

特殊行车条件下高速公路交通噪声变化分析

曹丽娜^{1,2} 关卫省¹

(1. 长安大学环境科学与工程学院, 陕西 西安 710064; 2. 山东交通学院土木工程学院, 山东 济南 250023)

摘要 对节假日免收小型车通行费期间的高速公路交通噪声进行实地监测,并结合公路交通噪声预测模型,分析各车型车辆车流量、平均车速对交通噪声的影响。结果表明,假日期间在大型车辆没有有效增加的前提下,仅小型车辆大幅增加,交通噪声增加值相对有限。

关键词 假日 高速公路 交通量 交通噪声

Study on the expressway traffic noise under special driving conditions CAO Lina^{1,2}, GUAN Weisheng¹. (1. School of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an Shaanxi 710064; 2. School of Civil Engineering, Shandong Jiao Tong University, Jinan Shandong 250023)

Abstract: Combined with the prediction model of expressway traffic noise, contributions of the traffic volume, average running speed to traffic noise were analyzed in this paper by field monitoring of expressway traffic noise during road toll-free time. The results showed that traffic noise during holiday time increases relatively limited with sharp increase of small car traffic volume but limited increase of large vehicle volume.

Keywords: holiday; expressway; traffic volume; traffic noise

近年来,我国的高速公路逐步实施节假日免收7座以下车辆通行费的政策。该项政策的实施,给假日期间出行的人们减少了一定的经济负担。与此同时,高速公路交通量在假日期间较之平常出现成倍增长,部分路段甚至出现多倍的增加。根据我国现有的公路交通噪声预测模式可知,交通量在噪声预测计算过程中是一个非常重要的要素。一般来讲,交通量增大,交通噪声也随之增大。本研究选择山东省两条公路济荷高速和日东高速,分别选取两个监测断面,监测其假日和非假日时段车流量、车辆组成、车速和交通噪声值,并根据其噪声值的变化进行原因分析。

1 交通噪声预测模型介绍

我国现有的公路噪声预测模型主要有两种,分别是《公路建设项目环境影响评价规范》(JTGB03—2006)和《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4—2009)中规定的噪声预测模型,以下分别称为规范模型和导则模型。这两种噪声预测模型基本上都是美国FHWA噪声预测模型^[1]为基础推导而来,这里以规范模型为例,进行简要说明,公式如下:

$$L_{Aeqi} = L_{0i} + 10 \lg \frac{N_i}{TV_i} + \Delta L_{\text{距离}} + \Delta L_{\text{地面}} + \Delta L_{\text{障碍物}} - 16 \quad (1)$$

$$L_{Aeq\text{交}} = 10 \lg (\sum 10^{0.1 L_{Aeqi}}) + \Delta L_1 \quad (2)$$

$$\text{小型车: } L_{0i} = 12.6 + 34.73 \lg V_i + \Delta L_{\text{路面}} \quad (3)$$

$$\text{中型车: } L_{0i} = 8.8 + 40.48 \lg V_i + \Delta L_{\text{纵坡}} \quad (4)$$

$$\text{大型车: } L_{0i} = 22.0 + 36.32 \lg V_i + \Delta L_{\text{纵坡}} \quad (5)$$

式中: L_{Aeqi} 为*i*型车辆的小时等效声级,dB; L_{0i} 为*i*型车辆在参照点(7.5 m处)的平均辐射噪声级,dB; N_i 为*i*型车辆的小时车流量,辆/h; T 为计算等效声级的时间,h,本研究取1 h; V_i 为*i*型车辆的平均车速,km/h; $\Delta L_{\text{距离}}$ 、 $\Delta L_{\text{地面}}$ 、 $\Delta L_{\text{障碍物}}$ 分别为测点距离、地面吸收、障碍物造成的噪声衰减量,dB; $L_{Aeq\text{交}}$ 为公路交通噪声小时等效声级,dB; ΔL_1 为公路弯曲或有限长路段引起交通噪声修正量,dB; $\Delta L_{\text{路面}}$ 为路面引起的交通噪声源强修正量,dB; $\Delta L_{\text{纵坡}}$ 为公路纵坡引起的噪声源强修正量,dB,在纵坡小于3%时取零。

由式(1)和式(2)可以看出,在噪声预测过程中,各车型车辆的小时车流量、平均车速是影响交通噪声变化的主要指标,而在节假日期间,车流量的变化是较明显的,因此其对交通噪声也会产生相应的影响。

第一作者:曹丽娜,女,1982年生,博士研究生,研究方向为公路交通环境保护。

表 1 高速公路假日期间与常规时段不同车型车流量比较情况¹⁾
Table 1 Comparison of expressway traffic volume in holiday and regular time

监测断面		监测时间	$N_i/(\text{辆} \cdot \text{h}^{-1})$			总车流量/ $(\text{辆} \cdot \text{h}^{-1})$
			大	中	小	
济荷高速	测点 1	2012 年 10 月 5 日	325	29	1 807	2 161
		2012 年 10 月 22 日	306	44	524	874
	测点 2	2012 年 10 月 5 日	357	45	1 894	2 296
		2012 年 10 月 22 日	316	52	674	1 042
日东高速	测点 1	2012 年 10 月 5 日	312	48	2 232	2 592
		2012 年 10 月 22 日	296	41	589	926
	测点 2	2012 年 10 月 5 日	248	46	1 986	2 280
		2012 年 10 月 22 日	238	40	528	806

注: ¹⁾ 两条高速公路测点 1 和测点 2 之间间距均超过 50 km。

表 2 济荷高速测点 1 车速比较
Table 2 Vehicle speed of monitoring sitel in Jinan to Heze expressway

监测时间	瞬时车速 / $(\text{km} \cdot \text{h}^{-1})$			$V_i / (\text{km} \cdot \text{h}^{-1})$		
	大	中	小	大	中	小
2012 年 10 月 5 日	83	103	117	72	84	97
2012 年 10 月 22 日	89	114	123	83	92	106

2 车辆行驶条件变化分析

2.1 不同车型车流量变化

据报道,节假日期间高速公路平均车流量会增加 30% 以上,部分路段小型车流量增加两倍以上。本研究在济荷高速和日东高速分别选取两个监测断面,对车流量及车辆组成进行监测,监测日期分别为 2012 年 10 月 5 日(节假日)和 2012 年 10 月 22 日(非节假日),监测时段为 9:00~17:00,监测时间为 1 h,为了便于交通噪声的计算,选择的监测断面路基高均为 3 m 左右,线路纵坡均小于 3%。实测车流量及车辆组成见表 1。

由表 1 可以看出,假日期间总车流量较常规时段出现了较大的增长,其中小型车的增长幅度最大,并且 4 处测点车流量的变化基本呈现出相同的特点。以济荷高速测点 1 为例,假日期间总车流量增长 147%,小型车流量增长 245%。因此,在假日期间,交通量呈现成倍甚至多倍的增长,其主要是由于小型车的大量增加而形成的。

2.2 各车型平均车速变化

在实地的车速监控中,由于车流量的大幅增加,车辆通行监测断面时,其瞬时和平均车速均出现了下降的现象,并且在 4 处测点中呈现相同的趋势。以济荷高速测点 1 为例,分析其车速的下降幅度,具体见表 2。

由表 2 可以看出,假日期间车辆的行驶速度均

出现了一定程度的降低。经计算,大型车平均车速降幅为 13.3%,中型车降幅为 8.7%,小型车降幅为 8.5%。

因此,在假日期间,随着小型车流量的大幅增加,高速公路的通行能力相对减弱,主要表现在平均车速出现下降的趋势。相对而言,其对大型车的车速影响更大,平均车速降幅达到了 13% 以上。

3 交通噪声实地监测对比

在监控车流量及其组成的同时,根据测量规范^[2]对监测断面处的交通噪声同步进行监测,测点选择距离路缘石外侧 20 m 处,其噪声监测结果见表 3。

表 3 高速公路假日期间与常规时段交通噪声实测结果
Table 3 Comparison of holiday traffic noise with regular traffic noise by field monitoring

监测断面	L_{AeqT} / dB		监测差值 / dB
	2012 年 10 月 5 日	2012 年 10 月 22 日	
济荷高速 测点 1	75.9	74.6	1.3
测点 2	76.6	75.1	1.5
日东高速 测点 1	77.5	75.6	1.9
测点 2	77.9	75.9	2.0

由表 3 可以看出,在假日期间,由于车流量的大幅增加,噪声监测值出现了相应的增大,但增加值相对有限,基本不超过 2.0 dB。

4 噪声监测结果分析

根据 HJ 2.4—2009,一般来讲,在测点距离较

表 4 各监测断面和时段的 L_{Aeqi} 和 $L_{Aeq交}$ 计算结果¹⁾
Table 4 L_{Aeqi} and $L_{Aeq交}$ value of different monitoring sections at different time

监测断面		监测时间	L_{Aeqi}/dB			$L_{Aeq交}/dB$
			大	中	小	
济荷高速	测点 1	2012 年 10 月 5 日	80.62	68.85	78.30	82.80
		2012 年 10 月 22 日	81.64	70.45	73.87	82.59
	测点 2	2012 年 10 月 5 日	80.72	69.04	78.50	82.94
		2012 年 10 月 22 日	81.62	71.18	74.87	82.77
日东高速	测点 1	2012 年 10 月 5 日	80.72	69.32	79.21	83.22
		2012 年 10 月 22 日	81.50	70.15	74.39	82.53
	测点 2	2012 年 10 月 5 日	79.45	69.14	78.71	82.32
		2012 年 10 月 22 日	80.55	70.04	73.91	81.71

注: ¹⁾ 该计算过程中假定 $\Delta L_{距离}$ 、 $\Delta L_{地面}$ 和 $\Delta L_{障碍物}$ 均为零。

远或车流量较大的条件下,车流量增加 1 倍,平均声级就会增加 3 dB 左右,由表 1 至表 3 可以看出,虽然由于假日效应,高速公路车流量成倍增加,但对交通噪声的贡献值却相对较小,基本不超过 2.0 dB。

4.1 交通噪声贡献量分析

在规范模型中, $L_{Aeq交}$ 主要是由 L_{Aeqi} 决定,而在实际的计算过程中可以发现, $L_{Aeq交}$ 的最终结果是由 L_{Aeqi} 中的最大值所决定,即 L_{Aeqi} 中最大值对 $L_{Aeq交}$ 的贡献量最大。在我国的高速公路上,大型车辆所占总车流量的比例越来越大,根据表 1,在车辆正常的行驶时段,大型车占有车流量的比例在 29.5% ~ 35.0%,根据规范模型计算,大型车的 L_{Aeqi} 会较中型车、小型车大,其对 $L_{Aeq交}$ 的贡献量较多。

根据规范预测模型对济荷高速和日东高速公路实际的监测数据进行计算,分析其 L_{Aeqi} 和 $L_{Aeq交}$, 计算结果见表 4。

由表 4 可以看出,在噪声的预测计算中,假日期间的 $L_{Aeq交}$ 比常规时段呈现增大的趋势。由于小型车车流量的急剧增大,小型车的 L_{Aeqi} 计算值要比常规时段增大 4.5 dB 左右,这也符合车流量增大 1 倍噪声级增加 3 dB 左右这一规律,同时由于大型车辆平均车速的下降,大型车的 L_{Aeqi} 计算值相应出现了下降。但是,由表 4 可知,虽然小型车的 L_{Aeqi} 计算值增大 4.5 dB 左右,但是小型车的 L_{Aeqi} 计算值仍然比大型车小,因此大型车的 L_{Aeqi} 在 $L_{Aeq交}$ 的计算过程中,仍然占据最大的比例,因此虽然小型车的噪声级增大了 4.5 dB 左右,但 $L_{Aeq交}$ 计算值仅比常规时段大不到 1 dB。

在实际的道路行驶过程中,小型车在车速大致一定的条件下,可以近似看作一个稳态的线声源,其对环境的噪声贡献量相对稳定,因此大型车的噪声级就对 $L_{Aeq交}$ 的贡献量产生较大影响。假日期间,虽

然小型车的交通量急剧增加,但是小型车的 L_{Aeqi} 没有超过大型车时,对 $L_{Aeq交}$ 的贡献量仍然是由大型车的 L_{Aeqi} 决定的,即在假日期间,大型车的 L_{Aeqi} 对 $L_{Aeq交}$ 的贡献量仍然是占据主导因素。这一计算结果也与实际的监测数据较吻合,具体体现在虽然假日期间车流量急剧增加,但增加的车辆主要是小型车,实际的噪声监测结果并不是随着小型车的增加而出现稳态增加。

4.2 车速对交通噪声的影响分析

由表 2 可知,由于高速公路的通行能力有限,在车流量急剧增加的情况下,各车型车辆行驶时的瞬时和平均速度都出现下降的趋势。根据规范模型可知,在车流量一定的情况下,平均车速降低, L_{oi} 降低幅度超过 $10\lg \frac{N_i}{TV_i}$ 增加幅度,因此 L_{Aeqi} 降低。国内外部分学者也对此进行过相应的研究^[3]。谢鹏等^[4]在小型车车速对噪声的影响研究中发现,车辆匀速在 60 ~ 100 km/h 时,车速每降低 10% 左右,车辆噪声下降 1.4 ~ 2.1 dB。本研究中,小型车车流量增幅较大,平均车速降幅较小,其假日期间 L_{Aeqi} 是显著增大的;大型车车流量基本变化不大,平均车速降幅较大,其假日期间 L_{Aeqi} 是呈现下降趋势。

以济荷高速测点 1 为例,根据式(1)对大型车 L_{Aeqi} 进行计算,假定车流量保持常规时段不变,平均车速降幅 13.3% 时,其 L_{Aeqi} 下降 1.43 dB,而根据实测假日期间大型车车流量有所增加的情况下计算,其 L_{Aeqi} 下降 1.02 dB,具体计算结果如表 5 所示。因此,在假日期间,大型车车流量增加有限的情况下,平均车速下降会降低大型车的 L_{Aeqi} ,对实测的 $L_{Aeq交}$ 增幅起到一定的抑制作用。

综合分析可知,对 $L_{Aeq交}$ 贡献较大的是大型车,假

(下转第 64 页)