

天津市地方计量技术规范

JJF(津)116-2024

混凝土试验用振动台校准规范

Calibration Specification for Vibrating

Table for Concrete Test

2024-03-30发布

2024-06-30实施

天津市市场监督管理委员会 发布

混凝土试验用振动台校准规范

Calibration Specification for
Vibrating Table for Concrete Test

JJF(津) 116-2024

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市交通科学研究院

天津市交通运输综合行政执法总队工程质量安全支队

参加起草单位：天津交科检测科技有限公司

中交一公局第六工程有限公司

本规范委托天津市交通科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

王伟广（天津市交通运输综合行政执法总队工程质量安全支队）

战蕾宇（天津市交通科学研究院）

李玉波（天津市交通科学研究院）

满 伟（天津市交通运输综合行政执法总队工程质量安全支队）

高 权（天津市交通运输综合行政执法总队工程质量安全支队）

参加起草人：

李学琳（天津交科检测科技有限公司）

曾凡姣（天津市交通科学研究院）

王思丹（天津市交通科学研究院）

陶耀华（中交一公局第六工程有限公司）

于 康（中交一公局第六工程有限公司）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语.....	(1)
3.1 中心点垂直振幅.....	(1)
3.2 台面振幅不均匀度.....	(1)
3.3 台面中心点垂直振幅比.....	(1)
3.4 侧向水平振幅.....	(1)
4 概述.....	(2)
5 计量特性.....	(2)
5.1 振动频率.....	(2)
5.2 振幅.....	(2)
5.3 台面平整度.....	(2)
5.4 噪声.....	(2)
6 校准条件.....	(3)
6.1 环境条件.....	(3)
6.2 校准用计量器具及技术要求.....	(3)
7 校准项目及校准方法.....	(3)
7.1 振动频率.....	(3)
7.2 振幅.....	(3)
7.3 台面平整度.....	(5)
7.4 噪声.....	(5)
8 校准结果表达.....	(6)
9 复校时间间隔.....	(6)
附录 A 混凝土试验用振动台记录参考格式.....	(7)
附录 B 校准证书内页格式.....	(9)
附录 C 混凝土试验用振动台测量结果不确定度评定分析.....	(10)
附录 D 校准结果表达.....	(14)

引 言

本规范以 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》为基础性系列规范进行编写。

本规范根据国家标准 GB/T 50081 《混凝土物理力学性能试验方法标准》和行业标准 JG/T 245 《混凝土试验用振动台》编制而成。

本规范为首次发布。

混凝土试验用振动台校准规范

1 范围

本规范适用于台面尺寸为 600mm×300mm(代号为 600)、800mm×600mm(代号为 800)、1000mm×1000mm(代号为 1000)的混凝土试验用振动台(以下简称振动台)的校准,其它规格的振动台可参照执行。

2 引用文件

本规范引用下列文件:

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

GB/T 50081-2019 混凝土物理力学性能试验方法标准

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 中心点垂直振幅

空载条件下,振动台面中心点在垂直方向上的位移。

3.2 台面振幅不均匀度

空载条件下,振动台面上其余 8 个测量点的垂直振幅最大值与中心点垂直振幅之比。

3.3 台面中心点垂直振幅比

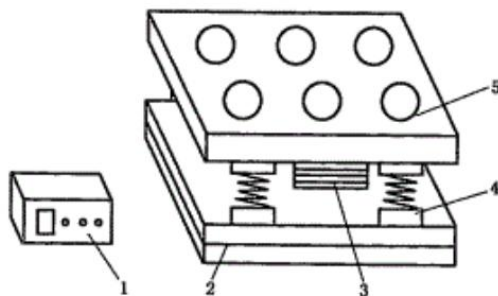
满载条件下中心点的垂直振幅与空载条件下中心点的垂直振幅(3.1)之比。

3.4 侧向水平振幅

空载条件下,振动台四个侧面中心位置水平方向上的最大位移。

4 概述

振动台是用于混凝土试件成型振实的主要设备。它由控制系统、支架、悬挂式单轴激振器、弹簧和台面等组成，其结构示意图如图 1 所示：



1—控制系统；2—支架；3—悬挂式单轴激振器；4—弹簧；5—台面

图 1 振动台结构示意图

5 计量特性

5.1 振动频率

空载条件下，振动频率应为 (50 ± 2) Hz。

5.2 振幅

5.2.1 台面中心点垂直振幅

在空载条件下，振动台面中心点的垂直振幅应为 (0.50 ± 0.02) mm。

5.2.2 台面振幅不均匀度

在空载条件下，振动台面振幅不均匀度不应大于10%。

5.2.3 台面中心点垂直振幅比

振动台面中心点的垂直振幅之比不应小于0.7。

5.2.4 侧向水平振幅

在空载条件下，振动台侧向水平振幅不应大于0.1mm。

5.3 台面平整度

台面平整度误差不应大于0.3mm。

5.4 噪声

在振动台空载条件下,噪声声压级不大于 80dB (A)。

注:上述计量特性不用于合格性判定,仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度: $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$; 相对湿度: $\leq 80\%$; 室内环境清洁、光线充足、无腐蚀性气体和振动干扰。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 水泥软练设备测量仪

频率: $(20 \sim 100) \text{ Hz}$, MPE: $\pm 1\%$;

振动位移: $(0.100 \sim 1.000) \text{ mm}$, MPE: $\pm 1.5\%$ 。

6.2.2 刀口尺: MPEV: $1.0 \mu\text{m}$ 。

6.2.3 塞尺: $(0.02 \sim 1.00) \text{ mm}$, MPE: $\pm (0.005 \sim 0.016) \text{ mm}$ 。

6.2.4 声级计: $(35 \sim 130) \text{ dB(A)}$, 2 级。

注:允许使用满足测量不确定度要求的其他测量器具。

7 校准项目及校准方法

检查外观并通过空载运行试验,在确定没有影响计量特性的因素后再进行校准。

7.1 振动频率

在空载条件下,将水泥软练设备测量仪探头置于振动台面中心位置处,启动振动台,待振动平稳后,记录水泥软练设备测量仪的振动频率值。重复测量3次,计算其算术平均值作为振动频率的校准结果。

7.2 振幅

7.2.1 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探头置于振动台面中心位置处,启动振动台,待振动平稳后,记录水泥软练设备测量仪的振幅值。重复测量3次,计算其算术平均值作为台面中心点垂直振幅的校准结果。

7.2.2 台面振幅不均匀度

在空载条件下，将水泥软练设备测量仪探头与振动台面上八个测量点依次连接，启动振动台，待振动平稳后，分别记录测量8个点的垂直振幅，测量点分布如图2所示。

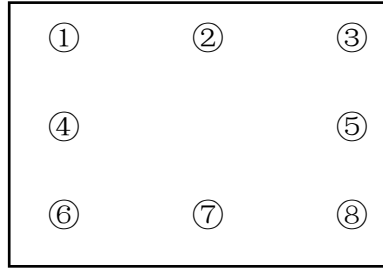


图2 测量点的选择示意图

振动台面振幅不均匀度 N 按 (1) 式计算：

$$N = \frac{|\Delta A_{\max}|}{A} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

N —台面振幅不均匀度，%；

$|\Delta A_{\max}|$ —各点振幅与台面中心点垂直振幅（7.2.1）的最大偏差绝对值，mm；

A —台面中心点垂直振幅，mm。

7.2.3 台面中心点垂直振幅比

在满载条件下，将水泥软练设备测量仪探头置于振动台面中心位置处，启动振动台，待振动平稳后，记录水泥软练设备测量仪的振幅值，重复测量3次，计算其算术平均值作为台面中心点满载时的垂直振幅。中心点满载的垂直振幅与台面中心点垂直振幅（7.2.1）之比，即为台面中心点垂直振幅比。

注：

1. 台面尺寸为 600mm × 300mm 振动台的满载负荷(额定组数)为 150mm 立方体试模一组(3块满装混凝土拌合物)；

2. 台面尺寸为 800mm × 600mm 振动台的满载负荷(额定组数)为 150mm 立方体试模两组(6块满装混凝土拌合物)；

3. 台面尺寸为 1000mm × 1000mm 振动台的满载负荷(额定组数)为 150mm 立方体试模三组(9块满装混凝土拌合物)；

4. 其他规格型号的振动台根据实际使用情况参考上述条件执行。

台面中心点垂直振幅比按公式 (2) 计算

$$S = \frac{A_f}{A_e} \quad (2)$$

式中：

S —台面中心点垂直振幅比；

A_f —满载条件下台面中心点的垂直振幅，mm；

A_e —台面中心点垂直振幅，mm。

7.2.4 侧向水平振幅

在空载条件下，将水泥软练设备测量仪探头依次与振动台四个侧面中心位置连接，启动振动台，待振动平稳后，记录水泥软练设备测量仪的侧向水平振幅值，取最大值作为侧向水平振幅的校准结果。

7.3 台面平整度

依次在振动台面的试模固定位置分别用刀口尺紧靠台面，再用塞尺测量刀口尺与台面之间的间隙，取塞尺能通过的最大厚度作为台面平整度的校准结果。

7.4 噪声

在振动台空载条件下，相距振动台边缘 1m，离地面高 1.2m 处，用声级计（A 计权）分别校准环境背景噪声和振动台正常运转时的噪声。在台面四周各测一次，先测环境背景噪声，后测振动台正常运转时的噪声，若测量结果两者相差小于 6dB（A）时，应重新选择测量条件；当两者之差大于等于 6dB（A）时测量结果按表 2 进行修正。振动台 A 计权平均声压级按式（3）计算：

$$L_p = \frac{\sum_{i=1}^n (L_{pi} - K_{li})}{n} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

L_p —A 计权平均声压级，dB(A)；

L_{pi} —第 i 点 A 计数声压级，dB(A)；

K_{li} —第 i 点的背景噪声修正值，见表 2；

n —测量点数。

表 2 背景噪声修正表

测量噪声与背景噪声之差/ dB(A)	(6~8)	(9~10)	(>10)
修正值	1.0	0.5	0

8 校准结果表达

应对经校准的混凝土试验用振动台出具校准证书或校准报告，内容详见附录 D。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，为了确保混凝土试验用振动台在其规定的技术性能下使用，建议不超过 1 年。

附录 A

混凝土试验用振动台校准记录参考格式

证书编号：

样品 信息	委托单位			
	样品名称		出厂编号	
	准确度等级		型号/规格	
	样品来源	<input type="checkbox"/> 送样 <input type="checkbox"/> 现场 <input type="checkbox"/> 其他		测量范围
	样品接收时间	年 月 日	生产厂家	
检定/校准依据				
本次检定/校准所使用 的主要计量器具		名称	编号	溯源有效性
				<input type="checkbox"/> 满足 <input type="checkbox"/> 不满足
				<input type="checkbox"/> 满足 <input type="checkbox"/> 不满足
				<input type="checkbox"/> 满足 <input type="checkbox"/> 不满足
				<input type="checkbox"/> 满足 <input type="checkbox"/> 不满足
		使用前状态是否正常： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 情况说明： 使用后状态是否正常： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 情况说明：		
环境 条件	测量地点			
	测量时间	年 月 日	温度/℃	
	其 他		湿度/%RH	

第 页 共 页

检定/校准项目		技术要求	校准结果					
			1	2	3	结果	$U, k=2$	
空载振动频率/Hz		50 ± 2				平均值		
振 幅	空载中心点垂直 振幅/mm	0.50 ± 0.02				平均值		
	满载中心点垂直 振幅/mm	/				平均值		
	满载与空载中心 垂直振幅比	≥ 0.7						
	空载台面振幅不 均匀度/%	$\leq 10\%$	A_i					
			N					
侧向水平振幅/mm	≤ 0.1	1	2	3	4	最大值		
台面平整度/mm		< 0.3				最大值		
噪 声	/	/	1	2	3	4	平均值	
	环境噪声/dB(A)							
	工作 噪声 /dB(A)	实测值	≤ 80					
	修正值							
结 论								
备 注								
检定/校准人员					核验人员			

附录 B

校准证书内页格式

校准项目	校准结果	$U, k=2$
空载振动频率/Hz		
空载中心点垂直振幅/mm		
台面中心点垂直振幅比		
空载台面振幅不均匀度/%		
侧向水平振幅/mm		
台面平整度/mm		
噪声/dB(A)		

附录 C

混凝土试验用振动台测量结果不确定度评定分析

C.1 概述

C.1.1 测量标准

水泥软练设备测量仪。

频率：（20~100）Hz，MPE：±1%；

振动位移：（0.100~1.000）mm，MPE：±1.5%。

C.1.2 校准依据

JJF(津)116 - 2024《混凝土试验用振动台校准规范》。

C.1.3 环境条件

温度：（20±5）℃；相对湿度：≤80%。

其他条件：室内应保持清洁、无腐蚀性气体、无电磁场、无振动或其他干扰源。

C.1.4 测量对象

混凝土试验用振动台。

C.1.5 测量过程

按照校准规范要求，用水泥软练设备测量仪对混凝土试验用振动台的振动频率和中心点垂直振幅进行校准；重复测量3次，分别计算其算术平均值作为振动频率和中心点垂直振幅的校准结果。

C.2 混凝土试验用振动台振动频率的不确定度评定分析

C.2.1 测量模型

$$H = h \quad (\text{C.1})$$

式中：

H —混凝土试验用振动台的振动频率，Hz；

h —水泥软练设备测量仪三次振动频率示值的算术平均值，Hz。

C.2.2 方差和灵敏系数

方差：

$$u_c^2(H) = c^2 u^2(h) \quad (\text{C.2})$$

灵敏系数:

$$c = \frac{\partial H}{\partial h} = 1 \quad (\text{C.3})$$

C.2.3 标准不确定度评定

C.2.3.1 实测值重复性引入的标准不确定度 $u_1(h)$

因为振动频率是 3 次测量的算术平均值, 故实测值重复性引入了不确定度。在相同条件下对某振动台的振动频率进行 10 次重复测量, 测量数据见表 C.1。

表 C.1 振动频率测量数据

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
振动频率 (Hz)	49.57	49.87	49.65	49.71	49.81	49.86	49.94	49.93	49.93	49.84

由测量数据计算单次实验标准偏差为:

$$s(h) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n-1}} = 0.13\text{Hz} \quad (\text{C.4})$$

实际工作时以 3 次测量的算术平均值作为校准结果, 故实测值重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_1(h) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.08\text{Hz} \quad (\text{C.5})$$

C.2.3.2 水泥软练设备测量仪最大允许误差引入的标准不确定度 $u_2(h)$

水泥软练设备测量仪振动频率的最大允许误差为 $\pm 1\%$, 按均匀分布处理, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则:

$$u_2(h) = 50 \times 1\% / \sqrt{3} = 0.29\text{Hz} \quad (\text{C.6})$$

C.2.3.3 标准不确定度汇总

表 C.2 振动频率标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u_i(h)$	不确定度来源	标准不确定度	c_i	$ c_i u(x_i)$
$u_1(h)$	测量重复性引入	0.08Hz	1	0.08Hz
$u_2(h)$	水泥软练设备测量仪的最大允许误差引入	0.29Hz	1	0.29Hz

C. 2. 4 合成标准不确定度 $u_c(H)$

输入量 $u_1(h)$ 、 $u_2(h)$ 彼此独立不相关，故振动台振动频率合成标准不确定度为：

$$u_c(H) = \sqrt{u_1^2(h) + u_2^2(h)} = 0.30\text{Hz} \quad (\text{C. 7})$$

C. 2. 5 扩展不确定度 U

取包含因子 $k = 2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c(H) = 0.60\text{Hz} \quad (\text{C. 8})$$

C. 3 垂直振幅示值误差测量结果的不确定度评定示例

C. 3. 1 测量模型

$$A = a \quad (\text{C. 9})$$

式中：

A — 振动台台面中心点垂直振幅，mm；

a — 水泥软练设备测量仪 3 次振幅示值的算数平均值，mm。

C. 3. 2 方差和灵敏系数

方差：

$$u_c^2(A) = c^2 u^2(a) \quad (\text{C. 10})$$

灵敏系数：

$$c = \frac{\partial A}{\partial a} = 1 \quad (\text{C. 11})$$

C. 3. 3 标准不确定度评定

C. 3. 3. 1 实测值重复性引入的标准不确定度 $u_1(A)$

因为振动台台面中心点垂直振幅是 3 次测量的算术平均值，故实测值重复性引入了不确定度。在相同条件下对某振动台台面中心点垂直振幅进行 10 次重复测量，测量数据见表 C. 3。

表 C. 3 振动台台面中心点垂直振幅测量数据

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
振幅 (mm)	0.502	0.504	0.503	0.503	0.502	0.503	0.503	0.502	0.502	0.504

由测量数据计算单次实验标准偏差为：

$$s(a) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n-1}} = 0.0008\text{mm} \quad (\text{C. 12})$$

实际工作时以 3 次测量的算术平均值作为校准结果, 故实测值重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_1(a) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.0015\text{mm} \quad (\text{C. 13})$$

C. 3. 3. 2 标准器引入的标准不确定度 $u_2(A)$

水泥软练设备测量仪振幅的最大允许误差为 $\pm 1.5\%$, 按均匀分布处理, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则:

$$u_2(a) = 0.5 \times 1.5\% / \sqrt{3} = 0.0044\text{mm} \quad (\text{C. 14})$$

C. 3. 3. 3 标准不确定度汇总

表 C. 4 台面中心点垂直振幅标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u_i(a)$	不确定度来源	标准不确定度	c_i	$ c_i u(x_i)$
$u_1(a)$	测量重复性引入	0.0015Hz	1	0.0015Hz
$u_2(a)$	水泥软练设备测量仪的最大允许误差引入	0.0044Hz	1	0.0044Hz

C. 3. 4 合成标准不确定度 $u_c(T)$

输入量 $u_1(a)$ 、 $u_2(a)$ 彼此独立不相关, 故振动台台面中心点垂直振幅合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.0047\text{mm} \quad (\text{C. 15})$$

C. 3. 5 扩展不确定度 U

取包含因子 $k = 2$, 则扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c = 0.010\text{mm} \quad (\text{C. 16})$$

附录 D

校准结果表达

校准证书的内容应排列有序、格式清晰，至少应包括以下内容：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 进行校准的地点；
- c) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- d) 委托方名称和地址；
- e) 被校对象的描述和明确标识；
- f) 收样、校准及证书签发日期；
- g) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- h) 校准环境的描述；
- i) 本次校准用设备的溯源性及有效性说明；
- j) 校准项目、校准结果以及测量不确定度的说明；
- k) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- l) 校准人员及核验人员的签名或其他有效标识。

