

厢式货车表面气流流动特性的试验研究

杜广生 王肇杰 刘丽萍 刘奕 林勤春 王继苒

(山东工业大学, 山东济南, 250061)

(山东鲁旋机械厂)

摘要 本文用模型试验方法,在不同车型参数下研究了厢式货车表面局部气流流动特性;揭示出在不同厢体高度和驾驶室与厢体之间间隙时流动特性发生转变的事实,为厢式货车的气动造型设计提供了参考。

关键词 厢式货车; 流动特性; 风洞试验

在已有轿车尾流流谱和厢式货车气动附加装置研究的基础上^[1,2],本文用模型表面测压和烟雾流场显示方法,研究了在不同车型参数下,厢式货车顶面气流流动特性,由试验得出:厢式货车的厢体高度、驾驶室与厢体之间间隙两参数对顶部气流的影响非常显著;在某一匹配状态下,使得驾驶室顶部的旋涡区对厢体产生较好的屏蔽作用,厢体顶部前缘分离区消失,实现产生最小气动阻力的最佳状态。

1 试验内容和技术条件

1.1 试验内容

厢式货车厢体高度、厢体与驾驶室之间间隙等参数,对其阻力特性影响明显,但其影响的内在原因并不明确^[3,4]。为此以 STEYR 邮政车为原型,采用埋管测压法,测量厢式货车模型中心对称面处各点的压强分布,考察当上述二参数变化时,驾驶室表面、厢体的迎风面和顶面的压强变化。为了进行辅助分析,对该模型还进行了烟雾流场显示试验,以期从流动机理上明确气动阻力和无量纲间隙 e (间隙和驾驶室长度之比)、无量纲厢体高度 h (高度差和车体总高之比) 之间的复杂关系。

1.2 试验技术条件

试验在山东工业大学 1.2m 低速、单回流开口风洞中进行,收缩段射流出口为 1m × 1.2m 矩形对称切角截面,截面积 1.12m²,试验段长 2m,紊流度 0.3%,技术指标满足有关试验要求^[5]。堵塞比、雷诺数、地板等有关技术要求按文献[6]设定。试验用二维简化模型按 1 ◇ 10 制作,如图 1.1 所示。

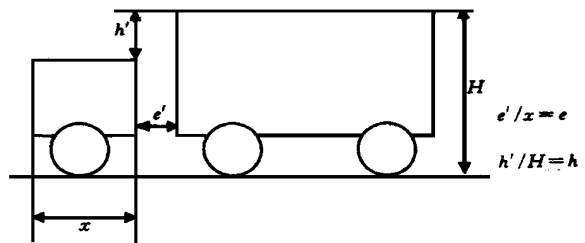


图 1.1 模型示意图

Fig. 1.1 The simplified two-dimensional model

1998年10月收稿,1999年2月定稿。

2 试验结果及其分析

2.1 试验结果

压强的测量采用 3 组每组 18 支的排管,共布置 45 个测点。驾驶室和厢体形成的高度差,使该处压强变化较大,是对阻力特性影响显著的部位,故测点布置较为密集,厢体顶部流场变化不大,测点相对稀疏。试验分别在 30、40m/s 两个风速下进行。试验结果表明两个风速下的数据基本一致。烟雾流场显示试验风速为 18m/s,以照像的方法记录流场图谱。在此风速下试验尽管未进入自准区,但进行模型试验不可能做到流场的完全相似,只能保持模型表面边界层以外的主流场相似,试验结果和测压结果的对照表明,两者较为吻合。

试验共变换 5 个高度和 5 个间隙,无量纲间隙范围为 0.1~0.25,无量纲高度范围为 0.182~0.27,试验共获得 50 组图片和数据。本文只选取了较为典型的部分加以分析。

2.2 试验结果分析

由流场显示图谱和压强测量结果可知,汽车前方来流在驾驶室迎风面上,局部区域滞缓,中部压强较高,在压强差的作用下向底部和顶面分流,上部气流在驾驶室上缘诱发分离,呈现负压。驾驶室后部是一涡流区,呈现负压。在厢体迎风面上形成正压,绕过厢体前缘的气流折转到顶面,形成分离流,呈现负压,由前向后逐渐减弱。

驾驶室前部的正压区内,压强随间隙和高度的变化很小;当间隙和高度变化时该处流谱几乎没有发生变化。因此可以认为高度和间隙不会对驾驶室正面的流场和压强构成大的影响。

驾驶室顶部的压强随着间隙和高度的增大,均呈减小的趋势,但变化幅度较小。由流谱图知,驾驶室顶部完全淹没在旋涡区内,区的大小随间隙的变化不明显;在一定的间隙内,随着厢体高度增大呈现先减小后增大的趋势。

驾驶室后部的尾涡区,在 $0.18 < h < 0.21$ 范围内,该负压随着间隙增大而减小;在 $0.21 < h < 0.27$ 范围内,其负压随间隙增大而明显增强。在不同的间隙下变化高度 h 时,其负压均随高度的增大而有所减小。

驾驶室顶部旋涡区压强测量结果表明,在测点布置区域内,旋涡区均呈现正压,随着间隙增大,正压有所减小,变化不明显;但随着厢体高度的增大,该处压强的变化呈现先增大后减小的趋势。为了便于分析,将同一高度相对厢体顶端测点上的压强系数 C_p 与无量纲高度 L 的关系示于图 2.1 中(--- $h = 0.27$; -◇- $h = 0.25$; -□- $h = 0.23$; - - $h = 0.21$; -▽- $h = 0.18$),由图看出,在一定的间隙下,高度 h 在 0.182~0.23 范围内,厢体前部压强系数 C_p 随着 h 的增大而增大;当 $h = 0.23$ 时,达到最大值,随后开始减小。对照流谱图可以看出,当 $h = 0.23$ 时,随着

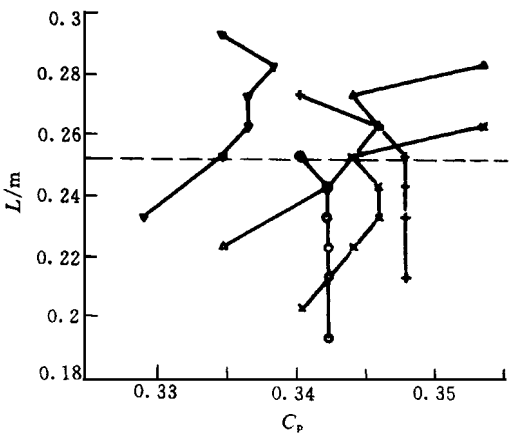


图 2.1 厢体迎风面上的等高点的压强变化
Fig. 2.1 Pressure change at a certain height in the front side of van

厢体高度增大,驾驶室顶部旋涡区的大小变化不明显,使沿该旋涡区上边界流来的气流撞击在厢体高出驾驶室的部分,动能转化为压力能,故压强增大;当 $h > 0.23$ 时,使得驾驶室顶部的旋涡区变大,一直延伸到厢体迎风面,使旋涡内的负压影响厢体迎风面正压区内的压强,它随 h 增大而减小。

厢体顶部靠近前缘部分压强测量结果表明,从前缘往后负压逐渐减弱,在前缘处最大,压强分布曲线在厢体中部变得平坦。当厢体高度在 $h = 0.182 \sim 0.23$ 时,随着间隙的增大,该区内的负压明显减弱;当 $h = 0.25$ 时,压强随间隙变化的幅度很小。在一定间隙下变化厢体高度,该处负压呈现先减小,后增大,再减小的趋势。

3 结论

(1) 测压和流场显示的结果表明,间隙和高度的变化,都会对厢式货车表面流场产生影响。在一定间隙下,有一最佳高度;在一定高度下,有一最佳间隙。

(2) 在一定匹配值之下,厢体高度和驾驶室顶部诱发的旋涡区后边界的高度相当,这时前方来流正好在厢体顶缘附着,不发生气流分离,此时驾驶室顶部的旋涡区起着导流罩的作用,出现最小阻力的流动机制。

(3) 在最佳匹配的基础上,如果增大间隙,将使流过驾驶室顶部的气流向下偏斜,使厢体迎风面上的正压增强,厢体顶部的旋涡强度增大,能量耗散增大,气动阻力也会增大。同样,在一定的匹配值之下变化厢体高度,也会产生上述相应的变化。

(4) 试验表明,驾驶室正面的流场和压强场受间隙和高度的影响不明显。

上述分析是对方形驾驶室的厢式货车而言,对于流线形驾驶室或已加了气动减阻装置的厢式货车则另当别论,但上述结果仍有一定的借鉴作用。

参考文献

- 1 青木清平等. 车体后部形状变化に伴う空力特性の数値流体解析. いすゞ技報 第 92 号
- 2 杜广生等. 改善 STEYR 系列厢式货车气动阻力特性的风洞试验研究. 兵工学报, 1997, (4)
- 3 岩本義明等. パン型トラックの空力改善. 自動車技術, 1986, (4)
- 4 杜广生等. STEYR991 邮政车空气阻力特性的风洞试验研究. 实验力学, 1996, 11 (增刊)
- 5 Carr G N. Aerodynamic testing of road vehicles. Test Methods and Procedures SAE Technical Report J2084, 1991. 1
- 6 杜广生等. 厢式载货汽车模型风洞试验技术的研究. 汽车技术, 1996, (6)

EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE FLOW CHARACTERISTICS OF THE SURFACE OF BOX TYPE CARGO VEHICLES

Du Guangsheng Wang Zhaojie Liu Liping Liu Yi Lin Qinchun

(Shandong University of Technology, Jinan, 250061)

Wang Jiran

(Luxuan Mechanical Factory of Shandong)

Abstract Using experimental models flow characteristics of the air-flow along the surface of box-cargo vehicles are studied with various vehicle styles. The fact that the flow characteristics change under different height of the compartment as well as the distance between the driving-room and the compartment has been revealed. It is useful in the aerodynamic modeling design of box-cargo vehicles.

Key words box-cargo vehicle, flow characteristics, wind tunnel experiment