

文章编号:1006-1355(2009)05-0105-03

车内噪声对驾驶员心理特性影响的实验研究

欧 健, 姚 疆, 张 勇, 邓国红, 杨鄂川

(重庆理工大学 重庆汽车学院, 重庆 400050)

摘要: 借助心理测验方法,在实验室再现模拟车内噪声的环境下,对驾驶员进行了注意品质和反应特性的测试。并通过对实测结果的分析,得到了这两项指标在不同噪声级下的差异。所得的分析结果对提高驾驶员的行车安全性具有较大的实际意义。

关键词: 声学;车内噪声;驾驶员;实验研究;心理特性

中图分类号: U471.3 **文献标识码:** A

Experimental Study on the Effect of Interior Noise of Vehicles on Driver's Psychological Character

OU Jian, YAO Jiang, ZHANG Yong, DENG Guo-hong, YANG E-chuan

(Chongqing Institute of Automobile, Chongqing University of Technology, Chongqing 400050, China)

Abstract: The testing of driver's attention quality and reaction character under vehicle's interior noise condition are performed by means of psychometric detecting method. By analyzing the test data measured, the differences of these two parameters under different noise levels is obtained. The analysis and conclusion may have practical significance for improving driver's traffic safety.

Key words: acoustics; interior noise of vehicles; driver; experimental study; psychological character

汽车人机系统是由人、车、道路构成的,其可靠性主要取决于驾驶员的可靠性和汽车的可靠性,汽车的可靠性在一定行驶里程内基本上保持恒定,但驾驶员可靠性却随行车时间而变化,其不仅与驾驶员的技术水平和交通环境有关,而且也与驾驶员的心理素质、个性特征相关^[1],驾驶员的行为模式直接决定着驾驶员可靠性^[2]。驾驶员反应特性是指从刺激信号显现到经过大脑处理后作出转向、制动等反应快慢的能力,它通过反应时间来进行评价的,国内外一些研究者均对驾驶员反应时间对行车安全的影响进行了检测和研究^[3,4,5,6]。驾驶员注意力水平是指其在开车时,其心理活动不是指向驾驶室里的一切,而是从车辆状况和道路环境中挑选出有价值的信息,并长时间地把心理活动保持在车辆和道路

信息上。汽车驾驶员注意品质、反应特性与交通事故有着密切的关系,在各种心理因素中注意品质,反应特性两者约占事故原因的41.5%^[1]。因此,从驾驶员的反应时间和注意力为切入点,研究心理特性和汽车驾驶室环境因素的关系及密切程度则成为汽车人机工程学与交通心理学所面临的迫切问题。

基于上述原因,本文实车现场采集了实验所需的车内驾驶员工作区的噪声信号,并借助心理测验方法,在实验室再现模拟车内噪声的环境下,对驾驶员进行了注意力集中能力和反应时间的测试,并对实验结果进行了对比分析,分析了不同噪声级下驾驶员反应特性与注意品质这两项指标各自的差异性。

1 噪声信号采集

噪声信号的采集实验中,采用噪声信号采集与回放系统对某典型乘用车车内驾驶员耳旁处噪声进行采集记录,然后实验室再现模拟驾驶员工作区的噪声,实验噪声级为65 dB(A)、75 dB(A)、85 dB(A)。噪声采集和重放时,噪声级的测量按GB7258-2004的条件要求进行。

收稿日期:2009-04-17; 修改日期:2009-05-22

基金项目:重庆市自然科学基金项目(CSTC.2007AA-6009)

作者简介:欧 健(1969-)男,重庆市人,工学博士,副教授,从事车辆系统动力学及NVH控制研究。

E-mail: oujian@cqut.edu.cn

2 研究方法

2.1 实验仪器

主要试验仪器为北京大学仪器厂生产的 BD - II - 510 型反应时测定仪和 BD - II - 310 型注意力集中能力测定仪。反应时测定仪由控制主机,刺激源,反应键等构成,计时精度为 0.1 ms,无开关动作噪声,在主试和被试间设档板以使被试者看不见主试操作。其中控制主机:供主试选择实验功能,显示反应时间和错误次数。刺激:简单反应时提供声音,红光、黄光、绿光、蓝光信号;选择反应时红光、黄光、绿光、蓝光随机自动显现。在光刺激中,各种不同颜色的光通过光箱中央一个 $\Phi 35$ mm 的小孔发出,显现时间为 1s。为研究驾驶员看见红色交通灯的反应,故本文的简单光信号反应只研究红光的反应;简单声反应时的信号为 75 dB(A) 的 3 000 Hz 纯音信号,通过对该声信号反应的研究可以分析在车内噪声环境中,驾驶员对汽车异响,交通信号声音等的敏锐程度。

注意力集中能力测定仪由一个可换不同测试板的、转速可调的转盘和控制、记时、记数系统组成。转盘转动使测试板透明图案产生运动光斑,用测试棒追踪光斑,注意力集中能力的水平将反应在追踪正确的时间及出错次数上。本文中所采用的测试板为圆点,测试盘转速定为 20 r/min,转向为顺时针。本实验中的反应变量为有效跟踪时间(精度 1 ms)和测试棒出光斑的次数(最大失败次数 999)。

2.2 实验对象与要求

作者以随机抽样法从 90 名 20 - 24 岁视觉、听觉正常的男性中分别选择了 10 名和 48 名为被试样本。对于车内噪声与反应时间关系实验,采用同一

被试兼作多组被试的方法,这样因被试的一切因素均为相等,可充分应用样本,为克服被试学习机能的影响,实验分成 4 天进行。对于注意力集中能力实验,将 48 名被试,根据年龄、性格和反应快慢等因素均匀地分成了 4 个对手组进行实验。

2.3 实验程序

2.3.1 反应时间测试

被试面对光呈现器坐下,在相应的噪声环境中暴露 5 min 后,右手(利手)食指自然放在反应键上,要求被试一看见光信号(或听到声信号)便立即以最快速度作相应的按键反应。练习 5 次后正式进行实验。每个被试重复做 20 次。主试记下计时器上显示的时间,第 2 天、第 3 天、第 4 天再按以上程序进行其它噪声级下的实验。

2.3.2 注意力集中能力测试

被试者站立在注意力集中能力实验仪前面,按要求设定噪声级,要求被试集中注意力,用右手手持跟踪杆轻放于仪器的一个圆形光斑上。正式实验前先练习 1 min,实验时间为 4 min,以 4 min 中的有效跟踪时间和错误次数来作为计算注意力水平的主要指标。

3 实验结果与分析

3.1 反应时间实验结果

被试者在不同刺激信号下的反应时间检测结果如表 1。

从表 1 中可以发现,不同噪声级下简单反应时间不存在明显的差异,而复杂光反应时间和简单声反应时间呈现一定的差异性。为了进一步分析有无噪声和不同噪声下复杂光反应和简单声反应时间的差异性,作 t 分布检验,当假定 $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ 时,令

表 1 各种条件下的反应时间
Table1 The reaction time for every condition 0.0001s

被试 序号	简单光反应时间				复杂光反应时间				简单声反应时间			
	85 /dB(A)		65 /dB(A)	75 /dB(A)	85 /dB(A)		65 /dB(A)	75 /dB(A)	85 /dB(A)		65 /dB(A)	75 /dB(A)
1	2217	2230	2195	2200	5029	4948	6106	6182	2230	2235	2436	2735
2	2320	2280	2414	2400	5460	5519	5826	6704	2012	2017	2255	3492
3	2260	2210	2207	2106	5634	5825	5641	6113	2170	2230	2249	3671
4	2216	2167	2391	2351	4650	5179	5095	5751	2087	2092	2301	3426
5	2264	2324	2306	2213	6051	6127	6285	6470	2190	2191	2335	3077
6	2162	2151	2136	2016	5739	5898	6035	5686	2290	2285	2486	2703
7	2174	2237	2140	2123	5560	6311	5903	5769	2300	2340	2665	3450
8	2242	2301	2277	2292	5454	5632	5903	6034	2017	2025	2275	3307
9	2307	2280	2350	2308	5624	5650	5970	5960	2017	2025	2450	3307
10	2274	2317	2370	2336	5310	5526	5907	5998	2150	2145	2297	3072

$H_0: a_1 = a_2, H_1: a_1 \neq a_2, H_0$ 的拒绝域为

$$\frac{|\bar{X} - \bar{Y}| \sqrt{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}}{\sqrt{n_1 + n_2} \sqrt{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}} > t_{\alpha} (n_1 + n_2 - 2)$$

式中： n_1 、 n_2 分别为两组的样本数， \bar{X} 、 \bar{Y} 分别为两组均值， S_1 、 S_2 分别为两组的方差。结果如表 2 所示：

表 2 不同噪声级下各种反应时间的差异性
Table2 The difference of each reaction time at different noise levels

LP(A)	简单声反应				复杂光反应			
/dB(A)		65	75	85		65	75	85
	—		* *	* *	—		*	* *
65		—	* *	* *		—		
75	* *	* *	—	* *	*		—	
85	* *	* *	* *	—	* *			—

* P<0.05 ** P<0.01

3.2 注意力集中能力实验结果

被试者的注意力集中能力测试结果如表 3 所示。

表 3 注意力集中能力实验结果

Table3 The experiment results of attention focus ability

被试 序号	有效跟踪时间/s				错误次数/次			
		65 /dB(A)	75 /dB(A)	85 /dB(A)		65 /dB(A)	75 /dB(A)	85 /dB(A)
1	226	224	224	220	142	154	240	202
2	228	228	187	185	204	190	280	486
3	218	209	192	190	232	288	344	421
4	217	205	179	182	240	274	386	350
5	214	183	171	170	242	294	500	154
6	181	207	197	185	368	260	302	555
7	200	221	208	200	372	210	208	320
8	210	207	206	182	250	242	207	379
9	215	209	182	190	279	272	400	456
10	214	200	197	195	230	285	425	360
11	218	190	192	195	181	286	321	378
12	202	179	201	188	300	330	285	242

表 4 不同噪声级下注意力集中能力的差异性
Table 4 The difference of attention focus ability at different noise levels

LP(A)	有效跟踪时间的差异性				错误次数的差异性			
/dB(A)		65	75	85		65	75	85
	—		* *	* *	—		*	*
65		—		*		—	*	* *
75	* *		—		*	*	—	
85	* *	*		—	*	* *		—

* P<0.05 ** P<0.01

由表 3 知车内噪声对驾驶员的注意力集中能力存在一定影响,这种影响在车内噪声较低时并不明显,当超过 75 dB(A)时影响将加剧。为进一步分析差异性,作 t 分布检验,假定数据服从正态分布,方差相等,经计算结果如表 4 所示,自由度为 22 故得： $t_{0.05} = 2.074, t_{0.01} = 2.819$

4 结 语

(1) 驾驶员对经视觉通道传达的简单光反应时间受车内噪声环境的影响不显著。

(2) 驾驶员对复杂光信号反应时间受车内噪声的影响程度在低噪声级时不明显,但随着车内噪声的增大,这种影响程度呈现缓慢增加的趋势。

(3) 驾驶员反应时间和刺激种类有关,经听觉通道反应时间受车内噪声的影响强于对视觉通道的。

(4) 当刺激声信号高于车内噪声级时,噪声对驾驶员的影响不明显;而当车内噪声级高于刺激声信号时,随着车内噪声的加大这种影响将加剧。

(5) 衡量注意品质的两项指标受车内噪声的影响基本相一致,失误次数越多则有效跟踪时间将越短。

由以上结论总结出:75 dB(A)是心理素质突变的一个转折的点,从人机系统的可靠性和心理角度出发车内噪声应当控制在 75 dB(A)以下;同时反应特性和注意品质存在个体的差异性并受环境影响,单纯从无噪声环境中的反应时间和注意力集中能力来评价驾驶员的驾驶心理水平是不够的,必须结合环境因素的影响。此外,对于车内噪声环境,仅考虑其 A 声级也是不够的,还应结合相应的心理声学指标。

参考文献：

[1] 王武宏. 汽车驾驶员行为模式及其心理因素对可靠性的影响[J]. 汽车技术,1994,11:13-18.

[2] Erik Hollnagel. The Reliability of Man-Machine Interaction [J]. Reliability Engineering and System Safety, 1992, 38:81-89.

[3] Paul L. Olson. Driver Perception Response Time[C]. SAE paper 89071.

[4] 辛德胜. 驾驶员反应时间对行车安全的影响及检测系统[J]. 公路交通科技,1999,16:66-67.

[5] 韩玉昌. 汽车驾驶员的反应时间检测及其数学处理方法[J]. 心理科学,1997,20:436-440.

[6] 裴剑涛,何存道. 驾驶员的动态反应时研究[J]. 心理科学,1993,16:265-269.