



中华人民共和国工业和信息化部
建材计量技术规范

JJF(建材) 262-XXXX

混凝土徐变仪校准规范

Calibration Specification for Concrete Creep Apparatus

(报批稿)

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) 262-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

中国国检测试控股集团西安有限公司

参加起草单位：西安西自仪检测技术有限公司

陕西华研计量技术有限责任公司

临沂市阳光热力有限公司

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：

李 磊（中国国检测试控股集团陕西有限公司）

李 雯（中国国检测试控股集团陕西有限公司）

刘雪梅（中国国检测试控股集团陕西有限公司）

张玉娇（中国国检测试控股集团西安有限公司）

参加起草人：

史艳维（西安西自仪检测技术有限公司）

沈朋超（陕西华研计量技术有限责任公司）

惠昌波（陕西华研计量技术有限责任公司）

纪少阳（临沂市阳光热力有限公司）

胡浩东（中国国检测试控股集团陕西有限公司）

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 测量标准及其他设备.....	(2)
6 校准项目和校准方法.....	(3)
6.1 校准项目.....	(3)
6.2 力值相对误差.....	(3)
6.3 力值重复性.....	(3)
6.4 位移测量装置示值误差.....	(4)
7 校准结果表达.....	(4)
8 复校时间间隔.....	(5)
附录 A 混凝土徐变仪校准记录（推荐） 格式.....	(6)
附录 B 混凝土徐变仪校准证书内页（推荐）格式.....	(7)
附录 C 混凝土徐变仪（力值）校准示值误差校准不确定度评定示例.....	(8)
附录 D 混凝土徐变仪（位移）校准示值误差校准不确定度评定示例.....	(11)

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工作的基础性系列规范。

本规范主要参考了 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》的内容。

本规范为首次发布。

混凝土徐变仪校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围（0～1 000）kN的弹簧式和液压式混凝土徐变仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件

GB/T 50082 混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

DL/T 5150 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GB/T 50082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。

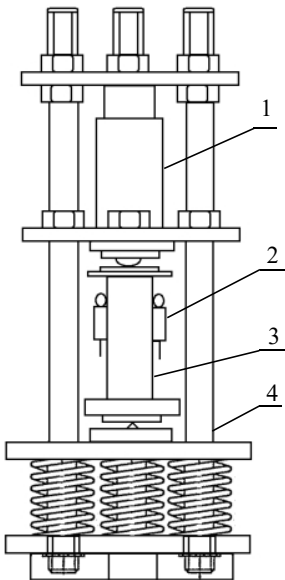


图 1 弹簧式混凝土徐变仪构造示意图

1-液压系统测量装置；2-位移测量装置；3-试块；4-加载架

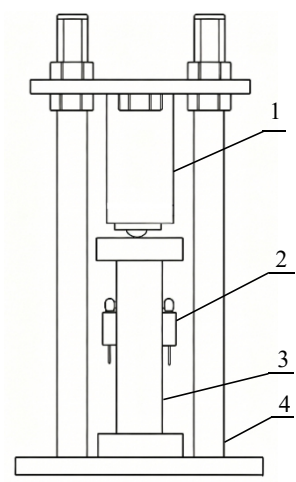


图 2 液压式混凝土徐变仪构造示意图

1-液压测量装置；2-位移测量装置；3-试块；4-加载架

4 计量特性

混凝土徐变仪的计量特性见表1。

表1 计量特性

序号	项目	技术指标
1	测力装置示值相对误差	$\pm 1.0\%$
2	测力装置示值重复性相对误差	1.0%
3	位移测量装置示值误差	$\pm 0.007\text{ mm}$
注：以上所有指标不用于合格判别，仅供参考。		

5 校准环境条件和校准用计量器具

5.1 环境条件

- 5.1.1 温度： $(20\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 5.1.2 相对湿度： $(60\pm 5)\%$ ；
- 5.1.3 其他条件：校准时无影响校准结果的干扰源。

5.2 测量标准及其他设备

校准时所需的计量器具见表 2。

表2 测量标准技术要求

序号	标准器具	技术特性	用途
1	标准测力仪	准确度等级：0.3 级	测力装置示值相对误差
			测力装置示值重复性相对误差

2	量块	测量范围 0.5 mm~5 mm(2 组), 准确度等级 5 等。	位移测量装置示值误差
3	平板	0 级	

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

混凝土徐变仪的校准项目包括：测力装置示值相对误差、测力装置示值重复性相对误差、位移测量装置示值误差。

6.2 校准前准备

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；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。

在确定无影响计量特性的因素后，再进行校准。

6.3 测力装置示值相对误差

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，使其显示装置的力值达到预设力值，待示值稳定后，读取标准测力仪的示值，计算校准点的示值误差，应以递增力方式进行 3 组测量，取每个校准点 3 次示值误差绝对值最大点作为测量结果。测力装置示值误差与相对误差按公式（1）、（2）计算。

$$\Delta F = F_{\text{徐}} - F_{\text{标}} \quad (1)$$

$$q = \frac{\Delta F}{F_{\text{标}}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

ΔF ——混凝土徐变仪测力装置各校准点示值误差，kN；

q ——混凝土徐变仪测力装置各校准点示值相对误差，%；

$F_{\text{集}}$ ——被检混凝土徐变仪示值，kN；

$F_{\text{标}}$ ——递增力时，标准测力仪的示值，kN。

力值校准应不少于 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。

6.4 测力装置示值重复性相对误差

按照公式（3）计算示值重复性。

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

式中:

b ——混凝土徐变仪测力装置各校准点的示值重复性相对误差, %;

$F_{i\max}$ ——对同一力值点, 混凝土徐变仪 3 次示值误差的最大值, kN;

$F_{i\min}$ ——对同一力值点, 混凝土徐变仪 3 次示值误差的最小值, kN。

F_i ——对同一力值点, 递增力时, 标准测力仪的 3 次示值平均值, kN。

6.5 位移测量装置示值误差

首先将位移测量装置在平板上对零, 分别用两组同一尺寸的量块平行放置在平板上, 并使位移测量装置基座测量面的长边和量块工作面的长边垂直接触, 位移测量装置测头与平板接触 (如图 3 所示), 此时, 位移测量装置的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 ——位移测量装置示值误差, mm;

L_a ——位移测量装置示值, mm;

L_s ——量块实际值, mm。

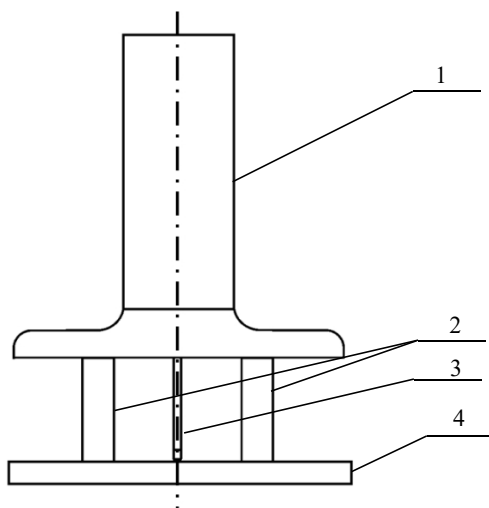


图 3 位移测量装置示值误差测量示意图

1-位移测量装置; 2-量块; 3-位移测量装置指示杆; 4-平板

位移测量装置校准应不少于 5 个点, 各点大致均匀分布, 一般选取位移测量装置的 1 mm、2 mm、3 mm、4 mm、5 mm 作为校准点。

7 校准结果表达

校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- n) 校准人和核验人签名；
- o) 校准结果仅对被校对象有效性的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

8 复校时间间隔

建议混凝土徐变仪的复校时间间隔不超过12个月。

由于复校时间间隔是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定，因此使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

混凝土徐变仪校准记录（推荐） 格式

委托单位													
器具名称						温度	°C	相对湿度	%				
型号规格						出厂编号							
生产厂家						校准地点							
校准依据	JJF（建材）XXXX-XXXX《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			
1. 外观、功能检查：													
2. 力值校准													
校准点 (kN)	测量值 (kN)										示值 误差 (%)	示值 重复 性 (%)	测量结 果的不 确定度 (U_{rel} , $k=2$)
	1			2			3			测量 结果			
	仪器 示值	测力 仪示 值	误差	仪器 示值	测力 仪示 值	误差	仪器 示值	测力 仪示 值	误差				
3. 位移测量装置示值误差													
位移测量装置 1 编号：							位移测量装置 2 编号：						
校准点 (mm)	示值 (mm)	示值误差 (mm)	测量结果的 不确定度 U , $k=2$		示值 (mm)	示值误差 (mm)	测量结果的 不确定度 U , $k=2$						

校准员：

核验员：

校准日期：

附录 B

混凝土徐变仪校准证书内页（推荐）格式

校准项目				校准结果		
1、外观、功能检查：						
2、力值校准：						
校准点（kN）	示值误差（%）		示值重复性（%）		测量结果的不确定度（ U_{rel} ， $k=2$ ）	
2. 位移测量装置示值误差						
位移测量装置 1 编号：				位移测量装置 2 编号：		
校准点（mm）	示值（mm）	示值误差（mm）	测量结果的不确定度 U ， $k=2$	示值（mm）	示值误差（mm）	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

附录 C

混凝土徐变仪（力值）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（建材）XXXX-XXXX《混凝土徐变仪校准规范》。

C.1.2 环境条件：温度：20.6℃；相对湿度：55%。

C.1.3 被测对象：弹簧式混凝土徐变仪（型号：XBJ-500C）。

C.1.4 测量标准：0.3 级标准测力仪。

C.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，计算校准点的示值误差，取每个校准点 3 次示值误差绝对值最大点作为测量结果，下面以 200 kN 点的示值误差为例，进行测量结果不确定度的评定。

C.2 测量模型

测量模型见公式（C.1）。

$$\Delta F = F_{\text{徐}} - F_{\text{标}} \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔF ——混凝土徐变仪示值误差，kN；

$F_{\text{徐}}$ ——混凝土徐变仪指示装置的力值，kN；

$F_{\text{标}}$ ——标准测力仪示值，kN。

C.3 方差和灵敏系数

方差和灵敏系数见公式（C.2）。

$$\text{其中：} \quad c_1 = \frac{\partial \Delta F}{\partial F_{\text{徐}}} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \Delta F}{\partial F_{\text{标}}} = -1 \quad (\text{C.2})$$

C.4 各输入量的标准不确定度评定

C.4.1 混凝土徐变仪引入的不确定分量 $u(F_{\text{徐}})$

C.4.1.1 混凝土徐变仪测量重复性引入的不确定度分量 $u(F_{\text{徐}1})$

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C.1。

表 C.1

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值（kN）	200.3	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.2	200.3

实验标准偏差见公式（C.3）：

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

则： $s = 0.042 \text{ kN}$

实际工作中取3次测量的最大值作为测量结果，因此按公式（C.4）可得到每个测量点的实验标准偏差。

$$u(F_{\text{徐}1}) = s \div \sqrt{1} = 0.042 \text{ kN} \quad (\text{C.4})$$

C4.1.2混凝土徐变仪分辨力引入的不确定度分量 $u(F_{\text{徐}2})$ ：

标准测力仪的分辨力为0.1 kN，其区间半宽为0.05 kN，符合均匀分布，按公式（C.5）计算：

$$u(F_{\text{徐}2}) = 0.05 \text{ kN} / \sqrt{3} = 0.029 \text{ kN} \quad (\text{C.5})$$

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 $u(F_{\text{徐}1}) > u(F_{\text{徐}2})$ ，因此 $u(F_{\text{徐}}) = u(F_{\text{徐}1})$ 。

C.4.3 标准测力仪引入的标准不确定度分量 $u(F_{\text{标}})$

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： $\pm 200 \text{ kN} \times 0.3\% = \pm 0.60 \text{ kN}$ ，按均匀分布，按公式（C.6）计算：则

$$u(F_{\text{标}}) = 0.60 \text{ kN} \div \sqrt{3} = 0.347 \text{ kN} \quad (\text{C.6})$$

C.5 各标准不确定度分量汇总（见表 C.2）

表 C.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)$
$u(F_{\text{徐}})$	测量重复性引入的不确定度	0.042 kN	1	0.042 kN
$u(F_{\text{标}})$	标准测力仪引入的不确定度	0.347 kN	-1	0.347 kN

C.6 合成标准不确定度计算

合成标准不确定度依据公式（C.7）计算而得。

$$u_c = \sqrt{[c_1 u(F_{\text{徐}})]^2 + [c_2 u(F_{\text{标}})]^2} \quad (\text{C.7})$$

$$u_c = 0.349 \text{ kN}$$

C.7 扩展不确定度评定

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

$$U = 2 \times 0.349 \text{ kN} \approx 0.70 \text{ kN}$$

相对不确定度为 $U_{\text{rel}} = U \div |y|$

故200 kN校准点，测量结果的相对扩展不确定度：

$$U_{\text{rel}} = 0.70 \text{ kN} \div 200 \text{ kN} = 0.35\%, \quad k=2$$

附录 D

混凝土徐变仪（位移）校准示值误差校准不确定度评定示例

D.1 概述

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

D.1.2 温度：20.6℃；相对湿度：55%。

D.1.3 被测对象：弹簧式混凝土徐变仪位移测量装置（配混凝土徐变仪）。

D.1.4 测量标准：5 等量块、0 级平板。

D.1.5 测量方法：首先将位移测量装置在平板上对零，分别用两组同一尺寸的量块平行放置在平板上，并使位移测量装置基座测量面的长边和量块工作面的长边垂直接触，位移测量装置测头与平板接触，此时，位移测量装置的指示值（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。

D.2 数学模型

位移测量装置的示值误差：

$$e = L_a - L_s \quad (D.1)$$

式中：

e ——位移测量装置示值误差，mm；

L_a ——位移测量装置示值，mm；

L_s ——量块实际值，mm。

D.3 方差和灵敏系数

$$c_1 = \partial e / \partial L_a = 1 \quad c_2 = c_3 = \partial e / \partial L_s = -1 \quad (D.2)$$

$$u^2(e) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2$$

D.4 不确定度来源

D.4.1 测量重复性引入的不确定度分量 u_1 ；

D.4.2 量块不确定度引入的不确定度分量 u_2 ；

D.4.3 平板平面度引入的不确定度分量 u_3 。

D.5 标准不确定度分量计算

D.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 D.1：

表 D.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

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.79 \mu\text{m} \quad (\text{D.3})$$

D.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：

$$u_2 = (0.5\mu\text{m} + 5 \times 10^{-6} \times 5 \text{ mm}) / 2.7 = 0.19 \mu\text{m} \quad (\text{D.4})$$

D.5.3 平板平面度引入的不确定度分量 u_3

选取 $160\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的 0 级平板并溯源合格，由 JJG 117 《平板》可知，其平面度允许限为 $3.0 \mu\text{m}$ ，其半宽区间为 $1.5 \mu\text{m}$ 。则：

$$u_3 = 1.5 \mu\text{m} / \sqrt{3} = 0.86 \mu\text{m} \quad (\text{D.5})$$

D.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	$0.19 \mu\text{m}$
u_3	平板平面度引入的不确定度	$0.86 \mu\text{m}$	-1	$0.86 \mu\text{m}$

D.7 合成标准不确定度 u_c

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = \sqrt{0.79^2 + 0.19^2 + 0.86^2} \mu\text{m} = 1.1 \mu\text{m} \quad (\text{D.5})$$

D.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 5 mm 校准点，测量结果的扩展不确定度：

$$U = 2 \times 1.1 \mu\text{m} = 2.2 \mu\text{m} \approx 2 \mu\text{m}, \quad k=2$$