

# 轮式装甲车整车外流场热管理浅析

吴向阳

(广西玉柴机器股份有限公司 产品应用开发部, 广西 玉林 537005)

**摘要:** 某改进的轮式装甲车在使用过程中, 发动机附近环境的温度比原车高。针对这一问题, 通过 FLUENT 软件对装甲车外形流场进行三维模拟计算, 找到了故障发生的原因, 并根据计算结果提出了最佳改进方案。通过对原车和改进整车的发动机冷却系统进行热平衡道路试验对比, 验证了改进方案的合理性。

**关键词:** 涡流; 温度; 三维模拟; 流场分析

**中图分类号:** TJ81<sup>+</sup>0.2      **文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-9242(2012)04-0114-04

## Outer Flow Field Thermal Management Analysis of Wheeled Armored Car

WU Xiang-yang

(Guangxi Yuchai Machinery Co. Ltd., Yulin 537005, China)

**Abstract:** A problem was founded that the ambient temperature around the engine was higher than which of the original car in application of some modified wheeled armored car. Aiming at this phenomenon, we used FLUENT software to run 3D simulation calculation with the appearance flow field of the wheeled armored car. The cause was found and the best improvement plan was made with the calculation result. Through thermal equilibrium tests of the engine cooling system of the original car and the modified car, the rationality of the improvement scheme was verified.

**Key words:** bow wave; temperature; 3D simulation; flow field analysis

FLUENT 是用于计算复杂几何条件下, 流动和传热问题的程序。无论是可压流动, 还是不可压流动, 无论是层流问题, 还是湍流问题, FLUENT 都有很强的模拟能力。采用 FLUENT 可以对汽车外形流场进行三维模拟计算。将 FLUENT 应用于汽车外形的开发设计中, 不仅可以缩短汽车外形的开发设计周期, 节约资金, 还可以获得很好的效果。

## 1 问题描述

轮式装甲车经过改进后, 其主要的不同在于改进后的车型车顶后部凸起。经过实验, 发现改进后的车型在使用时, 发动机附近环境的温度比原车型要高。为了更清楚地了解改进车型外流场的形状, 发现其外

收稿日期: 2012-04-10

作者简介: 吴向阳(1972—), 男, 广西贵港人, 工程师, 主要研究方向为发动机应用工程。

形上的问题并提出改进意见,使用FLUENT对改进车型的外流场进行计算,并使用Tecplot对计算结果进行处理。

## 2 计算过程

利用 Gambit 模拟的改进车型的形状如图 1 所示。设置外流场区域,大小为  $6020 \text{ mm} \times 2000 \text{ mm} \times 6000 \text{ mm}$ 。对流场区域划分网格,总网格数在 40 万~65 万之间,不同的模型之间,网格数有一定差异,生成的网格质量较好。设定模型边界,输入速度、压力、湍流等,并生成网格文件。将网格文件导入到 FLUENT 中,则在 FLUENT 中计算模型及边界,如图 2 所示。图 2 中,虚线框表示入口(包括迎风面、左右内舱发动机排气口),粗实线框表示出口(包括背风面和内舱发动机进气口),白色框表示壁边界(由于网格划分,壁面上会多出一些线)。

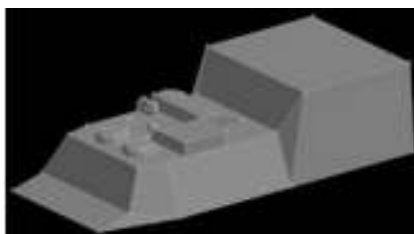


图1 计算模拟改进车型的形状

Fig. 1 Calculation model of the improved car



图2 FLUENT计算模型及边界

Fig. 2 FLUENT calculation model and boundary

## 3 计算结果及分析

### 3.1 改进车型模型的计算结果

针对改进车型模型计算得到的整车外流场流线

以及排气口、进气口的流线如图 3 所示。由图 3 可以看出,对于改进车型模型,在进气口左右两侧均会形成涡流。左侧涡流随着靠近进气口而加强,有部分气体会进入进气口;右侧涡流靠近进气口右壁外侧有一个涡流。进气口右侧下部也形成一个涡流。这两个涡流使得右侧附近气流流动复杂,排气口排出的气体也可能会进入进气口。

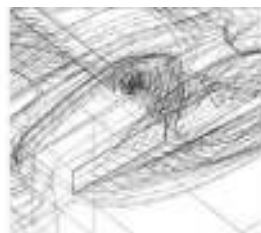


图3 模拟改进型整车的外流场部分流线示意

Fig. 3 Sketch map of partial flow line of outer flow field of the improved type car

### 3.2 流场计算得到的初步结论

通过计算分析,轮式装甲车左排风口后方的涡流会向进风口处偏移,越靠近进风口,涡流越强;右排风口处后方也会形成涡流。从全流场来看,气流在前部车顶会有短时间的停留(后车体带来的绕流)。这会带来两方面的问题:一是涡流可能会使得较多排气口排出的热风进入进气口;二是进气口处的涡流会对进入的空气有预热效应。这两个问题都会导致进气口进入的空气温度升高,从而减弱空气对发动机的冷却,使得发动机周围温度上升。

## 4 修改方案

### 4.1 方案1——改变左右排风口长度

左排风口延长 30 mm 至顶部边界,右排风口延长 20 mm,同样进行计算,计算结果见图 4。

由计算结果可见,加长排风口使得排出的热风尽量远离进气口,从而在一定程度上减小排风口对进气口的影响。左排风口后侧的涡流仍存在,这是由于此处气压变化较大,使得从前面过来的气流在此处形成涡流,延长排风口后,排出的气体基本不会进入此涡流。

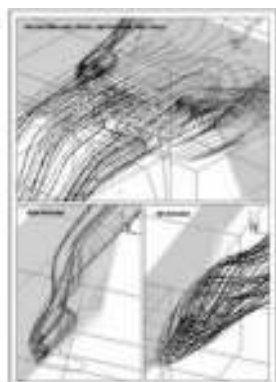


图4 方案1改进模型的计算结果  
Fig. 4 Calculation result of plan 1 modified model

#### 4.2 方案2——在进风口两侧加隔板

修改原改进车型模型,在进风口两侧加隔板,进行同样的计算,计算结果见图5。由图5可以看出,在进风口两侧加隔板,有利于空气直接从左、右出风口排出,对进风口影响减小。此外,隔板阻挡了漩涡的气流进入进气口,而如果没有隔板,即使增加了进风口高度,漩涡的气流也有很大可能进入进风口。

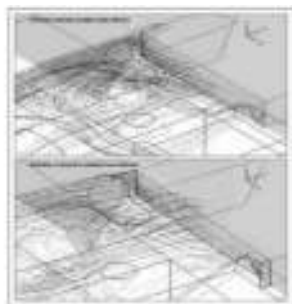


图5 方案2改进模型的计算结果(进风口)  
Fig. 5 Calculation result of plan 2 modified model (air inlet)

### 5 轮式装甲车整改措施

由计算结果可以看出,增加左、右排风口长度,排出的热气不仅可以远离车身,而且通过附近涡流进入进气口的可能性减小。但是在超过一定长度后,该效果减弱,因此应增加合适的长度,即左排气口延长30 mm,右排气口延长20 mm,如图6和图7所示。

在进风口两侧加隔板,阻断了两侧涡流气体进入



图6 左排风口延长30 mm  
Fig. 6 Left exhaust hole prolong 30 mm



图7 右排风口延长20 mm  
Fig. 7 Right exhaust hole prolong 20 mm

进气口的途径。由于提高进风口后,涡流可能加强(见图8),所以最好在提高进风口的同时,于两侧加隔板。

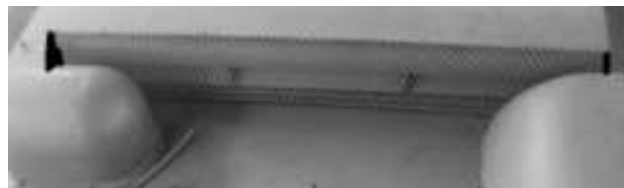


图8 方案2进风口两侧加隔板  
Fig. 8 Adding dummy plate to the both sides of plan 2 air inlet

### 6 整车热平衡试验对比

试验设备为美国 FULKE 数据采集仪一套。方法如下:车辆满载,发动机全油门,车辆全速行驶,在爬坡路段,控制发动机转速在标定工况点下运行,在水冷柴油发动机达到热平衡后,采集冷却液温度及相关数据。对比结果见表1,可见内舱温度和发动机

表1 试验结果对比

Table 1 Contrast of the test results

试验方案	发动机冷却系数K	环境温度/℃
原车测试	66	30
整改后测试	61	30

冷却液温度明显降低。

## 7 结语

发动机制造厂给整车公司供应发动机,一旦发动机在配套使用过程中遇到水温过高而开锅等故障,整车公司一般认为是发动机的问题。但发动机

水温过高有可能是发动机舱前端冷却系统和发动机匹配不好造成的,也有可能是发动机舱进气量不够或者发动机舱外流场组织不好造成的,因此需在整车冷却系统进行匹配前,由发动机产品应用工程师与汽车厂技术负责人进行整车外形流场模拟分析、热平衡验证,确认冷却系统的匹配技术状态,共同分析解决问题。

(上接第97页)

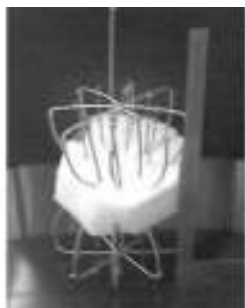


图5 天线实物

Fig. 5 photo of the antenna

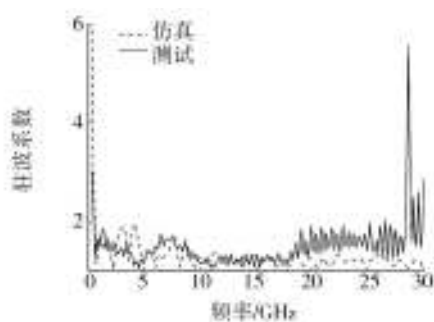


图6 驻波系数测试结果

Fig. 6 Simulated and measured VSWR

不过,制作过程中的手工加工精度不够,造成天线变形,产生了低频下降(20 MHz)和高频恶化的现象。在宽带线天线领域,目前已知的较为优秀的天线是文献[4]中所提到的锥形天线。该锥形天线的高度为400 mm,在0.18~18 GHz频带范围内,驻波系数

小于2.5。与之相比,文中论述的线天线具有更宽的工作频带,并且频带范围内的驻波系数小于2。

## 4 结论

文中设计的新型超宽带全向线天线,交叉结构有效改善了水平全向辐射特性,圆球加载的结构有效改善了在工作频带内的阻抗匹配特性。测试结果表明,在0.45~28.4 GHz频带内,天线驻波系数小于2;在工作频带内,保持了稳定的水平全向辐射特性,H面不圆度小于5 dB。与现有天线相比,该新型线天线不但具有质量轻、风阻小和灵活的优点,而且工作频带宽,方向图稳定,在电磁环境监测等领域具有一定的应用价值。

### 参考文献:

- [1] 王志靠. 热镀锌工艺在天线钢结构件表面防护上的应用[J]. 表面技术, 2003, 32(3): 62—65.
- [2] 张林鹤. 基于RFID技术的军事物流系统的构建[J]. 包装工程, 2010, 31(9): 134—137.
- [3] AMERT Anthony K, WHITES Keith W. Miniaturization of the Biconical Antenna for Ultrawideband Applications[J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2009, 57: 3728—3735.
- [4] KIM K H, KIM J U, PARK S O. An Ultrawide-band Double Discone Antenna with the Tapered Cylindrical Wires[J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2005, 53: 3403—3406.