



中华人民共和国工业和信息化部计量技术规范

JJF(建材) XXXX-XXXX

混凝土徐变仪校准规范

Calibration Specification for Concrete Creep Apparatus

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

混凝土徐变仪校准规范

Calibration Specification for Concrete Creep
Apparatus

JJF (建材) XXXX-XXXX

归口单位：中国建筑材料联合会

主要起草单位：中国国检测试控股集团陕西有限公司

参加起草单位：

本规范委托全国建材工业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

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
5 校准环境条件和校准用计量器具	2
5.1 环境条件	2
5.2 校准用计量器具	2
6 校准项目和校准方法	3
6.1 校准项目	3
6.2 设备校准前检查	3
7 校准结果表达	5
8 复校时间间隔	5
附录 A.....	6
附录 B.....	8
附录 C.....	11

引 言

本规范以JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、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》为基础性规范进行编写。

本规范校准方法及计量特性等主要参考了JJG 34《指示表（指针式、数显式）》、JJG 139《拉力、压力和万能试验机》、GB/T 50082-2009《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》、DL/T 5150-2001《水工混凝土试验规程》的相关条款。

本规范为首次发布。

集料软弱颗粒试验仪校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围（0~2 000）kN的混凝土徐变仪（弹簧式和液压式）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件

JJG 34《指示表（指针式、数显式）》

JJG 139《拉力、压力和万能试验机》

GB/T 50082-2009《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》

DL/T 5150-2001《水工混凝土试验规程》

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。

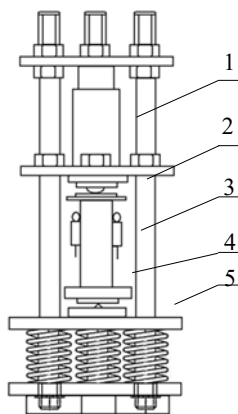
3 概述

混凝土徐变仪是用于测量混凝土试件在恒定的压向荷载作用下，随时间增长的变形，即混凝土试件的压缩徐变变形。

混凝土徐变仪主要由加载架、液压系统、自动控制系统、压力测量装置、位移量测量装置等组成。

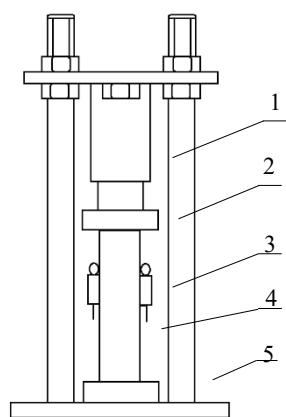
弹簧式混凝土徐变仪构造示意图如图 1 所示。

液压式混凝土徐变仪构造示意图如图 2 所示。



注解：1、液压系统 2、压力测量装置 3、位移测量装置 4、试块 5、加载架

图 1 弹簧式混凝土徐变仪构造示意图



注解：1、液压系统 2、压力测量装置 3、位移测量装置 4、试块 5、加载架

图 2 液压式混凝土徐变仪构造示意图

4 计量特性

校准装置的量传递项目是：力值、位移测量装置示值误差。

- 4.1 力值相对误差：±1.0%；
- 4.2 力值重复性：1.0%；
- 4.3 位移测量装置示值误差：≤0.009 mm。

5 校准环境条件和校准用计量器具

- 5.1 环境条件
 - 5.1.1 环境温度：（10～35）℃。
 - 5.1.2 相对湿度：≤80%。
 - 5.1.3 其他条件：校准时无影响校准结果的干扰源。

5.2 校准用计量器具

校准时所需的计量器具按照表 2 参考选择，校准用计量器具的最大允许误差应小于被校准参数的技术要求，以满足校准工作的要求。

表2 校准用计量器具

序号	器具名称	测量范围及精度	用途
1	标准测力仪	量程（0～2000）kN，0.3 级	力值的示值误差和重复性
2	指示表检定仪	测量范围（0～10）mm，示值误差：1 μm～3 μm	位移测量装置

3	量块	测量范围 0.5 mm~5 mm (2 组), 准确度等级: 5 等	示值误差
4	平板	准确度等级: 1 级	

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

根据试验机的试验特性和功能, 试验机需要校准的参数有: 力值的示值误差和重复性、移测量装置示值误差。

6.2 设备校准前检查

校准前, 对混凝土徐变仪的外观、各部分相互作用进行检查, 各移动、转动部位应灵活, 无过松过紧及滞涩、急跳现象。

在确定无影响计量特性的因素后, 再进行校准。

将徐变仪调至水平状态, 预加额定负荷至混凝土徐变仪满量程, 卸载至 0 负荷, 循环 3 次, 每次卸荷与加荷之间等待 30 s, 检查标准测力仪回零情况, 如未回零则重新调整零点。

力值校准点应不少于 5 个点, 各点大致均匀分布, 一般选取徐变仪满量程的 20%、40%、60%、80%、100% 作为校准点。

校准时, 以徐变仪测量指示装置示值为准, 在标准测力仪上读取测量结果。

6.2.1 力值相对误差

首先将徐变仪调至测力实验状态, 将测力示值复零, 启动徐变仪加压装置, 使其达到预设力值, 待示值稳定后, 读取标准测力仪的示值, 每个校准点重复测量 3 次, 取其算术平均值作为测量结果。

示值相对误差 q 按公式 (1) 计算:

$$q = \frac{F_i - \bar{F}}{\bar{F}} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

q ——徐变仪力值示值相对误差, %;

F_i ——递增负荷时, 校准徐变仪指示装置的力值, kN;

\bar{F} ——对同一力值点, 标准测力仪示值 3 次测量的算术平均值, kN。

6.2.2 力值重复性

测量方法同上, 重复性 b 按公式 (2) 计算:

$$b = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\bar{F}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

b ——徐变仪力值重复性，%；

F_{\max} 、 F_{\min} ——对同一力值点，标准测力仪示值的最大值、最小值，kN；

\bar{F} ——对同一力值点，标准测力仪标准示值 3 次测量的算术平均值，kN。

6.2.3 移测量装置示值误差

6.2.3.1 指示表测量装置

混凝土徐变仪配备的指示表依据 JJG 34 《指示表（指针式、数显式）》规定的方法进行校准，其示值误差应符合规定要求。

6.2.3.2 位移传感器测量装置

首先将位移传感器在平板上对零，分别用两组同一尺寸的量块平行放置在平板上，并使位移传感器基座测量面的长边和量块工作面的长边垂直接触，位移传感器测头与平板接触（如图 3 所示），此时，位移传感器的指示值（显示值）与相应量块实际尺寸之差即为该点的示值误差。示值误差用公式（3）计算：

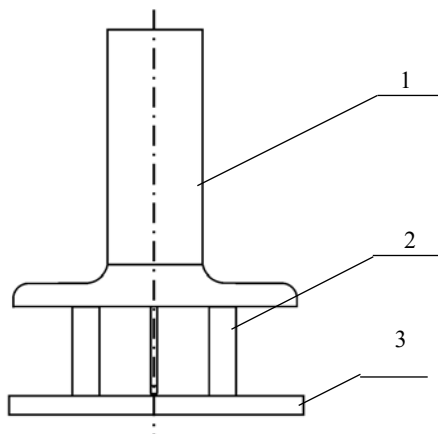
$$e = L_a - L_s \quad (3)$$

式中：

e ——位移传感器示值误差，mm；

L_a ——位移传感器示值，mm；

L_s ——量块实际值，mm。



注解：1、位移传感器；2、量块；3、平板

图 3 位移传感器示值误差测量示意图

通常选取位移传感器满量程的 20%、40%、60%、80%、100%作为其余校准点。依据上述方法依次对其余校准点的进行校准。

7 校准结果表达

7.1 制动器衬片剪切强度试验机校准后发给校准证书，校准证书应包括的信息及推荐的校准证书内页格式见附录 A，校准记录应详尽记录测量数据和计算结果。

7.2 制动器衬片剪切强度试验机校准结果的不确定度按照 JJF 1059.1 的要求评定，具体计算实例见附录 B、附录 C。

7.3 校准证书应至少包括以下信息：

- (1) 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
- (2) 实验室名称和地址；
- (3) 进行校准的地点（如果不是在校准单位的实验室内进行校准）；
- (4) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数标识；
- (5) 送校单位的名称和地址；
- (6) 被校对象的描述和明确标识；
- (7) 进行校准的日期；
- (8) 对校准所用依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- (9) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- (10) 校准环境的描述；
- (11) 校准结果及测量不确定度的说明；
- (12) 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；
- (13) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- (14) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

根据制动器衬片剪切强度试验机的实际使用情况而定，建议试验机复校间隔（有效期）为一年。

附录 A

校准记录及校准证书内页格式

委托单位											
器具名称				温度		℃		湿度		%RH	
型号规格				出厂编号							
生产厂家				校准地点							
校准依据		JJF (陕) XXX-2022 《混凝土徐变仪校准规范》									
校准用设备		测量范围		准确度等级\最大允许误差\测量不确定度				溯源机构及证书编号		有效期至	
序号	项目	校准点	标准测力仪示值/kN				相对误差 %	重复性 %	测量结果的不确定度 $U_{rel}, k=2$		
			1	2	3	平均值					
1	力值 (kN)										
2	位移1(mm)	校准点	示值				示值误差		测量结果的不确定度 $U, k=2$		
3	位移2(mm)	校准点	示值				示值误差		测量结果的不确定度 $U, k=2$		

校准员：

核验员：

校准日期：

共 页 第 页

校准证书内页推荐格式

序号	项目	校准点	校准结果	测量结果的不确定度 $U_{rel}, k=2$
1	力值 (kN)			
2	位移 1 (mm)	校准点	校准结果	测量结果的不确定度 $U, k=2$
3	位移 2 (mm)			

校准员：

核验员：

校准日期：

共 页第 页

附录 B

混凝土徐变仪（力值）校准示值误差校准不确定度评定示例

B.1 概述

B.1.1 校准依据：JJF（建材）XXX-XXX《混凝土徐变仪校准规范》。

B.1.2 环境条件：温度：（10~35）℃；湿度：≤80% RH。

B.1.3 被测对象：弹簧式混凝土徐变仪。

B.1.4 测量标准：0.3 级标准测力仪。

B.1.5 测量方法：在规定的条件下，通过对混凝土徐变仪施加负载至测量点，读取标准测力仪示值，重复 3 次。标准测力仪示值 3 次示值的算术平均值与标准力值的差值，即为该点的示值误差。

B.2 测量模型

测量模型见公式（B.1）。

$$\Delta F = \bar{F} - F_b \quad (\text{B.1})$$

式中： ΔF ——示值误差，kN；

\bar{F} ——标准测力仪示值，kN；

F_b ——混凝土徐变仪示值，kN。

B.3 方差和灵敏系数

方差和灵敏系数见公式（B.2）。

其中：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta F}{\partial \bar{F}} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta F}{\partial F_b} = -1 \quad (\text{B.2})$$

B.4 各输入量的标准不确定度评定

B.4.1 由测量重复性引入的相对不确定度分量 $u(\bar{F})$

采用A类方法进行评定。用300 kN标准测力仪对混凝土徐变仪的200 kN点进行测量，重复性测量10次，结果见表B.1。

表 B.1

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

测量值 (kN)	200.36	200.28	200.22	200.24	200.21	200.22	200.25	200.26	200.21	200.34
-------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

实验标准偏差见公式 (B.3) :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (\text{B.3})$$

则: $s = 0.053 \text{ kN}$

实际情况是在重复性条件下连续测量 3 次。按公式 (B.4) 可得到每个测量点平均值的实验标准偏差。

$$u(\bar{F}) = \frac{s}{\sqrt{3}} \quad (\text{B.4})$$

则: $u_{(200)} = 0.031 \text{ kN}$

分辨力引入的不确定度分量 u_1 :

标准测力仪的分辨力为 0.01 kN, 其区间半宽为 0.005 kN, 按均匀分布计算:

$$u_F = 0.005 / \sqrt{3} = 0.0029 \text{ kN}$$

在测量不确定度评定中, 当重复性引入的不确定度分量大于被检定或被校准仪器的分辨力所引入的不确定度分量时, 此时重复性中已经包含分辨力对检定或校准结果的影响, 故不应当再考虑分辨力所引入的不确定度分量。

由于 $u(\bar{F}) > u_F$, 因此采用 $u(\bar{F})$ 的分量即可。

B.4.2 标准测力仪引入的标准不确定度分量 $u(F_b)$

采用 B 类方法进行评定。

标准测力仪准确度等级: 0.3 级, 最大允许误差为 $\pm 0.3\%$ 。

对应于 200 kN 点的最大允许误差实际值为: $\pm 200 \text{ kN} \times 0.3\% = \pm 0.60 \text{ kN}$

则

$$u(F_b) = \frac{0.60}{\sqrt{3}} = 0.347 \text{ kN}$$

B.5 各标准不确定度分量汇总 (见表 B.2)

表 B.2

符号	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i u(x_i)$
----	--------	------------------	------------	---------------

$u(\bar{F})$	测量重复性	0.031 kN	1	0.031 kN
$u(F_b)$	标准测力仪	0.347 kN	-1	0.347 kN

B.6 合成标准不确定度计算

合成标准不确定度依据公式（B.5）计算而得。

$$u_c(\Delta F) = \sqrt{[c_1 u(\bar{F})]^2 + [c_2 u(F_b)]^2} \quad (\text{B.5})$$

$$u_c(\Delta F) = 0.348 \text{ kN}$$

B.7 扩展不确定度评定

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为： $U=k \times u_c$ ， $U=0.70 \text{ kN}$

$$\text{则 } U_{\text{rel}} = U \div y$$

故200 kN校准点，测量结果的相对扩展不确定度： $U_{\text{rel}}=0.35\%$

附录 C

混凝土徐变仪（位移）校准示值误差校准不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 校准依据：JJF（陕）XXX-2022《混凝土徐变仪校准规范》。

C.1.2 温度：（10~35）℃；湿度：≤80% RH。

C.1.3 被测对象：位移传感器（配混凝土徐变仪）。

C.1.4 测量标准：5 等量块。

C.1.5 测量方法：首先将位移传感器在平板上对零，分别用两组同一尺寸的量块平行放置在平板上，并使位移传感器基座测量面的长边和量块工作面的长边垂直接触，位移传感器测头与平板接触，此时，位移传感器的指示值（显示值）与相应量块实际尺寸之差即为该点的示值误差。下面以 5 mm 点的示值误差为例，进行测量结果不确定度的评定。

C.2 数学模型

位移传感器的示值误差：

$$e = L_a - L_s$$

式中：

e ——位移传感器示值误差，mm；

L_a ——位移传感器示值，mm；

L_s ——量块实际值，mm。

C.3 方差和灵敏系数

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

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

$$u^2(e) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 = u_1^2 + u_2^2$$

C.4 不确定度来源

C.4.1 测量重复性引入的不确定度分量 u_1 ；

C.4.2 量块不确定度引入的不确定度分量 u_2 。

C.5 标准不确定度分量计算

C.5.1 测量重复性引入的不确定度分量 u_1

在 5 mm 点连续重复测量 10 次, 用贝塞尔公式计算实验标准差 s , 结果如下见表 C.1:

表 C.1

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值误差 (μm)	1	2	1	3	1	2	2	1	2	3

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.79 \mu\text{m}$$

C.5.2 量块不确定度引入的不确定度分量 u_2

由溯源证书给出 5 等量块的不确定度为: $0.5\mu\text{m} + 5 \times 10^{-6}L$, $k=2.7$

则 $u_2 = (0.5\mu\text{m} + 5 \times 10^{-6} \times 5 \text{ mm}) / 2.7 = 0.19 \mu\text{m}$

C.6 不确定度一览表

标准不确定度 分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	c_i	$ c_i \cdot u(x_i)$
u_1	测量重复性引入的不确定度	$0.79\mu\text{m}$	1	$0.79 \mu\text{m}$
u_2	量块不确定度引入的不确定度	$0.19 \mu\text{m}$	-1	$0.19 \mu\text{m}$

C.7 合成标准不确定度 u_c

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{0.79^2 + 0.19^2} \mu\text{m} = 0.81\mu\text{m}$$

C.8 扩展不确定度 U

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度为: $U=k \times u_c$,

故 5mm 校准点, 测量结果的扩展不确定度: $U=2 \times 0.81\mu\text{m} = 2 \mu\text{m}$