

# 重型商用车冷却系统性能优化

刘宇龙 李 雄 刘雄伟 郑凤桥

陕西嘉和华亨热系统股份有限公司 陕西宝鸡 722400

**摘要:** 本文针对某商用车冷却系统散热性能不足, 发动机出水温度偏高问题, 运用数值模拟仿真方法对该车发动机机舱内的流场与温度进行仿真分析。经过分析发现冷却余量不足主要由冷却风量不足和散热器部分热风回流所导致。分别对冷却系统重要部件散热器、风扇和导风罩进行优化改进, 并加以匹配分析得到最优组合方案, 有效解决了问题。仿真结果显示, 组合方案有效提高了冷却系统的冷却性能, 通过实车测试验证模型可靠性误差率为1.1%, 散热器冷却常数K值较原型降低了8.3℃, 有效改善了发动机舱的散热环境。

**关键词:** 重型商用车; 冷却系统; 性能优化

## 一、建模分析

### 1. 仿真模型

在CATIA中建立了三维仿真模型, 并将其拆分并分别导入Spaceclaim中。原始模型在尽可能反映结构细节并保证准确性的前提下进行了合理的简化。忽略一些对机舱气体流量影响较小的部件, 去掉不必要的螺栓和直径较小的管束, 并填补一些孔。然后将简化后的模型导入STAR-CCM+。

### 2. 边界条件

为降低模拟风洞中的阻塞效应、洞壁效应和雷诺效应对仿真计算精度的影响, 计算域设定为: 长为14倍车长, 宽为5倍车宽, 高为6倍车高。计算域和网格模型如图1所示<sup>[1]</sup>。

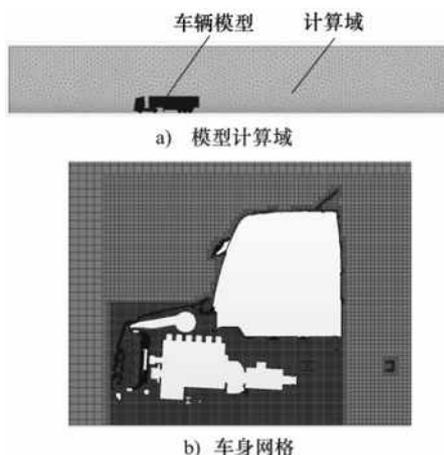


图1 模型计算域及车身网格

**作者简介:** 刘宇龙, 出生于1989年5月9日, 男, 汉族, 陕西宝鸡, 现就职于陕西嘉和华亨热系统股份有限公司, 科长职位, 助理工程师, 本科毕业, 从事商用车传统能源及冷却方面, 邮箱: 522938543@qq.com。

计算域的入口边界设定为速度入口, 计算域的出口边界设定为压力出口。通过多次迭代运算使散热器出口条件和水套入口条件一致来模拟实际过程中的循环流动。

### 3. 结果分析

对迭代收敛的计算结果后处理, 提取散热器进风面风速、进风温度分布。散热器进风面风速分布较为均匀, 但风量略有偏低, 散热器两侧的温度明显的高于其他地方, 表明散热器两侧存在热风回流, 热风回流不仅减少冷空气的进入量, 还使进气温度上升, 降低散热器的冷却效果, 造成散热能力不足<sup>[2]</sup>。

## 二、优化方案

### 1. 导风罩优化

导风罩是发动机冷却模块的重要组成部分, 直接影响冷却系统的整体性能, 导风罩结构的差异对散热器性能的影响达到3%~4%, 而导风罩结构参数中对模块性能影响最大的是导风罩深度。原车方案导风罩为箱型方案, 风扇安装位置使扇叶在宽度方向漏出导风罩2/3长度, 改变导风罩参数制定优化分析方案如表1、图2所示。

表1 导风罩分析方案

方案名称	方案说明
原机	箱型导风罩, 扇叶漏出导风罩 2/3 长度
方案 A1	箱型导风罩, 扇叶漏出导风罩 1/2 长度
方案 A2	箱型导风罩, 扇叶漏出导风罩 1/3 长度
方案 B1	环形导风罩, 扇叶漏出导风罩 2/3 长度
方案 B2	环形导风罩, 扇叶漏出导风罩 1/2 长度
方案 B3	环形导风罩, 扇叶漏出导风罩 1/3 长度

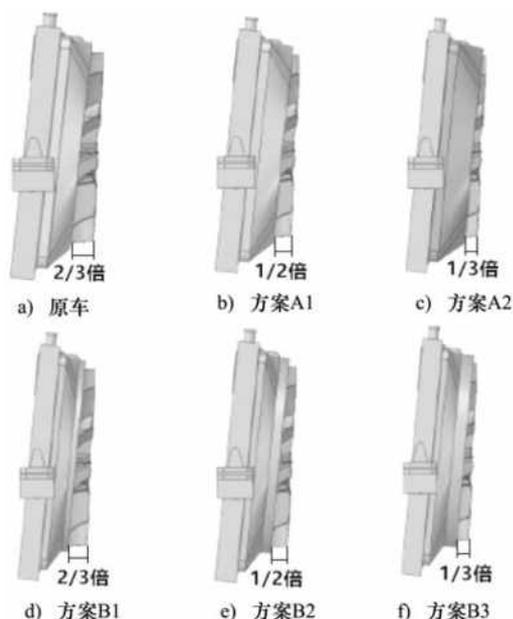


图2 各导风罩方案图

## 2. 组合方案分析

为验证各改善方案的组合效果,分别选取散热器、风扇、导风罩中改善效果最佳的2个方案进行组合分析。通过分析,确定最佳组合方案3,即散热器翅片间距3.5mm、方案2风扇、环形导风罩且风扇扇叶漏出导风罩1/2作为最终组合方案<sup>[3]</sup>。

按组合方案要求装车试验测试,最大扭矩工况采用3挡挡位,发动机转速为1300r/min,迎面风速为20km/h;环境温度为35℃。①是发动机出水温度及压力测点;②是中冷前温度及压力测点。从发动机逐渐加速开始,直

到达到相应转速后保持10min左右,认定为达到平衡状态。随后读取散热器进出水温度,中冷器进出气温以及油底壳机油温度的测量值并予以记录<sup>[4]</sup>。

改善后冷却常数K值52.9℃,较原型降低了8.3℃,达到了改善目的。且模型计算K值为52.3℃,误差为1.1%,符合工程要求,说明本研究分析方法有效可行<sup>[5]</sup>。

## 三、结束语

本研究分别对散热器、风扇和导流罩提出改进方案,以减少风阻、增大风量以及加强导流,通过对散热器、风扇和导流罩的匹配分析,找到最佳优化组合,优化后冷却常数K值下降了8.3℃,有效改善了该车发动机舱的散热环境、增强了冷却性能。

## 参考文献:

- [1]唐荣江,张成,陆增俊,等.卡车发动机舱气囊热防护实验与研究[J].机械设计与制造,2017(S1):161-167.
- [2]张建华,唐荣江,张成,等.基于CFD商用车热保护仿真与验证[J].液压与气动,2019(10):39-43.
- [3]王露阳,王良模,邹小俊,等.基于CFD的某商用车发动机舱的改进设计[J].江苏大学学报:自然科学版,2018,39(5):517-522.
- [4]张毅,陆国栋,俞小莉,等.商用车多风扇冷却模块匹配研究[J].汽车工程,2014,36(5):552-565.
- [5]叶晓,傅佳宏,张宇,等.某商用客车动力舱热状态的仿真及试验研究[J].机电工程,2013,30(5):530-535.