

Research on the Influence of Wind on Truck Driving Safety in Canyon Bridge Section

Hongwei Zhang

Hebei University of Engineering, Handan, Hebei, 056000, China

Abstract

The bridge, tunnel and bridge section of mountainous expressway, the terrain is complex, the environmental conditions are changeable, the traffic flow speed is unstable, and the traffic safety problem is increasingly prominent, which has a great impact on the expressway traffic operation environment. When cars pass through highly variable roads such as canyons or mountain passes, wind speeds tend to reach about 10 times the surrounding wind speed, creating strong artificial gusts. Canyon winds have a larger impact on large buses and trucks. This is because these vehicles have a higher center of gravity and a larger transverse surface area. When a car is driving out of the tunnel or toward a windy bridge or a high embankment, it will often suddenly encounter a strong crosswind, which is not conducive to driving safety.

Keywords

bridge; traffic safety; pneumatic characteristics

风对峡谷桥梁段货车行车安全影响的研究

张宏韡

河北工程大学, 中国 · 河北 邯郸 056000

摘 要

山区高速公路桥隧桥梁路段, 地形复杂, 环境条件多变, 交通流速度不稳定, 其交通安全问题日益突出, 对高速公路交通运行环境造成很大的影响。当汽车穿过峡谷或山口等地形变化较大的道路时, 风速往往会达到周围风速的10倍左右, 从而形成强烈的人工阵风。峡谷风对大型巴士和卡车的影响更大。这是因为这些车辆的重心较高, 横向表面积较大。汽车在驶出隧道或驶向风吹过的桥梁或高路堤时, 往往会突然遭遇强劲的侧风, 不利于行车安全。

关键词

桥梁; 行车安全; 气动特性

1 引言

论文以行驶于山区高速公路上桥隧桥梁段上的货车为研究对象, 采用 GAMBIT 软件建立简化模型。流场计算域定为: 距模型中心 500m 的正方体。

2 风环境对峡谷桥隧桥梁段行车安全影响研究

2.1 建立峡谷桥隧桥梁段模型

由于桥梁高度为 50m, 设置梯度风随高度变化, 速度入口最小风速为 2.44m/s, 随着高度增大, 最大风速为 25.63m/s。本研究以中国一汽解放 J7 重卡为研究对象, 计算模型按 1 : 1 尺寸建立, 车身尺寸为 16.5×2.55×4m。利用 GAMBIT 建立三维立体模型, 忽略车身上存在的如后视镜等的细小部件。整个流场区域选择空间四面体形式, 采用

非结构网格对其进行划分, 为了保证可以使用计算机来计算数据, 网格数量在 2000 万左右, 流场网格在模型周围加密, 远离模型网格逐渐变稀疏, 如图 1-1 所示。

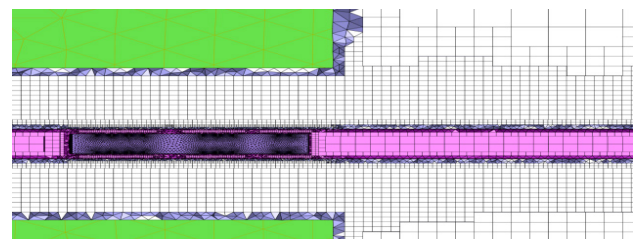


图 1 货车模型及网格

2.2 峡谷间距对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

只改变峡谷间距的工况下, 峡谷桥隧桥梁段货车行车时的六分力系数及行车压力云图。

六分力系数分析见图 2。

【作者简介】张宏韡 (1999-), 男, 中国山西晋中人, 硕士, 从事交通运输、公路运输、汽车工程研究。

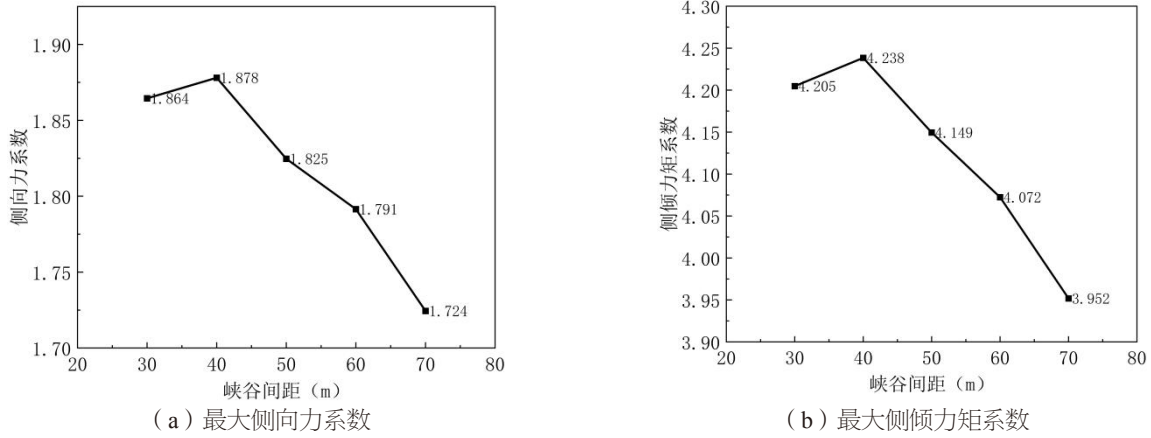


图2 只改变峡谷间距时货车行车六分力系数

由图2分析货车处于不同峡谷间距下的最大六分力系数可知,间距越小,货车的最大侧向力系数和最大侧倾力矩系数越大,但30m峡谷间距的最大侧向力系数和最大侧倾力矩系数均小于40m峡谷间距。

货车行驶在不同峡谷间距下,货车车身表面压力分布通常相同,且车身最大压力随着峡谷间距的增加而增加。侧风会在车辆前部产生一个压力增大区,随着前部压力的增大,压力增大区不断向后延伸。因此,左侧的压力作用点靠近车身前部。而且由于风区中心前后货车的形状不同,会产生相对于形心有一定距离的风压中心,当风压中心在前侧,会迫使货车转向轮向顺风向偏移,当在后侧会迫使货车转向轮向逆风向偏移^[1]。

2.3 车速对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

本节只改变货车车速的工况下,峡谷桥隧桥梁段货车行车时的六分力系数及行车压力云二研究工况,分析货车处于不同车速下的最大六分力系数可知,随着货车车速的增大,货车的最大侧向力系数、最大阻力系数、最大侧倾力矩系数、最大升力系数、最大横摆力矩系数全都增大,唯有最大纵倾力矩系数在货车车速降为40km/h时,快速减小至5.2左右。

同货车行驶在不同峡谷间距的工况一样,货车车身表面压力分布相同,但车身最大压力随着货车车速的增加而增加,最大压力出现在车前部。当货车车速增加时,车辆前部压力增大,且压力增大区不断向后延伸。因此,左侧的压力作用点靠近车身前部。

2.3.1 风向角对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

本节只改变来流风风向角,得到峡谷桥隧桥梁段货车行车时的六分力系数及行车压力云图。

分析图3可知,当来流风风向角为垂直于货车前进方向时,货车承受最大六分力系数。当风向角变化为 $\pm 15^\circ$ 时,货车所受的六分力系数变化极小,六分力曲线与 0° 风向角时基本一致,但当风向角向 $\pm 60^\circ$ 逐渐发展时,货车所受的六分力逐渐减小,且变化程度随着角度变化越大而越大,当风向角为 $\pm 60^\circ$ 时,货车的六分力系数到达最小值。

当来流风风向角从 0° 到 -60° 变化时,车辆前部压力减小,且在 0° 到 -45° 区间内明显减小,但从 -45° 到 -60° 区间内,车前部压力变化极小,这是由于来流风风向角为 -60° 时,流经峡谷桥梁段的风被峡谷两侧山体阻挡;当来流风风向角从 0° 到 60° 变化时,车辆前部压力也在减小,但在 15° 时车前部压力达到最大值。

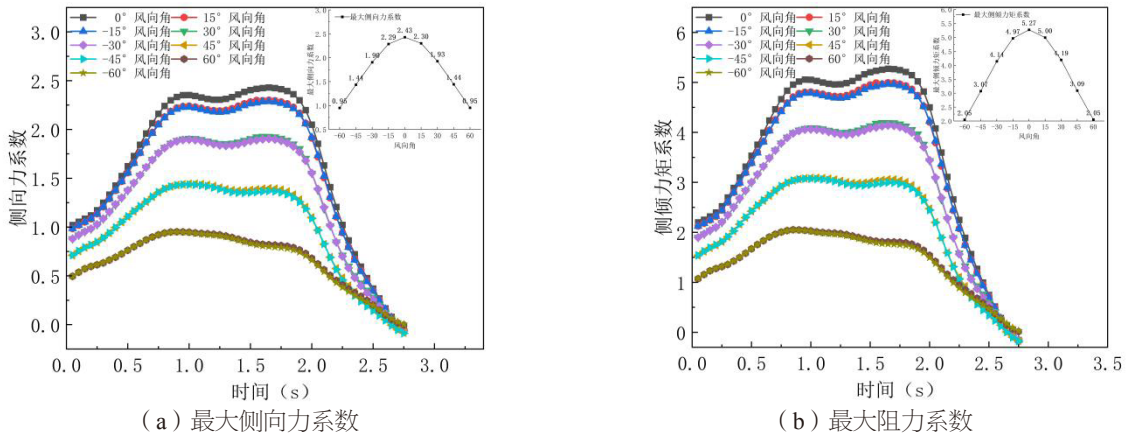


图3 只改变来流风风向角时货车行车六分力系数

2.3.2 风攻角对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

本节只改变来流风风攻角,得到峡谷桥隧桥梁段货车行车时的六分力系数及行车压力云图。

当来流风风攻角从 -15° 到 0° 变化时,车辆前部压力增大;当来流风风攻角从 0° 到 15° 变化时,车辆前部压力逐渐增大,在 15° 时车前部压力达到最大值,这是由于来流风风攻角为 15° 时,来流风流经峡谷时被峡谷加速,且由于山体上窄下粗,来流风的风攻角逐渐增大时,受到的阻碍越来越小,所以流速更大,货车行车过程中所受风荷载更大^[2,3]。

2.4 并行、会车状态对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

本节只改货车行车状态,得到峡谷桥隧桥梁段货车行车时的六分力系数及行车压力云图。

2.4.1 双车并行、会车

当双车接近时,在靠近风速入口一侧的车辆车身受到的压力较大,不利于行车安全;当两车基本重合时,每辆货车的气动效应进一步复杂,湍流动能更大,能量消耗增加,两辆货车的内侧压力进一步减小,车前涡流收敛至最小,车尾倒涡发展至最大;而当两车逐渐远离时,两车内侧涡流和车前涡流逐渐增大,车尾倒涡逐渐减小并消失。

当货车处于双车并行状态时,两辆货车的最大阻力系数和最大纵倾力矩系数变化趋势与单车状态相似,但速度入口侧的货车侧向力系数、升力系数和侧倾力矩系数均大于单车状态,压力出口侧货车的数值小于单车状态。

当货车处于双车会车状态时,侧向力系数侧倾力矩系数在双车在驶出隧道时出现波峰,在双车接近时剧烈下降,当两车基本重合时下降至最小值,而当两车逐渐远离时又陡然上升,出现一个波峰。

2.4.2 超车状态对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

当速度入口侧货车车速 80km/h ,压力出口侧货车车速 40km/h 时,在超车前,前车迎风侧受到的压力较大,货车前部与背风侧有两个明显的涡流,随着货车逐渐驶出隧道,车前部的涡流向货车背风侧发展,而背风侧的涡流向货车尾部发展,不利于行车安全;在超车时,前车迎风面受到的压力减小,背风侧的负压逐渐增大,后车压力分布与单车状态相似,背风侧的涡流,逐渐从车头向车尾发展,并与前车的尾涡相互影响,湍流动能更大,不利于行车安全。

当速度入口侧货车车速 80km/h ,压力出口侧货车车速 40km/h 时,侧向力系数和侧倾力矩系数均大于单车状态,同时由于压力出口侧货车所受风荷载大部分被速度入口侧货车阻挡,所以其安全性更大。

3 结论

①峡谷间距越小,货车的最大侧向力系数和最大侧倾力矩系数越大;货车车速越大,货车的六分力越大,最大纵倾力矩系数在货车以 50km/h 以上车速行驶时均为 6.2 左右,唯有货车车速为 40km/h 时快速减小至 5.2 。

②当来流风风向角为垂直于货车前进方向时,货车承受最大六分力系数。当风向角变化为 $\pm 15^\circ$ 时,货车所受的六分力系数变化极小,六分力曲线与 0° 风向角时基本一致,但当风向角向 $\pm 60^\circ$ 逐渐发展时,货车所受的六分力逐渐减小;当风攻角由 0° 向 15° 发展时,货车所受的六分力逐渐减小,且变化程度随着角度变化越大而越大,当风攻角由 0° 向 15° 发展时,货车的六分力系数逐渐增大,其最大侧向力系数、最大阻力系数、最大侧倾力矩系数、最大横摆力矩系数在风攻角为 15° 时达到最大值;而最大升力系数和最大纵倾力矩系数在风攻角为 10° 时达到最大值。

③并行状态下两辆货车的最大阻力系数和最大纵倾力矩系数变化趋势与单车状态相似,但速度入口侧的货车数值大于单车状态,压力出口侧货车的数值小于单车状态

④当货车处于双车会车状态时,侧向力系数侧倾力矩系数在双车在驶出隧道时出现波峰,在双车接近时剧烈下降,当两车基本重合时下降至最小值,而当两车逐渐远离时又陡然上升。

⑤货车处于超车状态,当速度入口侧货车车速 80km/h ,压力出口侧货车车速 40km/h 时,侧向力系数和侧倾力矩系数均大于单车状态,同时由于压力出口侧货车所受风荷载大部分被速度入口侧货车阻挡,所以其安全性更大。

参考文献

- [1] 王露.风环境下山区高速公路峡谷桥梁段行车安全影响研究[D].西安:长安大学,2014.
- [2] 吴远栋.高速公路隧道火灾应急救援研究[J].消防界(电子版),2021,7(11):43-45.
- [3] 杨海波.基于空气动力学的汽车行驶安全性研究[D].成都:西华大学,2009.