

基于 GT-POWER 提高发动机排气温度方法的研究

The research on the method of improving engine exhaust temperature based on GT-POWER

王新校 纪旭娜

(潍柴动力股份有限公司)

摘要: 随着国四排放法规的实施, SCR 路线作为一个重要的 NO_x 解决方案被广泛应用。SCR 的转化效率与温度有直接关系。当发动机的排气温度低于某一个温度区间时, SCR 的转化效率会下降很快。因此本文针对这种情况用 GT-POWER 进行了控制涡轮增压器放气阀开度提高排气温度的仿真研究。

关键词: SCR 增压器 排放 GT-POWER 效率

Abstract: As the implementation of CN4 emission regulations, the SCR route are widely used as an important solutions of reducing NO_x . The invert efficiency of SCR are directly related to the temperature. When the exhaust temperature is below a certain temperature range, the invert efficiency of SCR will decrease quickly. so in this paper the method of controlling the turbine exhaust valve opening to improving exhaust temperature is researched by simulation using GT-POWER.

Key words: SCR Turbocharger Emission GT-POWER invert efficiency

1 前言

随着国内排放法规的升级, 国四柴油机主要采用两个技术路线, EGR 路线和 SCR 路线, SCR 路线相比国三发动机并没有很大的改变, 只是增加了尿素喷射等后处理装置, 但是尿素的转化效率与温度有很大的关系, 当排气温度很低时, 尿素的转化效率非常低, 针对某些特殊应用的车型, 例如公交车, 长期运行在低速小负荷, 其发动机出口温度很低, 因此必须采取措施提高排气温度, 常用方法有增加节气门等方法, 本文章通过控制涡轮增压器的放气阀孔径来达到提高排温的目的, 并对此进行了仿真分析。

2 发动机基础计算模型建立与标定

2.1 发动机基础模型建立

发动机模型建立, 发动机模型的建立是计算的基础, 前期大量试验做的是国三发动机的试验, 因此发动机基础模型是一款国三的电控发动机模型, 因为对 SCR 路线来说发动机没有太大的改变, 因此模型是适用的, 本次计算针对低速小负荷, 因此选取的工况为 1000rpm 的小负荷点进行计算。

发动机的进出气管路的尺寸由 GEM3D 前处理软件离散获取, 喷油量、轨压、提前角等都有试验数据获得, 气道流量系数等从气道吹风试验获取, 气门升程等有图纸获得。

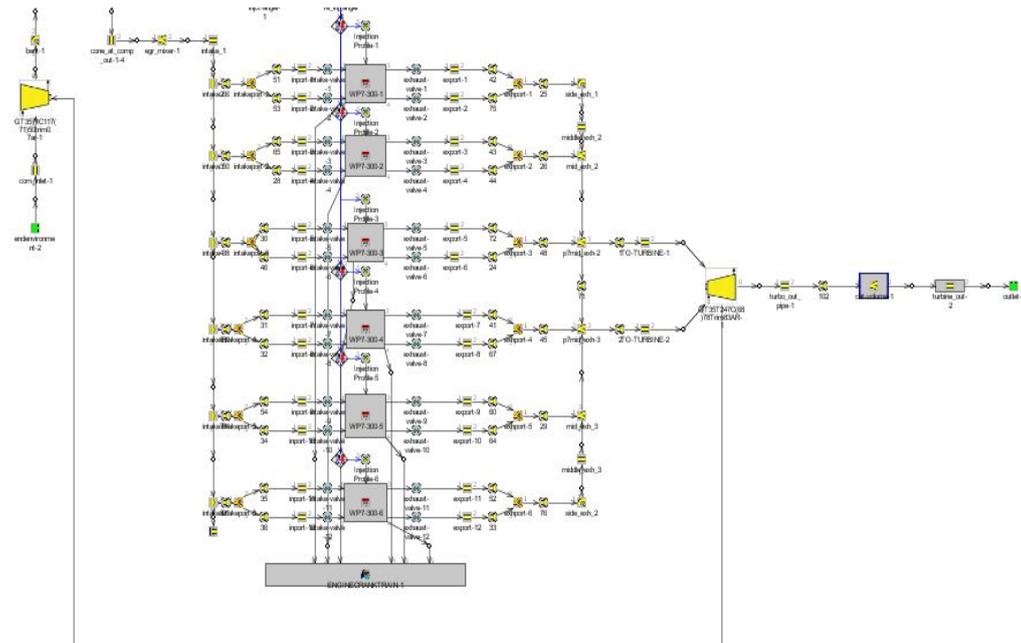


图 1 基础模型

2.2 发动机模型标定

为了保证发动机有高的计算精度，必须对模型首先进行标定，以保证计算的各个信号都与试验值能够很好的贴合，故将模型进行了标定，只进行了计算工况点的标定，标定主要基于标定了下面的量：进气量、功率、AFR、排气温度、涡前温度、爆发压力等。

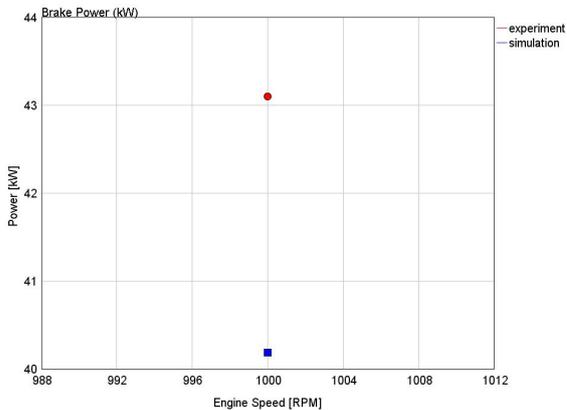


图 2 功率计算值与试验值对比

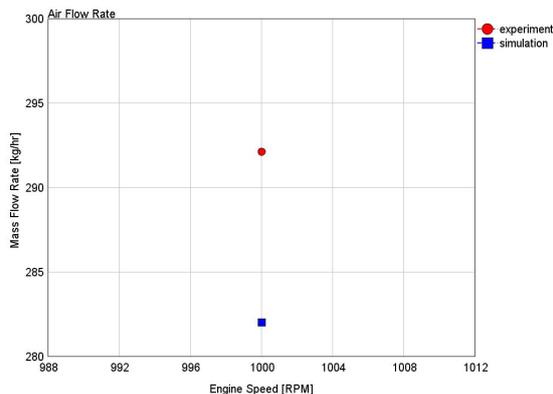


图 3 进气量计算值与试验值对比

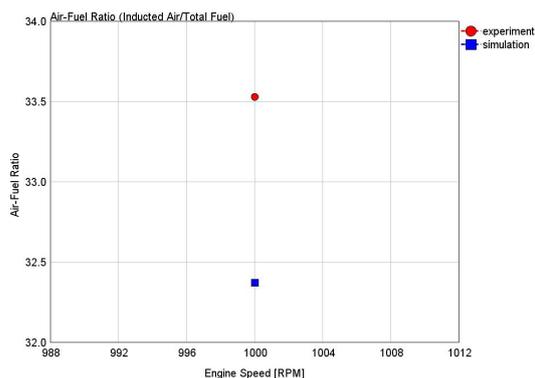


图 4 AFR 计算值与试验值比对

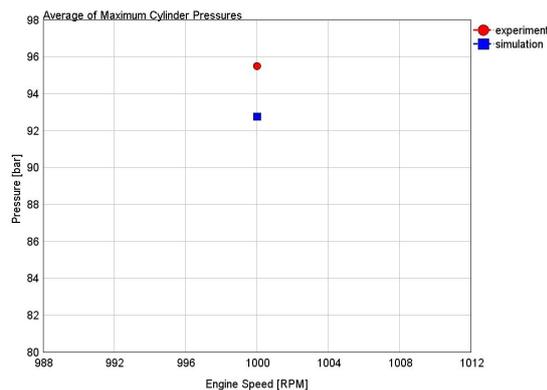


图 5 爆发压力计算值与试验值

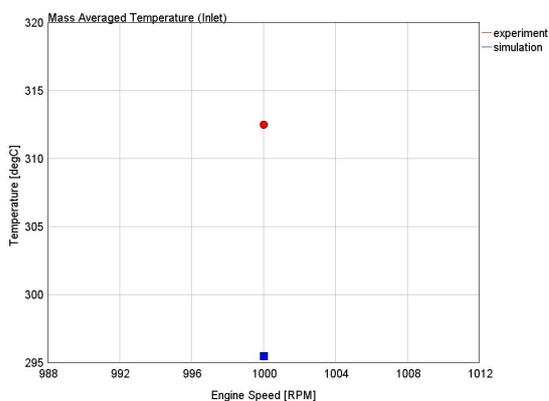


图 6 排气温度计算值与试验值比对

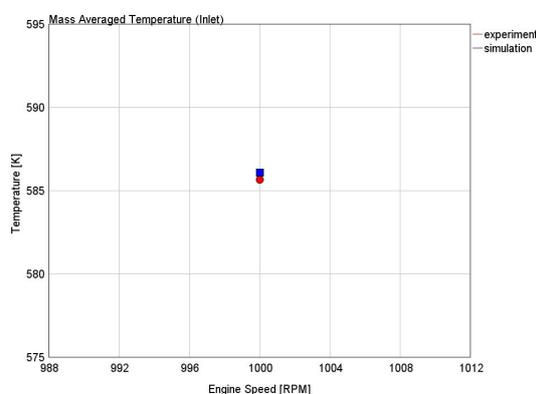


图 7 涡前温度计算值与试验值比对

对发动机模型的标定，首先保证进气量能与试验值很好的贴合，通过模型的标定，可以看到进气量试验值与仿真值误差很小，能够保证计算的精度。

通过对发动机燃烧模型的标定，使发动机的功率计算值与试验值能够很好的贴合，同时进行了爆发压力的标定，燃烧模型标定完成。

通过标定燃烧模型和排气管温度求解模型，使得计算的涡前温度和试验的涡前温度能够比较准确的贴合，同时排气温度也在合理的误差范围内。

通过上面的标定，模型达到了很高的计算精度，可以进行不同放气阀开度对排气温度的影响研究了。

3 计算发动机模型建立与计算

3.1 计算模型建立

本次计算针对发动机在不同放气阀开度下面的排温进行分析，在基础模型的基础上，对放气阀开度进行不同直径的 DOE 计算，放气阀孔径分别为 0、5、10、15、20 的计算，分析一下对排温的影响。搭建的发动机模型如下图所示：

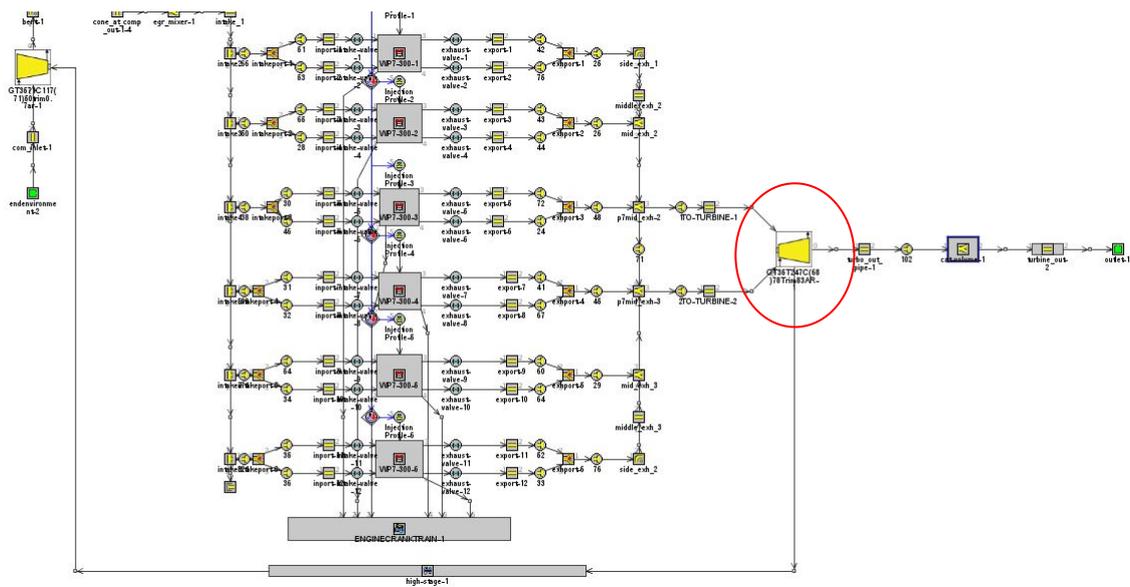


图 8 计算模型

3.2 EGR 发动机模型计算

在搭建完成的发动机模型基础上面，进行不同放气阀开度的对比计算，分析对排气温度的影响。计算主要评价了各个开度下的排温、AFR、爆压、bsfc、功率、涡前压力、涡前温度等。

计算结果如下图所示：

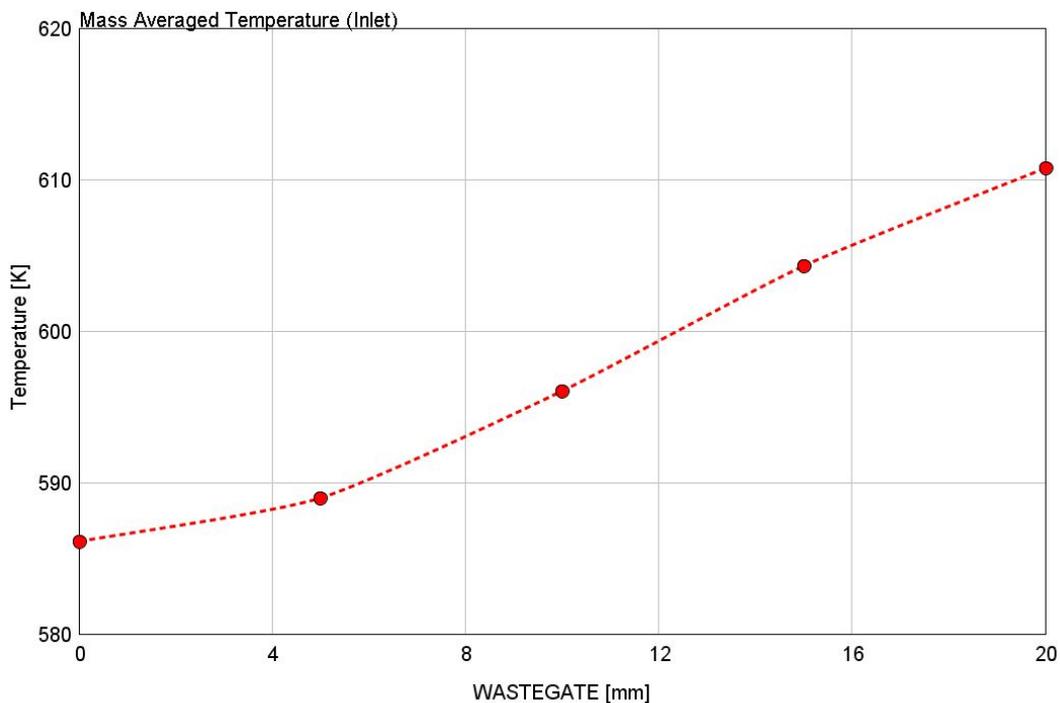


图 9 不同开度下的涡前温度计算值

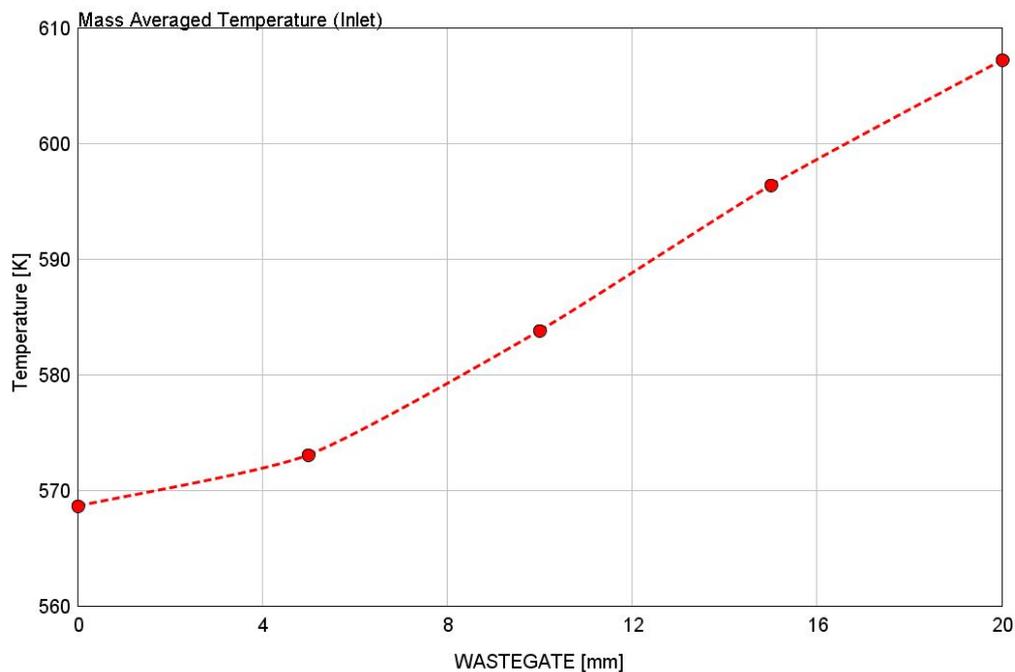


图 10 不同开度下的排气温度计算值

分析:

通过对比图 9 和图 10 可以看到,随着放气阀开度的变大,涡前温度和排气温度都会随着增加,最大排气温度增加幅度在 39 度左右,因此这种通过控制放气阀开度调节排温的方法是可行的,而且效果比较明显。

当放气阀开度很大的时候,涡前温度与排气温度基本相当,涡轮机做功能力下降很快。

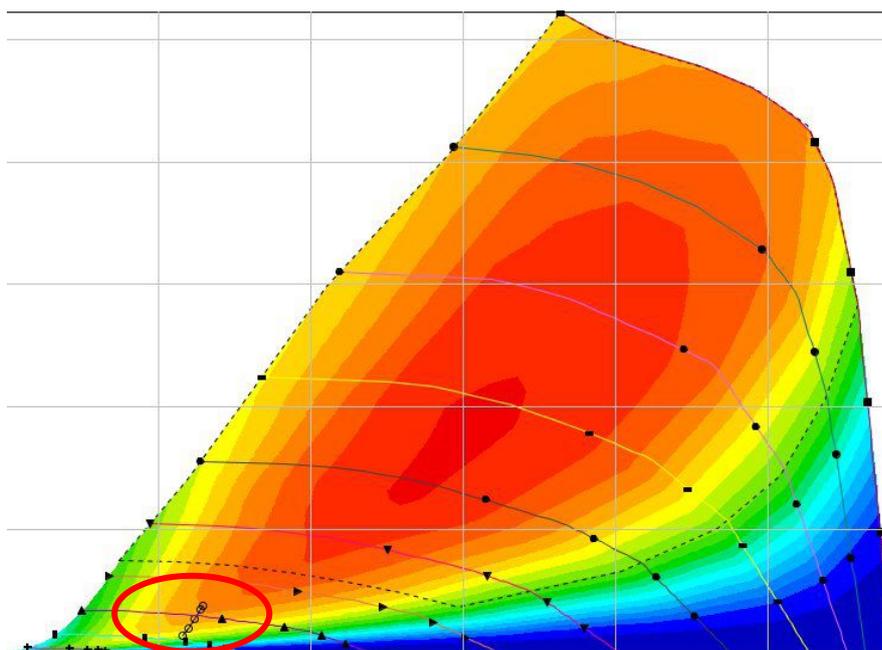


图 11 不同开度的发动机运行点

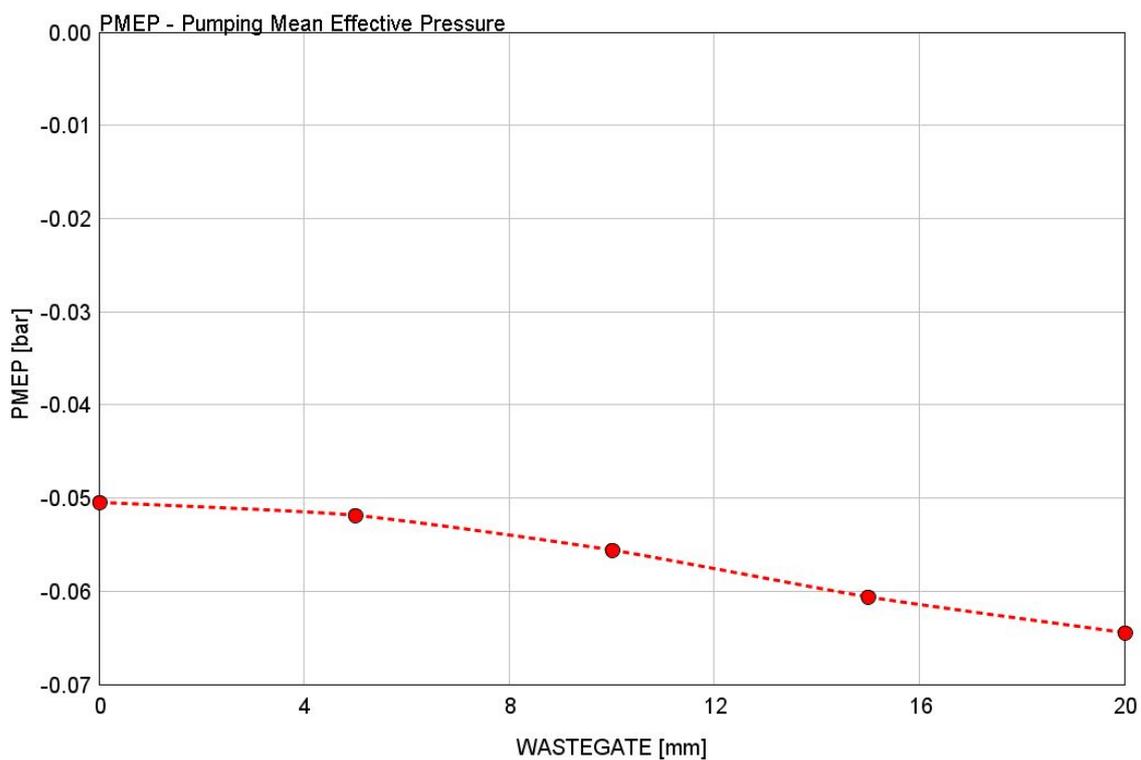


图 11 不同开度下的 pmep 对比分析

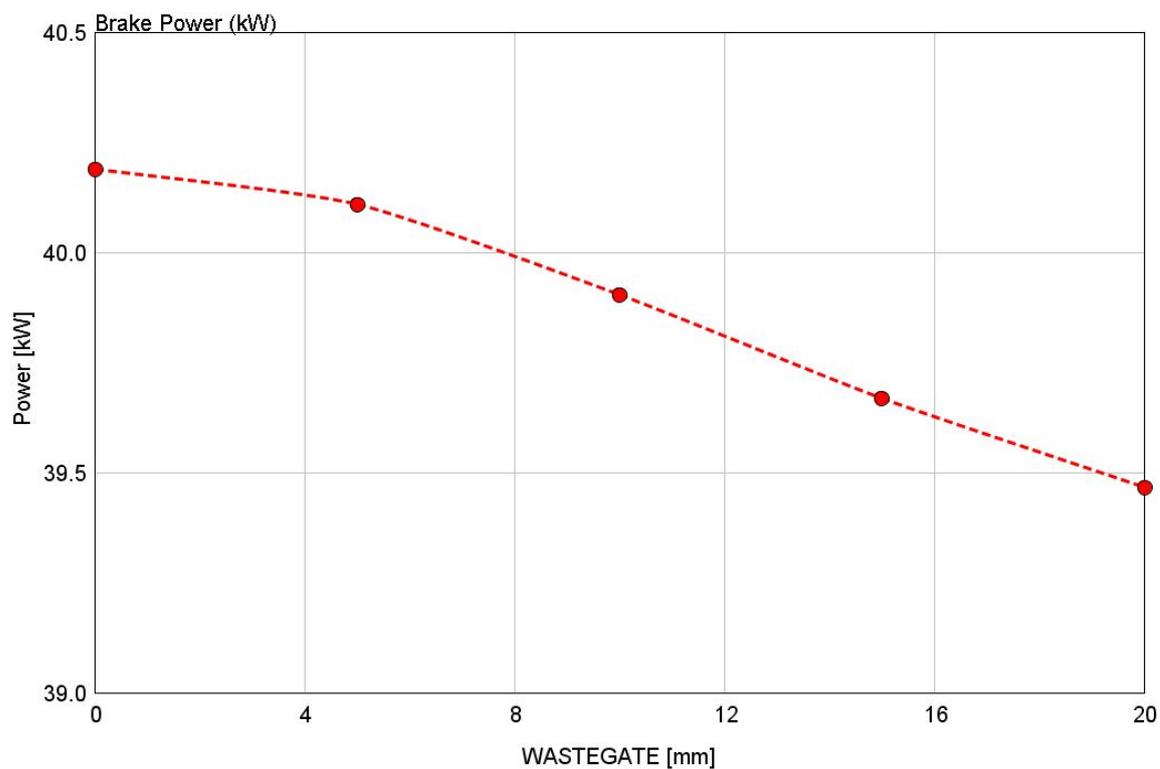


图 12 不同放气阀开度下的功率对比

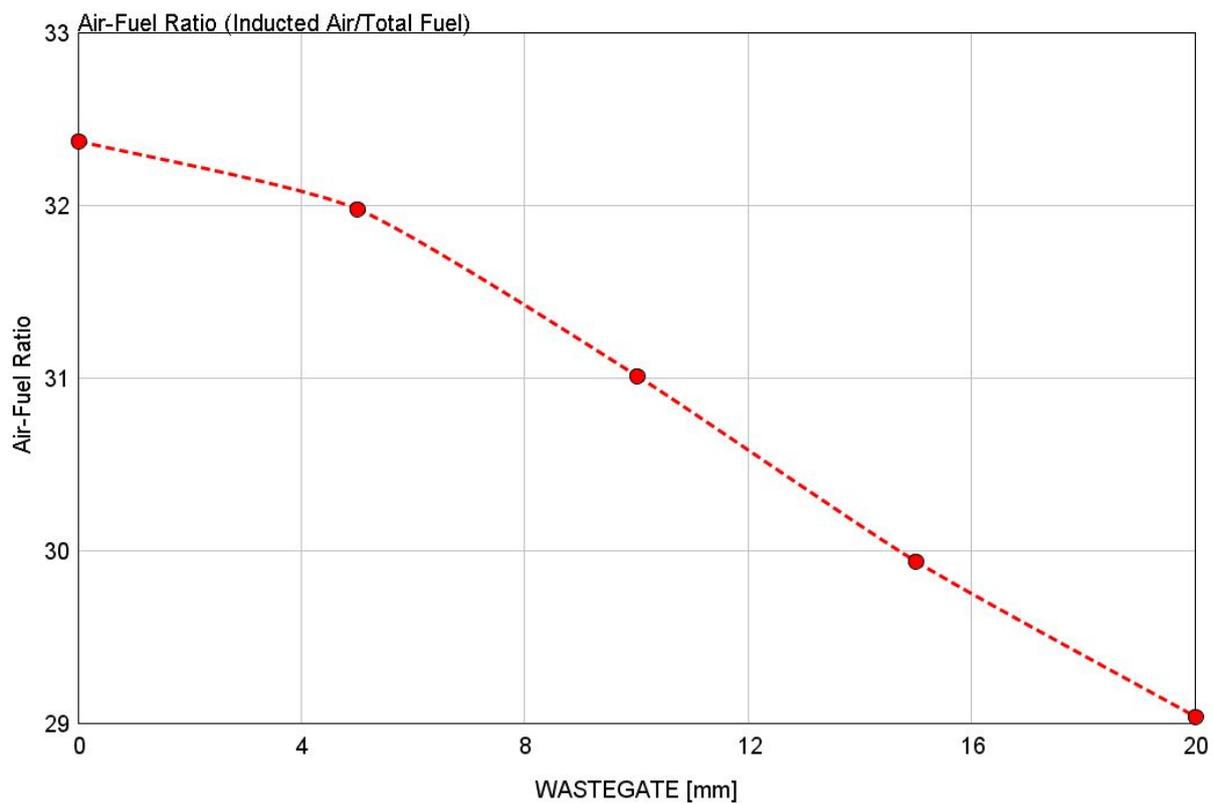


图 13 不同开度下的 AFR 对比分析

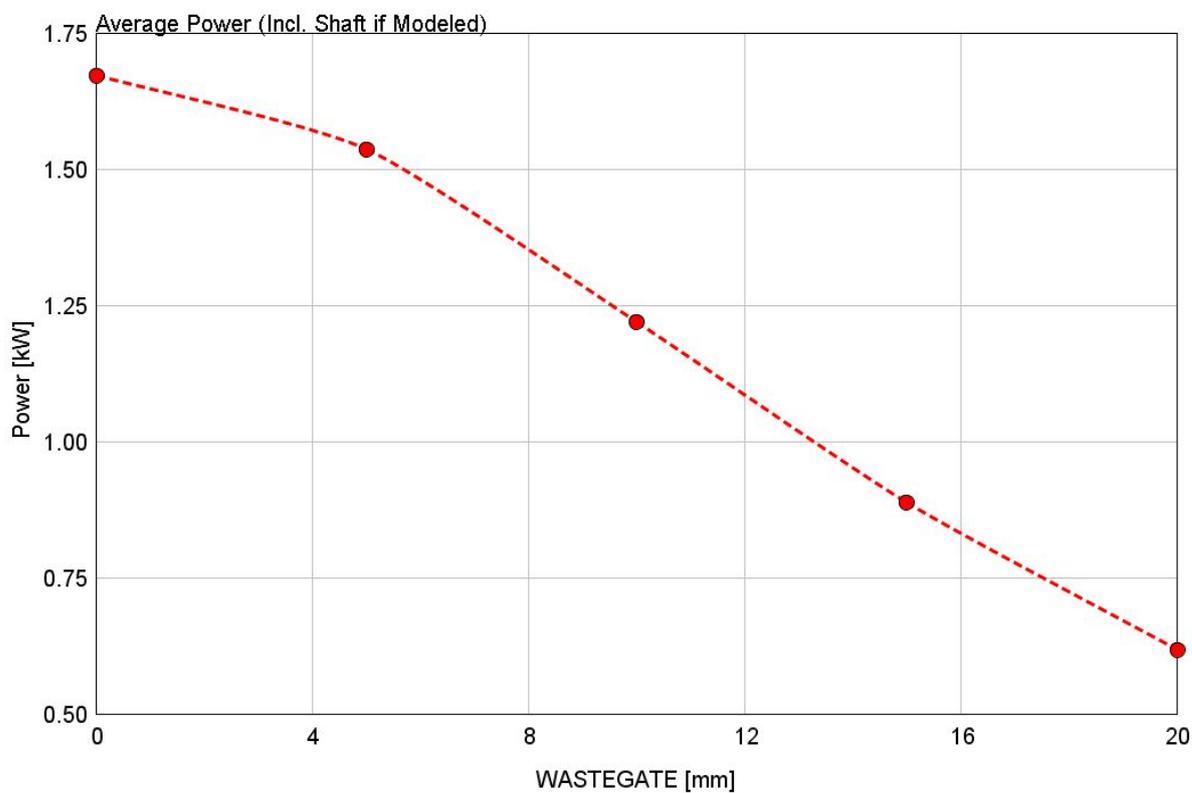


图 14 涡轮机功率比较

分析:

通过对比可以看到,放气阀开度对发动机功率有影响,当开度很大的时候会导致发动机功率下降,不过下降的幅度很小,下降了不到 1KW。

pmep 对比可以看到,放气阀开度对 pmep 的影响也非常小

对比 AFR 可以看到,AFR 随放气阀开度的变大而变小,这样可以解释为什么排气温度会上升,结合涡轮机功率可以看到,涡轮机做功能力下降很大。

结合压气机运行点图可以看到,增压器转速下降的较大。

4 结论

随着排放法规的升级,开发高效率的 SCR 系统一种成为迫切的需要,而排温管理成为发动机开发的一个重要课题,基于放气阀开度的控制来控制排温是一种简单而有效的方法。

- 采用控制放气阀开度的方法可以提高发动机低速低负荷运转范围内的排气温度,保证后处理设备有更好的效率,减小尿素喷射量以及结晶的风险。
- 控制放气阀开度的方法可以达到控制 AFR 的目的,与节流阀有相同的作用。

5 参考文献

- [1] GT-POWER 软件帮助