

GT-POWER 软件在解决车内加速轰鸣声中的应用

GT-power software application in dealing with the car acceleration booming noise

高海莲 张冬莲 张海燕 张硕 覃炜 刘阔翔
重庆长安汽车研究总院，重庆，401120

摘要: 某车3500rpm附近车内前排驾驶员位置存在明显的加速轰鸣声，经整车贡献量分析，此轰鸣声主要由进气口噪声引起。本文通过利用GT-power软件在优化进气口噪声的同时成功消除了此车的车内轰鸣声，提高了整车的舒适性。

关键词: 轰鸣声； 进气口噪声； GT-power

Abstract: There is evident boom in the driver's position when engine work at 3500rpm during the acceleration. After analyzing the contributions to the vehicle interior noise, A conclusion can be made that the intake orifice noise caused the boom. The paper overcame the boom through optimizing the intake orifice noise. Meanwhile, the comfortableness is improved.

Key words: booming, intake orifice noise, optimize

1 引言

在汽车进气系统设计中，由于发动机机舱空间的限制，进气系统的管道走向及消声容积往往受到约束，进而进气口噪声的优化手段也受到限制。

本文以某轿车的进气系统为例，论述了在不改变空滤器总体消声容积及结构的基础上，利用加长进管长度的方式解决了由于进气口噪声而引起的车内加速轰鸣声问题。

2 车内轰鸣声问题诊断

2.1 问题描述

对某一四缸发动机的乘用车进行主观驾评，发现二档全油门加速工况下，3500rpm 附近驾驶员位置存在明显轰鸣感，主观感觉来自发动机机舱的进气口辐射噪声。通过对该车进行客观测试，发现驾驶员位置的车内前排噪声在3500rpm附近存在明显的峰值噪声，主要由2阶噪声贡献，具体见图1。

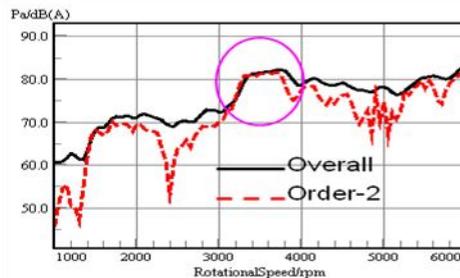


图1 2挡全油门加速车内前排噪声

2.2 进气口噪声贡献量分析

针对车内3500rpm加速轰鸣声问题，结合主观评鉴建议，对整车做了进气口噪声对车内噪声的贡献量分析试验。测试状态分为原状态及将进气系统引出两种状态。测试工况为2挡全油门加速工况，采集1000-6000rpm数据。原状态及将进气系统引出两种状态下的车内前排噪声Overall及2阶噪声对比见图2、图3。

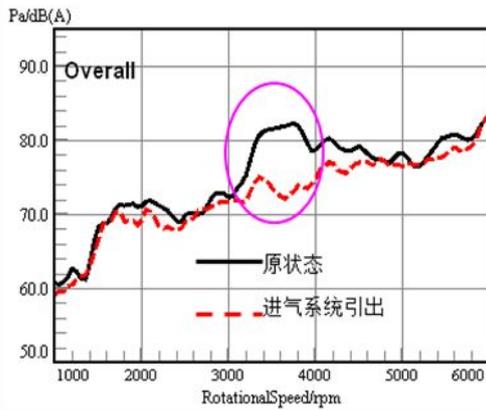


图2 车内前排噪声 overall 对比

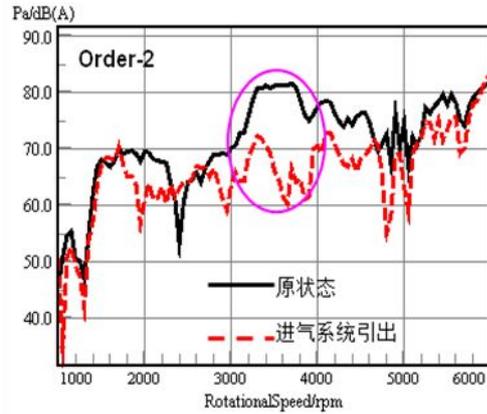


图3 车内前排2阶噪声对比

由图2、3可知，进气口噪声引出后，3500rpm附近车内噪声声压级明显降低，相应的2阶噪声也明显降低。说明进气口噪声是车内轰鸣声的主要贡献源。

3 进气口噪声仿真优化及试验验证

3.1 进气系统原始模型

进气系统原始模型见图4，从图4得出此进气系统的进气进管较短，长度只有50mm。在车用进气系统上如此短的进气进管实属少见。因此初步怀疑3500rpm附近的峰值噪声由进气进管的长度引起，决定利用CAE仿真手段对进气进管长度对其进气口噪声的影响进行分析，以便确定最终原因及获得优化手段。

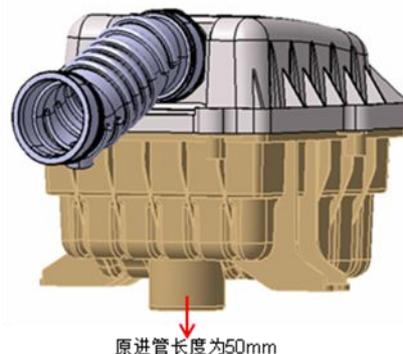


图4 进气原状态示意图

3.2 进气口噪声仿真优化

分别将进气进管延长100mm、200mm、300mm、400mm，利用GT-POWER软件计算其进气

口噪声。在 GEM 模块中建立的 3D 模型如图 5，仿真计算的进气口噪声 Overall 及 2 阶噪声如图 6、图 7。

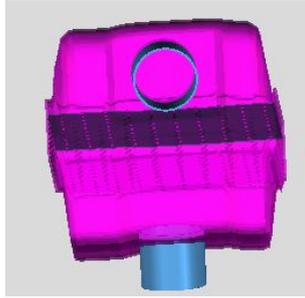


图 5 空滤器本体 GEM3D 模型

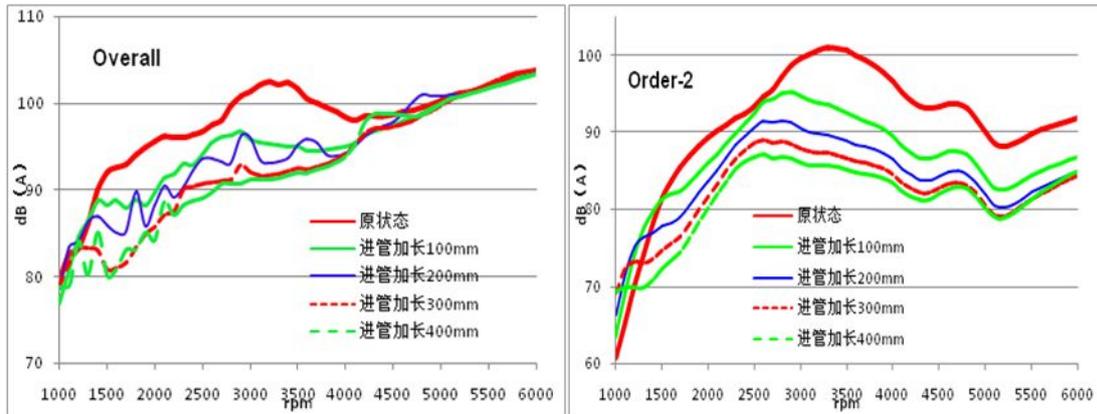


图 6 不同进管长度下进气口噪声 overall 对比

图 7 不同进管长度下进气口 2 阶噪声对比

由图 6、图 7 得出，随着进气进管长度的增加，进气口噪声总声压值 Overall 及 2 阶噪声在 4000rpm 以前都明显降低，在 3500rpm 附近降低更明显降低约 8dB (A)，说明进气进管长度对进气口噪声影响较大。因此初步确定可以通过调节进气进管长度的方式来降低进气口辐射噪声以便对车内轰鸣声进行优化。

3.2 试验验证

针对上述 GT-POWER 仿真计算得出的结论，制作简单的手工样件，进行试验验证。测试数据如图 8、图 9 所示。

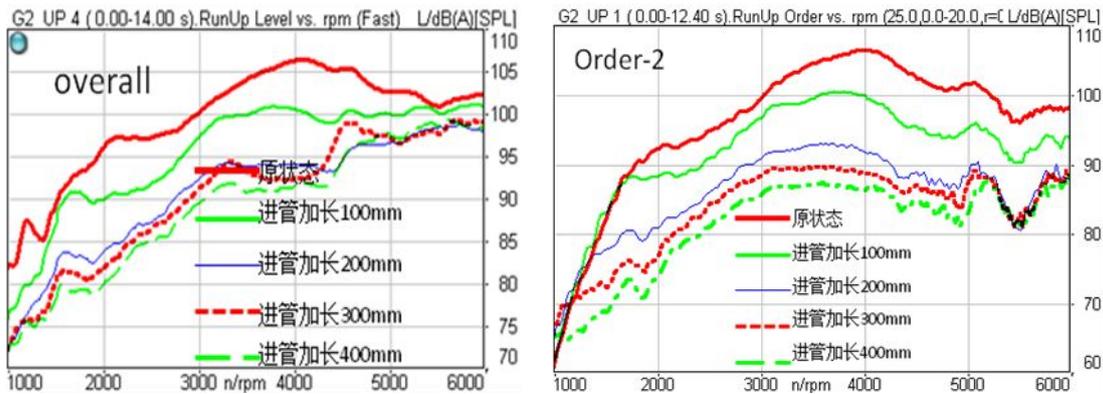


图 8 不同进管长度下进气口噪声 Overall 对比

图 9 不同进管长度下进气口 2 阶噪声对比

从图 8、图 9 得出，随着进气进管长度的增加，5000rpm 以前进气口噪声总声压值及 2 阶噪声都明显降低，试验结果与 CAE 仿真优化结果一致，因此决定在整车上实施此优化方案。

4 方案实施

经与相关部门协作及考虑发动机机舱布置情况，最后采用上述空滤器进气进管加长300mm的方案进行优化，快速成型样件见图10。装上此快速成型样件及原进气系统状态的进气口噪声及车内前排噪声的客观测试结果见图11、图12、图13及图14，其中图11、图12为进气口噪声测试结果；图13、14为车内前排噪声测试结果。



图10 实施方案示意图

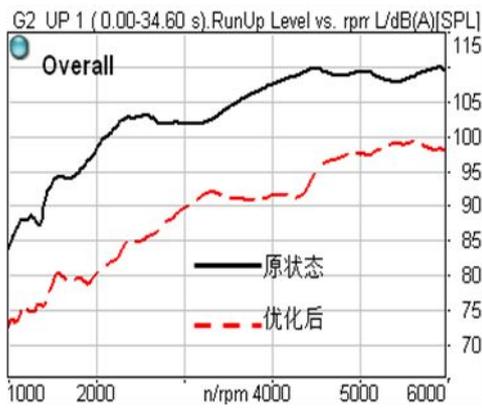


图11 优化前后进气口噪声 Overall 对比

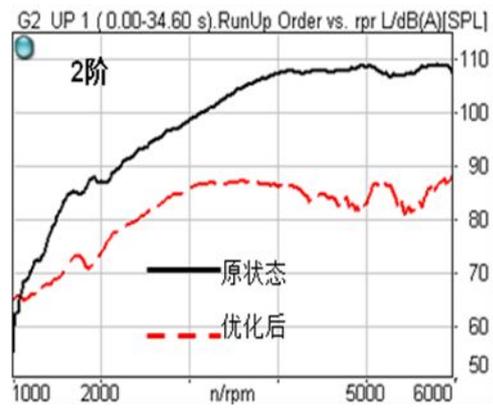


图12 优化前后进气口2阶噪声对比

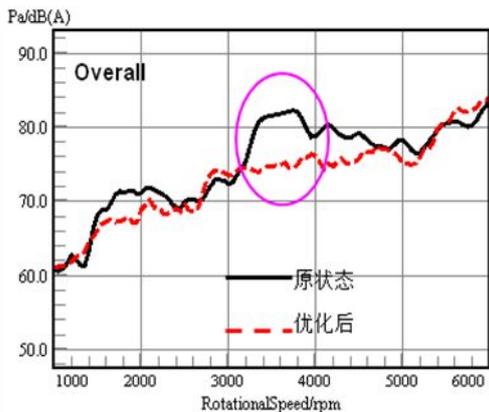


图13 优化前后车内前排噪声 Overall 对比

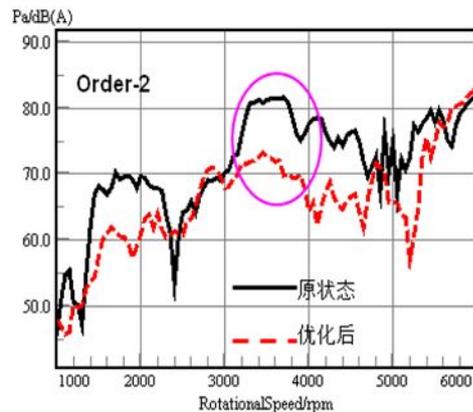


图14 优化前后车内前排2阶噪声对比

由测试结果可知，进管加长300mm优化后，3600rpm附近进气口噪声总声压值降低约14dB(A)，2阶降低约18dB(A)；车内噪声overall降低约6dB(A)，2阶噪声降低约10dB(A)，且3600rpm附近的车内峰值噪声完全消除，车内噪声平顺性明显改善。主观评

价车内 3600rpm 附近车内前排无加速轰鸣声，说明进气进管加长 300mm 此优化方案非常可行。

5 结论

1、进气系统的结构设计中应对进气进管的长度作要求，进气进管的长度不能太短。

2、在一定长度范围内，随着进管长度的增加，整个转速下进气口噪声 Overall 及 2 阶噪声都明显降低；但随着长度的进一步增加进气口噪声 Overall 及 2 阶噪声的降低变得缓慢，因此在设计初期需对进气进管的长度进行优化设计，确定一合适的长度。

3、当进气口的峰值噪声是车内峰值噪声的主要贡献源且覆盖转速范围较宽，并由 2 阶噪声（第一个点火主阶次）贡献时，可以考虑利用加长进气进管的方式来进行进气口噪声及车内轰鸣声的优化。

6 参考文献

- [1] 庞剑, 谌刚, 何华. 汽车噪声与振动-理论与应用 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2006. 6
- [2] 福田基一, 奥田襄介 编著 《噪声控制与消声设计》, 国防工业出版社, 2008. 11