



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF × × × × — 202 ×

软弱颗粒试验仪校准规范

Calibration Specification for Soft Particle Testing Device

(征求意见稿)

202 × - × × - × × 发布

202 × - × × - × × 实施

国家市场监督管理总局 发布

软弱颗粒试验仪校准规范

Calibration Specification for Soft
Particle Testing Device

JJF××××—202×

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：浙江交科工程检测有限公司

金华市交通工程管理中心

新昌县公路与运输管理中心

参加起草单位：浙江省计量科学研究院

福建省交通科研院有限公司

本规程委托全国公路专用计量器具计量技术委员会负责解释

主要起草人：

杨志煜（浙江交科工程检测有限公司）

汪继文（金华市交通工程管理中心）

陈春心（新昌县公路与运输管理中心）

参加起草人：

王 凯（浙江省计量科学研究院）

张建山（福建省交通科研院有限公司）

孙爱明（浙江交科工程检测有限公司）

陈 魁（福建省交通科研院有限公司）

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
4.1 零点漂移	2
4.2 示值相对误差	2
4.3 示值重复性	2
4.4 位移行程量	2
5 校准条件	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	2
6.1 零点漂移	2
6.2 示值相对误差	3
6.3 示值重复性	3
6.4 位移行程量	3
7 校准结果表达	4
8 复校时间间隔	4
附录 A 软弱颗粒试验仪校准记录参考格式	5
附录 B 软弱颗粒试验仪校准证书内页参考格式	6
附录 C 软弱颗粒试验仪示值相对误差的不确定度评定示例	7
附录 D 软弱颗粒试验仪位移行程量的不确定度评定示例	8

引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本校准规范制定工作的基础性系列文件。

本规范参考 JJG139《拉力、压力和万能试验机检定规程》、JTG 3432-2024《公路工程集料试验规程》、JTS/T236-2019《水运工程混凝土试验检测技术规范》等相关技术文件。

本规范为首次制定。

软弱颗粒试验仪校准规范

1 范围

本规范适用于软弱颗粒试验仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG 139 拉力、压力和万能试验机检定规程

JTS/T236-2019 水运工程混凝土试验检测技术规范

JTG 3432-2024 公路工程集料试验规程

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

软弱颗粒试验仪用于粗集料软弱颗粒试验。软弱颗粒试验仪工作原理为：通过手摇柄或电动传动，使压头向下或向上移动，当压头触碰到被检测物体时产生相应的力，通过力值传感器在显示器中显示力值。

软弱颗粒试验仪（手动型）由手摇柄、压头、试料盘、工作台、底座、立柱、显示器等组成，结构示意图如图 1 所示；软弱颗粒试验仪（电动型）由传感器、立柱、试料盘、压头、摇柄、底座、电动控制器等组成；结构示意图分别如图 1、图 2 所示。

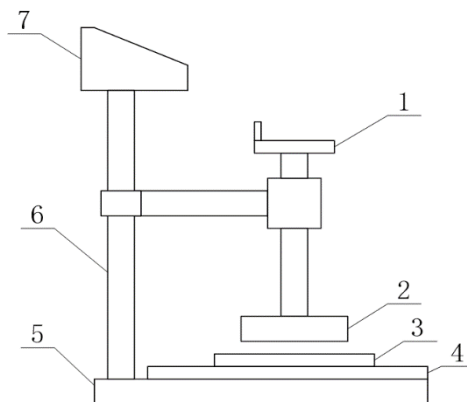


图 1 手动型软弱颗粒试验仪结构示意图

1. 手摇柄；2. 压头；3. 试料盘；4. 工作台；5. 底座；6. 立柱；7. 显示器

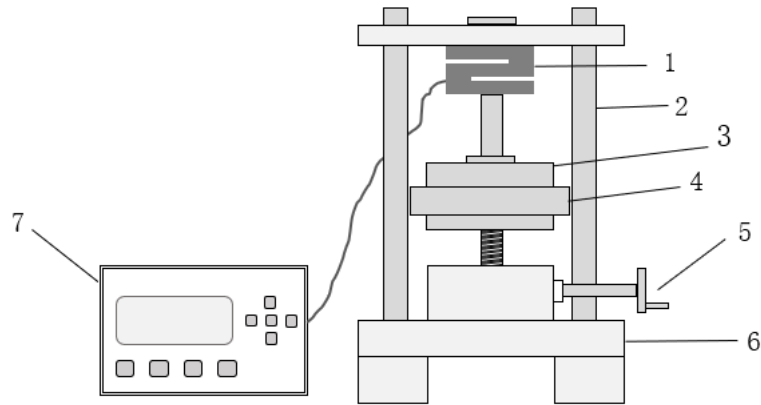


图 2 电动型软弱颗粒试验仪结构示意图

1. 传感器；2. 立柱；3. 试料盘；4. 压头；5. 摇柄；6. 底座；7. 电动控制器

4 计量特性

4.1 零点漂移

零点漂移的最大允许误差： $\pm 1\%$ 。

4.2 示值相对误差

示值相对误差不超过 $\pm 1\%$ 。

4.3 示值重复性

示值重复性不大于 1% 。

4.4 位移行程量

位移行程量不小于 50mm 。

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度： $(10\sim 35)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ 。

5.1.3 无影响仪器正常工作的机械振动。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 标准测力仪：测量范围 $(0\sim 1000)\text{ N}$ ，准确度等级 0.3 级；

5.2.2 钢直尺：测量范围 $(0\sim 300)\text{ mm}$ ，最大允许误差 $\pm 0.10\text{ mm}$ 。

6 校准项目和校准方法

校准前，首先对仪器进行功能检查，无明显异常后再开始校准。

6.1 零点漂移

试验仪预热后,调整好零点,观察 15min 内软弱颗粒试验仪零点示值变化量,按公式 (1) 计算零点漂移:

$$Z = \frac{F_{od}}{F_L} \times 100\% \quad (1)$$

式中: Z ——零点漂移, %;

F_{od} ——软弱颗粒试验仪零点示值变化量, N;

F_L ——软弱颗粒试验仪测量范围下限值, N。

注: 软弱颗粒试验仪测量范围的下限根据使用说明书确定, 如果使用说明书没有规定或规定不规范则使用分辨力 r 的倍数确定。

0.5 级测力传感器: $400 \times r$;

1 级测力传感器: $200 \times r$ 。

6.2 示值相对误差

将标准测力仪置于工作台与压头之间, 选取 150N、250N、340N 三个校准点 (可根据实际需求增加校准点), 以软弱颗粒试验仪的指示装置为准在标准测力仪上读取各校准点力值, 每个校准点重复进行三次, 计算每个校准点三次测量的算术平均值, 按公式 (2) 计算示值相对误差:

$$q = \frac{F_i - \bar{F}}{\bar{F}} \times 100\% \quad (2)$$

式中: q ——示值相对误差, %;

F_i ——递增力时, 被检软弱颗粒试验仪指示装置指示的力, N;

\bar{F} ——对同一力值点, F 三次测量的算术平均值, N。

6.3 示值重复性

在示值相对误差校准的同时进行, 按公式 (3) 计算示值重复性。

$$b = \frac{F_{imax} - F_{imin}}{\bar{F}_i} \times 100\% \quad (3)$$

式中: b ——示值重复性, %;

F_{imax} ——第 i 校准点 3 次测量力示值的最大值, N;

F_{imin} ——第 i 校准点 3 次测量力示值的最小值, N;

\bar{F}_i ——第 i 校准点 3 次测量力示值的算术平均值, N。

6.4 位移行程量

将软弱颗粒试验仪恢复到初始限位状态, 用钢直尺测量起点位移值, 旋转手摇柄或电动传动直至终点限位状态时停止, 用钢直尺测量终点位移值, 通过

两次位移值之差计算得到位移行程量。

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。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（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，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) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书和校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

校准记录参考格式见附录 A，校准证书内页参考格式见附录 B、示值相对误差测量结果的不确定度评定示例见附录 C。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 1 年。

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

软弱颗粒试验仪校准记录参考格式

送检单位						记录编号					
仪器名称						型号规格					
生产厂家						器具编号					
技术依据						校准日期					
环境条件	温度 (°C)		湿度 (%RH)		其他						
校准地点				校准员		核验员					
校准使用的计量标准器具/主要设备											
器具名称	出厂编号	测量范围		不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号	证书有效期至					
零点漂移				%							
最大试验力 (N)	校准点 (N)	试验仪示值 (N)			平均值 (N)	标准测力仪示值 (N)			平均值 (N)	相对误差 /%	重复性/%
		1	2	3		1	2	3			
位移行程量				初始限位值		终点限位值		测量结果			

扩展不确定度: _____

校准人:

核验人:

校准时间:

附录 B

软弱颗粒试验仪校准证书内页参考格式

序号	校准项目	校准结果
1	零点漂移	
2	示值相对误差	
3	示值重复性	
4	位移行程量	

扩展不确定度： _____

附录 C

软弱颗粒试验仪示值相对误差的不确定度评定示例

C.1 测量方法

软弱颗粒试验仪示值相对误差测量标准器选用测量范围为（100~1000）N，准确度等级为 0.3 级的标准测力仪，以 250N 测量点为例进行不确定度分析及评定。

C.2 测量模型

$$\Delta = F_2 - F_1$$

式中： Δ ——软弱颗粒试验仪的示值误差；

F_1 ——标准测力仪的读数；

F_2 ——软弱颗粒试验仪的读数

方差和灵敏系数：

$$u_c^2(\Delta) = c_1^2 u^2(F_2) + c_2^2 u^2(F_1)$$

$$c_1 = \frac{\partial \Delta}{\partial F_2} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta}{\partial F_1} = -1$$

C.3 标准不确定度来源

测量过程中软弱颗粒试验仪引入的不确定度，主要由测量重复性、分辨力组成（两者取大值）；标准测力仪引入的不确定度，可直接从溯源证书查知。

C.4 标准不确定度计算

C.4.1 测量重复性引入的不确定分量

用标准测力仪对软弱颗粒试验仪在 250N 处负荷进行测量，重复测量 10 次，测量值为：

251.0N、250.6N、250.6N、250.4N、250.8N、250.8N、250.4N、250.2N、250.4N、250.8N。

计算单次测量实验标准差

$$\bar{x} = 250.6\text{N}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.25\text{N}$$

取三次测量的平均值作为测量结果，则由重复性引入的不确定度分量为 $\frac{s}{\sqrt{3}}$ ，

由于由分辨力引入的不确定度小于重复性引入的不确定度，故：

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.145\text{N}$$

C.4.2 分辨力引入的不确定度分量

软弱颗粒试验仪的分辨力为 0.1N（手动、自动考虑），考虑均匀分布，以半区间计入，故：

$$u_2 = 0.0289\text{N}$$

由于由分辨力引入的不确定度小于重复性引入的不确定度，取大值故

$$u_1 = 0.145\text{N}$$

C.4.3 标准测力仪引入的不确定度分量 $u(F_1)$

由标准测力仪的检定证书得到 0.3 级标准测力仪的最大允许误差为 ±0.3%，考虑均匀分布，则 $a = 0.3\%$, $k = \sqrt{3}$ ，采用 B 类评定，其标准不确定度：

$$u(F_1) = 0.434\text{N}$$

C.5 合成标准不确定度

C.5.1 灵敏系数

由于各输入量彼此独立不相关，合成标准不确定度可表示为：

$$u_c(\delta) = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u^2(F_1)}$$

式中各灵敏系数分别为：

$$c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial F_2} = 1, c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial F_1} = -1$$

C. 5.2 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度	c_i
u_1	软弱颗粒试验仪测量重复性	0.145N	1
u_2	软弱颗粒试验仪分辨力	0.0289N	1
$u(F_1)$	标准测力仪自身引入	0.434N	-1

C. 5.3 合成标准不确定度的计算

以上分量独立不相关，根据合成标准不确定度公式，则：

$$u_c(\delta) = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u^2(F_1)} = 0.458\text{N}$$

C. 6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U = k u_c(\delta) = 0.9\text{N}$

相对扩展不确定度为： $U_{\text{rel}} = 0.4\%$

附录 D

软弱颗粒试验仪位移行程量的不确定度评定示例

D.1 测量方法

软弱颗粒试验仪的位移行程量用测量范围为（0~300）mm 的钢直尺进行测量，并对测量结果进行不确定度分析及评定。

D.2 测量模型

$$l = l_t$$

$$\text{灵敏系数: } \frac{\partial l}{\partial l_t} = 1$$

式中： l ——位移行程量测量结果；

l_t ——钢直尺测量值；

方差和灵敏系数：

$$u_c^2(l) = c^2 u^2(l_t)$$

$$c = \frac{\partial l}{\partial l_t} = 1$$

D.3 标准不确定度来源

位移行程量测量过程中，标准不确定度的来源主要由测量重复性、分辨力（两者取大值）、钢直尺的最大允许误差组成。

D.4 标准不确定度计算

D.4.1 测量重复性引入的不确定分量

用钢直尺对位移行程量重复测量 10 次，测量值为：

115.2mm、115.6mm、115.2mm、115.8mm、115.4mm、115.8mm、115.0mm、

115.6mm、115.2mm、115.8mm.

计算单次测量实验标准差

$$\bar{x} = 115.46\text{mm}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.299\text{mm}$$

取单次测量作为测量结果，则由重复性引入的不确定度分量为 s ，由于由分辨力引入的不确定度小于重复性引入的不确定度，故：

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.173\text{mm}$$

D. 4. 2 钢直尺引入的不确定度分量

由钢直尺的检定证书得到其最大允许误差为 $\pm 0.1\text{mm}$ ，考虑均匀分布，则 $a = 0.1\text{mm}$ ， $k = \sqrt{3}$ ，采用 B 类评定，其标准不确定度：

$$u_2 = 0.058\text{mm}$$

D. 5 合成标准不确定度

D. 5. 1 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度	c_i
u_1	测量重复性	0.173mm	1
u_2	钢直尺自身引入	0.058mm	1

D. 5. 2 合成标准不确定度的计算

以上分量独立不相关，根据合成标准不确定度公式，则：

$$u_c(l) = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2} = 0.49\text{mm}$$

D. 6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U = k u_c(l) = 1.0\text{mm}$