



# 河北省地方计量技术规范

JJF(冀) 139—2017

---

## 混凝土收缩膨胀仪校准规范

Calibration Specification for Concrete Shrinkage Dilatometer

2017-10-23 发布

2017-12-31 实施

---

河北省质量技术监督局 发布



# 混凝土收缩膨胀仪校准规范

Calibration Specification for Concrete Shrinkage

Dilatometer

---

JJF (冀) 139—2017

归口单位：河北省质量技术监督局

起草单位：河北省计量监督检测研究院

本规范委托起草单位负责解释

**本规范主要起草人：**

路景飞（河北省计量监督检测研究院）

张庆勋（河北省计量监督检测研究院）

高同山（河北省计量监督检测研究院）

刘硕勇（河北省计量监督检测研究院）

刘 蕴（河北省计量监督检测研究院）

## 目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	3
4.1 标准杆测头表面粗糙度.....	3
4.2 标准杆尺寸偏差.....	3
4.3 指示表示值误差和回程误差.....	3
4.4 综合示值误差.....	3
5 校准条件.....	3
5.1 环境条件.....	3
5.2 校准项目和校准用标准器及其他设备.....	3
6 校准项目和校准方法.....	4
6.1 标准杆测头粗糙度.....	4
6.2 标准杆尺寸偏差.....	4
6.3 指示表示值误差和回程误差.....	4
6.4 综合示值误差.....	4
7 校准结果表达.....	4
8 复校时间间隔.....	5
附录 A 膨胀仪综合示值误差的测量结果不确定度评定.....	6
附录 B 校准证书内容.....	9

## 引 言

本规范是依据 JJF1071—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》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》的规定而制定的。

本规范为首次制定。

# 混凝土收缩膨胀仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于测量范围为(0~10) mm的混凝土收缩膨胀仪的校准。

## 2 引用文件

本规程引用下列文件：

GBT 50082—2009 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

JJG 34—2008 指示表(指针式、数显式)

JJG 201—2008 指示类量具检定仪

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 概述

混凝土收缩膨胀仪(以下简称膨胀仪)是用于测量混凝土试件在硬化过程中长度发生变化的一种专用计量器具，按结构型式分为立式膨胀仪、卧式膨胀仪和补偿式膨胀仪。其结构示意图见图1、图2、图3。

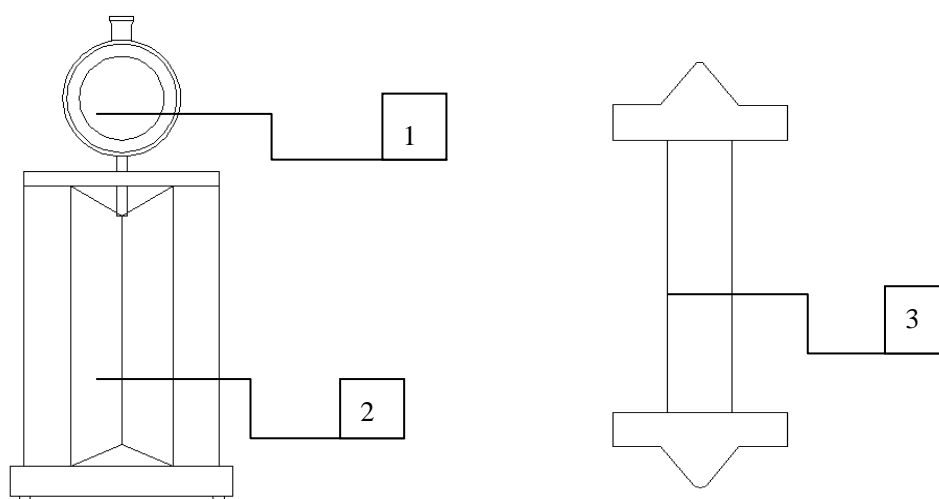


图1 立式混凝土收缩膨胀仪结构示意图

1—指示表； 2—支架； 3—标准杆

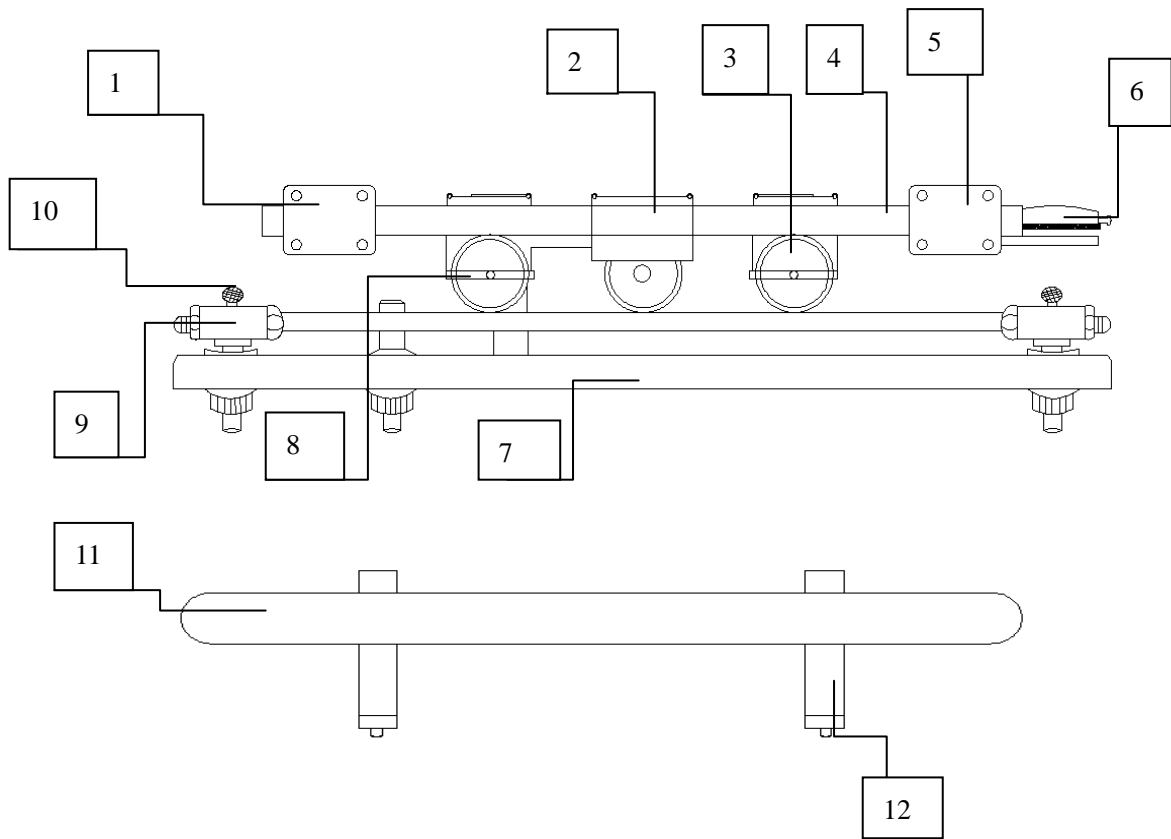


图 2 卧式混凝土收缩膨胀仪结构示意图

1—卡盖； 2—支撑轮； 3—支撑滑轮； 4—标准杆； 5—表架； 6—千分表； 7—底盘； 8—滑轮架； 9—滑轮管架；  
10—调整螺丝； 11—托架； 12—标准杆

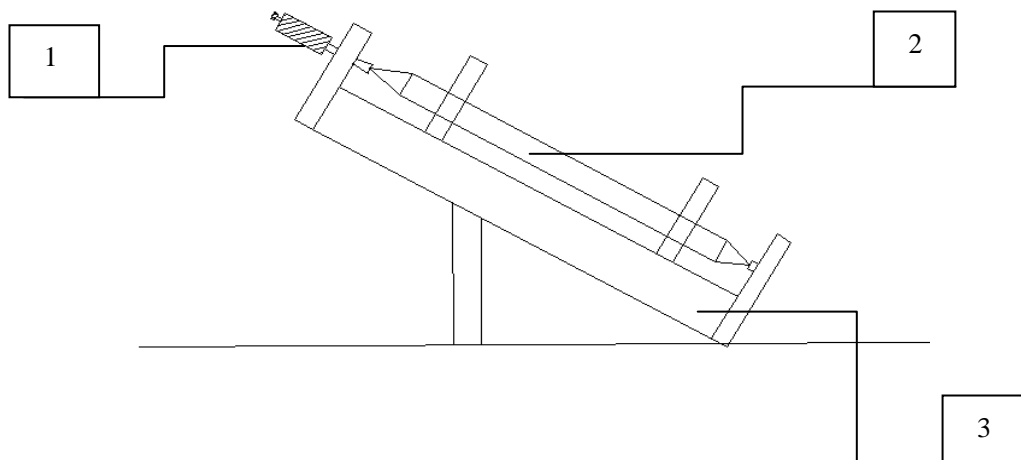


图 3 补偿式混凝土收缩膨胀仪结构示意图

1—指示表； 2—标准杆； 3—支架



## 4 计量特性

4.1 标准杆测头表面粗糙度不大于 $R_a 0.4\mu\text{m}$ 。

4.2 标准杆尺寸偏差

标准杆尺寸应不小于100mm，偏差应不超过 $\pm 0.02\text{mm}$ 。

4.3 指示表示值误差与回程误差

膨胀仪指示表示值误差与回程误差应满足JJG 34—2008《指示表（指针式、数显式）》的要求。

4.4 综合示值误差

膨胀仪的综合示值误差应不超过 $\pm 0.005\%$ 。

注：校准不作符合性判定，上述计量特性仅供参考。

## 5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

校准前，膨胀仪和校准用器具的等温平衡时间应不少于 2h。

5.1.2 相对湿度： $\leq 80\%$ 。

5.2 校准项目和校准用标准器及其他设备

校准项目和校准用标准器及其他设备见表 1。

表 1 校准项目和校准用标准器及其他设备

序号	校准项目	校准用标准器及其他设备
1	标准杆测头粗糙度	表面粗糙度比较样块 MPE: $+12\% \sim -17\%$
2	标准杆尺寸偏差	测长机, 微米刻度尺 MPE: $\pm 0.25\mu\text{m}$ 毫米刻度尺 MPE: $\pm (0.6 + L/200) \mu\text{m}$ 分米刻度尺 MPE: $\pm (0.5 + L/100) \mu\text{m}$
3	指示表示值误差和指示表回程误差	指示表检定仪, 任意 1mm 内 MPE: $1\mu\text{m}$ 任意 10mm 内 MPE: $2\mu\text{m}$
4	综合示值误差	量块, 5 等

## 6 校准项目和校准方法

首先检查外观，确定没有影响校准计量特性的因素后再进行校准。

### 6.1 标准杆测头粗糙度

用表面粗糙度比较样块以比较法测量。

### 6.2 标准杆尺寸偏差

用测长机进行测量。测量时先在测长机头座和尾座的测长杆上安装平面测头，并将两测头的工作面调平行，然后把被测标准杆放在仪器工作台上并紧固，移动头座使被测标准杆两端与两测头接触，紧固头座，而后调整工作台，在X、Y方向上分别找到拐点并读数，读数值与标称值之差即为标准杆尺寸偏差。当标准杆尺寸大于150mm时，须加支撑点，其支撑位置应位于标准杆总长的2/9处。

### 6.3 指示表示值误差和回程误差

指示表的示值误差和回程误差应依据 JJG 34—2008 《指示表（指针式、数显式）》的要求测量。

### 6.4 综合示值误差

将一组5等量块依次放于两测量面之间，膨胀仪的示值与相应量块实际值之差即为该测量点的示值误差。

示值误差可按式（1）计算：

$$e_i = L_{di} - L_{si} \quad (1)$$

式中：

$e_i$ ——示值误差，mm；

$L_{di}$ ——膨胀仪的示值，mm；

$L_{si}$ ——量块的实际值，mm。

其测量点的设置为：在（0~1）mm 测量范围内，以每间隔 0.5mm 为一个测量点；在（1~10）mm 测量范围内，选取大致均匀的五五个测量点。有特殊要求时，可以适当增加测量点。

## 7 校准结果表达

校准后的膨胀仪，出具校准证书。校准证书应给出校准结果及测量不确定度。

## **8 复校时间间隔**

复校时间间隔由送校单位根据实际使用情况自主决定，建议不超过 1 年。

## 附录 A

## 膨胀仪综合示值误差的测量结果不确定度评定

## A.1 测量方法

膨胀仪的综合示值误差用 5 等量块进行测量, 以标准杆为 540mm 的卧式膨胀仪 1mm 点为例进行测量不确定度评定, 环境温度  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

## A.2 数学模型

示值误差:

$$e_i = L_{di} - L_{si} = L_d - L_s + L_d \cdot a_d \cdot \Delta t_d - L_s \cdot a_s \cdot \Delta t_s \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中:

$e_i$ ——示值误差, mm;

$L_{di}$ ——膨胀仪的示值, mm;

$L_{si}$ ——量块的实际值, mm;

$L_d$ ——膨胀仪的示值 ( $20^\circ\text{C}$  条件下);

$L_s$ ——量块的实际值 ( $20^\circ\text{C}$  条件下);

$a_d$ 、 $a_s$ ——分别为膨胀仪和量块的热膨胀系数;

$\Delta t_d$ 、 $\Delta t_s$ ——分别为膨胀仪和量块的温度与  $20^\circ\text{C}$  的差。

$$\text{令 } \delta_a = a_d - a_s; \quad \delta_t = \Delta t_d - \Delta t_s$$

$$\text{取 } e = e_i; \quad L \approx L_d \approx L_s; \quad a \approx a_d \approx a_s; \quad \Delta t \approx \Delta t_d \approx \Delta t_s$$

$$e = L_d - L_s + L \cdot \Delta t \cdot \delta_a + L \cdot a \cdot \delta_t \quad \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

## A.3 灵敏系数

$$c_1 = \partial e / \partial L_d = 1$$

$$c_2 = \partial e / \partial L_s = -1$$

$$c_3 = \partial e / \partial \delta_t = L \cdot a$$

$$c_4 = \partial e / \partial \delta_a = L \cdot \Delta t$$

## A.4 不确定度分量的来源与评定

A.4.1 测量重复性和估读误差引入的标准不确定度分量  $u_1$

A.4.1.1 测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_{11}$ 

以 540mm 量块对零位, 测量 1mm 点, 测量重复性引起的标准不确定度可以通过复性测量得到, 采用 A 类方法进行评定。对 1mm 测量点复性测量 10 次, 得到测量值 1.0051mm, 1.0030mm, 1.0041mm, 1.0032mm, 1.0030mm, 1.0021mm, 1.0020mm, 1.0030mm, 1.0032mm, 1.0051mm。

$$\text{单次测量的实验标准差 } s = \sqrt{\frac{\sum (P_i - \bar{P})^2}{n-1}} \approx 0.0011\text{mm}$$

则

$$u_{11} = s = 0.0011\text{mm}$$

A.4.1.2 估读误差引入的标准不确定度分量  $u_{12}$ 

估读误差为  $0.1\mu\text{m}$ , 估计为均匀分布,  $k = \sqrt{3}$ , 则

$$u_{12} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.0577\mu\text{m} = 0.0000577\text{mm}$$

两者取较大者: 则  $u_{11} = s = 0.0011\text{mm}$

A.4.2 量块实际值引入的标准不确定度分量  $u_2$ 

根据 JJG 146—2011《量块》, 5 等量块的测量不确定度为  $U = 0.5\mu\text{m} + 5 \times 10^{-6}l_n$  ( $k = 2.58$ ), 其中  $l_n = 541\text{mm}$ ,  $U = 0.5\mu\text{m} + 5 \times 10^{-6} \times 541 \times 10^3\mu\text{m} \approx 3.2\mu\text{m} = 0.0032\text{mm}$ , 则:

$$u_2 = \frac{0.0032\text{mm}}{2.58} \approx 0.0012\text{mm}$$

A.4.3 量块与膨胀仪的温度差引入的标准不确定度分量  $u_3$ 

测量环境温度为  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , 膨胀仪和量块是在符合要求的温度条件下, 充分等温后进行测量读数的, 估计膨胀仪与量块的温度差以等概率落于  $\pm 0.3^\circ\text{C}$  范围内, 服从均匀分布,  $k = \sqrt{3}$ , 则

$$u_3 = 0.3^\circ\text{C} / \sqrt{3} \approx 0.17^\circ\text{C}$$

膨胀仪线膨胀系数按  $\alpha = 11.5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $L = 541\text{mm}$ , 有:

$$c_3 u_3 = L \cdot \alpha \cdot u_3 = 540\text{mm} \times 11.5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1} \times 0.17^\circ\text{C} = 0.0011\text{mm}$$

A.4.4 膨胀仪和量块间线膨胀系数差引入的标准不确定度分量  $u_4$ 

膨胀仪和量块的线膨胀系数均为  $\alpha = 11.5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$ , 线膨胀系数差为  $\pm 2 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$ ,

服从三角分布,  $k = \sqrt{6}$ , 温度偏离标准温度最大为  $5^\circ\text{C}$ ,  $L = 541\text{mm}$ , 则:

$$u_4 = 2 \times 10^{-6} \text{C}^{-1} / \sqrt{6}$$

$$c_4 u_4 = L \cdot \Delta t u_4 = 0.0022\text{mm}$$

A.5 合成标准不确定度  $u_c$

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + (c_3 u_3)^2 + (c_4 u_4)^2} \approx 0.0030\text{mm}$$

A.6 扩展不确定度  $U$  为

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0.0030\text{mm} = 0.0060\text{mm}, \quad \text{取 } k=2$$

由  $L_s = 541\text{mm}$ , 得相对扩展不确定度为:

$$U_{\text{rel}} = U/L_s = 0.0011\% \quad k=2$$

## 附录 B

### 校准证书内容

B.1 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) 客户的名称和地址；
  - f) 被校对象的描述和明确标识；
  - g) 进行校准日期，如果与校准结果的有效性应用有关时，应说明被校对象的接受日期；
  - 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) 本次校准所用计量标准的溯源性及有效性说明；
  - k) 校准环境的描述；
  - l) 校准结果及测量不确定度的说明；
  - m) 对校准规范的偏离的说明；
  - n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
  - o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
  - p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。
-