



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-202X

车载式路面跳车测量仪校准规范

Calibration Specification of Vehicular Pavement Bumping

Measuring Instrument

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

车载式路面跳车测量仪 校准规范

JJF XXXX-202X

Calibration Specification of
Vehicular Pavement Bumping Measuring Instrument

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：交通运输部公路科学研究所

参加起草单位：北京公科固桥技术有限公司

中路高科交通科技集团有限公司

本规范委托全国公路专用计量器具计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

张金凝（交通运输部公路科学研究所）

周毅姝（交通运输部公路科学研究所）

曹瑾瑾（中路高科交通科技集团有限公司）

参加起草人：

刘 倡（北京公科固桥技术有限公司）

郭鸿博（中路高科交通科技集团有限公司）

刘 越（交通运输部公路科学研究所）

陈柳清（中路高科交通科技集团有限公司）

目 录

引 言	错误! 未定义书签。
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量特性	2
4.1 垂直测距示值误差	2
4.2 纵向测距误差	2
4.3 路面跳车测量误差	2
4.4 路面跳车测量重复性	2
5 校准条件	2
5.1 环境条件	2
5.2 校准设备	2
6 校准项目和校准方法	2
6.1 校准项目	2
6.2 校准方法	3
7 校准结果	5
7.1 校准记录	5
7.2 校准报告或证书	5
7.3 校准结果不确定度评定	5
8 复校时间间隔	5
附录 A 车载式路面跳车测量仪校准记录表	7
附录 B 车载式路面跳车测量仪校准结果内页格式	9
附录 C 车载式路面跳车测量仪校准结果不确定度评定示例	11

引 言

本规范依据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》编制。

本规范为首次发布。

车载式路面跳车测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于车载式路面跳车测量仪（以下简称路面跳车仪）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

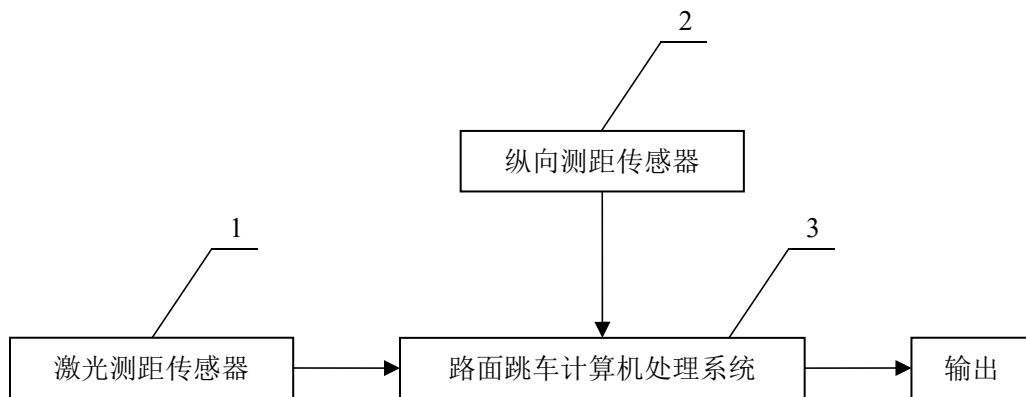
- 1) JJG 146 量块
- 2) JJG 703 光电测距仪
- 3) JJF1059.1 测量不确定度评定与表示

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

路面跳车仪是通过激光测距设备测量路面断面高程，并计算路面跳车值的设备。

路面跳车仪主要由激光测距传感器、纵向测距传感器和计算机处理系统等组成，路面跳车仪结构示意图见图 1。



1——激光测距传感器；2——纵向测距传感器；3——计算机处理系统

图 1 路面跳车仪结构示意图

路面跳车仪工作原理是采用断面类检测设备检测道路纵断面连续高程，在 10m 范围内计算倾斜修正后最大高程与最小高程的高差，根据此高差来确定路面跳车，从而划分路面跳车程度。

4 计量特性

4.1 垂直测距示值误差

垂直测距示值误差： $\pm 1.0\text{mm}$ 。

4.2 纵向测距误差

纵向测距相对示值误差： $\pm 0.05\%$ 。

4.3 路面跳车测量误差

路面跳车测量相对示值误差： $\pm 15\%$ 。

4.4 路面跳车测量重复性

路面跳车测量重复性不大于 5%。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度： $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；

5.1.2 环境湿度：不大于 85%RH；

5.1.3 试验路段要求：无积水、无冰雪、无污染、无交叉口的直线路段。

5.2 校准设备

a) 量块：5mm、20mm、40mm、80mm，准确度等级 4 等；

b) 精密水准仪：准确度等级 DSZ05 级；

c) 钢卷尺：0m~5m，分度值 1mm，准确度等级 II 级；

d) 全站仪：光电测距准确度等级 II 级；

e) 试验组块：纵向长度 $L=500\text{mm}\pm 5\text{mm}$ ，宽度 $a=600\text{mm}\pm 5\text{mm}$ ，厚度 $h=5\text{mm}\sim 85\text{mm}$ ，允许偏差 $\pm 0.5\text{mm}$ 。试验组块所用材料的线膨胀系数不超过 $7.2\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ；

f) 试验道路：无交叉口直线，长度不小于 50m，纵坡不大于 1.5%，横断面宽不小于 7m，无交叉口直线，长度不小于 300m，纵坡不大于 1.5%，分为服务和工作两个车道，有明显轮迹标识线。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目包括：垂直测距示值误差、纵向测距误差、路面跳车测量误差和路面跳车测

量重复性。

6.2 校准方法

6.2.1 垂直测距示值误差

试验过程如下：

a) 将路面跳车仪停放在硬性水平路面上，启动检测系统，手动调整检测平台，使激光线投影点位于检测平台的中心位置，调整检测平台的水平；

b) 激光测距传感器测试至检测平台的垂直距离，作为零基准点，然后分别放入标准值为 5mm、20mm、40mm、80mm 四种规格的量块，记录对应得到的检测系统输出示值，按照式（1）计算垂直测距示值误差：

$$K = H_1 - H_0 \quad (1)$$

式中：

K ——垂直测距示值误差，mm；

H_1 ——测量值，mm；

H_0 ——量块标准值，mm。

6.2.2 纵向测距误差

试验过程如下：

a) 选择合适的平整直线路段，用全站仪量取一定长度 D_0 ，推荐为 500m，并分别在起点、终点刻画标识；

b) 路面跳车仪停放在试验路段的起点处，将纵向测距传感器测距轮的中心线对准起点横线，启动测试系统，路面跳车仪出发沿车道线平行方向驶向终点，同时开始距离测量，当测距轮的中心线与重点横线对准时停车，记录检测系统输出的行驶距离测试值，按照式（2）计算纵向测距误差：

$$D = \frac{D_1 - D_0}{D_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

D ——纵向测距误差；

D_1 ——测量值，m；

D_0 ——长度标准值，m。

6.2.3 路面跳车测量误差

试验过程如下：

a) 设置 4 个不同的跳车试验路段，每组路段长 10m，在轮迹带沿车道线平行位置画上明显的测线，并在起点、终点刻画标识，按照附录 A 的方法测量路面的标准跳车值 R_0 ；

b) 路面跳车仪停在试验路段起点位置前 100m 处，启动检测系统后车辆开始加速，车辆行至起点横向位置时，速度应达到 25km/h；

c) 路面跳车仪保持 25km/h 的时速匀速通过试验路段，检测过程中激光测距传感器应沿测线通过，当激光测距传感器经过终点标记后，结束测试；

d) 重复步骤 b) 和 c) 10 次，取平均值作为试验路段的跳车值，按照式 (3) 计算路面跳车测量误差：

$$R = \frac{R_1 - R_0}{R_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

R ——路面跳车测量误差；

R_1 ——测量值，m；

R_0 ——标准值，m。

6.2.4 路面跳车测量重复性

试验过程如下：

参照 6.2.3 的方法，计算 4 个路段路面跳车测试结果的重复性 C_v ，计算公式如式 (4)、式 (5)：

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4)$$

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

S ——重复性测量实验标准差；

x_i ——第*i*次测量结果， $i=1, 2, 3, \dots, 10$ ；

\bar{x} ——测量结果算术平均值；

n ——测量次数。

在 4 个路段的路面跳车测量重复性试验中，选择重复性最大的路段作为测量结果。

7 校准结果表达

7.1 校准记录

路面跳车仪的校准记录应信息齐全、内容完整，校准记录式样见附录 B。

7.2 校准报告或证书

路面跳车仪的校准结果以校准证书的形式表达，校准结果内页式样见附录 C。

7.3 校准结果不确定度评定

路面跳车仪校准结果的不确定度评定按照 JJF1059.1-2010 测量不确定度评定与表示进行，不确定度评定示例见附录 D。

8 复校时间间隔

路面跳车仪的复校时间间隔建议为 1 年。当年度累计检测里程超过 10000km、设备硬件发生变化或检测结果出现异常时，建议复校。由于复校时间间隔的长短是由路面跳车仪的使用情况、使用者等诸因素所决定的，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

标准路面跳车值的测定方法

标准路面跳车值的测定方法如下：

- a) 在路面铺设试验组块，沿试验线路以 100mm 间隔标记点位
- b) 采用 DSZ05 级精密水准仪测量试验线路各点位相对高程。测量过程中，应严格控制前视与后视（或者中视）的视距差。测量时每站测量长度宜为 10m，水准仪架设在中间，架设位置距试验线路垂直距离不宜小于 3.75m；
- c) 将测量的高程数列通过最小二乘法计算斜率，将高程数列通过坐标转换，将斜率置零，消除路面纵坡对路面纵断面高差计算的影响；
- d) 按照式（A.1）计算路面跳车标准值。

$$R_0 = \max\{h_1, h_2, \dots, h_i, \dots, h_{100}\} - \min\{h_1, h_2, \dots, h_i, \dots, h_{100}\} \quad (\text{A.1})$$

式中：

R_0 ——路面跳车标准值，mm；

h_i ——第 i 点的路面纵断面高程，mm， $i=1, 2, 3, \dots, 100$ 。

附录 B

车载式路面跳车测量仪校准记录表

样品名称				样品编号				
型号规格				出厂编号				
制造单位								
校准依据				校准地点				
校准前样品状态				校准后样品状态				
环境条件		温度：_____℃； 湿度：_____ %RH； 其他：						
所用的计量标准器具/主要设备	名称 (设备 编号)	测量范围	不确定度/准 确度等级/最 大允许误差	溯源机构	证书编号	证书有效 期至	使用前情况	使用后情况
序号	校准项目			校准结果				
1	垂直测距示值误差			标准值 (mm)		测量值 (mm)	误差 (mm)	
2	纵向测距误差			标准值 (mm)		测量值 (mm)	误差 (%)	
3	路面跳车测量误差			测量 次数	测量值 (mm)	测量平均值 (mm)	标准值 (mm)	误差 (%)
				1				
				2				
				3				
				4				

		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				
4	路面跳车测量重复性	测量次数		测量值 (mm)		
		1				
		2				
		3				
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				
		重复性				

校准：

核验：

日期：

附录 C

车载式路面跳车测量仪校准结果内页格式

证书编号××××××-××××

第 页 共 页

校准机构授权说明：

本次校准所依据的技术规范（代号、名称）

校准环境条件及地点：

温度：

地点：

湿度：

其他：

校准使用的计量（基）标准装置

名 称	测量范围	不确定度/准确 度等级/最大 允许误差	计量（基）标准 证书编号	有效期至

证书编号××××××-××××

校准结果

序号	被校项目	校准结果	结论
1	垂直测距示值误差		
2	纵向测距误差		
3	路面跳车测量误差		
4	路面跳车测量重复性		

校准结果内容结束

申明：

1. 本实验室仅对加盖“XXX 校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书提供的结果仅对本次所校准仪器有效。
3. 未经本实验室许可，部分采用本证书内容无效。

以下空白

第 3 页 共 3 页

附录 D

车载式路面跳车测量仪校准结果不确定度评定示例

D.1 概述

车载式路面跳车测量仪是通过激光测距设备测量路面断面高程，并计算路面跳车值的设备。测试仪主要由激光测距传感器、纵向距离传感器和计算机处理系统等部分组成。计量技术参数包括：垂直测距示值误差，纵向测距误差，路面跳车测量误差，路面跳车重复性。

D.2 垂直距离测量结果的不确定度

D.2.1 测量模型的建立

$$\Delta = L_1 - L_0 \quad (1)$$

式中：

Δ ——垂直测距传感器示值误差，mm；

L_1 ——被检设备测得的垂直距离，mm；

L_0 ——量块标称值，mm。

D.2.2 不确定度分量的评定

1) 由测量重复性引入的不确定度

选取典型设备，测量标称值为 20mm 量块，重复三次测量，所得数据为：20.1mm，20.0mm，20.1mm。

用极差法计算标准差（3 次 C_n 取 1.69）

$$S_l = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{C_n} \quad (2)$$

代入计算得 $S_l = 0.059\text{mm}$ 。

$$u_1 = \frac{S_l}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

代入计算得 $u_1 = 0.034\text{mm}$ 。

2) 由标准装置引入的不确定度

查 JJG 146-2011 量块检定规程，标称 20mm 的 4 等量块测量不确定度为

$u_2 = 0.25\mu\text{m}$ 。

D.2.3 合成标准不确定度的计算

1) 不确定度分量的汇总

路面跳车仪垂直测距传感器示值校准结果的不确定度分量汇总见表 1。

表 1 不确定分量汇总

序号	不确定度来源	不确定度分量	类别	分布
1	测量重复性引入的不确定度	$u_1 = 0.034\text{mm}$	A	/
2	标准装置测值的不确定度	$u_2 = 0.25\mu\text{m}$	B	正态

2) 不确定度的合成

合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \quad (4)$$

计算得： $u_c = 0.03400092\text{mm}$ ，取 $u_c = 0.035\text{mm}$

D.2.4 合成扩展不确定度的计算

取 $k = 2$ ，则 $U = 0.070\text{mm}$

D.2.5 不确定度的描述

垂直距离测量结果的扩展不确定度：

$$U = 0.07\text{mm}, k = 2$$

D.3 纵向距离测量结果的不确定度

D.3.1 测量模型的建立

$$\Delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

Δ ——纵向距离传感器示值相对误差；

l_1 ——被检设备测得的纵向距离，m；

l_0 ——标准装置测得的纵向距离，m。

D.3.2 不确定度分量的评定

1) 由设备分辨力或测量重复性引入的不确定度

a) 由设备分辨力引入的不确定度

被校准设备为数字式显示设备，分辨力为 0.01m，则区间半宽度为 0.005m，可假设为均匀分布，查表得 $k = \sqrt{3}$ ，

由分辨力引起的标准不确定度分量为

$$u_1 = \frac{0.005\text{m}}{\sqrt{3}} = 0.0029\text{m} = 2.9\text{mm}$$

b) 测量重复性引入的不确定度

选取典型设备，设置测量长度为 500m，重复性条件下进行三次测量，所得数据为：500.05m，500.03m，500.09m。

用极差法计算标准差（3 次 C_n 取 1.69）

$$S_l = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{C_n} \quad (6)$$

代入计算得 $S_l = 0.0355\text{m} = 35.5\text{mm}$ 。

$$u_l = \frac{S_l}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

代入计算得 $u_l = 20.5\text{mm}$ 。

由测量重复性引入的相对标准不确定度远大于由设备分辨力引入的相对标准不确定度，因此取测量重复性引入的标准不确定度作为合成不确定度的分量。

2) 由标准装置引入的不确定度 u_2 ：

查 JJG 703-2003 光电测距仪检定规程，I 级全站仪标准差为 1.5mm，测量 9 次，不确定度为 $u_2 = 1.5/\sqrt{9} = 0.5\text{mm}$ 。

D.3.3 合成标准不确定度的计算

1) 不确定度分量的汇总

路面跳车仪纵向距离测量结果的不确定度分量汇总见表 2。

表 2 不确定度分量汇总

序号	不确定度来源	不确定度分量	类别	分布
1	测量重复性引入的不确定度	$u_1 = 20.5\text{mm}$	A	/
2	标准装置引入的不确定度	$u_2 = 0.5\text{mm}$	B	正态

2) 不确定度的合成

合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \quad (8)$$

计算得： $u_c = 20.506\text{mm}$ ，取 $u_c = 21\text{mm}$ 。

D.3.4 合成相对扩展不确定度的计算

取 $k = 2$ ，则 $U = 42\text{mm}$ ，

测量长度为 500m 时，相对扩展不确定度为

$$U_r = 0.01\%, k = 2$$

D.3.5 不确定度的描述

纵向距离测量的相对扩展不确定度：

$$U_r = 0.01\%, k = 2$$

D.4 路面跳车测量结果的不确定度

D.4.1 测量模型的建立

$$\Delta = \frac{TC_1 - TC_0}{TC_0} \times 100\% \quad (9)$$

式中：

Δ ——路面跳车测量示值误差；

TC_1 ——被检设备测得的路面跳车测量值，mm；

TC_0 ——路面跳车标称值，mm。

D.4.2 不确定度分量的评定

1) 标准装置引入的不确定度

进行跳车测试时，根据跳车标准装置的工作原理以及计量标准器和主要配套设备的工作条件，标准装置所提供的试验线路高程测量结果所受到的影响因素包括校准装置试验路组块重复测量不一致性、试验组块环境稳定性、试验路路面环境稳定性、精密水准仪影响量、全站仪影响量（测距）、全站仪（环境）稳定性（测距）六个。为了便于表述与计算，将不确定度的来源和表示等以表 3 形式给出。

表 3 不确定度来源和表示

序号	不确定度来源	符号	类别	分布, k_1	标准不确定度分量
1	试验路组块重复性测量	Δ_1	A	均匀, $k_1=\sqrt{3}$	$u_1 = \Delta_1/\sqrt{3}$

2	试验组块环境稳定性	Δ_2	A	正态, $k_2=3$	$u_2 = \Delta_2/3$
3	试验路路面环境稳定性	Δ_3	A	正态, $k_3=3$	$u_3 = \Delta_3/3$
4	精密水准仪影响量 (证书)	U_4	B	正态, $k_4=3$	$u_4 = U_4/3$
5	全站仪影响量 (测距) (证书)	U_5	B	正态, $k_5=3$	$u_5 = U_5/3$
6	全站仪 (环境) 稳定性 (测距)	Δ_6	A	正态, $k_6=3$	$u_6 = \Delta_6/3$

a) 试验路组块重复性测量 u_1

重复测量 10 次 2cm-5cm 的跳车路面, 结果为: 3.03、3.03、3.02、3.03、3.03、3.03、3.05、3.04、3.03、3.04, 单位: cm。平均值为 3.033cm, 标准差为 0.00823cm, 相对不确定度为: $u_1=(0.00823/3.033)/1.732=0.157\%$ 。

b) 试验组块环境稳定性 u_2

任选一个跳车试块 (厚度 2.5cm) 放置在室外环境下观测, 观测温度从 20℃ 到 45℃, 温度影响观测结果 (高度变化), 单位: cm, 2.501 (20℃)、2.502 (23℃)、2.503 (26℃)、2.509 (29℃)、2.515 (32℃)、2.523 (36℃)、2.535 (39℃)、2.548 (45℃), 平均值为 2.517cm, 标准差为 0.0172cm, 相对不确定度为: $u_2=(0.0172/2.517)/1.732=0.394\%$ 。

c) 试验路路面环境稳定性 u_3

对试验道路 (不设组块), 在不同温度下观测断面变化, 观测温度从 20℃ 到 45℃, 观测结果如下 (单位 cm): 0.26 (20℃)、0.26 (23℃)、0.26 (26℃)、0.26 (29℃)、0.27 (32℃)、0.27 (36℃)、0.27 (39℃)、0.28 (45℃), 平均值为 0.265cm, 标准差为 0.0076cm, 相对不确定度为: $u_3=(0.0076/0.265)/1.732=1.647\%$ 。

d) 精密水准仪影响量 (证书) u_4

由检定证书获得单次高差标准差为 0.05mm, 通过控制水准测量方法, 可以保证因 i 角存在产生的测量误差不大于 0.1mm, 由此得到水准测量支点高差的最大误差为 0.15mm, 通过计算可得因水准仪测量误差引出的跳车误差为 0.16mm, 以最小跳车示值做参考, 最大 $u_4=(0.15/8.30)/3=0.602\%$ 。

e) 全站仪影响量 (测距) (证书) u_5

由检定证书获得, $u_5=((0.50+0.3 \times 0.5)/500000)/3=0.00043\%$ 。

f) 全站仪 (环境) 稳定性 (测距) u_6

选取长度 20m，无风天气，观测点不动，观测温度从 20℃到 45℃，单位为 m，测量结果为 20.0026(20℃)、20.0031(23℃)、20.0027(26℃)、20.0023(29℃)、20.0034(32℃)、20.0019(36℃)、20.0033(39℃)、20.0028(45℃)，平均值为 20.0028m，标准差为 0.0005m，相对不确定度为： $u_6=(0.0005/20.0028)/3=0.001\%$ 。

则由标准装置引入的相对不确定度 $u_{c1} = \sqrt{\sum_{i=1}^6 u_i^2}$ ， $i=1 \sim 6$ ，计算得 $u_{c1}=1.80\%$ 。

2) 测量重复性引入的不确定度

测量过程中采用 10 次重复测量平均值作为仪器示值误差的计算依据。在路面跳车试验专用道路上进行试验，用路面跳车仪标准装置，在相同条件下短时间重复测量 10 次，结果如表 4 所示

表 4 重复性测量结果

序号	路面跳车测量值/mm
1	30.5
2	30.6
3	30.2
4	30.8
5	30.6
6	30.5
7	30.4
8	30.3
9	30.7
10	30.5
\bar{y}_i	30.51
$s(y_i)$	0.179
$s(y_i)/\bar{y}_i$	0.6%

由测量重复性引入的不确定度为：

$$u_2 = 0.0567\text{mm}$$

由测量重复性引入相对不确定度为：

$$u_{r2} = 0.19\%$$

D.4.3 合成相对标准不确定度的计算

1) 不确定度分量的汇总

路面跳车测量结果的相对标准不确定度分量汇总见表 5。

表 5 不确定度分量汇总

序号	不确定度来源	不确定度分量	类别	分布
1	标准装置引入的相对不确定度	$u_{c1} = 1.80\%$	B	正态
2	测量重复性引入的相对不确定度	$u_{r2} = 0.19\%$	A	/

2) 相对不确定度的合成

合成相对标准不确定度为：

$$u_{rc} = \sqrt{u_{c1}^2 + u_{r2}^2} \quad (10)$$

计算得： $u_{rc} = 1.81\%$ 。

D.4.4 合成相对扩展不确定度的计算

取 $k = 2$ ，则 $U_r = 3.7\%$ ，

D.4.5 不确定度的描述

路面跳车测量结果的相对扩展不确定度为：

$U_r = 3.7\%$ ， $k = 2$ 。
