

高速公路沥青路面行驶质量评价方法的探讨

杜艳花

(山西省交通规划勘察设计院 山西 太原 030012)

摘要:路面行驶质量是影响行车安全和舒适的重要因素。通过对以往研究的概述,指出目前对路面行驶质量评价的不足。建议在评价路面行驶质量时引入驾乘人员的心生理指标,从人的角度定量研究路面的安全舒适性。

关键词:路面行驶质量;平整度;心生理指标

中图分类号:U418.6 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-0373(2013)02-0074-04

随着交通事业的发展和高等级公路的大量建成,人们对道路的服务质量提出了更高的要求。道路使用者不仅要求出行的安全可达性,还要求出行的迅速舒适性。路面行驶质量同路表面的平整度、车辆的动态响应以及乘客对舒适性的要求和对颠簸的接受能力有关。而传统的路面行驶质量仅是通过平整度的数值分析进行评价,不能很好的满足驾乘人员乘车舒适性的要求,路面服务水平低。针对这一问题,从乘客对行驶舒适性的要求出发,总结国内外基于舒适安全性的路面平整度评价方法,分别对比各种方法的优缺点,提出对路面行驶质量更合理的评价方法。

1 路面行驶质量评价方法研究现状

1.1 基于乘客主观感受的专家打分法(PSI法)

该方法最早应用于美国 AASHO 的 PSI(Present serviceability Index)模型。它是由不同行业的人士组成调查组进行乘车体验,根据个人感受对路面的服务性能以5分制进行评价,得到了路面服务指数 PSI。在进行乘车试验的同时,道路检测人员测定路面的破损率、车辙、平整度等路面性能参数,最后用数学方法建立主观感受(PSI)与路面性能参数之间的关系^[1]。

$$PSI = 5.03 - 1.91 \lg(1 + SV) - 0.01 \sqrt{C + P} - 0.21 RD^2 \quad (1)$$

式中,SV为轮迹处纵向平整度离散度;C为路面裂缝度;P为修补度;RD为车辙平均深度。

在该模型中平整度SV对PSI的影响最显著。而且,AASHTO道路试验研究也表明大约95%的路面服务性能来自道路表面的平整度。该模型是从道路使用者角度建立的,反映了道路使用者对路面平整度的要求,是公路管理行业第一次引用专家评分技术建立主客观联系的成功典范。

继美国之后,加拿大、日本及包括中国在内的许多国家和地区研究建立了不同概念和含意的路面使用性能评价模型。这些模型的共同点都是依靠专家评分技术。

中国路面管理系统中路面的行驶质量的评分方法就是依据 PSI 法建立的。即路面行驶舒适性指数模型 RQI^[2]

$$RQI = 11.5 - 0.75 IRI \quad (2)$$

式中,IRI为国际平整度指数;RQI为行驶舒适性指数。

1.2 乘客不舒适感主观量化指数法

高增礼等^[3]根据国际标准化组织推荐的人体振动舒适性标准 ISO2631 中的量化指数,提出乘客不舒适感主观量化指数,并对一组乘客进行乘车试验,得出主观感觉量化加权平均值 B_s 与路面平整度标准差

收稿日期:2012-11-28

作者简介:杜艳花 女 1986年出生 助理工程师

σ 具有很好的线性相关性 相关系数 $R = 0.94$,即

$$B_s = \alpha + \beta\sigma \tag{3}$$

式中 , $\alpha = 0.881\ 3$; $\beta = 0.513\ 3$ 。

同时 根据公式绘出如图 1 的关系曲线 ,可看出 ,在同样的测试系统和行驶速度下 乘客由于行车振动而引起的不舒适程度随路面不平度的增加而增大。

1.3 基于竖向加速度均方根值 RMSVA 的平整度评价方法

中国杨万桥^[4] 在基于人-车-路相互作用的沥青路面平整度评价方法的研究中 ,采用了与车辆振动有关的加权加速度均方根值作为人体振动舒适性的评价指标。他首先利用计算机程序模拟不同等级的路面(A、B、C、D) ,并采用三自由度和五自由度车辆模型计算出不同等级路面上各测点加权加速度均方根值 ,然后根据国际标准 ISO2631 规定的加权加速度均方根值与行车舒适性的关系对人的舒适性作出评价 ,得出表 1 的结果。

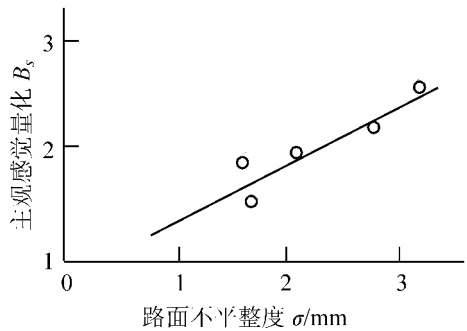


图 1 B_s 与平整度标准差 σ 的关系曲线

表 1 路面等级与加权加速度均方根值及舒适性的关系

路面等级	加权加速度均方根值/($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)	人的主观感受
A	0.316 5	稍不舒适
B	0.638 0	有些不舒适
C	1.263 1	不舒适
D	2.543 0	特别不舒适

2 基于心理生理指标的路面平整度的评价方法

近年来 随着道路建设事业的发展 道路养护技术水平的不断提高 ,国内外一些学者逐渐开始重视路面状况对道路使用者心理生理反应的影响 ,对基于驾乘者心理生理指标的路面性能评价方法进行了一些探讨性的研究。

驾乘者心理生理特性是指在车辆运行过程中 ,驾驶人员和乘坐人员由于车辆的运行而产生的心理生理反应特性 ,它不仅反映了乘车者的乘车舒适性 ,而且反应驾驶员紧张度、行车操作安全性等特性。本方法将通过选取驾乘者心理生理特性指标 ,对心理生理指标进行客观量测 ,建立心理生理指标与路面平整度的关系。

2.1 心理生理指标和平整度指标的选取

查阅国内外有关文献 ,日本的马场功生应用驾驶员脑电波实验的方法^[5] ,用搬运东西的手推车进行了段差实验 ,研究发现 ,道路纵断面高程的变化与脑电波的变化是对应的 ,但他只是进行了理论性和概念性的探讨 ,没有相关的实验数据。

王书云^[6] 利用驾驶模拟舱和心电仪对沥青路面平整度进行室内试验 ,通过对实测数据的分析 ,发现驾乘人员的心电在一定程度上受车辆行驶速度和平整度的影响。车辆高速行驶时 ,路面平整度的变化会导致心率的显著性差异 ,而且速度的骤然升降是引起心率较大变化的主要因素。

与脑电等指标相比 ,心率是人体最普通的生理指标 ,对生理变化的刻画更直观 ,数据处理分析更简单。心电仪的电极片只贴在人体上 ,不会造成过多附加的不适。并且价格上更低廉 ,在应用上更大众化。所以选用心率指标评价对平整度进行研究更合理。

平整度指标选用国际平整度指数 IRI。

2.2 室外驾驶试验

2.2.1 实验过程描述

(1) 试验道路的选择。尽量选取不同类型、不同路龄并具有不同路面平整度的典型路段。

(2) 试验人员。选择年龄为 25 ~ 35 岁、不晕车、身体健康的男性乘客作为实验对象。

(3) 试验设备。选用激光道路断面测试系统进行测试平整度 ,KF2 型动态多参数生理检测仪进行心

率指标的测定。

试验时将激光道路断面测试系统设备安装在小型汽车车头上(其宽度与车头宽度相当)将 KF2 型动态多参数生理检测仪电极片贴在人体上,使车速控制在 50 km/h 左右前进。实验过程中用两台电脑分别控制平整度仪和心电仪,同时检测平整度数据和心电数据。

2.2.2 试验数据处理

通过行车实验,两台电脑分别储存了 IRI、心率、时间和距离等原始数据。已知行驶速度基本控制在 50 km/h 左右,实验路段长度以 100 m 为单位计算,可根据位移计算公式对原始数据在起终点时间段内进行转换、计算,剔除异常情况发生时段对应的各项结果,最终可获得同一段的行驶时间和里程相对应的 IRI、心率等数据。根据处理后的数据绘制出 IRI 与心率的关系曲线如图 2 所示。

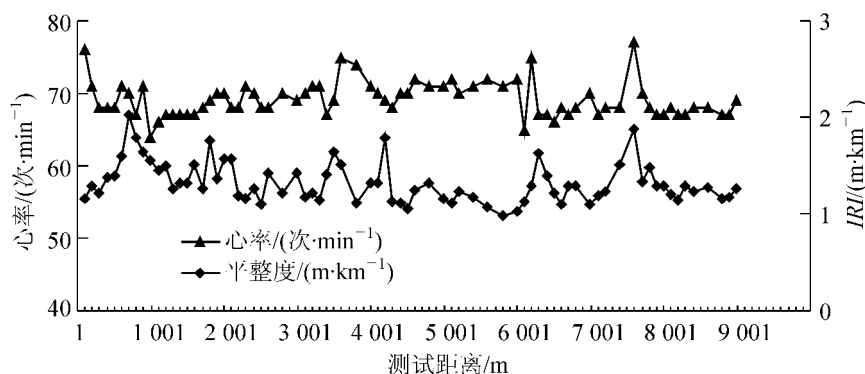


图 2 心率与国际平整度指数 IRI 变化曲线图

从图 2 可以看出,在平整度值发生突变的地方,心率值也发生突变。说明平整度的变化对心率有重要的影响,因此从人体的心率指标研究路面平整度对道路使用者的行驶舒适性具有合理性。

2.3 室内驾驶模拟试验

2.3.1 实验过程描述

(1) 试验设备。驾驶模拟舱及场景控制平台、心电仪。

(2) 试验场景设计。本实验用驾驶模拟舱系统自带的参数—噪点系数(噪点系数是表征路面颠簸引起的车辆噪声的大小,噪点系数越大,路面不平度越大,车辆行驶噪声越大)等效代替路面平整度指标,在驾驶模拟舱内对路面平整度与心率之间的关系进行模拟试验研究,结合室外试验结果进一步验证采用心率指标的可靠性与合理性。

(3) 试验方案设计。选择一名年龄为 25~35 岁、不晕车、身体健康的男性乘客作为实验对象,选择驾龄为 5 a 以上、技术熟练的男性司机,试验之前检测好设备,使驾驶员依次在噪点系数为 0.2、0.5、0.8、1.0 的场景上分别按 30 km/h、50 km/h、80 km/h、100 km/h 4 种不同的速度行驶,记录不同试验状态下车辆行驶的时间,试验完成后按记录的时间分别截取心电仪上数据进行分析。

2.3.2 试验数据处理

根据实验数据结果绘出不同速度下心率随噪点系数的变化曲线图,如图 3 所示。

从图 3 可以看出,同一速度下心率随噪点系数不是单调变化的,而是开始缓慢上升(噪点在 0.2~0.5 之间),随后(噪点在 0.5~1.0 之间)迅速下降。说明在平整度比较小时,心率变化不大,而在平整度逐渐增大时,心率的变化比较大。与室外试验得出类似的结论。

同时,从图 3 中也可以看出,在噪点系数较大时(0.5~1.0),行车速度越高(80 km/h, 100 km/h),心

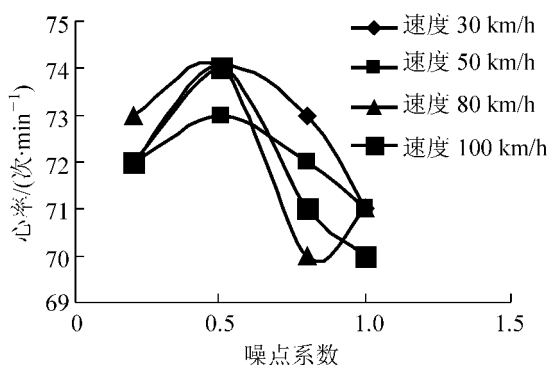


图 3 相同速度下心率随噪点系数的变化曲线

率的变化越大。说明在平整度很不平整时,速度越高,心率的变化越大。

3 结论

(1) 通过分析对比4路面平整度的评价方法可以看出,前3方法虽然都是从乘车舒适性角度对路面行驶质量进行评价,但都是基于乘车人的主观感受,没有对乘车感受的客观量测数据,不同的人对其评价结果具有较大差异。而基于心生理指标的评价方法更客观、科学,试验结果受人为因素的影响很少。

(2) 虽采用专家打分法(PSI法)、乘客不舒适感主观量化指数和加权加速度均方根值对路面平整度进行评价带有一定的主观性,但是研究比较成熟,在进行心生理试验时可以同时采用前3方法,对专家打分结果、乘客不舒适感主观量化指数 B_s 、竖向加速度均方根值RMSVA及心电指标进行对比、分析,进一步验证心生理指标的合理性。

参 考 文 献

- [1] 潘玉利. 路面管理系统原理[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.
- [2] 交通部公路科学研究院. JTG H20—2007 公路技术状况评定标准[S]. 北京: 人民交通出版社, 2008.
- [3] 高增礼, 张玉芬, 王钧利. 路面性质对乘坐舒适性影响的主观评价[J]. 中国公路学报, 1995(1): 33-38.
- [4] 杨万桥. 基于人-车-路相互作用的沥青路面平整度评价方法的研究[D]. 西安: 长安大学公路学院, 2009.
- [5] 马场功生, 远藤桂, 姬野贤治. 路面管理系统中心生理评价指标的适应性(日文)[C]//日本土木工程学会第57届年会学术会议论文集. 东京: 日本土木工程学会, 2002: 103-104.
- [6] 王书云, 张金喜, 谢晓莉, 等. 基于心电(ECG)的沥青路面平整度室内模拟试验研究[C]//第六届亚太可持续发展交通与环境技术大会论文集. 北京: 交通建设与管理, 2009: 106-111.

Discussion on Evaluation Method of Freeway Asphalt Pavement Riding Quality

Du Yanhua

(Shanxi Provincial Transport Planning & Survey Institute, Taiyuan 030012, China)

Abstract: Pavement riding quality is a key parameter as it affects traffic safety and driving comfort. In this article, the defects are pointed out for current evaluation methods of pavement ride quality based on the previous studies. The physiological and psychological factor of drivers should be introduced into the evaluation method of pavement ride quality for quantitative evaluation of pavement traffic safety and riding comfort from the perspective of the riders.

Key words: pavement ride quality; roughness; physiological and psychological index

(责任编辑 刘宪福)