



DOI:10.12404/j.issn.1671-1815.2409009

引用格式:王会彬. 城市健康街道设计评价方法研究:以北京西城区为例[J]. 科学技术与工程, 2025, 25(14): 6083-6093.

Wang Huibin. Evaluation method of healthy street design in cities: a case study of Xicheng District in Beijing[J]. Science Technology and Engineering, 2025, 25(14): 6083-6093.

城市健康街道设计评价方法研究: 以北京西城区为例

王会彬

(北京市工程咨询股份有限公司, 北京 100124)

摘要 健康中国理念下,以满足城市人本化可持续发展目标研究健康街道设计变得愈发重要。针对现有健康街道方法中评价指标复杂、不符合中国的街道现状、量化解析不足的问题,通过探索性因子分析提取潜变量,以健康意愿问卷分析和结构方程模型构建为手段,量化健康影响要素,本土化了健康参数,构建符合中国街道现状的定量健康街道评估方法体系,揭示了“提升街道品质、构建健康环境、打造活力街区 and 带来交通便捷”4个提升街道健康的潜在变量对健康街道的直接正相关影响作用,其中提升街道品质影响程度最为显著。基于结构方程模型量化解析街道健康要素的方法,能够为打造高品质的健康街区、精准提升街道的健康设计水平和健康中国背景下的居民生活品质,提供科学量化支撑。

关键词 健康街道; 因子分析; 结构方程模型; 影响要素

中图分类号 U491.1⁺21; 文献标志码 A

Evaluation Method of Healthy Street Design in Cities: A Case Study of Xicheng District in Beijing

WANG Hui-bin

(Beijing Municipal Engineering Consulting Co. Ltd., Beijing 100124, China)

[Abstract] Under the overarching vision of Healthy China, the imperative to investigate the design of health-oriented streets has gained paramount importance, aligning with the humanistic and sustainable evolution of urban landscapes. Addressing the limitations of existing health street evaluation methodologies marked by intricate indices, misalignment with the current state of China's streetscapes, and a dearth of quantitative scrutiny, exploratory factor analysis was employed to distill latent variables. Through a structured approach encompassing health questionnaire analysis, structural equation modeling, and the quantification of health determinants, the research localizes health parameters and constructs a robust, quantifiable evaluation framework for street health. The analysis uncovers that four latent variables demonstrating significant positive correlations with street health outcomes, listed in descending order of influence magnitude: street quality improvement, accessible transportation provision, vibrant block development, and healthy environment promotion. The structural equation model-based quantitative analysis of street health elements furnishes scientific and empirical underpinnings for the development of superior health-conscious urban blocks. This methodological advancement not only refines the precision of street design geared towards health but also elevates the living standards of residents, thereby contributing to the realization of Healthy China's aspirations.

[Keywords] healthy street; factor analysis; SEM (structural equation model); influence elements

在城市化进程的加速的背景下,现代城市交通、生态环境与居民健康生活之间的矛盾日益加剧,随着绿色经济和城市可持续发展的大力推进,“健康城市”的理念深入人心^[1]。城市街道作为人们日常出入最频繁的公共空间^[2],其设计和管理对居民的健康和生活方式有着深远的影响。研究表明,具有积极特征的街道能够缓解人群的压力等消极情绪^[3-6]。因此,在街道设计过程中需要重视环

境质量和人们的生活品质,利用街道环境为人们提供多次健康体验^[7],促进街道和城市环境的健康发展^[8-11]。

健康街道方法作为一种新的规划管理范式,将在城市治理领域发展成为潜在的重要工具^[12-13]。例如,英国“健康街道方法”旨在改善城市居民步行体验,鼓励人们积极出行,形成了一套完整的政策和战略体系^[14]。目前,多个国家均出台了相关的健

收稿日期:2024-12-03; 修订日期:2025-03-11

基金项目:北京市社会科学基金(21GLB034)

作者简介:王会彬(1984—),男,汉族,河北石家庄人,硕士,高级工程师。研究方向:城市交通规划。E-mail:269282434@qq.com。

投稿网址:www.stae.com.cn

康街道的设计指南和发展策略^[15-20],这些研究和实践为健康街道的发展提供了丰富的经验。在国内,健康街道也成为国内学者热点关注的研究方向。葛岩等^[21]提出了健康街道设计的定义,总结了健康街道核心要素及各国设计经验。余洋等^[22]从生理健康、心理健康和社会适应三位一体的维度,提出了适合中国国情的健康街道概念和作用机制。刘丙乾等^[9]结合街景图像量化感知技术,形成新数据新技术环境下的健康街道评价框架。杨婷婷等^[23]提出神经都市化街道的研究视角,借鉴神经都市主义的基础理论与技术方法,并结合跨领域合作的理论与实践经验,构建出神经都市化街道研究的内容与框架,拓展了健康街道的研究维度。

尽管健康街道的研究和实践取得了显著进展,但现有健康街道的研究和实践以定性评估居多,缺乏对健康街道影响要素的本土化量化研究。例如,周梦茹等^[24]以北京什刹海历史文化街区为例,构建了基于安全性、舒适性、便捷性、识别性的步行环境评价体系,但其量化方法的普适性和系统性仍有待提高。同样,祝朝阳等^[25]利用北京核心区的运动轨迹数据,从个人和街道两个视角分析体力活动与建成环境的相关性,提出了优化街道健康环境网络的模式。然而,该研究仍侧重于定性描述,缺乏系统的量化分析。随着结构方程模型在量化指标关系

研究中的不断深入^[26-30],开发一套符合中国街道现状的定量健康街道评估方法体系显得尤为重要。

因此,现提出探索性因子分析方法,通过提取本土化健康街道设计要素潜变量,深层量化解析利用结构方程模型进行,并验证该方法在以北京市为例的大城市街道实施的合理性和准确性,以期为城市健康街道的科学量化设计、参数本土化研究提供可操作性借鉴。

1 研究设计

1.1 探索性因子分析

本文研究采用“实地调研—打分梳理—因子分析”的潜变量提取路径与结构方程模型相结合的方法进行健康街道要素量化解析研究。相较于资料分析主观选取潜变量的方法,通过探索性因子分析筛选的潜变量具有科学性和唯一性。在街道评价中,街道健康涉及居民感知优劣、环境健康与否、交通是否便捷等难以直接测量的要素。结构方程可以有效评估可观测变量和潜在变量(无法直接测量)之间假定复杂的多元关系。

伦敦的“健康街道方法”^[31]是当前国际上认可度较高的健康街道评价方法,也是设计健康影响要素指标的重要来源,《伦敦健康街道》^[16]健康评价体系如图1所示。

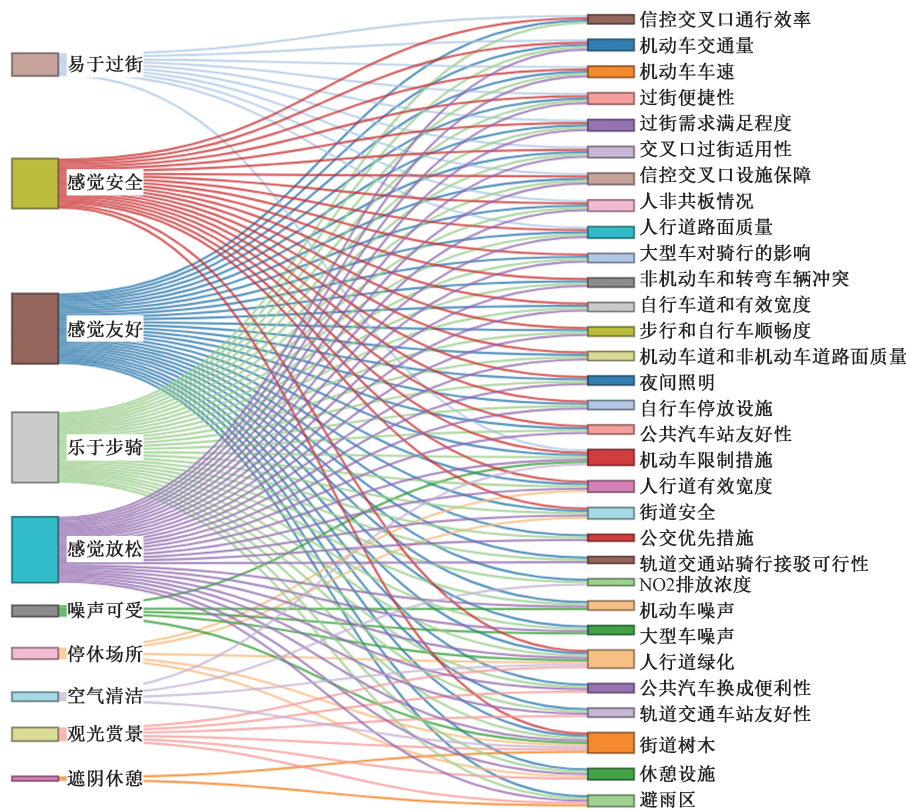


图1 伦敦健康街道指标

Fig. 1 London healthy streets index

尽管英国健康街道的健康指标的内涵和目标得到了全面的阐释,但是,该方法与指标在中国实际应用中仍存在诸多问题。

(1)评估指标数量多,共 10 项宏观指标,31 项子指标,后续计算过程复杂。

(2)宏观指标与子指标之间重复关联,同层指标间也存在概念交叉重叠问题。例如宏观指标层面,停休场所、遮阴休憩都为公共空间要素指标,具有较强的相互重叠性。

(3)基于用户感知的指标无法被直接测量。如子指标层面,大型车辆对骑行的影响、路段过街自由程度、路段过街适应度等,实际测评中打分主观性太强,并不适合中国街道设计和治理。

针对英国的“健康街道方法”中变量的选取与中国街道不匹配及指标维度多,难以反映街道实际情况的问题。研究提出探索性因子分析提取符合中国健康街道影响要素的方法,对健康指标进行降维,并将其作为结构方程潜变量,融合英国健康街道理论和北京街道系统进行设计实践。

通过梳理北京市西城区 15 个街区中 51 个路段,参考英国伦敦健康街道政策评分标准进行实地调研。按照图 2 所示流程进行样本分析,为保证样本量充足,选取得分前 50% 的前 25 条街道作为基本符合健康街道要求的街道为研究对象进行探索性因子分析,从而提取健康街道所包含的健康影响要素。

通过 SPSS 软件整理 25 条街道的伦敦健康街道评分数据,得到十项因子的平均值、标准偏差(表 1)及 KMO 和 Bartlett 球形检验如表 2 所示。

检验得到 $KMO = 0.656$, 大于阈值 0.5, 表明变量之间存在显著相关性,符合要求。 $\chi^2 = 384, P = 0.00$, 低于置信度水平 5%, 原假设不成立, 即各变量间具有可讨论的相关性。

通过主成分分析法提取公因子方差(表 3),数值大小反映变量被公因子准确表达的程度,大于 0.5

表 1 因子测量统计

Table 1 Factor measurement statistics

因子	平均值	标准偏差	分析个案数
感觉友好	69.90	7.12	25
易于过街	65.71	7.22	25
遮阴休憩	68.69	8.73	25
停休场所	71.20	13.48	25
噪声可受	74.15	8.21	25
乐于步骑	69.84	6.92	25
感到安全	70.00	7.61	25
观光赏景	71.70	9.18	25
感到放松	70.47	7.40	25
空气清新	76.67	7.61	25

表 2 因子分析 KMO 和 Bartlett 球形检验

Table 2 KMO and Bartlett sphericity tests for factor analysis

KMO 取样适切性量数	0.656
近似卡方 χ^2	384.409
巴特利特球形检验	自由度 45
显著性 P	0.000

表 3 公因子方差

Table 3 Common factor variance

因子	原始		重新标度	
	初始	提取	初始	提取
感觉友好	50.745	49.389	1.000	0.973
易于过街	52.197	41.101	1.000	0.787
遮阴休憩	76.296	67.241	1.000	0.881
停休场所	181.759	178.160	1.000	0.980
噪声可受	67.473	62.227	1.000	0.922
乐于步骑	47.890	46.552	1.000	0.972
感到安全	57.841	55.234	1.000	0.955
观光赏景	84.260	72.710	1.000	0.863
感到放松	54.695	52.229	1.000	0.955
空气清新	57.870	51.760	1.000	0.894

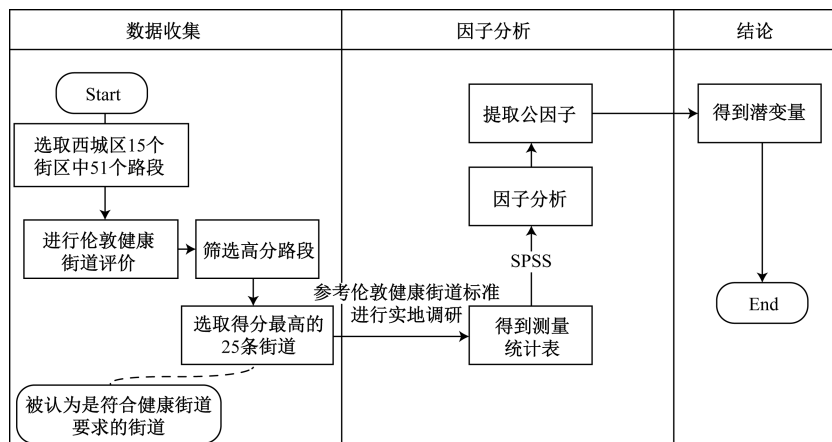


图 2 因子分析流程图

Fig. 2 Factor analysis flow chart

即可以被表达,若大于 0.7,则说明变量能被公因子表达的更合理。从分析结果中可知,选取值均大于 0.7,表明变量可以很好地被表达。

当选取 4 个因子时,累计旋转载荷平方为 91.837%,说明提取的 4 个因子有极强的解释力度。成分矩阵表明变量对各个因子的影响程度,可根据数值大小进行因子归类,数值越大即关联性越强。矩阵旋转在 6 次迭代后已收敛,分析主成分分析法得到的成分矩阵(表 4),分别提取绝对值最大值:第 1 列最大的值为 0.960、0.941、0.937、0.934,对应指标为感到安全、感到友好、乐于步骑、感到放松,它们都可以影响街道品质;第 2 列最大值为 0.914、0.899,对应指标为空气清洁、噪声可受,归结因子都在影响健康环境;第 3 列最大值为 0.931、0.746,对应指标为遮阴休憩、观光赏景,二者一定程度上影响了街道活力;第 4 列最大值为 0.543、0.362,对应指标为易于过街、停休场所,二者都影响了交通便捷。综上所述,将这 4 个因子作为结构方程中的潜变量进行研究。

表 4 潜变量旋转后的成分矩阵

Table 4 Component matrix after rotation of latent variable

	1	2	3	4
感觉友好	0.941	0.258	0.088	0.115
易于过街	0.634	0.194	-0.229	0.543
遮阴休憩	-0.109	0.012	0.931	-0.047
停休场所	0.854	0.324	0.122	-0.362
噪声可受	0.313	0.899	0.013	0.126
乐于步骑	0.937	0.270	0.079	0.120
感到安全	0.960	0.146	-0.017	0.104
观光赏景	0.502	0.225	0.746	-0.067
感到放松	0.934	0.212	0.132	0.142
空气清洁	0.196	0.914	0.136	-0.039

1.2 变量选取

模型的显变量即可观测变量,用来描述相对应的潜变量,多角度考虑城市居民的健康体验,围绕街道品质、健康环境、活力街区和交通便捷,结合我国街道设计相关规范^[32-35],归纳得到健康街道 19 项可观测指标如表 5 所示。

1.3 基于结构方程构建健康街道评价模型

采用 5 级李克特量表法,通过设计健康意向调查问卷,采集各评价指标对城市居民的影响程度,共收回 370 份有效问卷,有效率 94%。运用 SPSS 对调查问卷进行信度和效度检验,并结合街道健康影响要素进行因子分析,得出潜变量对应的可观测变量,构建结构方程模型解析街道健康,利用 AMOS 软件计算路径系数^[36],判断数据输出结果与预设分析的适配度。

表 5 可观测变量

Table 5 Observable variables

可观测变量	相关影响
街道照明	视觉舒适
机动车速度	安全和舒适性
过街设施	通行安全和效率
公交站冲突	道路交通安全
人行道质量	便于出行
道路连续性	出行体验
停休设施	满足舒适需求
公共空间间距	提升活动率
无障碍出行	弱势群体便于出行
指示标识	出行效率与便捷
林荫覆盖	舒适性与环境
非机动车道间距	易于骑行
人行道间距	易于步行
自行车停放	鼓励骑行
共享单车覆盖	鼓励骑行与出行便捷
相邻路口间距	过街便捷
机动车停放	通行与安全
机动车噪音	影响身心健康
空气质量	影响呼吸和循环系统

1.3.1 问卷信效度检验

信度是反映被测量要素真实性程度的指标,能够体现被测验内容与得到结果的一致性、可靠性和稳定性。研究采用 α 信度系数法,即 Cronbach's α 信度。Cronbach's α 的取值与 RP 问卷信度之间的关系如表 6 所示。

检验结果表明,设定的 4 个潜变量因子的信度系数均大于 0.7,总体问卷信度系数 0.913,表明测量数据可靠度高,符合结构方程模型的要求。KMO 和 Bartlett 球形检验如表 7 所示。

表 6 问卷信度检验

Table 6 Questionnaire reliability test

指标类型	全部问题	打造活力街区	构建健康环境	带来交通便捷	提升街道品质
计算结果	0.913	0.704	0.866	0.831	0.862
评价标准	>0.7	>0.7	>0.7	>0.7	>0.7
判定	√	√	√	√	√

注:“√”表明该问卷项目通过信度检验。

表 7 问卷 KMO 和 Bartlett 球形检验

Table 7 Questionnaire KMO and Bartlett sphericity test

指标类型	KMO	Bartlett	显著值	方差贡献率的旋转平方和/%
计算结果	0.913	2 163.696	0.000X	64.262
评价标准	>0.5/0.6	>100	<0.05	>60
判定	√	√	√	√

注:X 代表小数点后第四位及更精确的数值,此处表示显著值极小。

1.3.2 构建结构方程

利用因子分析法提取有效变量,得到4个有效因子,与1.1节的4个潜变量相对应,旋转成分矩阵如表8所示,最终得到建立健康街道影响要素模型的4个潜变量和19个可观测变量。利用AMOS建立健康街道评价结构方程模型如图3所示。

表8 问卷旋转后的成分矩阵

Table 8 Component matrix after questionnaire rotation

潜变量	可观测变量	1	2	3	4
带来交通便捷	非机动车道间距	0.845	0.128	—	0.214
	人行道间距	0.825	—	—	0.141
	自行车停放	0.777	0.202	0.179	0.201
	共享单车覆盖	0.696	0.205	0.107	—
	相邻路口间距	0.675	0.279	0.182	0.126
	机动车停放	0.672	0.363	0.199	0.171
提升街道品质	公交站冲突	0.210	0.722	0.175	—
	过街设施	0.359	0.684	0.106	—
	人行道质量	0.161	0.683	0.149	0.279
	街道照明	0.385	0.673	0.216	—
	道路连续性	0.120	0.636	0.279	0.295
	机动车速度	—	0.624	0.234	0.164
打造活力街区	停休设施	—	0.128	0.805	—
	公共空间间距	0.174	0.255	0.744	—
	无障碍出行	0.128	0.263	0.720	—
	指示标识	0.236	0.225	0.689	—
构建健康环境	林荫覆盖	0.139	—	0.655	0.255
	机动车噪音	0.276	0.249	0.138	0.851
	空气质量	0.328	0.272	0.113	0.830

1.3.3 结构方程试配度

为保证城市健康街道评价体系的科学、客观

性,需对结构方程进行进一步适配度检验。模型与样本数据之间的适配度检验输出如表9所示。

PCMIN 测量值越低证明数据越适配,数据测量值为2.188,小于标准值3,适配理想。CFI与RMSEA测量值均符合标准,本文建立的健康街道评价模型成立且可以反映真实测量数据,故不需要对模型进行修正。

表9 拟合优度结果

Table 9 Goodness of fit results

指标类型	PCMIN	CFI	RMSEA
计算结果	2.188	0.909	0.074
评价标准	1~3	>0.9	<0.08

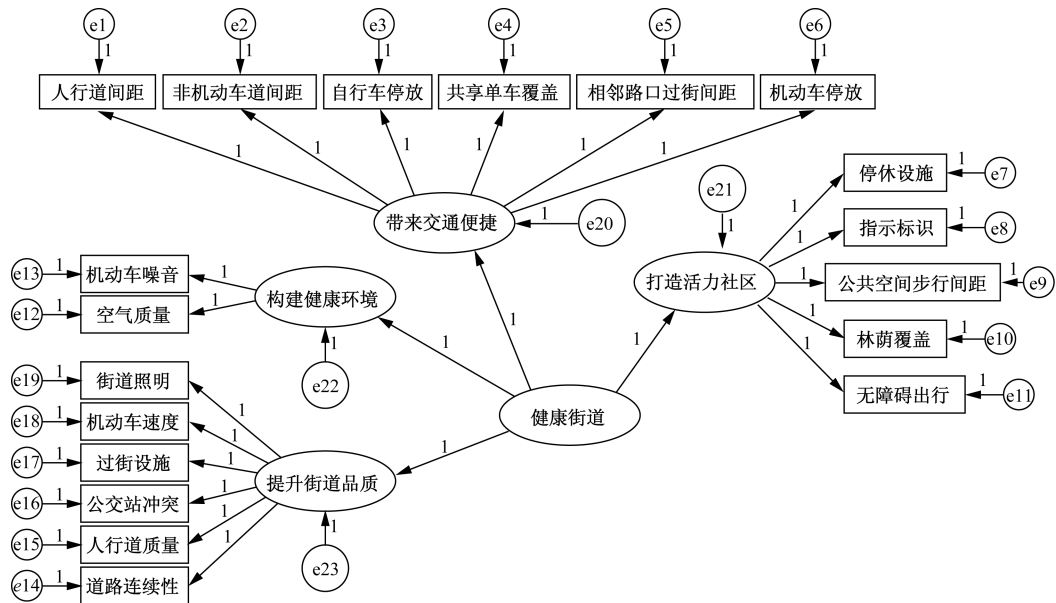
注:PCMIN为最小卡方值;CFI为比较拟合指数;RMSEA为近似误差根均方。

1.3.4 评价模型结果分析

观测变量与潜在变量之间的非标准化路径系数估计值如图4所示,标准化路径系数均不大于1,表明模型假设合理。

模型结果表明,4个潜变量均达到显著性水平,即提升街道品质、构建健康环境、带来交通便捷、打造活力街区全部成立,对健康街道均成正向相关且有显著性影响。其中,提升街道品质的影响最为强烈,究其原因,当居民处于使人踏实、放松的慢行环境中时,会产生较强的安全感,心理状态轻松愉悦,进而使人身心更加健康。

以非标准化路径系数作为各个指标的权重数据,将全部指标进行归一化处理,计算出各个指标分别占各自类别中的权重和占总体的权重,从而得



e 为残差

图3 结构方程计算模型

Fig.3 Structural equation calculation model

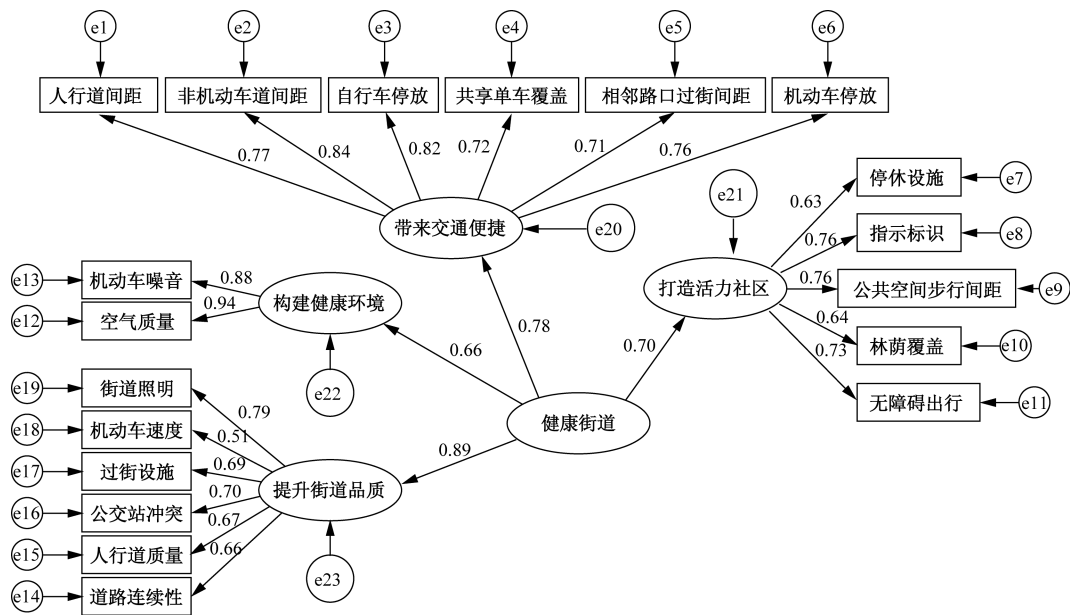


图4 模型非标准化参数计算结果
Fig. 4 The calculation results of non-standardized parameters of the model

到可反映街道健康程度的计算方法,如表 10 所示。

采用线性加权的方法来计算健康街道的健康程度,即

$$A_j = \begin{cases} a_j b_i, & 1 \leq j \leq 6, i = 1 \\ a_j b_i, & 7 \leq j \leq 12, i = 2 \\ a_j b_i, & 13 \leq j \leq 17, i = 3 \\ a_j b_i, & 18 \leq j \leq 19, i = 4 \end{cases} \quad (1)$$

$$Q = \sum_{j=1}^J A_j T_j \quad (2)$$

式中: i 为潜变量集合; j 为可观测变量集合; b_i 为在健康街道潜变量集 i 的组间权重,其中 $i=1,2,3,4$; a_j 为可观测变量 j 的组内权重; A_j 为可观测变量 j 的总权重; T_j 为可观测变量 j 实际测量结果转化为百分制的得分; Q 为健康街道的健康程度,为可观测变量和其总权重的线性加权所得。

2 街道案例评价

为验证结构方程及计算方法的合理性,通过梳理西城区骨干路网和重要联络线(三横三纵、两轴一环、七连接的健康街道网络),优先选取街道环境条件基础较好的道路,选取北京市西城区共包含 15 个街区,为保证研究选取街道的分布均匀,本文选取每个街区中不同等级的街道共计 15 条进行案例分析(图 5)。

该地区路网密度较低,包含多条公交线路和一条地铁线路,沿街设有学校、医院、商圈、住宅区,选取的街道道路等级具有代表性,分别为(主

表 10 指标权重计算
Table 10 Index weight calculation

潜变量集 i	可观测变量 j	标准化路径系数	组内权重 a_j	组间权重 b_i	总权重 A_j
$i=1$	1 非机动车道间距	0.840	0.182	0.258	0.047
	2 人行道间距	0.765	0.166		0.043
	3 自行车停放	0.822	0.178		0.046
	4 共享单车覆盖	0.720	0.156		0.040
	5 相邻路口间距	0.709	0.154		0.040
	6 机动车停放	0.762	0.165		0.043
提升街道品质 ($i=2$)	7 公交站冲突	0.695	0.173	0.293	0.051
	8 过街设施	0.686	0.171		0.050
	9 人行道质量	0.669	0.167		0.049
	10 街道照明	0.790	0.197		0.058
	11 道路连续性	0.662	0.165		0.048
	12 机动车速度	0.508	0.127		0.037
打造活力街区 ($i=3$)	13 停休设施	0.634	0.180	0.231	0.042
	14 公共空间间距	0.764	0.216		0.050
	15 无障碍出行	0.730	0.207		0.048
	16 指示标识	0.763	0.216		0.050
	17 林荫覆盖	0.639	0.181		0.042
构建健康环境 ($i=4$)	18 机动车噪音	0.879	0.482	0.217	0.105
	19 空气质量	0.944	0.518		0.112

干路、次干路、支路),并且道路均拥有一定的慢行设施基础,适宜提炼健康街道特征,从而可以针对性提出街道改造方向。通过实地调研,本文研究计算出了各自对应的街道健康评分如表 11 所示。

为进一步验证结构方程计算出的健康街道评价方法的合理性,对比英国伦敦现行健康街道方法的结果,如表 12 所示。

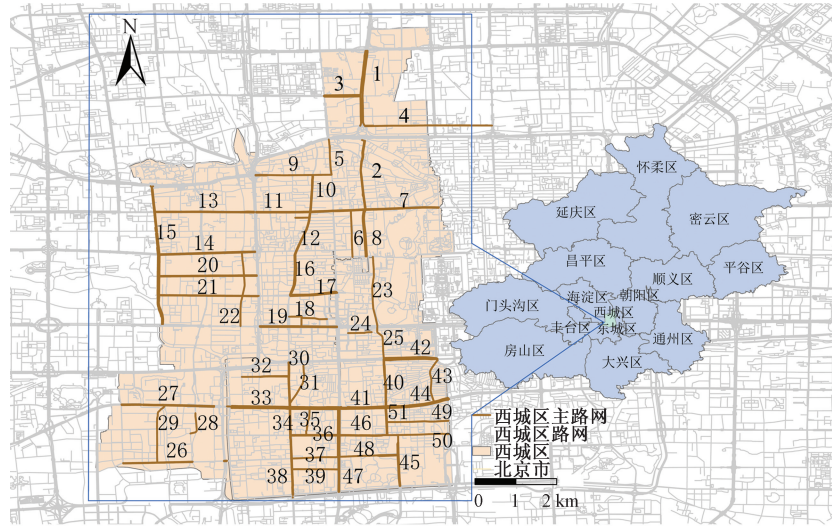


图5 调研路段选取示意

Fig. 5 Survey section selection schematic

表11 街道评价指标具体得分

Table 11 Street evaluation index specific score

序号	道路名	带来交通便捷	提升街道品质	打造活力街区	构建健康环境	总分
1	德胜门外大街辅路	14.524	16.773	12.463	12.650	56.411
2	德胜门内大街	13.064	15.086	11.209	11.378	50.737
3	新康路	17.579	20.301	15.084	15.310	68.274
4	安德路	12.713	14.681	10.908	11.072	49.375
5	新街口北大街	13.610	15.717	11.678	11.853	52.858
6	西黄城根北街	17.357	20.044	14.893	15.117	67.411
7	地安门西大街	19.588	22.621	16.808	17.060	76.078
8	西什库大街	19.820	22.889	17.007	17.262	76.977
9	西直门内大街	13.980	16.145	11.996	12.176	54.298
10	富国街	13.893	16.045	11.921	12.101	53.960
11	平安里西大街	17.097	19.745	14.671	14.891	66.404
12	赵登禹路	15.108	17.448	12.964	13.159	58.679
13	车公庄大街	16.759	19.354	14.380	14.597	65.090
14	阜成门外大街	14.496	16.740	12.438	12.625	56.300
15	三里河路	19.655	22.699	16.865	17.119	76.338

表12 街道得分对比

Table 12 Street score comparison

序号	道路名	结构方程	英国健康街道	差值
1	德胜门外大街辅路	56.411	60.460	-4.049
2	德胜门内大街	50.737	51.264	-0.527
3	新康路	68.274	69.655	-1.381
4	安德路	49.375	48.966	0.410
5	新街口北大街	52.858	54.023	-1.165
6	西黄城根北街	67.411	67.126	0.285
7	地安门西大街	76.078	74.483	1.595
8	西什库大街	76.977	75.862	1.115
9	西直门内大街	54.298	57.701	-3.403
10	富国街	53.960	54.713	-0.753
11	平安里西大街	66.404	67.126	-0.723
12	赵登禹路	58.679	59.310	-0.632
13	车公庄大街	65.090	63.908	1.182
14	阜成门外大街	56.300	56.552	-0.252
15	三里河路	76.338	73.103	3.235

绘制对应指标的对比折线图如图6所示,英国指标与研究指标均反映了街道的健康程度,二者评价结果较为接近,趋势线基本重叠,经计算分数差平均值为-0.806,方差为3.927,差值偏离程度小。计算两组数据的相关系数R,其大小可以表示两个变量的相关程度。R的正负可以表示是正相关还是负相关。相关系数越接近于1或-1,相关性越强,0表示非线性相关。经计算,二者相关性系数为0.974,具有强线性相关,这说明本文指标具有合理性及可行性。

虽然两种评分方式在评分上相差不大,但是其本质差别却十分明显,主要表现如下。

(1)评价的计算上:针对英国健康街道存在一定的概念重复、子指标与十个健康指标都存在一对多的关系以及权重计算与影响因子可能与实际情

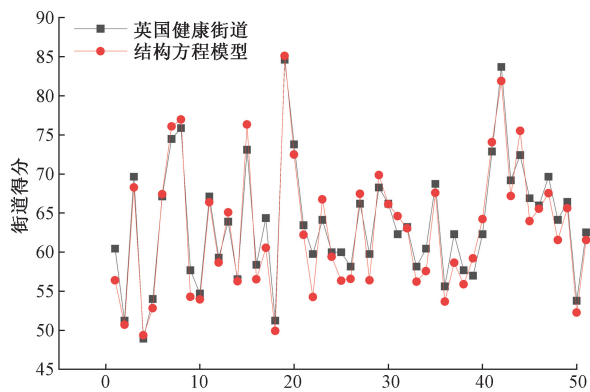


图6 不同评分方式对比

Fig. 6 Comparison of different scoring methods

况不符的问题,本文构建的结构方程模型改良的健康街道评分方式规避了指标交叉,简化了健康街道评分的计算方法,保障了健康街道评分计算的科学性。

(2)评价的测量上:针对部分量化评价标准与国内交通现状或政策方针、国情不符,过于苛刻或难以实现测量以及评价中主观打分项过多的问题,制定了本土化的评价标准和评价指南,进一步降低了测量打分时的主观干扰,加强了健康街道得分的准确性。

(3)评价结果的反馈度上:相比于英国健康街道标准,新评价中的绿化指标被合并,停休设施对总分造成的影响更显著;街道步骑宽度打分更注重整体性;改良后的公共空间间距得分占比增加,可以更好地反映居民的可达性和日常活动不足等问题;传播媒介中空气质量指数得分总体占比变大,使打分更加有针对性。本文研究中建立的健康街道评价体系能通过对健康街道的测量定量评估街道对健康的影响,能更直观地反映街道问题。

3 讨论

分析街道打分情况,发现得分总体偏低,如表11所示。究其原因发现,西城区慢行系统主要存在路网密度低、建设布局不合理的问题。造成这种现象的原因主:①“宽马路,大街区”的城市路网建设格局和慢行道建设弊端所致;②城市街区尺度显著影响了城市慢行路网密度;大量封闭区域,造成了步行和骑行不便、通达性较低的问题。此外,各路段路内停车现象严重,破坏了慢行系统的连续性和完整性。因此,居民出行便捷性不够,出行距离被动增加,慢行出行意愿会随之降低,最终导致健康街道现状得分总体偏低。

将健康街道潜变量评分进行归一化处理,绘制出小提琴图可以更清晰地观测到评分分布,进一步

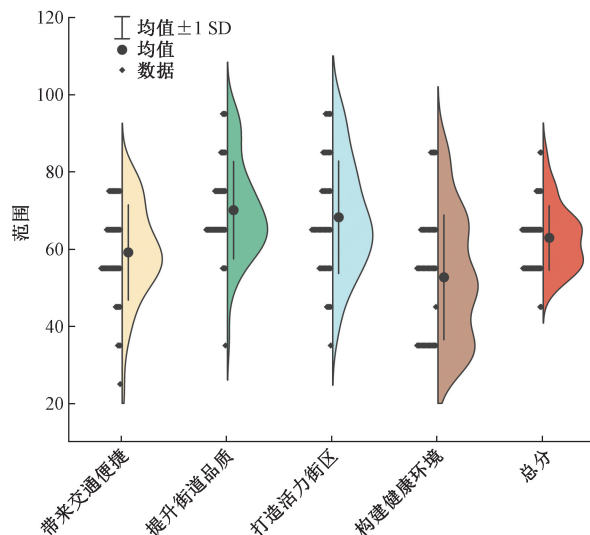


图7 健康街道评分

Fig. 7 Healthy street score

分析影响健康街道的健康痛点(图7)。

大部分路段在“构建健康环境”方面得分偏低,由于道路空间有限,过境车辆的鸣笛和尾气排放对步行街的穿行造成了一定的干扰。“带来交通便捷”反映了道路通达性较低的问题。西城区诸多街道,在不同程度上存在机动车侵占自行车道和人行道、自行车侵占人行道、市政设施侵占人行道等现象,进而导致整体步行和骑行环境空间压缩。被“层层侵占”的慢行空间,不仅导致了居民出行距离的被动增加,也在心理层面降低了居民的慢行意愿。通过建立重视慢行系统的设计与运用、考虑居民与城市空间、发展绿色可持续的健康街道,将对居民的健康产生积极的影响。“提升街道品质”与“打造活力街区”这一变量的评分基本在中高分段,提升了部分街道的健康街道总分。

根据以上结果,结合《北京市城市总体规划(2016年—2035年)》,优化应遵循以人为本、绿色引领、健康发展、历史文化保护、科学系统化思路原则^[37],按权重大小为顺序,提出如下建议(表13)。

4 结论

针对大城市健康街道设计的具体问题,以“实地调研—打分梳理—因子分析”为研究思路,揭示健康街道的设计与治理要素的作用关系,解析出提升街道品质、带来交通便捷、打造活力街区、构建健康环境4项潜在变量对街道的健康程度影响成直接正相关。通过改进结构方程模型(SEM),构建适合我国实际情况的健康街道指标,实现健康街道核心影响要素的定量科学解析。

表 13 健康街道优化对策
Table 13 Healthy street optimization strategy

健康街道 潜变量	对应优化思路
提升街道 品质(影响 权重 0.293)	增加街道照明,保障夜间出行安全
	优化公交站停靠方式,使用港湾设计,减少公交站冲突
	优化健全过街设施,安全岛及安全护栏等设施完备,提升行人过街安全性
带来交通便 捷(影响权 重 0.258)	进行步道、自行车道平整化和净化改造,并提升道路连续性
	改变非机动车道宽度以达到标准,提升骑行空间连续性
	适当增设自行车停放空间、增加共享单车覆盖率达 75%~100%,以倡导骑行健康出行
打造活力街 区(影响权 重 0.231)	减少机动车停车对自行车干扰,保障自行车路权
	丰富街道指示标识及完善无障碍出行设施,通行类无障碍设施与指示类无障碍设施完整且健全,适宜全人口出行
	开放退界空间,同时增设公众休憩场所等方法改善街景
构建健康 环境(影响 权重 0.217)	实现林荫全覆盖(覆盖率达 80%及以上),激发城市活力
	增强环境治理,提升空气质量,理想 API 达到 0~50
	倡导静稳街巷,降低噪音污染,昼间-夜间 55~40 dB 以下

“提升街道品质”因子,凸显了营造健康街道需要兼顾慢行系统刚性需求与弹性需求的重要性。基于此,除了满足保障过街设施完备、道路铺装平整等各项通行安全要求外,还要注重以人为本,重新利用街道空间,提供更多的公共空间用于休憩、交流、玩耍等,实现更有价值的场所功能,提高街道的舒适性、友好性;“带来交通便捷”因子,强调了使用者对街道的诉求仍以满足便捷通勤出行为主。合理的相邻路口过街间距、规范的人行道和非机动车道宽度、充足自行车停放空间、共享单车高覆盖率、有秩序的机动车停放能够显著提升交通便捷,打造健康易行街道。“打造活力街区”因子阐释了街道应配置公园、绿地、户外健身区等设施,为社区居民提供锻炼和休闲的场所。鼓励人们参与体育活动,改善心理健康,促进社交互动。“构建健康环境”因子说明了需要持续推进降低污染的措施,减少与空气污染和噪音暴露相关的健康问题的风险。

参 考 文 献

[1] Liu Y W, Qin S, Li J M, et al. Artificial Intelligence and street space optimization in green cities: new evidence from China[J]. Sustainability 2023, 15. DOI: 10.3390/su152316367.

[2] Zhao J, Wu J, Wang H. Characteristics of urban streets in relation to perceived restorativeness[J]. Journal of Exposure & Environmental Epidemiology, 2020, 30(2): 309-312.

[3] Rinaldo N, Toselli S, Gualdi-Russo E, et al. Anthropometric assessment of general and central obesity in urban Moroccan women[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(11): 1-12.

[4] 董禹,李珍,董慰. 生活性街道环境感知特征对居民心理健康的影响:哈尔滨市老城区的实证研究[J]. 中国园林, 2021, 37(11): 45-50.

Dong Yu, Li Zhen, Dong Wei. The influence of perceived living street environmental characteristics on mental health of residents: the empirical evidence from old district in Harbin[J]. Chinese Landscape Architecture, 2021, 37(11): 45-50.

[5] 王淑芬,方婧萱,齐帜颺,等. 城市生活性街道空间环境对人群压力恢复的影响研究——以北京市团结湖街道为例[J/OL]. [2025-03-13]. 北京工业大学学报. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2286.T.20241129.0903.002.html>.

Wang Shufen, Fang Jingxuan, Qi Zhiyang, et al. Study on the influence of urban life street space environment on crowd stress recovery: a case study of Tuanjiehu street in Beijing[J/OL]. [2025-03-13]. Journal of Beijing University of Technology. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2286.T.20241129.0903.002.html>.

[6] Weber A M, Trojan J. The restorative value of the urban environment: a systematic review of the existing literature[J]. Environmental Health Insights, 2018, 12. DOI: 10.1177/1178630218812805.

[7] 殷雨婷,邵钰涵,薛贞颖,等. 疗愈性街景元素识别与评价研究[J]. 景观设计学, 2020, 8(4): 76-89.

Yin Yuting, Shao Yuhuan, Xue Zhenying, et al. An explorative study on the identification and evaluation of restorative streetscape elements[J]. Landscape Architecture Frontiers, 2020, 8(4): 76-89.

[8] Haan R, Ali Alblooshi M E, Syed D H, et al. Health and well-being of athletes during the coronavirus pandemic: a scoping review[J]. Frontiers in Public Health, 2021, 9. DOI: 10.3389/fpubh.2021.641392.

[9] 刘丙乾,周垠,于儒海. 健康街道视角下街道空间更新治理成效评估——以成都市老旧小区周边街道更新为例[J]. 城市交通, 2024, 22(2): 54-66.

Liu Bingqian, Zhou Yin, Yu Ruhai. Evaluation of the effectiveness of street space renewal governance based on the healthy streets approach: take the renewal of streets around old residential areas in Chengdu as an example[J]. Urban transport of China, 2024, 22(2): 54-66.

[10] 张健健,马卓,欧阳雪珂,等. 老年人活动需求视角下老旧小区街道开放空间优化[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(21): 9020-9028.

Zhang Jianjian, Ma Zhuo, Ouyang Xueke, et al. Optimization of street open space in old residential areas from the perspective of the activity needs of the elderly[J]. Science Technology and Engineering, 2021, 21(21): 9020-9028.

[11] 彭旭路. 城市街道夏季动态热舒适——以上海黄金城道步行街为例[J]. 科学技术与工程, 2022, 22(25): 11170-11178.

Peng Xulu. Dynamic thermal comfort of urban streets in summer: a case study of Shanghai golden city avenue[J]. Science Technology and Engineering, 2022, 22(25): 11170-11178.

- [12] 崔旭川, 马瑞. 北京健康街道评价方法研究[J]. 城市交通, 2024, 22(2): 45-53.
Cui XuChuan, Ma Rui. Research on evaluation methods for healthy Streets in Beijing [J]. Urban Transport of China, 2024, 22(2): 45-53.
- [13] Nieuwenhuijsen M J. Urban and transport planning pathways to carbon neutral, liveable and healthy cities: a review of the current evidence [J]. Environment International, 2020, 140. DOI: 10.1016/j.envint.2020.105661.
- [14] Plowden B. Creating healthy streets for sustainable cities-delivering public health benefits through redesigning London's streets [J]. Cities & Health, 2020, 4(2): 156-161.
- [15] McIntosh J, Marques B, Smith M, et al. Healthy streets: adopting international benchmarks in medium density cities [J]. Urban Policy and Research, 2021, 39(4): 351-376.
- [16] Transport for London. Healthy Streets for London Prioritising walking, cycling and public transport to create a healthy city [M]. London: Mayor of London, Transport for London, 2017.
- [17] The Office of the Mayor of New York City. OneNYC 2050: building a strong and fair city [M]. New York: NYC Government Publications Portal, 2019.
- [18] Yilmaz S, Mutlu B E, Aksu A, et al. Street design scenarios using vegetation for sustainable thermal comfort in Erzurum, Turkey [J]. Environmental Science and Pollution Research, 2021, 28(3): 3672-3693.
- [19] 孙鹏飞, 胡莹, 王书灵, 等. 全流程管理的健康街道评价方法研究——以北京鼓楼西大街为例 [J]. 交通工程, 2022, 22(4): 18-26.
Sun Pengfei, Hu Ying, Wang Shuling, et al. Research on healthy streets evaluation method of whole process management: a case study of Beijing Gulouxi Street [J]. Journal of Transportation Engineering, 2022, 22(4): 18-26.
- [20] Bardhan M, Li F, Browning M H E M, et al. From space to street: a systematic review of the associations between visible greenery and bluespace in street view imagery and mental health [J]. Environmental Research, 2024, 263. DOI: 10.1016/j.envres.2024.120213.
- [21] 葛岩, 沈璇, 蔡纯婷. 健康街道设计的理论、方法与实践 [J]. 上海城市规划, 2020(2): 49-56.
Ge Yan, Shen Xuan, Cai Chunting. Theory, method and practice of healthy street design [J]. Shanghai Urban Planning Review, 2020(2): 49-56.
- [22] 余洋, 蒋雨芊, 李磊. 城市公共空间的健康途径: 健康街道的内涵、要素与框架 [J]. 中国园林, 2021, 37(3): 20-25.
Yu Yang, Jiang Yuqian, Li Lei. Health approach of urban public space: connotation, elements and framework of the healthy street [J]. Chinese Landscape Architecture, 2021, 37(3): 20-25.
- [23] 杨婷婷, 彭慧蕴, 谭少华, 等. 从城市压力到神经都市化——跨学科视野下健康街道研究述评与框架建构 [J]. 国际城市规划, 2023, 38(6): 29-38.
Yang Tingting, Peng Huiyun, Tan Shaohua, et al. From urban stress to neuro-urbanization: review and framing of healthy street research from an interdisciplinary perspective [J]. International Urban Planning, 2023, 38(6): 29-38.
- [24] 周梦茹, 魏寒宾, 边兰春. 街道空间步行环境测评研究——以北京什刹海历史文化街区为例 [J]. 上海城市规划, 2021(3): 74-80.
Zhou Mengru, Wei Hanbin, Bian Lanchun. Research on the evaluation of pedestrian environment in street space: a case study of Shichahai Historical and Cultural Block in Beijing [J]. Shanghai Urban Planning, 2021(3): 74-80.
- [25] 祝朝阳, 郑善文, 甄冉, 等. 基于运动轨迹数据的健康街道环境优化研究——以北京核心区为例 [J]. 规划师, 2023, 39(7): 72-79.
Zhu Chaoyang, Zheng Shanwen, Zhen Ran, et al. Research on the optimization of healthy street environment based on movement trajectory data: a case study of the core area of Beijing [J]. Planner, 2023, 39(7): 72-79.
- [26] Zhang C, Sabar N R, Chung E, et al. Optimisation of lane-changing advisory at the motorway lane drop bottleneck [J]. Transportation Research Part C Emerging Technologies, 2019, 106: 303-316.
- [27] Hameed H, Zaidan B B, Peh S S, et al. Based on the multi-assessment model: towards a new context of combining the artificial neural network and structural equation modelling: a review [J]. Chaos, Solitons and Fractals: Applications in Science and Engineering, 2021(153): 1-17.
- [28] Jo H, Jin Y J. Overall environmental assessment with soundscape and landscape indices in urban parks [C] // 13th ICBEN Congress on Noise as a Public Health Problem. Stockholm: Karolinska Institutet, 2021: 14-17.
- [29] 陈坚, 李睿, 傅志妍, 等. 综合交通枢纽乘客满意度影响因素分析模型 [J]. 公路交通科技, 2021, 38(11): 117-125.
Chen Jian, Li Rui, Fu Zhiyan, et al. A model for analyzing influencing factor of passenger satisfaction of integrated transport hubs [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2021, 38(11): 117-125.
- [30] 朱兴林, 姚亮, 李建立. 基于结构方程模型的城乡公交一体化满意度研究 [J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2021, 40(11): 40-46, 59.
Zhu Xinglin, Yao Liang, Li Jianli, et al. Satisfaction of integration of urban and rural public transport based on structural equation model [J]. Journal of Chongqing Jiaotong University (Natural Science Edition), 2021, 40(11): 40-46, 59.
- [31] Mayor of London. A city for all Londoners [M]. London: Greater London Authority, 2016.
- [32] Cochran A L. Understanding the role of transportation-related social interaction in travel behavior and health: a qualitative study of adults with disabilities [J]. Journal of Transport & Health, 2020, 19. DOI: 10.1016/j.jth.2020.100948.
- [33] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市步行和自行车交通系统规划标准: GB/T 51439—2021 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development. Standard for urban pedestrian and bicycle transport system planning: GB/T 51439-2021 [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2021.
- [34] 上海市规划和国土资源管理局, 上海市交通委员会, 上海市城市规划设计研究院. 上海市街道设计导则 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2016.
Shanghai Municipal Administration of Resources, Shanghai Municipal Transportation Commission, Shanghai Urban Planning & De-

- sign Research Institute. Shanghai Street Design Guidelines[M]. Shanghai: Tongji University Press, 2016.
- [35] 上海市住房和城乡建设管理委员会. 街道设计标准: DG/TJ 08-2293—2019[S]. 上海: 同济大学出版社, 2019.
- Shanghai Municipal Commission of Housing and Urbanrural Development. Street design standards: DG / TJ 08-2293—2019[S]. Shanghai: Tongji University Press, 2019.
- [36] Collier J. Applied structural equation modeling using AMOS: Basic to advanced techniques[M]. New York: Routledge, 2020.
- [37] 魏贺. 以健康街道方法塑造健康城市——大伦敦健康街道政策的启示[J]. 城市交通, 2021, 19(1): 1-10, 132.
- Wei He. Shaping healthy cities through healthy streets approach: lessons learned from healthy streets policy in greater London[J]. Urban Transport of China, 2021, 9(1): 1-10, 132.