

宽容性理念在城市道路设计中的应用探讨

赵聪霄, 龚华凤, 周约珥, 刘 庆, 肖 洁

(林同棧国际工程咨询(中国)有限公司, 重庆市 401121)

摘 要: 宽容性设计理念崇尚以人为本的道路容错、纠错功能,多用于高速公路路侧带的设计。而针对城市道路涵盖的交叉口、标志标线、防撞护栏及施工安全等多个方面的宽容性设计,日前国内的研究比较有限。为此,通过分析我国城市道路的设计现状,分别按城市道路施工区、城市主干道以及低流量交通道路几个方向提出了基于宽容性理念的设计建议,为加强城市道路安全提供具有实用性的设计参考。

关键词: 宽容性设计; 城市道路; 施工区安全; 主干道安全; 低流量交通道路

中图分类号: U41

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2020)12-0023-03

0 引 言

据统计,截至 2016 年末,我国城市道路里程仅占全国道路总里程的 7.5%,但城市道路交通事故却占全国道路交通事故的 45.8%,城市道路交通事故伤亡人数占全国道路交通事故伤亡总数的 38.8%,城市道路每百公里交通事故率是高速公路的 4 倍、普通公路的 10 倍。

城市道路由人、车、路、环境等基本要素组成,要素间的相互作用导致城市交通问题多且复杂,其中以道路拥堵和交通安全尤为突出。如何从设计层面降低城市交通中各要素的冲突,提高城市道路使用者的安全系数,从而提高社会整体效率和居民出行质量,成为了需要重点解决的问题。本文基于宽容性设计理念,对城市道路中的施工区、主干道以及低流量交通道路的设计提出了若干具体建议。

所谓宽容性设计,即以满足车辆行驶的动力学需求为设计底线,以安全舒适为道路系统设计的基本目标,综合考虑交通参与者、交通工具、道路设施与交通环境间的相互协调。道路宽容性设计理念,即以人为本的“容错纠偏”设计理念,有助于最大限度地保证道路使用者的安全。

1 宽容性城市道路设计现状

宽容性设计起源于 20 世纪 60 年代的美国,并于 20 世纪 70 年代起正式作为高速公路设计的重要组成部分^[1]。但随着宽容性设计在高速公路上的广泛实施,越来越多的工程师开始把这种模式固化

为:将路侧加宽、去除路侧障碍、设置缓坡以及平滑的护栏端头,并将这种模式应用在城市道路设计上,结果却导致了更多的交通问题。

与高速公路不同,现代城市道路的属性已经不再以服务车辆通行为主,而逐渐转变成了满足多模式出行可达性的“综合交通走廊”,因此在理念上有别于高速公路的设计。此外,城市道路车辆类型复杂,速度差别大,人流和车流混杂,交通管控规则复杂,加之用地等多种条件的限制,给城市道路的宽容性设计带来了非常大的困难。针对这种定位上的不同,设计者应充分明确道路使用者的优先级,并在设计上体现这种考量。

Dumbaugh^[2]的研究指出,因为用地限制而收窄路侧净区的高密度城市地区,并不一定会出现更事故率。相反,驾驶者在行驶空间受限、道路设施复杂以及行人较多的环境中,能保持更高的警惕性,甚至自觉降低车速。这个结论的角度,虽然不利于解决交通拥堵问题,却可以给城市道路的宽容性设计带来一些启示。

各个国家和城市的具体环境不同,所以关于城市街道净区最小宽度亦有不同规定。Sax^[3]同意城市道路应在情况允许时保留最小净区宽度的要求,但不同意城市道路净区按照高速公路的规定去除所有障碍物(例如行道树),因为合理的障碍物有利于在碰撞中保护行人的安全。Marshall^[4]的研究也肯定了行道树与碰撞事故率之间没有必然联系。

Sax^[3]还提出了城市街道中交叉口增多可能会导致事故率增加,所以交叉口的设置应将实际交通需求和使用安全作为出发点进行考虑。大部分交通事故都发生在道路外 5 英尺(约 1.5 m)范围内,所以 5 英尺为最小城市道路净区建议值。

收稿日期: 2020-04-27

作者简介: 赵聪霄(1987—),女,博士,高级工程师,主要从事可持续道路规划及研究工作。

Dumbaugh^[5]用负二项回归法阐释了城市道路中交通事故与建成环境的密切关系,并明确了城市事故发生率与几个导致事故频发的关键因素,包括驾驶总千米数、主干道长度、十字路口数量和商场数量等成正比关系。

Merlin^[6]发现城市道路中交通受伤率(TI)为暴露(于危险中的)的程度(E)、风险(R)和受伤几率(IP)这3项的乘积。这一关系有助于研究者在建成环境中观察单个或多个因素的变化对交通受伤率的影响。

我国城市道路的建设由于用地限制等多重因素,并没有对城市施工区、城市主干道及低流量街道的路侧净空提出任何明确要求,且目前并无针对城市道路安全的宽容性设计标准。但国内对于城市道路安全性的设计已近似于国外完整街道的理念,并产生了很多的研究成果和实际案例。

孙超等^[7]以深圳交通数据为基础进行研究,强调了城市容错理念应该是软件(交通管理、交通工程组织设计等)和硬件(如交通设施设置等)互相协同的结果。文章指出,对于城市道路宽容性设计,应考虑重要路段速度、安全防护措施、事故应急救援以及事故隐患点的设计原则和管理措施。王丰元等^[8]的研究显示,包含重要信息的交通设施应以一定频率出现在设置地点,才能增加被识别的机率,行驶车速与驾驶员视距成反比,车速较快的路段可将标志、标线的尺寸适当增大。范宝义^[9]基于低流量农村公路交通安全的特点,提出了基于限速值修正的道路交通安全保障技术,并应用在急弯、陡坡等隐患点;同时考虑到低流量道路普遍利用率低、资金缺乏的现实,结合农村公路安全特征和限速要求,总结了包括标志标线、路侧休息区及照明设施等适合低流量公路的安全措施。

目前国内对于城市施工区的标准强调了施工区长度的要求^[10-12],并没有对净区宽度的要求。国内对城市施工区的交通组织研究较多^[13-14],但对施工区净区及配套设施的研究比较有限。

2 宽容性设计

宽容性设计理念在城市道路交通设施设计上的应用主要体现在两方面:一是采取主动引导措施(例如视线诱导、速度控制、越界提醒、路面防滑等),使车辆不偏离正常行驶车道;二是采用被动预防措施(例如路侧净区设计、防撞设施、具备“消能解体”支撑等),将事故发生后的损失降到最低。

基于此,本研究将国内外多个道路宽容设计标准与国内的具体交通需求相结合,制定了覆盖

面更广、适用性更强的宽容性设计导则。其主要内容包括以下几个方面。

2.1 城市道路施工区

施工条件下的城市道路路侧净区是行车道边缘向路外延伸的无障碍平坦区域,是行车道与施工区的过渡区,其宽度受交通量、速度、道路几何线形、施工区布局及施工组织等众多因素的影响,通常会比一般条件下的路侧净区更窄。城市道路施工区各组成部分示意图见图1。

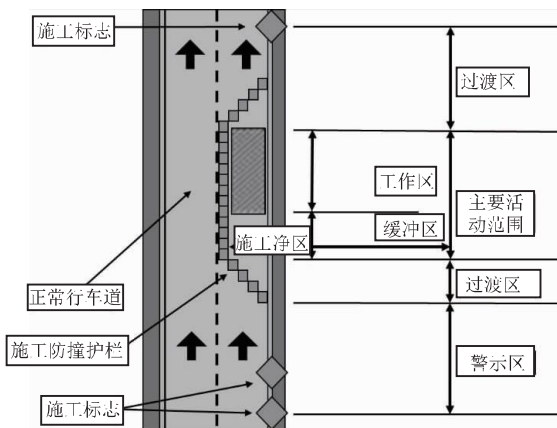


图1 城市道路施工区各组成部分示意图

因此,城市道路施工区需从主动引导和被动预防两方面考虑,提高设计的宽容性。主要措施包括:

(1)临时防撞护栏可根据防护等级、侧向撞击位移、应用条件、实际需求和功能界定分类。城市及市郊道路施工区可以采用可移动式混凝土防撞栏与低高度护栏系统过渡。

(2)施工区采用的防撞垫应具有消能结构。防撞垫的类型可以根据施工地点、交通量、成本、工期等因素进行选择。例如,工期长且地点固定的施工区应采用固定防撞垫,以避免事故车辆与路侧固定障碍物直接接触;施工周期短、施工变动频繁的施工作业区应采用灵活性较强的移动式防撞垫系统。

(3)施工区交通设施包括交通标志、诱导设施、信号灯等,用于警示和诱导车辆,以降低交通事故发生率。在施工变道、分流、车道宽度调整的区域,应采用以锥形桶为代表的轻型交通诱导设施,用于诱导交通流平稳过渡;在道路封闭、需要限制交通通行的区域,应采用以路障为代表的轻型交通控制设施。施工区交通标志包括可移动性标志、短期交通标志、施工区警示灯,应设置于净区且采用消能解体结构,以降低潜在风险。

(4)当夜间交通量较大、施工区影响范围较广时,应安装防眩板以减少途经车辆对施工区和对

向交通的眩目影响;为了减少道路面层更新、路肩作业等人工造成的路面边缘落差(一般不得大于 50 mm),可设置临时性楔形材料、锥形桶、水马等进行防护。

2.2 城市主干道

由于土地集约化发展,城市用地紧张局促,城市道路无法提供类似公路的路侧净区。尤其是处于城市边缘的道路,其条件虽与城市道路相一致,但交通流的运行速度、速度离散程度等已接近公路水平,存在较大的安全隐患。基于宽容性设计的理念,在类似情况或条件下,宜考虑限制汽车运行速度,并对具有潜在风险的路侧障碍物作出适当的调整,以保证路侧净区的安全性:

(1)由路缘垂直面向人行道内侧方向的净区宜不小于 1.2 m,推荐净区宜不小于 1.8 m;距路缘垂直面 1.2~1.8 m 范围内的障碍物,宜采用消能解体设计。

(2)平曲线外侧的人行道净区宽度最小值为 1.8 m,直线段为 1.2 m;不设置路缘石或斜坡式路缘石的城市路段,路侧净区宽度应为设置路缘石条件下的 2 倍。

(3)设置路缘石条件下,合流段外侧的净区宽度最小为 3.6 m。

(4)道路开口处车道外侧提供 3~4.6 m 宽的净区,可有效减少碰撞的可能性。

(5)路缘与其垂直面后方的障碍物间距不得小于 0.5 m。

(6)通过设置行人安全岛及人车缓冲区、事故高发段内使用物理隔离、移除妨碍驾驶视距的路侧和人行道设施等措施,降低路侧区域人车事故的可能性。

(7)通过在行人密集区域降低道路设计速度和运行速度来降低路侧区域人-车事故的伤亡率。

(8)通过限制路内停车来降低事故可能性,使用平行式泊位设计来降低事故死亡率。

(9)城市家具应尽可能远离行车区域,避免对行车造成视线遮挡,以降低事故发生的可能性。

2.3 城市低流量道路

城市低流量道路主要指车流量小、人车混行情况普遍、街道功能复杂的支路。因为此类道路的交通管理措施较少或者不完善,交通速度离散大,故具有较高的事故率。Solomon^[15]研究得出的行驶速度与事故率在低速情况下呈负相关、事故率与平均速度差呈正相关的结果也进一步证实了这一观点。AASHTO 调查数据显示^[1],相当一部分致

死交通事故发生在交通量很小的道路上。但在实际情况下,低流量道路的事故很少集中发生在特定的区域,因此采用与大交通量道路相同的设计标准、交通组织方式或安全改进措施是不具有成本效益的。宋琦等^[16]和弥海晨等^[17]对国内外小交通量公路的研究也从多方面证实了这个观点。

AASHTO 1998 年公路安全战略计划^[18]提出,在资金和具体事故发生地点数据缺乏的情况下,实现改善道路宽容性的最优方法是从方案的标志标线、可穿越区域、消能解体设施与安全护栏等方面来提高道路安全性。在减少交通事故发生的前提下,一旦发生事故,应尽可能降低相关事故人员的伤亡与财产损失。AASHTO 战略计划中提出的措施包括:

(1)中央/路侧标线采用振动式设计。

(2)路侧净区应保证车辆的可穿越性。

(3)标志杆、照明设施、行道树等应使用消能解体设计,交叉口位置不宜使用定向消能解体装置,无法调整时应设置防护栏。

(4)桥梁位置常常出现车道数减少的情况,需根据标志标线、防撞栏、桥梁护栏以及实际路侧情况考虑综合设计的兼容性。

3 结 语

传统宽容性设计的侧重点在于路侧净区和中央分隔带,因此更适用于高速路等占地宽、没有或者较少用地限制的区域,而并非适用城市主干道、细窄拥挤的生活型道路及支路。本文通过提供针对城市施工区、城市主干道以及低流量支路的宽容性设计建议,提出了宽容性设计可以被更广泛使用的理念。“宽容性”,作为一种重视安全、以人为本的自驱意识,应该渗透到设计师日常工作的点滴中,即无论设计何种道路结构或设施,都应尽可能提供更安全的设计细节。

参考文献:

- [1] American Association of State Highway and Transportation Officials. Roadside design guide[S]. (4th edition). Washington, DC: AASHTO, 2011.
- [2] DUMBAUGH E. Safe streets, livable streets [J]. Journal of the American Planning Association, 2005, 71(3), 283-298.
- [3] SAX C. Optimum urban clear-zone distance [C]/TRB 2010 Annual Meeting. [S.L.]:Transportation Research Record 2195, 2010: 27-35.
- [4] MARSHALL W E. Urban clear zones, street trees and road safety [J]. Research in Transportation Business and Management, 2018, 29:136-143
- [5] DUMBAUGH E. Designing for the safety of pedestrians, cyclists, and motorists in urban environments[J]. Journal of the

(下转第 50 页)

效果的总体方案的逐步淘汰的过程。合理的改造方案是改造范围确定后的技术方案细化。界定改造范围与确定合理方案在逻辑上存在自上而下、自广而专的关系。在实践中,两者是一个连贯的循环过程,是不可分割的有机整体。

通过改造范围界定,结合现场实际条件,凤凰路—武昌大道交叉口的交通改善方案确定为:优化凤凰路道路中线,消除道口错位,调整北出口绿化带和人行道;调整现状导流岛位置,增加非机动车过街通道;新建完善西北角导流岛;调整武昌大道东西侧进出口车道标线,增加进口道展宽段长度;凤凰路南侧进口道展宽,拆除局部侧绿化带(见图4)。同时,对现状信号灯进行迁移和补充,完善交通监控系统,对局部因进出口道拓宽而影响的排水、照明设施进行调整。

3.3 及时评估和反馈

评估和反馈包括两个层面的含义。第一层面是在单一交叉口改造项目中,根据现场条件、初步运行效果等实际因素及时地进行方案调整优化。另一个层面是对于一系列的交通改善工程,前期工程实施的效果评估和重难点总结,可以对后续改善设计提供直接经验,进一步改进后续工程的设计和实施工作。如本次交通畅通工程包含多个平面交叉口改善工程,实际上是分批进行的。后阶段实施的工程在改造方案、施工组织等方面均吸取了前阶段的经验。

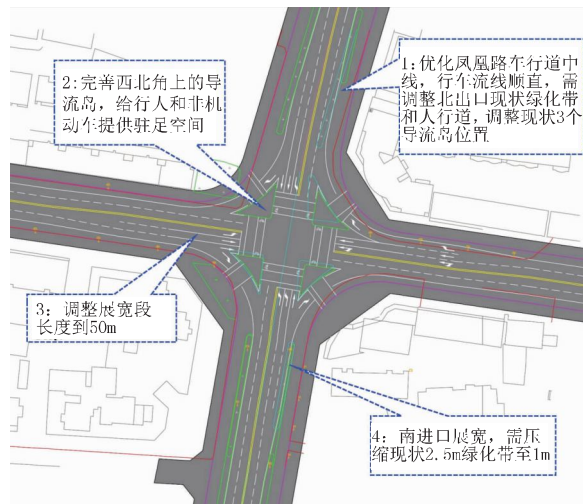


图4 凤凰路—武昌大道交叉口改善方案

4 结 语

以优化交通组织、消除交叉口瓶颈为主的微观交通改善工程在城市交通管理中应用极为广泛。

本文依托鄂州市中心城区综合交通畅通工程,分析此类工程的主要特点,包括交通组成复杂、限制条件多、交通环境影响大、投资规模控制、历史遗留问题多等。并从识别核心矛盾、界定改造范围、确定改造方案、评估和反馈等方面阐述中心城区平面交叉口交通改善设计的要点。

参考文献:

[1] CJJ 152—2010,城市道路交叉口设计规程[S].

(上接第25页)

- American Planning Association, 2011, 77(1):69-88.
- [6] MERLIN L. Crash risk, crash exposure, and the built environment: A conceptual review [J]. Accident Analysis and Prevention, 2019, 134:105244.
- [7] 孙超, 李文斌, 邵源. 城市道路交通安全容错设计与管理思考[C]//中国城市交通规划年会论文集. 上海:中国城市规划学会城市交通规划学术委员会, 2017: 2051-2061.
- [8] 王丰元, 薛晶. 城市道路交通设施对驾驶安全性的影响研究[J]. 交通与计算机, 2008, 26(4): 148-150.
- [9] 范宝文. 低流量农村公路交通安全特征及保障技术[D]. 重庆:重庆交通大学, 2015.
- [10] GA/T 900—2010, 城市道路施工作业交通组织规范[S].
- [11] GA 182—1998, 道路作业交通安全标志[S].
- [12] DB 11/854—2012, 北京市占道作业交通安全设施设置技术要求[S].
- [13] 张秀红. 中心城区占道施工交通影响分析及其组织研究[D]. 广州:广东工业大学, 2012.
- [14] 钟磊. 城市交通施工期间交通安全分析[J]. 科技创新与应用, 2019(13):95-96.
- [15] SOLOMON D. Accidents on main rural highways related to speed, driver and vehicle [R]. Washington, D.C: Bureau of Public Roads, 1964.
- [16] 宋琦, 杨国峰. JTG 2111—2019《小交通量农村公路工程技术标准》编制要点研究[J]. 中外公路, 2019(4):287-290.
- [17] 弥海晨, 韩瑞民. 国外小交通量道路研究发展综述[J]. 中外公路, 2008(2):223-226.
- [18] American Association of State Highway and Transportation Officials. Strategic highway safety plan: A comprehensive plan to substantially reduce vehicle-related fatalities and injuries on the nations highways[R]. Washington, DC: AASHTO, 2005.