

利用 GT-POWER 研究进气温度升高对增压汽油机性能的影响

张宇璠 王占峰 陈海娥 王振喜 尹伊郡 黄平慧 刘金玉

中国第一汽车股份有限公司 研发总院

摘要:在整车环境,随着外界环境温度变化和伴随车辆行驶内部环境温度的变化,以及整车中冷能力的不同,发动机进气温度会发生变化,本文利用热力学模拟,计算分析了不同进气温度对于整车匹配的增压汽油机的外特性和进气量的影响,计算分析结果显示,对于 5500r/min 工况点,空滤后温度升高 30℃,中冷后温度不变,进气量降低 6.9%;扭矩降低 7.6%;空滤后温度不变,中冷后温度升高 30℃,进气量降幅减小,降低 1.9%;扭矩降幅增多,降低 8%。

关键词: 整车, 进气温度, 扭矩, GT-power

1、引言

汽油机由于量控制,进气对汽油机性能影响很大,不同进气温度影响缸内进气量和燃烧。而在整车,随着外界环境温度变化和伴随车辆行驶内部环境温度的变化,以及整车中冷能力的不同,发动机进气温度会发生变化,进而影响汽油机性能。本文是针对整车试验中遇到5500r/min工况点扭矩下降的问题,根据试验中的实验参数,利用一维热力学软件,研究增压汽油机在不同进气温度下,外特性扭矩和进气量等变化。

2、发动机基本情况介绍

本文计算分析的对象为FAW10TD,该机型的基本参数如表1所示:

表 1 基本参数简介

基本参数			
几何参数	缸径	mm	72
	冲程	mm	81.8
	S/D	-	1.14
	缸数	-	3
	排量	cm ³	999
全负荷	额定功率	kW	88
	最大扭矩	Nm	170

3、GT-POWER 模型搭建

计算模型如下图所示,模型中的转速,管径,管长,冷却温度控制,进排气型线,VVT 使用角度等等基础参数均与实验相同,燃烧模型使用 Wiebe 模型,通过燃烧中心和持续期以及韦伯系数,模拟计算出的燃烧放热率曲线与实验一致,再通过定涡轮废气旁通阀开度计算方式,模拟发动机整车标定下的实际运行状况。

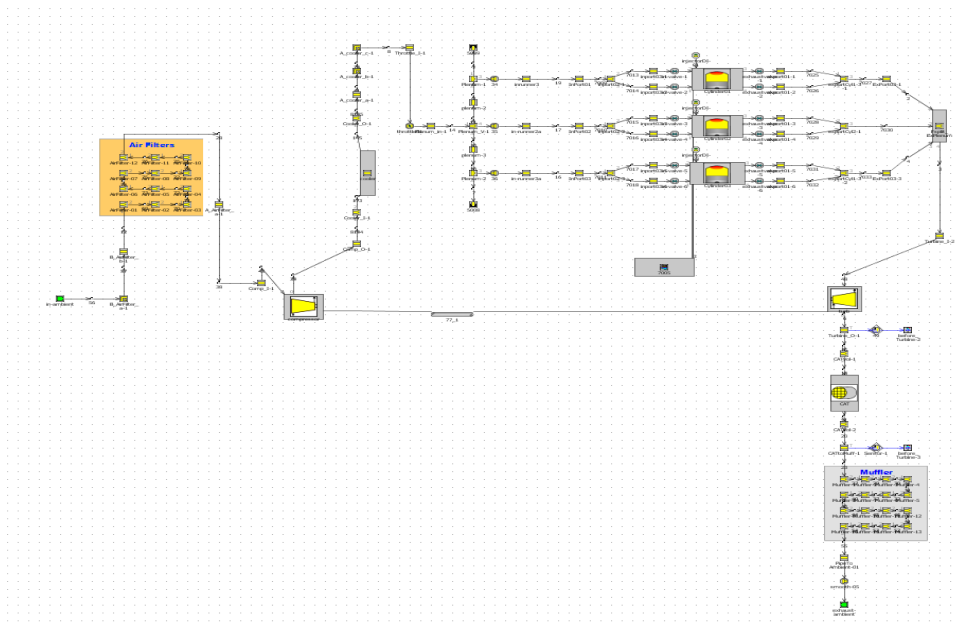


图 1 GT-POWER 模型

4、计算结果分析

4.1 空滤后温度对性能的影响

空滤后温度升高，而中冷温度控制不变下，进入缸内的气体温度不变，对燃烧影响不大，因此在研究空滤后温度升高的影响中，基础燃烧不变，相应参数如下表所示。

表 2 空滤后温度升高参数

转速 (r/min)	空滤后温度 (°C)	中冷后温度 (°C)	燃烧中心 (deg)	燃烧持续期
5500	32	44	21.1	16
5500	62	44	21.1	16
5500	80	44	21.1	16

空滤后温度升高相当于进气密度降低，进气“减压”，进气量随着空滤后温度升高而降低，定涡轮增压机旁通阀开度下，空滤后温度从 32°C 升高到 62°C，进气量降低 6.9%，升高到 80°C，进气量降低 10.6%；对应扭矩降幅，空滤后温度从 32°C 升高到 62°C，扭矩下降 7.6%，升高到 80°C，扭矩下降 11.7%。

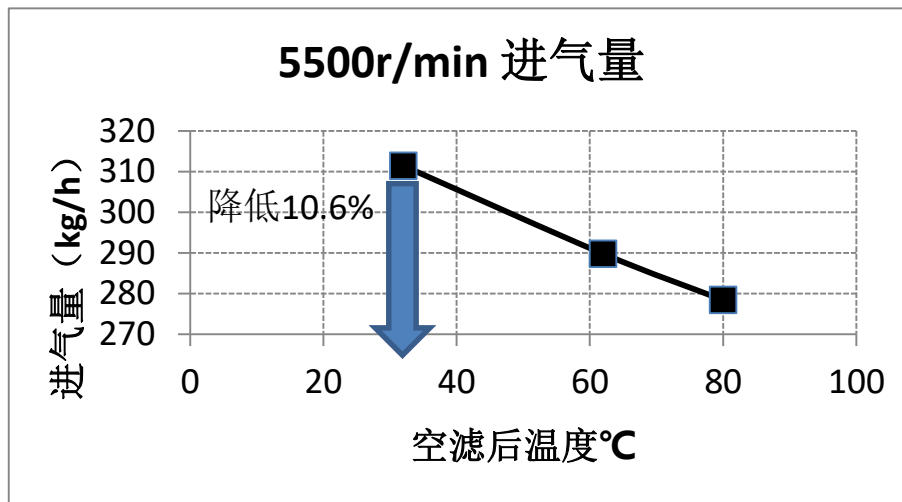


图2 空滤后温度升高-进气量降幅

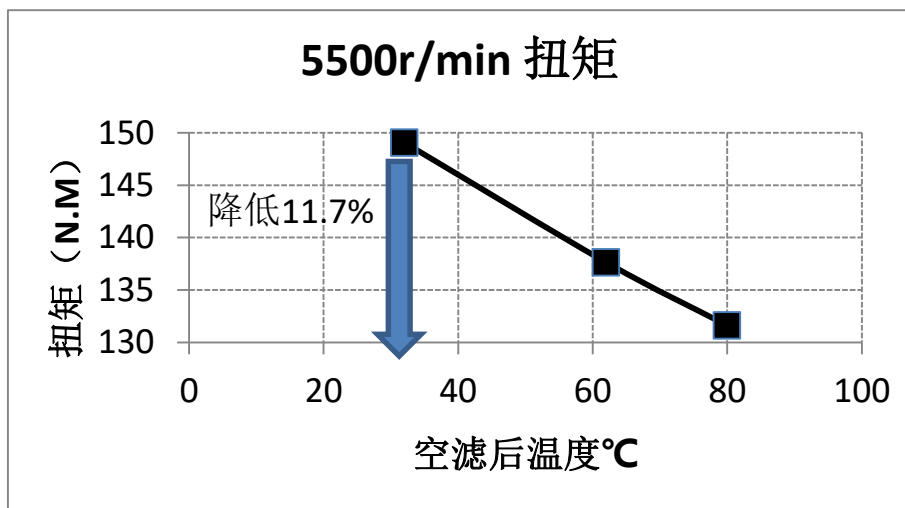


图3 空滤后温度升高-扭矩降幅

4.2 中冷后温度对性能的影响

4.2.1 中冷温度变化-燃烧推迟

中冷后温度升高，气体密度变小，每工作循环进入缸内气体量变少，同时进入缸内气体温度较高，对于汽油机来讲，容易产生爆震，因此点火角要推迟。根据一汽数据库以及以往实验经验，推迟燃烧中心变化以及相应温度参数变化见表三。在中冷温度变化同时燃烧恶化，因此在这个模拟情况下，扭矩损失是由于进气量的损失加上燃烧恶化带来的。

表 3 中冷后温度升高-燃烧推迟参数

转速（r/min）	空滤后温度（℃）	中冷后温度（℃）	燃烧中心（deg）	燃烧持续期
5500	32	44	21.1	16
5500	32	74	26.5	16
5500	32	100	29.6	16
5500	32	110	31.1	16

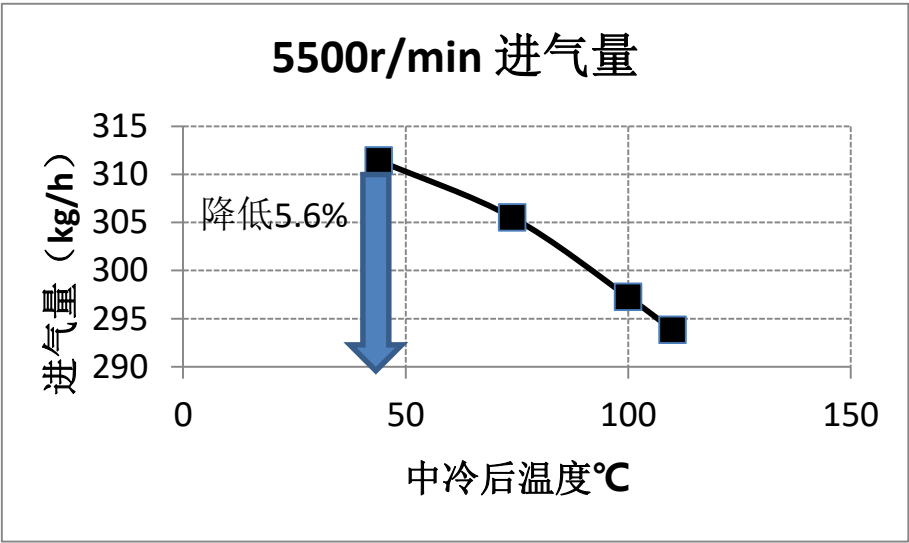


图 4 中冷后温度升高，燃烧推迟-进气量降幅

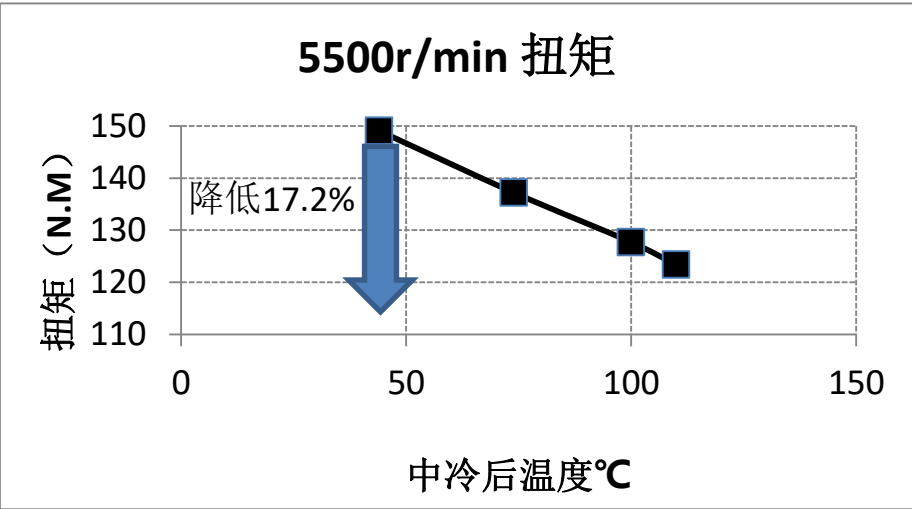


图 5 中冷后温度升高，燃烧推迟-扭矩降幅

如图 5、6 所示，空滤后温度不变，中冷后温度升高 30℃，进气量降幅较空滤后温度升高带来的降幅小，降低 1.9%；扭矩降幅增多，降低 8%。中冷后温度从 44℃升高到 110℃，进气量较空滤后温度升

高带来的降幅小，降幅为 5.6%，；扭矩降幅增多，降低 17.2%。这是由于中冷后温度升高，进入缸内温度较高，燃烧恶化推迟，排气能量增多，在定涡轮增压器旁通阀开度下，相当于增压能力加强，压气机压入更多空气，因此进气量降幅降低，但是由于燃烧明显恶化，因此扭矩降幅增大。

4.2.2 中冷温度变化-燃烧不推迟

分解扭矩下降因素，在燃烧不变下，分析单纯中冷温度升高引起进气量的下降带来的扭矩损失，相应参数如表 4。从图 7、8 可以看出，不考虑燃烧因素，随着中冷温度升高，进气量减少，44℃升高到 110℃，进气量大约下降 13.6%，扭矩下降 14.6%。

表 3 中冷后温度升高-燃烧不变参数

转速（r/min）	空滤后温度（℃）	中冷后温度（℃）	燃烧中心（deg）	燃烧持续期
5500	32	44	21.1	16
5500	32	74	21.1	16
5500	32	100	21.1	16
5500	32	110	21.1	16

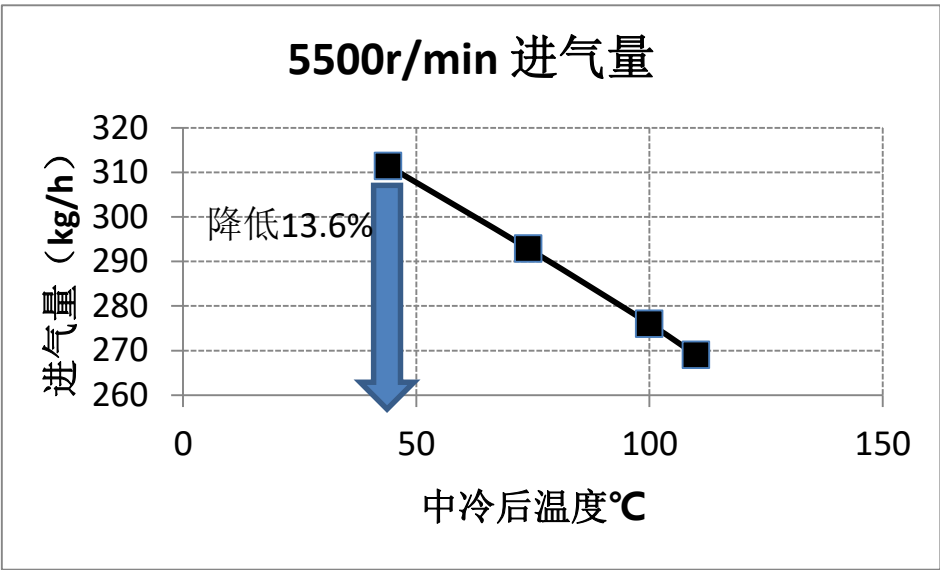


图 6 中冷后温度升高，燃烧不变-进气量降幅

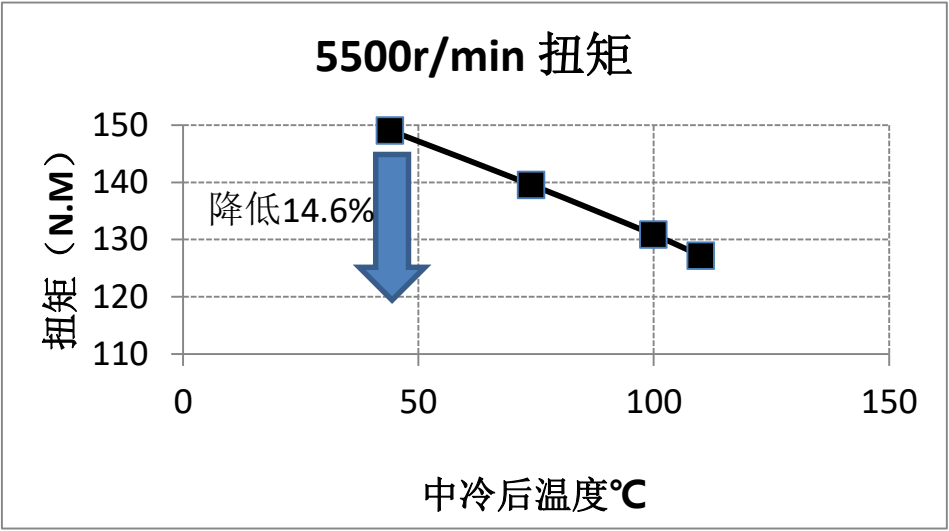


图 7 中冷后温度升高，燃烧不变-扭矩降幅

4.2.3 中冷温度不变化-燃烧推迟

分解扭矩下降因素，在中冷后温度不变下，分析单纯燃烧恶化带来的扭矩损失，相应参数如表 5。从图 9、10 可以看出，不考虑中冷温度变化，随着燃烧中心推迟，排温增高，排气能量增多，定废气旁通阀下，增压能力加强，因此进气量增多，但是燃烧恶化，扭矩损失，燃烧推迟 10° 曲轴转角，进气量大约升高 7.6%，扭矩下降 4.8%。

表 4 中冷后温度不变-燃烧推迟参数

转速 (r/min)	空滤后温度 (°C)	中冷后温度 (°C)	燃烧中心 (deg)	燃烧持续期
5500	32	44	21.1	16
5500	32	44	26.5	16
5500	32	44	29.6	16
5500	32	44	31.1	16

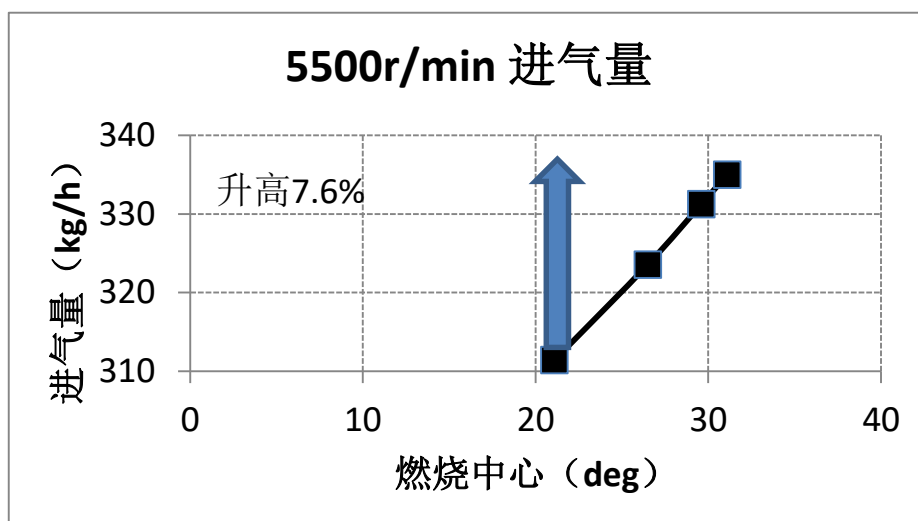


图8 中冷后温度不变，燃烧推迟-进气量增幅

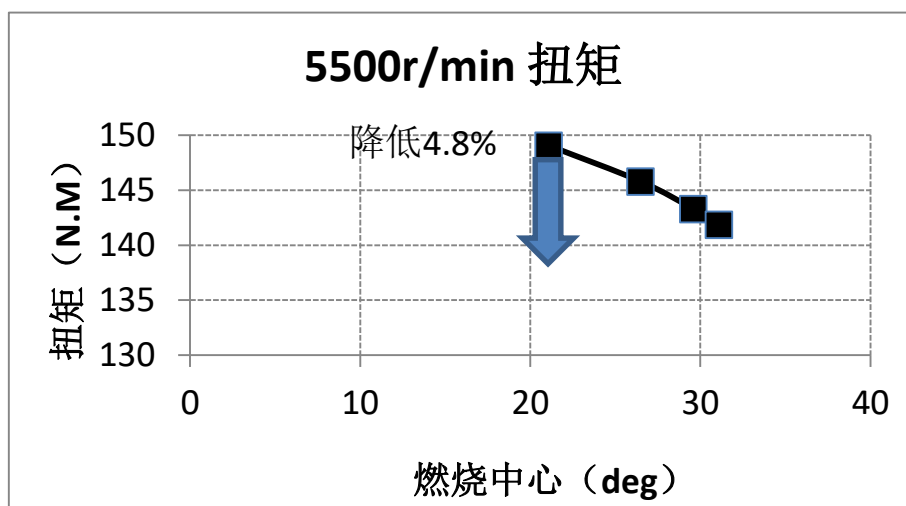


图9 中冷后温度不变，燃烧推迟-扭矩降幅

五、结论

- 1、对于整车环境，随着空滤后温度升高，发动机进气密度下降，进气量减少，扭矩下降，空滤后温度提高30℃，进气量约损失6.9%，扭矩约下降7.6%；提高50℃，进气量损失10.6%，扭矩下降11.7%。
- 2、对于整车环境，中冷后温度升高30℃，进气量降低1.9%，扭矩降低8%；中冷后温度从44℃升高到110℃，进气量下降5.6%，扭矩降低17.2%。
- 3、对于整车环境，中冷后温度升高，进入发动机气缸内混合气温度升高，为防止爆震，点火角推迟，燃烧恶化；进气密度增大，进气量减少，但同时排气能量增多，增压能力加强，一定程度弥补了进气量的损失，较空滤后温度升高带来的进气量损失幅度相比，中冷后温度升高带来的进气量损失幅度较小，但是由于燃烧恶化，导致扭矩下降幅度较大。

- 4、在不考虑燃烧恶化,只有中冷温度升高情况下,中冷温度从44℃升高到110℃,进气量下降13.6%,扭矩下降14.6%;在不考虑中冷温度变化,只推迟燃烧情况下,燃烧中心推迟10°曲轴转角,进气量升高7.6%,扭矩下降4.8%。温度升高带来的扭矩损失比燃烧恶化带来的扭矩损失大。

参考文献:

- [1]. 刘志忠 , 韩宗奇 , 马玉环 , 王展 , 苏丹丹。电喷发动机闭缸循环工作排放与经济性试验研究. 汽车工程 2007110, 2007.
- [2]. 唐琦军, 刘敬平, 龚金科。汽油机瞬态工况性能测评及数值仿真方法研究. 2016
- [3]. Paul Kapus, Kurt Prevedel, Josef Wolkerstorfer, Matthias Neubauer,
- [4]. AVL List GmbH, Graz, Austria, 22nd Aachen Colloquium Automobile and Engine Technology 2013