

Study on the Performances of Guide Vane of the Car-Front Windscreen

Li Ouyang, Nan Zhao

School of Automobile Engineering, Wuhan Univ. of Tech., Wuhan, 430070, China

E-mail: ouyangli-002@163.com

Abstract: In this paper, a guide vane is designed in the hood and front windscreen corner. Additionally, both the air flow around the hood and front windscreen corner with and without guide vane are analyzed by using numerical simulation method. The results show that the guide vane can improve the air flow and reduce the air resistance. This is conducive to reducing fuel consumption and saving energy.

Keywords: hood; front windscreen; guide vane; air resistance; energy saving

轿车前风窗气流导向器性能研究

欧阳莉, 赵楠

武汉理工大学汽车工程学院, 武汉 430070

E-mail: ouyangli-002@163.com

摘 要: 本文在轿车发动机罩与前风窗转角处, 设置一平板气流导向器, 并采用数值模拟方法, 模拟分析了设置和未设置气流导向器时, 发动机罩与前风窗转角处的空气流动。结果表明, 气流导向器能够改善空气流动, 降低空气阻力, 从而, 降低燃油消耗, 具有节能的作用。

关键词: 发动机罩, 前风窗, 气流导向器, 空气阻力, 节能

1. 引言

由于世界能源危机和石油价格上涨的现状, 使得改善汽车的燃油经济性成为汽车技术的重要课题之一。特别随着汽车行驶速度的提高, 其气动阻力也相应增大, 而降低气动阻力是改善燃油经济性的重要前提。其中, 降低气动阻力的最重要的途径是改善汽车的外形设计^[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]。据文献资料表明, 傅立敏在某国产轿车的外形空气动力特性分析中, 曾多次进行风洞试验, 证实了发动机罩与风窗玻璃夹角对轿车的空气动力特性有很大的影响^[8]。减小发动机罩和风窗玻璃的夹角, 可使分离线与再附着线靠近, 减小分离区, 降低气动阻力。为了减小发动机罩和风窗玻璃的夹角, 可以增大风窗玻璃的斜度或者增大发动机罩的倾角。但这两种措施都受到限制。第一种措施会造成有限空间的减少, 而且, 当前风窗过分倾斜时会造成外景失真、视野变坏; 第二种措施则又受到发动机尺寸的限制, 基于此, 本文在不改变发动机罩和前风窗倾角的前提下, 在发动机罩与前风窗玻璃转角处, 设置一透明材料的导流器, 并借助数值模拟的方法, 对其导流性能进行了分析。

2. 物理模型

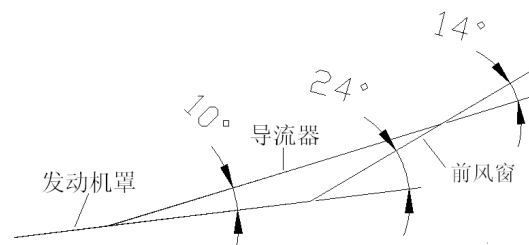


Figure 1 Installation schematic of guide vane
图 1. 导流器安装示意图

本文在发动机罩与前风窗玻璃夹角处设置一平板状气流导向器, 该导流器端部贴合发动机罩和前风窗玻璃, 并与发动机罩形成一定角度, 这样就使得在发动机罩与前风窗玻璃倾角没有发生改变的情况下, 间接地减小发动机罩与前风窗玻璃的夹角, 来改善该处空气的流动, 而且, 由于采用透明材料, 不会影响驾驶员的视野, 其物理模型如图 1。

3. 计算模型

本文在进行数值模拟时, 采用“标准”k-ε模型,

控制方程如下:

$$\text{平均连续方程 } \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = 0$$

平均动量方程

$$\rho \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \rho \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ \mu_e \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) \right\}$$

$$\text{脉动运动方程 } u_i = \bar{u}_i + u'_i$$

k 方程

$$\rho \frac{\partial k}{\partial t} + \rho \bar{u}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + G - \rho \varepsilon$$

ε 方程

$$\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \rho \bar{u}_j \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right) + C_{\varepsilon 1} G \frac{\varepsilon}{k} - \rho C_{\varepsilon 2} \frac{\varepsilon^2}{k}$$

式中

$$G = \mu_t \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} \quad \mu_e = \mu_0 + \mu_t$$

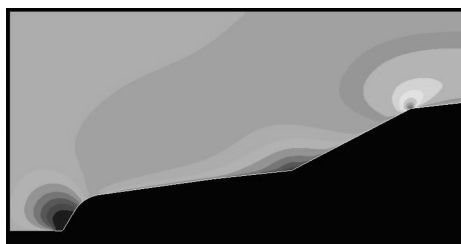
μ_0 为流体粘性系数, μ_t 为涡粘性系数, 满足

$$\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}$$

其常数值为

$$\sigma_k = 1.0, \sigma_\varepsilon = 1.3, C_{\varepsilon 1} = 1.44, C_{\varepsilon 2} = 1.92, C_\mu = 0.99$$

4. 计算结果及分析



(a) Without guild vane
(a) 未装气流导向器

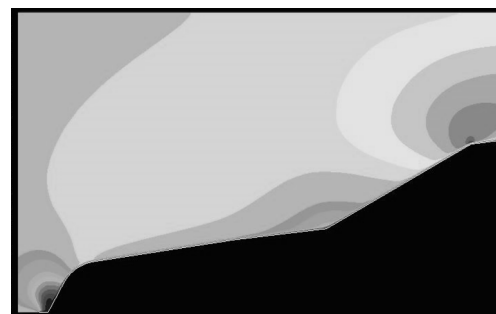


(b) With guild vane
(b) 加装气流导向器

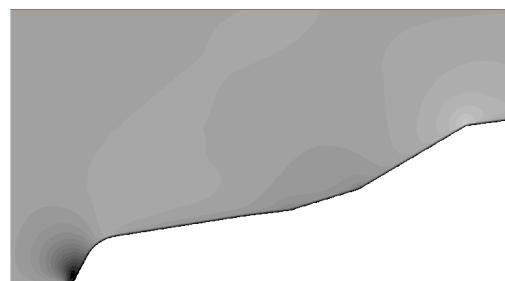
Figure 2 Pressure field
图 2 压力分布

本文在同样的边界条件和计算工况下, 分别对加装和未加装气流导向器时, 发动机罩与前风窗玻璃转角处空气的流动状况进行了模拟计算。

首先, 从压力分布情况来看, 车头部的压力分布变化不大, 这说明在两种情况下, 给定的边界条件和计算工况的一致性, 这有利于两种物理模型的比较。另外, 从图中也看出, 加装气流导向器对轿车头部压力场影响不大。从图 2(a)可进一步看出, 当轿车以一定速度行驶时, 一部分气流在前端受阻, 一部分气流沿发动机罩上行, 并受前风窗玻璃阻挡, 气流在此处形成死水区, 形成正压区, 压力较高, 空气阻力较大。对比图 2(b)可看出, 当设置了气流导向器时, 在发动机罩与前风窗玻璃转角处, 也形成正压区, 但压力分布发生明显变化, 压力降低, 空气阻力下降, 这说明气流导向器具有明显的导流减阻作用。



(a) Without guild vane
(a) 未装气流导向器



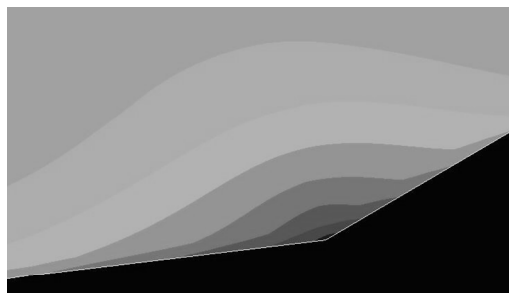
(b) With guild vane
(b) 加装气流导向器

Figure 3 Flow field

图 3 速度分布

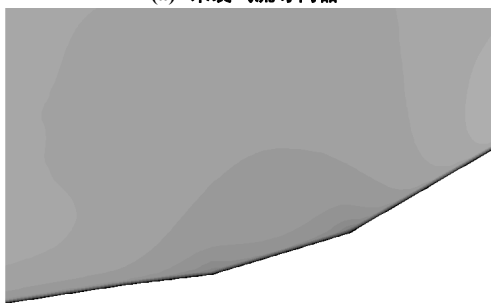
进一步对比分析两种物理模型条件下的速度分布, 可以看到气流导向器带来的风窗与发动机罩部位速度分布的明显变化。从图 3(a)中可看出, 越靠近发动机罩与前风窗玻璃转角处, 速度分布不均匀, 转角处速度较低, 接近为零, 这个结果与压力分布情况一致。而从图 3(b)中可看到, 由于设置了导流板, 使得发动机罩与导流板, 导流板与发动机罩之间形成夹角, 这两个夹角都比发动机罩与前风窗玻璃转角大, 因此间接地改善了发动机罩与前风窗转角小, 空气阻力大的状况, 该处速度分布均匀, 空气流动较顺畅。从下

面的发动机罩与前风窗转角处速度分布局部放大图4(a)和4(b)中,能够更清楚地看到这一结果。



(a) Without guild vane

(a) 未装气流导向器



(b) With guild vane

(b) 加装气流导向器

Figure 4 The local of flow field enlarged

图4 速度分布(局部放大)

5 结论

为了改善发动机罩与前风窗转角处的流动状况,降低该处的空气阻力,本文设计了一种平板导流器,并采用数值模拟的方法,分别计算了设置和未设置导流器时,发动机罩与前风窗转角处的空气流动情况,通过分析比较得出以下结果:

(1) 在发动机罩与前风窗转角处设置导流板,能够改善该处的空气流动状况,使得该处空气流动平顺,能够降低空气阻力,从而,减少轿车燃油消耗量,起

到节能的作用。

(2) 设计中,应根据轿车实际尺寸来确定气流导向器的尺寸,一般情况下,附着于风窗玻璃上的导向器高度为5cm左右,如果采用透明材料制作,不会对驾驶员视野造成影响。

(3) 为了日常的维护,气流导向器可以采用活动安装方式。

(4) 可以将雨刷与气流导向器组合设计,或者将雨刷吊装于前风窗上部,来解决气流导向器的设置对雨刷设置的影响。

References (参考文献)

- [1] LI Jun, DENG Xiaogang, Aerodynamics and automobile modeling [J], *Journal of Yuzhou university (Natural Sciences Edition)*, 2002, 3.
李军, 邓晓刚, 空气动力学与汽车造型, 渝州大学学报 (自然科学版), 2002, 3.
- [2] FU Limin, CAI Guohua, Testing research in wind tunnel for reducing the drag force acting on the home made car [J], *Acta aerodynamica sinica*, 1998, 2.
傅立敏, 蔡国华, 降低国产轿车阻力的风洞试验研究, 空气动力学学报, 1998, 2.
- [3] FU Limin, The effect of the vehicle shape arguments on the aerodynamic characteristics [J], *Journal of Jilin university of technology (Natural Science Edition)*, 1997, 4.
傅立敏, 轿车外形参数对空气动力学特性参数的影响, 吉林工业大学自然科学学报, 1997, 4.
- [4] Jack William, An automotive front-end design approach for improved aerodynamics [J], *SAE paper 850281*, 1985.
- [5] Addel A F, An investigation into aerodynamics of the eternal flow around a bus (Daewoo Model) [J], *SAE paper 962173*, 1996.
- [6] ZHANG Guozhong, LAI Zhenghai, The latest progress in research of automobile aerodynamicist and coachbuilding [J], *Journal of Shenyang university*, 2005, 6.
张国忠, 赖征海, 汽车空气动力学与车身造型研究最新进展, 沈阳大学学报, 2005, 6.
- [7] YE Nanhai, GUO Huixin, Analysis of automobile air resistance [J], *Journal of Changde teachers university*, 2000, 4.
叶南海, 郭惠昕, 汽车空气阻力分析, 常德师范学院学报 (自然科学版), 2000, 4.
- [8] FU Limin, Automobile aerodynamicist [M], Beijing: China Machine Press, 1998.
傅立敏. 汽车空气动力学, 北京: 机械工业出版社, 1998.