准不确定度分量  $u_1$ ；

A.4.2 测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_2$ 。

## A.5 标准不确定度分量的评定

### A.5.1 倾角仪示值误差引入的不确定度的分量 $u_1$

取倾角仪的示值最大允许误差为 $\pm 0.005^\circ$ ，则区间半宽为 $0.005^\circ$ ，按均匀分布：

$$u_1 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.17' \quad (\text{A.2})$$

### A.5.2 测量重复性引入的不确定度分量 $u_2$

选择 $90^\circ$ 位置在重复性条件下进行10次测量，示值误差结果如下： $-0.9'$ 、 $-0.7'$ 、 $-0.5'$ 、 $-0.3'$ 、 $-1.3'$ 、 $-1.4'$ 、 $-1.3'$ 、 $-1.5'$ 、 $-0.6'$ 、 $-1.2'$ 。计算其标准偏差 $s=0.41'$ 。

则标准不确定度为

$$u_2 = \frac{s}{\sqrt{n}} = 0.13' \quad (\text{A.3})$$

## A.6 不确定度一览表

表 A.1 不确定度概算汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值	$C_i$	分量不确定度贡献 $ C_i  u(x_i)$
$u_1$	倾角仪误差	0.17	1	0.17
$u_2$	测量重复性误差	0.13	-1	0.13

### A.7 合成标准不确定度 $u_c$

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{0.17^2 + 0.13^2} = 0.22' \quad (\text{A.4})$$

### A.8 扩展不确定度 $U$

取置信因子 $k=2$ ，扩展不确定度如下：

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.22 \approx 0.5' \quad (\text{A.5})$$

## 附录 B

### 方位角示值误差测量结果的不确定度评定示例

#### B.1 概述

B.1.1 环境条件：温度  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 。

B.1.2 测量对象：校验台方位角示值误差，测量范围为  $(0 \sim 360) ^\circ$ 。

B.1.3 测量标准：7级光电轴角编码器。

B.1.4 测量方法：在规定的环境条件下，用光电轴角编码器对校验台的方位角示值误差进行校准。将光电轴角编码器固定在校验台上，随校验台方位角转动，读取校准点  $70^\circ$ 、 $140^\circ$ 、 $210^\circ$ 、 $280^\circ$ 、 $350^\circ$  的示值误差。本次评定以 JJG-2 型的校验台为例。

#### B.2 测量模型

$$\gamma_i = (a_i - a_0) - (b_i - b_0) \quad (\text{B.1})$$

式中：

$\gamma_i$ —各校准点的方位角示值误差；

$b_i$ —第  $i$  个校准点光电轴角编码器示值；

$a_i$ —第  $i$  个校准点方位角的读数值；

$b_0$ —光电轴角编码器起始位示值；

$a_0$ —方位角起始位读数值。

#### B.3 灵敏系数

公式 (B.1) 中， $(a_i - a_0)$ —相对于起始点，第  $i$  个校准点方位角转过的角度值，用  $a$  代替。

$(b_i - b_0)$ —相对于起始点，第  $i$  个校准点光电轴角编码器转过的角度值，用  $b$  代替。

可得各影响量的灵敏系数为：

$$c_a = 1; c_b = -1。$$

#### B.4 标准不确定度分量的来源

B.4.1 标准器（光电轴角编码器）引入的标准不确定度分量  $u_1$ ；

B.4.2 测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_2$ 。

#### B.5 不确定度来源分析

B.5.1 光电轴角编码器示值误差引入的不确定度的分量 $u_1$ 

7级光电轴角编码器的示值最大允许误差为 $\pm 60''$ ，则半宽区间为 $60''$ ，按均匀分布：

$$u_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.58' \quad (\text{B.2})$$

B.5.2 测量重复性引入的不确定度分量 $u_2$ 

选择 $350^\circ$ 位置在重复性条件下进行10次测量，示值误差结果如下： $-2.6'$ 、 $-2.5'$ 、 $-2.1'$ 、 $-2.4'$ 、 $-2.4'$ 、 $-1.5'$ 、 $-2.5'$ 、 $-2.2'$ 、 $-1.9'$ 、 $-2.3'$ 。计算其标准偏差 $s=0.32'$ 。

则标准不确定度为

$$u_2 = \frac{s}{\sqrt{n}} = 0.10' \quad (\text{B.3})$$

## B.6 不确定度一览表

表 B.1 不确定度概算汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值	$C_i$	分量不确定度贡献 $ C_i  u(x_i)$
$u_1$	光电轴角编码器	0.58	1	0.58
$u_2$	测量重复性误差	0.10	-1	0.10

B.7 合成标准不确定度 $u_c$ 

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{0.58^2 + 0.10^2} = 0.59' \quad (\text{B.4})$$

B.8 扩展不确定度 $U$ 

取置信因子 $k=2$ ，扩展不确定度如下：

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.59 \approx 1.2' \quad (\text{B.5})$$

## 附录 C

## 校验台原始记录参考格式

委托方				仪器名称			
型号规格		测量范围		制造单位			
出厂编号		工作地点					
环境温度		相对湿度		大气压			
依据技术文件							
主要标准器具							
校准人		核验人		校准日期			
序号	校准项目		校准结果				
1	水平轴与竖轴的垂直度/格		$\omega_1$	$\omega_2$		$\omega$	
2	顶角示值误差/'		$a_0$	$b_0$	$a_i$	$b_i$	$\beta$
3	方位角示值误差/'		$a_0$	$b_0$	$a_i$	$b_i$	$\gamma$
4	工具面角示值误差/'		$a_0$	$b_0$	$a_i$	$b_i$	$\delta$
顶角示值误差的扩展不确定度/'							
方位角示值误差的扩展不确定度/'							
工具面角示值误差的扩展不确定度/'							



## 附录 D

### 校准证书内容

校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
  - b) 实验室名称和地址；
  - c) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
  - d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
  - e) 送校单位的名称和地址；
  - f) 被校对象的描述和明确标识；
  - g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性的应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
  - h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
  - i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
  - j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
  - k) 校准环境的描述；
  - l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
  - m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
  - n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
  - o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。
-

江苏省地方计量技术规范  
**测斜仪校验台校准规范**  
JJF(苏) 275—2024  
江苏省市场监督管理局发布

\*

江苏省计量协会印刷  
**版权所有不得翻印**

\*

开本 880 mm×1230 mm 16 开本  
2024 年 12 月 印刷