

JJF (皖)

安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 140—2022

水泥比长仪校准规范

Calibration Specification for Cement Length Comparator

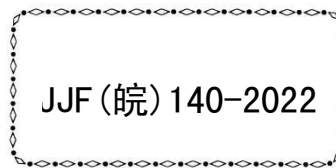
2022-08-22 发布

2022-09-30 实施

安徽省市场监督管理局 发布

水泥比长仪校准规范

Calibration Specification for
Cement Length Comparator



归口单位：安徽省几何量计量技术委员会

主要起草单位：安徽省计量科学研究院

蚌埠市计量测试研究所

合肥市计量测试研究院

本规范委托安徽省几何量计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

胡登山（安徽省计量科学研究院）

孙京涛（蚌埠市计量测试研究所）

洪 帆（蚌埠市计量测试研究所）

丁 晨（安徽省计量科学研究院）

谢春江（合肥市计量测试研究院）

李祥瑞（安徽省计量科学研究院）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(2)
4.1 指示表	(2)
4.2 标准杆工作尺寸偏差	(2)
4.3 水泥比长仪示值变动性	(2)
4.4 水泥比长仪示值误差	(2)
4.5 支架刚性	(2)
5 校准条件	(3)
5.1 环境条件	(3)
5.2 校准用标准器及其他设备	(3)
6 校准项目和校准方法	(3)
6.1 指示表的校准	(3)
6.2 标准杆工作尺寸偏差	(3)
6.3 水泥比长仪示值变动性	(4)
6.4 水泥比长仪的示值误差	(4)
6.5 支架刚性	(5)
7 校准结果	(5)
8 复校时间间隔	(5)
附录 A 水泥比长仪示值误差测量结果不确定度评定	(6)
附录 B 水泥比长仪校准原始记录格式	(10)
附录 C 水泥比长仪校准证书内页格式	(12)

引 言

本规范以 JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》和 JJF 1094《测量仪器特性评定》为基础性系列规范进行制定。

本规范的编写主要参考 GB/T 23439—2017《混凝土膨胀剂》和 JC/T 313-2009《膨胀水泥膨胀率试验方法》。

本规范为首次发布。

水泥比长仪校准规范

1 范围

本规范适用于标准杆工作尺寸为(158~540) mm 的水泥比长仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG34 指示表（指针式、数显式）

GB/T 23439-2017 混凝土膨胀剂

JC/T 313-2009 膨胀水泥膨胀率试验方法

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 概述

水泥比长仪是一种用于测定水泥胶砂试件各龄期的干缩率和膨胀水泥各龄期的膨胀率的仪器。

水泥比长仪主要由基座、立柱、标准杆、夹持部件、指示表等组成。其主要结构形式可分为V型槽式（见图1）和支撑杆式（见图2）。

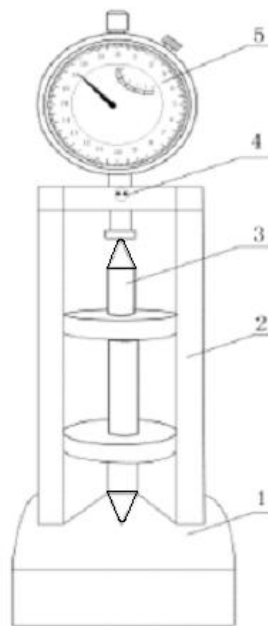


图1 V型槽式比长仪

1—基座；2—V型槽支架；3—标准杆；4—固紧螺丝；5—指示表

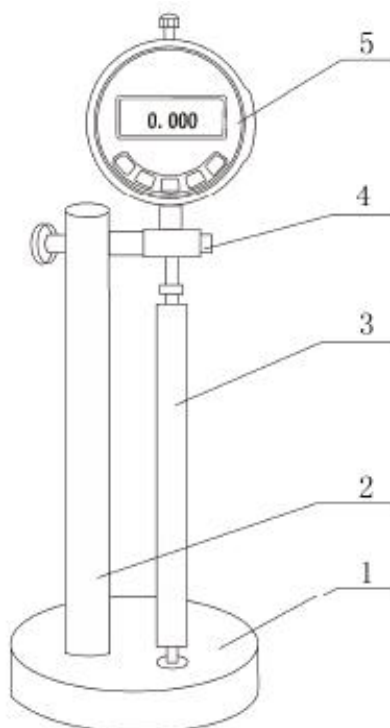


图2 支撑杆式比长仪

1—基座；2—立柱；3—标准杆；4—夹持架；5—指示表

4 计量特性

4.1 指示表

指示表应符合 JJG34 《指示表（指针式、数显式）》检定规程的要求。

4.2 标准杆工作尺寸偏差

标准杆工作尺寸小于 300mm 时，其尺寸偏差不超过 $\pm 0.1\text{mm}$ ；

标准杆工作尺寸大于或等于 300mm 时，其尺寸偏差不超过 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

4.3 水泥比长仪示值变动性

水泥比长仪的示值变动性一般不超过 0.01mm。

4.4 水泥比长仪示值误差

水泥比长仪的示值最大允许误差一般不超过 $\pm 0.03\text{mm}$ 。

4.5 支架刚性

支架受到 1N 的垂直向下力时，其位置变化量不超过 0.01mm。

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度：(20±5)℃；

相对湿度：不大于 75%；

校准前，被校对水泥比长仪和校准用标准器具平衡温度时间不少于 2 h。

5.2 校准用标准器及其他设备

推荐使用表 1 所列校准用标准器及其他设备，允许使用满足测量不确定度要求的其他测量标准及其他设备进行校准。

表1 校准用标准器及其他设备

序号	校准用标准器	技术要求
1	指示表检定仪	按照 JJG34 《指示表（指针式、数显式）检定规程》中要求
2	游标或数显卡尺	MPE: ±(0.03~0.07) mm
4	量块	3 级（或 5 等）
5	砝码	1N 砝码：0.1 级

6 校准项目和校准方法

校准前首先检查水泥比长仪外观和各部分相互作用进行检查，移动转动灵活，无滞涩、卡顿、急跳现象。

确定没有影响计量特性因素后再进行校准。

6.1 指示表的校准

指示表依据按照 JJG34 《指示表（指针式、数显式）检定规程》规定的方法进行校准。校准结果满足 4.1 要求。

6.2 标准杆工作尺寸偏差

标准杆工作尺寸偏差用相应规格的游标或数显卡尺以直接测量法进行校准。

计算方法见公式（1）：

$$e_1 = l_{S1} - l_{d1} \quad (1)$$

式中：

e_1 ——标准杆工作尺寸偏差，mm；

l_{S1} ——标准杆实测值，mm；

l_{d1} ——标准杆标称值, mm。

6.3 水泥比长仪示值变动性

在指示表量程范围内任一位置, 将一块 3 级或 5 等量块置于水泥比长仪上侧头和标准杆测量面之间; 重复测量 5 次并读数, 其最大值于最小值之差即为示值变动性。

6.4 水泥比长仪的示值误差

水泥比长仪示值误差用 3 级或 5 等量块校准, 校准点的分布应在水泥比长仪配备的指示表量程范围内大致均匀分布 5 点。如配备量程为 10mm 的指示表, 其校准点可为 2mm、4mm、6mm、8mm、10mm。配备量程为 7mm 的指示表, 其校准点可为 1.5mm、3mm、4.5mm、6mm、7mm。配备量程为 3mm 的指示表, 其校准点可为 0.5mm、1.2mm、1.8mm、2.5mm、3mm。(水泥比长仪配备的其他不同量程的指示表, 可根据其量程范围, 均匀选择 5 个校准点)。根据实际使用情况可以适当增加校准点。

校准时, 选择一标准杆, 装夹好指示表, 使其与标志杆测量面接触。首先将指示表调整到“零位”。然后将一组 3 级或 5 等量块依次置于水泥比长仪上侧头和标准杆测量面之间, 指示表的示值与相应量块实际尺寸之差即为该点的示值误差。

示值误差计算方法见公式 (2) :

$$e_2 = l_{d2} - l_{s2} \quad (2)$$

式中:

e_2 ——水泥比长仪示值误差, mm;

l_{d2} ——指示表的示值, mm;

l_{s2} ——量块实际尺寸, mm。

校准应在指示表正反两个行程方向各进行一次。

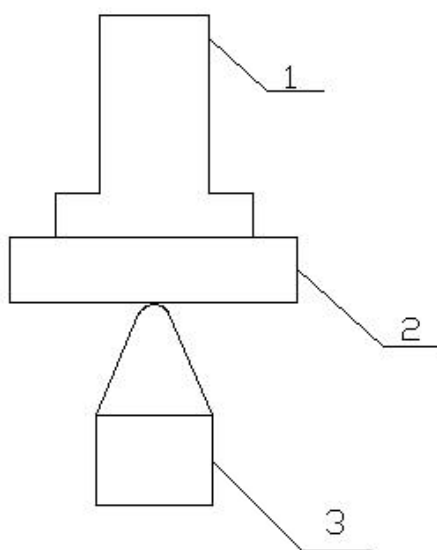


图 3 示值误差校准示意图

1—水泥比长仪上测头；2—量块；3—标准杆上测头

6.5 支架刚性

对图 1 或图 2 的装置，使指示表对准某一刻度（或数据），对支架施加 1N 垂直向下力后（如在支架靠近指示表处挂吊或放置 1N 砝码），指示表的示值变化即为校准结果。

7 校准结果表达

校准后的水泥比长仪出具校准证书。校准证书内容及内页格式见附录 C。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由器具的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，因此委托方可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔为 1 年。

附录 A

水泥比长仪示值误差校准结果的测量不确定度定

A.1 概述

A.1.1 校准依据：JJF (皖) 140—2022 《水泥比长仪校准规范》。

A.1.2 环境条件：温度 $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 75%。

A.1.3 被测对象：标准杆工作尺寸为 158mm 的 V 型槽式比长仪在百分表 $(0 \sim 10) \text{ mm}$ 的示值误差。

A.1.4 测量标准：3 级或 5 等量块。

A.1.5 测量过程：在符合规定要求的环境条件下，按照本规范 6.4 进行校准。

A.2 测量模型

测量模型见公式 (A.1)：

$$e_2 = l_{d2} - l_{s2} + l_{d2} \times a_1 \times \Delta t_1 - l_{s2} \times a_2 \times \Delta t_2 \quad (\text{A.1})$$

式中：

e_2 ——水泥比长仪示值误差；mm；

l_{d2} ——指示表的示值；mm；

l_{s2} ——量块实际尺寸；mm；

a_1 ， a_2 ——水泥比长仪与量块的线膨胀系数；

Δt_1 ， Δt_2 ——水泥比长仪与量块偏离参考温度 20°C 的数值。

由于 $l_{d2} \approx l_{s2}$ ， $a_1 \approx a_2$ ， $\Delta t_1 \approx \Delta t_2$

设 $l \approx l_{d2} \approx l_{s2}$ ， $a \approx a_1 \approx a_2$ ， $\Delta t \approx \Delta t_1 \approx \Delta t_2$ ， $\delta_1 = a_1 - a_2$ ， $\delta_2 = \Delta t_1 - \Delta t_2$

式 A.1 变为：

$$e = l_2 - l_{s2} + l \times \Delta t \times \delta_1 - l \times a \times \delta_2 \quad (\text{A.2})$$

A.3 方差和灵敏系数

$$u^2 = c_1^2 u^2(l_2) + c_2^2 u^2(l_{s2}) + c_3^2 u^2(\delta_1) + c_4^2 u^2(\delta_2) \quad (\text{A.3})$$

式中:

$$c_1 = \frac{\partial e}{\partial l_2} = 1; \quad c_2 = \frac{\partial e}{\partial l_{s2}} = -1; \quad c_3 = \frac{\partial e}{\partial \delta_1} = l \times \Delta t; \quad c_4 = \frac{\partial e}{\partial \delta_2} = l \times \alpha$$

A.4 各输入量的标准不确定度评定

A.4.1 输入量 l_2 引入的不确定度分量 $u(l_2)$

A.4.1.1 指示表分辨力引入的不确定度分量 u_{11}

水泥比长仪配备的百分表分辨力为 0.01mm, 其区间半宽为 0.005mm, 按均匀分布计算:

$$u_{11} = 0.005/\sqrt{3} = 2.9\mu\text{m}$$

A.4.1.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_{12}

测量重复性引入的不确定度分量 u_{12} 在重复性条件下, 用 5 等量块对水泥比长仪进行连续 10 次测量, 测量值见表 A.1。

表 A.1 测量重复性汇总表 mm

次数	1	2	3	4	5
示值误差	10.002	10.003	10.005	10.002	10.004
	6	7	8	9	10
	10.004	10.003	10.005	10.002	10.004

得到标准偏差 $s = 1.17\mu\text{m}$ 。则 $u_{12} = 1.17\mu\text{m}$

所以 u_1 取两分量的最大值, 故 $u(l_2) = 2.9\mu\text{m}$

A.4.2 输入量 l_{s2} 引入的不确定度分量 $u(l_{s2})$

当 5 等量块, $l_{s2} = 10\text{mm}$ 时,

其测量不确定度 $U = 0.5\mu\text{m} + 5 \times 10 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-6} = 0.55\mu\text{m}$, $k=2.58$,

$$U(l_{s2}) = 0.55/2.58 = 0.22\mu\text{m}$$

A.4.3 水泥比长仪和量块间线膨胀系数差 δ_1 引入的不确定度分量 $u(\delta_1)$

量块材质与水泥比长仪材质基本相同，两者线膨胀系数均为 $a = (11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，两者线膨胀系数差在 $2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 范围内三角分布，取其半宽，则引入的不确定度分量：

$$u(\delta_1) = 1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} / \sqrt{6} = 0.41 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

A.4.4 水泥比长仪和量块间温度差 δ_2 引入的不确定度分量 $u(\delta_2)$

水泥比长仪和量块经过一段时间的等温，假定两者温度差在 $\pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ 范围内均匀分布，则引入的不确定度分量：

$$u(\delta_2) = 1 / \sqrt{3} = 0.58 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A.5 合成标准不确定度 u_c

示值误差校准结果的标准不确定度分量汇总见表 A.2。

表A.2 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	灵敏度系数 c_i	$ c_i u(x_i)$
$u(l_2)$	分辨力/测量重复性引入的不确定度分量	2.9 μm	1	2.9 μm
$u(l_{s2})$	校准用量块引入的不确定度分量	0.22 μm	-1	0.22 μm
$u(\delta_1)$	水泥比长仪和量块间线膨胀系数差引入的不确定度分量	$0.41 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$l \times \Delta t = 10 \text{ mm} \times 1 \text{ } ^\circ\text{C}$	0.01 μm
$u(\delta_2)$	水泥比长仪和量块间温度差引入的不确定度分量	0.58 $^\circ\text{C}$	$l \times \alpha = 10 \text{ mm} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	0.07 μm
$u_c(e_2) = 3.0 \mu\text{m}$				

A.6 扩展不确定度 U

取 $k=2$ ，则扩展不确定度 U 为：

当 $l_2=10 \text{ mm}$ 时， $U=2 \times u_c(e_2)=6 \mu\text{m}$

A.7 结语

依据本校准方法，水泥比长仪的最大允许误差应不超过 ± 0.03 mm，而文中分析的测量不确定度结果小于最大允许误差的三分之一。由此可见，此方法科学可行。

附录 B

水泥比长仪校准原始记录格式

委托单位: _____ 记录编号: _____

制造厂商: _____ 仪器编号: _____

出厂编号: _____ 校准依据: JJF(皖)140-2022 《水泥比长仪校准规范》

测量范围: _____ mm 指示表分度值(分辨力): _____ mm

水泥比长仪结构形式: V型槽式 支撑杆式

校准地点: _____ 环境温度: _____ °C 相对湿度: _____ %

校准用标准器

仪器名称	型号	测量范围	有效期	不确定度/准确度等级/最大允许误差

按照校准规范的要求对要求对各个参数进行校准, 得到原始数据如下:

序号	校准项目	校准结果				
1	标准杆工作尺寸偏差 (mm)					
2	示值变动性 (mm)	1	2	3	4	5
3	示值误差 (mm)	正行程	校准点	实测值	测量不确定度 $U(k=2)$	

		反行程			
4	支架刚性 (mm)				
5	指示表校准		重复性误差 (mm)		
	类型	<input type="checkbox"/> 指针式	示值误差	任意0.02mm	
		<input type="checkbox"/> 数显式		任意0.05mm	
	规格型号			任意0.1mm	
	制造厂商			任意0.2mm	
	出厂编号			任意1mm	
	测量范围	() mm		全量程 (mm)	
	分度值 (分辨力)		回程误差		
指示表全量程误差测量不确定度 $U =$ mm ($k=2$)					

校准员：

核验员：

校准日期：

附录 C

水泥比长仪校准证书内页格式

证书编号：

1、校准前检查：_____

2、指示表校准：

指示表校准		重复性误差 (mm)		
类型	<input type="checkbox"/> 指针式	示值误差	任意0.02mm	
	<input type="checkbox"/> 数显式		任意0.05mm	
规格型号			任意0.1mm	
制造厂商			任意0.2mm	
出厂编号			任意1mm	
测量范围	() mm		全量程 (mm)	
分度值 (分辨力)			回程误差	
指示表全量程误差测量不确定度 $U =$ mm ($k=2$)				

3、标准杆工作尺寸偏差：_____mm

4、示值变动性：_____mm

5、示值误差：

	校准点	实测值	测量不确定度 $U (k=2)$
正行程			
反行程			

6、支架刚性：_____mm

