

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2026.01.009

基于诱导信息的城市轨道交通 换乘路径选择研究

王超¹, 王宇辰¹, 李小雅¹, 张媛雅¹, 葛师源²

(1. 北京交通大学经济管理学院, 北京 100044; 2. 北京科技大学经济管理学院, 北京 100083)

摘要: 针对城市轨道交通换乘站高峰期客流组织复杂性提升与乘客路径选择行为决策机制尚不明确现状, 通过显示性偏好(RP)与陈述性偏好(SP)调查获取数据, 运用有序 Logit 回归模型构建乘客对诱导信息信任程度的影响因素模型, 并基于混合 Logit 回归模型解析乘客路径选择行为的关键影响因素。研究发现: 乘客的性别、年龄及诱导信息偏好对其信任度具有显著影响; 诱导信息的推荐强度与群体选择行为的从众效应, 均对乘客路径决策产生正向促进作用。研究结论为理解复杂交通环境下乘客信息处理机制与行为决策模式提供新视角, 可为优化轨道交通换乘站客流组织效率提供理论依据。

关键词: 城市轨道交通; 诱导信息; 路径选择; Logit 模型; 换乘路径

中图分类号: U121

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2026)01-0069-07

Passenger Path Selection Behavior of Urban Rail Transit Interchange Based on Guidance Information

WANG Chao¹, WANG Yuchen¹, LI Xiaoya¹, ZHANG Yuanya¹, GE Shiyuan²

(1. School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044;

2. School of Economics and Management, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083)

Abstract: In response to the growing complexity of passenger flow organization and the unclear decision-making mechanism of passengers' path selection behavior during the peak period of urban rail transit stations, this paper collected data through RP (revealed preference) and SP (stated preference) surveys. It constructed an ordered Logit regression model to analyze factors influencing passengers' trust in guidance information, and identified key influencing factors of passengers' path selection behavior based on the mixed Logit regression model. The results show that passengers' gender, age, and preference for guidance information have significant effects on their trust; the recommendation strength of guidance information and the herd effect of group choice behavior have positive effects on passengers' path decision-making. This study provides a new perspective for understanding the information processing mechanism and behavioral decision-making mode of passengers in complex transit environment. The findings provide a theoretical basis for optimizing the efficiency of passenger flow organization in rail transit transfer stations.

Keywords: urban rail transit; guidance information; path selection; Logit model; transfer path

随着我国城市化进程的持续推进和城市规模的不断
扩大, 以地铁为代表的城市轨道交通凭借高效便
捷的运输特性, 已逐渐成为现代城市居民日常出行
的核心载体。截至 2024 年 12 月 31 日, 中国内地累计

收稿日期: 2025-03-21 修回日期: 2025-11-30

第一作者: 王超, 男, 博士, 教授, 主要从事交通运输经济领域研究, chaowang@bjtu.edu.cn

通信作者: 王宇辰, 女, 本科, 主要从事交通经济领域研究, 23241086@bjtu.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金(B24A0300020)

引用格式: 王超, 王宇辰, 李小雅, 等. 基于诱导信息的城市轨道交通换乘路径选择研究[J]. 都市轨道交通, 2026, 39(1): 69-75.

WANG Chao, WANG Yuchen, LI Xiaoya, et al. Passenger path selection behavior of urban rail transit interchange based on guidance information[J]. Urban rapid rail transit, 2026, 39(1): 69-75.

58个城市投运城轨交通线路362条,城轨线路长度12 168.77 km。随着城市轨道交通线网的快速扩张,大型换乘枢纽的潮汐性客流压力日益凸显,对客流组织的动态适应性与精细化管理提出了更高的要求。在此过程中,诱导信息不仅承担着物理空间的引导功能,更在缓解乘客出行焦虑、优化决策等方面具有关键作用。然而当前实践中,城市轨道交通诱导系统普遍存在信息更新滞后、内容冲突及空间布局不合理等问题,致使乘客决策效率降低,甚至引发高峰期局部通道拥堵与运力损耗。在此背景下分析乘客对诱导信息的信任度,研究乘客换乘路径选择行为的影响因素,可为优化轨道交通运营效率与服务质量提供新的视角和参考,同时为铁路枢纽、公交枢纽等多类型交通枢纽站的客流引导机制优化提供借鉴。

以往对诱导信息的研究主要集中在导向标识的评价与优化上:刘畅等^[1]运用结构方程模型对导向标识服务程度的满意度进行评价研究;林建新等^[2]基于分层视觉行为构建了综合客运枢纽导向信息评价指标,揭示了分层信息网络下旅客寻路与导向信息的交互机理;边扬等^[3]搭建 KANO 乘客需求模型,探索动态导向标识方案评估及优化设计方法。基于乘客整体出行路径的选择上:蒋黎等^[4]基于轨道交通线网乘客出行数据,对比多路径概率选择模型计算的路径选择比例与实际路径选择比例,分析换乘站类型对换乘路径选择的影响规律;许心越等^[5]结合诱导信息属性与路径属性,考虑效用最大化原则与后悔原则构建路径决策模型;倪少权等^[6]利用 logit 函数计算乘客对路径的选择概率,由此完成对多制式轨道交通网络的仿真模拟;李臣等^[7]探讨了突发事件下乘客出行选择的影响因素。对诱导信息和路径选择的影响研究,以往主要聚焦于路面交通,并借助可变信息标志(variable message signs, VMS)展开,聚焦于影响路径改变行为的主要因素:DE 等^[8]结合了递归 logit 与嵌套模型,分析静态、动态出行时间信息对驾驶员路径选择的影响;REINOLSMANN 等^[9]基于驾驶模拟器,比较分析时间显示方法和标志特征不同时,驾驶员对 VMS 和 GRIP 提供的延迟信息和替代路线的服从率;陈秀锋等^[10]基于二项 logit 模型建立了诱导条件下驾驶员路径选择行为模型。

本文借鉴路面交通 VMS 对驾驶员影响的研究方法,分析了诱导信息对乘客路径选择决策的影响,该研究不仅为优化轨道换乘站内换乘客流组织开辟了新方法与新思路,同时可扩展到综合枢纽中对乘客换乘

行为的研究,为客流的仿真模拟、导向标识的优化设计提供参考。

1 诱导信息与路径选择

1.1 诱导信息的定义与多维度分类

诱导信息是借助声、光、电等技术媒介,在公共交通环境中向乘客传递实时交通状态与换乘指引的复合信息,包括但不限于文字信息、语音信息、数字信息等,其核心功能在于通过空间引导与决策支持,缓解乘客在复杂换乘场景中的信息不对称问题。目前学术界对诱导信息本身尚没有针对性的分类方法,主要通过诱导信息的重要载体——导向标识对其进行分类,基于空间布局与载体特征,导向标识可有如下两种分类:

- 1) 空间布局分类。包括站外导向标识、服务设施导向标识、乘车导向标识、换乘导向标识、乘车方向导向标识、出站导向标识与附着式导向标识。
- 2) 载体形态分类。包括墙体固定标识、空中悬挂标识、地面投影标识、动态电子屏与声控广播系统。



图1 轨道交通换乘标识导向

Figure 1 Guidance signage for rail transit transfer

除以传统导向标识为载体之外,诱导信息还可以通过移动终端应用、人员引导等更加灵活的方式进行传达。例如乘客可以通过地铁官方 APP 获取实时列车位置、换乘建议等信息;在部分大型车站或客流高峰期,车站工作人员会协助引导乘客。本研究围绕换乘路径选择,基于以上分类总结出四类核心诱导方式——静态标识、广播提示、工作人员指挥及出行 APP 导航提示,其分别对应物理标识、动态声控、人力引导与数字媒介,构成了“物理-数字-人力”协同的复合诱导系统,其协同性直接影响乘客路径决策的理性程度。

1.2 诱导信息对换乘路径选择的影响

在轨道交通换乘路径选择中,乘客的决策行为受

到多重因素的交织影响,其中换乘距离、换乘方式构成了核心驱动力。换乘距离作为最直接的物理约束,天然塑造了乘客的便捷性偏好——较短的路径因节省时间与体力更易被选择,而长距离换乘往往需要其他补偿性因素(如路径通畅性、设施便利性)才能提升吸引力。

然而,距离的客观限制并非绝对主导,其影响可通过诱导信息的策略性设计被部分消解。首先,对于换乘车站不熟悉的乘客需要根据诱导信息来获取相应换乘距离信息;其次,精准、明确的换乘信息可以缓解乘客的换乘紧张。例如,在通道式换乘场景中,若动态电子屏明确标注“此通道步行时间3分钟,前方无拥堵”,乘客对距离的敏感性可能因时间预期的透明化而降低,转而更关注路径的整体效率。

换乘方式的结构差异则进一步影响决策逻辑。节点式换乘因路径直观、方向明确,乘客对诱导信息的依赖度相对较低;而通道式换乘、复合式换乘则因空间复杂度高,乘客寻路难度提升,诱导信息的作用显著增强。此时,墙体标识的连续性、电子屏的实时更新能力以及广播提示的清晰度,直接决定乘客能否快速构建空间认知。若诱导信息未能覆盖关键节点,即使物理距离较短,乘客仍可能因方向困惑而选择绕行路径,间接放大换乘的时间成本。

因此,可看出诱导信息在此过程中扮演“决策杠杆”角色,其影响体现在3方面。在信息可信度对路径效用的重构方面,当诱导信息(如APP导航提示的“推荐路径A,预计节省2分钟”)与乘客经验或群体选择一致时,其推荐效力被强化;反之,若信息频繁出现误差(如延迟更新拥堵状态),乘客可能转向依赖自身经验或跟随人流,导致诱导系统失效。在动态信息的场景适配能力方面,在高峰时段或突发事件中,静态标识的固定信息难以应对客流波动,而动态诱导信息可通过实时调整内容(如“B出口临时关闭,请改道C出口”)实现动态分流,此类灵活性是换乘距离或设施布局等静态因素无法比拟的。最后,在多模态信息的协同增效方面,墙体标识提供基础方向指引,广播提示补充实时状态,APP导航融入个性化偏好,多种形式诱导信息的协同作用可覆盖不同乘客群体的决策模式(如视觉依赖型、听觉敏感型或数据驱动型),从而在复杂换乘环境中维持整体引导效能。

除换乘距离、换乘方式和诱导信息,本文同时考虑了群体选择的“从众效应”。对于诱导信息具有情境依赖性的作用。当诱导信息明确且实时,乘客对群体

选择的依赖行为显著弱化;反之,若诱导信息模糊或冲突,大部分乘客可能会选择跟随身边人流行进方向选择换乘路径,此时群体选择的路径决策结果成为弥补信息缺口的替代策略。然而,这一现象将造成单一换乘路径的拥堵,降低换乘站的运营效率。

综上所述,诱导信息通过“精准推荐-信任构建-行为引导”的链条主导换乘路径选择,换乘距离、从众效应等因素介入决策过程。本研究将以诱导信息作为研究重点,通过调查设计与实证分析,关注乘客对于诱导信息的信任程度,并探究诱导信息对于换乘路径选择的影响。

2 调查设计与实施

本研究在探究乘客对换乘中诱导信息的信任度时,结合了行为(revealed preference, RP)调查与意向(stated preference, SP)调查,RP调查针对乘客的个人基础特征、出行特征;SP调查针对乘客的诱导信息偏好、诱导信息信任度、结合多因素情景下的换乘路径选择,调查问卷如表1所示。

表1 调查问卷内容

Table 1 Content of the survey questionnaire

分类	问题	内容
个人基础特征	性别	男;女
	年龄	18岁以下;18~35岁; 35~59岁;60岁及以上
	学历	初中;高中;大专;本科及以上
	收入	3 000元以下;3 000~6 000元; 6 000~10 000元;10 000元以上
个人出行特征	车站熟悉程度	不熟悉;比较熟悉;非常熟悉
	同行情况	独自出行;与人同行
	行李携带情况	不携带;携带随身小包; 携带较重双肩包;携带行李拉杆箱
诱导信息偏好	每周乘坐频次	0~2次;3~5次;6~10次;10次以上
	诱导信息偏好内容	换乘距离;换乘时间; 换乘路径方向;人流拥堵情况
	诱导信息偏好方式	静态标识;广播提示; 工作人员指挥;出行APP导航提示
	诱导信息信任度	不信任;有时会信任;非常信任

在乘客对换乘路径的选择行为研究中,利用SP调查设计情景假设:当乘客在车站内部换乘时,有3条换乘情况各异的换乘路径可供选择。换乘类型包含扶梯、楼梯、电梯3种情景,每条换乘路径有水平各异的3个因素:换乘距离、诱导信息推荐情况和群体选择情况,具体取值如表2所示。

考虑到采用全面实验设计的方法会耗费大量的时

间，本研究采用正交设计法，结合假设情景中的因素和水平，以 $L_9(3^4)$ 正交表为基础，得到正交试验方案，如表 3 所示，基于正交试验设计表，随机抽取 5 套试验情景放入问卷当中，构成问卷的情景选择。

表 2 换乘路径各因素水平

Table 2 Levels of various factors for transfer paths

水平值	换乘距离/m	诱导信息推荐情况	群体选择情况
1	100	推荐	选择
2	200	不推荐	不选择
3	300	—	—

表 3 正交试验设计

Table 3 Orthogonal experimental design

编号	换乘类型	换乘距离	诱导信息推荐情况	群体选择情况
1	扶梯	1	1	1
2	扶梯	2	2	2
3	扶梯	3	2	1
4	楼梯	1	2	1
5	楼梯	2	2	1
6	楼梯	3	1	2
7	电梯	1	2	2
8	电梯	2	1	1
9	电梯	3	2	1

本研究通过网络平台发布调查问卷，共收回问卷 442 份，经过甄别问卷回答时间和“是否乘坐过城市轨道交通”，共筛选出有效问卷 398 份，问卷有效率 90.05%。样本描述统计如表 4 所示。

表 4 样本特征统计性描述结果

Table 4 Descriptive statistics of sample characteristics

属性	属性水平	赋值	总样本(N=398)	占比/%
性别	男	0	156	39.20
	女	1	242	60.80
年龄/岁	0~18	1	7	1.76
	18~35	2	233	58.54
	35~59	3	153	38.44
	≥60	4	5	1.26
学历	初中	1	9	2.26
	高中	2	24	6.03
	大专	3	76	19.10
	本科及以上	4	289	72.61
收入/元	0~3 000	1	42	10.55
	3 000~6 000	2	90	22.61
	6 000~10 000	3	132	33.17
	>10 000	4	134	33.67

续表

属性	属性水平	赋值	总样本(N=398)	占比/%
车站熟悉程度	不熟悉	1	26	6.53
	比较熟悉	2	269	67.59
	非常熟悉	3	103	25.88
同行情况	独自出行	0	283	71.11
	与人同行	1	115	28.89
行李携带情况	不携带	1	93	23.37
	携带随身小包	2	131	32.91
	携带较重双肩包	3	120	30.15
	携带行李拉杆箱	4	54	13.57
乘坐频数/次	0~2	1	93	23.37
	3~5	2	131	32.91
	6~10	3	120	30.15
	>10	4	54	13.57

3 站内诱导信息信任度模型

首先探究乘客站内换乘时对诱导信息的信任度，以问卷中的问题“在换乘、转乘其他交通工具时，您会信任诱导信息的内容，并按照其推荐的路线走吗？”的选项结果为因变量，分为“不信任”“比较信任”“非常信任”三个类型，因变量为有序分类变量，采用有序分类 logit 模型进行回归。以 RP 调查中的个人属性因素、出行属性因素，SP 调查中的诱导信息偏好为自变量。其中性别、同行情况为二分类变量，其余均为无序多分类变量，转为虚拟变量引入模型中。

据此构建乘客对站内诱导信息信任度的影响因素模型 $P(Y_i > j | X)$ ，模型一般形式如下所示：

$$P(Y_i > j | X) = \frac{\exp\left(\alpha_j + \sum_{k=1}^n \beta_k X_k\right)}{1 + \exp\left(\alpha_j + \sum_{k=1}^n \beta_k X_k\right)} \quad (1)$$

Y_i 为乘客 i 对诱导信息的信任度； j 为信任度等级； n 为总影响因素个数； X_k 表示影响乘客对诱导信息信任度的第 k 个影响因素； X 为影响因素向量； α_j ， β_k 为对应待定参数。

本文中乘客对诱导信息的信任程度为“不信任”“有时会信任”“非常信任”三级，对应 $Y_i=1, 2, 3$ ，故有序 logit 模型如下：

$$\begin{aligned} P(Y=3 | X) &= P(Y > 2 | X) \\ &= \frac{\exp\left(\alpha_2 + \sum_{k=1}^n \beta_k X_k\right)}{1 + \exp\left(\alpha_2 + \sum_{k=1}^n \beta_k X_k\right)} \end{aligned} \quad (2)$$

$$P(Y = 2 | X) = P(Y > 1 | X) - P(Y > 2 | X) \quad (3)$$

$$P(Y = 1 | X) = 1 - P(Y = 3 | X) - P(Y = 2 | X) \quad (4)$$

平行回归假设是有序 logit 回归模型的重要假设之一。本研究通过 Stata 软件进行平行性检验,在 Wolfe-Gould、Brant 等多种检验方式下,如表 5 所示,其中 Chi2 代表卡方检验值,df 代表自由度,检验结果均报告 P 值大于 0.05,表明平行回归假设未被显著违反,可以使用有序逻辑回归模型。

表 5 平行性检验结果

Table 5 Results of parallelism test

检验方式	Chi2	df	$P > \chi^2$
Wolfe-Gould	22.72	25	0.594
Brant	33.06	25	0.130
Score	33.81	25	0.112
likelihood ratio	31.07	25	0.187
Wald	22.26	25	0.621

模型的似然比检验结果为 59.63,对应的 P 值为 0.000 1,表明模型的解释力度显著优于零模型,即至少有一个自变量对因变量有显著影响。模型的伪 R^2 为 0.090 3, AIC 为 654.728 9, BIC 为 762.363 1,表明模型的拟合较好。为了更好解读模型,采用 Stata 报告优势比(odds ratio)回归结果。

有序 logit 模型回归结果如表 6 所示。在个人基础信息方面,性别因素的优势比为 1.521,这表明男性比女性在诱导信息信任上的发生比高 52.1%,男性比女性更倾向于信任换乘中的诱导信息;18~35 岁群体相对于 18 岁以下群体的优势比为 0.192,表明 18~35 岁群体比 18 岁以下群体在诱导信息信任上的发生比低 80.8%,更不信任诱导信息;35~59 岁群体相对于 18 岁以下群体的优势比为 0.184,表明 35~59 岁群体相对于 18 岁以下群体在诱导信息信任上的发生比低 81.6%,更不信任诱导信息。学历、收入等在本次调查中对诱导信息信任度没有显著影响。

在乘坐频率上,与每周 0~2 次相比,每周 3~5 次、6~10 次、10 次以上的因素的优势比分别为 0.488、0.442、0.413,表明城轨乘坐频率对信息信任度有显著的负向影响。随着使用频率升高,相较于每周乘坐 0~2 次城轨的乘客,诱导信息信任的发生比依次低 51.2%、55.8%、58.7%,即使用频率越高,个体对诱导信息的信任度越低。

在诱导信息内容偏好上,选择偏好于“人流拥堵情况”的优势比为 3.052,相比于偏好“换乘距离”的

乘客,其在信任诱导信息上的发生比高 205.2%。

表 6 有序 logit 模型回归结果

Table 6 Regression results of ordered Logit model

变量名称	变量类别	优势比	标准差	$P > z $
性别	男*	0.000		
	女	1.521*	0.364	0.079
年龄/岁	0~18*	0.000		
	18~35	0.192**	0.185	0.088
	35~59	0.184**	0.183	0.089
	≥60	1.710	2.400	0.702
学历	初中*	0.000		
	高中	0.889	0.819	0.899
	大专	1.160	1.032	0.867
收入/元	本科及以上	1.169	1.030	0.860
	0~3 000*	0.000		
	3 000~6 000	0.804	0.352	0.619
	6 000~10 000	1.046	0.452	0.918
车站熟悉程度	>10 000	1.025	0.467	0.957
	不熟悉*	0.000		
	比较熟悉	0.771	0.366	0.584
同行情况	非常熟悉	0.868	0.454	0.787
	独自出行*	0.000		
行李携带情况	与人同行	0.656	0.173	0.110
	不携带*	0.000		
	携带随身小包	1.426	0.633	0.424
乘坐频数/次	携带较重双肩包	0.632	0.340	0.394
	携带行李拉杆箱	2.453	2.179	0.312
	0~2*	0.000		
	3~5	0.487**	0.151	0.020
诱导信息内容偏好	6~10	0.442**	0.150	0.016
	>10	0.413**	0.174	0.035
	换乘距离*	0.000		
	换乘时间	1.455	0.446	0.221
	换乘路径方向	0.949	0.281	0.861
	人流拥堵情况	3.052***	1.124	0.002
	静态标识*	0.000		
	广播提示	2.104**	0.717	0.029
	工作人员指挥	3.007***	0.987	0.001
	出行 APP 导航提示	1.688**	0.436	0.043
/cut1		-1.192	1.127	
/cut2		2.239	1.135	
AIC		654.728 9		
BIC		762.363 1		
伪 R^2		0.090 3		

注: *、**、***分别表示 $P < 0.1$ 、 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$; 其中变量类别列中“*”表示参照变量。

相对于偏好“静态标识”的乘客，选择“广播提示”“工作人员指挥”“出行 APP 导航提示”的乘客，对应优势比分别为 2.105、3.007、1.688，相对选择静态标识的乘客，选择其他方式的乘客在信任诱导信息上的发生比依次高 110.5%、200.7%、68.8%，更信任诱导信息。

4 站内换乘路径选择行为模型

条件回归模型假设每个个体的选择是独立的，且选择集中的选项对所有个体都是相同的，适合分析个体在不同选择集中的选择行为。本研究主要采用条件 logit 回归，探究基于诱导信息的路径因素对于换乘路径的影响；同时采用混合 logit 回归，对条件 logit 的回归结果进行检验。

探究乘客在换乘中路径选择的影响因素，构建条件 logit 模型，乘客 i 选择路径 j 的随机效用函数一般形式如下：

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} \tag{5}$$

$$V_{ij} = \beta' X_{ij} \tag{6}$$

式中， U_{ij} 为乘客 i 选择路径 j 的总效用； V_{ij} 为其中的固定效用； ε_{ij} 为随机误差项，假设服从独立同分布的极值 Gumbel 分布； X_{ij} 为与乘客 i 和路径 j 相关的可观测变量的向量； β 为待定参数组成的向量， β' 为其转置。用 P_{ij} 为乘客 i 选择路径 j 的概率，其计算式为：

$$P_{ij} = \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_{j=1}^J \exp(V_{ij})} \tag{7}$$

式中， J 为可供选择的路径总数。根据极大似然估计法估计参数 β ，似然函数为：

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^J P_{ij}^{y_{ij}} \tag{8}$$

式中， $L(\cdot)$ 为似然函数； N 为乘客总数； y_{ij} 为选择结果：当乘客 i 选择了路径 j 时， $y_{ij}=1$ ，反之 $y_{ij}=0$ 。

模型的似然比检验结果为 563.56，对应的 P 值小于 0.01，表明模型整体显著。

以换乘类型“楼梯”为参照，“扶梯”类型的优势比为 1.726，说明在路径类型选择上，如果其他解释变量的取值相同，则乘客最有可能选择扶梯，选择扶梯的概率是选择楼梯的 1.726 倍；换乘类型“电梯”对选择行为没有显著影响。

在路径因素中，换乘距离优势比为 0.612，一条换乘路径的距离每增加 100 m，选择该方案的概率就会降低 38.78%；诱导信息推荐因素的优势比为 2.190，一

条换乘路径被诱导信息推荐时，乘客选择该路径的概率会提升 119.07%，诱导信息的推荐对乘客选择路径有显著的正向影响；群体选择因素的优势比为 1.324，表明一条换乘路径被大量群众选择，该路径的被选择概率提升 32.35%，群体选择对于换乘路径的选择也有显著的正向影响，如表 7 所示。

表 7 条件 logit 回归结果
Table 7 Regression results of conditional Logit model

变量名称	优势比	标准差	$P> z $
扶梯	1.726***	0.104	0.000
电梯	1.002	0.066	0.971
距离	0.612***	0.024	0.000
诱导信息推荐	2.191***	0.137	0.000
群体选择	1.324***	0.078	0.000
AIC	3 818.919		
BIC	3 852.391		
伪 R	0.128 9		

注：***表示 $P<0.01$ 。

混合逻辑模型不仅考虑了选择集的个体特异性，还允许引入个体特征变量(case-specific variables)和替代特定变量(alternative-specific variables)，其能够更全面地分析个体选择行为，进行混合逻辑回归检验结果的稳健性，如表 8 所示。

表 8 混合 logit 回归结果
Table 8 Regression results of mixed Logit model

变量类别	变量名称	优势比	标准差	$P> z $
路径变量	距离	0.606***	0.024	0.000
	诱导信息推荐	2.231***	0.142	0.000
	群体选择	1.331***	0.079	0.000

注：***表示 $P<0.01$ 。

模型的似然比检验结果为 347.79，对应 P 值小于 0.01，表明模型整体显著。对数似然值为-1 868.798 9，AIC 为 3 823.598，BIC 为 4 064.221。

换乘距离、诱导信息推荐因素与群体选择因素的结果与条件逻辑回归结果的方向呈现出一致性，换乘距离的增加显著降低了乘客选择该路径的概率；诱导信息的推荐显著提高了乘客选择该路径的概率；群体选择显著提高了乘客选择该路径的概率。在所有的路径因素中，诱导信息对于乘客选择路径的影响性最大。

5 结论

研究的多次回归结果揭示了站内诱导信息信任度与路径选择的多重影响因素。

1) 在诱导信息信任度上,乘客对城轨的使用频次越高,对诱导信息的信任度越低,随着使用频率升高,相较于每周乘坐0~2次城轨的乘客,诱导信息信任的信任概率依次低51.2%、55.8%、58.7%。相比于偏好静态的“换乘距离”的乘客,偏好了解人群拥堵情况的乘客在信任诱导信息的发生比上高205.2%。这表明动态、实时的信息更能获得乘客的信任,诱导信息设计优化应凸显准确性与时效性,重点提升动态信息的供给能力,缓解乘客的紧张心理,避免城轨使用频率较高乘客的路径依赖。

2) 偏好广播提示、工作人员指挥及出行APP导航提示的乘客对诱导信息的信任度均高于偏好静态标识的乘客,发生比依次为110.5%、200.7%、68.8%。表明动态、互动性强的信息传播方式更容易被信任,在车站的诱导信息设计中,应增加动态信息传播形式的比例,进一步提升乘客的信任感。

3) 在乘客换乘路径的选择上,诱导信息的推荐是最能影响乘客路径选择的因素,诱导信息推荐将使路径的被选择率提高119.07%,但同时群体选择的换乘路径也会影响乘客的选择行为。针对这一现象:一方面,在车站设计中,应充分利用诱导信息的引导作用,例如通过动态电子屏、广播系统实时更新推荐路径,并结合人群流动数据推荐最优路径,以增强乘客的决策信心;另一方面,要加强客流的组织管理,防止“从众效应”对站内客流管理的负面影响。

综上,本文验证了诱导信息在乘客换乘路径选择行为中存在显著影响,并分析了影响诱导信息信任度和换乘路径的多重因素。诱导信息作为优化站内客流组织的重要手段,在提升乘客出行体验与交通系统运营效率方面发挥着关键作用。研究发现,乘客普遍倾向于选择动态性强、准确性高的诱导信息,建议城市轨道交通建设与运营方重点从以下方面完善诱导信息系统:一是强化动态信息发布机制,借助先进技术手段优先推送实时更新的客流换乘情况,确保信息时效性;二是充分利用大数据分析技术,通过移动应用程序等渠道提供个性化换乘路径推荐服务,以达到站内乘客的有效分流。通过以上举措,不仅能够增强乘客对诱导信息的信任度,还能有效引导更多乘客采纳推荐路径,从而缓解高峰时段站内客流压力,进一步提升城市轨道交通系统的运营效率与乘客满意度。

参考文献

- [1] 刘畅,高炜烨,李莉,等.基于结构方程模型的城市轨道交通导向标识满意度研究[J].公路,2022,67(12):302-306.
LIU Chang, GAO Weiye, LI Li, et al. Research on the

- Satisfaction of Urban Rail Transit Guidance Signs Based on Structural Equation Modeling [J]. Highway, 2022, 67(12): 302-306.
- [2] 林建新,张智旋,林峰,等.基于分层视觉行为的综合客运枢纽导向信息评价指标研究[J].铁道运输与经济,2023,45(2):54-60.
LIN Jianxin, ZHANG Zhixuan, LIN Feng, et al. Evaluation index for guidance information in comprehensive passenger transport hub based on hierarchical visual behavior[J]. Railway transport and economy, 2023, 45(2): 54-60.
- [3] 边扬,赵雪娜,赵晓华,等.城市轨道交通动态导向标识方案评估与优化设计方法研究[J].北京工业大学学报,2025,51(4):386-397.
BIAN Yang, ZHAO Xuena, ZHAO Xiaohua, et al. Evaluation and optimization design method for urban rail dynamic guidance signage system[J]. Journal of Beijing University of Technology, 2025, 51(4): 386-397.
- [4] 蒋黎,包佳瑶,高明,等.城市轨道交通换乘站位置对乘客换乘路径选择的影响[J].城市轨道交通研究,2024,27(4):56-60.
JIANG Li, BAO Jiayao, GAO Ming, et al. Influence of urban rail transit interchange station location on passenger interchange route selection[J]. Urban mass transit, 2024, 27(4): 56-60.
- [5] 许心越,谢兰诗雨.诱导信息下城市轨道交通乘客路径选择行为研究[J].交通运输系统工程与信息,2022,22(3):63-73.
XU Xinyue, XIE L. Route choice behavior of urban rail transit passengers based on guidance information[J]. Journal of transportation systems engineering and information technology, 2022, 22(3): 63-73.
- [6] 倪少权,杨皓男,彭强.基于乘客路径选择的多制式轨道交通客流分配[J].交通运输系统工程与信息,2021,21(1):108-115.
NI Shaoquan, YANG Haonan, PENG Qiang. Passenger flow distribution of regional multi-standard rail transit based on passenger route selection[J]. Journal of transportation systems engineering and information technology, 2021, 21(1): 108-115.
- [7] 李臣,陈艳艳,周雨阳,等.城市轨道交通突发事件下乘客出行选择影响因素研究[J].铁道运输与经济,2021,43(7):105-111.
LI Chen, CHEN Yanyan, ZHOU Yuyang, et al. Influencing factors of passenger travel choice under urban rail transit emergency conditions[J]. Railway transport and economy, 2021, 43(7): 105-111.
- [8] DE MORAES RAMOS G, MAI Tien, DAAMEN W, et al. Route choice behaviour and travel information in a congested network: Static and dynamic recursive models[J]. Transportation research part C: emerging technologies, 2020, 114: 681-693.
- [9] REINOLSMANN N, ALHAJYASEEN W, BRIJS T, et al. Delay or travel time information? The impact of advanced traveler information systems on drivers' behavior before freeway work zones[J]. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 2022, 87: 454-476.
- [10] 陈秀锋,陈伟.诱导信息条件下驾驶路径选择行为分析[J].现代电子技术,2022,45(1):132-135.
CHEN Xiufeng, CHEN Wei. Behavior analysis of driving route selection under condition of inducible information[J]. Modern electronics technique, 2022, 45(1): 132-135.

(编辑:傅依萱)