

# 多功能道路检测系统影响因素及解决方案研究

韩春来

(佛山市公路桥梁工程监测站有限公司, 广东 佛山 528041)

**摘要:** 结合多功能道路检测系统各子系统的原理及参数设置, 探讨检测过程中不同因素对路面平整度、车辙、路面病害等检测数据准确性的影响程度, 并对应用多功能道路检测系统进行现场检测时如何保证检测数据的准确性提出相关建议。

**关键词:** 公路; 多功能道路检测系统; 激光平整度仪; 车辙; 桩号错位

**中图分类号:** U418.4

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2668(2018)04-0094-03

多功能道路检测系统以其技术成熟、测试速度快、检测效率高、安全性好、不影响道路通行等优点已逐渐得到普及。国内市场上主流多功能道路检测系统主要具有路面破损、车辙、平整度、道路资产等功能。多功能道路检测系统实际使用过程中, 由于现场检测环境的复杂性, 经常会出现检测数据异常。该文结合实际检测经验, 分析影响多功能道路检测系统检测结果正确性的因素, 探讨其解决方案。

## 1 桩号错位

现场测试道路一般设置有公里桩与百米桩, 为有效指导养护, 多功能道路检测系统记录的桩号与测试道路的实际桩号应基本一致。若检测数据中的桩号无法与路段实际相对应, 即出现桩号错位, 则检测数据失去指导意义, 委托单位甚至会质疑检测数据的可靠性。

### 1.1 错位原因分析

多功能道路检测系统一般采用距离传感器定位, 在平直道路上的距离测量误差可控制在 0.1% 以内。但与道路上的里程桩号经常无法对应。除人为因素外, 导致该现象的主要原因如下:

(1) 曲线路段内外侧车道的长度存在一定差异。在直线路段, 横断面任意位置的长度均与中线相同, 无系统误差。但在曲线路段, 相对于道路中线, 曲线内侧车道的长度偏小, 而曲线外侧车道的长度偏大, 若严格按 DMI(可量测实景影像) 定位, 不同车道会导致桩号存在一定程度错位[见式(1)]。以佛山一环线横断面为例, 各车道在不同转角时的长度误差见表 1。由表 1 可知: 随着曲线转角的增加, 正常行驶条件下车道 1 与车道 4 的距离误差最大可达 17.67 m。

$$\Delta l = 2\pi(R_1 - R_2) \times \frac{\alpha}{360} = \frac{\pi\alpha(R_1 - R_2)}{180} \quad (1)$$

式中:  $\Delta l$  为内外侧不同车道的长度之差;  $R_1$  为测距轮实际行驶轨迹半径;  $R_2$  为曲线中线半径;  $\alpha$  为曲线转角, 采用角度值。

表 1 佛山一环线不同转角半径各车道错位距离

车道	与中线的 距离/m	不同转角(°)时的距离/m				
		30	45	60	75	90
车道 1	4.38	2.29	3.44	4.58	5.73	6.87
车道 2	8.13	4.25	6.38	8.51	10.64	12.76
车道 3	11.88	6.22	9.33	12.44	15.54	18.65
车道 4	15.63	8.18	12.27	16.36	20.45	24.54
最大距离误差/m		5.89	8.83	11.78	14.72	17.67

注: 靠近中央分隔带为车道 1, 由内向外依次为车道 2、车道 3、车道 4。

(2) 分离式路基设计。在道路设计时, 为适应复杂地形、地物或交通环境, 部分路段采用分离式路基设计, 导致上下行实际长度不一致。如佛山一环线官窑立交, 内环实测长度约 1.6 km, 外环实测长度约 1.8 km, 内、外环错位约 200 m。

(3) 路线断链。在检测线路里程较长时, 由于线路信息更新不及时, 经常会遇到局部改线或在道路设计时因分段测量等原因造成桩号重叠或间断(即长、短链), 此时线路桩号的错位可达到数公里。

### 1.2 桩号校正方法

在检测过程中和后期数据处理时进行桩号修正, 才可保证多功能道路检测系统的桩号与实际基本一致。检测过程中, 主要采用整桩修正功能, 使检测系统的公里桩号与实际公里桩号一致, 适用于公路桩号系统完善且错位量较小的情况。

在室内数据处理时, 参照前方景观图像或路面

图像针对某一个或多个已知桩号的点(如桥梁起止点、标志性建筑、横断面变化点、交叉口等)通过处理软件进行桩号修正。该方法可采用各种类型参照点,适用范围广,且不受错位量的限制(若错位量过大,应按断链处理)。

## 2 国际平整度指数异常

根据 JTG E60—2008《公路路基路面现场测试规程》,车载式激光平整度仪的测定条件为正常通车条件下连续采集,速度宜为 50~80 km/h。但在实际检测过程中,尤其是在城镇道路、县道、乡道等路段进行检测时,受道路交通状况的影响,车辆行驶不稳定,对测试数据会造成一定影响。

为模拟车辆在检测过程中各种行驶状态下平整度测试数据的变化情况,选取一段未开放交通的平直沥青路面(双向八车道)进行测试,试验路段长 300 m,每 100 m 的平整度指数基本一致,其中首、尾各 100 m 作为加、减速段,中间 100 m 作为测试路段,试验路段间隔 25 cm 画上测点标记。测试内容及安排如下:1) 以速度  $v=50$  km/h 匀速测试 3 次,取均值作为标准值;2) 分别以 30、20、10 km/h 匀速测试 3 次,模拟拥堵状态;3) 加速至 50 m/h 后,在 250 m 处速度降为零,静止 60 s,然后在 50 m 内加速至 50 km/h 驶出路段,模拟红绿灯状态;4) 加速至 50 km/h 后,在 120 m 处由车道 2 变道至车道 1,在 180 m 处由车道 1 变道至车道 2,模拟超车状态;5) 加速至 50 km/h 后,在 100~150 m 内由车道 1 连续变道至车道 4,然后以 50 km/h 的速度驶出测试路段,模拟弯道测试。测试结果见表 2。

表 2 不同模拟状态下的平整度测试结果

测试条件	平整度/( $\text{m} \cdot \text{km}^{-1}$ )		相对误差/%	模拟内容
	测试值	标准值		
$v=10$ km/h	3.22	1.56	106.4	模拟拥堵状态
$v=20$ km/h	2.38	1.56	52.6	
$v=30$ km/h	1.61	1.56	3.2	
中途静止	4.37	1.56	180.1	模拟红绿灯路口
变换 1 条车道	1.83	1.56	17.3	模拟超车状态
变换 4 条车道	2.37	1.56	51.9	模拟弯道测试

注:测试值取 3 次所得数据的均值;相对误差=(测试值-标准值)/标准值 $\times 100\%$ 。

以上测试仅为模拟测试,虽然与实际路况存在较大差距,但可定性描述不同测试条件下激光平整度指数的变异程度。以规范要求( $<5\%$ )为标准,由

表 2 可知:1) 多功能道路检测系统进行激光平整度数据采集时的最低有效速度为 30 km/h,低于该测试速度的采集数据应不予以采信;2) 车辆静止时,所在百米段的激光平整度指数会发生较大异常,应不予以采信;3) 在匀速超车的理想条件下,激光平整度指数会有一定程度偏大,检测过程中应尽量匀速直线行驶,保证检测数据的准确性;4) 在匝道与山路等弯道较大的情况下,激光平整度指数会有一定程度失真。

为保证检测数据的真实性,需通过实际测试确定平整度数据采集的最低有效速度。在实际测试过程中,对交通拥堵、红绿灯路口、匝道、山间公路等特殊路段应予以标记,对应的检测数据不予以采信或予以说明。

## 3 车辙检测数据异常

国内的车辙检测子系统出于成本考虑一般采用线激光技术。通过 CCD 相机采集线激光在路面上的形变后,拟合成路面的数字高程模型(DEM),利用三角测量原理进行分析,其检测原理见图 1。根据检测原理与实测结果,车辙测试数据受速度的影响较小。

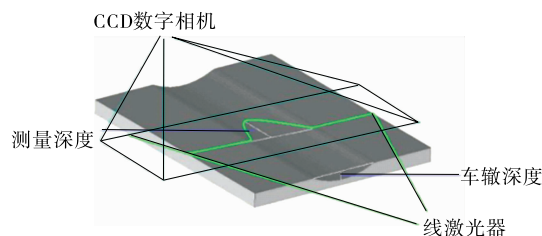


图 1 车辙检测原理示意图

### 3.1 异常原因分析

(1) 路面反光材质(标线、水膜等)反射。在路面标线密集或积水路段,受标线或水膜反射的影响,CCD 相机采集到的激光线较杂乱,导致车辙数据出现异常。尤其在晴朗天气条件下,标线上的玻璃珠反射较强烈,导致车辙断面紊乱。图 2 为异常反射时的车辙断面,此时车辙数据通常为异常大值。



图 2 异常反射时车辙断面

(2) 车道宽度不足。检测道路最内侧或最外侧

车道时,若车道宽度不足( $<3.75\text{ m}$ ),一侧的激光线会扫描至车道外路缘石和护栏等物体,所测断面见图3,测得的车辙深度值为 $D_1$ 、 $D_2$ ,而实际车辙深度值应为 $D'_1$ 、 $D'_2$ ,所测车辙值偏大,且一侧明显高于另一侧。

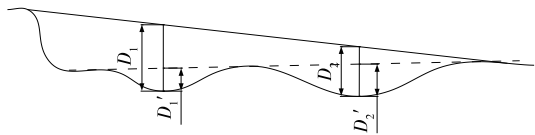


图3 激光线扫描至路缘石时车辙计算示意图

(3) 车辙计算参数设置不当。正常检测时一般取10 m内的车辙深度均值,而一年一度的由国家道路与桥梁工程检测设备计量站组织的校准试验中取车辙深度最大值,一旦弄混,会导致测试数据出现较大偏差。

### 3.2 解决方法

结合线激光车辙检测系统的原理与异常原因,车辙数据异常的解决方案如下:

(1) 异常值的确定。当车辙激光线出现异常波动时,结合前方景观图像判断是否由于路面异物(标线、水膜等)所引起,对于异常路段予以标定,对应的数据不予以采信。

(2) 调窄检测断面宽度。当检测车道为非标准车道时,将检测断面宽度通过软件设置调窄,减少数据干扰。

(3) 车辙计算参数的确认。对于病害统计参数选择不当所引起的错误,通过车辙参数配置软件进行核对、修改。尤其在软件升级或检定后,对软件确认无误后方可推广使用。

## 4 路面病害数据异常

路面病害影响面积的计算方法总体可分为线性病害与面类病害。线性病害包括沥青路面各类裂缝及带状修补,水泥路面裂缝、带状修补及接缝类病害等。面类病害包括沥青路面龟裂、坑槽、块状修补,水泥路面破碎板、坑洞、露骨等。软件在初次使用时一般会进行验证,但在后续软件升级或新增报表模板时,由于厂家技术人员的经验不足或粗心,对新增的路面病害未分配相应的计算方法或在病害面积统计中对新增病害类型未予以统计,从而导致路面病害数据异常。

病害面积计算方法不当较明显,在病害识别过程中,注意观察自动计算的病害影响面积即可发现,

在进行病害类型修改后应仔细核对计算方法是否作了相应更改。病害面积统计出现异常则较隐蔽,只有通过数据汇总与核对(如对病害流水表和统计表中各类病害面积进行统计对比)才能发现,在软件升级或新增报表模板时需核对后方可正式使用。

## 5 结语

多功能道路检测系统虽然已逐渐普及并使用多年,但许多检测机构的一线检测员工对其子系统的检测原理、计算方法、相关参数设定、影响因素和影响程度及异常值的判定均不甚了解,加之国产设备的厂家技术员工专业性不强、软件不够成熟稳定,测试数据的实用性与可靠性存在一些不足。随着新业务的不断拓展,对设备的使用越来越深入,对人员的要求也越来越高,相关检测人员需在熟练掌握检测方法的基础上,加强对多功能道路检测系统各子系统的深入研究,做到知其然、知其所以然,不断总结经验,尽可能确保检测数据的准确性与有效性。

### 参考文献:

- [1] 郭艳红.快速无损检测设备在高等级公路路面质量检测中的应用研究[D].南京:东南大学,2006.
- [2] GBT 26764—2011,多功能路况快速检测设备[S].
- [3] JTG E60—2008,公路路基路面现场测试规程[S].
- [4] JTT 676—2009,车载式路面激光平整度仪[S].
- [5] 陈丹羽.激光平整度仪应用研究[J].公路与汽运,2014(1).
- [6] 赵康.基准点线激光路面车辙检测技术研究[D].西安:长安大学,2013.
- [7] 张磊.基于线激光的道路车辙检测方案研究[D].西安:长安大学,2015.
- [8] 常成利,和松,钱敬之,等.路面平整度测试技术综述[J].公路交通科技,2006,23(4).
- [9] 陶静锋,吕植勇,张黎光.多功能道路信息采集车控制系统设计[J].武汉理工大学学报:信息与管理工程版,2007(4).
- [10] 孟华君,罗语丹.车载式激光平整度仪与MMTS多功能检测系统可靠性分析[J].公路与汽运,2015(1).
- [11] 张建强.用车载式路面激光平整度仪与手推式精密断面仪检测国际平整度指数IRI的试验研究[J].公路交通科技:应用技术版,2009(8).
- [12] 宋彧.路面平整度检测系统中的数据采集和定位技术研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2008.

收稿日期:2018-02-06