

沥青路面渗水系数不确定度的评定*

曹恒涛^{1,2}

(1.河南省交通科学技术研究院有限公司,河南 郑州 450006;2.河南交通职业技术学院,河南 郑州 450015)

摘要:根据 JTG E60—2008《公路路基路面现场测试规程》对沥青路面渗水系数进行量测,分析人员、仪器、环境、操作方法等对测试的影响,然后按照 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》对测试结果进行不确定度分析,得到沥青路面渗水系数扩展不确定度。

关键词:公路;沥青路面;渗水系数;不确定度

中图分类号:U416.217

文献标志码:A

文章编号:1671—2668(2020)04—0056—02

沥青路面渗水系数是反映沥青路面混合料级配设计的间接指标,也是表征沥青路面水稳定性、评价路面使用性能的重要指标。因此,需适时测量沥青路面的渗水系数。但在实际测试过程中其影响因素较多,测量结果的准确程度备受关注。测量质量通过测量不确定度来表征,测量不确定度的大小往往决定测量结果的有效性和可用性,测量结果附带有不确定度报告才算完整、才有意义。

1 渗水系数测试方法简介

根据 JTG E60—2008《公路路基路面现场测试规程》,沥青路面渗水系数测试方法如下:1)把塑料圈放置于试件中央或道路表面测点上,用笔分别沿塑料圈内外侧标注圆圈,内外环之间的区域即为需用密封材料进行密封的区域;2)对标注的区域进行密封,注意不能把密封材料抹到内圈;3)将渗水仪放在涂抹密封材料处,使其中心与所标注的圆环重合,然后加配重,以免压力水从底座与路面流出;4)关闭开关,往量筒注满水,之后打开开关,排除渗水仪底座处的空气后关闭开关,再向量筒中注满水;5)打开开关,待量筒中水面下降到 100 mL 刻度处时开始计时,每隔 1 min 读一次量筒中液面位置,直至水面下降到 500 mL 时停止;6)按上述步骤在同一路段检测 5 个点,取平均值作为检测结果。

2 测量不确定度来源及评定模型

对沥青路面渗水系数测量结果造成影响的因素主要包括测量人员、秒表、量筒的示值、数值修约和渗水仪校准证书的不确定度等(见表 1)。

表 1 沥青路面渗水系数测量不确定度的来源

不确定度分量	不确定度来源	不确定度类型
u_x	测量重复性	A
ρ_1	秒表校准证书不确定度的影响	B
ρ_2	人员读数误差的影响	B
ρ_3	数值修约的影响	B
ρ_4	渗水仪校准证书不确定度的影响	B

根据沥青路面渗水系数测试方法及不确定度来源,建立如下数学模型:

$$C_w = 60 \times \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} + \rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4$$

式中: V_1 为第一次计时时的水量,通常为 100 mL; V_2 为第二次计时时的水量,通常为 500 mL; t_1 为第一次计时的时间; t_2 为第二次计时的时间; ρ_1 为秒表校准证书不确定度的影响; ρ_2 为人员读数误差的影响; ρ_3 为数值修约的影响; ρ_4 为渗水仪校准证书不确定度的影响。

3 不确定度的评定

3.1 标准不确定度分量的评定

3.1.1 测量重复性引入的不确定度分量

同一处共有 5 个测点,每个测点测量 1 次,取平均值作为该处路面渗水系数。以某项目 K10+200 为例,其测试结果见表 2, $\bar{X}=174$ mm。

表 2 单次测量值

测点	测量值/mm	测点	测量值/mm
1	160	4	150
2	190	5	190
3	180		

测量的重复性以标准偏差表示,按照贝塞尔公

* 基金项目:河南省交通运输厅科技项目(2015Z02;2016Y5)

式计算:

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = 18.2$$

测量共进行5次,根据规范要求按下式计算测量标准偏差:

$$u_{\text{rel}}(\bar{x}) = s(\bar{x}) = \frac{s(x)}{\sqrt{6}} = 8.12$$

3.1.2 秒表校准证书不确定度影响引入的不确定度分量

秒表准证书上不确定度为0.1 s,包含因子 $k=2$ 。 $\bar{X}=174$ mm,按下式计算由秒表校准证书不确定度带来的误差 C_w :

$$C_w = \bar{X} \times \frac{0.1}{60} = 0.3$$

误差范围为0.3 mL/min,均匀分布,用B类方法进行评定,得出标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(\rho_1) = \frac{0.15}{\sqrt{3}} = 0.09$$

3.1.3 人员读数误差影响引入的不确定度分量

人员读数产生的误差,根据经验估计为 ± 1 mL,按均匀分布,用B类方法进行评定,得出标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(\rho_2) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.6$$

3.1.4 数值修约影响引入的不确定度分量

按照要求修约至1 mL/min,按均匀分布,用B类方法进行评定,得出标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(\rho_3) = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.3$$

3.1.5 渗水仪校准证书不确定度影响引入的不确定度分量

渗水仪量筒校准证书上不确定度为 6×10^{-3} mL,包含因子 $k=2$ 。 $\bar{X}=174$ mm,按下式计算由渗水仪量筒校准证书不确定度带来的误差 C_w :

$$C_w = \bar{X} \times \frac{6 \times 10^{-3}}{2} = 1.05$$

误差范围为1.05 mL/min,均匀分布,用B类方法进行评定,得出标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(\rho_4) = \frac{1.05}{\sqrt{3}} = 0.7$$

3.2 合成标准不确定度的评定

上述A、B类不确定度分量见表3。

表3 标准不确定度分量

分量类别	来源	不确定度分量
A	测量重复性	8.12
B	秒表校准证书不确定度的影响	0.09
B	人员读数误差的影响	0.60
B	数值修约的影响	0.30
B	渗水仪校准证书不确定度的影响	0.70

由下式计算合成标准不确定度:

$$u = [u_{\text{rel}}(\bar{x})^2 + u_{\text{rel}}(\rho_1)^2 + u_{\text{rel}}(\rho_2)^2 + u_{\text{rel}}(\rho_3)^2 + u_{\text{rel}}(\rho_4)^2]^{1/2} = (8.12^2 + 0.09^2 + 0.6^2 + 0.3^2 + 0.7^2)^{1/2} = 8.2$$

3.3 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$,则扩展不确定度 $U=8.2 \times 2=17$ 。测量同一处沥青路面渗水系数时,取其均值作为检测结果, $U=17$ mL/min, $k=2$ 。在符合正态分布的前提下,路面构造深度的检测值在 (174 ± 17) mL/min内的概率为95%。

4 结语

以某沥青路面渗水系数测试为例,对沥青路面渗水系数试验结果进行不确定度分析,得到扩展不确定度,为进一步完善沥青路面渗水系数试验检测报告和不确定度在试验检测中的应用提供参考。

参考文献:

- [1] 中国合格评定国家认可委员会.测量不确定度的要求:CNAS-CL01-G003:2019[S].北京:中国合格评定国家认可委员会,2019.
- [2] 全国法制计量管理计量技术委员会.测量不确定度评定与表示:JJF 1059.1-2012[S].北京:全国法制计量管理计量技术委员会,2012.
- [3] 交通部公路科学研究院.公路路基路面现场测试规程:JTG E60-2008[S].北京:人民交通出版社,2008.
- [4] 陈怀艳,曹芸.测量不确定度对合格判定的影响及误判概率的计算[J].中国计量,2019(6):85-90.
- [5] 汪树青,韦邦跃,吴勇,等.仪器仪表测量不确定度评定方法[J].电子技术与软件工程,2019(10):80-81.
- [6] 祝新念,李斌.基于垂直位移观测二等网技术的中小跨径桥梁静挠度测量中误差分析[J].公路与汽运,2017(1):163-165+200.
- [7] 郑金娟,郭勇冠.压力变送器示值误差的测量不确定度评定[J].中国科技信息,2019(7):94-95.