

# 重型商用车气动减阻技术研究

## Research on Heavy Commercial Vehicle Aerodynamic Drag Reduction Technology

赵娥 李胜

一汽解放青岛汽车有限公司

**摘要:** 本文以某重型商用车为研究对象, 建立几何模型, 利用流体力学仿真软件 star-ccm+对模型进行数值仿真。通过对安装驾驶室导流罩与侧导流板、集装箱尾部加长板以及集装箱侧边倒圆角等几组模型的仿真分析, 得出正确设计集装箱结构及合理使用导流罩装置能有效降低整车气动阻力系数。研究结果为减少重型商用车能耗和排放提供理论依据。

**关键字:** 重型商用车; 气动阻力; 数值仿真

**Abstract:** The paper takes a heavy commercial vehicle as the research object and the geometric model is built. The model is simulated by hydrodynamics simulation software star-ccm+. By the simulation of several models with cab shield, the side guide plate, container trailer flap and side fillet, the conclusion is draw that the aerodynamic drag coefficient can effectively be reduced by designing the correct container structure and adopting rational air shield. The research results can reduce the drag coefficient and provide the theoretical references for energy conservation and emission reduction of heavy commercial vehicle.

**Keywords:** Heavy commercial vehicle; Aerodynamic drag; Numerical simulation

## 1 前言

现代重型商用车的实用车速不断提高, 用于克服空气阻力的能耗占总能耗的比重亦不断增加。在当今能源危机与环境保护的双重压力下, 重型商用车的经济性与效率之间的矛盾日益突出。重型商用车气动阻力对能耗影响极大<sup>[1]</sup>, 改善其气动性能已成为节能研究的重要方向。通过采取空气动力学的减阻措施, 一般重型载货汽车的气动阻力系数可下降 50%, 燃油效率提高 25%<sup>[2]</sup>。本文运用 star-ccm+软件, 对某重型载货汽车进行整车空气动力学研究, 通过加装驾驶室顶部导流罩及侧导流板、集装箱前端面两侧边倒圆角以及加装集装箱尾部加长板等方式<sup>[3]</sup>, 提出几种降低整车气动阻力的有效措施, 为重型商用车节能减排设计提供理论依据。

## 2 数值模拟

### 2.1 几何模型与计算域

本次模拟采用与某重型卡车实车 1:1 比例的三维模型, 底盘模型如图 1 所示, 为保证各边角尽量

圆滑进行了适当的简化。驾驶室模型与实车保持一致，格栅开口，保险杠打开状态。



图 1 底盘模型

图 2 中模型 1 所示为原车模型；模型 2 在模型 1 的基础上集装箱前端面左右两个侧边倒圆角，圆角半径 40mm；模型 3 在模型 1 基础上安装尾部加长板，板长 120mm；模型 4 在模型 1 基础上驾驶室安装顶部导流罩及侧导流板。



模型 1 原始模型模型 2 集装箱前端左右两侧边倒圆角



模型 3 安装尾部加长板模型 4 驾驶室安装顶部导流罩及侧导流罩

图 2 整车原始模型及各方案模型

由于整车模型比较长，计算域车体前段取 1.5 倍车长，车体后段取 4 倍车长，车体上方取 3 倍车高，左右各取 3 倍车宽。

## 2.2 网格模型及边界条件

利用前处理软件进行模型网格化，导入 star-ccm+ 软件中，利用 star-ccm+ 软件的包面功能生成整个模型的面网格。体网格采用多面体网格形式，车体表面拉伸边界层。整车模型生成体网格数量约 3000 万，体网格截面如图 3 所示。

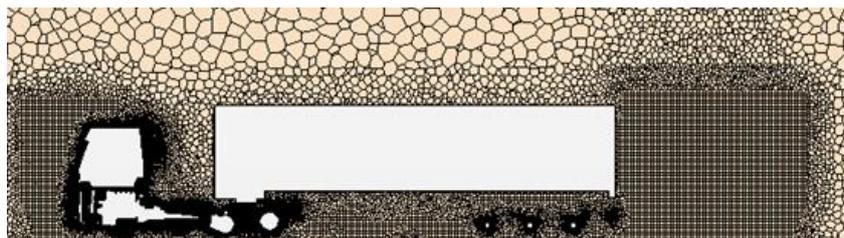


图 3 Y=0 截面体网格模型

仿真分析采用 k-Epsilon 湍流模型，二阶迎风格式，进口为速度入口，风速为 30m/s，出口为压力出口条件，移动地面，移动速度为 30m/s，车体为固定壁面，其余为滑动壁面。

### 3 仿真分析结果

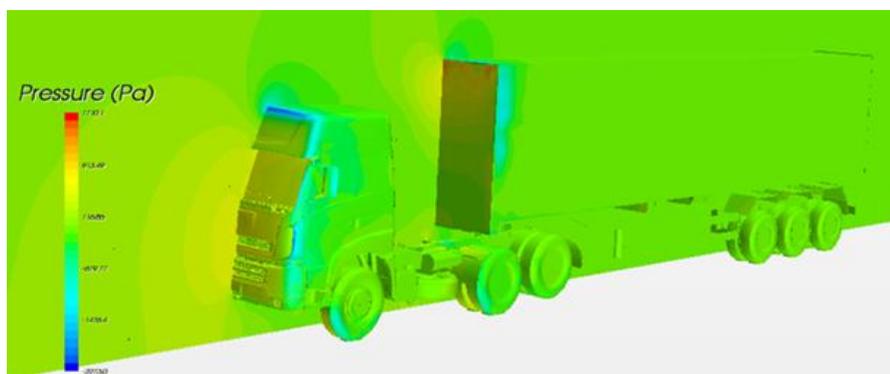
根据仿真分析模拟，得到各模型整车气动阻力系数如表 1 所示

表 1 各模型整车气动阻力系数

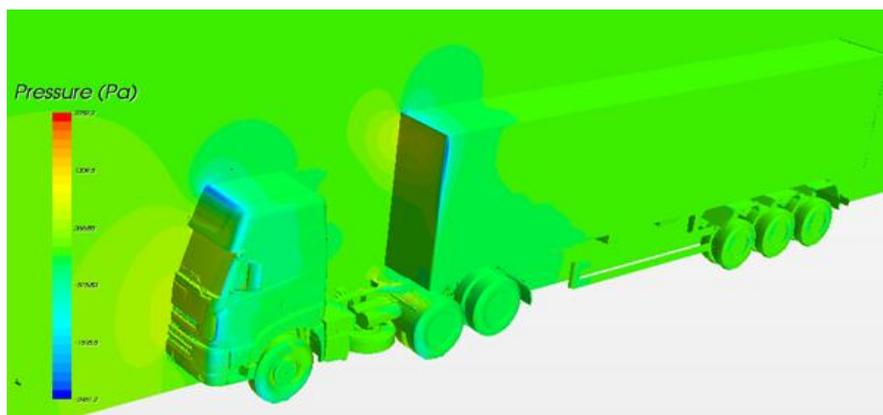
| 模型编号 | 整车 Cd | $\Delta Cd$ | 百分比变化   |
|------|-------|-------------|---------|
| 模型 1 | 0.921 | 0           | 0       |
| 模型 2 | 0.808 | -0.113      | -12.27% |
| 模型 3 | 0.849 | -0.072      | -7.82%  |
| 模型 4 | 0.648 | -0.273      | -29.64% |

由表 1 可以看出，上述三种降阻方案对降低整车风阻系数均有一定效果，其中模型 4 效果最明显，即合理设计安装驾驶室导流罩及侧导流板对降低整车气动阻力系数起到至关重要的作用。

#### 3.1 结果分析



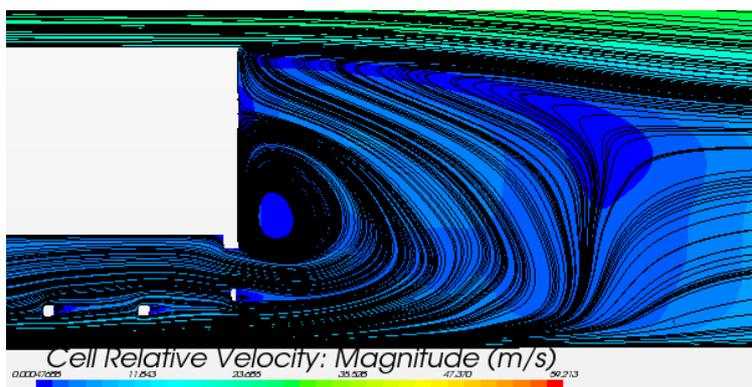
a) 模型 1



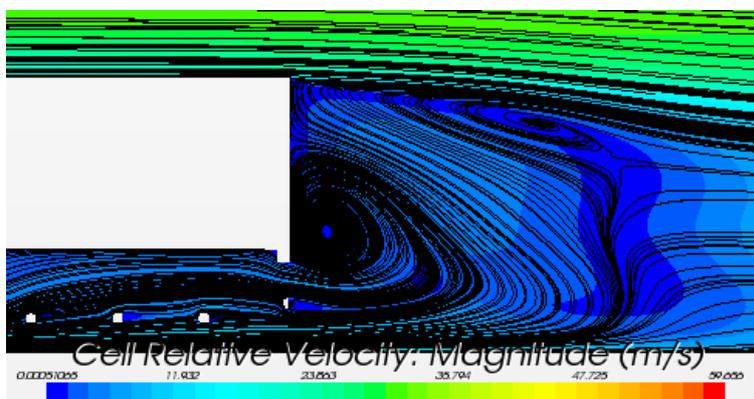
b) 模型 2

图 4 Y=0 截面压力云图

图 4 所示为模型 1 与模型 2 在 Y=0 截面的压力云图。从图中可以看出，气流在驾驶室前端及集装箱前端形成较大的正压区。模型 2 中由于集装箱边缘倒圆角起到较好的导流作用，集装箱前面的正压区大小及强度都比模型 1 小，因而模型 2 气动阻力系数小于模型 1。以上特点使本文所设计集装箱侧边倒圆角结构气动减阻能力达到 13% 左右。



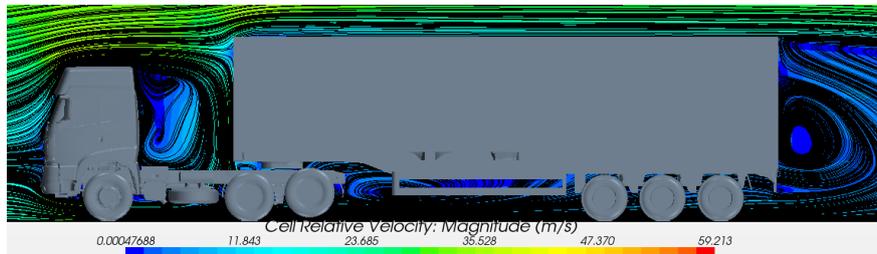
a) 模型 1



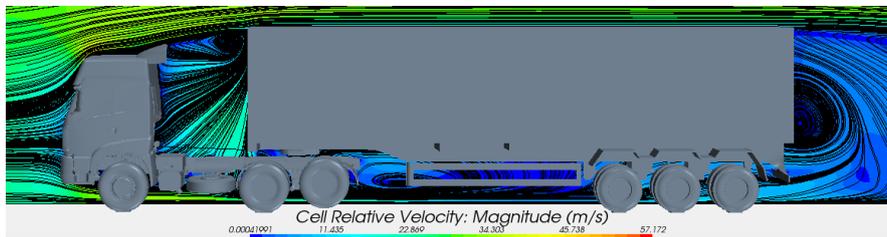
b) 模型 3

图 5 Y=0 截面速度流线图

图 5 所示为模型 1 与模型 3 在  $Y=0$  截面的速度流线图。从图中可以看出，模型 3 在集装箱尾部加长板导流作用下，气流沿着集装箱上端面顺畅的向后流动，将集装箱底部卷起的气流下压，相比原始模型 1，尾流涡流大小及强度有所改善，避免了上部气流对下部气流的强力卷吸，能量损耗减小。以上特点使本文所设计的尾部加长板气动减阻能力达到 8% 左右。



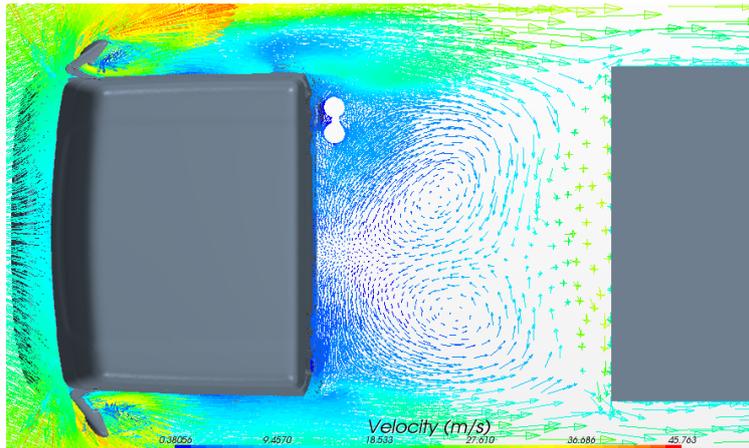
a) 模型 1



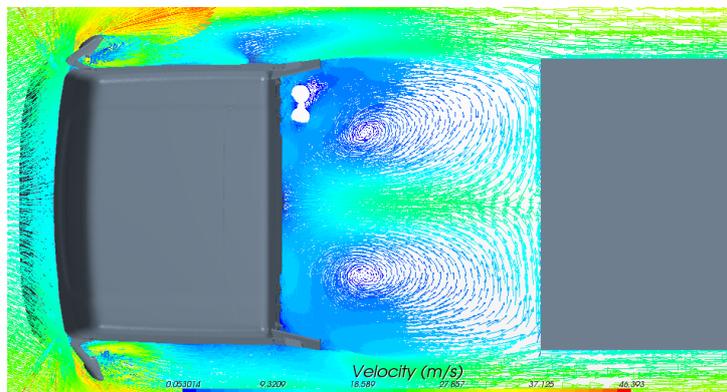
b) 模型 4

图 6  $Y=0$  截面速度流线图

图 6 所示为模型 1 与模型 4 在  $Y=0$  截面速度流线图。从图中可以看出，气流遇到驾驶室阻挡以后产生分离，一部分沿驾驶室向上、经驾驶室顶部向后流动。这部分气流遇到集装箱的阻碍又分为两部分，一部分顺着集装顶部向后流动；另一部分折向下流动，在驾驶室与集装箱之间形成涡流，造成能量损失。模型 1 中集装箱顶部气流与集装箱上端面有明显的分离现象，驾驶室与集装箱之间形成较大涡流。模型 4 中由于顶部导流罩的应用，集装箱顶部气流分离现象得到明显改善，沿集装箱折向下形成涡流的气流明显减小，降低此部分的能量损失。模型 4 中导流罩的应用也明显减小集装箱尾部涡流的产生。



a) 模型 1



b) 模型 4

图 7 Z=1m 截面速度矢量图

图 7 所示为模型 1 与模型 4 在 Z=1m 截面的速度矢量图。从图中可以看出，模型 1 中靠近集装箱前端面部分漩涡相对比较杂乱，漩涡较多，而且气流与集装箱左右两侧面有明显的分离现象，流动比较混乱。模型 4 中由于侧导流罩的应用，气流在集装箱前端面形成相对较规则的漩涡，在集装箱量侧面的流动比较顺畅，分离现象得到明显改善，流经驾驶室侧面玻璃的气流平顺地过渡到集装箱侧壁，减小气流在货箱侧壁产生的涡流，从而降低能量损失。以上特点使本文所设计驾驶室导流罩与侧导流板气动减阻能力达到 30% 左右。

## 4 结论

- 1) 在整车开发过程中，采取空气动力学降阻措施，对整车节能减排起到重要的作用；
- 2) 合理的设计安装驾驶室导流罩及侧导流板能有效地降低重型载货汽车的气动阻力系数，阻力系数降低的程度依赖于所设计的导流罩的形状及结构；
- 3) 合理设计集装箱结构对整车空气动力特性有较大的影响，适当的进行边缘倒圆角及安装

尾部加长板都可有效地降低整车气动阻力系数。

## 5 参考文献

- [1] 傅立敏汽车空气动力学[M] 北京:机械工业出版社 1998
- [2] 刘畅刘方安忠柱汽车空气动力学在重型载货汽车上的新进展拖拉机与农用运输车  
2007 年 10 月第 34 卷第 5 期
- [3] Paul J.Castellucci and KambizSalari Computational Simulation of Tractor-T  
Drag-Reducing Aerodynamic Devices SAE Technical Paper 2005-01-3625 2005