

基于结构光路面三维模型的道路平整度检测技术研究

范跃文

(北京市政路桥锐诚科技有限公司, 北京 100068)

摘要: 当下, 道路平整度检测设施检验的速度标准是非常严谨的, 因为道路项目的日常运行中, 与很多因素有关联, 例如行驶车辆的限速、行车的拥堵问题、道路的长度有限制、路段的红绿灯布设密集、行人的突发干扰等。当下的路面平整度检验环节, 行车难以确保正常车速, 这样就会导致获得的平整度资料不精准, 评估作业真实度不高。本文基于此类问题, 设计一种根据结构光路面, 采用三维形式的路面平整度检验方式, 使用车载式的结构光, 相关检验装置, 获取作业区域道路的3d图像。同时, 使用路面的3d图像测算其面层的平整度数据。经过与水准勘测结果对比, 实施相关的调整与证实, 可验证该装置的检验准确度, 符合相关的标准需求。本技术可以优化平整度检验作业时被速度干扰的情况, 适用于市政道路项目以及公路的检验工作中。

关键词: 平整度; 路面三维模型; 路面结构光检测

中图分类号: U416.2 **文献标识码:** A

历经半个多世纪的不断发 展, 我国的公路建设迎来了崭新的局面。到2018年年底, 我国的公路建设里程已经达到485万km, 相比于新中国成立初期, 提升了59倍, 大大地改善了我国的交通物流运输行业的工作成效^[1]。伴随道路项目的进展, 道路行驶的稳定性、舒适性与安全程度被广大人民群众所重视。因此, 针对道路项目的检验、养护作业提出更加严格的标准。

想要确保道路项目的使用安全, 以及日常行车的舒适度, 其平整度是关键 的衡量要点。我国目前普遍采用的平整度评估方式是: 第一, 经平整度检测设备, 获取轮迹中间的纵向断面的曲线; 第二, 采用模拟的测算方式测算出标准的车辆模型, 于纵向断面的曲线上保持每小时80km的行驶速度, 过程中所得的颠簸数据(IRI值), 以此评估此道路的平整程度^[2]。

当下普遍使用的平整度检测设备是根据加速度的传感设备以及激光传感设备组建的。激光传感设备的作用是检验行车和路面的间距, 加速度传感设备是经两次积分测算行车振动幅度, 从而获取路面的纵向高度的变化数据, 这就是所谓的纵向断面曲线。因为加速度传感设备在频率降低的情况下, 作业数据会出现不准确, 并且其测量的里程有局限, 当检验车辆的驾驶速度太慢或者变化过快的时 候, 获取的纵向断面曲线也会出现不准确的问题, 导致难以获得最终的标准数据。

对路线状况相对稳定、路面的驾驶干扰比较少的路段实施检验作业时, 前文所说的检验方式, 可以实现正常的养护作业。但是, 市政道路

中, 经常会遇到行车速度有局限、行车拥堵现象、检验的路段过短、红绿灯布设紧密、行人的突然干扰等问题, 参与平整度检验的车辆, 难以确保正常的作业车速, 导致平整度的检验资料准确度不高, 评估工作不够精准^[3]。

本文基于上述问题, 设计一项不被行车速度的变化所干扰、同时能够获取更加精准的平整度资料的检验技术, 这种技术涵盖: 组建能够准确取值的路面高精度3d图像装置, 以及分析经装置获取的路面3d图像, 选取需要的纵向断面的曲线, 同时使用纵向的断面曲线, 以评估检验道路的平整度测算, 可以改善前文所述的问题^[4]。

1 基于结构光的路面三维检测设备

图1是此次设计所利用的、依据结构光的道路三维检验装置。此装置的组成结构包括编码设备、控制设备(计算机)、两台深度相机以及所需光源。当中, 两台深度相机分辨率是(1280 × 1024) ppi。编码设备的作用是发送车的行驶距离资料。控制设备基于行车的距离是600mm。控制光源的作用是发光并打出光斑, 并且管控两台深度相机实施拍摄作业。两台深度相机需要拍摄带有光斑的图片, 经过结构光的测算, 获得各自的3d图像, 参看图2。图3是两台深度相机的3d图像经结构光的测算, 综合成一幅路段宽度的3d图像。图4为隔壁道路的宽度3d图像, 其综合为总体路段的3d图像。因为此装置是根据编码设备测量检验装置行驶距离来实施检查作业的, 所以不会被行车的驾驶速度所干扰, 就算是出现堵车, 检验结果的准确度也不会被其影响。

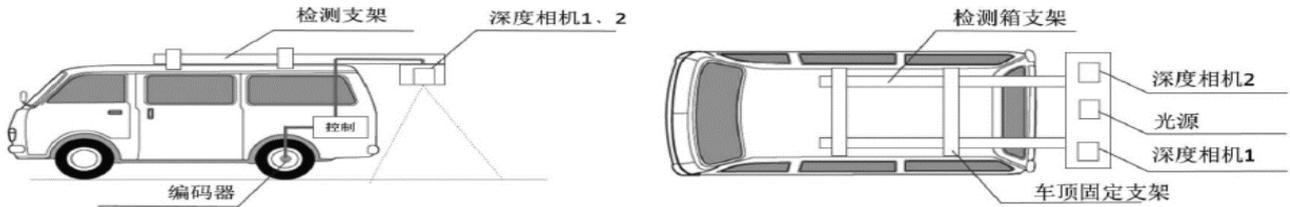


图1 依据结构光的道路三维检验装置

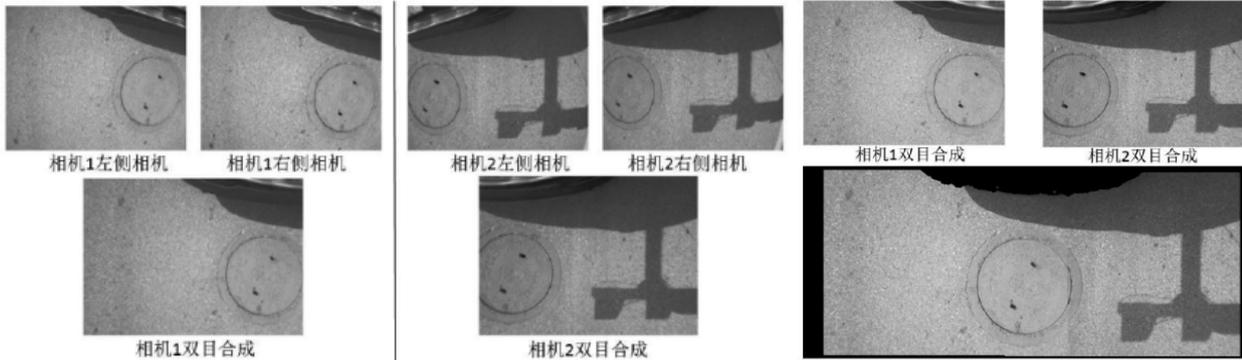


图2 深度相机的3d图像融合

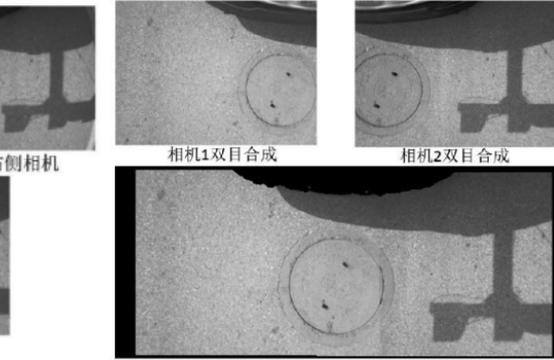
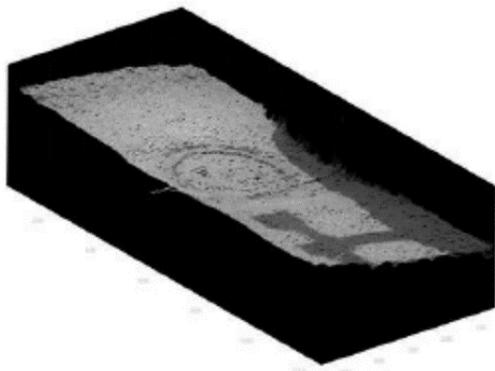
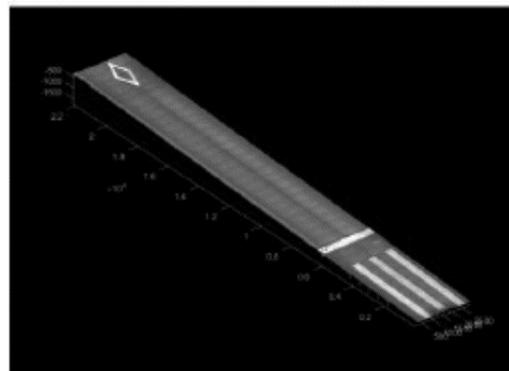


图3 路段宽度的3d图像融合



(a) 融合之前的单幅图片



(b) 融合之后的图片

图4 路段总体的宽度3d图像融合

2 基于三维路面模型的道路平整度检测方法

采用依据结构光的道路三维检验装置，检验获得的路面3d图像，能够选取车辆的轮迹线位置的纵向断面，其相对高度参看图5。选取的车辆轮迹线位置的纵向断面的相对高度，能够使用25%的行车模型，去测算此轮迹线的平整取值。

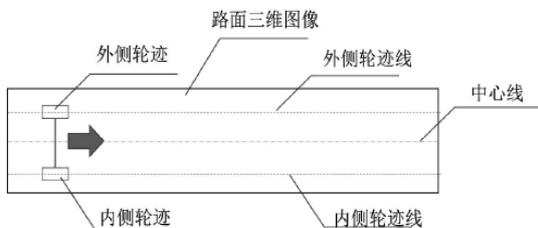


图5 车辆的轮迹线

3 试验与验证

试验旨在证明依据结构光的原理设计的路面三维图像平整度的检验准确性。此次试验基地为北京市的5条路线：A路、B路、C路、D路、E路，每条路线300m长，道路的两侧各选一条测线实施人工的水准勘测，同时依据水准勘测的高度数据，测算了每条测线的各自平整值（以下简称为水准IRI）^[5-6]。

依据A路、B路、C路、D路、E路这5条路段的3d图像，选取测线的高度，测算每一条测线的平整值（以下简称为三维IRI）。

水准勘测使用了世博水准仪，仪器的型号是GOL32D，准确度是1mm/30m，测点之间的距离是0.25m。获取路段两侧的高度数据之后，经25%的车辆模型，测算每一条测线的水准IRI值，参看表1。

表1 水准IRI

路段名称	水准IRI (内侧) (m/km)	水准IRI (外侧) (m/km)
A路	5.8	2.9
B路	3.1	5.2
C路	2.6	2.7
D路	7.4	5.8
E路	5.2	5.9

在A路、B路、C路、D路、E路这5条路段的3d图像中,选取水准勘测的标记位置测线,同时依据间隔为0.25m选取每个测点的高度数据,经过25%的车辆模型,测算每条测线的3dIRI值,参看表2。3dIRI 和水准IRI之间的关联,参看图6,有关的参数R²是0.93,具备优秀的参考价值。

表2 3dIRI

路段名称	3dIRI (内侧) (m/km)	3dIRI (外侧) (m/km)
A路	6.9	4.0
B路	4.8	6.4
C路	4.4	4.5
D路	10.2	7.1
E路	7.1	7.2

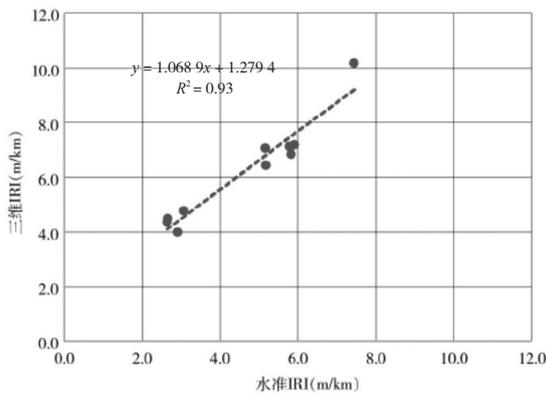


图6 水准IR和3dIRI的关联分析

依据标准,必须参考水准IRI对3dIRI实施调整。因此,参看图6的相关计算方程,对3dIRI实施整改。整改之后的3dIRI和水准IRI的偏差数据参看表3。

表3 整改之后的3dIRI和水准IRI的对比

路段名称	两侧	水准IRI (m/km)	整改后3dIRI (m/km)	偏差数据 (m/km)	相对误差 (%)
A	内侧	5.8	5.2	-0.6	10.5%
B		3.1	3.3	0.2	6.7%
C		2.6	2.9	0.3	9.9%
D		7.4	8.3	0.9	12.2%
E		5.2	5.4	0.2	4.8%
A	外侧	2.9	2.5	-0.4	12.2%
B		5.2	4.8	-0.3	6.4%
C		2.7	3.0	0.4	13.6%
D		5.8	5.5	-0.3	5.4%
E		5.9	5.5	-0.4	6.4%

依据表3可知,其相对的偏差都不大于15%。依据《JJG(交通)075-2010 车载式路面激光平整度仪》,本装置的检验准确度可以满足IRI检验II级的准确度标准^[7-8]。

4 结语

(1) 经过对道路的三维检验装置的设计,完成一种依据结构光的车载式3d路面平整度检验体系。此检验体系可以在每小时0~80km的车速之下检验路面的平整程度,解决了由于市政路况红绿灯布设紧密、行车拥堵、行车速度有限等因素导致的难以保证检验准确性的问题^[9]。

(2) 对5条路段的试验证明,依据此系统的平整度标准,其相对的误差不大于15%。依据《JJG(交通)075-2010 车载式路面激光平整度仪》,此装置的准确度可以实现IRI检验II级的准确性标准。

(3) 本技术优化了平整度检验作业,能够被广泛地运用在市政路段以及公路的检验工作。

参考文献

- [1] 中华人民共和国交通运输部. 公路技术状况评定标准: JTG5210—2018[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2018.
- [2] 王建锋, 宋宏勋, 马荣贵. 路面平整度评价指标IRI的影响因素[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2012, 31(06): 1145-1148.
- [3] 中华人民共和国交通运输部. 车载式路面激光平整度仪: JJG(交通)075-2010[S]. 北京: 交通出版社股份有限公司, 2010.
- [4] DODDS C J, ROBSON J D. The description of road surface roughness[J]. Journal of Sound and Vibration, 1973, 31(2): 175-183.
- [5] ANDREN P. Power spectral density Approximations of longitudinal road profiles[J]. International Journal of Vehicle Design, 2006, 40(1-3): 2-14.
- [6] 姚颖东. 基于结构光路面三维模型的道路平整度检测技术研究[J]. 上海公路, 2021(3).
- [7] 卢文全, 项鹏. 基于结构光测量原理的公路路面形变检测方法研究[J]. 工业控制计算机, 2021, 34(11): 98-99, 101.
- [8] 钟晓庆. 公路设计中构造道路三维模型的方法[J]. 工程设计CAD与智能建筑, 1999(06): 56-57.
- [9] 张明, 叶巧玲, 冯晓. 路面平整度检测技术现状与发展[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2007(04): 112-114, 127.