

Research on the selection of passenger transfer mode based on the broad travel cost—Take Huai'an High-speed Railway East Station as an example

Tianwen Bao¹ Jiye Ma² Jiaxue Zhang¹ Lingling Liu¹

1. Huaiyin Institute of Technology, Huai'an, Jiangsu, 223001, China

2. PLA Unit 93125, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

Abstract

With the continuous improvement of social and economic level, the construction of China's high-speed railway and the continuous development, high-speed railway stations have become the main part of urban passenger transport. The connection between the high-speed railway station and the city, that is, the choice of the transfer mode, is particularly important. Based on the direct economic cost, travel cost and comfort cost, a generalized travel cost function model of various transfer modes of passengers in Huai'an East High-speed Railway Station is established. Through the stochastic utility function, namely the generalized travel cost function, the traditional Logit model is improved to study the influence of the generalized travel cost on passengers' choice of transfer mode. Calculating the value of broad travel expenses will be conducive to provide reference for managers to induce passengers to choose the travel mode with low broad travel cost, so as to achieve the optimization of the travel system.

Keywords

broad travel costs; Huai'an high-speed railway East station; transfer mode

基于广义出行费用的乘客换乘方式选择研究——以淮安高铁东站为例

包天雯¹ 马继业² 张佳雪¹ 刘玲玲¹

1. 淮阴工学院, 中国·江苏淮安 223001

2. 中国人民解放军 93125 部队, 中国·江苏徐州 221000

摘要

随着社会经济水平的不断提高,中国高速铁路的建设不断发展,高铁站已经成为城市客运的重要组成部分。高铁站与城市之间的衔接,即换乘方式的选择尤为重要。以直接经济成本,出行成本以及舒适性成本为基础,建立淮安高铁东站乘客各种换乘方式的广义出行费用函数模型。通过随机效用函数,即广义出行费用函数,对传统Logit模型进行改进,研究广义出行费用的高低对乘客选择换乘方式的影响。通过计算各广义出行费用值将有利于给管理者提供借鉴,让管理者诱导乘客选择广义出行费用低的出行方式,达到出行系统最优化。

关键词

广义出行费用; 淮安高铁东站; 换乘方式

1 引言

随着中国高速铁路建设的快速发展,高铁站已成为区域交通与城市交通衔接的重要节点。高铁车站与城市交通的便捷衔接是发展客流的有效措施,对城市发展和公共出行也有重要影响。此外,对高铁客运换乘的研究将有助于提高铁路枢纽客流分配效率,提高乘客满意度,对提高客运市场份额起到重要作用。

淮安高铁东站通过高铁到发乘客约为 227.39 万人次,乘客出站后会选择公交,出租车等换乘方式来前往目的地。由于高铁建设发展过于迅速,乘客到达淮安高铁东站进行换乘时存在乘客换乘时间过长、乘客换乘过程中舒适性差、换乘费用过于昂贵等问题,这些问题让乘客在换乘过程中产生困扰,乘客如何选择最优化的换乘系统以提高换乘效率和换乘中的舒适性是本文研究的方向。

2 淮安高铁东站乘客换乘方式选择模型构建

广义出行费用是由乘客换乘过程中产生的直接成本以及间接成本之和组成的。主要包括 3 个方面,即出行时间成

【作者简介】包天雯(1993-),女,中国江苏徐州人,硕士,助教,从事城市智慧交通研究。

本，直接经济成本以及舒适性成本。

2.1 广义出行费用函数

广义出行成本是由直接成本以及间接成本组成的。其中，直接成本是乘客直接支付或者税收等方式支付的成本，主要包括：车票价格，燃油费等；间接成本是指运行时产生的成本，主要包括：出行时间成本，舒适性成本等。广义出行费用函数可以表示为：

$$C_i = \alpha EC_i + \beta TC_i + \gamma MC_i \quad (1)$$

其中， C_i 表示换乘方式 i 的广义出行费用； EC_i 表示换乘方式 i 为出行的直接经济费用成本； TC_i 表示为换乘方式 i 出行的时间成本； MC_i 表示为换乘方式 i 出行的舒适度成本； α, β, γ 为待定系数。

根据调查问卷的收集以及数据分析，把各成本的重要程度由高到低进行一个排序，并根据这个排序进行一个打分，分值为 3, 2, 1，然后平均处理，得到各成本的重要程度的分值，如表 1 所示。

表 1 各成本的重要程度的分值

成本名称	分值
舒适性成本	0.595
时间成本	0.576
直接经济成本	0.383

把所有的成本统一成以直接经济成本为基础的费用函数，由此可以求出待定系数 α, β, γ 的值。

2.2 直接经济成本

出行的直接经济成本按照乘客在换乘过程中所选择的交通方式消耗的金钱以及公共汽车的票价来决定，即各种换乘方式的直接经济成本可用函数表示为：

$$EC_i = f_i \quad (2)$$

其中， f_i 为换乘方式 i 的计价函数，计算单位为“元”。

2.3 出行时间成本

出行的时间成本出行时间成本也称出行时间价值，是由于出行者在出行过程中所消耗的时间存在机会成本而产生的价值^[1]。

不同的收入水平对乘客选择换乘方式有着较大的影响。因此，设计了相关的调查问卷，根据调查问卷收集回来的数据分析，算出选择相同换乘方式的乘客的平均收入水平。因此，单位出行时间成本（按每月 30 天计算）可以表示为：

$$\text{单位出行时间成本} = \frac{\text{选择相同换乘方式的乘客的平均收入}}{30 \times 24 \times 60} \quad (3)$$

式中，单位出行时间成本按每分钟计算，计算单位为“元/min”。

2.4 出行方式分担率

将广义出行费用函数作为效用函数，从而改进传统的 Logit 模型。为了避免指数级增长使误差增大，需要对广义

出行费用函数进行平均处理，即各指数项部分除以各出行方式的平均广义出行费用 \bar{C} ，改进后的模型为：

$$P_i = \frac{\exp\left(\frac{\omega \bar{C}}{C_i}\right)}{\sum_i \exp\left(\frac{\omega \bar{C}}{C_i}\right)} \quad (4)$$

3 淮安高铁站乘客换乘的实例分析

3.1 出行方式相同但出行距离不同时的广义出行费用函数

根据调查问卷所收集的数据分析，可以求出乘客的平均出行时间 \bar{t} ，即为 $\bar{t} = \frac{(29+28+29+29+29)}{5} = 28.8 \text{ min}$ 。

假设当初乘客的出行时间为 28.8 分钟以及乘客的出行距离为 3 公里，10 公里，15 公里时，各种换乘方式的广义出行费用如图 1 所示，计算单位为“元”。

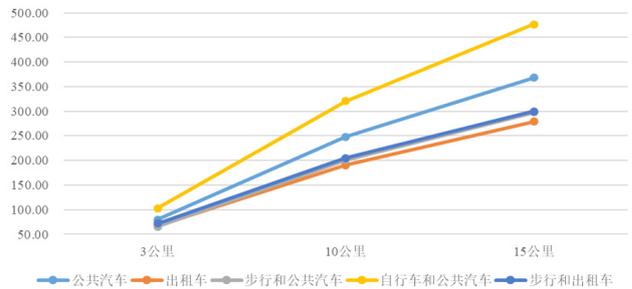


图 1 各种换乘方式在相同的出行时间以及不同的出行距离时广义出行费用

根据上图，可以发现当乘客的出行时间确定的时候，广义出行费用的大小与出行距离成正相关关系，即广义出行费用的大小随着乘客的出行距离的增加而增大。

3.2 出行距离相同但出行时间不同时的广义出行费用函数

根据调查问卷所收集的数据分析，可以求出乘客的平均出行距离 \bar{d} 为 6.2km。乘客的出行时间为 15min, 20min, 25min, 30min 以及 35min 时，各种换乘方式的广义出行费用如图 2 所示，计算单位为“元”。

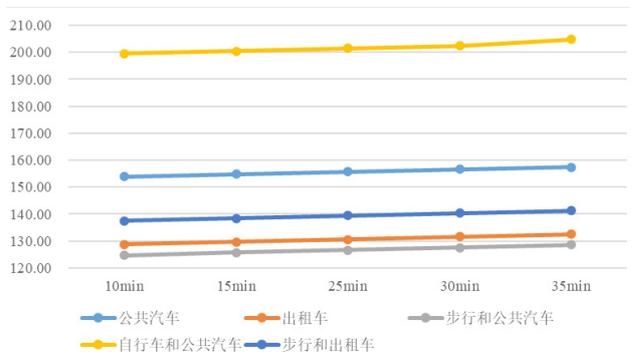


图 2 各种换乘方式在相同的出行距离以及不同的出行时间时广义出行费用

根据上图,可以发现当乘客的出行距离确定的时候,广义出行费用的大小与出行距离成正相关关系,即广义出行费用的大小随着乘客的出行距离的增加而增大。当乘客的出行距离一定时,各种换乘方式的广义出行费用由小到大的排序分别为步行和公共汽车,出租车,步行和出租车,公共汽车,自行车和公共汽车。

3.3 改进传统 Logit 模型的换乘方式分担率计算

根据调查问卷数据的收集和分析,可以得到乘客的平均出行距离 \bar{d} 以及平均出行时间 \bar{t} , 分别为平均出行距离 $\bar{d} = 6.2$, 单位为 km, 平均出行时间 $\bar{t} = 28.8 \text{ min}$ 。

因此,可以求出淮安高铁东站五种主要换乘方式的广义出行费用,如图3所示,计算单位为“元”。由图可知,淮安高铁东站五种主要换乘方式的广义出行费用由小到大的排序,分别为步行和公共汽车,出租车,步行和出租车,公共汽车,自行车和公共汽车。



图3 淮安高铁东站5种主要换乘方式的广义出行费用

基于传统的 Logit 模型和改进的 Logit 模型分别对淮安高铁东站五种主要换乘方式的分担率进行计算,结果如表2所示。

表2 淮安高铁东站五种主要换乘方式的分担率

换乘方式	传统的分担率	改进后的分担率
公共汽车	19.98%	15.19%
出租车	20.05%	26.36%
步行和公共汽车	20.06%	29.36%
自行车和公共汽车	19.89%	7.85%
步行和出租车	20.02%	21.24%

根据淮安高铁东站五种主要换乘方式的广义出行费用结果以及基于改进传统 Logit 模型的分担率结果,可以给出淮安高铁东站换乘方式引导的合理化建议,为管理者提供参考借鉴。

4 结论与建议

本文基于直接经济成本,出行时间成本以及舒适性成本,构建淮安高铁东站五种主要换乘方式的广义出行费用模型,并根据随机效用理论将广义出行费用作为效应函数,改进传统的 Logit 模型,对淮安高铁东站五种主要换乘方式的分担率进行计算。结果表明:当乘客的出行时间一定但出行距离小于3公里时,应当选择步行和公共汽车这种换乘方式;当乘客的出行时间一定但出行距离在3公里以上时,应当选择广义出行费用最小的出租车这种换乘方式;当乘客的出行距离一定时,应当选择步行和公共汽车这种换乘方式。研究结果可为交通管理者诱导乘客选择广义出行费用低的出行方式提供理论借鉴意义。

参考文献

- [1] 彭辉,王剑坡,张娜.基于SVM的高原川道型城市通勤者出行方式选择研究[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2021,40(11):18-23.
- [2] 栾彩云,冯天军,曹胜月,谢渊然.基于舒适度的寒区冰雪期广义出行费用研究[J].科技与创新,2020(19):44-45+47.
- [3] 高婷婷,王武宏.基于时间价值的城市交通出行成本研究[J].铁道运输与经济,2014,36(02):1-3+10.