

JJF (皖)

# 安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 108—2021

## 路面材料强度试验仪校准规范

Calibration Specification for

Testing Apparatus for Pavement Material Strength

2021-07-29 发布

2021-09-01 实施

安徽省市场监督管理局 发布



# 路面材料强度试验仪校准规范

Calibration Specification for Testing

Apparatus for Pavement Material Strength

JJF (皖) 108-2021

归口单位：安徽省力值计量技术委员会

起草单位：安徽省长江计量所

参加起草单位：安徽省计量科学研究院

本规范委托安徽省力值计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

王占军（安徽省长江计量所）

孙岳泽（安徽省长江计量所）

**参与起草人：**

肖风云（安徽省长江计量所）

刘子虚（安徽省长江计量所）

王 强（安徽省计量科学研究院）

# 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 基本要求.....	(1)
4.2 技术要求.....	(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 校准项目.....	(3)
6.2 校准方法.....	(3)
7 校准结果表达.....	(5)
8 复校时间间隔.....	(6)
附录 A 路强仪力值示值误差校准结果不确定度评定方法.....	(7)
附录 B 路强仪校准原始记录格式.....	(9)
附录 C 路强仪校准证书内页格式.....	(11)

# 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制定。

本规范主要参考 JJG 144-2007《标准测力仪》和 JT/T 943—2014《路面材料强度试验仪》编制而成。

本规范为首次制定。

# 路面材料强度试验仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于路面材料强度试验仪（以下简称路强仪）的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 144—2007 标准测力仪检定规程

JT/T 943—2014 路面材料强度试验仪

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规则；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）使用于本规则。

## 3 概述

路面材料试验仪是一种多功能的公路路基材料实验仪器，主要用于检测路面材料的压缩、弯曲、剪切等力学性能试验。

根据测力方式的不同，路强仪分为应力环式和数显式。路强仪加载有两种形式，一种是电动，电动机由同步齿形带传递给减速箱，经减速箱减速后，旋转运动转换成丝杆的垂直运动，从而达到对试样垂直加载的功用。另一种是手动，将调速手柄置于空档，即可用摇手柄进行手动加载。

路强仪由加载装置、测量装置和控制装置组成。

## 4 计量特性

### 4.1 基本要求

4.1.1 路强仪表面应做防锈处理，外观应平整、光洁、无划痕。

4.1.2 机架应有足够的刚性，升降装置应灵活、稳定，机械部分应运转正常，无异常噪声。

4.1.3 在加载和卸除试验力的过程中应平稳、无冲击和振动现象。

4.1.4 路强仪应配置力的安全保护装置和升降限位安全装置。

4.1.5 当施加的力超过每个测量范围最大试验力的2%时，力的安全装置应立即动作，使得路强仪停止施加力。

4.1.6 压板升降达到极限位置时, 限位安全装置应立即动作, 自动停止移动。

4.1.7 电气设备安全可靠无漏电现象, 路强仪的绝缘电阻应不小于 $2M\Omega$ 。

## 4.2 技术要求

### 4.2.1 加载速率

以手摇或电动机作为动力源, 加载速率为 $(1\pm 0.1)$  mm/min、 $(2\pm 0.2)$  mm/min和 $(50\pm 5)$  mm/min。

### 4.2.2 升降工作台

升降工作台升降距离不小于200mm, 测量装置距升降工作台面高度不小于300mm。

### 4.2.3 力值最大允许误差

示值相对误差:  $\pm 1.0\%$ ; 示值重复性相对误差:  $1.0\%$ ; 示值进回程相对误差:  $\pm 1.5\%$ 。

### 4.2.4 位移测量装置

4.2.4.1 应力环式路强仪: 百分表应满足 JJG 34-2008 《指示表(指针式、数显式) 检定规程》要求。

4.2.4.2 数显式路强仪: 位移传感器量程不低于20mm, 分辨率0.001mm, 示值相对误差:  $\pm 0.1\%$ 。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

环境温度:  $10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

相对湿度: 不大于85%。

电源电压:  $220\text{V}\pm 10\%$

安装基础稳固, 周围无振动, 无腐蚀性介质。

### 5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 标准测力仪: 准确度等级不低于0.3级。

5.2.2 秒表: 分辨力为0.01s。

5.2.3 游标卡尺: 量程(0~300) mm, 分度值0.02mm。

5.2.4 量块: 5等及以上。

5.2.5 钢直尺: 量程(0~500) mm, 分度值1mm。

5.2.6 绝缘电阻测量仪: 直流500V, 10级。

## 6 校准项目和校准方法



## 6.1 校准项目

校准项目见表1。

表 1 路强仪校准项目一览表

序号	项目名称	计量特性条款	校准方法条款
1	基本要求	4.1	6.2.1
2	加载速率	4.2.1	6.2.2
3	升降工作台	4.2.2	6.2.3
4	力值最大允许误差	4.2.3	6.2.4
5	位移测量装置	4.2.4	6.2.5
6	绝缘电阻	4.1.7	6.2.6

说明：1、进回程误差根据客户要求。  
2、对于应力环式应给出长期稳定性。  
3、对于应力环式应给出回归方程。

## 6.2 校准方法

### 6.2.1 基本要求

通过目测、手感和通用计量器具检查4.1.1~4.1.6项，应该符合相应要求。

### 6.2.2 加载速率

a) 先将升降工作台置于较低位置，但不使限位开关发生作用；

b) 用卡尺测量此时工作台的高度值 $h_1$ ；

c) 设定好加载速率，启动路强仪的同时开启秒表，工作一定时间后关闭路强仪同时停止计时，记录时间 $t$ ，用游标卡尺测出此时工作台的高度值 $h_2$ ；计算两个高度差值，其数值与上升时间之比即为加载速率。

加载速率按公式（1）计算：

$$v = 60 \times \frac{h_2 - h_1}{t} \quad (1)$$

式中：

$v$ —加载速率，单位：mm/min；

$h_2$ —工作台结束高度，单位：mm；

$h_1$ —工作台初始高度，单位：mm；

$t$ —加载时间，单位：s。

d) 对每种速率试验测量三次，取平均值。结果应满足4.2.1的要求。

### 6.2.3 升降工作台

a) 先将升降工作台置于最低位置，但不使限位开关发生作用，测量工作台高度 $h_L$ ；

b) 启动路强仪，使工作台上升到最高位置，但不使限位开关发生作用，测量工作台高度 $h_H$ ；计算差值即为工作台升降距离。

升降工作台升降距离按公式（2）计算：

$$\Delta h = h_H - h_L \quad (2)$$

式中：

$\Delta h$  —工作台升降距离，单位：mm；

$h_L$ —工作台最低点值，单位：mm；

$h_H$  —工作台最高点值，单位：mm。

c) 测量三次取平均值。结果应满足4.2.2要求。

d) 将升降工作台置于最低位置，但不使限位开关发生作用，用钢直尺测量测量装置升降工作台距加载板距离。测量三次取最大值。结果应满足4.2.2要求。

### 6.2.4 力值最大允许误差

a) 将标准测力仪置于压板与应力环（或力传感器）之间，测力仪的安装应保证受力轴线与测力机施力轴线重合，进行三次最大力预加载。

b) 检定点的选择，在测量范围内一般不少于5个点，各点均匀分布。应以递增力进行三组测量。取平均值，每组测量前应进行调零。

c) 如需要进行进回程项目测量。则在第一次递增加载完成后在相同测量点再以递减力测量，进行力值进回程项目测量。

d) 计算公式：

i. 以路强仪的指示装置为准在标准测力仪上读数时，示值相对误差 $\delta$ 、示值重复性相对误差 $R$ 和进回程相对误差 $u$ 按公式（3）、公式（4）和公式（5）计算：

$$\text{示值相对误差:} \quad \delta = \frac{F_i - \overline{F_b}}{\overline{F_b}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{重复性相对误差:} \quad R = \frac{F_{b\max} - F_{b\min}}{\overline{F_b}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{进回程相对误差:} \quad u = \frac{F'_b - F_b}{\overline{F_b}} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

$F_i$ —仪器示值, 单位: kN;

$\overline{F}_b$ —标准测力仪平均值, 单位: kN;

$F_{b\max}$ ,  $F_{b\min}$ —分别为相同校准点标准值的最大和最小测量值, 单位: kN;

$F_b$ ,  $F'_b$ —分别为标准测力仪进程和回程示值, 单位: kN;

ii. 以标准测力仪为准在路强仪指示装置上读数时, 示值相对误差  $\delta$ 、示值重复性相对误差  $R$  和进回程相对误差  $u$  按公式 (6)、公式 (7) 和公式 (8) 计算:

$$\text{示值相对误差: } \delta = \frac{\overline{F}_i - F_b}{F_b} \times 100\% \quad (6)$$

$$\text{重复性相对误差: } R = \frac{F_{i\max} - F_{i\min}}{F_b} \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{进回程相对误差: } u = \frac{F'_i - F_i}{F_i} \times 100\% \quad (8)$$

式中:

$\overline{F}_i$ —路强仪示值平均值, 单位: kN;

$F_b$ —标准测力示值, 单位: kN;

$F_{i\max}$ ,  $F_{i\min}$ —分别为相同校准点路强仪示值的最大和最小测量值, 单位: kN;

$F_i$ ,  $F'_i$ —分别为路强仪进程和回程示值, 单位: kN;

### 6.2.5 位移测量装置

a) 将标准量块置于升降工作台与加压板之间, 然后测量位移传感器4~5个位移变化值, 记录量块的标准值与相对应的位移显示示值。

b) 用同样的方法重复测量三次, 取平均值, 计算示值误差。结果应满足4.2.4要求。

位移示值相对误差按公式 (9) 计算:

$$\delta = \frac{\overline{L}_a - L}{L} \times 100\% \quad (9)$$

式中:  $\overline{L}_a$ —仪器平均值, 单位: mm;

$L$ —标准值, 单位: mm;

### 6.2.6 绝缘电阻

用绝缘电阻测量仪测量电源线与机壳间绝缘电阻, 测得试验仪电源线与机壳间绝缘电阻应满足4.1.7要求。

## 7 校准结果表达

### 7.1 校准数据处理

所有的数据应先计算后修约。力值、加载速率保留两位小数；位移测得值保留三位小数；工作台升降距离保留一位小数。

### 7.2 校准结果的不确定度评定

校准结果的不确定度评定按JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》进行，其不确定度评定示例见附录A。

### 7.3 校准证书

校准后出具校准证书，校准证书至少应包含以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 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。

## 8 复校时间间隔

路面材料强度试验仪的复校时间间隔建议为1年。

由于复校时间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

## 路强仪力值示值误差校准结果的不确定度评定示例

## A.1 概述

## A.1.1 测量标准

标准测力仪：0.1级。

## A.1.2 被测对象

路面材料强度试验仪。

## A.1.3 测量方法

将标准测力仪将标准测力仪置于压板与力传感器之间，施加力值，读取标准测力仪上值，重复测量3次。

## A.2 测量模型

$$\text{示值相对误差: } \delta = \frac{(F_i - \overline{F_b})}{\overline{F_b}} \times 100\%$$

$F_i$  ——路强仪示值，单位：kN；

$\overline{F_b}$  ——标准测力仪测量平均值，单位：kN；

## A.3 不确定度来源

- a) 标准测力仪准确度引入的不确定度分量  $u_1$ ；
- b) 测量重复性引入的不确定度分量  $u_R$ ；
- c) 被检仪器分辨力引入的不确定度分量  $u_r$ ；

## A.4 标准不确定度的评定

A.4.1 已知标准测力仪准确度等级为0.1级，允许误差为 $\pm 0.1\%$ ，按照均匀分布，则标准测力仪引入的标准不确定度为：

$$u_1 = \frac{\delta_b}{\sqrt{3}} = 0.1\% / \sqrt{3} \approx 0.06\%$$

A.4.2 测量重复性引入的不确定度分量  $u_R$ ，根据的测量次数可选用极差法计算为  $s$ ，以 STLQ-3A型路强仪10kN点力值测量为例，对力值进行10次测量，测量结果见表1.1。

表 1.1 重复 10 次测量结果

第 $i$ 次测量	1	2	3	4	5
读数值/kN	10.040	10.032	10.046	10.028	10.045
第 $i$ 次测量	6	7	8	9	10

读数值/kN	10.048	10.043	10.038	10.035	10.033
--------	--------	--------	--------	--------	--------

力值的平均值  $\bar{F}=10.033\text{kN}$ 。

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差  $s(F_i)$ :

$$s(F_i) \approx 0.007\text{kN}$$

式中:

$F_i$  ——第  $i$  次测量结果, kN;

$\bar{F}$  ——10 次测量结果的平均值, kN;

$n$  ——测量次数。

开展工作测量 3 次, 故相对不确定度分量为:

$$u_R = \frac{0.007}{\sqrt{3} \times 10} \times 100\% \approx 0.04\%$$

A.4.3 被检仪器分辨力引入的不确定度分量  $u_r$ , 分辨力为 0.01kN, 满足均匀分布, 取半宽, 则不确定度为:

$$u_r = \frac{0.01}{2\sqrt{3} \times 10} \times 100\% \approx 0.03\%$$

#### A.4.5 不确定度分量一览表

不确定度分量见表 A.2

表 A.2 不确定度分量一览表

不确定度分量 $u_i$	不确定度来源	不确定度分量值/%
$u_1$	标准测力仪准确度引入的不确定度	0.06
$u_R$	测量重复性引入的不确定度	0.04
$u_r$	被检仪器分辨力引入的不确定度	0.03

#### A.5 合成标准不确定度的评定

各输入量之间相互独立, 互不相关, 重复性与分辨力取大值, 因此:

$$u_c = \sqrt{u_1 + u_R} = \sqrt{0.06\%^2 + 0.04\%^2} \approx 0.072\% \approx 0.08\%$$

#### A.6 扩展不确定度的评定

取包含因子  $k=2$ , 则:

$$U = ku_c = 0.08\% \times 2 = 0.16\% \quad (k=2)$$

## 附录 B

## 路强仪校准原始记录格式

委托单位				证书编号		
单位地址				设备名称		
校准地点		温度	相对湿度	规格型号	设备编号	生产厂商
		℃	%			
校准人员		校准日期			核验人员	
依据文件						
主标准器具名称	规格型号	设备编号	溯源机构名称 /证书编号	准确等级或最大允许 误差或扩展不确定度	有效期	

1、基本要求：符合 不符合

2、加载速率

设定值	项目	校准结果				扩展不确定度 $U(k=2)$
		1	2	3	平均	
50mm/min	上升时间 (min)					
	初始读数 (mm)					
	终止读数 (mm)					
	上升速率(mm/min)					
2mm/min	上升时间 (min)					
	初始读数 (mm)					
	终止读数 (mm)					
	上升速率(mm/min)					
1mm/min	上升时间 (min)					
	初始读数 (mm)					
	终止读数 (mm)					
	上升速率(mm/min)					

## 3、升降工作台

项目		校准结果				扩展不确定度 $U(k=2)$
		1	2	3	平均	
升降距离	低位 (mm)				/	
	高位 (mm)				/	
	升降距离 (mm)					
测量装置距工作台面高 (mm)						

## 4、力值

试验力 (kN)	标准器示值 (kN)			平均值 (kN)	示值相对 误差 (%)	重复性相 对误差 (%)	回程示值 (kN)	进回程相对 误差 (%)
	1	2	3					
扩展不确定度 $U_{rel} = (k=2)$								

## 5、位移测量装置

标准值 (mm)	仪器示值 (mm)			平均值 (mm)	示值相对误 差 (%)	扩展不 确定度 $U$ ( $k=2$ )
	1	2	3			

## 6、绝缘电阻: MΩ。



## 附录 C

## 校准证书内页格式

1、通用技术要求： ；

2、加载速率

设定值 (mm/min)	校准结果 (mm/min)	扩展不确定度 $U(k=2)$

3、升降工作台

项目	校准结果	扩展不确定度 $U(k=2)$
升降距离 (mm)		
测量装置距工作台面高 (mm)		

4、力值

试验力 (kN)	示值相对误差 (%)	重复性相对误差 (%)	进回程相对误差 (%)	扩展不确定度 $U_{rel}(k=2)$

5、位移测量装置

标准值 (mm)	平均值 (mm)	示值相对误差 (%)	扩展不确定度 $U(k=2)$

6、绝缘电阻：

以下空白

