JJF

# 陕 西 省 地 方 计 量 技 术 规 范

JJF（陕）XXX－2021

# 混凝土试验用振动台校准规范

Calibration Specification for Vibrating Table of Concrete Test

（报批稿）

2021－XX－XX 发布　　2021－XX－XX 实施

陕 西 省 市 场 监 督 管 理 局 发 布

# 混凝土试验用振实台校准规范

**Calibration Specification for Vibrating Table of Concret Test**

JJF（陕）XXX－2021
代替 JJG（陕）02-2007

归 口 单 位：陕西省市场监督管理局

主要起草单位：宝鸡市质量技术检验检测中心

陕西省计量科学研究院

参加起草单位：陕西波特兰电子科技有限责任公司

本规范由陕西省市场监督管理局负责解释

**本规范主要起草人：**

张林祥（宝鸡市质量技术检验检测中心）

郭成东（宝鸡市质量技术检验检测中心）

周东峰（陕西省计量科学研究院）

**参加起草人：**

王　康（宝鸡市质量技术检验检测中心）

张　锐（宝鸡市质量技术检验检测中心）

肖　莉（宝鸡市质量技术检验检测中心）

贺西京（陕西波特兰电子科技有限责任公司）

# 目　　录

引言.....（Ⅱ）
1 范围.....（1）
2 引用文件.....（1）
3 概述.....（1）
4 计量特性.....（1）
4.1 振动频率.....（1）
4.2 台面中心点垂直振幅 .....（1）
4.3 台面振幅的不均匀度.....（1）
4.4 台面中心点垂直振幅比.....（1）
4.5 水平侧向振幅.....（1）
4.6 台盘平面度.....（1）
5 校准条件.....（1）
5.1 环境条件.....（1）
5.2 测量标准及其他设备.....（2）
6 校准项目和校准方法.....（2）
7 校准结果表达.....（3）
8 复校时间间隔.....（4）
附录A 校准原始记录（推荐）格式.....（5）
附录B 校准证书内容及内页格式.....（6）
附录C.1 混凝土试验用振动台振动频率的不确定度评定示例.....（8）
附录C.2 混凝土试验用振动台台面中心点垂直振幅的不确定度评定示例.....（10）

# 引　　言

本规范依据 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》等基础性系列规范文件进行制定。

本规范是对 JJG（陕）02—2007《混凝土试验用振动台》的修订，与 JJG（陕）02—2007《混凝土试验用振动台》相比，除编辑性修改外，主要变化如下：

——修改了振动频率的计量特性；

——修改了台面中心点垂直振幅的计量特性；

——修改了台面振幅不均匀度的计量特性；

——修改了校准用标准器的要求；

——修改了校准环境条件；

——增加了台面中心点的垂直振幅比的计量特性；

——增加了台面振幅不均匀度测量点示意图；

——删除了双轴式振动台，仅保留悬挂式单轴振动台；

——删除了振动台台面尺寸的检定项目；

——删除了振动台启动和余振时间的检定项目。

# 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（以下简称为振动台）的校准。

## 2　引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 974—2002 水泥软练设备测量仪检定规程

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

振动台是用于振动成型混合物试件的试验设备。其结构示意如图 1 所示：

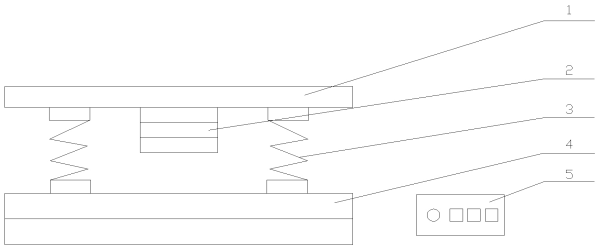



图 1　振动台基本结构示意图

1—台面；2—悬挂式单轴激振器；3—弹簧；4—底座；5—控制系统。

## 4　计量特性

4.1　空载条件下，振动频率 50Hz，MPE：±2Hz。

4.2　空载条件下，台面中心点垂直振幅 0.5mm，MPE：±0.02mm。

4.3　空载条件下，台面振幅不均匀度应不大于 10%。

4.4　满载与空载时，台面中心点的垂直振幅之比不小于 0.7。

4.5　水平侧向振幅应不大于 0.1mm。

4.6　台面平面度误差应不大于 0.3mm。

注：校准不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

## 5　校准条件

5.1　环境条件

环境温度：（5～40）℃；相对湿度：不大于80%；室内环境清洁、光线充足、无腐蚀性气体和振动干扰。

5.2　测量标准及其他设备：

5.2.1　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%。

5.2.2　刀口尺：200mm，MPEs：2.0μm。

5.2.3　塞尺：（0.02～1.00）mm，MPE：±（0.005～0.016）mm。

注：允许使用满足测量不确定度要求的其他设备。

## 6　校准项目和校准方法

校准前，首先对振动台的外观及各部分相互作用进行检查，确定没有影响计量特性的因素后再进行校准。

6.1　校准方法

6.1.1 振动频率

在空载条件下，将磁性吸座刚性连接于加速度计上，再将加速度计置于振动台面中心位置处，把加速度计的输出端通过连线接至水泥软练设备测量仪的输入端。开启水泥软练设备测量仪，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。

6.1.2　台面中心点垂直振幅

按6.1.1测量方法进行操作，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。

6.1.3　台面振幅不均匀度

按6.1.1测量方法，测量台面9个点的垂直振幅，测量点分布如图2所示。

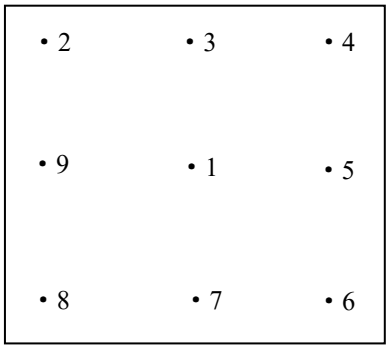



图2　测量点的选择示意图

台面振幅不均匀度按公式（1）计算：

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

式中：$N$——台面振幅不均匀度，%；

$|\Delta A|_{\max}$——测量中各点振幅与台面中心点振幅的最大偏差，mm；

$A$——测量中台面中心振幅，mm。

6.1.4　台面中心点垂直振幅比

按 6.1.1 测量方法，在满载条件下记录台面中心点处的垂直振幅（当中心点有试模时，将加速度计紧靠试模安放），中心点满载的垂直振幅与空载的垂直振幅之比，即为台面中心点垂直振幅比。

注：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）；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）；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）。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：

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

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附近处的垂直振幅，mm；

$A_e$——空载条件下台面中心点垂直振幅，mm。

6.1.5　水平侧向振幅

按 6.1.1 测量方法，将加速度计置于振动台四个侧面中间位置处进行水平侧向振幅的测量，取最大值作为水平侧向振幅的校准结果。

6.1.6　台面平面度

在台面上选择不少于三处测量位置，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，塞尺能通过的最大厚度作为台面平面度的校准结果。

## 7　校准结果表达

经校准的振动台发给校准证书，校准结果应在校准证书上反映。校准证书内容及内页格式（参考）见附录 B。

## 8 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 12 个月。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、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：校准原始记录（推荐）格式

# 混凝土试验用振动台校准记录格式

送校单位：_____样品接收日期：_____客户地址：_____记录编号：_____

生产厂家：_____规格型号：_____出厂编号：_____校准依据：_____

校准地点：_____ 温　　度：_____湿　　度：_____

主要计量标准器

| 名称及编号 | 型号/规格 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 溯源单位名称及证书编号 | 有效期至 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

| 校准项目 | 技术要求 | | 校准结果 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 平均值 |
| 振动频率（空载） | 50Hz，MPE：±2Hz | | | | | |
| 台面中心点垂直振幅（空载） | 0.5mm，MPE：±0.02mm | | | | | |
| 台面振幅不均匀度（空载）<br>·2 ·3 ·4<br>·9 ·1 ·5<br>·8 ·7 ·6 | ≤10% | $A_i$ | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | $N$ | | | | |
| 台面中心点垂直振幅比 | ＞0.7 | $A$（空载） | | | | |
| | | $A$（满载） | | | | |
| | | $S$ | | | | |
| 水平侧向振幅 | ＜0.1mm | 1 | | | | |
| | | 2 | | | | |
| | | 3 | | | | |
| | | 4 | | | | |
| | | $A_{max}$ | | | | |
| 台面平面度 | ＜0.3mm | | | | | |

振动台台面中心点垂直振幅（空载）校准结果不确定度：_____

振动台振动频率（空载）校准结果不确定度：_____

校准员：_____核验员：_____ 校准日期：_____年_____月_____日

# 附录 B:

## 校准证书内容及内页格式

B.1　校准证书应至少包括以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室的名称和地址；

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）送校单位的名称；

f）被校对象的描述和明确标识；

g）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；

h）如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i）校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j）本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k）校准环境的描述；

l）校准结果及测量不确定度的说明；

m）对校准规范的偏离的说明；

n）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o）校准结果仅对校准对象有效的声明；

p）未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

B.2　校准证书内页格式（参考）：

| 证书编号：XXXX-XXXX<br>校准结果 | |
|---|---|
| 校准项目 | 校准结果 |
| 振动频率（空载）/Hz | |
| 台面中心点垂直振幅（空载）/mm | |
| 台面振幅不均匀度（空载） | |
| 台面中心点垂直振幅比 | |
| 水平侧向振幅/mm | |
| 台面平面度/mm | |

振动台台面中心点垂直振幅（空载）校准结果的不确定度：_____

振动台振动频率（空载）校准结果的不确定度：_____

# 附录 C.1

## 混凝土试验用振动台振动频率的不确定度评定示例

在校准项目中，振动频率是混凝土试验用振动台的关键参数。本附录以“振动频率”校准结果为例给出了不确定度评定示例。

C.1.1 **测量依据：**混凝土试验用振动台校准规范。

C.1.2 **测量对象：**振动台振动频率。

C.1.3 **测量方法：**按照 6.1.1 方法，选用振动频率最大允许误差为±1%的水泥软练设备测量仪对振动台振动频率进行校准；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。

C.1.4 **数学模型及灵敏系数：**

数学模型：

$$F = f \tag{C.1.1}$$

灵敏系数：

$$c(f) = \frac{\partial F}{\partial f} = 1 \tag{C.1.2}$$

式中：$F$——振动台振动频率，Hz；

$f$——水泥软练设备测量仪 3 次振动频率示值的算术平均值，Hz。

C.1.5 **各输入量标准不确定度汇总表：**

C.1.5.1 **实测值重复性引入的标准不确定度$u_1(f)$**

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，测得结果如下（Hz）：

| 校准次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 实测值 | 49.6 | 49.9 | 49.7 | 50.0 | 49.8 | 49.9 | 50.0 | 49.7 | 49.6 | 49.9 | 49.8 |

由测量数据计算单次试验标准偏差：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(f_i - \overline{f})^2}{n-1}} = 0.15(\mathrm{Hz}) \tag{C.1.3}$$

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：

$$u_1(f)=\frac{s}{\sqrt{3}}=0.09(\mathrm{Hz}) \qquad (C.1.4)$$

### C.1.5.2 水泥软练设备测量仪最大允许误差引入的标准不确定度$u_2(f)$

水泥软练设备测量仪振动频率的最大允许误差为±1%，按均匀分布，则：

$$u_2(f)=\frac{49.8\times1\%}{\sqrt{3}}=0.29(\mathrm{Hz}) \qquad (C.1.5)$$

标准不确定度汇总表：

| 标准不确定度分量$u_i(x)$ | 不确定度来源 | 标准不确定值$u_i(x)$ | $c_i$ | $\lvert c_i\rvert\cdot u_i(x)$ |
|---|---|---|---|---|
| $u_1(f)$ | 测量重复性引入 | 0.09Hz | 1 | 0.09Hz |
| $u_2(f)$ | 水泥软练设备测量仪的最大允许误差引入 | 0.29Hz | 1 | 0.29Hz |

### C.1.6 合成标准不确定度$u_c$

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

$$u_c=\sqrt{u_1^2(f)+u_2^2(f)}=0.30(\mathrm{Hz}) \qquad (C.1.6)$$

### C.1.7 扩展不确定度

振动台振动频率的扩展不确定度应为：

$$U=k\cdot u_c=0.6(\mathrm{Hz}),k=2 \qquad (C.1.7)$$

# 附录 C.2

## 混凝土试验用振动台台面中心点垂直振幅的不确定度评定示例

本附录以“混凝土试验用振动台台面中心点垂直振幅”校准结果为例给出了不确定度评定示例。

C.2.1 **测量依据：**混凝土试验用振动台校准规范。

C.2.2 **测量对象：**振动台台面中心点垂直振幅。

C.2.3 **测量方法：**按照 6.1.1 方法，选用振动位移最大允许误差为±1.5%的水泥软练设备测量仪对振动台台面中心点垂直振幅进行校准；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。

C.2.4 **数学模型及灵敏系数：**

数学模型：

$$A = a \tag{C.2.1}$$

灵敏系数：

$$c(a) = \frac{\partial A}{\partial a} = 1 \tag{C.2.2}$$

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 次振幅示值的算术平均值，mm。

C.2.5 **各输入量标准不确定度汇总表：**

C.2.5.1 **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，测得结果如下（mm）：

| 校准次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 实测值 | 0.504 | 0.503 | 0.502 | 0.503 | 0.502 | 0.502 | 0.503 | 0.503 | 0.502 | 0.504 | 0.503 |

由测量数据计算单次试验标准偏差：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(a_i - \bar{a}\right)^2}{n-1}} = 0.0008(\text{mm}) \tag{C.2.3}$$

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：

$$u_1(a)=\frac{s}{\sqrt{3}}=0.0005(\text{mm}) \qquad (C.2.4)$$

### C.2.5.2 水泥软练设备测量仪最大允许误差引入的标准不确定度$u_2(a)$

水泥软练设备测量仪振幅的最大允许误差为±1.5%，按均匀分布，则：

$$u_2(a)=\frac{0.503\times1.5\%}{\sqrt{3}}=0.0044(\text{mm}) \qquad (C.2.5)$$

标准不确定度汇总表：

| 标准不确定度分量$u_i(x)$ | 不确定度来源 | 标准不确定值$u_i(x)$ | $c_i$ | $\lvert c_i\rvert\cdot u_i(x)$ |
|---|---|---|---|---|
| $u_1(a)$ | 测量重复性引入 | 0.0005mm | 1 | 0.0005mm |
| $u_2(a)$ | 水泥软练设备测量仪的最大允许误差引入 | 0.0044mm | 1 | 0.0044mm |

### C.2.6 合成标准不确定度$u_c$

因输入量$u_1(a)$、$u_2(a)$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：

$$u_c=\sqrt{u_1^2(a)+u_2^2(a)}=0.0044(\text{mm}) \qquad (C.2.6)$$

### C.2.7 扩展不确定度$U$

振动台台面中心点垂直振幅的扩展不确定度应为：

$$U=k\cdot u_c=0.009(\text{mm}),k=2 \qquad (C.2.7)$$