

商用车加速行驶车外噪声新测试方法分析

兰楠, 邓高攀, 陈雄

(中国汽车工程研究院股份有限公司, 重庆 401122)

摘要: 为了更理想地模拟和再现在城市道路上行驶的商用车辆的真实噪声水平, 基于《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法(中国第三、四阶段)(征求意见稿)》对 N_2 类商用车进行测试, 对比其与 GB 1495-2002《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》在仪器设备、试验条件及试验方法方面的差异。结果表明, 与 GB 1495-2002 相比, 加速噪声新方法增加了汽车参考点定义, 且实现了实时、连续、同步测量发动机转速、车速、车外噪声; 在噪声测量区内, 随着车速和发动机转速的线性增大, 加速噪声呈先增大后减小的趋势, 最大值在 PP' 和 BB' 之间。

关键词: 汽车; 商用车; 加速行驶; 车外噪声; 测试方法

中图分类号: U467.4

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)02-0001-04

据统计, 2017 年中国汽车保有量达 2.17 亿辆, 创历史新高。交通车辆噪声已成为城市环境噪声的主要组成部分, 其能量占比高达 70%~80%, 其中车辆加速噪声污染尤为严重。虽然 GB 1495-2002《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》中的限值已加严两次, 但其测试工况与车辆实际运行工况不符, 导致城市实际交通车辆噪声没有较大改善。为了更理想地模拟和再现城市道路上行驶车辆的真实噪声水平, 并提高噪声认证测试工况与城市道路车辆实际运行过程的相似性, 2007 年, 国际标准化组织和欧洲经济委员会相继推出 ISO 362-1:2007 和 ECE R51/03 系列, 中国也积极修订 GB 1495-20XX《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法(中国第三、四阶段)》, 现已完成征求意见稿, 预计 2019 年公布。与 GB 1495-2002 测试分类方法不同, 该征求意见稿将试验车辆按试验方法不同分为 M_1 、 N_1 、 $M_2 \leq 3\ 500\ \text{kg}$ 和 $M_2 > 3\ 500\ \text{kg}$ 、 M_3 、 N_2 、 N_3 两类。该文主要分析 $M_2 > 3\ 500\ \text{kg}$ 、 M_3 、 N_2 、 N_3 类车辆的试验方法, 并与 GB 1495-2002 进行对比。

1 仪器与试验原理

依据 GB 1495-2002 测量商用车加速噪声时, 车辆以规定的挡位和车速进入 AA' 线, 要求车尾通过 BB' 线时发动机转速不得超过额定转速。试验所需设备包括 VBOX 车速记录仪、声级计、声级计校准器、发动机转速表和气象设备等(见图 1), 各设备之间独立采集信号, 无法同步、实时集成试验数据, 只能人为记录加速噪声值。



图 1 加速噪声试验设备集成

根据 ISO 362-1:2007、ECE R51/03 系列及《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法(中国第三、四阶段)(征求意见稿)》, 车辆参考点通过 BB' 线时, $M_2 > 3\ 500\ \text{kg}$ 、 N_2 车型的发动机转速应保持在额定转速的 70%~74%, M_3 、 N_3 车型的发动机转速保持在额定转速的 85%~89%, 且车速控制在 $(35 \pm 5)\ \text{km/h}$; 测试设备必须连续测量车辆的速度和发动机转速, 并准确标记测试区域内车辆参考点的相对位置。试验所需设备包括声级计、车外无线发射单元、光电触发开关、发动机转速表、车内数据采集单元 YT-51A、数据显示存储器、地面反光标志和气象设备(见图 2)。该装置具备实时、连续、同步

采集发动机转速、车速和加速噪声的功能,并能自动标记车辆参考点的测试位置,数据无线传输且自动存储,便于后期数据处理;试验场地可实现无人操作,设备安装、拆卸简便,在保证试验完成的同时可大大节约人力和时间成本。

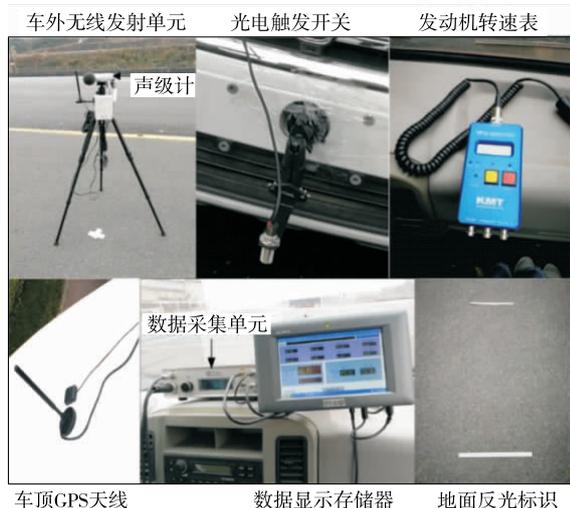


图2 加速噪声测试新方法试验设备集成

采用新方法测试加速噪声的过程中,声级计获取的信号经放大、频率加权处理后变为声压级,并无线传输至YT-51A车内数据采集单元;发动机转速表经车内点烟器采集发电机电压脉冲频率信号,传入YT-51A中确认发动机系数后转化为RPM信号;车速经GPS信号直接获取;光电触发开关固定在车头或所需位置处,利用其反射信号标记车辆参考点经过地面反光标识位置的时刻。

2 商用车试验分析

2.1 试验条件

2.1.1 测量场地要求

GB 1495-2002 要求车辆噪声测试场地应满足ISO 10844:1994 对试验路面的要求。新测试方法规定:2020年7月1日前,测量场地满足ISO 10844:1994 或ISO 10844:2014 的要求;2020年7月1日及以后,测量场地满足ISO 10844:2014 的要求。测试区域尺寸及声级计布置见图3。

GB 1495-2002 中最小标准试验车道的延伸长度 l_a 为10 m,对加速连接段 l_s 的长度无特别要求。按照新测试方法,对于参考点到前轴中心的距离超过10 m的后置发动机(驱动电机)汽车, $l_a=20$ m(仅指定BB'端出口方向的 l_a 长度), $l_s=60$ m(为保

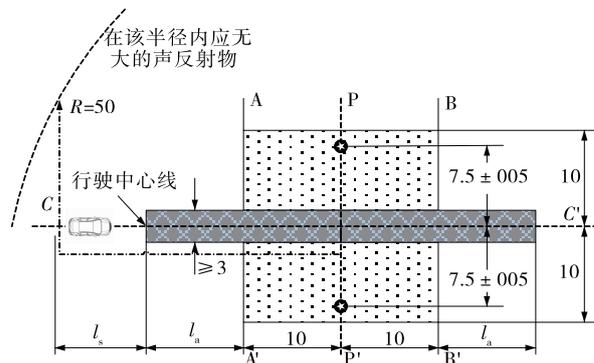


图3 加速噪声测试新方法测试区域尺寸及声级计布置(单位:m)

证车辆在测试区加速平稳, l_s 至少取60 m);其他汽车, $l_a=10$ m。

2.1.2 背景噪声校正

GB 1495-2002 和新测试方法都要求背景噪声比被测车辆噪声低至少10 dB。数据修正时,GB 1495-2002 要求测量通过噪声测量区的最大声级,每次所测结果减去1 dB作为测量结果。新方法要求噪声测量前后采用同一声级计置于噪声测量的相同位置,连续测量10 s背景噪声,记录其最大“A”计声级,当背景噪声与被测噪声之间的差值如表1所示时,减去对应的修正值作为测量结果。

表1 加速噪声测试新方法中背景噪声修正值 dB(A)

背景噪声与被测噪声的差值	修正值	背景噪声与被测噪声的差值	修正值
10	0.5	13	0.2
11	0.4	14	0.1
12	0.3	≥15	0.0

2.1.3 汽车测试质量

GB 1495-2002 要求测试车辆空载,不带挂车或半挂车(不可分解的汽车除外)。新测试方法也要求测试车辆不带挂车(不可分解的汽车除外),测试质量按表2进行计算并加载,满足±5%的偏差。

表2 加速噪声测试新方法中汽车测试质量的计算

汽车分类	测试质量 m_t /kg
M_2, M_3	$m_t = m_{\text{kerb}} + 75 \text{ kg}$ (m_{kerb} 为汽车整备质量)
N_2, N_3	$m_t = 50 \text{ kg/kW} \times P_n$, 加载质量 = $m_t - m_{\text{kerb}}$ 。 若 m_{kerb} 超过 m_t , 则无需加载;若装载质量与 m_{kerb} 对应的后轴(后轴组)轴荷之和超过后轴(后轴组)最大设计轴荷的75%, 则降低装载质量,使装载质量与 m_{kerb} 对应的后轴(后轴组)轴荷之和等于后轴(后轴组)最大设计轴荷的75%

2.2 试验方法

2.2.1 参考点选取

汽车参考点的定义是在新测试方法中提出的。按 GB 1495—2002 测量加速噪声时,汽车前端到达 AA'线时尽快踩下加速踏板并保持不变,汽车后端通过 BB'线后尽快释放加速踏板,以获得通过测量区的最大噪声水平。新测试方法要求在车辆参考点通过测量区时连续测量发动机转速、车速和加速噪声,车辆参考点通过 BB'线时记录车速 $v_{\text{test},j}$ 和发动机转速 $n_{\text{test},j}$,测量参考点通过测量区的 L_{AFmax} ,此即为最大噪声测量结果。

$M_2 > 3\,500$ kg、 M_3 、 N_2 、 N_3 类燃油车辆的参考点选取与发动机在车内位置相关,发动机前置的情况下,参考点位于车辆最前端;发动机中置、后置时,参考点选取发动机靠近汽车行驶方向的前边缘。对于 $M_2 > 3\,500$ kg、 M_3 、 N_2 、 N_3 类电动车辆,参考点依据燃油车辆规则,按主驱动电机位置确定;如果有多个驱动电机且功率相等,则最前端驱动电机位置视为车辆参考点。

2.2.2 选挡原则

与 GB 1495—2002 的要求不同,新测试方法的选挡原则如下:

(1) 对于可锁定传动比的车辆,如果满足目标转速且多个挡位符合 35 km/h 目标车速条件,则选择最接近 35 km/h 的挡位测量;如果在满足发动机目标转速的情况下没有挡位满足目标车速条件,则先选择一个高于且最接近 40 km/h 的挡位,再选择一个低于且最接近 30 km/h 的挡位测量噪声;如果车辆不能同时满足目标转速和目标车速条件,则优先满足目标转速条件,并保证车速 $v_{\text{BB}'}$ 不超过 50 km/h。首先获取目标转速下每个挡位对应的车速,并根据目标车速条件初步选取测试挡位。采用初步选取的挡位进行全油门加速试验,记录车速、发动机转速信息曲线,并在曲线上标记入线速度 $v_{\text{AA}'}$ (以通过多次加速试验获得的算数平均值作为入线车速 $v_{\text{AA}'}$)。

(2) 对于无法锁定传动比的车辆,挡位处于全自动选择位置,允许测量区内车辆换入更低挡位,但不允许换至更高挡位。测量时优先满足目标转速要求,不满足时仅考虑 (35 ± 5) km/h 目标车速条件;不满足目标车速时选用 40~45、25~30 km/h 两种车速作为出线车速,测量其最大“A”计权声级。

2.2.3 噪声测试

按 GB 1495—2002 的规定,商用车噪声测试中,对于前进挡总数 X 的车辆,每个等于或大于 X/n 的挡位应分别测量加速噪声 ($P_n \leq 225$ kW 时, $n=2$; $P_n > 225$ kW 时, $n=3$),如果出线转速高于额定转速则继续升挡,直至出线转速低于额定转速为止。由于各试验挡位的噪声值都记入试验结果,造成超转速挡的噪声值被采用,与实际使用情况不符。

商用车在市区行驶时,动力系统噪声是噪声主要来源,行驶系统的噪声比例较小,故只需考虑加速噪声部分。汽车参考点通过 AA'线时,立刻将加速踏板踩到底,直到汽车参考点通过 BB'线后 5 m 松开加速踏板,测量汽车每次通过测量区的最大“A”计权声级,并读取参考点通过 BB'线的车速 $v_{\text{BB}'}$ (v_{test}) 和发动机转速 $n_{\text{BB}'}$,确保其满足目标条件。

3 实例分析

3.1 加速噪声试验过程

2018年1月,依据新的噪声测试方法在重庆某符合法规要求的试验场地对某 N_2 类载货汽车(其技术参数见表 3)开展加速噪声测试。

表 3 某 N_2 类商用车的技术参数

参数名称	取值
车辆类别	N_2
发动机布置	前置、纵置
变速器型式	手动
轮胎型号	6.50-1610PR
车辆长度/mm	5 470
整备质量/kg	2 400
最大总质量/kg	4 495
额定功率/kW	70
转速/($r \cdot \text{min}^{-1}$)	3 000
目标转速/($r \cdot \text{min}^{-1}$)	2 100~2 220
目标车速条件/($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	35 ± 5

对于 N_2 类商用车,依据标准要求,车辆参考点通过 BB'线时的目标转速 n_{test} 和目标车速 v_{test} 分别为 2 100~2 220 r/min、 (35 ± 5) km/h,初步试验发现只有 3 挡可满足要求,故采用 3 挡进行加速噪声试验。

由于试验设备可实时显示试验曲线,从曲线中可以获取参考点车速、发动机转速、车辆左右两侧噪声值,在场地标记 AA'、BB'线,读取汽车参考点每次经过 AA'、BB'线的车速及发动机转速,及时调整

入线车速,即可获得目标转速及目标车速。该车目标车速(35±5) km/h对应的入线车速为25.38 km/h。

采用25.38 km/h的入线车速进行加速噪声测试,车辆参考点定为最前端。当车辆参考点通过AA'线时迅速踩下加速踏板,保持踏板位置到车辆参考点通过BB'线后5 m迅速松开加速踏板。同一

挡位左右两侧加速噪声测量4次。

3.2 数据分析

$v_{AA'}$ 、 $n_{AA'}$ 、 $v_{BB'}$ 、 $n_{BB'}$ 、测试区域内的发动机最大转速信息见表4。从表4可看出:参考点通过BB'线的车速 $v_{BB'}$ 及转速 $n_{BB'}$ 满足目标条件要求,且从参考点入线至参考点出线后5 m内发动机转速未超出发动机额定转速。

表4 噪声测试区内车速和转速信息

测量次数	$v_{AA'}/(\text{km} \cdot \text{h}^{-1})$	$n_{AA'}/(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$	$v_{BB'}/(\text{km} \cdot \text{h}^{-1})$	$n_{BB'}/(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$	$n_{\text{max}}/(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$
1	25.33	1 539	35.78	2 126	2 253
2	24.79	1 498	35.46	2 110	2 243
3	25.33	1 542	35.96	2 116	2 253
4	26.07	1 565	36.44	2 160	2 282

车外加速噪声测试结果见表5。从表5可看出:背景噪声与最大“A”计权声级差值都符合要求,车辆同一侧的4次连续噪声值之间的差值不大于2 dB(A),测试结果有效。根据噪声限值规定,最大设计总质量小于7.5 t的N₂类商用车第三、第四阶段限值分别为78和77 dB(A),该车满足第三阶段噪声要求,但不满足第四阶段噪声要求。

表5 车外加速噪声测试结果 dB(A)

测量次数	左侧噪声	左侧背景噪声	右侧噪声	右侧背景噪声	L_{urban}
1	77.9	64.7	76.9	64.6	77.4
2	77.0	64.2	76.8	64.4	
3	77.5	63.8	77.2	63.9	
4	77.5	63.0	77.4	63.3	

图4为样车3挡加速行驶时的噪声、车速和转速—时间曲线。从图4可看出:车辆参考点通过AA'线到车辆最后端通过BB'线的过程中,车速和发动机转速线性增加,左右侧加速噪声值几乎相等,且都呈先增大后减小的趋势。车辆参考点通过PP'线和BB'线时的车速分别为30.49、35.46 km/h,加速噪声最大值出现在PP'线与BB'线之间。

4 结语

依据《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法(中国第三、四阶段)(征求意见稿)》进行商用车加速行驶车外噪声测试,与GB 1495—2002试验方法相比具有以下优势:

(1) 可实时、连续、同步测量发动机转速、车速、

车辆左右侧噪声值,且试验设备自行记录,大大提升

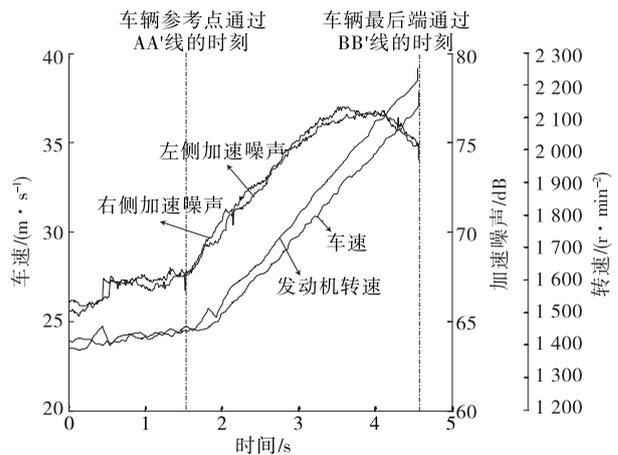


图4 样车3挡加速行驶时的噪声、车速和转速—时间曲线

了试验效率,同时提高了试验的可靠性。

(2) 其测量场地要求、背景噪声校正、测试质量规定等发生了变化,且新增了车辆参考点的概念,测试挡位按目标车速和目标转速选取。

(3) 车辆通过噪声测量区时,随着行驶速度与发动机转速的线性增大,噪声值呈现先增大后减小的趋势,最大噪声值出现在PP'线和BB'线之间,且左右侧噪声差异很小,该噪声测试方法更科学、更贴合实际。

参考文献:

[1] 谢东明.汽车加速行驶车外噪声测试系统及测试流程研究[D].天津:天津大学,2014.

(下转第39页)

技,2014(5).

[5] Marczak F, Daamen W, Buisson C. Key variables of merging behaviour; empirical comparison between two sites and assessment of gap acceptance theory[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2013, 80.

[6] Liu R, Hyman G. Modelling motorway merge; the current practice in the UK and towards establishing general principles[J]. Transport Policy, 2012, 24.

[7] Mergia W Y, Eustace D, Chimba D, et al. Exploring factors contributing to injury severity at freeway merging and diverging locations in Ohio[J]. Accident Analysis & Prevention, 2013, 55.

[8] Chin H C, Quek S T, Cheu R L. Traffic conflicts in expressway merging[J]. Journal of Transportation Engineering, 1991, 117(6).

[9] 王晓飞, 符锌砂, 葛婷. 高速公路立交入口区域行车风

险评价模型[J]. 交通运输工程学报, 2011, 11(5).

[10] 孟祥海, 林兰平. 高速公路分合流区潜在事故风险研究[J]. 中国安全科学学报, 2015, 25(8).

[11] 胡江碧, 张元峰, 王荣华. 高速公路立交主线行车安全影响因素分析[J]. 公路, 2016(10).

[12] 张南, 秦兵杰. 基于交通冲突技术的高速公路合流路段安全性研究[J]. 综合运输, 2016, 38(10).

[13] 林兰平. 高速公路合流区交通冲突预测与安全评价研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2017.

[14] 孟祥海, 郑来, 毕海峰, 等. 高速公路半幅封闭施工区交通特性与交通冲突特性研究[J]. 中国公路学报, 2013, 26(2).

[15] 余忠磊, 戴广雷. 城市道路交通隔离设施应用效果评价分析[J]. 公路交通技术, 2018(1).

收稿日期: 2018-08-20

(上接第4页)

[2] ISO 362-1:2007, Measurement of noise emitted by accelerating road vehicles-engineering method-Part 1: M and N categories[S].

[3] ECE Regulation No. 51, Revision 1-A-mendment 3 Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles having at least four wheels with regard to their noise emissions[S].

[4] GB 1495-20XX, 汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法(中国第三、四阶段)(征求意见稿)[S].

[5] GB 1495-2002, 汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法[S].

[6] 谢东明, 邱彬, 郭勇, 等. ISO 362-1:2007 在商用车试验中的应用[J]. 汽车技术, 2011(1).

[7] 谢东明, 冯屹, 郭勇, 等. ISO 362-1:2007 与 ECE R51/03 系列差异及发展动向分析[J]. 汽车技术, 2011(11).

[8] 谢东明, 郭勇, 徐军辉, 等. 对于商用车加速噪声试验新方法发动机转速的处理意见[J]. 汽车技术, 2013(8).

[9] 邱彬, 谢东明, 靳旗, 等. ISO 362-1:2007 与 ISO 362;

1998 标准的差异分析及测试结果对比[J]. 汽车工程, 2010, 32(4).

[10] 陶荣华, 高尚流, 王万祥. 汽车加速行驶车外噪声治理[J]. 客车技术与研究, 2006(4).

[11] 王冬琳, 李松林. 客车加速行驶车外噪声源分析试验[J]. 客车技术与研究, 2007(2).

[12] 樊海龙, 王延克. 某出口客车噪声试验与治理[J]. 客车技术与研究, 2013(2).

[13] 高吉强, 张晓辉, 谢东明. 商用车加速行驶车外噪声标准法规研究[A]. 2016 中国汽车工程学会年会论文集[C]. 2016.

[14] 谢东明, 邱彬, 刘建军, 等. ISO 362-1:2007 在 M1 类车辆试验中的应用[J]. 汽车技术, 2009(11).

[15] GB 1495-2002, 汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法[S].

[16] 谢东明, 温泉, 梁荣亮, 等. 加速行驶车外噪声快速试验方法[J]. 噪声与振动控制, 2013(2).

收稿日期: 2018-10-25

关于假冒杂志网站和邮箱的声明

目前互联网上出现以《公路与汽运》杂志名义建立的官方网站和投稿邮箱,它们盗用“公路与汽运”的名称,非法向外征稿并收取审稿费、版面费,严重损害了本刊的权益和声誉。为避免广大作者和读者上当受骗,本刊郑重声明:1) 本刊没有官网,也从未以任何方式授权其他单位和个人在互联网上建立网站,互联网上以“公路与汽运”名义建立的网站都是假冒的,此类网站上发布的信息及由此造成的一切后果均与本刊无关。2) 本刊唯一的投稿邮箱是 gongluyuqiyun@163.com,除此之外的任何以本刊名义设立的邮箱都是假冒的。本刊目前没有收取审稿费。3) 本刊强烈谴责这种假冒《公路与汽运》杂志名义、损害本刊和作者、读者权益的违法行为,并保留依法追究其法律责任的权利。

特此声明。

公路与汽运