

斯太尔邮政车外形结构参数和 气动阻力特性关系的研究

杜广生 赵兰水 王肇杰 刘丽萍 林勤春
(山东工业大学动力系, 济南 250061)

摘 要 通过风洞试验研究了斯太尔邮政车外形结构参数变化时的气动阻力特性; 并对不同型式的导流罩的减阻效果进行了试验研究; 为该车种的变形设计提供了依据。

关键词 邮政车, 气动阻力特性, 导流罩

分类号 O351.2

1 引言

随着国民经济持续高速的发展, 要求邮件的传递速度和效率必须相应提高, 加之高速公路和高等级公路不断建成和投入使用使邮政车的实际运行速度有了较大的提高; 由于其具有较高的厢体, 带来迎风面积大、气动特性和稳定性差的缺点。为了改善斯太尔邮政车的整体性能, 为设计提供依据, 山东工业大学和中国重型汽车公司技术中心联合对该车型结构参数和气动阻力特性之间的关系、不同型号导流罩的减阻效果进行了试验研究, 取得了大量有实际意义的的数据, 对该车种的变型设计具有重要指导价值。

2 试验技术条件

2.1 风洞和试验模型

试验在山东工业大学低速单回流开口风洞中进行, 风洞结构简图如图 1 所示。风洞试验段截面积为 1×1.2 米对称切角矩形截面, 截面积为 1.12 平方米, 稳定风速 $10 \sim 40$ 米/秒, 利用可控硅装置实行无级调节。风洞流场紊流度小于 0.3%; 气流偏角 $\Delta\alpha < \pm 0.028^\circ$, $\Delta\beta < \pm 0.043^\circ$; 速度脉动 $< 0.52\%$; 轴向静压梯度 < 0.00761 /米。由文献 [1]~[3] 知该风洞流场完全可以满足汽车模型试验的要求。

气动阻力的测量采用风洞中原配置的杆式六分量应变天平, 采用水平方式支撑, 这样可利用较大的升力量程支撑模型的重量。模型采用油泥和木材混合结构, 模型比例 1:10。

本文于 1997 年 12 月 26 日收到。

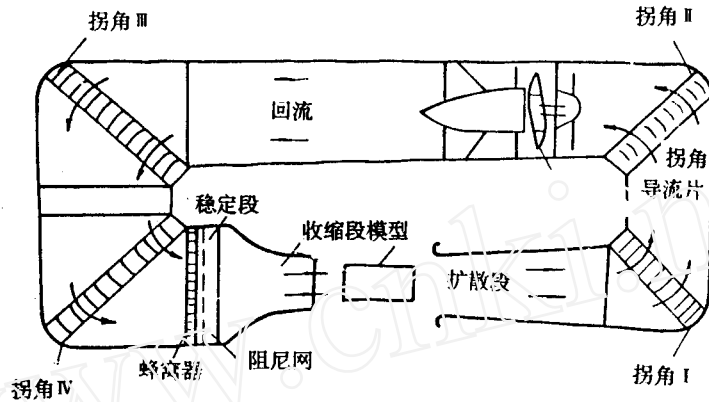


图1 风洞结构简图

2.2 模拟地板

为了模拟地面效应,在模型底部必须设置地板。在进行吹风试验时,气流必然相对地板运动,产生地板边界层,边界层的存在必然影响气动力的测量结果,但当地板上边界层的位移厚度 δ^* 与汽车底面的离地间隙 Δ 之比 $\delta^*/\Delta < 10\%$ 时,边界层的存在将不影响汽车表面的流场和气动力的测量结果^[4]。在本试验中模型后部边界层最厚处 $\delta^* = 3.65$ 毫米, $\delta^*/\Delta = 4.9\%$,故不必额外采用其他措施消除或减弱边界层对气动力的影响。为了尽量减小边界层的影响,地板前缘设计成 30° 锐边形状。地板尺寸按 [1] 的要求设定,在此不再赘述。

2.3 堵塞比

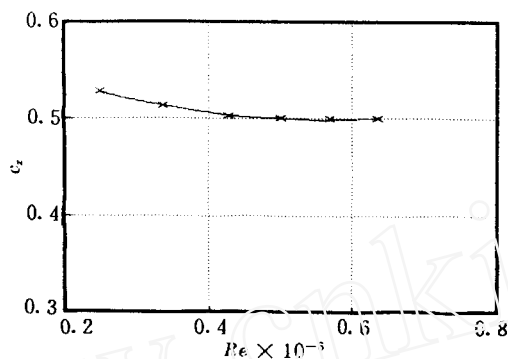
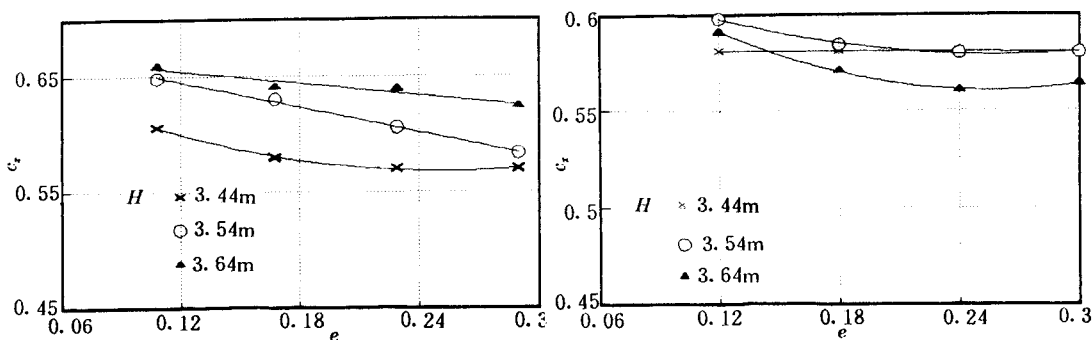
模型迎风面积与试验段截面积之比——堵塞比过大时,将影响气动力的测量精度,对于闭口风洞一般要求堵塞比不大于 5% ,而开口风洞对该值的要求尚无定论,文献 [5] 的研究认为:对于开口风洞,堵塞比在 $3.8\% \sim 12.5\%$ 范围内,所测阻力系数不受堵塞比的影响。

本研究采用 $1:10$ 模型,变换了三种厢体高度,每种厢体高度对应的迎风面积有所不同,堵塞比在 $6.23\% \sim 6.65\%$ 范围内,远小于 12.5% ,故可满足对堵塞比的要求。

2.4 雷诺数 Re

由相似理论知,要使模型的阻力系数和实车的阻力系数相等,就要使模型试验的雷诺数和实车实际运行时的雷诺数相等,对于该型号的邮政车,当其以 80 公里/小时的速度运行时以轴距为特征长度的雷诺数将达到 6.2×10^6 ,在风洞中模拟试验时要达到如此高的雷诺数非常困难,由试验理论知物体的阻力系数和雷诺数的关系曲线上存在一雷诺数的临界值,当雷诺数超过这一数值时,阻力系数不再随雷诺数变化,本试验用增大风速改变雷诺数的方法得到的气动阻力系数 C_x 和 Re 的关系曲线如图 2 所示,由图知当 $Re \geq 0.5 \times 10^6$ 时 C_x 即保持常数,在 40 米/秒 的风速下,以轴距为特征长度的雷诺数将达到 1.15×10^6 ,已很好地处在自准区内,故试验采用 40 米/秒 的风速进行。

3 试验结果及其分析

图2 C_x 和 Re 的关系曲线图3 不同车体高度时 C_x - e 关系 图4 不同车体高度安装导流罩后 C_x - e 关系

3.1 驾驶室和厢体之间的间隙及厢体高度对气动阻力系数的影响

为了给本车型的设计提供依据,对该车型的两个基本结构参数驾驶室和厢体之间的间隙、厢体和驾驶室之间的高度差以及导流罩的型式对气动阻力特性的影响进行了试验研究。

有关研究认为,增大厢体和驾驶室之间的间隙将使气动阻力系数增大,本研究的结果表明不能一概而论。图3是安装宽度相同高度不同的厢体来变化车高 H 、增大间隙时 C_x 的变化情况。由图知,当实际车高为 3.44 米时,随着无量纲间隙 e (间隙/驾驶室长度) 的增大,起初 C_x 逐渐减小, $e = 0.24$ 时达到最小值,随后又呈增大的趋势。当车高 H 为 3.54 米和 3.64 米时。在试验范围内 C_x 随 e 的增大均呈直线下降趋势。

图4为上述三种车高状态下安装导流罩改变 e 时 C_x 的变化趋势。由图知 $H = 3.44$ 米时 C_x 几乎不随 e 变化,当 $H = 3.54$ 米时,起初 e 增大 C_x 减小,但 $e = 0.20$ 时, C_x 亦不再随 e 变化而变化。当 $H = 3.64$ 米时,随着 e 的增大 C_x 先减小后增大,在 $e = 0.24$ 时达到最小值。由三条曲线的整体趋势看,在大高度大间隙时安装导流罩,减阻效果最明显,在 $H = 3.64$ 米、 $e = 0.24$ 时达到最佳匹配状态。因此建议该车型 $H = 3.64$ 米、 e 较大时最好安装导流罩以改善其气动阻力特性。图5为该车型未安装导流罩的原始状态下,当间隙不同时增大厢体高度 C_x 的变化情况,由图知,当 e 分别为 0.12、0.18、和 0.24 时,随着 h/H (h 为驾驶室和厢体的高度

差)的增大 C_x 按直线关系增大。而间隙达到 0.3 时, h/H 在 0.20 ~ 0.30 的范围内, C_x 变化不明显, 随后随 h/H 的增大而明显增大。

由上述知, C_x 和 e 的关系比较复杂。当驾驶室形状不同时 C_x 和 e 呈现出不同关系^[5]。本研究通过安装导流罩改变驾驶室形状研究了 C_x 和 e 之间的关系, 其结果印证了上述结论, 并进一步说明了在不同的厢体高度时 C_x 和 e 的关系亦有所不同。试验过程中用贴丝法进行的表面流场观察的结果还不足以说明 C_x 和 e 之间的复杂关系, 还必须用其它流场显示和测压手段进一步的试验研究。

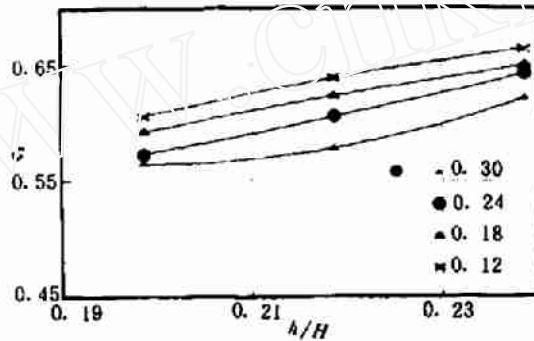


图5 $C_x - h/H$ 曲线

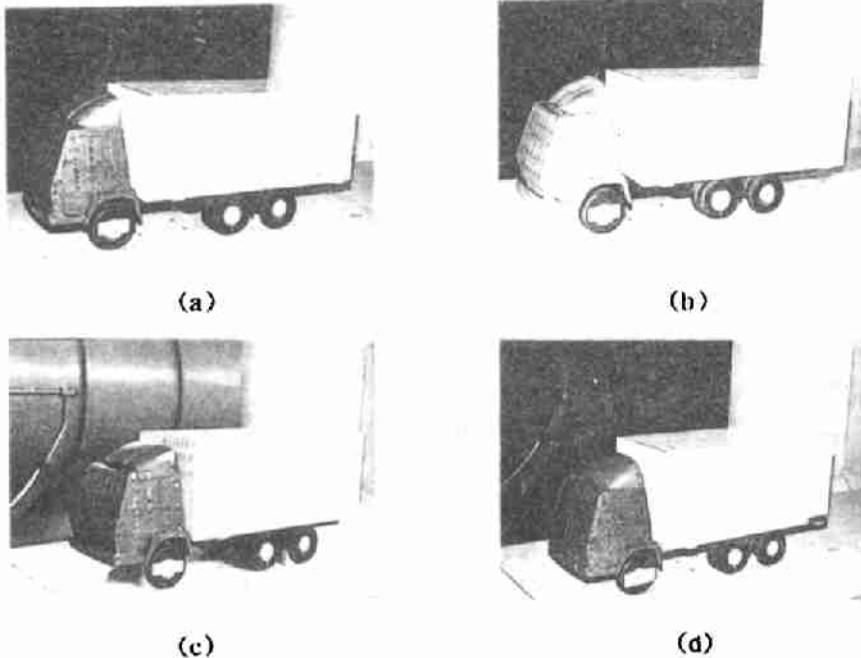


图6 几种型式的导流罩

3.2 导流罩

在汽车驾驶室顶部安装导流罩可疏导气流合理流动,避免气流撞击厢体高出驾驶室迎风面部位和在厢体顶部前上缘形成较大的气流分离区,减小气动阻力^[7],使汽车外形美化。欲在减阻方面获得最佳效果,必须对导流罩形状和安装参数合理设计精心试验。

图6是本研究采用的几种典型的导流罩形状,(a)、(b)为原型设计,(c)、(d)为这两种导流罩多次变形后的形状,试验结果表明,在同样条件下,形状的差异是减阻效果不同的主要原因,如图中(a)型导流罩,在一定条件下看似非常合理,但实际上 C_x 不但没有减小,反而增加了3%,(b)型导流罩显示出同样的倾向。为了进行有目的的修形,试验过程中采用贴丝法进行了流场观察,边试验边修形,最后定形为(c)、(d)两种形状。在一定的安装条件和车型参数时,(c)型可使 C_x 下降5.1%,(d)型下降15.1%,和原型相比其减阻效果分别相差8%和16%,产生这种差异的原因还有待进一步的研究。

由上述知,安装导流罩可明显地降低气动阻力,其最佳效果的产生,必须进行精心的风洞试验,否则可能产生事与愿违的效果。道路试验结果表明,安装减阻效果15%的导流罩的实车,在80公里/小时的车速下,等速百公里油耗下降8%之多,这一结果,验证了风洞试验结果的正确性。

4 结论

在合理设定试验条件下,1米量级航空风洞进行汽车模型试验,完全可以获得可信的试验结果,相对大型风洞可以节省大量试验费用;厢式货车驾驶室和厢体之间的间隙及厢体高度基本结构参数,对气动阻力有显著的影响,安装导流罩可以改变影响的趋势;导流罩这一气动附加装置对降低厢式货车的气动阻力系数效果显著,但必须进行精心的风洞试验,否则可能产生事与愿违的结果。

参 考 文 献

- 1 杜广生. 厢式载货汽车模型风洞试验技术的研究. 汽车技术, 1996, (6): 15-34.
- 2 傅立敏. 关于改造航空风洞为汽车试验风洞的技术探讨. 汽车技术, 1991, (9): 15-19.
- 3 G W Carr. Aerodynamic Testing of Road Vehicles. Test Methods and Preceedures, SAE Technical Information Report J2084, 1991. 01.
- 4 王宏雁等. 汽车风洞边界层修正. 第四届全国工业及车船空气动力学会议论文集, 1997, 10.
- 5 岩本义明等. パン型トラックの空力改善. 自動車技术, 1986. (4).
- 6 今泉哲夫等. トラックの空气抵抗法による关する研究. 自動車研究, 1983, 第五卷第五号.
- 7 杜广生等. 平头厢式货车导流罩(实用新型专利). ZL 95 2 35278. 8.

作者简介

杜广生,男,生于1955年10月,副教授,学士。

Relationship between Shape Parameters and Aerodynamic Resistance Characteristics of STYER Mail Truck

Du Guang-sheng Zhao Lan-shui Wang Zao-jie

Liu Li-ping Lin Qin-chun

(Shandong University of Technology, Jinan 250061)

Abstract In this paper, the aerodynamic resistance characteristics of STYER mail truck with different shape parameters are experimentally studied in a wind tunnel. The effects of different wind deflectors on the resistance reduction are also investigated. The comparison of experimental results with in situ measurements shows the reliability of the wind-tunnel tests. It provides basis for designing this kind of trucks.

Key words mail truck, aerodynamic resistance characteristic, wind deflector.