江西省地方计量技术规范

JJF（赣）xxx-202x

混凝土试验用振动台校准规范

Calibration Specification for concrete test vibrating table

(报批稿)

202x-xx-xx 发布　　202x-xx-xx 实施

江西省市场监督管理局发布

混凝土试验用振动台校准规范

Calibration Specification for concrete test vibrating table

JJF（赣）xxx-202x

归 口 单 位：江西省市场监督管理局

主要起草单位：江西省检验检测认证总院计量科学研究院

本规范委托江西省检验检测认证总院计量科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

聂子坤（江西省检验检测认证总院计量科学研究院）

朱慧敏（江西省检验检测认证总院计量科学研究院）

参加起草人：

万海燕（江西省检验检测认证总院计量科学研究院）

朱昊阳（江西省检验检测认证总院计量科学研究院）

目　录

引言 II
1 范围 1
2 引用文件 1
3 术语 1
3.1 启动时间 1
3.2 余振时间 1
4 概述 1
5 计量特性 2
5.1 启动时间和余振时间 2
5.2 振幅 2
5.3 频率 2
6 校准条件 2
6.1 环境条件 2
6.2 校准用标准器及其他设备 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 3
8 校准结果表达 4
8.1 校准数据处理 4
8.2 校准结果的不确定评定 4
8.3 校准证书 4
9 复校时间间隔 5
附录 A 混凝土试验用振动台振幅校准结果不确定度评定 6
附录 B 混凝土试验用振动台振幅均匀度校准结果不确定度评定 8
附录 C 混凝土试验用振动台频率校准结果不确定度评定 10
附录 D 混凝土试验用振动台校准原始记录格式 12
附录 E 混凝土试验用振动台校准证书内页格式 13

引言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》等计量技术规范进行编写。

本规范制定中参照了 JG/T 245-2009《混凝土试验用振动台》和 GB/T 25650-2010《混凝土振动台》中混凝土振动台的部分性能参数及其测试方法。

本规范为首次发布。

混凝土试验用振动台校准规范

1 范围

本规范适用于混凝土试验用振动台（以下简称振动台）的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 25650-2010 混凝土振动台

JG/T 245-2009 混凝土试验用振动台

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 术语

3.1 启动时间 start-up time

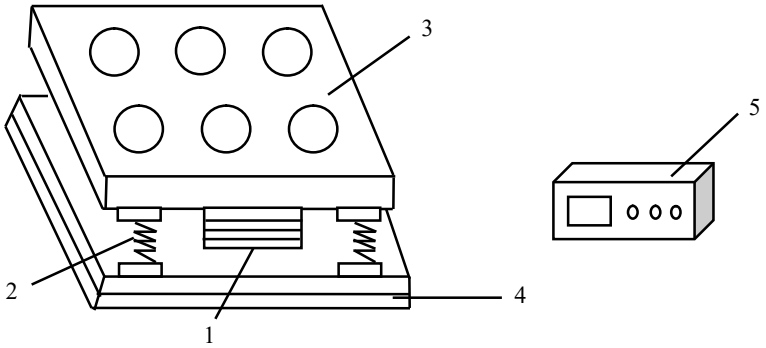
按下振动台开机按钮后到振动台台面运行平稳的时间。

3.2 余振时间 stop time

按下振动台停止按钮后到振动台完全停止振动的时间。

4 概述

振动台是试验室用于水泥混凝土振动成型试件的试验设备。它主要是由悬挂式单轴激振器、弹簧、台面、支架和控制系统等组成，如图 1 所示。振动台通过激振器产生垂直方向的简谐振动，以一定的振幅和频率进行振动，使混凝土构件内部达到成型的要求。



1—悬挂式单轴激振器；2—弹簧；3—台面；4—支架；5—控制系统。

图 1 振动台结构示意图

5 计量特性

5.1 启动时间和余振时间

在空载条件下，振动台的启动时间应不大于 2s，停机后的余振时间应不大于 5s。

5.2 振幅

5.2.1 在空载条件下，台面中心点垂直振幅（峰值）：（0.50±0.02）mm。

5.2.2 台面振幅均匀度应不大于 15%。

5.3 频率

振动频率：（50±2）Hz。

注：以上所有指标不用于合格性判别，仅提供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度条件：（5～35）℃；

6.1.2 相对湿度：≤85%；

6.1.3 振动台应安装水平并固定，其周围无影响正常工作的电磁干扰和机械振动。

6.2 校准用标准器及其他设备

6.2.1 水泥软练设备测量仪

振动频率范围至少覆盖（40～100）Hz，频率最大允许误差：±1.0%；

振动位移幅值范围至少覆盖（0.1～2.0）mm，在（45~55）Hz 范围内振动位移峰峰值最大允许误差：±1.5%。

6.2.2 秒表

最大允许误差：±0.1s。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

振动台校准项目见表 1。

表 1 振动台校准项目

序号	校准项目	标准器具名称
1	启动时间和余振时间	秒表

2	台面中心点垂直振幅	水泥软练设备测量仪
	台面振幅均匀度	
3	频率	水泥软练设备测量仪

7.2 校准方法

7.2.1 校准前的准备

7.2.1.1 振动台应有铭牌，并标明型号、规格、制造厂、出厂编号和日期。各控制调整开关和旋钮等应操作灵活。

7.2.1.2 启动振动台不少于 3 次，观察启动、运转和停机是否正常。

7.2.2 启动时间和余振时间

空载条件下启动振动台，用秒表测量启动时间和停机后的余振时间，重复测量 3 次，取 3 次测量中启动时间的最大值和余振时间的最大值作为启动时间和余振时间的校准结果。

7.2.3 台面中心点垂直振幅

在空载条件下，将水泥软练设备测量仪的传感器加装磁力座吸附在振动台台面中心位置，启动振动台，待振动台运转平稳后，读取水泥软练设备测量仪的振幅峰值。重复测量 3 次，取 3 次测量结果的平均值作为空载条件下台面中心点垂直振幅的校准结果。按公式（1）计算。

$$\overline{A} = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{3} \qquad (1)$$

式中：

$\overline{A}$— 台面中心点垂直振幅校准结果，mm；

A_i— 3 次测量台面中心点垂直振幅峰值，i=1，2，3， mm。

7.2.4 台面振幅均匀度

将振动台台面等分为四个区域，按图 2 的选点示意图用水泥软练设备测量仪分别测量振动台台面五个位置的垂直振幅。其中 a 点为台面中心位置，b、c、d 和 e 四个点分别为均分的四个区域的中心位置。

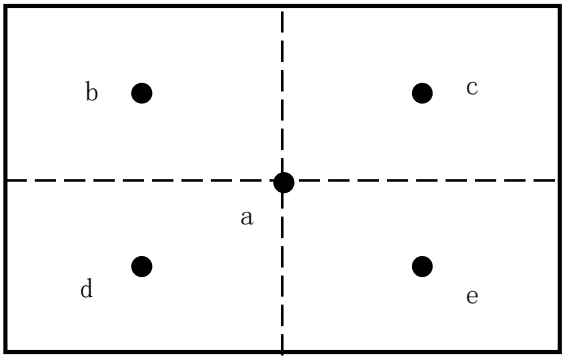


图 2 选点示意图

7.2.4.1 在空载条件下，启动振动台，待振动台运行平稳后，从水泥软练设备测量仪上分别

读取这 5 个测量点的振幅峰值。按公式（2）计算振动台台面振幅均匀度。

$$N = \frac{|\Delta A_{\max}|}{A} \times 100\% \qquad (2)$$

式中：

N— 振动台台面振幅均匀度，%；

$|\Delta A_{\max}|$— 同次测量中四个区域的中心位置振幅峰值与台面中心点振幅峰值的最大偏差的绝对值，mm；

A—同次测量中台面中心点振幅峰值，mm。

7.2.5 频率

在空载条件下，将水泥软练设备测量仪的传感器加装磁力座吸附在振动台台面中心位置，启动振动台，待振动台运行平稳后，读取水泥软练设备测量仪显示的频率值。重复测量 3 次，取 3 次测量结果的平均值作为频率的校准结果。按公式（3）计算。

$$\bar{f} = \frac{f_1 + f_2 + f_3}{3} \qquad (3)$$

式中：

$\bar{f}$— 频率校准结果，Hz；

f_i— 3 次测量频率值，i=1，2，3， Hz。

8 校准结果表达

8.1 校准数据处理

所有的算术平均值应先计算后修约，振幅值保留三位小数，时间、频率、台面振幅均匀度保留一位小数。

8.2 校准结果的不确定评定

不确定度评定示例见附录 A、附录 B 和附录 C。

8.3 校准证书

经校准的振动台，出具校准证书。校准结果应在校准证书或校准报告上反映。校准证书应至少包括以下信息：

1) 标题：“校准证书”；

2) 实验室名称和地址；

3) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

4) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

5) 客户的名称和地址；

6) 被校对象的描述和明确标识；

7) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

8) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

9) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

10) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

11) 校准环境的描述；

12) 校准结果及其测量不确定度的说明；

13) 对校准规范的偏离的说明；

14) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

15) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

16) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

校准原始记录的内容格式及校准证书内页格式见附录 D、附录 E。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。

由于复校时间间隔的长短是由振动台使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，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

混凝土试验用振动台振幅校准结果不确定度评定

A.1　概述

A.1.1　校准依据：JJF（赣）xxx-202x 混凝土试验用振动台校准规范

A.1.2　环境条件：环境温度 26.0℃，相对湿度 61%。

A.1.3　校准对象：振动台

A.1.4　测量标准：水泥软练设备测量仪，振动位移幅值示值误差（45Hz~55Hz）：±1.5%。

A.1.5　校准方法：采用本规范第 7.2.3 方法测量。

A.2　测量模型

A.2.1　振动台振幅测量模型如下：

$$A=\frac{\sum_{i=1}^{3}A_i}{3}$$

式中：

A — 振动台振幅，mm；

A_i — 振动台台面中心点垂直振幅 3 次测量值，i=1，2，3，mm。

A.2.2 不确定度传播率

$$u_c^2(A)=c_i^2u_i^2$$

A.3　标准不确定度评定

A.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 u_1

在空载条件下，用水泥软练设备测量仪对振动台进行重复性测量，共测量 10 次，测量数据如下：

表 A.1 重复性测量数据

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
振幅峰值 mm	0.507	0.506	0.504	0.505	0.499	0.506	0.508	0.503	0.498	0.502

则单次实验标准差 s=0.0033mm

在实际校准过程中测量 3 次，以平均值作为校准结果，则：

$$u_1 = \frac{0.0033}{\sqrt{3}} = 0.0019\,\text{mm}$$

A.3.2 水泥软练设备测量仪位移幅值测量引入的标准不确定度 u_2

水泥软练设备测量仪在振动台位移峰值为 0.5mm，频率在(45.0～55.0)Hz 范围内，最大允许误差为±1.5%，即 0.0075mm。估计其概率密度为均匀分布，取包含因子 k=$\sqrt{3}$，则

$$u_2 = \frac{0.0075}{\sqrt{3}} = 0.0043\ \text{mm}$$

A.4　合成标准不确定度

由于各分量彼此独立不相关，且灵敏度系数

$$c_1 = \frac{\partial A}{\partial A_1} = 1 \qquad c_2 = \frac{\partial A}{\partial A_2} = -1$$

所以合成标准不确定度可按下式得到：

$$u_c\ (A) = \sqrt{u_1^{\ 2} + u_2^{\ 2}} = 0.0047\text{mm}$$

A.5　扩展不确定度的评定

取包含因子 k=2，则扩展不确定度为：

$$U = ku_c(A) = 2\times 0.0047 = 0.0094\text{mm}$$

混凝土试验用振动台振幅校准结果扩展不确定度 U=0.010mm　k=2。

附录 B

混凝土试验用振动台振幅均匀度校准结果不确定度评定

B.1　概述

B.1.1　校准依据：JJF（赣）xxx-202x 混凝土试验用振动台校准规范

B.1.2　环境条件：环境温度 26.0℃，相对湿度 61%。

B.1.3　校准对象：振动台

B.1.4　测量标准：水泥软练设备测量仪，振动位移幅值示值误差（45Hz~55Hz）：±1.5%。

B.1.5　校准方法：采用本规范第 7.2.4 方法测量。

B.2　测量模型

B.2.1　振动台振幅均匀度测量模型如下：

$$N = \frac{|\Delta A_{\max}|}{A} \times 100\%$$

式中：

N — 振动台台面振幅均匀度，%；

$|\Delta A_{\max}|$ — 同次测量中四个区域的中心位置振幅峰值与台面中心点振幅峰值的最大偏差的绝对值，mm；

A — 同次测量中台面中心点振幅峰值，mm。

B.2.2 不确定度传播率

$$u_c^2(N) = c_{Ni}{}^2 u_{Ni}{}^2$$

B.3　标准不确定度评定

B.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 u_{N1}

在空载条件下，用水泥软练设备测量仪分别对振动台五个位置进行重复性测量，共测量 10 次，测量数据如下：

表 B.1 重复性测量数据

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
振幅峰值 A mm	0.491	0.496	0.494	0.495	0.499	0.494	0.498	0.493	0.489	0.492
b 点振幅峰值 mm	0.499	0.502	0.505	0.507	0.498	0.507	0.509	0.501	0.505	0.506

c 点振幅峰值 mm	0.521	0.527	0.525	0.528	0.531	0.532	0.529	0.527	0.525	0.524
d 点振幅峰值 mm	0.528	0.519	0.516	0.517	0.513	0.522	0.526	0.521	0.511	0.518
e 点振幅峰值 mm	0.511	0.516	0.513	0.521	0.519	0.522	0.528	0.519	0.513	0.518
最大偏差绝对值 mm	0.037	0.031	0.031	0.033	0.032	0.038	0.031	0.034	0.036	0.032
振幅均匀度 %	7.5	6.3	6.3	6.7	6.4	7.7	6.2	6.9	7.4	6.5

则单次实验标准差 s=0.56%

在实际校准过程中测量 3 次，以平均值作为校准结果，则：

$$u_{N1}=\frac{0.56\%}{\sqrt{3}}=0.32\%$$

B.3.2 水泥软练设备测量仪位移幅值测量引入的标准不确定度 u_{N2}

水泥软练设备测量仪在振动台位移峰值在频率(45.0～55.0)Hz 范围内，最大允许误差为±1.5%。估计其概率密度为均匀分布，取包含因子 k=$\sqrt{3}$，则

$$u_{N2}=\frac{1.5\%}{\sqrt{3}}=0.87\%$$

B.4　合成标准不确定度

由于各分量彼此独立不相关，且灵敏度系数

$$c_{N1}=\frac{\partial N}{\partial N1}=1 \qquad c_{N2}=\frac{\partial N}{\partial N2}=-1$$

所以合成标准不确定度可按下式得到：

$$u_c\ (N)=\sqrt{{u_{N1}}^2+{u_{N2}}^2}=0.93\%$$

B.5　扩展不确定度的评定

取包含因子 k=2，则扩展不确定度为：

$$U=ku_c(N)=2\times0.93=1.86\%$$

振动台振幅均匀度校准结果扩展不确定度 U=1.9%　k=2。

附录 C

混凝土试验用振动台频率校准结果不确定度评定

C.1　概述

C.1.1　校准依据：JJF（赣）xxx-202x 混凝土试验用振动台校准规范

C.1.2　环境条件：环境温度 26.0℃，相对湿度 61%。

C.1.3　校准对象：振动台

C.1.4　测量标准：水泥软练设备测量仪，频率示值误差（40 Hz～100 Hz）：±1.0%。

C.1.5　校准方法：采用本规范第 7.2.5 方法测量。

C.2　测量模型

C.2.1　振动台频率测量模型如下：

$$f=\frac{\sum_{i=1}^{3}f_i}{3}$$

式中：

f — 振动台频率值，Hz；

f_i — 振动台台面中心点频率 3 次测量值，i=1，2，3，Hz。

C.2.2 不确定度传播率

$$u_c^2(f)=c_{fi}{}^2u_{fi}{}^2$$

C.3　标准不确定度评定

C.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 u_{f1}

在空载条件下，用水泥软练设备测量仪对振动台中心位置进行重复性测量，共测量 10 次，测量数据如下：

表 C.1 重复性测量数据

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
频率 Hz	49.7	49.6	49.7	49.8	49.6	49.8	49.7	49.6	49.5	49.6

则单次实验标准差 s=0.097Hz

在实际校准过程中测量 3 次，以平均值作为校准结果，则：

$$u_{f_1}=\frac{0.097}{\sqrt{3}}=0.056\,\text{Hz}$$

C.3.2 水泥软练设备测量仪频率测量引入的标准不确定度 u_{f2}

水泥软练设备测量仪振动频率示值误差最大不超过±1.0%，从检定证书上看振动频率误差一般不超过±0.5%，则频率在 50Hz 的最大允许误差为±0.25Hz。估计其概率密度为均匀分布，取包含因子 $k=\sqrt{3}$，则

$$u_{f2}=\frac{0.25}{\sqrt{3}}=0.144\ \text{Hz}$$

C.4　合成标准不确定度

由于各分量彼此独立不相关，且灵敏度系数

$$c_{f_1}=\frac{\partial\delta}{\partial f_1}=1 \qquad c_{f2}=\frac{\partial\delta}{\partial f_2}=-1$$

所以合成标准不确定度可按下式得到：

$$u_c\ (f)=\sqrt{{u_{f_1}}^2+{u_{f2}}^2}=0.15\text{Hz}$$

C.5　扩展不确定度的评定

取包含因子 k=2，则扩展不确定度为：

$$U=ku_c(f)=2\times0.15=0.3\text{Hz}$$

振动台频率校准结果扩展不确定度 U =0.3Hz　k=2。

附录 D

混凝土试验用振动台校准原始记录格式

客户名称_____器具名称_____ 型号/规格_____准确度等级_____
制造单位_____出厂编号_____器具接收日期_____年____月____日
校准依据_____客户联络信息_____温度_____℃ 湿度____%RH
标准器名称_____标准器型号及编号_____
标准器不确定度或准确度等级或最大允许误差_____
标准器溯源机构及证书编号及有效期_____
证书编号_____校准地点_____
校准员_____校准日期_____年___月___日 核验员_____核验日期_____年___月___日

<table>
<tr><td>序号</td><td>校准项目</td><td colspan="5">校准结果</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">启动时间
s</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">2</td><td>3</td><td>最大值</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">余振时间
s</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">2</td><td>3</td><td>最大值</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">空载时台面中心点垂直振幅峰值
mm</td><td>A_1</td><td colspan="2">A_2</td><td>A_3</td><td>平均值</td><td>校准不确定度
U （k=2）</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">空载时台面四个区域中心位置振幅峰值
mm</td><td colspan="2">b</td><td colspan="2">c</td><td>d</td><td>e</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>台面振幅均匀度
%</td><td colspan="3"></td><td colspan="3">校准不确定度 U （k=2）：</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">频率
Hz</td><td>1</td><td colspan="2">2</td><td>3</td><td>平均值</td><td>校准不确定度
U （k=2）</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

附录 E

混凝土试验用振动台校准证书内页格式

序号	校准项目	校准结果
1	启动时间 s	
2	余振时间 s	
3	空载时台面中心点垂直振幅 mm	；U=　　（k=2）
4	台面振幅均匀度 %	；U=　　（k=2）
5	频率 Hz	；U=　　（k=2）