

为评估进气系统对发动机性能的影响研究，本文基于 AVL-BOOST 软件搭建发动机一维热力学仿真模型，基于 GEM3D 软件将新进气管路方案离散成一维模型，预测新进气管路方案对发动机性能的影响。

□ 安徽江淮汽车集团股份有限公司 孙影 王苗林

进气系统对发动机性能影响研究

发动机进气系统的功用是尽可能多和尽可能均匀地向各缸供给可燃混合气或纯净的空气，进气系统包括进气管路、空滤器、进气歧管及进气道等部件。进气管路一般较长，其布置走向直接影响进气谐振；空滤器内部结构复杂，其压力损失直接影响进气能力。

本文基于 AVL-BOOST 软件平台在某汽油发动机上应用新空滤器方案和新进气管路方案后对其性能的影响进行研究。

汽油发动机热力学模型搭建与校核

在 AVL-BOOST 软件中根据发动机进排气管路的实际几何尺寸以及空滤器、中冷器及增压器等元件特性参数搭建四缸汽油发动机的一维热力学模型，如图 1 所示。

新鲜气体从边界 SB1 吸入，经由管路 1 到空气滤清器 CL1，再经过管路 2 连接到节气门 R1，出来再通过管路 12 进入到进气歧管的稳压腔 PL1。管路 18、19、20 和 21 代表进气歧管，管路 3、4、5 及 6 代表进气道，通过进气道将气体引入到气缸 C1 ~ C4。管路 7、8、9 和 10 代表排气道，14、15、16、17 和 22 代表排气歧管，通过排气歧管将燃烧后的气体引到催化器 CAT1，然后经管路 11 连接出口边界 SB2。

根据台架测试外特性试验数据对一维热力学模型进行校核，使转矩、比油耗、进气量、进气损失及排气背压等与试验数据吻合，如图 2 所示，且计算值与试验值差值均小于 3%，关键点小于 2%，证明该模型精度满足要求，可适用于后续热力学预测。

新空滤器方案对发动机性能影响预测

为降低发动机制造成本，对空滤器方案重新选型，新空滤器方案流阻特性测试结果见表 1。

表 1 新空滤器方案流阻特性

流量 / (m³/h)	96	144	192	240	288
阻力值 /kPa	0.286	0.575	1.017	1.454	1.948

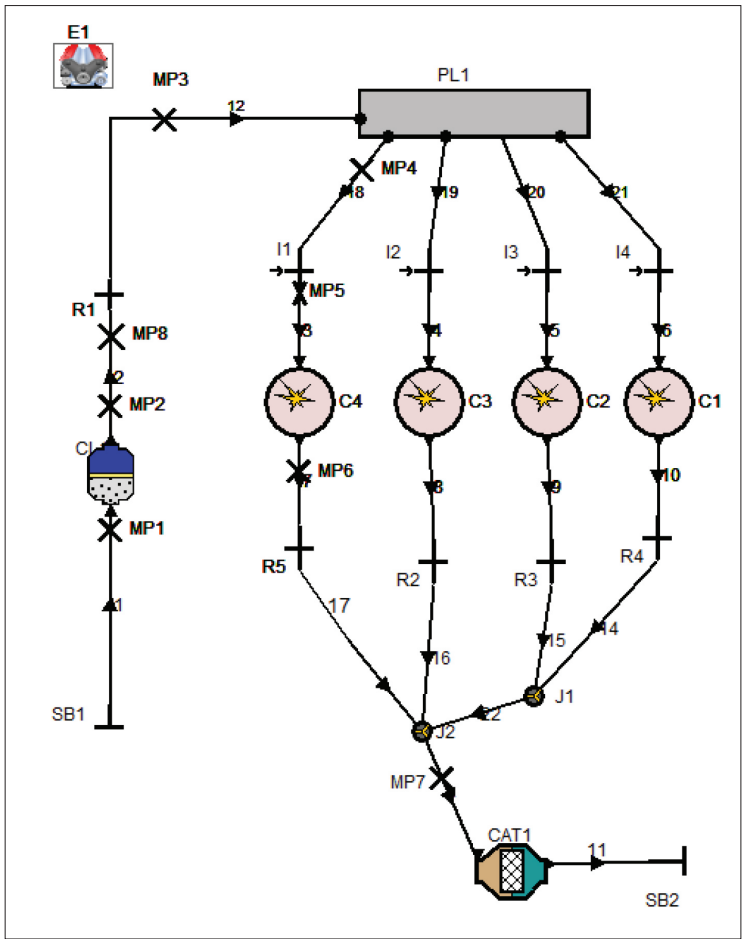


图 1 发动机热力学模型

根据本文所研究发动机额定转速下的进气流量,插值折算额定转速下新空滤器压损为1.625 kPa。原空滤器方案压损为0.602 kPa,将新空滤器方案压损代入到热力学模型,对发动机性能进行预测。

对新空滤器方案热力学性能进行仿真预测时,保持相同的进排气计算边界及相同空燃比,两种空滤器方案对应的热力学结果如图3所示。

热力学结果对比显示:新空滤器方案状态下,由于进气量的变化导致最大净转矩和额定净功率均有所下降,最大净转矩下降2.5 N·m,约1.7%;额定净功率下降0.5 kW,约0.6%。

新进气管路方案对发动机性能影响预测

由于匹配车型变更,根据整车布置方案,该发动机进气管路重新设计,新进气管路方案如图4所示。

热力学仿真软件为一维软件,对管路结构通过长度、直径及弯曲半径来定义,为获取这些结构参数,在GEM3D软件中将新进气管路方案三维数模转化成近似管路模型,并获取其管路结构参数,见表2和表3。

将获得的新进气管路结构参数代入到精标定的热力学模型中,预测新进气管路方案对性能的影响。

对新管路方案热力学性能进行仿真预测时,保持相同的进排气计算边界及相同空燃比,两种进气管路方案对应的热力学结果如图5所示。

热力学结果对比显示:新管

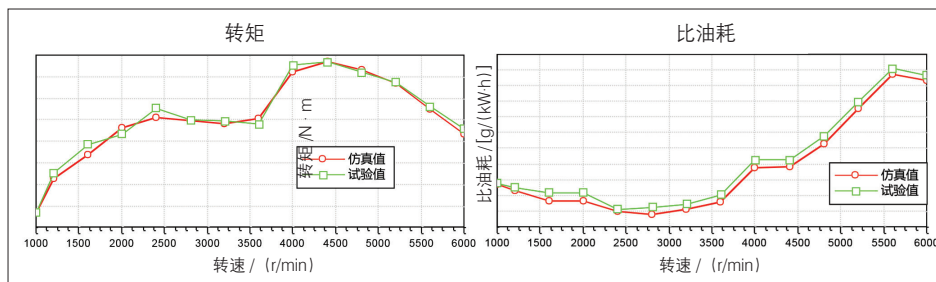


图2 热力学模型标定结果

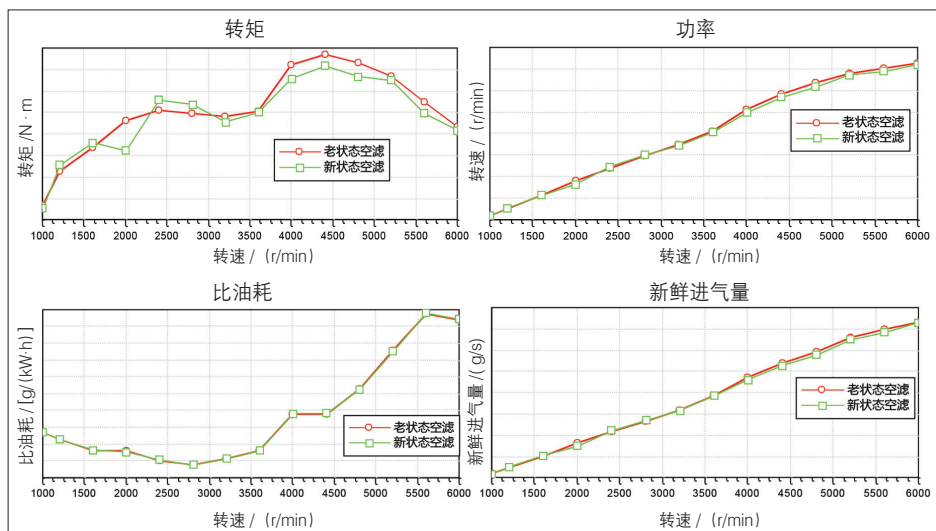


图3 两种状态空滤器对应的热力学结果

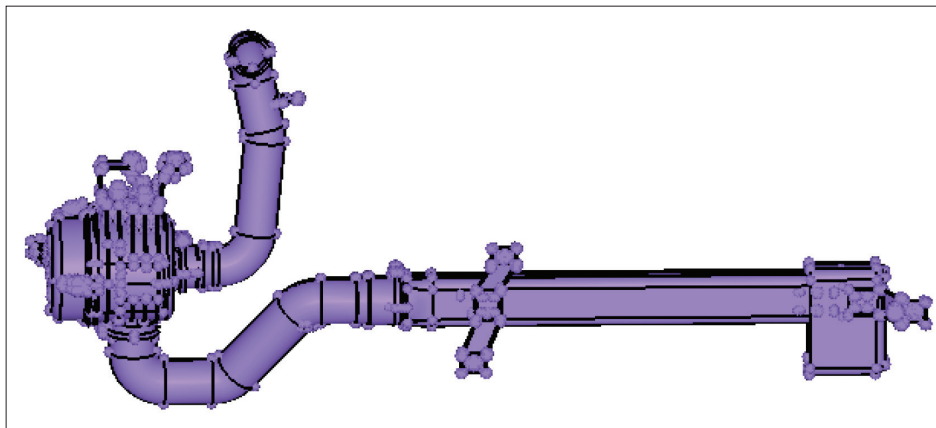


图4 新进气管路方案

表2 空滤前管路参数表

管路位置/mm	0.0	629.8	663.6	696.7	739.3	794.5	844.7	881.4	911.5
截面直径/mm	69.6	87.6	88.5	89.5	90.7	92.3	93.7	94.7	95.6
弯曲半径/mm	—	—	1213.9	455.2	98.4	220.1	113.8	158.3	1213.9

表3 空滤后管路参数表

管路位置/mm	0.0	46.8	107.2	157.5	229.8	286.8	330.7	473.0	503.4	648.2
截面直径/mm	58.5	58.9	59.5	59.9	60.5	60.9	61.3	62.5	62.8	64.0
弯曲半径/mm	—	65.1	57.2	151.3	60.8	—	205.7	—	210.0	—

(下转第43页)

降低的趋势。

在低空速情况下，载体温度在 250 ~ 350 ℃ 区间时吸附效率均较高，NO_x 总吸附量可达到 2 g 左右。研发发现，载体温度 400 ℃ 时，吸附效率有所下降，直到 450 ℃ 时，效率极低且下降极快，吸附量不足 0.5 g，呈现明显分界线。

在高空速情况下，载体温度 300 ~ 400 ℃ 时吸附效率均较高，NO_x 总吸附量可达到 2 g 左右，载体温度 350 ℃ 时，吸

附效率达到最高。

研究发现载体温度 150 ~ 250 ℃、450 ℃ 以上区间时，吸附效率低下且下降快，呈现明显分界线。相同载体温度进行对比，低空速时 NSC 能长期保持在吸附效率 90% 以上，高空速时 NSC 的吸附效率普遍低于低空速。

因此，发动机及整车实际应用时应尽量使 NSC 载体温度及空速保持在高吸附效率区间。

结论

本文以一款搭载于轻型柴油机上的某 NSC 后处理为研究对象，建立了 NSC 吸附测试试验台架及测试方法。

从 NSC 的吸附效率出发，分析不同载体温度及空速对 NSC 吸附效率的影响，通过研究得到 NSC 在不同载体温度、不同空速下的吸附能力，为 NSC 在轻型柴油车上的实际应用提供参考。 AI

(上接第 40 页)

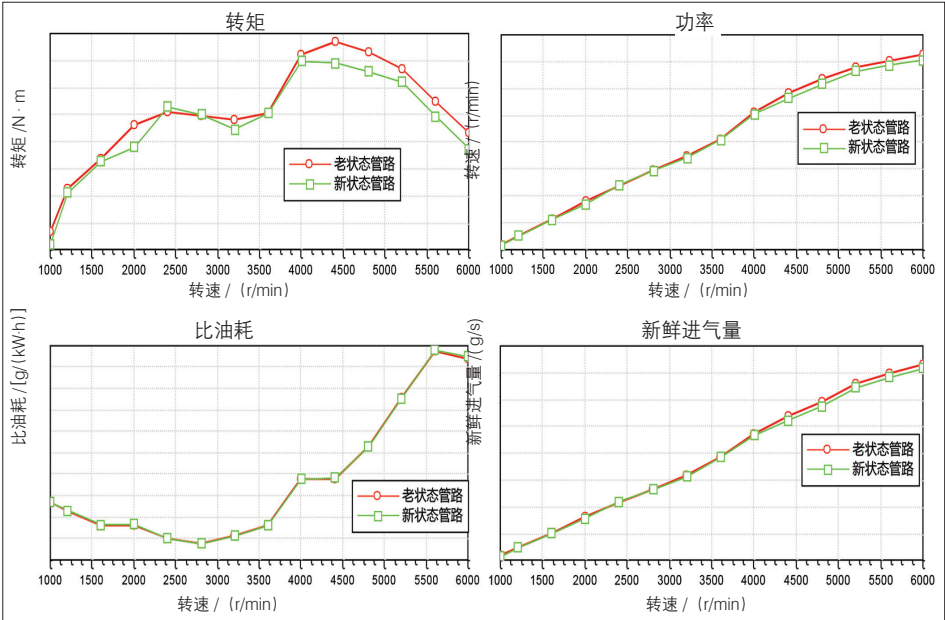


图 5 两种状态进气管路对应的热力学结果

路方案状态下，由于进气量的变化导致最大净转矩和额定净功率均有所下降。

最大净转矩下降 3.76 N·m，约 2.5%；额定净功率下降 1.8 kW，约 2.2%。

结论

1) 本文基于 AVL-BOOST 软件搭建了发动机热力学模型并根据台架测试数据进行模型标定，模型精度满足要求，可适用于后续热力学预测。

2) 新空滤器方案状态下，由于进气量的变化导致最大净转矩和额定净功率均有所下降，最大净转矩下降 2.5 N·m，约 1.7%；额定净功率下降 0.5 kW，约 0.6%。

3) 新管路方案状态下，由于进气量的变化导致最大净转矩和额定净功率均有所下降，最大净转矩下降 3.76 N·m，约 2.5%；额定净功率下降 1.8 kW，约 2.2%。

4) 基于仿真手段，在发动机台架测试之前对进气系统方案变更后的发动机性能变化趋势进行预测，为设计方案选型提供建议和指导。 AI