

文章编号:1000-582X(2006)05-0005-03

# 出租车驾驶员振动舒适性监测\*

徐中明<sup>1,2</sup>, 黄 义<sup>2</sup>, 李俊鹏<sup>2</sup>, 王小博<sup>2</sup>, 李志新<sup>3</sup>

(重庆大学 1. 机械传动国家重点实验室; 2. 机械工程学院; 3. 资产处, 重庆 400030)

**摘要:**出租车驾驶员的振动舒适性不仅影响驾驶员的健康,而且影响行车安全.在对重庆市出租车驾驶员的振动舒适性分别进行等速试验和跟踪监测基础上,分析了试验结果,发现出租车等速工况下的振动舒适性试验评价结果不能代表实际工况下的振动舒适性情况.最后结合 ISO2631 舒适性评价标准对重庆市出租汽车驾驶员的振动舒适性进行了客观评价.

**关键词:**出租车;驾驶员;振动;舒适性;监测

**中图分类号:**U483

**文献标识码:**A

振动是引起驾驶员疲劳的主要原因之一,出租车驾驶员长期处于汽车振动环境中,汽车运行过程中的振动是导致驾驶员疲劳的重要原因.驾驶出租车与驾驶其它车辆相比,有以下特点:1)出租车驾驶员对驾驶的注意力不是很集中,疲劳更容易导致车祸;2)由于路面和城市交通状况的多变性,出租车的行驶工况更为复杂;3)连续驾驶时间更长.

国内外对于汽车振动舒适性的评价已经有了相对比较成熟的试验方法和评价标准,如国标 GB4970<sup>[1]</sup>和国际标准 ISO2631<sup>[2]</sup>等,也取得了一些研究成果<sup>[3-6]</sup>.但这些方法都是建立在短时间、等车速、相同路面试验基础上的,对于出租车这样的多工况运行下的振动舒适性评价,这些方法明显不适用.笔者针对出租车运行工况进行了实车跟踪测量,并对试验结果进行了舒适性分析.根据 ISO2631 标准,提出了一种关于出租车实际工况下的振动程度与驾驶员疲劳之间关系的评价方法.

## 1 出租车实际运行工况试验监测

### 1.1 数据采集与处理系统

数据采集与处理系统框图如图 1 所示,其中①为系统供电模块,通过一个车用变压器将汽车点烟器的直流电源转换为 220V 的交流电给计算机供电;②为数据采集模块,A/D 转换器将 B&K3 向座垫振动传感器的振动信号进行采集并导入到计算机,恒流源对压

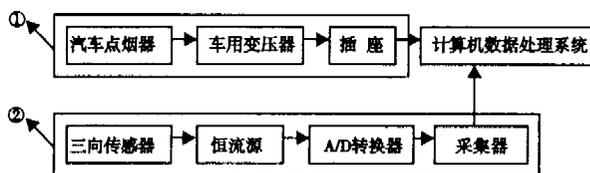


图1 数据采集系统框图

电式振动传感器配套的电荷电压转换器供电.振动舒适性数据后处理软件系统采用 LABVIEW 虚拟软件环境下编写,对所采集到的驾驶员振动舒适性数据进行后处理分析.其中座垫振动传感器在驾驶员的座位的布置如图 2 所示.

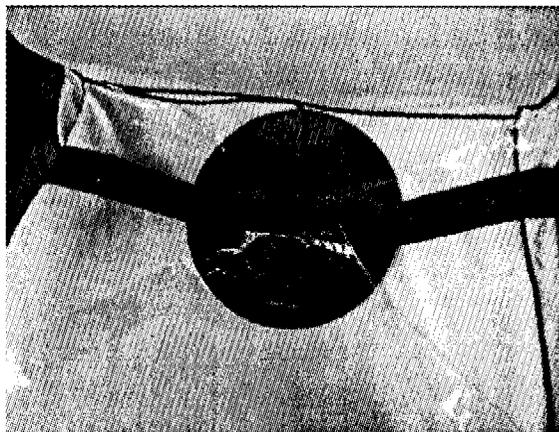


图2 座垫振动传感器布置图

### 1.2 试验车行驶路线选择

结合重庆市内道路情况,实验选取的试验车行驶

\* 收稿日期:2005-12-12

基金项目:机械传动国家重点实验室访问学者基金资助([2003]72号)

作者简介:徐中明(1981-),男,四川仁寿人,重庆大学教授,工学博士,主要从事车辆动力学及控制方向的研究工作.

路线如下:

沙坪坝正街—瓷器口—沙滨路—红岩村—化龙桥—李子坝—上清寺—大溪沟—临江门—两路口—大坪—石桥铺—石小路—小龙坎—沙坪坝—沙坪坝正街. 其间包含有水泥路、沥青路、破损水泥路等各种坏路面.

### 1.3 试验用车

重庆市大多数出租汽车为长安羚羊轿车,因此,选用某出租汽车公司的长安羚羊 1.3 L 轿车为试验用车,使用天然气为发动机燃料,车况良好,汽车参数满足国标 GB4970 要求,驾驶员有 2 年以上出租车驾驶经历.

### 1.4 试验方法

驾驶员按照实际驾驶情况按 1.2 所述行驶路线进行行驶,行驶过程中试验员将振动加速度数据保存在计算机上. 将行驶路线分为 6 段,共采集保存了 6 组数据,数据所采集的路段分别如下:

1) 路段 1: 沙坪坝正街—磁器口—沙滨路入口(老城市街道路面,相当于 B 级路面);

2) 路段 2: 沙滨路—红岩路—华村—李子坝(前半段水泥路面,路况良好,相当于 A 级路面,后半段路况较差);

3) 路段 3: 中山二路—体育馆(柏油路,车流量很大);

4) 路段 4: 体育馆—长江路—大坪—歇台子(柏油路,车流量较大);

5) 路段 5: 歇台子—石桥铺—马家岩(水泥路,车流量较大);

6) 路段 6: 马家岩—小龙坎—沙坪坝—沙坪坝正街(水泥路,车流量较大,后半段路况较差).

## 2 测试结果分析

由于数据采集过程中,试验车车速随时在变化,而且对于不同的路段,路面对汽车的随机输入也不一样,因此,笔者对 6 段数据分别进行了近似稳态分段处理,即通过对时域信号进行观察,对幅值基本相同的那段信号进行截断,然后进行频谱分析,并分段计算出平均加速度均方根值. 图 3、图 4 和图 5 分别是试验得到的驾驶员座位振动加速度左右方向、前后方向和垂直方向的典型自功率谱密度曲线.

从上面的频谱图可以看出,出租车在行驶过程中,座椅左右方向的加速度值极小,可以忽略不计. 座椅前后方向的振动频率主要集中在 2Hz、17Hz、25Hz 左右,垂直方向集中在 2Hz、10Hz 左右. 簧上和簧下频率表

现得非常明显. 6 段数据经分段处理后的 3 轴总加权加速度均方根值如表 1 所示. 为了与等速试验情况相比较,笔者又在平直的水泥路面上做了等速试验,试验结果如表 2 所示.

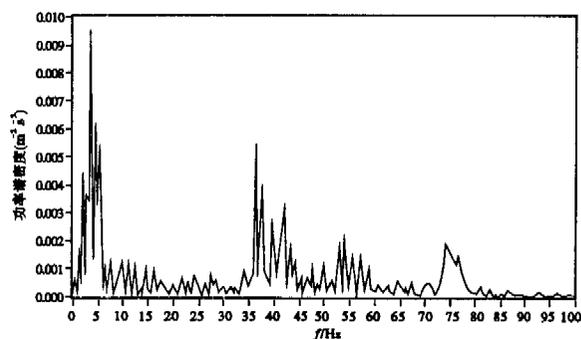


图 3 座椅左右方向功率谱密度图

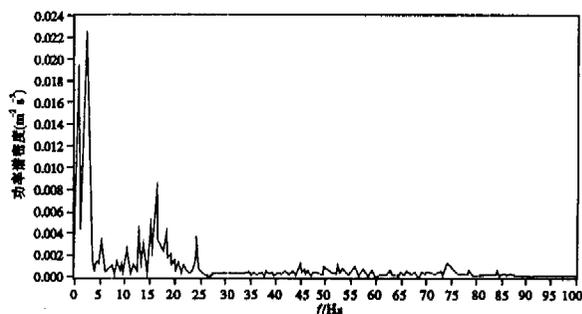


图 4 座椅前后方向功率谱密度图

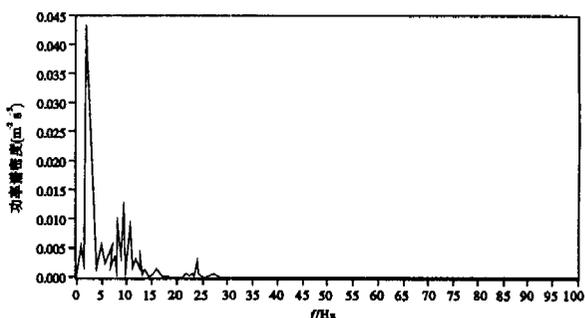


图 5 座椅垂直方向功率谱密度图

表 1 试验车各路段平均加速度加权均方根值

路 段	平均加权加速度均方根值	
	/ms <sup>-2</sup>	振 级/dB
1	0.416	112.38
2	0.712	117.05
3	0.216	106.68
4	0.344	110.74
5	0.336	110.51
6	0.478	113.60

表2 试验车等速试验加速度加权均方根值

车速/km <sup>-1</sup>	加权加速度均方根值 /ms <sup>-2</sup>	振级 /dB	舒适度
30	0.287	109.16	没有 不舒适
40	0.345	110.76	有一些 不舒适
50	0.475	113.54	有一些 不舒适
60	0.442	112.91	有一些 不舒适
70	0.467	113.39	有一些 不舒适
80	0.49	113.97	有一些 不舒适

在数据采集途中,对汽车的行驶情况做了详细的记录,路段1路况较好,但弯道多,平均车速在30~40 km/h之间;路段2前面路况比较好,车速在70 km/h左右,后面路况比较差,车速在35 km/h左右;路段3路况较好,但车多,出租车经常处于怠速状态,车速在20~30 km/h左右;路段3路况好,车速在50 km/h左右;路段4路况好,但车多,平均车速在30 km/h左右;路段5这个路段前段时间路况较好,车速50 km/h行驶,后半段路况较差,出租车行驶速度较慢。表1列出了各个路段的平均振动加速度均方根值,由分析结果可以看出,车速越高,路况越差,出租车驾驶员的舒适性越差。重庆市出租车行驶过程中,车速总是在30~50 km/h之间,由于车速不高,所以汽车舒适性大部分处于“有一些不舒适”范围,当行驶在滨江路和环城高速公路这些好路面时车速很高,汽车舒适性处在“较不舒适”范围之内。

由等速试验可知(表2),车速不同,加速度均方根值基本是随着车速的增加而增大,出租车驾驶员舒适性基本上处于“有一些不舒适”范围,没有出现“不舒适”。由此可以得知,出租车等速工况与实际工况下的振动舒适性大不相同。

根据ISO2631,加权加速度均方根值 $a_w$ 与人的主观感觉之间的关系如表3所示<sup>[2]</sup>。由表1可以看出,出租车在运行过程中驾驶员座位加权加速度均方根值 $a_w$ 大多数大于0.315 m/s<sup>2</sup>,即加权振级大多大于110 dB(有一些不舒适),在滨江路或环城高速路段行驶时

因车速提高,驾驶员座位加权加速度均方根值 $a_w$ 大多大于0.63 m/s<sup>2</sup>,即加权振级大多大于116 dB(较不舒适),因此驾驶员驾驶工作时间不宜长于8 h,或者中间应稍事休息再继续驾驶,否则会疲劳过度,影响健康和行车安全<sup>[2]</sup>。

表3 加速度均方根值与人主观感觉的对应关系

加权加速度均方根值 $a_w$	人的主观感觉
<0.315	没有不舒适
0.315~0.630	有一些不舒适
0.500~1.000	较不舒适
0.800~1.600	不舒适
1.250~2.500	很不舒适
>2.000	极不舒适

### 3 结论

1)实际工况下,重庆市出租车振动舒适性为“有一些不舒适”,有少时候“较不舒适”;

2)通过对比等速工况和实际工况下出租车司机的振动舒适性试验结果,证实了不能用等速工况下测得的结果来代替实际工况下出租车的振动舒适性情况;

3)由于出租车在运行过程中驾驶员座位加速度加权振级大多大于110 dB( $a_w > 0.315$  m/s<sup>2</sup>),因此建议连续驾驶工作时间不宜长于8 h。

### 参考文献:

- [1] GB4970. 汽车平顺性随机输入行驶试验方法[S].
- [2] ISO 2631-1:1997. Mechanical Vibration and Shock - Evaluation of Human Exposure to Whole-body Vibration—Part1: Generation requirements[S].
- [3] Nick Mabbott, Gary Foster and Barbara McPhee, Heavy Vehicle Seat Vibration and Driver Fatigue[R]. ARR Research Ltd. Research Report (CR203). 2001. 7.
- [4] WASSIM El FALOU. Evaluation of Driver Discomfort During Long-duration Car Driving[J]. Applied Ergonomics, 2003, 34:249-255.
- [5] PADDAN G S, GRUFFIN M J. Evaluation of Whole-body Vibration in Vehicles[J]. Journal of Sound and Vibration 2002, 253(1):195-213.
- [6] 郑培,宋正河,周一鸣. 机动车驾驶员驾驶疲劳测评方法的研究状况及发展趋势[J]. 中国农业大学学报. 2001, 6(6):101-105.

## Reliability Evaluation Model of Composite Generation and Transmission System Incorporating FACTS Devices

ZHAO Yuan, ZHOU Nian-cheng, XIE Kai-gui

(Key Laboratory of High Voltage Engineering and Electrical New Technology Under the State Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** The utilization of Flexible AC Transimssion System( FACTS) technology has significant impact on power system reliability performance. Series FACTS devices such as Thyristor Controlled Phase Shifting Transformers( TCPSTs) and Thyristor Controlled Series Compensators( TCSCs) can change the natural allocation of the power flow and effectively alleviate transmission congestion. Parallel FACTS devices such as Static Var Compensators( SVCs) can provide reactive power support and maintain voltage stability. So it is important to quantitatively evaluate their benefits to the power system reliability. The traditional models of the composite generation and transmission system reliability evaluation are mainly focused on conventional generation and transmission facilities. This paper researches the power flow model of TCPST and TCSC, and then presents the optimal load shedding model incorporating TCPSTs, TCSCs and SVCs and effectively incorporates them into the reliability evaluation model. The proposed method is tested on the RBTS and the obtained results show that the system reliability can be improved effectually by FACTS devices.

**Key words:** composite generation and transmission system; reliability evaluation; flexible alternate current transmission system

(编辑 李胜春)

(上接第7页)

## Monitoring of Vibration Exposure for Taxi Drivers

XU Zhong-ming<sup>1,2</sup>, HUANG Yi<sup>2</sup>, LI Jun-peng<sup>2</sup>, WANG Xiao-bo<sup>2</sup>, LI Zhi-xin<sup>2</sup>

(1. State Key Lab of Mechanical Transmissions, Chongqing 400030, China;

2. College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** Vibration Exposure of taxi driver has not only impact on driver's health but the safety of driving. The constant-speed running test and a monitoring test in actually situation are done. The taxi driver vibration exposure testing data is analyzed, and it is found that the vibration exposure evaluation of constant speed test can't satisfy the actually situation. At last, a impersonal assessment is done according to the vibration exposure evaluation standard of ISO2631.

**Key words:** Taxi; Driver; Vibration; Comfort; Monitoring

(编辑 成孝义)