

基于时间价值的轨道交通换乘系统评价研究

陆 炜¹, 王 富², 徐玮迪²

(1. 武汉市交通规划设计有限公司, 湖北 武汉 430014; 2. 武汉工程大学, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 为了评价城市轨道交通换乘系统效率, 基于实地调研和专家意见初步选取指标, 并在进行问卷调查后利用STATA软件完成了重要性分析和相关性分析, 在剔除弱指标及可替代指标后, 得出最终评价指标, 构建了换乘系统时间价值评价体系, 并对评价指标进行量化分析; 依据城市轨道交通换乘时间价值评价指标体系的特点, 采用物元可拓综合评价方法建立评价模型; 选取了武汉轨道交通循礼门站进行实证分析, 对现状进行系统分析并开展实地调研, 全面地收集评价指标数据, 采用该评价体系与模型对循礼门站进行了评价, 并分析了评价结论, 为循礼门站的换乘改进提供了依据。

关键词: 交通工程; 轨道交通换乘系统; 时间价值; 重要度分析; 相关性分析; 物元可拓综合评价方法

中图分类号: U491

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)05-0305-06

Evaluation and Study of Rail Transit Transfer System Based on Time Value

LU Wei¹, WANG Fu², XU Weidi²

(1. Wuhan Transportation Planning and Design Co., Ltd., Wuhan 430014, China; 2. Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: In order to evaluate the efficiency of urban rail transit transfer system, based on the field research and expert opinions, the indicators are initially selected. After the questionnaire survey, STATA software is used to complete the importance analysis and correlation analysis, and the weak indicators and the substitutable indicators are eliminated. The final evaluation indicators are obtained, the evaluation system of time value of transfer system is built, and the evaluation indicators are quantitatively analyzed. Based on the characteristics of the evaluation index system of time value of urban rail transit transfer, the evaluation model is established by the matter-element extension comprehensive evaluation method. Xunlimen Station of Wuhan Metro Line is selected for empirical analysis, and the current situation is systematically analyzed and the field research is carried out to comprehensively collect the evaluation index data. The evaluation system and model are applied to evaluate the Xunlimen Station, and the evaluation conclusions are analyzed to provide a basis for the transfer improvement of Xunlimen Station.

Keywords: traffic engineering; rail transit transfer system; time value; importance analysis; correlation analysis; matter-element extension comprehensive evaluation method

0 引 言

近年来,城市轨道交通具有大运量、准点、高效等优点,能够满足乘客绿色出行和舒适出行的需求,逐渐成为居民优先选择的出行方式。作为城市轨道交通线网中重要的衔接枢纽,换乘系统是一个庞大的系统工程,对整个轨道线网的运营管理、经济效益等均具有极其重要的影响作用。因此,针对

城市轨道交通换乘系统的时间价值进行评价具有重大意义。

时间价值(Value of Time, VOT)是因时间的非生产性消耗而造成的效益损失量以及由于时间推移所产生的效益增值量的货币表现,换乘的时间价值即乘客在进行轨道交通换乘时所产生的成本。

对于乘客来说,节约出行时间存在一定价值,如果将节约的时间用于工作则能创造更多价值,且能缩短出行时间则能减少出行的不舒适性。因此在对城市轨道交通换乘系统进行评价时,选取与时间有关的指标十分必要。

收稿日期: 2024-05-20

作者简介: 陆炜(1983—), 女, 硕士, 高级工程师, 从事交通规划相关工作。

1 基于时间价值的轨道交通换乘系统评价指标体系构建

1.1 基于时间价值的轨道交通换乘系统影响因素分析

影响轨道交通换乘乘客时间价值的因素主要包含以下三个方面。

(1)主观因素,一般指由乘客自身原因导致换乘时间消耗的因素,如乘客年龄、穿着、身高、出发时间等。就出发时间而言,乘客在高峰时段出行可能会消耗更多时间,采取错峰出行可以节约出行时间。主要包括的指标因素有乘客个人情况和出行目的。

(2)客观因素,指无法通过个人的主观能动性所改变的因素,如候车时间、换乘站设施设备的设置情况、换乘方式等因素。候车时间越长,换乘所消耗的时间越长,候车时间在换乘整体耗费时间中占比很大;换乘站设施设备不足,也会造成换乘时间过长,例如扶梯通行能力不足,会增加拥挤点个数;不同的换乘方式直接导致乘客行走距离和耗时的不同。主要包括的指标因素有换乘方式(同站台直接换乘、站厅换乘、通道换乘、出站换乘、混合换乘等)、设备设施(楼梯和自动扶梯、站台、换乘通道、站内信息提示系统等)、列车行车组织及客流组织。

(3)感知时间,指换乘乘客对时间的主观感受,乘客的感知时间比实际出行时间更长,换乘时间价值更高会导致出行者对时间的感知更灵敏^[1]。乘客行走与候车的时间越长,乘客的心理焦虑程度越高,对旅行时间的感知也会越高,常常会比实际的旅行时间更长。其主要包括的指标因素有站内环境因素与客流环境因素等。

1.2 指标初选

指标体系在初步建立阶段的主要工作就是要从评价目的出发,力求形成能体现对象系统所有性能特点的综合性指标全集,需要遵循完备性、可操作性、显著性等原则^[2-5]。结合对换乘系统时间价值影响因素的分析、实地调研并采用菲尔德法,对专家展开问卷调查,得到每个指标的选择率,设计并构建得出评价指标初选表^[6-8]如表1所列。

根据对时间价值影响因素的分析以及专家投票的方式,初步选择28个指标作为初选评价指标集,由于指标数量较多,需要对初选评价指标集进行筛选。

1.3 指标筛选

1.3.1 评价指标重要度分析

指标重要度分析由乘客和专家参与问卷调查,

表1 评价指标初选表

一级指标	二级指标	专家选择率/%
线路布局	换乘次数	100
	与其他交通方式衔接性	73
	单位时间换乘量	40
	换乘分担率	27
基础设施	换乘时间	100
	换乘距离	100
	换乘通道拥挤度	93
	无障碍设计	47
	应急设施	27
	设施衔接性	53
	站内设施可靠性	27
	设施能力利用率	53
	站内便民设施	47
	站台舒适度	67
	站台拥挤度	80
	站内信息提示	80
导乘服务	换乘信息提示	67
	紧急事件处理及时性	33
	组织有序度	60
	工作人员负责度	60
列车组织	候车时间	100
	站台滞留率	67
	车站运营时间	27
	列车发车间隔	40
	列车准点率	53
乘客舒适度	拥挤点个数比例	80
	冲突点个数	60
	站内环境	87

对各个指标进行打分的方式获取各指标的参数,再利用临界值方法对各指标进行参数化统计,筛选出各指标的重要程度。均值和满分频率界值均为“均数-标准差”,指标参数计算结果大于界值即认为合格。变异系数界值“均数+标准差”时,指标参数结果小于界值即认为符合标准。三项均不满足的指标需进行删除,若有1~2项未满足,将根据具体情况综合考虑后确定^[9]。依据219份有效的乘客问卷调查和10个专家评分,其中乘客评分占40%,专家评分占60%,最终得到各指标的最后平均值、满分率和变异系数如表2所列。

评价指标的参数临界值如表3所列。从计算结果看,换乘分担率、应急设施、车站设施利用率、紧急事件处置及时性和车站运营时间的均值小于2.790 9,满分率小于5.43%,是排名中的最后5位,变异系数大于0.347 3,说明重要性较低、协调性较差。从问卷评分分析的结果来看,以上5项指标均被排除在外。

表2 评价指标参数结果统计

序号	指标	平均值	变异系数	满分率/%
1	换乘次数	4.628 2	0.125 1	66.51
2	与其他交通方式衔接性	4.072 8	0.207 0	37.81
3	单位时间换乘量	3.419 0	0.273 2	11.16
4	换乘分担率	2.488 4	0.350 1	2.05
5	换乘时间	4.358 7	0.159 2	47.15
6	换乘距离	4.537 2	0.128 4	56.94
7	换乘通道拥挤度	3.987 2	0.165 9	20.73
8	无障碍设计	3.211 3	0.450 9	20.05
9	应急设施	2.197 0	0.498 0	1.37
10	设施衔接性	3.134 9	0.240 0	2.28
11	站内设施可靠性	2.676 0	0.356 8	1.60
12	站内设施利用率	3.311 5	0.204 1	1.37
13	站内便民设施	2.781 6	0.434 5	11.39
14	站台舒适度	3.628 5	0.255 4	21.64
15	站台拥挤度	3.541 1	0.154 9	2.97
16	站内信息提示	4.544 5	0.125 5	57.40
17	换乘信息提示	3.905 3	0.217 7	30.75
18	紧急事件处理及时性	2.781 6	0.302 1	2.51
19	组织有序度	3.989 0	0.166 1	20.50
20	工作人员负责度	3.801 5	0.235 7	21.87
21	候车时间	4.087 4	0.178 7	30.53
22	站台滞留率	4.258 5	0.120 1	28.47
23	车站运营时间	2.324 6	0.318 8	2.74
24	列车发车间隔	4.194 9	0.179 2	39.18
25	列车准点率	3.615 7	0.327 4	28.70
26	拥挤点个数比例	3.615 7	0.307 3	30.53
27	冲突点个数	4.173 0	0.208 1	38.04
28	站内环境	4.158 4	0.188 9	38.26

表3 评价指标参数临界值

选项	均值	标准差	临界值
均值	3.622 3	0.831 3	2.790 9
变异系数	0.245 7	0.101 6	0.347 3
满分率/%	24.09	18.66	5.43

采用最小极方差法筛选指标^[10],其中无障碍设计、站内便民设施和设施衔接性位居最后3位,予以排除。

1.3.2 评价指标自相关性分析

相关系数大的2个指标可能会出现信息雷同的现象,这就要求综合考虑指标的实际意义和指标相关系数的分析结果来排除或归并指标。Pearson相关系数与Spearman相关系数可以反映两变量间相关强度。

Pearson相关系数计算公式如式(1)所示。

$$\sigma_{x,y} = \frac{\text{COV}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E(XY) - E(X)E(Y)}{\sqrt{E(X^2) - E^2(X)} \sqrt{E(Y^2) - E^2(Y)}}$$

(1)

式中:COV(X,Y)为X与Y的协方差; σ_X 、 σ_Y 分别为随机变量X和Y的标准差; $E(X)$ 、 $E(Y)$ 分别表示X和Y的数学期望。

Spearman相关系数计算公式如式(2)所示。

$$\rho = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i (y_i - \bar{y})^2}}$$

(2)

式中: X_i 、 Y_i 分别为第*i*个样本在变量X和Y中的秩次。

以相关系数的取值范围为代表的两个变量之间的强弱程度如表4所列。

表4 相关系数代表的相关强度

相关系数取值范围	变量的相关强度
0.8~1.0	极强相关
0.6~0.8	强相关
0.4~0.6	中等程度相关
0.2~0.4	弱相关
0~0.2	极弱相关或无关

文章对重要性筛选出的其余指标问卷采用STATA 16法进行分析,其中相关系数在0.6以上的评价指标具有较强的代表相关性,需要根据分析结果及实际情况对指标进行剔除或者合并。分别进行Pearson、Spearman相关性分析,得到强相关及极强相关指标如图1所示。

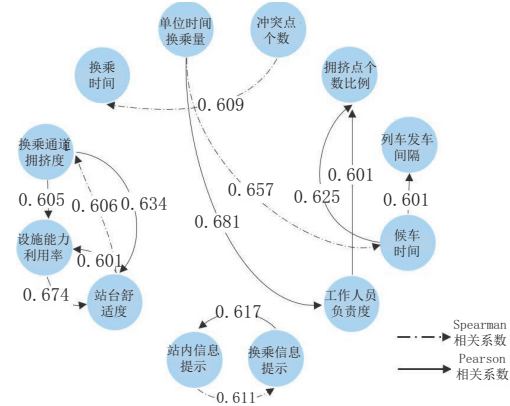


图1 强相关及极强相关指标相关性分析系数

对以上相关系数大于0.6的指标进行分析,将单位时间换乘量、换乘通道拥挤度、站台舒适度、站内信息提示、工作人员负责度、列车发车间隔、冲突点个数7个指标予以排除。

1.4 评价指标体系的建立

通过对各项指标的重要性和相关性进行深入分析,筛选出一系列具有代表性的关键指标,并将28个影响因素初选指标集用13个关键指标表示,建立了基于时间价值的轨道交通换乘系统评价指标体系,

如图2所示。

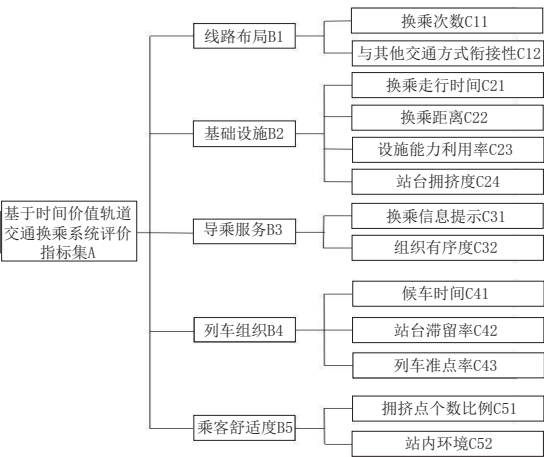


图2 基于时间价值的轨道交通换乘系统评价指标体系

经过指标的初选、筛选,最终确定的指标均直接或间接与时间价值有关,也证明了利用时间价值对轨道交通换乘系统进行评价具有实际意义。

1.5 评价指标量化分析

指标体系中共有4个定性指标,分别为与其他交通方式的衔接性、换乘信息提示、组织有序度和站内环境,为了对这四个指标进行量化,采用向乘客派发调查问卷的方式来收集数据,问卷回收后以平均分作为该指标赋值,并根据赋值得出相应的评价等级,

如表5所列,其中打分标准为:8~10分(满意)、6~8分(比较满意)、4~6分(不太满意),0~4分(不满意)。

表5 评价指标等级划分标准表

指标	优	良	中	差	
换乘次数/次	0~1	1~2	2~3	3~5	定量
与其他交通方式衔接性	8~10	6~8	4~6	0~4	定性
换乘步行时间/s	0~110	110~210	210~320	300~600	定量
换乘距离/m	0~100	100~200	200~300	300~800	定量
设施能力利用率	0.8~1	0.5~0.8	0.3~0.5	0~0.3	定量
站台拥挤度	0~0.8	0.8~1.6	1.6~3.2	3.2~5	定量
换乘信息提示	8~10	6~8	4~6	0~4	定性
组织有序度	8~10	6~8	4~6	0~4	定性
候车时间/s	0~30	30~120	120~180	180~600	定量
站台滞留率	0~0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.6	定量
列车准点率	99.5~100	99~99.5	98.5~99	98~99.5	定量
拥挤点个数比例	0~0.3	0.3~0.5	0.5~0.8	0.8~1	定量
站内环境	8~10	6~8	4~6	0~4	定性

2 基于物元可拓法评价模型的建立

目前用于评价的方法有很多,包括层次分析法、DEA数据包络分析法、模糊综合评价法、灰色综合评价法、人工神经网络综合评价法和物元可拓法等。这些评价方法各有优缺点和适用条件,具体分析如表6所列。

表6 评价方法分析

方法名称	方法简述	优势	劣势
层次分析法	对研究问题的相关因素进行分组和层次划分,接着从较低的层次开始进行权重排序	通过将定性方法与定量方法相融合,能够对多个目标进行全面评估	缺乏创新性,只能在现有方案的基础上进行选择,以达到最优的效果
DEA数据包络分析法 ^[12]	以线性规划理论为基础的数理统计方法,用于对效率进行综合评价	单一评价单元对评价结果的影响较小,且评价过程不牵涉到指标的权重,从而减少了评价者主观上的干扰	对于样本量和可信性的要求都很高
模糊综合评价法 ^[13]	基于数学理论,考虑多个潜在风险因素,构建数学模型,以对研究问题进行全面评估	对复杂系统的评价效果较好	评价指标的信息存在重复,导致权重的确定缺乏客观性和准确性,从而影响了评价结果的可靠性
灰色综合评价法	采用灰色关联分析理论与专家评价法相结合	利用数据信息,可以解决难以量化的问题,从而降低人为因素的影响	为了验证模型的准确性,需要进行预测精度的检验
人工神经网络评价法	通过对权值和阈值进行调整,以预测研究对象的发展趋势,并确保实际输出与期望值相符,同时对其未来发展趋势进行预测	具备较强的自主学习和适应能力,能够高效地解决非线性问题	由于数据的高度要求,推理过程的明晰度存在一定的困难
物元可拓法	运用可拓学理论,以物元为基本单元构建模型,捕捉矛盾问题的核心,将主系统和不相容的矛盾转化为相容关系,从而实现全局最优目标	建立一个对象多目标快策模型,可解决多目标矛盾问题的挑战	确定权重是一项相当棘手的任务;采用最大隶属度准则进行评估时,难以客观地反映评价对象所处的临界区间的模糊性

本文旨在运用所建立的评价体系中各项评价指标的等级划分范围,并结合具体的换乘站实例数据对其进行评估,得出最终的评价结论。考虑到物元可拓评价模型的相关理论和评价计算方法的适用性,可采用该模型来评估换乘站的换乘时间价值。

首先运用物元理论对评价指标进行定性描述,

接着再运用可拓集合理论中的关联度值进行定量表达,以揭示待评价物元之间的关联性,从而得出最终的评价。

2.1 确定待评物元和关联函数

对于换乘站换乘时间价值评价而言,物元可拓评价模型将事物划分为多个物元,物元 $R(x) =$

(N, C, V) 中 N 代表待评价的一级评价指标和最终的换乘站换乘时间价值的评价, C 则是各个一级指标下的二级指标, 而 V 则是各个二级指标所对应的评价等级数值范围, 被称为经典域, 其对应的物元为经典域物元^[9, 11]。本文将各个二级指标分为优、良、中、差四个等级, 而每个一级评价指标对应的经典域物元则有四个。此外, 当所有经典领域的边界为 V 时, 所对应的物元即为节域物元, 每个一级指标均有一个节域物元。因此, 本文采用了一种新的层次分析法来确定各一级评价指标相对于节域物元的权重系数, 当 V 作为各个二级指标所对应的具体数值时, 该物元将被视为待评价物元。具体分析过程如下。

(1) 确定待评物元。

$$R_x = \begin{bmatrix} N_x & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & v_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

(2) 确定关联函数。

$$K_{xj}(v_i) = \begin{cases} \frac{-\rho(v_{xi}, v_{ji})}{|v_{ji}|} & (v_{xi} \in v_{ji}) \\ \frac{\rho(v_{xi}, v_{ji})}{\rho(v_{xi}, v_{pi}) - \rho(v_{xi}, v_{ji})} & (v_{xi} \notin v_{ji}) \end{cases} \quad (4)$$

式中: $K_{xj}(v_i)$ 表示第 x 个待评物元, 第 j 个等级, 第 i 个指标的关联度; v_{ji} 表示物元在该特征等级下第 i 个评价指标的取值范围。

其中:

$$\rho(v_{xi}, V_{ji}) = \left| v_{xi} - \frac{1}{2}(a_{ji} + b_{ji}) \right| - \frac{1}{2}(b_{ji} - a_{ji}) \quad (5)$$

$$|v_{ji}| = |b_{ji} - a_{ji}| \quad (6)$$

$$\rho(v_{xi}, V_{pi}) = \left| v_{xi} - \frac{1}{2}(a_{pi} + b_{pi}) \right| - \frac{1}{2}(b_{pi} - a_{pi}) \quad (7)$$

式中: a_{pi} 表示第 i 个指标取值区间的下限, b_{pi} 表示第 i 个指标取值区间的上限。

2.2 确定综合关联度和评估等级

2.2.1 确定综合关联度

$$K_j(N_x) = \sum_{i=1}^n \omega_i k_j(v_i) \quad (8)$$

式中: ω_i 为该指标权重值; $k_j(v_i)$ 为通过式(4)计算得到的指标关联度值。

2.2.2 确定评估等级

$$K_j = \max(k_j(N_x)) \quad (9)$$

根据隶属度最大原则, 目标在某一等级下关联

度最大, 代表其发生在该等级下的可能性最大, 运用式(9)即可确定换乘站的时间价值等级, K_j 则表示换乘站的时间价值等级。

3 实证分析

3.1 武汉轨道交通循礼门站换乘评价

选取武汉市轨道交通的循礼门换乘站作为验证对象, 运用物元可拓模型进行评价, 评价其换乘站的时间价值等级。

将循礼门站的各项调研指标输入物元模型, 可计算出各个二级指标对应的关联度, 如表 7 所列。

表 7 循礼门站二级指标评价等级表

二级指标	N_1	N_2	N_3	N_4	等级
换乘次数	0.196 0	-0.980 0	-0.510 0	-0.326 7	优
与其他交通方式衔接性	-0.857 1	0.240 0	-0.400 0	-0.400 0	良
换乘走行时间	-0.583 7	-0.733 3	0.021 4	0.476 7	差
换乘距离	-0.627 6	-0.842 5	0.307 5	-0.820 0	中
设施能力利用率	0.820 0	-0.976 2	-0.280 7	-0.611 9	优
站台拥挤度	-0.704 1	0.276 0	-0.137 5	-0.431 3	良
换乘信息提示	-0.650 0	-1.625 0	0.433 3	-0.722 2	中
组织有序度	-0.650 0	-0.928 6	0.433 3	-0.722 2	中
候车时间	-0.562 0	-0.894 7	0.226 7	-0.906 7	中
站台滞留率	0.050 0	-0.300 0	-0.850 0	-0.100 0	优
列车准点率	0.055 0	-0.220 0	-0.890 0	-0.073 3	优
拥挤点个数比例	-0.700 0	-0.954 5	0.525 0	-0.656 3	中
站内环境	-0.697 4	0.353 3	-0.116 7	-0.588 9	良

根据公式(8)、公式(9), 计算出一级指标中线路布局、基础设施、导乘服务、列车组织及乘客舒适度五个一级指标的综合关联度及等级, 结果如表 8 所列。

表 8 循礼门站一级指标评价等级表

一级指标	N_1	N_2	N_3	N_4	等级
线路布局	0.010 6	-0.136 5	-0.081 9	-0.055 4	优
基础设施	-0.130 3	-0.294 5	0.015 2	-0.140 8	中
导乘服务	-0.031 1	-0.065 2	0.020 7	-0.034 5	中
列车组织	-0.072 2	-0.143 7	-0.041 7	-0.130 8	中
乘客舒适度	-0.101 0	-0.005 1	0.010 7	-0.088 1	中

根据公式可计算出总体评价等级, 如表 9 所列。

表 9 武汉地铁站总体评价等级

指标	N_1	N_2	N_3	N_4	等级
循礼门站	-0.085 3	-0.182 5	-0.013 7	-0.111 8	中

循礼门整体的换乘时间价值评价等级为“中”, 其中一级指标线路布局评价等级为“优”, 基础设施、导乘服务、列车组织和乘客舒适度评价等级为“中”。

循礼门站基础设施指标评价等级为“中”, 该站台换乘走行时间长, 换乘距离较长, 两指标所占权重

较大,对整体换乘时间具有显著影响。同时,设施设备放置数量及位置合理,可以帮助乘客快速完成换乘;站台有一定拥挤度,但基本能保证各个乘客间的安全距离。

循礼门站导乘服务指标评价等级为“中”,该换乘站换乘信息提示基本可以做到有效提醒乘客,但仍需改善,同时,工作人员在疏散以及引导乘客上的能力有待加强。

循礼门站列车组织指标评价等级为“中”,该站台基本不存在滞留现象,列车准点率高,可以节约乘客换乘时间价值,但是该换乘站中一号线发车间隔较长,乘客候车时间较长,增加了乘客换乘时间价值。

3.2 武汉轨道交通循礼门站优化建议

为了提高乘客的换乘体验,依据模型运行情况,在观察和分析轨道换乘站内总体运行情况,可从以下几点针对循礼门换乘站设施进行改进,意见如下。

(1)循礼门基础设施指标评价等级为“中”,改进建议:车站的建筑面积比较大,站厅以亮灰色色调为主,部分区域还会有蓝色的点缀,整体给人一种空旷感;然而,经过实地调研后发现,站厅中的导向标识很少,而且一号线站台显示屏所能提供的信息也很少,这给不经常在本站乘车或者是第一次在本站乘车的乘客造成了一定的困扰;在地面和其他显著位置,增加并改进导向标识,增加语音播报及灯光提示等动态引导性换乘设施,动静结合,有效引导换乘客流;并且建议对一号线站台显示屏进行更新,增加到站倒计时、车厢拥挤情况等信息。

(2)循礼门站导乘服务指标评价等级为“中”,改进建议:部分乘客反应有人违反先下后上的交通秩序但无人制止,导致乘客在站台滞留,且需要帮助时无法及时找到工作人员解决;工作人员应提高警觉,督促乘客在乘车过程中保持秩序和文明,同时在醒目的位置张贴乘车须知,提醒每一位乘客严格遵守规则;应加强工作人员的培训,使乘客在遇到困难时能够及时获得帮助、发生拥挤时能够尽快疏散。

(3)循礼门站列车组织指标评价等级为“中”,循礼门站的车流量较大,高峰时间段内换乘通道乘客较多,且一号线汉口北方向上下行处与二号线前往一号线换乘乘客存在客流冲突,易形成冲突点,产生安全隐患;同时一号线为露天站台,夏天站内温度较高,这些问题都影响了乘客的舒适性。建议完善客流引导方案,减少冲突,同时尽可能在考虑运营成本和列车运行安全的情况下,尽量缩短高峰期车辆发

车间隔,提高运输效率,缩短乘客候车时间。

4 结 语

(1)换乘站不同于城市轨道交通一般沿线站点,其不仅承担了乘客的乘降功能,还承担了不同线路之间的无缝衔接和转换,通过一个接一个的换乘站实现了整个交通网络的连通。换乘系统发展与建设直接影响了城市轨道交通整体的效率、城市轨道交通线网对居民出行的吸引度以及能否充分发挥城市轨道交通的经济效益和社会效益。

(2)在经济学中,时间被认为既有机会成本又有价值的。随着时间价值理论在交通领域的不断发展,人们出行所花的时间越来越少,节约了人们的时间资源。换乘是轨道交通出行的重要一环,节约轨道交通换乘时间价值对出行效率、舒适度、减少出行成本均有益处。本文经过指标的初选、筛选,最终确定的指标均直接或间接地与时间价值有关,也证明了采用基于时间价值的评价指标体系能够更好评价轨道交通换乘系统。

(3)对武汉地铁循礼门站的时间价值换乘系统进行评价,整体换乘时间价值评价为“中”,其中一级指标线路布局评价等级为“优”,基础设施、导乘服务、列车组织和乘客舒适度评价等级为“中”,这与循礼门站的现状换乘情况一致,评价结果与实际情况符合较好,说明研究成果具有较高的应用性。

参考文献:

- [1] 宗刚,曾庆华,魏素豪.基于时间价值的交通出行方式选择行为研究[J].管理工程学报,2020,34(3):142-150.
- [2] 黄体允,夏姐,李秋健,等.基于乘客出行满意度的地铁换乘方案优化[J].价值工程,2020,39(8):27-28.
- [3] 纪雪艳.城市轨道交通换乘站综合评价指标体系研究[J].铁道建筑技术,2011(5):38-42.
- [4] 王伟涛.城市轨道交通车站行人设施服务水平及通行能力研究[D].北京:北京交通大学,2014.
- [5] 杨陶源,吴海燕,杨静,等.基于微观仿真的城市轨道交通车站设施服务水平研究[J].交通信息与安全,2016,34(1):123-129.
- [6] 杜鹏,刘超,刘智丽.地铁通道换乘乘客走行时间规律研究[J].交通运输系统工程与信息,2009,9(4):103-109.
- [7] 翟筱松,郭晓黎,李红昌,等.基于交通运输方式选择的旅客出行时间价值研究[J].河北工业科技,2020,37(2):83-89.
- [8] 宗刚,曾庆华,魏素豪.基于时间价值的交通出行方式选择行为研究[J].管理工程学报,2020,34(3):142-150.
- [9] 高伟森.基于乘客体验的沈阳市地铁运营服务质量评价[D].大连:大连海事大学,2018.
- [10] 金富达.城市轨道交通换乘系统评价体系与方法研究[D].北京:北京交通大学,2013.

(下转第319页)