

某型轿车加速行驶车外噪声控制方法*

弯艳玲¹, 李守魁², 李元宝²

(1. 长春理工大学机电工程学院 长春, 130022)

(2. 一汽技术中心汽车振动噪声与安全控制综合技术国家重点实验室 长春, 130011)

摘要 针对某型轿车在试制阶段加速行驶通过噪声超标问题, 通过对标试验方法对该轿车分析定置车外发动机噪声、排气噪声以及汽车在通过噪声测试区域发动机进、出线转速等因素, 确定发动机进、出线转速偏高是影响通过噪声超标的主要原因, 并提出了通过合理匹配变速箱速比的方法来降低车外加速噪声。试验结果表明, 匹配新的变速箱速比后加速行驶车外噪声值较原车降低了1.9 dB(A), 达到了国家法规要求。

关键词 通过噪声; 控制方法; 动力总成; 速比

中图分类号 TB53

引言

近年来, 随着环保意识的增强和车辆拥有量的不断增加, 车辆噪声对人们日常生活的影响越来越受到重视^[1-3]。车外加速噪声是评价车辆噪声的重要指标, 我国的车辆噪声法规对车辆通过噪声的限值有更加严格的规定^[4]。车辆通过噪声的噪声源有很多, 发动机的噪声、进气噪声、排气噪声、传动系噪声和轮胎噪声等都是车辆通过噪声的重要声源^[5]。传统上对于车外噪声不满足国家法规的问题, 汽车设计和试验研究人员往往考虑对发动机采取隔声屏蔽^[6-7]或增大消声器消声量^[8-10]等办法来降低车外加速噪声。此方法使用较多, 虽然可行, 但费时费力, 还要投入较大的成本, 且生产上也不易实现。由于受试验数据积累和经验方面的限制, 目前对由于传动系数比匹配不合理导致的车外噪声过大的问题研究较少。笔者针对某型轿车在设计阶段样车通过噪声超标(75.4 dB(A))问题进行了研究, 通过对动力总成变速箱速比重新匹配, 降低该型轿车的进线和出线转速, 达到了降低车外通过噪声的目的。试验也证明了该方法的有效性。

1 问题的提出

某型轿车是一款三箱轿车, 是我国开发的一款自主品牌A级轿车, 该车为4缸1.5 L发动机、横置

前驱、5档手动变速箱和双级消声器。在试制开发阶段, 按照国标GB1495-2002对该车进行通过噪声试验, 该车加速行驶通过噪声数值为75.4 dB(A), 超过国标规定的74 dB(A)限值要求, 而对标车的加速行驶车外噪声仅为70.9 dB(A), 因此需要查找该车通过噪声超标的原因, 并进行降噪处理。笔者采用对标试验分析的方法查找该车通过噪声超标的原因。

2 试验研究

2.1 通过噪声的频谱分析

试验时, 测试轿车和对标车分别采用2档和3档以50 km/h的车速进入噪声测量区, 图1为加速行驶通过噪声测试示意图, 传感器安装高度为1.2±0.02 m。测量结果表明, 该型轿车2档和3档加速测量结果分别为79.2 dB(A)和71.7 dB(A), 通过噪声为75.4 dB(A)。对标车的2档和3档加速测量结果分别为72.4 dB(A)和69.3 dB(A), 通过噪声为70.9 dB(A)。与对标车相比, 该型轿车主要在2档加速行驶时噪声较大, 两车相差6.8 dB(A)。如图2所示, 加速行驶通过噪声1/3倍频程频谱图表明, 2档加速行驶时, 对标车发动机点火中心频率为125 Hz(对应发动机转速为3.75 kr/min), 噪声值为60.09 dB(A); 该型轿车发动机点火中心频率为160 Hz(对应发动机转速为4.8 kr/min), 噪声值为65.06 dB(A)。由于该型轿车发动机转速高于对标

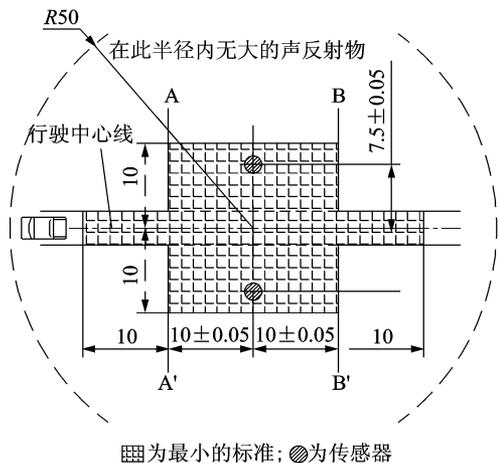
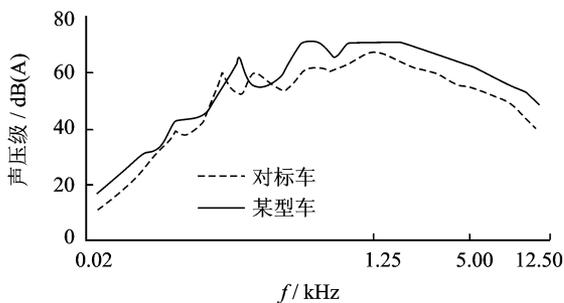
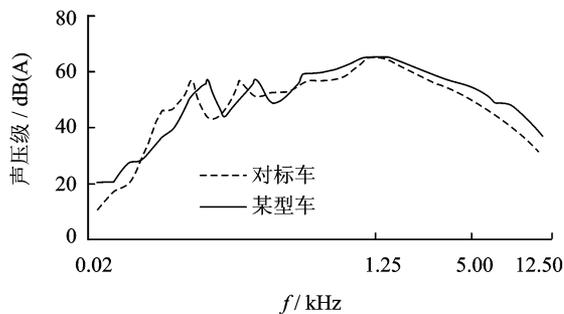


图1 加速行驶通过噪声测试示意图(单位:m)



(a) 2档加速通过噪声1/3倍频程频谱



(b) 3档加速通过噪声1/3倍频程频谱

图2 某型轿车和对标车加速通过噪声1/3倍频程频谱

车,该型轿车由发动机排气激发出的消声器高频辐射噪声也相应的高于对标车。3档加速行驶时,某型轿车的发动机点火频率(100 Hz)稍高于对标车(80 Hz),噪声幅值也稍高于对标车,但是二者相差不大。

2.2 定置噪声分析

为考察通过噪声主要噪声源(发动机噪声和排气噪声)的噪声特性,笔者在消声室对该型轿车和对标车整车条件下进行定置发动机噪声和排气噪声对比试验分析^[11],测点布置如图3所示,定置发动机和定置排气噪声测试结果分别如表1和表2所示。

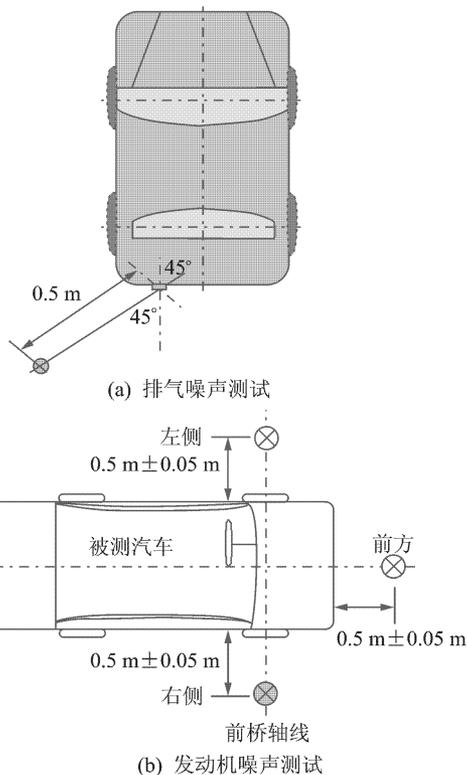


图3 定置噪声测点布置图

表1 定置发动机噪声测量结果

车型	发动机转速/ (kr · min ⁻¹)	测点	噪声/ dB(A)
某型轿车	从0.7 上升至 4.5	左侧	85.0
		前方	84.3
		右侧	87.9
对标车	从0.7 上升至 4.5	左侧	87.4
		前方	91.1
		右侧	88.1

表2 定置排气噪声测量结果

车型	发动机转速/ (kr · min ⁻¹)	噪声/ dB(A)	GB16170-96i 标准限值
某型轿车	从4.5 下降至 0.7	79.0	85.0
对标车		82.9	85.0

定置噪声测量结果表明,当发动机转速从怠速(700 r/min)匀速升至3/4 额定转速(4.5 kr/min),该型轿车发动机噪声水平略优于对标车;当发动机转速由3/4 额定转速(4.5 kr/min)急收油至怠速(700 r/min)时,该轿车排气噪声明显优于对标车。由此推断,现有排气消声器和发动机的本体噪声不是该型轿车车外加速噪声超标问题的主要原因;因此,需要对该型轿车加速行驶通过噪声的发动机工况进行分析。

2.3 加速行驶通过噪声发动机工况分析

该型轿车和对标车分别以2档和3档加速行驶通过噪声测试区域时发动机转速变化范围如表3所示。由表3可知,该型轿车以2档和3档通过噪声测试区域时,发动机进出线转速都远远大于对标车,其中,2档出线转速差值最为明显,二者相差近800 r/min。

表3 通过噪声测试区域发动机进出线转速

车型	档位	进线时发动机转速/ (kr · min ⁻¹)	出线时发动机转速/ (kr · min ⁻¹)
某型轿车	2档	3.75	4.80
	3档	2.60	3.00
对标车	2档	3.31	4.03
	3档	2.16	2.44

表4 某型轿车和对标车传动系数比对照

某型轿车			对标车	
档位	变速箱速比	总的传动比	变速箱速比	总的传动比
2档	1.895	8.211 035	1.952	7.265 344
3档	1.241	5.377 253	1.276	4.749 272
主减速比		4.333		3.722

表4为该型轿车和对标车的传动系数比对照表。由表4可知,该型轿车的总传动比过大,2档和3档的总传动比分别为8.211和5.377,分别是对标车的1.130倍和1.132倍,过大的总传动比导致在通过噪声测量区域该型轿车发动机转速偏高,引起发动机和排气噪声过大;因此可以考虑通过合理匹配变速箱速比来降低车外加速通过噪声。

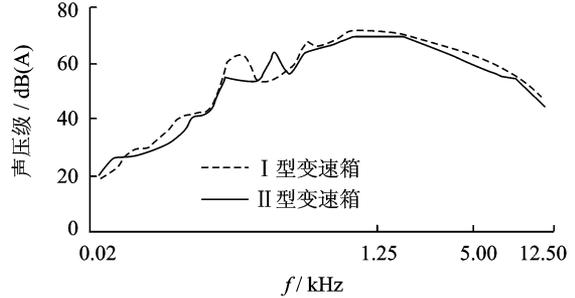
2.4 变速箱速比重新匹配后试验结果

该型轿车最初匹配的变速箱为I型变速箱,为降低车外加速通过噪声,笔者通过选用具有适当速比的II型变速箱来降低该型轿车总的传动比。试验证明,匹配II型变速箱后,该型轿车2档和3档的总传动比由原来的8.211和5.377分别降低到7.545和5.167,调整后的变速箱速比参数如表5所示,匹

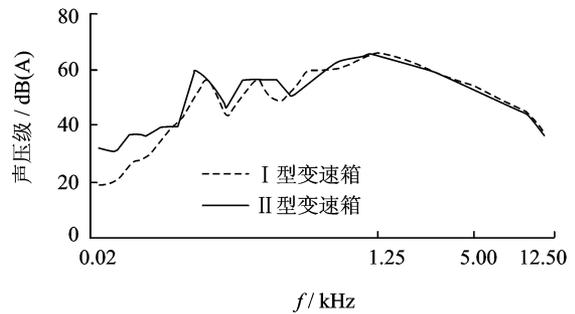
配II型变速箱后加速行驶通过噪声的测量结果如表6所示,通过噪声1/3倍频程频谱如图4所示。

表5 变速箱速比参数

变速箱 型号	1档	2档	3档	4档	5档	倒档	主减 速比
I型	3.273	1.895	1.241	0.919	0.756	3.214	4.333
II型	3.545	1.913	1.31	0.973	0.804	3.214	3.944



(a) 2档加速通过噪声1/3倍频程频谱



(b) 3档加速通过噪声1/3倍频程频谱

图4 某型轿车匹配不同变速箱时通过噪声1/3倍频程频谱图

根据通过噪声测试结果可知,匹配II型变速箱后,该型轿车以2档和3档(50 km/h)进入测试区域时,发动机转速分别为3.6 kr/min和2.5 kr/min,比匹配原I型变速箱时分别降低了150 r/min和100 r/min;出线转速分别为4.45 kr/min和2.85 kr/min,比匹配原I型变速箱时分别降低了350 r/min和150 r/min。图4(a)2档加速行驶噪声1/3倍频程频谱显示,发动机点火中心频率由160 Hz降低为125 Hz,噪声幅值由原来的65.06 dB(A)降

表6 某型轿车匹配II型变速箱后的通过噪声测量结果

档位	进线转速/ (kr · min ⁻¹)	出线转速/ (kr · min ⁻¹)	测点	测量值/ dB(A)	平均值/ dB(A)	噪声值/ dB(A)	判定 结果
2档	3.6 (50 km/h)	4.45	左侧	76.5,76.5,76.6,76.5	77.0	73.5	满足
			右侧	77.5,77.5,77.6,77.5			
3档	2.5 (50 km/h)	2.85	左侧	71.3,71.5,71.4,71.7	72.0		
			右侧	72.8,72.2,72.3,73.1			

低为 54.94 dB(A),消声器高频辐射噪声方面也有明显的降低;3档加速行驶时,发动机点火中心频率降低 20 Hz,噪声幅值略有增大,但该车总的噪声值由原来 75.4 dB(A)降低为 73.5 dB(A)(降低 1.9 dB(A)),完全满足 GB1495-2002 标准 74 dB(A) 的限值要求。

3 结 论

1) 通过对标试验分析的方法分析某型轿车车外加速噪声超标的原因,明确变速箱速比匹配不当是引起该型轿车车外加速噪声超标的直接原因。

2) 通过选用适当速比的变速箱,使该型轿车车外加速噪声达到小于 74 dB(A)的国家法规要求,从而达到了设计目标。

3) 笔者提出的通过合理匹配变速箱速比来降低车外加速噪声的方法,在轿车 NVH 性能开发中是一次成功的运用,对研究车外加速噪声、排气消声器噪声和发动机噪声等主要噪声源的匹配关系方面具有借鉴意义。对汽车产品在开发设计初期,合理设计消声器的消声量、合理选用发动机和变速箱速比的匹配参数及使车外噪声符合国家法规要求具有指导意义。

参 考 文 献

[1] 孙鑫晖,张令弥,王彤. 基于奇异值分解的频响函数降噪方法[J]. 振动、测试与诊断, 2009, 29(3): 325-328.
Sun Xinhui, Zhang Lingmi, Wang Tong. Noise reduction of frequency response function using singular value decomposition[J]. Journal of Vibration, Measurement & Diagnosis, 2009, 29(3): 325-328. (in Chinese)

[2] 何吕昌,左曙光,申秀敏,等. 基于空调压缩机支架改进的燃料电池轿车降噪[J]. 振动、测试与诊断, 2011, 31(3): 339-343.
He Lüchang, Zuo Shuguang, Shen Xiumin, et al. Noise reduction based on the frame improvement of air-condition of fuel cell vehicle[J]. Journal of Vibration, Measurement & Diagnosis, 2011, 31(3): 339-343. (in Chinese)

[3] 陈传海,杨世锡,郑传荣. 银基金摩擦振动与噪声特性的分析与控制[J]. 振动、测试与诊断, 2009, 29(2): 230-233.
Chen Chuanhai, Yang Shixi, Zheng Chuanrong. Analysis and control of vibration and noise induced by sliding-friction of silver-based alloy[J]. Journal of Vibration, Measurement & Diagnosis, 2009, 29(2): 230-

233. (in Chinese)

[4] GB1495-2002 汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法[S]. 北京:国家环境保护总局,2005.

[5] 王昕,蒋炳生. 车外噪声的原因分析及控制对策[J]. 重型汽车,2007,5: 22-24.
Wang Xin, Jiang Bingsheng. Analysis and control of the cause of exterior noise[J]. Heavy Truck, 2007, 5: 22-24. (in Chinese)

[6] 贾春来,于光. 浅谈汽车噪声的主要因素及改进措施[J]. 黑龙江交通科技,2008(11): 99-100.
Jia Chunlai, Yu Guang. With concise remarks on the main factors and improvement measures of exterior noise[J]. Communication Science and Technology of Helongjiang, 2008(11): 99-100. (in Chinese)

[7] 邓兆祥,李景渊,褚志刚,等. SC6360B 车外加速噪声的控制[J]. 重庆大学学报:自然科学版, 2005, 28(4): 5-9.
Deng Zhaoxiang, Li Jingyuan, Chu Zhigang, et al. Accelerated vehicle exterior noise control of minicar SC630B[J]. Journal of Chongqing University: Natural Science Edition, 2005, 28(4): 5-9. (in Chinese)

[8] 张振良,王树荣,腾勇,等. 某微型车的噪声分析及进气消声器的应用[J]. 军械工程学院学报, 2004, 16(4): 45-48.
Zhang Zhenliang, Wang Shurong, Teng Yong, et al. Research on noise reduction of mini-car and the application of intake silencer[J]. Journal of Ordnance Engineering College, 2004, 16(4): 45-48. (in Chinese)

[9] 黎苏,黄跃欣,朱亚娜,等. 汽车车外加速噪声的模拟研究[J]. 湖南大学学报,1997,24(1): 61-66.
Li Su, Huang Yuexin, Zhu Yana, et al. A study of simulation with accelerated vehicle exterior noise[J]. Journal of Hunan University, 1997, 24(1): 61-66. (in Chinese)

[10] 邓兆祥,张振良,杨诚. 微型轿车的降噪实验[J]. 重庆大学学报, 2003, 26(5): 18-21.
Deng Zhaoxiang, Zhang Zhenliang, Yang Cheng. Experimental research on noise reduction of mini-car[J]. Journal of Chongqing University, 2003, 26(5): 18-21. (in Chinese)

[11] GB/T14365-93 声学 机动车辆定置噪声测量方法[S]. 北京:国家技术监督局,1993.



第一作者简介:弯艳玲,女,1979年11月生,讲师。主要研究方向为工程仿生,振动与噪声控制。曾发表《蜻蜓翅膀的自清洁特性及其动特性分析》(《吉林大学学报:工学版》2010年第40卷第5期)等论文。

E-mail:wanyanling@cust.edu.cn