

路段行人过街设施安全性分析

Safety Analysis of Pedestrian Street Crossing Facilities

陈 博

(无锡市政设计研究院有限公司,江苏 无锡214072)

Chen Bo

(Wuxi Municipal Design Institute Co., Ltd., Wuxi Jiangsu 214072, China)

摘要: 当前由于行人过街设施选型不合理导致交通事故频发。首先揭示了在路段孤立设置人行横道的局限与风险。基于国内外相关研究和实践,针对几种过街设施对行人安全性和过街服务水平的影响展开讨论,结果显示:一般情况下,路面增设设施(如人行道路缘展宽、行人安全岛)能够帮助行人安全过街,提高行人过街服务水平,但没有为行人提供优先权;提供配套设施(如凸起斑马线、行人过街信号灯)对提高行人安全性效果最好,但是会增加机动车的延误;如果设置立体过街设施,应充分考虑人性化设计且限制违章过街。

Abstract: Arbitrary selection of the pedestrian crossing facilities has caused frequent traffic accidents. This paper first reveals the limitations and risks of setting isolated pedestrian crossings in road sections, and then discusses the impacts of several pedestrian crossing facilities on safety and level of service based on relevant research and practice. Results show that additional pavement facilities such as mid-block curb extension and pedestrian refuge islands can help the pedestrians cross the street safely, improve the level of service, but cannot provide priority for pedestrians; while supplemental facilities such as raised crosswalk and pedestrian crossing lights can best enhance the safety of pedestrians, but it may also increase the vehicular delay. If overpass pedestrian crossing facilities are set, it is critical to consider pedestrian friendly design and illegal crossings.

关键词: 交通安全; 行人过街设施; 人行横道; 行人安全岛; 服务水平; 延误

Keywords: traffic safety; pedestrian crossing facilities; crosswalk; pedestrian refuge islands; level of service; delay

中图分类号: U491.2²⁶ 文献标识码: A

收稿日期: 2012-01-18

作者简介:陈博(1980—),男,江苏苏州人,硕士,工程师,主要研究方向:道路安全、步行和自行车交通系统。

E-mail:bchen33@gmail.com

由于中国许多城市行人过街设施设置不合理,行人乱穿马路的现象十分普遍,机动车与行人争夺路权也使交通事故频发。人行横道是国内最常见的路段行人过街设施,当路段存在安全隐患需增设过街设施时,道路交通设计人员首先想到的是施划人行横道线。然而,仅依靠设置人行横道是否能真正地提高行人安全性?本文在参考国内外相关研究和实践的基础上,揭示孤立设置人行横道的局限与风险,并探讨几种过街设施对行人安全性和过街服务水平的影响。

1 孤立设置人行横道的局限

对于市政管理部门来说,如何通过合理地设置人行横道来提高行人过街安全性长期以来一直是一项极具挑战性的任务。虽然很多人都认为设置人行横道可提高行人过街安全性,然而国外相关研究证明并非如此。其主要矛盾是当人行横道为行人提供优先权时,这个优先权往往并未被机动车驾驶人认可或遵守,从而给行人造成安全假象,极易引发事故。

文献[1]对美国30座城市2 000处路段行人平面过街设施进行统计,结果表明:若无信号灯、安全岛等配套设施,干路路段上孤立设置人行横道比不设人行横道更

加危险；对于平均日交通量大于1.2万辆、双向4车道以上的城市干路，孤立设置人行横道的行人事故发生率甚至可达到不设人行横道的4~5倍；更重要的是，当交通量增加时，孤立设置人行横道的危险性比不设人行横道增加得更快。这些发现促使文献[2]推断，在交通量较小的过街路段(<1万辆·d⁻¹)孤立设置的人行横道并不能提高行人安全性，当交通量增大时反而会增加行人的危险性。虽然美国涉及行人过街的交通法规与中国不尽相同(中国一般只允许行人在设置人行横道的地方过街)，但是鉴于国内行人在路段无过街设施处穿越道路的现象十分普遍，上述研究同样具有参考价值。

文献[3]对澳大利亚悉尼市108处路段新设的人行横道进行的类似研究发现，虽然人行横道设置前后交通事故数量总体变化不大，但是孤立设置人行横道后行人事故数量反而增加了15%~20%。文献[4]对澳大利亚的研究结果表明，在车速大于50 km·h⁻¹、双向多于4车道的道路上，孤立设置人行横道会增加行人发生交通事故的危险。文献[5]对新西兰的研究显示，路段人行横道的设置对机动车造成的额外延误往往大于行人减少的延误；人行横道要谨慎用于双向2车道以上的道路，并且需要与其他设施一同使用才能提高行人的安全性。

综合考虑各国学者几十年来对人行横道设置的相关研究，总体来看，孤立设置的人行横道并不能有效地提高行人的安全性，甚至在一些情况

下由于设置不当、驾驶人遵守停车让行或行人疏忽反而会增加行人的危险性，而且对机动车造成的延误可能会影响道路的整体服务水平。由于不同穿越人群(如通勤者、青少年学生、商业区购物者、老年人)的步行速度差异较大，不同区域(如中央商务区、住宅区、旅游景区、工业园区)的人流量和车流量不尽相同，这使很多驾驶人在接近孤立设置的人行横道时无法做出正确判断。

2 行人过街配套设施

鉴于孤立设置人行横道存在上述局限，人行横道应与其他交通设施共同使用才能起到降低行人延误和提高行人安全性的效果。凸起斑马线和行人过街信号灯是两种较为可取的为行人提供道路优先权的配套设施。

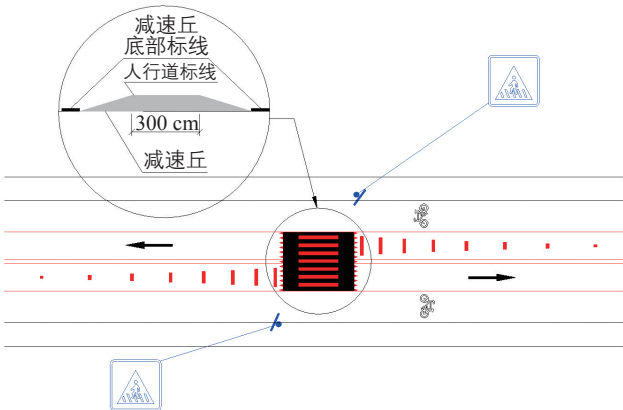
2.1 凸起斑马线

凸起斑马线 (Zebra Crossings on Raised Pedestrian Platforms, 澳大利亚称为 Wombat Crossings)是指在凸起的减速台或减速丘的基础上设置人行横道标志和标线(见图1a)，凸起部分还可采用纹理材料铺装。作为交通稳静化技术的一部分，凸起斑马线在为行人提供道路优先权的同时又能够降低机动车速度。

在澳大利亚和新西兰，凸起斑马线一般设置于地方街道(Local Street，相当于中国的城市支路)、区域性集散道路(Collector，相当于中国的城



a 实景



b 示意

图1 凸起斑马线
Fig.1 Raised crosswalk

市次干路),也可设置于横穿道路行人较多的商业街区主干路路段上^[4]。凸起斑马线目前尚未成熟地应用于中国的城市道路。《道路交通标志和标线 第3部分:道路交通标线》(GB 5678.3—2009)^[6]中所指的“减速丘与人行横道联合设置”其实也是凸起斑马线的一种形式,在减速丘上标注人行横道线,并且在减速丘前后边缘设置减速丘底部标线,以提前告知驾驶人,见图1b。

凸起斑马线有助于降低车速,增强行人过街的安全性。文献[3]对悉尼市30处路段行人过街地点进行调查,发现当增设凸起斑马线后,交通事故数量减少78%~83%。文献[7]研究发现,当出现这样一个竖向减速设施后,驾驶人更有可能让行于行人;凸起斑马线使驾驶人更加聚焦于穿越的行人,是一种能够降低机动车速度的有效方法。文献[8]总结国外文献得出,行人在凸起斑马线上穿越道路时,更容易看清前方的车辆,因此,使用这类设施可以降低行人事故发生率,从而提高行人和机动车的安全性。文献[8]同时指出,道路的视觉特征和交通安全息息相关,而竖向减速设施和人行横道线是一种完美的结合,从道路建筑学和景观设计的角度来讲,凸起斑马线能增强道路的美观。

2.2 行人过街信号灯

国外对信号控制人行横道的研究已经有相当长一段时间,并且被广泛应用。在澳大利亚和新西兰,行人过街信号灯多设置于交通量较大的双

向2车道道路;对于双向2车道以上的道路,信号控制人行横道是行人唯一的平面过街设施^[4]。在英国、美国等国家,路段主要设置触摸式行人过街信号灯,见图2。常见方式是行人通过按钮自行控制信号灯,这需要行人的高度配合才能及时地反映行人过街需求量;另一种方式是通过感应线圈检测行人数量来调节信号配时,行人由此获得每一信号周期内的特定信息(行走相位、等待相位或停止相位)。文献[9]指出,行人过街信号灯需要与交叉口信号灯协调控制来获得稳定而畅通的交通流。文献[4]建议通过调节若干相邻交叉口的信号配时削减由人行横道引发的机动车延误。

路段信号控制人行横道在中国尚处于起步阶段。文献[10]提出了适合中国国情的感应式路段信号控制人行横道的设计方案,这与触摸式行人过街信号灯的设计原理基本相通。目前在中国应用较多的是传统的行人过街定时信号灯,由于行人无法自行调节等待的时间间隔,若等待时间较长或过街行人较多,部分行人会选择闯红灯过街。

文献[2]引用了在美国、英国、日本及以色列等地进行的研究,总结出在交叉口和路段设置信号灯会使行人过街事故数量大致减少37%。文献[11]引用了荷兰的一个研究,证明在路段上设置行人过街信号灯会明显地减少行人事故的发生。文献[3]对触摸式行人过街信号灯和传统式定时信号灯进行研究发现,使用触摸式行人过街信号灯能明显地减少交通事故的发生,定时信号灯无论是在路段还是交叉口均不能有效减少行人交通事故

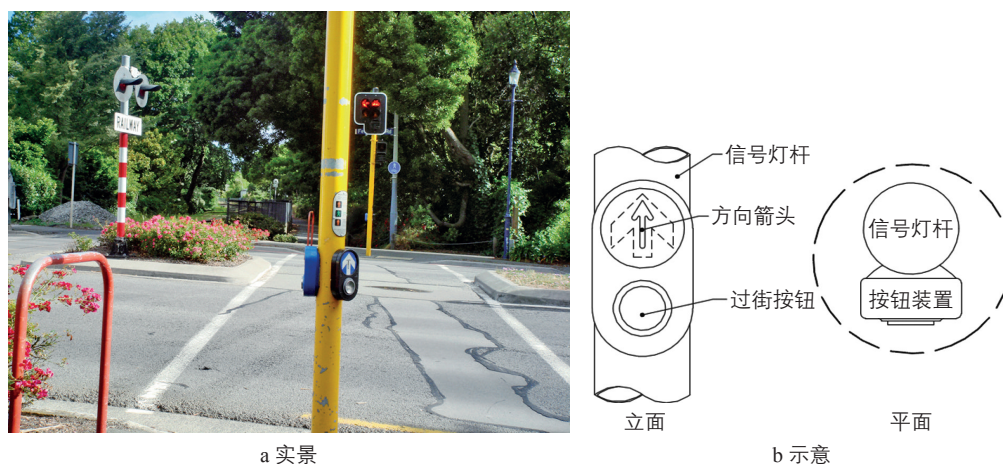


图2 触摸式行人过街信号灯
Fig.2 Touch pedestrian crossing light

的发生。文献[12]研究发现，路段定时信号灯使行人过街交通事故数量降低了49%，而触摸式信号灯可使之降低90%。综上所述，在双向2车道以上的路段设置信号灯会使行人过街事故数量减少37%~49%(触摸式甚至可达90%)，而且可以平衡行人和车流的延误。

3 路面增设施

国外研究和实践表明，以下增设施能够有效帮助行人过街，并提高行人过街的服务水平和安全性。

3.1 人行道路缘展宽

人行道路缘展宽(英国、澳大利亚和新西兰称为Kerb Extension，美国称为Curb Extension)是指在交叉口、小区出入口或路段3~5 m范围内横向拓宽人行道(即人行道渠化)，使人行道路缘石沿着行人过街方向向车行道方向延伸，见图3a。这种压缩车行道宽度的方法能够减少行人过街的距离并且使机动车驾驶人更清晰地看到行人的位置(见图3b^[13])，实现机动车和行人“双赢”。文献[4]指出，人行道路缘展宽可以设置于任何等级的城市道路，并且根据需要可随时对现状道路进行改建。

文献[14]的交通仿真模拟研究显示，在路段展宽人行道可使行人交通事故减少36%。文献[12]也证明，如果在现状人行横道处拓宽人行道，行人事故可减少44%。虽然不同国家或地区、不同

道路等级、不同车速流量的结果会有所不同，但总体来看人行道路缘展宽能够有效地减少行人交通事故，使行人的过街安全得到保障。这是因为行人和迎面驶来的机动车均能够更加清楚地看到对方。同时，由于行人过街距离缩短，行人的过街延误也随之减少。

3.2 行人安全岛

行人安全岛(Pedestrian Refuge Islands 或 Raised Medians)通常是狭长、隆起的路面部分，中间给予行人安全驻足区等待穿越另外半幅路。目前中国较为常见的行人安全岛设置于有中央分隔带的道路中间，即在分隔带上设置行人驻足岛、警示桩和无障碍设施(如提示盲道等)，这种设施被称为路段栏杆诱导式安全岛。国外较为常见的是在无中央分隔带的道路中间，利用压缩车行道宽度或车道数设置一种斜开式的行人安全岛(见图4a)，这种设施被称为路段斜开式安全岛。《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012)^[15]对行人安全岛的设置给出明确规定：“当人行横道长度大于16 m时，应在分隔带或道路中心线附近的人行横道处设置行人二次过街安全岛，安全岛宽度不应小于2.0 m，困难情况下不应小于1.5 m”。该规范特别强调了符合条件的道路无论中间有无中央分隔带均应设置行人安全岛。根据《城市道路交通设施设计规范》(GB 50688—2011)^[16]，在设置栏杆诱导式和斜开式安全岛的同时，距人行横道线75~100 m处需设置注意行人标志以警示机动

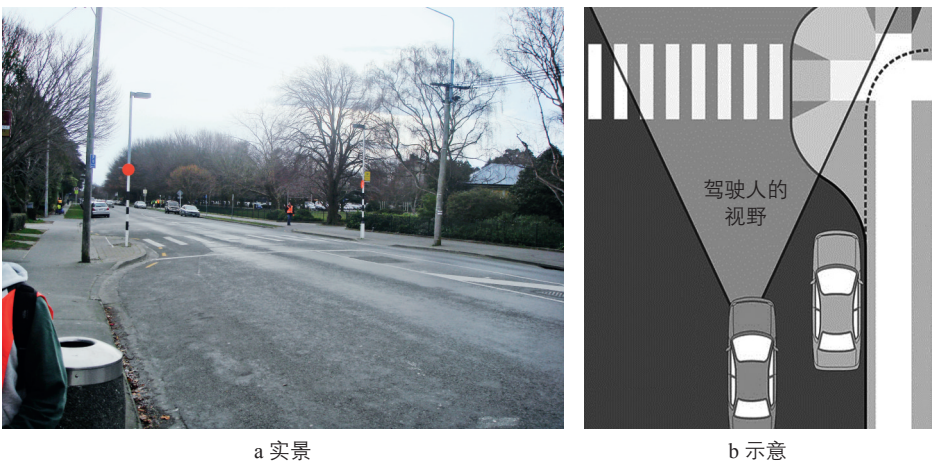


图3 路段人行道路缘展宽
Fig.3 Mid-block curb extension

车,见图4b^[16]。

设置安全岛后,过街行人仅需穿越一个方向的交通流即可找到一个安全的驻足区,从而合理地减少了过街等候时间,提高了行人过街服务水平。文献[14]研究了澳大利亚和新西兰的行人安全岛认为,若单独使用行人安全岛(在一些国家,路段上如果设置了其他过街设施,可以不设人行横道;但在这种情况下,行人必须让行于机动车),行人过街事故可减少18%。

4 组合过街设施

4.1 人行道路缘展宽+行人安全岛

文献[3]和文献[14]均显示,当路段设置行人安全岛并实施人行道路缘展宽后,行人交通事故会明显减少。文献[14]通过仿真模拟在新西兰获得的数据,预测在同时设置这两种设施后,行人交通事故数量可减少约32%。然而,这两项研究并未有效地将交叉口的样本量从整体数据中剔除。由于不同路况(如不同道路宽度、不同车道数、有无中央分隔带,在路段还是交叉口等)对行人过街的影响不尽相同,因此,精确得到在路段

上同时设置这两种设施对行人过街事故的影响有待更深入的研究。

4.2 行人过街信号灯+行人安全岛

针对平均日交通量大于1万辆、双向2车道以上的道路路段,在设置行人过街信号灯的同时还可设置行人安全岛。文献[17]认为同时设置这两种安全设施后,行人过街安全性相比单独设置行人信号灯有所提高。

5 立体过街设施

在特定地点设置人行天桥、过街楼或人行地道等立体过街设施,能够使行人过街不受机动车的干扰,并且能够减少机动车的延误而增加道路通行能力。《城市道路交通规划设计规范》(GB 50220—1995)^[18]给出了其设置条件。

由于人行天桥或地道通常不在行人所期望的线路上(往往需要穿越一条较长的坡道或阶梯),行人需要花费更长的时间、行走更长的距离来穿越道路。如果在一条交通量较小、过街行人量不大的交叉口或路段设置人行天桥或地道,行人一

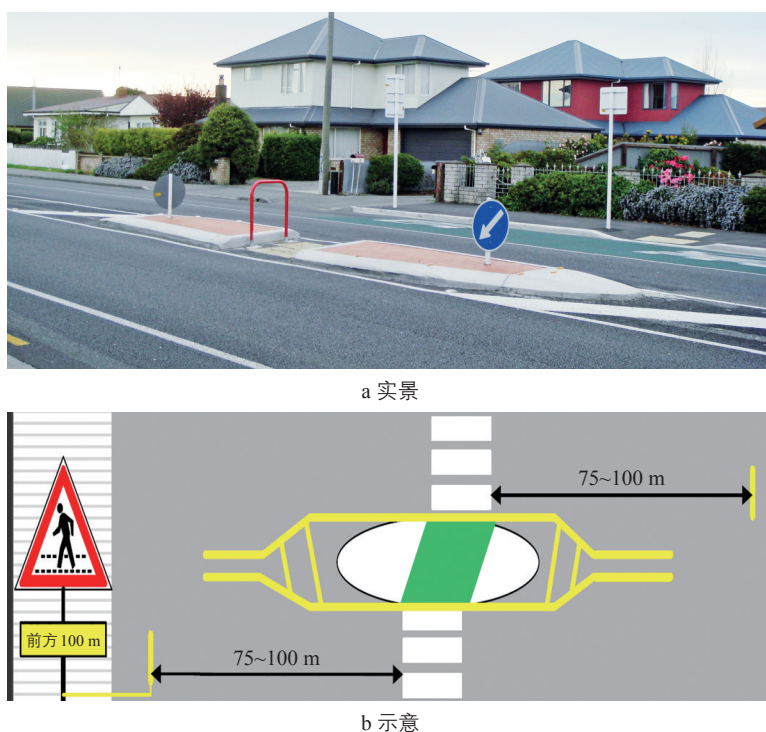


图4 行人安全岛

Fig.4 Pedestrian refuge island

般不会选择使用而更愿意冒险从车流中穿过，反而给行人增加了危险性。对于人行天桥，雨天行人不易行走其上，并需要避免随身物品落下天桥；而对于人行地道，夜晚穿越缺乏安全感。同时，立体过街设施造价昂贵，因此一般是最后才被选择的设计方案。

近年来，中国城市建设发展迅速，很多城市在新区和郊区的新建道路交叉口、路段都设置了人行天桥或地道，然而由于规划不合理，这些设施的使用率普遍较低，在很大程度上造成资源浪费。从国外实践经验来看，不论是人行天桥或地道，只有让行人相信它们比平面过街更容易才会产生最大的功效。在新西兰奥克兰市，很多商业中心和轨道交通车站前的人行天桥均配置了升降电梯、自动扶梯等自动化立体设施(见图5)，便于老年人及残疾人使用；并在人行天桥上设置了雨篷(见图6)，提供全天候服务。目前中国很多城市已经或开始建设轨道交通，人行天桥或地道应结合轻轨或地铁车站出入口设计。文献[4]建议在一些情况下可以考虑将机动车道做成下穿式或上跨式立交桥的形式，而让行人保持平面穿越，这就克服了行人需要长距离行走才能穿越人行天桥或地道的难题。文献[4]还认为，立体过街设施除了需要设计合理，还需要限制其他过街方式，例如在可能引发危险的平面过街处设置栅栏或隔离护栏阻止违章过街。以上优化设计提高了立体过街设施的使用率及路段行人过街安全性。

现阶段有关国内外立体过街优化方案和安全性的文献较少，更多立体过街优化设计技术及其安全评估指标有待更深入的研究。

6 结语

道路等级、车辆行驶速度、交通量、地块规划、行人年龄以及出行目的不同会影响行人对过街方式的选择。通常情况下，可通过在路面增设设施(如人行道路缘展宽、行人安全岛等)帮助行人过街，提高行人过街服务水平；当在路面增设设施后行人过街服务水平仍不能满足要求时，可考虑设置提供行人优先权的配套设施(如凸起斑马线、行人过街信号灯等)，这些配套设施可提高行

人安全性，但是不可避免地会增加机动车的延误；在上述方法仍不能解决行人过街问题时，可以采用立体过街方式(人行天桥或地道)，但由于其自身的局限性往往不受行人的欢迎，因此，在设置立体过街设施时应充分考虑人性化设计。

本文引用的理论依据、数据和提供的实例多为其他国家的研究成果和实践经验。中国在这方面的研究还较少，由于各国国情不同，迫切需要加强探索和研究，通过建立模型以及实例分析，证明针对不同区域、地段采用何种过街设施对提高行人过街安全性、降低行人延误更为有效，促使中国城市道路建设中也能出现多样化的“以人为本”的过街方案。

参考文献：

References:

- [1] Zegeer C V, Stewart J R, Huang H H, Lagerwey P A. Safety Effects of Marked versus Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations: Final Report and Recommended Guidelines[R]. FHWA-HRT-04-100, Washington DC: Federal Highway Administration (FHWA), 2002.



图5 设置升降电梯的人行天桥

Fig.5 Pedestrian overpass with lifts



图6 设置雨篷的人行天桥

Fig.6 Pedestrian overpass with shelters

(下转第51页)