

doi: 10.3969/j.issn.1002-0268.2023.09.021

山地城市居民公交出行幸福感影响因素研究

负艺涵, 赵航*, 熊仁江, 刘思敏

(贵州师范大学 地理与环境科学学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要: 为了提高山地城市居民公交出行幸福感, 创造更为健康的出行形态, 探究了山地城市居民公交出行幸福感的影响因素。采用贵阳市中心城区人流量较大的公交站点居民调研数据, 构建了包含潜变量和显变量的 SEM-Logit 模型, 重点研究了山地城市居民公交服务满意度、公交资源获得感感知以及不同地理区划建成环境与公交出行幸福感的关系。结果表明: 山地城市居民在公交出行时, 其幸福感更容易受到公交车乘车服务以及运营服务的影响; 在山地城市乘客公交资源获得感中, 均衡性与舒适便捷性感知显著影响居民公交出行的正向情绪; 相较于 1 km 等距四边形和以道路划分的交通小区, 基于行政单元划分的街道社区所提取的建成环境指标与居民公交出行幸福感的关联程度更高, 山地城市居民日常出行至公交站点的活动范围多处于街道社区内; 社区建成环境方面, 人口密度、人均路网长度对居民公交出行幸福感产生积极影响, 至市中心距离、人均公交线路长度则对其产生消极影响; 满意度、获得感、建成环境与出行幸福感的关联程度因年龄段的异质性存在显著差异, 非老年群体更容易受到乘车服务、人口密度、人均路网、人均公交线路以及至市中心距离的影响, 而老年群体更容易受到公交资源的舒适与便捷性感知、土地利用混合度以及坡度的影响。

关键词: 交通工程; 出行幸福感; SEM-Logit 模型; 山地城市; 公交出行; 建成环境

中图分类号: U491.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0268 (2023) 09-0175-12

Study on Influencing Factors of Public Travel Well-being of Residents in Mountain City

YUN Yi-han, ZHAO Hang*, XIONG Ren-jiang, LIU Si-min

(School of Geography and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang Guizhou 550025, China)

Abstract: In order to improve the well-being of mountain city residents and create healthier travel patterns, the influencing factors of the well-being of mountain city residents are investigated. A SEM-Logit model including latent and explicit variables is developed with data from a survey of residents at bus stops in central Guiyang. The study of the relationship among the satisfaction of public transport service, the perception of public transport resource acquisition and the well-being of the residents in mountain cities is focused. The result shows that (1) the well-being of mountain city residents is more easily affected by bus service and operation service when they travel by bus; (2) in mountain cities, the sense of equilibrium and comfort and convenience significantly affect the positive emotion of the commuters; (3) compared with 1 km equidistant quadrilateral and the traffic district divided by the road, the built environment indicator extracted from the street community divided by the administrative unit has a higher correlation with the residents' well-being of the public transportation, mountain city residents daily travel to the bus stop activities mostly in the street community; (4) in terms of community built environment, population density and average length of road network have a positive impact on residents' sense of well-being, while the distance from city center and

收稿日期: 2022-12-26

基金项目: 国家自然科学基金项目 (71864008)

作者简介: 负艺涵 (1999-), 女, 山西运城人, 硕士研究生. (398969545@qq.com)

* 通讯作者: 赵航 (1981-), 男, 贵州贵阳人, 博士, 副教授. (wazua@163.com)

average length of bus route have a negative impact on residents' sense of well-being; (5) the degree of correlation among satisfaction, gain, built environment and travel well-being is significantly different in different age groups, non-elderly groups are more vulnerable to the impact of bus services, population density, per capita road networks, per capita bus routes and distance to urban centers, and the elderly are more susceptible to the perceived comfort and convenience of public transport resources, land use mix degree and slope.

Key words: traffic engineering; travel well-being; SEM-Logit model; mountain city; public transport; built environment

0 引言

随着社会不断发展,“幸福”逐渐被作为衡量生活质量以及社会发展的标准。公共交通出行作为大多数城市居民每日必须面对的一项活动,正影响着人们的幸福感^[1]。由于山高坡陡、地形破碎等特殊条件^[2],贵阳市目前还存在公交基础设施覆盖率低、分布不均衡^[2-3]等问题,且道路非直线系数较大,导致居民公交出行的舒适度、便捷性、安全性和时效性难以得到保障,易在公交出行过程中产生不好的情绪体验^[4],这可能影响居民出行幸福感。因此,亟待探究山地城市居民公交出行幸福感的影响机理,以期为山地城市的交通规划部门合理改善公交系统服务和道路设施提供理论参考。

出行幸福感指在出行的背景下,出行者通过感知和体验将幸福感具体化的过程^[5]。研究发现,个人社会经济属性、出行属性、建成环境、基础设施、居民主观感受、乘车便捷性与舒适性、区域位置等因素显著影响居民出行幸福感。个人属性与出行属性方面,Majumdar 等^[6]发现在印度男性的幸福感高于女性;郭志芳^[7]发现寒冷地区的行政事业单位工作人员幸福感最高;同时樊帆^[8]分析出个人月收入越高,在乘坐公交过程中更容易产生正面情绪;Mantouka 等^[9]则发现出行模式选择会直接影响出行幸福感。建成环境对居民出行幸福感的影响存在差异,其中,樊帆^[8]发现工作地的人口密度和用地混合度以及到市中心的距离影响出行幸福感,但郭娟娟^[10]分析出建成环境并不直接影响出行幸福感,这可能与研究区域的划分有关。在基础设施方面,阴星星^[11]发现步行道路和自行车道路宽度、机非分隔方式、路内干扰类型与居民出行幸福感息息相关。随着研究的不断深入,学术界开始关注乘客的主观感知和出行的便捷性与舒适性,De Vos^[12]与 Majumdar 等^[6]分别指出居民出行态度与偏好、公交车站安全感知对出行幸福感产生影响;马静怡^[13]则发现地铁在站内及车厢环境、服务时间、换乘等方

面服务较好时乘客的出行幸福感更好;地理位置方面,Wei 等^[14]研究发现其对居民出行发幸福感没有直接影响,但会通过影响通勤选择、出行态度与偏好来间接影响出行幸福感。

在出行幸福感的研究方法上,多利用结构方程模型 (Structural Equation Model, SEM)^[14-15]、Logit 模型^[6,8,11,16]、贝叶斯网络模型^[9]、层次分析法^[17]。通过梳理相关文献(见表 1)发现:(1)已有研究多集中于平原城市,常忽略地形(如道路坡度与线路绕行)对居民出行幸福感的影响,造成已有研究结果与对策可能不适用于地形复杂的山地城市;(2)大部分研究未考虑地理的可塑性单元面积问题 (Modifiable Areal Unit Problem, MAUP),缺乏系统分析和探讨不同地理单元区划建成环境与居民出行幸福感的关系;(3)在变量选取方面,大部分研究主要考量乘客对公交服务的满意程度,而往往忽略了在此过程中乘客是否真正享受到服务,乘客对服务质量表示肯定但并不完全代表其在出行中能够较容易地享受到该服务,尤其是在山地城市,人们对于公交资源与服务的实际获得感有待测量。同时,现有研究仅分析了性别的异质性效应,由于身体健康与年龄的差异,老年人与年轻人在公交出行时影响其幸福感的因素或许存在差异,更应采取有针对性的措施提高不同人群的公交出行幸福感。

为此,本研究基于贵阳市中心城区调查数据,采用 SEM-Logit 模型和分层分析法识别山地城市居民公交出行幸福感的影响因素,探讨关注不同地理单元区划中建成环境影响的差异以及出行幸福感影响因素在不同群体的异质性,以期为山地城市相关部门优化公交系统、提升居民出行幸福感建言献策。

1 研究数据与方法

1.1 研究数据

本研究以贵阳市中心城区为研究范围,包括云岩区、南明区全部区域以及白云区、乌当区、观山湖区和花溪区的部分区域,于 2022 年 7 月 5 日至 11

表 1 近年来出行幸福感研究

Tab. 1 Travel well-being studies in recent years

模型	研究重点	选取变量	研究区域
SEM	寻找影响出行满意度的因素，提出出行幸福感的提升方法	个体属性、家庭属性、出行特性	深圳市 ^[15]
SEM-Logit	寒地居民公交出行幸福感影响因素	个人特征、出行特征、室外空间环境和乘车环境	哈尔滨市 ^[7]
有序 Logit	居民通勤幸福感的影响因素分析	个人社会经济属性，通勤行为，职住地建成环境	
多元有序 Logit	慢行出行者特性、道路环境及设施等对出行者幸福感的影响	个人、家庭属性、出行属性、道路空间环境属性	西安市 ^[8,11,13-14]
SEM-Logit	地铁乘客出行幸福感的影响因素	地铁乘客的个人经济社会、乘客出行、地铁服务	
SEM	不同出行方式通勤幸福感的评价，分析影响因素	社会经济属性，出行属性，建成环境与出行态度	
PLS-SEM	出行幸福感和公交再使用意愿之间的关系	出行特征、公交的感知服务质量、出行幸福感、公交的再使用意愿以及个体特征	北京市 ^[18]
综合评价模型	从交通领域对幸福感进行新的诠释及评判分析	交通安全、交通便利、交通舒适性、交通管理、交通环境、交通公平	重庆市 ^[19]
有序 Logit	出行幸福感的维度结构以及影响因素	个人属性与出行属性	北京市和深圳市 ^[16]
层次分析法	出行幸福感影响因素的等级结构	个人属性与出行属性	美国 ^[17]
有序 Logit	通勤者对不同类型出行相关的出行满意度	社会经济属性，出行者对建成环境、出行模式、公交站设施以及人行道的评价	德里 ^[6]
贝叶斯网络	在日常出行中出行属性、出行者感知与出行幸福感之间的关系	出行属性，可感知的因素对出行模式选择的重要性，出行模式评价以及个人属性	荷兰、雅典、西班牙巴塞罗那和萨拉曼卡市 ^[9]
线性回归	市中心和郊区社区受访者的日常出行模式选择和出行满意度之间的关系	社区所在地、对出行和土地使用的态度、个人社会经济属性、交通方式获取能力指标以及出行属性	比利时根特市 ^[12]

日，在贵阳中心城区采取面谈访问的方式开展问卷调查。调研地点选取各区域内人流量较大的公交站点，样本的分布按各区域我国第 7 次人口普查数成比例抽取，各区域抽样人数如表 2 所示，调查站点与乘客出发地的空间分布较均衡。本次调研对搭乘

公交的 735 位乘客发放问卷，剔除无效问卷，最终选取 689 份有效问卷作为分析样本。

1.2 变量选取

1.2.1 被解释变量——公交出行幸福感

Ettema 等^[20]提出的广义幸福感量表包含情绪层面和认知层面，被广泛应用于出行幸福感的研究。本次问卷选取幸福感量表中的出行体验是否良好、出行是否顺利、时间是否紧迫、是否疲惫、是否享受这 5 个指标来测量公交出行幸福感，采用主成分法将指标划分为一个维度，如表 3 所示。出行幸福感涉及人们内心复杂的情感，选项需划分更细，从而会产生更好的效果，因此本研究采用 7 分制^[21]。

表 2 各区域抽样情况

Tab. 2 Sampling situation in each region

	云岩区	南明区	花溪区	观山湖区	白云区	乌当区	总值
常住人口占比/%	23.5	23.3	21.4	14.3	10.1	7.5	100
抽样占比/%	33.7	32.1	15.1	13.5	3.4	2.2	100
抽样数/个	248	236	111	99	25	16	735

表 3 出行幸福感测量指标

Tab. 3 Travel well-being measurement indicators

编号	测量指标	问题设置	均值	标准差	克隆巴赫系数	KMO 系数
y1	出行乘坐体验	这次出行乘坐体验是差的还是好的	4.99	1.058		
y2	乘坐是否顺利	乘坐是不太顺利的还是非常顺利	5.08	1.036		
y3	紧迫、放松	出行时间上感到紧迫的还是放松的	4.79	1.289	0.873	0.862
y4	疲惫、精神	是疲惫的还是精神的	4.56	1.258		
y5	忍受、享受	无法继续忍受还是享受本次出行	4.65	1.155		

1.2.2 解释变量

通过梳理相关研究文献,选择公交乘客的个体属性、出行属性、研究单元的建成环境以及公交服务满意度与公交资源获得感感知为影响出行幸福感的因素。

(1) 个体属性与出行属性。个体属性变量主要包括性别、年龄、职业、月收入、户口(农村或城镇)以及在贵阳的居住时长。出行属性变量包括出行目的、出行持续时长、出行距离、出行时间段以及出行中的换乘次数。

(2) 建成环境。结合已有研究及数据的可获取性,人口密度、公共交通站点数量、到城市中心距离、土地利用混合度等是出行幸福感的重要影响因素^[6,14,22]。在此基础上,为突出山地城市特点,研究还选取了坡度作为建成环境变量来分析对幸福感的影响,指标设置及问卷选项赋值如表4、表5所示,并按照3类地理区划单元依次提取:基于等距规则划分的1 km 四边形规则网络;基于交通小区划分原则^[23]划分的交通小区,划分原则中主要考虑了人口数量(2万人左右)、土地利用、公路铁路、河流、绿地等;基于行政单元划分的街道社区。

(3) 公交服务满意度。本研究按照乘客从出发地至目的地的过程将乘客对乘坐公交之前、乘坐途中和到达目的地的整个过程中公交服务的满意程度作为公交服务质量的主观衡量标准^[25]。选取10个指标,划分为乘车服务满意度、运营服务满意度、站点服务满意度以及乘坐体验满意度这4个维度,采用李克特5分量表测量变量,如表6所示。

(4) 公交资源获得感感知。梅正午等^[26]认为“公共服务获得感”是社区居民对所在区域公共服务资源提供的充足性、获取的便利性、分布的均衡性、共享的普惠性等方面的成效感知。阳义南等^[27]亦从便利性、充足性、普惠性和均等性4个方面测量8项民生公共服务带给民众的“获得感”。公交亦属于基本公共服务领域,山地城市居民在步行前往公交站点过程中通常会面临上下坡、途径天桥和地下通道,可能会影响居民对公交资源获得的感知,因此研究选取9个指标,划分为均衡性感知、舒适性与便捷性感知、安全性感知这3个维度测量公交资源获得感。因本研究重点考量在山地城市特殊的地理环境条件下地形特征会对居民公交获得感产生怎样的影响,故而在便捷性感知方面设置了2个评价地形感知的指标以及一个评价道路绕行的指标来了解居民对坡度和地形的真实体验,变量描述如表6所示。

表 4 样本特征变量表

Tab. 4 List of sample characteristic variables

变量		说明	赋值	比率/%
个人属性	性别	男性	1	54
		女性	2	46
	年龄/岁	<18	1	6.1
		18~44	2	74.5
		45~59	3	9.3
		>60	4	10.2
	月收入/元	<2 000	1	26.6
		2 001~4 000	2	29.9
		4 001~6 000	3	28.2
		6 001~8 000	4	10
		>8 000	5	5.4
	职业	个体业主或经营者	1	10.6
		行政人员	2	2.2
		学生	3	25.7
		企事业单位员工	4	20.6
		自由职业	5	14.7
		退休	6	8.6
		其他	7	17.7
	户口	农村	1	50.5
		城镇	2	49.5
	居住时长	长期居住	1	77.1
		短期居住	2	22.9
出行属性	出行目的	上学、通勤	1	50.7
		购物	2	6.1
		休闲娱乐	3	26.1
		换乘	4	2.2
		接送小孩	5	2.3
		探亲访友	6	1.9
		其他	7	10.7
	出行时间段	早高峰	1	40.3
		晚高峰	2	33.5
		平峰	3	26.1
	出行持续时长/min	<15	1	14.4
		15~30	2	38.5
		30~45	3	23.4
		>45	4	23.8
	途中换乘次数/次	0	1	81
		1	2	11.5
		2	3	5.4
		≥3	4	2.2

表 5 建成环境变量表

Tab. 5 List of built environment variables

变量		说明	均值（标准差）		
			规则网络	交通小区	街道社区
建成环境	常住人口密度/(万人·km ⁻²)	地理单元内常住人口与其面积之比	1.22 (0.71)	1.16 (0.72)	18.6 (18.26)
	人均路网长度/(万人·km ⁻¹)	地理单元内公路网长度与单元内常住人口的比值 ^[6]	5.79 (22.01)	5.03 (2.67)	0.75 (1.05)
	人均公交线路长度/(万人·km ⁻¹)	地理单元内公交线路长度与单元内常住人口的比值 ^[6]	5.29 (4.60)	5.91 (3.17)	0.83 (1.27)
	道路平均坡度/%	地理单元内道路平均坡度	11.47 (5.59)	8.21 (5.41)	8.89 (4.72)
	土地利用混合度	采用熵值数法 ^[24] 计算地理单元内 8 种 POI 数据的混合度	0.78 (0.09)	0.82 (0.08)	0.83 (0.06)
	至市中心的距离/km	地理单元的质点至市中心的欧几里得距离	6.59 (6.60)	6.77 (6.73)	6.70 (6.92)
	公交站点密度/ (个·km ⁻²)	常规公交站点个数与地理单元面积之比	43.55 (34.40)	41.94 (34.12)	42.34 (40.83)
	公交站点数量/个	乘客出发点 500 m 缓冲区内常规公交站点个数	36 (25.36)	36 (25.36)	36 (25.36)

表 6 主观感知变量

Tab. 6 Subjective perceived variables

类型	维度	编号	变量	均值	标准差	克隆巴赫系数	KMO 系数
公交服务满意度	站点服务	x1	公交站点的环境设施	3.47	0.88	0.752	0.780
		x2	公交站点的信息牌	3.7	0.69		
		x4	公交车票价	3.94	0.63		
	乘车服务	x7	车内通风、空调	3.73	0.75		
		x5	车内广播报站信息	3.83	0.66		
		x8	公交车准点率	3.51	0.74		
	运营服务	x9	公交车首末班车时间	3.86	0.61		
		x10	候车时间	3.14	0.9		
	乘坐体验	x3	车内拥挤程度	2.86	0.93		
		x6	行车的速度与稳定性	3.43	0.85		
公交资源获得感感知	均衡性感知	w5	公交站点及线路的数量情况	3.57	0.77	0.703	0.753
		w6	公交站点及线路的分布情况	3.52	0.74		
		w7	公交的优惠政策	3.03	1.04		
	舒适性感知	w1	至公交站点的距离	3.47	0.93		
		w2	去公交站点下坡度多	3.17	0.79		
		w3	步行时的道路坡度大小	3.43	0.83		
	安全性感知	w4	至站点的设施(天桥、地下通道)及绕行情况	3.34	0.93		
		w8	途中过马路的安全设施(红绿灯等)	3.89	0.62		
		w9	步行道的车流量(摩托车、小汽车等占道情况)	3.45	0.86		

1.3 研究方法

出行幸福感作为复杂的心理感知变量,其影响因素既有可直接观测的变量(个人属性、出行距离),同时也存在较多潜在心理变量(公交乘坐服务满意度、公交资源获得感感知)。而潜变量往往无法直接观测,需进一步细化,形成多层嵌套的变量结构。如直接采用离散选择模型进行解析,则会难以

有效阐释各影响因素对出行幸福感的作用关系。因此,郭志芳等^[7-13]利用 SEM-Logit 整合模型,将不可直接测量的主观感知变量加入到 Logit 模型中,使 SEM-Logit 模型在预测力上有了较大改进。本研究结合 Logit 模型与 SEM 模型的优势,构建包含个人和出行属性、建成环境、公交服务满意度以及公交资源获得感的 SEM-Logit 整合模型。

1.3.1 SEM 模型

SEM 模型主要用于描述潜变量与观测变量之间及潜变量与潜变量之间的关系,包括测量模型和结构模型。测量模型主要由潜变量和观测变量组成,各模型方程式^[13]见式(1)~(3),其中外生潜变量的测量方程式为:

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}_x \boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\varepsilon}, \quad (1)$$

式中, $\mathbf{x}$ 为外生潜变量的观测变量所构成的向量; $\mathbf{A}_x$ 为 $\mathbf{x}$ 对 $\boldsymbol{\xi}$ 的因子载荷矩阵; $\boldsymbol{\xi}$ 为外生潜变量构成的向量。内生潜变量的测量方程式为:

$$\mathbf{y} = \mathbf{A}_y \boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\varepsilon}, \quad (2)$$

式中, $\mathbf{y}$ 为内生潜变量的观测变量所构成的向量; $\mathbf{A}_y$ 为 $\mathbf{y}$ 对 $\boldsymbol{\eta}$ 的因子载荷矩阵; $\boldsymbol{\eta}$ 为内生潜变量构成的向量。结构方程式为:

$$\boldsymbol{\eta} = \mathbf{B} \boldsymbol{\eta} + \mathbf{I} \boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\zeta}, \quad (3)$$

式中, $\mathbf{B}$ 为内生潜变量的结构系数矩阵; $\mathbf{I}$ 为外生

潜变量的结构系数矩阵; $\boldsymbol{\zeta}$ 为模型的残差向量; $\boldsymbol{\varepsilon}$ 为观测误差的向量。

1.3.2 Logit 模型

本研究的因变量为出行幸福感,其评判指标是有序的数据结构。为了对样本进行有效解释,选择有序 Logit 回归方法^[11]构建如下模型:

$$Y_{ij} = \text{logit}(P_j) = \ln\left(\frac{P_j}{1 - P_j}\right) = \alpha_j - (\beta_1 N_1 + \beta_2 N_2 + \dots + \beta_m N_m), \quad (4)$$

式中, Y_{ij} 为出行幸福感; j 为因变量的分类; i 为第 i 个出行者; N_m 为自变量; β_m 为自变量系数; α 为常数项; P_j 为选择幸福感程度 j 的概率。

2 模型构建

构建 SEM-Logit 整合模型,如图 1 所示。

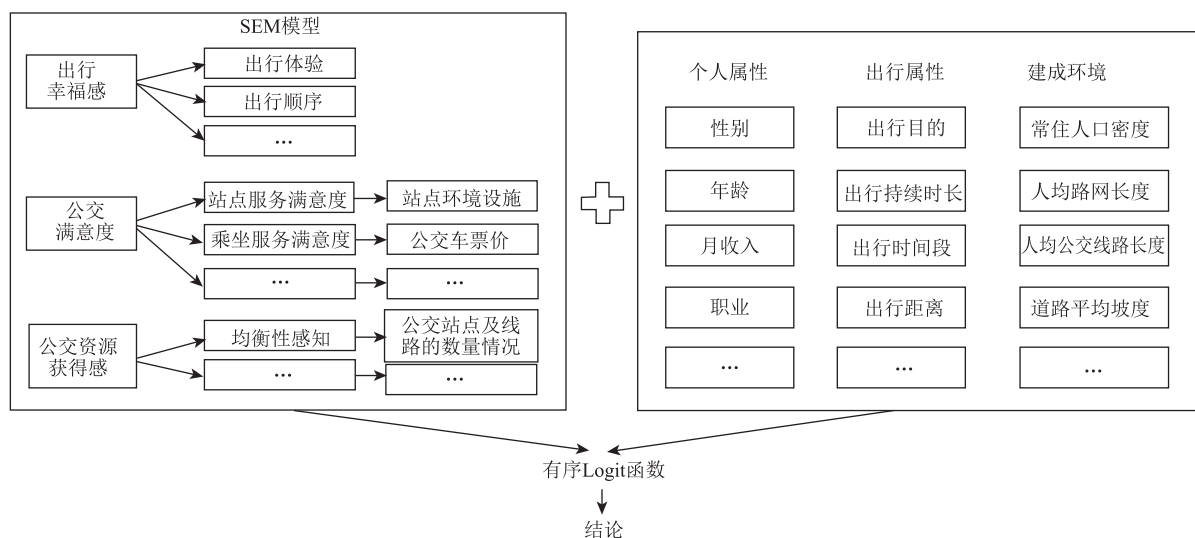


图 1 SEM-Logit 模型结构图

Fig. 1 Structure diagram of SEM-Logit model

(1) 构建 SEM 模型。首先建立公交出行幸福感、服务满意度以及公交资源获得感与观测变量、潜在变量间因果关系的结构模型。如图 2 所示,模型中的测量误差都为正值,潜变量与测量指标间的因素载荷量在 0.53~0.9 之间,卡方自由度比 ($CMIN/DF$) 为 3.657<5,适配指数 (GFI) 为 0.909>0.9,渐进残差均方和平方根 ($RMSEA$) 为 0.062<0.08,调整后适配度指数为 ($AGFI$) 0.883>0.8,比较适配指数 (CFI) 为 0.869>0.8,表明模型适配度可接受。模型适配总体符合要求,且变量均对幸福感产生显著影响,结果如表 7 所示。

(2) 计算各观测变量的权重。对观测变量与潜变量的路径系数 ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$) 进行标准化处

理,并作为各变量的权重,同时路径系数做标准化处理^[27],计算如下:

$$A_n = \frac{\lambda_n}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n}. \quad (5)$$

最后利用调研问卷中居民对主观感知问题的回答来计算潜变量的适配值,计算如下:

$$\xi = A_1 S_1 + A_2 S_2 + \dots + A_n S_n. \quad (6)$$

(3) 整合模型求解。在求解出 SEM 模型的潜变量适配值后,需要将其代入 Logit 模型中进行整合。本研究参考已有研究^[28]构建 SEM-Logit 模型,即含有显变量又有潜变量的效用函数表达式为:

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}, \quad (7)$$

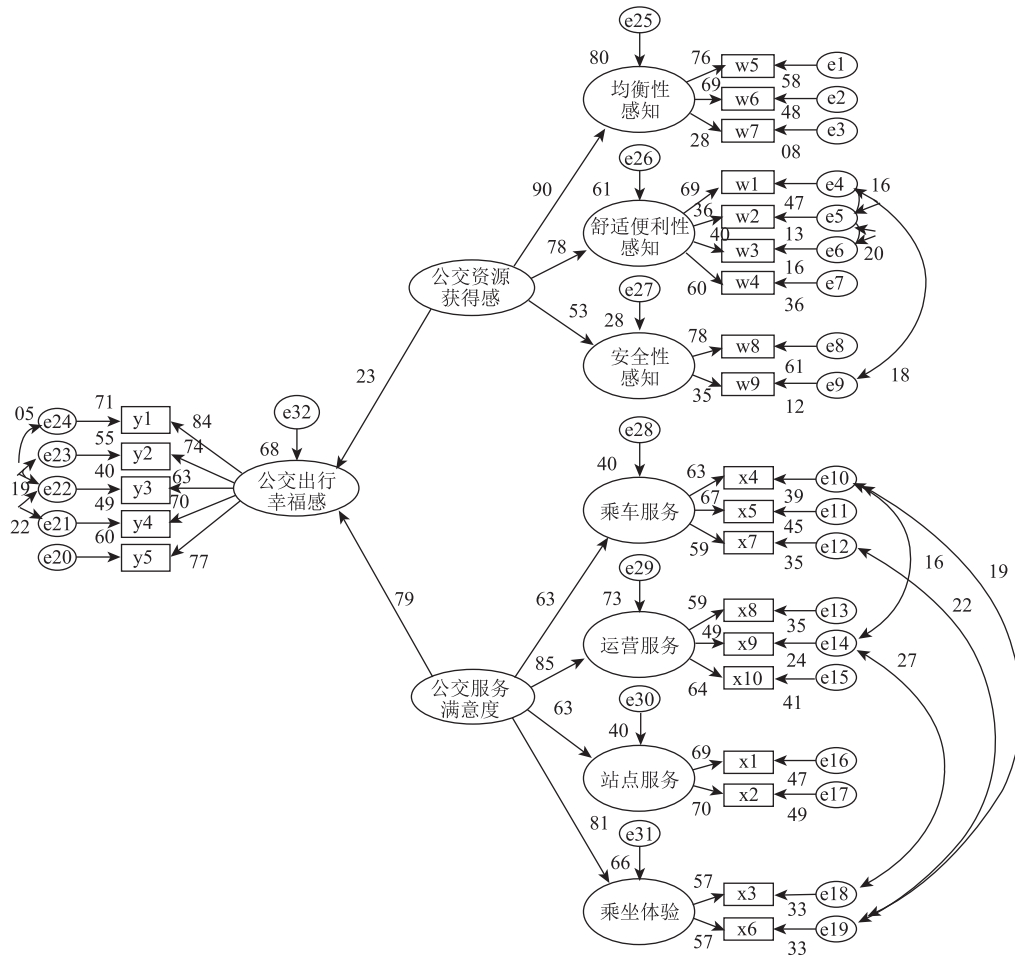


图2 SEM模型

Fig. 2 SEM model

表7 结构方程模型路径系数及估计值

Tab. 7 Structural equation model path coefficients and estimates

路径	实际估计值	近似标准误差	临界比率	显著性
均衡性感知→公交资源获得感	1	—	—	—
舒适便捷性感知→公交资源获得感	0.94	0.125	7.538	***
安全性感知→公交资源获得感	0.485	0.067	7.256	***
乘车服务→公交服务满意度	1	—	—	—
运营服务→公交服务满意度	1.512	0.182	8.302	***
站点服务→公交服务满意度	1.556	0.204	7.62	***
乘坐体验→公交服务满意度	1.751	0.223	7.86	***
忍受或享受→公交出行幸福感	1	—	—	—
疲惫或精神→公交出行幸福感	0.991	0.055	18.057	***
紧迫或放松→公交出行幸福感	0.924	0.062	14.901	***
乘坐是否顺利→公交出行幸福感	0.864	0.045	19.284	***
乘坐体验→公交出行幸福感	0.989	0.045	21.796	***

注: ***表示 $p < 0.01$; **表示 $p < 0.05$ 。

$$V_{in} = \sum_l a'_{il} s_{inl} + \sum_q b'_{iq} z_{iqn} + \sum_p c'_{ij} m_{ijn} + \sum_k d_{ik} \eta_{ikn}, \quad (8)$$

式中, U_{in} 为居民 n 选择幸福感程度 i 的效用函数;

V_{in} 为居民 n 选择幸福感程度 i 的效用函数固定项目; ε_{in} 为居民 n 选择幸福感程度 i 的随机项; l 为居民个人属性变量个数, s_{inl} 为个人属性显变量; q 为居民出行属性变量个数; z_{iqn} 为出行属性显变量; j 为建成环境变量个数, m_{ijn} 为建成环境显变量; k 为潜变量个数, η_{ikn} 为潜变量; a_{il} , b_{iq} , c_{ij} , d_{ik} 为待估参数。SEM 描述潜变量与显变量、潜变量与其测量变量之间的相互关系, 则通过 SEM 确定 η_{ikn} 的表达如下:

$$\eta_{ikn} = \sum_r \lambda_{ikr} x_{irn} + \zeta_{ikn}, \quad (9)$$

$$y_{i,t,n} = \sum_k \gamma_{ikt} \eta_{ikn} + \xi_{itn}, \quad (10)$$

式中, η_{ikn} 为潜变量; x_{irn} 为与潜变量存在相互关系的显变量; $y_{i,t,n}$ 为潜变量对应的测量指标变量; t 为潜变量对应的观测变量个数; n 为与潜变量存在相互关系的显变量个数; ζ_{ikn} 和 ξ_{itn} 为随机误差项; λ_{ikn} 和 γ_{ikt} 为待估参数。

假设出行者 n 的幸福程度集合为 A_n , 取值范

围为1~7,程度逐渐递增,因变量有 k 个分类,表示为:1,2,..., j , $j+1$,..., k 。选择幸福感程度 i 的效用为 U_{in} ,选择幸福感程度 j 的效用为 U_{jn} ,通过引入二值变量 e_{in} ($e_{in}=0$ 为出行者 n 不选择程度 i , $e_{in}=1$ 为出行者 n 选择程度 i)来描述出行者 n 的幸福感程度:

$$e_{in} = \begin{cases} 1, & U_{in} \geq U_{jn}, \forall j \in A_n \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad (11)$$

根据效用理论,出行者 n 幸福感程度 i 的概率 P_{in} 可表述为:

$$P_{in} = P(U_{in} > U_{jn}; i \neq j, j \in A_n) = P(V_{in} + \varepsilon_{in} > V_{jn} + \varepsilon_{jn}; i \neq j, j \in A_n) = P\left\{ \sum_l a'_{il}s_{inl} + \sum_q b'_{iq}z_{iqn} + \sum_p c'_{ij}m_{ijn} + \sum_k d_{ik}\eta_{ikn} + \varepsilon_{in} > \max \left(\sum_l a'_{il}s_{inl} + \sum_q b'_{iq}z_{iqn} + \sum_p c'_{ij}m_{ijn} + \sum_k d_{ik}\eta_{ikn} + \varepsilon_{jn} \right); i \neq j, j \in A_n \right\} \quad (12)$$

假定不同程度幸福感的效用函数中其随机项是互相独立并服从Gumbel分布的,可推导出含有潜变量的Logit模型:

$$P_{in} = \frac{\exp\left(\sum_l a'_{il}s_{inl} + \sum_q b'_{iq}z_{iqn} + \sum_p c'_{ij}m_{ijn} + \sum_k d_{ik}\eta_{ikn}\right)}{\sum_{j \in A_n} \left(\sum_l a'_{il}s_{inl} + \sum_q b'_{iq}z_{iqn} + \sum_p c'_{ij}m_{ijn} + \sum_k d_{ik}\eta_{ikn}\right)} \quad (13)$$

最后,将式(6)所求得的适配值按照四舍五入原则划分为1~5个等级,适配值为0~1.5赋值为1,1.5~2.5为2,以此类推,大于4.5赋值为5,然后计算各潜变量特征表达式,最后将其代入式(13)进行分析。

3 结果分析

本研究通过SEM计算潜变量的适配值,并利用Arcgis提取3个区划的建成环境指标,连同其他显变量一起导入有序Logit模型来分析山地城市公交出行幸福感的影响因素。通过对比不同区划下的计量结果,能够在一定程度上避免区划效应带来的问题,提高实证结果的可信度。按照年龄将数据分为老年人群体(≥ 60 岁)和非老年人群体,建立2个整合模型来检验两群体公交出行幸福感影响因素的差异。

3.1 山地城市公交出行幸福感的影响因素分析

SEM-Logit整合模型结果如表8所示,其中3个模型的建成环境指标分别从1 km网格分析区、交通小区分析区和街道社区分析区范围提取。结果表明,模型1和2的建成环境与居民公交出行幸福感不存

在显著关系。模型3社区常住人口密度、人均路网与公交出行幸福感呈显著正相关,社区人均公交线路长度、出发地至市中心的距离与公交出行幸福感呈显著的负相关,其中社区人均公交线路、至市中心的距离以及人均路网与以往平原城市开展的研究结论一致^[7-8,18],人口密度与以往研究结论存在差异。这可能是因为山地城市“多中心、多组团”的空间分布格局形成了分散聚集的人居空间环境。人口密度大的地区更接近市中心,提供的公交服务较为完善,同时常住人口密度越大,人们结伴出行的概率较高。根据已有研究,邵源等^[29]指出结伴出行的幸福感高于单独出行幸福感。同时由结果可知,相比于1 km规则网络和交通小区,街道社区所提取的建成环境与居民公交出行幸福感的关联程度更高,这可能是因为居民日常出行至公交站点的活动范围多处于街道社区,以其为研究单元所提取的建成环境指标较能真实反映居民日常公交出行的建成环境状况。

针对公交服务满意度与公交资源获得感因素,3个模型的回归结果基本一致。公交服务满意度中,人们对公交提供的乘车服务、运营服务以及乘坐体验的满意程度显著影响出行正情绪,这与以往研究结论相类似^[7,18]。公交资源获得感中,居民对于公交资源的均衡性感知、舒适性感知与便捷性感知与公交出行幸福感具有显著正相关,说明山地城市居民在公交出行时由于地形线路的影响,相比于途中的安全状况,更加在意公交资源的分布以及感知坡度和线路绕行情况。其次,客观建成环境中坡度对公交出行幸福感不具有显著影响,但人们对道路坡度的感知评价却与出行幸福感具有显著正相关,这与Ettema等^[30]的研究结论相似,认为相比于客观变量的影响,幸福感更容易受到空间环境主观感知的影响。

个人属性与出行属性因素,在3个模型中的回归结果也基本一致,这里仅分析模型3的结果。个人属性中,相对于老年人,青少年公交出行幸福感增加1的概率是老年人的2.2倍,即青少年公交出行幸福感高于老年人,可能是因为老年人的身体机能和出行能力相对于青少年更弱,在山地城市背景下,老年人在至站点途中更容易受到道路坡度及绕行距离较大的影响。同时通过实地调查,大部分公交车的服务设施给予老年人的特殊福利较少,这也可能会导致老年人公交出行的幸福感较低。出行属性中,研究结果均与以往研究相一致,即出行时长与出行幸福感呈显著负相关^[7,13]。出行目的为上学

表 8 模型结果
Tab. 8 Model result

类型	变量	回归系数		
		模型 1（规则网络）	模型 2（交通小区）	模型 3（街道社区）
公交出行幸福感	幸福感=1	4.497***	3.96**	5.712***
	幸福感=2	6.219***	5.684***	7.45***
	幸福感=3	8.37***	7.836***	9.619***
	幸福感=4	10.783***	10.245***	12.04***
	幸福感=5	13.606***	13.059***	14.869***
	幸福感=6	16.086***	15.55***	17.382***
个体属性	性别（参照组：女）			
	男	-0.101	-0.107	-0.072
	年龄组（参照组：老年人）			
	青少年	0.802*	0.821*	0.788*
	青年人	-0.048	-0.068	-0.087
出行属性	中年人	0.126	0.133	0.149
	出行时长（参照组：出行大于 45 min）			
	出行<15 min	1.688***	1.693***	1.666***
	出行 15~30 min	1.613***	1.612***	1.593***
	出行 30~45 min	1.296***	1.3***	1.322***
	换乘次数（参照组：换乘 3 次及以上）			
	直达	-0.649	-0.675	-0.61
	换乘 1 次	-0.724	-0.797	-0.73
	换乘 2 次	0.361	0.228	0.197
	出行目的（参照组：其他）			
	上学和通勤	-0.44*	-0.48*	-0.423*
	购物	0.39	0.38	0.39
	休闲娱乐	-0.055	-0.095	-0.081
	换乘	-0.32	-0.374	-0.329
	接送小孩	-0.037	0.004	-0.026
	探亲访友	-0.261	-0.249	-0.164
	出行时间段（参照组：平峰出行）			
	早高峰出行	0.055	0.069	0.101
	晚高峰出行	0.025	0.024	0.057
公交服务满意度	出行距离	0.041**	0.039**	0.034*
	乘车服务	0.64***	0.652***	0.641***
	运营服务	1.089***	1.101***	1.087***
	站点服务	0.019	0.009	0.049
公交资源获得感	乘坐体验	0.82***	0.81***	0.811***
	均衡性感知	0.518***	0.504***	0.505***
	舒适与便捷性感知	0.305**	0.304**	0.279**
建成环境	安全性感知	0.052	0.071	0.061
	公交站点数	-0.001	-0.001	0
	人口密度	0.158	-0.038	0.013*
	人均路网	-0.002	0.066	0.514**
	至市中心距离	-0.017	-0.032	-0.038*
	公交站点密度	-0.004	0	0.004
	人均公交线路	0.007	-0.047	-0.266*
	土地利用混合度	-1.404	-1.472	0.277
	坡度	0.011	-0.012	-0.007

注：*** 表示 $p<0.01$ ；** 表示 $p<0.05$ ；* 表示 $p<0.1$ 。

与通勤时，出行幸福感低于其他出行目的^[13]。出行距离与出行幸福感呈显著正相关^[12]。

3.2 异质性检验

表 9 分别反映了非老年群体与老年群体对公交服务满意度、公交资源获得感以及建成环境和出行幸福感之间关联程度的影响。其中，非老年群体与老年群体的公交出行幸福感都受到公交车提供的运营服务、乘坐体验服务以及居民对公交资源的均衡性感知的显著影响。结果的差异性在于，山地城市非老年群体公交出行幸福感更容易受到乘车服务、人口密度、人均路网、人均公交线路以及至市中心距离的影响，而老年群体更容易受到公交资源的舒适与便捷性感知、土地利用混合度以及坡度的影响。这可能是因为非老年群体公交出行的目的多是通勤和上学，更在意公交车的准点率与发车率，而由于山地城市“多组团”的空间结构，这部分人在公交出行时更加警觉和赶时间；而老年群体多为退休人群，其出行目的多为休闲娱乐（例如去公园、棋牌室等），因此当所在的街道社区用地混合度越高时，公交出行的正情绪越高，同时，由于老年群体身体机能与出行能力较弱，更容易受到山地城市地形感知以及道路坡度的影响，较大的坡度以及绕行距离

表 9 基于年龄的分层回归结果

Tab. 9 Hierarchical regression result based on ages

类型	变量	回归系数	
		模型 5 (非老年群体)	模型 6 (老年群体)
公交服务满意度	乘车服务	0.564 ***	0.167
	运营服务	1.092 ***	2.34 ***
	站点服务	0.078	0.462
	乘坐体验	0.767 ***	0.909 *
公交资源获得感	均衡性感知	0.53 ***	0.822 *
	舒适与便捷性感知	0.193	1.093 **
	安全性感知	0.068	-0.008
建成环境	公交站点数	-0.002	0.017
	人口密度	0.012 *	0.024
	人均路网	0.665 ***	2.46
	至市中心距离	-0.062 ***	0.058
	公交站点密度	-0.003	0.008
	人均公交线路	-0.407 **	1.75
	土地利用混合度	0.619	13.053 **
	坡度	-0.008	-0.17 ***

注：*** 表示 $p<0.01$ ；** 表示 $p<0.05$ ；* 表示 $p<0.1$ 。

更容易造成身体疲惫。

4 结论

本研究以山地城市为研究地，引入“获得感，构建 SEM-Logit 整合模型，探讨山地城市居民公交出行幸福感的影响因素。主要结论与启示如下：

(1) 山地城市居民在公交出行时，幸福感更容易受到公交车内服务以及运营服务的影响，这与平原城市的研究结论存在差异^[31]。由于山地城市地形起伏大，公交车行车平稳性反而更能显著提高出行的正面情绪，减少疲惫感。

(2) 公交资源获得感因素中，公交资源分布均衡、获取过程舒适便捷以及到公交站点的绕行距离、感知道路坡度都显著影响山地城市居民公交出行幸福感。当人们认为周边公交站点以及可选择公交线路越多时，对公交资源的获得感就越强，其出行的情绪越高涨，同时当人们感知社区公交站点分布均匀合理且满足自身出行需求时，出行幸福感就越高。其次，由于山地城市非直线系数及地形起伏较大，当人们认为到公交站点的绕行距离、感知道路坡度较大时，在出行时更容易感到疲惫。在建成环境因素中，人口密度、路网、公交线路以及到市中心的距离都显著影响山地城市居民公交出行的幸福感，归根结底，都是由于山地城市特殊的地形地貌以及“多组团”的空间分布格局。

(3) 在山地城市中，基于行政单元划分的街道社区所提取的建成环境指标与居民公交出行幸福感的关联程度更高，这与平原城市的研究结论存在差异^[10]。这是由于山地城市地形“包裹性”较强，以行政管辖划分的街道社区更真实地反映了山地居民日常出行的实际活动范围。

(4) 满意度、获得感、建成环境与出行幸福感的关联程度因年龄段的异质性存在显著差异。相较于年轻人，山地城市老年群体的出行幸福感更容易受到公交资源的舒适与便捷性感知以及建成环境因素中土地利用混合度和坡度的影响。

综上所述，可以得出如下启示。(1) 在道路坡度较大的路段应注重公交车行车速度与颠簸情况，保障乘客安全。(2) 在山地城市中道路坡度较大的地区可适当缩减公交站点之间的距离，减少人们的疲惫感，同时在设置站点时应以站点实际可达距离为准，而不是以直线距离测度山地城市公交覆盖范围，布置公交线路时应做到供需平衡、合理利用与分配资源，使其效用最大化。(3) 要结合居民在日

常生活中的实际活动范围(街道社区)来改善建成环境,来有效提升居民公交出行幸福感。(4)随着中国人口老龄化,城市公交建设应更加关注老年群体的需求。在设施上,可推广“低底盘巴士”,增加公交车内老年人座位以及安全扶手等。在建成环境方面,增加社区医疗、购物、休闲等设施,提供充足的休闲与交往空间,缩减老年人的公交出行距离,有利于其出行幸福感水平的提升。其次,休息程度是影响出行中幸福的重要因素^[17],因此可在公交站点可达范围内、道路坡度较大的路段,适当增添休息长椅。

参考文献:

References:

- [1] 范颖玲,朱菁.探究出行幸福感的意义、难点和前景[J].交通与港航,2018,5(1):33-39.
FAN Ying-ling, ZHU Jing. Explore the Significance, Difficulty and Prospect of Transit Happiness [J]. Communication & Shipping, 2018, 5 (1): 33-39.
- [2] 段梅花,赵航,龙立美,等.山地城市公交系统服务在老年人群中分配公平性评价[J].地球信息科学学报,2021,23(4):617-631.
DUAN Mei-hua, ZHAO Hang, LONG Li-mei, et al. The Evaluation of Allocation Fairness to Urban Transit System Service to Elderly in Mountainous City [J]. Journal of Geo-information Science, 2021, 23 (4): 617-631.
- [3] 张辉,朱沛,闫庆雨.山地组团型枢纽城市的交通发展对策——以贵阳市为例[C]//2019中国城市规划年会论文集.重庆:中国城市规划学会,2019:993-1004.
ZHAO Hei, ZHU Pei, YAN Qing-yu. Transportation Development Countermeasures for Mountainous Cluster Hub Cities: A Case Study of Guiyang [C] // Proceedings of 2019 China Urban Planning Annual Conference. Chongqing: Urban Planning Society of China, 2019: 993-1004.
- [4] 魏薇,赵航,龙立美,等.山地城市老年人公共交通可达性分析——以贵阳市中心城区为例[J].地理与地理信息科学,2021,37(6):64-70.
WEI Wei, ZHAO Hang, LONG Li-mei, et al. Analysis on Accessibility of Public Transportation for the Elderly in Mountainous Cities: A Case Study of the Central Urban Area of Guiyang [J]. Geography and Geo-information Science, 2021, 37 (6): 64-70.
- [5] 李巧茹,陈克,陈亮,等.主观幸福感视角下的交通出行决策[J].科学技术与工程,2020,20(19):7916-7921.
LI Qiao-ru, CHEN Ke, CHEN Liang, et al. Travel Choice of Public Transport Considering Subjective Well-being [J]. Science Technology and Engineering, 2020, 20 (19): 7916-7921.
- [6] MAJUMDAR B B, JAYAKUMAR M, SAHU P K, et al. Identification of Key Determinants of Travel Satisfaction for Developing Policy Instrument to Improve Quality of Life: An Analysis of Commuting in Delhi [J]. Transport Policy, 2021, 110: 281-292.
- [7] 郭志芳.寒地城市公交出行者出行幸福感及其影响因素研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2021.
GUO Zhi-fang. Research on the Happiness of Public Transport Commuters in Cold Cities and Its Influencing Factors: Take Harbin for Example [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2021.
- [8] 樊帆.大城市居民通勤幸福感影响因素研究[D].西安:西北大学,2021.
FAN fan. Affecting Factors Analysis on Residents' Commute Happiness in Big Cities: A Case Study of Xi'an [D]. Xi'an: Northwest University, 2021.
- [9] MANTOUKA E G, VLAHOIANNI E I, PAPACHARALAMPOUS A E, et al. Understanding Travel Behavior through Travel Happiness [J]. Journal of the Transportation Research Board, 2019, 2673 (4): 889-897.
- [10] 郭娟娟.建成环境影响居民出行的空间尺度效应研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2017.
GUO Juan-juan. Study on Spatial Scale Effect of Built Environment on Residents' Travel [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2017.
- [11] 阴星星.城市慢行交通出行者的出行幸福感研究[D].西安:长安大学,2019.
YIN Xing-xing. Study on the Traveling Happiness of Pedestrian and Bicyclist in Urban [D]. Xi'an: Chang'an University, 2019.
- [12] DE VOS J, MOKHTARIAN P L, SCHWANEN T, et al. Travel Mode Choice and Travel Satisfaction: Bridging the Gap between Decision Utility and Experienced Utility [J]. Transportation, 2016, 43 (5): 771-796.
- [13] 马静怡.城市地铁出行者的出行幸福感研究[D].西安:西安建筑科技大学,2021.
MA Jing-yi. Studies on the Travel Happiness of Urban Subway Travelers [D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2021.
- [14] WEI D, CAO X, WANG M. What Determines the Psychological Well-being during Commute in Xi'an: The Role of Built Environment, Travel Attitude, and Travel Characteristics [J]. Sustainability, 2019, 11 (5): 1328.
- [15] 许真贞.城市居民出行幸福感分析及提升方法研究

- [D]. 北京: 北京交通大学, 2021.
- XU Zhen-zhen. Research for the Analysis and Promotion Method of Citizen's Trip Happiness [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2021.
- [16] JIA S. Analysis of Urban Traffic Engineering Planning Based on Travel Well-being [J]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, 688 (3).
- [17] CHEN S, FAN Y, CAO Y, et al. Assessing the Relative Importance of Factors Influencing Travel Happiness [J]. Travel Behaviour and Society, 2019, 16: 185-191.
- [18] 贾思琦. 出行幸福感对常规公交再使用意愿的影响研究: 以北京为例 [D]. 北京: 北京交通大学, 2020.
- JIA Si-qi. Influence of Travel Well-being on Intention to Reuse Bus: Taking Beijing for an Example [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2020.
- [19] 王欢. 城市公共交通幸福感评价方法及其应用 [D]. 重庆: 重庆交通大学, 2020.
- WANG Huan. Urban Public Transport Happiness Evaluation Method and Application: Take Chongqing for an Example [D]. Chongqing: Chongqing Jiaotong University, 2020.
- [20] ETTEMA D, GÄRLING T, ERIKSSON L, et al. Satisfaction with Travel and Subjective Well-being: Development and Test of a Measurement Tool [J]. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 2011, 14 (3): 167-175.
- [21] 汝雨薇, 吴戈, 秦菲菲. 低碳出行意识、出行行为和出行幸福感研究 [J]. 河北工业科技, 2020, 37 (6): 381-387.
- RU Yu-wei, WU Ge, QIN Fei-fei. Research on Low-carbon Travel Awareness, Travel Behavior and Travel Well-being [J]. Hebei Journal of Industrial Science and Technology, 2020, 37 (6): 381-387.
- [22] 刘晔, 肖童, 刘于琪, 等. 城市建成环境对广州市居民幸福感的影响——基于 15 min 步行可达范围的分析 [J]. 地理科学进展, 2020, 39 (8): 1270-1282.
- LIU Ye, XIAO Tong, LIU Yu-qi, et al. Impacts of Urban Built Environments on Residents' Subjective Well-being: An Analysis Based on 15-minute Walking Distance [J]. Progress in Geography, 2020, 39 (8): 1270-1282.
- [23] 赵航, 贺席燕, 黄红良, 等. 基于出租车 GPS 数据的贵阳市交通状态空间自相关分析 [J]. 贵州师范大学学报 (自然科学版), 2018, 36 (1): 19-29.
- ZHAO Hang, HE Xi-yan, HUANG Hong-liang, et al. Spatial Autocorrelation of Urban Traffic Status Based on Taxi GPS [J]. Journal of Guizhou Normal University (Natural Sciences), 2018, 36 (1): 19-29.
- [24] 熊仁江, 赵航, 段梅花, 等. 地形感知对居民公共交通出行方式选择的影响研究——以贵阳市为例 [J]. 交通运输工程与信息学报, 2023, 21 (2): 177-188.
- XIONG Ren-jiang, ZHAO Hang, DUAN Mei-hua, et al. The Influence of Terrain Perception on Residents' Public Transportation Travel Mode Choice: A Case Study of the City of Guiyang [J]. Journal of Transportation Engineering and Information, 2023, 21 (2): 177-188.
- [25] 李海博. 城乡结合部常规公交服务满意度评价与对策研究 [D]. 重庆: 重庆交通大学, 2016.
- LI Hai-bo. Research on Conventional Public Transport Service Satisfaction Evaluation and Strategies of Urban-rural Fringe [D]. Chongqing: Chongqing Jiaotong University, 2016.
- [26] 梅正午, 孙玉栋, 丁鹏程. 公共服务供给水平对居民获得感影响研究 [J]. 价格理论与实践, 2019 (5): 141-144.
- MEI Zheng-wu, SUN Yu-dong, DING Peng-cheng. Research on the Influence of Public Service Supply Level on Residents' Acquired Sense [J]. Price: Theory & Practice, 2019 (5): 141-144.
- [27] 阳义南, 贾洪波. 国民社会健康测度及其影响因素研究——基于 MIMIC 结构方程模型的经验证据 [J]. 中国卫生政策研究, 2018, 11 (1): 28-36.
- YANG Yi-nan, JIA Hong-bo. Measurement of the Chinese's Social Health and Its Influencing Factors: Based on MIMIC Structural Equation Model [J]. Chinese Journal of Health Policy, 2018, 11 (1): 28-36.
- [28] 陈坚, 晏启鹏, 杨飞, 等. 出行方式选择行为的 SEM-Logit 整合模型 [J]. 华南理工大学学报: 自然科学版, 2013, 41 (2): 51-57, 65.
- CHEN Jian, YAN Qi-peng, YANG Fei, et al. SEM-Logit Integration Model of Travel Mode Choice Behaviors [J]. Journal of South China University of Technology (Natural Science Edition), 2013, 41 (2): 51-57, 65.
- [29] 邵源, 范颖玲, 江捷, 等. 基于出行链与情绪感受的出行幸福感研究 [J]. 城市交通, 2019, 17 (4): 1-7.
- SHAO Yuan, FAN Ying-ling, JIANG Jie, et al. Satisfaction Study Based on Travel Chain and Emotions [J]. Urban Transport of China, 2019, 17 (4): 1-7.
- [30] ETTEMA D, SCHEKKERMAN M. How Do Spatial Characteristics Influence Well-being and Mental Health? Comparing the Effect of Objective and Subjective Characteristics at Different Spatial Scales [J]. Travel Behaviour and Society, 2016, 5: 56-67.
- [31] ETTEMA D, FRIMAN M, GÄRLING T, et al. How In-vehicle Activities Affect Work Commuters' Satisfaction with Public Transport [J]. Journal of Transport Geography, 2012, 24: 215-222.