



浙江省地方计量校准规范

JJF(浙)1057-2010

数显倾角仪校准规范

Calibration Specification for Dipmeter

2011-01-25 发布

2011-03-01 实施

浙江省质量技术监督局 发布

数显倾角仪校准规范

Calibration Specification for Dipmeter

JJF(浙)1057—2010

本规范经浙江省质量技术监督局于 2011 年 1 月 25 日批准，并自
2011 年 3 月 1 日起施行。

归 口 单 位：浙江省质量技术监督局

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

本规范由浙江省计量科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

周闻青（浙江省计量科学研究院）

陈 挺（浙江省计量科学研究院）

吴春晖（浙江省计量科学研究院）

目 录

1 范围.....	(1)
2 引用文献.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(2)
4.1 零值误差.....	(2)
4.2 漂移.....	(2)
4.3 测量重复性.....	(2)
4.4 示值误差.....	(2)
5 校准条件.....	(2)
5.1 环境条件.....	(2)
5.2 校准项目和标准器及其他设备.....	(2)
6 校准方法.....	(3)
6.1 零值误差.....	(3)
6.2 漂移.....	(3)
6.3 示值误差.....	(3)
7 校准结果表达.....	(3)
8 复校时间间隔.....	(3)
附录 A 校准证书内容	(4)
附录 B 示值误差不确定度评定实例	(5)

数显倾角仪校准规范

1 范围

本规范适用于分辨力为 0.1° 和 0.01° 数显倾角仪（以下简称仪器）的校准。

2 引用文献

本规范引用下列文献：

JJF1001-1998 通用计量术语及定义

JJF1059-1999 测量不确定度评定与表示

JJF1094-2002 测量仪器特性评定

JJF1071-2000 国家计量校准规范编写规则

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

数显倾角仪是用于测量一个平面相对于水平面的倾斜角或两平面间夹角的数显式测角仪器。主要用于土木建筑工程倾斜面的测量、工业设备的安装测量、消防设施的安装定位的测量等。其外形如图 1 所示。

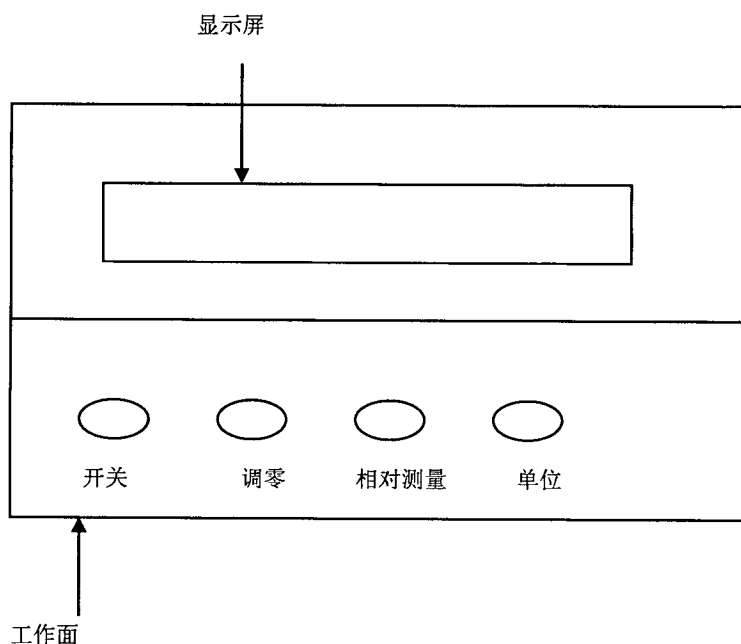


图 1 数显倾角仪示意图

4 计量特性

4.1 零值误差

仪器相对于水平面的倾斜角为零值误差，要求见表 1。

4.2 漂移

仪器预热稳定后，连续 2 小时内示值的变化量，要求见表 1。

4.3 重复性

仪器的重复性，要求见表 1。

4.4 示值误差

仪器示值误差的最大允许值，要求见表 1。

表 1 项目及要求

校准项目	计量特性要求	
	数显倾角仪分辨力为 0.1°	数显倾角仪分辨力为 0.01°
零值误差	$\pm 0.1^\circ$	$\pm 0.01^\circ$
漂移	0.1°	0.02°
重复性	0.1°	0.01°
示值误差	$\pm 0.2^\circ$	$\pm 0.02^\circ$

5 校准条件

5.1 环境条件

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

5.1.2 校准前，被校准仪器放置在室内，平衡温度时间不少于 2 小时。

5.2 校准项目和标准器及其他设备

仪器校准项目和标准器及其他设备见表 2。

表 2 项目及主要校准设备

序号	校准项目	主要校准设备
1	零值误差	0 级平板、心轴
2	漂移	0 级平板
3	重复性	0 级平板、三等量块、200mm 窄形正弦规
4	示值误差	0 级平板、三等量块、200mm 窄形正弦规、0 级标准直角尺

6 校准方法

6.1 零值误差

6.1.1 平面为测量工作面的零值误差校准，将仪器放置在调至水平的 0 级平板上，读取其示值，然后将其在原位上调转 180°，读取其示值。当两次读数值不均符合表 1 的要求时，按说明书的调整方法调整仪器直至上述两次操作读数值均符合表 1 要求。仪器的显示值为零值误差。

6.1.2 仪器以 V 形工作面为基准面时的零值误差，在固定于平板上的心轴上校准，其方法与 6.1.1 方法相同。

6.2 漂移

仪器预热稳定后，将仪器放置在平板上，在连续 2h 内，每间隔 1h 读取仪器的示值，取所有示值与起始示值的差值中的最大值为仪器的漂移。

6.3 重复性

将正弦规放置在平板上构成一水平倾角，用数显倾角仪对该倾角进行 7 次重复测量，其重复性为： $s=(x_{\max}-x_{\min})/2.70$ 。

6.4 示值误差

将正弦规、量块、标准直角尺放置在已调至水平的平板上，然后依次在正弦规的圆柱下面放置相应校准位置所需尺寸的量块，并在仪器上逐一读数。仪器在 15°、30°、45°、50°、60°、75°、90°正反两行程方向上进行测量。仪器示值与相应正弦规产生的标准角度值之差为仪器在各校准位置的示值误差。然后，将正弦规连同仪器调转 180°，用相同的方法校准仪器的负向角度，取各个校准位置误差绝对值的最大值所对应的示值误差值为该台仪器的示值误差。

7 校准结果表达

经校准的仪器出具校准证书，内容见附录 A。

8 复校时间间隔

可根据仪器的实际使用情况，复校时间间隔由用户自行决定，一般建议复校时间间隔为 1 年。

附录 A

校准证书内容

1. 标题：校准证书；
2. 实验室名称和地址；
3. 证书或报告的唯一标识（如编号）、每页及总页数的标识；
4. 送检单位的名称和地址；
5. 被校对象的描述和明确标识；
6. 进行校准的日期；
7. 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代码；
8. 本次校准所用测量标准的溯源性及其测量不确定度的说明；
9. 校准环境的描述；
10. 测量重复性、示值误差的校准结果及其测量不确定度的说明；
11. 校准证书或校准报告签发人或等效标识，以及签发日期；
12. 校准结果仅对被校准对象有效的声明；
13. 未经校准实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

附录 B

仪器示值误差测量结果的不确定度评定实例

首先按使用说明对仪器进行初始化,然后将 200mm 正弦规、量块、标准直角尺放置在已调至水平的平板上,在正弦规的圆柱下面放置量块。将数显倾角仪放在正弦规上进行读数。仪器的示值与量块和正弦规构成的标准角度值之差即为示值误差。本文以量块为 100mm,构成标准角度为 30° ,正向行程方向的校准点为例,对正文中提出的数显倾角仪示值误差测量方法,进行不确定度评定。

B.1 数学模型

$$\theta = \beta - \arcsin\left(\frac{L_1}{L_2}\right)$$

式中: θ ——被校数显倾角仪示值误差;

β ——数显倾角仪的读数值;

L_1 ——正弦规的中心距, mm;

L_2 ——量块中心距离, mm。

B.2 方差和灵敏系数

依

$$u_c^2(\theta) = \left\{ \left[\left| \frac{\partial \theta}{\partial \beta} \right| \times u(\beta) \right]^2 + \left[\left| \frac{\partial \theta}{\partial L_1} \right| \times u(L_1) \right]^2 + \left[\left| \frac{\partial \theta}{\partial L_2} \right| \times u(L_2) \right]^2 \right\}$$

$$\text{设 } u_c^2(\theta) = \left\{ [c_1 \times u(\beta)]^2 + [c_2 \times u(L_1)]^2 + [c_3 \times u(L_2)]^2 \right\}$$

其中:

$$c_1 = \frac{\partial \theta}{\partial \beta} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \theta}{\partial L_1} = -\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^2}} \times \frac{1}{L_2}$$

$$c_3 = \frac{\partial \theta}{\partial L_2} = \frac{L_1}{\sqrt{1 - \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^2}} \times \frac{1}{L_2^2}$$

代入得: $c_1=1$, $c_2=0.005774\text{mm}^{-1}$, $c_3=0.002887\text{mm}^{-1}$ 。

B.3 输入量的标准不确定度评定

B.3.1 输入量 β 的标准不确定 $u(\beta)$ 的评定

输入量 β 的不确定度来源主要是数显倾角仪分辨力误差引起的不确定度 $u(\beta_1)$ 和测量重复性引起的不确定度 $u(\beta_2)$ 。

B.3.1.1 数显倾角仪分辨力误差引起的不确定度 $u(\beta_1)$ 的评定, 采用 B 类评定

根据 JJF1059-1999《测量不确定度评定与表示》5.9 条, 数显倾角仪分辨力误差为 0.1° 。则

$$u(\beta_1)=0.29\times0.1^\circ=0.029^\circ$$

B.3.1.2 测角重复性引起的不确定度 $u(\beta_2)$ 的评定, 采用 A 类评定

按照上述方法, 重复测量 10 次角度, 得到测量结果为 30.0° , 30.0° , 30.1° , 30.1° , 30.0° , 30.1° , 30.1° , 30.0° , 30.1° , 30.1° 。则

$$\bar{\beta}_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{10} \beta_{2i} = 30.06^\circ$$

单次实验标准差为:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\beta_{2i} - \bar{\beta}_2)^2}{n-1}} = 0.052^\circ$$

则, $u(\beta_2)=s=0.052^\circ$

输入量 β 的标准不确定 $u(\beta)$ 为:

$$u(\beta) = \sqrt{u^2(\beta_1) + u^2(\beta_2)} = 0.059^\circ$$

B.3.2 输入量 L_1 的标准不确定 $u(L_1)$ 的评定

查三等量块 100mm, 获知其检定结果的不确定为 $0.2\mu\text{m}$ 。则

$$u(L_1)=0.2\mu\text{m}=0.0002\text{mm}。$$

B.3.3 输入量 L_2 的标准不确定 $u(L_2)$ 的评定

查正弦规的校准证书, 获知其圆柱中心距校准结果的不确定度为 $0.6\mu\text{m}$ 。则
 $u(L_2)=0.6\mu\text{m}=0.0006\text{mm}。$

B.4 标准不确定度汇总表

输入量的标准不确定度汇总表见表 B.1。

表 B. 1

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定来源	标准不确定度	c_i	$ c_i u(x_i)$
$u(\beta)$	仪器分辨力误差 以及测量重复性	0.059°	1	0.059°
$u(L_1)$	量块不确定度	0.0002mm	-0.005774mm^{-1}	0.000066°
$u(L_2)$	正弦规圆柱中心 距不确定度	0.0006mm	0.002887mm^{-1}	0.000099°

B. 5 合成标准不确定度的评定

上述各不确定度分量间没有值得考虑的相关性，因此合成标准不确定度可按
下式得到：

$$u_c^2(\theta) = \left\{ \left[|c_1| \times u(\beta) \right]^2 + \left[|c_2| \times u(L_1) \right]^2 + \left[|c_3| \times u(L_2) \right]^2 \right\}$$

$$u_c(\theta) = 0.059^\circ$$

B. 6 扩展不确定评定

取 $k=2$ ，扩展不确定度为 $U=k \times u_c(\theta)=2 \times 0.059^\circ \approx 0.2^\circ$ 。

B. 7 测量不确定度报告

通过上述测量不确定度评定可知，扩展不确定度由标准不确定度获得， $k=2$ 。

标准不确定度： $u_c(\theta)=0.059^\circ$ ，扩展不确定度： $U=0.2^\circ(k=2)$ 。