

基于运行速度的互通立交出口匝道设计 适应性评价研究

虞秋富

(中国公路工程咨询集团有限公司,北京市 100097)

摘 要: 为了打破仅以设计速度作为互通匝道设计依据的传统设计理念,引入运行速度模型,利用汽车行驶中的横向力系数大小对汽车行驶状态进行科学评价,对大货车和小客车在出口匝道的行驶状态分别评价,从而为互通立交出口匝道设计提供参考依据。

关键词: 出口匝道;运行速度;横向力系数;适应性评价

中图分类号: U412.35 + 2

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2021)10-0040-03

0 引 言

互通立交作为高速公路的重要节点,出口匝道更是车辆驶离高速的必经之路,也往往是交通事故频发的黑点。驾驶员需要在出口处根据道路状况与周边环境频繁变化车速,而出口匝道的设计过程通常采用固定的设计速度,因此有必要运用运行速度对出口匝道进行适应性评价,以保证匝道指标的科学合理,降低交通事故发生的风险。

近年来,诸多专家学者逐渐意识到互通立交出口匝道的重要性,对其开展了深入研究。张弛^[1]等重点研究了互通式立交单车道出口小客车运行速度模型,通过回归分析及显著性检验建立了的运行速度回归模型。严考权^[2]对互通式立交客货分离的货车专用匝道几何设计指标进行了研究,通过建立车辆动力模型、采用 Trucksim 进行仿真实验,提出了货车专用匝道在一般地区和积雪冰冻地区行驶条件下的平、纵、横几何设计指标。

本文引入运行速度模型,利用汽车行驶中的横向力系数大小对汽车行驶状态进行评价。为互通立交出口匝道设计提供参考依据。

1 运行速度预测模型及评价标准

1.1 运行速度预测模型

运行速度预测模型的准确性直接影响到互通匝

道线形及超高设计,我国诸多专家学者对运行速度进行了大量研究,并出版了《公路项目安全性评价规范》(JTG B05—2015),本文互通立交出口匝道运行速度预测采用规范中的预测模型^[3]如下:

曲中点小客车前半段上坡:

$$v_{middle} = -244.123 + 0.6v_{in} + 40 \ln(R_{now} + 500) - \frac{(600 - R_{now})(i_1 - 3)}{600} - 0.324i_2$$

曲中点大货车前半段上坡:

$$v_{middle} = -80.179 + 0.7v_{in} + 15 \ln(R_{now} + 250) - \frac{1.2(600 - R_{now})(i_1 - 2)}{600} - 0.106i_2$$

曲中点小客车前半段下坡:

$$v_{middle} = -244.123 + 0.6v_{in} + 40 \ln(R_{now} + 500) - \frac{0.6R_{now}(i_1 + 3)}{600} - 0.324i_2$$

曲中点大货车前半段下坡:

$$v_{middle} = -80.179 + 0.7v_{in} + 15 \ln(R_{now} + 250) - \frac{0.8R_{now}(i_1 + 2)}{600} - 0.106i_2$$

曲线出口后半段小客车上坡:

$$v_{out} = -183.092 + 0.7v_{middle} + 30 \ln(R_{front} + 500) - \frac{1.2(600 - R_{now})(i_1 - 3)}{600} - 0.324i_3$$

曲线出口后半段大货车上坡:

$$v_{out} = -53.453 + 0.8v_{middle} + 10 \ln(R_{front} + 250) - \frac{1.5(600 - R_{now})(i_2 - 3)}{600} - 0.106i_3$$

曲线出口后半段小客车下坡:

$$v_{out} = -183.092 + 0.7v_{middle} + 30 \ln(R_{front} + 500)$$

收稿日期: 2021-02-24

作者简介: 虞秋富(1988—),男,硕士,工程师,从事路线及路线交叉设计工作。

$$-\frac{0.8R_{\text{now}}(i_1+2)}{600}-0.324i_3$$

曲线出口后半段大货车下坡:

$$v_{\text{out}} = -53.453 + 0.8v_{\text{middle}} + 10 \ln(R_{\text{front}} + 250)$$

$$-\frac{R_{\text{now}}(i_2+2)}{600}-0.106i_3$$

式中: v_{in} 为曲线入口的运行速度, km/h; v_{middle} 为曲中点的运行速度, km/h; v_{out} 为曲线出口的运行速度, km/h; R_{now} 为当前所在曲线半径, m; R_{front} 为即将驶入的曲线半径, m; i_1 为曲线为弯坡组合中点前坡, %; i_2 为曲线为弯坡组合中点后坡, %; i_3 为曲线为弯坡组合前方的纵坡, %。

1.2 出口匝道适应性评价标准

车辆在圆曲线上行驶时, 同时由重力、支撑力、摩擦力共同作用的合力提供向心力, 根据物理学受力平衡条件可以推导出半径与超高、速度、横向力系数之间关系如下:

$$R = \frac{V^2}{127(\mu + i_y)} \quad (1)$$

式中: R 为圆曲线半径, m; V 为运行速度, km/h; i_y 为路拱横坡, %; μ 为横向力系数。

由式(1)可推导出超高计算公式:

$$\mu = \frac{V^2}{127R} - i_y \quad (2)$$

横向力系数 μ 的大小既要考虑路面与轮胎之间的摩擦系数, 还要考虑驾乘人员的承受能力和舒适感, 据试验, 乘客的心理随 μ 的变化如下^[4]:

当 $\mu < 0.10$ 时, 感觉不到曲线存在, 很平稳;

当 $\mu = 0.15$ 时, 稍感觉到曲线存在, 尚平稳;

当 $\mu < 0.20$ 时, 已感觉到曲线存在, 稍感不稳定;

当 $\mu = 0.35$ 时, 感觉到曲线存在, 不平稳;

当 $\mu > 0.40$ 时, 很不平稳, 车辆存在倾覆的危险。

据此, 提出匝道指标评价分级标准, 见表 1。

表 1 匝道指标评价标准

取值范围	评价等级	评价结果
$\mu < 0.15$	A	匝道指标优良
$0.15 \leq \mu < 0.20$	B	匝道指标较好, 局部位于此区间可以接受, 大部分位于此区间需要优化设计
$0.20 \leq \mu$	C	指标较差, 行车不舒适, 需要优化设计

2 出口匝道适应性评价

2.1 出口匝道运行速度预测

互通式立体交叉的形式多种多样, 根据出口匝道的线形指标高低可将互通立交的出口匝道形式大致可分为两大类^[5]: 环形出口匝道和直连式出口匝

道。环形匝道线形指标普遍偏低, 车辆的运行速度低, 而直连式匝道的指标较高, 车辆的运行速度高。以 G85 银川昆明高速某互通方案为例, 该互通方案一采用 A 形单喇叭, 方案二采用 B 形单喇叭, 见图 1、图 2。

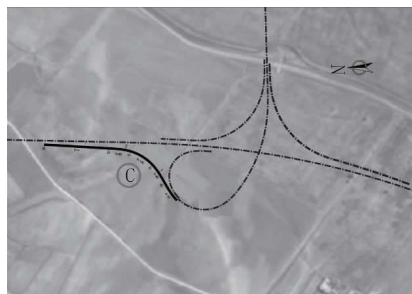


图 1 A 形单喇叭互通直连式出口匝道



图 2 B 形单喇叭互通环形出口匝道

该项目主线设计速度 100 km/h, 匝道设计速度统一采用 40 km/h, 匝道超高依据《公路立体交叉设计细则》(JTG/T D21—2014) 设计, 依据运行速度预测模型得到匝道的运行速度、超高与平曲线对应关系见图 3、图 4。

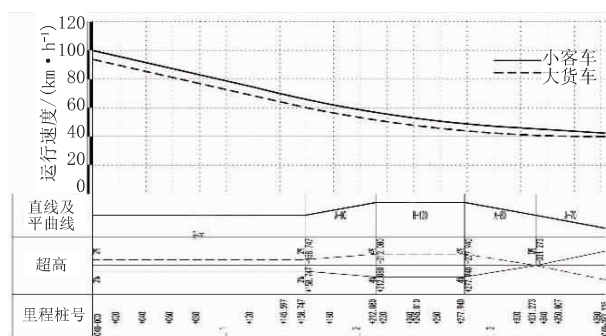


图 3 直连式出口匝道运行速度预测结果

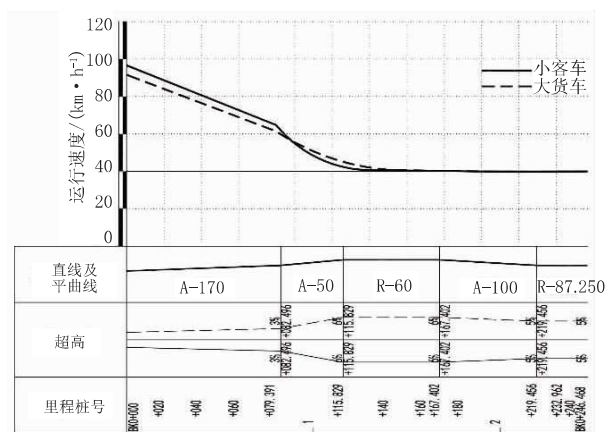


图 4 环形出口匝道运行速度预测结果

由图3、图4互通出口匝道运行速度预测结果可以看出:A形单喇叭互通直连式出口匝道大货车运行速度普遍低于小客车运行速度,由于该匝道平面指标高,小客车的运行速度大于设计速度40 km/h,大货车的运行速度与设计速度接近;B形单喇叭互通环形出口匝道由于平曲线半径小,大货车与小客车运行速度均接近40 km/h,但是大货车减速的距离明显高于小客车。

2.2 互通出口匝道适应性评价

由于互通立交的出口减速车道线形与主线一致或相近,线形指标高,车辆可以保持匀减速过程,而过了分流鼻端后的出口匝道线形指标低,车辆容易在减速过程出现刹车不及时、车速过快等安全隐患,本文重点分析分流鼻端之后的匝道部分。

根据图3、图4中车辆运行速度预测结果,可求出车辆在出口匝道行驶时横向力系数 μ ,分别对小客车和大货车行驶状态进行评价分析,结果见图5、图6和表2。对于直接式出口匝道,大货车与小客车横向力系数 μ 基本一致,且均小于0.2,有12%的段落为B级,其余88%段落均为A级,说明匝道指标良好;环形出口匝道小客车评价结果中A级占78.95%,B级占21.05%,无C级,但是环形出口匝道大货车评价结果中A级仅占31.58%,B级占26.32%,C级占42.11%。可见大货车行车安全隐患较大,因此需对其进行优化设计。

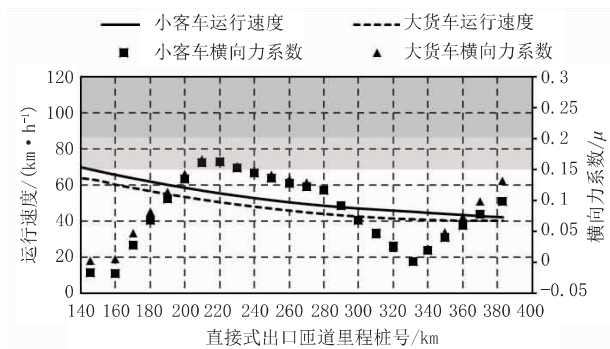


图5 直连式出口匝道指标评价结果

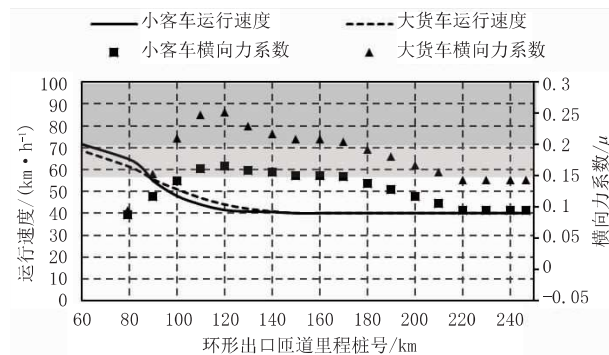


图6 环形出口匝道指标评价结果

表2 匝道指标评价结果

级别	直接式出口匝道		环形出口匝道	
	小客车	大货车	小客车	大货车
A	88.00%	88.00%	78.95%	31.58%
B	12.00%	12.00%	21.05%	26.32%
C	0.00%	0.00%	0.00%	42.11%

6 结论

该文提出了软土地区深基坑有限元反演计算方法,依据较早工况的基坑监测数据反演土层参数,经上述分析,得出以下结论:

(1)根据运行速度理论对出口匝道进行评价更加切合实际;

(2)直接式出口匝道小客车与大货车评价结果接近,且评价结果较好,安全隐患较低;

(3)环形出口匝道小客车与大货车评价结果相差较大,且大货车评价结果较差,说明大货车在环形出口匝道行驶安全隐患较大;

(4)互通设计时出口匝道尽量避免采用匝道的行驶,如必需采用,环形出口匝道设计完成后应加强安全性评价工作,必要时应重新优化设计。

参考文献:

- [1] 张弛, 闫晓敏, 李小伟, 等. 互通式立交单车道出口小客车运行速度模型[J]. 中国公路学报, 2017(6): 279-286.
- [2] 严考权. 客货分离的互通式立交货车专用匝道几何设计指标研究[D]. 陕西西安: 长安大学, 2019.
- [3] JTG B05—2015, 公路项目安全性评价规范[S].
- [4] 杨春风, 欧阳建湘, 韩宝睿. 道路勘测设计[M]. 北京: 人民交通出版社, 2008.
- [5] JTG/T D21—2014, 公路立体交叉设计细则[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴, 为您提供平台, 携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com