JJF

陕 西 省 地 方 计 量 技 术 规 范

JJF（陕）XXX－2021

连续式路面平整度测定仪（非激光型）校准规范

Calibration specification for continuous pavement flatness tester (non laser type)

（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

连续式路面平整度测定仪（非激光型）校准规范

Calibration specification for continuous pavement flatness tester (non laser type)

JJF（陕）XXX－2021
代替 JJG（陕）05-2007

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： 西安市亚星土木仪器有限公司

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：

何　钊（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）

冯　斐（陕西省计量科学技术研究院）

参加起草人：

毛星宇（宝鸡市质量技术检验检测中心）

李　浩（宝鸡市质量技术检验检测中心）

王宏升（宝鸡市质量技术检验检测中心）

杨玉杰（西安市亚星土木仪器有限公司）

目　录

引言 ..... (I)
1 范围 ..... (1)
2 引用文件 ..... (1)
3 概述 ..... (1)
4 计量特性 ..... (2)
4.1 静态示值误差 ..... (2)
4.2 动态示值误差 ..... (2)
4.3 平整度值的测量重复性 ..... (2)
4.4 测距示值误差 ..... (2)
4.5 测量轮外径 ..... (2)
4.6 测量跨距 ..... (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 静态示值误差 ..... (2)
6.2 动态示值误差 ..... (3)
6.3 平整度值的测量重复性 ..... (3)
6.4 测距示值误差 ..... (4)
6.5 测量轮外径 ..... (4)
6.6 测量跨距 ..... (4)
7 校准结果表达 ..... (5)
8 复校时间间隔 ..... (5)
附录 A 专用块技术要求 ..... (6)
附录 B 标准平整度值的确定方法 ..... (7)
附录 C 校准原始记录（推荐）格式 ..... (8)
附录 D 校准证书内容及内页格式 ..... (9)
附录 E 连续式路面平整度测定仪（非激光型）动态示值误差的测量不确定度评定 ..... (11)
附录 F 连续式路面平整度测定仪（非激光型）静态示值误差的测量不确定度评定 ..... (15)

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。

本规范为修订，代替 JJG（陕）05-2007 《连续式路面平整度测定仪（非激光型）》。

与 JJG（陕）05-2007 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

——修改了概述中仪器构成的内容；

——修改了测量跨距的计量特性；

——修改了静态示值误差的计量特性及校准方法；

——修改了动态示值误差的计量特性及校准方法；

——修改了测距示值误差的校准方法；

——修改了校准环境条件；

——修改了校准用标准器的要求；

——增加了仪器结构示意图；

——增加了测量轮外径的计量特性及测量轮外径校准、计算方法；

——增加了平整度值的测量重复性；

——删除了垂直位移传感器检定项目；

——删除了测量轮径向跳动、轴向摆动、采样间隔检定项目；

——删除了支架变形量检定项目；

——删除了速度检测检定项目；

——删除了转弯半径检定项目。

连续式路面平整度测定仪（非激光型）校准规范

1　范围

本规范适用于连续式路面平整度测定仪（非激光型）的校准。

2　引用文件

本规范引用了下列文件：

GB 50092－1996　沥青路面施工及验收标准

JTG 3450－2019　公路路基路面现场测试规程

JTG F80/1－2017　公路工程质量检验评定标准

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

连续式路面平整度测定仪（非激光型）（以下简称“平整度测定仪”）是用于测定路面的平整度，评定路面平整度质量的快速测量仪器。

连续式路面平整度测定仪（非激光型）是由测量轮（距离传感器）、地面高差传感器（接触式传感器）、转向机构、牵引手柄、控制箱（包括电池、绘图、控制、打印）机架和行走机构等组成，结构示意图如图 1 所示。

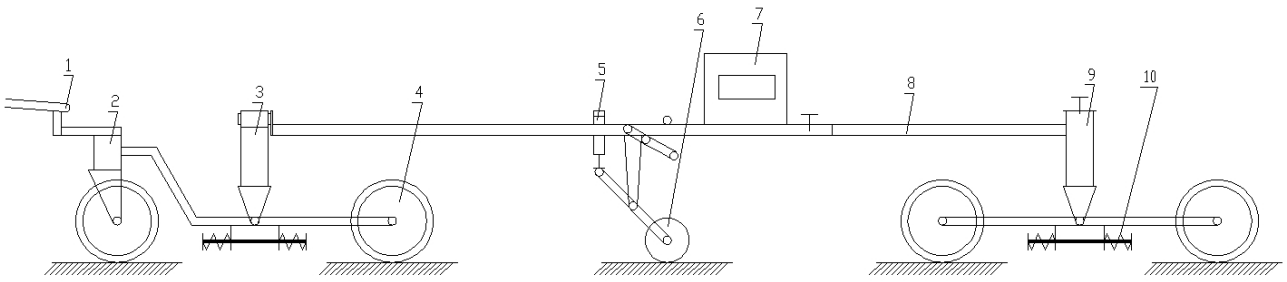


图 1 平整度测定仪结构示意图

1——牵引手柄；2——转向机构；3——前平衡梁；4——行驶轮；5——地面高差传感器；

6——测量轮（距离传感器）；7——控制箱；8——机架；9——后平衡梁；10——减震机构。

4　计量特性

4.1　静态示值误差：±1.0mm。

4.2　动态示值误差：±15%。

4.3　平整度值的测量重复性：≤0.2mm。

4.4　测距示值误差：±1%。

4.5　测量轮外径：160mm，MPE：±1mm。

4.6　测量跨距：3.00m，MPE：±0.03m。

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

5.1.1　环境温度：（0～40）℃。

5.1.2　环境湿度：不大于 85%RH。

5.1.3　试验场地：

静态场地要求：平整的空场地或室内；

动态试验线路要求：无积水、无冰雪、无污染、无交叉口的直线路段。

5.2　测量标准及其他设备

游标卡尺：（0～300）mm，MPE：±0.04mm；

专用块：标称尺寸及技术要求见附录 A；

水准仪：DSZ1 级；

水准标尺：等外；

钢卷尺：（0～100）m，II级；

钢卷尺：（0～5）m，II级；

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，首先对平整度测定仪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　静态示值误差

a) 将平整度测定仪平稳放置于静态校准场地上，打开地面高差传感器，将测量轮放下，使其接触地面，将控制箱参数设置为工作状态。并记录地面高差传感器示值作为初始值 H_0。

b) 依次将标称尺寸为 5mm、10mm、15mm、20mm、30mm、40mm 专用块放在测量轮下方，读取平整度测定仪静态示值 H_i；

c) 按式（1）计算各点示值误差，取绝对值最大的 Δ_i 作为静态示值误差。

$$\Delta_i = H_i - H_0 - H_{Li} \qquad (1)$$

式中：

Δ_i —— 静态示值误差，mm；

H_0 —— 平整度测定仪初始值，mm；

H_i —— 平整度测定仪静态示值，mm；

H_{Li} —— 专用块标称值，mm；

6.2 动态示值误差

a）用钢卷尺和记号笔在试验线路标记一条长 100m 的直线，并在直线两端标上起、终点，起、终点两端沿直线方向各延伸 1.5m 作为引导段，直线加引导段为试验线路，按附录 B 标准平整度值的确定方法确定试验线路标准平整度值σ_0；

b）设置平整度测定仪的采样间距为 0.1m，平整度值计算距离为 100m；

c）将平整度测定仪牵引至直线起点，使测量轮对准直线方向，且测量轮中轴线与起点对齐，将处于工作状态的平整度测定仪用牵引车牵引其前进，保持其测量轮沿标记直线运动，当接近终点时减慢速度，直至平整度测定仪输出示值时停止移动，记录输出的平整度值为第 i 次测量的动态示值σ_i；重复测量 6 次实验线路的平整度值，计算 6 次的算术平均值$\overline{\sigma}$。

d）按式（2）计算路段动态相对示值误差

$$R=\frac{\overline{\sigma}-\sigma_0}{\sigma_0}\times 100\% \qquad (2)$$

式中：

R —— 动态相对示值误差；

σ_0 —— 试验线路标准平整度值，mm；

$\overline{\sigma}$ —— 动态示值的算术平均值，mm。

6.3 平整度值的测量重复性

平整度仪测量重复性的校准过程可参照 6.2，记录输出的平整度值为第 i 次测量的动态示值σ_i，重复测量 6 次。以上 6 次测量的动态示值的最大值记录为$\sigma_{\max}$，动态示值的最小值记录为$\sigma_{\min}$，按式（3）计算动态示值的测量重复性δ。

$$\delta=\sigma_{\max}-\sigma_{\min} \qquad (3)$$

式中：

δ —— 平整度值的测量重复性，mm；

$\sigma_{\max}$—— 动态示值的最大值，mm；

$\sigma_{\min}$—— 动态示值的最小值，mm。

6.4 测距示值误差

a）用钢卷尺和记号笔在试验路段标记一条长 100m 的直线，并在直线两端标上起、终点；

b）设置平整度测定仪的平整度值计算距离为 100m，由人力牵引平整度测定仪至直线起点，使测量轮对准直线方向，且测量轮中轴线与起点对齐；

c）将处于工作状态的平整度测定仪用人力牵引前进，保持测量轮沿标记直线运动，当接近时减慢速度，直至平整度测定仪输出示值时停止移动，标记出测量轮中轴线位置。测量该位置与终点位置距离 ΔS，当仪器输出示值时测量轮中轴线已过终点，则 ΔS 为负值，未到终点时，则 ΔS 为正值；

d）按式（4）计算测距相对示值误差

$$\varphi = \frac{\Delta S}{100\text{m} - \Delta S} \times 100\% \qquad (4)$$

式中：

φ —— 测距相对示值误差；

ΔS —— 平整度测定仪测距示值，m。

6.5 测量轮外径

用游标卡尺在测量轮的径向 4 个不同位置测量测量轮的外径，记录 4 个位置的外径值 ϕ_1、ϕ_2、ϕ_3、ϕ_4，取其平均值作为实测外径值，并按（5）式计算与标称外径 ϕ 的示值误差 $\Delta\phi$。

$$\Delta\phi = \phi - \frac{\phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4}{4} \qquad (5)$$

式中：

$\Delta\phi$ —— 测量轮外径示值误差，m；

ϕ —— 测量轮标称外径，m；

ϕ_1、ϕ_2、ϕ_3、ϕ_4—— 测量轮径向 4 个不同位置的测量值，m。

6.6 测量跨距

将平整度测定仪展开至工作状态，用钢卷尺测量平整度测定仪两平衡梁外侧之间的距离 L，然后测量两平衡梁宽度 l_1，l_2，测量示意图见图 2；按式（6）计算得到测量跨距值 $L_{跨}$。

$$L_{跨} = L - (l_1 + l_2)/2 \qquad (6)$$

式中：

$L_{跨}$ —— 测量跨距值，m；

L —— 平整度测定仪两平衡梁外侧之间的距离，m；

l_1、l_2 —— 两个平衡梁各自的宽度，m。

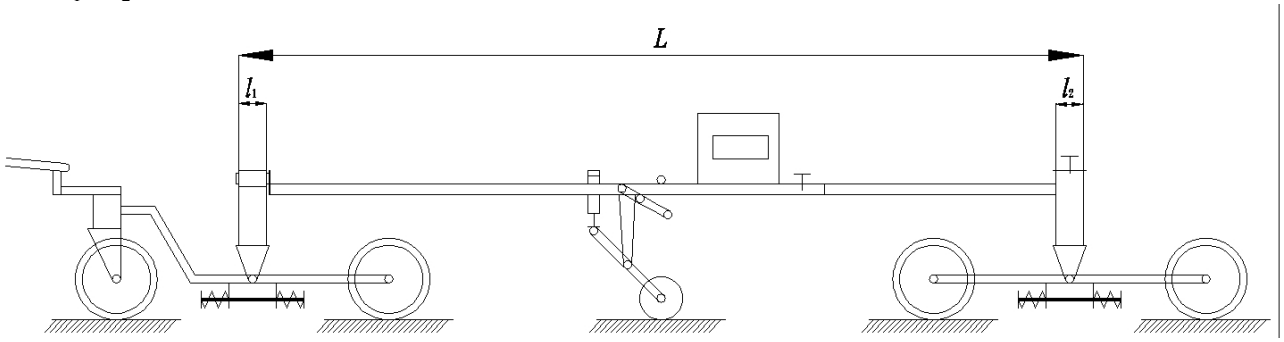


图 2 跨距测量示意图

7 校准结果表达

经校准的平整度测定仪发给校准证书，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 F。

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

专用块技术要求

A.1 专用块示意图如图 A.1 所示。

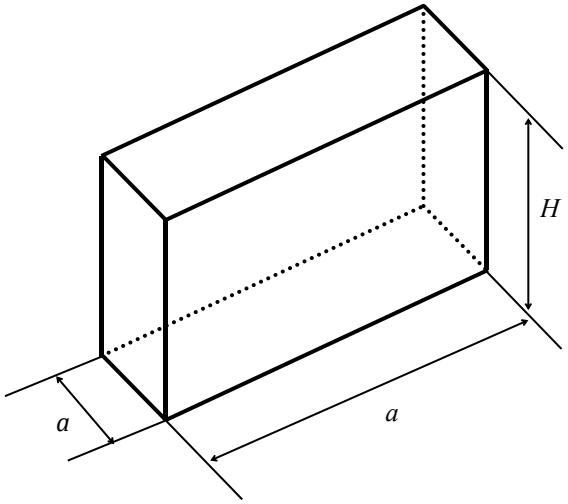


图 A.1 专用块示意图

a——长　*b*——宽　*H*——标称高度（两测量面间距尺寸）

A.2 专用块各部分尺寸及标称高度最大允许误差如表 A.1 所示。

表 A.1 专用块各部分尺寸及标称高度最大允许误差　　单位为：mm

标称高度（两测量面间距尺寸）		长	宽	棱边倒角
H	MPE	*a*	*b*	
5	±0.05	≥30	≥9	0.5×0.5
10				
15				
20				
30				
40				

A.3 专用块工作面平面度不大于 0.1mm。

A.4 专用块为硬质耐磨材料，工作面不应有划痕、碰伤和锈蚀等缺陷，棱边倒角与工作面应光滑过度。每个专用块应在非工作面印有标称高度和编号。

附录 B

标准平整度值的确定方法

B.1 用钢卷尺和记号笔在试验线路标记一条长 100m 的直线，并在直线两端标上起、终点，起、终点两端沿直线方向各延伸 1.5m 作为引导段，直线加引导段为试验线路，沿试验线路以 0.1m 间隔标记点位；

B.2 采用 DSZ1 级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各测量点的视距差。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；

B.3 将测得的高程值按式（B.1）计算试验线路标准平整度值。

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(d_i - \overline{d})^2}{n-1}} \qquad \text{（B.1）}$$

式中：

σ_0 —— 试验线路标准平整度值，mm；

d_i —— 以 100m 为计算区间，每隔一定距离的路面实测高程差值，mm；按式（B.2）计算；

$$d_i = \left[d_{0(i-15)} + d_{0(i+15)}\right]/2 - d_{0i} \qquad \text{（B.2）}$$

式中：

d_{0i} —— 以 100m 为计算区间，每隔一定距离采集的路面高程原始值，mm；

$d_{0(i-15)}$ —— 在 d_{0i} 之前 15 个点的路面高程原始值，mm；

$d_{0(i+15)}$ —— 在 d_{0i} 之后 15 个点的路面高程原始值，mm；

$\overline{d}$ ——100m 计算区间内采集的 n 个路面实测高程差值的平均值，mm；

n ——100m 计算区间内用于计算路面实测高程差值的测试数据个数。

附录 C

校准原始记录（推荐）格式

连续式路面平整度测定仪（非激光型）校准记录

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

序号	校准项目	校准结果							备注
1	静态示值误差	开机显示值(mm)	加 5mm 专用块显示值(mm)	加 10mm 专用块显示值(mm)	加 15mm 专用块显示值(mm)	加 20mm 专用块显示值(mm)	加 30mm 专用块显示值(mm)	加 40mm 专用块显示值(mm)	
		误差值(mm)							
		静态示值误差(mm)							
2	动态示值误差	标准平整度值(mm)	实测值(mm)					示值误差(%)	
			1	2	3	4	5	6	平均值	
3	平整度值的测量重复性	1(mm)	2(mm)	3(mm)	4(mm)	5(mm)	6(mm)	重复性(mm)	
4	测距示值误差	测距示值(m)			示值误差(%)				
5	测量轮外径	标称值(mm)	实测值(mm)					示值误差(mm)	
			1	2	3	4	平均值		
6	测量跨距	(m)							

静态示值误差测量结果不确定度：_____

动态示值误差测量结果不确定度：_____

校准员：_____　　核验员：_____　　校准日期：_____

附录 D

校准证书内容及内页格式

D.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。

D.2　校准证书内页格式（参考）：

证书编号：XXXX-XXXX 校准结果		
序号	校准项目	校准结果
1	静态示值误差(mm)	
2	动态示值误差(%)	
3	平整度值的测量重复性(mm)	
4	测距示值误差(%)	
5	测量轮外径(mm)	
6	测量跨距(m)	

静态示值误差测量结果不确定度：_____

动态示值误差测量结果不确定度：_____

附录 E

连续式路面平整度测定仪（非激光型）

动态示值误差的测量不确定度评定

E.1 测量原理

依据连续式路面平整度测定仪（非激光型）校准规范，平整度测定仪动态示值误差即为平整度测定仪检测得到的路面平整度值$\overline{\sigma}$与试验线路的标准平整度值σ_0的差值。为了便于不确定度的评定，平整度测定仪动态检测示值误差测量模型用绝对误差表示，先评出绝对不确定度，然后再转化为相对不确定度以便和规范的相对示值误差保持一致。

E.2 测量模型

$$\Delta\sigma = \overline{\sigma} - \sigma_0 \tag{E.1}$$

式中：

$\Delta\sigma$ —— 平整度测定仪动态检测示值误差，mm；

$\overline{\sigma}$ —— 平整度测定仪检测得到的路面平整度的算术平均值，mm；

σ_0 —— 试验线路标准平整度值，mm；

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(d_i - \overline{d})^2}{n-1}} \tag{E.2}$$

式中：

σ_0 —— 试验线路标准平整度值，mm；

d_i —— 以 100m 为计算区间，每隔一定距离的路面实测高程差值，mm；

n —— 100m 计算区间内用于计算路面实测高程差值的测试数据个数。

按式（3）计算；

$$d_i = \left[d_{0(i-15)} + d_{0(i+15)}\right]/2 - d_{0i} \tag{E.3}$$

式中：

d_{0i} —— 以 100m 为计算区间，每隔一定距离采集的路面高程原始值，mm；

$d_{0(i-15)}$ —— 在d_{0i}之前 15 个点的路面高程原始值，mm；

$d_{0(i+15)}$ —— 在d_{0i}之后 15 个点的路面高程原始值，mm；

$\bar{d}$ —— 计算区间内采集的 n 个路面实测高程差值的平均值，mm；

d_i —— 以 100m 为计算区间，每隔一定距离的路面实测高程差值，mm；

E.3 方差和灵敏系数

（E.1）式中： $u^2(\Delta\sigma)=\mathrm{c}_1{}^2u^2(\overline{\sigma})+c_2{}^2u^2(\sigma_0)$

$$C_1=\partial(\Delta\sigma)/\partial(\overline{\sigma})=1$$

$$C_2=\partial(\Delta\sigma)/\partial(\sigma_0)=-1$$

（E.3）式中： $d_i=\left[d_{0(i-15)}+d_{0(i+15)}\right]/2-d_{0i}$

由于每个采样点都是采用相同的仪器，相同的测量方法测得的，所以它们引入的不确定度分量是相等的，统一设为$u(d)$即：

$$C_3=C_4=\frac{1}{2}$$

$$C_5=-1$$

$$u^2(d_i)=\frac{1}{4}u^2(d_{0(i-15)})+\frac{1}{4}u^2(d_{0(i+15)})+u^2(d_{0i})=\frac{3}{2}u^2(d)$$

则 $$u(d_i)=\sqrt{\frac{3}{2}}u(d)$$

E.4 计算各分量的不确定度

E.4.1 平整度测定仪引入的不确定度分量$u\left(\overline{\sigma}\right)$

E.4.1.1 平整度测定仪重复性引入的不确定度分量$u_1\left(\overline{\sigma}\right)$

在重复测量条件下对同一段 100m 的道路使用路面平整度测定仪测量 10 次，得到一组动态检测示值误差：0.98mm、0.93mm、0.92mm、0.95mm、0.97mm、0.96mm、0.98mm、0.94mm、0.93mm、0.95mm，求得单次实验标准差 s

$$s=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i-y\right)^2/\left(n\text{-}1\right)}=0.020(\mathrm{mm})$$

用牵引车牵引时一般重复测量 6 次，故

$$u_1\left(\overline{\sigma}\right)=s/\sqrt{6}=0.008(\mathrm{mm})$$

E.4.1.2 平整度测定仪分辨力值引入的不确定度分量$u_2\left(\overline{\sigma}\right)$

平整度测定仪在动态检测时的分辨力值为0.01mm，取半宽，按均匀分布，取$k=\sqrt{3}$，

$$u_2(\overline{\sigma})=a/2k=0.01/2\sqrt{3}=0.003\,(\mathrm{mm})$$

重复性引入的测量不确定度分量与分辨力引入的测量不确定度分量两者取其大，故保留重复性引入的测量不确定度分量$u_1(\overline{\sigma})$，分辨力引入的测量不确定度分量$u_2(\overline{\sigma})$可忽略不计。

$$u(\overline{\sigma})=u_1(\overline{\sigma})=0.008\,(\mathrm{mm})$$

E.4.2 试验线路标准平整度值引入的不确定度分量$u(\sigma_0)$

E.4.2.1 i 采样点的高程差值引入的不确定度分量$u(d_i)$

E.4.2.1.1 水准仪测站单次高差标准差引入的不确定度分量$u_1(d)$

依据JJG 425-2013 水准仪检定规程，DSZ1级水准仪在视距50m时，测站单次高差标准差小于等于0.15mm。在本实验中，单次测量视距不会超过50m，故可按0.15mm进行评定。

$$u_1(d)=0.150\,(\mathrm{mm})$$

E.4.2.1.2 水准标尺引入的不确定度分量$u_2(d)$

根据JJG 8-1991 水准标尺检定规程中的要求，等外水准标尺任一厘米的分划误差不超过±0.5mm，按均匀分布，取$k=\sqrt{3}$，故

$$u_2(d)=0.5/k=0.5/\sqrt{3}=0.288(\mathrm{mm})$$

则，采样点路面高程的原始值引入的不确定度分量

$$u(d)=\sqrt{[u_1(d)]^2+[u_2(d)]^2}=\sqrt{(0.150)^2+(0.288)^2}=0.325\,(\mathrm{mm})$$

那么i采样点的路面高程差值引入的不确定度分量

$$u(d_i)=\sqrt{\frac{3}{2}}u(d)=\sqrt{\frac{3}{2}}\times 0.325=0.398\,(\mathrm{mm})$$

在100m试验线路上，每隔10cm设一个采样点，共有n=1001个采样点，它们的路面高程差值引入的不确定度分量相同，所以实验线路标准平整度值引入的不确定度分量

$$u(\sigma_0)=\sqrt{\frac{1}{n}}u(d_i)=\sqrt{\frac{1}{1001}}\times 0.398=0.013(\mathrm{mm})$$

E.5 不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u\ (x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u\ (x_i)$	$C_i=\partial f/\partial x$	$\lvert C_i\rvert u(x_i)$ (mm)

$u(\overline{\sigma})$	$u_1(\overline{\sigma})$	平整度测定仪重复性引入的测量不确定度	0.008mm	1	0.008mm
	$u_2(\overline{\sigma})$	平整度测定仪分辨力引入的不确定度分量	0.003mm		
$u(\sigma_0)$	$\sqrt{\frac{1}{n}}u(d_i)$	试验线路标准平整度值引入的不确定度分量	0.013mm	1	0.013mm

$$u_c = u(\Delta\sigma) = \sqrt{c_1^2 u^2(\overline{\sigma}) + c_2^2 u^2(\sigma_0)} = \sqrt{(0.008)^2 + (0.013)^2} = 0.015(\text{mm})$$

为与校准规范动态相对示值误差保持一致，把绝对不确定度换算为相对不确定度，用DSZ1水准仪测得试验路线的标准平整度值为0.933mm

$$u_r = 0.015 / 0.933 \times 100\% = 1.6\%$$

E.6 扩展不确定度

取 $P = 95\%$ $k = 2$ 时，$U_r = ku_r = 2 \times 1.6\% = 4\%$

E.7 测量不确定度报告

当用DSZ1级水准仪和等外水准标尺进行标高测试，使用连续式路面平整度测定仪（非激光型）测量路面平整度时，此时动态检测示值误差测量结果的扩展不确定度为 U_r=4%，k=2。

附录 F

连续式路面平整度测定仪（非激光型）静态示值误差的测量不确定度评定

F.1 概述

依据连续式路面平整度测定仪（非激光型）校准规范，以 40mm 测量点为例，将平整度测定仪平稳放置于静态校准场地上，打开地面高差传感器，将测量轮放下，使其接触地面，将控制箱设置至工作状态。并记录地面高差传感器示值作为初始值 H_0。将 40mm 专用块放在测量轮下方，读取平整度测定仪静态示值 H_i，以两次位移传感器示值的差减去专用块标称值 H_{Li} 的结果作为该点的示值误差 Δ_i。

F.2 数学模型

$$\Delta_i = H_i - H_0 - H_{Li} = \Delta H_i - H_{Li} \qquad \text{（F.1）}$$

式中：

Δ_i —— 静态示值误差，mm；

H_0 —— 平整度测定仪初始值，mm；

H_i —— 平整度测定仪静态示值，mm；

H_{Li} —— 专用块标称值，mm；

ΔH_i —— 平整度测定仪静态示值与初始值之差，mm。

F.3 方差和灵敏系数

（F.1）式中：$u^2(\Delta_i) = c_1^2 u^2(\Delta H_i) + c_2^2 u^2(H_{Li})$

$$C_1 = \partial(\Delta_i)/\partial(\Delta H_i) = 1$$

$$C_2 = \partial(\Delta_i)/\partial(H_{Li}) = -1$$

F.4 计算各分量的不确定度

F.4.1 地面高差传感器引入的不确定度分量 $u(\Delta H_i)$

F.4.1.1 地面高差传感器重复性引入的不确定度分量 $u_1(\Delta H_i)$

地面高差传感器的不确定度分量主要是考虑测量重复性引入，在重复测量条件下，对 40mm 测量点采用专用块测量 10 次，得到一组静态检测示值误差：0.05mm、0.04mm、0.04mm、0.03mm、0.04mm、0.02mm、0.03mm、0.03mm、0.03mm、0.04mm，求得实验标准差 s。

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (y_i - y)^2 / (n-1)} = 0.008(\text{mm})$$

故 $$u_1(\Delta H_i)=s=0.008(\text{mm})$$

F.4.1.2 地面高差传感器分辨力引入的不确定度分量$u_2(\Delta H_i)$

地面高差传感器的分辨力为0.01mm，取半宽，按均匀分布，取$k=\sqrt{3}$，

$$u_{分}=a/2k=0.01/2\sqrt{3}=0.005/\sqrt{3}=0.003\ (\text{mm})$$

由于地面高差传感器的原始读数和垫专用块后的读数均引入了分辨力的不确定度分量，故

$$u_2(\Delta H_i)=\sqrt{2}u_{分}=0.004(\text{mm})$$

重复性引入的测量不确定度分量与传感器分辨力引入的测量不确定度分量两者取其大，故保留传感器重复性引入的测量不确定度分量 ，地面高差传感器分辨力引入的测量不确定度分量，忽略不计。

F.4.2 专用块引入的测量不确定度分量$u(H_{Li})$

根据本校准规范对专用块的要求，测量用的专用块尺寸允差为±0.05mm，取均匀分布，其标准不确定度

$$u(H_{Li})=a/k=0.05/\sqrt{3}=0.029\ (\text{mm})$$

F.5 不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$		不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	$C_i=\partial f/\partial x$	$\lvert C_i\rvert u(x_i)$ (mm)
$u(\Delta H_i)$	$u_1(\Delta H_i)$	地面高差传感器重复性引入的测量不确定度	0.008mm	1	0.008mm
	$u_2(\Delta H_i)$	地面高差传感器分辨力引入的测量不确定度	0.004mm		
$u(H_{Li})$		专用块引入的测量不确定度分量	0.029mm	-1	0.029mm

F.6 合成标准不确定度

$$u_c=\sqrt{c_1^2[U(\Delta H_i)]^2+c_2^2[U(H_{Li})]^2}=\sqrt{(0.008)^2+(0.029)^2}=0.03(\text{mm})$$

F.7 扩展不确定度

取 $P = 95\%$　　$k = 2$ 时，$U = ku_c = 2 \times 0.03 = 0.1(\text{mm})$

F.8 测量不确定度报告

当在 40mm 点测量时，连续式路面平整度测定仪（非激光型）静态检测示值误差测量结果的扩展不确定度为 U=0.1mm，k=2。