

文章编号: 1002-0268 (2004) 04-0000000¹

路面车辙自动测定仪检定指标及检定方法研究

任英伟¹, 陆键¹, 赵文辉², 陈柏年², 王海燕¹

(1 东南大学 交通学院, 江苏 南京 210096; 2 交通部科学研究院, 北京 100029)

摘要: 车辙深度是衡量公路路面状况的一个重要指标。随着路面检测技术的发展, 路面车辙自动测定仪已在我国路面车辙深度的检测工作中起越来越重要作用。本文通过分析路面车辙自动测定仪测量误差的主要来源, 确定了其主要检定指标, 并提出其检定方法。

关键词: 车辙; 路面车辙自动测定仪; 检定指标; 测量误差

中图分类号: **文献标识码:** A

The Study On Index And Method Of Checking The Automated Rut-Depth Measurement System

REN Ying-wei¹, LU Jian¹, ZHAO Wen-hui², CHEN Bai-nian², WANG Hai-yan¹

(1.Southeast University, Jiangsu Nanjing 210096, China; 2.China Academy of Transportation Sciences, Ministry of Communications, Beijing 100029, China)

Abstract: Rut depth is a most important index of indicating road condition. With the development of technology in checking rut-depth, Automated rut-depth measurement system became more and more important. The article analysed measuring error of the automated rut-depth measurement system, stated the main checking index and put forward the checking method of it.

Key words: Rut depth; Automated rut-depth measurement system; Checking index; Measuring error

0 引言

车辙是车辆长时间再公路上行驶时引起的路面变形, 表现形式就是在路面上留下的车轮的压痕, 其深度是衡量路面状况的一个重要指标, 也可以用来计算维修工作量。

我国原来对路面车辙的检测主要是人工检测, 检测方法是选取典型断面, 采用横断面尺进行测定。在测定过程中, 典型断面的选取随意性大, 受主观因素影响大, 致使评价方法不准确、不科学, 并且这种检测手段落后, 速度慢, 危险性大。

收稿日期: 2004-02-17

基金项目: 交通部“西部开发”项目 2001 328 211 86

作者简介: 任英伟 (1977-), 男, 山东潍坊人, 博士生, 主要研究方向为道路与交通检测、智能运输系统及应用等。

近几年来，随着科技发展，传感器技术的完善，国外率先研制了自动化路面车辙仪。我国已部分进口由澳大利亚、丹麦、美国等进口的车辙检测仪，国内上海达普勒斯公司也自行生产了自动化路面车辙检测与分析仪，可进行高速、连续的检测。路面车辙自动测定仪具有速度快、可靠性高、操作安全、不影响车辆的正常通行等许多优点，具有广阔的发展前景。目前由于各生产厂家生产的车辙仪性能指标不尽相同，甚至相互之间有较大差异，造成车辙仪产品市场比较混乱，不同厂家生产的车辙仪测得的车辙指标不能统一，为了保证车辙仪能更好服务于公路养护检测工作，必须确定各类车辙仪的检定指标，对其进行检定，检定结果符合要求的才能进行路面车辙检测工作。

1 路面车辙自动测定仪的工作原理

路面车辙自动测定仪是所有能在道路上自动检测路面横向车辙的检测系统的泛称，它是利用在车前或车后横梁上横向布置的至少三个激光、超声、红外或其它位移传感器同计算机系统相连来快速连续测定路面车辙深度的仪器。目前我国应用的路面车辙自动测定仪主要采用激光或红外传感器。路面车辙自动测定仪的基本检测原理如图 1 所示。

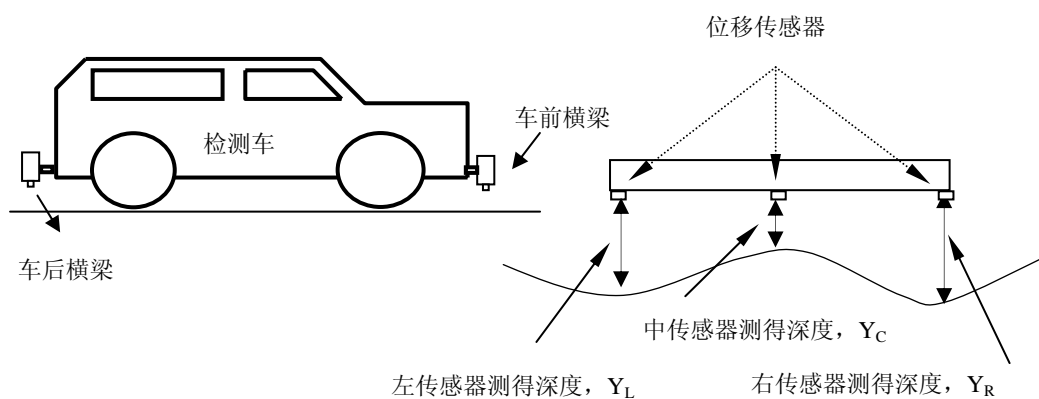


图 1 路面车辙深度的检测原理

车前或车后横梁上安置的位移传感器可测得横梁水平面至路面的高度。左、右、中传感器可分别测得车前横梁平面至左、右轮位置及中间位置路面的距离。左、右传感器和中间传感器测得的距离之差就是左、右车轮的车辙深度，这两个车轮车辙深度的平均值即为车辙深度 (Z)，在数学上可下式表示：

$$Z = [(Y_R - Y_C) + (Y_L - Y_C)] / 2 \quad (1)$$

车辙深度的计算是通过车载计算机系统，利用编制的软件自动算出的。

2 路面车辙自动测定仪检定指标的确定

2.1 检定指标体系选择

对路面车辙自动测定仪进行检定的目的是确保其在正常的计量性能条件下进行工作，反映其性能条件的主要依据是其测量误差的大小。

根据路面车辙自动测定仪的构成和工作原理，其测量误差主要包括传感器系统自身测量误差及驾驶员不能沿中心线准确行驶所引起的误差，利用测量学中的误差分析方法，各因素所引起的误差对应的检定指标如图 2 所示：

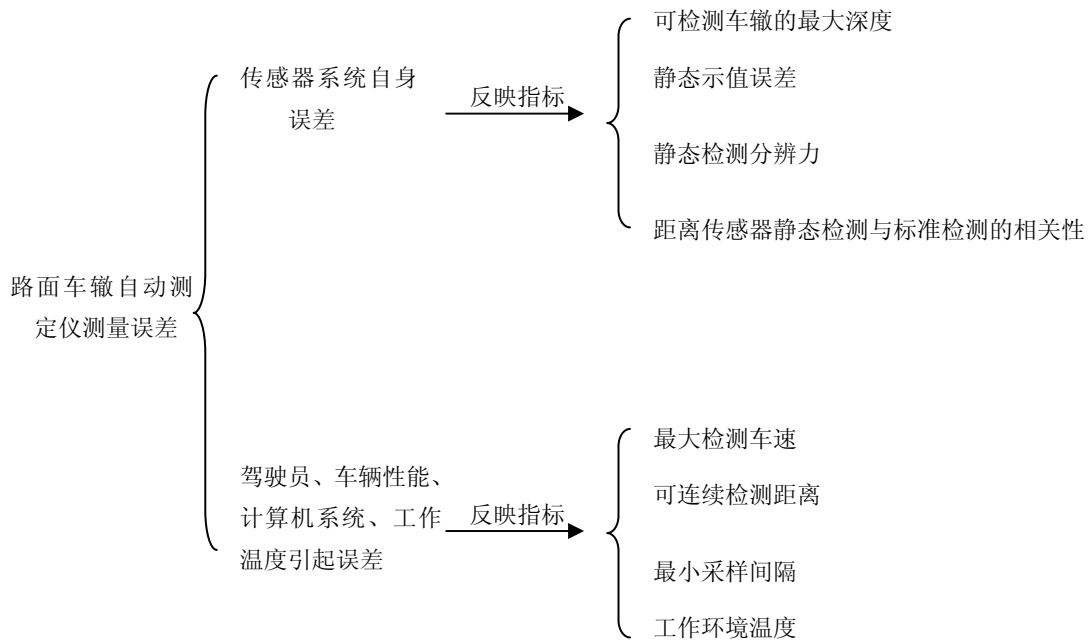


图 2 路面车辙自动测定仪检定指标体系图

2.2 检定指标的要求

在确定检定指标体系后，对其具体要求主要是在参考国外 ROMDAS(Road Measurement Data Acquisition System)和 INO 的 Laser Rut Measurement System 中相关参数的规定基础上，结合国内部分生产厂家和多年从事公路检测工作技术人员反馈意见，确定各指标具体要求如下：

- ①可检测车辙的最大深度：不小于 100mm；
- ②最大检测车速：不小于 60km/h；
- ③可连续检测距离：不小于 10km；
- ④最小采样间隔：不大于 0.30m；

- ⑤静态最大示值误差为：2mm；
- ⑥静态检测分辨力为：1mm；
- ⑦距离传感器静态检测与标准检测的相关性（相关系数 R^2 ）： $R^2 \geq 0.9$ ；
- ⑧工作环境温度：-20 $^{\circ}$ C 至 40 $^{\circ}$ C。

3 主要指标的检定方法

3.1 检定指标①~④的检定途径主要通过检测过程中计算机系统程序的调试情况来判断。

3.2 静态最大示值误差的检定

在实验室内对路面车辙自动测定仪的传感器系统（以三个传感器的车辙仪为例）进行最大示值误差的检定，其检定原理参照如图 3。

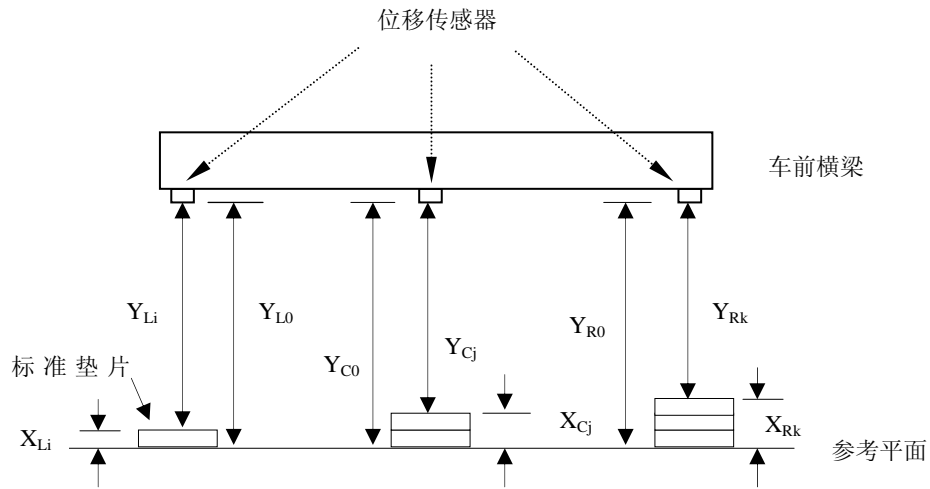


图 3 路面车辙自动测定仪的传感器系统最大示值误差检定示意图

选取平整的参考平面，将安有传感器的车前横梁置于参考平面之上（如图 3 所示），并固定住。选用厚度尺寸为 1 mm, 5 mm, 10mm, 50 mm, 100 mm, 200 mm 等专用标准垫片，由路面车辙自动测定仪读出传感器距参考平面的距离（即 Y_{L0} 、 Y_{C0} 、 Y_{R0} ），随之在各传感器下方加标准垫片，并记录所选用标准垫片的厚度（即 X_{Li} 、 X_{Cj} 、 X_{Rk} ），同时由路面车辙自动测定仪读出传感器距标准垫片平面的距离（即 Y_{Li} 、 Y_{Cj} 、 Y_{Rk} ）。左、中、右传感器检测误差可分别由下式计算出：

$$\text{左传感器检测误差: } e_{Li} = (Y_{L0} - Y_{Li}) - X_{Li} \quad (2)$$

$$\text{中传感器检测误差: } e_{Cj} = (Y_{C0} - Y_{Cj}) - X_{Cj} \quad (3)$$

$$\text{右传感器检测误差: } e_{Rk} = (Y_{R0} - Y_{Rk}) - X_{Rk} \quad (4)$$

根据传感器横梁至参考平面的距离，平均分为 5 个距离段，在每一距离段取一组数据。在算出第一组数据误差后再改变标准垫片的厚度，由上述方法获得第二组误差，依此重复。这些数据可填如表 1 中相应的空格。各组误差的绝对值的最大值即为最大误差。最大误差必需满足⑤的条件。

静态检测数据记录表

表 1

X_{Li} (mm)	Y_{Li} (mm)	$Y_{L0}-Y_{Li}$ (mm)	e_{Li} (mm)	X_{Cj} (mm)	Y_{Cj} (mm)	$Y_{C0}-Y_{Cj}$ (mm)	e_{Cj} (mm)	X_{Lk} (mm)	Y_{Rk} (mm)	$Y_{R0}-Y_{Rk}$ (mm)	e_{Rk} (mm)

3.3 静态检测分辨力的检定

当改变标准垫片的厚度时，路面车辙自动测定仪的读数也发生响应的变化，则认为路面车辙自动测定仪的静态检测分辨率小于标准垫片的厚度的变化量。检定时可采用 1mm 厚的标准垫片。当加入 1mm 厚的标准垫片时，若响应传感器的读数也发生响应的变化，则认为该传感器的检测分辨力满足要求。

3.4 位移传感器静态检测与标准检测的相关性检定

采用 3.2 的方法将表 1 填满（必要时可复制该表，填入更多的数据），但尽可能将标准垫片厚度的变化覆盖整个传感器检测范围。随之将标准垫片厚度的变化量（即 X_{Li} 、 X_{Cj} 、 X_{Rk} ）与响应的传感器读数的变化量（即 Y_{Li} 、 Y_{Cj} 、 Y_{Rk} ）作相关性分析（线性分析），获得相关系数（ R^2 ）。若满足⑦的条件，则符合要求。

针对给定的距离传感器，若采用的标准垫片厚度为 x_i （ $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ），则该传感器相应的读数为 y_i （ $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ）。相关系数可由下列的公式得到：

$$R^2 = \frac{l_{xy}}{l_{xx}l_{yy}} \quad (5)$$

其中，

$$l_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$l_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

$$l_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

4 结论

在引起路面车辙自动测定仪测量误差的主要原因中,驾驶员不能准确沿中心线行驶主要是受检测路面状况、测试车辆性能及驾驶员本身的业务素质等多方面因素影响,很难对其进行具体量化。因此本着检定方法科学简单可行、经济合理的原则,主要对测定仪位移传感器静态下的测量性能指标进行检定,各类车辙仪必须在满足检定要求的情况下,方可进行路面车辙检测工作。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国交通部. 公路路基路面现场测试规程(JTJ059-95) [S]. 人民交通出版社, 1995.
- [2] E867-97 Terminology Relating to Traveled Surface characteristics[S] . Annual book of ASTM standards, 2001.
- [3] E1082-90(1995) Standard Test Method for Measurement of Vehicular Response to Traveled Surface Roughness [S]. Annual book of ASTM standards, 2001.
- [4] E1656-94(2000) Standard Guide for Classification of Automated Pavement Condition Survey Equipment[S] . Annual book of ASTM standards, 2001.
- [5] 梁新政 . 路面无损检测技术新发展[J] . 公路, 2002, (9) .