

前景理论在出行行为研究中的适用性

张波¹, 隗志才¹, 倪安宁²

(1.上海交通大学 安泰经济与管理学院, 上海 200052; 2.上海交通大学 船舶海洋与建筑工程学院, 上海 200240)

摘要: 交通系统是典型的不确定性系统,不确定性条件下的出行行为呈现有限理性的特征。前景理论是一个有限理性决策理论,更加符合现实中出行者的实际行为特征。为了更好地运用前景理论进行出行行为分析和建模,对前景理论在出行行为研究中的适用性进行了探讨。研究认为:对于具体的出行行为研究而言,前景理论是否适用不仅取决于决策问题的性质,而且还要看出行者的个性特征,以及所考虑的选择方案属性是否具有不确定性。此外,在开展一项具体研究之前不应框定于某一特定理论,而应根据不同理论的特点和适用范围,并结合所要研究的内容进行综合权衡,最终选取更为合适的理论。

关键词: 交通系统; 前景理论; 出行行为; 建模方法

中图分类号: F512.1

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2013)01-0054-09

引言

先进的出行者信息系统 (Advanced Traveler Information System, ATIS) 通过提供实时交通信息来诱导出行,提高交通系统的运行效率。ATIS 的实施效果关键取决于出行者对信息的响应方式,其理论基础是不确定性条件下的路径选择模型,近年来,ATIS 的快速发展对出行行为分析和建模提出了更高的要求。已有出行行为研究一般将出行者看作是完全理性的,其出行决策遵循期望效用理论 (Expected Utility Theory)^[179-86]。交通系统是典型的不确定性系统,受信息获取、认知能力、价值趋向、风险偏好以及理性程度等因素的综合影响,现实中出行者的决策和行为很难做到完全理性和基于效用最大化。心理学和行为经济学等行为科学研究表明,不确定性条件下人们的决策行为呈现有限理性^{[2]99-120}的特征。Kahneman 和 Tversky^{[3]263-287} 提出的前景理论 (Prospect Theory) 揭示了有限理性的人在风险决策过程中的心理和行为机制,更加真实地反映了不确定性条件下人们的决策特征和规律。近些年,国内外研究者日益关注出行者在日常出行活动中表现出来的有限理性的决策特征,在对传统出行行为研究框架提出质疑的同时,试图寻求一个更加符合实际的

决策理论。其中,一些研究者尝试将前景理论应用于交通领域进行出行行为分析和建模。例如,Schwanen 和 Ettema^[4]运用前景理论对双职工家庭接子女放学的出行行为进行了研究,并结合调查数据对前景理论进行了参数估计;Avineri 和 Prashker^[5-6]、Knetch^[7]、徐红利^[8]、Jou^[9]、Zhu 和 Timmermans^[10]等分别围绕前景理论中的参照点设定问题展开了研究;Avineri^{[11]409-415}、Connors^[12]、Xu^[13]等分别在一定的假设条件下基于前景理论和 Wardrop^[14] 用户均衡原理建立了网络均衡模型,发现均衡状态的交通流具有显著的参照点依赖效应;de Palma 等^[15]对于如何利用前景理论建立离散选择模型进行了理论探讨;Van de Kaa^[16]基于前景理论对新加坡实施拥挤收费的效果进行了政策评价;Avineri^{[11]418-420}认为交通管理者可以通过提供准确的交通信息、改善公共交通的服务水平等途径对参照点进行操控,进而影响甚至改变出行者的选择行为,引导交通系统向着有利于实现系统最优的方向发展。然而,这些研究都是针对前景理论的应用研究,至于为何选择前景理论而不是其他理论,出行者的决策行为是否符合前景理论,以及应用前景理论进行出行行为研究时需要满足哪些条件,对于诸如此类问题目前尚没有明确的答案。将前景理论应用于出行行为研究,不仅涉及交通科学知识,而

收稿日期: 2011-12-29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50878129;71001067)

作者简介: 张波(1976—),男,博士研究生,E-mail: bozhtj@hotmail.com;隗志才(1954—),男,教授,博士;倪安宁(1981—),男,助理研究员,博士,通讯作者,E-mail: nianning@sjtu.edu.cn

且还涉及心理学、行为经济学、实验经济学等跨学科知识,这对研究者的知识结构提出了更高的要求,其中不乏有研究者仅仅将前景理论看作是对期望效用理论的一个改进模型,缺乏对前景理论内涵的深刻认识。Van Wee^{[16]390-394}指出,只有真正理解前景理论内涵的人才懂得其在出行行为研究中的重要地位和价值所在。因此,在将一个理论应用于具体研究领域时,首先需要弄清楚该理论的内涵及其成立的前提和假设条件,以及所要研究的问题是否符合这些条件,即理论的适用性问题。为了更好地将前景理论应用于出行行为研究,本文对前景理论在出行行为研究中的适用性进行探讨。

一、前景理论的主要观点和内容

Von Neumann 和 Morgenstern^{[1]79-86}提出的期望效用理论长期以来在不确定性决策研究领域占据着统治地位。然而,现实中人们往往并不按照期望效用理论的预测结果行事。Allias 悖论^[18]、Ellsberg 悖论^[19]、最后通牒博弈^[20]等行为经济学实验对期望效用理论及其完全理性假设都提出了质疑。为了寻求对人们真实决策行为的合理解释,Kahneman 和 Tversky^{[3]263-275}从认知心理学的角度,对人类决策过程中普遍存在的“代表性”(representativeness)、“易得性”(availability)、“锚定和调整”(anchoring and adjustment)、“框架效应”(framing effect)等启发式策略及其导致的认知偏差进行了系统的总结和分析,并在一系列心理学实验的基础上提出了前景理论,较好地解释了一些期望效用理论所无法解释的“异象”。前景理论的主要观点有:(1)参照点依赖:人们在决策时往往会预先设定一个参照点,并依据参照点来衡量收益或损失,人们更加看重财富的变化量而不是最终量;(2)风险偏好逆转:在参照点附近人们的风险偏好会发生逆转,人们对于收益倾向于风险厌恶(risk-aversion),面对损失倾向于风险追求(risk-seeking);(3)损失规避:面对同等数额的收益和损失,人们对损失的规避程度要大于对收益的偏好程度;(4)敏感性递减:越远离参照点,收益或损失的边际变化对人们的心理影响越小,类似于边际效用递减规律;(5)非线性概率权重:人们在决策时将事件发生的原始概率转化为一个非线性的概率权重,并且时常高估小概率事件而低估大概率事件。

Kahneman 和 Tversky 将人们的决策过程分为编辑和评价两个阶段:在编辑阶段,决策者设定一个参照点,并将决策的各种可能结果编辑为相对于

某个参照点的收益或损失;在评价阶段,决策者依据价值函数对收益和损失进行主观评价,并依据决策权重函数测度主观概率风险。Kahneman 和 Tversky 给出了一个“S”形的价值函数和倒“S”形的决策权重函数,具体形式分别如下

$$g(x)=\begin{cases} (x-u_0)^\alpha & x \geq u_0 \\ -\lambda(u_0-x)^\beta & x < u_0 \end{cases} \quad (1)$$

$$w^+(p)=\frac{p^\gamma}{[p^\gamma+(1-p)^\gamma]^{1/\gamma}}; w^-(p)=\frac{p^\delta}{[p^\delta+(1-p)^\delta]^{1/\delta}} \quad (2)$$

式中, u_0 表示参照点; x 表示备选方案结果; $\alpha, \beta (0 < \alpha, \beta < 1)$ 表示风险偏好系数,值越大表示决策者越倾向于冒险; $\lambda (\lambda \geq 1)$ 表示损失规避系数,值越大决策者对损失越敏感; p 表示 x 发生的概率; $w^+(\cdot)$ 、 $w^-(\cdot)$ 分别表示决策权重函数定义在收益和损失区域;决策权重函数呈倒“S”形,参数 γ 和 $\delta (0 < \gamma, \delta < 1)$ 越小函数形态越弯曲。一些实证研究表明^[21-23],价值函数和决策权重函数中相关参数取值并不固定,而是在一定范围内变化,这取决于具体决策情境且因人而异。根据前景理论,备选方案前景可以表示为

$$V(x)=\sum_{i=1}^n w^+(p_i)g(x_i)+\sum_{j=1}^m w^-(p_j)g(x_j) \quad (3)$$

前景理论在函数形式上与期望效用理论存在如下区别:一是用决策权重函数代替了期望效用理论中的客观概率;二是用价值函数代替了期望效用理论的效用函数。此外,参照点的引入也是前景理论与期望效用理论的一个明显不同,参照点是“收益”和“损失”的分界点,也是决策者风险态度的中性点,参照点设定的不同将直接影响最终决策结果。Pratt^[24]和 Arrow^[25]等认为,不确定状态下影响个体决策的两个主要因素是风险偏好和风险认知。从这个意义上讲,价值函数实际上反映了决策者的风险偏好,而决策权重函数则是个体对风险事件发生概率的判断,即风险认知,价值函数的敏感性递减程度和决策权重函数的非线性程度共同反映了个体的风险态度。由于备选方案前景由价值函数和决策权重函数加权构成,人们的风险态度由二者的曲率共同决定,呈四分模式:即在小概率的收益和大概率损失时风险追求,在小概率的损失和大概率收益时表现为风险厌恶^[26]。

二、不确定性条件下的出行行为研究

(一)不确定性的本质和基本特征

人们选择某种行为的依据是此行为带来的结果,由于世界状态的不确定性,现实中决策者对于这种行为结果往往难以甚至无法准确判断,决策情

境面临着不确定性。按照存在形式的不同,一般可以将不确定性分为两种类型:一类是由于客观世界自身所具有的不确定性,称为“客观不确定性”;一类产生于人类对客观世界的主观认识之中,是由于“信息”不完全或人类处理复杂问题能力的局限而形成的不确定性,称为“主观不确定性”。Knight^[27]认为不确定性的本质在于决策者自身不知道相关世界状态的概率分布,其决策依据只能是自己确定的主观概率,并按照行为结果是否可以概率化,对不确定性作了进一步区分:一类是行为结果具有客观概率分布的不确定性,通常称为“风险”;另一类行为结果没有客观概率分布,人们通常赋予它一个主观概率。Knight认为后一类不确定性才是真正的 uncertainty,后来被人们称为“Knight不确定性”。Von Newmann 和 Morgenstern^[179-86]认为客观概率是自然界所固有的,对于一个简单的遍历系统,这个客观概率可以通过频数试验来测度。但在大多数情况下,由于时间或主客观条件的限制,人们不可能通过频数试验的方式来得到这个概率,甚至没有客观概率^[28]。由于人类无法回避或者消除客观概率,因而学术研究应重点放在对主观概率,即主观不确定性的研究上。对于不确定性决策问题一般是通过主观概率将其转化为风险决策问题,进而运用概率统计原理和风险决策理论对其开展研究。

(二)有限理性产生的根源

理性与有限理性是两种不同的行为假设,行为科学中不同学科或同一学科内不同理论的分立主要也是源于其行为假设的不同。理性假设在传统经济学理论中占据主导地位,是指个体具有严格的逻辑推理能力,能获得完全信息和进行无偏估计,并能按照贝叶斯法则不断修正之前所获取的信息,在进行决策时总是以效用最大化作为目标。由于世界状态的不确定性,人们往往无法获取决策所需的全部信息,加之人们的认知能力和逻辑推理能力也是有限的,人们在决策过程中不可能做到完全理性。在此背景下,Simon^[209-120]提出了“有限理性”的概念,认为由于认知能力的局限,人们无法获取决策所需的完全信息,而且也并不具有完备的逻辑推理和计算能力,人们在决策中只能是以近似代替精确,追求的只是“满意”而不是“最优”标准。因而,有限理性产生的根源在于不确定性的客观存在,大多数人在日常决策过程中表现出有限理性的特征。迄今学术上对于有限理性尚没有一个统一的界定和规范化定义^[29],一般将有限理性作为与完全理性相对的一个概念使用,是对完全理性的偏离。

(三)交通系统的不确定性与出行行为研究

交通系统是典型的不确定性系统,这种不确定性由供给(如交通事故、道路施工等)和需求(如大型活动等)两方面因素造成^[30-31]。交通系统的不确定性表现为网络交通流的动态和随机变化,进而导致行程时间的随机波动。出行者面临的交通系统实际上是一个不确定性系统,而非风险系统,客观概率并不一定存在,即使存在也未必已知。因而,出行选择是一个不确定性决策而非风险决策,出行者经常表现为不确定性规避,而非风险厌恶。随着信息和经验的积累,出行者对交通系统的熟悉程度不断增加,不确定性规避程度也会随之降低。

如果说交通系统自身的不确定性(即客观不确定性)是不确定性产生的根源,出行者内在认知的不确定性(主观不确定性)则是影响出行选择的最直接因素。出行者在出行前往往并不能预见诸如事故、排队和拥堵等实际交通状况,出行者对主观不确定性的反应方式直接决定了最终的选择结果。因而,出行行为分析和建模的核心问题是如何处理不确定性,并对出行者的行为做出合理假设。当各种交通理论和模型更好的考虑了出行者的行为特征以及交通网络的不确定性时,才开始具有更强的解释力。de Palma 和 Picard^[32]将出行行为建模中涉及的各种不确定性因素分为三类:一是选择方案属性的变化;二是出行者可见但建模者不可见的因素;三是出行者也不可见的因素。Chen 和 Recker^[33]将路网不确定性和出行者的感知误差作为交通分配模型分类的依据;Avineri 和 Prashker^{[34]157-164}进一步指出交通分配建模还应考虑出行决策准则的类型(如期望效用理论、前景理论等)和决策过程的动态机理(如信息获取机制和学习行为)等因素。总体而言,出行行为建模主要涉及三种不确定性:一是交通系统自身的不确定性,即客观不确定性;二是由于信息不完全和出行者的认知偏差,导致出行者无法准确掌握实际路网状况,即主观不确定性,也是影响出行选择的最直接因素;除此以外,模型还应考虑一种不确定性:测量误差,即建模者在调查或实验中对出行者行为进行观测时产生的不确定性,这种不确定性与研究方法有关,一般无法避免。然而,目前在出行行为研究领域主要是基于风险的角度对不确定性问题进行分析和建模,研究视角主要集中在交通系统自身的不确定性,且将这种客观不确定性视为可概率化和已知的,很少涉及 Knight 不确定性和主观概率问题。

三、两种决策理论范式下的出行行为研究

(一)两种不同的决策理论范式:规范性与描述性

随着人们对不确定性条件下决策问题认识的逐渐深入,决策理论先后经历了规范性和描述性两个发展阶段。规范性决策理论以期望值理论(Expected Value Theory)、期望效用理论、主观期望效用理论(Subjective Expected Utility Theory)等一些经典决策理论为代表,以人的完全理性和决策行为具有内在的逻辑一致性作为假设前提,是关于“人们应该如何做决策”的理论。以前景理论为代表的描述性决策理论则是建立在实证研究的基础之上,是关于“人们实际上如何做决策”的理论,认为现实中人们的决策行为并不能做到完全理性和基于效用最大化,而只能在有限理性的框架下进行决策。任何理论都只能在一定的假设条件下成立,一旦超出这些条件所设定的边界,理论可能就不再具有解释力。规范性决策理论的完全理性假定是一种有用的特例,它的作用是帮助我们更具一般性的理解人类行为。相比而言,描述性理论在解释和预测人类行为时具有更强的可操作性和实用性。描述性与规范性之间的联系可以通过参数估计来实现,描述性理论一旦参数确定就可以像规范性理论那样广泛使用。

Avineri 和 Bovy^[35]指出,出行者面对的是一个不确定性的交通系统,对出行行为的研究更适于采用描述性理论而非规范性理论。然而,由于交通科学的形成时间不长,许多理论最初是从其它学科借鉴来的,一些理论显得比较粗糙,所发展的模型也不是很精确。由于人类行为的复杂性,交通科学中的许多模型往往介于完全正确与完全错误之间,其理论有可能过于简单而被怀疑,也有可能过于复杂而被弃之不用^{[36]24-26}。由于缺乏严密、规范的理论框架和合理的行为科学理论基础,交通科学一直在规范性和描述性之间徘徊,常常陷入复杂模型和算法的漩涡,这直接影响了其解释和预测能力。

(二)基于期望效用理论的出行行为研究

目前,关于不确定性条件下的出行行为研究,大都是基于期望效用理论展开的。交通系统的不确定性导致了行程时间的随机波动,已有研究一般将行程时间表示为一个随机变量,并基于随机变量的一些统计特征,如期望行程时间、行程时间方差、出行可靠性、安全边际、有效行程时间、出行时间预算、缓冲时间等^[37-39],来构造效用或阻抗函数,出行

者的选择行为遵循效用最大或阻抗最小的原则。同时,模型中往往还包含一些导致路网不确定性的供给和需求方面的因素,如通行能力降级、出行需求波动等^[40]。然而,人们在实际出行过程中最直接的感受是交通拥挤程度,对行程时间的感受则相对模糊。效用函数形式反映了出行者的风险偏好,已有研究一般将效用函数假定为线性函数、指数函数或二次函数等形式^[41],并且认为风险偏好是稳定不变的。由于对选择方案属性的评价尺度过于单一,且没有考虑出行者风险偏好的变化,基于行程时间建立的效用或阻抗函数未必能够全面反应出行者的真实决策行为。

随着对行程时间及行程时间可靠性问题研究的深入,研究者们日益重视结合调查或实验数据,并通过构造离散选择模型来对效用或阻抗函数进行标定。离散选择模型的引入,无疑为出行行为的实证研究提供了一个有效的分析工具。然而,离散选择模型的理论基础是随机效用理论,仍是以完全理性作为假设前提。离散选择模型将出行过程中的各种不确定性因素整体抽象为随机误差项,仅仅立足于建模者的角度对不确定性问题进行了抽象和简化,无法刻画出行者个体的决策规则和选择行为机理。Ben-Elia^[42]认为,离散选择模型实际上是为期望效用理论提供了一个计量经济学解释。

(三)前景理论与出行行为研究

传统出行决策模型大多数是基于期望效用理论建立的,模型存在的一个最大问题就是行为假设问题。如果行为假设明显有悖于客观事实,尽管还不足以毁掉整个模型,但问题依然是很严重的,这也是传统交通模型受到其它学科研究者攻击最多的地方。黄海军^{[36]27-28}把行为假设的合理性、模型的易用性和预测结果的有效性作为评价出行行为模型好坏的衡量标准。交通问题的形成一般涉及出行者的决策选择,实际上是一个出行行为问题,对出行行为的研究也必然隐含在一切交通问题的研究之中。广义而言可以将交通科学纳入行为科学的范畴,对交通问题的研究应更多地借鉴行为科学的研究成果。

1. 前景理论在出行行为研究中的适用性

前景理论是基于博彩实验并以货币来度量相对于参照点的收益和损失而得到的,在金融市场中的投资者行为和商品市场中的消费者行为研究中显示出较好的解释和预测能力。然而,出行决策情境不同于博彩实验,出行选择一般并不涉及财富的得失,潜在的收益和损失无法直接用货币来衡量。

在应用前景理论进行出行行为研究时,首先需要弄清楚其边界条件或者情境限制,以及具体的研究对象是否满足与这种条件或情境,即验证理论的适用性的问题。Katsikopoulos等^[43]通过实验研究发现出行者的风险偏好在出行决策过程中会发生逆转,当路径平均行程时间小于某一特定值时出行者表现为风险厌恶,反之则表现为风险追求,这与前景理论一致。Avineri和Prashker^{[34]168-183}的实验结果显示,出行者的路径选择行为具有非线性概率权重和损失规避效应。Fujii和Kitamura^[44],张扬^[45],Avineri^{[11]415-420},Jou, Kitamura和Weng^[46]等的实证研究也表明,不确定性条件下的出行决策行为,尤其是出发时间和出行路径选择,符合前景理论的基本观点。然而,出行选择行为不仅包括出行路径和出发时间选择,还包括出行方式、目的地,以及决定是否出行等选择行为,是出行者所进行的一个复杂决策过程。前景理论是否适用于其它出行选择行为的研究,目前尚缺乏充足的证据。此外,已有研究所考虑的选择方案属性大都基于时间因素,通常以行程时间来度量收益和损失,对于其它属性则较少涉及。实际上影响出行决策的选择方案属性众多,其中有些是不确定性因素,有些则是确定性因素,前景理论是否适用关键要看决策者主要考虑哪些属性。例如对于出行方式选择问题,出行者考虑的影响因素有行程时间、可靠性、舒适度、安全性、可达性、出行费用等,如果出行者主要考虑出行费用,而费用又是确定的,前景理论则不再适用。现实中出行者在决策时一般会考虑多种属性,研究中不仅涉及不同属性之间的转换问题,而且参照点往往也很难确定。前景理论在交通研究领域应有更广的应用范围,例如对于交通违章、噪声及尾气污染、拥挤收费、信息响应机制等问题,如果选择方案属性存在不确定性,就可以考虑将前景理论应用于出行决策过程的分析。例如Han等^[47]研究发现,出行者对信息的响应不仅取决于信息内容与主观信念是否一致,而且取决于提供信息时的陈述方式,这表明出行者对信息的响应具有框架效应,而框架效应作为一种启发式决策规则,可以用前景理论来解释。

日常出行通常并非一次性活动,更多时候出行者面临的是一个包含信息反馈机制的序贯决策情境。出行者在每一次出行前未必完全掌握当前的路网状况,主要基于经验、信息和习惯等因素进行决策,表现出一种适应性的学习行为。传统观点认为,适应性使人们的行为表现出风险厌恶和期望效用最大化^[48]。Benartzi和Thaler^[49]、Gneezy和Potters^[50]等

研究发现,在包含信息反馈的序贯决策情境中人们的决策行为依然可以用前景理论来描述。然而,Barron和Erev^[51]通过实验研究发现,在序贯决策情境中经验并不能有效引导被试选择期望效用最大的方案,经验导致了被试在收益区域的风险追求和损失区域的风险厌恶,并且低估了小概率事件,然而实验中却也发现了损失规避效应,这些结论不仅与期望效用理论相悖,与前景理论也并不完全一致。Barron和Erev将这一结果归结为实验环境和决策情境的差异,与Kahneman和Tversky^{[3]263-292}的实验不同,在Barron和Erev的实验中被试无法获得选择方案属性的先验信息,仅能依靠序贯决策过程中的信息反馈,并且实验涉及的是一些无关紧要的细小决策问题(small decision problems)。Ben-Elia等^[52]在信息和经验的共同作用的条件下通过重复实验研究了出行者的序贯决策行为,发现实验初期被试对于损失表现为风险追求,这与前景理论的观点一致,然而随着实验的重复进行和被试经验的不断积累,这种风险追求程度却呈现递减的趋势。虽然也有研究者假定人们的适应性行为符合前景理论^[53],然而Avineri和Prashker却指出,前景理论是个静态(one-shot)决策理论,未必适用于包含信息反馈机制的序贯出行决策情境^{[34]172-183}。现有基于前景理论的出行行为研究,大都围绕出行者的一次性决策,很少考虑决策过程的序贯性和出行者的适应性学习行为。随着出行次数的增多,出行者对于路网状况的熟悉程度将不断增加,主观不确定性程度将相应降低,参照点通常也会随之发生动态更新和调整,而且决策者的风险偏好和损失规避程度也可能发生变化。前景理论是否适用于包含信息反馈的序贯决策情境,关键要看决策问题的性质和决策者的个性特征(如对于收益和损失的主观评价、风险偏好等),以及决策过程中所考虑的选择方案属性是否存在不确定性。

2. 对前景理论的批判与借鉴

需要说明的是,虽然现实中人们往往并不按照期望效用理论的预测结果行事,但并不代表在实际研究和政策评价中应该抛弃期望效用理论。人们对期望效用理论的质疑并非来自其理论本身,而是将其应用于某一具体研究领域时是否适用的问题。期望效用理论是从一系列公理性假设出发,经过严密的逻辑推理和数理推导得到的规范性理论;前景理论则是建立在一系列心理学实验基础之上的描述性理论,模型中相关参数需要基于调查和实验数据进行统计估计得到。二者是基于不同的理论假设和

研究范式而建立的,自然也有各自不同的适用范围。对于某些特定的决策情境,期望效用理论可能要比前景理论更加适合。例如 Van de Kaa^[54]研究发现,当人们掌握更多的决策信息、对决策环境和结果更加熟悉时,期望效用理论的预测结果与人们的实际选择行为更加吻合,而前景理论则适用于相对陌生的决策环境。

前景理论也并非是一个完全成熟的理论,它自提出以来即引起一些经济学家的批评:(1)决策权重函数是基于客观概率定义的,现实中事件发生的客观概率往往无法预知;(2)前景理论中的参数取值通常并不固定,而是受具体决策情境的影响且因人而异,这给实际应用带来了困难;(3)参照点的形成是一个复杂的心理过程,目前人们对于参照点的形成机理和影响因素尚不甚清楚,参照点的选取在很大程度上取决于研究者的主观偏好;(4)前景理论是一个静态决策理论,无法刻画决策行为为适应、学习和调整的动态过程;(5)由于实验存在着外部效度问题,基于心理学实验得到的前景理论未必具有普遍解释力。为了增强前景理论对现实的解释和预测能力,一些研究者在继承前景理论基本假定和观点的基础对其进行了发展。例如,为了解决对多个结果的排序依赖(rank dependent)和随机占优(stochastic dominance)问题,Kahneman和Tversky^[55]用事件的累积决策权重函数来代替决策权重函数,对前景理论进行了修正,提出了累积前景理论(Cumulative Prospect Theory);为了可以用连续型随机变量来描述事件结果,Rieger和Wang^[56]又进一步给出了累积前景理论的连续函数形式;为了更好地解释偏好逆转现象,Schmidt等^[57]在原有前景理论的基础上引入了动态参照点的概念,提出了第三代前景理论(Third-generation Prospect Theory);为了将前景理论应用于实证研究并考虑出行者的异质性, Van de Kaa^[58]提出了广义前景理论(Extended Prospect Theory)。

除了前景理论自身的发展以外,还应看到其它一些非期望效用理论也是在期望效用理论质疑和挑战的基础上发展起来的,如后悔理论(Regret Theory)^[59]、态度理论(Attitude Theory)^[60]、排序依赖期望效用理论(Rank-dependent Expected Utility Theory)^[61]、模糊集理论(Fuzzy Set Theory)^[62]等,人们通常将这些理论与前景理论一起统称为非期望效用理论。Camerer^[63]指出,期望效用理论、前景理论,以及其它各种借用、删除或者合并了这两种理论中某些因素的其它理论,都是有关最大化的理

论,都没有准确地刻画人类一般决策过程的特点,都没能针对现有的多元化数据给出一个毫不含糊的“最佳”解释。Ross^[64]也认为,没有任何一种替代期望效用理论的理论能够作为一个完全一般的人类决策模型,成为抽象的经济主体模型的一部分,这样的理论还没有出现,尽管前景理论以及其它可供选择的理论对于某些特殊问题是相当有效的。Van Wee^{[17]385-390}指出,在开展具体研究之前不应框定于某一特定理论,而应根据研究的假设前提和所能收集到的数据,深入分析隐藏在被试或受访者背后的心理动机和行为特征,在不同的理论之间权衡选取,不同的理论之间也应该相互借鉴,有时同一样本数据可以用不同的理论予以解释。因而,不应将前景理论和其它非期望效用理论看作是期望效用理论的替代理论。如果各种理论都只是真理的一部分,那么所有的理论应该可以拼合成为一幅完整的图景,这体现了科学的统一性。不同理论之间应相互补充、吸收和借鉴,以至交叉融合,只有这样才可能不断缩小理论预测与实际结果之间的差距。

四、结论与启示

出行行为分析和建模的核心问题是如何处理不确定性,并对出行者的行为做出合理假设。交通系统是典型的不确定性系统,不确定性条件下的出行行为呈现有限理性的特征,有限理性产生的根源在于不确定性的客观存在。前景理论是一个有限理性决策理论,更加真实地刻画了决策者的认知和心理特征。在将前景理论应用于出行行为研究时,首先需要验证理论的适用性问题。总结本文的研究,可以得到如下结论与启示:

1. 对于具体的出行行为研究而言,前景理论是否适用不仅取决于决策问题的性质,而且关键还要看出行者的个性特征,以及所考虑的选择方案属性是否具有不确定性。

2. 作为一个描述性理论,前景理论中相关参数的取值和参照点的选取都需要依靠现场或实验室数据的支撑,应用前景理论进行出行行为研究更多的是一个实证问题。

3. 出行行为是一个广义的概念,已有研究主要局限于出行路径和出发时间选择方面,所考虑的选择方案属性主要基于时间因素,前景理论在出行行为研究中的应用范围和所考虑的选择方案属性都有待进一步拓宽。

4. 前景理论也并非是一个完全成熟的理论,它尚处在不断改进和发展的过程中,应与其它一些理

论相互补充、吸收和借鉴,以至交叉融合,这体现了科学的统一性。

5. 在开展一项具体研究之前不应框定于某一

特定理论,而应根据不同理论的特点和适用范围,并结合所要研究的内容进行综合权衡,最终选取更为合适的理论。

参考文献:

- [1] Von Neumann J, Morgenstern O. Theory of games and economic behavior[M]. Princeton University Press, 1944:79-86.
- [2] Simon H A. Behavioral model of rational choice[J]. Quarterly Journal of Economics, 1955(69):99-120.
- [3] Kahneman D, Tversky A. Prospect theory: an analysis of decision under risk[J]. Econometrica, 1979, 47(2): 263-292.
- [4] Schwanen T, Ettema D. Coping with unreliable transportation when collecting children: examining parents' behavior with cumulative prospect theory[J]. Transportation Research Part A, 2009, 43(5): 511-525.
- [5] Avineri E, Prashker J N. Sensitivity to uncertainty: the need for a paradigm shift [J]. Transportation Research Record, 2003, 1854: 90-98.
- [6] Avineri E. A cumulative prospect theory approach to passengers' behavior modeling: waiting time paradox revisited[J]. Journal of Intelligent Transportation Systems, 2004, 8(4): 195-204.
- [7] Knetsch J L. Biased valuations, damage assessments, and policy choices: the choice of measure matters [J]. Ecological Economics, 2007, 63(4): 684-689.
- [8] 徐红利. 基于有限理性的城市交通系统均衡与拥挤收费策略研究[D]. 南京: 南京大学, 2011.
- [9] Jou RC, Kitamura R, Weng M C, et al. Dynamic commuter departure time choice under uncertainty [J]. Transportation Research Part A, 2008, 42(5): 774-783.
- [10] Zhu W, Timmermans H JP. Decision making model incorporating choice of decision criteria[R]// Proceedings of the 89th TRB Annual Meeting. Washington DC, 2010.
- [11] Avineri E. The effect of reference point on stochastic network equilibrium [J]. Transportation Science, 2006, 40(4): 409-420.
- [12] Connors R D, Sumalee A. A network equilibrium model with travelers' perception of stochastic travel times [J]. Transportation Research Part B, 2009(43): 614-624.
- [13] Xu H L, Lou Y Y, Yin Y F, et al. A prospect-based user equilibrium model with endogenous reference points and its application in congestion pricing[J]. Transportation Research Part B, 2011, 45(2): 311-328.
- [14] Wardrop J G. Some theoretical aspects of road traffic research[J]. Proceedings of the Institute of Civil Engineers, 1952, 1(2): 325-378.
- [15] De Palma A, Ben-Akiva M, Brownstone D, et al. Risk, uncertainty and discrete choice models[J]. Market Letter, 2008, 19(3): 269-285.
- [16] Van de Kaa E J. Extended prospect theory: findings on choice behaviour from economics and the behavioural sciences and their relevance for travel behavior[D]. Delft: Trail Research School, 2008.
- [17] Van Wee B. Prospect theory and travel behaviour: a personal reflection based on a seminar[J]. European Journal of Transport and Infrastructure Research, 2010, 10(4): 385-394.
- [18] Allais M, Hagen O. Expected utility hypothesis and the allais paradox[M]. Dordrecht Holland: Reidel Publishing Co., 1979.
- [19] Ellsberg D. Risk, ambiguity and the savage axioms[J]. Quarterly Journal of Economics, 1961, 75(4): 643-669.
- [20] Roth A E, Prasnikar V, Okuno-Fujiwara M, et al. Bargaining and market behavior in Jerusalem, Ljubljana, Pittsburgh, and Tokyo: an experimental study[J]. Bargaining and Market Behavior, 1991, 81(5): 1068-1095.
- [21] Prelec D. The probability weighting function[J]. Econometrica, 1998, 66(3): 497-527.
- [22] Senbil M, Kitamura R. Reference points in commuter departure time choice: a test of alternative decision frames [J]. Journal of Intelligent Transport Systems, 2004, 8(1): 19-31.
- [23] Wu G, Gonzalez R. Curvature of the probability weighting function[J]. Management Science, 1996, 42(12): 1676-1690.
- [24] Pratt J W. Risk aversion in the small and in the large [J]. Econometrica, 1964, 32: 122-136.
- [25] Arrow K J. The role of securities in the optimal allocation of risk bearing[J]. Review of Economic Studies, 1964, 31: 91-96.
- [26] Glimcher P, Fehr E, Camerer C, et al. Handbook of Neuro-economics[M]. San Diego, C A: Academic Press, 2008: 145-170.
- [27] Knight F H. Risk, Uncertainty and Profit[M]. Boston: Houghton Mif-flin, 1921.
- [28] 徐元栋, 黄登仕, 刘思峰. 奈特不确定性下的行为决策理论研究综述[J]. 系统管理学报, 2008, 17(5): 481-489.
- [29] 赵勇, 王清, 陈阳. 基于有限感知的决策理性模型[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(2): 339-346.
- [30] Van Lint J W C, van Zuylen H J, Tu H. Travel time unreliability on freeways: why measures based on variance tell only half

- the story[J]. *Transport Research Part A*, 2008, 42(1): 258–277.
- [31] Chen A, Zhou Z. The α -reliable mean-excess traffic equilibrium model with stochastic travel times[J]. *Transport Research Part B*, 2010, 44(4): 493–513.
- [32] de Palma A, Picard N. Route choice decision under travel time uncertainty[J]. *Transportation Research Part A*, 2005, 39(4): 295–324.
- [33] Chen A, Recker W W. Considering risk taking behavior in travel time reliability[R]. Working Paper, 2000.
- [34] Avineri E, Prashker J N. Sensitivity to travel time variability: travelers learning perspective[J]. *Transportation Research Part C*, 2005, 13(2): 157–183.
- [35] Avineri E, Bovy P H L. Identification of parameters for a prospect theory model for travel choice analysis[J]. *Transportation Research Record*, 2008, 2008, 2082: 141–147.
- [36] 黄海军. 交通行为建模——问题与机会[J]. *交通运输系统工程与信息*, 2002, 2(1): 24–29.
- [37] Knight T W. An approach to the evaluation of changes in travel unreliability: a “safety margin” hypothesis[J]. *Transportation*, 1974, 3: 393–408.
- [38] Shao H, Lam W H K, Tam M L. A reliability-based stochastic traffic assignment model for network with multiple user classes under uncertainty in demand[J]. *Networks and Spatial Economics*, 2006, 6(3–4): 173–204.
- [39] Siu B W Y, Lo H K. Doubly uncertain transportation network: degradable capacity and stochastic demand[J]. *European Journal of Operational Research*, 2008, 191(1): 166–181.
- [40] Di S. Traffic equilibrium and system reliability in stochastic transportation network[D]. University of Wisconsin–Madison, 2007.
- [41] Tatineni M, Boyce D E, Mirchandani P. Comparisons of deterministic and stochastic network traffic loading models[J]. *Transportation Research Record*, 1997, 1607: 16–23.
- [42] Ben-Elia E, Shifan Y. Which road do I take? a learning-based model of route-choice behavior with real-time information[J]. *Transportation Research Part A*, 2010, 44(1): 249–264.
- [43] Konstantinos V K, Yawa D A, Donald L F, et al. Risk attitude reversals in drivers’ route choice when range of travel time information is provided [J]. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2002, 44 (3): 466–473.
- [44] Fujii S, Kitamura R. Drivers’ mental representation of travel time and departure time choice in uncertain traffic network conditions [J]. *Networks and Spatial Economics*, 2004, 4(3), 243–256.
- [45] 张杨. 不确定环境下城市交通中车辆路径选择研究[D]. 西南交通大学, 2006.
- [46] Jou R C, Kitamura R, Weng M C, et al. Dynamic commuter departure time choice under uncertainty[J]. *Transportation Research Part A*, 2008, 42(5): 774–783.
- [47] Han Q, Dellaert B, van Raaij F, et al. Integrating prospect theory and stackelberg games to model strategic dyad behavior of information providers and travelers: theory and numerical simulations[J]. *Transportation Research Record*, 2005, 1926: 181–188.
- [48] Becker G S. Crime and punishment: an economic approach[J]. *Political Economics*, 1968(76): 169–217.
- [49] Benartzi S, Thaler R. Myopic loss aversion and the equity premium puzzle[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1995(110): 75–92.
- [50] Gneezy U, Potters J. An experiment on risk taking and evaluation periods[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1997(112): 631–645.
- [51] Barron G, Erev I. Small feedback-based decisions and their limited correspondence to description based decisions[J]. *Journal of Behavioral Decision Making*, 2003(16): 215–233.
- [52] Ben-Elia E, Erev I, Shifan Y. The combined effect of information and experience on drivers’ route-choice behavior[J]. *Transportation*, 2008(35): 165–177.
- [53] March J G. Learning to be risk averse[J]. *Psychology Review*. 1996(103): 309–319.
- [54] Van de Kaa E J. Prospect theory and choice behaviour strategies: review and synthesis of concepts from social and transport sciences[J]. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 2008, 10(4): 299–329.
- [55] Tversky A, Kahneman D. Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty[J]. *Risk Uncertainty*, 1992, 5: 297–323.
- [56] Rieger M, Wang M. Prospect theory for continuous distributions[J]. *Journal of Risk and Uncertainty*, 2008, 36(1): 83–102.
- [57] Schmidt U, Zank H. Risk aversion in cumulative prospect theory[J]. *Management Science*, 2008, 54(1): 208–216.
- [58] Van de Kaa E J. Prospect theory and choice behaviour strategies: review and synthesis of concepts from social and transport

sciences[J]. European Journal of Transport and Infrastructure Research, 2008, 10(4): 299-329.

[59] Loomes G, Sugden R. Regret theory: an alternative theory of rational choice under uncertainty[J]. The Economic Journal, 1982, 92: 805-824.

[60] Ajzen I, Fishbein M. Understanding attitudes and predicting social behaviour[M]. Prentice Hall, New York, 1982.

[61] Quiggin J. A theory of anticipated utility[J]. Journal of Economic Behavior and Organization, 1982, 3(4): 497-527.

[62] Bonsall P. Traveller behavior: decision-making in an unpredictable world[J]. Intelligent Transportation Systems, 2004, 8: 45-60.

[63] Camerer C. Individual decision making[C]//Handbook of Experimental Economics. Princeton NJ: Princeton University Press, 1995.

[64] Ross D. 经济学理论与认知科学: 微观解释[M]. 贾拥民, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2011.

The Applicability of Prospect Theory in Travel Behavior Research

ZHANG Bo¹, JUAN Zhicai¹, NI Anning²

(1. Antai College of Economics & Management, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200052, China;

2. School of Naval Architecture, Ocean and Civil Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: Traffic system is typical for its uncertainty under which travelers' behaviors appear to be bounded rational. Prospect Theory was proposed to deal with bounded rational decision problems and conforms more to travelers' actual behaviors. In order to better apply Prospect Theory to travel behavior research and modeling, this paper intends to investigate the applicability of Prospect Theory in travel behavior research. It is concluded that whether Prospect Theory is applicable to travel behavior research or not depends not only on features of certain decision problems, but also on travelers' characteristics as well as whether an alternative is uncertain or not. In addition, when conducting a research we should consider and weigh comprehensively among different theories according to their properties and application scope, other than be restricted to certain kind of theory.

Key words: transportation system; prospect theory; travel behavior; modeling techniques

[责任编辑:孟青]



(上接第 53 页)

An Analysis of Structural Characteristics and Interaction Relationship between Shanghai and Shenzhen Stock Market

—Based on the EEMD and State-space Models

WANG Ruijun

(School of Economics and Finance, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China)

Abstract: In this paper, we investigate the relationship of Shanghai and Shenzhen stock market from the structure and dynamics perspective. Through the ensemble empirical mode decomposition, Shanghai and Shenzhen Stock Index are composed of high-frequency, low frequency and trends, and the contribution rates for each structural component are different. The contribution of Shenzhen stock market' trend is higher than Shanghai stock market. It means that the trend of Shenzhen is more stable than Shanghai Stock Exchange. The contribution of Shanghai stock market' high-low frequency component is higher than that of the Shenzhen stock market. It means that Shanghai is more volatile than Shenzhen Stock Exchange. At the same time, the state-space model shows that the relationship of the trends of Shanghai and Shenzhen stock market reflect two-way transmission on the rate of return and more robust stock market of shanghai. The relationships of low-frequency component mean that stock market' regulation capacity needs to be improved.

Key words: ensemble empirical mode decomposition (EEMD); state-space models; shanghai and shenzhen stock market

[责任编辑:孟青]