

前进气格栅在发动机舱热管理中的作用

Front Grill Effect in Engine Room Thermal Analysis

夏广飞 陶其铭 许志宝

(江淮汽车股份有限公司技术中心, 安徽 合肥, 230601)

摘 要：本文利用流体仿真专业软件 Star-cmf对某车型进行发动机舱热管理分析，并对前进气格栅优化前后的速度场、温度场进行对比。

关 键 词：乘用车、CFD Star-cmf、发动机舱热管理

Abstract:Engine room thermal analysis had been done for a passenger car, and we compared the velocity field and temperature field of old front grill to the new one.

Key words:Passenger car, CFD, Star-cmf, Engine room thermal

1 前言

发动机舱热管理分析是汽车流体领域的重要组成部分。现阶段，各大汽车企业都在不断加强自身在这方面的仿真能力。

发动机舱内部空间狭小，在保证发动机、变速箱、进排气系统、冷却模块等零部件及各总成合理的布置同时，也要保证发动机本体以及舱内温度处于一个合理的范围之内。在此要求下，合理组织流场、保证气流充分带走发动机及其他散热部件的热量，充分发挥冷却模块作用，提高冷却效率显得尤为重要。

通过试验的方法来验证不同方案对发动机本体以及舱内温度的影响不仅费用高、周期长，还容易出现试验车辆的一致性难以保证的问题。

本文运用 Star-cmf软件对某自主品牌乘用车的发动机舱进行仿真分析，针对冷却模块上的缺流问题提出优化方案，并将优化前后的结果进行对比。

2 发动机舱热管理分析

2.1 模型建立

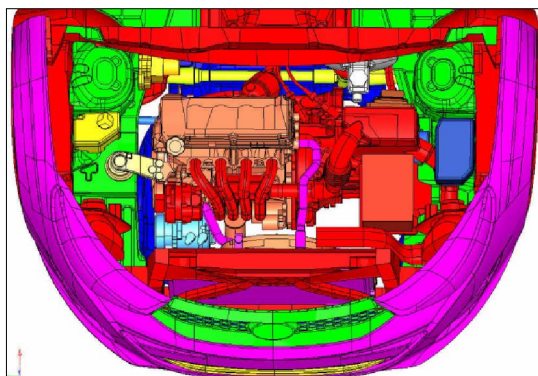


图 1 某车型发动机舱内几何布置

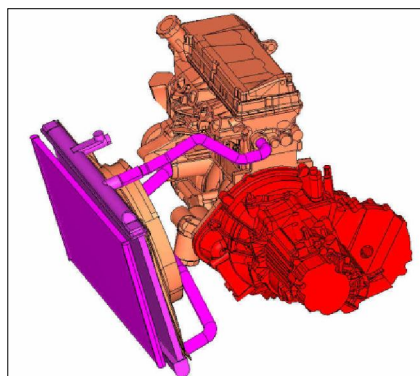


图 2 动力总成与冷却模块

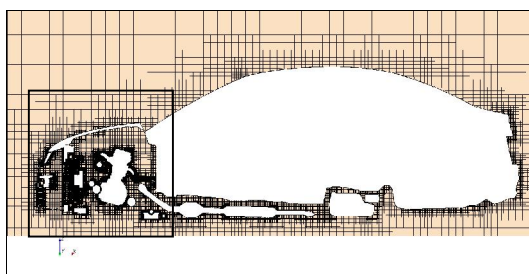


图 2 中截面体网格

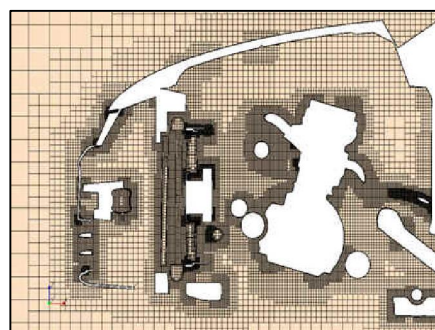


图 3 发舱局部体网格

本次分析共生成 trin网格：1290万。

2.2 分析边界

本分析中，散热器和冷凝器采用多孔介质模型、考虑散热器的双流流动以考察其热交换过程，对于风扇则用了MRF模型。其他边界请见下表：

表 1 分析边界

	Value
Vehicle speed (KPH)	130
Environment temperature (°C)	40
Cooling fan RPM	2170 rpm
Surface Temperature of Engine	115 °C
Surface Temperature of Exhaust Manifold	700 °C
Turbulent Model	Standard k- Ω SST

其他还包括散热器目标换热率、冷凝器目标换热率、散热器阻尼系数、冷凝器阻尼系数以及冷却水流量等参数。

2.3 分析结果

2.3.1 计算数据

通过计算，得到了冷却模块空气侧和冷却液侧的温度数据以及通过冷却模块的空气流量。

表 2 冷却水温度计算结果

热交换器	介质	入口温度℃	出口温度℃
散热器	空气	49.50	84.99
	冷却液	100.64	94.04
冷凝器	空气	40.33	49.61

表 3 空气流量计算结果

	流量 Kg/s
散热器	1.174
冷凝器	1.290

2.3.2 发舱内速度分布

通过速度云图可以清晰地看到风扇的旋转对空气的加速作用。另外，通过速度云图，我们也可以清晰地看到流经发动机上部与底部的气流。

通过截面图我们发现，在冷凝器的底部和两侧存在缺流现象，并且在散热器两侧我们也可以看到漏风现象。

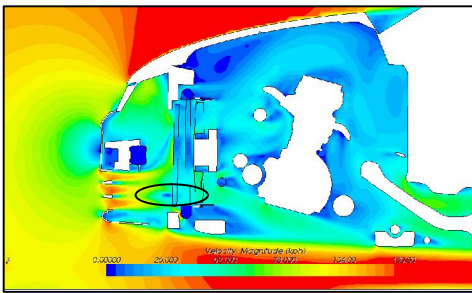


图 4 Y=0m 截面处速度云图

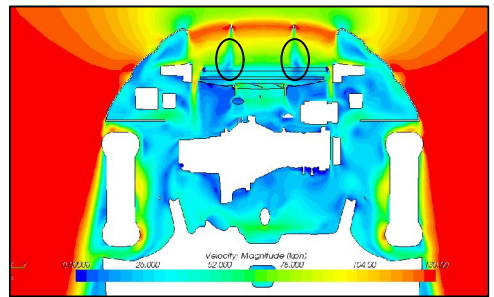


图 5 Z=0.077m 截面处速度云图

2.3.3 发舱内温度分布

由于考虑了发舱内诸如发动机、排气歧管等处得表面温度，故我们可以看到温度从高到低的分布。有些部位温度很高是因为没有考虑隔热罩的缘故。

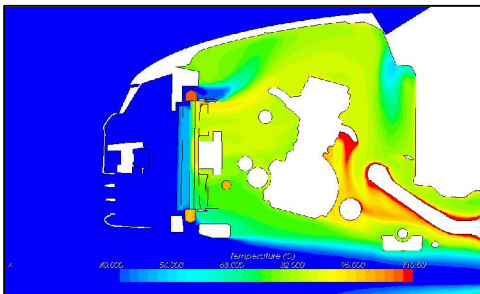


图 6 Y=0m 截面处温度分布

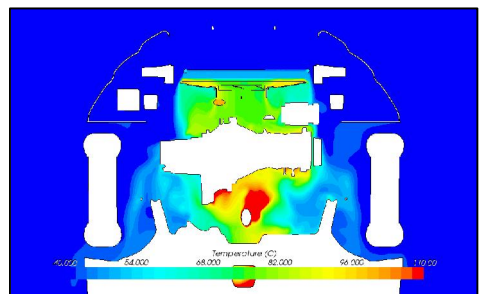


图 7 Z=0.077m 截面处温度分布

2.3.4 发舱内流线图

通过流线图，我们可以看到空气在发舱内的流动轨迹。

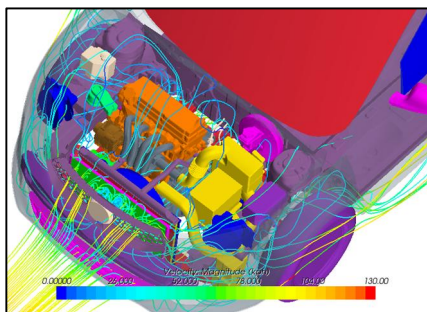


图 8 发舱顶部流线

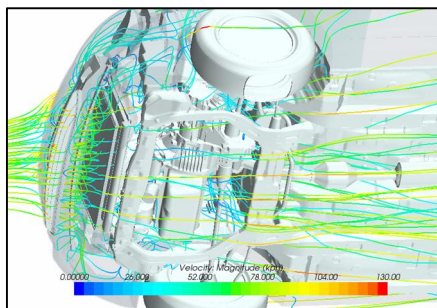


图 9 发舱底部流线

综上所述，通过对该车进行发动机舱热管理仿真分析，我们发现了其冷却模块上存在一定的缺流区。下面，我们将通过优化前进气格栅来改善此问题。

3 发动机舱热管理优化分析

3.1 优化方案描述

由于我们发现了在冷却模块的底部和两侧两处缺流区，所以我们要针对这两处制定不同的优化方案。

3.1.1 优化方案一

针对图 4 中的缺流区，制定如下方案：在横向的两条格栅上边缘分别增加一块薄板。

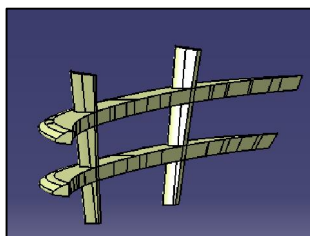


图 10 原格栅

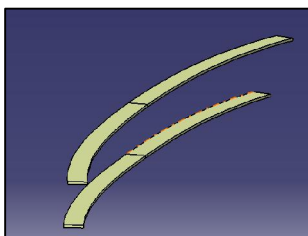


图 11 修改方案

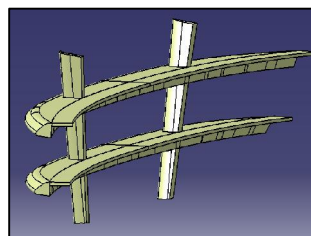


图 12 完成图

3.1.2 优化方案二

针对图 5 中的缺流区，制定如下方案：在竖向的两条格栅后部增加半椭圆结构。

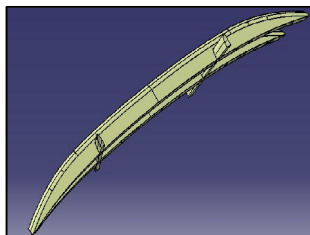


图 13 原格栅

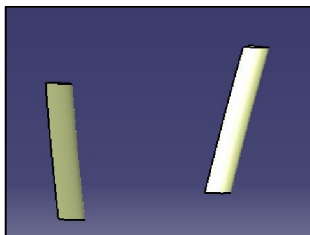


图 14 修改方案

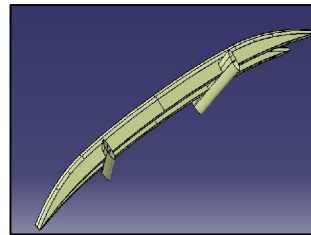


图 15 完成图

3.2 优化分析结果

3.2.1 优化计算数据

通过对前进气格栅进行优化，达到了我们改善冷却模块上速度分布的目的，而且通过的空气量也有所增加。同时，冷却液的温度也得到了进一步的降低。

表 4 冷却水温度优化结果

热交换器	介质	入口温度℃	出口温度℃
散热器	空气	50.05	85.78
	冷却液	98.52	92.15
冷凝器	空气	40.29	50.23

表 5 空气流量优化结果

	流量 Kg/s
散热器	1.256
冷凝器	1.417

3.2.2 优化后速度分布云图

通过速度云图我们可以清晰地看到优化后的速度分布比优化前均匀。缺流区得到了明显的改善。

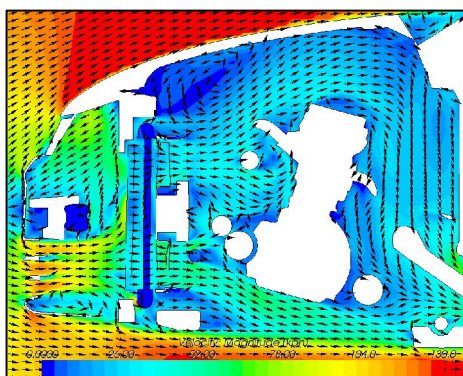


图 16 优化后 Y=0m 截面处速度云图

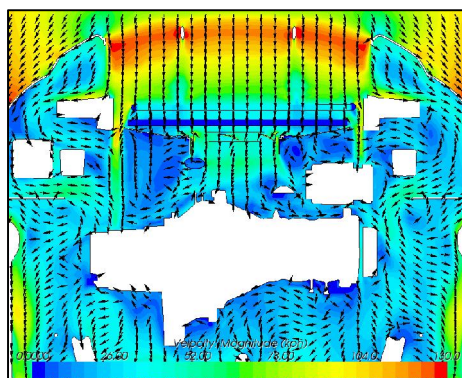


图 17 优化后 Z=0.077m 截面处速度云图

综上所述，优化前进气格栅后，通过冷凝器的空气量增加了 9.8%，通过散热器的空气量增加了 7%，散热器入口处的冷却液温度降低了 2.12℃。所以，通过优化前进气格栅的形状

4 结论

综上所述，通过对某车型前进气格栅造型优化前后进行发动机舱热管理对比分析，得到以下结论：

1. 通过冷凝器的空气量增加了 9.8%；
2. 通过散热器的空气量增加了 6.9%；
3. 散热器入口处的冷却液温度降低了 2.12℃；
4. 通过优化前进气格栅造型有效地改善了冷却模块上的速度分布，达到了预期目的。

参考文献

- [1] Star-cam 软件帮助文献
- [2] 蒋光福 汽车发动机散热特性研究 汽车科技 2006 09:18-23
- [3] 陶文铨 数值传热学 西北工业大学出版社 2006