Study on Utility Function and Parameter Design of Urban Rail Transit Travel Mode

Liqun Li[1,2], Long Chen [1], Daxing Huang[2]
[1] *Jiangsu University, Zhenjiang, China*
[2] *Shaoguan University, Shaoguan, China*
Email: ***liliqunmse@163.com***

Abstract: The current travel status of urban rail transit and the service requirements of travel mode were analyzed based on travel utility. To travelers choosing public transport, the decision-making of choosing the travel mode depended on the economic, fast, comfort and preference characteristics. Each service characteristics are defined. The travel utility function of urban rail transit is established based on utility theory and the parameters of utility function are designed. These efforts are helpful to attract greater passenger flow, improve operating profit of urban rail transit, and provide a theoretical basis for formulating the management strategy of urban rail transit.

Keywords: urban rail transit; travel mode; utility; service characteristics; parameter design

城市轨道交通出行方式效用函数与参数设计

李丽群 [1,2]，陈　龙 [1]，黄大星 [2]
[1]江苏大学，镇江，中国，212013
[2]韶关学院，韶关，中国，512005
Email: liliqunmse@163.com

摘　要：对当前城市轨道交通出行状况进行分析，以出行效用为研究目标，分析了出行者对交通方式的服务要求，对于选择公共交通的出行者来说，选择交通方式出行的决策主要由交通方式的经济性、快速性、舒适性和偏好程度等方面来决定的，并对各服务特性进行了定义。运用效用理论建立了出行者选择城市轨道交通方式出行效用函数，并对函数参数进行了设计。效用函数的建立为更大程度地吸引客流，提高城市轨道交通运营利润，为制定城市轨道交通运营管理策略提供了理论基础。

关键词：城市轨道交通；出行方式；效用；服务特性；参数设计

1 引言

随着经济与科技的快速发展，城市化进程的不断深入，城市人口不断增加，导致城市交通状况差，人们出行花费的时间越来越多，甚至有时出现候车的时间比乘坐交通工具的时间还长的现象。为此，交通管理者通过不断修建或拓宽城市道路来缓解城市交通状况，城市规划工程师也不断探索新型的规划方案以更好地解决拥挤的城市交通状况。中国的一些大城市如北京、上海和广州等城市，传统的地面交通不能满足人们出行的需求，为此修建了城市轨道交通来进一步提高出行效率。

自 1863 年英国创建世界上第一条地下地道以来，城市轨道交通发展至今有近 150 年的历史。目前世界上已有近千座城市建成了城市轨道交通网络。城市轨道交通的出现给城市居民出行带来了方便，并在一定程度上缓解了城市交通，提高了出行效率。然而由于城市轨道交通建设投资大，建设周期长，运营成本高，导致绝大部分城市轨道交通运营都呈现营业亏损。为此，国内外学者纷纷研究了各种形式的运营策略，如政策诱导，增减车厢，优化车辆运行时间等，来吸引客流以回收投资成本并力图扭亏为盈。但在实际运用中难以实行，运营效果也不显著。本文从城市轨道交通的出行效用入手，通过分析出行者对交通方式的服务需求，建立出行者选择城市轨道交通工具出行的效用函数，并对效用函数的参数进行设计，为交通管理者制定运营管理策略以吸引客流，提高城市轨道交通

江苏省普通高校研究生创新计划项目（资助号：CX08B_132Z）。

978-1-935068-40-2 © 2010 SciRes.

的利用率以增加运营利润提供理论依据。

2 交通服务特性

对于出行者来说，考虑选择某种交通方式出行，主要是从交通方式的经济性、快速性、舒适性和偏好程度等方面来决策。

2.1 经济性

交通方式的经济性，体现在出行者选择某种交通工具所支付的票价费用。

$$F = F(R, L) \tag{1}$$

式中：F 为出行者选择某种交通工具所支付的票价费用；R 为交通方式的基准票价；L 为出行者使用交通方式的出行距离。

2.2 快速性

交通方式的快速性，体现在出行者选择某种交通工具所花费的时间。在出行距离一定时，此时间越短则说明选择的交通方式越快速。这一特性取决于出行者的出行里程、交通方式的行驶速度及出行者的时间价值。

$$T = T(v, T_v, L) \tag{2}$$

式中：T 为出行者选择某种交通工具所花费的时间；v 为选择的交通方式的行驶速度；T_v 为出行者的时间价值。

2.3 舒适性

交通方式的舒适性，体现在出行者选择某种交通工具乘坐时所感觉的心理满足程度。这一特性取决于交通工具所提供的乘坐容量如座位数、候车的时间长短等方面。

$$M = M(C, T_w) \tag{3}$$

式中：M 为出行者选择某种交通工具乘坐时所感觉的心理满足程度即舒适程度；C 为交通工具所提供的乘坐容量；T_w 为候车的时间。

2.4 偏好程度

交通方式的偏好程度，体现在出行者选择某种交通工具的喜好，主要由出行者之前选用交通方式的经验来决定。

$$P = P(F^*, T^*, M^*) \tag{4}$$

式中：P 为出行者选择某种交通工具的喜好；F^* 为出行者之前乘坐此种交通工具所支付的票价费用；T^* 为出行者之前乘坐此种交通工具所花费的时间；M^* 出行者之前乘坐此种交通工具乘坐时所感觉的心理满足程度。

3 交通出行效用函数

3.1 效用函数

交通需求效用出行可表示为：

$$\begin{aligned} U &= U(F, T, M, P) \\ &= \alpha \cdot F + \beta \cdot T + \gamma M + \lambda P \end{aligned} \tag{5}$$

式中：U 为出行者的选择交通方式所需要的广义费用；α 表示某一种交通工具的出行距离的费率；β 表示出行时间成本当量；γ 表示出行舒适性成本当量；λ 表示某一种交通工具的偏好程度的成本当量。

3.2 α

某一种交通工具的出行距离的费率由地区国民经济水平决定。如广州票价费用为现行广州票价为：4km 为 2 元；4km 至 12km 内每递增 4km 加 1 元；12km 至 24km 内每递增 6km 加 1 元；24km 以上，每递增 8km 加 1 元。

$$F = \begin{cases} 2 & L \le 4km \\ 2 + \alpha \times L/4 & 4km < L \le 12km \\ 4 + \alpha \times L/6 & 12km < L \le 24km \\ 6 + \alpha \times L/8 & L > 24km \end{cases} \tag{6}$$

这时广州城市轨道交通的费率 α 为 1。

3.3 β

交通方式出行时间成本当量由地区国民时间价值决定。

$$\beta = \frac{GDP}{t \times P} \tag{7}$$

式中：GDP 为地区国民生产总值；t 为劳动者平均劳动时间；P 该地区的人口总量。

3.4 γ

出行舒适性成本当量由出行者选择交通方式的容量如座位数量、候车的时间、乘坐时车厢服务质量如空间大小和拥挤程度等决定。

$$\gamma = \frac{NO_s}{NO_p} + \mu \times \frac{T}{T_w} + \sigma \times \frac{C}{NO_p} \tag{8}$$

式中：NO_s 为交通工具提供的座位数量；NO_p 为交通工具乘坐的人数；μ 为候车时间折算成座位数量当量系数，由于候车时间相对座位舒适来说其舒适性差，因此 μ 应取 1.5~2.0；σ 为车厢服务质量折算成的座位数量当量系数，由于车厢服务质量相对座位舒适来说其舒适性较好，因此 μ 应取 0.5~1.0。

3.5 λ

交通工具的偏好程度主要由之前出行者使用交通方式的经验积累的一种喜好偏向这与经济性、快速性和舒适性都有相关关系决定。λ 取值为 0.5~2.0。当 λ<1 时，说明出行者偏好程度低；当 λ>1 时，说明出行者偏好程度高。

4 结束语

针对城市轨道交通的服务特性分析，从交通方式的经济性、快速性、舒适性和偏好程度等方面进行量化，并对出行效用函数的参数进行了设计，为城市轨道交通运营管理策略提供了理论基础，以增强城市轨道吸引客流的能力，改善城市轨道交通资源利用率，提高城市轨道交通运营利润。

References (参考文献)

[1] MAO B, Operations and Management for Urban Rail Transit [M]. Beijing: Commonwealth Communication Press, 1999.

[2] HE Y, MAO B, CHEN T, et al. The Mode Share Model of the High-speed Passenger Railway Line and its Application [J], *Journal of the China Railway Society*, 2006, 28(3), P18-21(Ch).

[3] WU Q. Urban Rail Transit Passenger Flow Share Rate Model Analysis [J]. *Transport Standardization*, 2009, (11), P52-54 (Ch).

[4] LIU Z, DENG W, GUO T. Application of Disaggregate Model Based on RP/SP Survey to Transportation Planning[J].*Journal of Transportation Engineering and Information*.2008,6(3), P59-64, (Ch).

[5] XU W, HE S, SONG R, et al. Disaggregate Modal-split Model Considering Congestion Pricing [J]. J*ournal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 2008, 8(3), P96-102 (Ch).

[6] BIAN C, LU H. Analysis of Price Game between Urban Railway and Bus [J], *Highway Engineering*, 2009, (2), P49-52(Ch).

[7] HE G,JI Y,LIU F. Choice for Travel Modes Based on the Two-level Game[J].*Journal of Chang'an University(Social Science Edition)*. 2006, 8(3), P4-7 (Ch).

[8] http://www.gzmtr.com/ckfw/yysk/,2010.

[9] ZHOU Z, ZHANG Y. Influence of Bus Fare Adjustment on Rail Transit Passenger Flow [J]. *Urban Public Transit* .2009,(5), P31-33(Ch).

[10] YUN Meiping , LAO Yunteng , YANG Xiaoguang. Game Theory-based Analysis on Utility of Transportation Management Policy [J]. *Journal of Tongji University (Natural Science)*.2010, 38(4), P527-532 (Ch).

[11] Wu Jiaorong, Wang Hao, Liang Lijuan. Trip Mode Shift and Utility Change of Passenger Corridor in Shanghai Rail Transit Line 6[J]. *Urban Mass Transit*. 2010,(2), P33-38(Ch).

[12] HE Jian-wei, ZENG Zhen-xiang , LI Zhi-heng . An Analysis on Effectiveness of Transportation Demand Management in Beijing [J]. *Transportation Systems Engineering and Information*. 2009, 9(6), P114-119 (Ch).

[13] Ma Shuhong, Sun Chuanjiao, Zhou Wei,Wang Yuanqing. Research on Configuration of Traffic Modes between Mega-city and its Satellite City Based on Discrete Choice Theory [J]. *Journal of wuhan university of technology (transportation science engineering)*. 2008, 32(2), P316-319 (Ch).

[14] FU Li-ping. Use the effect function to study transportation method division [J]. *JOURNAL OF GUANG DONG COMMUNCATION POLYTECHNIC*. 2004, (1), P76-79 (Ch).

[15] Antonini G, Bierlaire M, Weber M. Discrete choice models of pedestrian walking behavior [J]. *Transportation Research Part B*. 2006, 40(8), P 667-687.

[16] Ben-Akiva M, Lerman S R. Discrete Choice Analysis : Theory and Application to Travel Demand[M].Cambridge, MA: The MIT Press, 1985

[17] Dominic Stead,David Banister. Influencing mobility outside transport policy[J]. *Innovation*.2001,14(4),P315.

[18] Liu R,Guan C.Mode biases of urban transportation policies in China and their applications[J].*Journal of Urban Planning and Development*..2005, 131(2), P58-70.

[19] Wen Chieh-hua,Frank S Koppelman. The Generalized Nested Logit Model [J].*Transportation Research Part B*. 2001, 35, P627-641.

[20] Bhat,Chandra R.A Heteroscedastic. Extreme Value Model of Intercity Travel Mode Choice [J].*Transportation Research Part B*. 1995, 29, P471-483.

978-1-935068-40-2 © 2010 SciRes.