

IDAJ CAE  
Solution  
Conference

Your True Partner for CAE&CFD

ICSC  2015

# 排气歧管对发动机动力性影响的研究

东风汽车公司技术中心

动力总成开发部

陈克朋

本文仅供学习交流。未经IDAJ China许可，谢绝转载和其他用途。

# 目录

1

前言

2

基础发动机仿真模型的建立及标定

3

案例1-4-2-1 排气歧管对动力性影响

4

案例2-某2.0L汽油机排气歧管优化选型

5

总结

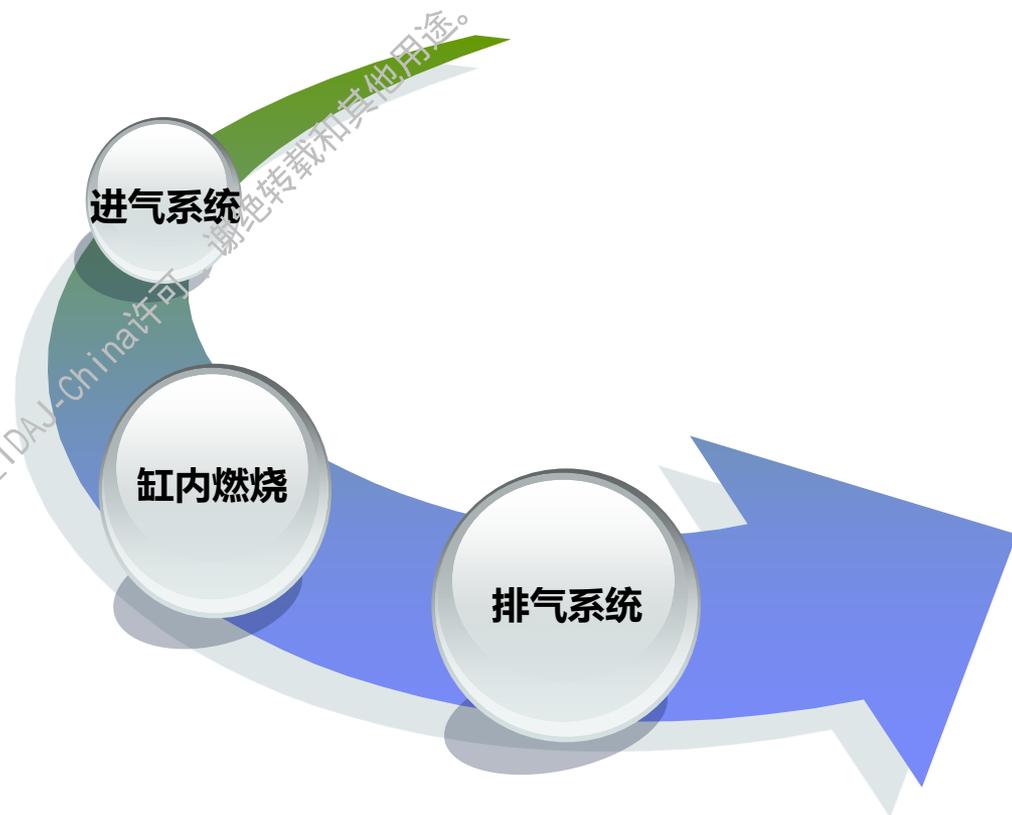
# 1. 前言

## 排气歧管设计在发动机开发中的意义

从一维热力学仿真的角度来看，一般的自然吸气发动机可以划分为进气系统、缸内燃烧、排气系统三个主要部分。

优秀的排气歧管设计能够提高扫气效率、充量系数，从而提升发动机性能。

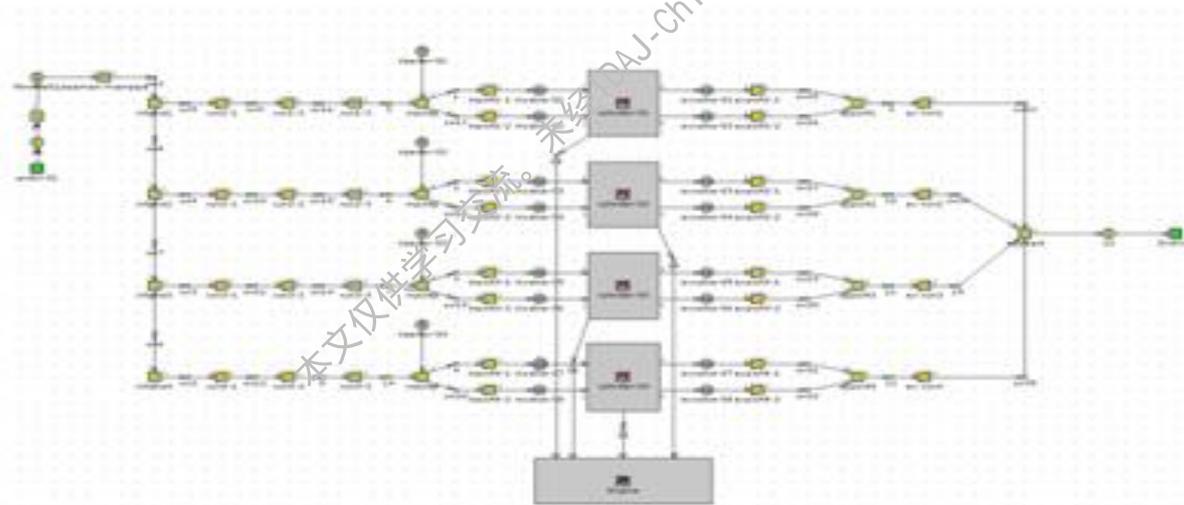
- 1.合理的断面面积与平缓的弯曲设计能够有效降低排气阻力；
- 2.适当的连接方式与长度等能够降低气缸间压力波的干涉；



## 2. 基础发动机仿真模型建立及标定

模型搭建以3D数模为基础，通过GEM3D离散为一维模块，形成一维仿真模型的框架，其他部件参数的输入如下：

1. 气缸、连杆、压缩比等结构参数依据发动机设计任务书输入；
2. 空滤、催化器、排气冷端的流阻特性依据供应商单体试验数据输入；
3. 进排气道流量系数根据3D-CFD计算结果；
4. FMEP、燃烧参数、进排气相位根据台架试验实测数据输入。



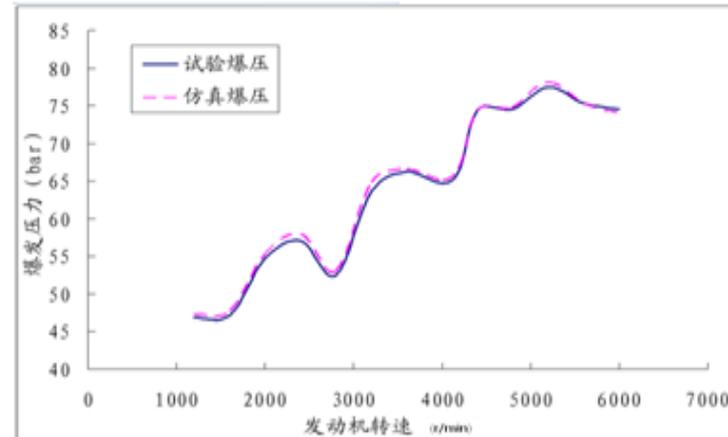
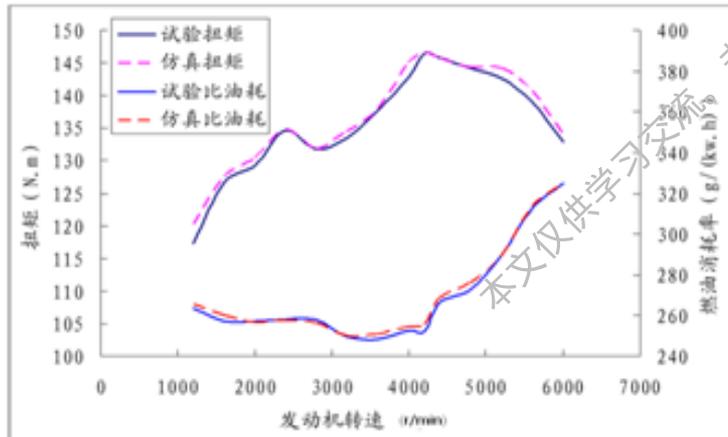
某四缸汽油机一维热力学性能仿真模型

## 2. 基础发动机仿真模型建立及标定

自然吸气汽油机一般标定流程：



仿真台架试验校核结果：



发动机扭矩仿真与试验结果对比：表明仿真模型具有一定可靠性。

### 3. 案例1—4-2-1排气歧管对动力性的影响

#### 目的：

对4-2-1排气歧管提升发动机中低速扭矩的研究。

#### 排气歧管方案：



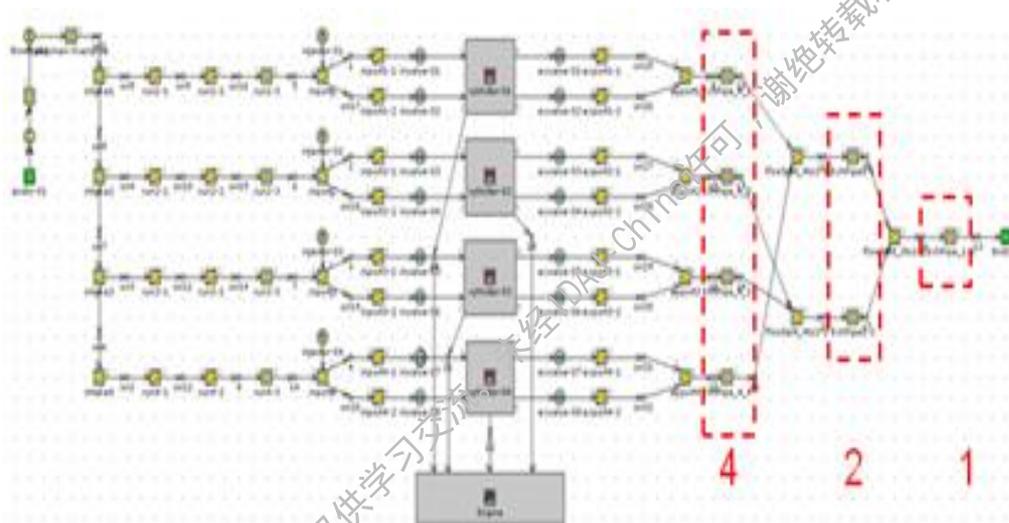
#### 工作原理：

结构上，4-2-1排气歧管长度增加，相邻气缸间的窜气距离大大增加，减少排气干涉影响的残余废气量，使排气更充分。

### 3. 案例1—4-2-1排气歧管对动力性的影响

#### 模型结构：

**4-2-1发动机仿真模型：**原型机模型基础上换装4-2-1排气歧管结构



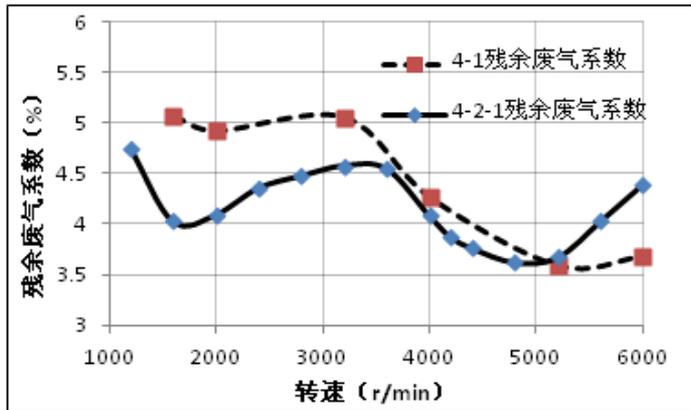
发动机仿真模型（换装4-2-1排气歧管）

#### 仿真运算：

通过DOE运算，综合考虑：既能让低速扭矩改善较多，同时高速动力性能下降较少的4-2-1排气歧管几何尺寸组合方案。

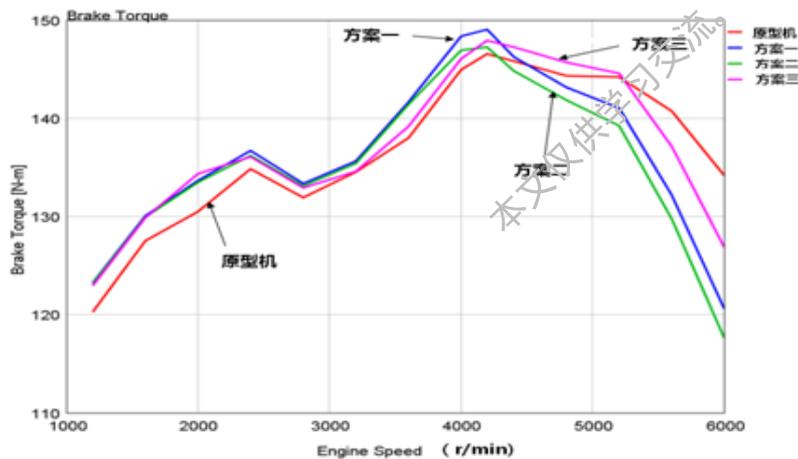
### 3. 案例1—4-2-1排气歧管对动力性的影响

#### 残余废气系数预测：



以其中方案3为例，改换4-2-1排气歧管后，低速工况残余废气量降低。

#### 仿真方案动力性预测



三种4-2-1排气歧管组合方案均能在一定范围内提高低速扭矩，高速动力性都有一定程度的下降。

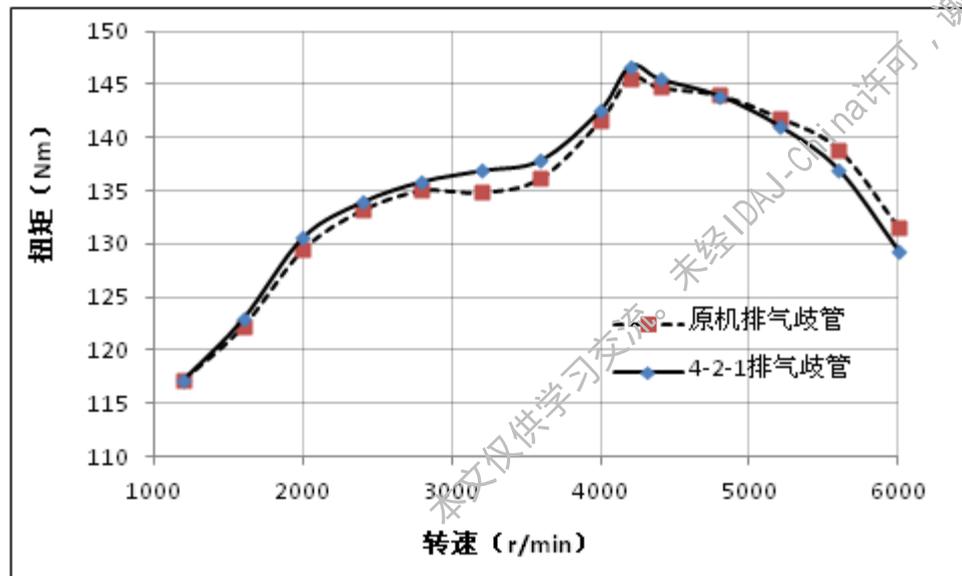
单从4-2-1歧管本身来说，采用方案3组合的几何尺寸更适合下一步试验工作。

### 3. 案例1—4-2-1排气歧管对动力性的影响

#### 方案采用：

设计采用方案3组合的几何尺寸，在原型机的基础上换装4-2-1排气歧管用于试验。

#### 第一轮试验结果：



4-2-1排气歧管结构提高中低速扭矩，在3200 r/min工况时扭矩提升了约1.5%，高速工况动力性下降，功率点处下降了约1.7%。

第一轮试验结果与仿真预测趋势相同，定量上存在一定差距，低速扭矩提升不明显，经过讨论分析，在第一轮试验所用的排气歧管与设计尺寸存在差别，需进一步试验验证。

## 4. 案例2—某2.0L汽油机排气歧管优化选型

### 设计变更原因：

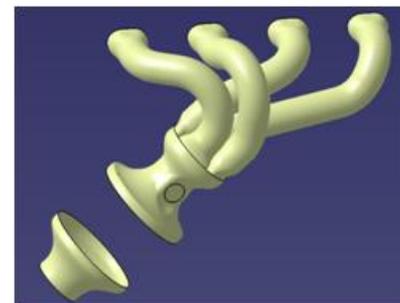
某2.0L自然吸气发动机，由于搭载车型原因，发动机由原横置方案变更为纵置，经过机舱布置校核，原排气歧管存在干涉，必须进行设计变更。

### 排气歧管方案：

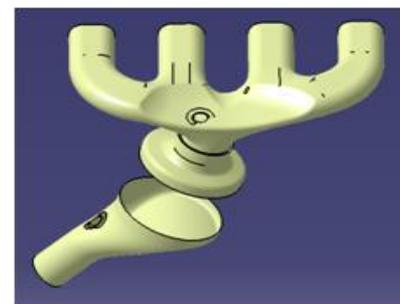


搭载车型变更

方案一弯管式



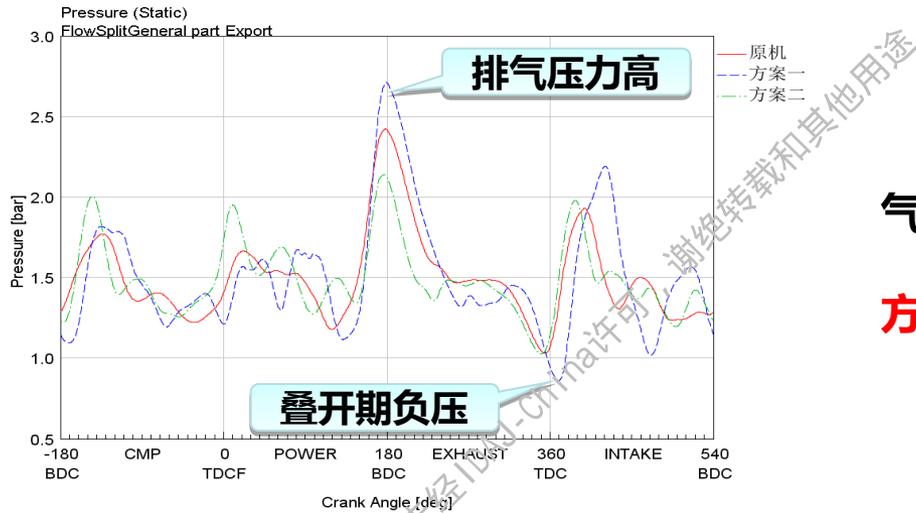
方案二蚌壳式



两种排气歧管方案均能满足纵置布置要求，分析两个方案对性能的影响，确保发动机满足动力性需求。

# 4. 案例2—某2.0L汽油机排气歧管优化选型

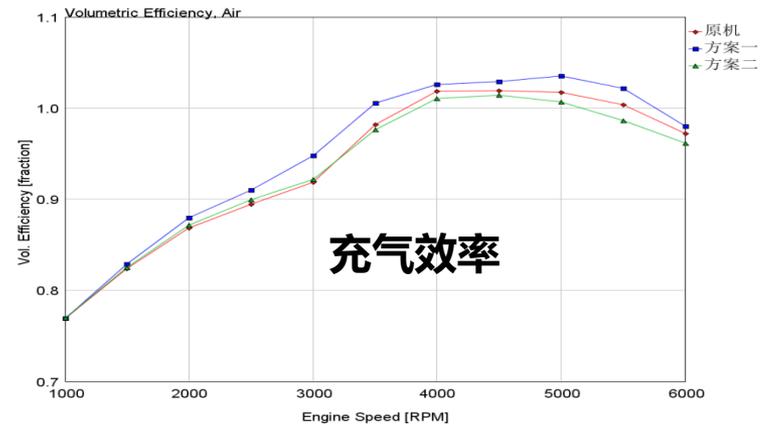
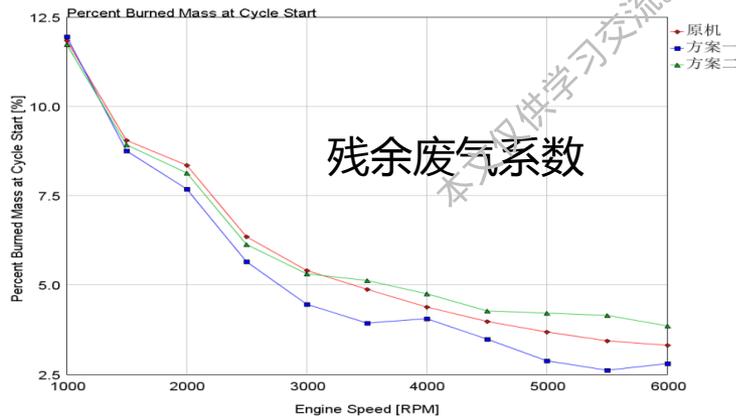
换气过程对比：



气门叠开期负压有利于扫气：

方案一较优

换气过程对比：



## 4. 案例2—某2.0L汽油机排气歧管优化选型

### 动力性仿真结果对比：

在原机标定模型的基础上，仅变更排气歧管结构，对比两种方案和原机之间的动力性差异。

动力性仿真对比结果：

方案一较优



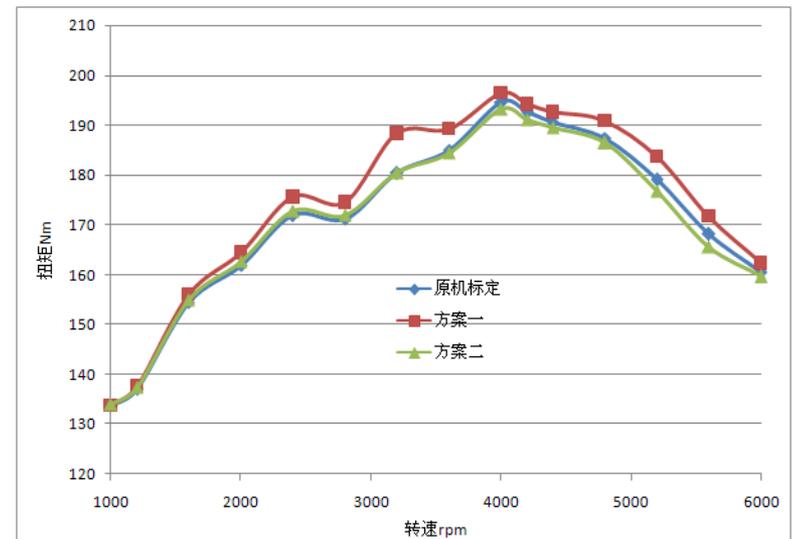
仿真结果对比

### 试验验证：

试验进行了排气歧管方案对比验证，仅变更排气歧管，其他部件保持不变，测试发动机外特性。

试验验证表明：

两个方案测试结果与仿真结果基本一致。



试验结果对比

## 5. 结论

- (1) 4-2-1排气歧管第一轮试验结果：方案3的低速扭矩略有增加，功率点处功率下降了约1.7%。第一轮试验结果与仿真预测趋势相同，定量上存在一定差距。经分析，试验所用排气歧管由于工艺的原因导致与仿真设计存在一定差距，需要下一轮试验验证。
- (2) 4-1排气歧管变更设计时，要考虑克服各气缸排气压力波的干涉影响，在气门重叠期减少缸内残余废气，从而使得实际进气量和充气效率增加，提高发动机的性能。
- (3) 在发动机开发工作中，一维热力学仿真方法可以在初期设计及方案改型时较为准确地预测排气歧管设计对发动机性能的影响，为设计方案选型及优化提供数据支持。

本文仅供学习交流。  
未经授权，禁止复制或商用。

谢谢大家！

本文仅供学习交流。未经IDAJ-China许可，谢绝转载和其他用途。