



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—202X

冻融试验机校准规范

Calibration specification for freeze-thaw testing machines

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

冻融试验机校准规范

Calibration specification for
freeze-thaw testing machines

JJF XXXX—202X

归口单位：全国公路专用计量器具计量技术委员会

主要起草单位：交通运输部公路科学研究所

参加起草单位：

本规范委托全国公路专用计量器具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 术语.....	1
3.1 冻融循环.....	1
3.2 第一次循环.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
6 校准条件.....	2
6.1 环境条件.....	2
6.2 测量标准及其他设备.....	2
7 校准项目和校准方法.....	2
7.1 校准项目.....	2
7.2 校准方法.....	2
8 校准结果.....	4
8.1 校准记录.....	4
8.2 校准证书.....	4
8.3 校准结果不确定度评定.....	4
9 复校时间间隔.....	4
附录 A 冻融试验机校准记录表式样.....	5
附录 B 冻融试验机校准证书信息及内页式样.....	7
附录 C 冻融试验机温度传感器示值误差测量不确定度评定示例.....	9

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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

冻融试验机校准规范

1 范围

本规范适用于混凝土快速冻融试验机的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JG/T 243 混凝土抗冻试验设备

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范；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 术语

3.1 冻融循环 cycle of freezing and thawing

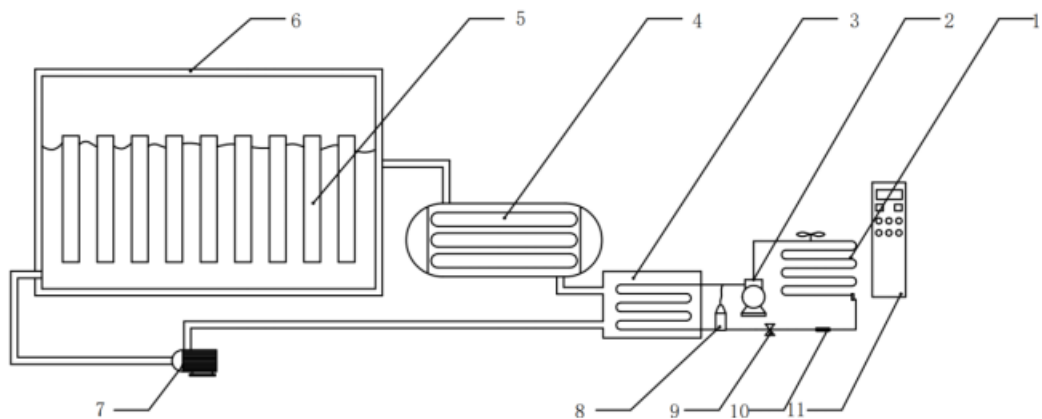
试件中心温度从最高温度下降至最低温度，再上升至最高温度的完整过程。

3.2 第一次循环 first cycle

从室温开始下降，到第一次冻-融转换过程结束的不完整循环。

4 概述

冻融试验机（以下简称试验机）主要用于测试混凝土的抗冻性能。试验机是通过制冷与加热系统循环控制混凝土试件所处温度环境，自动完成冷冻与融解过程，模拟混凝土试件在水中反复冻融循环的试验设备。试验机由冷凝器、压缩机、蒸发制冷器、加热器、橡胶试件盒、冻融箱、循环泵、膨胀阀、电磁阀、过滤器、自控系统等组成。



1—冷凝器；2—压缩机；3—蒸发制冷器；4—加热器；5—橡胶试件盒；6—冻融箱；7—循环泵；8—膨胀阀；9—电磁阀；10—过滤器；11—自控系统

图 1 冻融试验机示意图

5 计量特性

5.1 温度示值误差:不超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

5.2 温度均匀度: $\leq 2^{\circ}\text{C}$

注:以上所有技术指标不用于符合性判断,仅提供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.2.1 温度: $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$;

6.2.2 湿度: $\leq 85\%RH$ 。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 温度时间测量标准装置: 温度通道传感器不少于4个, 测量范围 $(-40 \sim 20)^{\circ}\text{C}$, 分辨力 0.01°C , 最大允许误差 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$; 时间分辨力1s; 应具备自动记录、储存、数据采集时间间隔可调等功能。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目包括: 试验机温度示值误差、温度均匀度。

7.2 校准方法

7.2.1 试验机温度示值误差

a) 将温度时间测量标准装置的4个温度传感器(以下简称标准温度传感器)与试验机自带温度传感器(以下简称试验温度传感器)分别固定在一起。

b) 在冻融箱中心位置(O点)放置测温试件, 标准温度传感器与试验温度传感器应放置测温试件内并密封, 冻融箱内其他位置也应放置混凝土试件, 箱体应注入低温防冻性能不低于 -40°C 的防冻液, 防冻液液面应至少与试样桶中试件上表面齐平。

c) 在冻融箱内接近中心位置(2点)、任一对角线两端处(1、3点)分别放置与防冻液接触的温度传感器, 其中上部传感器(1点)放置于距离液面下方50mm处, 下部传感器(3点)放置于距离箱底上方50mm处, 且距离箱壁不少于50mm。具体位置如图2所示。

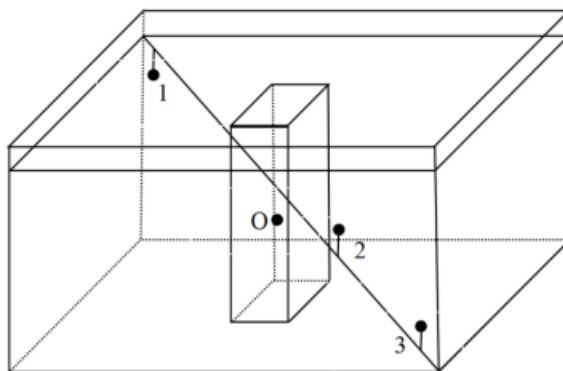


图 2 温度传感器布点示意图

d) 在满容量条件下，启动设备进行第一次循环，设定采集时间间隔不大于2min，记录温度数据。

e) 在试验机中心试件温度从-18℃上升至5℃时间范围内平均选取5个温度点，其中包含试验机中心试件温度达到-18℃和5℃时，读取各标准温度传感器与试验温度传感器的示值。

f) 分别按照公式（1）计算不同测点的温度示值误差，取最大值作为试验机温度示值误差。

$$\Delta T_{ij} = T_{ij\text{试}} - T_{ij\text{标}} \quad (1)$$

式中：

ΔT_{ij} ——第*i*个时间点第*j*个位置温度传感器示值误差，℃；

$T_{ij\text{试}}$ ——第*i*个时间点第*j*个位置试验温度传感器示值，℃；

$T_{ij\text{标}}$ ——第*i*个时间点第*j*个位置标准温度传感器示值，℃。

i——时间点，1，2，3，4，5。

j——温度传感器放置位置，0，1，2，3。

7.2.2 温度均匀度

在7.2.1的校准条件下，读取每个时间点1、2、3点位置各标准温度传感器的示值，计算试验机温度均匀度，如公式（2）所示。

$$\Delta T_{iu} = T_{imax} - T_{imin} \quad (2)$$

式中：

ΔT_{iu} ——第*i*个时间点温度均匀度，℃；

T_{imax} ——各标准温度传感器在第*i*个时间点测得的最高温度，℃；

T_{imin} ——各标准温度传感器在第*i*个时间点测得的最低温度，℃。

8 校准结果

8.1 校准记录

冻融试验机的校准记录应信息齐全、内容完整，校准记录式样见附录 A。

8.2 校准证书

冻融试验机的校准结果以校准证书的形式表达，校准证书包含的信息及内页式样见附录 B。

8.3 校准结果不确定度评定

冻融试验机校准结果的不确定度评定按照 JJF 1059.1 进行，不确定度评定示例见附录 C。

9 复校时间间隔

冻融试验机的复校时间间隔建议为1年。由于复校时间间隔的长短是由冻融试验机的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

冻融试验机校准记录表式样

A.1 冻融试验机校准记录表首页

冻融试验机校准记录表首页式样见表A.1。

表A.1 记录表首页

表格编号：

第 页，共 页

样品名称			样品编号		
型号规格			出厂编号		
制造单位					
送校单位					
校准依据			校准地点		
校准前样品状态			校准后样品状态		
校准环境	温度： ____℃ 湿度： ____%RH				
所用测量标准 或主要设备	名称	编号	主要技术参数	溯源证书编号	溯源证书有效期
	使用前情况		使用后情况		
备注					

校准员：

核验员：

校准时间：

A.2 冻融试验机校准记录表内页

冻融试验机校准记录表内页式样见表 A.2。

表 A.2 冻融试验机校准记录表

表格编号：

第 页，共 页

序号	项目	测量数据						不确定度描述
		选取时间	循环次数	位置O	位置1	位置2	位置3	
1	试验机温度示值误差	时间点1	标准温度传感器					
			试验温度传感器					
			示值误差					
		时间点2	标准温度传感器					
			试验温度传感器					
			示值误差					
		时间点3	标准温度传感器					
			试验温度传感器					
			示值误差					
		时间点4	标准温度传感器					
			试验温度传感器					
			示值误差					
		时间点5	标准温度传感器					
			试验温度传感器					
			示值误差					
2	温度均匀度	选取时间	最高温度	最低温度	温度均匀度			
		时间点1						
		时间点2						
		时间点3						
		时间点4						
		时间点5						

校准员：

核验员：

校准时间：

附录 B

冻融试验机校准证书信息及内页式样

B.1 校准证书信息

冻融试验机校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 校准实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书编号、页码及总页数；
- e) 客户的名称和联络信息；
- f) 校准所依据的技术规范名称和代号；
- g) 被校准仪器的信息；
- h) 被校准仪器的接收日期；
- i) 进行校准的日期；
- j) 校准证书的批准日期；
- k) 抽样计划、抽样方法和抽样日期（如有）；
- l) 校准结果仅对校准对象有效的声明；
- m) 校准证书批准人的签名或识别；
- n) 校准时的环境条件；
- o) 所用测量标准或主要设备的名称、编号、主要技术参数及溯源证书有效期；
- p) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- q) 如可获得，任何调整或修理前后的结果；
- r) 相关时，与要求或规范的符合性声明；
- s) 已与客户达成协议时，给出复校时间间隔的建议。

B.2 冻融试验机校准结果内页式样

冻融试验机校准结果内页式样见表 B.1。

表 B.1 冻融试验机校准结果

序号	项目	结果
1	试验机温度示值误差	
2	温度均匀度	

附录 C

冻融试验机温度示值误差测量不确定度评定示例

C.1 测量模型

冻融试验机温度示值误差的测量模型如下：

$$\Delta T = T_{\text{试}} - T_{\text{标}} \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔT ——温度传感器示值误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

$T_{\text{试}}$ ——试验温度传感器示值， $^{\circ}\text{C}$ ；

$T_{\text{标}}$ ——标准温度传感器示值， $^{\circ}\text{C}$ 。

C.2 不确定度分量的计算

C.2.1 由标准温度传感器引入的不确定度 u_0

标准温度传感器的最大允许误差为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，设其为均匀分布，则其引入的相对不确定度为

$$u_0 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.06^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.2})$$

C.2.2 由试验温度传感器测量重复性引入的不确定度分量 u_1

在重复性条件下，根据校准方法，对 5°C 进行3次重复测量。

表C.1 测量数据

单位： $^{\circ}\text{C}$

次数	1	2	3
$T_{\text{试}}$	4.9	4.9	5.0
$T_{\text{标}}$	4.85	4.98	5.07
ΔT	0.05	-0.08	-0.07

由测量数据采用极差法计算标准差为：

$$\sigma = \frac{\Delta T_{\text{max}} - \Delta T_{\text{min}}}{C} \quad (\text{C.3})$$

式中：

σ ——重复性标准差， $^{\circ}\text{C}$ ；

ΔT_{\max} —— 5°C 时试件中心点示值误差最大值， $^{\circ}\text{C}$ ；

ΔT_{\min} —— 5°C 时试件中心点示值误差最小值， $^{\circ}\text{C}$ ；

C ——极差系数，查表得 C 为1.69。

实际测量以三次平均值测量值作为结果，则由测量重复性引起的标准不确定度为：

$$u_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{3}} = 0.05^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.4})$$

C.2.3 由试验温度传感器分辨力引入的标准不确定度 u_2

此例中，试验机的温度示值分辨力为 0.1°C ，服从均匀分布，按公式计算：

$$u_2 = \frac{d}{2\sqrt{3}} = 0.03^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.5})$$

由于测量重复性和被检设备分辨力误差存在重复，因此取较大值 u_1 。

C.3 不确定度分量的评定

冻融试验机温度传感器示值误差标准不确定度分量，及相关信息列于表C.1。

表 C.2 不确定度分量汇总

符号	不确定度来源	标准不确定度值	概率分布
u_0	标准器最大允许误差	0.06°C	均匀分布
u_1	测量重复性	0.05°C	正态分布

C.4 合成标准不确定度 u_c

合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_0^2 + u_1^2} \approx 0.08^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.5})$$

C.5 合成扩展不确定度 U

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = ku_c \approx 0.2^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.6})$$