

汽车除霜性能优化分析

Analysis on Improvements of Defrosting Performance

万宗尧 封云

(北京汽车股份有限公司)

摘要: 国产某款轿车除霜性能较差。使用 CFD 软件进行除霜性能分析, 分析出问题原因。通过对几种优化方案的仿真分析, 选出最优方案。并与试验结果进行对比, 确认除霜性能得到改善。

关键词: CFD 除霜性能优化

Abstract: One domestic vehicle has a problem with the defrosting performance. Find out the reason by taking simulation analysis over flow and defrosting. Comparing with several improved schemes to find the best one. Meanwhile, we make a test and affirm the improvements of defrosting performance.

Key words: CFD Improvements of defrosting performance

1 引言

在寒冷的天气下, 车辆的挡风玻璃外表面会出现结冰现象, 为了恢复驾驶员视野, 避免因视线受阻引发交通事故, 利用空调除霜系统对挡风玻璃吹出暖风进行加热, 使玻璃表层的冰层融化。

国家标准 GB 11555-2009《汽车风窗玻璃除霜和除雾系统的性能和实验方法》对空调除霜系统的性能有着严格的规定, 标准要求试验开始 20min 时 A 区冰层除尽区域占 A 区面积的 80%以上, 40min 时 B 区冰层的除尽区域占 B 区面积的 95%以上。

采用试验方法进行除霜性能的优化耗费很大, 需要有样车和相应的环境舱, 存在试验周期长等问题。应用 CFD 分析可以在设计开发过程中就可以预测各种方案的优劣, 通过 CFD 优化得出性能较好的方案, 大大减少后期的样件试制和试验次数, 从而缩短设计开发周期和降低试验费用。

本文通过使用 STAR CCM+软件对某款车型的除霜风道进行了优化分析, 使整车的除霜性能最终通过试验验证。

2 背景

在某款车型的除霜性能试验中发现, 在试验过程中, 前风挡 A 区在国家规定时间内仍有大片区域的霜层没有除净, 除霜性能无法满足国标要求。如图 1 所示:



图 1 除霜过程中前风挡融冰照片

3 除霜分析

3.1 搭建模型

为了查找出除霜性能不好的原因，使用 Hypermesh 建立驾驶舱模型，将挡风玻璃、除霜风道等按照车辆实际状态绘制模型，为了模拟实际的风的走向，添加了 HAVC 与除霜风道对接的部分模型（如图 2、图 3 所示）。

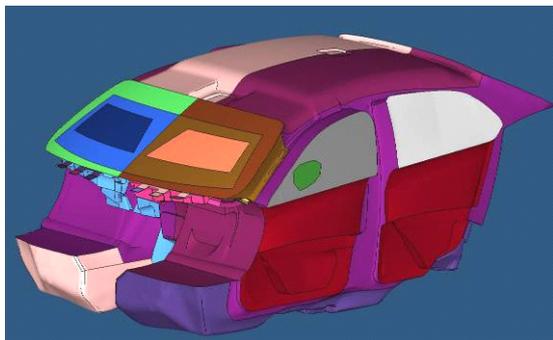


图 2 除霜分析模型

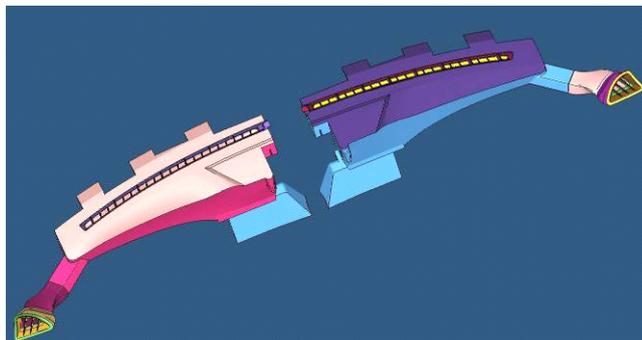


图 3 空调除霜风道模型

将分析模型导入 STAR CCM+中，计算边界条件如下：

- (1) 设定进口风量，进口流向垂直于进口壁面；
- (2) 空气假定为不可压缩气体，空气参数采用默认；
- (3) 采用 k-epsilon turbulence 湍流模型。

采用 Trimmer 模式生成体网格，对风道、格栅等处局部加密，得到求解域的体网格数量为 1802987，分析模型如图 4 所示：

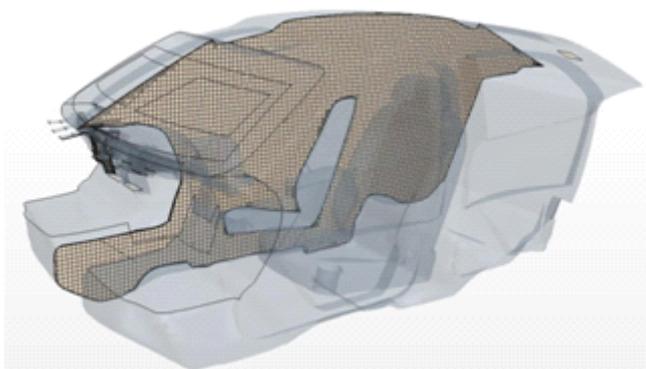


图 4 STAR CCM+网格模型

3.2 结果分析

针对试验结果首先排查风道的风量匹配问题是否满足设计要求，是否由于前风挡匹配风量不够所导致除霜性能较差。由表 1 为风道出风口流量分配计算结果，依据计算结果可知，前风挡、侧窗以及雨刮的风量分配较合理，满足设计要求。

表 1 风道出风口流量分配

风量分配	前风挡	侧窗	雨刮
出风量百分比	65.56%	20.95%	13.43%

通过分析前风挡速度云图（图 5）及流线图，查找除霜性能较差的原因。由于前风挡中央靠上区域图 5 中深蓝颜色区域的风速接近甚至等于 0m/s，分析得知是由于前风挡的风速分布不均匀，导致中央上部的风速较低，融冰速度慢，此分析结论与试验结果是相一致的。

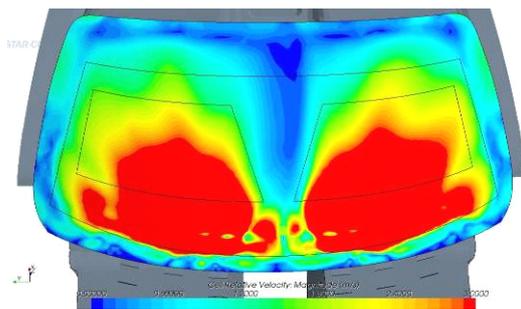


图 5 前风挡速度云图 (0~3m/s)

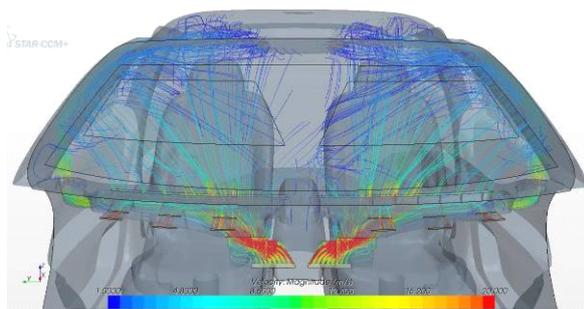


图 6 除霜风道流线图 (1~20m/s)

分析风道内的流线图（图 6）发现，进风在通过 HAVC 进入除霜风道时，由于 HAVC 与除霜风道的联接处存在拐角结构，导致进风在通过拐角时被分配到前风挡两侧，使中央上部区域风速很低，造成融冰速度慢，除霜性能较差。

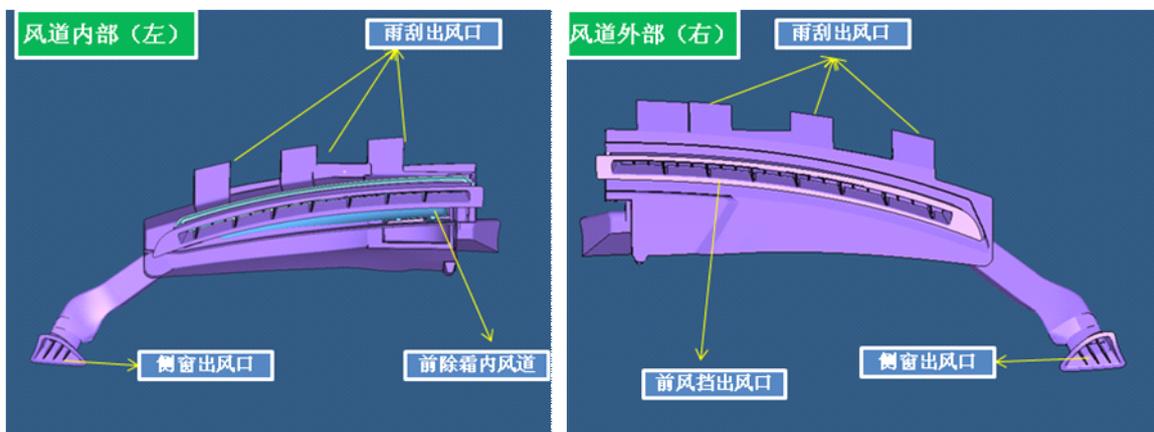


图 7 除霜风道结构图

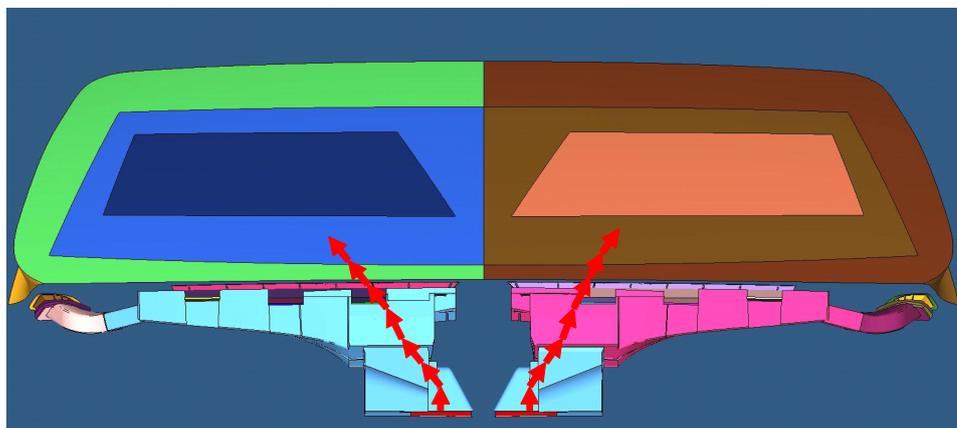


图 8 除霜风道，HAVC 以及前风挡的结构图

3.3 方案整改

为了将风引导至前风挡中央区域，可以通过增加前风挡的流速以及改进除霜出风在前风挡的速度分布来解决。

为了改善除霜性能，可以在前除霜内风道内增加导流板（图 9~10）来对出风进行导流，改善前风挡的出风分布，优化除霜性能；或者在风道与 HAVC 接口处增加密封条（图 11）来增加前风挡的出风量。

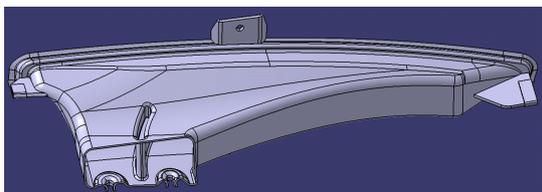


图 9 导流板 1

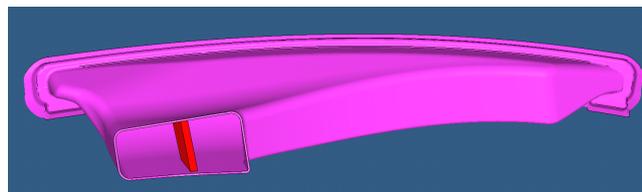


图 10 导流板 2

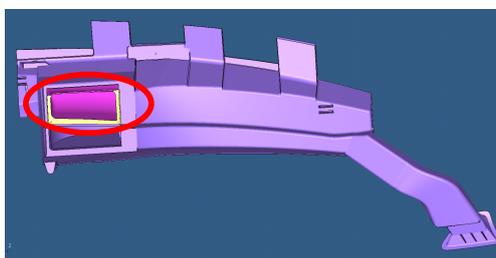


图 11 除霜风道与 HAVC 增加密封条

3.4 改进方案分析结果

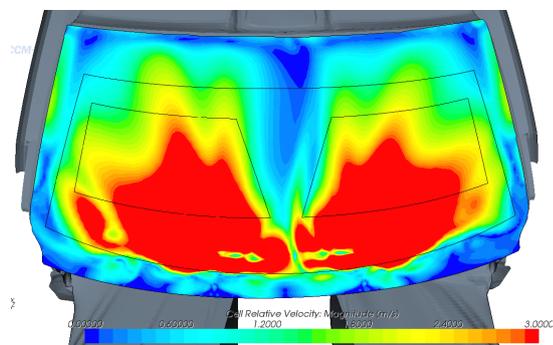


图 12 速度云图-导流板 1

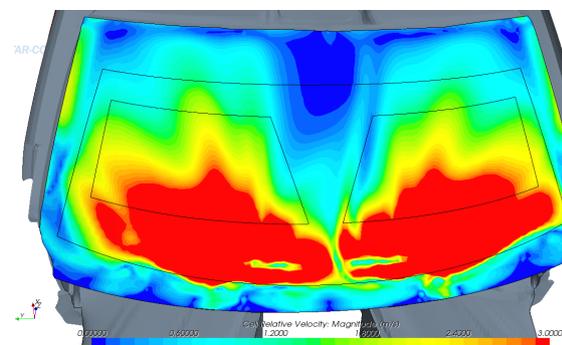


图 13 速度云图-导流板 2

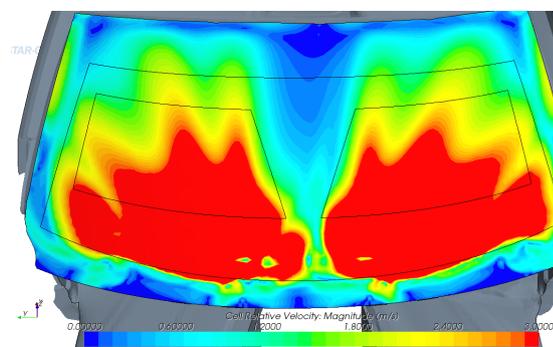


图 14 速度云图-密封条

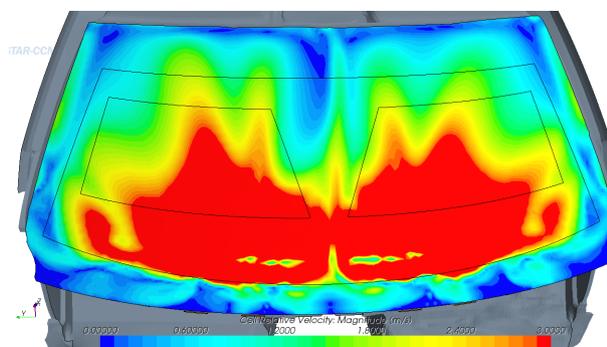


图 15 速度云图-导流板 1&密封条

通过速度云图可知，导流板 1 对前风挡的速度分布会有一些改善，但是并不理想，而导流板上加上密封条的效果是最好的，但是由于工艺的原因密封条的措施无法实现，只能重新对导流板进行优化，如图 16 所示：

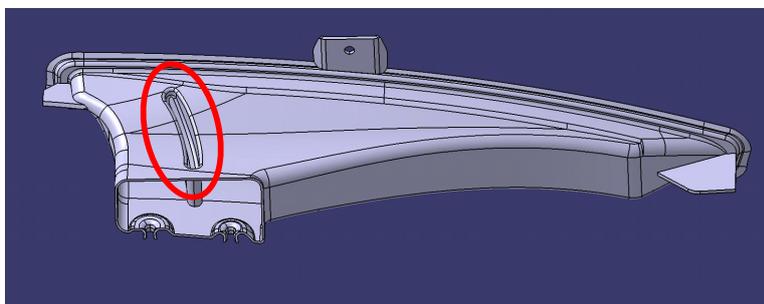


图 16 在除霜风道内增加导流板

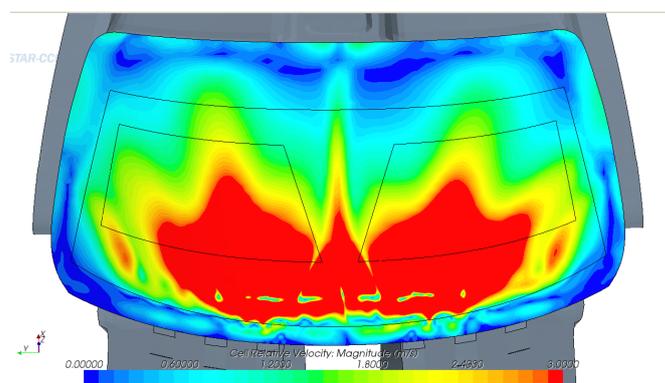


图 17 整改方案分析结果图

整改方案的分析结果如图 17 所示，原中央区域的低风速区基本消除，前风挡的速度分布得到较大改善。

4 试验验证

将整改方案制作样件装入试验车辆进行验证，试验样件如图 18 所示：

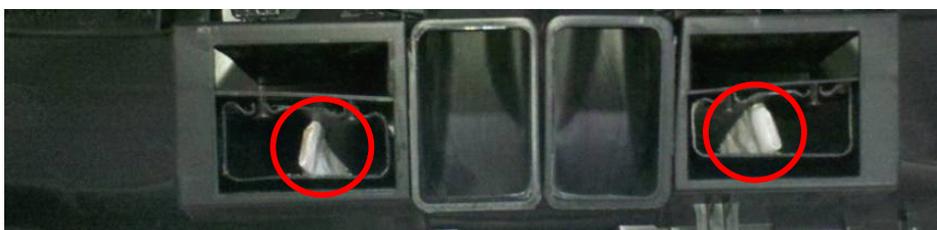


图 18 除霜风道整改样件

除霜试验结果如下图所示，车辆在预期时间内前风挡霜层完全除净，达到国家标准规定，霜层除净时间较之前提升 7 分多钟，除霜性能得到很大的提升，达到预期目标。



图 19 除霜试验照片

5 结论:

本文通过 CFD 方法对汽车进行除霜分析, 并对比了几种改进方案对除霜性能的改进效果, 并选取了最优方案并通过试验验证, 极大的改善了车辆的除霜性能, 满足了国标要求。

6 参考文献

- [1] 张英朝编,《汽车空气动力学数值模拟技术》, 北京大学出版社, 2011.6
- [2] 訾昌陆, 许志宝, 夏广飞编,《基于 STAR CCM+的汽车除霜优化》, 江淮汽车股份有限公司技术中心, 2011