

性能与排放

节气门开度对柴油乘用车 NVH 性能影响的试验研究

牛立亚, 刘 健, 曹付广, 王胜涛, 王 强, 顾新雷, 马 燕, 何荣章

(长城汽车股份有限公司, 河北省汽车工程技术研究中心, 河北 保定 071000)

摘 要: 乘用车的 NVH 性能是整车性能中最关键的性能之一, 直接影响驾驶员和乘客对整车品质的主观感受。为进一步提升柴油乘用车的 NVH 性能, 以长城某款 2.0 L 欧四电控柴油发动机乘用车为对象, 对怠速工况下不同节气门开度时的整车 NVH 性能进行了试验研究。试验表明: 随着节气门开度的减小, 整车 NVH 性能明显提高; 但要合理掌握节气门关闭位置, 确保不使空燃比过小, 以避免燃烧不稳定、冒黑烟的现象。

关键词: 乘用车; NVH 性能; 节气门; 试验

中图分类号: TK427⁺.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2017)02-0020-04

Experimental Research on the Influence of Throttle Opening on Diesel Passenger Vehicles' NVH Performance

Niu Liya, Liu Jian, Cao Fuguang, Wang Shengtao, Wang Qiang, Gu Xinlei, Ma Yan, He Rongzhang

(Great Wall Motor Company, Automotive Engineering Technical Center of HeBei, Hebei Baoding 071000)

Abstract: Passenger vehicles' NVH performance is one of the most important performance of vehicles, which directly influences drivers' and passengers' subjective feelings about vehicles' quality. To further improve the NVH performance of diesel passenger vehicles, a Great Wall passenger vehicle with 2.0 L Euro IV electronic controlled diesel engine was taken as the research object to study the whole vehicle's NVH performance with varied throttle opening under idling condition. The experimental results show that the whole vehicle's NVH performance improves with the decrease of throttle opening. However, the close position of throttle should be rationally managed to prevent the air-fuel ratio from getting too small, thus could avoid unstable combustion and black smoke phenomenon.

Key words: passenger vehicle; NVH performance; throttle; experiment

0 引 言

随着我国国民经济的快速发展, 路面条件不断改善, 家庭用车越来越普及。在竞争激烈的乘用车市场, 作为用户直接感受得到的 NVH (Noise (噪声)、Vibration (振动)、Harshness (声振粗糙度)) 性能已成为评价汽车性能的重要指标, 其重要性不亚于安全性、燃油经济性和排放性能^[1]。同时, 汽车噪声也是一种环境公害。美国、欧洲和日本的汽车噪声法规相继始于 1970 年前后, 与汽车排放法规的实施时间基本相同。我国于 1979 年

开始实施《机动车辆允许噪声》(GB1495—1979) 法规, 其间经数次更新, 2005 年 9 月新颁布的汽车噪声限值已基本与美日欧处于同一水平, 而其中轿车的噪声限值甚至是国际上最严格的(见《机动车辆类(汽车产品)强制性认证实施规则》)^[2]。

柴油车相对于汽油车具有良好的经济性、动力性、可靠性, 因此被广泛应用于交通运输、工程机械等领域^[3]。但柴油车的噪声、振动较难控制, 因此柴油车没能在我国家庭用车中得到广泛应用, 故柴油车的 NVH 研究已成为国内研究的热点。本

文以长城某款 2.0 L 欧四电控柴油发动机乘用车为研究对象，着重研究驻车怠速工况下，不同节气门开度对整车 NVH 性能的影响。

1 试验对象

试验车辆的发动机参数见表 1。

表 1 试验车辆的发动机主要技术参数

型式	四冲程、直列、强制水冷、16 气门、电控高压共轨、涡轮增压、进气中冷		
气缸数	4		
(缸径×冲程)/(mm×mm)	83.1×92		
总排量/L	1.996		
压缩比	16.3:1		
(额定功率/相应转速)/(kW/(r·min ⁻¹))	120/4 000		
(最大扭矩/相应转速)/(N·m/(r·min ⁻¹))	350/(1 600~2 800)		
配气相位/°CA	进气门开(上止点前)	24	
	进气门关(下止点后)	50	
	排气门开(下止点前)	86	
	排气门关(上止点后)	16	

2 试验方法

本次试验研究选取了标准原状态节气门、上偏

差节气门和下偏差节气门共 3 个样本。在节气门开度为 10% 以下时，进行燃烧参数和 NVH 数据的测试；节气门开度为 10% 以上时，只进行标准节气门的 NVH 数据测试。

热机，待发动机冷却液温度达到怠速关闭节气门的温度，使车辆在怠速关闭节气门的状态下运行，测试无任何负载和同时将方向盘打死、开启空调、开启所有灯光，以使发动机在最大负载下工作这两种状态下的运行参数。使用标定工具调整不同的节气门开度，用 NVH 测量设备测量每个节气门开度下的参数，用标定工具记录每个节气门开度下的燃烧参数。

3 试验结果及分析

3.1 不同节气门开度时的发动机燃烧参数

不同节气门开度对发动机燃烧参数的影响如表 2 所示。可以看出：随着节气门开度的减小，发动机的进气阻力变大，总喷油量变大；在所有负载全打开、方向打死的情况下，发动机的负载变得更大，喷油量也更大，但是进气量减小，此时空燃比更低。如表中所示，在节气门开度为 5%、所有负载全打开时，空燃比为 14 左右，此时燃烧变差，有大量可见黑烟。

表 2 不同节气门开度时的发动机燃烧参数

节气门休	电器负载状态	压缩机状态	方向盘	节气门开度	扭矩/(N·m)	总喷油量/(mg·Hub ⁻¹)	进气量/(mg·Hub ⁻¹)	空燃比
原状态节气门	无任何负载	断开	松开	7%	34	5.39	340	63
	无任何负载	断开	松开	5%	40	6.4	261	40
	无任何负载	断开	放开	8%	33	5.28	366	69
	所有负载	吸和	打死	7%	83	13.2	340	26
	所有负载	吸和	打死	5%	110	18	265	14.38
	所有负载	吸和	打死	6%	102	16.8	303	18.2
	所有负载	吸和	打死	8%	85	13.9	370	26
下偏差节气门	无任何负载	断开	松开	7%	34	5.49	330	60
	无任何负载	断开	松开	8%	34	5.32	360	66
	无任何负载	断开	松开	5%	43	6.7	220	33
	所有负载	吸和	打死	7%	85	13.7	334	24
	所有负载	吸和	打死	8%	85	14	356	26
	所有负载	吸和	打死	5%	109	18.5	269	14.38
	所有负载	吸和	打死	6%	104	17.3	289	16
上偏差节气门	无任何负载	断开	松开	7%	34	5.3	357	66
	无任何负载	断开	松开	8%	32	5.1	374	72
	所有负载	吸和	打死	7%	83	13.1	355	25
	所有负载	吸和	打死	8%	84	13.6	377	27

3.2 不同节气门开度对 NVH 性能的影响

3.2.1 不同节气门开度对发动机顶部噪声的影响

不同节气门开度对发动机顶部(30 cm)噪声的影响如图 1~图 3 所示。(1)不开启负载条件

下,节气门开度7%比开度5%,顶部噪声大1 dB(A);(2)不开启负载条件下,节气门开度7%相较于开度8%,顶部噪声相差较小;(3)开启负载条件下,节气门开度7%和开度8%,顶部噪声相差不大;(4)节气门开度大于10%时,随着节气门开度变大,发动机顶部噪声呈明显增大趋势。

试验中车辆的所有负载均保持稳定不变,只调整节气门的开度。可以看出发动机顶部噪声随节气门开度的变大呈增大趋势。

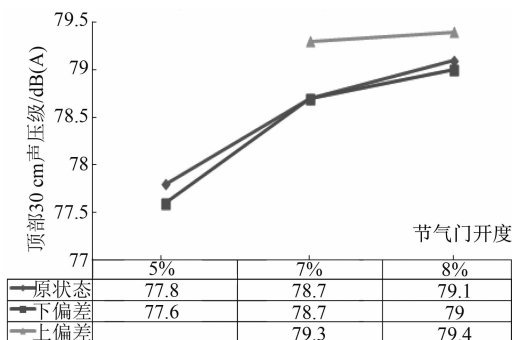


图1 无负载条件下不同节气门开度对顶部噪声的影响

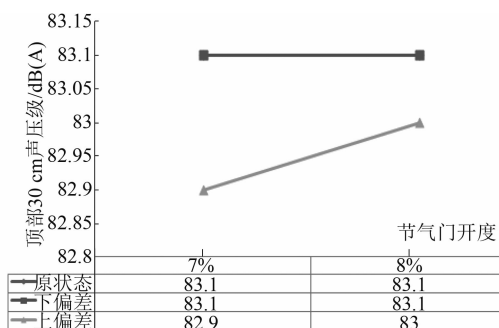


图2 有负载条件下不同节气门开度对顶部噪声的影响

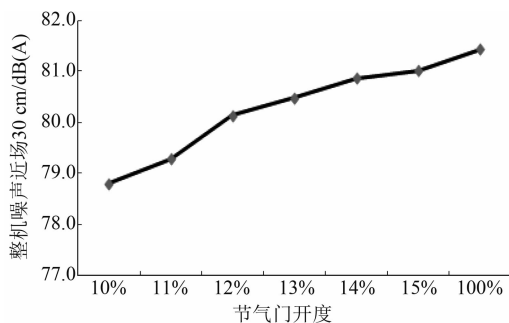


图3 节气门开度大于10%时对顶部噪声的影响

3.2.2 不同节气门开度对驾驶员右耳噪声的影响

不同节气门开度对驾驶员右耳噪声的影响如图4、图5所示。(1)不开启负载条件下,节气门开度7%比开度5%,驾驶员右耳噪声大0.6~1.1 dB(A);(2)不开启负载条件下,节气门开度7%比开度8%,驾驶员右耳噪声小1.2~1.7 dB(A);(3)不开启负载条件下,上下偏差节气门,节气门开度

7%,驾驶员右耳噪声会有1.3 dB(A)差别,差距较大,影响整车一致性;(4)开启负载条件下,节气门开度7%相比开度8%,驾驶员右耳噪声小0.8~1.3 dB(A)。

试验中车辆的所有负载均保持稳定不变,只调整节气门的开度。可以看出驾驶员右耳噪声随节气门开度变大呈增大趋势。

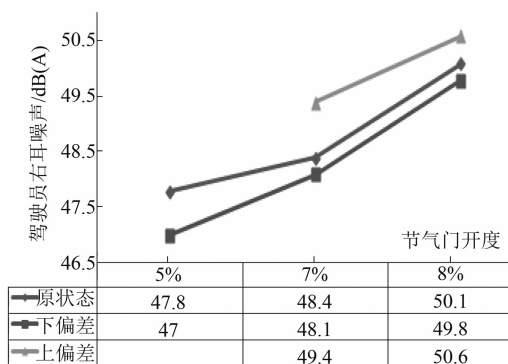


图4 无负载条件下不同节气门开度对驾驶员右耳噪声的影响

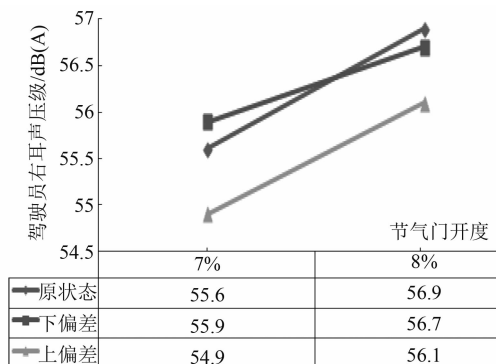


图5 有负载条件下不同节气门开度对驾驶员右耳噪声的影响

3.2.3 不同节气门开度对发动机右悬置振动的影响

不同节气门开度对发动机右悬置振动的影响如图6、7所示。(1)不开启负载条件下,节气门开度7%比开度5%,发动机右悬置振动大30% ((0.259-0.199)/0.199);(2)不开启负载条件下,节气门开度8%相比于开度7%,发动机右悬置振动相差不大;(3)节气门开度大于10%时,随着节气门开度的增大,发动机右悬置振动明显呈增大趋势。

试验中车辆的所有负载均保持稳定不变,只调整节气门的开度。可以看出发动机右悬置的振动随节气门开度的变大呈增大趋势。

3.2.4 不同节气门开度对座椅导轨振动的影响

不同节气门开度对座椅导轨振动的影响如图8、9、10所示。(1)不开启负载条件下,节气门

开度 7% 比开度 5%，座椅导轨振动大 18% $((0.013 - 0.011)/0.011)$ ；(2) 不开启负载条件下，节气门开度 8% 比开度 7%，座椅导轨振动大 23% $((0.016 - 0.013)/0.013)$ ；(3) 开启负载条件下，节气门开度 8% 比开度 7%，座椅导轨振动大 4.7% $((0.022 - 0.021)/0.021)$ ，相差不大；(4) 节气门开度大于 10% 后，随着节气门开度的增大，座椅导轨振动呈明显增大趋势。

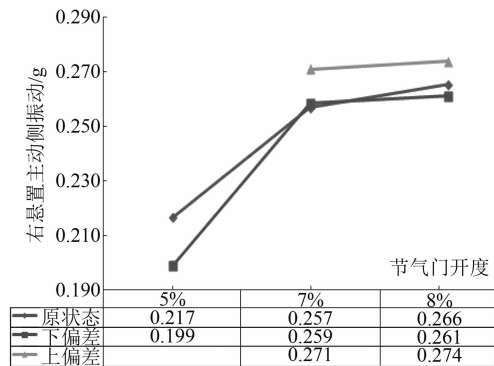


图 6 无负载条件下不同节气门开度对发动机右悬置振动的影响

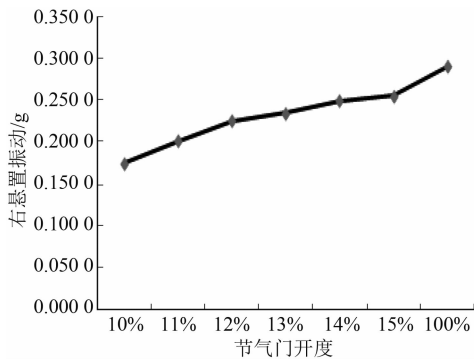


图 7 节气门开度大于 10% 时对右悬置振动的影响

试验中车辆的所有负载均保持稳定不变，只调整节气门的开度。可以看出座椅导轨的振动随节气门开度的变大而变大。

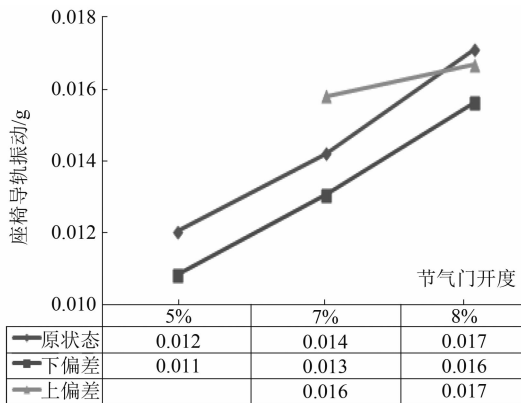


图 8 无负载条件下不同节气门开度对座椅导轨振动的影响

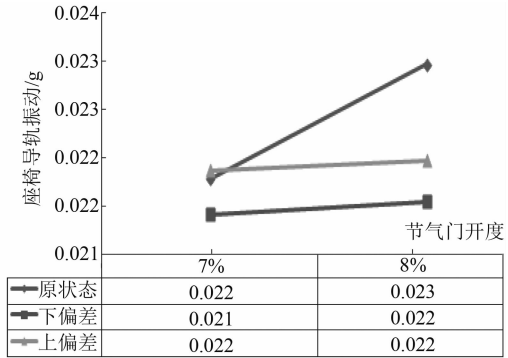


图 9 有负载条件下不同节气门开度对座椅导轨振动的影响

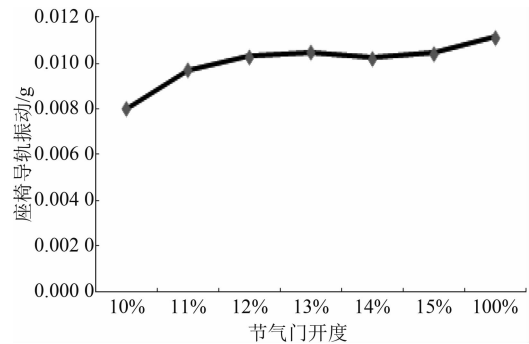


图 10 节气门开度大于 10% 时对座椅导轨振动的影响

试验表明：小排量柴油机驻车怠速工况下，随着节气门开度变小，发动机进气阻力变大，进气量变小、喷油量变大；当节气门位置不变条件下，车辆其它负载全部打开后，发动机的阻力会更大、喷油量也更大，但是进气量却不变，此时空燃比会很小，容易出现燃烧不稳定、冒黑烟现象。

随着节气门开度的减小，发动机顶部噪声、发动机右悬置振动、座椅导轨振动明显呈下降趋势。

4 结 论

通过本文的试验研究可得出：柴油车怠速工况的 NVH 优化可以通过使用怠速关小节气门的措施进行，但是节气门关闭的位置要合理掌握，确保不使空燃比过低，以避免燃烧不稳定、冒黑烟现象。

参考文献

- [1] 田静. 基于 NVH 的客车开发构想 [J]. 汽车科技, 2012 (3): 4-7.
- [2] 王建昕 帅石金. 汽车发动机原理 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.
- [3] 李进普. 高压共轨柴油机后喷对机油稀释影响的试验研究 [J]. 柴油机, 2015, 37 (4): 11-13.