

• 主编特邀(Editor-In-Chief Invited) •

行人过街的认知心理过程和模型*

吴昌旭¹ 马舒^{1,2} 庄想灵^{1,2}

(¹中国科学院心理研究所, 北京 100101) (²中国科学院大学, 北京 100049)

摘要 随着交通系统的复杂化, 行人安全受到的威胁日益增加。本文以行人穿过马路的心理步骤为切入点, 对行人观察感知、判断决策方面的研究进行综述。在观察感知方面, 主要分析了观察内容、策略及注意失误的原因, 在判断决策方面, 介绍了内部心理机制中相关的理论模型, 包括效用理论、计划行为理论, 以及具体行为机制中的可接受间隙理论, 并重点分析了具体行为机制里闯红灯行为的影响因素。最后, 本文提出了行人过街的认知心理模型, 为以后的行人研究提供理论借鉴, 为交通安全提供实践依据。

关键词 行人; 过街行为安全; 认知心理; 模型

分类号 B842; B849

1 背景

一直以来, 我国行人交通事故频发。行人在道路交通中由于缺少保护设备而成为道路交通参与者中的弱者, 在参与道路交通活动时最容易受到伤害。据资料显示, 2000年、2001年、2002年我国的交通事故中, 行人和骑自行车的死亡人数分别占当年交通死亡人数的6.83%、6.65%、6.22%。在我国交通事故中, 机动车驾驶员与交通弱者(行人、乘员、骑自行车人)的死亡之比是1:3。2006年, 我国的机动车事故中23285名行人丧生, 82391名受伤, 分别占交通事故总体的26%和19%(公安部交通管理局, 2007)。而在美国, 2006年行人伤亡数量分别占各自总数的2%和11%(NHTSA, 2006)。这种对比可以看出我国行人受到的安全威胁较大, 想要提高其安全程度就应该对行人行为进行了解, 因此对其行为及心理的研究就显得尤为重要。

道路上的行人行为简单可以分为两类: 在人行道路上的行为(纵向)和穿越过街的行为(横向)。由于在过街时和其主要威胁者(车辆)交互最多, 导

致这两种行为中后者风险更大(Lassarre, Papadimitriou, Yannis, & Golias, 2007), 也有更多的行人丧生。同时, 行人过街相对于机动车而言, 没有固定的车道, 更加灵活和智能, 更难以掌控。因此本文将关注点放在有关行人过街行为及心理的研究上。理论上, 由于目前我国行人研究较国外偏少, 本文对于研究结果的综述很多来自于国外的研究, 虽然可能不同于本土化研究的成果, 但可以为我国的行人安全研究提供借鉴。实践上, 本文将根据最新的研究结果对提高行人安全提供具体建议, 促进和谐交通。

下文结构如下: 第二部分根据行人穿过马路过程中的心理步骤分别对行人观察感知、判断决策这两个方面进行综述, 并且将其中有代表性的工作进行详细分析, 如观察感知阶段的注意研究, 判断决策阶段的闯红灯行为研究。第三部分综合以往研究成果以心理学的感知、判断和决策过程建立了行人过街的概念模型; 最后, 本文将对研究的意义和应用进行讨论总结。

2 行人过街的认知过程

Older和Grayson(1974)将行人过街行为分为6个步骤: 位置选择、观察、感知、判断、决策、最终穿过马路, 其中, 部分步骤可重复出现或省略。首先, 在行人选择过街位置方面利用偏好报

收稿日期: 2012-12-18

* 国家重点基础研究发展计划(2011CB302201)。

通讯作者: 吴昌旭, E-mail: changxu.wu@gmail.com

告法(Stated Preference Survey)研究发现影响行人过街地点选择的因素有道路、交通车流和信号控制特征等三方面(Chu, Guttenplan & Baltes, 2004)。Airault 和 Espié (2005)根据行人对速度与安全的权衡对不同位置的行人是否会使用人行横道过马路进行了建模。位置选择的过程属于行人过街的初始准备,虽然决策的结果对以后的安全间接影响较大,但是其影响只能通过后面的过程体现,因此紧接着的感知、判断决策等过程是研究的重点。观察是指是视觉感知的方式,判断则是对当时情境危险性和自身能力的估量,决策是根据判断的结果决定启动过街的时间和前进的方式(包括速度大小和方向)。由于行人过街的场景是动态变化的,在这一系列连续行为中,感知、判断和决策过程可能多次出现,包括在过马路的前进或等待过程中。以下两个子部分将分别对观察感知(2.1)这个信息输入阶段和判断决策(2.2)这个信息进一步加工阶段进行分析。

2.1 观察感知

观察感知阶段行人通过视觉或听觉通道对周围的交通环境进行观察,其中视觉是主要感觉通道,获得的视觉信息是进行判断决策的基础。障碍物遮挡视线或注意失败未能感知到来车都可能引发交通事故(Older & Grayson, 1974; Walker, 2005)。

2.1.1 观察感知的内容和策略

视觉观察的内容包括车速、距离、车类型和其他人等信息。Hills (1980)认为,大多数行人交通事故是由于对汽车的速度和距离的错误估计而导致的。对于车速认知的实验发现行人对于车速的估计准确度和车的类型相关,人们倾向于低估一般轿车的速度,但是却高估公交车、拖拉机等大型车和电动车等小型车的速度;另外,车的距离和颜色在这个实地观察中没有起到显著的作用(Troscianko, Wright & Wright, 1999)。行人观察的其他内容对于其安全决策也非常关键,例如,Andrew (1996)发现,观察到过街的行人越少,各个年龄层的行人都越倾向于查看车辆的情况。但由于这种作用更多地体现在最终的行为上,单独的感知研究较少。

在视觉搜索策略上,对正常行人的眼动研究发现在十字路口等待绿灯亮的行人关注点更多地集中在信号灯上,而提前过马路的人则更多关注

路面车辆(Geruschat, Hassan & Turano, 2003),在前进过程中,虽然行人会向左右观察,但是其87%的时间是观察正前方。与此形成对比的是在没有人行横道和信号灯处,行人在前进过程中有60%的时间在观察车辆,只有40%的时间是朝向正前方的(Zhuang & Wu, 2011)。由于后者的过街情境更加复杂,这个差异可以看出视觉信息在过街过程中的重要作用。通过对比正常行人和视觉缺陷行人发现后者表现出更少的安全眼动行为。同时研究发现在开始过马路的最后4s,特别是最后1s内两组行人转头的频次都有所增加,作为过街前最后的安全扫查(Hassan, Geruschat, & Turano, 2005)。

在搜索策略的个体差异方面,研究发现不同性别的人存在差异。如Tom和Granié(2011)发现男女在过街前观察的模式不同,男性先看车辆再看交通信号灯,而女性先看交通信号灯和其他行人,再看车辆。女性尤其关注其他行人的行为,而男性关注车辆。不同年龄的人在感知策略上也不同,主要原因在于认知能力发展水平的差异。Dunbar (2004)在他的论文中对年龄影响行人安全的认知能力方面有较为详尽的论述。此外,Whitebread和Neilson(2000)等也发现不同年龄儿童的策略存在显著差异,在7/8岁左右出现转折。儿童与成人行人过街视觉搜索策略相比:1)查看不同方向交通的频率及形式不同;2)是否在过街前做快速检查,以及检查的熟练程度不同;3)视觉搜索策略的详尽程度不同。

2.1.2 注意研究

感知领域较多的研究更加关注的是容易发生感知错误或失误的情境,因此注意成为研究的重点。此类研究有两类:一是通过对比具有不同注意能力行人的过街表现来研究注意在过街行为中的作用。虚拟现实情境中,研究者发现有注意缺陷的被试走路更慢,忽略了更多的过马路机会,而且安全间距更小,他们过街行为的变异性较高,被撞到的次数是正常被试的2倍(Clancy, Rucklidge, & Owen, 2006)。Schwebel等(2009)和Stavrinou等(2009)等通过问卷调查法发现注意控制得分高的行人倾向于花费更长时间等待更大安全距离来过街。而在安全过街地点的选择上,有研究发现,儿童确定安全过街地点的能力和Stroop测验结果呈现显著相关,而在成人中则没

有(Tabibi & Pfeffer, 2003)。还发现随着年龄的增长, 儿童对过街情境是否安全的分辨能力也在增长, 而且和其选择性与分配性注意呈正相关, 这在注意能力已经充分发展的成人身上没有表现出来(Tabibi & Pfeffer, 2003)。这些都说明注意能力对行人感知情境的危险性非常重要。

第二类研究是探索注意资源占用对行人过街任务的影响。在当前信息化时代, 研究所选用的“注意资源占用”类型为使用电话或者影音播放器。Stavrinou (2009)等让 77 名 10~11 岁的儿童完成虚拟的过街任务, 结果表明, 有手机通话干扰的情况下儿童行人的安全受到了影响。接电话时, 儿童对交通情况的注意减弱, 在预备过街前等待更久的时间, 在自己和来车之间预留的安全距离变小, 遭遇更多的撞车事故。年龄更小、注意力不集中、逆反的儿童更易于受到手机通话的干扰。此外, Hatfield 和 Murphy (2007)等实地观察了 546 名成年行人过街行为, 发现手机通话的行人过街速度明显减慢, 在过街前较少注意交通信号灯及来车情况。以上结果表明, 无论是成人还是儿童, 过街时的手机通话分散了注意力, 是行人安全的一大隐患。

2.2 判断决策

行人在观察感知路况搜集了有效外部信息后, 进入对信息的内部分析与判断阶段, 即信息加工。判断决策阶段行人利用观察感知到的信息进行综合分析来判断是否安全, 从而做出如何行为的决策。在内部心理层面, 关注行人做出决策的内部机制, 如计划行为理论关注行为意图对行为的控制, 而效用理论关注行人对某种过街行为的效用计算。而在行为层面, 决策主要包含何时开始过马路以及过马路时的速度, 此类研究以无信号灯处的间隔接受(Gap Acceptance)行为和有信号灯处的闯红灯行为为代表。

2.2.1 决策的内部心理机制

过街决策的内部心理机制往往涉及安全性和效率等的权衡, 较为复杂, 主要体现在路径选择上, 效用理论(Utility Theory)回答了人们如何决策选择最佳路径过街的问题。它假设每一个可选择的过街路线都是一个随机变量, 受路线的属性(如过街需要时间、路线长度、不确定性等)和行人自身的特点(期望过街时间、舒适度、安全感)的影响(Papadimitriou, Yannis, & Golias, 2009; Rabin,

2000)。行人首先对感知到的路径信息进行初步判断分析, 根据自己实际需要将路径的效用转化成自身的收益和损失, 据此得出主观效用和主观概率权重, 比较得出最佳过街路径。

效用理论是对安全和效率进行权衡之后得出的结果体现, 而如何看待安全和效率并对两者进行权衡, 则运用到了计划行为理论(Planned Behavior Theory), 这一理论从动机强度、态度、主观行为规范、知觉到的信念控制、预期影响、道德行为规范、危险觉知等方面对行人过街行为进行评估, 预测过街行为, 为行人过街心理、特别是违章等危险行为心理分析提供了可借鉴的框架。如 Evans 和 Norman (1998)在问卷中设置 3 种存在潜在危险过街行为的场景, 行人对 3 种行为进行评估, 对行人过街行为建立分层回归模型。发现行人过街更倾向于根据自身行为控制评估来做决定, 而不是规则的内化、社会表相。主观经验在对危险行为的认识和判断决策上起到非常重要的作用。主观经验主要包括对交通规则的理解和认可, 以及自身先前的实践经验, 两者对行人危险过街行为的态度、预期影响、道德行为规范、风险觉知都有影响, 进而体现到行人过街计划行为上。在交通规则的理解和认可方面, 本土的一系列调查研究表明, 我国行人对交通规则的了解程度较高, 但认可和理解程度较低(孙世君, 王弛, 张颖, 2007; 景超, 2007)。在主观规范上, 大部分的受访者认识到违规行为是不应该的, 但是其中有 5 成的受访者表示, 如有实际需要, 是会行使交通违规行为的(李开兵, 汪劲祎, 2007)。这种主观认知与实际行为的矛盾, 说明了行人对交通规则的认可程度亟待提高。在过街时, 当行人对当下路况判断为可以安全过街, 部分便会忽略法律法规的要求而违规通过。Holland 和 Hill (2007)以及 Yagil (2000)的研究也获得了相似的结果。可见, 行人往往将法规理解为保障自身安全的工具, 达到安全的目的即可, 却忽视法规对于整个交通参与者利益的维护作用。在行人先前的过街实践方面, 行人在实践中也在不断积累一系列经验, 包括自我行为能力、风险觉知水平、行为结果预测等。在实践中不断修正对交通规则的理解和认可程度。如违章受到惩罚(行政处罚、人身伤害等)的经验将会在短时间内提高行人对交规的认可和过街的遵章率。目前对于行人违章的管理较松,

没有相应的处罚措施,在缺失外在约束力的情况下,行人违章成本较低,而成功达到目的的违章行为会强化下一次采取同样行动,这些实践经验都会导致部分行人存有侥幸心理做出违章过街的决策。

2.2.2 具体行为决策

行人的具体行为决策层面,没有信号灯时,在选择合适的过街时间和速度的研究中,间隔接受理论(Gap Acceptance Theory)是普遍接受的理论之一,它假设行人有一个内在的以时间度量的安全标准,即两辆车之间的时间间距,如果实际情境中车辆的间距大于或等于其内在间距,则行人接受该过街机会,否则保持继续等待下一个合适的间距(Brewer, Fitzpatrick, Whitacre, & Lord, 2006; Das, Manski, & Manuszak, 2005)。间隔接受理论的研究结果通常以接受或拒绝某个车辆间距的累计概率来表示。其中两条线的交叉点表示该间距被接受和被拒绝的概率相同,因此是行人的关键间距(Critical Gap)。不同特点的人关键间距不同(Sun, Ukkusuri, Benekohal, & Waller, 2003),对于单个的行人,其关键间距是 4.6 s,而对于 2~4 人的行人组,则会增长到 5.6 s。类似的,年龄也会对关键间距有很大影响,研究发现老年人的关键间距要大于青年人,但是当车辆间距达到 10 s 时,几乎所有人都会选择通过(Wang, Wu, Zheng, & McDonald, 2010)。对过街安全性起直接决定作用的是车与行人之间的时间间隔。但是有研究发现老年人和年青人在过街决策中更多的依据车距离的间隔,更少依据车时间的间隔,而车的距离在对速度判断中作用不显著,因而不能从车的距离间隔判断得出时间间隔,只依据车距过街存在安全隐患。

2.2.3 闯红灯行为

当有信号灯时,车辆间距在可接受范围内,部分行人会做出闯红灯的决策。闯红灯行为是行人综合分析了自身的计划行为、过街效用后做出的决策。由于其潜在的危险性,有大量的文献将关注点放在了闯红灯这一行为上。而哪些因素影响了行人做出这一决策成为研究重点。由于有些因素(如性别)对违章行为的影响可能不止表现在闯红灯方面,但对其安全影响较大,因此本部分对影响因素的分析也包含少量其他行为。

人口学变量和行人伤害事故的相关研究发现

交通流量和人口密度与行人受伤率相关。另外研究表明,低社会化水平的城市更多交通违章行为(LaScala, Gerber, & Gruenewald, 2000)。青年人比老年人更多闯红灯行为(Holland & Hill, 2007)。性别影响行人过街决策。男性比女性更多冒险行为,女性的平均等待时长比男性多 27%, 90%的女性等待时长比同比例男性多 44%。男性闯红灯的次数高于女性(Moyano Díaz, 2002; Rosenbloom, 2006; Yagil, 2000)。Tom 和 Granié (2011)等研究发现男女过街在时间服从性上(如女性更遵守交通信号灯的指示)存在差异,但是空间服从性(如走人行横道和过街路径)无显著差异。也有研究发现,相对于生理性别,性别角色能够更有效地预测男女行人闯红灯行为差异。男性化得分高的被试对交通规则的内化水平低,更有可能闯红灯。

行人闯红灯行为受到在场的其他行人行为的影响(Zhou, Horrey, & Yu, 2009)。Dannick (1973)发现遵守交规的行人在场,可以显著增大其他行人不闯红灯的可能性,而一个违反交规的行人又可以引发更多的行人违规(Hamed, 2001)。一同过街的行人数量增加,车辆会更倾向于向行人屈服,过街行人的安全性增大。但是,如果只有部分车辆屈服的情况相对于未屈服的情况可能有更大的危险性,因为行人对其他车辆的观察可能被屈服的车辆遮挡(Zhuang & Wu, 2012)。Khan 等人(1999)发现当行人成群过马路时导致来车突然转向的几率是行人单个过马路时的 1.8 倍,违章成群过马路已成为造成行人-交通冲突的危险的因素之一。从众的程度又受到多种因素的影响。Santor 等人(2000)发现同龄人的从众行为是预测青少年危险行为的最有力因素。McGhie (2011)等探究了团体认同性和从众水平在四种匹配实验情境下(包括控制情景(被试一个人过街);团体认同性水平不同,如低/陌生人,高/朋友),从众水平不同(低,高)),评估被试在饮酒后的过街行为。结果表明,当和朋友在一起并且当朋友要闯红灯过街时,被试违章过街的意图最强烈。

在行人过街行为研究中,也有大量文献探索了个性特点对行人过街行为的影响。如风险觉知(Rosenbloom, 2006; Rosenbloom & Wolf, 2002)、冒险倾向、侵犯性和敌对(Pitcairn & Edlmann, 2000)、冲动性和运动协调性(Van Houten, Malenfant, & Rolider, 1985)都会影响着行人的安

全行为。Yagil (2000)分析了信号控制交叉口行人过街行为,发现情绪影响行人的危险行为的比例,心情愉快会改善交通安全行为。因此,保持良好的心情,在一定程度上可以避免急躁、冲动的危险过街行为的发生。Rosenbloom (2004)等还研究了宗教信仰对行人行为的影响。观察发现,东正教的城市中行人违章行为是非宗教城市的三倍。宿命论的信仰和神秘主义的实践会改变行人对交通事故的认识,出现更多冒险行为。

行人过街行为同时也受先前行人自身行为的影响。有研究表明,行人等待时间增加,过街的尝试次数也增加(Hamed, 2001)。在路边等待时间较长的行人,在当他从安全岛到路对面时会减少等待时间,面临更大的风险。此外,行人在多个车道的过街行为中,中间到远处的车道过街时的间隙小于近处车道到中间的间隙。行人在远处车道上的舒适度更小,风险更大。

信号灯等待时间也会影响到行人行为。在信号灯前的等待时间越长,行人越容易闯红灯过街(Tiwari, Mohan, & Fazio, 1998)。Baass (1989)指出,40s 以上的等待时间会导致行人冒险穿越。英国的Rouphai (1998)等人分别在有无信号灯控制的两种交叉口处对行人延误和强行穿越行为进行研究,得出当地行人可忍受等待时间为45~60 s。日本的Asaba 和 Saito (1998)的研究表明,行人过街等待的不耐烦峰值大约为40~50 s,而不耐烦感在21~28 s 已经开始产生。而在我国,刘光新等人(2009)在杭州市进行了小样本调查,将85%等待时间作为行人最大可忍受等待时间,发现一次穿越过街时行人最大可忍受等待时间为90 s,二次过街路口时为50s。钱宇彬(2006)通过对二次过街路口行人过街调查发现,在红灯等待时间为90 s 以内,行人违章率随等待时间的升高成一定下降趋势,红灯等待时间在90~150 s 时,行人违章率没有确定规律。

在许多十字路口的有效绿灯时长少于过街所需的最短时长,这说明现有的信号灯设置并没有充分考虑行人的过街行为,解释了为什么许多行人在过街时尝试闯红灯以确保充足的时间通过马路。一个安全的行人过街环境要求每个信号时长应该至少长于行人过街所需要的最短时间。21~30岁行人过街速度最快,65岁以上行人过街速度最小。男性行人显著大于女性。15%百分点的行人

速度分别是1.34m/s和1.11m/s,1.11m/s为推荐值,适合至少85%的行人(裴玉龙,冯树民,2006)。65岁以上的老年行人不适用,推荐0.97m/s的速度可以适用于慢速的老年组85%行人(Knoblauch, Pietrucha, & Nitzburg, 1996)。交通灯时长的设置不仅要考虑行人过街能力,还需要综合权衡许多如车流量等其他因素。

此外,Keegan (2003)等研究了信号灯旁有无倒计时牌对行人过街的影响。结果显示,在倒计时信号灯设置后,行人遵章率从65%提高到了75%,倒计时信号灯对减小行人违章率有较大作用。不同倒计时信号灯的信息辨识度和传达的清晰度不同,数字型传达的清晰度较高,光带递减型和闪烁型的信息辨识度较好,李晓莉等(2011)发现行人对倒计时偏好的次序依次为:数字型>光带递减型>闪烁型,可见相对于时间信息的辨识度,行人更看重信息传达的清晰度。而信号灯类型和行人过街遵章行为之间是否存在相关,传达信息的清晰度和缓解等待焦虑心理是何种关系,这种关系是否会随着红灯周期时长的不同有所变化,还有待进一步研究。

3 行人过街的认知心理模型

总结以上所述,在行人做出过街行为之前,主要经历了两个重要的认知心理模块:观察感知和判断决策。

行人在到达路口时,主要观察路口交通状况,将其作为情境信息输入,包括车速、车与自己的水平距离,车所在的车道位置,车型(大、小),其他行人的行为,是否开始过街,组群大小(几个人一起过街或等待)。当观察到路口有红绿灯时,信号灯周期、城市的行人伤害事故率、社会化水平等都会影响到随后的过街判断决策。行人将以上观察感知到的情境信息结合自身个人特点,包括注意资源、个性特征,是随后判断决策的基础。

在判断决策阶段,行人根据感知到的信息,做出何时何地如何过街的决策。内部心理机制主要依据效用理论和计划行为理论。计划行为理论解释了对过街的安全性和效率等进行权衡做出计划行为决策的过程,这一理论从动机强度、态度、主观行为规范、知觉到的信念控制、预期影响、道德行为规范、危险觉知等方面对行人过街行为进行评估,预测过街行为,主观经验中的对交通

规则的理解和认可以及先前的实践经验影响着态度、主观行为规范等主要要素。而权衡安全和效率将其付诸到具体过街方案则通过效用理论得到体现。行人通过对过街需要的时间、路线长度、不确定性等的分析判断,结合自身的特点,如期望过街的时间、对舒适度、安全感的要求等,形成最优过街路线。行人的主观经验,包括对交通规则的理解和认可以及过街实践经验影响着计划行为理论主要元素,同时,在形成了初步的过街策略之后,进入具体行为的决策阶段。在有信号灯处,行人根据前阶段的信息输入和分析,决定是否遵守交通规则。性别、年龄、所在城市行人伤害事故率、社会化水平、自己先前的行为、其他行人的行为、信号灯时间会影响行人做出闯红灯行为的概率。当行人决定闯红灯时,和行人在无信号灯处的行人相似,遵循间隔接受理论,调整过街的时机和速度。

4 讨论

本文综述的研究中,在研究的主题上还不够全面,在影响行人过街心理和行为的关键方面仍有待进一步完善。多数研究关注于过街开始前,如在何时(Stavrinou et al., 2009)、何处过街(Chu et al., 2002; Tabibi & Pfeffer, 2003),或计划如何过街,而对于行人过街过程中的行为则关注不多。

在过街过程研究中比较有代表的是对行为过街行为建模,如我国无人行横道处行人过街的观察和建模,以行人的速度为核心变量,考察了在多个车道的复杂路况下,年龄、组群大小等不同特点的行人过街速度变化规律。在对行人过街的心理,特别是认知心理的研究更为少数。本文主要综述了行人过街前和过街时观察感知、判断决策阶段的认知因素,发现几乎很少的对行人的其他认知因素如经验、抑制控制、选择性注意等进行探索。除此之外,各个认知因素之间是如何相互作用的,在真实路况下是如何同环境相结合影响行人行为,都可以成为未来研究的方向。

在研究方法和技术上,受到条件的限制,一些结果的生态效度还有待进一步的提升。如虚拟场景下的行人行为研究,由于虚拟的过街场景编程多是基于某种特定的模型理论,而真实的过街场景有更多的灵活性和难以掌控性,因而虚拟和现实场景本身存在一定差距。此外,行人在虚拟和现实中行为有差异,一些新近研究发现虚拟场景中做出的判断和实际行为并不一致。在真实的道路上做出的判断比虚拟场景前按键或口头判断更加准确。例如,年轻的成年人在虚拟街道场景的评估任务中会做出更多的不安全决定(te Velde, van der Kamp, Barela, & Savelsbergh, 2005)。已经有充分的证据证明视觉信息和时间安排、行动控

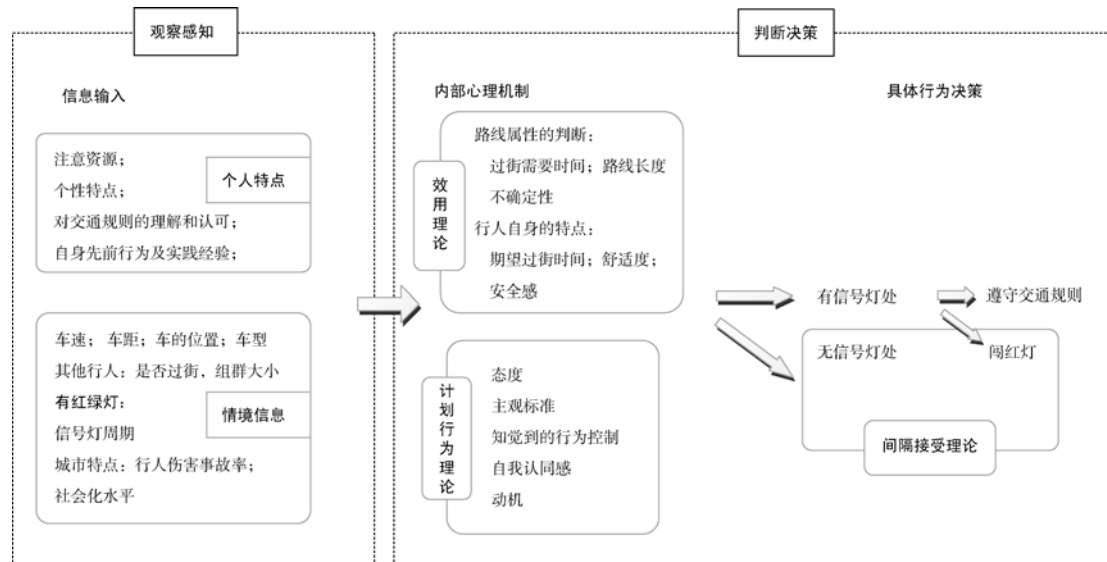


图 1 行人过街的认知心理模型

制是分不开的。Goodale 和 Milner (1992)发现解剖学里有两个功能上显著不同的视觉体系, 知觉体系负责一个人认识和知道自己看到了什么, 知觉-运动系统负责对运动行为进行视觉控制。因此, 在虚拟场景中完成判断任务时, 只涉及到知觉系统的运作而无关知觉-运动系统, 可能无法反映出实际的过街行为。此外还有一些技术性的原因, 比如让行人被试带上眼动仪在实体路段进行测试, 眼动仪所能提供的眼动自由度有限, 限制了行人在观察时视觉搜索到的信息容量, 使得结果有一定局限性。

行人认知心理研究对保障行人安全、促进交通的和谐有着重要意义, 一方面可以为行人过街提供符合认知规律的策略和方式, 另一方面可以为改善交通设施, 优化交通设计提供依据。

观察感知是行人过街的基础, 尽量减少分散占用行人注意力的其他行为, 如使用电话等, 不全面的观察将会低估车速、车距等关键信息, 增大过街危险性。年龄是影响认知能力的重要因素之一, 进一步了解儿童以及老年行人的心理, 并为此类群体提供可借鉴的安全保障措施。如在对儿童行人进行安全教育时, 根据其认知发展未健全的特点, 制定适合儿童的过街时视觉搜索策略, 注意力影响儿童过街安全性判断的速度和准确度, 应重点关注注意力水平低下的儿童安全教育和训练。老年人认知加工速度较慢, 对路况的感知判断需要更多时间, 更容易出现偏差。从老年人自身的过街策略来看, 可以通过更加频繁的查看车距以弥补对车辆时间间隔估计的不足。从外在环境看需要更为方便老年人的保障措施。如有研究倡导将绿灯时长的参考标准由原来的老年行人平均速度下降到 15%下限的老年人平均速度, 给大多数老年人充足的时间过街(Knoblauch, Pietrucha, & Nitzburg, 1996)。在无红绿灯处过街距离过长, 不利于行人对可接受间隙进行累积估计, 增加认知负荷, 从而增大过街危险。

现今“中国式过马路”受到热议, 可见群体闯红灯违章过街现象较为普遍, 受到越来越多人的关注。一方面在于行人自身认知心理的偏差, 如从众心理, 认为一同过街的行人数量增加, 车辆会更倾向于向行人屈服, 过街行人的安全性增大。但是, 却忽视了如果只有部分车辆屈服的情况, 行人对其他车辆的观察可能被屈服的车辆遮

挡, 加之行人自身将路况判断为安全而放松警惕, 无法及时反应躲避危险。此外, 行人在做过街判断决策时, 往往只考虑自身行为会导致的结果, 而忽视其他, 如结群过街导致车辆突然转向危及他人安全。“中国式过马路”另一方面也显示出我国道路设施建设存在一些不符合行人认知心理规律的问题。我国的交通道路设计应由注重通行效率向注重通行安全和人性化方向转变。如红灯时长设置过长, 远超出一般行人的可忍耐限度, 应将红灯等待时长设定在行人最大可忍耐等待时间之内; 又如绿灯时长过短, 设计参考速度远大于一般行人速度, 应以 85%的行人过街速度为参照, 老人比较密集的交叉口应考虑以 85%老年人的过街速度为绿灯时长设计参照; 另外一个较好的调节方案, 可以在街道中间设置安全岛或路中等待区, 既满足了行人过街认知心理, 又不影响车辆通行效率; 再如未设置信号灯的倒计时牌, 降低对红灯忍耐度, 增加了行人过街时机的不确定感, 更容易从众闯红灯过街。综上所述, 改善“中国式过马路”现象既要加强安全教育, 纠正行人自身认知心理偏差, 又要改善道路设施建设, 使其符合行人认知心理规律。

参考文献

- 公安部交通管理局. 中华人民共和国交通事故统计资料汇编(2006). 北京, 2007.
- 李开兵, 汪劭祯. (2007). 行人交通违规行为的社会心理学研究. *公路交通科技*, 24(5), 130-134.
- 李晓莉, 陈静, 赵箐, 石建军. (2011). 倒计时信号灯对过街行人的影响分析. *交通标准化*, (19), 129-133.
- 刘光新, 李克平, 孙剑. (2009). 信号控制交叉口行人过街等待时间研究. *中国安全科学学报*, 19(9), 159-166.
- 裴玉龙, 冯树民. (2006). 城市行人过街速度研究. *公路交通科技*, 23(9), 104-107.
- 钱宇彬, 刘浩学. (2007). 二次过街路口行人违反交通法规规律的研究. *安全与环境学报*, 6(6), 119-122.
- 孙世君, 王驰, 张颖. (2007). 城市道路交叉口行人违章行为心理研究. *城市交通*, 5(4), 91-96.
- 景超. (2007). *行人过街交通特性研究*. 博士学位论文, 吉林大学.
- Airault, V., & Espié, S.(2005). Behavior model of the pedestrian interaction with road traffic. *Paper presented at the European Transportation Conference*.
- Asaba, M., & Saito, T. (1998). A study on pedestrian signal phase indication system. *Road Transport Information and Control*, 182
- Baass, K. G. (1989). Review of European and North American practice of pedestrian signal timing. In *Proceedings of the 1989 Annual Conference of the Roads*

- and Transportation Association of Canada. Calgary, Alberta.
- Brewer, M. A., Fitzpatrick, K., Whitacre, J. A., & Lord, D. (2006). Exploration of pedestrian gap-acceptance behavior at selected locations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1982(1), 132–140.
- Chu, X. H., Guttenplan, M., & Baltes, M. R. (2004). Why people cross where they do: The role of street environment. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1878(1), 3–10.
- Clancy, T. A., Rucklidge, J. J., & Owen, D. H. (2006). Road crossing safety in virtual reality: A comparison of adolescents with and without attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 35(2), 203–215.
- Dannick, L. I. (1973). Influence of an Anonymous Stranger on a Routine Decision to Act or Not to Act: An Experiment in Conformity. *The Sociological Quarterly*, 14(1), 127–134.
- Das, S., Manski, C. F., & Manuszak, M. D. (2005). Walk or wait? An empirical analysis of street crossing decisions. *Journal of Applied Econometrics*, 20, 529–548.
- Dunbar, G., Holland, C. A., & Maylor, E. A. (2004). Older pedestrians: A critical review of the literature. London: Department for Transport.
- Evans, D., & Norman, P. (1998). Understanding pedestrians' road crossing decisions: An application of the theory of planned behaviour. *Health Education Research*, 13(4), 481–489.
- Geruschat, D. R., Hassan, S. E., & Turano, K. A. (2003). Gaze behavior while crossing complex intersections. *Optometry and Vision Science*, 80(7), 515–528.
- Goodale, M. A., & Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15(1), 20–25.
- Hamed, M. M. (2001). Analysis of pedestrians' behavior at pedestrian crossings. *Safety Science*, 38(1), 63–82.
- Hassan, S. E., Geruschat, D. R., & Turano, K. A. (2005). Head movements while crossing streets: Effect of vision impairment. *Optometry and Vision Science*, 82(1), 18–26.
- Hatfield, J., & Murphy, S. (2007). The effects of mobile phone use on pedestrian crossing behaviour at signalised and unsignalised intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 39(1), 197–205.
- Hills, B. L., & Johnson, L. (1980). Speed and Minimum Gap Acceptance Judgements at Two Rural Junctions. *Report SR515. Crowthorne, Berkshire, England: Department of the Environment, Transport and Road Research Laboratory*.
- Holland, C., & Hill, R. (2007). The effect of age, gender and driver status on pedestrians' intentions to cross the road in risky situations. *Accident Analysis & Prevention*, 39(2), 224–237.
- Keegan, O., & O'Mahony, M. (2003). Modifying pedestrian behaviour. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(10), 889–901.
- Khan, F. M., Jawaid, M., Chotani, H., & Luby, S. (1999). Pedestrian environment and behavior in Karachi, Pakistan. *Accident Analysis & Prevention*, 31(4), 335–339.
- Knoblauch, R. L., Pietrucha, M. T., & Nitzburg, M. (1996). Field studies of pedestrian walking speed and start-up time. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1538(1), 27–38.
- LaScala, E. A., Gerber, D., & Gruenewald, P. J. (2000). Demographic and environmental correlates of pedestrian injury collisions: A spatial analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 32(5), 651–658.
- Lassarre, S., Papadimitriou, E., Yannis, G., & Golias, J. (2007). Measuring accident risk exposure for pedestrians in different micro-environments. *Accident Analysis and Prevention*, 39(6), 1226–1238.
- McGhie, A., Lewis, I., & Hyde, M. K. (2012). The influence of conformity and group identity on drink walking intentions: Comparing intentions to drink walk across risky pedestrian crossing scenarios. *Accident Analysis and Prevention*, 45, 639–645.
- Moyano Díaz, E. (2002). Theory of planned behavior and pedestrians' intentions to violate traffic regulations. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 5(3), 169–175.
- NHTSA, (2006). Traffic Safety Facts Annual Report. 2004 Final Edition. National Highway Traffic Safety Administration. Retrieved March 2006 from <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-30/NCSA/TSFAnn/2004HTML/cov2.htm>.
- Older, S. J., & Grayson, G. B. (1974). Perception and decision in the pedestrian task. *Berkshire: Transport and Road Research Laboratory*.
- Papadimitriou, E., Yannis, G., & Golias, J. (2009). A critical assessment of pedestrian behaviour models. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12(3), 242–255.
- Pitcairn, T. K., & Edlmann, T. (2000). Individual differences in road crossing ability in young children and adults. *British Journal of Psychology*, 91(3), 391–410.
- Rabin, M. (2000). Risk aversion and expected-utility theory: A calibration theorem. *Econometrica*, 68(5), 1281–1292.
- Rosenbloom, T. (2006). Sensation seeking and pedestrian crossing compliance. *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 34(2), 113–122.
- Rosenbloom, T., Nemrodov, D., & Barkan, H. (2004). For heaven's sake follow the rules: Pedestrians' behavior in an ultra-orthodox and a non-orthodox city. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 7(6), 395–404.
- Rosenbloom, T., & Wolf, Y. (2002). Sensation seeking and detection of risky road signals: A developmental perspective. *Accident Analysis & Prevention*, 34(5), 569–580.
- Rouphail, N., Hummer, J., Milazzo, II, & Allen, P. (1998). Capacity analysis of pedestrian and bicycle facilities:

- Recommended procedures for the "pedestrians" chapter of the highway capacity manual.
- Santor, D. A., Messervey, D., & Kusumakar, V. (2000). Measuring peer pressure, popularity, and conformity in adolescent boys and girls: Predicting school performance, sexual attitudes, and substance abuse. *Journal of Youth and Adolescence*, 29(2), 163–182.
- Schwebel, D. C., Stavrinos, D., & Kongable, E. M. (2009). Attentional control, high intensity pleasure, and risky pedestrian behavior in college students. *Accident Analysis & Prevention*, 41(3), 658–661.
- Stavrinos, D., Byington, K. W., & Schwebel, D. C. (2009). Effect of cell phone distraction on pediatric pedestrian injury risk. *Pediatrics*, 123(2), e179–e185.
- Sun, D. Z., Satish, U., Rahim, B., & Travis, W. S. Modeling of Motorist-Pedestrian Interaction at Uncontrolled Mid-block Crosswalks. *the 82nd TRB Annual Meeting, Washington, 2003*.
- Tabibi, Z., & Pfeffer, K. (2003). Choosing a safe place to cross the road: The relationship between attention and identification of safe and dangerous road-crossing sites. *Child: Care, Health and Development*, 29(4), 237–244.
- te Velde, A. F., van der Kamp, J., Barela, J. A., & Savelsbergh, G. J. P. (2005). Visual timing and adaptive behavior in a road-crossing simulation study. *Accident Analysis & Prevention*, 37(3), 399–406.
- Tiwari, G., Mohan, D., & Fazio, J. (1998). Conflict analysis for prediction of fatal crash locations in mixed traffic streams. *Accident Analysis & Prevention*, 30(2), 207–215.
- Tom, A., & Granié, M. A. (2011). Gender differences in pedestrian rule compliance and visual search at signalized and unsignalized crossroads. *Accident Analysis & Prevention*, 43, 1974–1801.
- Trosianko, T., Wright, P., & Wright, D. (1999). Perceived speed of urban traffic. *Perception*, 28(S1), 60.
- Van Houten, R., Malenfant, L., & Rolider, A. (1985). Increasing driver yielding and pedestrian signaling with prompting, feedback, and enforcement. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 18(2), 103–110.
- Walker, I. (2005). Psychological factors affecting the safety of vulnerable road users: A review of the literature, working paper, Department of Psychology, University of Bath
- Wang, T., Wu, J., Zheng, P., & McDonald, M. (2010). Study of pedestrians' gap acceptance behavior when they jaywalk outside crossing facilities. *International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, 1295–1300.
- Whitebread, D., & Neilson, K. (2000). The contribution of visual search strategies to the development of pedestrian skills by 4-11 year-old children. *British Journal of Educational Psychology*, 70(4), 539–557.
- Yagil, D. (2000). Beliefs, motives and situational factors related to pedestrians' self-reported behavior at signal-controlled crossings. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 3(1), 1–13.
- Zhou, R., Horrey, W. J., & Yu, R. (2009). The effect of conformity tendency on pedestrians' road-crossing intentions in China: An application of the theory of planned behavior. *Accident Analysis & Prevention*, 41(3), 491–497.
- Zhuang, X. L., & Wu, C. X. (2011). Pedestrians' crossing behaviors and safety at unmarked roadway in China. *Accident Analysis & Prevention*, 43(6), 1927–1936.
- Zhuang, X. L., & Wu, C. X. (2012). The safety margin and perceived safety of pedestrians at unmarked roadway. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 15(2), 119–131.

Cognitive Psychological Process and Model of Pedestrian's Road Crossing Behavior

WU Changxu¹; MA Shu^{1,2}; ZHUANG Xiangling^{1,2}

(¹ Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

(² University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Pedestrian safety has been a worldwide safety problem, especially in developing countries like China. This paper reviewed the cognitive process of pedestrians' road crossing behaviors: the cognitive input process of observation and perception; and the judgment and decision making processes. The former is about the content of observation, the strategies utilized, and also the situations when people get wrong perception due to deficiency in attention resources. The latter process was related to theories about the underlying mental mechanism of decision making: the Utility based theory, and the Theory of Planned Behavior. Gap Acceptance Theory was also introduced to account for pedestrian behaviors that were not controlled by signal lights, with red light running as a typical behavior that was influenced by both personal and contextual factors. Based on these findings from literature, a conceptual cognitive model for pedestrian road crossing behavior was proposed. It is expected that the model can facilitate future pedestrian crossing behavior research and improve pedestrian safety.

Key words: pedestrian; crossing behavior safety; cognitive psychology; model