

GT-POWER 在排气系统开发中的应用

丁万龙, 严清梅, 张佳伟, 于芳

(芜湖杰锋汽车动力系统有限公司, 芜湖 241009)

摘要 本文以某一排气系统开发为例, 描述了通过 GT-POWER 软件进行排气系统开发的过程。在开发初期, 我们可以根据给定的发动机噪声源及尾管噪声的目标要求, 提取消声器设计的传递损失大致要求, 根据提取的传递损失要求通过 GT-POWER 软件初步设计消声器内部结构, 再通过利用 GT-POWER 软件的发动机建模功能及发动机台架测试对排气系统进行进一步声学开发, 最后将开发的排气系统在整车上进行验证。

Abstract This paper described exhaust system development processing by GT-POWER software as a exhaust system development example. At beginning, we can get muffler transmission loss target by process of the given engine noise source and tailpipe noise target requirement. We can tune muffler according to transmission loss target by GT-POWER. when engine resource available, we can build up engine model by GT-POWER and calculate tailpipe noise, and compared the result with data from bench test, we can make father exhaust system acoustic development. At last we validate exhaust system acoustic effect in vehicle.

关键词 排气系统, 消声器, GT-POWER

Key words: exhaust system, muffler, GT-POWER

1 前言

在机动车噪声中, 排气噪声是主要的噪声源, 在日益严格的噪声法规和客户对整车 NVH 要求不断提升驱动下, 排气系统的 NVH 性能越来越引起人们的重视。

本文以某车型排气系统开发为例, 首先根据给定的发动机噪声源及尾管噪声的目标要求, 提取排气系统的插入损失要求, 并根据插入损失要求初步确定消声器传递损失的设计目标, 根据提取的传递损失要求初步设计消声器内部结构; 然后调校发动机声学模型作为排气系统分析的激励声源, 详细设计消声器的内部结构。通过和试验数据的对比, 验证了 GT-POWER 软件在排气系统设计分析中的有效性。

2 消声器传递损失目标提取及消声器设计

消声器传递损失目标提取是根据初步给定的发动机噪声源和尾管噪声目标要求, 提取排气系统的插入损失, 从排气系统的插入损失推算出消声器的传递损失要求, 具体流程如下图

1:

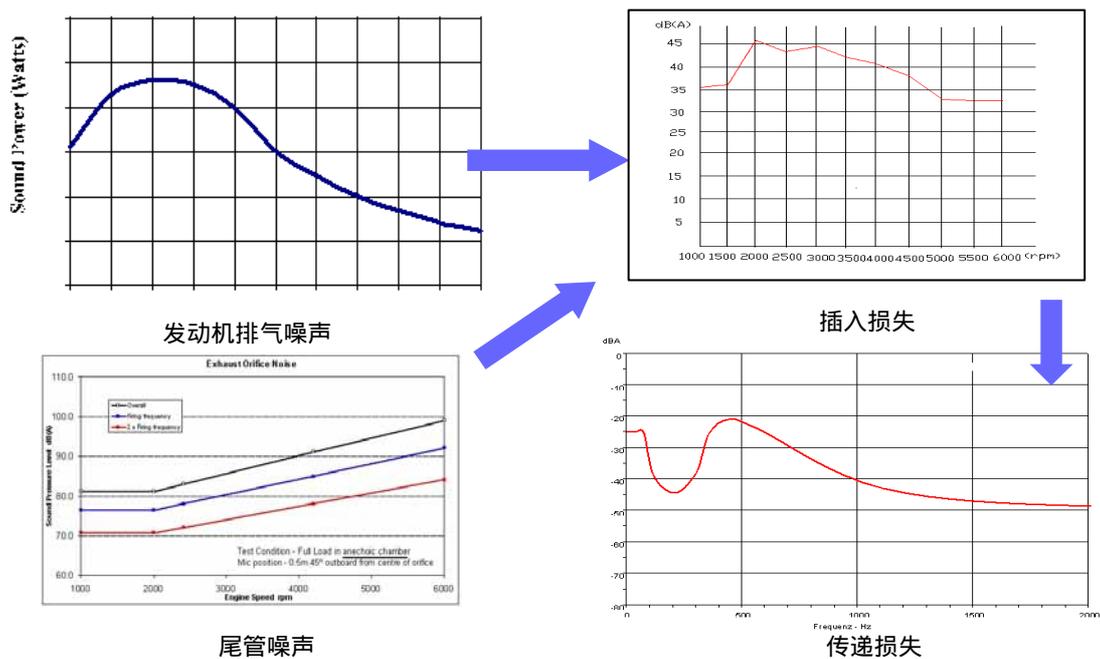


图 1 消声器传递损失目标提取流程图

2.1 发动机原始噪声及目标要求

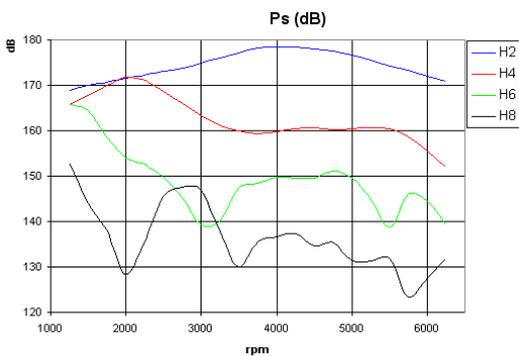


图 2 发动机原始噪声

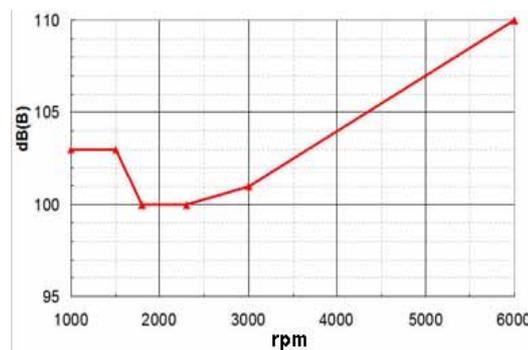


图 3 尾管二阶噪声

图 2 为主机厂给定的发动机原始模拟 2 阶、4 阶和 6 阶噪声，给定的数据均为线性计权，图 3、图 4 为主机厂给定的尾管噪声目标要求，给定的数据有 A 计权的总量级和 B 计权的 2 阶噪声，根据给定线性 2 阶发动机噪声和 A 计权 2 阶目标噪声要求，转化成频域上的插入损失如图 5 所示。

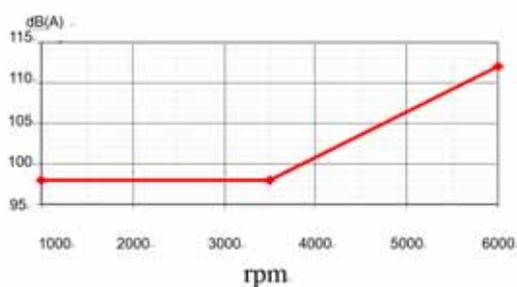


图 4 尾管噪声 A 计权总量级噪声目标要求

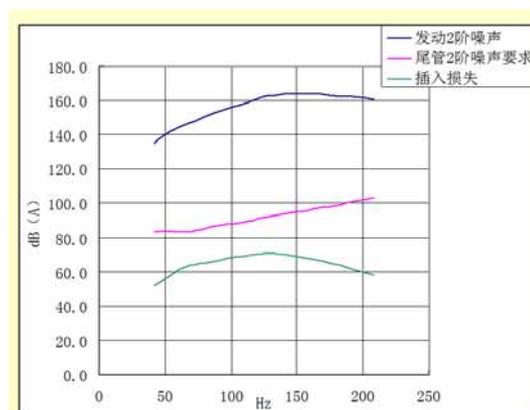


图 5 频域噪声插入损失要求

根据转化后中低频插入损失要求推算的消声器传递损失目标未在本文体现,但峰值主要集中在 100 ~ 150Hz, 具体在 120Hz 左右。

2.2 消声器调音设计

消声器的内部调音设计对降低汽车排气噪声有重要作用。在本文排气系统中,我们根据对传递峰值要求使用 GT - power 软件初步设计消声器内部结构,图 6 是通过 GT - power 软件设计的前后消声器内部结构,图 7、图 8 是相应的传递损失计算结果,前消主要的消声频段是在 300Hz 以上的中高频,后消在整个频段都较好的消声效果,尤其在 120Hz 频率点存在传递损失峰值,与设计目标相符。

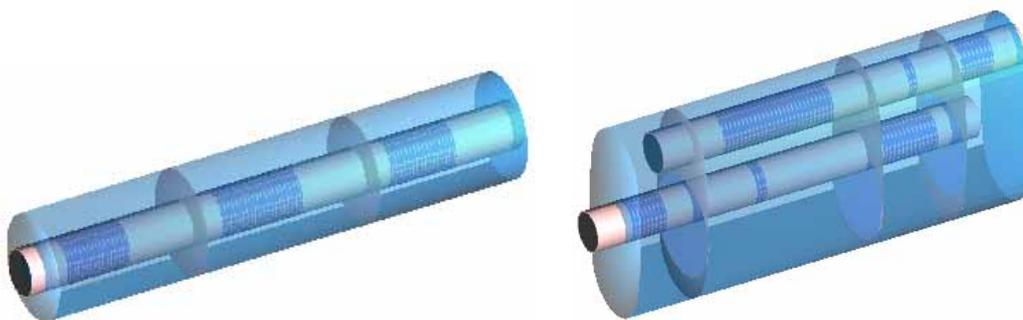


图 6 消声器芯体结构

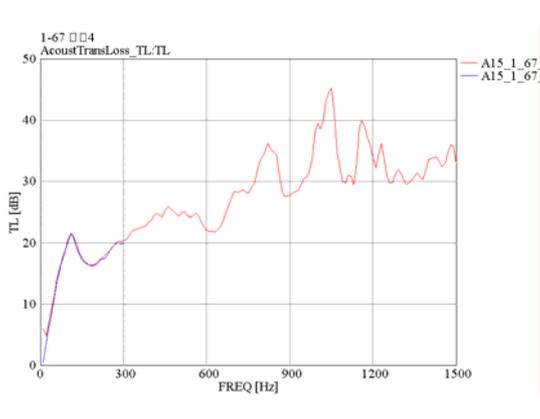


图 8 后消传递损失计算结果

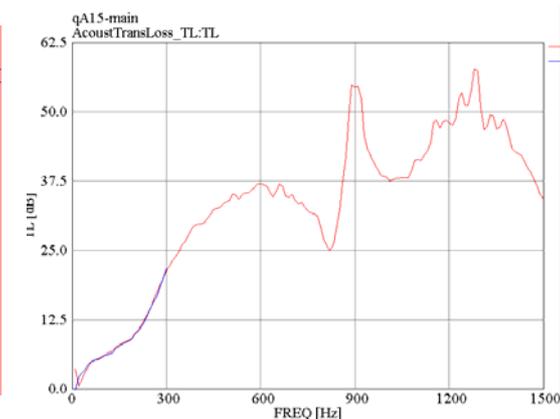


图 7 前消传递计算结果

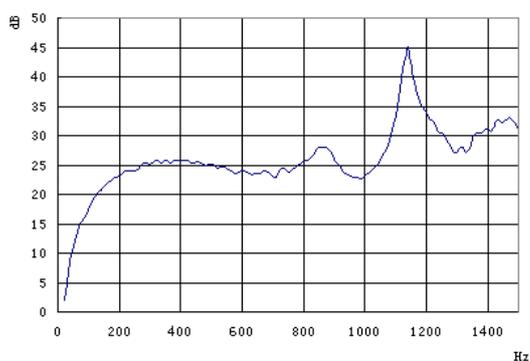


图 10 后消传递损失测试曲线

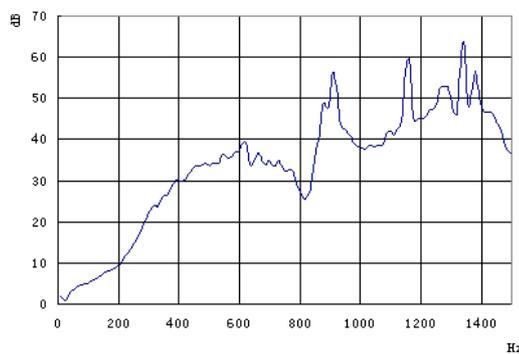


图 9 前消传递损失测试曲线

3 发动机模型计算分析

根据主机厂给定的发动机参数，在 GT 中建立发动机模型[2]如图 11，排气系统的模型如图 12。模型的调校首先根据台架测试的充气效率和功率、扭矩数据调整了热力学参数；然后根据台架进排气噪声的测试数据调校整个模型的声学特性。

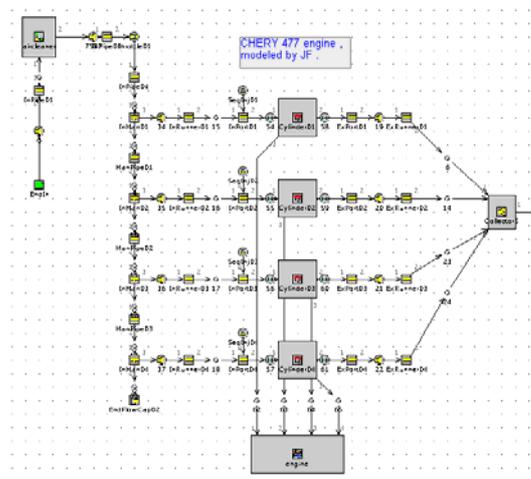


图 11 发动机 GT 模型

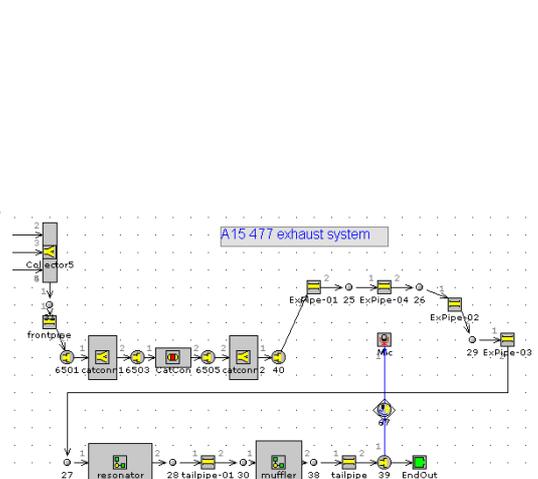


图 12 排气系统 GT 模型

将排气系统安装在发动机台架中,在消声室中进行尾管噪声测试,并将测试结果与计算结果相比较,图 13 为排气系统尾管噪声测试图,图 14 为排气噪声的尾管测试结果,图 15 为排气噪声的 GT 模拟结果,从图 14、图 15 的测试与计算结果可以看出,GT-POWER 计算排气噪声的总量级、2 阶、4 阶与测试结果趋势都比较吻合,因而 GT-POWER 在排气系统开发及排气噪声计算中具有重要的作用。



图 13 排气系统尾管噪声台架测试

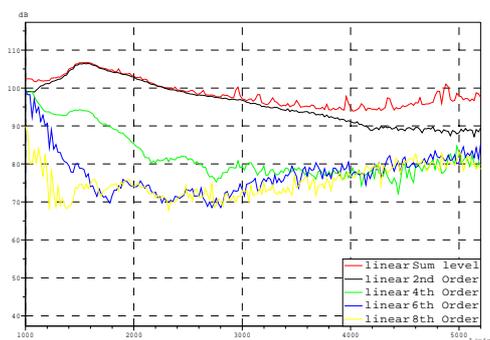


图 14 排气噪声台架测试结果

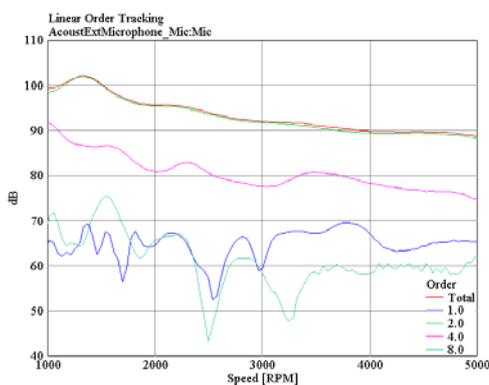


图 15 排气尾管噪声的的 GT 计算结果

4 整车 NVH 测试

将整套排气系统安装在整车上,对 3 档全负荷工况排气噪声进行测试,得排气噪声如图 17,测试的排气噪声满足整车 NVH 要求。

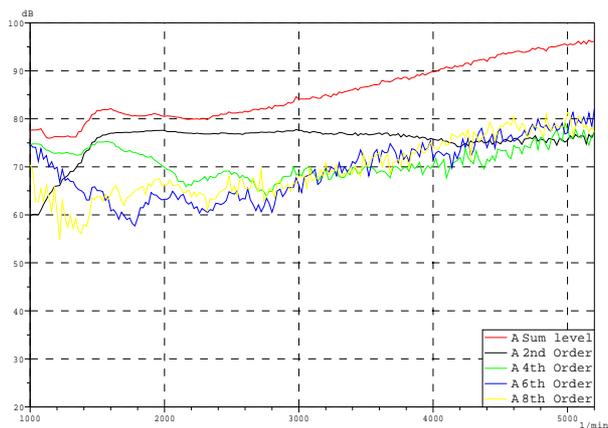


图 16 3 档全负荷工况下排气噪声测试结果

5 结论

本文通过对一款排气系统的声学开发,充分展示了 GT-POWER 软件在排气系统声学开发的重要性,在整车开发初期,这时我们根据给定的发动机噪声源及尾管噪声的目标要求,提取排气系统的插入损失要求,并根据插入损失要求初步确定消声器的传递损失的大致要求,根据提取的传递损失要求利用 GT-POWER 传递损失计算功能初步设计消声器内部结构;然后在发动机资源具备的情况下,我们根据发动机台架测试结果调校发动机声学模型作为排气系统分析的激励声源,详细设计消声器的内部结构,并将设计的消声器在台架上进行测试,最后在整车资源具备的条件下,将开发的声学效果较好的消声器在整车上进行验证,并取得了较好的效果。

在整个排气系统的开发过程中,我们使用 GT-POWER 软件进行结构优化设计,大量的减少了样件制作和试验的数量,缩短开发周期,减少开发成本。

6 参考文献

- [1] 林辉江, 内燃机排气消声器主要参数的选择, 内燃机 2001 年第 5 期
- [2] GT-POWER User 's manual and Tutorial, March 2003