

城郊干道设计阶段安评重点及方法总结

杜律律

(上海璟竑交通科技发展有限公司,上海市 200092)

摘要: 随着经济快速发展,城市路网不断扩展,使得城市周边道路功能不断完善逐渐发展成为兼具公路和城市道路功能的城郊干道。为进一步提升城郊干道的交通安全水平,完善和细化城郊干道的交通安全评价工作,首先从规范角度分析总结城郊干道安全性评价的主要内容和评价方法,然后以张家港市某城市快速路与地面一级公路相结合的城郊干道为例,结合设计方案评价和分析设计阶段安全性评价需要关注的重点,并提出针对性的改善措施,为城郊干道交通安全评价工作提供一些经验总结和技术参考。

关键词: 交通安全评价;城郊干道;评价内容和方法;设计阶段

中图分类号: U411

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)06-0061-05

0 引言

近些年,随着经济快速发展,城市路网逐渐向周边扩散,多数城市因用地受限采用在既有道路基础上改造扩建,通过新建高架桥的方式形成上下双层交通或加宽既有道路,使道路兼具公路和城市道路功能。常见的城市高架桥功能定位一般为快速路,在城乡结合部往往会出现城市快速路与干线公路组合的交通体系,这种方式虽然能够较大程度缓解交压力,但也带来了交通安全冲突。交通冲突或事故的发生受多种因素影响,其中驾驶人员为主观因素,道路设计的规范性和安全性为客观因素。在实际交通安全管理过程中,由于驾驶人员安全意识的参差不齐,道路管理者往往通过设置被动安全防护措施来减少事故伤害;相反,当道路具备较高的设计指标时,其自身安全系数也会大大提升。

相较于国外对公路交通安全的研究,我国公路安全研究起步较晚。自2004年至今,经相关学者的研究和总结,我国交通管理部门相继发布了《公路项目安全性评价指南》、《公路安全生命防护工程实施技术指南》、《公路项目安全性评价规范》、《公路项目安全性评价规程》、《城郊干道交通安全评价指南》等与交通安全评价相关的指导性文件。

本文首先基于现行的安全性评价规范和指南提供的评价方法进行总结和分析,着重从交通安全的

角度出发,针对性的提出城郊干道安全性评价的重点。最后以张家港市某城郊干道为例,分析其交通安全水平并提出针对性的安全提升措施。

1 安全性评价主要内容及评价方法

1.1 技术路线

结合现行的安评工作指导文件及笔者多年的工作经验,设计阶段的安全性评价工作包括资料收集、总体交通安全特征分析和主体工程评价,对于有特殊要求的工程项目,可进行现场踏勘。安全性评价工作的目的是要诊断出道路设计的缺陷和安全隐患,并提出安全提升改善措施。安全性评价技术路线见图1。

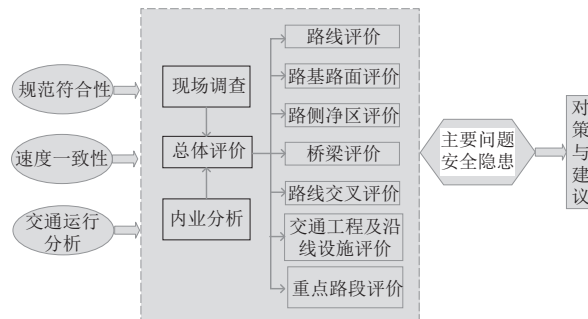


图1 安全性评价技术路线图

1.2 运行速度预测与评价

现阶段实际工作中,设计人员及安全评价工作人员主要使用纬地公路路线安全分析系统(HintSF)和基于《规范》^[1]运行速度计算模型开发的软件系统进行速度预测。在设计阶段,影响车辆预测运行速度的主要因素包括互通、隧道、平面交叉口和路侧干扰等。

收稿日期: 2023-07-04

作者简介: 杜律律(1991—),女,学士,工程师,从事交通工程及道路安全评价工作。

运行速度的评价主要分析小型车和大型车在相邻减速路段的运行速度协调性和小型车预测运行速度与设计速度协调性。协调性核查标准以《规范》^[1]规定为主要依据。

1.3 运行速度预测与评价

道路线形设计主要包括平面、纵断面和横断面线形设计。在安全性评价过程中,主要采取运行速度预测结果对线形指标的设计值依照规范要求值进行核查分析。其中,平纵面线形视距及平面超高设计往往是需要重点关注的评价内容,也是需要进行计算的内容。

道路实际提供的行车视距主要与路线线形、路侧横净距相关^[3],利用横净距发计算的提供停车视距较其他方法计算的停车视距更严谨。而纵断面视距核查往往采用《道路勘测设计》中提供的计算方法。平纵面视距示意图 2,视距计算公式见表 1。

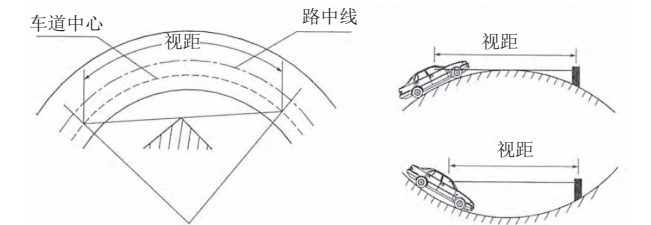


图 2 公路平面视距和纵面视距示意图

表 1 视距计算方法及计算公式

视距	计算公式 1	计算公式 2
平曲线	$m=R\left[1-\cos\left(\frac{28.65S}{R}\right)\right]$	$S=R\times\arccos\left(1-\frac{m}{R}\right)/28.65$
凸曲线	当曲线长度大于等于 S 时: $L_{\text{计算}}\geq\frac{S^2\omega}{2(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2})^2}$	当曲线长度小于等于 S 时: $L_{\text{计算}}\geq 2S\frac{2(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2})^2}{\omega}$
凹曲线	当曲线长度大于等于 S 时: $L\geq\frac{S^2\omega}{2(h+S\tan\delta)}=\frac{S^2\omega}{1.5+0.0524S}$	当曲线长度小于等于 S 时: $L\geq 2\left(S-\frac{0.75+0.026S}{\omega}\right)$

注:m 为所需横净距(m);R 为内车道中线处的曲线半径(m);S 为小客车或货车的相对停车视距;L 为计算竖曲线长度(m);h₁ 为驾驶员视线高,小型车取 1.2 m,货车取 2.0 m;h₂ 为障碍物高度,计算停车视距时,取物高 0.1 m;计算会车、超车视距时取标准车高度 0.6 m。

在圆曲线半径不变的前提下,根据汽车在曲线上行驶受力的平衡方程,当 $0.5\times\frac{v_{85}^2}{127R}$ 时,按照

$i=\frac{v_{85}^2}{127R}-\mu$ 计算,否则,按照 $i=0.5\times\frac{v_{85}^2}{127R}$ 计算。

式中:R 为圆曲线半径,m;V 为设计速度,km/h;μ 为横向力系数;i 为超高横坡度。

《规范》^[1]中给出了不同设计速度下,横向力系数

最大采用值,见表 2。

表 2 设计速度与横向力系数关系表

设计速度 / (km·h ⁻¹)	120	100	80	60	40	30	20
横向力系数 μ	0.10	0.12	0.13	0.15	0.15	0.16	0.17

1.4 路基路面评价

路基路面的核查重点包括路面结构、排水系统的评价。特别是城市快速路高架桥与桥下等级公路相结合的城郊干道,需要重点关注上下空间排水系统的结合。

1.5 路基路面评价

路侧安全净空区是指与行车道毗邻的区域。当车辆偏离车道行驶时,安全净空区能为操作失误或操作错误的驾驶员提供安全返回正常车道或减轻事故严重程度的功能。路侧净区宽度分为计算净区宽度和实际净区宽度。由于我国受到用地限制等原因,实际净区有可能不能满足计算净区的要求。当条件不具备时,评价重点在于核查净区内障碍物处置是否科学合理。路侧净区的核查方法比较常用的为现行《规范》^[1]中提供的方法。根据道路交通量和车辆速度得出计算路侧净区宽度,并与实际路侧净区宽度相比较。

1.6 桥梁评价

桥梁在公路工程和城市快速路上都是常见且必不可少的结构物,安全性评价过程中除了核查分析桥梁段运行速度协调性、桥头横断面过渡及桥面铺装抗滑性能外,还需要重点核查桥梁的排水能力及桥梁墩柱对桥下通车道路的通视性影响。特别是在城市快速路高架桥下的道路交叉口段,桥梁墩柱对车辆驾驶员的视距影响较为明显。

1.7 路线交叉评价

在安全性评价工作中,路线交叉通常包括互通式立体交叉和平面交叉。

(1)互通式立体交叉

在设计阶段,互通式立体交叉的评价内容主要集中在规范的符合性核查,包括设置间距、变速车道长度、出入口形式、出口匝道分流鼻端位置等。而对于立交选址及型式,则需要综合分析交叉道路交通量、线形条件、地形地势等。

(2)平面交叉

平面交叉口设置于地面等级公路上,实际安平工作过程中除了按照规范要求核查交叉口间距、线形设计指标、交叉角度及拓宽车道长度等,还需要结

合交叉口的交通量和交叉形式重点分析交通冲突和交叉口视距以及交叉口交通管理方式的合理性。

(3) 匝道出入口与平面交叉口

在城市快速路高架桥与地面等级公路相结合的交通系统中,上下空间之间往往通过出入口匝道相连,因此出入口匝道距离平面交叉的距离是影响交通安全及车辆排队长度的主要指标。实际设计工作中往往参考规范建议长度取值,对道路转向交通量、地面交叉口的控制方式、人行过街需求的综合考虑不够全面,会导致设计长度不满足车辆交织需求的情况。因此,在近些年设计工作及评价工作过程中,针对较复杂的交通系统,交通仿真和模拟的技术起到了较明显的辅助评价作用。

1.8 交通安全及沿线设施评价

交通安全设施主要评价内容包括道路沿线交通标志标线系统、防护及诱导设施、防眩设置以及沿线服务设施,如服务区、停车区、收费站等。对于交通工程及沿线设施的评价,实际评价工作过程中主要核查规范符合性及布设的合理性,评价内容量大且繁杂,需要评价人员具备较丰富的工作经验和专业知识。

2 城郊干道安全性评价实例

张家港市某快速化改造工程在现有地面一级公路的基础上建设城市快速高架桥,实现快速化通行,解决沿线交通压力。项目建成后,地面一级公路和地上城市快速路均为双向六车道,新建城市道路设计速度为 80 km/h,既有地面一级公路设计速度 100 km/h。交通组成中小客车占比超过 80%,客货交通量差异大,评价路段内既有地面公路现状交通量 62 447 pcu/d,预测特征年交通量达 81 064 pcu/d,交通量大。沿线地面平面交叉口共计 9 处,地面道路与城市快速路高架桥之间共设置 5 组连接匝道,为便于交通流转换,有 3 组设置在距离平面交叉口较近的位置。

本文以城市快速路与地面一级公路结合的城郊干道为例,在具体的评价过程中提出针对性的安全改善技术措施。

2.1 线形指标

评价案例中城市快速高架路及地面一级公路线形指标设计见表 3。

结合路线评价内容及方法,可知该项目路线设计指标合理,满足相关规范要求。对于地面一级公路

表 3 路线设计指标一览表

项目		规范建议值	采用值
设计速度/(km·h ⁻¹)		80	80
圆曲线半径最小值/m		400	400
缓和曲线最小长度/m		140	140
竖曲线半径最小值/m	凸形	一般值 4 500	地面 6 100
		极限值 3 000	高架 6 300
	凹形	一般值 3 000	地面 12 000
		极限值 2 000	高架 8 233
纵坡/%	最大纵坡	4	地面 1.68 高架 1.85
	最小纵坡	0.3	地面 0.04 高架 0.5

最小纵坡小于规范建议值的情况,是大多数改建公路项目较为常见的问题之一,主要因为实际工程中会考虑最大程度利用老路,通常这些路段也出现超高及合成坡度较小的现象,对路面排水不利,需要重点关注。

2.2 路基路面

通过对该项目地面及高架排水系统的核查,发现地面一级公路存在超高缓和过渡段合成坡度小于 0.5% 的路段,需加强综合排水措施。而对于高架与地面一级公路的综合排水系统,地面雨水通过路面雨水口收集后进入雨水排水系统;高架桥面雨水接引至地面后排入地面道路雨水排水系统,满足要求。

2.3 路侧净区

对于城郊干道而言,路侧干扰因素主要是行人和非机动车。该项目地面一级公路路侧设有非机动车道和人行道,完善的交通安全措施是降低路侧行人与非机动车影响的直接方式,常见的措施是设置隔离栏,主要设置在机动车道与非机动车道之间。

2.4 桥梁

该项目桥梁评价着重核查分析主线桥及匝道桥桥墩对桥下车辆交通安全的影响。发现的普遍问题为高架桥下车辆左转视距受桥梁墩柱遮挡明显,实际工程设计过程中常通过设置防撞护栏来隔离桥墩和机动车辆,同时在桥下平面交叉口处采取交通信号灯控制,确保交通安全性。

2.5 路线交叉

该项目将城市快速路高架桥出入口匝道与地面一级公路平面交叉口的间距作为评价工作的重点。经核查设计方案,该项目高架桥出入口与地面平面交叉间距设计值均大于 150 m^[4-5],满足规范要求。本文结合工程项目特点及交通量资料,采用 VISSIM 交

通仿真手段辅助验证设计方案的合理性及交通安全性。

2.5.1 仿真参数确定

本文取其中一处平面交叉口所在路段处城市快速路出口匝道坡脚至平面交叉口的距离作为仿真路段,仿真路段上交通量及交通组成见表4、表5。

表4 仿真路段预测交通量 单位:pcu/d

交通量	年份				
	2020	2025	2030	2035	2040
AADT	30 125	38 375	47 117	56 150	65 600

表5 仿真路段交通组 单位:%

年份	车型					
	小客	大客	小货	中货	大货	汽车列车
2025	77.09	3.41	5.06	3.94	5.64	4.86
2030	78.14	3.16	4.69	3.7	5.25	5.06
2035	79.19	2.91	4.32	3.46	4.88	5.24
2040	80.24	2.66	3.96	3.22	4.51	5.41

为辅助验证设计方案的合理性及交通安全性,本次仿真采用建成通车年(2025年)预测交通量进行仿真。仿真中交通量输入见表6。

表6 仿真交通量输入 单位:veh/h

年份	小客	大客	小货	中货	大货	汽车列车
2025	1 540	34	76	41	35	26

2.5.2 仿真方案

结合设计方案,此次仅针对城市快速路出口匝道车辆和地面平面交叉口右转车辆的交通状态进行仿真分析。借此辅助验证设计方案是否能够满足交通需求。仿真方案车道分布见图3。

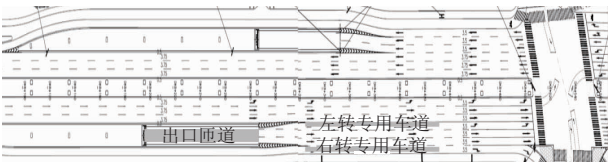


图3 匝道坡脚至交叉口停止线车道分布示意图

2.5.3 仿真过程

(1)建立路网

按照项目设计资料所提供的交通组织方案、车道宽度、车道数量、设计速度等信息,在仿真软件中建立仿真路段,见图4。

(2)车辆输入与路径选择

车辆输入参数设置分为两部分内容:首先按照预测的车型比例,在仿真软件中设置车辆组成参数;

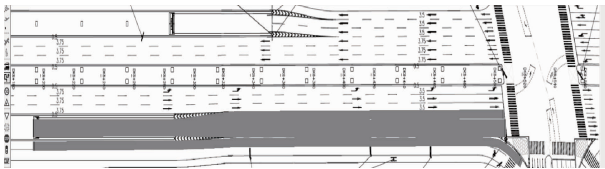


图4 路网建立

再按照预测交通量设置各方向车辆行驶路径和相应的交通量比例;见图5至图7。

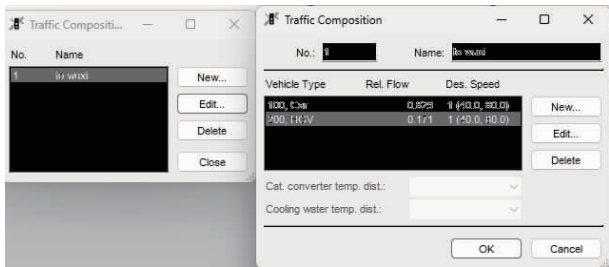


图5 车辆组成参数的设置

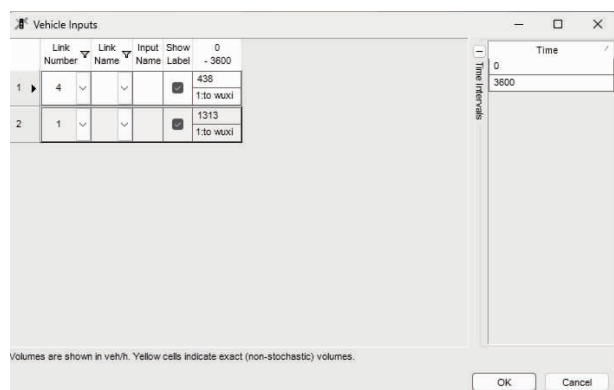
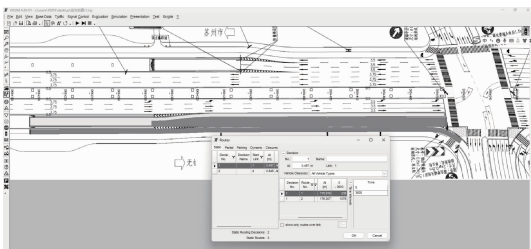
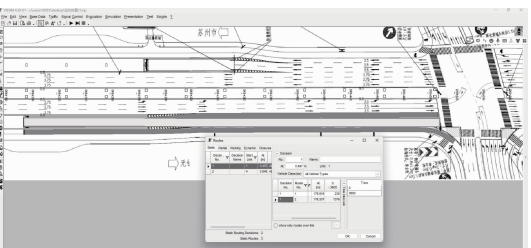


图6 2025年车辆输入



(a)左转车辆路径



(b)直行车辆路径

图7 路径选择和交通量分配

(3)检测器设置

为了进行车辆在交织段通行效率和安全性的比较,需要设置检测器以收集城市快速路出口匝道坡脚至交叉口范围内的仿真结果。一般采用 Data collection point 及 Time travel section 两种检测器。

(4) 仿真结果

仿真结果存放在 .mes、.rsz、.vlz 等后缀的文件中。可通过分析仿真结果中车辆排队长度、延误时间、车道占有率等指标来判断车辆交织段的通行能力及服务水平;同时也可以根据 3D 仿真视频观察车辆运行状态等。

结合本次交通仿真结果可发现,因项目沿线交通量较大,1 h 仿真时间内,车辆受交叉口信号灯控制影响,随着车流不断的进入交叉口,车辆排队长度受红灯时长影响较明显(见图 8)。仿真实验中信号配时方案绿灯时长设置在 27~30 s,仿真结果显示车辆排队长度较长,甚至在出口匝道上也会出现车辆排队。因此,在后续运营过程中,需在城市快速路进出口匝道连接的交叉口采取适合的信号灯配时方案。

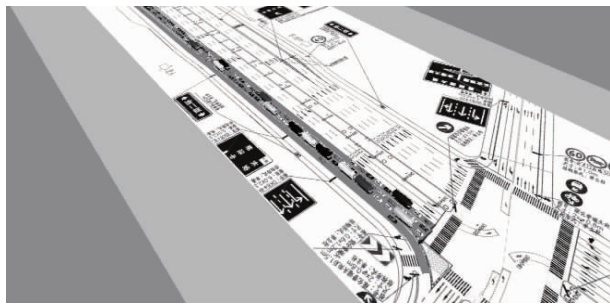


图 8 红灯期间出口匝道坡脚至交叉口车辆排队

综上所述,根据 Vissim 交通仿真能够直观地反应处设计方案的可行性,该项目设计方案合理,但后续需要加强交叉口信号灯控制方案的设计。

2.6 交通安全设施

在城市快速路与一级公路组合的城郊干道交通安全设施评价中,地面一级公路安全设施与地上城市快速路安全设施是相互独立布设的,仅在快速路高架桥出入口处设置相关联的指路标志。

评价过程中根据该项目交通安全设施设计图纸,结合笔者多年安评工作经验,提出以下几个方面安全改善和优化建议。

2.6.1 地面一级公路

(1)完善合流警告标志的布设,主要位置在主辅路合流点前考虑增设。

(2)完善禁令标志的设置,如交叉口处减速让行标志;减速让行标志与减速让行标线应配合设置。

(3)指路标志应充分结合道路实际情况布设,地面交通系统复杂,设计人非通道等,建议优化完善人非通道相关指路标志的设置。

(4)结合地面道路设计标准补充完善交通标线

的设计尺寸。

(5)地面道路拼宽部分、上下高架匝道桥处交叉口拓宽段存在机动车与非机动车并行段,建议增设机非分隔栏。

(6)完善主线限速方案,如主线合流点后缺少主线限速标志的,应完善设置。

2.6.2 城市高架快速路

(1)建议在下高架匝道出口坡脚处反向设置禁止驶入标志,禁止地面车辆反向驶入高架。

(2)建议按照规范要求选出口预告标志的计算基准点。

(3)需考虑沿线声屏障的布设,结合《环评报告》评价结果综合考虑。

(4)对于上跨桥或天桥,需考虑布设防落物网。

(5)加强快速路出口分级限速标志的设置,对出口匝道过渡段上的限速标志增设“匝道”辅助标志。

3 结 语

本文以张家港市某城郊干道改造工程为例,对城市快速高架桥与地面等级公路相结合的城郊干道交通体系的安全性评价工作进行系统的总结和分析。对同行业类似工程项目的交通安全评价提供学习和参考。本文总结主要结论如下。

(1)根据规范要求采用预测运行速度对设计指标进行核查,对满足设计速度但不满足运行速度要求的指标,进一步核查可优化空间及设计方案采取的安全措施。

(2)评价工作过程中针对评价的重点需采用计算或借助仿真手段辅助验证评价结论的可靠性。

(3)交通安全设施评价过程中,需从不同使用者角度综合进行评价,针对交通标志、标线、防护和隔离设置等提出针对性建议。

参考文献:

- [1] JTG B05—2015,公路项目安全性评价规范[S].
- [2] GB/T37458—2019,城郊干道交通安全评价指南[S].
- [3] 黎建敏,普毅,徐才坚,等.基于横净距计算视距条件的匝道最小圆曲线半径要求[J].公路交通科技(应用技术版),2020,16(4):144-146.
- [4] JTG 2112—2021,城镇化地区公路工程技术标准[S].
- [5] CJJ 129—2009,城市快速路设计规程[S].
- [6] 钟小明,贾嘉,刘慧波,等.加强公路安全性评价提升交通安全精细化水平[J].交通智库之声,2022(19):15.
- [7] 楼栋,吴飞军.城郊结合部干道功能研究[J].山西科技,2009(6):80-81,83.