

基于层次分析法优化公共交通优先发展策略研究

邹敬涵, 陈 露

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2025年4月7日; 录用日期: 2025年6月3日; 发布日期: 2025年6月10日

摘 要

伴随城市化进程加速推进, 城市交通拥堵问题加剧, 推行公共交通优先发展策略成为破解交通困局的重要路径。本文创新性地引入层次分析法(AHP), 系统解构居民公共交通出行选择的多维决策机制, 建立涵盖出行效率、服务质量、技术水平和心理因素四个方面的层次分析模型。通过构建多层次判断矩阵, 并基于层次分析法进行各因素权重计算解析, 结果表明: 平均运行速度、准点率、出行费用和安全性等共同构成乘客出行选择的关键决策变量。基于分析结果, 本文提出“效率-服务-体验”三维协同的公交优先发展策略: 构建快速高效公交体系, 打造高性价比公交方案, 推进智能便捷公交系统, 从而有效增强公交竞争力, 推动城市交通可持续发展。

关键词

公共交通优先发展策略, 层次分析法, 优化研究

Research on Optimizing the Priority Development Strategy of Public Transportation Based on Analytic Hierarchy Process

Jinghan Zou, Lu Chen

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Apr. 7th, 2025; accepted: Jun. 3rd, 2025; published: Jun. 10th, 2025

Abstract

With the accelerating urbanization process, the problem of urban traffic congestion has become more severe. Implementing the priority development strategy of public transportation has become an important approach to solve the traffic dilemma. This article innovatively introduces the Analytic Hierarchy Process (AHP) to systematically deconstruct the multi-dimensional decision-making mechanism of residents' public transportation travel choices. A hierarchical analysis model covering four aspects, namely travel efficiency, service quality, technological level, and psychological factors, is established. By constructing a multi-level judgment matrix and calculating and analyzing the weights of each factor based on the AHP, the results show that variables such as average operating speed, punctuality rate, travel cost, and safety together form the key decision-making elements in passengers' travel choices. Based on the analysis results, this paper proposes a three-dimensional coordinated strategy for the priority development of public transportation in terms of "efficiency-service-experience": building a fast and efficient public transportation system, creating a cost-effective public transportation plan, and promoting an intelligent and convenient public transportation system. Through these measures, the competitiveness of public transportation can be effectively enhanced, and the sustainable development of urban transportation can be promoted.

Keywords

Priority Development Strategy for Public Transportation, AHP, Optimization Research

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着经济和社会的不断发展,国家统计局发布的人口情况数据显示,从城乡构成看,2023年末我国城镇常住人口为93,267万人,比上年末增加1196万人,城镇人口占全国人口的比重(城镇化率)为66.16%。然而城镇化程度越高,国民出行需求就越旺盛,人口流动速度越快,交通资源的供给能力不足导致的交通拥堵就会越来越严重,同时个体偏向机动化出行,不仅加剧交通拥堵,还增加了汽车尾气的排放[1]。目前交通拥堵和污染排放成为城市发展面临的难题。

在这样的背景下,公共交通优先发展成为解决城市交通问题的关键举措。作为我国城市公共交通领域的第一部行政法规,《城市公共交通条例》已于2024年12月1日施行。《城市公共交通条例》全面落实城市公共交通优先发展战略,从发展保障、运营服务、安全管理等方面完善制度设计,是新时代促进城市公共交通进一步健康可持续发展的重要制度举措[2]。

公共交通优先在广义上是指有利于公共交通优先发展的一切政策和措施,即在城市交通发展过程中,始终把公交的发展放在优先的位置上,包括政策、资金、规划、运营和管理等所有方面,这也是确立公共交通在城市交通方式结构中的主导地位;狭义上是指在交通工程范围内,采取适当的交通管理和道路工程等技术措施优先公共交通在道路上的通行,涉及经济政策、城市规划、道路使用、道路通行权等方面[3]。国内外众多城市的实践经验表明,大力发展公共交通,构建以公共交通为主导的城市交通体系,能够为居民提供更加便捷、经济的出行服务。公共交通具有集约高效、节能环保等显著优势,能够有效提高道路资源的利用效率,减少私家车的使用,从而缓解交通拥堵,降低环境污染。优先发展公共交通

也是提升城市居民生活品质、促进城市可持续发展的必然选择。但公共交通优先的具体策略较多,盲目实施可能效果不明显甚至产生负作用,造成不利的影响,因此策略实施侧重点的选择及评估成为目前研究的重要问题。

层次分析法作为一种定性与定量相结合的多准则决策分析方法,在公共交通优先策略的优化中具有重要的应用价值。它能够将复杂的公共交通系统分解为多个层次,通过建立判断矩阵,对不同因素进行两两比较,从而确定各因素的相对重要性权重,为公共交通优先策略的制定和优化提供科学依据。运用层次分析法,可以综合考虑居民出行需求的多方面因素,优化公交优先,合理配置公交资源,提高公交服务质量和运行效率,提升公共交通的吸引力和竞争力,吸引更多居民选择公共交通出行。

层次分析法作为一种常用的分析方法,在公共交通领域得到了广泛应用。

国外学者运用层次分析法对公共交通的服务质量、线路规划、站点布局等进行评价和优化。通过建立层次结构模型,对不同的公共交通方案进行评价和比较,选择最优方案,以提高公共交通的运营效率和服务水平。国内学者则将层次分析法与其他方法相结合,如模糊综合评价法[4]、灰色关联分析法等[5],对公共交通的安全性、可靠性、可持续性等进行综合评价。

本文从居民角度出发,探究其对公交出行满意度的影响因素,从而分析哪些策略能够更大程度满足居民需求,吸引居民选择公共交通出行。

2. 国内外相关政策及研究现状

2.1. 国外相关政策及研究现状

国外公交优先发展研究目前在理论、政策、技术三方面较为成熟。理论方面,美国公共政策学者 Anthony Downs 在论文中表明扩建城市道路只能暂缓交通拥挤,由此产生的新的交通量依然会造成新的交通拥挤,并提出缓解道路交通拥堵的四项基本策略:提高道路的车辆通行能力、扩展公共交通的载运容量、扩展拥堵时间内的可利用空间、对有限的道路空间进行定量供应[6]。政策方面,法国提出“公交优先”的理念,并立法体现公交公益性和理顺公交管理体制;美国公交立法强调财政扶持;德国公交立法突出财政资助和管理运营[7];新加坡制定政策实施交通需求管理,限制私人汽车的使用和发展;英国伦敦实行“交通拥挤”收费政策控制交通流量[1]。技术方面,美国汽车商协会在 1996 年发表的研究报告中指出了快速公交系统的优势和适用范围;英国南安普顿大学提出了预信号配时、公交车辆感应配时等方法推进公交信号优先实施[6]。

2.2. 国内相关政策及研究现状

公交优先发展概念于 20 世纪 80 年代初引入国内。《关于城市优先发展公共交通的指导意见》提出了公交优先发展的总体目标,明确通过提高运输能力、提升服务水平、增强公交竞争力和吸引力等方式优先发展公共交通;通过使用大容量公共交通工具、建设综合换乘枢纽、提高站点覆盖率等具体方法进一步提升公交分担率,使公共交通在机动化出行中占主体地位[6]。国务院颁布的《城市公共交通条例》为城市公共交通优先发展提供了重要的法律支撑。该条例明确了城市公共交通发展的基本制度,规定城市公共交通坚持以人民为中心、公益属性,鼓励公众优先选择公交出行。在资金支持上,明确财政补贴补偿等要求,为公交运营提供稳定资金来源;在路权保障方面,推动公交专用道等设施建设,提升公交运行效率。

沈巍在硕士论文《大城市公交优先发展战略研究》中对大城市公交优先发展战略进行了深入的分析研究,提供了强化公交优先基础设施建设和限制私人交通等战略选择[8]。彭道月在《中小城市公交优先发展策略研究》中对中小城市公交优先发展策略进行了探索,提出了城乡空间协调互动、积极响应定制

出行需求、建立精细灵活补贴政策以及中小城市城乡一体化的公交优先发展策略[9]。段俊虎在论文《南京市公共交通优先发展对策研究》中对南京从制度、设施建设、服务、财政投入和需求管理几个方面提出了公交优先发展对策措施[1]。李惠贇在《济南市公共交通优先发展问题研究》中从公交管理体制、基础设施建设、线网优化及保障支持等方面对济南公交提出了发展建议[6]。叶琛在《乐清市公共交通优先发展问题研究》中从政策、公交规划和建设、运营服务水平和交通需求管理方面对乐清市公交提供了对策建议[10]。

3. 层次分析法的基本原理和步骤

3.1. 基本原理

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)是一种定性与定量相结合的多准则决策分析方法, 由美国运筹学家萨蒂于 20 世纪 70 年代初提出。其基本原理是将一个复杂的多目标决策问题作为一个系统, 按照目标、准则、方案等不同层次进行分解, 通过定性指标模糊量化方法算出层次单排序(权数)和总排序, 从而为目标(多指标)、多方案优化决策提供系统方法。

在实际应用中, 层次分析法首先将问题分解为不同的组成因素, 并按照因素间的相互影响及关系将因素按不同层次排列组合, 形成一个多层次的分析结构模型, 从而最终使问题归结为最低层(供决策的方案、措施等)相对于最高层(总目标)的相对重要权值的确定或相对优劣次序的排定[11]。该模型一般分为目标层、准则层和方案层。最高层为目标层, 即决策的目的、要解决的问题; 中间层为准则层, 是考虑的因素、决策的准则; 最低层为方案层, 是决策时的备选方案。

层次分析法的核心思想是通过两两比较的方式, 将人们对复杂问题的主观判断进行量化处理, 从而提高决策的科学性和准确性。它充分考虑了各因素之间的相互关系和影响, 能够有效地处理多因素、多层次的复杂决策问题, 在公共交通优先策略优化等领域具有广泛的应用前景。

3.2. 基本步骤

3.2.1. 建立层次结构模型

将决策的目标、考虑的因素(决策准则)和决策对象按它们之间的相互关系绘出层次结构图。

3.2.2. 构建判断矩阵

基于 Saaty 提出的如表 1 所示的比例标度法(1~9 标度), 通过调查问卷或德尔菲法获取决策者对要素间相对重要性的主观判断, 采用两两比较的方法, 对同一层次的各因素相对于上一层次某因素的重要性进行评定, 构建如表 2 所示判断矩阵。判断矩阵的构建是层次分析法的关键步骤之一, 其准确性直接影响到后续的分析结果。

Table 1. 1~9 ratio scaling method
表 1. 1~9 比率标度法

标度	含义
1	表示两因素同等重要
3	表示两元素相比, 前者稍微重要
5	表示两元素相比, 前者明显重要
7	表示两元素相比, 前者强烈重要
9	表示两元素相比, 前者绝对重要
2, 4, 6, 8	表示重要程度介于相邻判断中间值

Table 2. Examples of judgment matrices
表 2. 判断矩阵示例

A_1	B_1	...	B_i	...	B_j
B_1	b_{11}	...	b_{1i}	...	b_{1j}
B_2	b_{21}	...	b_{2i}	...	b_{2j}
...	...	...	...	...	...
B_i	b_{i1}	...	b_{ii}	...	b_{ij}

其中, b_{ij} 表示 B_i 相比于 B_j 的重要程度[12]。

3.2.3. 计算各层次权重

使用特征向量法, 通过计算判断矩阵的最大特征值($\lambda_{\max}$)及其对应的特征向量, 归一化后得到权重。

3.2.4. 一致性检验

一致性评价助于确认评判矩阵是否合格, 要确保评价矩阵的偏差满足既定的合理区间。利用一致性指数 CI 与随机一致性指数 RI 来评估矩阵的一致性水平, 确保其具有可靠性[13]。

(1) 计算一致性指标 CI (consistency index)

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

(2) 查找一致性指标 RI (见表 3)

Table 3. Average random consistency index
表 3. 平均随机一致性指标[14]

n	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.52	0.89	1.12	1.24	1.36	1.41	1.46

(3) 计算一致性比例 CR (consistency ratio)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

当 $CR < 0.1$ 时认为判断矩阵的一致性可以接受, 否则需要对判断矩阵进行修正。由于本次研究涉及到的判断矩阵较为简单, 因此对于没有通过一致性检验的判断矩阵, 采用文献[15]中的调整方法, 即通过简单的计算方法分析矩阵对角线右上部分的元素, 以找出判断矩阵不一致偏差大的元素, 并用适当的步长调整, 直到矩阵通过一致性检验。

3.2.5. 层次总排序

计算某一层次所有因素对于最高层(总目标)相对重要性的权值, 称为层次总排序。这一过程从最高层次到最低层次依次进行, 将每一层因素的权重与上一层因素的权重进行加权求和, 得到各方案对于总目标的最终权重, 最终权重最大的方案即为最优方案。

4. 层次分析法在公共交通优先策略中的具体应用

4.1. 层次分析模型的构建

在构建公共交通优先策略评价指标体系时, 需遵循全面性、客观性、可行性等原则[8], 以确保指标

体系能够全面地反映公共交通优先策略的实施效果。通过文献研究法，对相关文献资料进行收集、整理和分析，对公共交通优先发展策略下的出行行为研究进行了资料整理，在已有研究成果的基础上选取了出行效率、服务质量、技术水平和心理因素四个方面的影响因素，又从这四个方面延伸出如表 4 所示的 16 个具体指标，建立层次分析结构模型[16]。

Table 4. Analytic hierarchy structure
表 4. 层次分析结构

目标层	准则层	子准则层
影响因素 A	出行效率 B1	平均运行速度 C1
		准点率 C2
		换乘时间 C3
		步行距离 C4
	服务质量 B2	舒适度 C5
		安全性 C6
		便捷性 C7
		出行费用 C8
	技术水平 B3	实时信息系统 C9
		预测准确率 C10
		无障碍设施 C11
	心理因素 B4	出行习惯 C12
		群体特征 C13
		环保意识 C14
		路径偏好 C15
		小汽车依赖 C16

出行效率是居民衡量出行方式的重要指标，其中包括公共交通的平均运行速度、准点率、换乘时间和步行距离等因素。

服务质量是影响居民出行满意度的重要因素，受公交舒适度、安全性、便捷性和出行费用等方面影响。

公共交通的技术水平会在一定程度上影响居民的出行方式，例如实时信息系统，对公交行驶情况包括进站时间、到达目的地时间等信息的预测准确率和无障碍设施等。实时信息系统和预测是居民做出行规划的重要依据，完善的系统和准确的预测能够帮助居民合理规划出行时间和在途时间，提高公共交通的可靠性。

心理因素包括出行习惯、群体特征、环保意识、路径偏好、小汽车依赖等也会对居民的出行产生影响。这类因素常常以心理暗示等形式出现，会影响居民下意识的行为，通过宣传、教育等方式强化居民选择公交出行的意识有助于提高公共交通的分担率。

4.2. 判断矩阵的构造与权重计算

确立了层次关系后，通过发放调查问卷与面对面访谈相结合的方式，回收了有效问卷 192 份以及与 10 名校外人员面对面访谈的内容，得到了居民对公交出行满意度影响因素的重要程度的判断数据，见表 5~9。分别建立目标与准则层、准则层与子准则层的相对比较矩阵，并进行一致性检验。

Table 5. Judgment matrix A
表 5. 判断矩阵 A

A	出行效率 B1	服务质量 B2	技术水平 B3	心理因素 B4	w	一致性检验指标
出行效率 B1	1.00	2.32	2.53	2.89	0.44	$\lambda_{\max} = 4.04$ CR = 0.02 < 0.1
服务质量 B2	0.43	1.00	1.47	2.38	0.26	
技术水平 B3	0.40	0.68	1.00	1.51	0.18	
心理因素 B4	0.35	0.42	0.66	1.00	0.12	

Table 6. Judgment matrix B1
表 6. 判断矩阵 B1

B1	平均运行速度 C1	准点率 C2	换乘时间 C3	步行距离 C4	w	一致性检验指标
平均运行速度 C1	1.00	1.33	2.86	3.51	0.40	$\lambda_{\max} = 4.02$ CR = 0.01 < 0.1
准点率 C2	0.75	1.00	2.03	3.25	0.33	
换乘时间 C3	0.35	0.49	1.00	1.79	0.17	
步行距离 C4	0.28	0.31	0.56	1.00	0.10	

Table 7. Judgment matrix B2
表 7. 判断矩阵 B2

B2	舒适度 C5	安全性 C6	便捷性 C7	出行费用 C8	w	一致性检验指标
舒适度 C5	1.00	0.23	0.34	0.21	0.07	$\lambda_{\max} = 4.02$ CR = 0.01 < 0.1
安全性 C6	4.41	1.00	2.12	0.89	0.35	
便捷性 C7	2.97	0.47	1.00	0.67	0.22	
出行费用 C8	4.80	1.12	1.49	1.00	0.35	

Table 8. Judgment matrix B3
表 8. 判断矩阵 B3

B3	实时信息系统 C9	预测准确率 C10	无障碍设施 C11	w	一致性检验指标
实时信息系统 C9	1.00	1.57	4.18	0.49	$\lambda_{\max} = 3.02$ CR = 0.02 < 0.1
预测准确率 C10	0.64	1.00	3.78	0.40	
无障碍设施 C11	0.24	0.26	1.00	0.11	

Table 9. Judgment matrix B4
表 9. 判断矩阵 B4

B4	出行习惯 C12	群体特征 C13	环保意识 C14	路径偏好 C15	小汽车依赖 C16	w	一致性检验指标
出行习惯 C12	1.00	1.94	3.82	4.13	4.07	0.40	$\lambda_{\max} = 5.04$ CR = 0.01 < 0.1
群体特征 C13	0.52	1.00	2.73	3.57	3.68	0.31	
环保意识 C14	0.26	0.37	1.00	1.33	1.19	0.11	
路径偏好 C15	0.24	0.28	0.75	1.00	0.88	0.08	
小汽车依赖 C16	0.25	0.27	0.84	1.14	1.00	0.09	

通过对判断矩阵中各项评价指标的权重进行综合汇总和分析，得到了评价指标的权重总排序，见表 10，表 11。

Table 10. Comprehensive weight
表 10. 综合性权重

	综合性权重				权重
	出行效率 B1	服务质量 B2	技术水平 B3	心理因素 B4	
	0.447	0.245	0.172	0.136	
平均运行速度 C1	0.533				0.238
准点率 C2	0.263				0.118
换乘时间 C3	0.132				0.059
步行距离 C4	0.073				0.032
舒适度 C5		0.075			0.018
安全性 C6		0.355			0.087
便捷性 C7		0.216			0.053
出行费用 C8		0.355			0.087
实时信息系统 C9			0.494		0.085
预测准确率 C10			0.396		0.068
无障碍设施 C11			0.110		0.019
出行习惯 C12				0.402	0.055
群体特征 C13				0.309	0.042
环保意识 C14				0.111	0.015
路径偏好 C15				0.085	0.012
小汽车依赖 C16				0.094	0.013

Table 11. Weight rank
表 11. 权重排序

平均运行速度 C1	0.238
准点率 C2	0.118
出行费用 C8	0.087
安全性 C6	0.087
实时信息系统 C9	0.085
预测准确率 C10	0.068
换乘时间 C3	0.059
出行习惯 C12	0.055
便捷性 C7	0.053
群体特征 C13	0.042
步行距离 C4	0.032
无障碍设施 C11	0.019
舒适度 C5	0.018
环保意识 C14	0.015
小汽车依赖 C16	0.013
路径偏好 C15	0.012

4.3. 影响公共交通优先策略的因素权重分析

准则层的影响因素中权重最高的是出行效率, 出行效率由全链条出行时效决定, 简单来说就是居民出行到达目的地所需的时间, 其中公共交通的平均运行速度、准点率、换乘时间和步行距离四个因素都会对出行效率造成影响。第一, 公共交通的平均运行速度直接影响居民的出行时间, 提高运行速度有助于提高居民出行效率。公交平均运行速度受道路基础设施条件、交通流运行状态等客观因素制约。第二, 准点率反映了公交车辆按照预定时间到达站点的程度, 是衡量公交服务可靠性的重要指标。准点率高能够增强居民对公交出行的信任, 提高公交的吸引力。准点率受到车辆调度、驾驶员操作、交通状况等多种因素的影响。第三, 换乘时间是指居民在换乘不同公共交通线路时所花费的时间。换乘时间短, 居民的等待时间就短, 出行体验更好, 公共交通的整体效率也会提升。换乘时间受到换乘枢纽布局、线路衔接、换乘信息标识等因素的影响。第四, 步行距离是指居民出行过程中要行走的距离, 步行距离越长, 出行过程花费的时间就越长, 出行效率和满意度就越低。步行距离受站点规划、道路修建及公交路线覆盖率等因素影响。

准则层中权重占比仅次于出行效率的是服务质量, 服务质量是影响居民出行满意度的重要因素, 主要受公交舒适度、安全性、便捷性和出行费用四个方面影响。第一, 舒适度涵盖车内空间、座椅舒适度、车内温度、通风以及车辆行驶过程中平稳程度等方面。第二, 安全性是公共交通服务的基本要求, 包括车辆安全性能、驾驶员安全意识、交通安全设施等方面。确保车辆的安全性能良好, 提高驾驶员的安全意识, 完善交通安全设施, 能够有效保障乘客的生命财产安全。第三, 便捷性体现在公交线路覆盖范围、站点密度和发车频率等方面: 公交线路覆盖范围广, 能够满足居民不同的出行需求; 站点密度合理, 方便居民到达站点; 发车频率高, 能够减少居民的候车时间。第四, 出行费用是指居民使用公交出行后需要的花销, 当居民有出行成本方面的考虑时, 出行的费用就会成为选择出行方式的重要考虑因素。出行费用受票价、换乘次数、补贴政策等方面的影响, 合理减少公交出行费用更有利于提高公交分担率。

从最终权重排序来看, 平均运行速度、准点率、出行费用和安全性是居民最为关注的几大因素, 这几项指标直接决定了公共交通的吸引力。其中, 平均运行速度是居民选择公共交通时首要考虑的因素, 权重占比最高, 达到 23.8%; 准点率作为公共交通可靠性的重要体现, 权重占比 11.8%; 出行费用则是居民日常出行成本的重要组成部分, 权重占比 8.7%; 安全性是对居民人身安全的重要保障, 权重占比 8.7%。换乘时间、实时信息系统、预测准确率的权重占比反映出居民对公共交通系统内部衔接效率以及信息化服务水平的关注; 便捷性的权重表明居民在追求快速、经济出行的同时, 对出行过程中的便捷性也有较高要求; 其他因素权重占比相对较低, 但也在一定程度上影响着居民对公共交通的选择。

5. 公共交通优先策略的优化建议

5.1. 提升出行效率, 构建快速高效公交体系

根据随机效用理论, 从一般定性分析看, 效用是人们的价值观念在决策活动中的综合表现, 个体在出行决策时, 总是选择效用最大的选择项^[17]。出行的最终目的是到达目的地, 所以出行的效率是选择出行方式的重要影响因素, 因为它决定了个体到达目的地的时间和速度。只有充分满足居民最基本的出行需求时, 公共交通才能成为人们的选择, 因此提升公共交通的效率是十分关键的。

公交的行驶速度在很大程度上受交通拥堵情况影响, 在交通拥堵严重、路线复杂的大城市, 应加快公交专用道网络建设, 加快实现连续覆盖, 依据城市交通流量科学规划公交专用道, 例如在主干道设置 24 小时公交专用道, 在次干道采用高峰时段专用道。同时采用物理隔离(护栏、绿化带)强化路权, 配合电子监控处罚违规占用, 保障公交行驶顺畅。还可以采取限制货车等大型车辆在高峰期进入主城区的措施。

施缓解交通压力, 提升公交平均运行速度。

在准点率方面, 首先, 在公交专用道基础上, 推广智能交通信号优先技术, 通过车载传感器与路口信号联动, 动态调整信号灯时长; 建立公交运行大数据平台, 实时监控预测拥堵, 提前优化信号策略。其次, 利用智能调度系统, 建立实时客流检测模型, 根据实时路况调整发车间隔。此外, 还可以实施弹性工资制度, 建立奖励机制, 每个月向准点率达标的驾驶员发放奖金, 通过激励的方式提高准点率。

5.2. 优化出行服务, 打造高性价比公交方案

在保证出行效率的基础上, 提供安全舒适的公交内部环境也非常重要。

在安全方面, 首先, 建立公交车辆全生命周期管理体系, 对公交车辆进行定期检修。其次, 要加强驾驶员培训考核, 增强驾驶员安全意识以及应对突发事件的反应能力, 将安全驾驶纳入绩效考核。此外, 在高峰时期, 缩短人流量较大线路的发车间隔来协调公交载客数量, 当车上乘客到达一定数量后不再接收乘客, 避免发生超载及其他交通事故, 减少乘客之间过度拥挤导致的安全威胁及财物损失。

在舒适度方面, 合理布局车内空间, 推广低地板新能源公交车, 降低车内拥挤度; 使用人体工学设计座椅、智能调控温度和通风系统, 提高公交舒适度; 提高车辆运行的平稳程度, 减少乘客由于车辆晃动导致的不适。各地应结合实际经济情况选择合适的改进措施, 为乘客提供愉悦的出行体验, 提高公交的吸引力。

在费用方面, 推出票价优惠政策, 精准调控出行费用, 实施多元化票价策略。针对通勤人群推出月票、周票等优惠, 结合移动支付开展减免活动。在特定时段和区域推出低价票制, 降低居民的公交出行成本。但是低价也有可能带来新的问题如加重财政负担, 需要结合城市自身情况在合适的范围内对公交票价进行调整, 不能盲目追求过低票价[18]。各城市可以通过构建双层模型求解最优补贴策略[19], 也可以借鉴新加坡的巴士和轨道交通票价管制方式, 支持公共交通合理定价, 在适当降低票价的基础上保证轨道交通、公交车都有一定的利润率。对公交系统提供经济补贴, 鼓励公交企业采用车身广告、站点店铺出租等多种方式增加收入, 取消与地铁线路平行的巴士线路, 减少直接竞争[20]。

5.3. 升级出行体验, 推进智能便捷公交系统

基础设施方面, 在北京、上海等常年游客云集, 人多地少, 且长期面临城市空间不足、环境污染、交通拥挤等问题的一线大城市中, 首先应整合交通规划和城市建设, 并且以交通规划为先, 将规划公交线路、城市快线与地铁布局作为建设重大设施的前提条件, 做到公交先行。其次可以推动公共交通设施用地与商业用地的综合开发、立体开发, 提高土地利用效率。在人口密集的区域, 加强城市公交基础设施建设, 发展大运量公交系统, 按照“统一规划、统一管理、政府主导、市场运作”的原则, 进一步加大城市公交场站等基础设施的建设力度, 提高公共交通覆盖率。机场、火车站、大型公共活动场所等重大建设项目, 应将公共交通首末站或停靠站建设作为项目的配套设施。在多条公共交通线路交汇点以及城市中心区外围, 建立综合性公交换乘枢纽等基础设施[8]。在经济效益低、基础设施薄弱的中小城市, 经济能力限制基础设施建设, 同时中小城市出行距离短, 公共交通优势不明显。可以将城市公交延伸至周围乡镇, 在周边乡镇建设简易基础设施, 增加公交运行距离, 强化公交优势, 同时促进城乡人员流动, 增加公交客源。除此之外, 还应大力发展企业通勤、学校通学公交线路, 积极响应通勤、通学出行需求[9], 灵活调整发车时间, 可以采取只在高峰期安排车次的方式节省成本。

换乘方面, 在公共交通客流量大的城市, 设置清晰明显的导向标识, 在换乘距离较远的地铁站等区域修建自动步道, 减少换乘耗时。在枢纽规划中, 注重与地铁、共享单车的衔接, 实现不同交通方式的空间耦合和时间协同, 缩短换乘距离和时间。在公交客流量小、公交线路种类少的城市, 合并公交站点,

实现下车即可换乘, 节约基础建设成本的同时方便换乘。

智能化服务方面, 要充分利用信息化技术, 明确信息化发展路径, 发挥信息技术的辅助决策功能, 提升精细化信息水平。在公交线路多、换乘复杂的大城市, 应加快建立完善统一的公共交通智能化平台, 在管理层面加强与道路交通管理平台对接, 进一步推进城市公交与轨道交通、公路客运、铁路客运以及航空等相衔接的客流动态信息的实时监测、交互与共享, 完善平台的城市公共交通智能调度、客流实时统计分析 with 预测功能。在用户层面强化路线规划及出行决策分析, 在平台上增加城市公交与轨道交通、共享单车衔接等信息, 实现交通运输组织智能化、管理服务高效化和决策支持科学化^[1], 提高公交系统可靠度。

参考文献

- [1] 段俊虎. 南京市公共交通优先发展对策研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2017.
- [2] 张维. 有力保障城市公共交通优先发展及人民群众出行安全[N]. 法治日报, 2024-10-24(003).
- [3] 秦利芸. 城市公共交通系统优先通行技术及评价研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安建筑科技大学, 2007.
- [4] 李翔, 杨佩云, 邹歆, 蔡润林. 基于运行监测数据的城市公共交通供需失衡识别模型[J]. 交通与港航, 2022, 9(6): 79-85.
- [5] 徐兵. 基于灰色关联法的沈阳市公共交通服务水平评价[J]. 北方交通, 2013(3): 124-127.
- [6] 李惠赟. 济南市公共交通优先发展问题研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2019.
- [7] 张汝峰. 我国城市公共交通优先发展对策研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2010.
- [8] 沈巍. 大城市公交优先发展战略研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 东南大学, 2006.
- [9] 彭道月. 中小城市公交优先发展策略研究[J]. 公路交通科技, 2022, 39(7): 172-180.
- [10] 叶琛. 乐清市公共交通优先发展问题研究[D]: [硕士学位论文]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2022.
- [11] 滕绍光. 公共交通影响因素的 AHP 综合评价分析[J]. 城市公共交通, 2005(8): 21-23.
- [12] 廖东声, 马骁, 贾世禹. 基于 AHP 的广西高校中外合作办学质量影响因素分析[J]. 高教学刊, 2025, 11(6): 1-7.
- [13] 黄兰馨. 基于层次分析法的图书馆人工智能服务质量评价研究[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2024.
- [14] 邓雪, 李家铭, 曾浩健, 等. 层次分析法权重计算方法分析及其应用研究[J]. 数学的实践与认识, 2012, 42(7): 93-100.
- [15] 严世华, 田效. 基于层次分析法的判断矩阵一致性调整方法[J]. 兵工自动化, 2008, 27(4): 8-9+14.
- [16] 赵贝. 居民出行方式特征分析与公交优先政策研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2008.
- [17] 丁玲. 公共交通优先策略下考虑交通状态的出行行为研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 东南大学, 2016.
- [18] 黄石鼎. 公交优先政策研究[J]. 管理世界, 2008(4): 171-172.
- [19] 章玉, 黄承锋, 许茂增. 考虑生态足迹和可持续的公共交通最优补贴策略[J]. 交通运输系统工程与信息, 2016, 16(2): 8-13.
- [20] 严亚丹, 过秀成, 孔哲, 等. 新加坡城市综合公共交通系统[J]. 现代城市研究, 2012, 27(4): 65-71.