城市市级绿道适老性评价*

——以成都市熊猫绿道为例

陈柯宇[1] 朱 捷[1,2] 吕 梁[1] 王 哲[1] 张世豪[1]

1 重庆大学建筑城规学院 重庆 400044

2 重庆大学山地城镇建设与新技术教育部重点实验室 重庆 400044

摘要：为优化城市绿道适老性建设，丰富城市市级绿道适老性评价体系及方法，文章以成都市熊猫绿道作为研究对象，构建由环境自然性、环境安全性、空间可达性、健康交互性和场所趣味性 5 个准则层及 24 个指标组成的评价体系；通过 KANO 模型分析指标需求类型，排除无差异需求指标；利用 SEM 路径系数赋值指标权重进行绿道适老性评价。结果表明：各评价维度对于适老性影响权重排序为健康交互性>场所趣味性>环境安全性>环境自然性>空间可达性；不同指标因子对于上述 5 个方面的影响程度也各不相同。因此，在后续的适老性绿道设计中，应根据不同指标的重要性进行综合考虑与权衡；在保证环境安全的基础上最大程度地提升城市绿道的健康交互性与场所趣味性，以确保设计能够满足老年人的基本需求。

关键词：城市绿道；适老性评价；KANO 模型；结构方程模型

DOI：10.12169/zgcsly.2024.08.13.0002

Evaluation of Age-friendly Urban Greenways: A Case Study of Chengdu's Panda Greenway

Chen Keyu[1] Zhu Jie[1,2] Lyu Liang[1] Wang Zhe[1] Zhang shihao[1]

(1. College of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing 400044, China; 2. Key Laboratory of Ministry of Education for Mountain Town Construction and New Technology, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: To optimize the age-friendly greenway construction and improve the greenway age-friendliness evaluation and its methods for cities, the paper takes the Panda Greenway in Chengdu to establish an evaluation system composed of 24 indicators in five principles of environmental naturalness, environmental safety, spatial accessibility, health interactivity and fun of place. The KANO model is used to analyze the types of indicator needs and exclude the indicators of non-differentiation needs, while SEM path coefficients is employed to assign weights for evaluating greenway age-friendliness. The findings reveal that the weights of the evaluation dimensions' influence on age-friendliness rank as health interactivity>fun of place>environmental safety>environmental naturalness>spatial accessibility, and different indicators have varied degrees of influence on the above 5 dimensions. Hence, the future designs should consider how to balance these indicators, and maximize health interactivity and fun of place while ensuring environment safety, so as to ensure that the design can meet the basic needs of the elderly.

Keywords: urban greenway; age-friendliness evaluation; KANO model; structural equation modeling

收稿日期：2024-08-13

* 基金项目：国家自然科学基金重点项目（52238003）

第一作者：陈柯宇（1999-），女，硕士生，研究方向为城市设计、风景园林规划与设计。E-mail：luchen_ky@163.com

通信作者：朱捷（1962-），男，教授，博士生导师，研究方向为城市设计、风景园林规划与设计。E-mail：525998280@qq.com

人口老龄化趋势正在全世界蔓延，联合国多项数据已表明世界人口呈老龄化势态。我国作为世界人口大国已迈入老龄化社会进程，老龄化社会显露的各式问题亟待解决[1]。健康中国建设战略强调营造老年人健康生活环境对于缓解老龄化社会所显露的问题、提高老年人生活质量和生命质量具有重大意义。由于老年群体的活动能力受身体机能等条件影响限制，导致其活动空间范围受限、社交网络收缩，因此其直接生活环境中的城市公共开放空间对于满足老年群体的各种需求至关重要[2]。目前，城市的逆中心化发展推动了城心养老模式盛行，老旧城区的城市绿道成为老年群体活动的主要场所，对于满足新时代老年群体对于绿色空间需求的作用日益凸显[3-4]。

城市绿道的适老性研究旨在以老年群体需求与偏好为基础，分析绿道环境要素对适老性的影响机制，进而创造更为安全、舒适的适老性绿道空间，并促进城市可持续发展和社会公平。对于绿道适老性准确的评估，是进行其适老性设计的前提与基础，随着学界对于适老性研究探讨的深入，量化评价研究已成为该领域关注的重点。目前，以推进适老性建设、满足老年群体需求、解决老龄化进程中实际问题为目标的城市绿道适老性评价研究主要聚焦于评价指标的选取和评价指标适老性权重两个方面。在评价指标选取研究中，多数学者以空间环境、服务配套、交通流线为主要评价因素，评价指标选择宽泛，缺乏初步筛选过程，强调全面性而缺乏适宜老年群体的针对性，造成指标重复、不匹配等缺点[5-6]。在评价指标适老性权重研究中，研究学者在研究方法上主要应用矩阵赋值，两两对比分析各项指标相对重要层级，存在主观性较强等缺点[7-8]。

随着生态文明、城市公园等理念的提出，城市绿道蓬勃发展，城市绿道不仅仅在连接城市重要功能区域、串联各类绿色开敞空间和重要自然与人文节点等方面发挥着重要作用[9]，也在承担老年群体活动空间方面扮演着重要角色[10]。然而，目前学者主要关注社区级绿道的适老性研究[11-13]，而对于老年群体生活环境周围的市、县级绿道和区域级绿道研究甚少，这在一定程度上阻碍了市级绿道的进一步发展。

综上所述，为了对绿道适老性评价因子进行更为准确的筛选与权重赋值，弥补市级绿道适老性研究的空缺。本研究以成都市熊猫绿道为案例，构建其适老性评价体系，并综合应用 KANO 模型及 SEM（structural equation modeling）对其指标进行筛选和赋值，以期增加市级绿道适老性评价的准确性和科学性，为未来城市绿道建设，促进城市可持续发展提供理论支撑。

1　研究区概况

本研究以成都市熊猫绿道为研究对象。熊猫绿道位于成都市三环路两侧，全长 100 km，隶属于天府绿道系统。

熊猫绿道地处成都老旧城区，共连接 25 片社区，串联多条市级绿道与社区级绿道[14]。绿道周边生活人口密度大，且老年群体占比较高[15]。熊猫绿道承担着满足周边老年群体社会交往、健身康养、游憩娱乐等多方面的重要作用，是业界重点关注的适老性绿道建设案例。

本研究以熊猫绿道首批建设的 6 个服务点为定位点，以定位点为中点向两侧延伸的 2.5 km 绿道范围为研究单元，三环路内外两侧共计 12 个单元分别标号 A 到 L，最终形成总长度 60 km 的绿道研究范围（图 1）。

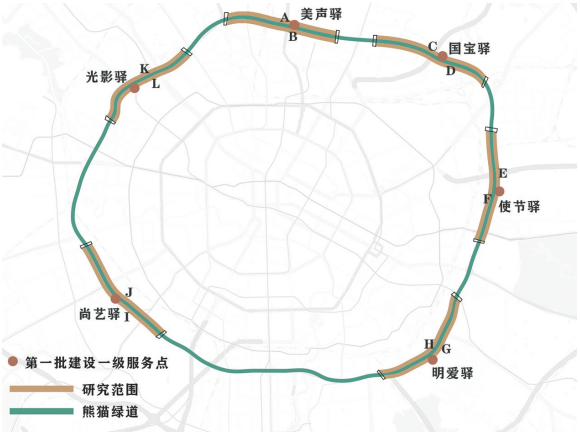


图 1　熊猫绿道研究范围

为进一步验证熊猫绿道为研究对象的代表性和典型性，本研究于 2024 年 3 月 19 日至 4 月 3 日在研究范围开展为期 16 天的实地调研，采用访谈法和问卷调查法获取熊猫绿道老年群体的基本特征信息，调研对象为 60 周岁以上公民[16]。

对获取数据进行统计分析，结果如图 2 所示：

受访老年人群具有以 60~79 岁为主、女性比例远高于男性比例、健康情况均等、借助轮椅或拐杖人群较少、普遍文化水平较低等基本特征，符合我国老龄人口现状；此外，受访老年群体还存在使用绿道频次偏高、居住地普遍距离绿道较近，使用绿道时间普遍偏长等特征。因此选择熊猫绿道作为研究对象具有代表性。

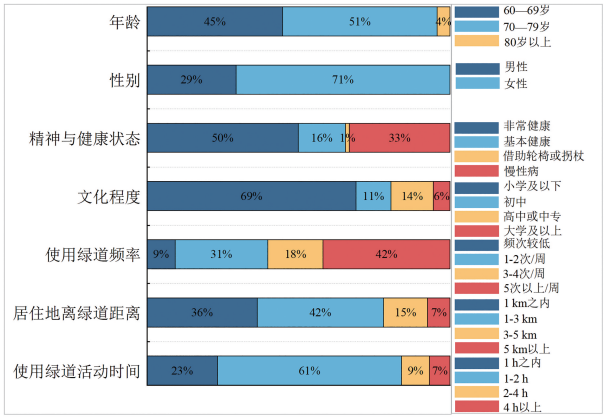


图 2 受访人群特征统计分析

2 研究方法

2.1 数据来源

为获取 KANO 模型和 SEM 所需数据，本研究针对熊猫绿道适老性评价设计了 A、B 问卷。A 卷用于 KANO 模型分析，主要调研老年群体对于城市绿道适老性指标需求程度，将评价指标设计为正反向题目，以表 1 为例，根据受访者对正反情景的选择结果，识别各指标的实际需求类别；B 卷用于 SEM 权重赋值，主要调研老年群体对成都市熊猫绿道适老性各评价指标满意度数据，采用李克特量表的 5 级语义分析法，以表 2 为例。

在实地调研过程中，为保证结果的客观性与可信性，考虑高龄老年群体表达能力和文化程度，问卷调查题项尽量采用浅显易懂的文字表达，辅助受访者填写。

表 1 A 卷形式

指标	问题	我很喜欢	理应如此	无所谓	勉强接受	我不喜欢
自然景观	具有非常丰富的自然景观	□	□	□	□	□
丰富度	不具有非常丰富的自然景观	□	□	□	□	□

表 2 B 卷形式

指标	问题	非常满意	比较满意	中立	比较不满意	非常不满意
景观丰富度	请对熊猫绿道的自然景观丰富度进行评价	□	□	□	□	□

整个调研过程共计完成调研问卷 502 份，通过整理与甄别，获得有效问卷共计 487 份，其中由于 A 卷访谈时间长、问卷问题繁复等特征，选择抽样 30%受访人群回答该问卷，有效回收 A 卷共计 150 份。整体调查问卷的有效率为 97.01%。

2.2 利用层次分析法建立适老性评价体系

利用层次分析法建立目标层、准则层和指标层来构建城市绿道适老性评价体系[17]。绿道适老性评价指标体系中准则层的确定主要依托当下老年群体特征与需求[18-20]，兼顾老年群体的生理与心理需求，通过多轮专家评议删除重复指标、增加补充指标，确定环境自然性、环境安全性、空间可达性、健康交互性和场所趣味性 5 个准则层并选取 24 个指标用于具体评价城市绿道的适老性，如表 3 所示。

2.3 利用 KANO 模型识别相关性指标

KANO 模型可以根据用户满意度对用户需求指标进行分类和优先级排序，体现产品性能和用户满意度之间的非线性关系[21]。因不采取直接询问需求的方式，可避免受访者错误判断而得到不确定性数据，从而规避传统成分分析对于单一评价因子需求程度缺乏明确分析的缺点[22-23]，一定程度上减少了由于受访者错判而带来的主观性数据。在此基础上再进行 SEM 权重运算以解决模型变量关系紊乱问题。利用 Better-Worse 系数对指标需求进行重要度排序，以求最大程度上提升老年群体对于城市绿道的满意度。

KANO 模型可以将各项指标分类为魅力属性需求（A）、期望属性需求（O）、必备属性需求（M）、无差异属性需求（I）、反向属性需求（R）、可疑结果（Q）[24]。据 KANO 模型相关理

表 3　城市绿道适老性评价指标体系

目标层	准测层	指标层	指标说明
城市绿道适老性评价（A1）	环境自然性（B1）	自然景观丰富度（C1）	城市绿道绿视率、植物种类及季相变化等
		自然微气候适宜度（C2）	城市绿道微气候的适宜程度，包括温度和湿度等
		自然声景观愉悦度（C3）	城市绿道声环境的丰富程度和噪音影响程度
		空气质量及荫蔽度（C4）	城市绿道空气质量好坏以及树木荫蔽程度
		水体设置适宜性（C5）	城市绿道水体设置的适宜程度
	环境安全性（B2）	空间围合及防护程度（C6）	城市绿道空间围合程度，如防护设施围合程度
		出入口安全程度（C7）	城市绿道出入口设置的安全程度
		路面状况安全程度（C8）	城市绿道路面设计的安全程度，包括坡度、路面材料是否防滑等
		夜间照明设计配置（C9）	城市绿道夜间是否有充足的照明配置
		标识系统清晰度（C10）	城市绿道内标识系统是否合理、清晰明确、便于老年人识别
		无障碍设施配置度（C11）	城市绿道老年群体相关的无障碍设施配置是否合理
		安防救护配置完备度（C12）	城市绿道内安保与紧急救护设施是否配置完善，是否方便老年人使用
	空间可达性（B3）	出入口配置完备性（C13）	城市绿道主辅出入口数量及分布
		绿道通畅性（C14）	城市绿道断点数量，两侧绿道连接通畅性
		交通便捷性（C15）	附近片区到达城市绿道是否方便，城市绿道附近公交车站、地铁站和停车场数量及分布
		视线可达性（C16）	城市绿道内视线通畅性是否良好
	健康交互性（B4）	休憩设施配置度（C17）	城市绿道休憩设施数量、种类是否满足老年人需求
		物资补给设施配置度（C18）	城市绿道物资补给设施数量、种类是否满足老年人需求
		健身设施完备度（C19）	城市绿道健身设施数量、种类是否能满足老年人需求
		社交空间尺度合理性（C20）	城市绿道内社交空间尺度是否能满足老年人需求
	场所趣味性（B5）	活动场所丰富度（C21）	城市绿道内活动场所数量及种类的丰富程度
		娱乐设施完备度（C22）	城市绿道娱乐设施数量、种类是否能满足老年人需求
		趣味文化元素辨识度（C23）	城市绿道趣味文化元素是否便于老年人辨识理解
		儿童设施配置度（C24）	城市绿道儿童设施能否满足老年人陪伴儿童的需求

论各项属性需求解释（表 4），优先级排序为 M>O>A>I，Q 完全没有开发意义。由于无差异属性需求的相关指标是否提供，用户满意度都不会存在较大区别，所以在条件有限的情况下，对于在意度较低的属性需求指标可以暂不考虑。

KANO 模型中 Better 系数表示当满足某项需求时使用者的满意程度；Worse 系数则表示当不满足某项需求时使用者的不满意程度。其计算公式为[22]：

$$Better = (A + O)/(A + O + M + I) \quad (1)$$

$$Worse = -(O + M)/(A + O + M + I) \quad (2)$$

Better 系数一般为正数，值越接近于 1 代表该需求属性对用户整体满意度的影响越大；Worse 系数一般为负数，值越接近于-1 代表该需求属性对用户整体不满意度的影响越大[24]。根据 KANO 模型原理，Better-Worse 系数绝对值较高的指标需求应当优先实施或改造；Better-Worse 系数绝对值较低的需求指标进行实施或改造的优先级可以降低。

表 4　KANO 模型属性需求说明

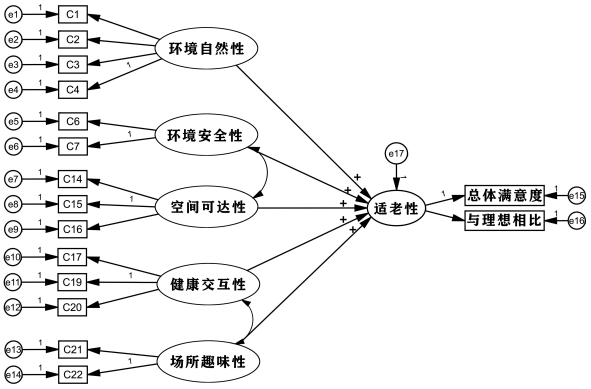
属性类型	属性说明
A	若不提供此类功能，使用者满意度不会降低；但当提供此类功能时，满意度会极大提升
O	若提供此类功能时，使用者满意度会提升，反之则降低。
M	若提供此类功能时，使用者满意度不会明显提升；但不提供此类功能时满意度会大幅降低
I	无论提供或不提供此类功能，使用者满意度并不会有明显变化
R	使用者没有此功能，若提供反而会导致满意度下降
Q	受访者没有很好理解某问项或误答

2.4　利用结构方程模型赋值指标适老性权重

结构方程相较于传统统计方法，可以通过观测变量间接测量潜变量，具有妥善处理多变量之间复杂关系、参数不变性的优势[25]。

本研究经过前期 KANO 模型分析对评价指标进行筛选排除，排除无意义指标后，在此基础上进行 SEM 分析可以一定程度上规避现有问题，更加明确变量之间关系。将熊猫绿道适老性评价指标体系中的准则层因子作为潜变量，将排除无差异属性需求指标后的指标层因子作为观测变量，即影响各潜变量的因素，依照结构方程模型理论构建的熊猫绿道适老性影响因素预设模型如图 3 所示。

在 Amos 软件中，以老年群体针对熊猫绿道适老性各评价指标满意度数据作为直接衡量标准，路径系数代表各影响因素对适老性的重要程度，通过 SEM 参数化路径系数来确定各项评价指标的权重，准则层指标权重系数计算公式为：



注：C1~C22 为排除为无差异属性需求的各指标层因子，具体含义同表 3 一致；e1~e16 为各观测变量的残差；+表示预测为正相关。

图 3 熊猫绿道适老性影响因素预设模型

$$P_i = \frac{t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i} \tag{3}$$

式（3）中：P_i准则层指标权重；t_i为路径系数。同理可计算指标层指标。

根据准则层、指标层指标权重系数可以计算得到指标层指标对适老性影响的权重，指标层指标对城市绿道适老性影响权重计算公式如下：

$$\begin{cases} S_j = t_i \times t_{ij} \\ Q_j = \dfrac{S_j}{\sum_{j=1}^{n} S_j} \end{cases} \tag{4}$$

式（4）中：S_j为指标层指标对城市绿道老性影响的路径系数；t_{ji}为指标层指标对准则层指标影响的路径系数；Q_j为指标层指标对城市绿道适老性影响权重。

2.5 问卷数据的信效度检验与探索性因子分析

将 A、B 卷数据通过 SPSS26 统计软件进行信度和效度检测。A 卷总体 Cronbach's α 值为 0.789，其中正向问题为 0.939，负向问题为 0.815，均大于 0.75。KMO 值为 0.835，且 Bartlett 球体检验统计值显著概率为 0.000，小于 0.01。此外，主成分分析的累计解释方差百分比为 84.112%。结果显示问卷数据具有良好的信效度且题项评价因子符合因子分析要求。B 卷结果显示 5 个潜变量的 Cronbach's α 值均大于 6.5；KMO 值为 0.694；Bartlett 球体检验统计值显著概率为 0.000，小于 0.01，表明问卷内部一致性较好且指标之间相关性强。

对 B 卷进行探索性因子分析验证因子相关性，结果显示各观测变量的因素负荷量均高于 0.5，C1~C4 能够有效反应的因子 1 为环境自然性，C6、C7 能够有效反应的因子 2 为环境安全性，C14~C16 能够有效反应的因子 3 为空间可达性，C17、C19 和 C20 能够有效反应的因子 4 为健康交互性，C21、C22 能够有效反应的因子 5 为场所趣味性。

对预设模型潜变量各个维度进行 AVE（收敛效度）和 CR（组合信度）检验以验证各个观测变量是否可以解释其所反映的潜变量。检验结果如表 5 所示，各项指标 AVE 值均大于 0.5，CR 值均大于 0.7，符合标准。

表 5 模型 AVE 与 CR 检验结果

潜变量	观测变量	标准化因子载荷系数	AVE	CR
B1	C1	0.78	0.54	0.83
	C2	0.71		
	C3	0.73		
	C4	0.73		
B2	C6	1.00	0.58	0.72
	C7	0.50		
B3	C14	0.75	0.56	0.79
	C15	0.75		
	C16	0.75		
B4	C17	0.74	0.54	0.78
	C19	0.71		
	C20	0.76		
B5	C21	1.00	0.62	0.75
	C22	0.55		

对预模型进行整体拟合度检验，在 Amos 软件中主要选取了绝对适配指标 CMIN/DF（卡方自由度比）和 RMSEA（误差均方根），增值适配指标主要选取 GFI、NNFI、NFI、IFI、TLI 和 CFI[22]，结果表明预设模型各变量关系准确（表 6）。

表 6 模型适配度检验结果

拟合优度指标	实测结果	参考标准
CMIN	120.509	—
DF	97	—
CMIN/DF	1.242	1~3 优秀；3~5 良好
RMSEA	0.022	<0.05 优秀；<0.08 良好
GFI	0.970	>0.9 优秀
NNFI	0.988	
NFI	0.951	
IFI	0.990	
TLI	0.987	
CFI	0.990	

3 结果与分析

3.1 熊猫绿道适老性指标需求属性及优先级排序

在 SPSS26 统计软件中进行 KANO 模型分析，

获得了各评价指标具体属性需求占比。由表 7 和图 4 可知：魅力属性需求（A）有 C4、C6 和 C16，分别为空气质量及荫蔽度、空间围合及防护程度、视线可达性；期望属性需求（O）有 C1、C3、C15、C19、C20、C21 和 C22，分别为自然景观丰富度、自然声景观愉悦度、交通便捷性、健身设施完备度、社交空间尺度合理性、活动场所丰富度、娱乐设施完备度；必备属性需求（M）有 C2、C7、C14 和 C17，分别为自然微气候适宜度、出入口安全程度、绿道通畅性、休憩设施配置度；剩余评价指标属于无差别属性需求（I），使用者不会在意此类指标。

为了避免变量过多和冗余，便于后续 SEM 中的分析，研究剔除了无差别属性需求（I）类，最终将筛选后的指标初步排序为 M（C2、C7、C14、C17）＞O（C1、C3、C15、C19、C20、C21、C22）>A（C4、C6、C16）。

表 7　KANO 模型分析结果

评价指标	各类属性需求占比/%						所属类别	Better	Worse
	A	O	M	I	R	Q			
C1	0. 17	0. 51	0. 19	0. 13	0. 00	0. 00	O	0. 68	−0. 71
C2	0. 20	0. 27	0. 19	0. 34	0. 00	0. 00	M	0. 47	−0. 46
C3	0. 22	0. 51	0. 13	0. 14	0. 00	0. 00	O	0. 73	−0. 64
C4	0. 49	0. 18	0. 05	0. 28	0. 00	0. 00	A	0. 67	−0. 23
C5	0. 27	0. 05	0. 03	0. 64	0. 00	0. 00	I	0. 33	−0. 09
C6	0. 39	0. 27	0. 08	0. 26	0. 00	0. 00	A	0. 66	−0. 35
C7	0. 19	0. 29	0. 25	0. 28	0. 00	0. 00	M	0. 47	−0. 53
C8	0. 14	0. 09	0. 22	0. 55	0. 00	0. 00	I	0. 23	−0. 31
C9	0. 17	0. 07	0. 11	0. 65	0. 00	0. 00	I	0. 24	−0. 17
C10	0. 25	0. 05	0. 07	0. 63	0. 00	0. 00	I	0. 31	−0. 12
C11	0. 36	0. 06	0. 05	0. 53	0. 00	0. 00	I	0. 42	−0. 11
C12	0. 43	0. 05	0. 03	0. 50	0. 00	0. 00	I	0. 47	−0. 07
C13	0. 37	0. 05	0. 09	0. 49	0. 00	0. 00	I	0. 43	−0. 14
C14	0. 21	0. 17	0. 29	0. 32	0. 00	0. 00	M	0. 39	−0. 47
C15	0. 12	0. 68	0. 18	0. 02	0. 00	0. 00	O	0. 80	−0. 86
C16	0. 43	0. 29	0. 06	0. 21	0. 00	0. 00	A	0. 73	−0. 35
C17	0. 17	0. 30	0. 38	0. 15	0. 00	0. 00	M	0. 47	−0. 68
C18	0. 33	0. 09	0. 08	0. 50	0. 00	0. 00	I	0. 42	−0. 17
C19	0. 14	0. 49	0. 31	0. 05	0. 00	0. 00	O	0. 63	−0. 81
C20	0. 31	0. 48	0. 12	0. 09	0. 00	0. 00	O	0. 79	−0. 60
C21	0. 17	0. 66	0. 13	0. 04	0. 00	0. 00	O	0. 83	−0. 79
C22	0. 35	0. 51	0. 05	0. 39	0. 00	0. 00	O	0. 66	−0. 43
C23	0. 25	0. 05	0. 04	0. 66	0. 00	0. 00	I	0. 30	−0. 09
C24	0. 25	0. 06	0. 16	0. 53	0. 00	0. 00	I	0. 31	−0. 22

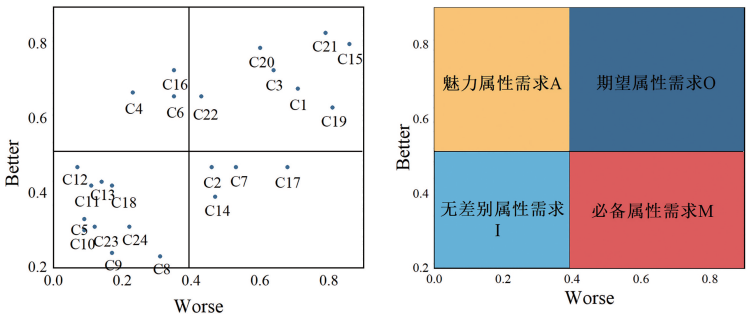


图 4　KANO 模型各指标需求类型四象限

3. 2　熊猫绿道适老性指标权重结果

熊猫绿道适老性评价模型中各个影响因素对适老性影响的路径系数如图 5 所示，各指标对分析项的影响权重结果如表 8 所示。其中，准则层指标中对于适老性影响的排序为健康交互性>场所趣味性>环境安全性>环境自然性>空间可达性。指标层指标对准则层指标的影响权重表现为：自然景观丰富度对于环境自然性的影响最大；空间围合及防护程度对于环境安全性影响最大；空间可达性维度下各指标影响较为均衡；社交空间尺度合理性对于健康交互性的影响最大；娱乐设施完备度对于场所趣味性的影响最大。指标层指标

对适老性的影响权重表现为：前 3 名指标排序为娱乐设施完备度>空间围合及防护程度>社交空间尺度合理性，并且这 3 项指标权重系数均>0.1，与之后其他各项指标有所差距；4~7 名指标排序为休憩设施配置度>健身设施完备度>活动场所丰富度>出入口安全程度，这 4 项指标权重系数均>0.07。

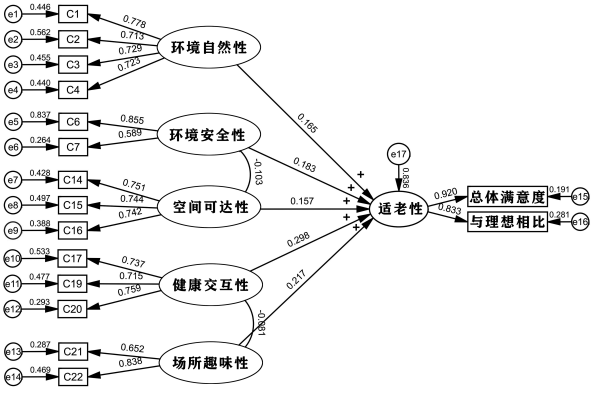


图 5 熊猫绿道适老性影响因素模型标准化参数估计路径

表 8 各指标对分析项影响权重结果

指标	分析项	权重数值
B1	适老性	0.162
B2		0.179
B3		0.154
B4		0.292
B5		0.213
C1		0.043
C2		0.039
C3		0.040
C4		0.040
C6		0.106
C7		0.073
C14		0.052
C15		0.051
C16		0.051
C17		0.097
C19		0.094
C20		0.100
C21		0.093
C22		0.120
C1	B1	0.264
C2		0.242
C3		0.248
C4		0.246
C6	B2	0.592
C7		0.408
C14	B3	0.336
C15		0.333
C16		0.332
C17	B4	0.333
C19		0.323
C20		0.343
C21	B5	0.438
C22		0.562

4 讨论

4.1 评价方法的创新性

传统主流的评价方法，诸如层次分析法、模糊评价法等，在评价研究中均需人为地确定指标及权重。由于学者、专业的背景不同，在指标因子筛选和权重确定的过程中容易出现主观性问题，进而导致评价结果产生一定的偏差，甚至是错误。

为了避免传统权重赋值方法容易出现的主观性问题，本研究首先通过 KANO 模型进行指标识别与筛选，进而排除了无意义的指标；然后，通过 SEM 的运算厘清各指标的关联系数来实现权重赋值。本研究尽可能地减少了主观评价方法的使用，加强了研究的客观性与科学性，为之后相关评价量化的研究提供了一套新的研究途径。

4.2 展望

城市绿道对于老年人的社交、健身、康养及游憩有着重要作用，在以往的适老性研究中，往往最为强调环境的安全性，而本次研究发现健康互动性、场所趣味性也是绿道适老性设计的重点，甚至在权重方面要高于环境安全性。因此，在后续的适老性绿道设计上，应在保证环境安全的基础上，最大程度地提升城市绿道的健康交互性与场所趣味性；可通过合理布置、增加多样化的休闲座椅、休闲亭廊、休闲棋牌桌，以营造老年人适宜的交互空间；可通过增加老年运动设施，如太极推揉器、路径漫步机、扭腰器等低强度的适老性运动器材，以增加老年人的运动参与度和场所趣味性；通过在标识系统中加入养生运动、养生饮食等趣味性内容，提高老年人的健康意识。除此之外，在环境自然性方面，自然景观丰富度也是需要考虑的重点，可通过多类型的植物选择、多季相的植物搭配、多种类的景观组合来增加绿道的自然丰富度，进而提高绿道的适老性。

本研究只在春季进行了相关的问卷调研，受限于研究季节的局限性，难免产生一定的误差。因此，后续研究应尽可能地收集所有季节的数据，以减少研究误差。此外，由于城市之间的差异性，市级绿道格局与特征存在不同，研究不同城市不同类型绿道适老性也是后续研究需要完善的重点。

5　结论

本研究以熊猫绿道为案例，通过“构建评价体系—识别指标需求—赋值指标权重”的评价步骤，综合 KANO 模型和 SEM 分析对其进行了适老性评价。研究发现在适老性评价中，准则层指标权重由高到低依次是健康交互性、场所趣味性、环境安全性、环境自然性、空间可达性。研究还发现不同指标因子对于上述 5 个方面的影响程度存在差异：社交空间尺度合理性对于健康交互性的影响最大；娱乐设施完备度对于场所趣味性的影响最大；空间围合及防护程度对于环境安全性影响最大；自然景观丰富度对于环境自然性的影响最大；空间可达性维度下各指标影响较为均衡。研究结果为后续的绿道适老性设计规划提供了重要理论支撑。

参考文献

[1] LI H, LIU H, YANG Z, et al. The effects of green and urban walking in different time frames on physio-psychological responses of middle-aged and older people in Chengdu, China [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 18(1): 90, 10.3390.

[2] 张鸿.我国老年人绿道体育参与现状及未来趋势研究：以四川省成都市为例[J].西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(8): 152-157.

[3] 窦晓璐,约翰·派努斯,冯长春.城市与积极老龄化：老年友好城市建设的国际经验[J].国际城市规划, 2015, 30(03): 117-123.

[4] VINE D, BUYS L, AIRD R et al. The use of amenities in high density neighbourhoods by older urban Australian residents[J]. Landscape and Urban Planning, 2012, 107(2): 159-171.

[5] CHOI Y J. Age-friendly features in home and community and the self-reported health and functional limitation of older adults: the role of supportive environments [J]. Journal of Urban Health-Bulletin of The New York Academy of Medicine, 2020, 97(4): 471-485.

[6] 王红.基于 AHP 层次分析法的成都市养老型社区外部公共空间适老性研究[D].成都：西南交通大学, 2017.

[7] 桑春,吴光超,孙亮,等.适老性城市建设的评价体系研究[J].上海城市规划, 2018(5): 83-86.

[8] 顾浩,王兰,张钰彤,等.基于健康理念的绿道规划设计导则优化[J].规划师, 2024, 40(2): 74-81.

[9] CHANG P J. Effects of the built and social features of urban greenways on the outdoor activity of older adults [J]. Landscape and Urban Planning. 2020, 204: 103929.

[10] 贾巍杨.社区适老性评价指标体系研究初探[J].城市规划, 2016, 40(8): 65-70.

[11] 韩宏,唐文.基于 Kano 模型的社区公园适老性环境需求研究[J].中国城市林业, 2024, 22(5): 35-41, 65.

[12] KIMIC K, POLKO P. The use of urban parks by older adults in the context of perceived security [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 219(7): 481-490.4184.

[13] 宋菊芳,吴金宁,李坤林,等.社区尺度下城市绿地对老年人健康的影响机制[J].中国城市林业, 2023, 21(3): 82-87.

[14] 肖梦.成都市政府推进熊猫绿道建设的案例研究[D].成都.电子科技大学, 2023.

[15] 郭煦.探索形成公园城市建设新范式[J].小康, 2019(13): 28-31.

[16] 全国人大常委会办公厅.中华人民共和国老年人权益保障法[J].老年教育：老年大学, 2013(1): 7.

[17] 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.

[18] 钱婧,屈逸,王斌.“百岁时代”下的老年群体[M].经济科学出版社, 2021: 168.

[19] CHOI Y J. Understanding aging in place: home and community features, perceived age-friendliness of community, and intention toward aging in place[J]. Gerontologist, 2022, 62(1): 46-55

[20] JELOKHANI-NIARAKI M, HAJILOO F, SAMANY N N et al. Web-based public participation GIS for assessing the age-friendliness of cities: a case study in Tehran, Iran [J]. Cities, 2019, 95: 102471

[21] KANO N, SERAKU N, TAKAHASHI F, et al. Attractive quality and must-be quality [J]. The Journal of Japanese Society for Quality Control, 1984, 14(2): 39-48.

[22] 汤素素,吴晓华,陶一舟,等.基于 KANO 模型的居住型口袋公园环境教育需求研究[J].中国园林, 2022, 38, (5): 104-109.

[23] DENG L, ROMAINOOR N H, ZHANG B. Evaluation of the usage requirements of hospital signage systems based on the kano model[J]. Sustainability, 2023, 15: 4972.

[24] 郑林欣,沃晨雯,王思奇,等.基于 KANO 模型的蜡染技艺体验设计[J].丝绸, 2022, 59(1): 102-108.

[25] 吴兵福.结构方程模型初步研究[D].天津：天津大学, 2007.