



运输研究 F 部分 6 (2003) 249-274

TRANSPORTATION  
RESEARCH  
PART F[www.elsevier.com/locate/trf](http://www.elsevier.com/locate/trf)

# 行人在各种行人设施前的行为和对这些设施的看法：基于观察和调查数据的研究

V.P. Sisiopiku<sup>a, \*</sup>, D. Akin<sup>b</sup><sup>a</sup>阿拉巴马大学伯明翰分校土木与环境工程系、

Hoehn 311, 1530 3rd Avenue S., Birmingham, AL 35294-4440, USA

<sup>b</sup>土耳其科贾埃利盖布泽 41400 盖布泽 141 号信箱盖布泽理工学院城市与区域规划系

2002 年 2 月 6 日收到; 2002 年 7 月 14 日收到修订稿; 2003 年 6 月 13 日接受

## 摘要

美国密歇根州东兰辛市密歇根州立大学毗邻一个大型大学校园, 在一条分隔的城市林荫大道上设置了各种行人设施, 本文介绍了对行人在各种城市人行横道上的行为进行观察研究的结果, 以及一项行人用户调查的结果, 该调查旨在了解行人对各种行人设施的看法。这些设施包括有信号灯和无信号灯的交叉路口人行横道、无信号灯有标志和无标志的中间街区人行横道、物理障碍 (植被和两英尺高的混凝土墙)、中间街区人行横道候车亭、中线和路缘的彩色铺装 (红砖路面), 以及中间街区人行横道位置的行人警告标志, 提示 "只有在交通畅通时才能通过"。行人行为数据来自于对整个研究地点的行人活动视频图像的还原。行人感知信息是通过使用研究地点的行人完成的用户调查获得的。调查发现, 无信号灯的街区中间人行横道是行人最喜欢走的人行横道 (83% 的行人表示喜欢走人行横道), 行人的过街遵从率也很高 (71.2%)。同样明显的是, 相对于行人的出发地和目的地, 人行横道的位置是行人决定在指定地点过马路的最有影响力的决定因素 (90% 的人这样认为)。适当的交通管制可进一步鼓励行人在指定地点过马路, 因为行人信号灯对行人决定在指定地点过马路的影响相当大 (74% 的人这么认为)。此外, 植被和混凝土障碍物也影响了相当多的受访行人 (65%) 做出过马路的决定。预计这项研究的结果将有助于交通工程师、城市规划者和政策制定者了解行人在人行横道上的行为和态度。

© 2003 爱思唯尔有限公司。保留所有权利。

\*通讯作者。Tel: +1-205-934-9912; fax: +1-205-934-9855.

电子邮件地址: [vsisiopi@eng.uab.edu](mailto:vsisiopi@eng.uab.edu), [vsisiopi@uab.edu](mailto:vsisiopi@uab.edu) (V.P. Sisiopiku)。

1369-8478/\$ - see front matter © 2003 Elsevier Ltd. All rights reserved.  
doi:10.1016/j.trf.2003.06.001



**关键词**行人；行人遵章；行人感知；用户调查；人行横道线；过街遵章；信号灯人行横道线；中间街区人行横道线

---

## 1. 引言

随着交通拥堵和空气污染问题在美国和全球许多城市日益严重，各级政府机构对推广非机动化出行方式表现出越来越大的兴趣。全美许多社区已开始设法增加步行活动，减少对汽车的依赖，尤其是在住宅区的短途旅行中。例如，“新都市主义”趋势鼓励发展步行友好型社区，为行人提供共享的社区设施。一项对美国佛罗里达州消费者态度的调查研究发现，一些群体愿意用普通郊区的地块面积来换取步行者靠近社区的便利设施（Audirac，1999年）。促进行人出行的措施必须为潜在用户提供便利、高效、舒适和安全的保证，才能取得成功。城市规划者和交通工程师在设计高效和方便行人的设施时，应考虑到行人的偏好和看法。

政府和社会都要求为行人和骑自行车的人创造更安全的环境，这种压力极大地鼓励了交通工程师和规划师对非机动车问题进行更多的研究。Zegeer 等人（2002 年）最近出版了一本关于行人设施、行人安全和流动性的综合指南。该指南旨在提供有关如何确定行人在道路通行权方面的安全和流动性需求的信息。预计该指南将对工程师、规划师、安全专业人员和决策者有所帮助。该指南涵盖的主题包括步行环境，包括侧向步行道、路缘坡道、人行横道、道路照明和行人过街天桥和地下通道；道路设计，包括自行车道、道路变窄、减少车道数、单行道/双行道街道、右转滑行道和抬高的中间隔离带；带迴旋处的交叉路口、T 型交叉路口和中间隔离带；以及交通疏导设计。

### 1.1. 行人安全

行人安全仍然是美国乃至全世界最重要的安全问题之一。1995 年，美国每 10 万人中的行人死亡率为 2.13。新墨西哥州的死亡率最高（5.16），北达科他州最低（0.31）（NHTSA，1995 年）。2000 年，美国有 4739 名行人在交通事故中丧生，78000 人受伤，占交通事故死亡总人数的 11%，占交通事故受伤总人数的 2%。与 1990 年的 6482 名行人相比，行人死亡率下降了 27%。2000 年，大多数行人死亡事故发生在城市地区（71%）和非

交叉路口地点（78%）。2000 年，行人死亡事故占有所有非乘员死亡事故的 85%。690 名骑自行车者的死亡人数占 12%，其余 3%是滑板骑行者、轮滑者等（NHTSA，2000 年）。

在全国范围内,行人安全被视为一个严重的交通安全问题,而不仅仅局限于城市地区。在美国农村地区,每年都有许多行人在交通事故中受伤或死亡。例如,Ivan、Garder 和 Zajac (2001 年)研究了美国新英格兰农村地区与行人有关的事故。作者对农村地区的行人过街安全进行了研究,以发现并确认有助于解释行人过街处机动车与行人碰撞事故高发的因素。研究考虑了以下环境和暴露因素:人口密度、行人过街类型、过街处使用的交通管制、周围土地使用类型、公路设施类型、车辆行驶速度、车辆流量和行人流量。

在城市、郊区和农村环境中,有各种工程方案可以帮助行人无障碍通行并确保安全。应仔细评估这些设施的工程改进,以评估所实施的解决方案的有效性及其在具有类似特征、需求和限制的其他地点的潜在应用价值。用户对行人设施运行的看法对这种评估过程非常重要。行人本身就是最合适的群体,可以确定为他们创造安全和/或理想环境的处理方法,以及提高他们正确使用行人专用设施的可能性的方案。后者对改善行人安全至关重要。当行人使用人行道并在指定地点过马路时,人车之间的距离就会增加,从而最大限度地减少人车冲突。在这种情况下,研究人员一直希望设计出符合行人需求的行人过街设施,从而提高行人的安全性和舒适度。

在人行横道的备选工程方案中,智能交通信号灯可以提供更能满足行人需求的选择。欧洲共同体 "驱动 II" 项目 VRU-TOO (弱势道路使用者交通观察与优化) 对创新型信号灯人行横道进行了试验,旨在通过更好地满足行人过街需求,提高行人的安全性和舒适度。这些人行横道安装在三个欧洲国家的地点。尽管在不同地点观察到的影响存在重大差异,但行人的安全和舒适度普遍提高。安装在十字路口的检测器可延长晚到行人的通行时间,从而减少延误。因此,波尔图一个十字路口的闯红灯率从 83% 大幅下降到 67%。然而,研究结果表明,安全和舒适并不是相辅相成的。安全性的提高有时会降低舒适度,或者说 "相对舒适度" (Carsten、Sherborne 和 Rothengatter, 1998 年)。在另一项关于 VRU-TOO 的研究中,Carsten (1994 年) 表明,当行人延迟较小时,行人与车辆之间发生冲突的风险最高。这意味着,如果行人在到达人行横道准备过马路时没有在路边停车或减速,他们就很有可能发生事故。当一辆自由行驶的车辆或一排车辆驶近时,行人闯红灯的风险尤其高 (Pasanen 和 Salmivaara, 1993 年)。

行人是城市交通竞争中最易受伤害的群体,因此,只要交通安全问题始终占据国家议程的首位,研究人员就一直在尝试多种方法来减少行人的伤亡。这些方法的范围很广,从引入创新装置到检查和评估当前的做法。Broy-hill、Tan Esse 和 Ward (2002 年) 描述了创新交通控制装置 (TCD) 的实验,提供了一个成功实验的例子,并讨论了新 TCD 的实施--

"荧光黄绿"警告牌，将用于学校和行人、

和自行车相关的交通安全。Retting、Nitzburg、Farmer 和 Knoblauch (2002 年) 研究了 "红灯右转 (RTOR)" 的做法。虽然红灯右转的做法有很多好处, 如减少排放和/或交通延误, 但红灯右转很可能会增加碰撞和受伤的风险, 尤其是在行人活动频繁的城市地区。在美国采用全国性的 RTOR 政策后, 据报道, 在信号灯控制的交叉路口, 行人和自行车撞车事故大幅增加。这是因为许多司机在红灯右转之前并没有完全停下来。红灯右转的另一个负面影响是, 由于司机习惯于红灯右转, 他们往往不会停在标志停车线前/后, 从而在等待转弯时堵塞了人行横道。这会妨碍通行, 导致行人在指定的人行横道外行走。与无条件限制红灯右转或只在特定时段限制红灯右转相比, 人们对行人在场时禁止红灯右转的操作和安全效果知之甚少。

### 1.2. 行人的行为和态度

文献综述表明, 环境设计和城市形态对行人的出行行为起着至关重要的作用。合理的设施设计可以在不影响安全和便利的前提下鼓励步行 (Handy, 1996; Shriver, 1997)。此外, 改善行人的安全和舒适度不会对车辆行驶产生重大副作用 (Carsten 等人, 1998 年)。同样明显的是, 行人安全也会受到信号灯人行横道信号设置变化的影响 (Gärder, 1989 年)。Forsythe 和 Berger (1973 年) 的一项研究介绍了对在 "禁止行走" 信号灯指示或行人红灯间隔期间不安全横穿马路的行人进行访谈的结果。据报告, 不安全横穿马路的原因主要与时间有关。需要赶时间或希望继续前进是不遵守行人信号灯的主要原因。交通工程人员的主要职责是提供鼓励行人出行并有助于保护行人的物质设施。这些设施包括道路、人行道、交通控制区、中央分隔带等。行人友好和安全的环境包括人车分流、控制行人和车辆的流量、提高能见度、通过标志进行适当沟通, 以及为有特殊需要的行人提供帮助 (美国交通部、美国汽车协会和国家安全委员会, 1994 年)。

尽管近年来已经开展了大量研究, 以解决行人安全问题 (仅举几例: Ivan 等人, 2001 年; Krabbel、Appel 和 Ikels, 1998 年; Kronborg 和 Ekman, 1995 年; Levelt, 1992 年; Marßal, 1995 年; Miller, 2000 年, 1999 年; Pasanen 和 Salmivaara, 1993 年; Retting 等人, 2002; Road Information Program, 2001; Schieber & Vegega, 2001; Tan & Zeeger, 1995; Zegeer 等人, 2002; Zegeer, Stewart, Huang, & Lagerwey, 2002), 文献中关于行人对行人设施的看法和态度的研究有限。其中, Hine (1996 年)、Hine 和 Russell (1996 年) 以及 Russell 和 Hine (1996 年) 的最新研究发表了交通对行人行为和安全感的影响。Tanaboriboon 和 Jing (1994 年) 的另一项研究



报告了中国北京行人对过路设施是否充足以及行人是否愿意使用过路设施的态度。该研究比较了信号灯路口行人过街设施与天桥和地下通道行人过街设施，得出的结论是，与天桥或地下通道过街设施相比，行人更喜欢信号灯路口行人过街设施。作者还报告说，在两个研究地点，行人过街遵守行人信号灯的比例分别为 70% 和 57%。Rouphail (1984)进行了一项用户研究。

对俄亥俄州哥伦布市中心有标志的街区中间人行横道进行了遵守情况和偏好研究。偏好研究表明, 用户认为没有信号灯的街区中间人行横道不安全。然而, 同样的人行横道在过街便利性方面却被评为最高。在有信号灯和无信号灯的街区中间人行横道上, 有行人标志的行人过街符合率分别为 85.4% 和 86.4% (无行人标志的为 84.2%)。

欧洲也开展了类似的过街合规性研究。信号灯控制的人行横道上的行人按钮通常用于调节行人的过街需求, 减少过街行人与通过指定人行横道的车辆之间的冲突, 从而提高安全性。当行人希望在没有冲突的阶段过马路时, 他们应该通过启动按钮来手动登记他们的需求; 然而, 他们经常不会这样做 (Carsten 等人, 1998 年)。戴维斯 (1992 年) 观察了英国行人对安装在信号灯控制的人行横道上的按钮的遵从情况, 他的观察结果表明, 一半以上的行人没有启动按钮过马路。在一个小镇上, 行人对该装置的遵从率为 49%, 而在伦敦则为 27%。在图卢兹的另一个地方, 按下按钮的遵从率低至 18% (Levelt, 1992 年)。Jacobs、Sayer 和 Downing (1981 年) 将发展中国家一些城市的交通信号灯、无控制人行横道和优先路口的道路使用者行为与英国的类似观察结果进行了比较。比较结果表明, 在第三世界国家的城市中, 选择使用人行横道的行人较少, 而且平均而言, 他们过马路的时间较长, 部分原因是他们在过马路时被耽误了时间, 而在英国, 这种耽误很少发生。根据这些观察结果, 可以说没有两个行人在不同的环境下会表现出相似的行为。因此, 对于行人在人行横道上的行为以及过马路时是否遵守人行横道线和/或信号灯设置的现象, 需要结合行人所处的环境条件以及行人自身的特点 (如年龄、性别和社会经济状况) 进行研究。

Lam、Lee 和 Cheung (2002 年) 研究了各种人流条件下步行速度与人流量之间的关系, 以及双向人流对香港信号灯控制的人行横道的影响。研究人员在购物区和商业区选定的信号灯控制的人行横道上, 以及在车行道中间有轻轨和没有轻轨的人行横道上测量了人流量。结果发现, 有轻轨的信号灯控制人行横道设施对双向人流的影响比没有轻轨的人行横道设施更为显著。研究结果建议对现行交通和设计标准进行审查, 以确保行人需求量大的人行横道的适当安全性。

一些研究通过隐藏或公开的摄像头对行人行为进行直接观察, 以及/或通过用户调查或访谈收集行人运动和感知数据。其中一项研究对小学生每天上学时的行人行为进行了研究。Routledge、Repetto-Wright 和 Howarth (1974 年) 比较了对 5-11 岁儿童从学校回家途中的访谈数据和直接观察数据。他们将儿童报告的交通接触情况与对他们出行的观察进行了比较。结果表明, 儿童对自己实际接触到的交通情况的报告略有不足, 而且随着年龄的增长, 儿童接触到的交通情况会显著增加, 但在所研究的年龄范围内, 男孩和女孩接触到的交

通情况并无差异。Howarth、Routledge 和 Repetto-Wright (1974 年) 分析了儿童在穿越不同类型道路时发生的交通事故。通过对儿童的访谈以及对儿童所处道路的交通流量进行统计, 分析了儿童所受影响的程度。

交叉分析表明, 原始事故数字大大低估了 5 至 7 岁儿童面临的相对风险, 这个年龄段的男孩发生事故的次数较多, 并不是因为他们接触交通的机会较多, 而且到了 8 岁, 尽管男孩接触交通的机会较多, 但他们面临的风险并不比女孩高。

考虑到上述研究提供了有关行人感知的宝贵信息, 但每次只关注一种过街方式, 本文旨在评估行人对城市地区常见过街方式的感知和行人行为。其中包括有信号灯和无信号灯的交叉路口人行横道、无信号灯标记的街区中间人行横道, 以及同一环境中的各种过街处理方式。本文介绍的结果是对美国密歇根州东兰辛市一条繁忙的城市林荫大道上的行人行为、感知和选择进行评估的结果, 该林荫大道包括信号灯和无信号灯交叉路口人行横道, 以及无信号灯标记的中间街区人行横道。东兰辛市最近翻修了一段主要通道--大河大道, 以改善车辆和行人交通流量, 提高行人安全, 并增强东兰辛市中心的美感。这些改造工程为课题研究提供了一个完美的研究场所。改造完成后, 密歇根州立大学土木与环境工程系通过一项由密歇根州交通部赞助的研究 (Sisiopiku & Akin, 1999 年) 对各种行人设施进行了评估。

## 2. 方法

这项研究的主要目的是分析用户对各种行人设施的行为、看法和偏好, 包括有信号灯和无信号灯的交叉路口人行横道、无信号灯的街区中间人行横道、物理障碍和人行横道家具。对行人的过街偏好和习惯进行分析, 以确定他们的过街习惯, 并解释其选择背后的原因。通过对研究走廊的使用者进行调查, 获得了感知和偏好信息。所报告的调查结果是基于 711 名日常和偶尔使用者的回答。通过沿研究地点拍摄的视频摄像头记录, 对行人过街行为进行了观察和分析。然后, 对两种数据来源的结果进行比较。

### 2.1. 研究地点

为评估行人设施而选择的地点是图 1 所示的大河大道从 Abbott 街延伸至 Bogue 街的一段 1 公里长的分隔林荫大道 (图中突出显示)。大河大道是一条东西向走廊, 位于密歇根州立大学 (MSU) 校园的北边界和东兰市中央商务区的南边界。2000 年, 研究路段的日均交通量约为 32,000 架次。从 1994 年到 1995 年, 对该路段进行了翻修, 增加了街区中间的人行横道, 在街区中间的人行横道上设置了行人 "警告" 标志 (提示 "只有在交通畅通时才能通过"), 使用了物理障碍物, 并在指定的街区中间和交叉路口人行横道上设置了标

志和条纹，以创造有效的过街地点。该地点符合研究范围和目的的选择标准，即在相同的  
环境中，可提供各种供行人使用的替代设计。

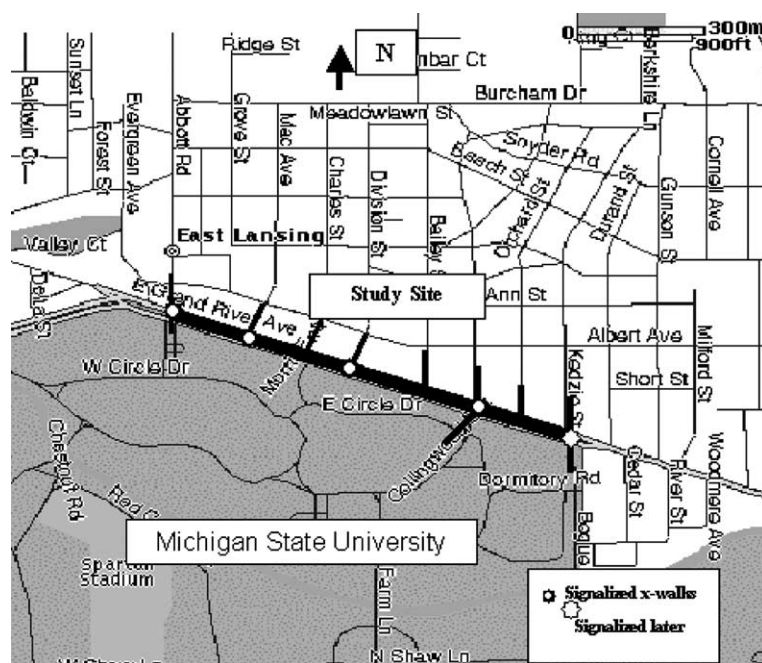


图 1. 网站地图。

研究地点包括四个信号灯控制的交叉路口，其中两个是位于 Abbott 和 Collingwood 街的四向(卄)交叉路口，另外两个是位于 M.A.C. 和 Division 街的 T (⊥) 交叉路口，没有南腿。科林伍德街的四向交叉口两侧各有一条人行横道，在图 2b 中称为科林伍德-东和-西。所有道路的固定时间信号控制

所有交叉路口都使用了人行横道，但没有行人按钮装置。此外，还有两个没有信号灯的 T 型(⊥)交叉路口，即查尔斯街和果园街，交叉路口东侧设有人行横道；四个有标志、无信号灯的街区中间人行横道，其中两个在中间位置设有候车亭（学生会、雅各布森、伯克利音乐厅和贝利街）；以及两个无条纹的街区中间人行横道（见图 2b）。无条纹的街区中间人行横道在中央分隔带用彩色砖铺设了标志，但街道上没有条纹，中央分隔带也没有标志。此外，这些位置的路缘石和中央分隔带的设计也不便于轮椅和自行车通行。根据现有的交通管制，除非红灯亮起，否则车辆应优先于行人通行。据实地观察，除非在车辆行驶到行人面前时红灯亮起，否则车辆很少礼让行人。

## 2.2. 设计调查问卷

在设计用户调查时，有两个重要的考虑因素：(a) 制定有效和高效的调查工具；(b) 选择

适当的研究小组。

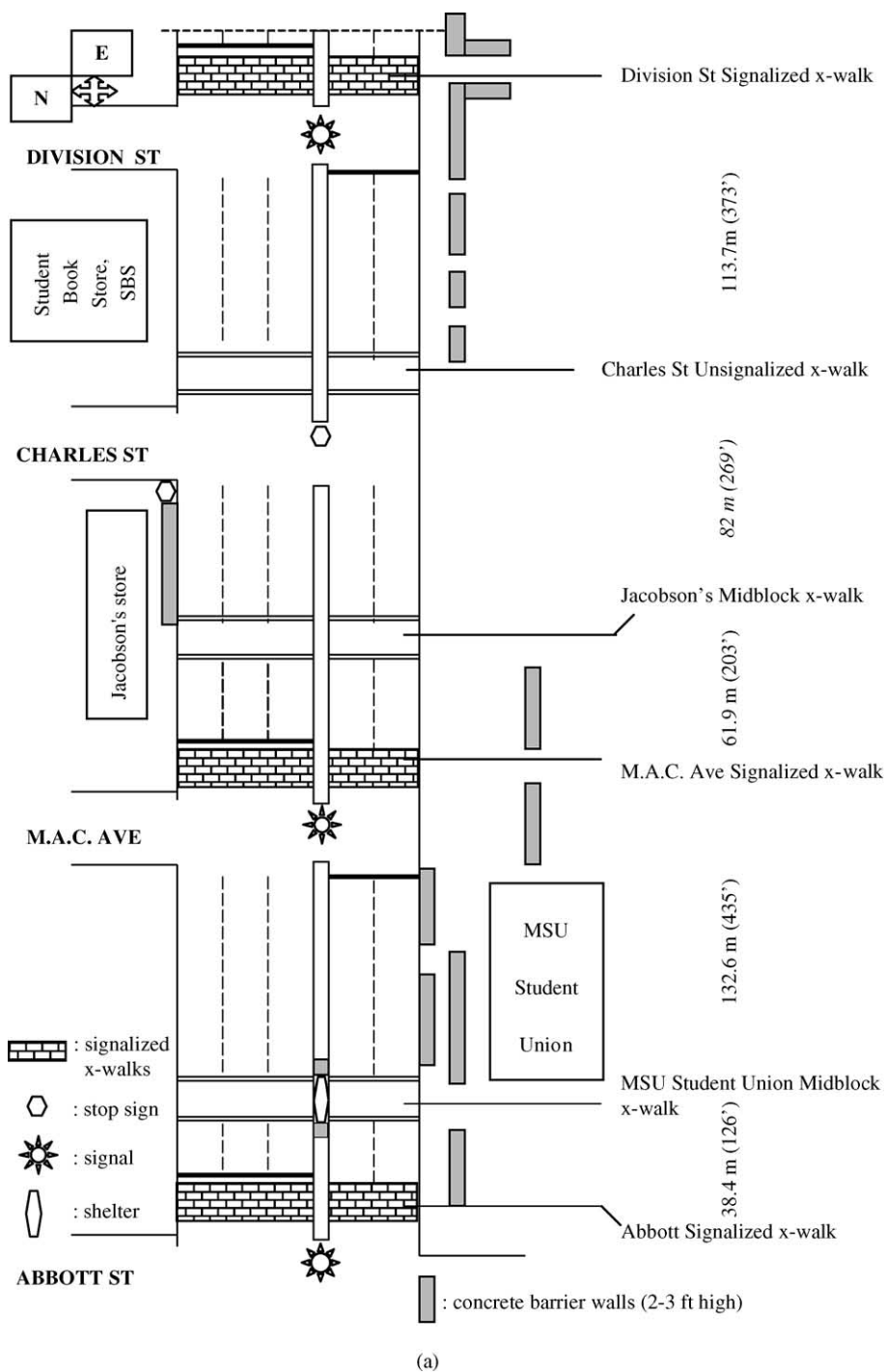
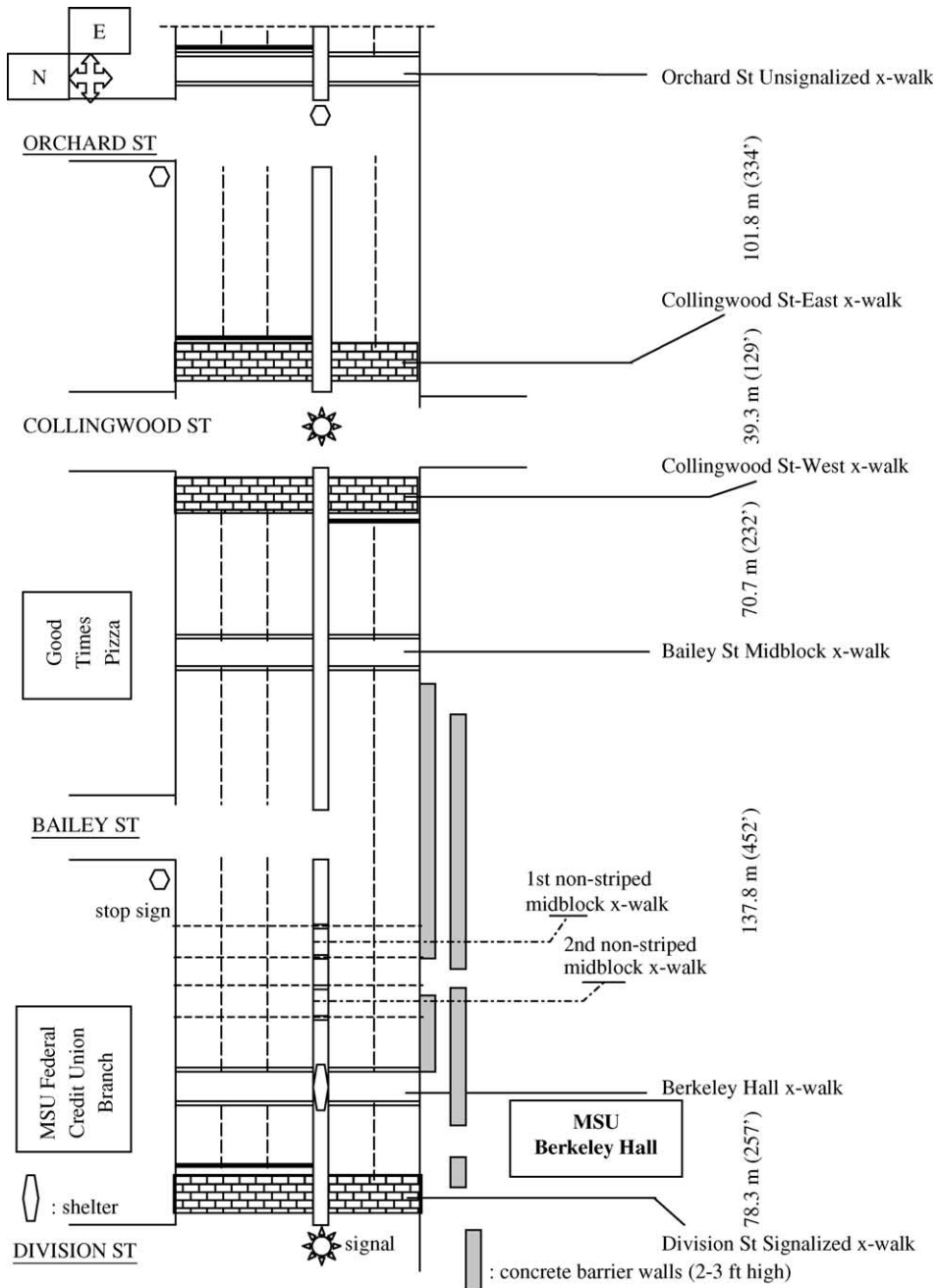


图 2.研究地点示意图：第 1 部分 (a) 和第 2 部分 (b) (不按比例)。





(b)

图 2 (续)

调查工具的开发符合预设标准,如包含研究目的和参与重要性的声明;问题定义明确;长度合理;不包含个人或可能令人反感的问题;适合通过电子邮件进行电子分发的格式;以及适合将数据编码到计算机中的格式。

问卷中的问题涉及以下几个方面:(a)使用者概况(年龄组、性别和使用设施的频率);(b)使用者过马路的模式(过马路的地点、条件、遵守情况);(c)影响行人过马路选择的因素(是否存在某些类型的管制和使用者的优先权),以及(d)使用者对路权和安全的看法。

对调查问卷进行了预先测试,以确定是否有不明确的问题。调查表共包括8个问题,其中几个问题需要多个答案(见图3)。在现场访谈过程中,我们注意到完成调查问卷所需的时间大约不超过2-3分钟。研究小组的选择考虑了各种标准,包括对研究地点的熟悉程度、该地点对行人出行的潜在用途、合理的社会经济特征组合(如年龄、性别、种族、收入)以及参与意愿。

### 2.3. 设计用户行为研究

行人通行数据用于分析研究中人行横道上的行人过马路行为。人行横道合规率是指按照人行横道位置和"步行"信号指示过马路的行人所占的百分比。一般来说,人行横道合规率(百分比)表示为在一段时间(通常为一小时)内,在人行横道区域(CA)横过马路的行人数量除以"人行横道影响区域(CIA)"内的行人数量。

#### 2.3.1. 人行横道影响区和人行横道区

人行横道合规率(CCR)的计算基于这样一个假设,即每条人行横道都有一个吸引行人过街的影响区域。为了确定每条人行横道的影响范围,一对连续的人行横道之间的距离被假想线分成两个相等的长度。因此,每条人行横道都位于作为CIA边界的两条连续分界线之间。这两条线之间的区域就是所谓的CIA。图4展示了人行横道 $i$ 的CIA和CA定义示例。三条连续的人行横道 $i-1$ 、 $i$ 和 $i+1$ 之间的距离分别为 $L_{i-1}$ 和 $L_{i+1}$ 、人行横道 $i$ 的(CIA $_i$ )是 $L_{i-1}/2$ 和 $L_{i+1}/2$ 之和与从路边到路边的街道宽度( $W$ )的乘积。

#### 2.3.2. 全部和部分乱穿马路者

符合过街地点要求的行人是指在大约距离人行横道两侧3.0米(10英尺)。乱穿马路者是指不遵守人行横道位置的人。换句话

说，乱穿马路者在过马路时根本不在 CA 内行走。另一方面，部分乱穿马路者的过街路径部分位于人行横道上。在图 5 中，行人 1 和 2 遵守了人行横道线的规定，但行人 3 在人行横道的位置上属于乱穿马路者（Akin, 2000; Akin & Sisiopiku, 2000）。

1. 您多长时间步行穿过 Abbot 街和 Bogue 街之间的大河大道一次? 请在答案上打 "X" ) 。  
☐ 1. 每 日    ☐ 2. 偶 尔    ☐ 3. 几乎从不
2. 您通常在格兰德河大道的哪个路口过马路?  
☐ 1- 在指定的有信号灯的人行横道上  
☐ 2- 在指定的街区中间或没有信号灯的人行横道上  
☐ 3- 在任何方便的地点
3. 您一般什么时候从大河大道过马路?  
☐ 1- 仅在行人交通灯为绿灯时  
☐ 2- 当交通完全畅通时  
☐ 3- 只要我觉得我可以在几乎不影响汽车通行的情况下穿过马路
4. 您经常在非指定人行横道上过马路吗?  
☐ 1- 从不    ☐ 2- 很少    ☐ 3- 有时    ☐ 4- 经常    ☐ 5- 几乎总是
5. 如果您选择在非指定过境点过境, 主要原因是什么?  
☐ 1- 方便    ☐ 2- 节省时间    ☐ 3- 交通流量小, 没有风险
6. 在您看来, 车辆何时应礼让行人?  
☐ 1- 始终    ☐ 2- 在指定的人行横道上    ☐ 3- 决不, 车辆应优先通行
7. 对于大河大道, 以下说法是否正确?  
1 2  
Y N a- 在指定的人行横道上, 驾车人通常会礼让行人  
Y N b- 在行人绿灯期间, 左转车辆通常礼让行人 Y N c- 行人通常在指定地点过马路  
Y N d- 在指定的人行横道上, 自行车不会对行人构成安全风险
8. 以下情况是否会影响您决定在某个地点过马路?  
1 2  
Y N 1- 有行人信号灯  
Y N 2- 路口中间有人行横道 Y N 3- 红色砖块路面  
Y N 4- 路口中间人行横道上的遮蔽物 Y N 5- "只有在交通畅通时才能过马路" 的标志  
Y N 6- 是否有其他行人试图横穿马路 Y N 7- 与理想地点的距离  
Y N 8- 中间线上的植被或障碍物
9. 为了在指定的人行横道上过马路, 您有多少次愿意改道?  
☐ 1- 总是    ☐ 2- 经常    ☐ 3- 有时    ☐ 4- 很少    ☐ 5- 从不
10. 您的年龄段是?  
☐ 1- 21 岁    以下 ☐ 2- 22-55 岁    ☐ 3- 55 岁以上
11. 您的性别是什么?  
☐ 1- 男性    ☐ 2- 女
12. 您认为 Abbott 街和 Bogue 街之间的大河大道是行人安全通道吗?  
☐ 1- 是    ☐ 2- 否
13. 如果问题 12 的答案是 "否", 您认为主要问题是什么?

图 3.大河大道行人用户调查。

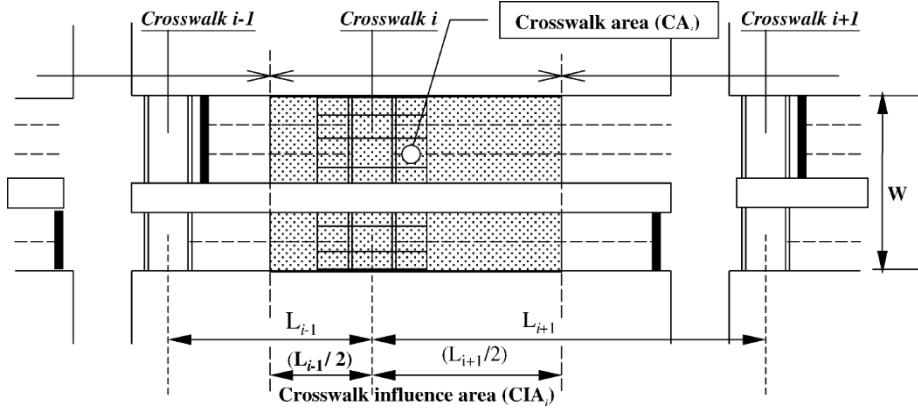
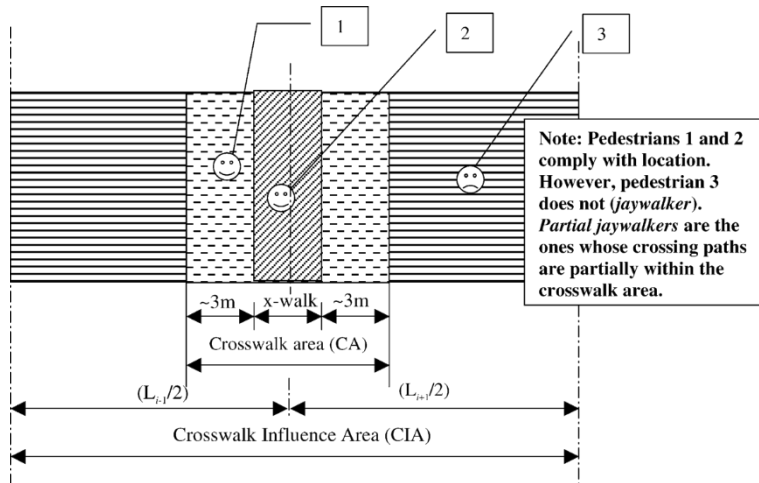
图 4.横道  $i$  的 CIA 和 CA 定义。

图 5.用于计算行人过街遵从度的全部和部分乱穿马路者及 CA 的定义。

## 2.4. 行人过街遵章率

行人过街合规率 (PCCR) 是指 *空间和时间上的* 过街合规率。

### 2.4.1. 空间穿越达标率

空间过街遵从度是指行人在过街地点或 "CA" 方面的过街遵从度, 而空间过街遵从率 (SCCR) 则披露了行人在过街地点或 "CA" 方面如何使用人行横道的信息。

$$SCCR_i = \frac{PL}{P_{中情局}^i} \quad (1)$$

其中,  $SCCR_i$  = 人行横道  $i$  上的空间过街合规率 (百分比) ;  $P^L$  = CA 内的行人过街数量 (人/小时) ;  $P^{CIA}$  = CIA 中的行人总数 (人/小时) 。

人行横道  $I$  (行人/小时) 。

#### 2.4.2. 时空穿越符合率

在有信号灯的人行横道上, 行人过街是否合规也可与行人是否遵守 "步行" 信号指示联系起来。因此,  $TCCR_i$  的定义是, 在长廊中遵守行人 "步行" 信号指示的行人数量 (每小时) 的比率、

$P_{IT}$  与 CA 内行人总数之比,  $P^{CA}$

$$TCCR_i = \frac{P_{IT}^T}{P^{CA}} \quad (2)$$

公式(2)中的分母之所以与公式(1)中的分母不同, 是因为如果行人根本不遵守过街地点的规定, 那么引用时间上的过街规定意义不大。换句话说, 空间上的合规是时间上 合规的必要条件。对于违反人行横道位置过马路的行人来说, 信号灯是绿灯还是红灯并不重要。因此, 在确定  $TCCR$  时, 只考虑 CA 中的行人。

### 2.5. 数据收集

#### 2.5.1. 收集调查数据

选定的研究小组主要由密歇根州立大学 (MSU) 的本科生、研究生、教职员工组成, 他们是使用该设施的大多数行人, 因为密歇根州立大学就在研究地点旁边。首先, 调查人员按照指示在研究地点随机接近行人, 进行活体调查。调查人员共接触了 52 名行人, 要求他们协助完成调查, 其中 22 人同意参与调查。虽然同意参与调查的比例较高 (42.3%), 但这种数据收集方法耗时且成本较高。因此, 我们决定改用电子方式发放调查问卷。调查表通过 MSU 计算机网络随机选取 MSU 附属机构的电子邮件地址进行分发。选择的方法是给计算机网络中的每个电子邮件地址 (共 50,000 个) 分配一个序列号。然后使用随机数字生成器选取 5000 个电子邮件地址进行调查。回收率为 17.9%。鉴于文献中报道的邮寄调查的典型回收率在 5% 至 30% 之间, 因此该调查的回收率被认为是可以接受的。共收到并审核了 897 份填写完毕的问卷。

#### 2.5.2. 运动数据收集

行人过马路活动的研究是通过分析实地数据进行的，这些数据是通过在研究地点人行道上设置的八个摄像头直接观察行人活动收集的。摄像机是连续放置的（研究走廊两侧各有四个摄像机），其视场略有重叠。这样的配置可以捕捉到研究小区内所有的行人活动。每次录像持续 30 分钟。然后将摄像机移至另一侧，拍摄另一侧的行人活动。

分节。总之，为了在整个研究地点收集 30 分钟的数据，8 台摄像机的系统必须重新定位 8 次。仅拍摄一项就需要至少 2 小时的现场工作，这还不包括启动设备、将设备从一个地方移动到另一个地方以及正确安装所需的时间。因此，每次数据采集都能获得 16-18 小时的视频图像。

为了避开行人需求量极低的时段，调查是在主要交叉路口人行横道上的行人流量预计最少约为 40-50 人/小时时进行的。在中午高峰期（10:30-1:00）和下午高峰期（2:30-6:00）观察和记录了行人通行情况。行人流动数据主要在工作日收集。周末数据收集仅限于周六，因为东兰辛市中心的一些商店周日不营业。数据收集是在密歇根州立大学开学的月份（1998 年春季和秋季）进行的。只有两次数据采集是在五月下旬进行的，以便恢复之前数据采集中的不良视频图像。此外，还排除了橄榄球主场比赛的周末和主要节假日。数据收集是在各种天气条件下进行的（晴天、阴天、洒雪、寒冷、温暖和炎热）。雨天不收集数据，以保护录像设备免受雨水可能造成的电气损坏。现场同时使用八台摄像机记录行人的活动情况。摄像机连续安装在大河大道两侧研究路段的人行道上，以覆盖整个研究区域内所有可能的行人活动。连续摄像机的拍摄区域略有重叠，以确保拍摄到研究区段内的所有行人。

## 2.6. 减少数据

### 2.6.1. 减少调查数据

首先对回收的问卷进行筛选，以评估其完整性并确保其唯一性。在这一过程中，重复的副本和有几个关键问题没有回答的表格被剔除。合格的问卷会被分配一个序列号。这样，如果遇到任何可疑或不寻常的代码，就可以对调查表进行追踪，检查编码是否有误。在剔除重复和不完整的调查表后，总共还剩下 871 份问卷。我们决定只分析日常用户和临时用户的答卷。另外 166 份问卷被排除在研究之外，因为这些问卷表达了非用户的意见，因此可能会对研究结果造成一定的偏差。总共有 711 份问卷被用于分析。研究認為，樣本數目足夠準確反映使用者的過路習慣、對研究地點行人設施的觀察和看法。

使用 SPSS 统计软件创建了一个包含每份问卷答复的文件。该软件包能够进行统计分析，并生成图表和数据摘要。每份调查表都被编码为一个原始数据，并在第一栏中标注了一个序列号作为跟踪 ID。每份问卷有 22 个字段，完成每个表格的典型数据录入大约需要一 (1) 分钟。



#### 2.6.2. 减少运动数据

数据还原提供了有关行人过街量、过街地点、过街行为和行人与车辆冲突的信息。利用从录像带中获得的数据

根据每条人行横道影响范围内的行人活动情况，计算出各类人行横道的行人遵章程度值。行人合规程度的定义是，在人行横道位置过马路的行人数量与该人行横道影响范围内过马路的行人总数之比。

为避免重复计算在一台摄像机视野内开始过马路、在另一台或多台摄像机视野内完成过马路的行人，我们做出了特别的努力。在某些情况下，使用了两台录像机/电视机来解决重复计数问题。在分别观看每一盘录像带时，都要记录每一位行人出现在屏幕上的时间及其重要特征（如穿着红色 T 恤或蓝色夹克等）。利用这些信息，在 CIA 中不止一次出现在录像带中的行人不会被重复计算。虽然这种数据缩减过程是一项繁琐且耗费人力的工作，但却非常有益，因为它可以在数据收集过程中检测到整个研究地点的所有行人流动情况。不仅可以获得行人数量和过街地点的信息，还可以获得有关过街条件的其他数据（如行人信号灯指示、其他行人和机动车的存在情况、行人过街的时间和地点、行人过街的时间和地点）。

#### GD River大道 (M-43) 人行横道 (Abbott - Bogue街)

日期 1998年2月23日，星期一，华氏35度，寒冷，部分地区晴天

时间：下午 2:46

##### 1- Abbott 街信号灯路口人行横道

行人计数 30 分钟	人行横道	部分乱穿马路者	独行侠 加利福尼亚州 周围	总计
RU + PS (VS)	47	2	0	49
PS (VR)	14	1	0	15
S	32	2	2	36
LS	9	1	0	10
总计 102		6	2	110

RU：普通用户S

：运动鞋

PS (VS)：部分启动（车辆停止）

LS：起步较晚

P S (VR)：部分运动鞋（车辆行驶）

从人行横道西侧乱穿马路者 = 30 分钟内 5 名行人

从人行横道东侧乱穿马路者 = 30 分钟内 3 名行人

30 分钟内人行横道区域的行人总数 =  $102 + 6 = 108$  人

人行横道影响区内的行人总数 =  $110 + 5 + 3 = 118$  人，30 分钟流量 (VV) =

2427 车辆/小时，

LCIA 38.4 米 (

126.0 英尺

$$\text{整体越界遵守率} = 39 \frac{\text{人行横道上的区域单位数量} + \text{无PS(VS)} \quad 47}{\text{人行横道影响范围内的行人总数} \quad 118} = 39.8\%$$

人行横道区域的行人总流量 =  $108 * 2 = 216$  人/小时

人行横道影响范围内的行人总流量 =  $118 * 2 = 236$  人/小时

空间遵守率=102/118=86.4%，违反闪烁红色信号灯=10/108=9.3% 时间遵守率=49/108=45.4%。

图 6.信号灯控制人行横道的数据汇总表。

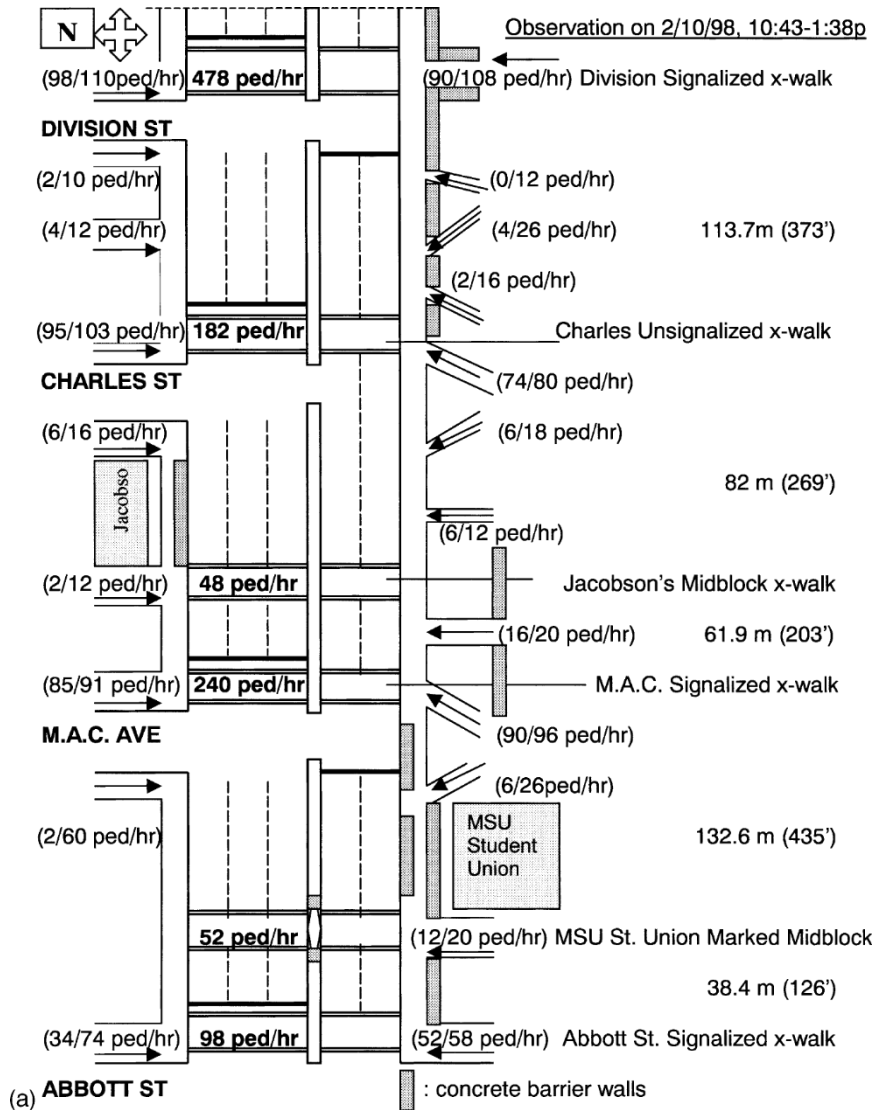


图 7(a).第 1 区人行横道和小路的人流量快照 (括号中的第一个数字表示横穿马路的行人数量, 第二个数字表示通过小路的 行人总数)。

通过在实验室对录像带进行仔细处理, 我们获得了以下数据为分析行人的运动情况, 记录了以下类型的数据: 在行人 "步行" 信号期间开始过马路的行人数量 (普通用户); 部分乱穿马路者; 乱穿马路者; 在行人 "不步行" 信号期间在 CA 内过马路的行人数量 (运动者); 在行人 "不步行" 信号期间穿过人行横道第一部分, 然后在 "步行" 信号期间继续穿过人行横道的行人数量 (部分

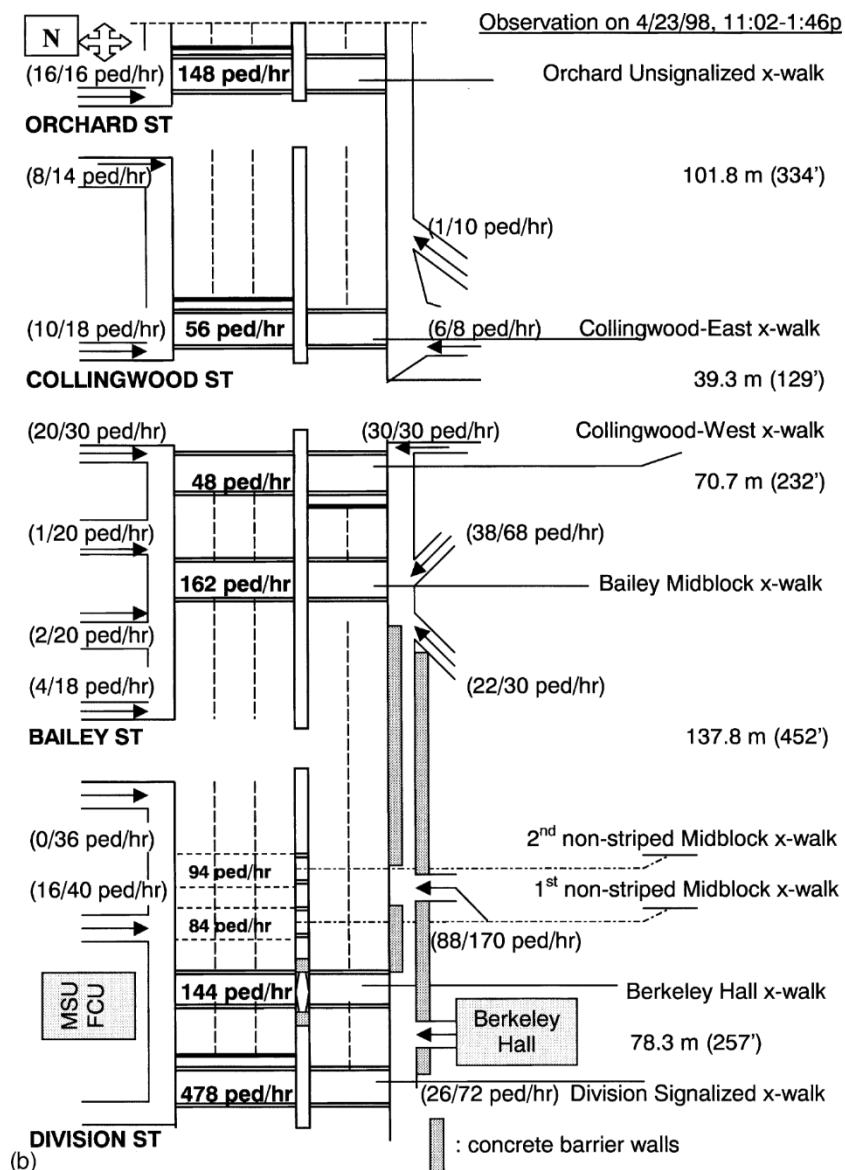


图 7(b).第 2 节中人行横道和小路的人流量快照 (括号中的第一个数字表示横穿马路的行人数量, 第二个数字表示通过小路的行人总数)。

运动者) ; 在 "闪烁""禁止行走 "信号灯期间从路边穿过中间线的行人数量 (迟到者) ; 以及 CA 和 CIA 范围内的行人总数。我们开发了数据汇总表, 用于报告汇总数据和计算 PCCR。图 6 给出了数据汇总表的一个示例, 图 7a,b 显示了行人数量汇总。

3. 成果

3.1. 调查对象的描述

在研究的 711 名行人中，有 254 人（占 36%）每天都过马路，其余 457 人（占 64%）被归类为偶尔过马路者，即每周有几天过马路。21 岁或以下的受访者占 32.7%，21 至 55 岁的受访者占 61.6%，55 岁以上的受访者占 5.7%。调查对象的年龄分布相当正常，这表明样本人群具有代表性和适当的多样性。鉴于研究对象主要属于大学群体，年龄分布可能与其他社会经济因素（如职业、收入和性别）密切相关。

3.2. 行人过马路模式和遵守过马路规定的情况

行人喜欢横穿马路的地点特征、行人决定横穿马路的条件以及行人横穿马路时遵守交通管制的情况，无论从安全角度还是从操作角度来看，都是极为重要的因素。如表 1 所示，大多数受访行人通常在指定地点过马路（23% 在有信号灯的人行横道上，31% 在无信号灯和街区中间的人行横道上，5% 在任何类型的人行横道上）。其余 41% 的人在任何方便的地点过马路。这意味着，根据用户调查数据，在人行横道位置过马路的合规率为 59%。

表 2 显示，在整个研究地点的人行横道上，利用公式（1）计算出的空间过街符合率（SCCR）平均值为 71.4%。这意味着约有 71% 的被观测行人使用研究路段的人行横道横穿大河大道。比较基于两种不同数据来源的行人过街符合率，调查数据得出的空间符合率（58.7%）比计算得出的 SCCRs（71.4%）低 17.8%。

表 3 显示了选择在信号灯控制的人行横道上过马路的受访者的典型过马路情况。45% 的受访者（166 名行人）承认，他们会在以下情况下横穿马路

表 1  
行人过马路的地点--调查对象

地点	频率	百分比	有效百分比
信号灯路口 x 人行道	166	23.3	23.4
街区中间或无信号灯 十字路口 x 人行道	217	30.5	30.6
任何类型的人行横道	35	4.9	4.9
遵守规定的行人小计		(58.7)	(58.9)
任何方便的地点	290	40.8	41.0
失踪	3	0.4	-

总计

711

100

100

---

表 2

行人空间过路遵守率 (SCCR) --移动数据

地点	观察次数	平均值 (%)	SD
信号灯路口 x 人行道	36	82.8	8.321
街区中央 x 人行道	28	71.2	11.062
无信号交叉路口 x 人行道	14	67.5	6.348
无条纹中段 x 人行道	12	64.2	3.487
平均		71.4	

表 3

行人在信号灯控制的人行横道上的过街情况--调查对象

条件	频率	有效百分比
行人灯为绿灯时	16	9.6
交通完全畅通后	75	45.2
出现可接受的差距时	75	45.2
总计	166	100.0

他们认为车流中出现了可以接受的空隙。另一方面, 45% 的人表示只有在交通完全畅通后才会过马路, 约有 10% 的人愿意等待行人绿灯亮起时才过马路。根据这些数字, 行人信号灯指示下的过街合规率可计算为

$$TCCR_{survey-1} = 45 + 10 = 55\%$$

之所以在计算中包括所有车辆都已通行时行人过街的百分比, 是因为行人信号灯的设计允许行人在 "行人红灯" 信号期间穿过一半的信号灯人行横道, 因为大河大道的西行车辆在东行车辆左转进入十字路口时会停止通行。

表 4 列出了在信号灯控制的交叉路口人行横道上使用公式 (2) 计算出的行人临时过马路符合率的平均值。比较基于两种不同数据来源的行人过街遵章率, 基于调查数据的行人过街遵章率 (55%) 仅比观察到的行人过街遵章率 (50.9%) 高 8.1%。

行人还被问及在非指定过街地点过街的频率。表 5 汇总了得到的答复。29.6% 的使用者回答说, 他们很少 (或从不) 在非指定的过街地点过马路。约四分之一的受访者表示, 他们经常或几乎总是乱穿马路。45.7% 的受访者似乎对使用指定设施过马路没有预先设定的偏好。根据表 5 中的频率数字, 可将临时过马路的合规情况计算如下

$$TCCR_{survey-2} = 5.8 + 23.8 + (45.7/2) = 52.5\%$$

52.5% 的比率仅比表 3 计算出的时间遵守率 (55%) 低 4.5%。因此, 可以说基于调查数据



的符合率非常接近。这表明调查数据内部具有很好的一致性，并提高了调查的有效性。

表 4

时空穿越遵守率 (TCCRs) --移动数据

地点	观察次数	平均值 (%)	SD
雅培街	8	43.4	9.020
MAC 大道	8	46.8	9.432
分部街	8	57.6	7.999
科林伍德西区	6	52.1	8.214
科林伍德西区	6	54.5	15.338
平均		50.9	

表 5

在非指定过境点过境的频率--调查对象

穿越频率	频率	有效百分比
从不	41	5.8
罕见	169	23.8
有时	325	45.7
经常	146	20.5
几乎总是	30	4.2
总计	711	100.0

表 5 中的结果也与上文所述的首选过街地点以及使用者为在指定地点过街而改道的意愿相吻合。表 5 中的结果与上文介绍的有关首选过街地点的回答以及用户是否愿意为了在指定地点过街而改道的回答也基本一致。38% 的用户回答愿意改道, 20% 拒绝改道, 42% 表示有时会为了使用人行横道而改道。根据这些数据, 可计算出空间过街遵从率为

$$_{\text{SCCR}} \text{ 调查} = 38 + (42/2) = 59$$

值得注意的是, 上述计算出的遵守率 (59%) 与根据表 1 估算出的空间遵守率 (58.7%) 几乎完全相等。根据调查数据得出的遵守率之间的这种一致性再次加强了感知数据的可靠性。值得注意的是, 偶尔使用者在选择过街方式时似乎更为保守。例如, 只有 18% 的临时使用者承认经常在非指定地点过马路, 而日常使用者的这一比例为 34%。由此得出的结论是, 当行人设施主要是为上班族设计时, 应加大力度阻止行人在非指定地点过马路。这种行为可能会危及行人的人身安全, 并对交通造成不良干扰。

流。

### 3.3. 评估影响行人过街选择的因素

行人被要求说明他们决定在非指定人行横道上横穿马路的主要原因。对这一问题的答案进行了缩排，以评估使用者

表 6

在非指定路口过马路的主要原因--调查对象

原因	频率	百分比	有效百分比
便利性	281	39.5	41.8
节省时间	184	25.9	27.4
交通量少; 无风险	204	28.7	30.4
其他	3	0.4	0.4
失踪案件	39	5.5	-
总计	711	100.0	100.0

用户在过境活动中的优先考虑事项。42% 的受访者认为方便是首要考虑因素, 而 27% 的受访者则认为节省时间是最重要的。有趣的是, 有 30% 的受访者表示, 他们认为在任何方便的地点过马路都不会有太大风险, 因为交通流量较小, 足以保证过马路的安全。表 6 汇总了这些结果。

对于设计行人设施的交通工程师来说, 某些类型的控制对行人正确 (或不正确) 使用行人设施的决定的影响非常重要。因此, 研究人员向受试者提出了一系列 "是 "或 "否 "的问题, 以了解影响他们决定在某个地点过马路的因素。这些因素包括是否有信号灯、是否有街区中间的人行横道、街区中间人行横道位置的红色砖块路面或路面上的遮挡物、中间线上的植被或障碍物, 以及人行横道相对于预期目的地的位置。结果表明, 人行横道与预期目的地的距离是绝大多数受访行人 (占总数的 90%) 选择过马路的主要决定因素。因此, 城市规划者和交通工程师应尽可能将人行横道设置在靠近主要人行道的位。图 4a 和 b 显示了 1998 年 2 月 10 日 10:43 至 1:38 和 1998 年 4 月 23 日 11:02 至 1:46 期间观察到的人行道上的人流量。不难看出, 主要的人行道总是通向人行横道。人行道上的第一个数字代表过马路时走或不走人行横道的行人数量, 第二个数字表示人行道上的行人总量。

大河用户对街区中间的人行横道表示赞赏, 83% 的调查对象表示, 街区中间人行横道的存在影响了他们在特定地点过马路的决定。74% 的受访者认为行人红绿灯的存在也会影响他们的决定。将这些数字与表 2 中根据街区中间人行横道 (71.2%) 和信号灯控制交叉路口人行横道 (82.8%) 的通行数据得出的空间达标率进行比较, 可以看出, 调查结果比计算得出的达标率分别高出 16.6% 和低出 10.6%。

相当多的受访行人 (65%) 在决定是否横穿马路时受到了植被和障碍物的影响。另一方面, 受访者对候车亭和红砖路面的看法不一。只有 34% 的受访者回答说, 位于中间线上的候车亭影响了他们在指定地点过马路的决定, 41% 的受访者赞成铺设彩色路面。值得注意

的是，非条纹人行横道上的过街率（42.3% = 246 名行人中的 104 人在该地点过街；详见图 4b；[ (16 + 88 = 104) / (36 + 40 + 170 = 246) ] 仅比赞成铺设彩色路面的比例（41.3%）高出 2.4%。观察到的行人流量与偏好数据之间的这种一致性提高了用户调查的可靠性。

表 7

年龄和性别对调查答复的影响						
最具影响力 因素	年龄组			性别		
	奇偶校验	显著性 夷为平地	评论 (95% CL) <sup>a</sup>	奇偶校验	显著性 夷为平地	评论 (95% CL) <sup>a</sup>
距离 目的地	10.780	0.005	0.005 < 0.05 差异 据统计 隽永	0.892	0.345	0.345 > 0.05 差异 据统计 无意义
中块 人行横道线 存在	4.550	0.103	0.103 > 0.05 差异 据统计 无意义	0.433	0.510	0.510 > 0.05 差异 据统计 无意义
行人 信号存在	1.223	0.542	0.542 > 0.05 差异 据统计 无意义	1.799	0.180	0.180 > 0.05 差异 据统计 无意义

<sup>a</sup>置信水平。

### 3.3.1. 性别和年龄因素

我们进行了统计检验，以研究不同年龄组或性别分类的受访者的回答是否存在显著差异。表 7 汇总了分析结果。总之，研究发现，在 95% 的置信水平下，不同年龄组别和性别的回答者的回答在统计上没有显著差异。因此，使用汇总结果似乎是适当的。唯一的例外发生在距离理想地点的距离对个人决定是否穿越的影响问题上。在 21 岁以下和 21 至 55 岁年龄组中，分别有 92% 和 90% 的受访者对此问题做出了肯定的回答，而 74% 的老年人对此问题做出了肯定的回答。分析表明，在 95 分的置信水平（显著性水平  $0.005 < 0.05$ ）下，老年行人对这一问题的回答与其他两个研究组别存在统计学差异。

### 3.4. 用户对路权和安全的看法

为了评估行人的安全感和用户对路权的看法，我们提出了一些问题。结果发现，有 45% 使用研究地点的行人认为，司机通常会在指定地点礼让行人，尤其是在街区中间的十字路口，否则停车队伍可能会占据人行横道。值得注意的是，除了人行道上的标线外，驾驶者看不到任何积极的控制类型，表明行人应享有优先权。

当被问及“机动车何时应礼让行人”时，大多数受访者（61%）回答只有在指定的人行横道上才应礼让行人。31% 的受访者认为行人应始终优先于机动车，7% 的受访者认为车辆应

始终享有通行权。行人的回答表明，大多数使用者都理解混合交通街道的目的，并愿意做出妥协，以帮助为所有使用者创建一个公平、安全的出行环境。

关于转弯车辆,半数受访者抱怨,在绿灯亮起的十字路口,转弯车辆不尊重试图过马路的行人。实地观察也证实了这一点。在大多数情况下,行人与右转或左转车辆共享同一个绿灯阶段。这种情况被认为是行人在绿灯期间选择在信号灯控制的交叉路口人行横道以外的地点过马路的原因。这是一个重要的发现,表明了正确的信号配时设置对提高安全和效率的重要作用。

此外,只有 35% 的用户回答说,"只有在交通畅通时才过马路"的行人标志对他们过马路的决定有影响。对受访者意见的分析进一步表明,这种标志常常使那些选择在指定人行横道上横穿马路的行人感到困惑或沮丧,因为他们以为自己拥有通行权。

由于行人经常与自行车争夺同一空间,受试者还被要求就这种互动可能导致的安全问题提供意见。59%的用户对行人与自行车之间的互动并不担心,也不认为自行车会对在指定地点过马路的行人造成安全隐患。最后,超过三分之二的受访者(68%)同意研究地点是行人可以安全通行的走廊。这一回答表明了行人对该设施的认可,也表明了行人对研究走廊沿线近期的改善表示赞赏,同时也表明了行人的安全意识。

喜欢在行人出行时使用它。

#### 4. 结论

这项研究调查了行人对各种行人处理方法的看法,例如有信号灯和无信号灯的交叉路口人行横道、有标志和无标志的街区中间人行横道、物理障碍物的使用、中间隔离带上的遮蔽物和彩色铺装以及行人警告标志。这些信息都是通过密歇根州东兰辛市的一个研究地点调查使用者和观察行人通行情况获得的。在研究地点,上述所有设施和过街设施均已到位。根据研究结果得出以下结论:

- (a) 调查分析的结果支持这样一种观点,即设计合理、位置恰当的人行横道设施会鼓励用户在特定位置过马路。街区中间的人行横道被认为是最有影响力的行人设施。实际通行数据分析也支持这一结论。
- (b) 带人行横道的信号灯路口有助于疏导行人交通,但事实证明无法说服行人遵守信号灯指示,尤其是在交通需求较低的情况下。
- (c) 行人在决定是否在指定的过街地点过马路时,认为最有影响的因素是人行横道与行人希望到达的目的地之间的距离。此外,更多的便利性也被评为导致行人乱穿马路的首



要因素。这些结果表明,与邻近土地使用情况相关的人行横道位置的正确选择,可以减少行人乱穿马路的现象。

产生或吸引行人流量有可能大大提高行人的遵守率。

- (d) 行人不赞成在街区中间位置使用行人警告标志。尽管这些标志可能不受行人欢迎，但作为积极的执法手段，它们往往具有安全价值。建议进行更多的碰撞和冲突分析，以明确评估这些标志的价值，并为其使用提供依据。
- (e) 在行人绿灯阶段，绝大多数转弯车辆都不会优先照顾行人。这就增加了行人在绿灯期间不选择在信号灯控制的人行横道过马路的几率，如果他们有其他过马路选择，可以减少延误并提供更安全的过马路条件的话。为了改善这种情况，当转弯车辆和/或行人过街流量较大时，可能需要考虑行人领先间隔。预计领先行人间隔将有助于减少冲突动作的数量，从而提高安全性和行人过街的合规性。通过信号协调，可显著提高行人交通流量（Virkler，1998 年）。精心设计信号灯相位计划和适当安装标志，可极大地改善行人和转弯驾驶者的通行条件。此外，还建议进行更多的调查，研究驾驶者和行人在交叉路口通行权方面的差异。
- (f) 应该注意的是，尽管用户的偏好很重要，但它们与安全考虑因素的相关性可能并不高。建议在今后的研究中进行更多分析，以检查安全与行人接受度之间的关系。

从调查和运动分析结果的比较中可以得出几个结论。

- (a) 首先，用户的回答与他们在穿越选择方面的实际行为之间有较好的一致性。这一观察结果非常令人鼓舞，因为它表明调查分析的结果是可信的，受访者总体上诚实、真诚地回答了问题。
- (b) 其次，调查和通行数据都表明，与信号灯控制的人行横道相比，街区中间的人行横道在实现其设计目的方面更有效。另一方面，信号灯控制的人行横道似乎是最有效的行人分流设施。然而，大量选择在信号灯控制的人行横道上过马路的行人往往为了减少延误而不遵守行人信号灯的指示。
- (c) 最后，关于人行横道位置与预期目的地之间的距离，交通工程师显然应格外注意可能会增加行人通行需求的土地用途，并在决定在某些地点设置人行横道时考虑这些需求。

这项研究的结果有望帮助交通工程师和规划人员了解行人在人行横道上的行为和态度。因此，有志于推广步行社区的政策制定者和倡导者可以支持研究人员为未来的研究奠定基础，以便在行人过街流量较大的走廊制定行人控制指南。

## 致谢

作者衷心感谢密歇根州交通部 (MDOT) 对本研究的资助。同时, 作者还要感谢近 950 位自愿填写调查问卷并发表宝贵意见的人士, 他们的意见仅用于研究目的。此外, 还要感谢 MSU 土木与环境工程系交通专业的学生, 他们在数据收集和缩减方面提供了帮助。最后, 还要感谢两位匿名审稿人提出的宝贵意见。

## 参考资料

- Akin, D. (2000). 城市环境中人行横道的评估。密歇根州立大学土木与环境工程系博士论文, 密歇根州东兰辛市, AAT 9971885。Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/preview/9971885>.
- Akin, D., & Sisiopiku, V. P. (2000). 估计人行横道的空间过街顺应性。In: *第 70 届 ITE 年会论文集, 美国田纳西州纳什维尔, 8 月 6-9 日*。
- Audirac, I. (1999). 对邻近行人的明确偏好: 对新都市主义社区意识的评估。*规划教育与研究期刊*, 19 (1), 53-66。
- Broyhill, T., Tan Esse, C., & Ward, L. (2002). 创新交通控制设备--规则制定过程和公众意见 (第二部分)。 *ITE 期刊*, 72 (2), 24-26。
- Carsten, O. M. J. (1994). 行人行为与行人信号设计。第六届 ICTCT 研讨会论文集, 行人问题, 第 115-118 页。
- Carsten, O. M. J., Sherborne, D. J., & Rothengatter, J. A. (1998). 行人智能交通信号灯: 三个国家的试验评估。 *交通研究 C 部分*, 6, 213-229。
- Davies, H. E. H. (1992). 海雀人行横道: 首批实验点的经验。研究报告 364. 英国克劳森恩运输研究实验室。
- Forsythe, M. J., & Berger, W. G. (1973). 城市行人事故对策实验评估。第 1 卷, 附录 C: 行为评估汇总数据, 生物技术公司。弗吉尼亚州福尔斯丘奇; 华盛顿特区美国交通部。
- Gardner, P. (1989). 交通信号灯下的行人安全: 一项利用冲突技术进行的研究。 *事故分析与预防*, 21, 435-444。
- Handy, S. L. (1996). 城市形态与行人选择。 *Transportation Research Record*, 1552, 135-144。
- Hine, J. (1996). 行人出行体验: 利用深度访谈技术评估交通对行为和安全感的影响。 *交通地理学杂志*, 4, 179-199。
- Hine, J., & Russell, J. R. E. (1996). 交通对行人行为的影响 (II)。 *交通工程与控制*, 37 (2), 81-85。
- Howarth, C. I., Routledge, D. A., & Repetto-Wright, R. (1974). 涉及儿童的交通事故分析。 *人体工程学*, 17, 319-330。
- Ivan, J. N., Gardner, P. E., & Zajac, S. S. (2001). 寻找改善农村地区行人安全的策略。NEUTC-UCNR12-7, 最终报告。新英格兰大学交通中心, 麻省理工学院, 剑桥, 马萨诸塞州 02139; 康涅狄格大学, 康涅狄格交通研究所, 斯托尔斯, 康涅狄格州 06269, 美国, 10 月 11 日, x+39 页。

- Jacobs, G. D., Sayer, I. A., & Downing, A. J. (1981). 发展中国家道路使用者行为的初步研究》。SR 646; HS-032 344. Transport and Road Research Laboratory, Old Wokingham Road, Crowthorne RG11 6AU, Berkshire, England, 17 p.
- Krabbel, G., Appel, H., & Ikels, K. (1998). 行人安全的基础设施措施。 *Zeitschrift FUR Verkehrssicherheit*, 44(1), 19-24.

- Kronborg, P., & Ekman, L. (1995). 行人和骑自行车者在信号控制交叉路口的交通安全。TFK 报告 1995:4E。斯德哥尔摩 TFK 交通研究所。
- Lam, W. H. K., Lee, J. Y. S., & Cheung, C. Y. (2002). 香港信号灯控制人行横道设施的双向人流特征研究。 *Transportation*, 29, 169-192.
- Levelt, P. M. B. (1992). 改善交通信号灯下的行人安全和舒适度：法国、英国和荷兰的实地测试结果。DRIVE 项目报告 V1061, PUSSYCATS。报告 R-92-56。SWOV 道路安全研究所，荷兰莱岑丹。
- Marbcal, S. (1995). 行人过马路行为的安全影响。英国利兹大学交通研究所硕士论文。
- Miller, R. (1999). 标记人行横道的权证依据。《下一个千年的交通前沿：第 69 届年会论文集》。交通工程师学会。内华达州拉斯维加斯，8 月，1-4 日。
- Miller, R. (2000). 有标志和无标志人行横道的安全问题。交通工程师学会 2000 年地区年会论文汇编》。交通工程师学会，加利福尼亚州圣地亚哥，6 月 24-28 日。
- 美国国家公路交通安全管理局（1995 年）。年度报告。美国运输部，华盛顿特区。
- 美国国家公路交通安全管理局（2000 年）。行人交通安全常识》。DOT HS 809 331，美国运输部，华盛顿特区。
- Pasanen, E., & Salmivaara, H. (1993). 赫尔辛基市的行车速度与行人安全。 *交通工程与控制*，34，308-310。
- Retting, R. A., Nitzburg, M. S., Farmer, C. M., & Knoblauch, R. L. (2002). 限制红灯右转以促进行人安全的两种方法的实地评估。 *ITE 期刊*，72（1），32-36。
- 道路信息计划（2001 年）。安全回家：让我们的社区对驾车者、行人和骑自行车者更加安全的策略》。道路信息计划》，华盛顿特区，12 月，x+14 页。
- Rouphail, N. M. (1984). 路口人行横道：用户遵从性和偏好研究。 *交通研究记录*，959，41-47。
- Routledge, D. A., Repetto-Wright, R., & Howarth, C. I. (1974). 比较采访和观察对儿童作为行人所面临风险的测量。 *人体工程学*，17，623-638。
- Russell, J. R. E., & Hine, J. L. (1996). 交通对行人行为的影响（一）。 *交通工程与控制*，37，16-18。
- Schieber, R. A., & Vegega, M. E. (2001). 推进儿童行人安全的国家战略。美国疾病控制和预防中心，国家伤害预防和控制中心，4770 Bufo, Atlanta, GA 30341-3724 and National Highway Traffic Safety Administration, 400 7th Street, SW, Washington, D 20590, USA, x+24p.
- Shriver, K. (1997). 奥斯汀（美国德克萨斯州）四个街区环境设计对行人出行行为的影响。 *交通研究记录*，1578，65-73。
- Sisiopiku, V. P., & Akin, D. (1999). 大河大道（M-43）行人研究。最终报告。土木与环境工程系。为密歇根州兰辛市的密歇根州交通部准备，4 月 30 日。Tan, C. H., & Zeeger, C. V. (1995). 欧洲行人过街设施的实践与创新。 *ITE 期刊*，65（11），24.
- Tanaboriboon, Y., & Jing, Q. (1994). 中国行人及其步行特征：北京案例研究》。 *运输研究记录*，1441，16-26。
- 美国交通部、美国汽车协会和国家安全委员会（1994 年）。步行警报：国家行人安全计划指南》。FHWA-SA-94-042，华盛顿特区。

Virkler, M. R. (1998).行人的信号协调效益。 *运输研究记录*, 1636, 77-82。

Zegeer, C. V., Seiderman, C., Lagerwey, P., Cynecki, M., Ronkin, M., & Schneider, B. (2002).行人设施用户指南：提供安全性和流动性。美国交通部、联邦公路管理局和北卡罗来纳大学公路安全研究中心，FHWA-RD-01-102。

Zegeer, C. V., Stewart, J. R., Huang, H. H., & Lagerwey, P. A. (2002)。无控制地点有标志人行横道与无标志人行横道的安全效应：执行摘要和建议指南。FHWA-RD-01-075，最终报告。Federal Highway Administration and University of North Carolina, Highway Safety Research Center, Chapel Hill, NC 27599, USA.