



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××-202×

非接触式路面状况检测器校准规范

Calibration Specification for Non-Contact Road Condition
Detectors

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

国家市场监督管理总局 发布

非接触式路面状况检测器 校准规范

JJF ××××-202×

Calibration Specifications for
Non-Contact Road Condition Detectors

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：

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：

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 术语和定义.....	1
2.1 非接触式.....	1
2.2 路面状况:	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	2
4.1 路面温度	2
4.2 路面积水深度.....	2
4.3 路面结冰层厚度.....	2
4.4 路面积雪层厚度.....	2
5 校准条件.....	2
5.1 环境条件.....	2
5.2 测量标准及辅助设备.....	2
6 校准项目和校准方法.....	3
6.1 路面温度示值误差.....	3
6.2 路面温度测量重复性.....	4
6.3 路面积水深度示值误差.....	4
6.4 路面积水深度测量重复性.....	5
6.5 路面结冰层厚度示值误差.....	5
6.6 路面结冰层厚度测量重复性.....	6
6.7 路面积雪层厚度示值误差.....	6
6.8 路面积雪层厚度测量重复性.....	7
7 校准结果表达.....	7
7.1 校准记录.....	7
7.2 校准证书.....	7
7.3 校准结果不确定度评定.....	8
8 复校时间间隔.....	8
附录 A 非接触式路面状况检测器校准记录表式样	9
附录 B 非接触式路面状况检测器校准证书信息及内页式样	11
附录 C 非接触式路面状况检测器测量结果不确定度评定示例	13

引 言

JJF 1071-2010《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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。本规范为首次制定。

非接触式路面状况检测器校准规范

1 范围

本规范适用于非接触式路面状况检测器（简称检测器）的校准。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

2.1 非接触式

指检测装置与被检测路面不直接接触，通过光学、微波等原理获取路面状态参数的检测方式。

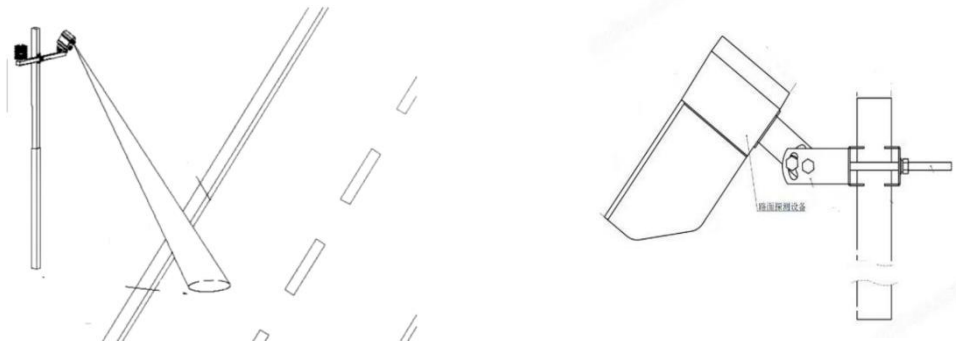
2.2 路面状况：

指道路表面的干湿状态、结冰状态、积冰积雪厚度等影响道路通行安全的路面属性。

3 概述

非接触式路面状况检测器是用于检测路面温度、积水、结冰、积雪等环境状况的非接触式自动检测设备。

检测器的工作原理主要基于红外传感与多光谱成像技术。首先通过红外传感器测量路面的热辐射强度，进而计算得到路面表面温度；同时利用多光谱传感器采集路面的多通道光谱信息。数据处理单元对采集到的温度数据和多光谱图像信息进行融合分析，实现对路面积水、结冰、积雪等路面状态的自动识别与判定。检测器的结构示意图见图 1。



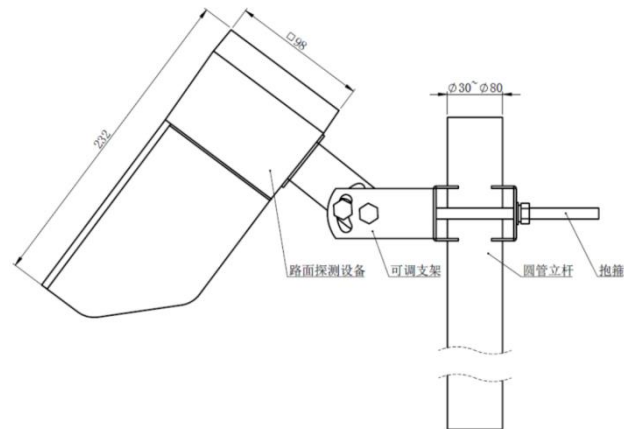


图1 检测器结构示意图

4 计量特性

4.1 路面温度

示值误差不大于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ （引用国标），测量重复性不大于 0.2°C 。

4.2 路面积水深度

示值误差不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ ，测量重复性不大于 0.2mm 。

4.3 路面结冰层厚度

示值误差不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ ，测量重复性不大于 0.2mm 。

4.4 路面积雪层厚度

示值误差不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ ，测量重复性不大于 0.2mm 。

5 校准条件

5.1 环境条件

a) 环境温度：校准路面积水深度时不大于 20°C ，校准路面结冰层厚度时不大于 -5°C ，校准路面积雪层厚度时不大于 5°C 。

b) 应在无明显振动和电磁干扰的室内进行。

5.2 测量标准及辅助设备

a) （数显）深度千分尺（超声波等）：测量范围应不小于 10mm ，分辨力优于 0.01mm 。

- b) 测温仪：分辨力不大于 0.1℃，最大允许误差不大于±0.2℃。
- c) 步入式环境试验箱：温度范围为-20~+40℃，温度均匀度为±2℃。
- d) 辅助试验槽：边长不小于 50 cm，深度不小于 1 cm，底部表面平整、均匀涂刷沥青或黑色树脂涂料、厚度不小于 2mm。

6 校准项目和校准方法

6.1 路面温度示值误差

路面温度示值误差校准方法如下：

- a) 将试验槽水平放置于步入式环境试验箱（简称试验箱）内；
- b) 将被校设备安装在试验箱内，与试验槽的垂直距离不小于 1m，并确保试验槽在被校设备的检测区域范围内，使设备在干燥路面状态下完成自标校；
- c) 设置试验箱的温度为 20℃，并保持温度稳定；
- d) 在被校设备稳定输出温度测量值期间连续读取 10 个数值 T_i ，取其算术平均值 \bar{T}_i 作为路面温度测量结果；
- e) 同步采用测温仪测量试验槽底部的温度，并记录测温仪的测量值，作为路面温度标准值 $T_{\text{标}}$ ；
- f) 按公式（1）计算路面温度示值误差；

$$\Delta_i = \bar{T}_i - T_{\text{标}} \quad (1)$$

式中：

- Δ_i —— 被路面温度示值误差，℃；
- \bar{T}_i —— 路面温度测量结果，℃；
- $T_{\text{标}}$ —— 路面温度标准值，℃。

- g) 设置试验箱的温度为 0℃和-10℃，重复 c)-f) 步骤，取最大误差作为最终路面温度示值误差。

6.2 路面温度测量重复性

路面温度测量重复性计算方法如下：

- a) 选取 5.2.1 中最大误差对应温度下的 10 个测量数据；
- b) 按公式 (2) 计算试验标准差，作为被校设备路面温度的测量重复性。

$$S_T = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (T_j - \bar{T}_j)^2}{n-1}} \quad (2)$$

式中：

S_T —— 试验标准差，℃；

T_j —— 被校设备测量值， $j=1,2,\dots,10$ ，℃；

\bar{T}_j —— 路面温度测量结果，℃；

n —— 测量次数，取 10。

6.3 路面积水深度示值误差

路面积水深度示值误差校准方法如下：

- a) 重复 5.2.1 中 a) 和 b) ；
- b) 被校设备按照说明书要求完成自校准工作；
- c) 在试验槽内均匀喷洒折算成积水深度为 0.5mm 当量的水，在被校设备稳定输出期间连续读取 10 个测量值并取算术平均值 \bar{L}_1 ；
- d) 使用深度千分尺测量实际积水深度 3 次，取其平均值为路面积水深度标准值 $L_{\text{标}}$ ；
- e) 按公式 (3) 计算示值误差；

$$\Delta_i = \bar{L}_1 - L_{\text{标}} \quad (3)$$

式中：

Δ_i —— 被检检测器示值误差，mm；

\bar{L}_1 —— 测量结果算术平均值，mm；

$L_{\text{标}}$ —— 路面积水深度标准值，mm。

f) 分别在试验槽内喷洒折算成积水深度为 1mm、2 mm、5mm 的水进行试验。

g) 取示值误差最大值为路面积水深度示值误差。

6.4 路面积水深度测量重复性

路面积水深度测量重复性计算方法如下：

a) 选取 5.2.3 中最大误差对应积水深度下的 10 个测量数据；

b) 按公式 (4) 计算试验标准差，作为被检设备的积水深度测量重复性。

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (L_j - \bar{L}_j)^2}{n-1}} \quad (4)$$

式中：

S_L —— 试验标准差，mm；

L_j —— 检测器测量值， $j=1, 2, \dots, 10$ ，mm；

\bar{L}_j —— 检测器测量算术平均值，mm；

n —— 测量次数，取 10。

6.5 路面结冰层厚度示值误差

路面结冰层厚度示值误差校准方法如下：

a) 重复 5.2.1 中 a) 和 b)；

b) 被校设备按照说明书要求完成自校准工作；

c) 在试验槽内注水，当注水深度约为 1mm 时停止注水，或采用人工制冰的方式制备厚度约为 1mm 的冰；

d) 在被检设备稳定输出结冰厚度期间连续读取 10 个测量值并取算术平均值 \bar{H}_1 ；

e) 使用深度千分尺测量实际结冰层厚度 3 次，取其平均值为路面结冰层厚度标准值。

按公式 (5) 计算示值误差：

$$\Delta_i = \bar{H}_1 - H_{\text{标}} \quad (5)$$

式中：

Δ_i —— 被检检测器示值误差，mm；

\bar{H}_1 —— 测量结果算术平均值, mm;

$H_{\text{标}}$ —— 路面结冰层厚度标准值, mm。

f) 重复步骤 c) d) 和 e), 分别在结冰层厚度约为 1.5 mm 和 2 mm 情况下进行试验;

g) 取示值误差最大值为路面结冰层厚度示值误差。

6.6 路面结冰层厚度测量重复性

路面结冰层厚度测量重复性计算方法如下:

a) 选取 5.2.5 中最大误差对应结冰厚度下的 10 个测量数据;

b) 按公式 (6) 计算试验标准差, 作为检测器的测量重复性。

$$S_H = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (H_j - \bar{H}_j)^2}{n-1}} \quad (6)$$

式中:

S_H —— 试验标准差, mm;

H_j —— 检测器测量值, $j=1, 2, \dots, 10$, mm;

\bar{H}_j —— 检测器测量算术平均值, mm;

n —— 测量次数, 取 10。

6.7 路面积雪层厚度示值误差

路面积雪层厚度示值误差校准方法如下:

a) 在自然降雪条件下室外进行, 或在室内采用刨冰机等制备积雪;

b) 重复 5.2.1 中 a) 和 b);

c) 被校设备按照说明书要求完成自校准工作;

d) 观察试验槽底部积雪量, 当积雪层厚度达到 (2~4) mm 时, 在设备稳定输出期间连续读取 10 个测量值并取算术平均值 \bar{X}_1 ;

e) 用深度千分尺测量路面积雪层厚度, 并记为标准值。

f) 按公式 (7) 计算示值误差;

$$\Delta_i = \bar{X}_i - X_{\text{标}} \quad (7)$$

式中:

Δ_i —— 被检检测器示值误差, mm;

\bar{X}_i —— 测量结果算术平均值, mm;

$X_{\text{标}}$ —— 路面积雪层厚度标准值, mm。

g) 重复步骤 d) e) 和 f), 分别在积雪层厚度达到 (5~7) mm、(8~10) mm 时进行试验。

h) 取示值误差最大值为路面结冰层厚度示值误差。

6.8 路面积雪层厚度测量重复性

路面积雪层厚度测量重复性计算方法如下:

a) 选取 5.2.7 中最大误差对应积雪厚度下的 10 个测量数据;

b) 按公式 (8) 计算试验标准差, 作为被检设备的路面积雪层厚度测量重复性。

$$S_X = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X}_j)^2}{n-1}} \quad (8)$$

式中:

S_X —— 试验标准差, mm;

X_j —— 检测器测量值, $j=1,2,\dots,10$, mm;

\bar{X}_j —— 检测器测量算术平均值, mm;

n —— 测量次数。

7 校准结果表达

7.1 校准记录

校准记录应信息齐全、内容完整, 校准记录式样见附录 A。

7.2 校准证书

校准结果以校准证书的形式表达, 校准证书包含的信息及内页式样见附录 B。

7.3 校准结果不确定度评定

校准结果的不确定度评定按照 JJF 1059.1-2012 进行，测量温度校准结果的不确定度评定见附录 C。

8 复校时间间隔

检测器复校时间间隔建议为 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

非接触式路面状况检测器校准记录表式样

A.1 非接触式路面状况检测器校准记录表首页

非接触式路面状况检测器校准记录表首页式样见表 A.1。

表 A.1 记录表首页

表格编号：

第 页，共 页

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		
校准环境	温度：____℃ 湿度：____%RH					
所用测量标准或 主要设备	名称	编号	主要技术参数		溯源证书有效期	
	使用前情况			使用后情况		
备注						

校准：

核验：

日期：

A.2 非接触式路面状况检测器校准记录表内页

非接触式路面状况检测器校准记录表内页式样见表 A.2。

表 A.2 非接触式路面状况检测器校准记录表

记录编号：

第 页 共 页

校准项目	校准结果									
	测量值									
路面温度示值误差										
路面温度检测测量重复性										
路面积水深度示值误差										
路面积水深度测量重复性										
路面结冰层厚度示值误差										
路面结冰层厚度检测测量重复性										
路面积雪层厚度示值误差										
路面积雪层厚度检测测量重复性										

校准：

核验：

日期：

附录 B

非接触式路面状况检测器校准证书信息及内页式样

B.1 校准证书信息

非接触式路面状况检测器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；
- d) 证书编号、页码及总页数；
- e) 客户的名称和联络信息；
- f) 校准所依据的技术规范名称和代号；
- g) 被校准仪器的信息；
- h) 被校准仪器的接收日期；
- i) 进行校准的日期；
- j) 校准证书的批准日期；
- k) 抽样计划、抽样方法和抽样日期（如有）；
- l) 校准结果仅对校准对象有效的声明；
- m) 校准证书批准人的签名或识别；
- n) 校准时的环境条件；
- o) 所用测量标准或主要设备的名称、编号、主要技术参数及溯源证书有效期；
- p) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- q) 如可获得，任何调整或修理前后的结果；
- r) 相关时，与要求或规范的符合性声明；
- s) 已与客户达成协议时，给出复校时间间隔的建议。

B.2 非接触式路面状况检测器校准结果内页式样

非接触式路面状况检测器校准结果内页式样见表 B.1。

表 B.1 非接触式路面状况检测器校准结果

第 页 共 页

序号	校准项目	校准结果
1.	路面温度示值误差	
2.	路面温度检测测量重复性	
3.	路面积水深度示值误差	
4.	路面积水深度测量重复性	
5.	路面结冰层厚度示值误差	
6.	路面结冰层厚度检测测量重复性	
7.	路面积雪层厚度示值误差	
8.	路面积雪层厚度检测测量重复性	
校准结果的不确定度描述		

附录 C

非接触式路面状况检测器测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

非接触式路面状况检测器（简称检测器）是用于检测路面状况及路面温度的一种自动检测设备。检测器由红外传感器、摄像头、数据处理单元、传输模块、电源模块等组成，路面测量温度校准结果的不确定度及描述参考以下步骤进行。

C.2 温度测量校准结果的不确定度评定

C.2.1 测量模型

温度的测量模型如下：

$$\Delta = t_i - t_s \quad (\text{C.1})$$

式中： Δ ——温度偏差， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_i ——标准器测量温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_s ——测量装置设定温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

C.2.2 灵敏系数

由测量模型可以得到，灵敏系数 $c(t_i) = \frac{\partial \Delta}{\partial t_i} = 1$ ， $c(t_s) = \frac{\partial \Delta}{\partial t_s} = -1$ 。

C.2.3 不确定度分量的评定

(1) 温度测量过程引入的不确定度 $u(t_i)$ ；

在重复性条件下，对某台非接触式路面状况检测器的温度（ 50°C 和 5°C ）进行 10 次测量，所得数据为：

表 C.1 重复性条件下温度测量值

温度设定 值/ $^{\circ}\text{C}$	温度测量值/ $^{\circ}\text{C}$									
	5	5.07	5.35	5.48	5.31	5.60	5.29	5.58	5.29	5.56
50	50.72	50.55	50.39	50.23	50.1	50.0	49.94	49.91	49.9	49.95

用贝塞尔公式法计算标准差：

代入计算得 $S_i = \begin{cases} 0.29^\circ\text{C}, 50^\circ\text{C} \\ 0.17^\circ\text{C}, 5^\circ\text{C} \end{cases}$

$$u(t_1) = \frac{S_i}{\sqrt{10}} \quad (\text{C.2})$$

代入计算得 $u(t_1) = \begin{cases} 0.09^\circ\text{C}, 50^\circ\text{C} \\ 0.05^\circ\text{C}, 5^\circ\text{C} \end{cases}$

(2) 温度测量仪引入的不确定度 $u(t_0)$ 。

由温度测量溯源证书可知，校准结果的扩展不确定度为 0.1°C ， $k=2$ ，则：

$$u(t_0) = \frac{U}{2} = 0.05^\circ\text{C} \quad (\text{C.3})$$

C.2.4 合成标准不确定度的计算

不确定度分量的汇总

不确定度分量汇总见表 C.2。

表 C.2 校准结果的不确定度分量汇总表

序号	不确定度来源	不确定度分量	评定方法	分布
1	重复性测量引入的不确定度	$u(t_1) = \begin{cases} 0.09^\circ\text{C}, 50^\circ\text{C} \\ 0.05^\circ\text{C}, 5^\circ\text{C} \end{cases}$	A类	正态分布
2	温度测量系统引入的不确定度	$u(t_0) = 0.05^\circ\text{C}$	B类	矩形分布

不确定度的合成

$$\text{合成标准不确定度为: } u_c = \sqrt{u^2(t_1) + u^2(t_0)} \quad (\text{C.4})$$

计算得: $u_c = \begin{cases} 0.103^\circ\text{C}, 50^\circ\text{C} \\ 0.071^\circ\text{C}, 5^\circ\text{C} \end{cases}$

C.2.5 扩展不确定度的计算

取 $k=2$ ，则

$$U = \begin{cases} 0.21^{\circ}\text{C}, 50^{\circ}\text{C} \\ 0.15^{\circ}\text{C}, 5^{\circ}\text{C} \end{cases}$$

C.2.6 不确定度的描述

$$\text{温度测量不确定度: } U = \begin{cases} 0.21^{\circ}\text{C}, 50^{\circ}\text{C} \\ 0.15^{\circ}\text{C}, 5^{\circ}\text{C} \end{cases}, k = 2。$$

C.3 路面积水深度测量不确定度分析报告

C.3.1 测量模型

$$\Delta_i = \bar{H}_1 - H_{\text{标}} \quad (\text{C.5})$$

式中:

Δ_i —— 被检检测器示值误差, mm;

\bar{H}_1 —— 测量结果算术平均值, mm;

$H_{\text{标}}$ —— 路面结冰层厚度标准值, mm。

C.3.2 灵敏系数

由测量模型可以得到, 灵敏系数 $c(H_i) = \frac{\partial \Delta}{\partial H_i} = 1$ 。

C.3.3 不确定度分量

(1) 重复性测量引入的不确定度

在重复性条件下, 对某台非接触式路面状况检测器的积水深度 (1mm) 进行 10 次测量, 所得数据为:

表 C.3 重复性条件下深度测量值

序号	测量值 (mm)
1	1.05
2	1.02
3	1.03
4	1.04
5	1.06
6	1.02

序号	测量值 (mm)
7	1.05
8	1.04
9	1.03
10	1.01

计算标准差: $S = 0.015 \text{ mm}$

标准不确定度: $u = 0.005 \text{ mm}$

(2) 设备测量精度引入的不确定度

设备技术指标给出最大允许误差为 $\pm 0.2 \text{ mm}$, 假设为均匀分布, 则标准不确定度为:

$u = 0.115 \text{ mm}$

(3) 标准值引入的不确定度

假设标准值的不确定度为 0.100 mm ($k=2$), 则标准不确定度为:

$u = 0.050 \text{ mm}$

C. 3. 4 合成标准不确定度

不确定度分量汇总表:

表 C. 4 校准结果的不确定度分量汇总表

序号	不确定度来源	不确定度分量	评定方法	分布
1	重复性测量	0.005 mm	A 类	正态
2	设备精度	0.115 mm	B 类	均匀
3	标准值	0.05 mm	B 类	均匀

合成标准不确定度:

$u_c = 0.116 \text{ mm}$

C. 3. 5 扩展不确定度

取 $k=2$, 则扩展不确定度:

$U = k * u_c = 2 * 0.116 \text{ mm} = 0.23 \text{ mm}$

C. 3. 6 不确定度的描述

积水深度测量结果的扩展不确定度为 $U=0.23 \text{ mm} (k=2)$

C. 4. 积雪层厚度测量不确定度分析报告

C. 4. 1 测量模型

$$\Delta_i = \bar{X}_i - X_{\text{标}} \quad (\text{C. 6})$$

式中：

Δ_i —— 被检检测器示值误差，mm；

\bar{X}_i —— 测量结果算术平均值，mm；

$X_{\text{标}}$ —— 路面积雪层厚度标准值，mm。

C. 4. 2 灵敏系数

由测量模型可以得到，灵敏系数 $c(X_i) = \frac{\partial \Delta}{\partial X_i} = 1$ 。

C. 4. 3 不确定度分量

(1) 重复性测量引入的不确定度

在重复性条件下，对某台非接触式路面状况检测器的积雪层厚度（5mm）进行 10 次测量，所得数据为：

表 C. 3 重复性条件下深度测量值

序号	测量值 (mm)
1	5.07
2	5.35
2	5.48
4	5.31
5	5.60
6	5.29
7	5.58
8	5.29
9	5.56

10

5.45

计算标准差： $S = 0.16 \text{ mm}$

标准不确定度： $u=0.5/\sqrt{3}=0.289 \text{ mm}$

(2) 设备测量精度引入的不确定度

设备技术指标给出最大允许误差为 $\pm 0.5 \text{ mm}$ ，假设为均匀分布，则标准不确定度为：

$u = 0.189 \text{ mm}$

(3) 标准装置引入的不确定度

假设标准装置的不确定度为 0.2 mm ($k=2$)，则标准不确定度为：

$u = 0.1 \text{ mm}$

C.4.4 合成标准不确定度

不确定度分量汇总表：

表 C.6 校准结果的不确定度分量汇总表

序号	不确定度来源	不确定度分量	评定方法	分布
1	重复性测量	0.05 mm	A 类	正态
2	设备精度	0.189 mm	B 类	均匀
3	标准值	0.1 mm	B 类	均匀

合成标准不确定度：

$u_c = 0.137 \text{ mm}$

C.4.5 扩展不确定度

取 $k=2$ ，则扩展不确定度：

$U = k * u_c = 2 * 0.1337 \text{ mm} = 0.27 \text{ mm}$

C.4.6 不确定度的描述

积雪层厚度测量结果的扩展不确定度为 $U = 0.27 \text{ mm}$ ($k=2$)。

国家计量技术规范

《非接触式路面状况检测器校准 规范》

编制说明

(征求意见稿)

规范编制组

2026年03月

目 录

一、任务来源	1
二、编制背景	1
(一) 制定目的	1
(二) 制定意义	2
(三) 国内外概况	3
三、编制过程	3
(一) 编制原则	4
(二) 工作进程	5
(三) 人员分工	7
四、编制依据	6
五、主要技术内容的论据	8
(一) 范围	8
(二) 引用文件	8
(三) 概述	8
(四) 计量特性	8
(五) 校准条件	10
(六) 校准项目和校准方法	10
(七) 校准结果	10
(八) 复校时间间隔	11
六、其他应予说明的事项	8

一、任务来源

2025年5月国家市场监督管理总局印发《2025年国家计量技术规范项目制定、修订及宣贯计划的通知》，交通运输部公路科学研究所作为起草单位秉承科学严谨、公开公正、注重实效的原则，承担此规程的编制工作，北京中交华安科技有限公司、中路高科交通科技集团有限公司、云南省交通规划设计研究院股份有限公司等作为参加单位，参加规范的相关编制工作。同时本规范也是交通运输部发布的《公路专用试验检测仪器设备计量管理目录》中指定项目。

二、编制背景

（一）制定目的

近年来，我国高速公路建设如狂飙突进，自1988年10月大陆首条高速公路——上海沪嘉高速公路横空出世至今，我国高速公路通车里程稳居世界第一。然而，随着高速公路的延绵伸展，事故频发成为不容忽视的痛点。交通事故带来的国家与个人生命财产损失惨重，这无疑警醒我们，必须聚焦于路面环境中那些导致悲剧的主要因素。

恶劣的天气条件，如暴雨、暴雪、浓雾、冰冻等，如同无形的杀手，对车辆安全行驶构成巨大威胁。尤其在那些大雾弥漫、雨雪交加、路面如镜的恶劣气候下，高速公路事故更是层出不穷。据统计，全国范围内高速公路运行中断受恶劣天气影响占比接近40%，近年来雨、雪、雾、大风等恶劣天气下高速公路交通事故数及死亡人数占比均在20%左右。2024年1月，浙江省台州市高架桥因积雪严重发生大规模车祸，涉及超百辆车辆，再次为我们敲响了警钟。

雨天路面摩擦系数骤减，车轮易如脱缰野马般打滑。车速提升，制动距离延长，安全风险倍增。冰雪路面，更是如履薄冰，车辆转向和制动稳定性急剧下降。路面状态，无疑是影响高速公路交通安全的关键因素。在恶劣天气下路面状态发生改变，事故率比正常天气高出2-3倍。应用路面检测系统实时监测路面状况，是保障行车安全的关键。

然而，当前我国高速公路普遍存在监测设施不完善、监测密度和要素不足等问题。非接触式路面状况检测器虽具有显著优势，却因缺乏计量技术支撑，其使用和发展受限。为解决这一难题，研究制定“非接触式路面状况检测器校准规范”已迫在眉睫。这将有助于建立可靠的路面状况感知网络，为交通安全预警提供精准信息，为建设交通强国提供坚实的技术支撑。

（二）制定意义

本项目旨在制定“非接触式路面状况检测器校准规范”。此规范的出台，无疑将为我国路面状况预警预报系统注入强大动力。它将大幅提升预警预报的精确度，有效降低交通事故发生率，显著减少由此带来的交通伤亡和经济损失。同时，通过提升管理水平，我们有望缓解交通拥堵，节省出行与物流成本，为社会带来巨大效益。

尤为重要的是，在冬季冰雪天气，这一规范将为道路养护决策提供精准的数据支持。依托于此规范下的准确可靠信息，养护部门能够更加精确、高效地部署融雪剂材料，确保道路安全畅通。在保障通行安全的前提下，我们还能有效节约融雪剂材料，降低养护成本，减少对环境和公路基础设施的损害，实现绿色养护、智慧养护的目标。

本规范制定的意义主要表现为：

（1）促进量值统一：校准规范可为计量机构提供有效的计量依据，将大大促进非接触式路面状况检测器的量值统一和准确可靠。

（2）规范产品生产：制定校准规范可以为生产商在产品设计和制造阶段提供校准依据，有助于规范产品生产行为，提高系统的质量和性能。

（3）方便用户使用：校准规范的制定可以为社会提供科学统一的校准方法，保障了不同厂家产品在计量性能方面的可比性，有利于用户客观认识备选产品，并做出理性选择。

（三）国内外概况

目前，国内外的生产厂家较多，Regal 公司、VAISALA 公司、SENSICE 公司、风途科技、万象环境等机构相继研制了不同型号的非接触式路面状况检测器。其中美国 Regal 公司、芬兰 VAISALA 公司、瑞典 SENSICE 公司等在国内市场上占有一席之地，国内也涌现了诸多厂家。我国各地特别是东北、华北等地一直以来积极引进先进设备，建立气象监测站，为道路管理部门提供准确的监测数据，在道路安全出现险情之前，采取相应措施，是公路安全精细化管理和数字化转型配备的重要装置，市场需求量较大。

三、编制过程

（一）编制原则

本规范由全国公路专用计量器具计量技术委员会提出并归口，将致力于服务“安全、便捷、高效、绿色、经济”的交通运输高质量发展目标。项目组在以往研究经验的基础上，对国内市场上的非接触式路面状况检测器进行重新梳理，形成非接触式路面状况检测器校准规范。规范的编制原则如下：

项目是在原则如下：

（1）科学性

非接触式路面状况检测器计量技术指标的设定及其校准方法的确定，建立在充分的理论分析与严谨的试验验证基础之上，确保规范编制工作的科学性。依据相关理论进行深入分析，并通过模拟实际工况的重复性试验、边界条件验证试验等实践手段，科学、准确地规定非接触式路面状况检测器的关键计量参数以及详细、可操作的校准步骤。

（2）一致性

在确定计量技术指标和校准方法时，明确规定的技术要求和试验参数。通过系统化的试验验证流程，如重复性测试和误差分析等，全面评估指标和方法的准确性、稳定性和可靠性，从而保障测试结果的科学性和一致性。

（3）适用性

规范的编制全面而深入地考虑国内市场中的大多数仪器设备校准需求,确保规范对国内外设备技术特点具有广泛的适用性,从而促进设备校准的标准化、一致性和互操作性,满足不同厂商和用户的实际操作要求。

(二) 工作进程

2025年6月,成立规范编写组,组织开展规范编制工作。

2025年7月至2025年9月,为确保标准的严谨性与实操性,项目组于分两批次赴安徽曼德克环境科技有限公司(安徽合肥作为华东地区交通科技研发高地,拥有国家级交通检测实验室)、云南省交通规划设计研究院(云南昆明作为西南地区典型高原城市,具备多样化的路面环境测试条件)等典型交通基础设施示范城市开展实地调研活动。



图 1 在安徽合肥进行室内实验验证的现场照片

图 2 沥青试验槽实物照片



图 3-图 4 在云南昆明对室内实验开展调研的现场照片

在调研过程中，项目组通过专题座谈会、现场操作演示、设备实测对比及与地方交通管理部门、检测机构、科研院所及一线技术人员的深度交流，重点研讨了非接触式路面状况检测器的校准环境参数要求、校准方法的普适性与误差范围、校准实施的标准化操作流程、关键计量参数的设定逻辑（如测量误差、重复性误差等）。

2025年9月，汇总分析国内外非接触式路面状况检测器相关的标准规程规范等，完成征求意见稿的文本结构优化、术语统一性与表述清晰度等问题，开展试验验证并形成规范征求意见稿（初稿）。

2025年10月至2025年12月，对试验验证方案及测量不确定度评定进行完善，形成征求意见稿。

2026年1月至2026年3月，征求相关行业专家、生产厂家、使用单位等意见（见征求意见汇总表），明确校准条件、校准项目和校准方法等技术内容，修改完善征求意见稿。

2026年4月至2026年5月，整理汇总征求意见，完善征求意见稿。

（三）人员分工

起草单位	起草人	项目分工
交通运输部公路科学研究所	苏文英	统筹协调起草全过程，主导技术内容设计与科学性验证。
交通运输部公路科学研究所	王蕊	设计试验方案，协调资源，把控进度与节点，回应专家质询。
交通运输部公路科学研究所	何华阳	调研国内外同类技术规范，确定计量技术指标。
交通运输部公路科学研究所	罗营超	确定计量技术指标，完成计量器具优化与性能测试。
北京中交华安科技有限公司	韩晖	组织试验验证，支撑技术指标落地。
中路高科交通科技集团有限公司	朱静	规范文本的起草，完成合规性审查。

起草单位	起草人	项目分工
云南省交通规划设计研究院股份有限公司	杨文臣	前期调研及试验验证校准器具优化改进。

四、编制依据

本规范以 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行修订。

本规范主要参考《公路交通气象检测设施技术要求》(GB/T 33697-2017)相关技术要求,明确路面温度、积水深度、结冰厚度、积雪深度的示值误差及测量重复性等要求。

五、主要技术内容的论据

按照 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》要求,本规范包括八个章节和四个附录:1 范围、2 术语、3 概述、4 计量特性、5 校准条件、6 校准项目和校准方法、7 校准结果、8 复校时间间隔,以及附录 A 校准记录表格式、附录 B 校准证书内页格式等。

(一) 范围

描述概述非接触式路面状况检测器的适用范围。

(二) 术语

结合本规范内容,对相关专业术语进行定义。

(三) 概述

介绍了非接触式路面状况检测器的主要用途、工作基本原理及其结构组成。

(四) 计量特性

1. 路面温度: 示值误差不大于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 测量重复性不大于 0.2°C 。

示值误差指检测器测量的路面温度值与实际温度之间的差异。该指标要求检测器在规定测量条件下，其示值与真实温度的偏差需控制在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 范围内。此精度对预防结冰至关重要，因 0°C 附近的小幅温度波动可能直接引发结冰风险。测量重复性指在相同条件（同一设备、操作者、环境、短时间间隔）下对同一路面点连续多次测量结果的一致性。 0.2°C 的限值意味着多次测量结果的分散程度，高重复性确保设备在动态监测中提供稳定数据，避免因随机波动误判结冰趋势。

2. 路面积水深度：示值误差不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ ，测量重复性不大于 0.2mm 。

积水深度的示值误差反映检测器对水层厚度的测量准确性，此精度直接影响行车安全预警，因积水深度超过 2mm 即可显著降低轮胎摩擦力， $\pm 0.5\text{mm}$ 的误差控制可避免对"轻度积水"与"中度积水"的误判。重复性要求在相同条件下对同一积水区域连续测量，结果波动不超过 0.2mm 。该指标确保设备在雨雪天气中对积水变化的连续追踪能力，避免因数据跳变导致预警系统失效。

3. 路面结冰层厚度：示值误差不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ ，测量重复性不大于 0.2mm 。

结冰层厚度的示值误差指检测值与实际冰厚的差异。由于 0.5mm 以上的薄冰即可引发车辆打滑， $\pm 0.5\text{mm}$ 的误差控制是区分"安全路面"与"危险黑冰"的关键阈值。重复性要求在相同条件下对同一点冰厚连续测量，结果波动 $\leq 0.2\text{mm}$ ，确保设备在低温环境中对冰层融化/冻结过程的稳定监测，为除冰作业提供可靠依据。

4. 路面积雪层厚度：示值误差不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ ，测量重复性不大于 0.2mm 。

积雪厚度的示值误差反映检测器对雪层深度的测量准确性。此精度对道路除雪调度至关重要，因积雪厚度超过 5mm 可能需启动应急除雪机制， $\pm 0.5\text{mm}$ 的误差可避免资源浪费或响应延迟。重复性要求在相同条件下对同一积雪点连续测量，结果波动 $\leq 0.2\text{mm}$ ，该指标确保设备在风雪天气中对积雪累积速率的精确捕捉，支持动态交通管控决策。

（五）校准条件

规定非接触式路面状况检测器的校准条件，包括温度、湿度等此精度对预防结冰至关重要，因 0℃附近的小幅温度波动可能直接引发结冰风险测量误差等计量特性；

（六）校准项目和校准方法

规定路面温度示值误差、路面温度检测测量重复性、路面积水深度示值误差、路面积水深度测量重复性、路面结冰层厚度示值误差、路面结冰层厚度检测测量重复性、路面积雪层厚度示值误差、路面积雪层厚度检测测量重复性校准项目及其校准方法；

（七）校准结果

依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》要求对校准结果中的校准证书信息进行了规定，并结合 CNAS-CL01:2018《检测和校准实验室能力认可准则》CNAS-CL01:2018[2019 年修订]对校准证书的特定要求，增加“h) 被校准仪器的接收日期； j) 校准证书的批准日期； q) 如可获得，任何调整或修理前后的结果； r) 相关时，与要求或规范的符合性声明； s) 已与客户达成协议时，给出复校时间间隔的建议”等相关要求。

（八）复校时间间隔

建议为 12 个月

六、其他应予说明的事项

无