

基于VISSIM仿真的地下道路匝道合流区安全分析

祁文洋

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 为了评价苏州独墅湖通道大纵坡接小半径地下匝道及合流区的道路安全水平,基于VISSIM仿真模拟搭建模型,针对大纵坡接小半径地下匝道及合流区的道路安全进行仿真研究,并提出对应的安全等级及特征。结果表明:随着交通量的增加,车均延误和排队长度均呈增大;在匝道线形受限条件下,合流区仍然具有较好的通行水平,且交通流处于稳定状态,说明合流区的安全状况良好。

关键词: 地下快速路;交织区;交通运行特性;VISSIM仿真

中图分类号: U491.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)01-0033-03

Safety Analysis of Ramp Confluence Area of Underground Road Based on VISSIM Simulation

QI Wenyang

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: In order to evaluate the road safety of underground ramp and confluence area with large longitudinal slope plus small radius in Dushuhe Passageway in Suzhou, VISSIM simulation is based to build the model for its simulation research. And the corresponding safety level and characteristics are put forward. The results show that with the increase of traffic volume, the average delay and queue length of vehicles increase. Under the condition of limited ramp alignment, the confluence area still has a good traffic level and the traffic flow is still in a stable state, which shows that the safety situation of confluence area is good.

Keywords: underground expressway; interweaving area; traffic operation characteristics; VISSIM simulation

0 引言

VISSIM软件由是德国PTV公司开发的用于对道路交通进行微观仿真分析的工具。在地下道路匝道中,合流区的存在一定程度上增大了交通安全风险,影响了道路的通行能力。崔欣宇等^[1]对比不同参数敏感性的分析方法并综合实验结果,从车辆运行的特征角度解释了不同流量状态下、不同指标的参数敏感性结果。李妙晗等^[2]利用VISSIM软件建立了道路衔接段长度的设计优化计算模型,可对衔接段的交通流进行仿真模拟,并将输出指标进行比较。聂欣月等^[3]以道路合流区为例,给出了面向VISSIM仿真平台的仿真参数取值区间,为其他道路交通设施的仿真研究

提供了参考。贺少松等^[4]基于VISSIM仿真平台,采用正交试验的研究方法,研究了异质微观驾驶行为对合流区车流的影响。孙泰屹^[5]利用公式推导、实测、VISSIM建模等三种优化方法,拟合推导出了利用高架桥桥墩所在的中央隔离带在交叉口处增设左转车道的长度与通行能力变化的函数关系。明小松^[6]运用VISSIM软件分别模拟了不同形式的合流区在不同几何条件与交通流条件下的交通流运行状况。

可见,已有不少研究利用VISSIM软件对快速路及其合流区进行了仿真分析,然而关于地下快速路的交通运行状态的相关研究仍然较少。本文利用VISSIM软件针对大纵坡接小半径地下匝道及合流区的道路安全进行仿真研究,并提出对应的安全等级及特征。

1 工程背景

工程项目为穿越独墅湖的新建隧道工程,涉及

收稿日期: 2024-01-30

基金项目: 苏州市住房和城乡建设局科研项目(苏住建科(2018)7号)

作者简介: 祁文洋(1985—),男,工学博士,高级工程师,从事道路交通科研工作。

吴中区与工业园区。项目总长为3.93 km,交通建设规模为双向6车道,主线设计速度为50 km/h,匝道为30 km/h。其中NE匝道纵坡的最大坡度在5%左右,坡长约380 m;NE匝道纵坡底部接的圆曲线半径为175 m,在NE匝道与S1匝道合流处,容易令人在此产生“左进”的错觉,如图1、图2所示。



图1 项目所在位置

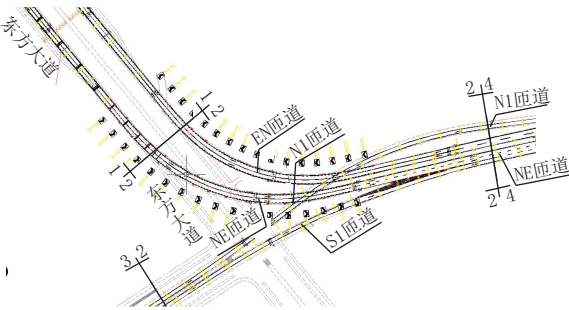


图2 NE匝道和S1匝道合流处平面图

由于城市的跨江、跨湖通道在规划时受到连接线、构筑物与湖泊等限制,在NE匝道路段中存在大纵坡与小半径曲线等极限线形以及NE匝道与S1匝道的合流区等问题。

2 VISSIM建模与分析

2.1 仿真建模

建立VISSIM模型首先应对道路的实际运行数据进行采集,并利用采集的数据对仿真模型参数进行标定,这是仿真最为关键的一步。因为只有越接近真实情况的仿真模型才能输出更为接近真实情况的数据,才能更为准确地反映出真实的道路运行状况^[7]。

仿真对象为S1匝道和NE匝道的连接部,其道路几何数据如表1所列,预测的交通流量如表2所列。采用大型货车:大型客车=1:3的比例进行交通模拟。

路径仿真是指对象车道上的交通流轨迹,涵盖了正常行驶情况下的轨迹以及车道变换时的轨迹。对其中采用连接器描述车道变换时的轨迹进行仿真,路径仿真结果如图3、图4所示,其中红色线表示连接器、蓝色线为车道设置线。限速设置如表3

表1 项目道路的几何线形参数

路段	长度/m	终点桩号	线形	坡度/%
NE	25	NE K0+430	直线段	-5
	60	NE K0+490	缓和曲线	-5
	20	NE K0+510	圆曲线 R=175 m	-5
	115	NE K0+625	圆曲线 R=175 m	-2
	60	NE K0+685	缓和曲线	-2
	32	NE K0+717	直线段	-2
S1	125	S1 K0+325	圆曲线 R=800 m	-1
	30	S1 K0+355	圆曲线 R=800 m	-2
主线	78	NE K0+795	直线段	-2
	180	S1 K0+600	直线段	-2
	60	S1 K0+415	缓和曲线	-2
	185	S1 K0+600	直线段	0

表2 当前及未来预测交通量 单位:pcu/h

名称	当前	10 a后	20 a后
S1匝道	740	1 227	1 495
NE匝道	1 974	2 799	3 299

所示。

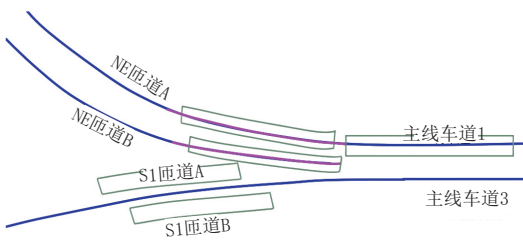


图3 匝道入口连接部仿真路径

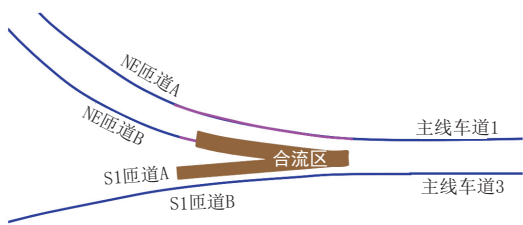


图4 匝道入口连接部冲突区示意图

表3 仿真模型中的各车道限速表

车道	限速设置	限速说明
NE匝道	小车:45~50 km/h 公交车/卡车:40~45 km/h	S1匝道设计速度为30 km/h, NE匝道设计速度为50 km/h, 小车速度快于大车
S1匝道	小车:30~35 km/h 公交车/卡车:25~30 km/h	
主线车道	小车:40~45 km/h 公交车:30~35 km/h	主线设计速度为50 km/h,在合流区由于冲突集中,速度减慢

由图3、图4可见,NE匝道B车道在经过渐变段后进入主线车道,与S1匝道形成合流区。可通过在NE匝道、S1匝道上设置检测器,来测定由于合流区

的车辆而产生的交通冲突从而导致的车辆排队长度及车辆延误情况。

2.2 仿真分析

通过仿真可见,合流区的交通流属于紊流状态,其仿真场景如图 5 所示。

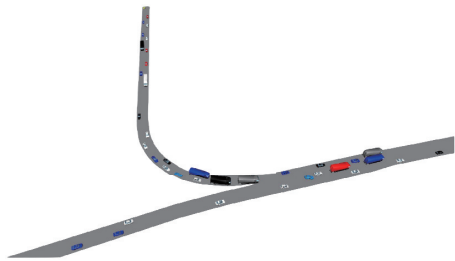


图5 合流区仿真场景

驶入的车辆从入口匝道连接段的外侧车道行驶至内侧,寻找接入主线的空隙;NE 匝道 B 车道会受到车辆并入的干扰,如 S1 匝道 A 车道上行驶的车辆在汇入过程中交通流向 NE 匝道,再向 B 车道接近,致使 NE 匝道上的交通流产生一定程度紊乱;S1 匝道 A 车道上的车辆在看到匝道入口时,开始变道至外侧的 S1 匝道 B 车道,从而使得该车道上的车流量增大。

在连接段处,随着车辆的驶入,S1 匝道 A 车道的车流量增大,同时由于内侧车道的车辆进一步汇入外侧车道,S1 匝道的两个车道上的车流量均呈增大趋势,其中内侧车道的车流量大于外侧车道。

进入主线段后,主线上三个车道的车流均逐渐增加,且三个车道上的车流量将逐渐接近,最终趋于平衡。

仿真分析所得指标如表 4 所示。可以看出,随着交通量的增加,S1 匝道与 NE 匝道的车均延误和车辆排队长度均呈增大趋势;且与 NE 匝道相比,由于受到 NE 匝道接入合流区的影响,S1 匝道的车均延误和排队长度均较大。

表 4 VISSIM 仿真结果

年份		当前	10 a 后	20 a 后
S1 匝道	车均延误/s	4.2	5.9	7.2
	平均排队长度/m	0.7	2.1	2.4
	最大排队长度/m	13.1	20.9	22.7
NE 匝道	车均延误/s	2.7	5.3	5.6
	平均排队长度/m	0.08	1.7	1.9
	最大排队长度/m	9.3	15.2	17.8

采用明小松^[6]设计的灰色聚类方法,计算得到各指标的安全等级划分阈值(聚类估计值)如表 5 所列。依据表 4 计算的聚类估计值如表 6 所列。

表 5 安全等级划分标准

安全等级	车均延误/s	平均排队长度/m	最大排队长度/m
A	≤0.015	≤0.036	≤0.023
B	≤0.028	≤0.1565	≤0.067
C	≤0.045	≤0.177	≤0.157
D	≤0.063	≤0.234	≤0.356

表 5 中的安全等级表示:A 级为交通流处于自由流状态;B 级为交通流处于稳定状态,存在一定交通冲突;C 级为交通流处于稳定状态,但交通冲突明显增加,整体运行效率降低;D 级为交通流处于不稳定状态,交通冲突急剧增加。

表 6 交通安全评价等级

年限	车均延误/s	平均排队长度/m	最大排队长度/m
当前	0.018	0.012	0.034
10 a 后	0.023	0.073	0.051
20 a 后	0.029	0.091	0.061

由表 5 和表 6 可知,S1 匝道和 NE 匝道合流区的安全等级为 B。具体表现为:随着道路主线或匝道上交通量的增加,道路主线可提供的空间降低,而匝道上车辆流入所需的空間却增大,因此两者间存在一定的矛盾;这一矛盾使得道路主线的车辆需要通过加、减速或换道等方式消除合流车辆的扰动,使得车辆间扰动和冲突增多;但由于交通流仍处于稳定状态,可认为合流区的运行状况良好。

3 结 语

该文针对 S1 匝道和 NE 匝道的入口连接部,通过 VISSIM 软件建模,根据预测的交通数据,分析计算了车均延误、平均排队长度、最大排队长度三个指标,根据仿真分析可得出如下结论。

(1)随着交通量增加,S1 匝道与 NE 匝道的车均延误和排队长度均呈增大;且与 NE 匝道相比,由于受到 NE 匝道接入交织区的影响,S1 匝道的车均延误和排队长度均较大。

(2)通过灰度聚类计算,在匝道线形受限的条件下,合流区仍具有较好的通行水平(安全等级 B 级),即交通流仍处于稳定状态;虽然车辆间仍存在一定的扰动和交通冲突,但总体可认为合流区安全状况良好。

(3)还需进一步开展的研究:考虑不同车辆组成及车辆运行速度对地下道路合流区交通运行特性的影响。